



# Geodetski radovi prilikom sanacije nadvožnjaka Mičevac

Ivica Tušinec, ing. geod.<sup>1</sup>

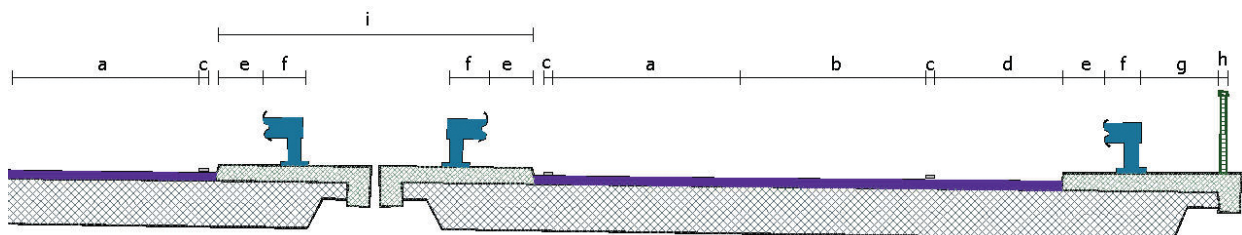
## 1. Uvodni dio

Nadvožnjak Mičevac je cestovni objekt na trasi zagrebačke obilaznice. Nadvožnjakom nazivamo objekt na prometnici koji premošćuje drugu prometnicu (Marijan Koščak 1976). Nadvožnjaci su u pravilu mostne konstrukcije a dio mosta po kojem se odvija promet naziva se rasponska konstrukcija (Vladimir Zetović 1976). Nadvožnjakom Mičevac deniveliran je prijelaz iznad pruge i lokalne ceste, a njegova

dužina iznosi 63 metra.

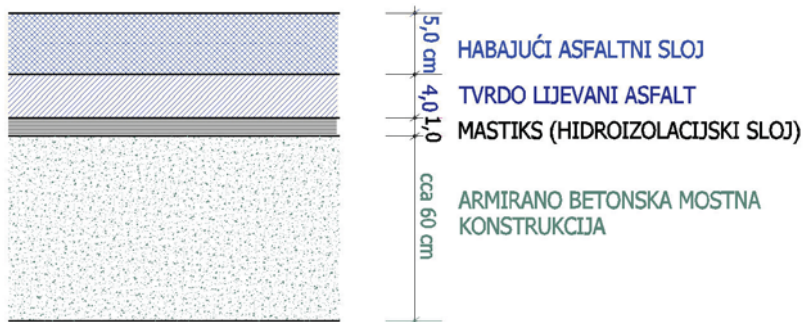
Kako je zagrebačka obilaznica sastavni dio glavnih prometnih pravaca kroz Hrvatsku, izuzetno je opterećena svakodnevnim prometom jer se njome odvija lokalni, međugradski i međunarodni promet. Na njoj se nalazi velik broj cestovnih objekata a najčešći su nadvožnjaci. Velik intenzitet prometa uzrokovao je pojavu deformacija – uzdužnih izbočina i udubina (kolotrasi). Deformacije gornjih slojeva kolnika uzrokom su oštećenja hidroizola-

cijskog sloja mostova a ponegdje i samog betonskog sloja rasponske konstrukcije. Uz navedene uzdužne deformacije posebni se problemi javljaju na spojevima ceste i cestovnih objekata, kao što je loše vertikalno vođenje trase, što pri velikim brzinama vožnje rezultira udarcem ili osjećajem "skoka". Stječe se dojam da je već pri samoj izgradnji nadvožnjaka loše visinski vođena trasa kod spojeva ceste i objekta. Nadalje se na tim spojevima, tzv. prijelaznim napravama,



**Slika 1:** Normalni poprečni presjek nadvožnjaka Mičevac, a - preticajni trak, b - vozni trak, c - rubna crta, d - trak za zaustavljanje, e - zaštitni trak, f - odbojna ograda, g - staza za prolaz službenog osoblja, h - zaštitna ograda, i - srednji razdjelni pojas

[1] Ivica Tušinec, ing. geod., ING Z d.o.o., Samobor, ivica\_tusinec@net.hr



Slika 2: Kolnička konstrukcija nadvožnjaka

pojavljuju udarne rupe koje su najčešće rezultat atmosferskog djelovanja (kiša, led, velika toplina) i deformacije dijelova samog čeličnog profila "prijelazne naprave".

Zbog navedenih oštećenja i deformacija, pristupa se sanaciji svih slojeva asfaltnog zastora ali i same gornje površine betonske ploče nadvožnjaka (slika 2) te promjeni betonskog rubnjaka i dijela zaštitnog traka duž obje strane mosta.

## 2. Geodetski radovi prije sanacije

Izvođač radova sanacije dužan je osigurati niz pretpostavki da bi novopostavljeni asfaltni zastor zadovoljio sve uvjete za sigurnu i udobnu vožnju. Za ove ciljeve neizbježno je stalno prisustvo geodetskih stručnjaka tijekom sanacije. Najvažniji je zadatak postizanje uvjeta za sigurnu vožnju, za što je potrebno na novom asfaltnom zastoru izvesti što bolje vertikalno vođenje trase, tj. što bolje definirati liniju nivelete, pogotovo na spojevima trupa ceste i konstrukcije mosta, a zatim projektiranu niveletu što točnije prenijeti na teren.

Navedeni uvjeti nameću geodetskom stručnjaku više zadataka:

- postavljanje poligon-  
skih točaka i radnih repera  
uz nadvožnjak,
- obilježavanje popreč-

nih profila svakih 5 metara,

- snimanje postojećeg stanja asfaltnog zastora prije sanacije,
- izrada grafičkog prikaza nivelete postojećeg asfaltnog zastora i projektiranje nivelete za novi asfaltni zastor u suradnji s nadzornim građevinskim inženjerom,
- snimanje trase nakon uklanjanja postojećih asfaltnih slojeva i hidrodemoliranja gornjeg sloja betona mostne konstrukcije,
- prijenos projektirane nivelete na nadvožnjak,
- snimanje novopostavljenog tvrdo lijevanog asfaltnog sloja (TLA),
- iskolčenje rubne linije zaštitnog traka - željeznog rubnjaka,
- snimanje izvedenog stanja nakon polaganja novog habajućeg asfaltnog sloja,
- izvještaj s visinama i debljinama postavljenih slojeva u tabelarnom obliku.

### 2.1 Geodetska osnova

Kao polazna geodetska osnova korištene su GPS točke iz GPS mreže Grada Zagreba, smještene u blizini autoceste. Poligonske točke, koje su ujedno i reperi, postavljene su u zaustavni trak sa svake strane mosta cca. 7 metara od prijelazne naprave, tako da vizure prema opažanim zadanim detaljnim točkama ne prelaze 40 metara. Sva su mjerenja poligon-

ske mreže izvršena prisilnim centriranjem. Podaci opažanja poligonskog vlaka obrađeni su programom Topocad 5.7, aplikacijom Izjednačenje mreže. Nakon izjednačenja dobivena su standardna odstupanja opažanja horizontalnog kuta od 5" i standardna odstupanja opažanja dužine od 1 milimetar i popravka koordinatnih razlika po obje osi do 2 milimetra.

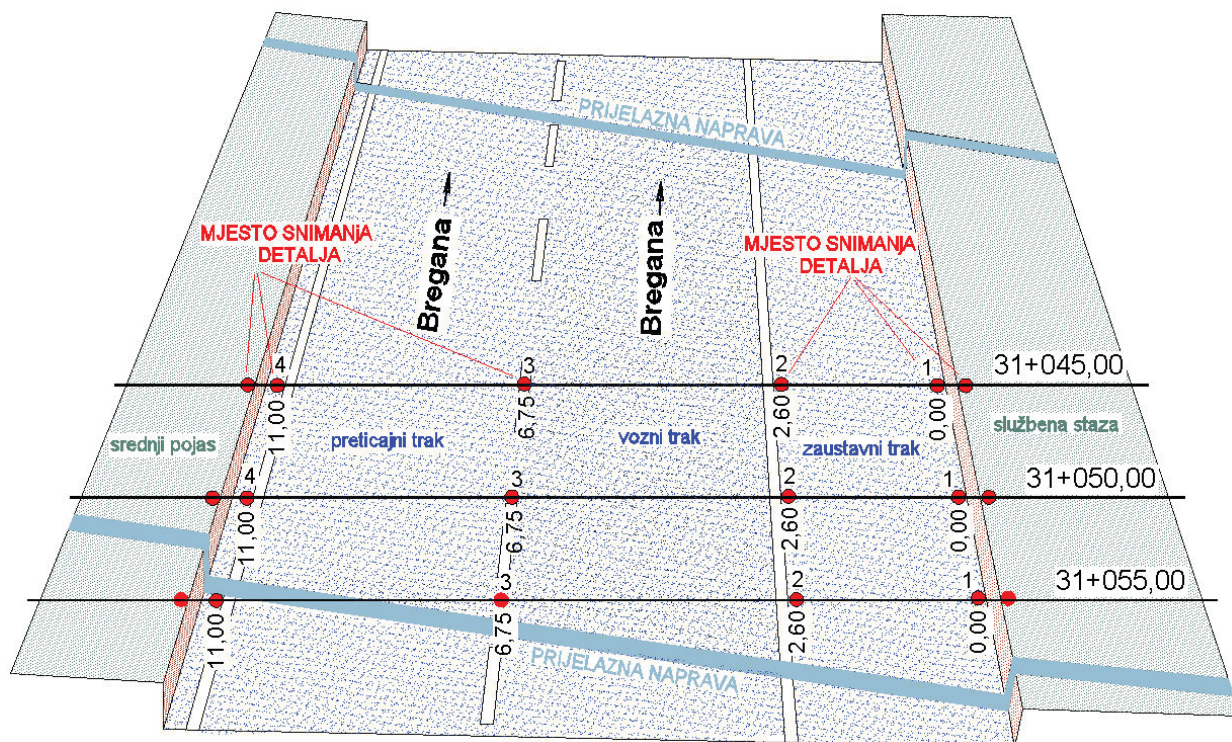
Pri postavljanju visinskih repera izvršen je tehnički nivelman povećane točnosti. U nivelmanskom vlaku dobiveno je standardno odstupanje pojedine visinske razlike od 1 mm.

### 2.2 Priprema snimanja i snimanje po profilima

Snimanje nadvožnjaka i prilaza nadvožnjaku potrebno je izvršiti u istim točkama u svim fazama sanacije. Točke se određuju u pojedinom profilu koji je na terenu označen i osiguran tako da se kod sanacije u svakom trenutku može odrediti položaj pojedine karakteristične točke profila. Profili dobivaju svoju oznaku, u pravilu iznos same stacionaže, radi lakšeg snalaženja na terenu kroz sve faze radova.

Na samom nadvožnjaku tahimetrijskom metodom iskolčeni su profili svakih 10 metara. Svakih 5 metara mjereni su čeličnom mjernom vrpcom i označeni bojom na mjestu koje nije zahvaćeno sanacijom, tj. u zaštitnom traku. Pomoću programa Reference line, koji je dio programskog paketa totalne stanice, pravci profila preneseni su na čelične odbojne ograde i na taj način osigurani od uništenja. Habajući asfaltni sloj na rasponskoj konstrukciji mosta snima se u četiri osnovne točke (slika 3) radi





**Slika 3:** Prikaz mjesta snimanja detalja

praćenja nivelete kolnika te se snimaju i dodatne točke na rubnjacima radi rekonstrukcije tih istih rubnjaka i zaštitnih trakova.

Vertikalno vođenje trase zahtijeva snimanje samog trupa ceste prije i poslije nadvožnjaka svakih 20 metara. Profil 100 metara prije nadvožnjaka, zatim profili najbliži prijelaznim napravama te profil 100 metara poslije nadvožnjaka iskolčeni su s poligonskih točaka, a profili na svakih 20 metara odmjeravani su čeličnom mjernom vrpcom. Pomoću programa Reference line pravci profila preneseni su na čelične odbojne ograde. Asfaltni zastor trupa ceste snima se u tri točke po svakom profilu: prva uz zaustavni trak, druga u osi srednje isprekidane crte, a treća uz rubnu crtu preticajnog traka.

Nakon ovakve pripreme pristupilo se snimanju postojećeg stanja asfaltnog zastora. Sve su detaljne točke snimane tahimetrijskom

metodom. Radi što točnijeg visinskog podatka, signal (prizma) je fiksiran na visinu od 1,30 metara te je tijekom mjerenja često kontroliran. Dužine vizura prema označenim točkama na profilima nadvožnjaka nisu prelazile 40 metara, što smanjuje pogreške pri opažanju uslijed titranja zraka.

### 2.3 Obrada snimljenih podataka postojećeg stanja

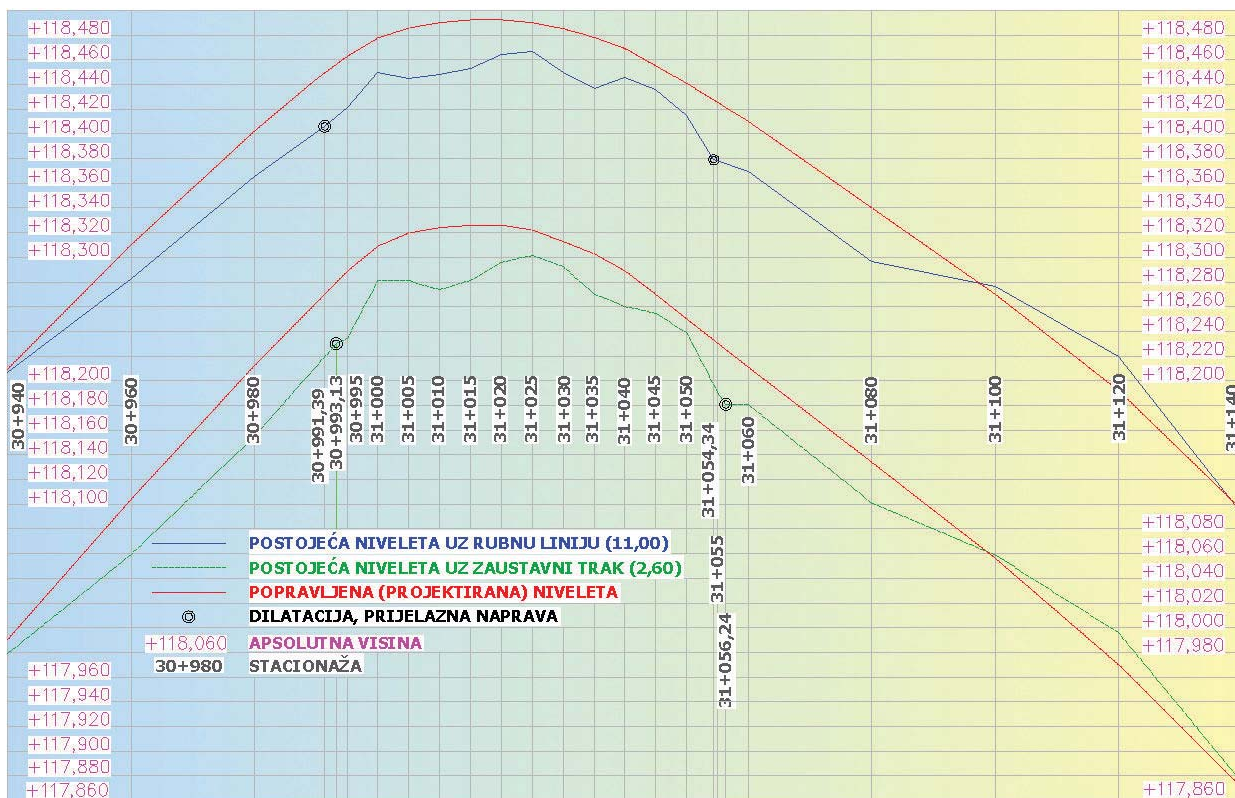
Podaci snimanja s terena obrađeni su programskim paketom Topocad 5.7. Obradom podataka mjerenja izrađen je digitalni CAD prikaz. Kod snimanja je primijenjena kodna tahimetrija snimanja detalja te su u CAD prikazu dobivene četiri 3D polilinije za četiri niza snimljenih točaka – uz zaustavni trak (1), uz vozni trak (2), u osi srednje isprekidane linije (3) i uz rubnu liniju preticajnog traka (4). Polilinije služe za daljnju obradu tj. izradu uzdužnih i

poprečnih profila postojećeg stanja uz pojedine snimljene linije u aplikacijama za izradu i obradu profila unutar programskog paketa Topocad 5.7.

Iz dobivenih uzdužnih profila izrađen je dijagram odnosa uzdužnih niveleta (slika 4) uz dvije zadane linije snimanja: linije niza točaka označenih brojem 2 i linije niza točaka označenih brojem 4, koje određuju poprečni pad kolnika.

Mjerilo dijagrama je različito za dužine i visine kako bi se istaknuo visinski položaj snimljenih točaka naspram njihove međusobne udaljenosti. Dijagram za ovu dionicu iscrtan je u mjerilu M 1:1000/2. U dijagram nisu uključene srednja linija i linija uz zaustavni trak jer se uz njih niveleta ne projektira, nego se na tim mjestima ona dobiva računski – interpolacijom.

Dijagram prikazuje stanje prilaza na nadvožnjak, samog nadvožnjaka i izlaza



Slika 4: Dijagram nivoleta

s nadvožnjaka. Vidljivo je kako je postojeća niveleta uz obje strane kolnika neravna i deformirana (plava i zelena linija).

## 2.4 Priprema nove nivelete

Gledajući takvu postojeću niveletu, jasno je da se novi asfaltni zastor ne može voditi niveletom starog asfaltnog zastora, nego se pristupa popravku nivelete uz zaustavni trak i rubnu liniju. Sam popravak tj. projektiranje nivelete ovisi o više čimbenika. Nova niveleta kolnika nadvožnjaka prvenstveno ovisi o niveleti kolnika na prilazu nadvožnjaku i silasku s njega. Drugi faktor može biti debljina uklonjenih slojeva i debljina novih slojeva koji će biti postavljeni tijekom sanacije. Ovdje nam je novopostavljeni tvrdo lijevani asfalt u kasnijoj fazi sanacije bio uzrokom jedine promjene prethodno projektirane nivelete. Iako se pretpostavljalo

da bi se mogla dogoditi promjena nivelete zbog navedenih faktora, novopostavljena niveleta prije sanacije uzimala se kao referentna za početne radove u sanaciji. Niveleta se projektira u suradnji s nadzornim građevinskim inženjerom.

Na dijagramu nivoleta (slika 4) prikazana je konačna niveleta (crvena linija) dobivena nakon snimanja ugrađenog tvrdo lijevanog asfalta.

## 3. Postupak sanacije i geodetski zadaci tijekom sanacije

Nakon snimanja postojećeg stanja izvođač radova uklanja asfalta tzv. "frezanjem". Zatim hidrodemoliranjem razbija gornji trošni sloj betona konstrukcije mosta te uklanja dio betonskog rubnjaka, tj. zaštitnog traka.

Poligonom metodom, s poligonskih točaka, ponovo su iskolčene i obilježene točke snimanja po profilima te je

izmjereno stanje nakon uklanjanja betona. Zaštitni trak se snima u profilima, na mjestu do kojeg je uklonjen, radi kontrole pada prema vrhu novog željeznog rubnjaka.

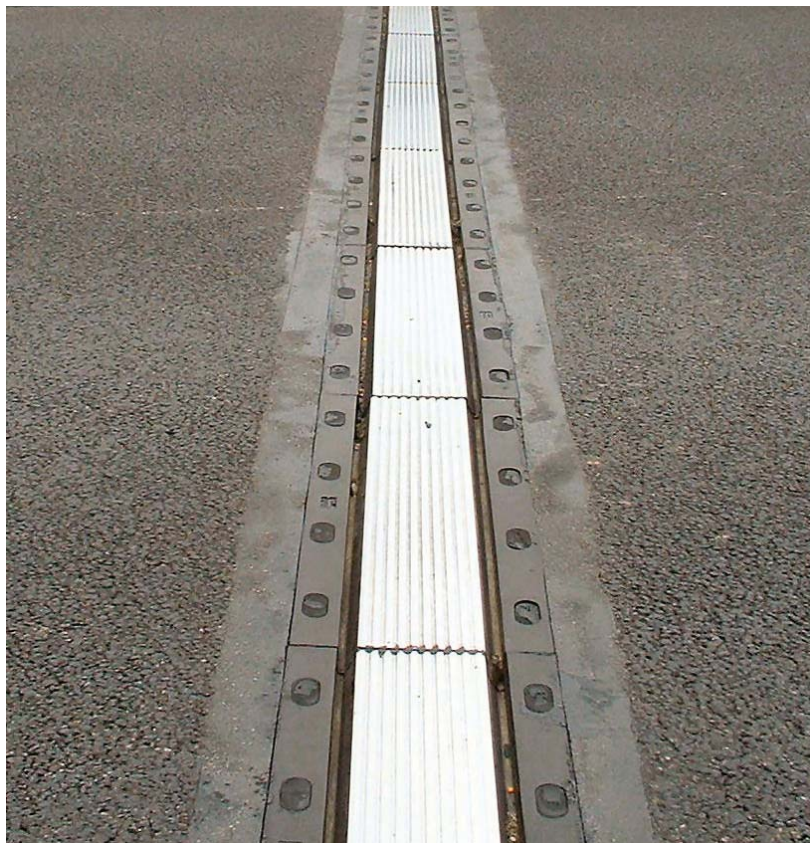
Hidrodemolirani trošni betonske ploče mosta zamjenjuje se novim slojem betona ojačanog armaturnom žicom malog profila. Da bi se novi betonski sloj doveo na približnu visinu zadane nivelete, na zadane točke u svakom profilu postavljaju se željezni ankeri zabijeni u betonsku konstrukciju mosta. Nivelmanom se na ankere prenosi projektirana niveleta završnog sloja asfalta umanjena za 10 centimetara, koliko iznosi debljina asfaltnih slojeva.

Rubni dio zaštitnog traka oblikuje se željeznim rubnjakom. Kako bi se dobila kontinuirana linija željeznih rubnjaka, snimljeni su najistaknutiji dijelovi armaturnih profila koji su ostali nakon uklanjanja dijela zaštitnog traka, te je u odnosu na njih





**Slika 5:** Detalj novog rubnjaka i prijelazne naprave



**Slika 6:** Detalj nove prijelazne naprave

postavljena linija iskolčenja novih rubnjaka. Pristupa se iskolčenju linije novih željeznih rubnjaka. Na ankere, koji se postavljaju u pravac rubnjaka, prenosi se visina vrha rubnjaka, koja je 12 centimetara viša od projektirane nivelete asfalta. Novi rubnjaci se fiksiraju na armaturne profile zaštitnog traka zavarivanjem. Prostor od novo montiranog željeznog rubnjaka do ostatka zaštitnog traka ispunjava se betonom.

Nova betonska ploča mosta prekriva se slojem mastiksa (hidroizolacijski sloj) u debljini od cca. 1 cm. Zatim se na mastiks polaže tvrdo lijevani asfalt (TLA) u debljini od cca. 4 cm. Ti se slojevi nanose prema zadanoj debljini, bez obilježene nivelete. Iz tih se razloga nakon njihova stvrdnjavanja pristupa ponovnom snimanju izvedenog stanja. Iskolčene su zadane točke po profilima te je u njima snimljena visina. Analizom snimljenih podataka dobiveno je kritično mjesto u profilu 31+000, gdje bi, prema prvo projektiranoj niveleti, debljina habajućeg asfaltnog sloja bila svega 1,5 cm. Radi toga je niveleta u navedenom profilu podignuta za 1,7 cm te u odnosu na nju korigirana i u ostalim profilima.

Definitivno projektirana niveleta je radi ugradnje habajućeg asfaltnog sloja označena na željeznim rubnjacima, a u zadanim točkama profila na tvrdo lijevanom asfaltu upisana kao iznos debljine novog habajućeg sloja.

Izvođač radova, nakon označivanja nivelete, finišerom polaže habajući asfaltni sloj u cijeloj dužini zahvata. Naknadno se reže asfalt u dilataciji te se ugrađuje nova prijelazna naprava (slika 5 i



## MOST MIČEVEC - SJEVER - KM 30+992,62 do 31+055,70

		A	B	C	D	E			
stac.	broj točke na skici	postojeće stanje	kota nivelete	nakon demolir.	TLA 11	završni sloj asf.	F B-C cm	G B-D cm	
<b>31054,34</b>	1	0,00							
prijelazna	2	2,60							
naprava	3	6,75							
	4	11,00	118,379	118,427	118,280	118,445	14,7		
<b>31055,00</b>	1	0,00	118,140	118,171	118,030	118,108	14,1	6,3	
	2	2,60	118,191	118,231	118,081	118,179	15,0	5,2	
	3	6,75	118,285	118,328	118,165	118,264	16,3	6,4	
	4	11,00	118,375	118,425	x	x	x	x	
<b>31050,00</b>	1	0,00	118,178	118,191	118,089	118,145	118,191	10,2	4,6
	2	2,60	118,239	118,250	118,150	118,194	118,259	10,0	5,6
	3	6,75	118,330	118,346	118,228	118,272	118,353	11,8	7,4
	4	11,00	118,415	118,442	118,332	118,371	118,449	11,0	7,1

6).

Nakon završenih radova i isrtavanja horizontalne signalizacije, iskolčavaju se zadane točke u profilima te se u njima snima izvedeno stanje novog asfaltnog sloja.

### 4. Izrada izvještaja izvršenih mjerenja

Podaci dobiveni u svim fazama radova prikupljaju se i grupiraju u tablicu izvršenih mjerenja sa podacima projektirane nivelete (Tablica 1).

Tablica sadrži stupce s prikazom visine slojeva iz pojedine faze rada u zadanim točkama snimanja na zadanim profilima. Stupci su: postojeće stanje, stanje nakon hidrodemoliranja betona, visina položenog tvrdo lijevanog asfalta i visina izvedenog habajućeg asfaltnog sloja. Budući da se tablica izrađuje u .xls tabličnom formatu i ta-



Slika 7: Nadvožnjak Mičevac

		L = 63,08 m				š = 11,13 m			
		A	B	C	D	E			
stac.	broj točke na skici	postojeće stanje	kota nivelete	nakon demolir.	TLA 11	završni sloj asf.	F B-C cm	G B-D cm	
<b>31005,00</b>	1	0,00	118,213	118,260	118,130	118,206	118,262	13,0	5,4
	2	2,60	118,281	118,311	118,184	118,253	118,317	12,7	5,8
	3	6,75	118,365	118,394	118,289	118,342	118,410	10,5	5,2
	4	11,00	118,444	118,477	118,369	118,421	118,498	10,8	5,6
<b>31000,00</b>	1	0,00	118,213	118,248	118,120	118,187	118,240	12,8	6,1
	2	2,60	118,281	118,300	118,192	118,248	118,308	10,8	5,2
	3	6,75	118,369	118,385	118,299	118,345	118,403	8,5	4,0
	4	11,00	118,450	118,469	118,383	118,437	118,497	8,6	3,2
<b>30993,70</b>	1	0,00	118,160	118,226	118,063		118,203	16,3	
prijelazna	2	2,60							
naprava	3	6,75							
	4	11,00							

Tablica 1: Tablarni prikaz izvršenih mjerenja s podacima projektirane nivelete (dio tablice).

kva predaje izvođaču i nadzoru, iz nje je moguće jednostavno i točno izračunavanje debljine pojedinih izvedenih slojeva kao dokaz o ugrađenim količinama pojedinog materijala tijekom sanacije nadvožnjaka. Taj podatak važan je podjednako i investitoru i izvođaču.

## 5. Zaključak

Naizgled obična izmjena asfalta na nadvožnjaku zahtjevan je i kompleksan zadatak, koji od izvođača radova zahtijeva angažman geodetskih stručnjaka radi što točnijeg izvođenja novog asfaltnog zastora. Geodetska pratnja osigurava točan prijenos projektirane nivelete i precizno iskolčenje linije rubnjaka na trasu, rezultat čega je zadovoljavajuća

ravnost ugrađenog asfalta i kontinuirana linija ugrađenih željeznih rubnjaka. Ravnost asfalta osigurava udobniju i sigurniju vožnju pri velikim brzinama, za koje je autocesta projektirana, a kontinuirana linija rubnjaka zadovoljava estetske kriterije.

## Literatura

- Marijan Koščak (1976) : Priručnik za građenje, održavanje i rekonstrukciju cesta, Objekti na cestama, O mostovima, Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb

- Vladimir Zetović (1976) : Priručnik za građenje, održavanje i rekonstrukciju cesta, Objekti na cestama, Rasponska konstrukcija, Savez društava za ceste Hrvatske, Zagreb ■