

REKONSTRUKCIJA MOSTA GRADNA NA AUTOCESTI A3

Inovativna tehnologija za sanaciju nosivih dijelova konstrukcija

PRIPREMILA:
Anđela Bogdan

Na autocesti A3 traju radovi na sanaciji mosta Gradna primjenom tehnologije dubokoga injektiranja, koja se u svijetu koristi već 25 godina, dinamika radova vrlo je jednostavna i ne zahtijeva invazivne iskope, a njena primjena kod sanacije prometnica znatno produljuje vijek kolnika

Uvodne napomene

Velika opterećenja na hrvatskim autocestama uzrokuju brojna oštećenja kolničke konstrukcije kao što su kolotrazi i pukotine. Takva su oštećenja opasnost za vozače i vozila. Zbog toga se izvode sanacije asfaltnoga zastora, odnosno habajućega i veznoga asfaltnog sloja, a po potrebi i nosivoga sloja. Oštećeni se slojevi uklanjaju, a novi ugrađuju. Tehnologija Uretek, koja je dostupna na hrvatskome tržištu, omogućuje neinvazivnu sanaciju nosivih slojeva konstrukcije, brži popravak oštećenih dijelova autocesta, a ne zahtijeva kopanje, rušenje ni potpuno zaustavljanje prometa na dionicima koje su u rekonstrukciji.



Tehnologija Deep Injections (duboko injektiranje) prvi se put pojavila na tržištu 1996.

Uretek je osnovan 1990. kao tvrtka za injektiranje ekspanzivnih smola, a dugi niz godina bavila se istraživanjem i eksperimentiranjem u potrazi za razvojem novih inovacija. Tehnologija nazvana *Deep Injections* (duboko injektiranje) prvi se put pojavila na tržištu 1996., a *Uretek* je tada doživio eksponencijalni rast. Uslijedio je nastavak istraživanja, a 2001. predan je zahtjev za europski patent za smolu velike sile ekspanzije – *Geoplus*®, razvijene u suradnji sa Sveučilištem u Padovi, u Italiji. Tri godine poslije razvijena je nova tehnologija

Walls Restoring® za rekonstrukciju do-trajaloga vezivnog sredstva u zidanim građevinama. Od 2006. na tržištu je dostupna i metoda *Cavity Filling*®, koja rješava problem potpunoga popunjavanja i stabilizacije podzemnih šupljina. *Uretek* je 2008. dobio Certifikat sustava upravljanja kvalitetom ISO 9001:2000 (br. 50 100 7969) za projektiranje i izvođenje zahvata ojačanja temeljnoga tla dubinskim injektiranjem ekspanzivnih smola. Danas je *Uretek* dio međunarodne grupe koja posluje u više od 30 zemalja svijeta. U stalnom je procesu rasta, ima bogato iskustvo te je neprestano okrenut istraživanjima čija je svrha ponuditi uslugu koja će najbolje odgovoriti na potrebe klijenta. U ovome prilogu prikazana je inovativna tehnologija *Uretek*, i to na primjeru sanacije mosta Gradna koja se trenutno izvodi na dionici autoceste A3.



Položaj autoceste A3 na karti Republike Hrvatske (označena zelenom bojom)



Pripreme za sanaciju dijela prometnice na mostu Gradna

Oštećenja mosta Gradna zbog slijeganja

Dana 20. travnja 2022. počela je sanacija mosta Gradna na autocesti A3 Bregana – Zagreb – Lipovac, između čvorišta Sv. Nedelja i Bobovica u smjeru Bregane. Autocesta A3 druga je autocesta po duljini u Republici Hrvatskoj. Njezina međunarodna oznaka, koja apostrofira njezinu važnost, jest E70 (europska autocesta 70). Duga je ukupno 306,4 kilometra, a gradila se od 1977. do 2006. Njome upravljaju *Hrvatske autoceste d.o.o.* Vodi od Bregane preko Zagreba i Slavenskog Broda odnosno Posavine do Lipovca na granici sa Srbijom te prolazi kroz šest županija: Grad Zagreb, Zagrebačku županiju, Sisačko-moslavačku županiju, Brodsko-posavsku županiju i Vukovarsko-srijemsku županiju.

Glavno oštećenje koje predstavlja i opasnost za siguran tijek prometa po lijevoj strani dijelu mosta Gradna jest slijeganje nasipa na obje pristupne rampe mosta. Slijeganje može biti posljedica loše ugradnje materijala trupa nasipa, ali i slijeganja posteljice. Prilikom detaljnoga pregleda stanja konstrukcije na mostu je bila vidljiva deformacija elemenata uzdužne odvodnje uz kolnik mosta i pristupnih rampi, što je uzrokovalo dodatno ispiranje i slijeganje osobito rubnih dijelova uz kolnik (bankine, središnji pojas i betonske kanalice). Na mostu bilo je vidljivo odvajanje nasipa od zida upornjaka u gornjemu dijelu, što je upućivalo na slijeganje iza zida upornjaka. Geodetskom izmjerom visina kolnika utvrđena je de-

nivelacija asfalta ispred mosta i iza njega u zoni od 20 do 30 metara. Prijelazne naprave na mostu bile su neispravne. Kod njih se pojavila deformacija u horizontalnom smjeru. Asfalt je ranije popravljao u njihovoj okolini zbog pomaka i pukotina paralelnih sa smjerom čeličnih profila. Osim toga inženjeri koji su provodili ispitivanje stanja mosta te zaključili kako ne funkcionira ni vodotjesnost gumenih brtvi, što je uzrokovalo dugotrajno curenje vode i soli u potkonstrukciju mosta. Zbog toga je projektno rješenje rekonstrukcije mosta zahtijevalo, među ostalim, uklanjanje starih prijelaznih naprava na mostu i postavljanje novih.

Sanacija mosta Gradna

Glavni projekt sanacije mosta Gradna izradio je mr. sc. Krunoslav Mavar, dipl. ing. građ., iz *Instituta IGH d.d.* Glavni izvođač radova bila je zajednica ponuditelja koju su činile tvrtke *MAR d.o.o.* i *TAUS d.o.o.*, predstavnik tvrtke *URETEK ITALIJA SPA* iz Verone. Za glavnoga nadzornog inženjera imenovan je Goran Jukić, dipl. ing. građ., iz tvrtke *Ivago-plan d.o.o.*

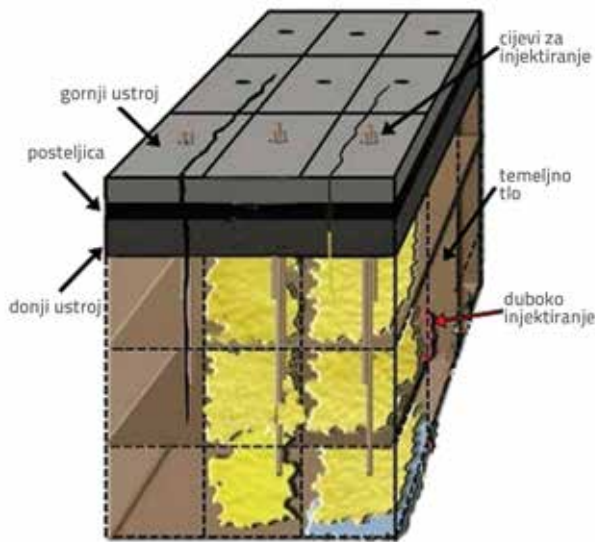
Radovi su se izvodili na autocesti A3 u km 3+500, na mostu Gradna. Specifičnost te dionice zahtijevala je što brži zahvat na mostu te je bilo predviđeno da se radovi izvode u dvije faze. Prva faza bila je sanacija i ojačavanje nasipa na obje strane rampe mosta, dok se druga faza odnosila na sanaciju prijelaznih naprava, asfaltnoga dijela, bankina, pješačke staze na rubnjacima, betonske kanalice za odvodnju i središnjega pojasa. Prva faza (sanacija

nasipa injektiranjem) izvedena je u samo osam dana. Tijekom radova uvedena je posebna regulacija prometa te se prema dinamici radova mijenjalo strana injektiranja dijela prometnice na mostu.



Sanacija nasipa injektiranjem

Radove je izvodila tvrtka *Uretek s.p.a.* iz Italije, koristeći tehnologiju *Deep Injections Multipoint* u suradnji s tvrtkom *Taus d.o.o.* iz Samobora, koja je službeni zastupnik tehnologije Uretek za Hrvatsku. Ta je tehnologija najnovije poboljšanje tehnologije dubokih injektiranja, jer je postupak brz, neinvazivan i pokazuje trenutne rezultate. Pri injektiranju smola prelazi iz tekućega stanja u kruto i pritom expandira do 30 puta. Injektiranje se izvodi dok je smola još u tekućem stanju. Po ulasku u tlo u nekoliko sekundi povećava svoj volumen. Smola Geoplus® razvija maksimalnu silu ekspanzije do 10.000 kPa (100 kg/cm²). S injektiranjem nastavlja se sve dok se laserskim praćenjem ne utvrdi podizanje asfaltna podloge. Učinak postupka može se



Shematski prikaz tehnologije dubokog injektiranja - raspodjela izlaznih otvora i širenje smole

utvrditi odmah nakon injektiranja smole. Podizanje asfaltne podloge prati se uz pomoć lasera, a rezultat zahvata se po potrebi vrednuje komparativnim geotehničkim ispitivanjima na licu mjesta. U samo jednome danu grupa specijaliziranih tehničara može podvrgnuti zahvatu do 10 – 15 metara dužnih temelja ako se radi o sanaciji temeljnoga tla građevina, a u slučaju sanacije nasipa ispod cesta od 50,0 m² do 70,0 m² (ovisno o dubini injektiranja). Cijev za injektiranje postavlja se do prethodno utvrđenih dubina lošega tla, nakon čega počinje proces injektiranja smole. Cijev za injektiranje perforirana je te ima promjer 12 milimetara. Rupe

cijevi za injektiranje, injektiranja i laserskoga praćenja pomaka na konstrukciji mosta i nasipa. Injektiranje se izvodilo u područje tla gdje je nastalo slijeganje. Nakon što je određeno područje koje treba ojačati, izvodila su se bušenja izravno kroz asfalt u tlo. Kroz tako napravljen sustav bušotina injektirana je smola Geoplus® koja je ekspandirala i ojačala tlo. Male količine smole ubrizgavane su točno ispod razine temelja u volumen tla kada je naponsko stanje dosegulo svoj vrhunac. U tome postupku bio je potreban visoki tlak ekspanzije injekcijske smole da bi se osiguralo pravilno sabijanje tla, a koji je trebao biti veći od naponskoga stanja u tlu izazvanog opterećenjem

na cijevi nalaze se na točno proračunavome razmaku i različitim promjerima, a sve radi optimizacije protoka smole u kritične zone oslabljenoga tla, a time i poboljšanja koherentnosti tla.

Na gradilištu mosta Gradna bila su dva pomoćna radnika, jedan tehnolog i voditelj radova. Postupak izvođenja radova na sanaciji nasipa s obje strane mosta bio je jednostavan. Sastojao se od bušenja bušotina, ugrađivanja

konstrukcije kako bi se omogućilo pravilno širenje i brzina rasprostiranja smole. Kako bi se spriječio nepotreban gubitak smole, ali i osigurala stvarno potrebna količina i postigao odgovarajući učinak ojačanja, injektiranje se prekidalo nekoliko puta na nekoliko sekundi za trajanja injektiranja. Cijeli postupak pratili su električni prijamnici osvjetljeni laserskim odašiljačem. Zahvaljujući toj tehnologiji sanacija prometnice na mostu izvedena je bez rušenja gornjega ustroja ceste, što je omogućilo njezinu brzu uporabljivost, trajanje zahvata bilo je znatno kraće od tradicionalnih metoda zamjene oštećenog sloja prometnice, a pri tome nije nastao nikakav građevni otpad.

Zaključne napomene

Tehnologija dubokoga injektiranja koristi se u svijetu već 25 godina, a dinamika radova relativno je jednostavna i ne zahtijeva invazivne iskope. Nije potrebna ni teška građevna mehanizacija, već je dovoljan jedan kamion-radionica koji je opremljen svom opremom potrebnom za uspješno izvođenje radova. Radovi se mogu izvoditi u bilo kojem razdoblju, neovisno o vremenskim uvjetima, a ekstremno niske temperature zraka ne utječu na karakteristike i kvalitetu izvedbe. Tehnologija *Deep Injections* znatno produljuje vijek kolnika, jer je smola lagana i ne otežava tlo, a njezin modul elastičnosti sličan je modulu elastičnosti tla.

Kontakt:

TAUS d.o.o Uretek Hrvatska
E-adresa: info@uretek.hr
Tel: 01/33 77 007



Radovi na sanaciji mosta Gradna obavljani su bez potrebe zatvaranja prometa

