



Iskolčenje i snimanje trase magistralnog plinovoda na dionici Kutina – Slavonski brod

Tomislav Sabolov, ing. geod. ¹

1. Uvod

Davno prije naše ere Kinezi su rasvjetljavali svoje hrmove dovodeći prirodni plin cijevima od bambusa, što je prvi primjer organizirane proizvodnje i transporta prirodnog plina. U novije doba u našim krajevima prirodni plin otkriven je u Bujavici 1917. godine, počeo se iskorištavati za rasvjetu 1918. godine, a u industriji 1926. godine. Organizirana istraživanja prirodnog plina započinju nakon drugog svjetskog rata, a otkrivena ležišta uvjetuju iz-

gradnju prvog magistralnog plinovoda od Janja Lipe do Zagreba 1954. godine. Daljnje otkrivanje plinskih polja pratila je izgradnja mreže magistralnih plinovoda na cijelom teritoriju Hrvatske. U mjestu Rogatec – Hum na Sutli naša mreža je spojena sa slovenskom odnosno europskom mrežom i to je mjesto prihvata uvoznih količina prirodnog plina iz Rusije. Magistralni plinovod DN 600/75 Kutina – Slavonski Brod dio je planiranog sustav mreže magistralnog plinovoda

za slijedeće razdoblje te će omogućiti opskrbu plinom za područje Hrvatske i ujedno predstavljati najpropulzivniji dio plinovodne okosnice plinskog transportnog sustava Donji Miholjac – Slavonski Brod – Zagreb – Karlovac – Pula. On prolazi područjem koje je još nepokriveno plinovodnim sustavom te je stoga od izuzetnog značaja. Njegova namjena je da kao sastavni dio hrvatskog plinskog transportnog sustava omogući transport prirodnog plina iz domaćih i stranih

[1] Tomislav Sabolov, ing. geod., Geomjer – Sesvete, e-mail: tomislav.sabolov@zg.t-com.hr

izvora za opskrbu potrošača na području istočne, ali i cjelokupne Hrvatske. Ukupna dužina trase plinovoda je 108 km i prolazi kroz područja Sisačko-moslavačke županije u dužini od 38 km, te kroz Brodsko-posavsku županiju u dužini od 70 km. Trasa plinovoda ne prolazi kroz značajna urbana područja, a položena je s južne strane autoceste Zagreb-Lipovac prema rijeci Savi prateći po cijeloj svojoj dužini Jadranski naftovod (JANAF). Za taj zahtjevan posao okupilo se nekoliko hrvatskih tvrtki u konzorcij, a investitor je PlinaCro. Zadatak je u osnovi bio da se iskolči trasa prema projektu s uvjetom da se ne uđe u koridor jadranskog naftovoda kao i radni pojas za uređenje i čišćenje terena da bi se moglo pristupiti montažerskim radovima na trasi, a nakon polaganja cijevi u rov i snimiti trasu plinovoda. Važna je bila organizacija i raspodijela posla na dva tima, zbog kompleksnosti samog projekta.

2. Geodetski radovi na trasi plinovoda

2.1. Iskolčenje i snimanje trase

Prvi korak prije izvođenja radova na projektu je prikupljanje podataka o postojećoj mreži poligonskih točaka koje su bile stabilizirane prilikom geodetskih radova za potrebe JANAF-a s pripadajućim koordinatama orijentacija. Od strane projektanta s kojim je postojala uska suradnja dobiven je glavni projekat trase plinovoda. Projektant je na bazi geodetske podloge snimljene situacije budućeg plinovoda, prijela za cesta i vodotoka u mjerilu 1:200 i 1:10000 te skeniranih i geokodiranih karata i ortofoto karata, projektirao os plinovoda. S obzirom na

to da nam današnja tehnologija omogućava jednostavniji način obrade podataka i budući da smo koristili projekat u digitalnom obliku, najlogičnija metoda iskolčenja je svakako bila koordinatna metoda, pa smo koordinate lomnih točaka i svu postojeću mrežu poligonskih i trigonometrijskih točaka ubacili u memoriju fiksnih točaka totalnih stanica. Tako smo bili spremni za prijenos projekta na teren.

Već na samom početku pokazalo se da je izvođenje trebalo krenuti puno ranije, jer se jesen bližila kraju te je nadolazila zima, pa su uvjeti rada bili sve gori zbog niskih temperatura, vode i blata. Između ostaloga problem je bio u tome što veliki dio trase prolazi miniranim područjem, a da se ne spominje da su geodeti ti koji prvi ulaze u taj dio radi grubog iskolčenja budućeg radnog pojasa, a trenutno za potrebe razminiravanja istog dijela terena. Sve je počelo na stacionaži 17+000,00, naime dio trase je preskočen zbog nizine terena koji je bio pod vodom jer se djelomično nalazio u niskom bazenskom dijelu Lonjskog Polja.

S obzirom na to da je vremenski rok za završetak radova na toj dionici bio dosta kratak, bilo je potrebno iskoristiti sve stečeno radno iskustvo iz inženjerske geodezije te se puno puta snalaziti u hodu. Prilikom rekognosciranja terena identificirane poligonske točke koje su pronađene, korištene su kao osnova za iskolčenje i za postavljanje nove mreže poligonskih i slijepih vlakova. Pri stabilizaciji novopostavljenih poligonskih točaka važno je voditi računa da ako je ikako moguće budu stabilizirane na čvrstoj podlozi, da moraju biti postavljene izvan zone radova, a ako je to ne-

moguće izvesti, onda se moraju dobro osigurati i označiti vidljivim oznakama da ne bi došlo do njihova eventualnog oštećenja. Nadalje, moraju biti što bliže trasi na mjestima gdje ona sijeće vodotoke (bitno kod snimanja lira – savinuta cijev koja premošćuje vodotok ispod korita rijeke) te da se poligonske točke međusobno dogledaju. Važno je bilo izvršiti stabilizaciju na svakom postojećem nadvožnjaku i to kao bolcna u asfaltu, u osi trase na mjestu gdje je preglednost najbolja na obje strane trase, pa ako je došlo do eventualnog oštećenja poligonske točke na trasi između dva nadvožnjaka, moglo ju se ponovno obnoviti. Moram još napomenuti da je veliki broj orijentacija koje su bile crkve uništena ili ponovno sagrađena te koordinate nisu bile pravovaljane, zbog toga nismo mogli koristiti metodu presjeka natrag. Na dva načina određivala se osnova za iskolčenje. Prvi način bio je da smo na poznati poligon ili trigonometar postavili GPS bazu te obišli sa roverom u smjeru lijevo i desno po trasi i stabilizirali i opažali geodetsku osnovu. Koristili smo GPS sustav Thales Navigation ProMark2 koji donosi milimetarsku točnost statičkih mjerenja, a centimetarsku točnost kinematičkih mjerenja. Problem kod ovoga načina je obrada podataka, naime sustav uključuje Ascotech Solutions postprocesing softver tako da smo podatak sa terena dobili tek na povratku u ured, zbog toga je potrebno uvijek dan-dva prije izopažati novopostavljene poligone. Drugi način bio je da se s poznatog poligona i poznate orijentacije opaža vlak prisilnim centriranjem u dva girusa. Tu metodu smo koristili kada smo trebali odmah na terenu dati izvođa-



Slika 1: Snimanje tjemena lire u rovu.

čima elemente trase. Veliki dio posla odrađen je totalnim stanicama Leica TC 605 i TCR 407 power stations, koje su opremljene modernim softverima i laserom, čime je bio uvelike olakšan sam tijek posla. Kod samog iskolčenja lomnih točaka totalnom stanicom, koordinate točaka su uvijek u državnom koordinatnom sustavu. Koristeći program setout što znači da je opservator uvijek na poznatoj točki, orijentacija mu je na drugu poznatu točku, te usmjerava figuranta s prizmom na mjesto zadanih koordinata loma. S obzirom na to da je investitor zahtjevao da se iskolči svakih 50 do 60 m između lomova trase te da se iskolči radni pojas, taj dio zadatka uspješno smo riješili pomoću referentne linije. Program funkcionira besprijekorno, tako da opservator iz memorije pozove

koordinate dviju susjednih lomnih točaka te mu je nadalje zadatak da samo prati figuranta i vrijednosti ordinate i apcise na zaslonu instrumenta te ga usmjerava u pravac trase, a za radni pojas je dovoljno da opservator napravi offset za onoliko koliko projekat zahtjeva pomak za svaki dio trase. Jedan od zadataka bio je i priprema lire za iskop vodotoka i snimanje tjemena spuštene lire u rovu (slika 1).

Pripremiti liru znači postaviti instrument pored lire koja se nalazila horizontalno na klocnima te pomoću referentne linije snimiti ortogonalno liru gdje bi dobili vrijednosti ordinate i apscise, za što smo ujedno morali nadzoru davati tjedne izvještaje. Uz to je potrebno dati izvođaču pravac i dubinu iskopa vodotoka na način da se zabiju tri kolca u pravcu s time da je

jedan u sredini vodotoka, a ostala dva na pola dužine lire te također provjeriti dubinu vodotoka i izvršiti usporedbu s projektom. Na svakom kolcu obavezno je napisati izračunatu vrijednost iskopa. Taj dio posla trebalo je obaviti dan-dva ranije tako da izvođač za naredni dan ima potrebne elemente za iskop. Za vrijeme snimanja trase obavezno se vršilo kodiranje detaljnih točaka, pa i kada bi snimali liru položenu u rov i za 30 cm višu oki-tenku (plastična cijev koja služi za smještaj optičkog kabla) snimili bi je na isti način kao i cijev. Kodiranje detaljnih točaka je vrlo važan element u fazi snimanja jer omogućava lakšu obradu sirovih terenskih podataka te izradu skice u AutoCAD-u. Često se prilikom izvođenja takvih građevina, kao što je transportni plinovod, susreće s masom



Slika 2: Opažanje visine korita prije polaganja lire.

instalacija koje sijeku projektiranu trasu, a koje nisu evidentirane u katastru vodova. Stoga se mora posebno za taj dio snimiti situaciju u mjerilu 1:200 za projektanta, radi izmjene projekta po novoj situaciji kako bi strojari imali nove elemente za "piganje" cijevi. Jedan od najvećih takvih problema bio je prolaz naše trase kod Kutine gdje smo se susreli s električnim instalacijama, gipsovodovima, naftovodom i kanalizacijom, a tu je bio još i MRS (mjerna redukcij-ska stanica). Prije snimanja situacije bilo je važno dobro se pripremiti, što znači prikupiti različit materijal: od geodetskih skica, do kopija planova te nadalje detektirati podzemne vodove. Kada smo detektirali instalacije, građevinci su prvo strojno, a nakon toga ručno izvodili iskop prospekcijskih (prob-

nih) rovova, a kada bi došli do instalacija mi bi je snimili. Nakon polaganja izmijenjene cijevi u rov, obavlja se snimanje iste. Uz iskolčenje same trase i lire potrebno je dati pravac bušenja ispod cestovnih prijelaza. Pomoću referentne linije iskolči se pravac bušenja te se na ulaznoj strani prijelaza iskolči mjesto iskopa 11x2,9 m za garnituru bušenja s točnom dubinom. Nakon što je izbušen prijelaz i postavljeno i postavljena zaštitna kolona potrebno je isto snimiti da se vidi pomak kolone od projektirane, tj. iskolčene i dostaviti ponovno projektantu da na račun geodetske snimke izvrši preprojektiranje trase. Taj pomak uveliko je ovisio o dužini bušenja i sastavu materijala tla pa je nekada znao doseći i do 2 m. Nakon konstatiranog pomaka, potrebno je poravnati trasu prema prvom slije-

dećem lomu. Veliki dio posla bio je također prelazak preko minskog polja. Isprva smo grubo davali pravac trase za čišćenje, a kada bi mineri razminirali dio koridora sa 99,6% sigurnosti i dozer skinuo humus, slijedilo bi preciznije iskolčenje. Gruba kontrola uvijek nam je bio JANAF koji se sa svojim nadzemnim oznakama morao nalaziti oko 8 m sa sjeverne strane naše trase plinovoda. Velik i kompleksan posao bio je prelazak preko velikih i naročito brzih rijeka. Jedna od takvih rijeka bila je i Ilova. Namjerno se odugovlačilo s datumom početka prijelaza preko rijeke, jer se čekalo pogodno vrijeme i pad vodostaja u samom koritu. U ranu zoru, 6. svibnja 2005. u 6.00 sati, osam velikih bagera, četiri dozera, dva katapilera, nekoliko para pumpi, deseci radnika sa svim mogućim alatima,

inženjeri raznih graditeljskih, strojarskih, geodetskih i ostalih struka, nadzor, voditelji projekata, svi zajedno krenuli smo u polaganje lire preko rijeke Ilove. Dan prije dio rijeke je preusmjeren u obližnje ribnjake tako da nivo vode ne bi brzo narastao, a nakon što smo iskolčili os trase na jednoj i drugoj obali Ilove, bageri su otvorili nasipe s obje strane rijeke kao pripremu za dan kasnije. Sada je slijedilo zatvaranje rijeke s lijeve i desne strane od radnog pojasa te ispumpavanje vode iz zatvorenog pojasa korita. Nakon otprilike tri sata taj dio posla bio je obavljen, slijedilo je naš dio posla: opažanje visine korita, izračun dubine iskopa koji je bio -2,60 m (slika 2) te je za tu vrijednost bilo potrebno još prokopati korito rijeke.

Kada su bageri odradili svoj dio posla, slijedilo je spuštanje lire u rov. Dva kaptalera su dovukla 84,68 m dugačku liru do iskopa te ju polako spuštali u rov, a kako je rov bio relativno širok, bager sa druge strane je liru navlačio u sam rov. Nakon polaganja lire, trebalo ju je snimiti i što prije zatrpati. Svaka radnja morala je biti brza i sinhronizirana jer je u istome danu trebalo zatvoriti rijeku, osušiti njeno korito u radnom pojasu, ći s iskopom ispod samog korita, "sahraniti" liru te urediti nasipe dok je nivo vode postepeno rastao iza privremene barijere. Nakon iskolčenja trase bilo je potrebno još iskolčiti blok stanice koje su također bile definirane samim projektom i nakon uređenja trase označiti mjesta za zračne oznake, snimiti katodne zaštite i oploćenja unutar blok stanica. Poslije tehničkog pregleda trase preostao je još jedan važan dio posla, a to je bilo spajanje postojećeg 50 barskog i novog 75 bar-

skog transportnog plinskog sustava. U postojećoj mjereno-redukcijskoj stanici bilo je potrebno, a prema svim postojećim podacima, iskolčiti mjesta gdje se očekuje bilo kakva instalacija te opažati i pratiti tijek iskopa, a po izvršenom prespoju i oploćenju unutar MRS Kutina isto i snimiti.

Za investitora i svaki kaptalar vodova, koji je u nadležnosti na području kojim prolazi snimljena trasa transportnog plinovoda potrebno je napraviti geodetski elaborat.

Svaki geodetski elaborat snimanja vodova mora biti izrađen prema propisima Pravilnika o katastru vodova (NN br. 52/89).

Put od "sirovih" terenskih podataka pa do geodetskog elaborata nije gotovo ništa manje lakši nego sam rad na terenu. Da bi terenske podatke koji se nalaze u memoriji totalne stanice obradili, potrebno je iste prebaciti u računalo pomoću programa za transfer podataka Leica Survey Office. U izvornoj .gsi datoteci totalne stanice možemo uočiti slijed mjerenja na terenu, kao što su stajalište, visina instrumenta, orijentacija, detaljne točke, horizontalni i vertikalni kutovi s pripadajućim dužinama i visinama prizme, te kodna lista. Obično ako bi se gdje prilikom izmjere pogriješilo u .gsi datoteci je najidealnije da se ta pogreška ustanovi i u editoru ispravi. Za daljnju obradu .gsi datoteke korišten je geodetski program GeoManger pomoću kojeg se dobiju "pročišćeni" podaci horizontalnih i vertikalnih kutova i dužina koji su potrebni za računanje poligonskih i nivelmanskih vlakova te tahimetriju detaljnih točaka. Kartiranje izračunatih koordinata detaljnih točaka izvršeno je geodetskim programom Ge-

aLisp koji je kao nadogradnja AutoCAD programa.

Da bi se elaborat završio, treba još izvršiti ispis trigonometrijskog obrasca br. 1, ftk obrasca (podaci o vertikalnim kutovima i kosim dužinama), obrasca br. 19, K obrasca, tahimetrijskog zapisnika s dubinama i popis postojećih i novih koordinata poligonskih točaka, plotanje skica izmjere, položajnih opisa novopostavljenih poligonskih točaka, skice mreže poligonskih i nivelmanskih vlakova, preglednu kartu podjele na detaljne skice i hrvatske osnovne karte (HOK) te plotanje na foliji snimljenih vodova na HOK.

3. Zaključak

Za izvođenje takovih projekata potrebno je dobro poznavanje inženjerske geodezije te unaprijed definirane točnosti, jer ponekad da bi se nešto prenijelo s papira na teren nije uvijek potrebno koristiti precizni instrumentarij, već je ponekad dovoljno da se problem riješi i običnom vrpcom i dvjema nivelmanskim letvama.

Dakle za geodetske radove potrebno je pravilno odabrati potrebni instrumentarij i pribor, vodeći računa o metodi mjerenja i zahtijevanoj točnosti.

Unatoč mnogim problemima na koje se nailazilo, važno je napomenuti da je uska suradnja s timom drugih stručnjaka, tj. interdisciplinarni rad vrlo važan dio tako velikog projekta.

Literatura

Narodne novine broj 52/89: Pravilnik o katastru vodova. ■