



DIPLOMSKI RAD

***PRIMJENA HLAPIVIH INHIBITORA  
KOROZIJE U MALOJ BRODOGRANJI***

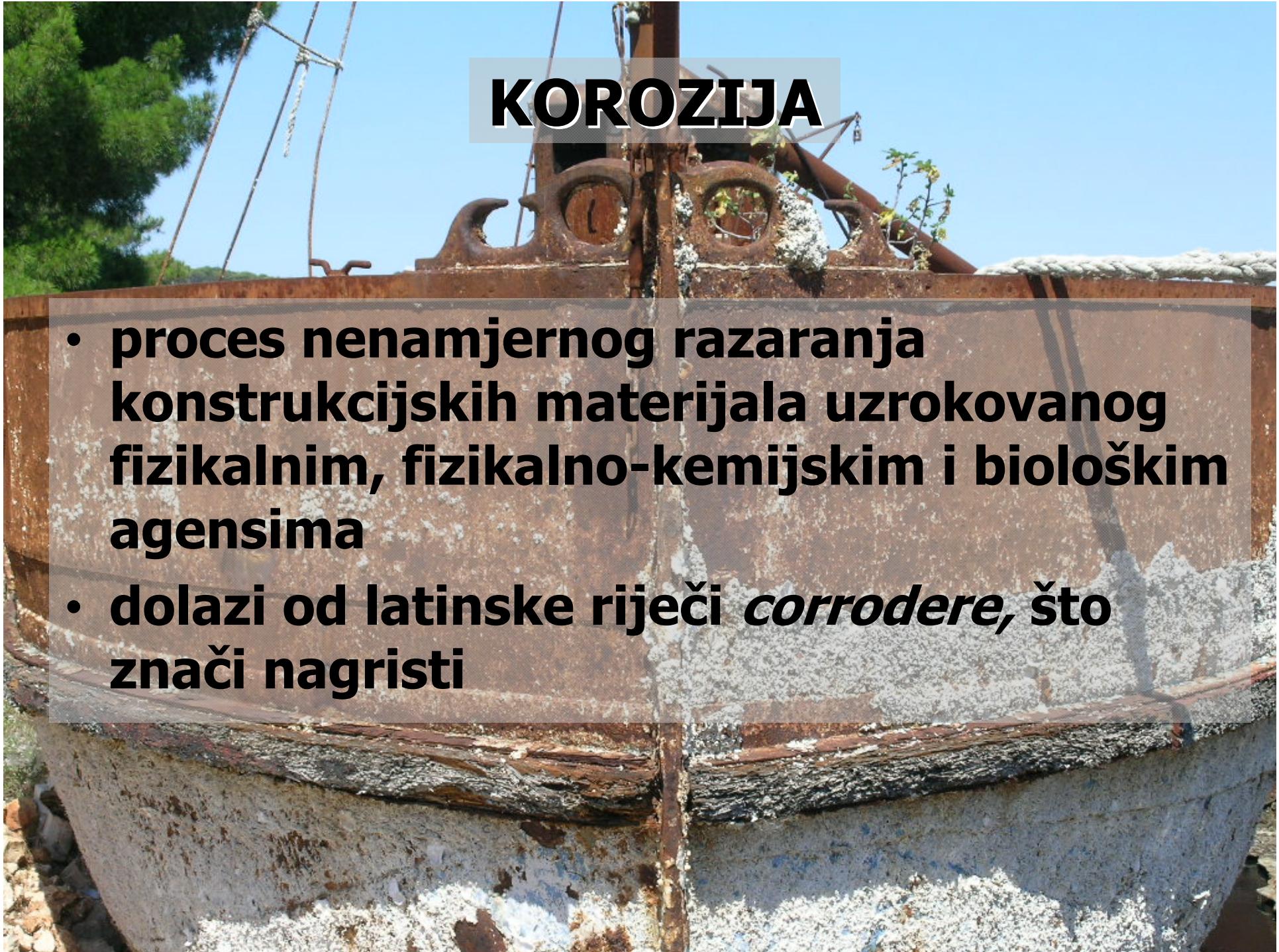
***Mentor:***

***Prof. dr. sc. Ivan Juraga***

***Blaženka Huljev***

# KOROZIJA

- proces nenamjernog razaranja konstrukcijskih materijala uzrokovanih fizikalnim, fizikalno-kemijskim i biološkim agensima
- dolazi od latinske riječi *corrodere*, što znači nagristi





# KOROZIJA U MORSKOJ SREDINI

## Morska atmosfera

- Vlažnost
- Sastav zraka
- Lokacija
- Orientacija
- Temperatura
- Sunčeva svjetlost
- Vjetar
- Vrijeme izlaganja
- Utjecaj godišnjeg doba

## Morska voda

- Koncentracija soli (salinitet)
- Temperatura
- Koncentracija kisika
- Vrijednost pH
- Onečišćenja
- Obraštanje biljnim i životinjskim kolonijama

# EKONOMSKO ZNAČENJE KOROZIJE

- Budući da su svi materijali u određenim okolnostima podložni koroziji, uslijed korozije nastaju znatni gubici
- Prema istraživanjima između 1999. i 2001. godine u SAD-u direktni troškovi korozije iznose: 3.1% BDP-a → 276 milijardi US \$ → 1000 US \$ godišnje po stanovniku

# METODE ZAŠTITE OD KOROZIJE U BRODOGRADNJI



# **ZAŠTITA INHIBITORIMA KOROZIJE**

- tvari anorganskog ili organskog podrijetla  
koje u vrlo malim koncentracijama  
smanjuju brzinu korozije do tehnološki  
prihvatljivih vrijednosti**



# KLASIFIKACIJA INHIBITORA

- **ANODNI INHIBITORI** - sprječavaju ionizaciju metala
- **KATODNI INHIBITORI** - izravno koče katodnu reakciju (redukciju vodika ili kisika) ili djeluju kao taložni inhibitori, tvoreći na lokalnim katodama netopljive produkte
- **MJEŠOVITI** - imaju dvostruko djelovanje, i anodno i katodno

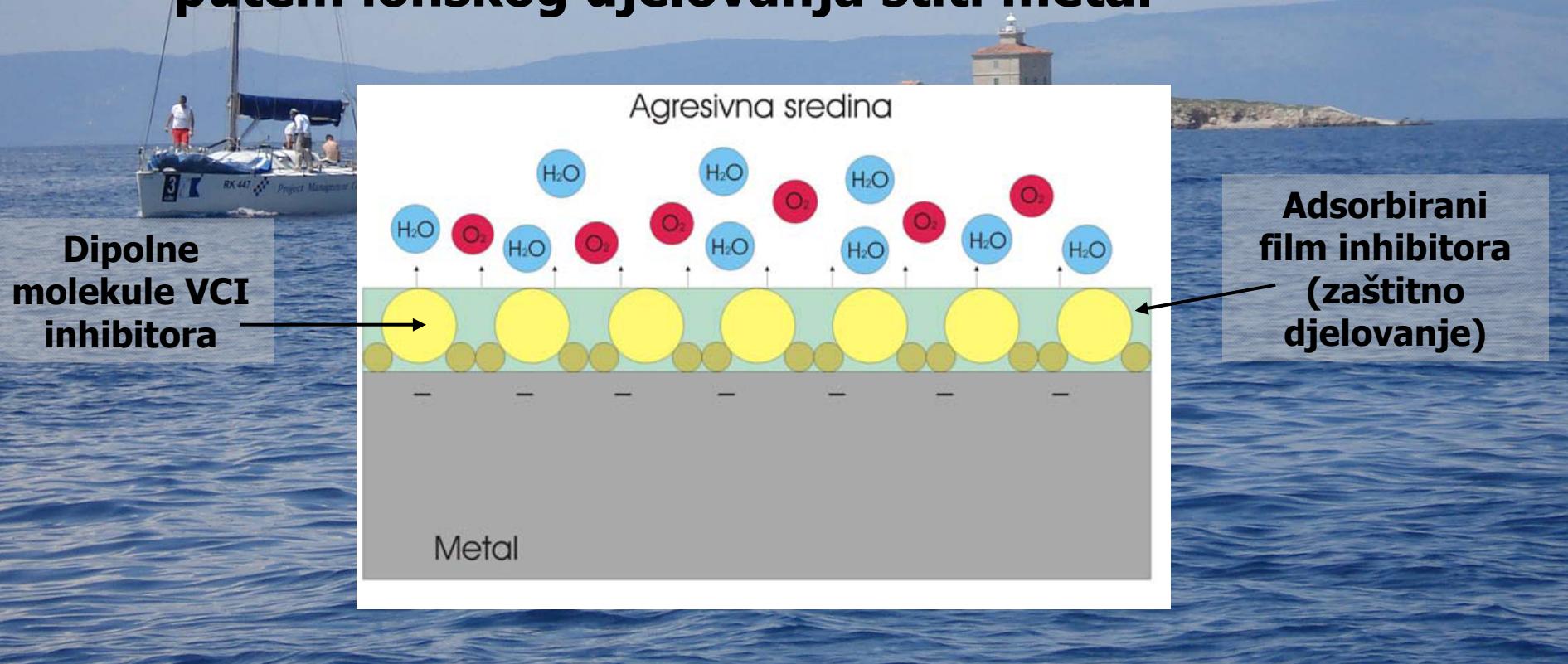
# HLAPIVI INHIBITORI KOROZIJE

- **VCI, engl. *volatile corrosion inhibitor***
- **čine posebnu skupinu inhibitora koji štite metale od atmosferske korozije**
- **organske tvari u čvrstom stanju koje imaju dovoljno visok tlak para da bi sublimacijom (izravno isparavanje čvrste faze) učinile nekorozivnim okolni zrak ili neki drugi plin**
- **koriste se u obliku praha ili se njihovom alkoholnom otopinom natapaju papiri, odnosno spužvaste tvari (najčešće spužvasti poliplasti)**



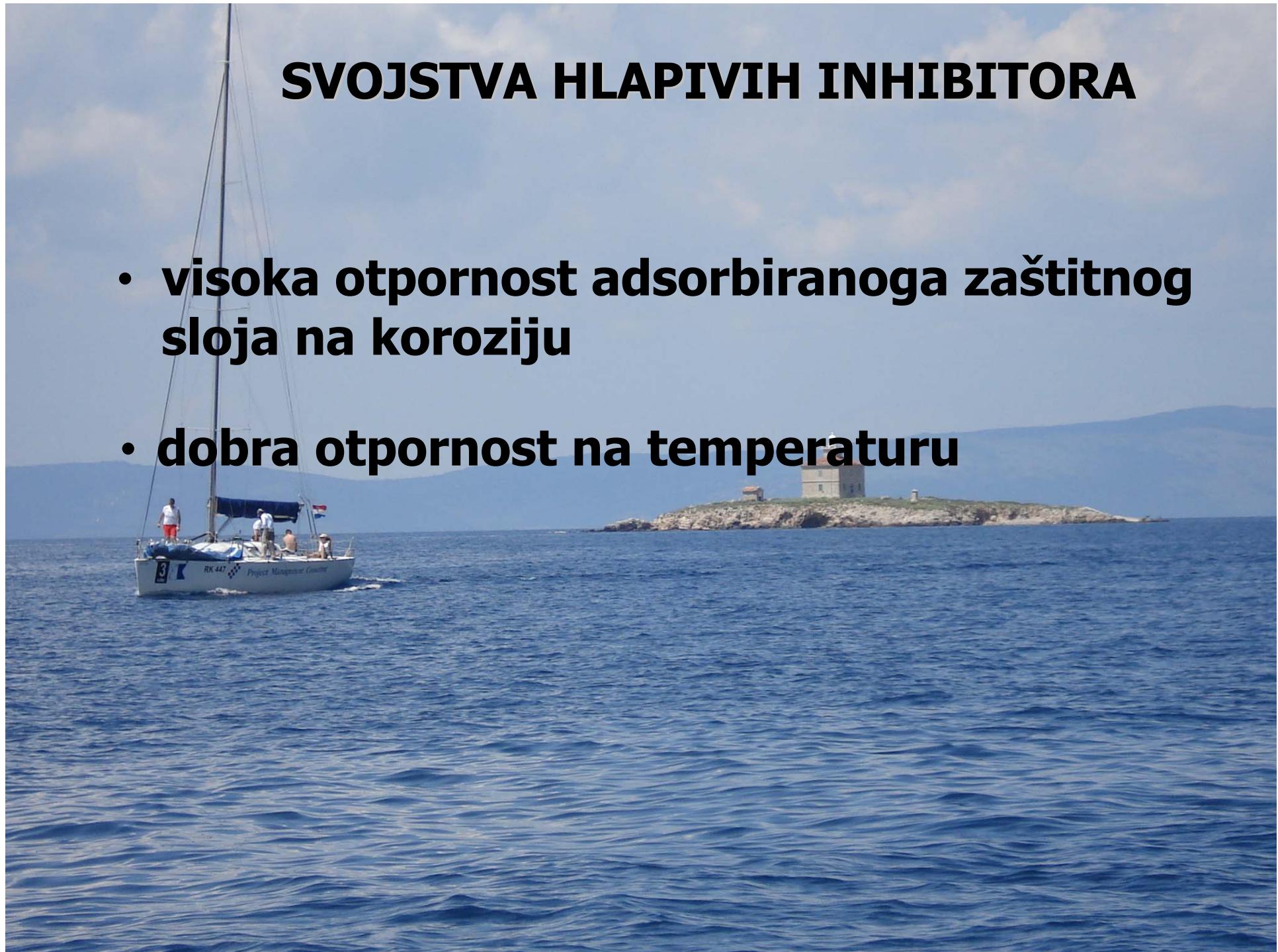
# MEHANIZAM DJELOVANJA HLAPIVIH INHIBITORA

- isparavanjem, hlapivi inhibitori putuju prema svim dijelovima metalne površine te je pokrivaju
- pri dodiru s metalnom površinom, para inhibitora se kondenzira u tanki monomolekularni film koji putem ionskog djelovanja štiti metal



# SVOJSTVA HLAPIVIH INHIBITORA

- visoka otpornost adsorbiranoga zaštitnog sloja na koroziju
- dobra otpornost na temperaturu



# **OPTIMALNA KONCENTRACIJA INHIBITORA**

- točno određivanje optimalne koncentracije inhibitora je vrlo značajno**
- svaka koncentracija inhibitora nije djelotvorna**
- da bi bio djelotvoran, inhibitor mora biti ne samo sposoban inhibirati koroziju nego i biti prisutan u odgovarajućoj količini na površini metala**

# PRIMJENA HLAPIVIH INHIBITORA KOROZIJE U BRODOGRADNJI



Brodogradilište "Uljanik"



Brodogradilište "Uljanik"



19-14:27

Cortec



Internet



"Đuro Đaković"



Brodogradilište "Viktor Lenac"

# PRIMJENA HLAPIVIH INHIBITORA KOROZIJE U MALOJ BRODOGRADNJI



Stup razvoda struje



Dovod električne energije



Električni spojevi



Prostor električnih instalacija



Prostor pogonskog stroja



Pogonski stroj



Skladišni prostor



Kormilarski uređaj

# EKSPERIMENTALNI DIO

- Ispitivanja otpornosti čeličnih uzoraka prema koroziji u vlažnoj komori (DIN EN ISO 6270 – 2)
- Ispitivanja otpornosti čeličnih uzoraka prema koroziji u slanoj komori (HRN ISO 9227:1999)
- Terenska ispitivanja otpornosti čeličnih uzoraka prema koroziji u morskoj atmosferi



# PRIPREMA UZORAKA

- odmašćivanje s acetonom i ručnog četkanja već izrezanih uzoraka od ugljičnog čelika
- nanošenje hlapivih inhibitora korozije na površinu uzorka za ispitivanje prskanjem
- Ijepljenje emitera na stijenku kućišta gdje se nalazi uzorak



# PLAN ISPITIVANJE U VLAŽNOJ I SLANOJ KOMORI

	priprema površine	vrsta zaštite	smještaj	ispitivanje
<b>uzorak 1</b>	odmašćivanje s acetonom	emiter inhibitora (VpCl – 111)	u kućištu	vlažna komora
<b>uzorak 2</b>	odmašćivanje s acetonom	emiter inhibitora (VpCl – 111)	u kućištu	slana komora
<b>uzorak 3</b>	odmašćivanje s acetonom	bez zaštite	u kućištu	vlažna komora
<b>uzorak 4</b>	odmašćivanje s acetonom	bez zaštite	u kućištu	slana komora
<b>uzorak 5</b>	odmašćivanje s acetonom	sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)	u kućištu	vlažna komora
<b>uzorak 6</b>	odmašćivanje s acetonom	sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)	u kućištu	slana komora
<b>uzorak 7</b>	odmašćivanje s acetonom	sprej za podmazivanje s inhibitorom	-	vlažna komora
<b>uzorak 8</b>	odmašćivanje s acetonom	sprej za podmazivanje s inhibitorom	-	slana komora
<b>uzorak 9</b>	odmašćivanje s acetonom	inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)	-	vlažna komora
<b>uzorak 10</b>	odmašćivanje s acetonom	inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)	-	slana komora
<b>uzorak 11</b>	odmašćivanje s acetonom	bez zaštite	-	vlažna komora
<b>uzorak 12</b>	odmašćivanje s acetonom	bez zaštite	-	slana komora



# ISPITIVANJE UZORAKA U VLAŽNOJ KOMORI

## stanje uzorka nakon 24 sata ispitivanja

u kućištu			
	Emiter inhibitora (VpCl – 111)	Sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)	Nezaštićen
			
	Sprej za podmazivanje s inhibitorom	Inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)	Nezaštićen

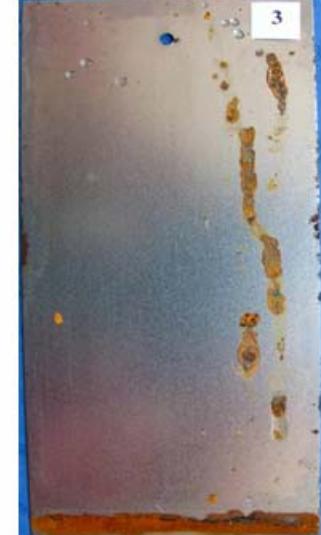
# ISPITIVANJE UZORAKA U VLAŽNOJ KOMORI

## stanje uzorka nakon 96 sati ispitivanja

u kućištu	1	5	3
Emiter inhibitora (VpCl – 111)			
Sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)			
Nezaštićen			
7	9	11	
			
Sprej za podmazivanje s inhibitorom	Inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)	Nezaštićen	

# ISPITIVANJE UZORAKA U VLAŽNOJ KOMORI

## stanje uzorka nakon 144 sati ispitivanja

u kućištu	1	5	3
Emiter inhibitora (VpCl – 111)			
Sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)			
Nezaštićen			
7	9	11	
Sprej za podmazivanje s inhibitorom			
Inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)			
Nezaštićen			

# ISPIТИВАНJE UZORAKA U SLANOJ KOMORI

## stanje uzorka nakon 2 sata ispitivanja

u kućištu			
	Emiter inhibitora (VpCl – 111)	Sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)	Nezaštićen
			
	Sprej za podmazivanje s inhibitorom	Inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)	Nezaštićen

# ISPIТИВАНJE UZORAKA U SLANOJ KOMORI

## stanje uzorka nakon 4 sata ispitivanja

u kućištu			
Emiter inhibitora (VpCl – 111)			Nezaštićen
Sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)			Nezaštićen
Sprej za podmazivanje s inhibitorom			Nezaštićen
Inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)			Nezaštićen

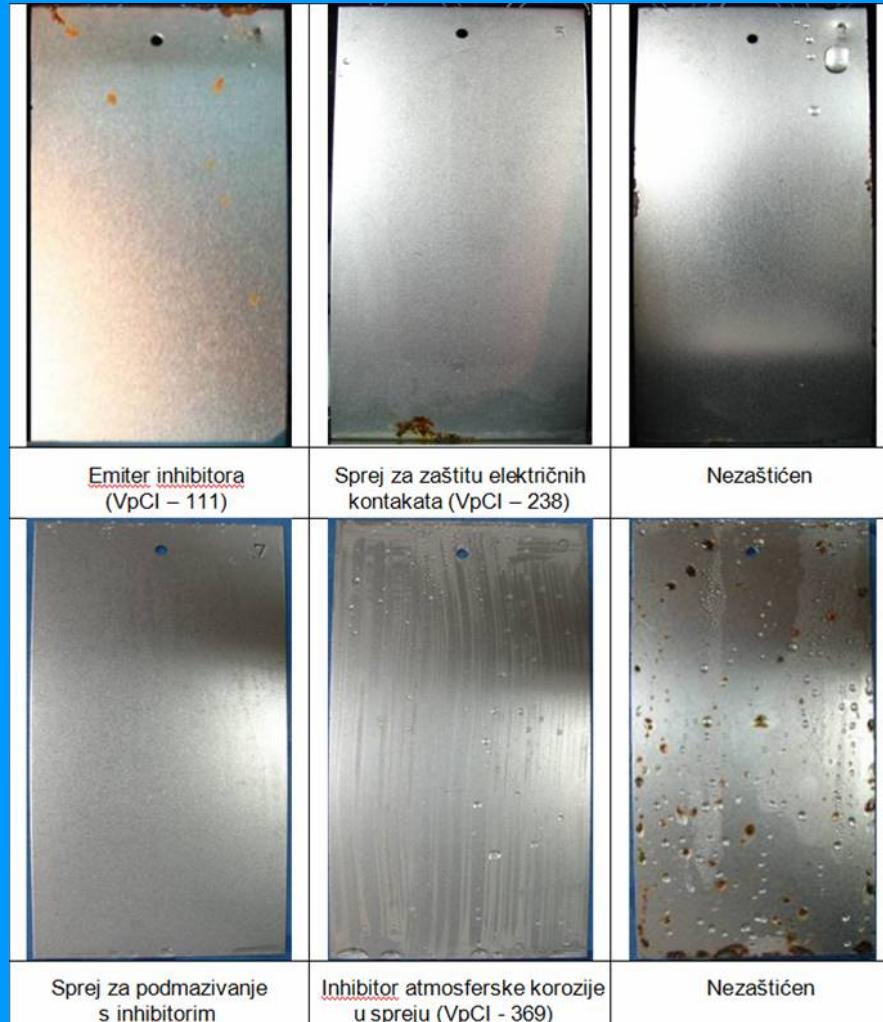
# ISPIТИВАНJE UZORAKA U SLANOJ KOMORI

## stanje uzorka nakon 24 sata ispitivanja

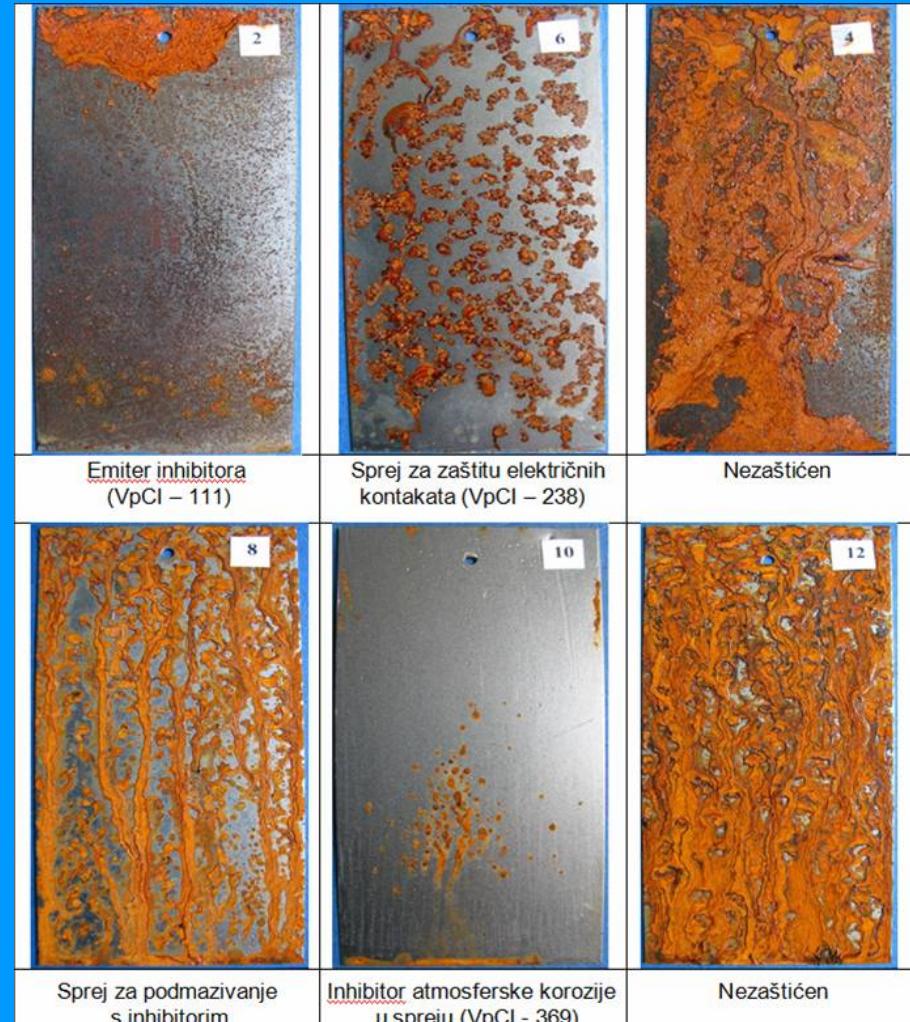
u kućištu	2	6	4
Emiter inhibitora (VpCl – 111)			
Sprej za zaštitu električnih kontakata (VpCl – 238)			
Nezaštićen			
8	10	12	
Sprej za podmazivanje s inhibitorom			
Inhibitor atmosferske korozije u spreju (VpCl - 369)			
Nezaštićen			

# USPOREDBA REZULTATA

## Vlažna komora nakon 24 h

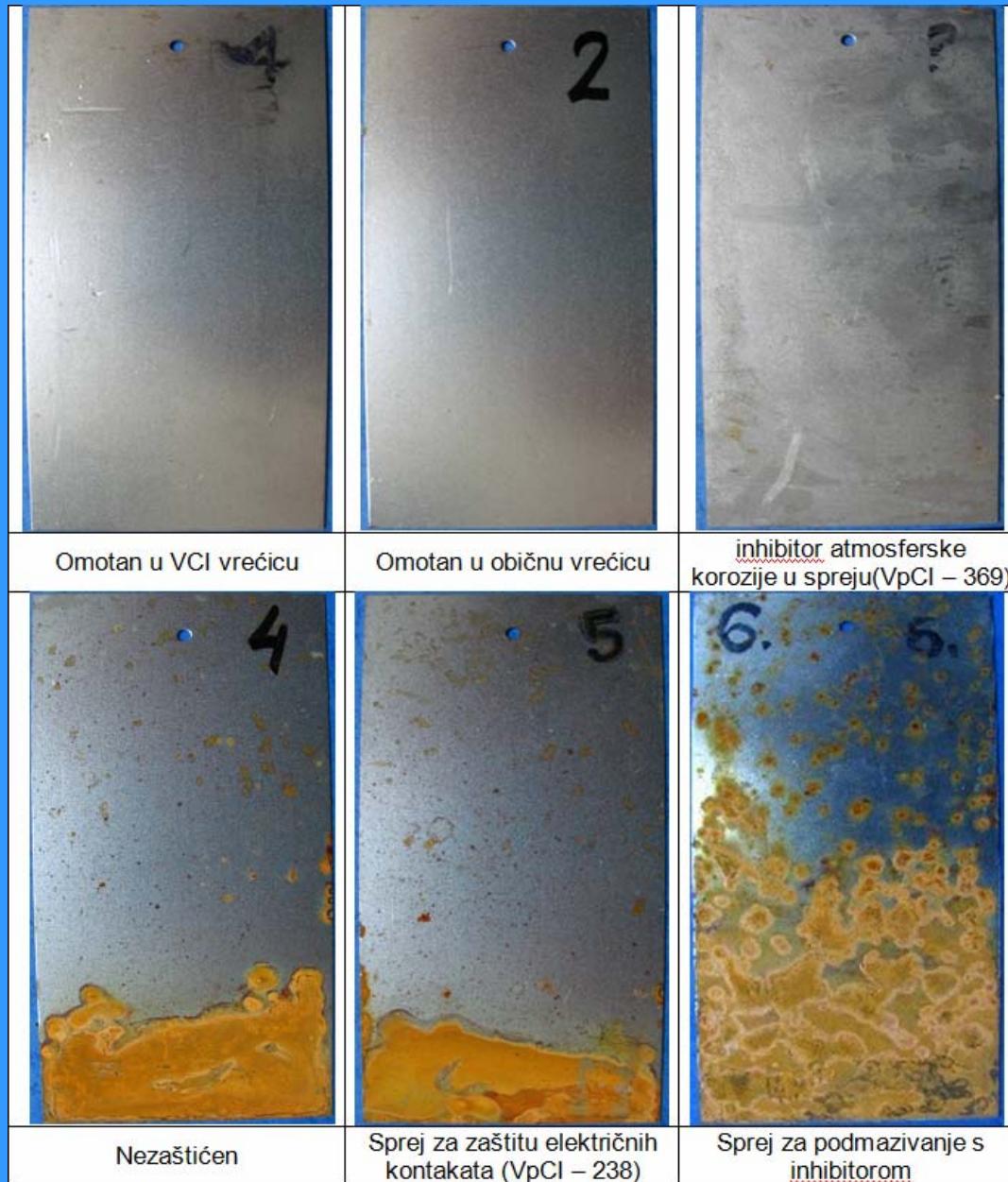


## Slana komora nakon 24 h



# ISPITIVANJE UZORAKA U MORSKOJ ATMOSFERI

## stanje uzorka nakon 15 dana ispitivanja



## ZAKLJUČAK

- **Eksperimentalni rad je pokazao mogućnost uporabe hlapivih inhibitora korozije u maloj brodogradnji na području konzerviranja dijelova te za zaštitu električnih dijelova brodskih instalacija i opreme**
- **Iako se još uvijek ne koriste u dovoljnoj mjeri inhibitori korozije imaju veliku mogućnost primjene, no to treba prepoznati i tehnologiju primijeniti na odgovarajući način.**
- **Primjena inhibitora korozije znači tehnološki kao i ekonomski napredak, kad se radi o zaštiti od korozije u brodogradnji.**