

ZAHARIJE M. BRKIĆ  
naučni saradnik  
Astronomske opservatorije  
u Beogradu

ANALIZA SISTEMATSKIH GREŠAKA PASAŽNOG INSTRUMENTA I DRUGIH  
SISTEMATSKIH UTICAJA NA ODREĐIVANJE VREMENA

ОСНОВНА ОРГАНИЗАЦИЈА УДРУЖЕНОГ РАДА  
ЗА МАТЕМАТИКУ, МЕХАНИКУ И АСТРОНОМИЈУ  
БИБЛИОТЕКА

Број: одет. 4/1  
Датум: 3. IV 1980.

БЕОГРАД, 1958

„Ja ne poznajem težega posla u čitavoj astronomiji od prelaza  
sa diskusije slučajnih grešaka na izučavanje sistematskih“.

/KAPTEIN/

S A D R Ź A JP R V I D E O

Dosadašnje stanje problema	str.
1. Uvod.....	4
2. OSVET NA ISTORISKI RAZVOJ APARATURE ZA ODREĐI- VANJE VREMENA I NA ISPITIVANJE SISTEMATSKIH UTICAJA NA OVO ODREĐIVANJE	
Razvoj klasične opreme.....	10
Savremeni instrumenti i njihova tačnost.....	12
<b>Nastojanja</b> u ispitivanjima sistematskih uticaja na meridijanska posmatranja.....	15

D R U G I D E O

ANALIZA SISTEMATSKIH GREŠAKA PASAŽNOG INSTRUMENTA  
I SISTEMATSKIH UTICAJA NA ODREĐIVANJE VREMENA NA  
ASTRONOMSKOJ OPSERVATORIJI U BEOGRADU

3. USLOVI ODREĐIVANJE VREMENA NA ASTRONOMSKOJ OPSERVATORIJI U BEOGRADU.....	18
4. MESNE ANOMALIJE NAGIBA OBRTNE OSOVINE	
Sekularne i sezonske promene.....	21
Dnevne promene.....	27
Zaključak.....	32
5. SISTEMATSKE RAZLIKE NAGIBA OBRTNE OSOVINE U ZA- VISNOSTI OD POLOŽAJA INSTRUMENTA	
Prikupljena dokumentacija.....	33
Poreklo ovih sistematskih razlika.....	34
Zaključak.....	37
6. SISTEMATSKE RAZLIKE ČASOVNIKOVIH STANJA U ZA- VISNOSTI OD POLOŽAJA PASAŽNOG INSTRUMENTA	
Prikupljena dokumentacija.....	38
Poreklo ovih sistematskih razlika.....	39
Zaključak.....	47
7. UTICAJ JAČINE I PRAVCA VETRA	
Uticaj jačine vetra.....	48
Uticaj pravca vetra.....	51
Zaključak.....	56
8. SISTEMATSKE RAZLIKE ČASOVNIKOVIH STANJA IZVEDE- NIH IZ VEČERNJIH I JUTARNJIH POSMATRANJA.....	57
Prikupljena dokumentacija.....	58
Uticaj mesnih anomalija refrakcije.....	63

Uticaj jačine i pravca vetra.....	66
Uticaj sistematskih grešaka kataloga.....	73
Zaključak.....	77
Opšti zaključci.....	78
Literatura.....	86

---

DOSADAŠNJE STANJE PROBLEMA

1. Uvod.- Metoda posmatranja meridijanskih prolaza, poznata od najstarijih vremena, koja je znatno evoluirala sa napretkom optike i tehnike astronomskih instrumenata, pokazala se kao najpreciznija za određivanje tačnog vremena /časovnikova stanja  $C_p$ /. Klasični izrazi Mayer-a

$$C_p = \alpha + \delta_\alpha - [T_m + b \cos(\alpha \mp \delta) \sec \delta + a \sin(\varphi \mp \delta) \sec \delta \pm C \sec \delta]$$

Hansen-a

$$C_p = \alpha + \delta_\alpha - [T_m + b \sec \varphi \pm n (\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \varphi) \pm C \sec \delta]$$

i Bessela

$$C_p = \alpha + \delta_\alpha - [T_m + m \pm n \operatorname{tg} \delta \pm C \sec \delta]$$

$$m = b \cos \varphi + a \sin \varphi$$

$$n = b \sin \varphi - a \cos \varphi$$

poznati po svojim preimućstvima, vezuju časovnikovo stanje za rekta- scenzije  $\alpha$  posmatranih nebeskih tela. Zato od tačnosti časovne službe zavisi neposredno i tačnost određivanja položaja nebeskih tela, a preko ovih, posredno, i tačnost sopstvenih kretanja nekretnica vezana sa nizom problema zvezdane astrometrije, tačnost osnovnih astronomskih konstanata i, najzad, tačnost geografskih dužina i svih astronomskih i geodetskih radova koji se na njima zasnivaju.

Tačnost određivanja časovnikova stanja, kao osnove savremene časovne službe, pored ovako velikog teoriskog značaja za samu Astronomiju, ima danas i velikih praktičnih primena. Zadržimo se, kratkoće radi, samo na nekoliko njenih osnovnih primena u samoj Astronomiji.

Radovi na određivanju položaja zvezda iz meridijanskih posmatranja traju, bez većih prekida, već tri veka. Poslednjih sto godina, uglavnom od Bessela naovamo, oni pretstavljaju veoma homogen materijal koji dostiže osetno veću tačnost no ranije, zahvaljujući ne toliko usavršavanju upotrebljenih instrumenata, koliko baš određivanju i eliminisanju sistematskih grešaka instrumentskog, ličnog i atmosforskog porekla iz posmatranih koordinata. Ovome znatno doprinosi i porast u tačnosti određivanja vremena, naročito za poslednje pola veka, kako postoji Međunarodna časovna služba. Auwers-ov pokušaj iz 1879 g. da od većeg broja posmatračkih kataloga stvori jedan izvedeni /računski/ katalog veće tačnosti od svakog pojedinog upotrebljenog urodio je plodom. Ubrzo njegovom primeru sleduju američki astronomi B. i L. Boss i, u novije vreme, A. Kopff sa svojim Trećim fundamentalnim katalogom, u kome su izvedene koordinate osnovnih zvezda dostigle do danas najveću

tačnost. Ovome katalogu treba priključiti i novi sovjetski Katalog geodetskih zvezda i najzad Fundamentalni sovjetski katalog slabijih zvezda organizovan u međunarodnoj saradnji, koji se nalazi u radu.

Svaki od ovih fundamentalnih kataloga određuje na nebeskoj sferi po jedan osnovni koordinatni sistem koji koristi potrebama kako teoriske astronomije i nebeske mehanike tako i praktične astronomije i geodezije, te ima izvanredno veliki i teoriski i praktični značaj. Tačnost od  $0''.1$  i veća, kojoj ove discipline teže, nije međutim još ni izbliza u njima dostignuta. Ovo se vidi, s jedne strane, po srednjim slučajnim greškama Trećeg fundamentalnog kataloga [76] koje katkad dostižu i  $1''$ , a prosečno  $0''.3$  do  $0''.4$ . S druge strane, to se vidi i upoređenjem položaja zvezda iz istih zona određenih u raznim fundamentalnim katalogima koji se sistematski razlikuju i za po ..... Sistematske greške ovih kataloga tipa  $\Delta\alpha_x, \Delta\alpha_y, \Delta\alpha_z$  i  $\Delta\alpha_m$  već su više puta bile predmet podrobnih, više ili manje uspehlikih analiza, jer ove nisu mogle do kraja objasniti njihovo poreklo, a još manje zakonitosti njihovih promena. Međutim sa sigurnošću se danas zna, npr., da sistematska greška tipa  $\Delta\alpha_x$  dolazi od sistematskih kolebanja časovnikova hoda u toku dana i u toku godine;  $\Delta\alpha_y$  od nepravilnosti oslonaca obrtne osovine instrumenta, od bočne refrakcije i bočne fleksije durbina;  $\Delta\delta_x$  od nejednakosti mesnih anomalija refrakcije u toku godine;  $\Delta\delta_y$  od same mesne refrakcije, od nejednakosti kružne podele i fleksije durbina; a  $\Delta\alpha_m$  od lične jednačine sjaja. Znatan deo ovih sistematskih grešaka ulazi u položaje zvezda, međutim, još jednom preko časovnikova stanja, a na ovaj način ulazi i niz drugih do danas još malo ispitanih sistematskih grešaka. Tako je ispitivanje svih sistematskih uticaja na časovnikovo stanje isto tako od velikog značaja.

Najzad treba pomenuti i sistematske greške koje su u fundamentalne sisteme unošene preko određivanja položaja početka od koga se mere rektascenzije / $\gamma$  tačka/ iz posmatranja Sunca, koja su teška i po svojoj prirodi različita od posmatranja zvezda. U današnje vreme čine se uveliko pokušaji da se položaji ovog početka odrede vezivanjem za planetoide čije su putanje pouzdano određene, a koji se posmatraju sličnim metodama i pod sličnim uslovima kao i zvezde /Fundamentalni katalog slabih zvezda/.

Najzad, zbog potrebe u nebeskoj mehanici, inercioni sistem, definisan jednim fundamentalnim katalogom, sme se kretati samo ravnomerno i pravoliniski, a to se ne može postići ako se položaji zvezda oslanjaju na Sunce, koje se i samo kreće na složen način u Galaktičkom sistemu. Zato se u poslednje vreme čine pokušaji da se položaji zvezda u fundamentalnom sistemu vežu za pravilne vangalaktičke magline, koje su praktično bez sopstvenog kretanja, te da se i ovaj izvor sistematskih grešaka ukloni iz fundamentalnog sistema.

Samo po sebi je jasno da i tačnost sopstvenih kretanja „nekretnica“, koja se izvode iz razlika njihovih položaja u toku vremena, zavisi u mnogome od sistematskih grešaka kataloga, a napose onih koja opterećuju časovnikova stanja, jer se dva položaja jedne nekretnice, razdvojena dugim vremenskim razmakom, mogu uporediti tek pošto se oba oslobode sistematskih grešaka o kojima je napred bilo govora.

Izučavanje zakonitosti u kretanju zvezda i njihovih asocijacija samim tim zahteva dobro poznavanje uticaja sistematskih grešaka, koliko na zvezdane položaje, **toliko** i na časovnikovo stanje.

Sve fundamentalne astronomske konstante izvode se iz posmatranja položaja Sunca, Meseca i zvezda, koji su opterećeni sistematskim greškama kataloga i sistematskim greškama određivanja vremena, pa se odatle jasno vidi od kolikog je značaja određivanje ovih grešaka i izučavanje zakonitosti njihovih promena za tačnost slike sveta koja se stvara preko fundamentalnih astronomskih konstanta i njihovom upotrebom.

Tako, npr., osnovna jedinica za dužinu u Sunčevu sistemu, dobiva se preko Sunčeve paralakse, a ova preko paralakse

$$\rho_0 = \frac{\delta_2 - \delta_1 - \Delta\lambda \frac{d\delta}{dt}}{\frac{\rho_1}{a_0} \sin(\varphi_1 - \delta_1) + \frac{\rho_2}{a_0} \sin(\delta_2 - \varphi_2)}$$

neke planete bliske Zemlji, posmatrane sa dve stanice  $\varphi_1, \varphi_2$  na kojima se mere njene deklinacije  $\delta_1, \delta_2$  ili rektascenzije. Zemljini potezi  $\rho_1, \rho_2$  kao i njen ekvatorski poluprečnik  $a_0$  zavise od elemenata Zemljinog sferoida, a  $\Delta\lambda$  je razlika geografskih dužina stanica. Sve ove veličine, kao i izmerene koordinate planete, zavise, posredno ili neposredno od sistematskih grešaka časovnikova stanja i izmerenih položaja.

Slična stvar je i sa Mesečevom paralaksom, odnosno daljinom čije je tačno poznavanje od posebnog značaja u vezi sa današnjim pokušajima čovekova savladjivanja ovog rastojanja.

Konstanta precesije, čija se popravka  $dp$  dobiva iz uslovnih jednačina tipa

$$\begin{aligned} \cos b \mu_1 = & \bar{u}x \sin l - \bar{u}y \cos l + C \cos 2l \cos b + S \sin 2l \cos b + Q \cos b + \\ & + dp [\cos E_1 \cos b + \sin E_1 \sin b \sin(l-l_1)] - \\ & - dE [\cos E_2 \cos b + \sin E_2 \sin b \sin(l-l_2)], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_2 = & \bar{u}x \sin b \cos l + \bar{u}y \sin b \sin l - \bar{u}z \cos b - \frac{1}{2} C \sin 2l \sin 2b + \frac{1}{2} S \\ & \cos 2l \sin 2b + dp \sin E_1 \cos(l-l_1) - dE \sin E_2 \cos(l-l_2), \end{aligned}$$

u kojima osnovnu ulogu igraju koordinate posmatranih zvezda  $\underline{a}$  i  $\underline{b}$  i njihova sopstvena kretanja  $\mu_1$  i  $\mu_2$ , oslobodjena Sunčeva kretanja i obrtanja Galaksije, očigledno preko ovih veličina zavisi od sistematskih grešaka časovnikova stanja i zvezdanih položaja.

Konstanta nutacije, čija se popravka  $dN$  izvodi iz posmatranih koordinata zvezda  $\alpha, \delta$  preko uslovnih jednačina tipa

$$d\delta_0 + \mu_\alpha t + n_\alpha dN = \alpha - \alpha_{app}$$

gde je nutacioni koeficient

$$\mu_\alpha = -(1.717 + 0.745 \sin \alpha \operatorname{tg} \delta) \sin \Omega - \operatorname{tg} \delta \cos \Omega,$$

ili preko uslovnih jednačina tipa

$$\varphi = z + \delta_0 + d\delta_0 + n_\delta + dN + \mu_\delta t + B,$$

gde je

$$n_\delta = -0.745 \cos \alpha \sin \Omega + 1.000 \sin \alpha \cos \Omega,$$

zavisi, kao što se vidi, takodje od sistematskih grešaka zvezdanih koordinata, a preko njih i od sistematskih grešaka časovnikova stanja.

Isti je slučaj i sa konstantama aberacije i refrakcije, koje takodje zavise od koordinata posmatranih zvezda, dakle i od njihovih sistematskih grešaka pa i od sistematskih grešaka u poznavanju vremena.

Najzad, iako ne na poslednjem mestu, poznavanje vremena sa visokom tačnošću od izvanredne je važnosti i za određivanje geografskih dužina Laplace-ovih tačaka i astronomskih tačaka u astro-geodetskim mrežama, preko kojih se dolazi do poznavanja tačnog oblika i dimenzija Zemljinih i do čvstih oslonaca za triangulaciju kao osnovu premera, razlika geografskih dužina.

$$\lambda = (T_A - T_B) + (C_A - C_B)$$

već po svojoj definiciji zavisi, kako od pokazivanja časovnika  $T_A$  i  $T_B$  u dvema stanicama A i B, tako i od njihovih stanja  $C_A$  i  $C_B$  svedenih na isti trenutak. Naša lična posmatranja izvršena na raznim Laplace-ovim tačkama, kao i posmatranja drugih astronoma, pokazuju tendenciju grupisanja prema posmatraču, upotrebljenom instrumentu, ili sličnim mesnim uslovima. Tako npr.: više serija posmatranja meridijanskih prolaza jednog istog posmatrača iz kojih je eliminisan hod časovnika, pokazuju izvanredno slaganje. Isto tako i više serija drugih posmatrača, dok se obe grupe sistematski razlikuju, katkad i za nekoliko desetih vremenske sekunde. U ovom smislu govorimo o dobrom unutrašnjem slaganju ali rdjavom spoljašnjem slaganju posmatranja ili o visokoj unutrašnjoj, ali niskoj spoljašnjoj tačnosti. Dok unutrašnja tačnost zavisi od tzv. slučajnih grešaka, spoljašnja zavisi od greša-



ka sistematskog karaktera. Ove poslednje katkad se mogu istaći baš u razlikama ovakvih grupa posmatranja koja pokazuju visoku unutrašnju tašnost, premda njihova analiza zahteva posebno organizovana posmatranja. U navedenom primeru očigledno su po sredi lične jednačine posmatrača, ali na sličan način dolaze do izražaja i sistematske greške koje dolaze od instrumenta i njegovih mernih organa i, najzad, i sistematske greške koje dolaze od atmosfere, tj. od raznovrsnih anomalija refrakcije.

Kada se geografske koordinate određuju sa najvećom preciznošću, i pomoću velikih instrumenata, u cilju izučavanja polarnih i nepolarnih promena geografskih koordinata, izučavanja pomeranja Zemljinih polova, njenih kontinenata, ili neravnomernosti Zemljine rotacije, sistematske greške sva tri porekla još osetnije dolaze do izražaja, jer se ističu iz materijala u kome je dostignuta veća unutrašnja tačnost.

Zbog svega toga je veoma delikatno ispitivanje sistematskih grešaka instrumentskog i ličnog karaktera, kao i anomalija refrakcije, koje katkad mogu dostići u ukupnom iznosu i  $0.1$  i sa savremenim instrumentima/, od velikog i teoriskog i praktičnog značaja.

Sa naglim razvojem radiotehnike i elektronike u poslednje vreme došlo je do konstrukcije novih posmatračkih instrumenata, novih pribora za registrovanje vremena i novih aparata, kako za njegovu emisiju, tako i za prijem. Konstruisan je kvarcni, a uskoro će biti konstruisan i atomski časovnik. Pribori za održavanje, registrovanje, emitovanje i prijem vremena do te mere su danas usavršeni, da obezbeđuju tačnost od  $0.001$ , i veću. **Sami** posmatrački instrumenti najnovije konstrukcije nisu još ovu tačnost dostigli, ali su joj se znatno približili.

No ako su naša merenja, zahvaljujući savršenstvu savremene tehnike, i dostigla ovu visoku tačnost u pogledu unutrašnjeg slaganja pojedinačnih rezultata u serijama merenja, tačnost koja deset puta premaša tačnost klasične aparature i koja bi bila sasvim dovoljna da se dodje do novih zaključaka u izučavanju pomenutih prirodnih pojava, spoljašnja tačnost njihova, baš zbog postojanja sistematskih grešaka sva tri pomenuta porekla i danas je daleko manja.

Ova činjenica upućuje danas astronome da se još više i sa još većom oštrinom posvećuju rešavanju teškog problema iznalaženja sistematskih grešaka pasažnih instrumenata i raznih sistematskih uticaja čijin bi se poznavanjem mogla povisiti tačnost u određivanju vremena, a sa ovom i tačnost samog inercionog sistema i svih istraživanja koja su sa njim u vezi.

Š obzirom na značaj savremene časovne službe i na raspoloživu

opremu, tvorac i organizator nove Astronomske opservatorije u Beogradu profesor V. V. Mišković, od samog njena početka postavio je solidne temelje našoj časovnoj službi, namenio dobar deo njene aktivnosti izučavanju promena njenih geografskih koordinata i stvaranju ozbiljne naučne podloge, s jedne strane za astronomske radove u zemlji, a s druge strane za pretstojeće montiranje Opservatorijinih fundamentalnih instrumenata i organizaciju službe kataloga za koju ona spada medju najopremljenije opservatorije u Evropi.

Za potrebe časovne službe i službe promena geografskih koordinata podignut je posle Drugog svetskog rata i poseban Astrogeodetski paviljon [53], s jednim krilom duž prvog vertikala i drugim duž meridijana, koji je primio pasažni instrument i zenit-teleskop, odnosno veliki univerzalni instrument i astrolab sa prizmom.

1950 g. profesor V. V. Mišković skrenuo mi je pažnju na nesimetričnost paviljona, njegove konstruktivne nedostatke i neizbežne posledice istih na rezultate posmatranja. I savetovao mi je da preduzmem određivanje vremena iz dvostrukih, večernjih i jutarnjih serija, kao i niz drugih vrsta ispitivanja sistematskih grešaka: prvo instrumenta; zatim njegova staba; paviljona; a naročito anomalije refrakcije kao posledica anizotropnosti atmosferskih slojeva oko instrumenta. Ispitivanjima sam pristupio l.I.1951 godine, a dvostruke serije određivanja vremena počeo sam l.I.1952 godine. No na ovakav način posmatralo se nažalost samo dve godine 1952 i 1953 - zbog nedostatka posmatračkog i računskog osoblja koje on uslovljava.

Medjutim, već i iz ovako prikupljenog posmatračkog materijala, pošlo mi je za rukom da otkrijem niz sistematskih grešaka pasažnog instrumenta i po enutog paviljona, kako i neke anomalije u refrakciji i da proučim zakonitosti njihovih promena. Ovo opet, uz preduzete mere tehničkog karaktera omogućilo mi je da povisim stepen tačnosti Opservatorijine časovne službe do nivoa ostalih svetskih opservatorija, i tako doprinesem njenom uključenju u Medjunarodnu mrežu časovne službe.

Posmatrački materijal i neposredni zaključci izvedeni iz njega u pomenutom vremenskom razmaku objavljeni su u Biltenu Astronomske opservatorije u Beogradu [64] pa zato neće biti ovde ponovljeni. Predmet ovog rada je sistematsko izlaganje postignutih rezultata u pogledu izučavanja pomenutih sistematskih grešaka pasažnog instrumenta i drugih sistematskih uticaja u određivanju vremena koji mogu biti od opšteg značaja.

Profesoru V. V. Miškoviću dugujem zahvalnost kako za savete, oko organizovanja istraživačkih radova, tako i za one oko oformljenja ovog rada.

## 2. OSVRT NA ISTORISKI RAZVOJ APARATURE ZA ODREĐJIVANJE VREMENA I NA ISPITIVANJE SISTEMATSKIH UTICAJA NA OVO ODREĐJIVANJE

a/ Razvoj klasične opreme.- Prvi meridijanski instrument u današnjem smislu reči konstruiše Olaf Römer krajem XVII v. po povratku sa Pariske opservatorije u Kopenhagen [45]. Ali tek posle dužeg vremena ovaj instrument uvode i druge opservatorije i metoda meridijanskih prolaza konačno preovladjuje nad metodom jednakih visina, koja je dotle uživala opšte priznanje. Dobro poznata preimućstva metode meridijanskih prolaza nad metodom jednakih visina prvi je istakao Johan Bernoulli 1771 u svom „Zborniku“ objavljenom u Berlinu [2]. Tek posle ovoga metoda meridijanskih prolaza dobila je opšte priznanje. Bernoulli je prvi istakao i činjenicu da je preciznost izrade meridijanskih instrumenata kritična za ovu metodu. Još dugo vremena, međjutim, smatralo se da neprecizne rezultate dobivene ovom metodom treba pripisati njenim nedostacima, sve dok izrada preciznijih časovnika sa klatnoma nije pokazala da su tu bile u pitanju nepravilne promene hoda časovnika niske preciznosti, koje su dovodile do velikih grešaka pri određivanju koordinata zvezda. One su naročito dovel<sup>le</sup> do izražaja pri apsolutnom njihovom određivanju vezivanjem za Sunce, jer su tada bili duži vremenski razmaci koji su razdvajali ove dve vrste posmatranja, inače različitih po svojoj prirodi.

Drugi veliki korak u povišenju tačnosti meridijanskih posmatranja učinjen je kada su Mayer [1], Hanse [5], i naročito Bessel [3], krajem XVIII veka i početkom XIX veka, postavili egzaktnu teoriju meridijanskog instrumenta i pokazali kako se mogu obračunati uticaji netačnosti: azimuta, nagiba i kolimacije tj. odstupanja od prirodnog koordinatnog sistema, na rezultate posmatranja.

Treći veliki korak učinjen je pronalaskom i primenom, polovinom prošlog veka /Amerikanci G.P.Bond [7] i S.C.Walker [6] / elektromagnetnog hronograha za registrovanje posmatranja. On je na jedan objektivniji način zamenio dotle univerzalnu Bradlejevu metodu procene trenutka posmatranja vidom i sluhom.

Međjutim još je 1795 g. Maskelyne primetio da ista posmatranja dvojice astronoma, oslobodjena svih dotle poznatih sistematskih grešaka, sadrže razlike koje prelaze granice slučajnih grešaka i dolaze od ličnih uticaja posmatrača, od njima svojstvenih načina posmatranja, od neobjektivnosti vida i nervnog sistema, uslovljene njihovom fizičkom i fiziološkom prirodom. Razlike ovih ličnih grešaka prvi su brižljivo ispitali Bessel [4], Hartman [10], Plantamour i Hirsch [9], C.Wolf [13] i Kayser [14], a pregled svih radova na ovom problemu do 1865 dao je Radau [11]. No tek kad je C.Wolf [12], pre osamdesetak godina, utvrdio da se ove razlike sistematski pojavljuju i kod registrovanja prolaza

zvezda preko končanice i kod posmatranja trenutnih pojava /okultacije/, i pri merenju na nepomičnim podelama /nadir, mira, kolimator...../, pa bilo da se registrovanje vrši Bradlejevom metodom bilo hronografski, dozrelo je bilo vreme da se potraže načini još objektivnijeg registrovana meridijanskih prolaza.

Hamburški konstruktor Repsold prvi je realizovao bezlični mikrometar 1889 g. [15], kojim je učinjen četvrti krupni napredak u povišenju tačnosti meridijanske astronomije. Već pri određivanju razlika geografskih dužina Berlin-Potsdam 1891 on je pokazao svoju veliku vrednost. Istina kasnijim radovima Littela [24], Stojka [78] kao i ~~kao~~ i ispitivanjima koja smo sa B.Ševarlićem [55] izvršili na jednom novom dispozitivu za određivanje i ispitivanje ličnih grešaka pri posmatranjima meridijanskih prolaza 1947 g., otkrilo se i potvrdilo da sistematske lične greške postoje i pri upotrebi bezličnog mikrometra, samo se red njihove veličine spušta sa  $0^s.1$  ili  $0^s.2$  na  $0^s.01$  ili  $0^s.02$ .

Skoro paralelno sa otkrićem bezličnog mikrometra, 1891, Schnauder dolazi na ideju eliminacije kolimacionog uticaja obrtanjem meridijanskog instrumenta oko alhidadne osovine u sredini posmatranja prolaza svake zvezde. Postupak se ubrzo pokazao koristan u praksi i opšte je bio prihvaćen još od trenutka kada se počelo sa izradom malih prenosnih tipova pasažnih instrumenata, koje je, naročito početkom ovog veka, sa uspehom realizovao nemački konstruktor Bamberg.

Savremeni, prelomljeni tipovi ovih instrumenata kod kojih se mikrometar nalazi na kraju šuplje obrtne osovine, a zrak posle prolaza kroz objekt ~~iz~~ dospeva u okular posle totalnog odbijanja od jedne pravouglo prizme u preketu instrumenta, omogućili su znatno udobnije, pa time i tačnije posmatranje, jer posmatrač ne menja svoj položaj prema instrumentu s promenom deklinacije zvezda.

Početak ovog veka uvedeno je i automatsko kretanje pokretnog mikrometarskog konca, najpre na Pariskoj [21] i Kapskoj opservatoriji [23], zatim i na drugim velikim opservatorijama, elektromotorom čiju brzinu osmatrač jednim diferencijalnim uređajem u toku samog prolaza prilagodjava brzini prividnog kretanja zvezdinog lika u žižnoj ravni. I ovaj tehnički napredak u meridijanskoj astronomiji doprineo je povišenju njene tačnosti, naročito apstrahujući dejstva jednosmernih sila posmatračeve ruke na ručice mikrometarskog kotura.

Unutrašnja tačnost posmatranja meridijanskih prolaza sa ovakvom tzv. klasičnom aparaturom, dostigla je u drugoj četvrtini našeg veka  $0^s.01$ . Uprkos tome, spoljašnja njihova tačnost često nije premašala ni  $0^s.05$ , što je od slučaja do slučaja varirala s mestom posmatranja, vrstom posmatračkog paviljona i drugim mesnim uslovima. Više autora s kraja prošlog i početkom ovog veka, kao što su Bauschinger [18], Kienle [20] i dr., bavili su se pitanjima anomalija refrakcije i

salskom refrakcijom, koja je naročito kritična za tačnost određivanja meridijanskih prolaza i kojoj je pripisan veći deo sistematskih grešaka u posmatranju. Bilo je u to vreme i drugih autora, kao što su Švajcer [8], Albreht [17, 19], Blohin [28], Beljajev [29] i Dnjeprovski [30], koji su spoljna neslaganja u rezultatima prolaza delimično objasnili jednostavnim toplotnim uticajem posmatrača na instrument ili uopšte postojanjem jednog horizontalnog gradijenta temperature u prostoru instrumenta i oko njega, kao i još nekim instrumentskim nedostacima koji u toku samog posmatranja dovode do deformacija instrumenta i do njegovih odstupanja od prirodnog koordinatnog sistema, o kojima dotle nije vodjeno računa. Iz svih ovih i mnogih manje značajnih radova vidi se da ovi uticaji mogu dovesti do sistematskih grešaka od više stotih vremenske sekunde uprkos znatno boljem unutrašnjem slaganju rezultata posmatranja meridijanskih prolaza, tj. znatno manjih slučajnih grešaka.

Nastojanja da se ove greške izbegnu i uopšte povisi tačnost određivanja vremena poslednjih decenija su se kretala u dva pravca. Prema konstrukciji novih posmatračkih instrumenata i pribora za registrovanje i održavanje vremena, koji će zagarantovati veću tačnost i posmatrača obezbediti što je moguće više i od sistematskih uticaja, i prema organizaciji takvih specijalnih istraživanja koja će nas dovesti do saznanja o redu veličine pojedinih sistematskih grešaka koje se javljaju pri određivanju vremena, o njihovom poreklu i, najzad, o zakonima njihovih promena, kako bi se posmatranja meridijanskih prolaza mogla očistiti ili zaštititi od njihovih uticaja.

b/ Savremeni instrumenti i njihova tačnost.— Da bi se izbegao uticaj ličnih grešaka, čija je promena podložna još nedovoljno ispitanim zakonima, i da bi se našlo sretstvo za objektivniju ocenu trenutaka meridijanskih prolaza, činjeni su još 1891 u Džordžtaunu prvi pokušaji za određivanja ovih prolaza na nepokretnoj fotografskoj ploči u žižnoj ravni pasažnog instrumenta [16], no tada se nije moglo ići dalje od 3<sup>m</sup>6 prividne veličine. Ovi su pokušaji 1901 godine nastavljeni u Getingenu [22, 31] i tada su registrovani tragovi zvezda sve do osme prividne veličine. No metoda se nije pokazala dovoljno ekspeditivnom za praktičnu upotrebu.

Sa ovom metodom postignut je uspeh 1929 g. kada se prešlo na snimanja s pokretnom fotografskom kamerom na zenit-teleskopu Vašingtonske opservatorije [35]. 1952 godine usavršeni veliki fotografski zenit-teleskop postavljen na Otavskoj i Tokiskoj opservatoriji [70], [71], [60], doveo je do veoma velike unutrašnje tačnosti od 0<sup>s</sup>004 za popravku časovnika i još veće za geografsku širinu, koje se jednovremeno na njemu određuju. Poslednjih godina ovi složeni i skupi instrumenti čije je kretanje sinhronizovano sa kvarcnim časovnikom, a čitav rad za vreme

snimanja automatizovan blagodareći prineni savremenih tekovina elektro-  
nike, uvedeni su i na Nešatelskoj, Griničkoj i Ričmondskoj opservatoriji  
a pretstoji njegovo postavljanje na Opservatoriji u Pulkovu.

Medjutim, dok su se ovakvi instrumenti pokazali vrlo korisnim  
za izučavanje promena geografskih širina, ne izgleda da će na njih si-  
stematski preći posmatrači časovnih službi zbog njihove velike skupoće.  
Osim toga, ograničavajući se na uske zenitske zone, podložni su greš-  
kama [66] i ne pružaju materijal koji bi se mogao iskoristiti za poprav-  
ku fundamentalnog sistema, kao što je slučaj sa pasažnim instrumentima.  
Najzad, i pored sve objektivnosti fotografske ploče, ni ova metoda nije  
slobodna od ličnih grešaka koje se uvlače pri njihovom merenju.

Sličan slučaj je i sa novim Danžonovim bezličnim astrolabom  
[73], koji je poručilo 26 velikih opservatorija za radove u MGG., koji  
pokretanjem prizme produžava trenutak koinidencije likova zvezda i time  
povećava tačnost određivanja vremena na  $0^{\text{s}}009$  [74]. No i on se ograni-  
čava samo na jednu zonu određenu almukantarom  $Z = 30^{\circ}$  za datu stanicu i  
samo na sjajnije zvezde.

Zbog svega toga najviše perspektive za razvoj i afirmaciju  
ima danas objektivni metod registrovanja meridijanskih prolaza fotočeli-  
jom u žižnoj ravni pasažnog instrumenta [66], . Prve oglede sa  
ovakvom registracijom vršili su još 1924 g. u Parizu Ferije, Žuo i Mesni  
[25], no zbog slabo razvijene elektronike i sretstava za pojačanje im-  
pulsa oni su rešili bili samo pitanje za prolaze najsjajnijih zvezda.  
Iz istih razloga nije mnogo dalje otišao ni B.Strömgren 1925 i 1933  
[27, 38]. Ovo je potpuno razumljivo kada se zna da na pasažnom instru-  
mentu sa otvorom od 90 mm svetlosni tok zvezde nulte veličine dostiže  
tek  $10^{-8}$  l.m., a od zvezde sedme veličine 631 put manje, što odgovara  
jačini struje od  $10^{-15}$  A! Stoga je tek sa pronalaskom izvanredno osetljive  
fot očelije „multiplikatora“ i savremenih pojačala pošlo za rukom  
N.N.Pavlovu [39], [40], [47], [56], astronomu Pulkovske opservatorije,  
da definitivno razradi ovu metodu za praktičnu primenu. Iz njegovog  
izveštaja [77] podnetog na Regionalnom savetovanju istočno-evropskih  
zemalja o radovima u časovnim službama i službama širine u M.G.G., odr-  
žanom aprila 1957 na Pulkovskoj opservatoriji, vidi se da verovatna gre-  
ška prolaza jedne zenitske zvezde svedene na ekvator, izvedena iz 1 000  
posmatranja, iznosi  $0^{\text{s}}005$ , a da unutrašnja tačnost časovnikova stanja  
izvedena iz 10 posmatranih prolaza po ovoj metodi dostiže  $\pm 0^{\text{s}}0023$ .

Da bi se pri ovim novim metodama posmatranja meridijanskih  
prolaza obezbedila i spoljašnja tačnost, tj. da bi se umanjio u istoj  
meri i uticaj sistematskih grešaka instrumentskog porekla predložena su  
u poslednje vreme četiri razna tipa <sup>novih</sup> pasažnih instrumenata. Prvi tip pred-  
ložio je Danžon [44]. Polazeći od toga da se moraju vršiti ovakvim instru-  
mentom merenja sa tačnošću od 0.1-0.2 mikrona, ako se želi dostići tač-

nost od  $0^{\text{S}}001$  u određivanju vremena, Danžon smatra da se mora obezbediti od elastičnih i neelastičnih deformacija u samom instrumentu za vreme posmatranja. Zato predlaže kontrolu postojanosti njegove optičke osovine i vizure specijalnim optičkim dodacima instrumentu.

Sam Pavlov predložio je, u saradnji sa poznatim optičarem Maksutovim [47], novi meniskni pasažni instrument, koji je znatno manji i stabilniji od pasažnog instrumenta klasičnog tipa, jer se koristi Maksutovljeva konstrukcija menisk-teleskopa. I ovaj instrument predviđen je, razume se, za fotoelektrično registrovanje meridijanskih prolaza.

Postoji i nedavni projekt akademika V.P.Linika [48] za konstrukciju novog tipa pasažnog instrumenta koji će sa veoma visokom tačnošću registrovati prolaze na principu interferencije.

Najzad valja pomenuti i novu konstrukciju horizontalnog pasažnog instrumenta Griničke opservatorije [54], koji se sastoji iz dva durbina kojima se eliminiše kolimacija bez obrtanja instrumenta. Zrak od zvezde ulazi u nepomične stabilne durbine kretanjem jednog sistema oledala koje se registruje.

Svi ovi novi instrumenti nalaze se još, bilo u projektovanju, bilo u konstruisanju ili ispitivanju, pa se zasada ~~ništa~~ još ništa ne može reći koliko će oni doprineti povišenju spoljne tačnosti u posmatranju meridijanskih prolaza.

No već sa dosad ostvarenim unapredjenjima u klasičnoj opremi za posmatranje meridijanskih prolaza približili smo se u određivanju vremena tačnosti od  $0^{\text{S}}001$  koju nam garantuju savremeni instrumenti za održavanje vremena /Šortov i kvarcni časovnik/ i aparature za registrovanje posmatranja i prijem časovnih signala /hronoskop sa ceziumovom lampom, Kolnetov hronograf, elektronski brojač i katodni oscilograf/.

No kako će se zbog skupoće ove moderne opreme za određivanje, održavanje i registrovanje vremena još dugo održati u upotrebi na mnogim opservatorijama klasična aparatura, to problem izučavanja sistematskih grešaka pasažnih instrumenata, naročito onih što potiču od aparature i mesnih anomalija refrakcije, ostaje još uvek aktuelan. On će to ostati i kad nova oprema bude uvedena na svima opservatorijama, jer se bez ovog stalnog ispitivanja ne može obezbediti spoljašnja tačnost u određivanju vremena uprkos lakog načina da se unutrašnja tačnost proveri iz svake serije posmatranja. Osim toga on će to biti i sa razloga što nam je još nepoznata spoljašnja tačnost koju će obezbedjivati novi instrumenti koji su još u fazi konstruisanja i ispitivanja i, najzad, zbog toga što pored instrumenata u dostizanju ove tačnosti velku ulogu <sup>čuju</sup> stub, posmatrački paviljon i čitava njegova okolina.

Nastojanja u ispitivanjima sistematskih uticaja na meridijanska posmatranja.— Napred je već pomenut niz radova iz prošlog veka o ispitivanjima sistematskih uticaja na meridijanska posmatranja, i to kako onih koji dolaze od posmatrača, tako i onih od instrumenata i od mesnih anomalija refrakcije.

Sa organizovanjem centrale Medjunarodne časovne službe sa sedištem na Pariskoj opservatoriji, koja je počela 1910 g. prva sa emisijama časovnih signala, a od 1919 g. dobila i medjunarodnu legalizaciju, započela je nova era u nastojanju da se povisi tačnost u određivanju vremena odredjivanjem i eliminisanjem različitih sistematskih grešaka. Radovi A. Lambert-a [32] i N. Šoyka [33], pružili su numeričke metode da se neke od ovih sistematskih grešaka odrede i eliminišu pri obrazovanju definitivnih popravaka emisija časovnih signala. Tako se došlo do pojma „definitivnog vremena“, najtačnijeg koje se može praktično odrediti. Sa povećavanjem broja opservatorija koje su učestvovala i učestvuju u Medjunarodnoj časovnoj službi N.Šoyko je usavršio i numeričke metode za odredjivanje sistematskih grešaka u odredjivanju vremena na pojedinim opservatorijama, grešaka koje se mogu odrediti iz uporedjenja vremena primljenih emisija na njima sa definitivnim vremenom Medjunarodne časovne službe. Tako u publikaciji Medjunarodnog časovnog biroa nailazimo na niz radova ovog astronoma posvećenih ovom problemu.

Oni se nalaze rezimirani u I i II poglavlju njegove teze [78]. Eliminirajući sezonske uticaje koje na odredjivanje vremena, preko longituda opservatorija, vrši pomeranje Zemljinih polova, vodeći računa o Kimurinom članu, bočnoj refrakciji, promenama atmosferskog pritiska iznad kontinenata i okeana, promenama u brzini prostiranja radio-talasa i, najzad, o disimetriji prostora, našao je on u ostacima odstupanja sezonske varijacije koje je u selini pripisao neposrednom uticaju Sunca na Zemljinu koru. Videćemo kasnije da je nekim autorima pošlo za rukom da razdvoje neke sistematske uticaje na odredjivanje vremena, kao i da naši radovi na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu predstavljaju izvestan dalji korak u ovom nastojanju.

E. Esclanjon je u dva maha [26], ispitivao tačnost odredjivanja vremena iz meridijanskih prolaza. U prvom radu izložio je interesantne rezultate svojih ispitivanja na Strazburškom meridijanskom krugu. Organizujući čestu proveru instrumentskih konstanata između posmatranjih prolaza pomoću posebno postavljenih kolimatora i mira služeći se za proveru nagiba nadirnom, a koristeći veliki broj merenja radi obezbedjenja od slučajnih grešaka, on je odredio red veličine trenutnih i progresivnih fluktuacija instrumenta i pokazao je da iznosi  $0^{\text{s}}004$  sa maksimalnom amplitudom od  $0^{\text{s}}02$ . Dalje je našao da kočenje instrumenta u trenutku registrovanja prolaza može dovesti i do deformacija koje imaju za posledicu sistematske greške reda  $0^{\text{s}}03$ . Vršeći ispitivanje pod



raznim uslovima paviljona i vremena, pokazao je dalje da atmosferske promene mogu dovesti do sistematskih uticaja od  $0^{\text{s}}01$  za jednu seriju od 10-15 prolaza, no izuzetno ovi uticaji mogu dovoditi i do sistematskih grešaka od  $0^{\text{s}}05$ .

Zbog svega toga on preporučuje čestu kontrolu instrumenta za vreme posmatračke serije na gornje načine, zatim posmatranje sa otkočenim instrumentom i najzad promenu vremena posmatranja i kontrole instrumenta u toku serije, kako ne bi došlo do prividnih slaganja rezultata uvlačenjem sistematskih grešaka jednakih vrednosti, pa kaže: „Ovakva odredjivanja podložna su u velikoj meri sistematskim greškama svoje vrste, koje je teško izdvojiti i koje je vrlo, teško uočiti u savršenom slaganju dobivenih rezultata“.

Dalje autor izražava mišljenje da sistematske greške u položajima fundamentalnih zvezda mogu dostići i  $0^{\text{s}}05$ , pa kod odredjivanja geografskih dužina preporučuje posmatranje istih zvezda gdegod se to može. Najnovije popravke sistema FK<sub>3</sub> [76] dale su za pravo autoru.

Esclangon je u pomenutom radu ukazao i na progresivne fluktuacije kako instrumenata, tako i atmosfere i na red njihove veličine. Medjutim nije se bavio ispitivanjima koja bi dovela do zakonitosti u ovim sistematskim greškama .

I E. Guyot, u svojoj tezi [34], dolazi do istog reda veličine za sistematske greške koje dolaze od instrumenta i označava sa  $0^{\text{s}}05$  tačnost odredjivanja vremena sa klasičnom aparaturom. Ove greške on naročito pripisuje azimutu pasažnog instrumenta na kojim utiče insolacija preko temperaturnog dejstva na zemljište. Koristeći podatke merenja temperature na raznim dubinama na Observatoriji u Nešatelu i njihovu promenu u toku dana, on izvodi zaključak o potrebi dubokih stubova za pasažne instrumente i dobroj njihovoj zaštiti od osunčavanja. No on ističe da se samo jedan deo ovih sistematskih grešaka može objasniti dejstvom temperaturnih promena na azimut stuba, tj. instrumenta. U prvom odeljku našeg rada mi smo se pozabavili ovim istim dejstvom na nagib. No kao ni Esclangon, ni Guyot se ne upušta u podrobno izučavanje progresivnih i sezonskih promena sistematskih instrumentskih grešaka i u njihovu izučavanju ograničava se samo na azimut.

M. S. Zverjev je u dva svoja rada [51], [52], u kojima je sažeo i mnoga svoja ranija delimična ispitivanja, otišao, korak dalje od svih napred prikazanih radova proučavajući svestranije instrumentске, lične i atmosferske sistematske promene kao i niz slučajnih grešaka pri posmatranju pasažnim instrumentom i njihove uticaje na odredjivanje vremena, † naročito težeći da istakne zakonitosti promena ovih uticaja u toku godine. On je bio u preimućtvu nad prethodnim autorima, jer je raspolagao posmatračkim materijalom od više posmatrača † sa dva različita instrumenta i prikupljenim pod raznim uslovima, kroz period od 1941-1944

godine, na Observatoriji u Sverdlovsku, kamo je evakuisana Moskvska opservatorija /Gaiš/ za vreme Drugog svetskog rata.

Posmatrajući u prvoj glavi sistematske razlike u stanjima časovnika zavisno od reda posmatranja na pasażnom instrumentu /EW ili WE/ Zverjev izvodi zaključak da one dolaze od toplotnog dejstva posmatračeva na instrument i da zato pri posmatranjima treba instrument **zaštiti** od ovog dejstva.

U drugoj glavi sažeo je on ispitivanja sistematskih instrumentskih i ličnih grešaka na stanje časovnika i našao da se one penju do 0<sup>s</sup>.08 i da trpe promene istog reda, no da daleko veći deo njihov dolazi od promena u samom instrumentu, u kom smeru preporučuje dalja poodrobnija ispitivanja.

Dalje je autor proanalizirao uticaj nagiba vazdušnih slojeva na stanje časovnika i došao do zaključka da od njega, kao ni od dejstva vetra, ne dolaze osetni sistematski uticaji osim u slučaju nepovoljnog rasporeda zgrada u blizini posmatračkog paviljona.

Kao opšti zaključak Zverjev navodi da treba odredjivanje vremena u časovnim službama uvek vršiti paralelno na dva instrumenta, jer su sistematske greške kod uvežbanih posmatrača i pravilno postavljenih paviljona i instrumenta, uglavnom instrumentskog porekla. Iz slaganja rezultata dobivenih na dva instrumenta može se tada izvoditi dovoljno pouzdan zaključak o spoljašnjoj tačnosti rezultata.

Naši Radovi izvršeni 1952 i 1953 godine na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu zasnovani su na posmatranjima istim instrumentom, no sa dva posmatrača i u  ~~dva izrazite~~  različita doba dana u pogledu atmosferskih uticaja, u ranim večernjim i ranim jutarnjim časovima. U drugom delu ovog rada biće izloženi  ~~naši~~  rezultati izvedeni iz ovih radova, u kojima će biti istaknute i razdvojene neke sistematske greške pri odredjivanju vremena, objašnjeno njihovo poreklo, odredjen njihov red veličine i ispitane zakonitosti njihovih godišnjih promena. U tom smislu ovaj rad pretstavlja izvestan nov doprinos u odnosu na dosadašnja ispitivanja ove vrste. Pored zaključaka od opšteg interesa i značaja on sadrži, kao što će se videti, i niz zaključaka od bitne važnosti za časovnu službu Astronomске opservatorije u Beogradu, u vezi sa uslovima pod kojima **se odvijaju** njeni redovni posmatrački radovi.

DRUGI DEO

REZULTATI ANALIZE SISTEMATSKIH GREŠAKA PASAŽNOG INSTRUMENTA I SISTEMATSKIH UTICAJA NA ODREĐJIVANJE VREMENA NA ASTRONOMSKOJ OPSERVATORIJI U BEOGRADU

3. USLOVI ODREĐJIVANJA VREMENA NA ASTRONOMSKOJ OPSERVATORIJI U BEOGRADU

Aprila 1950 godine prenesen je u novi Astrogeodetski paviljon Banberg-ov pasažni instrument N<sup>o</sup> 63131,0=10cm, F=100 cm i postavljen na zapadnom stubu meridijanskog krila u meridijanu zapadnog stuba meridijanskog paviljona. Pre no što su preduzeta redovna meridijanska posmatranja za potrebe Časovne službe i Službe promena geografskih dužina, izvršen je niz predradnji i posmatranja, s jedne strane u cilju vezivanja za stari stub a, s druge strane, u cilju poboljšanja opštih uslova rada i obezbedjenja potrebne preciznosti posmatranja. Za razlike geografskih koordinata stari-novi stub nadjene su vrednosti

$$\Delta\varphi = +2''75 \quad \text{i} \quad \Delta L = - 0''021$$

Novi hronograf, izradjen u Opservatorijinoj radionici i namenjen registrovanju posmatranja, postavljen je takodje u novom paviljonu i brižljivo ispitan.

U isto vreme u Časovnoj kabini, u podrumu Glavne zgrade izvršene su takodje potrebne izmene da bi se obezbedila što veća tačnost u održavanju vremena. Na stubu je ostavljen samo osnovni časovnik R 507, koji radi na stalnoj temperaturi i pod stalnim pritiskom, kako bi se obezbedio od ranije primećenih uticaja ostalih časovnika montiranih na istom stubu.

Program redovnih posmatranja na pasažnom instrumentu obuhvatao je, kao i ranije, dva zadatka: određivanja stanja osnovnog časovnika iz koga se izvodilo poludefinitivno vreme Opservatorije i poludefinitivne korekcije primljenih emisija časovnih signala. Za ovu poslednju svrhu svakodnevno je bio obezbedjivan i prijem po četiri emisije časovnih signala stanica: Moskva 6<sup>h</sup>06<sup>m</sup>, Pontoise 8<sup>h</sup>06<sup>m</sup>, Rugby 10<sup>h</sup>06<sup>m</sup> i Rugby 18<sup>h</sup>06<sup>m</sup> T.U.

Posmatranja su vršila u ranim večernjim časovima naizmenično dva posmatrača - Z. Brkić i Lj. Mitić. Posmatrački program svake serije sastojao se od 10-12 prolaza časovnih zvezda sa deklinacijama od  $0^{\circ} \delta < 70^{\circ}$ , rasporedjenih približno simetrično oko zenita, tj. tako da bude koeficient

$$M = \sin / \varphi - \delta / \sec \delta = 0$$

u uslovnim jednačinama Mayer-ova tipa

$$C_p = \alpha_{app} - [T_m + \beta \cos / \varphi - \delta / \sec \delta + a \sin / \varphi - \delta / \sec \delta + R \sec \delta] \quad 1$$

iz kojih **su izvodjena stanja osnovnog časovnika Cpi** posebno iz svake posmatrane zvezde. Na taj način su serije bile praktično oslobodjene uticaja azimuta instrumenta i većih slučajnih i sistematskih grešaka u posmatranju polara kao i uticaja nepravilnosti oslonaca obrtne osovine [86, 87]. Položaji posmatranih zvezda uzeti su **ix** u sistemu FK<sub>3</sub>.

Nagib je određivan čitanjem libele obešene na obrtnoj osovini pre i posle obrtanja instrumenta i to pri posmatranju svake zvezde. A posmatranja su naizmenično sledila redom EW, WE, ili obrnuto. Prema tome posmatrački materijal je omogućio, kako izvodjenje sistematskih razlika u nagibu  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ , tako i sistematskih razlika u stanjima časovnika  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  u zavisnosti od reda posmatranja.

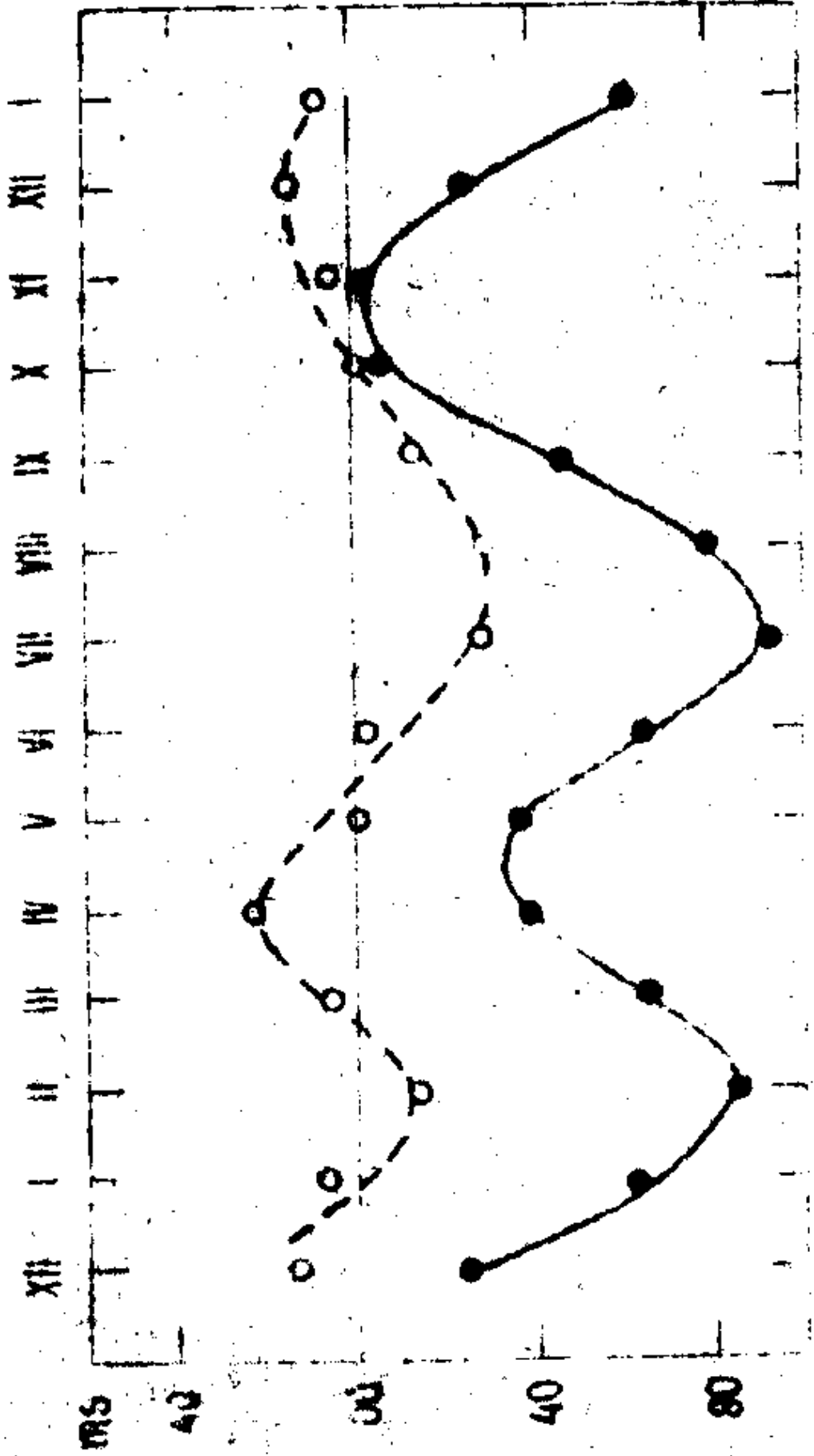
Radi kontrole ponašanja azimuta instrumenta posmatrane su još i 2-3 polare. Azimut je izvodjen na tri načina: kombinovanjem gornjih i donjih prolaza polara; kombinovanjem polara sa ekvatorskim zvezdama i iz srednje severne i srednje južne časovne zvezde. Kasnije je zadržan samo poslednji način za izvodjenje azimuta instrumenta.

Tako reorganizovana služba počela je krajem 1950 godine. No, već posle prvih posmatračkih serija počela su se pojavljivati izvesna neočekivana neslaganja u rezultatima posmatranja. Odmah je pala sumnja na jake uticaje mesnih uslova, na prvom mestu na temperaturske promene, što je bilo i potvrđeno diskusijom posmatranja izvršenih 1951 godine.

Između ostalih ispitivanja mi smo tada bili odabrali emisiju časovnih signala TMA<sub>3</sub> u 9<sup>h</sup>36<sup>m</sup> T.U., koju su u toku 1952 godine redovno primale mnoge opservatorije koje učestvuju u Međunarodnoj službi kao i naša Opservatorija. Od ovih prvih odabrali smo dve najstarije po svom učešću - Parisku i Potsdamsku, da bismo naču časovnu službu uporedili sa njihovim. U tom cilju obrazovali smo razlike izvedenih poludefinitivnih popravaka svih primljenih emisija gore pomenute stanice na sve tri opservatorije, zatim njihove razlike u smeru Beograd-Pariz /Bl-Pa/ i Potsdam-Pariz /Pt-Pa/ i najzad srednje vrednosti ovih razlika po mesecima. Poslednje podatke obuhvata tablica koja je niže data u 0<sup>h</sup>00l.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
Bl-Pa	-62	-84	-66	-39	-36	-64	-92	-80	-47	- 7	- 1	-24	-50
Pt-Pa	+ 7	-13	+ 6	+25	0	- 2	-28	-29	-14	0	+ 5	+14	- 2

Uod ovih razlika prikazan je još očiglednije na sl.1, gde gornja kriva predstavlja tok razlika Potsdam-Pariz, a donja tok razlika Beograd-Paris. Sa donje krive se jasno ističe njena godišnja periodičnost sa izraženim minimumima u sezonama i maksimumima u polusezonama. Ova tendencija zapaža se istina i kod razlika dve stare opservatorije, ne



СП. 1

znatno je manje izražena, a u srednjoj godišnjoj vrednosti iznosi samo 0<sup>s</sup>.002.

## Sl.1

Medjutim srednja vrednost razlike između Beograda i Pariza dostiže veliki iznos, od -0<sup>s</sup>.050. Hod samih krivih ukazivao je na sezonske meteorološke uticaje na stanje časovnika izvedeno iz posmatranja preko instrumentskih konstanata, a red veličine amplitude poslednje krive nalagao nam je hitno i neodložno istraživanje najpre u ovom pravcu

Kako je naš posmatrački program medjutim bio sastavljen tako da se u srednjoj vrednosti serije poništavao uticaj azimuta instrumenta na stanje časovnika zajedno sa svima njegovim anomalijama, preduzeli smo mere da izvršimo ispitivanje anomalija nagiba u funkciji temperature i drugih meteoroloških činilaca.

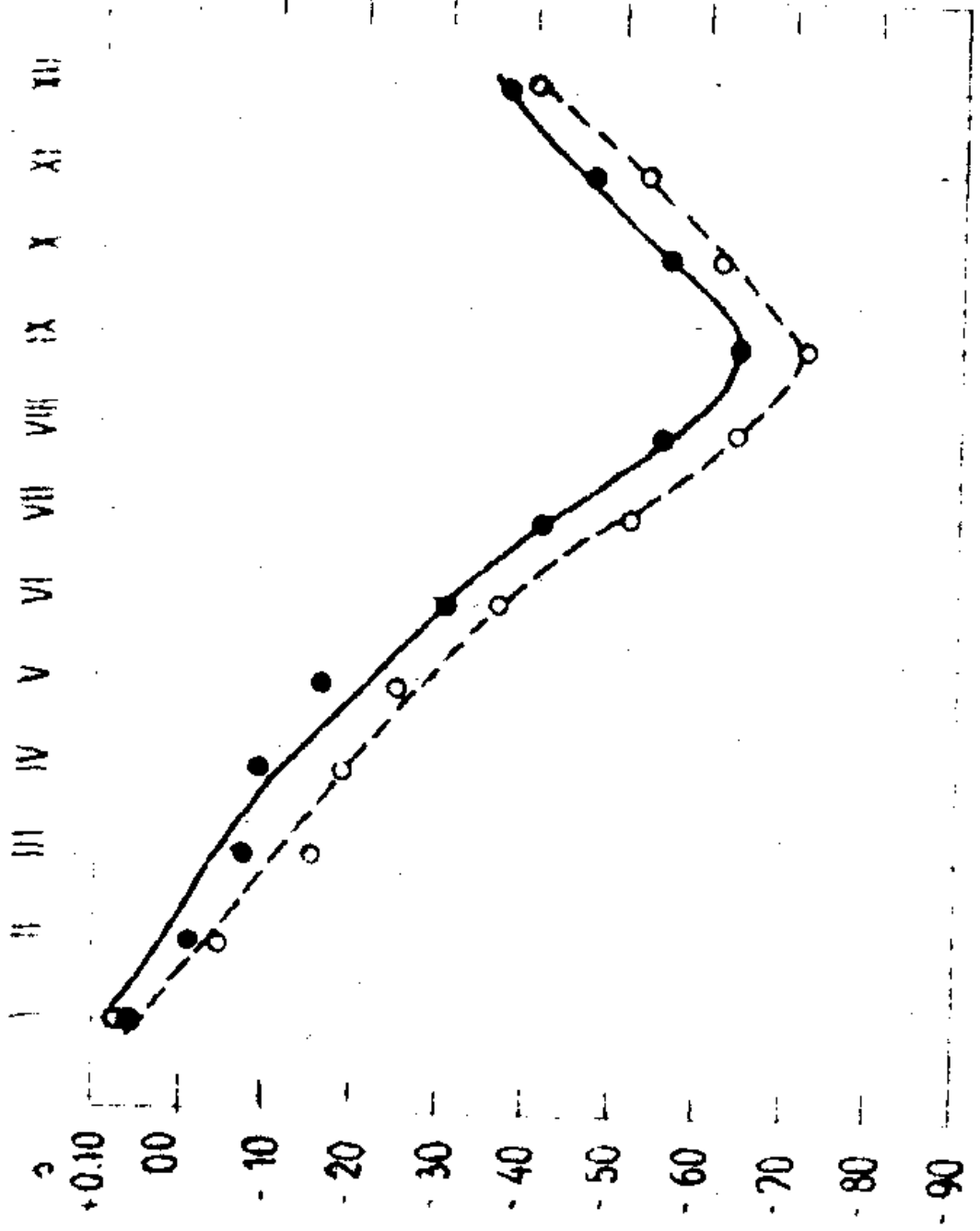
Da bi se lakše istakao uticaj i ostalih meteoroloških elemenata na instrument kako neposredno, tako i preko anomalija refrakcije izazvane eventualnim jakim zračenjem samog paviljona nesimetričnog oblika, od 1952 i 1953 godine je, kao što je već pomenuto, udvostručen broj serija uvođenjem ranih jutarnjih posmatranja. Pritom je isti posmatrač posmatrao i jutarnju i večernju seriju koje padaju istog datuma. U donjoj tablici prikazan je broj posmatranih večernjih /S/ i jutarnjih /M/ serija po mesecima za 1952 i 1953 godinu kao i ukupan broj posmatranih serija.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
1952 g.	M	7	4	10	13	3	12	16	8	11	10	10	3	107
	S	7	3	10	14	7	16	22	16	14	14	13	7	143
1953 g.	M	2	10	14	9	10	9	14	6	11	10	6	10	111
	S	7	11	22	13	17	15	21	18	20	16	13	19	192

Iz ovako srazmerno obilatog i dobro rasporedjenog posmatračkog materijala izvučeni zaključci dati su u drugom delu ovog rada.

Pored udvajanja broja posmatranja, vršeno je 1953 godine i određivanje nagiba libelom na obrtnoj osovini svaki sat preko celog dana i noći, obrtanjem samog instrumenta.

Tako prikupljen posmatrački materijal omogućio je da se izvrši njegova analiza i ne samo iz njega izvedu zaključci o raznim vrstama sistematskih grešaka, kojima su opterećena posmatranja meridijanskih prolaza i dodje do njihova reda veličine, već i da se istaknu izvesne



СП.2

uočljive zakonitosti njihovih promena od opšteg značaja i od posebnog značaja za uslove posmatranja na Beogradskoj opservatoriji.

#### 4. MESNE ANOMALIJE NAGIBA OBRTNE OSOVINE

Sekularne i sezonske promene.— Ovde ćemo prikazati rezultate analiza posmatračkog materijala iz 1952 godine u pogledu sistematskih promena nagiba. Najpre ćemo se osvrnuti na primećene sistematske razlike između večernjeg i jutarnjeg nagiba, a zatim na njihovu vezu sa temperaturom okolnog vazduha.

U tom cilju obrazovali smo srednje mesečne vrednosti nagiba kao za večernje  $\beta_s$ , tako i za jutarnje serije  $\beta_m$ , izravnali ih metodom težišta i formirali njihove razlike  $\Delta = \beta_m - \beta_s$ . Ove vrednosti date su u sledećem pregledu:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
$\beta_m$	+59	- 3	- 75	- 85	-163	-302	-413	-558	-642	-563	-474	-374	-294
$\beta_s$	+70	-39	-153	-186	-247	-366	-518	-642	-718	-618	-534	-394	-362
$\beta_m - \beta_s$	-11	+36	+ 78	+101	+ 84	+ 64	+105	+ 84	+ 76	+ 55	+ 60	+ 20	+ 68

Na sl.2 koja je niže data, prikazane su /punom krivom/ promene jutarnjeg nagiba i /isprekidanom krivom/ promene večernjeg nagiba u toku 1952 godine. Sa nje se jasno vidi da su jutarnji nagibi sistematski veći od večernjih. Za srednju godišnju vrednost razlika ovih nagiba dobiva se iznos od  $0^s068 = 1^m02$ .

Da bismo istakli razlike između srednjih vrednosti nagiba vezanih za jutarnje serije i nagiba vezanih za večernje serije, koje razdvaja noć, obrazovali smo srednje mesečne vrednosti razlika nagiba za večernje i jutarnje serije posmatrane istih noći  $\Delta_n = \beta_m - \beta_s$ . U 1952 g. bilo je 75 dvostrukih serija ove vrste. S druge strane obrazovali smo srednje mesečne vrednosti razlika nagiba  $\Delta_d = \beta_m - \beta_s$  za jutarnje i večernje serije, koje razdvaja dan. Ovakvih dvostrukih serija bilo je u 1952 godini 63. Vrednosti  $\Delta_n$  i  $\Delta_d$  izravunate su metodom težišta.

#### Sl.2

Ako uporedimo razlike srednjih mesečnih vrednosti nagiba, obrazovane na jedan i na drugi način, vidimo, prvo, da su razlike  $\Delta_d$  sistematski veće po apsolutnoj vrednosti od razlika  $\Delta_n$  i, drugo, da su razlike ovih razlika sve istog znaka. To se ~~da~~ jasno ~~zapaziti~~ iz sledećeg pregleda, gde su upoređeni podaci  $\Delta_n$  i  $\Delta_d$  i date njihove razlike za sve mesece kao i njihove odnosne srednje godišnje vrednosti.



1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
$\Delta'_n$	+11	+ 72	+103	+103	+93	+81	+72	+69	+70	+57	+56	+ 3	+66
$\Delta'_d$	+42	+130	+122	+120	+97	+91	+91	+87	+89	+87	+83	+45	+90
$\Delta'_n - \Delta'_d$	-31	- 58	- 19	- 17	- 4	-10	-19	-18	-19	-30	-27	-42	-24

Vidi se jasno da srednja godišnja vrednost razlika  $\Delta'_n - \Delta'_d$  iznosi  $-0^{\circ}024$  i da se penje čak do  $-0^{\circ}058$ . Ako primetimo da se vrednost nagiba u Mayer-ovu obrascu za časovnikovo stanje množi sa koefi-  
 cientom  $N = \cos / \psi - \delta / \sec \delta$ , koji se kreće u granicama od 0.710-2.645, a za širinu Astronomske opservatorije u Beogradu i njen posmatrački program iznosi 1.409, postaje jasno da navedene razlike nisu nimalo zanemarljive. Prema tome nesumnjivo proizilazi da su u ispitivanom slučaju promene nagiba koje se odnose na jutarnje i večernje serije sistematski veće kada ove dve serije razdvaja dan no kad ih razdvaja noć.

Isti podaci posmatranja izvršenih u 1952 godini omogućili su nam da utvrdimo, pored noćnih promena nagiba, i njihove sezonske promene kao i jednu sekularnu promenu. Sledeći pregled obuhvata srednje mesečne vrednosti nagiba  $\beta_m$  s jedne strane, i temperature  $T_m$ , s druge strane, u toku 1952 godine.

1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\beta_m$	+65	-45	-67	-168	-196	-265	-462	-717	-734	-616	-448	-403
$T_m^{\circ}C$	-0.7	-0.7	+1.0	+14.1	+15.0	+17.5	+21.7	+23.1	+15.5	+9.9	+4.5	-0.4

Ove vrednosti jasno pokazuju periodičnost promena nagiba sa amplitudom od  $\pm 0^{\circ}400$ , a suprotnog smera od promena temperature. Osim toga se vidi da se minimum nagiba događa na oko 30 dana posle odnosnog godišnjeg maksimuma temperature, koji za 1952 godinu iznosi  $+23^{\circ}1$  C. Ali se može takođe konstatovati da su periodične promene praćene jednom sekularnom promenom čiji je uzrok bilo vrlo teško odgonetnuti bez naknadnih ispitivanja.

Sekularni član za koji smo naknadno utvrdili da se ističe i u 1951 godini, može dolaziti od neravnomernog sleganja stuba sa dužom periodom /stub se više godina naginje na jednu stranu, a zatim na drugu stranu/, ili od kretanja samog zemljišta stalno u istom pravcu, ili pak dolazi od samog instrumenta i to prvenstveno od korektivnog zavrtnja koji služi za rektifikovanje nagiba.

Da bismo ovo poslednje ispitali mi smo 1.I.1953 godine okrenuli instrument za  $180^{\circ}$  i tokom cele 1953 i 1954 godine pratili nagib. Godine 1955 okrenuli smo samu libelu za  $180^{\circ}$  na obrtnoj osovinji i dalje nastavili sa praćenjem nagiba.

Srednje mesečne vrednosti nagiba za 1953, 1954 i 1955 godinu, izvedene iz ovih merenja date su u ovom pregledu  $\mu 0.001$

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1953	+140	+095	-020	-205	-375	-685	-0970	-1065	-1035	-0955	-0850	-700
1954	+ 2	- 75	-185	-325	-575	-900	-1160	-1235	-1235	-1150	-1050	-915
1955	+410	+340	+255	+150	-125	-320	-0440	-0540	-0595	-0500	-0365	-250

Iz gornjeg pregleda se vidi da je tok nagiba ostao isti kao i 1951 i 1952 godine. Zato nismo smatrali za potrebno da gornje podatke nanosimo na grafik radi očiglednijeg isticanja. Iz ovoga jasno proističe da sekularni član, o kojem je reč, ne dolazi od instrumenta, jer bi posle obrtanja instrumenta, odnosno libele, po prirodi stvari tok nagiba morao biti obrnutog smeru.

Znači ovaj uzrok trebalo je tražiti na drugoj strani.

Prema savetima profesora Miškovića, krajem 1952 godine postavljena je jednosekundna Talkotova libela na sam stub za miru, koji se nalazi u neposrednoj blizini posmatračkog instrumenta /udaljen od njega 4 m E i 50 m N/. Stanje ovako postavljene libele praćeno je 1953, 1954 i 1955 godine i odredjivan je nagib samog stuba. Pregled izvršenih merenja dat je u donjoj tablici  $\mu 0.001$

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1953	0534	1200	1754	2667	3200	4134	4334	5000	5667	6067	6334	6667
1954	7000	7467	7734	8000	8000	8000	8134	8134	8934	9334	9667	9667
1955	9667	10000	10000	9867	10000	9667	9667	9667	10000	9867	10000	10134

Iz pregleda se jasno ističe suprotna tendencija u odnosu na prethodnu tablicu. U posmatračkom paviljonu stub se naginjavao prema zapadu, jer je u pomenutom vremenu nagib opadao, a na stubu mirinom, u zaklonu, vidi se iz poslednjeg pregleda da se zapadni kraj izdizao. Iz ovoga jasno sledi da sekularni član ne može dolaziti od nekog pomeranja celog terena, već da dolazi od samog stuba i to od njegova neravnomernog sleganja.

Da bismo ocenili opšti karakter, tj. glavnu tendenciju promene nagiba, izdvojili smo sekularni deo pojave od sezonskih promena. Pravoliniski trend u nagibu može se po godinama ispitivanja pretstaviti ovim izrazima:

1951 godine	$\beta = +0.092 - 0.062 t,$
1952 "	$\beta = +0.052 - 0.060 t,$
1953 "	$\beta = +0.148 - 0.108 t,$
1954 "	$\beta = +0.001 - 0.113 t,$
1955 "	$\beta = +0.381 - 0.084 t,$

gde je vreme  $t$  izraženo u mesecima.

Iz gornjih izraza vidi se da je koeficijent pravca ovog trenda stalno negativan i da se u toku vremena menja. Odatle se može zaključiti da se stub ne naginje konstantno.

1951 godine stub instrumenta ~~naginan~~ se prema zapadu za oko 11", što odgovara sleganju zemljišta za 0.05mm; za isto toliko i u 1952 godini. 1953 godine za 19", što odgovara 0.09mm; 1954 za 20", odnosno 0.010mm i 1955 za 15", odnosno 0.07mm.

Iz pregleda se vidi da ta naleganja na jednu ili drugu stranu godišnje iznose oko 0.1mm, /sleganja koja su ravnomerna za astronome nisu od interesa/.

Na isti način izdvojili smo pravoliniski trend u nagibu mirinog stuba na kome se nalazila samo ugrađena libela i za nj dobili po godinama ispitivanja ove vrednosti.

Za 1953 godinu	$\beta = +0.221 + 0.576 t,$
" 1954 "	$\beta = +6.851 + 0.229 t,$
" 1955 "	$\beta = +9.787 + 0.014 t,$

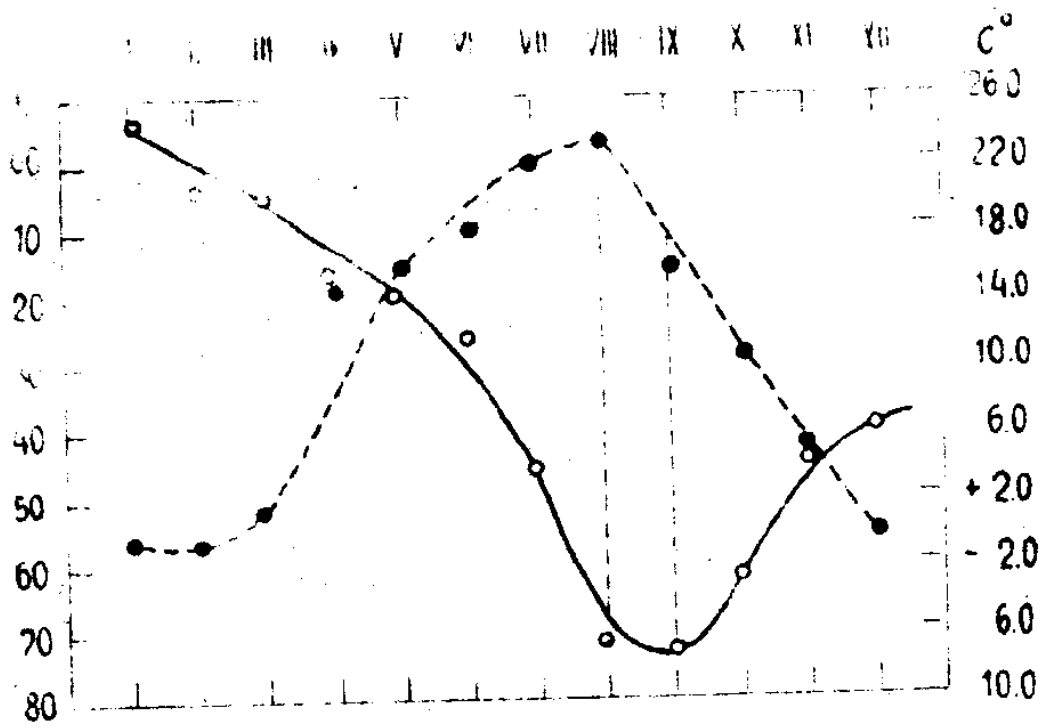
Iz pregleda se vidi da su koeficijenti pravca trenda pozitivni i da su vrlo veliki u odnosu na prethodne, koji se odnose na stub instrumenta. Ovo smatramo da dolazi usled toga što je mirin stub podignut 1947 godine, za razliku od stuba instrumenta koji je podignut 1934 godine. Osim toga, mirin stub je izložen atmosferskim talozima koji se slijavaju niz stub i pod stub i time potpomažu njegovom bržem neravnomernom sleganju. Dalje se iz pregleda gornjih jednačina vidi da se izdizanje zapadnog kraja stuba približava maksimumu i teži već da se vraća natrag.

Približno godišnje sleganje je:

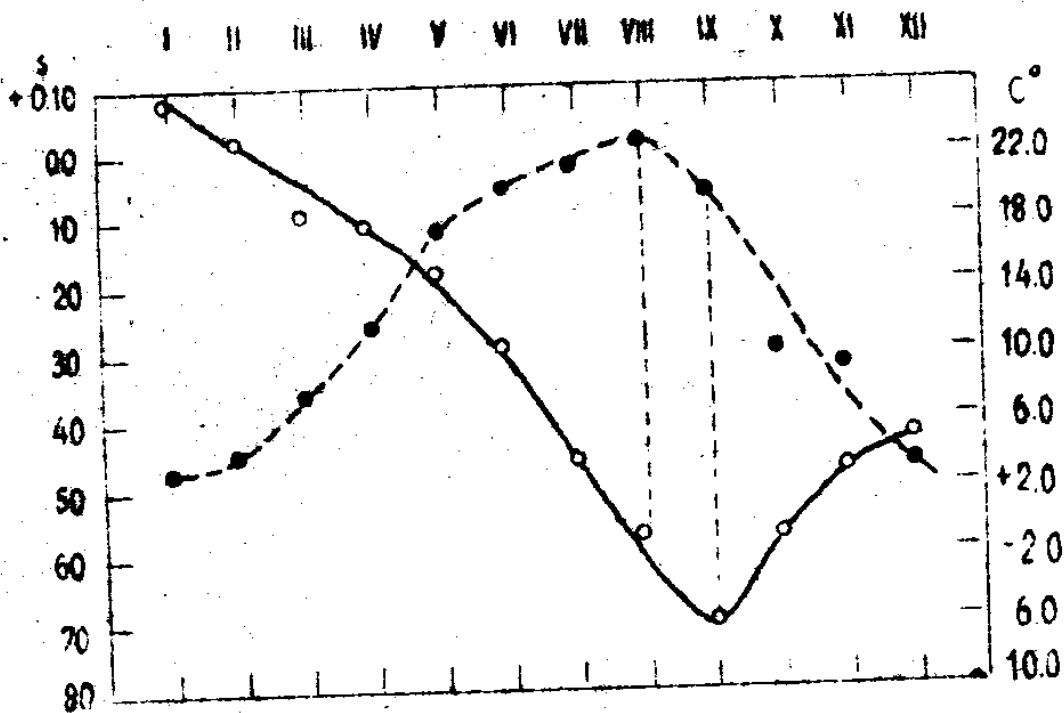
1953 godine za 100"	što odgovara 0.5mm;
1954 " " 40", " "	0.2mm,
1955 " " 2", " "	0,01mm,
Svega za tri godine 142" "	0.71mm.

Dok za iste te tri godine promena nagiba stuba sa instrumentom iznosi  $54'' \approx 0.36\text{mm}$ .

Oдавде jasno proizilaze i mere koje se pri gradjenju stubova za astronomske instrumente moraju preduzimati za njihovo obezbedjenje



СП. 3



СП. 4

od sekularnih promena nagiba. No o tome će biti govora u zaključku.

Predjino sada na rezultate naših ispitivanja sezonskih promena nagiba.

Uticaj temperaturskih promena na nagibe izvedene iz podataka posmatranja u 1952 godini ilustrovan je slikom 3. Na njoj kriva izvučena neprekidnom linijom predstavlja hod nagiba, a kriva izvučena, a kriva izvučena isprekidano hod temperature.

### Sl.3. Uticaj temperaturskih promena na nagib.

Da bismo proverili ove rezultate primenili smo istu analizu na redovna posmatranja za odredjivanje vremena izvršena u 1951 godini. Donja tablica ukratko prikazuje srednje mesečne vrednosti nagiba i temperature u posmatračkom paviljonu izvedene iz posmatračkih serija.

1951	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\beta$	+ 88	+ 31	- 92	-101	- 176	- 287	- 450	- 570	- 700	- 576	- 470	-427
T°C	+3.1	+4.1	+7.6	+11.8	+17.4	+20.2	+21.4	+22.7	+19.6	+10.3	+ 9.3	+3.4

Sl.4 prikazuje hod ovih vrednosti u toku 1951 godine. Primećuje se da ove krive jako liče na odnosne krive za 1952 godinu, prikazane na sl.3. Napose nalazimo isto zakašnjenje kao i u 1952 godini od oko 30 dana između ekstremuna temperature i nagiba.

### Sl.4. Hod nagiba i temperature u 1951 godini.

Ako se zadovoljimo da ove krive pretstavimo tj. aproksimiramo izrazima oblika

$$\beta = \beta_0 + a \sin /t + \alpha / \quad \text{i} \quad T = T_0 + b \sin /t - \gamma /$$

dobijamo metodom najmanjih kvadrata jednačine

$$\beta = -0^{\circ}300 + 0^{\circ}348 \sin /t + 41^{\circ}7 / \quad \text{i}$$

$$T = 13^{\circ}1 + 9^{\circ}6 \sin /t + 263^{\circ}4 /$$

1

za 1951 ≠ jednačine,

$$\beta = -0^{\circ}307 + 0^{\circ}361 \sin /t + 42^{\circ}8 / \quad \text{i}$$

$$T = 9^{\circ}5 + 11^{\circ}7 \sin /t + 264^{\circ}1 /,$$

2

za 1952 godinu.

Iz jednačina /1/ dobivamo sada tačniju vrednost za gore pomenuto zakašnjenje ekstremuna nagiba prema ekstremunu temperature od 41.7 dana i iz jednačine /2/ zakašnjenje od 41.3 dana, koja se među sobom dobro slažu.

Relativni maksimum nagiba u epohi minimuma temperature za 1951 god. nije se mogao dobiti neposredno, jer se krajem te godine morao rektifikovati nagib obrtne osovine, da bi se vratio na vrednost blisku nuli.

Da bismo istakli hod <sup>promene</sup> nagiba kroz obe godine povelismo računa o vrednosti za koju smo nagib rektifikovali, pa smo tada dobili krivu predstavljenu na sl.5. Na njoj se sada jasno ističe sva pravilnost ovoga hoda.

Sl.5. Hod nagiba u periodu 1951-1952 godine.

Ove periodične promene sezonskog karaktera dolaze od periodičnog kolebanja sunog tla, koje nosi stub sa instrumentom, usled insolacije površinskih slojeva i provodjenja ovako primljene toplote u dubinu zemljišta.

Da bismo pokazali da uočene promene nagiba dolaze od temperaturskih kolebanja sloja na kome počiva stub, koristićemo Fourier-ovu diferencijalnu jednačinu provodjenja toplote kroz homogenu i izotropno zemljište

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\lambda}{\rho c} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

gde je  $T$  temperatura,  $t$  vreme,  $x$  dubina sloja,  $\lambda$  koeficijent provodljivosti toplote,  $\rho$  gustina i  $c$  specifična toplota zemljišta.

Ako pretpostavimo da se u toku vremena  $t$  temperatura  $T$  na površini zemljišta menja prema zakonu

$$T - T_m = A_0 \cos \frac{2\pi}{s} t,$$

gde je  $T_m$  srednja temperatura u vremenskom razmaku  $s$ ,  $A_0$  amplituda temperaturskih promena, a  $s$  njihova perioda /našem slučaju godina dana/ i da amplituda, kao što eksperimenti pokazuju, približno eksponencijalno opada sa dubinom  $x$ , a temperatura  $T_x$  sa dubinom  $x$  se menja po zakonu  $T_x - T_m = A_0 e^{-xp} \cos \left( \frac{2\pi}{s} t - \epsilon \right)$  onda za uočeni slučaj gornja parcijalna diferencijalna jednačina daje sledeće rešenje:

$$x = 2t \sqrt{\frac{\pi \lambda}{\rho c s}},$$

a

gde su sve veličine koje u nju ulaze date u CGS sistemu.

Za peskušu, od koje su površinski slojevi na kojima leži Astronomska opservatorija u Beogradu,  $\rho = 1,5$ ,  $c = 0,20$ ,  $\lambda = 0,002$ .

Uzmemo li za  $t$  napred izvedeno zakašnjenje od 41,7 dana za 1951 i 41,3 dana za 1952 godinu izraženo u vremenskim sekundama, integral /a/ daje nam za dubinu  $x$  vrednosti

$x=186$  cm za 1951 godinu,

i

$x=184$  cm za 1952 godinu.

Kako je ovo baš dubina temelja našeg stuba, to je očigledno da uočena kolebanja nagiba dolaze uglavnom od termičkog kolebanja sloja na kome leži stub.

Odatle se može zaključiti da stubovi za pasažne, a tim pre i za fundamentalne instrumente, moraju imati znatno dublje temelje, koji se spuštaju i do 5-6 m ispod površine tla. Razume se da se pri njihovom fundiranju iz istog razloga, a ne samo zbog izbegavanja prenošenja vibracija mora otkloniti i svaki dodir sa stubom slojeva koji leže iznad sloja na kome počeva stub.

Dnevne promene.- Da bismo bolje osvetlili zavisnost između nagiba  $\beta$  i temperature  $T$  u toku dana i noći vršili smo u svima godišnjim dobima, u toku nekoliko dana, neprekidna merenja temperature i nagiba svaki sat. Paviljon je pritom otvaran u 18<sup>h</sup>, a zatvaran u 6<sup>h</sup>, kako bi se još istakao i način na koji se vrši izjednačavanje unutrašnje temperature sa spoljnom i brzina ovog procesa, pa eventualno utvrdilo i vreme potrebno za vetrenje paviljona, kao i vremenski razmak u kome su posmatranja najmanje podložna sistematskim uticajima temperature i njene dnevne promene. Tako smo ova merenja izvršili 1953 i 1954 godine u sva četiri godišnja doba i to:

1953:

Leti:	9, 10, 16, 17, 18 i 23	jula	
	11, 12, 13 i 21	avgusta	10 dana
U jesen	14, 15, 16, 17, 20 i 21	oktobra	
	10, 14, 17 i 18	novembra	10 dana

1954:

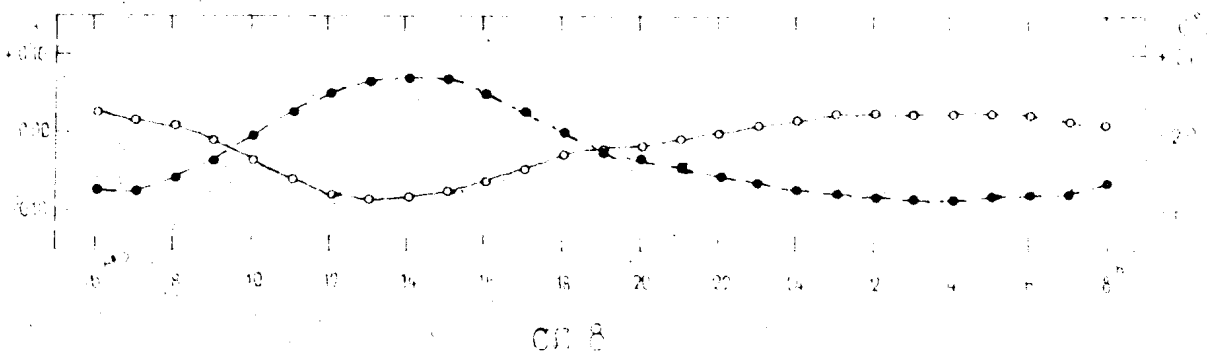
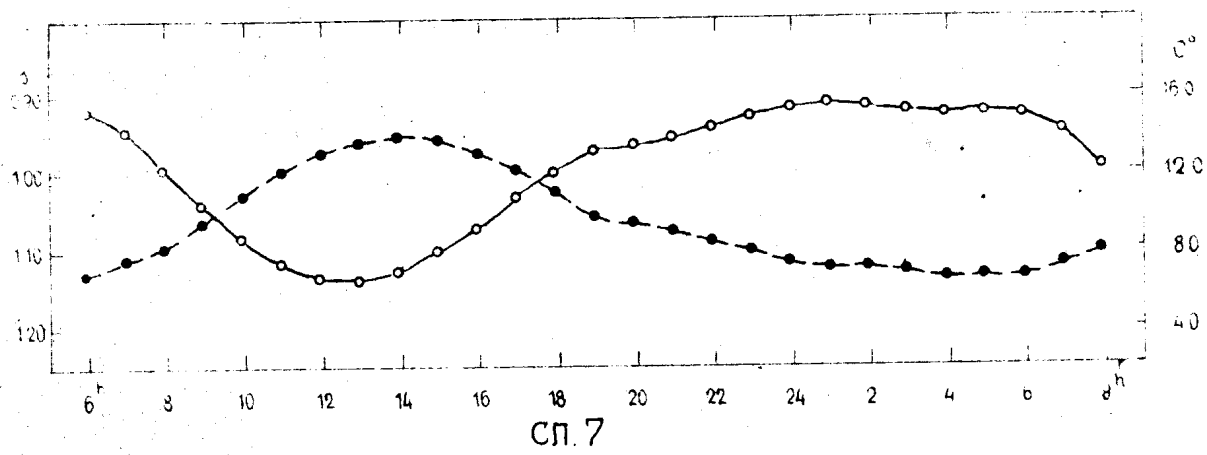
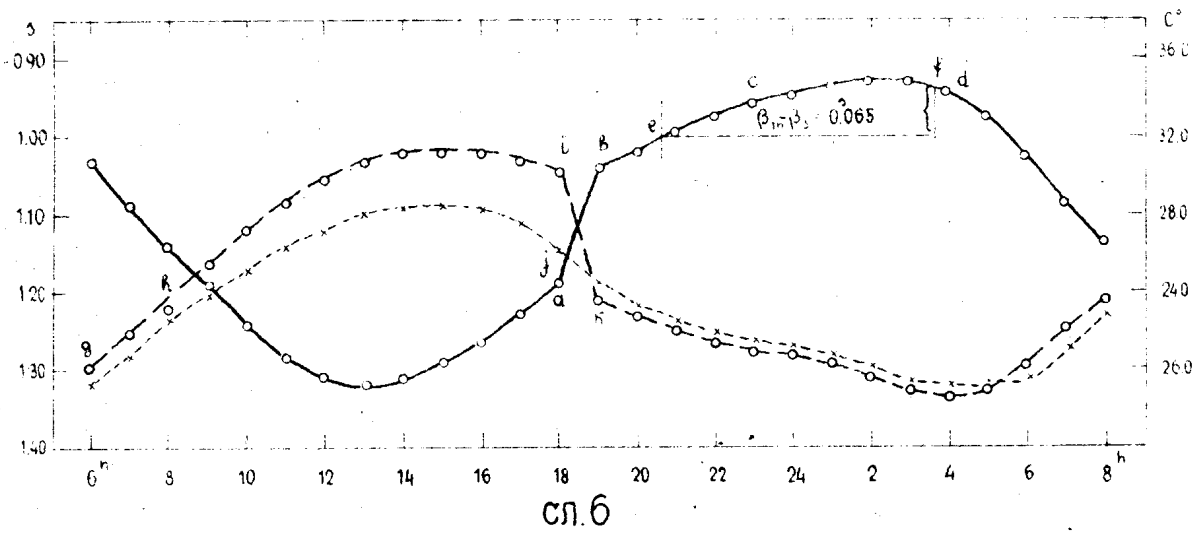
Zimi:	13, 25, 27, 28 i 30	januara	
	15, 16, 25, 26 i 27	februara	10 dana
U proleće	8, 10 i 14	maja	3 dana

Pored merene temperature u posmatračkom paviljonu  $T_p$  merena je temperatura spoljnog vazduha  $T_s$  van paviljona /meteorološki zaklon, udaljen 50 m od posmatračkog paviljona/, obrazovane su razlike ove dve temperature  $T_p - T_s$  i posmatrana promena libeline nule  $M_o$  pri svakom merenju. Srednje vrednosti svih ovih podataka obrazovane zasebno za svako godišnje doba date su u sledećem pregledu.

## Pregled temperature i nagiba za svaki sat dana i noći

h	L e t o					J e s e n				Z i m a		P r o l e ć e	
	$\beta$	$T_p$	$T_s$	$T_p - T_s$	$M_0$	$\beta$	$T_p$	$T_s$	$T_p - T_s$	$\beta$	$T_p$	$\beta$	$T_p$
0	<sup>ms</sup> -0945	20.7	20.8	-0.1	<sup>ms</sup> 076	<sup>ms</sup> -0912	7.5	8.0	-0.5	<sup>ms</sup> -017	-4.9	<sup>ms</sup> -472	9.6
1	0934	20.2	20.4	-0.2	079	0907	7.2	7.6	-0.4	-025	-5.1	-465	9.4
2	0929	19.5	19.9	-0.4	082	0909	7.2	7.6	-0.4	-027	-5.3	-456	9.3
3	0931	18.8	19.4	-0.6	083	0917	7.0	7.4	-0.4	-026	-5.4	-457	9.3
4	0944	18.5	18.9	-0.4	085	0922	6.7	7.2	-0.5	-026	-5.3	-460	9.6
5	0976	18.9	18.8	+0.1	089	0918	6.8	6.8	-0.0	-025	-5.2	-471	9.9
6	1025	20.1	19.4	+0.7	102	0920	6.7	6.7	0.0	-022	-5.1	-486	10.5
7	1033	21.0	20.7	+1.2	117	0945	7.4	7.2	+0.2	-014	-5.1	-505	11.3
8	1136	23.4	22.7	+0.7	120	0993	8.1	8.2	-0.1	-008	-4.5	-530	12.3
9	1188	25.6	24.0	+1.6	130	1040	9.5	9.5	0.0	-009	-3.5	-557	13.3
10	1237	27.4	25.3	+2.1	124	1003	10.9	11.0	-0.1	-035	-2.2	-578	14.0
11	1279	28.8	26.4	+2.4	113	1115	12.1	12.2	-0.1	-061	-0.9	-593	14.5
12	1306	29.9	27.3	+2.6	100	1132	13.0	13.1	-0.1	-078	0.0	-598	15.0
13	1315	30.7	27.9	+2.8	086	1139	13.6	13.7	-0.1	-086	+0.6	-600	15.3
14	1308	31.2	28.3	+2.9	074	1126	13.8	13.8	0.0	-083	+0.8	-597	15.5
15	1289	31.4	28.4	+3.0	062	1101	13.7	13.3	+0.4	-076	+0.7	-578	15.7
16	1262	31.2	28.2	+3.0	052	1072	13.0	12.2	+0.8	-060	+0.1	-570	15.6
17	1226	30.8	27.6	+3.2	044	1029	12.2	11.1	+1.1	-044	-0.8	-570	15.3
18	1186	30.2	26.0	+4.2	044	1000	11.1	10.1	+1.0	-028	-1.9	-555	14.8
19	1038	23.7	24.4	-0.7	053	0971	9.8	9.5	+0.3	-018	-2.7	-538	14.0
20	1015	22.7	22.9	-0.2	064	0963	9.4	9.2	+0.2	-017	-3.2	-519	13.3
21	0991	22.0	22.3	-0.3	070	0951	9.0	9.0	0.0	-009	-3.7	-501	12.0
22	0972	21.5	21.7	-0.2	070	0938	8.4	8.5	-0.1	-002	-4.2	-489	10.8
23	-0954	21.1	21.3	-0.2	072	-0923	7.9	8.3	-0.4	-011	-4.5	-481	10.2





Iz ovih pregleda očigledna postaje zavisnost između promena temperatura i promena nagiba.

Veza između temperature i nagiba još se očiglednije ističe sa grafika na sl. 6-9 izvedenih prema prethodnoj tablici za svako godišnje doba. Sa njih se jasno uočava obrnut odnos promena temperature i nagiba, kao i dnevna periodičnost obe merene veličine.

Sa Sunčevim izlaskom istočni se kraj instrumenta jače zagreva od zapadnog i što se Sunce više bliži meridijanu i insolacija postaje jača, povećava se i izdizanje istočnog kraja instrumenta, zbog čega nagib za sve vreme opada. Minimum dostiže sa Suncem u blizini meridijana, da u toku popodneva, sa opadanjem Sunčeve visine i osunčavanja, proces uzme obrnut tok, u smeru spuštanja istočnog a izdizanja zapadnog kraja instrumenta.

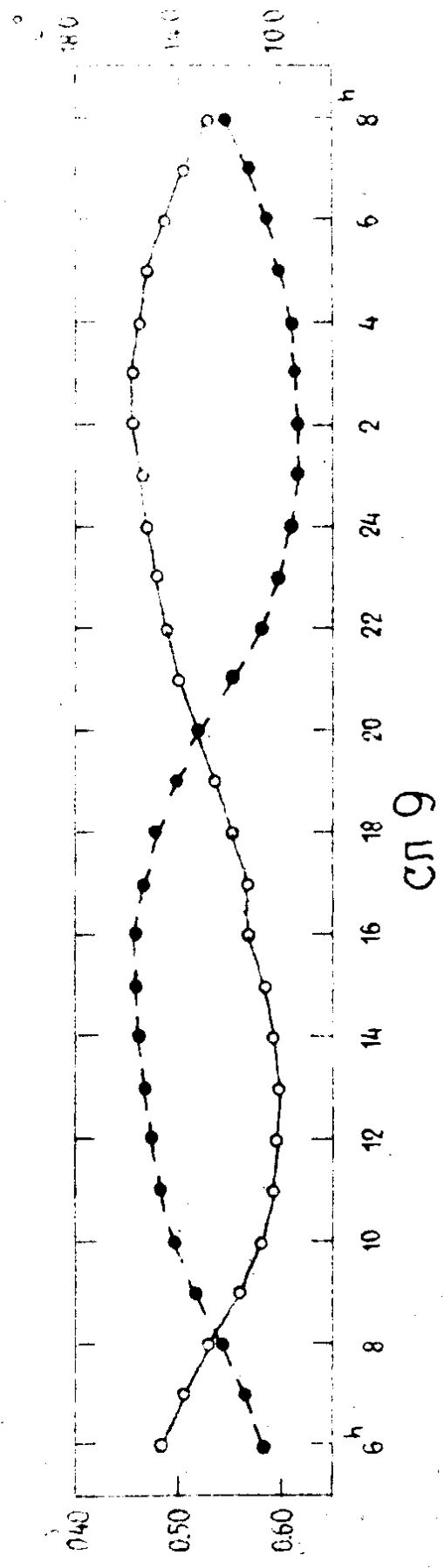
U trenutku otvaranja paviljona /18<sup>h</sup>/ u letnjem periodu zapaža se nagao skok nagiba /ab/ zbog izvijanja instrumenta usled naglog izjednačavanja unutrašnje i spoljne temperature, koje traje oko 1<sup>h</sup>. U noćnom periodu promena nagiba uzima obrnut tok, da se oko ponoći pojavi maksimum ove krive. Zbog blage promene nagiba oko maksimuma /tj. oko ponoći/ očigledno je za posmatranje najpoželjniji razmak /cd/ od 1<sup>h</sup> pre ponoći do 4<sup>h</sup> posle ponoći u kome je uticaj temperaturskih promena na nagib minimalan i ne prelazi 0.020 u letnjem periodu.

Sa iste krive vidi se još da razlike u nagibu /ef/ između 20<sup>h</sup> i 3<sup>h</sup>, kada su prosečno padale sredine naših posmatranih večernjih i jutarnjih serija, iznosi 0.065, što u potpunosti objašnjava sistemat-ske razlike nagiba u večernjim i jutarnjim serijama koje unose sistemat-ske greške i na određivanje vremena.

Ako uporedimo grafike 6 i 8 vidimo da su amplitude i krivih temperature i krivih nagiba maksimalne u letnjem, a minimalne u zimskom periodu i da njihove apsolutne vrednosti /ovih godina/ iznose 13.0 za temperaturu i 0.390 za nagib u letnjem, a 6.2 za temperaturu i 0.111 za nagib u zimskom periodu. U polusezonama amplitude oba elementa dostižu međjuvrednosti.

Odavde se vidi, prvo, da se mora za svaku zvezdu primenjivati trenutni nagib, koji odgovara njenom prolazu i da se primenom srednjeg nagiba za čitavu seriju unose sistemat-ske greške i, drugo, da se zbog nelinearnosti promena temperature i nagiba ne može usvojiti jedan konstantni koeficient promene nagiba u funkciji promene temperature, kao što to neki autori čine.

Osim toga sa grafika se još da jasno uočiti i sistemat-sko zakašnjenje ekstremuma krivih promena temperature za ekstremumima krivih promena nagiba, koje je takodje najveće u letnjem /2<sup>h</sup>/, a najmanje u zimskom periodu /oko 1<sup>h</sup>/ i koje se da objasniti toplotnom inercijom



instrumenta, koja je najveća leti, pri najvećim razlikama između spoljne i unutrašnje temperature.

No svakako je najinteresantnije kretanje razlike između spoljne i unutrašnje temperature, kako u toku dana i noći, tako i kroz godišnja doba.

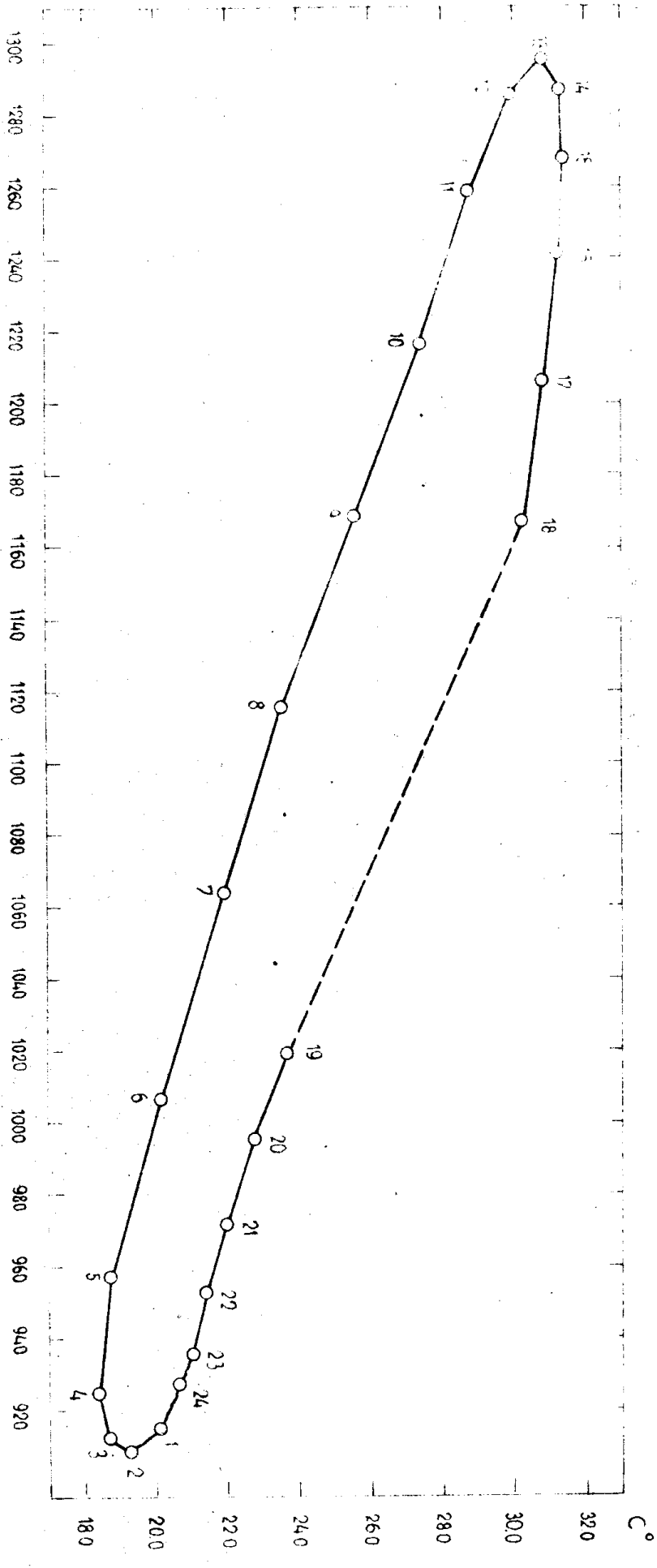
U letnjem periodu /sl.6/ sa zatvaranjem paviljona u 6<sup>h</sup> značajna razlika od 0,7 između spoljne i unutrašnje temperature održava se oko dva časa /gh/, a zatim se ona postupno povećava sa apsorpcijom toplote u metalnim krovnim konstrukcijama, da u trenutku otvaranja paviljona u 18<sup>h</sup> dostigne svoj maksimum /ij/ od 4°C. U razmaku naglog izjednačavanja spoljne i unutrašnje temperature /ik/, koji iznosi oko 1<sup>h</sup> ove se temperature potpuno izjednače i ostaju približno jednake kroz celu noć, do samog zatvaranja paviljona /l/ u 6<sup>h</sup>. Neosetno niža temperatura paviljona od spoljne u toku noći, prikazana na graficima, dolazi usled toga što je spoljna temperatura merena sa termometra u meteorološkom zaklonu, gde je ova temperatura sistematski viša od spoljne baš za dobiveni iznos.

Zagrevanje u samom instrumentu, u toku dana, pod opisanim uslovima još je veće no u unutrašnjosti paviljona, pa je i razlika između temperature instrumenta i temperature spoljnog vazduha u trenutku otvaranja paviljona veća od 4°C. Zbog njegove toplotne inercije isto tako je duži i razmak izjednačavanja temperature instrumenta i spoljne temperature, no što je razmak izjednačavanja unutrašnje temperature paviljona sa spoljnom, i iz višegodišnjeg iskustva sa ovim paviljonom znamo da ovaj razmak iznosi oko 3<sup>h</sup>. Otud očigledno proizilazi i potreba da se vrši veštačko vetrenje paviljona ili, još bolje, da se veštačkim putem temperatura instrumenta u toku celog dana održava na nivou spoljne temperature u trenutku posmatranja. Samo pod ovim uslovom moglo bi se očekivati potpuno obezbeđenje od sistematskih uticaja temperaturskih razlika između temperature instrumenta i spoljne temperature na nagib, a preko ovoga i na određivanje vremena.

Sa sl.7 vidi se da se u jesenjem periodu razlika između unutrašnje i spoljne temperature pre podne drži oko nule, a popodne dostiže neznatan iznos. Isto tako i u prolećnom periodu. U zimskom se ne zadržava skoro nikakva razlika, pa su u ovom periodu merenja bila redukovana.

Sl.10 prikazuje promenu nagiba u neposrednoj funkciji promene temperature u letnjem periodu. Sa nje se još bolje no sa sl.6 zapaža neravnomernost promene nagiba, kao i suprotan smer ovih promena posle 13<sup>h</sup> odnosno posle 2<sup>h</sup>, zatim veliki skok u periodu otvaranja paviljona u 18<sup>h</sup>.

Sl.11 prikazuje istu funkciju u jesenjem periodu. Zakonitost promena ostaje ista, a smanjena površima konture ukazuje na znatno sma-



CR. 10

njenje amplitude ispitivanih promena koje nose karakter dnevne periodičnosti.

Kako promene libeline nule mogu dovoditi i do znatnih prividnih promena nagiba, ako su one osetne u toku posmatranja jedne zvezde, na sl.12 smo grafički pretstavili promenu libeline nule u letnjem periodu, u kome je ona najizrazitija. Sa nje se vidi da libelina nula trpi u zatvorenom paviljonu velike i brze promene sa maksimumom /a/ od 0<sup>s</sup>.130 oko 9<sup>h</sup> i minimumom /b/ od 0<sup>s</sup>.043 oko 17<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. Posle otvaranja paviljona /c/ menja se smer promena libeline nule i njena vrednost raste, takođe naglo, za sve vreme dok se ne uspostavi termička ravnoteža između libele i njene okoline /d/. Jasno se vidi da ovaj proces traje oko 3<sup>h</sup>, a za to vreme libelina nula promeni se po apsolutnoj vrednosti za 0<sup>s</sup>.026. U razmaku /de/ od 8<sup>h</sup>, počev od 21<sup>h</sup> pa do 5<sup>h</sup>, promene su relativno blage i u razmaku posmatranja jedne zvezde ne izazivaju merljive uticaje na vreme.

Ukupna promena libeline nule u ovom razmaku /8<sup>h</sup>/ ne prelazi 0<sup>s</sup>.019. U ostala godišnja doba ove su promene još manjih amplituda i brzina.

Da bismo još bliže izučili zavisnost između temperature i nagiba obrtne osovine pasaznog instrumenta izvršili smo harmonisku analizu krivih koje prikazuju tokove promena oba elementa i dobili ove izraze za nagib  $\beta$  i temperaturu T, zasebno za svako godišnje doba:

$$\beta = -0.103 \pm 0.009 \sin /t+87.6 \pm 3.7/ + 0.190 \pm 0.014 \sin /2t+232.0 \pm 34.8/, \quad \text{Leto}$$

$$\beta = -0.997 \pm 0.006 \sin /t+70.9 \pm 4.2/ + 0.110 \pm 0.008 \sin /2t+257.3 \pm 14.3/, \quad \text{Jesen}$$

$$\beta = -0.017 \pm 0.001 \sin /t+54.5 \pm 2.4/ + 0.051 \pm 0.002 \sin /2t+241.7 \pm 6.5/, \quad \text{Zima}$$

$$\beta = -0.526 \pm 0.001 \sin /t+64.9 \pm 0.8/ + 0.071 \pm 0.001 \sin /2t+302.0 \pm 6.4/, \quad \text{Proleće}$$

$$T = 24.6 \pm 0.3 + 5.8 \pm 0.4 \sin /t+244.7 \pm 39.5/ + 1.0 \pm 0.4 \sin /2t+35.6 \pm 22.9/, \quad \text{Leto}$$

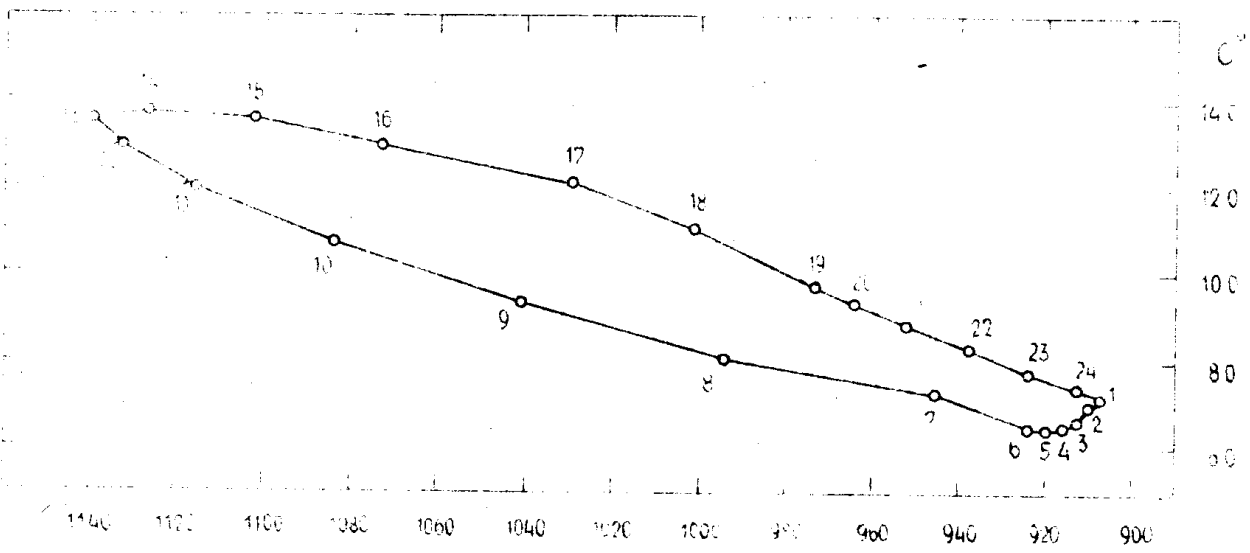
$$T = 9.70 \pm 0.03 + 3.40 \pm 0.05 \sin /t+231.4 \pm 0.8/ + 0.90 \pm 0.05 \sin /2t+50.1 \pm 3.2/, \quad \text{Jesen}$$

$$T = 3.00 \pm 0.04 + 3.00 \pm 0.06 \sin /t+231.3 \pm 1.1/ + 0.80 \pm 0.06 \sin /2t+40.3 \pm 4.3/, \quad \text{Zima}$$

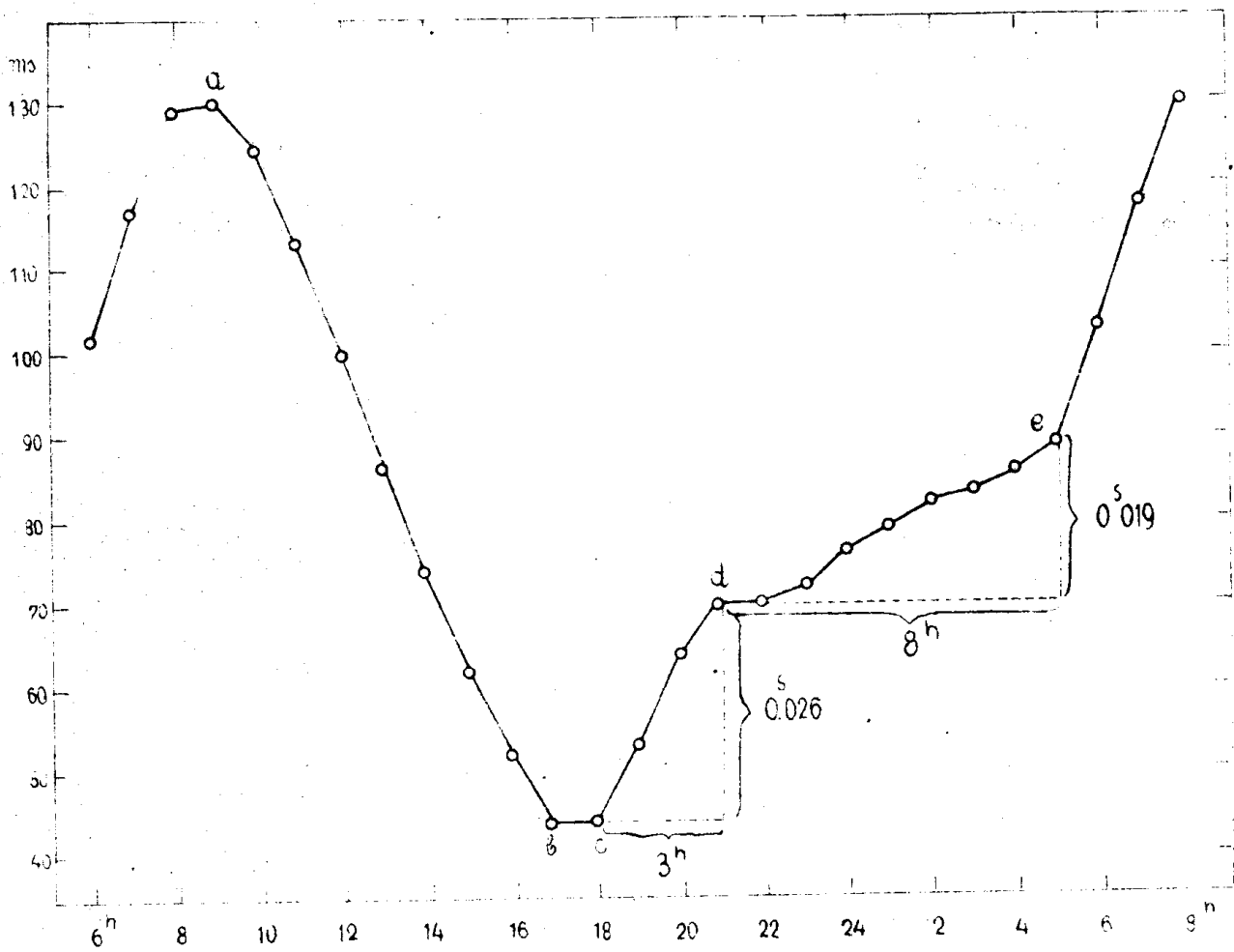
$$T = 12.50 \pm 0.04 + 3.30 \pm 0.05 \sin /t+233.5 \pm 0.9/ + 0.20 \pm 0.05 \sin /2t+252.9 \pm 14.3/, \quad \text{Proleće}$$

Za epohu uzeto je 0<sup>h</sup> sr.evr.vremena. Brojevi ispod konstanata u Fourier-ovim polinomima predstavljaju njihove standardne greške. Iz njih se vidi da su konstante pouzdano određene.

Iz sviju izraza vidi se da je dominantan dnevni član, koji je



сн. 11



сн. 12

u amplitudi reda  $0^{\text{S}}1$  kod nagiba, a  $4^{\circ}$  kod temperature. Zapaža se i poludnevni član, koji je reda  $0^{\text{S}}02$  za nagib i  $0^{\circ}7$  C za temperaturu. Ostali članovi nisu ni dati, jer su zanemarljivi u odnosu na prvi.

Dalje se iz izvedenih izraza vidi da se amplitude, kako kod nagiba, tako i kod temperature menjaju skoro u istom odnosu kroz godišnja doba. Na primer, amplituda dnevnog člana u nagibu iz leta u jesen opala je 1.7 puta, a isto toliko puta i amplituda dnevnog člana temperature. Amplitude poludnevnih članova opale su u istim sezonama respektivno 0.7 i 1.1 puta.

Ova zakonitost je nešto poremećena ako se izvede iz ostalih godišnjih doba, što dolazi od nehomogenosti posmatračkog materijala u ovim sezonama. Na primer, zimi merenja temperature i nagiba nisu uvek vršena preko cele noći pri otvorenom paviljonu zbog teških atmosferskih uslova.

Fazni uglovi dnevnih članova se kroz sva godišnja doba približno međusobno slažu i to kako za nagib tako i za temperaturu. I fazni uglovi poludnevnih članova slažu se među sobom kod nagiba, dok se kod temperature za aža izvesno odstupanje samo u prolećnom periodu. Ono je izazvano znatno manjim brojem merenja izvršenih u ovom periodu /3 dana u odnosu na 10 dana u ostalim sezonama/.

Zaključak.- Prethodna analiza nedvosmisleno pokazuje da su primećene promene nagiba između večernjih i jutarnjih serija posledica promena temperature vazduha oko instrumenta i u njemu. Razlike  $\Delta_n - \Delta_d$  pokazuju jasno da jedan od uzroka neslaganju između nagiba izvedenih iz uzastopnih serija treba tražiti u metalnim krovnim konstrukcijama posmatračkog paviljona. Mada su one obložene iznutra lesonitom snabdevenim manjim otvorima, od kojih se očekivalo da će obezbediti koliko toliko prirodno kruženje vazduha, provetranje unutrašnjosti posmatračke sale je nesumnjivo neznatno. Zbog toga treba uveće mnogo više vremena da se uspostavi toplotna ravnoteža u instrumentu nego ujutru. To uostalom potvrđuju i druge razlike nagiba  $\Delta_n - \Delta_d$ . Da bi one iščezle, ili se bar nešto više umanjile, treba prepraviti krovne konstrukcije, tako da zagarantuju neprekidnu toplotnu raznotežu oko instrumenta, i uvesti veštačko vetrenje paviljona.

Sezonske promene nagiba dolaze od sezonskog klaćenja samog stuba izazvanog njegovim plitkim fundiranjem u slojevima koji sami vrše sezonsko talasanje izazvano insolacijom. Temelji stubova za pasažne instrumente moraju se graditi bar 5-6 m ispod površine tla. Ovo utoliko pre važi i za stubove za fundamentalne astronomske instrumente.

Postojanje sekularnog člana u nagibu koji dolazi od nejednakošći sleganja stuba po celoj površini njegove osnove dovodi do zaključka da dubina stuba mora ići do veoma čvrste podloge, da se posmatrački

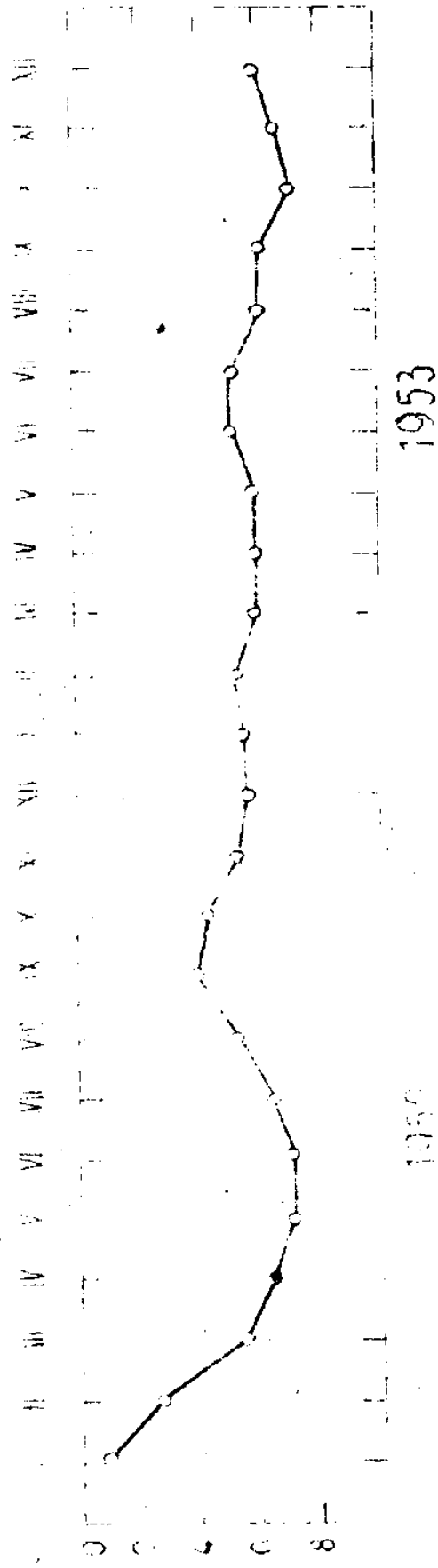


paviljon mora obezbediti od slivanja atmosferskih taloga u temelj stuba škarpama i rovićem oko paviljona kao i drenažom za odvodjenje površinske vode. Sam stub treba da bude od prepečene cigle vezane tankim i jednakim slojem maltera s specijalna sastava, od betona ili najbolje od tvrdog monolita. U prvom i drugom slučaju valja računati s procesom vezivanja i sleganja bar za godinu dana, jer smo videli da je osetljivost nagiba prema neravnomernom sleganju izvanredno velika. Ova iskustva mogu biti od koristi u trenutku u kome se nalazimo, **naime**, neposredno pred projektovanjem i gradjenjem tri veća paviljona za fundamentalne instrumente na Beogradskoj opservatoriji.

## 5. SISTEMATSKE RAZLIKE NAGIBA OBRTNE OSOVINE U ZAVISNOSTI OD POLOŽAJA INSTRUMENTA

Prikupljena dokumentacija.— Sistematske razlike u nagibu obrtne osovine instrumenta u funkciji njegova položaja, tj. reda obrtanja /EW ili WE/ u toku posmatranja, otkrio je Schweizer još 1846, pri odredjivanju geografske širine Moskve [8]. Posle toga primetio ih je i na njih veći broj posmatrača ukazivao, bilo pri odredjivanju rektascenzija, dakle i pri upotrebi pasažnih i pri upotrebi meridijanskih instrumenata. Najveće vrednosti za ove sistematske razlike našli su: Schweizer  $+0^{\circ}011 \pm 0^{\circ}005$  [8], Albrecht  $-0^{\circ}026$  [17], Blochin  $-0^{\circ}014 \pm 0^{\circ}005$  [28] i Dnjeprovski  $-0^{\circ}018 \pm 0^{\circ}002$  [30]. No, bilo je i slučajeva /Albrecht [19] 1903 u Potsdamu i Bakulin [79] 1947-1949 u Moskvi/, kada su se one spuštale do nule. Srednja vrednost ovih razlika izvedena iz posmatranja 59 posmatrača, u toku poslednjih 100 godina, iznosi  $-0^{\circ}0055 \pm 0^{\circ}0006$  [57].

S obzirom na oblik u kome ova sistematska greška ulazi u izraz za odredjivanje rektascenzije i na njenu gornju prosečnu vrednost njen uticaj na rektascenzije može preći  $0^{\circ}010$ , što nije nimalo zanemarljivo u odnosu na stepen tačnosti koji se danas zahteva i postiže u ovoj vrsti posmatranja. Može se, istina, primetiti da će pri naizmeničnom redu posmatranja meridijanskih prolaza /EW, WE/ srednja vrednost časovnikova stanja Cpm izvedenog iz jedne serije biti oslobođena ovog sistematskog uticaja, ali ne treba gubiti iz vida da će ovo biti samo delimično, jer će u posmatranim serijama, da bi bio ispunjen uslov  $M=0$ , uvek biti manji broj severnih zvezda s velikim Majerovim koeficientima, što će remetiti izravnavanje. S druge strane, uprkos mnogim dosadašnjim istraživanjima poreklo ove sistematske greške još nije dovoljno osvetljeno, bar izvesnih njenih komponenata. Osim toga, vrednosti dobivene za njene komponente koje su dosad izučavane ne slažu se uvek medju sobom. Stoga smo smatrali korisnim da unesemo u kompleks naših istraživanja, preduzetih u cilju povišenja tačnosti časovne



СП.13

službe naše Astronomske opservatorije [57], i izučavanje sistematiskih grešaka nagiba ove vrste. U tom cilju iz merenih nagiba pri prolazu svake zvezde sračunali smo srednje nagibe obrtne osovine za sve posmatrane serije, pa smo obrazovali sistematске razlike ovih nagiba  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ , i našli njine srednje vrednosti po mesecima kroz ceo pomenuti dvogodišnji period. Zatim smo sistematске razlike  $\Delta\beta$  izravnali metodom težišta, kako bi se bolje istakla pravilnost u njihovom toku. Ove podatke daju donje tablice za 1952 i 1953 godinu u  $0^s.0001$ .

1952	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N serija	14	7	22	27	17	28	38	26	25	24	24	10	$\Sigma$ 262
$\Delta\beta'$	-12	-28	-57	-66	-72	-71	-66	-54	-41	-44	-54	-58	Moy. $-52 \pm 4$

$$\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE} = -0^s.0052 \pm 0^s.0004.$$

1953	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N serija	9	22	36	22	27	24	35	24	31	26	19	29	$\Sigma$ 304
	-56	-54	-60	-59	-59	-52	-52	-62	-63	-72	-67	-60	Moy. $-60 \pm 4$

$$\beta_{EW} - \beta_{WE} = -0^s.0060 \pm 0^s.0004.$$

Iz ovih tablica vidi se jasno da ove razlike nisu opterećene ni sistematskim ni sezonskim promenama. Srednje godišnje vrednosti njihove, kao i definitivna srednja vrednost

$$\beta_{EW} - \beta_{WE} = -0^s.0056 \pm 0^s.0003$$

izvedena iz svih posmatranja /566 serija/, slaže se dobro sa srednjom vrednošću  $0^s.0055$  izvedenom iz posmatranja izvršenih u toku poslednjih sto godina. Odatle proizilazi da definitivno nadjena vrednost za  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  može da se smatra za dobru i za realnu meru reda veličine ove sistematске greške, bar za prenosne tipove pasažnih instrumenata.

Radi očiglednijeg isticanja toka sistematiskih razlika  $\Delta\beta'$  ove su nanete i na grafik, prikazan na sl.13 izlomljenom krivom sa istoimenom oznakom. Sa ove krive upadljivo se ističe sistematski karakter ovih razlika kao i njihova ujednačenost u toku obe godine. Osim toga vidi se da se sistematске razlike  $\Delta\beta'$  u nagibu, koje dolaze od promene reda posmatranja, kreću u granicama  $1,2 < \Delta\beta' < 7,2$  milisekunde.

Poreklo ovih sistematiskih razlika.— Razni autori su se bavili i pitanjem porekla ove sistematске greške. Sam Schweizer, kao i većina posmatrača posle njega, već od početka svojih istraživanja, pripisivali

su ovu sistematsku razliku nejednakom toplotnom uticaju posmatračevom na libeline nosače. To je značilo da je promena nagiba koja dolazi od ovog uticaja prividna i da se ispoljava u vidu sistematske greške nagiba. Na taj način je i objašnjen i negativan znak razlike  $\beta_{EW} - \beta_{WE}$  za obešene libele, kao i njen pozitivan znak koji je dobio Schweizer služeći se libelom koja počiva na obrtnoj osovini. Neki su istraživači pripisivali ovu razliku inerciji libelina mehura. Međutim, sistematska priroda ove greške, utvrđena na velikom broju instrumenata različitih tipova, isključuje mogućnost ovog uzroka, koji po svojoj prirodi može pre dovoditi do slučajnih grešaka. Blohin [28] je izvršio serije eksperimenata u toku kojih je libela bila zaštićena od svakog toplotnog uticaja koji može poticati od posmatrača. Iz ovih eksperimenata izveo je zaključak da razlika potiče isključivo od ovog uzroka, čiji je sistematski karakter nesumnjiv. Međutim, iz sličnih eksperimenata Beljajeva [29] izlazi da je prethodni uticaj beznačajan i da, prema tome, uzrok pojavi treba tražiti na drugoj strani. Međutim iz istraživanja Zverjeva [52] izvršenih od 1941-1945, izlazi da bar jedna komponenta ove sistematske razlike potiče od toplotnog dejstva posmatračeva na libeline nosače. Pitanje je delimično rasvetljeno zahvaljujući eksperimentima koje je Filjnik [62] izvršio od 1950-1951 g. Ovaj je autor ispitivao hod ove sistematske razlike kad se instrument izlaže samo s jedne strane promenljivom toplotnom režimu. Ti eksperimenti su nesumnjivo istakli toplotne uticaje na prividne promene nagiba. Kvantitativna je analiza, međutim, pokazala da zagrevanje koje dolazi od posmatrača može da objasni samo jedan deo uočene sistematske razlike, koja između ostalog zavisi od dužine libelinih nosača, kao i od konstrukcije instrumenta, koji može više ili manje štštititi libelu od posmatračeva toplotnog uticaja.

Istraživanja koja je u ovom pogledu izvršio Vasiljev [80] na fotoelektričnom pasažnom instrumentu, pokazala su takodje postojanje sistematske razlike  $\Delta\beta$  reda  $0.0040$ . Autor ih je objasnio zračenjem zapadnog kraja instrumenta, koji je uveče jače zagrejan, u pravcu istočnog, usled koga se libelin mehur pomera u istom smeru i dovodi do prividnih promena nagiba.

U ovom pogledu mi smo otišli korak dalje stavljajući u program istraživanja, pored odredjivanja sistematske razlike  $\Delta\beta$  iz redovnih večernjih posmatračkih serija i odredjivanja ove sistematske greške van posmatračkih serija u izvesnim periodima svaki sat u toku čitavog dana i noći, i najzad njihovo odredjivanje iz vanrednih jutarnjih posmatračkih serija. Ovako prikupljena dokumentacija omogućila nam je, kao što će se odmah videti, da izvedemo još neke zaključke.

Da bismo eliminisali i odredili posmatračev uticaj na ovu sistematiku razliku i dobili materijal iz koga se može posmatračev uticaj izdvojiti od drugih uticaja koji dovode do ove sistematike greške, mi smo vršili u prvoj polovini 1954 godine serije odredjivanja razlika  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$ . Merenja su vršena u razmacima od jednog časa preko celog dana i noći nezavisno od astronomske posmatranja. Čitanja su vršena durbinom utvrđenom u vertikalnom položaju i u položajima KE-KW-KE. Čitanja libele vršena su dva minuta posle obrtanja instrumenta. Iz ova tri čitanja izvedene su sistematike razlike  $\Delta\beta$  i dobijeno je za srednju vrednost iz 45 dana merenja  $\Delta\beta = -0^s.0038$ .

Ova merenja, kao i njihove srednje vrednosti, razlikuju se osetno od merenja izvršenih u toku astronomske posmatranja. Odatle se može zaključiti da jedan deo ove sistematike razlike, treba doista pripisati posmatračevom toplotnom uticaju na libeline nosače.

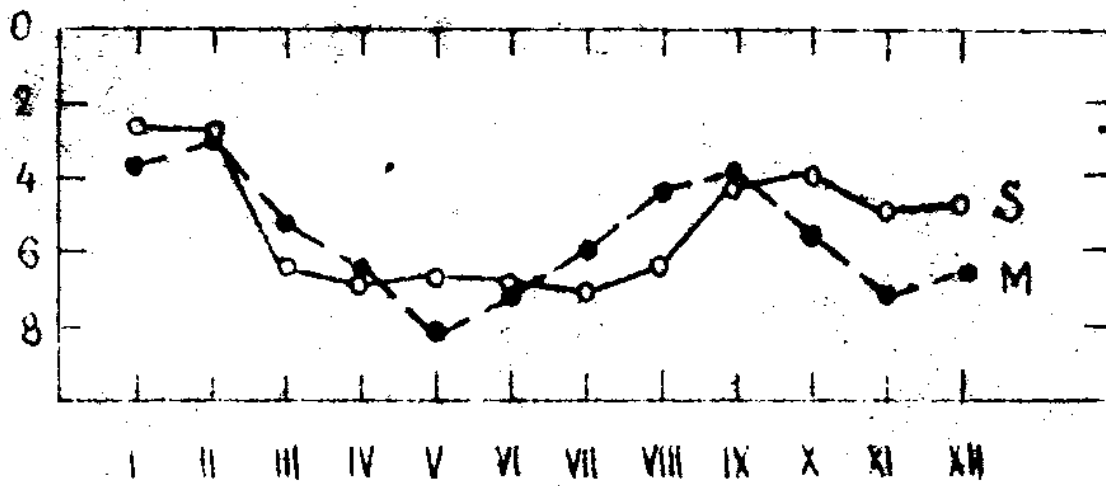
Dodajmo na kraju da su merenja izvršena van posmatračkih serija vršena uvek pri istom pravcu vizure  $Z=0$ , kako bi se eliminisao uticaj eventualne nejednakosti i nepravilnosti oslonaca obrtne osovine na sistematike razlike nagiba koje su ispitivane. Međutim, ostala je neobjašnjena još jedna komponenta ove razlike, koja je objašnjena posle analize ove sistematike razlike izdvojene naporedo iz večernjih u jutarnjih serija.

U toku ovih eksperimenata vršena su i odredjivanja vremena iz večernjih i jutarnjih serija posmatranja na istom instrumentu. Tom prilikom konstatovana je i sistematika razlika između vrednosti  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  izvedenih u toku večernjih i onih izvedenih u toku jutarnjih serija. Srednje mesečne vrednosti ovih razlika /u  $0^s.0001$ / izravname-  
todom težišta obuhvaćene su ukratko za 1952, 1953 g. kao i srednje vrednosti za obe godine u sledećem pregledu.

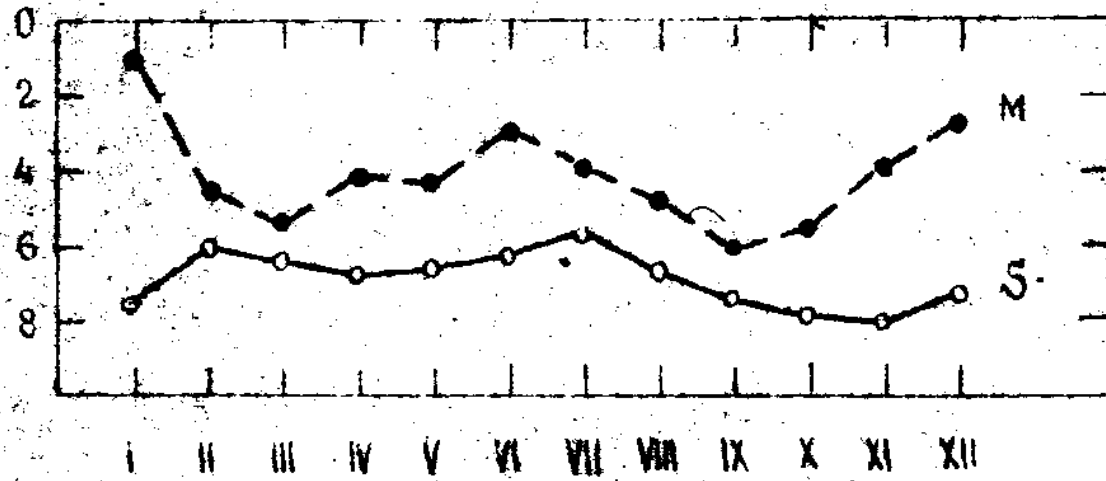
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
1952 M	-37	-30	-52	-64	-81	-72	-61	-44	-40	-55	-72	-66	-56
S	-25	-29	-63	-67	-66	-71	-71	-63	-42	-41	-50	-47	-53
1953 M	-10	-46	-54	-42	-44	-31	-40	-48	-62	-57	-40	-27	-42
S	-75	-61	-66	-70	-67	-64	-58	-69	-76	-80	-82	-75	-70
952/53 M	-39	-36	-49	-49	-63	-51	-52	-46	-50	-56	-55	-48	-50
S	-59	-50	-65	-69	-67	-67	-65	-66	-60	-62	-69	-64	-66

Ove vrednosti grafički su prikazane na sl.14 na kojoj prvi

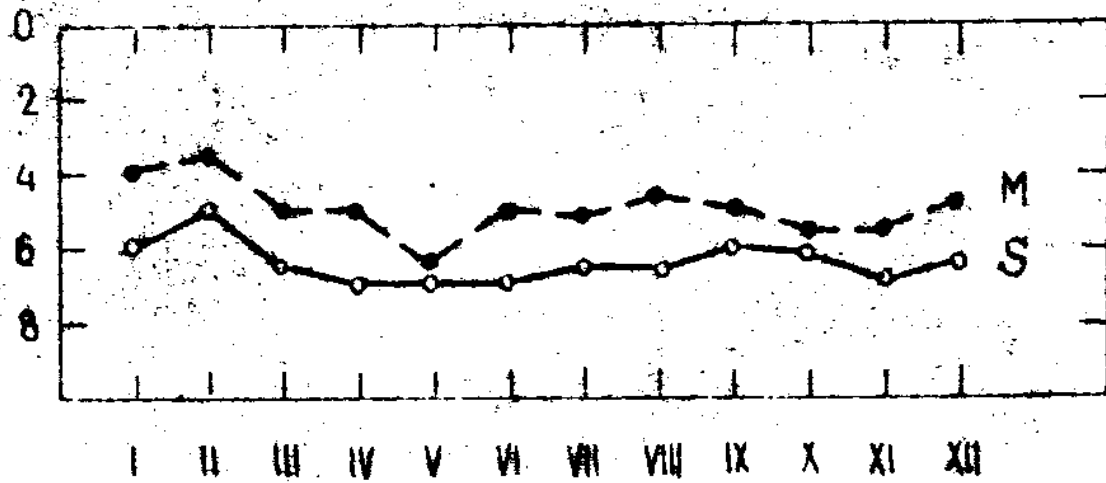
mm



mm



mm



par krivih prikazuje sistematske razlike izvedene iz večernjih i jutarnjih serija u 1952 g., drugi par krivih odnosno razlike izvedene iz 1953 g., a treći par srednje vrednosti ovih razlika za obe godine. Jasno se zapaža preplitanje prvog para krivih, kao i očigledna razdvojenost drugog para sa preovladjivanjem večernjih vrednosti. Ova je razdvojenost razume se nešto manja u trećem paru no ipak dovoljno izražena. Isto tako se jasno zapaža sa sviju krivih, naročito sa prvog para, polugodišnja periodičnost sistematskih razlika  $\Delta\beta$ .

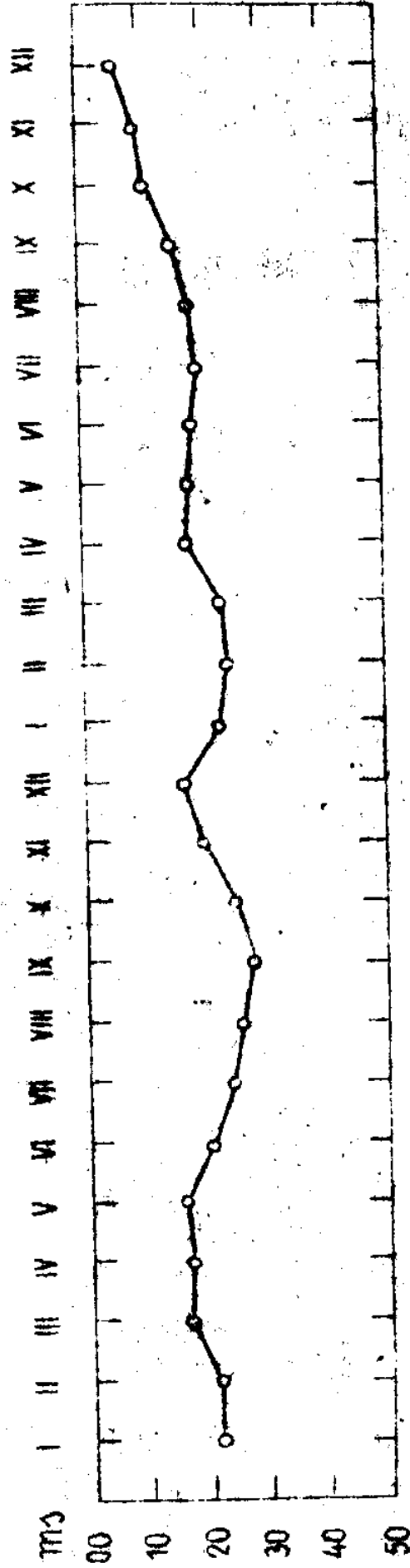
Da bi se dobro razumeli ovi rezultati, treba dodati da su u 1953 g. toplotni uslovi u toku posmatračkih serija bili nešto bolji. S jedne strane posmatračka sala je bila redovno vetrena na 2-3 časa pre svake serije, s druge strane, u pokretnoj krovnoj konstrukciji načinjeno je 19 otvora namenjenih da olakšaju slobodno kruženje vazduha i, prema tome, izjednače spoljne i unutrašnje temperature. U 1952 g., naprotiv, ovi uslovi nisu bili još ostvareni.

Kao polugodišnja periodičnost, tako i preovladjivanje večernjih vrednosti  $\Delta\beta$ , posle uklanjanja posmatračeva uticaja, dolaze od nesimetričnog zračenja okolnih predmeta na instrument. U našem posmatračkom paviljonu ovakvo zračenje je naročito izrazito, jer se sa zapadne strane instrumenta a na udaljenosti od samo 1 m nalazi zid, dok se sa istočne strane, posle otvaranja krovne konstrukcije, nalazi potpuno prazan prostor. Osim toga u nastavku zapadnog zida nalazi se čitavo zapadno krilo paviljona sa velikom metalnom krovnom konstrukcijom.

Zaključak.— Na kraju možemo reći da iz izvršenih istraživanja proizilazi da je sistematska razlika  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  u prividnim promenama nagiba obrtne osovine pasažnih instrumenata vrlo složeno pitanje. Ona se sastoji iz više komponenata, od kojih su samo neke mogle da se prouče do danas i to

$$\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE} = \Delta\beta_T + \Delta\beta_p + \Delta\beta_t + \Delta\beta_s + \Delta\beta_{s-m}$$

Prva dolazi od horizontalnog temperaturskog gradijenta; druga od pritiska koji posmatrač vrši na stub; treća od nepravilnosti oslonaca obrtne osovine; četvrta od toplotnog uticaja posmatrača; peta kao funkcija nejednakosti spoljne i unutrašnje temperature oko instrumenta i pokazuje se u razlikama ove sistematske greške u večernjim i jutarnjim časovima. Prva od ovih komponenata može se u našem slučaju zanemariti. Druga je eliminisana predostrožnostima koje su preduzete da se zaštiti stub. Treća, koja kod savremenih instrumenata ne iznosi više od 0.001-0.002, takođe je eliminisana rasporedom merenja. Toplotni uticaj posmatračev može se, kao što smo pokazali, odrediti, pa dakle i on eliminisati. Tako je izdvojena samo poslednja komponenta čije smo poreklo objasnili iz večernjih i jutarnjih merenja nesimetričnim zračenjem zgrade na instrument. Iz pokazanih merenja može se i ona odrediti i takođe



1953

СП.15

1952



eliminirati iz redovnih meridijanskih posmatranja.

Određivanje njeno veoma je teško, dangubno i skupo, pa još uvek ostaje kao bolja alternativa obezbeđenje od nje putem izgradnje potpuno simetričnih posmatračkih paviljona, tako po obliku zgrade tako i po obliku i položaju njenih unutrašnjih delova i sa ovog razloga, dakle, treba u tom pravcu <sup>usmer</sup> ~~izmen~~ i prepravku Astrogeodetskog paviljona Astronomske opservatorije u Beogradu.

## 6. SISTEMATSKE RAZLIKE ČASOVNIKOVIH STANJA U ZAVISNOSTI OD POLOŽAJA PASAŽNOG INSTRUMENTA

Prikupljena dokumentacija. - U nastavku naših radova na ispitivanju promena nagiba obrtne osovine pasažnog instrumenta u zavisnosti od reda posmatranja, čije smo rezultate izložili u prethodnom paragrafu, produžili smo ispitivanja promena časovnikovih stanja izvedenih iz posmatranja na istom pasažnom instrumentu i iz istog posmatračkog materijala u zavisnosti od reda posmatranja. Rezultati ovih ispitivanja sažeti su u ovom paragrafu. S obzirom na raspored merenja ovaj je posmatrački materijal po svojoj prirodi mogao da posluži kako za izve<sup>vodenje</sup>đavanje sistemat<sup>vodenje</sup>skih razlika u nagibu  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  tako i za izveđavanje sistemat<sup>vodenje</sup>skih razlika u stanjima časovnika  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  zavisnih od reda posmatranja EW odnosno WE.

Srednje mesečne vrednosti sračunatih sistematskih razlika  $\Delta$  za 1952 i 1953 godinu posebno, date su u donjoj tablici.

	1952		1953			
	$\Delta$	$n$	$\Delta'$	$\Delta$	$n$	$\Delta'$
I	-21.3	13	-21.1	-27.6	9	-22.6
II	-20.8	7	-21.1	-32.5	20	-23.9
III	-21.0	20	-16.5	-18.3	36	-22.9
IV	-12.1	27	-16.3	-21.7	22	-17.6
V	-17.6	17	-16.0	-13.4	27	-18.0
VI	-18.7	28	-20.4	-19.9	24	-18.4
VII	-22.8	38	-23.7	-21.3	34	-19.9
VIII	-30.8	24	-25.4	-17.8	24	-18.6
IX	-24.2	25	-27.6	-16.3	31	-16.0
X	-28.1	24	-24.3	-14.0	26	-11.2
XI	-20.4	23	-19.8	- 4.7	19	-10.2
XII	+ 1.3	10	-16.7	- 9.9	29	- 6.3

Stupci  $\Delta$  predstavljaju izravnate vrednosti ovih sistematskih razlika metodom težišta, a stupci  $n$  daju ukupan broj posmatračkih serija u svakom mesecu.

Tok ovih sistematskih razlika grafički je prikazan na sl.15 krivom  $\Delta'$ .

Sl.15

sa koje se još jasnije ističe sistematski karakter ove razlike koja varira u uočenom periodu u granicama  $6.3 < \Delta < 27.6$  milisekunada oko sred-

nje vrednosti  $\Delta'_m = -18.9$  sa srednjom kvadratnom greškom  $\pm 0.001$  znatno nižega reda od same razlike  $\Delta'_m$ , što ukazuje na realnost ovih sistematskih razlika. Što se tiče apsolutne vrednosti srednje razlike ona je reda koji se ne može smatrati zanemarljivim pri posmatranjima meridijanskih prolaza pod savremenim uslovima, gde se teži tačnosti od  $\pm 0.001$ .

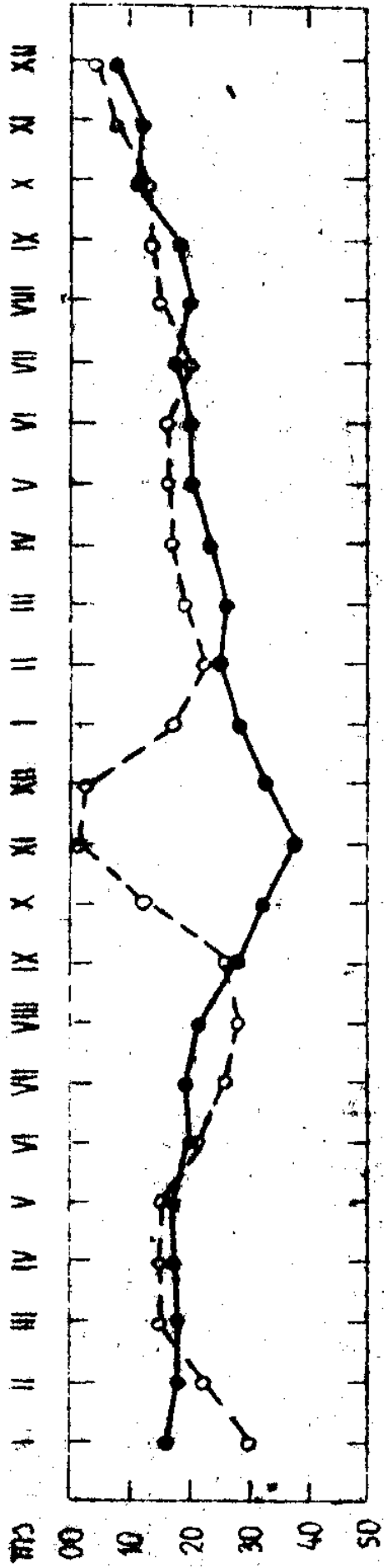
Poreklo ovih sistematskih razlika.— Da bismo otkrili poreklo sistematske razlike  $\Delta$  časovnikovih stanja zavisne od reda posmatranja, prvo smo pokušali da ih objasnimo uticajem istoimenih sistematskih razlika u nagibu.

Prosečno triput manja apsolutna vrednost sistematskih razlika  $\Delta\beta$  od srednje vrednosti sistematskih razlika  $\Delta$  jasno ukazuje da sistematske razlike  $\Delta$  ne potiču, ili bar ne u potpunosti, od sistematskih razlika  $\Delta\beta$  u nagibu, jer se ove poslednje ne mogu toliko povećati koeficijentom  $N = \cos / \varphi - \delta / \sec \delta$ . Ovo tim pre, što se iz uslovnih jednačina

$$C_p = \alpha_{app} - [T_m + \beta \cos / \varphi - \delta / \sec \delta + a \sin / \varphi - \delta / \sec \delta + R \sec \delta]$$

vidi da bi se uticaj sistematske razlike  $\Delta\beta$  na  $C_p$  morao pojavljivati sa promenjenim znakom, što nije slučaj. Ostaju znači drugi uzroci kao pretežni za objašnjenje porekla sistematskih razlika  $\Delta$  u časovnikovim stanjima.

Dalje traganje za poreklom sistematskih razlika  $\Delta$  usmerili smo ka ispitivanju uticaja ličnih grešaka posmatrača na ove sistematske razlike. U tom cilju smo obrazovali srednje vrednosti časovnikovih stanja  $C_p$  za svaku pojedinu seriju, i to kako prvog tako i drugog posmatrača, zatim sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$ , svake serije, i to kako za jednog tako i za drugog posmatrača i, najzad, srednje vrednosti ovih sistematskih razlika za sve mesece u 1952 i 1953 godini zasebno za svakog posmatrača. Ove poslednje podatke daje donja tablica u stupcima **BiM**



1952

1953

СП. 16

	1952						1953					
	Brkić'			Mitić'			Brkić'			Mitić'		
	B	n	B'	M	n	M'	B	n	B'	M	n	M'
I	-14.2	9	-16.0	-37.4	4	-30.0	-17.7	4	-28.6	-34.8	5	-17.9
II	-25.2	4	-18.5	-17.6	3	-23.9	-30.8	9	-25.7	-33.8	11	-22.7
III	-21.1	8	-18.2	-21.0	12	-15.1	-24.6	14	-26.6	-14.3	22	-19.9
IV	-14.8	13	-17.6	-9.6	14	-15.3	-25.8	12	-23.2	-16.8	10	-16.9
V	-18.5	9	-17.1	-16.6	8	-15.0	-18.4	11	-20.1	-10.0	16	-16.4
VI	-18.7	11	-20.2	-18.7	17	-20.5	-15.0	10	-20.4	-23.3	14	-16.7
VII	-21.9	19	-19.6	-23.8	19	-25.9	-24.8	17	-18.1	-17.7	17	-19.3
VIII	-1.9	2	-21.7	-33.4	22	-28.3	-19.0	12	-20.0	-5.9	3	-15.3
IX	-23.9	17	-28.6	-24.8	8	-26.8	-24.6	6	-18.4	-14.4	25	-14.0
X	-38.2	14	-32.7	-13.8	10	-12.5	-13.6	10	-11.4	-14.3	16	-13.3
XI	-39.2	11	-38.1	-3.1	12	-0.9	-1.4	10	-11.9	-8.4	9	-8.3
XII	-34.6	4	-33.7	-25.3	6	-2.6	-17.8	15	-8.0	-1.5	14	-4.2

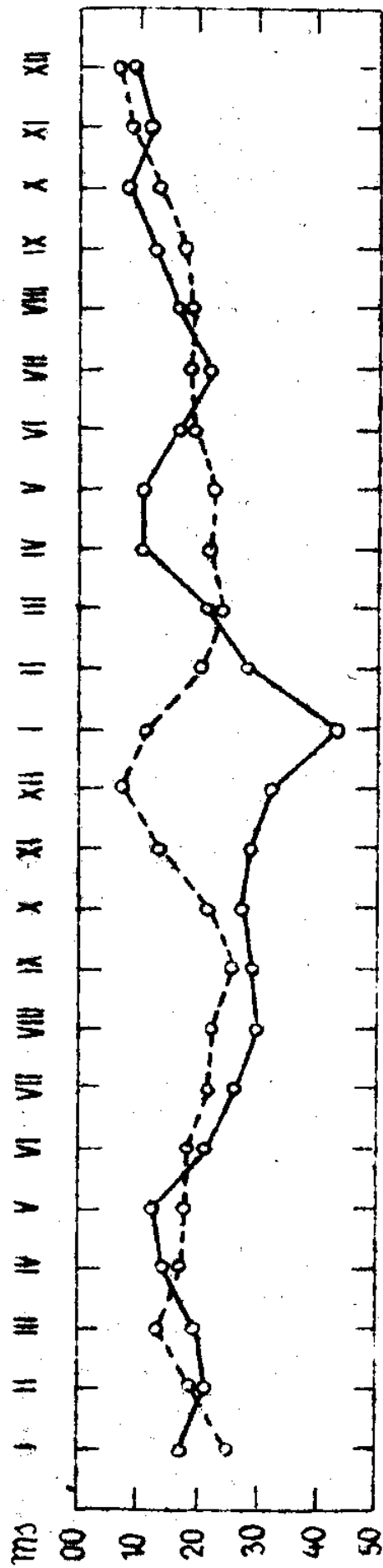
U istoj tablici stupci B' i M' daju ove podatke izravnanate metodom težišta, kako bi se lakše mogla uočiti karakteristika njihovog dvogodišnjeg toka.

Najzad su izravnanate sistematske razlike B' i M' svakog posmatrača nanete na grafik prikazan na sl.16.

sl.16

odnosnim izlomljenim krivim sa istoimenim oznakama i tako je njihov tok prikazan na očigledan način. Njihov ujednačeni tok u čitavom uočenom periodu, izuzev anomalije od septembra 1952 do februara 1953, kao i isprepletanost obe krive na celom toku, ukazuje na to da promena posmatrača nije vršila uticaj na razlike  $\Delta$ , pa da ove i ne zavise od ličnih uticaja.

Da bismo dalje ispitali da razlike  $\Delta$  ne dolaze od sistematski različitih uslova pri posmatranju večernjih i jutarnjih serija, izveli smo srednje vrednosti svih serija, sredili ih zasebno za večernje a zasebno za jutarnje i obrazovali srednje mesečne vrednosti, kako večernjih, tako i jutarnjih serija, nezavisno od posmatrača. Ove vrednosti daju drugi i četvrti stubac u sledećoj tablici, pored kojih stupci n daju broj odnosnih serija.



1952

СП.17

1953

1952

1953

	1952					1953						
	Jutro	n	veče	n	Izravnavano	Jutro	n	veče	n	Izravnavano		
				$\gamma$	$\nu$					$\gamma$	$\nu$	
I	-10.8	7	-33.5	6	-17.3	-24.9	-62.0	2	-17.3	7	-43.6	-10.8
II	-23.2	4	-17.6	3	-21.6	-20.5	-38.7	9	-27.3	11	-27.9	+21.4
III	-29.3	9	-14.2	11	-20.0	-13.3	-16.1	14	-19.7	22	-21.8	-23.7
IV	-12.5	13	-11.8	14	-15.1	-17.2	-12.5	8	-27.0	14	-10.6	-21.9
V	+ 8.3	4	-25.5	13	-12.8	-18.1	- 1.4	10	-20.5	17	-10.8	-22.3
VI	-20.2	12	-17.6	16	-21.9	-19.4	-19.7	9	-19.9	15	-16.6	-19.5
VII	-30.8	16	-17.1	22	-26.3	-21.9	-26.1	13	-18.3	21	-22.2	-18.6
VIII	-26.4	8	-32.9	16	-29.7	-22.5	-17.4	6	-18.0	18	-17.1	-19.4
IX	-30.4	11	-19.2	14	-29.1	-26.7	- 6.4	11	-21.8	20	-12.7	-17.7
X	-29.7	10	-26.9	14	-27.7	-21.6	-16.9	10	-12.3	16	- 8.1	-12.6
XI	-22.8	10	-18.5	13	-28.8	-13.7	+ 3.1	6	- 8.3	13	-12.1	- 8.9
XII	-45.9	3	-21.6	7	-32.6	- 7.8	-16.4	10	- 6.5	19	- 9.1	- 7.3

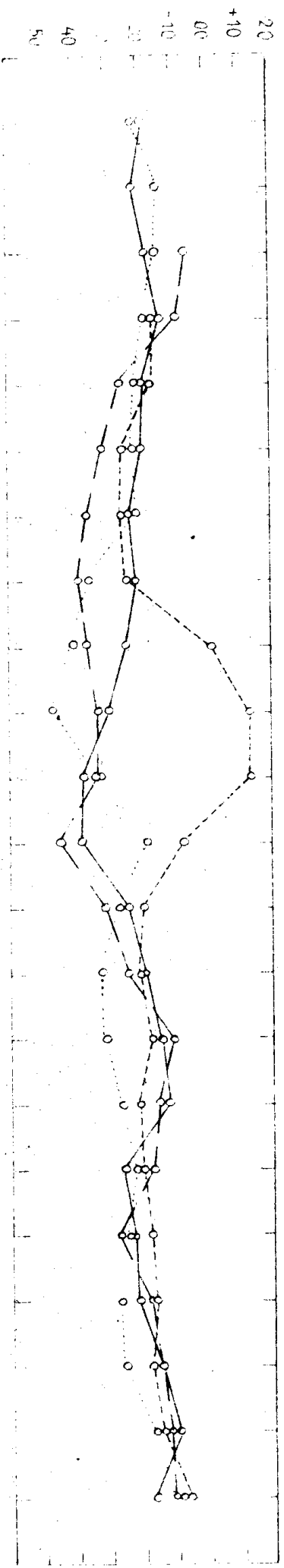
Stupci 6 i 7 u istoj tablici daju iste podatke izravnavane metodom težišta u cilju njihovog očiglednijeg grafičkog pretstavljanja na sl.17.

## Sl.17

Iz ujednačenosti i slabe promenljivosti toka dve izlomljene krive na ovom grafiku, koje odgovaraju sistematskim razlikama  $\Delta'$  izvedenim iz večernjih, odnosno jutarnjih serija, kao i iz odsustva svake sistematske razlike između  $\Delta'$  večernjih i  $\Delta'$  jutarnjih serija, vidi se jasno da sistematske razlike  $\Delta'$ , odnosno  $\Delta$ , ne dolaze ni od različitih atmosferskih uslova pri posmatranjima u večernjim i jutarnjim časovima. Ponovljena anomalija u istom periodu kao i na prethodnom grafiku pokazuje, osim toga, da ne dolazi od ličnih uticaja posmatrača, jer se ona ovaj put javila i kada se nije vodilo računa o razdvajanju ovih uticaja po posmatračima, što znači da njen uzrok treba tražiti negde na trećoj strani.

Da bi se približilo poreklu ove anomalije zapažene od septembra 1952 do februara 1953 godine izvedene su vrednosti sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  zasebno za svakog posmatrača, i to kako iz večernjih tako i iz jutarnjih serija. Iste su date u milisekundama respektivno za posmatrača Mitića i Brkića u sledećim dvema tablicama.

III II III IV V VI VII VIII IX X XI XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI



1952

1953

СП 18

БПКНБ - ДУТРО  
БПННБ - ВЕЧЕ  
МПННБ - ДУТРО  
МПННБ - ВЕЧЕ

Mitić

1952

1953

Mes.	1952			Izravnavato			1953			Izravnavato		
	jutro	n	veče	jutro	n	veče	jutro	n	veče	jutro	n	veče
I			-33.5	6			-62.0	2	-16.6	3	-43.0	- 6.2
II			-17.6	3		-22.0	-42.0	4	-29.1	7	-29.5	-19.1
III	-36.6	3	-15.8	9		-13.7	-13.1	7	-14.9	15	-22.4	-18.6
IV	- 4.8	5	-10.3	9	- 5.1	-16.8	-19.0	4	-15.3	6	-10.0	-15.4
V	-17.5	2	-27.9	6	- 7.9	-16.7	- 1.9	7	-16.3	9	-12.4	-19.0
VI	-22.2	8	-15.6	9	-24.7	-17.8	-21.9	5	-24.1	9	-15.7	-17.4
VII	-39.7	7	-14.5	12	-31.6	-22.7	-25.1	7	-12.6	10	-25.2	-15.7
VIII	-34.6	6	-32.9	16	-37.1	-23.6	-42.2	1	+ 6.3	2	-16.1	-14.9
IX	-36.4	4	-13.2	4	-38.6	-21.1	- 5.0	8	-18.8	17	-12.4	-14.8
X	-49.8	3	+ 1.6	7	-33.8	+ 3.4	-18.3	5	-12.5	11	- 9.0	-15.1
XI	-25.4	7	+16.6	6	-30.6	+15.1	- 2.0	2	-10.2	7	- 9.2	- 7.8
XII	- 9.0	1	+32.1	5	-31.1	+15.0	- 1.6	4	- 0.9	10	-	-

Brkić

1952

1953

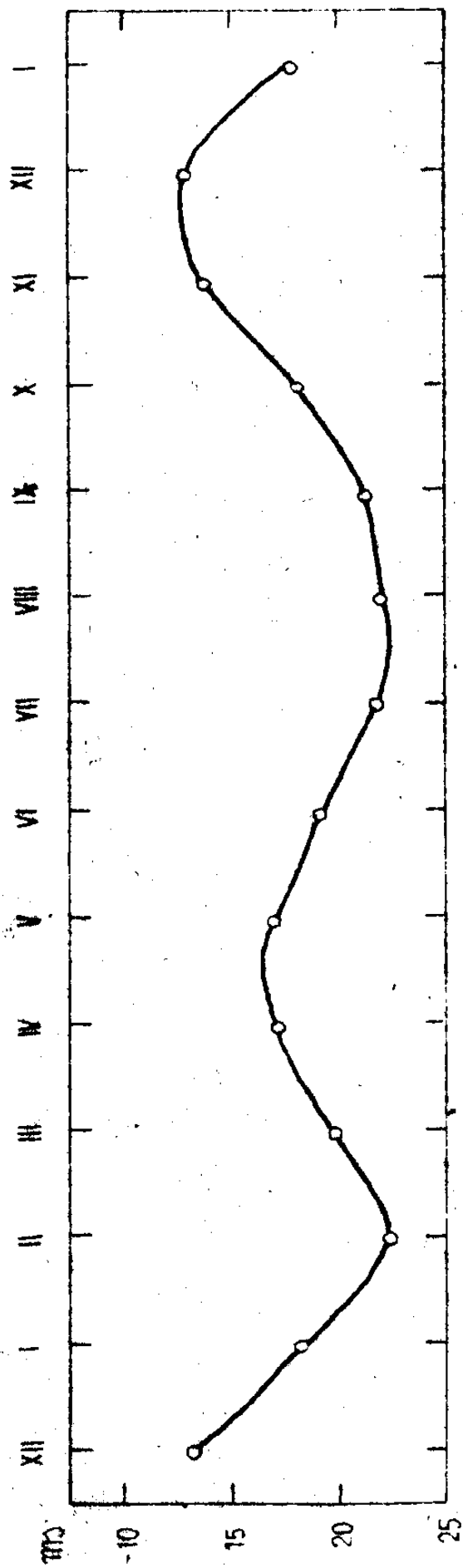
Mes.	1952			Izravnavato			1953			Izravnavato		
	jutro	n	veče	jutro	n	veče	jutro	n	veče	jutro	n	veče
I	-10.8	7							-17.7	4	-37.3	-17.7
II	-23.2	4			-19.4		-26.5	5	-24.2	4	-22.3	-25.2
III	-25.7	7	+11.2	1	-20.7		-19.2	7	-30.1	7	-19.2	-30.9
IV	-15.1	8	- 7.1	5	-17.8	-14.5	-12.0	5	-35.6	7	-13.0	-30.1
V	- 1.0	2	-23.4	7	-13.4	-17.9	- 0.1	3	-25.3	8	-10.7	-25.4
VI	-16.2	4	-20.1	7	-18.8	-21.1	-17.0	4	-13.7	6	-25.6	-21.7
VII	-23.9	9	-20.2	10	-18.9	-20.2	-30.4	7	-23.5	11	-21.4	-22.3
VIII	- 1.9	2	-	0	-22.7	-20.9	-12.5	5	-25.1	14	-20.3	-26.0
IX	-27.0	7	-21.6	10	-21.3	-35.6	- 9.9	3	-39.3	3	-13.0	-24.0
X	-21.1	7	-55.4	7	-23.8	-39.4	-15.4	5	-11.9	5	- 7.0	-15.2
XI	-22.8	4	-48.6	7	-28.3	-46.1	+ 5.6	4	- 6.1	6	-14.1	- 9.6
XII	-64.3	2	- 4.8	2	-36.6	-32.3	-26.2	6	-10.8	9		

Izravnavate vrednosti razlika  $\Delta$  iz prethodnih tablica nanete su na grafik prikazan na sl.18.

Sl.18

Sa njega se vidi još jasnije no iz tablica potpuna saglasnost krivih sistematske razlike  $\Delta$  izvedene iz jutarnjih posmatranja jednog i iz jutarnjih posmatranja drugog posmatrača i iz večernjih posmatranja posmatrača Brkića. Anomalija se pojavljuje samo na krivoj ove sistematske razlike izvedene iz večernjih posmatranja posmatrača Mitića i može





СП. 19

se objasniti samo činjenicom što ovaj posmatrač pre večernjih posmatranja u ovom periodu nije vršio duže vetrenje posmatračke prostorije, smatrajući da ono nije potrebno u dotično godišnje doba.

Načinimo li, na posletku, srednje vrednosti sistematskih razlika  $\Delta$  za obe godine i izravnamo li ih metodom težišta dolazimo do njihovih srednjih mesečnih vrednosti prikazanih u sledećem pregledu.

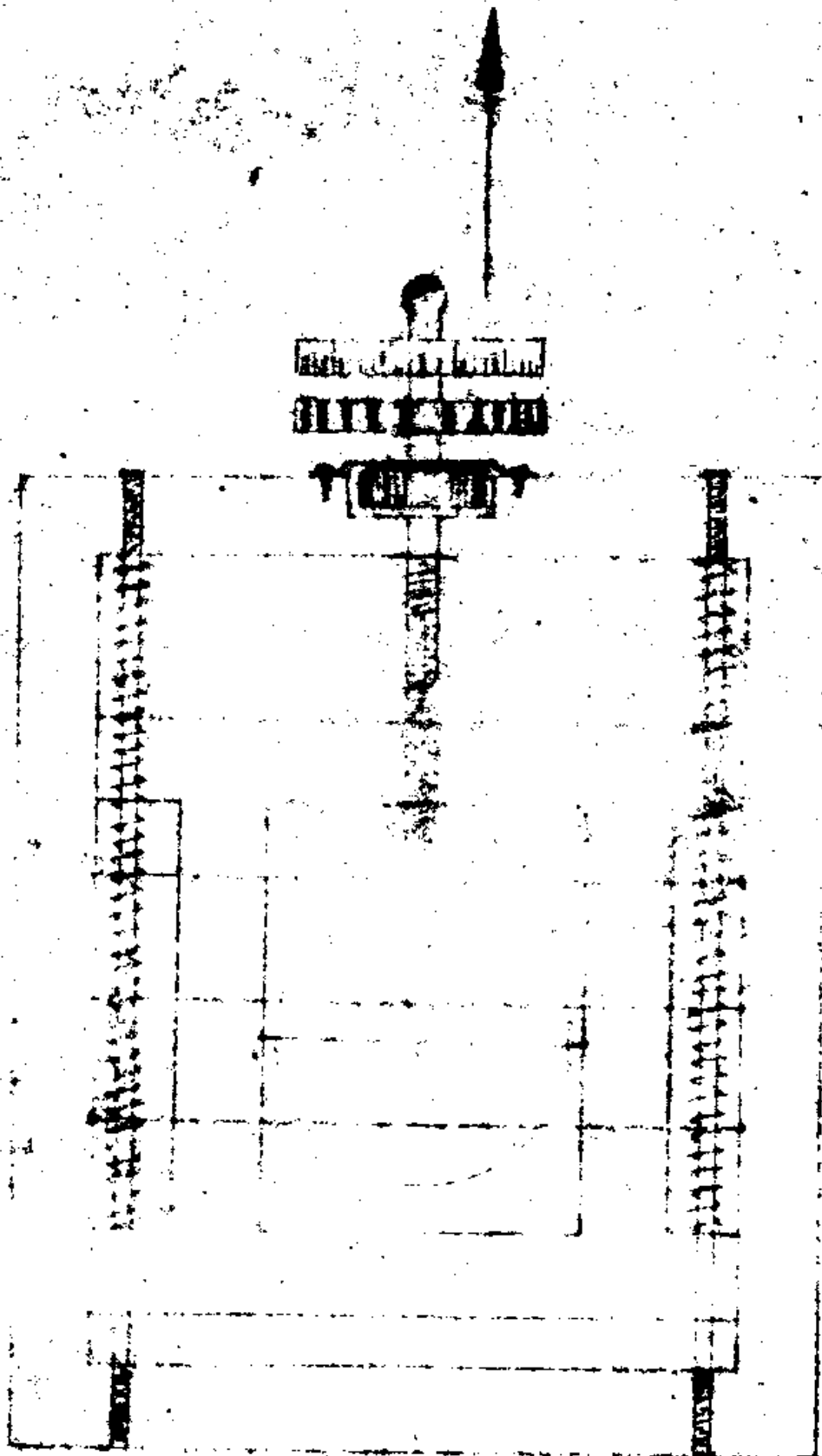
	$\Delta$	$n$	$\Delta'$		$\Delta$	$n$	$\Delta'$
I	-23.7	22	-18.1	VII	-22.1	72	-22.0
II	-29.4	27	-22.8	VIII	-25.0	48	-22.2
III	-19.3	56	-20.3	IX	-19.8	56	-21.8
IV	-16.4	49	-17.1	X	-20.8	50	-18.3
V	-15.0	44	-17.0	XI	-13.3	42	-14.3
VI	-19.2	52	-19.4	XII	- 7.0	39	-13.1

Ovako obrazovane izravnate vrednosti ovih sistematskih razlika  $\Delta'$ , koje daje poslednji stubac prethodne tablice vidimo grafički prikazane krivom na slici 19.

### Sl.19

Sa ove krive jasno se ističe polugodišnja periodičnost sistematske razlike  $\Delta$  s jasno izraženim maksimumima u prolethnoj i jesenjoj i minimumima u zimskoj i letnjoj sezoni. Ove tendencije treba smatrati jasno izraženim stoga što zbog velikog broja posmatranja i zbog izravnavanja krive dovoljno slobodnim od slučajnih grešaka.

Do sistematske razlike  $\Delta$  istog reda veličine došao je ~~pri~~ pri sličnim ispitivanjima u Sverdlovsku i M.C.Zverjev [52], pa je istu u celosti pripisao fleksiji obrtne osovine, izazvane toplotnim uticajem posmatračevim. Naše je mišljenje da je ovde pre jednim delom u pitanju posmatračev pritisak na mikrometar, koji izaziva fleksiju osovine na onom kraju gde se nalazi posmatrač i spuštanje mikrometra. Spuštanje već od jednog do dva mikrona bilo bi dovoljno da objasni sistematsku razliku  $\Delta$  onog reda i onog smera koji je istaknut u ovom radu. Ovom uticaju superponuje se i uticaj jednog konstruktivnog nedostatka samog mikrometra, o kome će malo kasnije biti više govora. Što se tiče periodične promenljivosti razlike  $\Delta$ , sezonskog karaktera, mišljenja smo da se ona može objasniti zračenjem okolnih predmeta na instrument, kao i periodičnim promenama ovog zračenja u toku godine. Na ovo nam ukazuje i gornja anomalija, od septembra do februara, koja se pojavila kod jednog posmatrača usled slabog provetranja posmatračkog paviljona. Toplotno dejstvo okolnih predmeta na instrument i njegove delove može biti još jače, a očigledno i promenljivo sa opštim temperaturnim promenama.

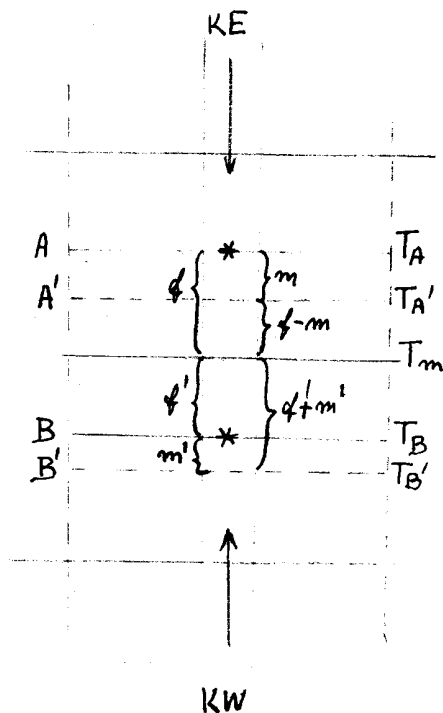


CA 20

Najzad jedan od najjačih izvora ove vrste sistematskih grešaka, po našem mišljenju, treba tražiti u samoj konstrukciji okularnog mikrometra i njenim nedostacima. Opruge koje smanjuju mrtvi hod mikrometarskog zavrtnja, a koje se oslanjaju o ram s pokretnim koncem /sl. 20/

## Sl.20

reaguju na jedan način pri zavrtnanju mikrometra, a na drugi način pri njegovu odvrtnanju, tj. pri posmatranju iz istočnog ili iz zapadnog položaja, pogotovo ako se mazivo u mikrometarskoj kutiji zgusnulo i postalo lepljivo ili se još i zaprašilo [81]. Kod tipova instrumenata kakav je bio upotrebljeni otkriven je, sem toga, i konstruktivni nedostatak mikrometra koji se sastoji u tome što nije onemogućeno klizanje njegova vretena u sopstvenom pravcu u mikrometarskoj čauri /u pravcu strelice sl.20/. Do ovog klizanja u pravcu u kome se i sam pokretni konac kreće, prema našem mišljenju, može doći zbog prenosnih zupčanika, preko kojih se njihovo obrtno kretanje prenosi na sam mikrometarski zavrtnanj za merenje, ako su trunke prašine, reda veličine  $1\mu$ , zapale medju zupce prenosnih zupčanika i ako se mazivo zgusnulo. Ovo može izazvati i kroz duži vremenski razmak / dok se raspored zrna ne izmeni/ sistematske greške pomenutog tipa i reda veličine.



Sl.21

Na sl.21 prikazano je polje vida pasažnog instrumenta. Kad se posmatranje vrši iz položaja E, zvezda se prati pokretnim koncem, u smeru odvrtnanja mikrometarskog zavrtnja, do njegova položaja A. Pritom sva strana tela koja se nalaze medju zupcima suprotstavljaju se dejstvu opruga i izazivaju pomenuto klizanje u smeru suprotnom kretanju lika zvezde. U trenutku kada je zvezda dopraćena do položaja A i posmatrač prestao sa praćenjem, opruge mikrometra slobodno dejstvuju na ram sa pokretnim koncem i dok se instrument obrne u položaj W pokretni konac pod ovim dejstvom predje iz položaja A u A' i predje razmak  $m$ . Zbog toga praćenje iz položaja W instrumenta ne počinje od konca A, već od njegova položaja A' i ide u suprotnom smeru tj. u smeru zavrtnanja mikrometarskog zavrtnja.

Zbog toga je trenutak prolaza kroz srednji idealni konac pri redu posmatranja EW

$$T_{mEW} = \frac{T_{\#} + f \sec \delta + T_{\#} - (f-m) \sec \delta}{2} = \frac{T_{\#} + T_{\#}}{2} + \frac{m}{2} \sec \delta,$$

gde su razmaci  $f$  i  $m$  dati u vremenskoj meri. Časovnikovo stanje je tada

$$C_{pWE} = \alpha - \left[ T_m + \frac{m}{2} \sec \delta + M_a + N\beta + R \sec \delta \right],$$

ili kraće

$$C_{pEW} = U - M_a - \frac{m}{2} \sec \delta.$$

Kad posmatranje počinje iz položaja W instrumenta zvezda se prati pokretnim koncem u smeru zavrtnja do izvesnog položaja B na analog način kao i u prethodnom slučaju i iz istih razloga, po prestanku praćenja, a za vreme odvrtnja instrumenta u drugi položaj pokretni konac pod dejstvom opruge prelazi iz položaja B u položaj B'. On se pomera u opštem slučaju za izvestan iznos  $m'$ , koji ne mora biti jednak pomeranju  $m$ , ali se pomeranja vrše uvek u istom smeru. Iz drugog položaja praćenje zvezde stoga počinje od položaja B' i ide u smeru odvrtnja mikrometarskog zavrtnja.

Očigledno je da će se na analog način prethodnom dobiti pri redu posmatranja WE za trenutak prolaza zvezde kroz srednji idealni konac izraz

$$T_{mWE} = \frac{T_B + f' \sec \delta + T_{B'} - (f'+m') \sec \delta}{2} = \frac{1}{2} (T_B + T_{B'}) - \frac{m'}{2} \sec \delta,$$

a za stanje časovnika

$$C_{pWE} = \alpha - \left[ T_m - \frac{m'}{2} \sec \delta + M_a + N\beta + R \sec \delta \right],$$

ili kraće

$$C_{pWE} = U - M_a - \frac{m'}{2} \sec \delta.$$

Odatle jasno sledi da je razlika koju ispituujemo

$$\Delta = C_{pEW} - C_{pWE} = \frac{1}{2} / m - m' / \sec \delta,$$

tj. opterećena punim iznosom klizanja rama sa pokretnim koncem usled navedenog nedostatka mikrometra, čiji uticaj raste sa sekansom deklinacije od ekvatora ka nebeskom polu.

S obzirom na konstruktivne podatke našeg instrumenta nalazimo da linearnom klizanju  $\frac{m+m'}{2}$  od  $1,5\mu$ , odgovara razlika

$$\Delta = C_{pEW} - C_{pWE} = 0^{\circ}3 = 0^{\circ}020$$

koliko po redu veličine odgovara i neobjašnjenim ostacima naših sistematskih razlika ovog tipa.

Da bismo utvrdili karakter promene ovih sistematskih razlika

u zavisnosti od deklinacija posmatranih zvezda potrebno je bilo obrazovane razlike

$$\Delta = C_{mEW} - C_{mWE},$$

gde je

$$C_{mEW} = \frac{1}{m} \sum_1^m C_{iEW}$$

$$C_{mWE} = \frac{1}{n-m} \sum_1^{n-m} C_{iWE}$$

a

$$C_i = \alpha_i - [T_i + \beta_i \cos(\varphi - \delta_i) \sec \delta_i + a \sin(\varphi - \delta_i) \sec \delta_i + R_i \sec \delta_i],$$

$i = 1, 2, \dots, n$

urediti po sve većim deklinacijama. Kako ovo nije bilo moguće zbog same strukture ovih razlika, to smo obrazovali rezidue

$$\Delta C_i = C_m - C_i,$$

gde je

$$C_m = \frac{1}{n} \sum_1^n C_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

i izdvojili posmatranja izvršena po redu EW, tj.

$$\Delta C_{mEW} = C_m - C_{mEW},$$

od razlika

$$\Delta C_{mWE} = C_m - C_{mWE}.$$

I jedne i druge sada je lako bilo urediti po deklinacijama posmatranih zvezda. Kako su međjutim naše razlike, kao što se vidi,

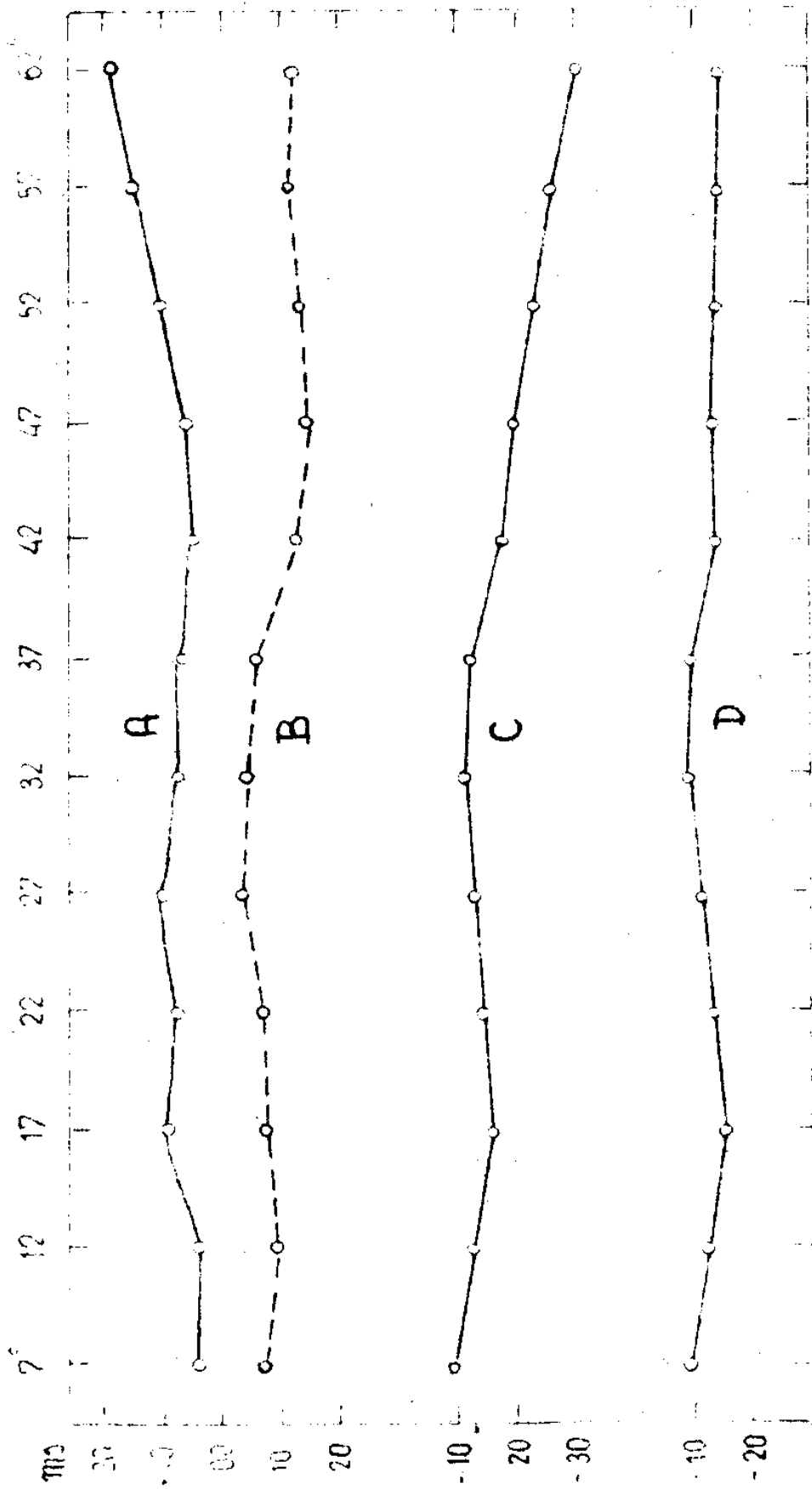
$$\Delta = C_{mEW} - C_{mWE} = \Delta C_{mWE} - \Delta C_{mEW},$$

što smo na ovaj način postigli i sredjivanje po deklinacijama razlika  $\Delta$  koje nas interesuju.

Ostupanja časovnikova stanja od srednjeg stanja serije uređjena po deklinacijama od po  $5^\circ$  i redu posmatranja EW odnosno WE za 1952 i 1953 godinu date su u donjem pregledu u milisekundama

$\delta$	$\Delta C_{mEW}$	$n$	$\Delta C_{mWE}$	$n$	$\Delta$	$\Delta \cos \delta$	$\delta$	$\Delta C_{mEW}$	$n$	$\Delta C_{mWE}$	$n$	$\Delta$	$\Delta \cos \delta$
$7^\circ$	+3.0	148	-6.2	135	-9.2	-9.1	$37^\circ$	+6.2	150	-5.7	158	-11.9	-9.5
12	+3.1	98	-9.2	53	-12.3	-12.0	42	+4.6	186	-12.7	209	-17.3	-12.9
17	+8.6	108	-7.3	102	-15.9	-15.2	47	+5.6	366	-14.1	370	-19.7	-13.4
22	+7.3	193	-6.7	185	-14.0	-13.0	52	+9.8	207	-12.8	218	-22.6	-13.9
27	+9.5	188	-2.9	167	-12.4	-11.0	57	+14.8	284	-10.7	299	-25.5	-13.9
32	+7.1	153	-3.6	131	-10.7	-9.1	62	+18.6	192	-11.4	202	-30.0	-14.1

Iz njega se vide razlike  $\Delta C_{mEW}$ ,  $\Delta C_{mWE}$ , kao i razlike  $\Delta$ ,



СП.22

odnosno  $\Delta \cos \delta$  koje nas interesuju; u njoj n označava broj merenja iz kojih su podaci izvedeni.

## Sl.22

Krive A i B na sl.22 predstavljaju tokove rezidua  $\Delta C_{mEW}$  i  $\Delta C_{mWE}$ .

Iz činjenice da se podaci ne redjaju simetrično u odnosu na apscisnu osovину, što bi moralo slediti kad bi bili izazvani samo ličnim greškama, nepravilnostima oslonaca obrtne osovine i greškama kataloga tipa  $\Delta \alpha_j$ , jasno proizilazi nejednako reagovanje mikrometra pri tavrkanju i odvrtnanju, tj. pri posmatranju iz istočnog i iz zapadnog položaja.

Kriva C prikazuje tok sistematskih razlika  $\Delta$ . Njen pravolinijski trend odredjen po metodi najmanjih kvadrata dat je izrazom

$$\Delta = C_{pEW} - C_{pWE} = -0.0015 \delta - 0.0084$$

$\pm 3$                        $\pm 19$

gde je  $\delta$  izraženo u jedinicama od po  $5^\circ$ .

Brojevi ispisani ispod izvedenih konstanata daju njihove standardne greške. One ukazuju na realnost odredjenih koeficienata.

Kriva D prikazuje tok vrednosti  $\Delta \cos \delta$  poslednjeg stupca u gornjem pregledu. Tok ove krive odredjen metodom najmanjih kvadrata pretstavljen je izrazom

$$\Delta \cos \delta = -0.0002 \delta - 0.0109$$

$\pm 2$                        $\pm 11$

gde je  $\delta$  izraženo u istim jedinicama.

Iz njega se vidi, kao i sa slike, da je pravolinjski trend nove krive praktično sveden na nulu, tj. da sistematske greške tipa  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  rastu srazmerno sa  $\sec \delta$  od ekvatora ka polu. Ovakav porast sistematske greške sa deklinacijama međjutim dolazi od meridijanske konvergencije, pa je samo prividan, a prava sistematska greška je konstanta  $\Delta$ , čiju smo promenu sezonskog karaktera ranije već istakli.

**Zaključak.** - Iz dosadašnjih naših istraživanja sistematskih razlika časovnikovih stanja  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$ , možemo izvesti ove zaključke

Sistematske razlike časovnikovih stanja koje dolaze od reda posmatranja toga su reda veličine da se pri savremenom stanju i tačnosti časovnih službi ne mogu zanemarivati, kao što je do sada činjeno.

Značaj ispitivanja ovih sistematskih razlika, koje se javljaju pri izvodjenju časovnikova stanja iz meridijanskih prolaza, za povišenje tačnosti časovne službe prema tome je nesumnjiv

Značaj ovih ispitivanja isto je tako važan i pri izvodjenju preciznih geografskih dužina, a naročito pri odredjivanju rektascenzija



zvezda i pri izradi zvezdanih kataloga.

Sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  ne dolaze od ličnih grešaka posmatrača.

Sistematska razlika  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  ne dolazi od sistematskih razlika u atmosferskim uslovima između večernjih i jutarnjih posmatranja, za koje se zna da izazivaju sistematske greške druge vrste u stajanjima časovnika. Prema tome nije verovatna i osetna dnevna periodičnost sistematskih razlika  $\Delta$ .

Sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  imaju polugodišnju periodičnost sa izraženim maksimumima u proleće i jesen i izraženim minimumima u leto i zimu.

Sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  mogu dolaziti delimično od posmatračeva pritiska na mikrometar, preko fleksije obrtne osovine instrumenta.

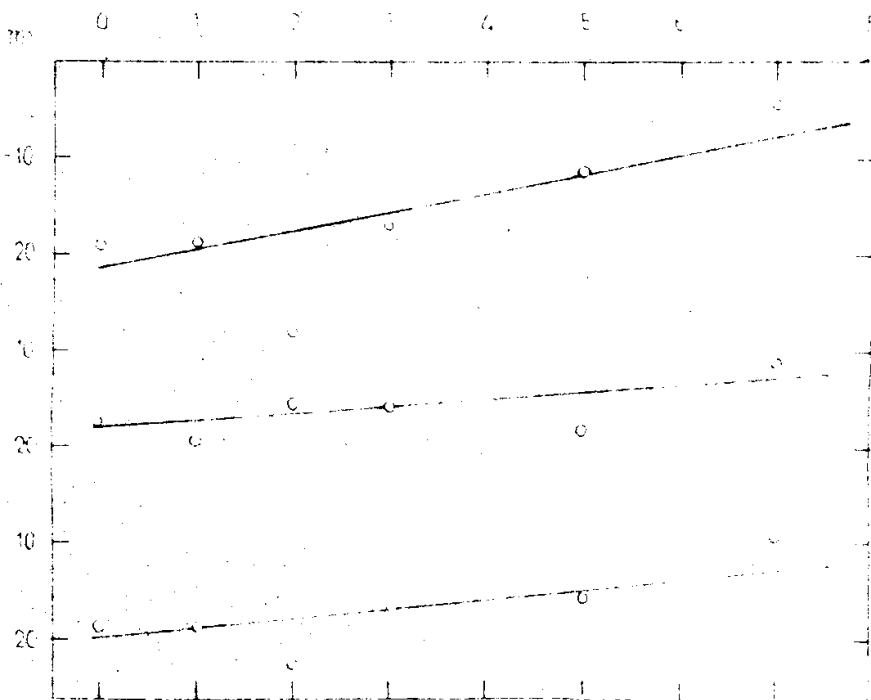
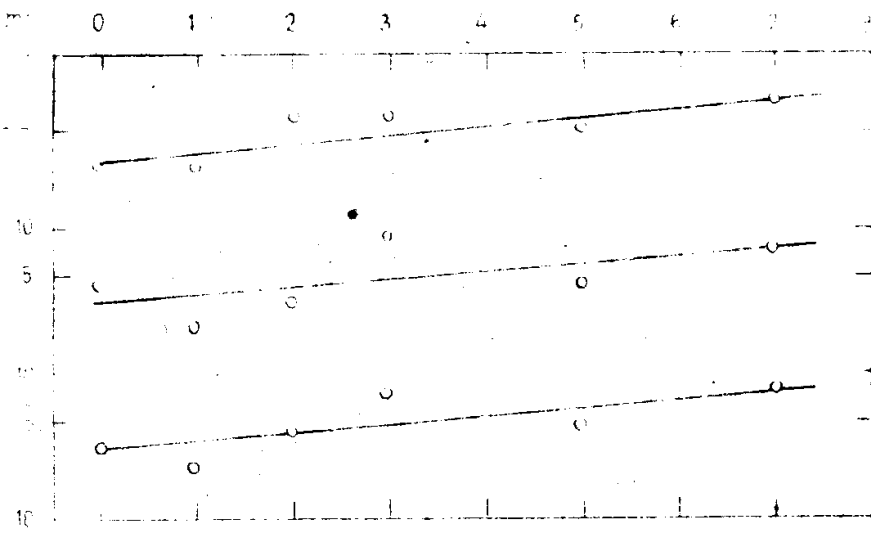
Sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  mogu dolaziti od mrtvog hoda mikrometra.

Sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  mogu dolaziti od zračenja okolnih predmeta na instrument i to preko neposrednog temperaturskog uticaja na njegove delove. Za ovaj uticaj zna se da ima periodičnu promenljivost.

Najzad veći deo ovih razlika dolazi od klizanja mikrometarskog zavrtnja u sopstvenom pravcu u njegovoj čauri i menja se proporcionalno sa  $\sec \delta$ .

## 7. UTICAJ JAČINE I PRAVCA VETRA

Uticaj jačine vetra.— Ograničićemo se prvo da istaknemo uticaj jačine vetra kako na sistematsku razliku  $\Delta\beta$  tako i na sistematsku razliku  $\Delta$ . U tom cilju sistematske razlike  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  izračunate za svaku posmatračku seriju meridijanskih prolaza, kako u 1952 tako i u 1953 godini, uredili smo prema brzini vetra merenoj u m/sec. U donjoj tablici dati su ovi podaci, kao i srednje vrednosti sistematskih razlika  $\Delta\beta$  za obe pomenute godine /u poslednjem stupcu/, uredjene prema brzini vetra kao argumentu /prvi stubac/. U zagradama je dat broj posmatračkih serija iz koga je svaki podatak izveden.



	$\Delta\beta$	n	$\Delta\beta$	n	$\Delta\beta$	n
Wm/sec	1952		1953		1952-1953	
	<i>ms</i>		<i>ms</i>		<i>ms</i>	
0	-6.8	28	-5.5	16	-6.3	44
1	-6.9	79	-7.7	114	-7.4	193
2	-4.6	75	-6.4	59	-5.4	134
3	-4.3	26	-3.0	29	-3.6	55
4-6	-5.0	42	-5.5	59	-5.3	101
7-9	-3.4	5	-3.4	14	-3.4	19
		255		291		546

Na odnosni način sračunate su i sistematske razlike u stajnjima časovnika  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  za svaku seriju i u narednoj tablici 32 uređene prema brzini vetra računatoj na isti način kao argumentu. Kao i za sistematske razlike u nagibu, i ovde su računi izvedeni za svaku godinu posebno i na kraju su obrazovane srednje vrednosti sistematskih razlika  $\Delta$  za obe pomenute godine. U zagradama je dat broj posmatračkih serija iz koga je svaki podatak računat.

	$\Delta$	n	$\Delta$	n	$\Delta$	n
Wm/sec	1952		1953		1952-1953	
	<i>ms</i>		<i>ms</i>		<i>ms</i>	
0	-19.6	28	-17.4	16	-18.8	44
1	-19.0	79	-19.6	114	-19.3	193
2	-28.7	75	-16.0	59	-23.1	134
3	-17.1	26	-16.6	29	-16.8	55
4-6	-11.8	42	-18.7	59	-15.8	101
7-9	- 4.4	5	-11.4	14	- 9.6	19
		255		291		546

Ove su razlike nanete bez izravnivanja na grafike prikazane na sl.23.

### Sl.23

Sa prva tri grafika, sl.23a, na kojima su respektivno naneti podaci drugog, trećeg i četvrtog stupca tablice  $\Delta\beta$ , vidi se jasno njihov pravoliniski hod, kao i obrnuti odnos izmedju apsolutne vrednosti sistematske razlike  $\Delta\beta$  i jačine vetra.

Sa druga tri grafika, sl.23b, na kojima su naneti odnosni stupcu tablice  $\Delta$ , vidi se takodje jasno sistematski linearni hod razlike  $\Delta$ , kao i obrnuti odnos izmedju njene apsolutne vrednosti i brzine vetra.

Dolazeći od podataka iz tablice  $\Delta\beta$ , a koristeći metodu najmanjih kvadrata, pretstavili smo već istaknutu linearnu zavisnost između  $\Delta\beta$  i brzine vetra jednačinama

$$\Delta\beta = 0.0004 W - 0.0064, \quad n = 255$$

$\pm 1 \qquad \qquad \qquad \pm 6$

$$\Delta\beta = 0.0004 W - 0.0063, \quad n = 291$$

$\pm 2 \qquad \qquad \qquad \pm 10$

$$\Delta\beta = 0.0004 W - 0.0065, \quad n = 546$$

$\pm 2 \qquad \qquad \qquad \pm 7$

respektivno za 1952, 1953 i srednju vrednost iz obe ove godine, gde n označava broj posmatranih serija. Ispod izvedenih konstanta date su njihove standardne greške, koje ukazuju na njihovu realnost. Iz ovih se izraza još bolje vidi stalnost njihova koeficienta pravca, što se može objasniti stalnošću posmatračeva toplotnog uticaja na libelu.

Iz sličnih podataka merenja, izvršenih na Opservatoriji u Sverdlovsku, na pasažnim instrumentima Bamberg i Heyde, koje je analizirao M.S.Zverjev [52], izveli smo analoge jednačine

$$\Delta\beta = 0.0006 W - 0.0053, \quad \text{Bamberg,} \quad n = 247;$$

$\pm 5 \qquad \qquad \qquad \pm 14$

$$\Delta\beta = 0.0004 W - 0.0059, \quad \text{Heyde} \quad n = 253;$$

$\pm 4 \qquad \qquad \qquad \pm 16$

$$\Delta\beta = 0.0003 W - 0.0052, \quad \text{Oba instrumenta,} \quad n = 500.$$

$\pm 5 \qquad \qquad \qquad \pm 21$

Iz njih se vidi uprkos nešto nepouzdanijim podacima, da su koeficienti pravca ovih linearnih nezavisnosti istog reda veličine kao naši. Odatle se može zaključiti da se zavisnost između promena sistematskih razlika  $\Delta\beta$  u funkciji brzine vetra ne menja sa mestom posmatranja i upotrebljenim instrumentima. Ovim se na još jedan nači potvrđuje zaključak da sistematske razlike  $\Delta\beta$  dolaze uglavnom od toplotnog uticaja posmatračeva na libelu, koji je jednoličan i nezavisan od mesta i instrumenta. Odavde jasno proizilazi i potreba da se kod ovih tipova instrumenata pokloni više pažnje zaštiti libele i njenih nosača od pomenutih uticaja.

Na sličan način prikazali smo linearne veze između sistematskih razlika  $\Delta$  i brzine vetra, sadržane u tablici  $\Delta$ , jednačinama

$$\Delta = 0.0023 W - 0.0239, \quad n = 255;$$

$\pm 8 \qquad \qquad \qquad \pm 16$

$$\Delta = 0.0007 W - 0.0188, \quad n = 291;$$

$\pm 3 \qquad \qquad \qquad \pm 14$

$$\Delta = 0.0013 W - 0.0214, \quad n = 546;$$

$\pm 4 \qquad \qquad \qquad \pm 16$

respektivno za 1952, 1953 i srednja vrednost iz obe ove godine. Iz njih se vidi da su koeficienti pouzdano odredjeni i da se menjaju iz godine u godinu. Ovim se potvrđuje još jednom naš zaključak izveden u § 6 da sistematske razlike  $\Delta$  imaju drugi karakter i druge uzroke nego razlika  $\Delta\beta$  i da najvećim delom dolaze od opisanog nedostatka samog mikrometra.

Na isti način obradili smo i podatke M.S.Zverjeva sakupljene na Observatoriji u Sverdlovsku sa dva različita tipa pasažnog instrumenta Bamberg i Heyde, pa smo dobili da se sistematske razlike tipa  $\Delta$  mogu u ovom slučaju pretstaviti izrazima:

$$\Delta = 0.0012 W - 0.0156, \quad \text{Bamberg,} \quad n = 186 ;$$

$\pm 7 \qquad \qquad \pm 28$

$$\Delta = 0.0036 W - 0.0394 \quad \text{Heyde,} \quad n = 159 .$$

$\pm 5 \qquad \qquad \pm 20$

Iz njih se takodje vidi da ove sistematske razlike zavise od samog instrumenta, tj. od konstruktivnih karakteristika njihovih mikrometara.

Ovim je na nedvosmislen način dokazano da sistematske razlike  $\Delta\beta$  dolaze ~~na~~ isključivo od toplotnog uticaja posmatrača na libelu i njene nosače, a da sistematske razlike  $\Delta$  dolaze uglavnom od konstruktivnih karakteristika mikrometra, kojima se priključuje i toplotni uticaj okolnih predmeta na pojedine delove mikrometra.

Isto tako se sa grafika jasno ističe i približno četvorostruko veća apsolutna vrednost sistematske razlike  $\Delta$  od odnosne sistematske razlike  $\Delta\beta$  za svaku brzinu vetra, što se ne može objasniti uticajem razlike  $\Delta\beta$  na razliku  $\Delta$ , zbog vrednosti koeficienta N u Majerovu obrascu, koji za našu geografsku širinu i naš posmatrački program ne prelazi vrednost 1.5. Znatno veće sistematske razlike  $\Delta$  od sistematskih razlika  $\Delta\beta$  i ovde se može objasniti konstruktivnim nedostatkom samih mikrometara. Karakteristična je i činjenica da u rasponu od mirne atmosfere do vetra brzine 9m/sec sistematske razlike  $\Delta\beta$  opadaju na polovinu, a sistematske razlike  $\Delta$  prosečno isto toliko.

Uticaj pravca vetra.— Još je interesantniji uticaj pravca vetra na sistematske razlike  $\Delta\beta$  i  $\Delta$ . Da bismo i ovo izveli iz sračunatih sistematskih razlika  $\Delta\beta$  za svaku posmatračku seriju, obrazovali smo srednje vrednosti za razne pravce, tj. sve azimute vetra od  $0^\circ$  do  $360^\circ$  za po  $22^\circ 5'$ , računajući azimute od pravca severa u smeru kazaljke na časovniku. Ovako uređjene sistematske razlike  $\Delta\beta$  izravnali smo zatim metodom težišta, radi jasnijeg isticanja sistematičnosti njihova toka pri grafičkon pretstavljanju. Donja tablica sadrži ove podatke za 1952 i 1953 godinu kao i njihove srednje vrednosti za obe godine *u. n. n. n.*

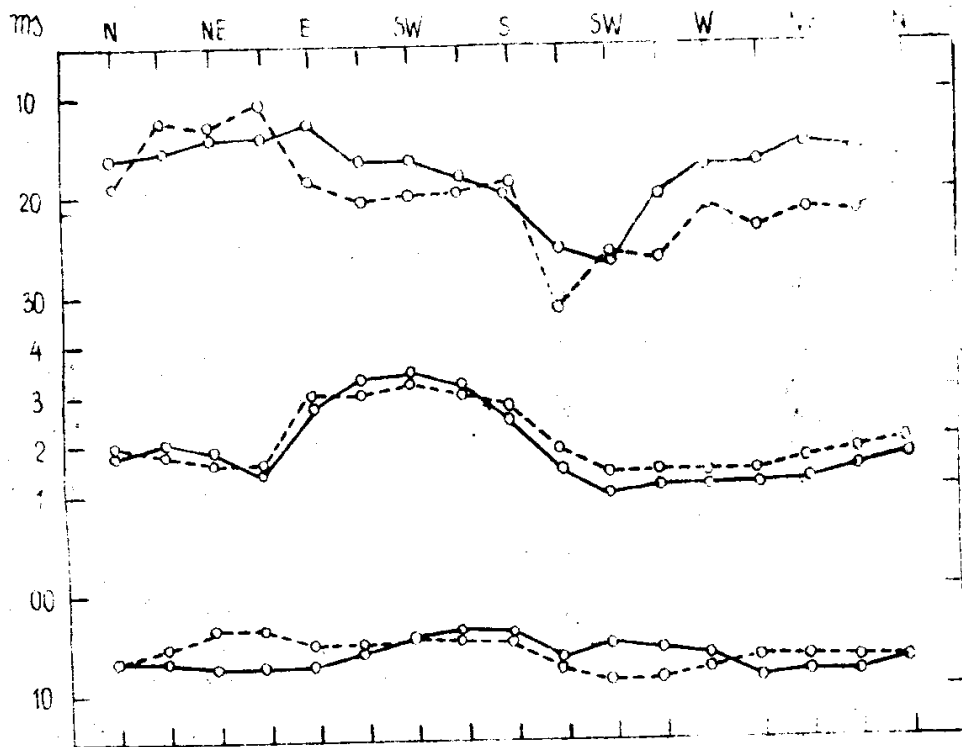
Pravac vetra	1952			1953			1952-1953		
	$\Delta\beta$	$n$	$\Delta\beta'$	$\Delta\beta$	$n$	$\Delta\beta'$	$\Delta\beta$	$n$	$\Delta\beta'$
0 0°0 N	-10	7	-6.8	-7	12	-6.7	-8.3	19	-7.7
2 22.5	-5	12	-5.4	-8	17	-7.1	-6.6	29	-7.5
4 45.0 NE	-2	10	-3.4	-6	10	-7.7	-4.2	20	-5.8
6 67.5	-1	4	-3.7	-9	8	-7.3	-6.5	12	-5.6
8 90.0 E	-6	11	-5.1	-7	8	-7.2	-6.3	19	-6.3
10 112.5	-5	28	-5.2	-7	42	-5.6	-6.3	70	-5.4
12 135.0 SE	-5	45	-4.8	-5	60	-5.0	-4.7	105	-4.9
14 157.5	-4	33	-4.7	-4	48	-4.4	-3.9	81	-4.6
16 180.0 S	-6	9	-4.8	-8	8	-4.4	-6.5	17	-4.6
18 202.5	-7	6	-7.4	-7	4	-6.6	-6.8	10	-7.0
20 225.0 SW	-10	9	-8.6	-5	7	-4.8	-7.8	16	-6.8
22 247.5	-9	10	-7.8	-4	12	-5.8	-6.0	22	-6.8
24 270.0 W	-6	15	-7.3	-8	13	-6.8	-6.9	28	-7.0
26 292.5	-8	13	-6.3	-8	19	-8.9	-7.8	32	-7.6
28 315.0 NW	-5	15	-6.4	-12	11	-7.9	-8.2	26	-7.2
30 337.5	-6	13	-6.8	-6	19	-7.7	-5.9	32	-7.3
32 360.0 N	-10	7	-6.8	-7	12	-6.7	-8.3	19	-7.7

Stupci  $n$  sadrže broj posmatračkih serija iz kojih je odnosni podatak izveden.

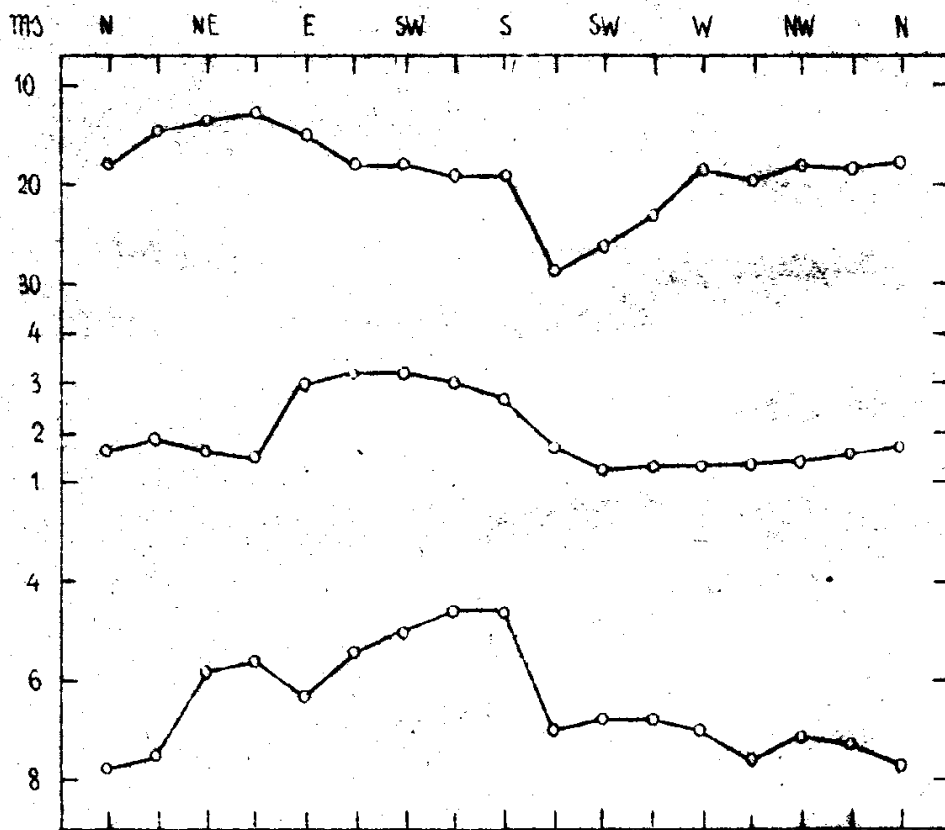
U narednoj tablici svrstane su na sličan način izračunate srednje vrednosti sistematskih razlika  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  za svaka 22.5 azimuta vetra i njihove izravnete vrednosti  $\Delta$  kako za 1952 i 1953 god., tako i njihove srednje vrednosti za obe godine. Stupci  $n$  daju kao i u prethodnoj tablici, broj posmatračkih serija iz kojih je odnosni podatak izveden.

Pravac vetra	1952			1953			1952-1953		
	$\Delta$	$n$	$\Delta'$	$\Delta$	$n$	$\Delta'$	$\Delta$	$n$	$\Delta'$
0 0°0 N	-21.3	7	-19.1	-20.1	12	-16.8	-20.6	19	-17.7
2 22.5	-11.6	12	-12.4	-18.3	17	-15.6	-15.5	29	-14.3
4 45.0 NE	-7.2	10	-12.8	-5.8	10	-14.2	-6.5	20	-13.6
6 67.5	-30.4	4	-10.6	-16.1	8	-14.7	-20.8	12	-12.7
8 90.0 E	-6.0	10	-18.3	-24.5	8	-12.4	-14.2	18	-14.9
10 112.5	-21.0	28	-20.3	-9.5	42	-16.4	-14.1	70	-18.1
12 135.0 SE	-23.1	45	-20.0	-20.1	60	-16.5	-21.4	105	-17.9
14 157.5	-14.8	33	-19.8	-18.2	48	-18.6	-16.8	81	-19.2
16 180.0 S	-22.3	9	-18.6	-10.3	8	-19.2	-16.6	17	-19.0
18 202.5	-34.1	6	-31.7	-49.2	4	-25.2	-40.1	10	-28.9
20 225.0 SW	-39.6	9	-25.9	-28.7	7	-26.5	-34.8	16	-26.2
22 247.5	-6.8	9	-26.3	-17.7	12	-19.9	-13.0	21	-23.2
24 270.0 W	-29.9	15	-21.0	-17.3	13	-16.8	-24.1	28	-18.7
26 292.5	-20.5	13	-23.4	-16.0	19	-16.3	-17.8	32	-19.9
28 315.0 NW	-19.5	15	-21.5	-15.5	11	-14.8	-17.8	26	-17.8
30 337.5	-24.8	13	-21.8	-13.1	19	-15.7	-17.9	32	-18.5
32 360.0 N	-21.3	7	-19.1	-20.1	12	-16.8	-20.6	19	-17.7

Najzad, da bi bilo jasno povezano dejstvo jačine i pravca vetra na obe sistematske razlike  $\Delta^{\beta}$  i  $\Delta$ , sračunali smo i u sledećoj tablici dali brzine vetra  $v$  za svaka 22.5 njegova pravca, kao i izrav-nate vrednosti brzine  $v'$  kako za 1952 i 1953 godinu tako i njihove sred-nje vrednosti za obe godine. Stupci sa oznakom  $n$  daju broj dana iz kojih je izračunata srednja brzina vetra za sva i navedeni pravac, pa se on može uzeti i kao frekvencija vetra dotičnog pravca.



ст 24



ст. 25



Pravac vetra	$V$	$n$	$V'$	$V$	$n$	$V'$	$V$	$n$	$V'$		
0	0 <sup>o</sup>	N	2.3	7	2.0	2.0	12	1.8	2.1	19	1.7
2	22.5		1.8	12	1.8	2.1	17	2.0	2.0	29	1.9
4	45.0	NE	1.4	10	1.6	1.9	10	1.8	1.7	20	1.7
6	67.5		1.5	4	1.6	1.0	8	1.5	1.2	12	1.5
8	90.0	E	1.7	11	3.0	1.4	8	2.9	1.6	19	3.0
10	112.5		3.7	28	3.0	3.6	42	3.3	3.6	70	3.2
12	135.0	SE	2.9	45	3.2	3.4	60	3.3	3.2	105	3.2
14	157.5		3.1	33	3.0	2.9	48	3.1	2.9	81	3.0
16	180.0	S	2.7	9	2.8	2.0	8	2.6	2.4	17	2.7
18	202.5		1.3	6	1.9	1.0	4	1.4	1.2	10	1.7
20	225.0	SW	1.5	9	1.4	0.8	7	1.0	1.2	16	1.2
22	247.5		1.4	10	1.4	1.2	12	1.3	1.3	22	1.3
24	270.0	W	1.4	15	1.4	1.6	13	1.3	1.5	28	1.3
26	292.5		1.3	13	1.4	1.1	19	1.2	1.2	32	1.3
28	315.0	NW	1.6	15	1.6	0.8	11	1.2	1.3	26	1.4
30	337.5		1.9	13	1.8	1.5	19	1.4	1.6	32	1.6
32	360.0	N	2.3	7	2.0	2.0	12	1.8	2.1	19	1.7

Radi jasnijeg isticanja njihovih promena u zavisnosti od pravca vetra, izravnati podaci  $\Delta\beta'$ ,  $\Delta'$  i  $v'$  kako za 1952 tako i za 1953 godinu, iz prethodnih tablica naneti su na odnosna tri grafika prikazana na sl.24.

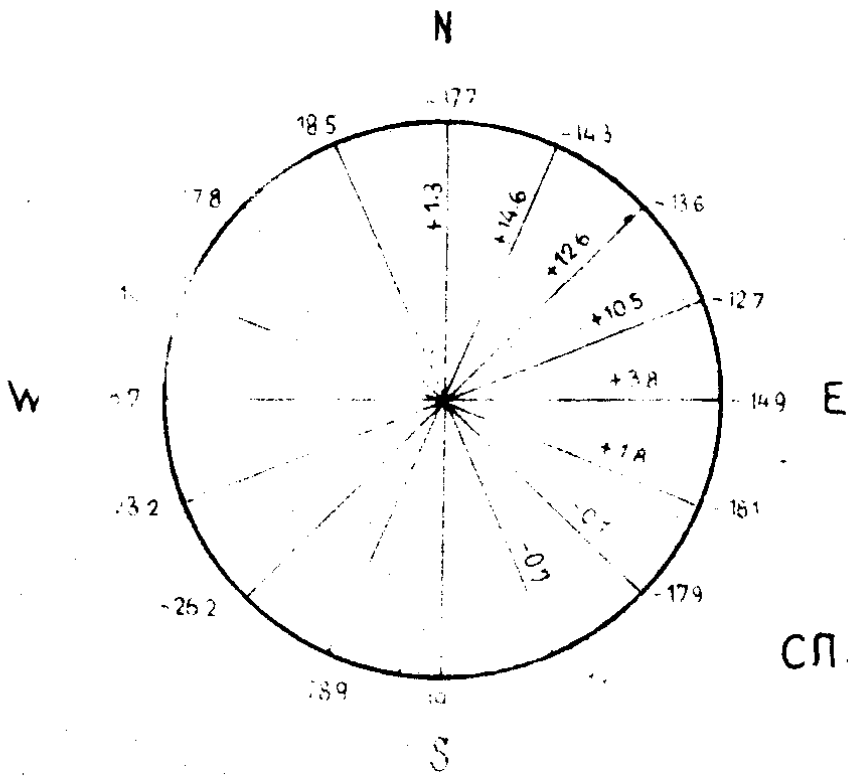
## Sl.24

Na sl.25 prikazane su srednje izravnete vrednosti  $\Delta\beta'$ ,  $\Delta'$  i  $v'$  sistematskih razlika u nagibu, stanju časovnika, kao i brzina vetra za obe uočene godine, rasporedjene po pravcima vetra, da ne bi grafici na sl.24 bili preopterećeni.

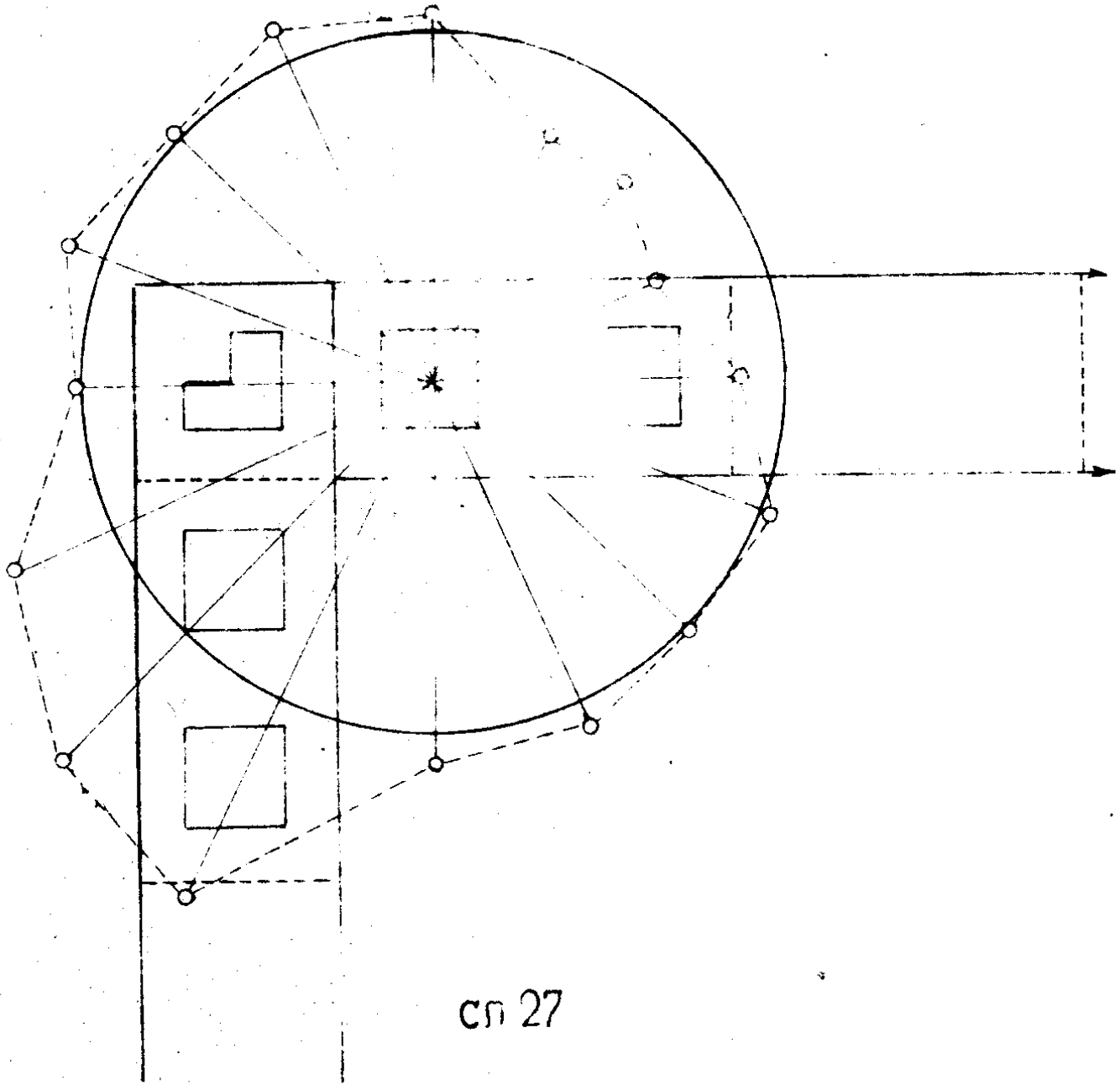
## Sl.25

Na ovim graphicima još jasnije se zapažaju karakteristične promene sistematskih razlika u nagibu i stanju časovnika koje dolaze od pravca vetra, jer su one još manje opterećene slučajnim greškama. Zadržimo se zasad samo na najupadljivijim karakteristikama sistematskih razlika  $\Delta\beta'$  i  $\Delta'$  u zavisnosti od pravca vetra koje se mogu pročitati sa ovih grafika.

Jugoistočni vetar /košava/ s' azimutom 135<sup>o</sup>, koji u Beogradu dostiže maksimalnu jačinu i frekvenciju, što se vidi i sa drugog grafika na sl.24 i 25, očigledno izaziva samo jedan neznatan maksimum u sistematskoj razlici nagiba  $\Delta\beta'$ , a skoro nikakav uticaj u sistematskoj



сп. 26



сп 27

razlici časovnikova stanja  $\Delta'$ . Dok, naprotiv, jugozapadni vetar, s azimutom oko  $200^\circ$ , koji u Beogradu ina samo neznatnu jačinu i frekvenciju, izaziva izraziti minimum i na krivoj  $\Delta\beta'$  i na krivoj  $\Delta'$ , tj. na obema ispitivanim sistematskim razlikama.

Ove i druge anomalije u zavisnosti sistematskih razlika  $\Delta\beta'$  i  $\Delta'$  od pravca vetra, kao što ćemo odmah videti, mogu se jasno protumačiti oblikom samog paviljona i njegovom orijentacijom u odnosu na pravce vetrova.

Kod idealno simetričnog posmatračkog paviljona i rasporeda predmeta u njemu i oko njega prirodno bi bilo očekivati da će vetrovi suprotnih pravaca /čiji se azimuti razlikuju za  $180^\circ$ / podjednako uticati na sistematske razlike  $\Delta\beta'$  i  $\Delta'$ , bar kada su približno jednake jačine. Da bismo ispitali da li je ovo u našem slučaju bilo ostvareno, obrazovali smo razlike  $\Delta\Delta'$  sistematskih razlika  $\Delta'$ , koje odgovaraju suprotnim pravcima vetrova. No, da bi se imala jasna pretstava i o tome da eventualne razlike  $\Delta\Delta'$  nije izazvala različita brzina ili frekvencija ovih vetrova, obrazovali smo razlike i ovih veličina  $\Delta V'$  i  $\Delta n$  za sve suprotne vetrove. Ovi podaci dati su u donjoj tablici.

	$\Delta\Delta'$	$\Delta V'$	$\Delta n$	
N-S	+ 1.3	1.0	2	Na sl.26 ispisani su, mesto odnosnih pravaca vetrova, sistematske razlike $\Delta'$ koje odgovaraju tim pravcima, a na odnosnim poluprečnicima razlike $\Delta\Delta'$ sistematski razlika $\Delta'$ za suprotne pravce vetrova. Sa sl.26 jasno se uočava predominantna vrednost sistematske razlike $\Delta'$ pri vetrovima jugozapadnog pravca reda veličine $0^{\text{S}}030$ , a osetno slabija pri vetrovima ostalih pravaca.
NNE-SSW	+14.6	0.2	13	
NE-SW	+12.6	0.5	4	
ENE-W SW	+10.5	0.2	9	
E-W	+ 3.9	1.7	10	
ESE-WNW	+ 1.8	1.9	36	
SE-NW	- 0.1	1.8	79	
SSE-NNW	- 0.7	1.4	49	

#### Sl.26 i Sl.27

Razlike  $\Delta\Delta'$  sistematskih razlika  $\Delta'$  predominantne su za pravac jug-jugozapad-sever-severoistok, reda veličine  $0^{\text{S}}015$ , znatno manje za pravac zapad-istok reda veličine  $0^{\text{S}}004$  i beznačajne za pravac jugoistok-severozapad i susedne pravce veličine  $0^{\text{S}}001$ .

Objašnjenje ovih anomalija postaje jasno ako u slici 27 ucrtamo skicu Astrogeodetskog paviljona Astronomske opservatorije u kome su vršena posmatranja koja koristimo. Ako središte kruga stavimo u središte stuba pasažnog instrumenta na kome su vršena posmatranja i duž njegovih poluprečnika koji odgovaraju pravcima vetrova, kao potega, srazmerno nanesimo odnosne vrednosti sistematskih razlika  $\Delta'$ , postaje

jasno da razlike  $\Delta\Delta'$  dostižu maksimum baš za onaj pravac, ili za one pravce kojima stoji na putu paviljonsko krilo koje se proteže duž meridijana i koje leži jugozapadno od stuba na kome se nalazi pasažni instrument. Vetrovi koji duvaju iz jugozapadnog pravca razbijaju se o ovo krilo i ne dopiru neposredno do instrumenta da ublaže sistematske razlike  $\Delta'$ , pa je u tom slučaju maksimalno dejstvo zračenja limenog krova meridijanskog krila paviljona na delove instrumenta. Vetrovi severoistočnog pravca duvaju neposredno na instrument i zato do maksimuma ublažavaju sistematsku razliku  $\Delta'$ . Otud razlika  $\Delta\Delta'$  sistematske razlike za pravce jug-jugozapad-sever-severoistok dostiže maksimum.

Vetrovi zapadnog i istočnog pravca razbijaju se skoro podjednako na krilu paviljona koje se proteže u prvom vertikalu i u kome se nalazi instrument, no ipak više vetrovi zapadnog, no vetrovi istočnog pravca, zbog konstrukcije ovog krila. Zato vetrovi ovih pravaca manje manje različito ublažuju toplotno zračenje zapadnog i istočnog dela krila na instrument, pa je i razlika  $\Delta\Delta'$  za ove pravce znatno manja.

Vetrovi severozapadnog i jugoistočnog pravca, kao i njima susednih pravaca, podjednako ne nailaze ni na kakve prepreke, pa zato oni najviše ublažuju sistematske razlike  $\Delta'$ , kao što se vidi iz tablice  $\Delta$ , a razlika njihovih dejstava na razliku  $\Delta'$  je upravo beznačajna kao što se vidi sa sl.26 i sl.27.

No ma kako bilo očigledno istaknuto dejstvo pravca vetra na sistematske razlike časovnikovih stanja  $\Delta'$  i na razlike  $\Delta\Delta'$  ovih razlika za suprotne vetrove, može se opravdano postaviti pitanje da nisu znatno veće razlike  $\Delta\Delta'$  za vetrove jug-jugozapadnog i sever-severoistočnog pravca no za ostale zbog toga, što se oni više razlikuju u brzini ili u frekvenciji od ostalih suprotnih strujanja, pa preteže dejstvo struje sa većom brzinom ili frekvencijom.

I na ovo pitanje odgovoriće podaci iz trećeg i četvrtog stupca prethodne tablice, iz kojih već na prvi pogled jasno proizilazi da se baš pomenuti vetrovi, koji izazivaju najjaču razliku, najmanje razlikuju i u brzini i u frekvenciji, dok se vetrovi jugoistočnog i severoistočnog pravca, koji dovode do najmanje razlike razlikuju baš najviše i u brzini i u frekvenciji.

Zaključak.— Očigledno dakle, različito dejstvo suprotnih vetrova na sistematsku razliku časovnikovih stanja  $C_{PEW}-C_{PWE}$  ne dolaze od različitih brzina i frekvencija njihovih, no od oblika i rasporeda samog paviljona, tj. predmeta oko instrumenta. Ovim je dokazana pretpostavka, istaknuta u poslednjem paragrafu, da do sistematskih razlika i ne dolazi samo od toplotnog zračenja posmatračeva na libelu i druge delove instrumenta, no još i više od toplotnog zračenja okolnih predmeta na libelu i još više na ostale delove instrumenta.

Drugi zaključak, naročito važan za Astronomsu opservatoriju je, da pri sadašnjoj tačnosti časovnih službi, njen Astrogeodetski paviljon ne odgovara zahtevima, koji se traže od paviljona sa osnovnim instrumentom Položajne astronomije/za pasažni instrument/, kao zbog svoje nesimetričnosti, tako i zbog niskih limenih krovova i betonske podloge i trotoara, koji svojim zračenjem vrše veliko toplotno dejstvo na delove instrumenta, a po svoj prilici dovode i do većih anomalija u refrakciji.

#### 8. SISTEMATSKE RAZLIKE ČASOVNIKOVIH STANJA IZVEDENE IZ VEČERNJIH I JUTARNJIH POSMATRANJA

Godine 1942 Ščeglov je, na Taškentskoj opservatoriji [82], ispitivao sistematsku promenu časovnikovih stanja iz ranijih i kasnijih večernjih serija. Nažalost razmak između njih iznosio je svega oko dva časa, a posmatranja su vršena samo u toku dva meseca /od 18 jula do 16 septembra/, te je iz ovakvog programa mogao izvući uglavnom samo zaključak da rane večernje serije daju sistematski veća stanja za oko  $0^{\text{s}}.008$ .

Godine 1952, u vreme u koje padaju i naša posmatranja, izvršila je Šakirova [83], na Taškentskoj opservatoriji, na instrumentu istog tipa kao što je i naš / $O = 10\text{cm}$ ,  $F = 100\text{cm}$ /, niz posmatranja večernjih i jutarnjih serija, simetrično oko ponoći, sa razmakom koji se kretao oko  $5^{\text{h}}.5$ , i došla do istoga rezultata kao i Ščeglov sa domškim zaključkom da sistematska razlika <sup>između</sup> časovnikovih stanja izvedena iz večernjih i jutarnjih serija raste sa razmakom između njih. Nažalost posmatrač i period koji je mogla da iskoristi i ovde je iznosio samo sedam meseci /od 10.IV do 4.XI/, tako da se postignuti rezultati ne mogu smatrati potpunim.

Godine 1954 vršena su na Griničkoj opservatoriji [67] posmatranja večernjih i jutarnjih serija i zapažene su izvesne razlike, ali im se nije mogla istaći sistematičnost, pa ni naći pravo objašnjenje.

Najzad, prošle godine, ovakve je serije započela sistematski da posmatra i Pariska opservatorija, no sa znatno većom frekvencijom večernjih no jutarnjih serija, ali rezultati njeni još nisu objavljeni.

Sve veći interes za ovakav posmatrački program potvrđuje pravilnost našeg shvatanja, da su od velikog značaja ova va izučavanja za analizu grešaka kataloga, mesnih anomalija refrakcije i drugih sistematskih uticaja na meridijanska posmatranja, koji nas je i potstakao na dvogodišnja posmatranja večernjih i jutarnjih serija pod uslovima iznetim u § 3 i na dublje izučavanje sistematske greške  $\Delta = \text{Cps} - \text{Cpm}$  i traženje njena objašnjenja, o čemu će biti **gore** u ovom paragrafu.

Prikupljena dokumentacija.- Časovnikova stanja izvedena iz jutarnjih serija svelismo pomoću časovnikova hoda na 6<sup>h</sup> T.U., a stanja izvedena iz večernjih serija na 18<sup>h</sup> T.U., kako bismo bili što bliži trenucima prijema časovnih signala. Zatim su naneta na pravoliniski koordinatni sistem zasebno stanja izvedena iz jutarnjih i stanja izvedena iz večernjih serija, uzimajući na apscisnoj osovini 1 cm za jedan dan, a na ordinatnoj 1 mm za 0.005 stanja. Krive su grafički izravnate i sa njih su pročitane razlike  $\Delta = C_{ps} - C_{pm}$  za svaki dan u trenutku 12<sup>h</sup> T.U., gde indeks s odgovara večernjim a m jutarnjim posmatranjima. S obzirom na napred rečeno, ovim su razlike  $\Delta$  oslobodjene uticaja ličnih grešaka posmatrača. Ove su razlike date u tablicama za 1952 i 1953 godinu.

1953

Dat.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	- 3	+ 4	-35	-17	-23	+30	-16	- 5	-11	+ 9	+22	+21
2	- 2	+ 2	-37	-17	-20	+31	-19	- 5	-11	+ 9	+22	+20
3	- 1	0	-39	-19	-15	+32	-22	- 6	-11	+ 9	+21	+19
4	0	- 6	-39	-23	-10	+31	-23	- 7	-11	+ 8	+18	+18
5	+ 1	-11	-38	-28	- 4	+30	-25	- 8	-12	+ 7	+13	+18
6	+ 2	-17	-32	-35	0	+27	-26	- 9	-12	+ 6	+11	+20
7	+ 4	-23	-20	-36	+ 4	+22	-27	-11	-12	+ 5	+ 8	+21
8	+ 6	-26	-11	-36	+ 8	+ 5	-26	-13	-12	+ 3	+ 5	+25
9	+ 7	-28	- 2	-34	+ 9	+ 2	-25	-15	-13	+ 2	- 4	+30
10	+10	-32	+ 2	-28	+11	- 1	-23	-17	-14	+ 1	- 6	+32
11	+11	-34	+ 8	-13	+13	- 5	-20	-20	-15	0	- 6	+35
12	+14	-37	+11	- 2	+14	-10	-17	-22	-16	- 1	- 6	+40
13	+16	-38	+13	+ 7	+16	-13	-15	-23	-17	- 1	- 5	+45
14	+19	-38	+13	+10	+17	-16	-15	-25	-18	- 1	- 3	+46
15	+21	-38	+12	+11	+18	-20	-17	-26	-19	- 1	- 1	+48
16	+22	-37	+11	+11	+18	-22	-20	-27	-20	- 1	+ 1	+48
17	+24	-35	+ 8	+10	+18	-23	-22	-28	-21	- 1	+ 5	+48
18	+28	-34	+ 5	+ 8	+18	-22	-23	-28	-22	0	+10	+48
19	+30	-28	- 2	+ 1	+17	-22	-23	-28	-22	+ 1	+25	+47
20	+33	- 5	-20	- 6	+15	-21	-22	-28	-22	+ 2	+27	+46
21	+35	- 2	-35	- 8	+14	-15	-21	-28	-22	+ 3	+28	+45
22	+36	- 2	-45	-12	+11	-11	-19	-28	-21	+ 5	+28	+42
23	+37	- 2	-48	+17	+10	0	-14	-27	-20	+ 7	+28	+35
24	+37	- 8	-50	-20	+ 8	+ 2	-11	-25	-19	+ 8	+27	+30
25	+37	-14	-51	-23	+ 5	+ 6	- 9	-21	-15	+ 9	+25	+23
26	+36	-17	-52	-24	+ 2	+ 6	- 7	-17	- 5	+12	+26	+10
27	+27	-21	-52	-25	+ 2	+ 5	- 6	-15	+ 7	+15	+26	+ 2
28	+24	-26	-52	-26	+ 3	+ 2	- 5	-12	+ 9	+17	+25	0
29	+18		-50	-26	+ 6	- 5	- 5	-12	+ 9	+19	+23	- 2
30	+10		-49	-25	+15	-11	- 4	-12	+10	+21	+22	- 4
31	+ 7		-40		+36		- 4	-11		+22		- 5
	+18	-19	-23	-15	+ 8	0	-17	-18	-13	+ 6	+14	+27

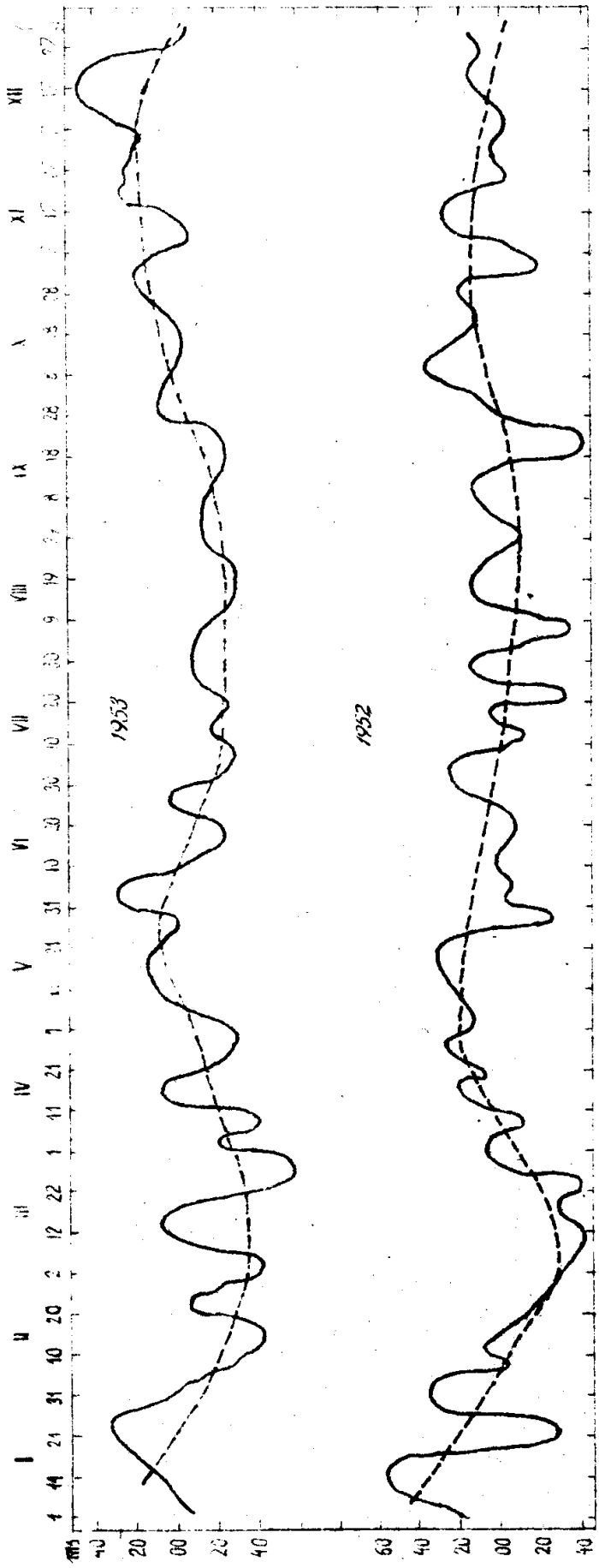
Moy. -0.0024

1952

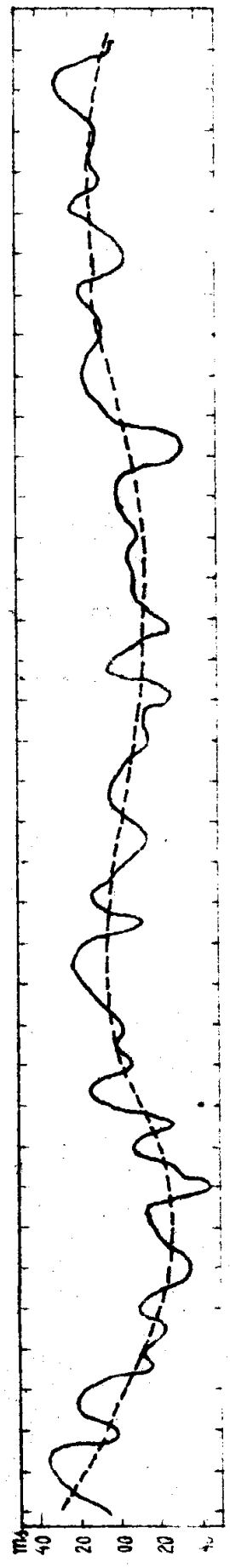
Dat.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	+15	+38	-24	+11	-21	- 2	+27	+14	- 5	- 7	-17	+ 6
2	+18	+38	-24	+13	-19	0	+28	0	- 3	-11	- 9	+ 7
3	+23	+36	-25	+13	-17	+ 1	+29	- 7	0	-15	-14	+ 7
4	+28	+35	-26	+12	-17	0	+29	-11	+ 2	-19	-15	+ 6
5	+35	+20	-27	+10	-17	- 2	+29	-25	+ 5	-22	-16	+ 4
6	+42	+10	-29	+ 5	-18	- 2	+28	-30	+ 8	-25	-15	+ 3
7	+52	+ 7	-31	0	-19	- 1	+22	-36	+11	-30	-10	+ 1
8	+56	+ 4	-32	- 7	-21	0	+10	-33	+13	-32	- 8	0
9	+59	+ 5	-34	- 9	-22	+ 2	+ 8	-30	+15	-35	- 4	- 2
10	+61	+10	-35	- 5	-23	+ 4	+ 3	-25	+17	-38	- 1	- 3
11	+62	+13	-38	0	-25	+ 6	- 5	-20	+18	-40	-10	- 2
12	+63	+14	-39	+ 5	-26	+ 7	- 9	-12	+18	-39	-20	0
13	+62	+12	-39	+ 7	-27	+ 7	- 9	- 2	+17	-37	-21	+ 2
14	+61	+ 9	-38	+15	-29	+ 4	- 8	+ 6	+15	-35	-24	+5
15	+60	+ 6	-36	+20	-30	+ 2	- 5	+13	+11	-32	-27	+ 9
16	+58	+ 3	-31	+24	-31	+ 1	- 1	+18	+ 5	-29	-29	+11
17	+55	+ 1	-26	+25	-32	0	+ 3	+19	0	-26	-30	+14
18	+40	- 2	-24	+25	-33	- 1	+ 8	+18	-27	-23	-30	+16
19	+32	- 4	-24	+15	-34	- 1	+ 8	+18	-32	-21	-27	+18
20	0	- 6	-26	+12	-34	- 2	0	+18	-36	-16	-24	+19
21	-10	- 9	-29	+12	-34	- 2	-27	+17	-39	-14	-20	+18
22	-24	-11	-35	+13	-33	- 1	-28	+16	-40	-14	-16	+17
23	-25	-13	-38	+15	-27	0	-29	+14	-41	-14	-14	+14
24	-23	-15	-35	+18	-19	+ 2	-28	+12	-39	-15	- 8	+11
25	-18	-16	-30	+25	-10	+ 4	-25	+11	-34	-16	0	+ 8
26	- 8	-17	-17	+30	0	+ 7	- 2	+ 8	-26	-18	- 3	+ 8
27	+ 9	-18	- 5	+33	-22	+11	+ 8	+ 6	-15	-19	- 3	+ 9
28	+23	-20	+ 1	+33	-23	+16	+15	+ 2	- 4	-22	- 3	+14
29	+34	-22	+ 5	+32	-22	+22	+18	- 5	0	-23	0	+16
30	+38		+ 8	+30	-20	+25	+19	- 7	+ 4	-24	- 5	+17
31	+39		+ 8		-15		+19	- 7		-24		+17
	+30	+ 4	-25	+14	-17	+ 4	+ 4	- 1	- 6	-24	- 7	+ 9

Moy.+ 0<sup>s</sup>.0068





Ca. 28



Iz tablica se vidi da su ove razlike relativno velike, jer se u 1952 godini kreću u granicama od  $-0.041$  do  $+0.063$  sa rasponom od  $0.104$ , a 1953 u granicama od  $-0.052$  do  $+0.048$  sa rasponom od  $0.100$ . Relativno mala srednja godišnja vrednost sistematske razlike  $\Delta$ , naročito u 1953 godini kada je vršeno uvek dugo provetravanje paviljona pre svake serije i kada je ona iznosila samo  $-0.0024$  kao i periodična promena znata ove sistematske razlike, koja se zapaža već iz tabličnih pregleda, ukazala je na njen sezonski karakter. Još bliže ovaj karakter određuju srednje mesečne njene vrednosti date na dnu svake tablice. No on postaje očigledan tek sa krivih na sl.28 na koje su naneti podaci iz prethodnih tablica.

## Sl.28

kao i sa analitičkih pretstavnika njihovih.

$$\Delta = 0.0067 + 0.0039 \sin /t+90^{\circ}/ + 0.0154 \sin /2t+144.2/, \quad 1952$$

$$\Delta = 0.0024 + 0.0123 \sin /t+125.0/ + 0.0185 \sin /2t+157.2/ \quad 1953$$

Iz oba prikaza godišnjeg hoda sistematske razlike  $\Delta = Cps - Cpm$  zapažaju se, kako godišnja tako i polugodišnja njena komponenta. Ova poslednja pritom je predominantna, a i sa krivih je polugodišnja periodičnost veoma izrazita. Preko svakog očekivanja opšti tok krivih iz obe godine se izvanredno dobro slaže iako je u obema godinama jako poremećen povremenim promenama mesnih atmosferskih uslova koji jedini sa velikom i nepravilnom promenljivošću, mogu dovoditi do velikog broja subekstremuma znatne amplitude.

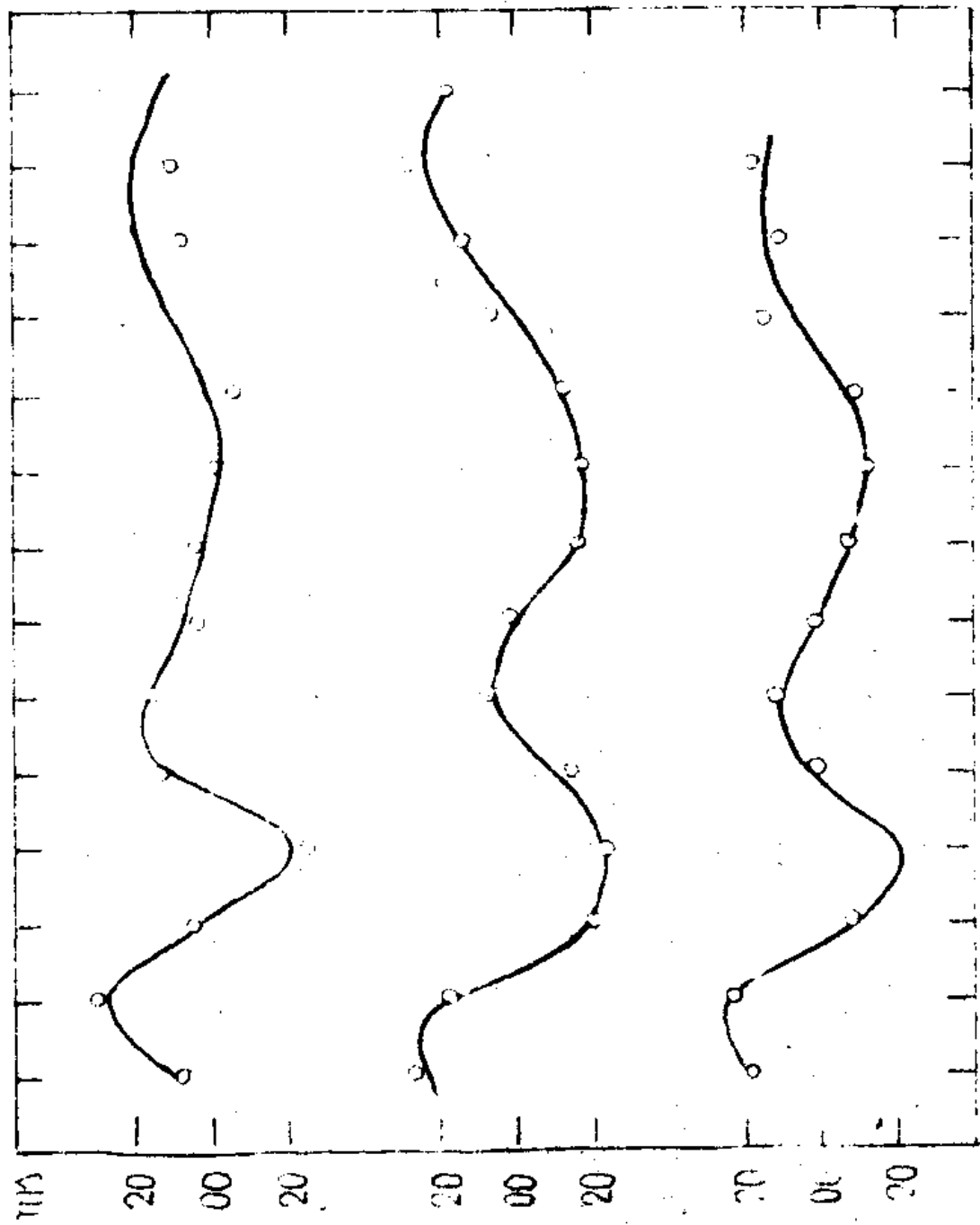
Kako je opšti tok sistematske razlike  $\Delta$  podložan, kao što se iz ovoga vidi, stalnim i stabilnim sistematskim uticajima, jer se kriva ponavlja skoro na isti način u obema godinama, to smo, radi pouzdanijeg njihovog daljeg raščlanjavanja i ispitivanja, obrazovali srednje vrednosti sistematske razlike  $\Delta$  iz obe godine, koje daje sledeća tablica.

62  
1952-1953

Day	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	+6	+21	-30	-3	-1	-14	+6	+4	-8	+8	+20	+14
2	+9	+20	-30	-2	0	-15	+4	-2	-7	+10	+6	+14
3	+11	+18	-32	-3	+1	-16	+4	-6	-6	+12	+4	+13
4	+14	+14	-32	-6	+4	-16	+3	-9	-4	+14	+2	+12
5	+18	+4	-32	-7	+6	-14	+2	-14	-4	+14	-2	+11
6	+22	-4	-30	-15	+9	-12	+1	-20	-2	+16	-2	+12
7	+28	-8	-26	-18	+12	-10	-2	-24	0	+18	-1	+11
8	+31	-11	-22	-22	+14	-2	-8	-23	0	+18	-2	+12
9	+33	-12	-18	-22	+15	-2	-8	-22	+1	+18	-0	+14
10	+35	-6	-16	-16	+17	-2	-10	-21	+2	+19	-2	+14
11	+36	-10	-15	-6	+19	0	-12	-20	+2	+20	+2	+16
12	+38	-12	-14	+2	+20	-2	-13	-17	+1	+19	+7	+20
13	+39	-13	-13	+7	+22	-3	-12	-12	0	+18	+8	+24
14	+40	-14	-12	+12	+23	-6	-12	-10	-2	+17	+10	+26
15	+40	-16	-12	+16	+24	-9	-11	-6	-4	+16	+13	+28
16	+40	-17	-10	+18	+24	-10	-10	-4	-8	+14	+15	+30
17	+40	-17	-9	+17	+25	-11	-9	-4	-10	+12	+18	+31
18	+34	-18	-9	+16	+26	-11	-8	-5	-24	+12	+20	+32
19	+31	-16	-13	+8	+26	-11	-8	+5	-27	+11	+26	+32
20	+16	-6	-23	+3	+24	-12	-11	-5	-29	+9	+26	+32
21	+12	-6	-32	+2	+24	-8	-24	-6	-30	+8	+24	+32
22	+6	-6	-40	0	+23	-6	-24	-6	-30	+9	+22	+30
23	+6	-8	-43	-1	+18	0	-22	-6	-30	+10	+21	+24
24	+7	-12	-42	-1	+14	-2	-20	-6	-29	+12	+18	+20
25	+10	-15	-40	+1	+8	-5	-17	-5	-24	+12	+12	+16
26	+14	-17	-35	+3	+1	-6	-4	-4	-16	+15	+12	+9
27	+18	-20	-28	+4	-5	-8	+1	-4	-4	+17	+12	+6
28	+24	-23	-26	+4	-10	-9	+5	-5	+2	+20	+11	+7
29	+26		-22	+3	-8	-9	+6	-8	+4	+21	+12	+7
30	+24		-20	+2	-3	-7	+8	-9	+7	+22	+14	+6
31	+23		-16		+10		+7	-9		+23		+6
	+24	-8	-24	0	+12	-2	-6	-10	-9	+15	+11	+18

Moy. +0.0022.

XII I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII I



сн.30

Iz nje se vidi da se srednje vrednosti sistematske razlike  $\Delta$  kreću u granicama od  $-0^{\text{S}}043$  do  $+0^{\text{S}}040$  i da je srednja <sup>dv</sup> godišnja vrednost njihova od  $+0^{\text{S}}0022$  veoma bliska nuli. Karakteristika opšteg hoda sistematske razlike  $\Delta$ , kao i njenih poremećaja vidi se još jasnije sa grafičkog pretstavnik<sup>a</sup> njenih srednjih vrednosti za pomenute dve godine koji je dat na sl.29,

## Sl.29

i sa njenog analitičkog pretstavnik<sup>a</sup>

$$\Delta = +0^{\text{S}}0021 + 0^{\text{S}}0073 \sin /t + 125^{\circ}0/ + 0^{\text{S}}0142 \sin /2t + 150^{\circ}5. 1952/1953$$

<sup>draput</sup> Iz ovog izraza se vidi da je amplituda polugodišnje komponente <sup>veća</sup> od amplitude godišnje komponente. Isto tako se, upoređivanjem ovog izraza sa odnosnim izrazima za 1952 i 1953 godinu zapaža da se fazni uglovi skoro ne menjaju ni za jednu ni za drugu komponentu. Poslednja činjenica ukazuje na to da je jedan od uzroka razlike  $\Delta$  meteorološkog karaktera tj. strogo vezan za godišnja doba, kao što će se i iz donje analize bliže videti. Ovaj izraz možemo smatrati za definitivan izraz sistematske razlike  $\Delta$  na našu Opservatoriju. On se može dalje koristiti i za popravljanje svih izvedenih časovnikovih stanja svodjenjem njihovim na jutarnje serije za koje će bitina drugom mestu pokazano da su pouzdanije od večernjih.

Na sl.30 prikazane su krive opšteg toka sistematske razlike  $\Delta$  na osnovi njihovih srednjih mesečnih vrednosti, i to kako za 1952 i 1953 godinu, tako i srednje vrednosti za obe godine. Ovakvim načinom izravnavanja otklonjena su mnoga slučajna i kratkoperiodična odstupanja njihova, pa je opšti tok postao još izrazitiji. Zato su nam ove krive poslužile za dalju analizu ovako nesumnjivo utvrđene sistematske razlike  $\Delta$  sa polugodišnjom periodom. Polugodišnji član, verovatno, dolazi od polusezona /proleće i jesen/ kada se atmosferski uslovi vraćaju na iste vrednosti u okviru jedne iste godine.

Iz analitičkih pretstavnik<sup>a</sup> poslednje tri krive

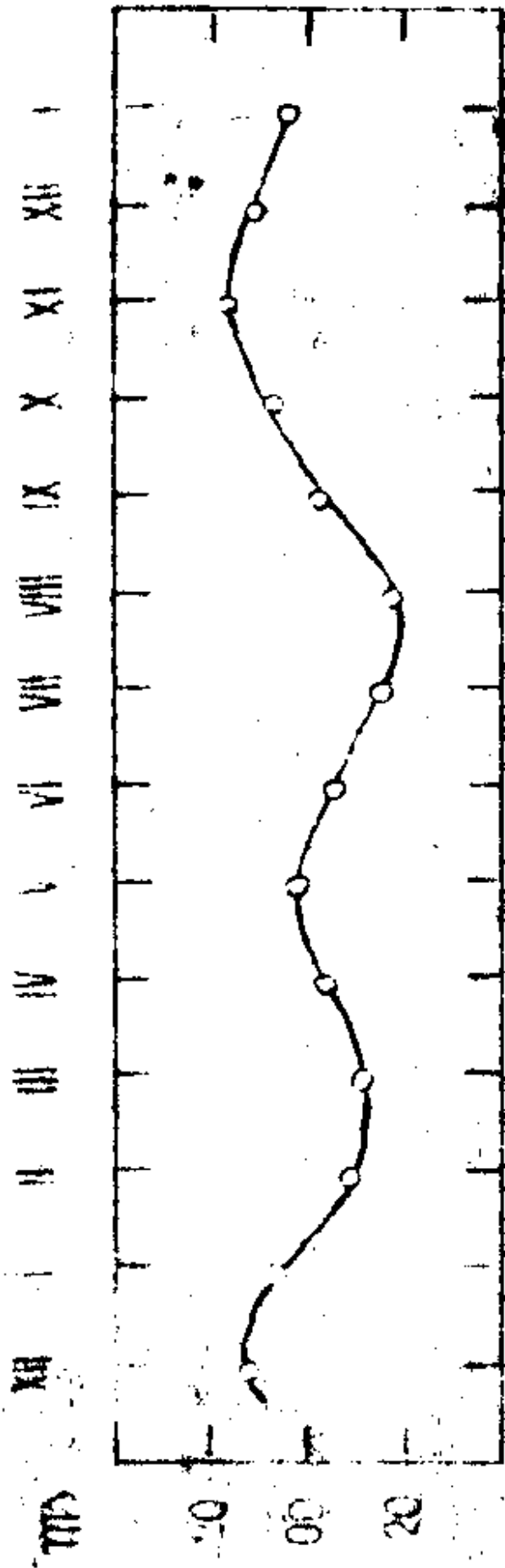
$$\Delta = +0^{\text{S}}0067 + 0^{\text{S}}0045 \sin /t + 131^{\circ}4/ + 0^{\text{S}}0095 \sin /2t + 172^{\circ}7/ \quad 1952$$

$$\Delta = -0.0027 + 0.0123 \sin /t + 131.4/ + 0.0177 \sin /2t + 173.5/ \quad 1953$$

$$\Delta = +0.0021 + 0.0085 \sin /t + 132.1/ + 0.0137 \sin /2t + 173.7/ \quad 1952/1953$$

vidi se takođe da se fazni uglovi svake komponente skoro ne menjaju, dok amplitude njihove variraju iz godine u godinu sa atmosferskim uslovima.

Uticaj mesnih anomalija refrakcije. - U cilju podrobnije analize sistematskih razlika izvedenih za 1953 godinu i u cilju otkrivanja njihovih uzroka obrazovali smo razlike O-C između posmatranjem dobivenih vrednosti časovnikovih stanja O, i računatih vrednosti njihovih C



СН. 31

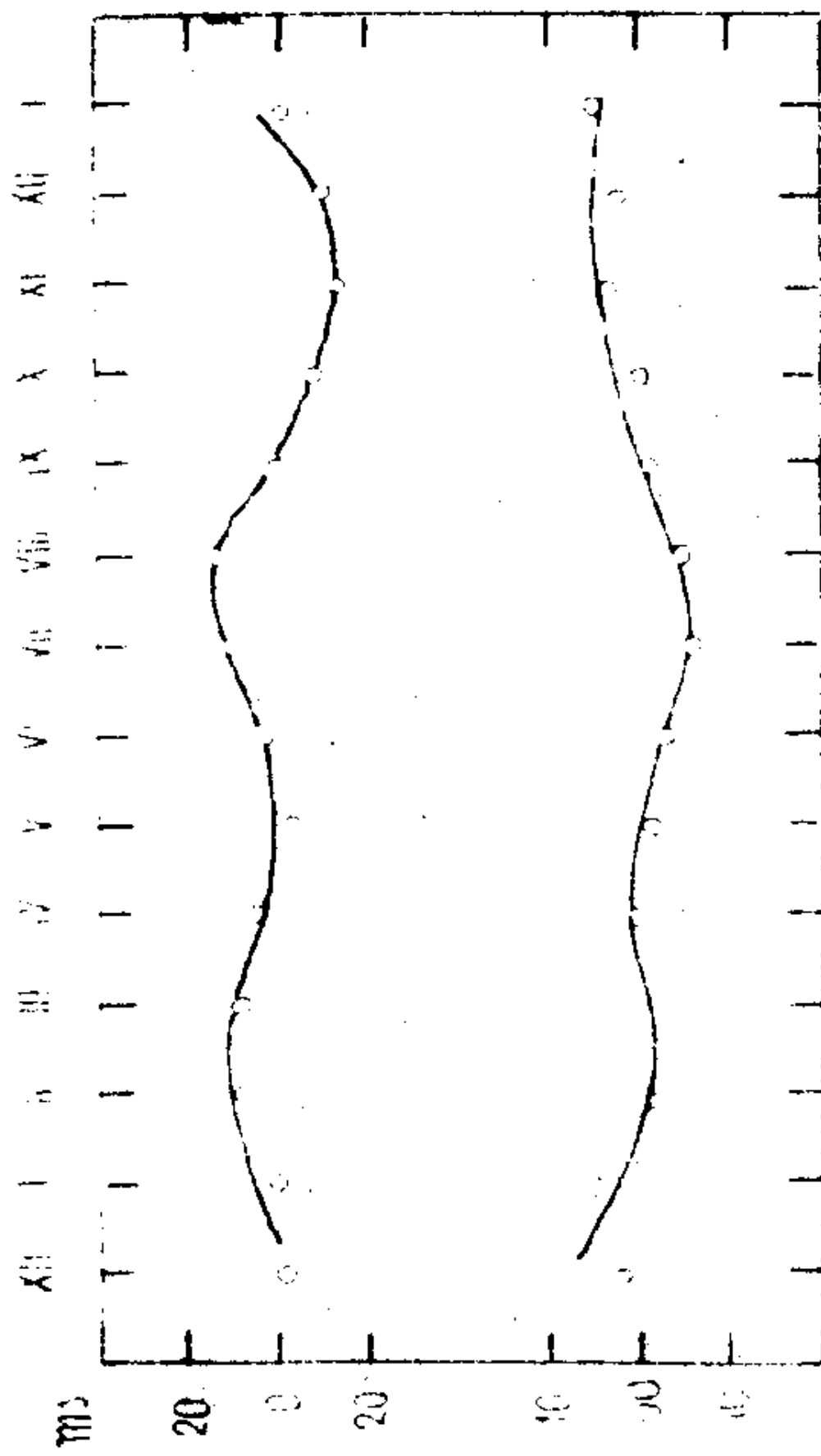
u odnosu na definitivno vreme Međunarodne časovne službe. Tako smo dobili sistematke razlike astronomskog odredjivanja vremena na našoj Observatoriji u odnosu na definitivno vreme. Ova odstupanja, grafički pretstavljena, pokazala su znatne lično-instrumentne greške  $\Delta C_p$ , koja smo sa grafikom odredili i iz ovih odstupanja naknadno eliminisali. Njihovu poreklu i uzrocima posvetićemo posebnu pažnju. Tako smo dobili odstupanja  $v = O - C - \Delta C_p$ , i to kako za jutarnje, tako i za večernje serije. Srednje mesečne vrednosti ovih odstupanja i to kako za jutarnje serije  $V_m$ , tako i za večernje  $V_s$  date su u donjoj tablici.

	$V_m$	n	$V_s$	n	$V'_m$	$V'_s$	$V'_s - V'_m$	$\Delta$	d
I	- 7.0	2	- 1.6	7	- 0.8	+5.1	+ 5.9	+18	+12
II	+ 6.4	10	- 5.6	11	+ 7.8	-1.4	- 9.2	-19	-10
III	+10.9	14	+ 0.7	22	+ 8.3	-2.9	-11.2	-23	-12
IV	+ 6.2	9	- 6.5	13	+ 4.8	-0.2	- 5.0	-15	-10
V	- 5.0	10	+ 3.5	17	- 2.1	-0.7	+1.4	+ 8	+ 9
VI	- 7.2	9	- 0.3	15	+ 3.0	-2.9	- 5.9	0	+ 6
VII	+15.2	14	- 9.9	21	+ 9.5	-5.8	-15.3	-17	- 2
VIII	+21.3	6	- 5.6	18	+13.6	-4.4	-18.0	-18	0
IX	+ 7.3	11	+ 2.5	20	+ 0.7	-1.2	- 1.9	-13	-11
X	-18.9	10	- 1.1	16	- 7.7	-0.9	+6.8	+ 6	- 1
XI	- 1.6	6	- 5.8	13	-13.6	+3.5	+17.1	+14	- 3
XII	- 6.7	10	+13.7	19	- 9.9	+1.9	+11.8	+27	+15

U stupcu označenom sa n dat je broj večernjih odnosno jutarnjih serija iz kojih je odnosni podatak izveden. Dalje su podaci  $V_m$  i  $V_s$  izravnati metodom zežišta i dati u stupcima  $V'_m$  i  $V'_s$ , kako bi se mogla bolje istaći pravilnost njihova sistematskog toka sa njihova grafičkog prikaza. Već iz tabličnih vrednosti  $V_m$  i  $V_s$  vidi se da stanja časovnika odredjena iz jutarnjih serija sistematski odstupaju u jednu stranu, a stanja odredjena iz večernjih serija u drugu stranu u odnosu na definitivno vreme. Ako najzad obrazujemo razlike  $V'_s - V'_m$ , vidimo već iz njihovih tabličnih vrednosti da one leti odstupaju u jednu stranu, a zimi u drugu od svoje prosečne vrednosti. Ako izravnate srednje mesečne vrednosti sistematskih razlika  $V'_s - V'_m$  nanesimo na grafik u istoj razmeri kao i na sl.30 dobivamo krivu prikazanu na sl.31 koja ima isti tok kao i kriva sistematskih razlika  $\Delta$  na sl.30, samo sa upola manjom amplitudom.

Sl.31

Ovo je jasan dokaz da jedan deo sistematske razlike  $\Delta$  dolazi od odstupanja  $v$ . No pritom njihov uzrok tek valja objasniti.



СП. 32



S obzirom na suprotnu tendenciju vrednosti  $V_s$  i  $V_m$  i na karakter gore istaknute promene, njihove razlike  $V_s - V_m$  po sredi su anomalije refrakcije, tipa mesne i sobne refrakcije, koje su primećene sa sličnim karakterom i na još nekim opservatorijama [72], [73].

## sl.32

Na prvoj krivoj /sl.32/ pretstavljena su grafički odstupanja  $V_m$  izvedena iz jutarnjih serija, a na drugoj odstupanja  $V_s$  izvedena iz večernjih serija. Sa njih se jasno ističe znatno veća amplituda odstupanja  $V_m$  u jutarnjim časovima, kada dolazi do posmatranja bez dužeg vetrenja paviljona. Ako se uporede ove dve krive jasno se ističu sistematski suprotni efekti mesnih anomalija refrakcije u jutarnjim i večernjim časovima, koji mogu dolaziti od nesimetričnosti paviljona i od ekscentričnog položaja instrumenta u njemu.

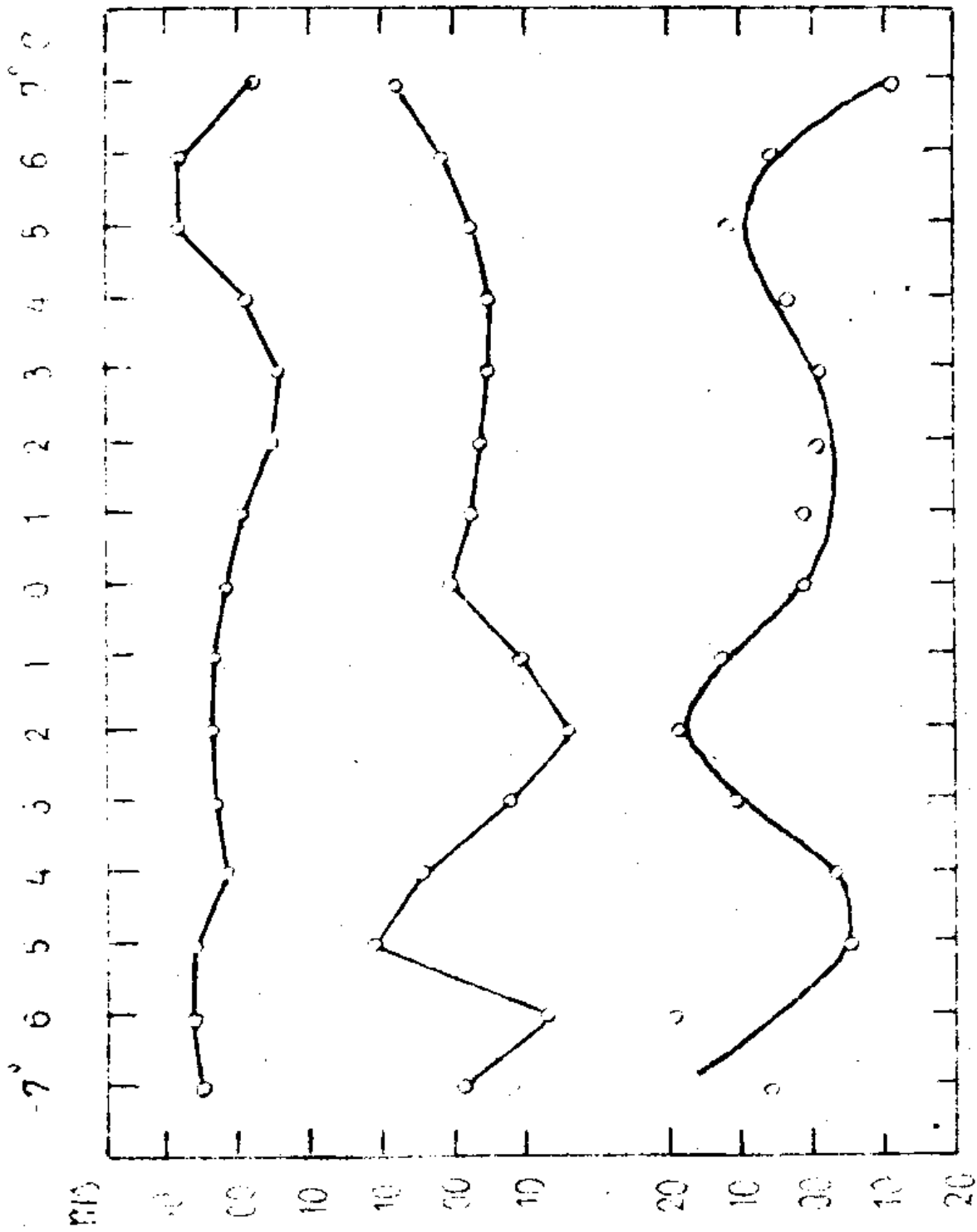
Iz analitičkih pretstavnika ove dve krive

$$V_m = 0.0011 + 0.0072 \sin /t + 313.4/ + 0.0085 \sin /2t + 25.7/$$

$$V_s = -0.0008 + 0.0033 \sin /t + 105.7/ + 0.0017 \sin /2t + 193.2/$$

ističe se godišnji i polugodišnji njihov član i zapaža da je amplituda godišnjeg člana za jutarnje serije dvaput veći od amplitude istoimenog člana za večernje serije, dok se njihov fazni ugao razlikuje za oko  $180^\circ$ . Ove su razlike u karakteristikama između večernje i jutarnje krive još jače izražene u polugodišnjem članu.

Da bismo <sup>za</sup> ovu pretpostavku, koja uostalom jasno proističe sa sl.31 i 32, dobili još jednu potvrdu, obrazovali smo odstupanja  $\Delta T_i$  čitanih temperatura  $T_i$  na instrumentu u sredini svake serije, od njihove srednje mesečne vrednosti  $T_m$ , pa smo odstupanja  $V_m$  i  $V_s$  uredili po argumentu  $\Delta T_i$ , jer je poznato da su mesne anomalije refrakcije, o kojima je bila reč, izrazito funkcije temperature, pošto su neravnomerna i nesimetrična toplotna zračenja ustvari i uzrok ovih anomalija. Ovako sredjeni podaci dati su u sledećoj tablici iz koje se već vidi pravilan odnos između odstupanja  $V$  i temperaturnih promena  $\Delta T_i$ .



СП. 33

$\Delta T^{\circ}\text{C}$	Vs	n	Vm	n	Vs-Vm
-7	+4.8	6	- 1.3	2	+ 6.1
-6	+6.2	9	-13.0	3	+19.2
-5	+5.6	6	+10.8	3	- 5.2
-4	+16.	21	+ 5.2	4	- 3.6
-3	+ 2.7	20	- 7.9	5	+10.6
-2	+3.6	19	-15.5	8	+19.1
-1	+2.8	10	- 9.9	5	+12.7
0	+1.7	21	+ 0.2	8	+ 1.5
+1	-0.5	11	- 2.2	5	+ 1.7
+2	- 4.7	13	- 3.5	12	- 1.2
+3	-6.1	14	- 5.0	9	- 1.1
+4	-1.7	7	- 5.0	12	+ 3.3
+5	+8.0	6	- 2.7	8	+10.7
+6	+7.7	6	+ 1.8	10	+ 5.9
+7	-2.5	3	+ 8.4	6	-10.9

U jutarnjim serijama odstupanja V variraju od  $-0.0155$  do  $+0.0108$  kad se temperaturna odstupanja menjaju od  $-7^{\circ}\text{C}$ . U večernjim serijama odstupanja V se kreću od  $-0.0061$  do  $+0.0080$  za istu promenu temperaturnih odstupanja.

Zavisnost izmedju temperaturnih odstupanja  $\Delta T$  i odstupanja V još se jasnije vidi sa grafikom na sl.33.

Sl.33.

Prva kriva sadrži podatke Vs u funkciji odstupanja  $\Delta T$ . Druga kriva podatke Vm u funkciji odstupanja  $\Delta T$ . Obe u razmeri  $5 \text{ mm} = 1^{\circ}\text{C}$  /na apscisnoj osovini/ i  $1 \text{ mm} = 0.002$  /na ordinatnoj osovini/. Sa njih se jasno ističe pravilnost zavisnosti odstupanja V od  $\Delta T$ . Osim toga se vidi da su u jutarnjim serijama velike promene odstupanja V baš u danima sa temperaturom iznad srednje mesečne. Uticaj zračenja paviljona na mesne anomalije refrakcije veći je kad je njegova temperatura viša. Osim toga u jutarnjim serijama on dolazi još do izražaja zbog otvaranja paviljona neposredno pred posmatranje, a već ranija iskustva nas uče da slabo vetrenje ovog paviljona izaziva velike poremećaje u posmatranjima koja se vrše u njemu. Na trećem grafiku iste slike data je zavisnost razlike Vs-Vm od temperaturnih odstupanja  $\Delta T$ . Sa nje se vidi još pravilnija zavisnost izmedju razlike odstupanja Vs-Vm i temperature kojom se one i objašnjavaju. Kriva uostalom ima izrazitu polugodišnju periodičnost, što se vrlo dobro slaže i sa osobinama krive sistematskih razlika  $\Delta$ .

Uticaj jačine i pravca vetra. - U paragrafu 7 mi smo već istakli uticaj vetra na stanja časovnika izvedena iz posmatranja izvršenih u raznim položajima pasažnog instrumenta /EW, WE/ i pokazali njegovo dejstvo na libelu i druge delove instrumenta.

Uticaji vetra na posmatranja izvršena pasažnim instrumentom preko anomalija refrakcije ispitivani su u poslednje vreme još na nekoliko opservatorijama: u Tokiju /1934-1937/, u Sverdlovsku /1942-1944/, u Lenjingradu /1948/ i u Potsdamu /1950-1955/, i nisu dovela

do konačnih zaključaka.

Prema uputstvima za prikupljanje posmatračkih podataka u Međunarodnoj geofizičkoj godini [84] od svih opservatorija i posmatračkih stanica zahtevaju se merenja temperature, brzine i pravca vetra, a na programu obrade nalazi se i ispitivanje uticaja vetra na određivanje vremena, pa smatramo da će se tek ovako masovnim merenjima i sistematski organizovanom obradom ovog problema doći do zaključaka trajnije vrednosti.

H. Krüger u Potsdamu [68] podvrgao je uporedjenju rezultate do kojih su došli Miyadi u Tokiju [41], Dolgov na Opservatoriji Lenjingradskog univerziteta [58] i sam autor u Geodetskom institutu u Potsdamu [85]. Služeći se računom korelacija našao je, uprkos mesnog karaktera uticaja vetra, izvanrednu sličnost rezultata postignutih na ovim tri- ma međusobno jako udaljenim tačkama. Naime, israzito jako dejstvo istočnih i zapadnih vetrova /bočna refrakcija/ i znatno manje ostalih na časovnikovo stanje. Istočni vetar izazivao je negativne, a zapadni pozitivne sistematske greške. Miyadi i Krüger smatraju da je u pitanju prividno pomeranje zenita prouzrokovano pravom promenom nagiba slojeva usled vetra, dakle jedna zenitska ili mesna refrakcija, no koja verovatno usled sličnosti konfiguracije terena na sve tri tačke dovodi skoro do identičnih efekata.

U Tokiju, Lenjingradu i Potsdamu nije nadjena zavisnost izmedju jačine vetra i časovnikova stanja koju smo mi istakli u § 7, a nijedan autor pri ovom istraživanju nije podvrgao<sup>vo</sup> analizi zasebno večernje i jutarnje serije.

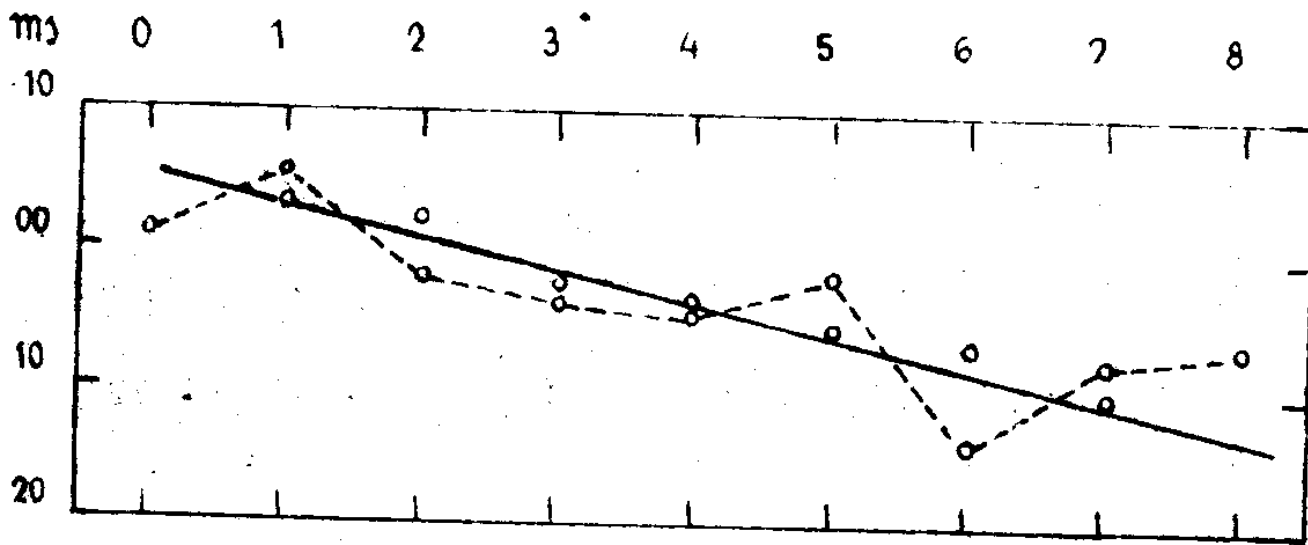
Na ovom mestu iznećemo podatke o uticaju, kako jačine, tako i pravca vetra na odstupanja  $V$  /definisana na str.68/ koja smo izveli iz posmatračkog materijala o kome je bilo govora u § 3.

U donjem pregledu data su odstupanja  $V$  uređjena po brzinama vetra, gde  $n$  označava broj serija iz kojih je izveden odnosni podatak  $V$ .

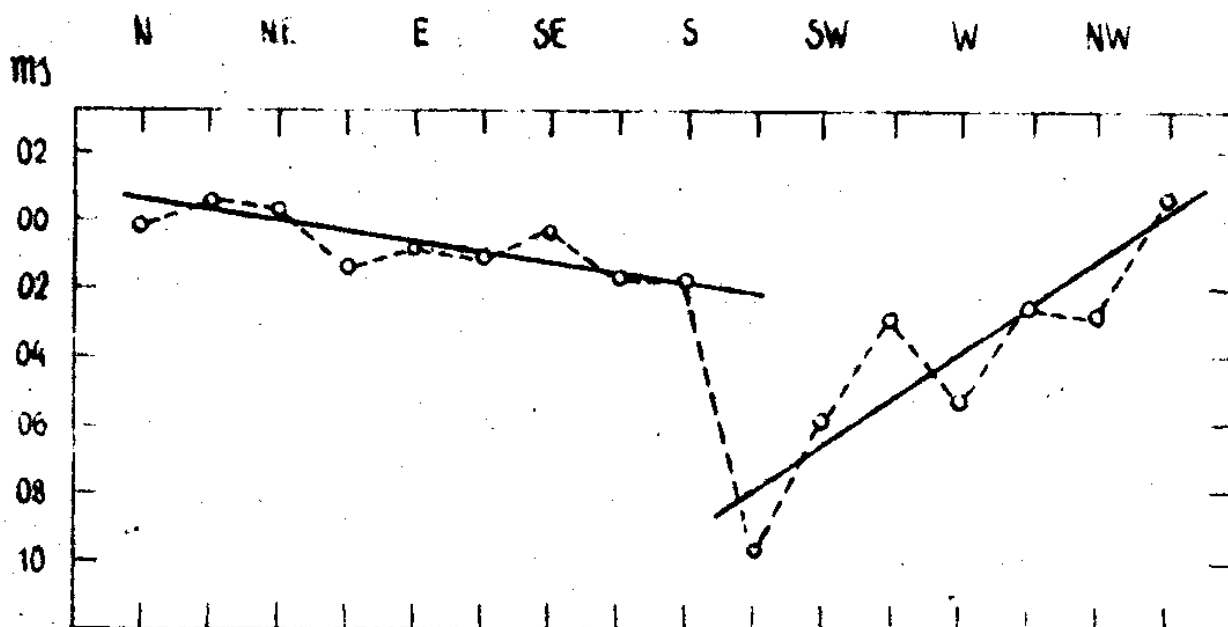
Wm/sec	$V$	$n$	$V'$
0	+ 1.1	16	
1	+ 5.4	125	+ 3.0
2	- 1.9	57	+ 2.2
3	- 3.8	29	- 3.1
4	- 4.6	31	- 3.6
5	- 1.4	17	- 5.4
6	-14.8	12	- 6.8
7	- 8.1	9	-10.6
8	- 6.2	6	

Poslednji stubac daje izravnete vrednosti  $V'$  metodom težišta. Iz ovako sredjenih odstupanja  $V$  vidi se da se odstupanja  $V$  povećavaju po apsolutnoj vrednosti sa povećavanjem brzine vetra i da se za vetrove od 0- 8 m/sec kreću u granicama od  $+0.003$  do  $-0.011$ , te da njihov uticaj na određivanje vremena nije zanemarljiv.

Vrednosti  $V$  ovih odstupanja menjaju se linearno sa brzinom vetra, pa ih možemo prema datim podacima pretstaviti izrazom:



сп. 34



сп. 35

$$V = -0^{\text{s}}0016 W + 0^{\text{s}}0024.$$

Još očigledniji je ovaj zaključak ako se podaci  $V$  i  $V'$  nanesu na pravoliniski koordinatni sistem kao na sl.34.

## Sl.34

Još je interesantniji uticaj pravca vetra na astronomsko određivanje vremena. Da bismo ovaj uticaj bliže ispitali pokušali smo da utvrdimo zavisnost izmedju pravca vetra i odstupanja  $/e/$  posmatranih od usvojenih  $/$ poludefinitivnih $/$  stanja časovnika, s jedne strane, i zavisnost izmedju pravca vetra i odstupanja  $/v/$  posmatranih od definitivnih  $/$ medjunarodnih $/$  stanja, s druge strane.

Odstupanja  $e = C_p - C_p'$ , gde je  $C_p$  posmatrano, a  $C_p'$  usvojeno poludefinitivno/ stanje časovnika, izveli smo iz celog posmatračkog materijala prikupljenog u toku 1952 i 1953 godine, sredili po pravcima vetra  $/$ računajući njegov azimut od N preko E, S, W do N od  $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$  $/$  i za svaki pravac izveli njegove srednje vrednosti, kao što prikazuje donji tablični pregled u kome  $n$  označava broj posmatranih serija iz kojih je svaki pojedini podatak izveden.

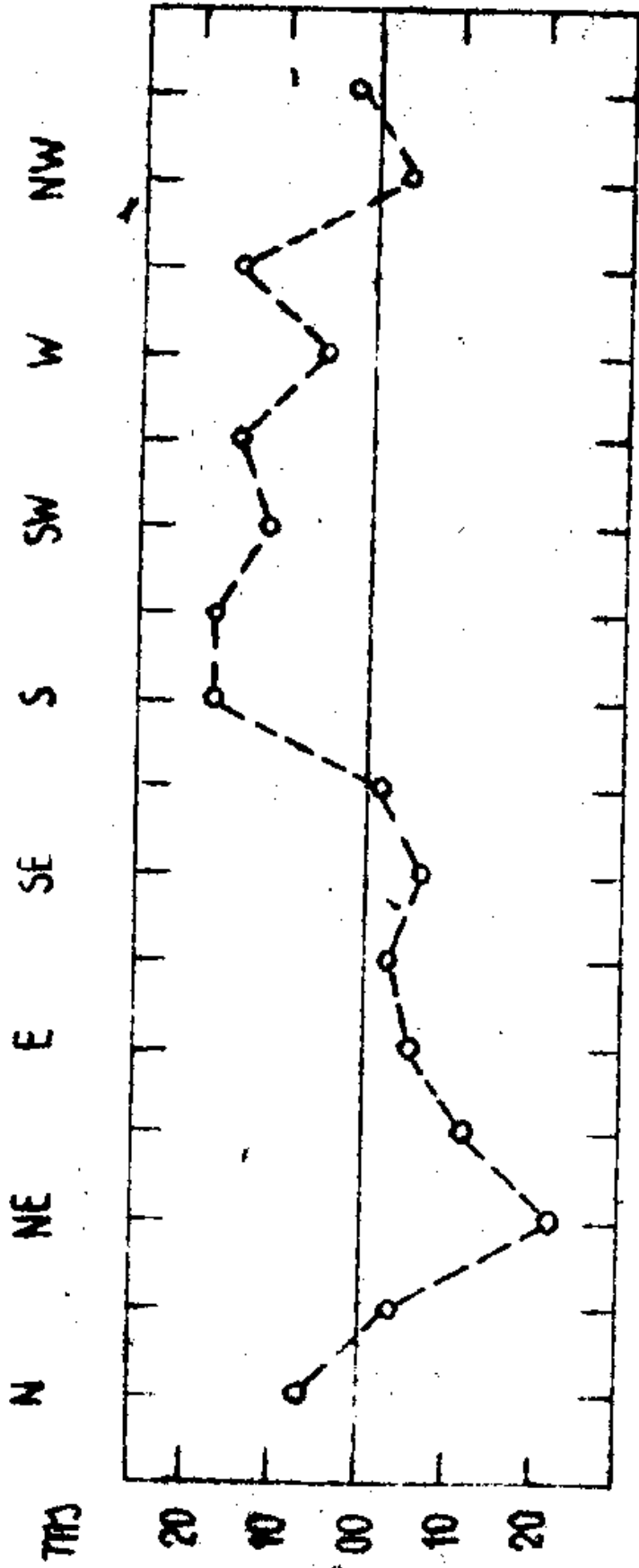
D	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
e	0.0	+0.7	+0.5	-1.4	-0.7	-0.9	-0.2	-1.6	-1.7	-9.5	-5.8	-2.8	-5.2	-2.4	-2.7	+0.8
n	18	28	21	12	15	71	106	82	17	9	16	22	29	30	26	31

Iz ovog pregleda može se videti da svi istočni vetrovi, uključujući i pravce N i S, daju odstupanja  $\mathcal{L}_E = -0^{\text{s}}0006$ , što se može smatrati skoro zanemarljivim, a svi zapadni, opet uključujući i pravce N i S, daju odstupanje  $\mathcal{L}_W = -0^{\text{s}}0033$ . Izrazita razlika izmedju odstupanja  $\mathcal{L}_W$  i  $\mathcal{L}_E$  po našem mišljenju dolazi od zapadnog krila posmatračkog paviljona koje se proteže duž meridijana, tj. stoji baš na pravcu jugozapadnih vetrova. Ako podatke gornje tablice nanesimo na pravoliniski <sup>pravilni</sup> koordinatni sistem, kao na sl.35 onda se jasnije zapaža veliki skok odstupanja  $e$  pri prelazu od pravca S na pravac SSW, koji se jedino može objasniti prisustvom pomenutog paviljonskog krila.

## Sl.35

Ovo ima za posledicu izrazitu razliku u nagibu otsečaka prave koja pretstavlja tok promene odstupanja  $e$  pri istočnim i odstupanja  $e$  pri zapadnim vetrovima. Oba toka mogu se pretstaviti izrazima,

$$e_E = -0^{\text{s}}0002 \theta \pm 1 + 0^{\text{s}}0004 \theta \pm 4 \quad \text{i} \quad e_W = +0^{\text{s}}0013 \theta \pm 3 - 0^{\text{s}}0080 \theta \pm 11$$



СП. 36.

gde je za jedinicu azimuta  $\theta$  uzeto  $22^{\circ}5$ . Brojevi ispod određenih konstanata predstavljaju njihove standardne greške, koje ukazuju na realnost određenih veličina, naročito komponente  $e_w$ , koja je u našem slučaju baš od naročitog interesa.

Odstupanja  $v = O - C - \Delta C_p$ , gde je  $O$  posmatrano,  $C$  definitivno stanje časovnika, a  $\Delta C_p$  lično-instrumentska sistematska greška njegova, izračunata za 1953 godinu, sredili smo po azimutima vetra, kao i u prethodnom slučaju. Srednje vrednosti njihove za svaki pravac vetra date su u donjem pregledu u  $0^{\circ}0001$ , gde je  $D$  pravac vetra,  $v$  računato odnosno odstupanje,  $n$  broj posmatračkih serija iz kojih je prethodno odstupanje izvedeno, a  $V'$  odstupanje izravnato preko težišta.

D	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
V	+80	-28	-213	-110	-44	-21	-58	-15	+81	+178	+113	+56	+49	+58	-43	+14
n	12	16	11	8	8	42	61	49	8	4	7	12	13	19	11	19
V'	+17	-47	-105	-132	-37	-43	-34	-24	+23	+155	+146	+103	+125	+74	+57	+18

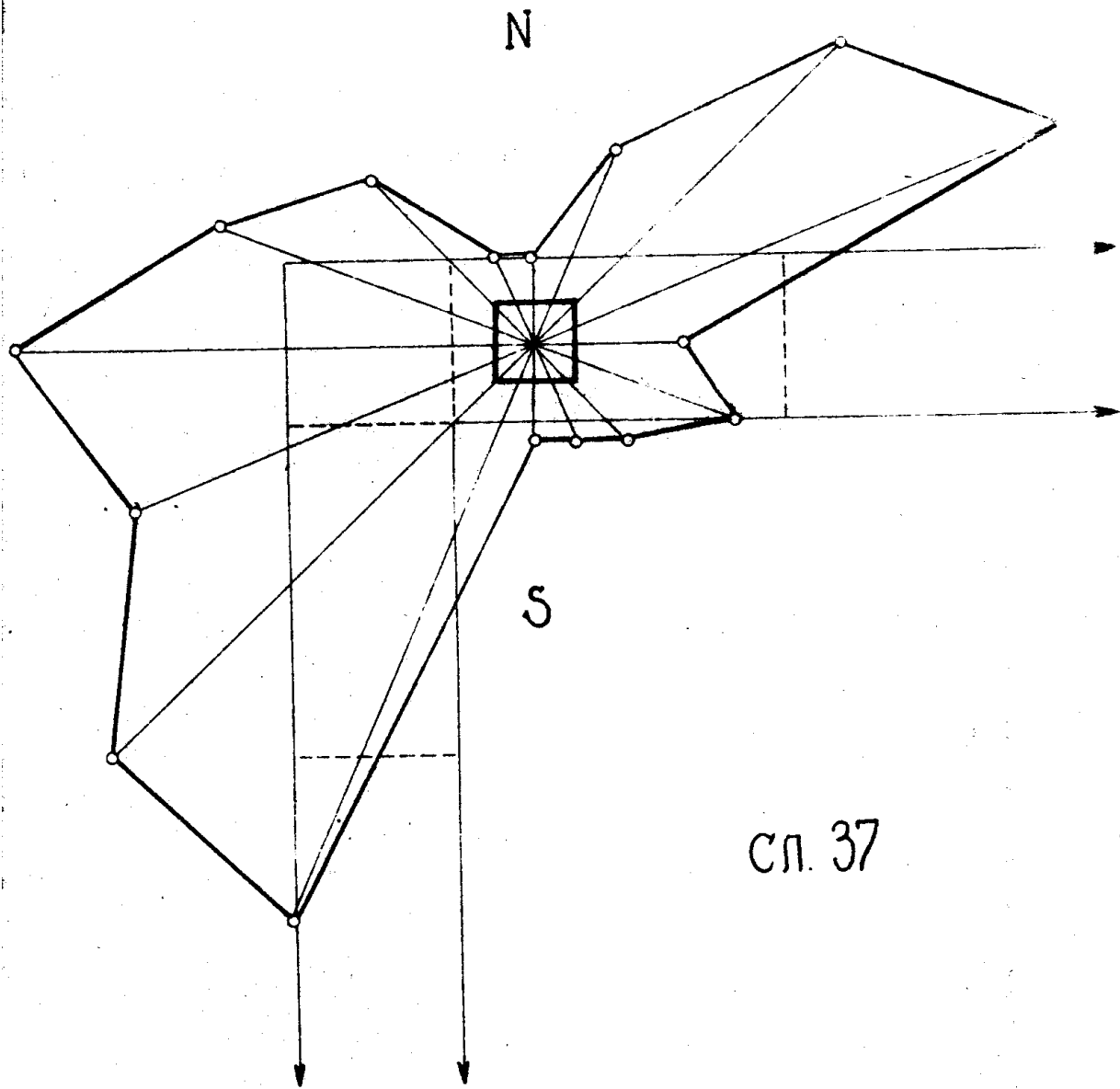
Sa tablice se neposredno vidi da su svi istočni vetrovi izazvali odstupanja  $V$  u negativnom smeru sa srednjom vrednošću  $V_E = -0^{\circ}0025 \pm 0^{\circ}0037$ , a svi zapadni vetrovi pozitivna odstupanja  $V$  sa srednjom vrednošću  $V_W = +0^{\circ}0098 \pm 0^{\circ}0026$ . Zapadni vetrovi izazvali su uticaj dvaput jačeg inteziteta, što je lako objasniti samim oblikom paviljona, kao što će se niže videti.

Na sl.36 prikazana su odstupanja  $V$  iz gornjeg pregleda.

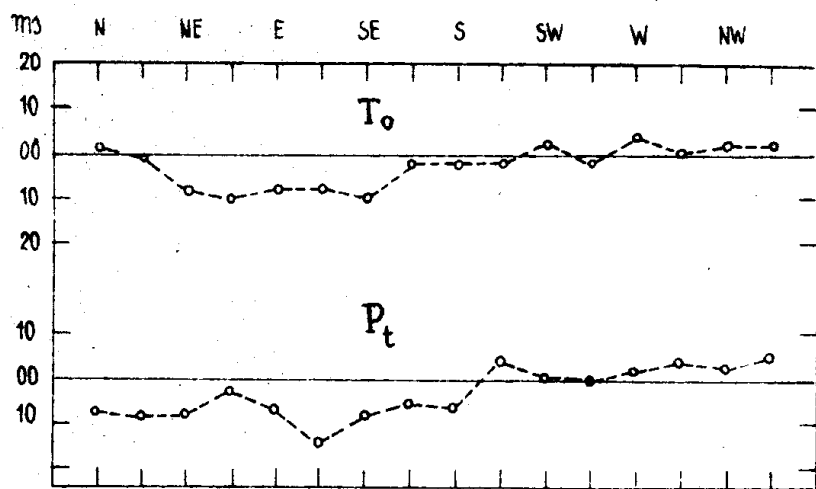
### Sl.36

Sa ove krive jasno se vidi da je minimalan uticaj vetrova od pravca E do pravca S, tj. od azimuta  $90^{\circ}$ - $180^{\circ}$ , tj. u sektoru gde nema u blizini posmatračkog paviljona nikakvih objekata. Prvi veliki i nagao skok od 18,5 milisekunada na krivoj zapaža se za pravac NE u kome se na daljini od oko 50 m nalazi zgrada Velikog refraktora visoka oko 20 m sa prečnikom metalne kupole oko 16 m. Drugi nagao skok zapaža se pri prelazu od pravca SSE ka pravcu S u iznosu od 19.6 milisekunada. Ovog puta dolazi još jednom do izražaja meridijansko krilo posmatračkog paviljona na koje se nailazi baš u označenom pravcu. Ono se proteže na čitavom sektoru od S do WNW, tj. od azimuta  $180^{\circ}$ - $292^{\circ}5$ . Na tom sektoru se održava maksimalan uticaj skoro konstantan. Najzad sa prestankom ovog krila zapaža se opet nagao pad odstupanja  $V$  u iznosu od 20,1 milisekunde. Od ovog pravca pa do pravca N prostire se opet jedan slobodan sektor duž koga su odstupanja  $V$  opet minimalna.





сп. 37



сп. 38

## Sl. 37

Sa sl.37 vidi se skica Astrogeodetskog paviljona s grafikom čije se središte poklapa sa središtem stuba pasaznog instrumenta, a na čijim su poluprečnicima nanete vrednosti odstupanja V u zavisnosti od pravca vetra. Ovim je na nedvosmislen i očigledan način istaknut, kako po intenzitetu, tako i po pravcu, uticaj nesimetričnosti Astrogeodetskog paviljona i susednih zgrada na ova odstupanja preko bočne refrakcije koju potencira dejstvo vetra.

Da bismo još nedvosmislenije istakli uticaj nesimetričnosti našeg posmatračkog paviljona i uopšte mesne uticaje na određivanje vremena, uporedili smo naše rezultate sa rezultatima posmatranim u Tokiju /To/, Potsdamu /Pt/ i delimično u Sverdlovsku /Sv/ kojim<sup>o</sup> smo raspolagali /v.gornje reference/.

Donja tablica sadrži odstupanja V uređjena po azimutima, odnosno pravcima vetra za ove opservatorije i na kraju za Beograd /Bl/.

D	$\theta^{\circ}$	To	Pt	$\theta^{\circ}$	Sv	Bl
N	0 <sup>o</sup> .0	+0.8 <sup>ms</sup>	- 7.8 <sup>ms</sup>	0 <sup>o</sup>	-7.3 <sup>ms</sup>	+ 8.0 <sup>ms</sup>
NNE	22.5	-0.4	- 8.7			- 2.8
NE	45.0	-8.0	- 7.9			-21.3
ENE	67.5	-10.0	- 2.4			-11.0
E	90.0	-7.7	- 6.4	80	+0.3	- 4.4
ESE	112.5	-7.1	-13.4			- 2.1
SE	135.0	-9.6	- 7.9			- 5.8
SSE	157.5	-0.9	- 4.6			- 1.5
S	180.0	-1.8	- 5.6	160	-6.1	+18.1
SSW	202.5	-0.9	+ 5.3			+17.8
SW	225.0	+3.7	+ 1.6	210	+3.7	+11.3
WSW	247.5	-0.8	+ 1.3			+15.6
W	270.0	+4.4	+ 3.1	250	+5.3	+ 4.9
WNW	292.5	+1.1	+ 4.9	270	+8.1	+15.8
NW	315.0	+3.7	+ 3.9	290	-2.8	- 4.3
NNW	337.5	+3.5	+ 6.5	320	-1.0	+ 1.4
Moy.		-1.9	+ 2.4			+ 2.5

## Sl. 38

Na sl.38 pretstavljen je tok ovih sistematskih odstupanja za pobrojane stanice. Zapaža se da za sve stanice istočni vetrovi daju negativna, a zapadni pozitivna odstupanja. No dok su negativna odstupanja

po absolutnim vrednostima uvek veća od pozitivnih za ostale stanice, za Beograd je izrazito suprotan slučaj, što znači da do pretežnog uticaja dolaze vetrovi zapadnih pravaca. Ovo se jedino može objasniti nesimetrijom posmatračkog paviljona, tj. uticajem zapadnog /meridijanskog krila.

U donjem pregledu date su srednje vrednosti odstupanja  $V$  u  $0.001$  za sve istočne vetrove  $/V_E/$  i za sve zapadne vetrove  $/V_W/$ , uključujući u oba slučaja i granične pravce N i S, za stanice Tokijo, Potsdam i Beograd.

	$V_E$	$V_W$
	$ms$	$ms$
To	-5.0	+1.5
Pt	-7.2	+1.5
Bl	-2.5	+9.8

Iz njega se vidi da su odstupanja  $V_E$  istoga reda u Tokiju i Potsdamu, dok su u Beogradu oko 2.5 puta manja. Naprotiv, dok su odstupanja  $V_W$  za Tokijo i Potsdam sa svoje strane opet istog reda, za Beograd su ona oko 6 puta veća.

Niže su data za iste opservatorije sistematska odstupanja  $V$  po kvadrantima uključujući uvek i granične pravce.

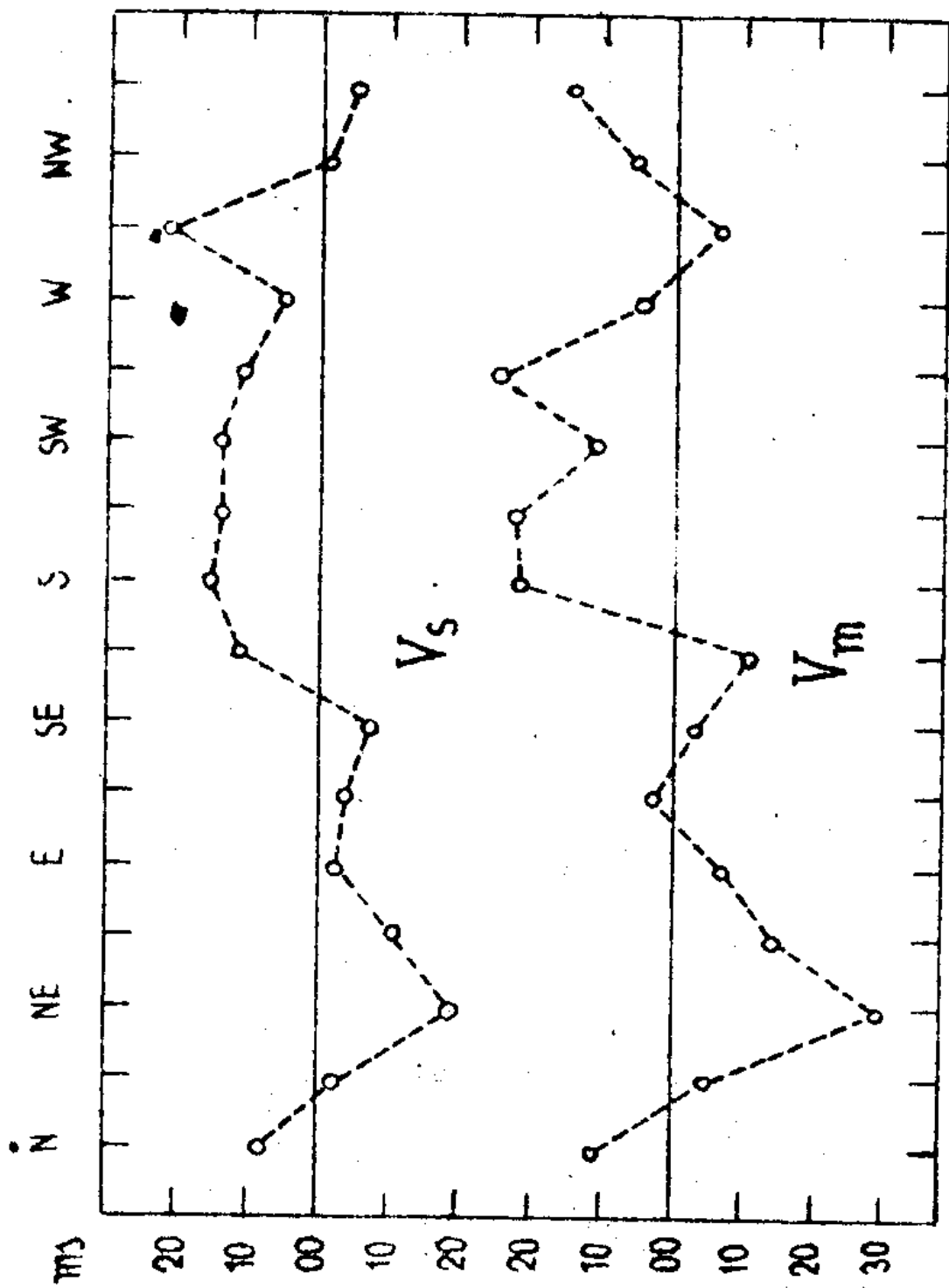
	I	II	III	IV
	$ms$	$ms$	$ms$	$ms$
To	-5.1	-5.4	+0.9	+2.7
Pt	-6.6	-7.8	+1.1	+2.1
Bl	-6.3	-0.9	+3.5	+5.2

Za prve dve stanice ova su odstupanja istog reda u svakom kvadrantu za sebe, dok se za Beograd ističu odstupanja naročito u trećem kvadrantu /azimut od  $180^\circ$ - $270^\circ$ / u koje se proteže zapadno krilo posmatračkog paviljona. Ovim je još jednom potvrđena naša gornja konstatacija.

Odstupanje  $V$  za gornje stanice može se pretstaviti izrazima:

$$\begin{aligned}
 V &= -0.0019 + 0.0060 \cos / \theta - 278.7 / && \text{za Tokijo} \\
 V &= -0.0024 + 0.0068 \cos / \theta - 272.5 / && \text{" Potsdam} \\
 V &= +0.0003 + 0.0055 \cos / \theta - 240.0 / && \text{" Sverdlovsk} \\
 V &= 0.0025 + 0.0123 \cos / \theta - 238.0 / && \text{" Beograd}
 \end{aligned}$$

Iz njih se vidi da je amplituda za Tokio, Potsdam i Sverdlovsk istog reda veličine, dok je za Beograd dvaput veća. Dalje se vidi da maksimalne uticaje u Tokiju i Potsdamu izazivaju zapadni vetrovi, a u Beogradu jugozapadni. Podaci za Sverdlovsk ne mogu se smatrati dovoljno pouzdanim u ovom pogledu jer su izvedeni samo iz 8 pravaca. Ovako veliko odstupanje u amplitudi za Beograd, kao i maksimalan uticaj jugozapadnih vetrova mogu se jedino objasniti već rečenim uticajima



сп. 39

Uticaj vetra na sistematska odstupanja  $V$  može dolaziti od njegova dinamičkog dejstva na instrument, od dejstva na libelu i preko mesne /zenitske/ i sobne refrakcije. Očigledno da ovde nije u pitanju dinamičko dejstvo vetra, jer su odstupanja  $V$  najveća baš za one pravce vetra od kojih je instrument najbolje zaštićen samim meridijanskim krilom posmatračkog paviljona. Iz ispitivanja Dolgova [58] pre i posle pažljivog obezbedjenja libele izlazi da uticaj vetra preko libele nije izrazit. Po našem mišljenju kod nas je u pitanju dejstvo vetra preko mesne /zenitske/, a naročito sobne refrakcije. Da bi smo u ovom pravcu izvršili bližu analizu koristili smo okolnost da je naš posmatrački program obuhvatio i večernje i jutarnje posmatračke serije, čime se za ova ispitivanja nije raspolagalo na drugim opservatorijama.

U donjem pregledu data su sistematska odstupanja  $V$  za Beograd uređjena po pravcima vetra, i to zasebno za večernje  $V_s$  i za jutarnje serije  $V_m$  u 0<sup>s</sup>.0001.

D	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNN	NW	NNW
$V_s$	+72	-23	-194	-106	-22	-37	-75	+110	+153	+135	+140	+110	+51	+225	-07	-45
$V_m$	+103	-47	-295	-140	-80	+23	-38	-109	+218	+220	+102	+245	+45	-65	+60	+150

Ova odstupanja su još očiglednije prikazana na sl.39.

### Sl.39

Iz tabličnog i iz grafičkog pregleda njegova vidi se da je opšti tok promena  $V$  ostao skoro nepromenjen. Medjusobno slaganje toka odstupanja  $V$  u večernjim i jutarnjim časovima još bolje se vidi sa njihovih analitičkih pretstavnika

$$V_m \quad 0^s.0024 - 0^s.0134 \cos /\theta - 242.1/$$

$$V_s \quad 0.0030 - 0.0121 \cos /\theta - 235.8/.$$

Maksimalne uticaje izazivaju u oba slučaja jugozapadni vetrovi i to sa amplitudama istog reda veličine.

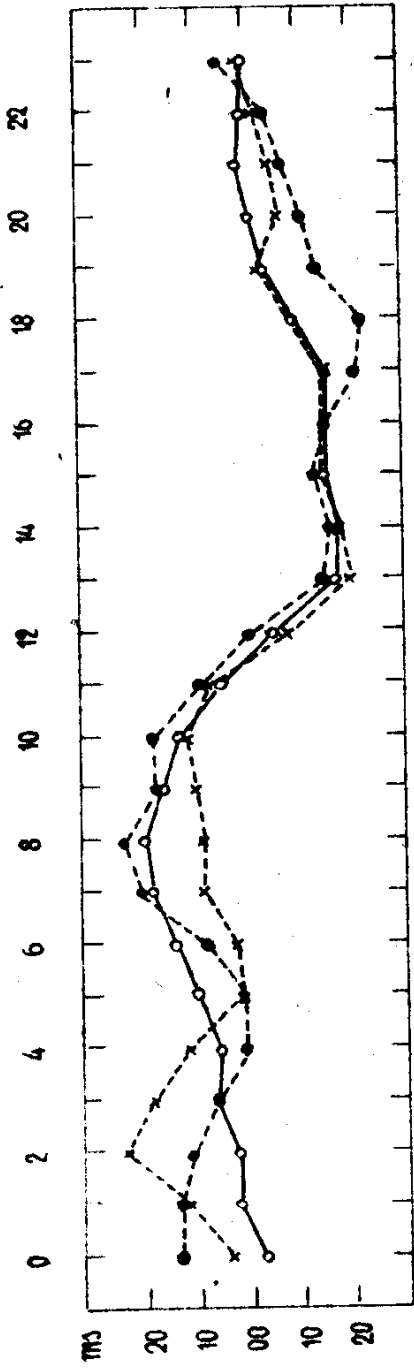
Poznato je da je uticaj mesne /zenitske/ refrakcije kao poremećaja normalne refrakcije koji dolaze od nehomogenih zračenja izazvanih konfiguracijom terena ili objektima na njemu, pretežan u večernjim časovima kada još nije uspostavljena termička ravnoteža između ovih objekata i okolnog vazduha. Iz izloženog u tački /b/ ovog paragrafa može se izvesti zaključak da su uticaji na sistematska odstupanja  $V$  koji dolaze od mesne refrakcije čak suprotna znaka u večernjim i jutarnjim časovima. Slaganje uticaja vetra na odstupanja  $V$  u večernjim i jutarnjim časovima ukazuje stoga na okolnost da ovde nije u pitanju

mesna /zenitska/ refrakcija, već da je znatno pretežniji uticaj sobne refrakcije, koji dolazi baš od nesimetričnosti i drugih konstruktivnih nedostataka posmatračkog paviljona. U prilog poslednjeg zaključka ide i veći skok na krivoj koja odgovara jutarnjim posmatranjima, koji se zapaža izmrdju pravaca SSE i SSW, od skoka na večernjoj krivoj. Dejstvo sobne refrakcije pojačano je u ovo „sumnjivom“ pravcu ujutru stoga što je paviljon/atkad otvaran neposredno pre posmatranja, pa je izostalo dugo njegovo provetranje, koje u večernjim časovima približava stanje u paviljonu termičkoj ravnoteži.

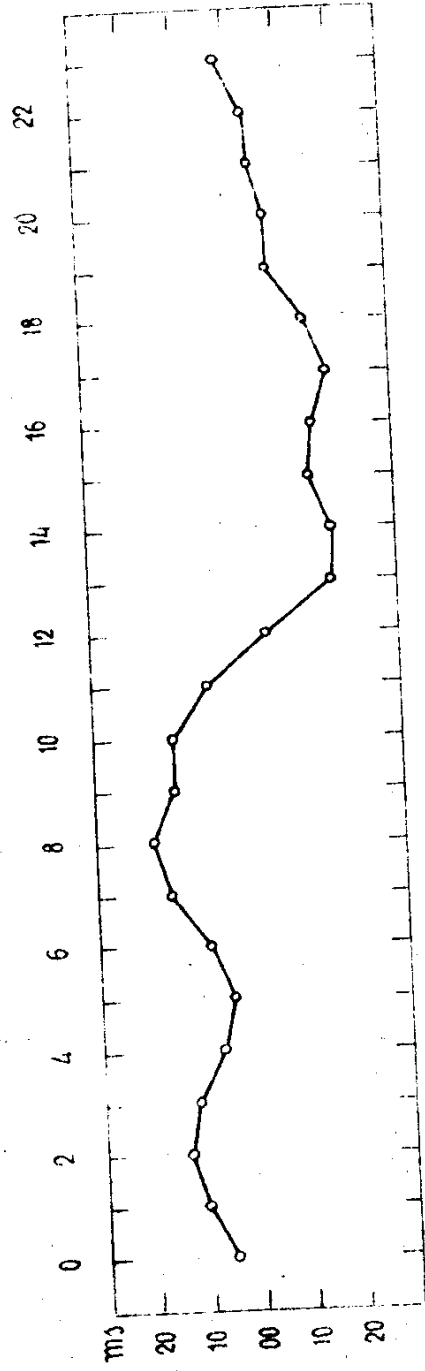
Definitivnom objašnjenju ovih složenih uticaja mnogo će doprineti posmatrački materijal koji se sada prikuplja po programu Međunarodne geofizičke godine ne samo zbog mnogobrojnosti stanica i sistematičnosti u organizaciji posmatranja, već i zbog toga što se na većem broju stanica upotrebljava veoma precizni Danžonov bezlični astrolab kojim se ova ispitivanja ne ograničavaju na meridijansku ravan, već se proširuju na sve azimute. Specijalno će ovome doprineti stanice na kojima se vrše i večernja i jutarnja posmatranja.

Uticaj sistematskih grešaka kataloga.— Najveće uticaje na ostatke sistematskih razlika  $\Delta$  nesumnjivo vrše sistematske greške rektascenzija zvezda iz Osnovnog kataloga FK<sub>3</sub> koji smo koristili, i to greške tipa  $\Delta\alpha_\alpha$ , pošto greške tipa  $\Delta\alpha_\delta$  ne dolaze do promenljivog izražaja, jer na srednje vrednosti časovnikovih stanja izvedenih iz serija simetričnih zvezda prema zenitu utiče samo konstantna vrednost greške  $\Delta\alpha_\delta$  koja odgovara zvezdi sa deklinacijom jednakoj geografskoj širini mesta posmatranja. Greške  $\Delta\alpha_\alpha$  međjutim veoma različito utiču na srednje vrednosti časovnikova stanja izvedene iz pojedinih serija. Ovaj je uticaj izrazito promenljiv naročito kada se stanja izvode iz večernjih i iz jutarnjih serija, a razlika ovog uticaja zavisi kako od vremenog razmaka između večernje i jutarnje serije, tako i od frekvencije posmatranja na raznim rektascenzijama.

Da bismo bliže ispitali uticaj greške  $\Delta\alpha_\alpha$  na sistematsku <sup>grešku</sup> razliku  $\Delta = Cps - Cpm$ , koristili smo tri savremena kataloga visoke preciznosti: Fotoelektrični, Pulkovo 1930 i Nikolajev 1930 [58], od kojih je fotoelektrični oslobođen ličnih grešaka i sistematskih grešaka mikrometra. Priložena tablica daje vrednosti sistematskih grešaka  <sup>$\Delta\alpha_\alpha$</sup>  svakog pojedinog od ovih kataloga u odnosu na FK<sub>3</sub>, kao i srednje vrednosti grešaka  $\Delta\alpha_\alpha$  ovih kataloga u odnosu na FK<sub>3</sub> za svaki čas rektascenzije.



СП. 40



СП. 41

$\alpha$	F-FK <sub>3</sub>	P-FK <sub>3</sub>	N-FK <sub>3</sub>	Moy.	$\alpha$	F-FK <sub>3</sub>	P-FK <sub>3</sub>	N-FK <sub>3</sub>	Moy.
0 <sup>h</sup>	-0 <sup>s</sup> .002	+0 <sup>s</sup> .014	+0 <sup>s</sup> .004	+0 <sup>s</sup> .005	12 <sup>h</sup>	-0 <sup>s</sup> .005	-0 <sup>s</sup> .001	-0 <sup>s</sup> .008	-0 <sup>s</sup> .005
1	+ 3	+ 14	+ 12	+ 10	13	- 18	- 15	- 20	- 18
2	+ 3	+ 12	+ 24	+ 13	14	- 19	- 17	- 17	- 18
3	+ 7	+ 6	+ 19	+ 11	15	- 15	- 14	- 14	- 14
4	+ 6	+ 1	+ 12	+ 6	16	- 16	- 15	- 15	- 15
5	+ 10	+ 1	+ 2	+ 4	17	- 16	- 22	- 16	- 18
6	+ 14	+ 8	+ 3	+ 8	18	- 10	- 23	- 9	- 14
7	+ 19	+ 20	+ 9	+ 16	19	- 4	- 14	- 4	- 7
8	+ 20	+ 24	+ 9	+ 18	20	- 2	- 12	- 7	- 7
9	+ 16	+ 17	+ 10	+ 14	21	0	- 8	- 5	- 4
10	+ 13	+ 18	+ 12	+ 14	22	- 1	- 4	- 3	- 3
11	+ 5	+ 9	+ 6	+ 7	23	- 1	+ 4	0	+ 1
					24				

Godišnji hod sve tri sistematske razlike još očiglednije je pretstavljen krivom na sl.40,

Sl.40

sa koje se vidi veoma dobro medjusobno slaganje sve tri vrednosti.

Dobro slaganje, kako u amplitudi tako i u faznom uglu između sve tri krive vidi se i iz njihovih analitičkih izraza:

$$F-FK_3 = +0^s.0003 + 0^s.0142 \sin /t+15^{\circ}4/ + 0^s.0051 \sin /2t+169^{\circ}7/$$

$$P-FK_3 = 0.0000 + 0.0163 \sin /t+ 7.7/ + 0.0071 \sin /2t+140.7/ \quad a$$

$$N-FK_3 = 0.0002 + 0.0139 \sin /t+28.8/ + 0.0021 \sin /2t+150.9/$$

i to kako u godišnjem tako i u polugodišnjem članu. Zbog dobrog medjusobnog slaganja ovih triju vrednosti, s jedne strane, i zbog činjenice da su upotrebljena tri kataloga radjena savremenom preciznom aparaturom, kako za posmatranje tako i za registrovanje, pretpostavili smo da srednje vrednosti sistematskih grešaka  $\Delta\alpha_\alpha$  iz četvrtog stupca treba uglavnom pripisati Fundamentalnom katalogu FK<sub>3</sub>. Tako smo dobili vrednosti grešaka  $\Delta\alpha_\alpha$  kataloga FK<sub>3</sub> čiji uticaj na grešku  $\Delta = Cps-Cpm$  i želimo da ispitamo.

Na sl.41 pretstavljen je godišnji tok srednje vrednosti  $\Delta\alpha_\alpha$  sa koga smo čitali sistematsku grešku  $\Delta\alpha_\alpha$  za srednji trenutak svake posmatrane serije u cilju njene dalje upotrebe u diskusiji rezultata.

Ova kriva može se pretstaviti sledećim analitičkim izrazom:

$$\frac{1}{3}[F+P+N]-FK_3 = 0^s.0002 + 0^s.0139 \sin /t+17^{\circ}5/ + 0^s.0049 \sin /2t+165^{\circ}7/$$



iz koga se vidi, prvo, da se u amplitudama i faznim uglovima dobro slaže sa izrazima /a/. Osim toga vidi se da je srednja godišnja vrednost sistemske greške  $\Delta\alpha_\alpha$  reda  $0.0002$ , tj. bliska nuli, iz čega proizilazi da greška  $\Delta\alpha_\alpha$  kataloga neće uticati na srednju godišnju vrednost sistemske greške  $\Delta = \text{Cps} - \text{Cpm}$  ako su posmatranja ravnomerno raspoređena kroz celu godinu i sve rektascenzije posmatrane jednak broj puta, kako u večernjim tako i u jutarnjim serijama.

Posle toga obrazovali smo srednje mesečne vrednosti sistematskih grešaka tipa  $\Delta\alpha_\alpha$  za sve posmatrane jutarnje serije  $/\Delta\alpha_{dm}/$  i za sve posmatrane večernje serije  $/\Delta\alpha_{ds}/$  kao i njihove razlike  $/\text{D} = \Delta\alpha_{ds} - \Delta\alpha_{dm}/$  i to, prvo, za sve posmatrane serije /I/ a zatim samo za one noći kada su posmatrane obe serije i večernja i jutarnja /II/. Sledeći tablični pregledi daju ove razlike obrazovane na oba načina, i to kako za 1953 godinu /I i II/, tako i za 1952 godinu /III i IV/ u milisekundama.

I	1953	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
$\Delta\alpha_{ds}$		+10	+8	+12	+8	-8	-16	-15	-15	-8	-4	+1	+4	-2
$\Delta\alpha_{dm}$		-13	-15	-14	-15	-8	-5	+2	+12	+8	+14	+15	+4	-1
$\text{D} = \Delta\alpha_{ds} - \Delta\alpha_{dm}$		+23	+23	+26	+23	0	-11	-17	-27	-16	-18	-14	0	-1

## II 1953

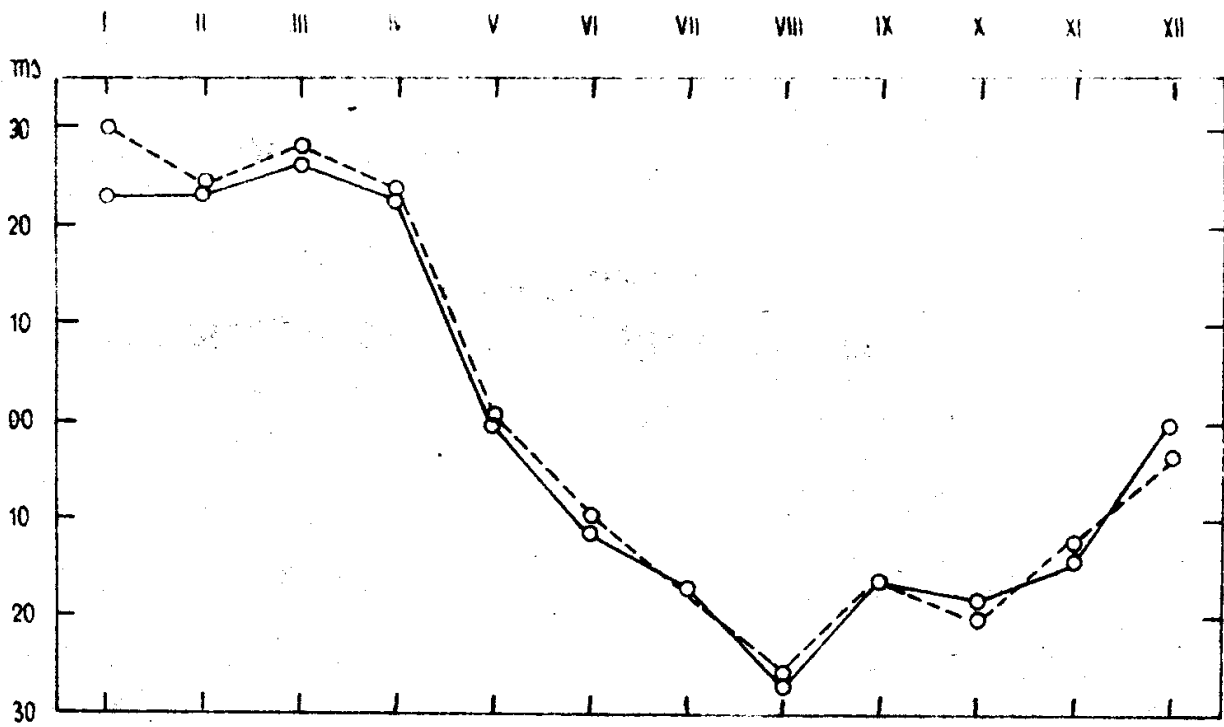
$\Delta\alpha_{ds}$	+12	+9	+12	+9	-7	-15	-15	-15	-8	-6	+2	+1	-2
$\Delta\alpha_{dm}$	-18	-15	-16	-15	-8	-5	+2	+11	+8	+15	+14	+4	-2
$\text{D} = \Delta\alpha_{ds} - \Delta\alpha_{dm}$	+30	+24	+28	+24	+1	-10	-17	-26	-16	-20	-12	-3	0

## III 1952

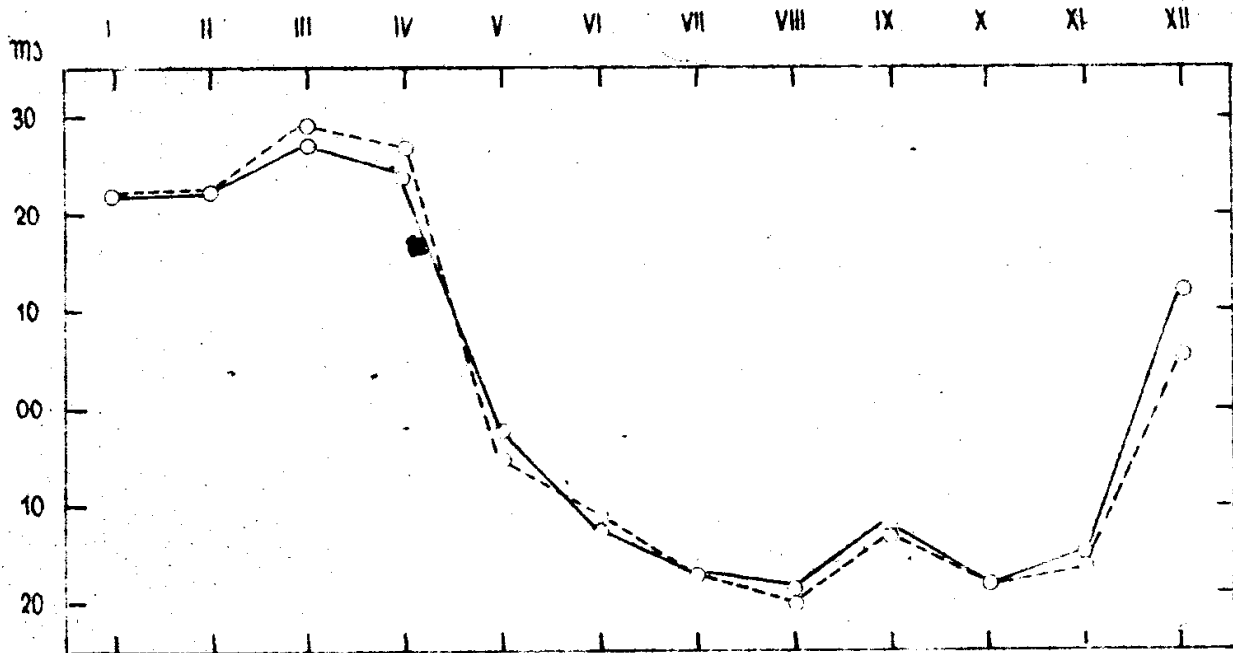
$\Delta\alpha_{ds}$	+9	+7	+11	+9	-11	-17	-16	-11	-7	-4	0	+7	-2
$\Delta\alpha_{dm}$	-13	-15	-16	-15	-9	-5	+1	+8	+5	+14	+15	-5	-3
$\text{D} = \Delta\alpha_{ds} - \Delta\alpha_{dm}$	+22	+22	+27	+24	-2	-12	-17	-19	-12	-18	-15	+12	+1

## IV 1952

$\Delta\alpha_{ds}$	+8	+7	+13	+12	-14	-16	-16	-11	-8	-4	0	+6	-2
$\Delta\alpha_{dm}$	-14	-15	-16	-15	-9	-5	+1	+9	+5	+14	+16	0	-2
$\text{D} = \Delta\alpha_{ds} - \Delta\alpha_{dm}$	+22	+22	+29	+27	-5	-11	-17	-20	-13	-18	-16	+6	0



сп. 42



сп. 43

U 1953 godini bilo je 86 noći sa obe posmatračke serije i 172 ovakve serije, dok je ukupan broj noći bio znatno veći /215/, kao i ukupan broj serija /301/, pošto se zbog promenjenih atmosferskih uslova nisu mogle realizovati jutarnje serije u svima noćima u kojima su posmatrane večernje i obrnuto.

U 1952 godini, na sličan način, bilo je 75 noći sa posmatranim obema serijama i 150 ovakvih serija, dok je ukupan broj posmatračkih noći iznosio znatno više /182/, kao i ukupan broj posmatračkih serija /257/.

Frekvencija posmatranja po mesecima kretala se dosta ravnomerno, s tim, što je u letnjim mesecima bio nešto veći broj večernjih serija. Ovo se može bliže videti sa donje priložene tablice.

$\alpha$	0 <sup>h</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	4	4	5	6	2	4	10	4	7	6	7	6
M	4	4	3	4	2	1	7	5	4	2	4	5

$\alpha$	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	5	7	6	6	12	21	6	25	9	5	9	14
M	4	0	3	7	7	11	7	7	4	6	5	6

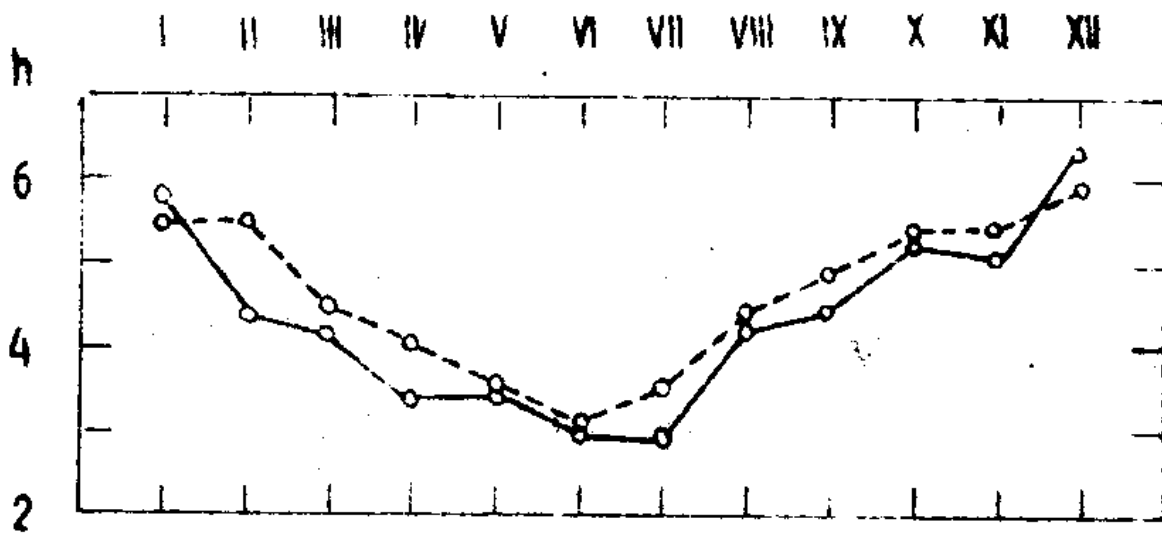
#### Sl.42 i Sl.43

Na sl.42 i 43 date su respektivno za 1953 i 1952 godinu krive razlika sistematskih grešaka  $\Delta\alpha_{\alpha}$  u smeru veče - jutro  $/\eta = \Delta\alpha_{\alpha S} - \Delta\alpha_{\alpha M}/$ . Neprekidnom krivom prikazan je godišnji tok ove razlike za sve serije, a isprekidanom samo za noći sa obe posmatračke serije, i večernjom i jutarnjom. Sa obe slike se vidi izvanredno dobro slaganje neprekidne krive sa isprekidanom, iz čega se može izvesti zaključak da kod ovakvih ispitivanja vrlo korisno mogu da posluže i one večernje serije, često mnogobrojne u toku godine, koje nemaju svoje odnosne jutarnje serije i obrnuto i da ovakve „jednostrane“ serije ne treba odbacivati, kao što se to negde čini.

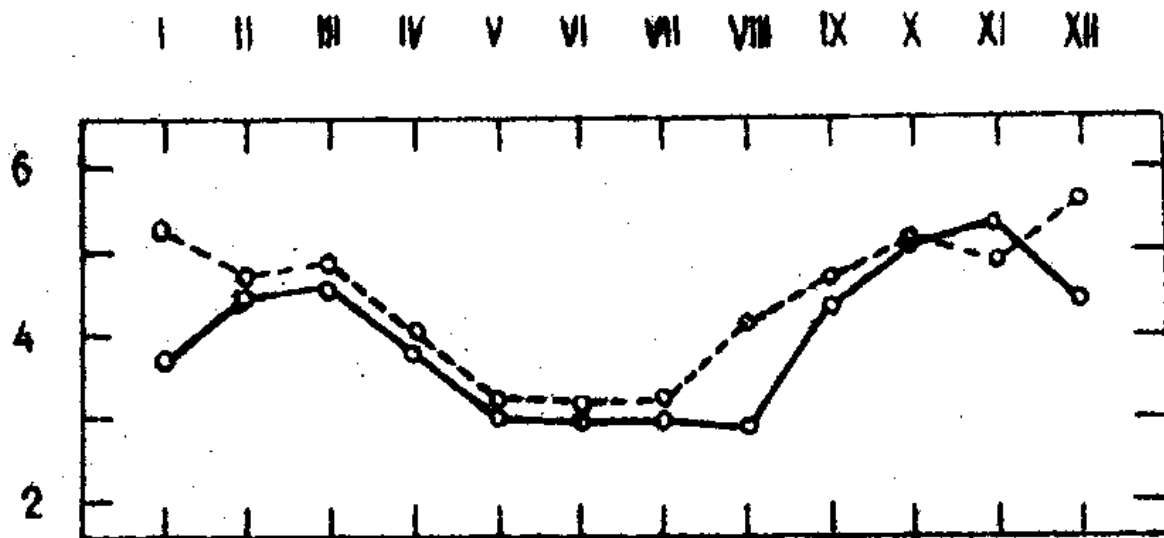
Analitički pretstavnicu ove četiri krive za 1953

$$\eta = \Delta\alpha_{\alpha S} - \Delta\alpha_{\alpha M} = -0.0006 + 0.0260 \sin /t + 43.06/ + 0.0048 \sin /2t + 355.02/$$

$$\eta = \Delta\alpha_{\alpha S} - \Delta\alpha_{\alpha M} = -0.0002 + 0.0266 \sin /t + 45.4/ + 0.0053 \sin /2t + 356.8/$$



сп. 44



сп. 45

i za 1952

$$D = -0.0007 + 0.0251 \sin /t + 46.4/ + 0.0052 \sin /2t + 343.3/$$

$$D = +0.0005 + 0.0244 \sin /t + 45.0/ + 0.0062 \sin /2t + 353.5/$$

pokazuju ta odje jasan godišnji hod ove razlike. Isto tako vidi se vrlo dobro slaganje, kako u amplitudi, tako i u faznom uglu, između sve četiri krive, što s jedne strane potvrđuje naš gornji zaključak o upotrebljivosti i „jednostranih“ serija, a s druge strane pokazuje da se ove sistematske greške ne menjaju osetno iz godine u godinu, što se i moglo očekivati.

Osim toga i sa krivih i iz njihovih analitičkih izraza vidi se da godišnji hod razlike sistematskih grešaka  $\Delta\alpha$  ne remeti ni različita frekvencija posmatranja u pojedinim mesecima.

Usled godišnje periodičnosti ovih razlika njihove su srednje godišnje vrednosti jednake nuli, što se vidi i iz gornjih tabličnih pregleda. Odatle se može zaključiti da se ne mogu izvoditi pouzdani zaključci iz ispitivanja ove vrste, ako ona ne obuhvataju bar jednu celu godinu ili više godina. Isto se tako može zaključiti da pri određivanju preciznih geografskih dužina sistematske greške ove vrste mogu dostići i nekoliko stotih, ako je posmatrački razmak manji od ~~jedne~~ godine dana.

Naposletku na sl.44 i 45 date su respektivno za 1953 i 1954 godinu krive, koje pokazuju koliko su kroz čitavu godinu bili udaljeni od srednje mesne ponoći srednji trenuci večernjih serija /neprekidne krive/ i jutarnjih serija /isprekidane krive/ za one noći kada su posmatrane obe serije. Sa njih se vidi simetričnost ovih serija u odnosu na ponoć, kao i to, da se razmak između večernjih i jutarnjih serija kretao u toku godine od 4<sup>h</sup>.2 do 13<sup>h</sup>.0, što je zavisilo od dužine noći i da je u srednju ruku iznosio 8<sup>h</sup>.8.

Ova sistematičnost znatno je poremećena kada se uzmu u obzir i „jednostrane“ serije. Medjutim slaganje krivih na sl.44 i 45 kao i njihovih analitičkih pretstavnika pokazuje da stroga simetričnost nije neophodna za ova ispitivanja. Ovo pruža u znatnoj meri određene ruke posmatraču pri izradi posmatračkog programa.

Zaključak.— Iz prikazane analize izvršenih posmatranja na pasažnom instrumentu, kako večernjih tako i jutarnjih, jasno proizilazi da sistematske razlike između časovnikovih stanja izvedenih iz večernjih i jutarnjih serija, mogu dostići čak i 0.1, dakle vrednost sto puta veću od tačnosti za kojom se danas teži u časovnim službama i u radovima na zvezdanim katalozima, što znači da se o ovim sistematskim odstupanjima mora voditi računa kod ovakvih radova;

da ta odstupanja izazivaju mesni uslovi, naročito sobna i mesna /zenitska/ refrakcija. Zato se savremeni posmatrački paviljoni

moraju graditi daleko od drugih zgrada, potpuno simetrično i spolja i iznutra, bez masivnih betonskih i zidanih trotoara i teških limenih krovova koji pojačavaju zračenje;

da na ova odstupanja utiču mesne anomalije refrakcije kako preko temperaturnih promena, koje dovode do nagiba prizemnih slojeva vazduha, tako i preko promena u brzini i pravcu vetra, koje potenciraju ili ublažuju zračenje, a preko njega i same anomalije u refrakciji;

da Astrogeodetski paviljon Astronomske opservatorija u Beogradu treba da pretrpi veće prepravke: meridijansko krilo njegovo treba da bude srušeno, trotoari i betonske podloge oko njega da se pokriju zemljom, da se parapetnim zidom pregradi odeljenje pasažnog instrumenta od odeljenja za zenit-teleskop, zaklone instrumenti od neposrednog dejstva vetra i zračenja u svima pravcima i obezbedi što veća simetrija unutra, po mogućstvu i spolja i, najzad da se obezbedi neprekidno prinudno provetranje njegovo tako u tom paviljonu treba da ostanu osnovni Opservatorijini instrumenti;

da treba pri posmatranjima visoke tačnosti voditi računa ne samo o pomeranju Zemljinih polova i nejednakiosti Zemljine rotacije već i o sistematskim greškama upotrebljenog osnovnog kataloga.

### O P Š T I Z A K L J U Č I

Osvrnimo se na kraju ukratko na izvršene radove i postignute rezultate.

U § 1 ukazano je na veliki značaj ispitivanja sistematskih grešaka instrumenta, posmatrača i anomalija refrakcije pri određivanju vremena i na značaj ovih ispitivanja za postizanje veće tačnosti u određivanju položaja nebeskih tela, fundamentalnih astronomskih konstanta i geografskih koordinata, kao i za izučavanje pojava koje su za njih vezane.

U § 2 dat je kratak osvrt na razvoj aparature za određivanje vremena i na ispitivanje sistematskih uticaja na ovo određivanje. Ukazano je na niz novih konstrukcija instrumenata i pribora za određivanje, održavanje i registrovanje vremena i prikazani su svi važniji radovi na ispitivanju sistematskih uticaja koji se javljaju pri meridijanskim posmatranjima.

U § 3 istaknuti su uslovi pod kojima je određivano vreme na Astronomske opservatoriji u Beogradu i dati brojni podaci o upotrebljenom instrumentu i posmatranjima koja su analizirana u ovom radu. Ukazano je na neka primećena sistematska odstupanja u određivanju vremena i na posmatranjima iz 1951 godine istaknuta sistematska razlika od  $-0^s.050$  između poludefinitivnog vremena Beogradske i Pariske opservatorije koja su autora potstakla na dalje traganje za uzrocima siste-

matskih odstupanja pri meridijanskim posmatranjima, na njihovo izučavanje i otklanjanje.

U § 4 određene su mesne anomalije nagiba obrtne osovine iz prikupljene dokumentacije. Izvršena su kroz celu 1952 i 1953 g. i večernja i jutarnja posmatranja meridijanskih serija. Utvrđena je sistematska razlika između večernjih i jutarnjih nagiba i nađeno je da su jutarnji nagibi uvek veći od večernjih. Srednja godišnja vrednost razlike iznosi  $0^{\text{s}}.068 = 1^{\text{s}}.02$ , a raspon se penje i do  $0^{\text{s}}.105$ . Ova razlika za serije koje razdvaja noć dostiže srednju godišnju vrednost od  $+0^{\text{s}}.066$ , a za serije koje razdvaja dan  $+0^{\text{s}}.090$ . Razlika njihova sistematski je negativna, što znači da su promene nagiba koje se odnose na jutarnje i večernje serije sistematski veće kad ove serije razdvaja dan, no kad ih razdvaja noć. U srednjoj godišnjoj vrednosti ove se razlike razlikuju za  $-0^{\text{s}}.024$ .

Iz istih merenja utvrđena je godišnja periodična promena nagiba sa amplitudom od  $\pm 0^{\text{s}}.400$  u korelaciji sa promenom temperature, i to suprotnog smera od temperaturnih promena. Nađeno je da ekstremni nagiba zakašnjavaju za ekstremumima temperature za 41.5 dana. Otkrivena je i jedna sekularna promena nagiba koja je objašnjena neravnomernim sleganjem stuba na osnovi paralelnih merenja nagiba na instrumentu i jednom stubu udaljenom od posmatračkog paviljona /4 m E i 50 m N/. Srednja nejednakost sleganja iznosila je od 1951-1955 prosečno  $20''$  ili  $0.1$  mm godišnje za stub sa instrumentom. Analizom ovih merenja, kao i dopunskim merenjima na samom instrumentu utvrđeno je da je isključena mogućnost klizanja terena kao uzrok ove pojave, pa je sa ovim otpala i potreba posebnog i skupog ispitivanja da se utvrdi stabilnost terena na kome počiva Astronomska opservatorija pre postavljanja njenih fundamentalnih instrumenata.

Upoređenjem dobivenih vrednosti za sezonske promene nagiba sa teoriskim vrednostima dobivenim preko Fourier-ove parcijalne diferencijalne jednačine utvrđeno je da ove promene dolaze od sezonskog kolebanja sloja na kome počiva stub instrumenta, izazvanog osunčavanjem.

Merenjem temperature i nagiba svaki sat u toku dana i noći, i to kroz sva četiri godišnja doba, nađena je dnevna periodičnost nagiba sa faznom razlikom od oko  $180^{\circ}$  prema dnevnoj promeni temperature. Promene su objašnjene neravnomernim zagrevanjem delova instrumenta u toku dana sa prividnim dnevnim kretanjem Sunca. Posle otvaranja paviljona /18<sup>h</sup>/ a u razmaku od 1<sup>h</sup> zapažen je skok nagiba reda veličine  $0^{\text{s}}.150$  u letnjem periodu. Nađeno je da od 23<sup>h</sup>-2<sup>h</sup> uticaj temperature na nagib dostiže minimalan iznos od  $0^{\text{s}}.020$ , pa je ovo i najpovoljniji razmak za astronomska posmatranja. Istaknuto je i zakašnjenje ekstremuma nagiba prema ekstremumima temperature od  $0^{\text{h}}.5-2^{\text{h}}$ , zavisno

od godišnjeg doba. Ovo je zakašnjenje objašnjeno toplotnom inercijom instrumenta. Utvrđena je potreba neprekidnog veštačkog provetravanja paviljona da bi se ublažio ovaj sistematski uticaj temperaturnih promena na nagib. Ovaj bi se uticaj sveo na minimum ako bi se u paviljonu veštački održavala ceo dan temperatura na nivou spoljne temperature u vremenu osmatranja.

Ovom dnevnom periodičnom promenom nagiba u funkciji od temperature objašnjene su u potpunosti napred nadjene sistematske razlike u nagibu između večernjih i jutarnjih serija. Osim toga, nadjeno je da se, bez promena opšteg toka, smanjuju amplitude promene nagiba u zimskoj sezoni i polusezonama u odnosu na letnje promene koje su najveće. No odnosi amplituda dnevnog člana u nagibu i temperature menjaju se približno konstantno kroz sva godišnja doba. Naposljetku Fourier-ovom analizom nadjeno je i jedan poludnevni član reda  $0^{\circ}020$  u nagibu koji odgovara poludnevnom članu u temperaturnim promenama.

Istaknuta je iz istih merenja i dnevna periodična promena libeline nule sa naglim padom između  $9^h-17^h$  od oko  $0^{\circ}1$ . Posle dobrog provetravanja ove su promene znatno blaže, tako da se mogu zanemariti u toku posmatranja jedne zvezde, zbog čega ne dolaze do jačeg izražaja kao sistematske greške pri određivanju vremena. Naprotiv, one dolaze do jačeg izražaja tamo gde se osmatranja vrše preko dana, kao kod nivelmana.

U § 5, pošto je ukazano na niz ranijih istraživanja, dat je i sopstveni prilog izučavanju sistematskih razlika u nagibu  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  u zavisnosti od reda osmatranja čiji je red veličine  $\Delta\beta = -0^{\circ}0055$ .

Najpre je iz svih merenja izvedena srednja vrednost za razliku  $\Delta\beta$  koja se složila sa gornjom vrednošću, a zatim je istaknuta polugodišnja periodičnost u promeni ove sistematske greške. Da bi se bliže ispitala komponenta ove razlike, koja dolazi od posmatračeva toplotnog dejstva na libeline krake, vršena su određivanja ove razlike kroz duži period, van posmatračkih serija, kada je bilo isključeno stalno dejstvo posmatrača, pa su one upoređene sa razlikama  $\Delta\beta$  izvedenim u toku posmatranja i nadjeno je da samo jedan deo razlike  $\Delta\beta$  dolazi od posmatračeva toplotnog dejstva. Koristeći razlike  $\Delta\beta$  izvodjene kroz dve godine i iz večernjih i iz jutarnjih serija, pokazano je dalje da su ove razlike sistematski veće po apsolutnim vrednostima u večernjim, nego u jutarnjim časovima. Red veličine njihove razlike je prosečno  $0^{\circ}0016$  no ona se penje i do  $0^{\circ}065$ . Ova razlika sistematske razlike  $\Delta\beta$  u večernjim i jutarnjim časovima je objašnjena nesimetričnim toplotnim zračenjem paviljona na instrument.

U § 6 ispitana je iz istog materijala i sistematska razlika  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  koja dolazi od reda posmatranja i koja je znatno veća od sistematske razlike  $\Delta\beta$ . Nadjeno je da se ona kreće u granicama od  $-6.3$



do 27.6 milisekunada i da u srednjoj vrednosti iznosi  $-0.0189$ . Pokazano je da ona nije neposredna posledica sistematske greške u nagibu  $\Delta\beta$  istog tipa. Sredjivanjem sistematske greške  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  po posmatračima i njihovim uporedjenjem pokazano je da ona ne dolazi ni od ličnog uticaja posmatračeva. Dalje je pokazano uporedjenjem ove sistematske razlike izvedene iz večernjih i iz jutarnjih serija da ona ne dolazi ni od različitih uslova pri posmatranju u večernjim i jutarnjim časovima ili bar da je ovaj uticaj na nju neosetan.

Da bi se približilo poreklu sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$  razdvojeno su ove razlike za oba posmatrača, na večernje i jutarnje. Pokazalo se u periodu od septembra 1952 do februara 1953 znatno odstupanje u toku večernjih razlika  $\Delta$  jednog posmatrača od ostale tri krive, koje su se dobro medjusobno slagale. Ovo odstupanje je objašnjeno nedovoljnim provetranjem paviljona u ovom periodu od strane dotičnog posmatrača, koji je smatrao da u to godišnje doba nije potrebno duže vetrenje posmatračke sale. Tako je istaknut uticaj nesimetričnog zračenja delova zgrade na pojedine delove instrumenta usled koga je došlo do, anonalnih razlika  $\Delta$ .

Tok srednjih vrednosti razlika  $\Delta$  pokazao je polugodišnju periodičnost sa izraženim maksimumima reda  $-0.015$  u proleće i u jesen, i izraženim minimumima reda  $-0.022$  u leto i u zimu. Jedan deo sistematske razlike  $\Delta$  može se objasniti i posmatračevim pritiskom na mikrometar, koji izaziva fleksiju okularnog dela obrtne osovine.

Najzad je otkriven i konstruktivni nedostatak mikrometra koji se sastoji u mogućnosti klizanja mikrometarskog zavrtnja zajedno sa nosačem pokretnog konca u pravcu zavrtnjeva vretena, i to uvek u smeru od mikrometarskog kotura. Ovaj nedostatak dolazi do nejednakog izražaja u raznim sezonama u vezi sa temperaturom i vlagom koje dejstvuju na mikrometar i njegovo mazivo, kao i usled periodičnih promenljivosti zračenja okolnih predmeta na mikrometar. Ovaj uticaj bliže je ispitan i pokazano je da mora da bude srazmeran secansu deklinacije, s druge strane je potvrđeno da su nadjene sistematske razlike  $\Delta$  proporcionalne sa  $\sec \delta$ , što, ide u prilog zaključka da pretežni deo sistematskih razlika  $\Delta$  dolazi od otkrivenog nedostatka mikrometra. Sistematska razlika  $\Delta$  za razliku od sistematske razlike  $\Delta\beta$ , na mnogim opservatorijama nije mogla biti istaknuta, što se sada može lako objasniti činjenicom da svi tipovi mikrometara nemaju ovaj nedostatak.

U § 7 ispitan je uticaj brzine i pravca vetra kako na sistematske razlike  $\Delta\beta = \beta_{EW} - \beta_{WE}$  tako i na sistematske razlike  $\Delta = C_{pEW} - C_{pWE}$ . Pošto su ove sistematske razlike srednje po brzini vetra i nadjeni njihovi analitički pretstavnicima, utvrđeno je da red veličine koeficienta u ovim izrazima ostaje isti iz godine u godinu. Nadjeni su slični izrazi i iz merenja izvršenih u Sverdlovsku, pa se pokazalo da su i njho-

vi koeficienti istog reda veličine, nezavisno od mesta, vremena i tipa instrumenta. Ovim je još jednom potvrđeno da razlika  $\Delta\beta$  uglavnom dolazi od posmatračeva toplotnog uticaja na libelu.

Nasuprot tome, nadjeni izrazi za sistematske razlike

$\Delta = C_{pEW} - C_{pNE}$  odredjene i u Beogradu i u Sverdlovsku u funkciji brzine vetra pokazali su da se njihovi koeficienti menjaju iz godine u godinu i od instrumenta do instrumenta, što ide u prilog ranijem našem zaključku da najveći deo ovih sistematskih razlika dolazi od otkrivenog konstruktivnog nedostatka mikrometra i njegova uticaja koji se menja u toku vremena u zavisnosti od spoljnih uslova.

Tada su sistematske razlike <sup>od  $\Delta$</sup>  uređjene po pravcima vetra, pokazalo se da <sup>se</sup> podaci izvedeni za 1952 godinu vrlo dobro ~~se~~ slažu sa onim iz 1953 godine i da najjači uticaj na ove sistematske razlike vrši vetar sa pravcem jug-jugozapad /tj. sa azimutom od  $220^\circ$ / reda veličine  $0^s.030$ , dok naprotiv jugoistočni vetar, koji u Beogradu dostiže najveću brzinu i frekvenciju, izaziva minimalan uticaj. Ako se obrazuju razlike sistematskih razlika  $\Delta$  za suprotne pravce vetra zapaža se da one dostižu maksimalnu vrednost reda veličine  $0^s.015$  za pravce jug-jugozapad sever-severoistok, iako se vetrovi ovih pravaca manje razlikuju i po brzini i po frekvenciji od suprotnih vetrova ostalih pravaca. Različito dejstvo suprotnih vetrova na sistematske razlike  $\Delta$  ne dolaze od različitih brzina i njihovih frekvencija, no od oblika samog paviljona i rasporeda objekata oko instrumenta. Ovim je na još jedan način dokazan zaključak iz prethodnog paragrafa, da do sistematskih razlika  $\Delta\beta$  i  $\Delta$  ne dolazi samo od toplotnog zračenja posmatračeva na libelu i druge delove instrumenta, no još <sup>više</sup> od toplotnog zračenja paviljona i objekata oko instrumenta, pogotovu ako je njihov raspored asimetričan.

Od posebnog značaja je ovaj zaključak za Astronomsku opservatoriju u Beogradu, koja mora izvršiti korenitu prepravku ovog paviljona ako i dalje želi da se u njemu vrše posmatranja visoke tačnosti za potrebe međunarodnih službi.

U § 8 izložen je niz ispitivanja i zaključaka izvedenih iz uporedjenja posmatranih večernjih i jutarnjih serija. Utvrđjena je znatna sistematska razlika između časovnikovih stanja izvedenih iz večernjih i jutarnjih serija koja je varirala u granicama od  $-0^s.040$  do  $+0^s.063$  sa veoma malom srednjom godišnjom vrednošću od  $-0^s.0024$ . Jasno je istaknuta jedna godišnja i jedna polugodišnja komponenta ove razlike. Ova poslednja komponenta je pritom naročito naglašena sa amplitudom od  $+0^s.0142$  dvostruko većom no kod godišnje komponente. Fazni uglovi krivih fazni uglovi krivih koji pretstavljaju tokove ove sistematske razlike kroz 1952 i 1953 godinu izvanredno se dobro slažu, što ukazuje na stabilnost ekstremuma njihovih vezanih strogo za godišnja doba i prouzrokovanih meteoroloških činiocima. Amplitude obeju komponentata lako se

menjaju iz godine u godinu sa promenom intenziteta ovih činioaca.

Stanja izvedena, kako iz posmatranja večernjih, tako i iz posmatranja jutarnjih serija upoređena su sa definitivnim vremenom Medjunarodne časovne službe pošto su prethodno eliminisane sistematske greške lično-instrumentskog karaktera, pa je na taj način istaknuta suprotna tendencija ovih odstupanja  $\Delta p = 0 - C - \Delta \delta p$  u večernjim od one u jutarnjem časovima. Tok ovih odstupanja pokazuje godišnju i polugodišnju periodičnost. Amplituda godišnjeg člana jutarnje krive  $/0.0072/$  dvaput je veća od amplitude istoimenog člana večernje krive, a njihovi se fazni uglovi razlikuju za  $180^\circ$ . Ove su razlike u karakteristikama između večernje i jutarnje krive još jače izražene u polugodišnjem članu. Karakter promena ovih odstupanja ukazuje na to da je njihovo poreklo u anomalijama refrakcije, tipa mesne i sobne refrakcije. Znatno veća amplituda jutarnje krive dolazi od posmatranja u jutarnjim časovima bez prethodnog dužeg vetrenja posmatračke prostorije, pa se odavde vidi da je na ispiti vana odstupanja pretežan uticaj sobne refrakcije.

Pošto su obrazovana odstupanja temperature instrumenta u trenutku posmatranja od njegove srednje mesečne temperature  $\Delta T = T_m - T_i$  i odstupanja  $V$  uređjena prema odstupanjima  $\Delta T$ , nađjeno je da u jutarnjim serijama odstupanja  $V$  variraju od  $-0.016$  do  $+0.011$  kada se  $\Delta T$  menja od  $-7^\circ$  do  $+7^\circ C$ , a u večernjim od  $-0.006$  do  $+0.008$  za istu promenu temperature. Ovim je postupkom još utvrđjeno da se velika odstupanja  $V$  u jutarnjim serijama javljaju u dane kada je temperatura instrumenta iznad srednje mesečne. Ovim je potvrđen i gornji zaključak.

Dalje je ispitivana zavisnost između odstupanja časovnikova stanja  $V$  od definitivnog vremena i brzine vetra i utvrđjena je linearna zavisnost. Za vetrove od  $0-8$  m/sec ovaj uticaj se kretao u granicama od  $+0.003$  do  $-0.011$ .

Uticaj pravca vetra ispitivan je najpre na odstupanjima  $e = C_p - C_p'$  časovnikova stanja od poludefinitivnog vremena Observatorije, pa je nađjeno da svi istočni vetrovi daju neznatno odstupanje  $e_E = -0.000$  dok zapadni vetrovi daju osetno odstupanje  $e_W = -0.0033$ . Sa grafičkih i analitičkih predstavnika ove zavisnosti jasno se ističe skok odstupanja  $e$  pri prelazu sa pravca vetra S na pravac SSW. On se može jedino objasniti prisustvom zapadnog krila posmatračkog paviljona na koje se nailazi pri ovom prelazu i koje baš zaklanja instrument od jugozapadnih vetrova.

Uticaj pravca vetra isto je tako ispitan i na odstupanjima  $V$  časovnikova stanja od Medjunarodnog definitivnog vremena. Pošto su ova odstupanja uređjena po pravcima vetra nađjeno je da je uticaj istočnih vetrova iznosio samo  $V_E = -0.0025$ , dok je zapadni dostizao u srednjoj vrednosti  $V_W = +0.0098$ . Sa čitavog toka ovako utvrđenih odstupanja  $V$  jasno se istakao veliki skok njihov pri istom prelazu sa pravca S na pravac SSW. Na svima sektorima oko paviljona na kojima se nalazi slobod-

dan prostor ova su odstupanja bila minimalna. Skok se zapaža i na pravcima na kojima se na udaljenju od 50 m nalazi zgrada Velikog refraktora. Na istim pravcima nalazi se i posle otvaranja metalna krovna konstrukcija koja štiti sam instrument. Još se nedvosmislenije ističe uticaj zapadnog krila posmatračkog paviljona ako se uporede krive odstupanja  $V$  uređenih po pravcima vetra izvedene iz materijala Tokiske, Potsdanske i Sverdlovske opservatorije sa našim. Na svima njima istočni vetrovi izazivaju negativna, a zapadni pozitivna odstupanja  $V$ , no na Beogradskoj opservatoriji su zbog izrazito nesimetričnog oblika posmatračkog paviljona odstupanja koja odgovaraju istočnim pravcima vetrova oko 2,5 puta manja, a odstupanja koja odgovaraju zapadnim pravcima oko 6 puta veća no na pomenutim opservatorijama. Iz analitičkih izraza za ova odstupanja na svima pomenutim opservatorijama, koje je autor izveo, još se bolje vidi da u Beogradu dominira jugozapadni pravac, za razliku od ostalih opservatorija, gde dominira zapadni pravac. I sama amplituda za Beograd je dvaputa veća no na ostalim pomenutim opservatorijama.

Posmatranja izvršena u večernjim i jutarnjim časovima na Beogradskoj opservatoriji omogućila su da se posmatraju odstupanja  $V$  u funkciji pravca vetra zasebno u večernjim i jutarnjim časovima. Tokovi obe krive kao i njihovi analitički predstavnici pokazali su da su i amplitude i fazni uglovi obeju krivih istog reda veličine. Odatle je izveden zaključak da je ovde pretežniji uticaj sobne refrakcije, jep mesna /zenitska/ refrakcija izaziva suprotne efekte u večernjim i jutarnjim časovima, što je posebno istaknuto na početku diskusije posmatranja obavljenih u večernjim i jutarnjim časovima.

Iz čitave analize može se izvesti zaključak da se zapadno /meridijansko/ krilo posmatračkog paviljona mora srušiti ako se žele u njemu nastaviti radovi visoke tačnosti za potrebe Medjunarodne službe.

Na kraju je ispitan uticaj sistematskih grešaka upotrebljenog Fundamentalnog kataloga  $FK_3$  na sistematsku razliku  $\Delta = Cps - Cpm$ . U tom cilju korišćena su tri najnovija precizna posmatračka kataloga: Pulkovski fotoelektrični, Pulkovo 30 i Nikolajev 30 u odnosu na čiju srednju vrednost smo posmatrali sistematska odstupanja kataloga  $FK_3$ . Vrednosti ovih odstupanja zbog visoke tačnosti savremenih kataloga pripisivali smo katalogu  $FK_3$ . Pošto smo izveli srednje mesečne vrednosti sistematskih grešaka  $\Delta\alpha_\alpha$  za sve naše posmatrane večernje i jutarnje serije, kao i njihovu razliku  $\mathcal{D} = \Delta\alpha_{\alpha_s} - \Delta\alpha_{\alpha_m}$  pokazalo se da ovaj uticaj može dostići i  $0^s.030$  i to da je suprotan na večernjim i jutarnjim serijama. Njime se, dakle, može objasniti znatan deo sistematske razlike  $\Delta = Cps - Cpm$ . Zbog njegove godišnje periodičnosti, njegova je srednja godišnja vrednost praktično jednaka nuli, no zato pojedinačne serije opterećuje u velikoj meri. Odatle se još vidi da se pri određivanju longitude,

ako se želi visoka tačnost, posmatranja moraju sistematski vršiti u razmaku od godine dana. U ovom razmaku praktično se anuliraju uticaji sa godišnjom i polugodišnjom periodom meteorološkog porekla.

Ђераво  
17 june 1958.

Јахарић и Грућ:

L I T E R A T U R A

1. T.Mayer, Astr. obs. Göttingen, 1756-1761.
2. J.Bernoulli, Recueil pour les astronomes, t.I, Berlin, 1771.
3. F.W.Bessel, Fundamenta astronomiae, 1817.
4. F.W.Bessel, Astr. Beobachtungen...Königsberg, Abt.VIII, 1823, XI, 1826, XVIII, 1836, Abh., III, 1867.
5. Hansen, Astr. Nachr., VI, 1828.
6. S.C.Walker, The amer. journ. of. sc. and arts, 2 ser., VII, 1849.
7. G.P.Bond, Month. Not., XI, 1851.
8. G.Švajcer, O širote Moskovskoj observatorii, 1850.
9. Plantamour, Hirsch, Détermination...de long. entre Genève et Neuchâtel, Genève, 1864.
10. J.Hartmann, Astr. Nachr., 1865.
11. M.Radau, Moniteur sc. de Quesneville, 1865.
12. C.Wolf, Ann. de l'Obs. de Paris, Mém., t. VIII, 1866.
13. C.Wolf, Note dans l'Astr. pratique de Brünow, 1869.
14. F.Kaiser, Ann. der Sternw. Leiden, t.II, 1870.
15. J.Repsold, Astr. Nachr., 123, 177, 1889, 141, 279, 1896.
16. Georgetown College, Obs. Publ., 1891, 1896.
17. Th.Albrecht, Astr.-geod. Arbeiten I Ordnung, Berlin, 1895.
18. J.Bauschinger, Neue Ann. d. Sternw. München, Bd.III, 1898.
19. Th.Albrecht, Astr.-Geod. Arbeiten I Ordnung, Berlin, 1904.
20. H.Kienle, Astr. nachr., t.CCXIII, 361, 1921.
21. H.Aenan, Paris Mémoires, 26, 1, 1910.
22. R.Trümpler, Astr. Nachr., 193, 213, 1912.
23. D.Gill, History and Descr. of the Cape Obs., 1913.
24. F.B.Littel, Publ. of the Naval obs., vol. IX, 1915.
25. G.Ferrié, R.Jouaust, R.Mesny, Proc. of the Inst. of Radio Eng., 1925.
26. E.Esclançon, Ann. de l'Obs. de Strasbourg, t.I, 1926.
27. B.Strömberg, Astr. Nachr., 226, Nr 5406, 1926.
28. N.Blohin, Geodezist, Nos 7-8, 1926.

29. J.I.Beljaev, Izvestija GAO, X, 97, 1926.
30. J.Beljaev, N.Dnjeprovskij, Trudi GAO, T.XXXIV, ser.II, 1928.
31. W.Uhink, Veröff.Göttingen Sternw., Nr 1, 1928.
32. A.Lambert, Bull. Horaire, IV, 50, 1929, IV, 55, 1930.
33. N.Stoyko, Bull.Horaire, IV, 56, 1930.
34. E.Guyot, Thèse, Neuchâtel, 1931.
35. F.B.Littel, Astr. Journ., 40, 7, 1929, 43, 9, 1933.
36. S.Kawasaki, Monthly Notices, 95, 33, 1934.
37. A.Schagger, Astr. Nachr., 259, 125, 1936.
38. B.Strömgren, Publ. Kobenhävn's Obs., No 87, 1933.
39. N.N.Pavlov, Izvestija AN SSSR, ser. fiz., 4-5, 1937.
40. N.N.Pavlov, Cikruljar GAO, 24, 1938.
41. M.Miyadi, Tokio Astr. Obs. Report, 1938-39.
42. A.Danjon, Bull. Astr., t. XIII, p.3, 8-9, 1954.
43. A.A.Ilinič, Geodezist, No 8, 1940.
44. A.Danjon, Bull. Astr., 9, 131, 1935, 13, 1, 1946.
45. A.Beri, Kratkaja istorija astr., Moskva, 1946.
46. M.Milanković, Istoriija astr. nauke, Beograd, 1948.
47. N.N.Pavlov, Trudi GAO, ser. II, t. LIX, 1946.
48. V.P.Linik, Dokladi AN SSSR, 53, 201, 1946.
49. M.S.Zverjev, Astr.žurnal, t.XXIII, No 3, 1948.
50. J.P.Gorelov, Soobšč. GAIŠ, No 55, 1950.
51. M.S.Zverjev, Trudi GAIŠ, XVIII, 1, 1950.
52. M.S.Zverjev, Trudi GAIŠ, XVIII, 2, 1950.
53. B.M.Ševarlić, Astr. i meteori. saopštenja, 7, 1950.
54. Transactions of the IAU, VII, 1950.
55. B.M.Ševarlić, Z.M.Brkić, Astr. i met. saopštenja, 7, 1950.
56. N.N.Pavlov, Izvestija GAO, t.18, n.146, 29, 1951.
57. Z.M.Brkić, Bull. de l'Obs. astr. de Beograd, XVII, 3-4, 1952.
58. P.N.Dolgov, Opređenjije vremeni..., Moskva, 1952.
59. W.Uhink, Astr. Nachr., 281, 1, 1952.
60. Karaky, 23, 4, 1953.
61. J.Gorelov, Soobšč. GAIŠ, 90-91, 1953.
62. P.H.Piljnik, Soobšč. GAIŠ, 90-91, 1953.
63. Bull.Horaire, No 9, sér. E, 1953.
64. Z.M.Brkić, Lj.Mitić, Bull. de l'Obs. de Beograd, t.XIX, n.1, p.18, n.2, p.19, n.3, p.4 et 18, 1954.
65. Z.M.Brkić, Bull. de l'Obs. astr. de Beograd, t.XIX, n.3,

p.12, 15 et 21, 1954.

66. M.S.Zverjev, Uspehi astr. nauk, VI, 1954.
67. Report of the Astronomer Royal..., 1954.
68. H.Kröger, Vermessungstechnik, n.10, 11, 1954, n.2, 1955, n.5, 1957.
69. V.V.Podobjed, Trudi 11 astr. konf., 1955.
70. V.Mak-klenahan, Trudi 11 astr. konf., 1955.
71. V.E.Olensvort, Trudi 11 astr. konf., 1955.
72. IAU Draft Report, 1955.
73. A.Danjon, Bull. Astr., XVIII, 4, 251, 1955.
74. L.Arbey, Procès verbaux et mém. du V Congrès int. de chronométrie, I, p.129, 1955.
75. B.E.Brandt, Trudi CNIIGA i K, 112, 1956.
76. Veröff. d. Astr. Rechen-Instituts, Heidelberg, 1957.
77. N.N.Pavlov, Die letzten Ergebnisse d. photoelektrischen Beobachtungen des Pulkower Zeitdienstes /rukopis/.
78. N.Stoyko, Annales du Bureau des longitudes, t.X, 1933.
79. A.Gorelov, Soobšč. GAIŠ, n. 90-91, 1953.
80. V.M.Vasiljev, Astr. žurnal, t.XXXI, n.5, 1954.
81. F.N.Krasovskij, Rukovodstvo po visšej geodezii, m.1.
82. V.P.Ščeglov, Astr. žurnal, t. XXIV, n.1, 1947.
83. H.R.Šakirova, Trudi Taškentskoj astr. obs., t.II, ser.5, 1957.
84. IGY Instruction maneul part III, Longitudes and Latitudes.
85. H.Kröger, Vermessungstechnik, Heft 10, 11, 1954, Heft 2, 1955.
86. S.N.Blažko, Astr. žurnal, t. XXII, n.1, 1945.
87. M.S.Zverjev, Astr. žurnal, t. XXV, n.4, 1948.