

Hrvoje Biondić, ing. geod. ▶ Naselje A. Hebranga 6/36, 35000 Slavonski Brod, e-mail: hbiondic@gmail.com

Geodetski radovi pri izgradnji i rekonstrukciji prometnica

SAŽETAK: Geodetska mjerenja tijekom izgradnje i rekonstrukcije prometnice potrebno je provoditi u više faza. Sam posao podijeljen je u dva dijela. Prvi dio čine operativni geodetski poslovi i obavljaju ih geodeti izvoditelja, a drugi dio su kontrolni poslovi i provode ih nadzorni inženjeri u ime investitora.

Da bi prometnica bila izgrađena uspješno i po projektu, potrebno je provoditi kontinuirana geodetska mjerenja i kontrole. Kontrolni poslovi određeni su Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama. U ovome članku bit će opisani postupci geodetskih stručnjaka tijekom gradnje ili rekonstrukcije prometnica, dane analize postignutih i traženih točnosti te problemi na koje se nailazi i prijedlozi njihova otklanjanja u svrhu postizanja kvalitete radova.

KLJUČNE RIJEČI: geodetski nadzor, opći tehnički uvjeti za radove na cestama

Land surveying tasks required for the construction and reconstruction of traffic roads

SUMMARY: Land surveying tasks related to the construction and reconstruction of traffic roads are to be done in several stages. The work itself is divided into two parts. The first one includes operational land surveying tasks performed by the building surveyors, while the second part includes quality control tasks which are conducted by the supervising engineers on behalf of the investors. In order to have a traffic road built successfully and in accordance with the design, continuous land measurements should be conducted and controlled. Quality control tasks are regulated by the General Technical Requirements related to road works. This article provides the description of the procedures executed by land surveyors during construction, analyses of the accuracy achieved and required, the problems encountered in the process, as well as the suggestions how to avoid these problems in order to achieve the desired quality.

KEYWORDS: operational land surveying tasks, geodesic supervision, general technical requirements related to road works

1. UVOD

Izgradnja i rekonstrukcija prometnica je vrlo složen, dugotrajan i skup posao, a važnu ulogu imaju i geodeti. Oni sudjeluju u poslu od samog početka (izrade podloga za potrebe projektiranja) pa sve do kraja, tj. do izrade situacijskog nacrtu stvarnog stanja. Treba imati na umu da je konačni cilj jednog ovakvog posla u zadanom roku napraviti građevinu što bolje kvalitete koja zadovoljava sve potrebne uvjete. Da bi se tako nešto moglo izvesti, potrebna je što bolja koordiniranost svih sudionika u građenju, a to su: investitor, projektant, izvoditelj radova i nadzorni inženjer. Kontrola kvalitete izvedenih radova provodi se na osnovi uputa *Opći tehnički uvjeti za radove na cestama* (u daljnjem tekstu OTU). OTU sadrži tehničke uvjete za izvođenje radova, načine ocjenjivanja i osiguravanja kvalitete i način obračuna količina izvedenih radova. Sudionici u gradnji definirani su *Zakonom o prostornom uređenju i gradnji*:

- investitor je pravna ili fizička osoba u čije se ime gradi građevina;
- projektant je fizička osoba ovlaštena za projektiranje,
- izvođač je osoba koja gradi ili izvodi pojedine radove na građevini;
- nadzorni inženjer je fizička osoba ovlaštena za provedbu stručnog nadzora.

Ovaj rad će se detaljnije baviti problematikom vezanom za rad geodeta izvoditelja na izgradnji trupa prometnice i bit će spomenute aktivnosti nadzorne službe.

2. GEODETSKA MJERENJA TIJEKOM GRAĐENJA

Geodetska mjerenja tijekom građenja se jednostavno mogu podijeliti u dvije skupine i to na *operativne geodetske poslove* i *kontrolne geodetske poslove*. U daljnjem tekstu bit će više riječi o provođenju navedenih poslova pojedinačno, metodama izmjere, korištenom instrumentariju i priboru, potrebnoj točnosti, itd.

2.1. OPERATIVNI GEODETSKI POSLOVI

2.1.1. Operativni poligon

Da bi se uopće moglo pristupiti izgradnji prometnice ili bilo koje druge građevine potrebno je napraviti stanovite predradnje, npr. prikupljanje projektne dokumentacije (analogne i digitalne). Projekti starijeg datuma uglavnom su samo analogni s vrlo malo digitalnog oblika što dosta otežava posao, dok su projekti novijeg datuma u cijelosti obrađeni digitalno. Nadalje, treba izraditi elaborat iskolčenja te postaviti operativni poligon s kojega će se iskolčavati trasa i provoditi sva ostala mjerenja tijekom gradnje, kao i elaborat izvlaštenja s iskolčenom granicom zahvata. Posljednji korak u tim predradnjama je, dakako, primopredaja trase.

Kod primopredaje trase investitor predaje izvoditelju radova elaborat iskolčenja. Primopredaja trase je zapravo službeni čin kojim se ustanovljava da je trasa iskolčena te se izvođač uvodi u posao.

Operativne geodetske poslove obavljaju geodeti izvoditelja radova. To su iskolčenja trase i svih objekata u trasi i preko trase prometnice, sva mjerenja koja su u vezi s prijenosom podataka iz projekta na teren i obrnuto, održavanje iskolčenih oznaka na terenu u cijelom razdoblju izvođenja radova. Operativni poligon se koristi za sva geo-

detska mjerenja do kraja izgradnje cijelog objekta.

Najbolji razmak između geodetskih točaka operativnog poligona je od 200 do 300 metara i točke se najčešće stabiliziraju betonskim kamenjem (slika 2.1).

Točke se postavljaju izvan dosega građevinskih radova. To je isključivo iz razloga da budu sačuvane od oštećenja koje se nerijetko događa.

Geodetske točke obično su udaljene tridesetak metara od gradilišta u obradivim poljoprivrednim površinama, npr. u Slavoniji, ali ni to nije garancija da će biti sačuvane jer ih mogu uništiti poljoprivredne i građevinske mehanizacije. Zato je dobro označiti točku zabijanjem kolca pored nje i omotati neku vidljivu traku ili slično.



Slika 2.1. Stabilizacija geodetske točke



Slika 2.2. Uništena geodetska točka



Slika 2.3. Totalna mjerna stanica

2.1.2. Geodetski instrumenti

Prije samog otvaranja gradilišta, nužno je provesti kalibraciju geodetskih mjernih instrumenata kao sigurnost da će podaci iz projekta biti točno preneseni na teren. Instrumenti koje koristimo su:

- klasični niveliri
- digitalni niveliri
- totalne mjerne stanice
- GPS sustavi.

Geodetska mjerenja će biti *visinska i položajna*. Visinska mjerenja su *visinska iskolčenja* (geometrijski nivelman, trigonometrijski nivelman i GPS) i *mjerenja slijeganja* (geometrijski nivelman, trigonometrijski nivelman). Položajna mjerenja su *položajna iskolčenja* i *snimanja izvedenih stanja* (polarna metoda primjenom totalnih mjernih stanica i GPS).

Najčešća kombinacija instrumenata na gradilištima su klasični nivelir i totalna stanica, prije svega zato što su jeftiniji od digitalnih nivelira i GPS sustava, a ipak njima možemo postići odgovarajuću točnost.

U ranijim fazama mjerenja, snimanja postojećih stanja i temeljnog tla te iskolčavanja posteljica i tampona, moguće je koristiti totalne stanice, dok je za »skuplje« slojeve kolničke konstrukcije preporučljivo koristiti nivelire.

2.1.3. Kolnička konstrukcija

Kolnička konstrukcija je najvažniji dio ceste. To su sustavi koji se sastoje od određenih materijala ugrađenih u više kompaktnih, među-

sobno povezanih slojeva. Ceste mogu imati jedan ili više asfaltnih slojeva, cementom stabiliziran nosivi sloj CNS (ceste za teška opterećenja) i mehanički stabiliziran nosivi sloj MNS. U dijelu projekta kojim se dimenzioniraju kolničke konstrukcije i u *normalnom poprečnom profilu* nalaze se podaci o debljini pojedinog sloja. Normalni poprečni profil (slika 2.4) određuje geometrijske odnose svih konstruktivnih elemenata ceste kao što su širine pojedinih slojeva i njihovi poprečni padovi, pokosi i drugo. Svrha kolničke konstrukcije je ta da prihvati opterećenje i da ga bez štetnih posljedica prenese na posteljicu.

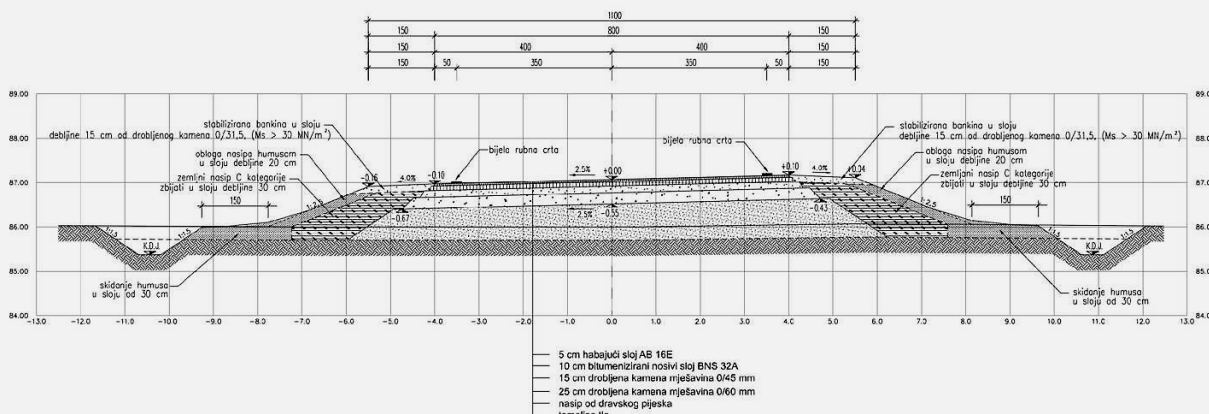
Slojevi kolničke konstrukcije se iskolčavaju na progušćenim profilima (osobito asfaltni slojevi), a mjerenja se provode na karakterističnim mjestima profila. Za autoceste su to četiri točke, a za ostale ceste tri.

OTU je za posteljicu i ostale slojeve kolničke konstrukcije propisao tolerancije, odnosno vrijednosti dozvoljenih odstupanja pojedinog sloja od projekta. Vrijednosti odstupanja prikazane su u Tablici 1. Već je spomenuto da je izgradnja ceste skup posao, stoga treba još jednom napomenuti da se geodetska izmjera pojedinih slojeva ceste treba provoditi s posebnom pažnjom. Svaki sljedeći sloj je skuplji od prethodnog pa su i tolerancije sve manje. Po završetku geodetske izmjere svakog pojedinog sloja, ukoliko su odstupanja u dozvoljenim granicama, obavještava se nadzorni inženjer za geodeziju, koji će još jednim mjerenjem na terenu ustanoviti je li sloj izveden po projektu i svoje zapažanje zapisati u građevinski dnevnik. Na osnovi tog upisa, glavni nadzorni inženjer za trasu odobrava izgradnju sljedećeg sloja.

2.1.4. Postojeće stanje i temeljno tlo

Os trase koju je investitor predao izvoditelju uglavnom je stabilizirana drvenim kolcima i označena nekom vidljivom bojom, ali os će se već ulaskom prvog građevinskog stroja početi uništavati. Cilj je da os

NORMALNI POPREČNI PRESJEK TRASE CESTE U NISKOM NASIPU
 MJ 1:50



Slika 2.4. Normalni poprečni profil

Tablica 2.1. Dozvoljena odstupanja za pojedine slojeve

Sloj ceste	Tolerancija po OTU
Posteljica	± 30 mm
Mehanički stabiliziran nosivi sloj MNS	± 15 mm
Cementom stabiliziran nosivi sloj CNS	± 15 mm
Bitumeniziran nosivi sloj BNS	± 15 mm (autocesta ± 10 mm)
Habajući sloj asfalta	± 10 mm (autocesta ± 5 mm)

bude što duže očuvana, barem dok traju, uvjetno rečeno, grubi radovi, kao što su skidanje humusa i iskop temeljnog tla, a to se može postići samo njezinim osiguravanjem. Detaljna iskolčenja profila se provode na razmacima od 5 do 50 metara i u punoj širini.

Geodetska izmjera postojećeg stanja provodi se na svim profilima u cijeloj zoni zahvata (koju definira pojas izvlaštenja). Podatke izmjere je nužno ucrtati kasnije u poprečne profile jer su postojeće stanje (slika 2.5) i temeljno tlo (slika 2.6) najrelevantniji podaci pri izradi obračuna masa (kubature).

Često je u projektima dano postojeće stanje kao rezultat geodetske izmjere metodom slabije točnosti (npr. aerofotogrametrija) pa se iz tog razloga podaci postojećeg stanja dobiveni neposrednim geodetskom izmjerom na terenu uzimaju i kao važeći.

Na sraslom tlu ne može se graditi cesta zbog vrlo male nosivosti površinskog sloja (humusa) te se ono uklanja građevinskom mehanizacijom izvan trupa ceste. Debljine skidanja humusa su od 15 do 40 cm, a može biti i više, sve dok se ne postigne potrebna nosivost tla. Uklanjanjem humusa i sabijanjem takve površine nastaje temeljno tlo. Geodetska izmjera temeljnog tla također se provodi na svim profilima i unosi se u poprečne profile.

Naime, projektom je predviđena količina ugradivog materijala pa bi se većim skidanjem humusa i produblivanjem do »zdravog« tla ta količina povećala što bi u konačnici rezultiralo poskupljenjem ceste. Zbog toga je geodetska izmjera temeljnog tla jedna od najvažnijih radnji u izgradnji ceste. Ocjene i kontrole iskopa, u smislu kvalitete tla, donose *geomehaničari*, a ne geodeti ili geodetski nadzor. Odluka da se temeljno tlo produbi može biti zbog činjenice da se na nekom dijelu buduće ceste nalazila nekakva deponija smeća ili zbog muljevitog tla i slično.

Podaci izmjere obrađuju se u CAD programima, ali na terenu se podaci mjerenja bilježe u obrasce. Obično nadzorni inženjer daje obrasce geodetima izvoditelja radova, iako to nije pravilo, koje će nakon provedene geodetske izmjere tražiti na uvid radi kontrole podataka. Primjer jednog takvog obrasca vidi se na slici 2.7.

Kao što se može vidjeti, u zaglavlju je pokazano što sve označava koja rubrika. Svi podaci se nose kemijskom olovkom plave ili crne boje, dok nadzorni inženjer svoja mjerenja evidentira drugom bojom, najčešće crvenom.

Na ovakav obrazac se nailazi na mnogim gradilištima u RH pa možemo reći da je već postao »standard«. Najvažnije je da pruži informaciju o traženom podatku. Iz podataka mjerenja može se vidjeti kota postojećeg stanja, ispod toga nalazi se kota temeljnog tla, a crvenom bojom napisana je razlika, što u ovom slučaju, pokazuje koliko je humusa skinuto. Na temeljno tlo može se početi graditi kolnička konstrukcija. Završni sloj nasipa nazivamo *posteljica* (slika 2.8). Takva vrsta nasipa je izrađena od različitih materijala.

Upravo nasip čini najveću količinu materijala u cesti. Geodetska izmjera posteljice također se provodi na karakterističnim profilima, a evidentira se putem obrazaca.

Posteljica i slojevi *kolničke konstrukcije* koji se nastavljaju na nju moraju biti dovedeni na projektirani položaj, tj. imati svoju projektiranu kotu.

2.2. KONTROLNI GEODETSKI POSLOVI

Kontrolne poslove u procesu gradnje ceste obavljaju nadzorni inženjeri. Broj nadzornih inženjera ovisi o složenosti i veličini objekta na kojemu se izvode radovi. Pravna osoba koja je ugovorila poslove



Slika 2.5. Primjer postojećeg stanja



Slika 2.6. Primjer temeljnog tla

Državana cesta D2 - Trpinjka cesta				SNIMANJE POSTOJEEG STANJA I TEMELJNOG TLA									
Izdovitelj radova		Osijek Koteks		skica poprečnog profila									
Traka :				stacionaža u poprečnom profilu									
Sloj				očitanje letve na postojećem stanju nadmorska visina postojećeg stanja									
				stacionaža u poprečnom profilu									
				očitanje letve na temeljnom tlu nadmorska visina temeljnog tla									
Nivelman				Debljina skinutog humusa									
vizura	očitanje	visina	profil stac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R 11	1.602+	88.351	1+500	0,00	1,34	3,34	5,93	7,69					
		<i>h_v = 89,59</i>		0,00	2,07	2,15	2,39	2,65					
		<i>87.07.2009.</i>		<i>89.88</i>	<i>89.80</i>	<i>89.56</i>	<i>89.43</i>						
				4,00	1,30			2,50					
					2,59			2,72					
				89,43			89,30						
				<i>15cm</i>			<i>13cm</i>						
R 11	1.664+	88.359	1+520	4,00	1,27	2,46	4,99	6,40					
		<i>HV = 90,015</i>		0,00	2,02	2,11	2,15	2,18					
		<i>8.08.2009.</i>		<i>87.93</i>	<i>87.84</i>	<i>87.40</i>	<i>87.77</i>						
				0,00	1,25			6,20					
					2,56			2,67					
				89,46			89,35						
				<i>19cm</i>			<i>12cm</i>						
				4,00	1,29	2,53	4,22	5,52					
				1,95	1,98	1,98	2,00						
				<i>88.00</i>	<i>87.97</i>	<i>87.97</i>	<i>87.98</i>						
			0,00	1,20			5,40						
				2,52			2,62						
				89,50			89,40						
				<i>18cm</i>			<i>15cm</i>						
				4,00	1,24	2,17	4,48	5,51					
				1,92	1,94	2,00	2,15						
				<i>88.05</i>	<i>88.01</i>	<i>87.89</i>	<i>87.85</i>						
			0,00	1,15			5,40						
				2,54			2,64						
				89,51			89,41						
				<i>18cm</i>			<i>12cm</i>						

Slika 2.7. Primjer obrasca geodetske izmjere postojećeg stanja i temeljnog tla



Slika 2.8. Završni sloj nasipa – posteljica

nadzora, npr. Institut građevinarstva Hrvatske – IGH, imenuje nadzornog inženjera i izdaje mu rješenje o imenovanju.

Može se dogoditi da na poslovima geodetskog nadzora imamo više nadzornih inženjera.

Nadzorni geodetski inženjer kontrolira točnost izvođenja geodetskih radova. U geodetskom smislu, to je kontrola iskolčenja položaja i visina te točnost izvođenja pojedinih dijelova prometnice koja je definirana prema OTU (tablica 2.1). Uglavnom se zajedno s iskolčenjem prometnice provodi i iskolčenje granica izvlaštenja i obnavljaju se međne oznake. Nakon toga može početi izgradnja.

Najveći dio radova geodetskog nadzornog inženjera svodi se na kontrolna mjerenja u pojedinim fazama izgradnje ceste. Svrha tih mjerenja je da se utvrdi jesu li slojevi ceste položajno i visinski u skladu s projektom. Kontrole se provode odmah nakon geodetske izmjere koje su izveli geodeti izvoditelja radova. Svi se podaci zapisuju u obrasce, a evidenciju i ocjenu o kvaliteti daje geodetski nadzorni inženjer upisom u građevinski dnevnik. Prve kontrole se provode već na postojećem stanju s ciljem da se uoče moguće razlike u odnosu na postojeće stanje koje je dano projektom, a koje mogu biti znatne ukoliko je prošlo dosta vremena od izrade geodetske podloge za projekt i početka radova. Nadalje, nakon preuzimanja postojećeg stanja, započinje se s izgradnjom ceste. Kontrolna mjerenja provode se na svim slojevima prometnice te se podaci mjerenja evidentiraju u odgovarajuće obrasce. Primjer jednog takvog obrasca je dan na slici 2.9 koji predstavlja kontrolno snimanje sloja BNS-a.

Obrazac se popunjava plavom ili crnom tintom, a nadzorni inženjer prilikom kontrole koristi drugu boju (u ovom slučaju crvena).

Sastavljanjem izvješća, koje obuhvaća sva kontrolna mjerenja tijekom cijelog rada na prometnici, završava i posao geodetskog nadzornog inženjera. Izvješće se predaje povjerenstvu za tehnički pregled.

2.2.1. Uvjeti rada i pribor

Posao na ovakvim objektima je vrlo dinamičan, a mjerenja se neprestano provode. OTU je propisano da geodetski nadzorni inženjer mora provesti kontrolu nad 50% podataka koje su izveli geodeti izvođača radova. Takva vrsta posla iziskuje i određene uvjete. Nadzorni inženjer mora imati kalibriranu opremu za mjerenje te legalizirani softver za obradu prikupljenih podataka. Kako je rad nadzorne službe timski, geodetskom nadzornom inženjeru treba osigurati primjereni uredski prostor u blizini ostalih tehnoloških nadzora. Geodetski nadzorni inženjer treba voditi računa o tome je li ured za katastar izvješten o zahvatu koji će se provoditi u tom području te osigurati, u dogovoru s katastrom, zaštitu postojećih geodetskih točaka.

Slika 2.9. Kontrolno snimanje sloja BNS

3. GEODETSKI RADovi NAKON IZGRADNJE CESTE

3.1. GEODETSKI SITUACIJSKI NACRT STVARNOG STANJA I TEHNIČKI PREGLED

Rekonstrukcijom i izgradnjom ceste nastaje novo stanje u prostoru koje je potrebno geodetski snimiti i evidentirati. Geodetski situacijski nacrt stvarnog stanja obavezno mora sadržavati sve vidljive elemente iz normalnog poprečnog profila, sve objekte, horizontalnu i vertikalnu signalizaciju, podzemne i nadzemne vodove, cestovnu rasvjetu. On je ujedno i završna kontrola izvedenih radova.

Dokumentaciju na tehničkom pregledu odredio je *Zakon o prostornom uređenju i gradnji*, a to je situacijski nacrt izgrađene građevine prema građevinskoj dozvoli, kao dio geodetskog elaborata koji je ovjerilo tijelo državne uprave nadležno za poslove katastra, a izradila i potpisala osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu. Po istom zakonu, Povjerenstvu za tehnički pregled mora biti predočeno završno izvješće nadzornog inženjera o izvedbi građevine.

4. ZAKLJUČAK

Radovi na izgradnji prometnica su zahtjevni i iziskuju velike napore. Gradilišta su dugačka, česte su izmjene projekata, mjerenja su svakodnevna, različiti su vremenski uvjeti. Imajući sve to na umu, geodetskim poslovima treba prilaziti odgovorno i pažljivo. Osobitu važnost treba dati izgradnji odnosa na relaciji izvoditelj geodetskih radova – geodetski nadzor jer to je zasigurno prvi korak koji vodi do uspješne realizacije svakog projekta.

LITERATURA

- › Babić, B. (urednik) i suradnici (2001): Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb.
- › Narodne novine (2003): Zakon o gradnji, 175.
- › Narodne novine (2004): Pravilnik o tehničkom pregledu građevine, 108.
- › Ambroš, F., Slivac, V., Moser, V. (2007): Geodetski nadzor izgradnje i rekonstrukcije prometnica, Simpozij o inženjerskoj geodeziji, Beli Manastir. ☹