

INSTRUMENAT ZA MERENJE TEMPERATURNIH RAZLIKA PRI IZVRŠENJU NIVELMANA VISOKE TAČNOSTI

Ing. D. VUČIČEVIĆ — SGU* Beograd

Primena najnovijih dostignuća u načinu nivelanja sa upotrebom preciznih nivelmanskih instrumenata i invarskih letava čija su komparisanja vršena pažljivo, redovno i u toku radova na terenu kao i upotreba gvozdениh klinova mesto papuča na veznim tačkama pružali su mogućnost povećanja tačnosti merenja koja bi kvalitetom bolje odgovorila savremenim zahtevima nivelmana kako za naučne tako i za praktične svrhe.

Međutim, pored navedenih činjenica za tačnost nivelmana od vrlo velikog značaja jeste ocena uticaja nivelmanske refrakcije na tok vizure koja se praktično ispoljava na nagnutom terenu. O ovoj temi dosada objavljeno je više članaka sa rezultatima opitnih i teorijskih istraživanja. Nastojanja da se putem izbora povoljnog vremena i dužina vizura uticaj refrakcije svede na najmanju meru stvorila su znatna ograničenja pri izvršenju nivelmana a nisu u potpunosti omogućila isključenje dejstva nivelmanske refrakcije.

Osnovna činjenica za određivanje dejstva refrakcije tj. veličine lomljenja vizure pri prolazu kroz slojeve vazduha različite gustine jeste poznavanje temperaturnih razlika u niskim slojevima vazduha po vertikalima za vreme viziranja odnovo čitanje odsečka na letvi.

Raniji pokušaji da se vrednosti temperaturnih razlika dobiju upotrebom termometara sa živom nisu dali zadovoljavajuće rezultate. Glavni nedostatak upotrebe termometara sa živom za ovu svrhu jeste njihova lenjivost, tako da se nastale promene temperature u niskim slojevima vazduha sporo tj. sa zakašnjenjem odražavaju na skali termometra i time onemogućavaju jedan od glavnih zahteva preciznih nivelmana — potrebnu brzinu. Za ovu svrhu izgrađeni su električni instrumenti za merenje temperaturnih razlika koji se odlikuju velikom brzinom reagovanja na temperaturne promene te su kao takvi pokazali odlične rezultate.

Jedan od takvih instrumenata konstruisan je nedavno od strane Dipl. Phys. L. Kraft-a na geodetskom institutu visoke tehničke škole u Drezdenu koji predstavlja jedan novi i savremeni tip ove vrste instrumenata. (Ein neuer Gradientenmesser mit elektrischen Anzeige — Vermessungstechnik 8 Ig/1960 Heft 9).

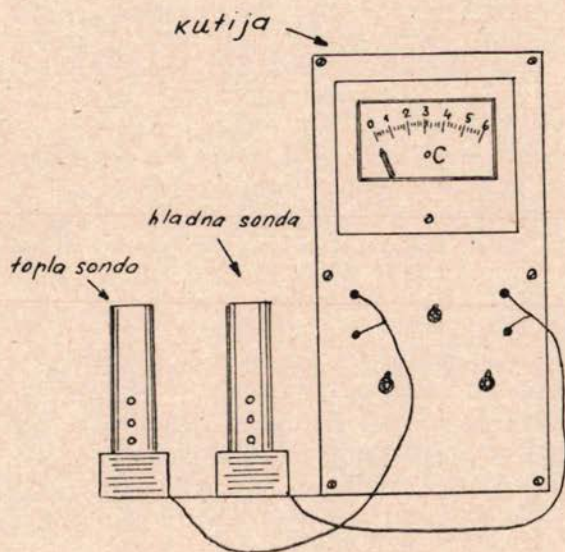
* SGU = Savezna Geodetska Uprava — Beograd Dobrinjska ul. 10

U cilju tačnog registrovanja temperaturnih razlika vazduha u vertikalni pri izvršenju nivelmana visoke tačnosti a na predlog Savezne geodetske uprave izgrađen je kod nas prvi električni instrumenat za merenje temperaturnih razlika. Konstrukciju instrumenta i izradu sa uspehom obavio je Institut »Mihailo Pupin« u Beogradu.

U nastavku ovog članka prikazan je opis i upotreba električnog instrumenta za merenje temperaturnih razlika.

OPIS INSTRUMENTA

Električni uređaj instrumenta zasniva se na principu mosta sa tranzistorima. Osetljivost instrumenta je vrlo velika tako da se uticaji temperaturnih promena u punom iznosu odražavaju na skali instrumenta već u roku od 30—60 sekunada, koje s obzirom na brzinu opažanja sa jedne stanice potpuno zadovoljava.



Sl. 1

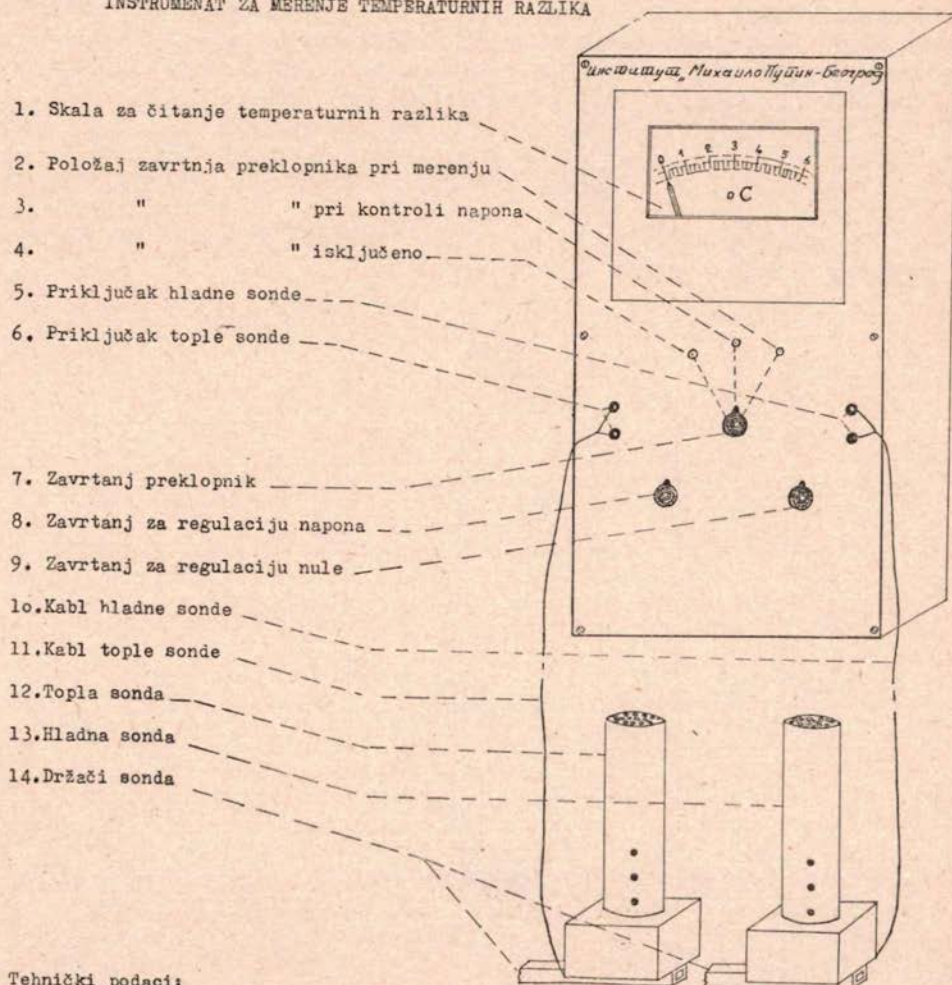
Instrumenat se sastoji iz dva dela — prvi kutija u koju je smešten električni uređaj i drugi dve termistorske sonde sa kablovima (sl. 1, 2).

Na prednjoj strani kutije pri vrhu postavljena je skala (1) za čitanje temperaturnih razlika izraženih u $^{\circ}\text{C}$. Opseg merenja temperaturnih razlika iznosi 6°C . Skala je podeljena na šest jednakih delova — stepena a svaki deo izdeljen je još na pet jednakih delova tako da se direktno može čitati najmanja vrednost $0,2^{\circ}\text{C}$ a ocenom i $0,02^{\circ}\text{C}$. Ispod skale sa leve strane nalazi se priključak tople termistorske sonde (6) a sa desne strane priključak hladne termistorske sonde (5). Između priključaka sonda nalazi se zavrtanji preklopnik (7) sa indeksom, koji može imati tri položaja:

1) položaj pri merenju (2), 2) pri kontroli napona (3), 3) položaj isključeno (4). Pored opisanih na prednjoj strani kutije nalaze se još dva zavrtnja — za regulaciju napona (8) i regulaciju nule (9).

Napajanje instrumenta vrši se pomoću tri baterije od po 4,5 V. Odvrtanjem 6 zavrtnja na zadnjoj strani kutije omogućeno je otvaranje

INSTRUMENT ZA MERENJE TEMPERATURNIH RAZLIKA



Tehnički podaci:

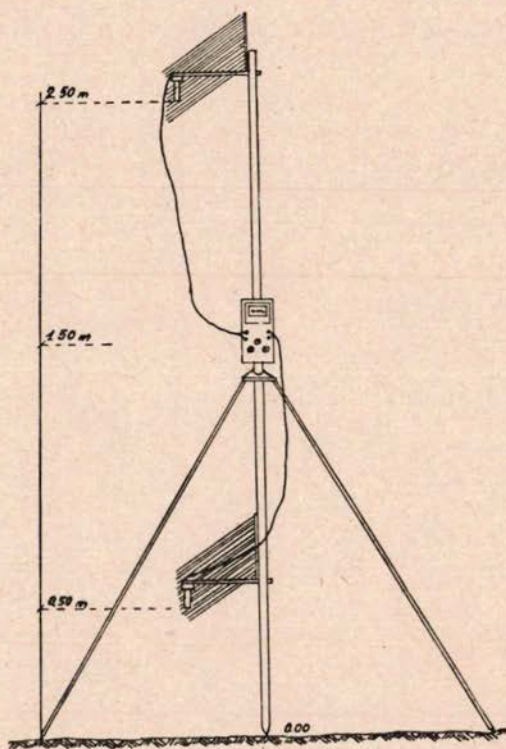
1. Kutija ima oblik četvorostrane prizme dimenzija 23,5 x 12,5 x 6,5 cm
2. Težina kutije iznosi 1,650 kg
3. Dimenzije sonde: cilindrični deo - dužina 8,1 cm ; glava sonde 4,0 x 4,0 x 2,3 cm.
4. Težina obe sonde zajedno sa kablovima iznosi 0,250 gr.

kutije i vršenje zamene istrošenih baterija. Baterije su vezane »na red« te je potrebno pri zameni voditi računa o polaritetu.

Obe sonde (12—13) snabdevene su termistorima — NTC otpornicima, preko kojih se primaju temperaturni uticaji. Spoljni cilindri — omotači sonde izbušeni su pri vrhu radi mogućnosti strujanja vazduha u sondi (sl. 2). Sastavni deo obeju sonda je držač (14) koji omogućava postavljanje sonda na nosač a na rastojanju od 0,35 m od nosača kako bi se izbeglo dejstvo zračenje nosača na sondu. Da se ne bi desilo pogrešno uključivanje sonda naime tople sonde na priključak hladne i obrnuto, utikači tople sonde obojeni su crveno a utikači hladne sonde sivo. Pri upotrebi oba utikača kabla stavljaju se u odgovarajuće priključnike (sl. 2).

NOSAČ INSTRUMENTA

Za upotrebu instrumenta na terenu izgrađen je nosač. Na sl. br. 3 prikazan je izgled nosača sa instrumentom.



Sl. 3.

Nosač je izgrađen od aluminijumskih cevi. Sastoji se od tronošca i glavne cevi o koju se okačinju instrument i sonde.

ISPITIVANJE I UPOTREBA INSTRUMENTA

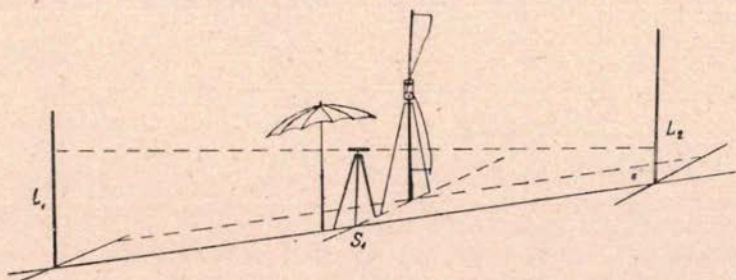
S obzirom da su postojeće tablice za računanje nivelnanske refrakcije od J. Kukkamäki-a, koje ćemo za sada koristiti izračunate za visine vizura od 0,50 m do 2,50 m iznad terena, to termistor donje tople sonde mora biti postavljen na visini 0,50 m a gornje hladne sonde 2,50 m iznad terena (sl. br. 3) ili obrnuto tj. u zavisnosti od predznaka temperaturnog gradijenta.

Pre upotrebe instrumenta treba izvršiti sledeća ispitivanja:

1) Kontrola napona. — Mada je potrošnja baterija sasvim neznatna ipak radi sigurnosti a naročito ako su baterije već duže vremena u upotrebi treba proveriti istrošenost baterija. U tom cilju obe sonde preko svojih kablova priključuju se na instrumenat i to na odgovarajući par priključnika; topla sonda pomoću crveno obojenog para utikača a hladna sonda pomoću sivo obojenog para utikača. Zavrtanj — preklopnik (7) postavi se indeksom u položaj »kontrola napona« (3) a potom se zavrtanj za regulacije napona (8) okreće sve dotle dok skazaljka ne pokaže na skali vrednost 4,8. Ako pri ovom doterivanju skazaljka ne može da dostigne vrednost 4,8 onda treba baterije zameniti novim.

2) Kontrola nule. — Zavrtanj preklopnik (7) okrene se u položaj »merenje« (2) i obe sonde postave se uz instrumenat približno vertikalno i to tako da termistori obe sonde zauzmu istu visinu. U tom položaju obe sonde ostaju približno jednu minutu vremena a potom se zavrtanj za regulaciju nule (9) okrene dok skazaljka na skali ne zauzme položaj »nula«.

Kada je sve to izvršeno — kutija i sonde postavljaju se na nosač na odgovarajućim mestima i instrumenat je sposoban za merenje. Usled vrlo male nejednakosti tranzistora potrebno je u slučaju promene temperature vazduha od nekoliko stepena u toku merenja temperaturnih razlika odnosno u toku nivelanja ponoviti kontrolu nule.



Sl. 4.

Pored nivelmanskog instrumenta u neposrednoj blizini sa strane postavlja se instrumenat za merenje temperaturnih razlika (sl. 4). Obe sonde i kutija sa električnim uređajem za vreme merenje temperaturnih

razlika moraju biti zaštićeni od sunčevog zračenja. U tom cilju nosač instrumenta snabdeven je zaštitnim pločama od čvrstog kartona, koje se mogu na nosaču lako pomerati i dovesti u položaj koji najbolje odgovara njihovoj nameni.

Posle svakog čitanja na letvi vrši se neposredno zatim i čitanje temperaturne razlike. Prema tome nivelmanski obrazac br. 1 mora biti proširen sa još tri rubrike (v. prilog nivelanskog obrasca br. 1). Na svakoj stanici potrebno je u rubrici br. 3 upisati stanje temperature koristeći jedan običan termometar sa živom. Ovo je potrebno da bi se u slučaju veće promene temperature (5—6°C) izvršilo ponovno regulisanje nule na skali instrumenta. U rubrici br. 1 pri dnu upisuje se visina instrumenta a u rubrici br. 2 temperaturne razlike.

САВЕЗНИ ЗАВОД ЗА ФОТОГРАМЕТРИЈУ

Нивелмански образац бр. 1

Страна

Станица Број летве	ТЕМПЕРАТУРНА РАЗЛИКА			Време Темпе- ратура [Δd]	dz dp dz-dp- Δd	ЧИТАЊА				Проба +	Средња висин- ска разлика $\Delta h = \frac{(z_1 - p_1)}{2} + \frac{(z_2 - p_2)}{2}$	Примедба Датум, време- ски услови, облачност са оценом, лин, земљиште, права и друго Везивање за репер
	ЛЕТВА					1 подела	2 подела					
	ЗАДНА	ПРЕДНА	СРЕДНА			Z ₁ P ₁ Z ₁ -P ₁	Z ₂ P ₂ Z ₂ -P ₂					
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	16	18	17	16 ⁵⁵	28.5	143	582	445	132	0		23-10-1961
1-2	14	16	15	20.5	28.5	161	890	463	438	2		55/281
i=1.55				0	0	x981	692	x981	694	+ 2	x981.693	Време: Облачно 5
2	20	18	19	17 ⁰⁰	30.1	176	790	478	342	+ 2		Лин:
2-1	18	16	17	20.5	30.0	142	916	444	474	+ 8		Оштар, јасан и миран
i=1.46				+1	+1	033	874	033	868	- 6	033 871	Гло: Водон пут (тврдо) права 4: север-југ

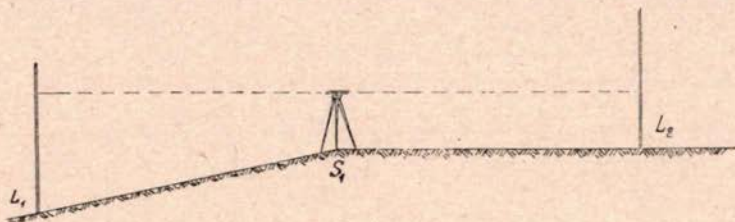
S obzirom na su tablice za računanje nivelmanske refrakcije израчу-
nate za visinu instrumenta od $i = 1,50$ m to se mora na svakoj stanici
meriti visina instrumenta i upisati u niv. obrascu br. 1. Za visine instru-
menta različite od 1,50 m mora se izvršiti korektura dejstva refrakcije
prema datim tablicama. (Formule i tablice za računanje nivelmanske re-
frakcije izdanje Finskog geodetskog instituta sv. br. 27 od T. J. Kukka-
mäki-a. Helsinski 1939.)

Po završenoj upotrebi instrumenta za merenje temperaturnih raz-
lika zavrtanj preklopnik (7) stavlja se u položaj »isključeno« (4) sl. 2.

IZBOR MESTA ZA STANICE I VEZNE TAČKE S OBZIROM NA UTICAJ REFRAKCIJE

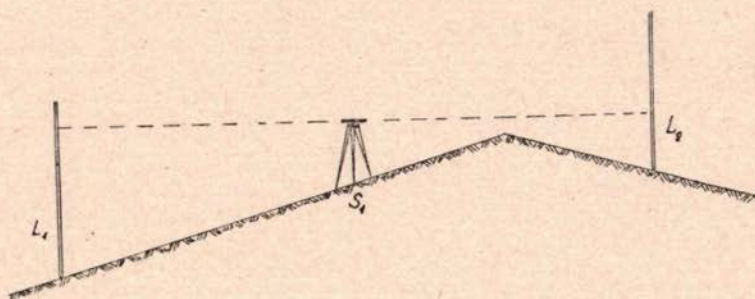
Da bi merenja temperaturnih razlika na stanicama pri nivelanju pravilno odgovorila svojoj nameni neophodno je potrebno kod izbora mesta za stanice i vezne tačke imati u vidu sledeće činjenice:

1) U slučaju preloma nivelete puta, stanicu treba uzeti na samom prelomu tako da celom dužinom vizure bude jednolik nagib terena (sl. 5).



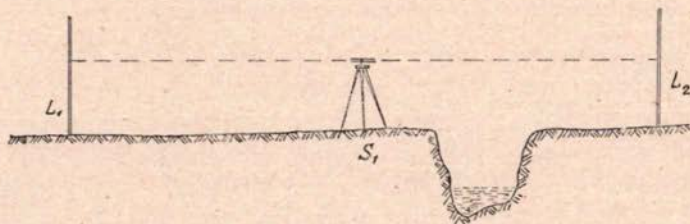
Sl. 5.

Na Sl. 6 prikazan je primer lošeg izbora mesta za stanicu i vezne tačke. Isti slučaj je ako vizura prolazi iznad kakvog objekta — ograde,



Sl. 6.

kanala i t. sl. (Sl. 7). U takvim slučajevima merenje temperaturnih razlika na stanicama i visine instrumenta neće dati željene rezultate.

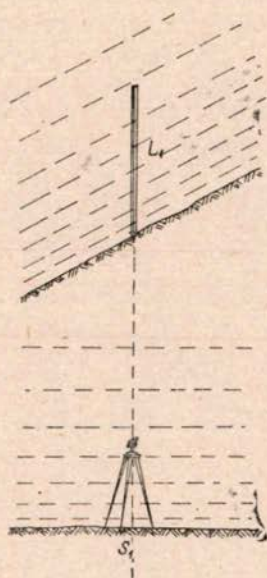


Sl. 7.

2) Celom svojom dužinom vizura treba da se pruža iznad jednolikog pokrivača terena; na primer ne sme se dozvoliti da vizura prelazi delom iznad asfalta a delom iznad terena pokrivenog travom, vodom ili kakvim drugim pokrivačem. I u ovom slučaju merenje temperaturnih razlika neće biti celishodno.

3) Izbor položaja stanica i veznih tačaka u odnosu na podužni profil terena površinski sloj terena nije potpun ako se ne uzmu u obzir i poprečni profili upravnih na vizuru.

Kada se ima u vidu da se slojevi vazduha po svojoj gustini pružaju uglavnom paralelno sa površinom terena i da se temperaturna razlika meri samo na stanici, kod instrumenta onda je jasno da usled različitosti poprečnih profila dobivena vrednost temperaturne razlike neće biti realna za računanje popravke usled uticaja refrakcije. Prema tome pri izboru mesta za stanice i vezne tačke voditi računa o uslovu da poprečni profili terena upravnih na vizuru moraju biti približno jednaki.



Sl. 8.

Na sl. br. 8 prikazana su dva poprečna profila na rasponu jedne stanice očevidno različiti te se u ovom slučaju ne mogu očekivati ispravni rezultati merenja.

Obzirom da se prikazanim instrumentom mogu sa dovoljnom tačnošću meriti male temperaturne razlike u vertikali to se pravilnom upotrebom ovog instrumenta daje mogućnost dobivanja potrebnih podataka za računanje popravaka visinskih razlika usled uticaja nivelmanske refrakcije. Po završenom nizu opitnih merenja smatra se da bi se moglo očekivati izvesno povećanje slobode u izboru radnog vremena za niveliranje i dužine vizura ukoliko terenske prilike dozvoljavaju.