Ing. NIKOLA NEIDHARDT — Zagreb

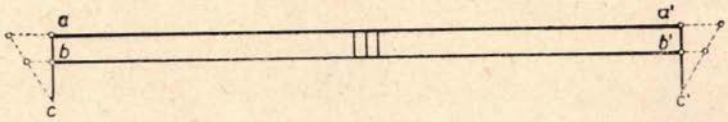
NOVA BAZISNA LETVA

U tvornici geodetski instrumenata Zeiss, Oberkochen, konstruirana je nova bazisna letva od 2 m za paralaktičnu poligonometriju. Na njoj se *automatski kompenzira* upliv promjena *temperature*. Mijenja li se temperatura na pr. od —20°C do +60°C, dužina, odnosno razmak signalnih značaka ostaje isti t. j. 2000,0 mm ± 0,1 mm. Letva je opisana u članku D. Schellens: »Die neue 2 m-Basislatte mit Temperaturkompensation« časopisa Zeiss Werkschrift br. 32, Oberkochen—Zürich 1959.

Princip, kojim je postignuta temperaturna kompenzacija, zapravo je starog datuma. Samo s tom razlikom, što je taj princip nekad u geodeziji upotrebljen na letvama za mjerenje triangulacijskih osnovica, triangulacijskih baza. Danas se baze u triangulaciji više ne mjere *letvama*. Upotrebljavaju se većinom Jedärinove žice a ne letve.. Riječ »bazisna letva« nekad je označavala letve za *direktno* mjerenje bazisa. Danas se taz izraz upotrebljava za sasvim drugu letvu t. j. za *optičko* mjerenje stranica u poligonskim vlakovima. Ali *potreba*, da takve letve budu što je moguće točnije, ostala je ista i prenesena sa onih na potonje. Dakle, što je nekad bilo nastojanje, da se letve za mjerenje triangulacijskih baza učine što preciznijima, to je danas nastojanje, da se »bazisne letve« paralaktične poligonometrije što više usavrše.

Da analogiju zornije istaknem, prikazati ću letvu za mjerenje triangulacijskih baza engleskog generala Colby-a iz 1827. god.

Letva Colby-a imala je automatsku kompenzaciju upliva temperature. Sastojala je iz dva dijela, dvije letve (dva štapa), *aa'* i *bb'* (sl. 1). Prva je bila iz žute mjedi, druga iz željeza (vidi Jordan—Eggert: Handluch der Ver-



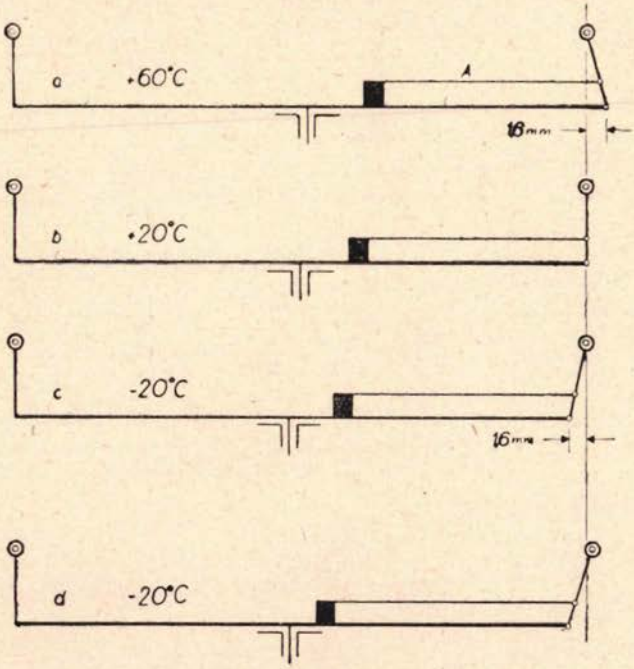
Sl. 1

messungskunde III, Stutgart 1939, str. 107—109). Mjed i željezo imaju razne koeficijente istezanja. Prvome neka je koeficijent *m*, drugome *e*. Oba dijela (štapa) *aa'* i *bb'* u sredini su čvrsto međusobno vezana. Njihov međusobni razmak je takav, da se adnosi $ac : bc = a'c' : b'c' = m : e$. Promijeni li

se temperatura za neki iznos t, štap aa' promijeniti će svoju dužinu na svakoj strani za $mt\ (aa' : 2)$. Analogno štap bb' za $mt\ (bb' : 2)$. Pošto je $aa' = bb'$, odnos promjena biti će opet $m : e = ac : bc = a'c' : b'c'$.

To znači da će točke c i c' ostati na svojim mjestima t. j. letva će usprkost istezanja (utezanja) ostati jednako dugačka, jer cc' je korisna dužina, s kojom se mjeri.

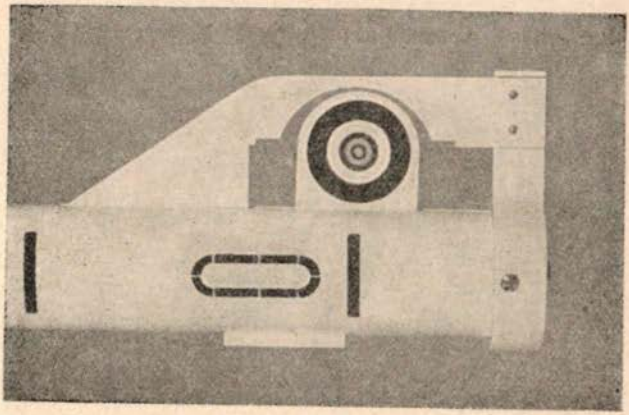
Ovaj način kompenzacije nije se kod letava za direktno mjerenje dužina održao, premda je u principu vrlo zgodan. Kod mjerenja osnovica u triangulacijama vrijeme je nekako prešlo preko njega. Mjerenje tih osnovica je takva vrsta rada, gdje se ionako moraju računati razne redukcije, pa redukcija zbog promjena temperature ne predstavlja neku naročitu teškoću ni povećanje posla. Drugačije je kod »bazisne letve« u paralaktičnoj poligonometriji. Letva je jednom na kraju poligonske stranice, pa u sredini, pa na kraju pomoćne baze i t. d. a redukcije na horizontalu otpadaju. Tu je zgodno imati letvu, koja bi bila što stalnije dužine. Do sada se je upotrebljavala letva iz invara, malenog koeficijenta istezanja. Kod nove letve Zeiss—Oberkochen upotrebljen je naprotiv princip bimetala kao kod onih Colbyjevih letava.



Sl. 2

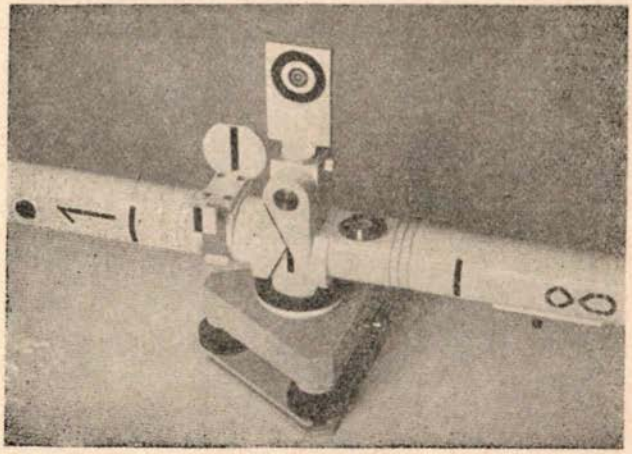
Glavni dio nove letve je cijev od *aluminija* promjera 4 cm. S tom cijevi povezane su na krajevima marke (značke). Razmak značaka neka je kod $+20^0$C 2000,0 mm $\pm$ 0,1 mm (sl. 2 b). Unutar aluminijske cijevi,, u njenoj desnoj strani, učvršćena je čelična šipka A (sl. 2 a), koja vrši temperaturnu kompenzaciju. Aluminij se jače rasteže nego čelik. Razmak čelične šipke

izračunan je prema koeficijentima rastezanja čelik—aluminij. Ako temperatura na pr. padne od +20°C na —20°C (sl. 2c), aluminijska cijev se skrati recimo za —1,6 mm, a čelična šipka toliko, da opet razmak značaka na letvi ostaje isti. Sl. 2 a prikazuje situaciju kod +60°C. Aluminij se iste-



Sl. 3

gao za +1,6 mm, a čelična šipka za odgovarajući manji iznos, ali tako, da je odstojanje značaka opet ostalo isto. Sl. 2 d prikazuje slučaj, kad letva nije kompenzirana.



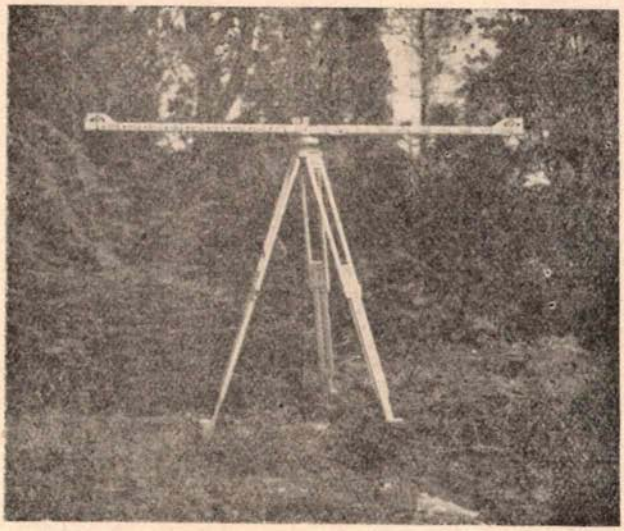
Sl. 4

Sl. 3 daje izgled desnog kraja letve, a sl. 4 izgled njene sredine. Značka se može staviti i na sredinu letve.

Letva ima doznu libelu za horizontiranje te napravu za viziranje t. j. za postavljanje okomito na vizoru. Opservator kod instrumenata može i kontrolirati, da li je pomagač letvu ispravno okomito postavio. Na oba kraja letvine vizirne naprave nalaze se znakovi, crne crte, crne pruge. Kad opservator od instrumenata vidi, da te crte koincidiraju, letva je ispravno postavljena.

Na letvi se označeni i decimetri. Služe za grubu kontrolu mjerene dužine (s nitima na dijafragmi instrumenata, koje su paralelne sa vertikalnom niti a razmaknute od nje kao kod Reichenbachovog optičkog mjerenja dužina).

Sl. 5 prikazuje letvu u cjelini.



Sl. 5

Kako je opisano, kompenzacija daje *stalnu* dužinu. Da se dobije baš *određena* dužina (2000 mm), položaj lijeve značke na letvi može se za nešto i rektificirati.

Razmotrimo, u kakvom je odnosu eventualna *točnost letve* spram točnosti mjerenja *paralaktičnih kuteva*. Pretpostavimo kod toga, da je točnost letve 0,1 mm, kako je gore navedeno. To čini 1 : 20000. Ako je neka pomoćna baza u paralaktičnoj poligonometriji recimo 20 m, pogreška u letvi od 0,1 mm na tu dužinu prouzrokuje u kutu pogrešku od cca:

$$\frac{0{,}1}{20000} = 206\,265'' = 1''$$

Naš pravilnik (Beograd 1956) propisuje, da se paralaktični kutevi kod prvorazrednih poligonometričnih vlakova mjere sa točnošću od 0,4". Prema tome obe veličine nisu baš u međusobnom skladu. Ali, izgleda, da je zahtjev od 0,4" prevelik. Teško ga je postići s teodolitom na pr. Wild T2. Vidi interesantan članak Ing. M. Jenko: Preiskušenja optičkega mikrometra Wildovih univerzalnih teodolitov, Geodetski List 1959., str. 110—119.

Usporedimo nadalje, bar teoretski, invarnu s aluminijskom letvom. Koeficijent istezanja invara iznosi 0,5. 10^{-6}. Uzmimo da radimo s letvom iz invara i da razlika temperature iznosi 20^0 u poređenju s temperaturom, kod koje je letva komparirana. Letva od 2000 mm je kod toga promijenila svoju dužinu samo za 0,02 mm, aluminijska bez kompenzacije bi promijenila za 0,8 mm. Nastaje pitanje, da li letva iz aluminija s automatskom kompenzacijom kompenzira tako, da dolazi u prednost pred letvom iz invara t. j. da su pogreške dovoljno malene, a karakter im je slučajan? Trebalo bi to detaljno ispitati na konkretnim letvama.