
GEODETSKI NADZOR IZGRADNJE I REKONSTRUKCIJE PROMETNICA

Franjo Ambroš¹, Vladimir Slivac¹, Vladimir Moser²

¹Geoprem d.o.o., Osijek (e-mail: franjo.ambros-geoprem@os.t-com.hr)

²Građevinski fakultet Sveučilišta u Osijeku (e-mail: vmoser@gfos.hr)

Sažetak. Izgradnja i rekonstrukcija prometnica iziskuje geodetske radove u raznim fazama izvođenja. Posao je podijeljen u dva segmenta. Operativne geodetske poslove na radilištu radi geodeta izvođača, a kontrolne poslove u ime investitora obavlja ovlaštenu geodetski inženjer. Od geodetskih stručnjaka u funkciji nadzornih inženjera očekuje se da kontroliraju pojedine faze radova. Bez stalnih geodetskih mjerenja i permanentne geodetske kontrole nije moguće točno izgraditi prometnicu prema projektu. Poslovi kontrole određeni su Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama. U radu su opisani postupci geodetskog nadzora i analizirane tražene i postignute točnosti na pojedinim dionicama na kojima je vršena rekonstrukcija. Opisani su problemi s kojima smo se susretali tijekom geodetskog nadzora i, sukladno tom iskustvu, predlažemo određene postupke koji bi trebali povećati kvalitetu.

Ključne riječi: geodetski nadzor, geometrija prometnica, opće tehnički uvjeti za radove na cestama

1 UVOD

Gradnja i rekonstrukcija prometnica je kompleksan posao u kojemu značajnu ulogu imaju geodeti. Želimo na primjeru izgradnje i rekonstrukcije cesta ukazati na aktivnosti koje geodetski nadzorni inženjer provodi tijekom građenja. Geodeti sudjeluju od početka (iskolčenja osi ceste) pa do završetka (snimanja izvedenog stanja ceste). Pošto je gradnja cesta vrlo dugotrajan i skup posao, nužno ga je obaviti što kvalitetnije. Kvaliteta izvedenih radova kontrolira se na temelju uputa: „Opći tehnički uvjeti za radove na cestama (u daljnjem tekstu OTU). OTU sadrži tehničke uvjete (Babić i dr. 2001) za izvođenja radova, načine osiguranja i ocjenjivanja kvalitete (minimalne zahtjeve kakvoće za materijale, proizvode i radove), te način obračuna izvedenih radova (Moser, 1996). Zakonom o gradnji (NN br. 175, 2003.) određeni su sudionici u gradnji:

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

Zakonom o gradnji točno su određeni odnosi između sudionika u gradnji. Geodetski se poslovi prilikom gradnje mogu podijeliti u dva dijela. Operativne geodetske poslove na gradilištu obavlja geodeta izvođača, a kontrolne poslove geodetski nadzorni inženjer. Ovaj se rad prvenstveno odnosi na poslove geodetskog nadzornog inženjera, kao jednog od nadzornih inženjera koji provode stručni nadzor građenja.

2 POSLOVI GEODETSKOG NADZORNOG INŽENJERA

Geodetski nadzorni inženjer je dio nadzorne službe čiji broj ovisi o veličini i kompleksnosti objekta na kojemu se izvodi nadzor. Kod velikih objekata, kao što je dionica nove autoceste (od 20 i više km), nadzorna služba može imati deset i više nadzornih inženjera. Nadzornog inženjera imenuje pravna osoba koja je ugovorila nadzor te izdaje i rješenje o imenovanju.

Prije samog početka rada na gradilištu investitor je dužan izvođaču radova predati iskolčenu trasu objekta i operativni poligon s kojeg se iskolčila trasa. Točke operativnog poligona stabiliziraju se u neposrednoj blizini objekta na međusobnoj udaljenosti od cca 200 m. Točke se stabiliziraju betonskim stupićima, dok se svaka treća točka stabilizira i kao reper. Točnost visina u izgradnji prometnica prema OTU je zahtjevno postavljena (vidi tablicu 1). Treba naglasiti da se operativni poligon koristi i tijekom izvođenja radova te se točke moraju stabilizirati izvan domašaja građevinskih radova. Tvrtka koja je izvršila iskolčenje treba napraviti elaborat iskolčenja koji se dostavlja izvoditelju i nadzornoj službi te se nakon toga može izvršiti primopredaja trase, što se i zapisnički ustanovljava. Najčešće se paralelno s iskolčenjem objekta vrši i iskolčenje granica izvlaštenja te obnavljaju međne oznake postavljene tijekom postupka izrade parcelacijskog elaborata u svrhu izvlaštenja. Nakon toga izvoditelj može započeti radove.

Iskolčenje trase ceste i objekata vezanih za cestu obuhvaća sva geodetska mjerenja koja su potrebna da se podatci iz projekta prenesu na teren. Os trase se iskolčava, označava se tablicom s oznakom profila i s odgovarajućim osiguranjem.

Dokumentacija na gradilištu, po članku 127. Zakona o gradnji (NN br 175, 2003), je i elaborat o iskolčenju građevine, koji je izradila i potpisala osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti prema posebnom propisu koji je izrađen prema glavnom projektu.

Primopredajom iskolčene trase prenosi se odgovornost na geodetskog nadzornog inženjera da će se građevina visinski i položajno izvesti u skladu s projektnom dokumentacijom. Projektu dokumentaciju treba dobro proučiti te ukazati na moguće pogreške. Naročito treba obratiti pozornost na valjanost

projekata (novije verzije isključuju stare) te koristiti samo one projekte koje je dostavio investitor i zapisnički ih predao nadzornoj službi.

Veći se dio radova geodetskog nadzornog inženjera svodi na kontrolna mjerenja tijekom pojedinih faza izgradnje ceste. Kontrolna geodetska mjerenja provode se s ciljem da se utvrdi jesu li slojevi ceste visinski i položajno izvedeni u skladu s projektom.

Kontrola se provodi nakon obavljenih mjerenja koje je izveo geodeta izvoditelja radova. Svi podatci mjerenja upisuju se u odgovarajuće obrasce te geodetski nadzorni inženjer to i evidentira upisom u građevinski dnevnik.

Prva se kontrolna mjerenja provode snimanjem postojećeg stanja tj. kontrolom geodetske situacije koja se koristila za projektiranje. Kontrolno se snimanje provodi na istovjetnim profilima, na kojima je izvršeno geodetsko snimanje za situaciju. Cilj je ove kontrole da se utvrde moguće razlike, koje mogu biti i znatne, naročito ako je između situacije i izrade projekta prošlo više vremena ili je situacija izrađena s manjom točnošću (aerofotogrametrija). Nadalje je uočeno da postoje i razlike ukoliko više geodetskih tvrtki radi na izradi geodetske osnove (situacijski plan), postavljanju operativnog poligona i iskolčavanju projekta. Mislimo da bi se to moglo izbjeći objedinjavanjem poslova izrade podloge, postavljanja operativnog poligona i iskolčenja trase, a te bi poslove trebala obavljati ista tvrtka.

Nakon preuzetog postojećeg stanja, može se krenuti s gradnjom ceste. Cesta se ne može graditi na sraslom tlu zbog male nosivosti površinskog sloja koji se zove humus. Humus se skida (građevinskom mehanizacijom) u debljinama od 15 do 40 cm, ovisno o tipu tla, te se uklanja izvan trupa ceste. Tako dobivena oslobođena površina sabija se i dobiva se temeljno tlo. Kontrola temeljnog tla je jedna od najvažnijih radnji kod cijelog procesa gradnje ceste zbog toga što se većim iskopom humusa (u odnosu na projektiranu vrijednost) može znatno povećati količina ugrađenog materijala, a time i poskupiti gradnja ceste. Posebno naglašavamo da je kontrola iskopa do «zdravog» tla dužnost nadzornog inženjera za tu vrstu kontrole, a ne geodetskog nadzora.

Na temeljno se tlo može početi graditi nasip, a završni sloj nasipa naziva se posteljica. Posteljica i slojevi kolničke konstrukcije koji slijede iznad nje moraju biti izvedeni na projektiranom položaju. Kolnička konstrukcija je konstruktivno najvažniji dio svake ceste. Kolničke konstrukcije su sustavi koji se sastoje od

dimenzioniranje kolničkih konstrukcija i u normalnom poprečnom profilu (slika 1). Normalnim su poprečnim profilom određeni geometrijski odnosi svih konstruktivnih elemenata jedne ceste (širine pojedinih slojeva i njihovi poprečni padovi, pokosi itd.).

OTU za posteljicu i slojeve kolničke konstrukcije daje tolerancije, tj. koliko maksimalno smije izvedeni sloj visinski odstupati od projektirane vrijednosti. Vrijednosti odstupanja po pojedinim slojevima dane su u tablici 1. Mjerenja se provode na karakterističnim točkama profila (kod autoceste s 4 točke po traci, a za ostale ceste 3 točke). Razmak profila je određen u projektu, a udaljenosti se između profila kreću od 20 do 50 metara. Kontrolna mjerenja ne bi trebalo izvoditi na profilima čiji je razmak manji od 20 metara (osim u iznimnim slučajevima) jer se time znatno povećava obim posla.

Tablica 1. Tolerancije za pojedine slojeve ceste

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

Kontrolna se mjerenja upisuju u standardizirane obrasce. Kada sva odstupanja izvedenih visina na svim mjernim točkama zadovoljavaju toleranciju, smatramo da je sloj dobro izveden, tj. po projektu. O tome izvještavamo građevinskog nadzornog inženjera za trasu ceste (koji odobrava daljnji tijek radova na cestama) a izvršena kontrolna mjerenja upisujemo u građevinski dnevnik. Upise u građevinski dnevnik o izvršenim kontrolnim mjerenjima nužno je svakodnevno evidentirati.

Višegodišnje je iskustvo pokazalo da se slojevi posteljice i MNS izvedu u traženoj toleranciji jer se mogu u više navrata ispraviti (najčešće se radi o šljunku ili pijesku). Sloj CNS (cementom stabilizirani šljunak) može se samo snižavati korištenjem građevinske mehanizacije te naročito treba paziti da se CNS ne izvede prenisko.

S posebnom pažnjom treba izvršiti snimanje slojeva asfalta jer su to završni slojevi, a sve će se neravnine odraziti na udobnost vožnje. Istraživanja su pokazala da se kod ulegnuća od nekoliko mm vozilo pri brzini od 80 km/h blago valovito giba. Tablica 2 pokazuje stvarne vrijednosti odstupanja izvedenog završnog sloja asfalta za pet izvođača na autocesti. Srednje vrijednosti odstupanja pokazuju znatno bolje rezultate nego što je u stvarnosti jer su se pozitivne i negativne vrijednosti odstupanja poništile. Prosječna vrijednost odstupanja daje znatno stvarniju sliku izvedenog sloja. Po prosječnoj

vrijednosti, samo jedan izvođač zadovoljava kriterij, što je i prema iskustvu autora ovog rada i naša stvarnost, tj. taj kriterij odstupanja završnog sloja asfalta od ± 5 mm teško se može postići. Temeljitija analiza odstupanja završnog sloja asfalta dana je u članku (Moser i dr. 2002).

Tablica 2. Odstupanja habajućeg sloja asfalta na autocesti

Izvođač radova	Srednja vrijednost odstupanja izvedenog habajućeg sloja asfalta (mm)	Prosječna vrijednost odstupanja izvedenog habajućeg sloja asfalta (mm)
A	4	8
B	2	5
C	-3	8
D	2	6
E	3	6

Posao nadzornog geodetskog inženjera na cesti završava izradom završnog izvješća povjerenstvu za tehnički pregled. Izvješće obuhvaća sva geodetska kontrolna mjerenja koja su obavljena tijekom cjelokupnog rada na cesti, s posebnim naglaskom na završni sloj asfalta.

3 ORGANIZACIJA RADILIŠTA I PRIBOR ZA KONTROLU

Općim je tehničkim uvjetima (Babić i dr. 2001.) propisano da nadzorni inženjer za geodetske poslove mora izvršiti kontrolu 50% podataka koje geodeta izvođača radova izmjeri. Poslije geodetske kontrole, upisom odobrenja u građevinsku knjigu, izvođaču se odobrava početak sljedeće faze posla.

Izgradnja i rekonstrukcija prometnica dinamičan je posao u kome se geodetska mjerenja stalno izvode. Točke operativnog poligona i reperi moraju biti pouzdani i primjereno stabilizirani kako bismo bili sigurni da se sva lokalna mjerenja uklapaju u projekt ceste.

Za sama mjerenja dopušteno je koristiti samo kalibriranu mjernu opremu, a za obradu i interpretaciju legalni SW. Izbor instrumenata uvjetovan je propisanom točnošću pojedine faze posla. Dinamika kontrole ponekad zahtijeva automatizaciju procesa, kako geodetska mjerenja i njihova interpretacija ne bi usporavala radove.

Posebno naglašavamo da je pri organizaciji smještaja i rada na terenu potrebno voditi računa i o tomu da se geodetskom nadzornom inženjeru osigura primjereni radni kancelarijski prostor na radilištu, uz ostale tehnološke nadzore, jer je rad nadzornih inženjera timski. Radni prostor mora imati uvjete i svu opremu potrebnu za obradu podataka, privremeno arhiviranje i izvještavanje investitora o svim bitnim informacijama tijekom građenja ceste.

Prije započinjanja građevinskih radova, nadzorni inženjer treba provjeriti je li ured za katastar na tom području izviješten o zahvatu u prostoru te u dogovoru s katastrom osigurati zaštitu postojećih geodetskih točaka, a po potrebi organizirati i njihovo izmiještanje. Naše je iskustvo pri rekonstrukciji prometnica vrlo pozitivno. Ukoliko se ovome posveti potrebna pozornost, većina geodetskih točaka ostaje sačuvana.

U posljednje vrijeme uočava se da geodetska mjerenja ujedno služe i kao dokaznica mjera, odnosno obračun količina. Mislimo da korištenje geodetskih mjerenja za tu namjenu treba posebno predvidjeti jer se preskakanjem mjerenja u pojedinim fazama teško može dokazati koje su količine materijala u pitanju. Ovo se posebno odnosi na tzv. «ispuhe» tijekom rekonstrukcija prometnica koje se obavljaju pod prometom. Sigurnost prometa zahtijeva da se iskop odmah zatrpa. Ukoliko geodeta nije prisutan, takva se jama zatrpava i bez geodetskog nadzora.

4 SNIMAK IZVEDENOG STANJA I TEHNIČKI PREGLED

Izgradnjom, a često i rekonstrukcijom prometnica, nastaje novo stanje u prostoru koje treba geodetski snimiti i provesti u javnim evidencijama. Kada su u pitanju ceste, snimak izvedenog stanja dopunjava se sa svim specifičnostima potrebnim za ustrojstvo evidencije o toj cesti. Snimak obvezno sadržava sve vidljive elemente iz normalnog poprečnog profila, sve objekte ceste, horizontalnu i vertikalnu cestovnu signalizaciju, podzemne i nadzemne kabele i javnu rasvjetu u cestovnom pojasu. Snimak izvedenog stanja ujedno je završna kontrola izvedenih radova. Člankom 134. Zakona o gradnji (NN br. 175, 2003.) dokumentacija je na tehničkom pregledu: situacijski nacrt izgrađene građevine prema građevinskoj dozvoli, kao dio geodetskog elaborata koji je ovjeralo tijelo državne uprave nadležno za poslove katastra, a izradila i potpisala osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu.

Člankom 131. istog Zakona Povjerenstvu za tehnički pregled mora biti predočeno završno izvješće nadzornog inženjera o izvedbi građevine. Postupak tehničkog pregleda propisan je Pravilnikom o tehničkom pregledu građevine (NN br.108, 2004.). Napominjemo da samim vizualnim pregledom situacijskog nacrtu nije moguće izvršiti korektnu tehničku kontrolu građevine. Zalažemo se da se podatci iz projekta i izvedeno stanje programski kontroliraju. Naime, danas je većina projekata u izgradnji nastala primjenom suvremenih SW rješenja pa bi se provjera izvedbenog stanja mogla tako i kontrolirati. Napomenuli smo u ovom radu kako se neravnine odražavaju na vožnju. Geometrija ceste uvjetuje sigurnu vožnju pa bi ti parametri morali biti prekontrolirani prije puštanja prometnice u rad.

5 ZAKLJUČAK

Geodetski poslovi u građenju i rekonstrukciji prometnica poznati su od prije. Primjenjujući rigoroznije mjere kontrole same geometrije prometnice, kao logično rješenje, nameću se i poslovi geodetskog nadzora. Za razmišljanje ostavljamo u kojim se slučajevima geodetska mjerenja mogu koristiti i za kontrolu količina. Nameće se i pitanje treba li investitor u takvom slučaju direktno ugovoriti geodetski nadzor i kontrolu ili postojeća rješenja nude potpunu sigurnost investitoru za obračunate količine.

LITERATURA

- Babić, B. (urednik) i suradnici (2001): *Opći tehnički uvjeti za radove na cestama*, Institut građevinarstava Hrvatske, Zagreb.
- Hrvatski sabor (2003): *Zakon o gradnji*, Narodne novine 175, Zagreb.
- Hrvatski sabor (2004): *Pravilnik o tehničkom pregledu građevine*, Narodne novine 108, Zagreb.
- Moser, V. (1996): *Geodetski radovi za potrebe projektiranja i iskolčenja cesta uz geodetski nadzor izgradnje*, Magistarski rad, Geodetski fakultet Zagreb.
- Moser, V., Kapović, Z., Lapaine, M. (2002): *Analiza odstupanja izvedenih od projektiranih visina završnog, asfaltnog sloja na cestama različitim kategorija*, Geodetski list , 4, 219-234.

GEODETIC SUPERVISION OF ROAD CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION

Abstract. *Road construction and reconstruction call for surveying in different realisation phases. The job is divided into the two segments. Operational surveying at the site is done by the contractor's surveyor, where as supervision is performed by supervision engineers on behalf of the investor. Surveying experts responsible for inspection are expected to monitor the specific job phases. Without permanent surveying and continuous geodetic supervision, it is not possible to construct a road according to its design. Supervision jobs are determined by the General technical requirements for road work.*

This paper deals with geodetic supervision procedures and analysed, demanded and acquired precision at the sections being reconstructed. We have also presented some of the problems that we had to face during geodetic supervision and, in accordance with our experience, suggested some procedures to increase its efficiency.

Key words: *geodetic supervision, road geometry, General technical requirements for road work.*