

ISPITIVANJA PARALAKTIČKIH UTJECAJA

Dušan BENČIĆ — Zagreb*

UVOD

U Geodetskom zavodu na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu već se niz godina istražuju paralaktički utjecaji na točnost mjerenja u okviru teme »Razvoj instrumentalne i mjerne tehnike u geodeziji«, kao i »Istraživanja i razvoj mjerne tehnike i metoda kalibracije«, a koje financira SIZ-III za značnost SR Hrvatske. O nekim rezultatima ovih istraživanja, izvješteno je u referatima koji su održani na XVII. Međunarodnom kongresu FIG u Sofiji [1] kao i na Savjetovanju »Geodetski i kartografski dani u Dresdenu [2]. Želja nam je, da i našu širu geodetsku stručnu javnost informiramo o ovim radovima.

Razlog, što smo jedan značajan dio istraživanja posvetili paralaktičkim utjecajima jest u tome, što se oni neizbježno pojavljuju pri optičkim preslikavanjima, a optički sistemi i uređaji imaju s jedne strane primjene u laboratoriju za ispitivanja geodetskih instrumenata, a s druge strane i značajnu primjenu pri mjerenjima geodetskim instrumentima. Iako optičke mikroskope u posljednje vrijeme sve više zamjenjujemo sa elektroničkim sistemima za očitavanje uz primjenu kodiranih i inkrementalnih krugova (gdje optički sistemi imaju sekundarnu ulogu), ipak durbin i oko opažača, povezani u jednu optičku cjelinu, ostaju još uvijek nezamjenljivi dio naših terenskih instrumenata sve dok se u osnovi ne izmjene i metode mjerenja, odnosno snimanja terena. I uz suvremenu automatizaciju mjernih procesa, posebno automatskom registracijom podataka, ostaje viziranje durbinom kao jedna od osnovnih subjektivnih operacija pri mjerenju. Oko u taj mjerni proces unosi svoje značajne prednosti (npr. adaptacija oka, fiziološki kontrast) u odnosu na uređaj koji bi ga zamijenio, ali i nedostatke, kao što je npr. akomodacija oka, koja je inače za vid od izuzetne važnosti, no pri mjerenjima vrlo nepovoljan izvor pogrešaka uslijed paralaktičkih utjecaja.

Paralaktički utjecaji po tome i danas zauzimaju dominantno mjesto kao izvor pogrešaka mjerenja, posebno pri nedovoljno stručnom izvođenju mjerne operacije, a što je povezano sa nepoznavanjem funkcije oka.

POJAVA PARALAKSE NITNOG KRIŽA DURBINA

Svako mjerenje durbinom svodi se na mjerenje pomoću niti nitnog križa u realnoj slici mjernog objekta kojeg preslikava objektiv durbina. Zbog toga

* Adresa autora: Prof. dr Dušan Benčić, Geodetski fakultet, Zagreb, Kačićeva 26.

tu ravninu nazivamo mjernom ravninom. Ako se ova ravnina razdvoji u dvije zasebne — ravninu nitnog križa i ravninu (zovimo je tako, iako to optički nije egzaktno) realne međuslike, međusobno razmaknute za veličinu $\Delta x'$, to će razdvajanje biti osnovnim uzrokom pojave paralakse, no ne i dovoljnim. Treba uzeti u obzir, da se daljnje preslikavanje vrši okularom durbinu i optičkim sistemom oka, pa je konačna slika i mjernog objekta i nitnog križa u foveoli na mrežnici oka i tu je i konačna optička registracija mjernog procesa. Pri mjerenju očito položaj vizirane točke i odgovarajuće točke niti nitnog križa u foveoli oka mora ostati čvrst i neovisan o eventualnom položaju odnosno pomaku oka iza okulara. To će biti ostvareno i u slučaju razmaka mjernih ravnina $\Delta x'$ ukoliko okular durbinu i optički sistem oka čine centrirani optički sistem, odnosno nema pojave vinjetiranja izlaznog snopa zraka svjetlosti vizirane točke. No pri pomaku oka, odnosno decentraciji oka iza okulara durbinu, pupila oka postepeno će vinjetirati izlazni tok zraka svjetlosti i time pomicati položaj težišne zrake snopa, što će uzrokovati premještanje slike točke u foveoli oka u odnosu na preslikanu mjernu točku niti nitnog križa.

Međusobni položaj mjernih točaka u foveoli oka se mijenja, a ovaj linearni pomak preračunat u kutnu mjeru, uzevši u obzir povećanje durbinu, daje odgovarajuću pogrešku pravca uslijed paralakse. Prema tome za pojavu ove pogreške pravca moraju postojati dva uslova:

— razmak mjernih ravnina $\Delta x'$

— decentracija oka iza okulara uz vinjetiranje snopa zraka svjetlosti.

Teoretski maksimalna pogreška pravca uslijed paralakse nitnog križa pojaviti će se kada pupila oka tangira izlaznu pupilu durbinu, što je praktički neostvarivo, jer se sva svjetlost sa vizirane točke gubi, pa i sliku više ne vidimo. Ipak u stručnoj literaturi poznate su formule uglavnom za ovu pogrešku pravca npr.:

$$\Delta \alpha''_{\max} = \frac{D_u}{2f_{1\infty}^2} \rho'' \Delta x', \quad (1)$$

gdje je D_u — promjer ulazne pupile durbinu,

$f_{1\infty}$ — žarišna daljina objektiva (pri durbinu podešenom na neizmerno).

s time, što se za srednju pogrešku pravca uzima trećina ove vrijednosti [3], a to je pogrešno, jer se maksimalna pogreška data formulom (1) ne može praktički ni pojaviti. Formula (1) ne može se primijeniti za kraće udaljenosti viziranja za durbinu s teleobjektivom (unutrašnje izoštravanje s promjenljivim f_1).

U našim teoretskim analizama izveli smo slijedeću formulu za teoretski maksimalnu pogrešku pravca, primjenjivu za sve udaljenosti viziranih točaka:

$$\Delta \alpha''_{\max} = \frac{d_1}{2f_2^2 \Gamma_a} \rho'' \Delta x', \quad (2)$$

gdje je d_1 — promjer izlazne pupile durbinu (promjenljiva veličina pri izoštravanju)

f_2 — žarišna daljina okulara

Γ_a — povećanje durbinu, promjenljivo za različito udaljene predmete, a odnosi se na omjer vidnih kutova pri promatranju kroz durbinu, odnosno prostim okom iz glavne točke objektiva.

Povećanje Γ_a može se izračunati pomoću empiričkih formula, ako se mjeri povećanje durbina dato omjerom promjera ulazne i izlazne pupile durbina [4].

Stvarna pogreška pravca ovisi o decentraciji oka i može se izračunati iz maksimalne pogreške, ako je ona poznata, po formuli

$$\Delta\alpha = \Delta\alpha_{\max} \frac{p_r}{d_1}, \quad (3)$$

gdje je p_r — pomak vinjetiranja oka, a $\frac{p_r}{d_1}$ relativna decentracija oka. Očito, kada je $p_r = d_1$, pogreška pravca je maksimalna.

Pri mjerenju veličinu p_r ne poznajemo i ona stalno mijenja svoju veličinu i predznak, pa je općenito možemo smatrati slučajnom veličinom (u nekih opažanja ona može poprimiti sistematski karakter, što će uzrokovati i sistematsku pogrešku pravca) pa govorimo i o srednjoj pogrešci relativne decentracije oka. Ova srednja pogreška očito je karakteristična za srednju pogrešku pravca (za datu veličinu $\Delta x'$ i udaljenost viziranja, $\Delta\alpha_{\max} = \text{konst.}$), pa se njenom ispitivanju poklonila posebna pažnja. U tu svrhu izvedeno je niz serija viziranja* uz različite postavbe prstena za izoštravanje (namjerno izazvana paralaksa) s time, što se razmak mjernih ravnina $\Delta x'$ izračunao uz prethodno određivanje tzv. prenosnog faktora pri durbinu s unutrašnjim izoštravanjem:

$$\Delta x' = P \cdot \Delta p,$$

gdje je P — prenosni faktor

Δp — zakret prstena za izoštravanje, dat lučnom mjerom.

U tzv. nultom položaju prstena za $\Delta x' = 0$, očito nema paralaktičkih utjecaja, pa se na osnovi povećanja srednje pogreške viziranja za ostale položaje prstena jednostavno određivala srednja pogreška pravca uslijed paralakse (m_p) na osnovi zakona o prirastu pogrešaka [6]:

$$m_u^2 = m_v^2 + m_p^2, \quad \text{tj. } m_p = \pm \sqrt{m_u^2 - m_v^2}$$

gdje je m_u — ukupna srednja pogreška viziranja,

m_v — srednja pogr. viziranja u nultom položaju prstena,

a srednja pogreška relativne decentracije prema (3) bit će:

$$\frac{m_{pr}}{d_1} = \frac{m_p}{\Delta\alpha_{\max}},$$

Iz većeg broja mjerenja koje je s različitim durbinama izvršilo više opažanja dobivena je srednja vrijednost za srednju pogrešku relativne decentracije oka u približnom iznosu 1/20. Interesantno je, da se ovaj iznos može izračunati i iz opažanja P. Eigia sa teodolitom KERN 1921. godine [6].

* Za viziranje je u laboratoriju primjenjen posebni uređaj prema Noetzi-u uz primjenu mikrometičkog pomaka vizurne marke. Time je eliminirano očitavanje kruga.

Prema tome možemo zaključiti, da je srednja pogreška pravca uslijed paralakse nitnog križa za razmak mjernih ravnina $\Delta x'$ približno 1/20 teoretski maksimalne pogreške pravca [4] [5].

METODE IZOŠTRAVANJA SLIKE DURBINA I NJIHOVA TOČNOST

Osnovne operacije pri podešavanju durbina za mjerenja su podešavanje okulara (dioptriranje) i podešavanje oštine slike mjernog objekta (izoštavanje). Na prvi pogled ne očekuje se, koliko su oba postupka međusobno vezana i koliko utječu na pojavu paralakse nitnog križa tj. pojave veličine $\Delta x'$.

Za podešavanje oštine slike mjernog objekta razlikujemo dvije osnovne metode:

metoda najpovoljnije oštine slike (u daljnjem tekstu označena kao metoda A)

i metoda poništavanja paralakse (u daljnjem tekstu metoda B).

U stručnoj literaturi daje se prednost ovoj drugoj metodi, što je logično i na osnovi njenog naziva, no to ne vrijedi kao pravilo.

Nakon što smo izvršili dioptriranje, tj. izoštrili sliku nitnog križa pomoću okulara (egzaktni postupak objasniti ćemo kasnije), to primijenimo li metodu A tražimo najbolju oštinu slike djelujući na dugme (prsten) za izoštravanje slike. Zbog ograničene moći razdvajanja oka pojaviti će se odstupanje mjernih ravnina $\Delta x'_A$, što će uzrokovati paralaksu. Ne ulazeći ovdje u izvod, ova veličina će biti (za metodu A) : [4]

$$\Delta x'_A = \mp \frac{f_2^2 \delta_A}{d_1 \rho}, \quad (4a)$$

gdje je δ_A — subjektivna veličina za svojstvo oka koja karakterizira moć razvijanja oka,

uz uvjet da oko opaža u neakomodiranom stanju.

Izoštavanjem metodom B, tražiti prethodno oštru sliku mjernog objekta pomakom oka ispred okulara uz poništavanje vidljivog pomaka realne slike i nitnog križa, pojaviti će se također odstupanje mjernih ravnina $\Delta x'_B$ zbog ograničene oštine vida oka. Ne ulazeći ni ovdje u izvod navedimo:

$$\Delta x'_B = \pm \frac{2f_2^2 \delta_B}{d_1 \rho}, \quad (4b)$$

gdje je: δ_B — subjektivna veličina za svojstvo oka koja karakterizira oštinu zapažanja relativnih pomaka slike i nitnog križa.

Mjerenjem veličine f_2 , d_1 i $\Delta x'$ (kao srednje pogreške izoštravanja) moguće je za odgovarajuću metodu na osnovi formula (4a) odnosno (4b) izračunati veličine δ_A , odnosno δ_B .

U Laboratoriju Geodetskog zavoda Geodetskog fakulteta, izvršena su u tu svrhu za različite durbine (uz različit prenosni faktor i različite opažače brojna ispitivanja, te su dobivene veličine u srednjem iznosu prikazane u tabeli:

T A B E L A

 δ_A SUBJEKTIVNA VELIČINA KOJA KARAKTERIZIRA MOĆ RAZDVAJANJA OKA

Za prenosni faktor 1:8 do 1:12

Za prenosni faktor 1:2 do 1:6

Laborat. uvjeti 5 — 25 mgon
Povoljni teren-
ski uvjeti 5 — 30 mgon20 — 40 mgon
20 — 50 mgon δ_{B^*min} SUBJEKTIVNA VELIČINA KOJA KARAKTERIZIRA OŠTRINU ZAPAZANJA RELATIVNIH POMAKA SLIKE I NITNOG KRIŽA

Za prenosni faktor 1:8 do 1:12

Za prenosni faktor 1:2 do 1:6

Laborat. uvjeti 5 — 10 mgon
Povoljni teren-
ski uvjeti 5 — 15 mgon10 — 15 mgon
10 — 20 mgon

Uz statističku sigurnost 95% sve su veličine dva puta veće

1 mgon = 3'',24

Uvrstimo li izraz za $\Delta x'$ iz formule (4a) odnosno (4b) u formulu (2) dobit ćemo relativno vrlo jednostavne izraze za maksimalnu pogrešku pravca uslijed paralakse:

$$\Delta\alpha_{\max A} = \pm \frac{\delta_A}{2\Gamma_a}, \quad (5a)$$

odnosno:

$$\Delta\alpha_{\max B} = \pm \frac{\delta_B}{\Gamma_a}. \quad (5b)$$

Pogreška pravca uslijed paralakse značajno ovisi o povećanju durbina i obrnuto je proporcionalna toj veličini. Treba istaknuti, da veličina δ , kao subjektivna veličina oka, ovisi o uvjetima opažanja, ali i drugim karakteristikama durbina kao što su: kvaliteta optike, prenosni faktor, svjetloća durbina.

Ispitivanja su pokazala, da je metoda B u optimalnim uvjetima opažanja točnija od metode A koja je međutim jednostavnija i brža. Povećanje točnosti metodom B u odnosu na A nije veće od 50% (dakle, ipak znatno manje nego što bi se očekivalo!), no uz uvjet da oko opaža u neakomodiranom stanju. Iz

δ_{B^*min} određen je u optimalnom položaju. U ostalim položajima okulara, a uz još oštru sliku nitnog križa δ_B se povećava.

tabele vidimo, da često obje metode mogu biti i iste točnosti. Međutim, na točnost metode B u značajnoj mjeri uječe smanjenje rasvjete, a posebno titranje slike durbina, pa će u takovim uvjetima metoda A biti točnija, a time svakako i ekonomičnija. No kao što smo istakli pri mjerenju, posebno primjenom metode A, treba ukloniti štetan utjecaj akomodacije oka.

UTJECAJ AKOMODACIJE OKA PRI MJERENJU DURBINOM ZNACENJE ISPRAVNOG DIOPTRIRANJA OPTIMALAN POLOŽAJ OKULARA

Akomodacija oka je prilagođivanje oka pri promatranju objekata u dubini prostora s time, što se djelovanjem posebnog akomodacijskog mišića u ciliarnom tijelu opuštaju ili stežu vrlo fine niti koje obuhvaćaju leću optičkog sistema oka, što uzrokuje promjenu njenog oblika, a time i žarišne daljine cijelog sistema oka. Na taj način oko automatski fiksiranjem objekta postiže i njegovo oštro preslikavanje u foveoli mrežnice oka. Širina akomodacije, koja se izražava u dioptrijama, bitno ovisi o starosti, ali što je značajno i o rasvjeti, te se njenim smanjenjem smanjuje. Dakle, pri opažanjima oko nema stalno jednaku, da tako kažemo, »snagu akomodiranja«. Iz toga slijedi, da jednom izoštrani nitni križ uz jače akomodirano oko može postati neoštar, ako se smanji rasvjeta na terenu. Potpuno je neispravno naknadno ponovo namješfati okular.

Nitni križ zbog toga nikad ne treba postavljati »na daljnu jasnoga vida« jer je oko u tom slučaju prilično akomodirano (3 do 4 dpt).

Iako se u stručnoj literaturi ponekad još uvijek nađe podatak o podešavanju okulara na daljinu jasnog vida (vjerojatno iz razloga što se misli da je to daljina najboljeg vida), ipak već P. ENGI [6] 1922. godine svojim istraživanjima ukazuje na »optimum akomodacionog stanja«, kao i na značajan utjecaj akomodacije oka na paralaksu nitnog križa, a time i pogrešku pravca. On ispituje pogrešku pravca za različite položaje okulara i otkriva minimum ove pogreške pri određenom položaju, no ne ukazuje kako otkriti taj položaj, jer ustvrđuje da su »fiziološki i psihološki tokovi pri viziranju premalo istraženi i u znatnoj mjeri ovisni o opažaču (lična sposobnost, uvježbanost, metoda opažanja), te bi bilo teško postaviti zakonitost«.

Akomodacija oka omogućava, da se u isto vrijeme vidi oštro i slika objekta i nitnog križa, što će povećati veličinu $\Delta x'$, a time i paralaktičke utjecaje posebno pri metodi A. Ne ulazeći u izvod koji je jednostavan, uslijed akomodacije oka A, izražene u dioptrijama, biti će:

$$\Delta x'_{[mm]} = \frac{f_2^2}{1000} A. \quad (6)$$

Time se paralaktički utjecaji u znatnoj mjeri povećavaju. Postavimo li uvjet jednakih veličina $\Delta x'$ prema (6) i (4b), tj. da pogreška izoštravanja uslijed akomodacije oka ne bude veća od pogreške primjenom metode B, uz $\delta_B = 10$ mgon biti će

$$A_{\max_{[dpt]}} = \frac{0,3}{d_1}.$$

tj. d_i 1,0; 1,2; 1,5; 2,0 mm, slijedi

A_{\max} 0,3; 0,25; 0,20; 0,15 dpt.

Slijedi, za precizna mjerenja treba izvesti dioptriranje s točnosti reda veličine desetine dioptrije! Okular podešen na položaj u kojem je očito oko pri promatranju u stanju mirovanja akomodacije (za normalno oko prema H. Schoberu udaljenost promatranja 1—2 m) nazivamo optimalnim položajem okulara. Taj položaj je subjektivan, tj. odgovara oku pojedinog opažača. Približno se okular postavlja u optimalan položaj, no za precizna mjerenja nedovoljno točno (nesigurnost 0,5 do 1 dpt), tako, da se okular okreće udaljavanjem od nitnog križa u područje njegovog neoštrog preslikavanja, a nakon toga gledanjem kroz okular vraća dok se ponovo nepojavi oštra slika. Time je dijelom isključena akomodacija oka.

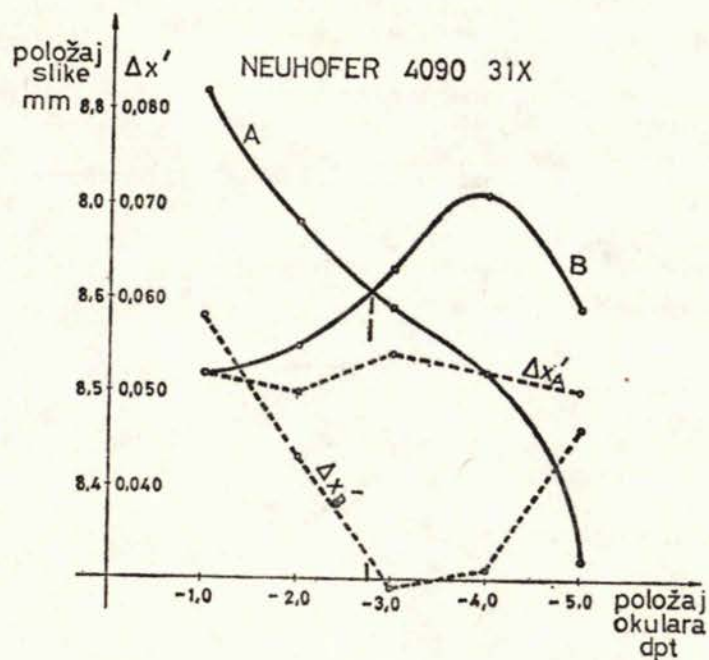
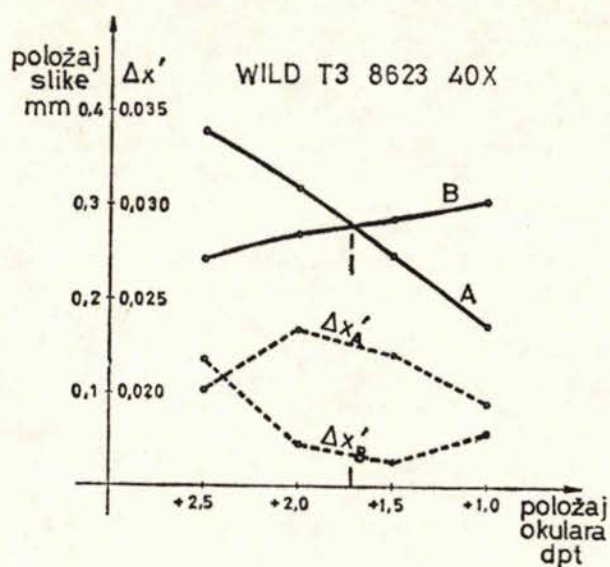
Prema našim ispitivanjima točnije se ovaj položaj može odrediti, ako se na durbin postavi mm-skala sa indeksom za očitavanje položaja prstena (dugmeta) za izoštravanje slike (što u svakog durбина, posebno kod nivelira nije jednostavno). Počevši od krajnjeg položaja okulara, kad se još vidi oštra slika nitnog križa, postepeno se za pojedine položaje okulara u više ponavljanja i posebno metodom A i metodom B izvrši izoštravanje slike objekta i pri svakom izoštravanju očita položaj prstena (dugmeta), Nanesemo si za svaki položaj okulara (u dioptrijama) srednje vrijednosti očitavanja za obje metode, dobit ćemo u koordinatnom sustavu dvije krivulje A i B. Apcisa presjecišta krivulja daje očitavanje optimalnog položaja okulara. Na slici 1 je prikazano takvo ispitivanje za teodolit WILD T3 (optimalni položaj + 1,7 dpt) i teodolit starije konstrukcije Neuhofer 4090 (optimalni položaj - 2,8 dpt). Približno, na točnost 0,2 do 0,3 dpt., može se optimalni položaj odrediti ovom metodom, ako se okular stavi grubo u približan položaj i izvrši izoštravanje obim metodama uz očitavanje položaja prstena. Ako je dobiveno očitavanje isto, okular je već približno postavljen u optimalan položaj, ukoliko se čitanja razlikuju, to se postupnim približavanjem (korekcijom položaja okulara) odredi optimalan položaj okulara, tj. položaj kad za obje metode imamo isto očitavanje položaja prstena za izoštravanje.

Ispitivanja su pokazala, da je u optimalnom položaju okulara srednja pogreška izoštravanja metodom B (na slici Δx_p) najmanja.

Treba uzeti u obzir, da je metoda B u izvjesnoj mjeri i ovisna o metodi A, budući da je prvi dio svake operacije izoštravanja traženje oštre slike mjernog objekta. Sve to govori u prilog nužnom postavljanju okulara u optimalan položaj pri preciznom mjerenju. Taj položaj je neophodan primjenom metode A pri izoštravanju. Ova metoda je brža, a u određenim nepovoljnijim uvjetima opažanja i točnija od metode B. Bilo bi stoga dobro, da industrije geodetskih instrumenata prilikom proizvodnje, adaptira u skalu na durbinu za očitavanje položaja prstena za izoštravanje. Orijentaciono se može uzeti, prema formuli (5b) i (3), da će srednja pogreška pravca uslijed paralakse nitnog križa izražena u mgon, uz $\delta_B = 10$ mgon (dakle, u povoljnim uvjetima) i statističku sigurnost (za δ_B) 0,95 biti:

$$m_p = \pm \frac{1}{\Gamma_a}$$

dakle, obrnuto proporcionalna iznosu povećanju durбина (za udaljenije objekte $\Gamma_a = \Gamma_D$, gdje je Γ_D povećanje afokalnog durбина).



Sl. 1 — Ovisnost položaja realne međuslike o metodi, izoštravanja (A, B), kao i točnosti izoštravanja $\Delta x'_A$ i $\Delta x'_B$ za različite položaje okulara dubina

Očito je, stručnim postupkom, utjecaj paralakse nitnog križa može se u znatnoj mjeri reducirati, što omogućava primjenu durbina i za najpreciznija mjerenja.

ZAKLJUČAK

Pri mjerenjima je uvijek nužno postaviti okular u optimalan položaj i time isključiti utjecaj akomodacije oka pri mjerenju. U tom slučaju će metoda poništavanja paralakse nitnog križa (metoda B) u optimalnim uvjetima mjerenja biti najtočnija. U tim uvjetima ova točnost izoštravanja je do 50% točnija od obične metode izoštravanja slike (metoda A).

Međutim, u uvjetima lošije vidljivosti, ili u uvjetima titranja slike u durbinu (kada se znatno smanjuje točnost metode B), vočnija će biti metoda jednostavnog izoštravanja slike, pa je treba primijeniti, no uz neophodan uvjet optimalnog položaja okulara. Ovu metodu treba uvijek primijeniti pri manjim zahtjevima za točnost mjerenja, jer brža u primjeni, manje zamara, svakako je ekonomičnija.

LITERATURA

- [1] Benčić D.: »Der Einfluss der Akkomodation des Auges auf die Ungenauigkeit der Messung mit geodätischen Fernrohren«, XVII Kongres FIG-e, Sofija, 1983.
- [2] Benčić D., Šimičić K.: »Untersuchungen des Einflusses des Zustandes der Atmosphäre auf die Strichkreuzparallaxe, Savjetovanje Geodetski i kartografski dani, Dresden, 1983.
- [3] Grödel E.: Grundlagen und Hilfsmittel der optischen Polygonierung, Zeiss-Kompendium, Jena.
- [4] Benčić D.: Prilog teoriji subjektivnih optičkih instrumenata primijenjenih u mjerenoj tehnici, disertacija Zagreb 1979.
- [5] Šimičić K.: Prilog ispitivanjima paralaktičkih utjecaja pri mjerenju nivelirima, magistarski rad, Zagreb, 1983.
- [6] Engi P.: Zur optischen Distanzmessung, Schweizer. Z. f. Vermessungsw. 20, 1922.

SAŽETAK

U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja paralaktičkih utjecaja s posebnim osvrtom na paralaksu nitnog križa durbina. Ova istraživanja aktuelna su i danas, budući da i u automatiziranom mjernom procesu ostaje viziranje durbinom osnovnom subjektivnom mjernom operacijom, te paralaksa nitnog križa može značajno smanjiti točnost mjerenja. U tu svrhu analizirane su i metode izoštravanja slike i posebno vrlo značajan utjecaj akomodacije oka, te preporučene metode podešavanja durbina. Uz stručno rukovanje durbinom paralaktički utjecaji mogu biti u znatnoj mjeri reducirani, a ekonomičnost mjerenja povećana.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit werden die Resultate der Forschungen der Parallaxeneinflüsse mit besonderem Hinweis auf die Strichkreuzparallaxe des Fernrohrs dargelegt. Diese Untersuchungen haben ihre Aktualität behandelt, weil auch bei weitgehend automatisierten messtechnischen Prozessen das Anzielen mittels Fernrohrs dem Auge überlassen wird und darum die Strichkreuzparallaxe die Genauigkeit der Messung weit beeinträchtigen kann. Besonders wurden darum die Methoden der Zielbildeinstellung als auch damit der Einfluss der Akkomodation des Auges analysiert und deswegen nachfolgend die Methoden der Fernrohreinstellung vorgeschlagen. Bei der richtigen Fernrohreinstellung können die Parallaxeneinflüsse weit herabgesetzt werden und die Effektivität der Messung erhöht.

Primljeno: 1984-02-23