

Problem vidljivosti kod geodetskih mjerenja

Rad se geodetskim instrumentima vezan je uz terenske radove, a to znači, da je vezan uz sve one fizikalne uslove, koji na terenu postoje. Vrlo važni faktori ovih uslova svakako su rasvjeta terenskih objekata — vizurnih točaka i apsorpcija odnosno propusnost svjetlosti zračnih slojeva kroz koje vizura prolazi. Nepovoljnost ovih faktora (sumračan dan, maglovitost, mjerenja u šumi, kraćim tunelima i sl.) smanjuje nam vidljivost, a time nam je ne samo otežan i produžen rad, već i smanjena točnost opažanja.

Vidljivost je, međutim, funkcija uslova čitavog toka vizure, pa na nju utiču osim spomenutih faktora još i konstruktivna i optička svojstva instrumenata, kao i svojstva samog oka opažaća. Pod pojmom vidljivosti možemo, dakle, obuhvatiti čitav niz vrlo značajnih faktora, koji bitno utiču na točnost mjerenja, pa prema tome i uslovljuju mogućnost izvođenja istog. Niz formula u našoj literaturi (na pr. Jordan), koje izražavaju točnost mjerenja, ne uzimaju u obzir ovu važnu, iako složenu, funkcionalnu zavisnost o vidljivosti, pa zbog toga i ne daju realnu točnost.

Ako uzmemo u obzir, da točnost mjerenja ne ovisi samo o vidljivosti, već i o drugim faktorima, kao što je na pr. refrakcija, koja uzrokuje sistematske i slučajne pogreške većeg iznosa (titranje slika zbog nestabilnosti zračnih slojeva), zatim nestabilnost i pogreške instrumenta itd., onda nam je jasno da se tu radi o jednoj složenoj problematici.

Pri diskusiji neslaganja, koja nam se pojavljuju kod preciznih mjerenja, treba zahvatiti u svu tu problematiku, pa i vidljivost sa nizom njenih faktora od kojih vrlo često nemamo u vidu optička svojstva instrumenta i oka samog opažaća.

Zbog uklanjanja, odnosno smanjivanja, utjecaja različitih izvora pogrešaka uvedene su kod geodetskih mjerenja u prvom redu određene metode mjerenja, te ograničeno vrijeme tj. doba dana za mjerenja za određene geodetske operacije. U ovom ograničenom povoljnom razdoblju za opažanja s obzirom na ostale utjecaje, ostao je kao glavni problem, — vidljivost.

Rješavanje i studiranje problema ima tri osnovna vida:

1. Mjerenja u povoljnom razdoblju dana uz maksimalno korištenje povoljne vidljivosti, koja može trajati vrlo kratko vrijeme (na pr. kod vrlo dugih vizura u triangulaciji čak i samo četvrt sata)

2. Mjerenja u povoljnom razdoblju dana uz neoptimalne uslove vidljivosti.

Kako se ovdje zalazi u sam problem vidljivosti, to studij obuhvaća ova parcijalna područja:

- a) oko — fiziološka svojstva oka
- b) durbin — konstruktivna i optička svojstva
- c) atmosfera — propusnost zračnih slojeva za svjetlost
- d) objekat, vizurna točka — sjaj i kontrast objekata, umjetna rasvjeta i svjetlosna signalizacija danju

3. Mjerenja noću (kao i sva mjerenja bez prirodne rasvjete)

1. Maksimalno korištenje povoljne vidljivosti

Ovo je moguće samo uz brzinu rada. Moderni razvoj instrumenata prilagodio ih je u priličnoj mjeri ovom važnom zahtjevu. Dovoljno je da samo usporedimo današnja očitavanja limba, libele ili daljinomjernih niti sa onima kod starijih instrumenata.

Ovaj značajan razvoj krenuo je i dalje. Firme Wild i Askania proizvele su već i teodolite sa fotografskom registracijom (T3, Gtmir 27).^{*} Ovakvi instrumenti ubrzavaju znatno rad, što smanjuje i utjecaj ostalih pogrešaka (na pr. sistematsko pomicanje instrumenta i signala), mjerenja su neovisna, a lične pogreške opservatora smanjene.

Firma »Askania« učinila je još i korak dalje, te proizvodi već i kinoteodolite sa kojima se vrši i fotografska registracija viziranja. Na taj način isključuje se i daljnji izvor pogrešaka, a veći dio rada prebacuje se u kancelariju gdje se može polakše i sigurnije izvesti. Ovi se instrumenti za sada izrađuju samo po narudžbi, još su nepodesni za prenos, ali se sigurno možemo nadati u daljnji razvoj i primjenu (Geodetki instituti trebali bi već i sada imati ovakav instrument u svrhu specijalnih primjena u praksi kao i ispitivanja).

U budućnosti će rad na preciznim mjerenjima biti mehanička registracija sa isključenjem oka, kao nesavršenog dodatka instrumentu.

Ovdje treba istaknuti i razvoj nivelira sa automatskim horizontiranjem.

2. a. Fiziološka svojstva oka

Kod mjerenja sa durbinom oko opažača čini sa njegovim optičkim elementima jedinstveni optički sistem. Konačna slika stvara se na mrežnici oka. Rad sa geodetskim instrumentima uz primjenu durbina je, dakle, subjektivan što često nemamo u vidu pri ocjenama mjerenja, jer tačnost mjerenja ovisi i o svojstvima optičkog sistema oka. Svaki opservator na preciznim mjerenjima trebao bi imati izvršen stručni pregled oka sa ispitanom moći razdvajanja oka. Na pr. pojave astigmatizma oka unose u mjerenja pogreške slične onima, koje bi unosio durbin kod kojega su sferne plohe leća deformirane pri izradi u toričke.

Oko čovjeka, kad je i normalne refrakcije i bez anomalija nije idealan optički sistem, već opterećeno pogreškama, koje imaju i obične sferne leće na pr. sferna i hromatska aberacija, nehomogenost. (Pogrešnu konstataciju o savršenosti našeg oka trebalo bi ukloniti iz nekih naših udžbenika).

Moć razdvajanja oka tj. fiziološki granični kut ovisi, kako o strukturi mrežnice gdje se stvara realna slika predmeta, tako i o pogreškama oka. Kako

^{*} Vidi članak: Dr. E. Gigas: Teodoliti sa fotografskom registracijom. Geod. list. br. 4—9 IV. god.

pogreške oka rastu, kao i kod leća, sa povećanjem ulaznog otvora tj. u ovom slučaju sa povećanjem zjenice, to će se pri promjenjenim promjerima zjenice mijenjati i moć razdvajanja oka. Možemo, dakle, pisati:

$$\varphi = f(r)$$

(Utjecaj rasvjete i kontrasta, kao vanjske uzroke, te utjecaj difrakcije, koja dolazi u obzir za $2r < 1,5 \text{ mm}$, ne uzimamo ovdje u obzir. Naravno, da se predpostavlja i bijela svjetlost, jer moć razdvajanja ovisi i o valnoj dužini svjetlosti.)

Moć razdvajanja oka nije, dakle, nikako konstanta, već ovisna o mnogim faktorima od kojih je vrlo značajan i promjer zjenice. Sa povećanjem promjera iznad optimalnog, moć razdvajanja oka pada.

Maksutov, poznati ruski astronom i konstruktor vršio je opsežna ispitivanja oka, zbog problematike oka pri astronomskim opažanjima, te na pr. navodi:

$$\begin{aligned} \text{za promjer zjenice } 2r = 1,5 \text{ mm} \quad \varphi' &= 2,1' \\ 2r = 5 \text{ mm} \quad \varphi' &= 3,7' \end{aligned}$$

uz ostale optimalne uslove.

Zjenica oka može mijenjati promjer od 1,5 mm do 7,5 mm što je ovisno o intenzitetu svjetlosnog toka koji dolazi do oka.

Prof. A. Boutry, francuski optički stručnjak i pisac, uspoređuje specifičnu moć razdvajanja oka ($\varphi' \times 2r$) sa svojstvom razdvajanja durbina i konstatira, da postoji samo jedan optimalni ulazni otvor oka kod kojega je moguće iskoristiti svojstva besprijekorno korigiranog durbina. Taj otvor iznosi 0,6—0,7 mm. Ovo je moguće primijeniti jedino kod teleskopa za astronomska opažanja i pri svjetlosnoj signalizaciji terestričkih vizurnih točaka. Pri opažanju terestričkih objekata, ovakovo smanjenje ulaznog otvora negativno utiče na vidljivost, zbog istodobnog pada osvjetljenja slike na mrežnici oka, i zbog slabijeg kontrasta danju, te se ne može praktički primijeniti.

Durbini se, prema tome, moraju prilagođavati i svojstvima oka. Time mogućnost instrumenta nije u potpunosti iskorištena, a što je dragocjen gubitak pri nepovoljnim uslovima vidljivosti.

Ovo potvrđuje, već gore navedeno, o budućoj primjeni fotografske registracije snimanja, odnosno i o primjeni novih metoda mjerenja, kao što je na pr. elektronsko mjerenje dužina.

2. b. Konstruktivna i optička svojstva durbina

Durbin ima vrlo važnu ulogu kod mjerenja pri neoptimalnim uslovima vidljivosti uzrokovane prilikama u atmosferi. Kako se rjeđe služimo umjetnom rasvjetom, to upravo o svojstvima durbina često puta ovisi i mogućnost, odnosno točnost naših mjerenja. Zbog toga su tvornice geodetskih instrumenata poklonile konstrukciji durbina veliku pažnju i možemo kazati, da je u tome, u zadnjih desetak godina, postignut veliki napredak.

Pri konstrukciji durbina postavljaju sa dva osnovna zahtjeva:

1. Optimalno korištenje fizioloških sposobnosti oka
2. Logički odnos između točnosti viziranja, točnosti očitavanja i točnosti podjele limba (odnosno osjetljivosti libele kod nivelira). Može se i reći, da točnost viziranja, kao vanjski uslov, mora odgovarati ukupnoj točnosti unutrašnjih uslova instrumenta. Osnovni elementi durbina, koji određuju točnost

viziranja su: veličina ulaznog otvora, povećanje, te oblik i debljina nitnoga križa. Kako međutim prvo pitanje uslovljuje točnost viziranja, to se konstrukcija instrumenta postavlja u zavisnost od oka. Optimalno korištenje oka ovisi, međutim, o fizikalnim uslovima na terenu. Drugim riječima nemoguće je konstruirati durbin koji bi radio optimalno za različite uslove, pogotovo ako mislimo i na njegovu primjenu kod noćnih mjerenja.

Konstruktori pribjegavaju kompromisnim rješenjima uzimajući u obzir i praktičnost primjene instrumenta (ne prevelik ulazni otvor, mala težina, pogodno rukovanje itd.): Tako se za moć razdvajanja oka uzima konstantna vrijednost. (Neki autori uzimaju na pr. $\varphi = 20''$ za povoljne uslove viziranja i sa kvalitetnim nitnim križem). Izlazna pupila instrumenta kreće se u veličinama 1—2 mm sa najvećom vrijednosti oko 1,5 mm, što odgovara opažanjima pri normalnoj dnevnoj rasvjeti.

Svakako uz nepovoljnije uslove vidljivosti bolje odgovaraju durbinu sa većim izlaznim pupilama, jer je tada veće osvjetljenje slike, a ono u tim uslovima utiče sve bitnije na moć razdvajanja oka. Neki durbinu za precizna mjerenja imaju mogućnost promjene povećanja izmjenom okulara (na pr. Wild T3, Gtmir 27). Uzimanjem manjeg povećanja povećava se veličina izlazne pupile instrumenta.

Dobra rješenja predstavljaju nove konstrukcije durбина sa zrcalima. (na pr. Zeiss Theo 010 sa $2r = 1,7$ mm).

Svi durbinu jednakog povećanja i jednake izlazne pupile ipak mogu da se razlikuju u svojim svojstvima, a posebno pri njihovoj primjeni pri neoptimalnim uslovima rasvjete objekata i propustnosti zračnih slojeva. Faktori koji o tom odlučuju su slijedeći:

1. Stepem korekcije pogrešaka optičkog sistema durбина
2. Kvaliteta izrade i centriranje optičkih elemenata
3. Količina izgubljene svjetlosti zbog refleksije i apsorpcije unutar optičkog sistema durбина.

Što se tiče korekcije pogrešaka pokazuju novi instrumenti velik napredak. Dovoljno je samo usporediti današnje instrumente na pr. firme Zeiss sa predratnima. Pogreške optičkog sistema smanjuju kontrast slike, a time i moć razdvajanja, a ovo je upravo bitno pri neoptimalnim uslovima vidljivosti.

Kvaliteta izrade ne predstavlja problem pri današnjim tehničkim mogućnostima. Ovdje treba jedino napomenuti na potreban oprez pri demontiranju kod popravka instrumenta, a isto tako naglasiti potrebu čuvanja od oštećenja poliranih vanjskih ploha optičkih dijelova, jer oštećene plohe oduzimaju svjetlost.

Gubitci svjetlosti zbog refleksije i apsorpcije predstavljali su značajan problem durбина. Sami gubitci zbog apsorpcije iznose uz današnja optička stakla po elementu oko 1% i nisu tako značajni, ako je izrada elemenata ispravna. Međutim, gubitci zbog refleksije iznose po plohi koja graniči sa zrakom 4—6%. Iako to na prvi pogled ne izgleda mnogo, pri većem broju elemenata, a to je slučaj kod geodetskih durбина, ovi se gubitci sumiraju u znatne iznose, tako da prosječno iznose 40—60%. Izlazni tok svjetlosti iz instrumenta (Φ_i) nije jednak ulaznom toku (Φ_u)

$$T = \frac{\Phi_i}{\Phi_u}$$

zovemo koef. transparentije durбина.

K ovome treba još uzeti u obzir, da odbijena svjetlost, ne samo da je izgubljena, nego se ponovnim odbijanjem vraća i difuzno osvjetljava sliku, što smanjuje kontrast slike. Na taj način i durbin pridonosi smanjenju vidljivosti, pogotovo ako je njegov koef. transparencije malen.

Durbin, prema tome, ima vrlo važnu ulogu pri opažanju uz neoptimalne uslove.

Dosadašnji napredak optike i tehnike u znatnoj je mjeri podigao kvalitete durbina, a riješeno je i uklanjanje, u izvjesnoj mjeri, štetnih refleksa. Pronađen je t. zv. antirefleksni sloj (ili kraće AR-sloj). To je posve tanki sloj, najčešće magnezijum-fluorida, koji se nanosi u obliku molekularnih para na plohe leća i prizama u vakuumu 10^{-5} mm Hg. Ovaj sloj djelomično poništava svjetlost na principu interferencije svjetlosti. Debljina mu se u tu svrhu kreće u iznosu od 0.1 mikron, te AR-sloj nema još nekog drugog optičkog djelovanja. Na površini je vidljiv kao plavo-crvenkast sloj, pa se zato i kaže durbin sa »plavom optikom«.

Prema novodima geodetskih firma durbini sa AR-slojem daju relativno povećanje osvjetljenja slike prosječno 40—50%. Zato kažemo, da je durbin sa AR-slojem »svjetliji«, a to je upravo ono, što nam treba kod nepovoljnijih uslova.

Za nepovoljnije uslove vidljivosti bolji su nam, dakle, dobro optički korigirani durbini sa većim ulaznim otvorom i sa AR-slojem, povećanja, koje odgovara optimalnoj izlaznoj pupili za dane uslove.

2. c. Zračni sloj između instrumenta i objekta

Meduprostor predmet — instrumenat ispunjen je promjenljivim i nehomogenim optičkim sredstvom, te je zbog toga nepoznanica, koja uzrokuje, za precizna mjerenja, značajne sistematske i slučajne pogreške. Ovo sredstvo čini sa durbinom i okom jedinstveni, ali varijabilni optički sistem. Geodetska mjerenja opterećena su time sa jednim složenim izvorom pogrešaka. Za tačnost mjerenja dva su elementa bitna: veličina otklona vizure uslijed refrakcije svjetlosti i propusnost za svjetlost — transparentija. Ovaj drugi element ulazi u problematiku koju obrađujemo.

Koeficijent transparencije možemo odrediti uspoređenjem svjetlosnih tokova:

$$T = \frac{\Phi_o}{\Phi_r}$$

za određeni intenzitet emitiranog svjetlosnog toka, gdje je:

Φ_o optimalni svjetlosni tok, koji ulazi u instrumenat uz optimalne uslove u zračnom sloju.

Φ_r realni svjetlosni tok, koji ulazi u instrumenat uz dane uslove.

Veličina koef. transparencije ovisi o gustoći i veličini čestica vodene pare, prašine ili dima u zračnom sloju, a osim toga

$$T = f(\lambda)$$

tj. funkcija valne dužine svjetlosti.

Za veće valne dužine transparentija je veća. Znamo, da se valna dužina povećava, kad u spektru idemo od ljubičastog dijela prema crvenom. Međutim, u čitavom području vidljivog spektra, ($\lambda = 0,40 - 0,75 \mu$) oko je najosjetljivije za valne dužine $\lambda = 0,56 \mu$, a izvan ovih dužina osjetljivost naglo pada, pa se

prednost većih valnih dužina kod subjektivnih instrumenata ne može iskoristiti. Oko hvata područje elektromagnetskih valova, koje za mjerenja nije najpovoljnije.

Primjenom fotografske registracije snimanja može se preći čak i izvan vidljivog područja spektra u područje infra-crvenih zraka, još većih valnih dužina, ako se primijene specijalne emulzije na negativima senzibilizirane za infra-crveno područje. Primjena ove infra-crvene fotografije kod mjerenja moguća je tim više, što je koef. transparencije durbina za ove zrake od 0,75 do $2\ \mu$ približno isti, kao i za vidljivi spektar.

Infra-crvena fotografija omogućila bi opažanja u lošijim uslovima vidljivosti kod dugih vizura. Ona bi značila još korak naprijed u razvoju modernih metoda mjerenja.

2. d. Sjaj i kontrast objekta

Uz ostale spomenute faktore sjaj i kontrast objekta značajno utiču na vidljivost.

Sjaj definiramo, kao svjetlosni intenzitet jedinice površine rasprostranjenog objekta. Mjerimo ga u stilbima. Ovisan je o rasvjeti, ako sam objekt nije izvor svjetlosti. Ako je vizurni cilj točkast, tada govorimo o intenzitetu izvora (Intenzitet mjerimo u Novim svijećama ili starija jedinica Hefnerova svijeća).

Uz povoljne uslove u zračnom sloju za optimalna opažanja potreban je sjaj reda veličine $S > 10^{-4}$ stilba.* Za sjaj na pr. 10^{-6} stilba moć razdvajanja oka je već približno pet put manja od optimalne.

Kontrast definiramo:

$$K = \frac{S_1 - S_2}{S_1}$$

gdje je S_1 sjaj viziranog objekta, a S_2 sjaj neposredne pozadine objekta. Idealni kontrast je, dakle, 100%. Granica zapažanja kontrasta oka tj. kontrastna osjetljivost iznosi 1,5—2,5% za povoljan sjaj objekta (navedeno područje). Za optimalno opažanje potreban je kontrast: $K > 30\%$ uz kvalitetnu optiku durbina. Za kontraste manje od 10% optimum moći razdvajanja pomiče se prema većim ulaznim otvorima oka. Na pr. za $K = 2\%$ najbolja moć razdvajanja oka je kod $2r = 6$ mm, a ta je oko 15 puta manja od optimalne.

Iz navedenih primjera slijedi još jedan zaključak: Izbor položaja i način signalizacije imaju utjecaj na vidljivost.

Problem vidljivosti je, dakle složen. Rješavati ga možemo samo ako ova parcijalna područja razmatranja povežemo u cjelinu.

3. Rasvjeta vizurnog objekta i svjetlosna signalizacija — mjerenja noću

Rasvjeta objekta i svjetlosna signalizacija vizurne točke omogućava mjerenja, odnosno povećava točnost mjerenja kod nepovoljnih uslova vidljivosti danju, naročito kod dugih vizura, mjerenja u šumi i sl., a isto tako omogućava mjerenja u sumrak i noću, kao i u specifičnim geodetskim radovima gdje nema prirodne rasvjete (duži tuneli, rudarske jame i sl.)

* Red veličine 1 stilb ima sjaj difuznog objekta u podne ljeti rasvjetljen od sunca 10^{-8} stilba je sjaj noćnog neba bez mjesečine 10^{-9} stilba je granica zapažanja svjetlosti za oko

Treba istaknuti, da su mjerenja noću pogodna zbog veće stabilnosti slojeva zraka i jednoličnijih temperaturnih promjena (manje kolebanje instrumenta, visokih piramida, a kod niveliranja, libele) što omogućava točniji rad, naročito za vrućih i zaparnih ljetnih dana. Treba istaknuti, da je kontrast u noćnim opažanjima povoljniji, jer nema rasvjete pozadine, a isto tako moguće je primijeniti male izlazne pupile instrumenta (na pr. Gtmr 27 uz povećanje $81 \times$ daje $2r = 0,8$ mm, što je gotovo optimum korištenja instrumenta) a što sve znatno povećava točnost mjerenja.

Kombinirana mjerenja dan — noć mogu povećati točnost izvjesnih mjerenja (utjecaj refrakcije).*

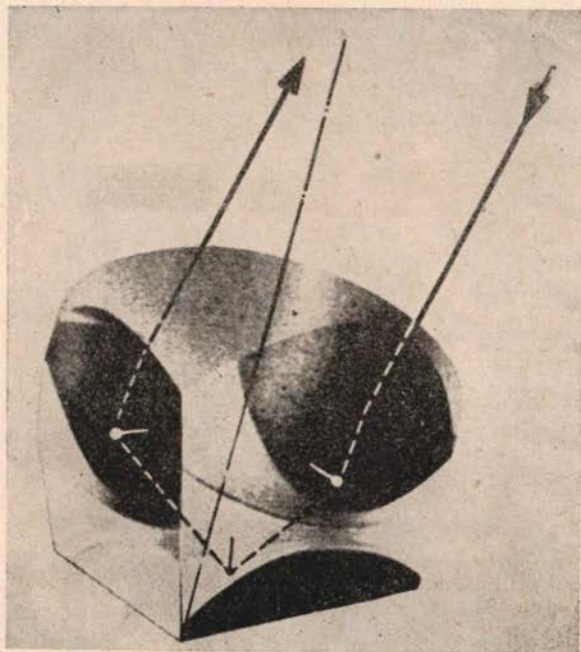
Kod mjerenja razlikujemo rasprostranjene i točkaste objekte, pa prema tome imamo:

a. Svjetlosna signalizacija vizurne točke
(za udaljenosti 1 km. — 100 km.)

Uz odgovarajuću opremu za rasvjetu instrumenta, za ovu signalizaciju upotrebljavamo:

1. Heliotrope
2. Reflektore
3. Trostrana zrcala

Razvoj heliotropa (F. C. Gauss 1820 god.) i reflektora (na pr. Zeiss TSG III) poznat je i opisan sa primjenom u našim udžbenicima (Vidi i članak: Ing. Cimerman — Dr. ing. Čubranić: O sigurnosti signalizacije. Geod. list br. 9 —12 1948 god.)



Sl. 1.

* Vidi: prof. dr. Čubranić: Točnost visinskog povezivanja otoka trig. nivelmanom. Geod. list br. 5—6 god. 1956. — prof. dr. Čubranić: Viša geodezija str. 173.

Interesantna je primjena trostranih zrcala (sl. 1), koja omogućavaju uštedu u osoblju. Reflektor nije na cilju, već uz teodolit. Samo trostrano zrcalo postavljaju se na vizurnu točku. Oblik ovog zrcala je kao ugao kocke stakla koja je prerezana okomito na dijagonalu kocke. Nakon totalne refleksije na tri plohe, zraka se vraća opažaču paralelno upadnoj zraci. Kod ovog načina refleksije paralelnost zraka ostaje neporemećena i ako ploha na koju zrake upadaju nije okomita na vizuru. Naravno, da kod ove primjene reflektor uz durbin mora biti svjetlosno jačeg intenziteta (4 do 10 puta), jer zraka prelazi vizuru dva puta.

b. Rasvjeta objekta
(za udaljenosti 10 m — 1000 m)

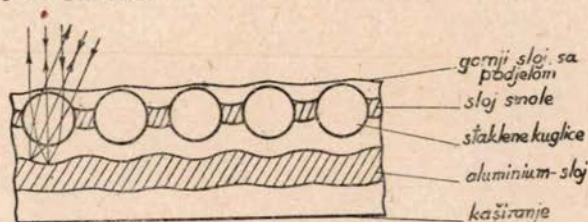
Poznata nam je rasvjeta bazisnih letava, kao i uređaja za rasvjetu instrumenata kod precizne poligonometrije.

Međutim, pomoćna rasvjeta nivelmanskih i tahimetrijskih letava i trasirki pri radovima bez prirodne rasvjete bila je do sada dosta nepraktična.

1954. god. firma Zeiss — Oberkochen uvela je i u tom pogledu novost ispitavši mogućnost primjene t. zv. refleksnog sloja na letvama: Takove letve, nakon uspješnih ispitivanja, proizvela je firma Nestle Fischer u Dornstettenu. Kod ovih letava podjela je nanosena na refleksnom sloju.

Refleksni slojevi

Poznata je primjena refleksnih slojeva na prometnim znakovima za automobile, koji svijetle osvijetljeni reflektorom. Ovi slojevi poznati su pod imenom »Scotchlite — folien«.

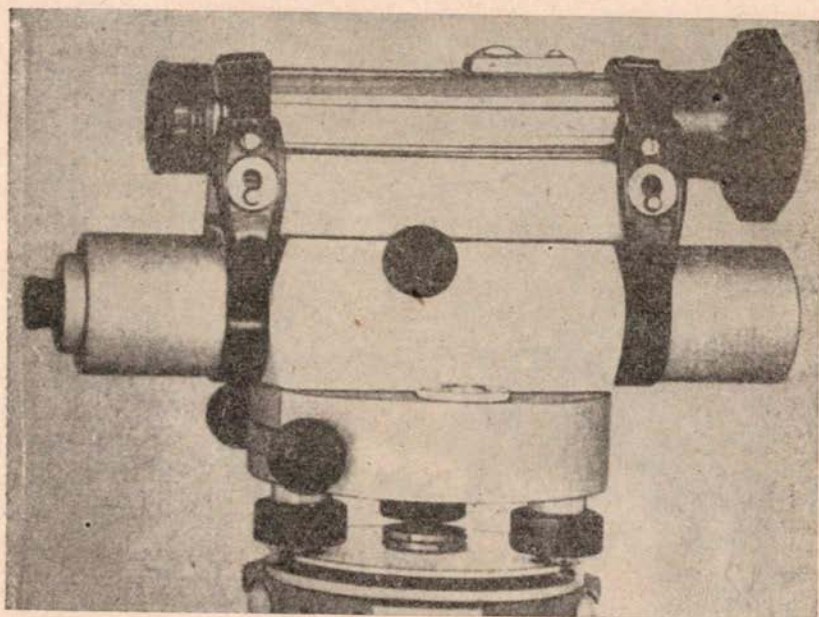


Sl. 2.

Refleksni slojevi sastoje se iz staklenih kuglica promjera 0.05—0.20 mm (sl. 2), gusto poredanih u sloju umjetne smole. Na malom razmaku ispod tog sloja nalazi se sloj aluminijskog, koji gornjom plohom reflektira svjetlost.

Takovi slojevi primijenjeni su uspješno u geodetske svrhe kaširanjem na letve i vizurne znakove. Prednost refleksnih slojeva prema ostalim načinima refleksije je u njegovom djelovanju. Ravno zrcalo na pr. reflektira samo u jednom smjeru, dok bijela ploha daje difuzno svjetlo u svim smjerovima, ali vrlo smanjenog intenziteta prema upadnoj svjetlosti; staklene kuglice refleksnog sloja, koje zauzimaju $\frac{2}{3}$ plohe reflektiraju zrake uz pomoć sloja A 1 slično, kao da sa sloja svjetle mnoge sličice izvora svjetlosti tj. reflektora. Već prema sloju kut rasipanja zraka je 4° do 10° . Na taj način letva izgleda jednolično svjetla sa oštrim bridovima podjela, jer crne podjele svjetlo apsorbiraju. Pogodnost očitavanja ne mijenja se ni za kraće udaljenosti.

Čitav uređaj sastoji se od reflektora smještenog uz instrument (najpogodnije na instrumentu, vidi sl. 3 s primjenom kod Ni 2), te letve sa kaširanim refleksnim slojem sa podjelom na sloju. Reflektor ima žarulju od 3.5 V i 0.2 A, te tri suhe baterije od po 1.5 V sa vremenom gorenja od 6 sati. Žuto-bijeli refleksni sloj u debljini do 0.2 mm može biti nanesen, kako na letvi, tako i na invarskim trakama letve. Ispitivanja su pokazala, da i pri promjenama temperature od 25° refleksni, sloj, nanešen na invaru, vrlo malo mijenja njegov koef. rastezanja, tako da praktički uzimamo, da u tom intervalu nema utjecaja.



Sl. 3.

Kut izlaznog snopa reflektora iznosi 3° tako da je letva osvijetljena u čitavom vidnom polju. Praktična fotometrička mjerenja pokazala su, da letva sa refleksnim slojem daje u otvor objektiva durbina svjetlost 35 puta većeg intenziteta, tj. sjaj letve sa refleksnim slojem (izražen u stilbima) je oko 35 puta veći. Ova mjerenja daju sama odgovor na pitanje prednosti primjene ovih letava pri lošijoj vidljivosti (mali koef. transparentije zračnog sloja, sumrak, mjerenja u šumi i sl.) Isto tako letve sa refleksnim slojem imaju će značajnu primjenu kod mjerenja noću, kao i kod specif. geodetskih mjerenja.

Problem vidljivosti kod geodetskih mjerenja rješava se na svim područjima koja zahvaća. Poznavajući ovu problematiku možemo i s njom u vezi odlučivati o načinu izvođenja mjerenja i primjene instrumentarija da bismo postigli određenu točnost mjerenja. Pri tome se naravno ne smije izgubiti iz vida i ekonomičnost. Probleme treba u cjelini uočiti i savremena dostignuća racionalno koristiti.

Résumé: — L'exactitude de mesure ne dépend pas seulement de la qualité des instruments et de celle de l'observateur, mais aussi de la suite des conditions physique liées aux circonstances atmosphériques et à la qualité oculaire de l'observateurs. Prises ensemble, toutes ces conditions influent directement sur la visibilité. Dans les formules d'exactitudes de mesure on ne prend pas du tout en considération cette importante composante c'est à dire l'influence de la visibilité sur l'exactitude de mesure.

L'auteur traite une suite d'éléments se rattachants à ce problème ayant une influence directe sur les méthodes de travail et la construction des appareils géodésiques.

Les chapitres traitant les singles questions portent les titres suivants: 1) Usage maximale de visibilité favorable, 2a) Qualités physiologiques de l'oeil, 2b) Qualités constructives et optiques de la lunette, 2c) Couche d'air entre l'object et la signalisation lumineuse, 2d) Eclat et contraste de l'object, 3) L'illumination de l'object et la signalisation lumineuse, Mesure en plain nuit, Signalisation lumineuse du point vise (pour les distances de 1 km — 100 km), Illumination des object (distances de 10 m — 1000 m), Couche réfléchissantes.