

Pripremio i preveo: Ivan Rogan, dipl.ing., CorteCros d.o.o.  
Foto: CorteCros d.o.o.

## Postizanje održivosti

### Sprečavanje tragičnih događaja rušenja armiranobetonskih struktura korištenjem tehnologije migrirajućih inhibitora korozije (MCI®)

Prema inženjerskim propisima, životni vijek armiranobetonskih struktura je oko 50 godina. Životni vijek produžuje se redovitim održavanjem, a u protivnom bi strukturu trebalo srušiti i obnoviti. Koristeći MCI® tehnologiju u jako korozivnim uvjetima, betonske strukture će imati jaču otpornost na koroziju, a time i dužu trajnost. Povećanje trajnosti znači manje popravaka, poboljšanu strukturnu cjelovitost objekta i duži vijek trajanja, a to sve dovodi do veće održivosti.

Korozija je prirodna pojava koja može biti opasna za životni vijek armiranobetonske strukture. U biti, korozija je pogoršanje stanja materijala tijekom vremena. To je ogroman problem za inženjere koji koriste metalne armature u betonskim strukturama. Korištenje metala u betonskim strukturama može predstavljati opasnost za sigurnost cijelog objekta. Nažalost, najnoviji događaj urušavanja mosta u Italiji pokazao je kako zanemarivanje korozije može imati tragične posljedice. Nešto se pogriješilo s mostom Morandi u Genovi, koji je dovršen 1967. godine.

Inženjeri su izrazili veliku zabrinutost zbog neobičnih zajedničkih čeličnih užadi obložene betonom. Dizajner mosta Genova upozorio je prije četiri desetljeća da će zahtijevati stalno održavanje kako bi se uklonila pojava korozije, s obzirom na prisutnost morskog zraka i onečišćenja na površini betona. Također je prisutan zamor materijala metalnih elemenata, koji je osobito podmukao u čelicima visoke mehaničke čvrstoće kao što su niti, što je još uvijek malo poznato. Morandi most je četvrti most koji se srušio u posljednjih nekoliko godina što je važno upozorenje.

'Budući da ovaj ojačani i prednapregnuti betonski most ima više od 35 godina, mogu-



*Prije deset godina, međudržavni most 35W preko rijeke Mississippi srušio se, a automobili, kamioni i školski autobus pali su u rijeku i na stjenovitu obalu*

će je da je korozija u ovom slučaju bila važan faktor', kazala je Ivana Lipošćak, Cortecov tehnolog za MCI® tehnologiju za Europu, te dodala: 'Dugoročna izloženost vijadukta velikom prometu, smještenom u agresivnom okruženju pokazuje da u vrijeme planiranja očito nisu bili poznati i razmatrani mnogi



**MCI® inhibitori migriraju kroz pore betonske strukture i stvaraju zaštitni molekularni sloj na metalnoj površini ugrađene armature**



koncepti održivosti mosta. Zbog vibracija u betonu dolazi do mikropukotina kroz koje vlaga kapilarnim prodiranjem dovodi do oksidacije i korozije čelika te na taj način struktura postupno gubi nosivost.

## RAZARANJE ARMIRANOBETONSKIH STRUKTURA GLOBALNI JE PROBLEM

U proljeće 2000. godine u Sjevernoj Karolini ljudi su se vraćali na parkiralište preko mosta kad se betonska struktura mosta urušila na sredini. Nakon pregleda utvrđeno je da su svih 11 čeličnih užadi, koji su držali most zajedno, bili korodirani, a most je popustio pod težinom. Korozija je uzrokovana velikim prisustvom kalcijevog klorida, anorganskih spojeva soli koji su jako korozivni prema čeliku. Čelični kablovi bili su ispunjeni talogom anorganskih spojeva soli koji su prekrili čelične kabele mosta. Gotovo 50 tužbi podneseno je protiv tvrtke koja je bila zadužena za održavanje mosta, kao i protiv tvrtke koja je izgradila most. Tražene su višemilijunske odštete.

Izješće američke udruge 'Road&Transportation Builders Association' navodi da je više od 15% mostova u USA 'strukturno manjkavo'. Problem je u tome što beton, odnosno čelik koji se koristi za pojačanje, može oslabiti na više načina. Sol, led i izloženost vremenskim promjenama mogu uzrokovati lomove i pukotine na površini betona. Jednom kada voda dospije do čelične armature, ona neizbježno počinje korodirati. To povećava pukotine te može uzrokovati lomljenje i pucanje betona.

'Pogoršanje stanja mostova uzrokuju i velike frekvencije prometa, što je veliki problem za mostove koji su dizajnirani prije 50 godina, kada je frekvencija prometa bila manja. U to su vrijeme i automobili i kamioni bili manji te puno lakši', kazala je Lipošćak.

Oštri vremenski uvjeti, kao što su visoke temperature, hladnoće, poplave, snažni vjetrovi i velike oscilacije vjetrova, pridonose pojavi korozivnih procesa kod mostova. Zbog toga su neophodni redoviti nadzori i

održavanje armiranobetonske konstrukcije mostova.

## KAKO GRADITI ODRŽIVE I TRAJNE ARMIRANOBETONSKE STRUKTURE?

Tijekom posljednja dva desetljeća došlo je do velikih napredaka u tehnologiji kako bi se produljio životni vijek armiranobetonskih struktura i izbjegle eventualne tragedije. Jedna od najučinkovitijih tehnologija je primjena migrirajućih inhibitora korozije (MCI®) koji se primjenjuju izravno tijekom faze izgradnje, kao i dio sustava održavanja u postojećim armiranobetonskim strukturama. Za prednapinjanje konstrukcije mostova MCI® se preporučuje za zaštitu prednapregnutih kabela, npr. Cortecov MCI®-309 prah koji se aplicira injektiranjem.

Održiva gradnja postala je cilj vlasnicima struktura širom svijeta. Često se prelazi preko aspekta trajnosti i životnog vijeka izgrađene strukture. Međutim, to je nesumnjivo

jedan od glavnih čimbenika koji utječu na održivost izgrađene strukture. MCI® inhibitori su proizvedeni od obnovljivih sirovina, omogućujući korisnicima da zarade određene LEED benefite (LEED je certifikacijski sustav koji ocjenjuje održivost zgrada i naselja).

Postoje mnogi aktualni slučajevi korištenja tehnologije migrirajućih inhibitora korozije (MCI®) u projektima diljem svijeta poput izgradnje novog Frederikssundovog mosta u Danskoj (slika 6). Cilj je zamijeniti stari most izgrađen 1935. godine, pružajući alternativu jedinom trenutno aktivnom mostu preko fjorda. Projekt uključuje projektiranje i izgradnju autoceste od 8 km kolnika, sveobuhvatno od mosta preko Roskilde fjorda. MCI®-309 koristi se za zaštitu od korozije PT betonskih segmenata.

MCI® inhibitori temelje se na tehnologiji primjene amina. Oni su klasificirani kao miješani inhibitori, što znači da se mogu primjenjivati i kod katodne zaštite od korozije. MCI® se primjenjuje u mnogim oblicima, uključujući primjenu direktno u betonsku smjesu ili u fazi održavanja objekta. Distribuirano se kao tekućina kroz betonsku matricu kroz kapilarno djelovanje i migrira u parnoj fazi kroz betonsku strukturu pora. Kada MCI® dolazi u dodir s ugrađenim metalima, ima ionsku privlačnost i oblikuje zaštitni molekularni sloj (film) na površini metala. Molekularni sloj sprečava korozivne elemente, daljnje reagiranje s armaturom i smanjuje brzinu postojećeg korozivnog djelovanja, što uvelike produljuje životni vijek armiranobetonske strukture.



**Most Maslenica**

## PRIMJENA MCI® NA MOSTU MASLENICA

Most Maslenica u Hrvatskoj jedan je od najvećih mostova tog tipa s lukom od 200 metara promjera. Zbog agresivnog okruženja, promjenjivih temperatura, stalne oscilacije vlažnosti i jakog vjetra koji sadrži sol iz morske vode, čelična armatura betona počela je korodirati, što je uzrokovalo ljuštenje i padanje betona. Da bi se sanirala oštećenja armiranobetonske strukture mosta i spriječila daljnje napredovanje korozije, sve oštećene betonske površine bile su hidrodemolirane i očišćene od prljavštine i korozije na armaturi betona. CorrVerter® MCI® Rust Primer nanesen je na korodiranu površinu izložene armature betona, da pasivira metal od daljnje korozije, a MCI®-2020 je primijenjen prskanjem na cijelu betonsku strukturu kako bi se spriječila eventualna moguća korozija čija pojava nije bila vidljiva.

Da je svijet napravljen od Lego kocki, izgradnja mostova bila bi savršena i možda se nikada ne bi srušili. U stvarnom svijetu svaki je projekt različit. Geologija, geomehanička svojstva tla, vremenski uvjeti, obujam prometa, dostupni građevinski materijal – sve to utječe na projektiranje i izgradnju. Ipak, sretni smo danas što možemo primijeniti napredna rješenja zaštite od korozije u građevinarstvu. Moramo ih ispravno iskoristiti za dobrobit svih nas.

PRO

Cortec® Corporation je globalni lider u inovativnim, ekološki odgovornim VpCI® i MCI® tehnologijama za kontrolu korozije za pakiranje, obradu metala, graditeljstvo, elektroniku, obradu vode, transporta i rafiniranje nafte i plin i druge industrije. Naša odlučna posvećenost održivosti, kvaliteti, usluzi i podršci bez premca je u industriji. Sa sjedištem u St. Paulu, Minnesoti, Cortec® proizvodi preko 400 proizvoda koji se distribuiraju širom svijeta. Proizvodi posjeduju ISO 9001, ISO 14001: 2004 i ISO 17025 certifikate. Više informacija potražite na [www.cortecvci.com](http://www.cortecvci.com).

### CorteCros d.o.o.

Član Cortec Corporation grupe  
Nova Ves 57, Zagreb  
Tel: +385 1 466 92 80  
Fax: +385 1 433 7383  
E-mail: [info@cortecros.hr](mailto:info@cortecros.hr)  
[www.cortecros.hr](http://www.cortecros.hr)  
[www.cortecvci.com](http://www.cortecvci.com)



Frederikssundov most

## MCI® tehnologija koristi se i pri obnovi vukovarskog vodotornja

Tvrtka CorteCros d.o.o. je nedavno za obnovu vukovarskog vodotornja, koji je uništen tijekom Domovinskog rata, donirala revolucionarnu MCI® tehnologiju koja produžuje životni vijek betonskih konstrukcija.

Ta je tehnologija također bila korištena za sanaciju Pentagona nakon terorističkih napada 11. rujna i za taj je projekt Cortec Corporation primio prvu nagradu za rehabilitaciju infrastrukture u SAD-u od Međunarodnog strukovnog društva za sanaciju betonskih struktura.

