

# **GEODETSKI RADOVI PRILIKOM IZRADE PROJEKTA I STUDIJE ZA DIONICU ŽELJEZNIČKE PRUGE DOBOJ – RASPUTNICA MILJACKA**

## **GEODETTIC WORKS DURING THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT AND STUDY FOR THE SECTION OF THE RAILWAY DOBOJ – RASPUTNICA MILJACKA**

*Amar Isaković, Kenan Demirović, Mirnes Bojić*

### **1 UVOD**

Ugovor o Transportnoj zajednici, koji je na snazi od 2017. godine, ima za cilj integraciju sistema transportnog tržišta Zapadnog Balkana u EU. Da bi se to postiglo, Ugovor predviđa uspostavljanje tehničkih odbora koji će pomagati partnerima u transponovanju pravne stečevine i provođenju odgovarajućih reformi. Putne, željezničke i kopnene plovne veze na Zapadnom Balkanu nisu dovoljno razvijene zbog nedostatka dovoljnih investicija i lošeg održavanja.

U okviru Instrumenta pretprijetne pomoći (IPA) Evropskoj Uniji za Bosnu i Hercegovinu, realizuje se projekat i studija za željezničku dionicu Doboj-Rasputnica Miljacka. Cilj projekta je priprema Idejnog i Glavnog projekta i pripadajućih studija za remont – rekonstrukciju – izgradnju željezničke dionice Doboj – Rasputnica Miljacka na koridoru Vc.

Investitor projekta je Evropska unija, a izvođači su: Eptisa Servicios de Ingenieria S. L. Madrid (Španija), Aedany Ingenieria S. A. (Španija) i IPSA institut d. o. o. Sarajevo (BiH). Ukupna vrijednost projekta iznosi 3.648.000,00 EUR, a izvor finansiranja je IPA 2017. Realizacija projekta je započeta 19.05.2020. godine i trenutno je realizacija u toku.

Kako bi spomenuti projekat bilo moguće realizovati, sa aspekta geodetske struke potrebno je oformiti geodetsku mrežu koja će biti korištena za izradu ažurne geodetske situacije postojećeg stanja pruge. Pored toga, geodetska mreža će biti korištena kao osnova za sve građevinske radove prilikom rekonstrukcije pruge. Geodetsku mrežu je potrebno uraditi po relevantnim standardima i pravilnicima, sa kvalitetom i tačnošću neophodnim za izvođenje remonta pruge na ovoj dionici. Urađena geodetska situacija mora sadržavati sve elemente neophodne za izradu glavnog projekta glavne opravke (remonta) željezničke pruge.

### **2 CILJEVI PROJEKTA**

Osnovni cilj projekta je poboljšati nivo željezničke usluge na ogranku Mediteranskog koridora kroz BiH, smanjenjem vremena putovanja, povećanjem kapaciteta i poboljšanjem sigurnosti, čime se doprinosi promociji prednosti željezničkog prevoza u BiH. Maksimalna brzina kojom će

se saobraćati bila bi 160 km/h za putničke vozove sa tzv. „nagibnom tehnologijom“, odnosno 120 km/h za konvencionalne garniture putničkih vozova i za teretne vozove. Pruga će biti opremljena sa ETCS nivo 1. Specifični ciljevi projekta proizilaze i iz statusa ogranka Mediteranskog koridora kroz BiH, kao produženja TEN-T osnovne mreže.

Strategija prometne infrastrukture EU, kako je definisana u TEN-T smjernicama, usredotočena je na poboljšanje kvaliteta prometne infrastrukture kroz nova ulaganja i efikasno korištenje postojeće infrastrukture kako bi se poboljšala dostupnost, mobilnost i sigurnost, kao i da bi se zadovoljila potražnja za prijevozom.

Specifični ciljevi projekta se mogu poistovjetiti sa specifičnim prometnim strateškim ciljevima, definisanim na državnom nivou, nivou entiteta i Brčko distriktu BiH, u skladu sa ustavom BiH i prezentiranim u Okvirnoj strategiji saobraćaja BiH, a kako slijedi:

- unutrašnje povezivanje BiH kroz razvoj sigurne i brze prometne mreže, povezujući sjever - jug i istok - zapad;
- privlačenje međunarodnih tranzitnih tokova kroz integraciju infrastrukture u evropske prometne koridore;
- unapređenje usluga željezničkog i cestovnog javnog prometa;
- završetak rekonstrukcije i signalizacije željeznice i elektrifikacije cijele željezničke mreže;
- razvoj željezničke infrastrukture s EN standardima i TSI.

## 2.1 Analiza postojećeg stanja pruge

Željeznička pruga B. Šamac/Šamac - Sarajevo izgrađena je 1947. godine kao jednokolosiječna pruga, a njena prva modernizacija je obavljena do 1959. godine, sa uspostavljanjem prvih sistema staničnog i pružnog osiguranja. Remont kolosijeka je izvršen 1966. godine, a u periodu 1968.-1971. je izvršena nadogradnja pruge, odnosno elektrifikacija sa monofaznim sistemom (AC 25 kV/50 Hz) i opremanje sa poboljšanim pružnim osiguranjem (APB) te 1980-ih sa uspostavljanjem sistema centralizovanog daljinskog upravljanja saobraćajem i napajanjem električne vuče vozova. Izgradnja drugog kolosijeka („novi“), od Doboja do Jeline, (87 km) okončana je 1978. godine, a tehnički parametri korišteni prilikom projektovanja bili su za maksimalnu brzinu od 100 km/h. Drugi kolosijek je takođe elektrificiran i opremljen APB-om i do sada nije remontovan.

Maksimalni nagib nivelete je 8%, a minimalni radijus krivina je 400 m („novi“ kolosijek), odnosno 300 m („stari“ kolosijek). Osovinsko opterećenje je 22.5 t, a pruga po UIC kategorisana kao D4. Oba kolosijeka imaju slične geometrijske karakteristike nivelete i uglavnom su „položeni“ jedan pored drugog, osim u dijelovima prilaska mostovima i tunelima sa jednim kolosijekom, gdje se vršilo razdvajanje zbog pozicije objekata. Željeznička pruga se pruža dolinom Bosne, kroz gusto naseljena područja, a ulazi u gradsku jezgru Zenice i Sarajeva. Na dionici između Zenice i Sarajeva ukupno je identifikovano čak 29 putnih prelaza u nivou. Usljed lošeg stanja željezničke infrastrukture i nedostatka adekvatnih signalno-telekomunikacionih

sistema, maksimalna dozvoljena brzina vozova u BiH je limitirana na 70 km/h za putničke vozove i na 50 km/h za teretne vozove, uz dodatna ograničenja na tzv. „slabim mjestima“, putnim prelazima u nivou i prelazima preko staničnih skretnica.

Nekadašnji sistem pružnog osiguranja međustaničnih rastojanja zasnovan na APB-u i centralizovanom daljinskom upravljanju saobraćaja je van funkcije u potpunosti. Pored toga, van funkcije je i sistem centralizovanog daljinskog upravljanja stabilnim postrojenjima električne vuče, a stanje kontaktne mreže duž ove dionice je, uglavnom, između lošeg i dobrog.

### **3 USPOSTAVA GNSS MREŽE**

Osnova svih geodetskih projekata je geodetska mreža. Postojeću geodetsku mrežu, često nije moguće koristiti zbog nehomogenosti same mreže ili neodgovarajućeg obuhvata, te se često pribjegava definisanju potpuno nove geodetske mreže posebne namjene, koja će se koristiti za specifičan projekat. Posebna pažnja se mora obratiti na njeno projektovanje i definisanje, obzirom na njenu važnost. Jasno je da je slaba mogućnost postojanja geodetske mreže koja bi odgovorila svim zahtjevima geodetskih stručnjaka za potrebe snimanje željezničke pruge u dužini od cca 180 km, te u tom slučaju geodetski stručnjaci teže projektovanju potpuno nove geodetske mreže koja će biti homogena duž cijele trase željezničke pruge i koja će u potpunosti odgovoriti svim zahtjevima koje je potrebno ispuniti.

Obzirom da je za potrebe geodetskog snimanja i rekonstrukcije željezničke pruge potrebno oformiti potpuno novu geodetsku mrežu, bilo je potrebno projektovati mrežu GNSS tačaka, čije će se koordinate određivati statičkom metodom mjerenja. Takve tačke predstavljale su osnovu za razvijanje poligonih i nivelmanskih vlakova duž čitave dionice pruge. Dakle, zamišljeno je da se na svakih 2-3 km trase nalazi po 1 par GNSS tačaka.

GNSS mreža za geodetsko snimanje željezničke pruge na dionici Maglaj-Podlugovi je morala biti projektovana tako da bude homogena i kvalitetna po pitanju preciznosti i pouzdanosti duž cca 112 km trase.

Nakon što je definisan grubi koncept GNSS mreže, u kancelariji su na web platformi Google Earth određene makrolokacije tačaka. Ovaj dio projekta geodetske GNSS mreže podrazumijevao je grubo određivanje položaja tačaka mreže. Naravno, prilikom projektovanja geodetske mreže u kancelariji vodilo se računa, koliko je bilo moguće, o tome da mreža bude što funkcionalnija u svakom smislu. Međutim, tek se prilikom rekognosciranja terena utvrdila konačna pozicija GNSS tačaka. Prilikom postupka rekognosciranja se moralo voditi računa da svi uslovi u smislu kvalitete i upotrebljivosti mreže budu zadovoljeni.

#### **3.1 Rekognosciranje terena, stabilizacija tačaka i instrumentarij**

Uzmemo li u obzir da su se za realizaciju ove geodetske mreže posebne namjene koristile kombinovane metode mjerenja, bilo je potrebno zadovoljiti određene uslove prilikom rekognosciranja terena i stabilizacije novih tačaka mreže. Prilikom odabira pozicija tačaka na

terenu bilo je poželjno izbjegavati blizinu željezničke pruge, ali obzirom da se geodetska mreža koristila za geodetsko snimanje i remont željezničke pruge, blizina iste je neizbježna.

Izlaskom na teren izvršen je obilazak kompletne trase pruge i određene su konačne pozicije GNSS tačaka na terenu. Poznavajući konačne pozicije GNSS tačaka na terenu, stvorili su se uslovi za određivanje konačnih pozicija tačaka poligonih vlakova. Po zahtjevu investitora tačke GNSS mreže na dionici Maglaj-Podlugovi stabilizovane su betonskim stubovima dimenzija 10 x 10 x 50 cm, na vrhu betonskog stuba je zabušena bolcna kojom je definisan centar biljege, dok su tačke poligonih vlakova stabilizovane harpunima. Na predmetnoj dionici željezničke pruge Maglaj-Podlugovi betonskim stubovima je stabilizovano ukupno 93 GNSS tačke.

Za svaku GNSS tačku urađen je položajni opis (TO27). Skica za položajne opise radila se na licu mjesta, te je na istu ucrtavan okolni teren sa svim potrebnim nazivima ulica, objekata i karakterističnih mjesta, izvršena su najmanje tri odmjeranja od karakterističnih tačaka, koje su u većini slučajeva bili stubovi elektrifikacije pruge, objekti ili sama pruga.

Nakon stabilizacije tačaka, bilo je potrebno pričekati određeni vremenski period kako bi se tačke slegle i fiksirale unutar Zemlje, nakon čega se moglo pristupiti mjerenjima unutar GNSS mreže.

Instrumentarij koji se koristio za statičku metodu mjerenja GNSS prijemnicima je sljedeći:

- 3 GNSS prijemnika Trimble R8s,
- drajfusi,
- nosači prijemnika,
- stativi,
- uređaji za mjerenje meteoroloških veličina,
- džepna pantljkica,
- ...



Slika 1. Način stabilizacije GNSS tačke.

### 3.2 Plan opažanja i mjerenja GNSS mreže

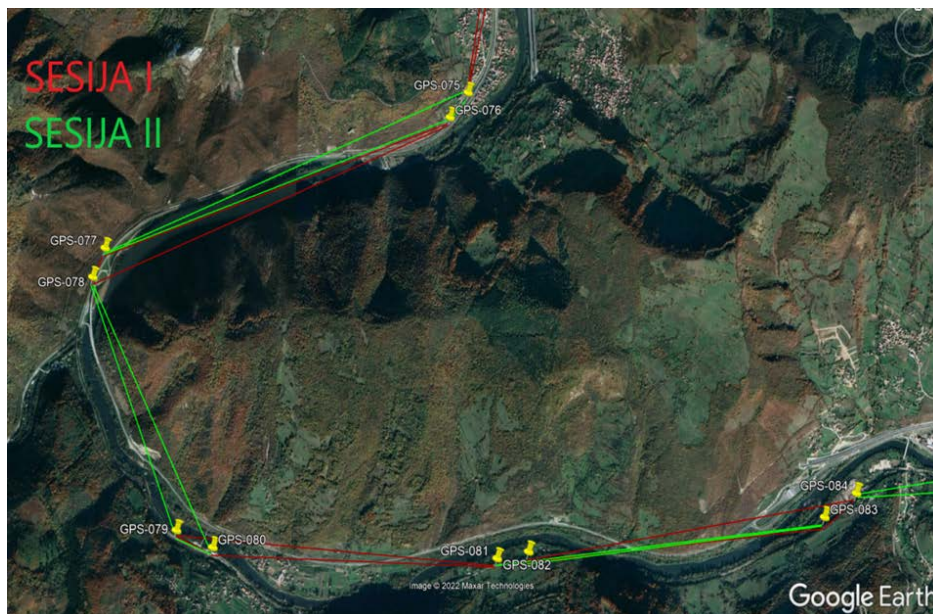
Geodetska GNSS mreža, je urađena po relevantnim standardima i pravilnicima definisanim od strane FGU (Federalne geodetske uprave), sa kvalitetom i tačnošću neophodnom za terestričko snimanje postojećeg stanja kao i za izvođenje remonta pruge.

Prije samih GNSS mjerenja na terenu, bilo je potrebno definisati plan statičkih opažanja.

Dužina trajanja jedne sesije mjerenja je određena uz pomoć formule  $30 \text{ minuta} + 2 \text{ min/km}$ . Radi same konfiguracije terena, a kako bi izveli što sigurnija opažanja i kvalitetniju obradu podataka, projektnim zadatkom definisano je da dužina jedne sesije mjerenja iznosi najmanje 60 minuta i da je svaku tačku potrebno opažati u dvije sesije. Razlika između dvije sesije opažanja na istoj tački bila je najmanje 60 minuta, te se visina prijemnika između sesija razlikovala najmanje 1 cm.

Mjerenja su vršena istovremeno sa 3 GNSS prijemnika. Princip mjerenja je bio takav da se, na jednom paru tačaka vrše mjerenja sa dva prijemnika, a treći prijemnik vrši mjerenja na jednoj tački susjednog para, prilikom mjerenja jedne sesije. Unaprijed definisanim planom GNSS mjerenja je definisano da su vektorima povezani svi međusobni parovi tačaka u barem jednoj sesiji.

Vektorima su spojeni svi parovi tačaka barem u jednoj sesiji mjerenja, kako bi omogućili zatvaranje figura između svakog para tačaka. Na pojedinim tačkama je bilo potrebno opažati i treću sesiju mjerenja kako bi zadovoljili uslov zatvaranja figura i spajanja vektora svih parova GNSS tačaka. Isti princip opažanja je primijenjen na svim tačkama GNSS mreže kojih ima ukupno 93.



Slika 2. Plan GNSS statičkih opažanja određenog broja tačaka u mreži.

Za svaki unaprijed planirani dan mjerenja radila se provjera brojnosti i dostupnosti satelita, kao i vrijednosti PDOP-a, za područje na kojem je planirano mjerenje, na web stranici Trimble GNSS Planning Online. Na osnovu ulaznih podataka vršila se provjera konstelacije satelita i odredio najoptimalniji vremenski periodi za opažanje. Na serveru Federalne uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove, koji se zove Spider Bussines Center, se svakog dana provjeravao rad permanentnih stanica koje se nalaze unutar područja na kojem se rade mjerenja. Na osnovu mjerenja permanentnih stanica preuzimaju se takozvane virtuelne referentne stanice koje će prilikom izravnjanja GNSS mreže biti date, odnosno fiksne tačke mreže, tako da ukoliko je rad permanentnih stanica upitan, statička GNSS mjerenja za taj vremenski period mogu biti neupotrebljiva.

Obzirom da su mjerenja rađena sa tri GNSS prijemnika istovremeno, formirane su tri ekipe. Sva tri GNSS prijemnika se postave na 3 GNSS tačke istovremeno i vrši se mjerenje jedne sesije. Mjerenje jedne sesije se prekidalo na svim prijemnicima tek kada prijemnik koji je zadnji startao sa mjerenjem izvrši opažanja u trajanju od 61 min. Prilikom mjerenja statičkom GNSS metodom, vođeni su zapisnici GNSS opažanja.



Slika 3. Mjerenja statičkom GNSS metodom i evidentiranje podataka u zapisnik GNSS opažanja.

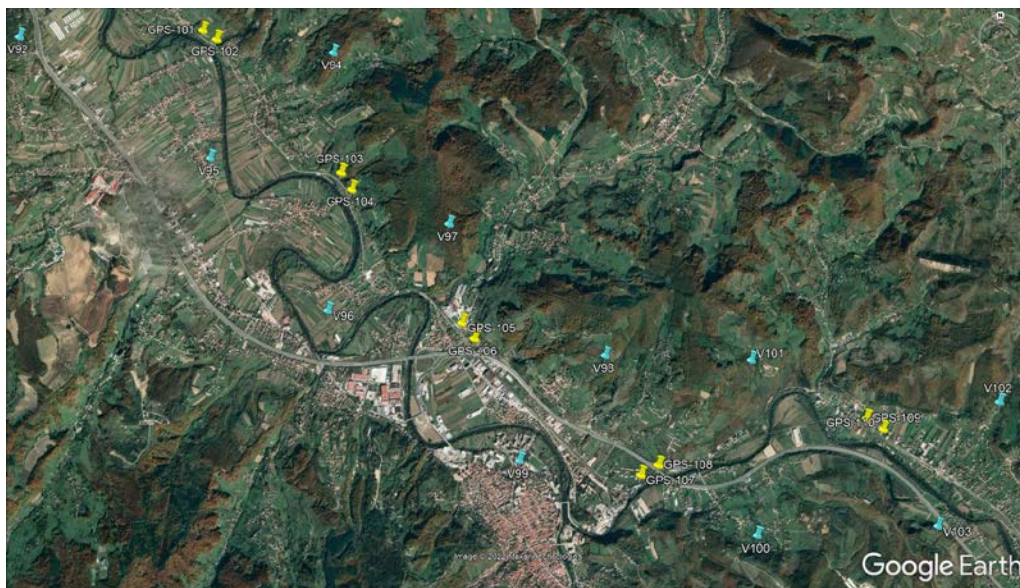
### 3.3 Obrada GNSS mjerenja i izravnjanje mreže

Nakon što je završen postupak mjerenja na terenu, pristupilo se kancelarijskoj obradi podataka i izravnjanju mreže. Za postupak izravnjanja mreže bilo je potrebno definisati referentne tačke tj. tačke koje će služiti kao date, odnosno fiksne tačke u GNSS mreži i na osnovu kojih će se izvršiti



određivanje koordinata mjerenih tačaka mreže. Kao date tačke mreže korištene su virtualne referentne stanice (VRS), čiji se podaci dobivaju putem BIHPOS servisa.

Virtuelne referentne stanice (VRS) stanice za izravnjanje GNSS mreže su projektovane tako da se na udaljenosti od 3-4 km od svakog para tačaka nalaze 4 VRS stanice. Dvije VRS stanice jednog para GNSS tačaka se uvijek vežu sa dvije VRS stanice susjednog para tačaka GNSS mreže. Slika 3 prikazuje VRS stanice jednog dijela GNSS mreže na predmetnoj dionici Maglaj-Podlugovi. Unutar GNSS mreže ima ukupno 105 VRS tačaka koje su služile kao fiksne tačke prilikom izravnjanja mreže.



Slika 4. Virtuelne referentne stanice jednog dijela GNSS mreže.

Nakon svakog dana, sirovi podaci mjerenja su prebacivani na računar, a zapisnici GNSS opažanja su skenirani i arhivirani zajedno sa podacima mjerenja. Kada su sva mjerenja obavljena, urađena je provjera da li su sirovi podaci mjerenja usaglašeni sa zapisnicima za GNSS opažanje, tj. da li su mjerenja ispravno izvršena, preuzeta i arhivirana, i kao takva da li su spremna za obradu. Nakon što su preuzeta mjerenja sa Spider Bussines Center-a za sve VRS tačke pristupilo se procesu izravnjanja GNSS mreže. Izravnjanje GNSS mreže urađeno je kroz softver Trimble Bussines Center proizveden od strane kompanije Trimble.

Obzirom da je izravnjanje rađeno zasebno po dionicama, u nastavku će biti prikazani rezultati izravnjanja GNSS mreže na dionici Maglaj-Zenica.

## GNSS Loop Closure Results

### Summary

Legs in loop: 3  
 Number of Loops: 4608  
 Number Passed: 4602  
 Number Failed: 6

	Length (Meter)	$\Delta$ 3D (Meter)	$\Delta$ Horiz (Meter)	$\Delta$ Vert (Meter)	PPM
Pass/Fail Criteria			0,050	0,050	
Best		0,000	0,000	0,000	0,007
Worst		0,056	0,025	0,055	23,707
Average Loop	4890,940	0,007	0,003	0,006	1,798
Standard Error	1402,389	0,011	0,004	0,010	2,145

Slika 5. Rezultati zatvaranja figura

Point ID	X Error (Meter)	Y Error (Meter)	Z Error (Meter)	3D Error (Meter)	Point ID	X Error (Meter)	Y Error (Meter)	Z Error (Meter)	3D Error (Meter)
<a href="#">G1</a>	0,005	0,003	0,005	0,008	<a href="#">GPS-35</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">G2</a>	0,009	0,005	0,008	0,013	<a href="#">GPS-36</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">G5</a>	0,002	0,002	0,002	0,003	<a href="#">GPS-37</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">G6</a>	0,002	0,002	0,002	0,003	<a href="#">GPS-38</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">GPS-09</a>	0,005	0,002	0,004	0,007	<a href="#">GPS-39</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">GPS-10</a>	0,004	0,002	0,003	0,005	<a href="#">GPS-40</a>	0,002	0,001	0,002	0,003
<a href="#">GPS-11</a>	0,004	0,002	0,004	0,006	<a href="#">GPS-41</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-12</a>	0,004	0,002	0,004	0,006	<a href="#">GPS-42</a>	0,002	0,001	0,002	0,003
<a href="#">GPS-13</a>	0,004	0,002	0,004	0,006	<a href="#">GPS-43</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-14</a>	0,004	0,002	0,003	0,006	<a href="#">GPS-44</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-15</a>	0,003	0,002	0,003	0,005	<a href="#">GPS-45</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">GPS-16</a>	0,003	0,002	0,003	0,004	<a href="#">GPS-46</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-17</a>	0,008	0,004	0,008	0,012	<a href="#">GPS-47</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">GPS-18</a>	0,004	0,002	0,004	0,006	<a href="#">GPS-48</a>	0,003	0,002	0,003	0,004
<a href="#">GPS-19</a>	0,002	0,002	0,002	0,004	<a href="#">GPS-49</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-20</a>	0,002	0,002	0,002	0,004	<a href="#">GPS-50</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">GPS-21</a>	0,003	0,002	0,003	0,004	<a href="#">GPS-51</a>	0,002	0,002	0,002	0,004
<a href="#">GPS-22</a>	0,002	0,002	0,002	0,004	<a href="#">GPS-52</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-23</a>	0,003	0,002	0,003	0,004	<a href="#">GPS-53</a>	0,002	0,001	0,002	0,003
<a href="#">GPS-24</a>	0,003	0,002	0,003	0,004	<a href="#">GPS-54</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-25</a>	0,003	0,002	0,003	0,004	<a href="#">GPS-55</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-26</a>	0,002	0,002	0,002	0,004	<a href="#">GPS-56</a>	0,002	0,001	0,002	0,003
<a href="#">GPS-27</a>	0,004	0,002	0,004	0,007	<a href="#">GPS-57</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-28</a>	0,004	0,002	0,004	0,006	<a href="#">GPS-58</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-29</a>	0,003	0,002	0,003	0,004	<a href="#">GPS-59</a>	0,002	0,002	0,002	0,003
<a href="#">GPS-30</a>	0,002	0,002	0,002	0,004	<a href="#">GPS-60</a>	0,002	0,001	0,002	0,003
<a href="#">GPS-31</a>	0,003	0,002	0,002	0,004					
<a href="#">GPS-32</a>	0,002	0,002	0,002	0,003					
<a href="#">GPS-33</a>	0,002	0,002	0,002	0,003					
<a href="#">GPS-34</a>	0,002	0,002	0,002	0,004					

Slika 6. Standardna odstupanja koordinata tačaka GNSS mreže nakon izravnjanja.



### 3.4 Transformacija koordinata GNSS mreže

Nakon što je urađeno izravnaje GNSS mreže za snimanje i remont željezničke pruge Maglaj-Podlugovi, dobile su se koordinate u globalnom, geocentričnom ETRS89 sistemu (X, Y, Z). Kako je službeni koordinatni sistem Bosne i Hercegovine Gauss Krügerov, koordinate koje smo dobili izravnajem GNSS mreže u programu TBC, bilo je potrebno transformisati iz ETRS89 u Državni koordinatni sistem (DKS).

S obzirom da se radi o obuhvatu koji ima specifičan oblik, transformaciju koordinata nije moguće izvršiti samo primjenom klasičnih metoda transformacije (7P, 2D Helmert, afina, itd.) tj. morao se definisati specifičan, optimalan i homogen model transformacije koordinata.

Da bi se dobila što bolja tačnost transformacije, ista je provedena u dva koraka:

- Primjena klasične 7P transformacije (strogi model)
- Modeliranje preostalih reziduala

U nastavku su prikazani rezultati transformacije koordinata tačaka za dionicu Maglaj-Zenica.

tx	-504.0957 [m]
ty	-176.7164 [m]
tz	-515.2228 [m]
rx	5.67200 ["]
ry	3.94952 ["]
rz	-12.38095["]
dm	-1.720507 [ppm]

Slika 7. Parametri transformacije koji su sračunati na osnovu skupa tačaka čije su koordinate poznate u DKSBiH i ETRS89.

### 3.5 Mjerenje i izravnaje poligonih vlakova

Po završetku GNSS mjerenja, pristupilo se terestričkom mjerenju poligonih vlakova između GNSS parova. Poligoni vlakovi mjereni su iz pravca Maglaja prema Podlugovima (sa sjevera prema jugu) i tako su i numerisani. Na pomenutoj trasi izmjereno je ukupno 35 poligonih vlakova u cilju određivanja koordinata za 301 poligonu tačku.

Između svakog para GNSS tačaka razvijen je poligoni vlak. Poligone tačke su uglavnom stabilizovane u tlo uz pomoć harpuna. Na pojedinim mjestima, gdje je bilo moguće tačke stabilizovati u asfaltnu podlogu, stabilizacija je vršena uz pomoć metalne bolcne.

Nakon što su izvršena mjerenja u poligonim vlakovima, podaci su prebačeni na računar, te se pristupilo obradi mjerenja.

Prije samog izravnaja bilo je potrebno mjerene dužine redukovati u ravan Gauss Krügerovog sistema. Obrada mjerenja je vršena u softverskom paketu Geodet. Kao date tačke u izravnaju koristile su se konačne koordinate tačaka GNSS mreže, sa visinama preuzetim iz geometrijskog

nivelmana. Kao rezultat izravnjanja dobile su se koordinate svih poligonih tačaka koje će se koristiti za geodetsko snimanje željezničke pruge.

Posljednji korak uspostave geodetske mreže podrazumijevao je određivanje visina svih tačaka geodetske mreže metodom geometrijskog nivelmana.



Slika 8. Mjerenje poligonih vlakova.

---

***Amar Isaković***

*IPSA Institut d.o.o. Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
amar.isakovic@ipsa-institut.com*

***Kenan Demirović***

*BN Pro d.o.o. Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
kenan.bnpro@gmail.com*

***Mirnes Bojić***

*BN Pro d.o.o. Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
mirnes@bnpro.ba*