

The protective properties of self-assembled monolayers of stearic acid prepared by different application methods

Ekatarina Kristan¹, Katarina Marušić², Zana Hajdari¹, Helena Otmačić Ćurković¹

¹Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za elektrokemiju

²Institut Ruđer Bošković, Zavod za kemiju materijala

ekristan@fkit.hr, kmarusic@irb.hr

UVOD

Ekološki prihvatljiva metoda zaštite metalnih konstrukcija istraživana u ovome radu je modifikacija metalne površine tankim uređenim filmom stearinske kiseline, tzv. samoorganizirajućim monoslojem (SAM). On se formira adsorpcijom kiseline na površinu oksidom prekrivenog metala, pri čemu dolazi do kiselinsko-bazne reakcije između metalnog oksida i kiseline koju prati samoorganizacija alkilnih lanaca stearinske kiseline. Na taj način nastaje vrlo tanki, kompaktni zaštitni film na površini metala, koji sprječava penetraciju molekula vode i agresivnih iona na metalnu površinu. Formiranje monoslojeva se najčešće provodi metodom uranjanja (*dip-coating*), međutim, ova metoda relativno dugo traje te se njome troše velike količine radnih otopina. Stoga su u ovom radu ispitivane i druge metode nanošenja tankih filmova koje bi se mogle koristiti u praksi, kao što je elektrokemijska metoda te metoda prskanja.

EKSPERIMENTALNI DIO

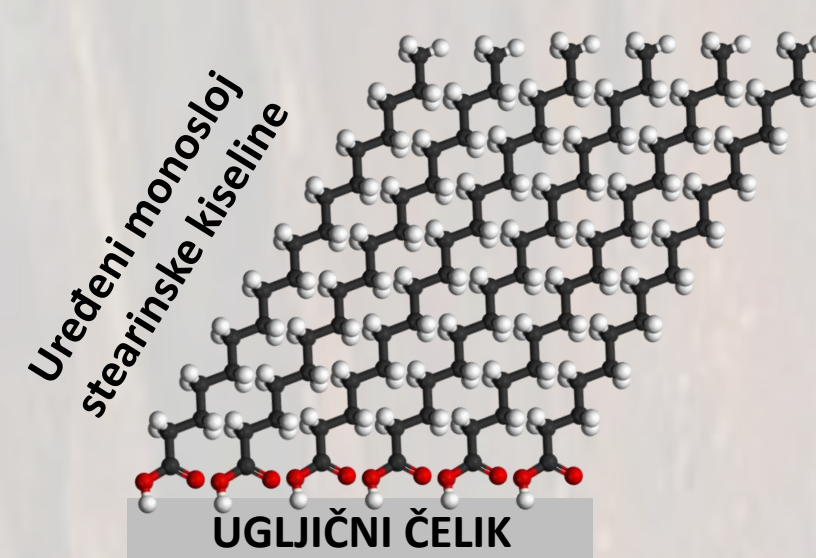
Elektrolit: Simulirana morska voda (otopina 3% NaCl)

Uzorak: Ugljični čelik C45E

Tablica 1. Sastav ugljičnog čelika C45E (u mas%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Ostalo
0.42	≤0.40	0.50-0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.4	≤0.10	≤0.40	Cr+Mo+Ni≤0.63

SAM: Stearinska kiselina ($c = 10^{-2}$ M)



Formiranje uređenog monosloja stearinske kiseline

Metode ispitivanja zaštitnih svojstava stearinske kiseline:

- Elektrokemijska ispitivanja
 - DC tehnike
 - Metoda Tafelove ekstrapolacije
 - AC tehnike
 - Elektrokemijska impedancijska spektroskopija
- Analiza površine
 - Metoda mjerenja kontaktnog kuta

Metode formiranja filmova stearinske kiseline:

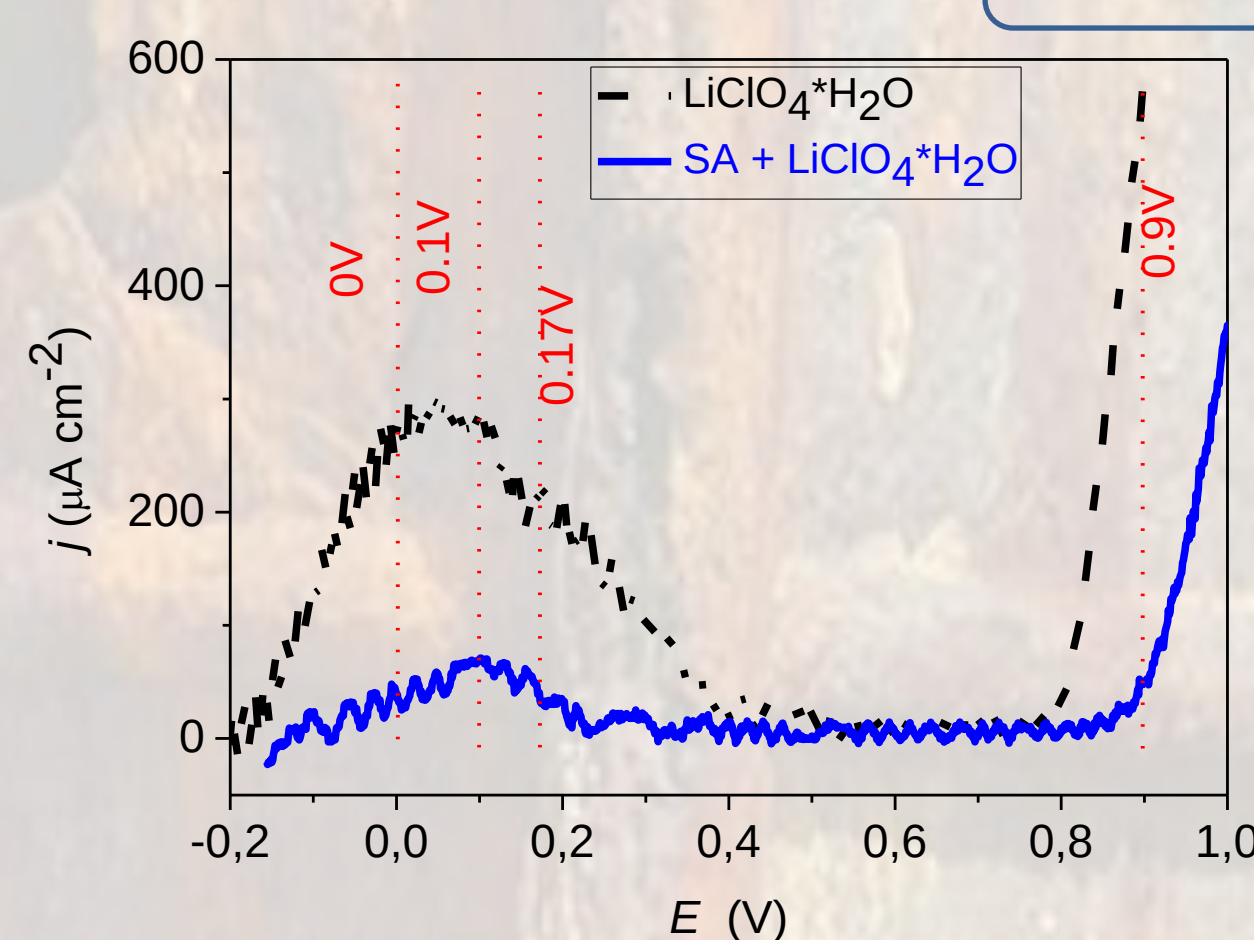
Metoda uranjanja

- Oksidacija metala : 72 h na 25 °C
- Tretman SK: uzorak uronjen u 10^{-2} M alkoholnu otopinu SK, 7 h na 40 °C
- Sušenje: 5h na 50 °C

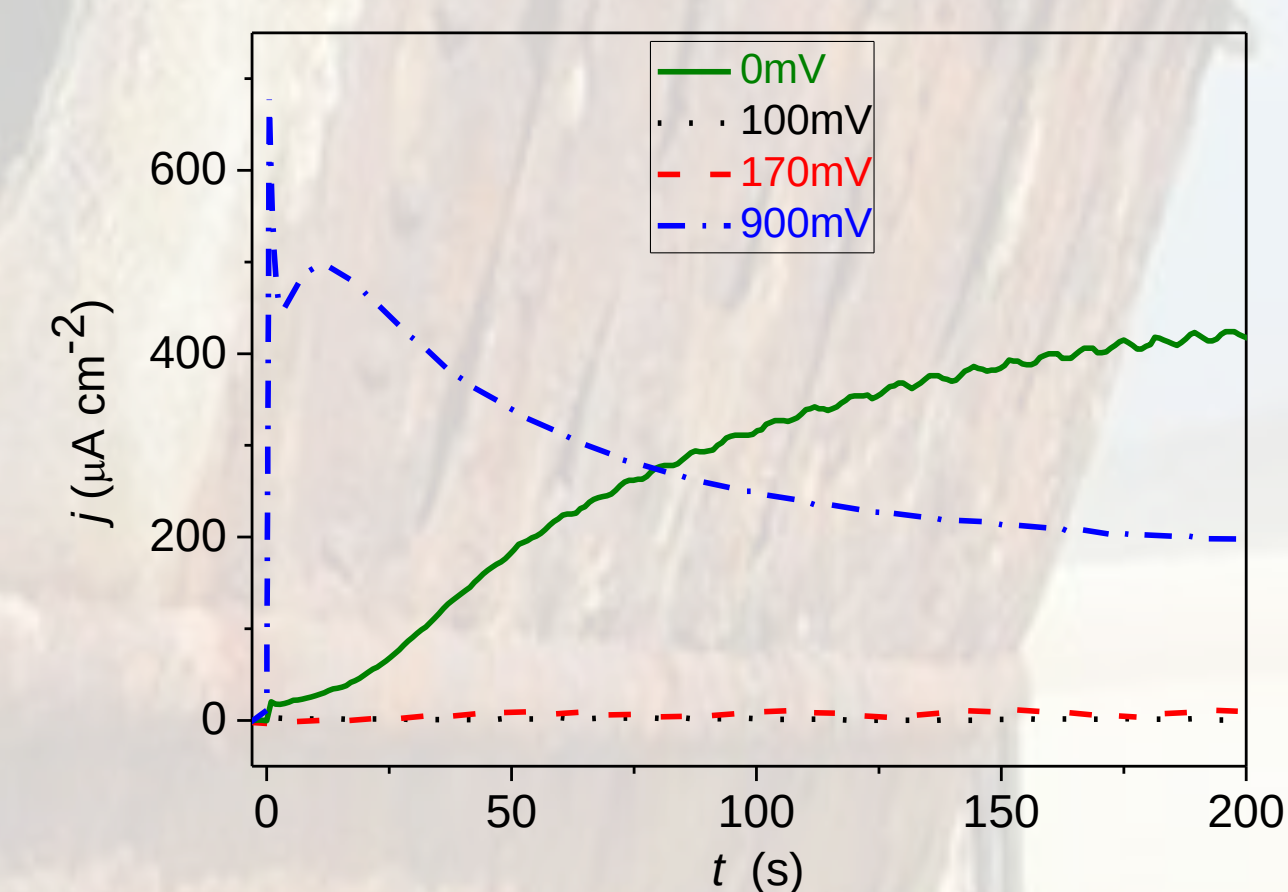
Metoda prskanja

- Oksidacija metala: 24 h na 25 °C
- Tretman SK: uzorak 5 puta sprejan s 10^{-2} M alkoholnom otopinom SK
- Sušenje: 5h na 50 °C

Elektrokemijska metoda

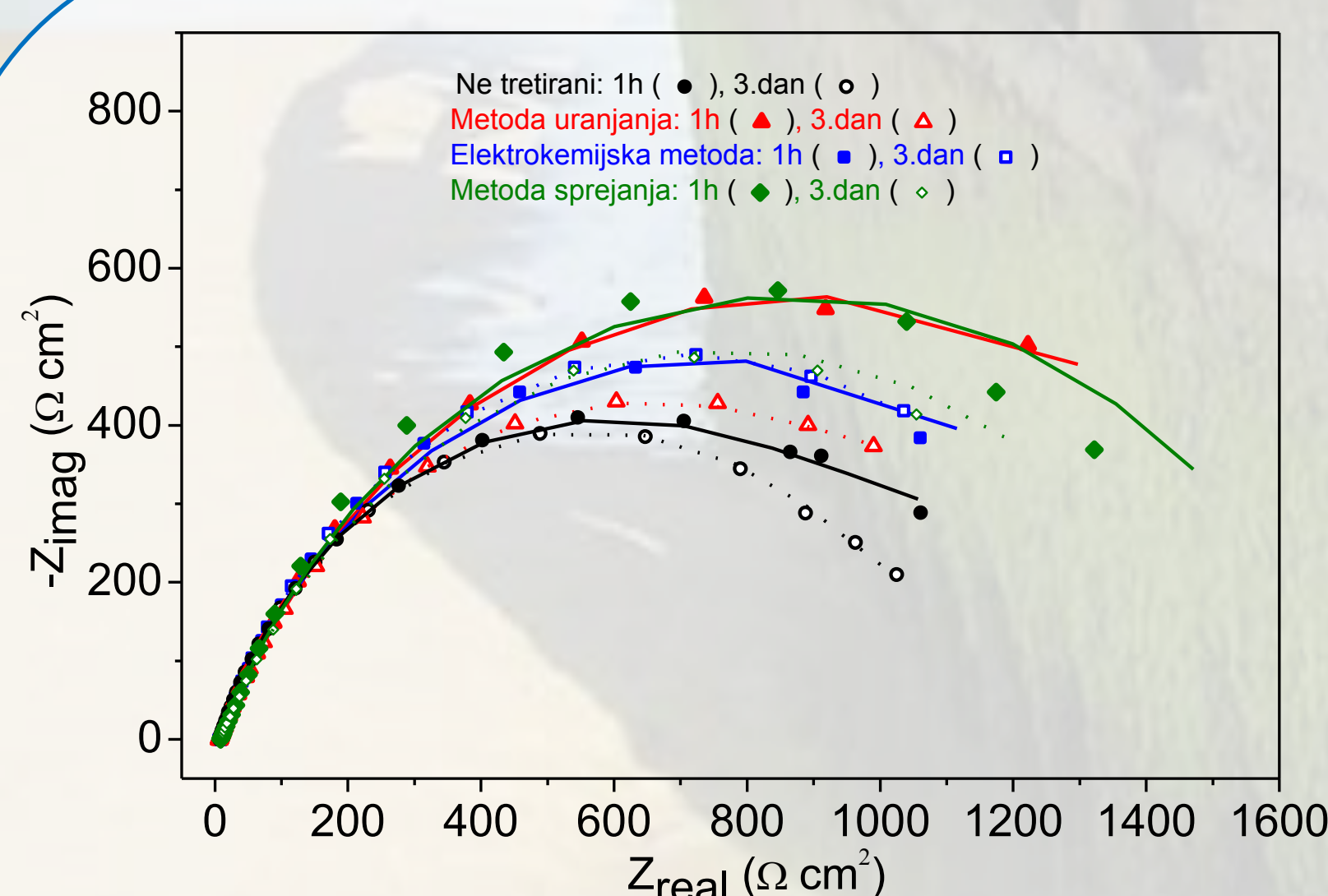


Anodna polarizacijska krivulja čelika u etanolu

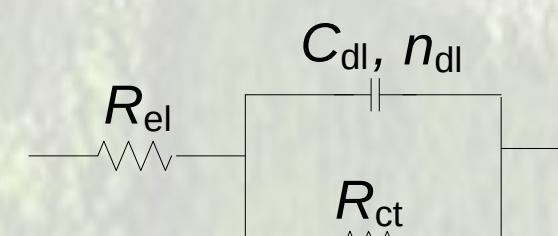


Kronoamperometrijske krivulje pri različitim potencijalima

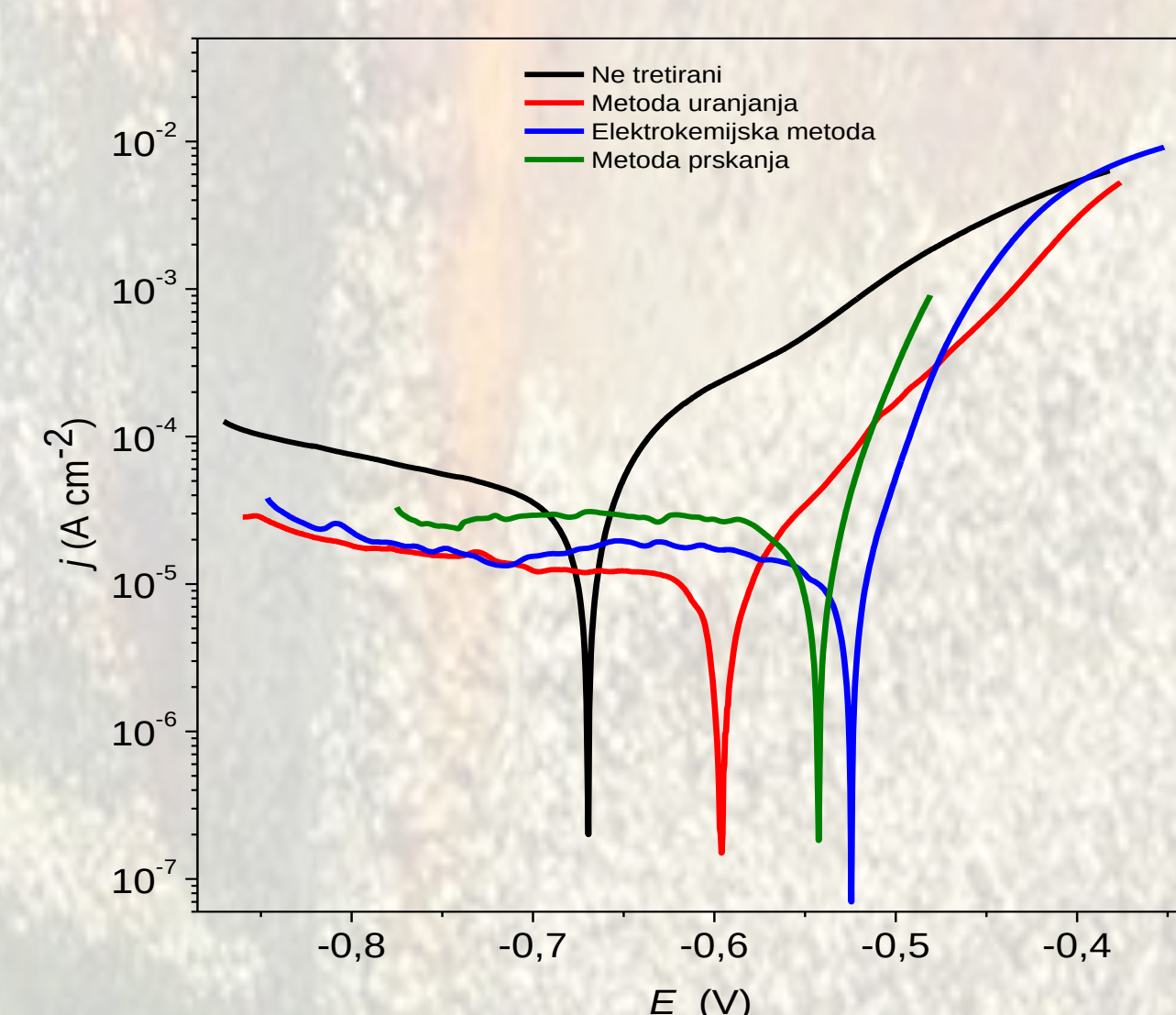
REZULTATI



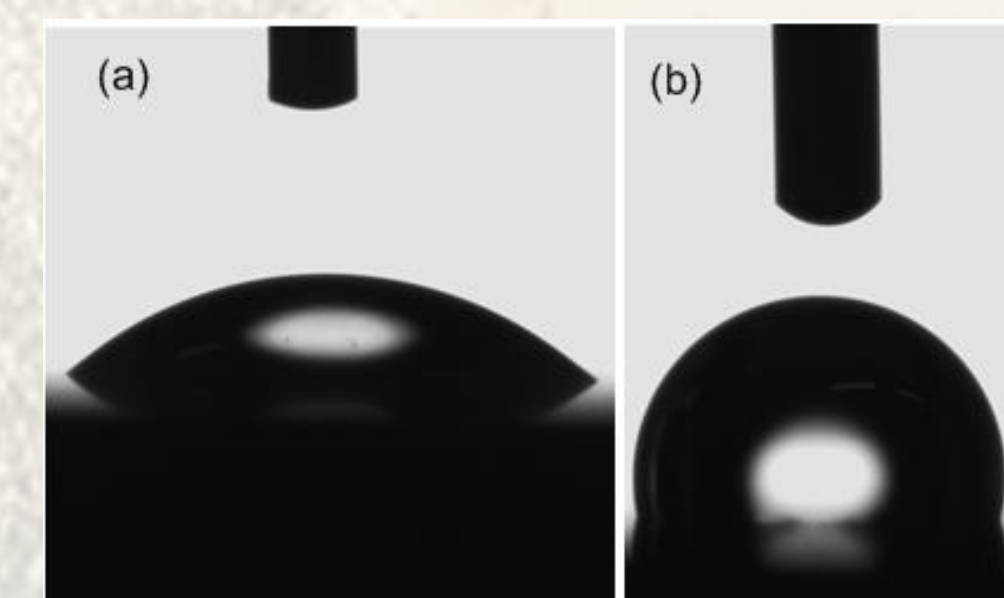
Nyquist-ov prikaz rezultata dobivenih metodom elektrokemijske impedancijske spektroskopije za različito pripremljene uzorke



Ekvivalentan električni krug korišten za usklađivanje EIS podataka



Polarizacijske krivulje čelika u simuliranoj morskoj vodi



Prikaz kapljica vode na različito pripremljenim uzorcima

Parametri dobiveni usklađivanjem eksperimentalnih EIS rezultata s modelom

	Vrijeme	R_{el} $\Omega \cdot cm^2$	C_{dl} $mF \cdot cm^2$	n_{dl}	R_{ct} $\Omega \cdot cm^2$
Netretirani uzorak	1h	7	2.795	0.77	1200
	3 dana	8	3.283	0.79	1111
Metoda uranjanja	1h	7	3.524	0.72	1803
	3 dana	7	3.529	0.75	1287
Elektrokemijska metoda	1h	6	2.385	0.74	1447
	3 dana	9	2.838	0.77	1417
Metoda prskanja	1h	8	1.922	0.74	1519
	3 dana	7	3.579	0.74	1349

Korozijski parametri dobiveni metodom Tafelove ekstrapolacije

	E_{corr} mV	b_a $mV \cdot dec^{-1}$	$-b_c$ $V \cdot dec^{-1}$	j_{corr} $\mu A \cdot cm^{-2}$	Z, %
Netretirani uzorak	-675±24	129±14	0.5±0.3	79.17±15.16	-
Metoda uranjanja	-675±24	64±38	1.3±0.6	15.56±2.06	80.34
Elektrokemijska metoda	-675±24	33±25	2.9±2.3	22.21±8.21	71.94
Metoda prskanja	-675±24	39±7	3.3±3.1	23.69±8.42	70.07

Rezultati mjerenja kontaktnog kuta

	Kontaktni kut, °
Netretirani uzorak	45±4
Tretirani uzorak	105.2±1.1

ZAKLJUČAK

Formiranje monoslojeva se najčešće provodi metodom uranjanja koja je pokazala najbolje rezultate, međutim, ova metoda relativno dugo traje te se njome troše velike količine radnih otopina. Elektrokemijska metoda i metoda prskanja su pokazale nešto lošiju korozijsku otpornost te učinkovitost zaštite, međutim, ove metode imaju prednosti u praktičnoj primjeni. Elektrokemijska metoda je vrlo brza metoda (traje samo 3 sekunde), dok je metoda prskanja vrlo praktična za upotrebu zbog jednostavnog nanošenja u obliku spreja. U daljnjem radu potrebno je provesti optimizaciju obje metode kako bi se povećala korozijska otpornost te učinkovitost zaštite.

ZAHVALA

Ovi materijali temelje se na radu koji je financirala Nacionalna zaklada za znanost, visoko školstvo i tehnološki razvoj Republike Hrvatske pod brojem 09.01/253.