

PRILOG ISPITIVANJU KORIŠTENJA INSTRUMENTARIJA RAZLIČITIH TEHNIČKIH IZVEDBI PRI USPOSTAVLJANJU NIVELMANSKIH MREŽA POSEBNIH NAMJENA U INŽENJERSKOJ GEODEZIJI

CONTRIBUTION ON STUDY POSSIBILITIES IN USING INSTRUMENTS OF DIFFERENT TECHNICAL PERFORMANCES IN ESTABLISHING SPECIAL PURPOSES LEVELING NETWORKS IN ENGINEERING GEODESY

Nihad Kapetanović, Jusuf Topoljak, Admir Mulahusić, Ramiz Selmani

SAŽETAK

Ispitivanje mogućnosti korištenja geodetskih instrumenata sličnih tehničkih karakteristika, ali različitih tehničkih izvedbi je uvijek zanimljiva geodetska tema. Osnovna svrha ovog istraživanja je analiziranje tačnosti testne nivelmanske mreže, unutar koje su visinske razlike izmjerene nivelirima Koni 007CZJ i Leica DNA 03. Rezultati dobiveni na kraju istraživanja pokazali su da oba nivelira zadovoljavaju kriterije preciznog nivelmana, ali se prednost daje niveliru DNA 03.

Ključne riječi: optički nivelir, digitalni nivelir, precizni nivelman, nivelmanska mreža, izravnjanje nivelmanske mreže

ABSTRACT

Examination of possibilities in using geodetic (survey) instruments of the same specifications, but different technical performances is always an interesting geodetic topic. The main purpose of this research is to analyze the accuracy of special purposes leveling networks where height differences were measured with Koni 007 CZJ and Leica DNA 03 levels. Obtained results showed that both leveling results fulfill the required conditions of precision leveling, but the preference is given to level DNA 03.

Keywords: optical level, digital level, precision leveling, leveling network, leveling network adjustment

1. UVOD

Današnje vrijeme je vrijeme velikih građevinskih mogućnosti, pa se i tehnički i tehnološki nameće potreba stalnog prisustva geodeta, odnosno geodetske struke, pri izgradnji građevinskih objekata. Kako su objekti vezani za sredinu različitih geoloških osobina, potrebno je stalno „praćenje“ izgrađenog dijela objekta, kao i praćenje objekta u toku eksploatacije. Svi ovi postupci praćenja i analiziranja objekata uslovljeni su urađenim geodetskim mjerenjima. Na tržištu je prisutno dosta instrumentarija „novije proizvodnje“, različitih karakteristika, ali i

velikih disproporcija po pitanju cijena. U nekim situacijama geodetima je na raspolaganju većinom klasični-analogni instrumentarij, pa je potrebno pribjegavati kombinovanju izvođenja mjerenja klasičnim instrumentima i instrumentima novije izvedbe.

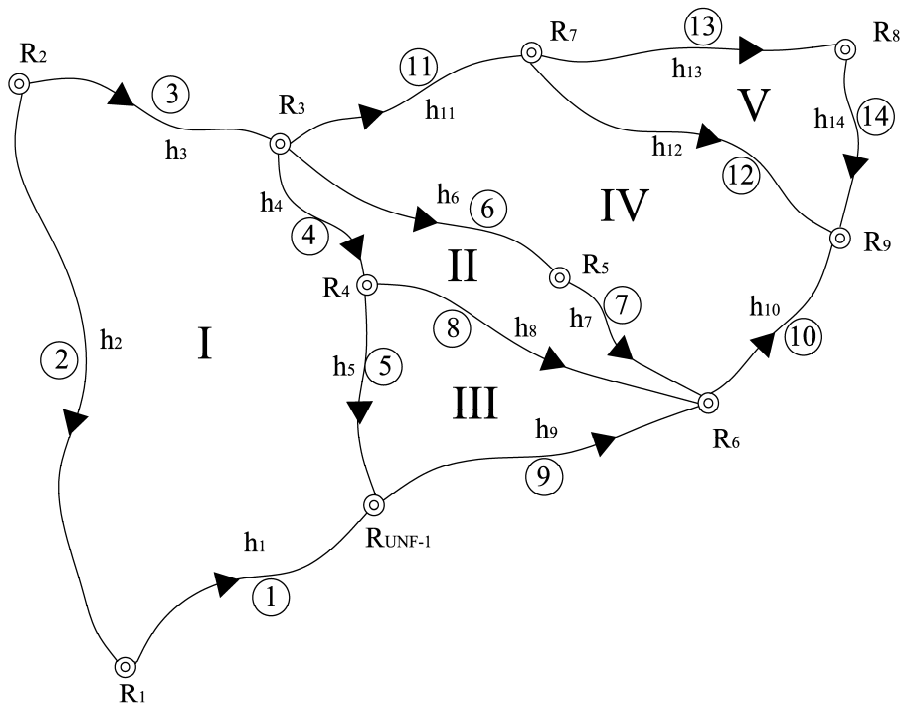
2. GEODETSKE MREŽE – NIVELMANSKA MREŽA

Temelj svakog geodetskog posla vezanog za terenske radove u inženjerskoj geodeziji je razvijena geodetska mreža (Paar, 2006). Za izradu ovog rada razvijena je testna nivelmanska mreža-nivelmanska mreža posebne namjene.

Postupci uspostave nivelmanske mreže posebnih namjena moraju zadovoljiti sve kriterije kvaliteta kao i ostale geodetske mreže za koje se traži visoka tačnost (Selmani, 2015). Skup tačaka na fizičkoj površini Zemlje međusobno povezanih mjerenjima visinskih razlika geometrijskog nivelmana naziva se nivelmanska mreža (Mihailović i Aleksić, 2008).

Općenito, uspostavljanje nivelmanske mreže uključuje sljedeće faze (Novaković, 2006):

- projekat mreže (određuje se konfiguracija mreže i plan mjerenja),
- izvedba mreže (rekognosciranje, stabilizacija i mjerenje) i
- analiza mreže (procjena kvaliteta podataka mjerenja prije i nakon izvedbe mreže).



Slika 1: Testna nivelmanska mreža.

U prvoj fazi uspostavljanja mreže, koja se provodi prije izlaska na teren, određuje se konfiguracija mreže - broj i smještaj pojedinih tačaka mreže, te se planiraju opažanja. Izradom projekta nastoji se postići zahtijevana tačnost uz što manje troškova (Novaković, 2006).

Ova faza projekta je veoma važna i njoj se mora posvetiti posebna pažnja. Dobar odabir mjesta za stabilizaciju geodetskih tačaka je preduslov za efikasan završetak geodetskog posla.

U drugoj fazi projektovanja, mreža se realizuje na terenu. To uključuje rekognosciranje, zatim stabilizaciju i signalizaciju tačaka, ispitivanje i rektifikaciju mjernog pribora i mjerenja u mreži (Novaković, 2006). Ovaj korak u postupku projektovanja geodetske mreže zahtijeva poseban pristup. Način stabilizacije tačaka uveliko usmjerava dalji tok rada i korištenje mreže za svrhu za koju je razvijena, jer se mjerenja obavljaju u više serija. Instrumentarij takođe zaslužuje poseban tretman, kao i korištenje instrumentarija prilikom mjerenja na terenu. Ispitan i po potrebi rektifikovan instrument i mjerni pribor, a potom i postupak izvođenja mjerenja su temelji dobro izvedenog posla.

U trećoj fazi se obrađuju podaci mjerenja, tj. računaju se korekcije i redukcije mjerenih podataka, te se provodi njihova analiza – uklanjaju se moguće grube greške, kako bi se sa pouzdanim podacima, izravanjem, dobila najbolja procjena traženih veličina – koordinata tačaka mreže, uz ocjenu njihove kvalitete (Novaković, 2006).

U radu je analizirana nivelmanska mreža uspostavljena u svrhu analiziranja mogućnosti korištenja instrumentarija različitih tehničkih izvedbi. Mjerenja visinskih razlika u mreži su izvršena koristeći precizni analogni nivelir, a potom precizni digitalni nivelir. Skicu nivelmanske mreže prikazuje slika 1.

3. INSTRUMENTARIJ I PRIBOR ZA PRECIZNI NIVELMAN

Uspješno završen proces mjerenja podrazumijeva i dosta priprema, kako terenske geodetske ekipe, tako i same geodetske opreme i geodetskog pribora uz pretpostavku dobro urađenog plana rada radi eliminisanja nepotrebnih koraka.

Da bi se na terenu obavio određen zadatak iz oblasti geometrijskog nivelmana u komplet jedne terenske ekipe spada sljedeći instrumentarij i pribor, potreban za mjerenje visinskih razlika (Muminagić, 1987):

- geodetski instrument – nivelir odgovarajućih osobina sa stativom,
- par letava sa nanesenom podjelom i centričnom libelom,
- dva podupirača letava kojima se jednostavno rukuje i koji smanjuju intervencije radnika u toku rada,
- pouzdane podmetače – oslonce letava,
- suncobran,
- termometar i
- barometar.

Instrumenti za geometrijsko mjerenje visinskih razlika temelje se na djelovanju sile teže. Ono se očituje na primjeni libela, odnosno kompenzatora (prvi kompenzator je u nivelir NA2 ugradila firma Carl Zeiss Oberkochen 1950. godine (Tuno i Kogoj, 2012)) za postavljanje geodetske vizurne osi durbina u horizontalni položaj. Instrumenti geometrijskog nivelmana omogućavaju najtačnija mjerenja visinskih razlika (Perčić, 2007), pa se geometrijski nivelman smatra najtačnijom geodetskom operacijom.

4. TESTNA NIVELMANSKA MREŽA POSEBNIH NAMJENA

Već je u prethodnim poglavljima istaknut cilj rada, tj. ispitivanje mogućnosti korištenja različitog instrumentarija pri uspostavljanju nivelmanske mreže za posebne namjene.

Nivelmansku mrežu (slika 1) korištenu za ovo ispitivanje, definiše 14 nivelmanskih vlakova, koji su numerisani arapskim brojevima od 1 do 14. Vlakovi obrazuju 5 zatvorenih poligona, numerisanih rimskim brojevima od I do V. U mreži ima 10 repera.

4.1. Mjerenja u nivelmanskoj mreži posebnih namjena

Mjerenja visinskih razlika u testnoj nivelmanskoj mreži obavljena su nivelirom CARL ZEISS JENA (skraćeno CZJ) KONI 007 (slika 3) i nivelirom LEICA DNA03 (slika 2).



Slika 2: Nivelir DN03 Leica Geosystems (Mazić i dr., 2012).



Slika 3: Nivelir Koni 007 CZJ (URL 1).

Visinske razlike su mjerene korištenjem: nivelira sa stativom (nogare stativa su nepromjenljive dužine), preciznih nivelmanskih letvi (sa polucentimetarskom i kodiranom podjelom), trasirki kao podupirača letava i nivelmanskih papuča. Instrumentarij i pribor je prije početka terenskih mjerenja pažljivo ispitan. Nakon što je ispitan odabrani instrumentarij i pribor za mjerenje visinskih razlika, te nakon vizuelne provjere potpune ispravnosti ostatka pribora, pristupilo se mjerenju visinskih razlika u mreži - pridržavajući se svih pravila i propisa vezanih za precizni nivelman.

Prilikom mjerenja visinskih razlika u mreži došle su do izražaja brojne prednosti digitalnog nivelira nad klasičnim nivelirom. U toku mjerenja digitalnim nivelirom rađeno je digitalno očitavanje letve, računanje srednje vrijednosti očitavanja i automatsko registrovanje rezultata mjerenja. Time su eliminisani nesigurnost očitavanja letve i greške kod upisivanja podataka u zapisnik.

Pri mjerenju visinskih razlika nivelirom Koni 007, podaci svih izvršenih mjerenja upisivani su u precizni nivelmanski obrazac broj 1 (slika 4).

Stanica	Vezna tačka	Broj letve	Odstojanje od letve	Čitanja		Proba	Srednja visinska razlika $\Delta h = (Z1 - P1)/2 + (Z2 - P2)/2$
				1 podjela Z1 P1 Z1-P1	2 podjela Z2 P2 Z2-P2		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	R5	I	6,7	4,72600	10,79100	6,06500	1,49326
	I	II	6,8	1,73960	7,80437	6,06477	
				2,98640	2,98663	0,00023	
2	I	II	5,4	4,23519	10,30000	6,06481	1,26943
	2	I	5,0	1,69639	7,76110	6,06471	
				2,53880	2,53890	0,00010	
3	2	I	6,3	4,20297	10,26812	6,06515	1,21695
	3	II	6,1	1,76922	7,83408	6,06486	
				2,43375	2,43404	0,00029	
4	3	II	6,2	4,39327	10,45818	6,06491	1,42060
	4	I	6,1	1,55188	7,61719	6,06531	
				2,84139	2,84099	-0,00040	
5	4	I	5,1	4,32120	10,38590	6,06470	

Slika 4: Podaci mjerenja (Precizni nivelmanski obrazac broj 1 - isječak)

4.2. Izravnanje nivelmanske mreže posebnih namjena

Bez obzira koliki trud geodetski stručnjak uložio u proces mjerenja, neizbježno je postojanje slučajnih grešaka u mjerenjima, što se odražava na konačni cilj izvođenja mjerenja. Zbog toga je neophodno izvršiti izravnanje mjerenja.

Izravnanje geodetskih mjerenja podrazumijeva određivanje najvjerojatnijih vrijednosti i najvjerojatnijih grešaka (popravaka) mjerenja (Pašalić, 1984). Nivelmanska mreža od 10 tačaka koja se analizira u ovom radu, izravnata je metodom posrednog izravnjanja - minimalna prisila (slika 5). U procesu izravnjanja mreže uzet je minimalan broj parametara za definisanje datuma mreže. Za datumsku tačku uzeta je tačka R_{UNFI} s visinom 100,0000 m.

$$N = \begin{vmatrix} 7,0626 & -2,0120 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -2,0121 & 6,7740 & -4,7619 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0000 & -4,7619 & 21,4856 & -5,6497 & -6,2893 & 0,0000 & -4,7847 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & -5,6500 & 23,0995 & 0,0000 & -4,2918 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & -6,2893 & 0,0000 & 14,5538 & -8,2645 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & -4,2919 & -8,2645 & 23,2763 & 0,0000 & 0,0000 & -7,6336 \\ 0,0000 & 0,0000 & -4,7847 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 10,5158 & -2,8902 & -2,8409 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & -2,8902 & 5,5856 & -2,6954 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & -7,6336 & -2,8409 & -2,6954 & 13,1699 \end{vmatrix}$$

Slika 5: Matrica koeficijenata normalnih jednačina (podaci dobiveni korištenjem nivelira LEICA DNA 03)

Na osnovu ovoga slijedi da je u procesu izravnjanja mreže potrebno odrediti visine 9 tačaka nivelmanske mreže. Postupak izravnjanja je proveden tako što su posebno razmatrani podaci

mjerenja nivelirom LEICA DNA03 (tabela 1 i tabela 2), a posebno nivelirom KONI 007 CZJ (tabela 3 i tabela 4).

Neposredno nakon izravnjanja testne nivelmanske mreže provedeni su statistički testovi: globalni test (chi - kvadrat test) i Tau test. Polazne hipoteze kod oba testa su prihvaćene, odnosno testovi su pokazali da u mjerenjima nema grubih grešaka.

Tabela 1: Mjerene i izravnate visinske razlike sa pripadnim standardnim odstupanjima (dobivene mjerenjem visinskih razlika nivelirom LEICA DNA 03)

Od	Do	Mjerena visinska razlika [m]	Dužina [km]	Izravnata visinska razlika [m]	Standardno odstupanje pojedinih visinskih razlika [mm]
R _{UNFI}	R ₁	9,7141	0,198	9,7140	0,26
R ₁	R ₂	-22,2573	0,497	-22,2576	0,33
R ₂	R ₃	2,9963	0,210	2,9962	0,27
R ₃	R ₄	8,4059	0,177	8,4057	0,21
R ₄	R _{UNFI}	1,1417	0,076	1,1417	0,16
R ₃	R ₅	8,6273	0,159	8,6272	0,21
R ₅	R ₆	10,5003	0,121	10,5002	0,19
R ₆	R ₄	-10,7220	0,233	-10,7217	0,21
R ₆	R _{UNFI}	-9,5798	0,324	-9,5800	0,23
R ₆	R ₉	0,2524	0,131	0,2523	0,21
R ₃	R ₇	5,3573	0,209	5,3575	0,25
R ₇	R ₉	14,0223	0,352	14,0222	0,26
R ₇	R ₈	8,8608	0,346	8,8612	0,30
R ₈	R ₉	5,1607	0,371	5,1611	0,30

Tabela 2: Približne i definitivne visine tačaka sa pripadnim standardnim odstupanjima (dobivene mjerenjem visinskih razlika nivelirom LEICA DNA 03).

Broj tačke	Približna visina tačke [m]	Definitivna visina tačke [m]	Standardna odstupanja visina tačaka [mm]
R ₁	109,7144	109,7140	0,26
R ₂	87,4568	87,4564	0,32
R ₃	90,4535	90,4526	0,24
R ₄	98,8591	98,8583	0,16
R ₅	99,0816	99,0798	0,27
R ₆	109,5823	109,5800	0,23
R ₇	95,8112	95,8101	0,32
R ₈	104,6722	104,6712	0,39
R ₉	109,8350	109,8323	0,29

Poslije izravnjanja testne nivelmanske mreže izvršena je ocjena tačnosti urađenih mjerenja, odnosno izračunato je referentno standardno odstupanje na 1 km dvostrukog nivelanja: $s_0 = 0,65 \text{ mm}$.

Tabela 3: Mjerene i izravnate visinske razlike sa pripadnim standardnim odstupanjima (dobivene mjerenjem visinskih razlika nivelirom KONI 007 CZJ).

Od	Do	Mjerena visinska razlika [m]	Dužina [km]	Izravnata visinska razlika [m]	Standardno odstupanje pojedinih visinskih razlika [mm]
R _{UNF1}	R ₁	9,7141	0,198	9,7146	0,35
R ₁	R ₂	-22,2575	0,497	-22,2571	0,44
R ₂	R ₃	2,9957	0,210	2,9959	0,35
R ₃	R ₄	8,4056	0,177	8,4058	0,28
R ₄	R _{UNF1}	1,1409	0,076	1,1408	0,21
R ₃	R ₅	8,6281	0,159	8,6280	0,28
R ₅	R ₆	10,5005	0,121	10,5004	0,25
R ₆	R ₄	-10,7222	0,233	-10,7226	0,27
R ₆	R _{UNF1}	-9,5823	0,324	-9,5818	0,30
R ₆	R ₉	0,2527	0,131	0,2526	0,28
R ₃	R ₇	5,3577	0,209	5,3578	0,33
R ₇	R ₉	14,0228	0,352	14,0232	0,33
R ₇	R ₈	8,8610	0,346	8,8608	0,40
R ₈	R ₉	5,1627	0,371	5,1625	0,40

Tabela 4: Približne i definitivne visine tačaka sa pripadnim standardnim odstupanjima (dobivene mjerenjem visinskih razlika nivelirom KONI 007 CZJ).

Broj tačke	Približna visina tačke [m]	Definitivna visina tačke [m]	Standardna odstupanja visina tačaka [mm]
R ₁	109,7144	109,7146	0,35
R ₂	87,4568	87,4575	0,41
R ₃	90,4535	90,4534	0,31
R ₄	98,8591	98,8592	0,21
R ₅	99,0816	99,0814	0,35
R ₆	109,5823	109,5818	0,30
R ₇	95,8112	95,8112	0,41
R ₈	104,6722	104,6720	0,51
R ₉	109,8350	109,8344	0,39

Odmah nakon izravnanja urađena je ocjena tačnosti mjerenja, odnosno izračunato je referentno standardno odstupanje na 1 km dvostrukog nivelanja: $s_0 = 0,85$ mm.

4.3. Analiza dobivenih rezultata iz izravnjanja nivelmanske mreže posebnih namjena

Izravnjanje testne nivelmanske mreže kao rezultat je dalo definitivne visine tačaka-repera, te nakon ocjene tačnosti, urađena je analiza dobivenih rezultata. Kako su visinske razlike u nivelmanskoj mreži mjerene metodom preciznog geometrijskog nivelmana, koristeći se prvo digitalnim nivelirom LEICA DNA03, a nakon toga optičkim nivelirom KONI 007 CZJ, analiza je kreirana s obzirom na izabrani instrument.

Analiziranjem dobivenih rezultata (tabela 5), na osnovu standardnog odstupanja, može se reći da oba nivelira zadovoljavaju tačnost preciznog nivelmana. Treba istaći da je, na osnovu vrijednosti standardnog odstupanja na 1 km dvostrukog nivelanja i standardnog odstupanja pojedinih visina dobivenih na osnovu mjerenja urađenih digitalnim nivelirom, zaključeno je da podaci mjerenja urađeni nivelirom LEICA DNA03 daju bolje rezultate (manje su vrijednosti standardnih odstupanja) u odnosu na nivelir KONI 007 CZJ (tabela 5).

Tabela 5: Standardna odstupanja visina tačaka dobivenih mjerenjem visinskih razlika u mreži koristeći nivelire LEICA DNA03 i KONI 007

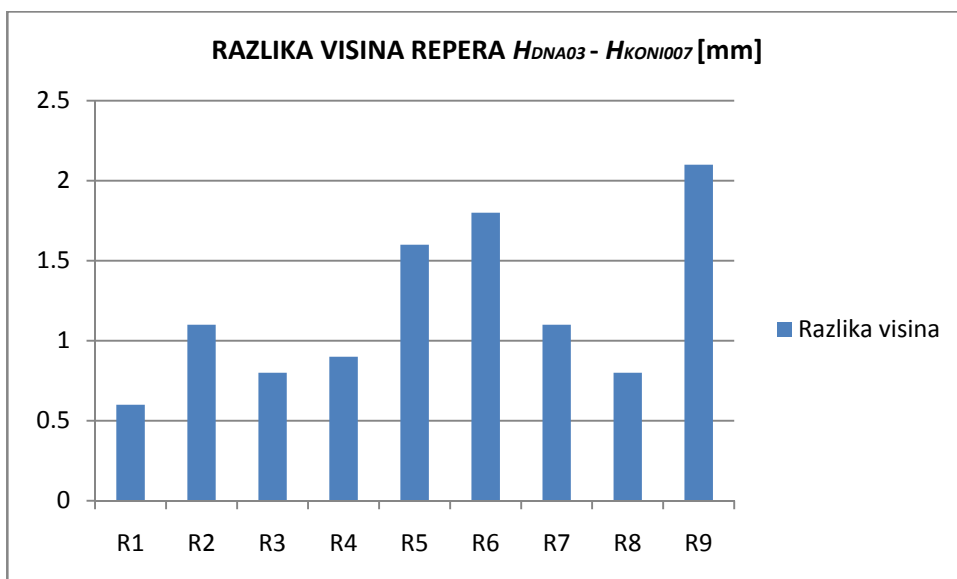
Broj tačke	Standardno odstupanje pojedinih visina (nivelir LEICA DNA03) [mm]	Standardno odstupanje pojedinih visina (nivelir KONI 007) [mm]
R ₁	0,26	0,35
R ₂	0,32	0,41
R ₃	0,24	0,31
R ₄	0,16	0,21
R ₅	0,27	0,35
R ₆	0,23	0,30
R ₇	0,32	0,41
R ₈	0,39	0,51
R ₉	0,29	0,39
$s_0 (DNA03) = 0,65 \text{ mm}$		
$s_0 (KONI) = 0,85 \text{ mm}$		

Daljom analizom izvršena je uporedba visina (tabela 6) tj. izračunate su razlike visina koje su dobivene u procesu izravnjanja koristeći mjerenja nivelirima LEICA DNA03 i KONI 007 CZJ.

Tabela 6: Razlike visina repera

Broj tačke	$H_{DNA03} - H_{KONI007}$ [mm]
R ₁	-0,6
R ₂	-1,1
R ₃	-0,8
R ₄	-0,9
R ₅	-1,6
R ₆	-1,8
R ₇	-1,1
R ₈	-0,8
R ₉	-0,6

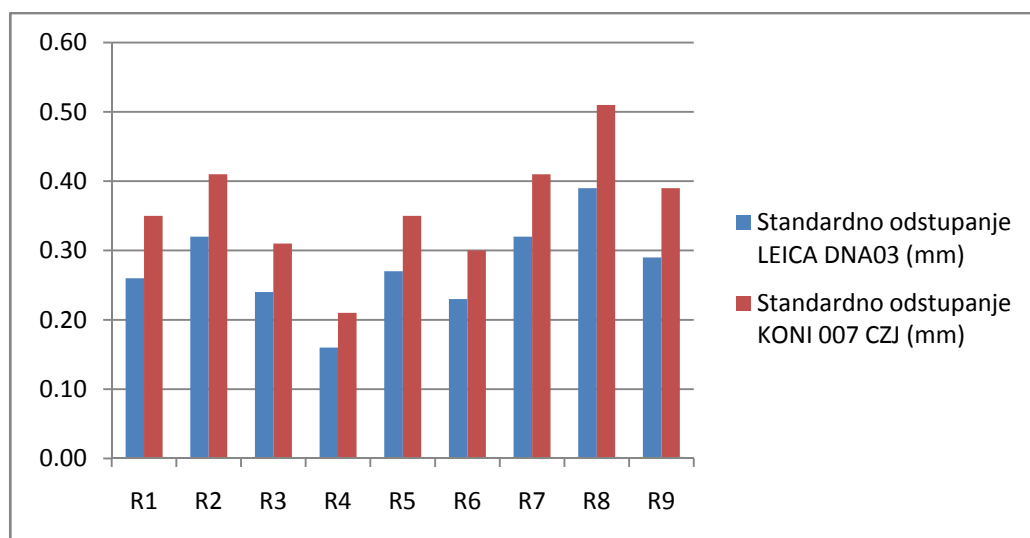
Grafički prikaz na slici 6 prikazuje razlike visina dobivenih na osnovu mjerenja urađenih različitim instrumentima.



Slika 6: Razlike visina repera.

Jasno je i očigledno (tabela 6) da između visina, koje su određene na osnovu mjerenja niveliranjem LEICA DNA03 i niveliranjem KONI 007 CZJ, postoje određene razlike. Najmanja razlika je 0,6 mm, a najveća je 2,1 mm.

Nadalje, analizirajući standardna odstupanja pojedinih visina sa grafikona na slici 7 vide se razlike pojedinih standardnih odstupanja ovisno od korištenog nivelira. Vizuelno se vide manja standardna odstupanja (plava boja) visina dobivenih obradom podataka dobivenih niveliranjem LEICA DNA03.



Slika 7: Uporedba standardnih odstupanja na 1 km dvostrukog niveliranja nivelirima LEICA DNA03 i KONI 007 CZJ.

5. ZAKLJUČAK

U radu je ispitivana mogućnost korištenja različitih instrumenata pri mjerenju visinskih razlika u svrhu uspostavljanja nivelmanske mreže za posebne namjene.

Rezultati koji su dobiveni mjerenjem visinskih razlika, a i nakon mjerenja visinskih razlika nivelmanske mreže digitalnim nivelirom LEICA DNA03 i optičkim nivelirom KONI 007, dali su odgovor na pitanje koji od nivelira pruža učinkovitija i prihvatljivija mjerenja s različitih aspekata. Cilj je dobiti precizna, pouzdana, mjerenja u nivelmanskoj mreži koja će poslužiti projektu za koji je namijenjena.

Uporede li se rezultati dobiveni izravanjem nivelmanske mreže, te ocjenom tačnosti, koja je iskazana vrijednostima standardnog odstupanja dvostrukog niveliranja i standardnog odstupanja pojedinih visina, može se zaključiti kako su bolji rezultati postignuti mjerenjem visinskih razlika digitalnim nivelirom LEICA DNA03. Također se na osnovu ovih pokazatelja može zaključiti da, oba nivelira daju mjerenja koja zadovoljavaju tačnost preciznog nivelmana.

Oslanjajući se na ove pokazatelje izvodi se opći zaključak da oba instrumenta daju tačnost preciznog nivelmana, što im je i specifikacijom definisano, ali digitalni nivelir daje tačnija mjerenja i ostvaruje veći napredak u radu, što se danas nameće kao imperativ u geodetskoj praksi. Shodno tome, optimalno rješenje bio bi digitalni nivelir LEICA DNA03. Ovisno od situacije u kojoj se geodet nalazi i ukazane potrebe, zadovoljavajući rezultati se mogu dobiti i nivelirom KONI 007.

LITERATURA

Mazić, E., Tuno, N., Savšek, S., Kogoj, D. (2013): Optimalna dolžina vizure digitalnega nivelirja Leica Geosystems DNA03. Geodetski vestnik 57/2, str. 233-244.

Mihailović, K., Aleksić, I. (2008): Koncepti mreža u geodetskom premeru. Geokarta d.o.o., Beograd.

Muminagić, A. (1987): Viša geodezija II. Naučna knjiga, Beograd.

Novaković, G. (2006): Geodetske mreže posebnih namjena, skripta. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Paar, R. (2006): Uspostava geodetske osnove za posebne namjene, magistarski rad. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Pašalić, S. (1984): Račun izravnjanja. Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.

Perčić, S. (2007): Ispitivanje preciznosti digitalnog nivelira Leica DNA03 prema ISO normi 17123-2, diplomski rad. Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Selmani, R. (2015): Prilog ispitivanju mogućnosti korištenja različitih tehnika pri uspostavljanju nivelmanskih mreža posebnih namjena u inženjerskoj geodeziji, diplomski rad. Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.

Tuno, N., Kogoj, D. (2012): Prošlost, sadašnjost i budućnost preciznih optičkih nivelira, Geodetski glasnik 43, str. 21-38.

[URL 1] KONI 007 CZJ nivelir

http://www.dehilster.info/geodetic_instruments/1960s_jenoptik_jena_koni_007.php?searchItem=Zeiss%20Opton%20Ni%202&n=1 (10.05.2015.)

Autori:

Emeritus, prof.dr.sc. Nihad Kapetanović, dipl.inž.geod.

Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Patriotske lige 30, 71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina
E-mail: nihad_kapetanovic@gf.unsa.ba

Dr.sc. Jusuf Topoljak, dipl.inž.geod.

Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Patriotske lige 30, 71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina
E-mail: jusuf_topoljak@gf.unsa.ba

Vanr.prof.dr.sc. Admir Mulahusić, dipl.inž.geod.

Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu
Patriotske lige 30, 71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina
E-mail: admir_mulahusic@gf.unsa.ba

Ramiz Selmani, dipl.inž.geod.

LineGroup
Zona Industriale, 30000 Peć
Kosovo
E-mail: ramiz.selmani@gmail.com