

O ispitivanju koeficijenta refrakcije u Crnoj Gori

I.

U geodetskim radovima uticaj refrakcije uzima se u obzir za sada uglavnom u trigonometriskom nivelmanu. U poslednje vreme čine se sve intenzivnije razna ispitivanja radi otklanjanja ovog uticaja iz preciznog geometriskog nivelmana. Pored toga poznato je da su u Švajcarskoj vršena obračunavanja uticaja refrakcije u zenitnim otstojanjima pri određivanju profila Geoida trigonometriskim putem.

Koeficijent refrakcije ispitivan je u prošlosti od strane mnogih geodetskih stručnjaka i naučnika. Na osnovu tih ispitivanja, kod radova u Srednjoj Evropi obično se uzima da ovaj koeficijent za merenja u podnevnim časovima iznosi 0,13. Ta vrednost usvojena je i kod nas. Razumljivo je međutim da se ova vrednost nemože smatrati dovoljno tačnom pri svim okolnostima u kojima se vrši trigonometriški nivelman. Različiti tereni, vremenske prilike i drugo bitno utiču na samu veličinu koeficijenta, tako i na karakter njegove promenljivosti.

Nije poznato da su se kod nas ranije vršila neka detaljnija ispitivanja ovog koeficijenta. Smatra se da za praktične potrebe, a s obzirom na tačnost trigonometriskog nivelmana, u vezi tačnosti merenja zenitnih otstojanja, usvojena vrednost za koeficijent odgovara i pored mogućih većih promena. Ovo međutim niukoliko ne ograničava pitanje stvarne vrednosti koeficijenta, odnosno njegove promene u različitim uslovima. Naime ovakva ispitivanja mogu samo doprineti da se poveća tačnost merenja zenitnih otstojanja, a time i tačnost visinskih razlika određenih trigonometriskim nivelmanom. Pored toga ova bi se ispitivanja svakako mogla koristiti i za druge potrebe u budućim geodetskim radovima u našoj zemlji. (Na pr. radi ispitivanja mogućnosti određivanja skretanja vertikalna merenjem zenitnih otstojanja u kombinaciji sa astro-geodetskim radovima na tom području).

U tom cilju pristupilo se ispitivanju ovog koeficijenta. Zadatak se uglavnom sastoji u sledećem: odrediti vrednost koeficijenta kao i karakter i veličinu njegove promenljivosti za različite terene, vremenske prilike, doba dana i dužine vizura.

U toku prošle godine izvršena su merenja zenitnih otstojanja na nizu trigonometriških tačaka u Crnoj Gori, na terenu u okolini Durmitora. Radi dobijanja vrednosti za koeficijent upotrebljena je metoda istovremenih obostranih merenja zenitnih otstojanja na dvema krajnjim tačkama jedne trigonometriške strane. Ova metoda zasniva se na pretpostavci da su koeficijenti refrakcije jednaki na trigonometriskim tačkama sa kojih se vrši obostrano merenje u istom trenutku. Pošto to nije slučaj, mora se o ovome voditi računa pri procenjivanju vrednosti koeficijenta dobijenog na ovaj način.

U koliko se ispitivanje koeficijenta refrakcije, pomenutom metodom, vrši u planinskim predelima pojavljuje se mogućnost većeg sistematskog uticaja

skretanja vertikala, što ponekad može bitno izmeniti stvarne rezultate. Veličina ove sistematske greške u merenim vrednostima zenitnih odstojanja jednaka je razlici komponenata skretanja vertikale u pravcu trigonometrijske strane. Ako nam je poznata veličina i pravac skretanja vertikale na tačkama na kojima vršimo ispitivanje, nismo u mogućnosti da isto odstranimo na zadovoljavajući način, odnosno to možemo učiniti samo donekle, nekom približnom metodom.

II.

Merenja zenitnih odstojanja u Crnoj Gori izvršena su tokom 6, 7, 8 i 9-og avgusta i to na jednoj trigonometrijskoj tački II reda: $\triangle 1029$ — Kučajevice i na pet trigonometrijskih tačaka III reda: $\triangle 1$, $\triangle 2$, $\triangle 3$, $\triangle 4$ i $\triangle 5$, a na krajnjim tačkama sledećih trigonometrijskih strana: $\triangle 1029 - \triangle 1$, $\triangle 1029 - \triangle 3$, $\triangle 1029 - \triangle 4$, $\triangle 1029 - \triangle 1 - \triangle 3$, $\triangle 5 - \triangle 2$, $\triangle 5$, $\triangle 1 - \triangle 2$, i $\triangle 5 - \triangle 4$.

Teren na kome su vršena ispitivanja nalazi se neposredno u blizini planine Durmitora i kanjona reke Tare. Već sama ova okolnost jasno ističe mogućnost većih skretanja vertikala. Trigonometrijske tačke (osim $\triangle 2$) nalaze se na izrazitim vrhovima, tako da su vizure celom svojom dužinom prolazile visoko iznad terena i nisu imale nikakvih naročitih prepreka. Sva četiri dana vreme je bilo mirno i sunčano, izuzev slabijih vetrova i manje oblačnosti.

Istovremena obostrana merenja vršena su od 8—17 časova i to uglavnom u punim satima. Ipak za sva četiri dana nemamo podataka za svaki sat, pošto se usled smetnje u te sate nije moglo vršiti merenje.

OBRADA REZULTATA ISPITIVANJA

Na osnovu pretpostavke da je koeficijent refrakcije jednak na dvema krajnjim tačkama jedne trigonometrijske strane u trenutku obostranih merenja zenitnih odstojanja imamo sledeću formulu za isti:

$$k = 1 + \frac{R}{S^2} [180 - (z'_a + z'_b)] - \frac{R}{S^2} [(l_a + l_b) - (i_a + i_b)]$$

gde je $R = \sqrt{MN}$ srednji poluprečnik Zemlje za teritoriju na kojoj su vršena ispitivanja,

S — rastojanje trigonometrijskih tačaka na elipsoidu,

z'_a i z'_b — merena zenitna odstojanja,

l — visina signala,

i — visina instrumenta.

U odnosu na gornju formulu potrebno je naglasiti da su pri izvođenju iste učinjena izvesna zanemarivanja. Ali u datom slučaju uvođenje aproksimativnih veličina za pojedine elemente i izraze nema bitnog značaja za određivanje tražene vrednosti koeficijenta.

Iz podataka izvršenih merenja dobijeno ukupno 54 vrednosti za koeficijent. One su date u sledećoj tabeli:

(O duplim vrednostima datih za trigonometrijsku stranu 3—1029 biće docnije reči).

TABELA SRAČUNATIH KOEFICIJENATA REFRAKCIJE — k. 10³

red. br.	trigometri- ska strana	S km.	Datum merenja	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				časova									
1.	2—1	4,2	6. VIII	—	—	—	—	—	—	126	116	167	186
2.	3—1029	4,7	9. VIII	175 (149)	177 (151)	155 (129)	125 (99)	140 (114)	118 (92)	105 (79)	120 (94)	121 (95)	137 (111)
3.	3—1	5,6	9. VIII	—	137	136	119	—	127	113	124	128	—
4.	5—4	6,1	8. VIII	—	126	—	—	130	121	135	125	155	—
5.	1—1029	7,7	9. VIII	182	168	138	142	—	127	127	119	122	130
6.	4—1029	8,8	8. VIII	—	150	140	132	132	138	121	145	—	—
7.	2—5	11,7	7. VIII	131	—	—	—	—	144	—	149	149	—
8.	5—1029	12,8	8. VIII	—	139	124	114	124	140	141	144	—	—

Na prvi pogled možemo konstatovati relativno malu promenljivost koeficijenta u drugoj decimali, a u periodu od 10—15 časova za sva četiri dana. Van tog perioda pojavljuju se znatno veće promene istog.

Pre nego što predemo na analizu dobijenih rezultata, kao i na određivanje srednje vrednosti koeficijenta za čitavo vreme ispitivanja i posebno za pojedine periode, moramo imati na umu da je koeficijent refrakcije promenljiva veličina, i to u dosta širokim granicama, što bitno menja karakter obrade i analize, jer je u pitanju merenje promenljivosti a ne konstantne veličine. Osnovne razlike su sledeće:

1. Srednje vrednosti koeficijenta, određene za dati period vremena kao aritmetička sredina iz niza vrednosti, nemaju značenje najverovatnijih vrednosti nego samo srednjih, jer se tražena veličina u toku vremena menjala.

2. Srednje greške određene iz odstupanja od aritmetičke sredine sadrže znatno veći procenat greške koja dolazi usled promenljivosti koeficijenta, nego čisto slučajnih, usled čega one stvarno nemaju karakter srednjih grešaka.

Srednje greške pojedinih određivanja koeficijenta iz merenja na jednoj trigonometrijskoj strani računane su na dva načina:

1. Kao greške funkcije »k«

$$m_k = \pm \sqrt{\left[\frac{R}{S^2} m_{(z'_a \pm z'_b)} \right]^2 + \left[\frac{R}{S^2} m_{l,i} \right]^2}$$

Uticao netačnosti ostalih elemenata (R, S) na veličinu srednje greške koeficijenta su zanemarljivi.

Pošto su visine signala i instrumenata merene do na 1 cm, odnosno sa tačnošću $\pm 0,005$ m, imamo da je,

$$m_{l,i} = \pm 0,005 \sqrt{4} = \pm 0,01 \text{ met.}$$

Ovde bi se mogle staviti primedbe da je srednja greška $m_{l,i}$ ustvari nešto veća. Naime u određivanju njene veličine uzeta je u obzir samo netačnost čitanja usled zaokrugljivanja na santimetre, dok su uticaji drugih elemenata koji utiču na tačnost merenja zanemareni. Međutim, zbog relativno velikih

dužina datih trigonometrijskih strana (preko četiri kilometra), vrednosti $\frac{R}{S^2} m_{l,i}$ su daleko manje od veličina $\frac{R}{S^2} m_{(z'_a \pm z'_b)}$, te u većini slučajeva ne dolazi do izražaja u srednjoj greški m_k , pa bi se moglo skoro i potpuno zanemariti. Iz tog razloga neka dublja analiza ove srednje greške u datom slučaju je nepotrebna.

Razlike zenitnih ostojanja ($z'_a - z'_b$) merenih istovremeno su konstantne veličine za svo vreme merenja na jednoj trigonometrijskoj strani. Ovo pod uslovom da se visine instrumenata i signala ne menjaju. Isto proizilazi iz usvojene pretpostavke da su koeficijenti, odnosno refrakcioni uglovi jednaki u istom trenutku. Na osnovu toga srednje greške $m_{(z'_a \pm z'_b)}$ određivane su iz odstupanja od aritmetičke sredine. Na pr.:

Iz merenja na trigonometrijskoj strani 1—1029

Red. br.	čas	$z'_a - z'_b$	$\varphi \pm$	$\delta \delta$
1.	8	2 12 57,3	+ 1,1	1,21
2.	9	55,8	+ 2,6	6,76
3.	10	13 00,4	- 2,0	4,00
4.	11	12 57,2	+ 1,2	1,44
5.	13	55,6	+ 2,8	7,84
6.	14	59,5	- 1,1	1,21
7.	15	13 01,5	- 3,1	9,61
8.	16	12 58,2	+ 0,2	0,04
9.	17	13 00,2	- 1,8	3,24
Srednje $z'_a - z'_b = 2 12$		58,4	- 0,1	35,35
$m = \mp \sqrt{\frac{35,35}{8}} = \mp 2',1$				

2. Smatrajući koeficijent kao konstantnu veličinu u toku merenja na jednoj trigonometrijskoj strani srednja greška pojedinog određivanja istog μ_k računata je iz odstupanja od aritmetičke sredine. Na pr.: Iz merenja na trig. str. $\triangle 1 - \triangle 1029$

Red. br.	čas	k. 10^3	$\varphi \pm$	$\delta \delta$
1.	8	182	-43	1849
2.	9	160	-21	441
3.	10	138	+ 1	1
4.	11	142	- 3	9
5.	13	127	+12	144
6.	14	127	+12	144
7.	15	119	+20	400
8.	16	122	+17	289
9.	17	130	+ 9	81
Srednje k. $10^3 =$		347	+ 4	3358
$\mu_k = \mp \sqrt{\frac{3358}{8}} = \mp 20$				

Na taj način dobijene su sledeće vrednosti za srednje greške:

Red. br.	trig. strana	$\pm m_{(z'_a - z'_b)}$	$\pm m_k$	$\pm \mu_k$
1.	1— 2	3,3	0,024	0,033
2.	3— 1029	1,1	0,007	0,025
3.	3— 1	1,8	0,010	0,009
4.	5— 4	1,8	0,009	0,012
5.	1— 1029	2,1	0,009	0,020
6.	4— 1029	2,0	0,007	0,010
7.	2— 5	0,7	0,002	0,003
8.	5— 1029	3,5	0,008	0,010

Veličine m_k su stvarne srednje greške pojedinog određivanja koeficijenta datom metodom, jer pored slučajnih grešaka sadrže i uticaj netačnosti učinjene pretpostavke ($k_a = k_b$), što dolazi do izražaja u srednjim greškama $m_{(z'_a \pm z'_b)}$. Srednje greške μ_k , međutim, sadrže pored ostalog još i uticaj promenljivosti koeficijenta u toku dana.

Usled toga što su date srednje greške sračunate iz nejednakog broja merenja i koeficijenata, kao i za različite periode vremena u odnosu na doba dana, zbog čega se i pojavljuju veće razlike među istim veličinama dobijenih na raznim trigonometrijskim stranama, ne možemo na osnovu istih izvesti neke konkretnije zaključke. Zbog toga su određene srednje greške $m_{(z'_a \pm z'_b)}$, m_k i μ_k iz svih datih vrednosti. Tom prilikom, iz gore navedenih razloga, uzete su u obzir težine jednake broju merenja iz kojih su sračunate date srednje greške.

$$p = n$$

odnosno

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum p_i m_i^2}{\sum p_i}}$$

Ovo je potpuno opravdano ako se ima u vidu da je sigurnost, u izvesnom smislu tačnost, određivanja srednje greške iz ograničenog broja merenja upravo srazmerna broju tih merenja.

Na taj način za srednje greške dobijene su sledeće vrednosti:

$$m_{(z'_a \pm z'_b)} = \pm 2,2 \quad m_k = \pm 0,010 \quad \mu_k = \pm 0,018$$

Grešku srednjeg koeficijenta, kao aritmetičke sredine iz svih određenih vrednosti, koja dolazi usled promenljivosti koeficijenta u toku njegovog određivanja, možemo sračunati iz srednjih grešaka m_k i μ_k po formuli:

$$V_k = \pm \sqrt{\mu_k^2 - m_k^2}$$

i odatle

$$V_k = \pm 0,015$$

Prema tome veličina $\pm 0,015$ označava srednju promenljivost koeficijenta za sve vreme ispitivanja.

Napomena: Dati izraz za veličinu promenljivosti koeficijenta (V_k) ne bi se smeo smatrati tačnim da su uticaji netačnosti merenja visina instrumenta

i signala bitni za veličinu srednje greške m_k , pošto isti uticaj ne dolazi do izražaja i u srednjim greškama μ_k , odnosno nepojavljaju se u odstupanjima pojedinih vrednosti koeficijenta od njihove aritmetičke sredine.

Radi boljeg uočavanja karaktera i veličine promenljivosti koeficijenta za različite periode u toku dana izračunate su srednje vrednosti istog za svaki sat.

Pošto je koeficijent odredivan iz merenja izvršenih na trigonometrijskim stranama različitih dužina, to su pri računanju njegovih srednjih vrednosti po časovima uzete u obzir težine određene na sledeći način:

Za ovu svrhu uzećemo da je srednja greška jednog određivanja koeficijenta jednaka:

$$m_k = \pm \frac{R}{S \rho''} m (z'_a \pm z'_a)$$

Veličinu $R/S^2 \cdot m_{l,i}$ kao daleko manju od prve možemo u ovom slučaju zanemariti.

Dalje imamo:

$$p = \frac{a S^2}{m^2 (z'_a \pm z'_b)}$$

gde je »a« proizvoljno konstantan.

Pošto nemamo razloga da srednju grešku merenja zenitnih ostojanja smatramo različito za razne dužine, za težinu dobijamo:

$$p = A S^2$$

gde je »A« neka nova takođe proizvoljna konstanta.

Na taj način iz opštih aritmetičkih sredina dobijene su sledeće vrednosti za koeficijent po časovima:

r. br.	čas	k. 10^3	$\pm \eta_k$
1.	8	146	24
2.	9	145	13
3.	10	137	6
4.	11	123	13
5.	12	126	6
6.	13	137	10
7.	14	130	12
8.	15	139	12
9.	16	142	14
10.	17	143	19

Srednja greška μ_k sračunata je za prosečnu dužinu svih trigonometrijskih strana (8 km).

Iz ovih vrednosti dobijena je srednja vrednost koeficijenta za svo vreme ispitivanja:

$$k = 0,136$$

Na kraju su određene vrednosti koeficijenta za tri perioda vremena i to: za ceo period merenja od 8 do 17 časova, za period od 8 do 9 i od 16 do 17 časova i podnevni period od 10 do 15 časova, i dobijeno je sledeće:

Za I period	$k = 0,136$	$\mu_k = \pm 0,018$
Za II „	$k = 0,148$	$\mu_k = \pm 0,022$
Za III „	$k = 0,130$	$\mu_k = \pm 0,011$

Date vrednosti za koeficijent određene su prostom aritmetičkom sredinom.

Napomena: vidi se da je i na ovaj način za veličinu srednje greške μ_k , uz koeficijent za ceo period ispitivanja, dobijena ista vrednost kao i prethodna, što primerom pokazuje osnovanost i tačnost uvedenih težina.

Na osnovu dobijenih rezultata slede ove konstatacije:

1. Pojedino određivanje koeficijenta izvršeno je sa zadovoljavajućom tačnošću. Osnovanost ove tvrdnje proizilazi iz samog karaktera zadatka — određivanje srednje vrednosti koeficijenta za date uslove — i u vezi s tim iz činjenice da je tačnost pojedinog određivanja koeficijenta veća od veličine promenljivosti istog.

2. Promenljivost koeficijenta od $\pm 0,015$ za ceo period ispitivanja pokazuje na relativno dobro stabilnost istog u datim uslovima.

3. Stabilnost koeficijenta naglo opada u jutarnjim i večernjim časovima, dok s druge strane ista je u periodu od 10—15 časova znatno bolja.

4. U jutarnjim časovima imamo veće vrednosti za koeficijent koje postepeno opadaju i u podnevnim časovima dostižu minimum i dalje, takođe postepeno, rastu. Dakle jedan potpuno pravilan dnevni tok.

Posebno možemo istaći sledeće:

1. Veličina promenljivosti $V_k = \pm 0,015$ malo se razlikuje od srednje greške $\mu_k = \pm 0,018$. Iz toga proizilazi da je greška, koja dolazi usled promenljivosti koeficijenta, glavni sastojak tih srednjih grešaka, te prema tome iste ne mogu biti tretirane kao stvarne srednje greške, nego onako kako je prethodno već rečeno.

2. Merenje razlika zenitnog otstojanja ($z'_a - z'_b$) izvršene su sa srednjom greškom:

$$m(z'_a + z'_b) = \pm 2,2''$$

i odatle srednja greška pojedinog merenja ugla:

$$m_z = \pm 1,6''$$

Ako se pored toga uzme u obzir da su merenja vršena tokom celog dana, možemo konstatovati da su ista izvršena sa tačnošću koja ne odstupa od one koja se postiže kod preciznijih merenja horizontalnih uglova.

U uvodnom delu napomenuli smo da uticaj skretanja vertikalna u ovakvim terenima može imati bitnog uticaja na određivanje koeficijenta refrakcije po ovoj metodi. Rekli smo takođe da se to može samo donekle otkloniti ukoliko nemamo podataka za veličinu i pravac skretanja vertikalna na datim tačkama.

Za određivanje veličine razlike komponenata skretanja vertikalna u pravcu trigonometrijske strane imamo ovu formulu:

$$\lambda_a - \lambda_b = [180 - (z'_a + z'_b)] + \frac{S}{R} (1 - k) - \frac{1}{S} [(l_a + l_b) - i_a + i_b]$$

Vidi se da je za određivanje veličina ($\lambda_a - \lambda_b$) potrebno, pored ostalog i vrednost koeficijenta refrakcije. U našem slučaju korišćena je za isti prethodno sračunata srednja vrednost. Od dobijenih vrednosti za ($\lambda_a - \lambda_b$) uzeta je u obzir samo jedna i to za trigonometrijsku stranu $\triangle 3 - \triangle 1029$ od $4,0$. Iste

veliĉine za ostale trigonometrijske strane sraĉunate iz naŝih podataka (oskudnih i nedovoljno taĉnih za ovu svrhu) su beznaĉajne.

Ovu ĉinjenicu, tj. da je vrednost razlike skretanja komponenta vertikala na taĉkama $\triangle 3$ i $\triangle 1029$ u pravcu te trigonometrijske strane, tako velika, potvrđuju i vrednosti koeficijenta sraĉunatih iz merenja na toj trigonometrijskoj strani. (Ove vrednosti date su u tabeli u zagradama). Naime, s obzirom da su opažanja na trigonometrijskim stranama $\triangle 1029 - \triangle 1$, $\triangle 1029 - \triangle 3$ i $\triangle 3 - \triangle 1$ vršena istovremeno i istog dana, to bi i izraĉunate vrednosti za koeficijent trebalo da su približno iste, kako je to uostalom sluĉaj sa svim ostalim vrednostima koeficijenta.

Na osnovu dobijene vrednosti za $(\lambda_a - \lambda_b)$ sraĉunate su nove vrednosti za koeficijent za trigonometrijsku stranu $\triangle 3 - \triangle 1029$.

Od interesa je razmotriti pitanje sa kojom se taĉnošću mogu određivati visinske razlike trigonometrijskim putem s obzirom na dobijene rezultate iz ispitivanja koeficijenta refrakcije pri datim okolnostima.

Ako usvojimo da je srednja greška merenja zenitnog odstojanja u jednom girusu jednaka $m_z = \pm 0,02$ dobijamo za srednju grešku jedinice teŝine visinskih razlika određenih trigonometrijskim putem:

1. Za srednju grešku jedinice teŝine iz jednostranog merenja $m_0 = \pm 1,3$ cm.

2. Za srednju grešku jedinice teŝine iz obostranog merenja $M_0 = \pm 1,0$ cm.

Radi potvrđivanja taĉnosti rezultata dobijenih ovim ispitivanjem obrađena su ista merenja i u trigonometrijskom nivelmanu. Takođe su iskorišćena i sva ostala merenja koja nisu uzeta u obzir za raĉunanje koeficijenta pošto nisu bila istovremeno.

1. Iz visinskih razlika dobijenih istovremenim obostranim merenjem (54 visinske razlike):

$$M_0 = \pm 0,7 \text{ cm.}$$

2. Iz razlika dvostrukih merenja (71 razlika):

$$M_0 = \pm 0,8 \text{ cm.} \quad m_0 = \pm 1,1 \text{ cm.}$$

3. Iz zatvaranja trouglova (ukupno 16 trouglova):

$$M_0 = \pm 1,0 \text{ cm.} \quad m_0 = \pm 1,3 \text{ cm.}$$

ZAKLJUČCI

Rezimirajući dobijene rezultate ispitivanja koeficijenta refrakcije na terenu u Crnoj Gori možemo doneti sledeće zakljuĉke:

1. I dalje ostaje u vaŝnosti Pravilo da za vreme od 10—15 ĉasova najbolje odgovara vrednost 0,13 za koeficijent refrakcije. Ukoliko se merenja vrše van tog vremenskog perioda trebalo bi u raĉun uzimati vrednost od 0,14.

2. S obzirom na relativno dobru stabilnost koeficijenta refrakcije u letnjim mirnim danima, trigonometrijski nivelman može se sa uspehom vršiti u vremenu od 9—16 ĉasova. Van tog perioda nastaju nagle i znatne promene u vrednosti koeficijenta, te se usled toga znatno pogoršava taĉnost trigonometrijskog nivelmana.

3. Svakako bi trebalo povećati tačnost merenja zenitnih odstojanja, pošto su srednje greške istih osnovni uzrok netačnosti visinskih razlika određenih trigonometrijskim nivelmanom, i to može se reći i na većim odstojanjima. Razumljivo je da ovo važi za merenje pod povoljnim uslovima.

4. Uticaj skretanja vertikalne, a naročito na takvim terenima kao što je Crna Gora, sa vrlo izrazitim reljefom, mogu biti vrlo značajne u pogledu određivanja visinskih razlika trigonometrijskim nivelmanom. Isti uticaj po veličini mogu prevazići sve ostalo i znatno pogoršati tačnost.

O samom ispitivanju koeficijenta refrakcije čiji su rezultati ovde prikazani mogli bi reći da u izvesnom smislu to predstavlja samo pokušaj, što se uostalom može zaključiti i iz samog trajanja ispitivanja. Međutim, i ovako dobijeni rezultati pokazali su se u odnosu na trigonometrijski nivelman dosta korisnim.