

ZAŠTITA ČELIČNIH KONSTRUKCIJA PRIMJENOM ZAŠTITNIH SREDSTAVA PREMAZA

CORROSION PROTECTION OF STEEL STRUCTURES BY PROTECTIVE PAINT SYSTEMS

Rosanda Ivetić Salopek*

Sažetak

Zaštita čeličnih elemenata bitan je proces u proizvodnji čeličnih konstrukcija. U svrhu zaštite od pojave korozije i vanjskog utjecaja okoline, sve čelične konstrukcije potrebno je zaštititi na adekvatan način. Kvaliteta antikorozivne zaštite jedan je od osnovnih uvjeta za osiguranje dugotrajnosti konstrukcije te se dobro izvedenom zaštitom produljuje njezin uporabni vijek. Tehnologija nanošenja zaštite primjenom premaza zahtjevan je proces koji traži dobro poznavanje svih koraka u zaštiti konstrukcije, od odabira sustava premaza, pripreme površine do sušenja. U radu je opisana antikorozivna zaštita čeličnih konstrukcija primjenom zaštitnih premaza, kako odabrati odgovarajući sustav premaza, šta utječe na njegov odabir, kako pripremiti površinu koja se zaštićuje te koji sustavi premaza se koriste ovisno o kategoriji atmosferske korozivnosti.

Ključne riječi: korozija, antikorozivna zaštita, čelične konstrukcije, zaštita premazima.

Abstract

Protection of steel elements is vital in steel construction manufacturing. In order to prevent corrosion and adverse influence from the surroundings, all steel structures need to be adequately protected. One of the key elements in securing the structure durability is the quality of protection coating, which - if applied properly, prolongates structure's expected usage. Coating technology is a process, which requires knowledge of all necessary steps of structure protection process, from surface prepping to choosing the coating system and lastly, drying. This paper describes anticorrosive protection coating systems for steel structures by focusing on key elements for selecting the adequate coating system, as well as the covering surface preparation process, depending on atmospheric corrosivity class.

Key words: corrosion, anti-corrosion protection, steel structures, protection coating

* AR-METAL d.o.o. Žegoti 6, 51215 Kastav
E-mail: ivetic.rosanda@gmail.com

1. Uvod

Čelik kao materijal najčešće se primjenjuje kod izrade konstrukcija raznih oblika i veličina. S obzirom na to da je čelik osjetljiv na koroziju potrebno ga je antikorozivno zaštititi. Korozija skraćuje životni vijek konstrukcije, povećava troškove održavanja, uzrokuje velike gospodarske gubitke te u nekim slučajevima i havarije konstrukcija. U svrhu poboljšanja životnog vijeka konstrukcija, a i smanjenje troškova, koriste se razne tehnologije antikorozivne zaštite. Jedan od najraširenijih metoda zaštite čelika od korozije je primjena zaštitnih sredstava premaza. U radu je opisana metoda zaštite čeličnih konstrukcija primjenom zaštitnih premaza, od samog odabira premaza pa sve do njenog nanošenja i ispitivanja.

1.1. Pojam i vrste korozije

Korozija je nenamjerno razaranje konstrukcijskih materijala uzrokovano fizikalnim, fizikalno-kemijskim i biološkim agensima [1], a dolazi od latinske riječi *corrodere* što znači nagristi, izgristi, izglođati. Korozija se može opisati kao obrnuti proces od dobivanja metala. Metalne konstrukcije oštećene korozijom mogu promijeniti neka svoja mehanička svojstva. Korozija je postala globalni problem te se upravo zbog nje godišnje izgubi veliki postotak svjetskog BDP-a. Ona je važan čimbenik u gospodarskoj krizi svake zemlje.

S obzirom na široko područje djelovanja korozija se može klasificirati [2]:

Prema mehanizmu procesa	Prema izgledu korozijskog napada	Prema korozivnim sredinama
kemijska elektrokemijska	jednolika pjegasta jamičasta točkasta interkristalna transkristalna	atmosferska korozija korozija u tlu korozija u suhim plinovima korozija u neelektrolitičkim tekućinama korozija u elektrolitu

2. Odabir odgovarajućeg sustava premaza

2.1. Općenito

Prilikom odabira odgovarajućeg sustava premaza za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozivnog djelovanja potrebno je uzeti u obzir niz čimbenika kako bi se osigurala dugotrajnost projekta. Odabir sustava

premaza mora biti najekonomičnije i tehnički najbolje rješenje za svaki projekt.

Na odabir odgovarajućeg sustava premaza utječu sljedeći čimbenici [3] :

- korozivnost okoliša
- vrsta površine koju treba zaštititi
- trajnost sustava premaza
- planiranje postupka nanošenja premaza

2.2. Korozivnost okoliša

Atmosferska korozija je jedna od najraširenijih vrsta korozija, a nastaje kao djelovanje kisika, vlage i plinova u zraku.

Korozivnost okoliša je bitan čimbenik kod odabira sustava premaza. Potrebno je utvrditi uvjete u kojima će konstrukcija biti izvedena. Vlažnost, temperatura, UV zračenje te mehanička oštećenja samo su neki faktori koji se uzimaju u obzir prilikom odabira odgovarajućeg sustava premaza. Što je okoliš korozivniji, to je zahtjevnija priprema površine.

Primjeri korozijskih klasa antikorozivne zaštite premazima prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Korozijska klasa HRN EN ISO 12944-2 [4]

Atmosferski utjecaji		Površina	Preporučeni sustav	Podaci o sustavu		
				Tip premaza	Broj slojeva	Ukupna DSF (μm)
C1 vrlo niska	UNUTRA: grijane zgrade npr. Uredi, trgovine, škole, hoteli	čelik	A	Brzosušivi alkid	2	70
C2 niska	VANI: neagresivni utjecaji na okoliš, ruralna područja UNUTRA: negrijane zgrade, moguća kondenzacija, skladišta, sportske hale	čelik	B	Uretan/alkid	2	160
C3 srednja	VANI: gradska i industrijska okolina, umjerena polucija sa sumpornim dioksidom, obalna područja sa niskim salinitetom UNUTRA: proizvodne hale sa visokom vlažnošću	čelik	C	Epoksi/poliuretan	3	200
C4 visoka	VANI: industrijska područja i obalna područja sa umjerenim salinitetom UNUTRA: hale u kemijskoj ind., bazeni, hale u brodogradnji	čelik	D	Epoksi/poliuretan	3	240
		poc. lim	E	Epoksi/poliuretan	2	160

Nastavak Tablice 1. Korozijska klasa HRN EN ISO 12944-2 [4]

Atmosferski utjecaji		Površina	Preporučeni sustav	Podaci o sustavu		
				Tip premaza	Broj slojeva	Ukupna DSF (μm)
C5 vrlo visoka	VANI: ind. Područja sa visokom vlažnošću i agresivnom okolinom UNUTRA: zgrade i područja sa skoro stalnom kondenzacijom i visokom polucijom	čelik	F	Epoksi/ poliuretan	4	320
		poc. lim	G	Epoksi/ poliuretan	3	240
CX vrlo visoka	VANI: obalna i priobalna područja sa visokim salinitetom UNUTRA: zgrade i područja sa skoro stalnom kondenzacijom i visokom polucijom	čelik	H	Epoksi/ poliuretan	4	320
		poc. lim	I	Epoksi/ poliuretan	3	240
Povišene temp.	do 150 °C	čelik	J	Epoksi/ poliuretan	2	120
	200-400°C		K	Cink/ silikat/ silikon	2	80
	400-600°C		L	silikon	2	60

2.3. Vrsta površine koju treba zaštititi

Površine kojima je potrebna zaštita od štetnog djelovanja korozije su čelik, toplo-pocinčani čelik, metalizirani čelik, aluminij ili nehrđajući čelik. Važno je izvršiti odgovarajuću pripremu površine prije nanošenja premaza kako bi se osigurala dugoročna zaštita konstrukcijskih elemenata.

Stanje čelične površine prije bojenja spada u jednu od sljedeće tri kategorije [3]:

- konstrukcija od golog čelika na koji prethodno nije nanesen nikakav zaštitni premaz
- čelična površina zaštićena radioničkim temeljem
- čelična površina zaštićena sustavom premaza koji ima potrebu za održavanjem

2.4. Trajnost sustava premaza

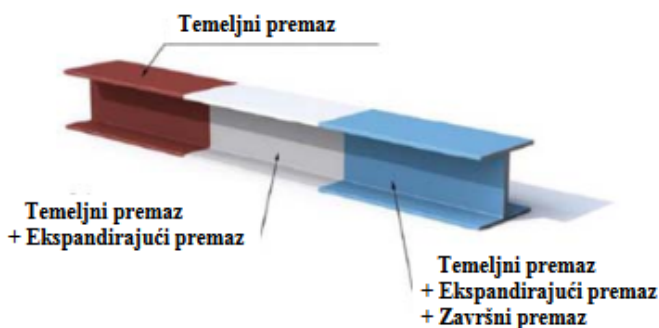
Standard HRN EN ISO 12944-1 daje vremenske okvire kojima se određuje trajnost od trenutka prvog nanošenja do prvog održavanja. Sustav zaštite s obzirom na trajnost prikazan je u Tablici 2.

Tablica 2. Trajnost premaznih sustava prema HRN EN ISO 12944-1 [5]

TRAJNOST PREMAZNIH SUSTAVA HRN EN ISO 12944-1	
Niska (L)	do 7 godina
Srednja (M)	7 do 15 godina
Visoka (H)	od 15 do 25 godina
Vrlo visoka (VH)	više od 25 godina

2.5. Planiranje postupka nanošenja premaza

Planiranje postupka nanošenja premaza vrlo je bitna kod izvedbe čeličnih elemenata i sklopova. Potrebno je obratiti pažnju na dinamiku i faze izvođenja konstrukcija kako bi se površina čeličnih elemenata mogla pripremiti za nanošenje premaza te planirati vrijeme sušenja. Najčešći način izgradnje konstrukcija od čeličnih elemenata je da se jedan veći dio izvede u zaštićenom okolišu radionice, kao što je prikazano na Slici 2., dok se drugi manji dio odradi na samom gradilištu. Kod ovakvog načina izvedbe bitno je uzeti u obzir vrijednosti za međupremazni interval. Uobičajena praksa je da se temeljni premazi izvode u radionici, dok se završni premazi izvode nakon montaže na gradilištu. Postoji li zahtjev za zaštitu čelične konstrukcije od požara, tada se protupožarni premaz (ekspandirajući premaz) nanosi kao drugi sloj, a prvi temeljni sloj prvenstveno služi kao antikorozivna zaštita. Završni sloj (pokrivni premaz) je u funkciji zaštite od okolišnih utjecaja, kao što je prikazano na Slici 1.



Slika 1. Sustav nanošenja zaštitnih premaza po slojevima

3. Tehnologija zaštite uporabom premaza

Tehnologija nanošenja zaštitnih premaza čeličnih konstrukcija obuhvaća pripremu podloge (čišćenje), nanošenje premaznih sredstava te završnu obradu (sušenje/otvrdnjavanje premaza).

3.1. Priprema površine

Priprema površine čeličnih elemenata važna je za postizanje kakvoće i trajnosti zaštitnog sustava. Tako se osigurava prionljivost podloge. Priprema površine sastoji se od niza operacija koje je potrebno izvesti pravilno, a to su [4]:




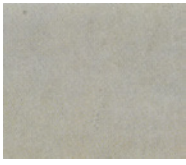
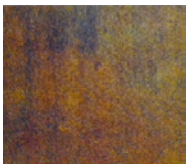

- uklanjanje svih vidljivih nečistoća
- uklanjanje soli, masnoća i ulja
- uklanjanje hrđe do propisanog stupnja čistoće sukladno normi HRN EN ISO 12944-4 i hrapavosti 40-70 mikrometara
- očišćene površine potrebno je zaštititi kako bi se spriječila oksidacija i kontaminacija

3.1.1. Stupnjevi pripreme površine prema standardu ISO 8501-1

Najčešće korištene metode čišćenja površine su [4]:

- čišćenje četkama (St 2, St 3)
- pjeskarenje i sačmarenje (Sa 1, Sa 2, Sa 2½, Sa 3)

Tablica 3. Ocjene očišćenosti površine prema standardu ISO 8501-1 [4]

OZNAKA HRN EN ISO 12944	NAZIV ČIŠĆENJA	OPIS POVRŠINE	SLIKA
Sa 1	Blago čišćenje mlazom abraziva	Površina je bez masnoća, ulja prašine i slabo prionljive okujine, stari premazi su uklonjeni.	
Sa 2	Temeljito čišćenje mlazom abraziva	Gledajući s prostim okom površina je bez masnoća, prašine. Okujine, starih premaza i ostalih nečistoća praktično više nema.	
Sa 2 ½	Vrlo temeljito čišćenje mlazom abraziva	Gledajući s prostim okom površina je bez masnoća, ulja, prašine. Okujina, stari premazi ostale nečistoće su u cijelosti su uklonjeni. Sva eventualna onečišćenja su vidljiva tek u obliku jedva vidljivih mrlja.	
Sa 3	Čišćenje mlazom abraziva do odstranjivanja svih nečistoća s čelične površine	Gledajući s prostim okom površina je bez masnoća, ulja, prašine. Okujina, stari premazi i ostale nečistoće u cijelosti su uklonjene. Površina ima izjednačen metalni izgled.	
St 2	Temeljito ručno ili strojno čišćenje	Gledajući sa prostim okom površina je bez masnoća, ulja, prljavštine, slabo prionljive okujine, starih premaza i drugih nečistoća.	
St 3	Vrlo temeljito ili strojno čišćenje	Čišćenje površine slično je kao pri St 2, no temeljitije. Na površini se već nazire metalni sjaj.	

3.1.2. Stupnjevi pripreme površine prema standardu ISO 8501-1

Priprema površine čišćenjem vodom pod visokim pritiskom ne smije uključiti samo stupanj čišćenja, već je potrebno uzeti u obzir i stupanj početne korozije koja tijekom sušenja može nastupiti na očišćenoj čeličnoj površini. U Tablici 4. opisan je izgled površine u odnosu na tri stupnja početne korozije.

Tablica 4. Opis izgleda površine u odnosu na tri stupnja početne korozije [3]

L	<p>LAGANA POČETNA KOROZIJA</p> <p>Kad se površina gleda bez povećala, ona pokazuje male količine žuto/smeđeg korozivnog sloja kroz kojega se može vidjeti čelična podloga. Hrđa može biti ravnomjerno raspoređena ili se pojavljivati u obliku krpica, ali je bitno da ona jako prianja za podlogu te da ju nije lako odstraniti laganim trljanjem krpom.</p>
M	<p>SREDNJE POČETNA KOROZIJA</p> <p>Kad se površina gleda bez povećala, ona pokazuje male količine žuto/smeđeg korozivnog sloja kroz kojega nije moguće vidjeti čeličnu podlogu. Sloj hrđe može biti ravnomjerno raspoređen ili se pojavljivati u obliku krpica, ali je bitno da poprilično dobro prianja za podlogu te da na krpi kojom se briše površina ostavi lagani trag.</p>
H	<p>JAKA POČETNA KOROZIJA</p> <p>Kad se površina gleda bez povećala, ona pokazuje crveno-žučkasti/smeđi korozivni sloj kroz kojega se ne može vidjeti čelična podloga i koji se slabo drži podloge. Hrđa (koja se pojavljuje u obliku promjene nijanse) može biti ravnomjerno raspoređena ili se pojavljivati u obliku krpica, ali je bitno da ona jako prianja za podlogu te da ju nije lako odstraniti laganim trljanjem krpom. Sloj hrđe može biti ravnomjerno raspoređen ili se pojavljivati u obliku krpica te na krpi kojom se briše površina ostavlja trag.</p>

Prema standardu ISO 8501-4 razlikuju se tri razine čistoće u odnosu na vidljiva onečišćenja (Wa 1 - Wa 2½) od hrđe, okujine, starih premaza i sl. Stupnjevi pripreme površine mlazom vode pod visokim pritiskom prikazani su u Tablici 5 [4].

Tablica 5. Opis izgleda površine u odnosu na tri stupnja početne korozije [3]

Wa 1	<p>LAGANA POČETNA KOROZIJA</p> <p>Kad se površina gleda bez povećala, ona pokazuje male količine žuto/smeđeg korozivnog sloja kroz kojega se može vidjeti čelična podloga. Hrđa može biti ravnomjerno raspoređena ili se pojavljivati u obliku krpica, ali je bitno da ona jako prianja za podlogu te da ju nije lako odstraniti laganim trljanjem krpom.</p>
Wa 2	<p>SREDNJE POČETNA KOROZIJA</p> <p>Kad se površina gleda bez povećala, ona pokazuje male količine žuto/smeđeg korozivnog sloja kroz kojega nije moguće vidjeti čeličnu podlogu. Sloj hrđe može biti ravnomjerno raspoređen ili se pojavljivati u obliku krpica, ali je bitno da poprilično dobro prianja za podlogu te da na krpi kojom se briše površina ostavi lagani trag.</p>
Wa 2½	<p>JAKA POČETNA KOROZIJA</p> <p>Kad se površina gleda bez povećala, ona pokazuje crveno-žučkasti/smeđi korozivni sloj kroz kojega se ne može vidjeti čelična podloga i koji se slabo drži podloge. Hrđa (koja se pojavljuje u obliku promjene nijanse) može biti ravnomjerno raspoređena ili se pojavljivati u obliku krpica, ali je bitno da ona jako prianja za podlogu te da ju nije lako odstraniti laganim trljanjem krpom. Sloj hrđe može biti ravnomjerno raspoređen ili se pojavljivati u obliku krpica te na krpi kojom se briše površina, ostavlja trag.</p>

3.2. Izračun debljine slojeva zaštitnih premaza

Debljine zaštitnih slojeva vrlo su važan parametar za određivanje kvalitete zaštite metalnih površina. Povećanjem debljine premaza povećava se i njena otpornost na koroziju, ali i rastu proizvodni troškovi. Stoga je iz ekonomskih razloga važno poznavanje izračuna debljine zaštitnih premaza. Debljina suhog filma i količina potrebnog materijala ovise o različitim čimbenicima, uključujući potrebnu razinu vatrootpornosti (R 15, R 30, R 45, R 60, R 90, R 120 ili R 180), vrstu presjeka profila (faktor presjeka profila), orijentaciju, kritičnu temperaturu čelične konstrukcije, metodu nanošenja, oblik, itd. Ovi čimbenici ujedno utječu na formiranje cijene gotovog elementa s potrebnim zaštitama. Izračun potrebne debljine mokrog odnosno suhog filma treba obaviti prije samog nanošenja. Potrebno je da izvođač radova dovrši ispitivanje na površini kako bi ustanovio prihvatljivi stupanj dovršenosti.

Volumni sadržaj suhe tvari (VSS) predstavlja omjer debljine suhog i debljine mokrog filma premaza nanesenog u laboratorijskim uvjetima pri čemu nije došlo do gubitka boje, a izražen je u postotku [3].

Debljina filma (μm) izračunava se prema sljedećim izrazima „(1)“ i „(2)“ [4]:

$$\text{mokri film} \rightarrow \text{suh film} = \frac{\text{DMF} \times \text{VSS}\%}{100} \quad (1)$$

$$\text{suh film} \rightarrow \text{mokri film} = \frac{\text{DSF} \times 100}{\text{VSS}\%} \quad (2)$$

gdje je:

DMF - debljina mokrog filma (μm)

DSF - debljina suhog filma (μm)

VSS% - volumna suha tvar (%)

Teoretska potrošnja (TP) boje u određenoj debljini suhog filma na glatkoj površini izračunava se prema izrazu „(3)“ [4]:

$$\begin{aligned} TP (l) &= \frac{\text{površina (m}^2\text{)} \times \text{DSF (}\mu\text{m)}}{\text{VSS}\% \times 10} \\ TP (kg) &= \frac{\text{površina (m}^2\text{)} \times \text{DSF (}\mu\text{m)} \times \text{gustoća boje (kg/dm}^3\text{)}}{\text{VSS}\% \times 10} \end{aligned} \quad (3)$$

Praktična potrošnja (PP) boje izračunava se množenjem teoretskog utroška s odgovarajućim faktorom gubitka prema izrazu „(4)“ [4]:

$$PP (l \text{ ili } kg) = \frac{\text{površina (m}^2\text{)} \times TP (l \text{ ili } kg) \times (100 + \text{faktor gubitka (\%)})}{100} \quad (4)$$

3.3. Nanošenje premaznih sredstava

Nanošenje premaznih sredstava najčešće se izvodi četkama (kistovi), lopaticama, valjcima te prskanjem, uranjanjem i elektroforezom. Prije samog nanošenja temeljnog premaza svaka površina mora biti čista, suha bez masnoća i ostalih nečistoća. Prije nanošenja premaza potrebno je popratiti klimatske parametre koje utječu na kvalitetu premaza, a to su temperatura zraka i podloge te relativna vlaga. Najoptimalnija temperatura zraka za nanošenje premaza je 15 - 20 °C, dok temperatura podloge treba biti bar 3 °C viša od temperature rosišta u određenim vremenskim uvjetima. Premazna sredstva se ne preporučuju nanositi na površine gdje je temperatura viša od 40 °C.



Slika 2. Čelični profili sa nanesenim temeljnim premazom



Slika 3. Nanošenje drugog sloja zaštitnog premaza na gradilištu



Slika 4. Nanošenje završnog sloja zaštitnog premaza

3.4. Ispitivanje i kontrola kvalitete zaštite od korozije

Kontrola kvalitete je proces koji mora biti prisutan kroz čitav period izvođenja čelične konstrukcije pa tako i kod nanošenja premaza u svrhu zaštite od korozije. Prije samog nanošenja temeljnog premaza potrebno je vizualnom metodom ocijeniti kvalitetu pripremljene čelične površine, kvalitetu zavara, prisutnost nečistoća, ulja i masnoća te osjetljivost površina, a sve u skladu sa standardom HRN EN ISO 8501-1 [7]. Osim vizualne kontrole pripremljene čelične površine, potrebno je kontrolirati uvjete okoline u kojoj se premazi nanose, temperature zraka i površine, relativna vlažnost zraka, temperature rosišta te provesti kontrolu pripreme premaza i vizualnog izgleda premaza (miješanje komponenata boje i sl.).

Kontrola hrapavosti površine najčešće se određuje usporednom metodom (Rugotest No.3), a kao pomoćni instrument za određivanje srednje visine neravnina (Rz) profila hrapavosti može se koristiti uređaj tip „Elcometer 123“ (Slika 5).

Debljina mokrog filma (DMF) premaza je debljina odmah nakon nanošenja premaza na čeličnu površinu. Kontrola debljine mokrog filma je preduvjet za postizanje minimalne debljine suhog filma. Kontrolom debljine mokrog filma premaza kontrolira se tehnika nanošenja. Ova kontrola izvodi se pomoćnim sredstvom „WFT-Gauge“ (česalj) (Slika 6).



Slika 5. Pomoćno sredstvo „Elcometer 123“ za mjerenje hrapavosti



Slika 6. Pomoćno sredstvo „WFT Gauge“ (češalj) za mjerenje debljine mokrog filma premaza

Debljina suhog filma premaza je parametar kojim se određuje kvaliteta zaštite metalnih površina. Debljine suhog filma svakog sloja kontroliraju se najčešće svaka 24 sata nakon otvrdnjavanja premaza elektronskim mjeracima tip „Elcometer 456“ ili slično, kao što je prikazano na Slici 7 i 8.



Slika 7. Kontrola debljine suhog filma temeljnog sloja u radionici



Slika 8. Kontrola debljine suhog filma drugog zaštitnog sloja na gradilištu

Povećanjem debljine premaza povećava se otpornost na koroziju, ali rastu i proizvodni troškovi. Kontrola ukupne debljine suhog filma provodi se prema pravilu „DFT RULES 80-20“ odnosno prema normi HRN EN ISO 12944-7 [6]. Pravilo 80-20 zahtjeva da izmjerena debljina premaza ne smije biti manja od 80% specificirane debljine suhog filma premaza, a najviše 20% mjerenja može biti ispod specificirane debljine suhog filma premaza [6].

Prionjivost je svojstvo premaza da prione na prethodni premaz ili površinu, a kontrola se izvodi prema standardu HRN EN 2409 nakon otvrdnjavanja prvog sloja. S obzirom na to da prionjivost premaza izravno utječe na kvalitetu zaštite površine, a samim time i na dužinu vijeka trajanja zaštite, vrlo je bitna u procesu zaštite čeličnih konstrukcija primjenom zaštitnih sredstava premaza. Ispitivanje se provodi „Cross-Cut“ testom (mrežni rez) ili „X-Cut“ testom (X-rez). Ovakva vrsta ispitivanja nije relevantna za debljine filma preko 250 μm [8]. Svi parametri koji se kontroliraju moraju biti u skladu s radnom specifikacijom i tehničkim uputama proizvođača [8].

4. Zaključak

Radom je opisan postupak zaštite čeličnih konstrukcija primjenom zaštitnih sredstava premaza, a sve prema važećim standardima i zakonima. S obzirom na to da danas čelik ima veliku primjenu u izgradnji konstrukcija, a čelik je kao materijal podložan stvaranju korozije, veliki

se naglasak stavlja na njegovu zaštitu. Zbog velikih štetnih posljedica koje mogu nastati uslijed neadekvatne antikorozivne zaštite potrebno je dobro poznavanje tehnologije nanošenja zaštitnim premazima u svim fazama, kao i adekvatno kvalificirano osoblje koje će omogućiti postizanje visoke kvalitete nanošenja i kontroliranja premaza.

Literatura

- [1] Esih, I.; Dugi, Z.; (1990) Tehnologija zaštite od korozije, Školska knjiga, Zagreb
- [2] Stupnišek-Lisac, E.; (2007) Korozija i zaštita konstrukcijskih materijala, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb
- [3] HEMPEL katalog: Odabir odgovarajućeg sustava premaza: Smjernice za zaštitu u skladu sa ISO 12944.
- [4] CHROMOS SVJETLOST: Tehnički priručnik - Zaštita metala
- [5] Skejić, D.; (2019) Odabir premaza sa aspekta proračuna čeličnih konstrukcija kod djelovanja požara, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- [6] EN ISO 12944 Paints and Varnishes - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems. (svi dijelovi 1-9)
- [7] EN ISO 8501 Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products — Visual Assessment of Surface Cleanliness — Part 1: Rust Grades and Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates after Overall Removal of Previous Coatings.
- [8] EN ISO 2409:2013 Boje i lakovi - Ispitivanje zarezivanjem mrežice.
- [9] Ivetić, R.; (2013) Tvornička kontrola kvalitete čeličnih proizvoda. Diplomski rad. Osijek. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet.
- [10] Markulak, D., Bajkovec, I. (2011) Izvedba čeličnih konstrukcija prema europskim normama. Osijek. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet.
- [11] EN 1090-2:2008 Execution of Steel Structures and Aluminium Structural - Part 2: Technical Requirements for Steel Structures.