

O NIVELMANSKOJ REFRAKCIJI

(Nastavak)

Jovan Stevanović — Bor

Napred su izložene u glavnom dve mogućnosti za računanje refrakcije, a kada se radi o računanju sumiranjem, naveden je relativno jednostavan i brz način za slučaj ako su temperature mjerene na visinama 60, 120, 180 i 240 cm.

Radi ilustracije primene navedenih jednačina, u sledećem će prvo biti sračunata refrakcija za srednje temperaturne uslove svake serije na navedene načine, uz pretpostavku da su čitanja na letvama: $z_1 = 240$, $z_2 = 60$ cm., a da je visina instrumenta $z_0 = 150$ cm.

Računanje refrakcije približnim načinom. U prilogu 1 su navedene sredine iz 15 kompletnih očitavanja svih termometara, srednje po datumima i redosledu kako su dobivene. Ako se u jednačini 32 ili 33 obeleži sa δ_t :

$$\delta_t = t_{120} + t_{180} - (t_{60} + t_{240}) = v_{120-60} - v_{240-180} \quad 34$$

mogu se direktno iz navedenih priloga formirati vrednosti δ_t . U prilogu br. 3, u koloni 3, su date ove vrednosti, a u koloni 4 su sračunate vrednosti za refrakciju ako je $\text{ctg } \gamma = 50$, pri čemu je: $\text{ctg}^2 \gamma D 300 = 0,697$, pa je približna vrednost za refrakciju:

$$H = 0,697 \delta_t \quad 35$$

Navedeni postupak predstavlja zaista jednostavan način za računanje refrakcije. Premda se radi o jako uprošćenom postupku, dobijaju se relativno dobri rezultati, što će biti jasnije iz sledećeg izlaganja.

Računanje refrakcije preko jednačine za refrakciju. S obzirom na jednačinu 26, potrebno je predhodno sračunati parametre b, c i d, koji se mogu, za merene temperature na visinama 60, 120, 180 i 240 cm., sračunati preko jednačina 5. Vrednosti za v u ovim jednačinama su date za svaku seriju u prilogu 1. Na osnovu vrednosti za v prvo su sračunati parametri b, c i d jednačinama 5, a zatim, zamenom vrednosti b, c i d u jednačinu 27, sračunata je vrednost τ_0 , i na kraju, zamenom svih ovih vrednosti u jednačinu 26, imajući u vidu da je $z_1 = 240$, $z_2 = 60$ i $z_0 = 150$ cm., a za $\text{ctg } \gamma = 50$, sračunate su vrednosti za refrakciju za svaku seriju.

Vrednosti za refrakciju (svake serije), dobivene ovim može se reći najstrožim načinom s obzirom na poznate podatke o temperaturi, unete su u kolonu 5 navedenog priloga br. 3. Dalje su u koloni 6 ovog priloga sračunate razlike između vrednosti za refrakciju koje su dobivene na dva opisana načina. Deluje

prilično iznenađujuće činjenica da su ove razlike skoro bez izuzetka proporcionalne veličine refrakcije i da iznose, sa jako slabim rasturanjem, 12,4% od vrednosti koje su dobivene približnim postupkom. Ovo ukazuje na zaista jednostavnu mogućnost određivanja uticaja refrakcije sa tačnošću, koja je svakako na nivou tačnosti sa kojom su određeni uvodni temperaturni uslovi. U koloni 7 su sračunati proizvodi $H \cdot 1,124$. Ovi proizvodi se skoro potpuno slažu sa vrednosti ma za H iz kolone 5.

Određivanje refrakcije za svaki pojedini komplet merenja u okviru jedne serije. S obzirom na jednostavnu mogućnost određivanja refrakcije približnim načinom, kao i na skoro potpuno slaganje rezultata ako se rezultati dobiveni približnim načinom pomnože sa 1,124, a sa željom da se bliže sagleda proces dejstva refrakcije, sračunate su vrednosti δ_t za svaki pojedinačni komplet opažanja temperature, i nakon množenja δ_t sa konstantom K:

$$K = \text{ctg}^2 \gamma \text{ D300} \cdot 1,124 = 0,783 \quad 36$$

dobivene su vrednosti za refrakciju praktično za svaka 2 minuta u toku perioda kada je merena temperatura. I ovde je $\text{ctg} \gamma = 50$.

U prilogu 4 su, u koordinatnom sistemu apscise T — vreme i ordinate H — refrakcija, nanete ove vrednosti, čime je praktično dobiven dijagram promene refrakcije u funkciji vremena u toku koga je merena temperatura. Biće od interesa uz ovoj dijagram navesti nekoliko najvažnijih podataka:

— Između dveju uzastopnih serija bilo je prekida u merenju pa su i dijagrami prekinuti.

— Obzirom na datum i vreme merenja, može se uhvatiti veza između ovih dijagrama, srednjih numeričkih podataka za tu seriju u prilogu 1 i dijagrama promene temperature vazduha sa visinom iz priloga 2 koji odgovara toj seriji.

— Merenja uz dijagrame od 5, 6 i 8. VII. su obavljena iznad asfalta.

— Merenja uz dijagrame od 16 i 17. VII. su obavljena iznad utabane zemlje.

— Merenja uz dijagrame od 1 i 5. IX. su obavljena iznad terena obraslog travom.

— Merenja uz dijagram, od 25. VIII. su obavljena po izuzetno jakom vetru, koji je mnogo ometao očitavanje termometara. Treba imati u vidu da je, sa priborom koji je ranije opisan, nemoguće meriti temperaturu po vjetru, jer se termometri, koji vise o najlon konac, pri vetru mnogo klate, čime je onemogućeno očitavanje.

— Prve dve serije merenja uz dijagram od 1. IX. su obavljena po oblačnom vremenu, a kod kasnijih serija je nastupilo postupno razvedranje.

Osim toga što se na osnovu ovih dijagrama može u srednjoj vrednosti uočiti tendencija promene refrakcije u funkciji vremena, oni omogućuju da se stekne uvid u tačnost sa kojom se ovakvim postupkom može dobiti refrakcija. Rasturanje u okviru jedne serije je posledica grešaka merenja, ali i promene temperaturnih uslova tokom rada. Pri ovome zaslužuje pažnju dijagram prve serije od 1. IX., kada su merenja obavljena po oblačnom vremenu pri izuzetno stabilnim temperaturnim uslovima. Rasturanje ove serije bi moglo da bude indikator tačnosti, koja je posledica pribora i metode kojom je rađeno. Obzirom da je ovo rasturanje relativno malo, trebalo bi rasturanje ostalih serija pripisati dobrim delom promeni temperaturnih uslova, a izuzetno veliko rasturanje serije od 25. VIII. treba pripisati slabom očitavanju temperature zbog vetra.

Izložen način računanja refrakcije, kao i dobiveni rezultati, omogućuju odgovarajuća razmatranja, analize pa i zaključke, ali pre donošenja bilo kakvih zaključaka, ne sme se izgubiti iz vida da nisu obavljena nikakva nivelmanska merenja, kojima bi dobivena rešenja bila proverena. Program istraživanja su predviđena odgovarajuća merenja ove vrste, ali, najviše zbog nedostatka sredstava, nisu obavljena. Zbog toga što provera nije obavljena, treba izlaganje u ovom radu prihvatiti sa izvesnom rezervom.

ANALIZA TAČNOSTI ODREĐIVANJE REFRAKCIJE

Tačnost određivanja refrakcije ima svoje dve komponente:

a) Tačnost refrakcije koja je posledica nesaglasnosti upotrebljenih jednačina pri određivanju refrakcije i odgovarajućih prirodnih fenomena. Navedeno je mišljenje da Kukamakieva jednačina poseduje dosta visok stepen nesaglasnosti, zbog toga što Bestova jednačina ne može zadovoljavajuće da izrazi promenu temperature vazduha sa visinom. Već je napomenuto da nije obavljena provera postavki koje su iznete u ovom radu, zbog čega ova komponenta zbog nesaglasnosti neće biti razmatrana.

b) Tačnost određivanja refrakcije koja je posledica tačnosti sa kojom je određena temperatura vazduha u pojedinim tačkama. Ako prenebregnemo problem nesaglasnosti, upravo ako pretpostavimo da je saglasnost zadovoljavajuća, tada je pri analizi tačnosti, korisno potražiti uticaj tačnosti merenja temperature na tačnost određivanja refrakcije.

Napred su navedene u glavnom dve mogućnosti za određivanje refrakcije. Određivanje refrakcije preko strogo izvedene jednačine uključuje u sebe više problem nesaglasnosti no računanje refrakcije preko postupka sumiranja. Vidjeli smo da i relativno grub postupak sumiranja može da da zadovoljavajuće rezultate, a ako imamo u vidu da će postupak sumiranja uvek moći da da onoliko malo odstupanje od postupka integracije koliko želimo, ako intervale Δz smanjujemo, i na kraju pošto je analiza tačnosti jednostavnija preko postupka sumiranja, to ćemo pri analizi tačnosti poći od izraza za određivanje refrakcije sumiranjem, odnosno od jednačine 29, koja bazira na pretpostavci da su intervali Δz međusobno jednaki.

U tom slučaju, polazeći od jednačine 29, priraštaj za refrakciju u funkciji priraštaja za temperaturu bi bio:

$$dH = \text{ctg}^2 \gamma D \Delta z \left(n dt_0 - \sum_1^{n-1} dt_{i+1} - \frac{dt_1}{2} \frac{dt_{n+1}}{2} \right) \quad (36)$$

U izrazu u zagradi, dt_0 figurira u prvom članu ali i u okviru zbira u drugom članu, što treba imati u vidu pri doslenom izvođenju izraza za ocenu tačnosti. Ako bi se suma napisala u razvijenom obliku, dt_0 u okviru te sume bi sa prvim članom dalo $(n-1)dt_0$. Ako se pređe na srednju kvadratnu grešku, uz pretpostavku da su sve temperature merene sa greškom m_t , a t_0 sa m_{t_0} , i ima sve navedeno u vidu, dobiće se:

$$m_H^2 = (\text{ctg}^2 \gamma D \Delta z)^2 \left[(n-1)^2 m_{t_0} + (n-2) m_t^2 + \frac{m_t^2}{4} + \frac{m_{t_1}^2}{4} \right] \quad (37)$$

Iz ove jednačine sledi:

$$m_H^2 = (\text{ctg}^2 \gamma D \Delta z)^2 \left[(n-1)^2 m_{t_0} + \left(n - \frac{3}{2} \right) m_t^2 \right] \quad (38)$$

Na osnovu ove jednačine se mogu izvesti sledeći zaključci:

1. Srednja greška merenja temperature na nivou instrumenta daleko više utiče na tačnost određivanja refrakcije no srednje greške temperatura u svim ostalim tačkama.

2. Srednja greška refrakcije raste sa brojem tačaka u kojima je poznata temperatura. Ako se ima u vidu da je:

$$\Delta z = \frac{z_2 - z_1}{n} \quad (39)$$

i ako se ovo unese u jednačinu 38, biće:

$$m_H^2 = [c \cdot g^2 \cdot \gamma \cdot D (z_2 - z_1)]^2 \left[\left(1 - \frac{1}{n}\right)^2 m_{t_0}^2 + \left(\frac{1}{n} - \frac{3}{2n^2}\right) m_t^2 \right] \quad (40)$$

Iz ove jednačine proizilazi da, ako se n povećava, uticaj slučajnih grešaka temperature u ostalim tačkama će da opada, dok će uticaj srednje greške merenja temperature na nivou instrumenta da raste.

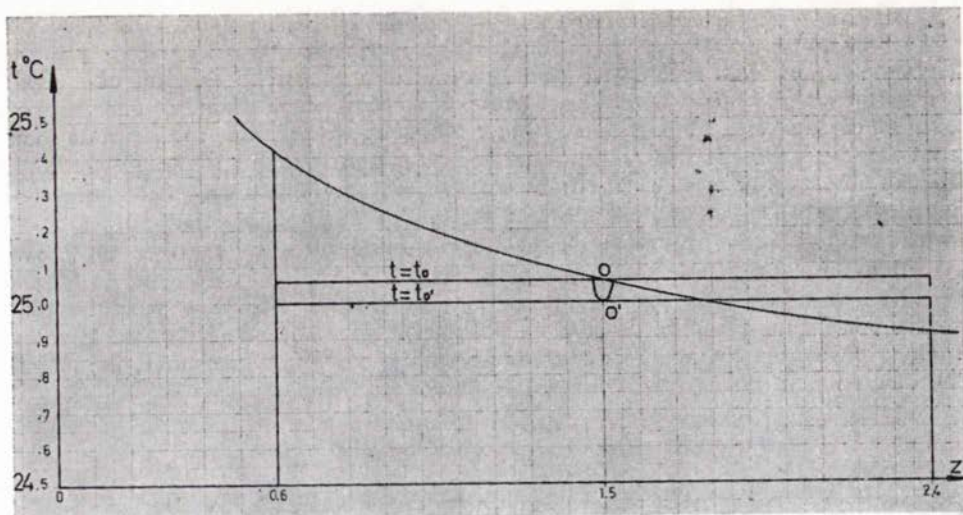
Na osnovu svega se može izvesti zaključak da će se postizati veća tačnost u određivanju refrakcije ako se temperature na nivou instrumenata određuju višestruko tačnije no temperature u ostalim tačkama, kao i ako se temperature mere u što većem broju tačaka.

UTICAJ SUNCOBRA NA REFRAKCIJU

Konstatacije navedene u predhodnom odeljku, a naročito one koje se odnose na temperaturu t_0 na nivou instrumenata i jednačinu 38, sugeriraju izvesna razmišljanja o ulozi suncobrana na problem refrakcije. Namena suncobrana je jasna. On treba da zaštiti instrumenat od direktnih sunčevih zrakova, čije dejstvo može dosta negativno da se odrazi na tačnost niveliranja. Međutim, pitanje je da li je uloga suncobrana na nivou namene ili je šira. Logično je očekivati da suncobran svojim hladom neminovno remeti primarno temperaturno stanje vazduha. Rad na jednoj stanici, uključujući i preseljenje, traje oko 5 minuta, od kojih bar 1,5 min. otpada na postavljanje i horizontiranje instrumenta, za koje vreme je tlo ispod instrumenta u hladu. Prema ovome, do prvog viziranja, tlo oko instrumenta oko 1,5 min. nije grejano suncem, zbog čega treba očekivati izvesno sniženje temperature u neposrednoj blizini instrumenta.

Nisam imao mogućnost da obavim pogodna ispitivanja, koja bi omogućila uvid u veličinski red i prirodu tog sniženja, ali ako bi sniženje iznosilo samo $0,05^\circ\text{C}$, ono bi moglo da učini bezpredmetnim sve zaključke o refrakciji koji baziraju na primarnom temperaturnom stanju vazduha koje može da bude okarakterisano pogodnom jednačinom.

Na slici 6 je dat jedan realno moguć dijagram promene temperature sa visinom. Ako je, na primer, visina instrumenta $z_0 = 150 \text{ cm.}$, tada bi, prema ranije navedenom, uz sliku 4, refrakcija bila proporcionalna razlici površine pravougaonika od apscise do prave $t = t_0$ i površine od apscise do dijagrama, u granicama od z_1 do z_2 . Zbog hlada suncobrana, najverovatnije bi došlo do promene primarnog dijagrama. Neka je temperatura na visini instrumenta sišla iz tačke O u tačku O' , što prema razmeri slike iznosi $0,06^\circ\text{C}$. Tom prilikom bi se promenila i funkcija promene temperature sa visinom, što bi se na dija-



Sl. 6

gramu odrazio u vidu jednog uskog minimuma za $z = 150$ cm. Zbog ovog minimuma bi se neznatno smanjio integral, odnosno površina od apscise do krive, ali bi se relativno vrlo mnogo smanjila površina pravougaonika od apscise do prave kroz O' . Refrakcija bi opet bila proporcionalna razlici pravougaonika od apscise do prave $t = t_0$, i površine od apscise do nove krive. Sa slike je sasvim očigledno ogromno povećanje apsolutne vrednosti refrakcije zbog ovog stvarno malog i na prvi pogled sasvim beznačajnog sniženja temperature, koje bi moglo biti posledica suncobrana.

Ove konstatacije biće u važnosti samo ako su jednačine 22 i 29 realne. Treba skrenuti pažnju na činjenicu da ove jednačine baziraju na predpostavci da je ugao γ , koga zaklapaju izotermičke površine sa horizontom, konstantan. Međutim, zbog mogućih naglih zakrivljenja izotermičkih površina pod suncobranom, ova predpostavka možda nije realna, ali je pitanje kakav bi bio efekat te nerealnosti.

I sama pomisao o ovako drastičnoj ulozi suncobrana deluje, s obzirom na ustaljena shvatanja, jako iznenađujuće. Zbog toga što nije obavljena nikakva provera ove mogućnosti, treba ovu mogućnost prihvatiti sa rezervom. Međutim, isto tako je potrebno, pogodnim načinom, ispitati da li zaista suncobran svojih ladom može da ima ovoliki uticaj na refrakciju. Treba podvući da je ispitivanje uticaja suncobrana na refrakciju i dokazivanje da li taj uticaj postoji ili ne, zadatak koji je po redosledu na prvom mestu. Ranije je insistirano na neophodnosti da se nivelanjem proveri realnost izvedenih jednačina za refrakciju. Ove provere mogu da obezbede zadovoljavajuće rezultate samo ako bi uticaj suncobrana bio zanemarljiv. Ali, ako uticaj suncobrana postoji i o tome se ne vodi računa, proverom se neće doći do kvalitetnih zaključaka.

Ako za trenutak pođemo od shvatanja da uticaj suncobrana može da bude toliko veliki, možemo usmeriti razmišljanja i o drugim sličnim sitnim faktorima, čiji bi uticaj mogao da bude veliki.

Ako promena temperature, zbog suncobrana, relativno malog dela vazduha kroz koji prolazi vizura, ima tolikog efekta na refrakciju, kao prvo pitanje treba postaviti kakav je uticaj samog nivelira na najbliži vazduh oko sebe, s obzirom da je obično nivelir, pri prenosu sa stanice na stanicu, a to je opet oko 1.0 do 1,5 min., bio izložen suncu. Zbog ovoga, za sve vreme rada pod suncobranom, nivelir verovatno ima veću temperaturu od okolnog vazduha. Koliko on svojim prisustvom, odnosno svojom temperaturom utiče na temperaturu najbližeg vazduha? Da li i taj uticaj može imati neko dejstvo na refrakciju, a treba očekivati da taj uticaj bude obrnutog znaka u odnosu na uticaj suncobrana.

Na kraju, opet uz pretpostavku da temperatura najbližeg vazduha oko instrumenta ima ogromno dejstvo na refrakciju, možda bi mogla da se formira ideja o posebnom prilazu rešavanja problema refrakcije. Na osnovu jednačine 29, očigledno je da će refrakcija biti jednaka nuli ako je:

$$nt_0 - \sum_1^{n-1} t_{i+1} - \frac{t_1}{2} - \frac{t_{n+1}}{2} = 0 \quad (41)$$

Odavde sledi da će taj uslov biti zadovoljen ako je:

$$t_0 = \frac{\sum_1^{n-1} t_{i+1} + \frac{t_1 + t_{n+1}}{2}}{n} \quad (42)$$

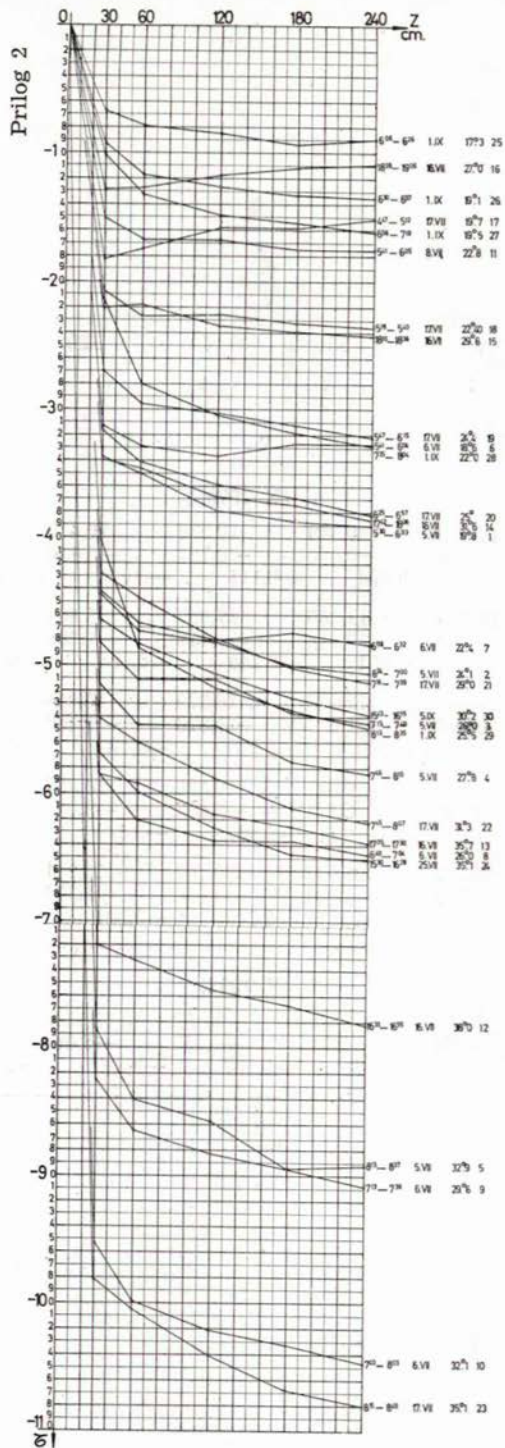
Suviše je smelo tvrditi da bi tako nešto bilo moguće, ali ako bi se na nekoliko metara od instrumenta, u okolnostima primarnog temperaturnog stanja vazduha, merila temperatura duž vertikale u $n + 1$ tačaka, i na osnovu toga jednačinom 42 izračunala potrebna temperatura t_0 da bi refrakcija bila jednaka nuli, pa ako bi se zatim veštačkim putem u početnim tačkama vizure realizovala ta izračunata temperatura vazduha, uticaj refrakcije bi bio anuliran.

Međutim, treba opet napomenuti da ovakva razmišljanja dolaze u obzir tek ako se ispitivanjima potvrdi da postoji toliko veliki uticaj tako malog dela vazduha na refrakciju, a tek posle toga dolazi u obzir eventualno iskošćavanje tog fenomena na najcelishodniji način.

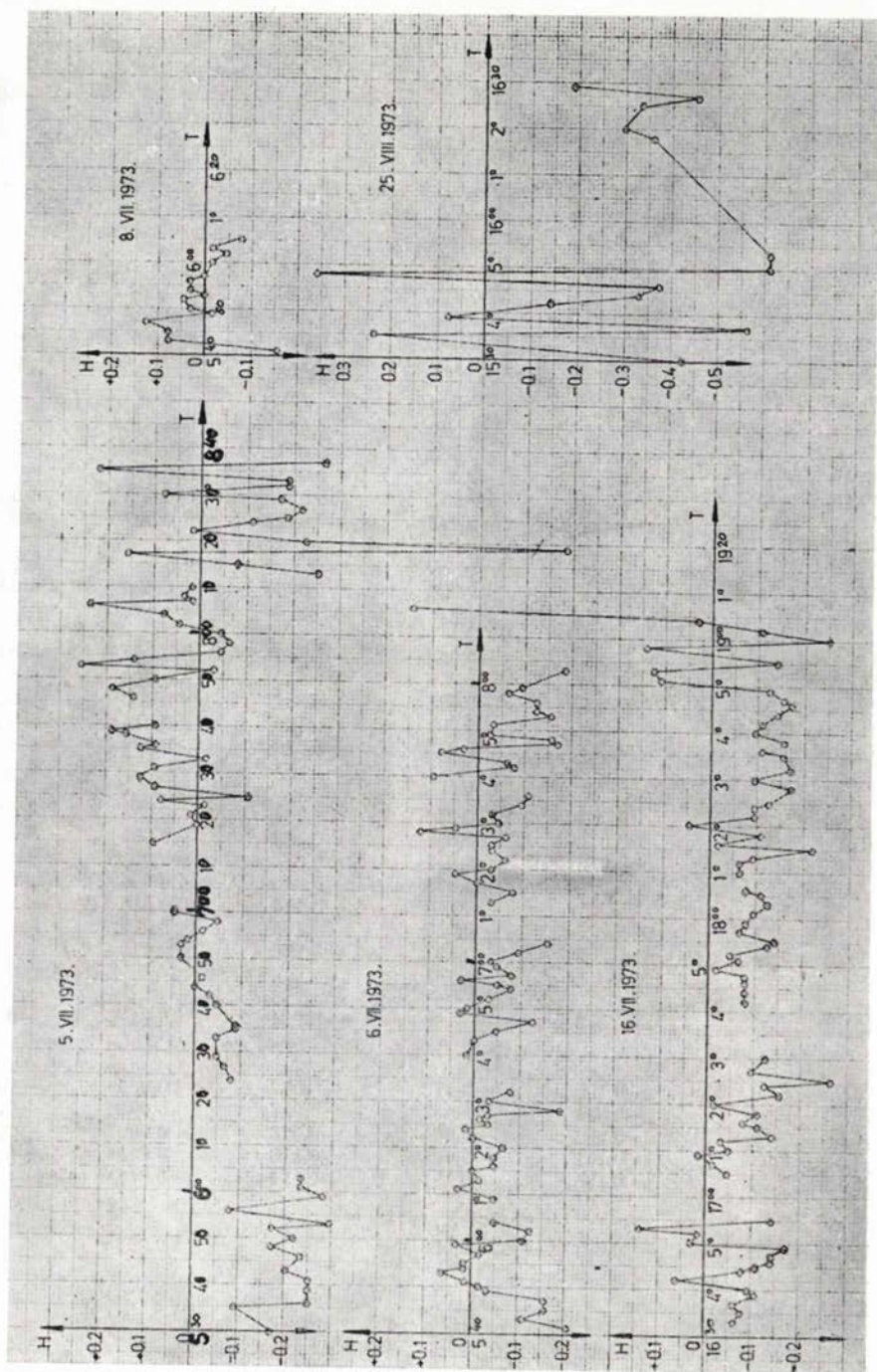
Vreme opažanja i broj serije	0	30	60	120	180	240
	t	t	t	t	t	t
	τ	τ	τ	τ	τ	τ
	v	v	v	v	v	v
5. VII 1973.						
5,30 — 6,03	19,803	16,436	16,303	16,008	15,932	15,905
1.	0,000	-3,367	-3,500	-3,795	-3,871	-3,893
		-3,367	-0,133	-0,295	-0,076	-0,027
6,24 — 7,00	24,098	19,657	19,367	19,282	19,098	19,043
2.	0,000	-4,441	-4,731	-4,816	-5,000	-5,055
		-4,441	-0,290	-0,085	-0,184	-0,055
7,15 — 7,40	25,993	21,173	20,880	20,884	20,624	20,540
3.	0,000	-4,820	-5,113	-5,107	-5,369	-5,453
		-4,820	-0,293	+0,004	-0,260	-0,084
7,46 — 8,10	27,760	22,610	22,294	22,290	22,012	21,919
4.	0,000	-5,150	-5,466	-5,470	-5,784	-5,841
		-5,150	-0,316	-0,004	-0,278	-0,093
8,13 — 8,37	32,893	25,031	24,488	24,320	23,952	23,971
5.	0,000	-7,862	-8,405	-8,573	-8,941	-8,922
		-7,862	-0,543	-0,168	-0,368	+0,019
6. VII 1973.						
5,41 — 6,04	18,624	15,492	15,332	15,258	15,357	15,354
6.	0,000	-3,132	-3,292	-3,366	-3,267	-3,270
		-3,132	-0,160	-0,074	+0,099	0,003
6,09 — 6,32	22,398	17,984	17,728	17,590	17,659	17,568
7.	0,000	-4,414	-4,670	-4,808	-4,739	-4,830
		-4,414	-0,256	-0,138	+0,069	-0,091
6,40 — 7,04	26,010	20,157	19,804	19,642	19,646	19,539
8.	0,000	-5,853	-6,206	-6,368	-6,364	-6,471
		-5,853	-0,353	-0,162	+0,004	-0,107
7,13 — 7,36	29,612	21,364	20,967	20,785	20,666	20,518
9.	0,000	-8,248	-8,645	-8,827	-8,946	-9,094
		-8,248	-0,397	0,182	-0,119	-0,148
7,40 — 8,03	32,146	22,617	22,160	21,934	21,816	21,680
10.	0,000	-9,529	-9,986	-10,212	-10,330	-10,466
		-9,529	-0,457	0,226	0,118	-0,136
8.VII 1973.						
5,41 — 6,05	22,821	21,309	21,142	21,144	21,070	21,064
11.	0,000	1,512	-1,679	-1,677	-1,751	-1,757
		-1,512	-0,167	+0,002	-0,074	-0,006
16. VII 1973.						
16,33 — 16,55	38,044	30,842	30,723	30,492	30,371	30,220
12.	0,000	-7,202	-7,321	-7,552	-7,673	-7,824
		-7,202	-0,119	-0,231	0,121	-0,151

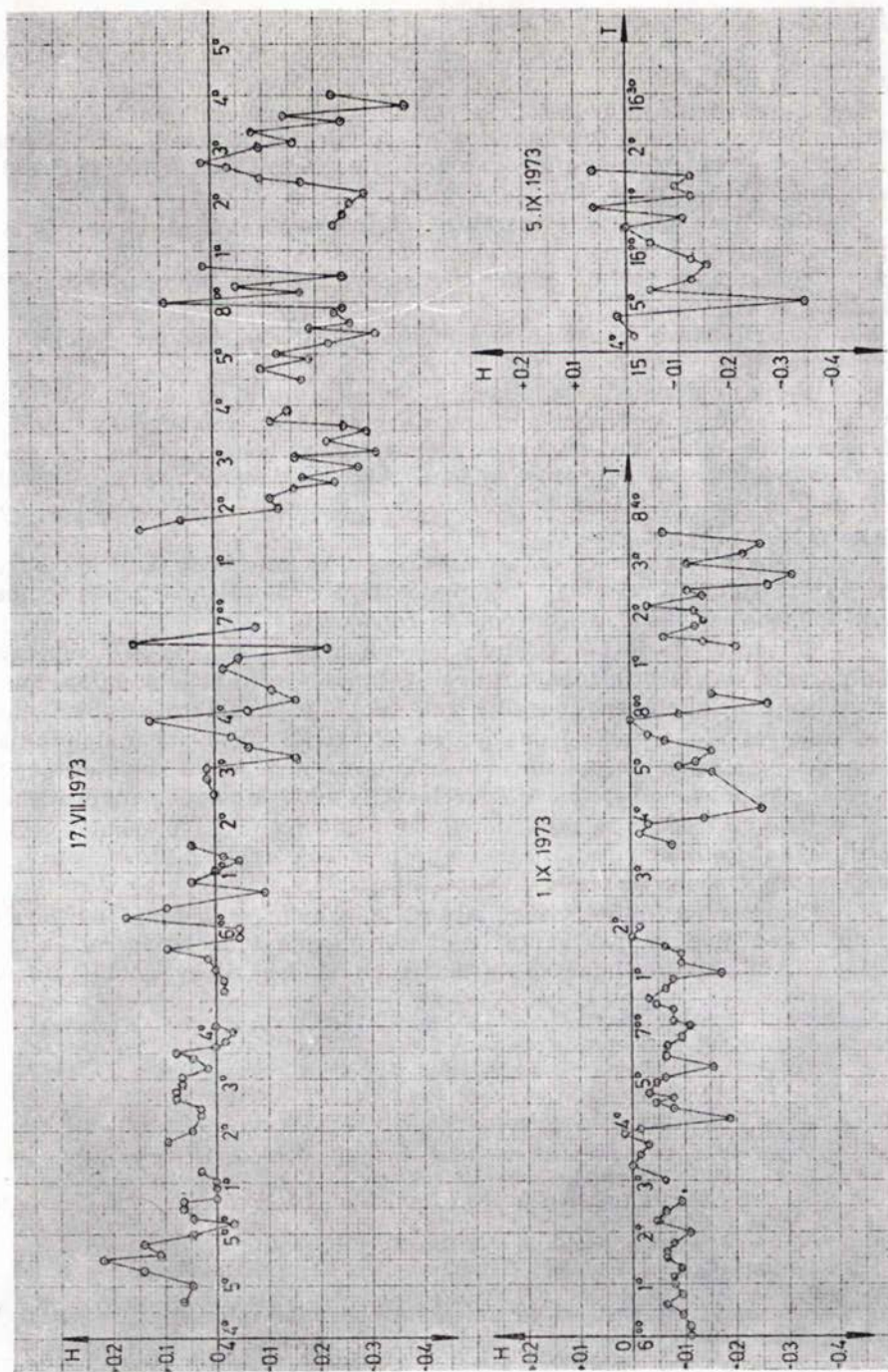
Vreme opažanja i broj serije	0	30	60	120	180	240
	t	t	t	t	t	t
	τ	τ	τ	τ	τ	τ
	v	v	v	v	v	v
16. VII 1973.						
17,05 — 17,30	35,696	29,840	29,774	29,536	29,438	29,314
13.	0,000	-5,856	-5,922	-6,160	-6,258	-6,382
		-5,856	-0,066	-0,238	-0,098	-0,124
17,42 — 18,06	31,553	28,161	28,092	27,869	27,808	27,692
14.	0,000	-3,392	-3,461	-3,684	-3,754	-3,861
		-3,392	-0,069	-0,223	-0,061	-0,116
18,10 — 18,36	29,562	27,352	27,378	27,213	27,168	27,134
15.	0,000	-2,210	-2,184	-2,349	-2,394	-2,428
		-2,210	+0,026	-0,165	-0,045	-0,034
18,38 — 19,06	26,973	25,684	25,702	25,794	25,856	25,984
16.	0,000	-1,289	1,271	-1,179	-1,117	-0,989
		-1,289	+0,018	+0,092	+0,062	+0,128
17. VII 1973.						
4,47 — 5,12	19,733	17,901	17,992	18,149	18,142	18,218
17.	0,000	-1,832	-1,741	-1,584	-1,591	-1,515
		-1,832	+0,091	+0,157	-0,007	+0,076
5,18 — 5,40	22,380	20,302	20,108	20,120	20,059	20,021
18.	0,000	-2,078	-2,272	-2,260	-2,321	-2,359
		-2,078	-0,194	+0,012	-0,061	-0,038
5,47 — 6,15	24,370	21,673	21,416	21,340	21,244	21,152
19.	0,000	-2,697	-2,954	-3,030	-3,126	-3,218
		-2,697	-0,257	-0,076	-0,096	-0,092
6,25 — 6,57	25,778	22,610	22,368	22,188	22,086	21,957
20.	0,000	-3,168	-3,410	-3,590	-3,692	-3,821
		-3,168	-0,242	-0,180	-0,102	-0,129
7,16 — 7,39	29,024	24,750	24,552	24,236	24,016	23,901
21.	0,000	-4,274	-4,472	-4,788	-5,008	-5,123
		-4,274	-0,198	-0,316	-0,220	-0,115
7,45 — 8,07	31,333	25,922	25,732	25,452	25,219	25,112
22.	0,000	-5,411	-5,601	-5,881	-6,144	-6,221
		-5,411	-0,190	-0,280	-0,233	-0,107
8,15 — 8,40	36,747	26,943	26,593	26,343	26,069	25,945
23.	0,000	-9,804	-10,054	-10,404	-10,678	-10,802
		-9,804	-0,250	-0,350	-0,274	-0,124
25. VIII 1973.						
15,30 — 16,29	35,137	29,447	29,151	28,841	28,666	28,629
24.	0,000	-5,690	-5,986	-6,266	-6,471	-6,508
		-5,690	-0,296	-0,310	-0,175	-0,037

Vreme opažanja i broj serije	0	30	60	120	180	240
	t	t	t	t	t	t
	τ	τ	τ	τ	τ	τ
	v	v	v	v	v	v
1. IX 1973.						
6,00 — 6,26	17,325	16,649	16,538	16,478	16,390	16,436
25.	0,000	-0,676	-0,787	-0,846	-0,935	-0,889
		-0,676	-0,111	-0,059	-0,089	+0,046
6,30 — 6,54	19,129	18,205	17,957	17,864	17,799	17,780
26.	0,000	-0,924	-1,172	-1,265	-1,330	-1,349
		-0,924	-0,248	-0,093	-0,065	-0,019
6,56 — 7,19	19,552	18,532	18,229	18,065	10,005	17,933
27.	0,000	-1,020	-1,323	-1,487	-1,547	-1,619
		-1,020	-0,303	-0,164	-0,060	-0,072
7,35 — 8,04	22,027	19,883	19,226	18,987	18,843	18,745
28.	0,000	-2,144	-2,801	-3,040	-3,184	-3,282
		-2,144	-0,657	-0,239	-0,144	-0,098
8,13 — 8,35	25,555	21,521	20,702	20,381	20,197	20,072
29.	0,000	-4,034	-4,853	-5,174	-4,358	-5,483
		-4,034	-0,819	-0,321	-0,184	-0,125
5. IX 1973.						
15,43 — 16,15	30,245	25,599	2,412	25,183	24,993	24,861
30.	0,000	-4,646	-4,833	-5,062	-5,252	-5,384
		-4,646	-0,187	-0,229	-0,190	-0,132



N°		δ_i	\bar{H}	H	ΔH	$\bar{H} \cdot 1,124$
1	2	3	4	5	6	7
5. VII 1973.						
1.	5,30— 6,03	-0,268	-0,187	-0,210	+0,023	-0,210
2.	6,24— 7,00	-0,019	-0,013	-0,016	+0,003	-0,015
3.	7,15— 7,40	+0,081	+0,056	+0,063	-0,007	+0,063
4.	7,46— 8,10	+0,089	+0,062	+0,070	-0,008	+0,070
5.	8,13— 8,37	-0,187	-0,130	-0,147	+0,017	-0,146
6. VII 1973.						
6.	5,41— 6,04	-0,071	-0,049	-0,055	+0,006	-0,055
7.	6,09— 6,32	-0,047	-0,033	-0,037	+0,004	-0,037
8.	6,40— 7,04	-0,055	-0,038	-0,043	+0,005	-0,043
9.	7,13— 7,36	+0,033	+0,023	+0,026	-0,003	+0,026
10.	7,40— 8,03	-0,090	-0,063	-0,070	+0,007	-0,071
8. VII 1973.						
11.	5,41— 6,05	+0,008	+0,006	+0,006	0,000	+0,007
16. VII 1973.						
12.	16,33—16,55	-0,080	-0,056	-0,063	+0,007	-0,063
13.	17,05—17,30	-0,114	-0,079	-0,088	+0,009	-0,089
14.	17,42—18,06	-0,107	-0,075	-0,084	+0,009	-0,084
15.	18,10—18,36	-0,131	-0,091	-0,102	+0,011	-0,102
16.	18,38—19,06	-0,036	-0,025	-0,028	+0,003	-0,028
17. VII 1973.						
17.	4,47— 5,12	+0,081	+0,056	+0,064	-0,008	+0,063
18.	5,18— 5,40	+0,050	+0,035	+0,039	-0,004	+0,039
19.	5,47— 6,15	+0,016	+0,011	+0,012	-0,001	+0,012
20.	6,25— 6,57	-0,051	-0,035	-0,040	+0,005	-0,039
21.	7,16— 7,39	-0,201	-0,140	-0,158	+0,018	-0,157
22.	7,45— 8,07	-0,173	-0,120	-0,135	+0,015	-0,135
23.	8,15— 8,40	-0,226	-0,157	-0,176	+0,019	-0,176
25. VIII 1973.						
24.	15,30—16,29	-0,273	-0,190	-0,214	+0,24	-0,214
1. IX 1973.						
25.	6,00— 6,26	-0,105	-0,073	-0,082	+0,009	-0,082
26.	6,30— 6,54	-0,074	-0,052	-0,058	+0,006	-0,058
27.	6,56— 7,19	-0,092	-0,064	-0,073	+0,009	-0,072
28.	7,35— 8,04	-0,141	-0,098	-0,110	+0,012	-0,110
29.	8,13— 8,35	-0,196	-0,137	-0,154	+0,017	-0,154
5. IX 1973.						
30.	15,43—16,15	-0,097	-0,068	-0,075	+0,007	-0,076





REZIME

U ovom radu je kompleksno razmatran problem nivelmanske refrakcije sa sledećim zaključcima:

— Korišćenjem termometara u horizontalnom položaju sa zaštitnim kartonima protiv sunca, i teodolita za očitavanje termometara, predložena je metoda za merenje temperature vazduha sa tačnošću koja je omogućila dalju razradu problema refrakcije.

— Obavljeno merenje temperature u 6 tačaka po vertikali, i to u 30 serija sa po 15 kompletnih merenja u okviru jedne serije, i analiza rezultata, ukazuju na to da Bestova jednačina ne definiše zadovoljavajuće promenu temperature vazduha sa visinom.

— Zbog Bestove jednačine za temperaturu ni Kukamakieva jednačina za refrakciju nije uvek realna.

— Pošto eksperimenti sa merenjem temperature ukazuju na to da je promena temperature složenija, odnosno na potrebu da temperatura mora biti merena u više tačaka duž vertikale, preporučuje se kao jednačina za temperaturu polinom trećeg do petog stepena. Ako se temperature mere uvek u tačkama na istim visinama, preko inverznog sistema relativno lako se dolazi do parametara jednačine za temperaturu.

— Pošto je prethodno dat izraz za integral za refrakciju, koji je omogućio posebne zaključke o refrakciji, predpostavljajući da je jednačina za temperaturu polinom, izvedena je jednačina za refrakciju.

— Za slučaj da je temperatura merena a da jednačina za temperaturu nije poznata, dat je prikladan postupak računanja refrakcije sumiranjem.

— Koristeći dobivene podatke pri merenju temperature, obavljeno je računanje refrakcije preko jednačine za refrakciju i postupkom sumiranja za svaku seriju, a samo postupkom sumiranja za svaki pojedini komplet merenja. Računanjem dobivene vrednosti za refrakciju nisu proverene nivelanjem.

— U okviru ocene tačnosti određivanja refrakcije, sa posebnim osvrtom na uticaj tačnosti temperature, uočen je presudan uticaj tačnosti poznavanja temperature vazduha na nivou nivelira.

— Obzirom na veliki značaj tačnosti sa kojom se poznaje temperatura vazduha kod nivelira, pokrenuto je pitanje uticaja suncobrana na postojeće načine određivanja nivelmanske refrakcije, ali odgovor na ovo pitanje nije dat.

Literatura:

1. Kukkamäki: Formeln und Tabellen zur Berechnung der nivellitischen Refraktion, Veröffentl. des Finnischen Geod. Instituts Nr. 27, Helsinki 1939.
2. Kukkamäki: Di nivellitische Refraktion in dem finnischen Landesnivellement, Schweizerische Refraktion in dem finnischen Landesnivellement, Schweizerische Z. f. V. N. 3, 4 1950.
3. Čubranić N.: Viša geodezija — I deo, Zagreb, 1954.
4. Jordan (Eggert) Kneissl: Handbuch der Vermessungskunde — Band III, 1956, Stuttgart.
5. Stevanović J.: Sistematski uticaj nivelmanske refrakcije, Geodetski list, br. 3—4, Zagreb, 1957.
6. Stevanović J.: Sistematski uticaj nivelmanske refrakcije. Određivanje veličine »v« i »c« u Kukkamäki-ovoj jednačini. Zbornik Geod. inst. Građ. fakulteta u Beogradu, br. 1, Beograd, 1958.