

# Alkidni premazi za zaštitu ugljičnog čelika od korozije

---

**Marić, Josipa**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:144562>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Josipa Marić**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Ivan Stojanović, dipl. ing.

Studentica:

Josipa Marić

Zagreb, 2022.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu, pod nadzorom i uz stručnu pomoć izv. prof. dr. sc. Ivana Stojanovića.

Zahvaljujem se svojem mentoru izv. prof. dr. sc. Ivanu Stojanoviću na ukazanoj pomoći, korisnim savjetima i pomoći pri izradi ovog rada.

Zahvaljujem se svim djelatnicima Laboratorija za zaštitu materijala na Fakultetu strojarstva i brodogradnje na srdačnoj i ugodnoj atmosferi, posebno kolegi Ivanu Cindriću na nesebičnoj podršci i pomoći, te na strpljenju i vremenu tijekom ispitivanja u laboratoriju i izrade rada.

Zahvaljujem se tvrtki Forma purus d.o.o. i djelatnicima na ukazanoj pomoći i savjetima tijekom prvog dijela eksperimentalnog dijela rada.

Hvala svim mojim prijateljima što su me motivirali i bili uz mene tijekom svih godina studiranja.

Posebno se zahvaljujem svom mužu Luki na strpljenju i podršci tijekom pisanja rada.

Najveće hvala ide mojoj obitelji, posebno mami, tati i sestri, koji su mi omogućili školovanje i bili najveća podrška tijekom čitavog studiranja.

Josipa Marić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
 Povjerenstvo za diplomске radove studija strojarstva za smjerove:  
 proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
 inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa: 602-14/22-6/1	
Ur. broj: 15-1703-22-	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **JOSIPA MARIĆ** Mat. br.: 0035198627

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Alkidni premazi za zaštitu ugljičnog čelika od korozije**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Alkyd coatings for corrosion protection of carbon steel**

Opis zadatka:

Zaštita od korozije je ključan čimbenik u očuvanju materijala i ostvarivanja potrebnog radnog vijeka konstrukcija. Jedan od najraširenijih postupaka zaštite metalnih konstrukcija je zaštita organskim premazima. U radu je potrebno obraditi organske premaze. Opširnije opisati komponente u premazu i njihovu funkciju, s posebnim osvrtom na podjelu premaza prema vrsti veziva. Detaljnije obraditi alkidne premaze, navesti prednosti i nedostatke te prikazati primjere zaštite. Ukratko obraditi pripremu površine i postupke nanošenja premaza. U eksperimentalnom dijelu rada potrebno je nanijeti alkidne premaze na uzorke od nelegiranog čelika. Osmisliti i provesti laboratorijska ispitivanja korozijske otpornosti alkidnih premaza. Analizirati rezultate i izvesti zaključke.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
29. rujna 2022.

Rok predaje rada:  
1. prosinca 2022.

Predvideni datum obrane:  
12. prosinca do 16. prosinca 2022.

Zadatak zadao:  
prof. dr. sc. *Ivan Stojanović*

Predsjednica Povjerenstva:  
prof. dr. sc. *Biserka Runje*

---

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	III
POPIS SLIKA .....	VI
POPIS TABLICA.....	IX
POPIS OZNAKA I KRATICA .....	XI
SAŽETAK.....	XII
SUMMARY .....	XIII
1. UVOD .....	1
2. KOROZIJA .....	2
2.1. Vrste korozija .....	4
2.2. Metode zaštite materijala od korozije .....	5
3. ORGANSKI PREMAZI.....	8
3.1. Komponente premaza.....	8
3.1.1. Podjela premaza prema vrsti veziva.....	10
3.1.2. Podjela premaza prema vrsti otapala.....	11
3.2. Klasifikacija premaza .....	12
3.2.1. Fizikalno sušenje .....	13
3.2.2. Kemijsko sušenje.....	14
3.3. Sustav premaza.....	15
3.3.1. Temeljni premaz.....	16
3.3.2. Međupremaz.....	16
3.3.3. Završni premaz .....	17
3.4. Mehanizam zaštitnog djelovanja premaza .....	17
3.4.1. Učinak barijere .....	17
3.4.2. Učinak inhibitora.....	18
3.4.3. Galvanski učinak .....	19
3.6. Priprema površine .....	19

---

3.6.1. Odmašćivanje površine .....	20
3.6.2. Mehanička priprema površine .....	20
3.6.3. Kemijska priprema površine .....	21
3.7. Nanošenje premaza .....	21
4. ALKIDNI PREMAZI.....	22
4.1. Podjela alkidnih smola .....	23
4.2. Prednosti i nedostaci alkidnih premaza .....	24
5. EKSPERIMENTALNI DIO.....	25
5.1. Uzorak i priprema površine .....	26
5.1.1. Mjerenje hrapavosti površine .....	28
5.2 Nanošenje premaza .....	28
5.3. Kontrola kvalitete antikorozivne zaštite.....	30
5.3.1. Kontrola debljine premaza .....	30
5.3.2. Ispitivanje etalona .....	32
5.3.2.1. Ispitivanje prionjivosti premaza „Cross cut“ testom.....	32
5.3.2.2. Ispitivanje prionjivosti premaza vlačnom metodom .....	35
5.3.2.3. Mjerenje tvrdoće .....	38
5.3.3. Ispitivanje uzoraka u vlažnoj komori.....	39
5.3.3.1. Ispitivanje prionjivosti premaza „Cross cut“ testom.....	41
5.3.3.2. Ispitivanje prionjivosti premaza vlačnom metodom .....	41
5.3.3.3. Mjerenje tvrdoće .....	43
5.3.3.4. Određivanje stupnja mjehuranja i hrđanja .....	43
5.3.4. Ispitivanje uzoraka u slanoj komori .....	44
5.3.4.1. Ispitivanje prionjivosti premaza „Cross cut“ testom.....	46
5.3.4.2. Ispitivanje prionjivosti premaza vlačnom metodom .....	48

---

5.3.4.3. Mjerenje tvrdoće .....	49
5.3.4.4. Određivanje stupnja mjehuranja i hrđanja te ocjenjivanje stupnja korozije oko ureza.....	50
6. REZULTATI I RASPRAVA .....	52
6.1. Analiza ispitivanja u Laboratoriju za zaštitu materijala.....	52
6.1.1. Analiza ispitivanja prionjivosti urezivanjem mrežice .....	53
6.1.2. Analiza ispitivanja prionjivosti vlačnom metodom .....	55
6.1.3. Analiza ispitivanja mjerenja tvrdoće.....	57
6.1.4. Analiza ispitivanja u vlažnoj komori .....	58
6.1.5. Analiza ispitivanja u slanoj komori.....	59
7. ZAKLJUČAK .....	60
LITERATURA.....	62
PRILOZI.....	64



---

## POPIS SLIKA

Slika 1. Korozija na čeličnom profilu .....	3
Slika 2. Korozija broda [2] .....	3
Slika 3. Udio troškova korozije u globalnom BDP-u [4] .....	4
Slika 4. Vrste korozije [5] .....	5
Slika 5. Komponente premaza [1] .....	8
Slika 6. Podjela premaza prema načinu sušenja [1] .....	12
Slika 7. Formiranje filma u bojama na bazi otapala [1] .....	13
Slika 8. Formiranje filma u bojama na bazi vode [1] .....	14
Slika 9. Formiranje filma kod oksidacijskog sušenja [1] .....	15
Slika 10. Formiranje filma kod dvokomponentnog sušenja [1] .....	15
Slika 11. Peteroslojni sustav premaza [1] .....	16
Slika 12. Učinak barijere [1] .....	18
Slika 13. Učinak nepropusnih listićavih pigmenata u premazu [1] .....	18
Slika 14. Učinak inhibitora [1] .....	19
Slika 15. Galvanski učinak [1] .....	19
Slika 16. Konstrukcija zaštićena alkidnim premazima .....	22
Slika 17. Tehničke karakteristike ispitnih uzoraka .....	26
Slika 18. Čišćenje površine ispitnih uzoraka .....	27
Slika 19. Uređaj za mjerenje hrapavosti površine .....	28
Slika 20. Mjerenje hrapavosti ispitnog uzorka .....	28
Slika 21. Valeo pištolj za nanošenje premaza .....	29
Slika 22. Nanošenje premaza na ispitne uzorke .....	29
Slika 23. Slana (lijevo) i vlažna (desno) komora u Laboratoriju za zaštitu materijala na Fakultetu strojarstva i brodogradnje .....	30

---

Slika 24. Elcometer 456 – uređaj za mjerenje debljine suhog filma.....	31
Slika 25. Set za ispitivanje prionjivosti urezivanjem mrežice .....	32
Slika 26. Standardna skala za ocjenjivanje prionjivosti urezivanjem mrežice po normi HRN EN ISO 2409:2020 .....	33
Slika 27. Tablica razmaka između ureza po normi HRN EN ISO 2409 .....	33
Slika 28. Postupak „Cross cut“ testa .....	34
Slika 29. Set za ispitivanje prionjivosti vlačnom metodom, Elcometer 510 Motel T.....	35
Slika 30. Postupak pripreme površine i lijepljenja valjčića za „Pull-off“ test .....	36
Slika 31. Postupak ispitivanja prionjivosti vlačnom metodom .....	36
Slika 32. Uređaj za mjerenje tvrdoće, Shore D metoda .....	38
Slika 33. Mjerenje tvrdoće .....	39
Slika 34. Ispitni uzorci u vlažnoj komori .....	40
Slika 35. Ispitni uzorci nakon 264 h ispitivanja u vlažnoj komori.....	40
Slika 36. Postupak izrade ureza prije slane komore.....	45
Slika 37. Ispitni uzorci u slanoj komori .....	45
Slika 38. Ispitni uzorci nakon 144 h u slanoj komori.....	46
Slika 39. Postupak ocjenjivanja stupnja korozije oko ureza .....	50
Slika 40. Debljine suhog filma ispitnih uzoraka s dva sloja premaza.....	52
Slika 41. Debljine suhog filma ispitnih uzoraka s tri sloja premaza .....	53
Slika 42. Debljine suhog filma ispitnih uzoraka s četiri sloja premaza .....	53
Slika 43. Test prionjivosti urezivanjem mrežice na ispitnim uzorcima s dva sloja premaza...	54
Slika 44. Test prionjivosti urezivanjem mrežice na ispitnim uzorcima s tri sloja premaza.....	54
Slika 45. Test prionjivosti urezivanjem mrežice na ispitnim uzorcima s četiri sloja premaza	55
Slika 46. Test prionjivosti vlačnom metodom na ispitnim uzorcima s dva sloja premaza .....	55
Slika 47. Test prionjivosti vlačnom metodom na ispitnim uzorcima s tri sloja premaza .....	56

---

Slika 48. Test prionjivosti vlačnom metodom na ispitnim uzorcima s četiri sloja premaza ....	56
Slika 49. Mjerenje tvrdoće na ispitnim uzorcima s dva sloja premaza .....	57
Slika 50. Mjerenje tvrdoće na ispitnim uzorcima s tri sloja premaza .....	57
Slika 51. Mjerenje tvrdoće na ispitnim uzorcima s četiri sloja premaza.....	58
Slika 52. Stupanj mjehuranja na uzorcima nakon vlažne komore .....	58
Slika 53. Ocjenjivanje stupnja korozije na ispitnim uzorcima ispitivanim u slanoj komori....	59

---

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Kemijska i fizikalna svojstva važnijih veziva u premazu [1].....	9
Tablica 2. Osnovne karakteristike korištenih premaza .....	27
Tablica 3. Debljine suhog filma na uzorcima A s 2 sloja premaza .....	31
Tablica 4. Debljine suhog filma na uzorcima B s 3 sloja premaza .....	31
Tablica 5. Debljine suhog filma na uzorcima C s 4 sloja premaza .....	32
Tablica 6. Ocjene prionjivosti etalona.....	34
Tablica 7. „Pull-off“ test s kružnim urezom etalona .....	37
Tablica 8. Izmjerene vrijednost i vrste odvajanja kod „Pull-off“ metode - etalon.....	37
Tablica 9. Srednja vrijednost tvrdoće etalona .....	39
Tablica 10. Ocjene prionjivosti uzoraka nakon vlažne komore .....	41
Tablica 11. „Pull-off“ test s kružnim urezom nakon vlažne komore .....	42
Tablica 12. Izmjerene vrijednosti i vrste odvajanja kod „Pull-off“ metode – nakon vlažne komore.....	42
Tablica 13. Srednja vrijednost tvrdoće uzoraka nakon vlažne komore.....	43
Tablica 14. Ocjene stupnja mjehuranja i hrđanja ispitnih uzoraka nakon vlažne komore te komentar o pojavi korozije ispod filma.....	43
Tablica 15. Parametri ispitivanja u slanoj komori.....	44
Tablica 16. Ocjene prionjivosti uzoraka nakon slane komore .....	47
Tablica 17. „Pull-off“ test s kružnim urezom nakon slane komore .....	48
Tablica 18. Izmjerene vrijednosti i vrste odvajanja kod „Pull-off“ metode – nakon vlažne komore.....	49
Tablica 19. Srednja vrijednost tvrdoće uzoraka nakon slane komore .....	49
Tablica 20. Ocjene stupnja mjehuranja i hrđanja ispitnih uzoraka nakon slane komore te komentar o pojavi korozije ispod premaza.....	50

---

Tablica 21. Izmjerene vrijednosti širine zone korozije i izračunata srednja vrijednost zone korozije..... 51

**POPIS OZNAKA I KRATICA**

eng.	Engleski	/
BDP	Bruto društveni proizvod	
UV	Ultraviolet light, eng.	
MK	Metalne Konstrukcije	/
AKZ	Antikorozivna zaštita	/
1K	Jednokomponentni	/
DMF	Debljina mokrog filma	/
DSF	Debljina suhog filma	/
M	Ocjena stupnja korozije	mm
c	Širina zone korozije	mm
w	Širina reza skalpela	mm

## **SAŽETAK**

Rad se sastoji od teorijskog i eksperimentalnog dijela. U teorijskom dijelu rada obrađene su opće informacije o koroziji te zaštiti organskim premazima. Opisane su komponente premaza, priprema površine uzoraka te različiti načini sušenja premaza. U 4. poglavlju predstavljeni su premazi na bazi alkida, jedni od najkorištenijih premaza zbog svojih svojstva i cjenovne prihvatljivosti. Također su opisani i vodorazrjeđivi premazi zbog svoje ekološke prihvatljivosti i smanjene količine hlapivih organskih spojeva (HOS) u atmosferu. U eksperimentalnom dijelu rada provedena je priprema površine ispitnih uzoraka. Na ispitne uzorke nanoseni su premazi, te je odrađena kontrola kvalitete antikorozivne zaštite (AK). Izmjerena je debljina suhog filma premaza, provedena su ispitivanja otpornosti prema koroziji u vlažnoj i slanoj komori. Odrađeni su testovi prionjivosti premaza, mjerenje tvrdoće te određivanje stupnja mjehuranja i hrđanja nakon agresivnih uvjeta u komorama. Cilj ispitivanja bio je utvrditi kako broj slojeva premaza utječe na zaštitu čelika od korozije te u kojim uvjetima su odabrani premazi otporniji. Na temelju odrađenih ispitivanja, proučene literature te dobivenih rezultata napravljena je analiza te je izveden zaključak.

Ključne riječi: korozija, zaštita organskim premazima, alkidi, slana komora, vlažna komora

## **SUMMARY**

The paper consists of a theoretical and an experimental part.

In the theoretical part of paper, general information about corrosion and protection with organic coatings is processed. The coating components, the surface preparation of the samples, and the different drying methods of the coating are described. In chapter 4., alkyd-based coatings are presented, one of the most used coatings due to their properties and affordability. Water-based coatings are also described due to their environmental friendliness and reduced amount of volatile organic compounds (VOC) in the atmosphere.

In the experimental part of the work, the surface of the test samples was prepared. Coatings were applied to the test samples, and the quality control of the anti-corrosion protection (AP) was performed. The dry film thickness of the coating was measured, and corrosion resistance tests were carried out in the humidity and salt-spray chamber. Coating adhesion tests, hardness measurements, and evaluation of the degradation of coatings in terms of blistering and rusting after exposure in the chambers were performed. The aim of the test was to determine how the number of coating layers affect the protection of steel against corrosion and under which conditions the selected coatings are more resistant.

Based on the conducted tests, the studied literature, and the obtained results, an analysis was made, and a conclusion was drawn.

**Key words:** corrosion, protection with organic coatings, alkyd, salt chamber, humidity chamber



## 1. UVOD

Korozija je najrašireniji proces nenamjernih štetnih promjena na konstrukcijskim materijalima. Ona svojim kemijskim djelovanjem između medija i materijala uništava materijal i smanjuje njegovu uporabnu vrijednost. Oštećivanje konstrukcijskih metala pokušava se spriječiti ili usporiti pomoću površinske zaštite s obzirom da većina oštećenja nastaje prvo na površini materijala.

Mnogi unutarnji i vanjski čimbenici utječu na brzinu oštećivanja površine. Kod unutarnjih čimbenika najvažniji su sastav materijala, oblik i veličina kristala, oblik predmeta, zaostala mehanička naprezanja te stanje površine, dok vanjske čimbenike koji utječu na koroziju možemo podijeliti na fizikalne, kemijske, električne i biološke.

Zaštita od korozije ključan je čimbenik za trajnost i sigurnost rada konstrukcije. Osnovne metode zaštite podrazumijevaju primjenu korozijski postojanih metala, konstrukcijsko-tehnološke mjere, zaštitu inhibitorima, elektrokemijsku zaštitu te zaštitu premazima.

U zaštiti metalnih konstrukcija najveću uporabu imaju organski premazi. Zbog svojih svojstava i cjenovne prihvatljivosti čak 75% metalnih površina zaštićeno je organskim premazima. Kod nanošenja premaza veliku važnost ima i priprema površine uzorka. Ukoliko priprema nije dobro napravljena, nanošenje zaštitnih premaza rezultira nekvalitetnom zaštitom podloge. Priprema površine ključan je faktor za optimalni vijek trajanja premaza te zaštitu od korozije površine.

U teorijskom i eksperimentalnom dijelu rada, detaljnije ćemo obraditi premaze na bazi alkidnih veziva, koji su najvažnija grupa sintetskih veziva. Pomoću različitih sustava (dvoslojni, troslojni i četveroslojni) premaza, odrediti ćemo koji sustav u kojoj okolini najbolje štiti odabrani uzorak od korozije.

## 2. KOROZIJA

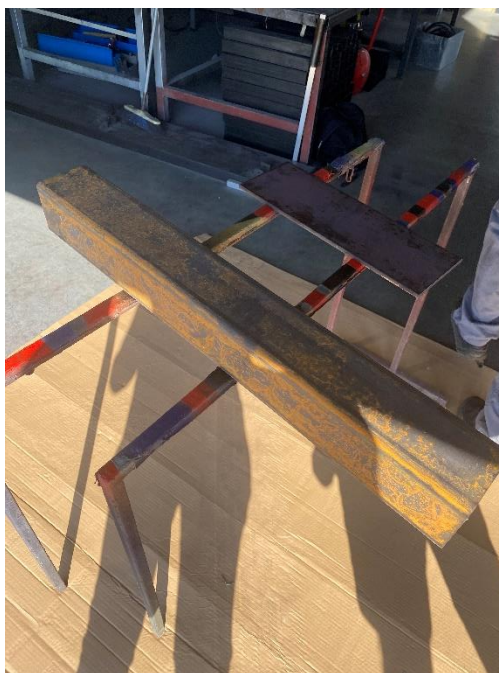
Korozija razara metale i anorganske nemetale, ali isto tako korodirati mogu i materijali kao što su polimeri, drvo, staklo i keramika. U dalekoj prošlosti čovjek se susreo s trošenjem proizvoda te već tada počinje borba kako produljiti njihovu trajnost i upotrebljivost. Egipćani su boju za zaštitu podvodnog djela brodova koristili još u 15. st. pr. Kr [1].

Korozija je definirana kao nenamjerno i nepoželjno trošenje materijala. Metalno stanje sadržava visoku energiju, s obzirom na to da je izloženo metalurškim procesima kod kojih je obavezan unos energije kako bi se iz rude i prirodnih spojeva preradili u metal. Metali reagiraju s drugim tvarima te oslobađaju energiju. Upravo to smanjenje energije je pokretačka sila korozije. Mnogi unutarnji i vanjski čimbenici utječu na veličinu pokretačke sile i brzinu oštećenja podloge. Kod unutarnjih čimbenika najvažniji su sastav materijala, oblik predmeta, oblik i veličina kristala, stanje površine te zaostala mehanička naprezanja,.

Vanjski čimbenici mogu se podijeliti na [1]:

- fizikalne čimbenike - temperatura, tlak zraka, brzina strujanja i prisutnost zračnih mjehurića,
- kemijske čimbenike - ravnoteža karbonata, pH-vrijednost i sadržaj soli,
- električne čimbenike - pojava galvanskih struja i njihov utjecaj na brzinu korozije materijala,
- biološke čimbenike - mikrobiološka potrošnja kisika, obraštanje i potrošnja ugljičnog dioksida.

Korozija smanjuje uporabnu vrijednost materijala i njegovu masu [1]. Poskupljuje održavanje proizvoda, skraćuje radni vijek te ne rijetko uzrokuje zastoje u radu. Za izradu konstrukcije utrošeno je mnogo energije i vremena, što znači da su gubici puno veći od samog korodiranog materijala. Neizravni gubici zbog korozije mogu biti i puno veći jer korozija može biti i uzrok nesreća, gubitka proizvoda, smanjenje efikasnosti, onečišćenja okoliša, itd. Na slici 1. prikazana je korozija na čeličnom profilu, koja je tek u početku nastajanja. Na slici 2. vidimo koroziju broda, gdje je došlo do potpunog gubitka proizvoda.



**Slika 1. Korozijska na čeličnom profilu**

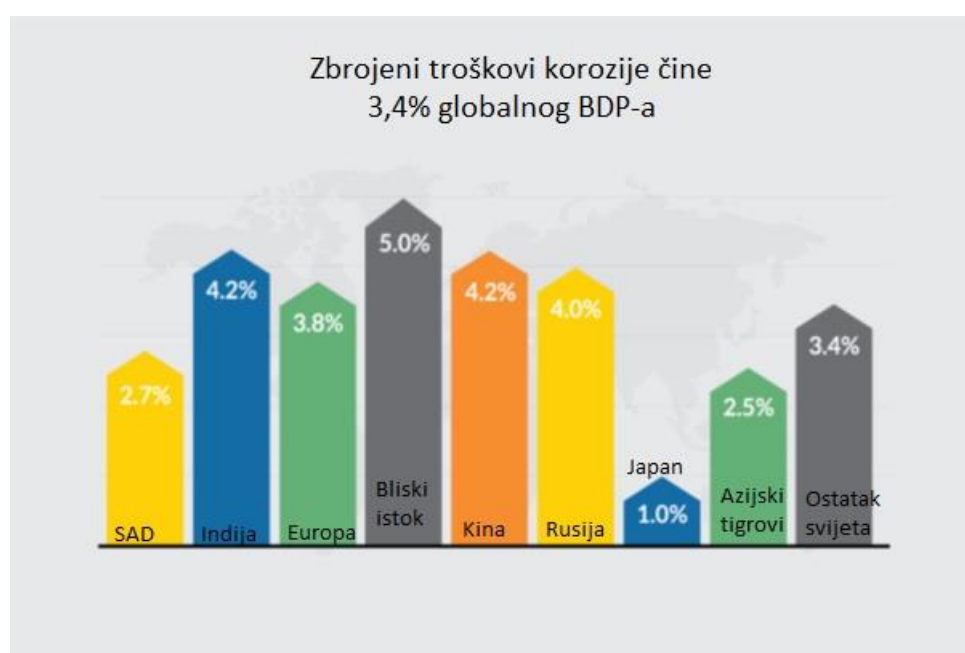


**Slika 2. Korozijska broda [2]**

Prvu procjenu štete od korozijske u Republici Hrvatskoj proveo je Savez inženjera i tehničara za zaštitu materijala 1954. godine. Procjena štete je tada izračunata na temelju razlike stvarne amortizacijske stope koja je iznosila 3% i amortizacijske stope koju bi mogli dobiti racionalnom zaštitom materijala, od 1,1%. Ta dobivena razlika od 1,9% prikazana je kao godišnji koeficijent

štete od korozije. Švedski Institut za koroziju je prema statistici procijenio da je propalo 44% ukupno proizvedenog čelika u 33 godine. Druge zemlje daju slične procjene. Provedenim studijima u SAD-u, godišnji troškovi korozije 1998. godine iznosili su 275,7 milijardi USD, što je čak 3,1 % njihova BDP-a, odnosno 1000 dolara po stanovniku. Istraživanjima je dokazano da se trećina šteta mogla izbjeći primjenom odgovarajućih metoda zaštite od korozije [1].

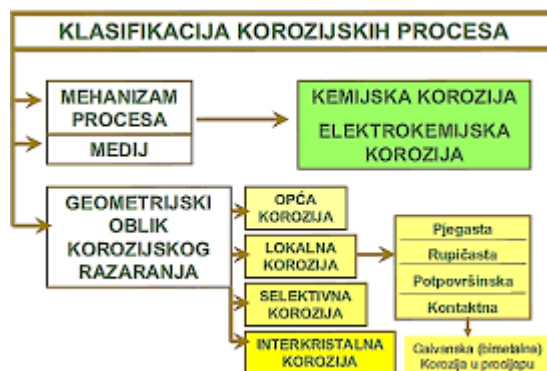
Prema istraživanjima iz 2013. godine, troškovi korozije čine čak 3,4% globalnog BDP-a (slika 3.) što je oko 2,5 bilijuna američkih dolara [3].



Slika 3. Udio troškova korozije u globalnom BDP-u [4]

## 2.1. Vrste korozija

Pojava korozije prikazana na slici 4. klasificira se prema mediju u kojem se nalaze, mehanizmu procesa, vrsti postrojenja te prema geometriji korozijskog razaranja. Klasifikacija prema mediju u kojem se nalazi i mehanizmu procesa dijeli se na elektrokemijsku te kemijsku koroziju.



Slika 4. Vrste korozije [5]

Kod medija koji ne provode struju, pri čemu nastaju spojevi metala s nemetalnim elementima događa se kemijska korozija. Elektrokemijsku koroziju uzrokuje djelovanje korozivskih galvanskih članaka nastalih na metalima u električki vodljivim sredinama. Druga najčešća klasifikacija korozije je prema geometriji korozivskog razaranja gdje razlikujemo osam oblika korozije [6,7,8]:

1. opća korozija
2. galvanska korozija
3. korozija u procijepu
4. rupičasta korozija
5. interkristalna korozija
6. selektivna korozija
7. erozijska korozija
8. napetosna korozija.

## 2.2. Metode zaštite materijala od korozije

Metodama zaštite sprečavaju se ili koče pojave različitih oblika i vrsta korozije, a zasnivaju se na primjeni sljedećih načela:

- smanjenje ili poništenje uzorka oštećenja
- povećanje otpora pokretačkoj sili.

Ova dva načela tehnički su iskoristiva promjenom unutarnjih čimbenika oštećivanja materijala, zatim promjenom vanjskih čimbenika, kao što su temperatura, naprezanje, brzina gibanja, električni potencijal, ili odvajanjem konstrukcijskog materijala od medija (nanošenjem zaštitnih prevlaka) [1].

Osnovne metode zaštite od korozije jesu [1]:

- konstrukcijsko - tehnološke mjere
- primjena korozijski postojanih materijala
- elektrokemijska zaštita
- zaštita inhibitorima korozije
- zaštita prevlačenjem.

**Konstrukcijsko - tehnološke mjere** usporavaju i sprječavaju nastanak korozije. Neke od smjernica su [1]:

- kod izbora materijala potrebno je usredotočiti se na korozijsko ponašanje u predviđenim okolnostima
- kod utvrđivanja kvalitete površine procijeniti što glađe plohe koje će biti u korozivnim sredinama
- kod određivanja oblika i položaja elementa, izabrati rješenje koje smanjuje afinitet za koroziju
- kod dimenzioniranja uzeti u obzir opće i lokalno smanjenje dimenzija.

**Primjena korozijski postojanih metala** jedna je od najsloženijih i najvažnijih zadataka konstruktora. Pri odabiru optimalnih materijala potrebno je uzeti u obzir i druge ekonomske i tehničke kriterije čime se utječe na konkurentnost proizvoda. Nehrđajući čelici se danas zbog svoje korozijske postojanosti primjenjuju u gotovo svim područjima, od različitih grana industrije poput farmaceutske, kemijske, u arhitekturi, energetici i brodogradnji, do primjene u domaćinstvu i svakodnevnu životu [1].

**Elektrokemijska zaštita** upotrebljava se u elektrolitima kod teško pristupačnih konstrukcija za održavanje premazima kao što su cjevovodi, kabeli, brodovi, rezervoari, izmjenjivači topline te mnogi drugi uređaji u kemijskoj industriji. To je zaštita ukopanih i uronjenih metalnih konstrukcija, a može biti katodna i anodna [1].

---

**Zaštita inhibitorima korozije** primjenjuje se kod korozijskog djelovanja agresivnih komponenata u elektrolitu. Primjenom inhibitora korozijsko djelovanje komponenata se smanjuje. Inhibitori u vrlo maloj koncentraciji smanjuju brzinu korozije do prihvatljivih vrijednosti. Mogu biti anorganskog ili organskog podrijetla. Inhibitori osim sprečavanja korozije u elektrolitima, koriste se i u zaštiti od atmosferske korozije. Mogu biti katodni, anodni, hlapivi ili mješoviti inhibitori korozije [8].

**Zaštita prevlačenjem** koriste se u najvećem udjelu kao zaštita od korozije. Prema nekim podacima koriste se i preko 80%. Premazi odvajaju osnovni materijal s dobrim mehaničkim svojstvima od korozivnog okoliša u kojem se nalazi. Zaštitne prevlake mogu biti organske i anorganske, te nemetalne i metalne [1]. U nastavku rada posvetit ćemo se organskim premazima.

### 3. ORGANSKI PREMAZI

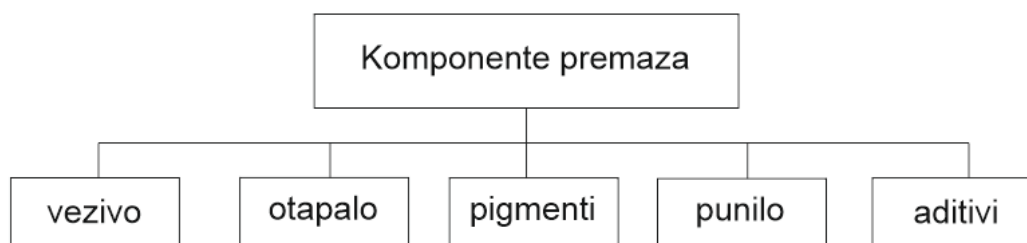
Organski premazi imaju ključnu ulogu u zaštiti metalnih površina. Zaštita organskim prevlakama jedan je od najraširenijih postupaka u tehnici, a jedan od temeljnih razloga je i relativno niska cijena u odnosu na druge načine zaštite površine. U kategoriju organskih premaza ubrajamo boje i lakove koji imaju vezivo organskog podrijetla kao bazu premaza. Organska tvar svojim sušenjem stvara opnu koja služi kao zaštita od korozije te ima i estetsku funkciju. Učinkovitost zaštite ne ovisi samo o svojstvima premaza već i o mnogim drugim čimbenicima kao što su priprema površine, karakter metalne osnove i tehnologija nanošenja premaza [4,9].

Osim u zaštitne svrhe, premazi se koriste i zbog poboljšanje estetskog izgleda, te tako postoje prozirni ili obojeni premazi i mutni, mat ili sjajni premazi.

Odvajanje metalne površine i korozivnog okoliša osnovni je cilj organskog premaza. Organski premazi služe kao barijera između površine i okoliša koja onemogućuje difuziju agresivnih kemikalija i korozivskih produkata. Ukoliko se ta barijera probije, zaštita više ne postoji. Organske premaze obično nanosimo na metalne površine u 2 ili više slojeva [4,9].

#### 3.1. Komponente premaza

Vezivo je jedna od glavnih komponenata u zaštitnim premazima jer čini opnu prevlake. Premazi također sadržavaju i otapalo/razrjeđivač koji otapa vezivo i regulira viskoznost. Osim veziva i otapala, premazi sadržavaju pigmente i punila koji daju određenu nijansu i čine premaze obojanima, te različite dodatke (aditive) [9]. Komponente premaza prikazane su na slici 5.



Slika 5. Komponente premaza [1]



1. **Vezivo** je tekuća ili praškasta organska tvar koja povezuje sve ostale komponente premaza, te nakon nanošenja stvara tvrdi zaštitni sloj [9]. Vezivo određuje UV otpornost, kemijsku otpornost i propusnost premaza. Radi dobivanja željenih svojstva premaza nerijetko se kombiniraju različite vrste veziva u premaznom sredstvu. Neke osnovne vrste veziva su sušiva ulja, alkidne smole, silikonske smole, akrilatna veziva, poliuretani, epoksidne smole, poliesterske smole, klorkaučuk itd. Premazi na bazi alkidnih veziva korišteni su u eksperimentalnom dijelu rada te ćemo ih u sljedećem poglavlju detaljnije obraditi. U tablici 1. prikazana su važnija kemijska, fizikalna i toplinska svojstva nekih vrsta veziva.

**Tablica 1. Kemijska i fizikalna svojstva važnijih veziva u premazu [1]**

Vezivo	Mehanička postojanost	Toplinska postojanost	Postojanost nijanse i sjaja u atmosfera	Vodootpornost
Silikon	±	+	+	+
Alkid	±	-	±	±
Poliakrilati	±	-	+	±
Epoksidester	±	±	±	±
Klorkaučuk	±	-	±	+

2. **Otapala** su organski spojevi u kojima se vezivo otapa, ali pri tome kemijski ne reagiraju. Otapalo služi za postizanje određene viskoznosti te se lakše nanosi na površinu. Otapalo je komponenta koju dodajemo u boju pri proizvodnji, a razrjeđivač se dodaje u boju prema potrebi prije nanošenja na površinu [9]. Otapala sadrže štetne hlapljive organske spojeve za ljudsko zdravlje koji prilikom sušenja isparavaju. Današnja težnja je da se otapala zamijene vodom, te se sve više bazira na vodorazrjedivim premazima. U Republici Hrvatskoj je 2007. godine na snagu stupila Uredba o graničnim vrijednostima emisija kojom se propisuje granična potrošnja otapala, što predstavlja velike probleme proizvođačima i izvođačima, jer je za ostvarivanje traženih svojstava potrebno uložiti jako puno truda i vremena [9].
3. **Pigmenti** su anorganske ili organske netopljive čestice koje su već u proizvodnji raspršene u premaznom sredstvu, čime se postiže neprozirnost premaza, ali i poboljšava se njihovo zaštitno djelovanje, otpornost na svjetlo te mehanička svojstva [9]. Pigmenti su netopljive čestice, te mogu biti obojani ili nebojani. Dijelimo ih na dekorativne, antikorozijske i pigmente koji mogu imati obje funkcije. S obzirom na mehanizam zaštitnog djelovanja dijelimo ih na aktivne i inertne.
4. **Punila** su anorganske tvari netopljive u primijenjenu mediju. Najčešće su bijele ili slabo obojene. Zbog poboljšanja mehaničkih svojstava dodajemo ih u premaze. Dobivaju se najčešće iz prirodnih minerala. Punila dodatno povećavaju volumen suhe tvari samog premaza dodatkom jeftinog materijala, s obzirom da su pigmenti uglavnom skupi. Prema kemijskom sastavu razlikujemo punila na bazi sulfata, karbonata, oksida i silikata [9].
5. **Aditivi** se u premaze dodaju u vrlo malim količinama, ali imaju veliki utjecaj na svojstva. Dodaju se kako bi se izbjegli i spriječili nedostaci u premazima poput sedimentacije, pjene, lošeg razlijevanja i mnogih drugih. Isto tako daju i specifična svojstva kao što su svjetlostabilnost, vatrousurenje, itd. Kod dodavanja aditiva u premaze mora se paziti na koncentraciju jer ako je ona veća, imaju više nepoželjnih nuspojava.

### ***3.1.1. Podjela premaza prema vrsti veziva***

Premazi se dijele na nekoliko različitih načina, a jedna od njih je podjela prema vrsti veziva. Prema vrsti veziva mogu se podijeliti na [10]:

1. **Sušiva ulja** – upotrebljavaju se od samih početaka korištenja premaza, ali razvojem novih tehnologija njihova upotreba se smanjila. U današnjoj tehnologiji nanošenja premaza sušiva ulja imaju ulogu u modifikaciji raznih premaza.
2. **Alkidne smole** – jedno od najkorištenijih veziva na bazi sušivog ulja zbog svoje cjenovne prihvatljivosti i svojstva. Osim kombiniranja sa sušivim uljima mogu se kombinirati i s drugim smolama.
3. **Poliesterske smole** – imaju odlična svojstva postojanosti boje i visoku otpornost na UV zračenje. Najčešće se koriste u premazima koji se suše pomoću topline i koji imaju malu količinu otapala. Poliesterske smole najviše se upotrebljavaju kod dvokomponentnih premaza za zaštitu plastike.
4. **Akrilne smole** – imaju odlična svojstva kao što su: otpornost na abraziju i različite vremenske uvjete, kemijska inertnost, tvrdoća te odlična postojanost boje.
5. **Amino veziva** – koriste se u premazima u kojima dolazi do kemijske reakcije polimerizacije pri povišenim temperaturama. Upotrebljavaju se u sustavu u maksimalnom postotku od 50% te se mogu kombinirati s drugim smolama koje toplinski reagiraju.
6. **Epoksidne smole** – poznate su po odličnoj otpornosti na koroziju i kemikalije. Takvi premazi koriste se za unutrašnjost zbog tendencije gubitka boje i promjene teksture nakon izloženosti suncu. Koriste se i za zaštitu opreme kemijskog laboratorija zbog svoje odlične otpornosti na kiseline i lužine te visok stupanj otpora na abraziju.
7. **Uretanske smole** – imaju jako dobra svojstva poput kemijske otpornosti, žilavosti i otpornosti na trošenje te se najčešće upotrebljavaju u tehnologiji plastike.

### ***3.1.2. Podjela premaza prema vrsti otapala***

Podjela premaza prema vrsti otapala dijeli se na premaze na bazi organskog otapala i na vodorazrjedive premaze. Kod **premaza na bazi organskog otapala** postoji više vrsta organskih otapala [10]:

- organska otapala netopiva u vodi,
- organska otapala koja se miješaju s vodom,
- organska otapala koja se ne miješaju s vodom.

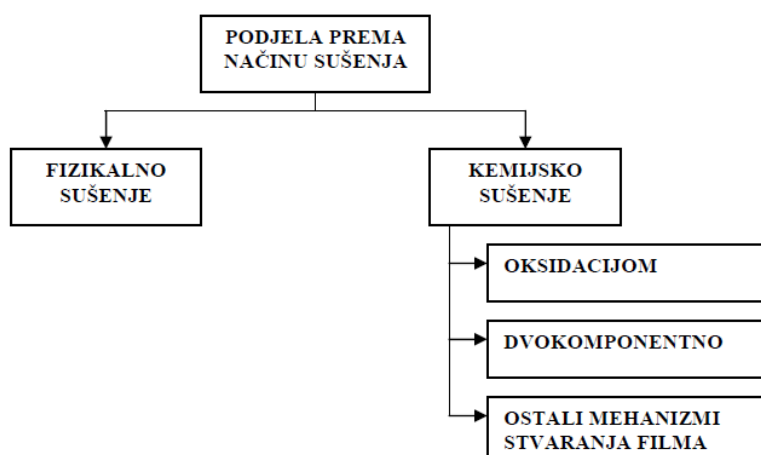
U današnje vrijeme ekološki zahtjevi su sve stroži te je sve zastupljenija primjena ekološki prihvatljivih otapala. Kod organskih otapala veliki problem predstavlja ispuštanje hlapljivih organskih spojeva (HOS) što bi se primjenom vodorazrjeditivih otapala uveliko smanjilo.

Vodorazrjeditivi premazi karakteristični su po niskoj toksičnosti, niskoj razini ispuštanja hlapljivih organskih spojeva i nezapaljivosti u odnosu na premaze na bazi organskog otapala, međutim vodorazrjeditivi premazi zahtijevaju duže vrijeme sušenja i imaju povećanu viskoznost. Vodorazrjeditivi premazi lakše su dostupni nego premazi na bazi organskih otapala, te to znatno utječe na smanjenje cijene.

### 3.2. Klasifikacija premaza

Glavni načini podjele premaznih sredstava jesu [11]:

- prema sastavu, gdje razlikujemo podjelu prema vrsti veziva i vrsti otapala, tj. aditiva
- prema ulozi u premaznu sustavu (temeljna, međuslojna i završna premazna sredstva, debeloslojni kitovi itd.)
- prema namjeni (sredstva za zaštitu od korozije, od požara, od mehaničkog trošenja, od biološkog obraštanja, za električnu izolaciju, sredstva za dekoraciju itd.)
- prema broju komponenti koje se miješaju prije nanošenja (jednokomponentna, dvokomponentna, višekomponentna premazna sredstva)
- prema izgledu (mat i sjajna, obojana i bezbojna)
- prema vrsti podloge na koje se nanose (crni i obojeni metali, beton, drvo itd.)
- prema mehanizmu sušenja (slika 6.).



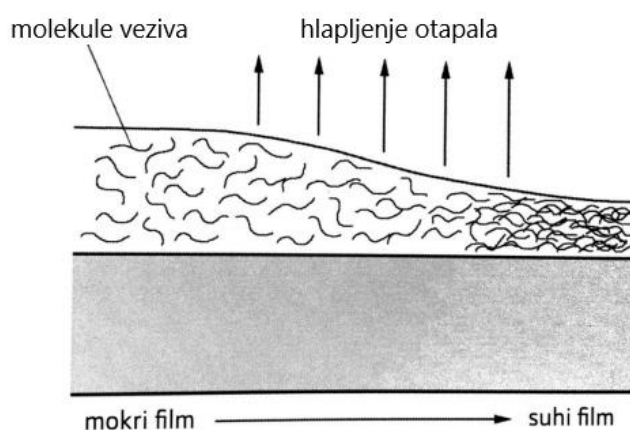
Slika 6. Podjela premaza prema načinu sušenja [1]

### 3.2.1. Fizikalno sušenje

Kod fizikalnog sušenja filmovi se formiraju hlapljenjem metala. Ovo sušenje odvija se u 3 faze [9]:

- **faza 1** - brzo hlapljenje otapala s površine
- **faza 2** – hlapljenje otapala difuzijom kroz slojeve koncentrirane polimerne otopine
- **faza 3** – hlapljenje preostalog otapala u filmu.

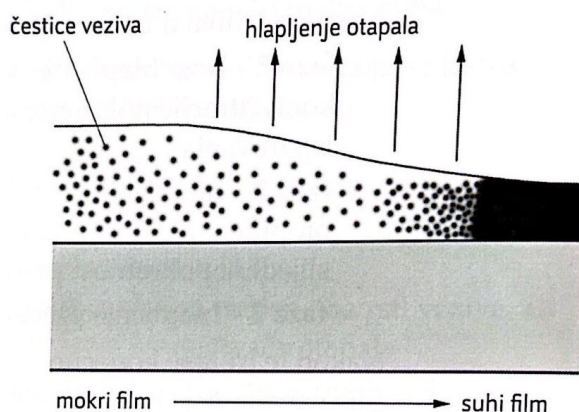
Nakon te tri faze sušenja dobiva se polimer, koji je suh na prašinu. Stvaranje filma nastalo je isključivo hlapljenjem otapala te je zbog toga izbor otapala za ovakvu vrstu sušenja jako bitan. Fizikalnim sušenjem suše boje na bazi otapala i na bazi vode prikazano na slikama 7. i 8.



Slika 7. Formiranje filma u bojama na bazi otapala [1]

Svojstva boja na bazi otapala [1]:

- Reverzibilnost tj. godinama nakon nanošenja premaz je moguće otopiti u vlastitu ili jačem otapalu.
- Osjetljivost na otapala.
- Temperaturna neosjetljivost za formiranje filma.
- Termoplastičnost tj. kod povišenih temperatura premazi postaju mekši.
- Kod nanošenja novog sloja imaju odlična svojstva boje.



Slika 8. Formiranje filma u bojama na bazi vode [1]

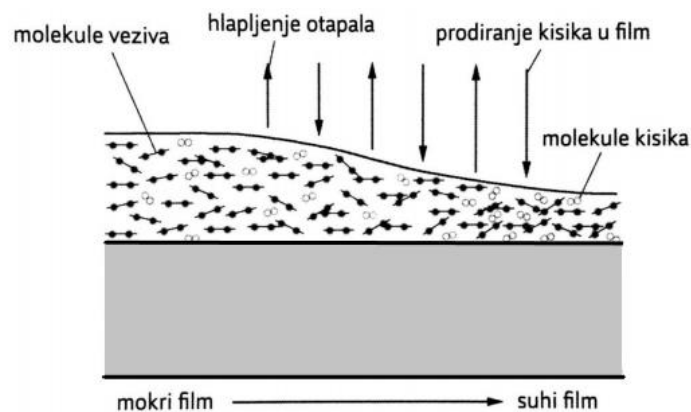
Svojstva boja na bazi vode [1]:

- Reverzibilnost do određenog stupnja. Premaz je topljiv u jednakom ili jačem otapalu, dok samo dodavanje vode neće rezultirati disperzijom filma boje.
- Osjetljivost na slična ili jača otapala.
- Temperaturna osjetljivost na formiranje filma.
- Kod nanošenja novog sloja imaju odlična svojstva boje.

### 3.2.2. *Kemijsko sušenje*

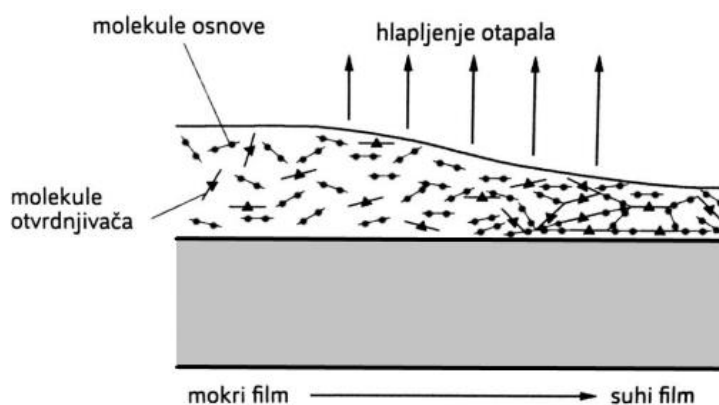
Kemijsko sušenje dijelimo na oksidacijsko, dvokomponentno sušenje i na druge polimerizirajuće reakcije.

**Kod oksidacijskog sušenja** (slika 9.) film nastaje reakcijom veziva i kisika, te hlapljenjem vodenog ili organskog otapala. Tako se stvara konačan film. Vrijeme sušenja ovisi o temperaturama, te je kod niskih temperatura sušenje duže jer je reakcija kisika i veziva puno sporija. U sporim reakcijama koristimo katalizatore koji ubrzavaju stvaranje filma [9].



Slika 9. Formiranje filma kod oksidacijskog sušenja [1]

**Kod dvokomponentnog sušenja** prije same upotrebe premaza zamiješa se osnova i sredstvo za otvrdnjivanje te daljnjom kemijskom reakcijom nastaje film. Sastavni dio takvih premaza čine baza i sredstvo za otvrdnjivanje. Formiranje filma kod dvokomponentnog sušenja prikazano je slikom 10.



Slika 10. Formiranje filma kod dvokomponentnog sušenja [1]

### 3.3. Sustav premaza

Sustav premaza obično čine dva ili više sloja premaza koji se nanose na metalne površine. Prema namjeni dijele se na temeljni, međupremaz i završni premaz. Temeljni premazi sprječavaju koroziju i osiguravaju prionjivost na podlogu, dok međupremazi povećavaju debljinu filma, daju neprozirnost i pospješuju zaštitni učinak sustava. Završni premaz ispunjava

uvjete u vezi s nijansom boje, otporom na abraziju, ali i štite prethodno nanese premaze od utjecaja okoliša. Na slici 11. prikazan peteroslojni sustav premaza.



Slika 11. Peteroslojni sustav premaza [1]

### 3.3.1. Temeljni premaz

Temeljni premaz osigurava dobru zaštitu od korozije i prionjivost na podlogu. Nanosi se izravno na podlogu, a zaštita se ostvaruje pasivno, odvajanjem metala od medija izloženog koroziji, te aktivno kočeci ionizaciju metala podloge [9].

Glavne značajke temeljnog premaza su [1]:

- prionjivost – jaka veza s podlogom
- inertnost – jaka otpornost na koroziju i kemikalije
- kohezija – velika čvrstoća sloja
- elastičnost
- vezivanje s međupremazom.

### 3.3.2. Međupremaz

Međupremaz je veza između temeljnog i završnog sloja, a može se nanijeti u jedan ili više slojeva. Glavna zadaća međupremaza je da dobro prijanja na temeljni premaz, te isto tako da je dobra osnova za završni premaz. Listićavi pigmenti slažu se paralelno s površinom i otežavaju prodor kisika i vlage do podloge te se tako ostvaruje zaštitno barijerno svojstvo [9].



Glavna zadaća koju međupremaz mora osigurati je [1]:

- potrebna debljina sustava premaza
- nepropusnost na vlagu
- jaka kemijska otpornost
- jaku koheziju
- povećani električni otpor
- jaku vezu između temeljnog i završnog sloja.

### **3.3.3. Završni premaz**

Završni premaz daje tražene karakteristike površine poput stupnja sjaja, nijanse boje, izgleda uzorka i otpornosti na vanjske utjecaje. Nanosi se na prije nanesene slojeve premaza te ima manju debljinu od međupremaza. Zbog visokog udjela veziva tvori čvršći sloj te ima veću gustoću [9].

Glavne funkcije završnog premaza su [1]:

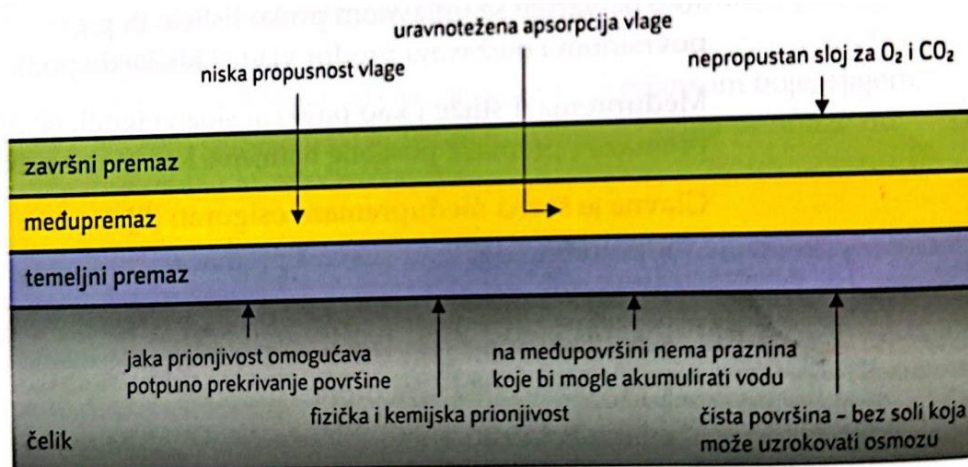
- osigurati otpornost sustava premaza
- stvoriti prvu barijeru između okoline i uzorka
- osigurati otpornost na kemikalije, vremenske uvjete i vodu
- osigurati otpornost na trošenje
- lijep izgled.

## **3.4. Mehanizam zaštitnog djelovanja premaza**

Mehanizam zaštite puno je složeniji i funkcionalniji od toga da premazi samo odvajaju metal od okoline i tako ga štite od korozije. Zaštitna funkcija ostvaruje se dodavanjem odgovarajućih pigmentata u premaze.

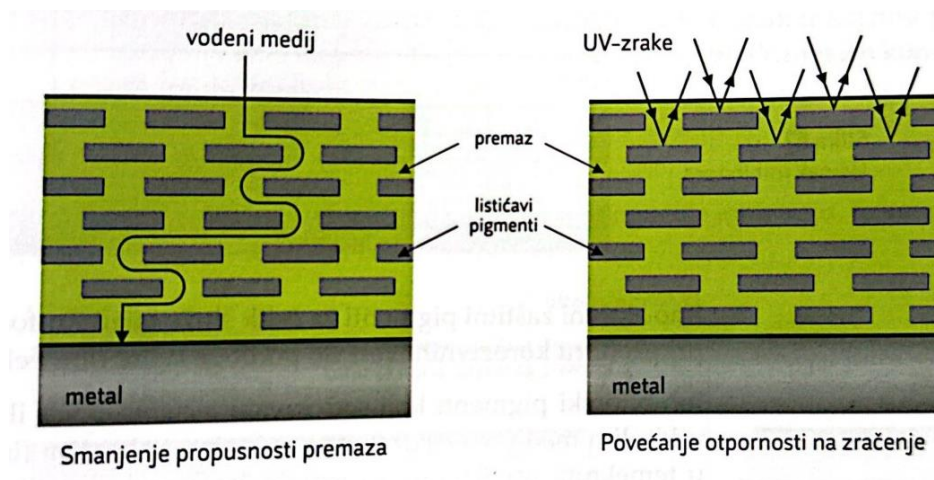
### **3.4.1. Učinak barijere**

Primjenom premaza velike debljine s vrlo niskom provodljivošću vode postiže se učinak barijere. Nastala barijera zadržava nabijene ione te usporava prodor kisika i vode na površinu. Zbog svoje nepropusnosti, često je jedini izbor zaštite premazima za konstrukcije koje su neprekidno uronjene [11]. Na slici 12. prikazan je učinak barijere.



Slika 12. Učinak barijere [1]

Dodavanjem listićavih pigmenata (slika 13.), učinak barijere postiže se i kod manjih debljina. Listićavi pigmenti se tijekom nanošenja premaza orijentiraju paralelno s površinom podloge čime se povećava put difuzije reaktanata i produkata korozije kroz premaz [9,11].

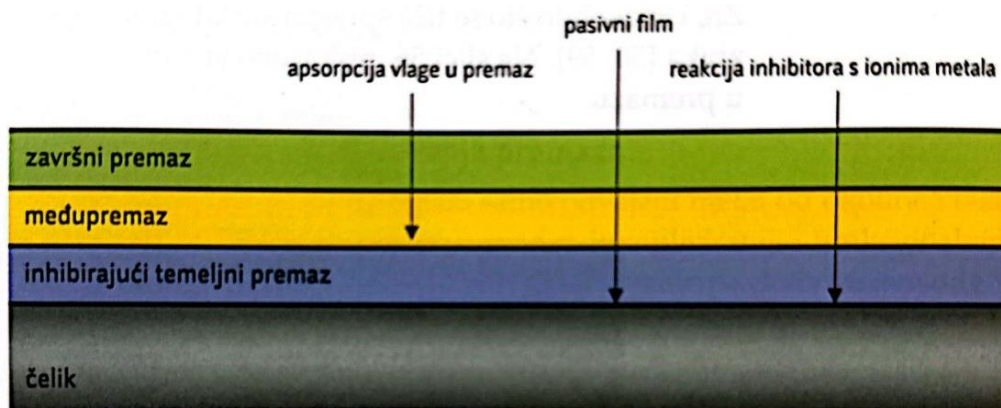


Slika 13. Učinak nepropusnih listićavih pigmenata u premazu [1]

### 3.4.2. Učinak inhibitora

Učinak inhibitora ostvaruje se kočenjem ionizacije metala pomoću pasivnog filma koji se stvara na površini metala primjenom temeljnih premaza s inhibitorskim pigmentima. Inhibitorski premazi primjenjuju se većinom za zaštitu u atmosferskim uvjetima s obzirom da neki od

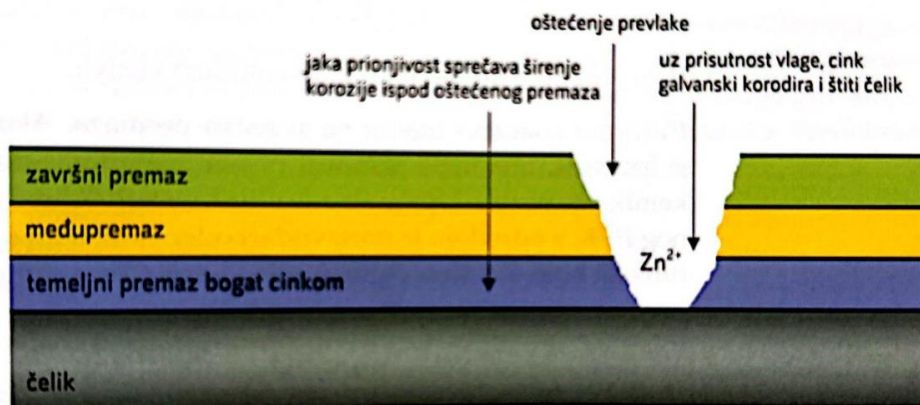
inhibirajućih elemenata privlače vodu u premaz, što bi u premazu na uronjenom čeliku rezultiralo pojavom mjehura [9,11]. Na slici 14. prikazan je učinak inhibitora.



Slika 14. Učinak inhibitora [1]

### 3.4.3. Galvanski učinak

Galvanski učinak (slika 15.) postiže se pigmentom od praškastog cinka u obliku kuglica u temeljnim premazima. Cink kao neplemenitiji metal, u nastalom članku, biti će izložen koroziji dok će podloga biti zaštićena. Čestice pigmenta većinom nisu savršene kuglice te im se veličina izražava kao ekvivalentni promjer. Prosječni promjeri kreću se od 0,05 do 5  $\mu\text{m}$  [9,11].



Slika 15. Galvanski učinak [1]

## 3.6. Priprema površine

Priprema površine ključna je za dugotrajan vijek premaza. Prema procjenama čak je u 85% primjera loše pripremljena površina razlog propadanja sustava zaštite. Nanošenje premaza na

loše pripremljenu podlogu rezultira nekvalitetnom zaštitom od korozije. Čišćenje podloge provodi se kako bi premazi što bolje prijanjali za podlogu. Čišćenjem se uklanjaju sva onečišćenja kao što su masnoće, prašina, koks i pepeo, a kondicioniranjem se osigurava tražena hrapavost podloge. Za kvalitetu i postojanost premaza, potrebno je nekoliko operacija pripreme površine. Njihov izbor može varirati ovisno o postojećem stanju površine, vrsti materijala te o fazi izrade konstrukcije. Priprema površine sastoji se od [9]:

- operacije odmašćivanja
- mehaničkih operacija
- kemijskih operacija.

### **3.6.1. Odmašćivanje površine**

Odmašćivanje je nužno kako bi premaz dobro prijanjao za podlogu te služi za odstranjivanje mineralnih i bioloških masnih tvari s podloge.

Površine se najčešće odmašćuju [10,12]:

- otapanjem u hlapivim organskim otapalima koja naknadno ishlape s podloge
- lužnatim otopinama
- razrjeđivačima organskih premaza
- spaljivanjem pri temperaturama višim od 180 °C
- parnim i ultrazvučnim odmašćivanjem.

Potpunost odmašćivanje ispituje se ispiranjem, vodenim testom. Ukoliko je odmašćivanje dobro provedeno, voda na odmašćenoj podlozi stvara jednoliki film koji se na podlozi zadržava najmanje 30 sekundi. Površina je i dalje masna ako se taj film lomi ili se skuplja u kapljice [9].

### **3.6.2. Mehanička priprema površine**

Mehaničkim operacijama uklanjaju se stari slojevi premaza, produkti korozije, kamenac i slična onečišćenja pomoću oštrobriđnih zrnca tvrdih materijala.

Najčešći mehanički postupci jesu [10,12]:

- ručno mehaničko čišćenje – ručni alati poput žičane četke, strugala i sl.

- strojno mehaničko čišćenje – električni ili pneumatski uređaji na koje se montiraju mehanički alati
- čišćenje mlazom abraziva – mlaz čestica čija se kinetička energija u trenutku sudara o podlogu pretvara u mehanički učinak
- čišćenje vodenim mlazom – bazira se na energiji udara vode o površinu bez primjene abraziva.

### **3.6.3. Kemijska priprema površine**

Najvažniji postupak kemijskog odstranjivanja produkata od korozije je otapanje u kiselinama i lužinama. Kiselinskim dekapiranjem ili nagrivanjem otapa se hrđa i okujine s ugljičnog i niskolegiranog čelika u otopinama klorovodične ili sumporne kiseline. Kod lužnatog dekapiranja to su najčešće aluminijске legure u koje se dekapiraju u NaOH otopini [10,12].

### **3.7. Nanošenje premaza**

Premazi se nanose četkama, valjcima i lopaticama, te prskanjem, prelijevanjem, uranjanjem i elektroforezom. Odabir postupka nanošenja premaza uvelike ovisi o vrsti premaza, potrebnoj brzini rada, obliku, veličini i dostupnosti površine te ekološkoj prihvatljivosti [10,13].

Bojanje četkama je zahtjevan i dugotrajan proces. Ipak, bojanje četkama jedina je metoda u prostorima gdje postoji opasnost od eksplozije i požara te u prostorima gdje je otežana ventilacija [10].

Bojanje valjcima najviše se primjenjuje na širokim ravnim površinama te žičanim pregradama. Valjci lošije apliciraju boju nego četka, ali je sloj glađi i ravnomjerniji [13].

Prskanje boje je visokoproduktivan postupak. Prskanje se može obavljati bezračnim, elektrostatičkim postupkom ili komprimiranim zrakom [10,13].

Uranjanjem se boje nanose na predmete jednostavnijih oblika koji se proizvode u većim serijama, a prelijevanjem se nanose na veće rebraste i rešetkaste predmete [12,13].

Nanošenje boje elektroforezom je postupak kojim se bojaju metali u vodenim disperzijama ili otopinama boja i lakova u kojima postoje negativno ili pozitivno nabijene čestice, dok je voda suprotno nabijena [10,12].

## 4. ALKIDNI PREMAZI

U alkidne premaze svrstavamo organske premaze na bazi alkidnih veziva. Veziva na bazi alkidnih smola su reakcijski proizvodi poliola, masnih kiselina i dibazičnih kiselina [15]. Alkidne smole danas su jedna od najvažnijih grupa sintetskih veziva. Osnovna razlika između alkida i poliestera je to da alkidi rabe višeprotonsku kiselinu koji osigurava samooksidaciju na okolišnoj temperaturi. Čisti alkidi otporni su do 120 °C, postojani su u slatkoj vodi i atmosferi te daju glatke i tvrde prevlake. Nakon isparavanja potrebno ih je peći na 120-200 °C da bi otvrdnuli jer nisu sušivi na zraku. Zbog toga ih modificiramo epoksidnim smolama, poliuretanima i akrilatima, te im se povećava postojanost u slabo lužnatim i slabo kiselim otopinama. Modificiranje alkida s pojedinim vezivima rezultira povećanom tvrdoćom, boljom sjajnosti i trajnosti na otvorenim prostorima te većom otpornošću na abraziju [1]. Na slici 16. prikazana je konstrukcija zaštićena premazima na bazi alkidnog veziva.



Slika 16. Konstrukcija zaštićena alkidnim premazima

## 4.1. Podjela alkidnih smola

Postoji više podjela alkidnih smola. Jedna od njih je na [14,15]:

- brzosušive
- nesušive
- polusušive.

Sušivi alkidi funkcioniraju na isti način kao sušiva ulja te su modificirani sušivim uljima. Nesušivi alkidi najčešće se koriste kao polimerni omekšivač u raznim lakovima [14].

Druga podjela bazirana je na udjelu masnih kiselina u sastavu alkida. Razlikujemo četiri skupine [14,15]:

- kratkouljne (40 % masnih kiselina)
- srednjeuljne (40-60 % masnih kiselina)
- dugouljne (60-70 % masnih kiselina)
- vrlo dugouljne (>70 % masnih kiselina).

S obzirom da zahtjevi tržišta uvijek traže više i bolje, to je utjecalo na razvoj modificiranih alkidnih smole. Razlikujemo pet modifikacija [15]:

- stiren modificirane alkidne smole – bolja otpornost prema vodi, brže sušenje, te manja sklonost žućenju
- akril modificirane alkidne smole – dobar kapacitet apsorpcije pigmenta, brzo sušenje, vrlo dobro prijanjanje i zadržavanje elastičnosti
- uretanizirani alkidi – brže sušenje, visoka tvrdoća, iznad prosječna otpornost na abraziju
- fenol modificirani alkidi – otpornost prema vodi i kemikalijama, povećana tvrdoća filma
- silikon modificirani dugouljni alkidi – izvanredno zadržavanje sjaja i povećana toplinska otpornost.

## 4.2. Prednosti i nedostaci alkidnih premaza

U ovom poglavlju navesti ćemo neke glavne prednosti i nedostatke. Prvi i temeljni čimbenik alkidnih premaza je **relativno niska cijena** premaza i dostupnost.

Ostale prednosti ovih premaza jesu [16]:

- jednostavnost primjene – nisu potrebna posebna znanja i profesionalnost, sve što je potrebno je strogo postupati u skladu s uputama proizvođača.
- najbogatiji izbor različitih nijansi
- brzo sušenje – boja se većinom suši nakon nekoliko sati, a potpuno umrežavanje premaza i maksimalna čvrstoća postiže se nakon 2-3 dana
- lako se popravljaju i održavaju.

Uz sve ove prednosti, alkidni premazi imaju i svoje nedostatke [16]:

- nizak otpor na sunčeve zrake – uslijed UV utjecaja premaz brzo puca, s vremenom izgara
- krhkost – kod nepovoljnih atmosferskih utjecaja, površina obojana alkidom gubi svoj prvobitni izgled
- vrlo visoka razina toksičnosti – alkidni sadrže niz komponenti koje isparavaju.



## 5. EKSPERIMENTALNI DIO

Cilj eksperimentalnog dijela rada bilo je utvrditi korozijsku otpornost različitih sustava premaza nanesenih na čelične ispitne uzorke. Glavni promatrani parametar bio je broj slojeva premaza, te korozijska otpornost u vlažnom i slanom okruženju.

Eksperimentalni dio rada podijeljen je u dva dijela. Prvi dio rada odrađen je u tvrtki Forma purus d.o.o., a drugi u Laboratoriju za zaštitu materijala na Fakultetu strojarstva i brodogradnje.

U tvrtki Forma purus odrađen je dio pripreme površine i nanošenja premaza, te sušenje premaza pri sobnoj temperaturi. Poslije sušenja premaza, nanesenih u slojevima, u Laboratoriju za zaštitu materijala izvršena je kontrola kvalitete zaštite od korozije. Analizom dobivenih rezultata izvedeni su zaključci, u kojem okruženju je veća korozijska otpornost analiziranih sustava te utječe li broj slojeva premaza na korozijsku otpornost sustava.

U eksperimentalnom dijelu rada provedeno je:

- priprema površine i nanošenje premaza u tvrtki Forma purus d.o.o.
- sušenje premaza pri sobnoj temperaturi
- određivanje hrapavosti površine ispitnog uzorka
- mjerenje debljine premaza (HRN EN ISO 2808:2019)
- mjerenje tvrdoće premaza
- ispitivanje prionjivosti premaza: urezivanjem mrežice ili „*Cross-cut*“ test (HRN EN ISO 2409:2020) i vlačnom metodom ili „*Pull-off*“ test (HRN EN ISO 4624:2016)
- ispitivanje otpornosti prema koroziji u slanoj komori (HRN EN ISO 9227:2012)
- ispitivanje korozije oko ureza (HRN EN ISO 12944-6:2018)
- ispitivanje otpornosti prema koroziji u vlažnoj komori (HRN EN ISO 6270-2:2007)
- ocjenjivanje stupnja mjehuranja (HRN EN ISO 4628-2:2016)
- ocjenjivanje stupnja hrđanja (HRN EN ISO 4628-3:2016).

## 5.1. Uzorak i priprema površine

Priprema podloge ključna je kod nanošenja premaza, kako bi se postiglo što bolje prijanjanje premaza na površinu metala. Potrebno je dobro odmastiti i očistiti površinu ispitnog uzorka. Čišćenjem podloge uklanjaju se sva onečišćenja kao što su masne tvari i prašina, dok se kondicioniranjem dobije tražena hrapavost podloge.

O pripremi podloge ovisi optimalni vijek trajanja ispitnog uzorka, ukoliko podloga nije adekvatno očišćena, te ostane masna, premaz će lošije prijanjati na podlogu. Uzorke je osigurala tvrtka Forma purus d.o.o. Uzorci su čelične pločice veličine 10x15 cm, debljine 2 mm. Tehničke karakteristike čeličnih pločica prikazane su na slici 17. 15 ispitnih uzoraka podijeljeno je u 3 skupine, gdje je u svakoj skupini na 5 pločica aplicirano 2, 3 ili 4 sloja premaza.

C (%)	Mn (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	N (%)	Cu (%)	CEV (%)	Re [N/mm]	Rm [N/mm]	A (%)
0.17	1.4		0.035	0.035	0.012	0.55	0.35	235	360	17
<b>S235JR+AR EN10025-2 1191529898/290 38-39-40 Date 31/08/2022</b>										

**Slika 17. Tehničke karakteristike ispitnih uzoraka**

Na uzorcima su naneseni sljedeći premazi:

- temeljni sloj: Henedur Eurogrund – jednokomponentni (1K) brzосуšeći temeljni premaz na bazi alkidnog veziva s cink fosfatom kao aktivnom korozivskom zaštitom (Prilog),
- međusloj: CombiPrimer Tack Coat 3302 – jednokomponentni (1K) premaz na bazi otapala i akrila (Prilog),
- međusloj: Capalac Dickschichtlack – jednokomponentni (1K) debeloslojni 3u1 lak na bazi epoksidnog estera s otapalima bez aromata (Prilog),
- završni sloj: Henedur Eurodeck – jednokomponentni (1K) brzосуšeći pokrivni premaz na bazi alkidnog veziva (Prilog).

U tablici 2. prikazane su osnovne karakteristike korištenih premaza na ispitnim uzorcima.

Tablica 2. Osnovne karakteristike korištenih premaza

Vrsta premaza/ karakteristike	Temeljni sloj	1.međusloj	2.međusloj	Završni sloj
<b>Naziv premaza</b>	Henedur Eurogrund	CombiPrimer Tack Coat 2022	Capalac Dickschichtlack	Henedur Eurodeck
<b>Sastav premaza</b>	Kratkouljni premaz na bazi alkidne smole cink fosfata	Ljepljivi premaz na bazi otapala i akrila	Epoksidni ester s otapalima bez aromata	Alkidne smole, pigmenti, punila
<b>Vrijeme sušenja</b>	6 sati	Nakon ½ sata, ali Unutar 24 sata	Nakon 24 sata se može premazivati, ali potpuno suh nakon cca 5 dana	Nakon 24 sata
<b>Vrsta nanosa</b>	Valjkom, kistom ili prskanjem	Kistom ili prskanjem	Valjkom, kistom ili prskanjem	Kistom ili prskanjem
<b>Gustoća</b>	1,42 g/m <sup>3</sup>	0,87 g/m <sup>3</sup>	1,3 g/m <sup>3</sup>	1,2 do 1,55 g/m <sup>3</sup>

Priprema površine odrađena je u tvrtki Forma purus d.o.o. Površina ispitnih uzoraka nije korodirala te ju nije bilo potrebno brusiti. Pomoću nitro razrjeđivača, što je prikazano na slici 18, očišćene su površine uzoraka od ostalih nečistoća i masnih naslaga kako bi se mogao nanijeti premaz.



Slika 18. Čišćenje površine ispitnih uzoraka

### 5.1.1. Mjerenje hrapavosti površine

Nakon pripreme površine, a prije nanošenja premaza izmjerena je hrapavost površine pomoću uređaja prikazanog na slici 19. Postupak mjerenja hrapavosti površine prikazan je na slici 20. Izmjerena vrijednost hrapavosti iznosila je 10,714  $\mu\text{m}$ .



Slika 19. Uređaj za mjerenje hrapavosti površine



Slika 20. Mjerenje hrapavosti ispitnog uzorka

## 5.2 Nanošenje premaza

Nanošenje premaza također je obavljeno u lakirnici tvrtke Forma purus d.o.o. Nakon što je površina ispitnog uzorka pripremljena za daljnji rad, temeljno premazno sredstvo nanoseno je zračnim prskanjem. Na slici 21. prikazan je VALEO pištolj koji se koristio u apliciranju premaza na uzorke. Premazno sredstvo nalazi se u spremniku koji je montiran iznad raspršivača, te se pod tlakom zraka 4-5 bara tlači do pištolja. Udaljenost pištolja od radnog komada kod nanošenja svih premaza bila je 15-20 cm.



**Slika 21. Valeo pištolj za nanošenje premaza**

Na slici 22. prikazano je nanošenje premaza na ispitne uzorke. Očišćeni i odmašćeni ispitni uzorci složeni su na radni stol i spremni za apliciranje temeljnog premaza. Nakon nanošenja temeljnog premaza, ispitni uzorci ostavljeni su da se suše pri sobnoj temperaturi te prema uputama proizvođača nakon 6 sati krenulo se s nanošenjem prvog međusloja. Svaki premaz nanesen je u drugoj nijansi kako bi se poslije lakše provela kontrola i ispitivanja. Nakon plavog međusloja koji se prema uputama proizvođača sušio ½ sata, nanesen je bijeli međusloj. Drugi međusloj bilo je potrebno sušiti 24 sata, te se tada mogao nanijeti završni premaz. Završni premaz bilo je potrebno sušiti 24 sata.



**Slika 22. Nanošenje premaza na ispitne uzorke**

### 5.3. Kontrola kvalitete antikorozivne zaštite

Nakon nanošenja svih slojeva premaza i njihovog sušenja, bilo je potrebno provesti kontrolu kvalitete nanesenih premaza. Laboratorijska ispitivanja su ubrzana te se provode u komorama, u ovom slučaju u slanoj i vlažnoj komori. Uzorci su u komorama izloženi agresivnijim uvjetima od onih u prirodi kako bi se brže došlo do rezultata. Isto tako ispitivanja se mogu provesti i na terenu što je dosta sporije od ispitivanja u laboratoriju. Na slici 23. prikazane su slana i vlažna komora u Laboratoriju za zaštitu materijala.



Slika 23. Slana (lijevo) i vlažna (desno) komora u Laboratoriju za zaštitu materijala na Fakultetu strojarstva i brodogradnje

#### 5.3.1. Kontrola debljine premaza

Kontrola debljine premaza provodi se prema normi HRN EN ISO 2808:2019, te je moguće provesti kontrolu debljine mokrog (DMF) i suhog (DSF) filma. Na debljinu suhog filma premaza utječu razni faktori [1]:

- tehnika nanošenja – kist, valjak, prskanje
- uvjeti pri kojima se nanošenje premaza izvodi
- vrsta premaza
- profil i kvaliteta pripremljene površine
- vještina i znanje ličioca.

Kontrola debljine suhog filma provedena je pomoću digitalnog uređaja Elcometer 456 prikazanog na slici 24. Na svakom uzorku napravljeno je 10 mjerenja, te je izračunata srednja vrijednost DSF na temelju tih 10 mjerenja. Rezultati mjerenja prikazani su u tablicama 3., 4. i 5.



Slika 24. Elcometer 456 – uređaj za mjerenje debljine suhog filma

Tablica 3. Debljine suhog filma na uzorcima A s 2 sloja premaza

Uzorci	min. DSF, $\mu\text{m}$	max. DSF, $\mu\text{m}$	$\sigma$ , $\mu\text{m}$	$\bar{x}$ , $\mu\text{m}$
A1	48,7	67,6	5,12	56,96
A2	55,9	76,9	6,97	65,65
A3	64,6	88,9	7,75	64,6
A4	52,3	82,7	8,72	63,86
A5	47,3	87,1	12,9	66,5

Tablica 4. Debljine suhog filma na uzorcima B s 3 sloja premaza

Uzorci	min. DSF, $\mu\text{m}$	max. DSF, $\mu\text{m}$	$\sigma$ , $\mu\text{m}$	$\bar{x}$ , $\mu\text{m}$
B1	103	128	7,64	118
B2	96,4	121	7,45	112,4
B3	91,7	111	6,5	103,2
B4	69,2	119	16	101

Tablica 5. Debljine suhog filma na uzorcima C s 4 sloja premaza

Uzorci	min. DSF, $\mu\text{m}$	max. DSF, $\mu\text{m}$	$\sigma$ , $\mu\text{m}$	$\bar{x}$ , $\mu\text{m}$
C1	157	182	8,99	168,1
C2	132	164	8,91	143,3
C3	113	185	22,4	155,5
C4	105	162	20,9	142,2
C5	142	170	7,46	155,5

### 5.3.2. Ispitivanje etalona

Provedena su redom sljedeća ispitivanja:

- „Cross cut“ test prema normi HRN EN ISO 2409:2020
- „Pull off“ test prema normi HRN EN ISO 4624:2016
- mjerenje tvrdoće pomoću PosiTector SHD uređaja, Shore D metodom



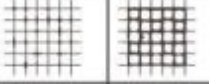
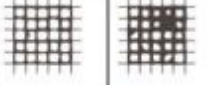
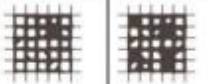

#### 5.3.2.1. Ispitivanje prionjivosti premaza „Cross cut“ testom

Ispitivanje prionjivosti provedeno je „Cross cut“ metodom prema normi HRN EN ISO 2409:2020. Prionjivost premaza vrlo je važna za dobru površinsku zaštitu i njenu trajnost. „Cross cut“ test provodi se pomoću pribora prikazanog na slici 25. Ocjenjivanje testa vrši se prema standardnoj skali prikazanoj na slici 26.



Slika 25. Set za ispitivanje prionjivosti urezivanjem mrežice



	Rubovi su potpuno glatki, niti jedan kvadratić mrežice nije oštećen ni oljušten	0
	Vrlo malo premaza je oštećeno i oljušteno na području sjecišta ureza. Manje od 5 % površine je oštećeno.	1
	Dio premaza oštećen je i oljušten na rubovima i sjecištima ureza u mrežici. 5 do 15 % površine je oštećeno.	2
	Premaz je oljušten na rubovima i po sjecištima ureza. 15 do 35 % površine je oljušteno.	3
	Premaz je oljušten duž rubovima cijelih ureza, neki kvadratići su potpuno oljušteni. Sveukupno je oljušteno 35 do 65 % površine.	4
	Više od 65 % površine je oljušteno	5

**Slika 26. Standardna skala za ocjenjivanje prionjivosti urezivanjem mrežice po normi HRN EN ISO 2409:2020**

Pomoću šablone namijenjene za urezivanje mrežice, skalpelom pod pravim putom urezuje se 6 x 6 ureza, čime se formira mrežica. O debljini suhog filma ovisi razmak između ureza (slika 27.). Od 0 do 60  $\mu\text{m}$  razmak iznosi 1 mm, za debljine od 60 do 120  $\mu\text{m}$  iznosi 2 mm, a za debljine iznad 120  $\mu\text{m}$  iznosi 3 mm. U ovom radu debljine su bile od 50 do 170  $\mu\text{m}$  te su se koristili svi razmaci. Nakon urezivanja mrežice, lagano se očisti četkom te se na mrežicu lijepi ljepljiva traka. Traku dobro pritisnemo te ju ostavimo oko jedne minute zalijepljenu, a zatim ju pod kutom od 60° naglo odlijepimo. Postupak „Cross cut“ testa prikazan je na slici 28. U tablici 6. su prikazani rezultati na ispitnim uzorcima A4, A5, B2 i C2 koji nisu bili izloženi u komorama.



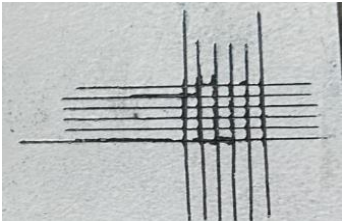
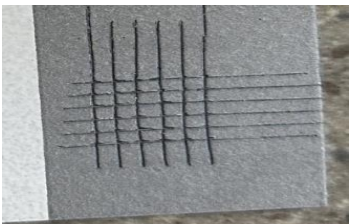
film thickness in $\mu\text{m}$	substrate	spacing of cuts in mm
0 to 60	hard	1
0 to 0	soft	2
above 60 to 120	hard and soft	2
above 120 to 250	hard and soft	3

**Slika 27. Tablica razmaka između ureza po normi HRN EN ISO 2409**



Slika 28. Postupak „Cross cut“ testa

Tablica 6. Ocjene prionjivosti etalona

Vrsta uzoraka	„Cross-cut“ test	Ocjena prionjivosti
Uzorak A4		1
Uzorak A5		1
Uzorak B2		2
Uzorak C2		1

Ocjena prionjivosti na uzorcima A4, A5 i C2 je 1, jer je vrlo malo premaza oštećeno i oljušteno, a na uzorku B2 ocjena prionjivosti je 2 zbog toga što je više od 5% površine oljušteno i oštećeno.

### 5.3.2.2. Ispitivanje prionjivosti premaza vlačnom metodom

Ispitivanje prionjivosti provedeno je vlačnom metodom („Pull-off“ metoda), prema normi HRN EN ISO 4624:2016. Ispitivanja se provode pomoću uređaja Elcometer 510 Model T prikazanog na slici 29.



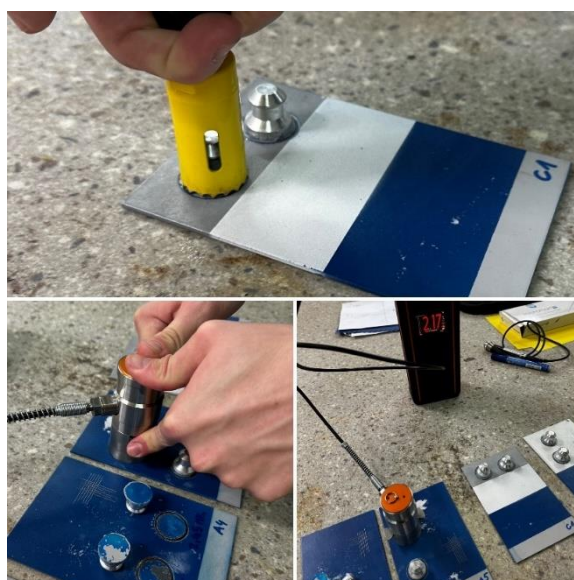
**Slika 29. Set za ispitivanje prionjivosti vlačnom metodom, Elcometer 510 Model T**

Na slici 30. prikazan je postupak pripreme površine i lijepljenja valjčića za „Pull-off“ test. Ispitivanje se provodi tako što se prvo površina ispitnog uzorka očisti i odmasti. Nakon čišćenja površine brusnim papirom i 70%-tnim alkoholom, pomoću specijalnog ljepljiva metalni valjčići se lijepe za površinu ispitnog uzorka. Nakon toga potrebno je 45 minuta kako bi se ljepljivo potpuno osušilo.




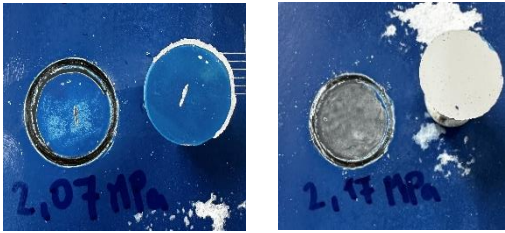
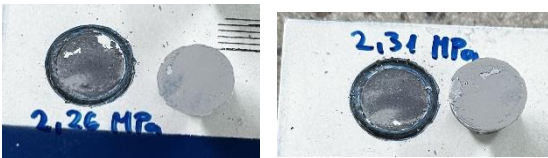
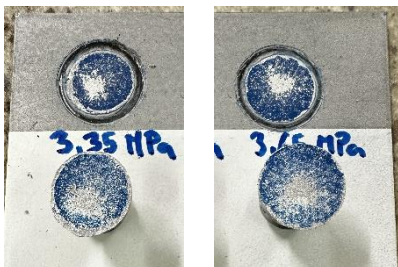
**Slika 30. Postupak pripreme površine i lijepljenja valjčića za „Pull-off“ test**

Nakon sušenja ljepila, s posebnim alatom radi se kružni urez kako bi se uklonio višak ljepila i odvojila ispitna površina. Nakon što se ljepilo u potpunosti osušilo, na nalijepljene valjčiće pričvršćuje se hidraulički alat. Povećanjem sile valjčići se odvajaju od površine. Na ekranu uređaja očitavamo vrijednost pri kojoj je valjčić odlijepljen, a vrijednosti prionjivosti etalona A4, A5, B2 i C1 prikazane su u tablici 7. i 8. Na slici 31. prikazan je postupak ispitivanja.



**Slika 31. Postupak ispitivanja prionjivosti vlačnom metodom**

Tablica 7. „Pull-off“ test s kružnim urezom etalona

Vrsta uzoraka	„Pull-off“ test, s kružnim urezom	
Uzorak A4		
Uzorak A5		
Uzorak B2		
Uzorak C1		

Tablica 8. Izmjerene vrijednosti i vrste odvajanja kod „Pull-off“ metode - etalon

Uzorci	Izmjerene vrijednosti, MPa	Vrsta odvajanja
A4	2,15	90% C, 5% A/B
	2,45	90% C, 10% A/B
A5	2,17	97% A, 3% C
	2,07	95% A, 5% C
B2	2,26	95% A/B, 5% D/Y
	2,31	97% A/B, 3% D/Y
C1	3,35	30% D/E, 70% C/D
	3,65	30% D/E, 70% C/D

Kod vrste odvajanja može doći do kohezivnog i adhezivnog odvajanja. Ukoliko je navedeno samo jedno slovo (A, B, C, D, itd.) došlo je do kohezivnog tj. odvajanja unutar jednog sloja. Ako su navedena dva slova, došlo je do odvajanja između dva sloja tj. adhezivnog odvajanja. Oznaka A predstavlja površinu ispitnog uzorka, slova B, C, D i E predstavljaju slojeve premaza, Y označuje ljepilo, a Z površinu valjčića.

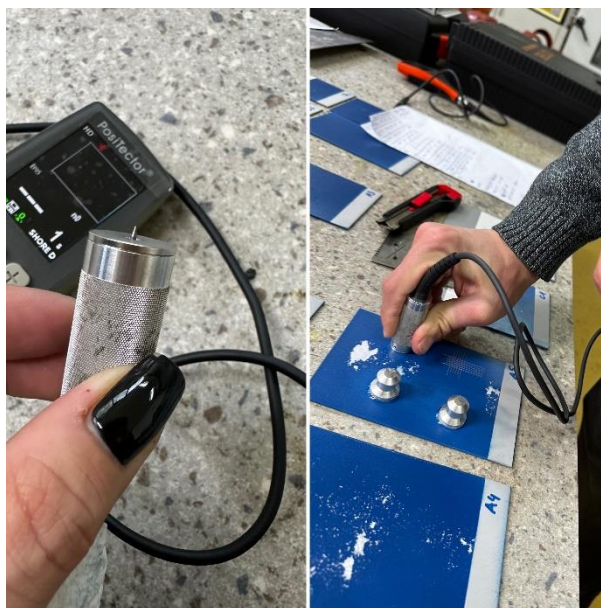
### 5.3.2.3. Mjerenje tvrdoće

Osim testova prionjivosti, napravljena je i provjera kvalitete premaza pomoću mjerenja tvrdoće, prije i poslije slane i vlažne komore. Mjerenje je provedeno pomoću uređaja PosiTector SHD prikazanog na slici 32.



Slika 32. Uređaj za mjerenje tvrdoće, Shore D metoda

Postupak mjerenja tvrdoće (slika 33.) provodi se tako što se mjerni alat s iglicom na vrhu pritisne na površinu te mjerni uređaj izmjeri tvrdoću. Na temelju pet mjerenja, po cijeloj površini ispitnog uzorka, izračunata je srednja vrijednost tvrdoće etalona A4, A5, B2, C1 i C2. Izračunate vrijednosti prikazane su u tablici 9.



Slika 33. Mjerenje tvrdoće

Tablica 9. Srednja vrijednost tvrdoće etalona

Uzorci	Broj slojeva premaza	Srednja vrijednost tvrdoće, shore D
A4	2	93
A5	2	93
B2	3	91
C1	4	90
C2	4	89,4

Svi ispitni sustavi premaza imaju podjednaku tvrdoći.

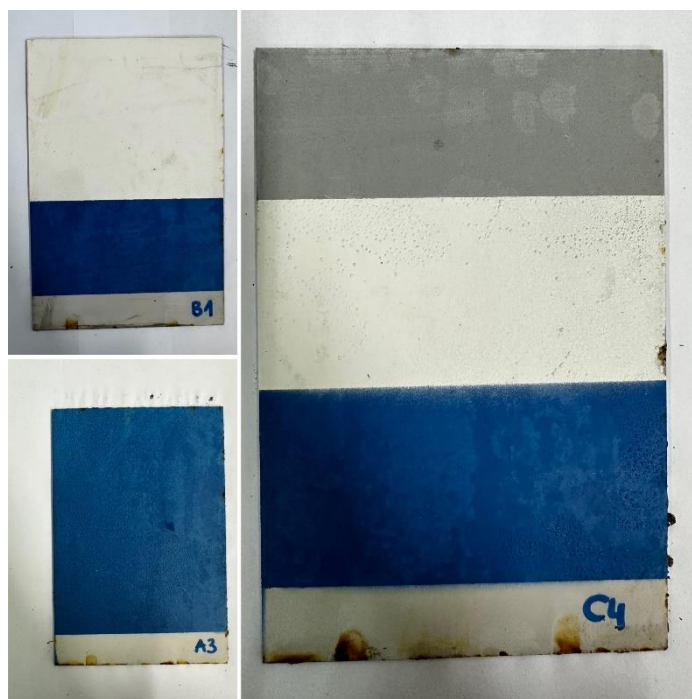
### 5.3.3. Ispitivanje uzoraka u vlažnoj komori

Ispitivanje u vlažnoj komori provedeno je sukladno normi HRN EN ISO 6270-2:2007. Ispitivanjima u vlažnoj komori oponaša se ponašanje materijala u toploj i vlažnoj atmosferi uz kondenzaciju vode. Uzorci su ispitivani 11 dana (264 h), pri temperaturi ispitivanja  $40 \pm 3$  °C te relativnoj vlažnosti zraka oko 100% s orošavanjem uzoraka. Ispitivala su se tri uzorka, a to su A3, B1 i C4. Na slici 34. prikazani su ispitni uzorci u vlažnoj komori.



**Slika 34. Ispitni uzorci u vlažnoj komori**

Nakon 11 dana uzorci su izvađeni iz komore (slika 35.) te su napravljeni testovi prionjivosti urezivanjem mrežice i vlačnom metodom i mjerenje tvrdoće.



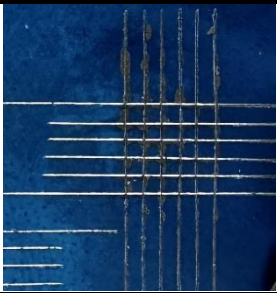

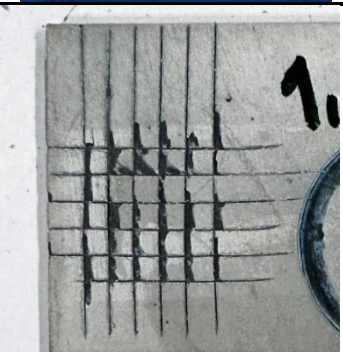
**Slika 35. Ispitni uzorci nakon 264 h ispitivanja u vlažnoj komori**



### 5.3.3.1. Ispitivanje prionjivosti premaza „Cross cut“ testom

Nakon 264 sata ispitivanja u vlažnoj komori provedena su ispitivanja prionjivosti urezivanjem mrežice na uzorcima A3, B1 i C4. U tablici 10. prikazani su uzorci nakon provedenih ispitivanja te ocjene prionjivosti.

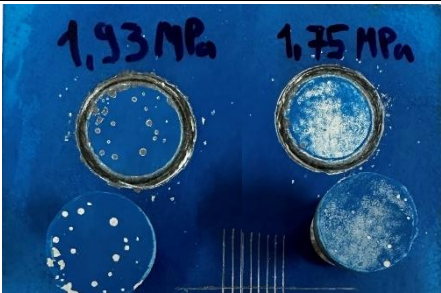
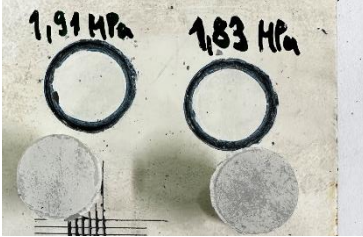

**Tablica 10. Ocjene prionjivosti uzoraka nakon vlažne komore**

Vrsta uzoraka	„Cross-cut“ test		Ocjena prionjivosti
Uzorak A3			2
Uzorak B1			3
Uzorak C4			3

### 5.3.3.2. Ispitivanje prionjivosti premaza vlačnom metodom

Nakon 264 sata ispitivanja u vlažnoj komori provedena su ispitivanja prionjivosti vlačnom metodom na uzorcima A3, B1 i C4. U tablici 11. prikazani su uzorci nakon provedenih ispitivanja, a u tablici 12. prikazane su izmjerene vrijednosti i vrsta odvajanja.

Tablica 11. „Pull-off“ test s kružnim urezom nakon vlažne komore

Vrsta uzoraka	„Pull-off“ test, s kružnim urezom
Uzorak A3	
Uzorak B1	
Uzorak C4	

Tablica 12. Izmjerene vrijednosti i vrste odvajanja kod „Pull-off“ metode – nakon vlažne komore

Uzorci	Izmjerene vrijednosti, MPa	Vrsta odvajanja
A3	1,93	90% C, 5% A/B
	1,75	90% C, 10% A/B
B1	1,91	97% A, 3% C
	1,83	95% A, 5% C
C4	1,98	95% A/B, 5% D/Y
	2,05	97% A/B, 3% D/Y

### 5.3.3.3. Mjerenje tvrdoće

Nakon 11 dana ispitivanja u vlažnoj komori izmjerena je tvrdoća na uzorcima A3, B1 i C4. U tablici 13. prikazane su srednje vrijednosti tvrdoće na uzorcima.

**Tablica 13. Srednja vrijednost tvrdoće uzoraka nakon vlažne komore**

Uzorci	Broj slojeva premaza	Srednja vrijednost tvrdoće, shore D
A3	2	92,6
B1	3	90,4
C4	4	89,4

Premazi nisu izgubili svoju početnu tvrdoću.

### 5.3.3.4. Određivanje stupnja mjehuranja i hrđanja

Stupanj mjehuranja, prema normi HRN EN ISO 4628-2:2016 i stupanj hrđanja, prema normi HRN EN ISO 4628-3:2016 ocjenjivao se nakon ispitivanja u vlažnoj komori. U tablici 14. prikazane su ocjene stupnja mjehuranja i hrđanja te komentar o pojavi korozije ispod premaza. Kod uzorka A3 mjehuranje se pojavilo gotovo po cijeloj površini, a hrđanje manjem dijelu površine. Kod uzorka B1 mjehuranje i hrđanje je uočeno na manjem dijelu površine, dok kod uzorka C4 nema niti mjehuranja niti hrđanja.

**Tablica 14. Ocjene stupnja mjehuranja i hrđanja ispitnih uzoraka nakon vlažne komore te komentar o pojavi korozije ispod filma**

Uzorci	Stupanja mjehuranja	Stupanj hrđanja	Korozija ispod premaza
A3	4(S3)	Ri 1	Nema
B1	2(S2)	Ri 1	Nema
C4	0(S0)	Ri 0	Nema

### 5.3.4. Ispitivanje uzoraka u slanoj komori

Ispitivanje u slanoj komori provodi se kao simulacija izlaganja uzoraka morskoj atmosferi pri čemu se razrijeđena otopina NaCl raspršuje u vidu magle na uzorke. Ispitivanje je provedeno u slanoj komori Ascott S450, u Laboratoriju za zaštitu materijala, sukladno normi HRN EN ISO 9227:2012. U tablici 15. prikazani su parametri ispitivanja. Uzorci su ispitivani u slanoj komori 6 dana (144 h).

**Tablica 15. Parametri ispitivanja u slanoj komori**

Parametri ispitivanja	HRN EN ISO 9227:2012
Trajanje ispitivanja	144 h
Temperatura ispitnog prostora [°C]	35 ± 2
Temperatura ovlaživača komp. Zraka [°C]	45-50
Tlak komprimiranog zraka [bar]	0,7-1,4
Otopina	NaCl
Koncentracija NaCl otopine [%]	5
pH vrijednost kondenzata pri 25 ± 2 °C	6,5-7,2

Prije stavljanja u slanu komoru, na ispitnim uzorcima radi se urez širine 2 mm. Postupak izrade ureza prikazan je na slici 36. Urez se radi kako bi mogli ocijeniti stupanj korozije oko ureza sukladno normi HRN EN ISO 12944-6:2018 nakon određenog vremena ispitivanja u slanoj komori. Na slici 37. prikazani su ispitni uzorci u komori.



Slika 36. Postupak izrade ureza prije slane komore



Slika 37. Ispitni uzorci u slanoj komori

Nakon 6 dana ispitivanja uzorci su izvađeni iz komore (slika 38.) te su napravljeni testovi prionjivosti urezivanjem mrežice i vlačnom metodom i mjerenje tvrdoće.

Isto tako određen je stupanj mjehuranja i hrđanja, te je izračunato zadovoljava li stupanj korozije oko ureza zahtjeve norme HRN EN ISO 12944-6:2018.

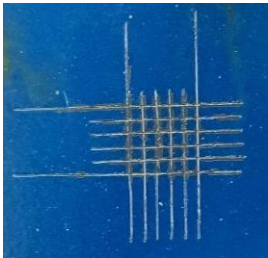
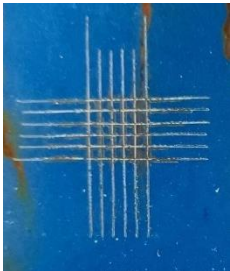


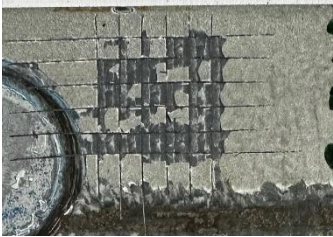



Slika 38. Ispitni uzorci nakon 144 h u slanoj komori

#### 5.3.4.1. Ispitivanje prionjivosti premaza „Cross cut“ testom

Nakon 144 sati ispitivanja u vlažnoj komori provedena su ispitivanja prionjivosti urezivanjem mrežice na uzorcima A1, A2, B3, B4, C3 i C5. U tablici 16. prikazani su uzorci nakon provedenih ispitivanja te ocjene prionjivosti.

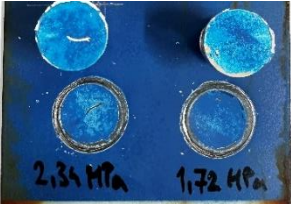
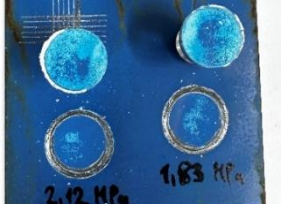




Tablica 16. Ocjene prionjivosti uzoraka nakon slane komore

Vrsta uzoraka	„Cross-cut“ test	Ocjena prionjivosti
Uzorak A1		2
Uzorak A2		2
Uzorak B3		5
Uzorak B4		5
Uzorak C3		5
Uzorak C5		3

### 5.3.4.2. Ispitivanje prionjivosti premaza vlačnom metodom

Nakon 264 sata provedenih u vlažnoj komori provedena su ispitivanja prionjivosti vlačnom metodom na uzorcima A1, A2, B3, B4, C3 i C5. u Tablici 17. prikazani su uzorci nakon provedenih ispitivanja, a u tablici 18. prikazane su izmjerene vrijednosti i vrsta odvajanja.

Tablica 17. „Pull-off“ test s kružnim urezom nakon slane komore

Vrsta uzoraka	„Pull-off“ test, s kružnim urezom
Uzorak A1	
Uzorak A2	
Uzorak B3	
Uzorak B4	
Uzorak C3	
Uzorak C5	



**Tablica 18. Izmjerene vrijednosti i vrste odvajanja kod „Pull-off“ metode – nakon vlažne komore**

Uzorci	Izmjerene vrijednosti, MPa	Vrsta odvajanja
A1	1,72	93%C, 7%A
	2,34	93%C, 7%A
A2	1,83	97% C/Y, 3%A
	2,12	95% C/Y, 5% A
B3	1,63	95% A, 5% D/Y
	1,97	95% A, 5% D/Y
B4	1,71	95% A, 5% D/Y
	2,00	95% A, 5% D/Y
C3	2,07	80% E, 20% A/B
	2,51	70% A/B, 30% B/C
C5	1,75	70% E, 30% A/B
	2,49	80% A/B, 20% C

#### 5.3.4.3. Mjerenje tvrdoće

Nakon slane komore također se mjerila tvrdoća ispitnih uzoraka, te su rezultati mjerenja prikazani u tablici 19.

**Tablica 19. Srednja vrijednost tvrdoće uzoraka nakon slane komore**

Uzorci	Broj slojeva premaza	Izmjerena tvrdoća, shore D
A1	2	92,2
A2	2	92
B3	3	90,8
B4	3	90,8
C3	4	89
C5	4	88,8

Premazi nisu izgubili svoju početnu tvrdoću nakon ispitivanja u slanoj komori.

#### 5.3.4.4. Određivanje stupnja mjehuranja i hrđanja te ocjenjivanje stupnja korozije oko ureza

U tablici 20. prikazane su ocjene stupnja mjehuranja i hrđanja te komentar o pojavi korozije ispod premaza nakon slane komore. Kod uzorka A1 i A2 hrđanje se pojavilo na manjem dijelu površine dok mjehuranja nema. Kod uzorka B3 i B4 mjehuranja na površini nema, ali je uočeno hrđanje na nekim dijelovima površine. Kod uzoraka s četiri sloja premaza, C3 i C5, nije se pojavilo niti mjehuranje niti hrđanje.

**Tablica 20. Ocjene stupnja mjehuranja i hrđanja ispitnih uzoraka nakon slane komore te komentar o pojavi korozije ispod premaza**

Uzorci	Stupanja mjehuranja	Stupanj hrđanja	Korozija ispod premaza
A1	0(S0)	Ri 1	Nema
A2	0(S0)	Ri 1	Nema
B3	0(S0)	Ri 1	Nema
B4	0(S0)	Ri 1	Nema
C3	0(S0)	Ri 0	Nema
C5	0(S0)	Ri 0	Nema

Na slici 39. prikazan je urez koji je podijeljen na dijelove po 0,5 cm. Debljina oštrice skalpela jednaka je širini ureza te iznosi 2 mm. Širina zone korozije mjeri se svakim 0,5 cm po ukupnoj duljini te na temelju 10 mjerenje izračuna se aritmetička sredina.



**Slika 39. Postupak ocjenjivanja stupnja korozije oko ureza**

Stupanj korozije oko ureza ocjenjivao se sukladno normi HRN EN ISO 12944-6:2018, a računa se prema jednadžbi:

$$M = \frac{c - w}{2} \quad (1)$$

- M – ocjena stupnja korozije, mm
- w – širina ureza, mm
- c – širina zone korozije, mm

U tablici 21. prikazane su srednje vrijednosti širine zone korozije izračunate na temelju 10 mjerenja te prema gore navedenoj formuli izračunat je stupanj korozije za svaki uzorak. Prema normi HRN EN ISO 12944-6:2018 stupanj korozije ne smije biti veći od 1,5 mm. U ovom slučaju zadovoljena je norma kod svih ispitnih uzoraka što je vidljivo iz tablice.

**Tablica 21. Izmjerene vrijednosti širine zone korozije i izračunata srednja vrijednost zone korozije**

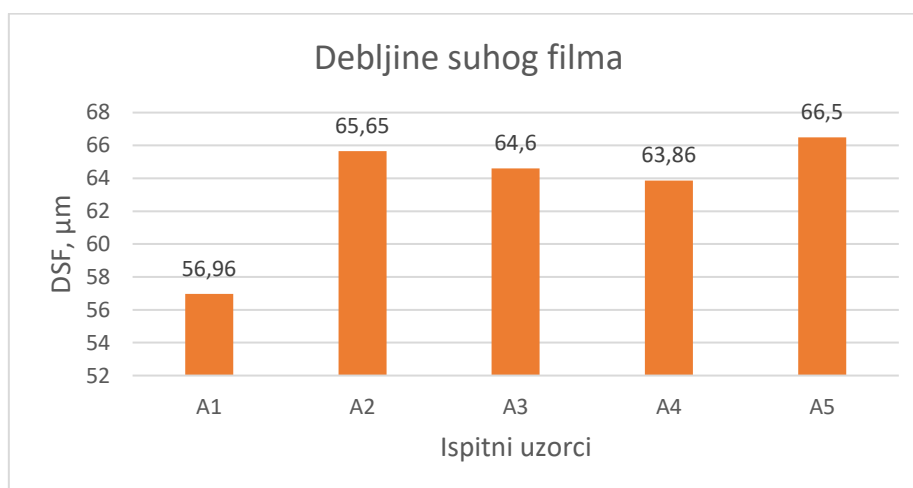
Uzorci	c1, mm	c2, mm	c3, mm	c4, mm	c5, mm	c6, mm	c7, mm	c8, mm	c9, mm	c10, mm	$\bar{c}$ , mm	M, mm
A1	2	2	2	2,2	2,5	2,3	2,2	2	2,2	2,1	<b>2,15</b>	<b>0,075</b>
A2	2	2,5	2,8	2,6	2,9	3	2,7	2,2	2,3	2	<b>2,5</b>	<b>0,25</b>
B3	2	2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,3	2,3	2,3	2,3	<b>2,18</b>	<b>0,09</b>
B4	2	2,4	2,5	2,4	2,1	2	2	2,3	2,2	2	<b>2,19</b>	<b>0,095</b>
C3	2	2,1	2	2	2,3	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	<b>2,22</b>	<b>0,11</b>
C5	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,1	2	2	2	<b>2,17</b>	<b>0,085</b>

## 6. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom poglavlju provedena je analiza dobivenih rezultata ispitivanja te su dani grafički prikazi radi lakšeg analiziranja podataka i bolje preglednosti.

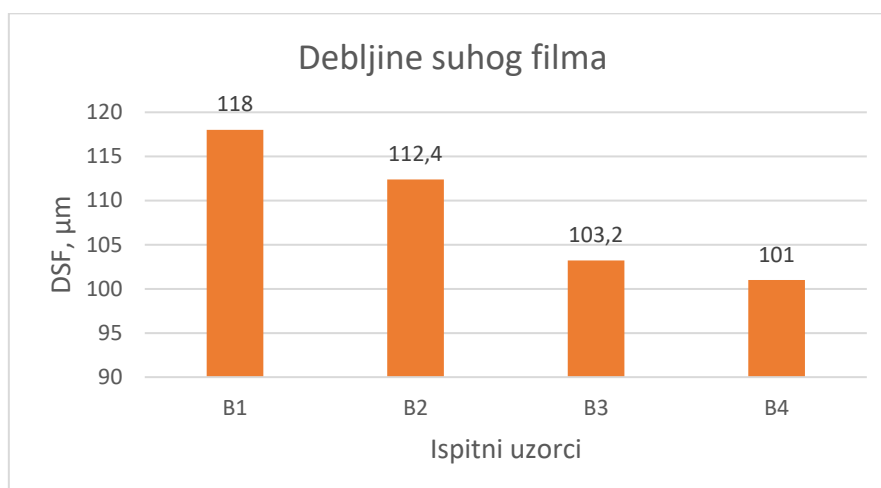
### 6.1. Analiza ispitivanja u Laboratoriju za zaštitu materijala

Na 15 ispitnih uzoraka nanese su premazi u dva, tri ili četiri sloja. Nakon određenog vremena sušenja prema uputama proizvođača premaza, uzorci su doneseni u Laboratorij za zaštitu materijala te su izloženi daljnjim ispitivanjima kontrole kvalitete antikorozivne zaštite. Prvo su izmjerene debljine suhog filma uzoraka s dva sloja premaza što je prikazano slikom 40. Iz grafa je vidljivo da je na uzorku A1 debljina suhog filma nešto manja od ostalih uzoraka.

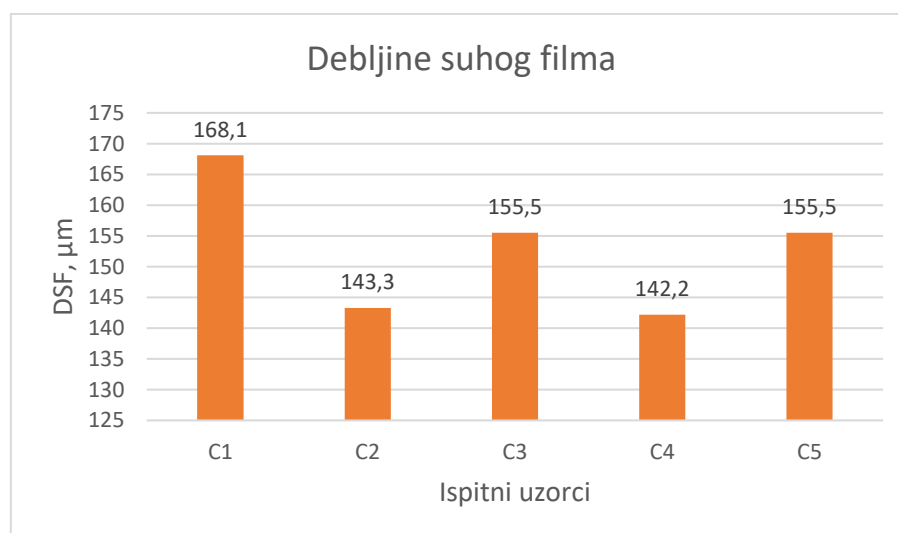


**Slika 40. Debljine suhog filma ispitnih uzoraka s dva sloja premaza**

Slika 41. prikazuje debljine suhog filma na uzorcima s tri sloja premaza. Debljine suhog filma kod tri sloja premaza variraju od 100 do 120  $\mu\text{m}$  što je prihvatljivo, a na slici 42. možemo primijetiti debljine suhog filma s četiri sloja premaza gdje debljine variraju od 140 do 170  $\mu\text{m}$ .



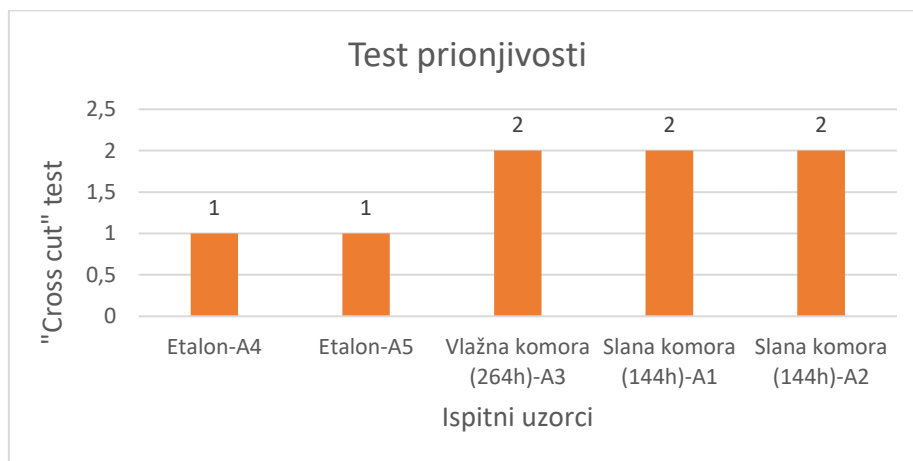
Slika 41. Debljine suhog filma ispitnih uzoraka s tri sloja premaza



Slika 42. Debljine suhog filma ispitnih uzoraka s četiri sloja premaza

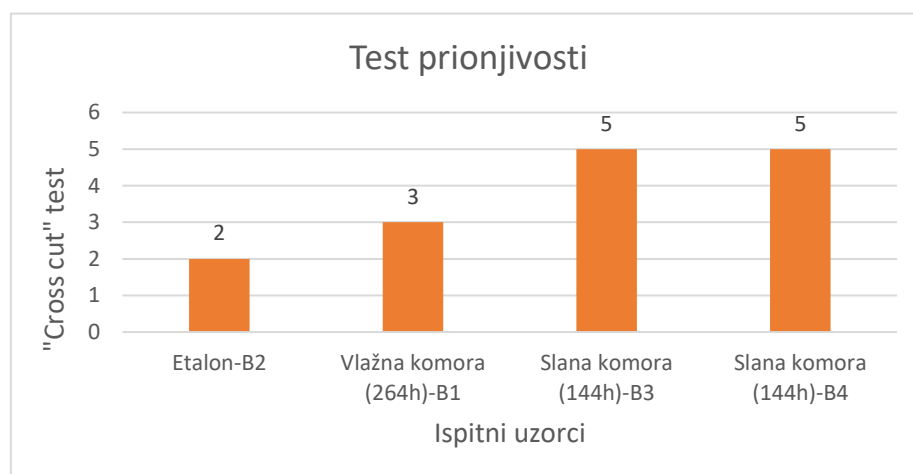
### 6.1.1. Analiza ispitivanja prionjivosti urezivanjem mrežice

Nakon završetka ispitivanja u vlažnoj i slanoj komori te na etalonima, napravljeni su testovi prionjivosti urezivanjem mrežice. Na slici 43. prikazan je graf ocjene uzoraka s dva sloja premaza, ocjene prionjivosti na etalonima bile su 1 jer je vrlo malo premaza oljušteno i oštećeno, dok su ocjene na uzorcima poslije vlažne i slane komore 2. Na tim uzorcima premaz je oljušten na rubovima i sjecištima ureza.



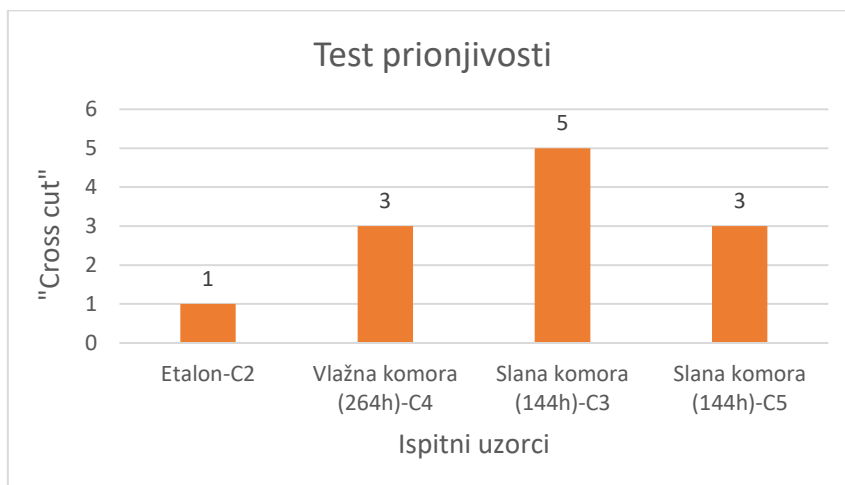
**Slika 43. Test prionjivosti urezivanjem mrežice na ispitnim uzorcima s dva sloja premaza**

Na slici 44. prikazan je graf uzoraka s tri sloja premaza. Vidljivo je iz grafa da su ocjene prionjivosti nakon komora veće nego kod etalona, što znači da je puno više premaza oštećeno i oljušteno.



**Slika 44. Test prionjivosti urezivanjem mrežice na ispitnim uzorcima s tri sloja premaza**

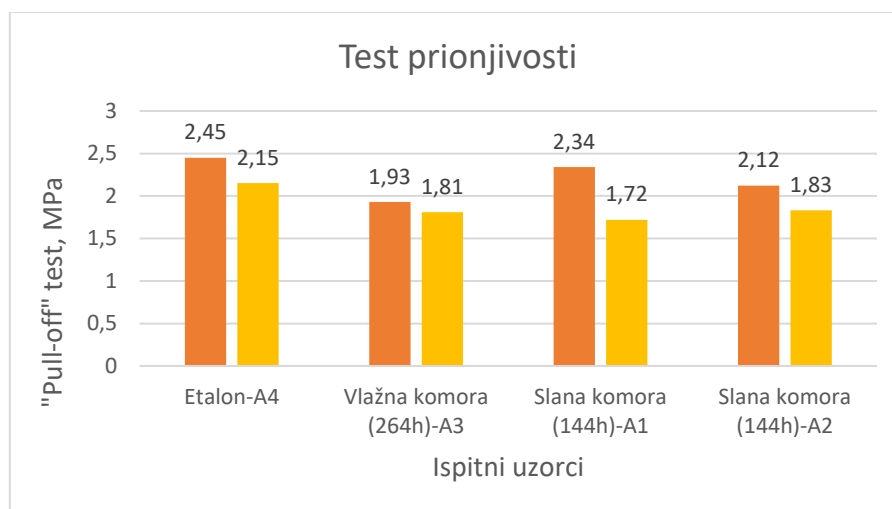
Kod ispitnih uzoraka s četiri sloja premaza ocjene prionjivosti premaza veće su nakon vlažne i slane komore. Premaz se oljuštio na rubovima i sjecištima ureza, dok su kod uzorka C3 oljušteni i cijeli kvadratići. Slika 45. prikazuje ocjene prionjivosti etalona te uzoraka nakon vlažne i slane komore.



Slika 45. Test prionjivosti urezivanjem mrežice na ispitnim uzorcima s četiri sloja premaza

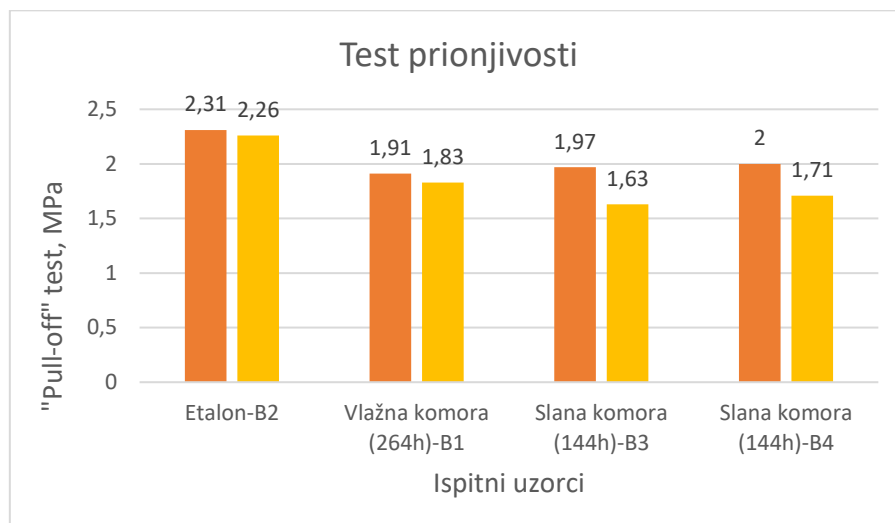
### 6.1.2. Analiza ispitivanja prionjivosti vlačnom metodom

Nakon ispitivanja u vlažnoj i slanoj komori te na etalonima, napravljeni su testovi prionjivosti vlačnom metodom. Na slici 46. prikazan je graf uzoraka s dva sloja premaza, na svakom uzorku rađena su dva mjerenja. Iz grafa možemo primijetiti da su vrijednosti nakon vlažne i slane komore manji u odnosu na vrijednosti etalona.



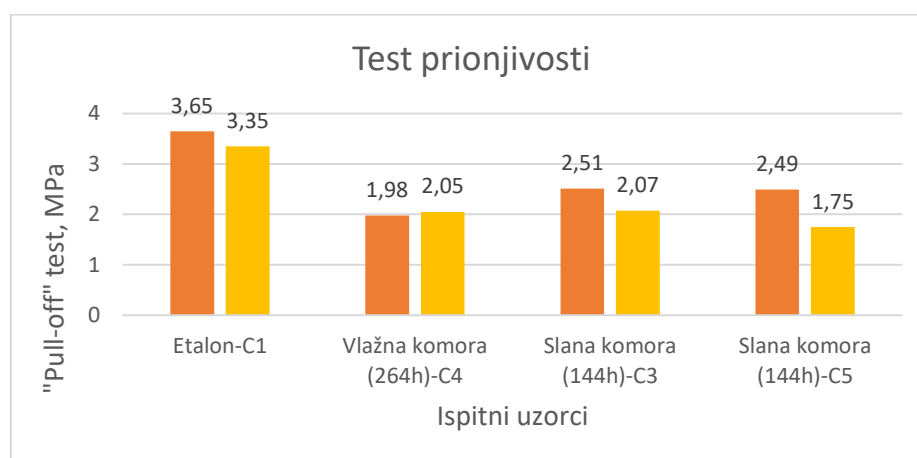
Slika 46. Test prionjivosti vlačnom metodom na ispitnim uzorcima s dva sloja premaza

Na slici 47. prikazan je graf uzoraka s tri sloja premaza. Vidljivo je iz grafa da su vrijednosti ispitivanja vlačnom metodom manje nakon vlažne i slane komore.



**Slika 47. Test prionjivosti vlačnom metodom na ispitnim uzorcima s tri sloja premaza**

Kod ispitnih uzoraka s četiri sloja premaza vrijednosti ispitivanja prionjivosti nakon vlažne i slane komore također su manje. Na slici 48. prikazan je graf vrijednosti.

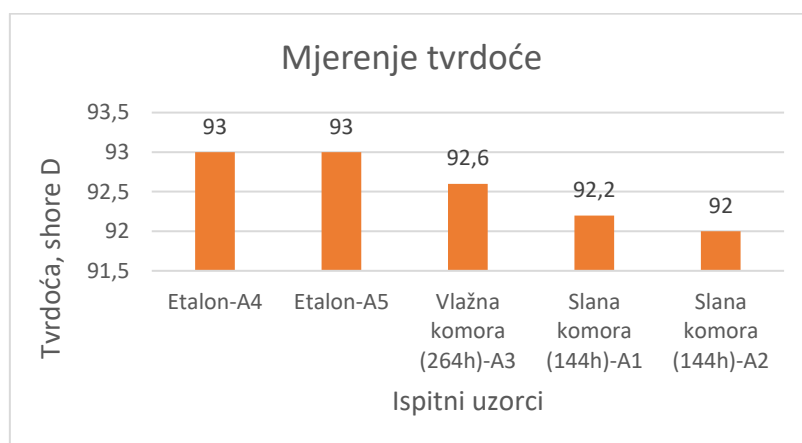


**Slika 48. Test prionjivosti vlačnom metodom na ispitnim uzorcima s četiri sloja premaza**

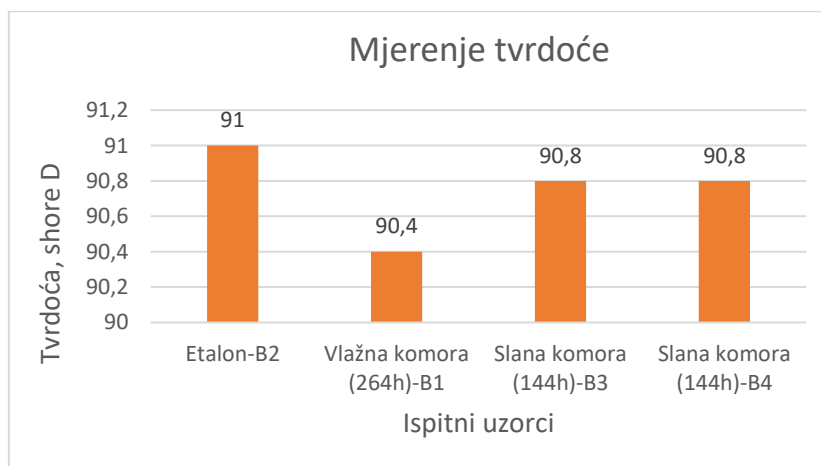


### 6.1.3. Analiza ispitivanja mjerenja tvrdoće

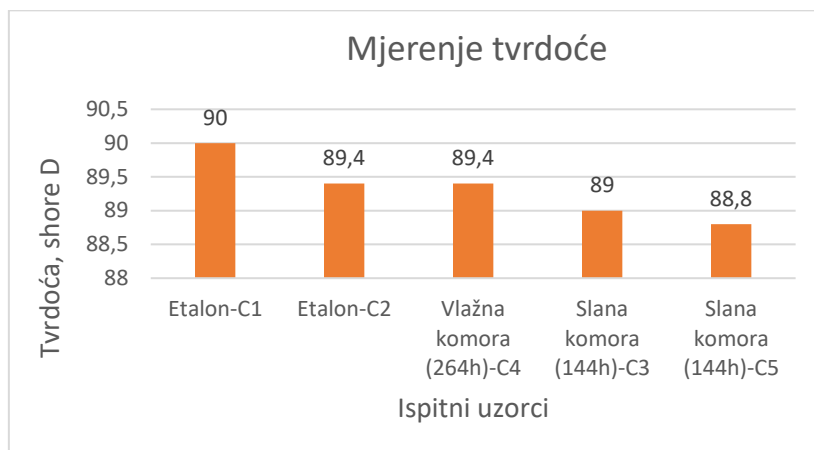
Mjerenje tvrdoće ispitnih uzoraka provedeno je pomoću uređaja PosiTector SHD po Shore D metodi. Iz slika 49., 50. i 51. vidljivo je da se vrijednosti tvrdoće nakon slane i vlažne komore nisu znatno promijenile. Isto tako je vidljivo da najveću tvrdoću imaju uzorci s dva sloja premaza, što znači da nanošenjem više slojeva premaza smanjuje se tvrdoća ispitnog uzorka.



Slika 49. Mjerenje tvrdoće na ispitnim uzorcima s dva sloja premaza



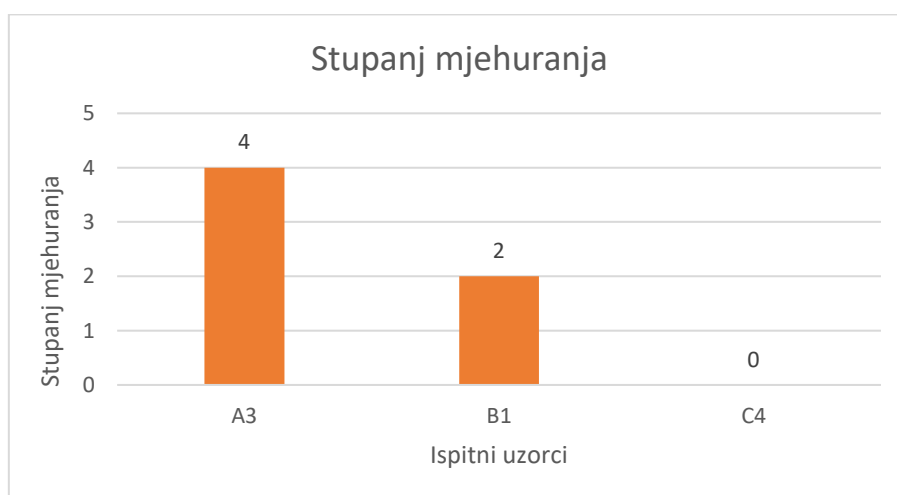
Slika 50. Mjerenje tvrdoće na ispitnim uzorcima s tri sloja premaza



Slika 51. Mjerenje tvrdoće na ispitnim uzorcima s četiri sloja premaza

#### 6.1.4. Analiza ispitivanja u vlažnoj komori

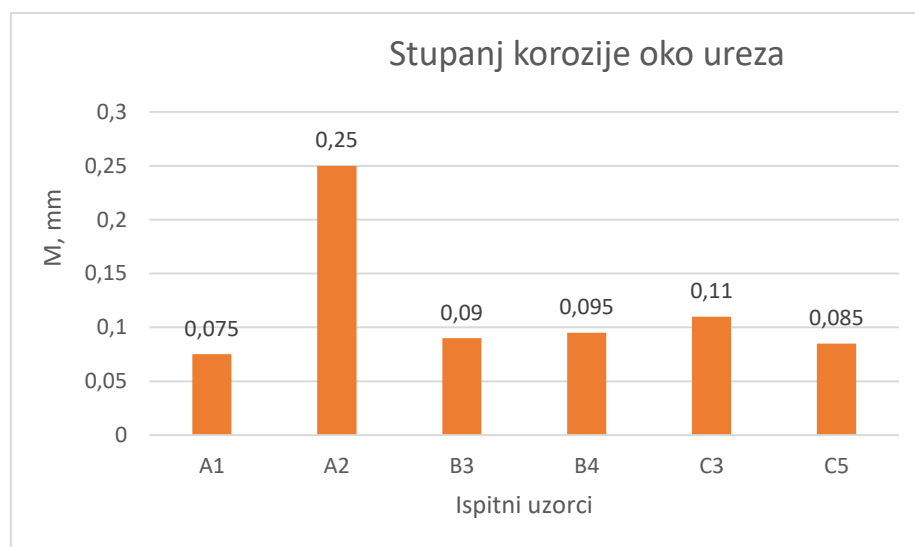
Ispitivanje je provedeno u vlažnoj komori u Laboratoriju za zaštitu materijala, sukladno normi HRN EN ISO 6270-2:2007. Uzorci su u komori ispitivani 11 dana (264 sata). Nakon što su izvađeni iz komore analizirano je njihovo stanje, te je određen stupanj mjehuranja prema HRN EN ISO 4628-2:2016 i stupanj hrđanja, prema normi HRN EN ISO 4628-3:2016. Iz slike 52. možemo vidjeti da je kod dva nanosena sloja premaza stupanj mjehuranja najveći, te da su se mjehurići pojavili po gotovo cijeloj površini. Stupanj hrđanja na uzorcima A3 i B1 je Ri 1 što je oko 0,05% površine, dok na uzorku C4 hrđa se nije pojavila.



Slika 52. Stupanj mjehuranja na uzorcima nakon vlažne komore

### 6.1.5. Analiza ispitivanja u slanoj komori

Ispitivanje je provedeno u slanoj komori u Laboratoriju za zaštitu materijala, sukladno normi HRN EN ISO 9227:2012. Uzorci su u komori ispitivani 6 dana (144 sati). Nakon što su izvađeni iz komore analizirano je njihovo stanje, te je određen stupanj mjehuranja prema HRN EN ISO 4628-2:2016, stupanj hrđanja, prema normi HRN EN ISO 4628-3:2016 te je ocijenjen stupanj korozije oko ureza prema normi HRN EN ISO 12944-6:2018. Iz tablice 21. možemo vidjeti da se mjehuranje nije pojavilo na niti jednom uzorku, dok se na uzorcima A1, A2, B3 i B4 pojavilo malo hrđe te je stupanj hrđanja Ri 1. Na slici 53. možemo vidjeti ocjene stupnja korozije oko ureza na uzorcima nakon slane komore. Svi uzorci zadovoljavaju jer je normom HRN EN ISO 12944-6:2018 određeno da stupanj korozije ne smije biti veći od 1,5 mm.



Slika 53. Ocjenjivanje stupnja korozije na ispitnim uzorcima ispitivanim u slanoj komori

## 7. ZAKLJUČAK

Postojanost i dugotrajnost metalnih konstrukcija uvelike ovisi o zaštiti materijala premazima. Uz pravilan izbor korozijski postojanih metala i današnji razvitak premaza, moguće je dugotrajno zaštititi površine od korozije. Također je ključna i priprema površine za radni vijek konstrukcije. U slučaju da priprema površine nije adekvatno odrađena, tada ni nanošenje premaza i zaštita podloge neće biti kvalitetna. Tada dolazi do velikih gubitaka, a moguće i do katastrofalnih posljedica kod većih konstrukcija. Zbog velikih šteta i materijalnih gubitaka potrebno je dobro poznavanje tehnologije nanošenja zaštitnih premaza kao i kvalificirana radna snaga koja će omogućiti postizanje visoke kvalitete zaštite premazima. U današnje vrijeme u najvećoj mjeri koriste se organski premazi zbog svoje cjenovne prihvatljivosti i svojstava.

U eksperimentalnom dijelu rada provedeno je ispitivanje na uzorcima s dva, tri ili četiri sloja zaštitnog premaza. Svi uzorci izrađeni su od istog materijala, površina je pripremljena na isti način te je premaz nanesen zračnim prskanjem na jednakoj udaljenosti pištolja od svih ispitnih uzoraka. Promatrala se otpornost prema koroziji ispitivanjima u slanoj i vlažnoj komori, te su uočeni sljedeći zaključci:

- debljina suhog filma nanošenjem novog sloja premaza raste za otprilike 50  $\mu\text{m}$
- uzorci su testirani u vlažnoj komori 11 dana te su rezultati prionjivosti urezivanjem mrežice nešto lošiji od etalona
- uzorci su testirani u slanoj komori 6 dana te su rezultati prionjivosti urezivanjem mrežice lošiji od rezultata nakon vlažne komore
- nakon 11 dana u vlažnoj komori rezultati prionjivosti vlačnom metodom su približno jednaki ili malo lošiji nego rezultati nakon ispitivanja u slanoj komori
- izmjerena tvrdoća etalona i uzoraka nakon slane i vlažne komore nije znatno promijenjena, što znači da su premazi zadržali svoju tvrdoću
- nakon ispitivanja u vlažnoj komori na uzorcima s dva i tri sloja premaza pojavilo se mjehuranje površine, dok kod uzorka s četiri sloja premaza nema mjehuranja, a hrđanje se pojavilo na uzorcima s dva i tri sloja premaza
- nakon ispitivanja u slanoj komori na uzorcima se nije pojavilo mjehuranje, a hrđanje se pojavilo na uzorcima s dva i tri sloja premaza
- uzorci s većim brojem slojeva premaza pokazali su bolju korozijsku otpornost

- nakon ispitivanja u slanoj komori korozija oko ureza zadržala se u prihvatljivim vrijednostima.

S obzirom na dobivene rezultate, možemo zaključiti da ispitni uzorci nisu adekvatno pripremljeni za vlažno i slano okruženje, trebalo bi bolje odraditi pripremu površine i nanošenje premaza s obzirom da i rezultati prionjivosti etalona nisu zadovoljavajući. Nešto bolji rezultati ostvareni su u vlažnom okruženju u odnosu na slano, te možemo zaključiti da bi dugotrajniji bili u kontinentalnom dijelu Hrvatske nego u morskom dijelu, iako bi njihov vijek trajanja bio najduži u zatvorenom prostoru bez utjecaja vanjskih atmosferskih prilika.

---

## LITERATURA

- [1] I. Juraga, V. Alar, I. Stojanović: „Korozija i zaštita premazima“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2014.
- [2] <https://amarineblog.com/2017/07/26/marine-corossion-and-protection/>, pristupljeno 15.11.
- [3] <http://impact.nace.org/economic-impact.aspx>, pristupljeno 17.11.
- [4] <https://www.zerust.com/blog/2019/10/02/the-cost-of-corrosion/>, pristupljeno 15.11.
- [5] I. Andrić: „Korozija i zaštita od korozije poljoprivredne tehnike“, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Osijek, 2017.
- [6] V. Alar: „Kemijska postojanost materijala“, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2015.
- [7] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Korozija>, pristupljeno 15.11.2022.
- [8] A. Arih: „Kontrola kvalitete antikorozivne zaštite strojarskih konstrukcija“, Završni rad, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2021.
- [9] I. Esih: "Osnove površinske zaštite", Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2010.
- [10] Z. Šincek: „Vodorazrjedivi protupožarni premazi“, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2021.
- [11] I. Juraga, V. Šimunović, I. Stojanović, V. Alar: „Mehanizmi zaštite od korozije“, autorizirana predavanja, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2012.
- [12] [https://sh.wikipedia.org/wiki/Boja\\_\(materijal\)](https://sh.wikipedia.org/wiki/Boja_(materijal)) , pristupljeno 18.11.
- [13] B. Miketić: „Zaštita premazima filtra za vodu za piće“, Završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2016.
- [14] A. Kovač: „Zaštita broskog trupa antivegetativnim premazima“, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2015.
- [15] N. Rački – Weihnacht: „Boje i lakovi – jučer danas sutra“, Chromos boje i lakovi, Zagreb, 2004.

- [16] <https://optolov.ru/hr/elektrichestvo/chem-otlichaetsya-alkidnaya-kraska-ot-akrilovoi-vybor-pokrytiya-akrilovaya-ili.html> , pristupljeno 17.11.

## **PRILOZI**

1. Prilog 1, tehnička specifikacija ispitnog uzorka
2. Prilog 2, tehnička specifikacija temeljnog premaza – Henedur Eurogrund
3. Prilog 3, tehnička specifikacija premaza – 3302 CombiPrimer Tack Coat
4. Prilog 4, tehnička specifikacija premaza – Capalac Dickschichtlack
5. Prilog 5, tehnička specifikacija premaza – Henedur Eurodeck
6. CD-R disk





Sede Legale e amministrativa:  
via Bresciani 16  
46040 Gazoldo degli Ippoliti  
Mantova-Italy  
Tel. +39 - 0376 685 1  
Fax. +39 - 0376 685 600  
www.marcegaglia.com

Inspection Certificate 3.1 EN 10204

Number  
10422596534

Issued On  
28/09/2022

Customer  
BIDD SAMOBOR D.O.O.  
VIA M. KORVINA, 7  
10430 SAMOBOR HR

Consignee  
BIDD SAMOBOR D.O.O.  
SISACKA CESTA II ODVOJAK BB.  
10090 SVETA KLARA - ZAGREB HR

Delivery Nn  
8364822463

Of  
28/09/2022

Delivery note nr  
1004040222

Quality Control  
Q.M.D. M.Manaresi  
Plant Of Ravenna

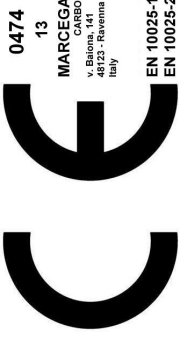
Pages  
1/2

Identification Nr	Quantity	Heat	C	Mn	Si	S	P	N	Cu	CEV	Re	Rm	A
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(N/mm)	(N/mm)	(%)
			0.17	1.4	0.035	0.035	0.012	0.55	0.35	0.35	235	360	17

**51000133 LNF 2.00x 1000x 2000 S235JR+AR EN10025-2 1191529898/290 38-39-40 Date 31/08/2022**

22AD002657	1 PAC	049915	.076	.883	.010	.006	.013	.0051	.027	.238	331.0	421.9	22.9
------------	-------	--------	------	------	------	------	------	-------	------	------	-------	-------	------

Remarks:  
DoP available at <http://www.marcegaglia.com/brochure/e/quality/dop.html>  
Document validated acc. EN10204 par. 5



## HENEDUR Eurogrund

### Opis proizvoda

Henedur Eurogrund je jednokomponentni brzосуећи temeljni premaz na osnovi alkidnog veziva sa cink fosfatom kao aktivnom korozivskom zaštitom. Vrlo dobro prijanja na čelik i željezo.

### Područje primjene:

- Koristi se kao temeljni premaz u zaštiti građevinske i poljoprivredne mehanizacije, zaštititi čeličnih konstrukcija i ostalih čeličnih površina.

TEHNIČKI PODACI	
Sastav	Kratko uljni temeljni premaz na osnovi alkidne smole i cink fosfat kao aktivna zaštita od korozije, pigmenti
Nijanse	Siva, oksidno-crvena (Druge nijanse prema RAL ton karti po narudžbi su dostupne)
Isporučivi viskozitet	43'' +/-3 DIN 53211 6mm 20 °C
Gustoća	1,42±0,03g/cm <sup>3</sup>
Sadržaj suhe tvari volumno	51-53 Vol.%,
Sadržaj suhe tvari težinski	70-72 %
Teoretska potrošnja	8,5-9 m <sup>2</sup> /kg kod 40µm suhog filma
Faktor mokrog filma	1,9-1,95 (ovisno o nijansi)

### Postupak nanošenja

#### Priprema površine

- Podloga mora biti dobro pripremljena (čista i suha) bez nečistoća i masnoća.
- Hrđu mehanički ukloniti brušenjem, četkanjem ili pjeskarenjem.
- Ili prema EN ISO 12944-1

Sustav premaza	1x HENEDUR Eurogrund		
	1x HENEDUR Eurodeck, HENEDUR Eurodeck ES		
Vrsta nanosa	Valjkom, kistom ili prskanjem		
	Tlak	Otvor mlaznice	Viskozitet spricanja DIN 53211 20°C
Zračna šprica	3-5bar	1,5-2mm	25-30" 4mm
Airmix/Airless	120-150bar	0,23-0,33mm	35-60" 6mm
Navedene vrijednosti tlaka i veličine mlaznice podaci su utvrđeni u laboratoriju. Odstupanja su moguća, ovisno o primjeni.			
Prakt. potrošnja	cca. 6-6,5 m <sup>2</sup> /kg kod 40µm suhog sloja		
Razrjeđivač	Za mazanje: bez razrjeđivanja		
	Za špricanje: 5-10% HENEVISK Kunstharzverdünnung		
Sušenje	Na prašinu:	nakon 30 min	
	Na dodir:	nakon 60 min	
	Ponovno lakiranje	Nakon 6 h	
Naknadno lakiranje	HENEDUR Eurodeck, HENEDUR Eurodeck Einschicht, HENEX Decklack		
VOC-regulativa	Granična vrijednost Europske unije za ovaj proizvod: 500 g / l (2010) Ovaj proizvod sadrži najviše 490 g / l VOC		
Skladištenje	Min. 24 mjeseca u originalnoj ambalaži na temperaturi između 5 i 35 ° C.		
Pakiranje	1 kg, 2,5 kg, 35 kg		

### Važne napomene

- ❖ premaz se isporučuje spreman za aplikaciju mazanjem. Razrjeđivač do max. 5% dodaje se samo u iznimnim slučajevima, kao što su niže temperature ili neki drugi zahtjevi. Kod aplikacije špricanjem razrijediti po potrebi.

---

## 3302 COMBIPRIMER TACK COAT

---

### OPIS

RUST-OLEUM® CombiPrimer Tack Coat 3302 je ljepljivi premaz na bazi otapala i akrila.

### PREPORUKA ZA UPOTREBU

RUST-OLEUM® CombiPrimer Tack Coat 3302 koristiti se na pocinčanom željezu, nehrđajućem čeliku, aluminiju, bakru, staklu, porculanu i drugim glatkim, gustim površinama. Kao završni sloj koristi se CombiColor Metal završni premazi. CombiPrimer Tack Coat 3302 prvenstveno je namijenjen nanošenju kistom.

### TEHNIČKI PODACI

Izgled	Ljepljiv
Boja:	Prozirno/plava
Gustoća:	0,87 kg/lit.
Sadržaj krutih tvari:	U volumenu: 7%
Viskozitet :	16-24 sec. Ford cup 4 na 20°C.
Preporučena debljina filma:	Nije primjenjivo.
HOS - sadržaj:	741 g/l max.
Gotovi pripravak:	741 g/l. max.
Kategorija:	A/h
EU granične vrijednosti:	750 g/l (2007) / 750 g/l (2010)

### Vrijeme sušenja

	na 20°C/50% relativne vlažnosti
Suh na dodir:	Ostaje ljepljiv
Suh za daljnju obradu:	Ostaje ljepljiv
Suh za ponovno bojanje:	Nakon ½ sata ali unutar 24 sata
Temperaturna otpornost:	100°C (suho grijanje)

<b>Pokrivnost</b>	Teoretska:	<b>35 m<sup>2</sup>/lit.</b>
	Praktična:	ovisi o mnogo faktora poput poroznosti i hrapavosti površine i gubitka samog materijala prilikom nanošenja.

### PRIPREMA POVRŠINE

Ukloniti masnoću, ulje i sve ostale površinske nečistoće koristeći lužine ili visokotlačni čistač pare u kombinaciji s adekvatnim deterdžentom. U potpunosti ukloniti stare premaze. Ukloniti soli, „bijelu hrđu“ (cinkovi oksidi), i sl. ispiranjem sa RUST-OLEUM Surfa-Etch 108 Etching Solution. Podloga mora biti čista i suha tijekom aplikacije.

### UPUTSTVO ZA UPOTREBU

Kako bi se osigurala kompaktnost premaza potrebno ga je jako dobro promiješati prije upotrebe.

**PRIMJENA I RAZRIJEĐIVANJE**

*Kist:* Koristiti kist s prirodnom, dugom dlakom.  
*Čišćenje* Koristiti RUST-OLEUM Razrjeđivač 160

**UVJETI PRIMJENE**

Temperatura zraka, podloge i samog proizvoda mora biti između 5°C i 35°C, te ispod 85% relativne vlage. Temperatura podloge mora biti najmanje 3°C iznad točke rosišta.

**OPASKE**

Prebojiti što je moguće ranije nakon 30 minuta kako bi se izbjeglo prašenje/prljanje samog premaza.

**SIGURNOSNE INFORMACIJE**

Provjerite u Sigurnosno tehničkom listu i Sigurnosnim informacijama na samom proizvodu.

**ROK TRAJANJA / UVJETI SKLADIŠTENJA**

5 godina od datuma proizvodnje u neotvorenoj ambalaži, i ako se skladišti na suhom prostoru, dobro provjetrenom, bez direktnog izlaganja sunčevoj svjetlosti te na temperaturama između 5°C i 35°C.

---

*Unosnik/distributer:*

**ISTRACOLOR d.o.o.**, Momjanska 3, 52460 Buje, Republika Hrvatska,  
Tel:+385 52 856 439, fax:+385 52 215 587, e-mail: [istra.color@pu.t-com.hr](mailto:istra.color@pu.t-com.hr)  
**Zemlja podrijetla: Belgija (EU)**

Ovdje sadržani podaci dati su u dobroj namjeri. Međutim, budući da su uvjeti primjene izvan naše kontrole, Rust-Oleum Netherlands B.V. ne može preuzeti odgovornost za rizike ili obveze koje bi mogle proizaći iz upotrebe proizvoda. Tvrtka zadržava pravo izmjene podataka bez prethodne najave.

# Capalac Dickschichtlack

Debeloslojni lak bogat krutim tvarima za temeljne, među i završne premaze na željezu, čeliku, cinku, aluminiju, tvrdom PVC, drvetu i starim premazima, za vanjske i unutarnje radove.



## Opis proizvoda

Primjena	Debeloslojni lak "3 u 1" za zaštitu i oblikovanje elemenata od čelika, željeza, pocinčanog čelika, aluminija, tvrdog PVC, drvenih elemenata unutra i drvenih elemenata stabilnih dimenzija vani. Zaštita od korozije za željezo i čelik. Nije za premazivanje krovnih površina i eloksiranog aluminija. Bijele nijanse ne primjenjivati na grijaćim tijelima, jer je moguće žutilo (koristiti Capalac Heizkoerperlack).
Svojstva materijala	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ izvanredna svojstva vezivanja</li> <li>■ velika moć pokrivanja na površinama i rubovima elemenata</li> <li>■ dugotrajna zaštita zahvaljujući jako dobroj otpornosti na atmosferilije</li> <li>■ debeli slojevi mogući zbog velikog sadržaja krutih tvari</li> <li>■ temeljni, među i završni premaz u jednom</li> <li>■ potvrda o ispitivanju kategorije korozivnosti C4, trajanje zaštite dugo na čeliku i pocinčanom čeliku prema DIN EN ISO 12944 dio 6 u skladu s pravilnikom o gradnji</li> <li>■ dostupan kao lak i glimmer (svjetlucava) varijanta</li> <li>■ nijansira se u velikom broju nijansi u ColorExpress sustavu</li> <li>■ ne sadrži arome</li> </ul>
Osnova materijala	Epoksidni ester s otapalima bez arome.
Pakiranje/Veličina pakiranja	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Bijeli, glimer i RAL 9006:</b> 750 ml, 2,5 l 10 l, 35 kg</li> <li>■ <b>Kupfer:</b> 375 ml, 750 ml, 2,5 l</li> <li>■ <b>ColorExpress:</b> 1 l, 2,5 l 10 l</li> </ul>
Nijanse	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Standardne:</b> Bijela Glimmer nijanse i ca. RAL 9006 kao Kupfer (Kupfer u ColorExpress sustavu također u nijansi Altkupfer).</li> <li>■ <b>ColorExpress:</b> Na ColorExpress stanicama (Capalac mix) moguć veliki broj lak i glimmer nijansi (npr. RAL 9007).</li> </ul> <p>Pri radu sa slabo pokrivnim nijansama, kao što su crvena, narančasta ili žuta, predlažemo temeljni sloj napraviti u pripadajućoj temeljnoj nijansi. Za Capalac Dickschichtlack odgovarajući tonovi su dostupni na mašinama za toniranje u ColorExpress sustavu.</p> <p>Savjet: Ako je potrebno, površinu završno lakirati prozirnim lakom Capalac Kunstharz-Klarlack kod intenzivnih i tamnih nijansi, kako bi se izbjeglo otiranje pigmenta. Glimmer boje su boje za zaštitu od korozije. Površina je u skladu s RAL i TL/TP-KOR standardom mat i fino hrapava. Površina koja se dobro čisti i podnosi opterećenja se postiže dodatnim lakiranjem prozirnim lakom Capalac Kunstharz-Klarlack.</p>



Stupanj sjaja

Kod glimmer nijansi u pravilu dolazi do odstupanja u nijansi:

- u usporedbi s tiskanim kartama nijansi
- između glimmer boja različitih proizvođača
- kod radova na popravljanju
- kod različitih postupaka premazivanja (npr. kistom, valjkom, špricanjem, premaz prahom, mokro lakiranje)

**Postojanost nijansi prema BFS uputi br. 26:**

Vezivo: Klasa B

Pigmentiranje: Grupa 1 do 3, ovisno o nijansi

■ **Lak:**  
Svilenkasto mat

■ **Glimer:**  
Mat

■ **Kupfer:**  
Mat

Skladištenje

Na suhom i hladnom mjestu, bez opasnosti od smrzavanja, u originalno zatvorenoj ambalaži.

Tehnički podaci

■ Gustoća: ca. 1,3 g/cm<sup>3</sup>

## Primjena

Prikladne podloge

Drveni elementi stabilnih dimenzija, željezo, čelik, cink, aluminij, tvrdi PVC, nosivi stari premazi.

Podloga mora biti čista, nosiva, suha i bez tvari koje razdvajaju.

Vlažnost drveta kod drvenih elemenata stabilnih dimenzija ne smije prijeći 13%.

Nije za premazivanje krovnih površina i eloksiranog aluminija!

Priprema podloge

**Drveni elementi:**

Drvene površine obrusiti u smjeru vlakana, temeljito očistiti, a tvari koje izbijaju iz drveta, kao npr. smolu odstraniti. Oštre rubove odlomiti (vidjeti i uputu BFS br. 18).

**Željezo, čelik:**

Pripremiti na stupanj čistoće SA 21/2 (čišćenje mlazom) prema DIN EN ISO 12 944-4. Kod slabije korozije, npr. unutra, bez kondenzirane vlage i bez agresivnih utjecaja je moguće i strojno ili ručno skidanje hrđe do stupnja čistoće ST 3.

**Cink, pocinčani čelik:**

Mrežasta sredstva za čišćenje na bazi amonijaka ili čišćenje pod pritiskom prema uputi BFS br. 5.

**Tvrdi PVC:**

Sredstva za čišćenje na bazi amonijaka prema uputi BFS br. 22. ili našpricati sredstvom za čišćenje Gescha Multi-Star pa površinu pobrusiti abrazivnom spužvicom.

**Aluminij:**

Sa nitro-razrjeđivačem ili fosfornom kiselinom, čišćenje spužvom - mrežicom prema uputi BFS br. 6.

**Bakar:**

Čišćenje spužvom - mrežicom.

**Stari premazi:**

Stare premaze obrusiti i/ili očistiti lužinom. Nenosive stare premaze odstraniti.

Način primjene

**Savjeti za nanošenje špricanjem:**

		Ø mlaznice	Pritisak	Napomena
Airless	Lak	0,009–0,013 inča	180–200 bara	Membranska pumpa i klipna pumpa
	Glimer	0,015–0,019 inča	180–200 bara	Samo klipna npumpa

## Sistem nanošenja na površinu

Podloga	Primjena	Priprema podloge	Impregniranje	Grundiranje	Medupremaz	Završni premaz
Drvo, drveni elementi	unutra	obrusiti	–	Capalac Dickschichtlack	ako je potrebno Capalac Dickschichtlack	Capalac Dickschichtlack
drveni dijelovi stabilnih dimenzija	vani	BFS uputa br. 18	Capalac Holz- Imprägnier-Grund			
Željezo, čelikl	unutra/vani	skinuti hrđu/ odmastiti	–			
Cink	unutra/vani	BFS uputa br. 5	–			
Aluminij	unutra/vani	BFS uputa br. 6	–			
Bakar	unutra/vani	spužva/mrežica	-			
Tvrđi PVC	unutra/vani	BFS uputa br. 22	–	Oštećena mjesta pripremiti i grundirati ovisno o podlozi		
Nosivi stari premazi <sup>1)</sup>	unutra/vani	izbrusiti/očistiti lužinom				

Napomena: Na praškastim premazima, premazima svitaka i zavojnica i drugim kritičnim podlogama prethodno izraditi probne površine i provjeriti vezanje za podlogu.

### Obrada:

Capalac Dickschichtlack se može nanositi četkom, valjkom ili špricanjem. Prije uporabe dobro promiješati i po potrebi razrijediti tehničkim benzinom, zamjenom za terpentini ili ljinim razrjeđivačem. Kod svjetlucah boja se optički ravnomjerne površine mogu ostvariti samo špricanjem. Na velikim površinama je neravnomjernost moguća i kod špricanja npr. zbog podjele površine u radne etape.

### Zaštita od korozije na željezo sa Capalac Dickschichtlack:

Sistemi za zaštitu od korozije kategorija C2, C3, C4 prema DIN 12944-5

Priprema površine: Pripremiti na stupanj čistoće SA 21/2 (čišćenje mlazom) prema DIN EN ISO 12 944-4.

Br.	Temeljni premaz	μm <sup>1)</sup>	Medupremaz	μm <sup>1)</sup>	Završni premaz	μm <sup>1)</sup>	pot. deb. sloja μm <sup>1)</sup>	Kategorija korozivnosti											
								C2 <sup>2)</sup>			C3 <sup>2)</sup>			C4 <sup>2)</sup>					
								L	M	H	L	M	H	L	M	H			
1	Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 7036	60			Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 7036	60	120												
2	Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80			Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80	160												
3 <sup>3)</sup>	Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 7036	60	Capalac Dickschichtlack npr. RAL 7036	60	Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 7036	60	180												
4 <sup>3)</sup>	Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80	Capalac Dickschichtlack npr. RAL 7036	60	Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 7036	60	200												
5 <sup>3)</sup>	Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80	Capalac Dickschichtlack Glimmer	80	Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80	240												

1) Referentna debljina sloja

2) Objašnjenja kategorija korozivnosti vidjeti dolje

3) Sa dokazom o prikladnosti (izvješće o ispitivanju) prema DIN EN ISO 12944 dio 6 za sistem br. 3, 4 i 5.

Plava = prikladno

Bijela = nije prikladno



Zaštita pocinčanog čelika od korozije sa Capalac Dickschichtlack (Duplex-sistem)  
 Premazni sustavi za kategorije korozivnosti C2, C3, C4 prema DIN EN ISO 12 944-5  
 Priprema površine: čišćenje mrežicom (DIN EN ISO 12 944-4).

Br.	Temeljni premaz	μm <sup>1)</sup>	Medupremaz	μm	Završni premaz	μm	pot. deb. sloja μm	Kategorija korozivnosti											
								C2			C3			C4					
								L	M	H	L	M	H	L	M	H			
1*	Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 5010	60			Capalac-Dickschichtlack npr. RAL 5010	60	120												
2*	Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80			Capalac-Dickschichtlack Glimmer	80	160												

\* Sa dokazom o prikladnosti (izvješće o ispitivanju) prema DIN EN ISO 12 944 dio 6.

## Objašnjenja

Kategorije korozivnosti (vidjeti DIN EN ISO 12944 dio 2)

Kategorija/ opterećenje	Primjeri tipičnih uvjeta u okolišu odnosno opterećenja u umjerenj klimi	
	vani	unutra
C2 malo	Atmosfera s malim onečišćenjem. Uglavnom kontinentalna područja.	Negrijane zgrade, gdje može doći do kondenzacije npr. skladišta, sportske dvorane.
C3 umjereno	Gradska i industrijska atmosfera, umjereno onečišćenje sumpornim dioksidom. Obalna područja izložena slabom djelovanju soli.	Proizvodni prostori visoke vlažnosti i s malo onečišćenja u zraku npr. pogoni za proizvodnju prehrambenih proizvoda, praonice, pivovare, mljekare.
C4 jako	Industrijska područja i obalna područja izložena umjerenom djelovanju soli.	Kemijski pogoni, kupališta, spremišta za čamce iznad morske vode.

## Trajanje zaštite

(vidjeti DIN EN ISO 12 944 dio 1 i 5)

Trajanje zaštite je očekivano vrijeme postojanosti nekog premaznog sistema do prvog popravljanja. Kod navedenih vremenskih razdoblja se radi o iskustvenim vrijednostima koji naručitelju radova mogu pomoći da ekonomično odredi program popravljanja. Trajanje zaštite nije vrijeme pod jamstvom!

Razdoblje	Trajanje zaštite u godinama
Low (L)	2–5
Middle (M)	5–15
High (H)	preko 15

## Potrošnja

Potrošnja/debljina sloja:					
Korišteni alat	Vrsta materijala	Potrošnja/m <sup>2</sup>	srednja potrošnja/m <sup>2</sup>	srednja debljina mokrog filma	srednja debljina suhog filma
Kist/valjak	Lak (toniran)	100–125 ml	ca. 115 ml	ca. 115 µm	ca. 65 µm
	Glimmer i DB-nijanse	125–160 ml	ca. 140 ml	ca. 140 µm	ca. 80 µm
	RAL 9006 i Kupfer	100–125 ml	ca. 115 ml	ca. 115 µm	ca. 60 µm
Špricanje	Lak (toniran)	100–125 ml	ca. 115 ml	ca. 115 µm	ca. 65 µm
	Glimmer i DB-nijanse	150–180 ml	ca. 160 ml	ca. 160 µm	ca. 80 µm
	RAL 9006 i Kupfer	125–150 ml	ca. 135 ml	ca. 135 µm	ca. 70 µm

Vrijednosti potrošnje i debljine sloja su okvirne vrijednosti koje mogu odstupati ovisno o podlozi i njenim svojstvima. Točnu vrijednost potrošnje odrediti prethodnim probnim premazivanjem.

### Uvjeti primjene/vanjski uvjeti

### Temperatura materijala, zraka i podloge:

Min. 5 °C

### Vrijeme sušenja

Pri 20 °C i 65 % relativne vlažnosti	suho na prašinu	suho na dodir	može se premazivati	potpuno suho
nakon sati	4	8	24	nakon ca. 5 dana

Kod nižih temperatura i više vlažnosti zraka se vremena sušenja produljuju. Vrijeme sušenja može se ubrzati dodatkom 5 vol. % Capalac PU-Härter (učvršćivač na bazi poliuretana).

### Čišćenje alata

Nakon upotrebe testbenzinom, zamjenom za terpentini ili uljnim razrjeđivačem.

## Savjeti za sigurno rukovanje i dodatne napomene

### Oznake upozorenja «H» / Oznake obavijesti «P»

Zapaljiva tekućina i para. Može izazvati pospanost ili vrtoglavicu. Štetno za vodeni okoliš s dugotrajnim učincima. Ponavljano izlaganje može prouzročiti sušenje ili pucanje kože. Čuvati izvan dohvata djece. Čuvati odvojeno od topline, vrućih površina, iskri, otvorenih plamena i ostalih izvora paljenja. Ne pušiti. Ne udisati pare/aerosol. Spriječiti dodir s očima, kožom ili odjećom. Rabiti samo na otvorenom ili u dobro prozračenom prostoru. Izbjegavati ispuštanje u okoliš. AKO SE PROGUTA: isprati usta. NE izazivati povraćanje. Sadrži 2-butanon oksim, Bis(1,2,2,6,6-pentametil-piperidil)sebacat, kobaltneodekanoat, metil-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil) sebacat. Može izazvati alergijsku reakciju.

### Odlaganje

Na reciklažu davati samo ambalažu praznu bez ostataka. Ambalažu s ostacima odlagati na sabirnom mjestu za stare lakove.

### HOS

A(i), 500 g/l; maks. 490 g/l

### Kod proizvoda boja i lakova

M-LL01

### Deklaracija sadržaja

Epoksidna smola, titan dioksid, pigmenti, metalik efekt pigmenti, mineralna punila, alifati, glikol eter, aditivi.

### Detaljniji podaci

Vidjeti Sigurnosno-tehnički list.

### Služba za korisnike

Caparol d.o.o., Sveta Nedelja, Obrtnička 15  
tel: 01/3373-731  
fax: 01/3373-733  
mail: info@caparol.hr  
Više informacija: www.caparol.hr

## Tehničke informacije br. 091 · Stanje: Travanj 2019

Ove tehničke informacije su sastavljene na temelju najnovijeg stanja tehnike i naših iskustava. U pogledu mnoštva raznih podloga i uvjeta na objektima, kupac / korisnik ima obvezu na vlastitu odgovornost provjeriti prikladnost naših proizvoda za predviđenu svrhu, stručno i propisno.

Tehničke informacije važe samo u najnovijem izdanju. Po potrebi se uvjerite u aktualnost ovog izdanja na adresi www.caparol.de.

CAPAROL Farben Lacke Bautenschutz GmbH · Roßdörfer Straße 50 · 64372 Ober-Ramstadt · Telefon (0 6154) 71-0 · Telefax (0 6154) 711351 · Internet www.caparol.de  
Niederlassung Berlin · Schnellerstraße 141 · 12439 Berlin · Telefon (0 30) 63 94 6-0 · Telefax (0 30) 63 94 62 88

## HENEDUR Eurodeck (Sve nijanse)

### Opis proizvoda

Henedur Eurodeck je jednokomponentni brzosušeci pokrivni premaz na osnovi alkidnog veziva. Otporan je na ulja i vrlo dobro štiti od korozije u kombinaciji sa Henedur Eurgund Industry temeljem.

### Područje primjene:

- Koristi se kao pokrivni premaz u zaštiti građevinske i poljoprivredne mehanizacije, zaštititi čeličnih konstrukcija i ostalih čeličnih površina.

TEHNIČKI PODACI	
Sastav	Alkidne smole, pigmenti, punila
Nijanse	Prema RAL ton karti
Gustoća	1,2 do 1,5 5±0,05g/cm <sup>3</sup>
Sadržaj suhe tvari volumno	43 +/- 1 Vol.%, (ovisno o nijansi)
Sadržaj suhe tvari težinski	62 +/- 2 % (ovisno o nijansi)
Teoretska potrošnja	5 m <sup>2</sup> /kg kod 80µm suhog filma
Faktor mokrog filma	2,3 (ovisno o nijansi)

### Postupak nanošenja

#### Priprema površine

- Podloga mora biti dobro pripremljena (čista i suha) bez nečistoća i masnoća.
- Hrđu mehanički ukloniti brušenjem, četkanjem ili pjeskarenjem i zaštititi odgovarajućim temeljnim premazom

Vrsta nanosa	Kistom ili prskanjem		
	Tlak	Otvor mlaznice	Viskozitet spricanja DIN 53211 20°C
Zračna šprica	3-5bar	1,3-1,7mm	25-30" 4mm
Airmix/Airless	120-150bar	0,23-0,33mm	35-60" 6mm
Navedene vrijednosti tlaka i veličine mlaznice podaci su utvrđeni u laboratoriju. Odstupanja su moguća, ovisno o primjeni.			
Prakt. potrošnja	Cca 5 m <sup>2</sup> /kg kod 80µm suhog sloja		
Razrjeđivač	Za mazanje: bez razrjeđenja		
	Za špricanje: 5-10% HENEVISK Kunstharzverdunnung ili HENEVISK Nitroverdunnung		
Sušenje	Na prašinu:	nakon 20 - 30 min	
	Na dodir:	Nakon 60 - 90 min	
	Potpuno suh:	Nakon 24 h	
VOC-regulativa	Granična vrijednost Europske unije za ovaj proizvod: 500 g / l (2010) Ovaj proizvod sadrži najviše 499 g / l VOC		
Skladištenje	Min. 24 mjeseca u originalnoj ambalaži na temperaturi između 5 i 30° C.		
Pakiranje	1kg, 5 kg, 35 kg polusjajni, 1 kg, 5 kg, 30 kg sjajni		

With the publication of this information sheet, all previous data no longer valid. Our written recommendations, technical information sheets, instructions, etc. are provided by the present findings, compiled in good faith and based on his own experiments, research and practical experience. Our technical advice is not binding. This also applies to rights of third parties. The use and processing of our products through your tech-savvy professionals is your responsibility, because our products here are subject to factors that are beyond our control and we can not be assessed because of their complexity. This also requires an examination of our products for their suitability in your intended area of application. Notes taken regarding classification, toxicity and protective measures please see the relevant safety data sheet. Our products are expertly kept tightly sealed and keep away from children. In other respects our general sales, delivery and payment conditions.