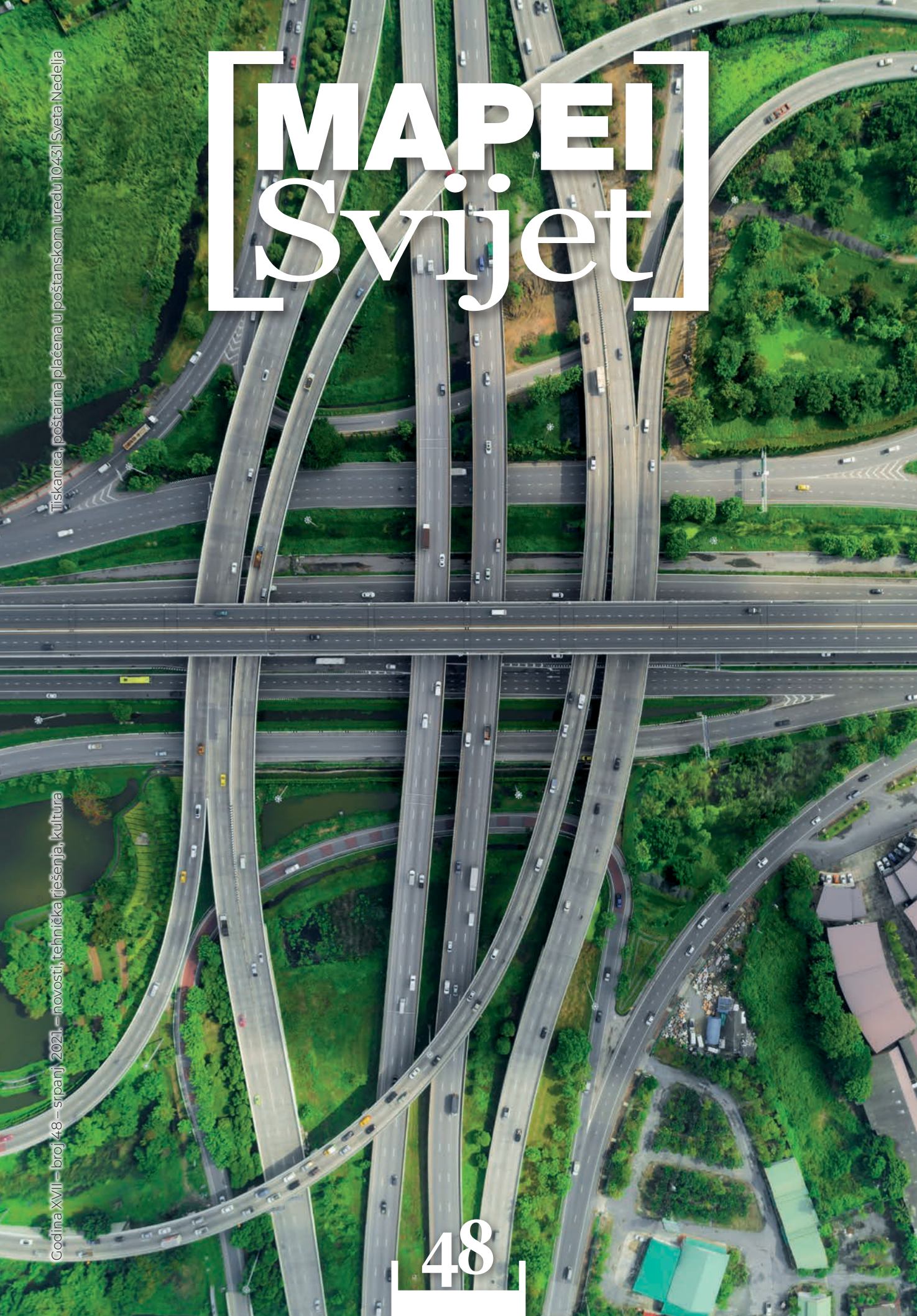


MAPEI Svijet

Tiskanica, poštarina plaćena u poštanskom uredu 10431 Sveta Nedelja

Godina XVII – broj 48 – srpanj 2021. – novosti, tehnička rješenja, kultura

48

PROTIV KOROZIJE ČELIKA U BETONSKIM KONSTRUKCIJAMA

Mapeshield®

Mapei je razvio cjelovitu liniju specijalnih proizvoda za zaštitu armature. Ovu liniju čine proizvodi **Mapeshield I**, **Mapeshield E 25** i **Mapeshield S** koji se koriste na novim i postojećim konstrukcijama, a mogu se postaviti selektivno i precizno, odnosno samo na područja građevine s najvišim rizikom od korozije. Pružaju dugotrajnu i sigurnu zaštitu.

SVE JE **OK** UZ **MAPEI**

Više na: **www.mapei.hr** i **www.mapei. com**.

MAPEI®
GRAĐEVINSKA LJEPILA • SISTEMI ZA BRTVLJENJE
KEMIJSKI PROIZVODI ZA GRADITELJSTVO

SAŽETAK

2 INFRASTRUKTURA
2 Infrastruktura – preduvjet za gospodarski rast

5 MIŠLJENJE STRUČNJAKA
5 Mostovi, vijadukti i nadvožnjaci
30 Zaustavimo koroziju galvanskim anodama

14 INTERVJU
14 Renzo Piano
28 Berislav Borovina
36 Igor Hranilović

10 REFERENCE
10 Most San Giorgio
13 Pristupna cesta mostu San Giorgio
16 Most Hong Kong – Zhuhai – Makao
18 Jankomirski most i nadvožnjak
20 Most Sava – Ivanja Reka
22 Mostovi u Ninu
34 Vijadukti Babina Rijeka i Pehare
38 Višestambena zgrada u Preradovićevoj

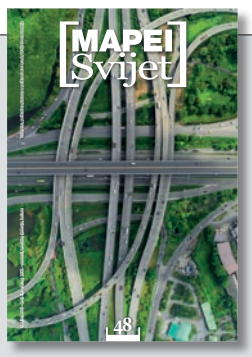
33 PREDSTAVLJAMO PROIZVODE
33 Anode Mapeshield

40 DRUŠTVENA ODGOVORNOST
40 Zahvala bojom
41 Casa Adriana, posveta posebnoj ženi
41 Mapei uz Triennale Milano

U PRVOM PLANU
Purtop 400 M, str. 11

PRATITE NAS NA

MAPEI CROATIA



NASLOVNICA:
Ovaj broj Mapei Svijeta obrađuje posebnu temu – infrastrukturne objekte. Donosimo priče o velikim domaćim i stranim projektima na kojima su korištena Mapei rješenja za infrastrukturne objekte, prvenstveno ceste i mostove. Na sljedećim stranicama pročitajte i zanimljive priče stručnjaka koji su kao projektanti, arhitekti i građevinski inženjeri sudjelovali na realizaciji nekih od najzahtjevnijih projekata u zemlji i inozemstvu.

REVIJA MAPEI SVIJET
Godina XVII – broj 48 – srpanj 2021.

DIREKTOR MAPEI CROATIA D.O.O. I ODGOVORNI UREDNIK
Jozo Grgić

POMOĆNIK UREDNIKA ZA STRUČNO PODRUČJE
Nenad Karalija

UREDNIŠTVO
Po.svet, d.o.o.

TEHNIČKO UREĐENJE
Majda Lukić Štampalija

LEKTORICA
Bojana Milovski

KONTAKT
Mapei Croatia d.o.o.
Purgarija 14
10 431 Sveta Nedelja
tel.: 01 3647-790
faks: 01 3647-787
e-mail: mapei@mapei.hr
www.mapei.hr

GRAFIČKA PRIPREMA
Multigraf d.o.o.

TISAK
Tiskara Zelina d.d.

NAKLADA
Revija izlazi 3 puta godišnje u nakladi od 7500 primjeraka, besplatno. Ako ne želite primati časopis, obavijestite nas telefonom, faksom ili e-mailom.

U pripremi broja tekstove, fotografije i vijesti pribavili su: Marko Iveković, Nenad Karalija, Majda Lukić Štampalija. Snimke iz foto arhiva: Mapei Croatia d.o.o. Kerestinec, Sveta Nedelja, Mapei, d.o.o., Novo mesto, Mapei S.p.A. Milano

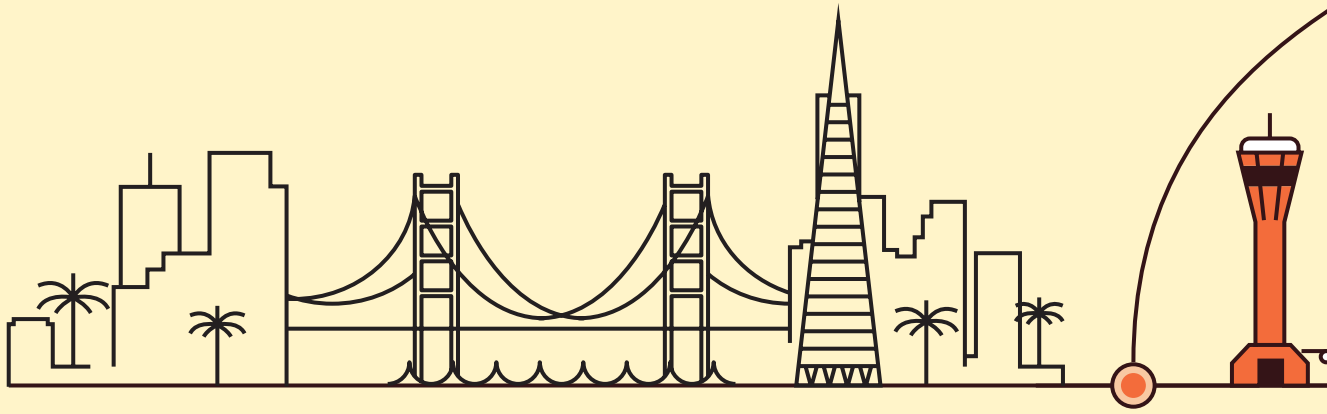
DIREKTOR MAPEI, D.O.O. I GLAVNI UREDNIK
Robert Požar

Članci ili njihovi pojedini dijelovi, objavljeni u ovom broju, mogu se reproducirati samo nakon dobivanja dozvole od izdavača i navođenja izvora.

www.mapei.com
Mapei web stranica sadrži sve informacije o radu grupe, njezinoj organiziranosti u Italiji i u svijetu, njezinu sudjelovanju na glavnim sajamskim manifestacijama te još mnogo toga.

Infrastruktura – preduvjet za gospodarski rast

PROMETNA POLITIKA POMAŽE RASTU GOSPODARSTVA, DOK RAZVOJ MODERNE INFRASTRUKTURNE MREŽE PUTOVANJA ČINI BRŽIMA I SIGURNIJIMA



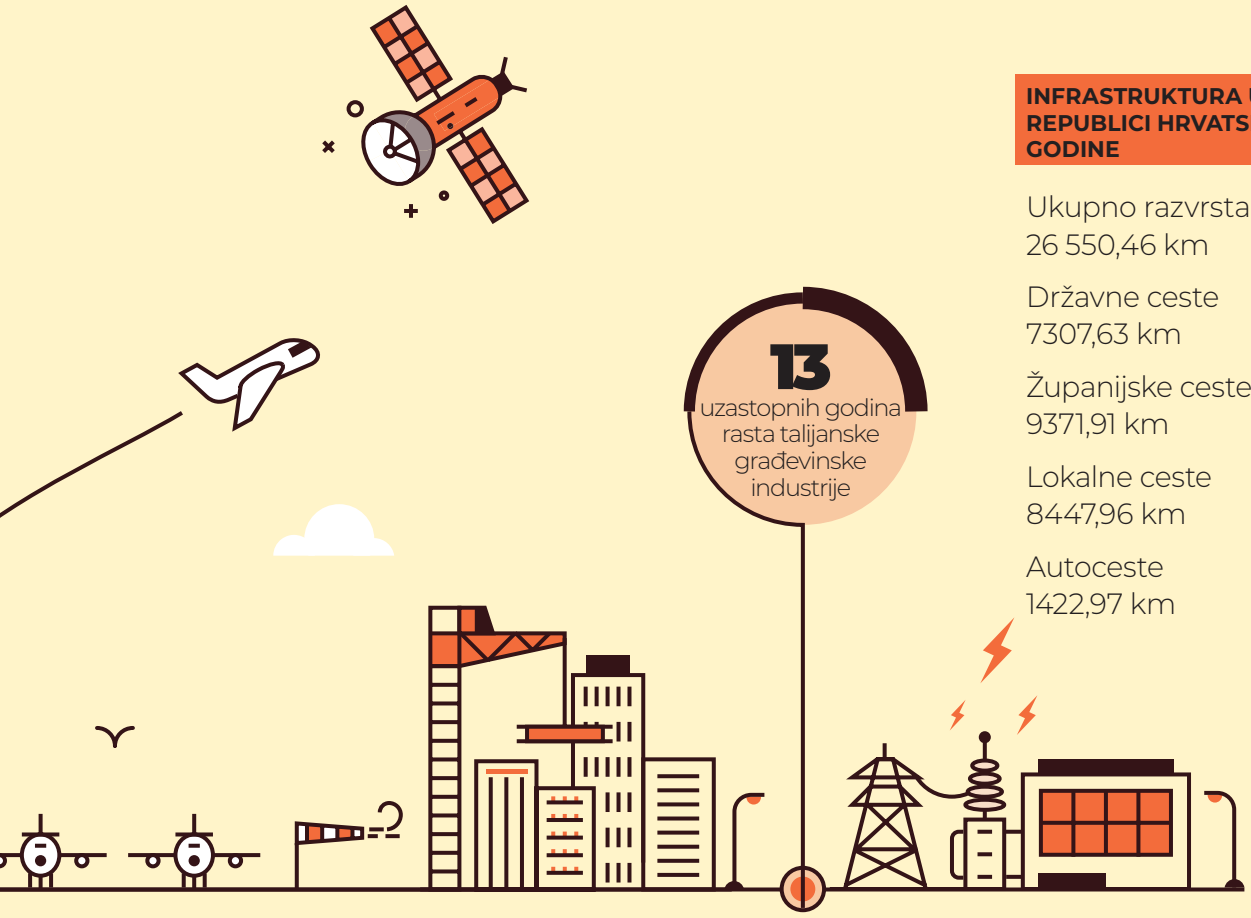
Stara kineska poslovica kaže da trebaš izgraditi cestu do grada želiš li da on prosperira. Ova poslovica sažima načelo prema kojemu je jačanje infrastrukture jedan od temelja razvoja gospodarstva zemlje. U današnje vrijeme nemoguće je ograničiti svoje horizonte samo na grad, makroregiju ili naciju. Svjedoci smo brzih, pa i epohalnih promjena kao što je porast broja stanovnika, nestašica resursa te sve veća urbanizacija nastala stvaranjem megagradova međusobno povezanih u makroregije.

Stoga je učinkovit i održiv prometni sustav neophodan za povezivanje. On spaja ljude i tržišta te doprinosi gospodarskom rastu. Prometnice igraju ključnu ulogu jer znatan udio putničkog i robnog prometa putuje njima. Prema Eurostatu, 76,7 % cjelokupnog prijevoza robe unutar Europske unije u 2017. godini odvijao se cestovnim, dok se 92 % putničkog prometa unutar Europske unije odvijao automobilskim i autobusnim prijevozom. U Europi se, kao što je to slučaj u mnogim zemljama svijeta, trenutno gradi obilje putne infrastrukture, dok redoviti i učinkoviti radovi na održavanju postojeće infrastrukture postaju sve važniji. Nedostatak takvog održavanja ujedno je i srednjoročni, odnosno dugoročni čimbenik rizika za cestovnu mrežu.

Sektor infrastruktura u svijetu prolazi kroz fazu velike ekspanzije jer se sve veći broj ljudi seli u gradove ili u njihovu okolicu (uskoro će 60 % svjetske populacije živjeti u metropolama), što znatno povećava potražnju za novim infrastrukturnim radovima. Kao što je rekao engleski ekonomist Richard Baldwin, „veliki svjetski infrastrukturni projekti najvažniji su za sam koncept globalizacije, odnosno jedan su od daleko najvažnijih gospodarskih fenomena našega doba". Tek polazeći od ovih osnovnih tvrdnji moguće je pozabaviti se aspektima globalizacije s dugoročnom strateškom vizijom koja nam omogućuje da odgovorimo na izazove koje nameću trendovi koji upravljaju promjenama. Potvrda toga dolazi i od OECD-a (Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj) koja kaže: „Do 2030. godine u interkontinentalne infrastrukture bit će potrebno uložiti 50 000 milijardi dolara, što je približno 2,5 % svjetskog BDP-a".

SITUACIJA U SUSJEDSTVU

Tijekom posljednjih 10 godina Italija je doživjela značajan pad u pogledu ulaganja u infrastrukturu koja su se smanjila za 26 %, pri čemu je izgubljeno oko 11 milijardi eura. Ovaj pad smjestio je Italiju među europske zemlje koje najmanje ulažu u ovo područje, odnosno svega 2 % svoga BDP-a u usporedbi s europskim prosjekom koji iznosi 2,7 %. Lošije od Italije samo su Španjolska, Irska i Portugal, dok u pojedinim nordijskim i baltičkim zemljama kao i u Grčkoj taj udio premašuje 4 %. Osim toga, od 2008. godine u Italiji je u ovome sektoru izgubljeno više od 600 000 radnih mjesta, dok je prema podacima ANCE-a (Nacionalne udruga graditelja) 120 000 tvrtki bilo u stečaju. Premda je građevinski sektor taj koji najslabije raste u Italiji, izvješće ANCE-a iz 2018. godine govori o trinaest uzastopnih godina rasta talijanskih građevinskih tvrtki izvan granica Italije. Naime, sve više i više infrastruktura u svijetu „govori" talijanski, dok je interno tržište u zastoju. Tijekom posljednjih 10 godina prosječni godišnji rast prihoda izvan Italije iznosio je 9,3 %, dok je pad nacionalnog prometa iznosio 3,3 % godišnje. 2017. godine ukupni prihodi od vanjske trgovine iznosili su više od 14 milijardi eura, to jest bili su u porastu od 2 % u odnosu na 2016. godinu i činili su 74 % ukupne proizvodnje, što je dijametralno suprotno u odnosu na prvu godinu analize, 2004., kada je inozemna proi-



INFRASTRUKTURA U REPUBLICI HRVATSKOJ 2021. GODINE

Ukupno razvrstane ceste
26 550,46 km

Državne ceste
7307,63 km

Županijske ceste
9371,91 km

Lokalne ceste
8447,96 km

Autoceste
1422,97 km

zvodnja činila nešto više od 31 % ukupne proizvodnje.

Danas su talijanske tvrtke prisutne u gotovo stotinu zemalja i na više stotina gradilišta. U prilog tome govori i inozemni uspjeh talijanskih tvrtki te nadasve vještina profesionalnog žongliranja na globalnom tržištu koje se neprestano mijenja. To je pobjednička strategija u kojoj i Mapei igra važnu ulogu kao globalni igrač svojim proizvodima, podrškom i prisutnošću na 5 kontinenata, dajući presudan doprinos uspjehu velikih gradilišta.

STANJE U HRVATSKOJ

U današnjem globaliziranom svjetskom gospodarstvu konkurentski napredak svakog gospodarstva, pa tako i hrvatskog, između ostalog ovisi i o omogućavanju što efikasnijeg putovanja ljudi i roba. Ključna prepreka u ostvarivanju cilja efikasnog prijevoza, odnosno prometa nedostatak je i nedovoljna kvaliteta prometne infrastrukture.

Oblik Republike Hrvatske i njezina teritorijalna „naslonjenost" s jedne strane na sjeverne nizinske prometne putove, a s druge na obalu jadranskog mora jasno upućuju na vitalno značenje prometnih infrastruktura za njezin razvoj, kao i na potrebu kopnene i morske međusobne povezanosti zemalja europskog jugoistoka i srednje Europe preko hrvatskog teritorija. Hrvatska je naslijedila najveći dio svojih tradicionalnih prometnih infrastruktura od bivših državnih zajednica u kojima je živjela – Austro-Ugarske monarhije i dviju jugoslavenskih država (1918. – '41. i 1945. – '90.). Međutim, sustav i namjena ovih prometnih infrastruktura nisu vodili računa o hrvatskim prometnim potrebama, a pogotovo ne o onima koje je donijela državna neovisnost. Te nove potrebe odnose se prvenstveno na neophodnost prometnog povezivanja i teritorijalnog integriranja RH, na potrebu povezivanja putem modernih i sigurnih infrastruktura te na potrebu postizanja interoperabilnosti hrvatskih prometnih sustava s prometnim sustavima naših susjeda, posebno sa zemljama članicama EU-a.

U prometnom je smislu hrvatski teritorij izrazito tranzitan, što pokazuje prolaz triju paneuropskih koridora (5., 7. i 10.) kroz Republiku Hrvatsku. To je jasan pokazatelj da je teritorijalni položaj Hrvatske njezina velika prednost. Zbog toga promet, odnosno prijevoz u cjelini predstavlja ne samo internu potrebu RH nego je i jedno od njezinih potencijalnih komparativnih prednosti. Kad se tome doda još i podatak da je turizam jedna od osnovnih propulzivnih grana hrvatskog gospodarstva, kao i to da prometne infrastrukture bitno utječu na konkurentsku sposobnost hrvatskog turizma te da velik dio dobara i usluga potrebnih za turističku ponudu isto tako stiže putem prometnih infrastruktura, onda je slika o njihovoj ulozi u hrvatskom gospodarstvu potpunija.

PROMET JE OKOSNICA EUROPSKE INTEGRACIJE I KLJUČAN JE ZA OSTVARENJE SLOBODNOG KRETANJA LJUDI I ROBA

KONTINUIRANO ULAGANJE I ODRŽIVI RAZVOJ

Ulaganje u izgradnju nove prometne infrastrukture jedan je od preduvjeta stalnog i održivog razvoja, dok se planiranjem razvoja prometne infra-

strukture analiziraju sadašnji i budući odnosi prometne potražnje. Osim toga, razvijen prometni sustav olakšava i potiče mobilnost ljudi i roba, a smanjivanjem prometne izoliranosti omogućava se povećanje produktivnosti i stvaraju pretpostavke za uravnotežen gospodarski razvoj. Pri svemu tome svakako valja paziti da razvoj prometnog sustava bude održiv, energetski učinkovit te da se vodi briga o okolišu uz maksimalnu sigurnost svih sudionika u prometu.

Stoga dugoročni planovi moraju biti u skladu s ciljevima prometne i socijalne politike, ekonomskog razvoja, ali i zaštite okoliša. Dakle, neophodan je visoko razvijen, efikasan, siguran, ekološki prihvatljiv i moderan prometni i komunikacijski sustav potpuno integriran u mrežu glavnih međunarodnih prometnih pravaca, koji će najbolje iskoristiti prometni i geografski položaj Republike Hrvatske te zadovoljiti potrebe teretnog i putničkog prijevoza.

SLIKA: Struktura razvrstane cestovne mreže u 2021. godini (km).
Izvor: Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture

RAVNOMJERNIJA RAZVIJENOST PROMETNE INFRASTRUKTURE ZNATNO PRIDONOSI SMANJIVANJU UGLJIČNOG INTENZITETA GOSPODARSTVA, OČUVANJU PRIRODNOG KAPITALA I UNAPREĐENJU KVALITETE ŽIVOTA

Važno je naglasiti da se ulaganjem u izgradnju novih i modernizacijom postojećih mobilnih kapaciteta, kao i ulaganjem u sadašnje i buduće zaposlenike u sektoru prometa, donošenjem strategija razvoja prometa, ali i povezivanjem i suradnjom s međunarodnim organizacijama potiče razvoj prometa kao gospodarske djelatnosti te podiže razina njegove kvalitete.

NACIONALNA RAZVOJNA STRATEGIJA HRVATSKE DO 2030.

Prema NRS-u, očekuje se zamah javnih investicija u prometnu i zelenu infrastrukturu, digitalizaciju te u obrazovne i zdravstvene ustanove koji će velikim dijelom biti financirani iz fondova EU, dok će obnova Zagreba, okolnih županija i Banije nakon potresa također zahtijevati značajna ulaganja.

Prema NRS-u, Hrvatska bi tako trebala postati predvodnica u zelenom gospodarstvu i uvođenju čišćih, jeftinijih i zdravijih oblika prijevoza promicanjem sigurne i održive prometne politike.

Kako je navedeno u Strategiji, prometna povezanost nužna je sastavnica kvalitete života, ali i nezaobilazan instrument ravnomjernog razvoja s obzirom na to da samo kvalitetna prometna infrastruktura može dovesti do nacionalnog i regionalnog razvoja te teritorijalne kohezije i omogućiti bolju pristupačnost svim institucionalnim, društvenim, gospodarskim, zdravstvenim, turističkim, kulturnim i drugim sadržajima. Stoga je promet potrebno promatrati kao horizontalnu poveznicu svih gospodarskih aktivnosti za povećanje kvalitete života, ali istovremeno i kao sustav koji nudi priliku za stvaranje novih radnih mjesta.

Ulaganja u prometni sektor omogućit će kvalitetan iskorak prema razvijenijim zemljama Europske unije te osnažiti regionalan geoprometni potencijal Hrvatske. Također, ta će ulaganja biti pokretač ravnomjernog i održivog regionalnog razvoja i inovacija koji donose gospodarske promjene, visokokvalitetne usluge i proizvode, prihode, poslovne modele te prilike za povećanje konkurentnosti tvrtki i zadovoljenje potreba stanovništva.

Na sljedećim stranicama Mapei Svijeta donosimo osvrte na domaće i strane projekte u kojima smo sudjelovali pri sanaciji i izgradnji prometne infrastrukture, prvenstveno prometnica i mostova.

Izvor:
1. *Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture*
2. *Ministarstvo vanjskih i europskih poslova*
3. *Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030. godine*

Mostovi, vijadukti i nadvožnjaci

IZGRADNJI, ODRŽAVANJU I SANACIJI POTREBNO JE PRISTUPATI SUSTAVNO KAKO BI SE JAMČILA SIGURNOST TE OMOGUĆIO ŠTO DUŽI ŽIVOTNI VIJEK

Mostovi su građevine od velike važnosti čija je glavna svrha omogućiti ljudima i vozilima prelazak preko prirodnih (rijeka, dolina, morskih prolaza) i umjetnih (cesta, željezničkih pruga) prepreka. Prvi mostovi bili su drveni i kameni. Kasnije su se gradili od čelika, dok se u novijoj povijesti za izgradnju mostova počinje koristiti beton, armirani beton kao i prednapeti beton. Tijekom stoljeća gradnja je mostova napredovala i razvijala se, a daljnjim razvojem cestovnog prometa i pojavom željeznica javila se veća potreba za izgradnjom velikih mostova.

MOSTOVI TIJEKOM POVIJESTI

Prvi poznati most izgrađen je u Babilonu oko 2200. p. n. e. Mostove su gradili Kinezi, Egipćani i Grci, no rimski kameni mostovi s polukružnim svodovima ostali su uzorom tijekom mnogih stoljeća. Potkraj 18. st. pojavili su se prvi mostovi od metala – lučni mostovi od lijevanoga željeza, a betonski su se počeli graditi početkom 20. st. Najmlađi izvorni rasponski sustav, ovješeni most, razvijen je nakon II. svjetskog rata kada se u oskudici čelika nastojalo uštedjeti na materijalu. Daljnji razvoj betonskih mostova dogodio se uvođenjem prednapetog betona i montažne gradnje te konzolnih postupaka izvedbe bez teških skela. Danas se na malim rasponima uglavnom grade betonski sklopovi, na srednjima betonski, spregnuti ili čelični, a na velikim rasponima čelični sklopovi.

Mnogi se gradovi, otoci i zemlje diče mostovima koji su postali njihovim simbolima poput Tower Bridgea u Londonu, Golden Gatea u San Franciscu ili Harbour Bridgea u Sydneyu, a o svakom mostu postoji neka zanimljivost, priča, legenda pa čak i rekord. Tako je poznat i Krčki most koji je u vrijeme izgradnje krajem 1970-ih bio pravo graditeljsko čudo da bi i danas, nekoliko desetljeća nakon izgradnje, ostao armiranobetonski most s najvećim lukovima na svijetu izgrađen konvencionalnim metodama. Prepoznajemo ga po njegovim dvama betonskim lukovima raspona 390 m (veći luk) i 244 m (manji luk).

MOSTOGRADNJA U HRVATSKOJ

Na tlu Hrvatske mostogradnja je od davnina bila vrlo razvijena. Još iz antičkog doba poznati su kameni akvadukti cara Dioklecijana sagrađeni u III. st. kao dio vodovoda između izvora rijeke Jadro i Splita, dok se među srednjovjekovnim mostovima ističu mostovi na ulazima u grad Dubrovnik. Od mostova izgrađenih u doba Austro-Ugarske posebno je zanimljiv dvokatni lučni most u Tounju. Prvi armiranobetonski most u Hrvatskoj dovršen je 1900. kraj Ogulina. Među značajne konstruktorske izvedbe prve polovice XX. st. ubraja se čelični most na Savskoj cesti u Zagrebu, koji je izveden zavarivanjem debelih limova u doba kada se ta tehnologija tek razvijala, te zidani most od opeke preko Kupe u Sisku raspona većeg od 40 m.

Desetljeća hrvatske mostogradnje nakon II. svjetskog rata obilježila su

SLIKA 1: Krčki most.

djela Krunoslava Tonkovića, među kojima se ističe lučni most preko rijeke Krke kraj Skradina raspona 90 m. Snažan poticaj razvoju mostogradnje bila je izgradnja Jadranske magistrale na čijoj se trasi ističu čelični lučni most preko Masleničkog ždrila, raspona 155 m, i čelični lučni most preko Morinjskog kanala, raspona 143 m. Skupinu armiranobetonskih lučnih mostova na Jadranu, odnosno Šibenski (1965.), Paški (1969.) i Krčki most (1979.) konstrukcijske značajke svrstavaju među vrhunske dometa svjetske mostogradnje, osobito njihov inovativan način izvedbe bez skele oslonjene o tlo. Taj se postupak razvijen u Hrvatskoj počeo primjenjivati diljem svijeta. U razdoblju od 1965. do 1975. izgrađeni su ili obnovljeni mostovi preko svih većih vodotoka. Početkom 1980-ih dovršen je čelični most na Dunavu kraj Erduta, potom spregnuti vijadukt Dubračina kraj Crikvenice, a 1991. dovršen je vijadukt preko Limske drage s čeličnim rasponskim sklopom na stupovima visokima gotovo 100 m. Na žalost, tijekom Domovinskoga rata oštećen je i srušen znatan broj mostova.

U novije doba, početkom radova na izgradnji autocesta diljem Hrvatske nastupilo je razdoblje pojačane gradnje mostova. To je razdoblje donijelo nove izazove građevinarima. Na novim autocestama ističe se most preko kanjona rječice Kamačnik kraj Vrbovskoga (2002.) te najdulji vijadukt u Hrvatskoj, Drežnik kraj Karlovca, ukupne duljine 2485 m, dok je most preko Rijeke dubrovačke (2002.) prvi hrvatski ovješeni most.

U nastavku članka razmotrit ćemo izazove i složene građevinsko-tehničke zadatke u vidu trajnosti koje armiranobetonska konstrukcija mosta zahtijeva.

VAŽNOST PRAVILNOG PROJEKTIRANJA, GRAĐENJA I ODRŽAVANJA

Smatra se da je većina mostova na cestama u Hrvatskoj izvedena od armiranog ili prednapetog betona. Projektirani uporabni vijek za mostove prosječne važnosti i/ili uobičajenih dimenzija iznosi 50 godina, a 100 godina za mostove iznimne važnosti i/ili velikih dimenzija. Pouzdanost i trajnost betonske konstrukcije ne bi trebala biti upitna, no samo uz ispravno održavanje i sanaciju te ispunjavanje svih zahtjeva građenja i održavanja konstrukcije uporabni vijek možemo i osigurati. Izostankom navedenog dolazi do propadanja, dotrajavanja i skraćivanja uporabnog vijeka, i to iz više razloga. To su, prije svega, brzina gradnje, kvaliteta građenja, pogreške prilikom projektiranja, tehnologija ugrađenih materijala, izostanak održavanja, utjecaj agresivnih čimbenika iz okoliša, povećanje uporabnih opterećanja te izvanredna djelovanja kao što su poplave, klizišta, potresi, udari vozila i plovila i sl. To su samo neki od razloga zbog kojih se nakon kratkog vremena korištenja mostova mora krenuti s cjelovitom sanacijom.

Često je razlog za sanaciju i kombinacija nekoliko prethodno navedenih uzroka. Također, bitno je spomenuti našu jadransku obalu i specifične uvjete morskog okoliša za koje bi se moglo reći da su agresivni – visok salinitet i vlažnost zraka koji dovode do korozije čelika u betonu, ciklusi smrzavanja i odmrzavanja, vruća i topla ljeta, bura i sl. Sve navedeno govori nam da su redovna ulaganja, popravci i obnova postojećih građevina nužni. Pravovremenim i preventivnim djelovanjem mogu se izbjeći kasniji veliki troškovi, no što je još i važnije, postiže se sigurnost prometnih objekata.

Govoreći o sigurnosti mostova, ne možemo ne spomenuti jedan recentni primjer urušavanja mosta u susjednoj nam Italiji, točnije Genovi. Svima nam se u sjećanje urezao taj gotovo apokaliptični prizor kada se 14. 8. 2018. godine urušio vijadukt Morandi usmrtivši pritom 43 osobe i zdrobivši više stotina stanova. Vijadukt Morandi imao je važnu prometnu ulogu od prvog dana kao strateški važna poveznica Italije i Francuske. Premda su stručnjaci dugo upozoravali na znakove propadanja betona, tragedija se nije izbjegla. Naime, tvrtka zadužena za održavanje mosta natječaj za sanaciju raspisala je tek u travnju 2018., no most nije dočekao jesen kada je trebala započeti obnova. Zbog nestabilnosti konstrukcije i utjecaja velike ljetne oluje vijadukt se urušio. Na žalost, takvi su događaji strašno

SLIKE 2 i 3: Urušen vijadukt Morandi u Genovi.

upozorenje i podsjetnik mnogim državama da izgradnji, održavanju i sanaciji mostova treba pristupati sustavno.

TRAJNOSNA SVOJSTVA BETONA

Brzina gradnje i tehnologija materijala usko su povezane, a s njima i projektirana ili, bolje rečeno, neprojektirana trajnosna svojstva betona. Glavna karakteristika betona na koju se stavljao naglasak je tlačna čvrstoća i, eventualno, raniji prirast tlačne čvrstoće betona kako bi radovi mogli brže napredovati. Jedino trajnosno svojstvo betona koje se zahtijevalo bila je otpornost na cikluse smrzavanja i odmrzavanja. No, mali zaštitni sloj betona i betonska konstrukcija bez projektirane zaštite uzrokuju brz prodor agresivnih tvari u beton kao i ubrzanu koroziju armature te propadanje konstrukcije.

Dvije su razine pomoću kojih možemo utjecati na povećanje trajnosti betonske konstrukcije mostova. Prva razina je projektiranje sastava betona i njegova pravilna ugradnja. Suvremeni superplastifikatori kao i različiti drugi kemijski i mineralni betonski dodaci utječu na smanjenje propusnosti, smanjenje vodovezivnog omjera i povećanje trajnosti betona. Druga razina je zaštita betonske konstrukcije koja može biti unutarnja i vanjska.

PROJEKTIRANJE SASTAVA BETONA

Projektiranje sastava betona stavlja naglasak na trajnosna svojstva koja je potrebno zadovoljiti. Mala plinopropusnost i vodopropusnost betona, otpornost na prodor klorida te otpornost betona na cikluse smrzavanja i odmrzavanja svojstva su koja se osiguravaju upotrebom kemijskih i mineralnih dodataka. Općenito je pravilo da je beton s manjim vodovezivnim omjerom kvalitetniji u pogledu trajnosti, a upotrebom kvalitetnih superplastifikatora vodovezivni omjer možemo smanjiti na minimum. No, sami superplastifikatori nisu dovoljni. Da bi se osigurala trajnost betonske konstrukcije mosta, potrebno je koristiti i visokovrijedne mineralne dodatke. Mikrosilika (MAPEPLAST SF), leteći pepeo i metakaolin mineralni su dodaci čije su čestice sitnije od cementnih te dodatno utječu na smanjenje propusnosti betona i veću trajnost. Općeniti problem betonskih konstrukcija koja kod mostova dolazi do izražaja je skupljanje i puzanje betona. Na skupljanje betona najviše se utječe kvalitenim i što dužim vremenom njegovanja. Treba uzeti u obzir da je most konstrukcija koja je konstantno izložena vremenskim uvjetima (sunce, vjetar) koji pogoduju bržem isušivanju betona. Kako bi se spriječila pojava površinskih pukotina i kontroliralo skupljanje betona, u sastav betona potrebno je dodati sintetička mikrovlakna i aditive za unutarnje njegovanje (npr. MAPECURE SRA i MAPECURE SRA 25).

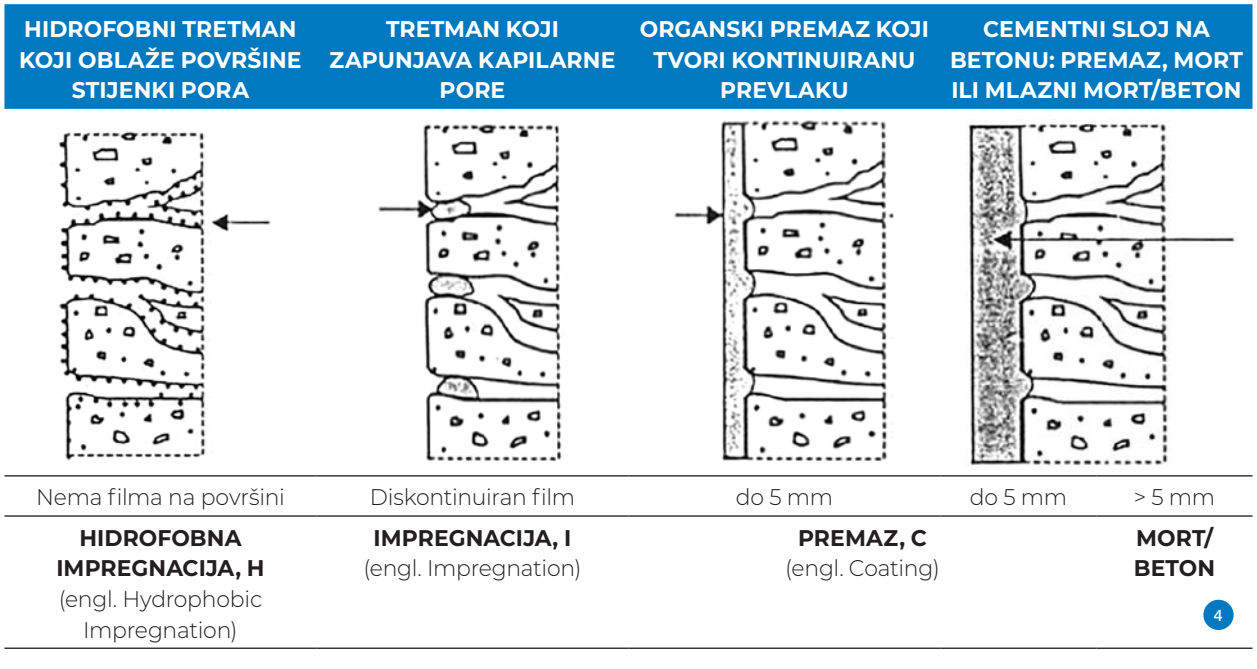
Nadalje, uz dobro projektiran sastav betona posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji betona i njegovom njegovanju. U dinamičkim planovima gradnje ključno je osigurati dovoljno dug vremenski period za sazrijevanje i njegovanje ugrađenog betona, a uvažavanjem tog vremenskog perioda osigurat ćemo kvalitetan beton.

ZAŠTITA KONSTRUKCIJA

Druga je razina povećanja trajnosti betonske konstrukcije mostova upravo njihova zaštita. Površinska ili vanjska zaštita ima ulogu sprečavanja prodora agresivnih tvari u beton koje uzrokuju ubrzanu koroziju armature i propadanje konstrukcije. Površinsku zaštitu možemo podijeliti prema klasifikaciji u normi HRN EN 1504-2.

Prema klasifikaciji u spomenutoj normi, površinske zaštite dijelimo na im-

SLIKA 4: Vrste površinske zaštite prema HRN EN 1504-2.



pregnacije i premaze. Koristimo li impregnaciju kao sustav zaštite, ona će nanošenjem prodrijeti u prvih nekoliko milimetara sloja betona zatvarajući pritom površinske pore materijala. Time postižemo smanjenje prodora vode i agresivnih tvari u beton.

Kvalitetniji sustav površinske zaštite su premazi. Nanošenjem premaza stvara se fizička barijera prodoru vode i agresivnih tvari u beton. Premazi kao što su MAPELASTIC ili MAPELASTIC GUARD (dvokomponentni polimer-cementni hidroizolacijski fleksibilni premazi) utječu na povećanje trajnosti betonske konstrukcije čak do dvadeset i više godina. Najvažnije karakteristike polimer-cementnih premaza su trajna elastičnost u svim uvjetima okoline, premoštenje pukotina, postojanost na agresiju klorida, ugljičnog dioksida i sulfata. Najčešće se nanose u dva sloja, ukupne debljine 2 – 2,5 milimetara.

Cilj je svake zaštite sprečavanje prodora agresivnih tvari kroz beton koje uzrokuju koroziju armature i propadanje konstrukcije. Stoga najveću trajnost konstrukcije možemo osigurati unutarnjom zaštitom kao što je sustav MAPESHIELD. Sustavom žrtvujućih anoda cinka formira se galvanski članak u kojem metal većeg potencijala ostaje zaštićen od korozije. Jednostavnije rečeno, anode propadaju, dok armaturne šipke ostaju u potpunosti zaštićene. Prednost MAPESHIELD sustava precizno je projektiranje trajnosti konstrukcije. Projektiranje trajnosti MAPESHIELD sustava proizlazi iz činjenice da je za zaštitu 1 m² armature potrebno 11 877 kg cinka godišnje pri jakosti struje od 1 A. Određivanjem količine cinka koji se troši tijekom vremena određena je i sama trajnost sustava te sprečavanje početka stvaranja korozije.

CJELOVITIM PRISTUPOM DO TRAJNOSTI

Cjelovitim pristupom možemo osigurati trajnost betonske konstrukcije mostova. Naime, moramo biti svjesni da je nekada za postizanje veće trajnosti potrebna i kombinacija navedenih sustava zaštita. Svaki korak je bitan, pri čemu jedan ne isključuje drugi. Stoga je jednako važno pravilno projektiranje i ugradnja betona kao i unutarnja i vanjska zaštita. Danas je prilikom sanacije objekata uobičajeno da se projektiraju i ugrađuju sustavi površinske zaštite betona kako bi se povećala njihova trajnost. Iskustva susjednih zemalja (Italija, Mađarska) govore nam da se sustav unutarnje zaštite u kombinaciji s vanjskim pokazao kao idealno rješenje za nove i sanirane objekte.

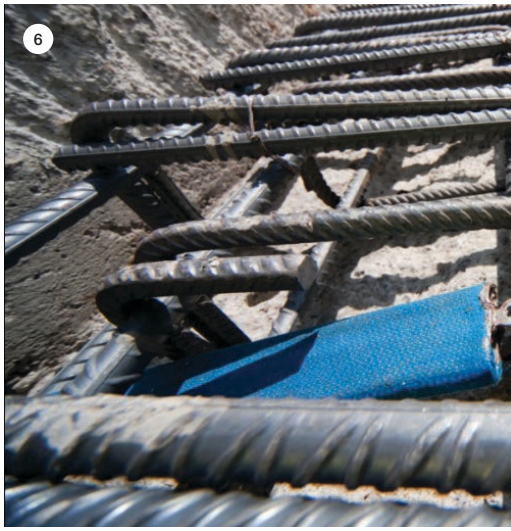
SLIKA 5: Primjena MAPELASTIC-a na Masleničkom mostu.
SLIKA 6: MAPESHIELD sustav – cinkova anoda vezana za armaturu.

SANACIJA MOSTOVA

Obaveza svakog vlasnika građevine je da tijekom uporabnog vijeka održava građevinu na primjeren način kako bi ona zadržala svoja bitna svojstva, prvenstveno mehaničku otpornost i stabilnost te sigurnost za korisnike. Mostovi kao javne građevine koji su u kontinuiranom korištenju raznovrsnih korisnika specifični su po pitanju održavanja. Zakonske obveze javnih poduzeća koja su nadležna za održavanje mostova u RH uključuju provođenje redovnih, godišnjih, glavnih i izvanrednih pregleda mostova kako bi se utvrdilo njihovo stanje. Takvim pristupom osigurava se kontinuirano praćenje stanja mostova i potreba za intervencijama. Prvi korak nakon vizualnih pregleda građevine istražni su radovi koji podrazumijevaju različite razorne i nerazorne metode ispitivanja materijala kako bi se utvrdila veličina kontaminacije i degradacije konstrukcije. Detaljni istražni radovi potvrđuju mehanizme degradacije materijala i njihovu dubinu te su prvi korak u izradi kvalitetnog projekta sanacije. Svaki projekt sanacije AB konstrukcije mosta minimalno mora sadržavati stavke pripreme podloge, reprofilacije i zaštite konstrukcije.

PRIPREMA POVRŠINA

Kvalitetna sanacija počinje dobrom pripremom podloge. Ovisno o količini degradacije materijala propisuje se postupak pripreme površine u vidu uklanjanja degradiranih slojeva.



Postupci pripreme podloge različiti su mehanički postupci (hidrodemoliranje, pjeskarenje, sačmarenje, visokotlačno pranje ili pikamiranje) kojima se uklanja degradirani sloj konstrukcije. Najbolji postupak pripreme podloge je hidrodemoliranje. Tim se postupkom dobiva vlažna i hrapava podloga koja je najprimjerenija za nanošenje reprofilacijskih materijala. Prilikom pripreme podloge potrebno je i očistiti postojeću armaturu, odnosno zamijeniti ili dodati novu ako je smanjenje postojeće armature veće od 20 % te nanijeti antikorozivni premaz (npr. MAPEFER ili MAPEFER 1K). Zaštitni premaz armature nanosi se i na postojeću i na novu armaturu. Premaz mora biti sukladan normi HRN EN 1504-7.

REPROFILACIJA

Materijali za reprofilaciju i popravak uklonjenih dijelova AB konstrukcije moraju biti sukladni normi HRN EN 1504-3. Norma propisuje minimalne zahtjeve za materijale te razvrstava mortove u četiri razreda – R1, R2, R3 i R4. Prva dva razreda reparaturnih mortova su za nekonstrukcijske popravke, dok su druga dva, R3 i R4, razredi mortova za konstrukcijske popravke. Najčešće se za reprofilaciju koriste mortovi razreda R4 prema normi HRN EN 1504-3. Ovisno o tipu konstrukcije te vrsti konstruktivnih elemenata koje je potrebno reprofilirati, potrebno je odabrati vrstu morta koja nije propisana normom HRN EN 1504-3. Reparaturne mortove ne dijelimo samo po razredu propisanom u normi, nego ih se može podijeliti i prema vremenu vezanja i/ili prema konzistenciji. Tako mort razreda R4 može biti normalnovezujući ili brzovezujući i tekuće ili tiksotropne konzistencije. Odabir adekvatnog morta bitan je faktor u kvalitetnoj realizaciji projekta sanacije AB konstrukcije mosta. Osim toga, još jedna bitna stavka je i minimalan sloj nanosa reparaturnog morta. Općenito je pravilo da se reprofilacija i popravak AB konstrukcije debljine sloja do cca 0,5 cm izvodi epoksidnim mortovima, sloj debljine 0,5 cm – 6 cm (max. 10 cm) cementnim mortovima, a slojevi debljine veće od 5 – 6 cm reparaturnim mortovima. Minimalan sloj nanosa reparaturnog cementnog morta ovisi o veličini maksimalnog zrna agregata u mortu. Vrijedi pravilo da minimalna debljina sloja nanosa bude 3 – 4 puta veća od nominalne veličine maksimalnog zrna u mortu (npr. dmax u mortu 2,5 mm = debljina minimalnog nanosa 1,0 cm). Kod debljih slojeva nanosa morta (iznad 2,5 cm u jednom sloju) potrebno je obratiti pažnju na njegovanje morta i skupljanje. Većina reparaturnih mortova ima karakteristiku kompenziranog skupljanja. Bez obzira na to što govorimo o cementnom materijalu, to ne znači da skupljanja nema. U početnoj fazi sazrijevanja morta dolazi do bubrenja koje se u kasnijoj fazi skupljanja anulira. Kako bi se ovaj proces kompenzacije skupljanja mogao nesmetano odvijati, potrebno je osigurati kvalitetnu podlogu (prosječna hrapavost podloge 5 mm), dodatnu kompenzacijsku armaturu (za slojeve nanošenja morta veće od 2,5 cm), koristiti dodatke za unutarnju njegu morta (MAPECURE SRA) te zaštititi mort od naglog isušivanja (njegovanje). Karakteristika kompenziranog skupljanja bitna je i za aplikaciju morta u dva ili više slojeva. Kod takve aplikacije u slojevima svaki prethodni sloj potrebno je ostaviti hrapavim i pustiti ga da sazrije minimalno 10 – 15 dana kako bi proces skupljanja došao u minimalnu/zanemarivu fazu prije nanošenja sljedećeg sloja. Ovisno o traženoj kvaliteti završnog izgleda i narednim završnim slojevima, nakon reprofilacije mogu se nanositi nekonstrukcijski mortovi za zaglađivanje površina.

ZAŠTITA AB KONSTRUKCIJE

Da bi se osigurala trajnost sanacije mosta, potrebno je nanijeti i sustav zaštite AB konstrukcije. Kako smo već opisali u dijelu novogradnje, rješenja površinske zaštite jednaka su kao i kod sanacije. Već smo spomenuli podjelu na unutarnju i vanjsku zaštitu koja se primjenjuje kako za nove, tako i za objekte u sanaciji. Površinska zaštita mora biti sukladna normi HRN EN 1504-2 koja propisuje vrste i minimalne karakteristike koje materijali moraju zadovoljiti.

Kad se za zaštitu i povećanje trajnosti konstrukcije kod sanacije koristi unutarnja zaštita (MAPESHIELD sustav), potrebno je obratiti pažnju na armaturu. Za izvođenje takvog sustava zaštite potrebno je prvo ispitati povezanost, tj. kontinuitet armature. Nadalje, armatura se ne tretira antikorozivnim premazima jer bi oni tvorili barijeru takvoj zaštiti. Za reprofilaciju je potrebno koristiti mortove ili beton električne otpornosti u rasponu između 50 % i 200 % izvornog betona do najviše 100 kΩ, sukladno normi HRN EN ISO 12696.

NA KRAJU ZAKLJUČIMO

Bez obzira na to radi li se o novoj konstrukciji mosta ili onoj u sanaciji, naglasak je potrebno staviti na trajnost jer karakteristike današnjih materijala mogu osigurati željenu trajnost betonskih konstrukcija mostova. Tehnologija materijala napreduje. Neki od sustava zaštite već su dokazali svoju primjenu u produljenju uporabnog vijeka građevina, dok se drugi još dokazuju. Pravilnim projektiranjem te upotrebom kvalitetnih i primjerenih materijala trajnost i sigurnost mostova više ne bi trebala biti upitna.

Marko Iveković, dipl. ing. građ.,
Mapei Croatia d.o.o.

Most San Giorgio

ZAHVALJUJUĆI I MAPEI TEHNOLOGIJAMA, U LJETO 2020., TOČNO 720 DANA NAKON ŠTO SE MOST MORANDI SRUŠIO TE 476 DANA OD POČETKA RADOVA NA OBNOVI, SLUŽBENO JE OTVOREN MOST SAN GIORGIO U GENOVI

Most San Giorgio u Genovi, svečano otvoren 3. kolovoza 2020., zamijenio je most Morandi koji se srušio 14. kolovoza 2018. godine. Projekt novog mosta izradio je Renzo Piano, a radovi su izvedeni u samo dvije godine. Ovaj je projekt tako postao nacionalnim modelom obnove talijanske infrastrukture.

Mapei je u ovom velikom projektu sudjelovao svojim brojnim proizvodima, između ostalog aditivima za beton koji su korišteni za izgradnju pilota mosta. Jednako tako, Mapeijevi tehnolozi i stručnjaci bili su na raspolaganju projektnom timu i izvođačima 24 sata dnevno, od početka gradnje pa sve do njezina završetka.

KARAKTERISTIKE NOVOGA MOSTA

U usporedbi s mostom Morandi, koji je bio duljine 1182 m, most San Giorgio nešto je kraći – 1067 m. Osim toga, njegov položaj ne podudara se u cijelosti s trasom izvornog mosta, nego je izmješten otprilike 20 metara južnije. Ova je odluka donesena

VERONICA SQUINZI, IZVRŠNA DIREKTORICA MAPEI GRUPE: ČINJENICA DA SMO PRIDONIJELI IZGRADNJI NOVOG MOSTA SV. JURJA U GENOVI ISPUNJAVA NAS PONOSOM. PRUŽANJE SIGURNIH, CERTIFICIRANIH I TRAJNIH RJEŠENJA ODUVIJEK JE BILA NAŠA MISIJA

Brojke

1067 m duljina

30,8 m širina kolnika mosta

56,20 m nadmorska visina

13 m dubina temelja

18 stupova

45 m prosječna visina stupova

67 000 m³ betona korišteno za kolnik mosta

9 000 tona čelične armature

15 000 tona čelika korištenog za metalnu konstrukciju

1200 radnika

20 paralelnih gradilišta

kako bi se skratilo vrijeme izgradnje te kako bi se interferencija s okolnim objektima svela na minimum. Most se sastoji od armiranobetonskog kolnika s nosačem na kojemu je 19 raspona (14 raspona od 50 m, 3 raspona od 100 m, 1 raspon od 40,9 m, 1 raspon od 26,27 m), a podržava ga 18 armiranobetonskih stupova – sedam više nego most Morandi – visokih 45 m, eliptičnog presjeka, dimenzija 4 m x 9,5 m.

Renzo Piano odlučio je kolnik mosta izraditi u obliku trupa broda koji kao da plovi kroz dolinu. Vijadukt ima zakrivljeni presjek (ukupne visine 4,80 m u sredini), a konstrukcija je armiranobetonska. Ukupna širina dionice ceste povećana je s prethodnih 18 m na 30,8 m, a u svakom smjeru prometuju dvije trake širine 3,75 m odvojene središnjim razdjelnikom širine 2,6 m. Svaka od dviju kolničkih traka ima i zaustavnu traku koju stari most nije imao, a uz obje strane mosta nalazi se sigurnosna i zaštitna barijera visoka 2,5 m. Zaštitna barijera izrađena je od stakla kako bi se ublažile vizualne smetnje i omogućio pogled na krajolik tijekom prelaska mosta. Pregrada je i *bird friendly* zahvaljujući posebnim oznakama na staklenoj površini.

MAPEI NA PROJEKTU IZGRADNJE

Mapei Odjel tehnike, divizija dodataka za betone, bio je uključen u projekt 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu tijekom cijelog trajanja radova.

Piloti su izrađeni od lijevanog betona u kontinuiranom ciklusu uz uporabu posebnih oplata koje su pričvršćene za samu konstrukciju. Ovom tehnikom potporu svježem betonu dao je prethodno izliveni beton. U trenutku podizanja oplate takav je beton, dakle, morao već postići mehaničku čvrstoću potrebnu da bi izdržao težinu ne samo oplata već i svakog novog lijevanja.

Na razvoj mehaničke čvrstoće betonskog konglomerata snažno utječu uvjeti okoliša, a posebno temperatura u trenutku lijevanja betona. Tijekom izgradnje pilota, između lipnja 2019. i siječnja 2020., beton je ugrađivan u vrlo različitim temperaturnim uvjetima. Stoga je mješavina betona izrađena s nekoliko aditiva koji su mogli jamčiti postojanu mehaničku čvrstoću neovisno o temperaturi:

- DYNAMON XTEND W400N, tekući aditiv za kvalitetan beton, posebno formuliran za izradu betona niskog

MARCO SQUINZI, IZVRŠI DIREKTOR MAPEI GRUPE: NEPUNE DVIJE GODINE OD URUŠAVANJA MOSTA MORANDI, KADA JE SJEĆANJE NA TU TRAGEDIJU BILO ŽIVLJE NEGO IKADA, SVEČANO OTVORENJE NOVOG MOSTA DOKAZALO JE DA PREDANOST I STRAST PREMA VLASTITOM POSLU MOŽE STVORITI NEŠTO IZNIMNO I ODRŽIVO

V/C omjera i neznatnog gubitka obradivosti tijekom transporta i istovara na gradilištu
- DYNAMON LZ 551, univerzalni superplastifikator na bazi modificiranih akrilnih polimera koji betonu daje izvrsna svojstva obradivosti
- MAPEFAST ULTRA, tekući dodatak na bazi nanopolimera, bez klorida, za ubrzano stvrdnjavanje žbuka i betona, nove generacije.

Posljednji, ali ne manje važan zahtjev investitora bio je da izložene betonske površine nakon uklanjanja oplate imaju besprijekornu završnu obradu sa što manje površinskih nedostataka te što jednoličniju boju koja će istaknuti strukturu betona. Zahtjev investitora ispunjen je u cijelosti, i to ne samo zahvaljujući pravilnoj smjesi betona, već i sredstvu za odvajanje oplate. Takvi rezultati postignuti su korištenjem MAPEFORM-a W60, sredstva za odvajanje oplate u vodenoj disperziji koje je osiguralo visokokvalitetan besprijekoran završni izgled.

IZGRADNJA KOLNIKA MOSTA

Nakon završetka montaže metalne konstrukcije izvedeno je lijevanje ploče izrađene od betona s kompenziranim skupljanjem kako bi se spriječilo stvaranje pukotina koje mogu nastati pri plastičnom skupljanju betona. Lijevanje ploče izvedeno je u lipnju 2020. godine korištenjem betonske smjese kojom se postiže visoka mehanička čvrstoća nakon kratkog ciklusa sazrijevanja koja omogućuje olakšanu izvedbu završne obrade i zaglađivanje površine. Rezultat je postignut zahvaljujući kombinaciji specijalnih proizvoda kao što su:
- DYNAMON XTEND W 202 N, akrilni aditiv s niskim V/C omjerom za brzo postizanje visoke mehaničke čvrstoće nakon kratkog ciklusa sazrijevanja
- DYNAMON LZ 551, višenamjenski, modificirani superplastifikator na bazi akrilnog polimera, posebno razvijen za održavanje obradivosti betona
- EXPANCRETE PLUS, ekspandirajuće sredstvo za betone s kompenziranim skupljanjem.

Kako bi se spriječilo pretjerano isparavanje vode koje bi moglo dovesti do površinskog pucanja betona, rubnici uz bočne strane ploče obrađeni su sredstvom za njegu na bazi vode – MAPECURE WG koje stvara površinski film i ima svojstva protiv isparavanja.

SLIKA: Za lijevani beton na kolniku mosta korišteni su aditivi DYNAMON XTEND W 202N, DYNAMON LZ 551 i EXPANCRETE PLUS.

TEHNIČKI PODACI
Most San Giorgio, Genova, Italija
Vrijeme izgradnje: 2019. – 2020. godine
Investitor: Povjerenstvo za obnovu Genove
Projektant: Renzo Piano, Renzo Piano Building Workshop
Izvođači radova: Pergenova S.c.p.A., Webuild S.p.A., Fincantieri Infrastructure S.p.A.
Uprava gradilišta: Rina Consulting S.p.A.
Mapei distributer: Calcestruzzi S.p.A.
Mapei koordinatori: Mapei Odjel tehnike – Divizija dodataka za betone, Mapei S.p.A.

PROIZVODI MAPEI
Dodaci za beton: Dynamon Xtend W400 N, Dynamon Xtend W202 N, Dynamon LZ 551, Expancrete Plus, Mapecure WG, Mapeform W60, Mapefast Ultra

Za više informacija posjetite www.mapei.hr i www.mapei.com

Most San Giorgio – pristupna cesta

SANACIJA, OJAČANJE I HIDROIZOLACIJA PRISTUPNE CESTE IZMEĐU MOSTA I AUTOCESTE A7

Pristupna cesta povezuje most San Giorgio s autocestom A7 na istočnoj strani. Ovaj spiralni pristup omogućuje sudionicima u prometu koji dolaze sa zapadne strane da se uključe na autocestu A7 prema donjem Pijemontu i Lombardiji. Za sanaciju, ojačanje i hidroizolaciju korišteni su različiti Mapei proizvodi.

SANACIJA I OJAČANJE BETONA

Za sanacijske radove na kolniku korišteni su brojni materijali. Cementni mort MAPEFER 1K korišten je za antikorozivnu zaštitu armaturnog željeza, a tiksotropni mort ojačan vlaknima MAPEGROUT EASY FLOW korišten je za sanaciju betonske konstrukcije. Na mjestima gdje se zahtijevala veća duktilnost korišten je MAPEGROUT EASY FLOW GF, tekući cementni mort ojačan anorganskim vlaknima. Za obnovu betonskih konstrukcija korišteni su i tekući cementni mortovi s kompenziranim skupljanjem ojačani vlaknima – MAPEGROUT COLABILE B2 i MAPEGROUT GF BETONCINO B1.

Za zaštitu i hidroizolaciju betona korišten je dvokomponentni elastični cementni mort MAPELASTIC GUARD. Osim navedenih proizvoda korišten je i tiksotropni cementni mort za sanaciju betona MAPEGROUT LM2K, zatim epoksidno tiksotropno ljepilo za konstrukcijsko lijepljenje ADESILEX PG1, vrlo tekuća epoksidna smola za injektiranje EPOJET te sredstvo za kemijsko sidrenje na osnovi čistih epoksidnih smola MAPEFIX EP 585.

HIDROIZOLACIJA BETONSKE PLOČE

Za hidroizolaciju kolnika pristupne ceste korišten je PURTOP 400 M SYSTEM DECK, cjelovit i certificiran sustav za hidroizolaciju u skladu sa smjernicama ETAG 033. Prije izvođenja hidroizolacije na betonsku podlogu nanesen je dvokomponentni temeljni premaz PRIMER SN koji je potom posut kvarcnim pijeskom QUARTZ 0,5. Zatim je nanesen i PURTOP 400 M, hidroizolacija bez otapala na bazi hibridne poliuree, a na kraju i PURTOP PRIMER BLACK, jednokomponentni temeljni premaz na bazi otapala koji se koristi za poboljšanje prionjivosti asfaltnih površina hidroizoliranih proizvodima iz linije Purtop.

SLIKA: Za sanacijske radove koji su uključivali sve dijelove kolnika korišteni su različiti proizvodi, između ostalog tiksotropni jednokomponentni mort ojačan vlaknima MAPEGROUT EASY FLOW i tekući mortovi MAPEGROUT GF BETONCINO B1 i MAPEGROUT COLABILE B2.

ZAVRŠNA OBRADA POVRŠINA

Za završnu obradu površina korišten je epoksidni temeljni premaz MAPECOAT E23 koji se koristi za zaštitu betona prije završne obrade proizvodima na bazi poliuretanskih smola, u ovom slučaju MAPECOAT-a PU33, potom akrilni temeljni premaz na vodenoj bazi MALECH, poboljšivač prionjivosti, i ELASTOCOLOR PAINT, elastomerna, trajnoelastična zaštitna boja sa svojstvom premoštenja pukotina s velikom otpornošću na kemikalije.

PURTOP 400 M

Dvokomponentna hidroizolacija bez otapala na bazi hibridne poliuree, za hidroizolaciju mostova i ravnih krovova, nanosi se visokotlačnom pumpom direktno na gradilištu.

TEHNIČKI PODACI
Pristupna cesta između mosta San Giorgio i autoceste A7, Genova, Italija
Godina izgradnje: 2019. – 2020. godine
Izvođači radova: Pavimental, Mosconi, LP Costruzioni, Tecnomanto
Mapei koordinatori: Dino Vasquez, Gianpiero Peluso, Corrado Villa Presutti, Roberto Pasquali, Federico Regoli, Roberto Checchi, Corrado Castiglioni (Mapei S.p.A.)

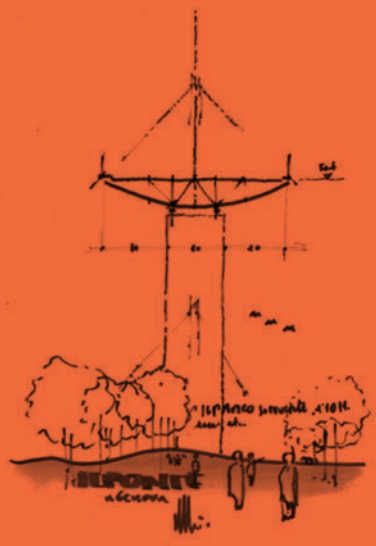
PROIZVODI MAPEI
Sanacija i ojačanje: Adesilex PG1, Epojet, Mapefer 1K, Mapegrout Colabile B2, Mapegrout Easy Flow GF, Mapegrout Easy Flow, Mapegrout GF Betoncino B1, Mapegrout LM2K
Kemijsko sidrenje: Mapefix EP 585
Hidroizolacija: Mapelastic Guard, Primer SN, Purtop 400 M, Purtop, Primer Black
Završna obrada: Elastocolor Paint, Mapecoat E23, Mapecoat, PU33, Malech

Za više informacija posjetite www.mapei.hr i www.mapei.com

Ponos zbog zajedničkog rada

RAZGOVOR S RENZOM PIANOM, ARHITEKTOM KOJI JE PROJEKTIRAO NOVI MOST U GENOVI

Renzo Piano rodio se u Genovi 1937. godine. Nakon srednjoškolske klasične naobrazbe diplomirao je 1964. godine na milanskom sveučilištu *Politecnico di Milano*. S Richardom Rogersom 1971. godine otvara arhitektonski studio u Londonu te potpisuje Centar Pompidou, odnosno Nacionalni centar umjetnosti i kulture Georges Pompidou (*National d'Art et de Culture Pompidou*) u Parizu, poznat i kao Beaubourg. Godine 1981. otvara studio *Renzo Piano Building Workshop* (RPBW) s uredima u Genovi, Parizu i New Yorku. 1998. dobiva prestižnu Pritzkerovu nagradu. Među njegovim projektima ističu se zračna luka Kansai u Osaki, kulturni centar Tjibaou u Novoj Kaledoniji, Biosfera u Genovi, sjedište New York Timesa u New Yorku, sjedište *Sole24 Ore* u Milanu, *Auditorium Parco della Musica* u Rimu, muzej u Trentu, atenska zaklada Niarchos i Palača pravde u Parizu. Godine 2013. tadašnji predsjednik Italije Giorgio Napolitano imenuje ga doživotnim senatorom. UNESCO-ov je ambasador dobre volje, a 2008. godine postaje počasnim građaninom Sarajeva.



Zahvaljujem na razgovoru o gradnji novog mosta u Genovi u kojoj je sudjelovao i Mapei.

Želio bih samo nešto unaprijed napomenuti. Savršeno poznajem Mapei, radio sam s vašim stručnjacima na mnogim projektima uključujući bolnicu Emergency u Ugandi. To je prekrasan projekt koji ima posebno značenje. Tamo smo izravno radili na glini koja se koristila za izgradnju bolnice – na jezeru Victoria uzimali smo uzorke, nosili ih u laboratorij, testirali i zajedno na njima radili. Pratio sam projektiranje i izgradnju bolnice zajedno s njezinim osnivačem Ginom Stradom. Želim isto tako podsjetiti da su još od početka radova Giorgio Squinzi i Mapei uložili velike napore u rad na ovom projektu. Svaki put kad sretnem nekoga iz Mapeija razgovaramo o tehnologijama i novim spoznajama, što me jako veseli.

Što vam je prošlo kroz glavu kad Vas je gradonačelnik Genove, Marco Bucci, zamolio da intervenirate nekoliko sati neposredno nakon urušavanja vijadukta Polcevera?

U takvim trenucima nije lako razmišljati – bio sam jako tužan zbog onoga što se dogodilo. 14. kolovoza radio sam na projektu u Švicarskoj kada sam ostao apsolutno zaprepašten čuvši tragičnu vijest. To je tragedija koju nikad nećemo zaboraviti. Urušavanje mosta samo je po sebi strašno, no ovdje je prouzročilo i 43 smrti, 500 ljudi moralo je napustiti svoje domove, dok je grad ostao prepolovljen na dva dijela. Svatko od nas – od arhitekta i inženjera pa do običnog radnika – reagirao je isto. Svi smo razmišljali o tome što bismo mogli učiniti.

Kad se most sruši, to je kao da se sruši vaš svijet. Kad me gradonačelnik nazvao toga dana, prva pomisao nije mi bila izrada projekta, već kako bih mogao pomoći i što bi se odmah moglo učiniti s obzirom na to da se vijadukt nalazi na visini od 50 m.

Tragajući za nekim rješenjem u kratkom vremenu, malo-pomalo došli smo na ideju da se jedno gradilište podijeli na dva velika. Jedno logističko, namijenjeno timovima zaduženima za rušenje i građevinarima zaduženima za izradu novih temelja i stupova do visine 50 m te drugo gradilište za izgradnju kolničke konstrukcije mosta. Uz sve to, tu su bila i pravosudna tijela za provedbu istrage. Dakle, to je uistinu bila vrlo složena operacija, ali, moram reći, zahvaljujući dobroj volji sviju, sviju, sviju (op. a.: Renzo Piano tri puta naglašeno ponavlja ovu riječ), uspjeli smo! Od prvog do zadnjeg radnika na gradilištu, od voditelja do običnih radnika, svi su složno poput orkestra vrijedno radili kao što to često biva na gradilištima. Od samog početka bilo je jasno da sudjelujemo u jednom velikom projektu u svakome smislu. Pa čak i s takvim entuzijazmom, projekt koji je angažirao razne stručnjake, uključujući Mapeijev vrhunski tim inženjera, bio je zaista velik izazov.

Zar nikada, čak ni na početku zahvata niste razmišljali o tome da zadržite barem dio prvotnoga mosta?

Naravno da je uzeta u obzir i ta mogućnost, ali nije ostvarena. U prvom redu jer je za pravosudna tijela godinu ili dvije sve trebalo ostati netaknuto, onako kako se dogodilo. Sudstvo mora raditi u skladu sa svojim rokovima, a most je tamo ostao jer su morale biti obavljene potrebne procjene onoga što se dogodilo. Zatim se pojavio još jedan problem: bilo je teško utvrditi koliki je dio preostale konstrukcije pouzdan. Dugo smo razmišljali o tome, ali rad na postojećim ostacima mosta bio je tehnički nemoguć. Jako sam volio taj most, podsjećao me na godine optimizma. Kao mladi arhitekt uvijek sam ga gledao s poštovanjem. Moglo je doći i do pogrešaka u izgradnji, u to vrijeme to nismo mogli znati. Popravljanje – kako ga ja zamišljam – nije bilo nemoguće. Prije nekoliko godina zajedno s Mapeijem izradili smo studiju o stadionu Flaminio u Rimu koji je projektirao studio Pier Luigi Nervi, gdje smo koristili samo tanke slojeve betona i samo minimalnu količinu betonskog pokrova oko armature. U tom konkretnom slučaju bilo je to više poput

Renzo Piano

restauratorskog posla, poput popravljanja stadiona, intervencija je obuhvatila samo radove na konstrukciji kako bi ju se učvrstilo te zaštitilo armaturu. U slučaju mosta Morandi posrijedi je bila tragedija koja s pravnog stajališta još uvijek nije razriješena. Zato je trebalo i zauzeti stajalište koje smo zauzeli. Trasa novoga mosta malo je promijenjena kako bi se mogli izgraditi novi temelji bez interferencije s postojećima.

Vaši su se projekti uvijek razvijali u kontinuiranom dijalogu s gradom. Je li isti slučaj bio i kod ovog mosta? S kojom ste se idejom grada suočili?
Ono što smo projektirali i izgradili jest gradski most koji od grada gotovo da traži dopuštenje da kroz njega prođe. Most ima stupove na svakih 50 m, gdje god se moglo s obzirom na gustu naseljenost. Isto tako, raspon od 50 m je inteligentan raspon uzme li se u obzir čelična konstrukcija kolnika. Taj raspon od 50 m na novome mostu primijenjen je 15 puta, a kada se dođe do predjela na kojemu je Polcevera i željeznica, raspon se udvostručuje i doseže 100 m. Ovo je gradski most koji ne prolazi kroz pustu dolinu, nego kroz naseljeni predio u kojem se živi, koji je pun aktivnosti. On je poput velikog bijelog broda koji prelazi dolinu, a njegov zakrivljeni oblik, gledan odozdo, poigrava se svjetlošću. Na prvi pogled izgleda vrlo tanko, puno tanje nego što jeste, no za most je upotrijebljeno 18 000 tona čelika. Ukratko, korelira s okolinom. Ovo je autocestovni most s tendencijom da jednoga dana postane gradski most. Naime, ako se izgradi nadstrešnica, bit će dio urbane strukture. Također, most je osvijetljen, dok autocestovni mostovi nisu. Želim naglasiti da sam ja arhitekt te sam dao svoj doprinos gradnji mosta, no ovdje je svoj doprinos dalo i tisuće drugih stručnjaka, a logistički i organizacijski pristup vrlo je mudro osmišljen te je omogućena njegova izgradnja u svega jednoj godini, što nije uobičajena praksa.

Izgradio sam još jedan most u Ushibuki, na jugu Japana. Most je dug kilometar, poput ovoga, a za njega su nam bile potrebne tri godine. Most je duga i složena građevina te su potrebne tri, četiri godine za njegovu izgradnju. Izgraditi ga u jednoj godini iziskivalo je savršenu logističku organizaciju, pogon na gradilištu te vrlo sofisticiran i usklađen rad.

Možete li nam ukratko reći koje su bile faze izgradnje, počevši od radova na gradilištu koji nikada nisu stali unatoč poteškoćama zbog teškog razdoblja pandemije?
Dobro ste to primijetili. Tijekom *lockdowna* rad na gradilištu nije prekinut. U nekom trenutku u timu je bila jedna osoba zaražena, no odmah je zajedno s osobama koje su s njom bile u kontaktu stavljena u karantenu, a gradilište je nastavilo raditi. S organizacijskog stajališta, to je bilo poput prave slagalice: praktički je trebalo srušiti stari most i pripremiti se za gradnju novoga. Temelji novoga mosta počeli su se graditi dok je stari još stajao! Stupovi novih temelja ne podudaraju se sa starima jer im je raspon potpuno različit, čak je i raspored malo drugačiji. Stoga je bilo potrebno organizirati sve etape, a u međuvremenu su se u dva velika brodogradilišta Fincantieri izrađivali čelični dijelovi za kolničku konstrukciju, dok je čelik dopremljen iz Taranta. Sve je bilo poput slagalice – da su svi poslovi izvedeni u slijedu, za projekt ove vrste trebalo bi tri do pet godina. Međutim, ovdje je sve bilo raspoređeno i uklopljeno istovremeno zahvaljujući nevjerojatnim naporima tima!
Riječ koju najviše volim koristiti za novi most jest „brzina". Most je izgrađen vrlo brzo, ali ne ishitreno. Bio sam posebno zadivljen načinom na koji je rad koordiniran te entuzijazmom svih i ponosom što rade nešto za zajednički interes. Tijekom posjeta gradilištu, u čemu sam uvijek uživao, bio sam posebno dirnut tim timskim duhom.

Isto tako, čitav jedan dio urbanog tkiva Genove poprimit će novi izgled zahvaljujući preuređenju površine od 80 hektara. Riječ je o grupi autora koju čine Stefano Boeri, Metrogramma Milano i Inside Outside Petre Blaisse.
Često sam u kontaktu sa Stefanom Boerijem. Taj je projekt suradnja arhitekata, krajobraznih arhitekata i botaničara. Divan je to koncept, nazivamo ga „parkom" u urbanističkom smislu, ali u stvarnosti to će biti prostor u kojem će se živjeti, koji će biti naseljen. Most se nalazi 50 m iznad razine rijeke. Ima zakrivljen oblik koji omogućuje svjetlu da se filtrira prema dolje. To nije most koji ostaje u mraku ispod kojega ništa ne uspijeva rasti.

30. lipnja 2020. godine dobili ste nagradu za svoj rad – „Za stručni i društveni angažman kojim se isticao i nastavlja se isticati svojim arhitektonskim postignućima".
Bilo bi vrlo zabrinjavajuće da se arhitekt nikad ne priupita zašto radi to što radi. Arhitektura je umjetnost izgradnje prostora za ljude, tako da ima jasnu društvenu i kolektivnu funkciju. Ne zaboravimo da riječ politika dolazi od grčke riječi *polis,* što je umijeće upravljanja gradom. To znači da je arhitektura umijeće izgradnje grada.

SURADNJA GRUPE MAPEI I RENZA PIANA

Između Mapeija i Renza Piana postoji suradnja koja traje već dugi niz godina, a koja je dovela do ostvarenja značajnih projekata poput bolnice Emergency u Entebbi, u Ugandi. Objekt je izrađen tradicionalnom tehnikom *pisèa*, gdje se mješavina zemlje, pijeska, šljunka i vode preša u drvenoj oplati. Mapei proizvodi omogućili su da objekt bude stabilan, siguran i trajan. Valja istaknuti i kulturni centar u Botinu u Santanderu, u Španjolskoj, stambeni kompleks Braço de Prata u Lisabonu, u Portugalu te grupu radova G124 koja se bavi urbanom obnovom periferija za koje je Mapei osigurao brojne proizvode.

Most Hong Kong – Zhuhai – Makao

OVAJ JEDINSTVENI INFRASTRUKTURNI PROJEKT JEDNA JE OD NAJVEĆIH SVJETSKIH GRAĐEVINA IKADA IZGRAĐENIH

24. listopada 2018. godine otvoren je najduži prekomorski most na svijetu dug 55 kilometara. Ova futuristička građevina, izgrađena u obliku slova Y, spaja tri grada – Hong Kong, Makao i Zhuhai. Glavni dio proteže se na 29,6 kilometara. Most uključuje četiri umjetno izgrađena otočića te 6,7 kilometara podvodnih tunela.

Izgrađen je kako bi se zadovoljila potreba za kopnenim prijevozom između Hong Konga, kontinentalne Kine i Makaa uz integraciju 11 gradova na jugu Kine.

FUTURISTIČKI PROJEKT

Ovaj most, izrazito složena građevinska konstrukcija, ogromna je dvosmjerna autocesta sa šest prometnih traka koje se protežu nad velikom deltom Biserne rijeke u Južnom kineskom moru. Prilikom projektiranja bilo je potrebno uzeti u obzir jake vjetrove te plimu i oseku. Konstrukcija je izgrađena da izdrži potres magnitude 8 stupnjeva po Richteru, tajfune, tornada, tropske ciklone i udar teretnog broda težine oko 300 000 tona. Projektiran je da traje 120 godina, što je poprilično životni vijek ako uzmemo u obzir činjenicu da je za većinu velikih mostova predviđeno trajanje od sto godina.

Most se sastoji od dionice duge 29,6 km s tri pilona visine između 280 i 460 m. Za izgradnju ovog mosta utrošeno je 420 000 milijuna m^3 betona te 400 000 tona čelika, od čega bi se dalo izgraditi 60 Eiffelovih tornjeva. Na njemu je radilo 14 000 radnika, a za prijevoz materijala korištena je flota od 100 brodova. Na otprilike tri četvrtine mosta bilo je potrebno izgraditi podvodni tunel (dužine 6,7 km) jer je delta Biserne rijeke jedna od najvećih pomorskih prometnica na svijetu preko koje svakodnevno prijeđe 4000 brodova – od putničkih trajekata do ogromnih nosača kontejnera, tako da je bilo nužno omogućiti njihov prolaz. Tunel se nalazi na oko 45 m dubine, a povezan je s dvama umjetnim otocima (duljine 625 m i površine 100 000 m^2) koji čine spoj između dijelova koji se nalaze ispod i iznad morske površine te vode prema Hong Kongu s jedne strane i prema Makau, odnosno Zhuhaiju s druge strane.

KLJUČNA INFRASTRUKTURA

Zahvaljujući novom mostu sada je moguće doći do Hong Konga iz Zhuhaija i Makaa i obrnuto za manje od sat vremena, dok su ranije bila potrebna 4 sata da bi se zaobišla cijela delta Biserne rijeke. Prema procjenama stručnjaka predviđen je dnevni tranzit oko 29 000 vozila. Ova konstrukcija pomogla je stvaranju integriranog gospodarskog područja koje obuhvaća, uz dvije bivše engleske i portugalske kolonije, devet gradova u provinciji Guangdong, uključujući Guangzhou i Shenzhen. U regiji u kojoj živi 68 milijuna stanovnika nalaze se i sjedišta brojnih djelatnosti, između ostaloga, financijski centar Hong Konga, tehnološki Shenzhen te industrijski centar Dong-guan koji proizvode otprilike jednu osminu kineskog BDP-a. Hong Kong je, osim toga, jedna od glavnih kontejnerskih luka na svijetu i čvorište globalnog robnog avioprometa. Na ovom se području nalaze razni logistički centri kojima je bio potreban prostor koji im Hong Kong nije mogao pružiti. Prije izgradnje ovog mosta do luke ili zračne luke dolazilo se preko prometom zagušenog mosta Humen.

MAPEI NA PROJEKTU IZGRADNJE

Odjel tehnike Mapei pružio je svoju podršku izvođaču radova na tri ma različitim dijelovima projekta: 2011. godine kada je radovima bila obuhvaćena dionica između Scenic Hilla i zgrade Hong Kong Boundary Crossing (postaje graničnog prijelaza), zatim 2012. godine kada se radio podmorski tunel na području Tuen Mun – Chek Lap Kok Link te 2013. godine pri izgradnji postaje za cestarinu.

Radovi između Scenic Hilla i Hong Kong Boundary Crossinga.

Mapeijev tim surađivao je s izvođačem radova na dionici pripajanja ceste Hong Kong Link Road između glavnog mosta Hong Kong – Zhuahai – Macao te zgrade Hong Kong Boundary Crossing dugoj oko 9 km. Ovim projektom provedena je melioracija područja te su izgrađeni podzemni prolazi, tuneli i prilazne ceste. Za hidroizolaciju vanjskih površina veličine 83 000 m², nakon nanošenja temeljnog premaza MAPEFLOOR I 900, Odjel tehnike Mapei preporučio je dvokomponentnu hidroizolaciju PURTOP 400 M HK na bazi hibridne poliuree bez otapala koja se nanosila *in-situ* visokotlačnom pumpom. PURTOP 400 M HK ima visoku otpornost na kidanje i kemikalije te izvrsnu fleksibilnost. Radovi su dovršeni ugradnjom polipropilenskog geotekstila POLYFOND KIT DRAIN, zaštitnog drenažnog sustava izrađenog od ekstrudiranog polietilena (HDPE) velike gustoće te od netkane polipropilenske tkanine. Ovaj sustav predstavlja učinkovitu hidroizolacijsku zaštitu za podzemne i nadzemne građevine. Hidroizolacija priključnog tunela površine 80 000 m² izvedena je jednoslojnom sintetičkom PVC-P membranom MAPEPLAN TU S s narančastim signalnim slojem, prikladnom za hidroizolaciju prirodnih i umjetnih tunela kao i za podzemne radove.

Radovi na Tuen Mun – Chek Lap Kok Link – dionici Northern Subsea Tunnel.

Izrađen na više od 40 m morske dubine i dužine više od 6 km, ovaj tunel proteže se između sjeverozapadnog područja i otoka Lantau. Kako bi se iskopao, korišten je najveći mehanički tunelski bušaći stroj na svijetu (TBM) promjera 17,6 m. Za izgradnju tunela Mapei je isporučio prirodni natrijev bentonit MAPEBENT API, mort za sidrenje MAPEFILL HS i mort ojačan vlaknima za sanaciju betona MAPEGROUT HI-FLOW SP.

Izgradnja prostora za naplatu cestarine preko Tuen Mun – Chek Lap Kok Linka.

Za naplatu cestarine izgrađen je prostor s nizom povezanih građevina na ukupnoj površini većoj od 5 hektara. Za hidroizolaciju površina od 18 000 m² korišteni su MAPEPLAN TU S, MAPEPLAN GEO 1000, MAPEPLAN DISK, MAPEPLAN ANCHORING i MAPEFIX VE SF.

RADOVI U BROJKAMA

Trajanje radova: **2009. – 2018. godine**

Ukupna dužina mosta: **55 km**

Dužina podvodnog tunela: **6,7 km** na **45 m** morske dubine

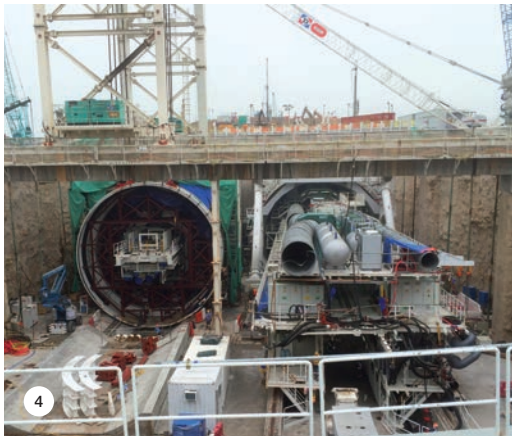
Vrijednost investicije: **20 milijardi eura**

400 000 tona čelika

420 000 milijuna m³ betona

14 000 zaposlenih radnika

625 m dužine i **100 000 m²** površine dvaju umjetnih otoka



SLIKA 1: Trasa mosta Hong Kong – Zhuhai – Makao.
SLIKA 2: Hidroizolacija na Scenic Hillu izvedena je primjenom materijala PURTOP 400 M HK i POLIFOND KIT DRAIN.
SLIKA 3: Na nutarnjim površinama tunela korištena je hidroizolacija MAPEPLAN TU S.
SLIKA 4: Za radove na podmorskom dijelu tunela korišten je najveći tunelski bušaći stroj na svijetu.

TEHNIČKI PODACI
Most između Hong Konga i Macao Zhuhaija, Hong Kong, Kina
Godina izgradnje: 2009. – 2018. godine
Vrijeme izvođenja radova: 2017. – 2018. godine
Investitor: Highway Department, HKSAR
Izvođač radova: Dragages – Bouygues Joint Venture
Nadzor: Ove Arup & Partners Hong Kong Ltd.
Mapei koordinator: Stuart Watt (Mapei China Ltd., Hong Kong)

PROIZVODI MAPEI
Hidroizolacija podzemnih struktura: Mapebent API, Mapefill HS, Mapefix VE SF, Mapegrout Hi-Flow SP, Mapeplan Anchoring, Mapeplan Geo 1000, Mapeplan Geo 500, Mapefloor I 900, Purtop 400M HK

PROIZVODI POLYGLASS
Hidroizolacija podzemnih struktura: Polyfond Kit Drain, Mapeplan TU S, Mapeplan Disk, Mapeplan Collar

Za više informacija posjetite www.mapei.hr, www.mapei.com i www.polyglass.com

Jankomirski most i nadvožnjak

SANACIJA ZAPADNOG MOSTA I NADVOŽNJAKA PROVJERENIM SUSTAVIMA I MATERIJALIMA

Čvor Jankomir, projektiran u obliku djeteline, nalazi se na dionici Jankomir – Lučko autoceste A3 Bregana – Zagreb – Lipovac koja je dio X. paneuropskog prometnog koridora koji prolazi kroz Austriju, Sloveniju, Hrvatsku, Srbiju, Makedoniju i Grčku. Čvor Jankomir važno je cestovno čvorište jer povezuje autocestu A3 s autocestom A2. Također je od velike važnosti za grad Zagreb jer omogućava lakši pristup zapadnom dijelu grada te povezuje županijsku cestu s autocestom A3. Dionica autoceste Jankomir – Lučko, kao i čvor Jankomir, pušteni su u promet 1979. godine.

MOST I NADVOŽNJAK

Zapadni most nalazi se na autocesti A2 Zagreb – Macelj u čvoru Jankomir. Promet se odvija na dvama kolnicima – istočnim kolnikom širine dviju prometnih traka u smjeru priključka na autocestu A3 te zapadnim kolnikom širine dviju prometnih traka za priključak i odvajanje prometa u smjeru Zagreb – zapad. Promet mostom jednosmjeran je, a kolnici su odvojeni razdjelnim pojasom. Širina mosta iznosi 21,64 m, dok je duljina 110,40 m sa zagrebačke strane te 112,45 m sa suprotne strane s ukupno četiri raspona. Osnovna nosiva konstrukcija, koja je izvedena monolitno, armiranobetonska je. Uzdužni sandučasti nosač s obostranim konzolama oslonjen je na dva upornjaka i tri stupa. Rasponska konstrukcija izvedena je kao prednapeta AB ploča jednake debljine, a oslonjena je na dva upornjaka i tri stupa.

Zapadni nadvožnjak u čvoru Jankomir nalazi se na autocesti A3 Bregana – Zagreb – Lipovac, oblikom prati zakrivljenost prometnice, a promet preko njega jednosmjeran je. Ukupna mu je širina 15 m, a sastoji se od dvaju bočnih zaštitnih pojasa, dviju prometnih i jedne zaustavne trake. Njegova duljina iznosi 168 m s ukupno četiri raspona.

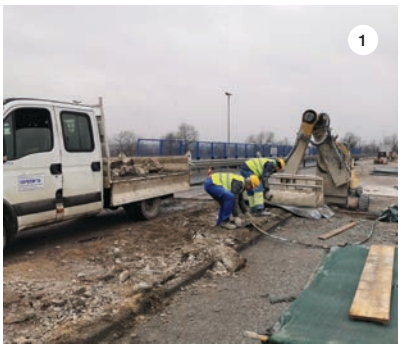
RAZLOZI PROPADANJA KONSTRUKCIJE

Dugogodišnje korištenje mosta, ali i relativno agresivna sredina u kojoj u zimskom dijelu godine dolazi do smrzavanja kolnika, što dovodi do stalne potrebe za korištenjem soli za odleđivanje, u konačnici je doprinijelo bržem propadanju kolnika i nosive konstrukcije. Stoga je bilo nužno provesti sanaciju kako bi se osigurala sigurnost korisnika u prometu, ali i očuvala kvaliteta objekta te postigla zadovoljavajuća trajnost i sigurnost konstrukcije te produžio njezin vijek trajanja.

STANJE PRIJE SANACIJE

Most i nadvožnjak prije početka sanacije bili su u vidljivo lošem stanju. Asfalt je bio oštećen kao i hidroizolacijski sloj koji se u praksi pokazao kao nedovoljna zaštita armiranobetonskog presjeka. Vidljive plohe armiranobetonskih konzolnih ploča bile su oštećene cijelom dužinom mosta djelovanjem smrzavanja i soli za odleđivanje, što je dovelo do stvaranja pukotina i odlamanja betona. Ograde su također bile u jako lošem stanju s izgubljenim antikorozivnim premazom, a na pojedinim mjestima i vidljivo deformirane. Na prijelaznim napravama preko dilatacija evidentirana su jaka mehanička oštećenja osnovnog čeličnog profila i gumene brtve, a prodor vode kroz prijelaznu napravu izazvao je taloženje sitnog materijala, što je dovelo do oštećenja ploče sanduka i zidova upornjaka. Na upornjacima je ispitivanjem utvrđen sadržaj klorida koji na dubini većoj od 2 cm dostiže kritičnu vrijednost, a uzrokovan je intenzivnim procurivanjem vode s kolnika na krilima upornjaka. Struktura betona

SLIKA 1: Priprema površine uklanjanjem degradiranog betona.
SLIKA 2: Uklanjanje oplate nakon betoniranja.
SLIKA 3: Priprema za hidrodemoliranje kolničke ploče.
SLIKA 4: Priprema podloge prije nanošenja temeljnog premaza Mapefloor I 914.
SLIKA 5: Pogled vozne površine mosta nakon asfaltiranja.



upornjaka narušena je prolaskom oborinske vode koja je s otopljenim solima za odmrzavanje u kombinaciji s mrazom prolazila kroz prijelazne naprave i tako prodirala u prostor dilatacije. Oba upornjaka imala su velika oštećenja koja su vodila smanjenoj sigurnosti građevine i trajnosti konstrukcije.

PRIPREMA PODLOGE

Prvi korak u sanaciji – uklanjanje degradiranih slojeva – jedan je i od najvažnijih. Naime, dobra priprema podloge postupkom hidrodemoliranja osigurava potrebnu hrapavost i vlažnost betonske podloge prije nanošenja reparaturnih mortova, ali i potrebnu čistoću armature za nanošenje antikorozivne zaštite. Prije reprofilacije betonske konstrukcije očišćena armatura zaštićena je nanošenjem MAPEFER-a 1K, jednokomponentnog polimer-cementnog morta s inhibitorima korozije, u dva sloja ukupne debljine 2 mm. Osim zaštite armature MAPEFER 1 K osigurava i bolju prionjivost reparaturnih mortova, odnosno betona na armaturu.

REPROFILACIJA KOLNIČKE KONSTRUKCIJE

Reprofilacija većeg dijela kolničke konstrukcije i pješačkih staza izvodila se reparaturnim tiksotropnim mortom MAPEGROUT T60 s kompenziranim skupljanjem, ojačanim vlaknima, otpornim na sulfate, razreda R4 prema EN 1504-3, namijenjenom konstrukcijskim popravcima. Radi postizanja maksimalnih svojstava MAPEGROUT-a T60 u svježu mješavinu dodano je sredstvo za njegu cementnih mortova MAPECURE SRA. Zahvaljujući svojoj interakciji s glavnim komponentama koje sačinjavaju cement, dodavanje MAPECURE-a SRA smanjuje skupljanje smjese za 20 – 50 % u usporedbi s dobivenim rezultatima kod standardnih proizvoda bez dodataka. Sve to vodi smanjenju rizika od nastanka pukotina.

Armiranobetonska konstrukcija reprofilacijom je vraćena u prvobitno stanje, no u pogledu trajnosti bilo je potrebno nanijeti i zaštitne slojeve kako bi se konstrukcija zaštitila od agresivnih djelovanja iz okoliša.

HIDROIZOLACIJA I ZAŠTITA KONSTRUKCIJE

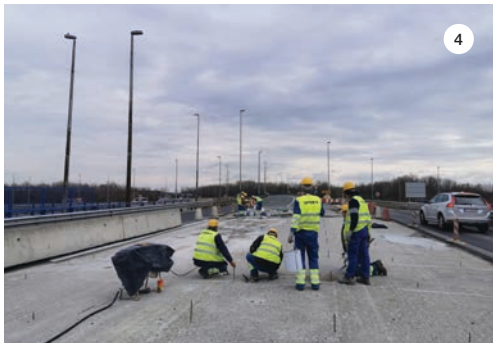
Kako bi se ispunili zahtjevi iz projekta, osim hidroizolacije kolničke konstrukcije bilo je važno zaštititi i ostale dijelove betonske konstrukcije kao što su betonski upornjaci i stupovi te podgled konzola i kolničke ploče. Nakon reprofilacije i pripreme podloge izveden je sustav zaštite betonske konstrukcije koji se sastojao od dvokomponentnog visokoelastičnog hidroizolacijskog polimer-cementnog morta MAPELASTIC i zaštitne dekorativne boje na osnovi akrilnih smola u vodenoj disperziji ELASTOCOLOR PAINT.

MAPELASTIC je nanošen špricanjem u dva sloja ukupne debljine 2 – 3 mm. Velika prednost MAPELASTIC-a je da ostaje trajno elastičan u svim uvjetima okoline, premošćuje naknadne pukotine čak i na -20°C te je postojan na kemijsku agresiju soli, sulfata, klorida i ugljičnog dioksida. Sve armiranobetonske površine zaštićene su ELASTOCOLOR-om PAINT, posebnom elastomernom bojom izvrsne otpornosti na starenje te cikluse smrzavanja i odmrzavanja.

Po završetku sanacije – izvedene nove hidroizolacije kolnika, ugradnje drenažnog kanala na istočnoj i zapadnoj strani kolnika, obnove stabilizacije iznad prijelaznih ploča, ugradnje novih prijelaznih naprava te sveobuhvatne dodatne zaštite izloženih površina betona – završno je izvedena i horizontalna signalizacija.

Jankomirskom mostu i nadvožnjaku ovom je sanacijom osvježen izgled, no postignuto je i ono važnije – trajnost i sigurnost korištenja u narednim godinama.

3


4

5

TEHNIČKI PODACI
Jankomirski most, grad Zagreb
Vrijeme izvođenja radova: srpanj 2019. – svibanj 2020.
Investitor: HAC d.o.o., Zagreb
Projektant: dr. sc. Mario Ille, dipl. ing. građ., Institut IGH d.d., Zagreb
Izvođač radova: Spegra inženjering d.o.o., Split
Nadzor: dr. sc. Mario Ille, dipl. ing. građ., Institut IGH d.d., Zagreb
Mapei koordinator: Marko Iveković, dipl. ing. građ.

PROIZVODI MAPEI
Sanacija konstrukcije i zaštita armature: Mapecure SRA, Mapegrout T60, Mapefer 1K
Hidroizolacija površina: Mapelastic
Zaštita konstrukcije: Elastocolor Paint

Za više informacija posjetite www.mapei.hr i www.mapei.com

Most Sava – Ivanja Reka

SANACIJA, OJAČANJE I ZAŠTITA MOSTA NA JEDNOM OD NAJPROMETNIJIH CESTOVNIH ČVORIŠTA

Most Sava – Ivanja Reka cestovni je most na rijeci Savi u Ivanjoj Reci, gradskom naselju na istoku Zagreba. Dio je jednog od najprometnijih cestovnih čvorišta u Hrvatskoj – obilaznice autoceste A3 koja prolazi oko Zagreba. Most izgrađen 1981. godine prema projektu Zvonimira Lončarića, inženjera čije je djelo i Jadranski most izgrađen iste godine, prelazi rijeku Savu pod kutom 76°, a os pod ovim kutom paralelna je s nasipima jedne i druge obale. Konstrukcija mosta sastoji se od slobodno polegnutih montažnih nosača duljine 39 m na neoprenskim ležajevima iznad naglavnica stupova. Ukupna duljina od osi do osi ležaja na upornjacima mosta iznosi 1064,5 m. Stupovi su tanki i vitki kako bi što manje remetili protjecajni profil rijeke Save, a temeljenje je duboko na pilotima.

Prometno opterećenje ovog mosta povećava se iz godine u godinu, a time i utjecaji koji nepovoljno djeluju na konstrukciju mosta dovodeći do poremećaja mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcije. Osim prometnog opterećenja most je pod utjecajem i agresivnih tvari iz okoline, pa mu je bila potrebna sveobuhvatna sanacija i ojačanje konstrukcije.

SANACIJA I REPROFILACIJA KONSTRUKCIJE

Postupak sanacije započeo je uklanjanjem degradiranih slojeva i njihovom reprofilacijom. Podloga je pripremljena hidrodemoliranjem, a za reprofilaciju korišteni su reparaturni mortovi razreda R4 – MAPEGROUT T60, tiksotropni mort za sanaciju betona ojačan vlaknima i otporan na sulfate te brzovezujući mort PLANITOP SMOOTH & REPAIR R4 s kompenziranim skupljanjem i ojačan vlaknima.

Na reprofiliranu podlogu potom je primijenjen sustav ojačanja karbonskom tkaninom MAPEWRAP C UNI-AX 300, širine 30 cm. Najprije je valjkom na sazrelu podlogu nanesen dvokomponentni epoksidni temeljni premaz MAPEWRAP PRIMER 1 na koji je, dok je još bio svjež, nanesen epoksidni mort MAPEWRAP 11 radi postizanja ujednačenosti i ravnosti podloge. Potom je naneseno epoksidno ljepilo MAPEWRAP 31

SLIKA 1: Uklanjanje degradiranog betona.
SLIKA 2: Priprema armature prije ugradnje sanacijskog betona/morta.
SLIKA 3: Ugradnja sanacijskog morta.
SLIKA 4: Ugradnja nove ograde.
SLIKE 5 i 6: Nanošenje epoksidnog morta Mapewrap 11.
SLIKA 7: Nanošenje epoksidne smole Mapewrap 31.
SLIKA 8: Posip kvarcnog pijeska.
SLIKA 9: Podgled mosta.
SLIKA 10: Površina mosta nakon ugradnje sanacijskog betona/morta.

kojim se lijepila karbonska tkanina MAPEWRAP C UNI-AX 300 na konstrukciju. Položena tkanina još je jednom premazana ljepilom MAPEWRAP 31 i posuta kvarcnim pijeskom radi osiguranja prionjivosti završnih zaštitnih slojeva.

ZAŠTITA KONSTRUKCIJE SUSTAVOM MAPELASTIC

Nakon reprofilacije, ojačanja i pripreme podloge izveden je sustav zaštite betonske konstrukcije dvokomponentnim visokoelastičnim hidroizolacijskim polimer-cementnim mortom MAPELASTIC i zaštitnom dekorativnom bojom na osnovi akrilnih smola u vodenoj disperziji ELASTOCOLOR PAINT. Važno je naglasiti da osim hidroizolacijskih svojstava sloj MAPELASTIC-a od 2,5 mm predstavlja ekvivalent sloju od 30 mm zaštitnog sloja betona protiv agresivnog utjecaja klorida. MAPELASTIC ostaje trajno elastičan u svim uvjetima okoline, premošćuje naknadne pukotine čak i na -20°C te je postojan na kemijsku agresiju soli, sulfata, klorida i ugljičnog dioksida. 14 dana od nanošenja MAPELASTIC-a nanesen je ELASTOCOLOR PAINT. Ova boja koristi se za zaštitu betonskih površina i cementnih žbuka od agresivnih tvari prisutnih u atmosferi. Kada se osuši, stvara vrlo elastičan film istovremeno nepropustan za vodu te propustan za paru dajući obrađenoj površini lijep estetski izgled.

Pravilan pristup sanaciji armiranobetonskih konstrukcija neophodan je da bi se osigurao planirani vijek trajanja. Najprije se provode detaljna istraživanja i analize stanja konstrukcije, a zatim se na osnovi toga izrađuje detaljan projekt sanacije i zaštite provjerenim i ispitanim proizvodima i sustavima. Naravno, za sve navedeno iznimno su važni i kvalitetno izvedeni radovi.

Izvedenom sanacijom, ojačanjem i zaštitom konstrukcije mosta Sava – Ivanja Reka osigurana je njena trajnost za budući period velikih prometnih opterećenja i agresivnih utjecaja okoliša.

7

8

9

10

TEHNIČKI PODACI
Most Sava – Ivanja Reka, obilaznica Zagreba
Vrijeme izvođenja radova: studeni 2019. – lipanj 2020. godine
Investitor: Hrvatske autoceste d.o.o., Zagreb
Projektant: Institut IGH d.d., Zagreb
Izvođač radova: Hidrostres d.o.o., Zagreb
Nadzor: mr. sc. Krunoslav Mavar, dipl. ing. građ., Institut IGH d.d., Zagreb
Mapei koordinator: Marko Iveković, dipl. ing. građ.

PROIZVODI MAPEI
Sanacija konstrukcije: Mapefer 1K, Mapegrout T60, Planitop Smooth & Repair R4
Ojačanje konstrukcije: MapeWrap Primer 1, MapeWrap 11, MapeWrap 31, MapeWrap C UNI-AX 300/30
Zaštita konstrukcije: Elastocolor Paint, Mapelastic

Za više informacija posjetite www.mapei.hr i www.mapei.com

Mostovi u Ninu

REKONSTRUKCIJA KAMENIH MOSTOVA IZ 16. STOLJEĆA

Povijesna jezgra grada Nina smještena je na plitkom ravnom otoku ovalnog oblika približne dužine 450 m. Ninski kameni mostovi, koji povezuju povijesnu jezgru i centar Nina s ostatkom grada, sagrađeni su u vrijeme mletačke vladavine u 16. stoljeću. Kameni mostovi izgrađeni su na kamenom nasipu položenom na slabonosivom i mekanom muljevitom dnu. Većim dijelom duljine mostovi se zapravo sastoje od nasipa koji su obloženi i poduprti kamenim zidovima, dok za cirkulaciju vode, odnosno mora unutar zaljeva služe po tri kamena svođena otvora na svakom mostu. Radi se o neobičnim, jedinstvenim građevinama koje su dijelovi kulturno-povijesne cjeline grada te su stoga zaštićene kao kulturno dobro. Oba stara mosta u Ninu – i Donji i Gornji most većim su se dijelom urušili 11. rujna 2017. godine uslijed katastrofalne vodene bujice koja na putu do mora nije mogla proći uskim otvorima kamenih svodova, pa je došlo do podlokavanja i rušenja velikih dijelova mostova.

Kada je ustanovljen opseg oštećenja, Vlada Republike Hrvatske u ožujku 2018. godine donijela je zaključak prema kojem su Hrvatske ceste preuzele ulogu investitora nad obnovom mostova u Ninu, dok je Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture uvrstilo projekt u godišnji plan građenja i održavanja državnih cesta, čime su osigurana financijska sredstva za provedbu projekta.

POSTOJEĆA KONSTRUKCIJA MOSTOVA

Donji most u Ninu većim dijelom ima kamene zidove na nasipu i tri rasponska sklopa izvedena u obliku kamenih lukova raspona 3,5 m koji omogućuju cirkulaciju mora ispod mosta. Ukupna duljina mosta nešto je manja od 70 m, dok širina iznosi 4,5 m. 80-ih godina dvadesetog stoljeća most je doživio značajnu rekonstrukciju pri kojoj su zadržani vidljivi kameni zidovi, dok su unutar mosta na dijelovima između lukova izgrađeni plitki AB sanduci, a iznad lukova AB ploče koje se oslanjaju na AB sanduke betonske konstrukcije na plitkim temeljima.

Gornji most u Ninu izgrađen je na slabonosivom i mekanom muljevitom dnu s tri kamena luka raspona 4 m koji omogućuju cirkulaciju mora. Ukupna je duljina mosta 90 m. Vanjske stijenke mosta izgrađene su od zidanog kamena, dok je unutarnji prostor ispunjen zbijenim nabačajem preko kojeg je postavljena kolnička površina. Širina mosta iznosi 4,9 m, a širina kolnika 4,1 m. Visinski kolnik postavljen je horizontalno.

Krajem 2007. godine započeti su radovi na rekonstrukciji Gornjeg mosta. Rekonstrukcija je izvedena uz poštivanje izvorne strukture mosta. Pri tome su u velikoj mjeri korišteni sačuvani dijelovi čelnih kamenih zidova, temelja i starog nasipa u trupu mosta. Nedostajući dijelovi restaurirani su novim čelnim ziđem te su sazidani ogradni zidovi, dok su lukovi razidani i ponovno sazidani. Nad postojećom nasipanim ispunom trupa mosta izveden je izravnavajući tamponski sloj i betonska podloga na koju je postavljeno kameno opločenje kolnika.

OŠTEĆENJA MOSTOVA USLIJED POPLAVE 2017. GODINE

U katastrofalnoj poplavi 11. 9. 2017. godine mostovi su teško oštećeni i dijelom urušeni.

Čelni kameni zidovi Donjeg mosta raspucani su kosim te približno vertikalnim i horizontalnim pukotinama, pa su se oslonili na srednji zidani svod pridodajući mu nepovoljno simetrično opterećenje. U navedenom svodu prisutne su pukotine u tjemenu, a sa sjeverozapadne strane mosta oštećeno je područje pete svoda prema Ninu. Zadnji svod prema Ninu i raste-

SLIKA 1: Donji most u Ninu prije poplave.
SLIKA 2: Urušen treći luk i betonska ploča Donjeg mosta te vertikalna pukotina na srednjem luku.
SLIKA 3: Urušen središnji dio s rasponskim lukovima na Gornjem mostu.
SLIKA 4: Izvedba temeljnih armiranobetonskih ploča.
SLIKE 5 i 6: Ugradnja reparaturnog morta na Donjem mostu.

retna ploča iznad njega potpuno su urušeni, dok je sanduk S3 potonuo u tlo, pri čemu je zauzeo kosi položaj u odnosu na horizontalnu ravninu. Osim navedenog, AB konstrukcija sanduka i ploča bila je kontaminirana kloridima te izložena pojavi korozije armature.

Središnji dio Gornjeg mosta zajedno s rasponskim konstrukcijama u obliku tri zidana svoda i dijelovi konstrukcije mosta u blizini navedenih propusta bili su potpuno urušeni. Dio istočnog čelnog zida u dijelu mosta prema Vrsima nagnuo se prema moru i odvojio od kolnika i trupa širokom pukotinom. Na preostalim vidljivim dijelovima konstrukcije moglo se uočiti naginjanje čelnih zidova zbog podlokavanja temeljnog tla i nepovezanosti zidova s trupom mosta.

Tvrtka Spegra Inženjering iz Splita izvela je radove kojima su mostovi rekonstruirani, ojačani i arhitektonskim uređenjem dovedeni u stanje primjereno povijesnoj jezgri, jednoj od turističkih atrakcija grada Nina.

TEMELJENJE DONJEG I GORNJEG MOSTA

Temeljno tlo Gornjeg i Donjeg mosta ojačavalo se izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka na uzvodnoj i nizvodnoj strani mosta. Stupnjaci su se izvodili na udaljenosti od 1 m od vanjskih stijenki mosta metodom mlaznog injektiranja kroz kameni nasip i sloj mulja. Gledano u poprečnom presjeku, u neposrednoj blizini temelja s vanjske i unutarnje strane kamenih zidova izvedeno je ojačanje tla. Time se znatno umanjio protok mora kroz temeljno tlo ispod mosta i spriječila bočna deformacija, odnosno bočno istiskivanje mulja ispod mosta.

Središnji je dio mosta zajedno s rasponskim lukovima u potpunosti razgrađen te ponovno izgrađen. Na tom je dijelu temeljno tlo u kamenom nasipu ojačano vertikalnim stupnjacima izgrađenima metodom mlaznog injektiranja. Temeljenje lukova izvedeno je na pilotima povezanim s naglavnom gredom na koju se oslanja peta luka, dok su piloti izvedeni metodom beskonačne spirale – CFA na koje se oslanja armiranobetonska ploča koja povezuje pilote s obiju strana mosta.

IZGRADNJA KONSTRUKCIJE DONJEG MOSTA

Obnova i rekonstrukcija Donjeg mosta u Ninu obuhvatila je uklanjanje urušenih dijelova mosta kao i dijelova koji su u poplavi doživjeli neprihvatljive pomake i deformacije, njihovu ponovnu izvedbu, zatim sanaciju dijelova armiranobetonske konstrukcije izložene koroziji, međusobno povezivanje čelnih zidova i armiranobetonskih dijelova konstrukcije te izvedbu novog kolničkog zastora.

Postupak razgradnje oštećenih dijelova konstrukcije započeo je razgradnjom kamene ograde mosta. Nakon ručne razgradnje kamene ograde mosta uklonjena je armiranobetonska konstrukcija kolničkih ploča i sanduka S3 rezanjem betona. Potom su ručno razgrađeni prvi i drugi svod te čelni zidovi uz svodove.

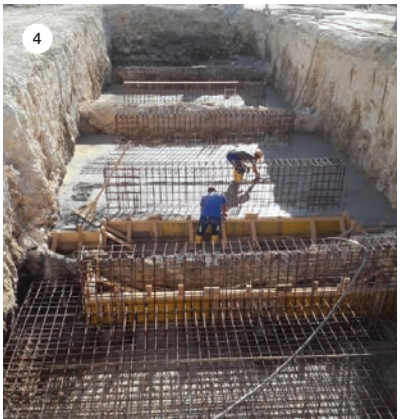
Kameni svodovi, oslonci svodova te srušeni i uklonjeni čelni zidovi sa zidanim ogradama ponovno su sazidani korištenjem postojećih kamenih zidanih elemenata. Svodovi se zidaju na podupirućoj skeli i oplati koja je oblikom morala vjerno pratiti konturu intradosa svodova prije urušavanja. Svodovi su najprije zidani u donjem dijelu do visinske kote +0,50 m. Do iste kote istovremeno su izvedeni čelni zidovi, a potom su zidani nadzidci od lomljenog kamena radi stabilizacije donjeg dijela svodova. Tek nakon toga moglo se pristupiti zidanju preostalog dijela svoda iznad navedene kote.

Svodovi su ležali na skeli koliko je bilo potrebno da mort potpuno očvrsne, no ne manje od 28 dana. Uklanjanje skela nije se smjelo izvesti naglo kako se svod ne bi deformirao ili napukao. Otpuštanje skela počelo je od tjemena svoda, a zatim istovremeno lijevo i desno od tjemena. Preostali dio nadzidka kao i čelno i ogradno zide iznad svodova zidalo se nakon uklanjanja podupirućih skela.

U ogradnom zidu iznad svoda 3 ugrađeni su skriveni armiranobetonski prstenovi dimenzija 20 x 20 cm koji su povezani s naglavnim gredama pilota osiguravajući tako niži svod od urušavanja zbog uzgona pri velikoj vodi. Ovi su prstenovi na dijelovima svoda nižim od tjemena međusobno povezani poprečnim armiranobetonskim gredama presjeka 20 x 20 cm. AB prstenovi ugrađeni su s gornje strane svoda, a sa svodom i kamenim zidem povezani su sidrima od nehrđajućeg čelika.

Antikorozivna zaštita od primarne je važnosti za konstrukciju u morskom okolišu, zbog čega je bilo potrebno obnoviti i pojačati zaštitne slojeve betona u unutrašnjosti sačuvanih sanduka. Stoga je u unutrašnjosti postojećih sanduka kao i na gornjoj površini ploča na mjestima na kojima je postojala aktivna korozija armature uklonjen oštećeni beton do dubine od 3 cm. Uklanjanje betona i čišćenje armature izvedeno je hidrodinamičkim postupkom pod tlakom većim od 2000 bara. Nakon pripremljene površine nanesen je sloj reparaturnog polimer-cementnog morta razreda R4 ojačanog vlaknima. Reparaturni mort ugrađen je strojno, mokrim postupkom ukupne prosječne debljine 6 cm kako bi se povećao zaštitni sloj betona do armature za 3 cm. Na kraju je preko svih površina u unutrašnjosti nanesena hidrofobna impregnacija betona.

Iznad rasponskih lukova te između čelnih zidova izveden je ispun od va-


4

5

6

SLIKA 7: Postavljanje hidroizolacije.
SLIKA 8: Faza polaganja kamenog opločenja.
SLIKA 9: Donji most nakon obnove.

pnenačkog drobljenca 31/45 mm kojem su šupljine ispunjene kamenom sitneži. Radi održavanja stabilnosti nasipa unutar trupa mosta i smanjenja pritiska na stijenke, ispun od nevezanog materijala omotan je u geotekstil mase 250 g/m^2. Zbijanje ispuna potrebno je provoditi isključivo ručno kako se udarima i vibracijama ne bi oštetili kameni svodovi. Na tako poravnati sloj nasipa te iznad tjemena svoda postavljen je sloj ekspandiranog polistirena debljine 4 cm koji je služio kao oplata za armiranobetonske ploče. Armiranobetonske kolničke ploče izvedene su betonom C45/55 sa sulfatnootpornim cementom i dodatkom inhibitora korozije debljine 35 cm.

HIDROIZOLACIJA I OPLOČENJE KOLNIKA

28 dana nakon izrade kolničke ploče, kad je vlažnost podloge bila manja od 4 %, pristupilo se izradi hidroizolacije i opločenju kolnika. Prije postavljanja hidroizolacije površina je premazana epoksidnom smolom i posuta kvarcnim pijeskom. Na tako pripremljenu podlogu postavljena je hidroizolacijska ljepenka debljine 5 mm. Nakon izvođenja hidroizolacije pristupilo se izvedbi kamenog opločenja kolnika, i to u najkraćem mogućem vremenu, nikako kasnije od 4 dana, kako hidroizolacija ne bi dugo bila izložena atmosferskim utjecajima. Kameno opločenje kolnika izvedeno je u tvornički pripremljenom polimer-cementnom mortu s dodatkom vlakana 28-dnevne čvrstoće 60 MPa. Konačna debljina morta iznosila je 3 – 4 cm, a debljina kamenih ploča od vapnenaca 4 – 5 cm, pa je najmanja ukupna debljina slojeva iznosila 8 cm.

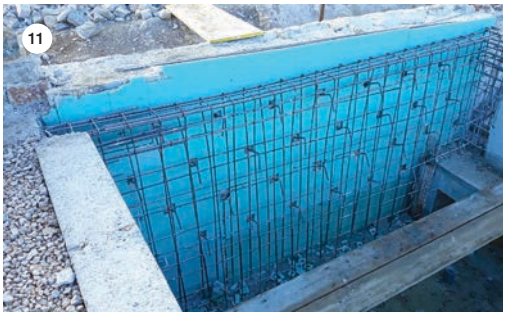
IZGRADNJA KONSTRUKCIJE GORNJEG MOSTA

Obnova i rekonstrukcija Gornjeg mosta u Ninu obuhvatila je povezivanje i konsolidaciju čelnih zidova i trupa mosta te rekonstrukciju zidanih svodova. Najprije su uklonjeni urušeni, nagnuti i raspucani kameni dijelova mosta, a onda i iskopan trup mosta. Kamen nastao razgradnjom trebalo je sačuvati i ponovno upotrijebiti za zidanje zidova i svodova.

Preostalo kameno ziđe nakon razgradnje bilo je potrebno konsolidirati injektiranjem vapnene suspenzije i izradom novih sljubnica. Uzduž tako konsolidiranih čelnih zidova u kampadama izvedeni su armiranobetonski zidovi debljine 35 cm koji su sidrima povezani s kamenim zidovima. Zidovi su potom betonirani u jednostranoj oplati neposredno uz kameno ziđe kako bi se ostvarila kruta veza između ziđa i betona. Ugrađena su četiri sidra od nehrđajućeg rebrastog čelika promjera 12 mm na 1 m^2.

Kameni svodovi, njihovi temeljni stupci (kratki zidani zidovi oslonjeni na temeljne ploče koje služe kao oslonac zidanim svodovima) i pripadajući čelni zidovi ponovno su zidani korištenjem postojećih kamenih elemenata. Zidani su hidrauličnim mortom na bazi vapna i pucolana, dok su lukovi zidani na nosivoj skeli i oplati koja je oblikom morala pratiti izvornu konturu intradosa svodova. Svodovi su oslonjeni na novoizvedenu armiranobetonsku konstrukciju od ojačanih

SLIKE 10 i 11: Gornji most – konsolidacija i povezivanje čelnih kamenih zidova s uzdužnim armiranobetonskim zidovima.
SLIKA 12: Zidanje kamenih lukova na podupirućoj skeli.
SLIKA 13: Izvedba armiranobetonskih ljuski od lakoagregatnog betona.
SLIKA 14: Izrada kolničkog zastora.
SLIKA 15: Gornji most nakon obnove.



MAPEI NA PROJEKTU REKONSTRUKCIJE NINSKIH MOSTOVA

Na radovima rekonstrukcije mostova u Ninu korištena su brojna Mapei rješenja, između ostalog MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO, paropropusni mort za zidanje i popravljanje unutarnjih i vanjskih, nosivih i pregradnih zidova od kamena, opeke, sedre i miješanog zida, prirodnog izgleda, posebno namijenjen građevinama od kulturno-povijesnog značaja kao što su ninski mostovi. Iz linije Mape-Antique korišten je i MAPE-ANTIQUE I, hidrauličko vezivo za učvršćivanje suhih kamenih zidova, zapunjavanje šupljina, pukotina i unutarnjih pora prisutnih u povijesnim konstrukcijama od kamena i opeke.

Za zaštitu armaturnih šipki od korozije korišten je jednokomponentni premaz MAPEFER 1K. Tiksotropni mort za sanaciju betona – MAPEGROUT T60, ojačan vlaknima i otporan na sulfate, korišten je za sanaciju oštećenih površina. Zbog svojih karakteristika koristi se, između ostalog, za sanacijske radove u tunelima, kanalima i općenito kod radova s vodom.

STABILCEM, ekspandirajuće visokofluidno vezivo korišteno je za zapunjavanje šupljina i pukotina unutar kamena. Za hidrofobnu impregnaciju korišten je PLANISEAL WR 100, već pripremljena mješavina na bazi čistog silana, dok je MAPEFLOOR I 914, dvokomponentni epoksidni zaštitni premaz korišten kao podloga prije izvođenja hidroizolacije.

MAPESTONE TFB 60, već pripremljeni polimer-cementni mort korišten je za ugradnju arhitektonskog kamena, razreda izloženosti XF4 i XS3. Karakterizira ga iznimno visoka tlačna čvrstoća i izvrsna otpornost na soli te na cikluse smrzavanja i odmrzavanja.

dijafragmi, temeljnih ploča i armiranobetonskih ploča dna oslonjenih na armiranobetonske pilote. Iznad svodova nalaze se armiranobetonske vezne grede debljine 35 cm koje se nastavljaju na armiranobetonske uzdužne zidove. Vezne grede prate liniju ekstradosa svoda, ali bez povezivanja s kamenim svodom.

Na ekstradosu svodova izvedena je armiranobetonska ovojnica od ljuski i prstenova debljine 12 cm koja je bušenim sidrima od nehrđajućeg čelika promjera 12 mm povezana s kamenim svodom. Armiranobetonske ljuske lučnih svodova povezane su s armiranobetonskim dijafragmama i zidovima. Uloga je armiranobetonskih ljuski povećanje otpornosti svodova na prometno opterećenje i otpornost na hidrostatsko djelovanje pri prolasku velikih voda. Armiranobetonske ljuske izvedene su od lakoagregatnog betona razreda LC 30/33 s agregatom koji sadrži ekspandiranu glinu. Na taj je način postignuta kompatibilna krutost između kamenog svoda i lakoagregatnog betona, pri čemu kameni dio svoda sudjeluje u nosivosti, što je bitno za očuvanje cjelovitosti svoda.

Formirane armiranobetonske kazete između uzdužnih zidova i poprečnih dijafragmi ispunjene su vapnenačkim drobljencem 31/45 mm kojem su šupljine ispunjene kamenom sitneži. Povrh tako ispunjenog i zbijenog trupa mosta izveden je kolnički zastor od kamenih prizmi debljine 10 cm koje su položene u sloj pijeska debljine 4 cm.

TEHNIČKI PODACI
Gornji i Donji ninski mostovi, Nin
Godina izgradnje: 16. stoljeće
Vrijeme izvođenja radova: studeni 2018. – lipanj 2020. godine
Investitor: Hrvatske ceste d.o.o.
Projekt obnove mostova: Geokon Zagreb d.d., Zagreb
Izvođač radova: Spegra d.o.o., Split
Mapei koordinator: Marko Iveković, dipl. ing. građ.

PROIZVODI MAPEI
Mape-Antique Allettamento, Mape-Antique I, Mapefer 1K, Mapegrout T60, Stabilcem, Planiseal WR 100, Mapefloor I 914, Mapestone TFB 60

Za više informacija posjetite www.mapei.hr i www.mapei.com

Berislav Borovina

IZA TVRTKE SPEGRA NA STOTINE JE VRHUNSKI ODRAĐENIH PROJEKATA, A KONTINUIRANO ULAGANJE U LJUDE I OPREMU TE INZISTIRANJE NA STRUČNOSTI I IZVRSNOSTI ONO JE ŠTO IH IZDVAJA OD BROJNIH DRUGIH TVRTKI U SEKTORU

Od svog osnivanja 1989. godine pa sve do danas tvrtka Spegra bavi se izvođenjem specijalnih građevinskih radova. Tijekom više od tri desetljeća postojanja radili su na najrazličitijim projektima – od poslova na zaštiti kulturne baštine do vrlo složenih inženjerskih sanacija. Kontinuirano ulaganje u stručni kadar i najsuvremeniju opremu omogućuje izvođenje vrlo zahtjevnih i najsloženijih inženjerskih sanacija specifičnih građevina poput mostova, tunela, vijadukata i elektrana kao i radove na spomenicima kulturne baštine. Svi ovi radovi spadaju u posebnu građevinsku nišu te se smatraju jednim od najzahtjevnijih radova kojima se bavi vrlo malen broj tvrtki.

Radove na sanacijama mostova poput Krčkog, Masleničkog, zagrebačkih mostova i brojnih drugih nemoguće je zamisliti bez sudjelovanja Spegre. Jednako tako, teško je nabrojiti sve projekte na obnovi kulturne i povijesne baštine na kojima su radili tijekom više od tri desetljeća, pa ćemo ovdje izdvojiti samo neke – obnovu Starog mosta u Mostaru, mostove od Ploča i Pila u Dubrovniku, Pavića most na Cetini, dubrovački Knežev dvor i crkvu sv. Vlaha, Jupiterov hram u Splitu te hvarski Arsenal. Upravo je obnova ovog posljednjeg, hvarskog Arsenala, pri čemu su korišteni i Mapei materijali, Spegri donijela i prestižnu nagradu Europske komisije na području kulturne baštine *Europa nostra*.

U katastrofalnoj poplavi u rujnu 2017. godine uslijed obilnih kiša došlo je do nezapamćene poplave u Zadru i široj okolici. Tada je potopljena gotovo polovina stare gradske jezgre Nina, a ekstremna količina oborine prouzrokovala je snažno otjecanje i bujice ogromnih razmjera – poplavljene su kuće, solana, potpuno je uništena poznata pješčana plaža, a veliku štetu pretrpjela su i dva kamena mosta iz 16. stoljeća. Rekonstrukciju Gornjeg i Donjeg mosta koja je započela u studenom 2018. godine, a završena u lipnju 2020. izvodila je upravo Spegra. O tome, ali i o temi obnove Zagreba nakon potresa razgovarali smo s Berislavom Borovinom, vlasnikom tvrtke.

Koji su bili najveći izazovi s kojima ste se susreli tijekom sanacije mostova u Ninu? Što je bilo najzahtjevnije?

Svi naši poslovi, a pogotovo radovi na spomenicima kulturne baštine zahtijevaju od izvođača pažnju i respekt. Potpuno rekonstruirati dva kamena mosta, obnoviti ih u cijelosti, a da se sutra prilikom posjete i razgledavanja građevine to ne primijeti stvara posebnu vrstu adrenalina, ali i neizmjerno zadovoljstvo nakon obavljena posla. Mislim da smo u potpunosti udovoljili tom zahtjevu, što me čini zadovoljnim.

Radovi su trajali godinu i pol tijekom kojih je u sklopu rekonstrukcije mostova izvedeno novo temeljenje i statičko ojačanje konstrukcije, injektiranje postojećeg kamenog nasipa ispod mostova, izrada slivnog kanala te uređenje javnih površina i infrastrukture koja prolazi kroz mostove. Koliko su za izvođenje takvih radova nužni provjereni materijali?

1

Držim da je odabir kvalitetnih i provjerenih materijala kao i odabir tehnologije i ugradnje bitan svugdje te ništa posebno bitniji kod ovakve vrste radova.

Svaka konstrukcija uronjena u vodu mora biti potpuno vodonepropusna. Koje su bile najznačajnije karakteristike ovog dijela posla?

Svi su radovi izvođeni na suhom, i to na način da se najprije izradio zaštitni nasip koji se mlaznim injektiranjem i izradom stupnjaka u cijelosti konsolidirao, čime je postignut visok stupanj vododrživosti.

Koliko su izazovne obnove ovakvih povijesnih, kamenih mostova? Postoje li razlike kod, na primjer, obnove ninskih mostova i, recimo, dubrovačkog mosta od Pila?

Svaka građevina ima svoju priču, povijest i traži svoj inženjerski pristup. Mostovi posebno jer svojom namjenom spajaju suprotne strane, otvaraju nove putove, uljepšavaju vizure. Kameni mostovi čine sve to, samo što djeluju još monumentalnije i toplije od betona. Mostovi asociraju na povijest i traže respekt.

Spegra je orijentirana na specijalne građevinske radove, obnovu kulturno-povijesne baštine, sanacije mostova; od onih starih, kamenih do modernih, armiranobetonskih poput Krčkog i Masleničkog te Jankomirskog i mosta Sava – Ivanja Reka o kojima pišemo u ovom broju Mapei Svijeta. Kako to da ste se odlučili za tako specifičnu građevinsku nišu?

Kao mladi inženjer zaposlio sam se na Fakultetu građevinskih zna-

SLIKA 1: Masleničkи most.
SLIKA 2: Krčki most.
SLIKA 3: Hvarsko kazalište smješteno u zgradi Arsenala.

nosti u Splitu koji je bio dio tada ogromnog Građevinskog Instituta Hrvatske. Tamo sam se bavio ispitivanjima građevinskih materijala i konstrukcija. Bio sam u prilici da izrađujem brojne projekte i prijedloge sanacija oštećenja; od lokalnih, konstruktivnih sklopova pa sve do kompletnih građevina. Uvijek sam se pitao tko će izvoditi takve radove i hoće li izvođač biti dovoljno educiran i obučen. To je ujedno bio razlog i motiv da krenem u izvođenje specijalnih građevinskih radova i sanacije konstrukcija.

Prometno opterećenje dovodi do poremećaja mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije. No, osim prometnog opterećenja mostovi su i pod utjecajem agresivnih tvari iz okoline, a oni u blizini mora na udaru su i jakog djelovanja klorida iz mora uz, često puta, prisutnost jakog utjecaja vjetra. Ovakvi okolišni uvjeti uzrokuju ubrzano propadanje AB konstrukcije mosta. Kako adekvatno zaštititi konstrukciju?

Problem održavanja svih armiranobetonskih konstrukcija koje su izložene djelovanju klorida, bilo da su uz more ili se posipaju solju, isti je svugdje u svijetu. Antikorozivna zaštita čeličnih konstrukcija puno je bolje razvijena od zaštite AB konstrukcija, i to je razlog zašto imamo puno veći broj čeličnih od armiranobetonskih mostova. Zaštita se projektira i izvodi upotrebom sulfatno-otpornog cementa za spravljanje betonskih mješavina, povećanim zaštitnim slojem betona izvođenjem katodne zaštite i određenim premazima koji bitno usporavaju difuziju klorida kroz beton dajući mu time veću otpornost i dugotrajnost.

Ne možemo a da se ne osvrnemo i na prošlogodišnji potres koji je zadesio Zagreb i okolicu. Vaše bogato iskustvo na sanaciji zaštićenih spomenika kulture stavilo je Spegru u središte pozornosti nakon potresa. Vaša će uloga ovdje biti jako važna.

Imali smo brojne upite od stanara, odnosno upravitelja stanova. No, na žalost, zbog izvršenja preuzetih obaveza nismo bili u mogućnosti značajnije se uključiti. Mi smo tvrtka s najvećim iskustvom u Hrvatskoj na takvim poslovima i realno očekujemo da sudjelujemo u konstruktivnoj obnovi određenih građevina u budućnosti. Ne mislimo se brojčano bitno povećavati, stalo nam je do reputacije koju smo godinama stvarali te ćemo u skladu s tim odlučiti o svojem angažmanu.

Nakon potresa više je stotina oštećenih objekata od kulturno-povijesne važnosti, a njihova sanacija zahtijeva posebno obučene i iskusne inženjere, ljude koji imaju *know-how*. No, pri izvođenju radova na takvim građevinama neophodna je i suradnja s konzervatorima i arhitektima. Kakva je Vaša suradnja s njima?

SLIKA 4: Most od Pila.
SLIKA 5: Hidroelektrana Prančevići.
SLIKA 6: Nakon zagrebačkog potresa Spegra je uklonila opasnu nadstrešnicu na krovu zgrade u Vukovarskoj, poznatoj kao Mornaričkа.

Teško je u izvođenju takve vrste radova zaobići arhitekte ili konzervatore jer to je multidisciplinarno područje ravnopravnih autoriteta. Mi surađujemo s tim strukama već trideset godina i mogu kazati da nas to čini kvalitetnijima i uspješnijima. Dakle, afirmativno gledam na tu suradnju.

Spegrin je tim već dva sata nakon zagrebačkog potresa bio na terenu volontirajući na uklanjanju opasnih i nestabilnih dijelova zgrada. Kako je došlo do toga?
Spontano, ali i po pozivu ljudi iz grada. Teško je gledati tragične slike na TV ekranima i ostati miran. Pozvali smo sve raspoložive ljude koji su se odazvali bez ikakvih suvišnih pitanja ili zahtjeva. To sam primio sa zadovoljstvom te još jednom zahvaljujem svim svojim djelatnicima.

5

Bili ste uključeni i u rad stručne komisije koja je izrađivala smjernice u projektiranju seizmičke otpornosti građevina. Koje pomake možemo očekivati u odnosu na dosadašnje pravilnike?
Vidite, najvažnije od svega je to što zapravo nikakvih normi ili pravilnika koji egzaktno određuju ovu materiju, a odnose se na potresnu otpornost zidanih građevina nije bilo.
Sve su to objekti koji samim činom postojanja imaju svoju legalnost, no često su nedostatne stabilnosti do koje su često puta dovele i razne intervencije vlasnika te nebriga i neodržavanje. Zbog toga takvi objekti imaju čak i smanjenu otpornost od izvorno izvedenog stanja. Budući da se titulari vlasništva razlikuju, država mora naći načina kako tretirati ove građevine, koje su u pravilu u najljepšim dijelovima grada te su često i motiv za turističke posjetitelje.
Potres je pojava koja se ne može predvidjeti ili isključiti igdje u svijetu pa tako ni u Hrvatskoj. Očekujem da nakon ovih potresa u Zagrebu i Petrinji kao društvo izađemo puno kvalitetniji s jasnim pravilima kako postupati u sličnim situacijama od načina obnove, preko projektiranja i nadziranja do izvođenja ako se, ne daj bože, ponove. Vrlo je bitno u taj segment ugraditi obavezu vlasnika da preispita protupotresnu otpornost svog objekta te da poduzme sve što je u njegovoj moći da se objekt dovede u najviši mogući stupanj stabilnosti.

6

Zaustavimo koroziju galvanskim anodama

KATODNA ZAŠTITA I OČUVANJE ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJA

Porast štete uzrokovane korozijom doveo je do novih istraživanja i saznanja u postizanju trajnosti i stabilnosti armiranobetonskih konstrukcija, posebno u vrlo agresivnim okruženjima. Postoji nekoliko pojava koje doprinose stvaranju korozije na armaturi u betonu. U ovom ćemo se članku usredotočiti na najčešće uzroke s posebnim osvrtom na karbonatizaciju i kloridnu koroziju.

Beton, zahvaljujući svojoj alkalnoj prirodi, stvara zaštitno okruženje za čelik koje, međutim, ne traje vječno. Studije pokazuju da oštećenja povezana s korozijom nastaju kada kritične količine agresivnih tvari prodru kroz pore u betonu te napadnu i unište pasivacijski zaštitni film čelika izlažući na taj način armaturu procesu korozije.

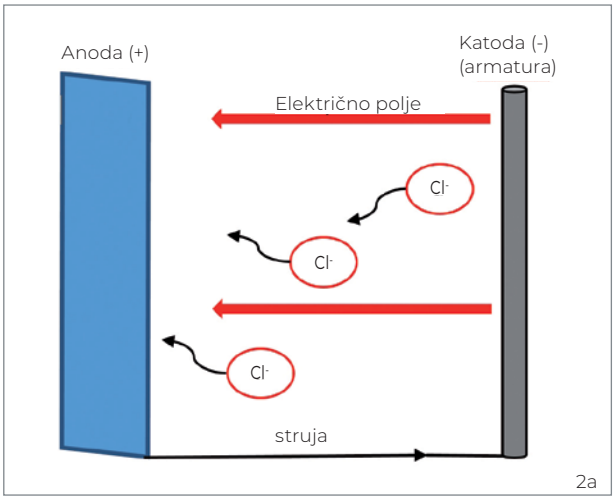
Dvije su glavne vrste agresivnog djelovanja koje mogu stvoriti ovaj fenomen – karbonatizacija i djelovanje klorida. Procesom karbonatizacije ugljični dioksid i vlaga iz zraka prodiru u beton kroz pore te snižavaju pH na vrijednost približno neutralnoj. U takvim uvjetima armatura može korodirati. Djelovanjem klorida ove agresivne tvari prodirući u beton mogu razbiti zaštitni film te stvoriti jednu vrstu lokalizirane korozije (*pitting*) čak i u alkalnom okruženju, što može dovesti do loma armaturnog čelika.

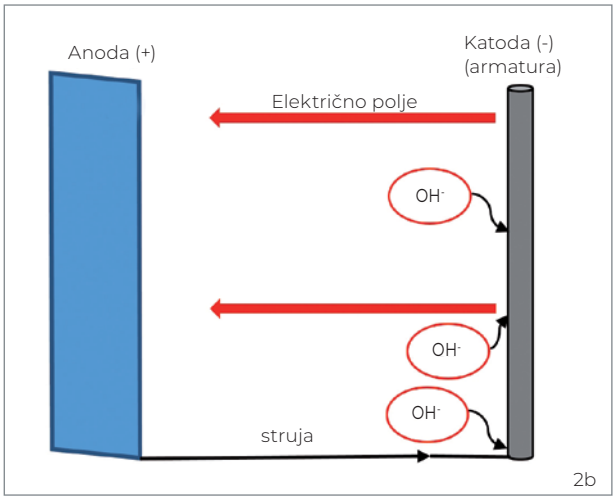
Korozija na armaturi nastala uslijed ovih pojava razvija željezni oksid (Fe_2O_3). Budući da željezni oksid (hrđa) ima puno veći volumen od punog čelika (5 – 6 puta veći), dovoljan je mali gubitak metala (npr. ~ 0,1 mm) na površini armature da dođe do nastanka korozije koja je dovoljna za stvaranje unutarnjih naprezanja koja uzrokuju pucanje i propadanje betona (SLIKA 1).

Svojim je lokalnim i destruktivnim djelovanjem kloridna korozija najagresivnija i najopasnija za očuvanje konstrukcijske stabilnosti svakog pojedinog armiranobetonskog elementa.

Prema izvješću *Federal Highway Administration* (Federalne uprave za autoceste u SAD-u), pokazalo se da je katodna zaštita (CP – *cathodic*

SLIKA 1: Primjer armiranobetonskog elementa čije je armaturno željezo uništeno djelovanjem korozije.
SHEMA 1: Pojava dekloracije (2a) i realkalizacije (2b).



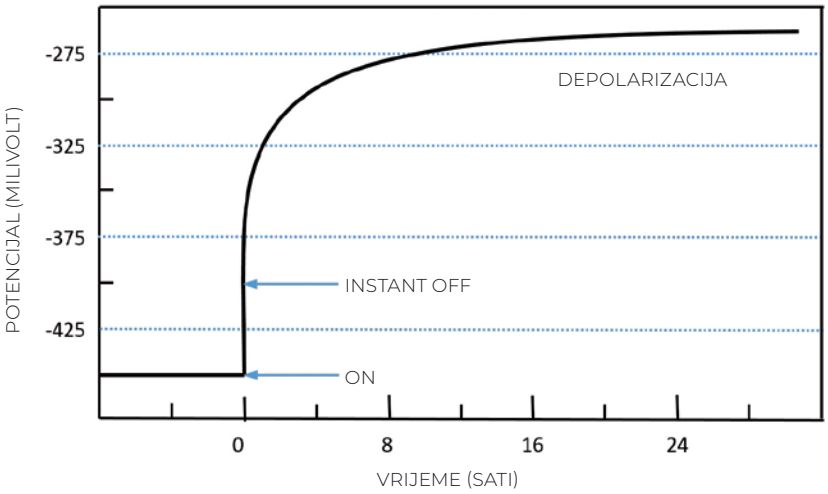


protection) najučinkovitija tehnika sprečavanja nastanka korozije u armiranobetonskim konstrukcijama koje su kontaminirane kloridima bez obzira na njihov sastav [1]. Primjenom katodne zaštite (CP) potencijal korozije premješta se u zonu otpornosti, a proces korozije biva zaustavljen. U tom je slučaju potrebno samo ukloniti raspadnuti beton, dok onaj koji je kontaminiran, ali čvrst ne treba nužno uklanjati. Primjenom katodne zaštite (CP) dolazi do promjene u armiranobetonskoj konstrukciji, i to na području oko armature gdje se stvaraju neki pozitivni učinci. Unutar katodno zaštićenog betona struju prenose ioni proporcionalno svojoj koncentraciji i pokretljivosti. Pozitivni ioni kreću se u istom smjeru kao i struja, tj. od anode do katode, a negativni se kreću u suprotnom smjeru. Stoga, u betonu kontaminiranom kloridima cirkulirajuća struja proizvodi kretanje klorida (Cl-) od katode (-) do anode (+). U tim slučajevima cirkulacija struje rezultira smanjenjem sadržaja klorida na površini armature, što je poznato kao „dekloriranje" (SHEMA 1a). Nadalje, na površini armature (katodna zona) troše se kisik i voda koji stvaraju hidroksidne ione (2OH-) prema jednadžbi:

$$H_2 + ½\ O_2 + e^- \rightarrow 2OH^-$$

Hidroksidni ioni obnavljaju lužnatost na metalnoj površini do vrijednosti pH cca 12, što se naziva „efektom realkalizacije" (SHEMA 1b) kojim se ostvaruje ponovna pasivizacija armature. Novi objekti u agresivnim okruženjima mogu biti opremljeni CP sustavima koji se mogu primijeniti već pri izgradnji. Ova vrsta zaštite poznata je kao „katodna zaštita" te se može koristiti za nove ili postojeće građevine u kojima proces korozije još nije započeo, već će najvjerojatnije tek uslijediti zbog progresivnog prodora agresivnih tvari u određenom vremenskom periodu. U tim slučajevima jednostavno se može primijeniti katodna zaštita malom količinom istosmjerne struje koja je potrebna da se zaštiti struktura uz jamstvo dugotrajne zaštite po prihvatljivoj cijeni s obzirom na male vrijednosti potrebne za armaturu koja je već pasivizirana [2].

Dvije su vrste katodne zaštite – utisnuta struja (ICCP) i galvanska zaštita sa žrtvujućim anodama (SACP). Pokazalo se da oba sustava kontroliraju ili ublažavaju koroziju pružajući potrebnu zaštitu kada su pravilno projektirana, ugrađena i stavljena u pogon. Glavna razlika između ovih dvaju sustava počiva u činjenici da je za utisnutu struju potrebno napajanje i izvor električne energije. S druge strane, galvanski sustav temelji se na upotrebi različitih metala spojenih u zajedničkom okruženju koji stvaraju električnu energiju sličnu onoj baterije. Jedna od glavnih prednosti SACP-a je u tome što, kad se jednom ugradi, zahtijeva minimalno održavanje. S obzirom na to da ne koristi izvore električne energije, sustav je otporan na nestanke električne energije ili nagle prekide u napajanju. Osim toga, galvanski sustavi koriste



SHEMA 2: Prikaz mjerenja tipičnog potencijala kako bi se utvrdila obilježja sustava.

relativno male prirodne napone (razlika u prirodnom potencijalu između žrtvujuće anode i čelika koji treba zaštititi), čime se izbjegavaju moguće poteškoće povezane sa slabljenjem zbog djelovanja vodika i korozije uslijed naprezanja prednapetih čeličnih konstrukcija što se, s druge strane, može dogoditi u slučajevima prekomjerne zaštite u ICCP sustavima.

Jednostavnost ugradnje i održavanja stoga se smatra jednom od glavnih prednosti SACP sustava. U SACP sustavu struja se samoregulira na temelju brzine nastanka korozije čelika tako da sustav radi po potrebi, a ne prisilno i bez preopterećenja [3].

SACP, međutim, ima i svoja ograničenja. Glavno operativno ograničenje je to što galvanski sustavi imaju fiksni prirodni potencijal, pa u jače armiranim elementima generirana struja ne mora biti dovoljna da osigura polarizaciju čelika. U tim slučajevima povećanje broja žrtvujućih anoda i primjena mortova niske čvrstoće predstavlja učinkovito rješenje.

Vijek trajanja anoda u SACP sustavima određuje nekoliko čimbenika koji se s vremenom mogu mijenjati. Odnos anodne struje koja troši anodu i stupanj korozije izražen kao gubitak mase tijekom vremena može se dobiti pomoću prvog Faradayeva zakona. Potrebna masa anodnog materijala, koja uključuje i čimbenike učinkovitosti i korištenja, izračunava se primjenom ovog zakona prema jednadžbi:

$$W = (ARC * CR * L) / (E * U)$$

pri čemu je:

- ARC prosječna potrebna struja (obično 2 – 20 mA/m² za stare konstrukcije te 0,2 – 2 mA/m² za nove konstrukcije prema ISO 12696: 2012, „Katodna zaštita čelika u betonu“)
- CR je stopa potrošnje anode
- L je očekivani vijek trajanja
- E je učinkovitost korištenog metala
- U je faktor iskorištenja upotrijebljene anode.

Kao primjer, ako promotrimo anodu cinka koja daje konstantnu struju od 1 mA tijekom godine dana, imat ćemo potrošnju oko 12 – 14 g anodnog materijala.

Uzme li se u obzir standard „katodne zaštite čelika u betonu“ [4, 5], najčešći je kriterij za ocjenu obilježja CP sustava primijenjenog na građevini mjerenje depolarizacije počevši od potencijala *Instant OFF*. U praktičnom smislu, potrebno je izmjeriti potencijal armature s povezanim anodama (polarizacija), zatim odvojiti anode od armature i ponoviti mjerenje. Nastat će pojava depolarizacije koja se sastoji u porastu potencijala čelične armature prema pozitivnijim vrijednostima (npr. polarizacija -450 mV; depolarizacija -285 mV). Ovaj pomak potencijala, prema ISO 12696, mora iznositi najmanje 100 mV u maksimalnom vremenu od 24 sata ili najmanje 150 mV tijekom dužeg razdoblja. Tipični graf depolarizacije prikazan je na SHEMI 2.

Instrumentacija za nadzor potencijala uključuje ručne uređaje koji mogu biti prijenosni ili trajno ugrađeni na građevinu. Poželjno je korištenje trajnog mrežnog sustava praćenja jer takav sustav omogućuje kontinuirani pristup podacima, ali isto tako i trenutno prepoznavanje poteškoća. Za većinu važnih objekata nadzor se uglavnom ostvaruje prema unaprijed uspostavljenom rasporedu koji se provodi svakih nekoliko mjeseci do nekoliko godina, osim ako se ne utvrde posebni uvjeti koji zahtijevaju češću provjeru. Poželjno je da u bliskoj budućnosti veliki infrastrukturni objekti budu opremljeni sustavima ove vrste kako bi se rješavali problemi vezani za sigurnost, ali i za praćenje i bolje razumijevanje mehanizama povezanih s propadanjem pojedine građevine.

dr. sc. Hadi Beirami, ing., specijalist za koroziju i zaštitu betonskih konstrukcija, član NACE instituta

Literatura

1. Scheffy, C. F. (1981). *Bridge deck deterioration - A 1981 perspective. FHWA* Memorandum, Federal Highway Administration Office of Research.
2. Pedeferri, P. (1996). *Cathodic protection and cathodic prevention.* Construction and building materials, 10(5), pp. 391-402.
3. Item No. 24224, (2005). *Sacrificial cathodic protection of reinforced concrete elements.* Houston, TX: NACE International.
4. ISO, B. (2016). 12696 -2016. *Cathodic protection of steel in concrete.*
5. SP0216 (2016). *Sacrificial cathodic protection of reinforcing steel in atmospherically exposed concrete structures.* Houston, TX: NACE International.

Anode Mapeshield

ZAŠTITA ARMATURE OD KOROZIJE ZA NOVE OBJEKTE I ZA SANACIJU POSTOJEĆIH

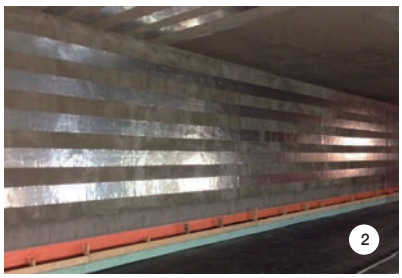
Tehnika galvanske katodne zaštite temelji se na spajanju dvaju metala s dvama različitim prirodnim potencijalima – ugljičnog čelika, od kojeg su načinjene armaturne šipke, i cinka u anodama. Povezivanjem dvaju metala, zahvaljujući funkciji elektrolita koju obavlja beton ili sanacijski mort, generira se istosmjerna struja koja omogućuje zaštitu čelika od korozije. Metal s većim negativnim električnim potencijalom oksidira štiteći metal s manjim negativnim potencijalom koji postaje pasivan. Anoda cinka MAPESHIELD s vremenom oksidira, „žrtvuje" se u korist armature unutar betona odgađajući ili zaustavljajući proces korozije, čime se značajno povećava trajnost građevine. Nadalje, zahvaljujući električnom naponu koji posjeduju, anode imaju sposobnost privlačenja klorida koji uklanjaju s armaturnih šipki uz dobrodošao protukorozivan učinak.

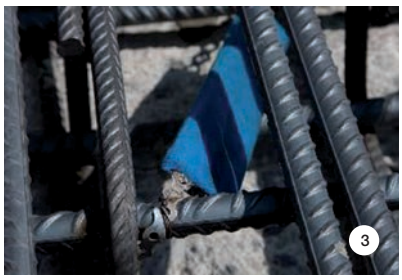
Aspekt koji karakterizira i povećava funkcionalnost MAPESHIELD anoda jest vrsta elektrolita kojim su obložene. Riječ je o materijalu nastalom od provodljiva akrilna veziva i regulatora pH vrijednosti koji omogućuje da cink ne postane pasivan u alkalnom okruženju kao u betonu, čime se izbjegava i loše funkcioniranje anode. Nadalje, ovaj posebni elektrolit osigurava stalnu učinkovitost, čak i u okruženjima slabe vlažnosti. Određivanje položaja MAPESHIELD-a mora se izvesti na osnovi gustoće armature. Ona se izračunava kao omjer površine čelika koji se želi zaštititi i izložene površine betona koja dolazi u kontakt s okolinom, no uzimaju se u obzir i geometrija te izloženost građevine djelovanju agresivnih čimbenika.

MAPESHIELD anode imaju brojne prednosti; mogu se koristiti na novim (prevencija) i starim (zaštita) strukturama, mogu se postaviti selektivno i precizno, odnosno samo na područja građevine s najvišim rizikom od korozije. Isto tako, ne zahtijevaju održavanje tijekom svog normalnog vijeka trajanja te je moguće nadzirati njihov rad ugradnjom jednostavnog sustava upravljanja.

SLIKA 1: Primjer primjene MAPESHIELD-a na novoizgrađenom objektu.
SLIKA 2: Primjer primjene MAPESHIELD-a na obnovljenom objektu.
SLIKA 3: Detalj spoja između armature i MAPESHIELD-a izveden je jednostavnim vezivanjem žice.
SLIKA 4: Detalj spoja između armature i MAPESHIELD-a izveden pocinčanom šipkom s navojem zavarenom na armaturu.

1


2


3

4

ANODE MAPESHIELD I I MAPESHIELD E

MAPESHIELD I su anode sastavljene od posebne jezgre cinka koja, sukladno masi, omogućuje povećanje korisne zaštitne površine. To je karakteristika koja, u kombinaciji s posebnim elektrolitskim vodljivim materijalom kojim je prekrivena, čini ovaj proizvod ne samo vrlo učinkovitim nego i dugotrajnim. Postoje četiri različite vrste unutarnjih galvanskih anoda koje se međusobno razlikuju po veličini i masi cinka, pa mogu zajamčiti zaštitu većine armiranobetonskih konstrukcija. Anode se pričvršćuju na armaturu prije izvođenja lijevanja betona ili prije nanošenja sanacijskog morta.

MAPESHIELD E je samoljepljiva traka od cinka koja se stavlja izravno na betonsku površinu. Primjena je jednostavna i brza – dovoljno je ukloniti zaštitni film i pritisnuti foliju na betonsku površinu. Traka se mora povezati s armaturom električnim spojevima koji su prethodno pričvršćeni na samu armaturu. MAPESHIELD anode izrađene su u skladu s normom ISO 12696 „Katodna zaštita čelika u betonu" prema metodi depolarizacije armaturnog čelika.

Federico Laino, ing., Tehnička podrška, Mapei S.p.A.

Vijadukti Babina Rijeka i Pehare

POLYGLASS HIDROIZOLACIJSKE TRAKE KAO RJEŠENJE ZA INFRASTRUKTURNE OBJEKTE

Bitumenske hidroizolacijske trake Polyglass sinonim su kvalitete. Smatraju se referentnim proizvodima za sve profesionalce koji rade na poslovima hidroizolacije, uključujući radove na mostovima i vijaduktima. Tako su brojne cestovne prometnice tijekom posljednjih nekoliko godina hidroizolirane Polyglass bitumenskim trakama poput plastomerne hidroizolacijske trake POLYBOND HP.

INFRASTRUKTURA KAO POKRETAČ RAZVOJA

Paneuropski koridor 5C strateški je projekt za cijelu istočnu Europu koji će, jednom kada bude završen, povezivati Budimpeštu s lukom Ploče. Autocesta će prolaziti kroz Bosnu i Hercegovinu od sjevera do juga te kroz Sarajevo. Nova autocesta (autoput A1 – E73) od primarne je važnosti za zemlju koju karakteriziraju planinski lanci, uske doline, brojne rijeke i sela raštrkana diljem zemlje koja su još uvijek nedovoljno međusobno povezana, zbog čega je moderna infrastruktura neizostavan pokretač gospodarskog i društvenog rasta. Obilaznica oko Zenice, otprilike 60 km od Sarajeva, bila je jedan od najvećih izazova s inženjerskog i građevinskog stajališta jer su uz samo 8 km ceste morala biti izgrađena dva tunela, četiri vijadukta i most.

Vijadukt Babina Rijeka, 120 m iznad rijeke Babine, izgrađen na dionici autoceste Donja Gračanica – Drivuša/Klopče – Donja Gračanica, presijeca dolinu Babine te predstavlja najviši cestovni pravac ikad izgrađen duž koridora 5C. Vijadukt se sastoji od dviju paralelnih konstrukcija – lijeva je duga 389,2 m, a desna 380,74 m. Svaka konstrukcija ima tri raspona oslonjena jednim stupom na svakom kraju te dva središnja stupa. Visina dvaju središnjih stupova kreće se između 60 m i 80 m sa središnjim rasponom od oko 165 m. Stupovi su usidreni u okrugle armiranobetonske bušotine duboke 18 m s promjerom glave pilota od 12 m, dok su na vrhovima stupova elastični ležajevi veza s kolničkom konstrukcijom mosta koja se sastoji od ojačanog betonskog sanduka širine 6,5 m, prednapregnutog u uzdužnom smjeru, koji se može mijenjati po visini. Širina gornjeg dijela kolnika iznosi 13,76 m.

Vijadukt Pehare izgrađen je duž istog dijela autoceste, a sastoji se od dviju zasebnih konstrukcija – s lijeve je strane dug 429,95 m, a s desne 420 m. Veličinu i položaj stupova diktirale su geološke karakteristike tla i lokalna cestovna mreža – dio geološkog krajolika podudara se s izrazito nestabilnim područjem koje je podložno klizištima, dok je drugi dio geološki

SLIKA 1: Vijadukt Babina Rijeka, nedaleko od Zenice.
SLIKE 2 i 3: Hidroizolacija površine vijadukta Polyglass rješenjima.

stabilan. Širina gornjeg dijela kolnika iznosi 11,70 m ne uključujući betonsku sigurnosnu ogradu.

HIDROIZOLACIJSKA TRAKA NAMIJENJENA MOSTOVIMA I VIJADUKTIMA

Polyglass, koji je dio Mapei Grupe, sudjelovao je u izgradnji ovog važnog infrastrukturnog objekta na kojem je primijenjena plastomerna bitumenska traka POLYBOND HP P debljine 5 mm. Ova traka posebno je namijenjena mostovima i vijaduktima, a u skladu je s normom EN 14695 (Savitljive hidroizolacijske trake – Bitumenske trake s uloškom za hidroizolaciju betonskih ploča mostova i drugih betonskih voznih površina).
Betonska podloga najprije je obrađena MAPEFLOOR-om I 914, dvokomponentnim epoksidnim zaštitnim temeljnim premazom za mineralne podloge na mostovima prije polaganja asfalta ili hidroizolacije koji je naknadno posut kvarcnim pijeskom. Sljedeći je korak bio polaganje bitumenske trake POLYBOND HP P korištenjem tradicionalne tehnike varenja plamenikom. Posebna formulacija bitumenskih polimera u kombinaciji s optimalnim mehaničkim parametrima unutarnjeg ojačanja, koje se sastoji od stabiliziranog poliestera, čine traku prikladnom za pokrivanje vrućim asfaltom uz upotrebu finišera i valjaka.
Tijekom izvođenja radova na licu mjesta provedeno je nekoliko *pull-of* ispitivanja s vrlo dobrim rezultatima prionjivosti trake na nosivu betonsku konstrukciju.

TEHNIČKI PODACI
Vijadukti Babina Rijeka i Pehare, Zenica, Bosna i Hercegovina
Godina izgradnje: 2016. – 2020. godine
Vrijeme izvođenja radova: srpanj – rujan 2020. godine
Investitor: JP Autoceste FBiH, Sarajevo, BiH
Glavni izvođač radova: Euro-asfalt, Sarajevo, BiH; Strabag AG
Izvođač radova hidroizolacije: Bersia d.o.o., Sarajevo, BiH
Nadzor: Egis International; Ipsa Institut d.o.o., Sarajevo, BiH
Polyglass distributer: Kimeel d.o.o., Sarajevo, BiH
Polyglass koordinatori: Andrea Storani, Unka Duman, Polyglass S.p.A., Italija

PROIZVODI MAPEI
Temeljni premaz prije polaganja hidroizolacije: Mapefloor I 914

PROIZVODI POLYGLASS
Hidroizolacija: Polybond HP P

Za više informacija posjetite www.mapei.hr, www.mapei.com i www.polyglass.com

Igor Hranilović: Kako pristupiti obnovi nakon potresa

RAZGOVOR S IGOROM HRANILOVIĆEM IZ TVRTKE INFO-G O OBNOVI ZGRADA OŠTEĆENIH POTRESOM, PRORAČUNSKIM MODELIMA I IZBORU MATERIJALA ZA OJAČANJA

Kako pristupiti projektiranju obnove zgrade oštećene potresom?

Općenito su najčešći razlozi oštećenja i otkazivanja dijelova ili cijelih zidanih objekata u slučaju potresa necjelovitost konstrukcije, neodgovarajući tlocrt, nedovoljna otpornost zidanih elemenata konstrukcije, loša i neodgovarajuća izvedba detalja te loši i vrlo često neadekvatni temelji uz nedovoljno poznavanje samog temeljnog tla kao podloge. Ako je došlo do otkazivanja i velikih pukotina u temeljima, prilikom sanacije potrebno je napraviti geomehaničke istražne radove, odnosno utvrditi je li do oštećenja došlo uslijed nekih vanjskih utjecaja kao, na primjer, puknuća kanalizacijske cijevi ili zbog loše izvedene oborinske odvodnje.

Prije obnove zgrada potrebno je prikupiti svu moguću arhivsku dokumentaciju o objektu. Uz obavezan detaljan pregled treba napraviti i kvalitetnu snimku postojećeg stanja konstrukcije te kontrolu dimenzija s oznakama i fotodokumentacijom oštećenja. Zatim slijedi obavezan odabir i pozicioniranje istražnih radnji na samom objektu. Po dobivenim i prikupljenim informacijama o zgradi slijedi izrada matematičkog modela postojećeg stanja građevine, odnosno izrada elaborata postojećeg stanja. Dobra je stvar što danas lako komparirate model konstrukcije sa stvarnim stanjem oštećenja, prilikom čega se na modelu prikazuju slaba mjesta u vidu pukotina i otkazivanja konstrukcije koja su se na konstrukciji dogodila u potresu. Podudarnost oštećenja na konstrukciji i modelu prvi je pokazatelj da je model konstrukcije dobro napravljen.

Na kraju je potrebno odabrati kvalitetna, dobra i ekonomski isplativa rješenja za ojačanje i sanaciju konstrukcije te ponoviti proračun konstrukcije s pojačanjima. Naravno, taj se postupak iterativno ponavlja dok se ne zadovolje svi kriteriji proračuna, tj. zadanog opterećenja.

Koje programe koristiti za proračunski model zidane konstrukcije?

Modeliranje postojećih zidanih zgrada ovisi o tipu konstrukcije. Kod starih zidanih zgrada, a posebno onih od povijesne i kulturne važnosti, stvari su još zahtjevnije zbog određenih graničnih uvjeta, uvažavanja osnovne strukture i promjena na građevini tijekom povijesti, geometrije nosivih elemenata te višeslojne strukture zidova.

Potrebno je koristiti namjenske specijalizirane programe za proračun zidanih konstrukcija kao što su 3Muri i 3D Macro. To su programi koji se baziraju na nelinearnoj statičkoj analizi metodom postupnog guranja, tzv. *push-over* analizi. Njima se prati odgovor sustava na rastuću horizontalnu silu uz konstantno vertikalno opterećenje. Iz dobivenog odnosa horizontalne sile i referentnog pomaka određuje se potresna otpornost sustava, zatim se potresno opterećenje inkrementalno nanosi na sustav koji je prethodno u potpunosti opterećen na vertikalna djelovanja te se simuliraju inercijalne sile koje se javljaju u sustavu prilikom potresnog opterećenja. Ti su programi razvijeni na talijanskim sveučilištima kako bi poslužili za ojačanje starih zidanih građevina oštećenih potresima koji su se dogodili zadnjih deset godina. Bazirani su na talijanskim smjernicama CNR.

Koji parametri određuju metodu i izbor materijala za ojačanje?

Prije svega, stanje konstrukcije, odnosno oštećenja, razina potrebnog ojačanja (razred ojačanja), rezne sile iz proračuna, tip konstrukcije i sl. Nakon što dobijemo sve potrebne informacije, odabiremo metodu i materijale za sanaciju.

Prema Vašem dosadašnjem iskustvu, koji su dijelovi konstrukcija najviše stradali nakon ovih posljednjih potresa te koji su najčešći nedostaci na zidanim konstrukcijama u pogledu potresnog djelovanja?

Velik problem predstavlja nepovezanost zidova, dotrajalost materijala u elementima zidova, loše ili nikakvo održavanje, probijanje otvora u nosivim zidovima, uklanjanje nosivih i pregradnih zidova ili, pak, slabljenje zidova u konstrukciji. To su najčešći razlozi i općenito najčešći nedostaci vidljivi na zabatnim zidovima, nadvojima, parapetima, stubištima i pregradnim zidovima – na tim su dijelovima i najveće opasnosti od urušavanja i stradavanja ljudi.

Koje tehnologije, metode i materijale koristite u svojim projektima obnove i ojačanja?

Uvijek se počinje od konsolidacije i povezivanja zidova, stvaranja tzv. *box* efekta i krutih veza – to je ono što građevinu drži na okupu tijekom potresnih djelovanja. Konsolidacija znači uklanjanje postojeće žbuke, čišćenje i obnovu morta u sljubnicama te niskotlačno injektiranje zidova. Odabir materijala i metode ojačanja ovise o vrsti sloma elemenata kao i zahtjevu razine dodatne otpornosti. Najprimjereniji materijali i metode za ojačanje zidanih konstrukcija su kompozitni, moderni materijali visokih mehaničkih karakteristika, ujedno male vlastite težine, lagani i jednostavni za primjenu. U svojim projektima koristimo i FRP i FRCM sustave, ovisno o modelu sloma konstrukcije. U pojedinim slučajevima, gdje su zahtjevi za pojačanjem izrazito visoki i gdje spomenutim metodama ne možemo dokazati nosivost, ubacujemo nove, najčešće zidane, ali i armiranobetonske zidove i jezgre.

Najčešće nastojim koristiti FRCM i FRP sustave, odnosno mortove visoke duktilnosti ojačane karbonskim ili staklenim vlaknima. Ti se sustavi razvijaju već dugi niz godina i testiraju u laboratorijima, a dokazali su se i na ojačanju postojećih, potresom oštećenih zgrada u cijelom svijetu. Idealni su za primjenu i ojačanje jer ne povećavaju postojeću masu ziđa, dobro prianjaju na postojeće podloge od opečnog materijala te su male debljine primjene – do 5 mm.

Spomenuli ste neke od metoda i materijala za ojačanje koje koristite. Što je s torkret betonom kao opcijom?

Po meni, torkret nije najbolje rješenje, odnosno to bi trebalo biti zadnje i krajnje rješenje sanacije i ojačanja. Kad malo pogledate razvoj današnjih kompozitnih sustava, vidjet ćete da je FRCM metoda moderna verzija torkreta. Razvoj tog materijala proizašao je iz osnove torkreta s tom razlikom što su sve loše karakteristike, tj. mane torkreta svedene na minimum. Ono što je najvažnije, torkretiranjem se značajno utječe na ponašanje konstrukcije. Budući da njime povećavate težinu objekta, potrebno je ojačati postojeće temelje. Nadalje, bez primjene čeličnih sidara ili nekog drugog sustava veza s postojećim zidom jako je loša, odnosno ne ostvaruje se dobra povezanost, što smo ranije spomenuli kao nulti korak kod sanacije i ojačanja. Ako već postoje metode koje mogu biti kompatibilnije s osnovnom konstrukcijom, mislim da je bolje koristiti njih. Osim toga, najbitnije je da ne povećavaju masu osnovnog ziđa. Napomenimo da uz njih nema potrebe za ojačanjem temelja osim u slučaju lošeg nosivog tla.

Koliko se dugo bavite zidanim konstrukcijama? Možete li izdvojiti neke reference sanacija i ojačanja zidanih konstrukcija na kojima ste sudjelovali prije zagrebačkog potresa?

Zidanim konstrukcijama počeo sam se baviti tijekom studija i odmah nakon završetka fakulteta, sada već daleke 1989. godine, kada sam kao mladi inženjer u pratnji starijih već prekaljenih kolega, stručnjaka iz IGH, obilazio oštećene građevine radi sanacije. Bilo je toga dosta tijekom ovih 30-ak godina. Najviše se radilo na sakralnim, kulturnim spomenicima i javnim objektima od kojih bih izdvojio crkvu sv. Nikole biskupa u Kaluđerovcu i kapelu sv. Petra u Gotalovcu na kojima su sanirani konstruktivni elementi, potom stari grad Veliki Kalnik na kojem je rađena sanacija kamenih zidova i stubišta te kompleks župnog dvora u Zrinskom Topolovcu. Svakako bih ovdje istaknuo i projekt rekonstrukcije ulazne kule starog frankopanskog grada Slunja, svetište Gospe od Suza u Pleternici te rekonstrukciju i obnovu zgrade Caritasa (nekadašnjeg restorana Mislav) u Požegi.

Igor Hranilović projektant je sanacije i ojačanja konstrukcije stambene zgrade u Preradovićevoj ulici 34 u Zagrebu koja je stradala u prošlogodišnjem potresu. Više o projektu obnove FRCM i FRP sustavima pročitajte na sljedećim stranicama.

Višestambena zgrada u Preradovićevoj

CJELOVITA SANACIJA I OJAČANJE KONSTRUKCIJE ZGRADE U CENTRU ZAGREBA

Do 22. ožujka 2020. godine stanovnici centra Zagreba razmišljali su o svojim zgradama uglavnom u smjeru energetske obnove ovojnice zgrade, poboljšanja u vidu učinkovitijeg grijanja, odnosno hlađenja stanova i, eventualno, rješavanja problema vlage u podrumima. Međutim, tog ranog jutra prioriteti su se promijenili.

Potres koji je prošlog ožujka pogodio Zagreb i okolicu oštetio je i stambenu zgradu u samom centru grada, u Preradovićevoj 34. Zgrada izgrađena oko 1900. godine bruto površine 2588 m² sastoji se od ukupno 27 stambenih jedinica i 5 poslovnih prostora u prizemlju. Građena je u obliku razvedenog slova U, a sa sjeverne, južne i djelomično zapadne strane naslanja se na susjedne građevine u bloku. Zgrada je nadograđena još jednom etažom, a tijekom svog životnog vijeka nikada nije obnavljana i rekonstruirana osim nužnih sanacija dijela ravnog krova te dijela uličnog i dvorišnog pročelja. Nakon potresa zgrada je pretrpjela znatna oštećenja.

STANJE PRIJE SANACIJE I OJAČANJA

Zgrada je građena kombinacijom armiranobetonskih i zidanih elemenata, pa je bilo potrebno odrediti strukturna i nestrukturna oštećenja. Vertikalna nosiva konstrukcija zgrade izgrađena je od zidova zidanih vapnenim mortom s punom opekom normalnog formata (NF), dok su nosivi zidovi, koji su povezivali konstrukciju, bili većih dimenzija zbog nedostatka horizontalnih i vertikalnih serklaža. Međukatna konstrukcija izvedena je drvenim grednicima, što je bilo često rješenje u zgradama građenima do Drugog svjetskog rata, a krovna konstrukcija također je drvena, prekrivena starim, donekle dotrajalim crijepom.

Uvidom u stanje nakon potresa uočena su brojna oštećenja, a zgrada je djelomično označena neupotrebljivom zbog konstruktivnih oštećenja vanjskih nosivih zidova. Uslijed djelovanja poprečnih sila došlo je do pucanja lošeg ili nedovoljno vezanog morta i dijelova cigle u obliku slova X, a kroz pukotine zgrade na pojedinim se mjestima moglo vidjeti van. Značajna oštećenja pretrpjeli su čeoni i zabatni nosivi zidovi koji više nisu bili u stanju preuzimati posmično opterećenje, što je značajno utjecalo na sigurnost i stabilnost građevine. Znatna oštećenja dogodila su se i na unutarnjim nosivim zidovima u području nadvoja. Konstruktivna oštećenja predstavljala su veliku opasnost za mehaničku otpornost i stabilnost zgrade, pa je bila potrebna hitna sanacija uz statičko ojačanje jer bi u slučaju novog, jačeg potresa došlo do urušavanja dijelova zgrade, a prouzročena šteta bila bi ogromna.

Sreća u nesreći za suvlasnike zgrade bila je ta što su imali osigurana financijska sredstva za energetsku obnovu koja su vrlo brzo mogli prenamijeniti za konstrukcijsku obnovu te osigurati sigurno stanovanje.

Procjena uporabljivosti zgrade rađena je na temelju detaljnog pregleda zajedničkih dijelova zgrade, odnosno pregleda i ocjenjivanja konstruktivnih elemenata, procjene stanja nosivosti konstruktivnih elemenata, procjene i detekcije nastalih deformacija (pomaka, progiba, pukotina) te opće specifikacije oštećenja zgrade prema stupnju oštećenja.

SLIKA 1: Oštećenja nastala uslijed potresa.
SLIKA 2: Priprema podloge prije nanošenja morta PLANITOP HDM RESTAURO.

POČETAK SANACIJE

Stanari zgrade u Preradovićevoj 34 jedni su od prvih koji su krenuli u cjelovitu sanaciju i ojačanje konstrukcije. Većina radova ojačanja izvedena je s vanjske strane, tako da su kroz cijeli postupak izvođenja radova stanari bili u svojim domovima.

Projekt sanacije i stručni nadzor pripremila je i provela zagrebačka tvrtka Info-G. S obzirom na to da je ovo bio pionirski projekt i praktički prva cjelovita sanacija u Zagrebu, izazovi pred timom iskusnog projektanta konstrukcija Igora Hranilovića bili su uistinu veliki. Iskustvo statičara uz podršku Odjela tehnike Mapei Croatia bilo je presudno da se ovaj zahtjevni projekt uspješno izvede. Izvođač radova, tvrtka Gradisan iz Zagreba s iskustvom u sanacijama armiranobetonskih konstrukcija, nakon ovog projekta bogatija je za znanje i iskustvo neprocjenjivo na polju

SLIKA 3: Konsolidacijsko injektiranje.
SLIKA 4: FRCM sustav – ugradnja mreže MAPEGRID G220 u svježi sloj morta PLANITOP HDM RESTAURO.

sanacije i ojačanja zidanih konstrukcija s naglaskom na potresno inženjerstvo.

OD KONSOLIDACIJE DO OJAČANJA

Postupak sanacije i ojačanja započeo je pripremnim radovima – postavljanjem skele, otucanjem dotrajale i degradirane žbuke, čišćenjem sljubnica i visokotlačnim pranjem površina. Prvi korak u ojačanju objekta bila je konsolidacija, odnosno povezivanje i vraćanje u prvobitno stanje te kreiranje homogene i stabilne konstrukcije. Za postupak konsolidacije primjenjuju se dvije vrste radova – obnova sljubnica i injektiranje, dok je tehnološki najispravniji način za sanaciju zidanih konstrukcija korištenje bescementnih materijala visoke kompatibilnosti s postojećim materijalima kojima je građevina izgrađena. Zbog toga je za obnovu sljubnica korišten MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO, bescementni mort na bazi vapna i ekopucolana koji svojim fizikalnim i kemijskim karakteristikama odgovara postojećem zidu, a ugrađivan je u očišćene i navlažene sljubnice te je korišten za obnovu zidova, odnosno dozidavanje otpalih dijelova.

Konsolidacija zidova izvedena je niskotlačnim injektiranjem. I u ovom je slučaju bilo potrebno koristiti materijale kompatibilne s podlogom, pa je tako za konsolidacijsko injektiranje korišten MAPE-ANTIQUE I-15, injekcijska smjesa na bazi vapna i ekopucolana. Injektiranje se provodilo postupno, s prekidima, pod niskim tlakom od maksimalno 2 bara. Postupkom konsolidacije dobivena je homogena, povezana struktura zidova spremna za izvođenje ojačanja koje će povećati otpornost zidova na seizmička djelovanja.

FRCM SUSTAV ZA OJAČANJE ZIDOVA

Za ojačanje zidanih konstrukcija na ovom objektu projektirana su dva sustava – FRCM sustav za punoplošno ojačanje zidova i FRP sustav za ojačanje na razini međukatnih konstrukcija. Najprije je izveden FRCM sustav tako što je na adekvatno pripremljenu, konsolidiranu, čistu i navlaženu podlogu strojno nanesen prvi sloj visokoduktilnog morta PLANITOP HDM RESTAURO debljine 5 – 8 mm. U još svjež mort utisnuta je strukturna mrežica od staklenih vlakana MAPEGRID G 220. Na postavljenu mrežicu, dok je prvi sloj morta još bio svjež, nanesen je drugi sloj PLANITOP-a HDM RESTAURO debljine 4 – 5 mm. Prema projektu i sa svrhom dodatnog povezivanja FRCM sustava sa zidovima ugrađena su i sidra – užad od staklenih vlakana MAPEWRAP G FIOCCO koja su umetnuta u prethodno pripremljene rupe. MAPEWRAP G FIOCCO najprije je „utopljen" u epoksidnu smolu MAPEWRAP 31, a onda i posut kvarcnim pijeskom. Prostor između užadi i rupe zapunjen je sredstvom za kemijsko sidrenje MAPEFIX VE SF koje se, između ostalog, preporuča za upotrebu na mjestima gdje su prisutna visoka statička ili dinamička naprezanja.

FRP SUSTAV ZA OJAČANJE MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE

Prvi korak statičkog ojačanja međukatne konstrukcije FRP sustavom bilo je nanošenje epoksidnog temeljnog premaza MAPEWRAP PRIMER 1 za konsolidaciju površine. Na još svjež temeljni premaz nanesena je epoksidna smola MAPEWRAP 11, a zatim i impregnacijska epoksidna smola MAPEWRAP 31 u koju je utisnuta tkanina od staklenih vlakana MAPEWRAP G UNI-AX 900/30. Na tkaninu je onda još jednom nanesen MAPEWRAP 31 koji je završno posut kvarcnim pijeskom zbog omogućavanja prionjivosti završnih materijala.

Nakon radova ojačanja konstrukcije uslijedili su završni radovi – žbukanje i bojenje.

Zgrada u Preradovićevoj 34 danas je jedna od najsigurnijih zgrada u centru Zagreba. Radovi na sanaciji i ojačanju konstrukcije podigli su sigurnost kao i cijenu stanova zgrade. Sada suvlasnici ponovno razmišljaju o tome kako svoju zgradu, koja je danas konstruktivno sigurna, učiniti i energetski učinkovitijom.

TEHNIČKI PODACI
Višestambena zgrada, Preradovićeva 34, Zagreb
Godina izgradnje: oko 1900. godine
Vrijeme izvođenja radova: srpanj – listopad 2020. godine
Investitor: Suvlasnici zgrade Preradovićeva 34, Zagreb
Projektant: Info-G d.o.o., Zagreb
Nadzor: Info-G d.o.o., Zagreb
Izvođač radova sanacije i ojačanja: Gradisan d.o.o., Zagreb
Mapei koordinatori: Nenad Karalija i Marko Iveković, dipl. ing. građ.

PROIZVODI MAPEI
Konsolidacija zidova: Mape-Antique Allettamento, Mape-Antique I-15
FRCM i FRP sustav ojačanja: MapeWrap Primer 1, MapeWrap 11, MapeWrap 31, MapeWrap G UNI-AX 900/30, MapeWrap G Fiocco, Mapefix VE SF, Planitop HDM Restauro, Mapegrid G 220

Za više informacija posjetite www.mapei.hr i www.mapei.com

Zahvala bojom

STREET ART U BOLNICAMA KAO POKLON ZDRAVSTVENIM RADNICIMA NA PRVOJ CRTI OBRANE PROTIV COVID-A 19

Medicinskom i zdravstvenom osoblju koje se našlo na prvoj crti obrane od širenja zaraze Covid-19, stotinama tisuća ljudi u Laziju i više od milijunu u cijeloj Italiji koji su bez prestanka skrbili o bolesnima tijekom najgoreg razdoblja pandemije, izražena je zahvalnost putem umjetnosti. Projekt Zahvalimo zajedno, koji je doveo do stvaranja 12 murala u isto toliko bolnica u Laziju, bio je način priznanja i odavanja počasti za sav uloženi napor. Ideja je bila da se ostavi svjedočanstvo za budućnost, ali i njeguje ozračje povjerenja i solidarnosti. Inicijativu su osmislili Sabina Minutillo Turtur i Renato Fontana, a podržala ju je regija Lazio. U njoj je sudjelovalo devet uličnih umjetnika koji su uključeni u sva društvena događanja (Agostino Iacurci, Alice Pasquini, Greg Jager, Gummy Guè, Jonathan Calugi, Joys, Krayon Lucamaleonte i Studio Suit) te su, svaki u svom prepoznatljivom stilu, izradili murale u unutarnjim ili vanjskim prostorima dvanaest bolnica.

Mapei je sudjelovao u inicijativi donacijom zaštitne akrilne boje za unutarnje i vanjske prostore – COLORITE PERFORMANCE koju su umjetnici koristili za izradu murala. Ovim sudjelovanjem, ali i drugim donacijama te ostalim inicijativama Mapei je podržao borbu protiv pandemije Covid 19.

DOLJE: Dva od dvanaest murala koji su naslikani u isto toliko bolnica u znak zahvale medicinskom osoblju na njihovoj predanosti u borbi protiv pandemije.

Casa Adriana, posveta posebnoj ženi

Adriani Spazzoli (na fotografiji), direktorici operativnog marketinga i komunikacija Mapei Grupe koja nas je napustila u studenome 2019. godine, posvećena je Zajednica majka- dijete CasArchè u Milanu, u četvrti Quarto Oggiaro. Bila je to gesta odavanja počasti i zahvala posebnoj ženi koja je godinama blisko surađivala s ovom udrugom.
Adriana Spazzoli i njezin suprug Giorgio Squinzi oduvijek su posvećivali veliku pažnju obiteljima u potrebi. Jednako tako, podržali su san oca Bettonija da se takvim obiteljima pruži pomoć i podrška. Radi se o projektu kojemu je otac Giuseppe posvećen otkako je 1991. stvorio Arché kako bi odgovorio na potrebe za pomoć oko HIV pozitivne djece. Danas Zaklada pomaže djeci i ugroženim obiteljima u izgradnji socijalne, stambene i radne neovisnosti nudeći im usluge podrške i skrbi. Među ponuđenim uslugama nalazi se i ova stambena zgrada koja omogućava svojim korisnicima da iskuse važnost bliskosti i uzajamne brige te solidarnosti. Casa Adriana može primiti do devet obitelji (majke s djecom) koje su socijalno ugrožene. Uz potporu socijalnih službi i edukativnog tima majke i djeca dobivaju podršku na putu kojemu je cilj ponovno pronalaženje psihološke, socijalne i obrazovne ravnoteže. Mapei već nekoliko godina podržava Zakladu Arché pružajući joj materijalnu potporu kao i tehničke savjete i proizvode za proširenje i obnovu različitih zgrada. Mapei je 2016. godine donirao razne proizvode za obnovu i prenamjenu kuće Casa Adriana, prvotno dječjeg vrtića, u edukativnu udrugu. 2019. godine došao je red i na Corte di Quarto, novu zgradu smještenu odmah pored Case Adriana za čiju je izgradnju Mapei osigurao brojna rješenja. Službena ceremonija imenovanja Case Adriane, zakazana za svibanj prošle godine, održana je na jesen zbog zdravstvene situacije. Danas je objekt otvoren te djeluje kao mjesto prihvaćanja i društvene uključenosti najranjivijih skupina.

Mapei uz Triennale Milano

I ove godine Mapei je podržao zakladu Trienniale Milano kao platinasti korporativni sponzor udruge *Associazione Amici della Triennale Milano*. Zaklada je međunarodni kulturni institut koji organizira izložbe, konferencije i događanja na temu umjetnosti, dizajna, arhitekture, mode, filma, komunikacija i društva. Zaklada Trienniale Milano ponovno je otvorena za javnost u veljači ove godine pa se sada može razgledati i Talijanski muzej dizajna te postave novih izložbi.

gomitolorosa
SOLIDARIETA', BENESSERE, ATTENZIONE ALL'AMBIENTE

Mapei doprinosi izgradnji velikih infrastrukturnih projekata diljem svijeta svojim **znanjem**, **iskustvom**, **vrhunskim materijalima** i **podrškom** na gradilištima. To je uspješan spoj inovacija, predanosti i strasti u stvaranju iznimnih i održivih građevinskih objekata.

MAPEI. STRUČNJAK U GRADNJI.

Više na: **www.mapei.hr** i **www.mapei. com**.

MAPEI®
GRAĐEVINSKA LJEPILA • SISTEMI ZA BRTVLJENJE
KEMIJSKI PROIZVODI ZA GRAĐITELJSTVO