

BRANISLAV M. ŠEVARLIĆ
v.profesor Univerziteta u
Beogradu

PRILOG ISPITIVANJU PROMENA GEOGRAFSKE ŠIRINE
BEOGRADA

- doktorska teza -

BEOGRAD
1960

S A D R Ź A J

	STRANA
1. Uvod	2
Glava prva	
ISTORISKI OSVRT	
2. Osvrt na dosadašnje radove na analizi polarnih promena geografske širine	9
3. Osvrt na dosadašnje radove na analizi nepolarnih promena geografske širine	12
Glava druga	
ISPITIVANJE POLARNIH PROMENA GEOGRAFSKE ŠIRINE	
BEOGRADA OD 1949.0 DO 1957.0	
4. Upoređivanje totalnih promena širine izvedenih iz posmatranja i koordinata pola	22
5. Određivanje godišnje i polugodišnje komponente u prvoj aproksimaciji	28
6. Harmoniska analiza Chandlerove komponente	33
7. Određivanje godišnje i polugodišnje komponente u drugoj aproksimaciji i njihovo razdvajanje..	40
8. Izvođenje koordinata pola iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji	53
Glava treća	
ISPITIVANJE NEKIH NEPOLARNIH PROMENA GEOGRAFSKE	
ŠIRINE BEOGRADA	
9. Ispitivanje rasporeda rezidua $\Delta \varphi = \varphi - \varphi^N$	64
10. Kretanje rezidua $\Delta \varphi$ u toku godine i u toku dana	66
11. Ispitivanje rezidua $\Delta \varphi$ u funkciji udaljenosti srednje epohe posmatrane serije od Sunčeva zalaza	69
12. Ispitivanje rezidua $\Delta \varphi$ u funkciji zenitne daljine	72
13. Uticaj brzine i pravca vetra na rezidue $\Delta \varphi$...	79
14. Određivanje konstante godišnje aberacije	91
15. Zaključak	99
Rezime	101
Literatura	

PRILOG ISPITIVANJU PROMENA GEOGRAFSKE ŠIRINE BEOGRADA

1.- Uved.- Promene položaja Zemljine obrtne osovine u njenoj masi na koje su prvi teoriski ukazali još D'Alembert i Euler, a čiju je egzistenciju pokušao prvi eksperimentalna putem da potvrdi Bessel, izazivaju promene geografskih koordinata, a preko ovih prividno i koordinata nebeskih tela. Stoga je značaj, kako teoriskih tako i praktičnih izučavanja ovih promena, kao što su i istraživanja za poslednjih 100 godina pokazala, veliki i za Astronomiju i za Geodeziju. Osim toga način promena ovih položaja zavisi i od Zemljine gradje i njenih fizičkih osobina, pa se izučavanjem ovih promena doprinosi u mnogome i rešavanju osnovnih geofizičkih problema.

Uticaaj kretanja Zemljine obrtne osovine u njenoj masi najizrazitiji je na geografsku širinu, pa se zato najčešće proučavanjem promena ove poslednje pristupa analizi pomenutog kretanja i utvrđivanju njegovih zakonitosti. Medjutim, kad se s eksperimentalne strane pristupa analizi problema kretanja Zemljine obrtne osovine, onda se u geografske širine merenjem unose i mnogi drugi, t.zv. nepolarni uticaji ovih promena, kao što su: vertikalaska skretanja, pojave pomeranja tla usled insolacije i usled promene stanja Zemljina gravitacionog polja izazvana promenama položaja nebeskih tela bliskih Zemlji, anomalije refrakcije, promene osnovnih astronomskih konstanata, raznovrsne promene instrumentova režima i mnogi drugi. Ove nepolarne promene geografske širine anatno usložavaju i otežavaju izučavanje njenih polarnih promena, namenjenih praćenju i bližem upoznavanju zakonitosti kretanja Zemljine obrtne osovine u Zemljinoj masi, ali zato omogućuju da se sistematskim praćenjem promena

geografske širine sa jedne ili više stanica znatno doprinose rešenju čitavog niza složenih problema važnih baš za upoznavanje prirode ovih njenih nepolarnih promena.

Zbog ove svoje složenosti ovaj problem nije ni do danas rešen u konačnom obliku, koji bi omogućio da se položaj Zemljina trenutnog rotacionog pola može računski odrediti u svima prošlim i budućim vremenima. Sa povećanjem tačnosti merenja obuhvatamo sve nove i sve sitnije nepolarne uticaje, pa prividno izgleda da se udaljavamo od ovog rešenja. Zbog toga se njegovo teorisko rešenje danas smatra samo aproksimacijom, dok čitava poglavlja ovog složenog problema stoje otvorena ili tek započeta, kao što će se iz daljeg izlaganja bliže videti.

S druge strane, sve veći i teoriski i praktični značaj koji ovaj problem dobiva iz godine u godinu s nizom značajnih savremenih radova i s naglim razvojem Časovne službe, Geofizike i Tehnike instrumenata, učinili su ga danas veoma aktuelnim. Rukovođeci se velikom aktualnošću problema promena geografskih širina i raspolažući potrebnim instrumentom, Astronomska opservatorija u Beogradu je 1 januara 1949 g. započela prvi put u našoj Zemlji s organizovanim radom na stalnoj posmatračkoj Službi promena geografske širine. Kongresi Međunarodne astronomske unije u Rimu 1952, Dablinu 1955 i Moskvi 1958, dali su za pravo ovom nastojanju, iznoseći i podvlačeći značaj izučavanja geografskih širina i ukazujući na ulogu i koristi koje ovo izučavanje pruža Astronomiji, Geofizici i Geodesiji.

Tako su na Kongresu u Rimu donete odluke o povećanju broja stanica koje u toku Međunarodne geofizičke godine treba da vrše neprekidna određivanja trenutnih širina po jedinstvenim uputstvima. Astronomska opservatorija u Beogradu tada se prijavila sa svojom Službom širine za učešće u ovom dosad

najvećem naučnom poduhvatu i svoja obavezu je ispunila.

Na Kongresu u Dablinu bila je istaknuta potreba i odlučeno da se organizuje Brza međunarodna služba širine, koja bi okupila nezavisne opservatorije, koje se bave neprekidnim određivanjem trenutnih širina i izučavanjem njihovih promena, u cilju ekspeditivnog izvođenja približnih koordinata trenutnog Zemljina rotacionog pola, neophodnih Međunarodnoj časovnoj službi za što tačnije izvođenja ekstrapolovanog vremena. Astronomska opservatorija u Beogradu prijavila je već 1956 svoje učesće u ovoj službi i bila je, posle analize tačnosti njenih radova u Međunarodnom časovnom birou i Centralnom birou Međunarodne službe širine, primljena u ovu međunarodnu službu. Nešto kasnije, u jednom svom značajnom radu, A. i N. Stoyke pokazali su svestranom analizom posmatranja, najpre na 4, zatim na 6, 8 i 9 opservatorija koje su učestvovala u Brzoj međunarodnoj službi širine, u obradjenom periodu od 8.XII.1955 do 30.VI.1957, da je tačnost ovakve Službe, koja se sastoji iz nezavisnih opservatorija koje ne mogu posmatrati isti program, istoga reda veličine kao i tačnost redovne Međunarodne službe širine, što je prevazišlo očekivanja. Time je istaknut na još jedan način značaj ovih službi na nezavisnim opservatorijama.

Na Simpozijumu o Zemljinoj rotaciji i atomskim standardima vremena, održanom na Kongresu u Moskvi, istaknut je na konkretan način i potkrepljen novim rezultatima značaj ispitivanja promena geografskih širina za Geofiziku i prvi put je bilo govora o tome da se sve više oertava postanak jedne nove grane astronomske nauke - Geofizičke astronomije, koja se zasniva dobrim delom na stalnim posmatranjima trenutnih širina. P. Melchior je tom prilikom u svom saopštenju /1/ istakao značaj izučavanja veze između slobodne mutacije, s jedne, i

fluktucija s polumesečnom, mesečnom i polugodišnjom periodom u brzini Zemljine rotacije, plime i oseke Zemljine kore, kao i seizmičkih i izostatičkih pojava, s druge strane, zatim značaj izučavanja veze između prinudne nutacije, s jedne i fluktucija s godišnjom periodom u brzini Zemljine rotacije, kao i meteoroloških i okeanografskih pojava, s druge strane; i, najзад, značaj izučavanja veze između sekularnog pomeranja Zemljinih polova, s jedne i sekularnih promena u brzini Zemljine rotacije i glacioloških pojava s druge strane.

Osnivanjem novih posmatračkih stanica za službu širine /Gorki, Irkutsk, Novosibirsk, Blagovesč Čensk, Ulan Bator, Tjencin i dr./ kao i pristupanje sve novih opservatorija ovoj službi /Nešatel, Lisabon, Otava, Ričmond, Dehra Dan, Alžir i dr./, i, najзад, konstrukcija raznih novih instrumenata, velikih razmera i preciznosti /novi elektronski fotografski zenit-teleskop u Grinidžu, Nešatelu, Otavi, Ričmondu, Vašingtonu, Micusavi, Pulkovu i Moskvi; Danžonov bezlični astrolab, Kuderov zenitteleskop i sovjetski veliki vizualni zenit-teleskop, otvora 180 mm, za čitavu mrežu stanica/, posvedočili su značaj koji se pridaje ovoj posmatračkoj službi zbog značaja njene problematike i koristi njenih rezultata, kako za teoriju čitavog niza geofizičkih pojava, tako i za praksu međunarodne i nacionalnih časovnih službi, određivanje Laplasovih tačaka i dr.

Astronomska opservatorija u Beogradu poklonila je pažnju ovoj svojoj službi i uložila napore da je održi i razvije i iz jednog specifičnog razloga. Posle dugog niza godina i uzaludnih napora njoj je 1959 pošle za rukom da izgradi tri nova posmatračka paviljona savremena tipa za svoje skupocene fundamentalne instrumente /veliki pasažni instrument, veliki vertikalni krug i veliki meridijanski krug/ koji su stajali nemontirani.

1960 i narednih godina će Opservatorija, posle montiranja ovih instrumenata, započeti s organizovanjem i radom svoje stalne posmatračke Službe fundamentalne astronomije. Ova Služba međutim nerazdvojno je vezana s jedne strane za Časovnu, a s druge strane za Službu širine.

Neposredne rezultate izvršenih posmatranja u Službi širine Opservatorija je redovno objavljivala u svom Biltenu /2/. U jednoj monografiji /3/, koja je prijavljena za posebne publikacije Astronomske opservatorije, naučno su pretresena i obradjena sva posmatranja izvršena od 1949.0 do 1957.0. Obrada je obuhvatala podrobnu analizu konstanata instrumenta, mikrometra i Talcott-ovih libela, ispitivanje grešaka deklinacija i sopstvenih kretanja posmatranih zvezda, izvodjenje niza poznatih nepolarnih sistematskih uticaja i njihovo eliminisanje iz trenutnih širina, izvodjenje trenutnih vrednosti širine oslobođenih svih poznatih sistematskih uticaja, i, najzad, analizu tačnosti posmatranja i izvedenih rezultata. Data je kriva promena širine Astronomske opservatorije u obradjenom razdoblju iz posmatranja /računata i izravnata/ i iz međunarodnih koordinata trenutnog rotacionog pola. Tako je ovim radom, s jedne strane, ukazan put za dublju analizu narednih posmatranja koja obuhvataju period Međunarodne geofizičke godine i Međunarodne geofizičke saradnje /1957.0 do 1960.0/ i koja pretstoji kao prvi krupniji naredni zadatak Službe širine i, s druge strane, stvorena solidna osnova za ispitivanja zakonitosti sistematskih polarnih i nepolarnih uticaja na širinu Beogradske opservatorije u obradjenom razdoblju.

Ovaj rad pretstavlja prirodni nastavak toga prethodnog rada. U njegovoj prvoj glavi dat je u najkraćim potezima istorijski razvoj problema izučavanja polarnog kretanja i nepolarnih

promena širine iz posmatranih trenutnih širina i njihovih promena, pošto je detaljniji osvrt na istorijat čitavog problema promena geografskih širina dat u jednoj našoj ranijoj publikaciji /4/. Ovdje je međjutim naročita pažnja obraćena na ova poglavlja problema koja su obradjena u njemu u narednim glavama i na još otvorena pitanja.

U drugoj glavi izneli smo ukratko rezultate sopstvenih ispitivanja polarnog kretanja iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji; proverili smo neke statističke zakone njegove i dali jednu približnu metodu za određivanje pravougljih koordinata trenutnog Zemljina rotacionog pola iz posmatranja samo na jednoj opservatoriji, primenivši je na naša posmatranja.

U trećoj glavi izvršeno je ispitivanje nekih nepolarnih uticaja na trenutnu širinu na Beogradskoj opservatoriji i izvedeni zaključci koji su od interesa za dalje usavršavanje posmatračkih službi na Beogradskoj opservatoriji i drugim posmatračkim stanicama sa sličnim uslovima. Utvrđene su neke statističke zakonitosti nepolarnih promena širine i postavljene dalje smernice naučnih ispitivanja u ovoj oblasti. Na kraju je određena popravka konstante godišnje aberacije iz sopstvenih posmatranja i utvrđeno njeno mesto medju sličnim radovima.

Zahvalan sam profesoru V. V. Miškoviću, koji mi je pomogao oko formulisanja teze ukazujući na to kako valja različiti važnije momente od manje važnih i kako one prve prikazati u obliku koji će bolje istaći suštinu postignutih rezultata. Isto tako smatram za prijatnu dužnost da zahvalim dr. N. Stoyko-u na nekolikim konsultacijama u toku mojih ispitivanja, profesoru dr. Z. Brkiću, koji mi je nesebično pružao pomoć u savladjivanju ogromnog računskog dela posla i činio neke sugestije, kao

i profesoru M. Čadežu za konsultacije iz oblasti Dinamičke meteorologije.

Naročitu zahvalnost dugujem posmatračkom osoblju poverene mi Službe, čija sam posmatranja pored sopstvenih koristio, kao i računskom osoblju njenom, koje me je pomagalo duži niz godina u svedjenjima posmatranja i računima koji su doveli materijal do oblika koji sam mogao koristiti za naučna ispitivanja.

Glava prva

ISTORISKI OSVRT

2. Osvrt na dosadašnje radove na analizi polarnih promena geografske širine.- Posle prve uspele potvrde D'Alembert-Euler-ove teorije Zemljine slobodne nutacije, koju je izvršio Küstner 1886. Chandler je 1891 analizom sistematskih posmatranja širine na većem broju opservatorija došao do prvih statističkih zakonitosti periodičnog polarnog kretanja, posle čega je usledilo početkom ovoga veka osnivanje Međunarodne službe širine sa perspektivnim zadatkom da se otklone velika odstupanja između teoriskih i posmatranih vrednosti širine i nađe njihovo objašnjenje. Tako je sakupljen veliki broj posmatračkih podataka preko kojih se prišlo daljoj, podrobnijoj analizi polarnog kretanja.

U prvoj četvrtini ovoga veka potekao je niz radova, uglavnom na harmoniskoj analizi ovih podataka. Najznačajnije priloge dali su Albrecht, Klein, Sommerfeld, Kimura, Zwierst, Witting, Backlund, Wanach, Dyxon, Schweidar, Spitaler, Jeffreys, Lambert, Wehner, Schumann i Pollak. Svi su oni potvrdili dve periodične komponente koje je otkrio još Chandler: kružnu komponentu slobodne nutacije, koja dolazi od nepoklapanja Zemljine rotacione osovine s osovinom simetrije njenih masa i godišnju eliptičku komponentu prinudne nutacije, koja je objašnjena promenom položaja malih masa na Zemljinoj površini /uglavnom vazdušni i vodeni tokovi sezonskog karaktera/. No neki autori, formalno primenom harmoniske analize nalazili su još čitav niz periodičnih komponenta, čije poreklo nije moglo da se objasni. Danas se smatra da one nisu realne.

Sa teoriske strane prinudnu nutaciju izučavali su: Helmer, Sommerfeld, Volterra, G. Darwin, Gyldeń, Schwahn, Radau,

Wangerin, Jahake, Newcomb, Spitaler, Grabovskí, Tisserand, Picart i dr., integrirajući u raznim partikularnim slučajevima Lagrange-Liouville-ove diferencijalne jednačine kretanja tela promenljiva oblika i proučavajući njihove integrale. Tako se došlo do zaključka da samo kretanja malih masa u Zemlji i na njoj s periodom bliskom periodu slobodne nutacije mogu izazvati merljiva pomeranja Zemljine obrtne osevine, tj. Zemljinih rotacionih polova na njenoj površini, pa i to reda $0^{\circ}02 - 0^{\circ}03$. Sva ostala kretanja, čije se periode znatno razlikuju od pomenute, ostaju bez uticaja.

Podrobnom analizom polhodijske utvrđeno je da su Chandler-ova perioda, kao i amplitude slobodne i prinudne nutacije promenljive. Kimuri je čak pošao za rukom da postavi empiriske obrasce za predviđanje polarnog kretanja, koji su istina pokazali dosta veliko razilaženje od koordinata izvedenih iz posmatranja, ali su dobro prethodili veliki minimum periode i amplitude slobodne nutacije od 1922-1933 i maksimum od 1945-1949.

Posle izvesnog zastoja, javlja se baš u naše vreme izvestan broj radova od bitnog značaja za unapređenje problema. Tako je tek najnovijim radovima T. Nicolini-ja na harmonijskoj analizi čitavog posmatračkog materijala Međunarodne službe širine za poslednje pola veka utvrđeno da se u polhodijski svakih 6 do 7 godina javljaju minimumi, koji se objašnjavaju interferencijom slobodne i prinudne nutacije. Isti je autor dalje našao pravu korelaciju između amplitude i periode slobodne nutacije, kao i potvrdu Pollak-Hannel-ova statističkog zakona - da većoj amplitudi prinudne nutacije odgovara kraća Chandler-ova perioda i obrnuto. Melchior je u poslednje vreme našao i teorijsko objašnjenje ovog poslednjeg zakona, no oba još zahtevaju praktične potvrde i preciznije forme.

Ali dok se karakteristike primudne nutacije time mogu smatrati objašnjenje, i za njih očekivati samo posmatračke potvrde, dotle je promenljivost Chandler-ove periode i amplitude, pa i njihovu međusobnu vezu mnogo teže objasniti. Melchior je pokušao da ih objasni pojavom interferencije dve slobodne nutacije, jedne s periodom od 1.1 godine i amplitom od 0.250 i drugom s periodom od 1.233 godine i amplitudom od 0.087, od kojih jedna pripada tečnom Zemljinom jezgru, a druga elastičnoj Zemljinoj kori. Chandler, Kimura, Berg, Backlund, Wahl, Stumpff, Witting, Ledersteger, Hattori i Nicolini zastupaju, kao i Melchior, mišljenje o lake amortizovanoj slobodnoj nutaciji i o promenljivosti Chandler-ove periode i amplitude obe komponente polarnog kretanja.

Ne postoji i druga grupa autora, takodje veoma uglednih, kao što su: Brillouin, Dyson, Jeffreys, Walker, Young i Coulomb, koji u svojim radovima zastupaju gledište da je slobodna nutacija jedno izrazito amortizovano kretanje, koje se održava povremenim naglim impulsima koji dolaze od poremećaja u Zemljinoj kori i na njoj. I ako se može ovom gledištu prigovoriti da nijedna od poznatih pojava u Zemlji i na Zemlji ne može izazvati impulse potrebne reda veličine, a još manje u stalnim vremenskim razmacima, problem još uvek ostaje otvoren i zato pored teškog teoriskog rada zahteva i dalja mnogobrojna naporna posmatranja, kao i ulaženje u sve suptilniju njihovu analizu, tj. u sve sitnije karakteristike obe komponente polarnog kretanja, da bi se moglo definitivno rešiti pitanje njihova porekla i mehanizma.

Treba još pomenuti značajne savremene radove A. i N. Stoyko-a, Carnere, Cechini-a, A. Orlova i Fedorova, kako teoriskog tako i praktičnog karaktera - da se zadržimo između mnogih samo na najbitnijim. Prostor nam ne dopušta da se na ovom mestu

upuštano u njihov prikaz.

Na kraju napomenimo da je ovaj letimičan osvrt obuhvatio samo teoriske i praktične radove na analizi komponentata polarnog kretanja, koja se s praktične strane vrši preko posmatranih promena geografskih širina. Zato su iz njega morali izostati mnogobroj- ni značajni radovi na konstrukciji novih i usavršenju i ispitiva- nju starih instrumenata, na ispitivanju korelacija između polar- nog kretanja i drugih pojava, na progresivnom, odn. sekularnom pomeranju Zemljinih polova, kao i mnogi drugi. Iscrpniji osvrt i svestraniji prikaz glavnijih radova na problemu promena geograf- skih širina i pomeranja Zemljinih polova dali smo u jednoj našoj ranijoj publikaciji /4/. Za starije radove on se može naći i u izvršnoj Cechinijevoj monografiji /5/, a za novije u Melchior-ovu sintetičkom prikazu /6/ i u njegovoj značajnoj naučnoj monogra- fiji /7/.

3. Osvrt na dosadašnje radove na analizi nepolarnih pro- mena geografskih širina. - Videli smo da je za objašnjenje produ- ženja periode slobodne nutacije bila dovoljna pretpostavka o Zem- ljinoj elastičnosti, a da se prinudna nutacija skoro potpuno mog- la objasniti neposrednim i posrednim uticajima vazdušnih i vode- nih tokova. Međutim, pitanje Zemljinih polova izvedene iz posma- tračkih podataka, iz kojih su eliminisane komponente slobodne i prinudne nutacije, dovode do vrlo zamršenih krivih /8/. Ovi ostaci nisu se mogli objasniti neperiodičnim pomeranjem polova, jer su sva ispitivanja pokazala da nijedna od pojava koje mogu doći u obzir ne može izazvati ovolika pomeranja. Ispitane su i mnoge pojave koje bi mogle izazivati pomeranja Zemljinih pole- va inercije, pa preko ovih i polova rotacije, na posredan način, usled pomeranja masa bliskih Zemljinoj površini koja se u toku

ovih pojava odigravaju. Zöpritz, G. Darwin, Schiaparelli, Lamp, Thomson, Newcomb, Helmert, Schwahn, Waters, Murray i dr. bavili su se ispitivanjem uticaja promene rasporeda Zemljinih masa koje nastaju usled vulkanskih izliva, okeanske plime, topljenja polarnog leda, isparavanja zatvorenih mora, vodenih taloga, rečne erozije i sedimentacije, hemiskog dejstva morskkih organizama itd, no računi su pokazali da nijedna od pojava ne može izazvati ni približna uticaja pa ni one sve skupa, koliko iznose gore pomenuti ostaci. Problem se, dakle, i posle dva veka njegova istraživanja ne može još smatrati rešenim. Ostalo je da se pretežni deo ovih ostataka pripiše nepolarnim promenama posmatranih širina, iz kojih se promena može najpouzdanije pratiti kretanje rotacionih polova. U tome se pravcu u poslednje vreme istraživanja najviše i upućuju.

Iskustvo velikog broja istraživača pokazalo je da u ovim ostacima postoji komponenta zajednička za sve tačke na Zemlji i druga koja se menja od stanice do stanice. Obe komponente, međutim, menjaju se više ili manje pravilno u toku vremena. S druge strane, nepolarne promene mogu po svojim uzrocima biti stvarne i samo prividne.

Za četiri dosad ispitane stvarne promene nadjeni su i izrazi kojima se one mogu eliminisati iz posmatranih trenutnih širina. To su: Oppolzer-ov uticaj dnevne nutacije, uticaj vertikalnih skretanja od Sunčeva i Mesečeva dejstva, pomeranje Zemljina težišta i promena položaja instrumenta pod uticajem talasa insolacije, trusnih i drugih pokreta.

Za niz dosad ispitanih prividnih promena, kao što su one koje dolaze od: netačnih deklinacija i sopstvenih kretanja posmatranih zvezda, njihovim paralaksa, konstante godišnje aberacije, zanemarenih članova nutacije, Jupiterova i Saturnova

uticaja preko aberacije, i relativističkog skretanja svetlosti, takodje su nadjeni, bilo egzaktni, bilo statistički izrazi, kojima se posmatrane širine mogu od njih osloboditi.

Svi ovi uticaji opšteg karaktera, koji se mogu, na osnovi preciznih odredjivanja i pomenutih izraza uglavnom eliminisati iz ostataka polhodijske koji se pripisuju nepolarnim uzrocima, objašnjavaju samo mali deo ovih ostataka. Glavni deo prividnih nepolarnih promena širine, od koga dolaze preostale vrednosti ostataka, pripisuje se danas mesnim poremećajima refrakcije - zenitskoj i sobnoj refrakciji, koje dolaze od horizontalnih gradijenata temperature i atmosferskog pritiska, kao i uticaju vetra. Nažalost, ovi poslednji uticaji, ne samo da su najveći i najpromenljiviji, kako u toku vremena tako i od tačke do tačke na Zemlji, već se ne mogu, baš zbog ovih svojih karakteristika, obuhvatiti nikakvim tačnim i trajnim analitičkim izrazom koji bi važio na i samo za jedno određeno mesto. Odredjivanje i ispitivanje ovih uticaja, od kojih zavisi objašnjenje najkrupnijih nepolarnih promena širine i zamršenih ostataka polhodijske prepušteno je isključivo posmatranjima i njihovoj empiriskoj analizi. Poznavanjem bar njihova reda veličine, a pogotovu zakonitosti njihovih promena za jednu stalnu stanicu od neobično je velike važnosti. Ovakvo ispitivanje mi smo izvršili za Beogradsku opservatoriju i pokušali u ovom radu da ga proverimo i nekim teoriskim razmatranjima /glava treća/. No pre no što bismo prešli na izlaganje naših rezultata osvrnimo se kratko na slična ispitivanja u drugim mestima.

Nepolarne promene širine obuhvaćene su t.z. Kimurinim članom u izrazu Kostinskog

$$\Delta \varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda + z,$$

koji vezuje pravolinisne pravouglo koordinatne x , y trenutnog rotacionog pola za promenu širine. Iako su Jacobi i Nidzuhara

pokazali da se dodavanjem dopunskih članova u uslovne jednačine uvek popravlja izravnanje prvobitnih nepoznatih, posmatranja na mnogim stanicama posvedočila su realnost Kimurinog člana. Podaci obradjeni u Medjunarodnom birou pokazali su jasno da član z ima godišnju periodu. No dok je u početku njegova srednja godišnja vrednost bila bliska nuli, kasnije je uzimala sve veću pozitivnu vrednost, koja se menjala iz godine u godinu. Iz uporedjenja posmatranih promena širine za jedno mesto i izračunatih iz medjunarodnih koordinata pola pokazalo se da je medjunarodno z, zajedničko za sve stanice, razlikuje od mesnog člana z, pa čak i za same medjunarodne stanice. Za njih su u početku ove razlike dostizale i nekoliko desetnih lučnih sekunde, uprkos unutrašnjoj tačnosti posmatranih širina koja je posle izravnavanja iznosila $0^{\circ}01$. Ovakvo postojanje mesnih nepolarnih promena širine, koje je 1904 otkrio H.G. Bakhyzen za Lajden, nesumnjivo su potvrdili kasnije Bianchi na posmatranjima u Rimu i Dyson na griničkim od 1911-1918. Mesno z bilo je istoga reda kao i medjunarodno $/0^{\circ}05/$, ali je pokazivalo pravilniji periodični karakter s godišnjom periodom. Ovo je navelo Dysona na zaključak da medjunarodna služba može dati samo približan prikaz promena širine jednog mesta, a da se one moraju odredjivati iz sopstvenih posmatranja kadgod se traži visoka tačnost.

Dve serije posmatranja izvršene u Getisburgu vizualnim i fotografskim zenit-teleskopom pokazale su međjutim svojim slaganjem da mesni godišnji nepolarni član u promenama širine ne dolazi od instrumenta, paviljona i posmatrača, već da mu uzrok treba tražiti u specifičnim atmosferskim uslovima mesta. Ovim ispitivanjima dali su priloge Schweidar, Schumann, Boccardi, De Sitter, Chandler, Courvoisier, Ross, Biske i dr., da se zadržimo na starijim ispitivanjima, ostavljajući najnovija da o

njima govorimo naporedo sa našim ispitivanjima.

Odavno je poznato da usled horizontalnih gradijenata temperature i atmosferskog pritiska dolazi do nagiba izoterma i izobara, pa prema tome i izopikna, usled kojih se zenit refrakcije razdvaja od astronomskeg zenita, te dovodi do mesnih anomalija u refrakciji poznatih pod imenom zenitske refrakcije, kao i da temperaturske razlike u posmatračkom paviljonu i izvan njega mogu dovesti i do znatnijih iznosa t.zv. sobne refrakcije. Horizontalni gradijent pritiska od 0.01 mm/km proizvodi zenitsku refrakciju od 0.006. Naročito su ove pojave zapašene u planinskim i primorskim oblastima i na uskom i ispresecanom zemljištu. Pojavu usložava još naročito uticaj vetra. Prema Radau-u nagib atmosferskih slojeva od 1° može izazvati zenitsku refrakciju i od nekoliko desetih lučne sekunde, što zavisi od visine poremećenih slojeva. Danju su usled jačeg zagrevanja južnih delova zgrada ovi poremećaji veći. No oni se znatno komplikuju još i horizontalnim gradijentom pritiska, pa je eliminisanje ovih uticaja a priori praktično nemoguće. Zenitskom refrakcijom objašnjavaju se i t.zv. "greške noći" u posmatranim širinama, usled kojih se događa da se po nekoliko dana širine progresivno menjaju u toku noći otstupajući sistematski od svojih srednjih vrednosti iz dotičnih parova.

Pitanjima sobne refrakcije bavili su se naročito H. G. Bakhsen, Oppolzer, Courvoisier, Shinjo i Kienle. U meridijanskom paviljonu Minhenske opservatorije, prema Bauschingerovim odredjivanjima, postojao je u toku dve godine skoro konstantan nagib izopikna od 14°. Helmert je iz posmatranja izvršenih u Pruskom geodetskom institutu pokazao da samo jedan stepen temperaturske razlike između temperature u paviljonu i spoljne utiče sa 0.3 na širinu izvedenu iz posmatranja zenitskih zvezda. Iz Struveovih odredjivanja širine Talcott-ovom metodom u Kenigsbergu 1899-1900

pokazalo se da samo 1° temperaturske razlike između temperatura merenih na dvama unutrašnjim termometrima, udaljenim 2,5 m severno i južno od instrumenta, povećava širinu za 0".3. Grossmann je iz posmatranja istom metodom u Lajpcigu 1900-1901 našao noćna odstupanja u širini od 0".99 u jednom i 0".51 u drugom smeru pri isključenoj mogućnosti sobne refrakcije. Smatra se da je i ovde bila uzrok zenitska refrakcija.

Prva zamisao da član α najvećim delom može dolaziti od mesečnih meteoroloških činilaca koji su u stanju da izazovu anomalije u refrakciji potiče od Albrecht-a, Bakhuyzen-a i Wanach-a, koji su se oslanjali na radove Faye-a, Nyren-a i Schumann-a. Uticaj refrakcijskih anomalija ispitivali su bliže Oppolzer, Bakhuyzen, Sinjo i Radau.

Doolittle, diskutujući posmatranja izvršena na istom mestu na dva instrumenta, a Schlesinger posmatranja izvršena u Honolulu i Vajkiki 1891-1892 na dva instrumenta istog tipa, pokazali su da član α ne zavisi, kao što su mislili Kimura i Sotome, od instrumentskih konstanta i njihove promenljivosti sa atmosferskim uslovima, već od uticaja ovih uslova na refrakciju. Posmatranja u Vajkikiju pokazala su nepolarne promene od nekoliko desetih lučne sekunde. Položaj instrumenta tamo se nalazio između planine na severu i mora na jugu. Slično je pokazao i Ross na posmatranjima u Getisburgu.

Promenom nagiba izobara i izoterma jednostranim dejstvom vetra grinička posmatranja pokazuju ostatke čija je srednja vrednost po Dyson-u, prikazana izrazom

$$\Delta \varphi_{\mu} = +0".05 \cos (\theta - 45^{\circ}),$$

gde je ugao θ računat od severa u smeru ESW.

Kostinsky, Vitram i Bonsdorf pokazali su, uporedjenjem lančanih posmatranja Talcott-ovom metodom na velikom zenit-

teleskopu Pulkovske opservatorije sa simultanim posmatranjima zenitske zvezde δ Cass na meridijanskom krugu preko celoga dana i noći, kao i uporedjenjem s posmatranjima na medjunarodnim stanicama, da nepolarne promene širine ne dolaze ni od instrumenta, ni od metode, ni od grešaka deklinacija, već od mesnih atmosferskih uticaja na refrakciju.

Pri izboru medjunarodnih stanica vodilo se računa o konfiguraciji terena, tako da se iz razlika širina odredjenih iz širinskih i refrakcijskih parova nisu mogle izvesti nikakve razlike. Uprkos ovome utvrdjene su 1900 g. razlike koje dolaze od zenitske refrakcije u Micusavi iz samih širinskih parova. Ove su se pele i do $0^{\circ}84$, što je znak da se poremećaji atmosferskih slojeva ograničavaju samo na uske površine oko posmatračkog mesta. Boccardi i Hirajama pokazali su takodje zavisnost z člana od zenitske daljine posmatranih parova. Većina istraživača utvrdila je da je porekl z člana i porekle greške zatvaranje isto i da ga treba tražiti u sobnoj i naročito zenitskoj refrakciji, te da se primenom lančane metode ova greška nepravilno prebacuje na deklinacije zvezda, odati u nedostatku boljega, utapa u njih. Medjutim, nipošto ne treba shvatiti da je član z čisto računski proizvod, tj. posledica lošeg izravnjanja, kao što je mislio Ross, uprkos tome što je sam utvrdio njegov sezonski karakter pod pretpostavkom noćne promene refrakcije.

Wanach je sistematsko kretanje ostataka pojedinih medjunarodnih stanica, naročito Čardjuja, tumačio sobnom refrakcijom. Kod ove stanice doista je zapažena razlika između unutrašnje i spoljne temperature, koja se pela i do $2-3^{\circ}$, no paviljon je imao slabo provetravanje, bio je visok i s uskim otvorom. Kad je obradio posmatranja lančanom metodom, a zatim iz kombinacija večernjih i jutarnjih grupa, dobio je ostatke za ovu stanicu reda veličine

0.3 koji su se mogli objasniti samo sobnom refrakcijom. On je istakao sistematski periodični godišnji karakter razlike između ostataka večernjih i jutarnjih grupa u obliku

$$\Delta \varphi_{v-j} = +0''.008 + 0''.017 \sin(\theta - 247^\circ),$$

koji proizilazi iz srednjih vrednosti posmatranja na svim međunarodnim stanicama i iz čitavog perioda od prvih 12 godina njihova rada. On kao uzrok noćne promene širine navodi dnevni talas zenitske refrakcije, koji se menja u toku godine, oslanjajući se na Tisserandovo mišljenje da atmosferski slojevi sezonski menjaju nagib, usled čega dolazi do prividnog povećanja širine u toku leta, a do prividna njenog smanjenja u toku zime. Ovu promenu nagiba on objašnjava različitim Zemljinim zračenjem severno i južno od posmatračkog mesta posle Sunčeva zalaza. U prilog ove pretpostavke idu i radovi koje je izvršio Shinjo.

Međutim, nekoliko važnih eksperimentalnih istraživanja pokazalo je da je sobna refrakcija potpuno zanemarljiva i tamo gde se moglo očekivati. Tako je na primer Jamamoto sagradio u Micusavi posmatrački paviljon koji odgovara idealnim uslovima i posmatrao od 1914-1916 isti program koji i međunarodna stanica. Iako mu se u prvom trenutku učinilo da je dobio sistematske razlike, Bemporad je dubljom analizom pokazao da one ne postoje, tj. da međunarodni paviljon u Micusavi ne pokazuje, bar u redovnim atmosferskim uslovima, nikakvu marljivu sobnu refrakciju, već da izvor i greške zatvaranja i z člana treba tražiti u zenitskoj refrakciji.

Do istog zaključka došli su Bernewitz u Babelsbergu i Caspar u Hajdelbergu, koji su, svaki za sebe, vršili posmatranja sa otvorenog terena, pa su dobili i grešku zatvaranja i z član reda -0.2 bez ikakvih sistematskih razlika u odnosu na simultana posmatranja izvršena u posmatračkom paviljonu. Najzad su vršena

i paralelna posmatranja na pasažnom instrumentu u prvom vertikalu, koja se bitno razlikuju od meridijanskih u pogledu uticaja sobne refrakcije. Ona su istakla nešto veću grešku zatvaranja i z član, ali nikakvu osetnu sistematsku razliku u odnosu na posmatranja po Talcott-ovoj metodi, dakle nikakvo osetno dejstvo sobne refrakcije. U ovom pogledu značajni su radovi koje je izvršio Boccardi, kao i posmatranja izvršena u Pulkovu /1840-1842/, Vašingtonu /1862-1867/ i Torinu /1912-1915/, a koja je obradio Kimura. On je tom prilikom našao da z član, pored dnevne, poludnevne i godišnje periode, ima još i periode od 4, 2,7, 1,35, 1,1, 0,83, 0,6 i 0,5 godina, čije je poreklo vrlo neizvesno, tako da se sumnja u njihovu realnost. Međutim, veći broj perioda z člana našli su isto tako i Schumann, Biske i Przybyllok, ali nije isključeno da se i tu radi, bar u pogledu nekih perioda, o čisto računskim posledicama.

Kimura i Nakano posmatrali su 1903-1904 u Micusavi mesto dve programske grupe Talcott-ovih parova 4 grupe, koje se obuhvatale osam časova. I redovne grupe, rasporedjene oko ponoći, kao i večernja i jutarnja grupa, dale su skoro iste rezultate, pa je Kimura posumnjao u realnost noćnih promena širine. Tako su se izdvojile uglavnom dve pretpostavke, više ili manje zasnovane na posmatračkom materijalu: jedna, da postoji dnevni talas zenitske refrakcije, promenljiv u toku godine, kao i sama zenitska refrakcija /Wanach/ i druga, da postoji samo godišnji talas zenitske refrakcije koja varira kroz godišnja doba s različitim načinom osunčavanja /Przybyllok/. Dok je godišnji talas nesumljivo utvrđen i pripisan godišnjoj refrakciji, dotle je dnevni još hipotetičan i ne javlja se kod svih stanica, pa se pretpostavlja da dolazi od sobne refrakcije, iako neka posmatranja na otvorenom terenu osporavaju ovu pretpostavku. Rezultati naših ispitivanja prikazani ukratko u ovom radu između ostalog doprinose baš

rešenju ovog složenog problema.

Prema svemu izloženom, sa stvarnim malim pomeranjem Zen-
ljina težišta, mesne anomalije refrakcije /zenitska i sobna uklju-
čujući i dejstvo vetra/ izgledaju najverovatniji i najjači izvor
i greške zatvaranja i nepolarnih promena širine obuhvaćenih Kimu-
rinim članom. No i pored mnogobrojnih radova na njegovu razjašnje-
nju, ne može se reći da je on konačno objašnjen. Tome je uzrok
velika promenljivost uslova koji ga izazivaju kao i mnogobrojnost
pojava koje se u njemu superponuju, a čije je uticaje vrlo teško
razdvojiti da bi se mogli ispitati. Prema mišljenju najaktivnijih
današnjih saradnika na ovom problemu /Nicolini, Cecckini, Fjodorov
Stoyko, Melchior i dr./ na njegovoj konačnoj analizi ostaje još
dosta da se radi, pa je dragocen svaki doprinos njegovu rešenju.
U ovome nezavisne opservatorije i danas nalaze najveći smisao svo-
ga rada: u tome je svrha i smisao i naših ispitivanja nepolarnih
promena širine formulisanih u trećoj glavi ovoga rada.

Glava druga

ISPITIVANJE POLARNIH PROMENA GEOGRAFSKE ŠIRINE BEOGRADA OD 1949.0 DO 1957.0

U cilju razdvajanja polarnih od nepolarnih promena izvršena je naporedna harmoniska analiza promena širine $\Delta \varphi_0$ izvedenih iz naših posmatranja i promena širine $\Delta \varphi_c$ izvedenih iz pravolinijskih pravougljih koordinata trenutnog Zemljina rotacionog pola određenih u Medjunarodnoj službi promena geografskih širina. Neke zakonitosti polarnog kretanja mogu se bolje uočiti na samoj polhodiji, pa je zato potražen način da se izvedu koordinate pola iz sopstvenih posmatranja. One su zatim upoređene s medjunarodnim, na kojima je takodje izvršena harmoniska analiza, koja je omogućila da se uporedi svaka pojedina komponenta polarnog kretanja izvedena iz naših posmatranja i koordinata Medjunarodne službe i izvedu izvesni zaključci.

4. Upoređjivanje totalnih promena širine izvedenih iz posmatranja i koordinata rotacionog pola.— Srednje mesečne vrednosti posmatrane širine, date u Tablici 1, koje su u našoj prethodnoj publikaciji /3/ bile podvrgnute brižljivoj obradi i oslobođene niza sistematskih uticaja koji dolaze od instrumenta i njegovih mehaničkih organa, kao i niza poznatih nepolarnih promena širine pomenutih u paragrafu 3, poslužile su nam kao polazni materijal za našu dalju analizu polarnih promena. One su izravnete metodom baričentara i tako učinjene upoređjivijim s vrednostima širine izvedenim iz koordinata rotacionog pola, pošto su i ove poslednje izravnete u Medjunarodnoj službi.

Tablica 1. Srednje mesečne vrednosti širine iz večernjih grupa, jutarnjih grupa i opšte srednje vrednosti

Datum	\bar{C}_v	\bar{C}_{vN}	\bar{C}_j	\bar{C}_{jN}	\bar{C}	\bar{C}_N	$\bar{C}_{vN} - \bar{C}_{jN}$
1949.							
077	10.017 ₄₇	-	9.987 ₄₉	-	10.015 ₉₆	-	-
130	10.132 ₅₀	10.147 ₁₂₂	10.196 ₄₂	10.182 ₁₂₀	10.162 ₉₂	10.170 ₃₄₂	-0.035
264	10.422 ₂₅	10.332 ₁₃₇	10.490 ₂₉	10.403 ₁₂₈	10.458 ₅₄	10.366 ₂₆₅	- 71
321	10.456 ₆₂	10.478 ₁₄₅	10.511 ₅₇	10.490 ₁₂₄	10.482 ₁₁₉	10.483 ₂₆₉	- 12
407	10.525 ₅₈	10.483 ₁₄₆	10.458 ₃₈	10.449 ₁₁₇	10.498 ₉₆	10.466 ₂₆₃	34
480	10.436 ₂₆	10.450 ₁₂₆	10.274 ₂₂	10.418 ₉₆	10.362 ₄₈	10.436 ₂₂₂	32
554	10.355 ₄₂	10.345 ₁₀₁	10.464 ₃₆	10.322 ₁₀₅	10.405 ₇₈	10.333 ₂₀₆	23
652	10.260 ₃₃	10.265 ₁₃₈	10.236 ₄₇	10.324 ₁₂₂	10.246 ₈₀	10.293 ₂₆₀	-0.059
736	10.208 ₆₃	10.232 ₁₂₇	10.301 ₃₉	10.226 ₁₁₀	10.244 ₁₀₂	10.230 ₂₃₅	6
800	10.249 ₃₁	10.166 ₁₁₃	10.086 ₂₄	10.159 ₇₈	10.178 ₅₃	10.163 ₁₈₉	7
900	9.892 ₁₉	10.011 ₇₇	9.905 ₁₅	9.934 ₅₇	9.898 ₃₄	9.976 ₁₃₂	77
994	9.822 ₂₇	9.803 ₇₀	9.757 ₁₈	9.829 ₅₄	9.796 ₄₅	9.814 ₁₂₄	- 26
1950.							
074	9.712 ₂₄	9.812 ₆₉	9.836 ₂₁	9.840 ₆₀	9.770 ₄₅	9.825 ₁₂₉	- 28
142	9.929 ₁₈	9.990 ₆₉	9.915 ₂₁	10.053 ₈₂	9.921 ₃₉	10.024 ₁₅₁	- 63
228	10.277 ₂₇	10.183 ₇₄	10.239 ₄₀	10.180 ₈₃	10.254 ₆₇	10.181 ₁₅₇	3
291	10.254 ₂₉	10.389 ₁₁₅	10.326 ₂₂	10.390 ₁₁₃	10.285 ₅₁	10.389 ₂₂₈	- 1
390	10.507 ₅₉	10.385 ₁₂₀	10.535 ₅₁	10.439 ₁₁₄	10.520 ₁₁₀	10.411 ₂₃₄	- 54
476	10.279 ₃₂	10.510 ₁₃₂	10.380 ₄₁	10.523 ₁₂₅	10.336 ₇₃	10.516 ₂₅₇	- 13
556	10.694 ₄₁	10.531 ₁₀₂	10.683 ₃₃	10.535 ₁₁₃	10.686 ₇₄	10.532 ₂₁₅	- 4
646	10.577 ₂₉	10.618 ₁₁₆	10.571 ₃₉	10.607 ₁₀₉	10.574 ₆₈	10.612 ₂₂₅	11
726	10.576 ₄₆	10.553 ₉₂	10.576 ₃₇	10.586 ₈₆	10.576 ₈₃	10.569 ₁₇₈	- 33
827	10.449 ₁₇	10.478 ₈₀	10.681 ₁₀	10.512 ₆₁	10.535 ₂₇	10.492 ₁₄₁	- 34
902	10.240 ₁₇	10.305 ₃₈	10.222 ₁₄	10.290 ₃₁	10.232 ₃₁	10.298 ₆₉	15
999	9.968 ₄	10.086 ₄₈	9.866 ₇	10.031 ₅₃	9.903 ₁₁	10.058 ₁₀₁	55

Datum	α_v	α_{vH}	α_j	α_{jH}	α	α_H	$\alpha_{vH} - \alpha_{jH}$
1951.							
058	10.007 ₂₇	10.020 ₅₁	9.984 ₃₂	9.996 ₆₀	9.995 ₅₉	10.007 ₁₁₁	24
140	10.047 ₂₀	10.060 ₆₄	10.058 ₂₁	10.044 ₇₃	10.053 ₄₁	10.052 ₁₃₇	16
230	10.158 ₁₇	10.064 ₉₃	10.125 ₂₀	10.036 ₉₁	10.140 ₃₇	10.050 ₁₈₄	28
312	10.041 ₅₆	10.047 ₉₈	9.992 ₅₀	10.051 ₉₂	10.018 ₁₀₆	10.049 ₁₉₀	- 4
394	9.984 ₂₅	10.128 ₁₂₂	10.119 ₂₂	10.161 ₁₁₁	10.047 ₄₇	10.144 ₂₃₃	- 33
477	10.335 ₄₁	10.257 ₁₁₀	10.402 ₃₉	10.282 ₉₉	10.368 ₈₀	10.269 ₂₀₉	- 25
559	10.340 ₄₄	10.272 ₁₂₀	10.252 ₃₈	10.280 ₁₂₃	10.299 ₈₂	10.276 ₂₄₃	- 8
641	10.113 ₃₅	10.353 ₁₁₁	10.200 ₄₆	10.298 ₁₀₅	10.162 ₈₁	10.326 ₂₁₆	55
724	10.624 ₃₂	10.400 ₉₅	10.594 ₂₁	10.343 ₇₇	10.618 ₁₃	10.374 ₁₇₂	57
818	10.493 ₂₈	10.435 ₁₀₁	10.471 ₁₀	10.399 ₆₈	10.487 ₃₈	10.420 ₁₆₉	36
901	10.240 ₄₁	10.299 ₈₅	10.269 ₃₇	10.232 ₇₂	10.254 ₇₈	10.267 ₁₅₈	67
981	10.110 ₁₆	10.127 ₉₅	10.081 ₂₅	10.143 ₉₃	10.092 ₄₂	10.134 ₁₈₉	- 16
1952.							
068	10.012 ₃₈	9.993 ₈₉	10.042 ₃₁	10.024 ₆₈	10.025 ₆₉	10.006 ₁₅₈	- 31
158	9.918 ₃₅	9.934 ₁₁₈	9.861 ₁₂	9.953 ₈₄	9.803 ₄₇	9.942 ₂₀₂	- 19
214	9.881 ₄₅	9.943 ₁₆₉	9.913 ₄₁	9.780 ₁₄₄	9.896 ₈₆	9.948 ₃₁₃	163
302	9.984 ₈₉	9.932 ₁₉₈	9.709 ₉₁	9.803 ₁₈₆	9.984 ₁₈₀	9.934 ₃₈₄	129
407	9.894 ₆₄	9.990 ₂₀₇	9.878 ₅₄	9.876 ₁₉₈	9.887 ₁₁₈	9.981 ₄₀₅	114
480	10.114 ₅₄	10.104 ₁₇₃	10.162 ₅₃	10.103 ₁₅₈	10.139 ₁₀₇	10.140 ₃₃₁	1
554	10.339 ₅₅	10.325 ₁₅₄	10.280 ₅₁	10.332 ₁₅₅	10.311 ₁₀₆	10.329 ₃₀₉	- 7
634	10.560 ₄₅	10.481 ₁₃₉	10.561 ₅₁	10.429 ₁₃₀	10.560 ₉₆	10.456 ₂₆₉	52
718	10.589 ₃₉	10.606 ₁₄₀	10.460 ₂₈	10.592 ₁₁₅	10.536 ₆₇	10.599 ₂₅₅	0.014
815	10.654 ₅₆	10.620 ₁₀₇	10.738 ₃₆	10.600 ₇₆	10.687 ₉₂	10.612 ₁₈₃	20
876	10.564 ₁₂	10.579 ₉₅	10.513 ₁₂	10.636 ₅₉	10.538 ₂₄	10.601 ₁₅₄	- 57
994	10.431 ₂₇	10.368 ₆₉	10.434 ₁₁	10.358 ₃₉	10.432 ₃₈	10.364 ₁₀₈	10

Datum	\mathcal{Q}_v	\mathcal{Q}_{vix}	\mathcal{Q}_j	\mathcal{Q}_{jix}	\mathcal{Q}	\mathcal{Q}_4	$\mathcal{Q}_{vix} - \mathcal{Q}_{jix}$
1953.							
102	10.233 ₃₀	10.326 ₁₀₅	10.189 ₁₆	10.384 ₆₄	10.218 ₄₆	10.348 ₁₆₉	- 58
158	10.324 ₄₈	10.397 ₁₆₄	10.454 ₃₇	10.355 ₁₃₂	10.381 ₈₅	10.378 ₂₉₆	42
259	10.494 ₈₆	10.386 ₁₆₇	10.343 ₇₉	10.333 ₁₄₉	10.422 ₁₆₅	10.361 ₃₁₆	53
302	10.197 ₃₃	10.293 ₁₇₄	10.172 ₃₃	10.215 ₁₅₃	10.185 ₆₆	10.257 ₃₂₇	78
384	10.036 ₅₅	10.098 ₁₁₂	10.004 ₄₁	10.073 ₉₁	10.022 ₉₆	10.087 ₂₀₃	25
488	10.105 ₂₄	10.077 ₁₆₈	10.049 ₁₇	10.107 ₁₃₁	10.082 ₄₁	10.090 ₂₉₉	- 30
555	10.094 ₈₉	10.190 ₁₇₂	10.179 ₇₃	10.222 ₁₅₄	10.132 ₁₆₂	10.205 ₃₂₆	- 32
652	10.369 ₅₉	10.279 ₂₄₉	10.318 ₆₄	10.297 ₂₀₂	10.342 ₁₂₃	10.287 ₄₅₁	- 18
732	10.389 ₁₀₁	10.430 ₂₁₀	10.409 ₆₅	10.381 ₁₄₄	10.397 ₁₆₆	10.410 ₃₅₄	49
803	10.584 ₅₀	10.491 ₂₁₉	10.530 ₁₅	10.493 ₁₃₉	10.572 ₆₅	10.492 ₃₅₈	- 2
893	10.574 ₆₈	10.532 ₁₅₁	10.577 ₅₉	10.528 ₉₅	10.575 ₁₂₇	10.530 ₂₄₆	4
958	10.365 ₃₃	10.477 ₁₁₃	10.390 ₂₁	10.511 ₈₇	10.376 ₅₄	10.492 ₂₀₀	- 34
1954.							
081	10.238 ₁₂	10.365 ₆₇	10.318 ₇	10.372 ₅₄	10.268 ₁₉	10.368 ₁₂₁	- 7
140	10.433 ₂₂	10.306 ₈₀	10.371 ₂₆	10.345 ₅₅	10.399 ₄₈	10.322 ₁₃₅	- 39
233	10.263 ₄₆	10.258 ₁₁₁	10.323 ₂₂	10.317 ₈₁	10.282 ₆₈	10.283 ₁₉₂	- 59
304	10.164 ₄₃	10.191 ₁₃₈	10.271 ₃₃	10.226 ₁₀₂	10.210 ₇₆	10.205 ₂₄₀	- 35
386	10.146 ₄₉	10.153 ₁₄₃	10.148 ₄₇	10.173 ₁₂₆	10.147 ₉₆	10.162 ₂₆₉	- 20
474	10.150 ₅₁	10.098 ₁₄₉	10.127 ₄₆	10.106 ₁₃₈	10.139 ₉₇	10.102 ₂₈₇	- 8
562	9.996 ₄₉	10.077 ₁₄₂	10.042 ₄₅	10.095 ₁₃₉	10.018 ₉₄	10.086 ₂₈₁	- 18
649	10.083 ₄₂	10.082 ₁₃₄	10.113 ₄₈	10.119 ₁₃₂	10.099 ₉₀	10.100 ₂₆₆	- 37
715	10.179 ₄₃	10.199 ₁₂₇	10.215 ₃₉	10.203 ₁₂₂	10.195 ₈₂	10.200 ₂₄₉	- 4
812	10.336 ₄₂	10.277 ₁₀₄	10.312 ₃₅	10.273 ₈₀	10.325 ₇₇	10.274 ₁₈₄	4
892	10.368 ₁₉	10.348 ₇₂	10.420 ₆	10.352 ₄₉	10.380 ₂₅	10.349 ₁₂₁	- 4
975	10.357 ₁₁	10.337 ₅₃	10.474 ₈	10.473 ₃₉	10.406 ₁₉	10.391 ₈₈	- 136

Datum	\mathcal{L}_v	\mathcal{L}_{vN}	\mathcal{L}_j	\mathcal{L}_{jN}	\mathcal{L}	\mathcal{L}_N	$\mathcal{L}_{vN} - \mathcal{L}_{jN}$
1955.							
072	10.302 ₂₃	10.341 ₅₃	10.488 ₂₁	10.450 ₄₅	10.391 ₄₄	10.391 ₉₈	- 109
143	10.378 ₁₉	10.376 ₇₅	10.387 ₁₆	10.462 ₆₃	10.382 ₃₅	10.415 ₁₃₈	- 86
234	10.426 ₃₃	10.459 ₉₇	10.488 ₂₆	10.468 ₇₉	10.453 ₅₉	10.463 ₁₇₆	- 9
316	10.518 ₄₅	10.462 ₉₂	10.489 ₃₇	10.490 ₇₂	10.505 ₈₂	10.474 ₁₆₄	- 28
392	10.367 ₁₄	10.384 ₁₀₆	10.497 ₉	10.431 ₈₆	10.418 ₂₃	10.405 ₁₉₂	- 47
477	10.260 ₄₇	10.291 ₇₀	10.362 ₄₀	10.381 ₅₅	10.307 ₈₇	10.331 ₁₂₅	- 90
549	10.335 ₉	10.289 ₈₅	10.335 ₆	10.342 ₆₂	10.335 ₁₅	10.312 ₁₄₇	- 53
637	10.322 ₂₉	10.211 ₅₈	10.296 ₁₆	10.191 ₄₃	10.313 ₄₅	10.202 ₁₀₁	20
718	9.993 ₂₀	10.170 ₇₆	10.070 ₂₁	10.167 ₃₉	10.032 ₄₁	10.169 ₁₁₅	0.003
828	10.139 ₂₇	10.120 ₈₈	10.158 ₂	10.144 ₅₄	10.140 ₂₉	10.129 ₁₄₂	- 24
892	10.170 ₄₁	10.160 ₇₆	10.193 ₃₁	10.262 ₅₁	10.180 ₇₂	10.169 ₁₀₉	- 102
980	10.176 ₈	10.209 ₈₃	-	-	10.176 ₈	10.231 ₁₃₂	-
1956.							
050	10.265 ₃₄	10.259 ₅₁	10.393 ₁₈	10.318 ₆₈	10.310 ₅₂	10.295 ₆₉	7.5 59
144	10.312 ₉	10.341 ₇₄	-	-	10.312 ₉	10.369 ₁₁₁	-
246	10.432 ₃₁	10.435 ₅₈	10.452 ₁₉	10.457 ₅₁	10.440 ₅₀	10.456 ₉₁	- 22
280	10.502 ₁₈	10.444 ₉₂	10.547 ₁₄	10.442 ₇₅	10.522 ₃₂	10.443 ₁₆₇	2
414	10.429 ₄₃	10.497 ₉₄	10.402 ₄₂	10.473 ₇₄	10.415 ₈₅	10.486 ₁₆₈	24
489	10.582 ₃₃	10.432 ₁₅₇	10.583 ₁₈	10.434 ₁₂₀	10.582 ₅₁	10.433 ₂₇₇	- 2
560	10.373 ₈₁	10.421 ₁₇₃	10.412 ₆₀	10.438 ₁₅₆	10.390 ₁₄₁	10.429 ₃₂₉	- 17
641	10.398 ₅₉	10.359 ₁₉₆	10.424 ₇₈	10.398 ₁₈₃	10.413 ₁₃₇	10.378 ₃₇₉	- 39
726	10.299 ₅₆	10.265 ₁₉₆	10.333 ₄₅	10.336 ₁₈₂	10.314 ₁₀₁	10.299 ₃₇₈	- 71
797	10.144 ₈₁	10.205 ₁₅₉	10.221 ₅₉	10.258 ₁₁₉	10.176 ₁₄₀	10.228 ₂₇₈	- 53
898	10.193 ₂₂	10.152 ₁₃₁	10.180 ₁₅	10.165 ₁₀₇	10.188 ₃₇	10.158 ₂₃₈	- 13
954	10.145 ₂₈	-	10.058 ₃₃	-	10.098 ₆₁	-	-

Koordinate rotacionog pola x , y uzete su iz Cirkulara Medjunarodne astronomske unije, pošto su nam u vremenu ovih radova samo one bile na raspoloženju. One su nanete na krivu i sa ove pročitane koordinate za svaki mesec. Promene $\Delta \varphi_c$ računane su po izrazu Kostinskog

$$\Delta \varphi_c = x \cos \lambda + y \sin \lambda$$

za svaki mesec. One su date u Tablici 2 zajedno s upotrebljenim koordinatama rotacionog pola.

Podaci $\Delta \varphi_0$ i $\Delta \varphi_c$ naneti su na pravoliniski pravougli koordinatni sistem usinajući na apscisnoj osovini 1 mm = 0.01 godine, a na ordinatnoj 1 mm = 0.010 /sl. 1/. Iz uporedjenja ove dve krive zapažaju se sistematska odstupanja koja su naročito jaka oko 1950.0 /0.2/, oko 1951.1 /0.1/, oko 1951.7 /0.3/, oko 1953.3 /0.3/, oko 1954.4 /0.1/, oko 1954.9 /0.15/, oko 1956.0 /0.15/. U ostalim delovima slaganje je veoma dobro. Razlika između posmatrane i medjunarodne krive predstavlja poznati z član, koji se pripisuje danas pretežno mesnim uticajima, među kojima zenitska i sobna refrakcija zauzimaju najvidnije mesto, zatim uticaju temperature, pritiska i vlažnosti na instrument i na promenu refrakcije, kao i uticaju dejstva pravca i brzine vetra i još nekim. Podrobna analiza glavnih uticaja biće izvršena u trećoj glavi u vidu jedne specifične analize nepolarnih promena. Zadevoljimo se ovde napomenom da je slaganje u fazi između ove dve krive vrlo dobro, što će nam omogućiti da i pored dosta jakog z člana izvršimo iz naših posmatranja ispitivanje i samih polarnih promena, o čemu će dalje biti govora u ovoj glavi. Najzad napomenimo da je prosečna vrednost našeg z člana istog reda veličine kao i na drugim nezavisnim opservatorijama, šta više z član Beogradske opservatorije, počev od polovine 1953 godine, može se smatrati za veoma mali.

Tablica 2. Upotrebljene koordinate rotacionog pola i izvedene promene širine iz međunarodnih koordinata

Epoha	x	y	$\Delta \varphi_e$	Epoha	x	y	$\Delta \varphi_e$	Epoha	x	y	$\Delta \varphi_e$
1949				1951				1954			
.061	135	268	305	.726	367	-154	667	.307	-234	-162	105
146	212	227	392	808	243	-242	576	389	-262	-85	57
222	248	158	445	893	82	-259	436	474	-173	56	46
307	245	64	477	975	-128	-242	248	556	+68	182	145
389	222	-16	485					641	14	262	182
474	130	-72	466	1952				726	70	310	225
556	105	-114	410	.061	-302	-137	43	808	100	295	258
641	2	-135	314	146	-384	61	-108	893	82	265	256
726	104	-116	215	222	-375	203	-155	975	47	213	236
808	-158	-16	130	307	-282	346	-115				
893	-187	106	58	389	-146	438	-22	1955			
975	-187	204	22	474	33	467	142	.061	135	167	333
				556	234	438	330	146	168	117	388
1950				641	368	347	488	222	149	67	390
.061	-142	293	35	726	428	180	608	307	100	9	363
.146	-53	342	96	808	411	-2	655	389	58	-23	335
222	68	337	219	893	267	-128	565	474	13	-37	295
307	188	272	348	975	72	-222	418	556	-43	-25	238
389	272	197	458					641	-96	-2	181
474	343	113	550	1953				726	-148	59	111
556	367	-12	617	.061	-77	-230	280	808	-155	132	78
641	282	-117	582	146	-204	-168	140	893	-147	188	67
726	112	-196	446	222	-335	-63	-20	975	-95	243	94
808	-37	-228	320	307	-370	68	-98				
893	-185	-197	165	389	-315	212	-101	1956			
975	-276	-46	25	474	-187	327	-22	.061	20	288	188
				556	-17	403	105	146	122	298	277
1951				641	134	413	242	222	170	275	338
.061	-328	125	-77	726	288	353	415	307	212	209	396
146	-317	238	-111	808	334	238	504	389	228	117	442
222	-215	364	-62	893	292	78	518	474	210	55	446
307	-33	457	71	975	123	-47	404	556	183	2	442
389	128	414	240					641	118	-32	394
474	257	323	395	1954				726	37	-54	318
556	402	186	577	.061	-11	-180	320	808	-83	5	190
641	449	12	685	146	-94	-226	258	893	-168	49	90
				222	-170	-210	186	975	-248	122	-5

5. Odredjivanje godišnje i polugodišnje komponente u

prvoj aproksimaciji.- Da bismo prišli bliže prirodi polarnih promena, a isto tako i nepolarnih, tj. rezidua od međunarodne krive, prešli smo na harmonisku analizu obe vrste promena $\Delta \varphi_0$ i $\Delta \varphi_e$, a naporedo i saih koordinata rotacionog pola x, y, za potrebe

kasnije analize i uporedjenja. Kako je Melchior utvrdio /7/ da neposredna primena harmonijske analize odgovara fizičkoj prirodi pojave polarnog kretanja samo u primeni na periodu samerljivosti Chandler-ove i godišnje komponente, koja varira između 6 i 7 godina, to smo je i mi primenili na ove razmake. U tu svrhu obrazovali smo od srednjih mesečnih /težinskih/ vrednosti posmatrane širine srednje vrednosti za sve sedmogodišnje i šestogodišnje razmake koji su se mogli obrazovati u razdoblju od 1949.0-1957.0 koje je uzeto u obradu. Tako su dobivene srednje mesečne vrednosti širine oslobođene Chandler-ove komponente i date u Tablici 3.

Tablica 3. Srednje mesečne vrednosti posmatrane širine oslobođene Chandler-ove komponente /odbivena je konstanta $+44^{\circ} 48' 10''$ /

1949.0-56.0		1950.0-57.0		1949.0-57.0		1950.0-56.0		1957.0-57.0	
Epoha	$\Delta \rho_0$	Epoha	$\Delta \rho_0$	Epoha	$\Delta \rho_0$	Epoha	$\Delta \rho_0$	Epoha	$\Delta \rho_0$
076	67	072	118	077	22	076	86	072	167
144	183	146	190	145	162	147	190	147	230
237	284	235	281	238	263	233	265	236	284
307	209	301	169	305	168	305	151	303	158
394	205	395	186	395	197	392	147	396	108
479	239	480	261	479	226	479	226	481	251
556	274	556	282	557	273	556	255	556	232
644	323	643	351	646	325	643	336	642	324
724	374	723	386	725	400	722	401	722	355
815	456	814	414	812	480	817	500	829	406
894	338	893	368	894	376	893	384	892	377
983	154	977	314	984	153	981	254	974	231

Isto to uradjeno je i sa srednjim mesečnim vrednostima širine izvedenim iz koordinata rotacionog pola i sa samim koordinatama ovog pola. Ovi podaci dati u u Tablici 4.

Tablica 4. Srednje mesečne vrednosti računate širine i koordinata rotacionog pola oslobođene Chandler-ove komponente /odbivena je konstanta $+44^{\circ} 48' 10''$ /

Epoha	1949.0-1956.0			1950.0-1957.0			1949.0-1955.0		
	$\Delta \varrho_e$	x	y	$\Delta \varrho_e$	x	y	$\Delta \varrho_e$	x	y
061	177	- 84	44	160	-101	47	151	-121	23
146	151	- 96	84	134	-109	95	111	-140	79
222	143	- 90	122	128	-101	139	102	-130	132
307	164	- 55	151	153	- 60	171	131	- 81	174
389	207	- 6	162	201	- 5	181	186	- 17	193
474	267	59	168	265	71	186	263	67	202
556	346	140	165	351	151	168	364	170	180
641	382	165	111	393	181	126	416	208	130
726	384	145	42	399	165	71	429	194	63
808	360	105	25	369	116	28	407	149	8
893	295	29	8	300	32	- 1	333	58	- 22
975	207	- 63	16	203	- 72	3	226	- 58	- 23

Epoha	1950.0-1956.0			1951.0-1957.0		
	$\Delta \varrho_e$	x	y	$\Delta \varrho_e$	x	y
061	156	-121	6	181	- 94	6
146	110	-147	61	141	-118	53
222	93	-146	116	113	-113	106
307	112	-105	165	120	-101	154
389	161	- 44	192	158	- 52	179
474	234	48	208	217	26	199
556	335	146	195	306	115	198
641	393	192	152	362	164	167
726	412	186	92	391	174	116
808	398	149	32	377	142	71
893	334	65	- 9	322	68	32
975	238	- 43	- 17	232	- 38	11

Male razlike u epohi pri upoređjivanju podataka iz poslednje dve tablice zanemarene su.

Podaci obeju poslednjih tablica podvrgnuti su harmonijskoj analizi sa 6 članova. Izračunate su i srednje kvadratske greške svih odredjenih koeficijenata Fourier-ovih polinoma, pa je nadjeno da stvarnosti odgovara samo godišnji i polugodišnji član. Tako su dobiveni sledeći izrazi za promene $\Delta \varrho_0$ i $\Delta \varrho_e$ i međunarodne koordinate x, y za svaki upotrebljeni sedmogodišnji i šestogodišnji razmak. Zelenom bojom dati su srednji izrazi za sedmogodišnje, odnosno šestogodišnje razmake:

$$\Delta Q_0 = +0.259 \pm_{10} + 0.101 \pm_{10} \sin(t + 219^\circ \pm_4) + 0.087 \pm_9 \sin(2t + 292^\circ \pm_4),$$

$$\Delta Q_0 = +0.268 \pm_{13} + 0.105 \pm_{12} \sin(t + 209^\circ \pm_5) + 0.055 \pm_{12} \sin(2t + 298^\circ \pm_{10}),$$

$$\Delta Q_0 = +0.264 \pm_{13} + 0.103 \pm_{12} \sin(t + 214^\circ \pm_5) + 0.071 \pm_{12} \sin(2t + 295^\circ \pm_{10}),$$

$$\Delta Q_0 = +0.254 \pm_{12} + 0.127 \pm_{11} \sin(t + 214^\circ \pm_4) + 0.095 \pm_{10} \sin(2t + 287^\circ \pm_5),$$

$$\Delta Q_0 = +0.266 \pm_{12} + 0.131 \pm_{10} \sin(t + 196^\circ \pm_4) + 0.073 \pm_{10} \sin(2t + 291^\circ \pm_6),$$

$$\Delta Q_0 = +0.260 \pm_{15} + 0.097 \pm_{11} \sin(t + 187^\circ \pm_6) + 0.047 \pm_{14} \sin(2t + 312^\circ \pm_6),$$

$$\Delta Q_0 = +0.260 \pm_{15} + 0.118 \pm_{11} \sin(t + 199^\circ \pm_6) + 0.072 \pm_{14} \sin(2t + 293^\circ \pm_6).$$

1949.0-1956.0
 1956.0-1957.0
 Sp. VI.
 1949.0-1955.0
 1956.0-1956.0
 1957.0-1957.0
 Sp. VII.

$$\Delta Q_c = +0.257 \pm_{14} + 0.125 \pm_{14} \sin(t + 221^\circ \pm_5) + 0.012 \pm_{12} \sin(2t + 351^\circ \pm_{48}),$$

$$\Delta Q_c = +0.255 \pm_{11} + 0.140 \pm_{11} \sin(t + 221^\circ \pm_3) + 0.013 \pm_{10} \sin(2t + 339^\circ \pm_{35}),$$

$$\Delta Q_c = +0.256 \pm_{11} + 0.132 \pm_{11} \sin(t + 221^\circ \pm_3) + 0.012 \pm_{10} \sin(2t + 345^\circ \pm_{35}),$$

$$\Delta Q_c = +0.259 \pm_{19} + 0.170 \pm_{18} \sin(t + 216^\circ \pm_4) + 0.009 \pm_{20} \sin(2t + 319^\circ \pm_{83}),$$

$$\Delta Q_c = +0.248 \pm_{15} + 0.165 \pm_{14} \sin(t + 210^\circ \pm_4) + 0.008 \pm_{14} \sin(2t + 318^\circ \pm_{72}),$$

$$\Delta Q_c = +0.243 \pm_{15} + 0.139 \pm_{13} \sin(t + 205^\circ \pm_4) + 0.012 \pm_{12} \sin(2t + 340^\circ \pm_{48}),$$

$$\Delta Q_c = +0.250 \pm_{15} + 0.158 \pm_{13} \sin(t + 210^\circ \pm_4) + 0.010 \pm_{12} \sin(2t + 326^\circ \pm_{48}).$$

$$X = +0.021 \pm_{10} + 0.134 \pm_{10} \sin(t + 235^\circ \pm_3) + 0.015 \pm_{10} \sin(2t + 360^\circ \pm_{27}),$$

$$X = +0.022 \pm_7 + 0.149 \pm_{31} \sin(t + 235^\circ \pm_5) + 0.016 \pm_{14} \sin(2t + 350^\circ \pm_{43}),$$

$$X = +0.022 \pm_7 + 0.142 \pm_{31} \sin(t + 235^\circ \pm_5) + 0.016 \pm_{14} \sin(2t + 355^\circ \pm_{43}),$$

$$X = +0.025 \pm_{12} + 0.179 \pm_{11} \sin(t + 231^\circ \pm_3) + 0.013 \pm_{11} \sin(2t + 335^\circ \pm_{35}),$$

$$X = +0.015 \pm_{14} + 0.178 \pm_{14} \sin(t + 225^\circ \pm_3) + 0.010 \pm_{13} \sin(2t + 334^\circ \pm_{57}),$$

$$X = +0.014 \pm_{10} + 0.153 \pm_{10} \sin(t + 220^\circ \pm_3) + 0.016 \pm_{10} \sin(2t + 335^\circ \pm_{25}),$$

$$X = +0.018 \pm_{10} + 0.170 \pm_{10} \sin(t + 225^\circ \pm_3) + 0.013 \pm_{10} \sin(2t + 335^\circ \pm_{25}).$$

$$Y = +0.092 \pm_{15} + 0.083 \pm_{14} \sin(t + 321^\circ \pm_7) + 0.009 \pm_{11} \sin(2t + 86^\circ \pm_{64}),$$

$$Y = +0.101 \pm_{12} + 0.094 \pm_{11} \sin(t + 320^\circ \pm_5) + 0.010 \pm_{10} \sin(2t + 26^\circ \pm_{46}),$$

$$Y = +0.096 \pm_{12} + 0.088 \pm_{11} \sin(t + 320^\circ \pm_5) + 0.010 \pm_{10} \sin(2t + 56^\circ \pm_{46}),$$

$$Y = +0.095 \pm_{14} + 0.114 \pm_{14} \sin(t + 317^\circ \pm_5) + 0.009 \pm_{14} \sin(2t + 35^\circ \pm_{64}),$$

$$Y = +0.099 \pm_{12} + 0.113 \pm_{11} \sin(t + 306^\circ \pm_4) + 0.007 \pm_{10} \sin(2t + 14^\circ \pm_{66}),$$

$$Y = +0.108 \pm_{13} + 0.097 \pm_{12} \sin(t + 295^\circ \pm_5) + 0.005 \pm_{13} \sin(2t + 310^\circ \pm_{103}),$$

$$Y = +0.101 \pm_{13} + 0.108 \pm_{12} \sin(t + 306^\circ \pm_4) + 0.007 \pm_{10} \sin(2t + 36^\circ \pm_{66}).$$

Niže je dat pregled opštih srednjih izraza za sve analizirane veličine $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_c$, x i y :

$$\begin{aligned}\Delta \varphi_0 &= +0.261 + 0.112 \sin(t + 205^\circ) + 0.071 \sin(2t + 296^\circ), \\ \Delta \varphi_c &= +0.252 + 0.148 \sin(t + 215^\circ) + 0.011 \sin(2t + 333^\circ), \\ x &= +0.019 + 0.159 \sin(t + 225^\circ) + 0.014 \sin(2t + 343^\circ), \\ y &= +0.099 + 0.100 \sin(t + 312^\circ) + 0.008 \sin(2t + 22^\circ).\end{aligned}$$

Kako iz pojedinačnih tako iz srednjih izraza vidi se da je amplituda našeg godišnjeg komponente manja za 24% od međunarodne. Faze se slažu u granicama standardnih grešaka. Amplituda naše polugodišnje komponente je 6.5 puta veća od međunarodne. Faze se takodje slažu u granicama standardnih grešaka, koje su ovde znatno veće. Srednje širine se slažu u granicama srednjih standardnih grešaka.

Velika amplituda polugodišnje komponente ukazuje na svoje poreklo u mesnim uslovima, jer polugodišnja komponenta iz međunarodnih koordinata ne izgleda realna /veće su standardne greške od same amplitude i faze/. Ovo se poslednje i moglo očekivati, jer su međunarodne stanice izabrane tako da im budu neznatni mesni uticaji, a i njihov veći broj eliminiše ove uticaje koji su različita smeru a malog intenziteta.

Na sl. 2 može se videti, boljeg uporedjenja radi, grafički prikaz izraza za $\Delta \varphi_0$ i $\Delta \varphi_c$ za svaki sedmogodišnji i šestogodišnji razmak. Velika odstupanja dobrim delom dolaze i otud što su podaci $\Delta \varphi_c$ izravnati u Međunarodnoj službi, a podatke $\Delta \varphi_0$ uzeli smo za harmonisku analizu neizravnate. Kako su srednje greške amplituda i faza izvedenih iz sedmogodišnjih i šestogodišnjih razmaka bile istoga reda veličine, smatrali smo za verovatniju šestogodišnju periodu, pošto je ona davala veće vrednosti za amplitude godišnje komponente.

6. Harmoniska analiza Chandler-ove komponente.- Iz gor-

njih razloga za najverovatniju vrednost godišnje i polugodišnje komponente u prvoj aproksimaciji usvojena je srednja vrednost iz gornja tri šestogodišnja ciklusa, pošto nismo ni po jednom objektivnom merilu mogli ni jednom od njih dati preimućstvo

$$\Delta \varphi_0 = +0''.260 + 0''.118 \sin(t + 199^\circ) + 0''.072 \sin(2t + 293^\circ),$$

$$\Delta \varphi_c = +0.250 + 0.158 \sin(t + 210) + 0.010 \sin(2t + 326),$$

$$\chi = +0.018 + 0.170 \sin(t + 225) + 0.013 \sin(2t + 335),$$

$$y = +0.101 + 0.108 \sin(t + 306) + 0.007 \sin(2t + 360).$$

Vrednosti zbira godišnje i polugodišnje komponente koje daju gornji izrazi izračunate su za svaki mesec i za gore označene epohe i svrstane u sledeću tablicu.

Ovde već valja primetiti da međunarodne vrednosti promena širine Beogradske opservatorije nisu pokazivale polugodišnje

Tablica 5. Vrednosti zbira godišnje i polugodišnje komponente u prvoj aproksimaciji

$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	χ	y
156	165	-107	14
162	118	-138	64
201	101	-134	118
214	119	-97	165
191	167	-34	194
180	240	50	202
232	323	133	188
340	390	190	150
433	419	194	96
438	393	143	37
347	325	54	-4
226	240	-38	-12

komponente, a da je ona naprotiv bila osetno u promena širine izvedenim iz posmatranja, što je znak da je mesnog porekla. T. Hattori je /8/ pri uporednoj analizi posmatranja na vizuelnom i floating zenit-teleskopu našao takodje osetan polugodišnji član izveden iz sopstvenih posmatranja, no koji se javljao u približno istom iznosu u posmatranjima na oba instrumenta. Odavde se vidi da on

nije instrumentskog porekla, bar svojim pretežnim delom, pa zato njegov izvor treba tražiti u mesnim uslovima.

Mi smo međjutim smatrali da iz podataka posmatranja /Tablica 1/ treba eliminisati godišnju i polugodišnju komponentu

/Tablica 5/. Tako smo dobili mesečne podatke za sve četiri uočene veličine $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_e$, x i y opterećene samo Chandler-ovom komponentom /Tablica 6/.

Tablica 6. Promene $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_e$ i koordinate rotacionog pola x , y posle eliminisanja godišnje i polugodišnje komponente

1949				1950				1951			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y
-158	140	242	254	-361	-130	-35	279	-162	-242	-221	111
-2	274	350	163	-236	-22	85	278	-97	-229	-179	174
248	344	382	40	55	118	202	219	-46	-163	-81	246
268	358	342	-101	77	229	285	107	-194	-48	64	292
312	318	256	-210	328	291	306	3	-135	73	162	220
191	226	80	-274	149	310	293	-89	172	155	207	121
178	87	-28	-302	463	294	234	-200	72	254	269	-2
-95	-76	-188	-285	232	192	92	-267	-189	295	259	-138
-186	-204	-298	-212	142	27	-82	-292	189	248	173	-250
-249	-263	-301	-53	110	-73	-180	-265	72	183	100	-279
-484	-267	-241	110	-90	-160	-239	-193	-86	111	28	-255
-413	-218	-149	216	-345	-215	-238	-34	-170	8	-90	-230
1952				1953				1954			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y
-127	-122	-195	-151	42	115	30	-244	110	155	96	-194
-309	-226	-246	-3	199	22	-66	-232	227	140	44	-290
-311	-256	-241	85	210	-121	-201	-181	95	85	-36	-328
-229	-234	-185	181	-18	-217	-273	-97	-4	-14	-137	-327
-303	-189	-112	244	-173	-268	-281	18	-43	-110	-228	-279
-35	-98	-17	265	-110	-262	-237	125	-45	-194	-223	-146
79	7	101	250	-110	-218	-150	215	-214	-178	-201	-6
210	98	178	197	6	-148	-56	263	-241	-208	-176	112
102	189	234	84	-49	-4	94	257	-241	-194	-124	214
243	262	268	-39	137	111	191	201	-112	-135	-43	258
187	240	213	-124	237	193	238	82	57	-69	28	269
190	178	110	-210	152	164	161	-35	172	-4	85	225
1955											
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y								
230	169	242	153								
234	270	306	53								
248	289	283	-51								
294	244	197	-156								
212	168	92	-217								
124	55	-37	-239								
105	-85	-176	-213								
-46	-209	-286	-152								
-404	-308	-342	-37								
-284	-315	-298	95								
-179	-258	-201	192								
-67	-146	-57	255								

Ceo materijal tablice 6 podelili smo u grupe od po 14 podataka, smatrajući da je za početak dovoljno tačno pretpostaviti da dužina Chandler-ove periode iznosi približno 14 meseca.

Pretpostavljajući da je Chandler-ov član oblika

$$c \sin(ct + r),$$

tj. da se koeficijenti u sinusnom i cosinosnom članu harmoniske analize mogu predstaviti izrazima

$$a(n) = \frac{r}{n} \sum_{n+1}^{(n+1)n} c \sin(ct + r) \cos c't,$$

$$b(n) = \frac{r}{n} \sum_{n+1}^{(n+1)n} c \cos(ct + r) \sin c't,$$

a amplituda i faza dobiti iz izrasa

$$p_0(n) = \sqrt{a_0^2(n) + b_0^2(n)}, \quad \text{tg } \psi_0(n) = \frac{a_0(n)}{b_0(n)},$$

kao i da se urednije standardne greške ovih veličina mogu naći na klasičan način, mi smo podvrgli podatke iz Tablice 6 harmoniskoj analizi i za Chandler-ovu komponentu promena $\Delta \varphi_0$ i $\Delta \varphi_c$, odn. međunarodnih koordinata rotacionog pola x, y dobili za sve uočene 14-to mesečne cikluse $1/n = 0, 1, 2, \dots, 5$ sledeće izrasa:

$\Delta \varphi_0 = -0.071 + 0.362 \sin(t + 353^\circ),$	1949.077-1950.142
$\Delta \varphi_0 = +0.044 + 0.258 \sin(t + 359^\circ),$	1950.228-1951.312
$\Delta \varphi_0 = -0.099 + 0.180 \sin(t + 373^\circ),$	1951.394-1952.480
$\Delta \varphi_0 = +0.076 + 0.152 \sin(t + 347^\circ),$	1952.554-1953.652
$\Delta \varphi_0 = +0.001 + 0.209 \sin(t + 353^\circ),$	1953.732-1954.812
$\Delta \varphi_0 = +0.050 + 0.273 \sin(t + 349^\circ),$	1954.892-1955.980
$\Delta \varphi_c = +0.040 + 0.323 \sin(t + 379^\circ),$	
$\Delta \varphi_c = +0.024 + 0.286 \sin(t + 377^\circ),$	
$\Delta \varphi_c = +0.014 + 0.271 \sin(t + 366^\circ),$	
$\Delta \varphi_c = -0.009 + 0.263 \sin(t + 359^\circ),$	
$\Delta \varphi_c = -0.014 + 0.206 \sin(t + 362^\circ),$	
$\Delta \varphi_c = -0.014 + 0.215 \sin(t + 344^\circ),$	

$$\begin{aligned} x &= +0''036 + 0''337 \sin(t + 40^\circ), & 1949.077 - 1950.142, \\ x &= +0.018 + 0.292 \sin(t + 37), & 1950.228 - 1951.312, \\ x &= +0.008 + 0.255 \sin(t + 26), & 1951.394 - 1952.480, \\ x &= -0.009 + 0.267 \sin(t + 19), & 1952.554 - 1953.652, \\ x &= -0.024 + 0.218 \sin(t + 32), & 1953.732 - 1954.812, \\ x &= -0.012 + 0.302 \sin(t + 7), & 1954.892 - 1955.980, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= -0.007 + 0.305 \sin(t + 120), \\ y &= -0.013 + 0.281 \sin(t + 122), \\ y &= -0.014 + 0.275 \sin(t + 127), \\ y &= +0.002 + 0.255 \sin(t + 108), \\ y &= +0.018 + 0.305 \sin(t + 106), \\ y &= +0.013 + 0.255 \sin(t + 93), \end{aligned}$$

Ovako odredjen Chandler-ov član za promene $\Delta \mathcal{C}_0$ i $\Delta \mathcal{C}_1$ međunarodne koordinate rotacionog pola x, y doveo je do vrednosti Chandler-ove komponente za svaki mesec datih u Tablici 7.

Tablica 7. Vrednosti Chandler-ove komponente za svaki mesec, odredjene harmoniskom analizom za promene $\Delta \mathcal{C}_0$, $\Delta \mathcal{C}_1$ i koordinate rotacionog pola x, y

1949				1950				1951			
$\Delta \mathcal{C}_0$	$\Delta \mathcal{C}_1$	x	y	$\Delta \mathcal{C}_0$	$\Delta \mathcal{C}_1$	x	y	$\Delta \mathcal{C}_0$	$\Delta \mathcal{C}_1$	x	y
-113	144	251	257	-378	-134	-33	277	-207	-261	-247	81
47	267	343	165	-265	1	117	297	-209	-225	-169	187
184	344	373	37	41	106	195	224	-160	-139	-53	253
271	361	338	-97	153	217	278	135	-71	-21	40	267
289	315	242	-215	244	289	309	17	-58	44	122	206
236	214	105	-291	295	309	283	-107	14	158	210	112
123	79	-45	-311	297	273	205	-213	64	243	257	-6
-29	-64	-179	-271	248	187	89	-279	81	283	255	-126
-189	-187	-271	-179	159	69	-40	-293	63	269	205	-224
-326	-264	-301	-51	47	-58	-159	-250	12	205	115	-280
-413	-281	-266	83	-65	-169	-262	-168	-60	104	4	-284
-431	-235	-170	201	-156	-241	-273	-43	-140	-16	-106	-234

1952				1953				1954			
$\Delta \mathcal{L}_o$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_o$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_o$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
-212	-130	-194	-140	171	110	23	-251	209	186	130	128
-262	-215	-241	- 22	110	- 3	- 96	-241	179	143	49	-230
-279	-255	-239	98	43	-118	-197	-183	114	70	- 48	-283
-261	-241	-189	196	- 19	-211	-261	- 88	27	- 20	-139	-276
-210	-177	- 99	252	- 60	-264	-275	24	- 66	-108	-208	-211
-138	- 76	12	256	- 76	-266	-237	132	-145	-179	-241	-100
42	- 15	78	245	- 61	-219	-153	214	-195	-216	-230	34
109	100	179	187	-19	-128	- 41	255	-207	-214	-178	164
171	193	243	92	- 25	- 8	91	312	-177	-171	- 97	266
212	246	257	- 20	68	80	160	247	-112	- 98	0	319
228	248	219	-128	147	151	193	136	- 1	- 74	25	268
213	201	135	-210	197	188	182	2	120	22	151	237

1955			
$\Delta \mathcal{L}_o$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
228	111	245	160
300	175	288	55
322	201	272	- 59
292	185	199	-158
212	130	85	-223
101	46	- 49	-242
- 20	- 50	-175	-211
-128	-139	-269	-134
-200	-203	-312	- 29
-222	-229	-296	85
-192	-213	-223	184
-112	-158	-109	249

Na sl. 3 a,b,c,d grafički je pretstavljena Chandler-ova komponenta u promenama $\Delta \mathcal{L}_o$, $\Delta \mathcal{L}_e$ i koordinatama rotacionog pola x, y. Tačkama su obeležene mesečne vrednosti izvedene harmoniskom analizom, a krstičima vrednosti iz posmatranja.

I sa grafika i iz tabličnog pregleda zapaža se da su i amplituda i faza Chandler-ove komponente promenljive, i to kako u promenama širine izvedenim iz posmatranja, tako i u onim izvedenim iz koordinata pola, pa i u samim koordinatama njegovim.

Na veličinama $\Delta \mathcal{L}_o$, x i y naročito se jasno zapaža u početku velika promena amplituda, koja narednih godina opada, dostiže izvestan minimum u sredini uočenog perioda, a zatim opet raste do kraja perioda. Isto to se još bolje zapaža sa grafika 3e, gde je pretstavljena Chandler-ova komponenta u polhodiji izvedena iz međunarodnih koordinata rotacionog pola. I velika poluosa i

ekscentričnost Chandlerove elipse opadaju prema sredini uočenog razdoblja, a zatim se ponovo povećavaju. Pritom se njena orijentacija osetno menja, no to je za nas ovde od sekundarnog značaja.

Još je sam Chandler na analizi posmatračkog materijala Griniča, Pulkova, Vašingtona, Berlina, Lajdena, Kenigsbrega, Dorpata, Medisona i Liona /9/ a zatim Kimura na griničkim i pulkovskim serijama /10/, pokazao da se amplituda i perioda Chandlerove komponente menjaju u korelaciji istog smera. Krive njihovih promena koje su izveli ovi autori slažu se s krivim koje je nedavno izveo Melchior /11/ iz pedesetogodišnjih posmatranja Medjunarodne službe.

Naš veliki maksimum Chandlerove periode u 1949, zatim minimum u 1952 i 1953, i opet maksimum u 1956 i 1957 u skladu su sa ovim predviđenim promenama korelirane Chandlerove amplitude i periode.

Povezivanja ovih promena s raznim geofizičkim pojavama nisu uspela, niti je pošlo za rukom da se u ovim pojavama pronađe Chandlerova perioda sa izuzetkom jednog novog rada A. i N. Stoyka /12/, koji su našli da se znatno popravlja prikaz sezonskih promena Zemljine rotacije uvodjenjem jednog člana s Chandlerovom periodom. Melchior ih međjutim uspešno objašnjava interferencijom godišnje i Chandlerove komponente s bliskim periodama, a još sitnije nepravilnosti u promenama Chandlerove amplitude i periode pripisuje slobodnoj nutaciji Zemljina jezgra i kore, jer se ove dve oscilacije u potpunosti ne poklapaju zbog osetno različite strukture ova dva Zemljina sloja.

Kako su druge razlike promena Chandlerove amplitude i faze bile dovoljno male u uočenom razdoblju, koje je za ovakve promene dosta kratko, to smo promene u amplitudama i one u fazama /u cilju određivanja dužine Chandlerove periode/ aproksimirali pravoliniskim trendovima, koje smo odredili metodom najmanjih kvadrata polazeći od uslovnih jednačina

$$C_0 + (k \Delta C) = P_0(k),$$

$$(k = 0, 1, 2, \dots, 5,$$

$$\gamma_0 + (k \Delta \gamma) = \psi_0(k),$$

$$(k = 0, 1, 2, \dots, 5,$$

Tako smo dobili zakonitosti promena amplitude i faze Chandlerove komponente kako u promenama širine $\Delta \varrho_0$ i $\Delta \varrho_c$, tako i u koordinatama rotacionog pola x, y izražene sledećim izrazima:

$$\Delta \varrho_0 + 0''.284_{\pm 55} - (k \ 0''.018) = P_0(k), \quad (k = 0, 1, 2, \dots, 5,$$

$$360^\circ_{\pm 7} - (k \ 1^\circ.8)_{\pm 2.4} = \psi_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

$$\Delta \varrho_c + 0''.316_{\pm 11} - (k \ 0''.022) = P_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

$$381^\circ_{\pm 3} - (k \ 6^\circ.5)_{\pm 1.1} = \psi_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

$$x + 0''.306_{\pm 29} - (k \ 0''.011)_{\pm 10} = P_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

$$40^\circ_{\pm 6} - (k \ 5^\circ.3)_{\pm 1.9} = \psi_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

$$y + 0''.294_{\pm 16} - (k \ 0''.006) = P_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

$$127^\circ_{\pm 5} - (k \ 5^\circ.8)_{\pm 1.6} = \psi_0(k), \quad \text{--- " ---}$$

Dužinu Chandlerove periode izveli smo iz promena Chandlerove faze:

$$\omega : (360^\circ - \Delta \gamma) = 1^{\text{god.}}.166 : 360^\circ,$$

gde je 1.166 pretpostavljena 14-mesečna perioda i za nju dobili u godinama i danima sledeće tačnije vrednosti /Tablica 8/.

Tablica 8. Dužina Chandlerove periode iz posmatranja u Beogradu

	Dužina Chandlerove periode u godinama	u danima
$\Delta \varrho_0$	1.172 \pm 0.008	428.1 \pm 2.9
$\Delta \varrho_c$	1.187 \pm 0.004	433.5 \pm 1.5
x	1.183 \pm 0.006	432.1 \pm 2.2
y	1.185 \pm 0.006	432.8 \pm 2.2

Poslednje tri vrednosti izvedene iz medjunarodnih podataka pokazuju izvanredno dobro slaganje. Vrednost izvedena iz posmatranja jedva da pokazuje sistematsko smanjenje obzirom na tačnost sa kojom

podaci izvedeni. Slaganje treba i ovde smatrati za vrlo dobro s obzirom na iznose Chandlerove periode odredjene na drugim mestima koji pokazuju još veća odstupanja i još manju tačnost odredjivanja. Iz Tablice 9 to se vidi za najnovija odredjivanja koja je u

Tablica 9. Dužina Chandlerove periode is posmatranja u

Mizusawi

	Dužina Chandlerove periode u godinama	u danima
$\Delta \mathcal{L}_0$	1.192 ± 0.008	435.2 ± 2.7
$\Delta \mathcal{L}_e$	1.196 ± 0.004	436.9 ± 1.5
x	1.192 ± 0.004	436.4 ± 1.8
y	1.208 ± 0.004	441.1 ± 1.6

medjunarodnoj stanici u Mizusawi izvršio nedavno T. Hattori /8/ za šestogodišnju periodu koja je prethodila našoj.

Za srednju vrednost Chandlerove periode u šestogodišnjem razmaku od 1949.0 do 1956.0

treba smatrati vrednost 1.18 godina. Granična tačnost današnjih određivanja Chandlerove periode je 2 dana i ona je dostignuta i našim ispitivanjima.

Ako iz jednačina / / odredimo Chandlerovu periodu za svaki Chandlerov razmak zasebno, ona se može predstaviti krivom 2 na sl. 4. Na krivoj 3 predstavljen je tok amplitude Chandlerove komponente. Ova dve krive jasno potvrđuju svojim međusobnim odnosom korelaciju koju je postavio Nicolini /14/, i zatim Melchior /15/, prema kojoj se perioda i amplituda Chandlerova kvazikružnog kretanja menjaju simultano i u istom smeru.

Naša određivanja predstavljaju prilog proverbi ovih zakonitosti i tešniji da se dodje do tačnijih kada se skupi dovoljan broj ispitivanja.

7. Određivanje godišnje i polugodišnje komponente u drugoj aproksimaciji i njihovo razdvajanje.- Neki autori /Hattori, smatraju za nedovoljno opravdano da se eliminisanje Chandlerove komponente vrši u srednjim vrednostima sedmogodišnjih i šestogodišnjih posmatračkih razmaka, jer se time za Chandlerovu periodu pred usvaja jedna vrednost koja nije dovoljno tačna, pa se mogu pojaviti ostaci koji će opteretiti godišnji član izveden harmoničkom analizom ovakvog materijala, pogotovu zato što je i godišnja perioda koja se određuje bliska Chandlerovoj, koja se na ovaj

način nepotpuno eliminiše. Zato oni pribegavaju drugoj metodi obra-
zujući druge razlike srednjih mesečnih vrednosti čiji je razmak godi-
na dana. U tim razlikama se eliminišu godišnja i polugodišnja kompo-
nenta, pa se dobiva materijal koji može poslužiti za ispitivanje
"čiste" Chandlerove komponente. Međutim u pomenutim razlikama se
eliminišu godišnja i polugodišnja komponenta samo pod pretpostavkom
da im je amplituda nepromenljiva. Međutim mi znamo da ni ovo nije ni
slučaj. Ako bi se za godišnju komponentu ovo i moglo praktično usvo-
jiti, za polugodišnju koja dolazi od mesnih uslova ovo se ne može
pretpostaviti, kao što će se uostalom iz dalje analize videti. I sam
je pomenuti autor u citiranom radu na oba načina došao jednim dugim
računskim putem do praktično jednakih vrednosti za Chandlerovu kompo-
nentu. Mi smo se stoga odlučili da pokušamo analizu godišnje i po-
lugodišnje komponente na kraći a dovoljno tačan način, primenom me-
tode sukcesivnih aproksimacija. Vrednosti Chandlerove komponente
odredjene harmoniskom analizom /Tablica 7/ eliminisali smo iz po-
laznih podataka $\Delta \varphi_0$ i $\Delta \varphi_c$, x i y i tako dobili iznose samo godišnje
i polugodišnje komponente u promenama širine i koordinatama rotaci-
onog pola, ali tačnije ne u prvoj aproksimaciji, koje su date u
Tablici 10.

Ove podatke dobivene za svaku godinu sada smo takodje
podvrgli harmoniskoj analizi sa 12 argumenata i pretpostavkom dve-
ju perioda, jedne od godinu dana i druge od pola godine, kao i
jednog progresivnog člana koji treba da istakne promenu srednje
širine, makar i prividnu. Rezultati harmoniske analize doveli
su nas do sledećih, tačnijih izraza za godišnju i polugodišnju
komponentu promena $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_c$ i koordinata rotacionog pola
 x , y :

Tablica 10. Promene širine i koordinate rotacionog pola
posle eliminisanja Chandlerove komponente određene
harmoniskom analizom

1949				1950				1951			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y
111	161	-116	11	173	169	-109	16	201	184	-81	44
113	125	-131	62	191	95	-170	45	274	114	-148	51
265	201	-125	121	215	113	-127	113	315	77	-162	111
211	116	-93	161	138	131	-90	137	91	92	-73	190
214	170	-20	199	275	169	-37	180	114	196	6	208
135	252	25	219	34	241	60	220	338	237	47	211
287	331	150	197	398	344	162	201	240	334	145	192
274	378	181	136	324	395	193	162	70	402	194	138
436	402	167	63	416	377	152	97	559	398	162	70
515	394	143	35	501	378	122	22	498	371	128	38
276	339	79	23	322	334	57	-36	321	332	78	35
244	257	-17	3	37	266	-3	-3	195	264	-22	-8
1952				1953				1954			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y
241	173	-108	3	27	170	-180	21	57	134	-141	-52
115	107	-143	83	251	143	-108	73	210	115	-143	4
169	100	-136	105	368	98	-138	120	182	116	-122	73
246	126	-93	150	215	113	-109	156	183	125	-95	114
98	155	-47	186	78	163	-40	188	214	165	-54	126
283	218	21	211	146	244	50	195	280	225	68	156
269	345	156	193	183	324	136	189	213	361	162	148
441	388	189	160	365	370	175	158	306	396	192	98
364	415	185	88	409	423	197	41	369	396	167	44
469	409	154	18	507	424	174	-9	438	356	100	-24
306	317	48	0	437	367	99	-58	405	330	57	-3
203	217	-63	-12	181	216	-59	-49	278	214	-104	-24
1955											
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_e$	x	y								
158	222	-110	7								
96	213	-120	62								
127	189	-123	126								
216	178	-99	167								
191	205	-27	200								
203	249	62	205								
357	288	132	186								
422	320	173	132								
229	314	164	88								
376	307	141	47								
360	280	76	4								
271	252	14	-6								

$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.257 + 0.116 \sin(t+203^\circ) + 0.096 \sin(2t+290^\circ)$	1949
$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.259 + 0.128 \sin(t+213) + 0.055 \sin(2t+317)$	1950
$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.068 + 0.104 \sin(t+176) + 0.071 \sin(2t+300)$	1951
$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.267 + 0.132 \sin(t+208) + 0.038 \sin(2t+319)$	1952
$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.264 + 0.118 \sin(t+185) + 0.139 \sin(2t+305)$	1953
$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.261 + 0.112 \sin(t+201) + 0.068 \sin(2t+256)$	1954
$\Delta \mathcal{L}_0 = +0.256 + 0.118 \sin(t+213) + 0.023 \sin(2t+195)$	1955

$\Delta \mathcal{L}_c = +0.260 + 0.138 \sin(t+209) + 0.018 \sin(2t+327)$
$\Delta \mathcal{L}_c = +0.251 + 0.151 \sin(t+211) + 0.004 \sin(2t+166)$
$\Delta \mathcal{L}_c = +0.250 + 0.159 \sin(t+209) + 0.012 \sin(2t+121)$
$\Delta \mathcal{L}_c = +0.248 + 0.161 \sin(t+211) + 0.017 \sin(2t+332)$
$\Delta \mathcal{L}_c = +0.254 + 0.162 \sin(t+206) + 0.015 \sin(2t+293)$
$\Delta \mathcal{L}_c = +0.244 + 0.154 \sin(t+216) + 0.013 \sin(2t+351)$
$\Delta \mathcal{L}_c = +0.251 + 0.067 \sin(t+207) + 0.011 \sin(2t+49)$

$x = +0.020 + 0.163 \sin(t+224) + 0.008 \sin(2t+300)$
$x = +0.018 + 0.167 \sin(t+227) + 0.007 \sin(2t+124)$
$x = +0.023 + 0.163 \sin(t+226) + 0.009 \sin(2t+174)$
$x = +0.014 + 0.173 \sin(t+225) + 0.021 \sin(2t+343)$
$x = +0.023 + 0.152 \sin(t+228) + 0.015 \sin(2t+318)$
$x = +0.007 + 0.173 \sin(t+233) + 0.018 \sin(2t+0)$
$x = +0.024 + 0.156 \sin(t+222) + 0.004 \sin(2t+180)$

$y = +0.102 + 0.107 \sin(t+309) + 0.009 \sin(2t+162)$
$y = +0.096 + 0.097 \sin(t+303) + 0.018 \sin(2t+63)$
$y = +0.107 + 0.104 \sin(t+310) + 0.011 \sin(2t+186)$
$y = +0.099 + 0.110 \sin(t+306) + 0.012 \sin(2t+55)$
$y = +0.085 + 0.125 \sin(t+315) + 0.025 \sin(2t+47)$
$y = +0.055 + 0.098 \sin(t+303) + 0.005 \sin(2t+169)$
$y = +0.102 + 0.107 \sin(t+308) + 0.006 \sin(2t+279)$

Za slobodni član dobivene su po Chandlerovim periodama, odn. po godinama sledeće vrednosti iz analize Chandlerove komponente, odn. godišnje i polugodišnje.

Tablica 11. Slobodni član dobiven harmoniskom analizom Chandlerove komponente

	<u>1949.08- 1950.14</u>	<u>1950.23- 1951.34</u>	<u>1951.39- 1952.48</u>	<u>1952.55- 1953.65</u>	<u>1953.73- 1954.81</u>	<u>1954.89- 1955.98</u>
ΔC_0	-71	44	-99	76	1	50
ΔC_c	40	24	14	-9	-14	-14
x	36	18	8	-9	-24	-12
y	-7	-13	-14	2	18	13

Tablica 12. Slobodni član dobiven harmoniskom analizom godišnje i polugodišnje komponente

	<u>1949</u>	<u>1950</u>	<u>1951</u>	<u>1952</u>	<u>1953</u>	<u>1954</u>	<u>1955</u>
ΔC_0	257	252	268	267	264	261	250
ΔC_c	260	251	250	248	254	244	251
x	20	18	23	14	23	7	24
y	102	96	107	99	85	55	102

Iz ovih se pregleda vidi da je promena srednje širine iz naših posmatranja u razmaku od 1949.0 do 1956.0 iznosila po apsolutnoj vrednosti 0.175 pri određivanju Chandlerove komponente i 0.18 pri određivanju godišnje i polugodišnje komponente. Odnosne promene iz ΔC_0 , ΔC_c , x i y znatno su manje, bar izvedene iz analize Chandlerove komponente, no u oba slučaja toga reda po apsolutnoj veličini da se ne može govoriti o njihovoj realnosti, naročito s obzirom na kratki vremenski razmak i na njihov nepravilan hod. Zbog toga smo se odrekli dalje analize promena srednje širine, smatrajući da je obuhvaćeni posmatrački razmak za ovo nedovoljan. Izgleda međjutim da su i ove promene srednje širine samo prividne i da dolaze od mesnih nepolarnih uticaja.

Izrazi dobiveni harmoniskom analizom u drugoj aproksimaciji za godišnji, odn. polugodišnji član, doveli su nas do mesečnih vrednosti odnosnih komponentata datih u narednim dvema tablicama.

Tablica 13. Mesečne vrednosti godišnje komponente
izvedene harmoniskom analizom u II aproksimaciji u promensma
 $\Delta \mathcal{L}_0$, $\Delta \mathcal{L}_e$ i koordinatama rotacionog pola x , y .

1949				1950				1951			
$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
- 46	- 67	-112	- 83	- 69	- 77	-122	- 96	8	- 78	-118	- 80
- 94	-118	-156	- 38	-114	-132	-163	- 52	- 45	-138	-158	- 35
-116	-139	-158	16	-128	-150	-160	6	- 86	-159	-157	18
-107	-121	-118	67	-108	-130	-114	62	-104	-139	-113	67
- 70	- 71	- 46	100	- 60	- 74	- 38	102	- 94	- 81	- 39	98
- 14	- 2	38	106	6	2	49	114	- 59	- 2	46	103
46	67	112	83	69	77	122	96	- 8	78	118	80
94	118	156	38	114	132	163	52	45	138	158	35
116	139	158	- 16	128	150	160	- 6	86	159	157	- 18
107	121	118	- 67	108	130	114	- 62	104	139	113	- 67
70	71	46	-100	60	74	38	-102	94	81	39	- 98
14	2	- 38	-106	- 6	- 2	- 49	-114	59	2	- 46	-103
1952				1953				1954			
$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
- 62	- 82	-123	- 89	- 11	- 72	-112	- 89	- 40	- 90	-139	- 82
-112	-141	-167	- 45	- 69	-134	-148	- 33	- 87	-140	-172	- 45
-131	-161	-168	11	-108	-162	-144	32	-111	-153	-160	5
-116	-139	-122	64	-118	-145	-102	88	-105	-125	-104	53
- 69	- 79	- 44	99	-106	- 90	- 32	120	- 71	- 63	- 20	87
- 4	1	45	109	- 49	- 10	46	121	- 17	16	68	97
62	82	123	89	11	72	112	89	40	90	139	82
112	141	167	45	69	134	148	33	87	140	172	45
131	161	168	- 11	108	162	144	- 32	111	153	160	- 5
116	139	122	- 64	118	145	102	- 88	105	125	104	- 53
69	79	44	- 99	106	90	32	-120	71	63	20	- 87
4	1	- 45	-109	49	10	- 46	-121	17	- 16	- 68	- 97
1955											
$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y								
- 65	- 30	-105	- 84								
-106	- 56	-149	- 40								
-118	- 67	-152	15								
- 99	- 60	-116	66								
- 54	- 37	- 48	99								
8	- 4	33	106								
65	30	105	84								
104	56	149	40								
118	67	152	- 15								
99	60	116	- 66								
54	37	48	- 99								
- 6	4	- 33	-106								

Tablica 14. Mesečne vrednosti polugodišnje komponente
izvedene harmoniskom analizom u II aproksimaciji u promenama
 $\Delta \mathcal{L}_0, \Delta \mathcal{L}_e$ i koordinatama rotacionog pola x, y .

1949				1950				1951			
$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
-90	-12	-7	3	-65	1	6	16	-61	10	1	-1
-17	5	-1	-6	28	-3	0	15	1	0	-8	-10
73	17	7	-10	92	-3	-6	-1	61	-10	-8	-10
90	12	7	-3	65	-1	-6	-16	61	-10	-1	1
17	-5	1	6	-28	3	0	-15	-1	0	8	10
-73	-17	-7	10	-92	3	6	1	-61	10	8	10
-90	-12	-7	3	-65	1	6	16	-61	10	1	-1
-17	5	-1	-6	28	-3	0	15	1	0	-8	-10
73	17	7	-10	92	-3	-6	-1	61	-10	-8	-10
90	12	7	-3	65	-1	-6	-16	61	-10	-1	1
17	-5	1	6	-28	3	0	-15	-1	0	8	10
-73	-17	-7	10	-92	3	6	1	-61	10	8	10

1952				1953				1954			
$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y	$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
-55	-8	-6	10	-114	-14	-10	18	-66	-2	0	1
13	9	14	11	12	-2	5	24	-47	10	16	-4
37	17	20	1	126	12	15	6	19	12	16	-4
25	8	6	-10	114	14	10	-18	66	2	0	-1
-13	-9	-14	-11	-12	2	-5	-24	47	-10	-16	4
-37	-17	-20	-1	-126	-12	-15	-6	-19	-12	-16	4
-25	-8	-6	10	-114	-14	-10	18	-66	-2	0	1
13	9	14	11	12	-2	5	24	-47	10	16	-4
37	17	20	1	126	12	15	6	19	12	16	-4
25	8	6	-10	114	14	10	-18	66	2	0	-1
-13	-9	-14	-11	-12	2	-5	-24	47	-10	-16	4
-37	-17	-20	-1	-126	-12	-15	-6	-19	-12	-16	4

1955			
$\Delta \mathcal{L}_0$	$\Delta \mathcal{L}_e$	x	y
-6	8	0	-6
-22	10	-3	-2
-16	2	-3	4
6	-8	0	6
22	-10	3	2
16	-2	3	-4
-6	8	0	-6
-22	10	-3	-2
-16	2	-3	4
6	-8	0	6
22	-10	3	2
16	-2	3	-4

Tablica 15. "Posmatrane" vrednosti za Chandler-ovu komponentu u promenama $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_c$ i koordinatama rotacionog pola x, y.

1949				1950				1951			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y
- 45	98	210	261	-289	-176	- 72	284	-255	-285	-261	100
107	220	309	173	-186	- 46	73	300	-237	-249	-188	197
272	292	339	48	- 3	87	184	241	-180	-164	- 77	265
333	310	302	- 91	86	196	264	147	-159	- 48	28	285
363	271	207	-211	237	262	286	29	22	39	118	218
296	177	61	-284	207	280	261	- 91	176	137	192	123
218	44	- 73	-301	300	254	192	-202	176	228	250	10
22	-105	-213	-264	181	168	75	266	99	273	254	-110
-121	-231	-313	-176	97	38	- 64	-278	210	255	194	-213
-235	-304	-337	- 43	38	- 82	-178	-236	132	189	105	-267
-364	-317	-298	95	- 97	-191	-260	-152	26	90	- 2	-268
-345	-271	-204	207	-239	-261	-284	- 26	-64	- 30	-116	-227
1952				1953				1954			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y
- 83	-139	-200	-131	58	119	32	-251	176	194	151	-154
-180	-232	-250	- 2	48	14	- 83	-244	205	157	75	-248
-181	-270	-247	110	- 5	-111	-198	-186	117	88	- 19	-296
-139	-252	-194	209	-110	-205	-265	- 90	13	- 5	-115	-292
-150	-192	-108	266	-158	-256	-274	24	- 74	- 96	-192	-235
- 20	- 94	- 2	271	-133	-253	-229	129	-128	-172	-214	-118
- 45	1	95	242	-130	-206	-141	211	-203	-193	-201	19
49	106	186	186	- 89	-124	- 32	258	-207	-200	-155	146
72	199	247	90	- 55	5	120	288	-185	-161	- 78	248
156	259	270	- 24	70	97	197	233	-111	- 89	20	293
147	257	229	-127	172	172	233	118	- 43	- 49	52	263
127	206	140	-212	194	190	199	- 18	76	36	154	228
1955											
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y								
171	123	248	146								
242	191	302	42								
275	216	286	- 71								
261	198	209	-173								
153	144	95	-237								
28	61	- 37	-255								
- 54	- 36	-162	-222								
-148	-124	-256	-149								
-291	-191	-303	- 43								
-265	-214	-284	73								
-231	-199	-211	171								
-159	-144	- 91	236								

Tablica 16. "Posmatrane" vrednosti za godišnju komponentu u promenama $\Delta \varrho_0, \Delta \varrho_1$ koordinatama rotacionog pola x, y.

1949				1950				1951			
$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y	$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y	$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y
- 49	- 74	-118	- 87	- 51	- 79	-126	- 96	3	- 77	-114	- 74
-105	-125	-154	- 37	-106	-139	-171	- 57	- 28	-137	-160	- 39
- 99	-151	-156	20	-128	-145	-153	10	- 62	-160	-164	17
-117	-133	-119	65	-131	-126	-110	60	-149	-142	-107	72
- 67	- 76	- 44	97	- 23	- 78	- 44	101	-114	- 72	- 34	96
- 26	2	29	106	- 38	- 3	45	117	4	- 9	36	100
71	72	120	86	116	82	127	94	6	77	119	82
74	116	158	39	91	137	167	52	- 36	143	165	37
113	134	152	- 20	109	143	153	- 3	134	159	154	- 21
127	121	117	- 66	143	129	113	- 61	126	136	111	- 68
47	75	50	- 95	73	76	38	-107	81	81	42	- 96
29	6	- 35	-107	- 45	3	-42	-109	35	3	- 48	-110

1952				1953				1954			
$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y	$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y	$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y
- 32	- 77	-121	- 95	- 48	- 71	-112	- 87	- 73	- 96	-142	- 91
-130	-144	-168	- 39	- 54	-126	-144	- 34	- 59	-140	-170	- 46
-132	-162	-169	9	- 79	-164	-155	31	-107	-149	-155	11
- 93	-136	-119	63	-133	-148	-115	88	-118	-124	-103	55
-108	- 81	- 45	99	-129	- 91	- 41	122	- 79	- 65	- 28	80
15	- 4	39	110	- 30	- 6	45	119	1	8	71	97
50	90	131	87	18	76	116	88	33	100	144	85
128	138	165	47	76	129	148	38	89	141	171	46
108	157	162	- 11	78	160	149	- 38	104	149	155	- 6
136	144	126	- 66	122	149	115	- 84	107	120	100	- 61
63	79	45	- 95	132	97	48	-120	80	74	35	- 79
- 6	- 5	- 49	-109	47	- 2	- 53	-123	23	- 17	- 77	- 92

1955			
$\Delta \varrho_0$	$\Delta \varrho_1$	x	y
- 72	- 32	-115	- 86
-115	- 53	-146	- 39
-114	- 66	-149	17
- 79	- 62	-118	64
- 63	- 37	- 50	98
- 16	- 3	34	106
81	30	106	86
134	57	150	37
77	65	149	- 16
106	61	116	- 64
65	38	48	- 99
- 2	4	- 26	-105

Tablica 17. "Posmatrane" vrednosti za polugodišnju komponentu u promenama $\Delta \varphi_0, \Delta \varphi_c$ koordinatama rotacionog pola x, y.

1949				1950				1951			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y
- 94	- 19	- 13	- 1	- 46	- 1	2	16	- 66	11	6	
- 28	- 3	1	- 4	37	- 10	- 9	10	18	1	- 10	- 14
90	4	9	- 5	91	2	1	3	85	- 12	- 15	- 14
80	0	6	- 5	41	3	- 2	- 18	16	- 13	5	
21	- 10	3	3	9	- 1	- 6	- 16	- 21	9	13	
- 85	- 13	- 16	11	- 136	- 2	1	4	3	3	- 2	
- 65	- 6	2	6	- 17	6	12	13	- 47	8	2	
- 37	3	1	- 5	4	2	4	14	- 81	5	- 1	
69	12	1	- 15	73	- 10	- 13	2	109	- 11	- 12	- 14
111	13	6	- 2	101	- 2	- 8	- 14	83	- 13	- 4	
- 6	0	5	11	- 15	5	1	- 21	- 15	1	11	14
- 57	- 13	- 4	9	- 131	8	14	6	- 85	11	5	

1952				1953				1954			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y	$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y
6	- 3	- 3	4	- 152	- 13	- 12	21	- 99	- 8	- 3	
- 5	6	12	17	27	7	9	23	- 19	11	18	
35	15	19	- 1	155	10	4	5	24	17	21	
49	11	9	- 11	99	10	- 4	- 17	53	4	1	
- 52	- 11	- 15	- 12	- 35	1	- 14	- 21	39	- 12	- 25	
- 18	- 22	- 26	1	- 107	- 8	- 17	- 8	0	- 20	- 13	
- 37	0	3	8	- 106	- 10	- 6	17	- 74	8	6	
30	5	12	13	19	- 8	4	30	- 45	11	15	
13	13	14	0	96	10	20	0	11	7	10	
46	13	10	- 13	118	18	23	- 14	68	- 3	- 4	
- 19	- 10	- 12	- 7	15	9	12	- 23	56	1	0	
- 48	- 22	- 24	0	- 128	- 24	- 22	- 9	- 12	- 13	- 25	

1955			
$\Delta \varphi_0$	$\Delta \varphi_c$	x	y
- 13	5	- 10	- 8
- 31	13	0	- 1
- 12	3	0	6
26	- 10	- 3	3
13	- 9	1	1
- 8	0	4	- 3
10	7	1	- 4
8	11	- 2	- 5
- 57	0	- 6	3
13	- 6	1	8
34	- 9	4	1
20	- 3	10	- 3

Sumirajući vrednosti slobodnih članova i sve tri peri-
odične komponente dobivene harmoniskom analizom za svaki mesec,
mi smo obrazovali t.zv. "računate" vrednosti za promene $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_c$
i međunarodne koordinate rotacionog pola x , y . Njih smo odbili od
posmatranih, tj. polaznih vrednosti za odnosne veličine i tako
dobili za svaki mesec ukupna odstupanja O-C, koja smo ravnomerno
podelili na sve komponente. Tako smo došli do "posmatranih" vred-
nosti za svaku komponentu zasebno. Ove vrednosti daju tablice
15-17.

Ove vrednosti unosili smo krstićima, a računate vrednos-
ti, date u Tablici 13 i Tablici 14, tačkama u grafike na slici
5 a,b,c,d i 6 a,b,c,d. Na njima su predstavljene zasebno godišnja
i polugodišnja komponenta polarnog kretanja, kako u promenama ši-
rine $\Delta \varphi_0$ i $\Delta \varphi_c$ tako i u međunarodnim koordinatama rotacionog pola
 x , y za uočeni vremenski razmak.

Sa ovih grafika se vidi da godišnja komponenta ima oset
konstantnu amplitudu i fazu. Sa Sl. 7 a, na kojoj je prikazana
godišnja komponenta u međunarodnoj polhodiji, zapaža se osetna
konstantnost velike poluose i ekscentričnosti, pa čak i orijenta-
cije godišnje elipse. Njena orijentacija duž meridijana $11^\circ W \pm 4^\circ$
u skladu je s Melchiorovim odredjivanjima /16/. Ovaj meridijan
deli Zemljinu loptu na dve polulopte. Na jednoj je pretežno kopn-
a na drugoj more, pa su jake asimetričnosti u ponašanju ovih he-
misfera prema Sunčevom zračenju i njegovim promenama u toku godi-
ne, kao i u pogledu pretovara vazdušnih i vodenih masa izazvanih
promenama ovog zračenja.

Na Sl. 6 prikazane su promene polugodišnje komponente
u $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_c$, x i y . U našim posmatranjima zapaža se i ovde ose
polugodišnja komponenta mesnog porekla o čemu je već bilo govor
Ova će zajedno sa uticajima mesnih uslova na Chandlerovu i

godišnju komponentu, koji se kriju u residuima posmatranih i međunarodnih vrednosti ovih komponentata, biti predmet detaljnije analize u narednoj glavi. Primetimo ovde samo da se polugodišnja komponenta amortizuje od 1949 do 1952, u 1953 vraća se na nov maksimum, a zatim se ponovo amortizuje do kraja uočenog razdoblja. Isto se zapaža i na slici 10c gde je prikazan polugodišnji član u polhodiji izvedenoj iz naših posmatranja. Ovo dolazi od promenljivosti mesnih uticaja u zavisnosti od promena opštih atmosferskih karakteristika iz godine u godinu.

Naprotiv, polugodišnji član u promenama ΔQ_c , x i y /sl. 6 b,c,d/ kao i međunarodnoj polhodiji /sl. 7 b/ potpuno su zanemarljivi, što je u skladu s napred rečenim.

Promene amplituda i faza godišnje i polugodišnje komponente /u cilju određivanja dužina godišnje i polugodišnje periode/ aproksimirane su takodje pravoliniskim trendovima, koji su određeni po metodi najmanjih kvadrata i za njih su dobiveni sledeći izrazi.

Za amplitudu godišnje komponente:

ΔQ_0	$+0^{\circ}119$	$-0^{\circ}000$	$(h = P_0(h))$	$(h = 0, 1, 2, \dots 6)$
	± 7	± 2		
ΔQ_c	$+0.163$	-0.007	$(h = P_0(h))$	"
	± 29	± 8		
X	$+0.166$	-0.001	$(h = P_0(h))$	"
	± 6	± 2		
Y	$+0.104$	$+0.001$	$(h = P_0(h))$	"
	± 7	± 2		

Za fazu godišnje komponente:

ΔQ_0	$+198^{\circ}$	$+0^{\circ}.5$	$(h = \psi_0(h))$	"
	± 10	± 2.5		
ΔQ_c	$+210$	$+0.0$	$(h = \psi_0(h))$	"
	± 3	± 0.7		
X	$+226$	$+0.3$	$(h = \psi_0(h))$	"
	± 3	± 0.7		
Y	$+307$	$+0.1$	$(h = \psi_0(h))$	"
	± 3	± 0.9		

Za amplitudu polugodišnje komponente:

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_0 &+ 0''.098 - 0''.007 \mu = P_0(\mu), & (\mu = 0, 1, 2, \dots, 6) \\ \Delta \varphi_c &+ 0.013 + 0.000 \mu = P_0(\mu), & \text{--- " ---} \\ X &+ 0.010 + 0.001 \mu = P_0(\mu), & \text{--- " ---} \\ Y &+ 0.015 + 0.001 \mu = P_0(\mu), & \text{--- " ---} \end{aligned}$$

Za fazu polugodišnje komponente:

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_0 &+ 326^\circ - 14^\circ.4 \mu = \psi_0(\mu), & \text{--- " ---} \\ \Delta \varphi_c &+ 260 - 9.3 \mu = \psi_0(\mu), & \text{--- " ---} \\ X &+ 230 + 9.1 \mu = \psi_0(\mu), & \text{--- " ---} \\ Y &+ 92 + 15.1 \mu = \psi_0(\mu), & \text{--- " ---} \end{aligned}$$

Iz ovih se izraza može primetiti da su promene, naročito faze, nepouzdana određene, kod godišnje komponente zapaža se da je sa znatno višom tačnošću određena faza međunarodnih veličina $\Delta \varphi_c$, x i y nego posmatranih promena $\Delta \varphi_0$. Ovo dolazi, kao i kod Chandlerove komponente još i u većoj meri, otud što su u Međunarodnoj službi mesni uticaji zanemarljivo mali, dok su kod nas oni znatnog iznosa. Pored toga što izazivaju polugodišnju komponentu, oni pri harmoniskoj analizi posmatranih promena $\Delta \varphi_0$ opterećuju delimično i Chandlerovu i godišnju komponentu.

Dalje se zapaža, naročito kod faze polugodišnje komponente, obrnut slučaj - da je promena faze međunarodnih veličina $\Delta \varphi_c$, x i y određena daleko nepouzdanije od promene faze posmatranih promena širine $\Delta \varphi_0$. Ovo dolazi otud što je sam iznos polugodišnje komponente u podacima Međunarodne službe zanemarljivo mali i nesiguran, dok je on kod naših posmatranja nesumnjivo istaknut.

Efektivne dužine godišnje i polugodišnje periode za uočeni vremenski razmak za ove vrste promena $\Delta \varphi_0$, $\Delta \varphi_c$ i međunarodnih koordinata rotacionog pola x, y izvedene su iz odnosnih promena faza, analogno izvodjenju dužine Chandlerove periode, pa su dobivene ove vrednosti.

Tablica 18. Dužine godišnje i polugodišnje periode iz promena $\Delta \varphi$, $\Delta \psi$ i koordinata x, y

	Dužina godišnje periode		Dužina polugodišnje periode	
	u godinama	u danima	u godinama	u danima
$\Delta \varphi$	0.9987 ± 0.0075	364.8 ± 2.7	0.5200 ± 0.0092	189.9 ± 3.4
$\Delta \psi$	0.9999 ± 0.0019	365.2 ± 0.7	0.5129 ± 0.0340	187.3 ± 12.4
x	0.9992 ± 0.0019	365.0 ± 0.7	0.4874 ± 0.0268	178.0 ± 9.8
y	0.9998 ± 0.0025	365.2 ± 0.9	0.4790 ± 0.0215	175.0 ± 7.8

Oдавде se vidi da dužina godišnje periode iznosi tačno godinu dana, u granicama njenih srednjih kvadratskih grešaka koje su veoma male, naročito kod međunarodnih veličina. Već su raniji autori isticali konstantnost godišnje periode, kao i amplitude godišnje komponente, za razliku od promenljivosti odnosnih elemenata Chandlerove komponente. Za polugodišnju periodu važi isti zaključak kao i za godišnju, s napomenom da je njena srednja kvadratska greška znatno veća, i to obrnuto - kod međunarodnih veličina ona je veća no kod posmatranih promena $\Delta \varphi$. Ovo dolazi takođe etud što je polugodišnja komponenta u Međunarodnoj službi sama po sebi zanemarljivo mala, pa dakle i nepouzdana za određivanje.

8. Izvođenje koordinata pola iz posmatranja na Beo-

gradskoj opservatoriji.- Još je instruktivnije od uporedjenja krivih promena širine, po našem mišljenju, uporedjenje samih polhodijskih izvedenih iz dve službe. Zato je, razume se, potrebno da se iz obeju službi mogu izračunati koordinate pola. Tek je nedavno, međutim, A.J.Orlov /17/ predložio jednu metodu da se iz posmatranja samo jedne stanice izvedu koordinate pola.

Koriste li se Helmert-ove jednačine kretanja rotacionog pola i Newcomb-ova hipoteza, po kojoj se pri Zemljinim elastičnim deformacijama njen pol inercije pomera u pravcu pola rotacije, mogu se koordinate pola pretstaviti izrazima

$$\begin{aligned}x &= 0''088 \cos(18^\circ t + 112^\circ) + C \cos(15^\circ t + c), \\y &= -0''075 \sin(18^\circ t + 112^\circ) - C \sin(15^\circ t + c),\end{aligned}$$

/1/

gde se t izražava u dvadesetim delovima godine, kao što je usvojeno u Međunarodnoj službi širine.

Na taj način je kretanje Zemljina rotacionog pola predstavljeno dvema harmoniskim komponentama - godišnjom, s konstantnom amplitudom i fazom, i Chandlerovom s periodom oko 1,2 godine, a s promenljivom amplitudom i fazom. Ove poslednje se sporo menjaju pa se u toku jedne Chandlerove periode mogu smatrati konstantnim.

Ove osobine omogućuju da se izračunaju koordinate trenutnog rotacionog pola iz samo jedne službe širine.

Godišnji član u koordinatama trenutnog pola jednak je

$$x_a = 0''088 \cos(18^\circ t + 112^\circ), \quad y_a = -0''075 \sin(18^\circ t + 112^\circ),$$

a Chandlerov

$$x_c = C \cos(15^\circ t + c), \quad y_c = -C \sin(15^\circ t + c). \quad /2/$$

I promena širine jedne stanice, a geografskom dužinom može se predstaviti zbiorom dva člana

$$\Delta \varrho = \Delta \varrho_a + \Delta \varrho_c,$$

gde je

$$\begin{aligned}\Delta \varrho_a &= x_a \cos \lambda + y_a \sin \lambda, \\ \Delta \varrho_c &= C \cos(15^\circ t + c + \lambda).\end{aligned} \quad /3/$$

poznato iz posmatranja, prema tome je

$$\Delta \varrho_c = \Delta \varrho - \Delta \varrho_a.$$

Jednačina /3/ omogućuje da se izračunaju C i c metodom najmanjih kvadrata. Iz izraza /2/ nalazi se zatim X_c i Y_c , a iz /1/ koordinate trenutnog rotacionog pola x , y .

A. i N. Stoyko u svojoj raspravi /18/, kojom su između ostalog dokazali da je tačnost koordinata trenutnog rotacionog pola koje daje Međunarodna služba širine istog reda veličine

kao i tačnost odnosnih koordinata iz Brze Medjunarodne službe širine, koja se sastoji iz nezavisnih opservatorija, osvrnuli su se na ovu Orlovljevu metodu s pouzdanjem i po njoj izveli koordinate trenutnog rotacionog pola u razdoblju od 1954.0 do 1957.0 nezavisno iz posmatranja svake opservatorije koja učestvuje u Brzoj medjunarodnoj službi širine, pa i Beogradske opservatorije, a po istoj metodi i iz same Medjunarodne službe širine. /Vidi narednu tablicu/.

Tablica 19. Koordinate rotacionog pola računane po Orlovljevoj metodi iz podataka MSS i Beogradske opservatorije.

Epoha u del.god.	medj.koord.		Beogr.koord.		Epoha u del.god.	medj.koord.		Beogr.koord.	
	x	y	x	y		x	y	x	y
1954.00	129	- 39	148	- 15	1955.25	117	3	120	19
.05	92	- 90	109	- 46	.30	98	- 28	101	- 8
.10	50	-127	64	- 66	.35	75	- 52	77	- 29
.15	8	-147	17	- 75	.40	48	- 66	49	- 44
.20	- 31	-150	- 29	- 71	.45	18	- 72	18	- 51
.25	- 70	-135	- 70	- 56	.50	- 14	- 69	- 14	- 51
.30	- 99	-105	-103	- 37	.55	- 46	- 55	- 46	- 41
.35	-120	- 63	-128	1	.60	- 78	- 34	- 77	- 24
.40	-134	- 12	-143	39	.65	-106	- 4	-104	2
.45	-135	45	-147	79	.70	-129	32	-127	34
.50	-128	102	-141	119	.75	-146	72	-143	72
.55	-113	157	-126	157	.80	-154	115	-151	113
.60	- 91	207	-103	191	.85	-153	157	-149	156
.65	- 64	247	- 74	217	.90	-141	198	-138	198
.70	- 34	277	- 42	236	.95	-115	233	-112	236
.75	- 2	294	- 7	246	1956.00	- 86	262	- 84	267
.80	29	299	27	248	.05	- 45	282	- 45	290
.85	59	291	59	241	.10	4	291	2	301
.90	85	273	87	227	.15	56	288	52	299
.95	106	245	110	206	.20	109	273	103	284
1955.00	123	209	128	179	.25	158	246	150	255
.05	133	169	139	149	.30	201	209	192	214
.10	138	125	144	116	.35	234	164	223	146
.15	137	82	142	82	.40	252	112	241	106
.20	130	40	134	49	.45	255	58	244	44

Na sl. 8 prikazane su za dve Chandlerove periode, od 1954.0 do 1955.2 i od 1955.2 do 1956.4, polhodija iz beogradskih posmatranja /crveno/ i iz Medjunarodne službe širine /crno/. Izvanredno dobro slaganje naših posmatranja s rezultatima Medjunarodne službe širine, naročito u drugoj noćenoj Chandlerovoj periodi, na

ovaj način je vrlo ubedljivo istaknuto.

Smatrajući da nije neophodna pretpostavka o konstantnosti godišnjeg člana i da treba uzeti u obzir i polugodišnji član, bar u cilju ispitivanja njegova uticaja, jer je on redovan pratilac na mnogim opservatorijama, mi smo pokušali da odredimo koordinate trenutnog rotacionog pola za razdoblje 1949.0 do 1956.0 iz promena širine Beogradske opservatorije na ovaj način. Pretpostavili smo, na osnovi iskustva, da se promena širine $\Delta \varphi$ može rastaviti u tri realne komponente - Chandlerovu, $\Delta \varphi_c$, godišnju $\Delta \varphi_1$ i polugodišnju $\Delta \varphi_2$, tj. da je

$$\Delta \varphi = \Delta \varphi_c + \Delta \varphi_1 + \Delta \varphi_2, \quad /1/$$

zatim da se sve tri mogu predstaviti, kao što smo u prethodnom izlaganju već videli, harmoniskim izrazima

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_c &= C \cos(t+c), \\ \Delta \varphi_1 &= g_1 \cos(t+\rho_1), \\ \Delta \varphi_2 &= g_2 \cos(t+\rho_2), \end{aligned} \quad /2/$$

gde vreme t varira od meseca do meseca. S druge strane, ove se komponente mogu predstaviti, svaka za sebe, izrazom analognim izrazu Kostinskog za totalnu promenu širine u funkciji totalnih koordinata:

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_c &= x_c \cos \lambda + y_c \sin \lambda, \\ \Delta \varphi_1 &= x_{g1} \cos \lambda + y_{g1} \sin \lambda, \\ \Delta \varphi_2 &= x_{g2} \cos \lambda + y_{g2} \sin \lambda, \end{aligned} \quad /3/$$

gde su $x_c, y_c; x_{g1}, y_{g1}; x_{g2}, y_{g2}$ koordinate svake komponente. Uporedjenjem izraza /2/ i /3/, mogu se očigledno naći koordinate svake komponente:

$$\begin{aligned} x_c &= C \cos(c-\lambda) \cos t - C \sin(c-\lambda) \sin t, \\ y_c &= -C \cos(c-\lambda) \sin t - C \sin(c-\lambda) \cos t, \\ x_{g1} &= g_1 \cos(g_1-\lambda) \cos t - g_1 \sin(g_1-\lambda) \sin t, \\ y_{g1} &= -g_1 \cos(g_1-\lambda) \sin t - g_1 \sin(g_1-\lambda) \cos t, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_{p_2} &= g_2 \cos(g_2 - \lambda) \cos t - g_2 \sin(g_2 - \lambda) \sin t, \\y_{p_2} &= -g_2 \cos(g_2 - \lambda) \sin t - g_2 \sin(g_2 - \lambda) \cos t,\end{aligned}$$

a najzad i totalne koordinate trenutnog rotacionog pola:

$$x = x_c + x_{p_1} + x_{p_2},$$

$$y = y_c + y_{p_1} + y_{p_2}.$$

Ostalo bi još da se ispita uticaj polugodišnjeg člana, za koji pretpostavljamo da je mesnog karaktera, na polhodiju, tj. da se ispita da li polhodija odgovara bolje fizičkoj prirodi pojave ako se uzme ili ako se ne uzme u obzir polugodišnji član.

Mi smo na jedan i na drugi način izračunali koordinate trenutnog rotacionog pola iz naših posmatranja i na sl. 8 prikazali ih plavom krivom /sa polugodišnjim članom/ i zelenom krivom /bez polugodišnjeg člana/. Pri tome je u oba slučaja eliminisan progresivni član, tj. prividno progresivno pomeranje srednjeg pola ili promene srednje širine. Zato su obe naše krive rasporedjene simetrično oko srednjeg pola, što nije slučaj sa prethodnim dvema. Svodjenje na trenutni pol epohe, a ne na konstantni srednji pol, što je i A. J. Orlov na drugi način pokazao, odgovaralo bi boljem teoriskom obliku polhodije. Što se tiče razlike između plave i zelene krive, ona je u drugoj Chandlerovoj periodi neznatna; u prvoj nije, ali je zelena kriva bliža teoriskoj polhodiji, što se i moglo očekivati s obzirom da je polugodišnji član mesnog karaktera, pa kao takav pretstavlja samo prividno periodično pomeranje rotacionog pola, tj. bez potrebe opterećenje i usložava izgled polhodije izvedene iz posmatranja. Singulariteti na našim dvema polhodijama /plavoj i zelenoj/ javljaju se baš na prelazima iz jedne u drugu periodu, Chandlerovu ili godišnju, i dolaze po našem mišljenju otud što je uzet konstantni progresivni član za celu jednu periodu. Možda bi se ovo izbeglo ako bi se prethodno

primenila Orlovljeva metoda za svodjenje posmatranih promena širine na srednji pol za epohu /17/.

Mi smo dalje izračunali iz naših posmatranja koordinate trenutnog rotacionog pola po predloženom postupku za čitavo razdoblje od 1947.0 do 1956.0. One se mogu naći date za svaki mesec, i to kako za komponente, tako i totalne koordinate u donjem pregledu. U njemu se nalaze i delimični zbrovi Chandlerove i godišnje komponente, tj. koordinate rotacionog pola oslobođene mesnog polugodišnjeg člana.

Na sl. 9 date su za svaku Chandlerovu periodu u uočenom razdoblju, tj. za razmake od 1949.08 do 1950.14, od 1950.23-1951.31, od 1951.39-1952.48, od 1952.55-1953.65, 1953.73-1954.81 i od 1954.89-1955.98 odnosno polhodijske iz naših posmatranja /zeleno/, iz međunarodnih koordinata /crno/ i iz naših posmatranja bez polugodišnjeg člana /crveno/.

Naše polhodijske su simetrične prema srednjem polu i znatno bliže teoriskom obliku polhodijske od međunarodne krive. Pritom su crvene polhodijske u ovom pogledu još savršenije. Maksimumi razlike između zelene i crvene polhodijske dostižu $0^{\circ}1$ i to samo mestimično. Maksimumi razlike između naših i međunarodnih polhodijskih mestimično su i znatno veći - do $0^{\circ}25$.

Na sl. 10 a prikazana je samo Chandlerova komponenta za svaku periodu, na sl. 10 b samo godišnja komponenta za svaku periodu, a na sl. 13 c samo polugodišnja komponenta za svako pola godine.

Tablica 20. Koordinate trenutnog rotacionog pola i njihovih komponenta iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji /po mesecima/

Chandlerov član		Godišnji član		Polugodišnji član		Koordinate pola		Koordinate pola bez polugod. člana	
x_c	y_c	x_{g1}	y_{g1}	x_{g2}	y_{g2}	x	y	x'	y'
<u>1949</u>									
352	- 87	- 84	80	62	73	330	66	268	- 7
279	-231	- 33	111	94	- 18	340	-138	246	-120
151	-329	27	113	32	- 90	210	-306	178	-216
- 7	-362	80	84	- 62	- 73	11	-351	73	-278
-163	-324	111	33	- 94	18	-146	-273	- 52	-291
-287	-221	113	- 27	- 32	90	-206	-158	-174	-248
-355	- 75	84	- 80	62	73	-209	- 82	-271	-155
-352	87	33	-111	94	- 18	-225	- 42	-319	- 24
-279	231	- 27	-113	32	- 90	-274	28	-306	118
-151	329	- 80	- 84	- 62	- 73	-293	172	-231	245
7	362	-111	- 33	- 94	18	-198	347	-104	329
163	324	-113	27	- 32	90	18	441	50	351
<u>1950</u>									
287	221	- 77	102	88	37	298	360	210	323
355	75	- 16	126	76	- 58	415	143	339	201
243	- 87	50	118	- 12	- 94	282	- 63	294	31
186	-183	102	77	- 88	- 37	200	-143	288	-106
91	-244	126	16	- 76	58	141	-170	217	-228
- 21	-256	118	- 50	12	94	109	-212	97	-306
-129	-218	77	-102	88	37	36	-283	- 52	-320
-211	-136	16	-126	76	- 58	-119	-320	-195	-262
-252	- 27	- 50	-118	- 12	- 94	-314	-239	-302	-145
-243	87	-102	- 77	- 88	- 37	-433	- 27	-345	10
-186	183	-126	- 16	- 76	58	-388	225	-312	167
- 91	244	-118	50	12	94	-197	388	-209	294
<u>1951</u>									
21	256	-100	29	55	45	- 24	330	- 79	285
129	218	- 73	75	67	- 26	123	267	56	293
211	136	- 25	101	11	- 70	197	167	186	237
252	27	29	100	- 55	- 45	226	82	218	127
150	-100	75	73	- 67	26	158	- 1	225	- 27
92	-155	101	25	- 11	70	182	- 60	193	-130
16	-179	100	29	55	45	171	-163	116	-208
- 65	-168	73	- 75	67	- 26	75	-269	8	-243
-131	-124	25	-101	11	- 70	- 95	-295	-106	-225
-172	- 55	- 29	-100	- 55	- 45	-256	-200	-201	-155
-178	25	- 75	- 73	- 67	26	-230	- 22	-253	- 48
-150	100	-101	- 25	-11	70	-262	145	-251	75

Chandlerov član		Godišnji član		Polugodišnji član		Koordinate pola		Koordinate pola bez polugod.član	
x_c	y_c	x_{g1}	y_{g1}	x_{g2}	y_{g2}	x	y	x'	y'
<u>1952</u>									
- 92	155	- 87	99	36	13	-143	267	-179	254
- 16	179	- 25	130	29	- 25	- 12	284	- 41	309
65	168	42	125	- 7	- 37	100	256	107	293
131	124	99	87	- 36	- 13	194	198	230	211
172	55	130	25	- 29	25	273	105	302	80
178	- 25	125	- 42	7	37	310	- 30	303	- 67
151	- 20	87	- 99	36	13	274	-106	238	-119
127	- 83	25	-130	29	- 25	181	-238	152	-213
78	-129	- 42	-125	- 7	- 37	29	- 291	36	-254
14	-150	- 99	- 87	- 36	- 13	-121	-250	- 85	-237
- 54	-142	-130	- 25	- 29	25	-213	-142	-184	-167
-110	-105	-125	42	7	37	-228	- 26	-235	- 63
<u>1953</u>									
-145	- 47	-106	51	115	79	-136	83	-251	4
-151	20	- 66	97	126	- 60	- 91	57	-217	117
-127	83	- 9	118	10	-140	-126	61	-136	201
- 78	129	51	106	-115	- 79	-142	156	- 27	235
- 14	150	97	66	-126	60	- 43	276	83	216
54	142	118	9	- 10	140	162	291	172	151
110	105	106	- 51	115	79	331	133	216	54
145	47	66	- 97	126	- 60	337	-110	211	- 50
203	- 48	9	-118	10	-140	222	-306	212	-166
162	-131	- 51	-106	-115	- 79	- 4	-316	111	-237
89	-189	- 97	- 66	-126	60	-134	-195	- 8	-255
- 2	-209	-118	- 9	- 10	140	-130	78	-120	-218
<u>1954</u>									
- 92	-187	- 84	74	8	68	-168	- 45	-176	-113
-165	-129	- 36	106	63	27	-138	4	-201	- 23
-204	- 45	22	110	55	- 41	-127	24	-182	65
-203	48	74	84	- 8	- 68	-137	64	-129	132
-162	131	106	36	- 63	- 27	-119	140	- 56	167
- 89	189	110	- 22	- 55	41	- 34	208	21	167
2	209	84	- 74	8	68	94	203	86	135
92	187	36	-106	63	27	191	108	128	81
165	129	- 22	-110	55	- 41	198	- 22	143	19
204	45	- 74	- 84	- 8	- 68	122	-109	130	- 39
269	- 46	-106	- 36	- 63	- 27	100	-109	163	- 82
222	-158	-110	22	- 55	41	57	- 95	112	-136
<u>1955</u>									
132	-239	- 70	95	- 19	13	43	-131	62	-144
15	-272	- 13	117	1	22	3	-133	2	-155
-105	-252	47	109	21	10	- 37	-133	- 58	-143
-204	-181	95	70	19	- 13	- 90	-124	-109	-111
-262	- 76	117	13	- 1	- 22	-146	- 85	-145	- 53
-269	46	109	- 47	- 21	- 10	-181	- 11	-160	- 1
-222	158	70	- 95	- 19	13	-171	76	-152	63
-132	239	13	-117	1	22	-118	144	-119	122
- 15	272	- 47	-109	21	10	- 41	173	- 62	163
105	252	- 92	- 70	19	- 13	29	169	10	182
204	181	-117	- 13	- 1	- 22	86	146	87	168
262	76	-109	47	- 21	- 10	132	113	153	123

Is tablice 20 vidi se odstupanja u koordinati x , odn. y između naših vrednosti i vrednosti Medjunarodne službe, i to između naših ukupnih vrednosti i medjunarodnih vrednosti i između naših vrednosti bez polugodišnjeg člana i medjunarodnih. Bolje slaganje u koordinati x nego u y objašnjava se blizinom naše stanice x osovini. Isto tako je iz napred rečenog razumljivo i bolje slaganje naših vrednosti bez polugodišnjeg člana s medjunarodnim vrednostima.

Konstatujemo u zaključku da je odlika našeg postupka što daje koordinate pola oslobodjene progresivnih promena širine i jednog dela mesnih nepolarnih uticaja, te se približuje više od klasičnog teoriskom obliku polhodije. Iako bi mu se nešto prigovorilo u pogledu tačnosti postupak bi još uvek mogao dobro poslužiti tamo gde se ne traži visoka tačnost, a gde je ponekad potrebno da se koordinate pola imaju bilo što pre, bilo iz sopstvenih izvora, nezavisno od inostranstva, kao na primer u jednom regionalnom ili državnom premeru. U periodima kada je ekscentričnost godišnje komponente mala slaganje između koordinata pola izvedenih našim i klasičnim postupkom može biti i skoro potpuno. U tom slučaju naš postupak daje tačnije vrednosti, jer koordinate pola oslobadja prividnih i nepolarnih promena.

Po savetu profesora Miškovića pokušali smo ovaj naš postupak da uopštimo i učinimo riguroznijim na taj način što ćemo sve tri komponente smatrati eliptičnim kao što je i dugogodišnje iskustvo pokazalo, i potražiti način da odredimo elemente ovih elipsa iz posmatranja, a zatim preći na totalne koordinate pola. Posle više ponovljenih pokušaja mi smo dokazali nemogućnost neposrednog i riguroznog određivanja sve tri eliptične komponente iz posmatranja na jednoj stanici. Ova nemogućnost proizilazi iz sledećih teoriskih razmatranja.

Podobnim obrazovanjem srednjih vrednosti ili drugim kojim postupkom posmatrana promena širine može se rastaviti na tri komponente: Chandlerovu, godišnju i polugodišnju:

$$\Delta \mathcal{L} = \Delta \mathcal{L}_c + \Delta \mathcal{L}_{p_1} + \Delta \mathcal{L}_{p_2}. \quad /1/$$

S druge strane, možemo po analogiji na izraz Kostinskog izraziti svaku komponentu u funkciji njenih pravouglanih koordinata i longitude stanice:

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{L}_c &= x_c \cos \lambda + y_c \sin \lambda, \\ \Delta \mathcal{L}_{p_1} &= x_{p_1} \cos \lambda + y_{p_1} \sin \lambda, \\ \Delta \mathcal{L}_{p_2} &= x_{p_2} \cos \lambda + y_{p_2} \sin \lambda. \end{aligned} \quad /2/$$

Pravougla koordinate pola biće tada

$$\begin{aligned} X &= x_c + x_{p_1} + x_{p_2}, \\ Y &= y_c + y_{p_1} + y_{p_2}. \end{aligned} \quad /3/$$

Ako sve tri komponente pretstavimo elipsama, njihove će koordinate u funkciji njihovih poluosa i vremena t kao parametra tada moći da se napišu u obliku

$$\begin{aligned} x_c &= a_1 \cos(t + e_1), & x_{p_1} &= a_2 \cos(t + e_2), & x_{p_2} &= a_3 \cos(t + e_3), \\ y_c &= b_1 \sin(t + e_1), & y_{p_1} &= b_2 \sin(t + e_2), & y_{p_2} &= b_3 \sin(t + e_3), \end{aligned} \quad /4/$$

Uvrstimo li izraze /4/ u /2/ dobićemo uslovne jednačine koje vezuju posmatranja za eliptične elemente svake komponente:

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{L}_c &= a_1 \cos(t + e_1) \cos \lambda + b_1 \sin(t + e_1) \sin \lambda, \\ \Delta \mathcal{L}_{p_1} &= a_2 \cos(t + e_2) \cos \lambda + b_2 \sin(t + e_2) \sin \lambda, \\ \Delta \mathcal{L}_{p_2} &= a_3 \cos(t + e_3) \cos \lambda + b_3 \sin(t + e_3) \sin \lambda, \end{aligned} \quad /5/$$

Ove jednačine možemo dalje razviti i napisati u obliku

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{L}_c &= A_1 \cos t + B_1 \sin t, \\ \Delta \mathcal{L}_{p_1} &= A_2 \cos t + B_2 \sin t, \\ \Delta \mathcal{L}_{p_2} &= A_3 \cos t + B_3 \sin t. \end{aligned} \quad /6/$$

gde su koeficijenti

Podesnija obrazovanja srednjih vrednosti ili drugih kojim postupkom posmatrana promena širine može se rastaviti na tri komponente: Chandlerovu, godišnju i polugodišnju:

$$\Delta Q = \Delta Q_c + \Delta Q_{p1} + \Delta Q_{p2} \quad /1/$$

S druge strane, možemo po analogiji na izraz Kostinskog izraziti svaku komponentu u funkciji njenih pravouglanih koordinata i longitude stanice:

$$\begin{aligned} \Delta Q_c &= x_c \cos \lambda + y_c \sin \lambda, \\ \Delta Q_{p1} &= x_{p1} \cos \lambda + y_{p1} \sin \lambda, \\ \Delta Q_{p2} &= x_{p2} \cos \lambda + y_{p2} \sin \lambda, \end{aligned} \quad /2/$$

Pravougla koordinate pola biće tada

$$\begin{aligned} x &= x_c + x_{p1} + x_{p2}, \\ y &= y_c + y_{p1} + y_{p2}. \end{aligned} \quad /3/$$

Ako sve tri komponente pretstavimo elipsama, njihove će koordinate u funkciji njihovih poluosa i vremena t kao parametra tada moći da se napišu u obliku

$$\begin{aligned} x_c &= a_1 \cos(t+c_1), & x_{p1} &= a_2 \cos(t+c_2), & x_{p2} &= a_3 \cos(t+c_3) \\ y_c &= b_1 \sin(t+c_1), & y_{p1} &= b_2 \sin(t+c_2), & y_{p2} &= b_3 \sin(t+c_3) \end{aligned} \quad /4/$$

Uvrstimo li izraze /4/ u /2/ dobićemo uslovne jednačine koje vezuju posmatranja za eliptične elemente svake komponente:

$$\begin{aligned} \Delta Q_c &= a_1 \cos(t+c_1) \cos \lambda + b_1 \sin(t+c_1) \sin \lambda, \\ \Delta Q_{p1} &= a_2 \cos(t+c_2) \cos \lambda + b_2 \sin(t+c_2) \sin \lambda, \\ \Delta Q_{p2} &= a_3 \cos(t+c_3) \cos \lambda + b_3 \sin(t+c_3) \sin \lambda. \end{aligned} \quad /5/$$

Ove jednačine možemo dalje razviti i napisati u obliku

$$\begin{aligned} \Delta Q_c &= A_1 \cos t + B_1 \sin t, \\ \Delta Q_{p1} &= A_2 \cos t + B_2 \sin t, \\ \Delta Q_{p2} &= A_3 \cos t + B_3 \sin t. \end{aligned} \quad /6/$$

gde su koeficijenti

$$\begin{aligned}
 A_1 &= a_1 \cos c_1 \cos \lambda + b_1 \sin c_1 \sin \lambda, \\
 B_1 &= b_1 \cos c_1 \sin \lambda - a_1 \sin c_1 \cos \lambda, \\
 A_2 &= a_2 \cos c_2 \cos \lambda + b_2 \sin c_2 \sin \lambda, \\
 B_2 &= b_2 \cos c_2 \sin \lambda - a_2 \sin c_2 \cos \lambda, \\
 A_3 &= a_3 \cos c_3 \cos \lambda + b_3 \sin c_3 \sin \lambda, \\
 B_3 &= b_3 \cos c_3 \sin \lambda - a_3 \sin c_3 \cos \lambda,
 \end{aligned}$$

171

Tri sistema /6/ daju nam metodom najmanjih kvadrata koeficijente i B, međjutim sa devet traženih eliptičnih elemenata: $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2, a_3, b_3, c_3$ imamo samo 6 veza /7/, pa je zato postavljen problem neodređen.

Mi smo ovaj postupak primenili i na naš posmatrački materijal od 1949.0 do 1957.0 i doista došli do neodređenih izraza za eliptične elemente komponentata polarnog kretanja. Da bi se iz ove neodređenosti izišlo potrebna je još jedna posmatračka stanica dovoljno udaljena po longitudi koja bi dala dopunske veze vezane /7/.

Prema tome Orlovljeva metoda i postupak koji smo mi primenili za izvodjenje koordinata pola iz posmatranja samo na jednoj stanici, iako aproksimativni i stoga upotrebljivi samo za izvesne svrhe, ostaju zasad kao jedino rešenje ovog problema. To razume se, ne znači da je ovim dokazana nemogućnost njegova rešenja u opštem slučaju, ali to znači da rešenje ovog problema treba tražiti na sasvim drugoj osnovi.

$$A_1 = a_1 \cos c_1 \cos \lambda + b_1 \sin c_1 \sin \lambda,$$

$$B_1 = b_1 \cos c_1 \sin \lambda - a_1 \sin c_1 \cos \lambda,$$

$$A_2 = a_2 \cos c_2 \cos \lambda + b_2 \sin c_2 \sin \lambda,$$

$$B_2 = b_2 \cos c_2 \sin \lambda - a_2 \sin c_2 \cos \lambda,$$

171

$$A_3 = a_3 \cos c_3 \cos \lambda + b_3 \sin c_3 \sin \lambda,$$

$$B_3 = b_3 \cos c_3 \sin \lambda - a_3 \sin c_3 \cos \lambda,$$

Tri sistema /6/ daju nam metodom najmanjih kvadrata koeficijente A i B, međjutim za devet traženih eliptičnih elemenata: $a_1, b_1, c_1;$ $a_2, b_2, c_2;$ a_3, b_3, c_3 imamo samo 6 veza /7/, pa je zato postavljeno problem neodređen.

Mi smo ovaj postupak primenili i na naš posmatrački materijal od 1949.0 do 1957.0 i doista došli do neodređenih izrasa za eliptične elemente komponenata polarnog kretanja. Da bi se iz ove neodređenosti izišlo potrebna je još jedna posmatračka stanica dovoljno udaljena po longitudi koja bi dala dopunske veze vezane /7/.

Prema tome Orlovljeva metoda i postupak koji smo mi primenili za izvođenje koordinata pola iz posmatranja samo na jednoj stanici, iako aproksimativni i stoga upotrebljivi samo za izvesne svrhe, ostaju sasvim kao jedino rešenje ovog problema. To, razume se, ne znači da je ovim dokazana nemogućnost njegovog rešenja u opštem slučaju, ali to znači da rešenje ovog problema treba tražiti na sasvim drugoj osnovi.

GLAVA TREĆA

ISPITIVANJE NEKIH NEPOLARNIH PROMENA GEOGRAFSKE ŠIRINE BEOGRADA

Is prethodne analize videli smo da je u našim posmatranjima veliki polugodišnji član koji je mesnog karaktera. Isto tako i znatna nestimična odstupanja beogradske od međunarodne polhodije, kao i krive promena širine Beograda izvedene iz naših posmatranja i međunarodnih koordinata ukazuju na postojanje jednog ili više mesnih nepolarnih uticaja na promenu širine. Oni se ističu i u odstupanjima trenutnih vrednosti širine od izravnatih i u odstupanjima ovih poslednjih od međunarodnih vrednosti. Ako se poslužimo u terminologiji analogijom s Međunarodnom časovnom službom, prva možemo smatrati kao poludefinitivne, a druga kao definitivne popravke trenutne širine izvedene iz posmatranja. U ovoj glavi pokušaćemo da ispitamo neke najverovatnije mesne nepolarne uticaje baš na ovim poludefinitivnim popravkama i da ocenimo kako njihov intenzitet tako i zakonitosti njihovih promena.

9. Ispitivanje rasporeda rezidua $\Delta \varphi = \varphi - \varphi_K$. - Za ispitivanje nepolarnih uticaja na promenu širine koristili smo jedan način koji, koliko nam je poznato, dosad nije primenjivan, naime rezidua $\Delta \varphi = \varphi_{para} - \varphi_K$, gde je φ_{para} trenutna širina iz jednog para, a φ_K odnosna vrednost pročitana sa srednje izravnate krive /*Pl. 1.*/. Na taj način smo iz promena širine eliminisali polarne uticaje, i to ne koristeći međunarodne koordinate.

Pre no što smo pristupili ispitivanju nepolarnih uticaja, pokušali smo da ispitamo da li se rezidui $\Delta \varphi$ povinuju normalnom rasporedu. Vrednosti rezidua rasporedili smo u klase s razmacima

od po 0.1, počev od -0.5 do 0.5. U tablici 21 /stubac 2 i 3/ date su frekvencije ovih rezidua za sve noćene klase, i to posmatrana f_o i teoriska f_c , računata po poznatom Gaussovom obrascu. Na sl. 11 prikazane su krive koje odgovaraju teoriskoj i posmatranoj frekvenciji. Već se sa nje zapaža sistematsko odstupanje između ove dve krive, koje, iako malo, može biti realno kad se radi o finim nepolarnim uticajima. Zbog najužnosti ovog sistematskog odstupanja potražili smo konkretniju i ubedljiviju potvrdu o postojanju sistematskih grešaka u reziduima $\Delta \varphi$.

Za ovu svrhu poslužili smo se Pearsonovim kriterijumom, kao jednim od najoštrijih. Po ovom kriterijumu raspored χ^2 sa r stepena slobode naziva se raspored zbira kvadrata r slučajnih nezavisno promenljivih od kojih se svaka povinuje zakonu normalnog rasporeda s matematičkom nadom jednakom nuli i disperzijom jednakom jedinici. Ovaj raspored okarakterisan je gustinom

$$K_r(u) = \begin{cases} \frac{1}{2^{\frac{r}{2}} \Gamma(\frac{r}{2})} u^{\frac{r}{2}-1} e^{-\frac{u}{2}}, & \text{pri } u > 0, \\ 0 & \text{pri } u < 0, \end{cases}$$

gde je

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

poznata gama funkcija.

Tablica 21. Razlika teoriske i posmatrane frekvencije rezidua u razmacima od po 0.1

$\Delta \varphi$	f_o	f_c	$f_o - f_c$	$\frac{(f_o - f_c)^2}{f_c}$
-0.500				
- .400	6	3.2	2.8	2.450
- .300	18	19.3	- 1.3	0.088
- .200	63	68.9	- 5.9	0.505
- .100	144	148.2	- 4.2	0.119
.000	206	191.0	15.0	1.178
.100	155	148.2	6.8	0.312
.200	54	68.9	-14.9	3.222
.300	21	19.3	1.7	0.150
.400	4	3.2	0.8	0.200
.500				

Zbir poslednjeg stupa u Tablici 21 iznosi

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right] = 8.244$$

Sa ovom vrednošću dobija se za verovatnoću povinovanja rezidua $\Delta \mathcal{E}$ normalnom rasporsdu $P = 0.42$ ili 42%. Ma da se u praksi ponekad uzima za dobro slaganje čia je $P = 0.1$, mi smo smatrali da nadjena verovatnoća ukazuje na to da se u residuima $\Delta \mathcal{E}$ u uočenom osmogo-dišnjem razmaku kriju sistematski uticaji, tj. da je ovim potvrđjena naša pretpostavka o postojanju nepolarnih uticaja u našim vrednostima trenutne širine, pa prema tome i u njenim promenama u toku uočenog vremena. Ovakav zaključak je izveden iako je dobivena relativno visoka verovatnoća, jer se ona česte dobiva kad su u pitanju meteorološki uticaji, koji su najčešće slaba intenziteta, a veoma raznovrsni po svom dejstvu pa se pri merenjima nižeg reda tačnosti smatraju kao slučajni. Iz dosadašnjih radova na našem problemu poznato je međjutim da glavni izvor sistematskim nepolarnim uticajima na promenu širine i treba tražiti baš u raznim meteorološkim uticajima i raznim načinima njihova dejstva. Stoga je tim putem ovaj rad dalje i upućen.

10. Kretanje rezidua $\Delta \mathcal{E}$ u toku godine i u toku dana.- Da

bi se moglo bliže ući u poreklo rezidua $\Delta \mathcal{E}$, najpre smo pokušali da istaknemo njihove sistematske godišnje i dnevne promene. Zato su najpre rezidui $\Delta \mathcal{E}$ klasirani po mesecima, obrazovane srednje težinske vrednosti njihove, pri čemu je za težinu uzet broj posmatranja u svakoju godini i najzađ ove izravname metodom baricentara. Pritom je postupak ponovljen za godine 1949 i 1950 kada su posmatranja vršena u starom posmatračkom paviljonu i za godine 1951 do 1956, kada su posmatranja vršena u novom posmatračkom paviljonu. Tako smo došli do sledeće tri vrste vrednosti rasporedjene po mesecima.

Tablica 22. Srednje izravnete vrednosti rezidua po mesecima, i to za stari paviljon /1949-50/, za novi paviljon /1950-1956/ i za sva posmatranja /1949-56/ u 0^o001

	M e s e c i											
	jan.	feb.	mart	apr.	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.
1949-50	-36	-18	28	46	16	14	7	21	4	-5	0	-37
1951-56	-26	-21	-4	-6	-4	-16	1	-3	10	10	12	-1
1949-56	-29	-20	4	7	2	-8	2	2	9	7	10	-9

Harmoniska analiza ovih podataka istakla je kod sve tri vrste rezidua godišnji i polugodišnji član u sledećem obliku:

$$\Delta Q = +0.003 + 0.025 \sin(t + 306.9) + 0.018 \sin(2t + 287.5),$$

$$\Delta Q = -0.004 + 0.011 \sin(t + 201.8) + 0.009 \sin(2t + 263.7),$$

$$\Delta Q = -0.002 + 0.009 \sin(t + 243.8) + 0.010 \sin(2t + 270.0).$$

Iz ovih se izraza vidi da je u starom paviljonu amplituda rezidua nešto veća kod oba člana, a da je njihov tok u fazi znatno pomeren. Rezultujući tok bliži je znatno i po amplitudi i po fazi toku rezidua u novom paviljonu, što je razumljivo s obzirom na daleko veći broj posmatranja izvršen u njemu. Različit tok rezidua u starom i novom paviljonu može dolaziti i od njihova različita oblika, no jača amplituda rezidua u starom paviljonu dolazi svakako od njegove znatno veće blizine grupi većih zgrada na severu i istoku od njega, koje preko masnog gradijenta temperature mogu izazivati znatnije nagibe izopikni, odnosno zenitne refrakciju kao sistematski uticaj na širinu. U tom slučaju pomerenje u fazi dolazi od drukčijeg rasporeda ovih zgrada prema starom posmatračkom paviljonu.

Na sl. 12 prikazan je u Dekartovom koordinatnom sistemu tok sve tri krive. Sa krive a, koja odgovara novom paviljonu, započinje se da su vrednosti rezidua negativne u prvoj, a pozitivne u drugoj polovini godine. Sa krive c, koja odgovara starom

paviljonu, vidi se da su rezidui pozitivni u letnjoj, a negativni u zimskoj polovini godine. To isto se vidi i sa krive b koja prikazuje sva posmatranja. Na njoj se još izrazito zapaža i polugodišnji član. Pozitivne vrednosti rezidua u novom paviljonu u letnjem periodu i negativne u zimskom, biće kasnije objašnjene uticajem zenitske refrakcije.

Da bi se dobila slika o dnevnim promenama rezidua ΔQ , ponovljena je njihova klasifikacija po mesecima i njihovo izravnavanje, no zasebno za večernja i jutarnja posmatranja. Ovaj put su, zbog smanjenog broja posmatranja u svakoj vrsti, uzete u obzir samo večernje i jutarnje serije sa više od 3 posmatrana para. Naredna tablica daje pregled srednjih izravnatih vrednosti rezidua ΔQ po mesecima zasebno za večernja i jutarnja posmatranja.

Tablica 23. Pregled srednjih izravnatih vrednosti rezidua ΔQ po mesecima iz večernjih i jutarnjih serija posmatranja u 1901.

	M e s e c i											
	jan.	feb.	mart	apr.	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.
ΔQ_v	-24	-11	17	13	-2	-11	4	13	16	11	9	
ΔQ_j	-35	-11	26	24	24	4	9	2	9	11	4	
$\Delta Q_j - \Delta Q_v$	-11	0	9	11	26	15	5	-11	-7	0	-5	

Večernji rezidui aproksimirani su harmoniskim izrazom

$$\Delta Q_v = +0''.002 + 0''.009 \sin(t + 249.94) + 0''.014 \sin(2t + 303.7),$$

a jutarnji izrazom

$$\Delta Q_j = +0''.004 + 0''.015 \sin(t + 301.6) + 0''.018 \sin(2t + 276.3),$$

U oba izraza ističe se polugodišnji i godišnji član s malim finim pomeranjem i s malo većom amplitudom u jutarnjim časovima.

Razlika između jutarnjih i večernjih rezidua, data u poslednjem redu prethodne tablice i pretstavljena harmoniskim izrazom

$$\Delta Q_j - \Delta Q_v = +0''.002 + 0''.013 \sin(t + 206.6) + 0''.007 \sin(2t + 225.5)$$

pokazuje takodje godišnji i polugodišnji član, s izrazitijim godišnjim promenama.

Na sl. 13a crvenom krivom je pokazan tok večernjih rezidua iz meseca u mesec, a plavom tok jutarnjih rezidua. Na sl. 13b vidi se tok razlike između jutarnjih i večernjih rezidua. Ova je razlika u letnjoj polovini godine uglavnom pozitivna, a u zimskoj negativna, što će takodje biti jasno kada bude u nastavku nadjen i objašnjen uticaj zenitske refrakcije na večernja i jutarnja posmatranja sa suprotnim njenim karakterom u jutarnjim i večernjim časovima.

11. Ispitivanje rezidua $\Delta \varrho$ u funkciji udaljenosti srednjeg trenutka posmatranja od Sunčeva zalaza.- Nekoliko autora pokušavalo je dosada da dovede u vezu nepolarne uticaje na širinu s mesnim anomalijama refrakcije, tj. sa zenitskom i sa sobnom refrakcijom, no s veoma ograničenim uspehom zbog izvanredne složenosti problema. Mi smo između ostalog pokušali da u njoj potražimo uzroke naših rezidua $\Delta \varrho$ zbog toga što postoje i objektivni lokalni razlozi koji upućuju na mogućnost jačeg dejstva u tom smeru.

Kako zenitska refrakcija mora imati izražen hod u toku noći, koji opada s udaljenjem od Sunčeva zalaza, to smo pre svega pokušali da ispitamo kako se ponašaju rezidui $\Delta \varrho$ u toku noći, i to zasebno u svakom mesecu i godišnjem dobu. U tom cilju obrazovali smo, za svaki mesec zasebno, srednje vrednosti rezidua $\Delta \varrho$ za prvi čas posmatranja /od 21-22 č. sr.evr.vremena/, za drugi čas posmatranja /od 22-23 časa/, za treći /od 23-24 časa/, za četvrti /od 0-1 čas/ i za peti /od 1-2 časa/, pa smo ove vrednosti izravnali metodom baricentara vodeći računa o broju posmatranja kao težinama. U isto vreme obrazovali smo i srednje sezonske, odnosno

srednje godišnje vrednosti rezidua $\Delta \varrho$ za svaki čas posmatranja od prvog do petog. Ovi podaci dati su u narednoj tablici.

Tablica 24. Srednje izravnete mesečne, tromesečne i godišnje vrednosti rezidua $\Delta \varrho$ za svaki čas posmatranja u toku noći u 0^h00^m

Period	Grupe	I čas 21-22	II čas 22-23	III čas 23-24	IV čas 0-1	V čas 1-2	Sr.vr.
jan.	IV-V	-44	-48	-32	-26	- 2	-33
febr.	V-VI	24	-21	-30	4	- 4	-10
mart	VI-VII	46	- 6	18	12	7	12
I tromesečje		16	-22	-11	0	1	- 7
april	VII-VIII	16	0	8	6	-14	4
maj	VIII-IX	14	- 9	- 6	6	- 6	- 2
jun	IX-X	2	-14	- 7	3	- 8	- 6
II tromesečje		10	- 8	- 2	5	-10	- 1
jul	X-XI	11	- 1	- 4	14	4	4
avgust	XI-XII	-16	- 6	12	13	2	3
sept.	XII-I	1	0	16	22	9	11
III tromesečje		- 1	- 2	8	16	5	6
okt.	I-II	18	- 8	28	24	0	12
nov.	II-III	4	- 5	13	7	- 16	2
dec.	III-IV	-34	-26	-25	16	-38	-26
IV tromesečje		- 2	-12	8	7	-14	- 2
Sr.godišnja vr.		5	-10	1	7	- 3	0

Na sl. 14 date su krive srednjih mesečnih vrednosti rezidua za svaki čas posmatranja i pri dnu srednja izravната kriva za čitavo posmatranje. Na apscisnu osovину naneti su meseci, pa krive prikazuju promene rezidua $\Delta \varrho$ iz meseca u mesec, i to zasebno za svaki čas posmatranja. Kod krive koja odgovara prvom času jasno se zapaža suprotan hod od poznate krive Sunčeva zalaza. Sa ostalih krivih se zapaža da se ovaj hod smanjuje iz časa u čas, da se u petom času praktično anulira, jer se odnosna kriv može aproksimirati horizontalnom pravom. Isto tako se kod svih krivih može primetiti pojačan hod u zimskom periodu, iako su ovd posmatranja jače udaljena od Sunčeva zalaza. Ovo može dolaziti od toga što se simi obično posmatrački paviljon kraće vremena

provetrava nego leti i zbog toga to se u ovo godišnje doba pret-soblje posmatračke prostorije zagreva.

Sve krive pokazuju polugodišnju periodičnost s jasno izraženim maksimumima oko ekvinokcija i minimumima oko solsticija. Pritom je zimski minimum naročito izrazit po apsolutnoj vrednosti.

Na sl. 15 date su krive srednjih izravnatih vrednosti rezidua $\Delta \mathcal{E}$ za svaki mesec. Na apscisne osovine naneti su časovi posmatranja, pa krive prikazuju hod rezidua $\Delta \mathcal{E}$ kroz noć u svakom mesecu. I odavde se vidi da su hodovi krivih veći u zimskim mese-cima no u ostalim, kao i to da same vrednosti rezidua opadaju u toku noći, tj. sa udaljenjem od Sunčeva zalaza, što ukazuje na mogućnost uticaja mesnih anomalija refrakcije na širinu preko jačih temperaturskih razlika između instrumenta i okoline, kao i između okolnih zgrada i vazduha u večernjim no u jutarnjim, odnosno posleponoćnim časovima.

Na sl. 16 dato je za svako godišnje doba zasebno kreta-nje srednjih izravnatih vrednosti rezidua $\Delta \mathcal{E}$ iz časa u čas posma-tranja u toku noći. I odavde se vidi da je hod zimske krive najve-ći, kao i to da je oblik svih krivih sličan. Može se zapaziti čak i periodičnost krivih simetrična prema ponoći s inverznim utica-jem u večernjim i jutarnjim časovima. Kako se jutarnja posmatra-nja približuju trenutku Sunčeva izlaza, kada je insolacija zgra-da i okolnog zemljišta suprotna od one u večernjim časovima, to se ovakav hod i očekuje. On potvrđuje još jednom uticaj mesnih anomalija refrakcije na širinu preko insolacije.

Najsađ na sl. 17 dato je kretanje srednjih izravnatih vrednosti rezidua $\Delta \mathcal{E}$ kroz sva godišnja doba, i to za svaki čas posmatranja zasebno. Sa nje se takodje zapaža inverzija krive, ako se uporedi večernja kriva sa kasnijim.

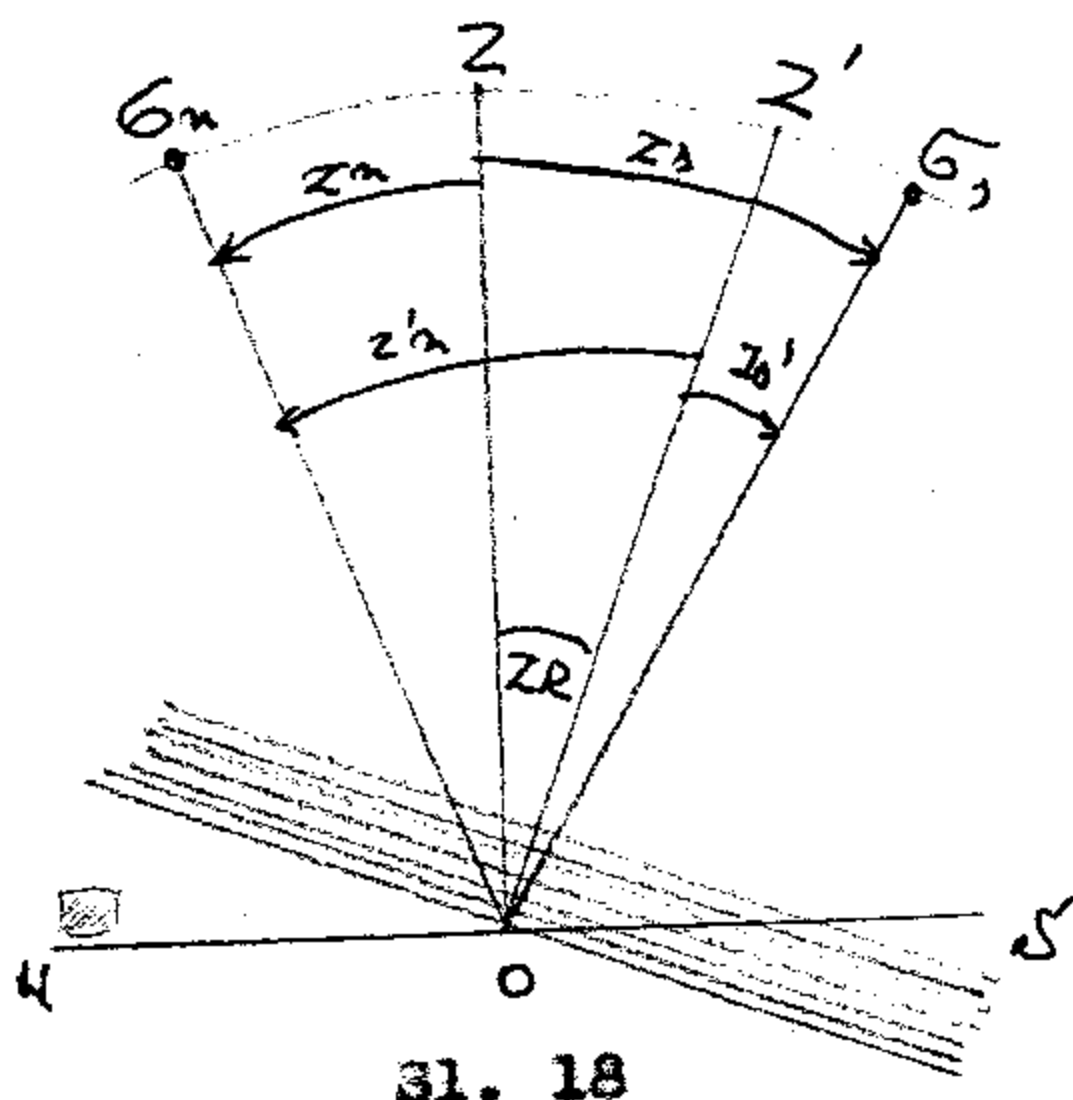
Ovo ispitivanje dale nam je samo izvesne indicije o postojanju mesnih anomalija refrakcije i njihovom uticaju na širinu. Da bismo ovaj uticaj bliže ispitali odlučili smo da preduzemo u nastavku ispitivanje promena rezidua $\Delta \varrho$ sa zenitnom daljinom.

12. Ispitivanje rezidua $\Delta \varrho$ u funkciji zenitne daljine.-

Prvu potpuniju teoriju zenitske refrakcije u širem smislu /besobne refrakcije, kojom se ni mi u ovom radu nismo posebno bavili/ dao je Miyadi u jednom svom radu /19/, u kome je ispitivao uticaj vetra, preko anomalija refrakcije, na geografsku dužinu i širinu, no rad nije pristupačan jer je na japanskom jeziku. Teorijom zenitske refrakcije bavili su se dalje naročito Schütte /20/ na Minhenskoj, Zverjev /21/ na Sverdlovskoj i Stoyko /22/ na Pariskoj opservatoriji, uvek kroz analizu posmatračkih podataka.

Usled termičkih anomalija izazvanih konfiguracijom terena, prisustvom zgrada i drugih uzrocima, ili sistematskim vetrovima često se događa da nije ispunjena osnovna pretpostavka planparalelnosti i horizontalnosti vazdušnih slojeva jednake optičke gustine - izopikni - pod kojom su izvedeni obrasci za

normalnu refrakciju, već su izopikne nagnute. Refrakcija neće tada biti jednaka nuli u astronomskom zenitu Z /sl. 18/, već u jednoj obližnjoj tački - refrakcijskom zenitu Z' - u kojoj normala na izopiknima u mestu posmatranja probija nebesku sferu. Ugao α_R između astronomske i refrakcijske vertikalne biće jed-



nak nagibu izopikni. Ponašanje viših slojeva ovde nije od

naročito interesa, kao što pokazuju ispitivanja Zverjeva /21/.

U slučaju pomeranja zenita refrakcije iz Z u Z' zenitne daljine treba računati od zenita refrakcije Z' , a ne od astronomskeg zenita Z . Zenitne će daljine tada za severnu / n / i južnu / s / zvezdu biti vezane za zenitne daljine z_n i z_s računane od astronomskeg zenita /slučaj kada ne postoje anomalije u refrakciji/ izrazima

$$Z'_n = Z_n + Z_R, \quad Z'_s = Z_s - Z_R. \quad /1/$$

Ako po Laplace-u za zenitne daljine do 75° refrakciju pretstavimo u obliku

$$R = A \lg Z' - B \lg^3 Z', \quad /2/$$

imaćemo za severnu zvezdu

$$R_n = A \lg(Z_n + Z_R) - B \lg^3(Z_n + Z_R) \quad /3/$$

Razvijemo li ovaj izraz u red po stepenima od $\lg Z_R$ i ograničimo li se na članove drugog reda zbog najužnosti z_R , izraz za refrakciju severne zvezde postaje

$$R_n = A \lg Z_n - B \lg^3 Z_n + P_n \lg Z_R + A Q_n \lg^2 Z_R, \quad /4/$$

gde je

$$P_n = A \sec^2 Z_n - 3B \lg^2 Z_n \sec^2 Z_n + \dots,$$

$$Q_n = \lg Z_n (\sec^2 Z_n + \lg Z_n \lg Z_R + \dots). \quad /5/$$

Unesemo li vrednosti /5/ u izraz /4/ i uredimo li ga po stepenima od $\lg Z_R$, a zatim obratimo pažnju da prva dva člana nisu ništa drugo do normalna refrakcija R_{on} koja se računa od astronomskeg zenita, tada dobivamo za poremećenu refrakciju severne zvezde izraz

$$R_n = R_{on} + C_n \lg Z_R + D_n \lg^2 Z_R, \quad /6/$$

gde je

$$C_n = A \sec^2 Z_n \left(1 - \frac{3B}{A} \lg^2 Z_n + \dots\right), \quad /7/$$

$$D_n = A \lg Z_n \sec^2 Z_n + \dots$$

U članovima, koji zavise od B treba zanemariti članove sa pošto je samo B vrlo malo.

Na sličan način sa južnu svesdu se dobiva

$$R_s = R_{os} - C_s \lg z_R + D_s \lg^2 z_R, \quad /8/$$

gde je

$$C_s = A \sec^2 z_s \left(1 - \frac{3B}{A} \lg^2 z_s + \dots \right),$$

$$D_s = A \lg z_s \sec^2 z_s + \dots \quad /9/$$

Članovi drugog reda zenitske refrakcije u izrazima /6/ i /8/ iznose čak i pri nagibu $z_R = 1^\circ$ i pri zenitnoj daljini $z = 75^\circ$ samo 6.6% prvog člana, pa se kod posmatranja Taleott-ovom metodom mogu potpuno zanemariti.

Anomalija $\lg z_R$ ina, dakle, severno i južno od zenita različite znake i vrlo je približno proporcionalna $\sec^2 z$. Od zenita ona sporo raste, a zatim brzina rašćenja s porastom zenitne daljine postaje sve veća, kao što se vidi iz Tablice 25.

Tablica 25. Ordinate teoriske krive zenitske refrakcije sa nagib izopikni od 2' i 8' u 0.001.

z	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
$z_R = 2'$	- 35	- 35	- 36	- 38	- 40	- 43	- 47
$z_R = 8'$	-140	-141	-144	-150	-159	-170	-187

Na sl. 19 prikazane su krive ove anomalije sa nagibe 2' i 8', i to kako sa pozitivni tako i sa negativni nagib izopikni. Ako se zenitska refrakcija odredi iz posmatranja, onda se po izvedenim teoriskim obrascima, može, očigledno, naći prosečan nagib izopikni z_R , a iz ovoga izračunati temperaturske razlike koje ga izazivaju, i obrnuto, ako se dovoljno precizno i gusto meri rasporod temperature oko instrumenta na dovoljno velikom području u vremenskom razmaku koji ispituujemo, možemo izračunati nagib izopikni, a po gornjim obrascima i uticaj zenitske refrakcije,

odnosno njene promene.

I pored mnogih učinjenih pretpostavki i aproksimacija, izvedeni obrasci mogu poslužiti da prikažu približno kretanje zenitske refrakcije na malim zenitnim daljinama u kojima se kreće Talcottova metoda.

Širina izvedena iz gornjeg prolaza severne zvezde kroz meridijan tada će biti oslobodjena zenitske refrakcije po obrascu

$$\varphi = \delta_n - z_n - R_{02} - A \lg z_R \sec^2 z_n, \quad /10/$$

a širina iz južne zvezde po obrascu

$$\varphi = \delta_s + z_s + R_{03} - A \lg z_R \sec^2 z_s, \quad /11/$$

zadržimo li se na članovima prvog reda zenitske refrakcije. Član za diferencijalnu refrakciju koji ulazi u Talcottov obrazac tada će izgledati

$$\frac{1}{2} (R_s - R_n) = \frac{1}{2} (R_{03} - R_{02}) - A \lg z_R \sec^2 z \quad /12/$$

pod istom pretpostavkom i ako stavimo $z_n = z_s = z$, a prava širina će tada biti

$$\varphi' = \varphi - A \lg z_R \sec^2 z. \quad /13/$$

I pri ovoj metodi, koja vrlo malo zavisi od normalne refrakcije, iznos zenitske refrakcije, kao što se vidi, dolazi do punog izražaja.

Is izvedenih izraza može se izvesti ovaj za naša dalja ispitivanja vešan zaključak: Ako se zgrade ili objekti koji izazivaju zenitsku refrakciju nalaze severno od instrumenta i ako su topliji od okolnog vazduha, izopikne su nagnute prema jugu i refrakcijski zenit leži južno od astronomskog. Talcott-ova metoda tada daje veće vrednosti za širinu od tačnih. Ako su objekti hladniji od okolnog vazduha, izopikne su nagnute prema severu i za širinu se dobivaju manje vrednosti od tačnih. Ako su objekti južno od instrumenta, pojava je obrnuta.

U slučaju da se objekti ne nalaze u meridijanu, i re-

frakcijski zenit će izići iz meridijana za neki azimut A_R /koji se računa pozitivnim od juga prema zapadu/. Tada za uticaj zenitske refrakcije dobivamo, kao što nije teško pokazati, opštiji izraz

$$\frac{1}{2}(R_1 - R_2) = \frac{1}{2}(R_{0s} - R_{0n}) - A \lg \epsilon_R \cos A_R \sec^2 z, \quad /14/$$

a za pravu širinu:

$$\varphi' = \varphi - A \lg \epsilon_R \cos A_R \sec^2 z. \quad /15/$$

Da bismo bliže ispitali da li je uzrok reziduima $\Delta \varphi$ zenit-ska refrakcija, izveli smo srednje težinske vrednosti rezidua za svaki par iz 8 učenih godina posmatranja, zatim smo ove rezidue rasporedili u klase od po 2.5° zenitne daljine, od $0-22.5^\circ$ zenitne daljine, na koji se razmak uglavnom raspoređuje naš posmatrački program. Za svaku klasu obrazovali smo ~~xxxx~~ zatim srednju težinsku vrednost rezidua $\Delta \varphi$ i ovako dobivene podatke za sve zenitne daljine izravnavali računski metodom baricentara. Posle toga ceo postupak je ponovljen odvojeno za svako godišnje doba i u svakom godišnjem dobu odvojeno za večernje i jutarnje serije. Ovako izračunati podaci dati su u narednom pregledu.

Tablica 26. Srednje izravnavane vrednosti rezidua za svaka 2.5° zenitne daljine, za celu godinu i svake godišnje doba /zasebno za veče i u jutro/ u 0^h00^m

	$2.5-5.0$	$5.0-7.5$	$7.5-10.0$	$10.0-12.5$	$12.5-15.0$	$15.0-17.5$	$17.5-20.0$
cela godina							
$\Delta \varphi_v$	- 5	- 2	- 1	- 6	-12	-18	-12
$\Delta \varphi_j$	4	- 7	- 1	- 4	- 2	14	26
$\Delta \varphi_j - \Delta \varphi_v$	9	- 5	0	2	10	32	38
p r o l e ć e							
$\Delta \varphi$	6	20	1	- 7	-20	-	- 8
$\Delta \varphi_v$	10	26	4	- 4	-28	-	-14
$\Delta \varphi_j$	3	14	- 2	-11	-17	-	11
l e t o							
$\Delta \varphi$	- 4	- 3	- 1	2	2	-	3
$\Delta \varphi_v$	-23	- 2	- 6	- 1	-	- 1	- 4
$\Delta \varphi_j$	16	- 5	6	5	8	-	- 5
j e s e n							
$\Delta \varphi$	- 7	- 9	2	- 7	- 9	- 4	- 4
$\Delta \varphi_v$	-11	2	-	7	4	-11	-12
$\Delta \varphi_j$	- 1	-12	- 9	-22	-19	4	5

	s i m a						
$\Delta \mathcal{L}$	- 6	-13	- 8	-17	19	-	- 2
$\Delta \mathcal{L}_v$	- 9	-16	-17	-32	-29	-	-52
$\Delta \mathcal{L}_j$	- 3	- 9	1	-	15	65	-

Na sl. 20 prikazani su ovako izračunati rezidui iz celokupnog posmatračkog materijala, razdvojeni samo na večernje i jutarnje. Plava kriva predstavlja tok jutarnjih, a crvena tok večernjih rezidua kroz zenitne daljine od 0-20° stepeni. Već ovako dobivene krive ako ih uporedimo sa teorijskim krivima na sl. 19, jasno pokazuju da postoji nagib prisernih izopikni od nekoliko lučnih minuta u ranim večernjim časovima, koji u toku noći, prolazeći kroz ravnotežno stanje, menja znak u jutarnjim časovima. Ovo se može objasniti prisustvom glavne zgrade, zgrade vodovodnog rezervoara, meridijanskog paviljona i velikog refraktora u neposrednoj blizini našeg instrumenta, sa severne strane, nedaleko od meridijana. Ove zgrade su u večernjim časovima toplije od okolnog vazduha i ostaju to do izvesnog doba noći. Zbog toga one moraju izazvati pozitivan nagib izopikni, prema jugu, i dovesti do veće geografske širine. U toku noći, sve manja temperaturna razlika između zgrada i okolnog vazduha smanjuje i nagib izopikni, da u jutarnjim časovima on postane negativan, izopikne nagnute prema severu, a vrednosti za širinu nešto smanjene. Ovo dolazi otud što su tada zgrade hladnije od vazduha, pa se ponovo javlja u izvesnom vremenskom razmaku temperaturna razlika između njih i okolnog vazduha, ali samo suprotna smeru.

Na krivoj na sl. 21 naneta je razlika $\Delta \mathcal{L}_j - \Delta \mathcal{L}_v$ sa prethodne slike. Vidi se da i razlike između jutarnjih i večernjih rezidua rastu sa zenitnom daljinom.

Na sl. 22 prikazane su krive srednjih izravnatih vrednosti kroz iste zenitne daljine, samo zasebno za svako godišnje doba, ali bez razdvajanja jutarnjih od večernjih posmatranja.

Prolećna kriva mogla bi se skoro aproksimirati jednim horizontalnim pravoliniskim trendom koji prikazuje ravnotežno stanje izopikni, bez obzira na individualne skokove, koji potiču s jedne strane od nedovoljnog broja posmatranja u ovo godišnje doba, a s druge strane od anogebrojnih drugih uzroka koji se ovde ukrštaju. No pri svem tom zapaža se izvestan pad srednje krive, sličan onom u večernjim časovima. On potiče od malih temperaturnih razlika između temperature zgrada i okolnog vazduha koje se već javljaju u ovo godišnje doba i izazivaju neznatne nagibe izopikni, pa i male sistematske greške u širini.

Letnja kriva, koja je pouzdanija zbog većeg broja posmatranja ima izrazit pad sa zenitnom daljinom, slično večernjim krivim. On se može objasniti velikom temperaturnom razlikom između temperature zgrade i okolnog vazduha u letnje doba. I doista, u ovom periodu zgrade su toplije od okolnog vazduha, što dovodi do oštrijih nagiba izopikni prema jugu i do uvećanih geografskih širina.

Jasna kriva nema skokova, jer je ovo godišnje doba kod nas najbogatije posmatračkim materijalom. Zapaža se veoma blag porast krive, sličan onom u jutarnjim časovima, samo znatno ublažen smanjenim temperaturnim razlikama i nagibima izopikni.

Najzad zimska kriva pokazuje oštar porast, analog onom u jutarnjim časovima i onom kod jesenje krive, samo znatno oštriji. Tada je i temperaturna razlika između temperature zgrada i okolnog vazduha najveća, pri čemu su zgrade hladnije od vazduha, što dovodi do oštrijih nagiba izopikni prema severu i do prividnih smanjenja geografske širine.

No ovi uticaji postaju još izrazitiji ako za svako godišnje doba razdvojimo večernja od jutarnjih posmatranja, kao što je učinjeno na sl. 23. Na prethodnoj slici oni su ublaženi

superponovanjem dnevnog hoda sa godišnjim.

Sa poslednje slike lepo se ističe dnevni hod zenitske refrakcije, tj. noćna inverzija izopikni krom sva godišnja doba. Dnevni je hod čak jači od godišnjeg, jer uprkos opšteg porasta krive u zimskom periodu na sl. 22 mi posle razdvajanja zapažamo i kod nje u večernjim časovima pad, a u jutarnjim porast. Istina pad je znatno blaži od porasta, što i treba da bude. On se može objasniti i okolnošću što se dve pomenute zgrade zimi u toku dana veštački zagrevaju.

Slaganje izvedenih krivih iz posmatranja s teoriskim uverava nas u postojanje zenitske refrakcije pod uslovima pod kojima su izvršena posmatranja koja su ovde uzeta u obradu, samo što ovaj uzrok ne iscrpljuje ukupan iznos odstupanja između trenutnih i izravnatih širina. Zato smo pokušali da proanaliziramo uticaj još jednog važnog mesnog činioca na širinu - uticaj vetra, s obzirom na sistematske vetrove koji se javljaju u Beogradu, a naročito na položaju na kome se nalazi Opservatorija.

13. Uticaj brzine i pravca vetra na rezidue ⁴⁹.- Proučavanje uticaja vetra na astronomska posmatranja je najpre i započelo s izučavanjem uticaja vetra na širinu određenu flotirg zenitteleskopom u Griniču /Eddington /23//. 1928 i 1934 Kawasaki /24/ je ovaj uticaj otkrio i na posmatranjima u Mizusawi i Carloforten. Iz griničkih posmatranja je istaknut sezonski karakter ovog uticaja, a po intenzitetu je on sa severoistočne vetrove dostizao čak 0.11 i objašnjavao preko polovine mesnog s člana. Još kasnijeg datuma su ispitivanja ovog uticaja na časovnikovo stanje, koja su izvršili Zverjev u Svverdlovsku i Krüger u Potsdamu. Najnovija ispitivanja ovog uticaja na širinu izvršili su Ikeda /25/, Hattori /26/, i Sugawa /27/ na Opservatoriji u Mizusawi.

Prema svima ovim ispitivanjima, koja nisu dovela do definitivnih zaključaka i problem ostavila otvorena, proizilazi da vetar može vršiti uticaj na širinu određenu Talcottovom metodom na vizualnom zenit-teleskopu na tri načina: Preko pritiska na cev i njene fleksije, preko zenitske refrakcije i preko uticaja na Talcott-ove libele. Prema Hattori-jevim ispitivanjima /8/ uticaj vetra na širinu određenu floating zenit-teleskopom kreće se, prema pravcu i brzini vetra, između $\pm 0^{\circ}06$, a na širinu određenu vizualnim zenit-teleskopom samo između $\pm 0^{\circ}02$. Prvi uticaj on je najvećim delom objasnio pritiskom vetra i obrtnim momentom koji ovaj izaziva na cevi floating zenit-teleskopa zbog same prirode njegove konstrukcije. Međutim, našao je da je uticaj vetra na širinu određenu vizualnim zenit-teleskopom mnogo složeniji i da se ovim ne može objasniti. Polazeći od ovog zaključka, a u cilju uprošćenja problema, mi smo ispitivali uticaj vetra na širinu samo preko zenitske refrakcije.

Podaci o brzini i pravcu vetra na početku i na kraju svake posmatračke serije uzimani su s vetrokaza koji se nalazio na 6 m iznad tla, nedaleko od samog posmatračkog paviljona. Ovi su podaci provereni i dopunjeni s podacima dobivenim na anemografu Meteorološke opservatorije za svaki čas u toku naših posmatranja. Za analizu smo koristili srednje dvočasovne vrednosti brzine i pravca vetra za svaku posmatranu seriju, kako večernju, tako i jutarnju. Ovi podaci dati su u prilogu naše ranije publikacije /3/.

Da bismo ispitali uticaj brzine vetra na rezidue $\Delta \ell$, uredili smo sve rezidue po brzinama vetra od 0-8 m/s, i to za svaku posmatranu seriju zasebno, uzimajući, radi obezbedjenja od slučajnih grešaka, samo serije koje su imale više od 3 posmatrana para, i to najpre koristeći sva posmatranja ukupna, a zatim odvojeno večernje i odvojeno jutarnje serije. Obrazovali smo srednje

težinske vrednosti ovih rezidua sa sve brzine vetra, uzimajući za težine broj posmatranih parova, pa su ovako dobivene srednje vrednosti izravnali metodom baricentara. Tako su došli do podataka koje prikazuje sledeća tablica.

Tablica 27. Srednje izravnete vrednosti rezidua $\Delta \varrho$ za sva posmatranja, za večernje i za jutarnje serije u 0^o001 uredjene po brzinama vetra

v	1	2	3	4	5	6	7	8
7	-1	-16	-20	-25	-32	-20	-	-
12	3	-11	-15	-14	-30	-18	-	-
27	17	0	-16	-13	-26	-23	-	-

Na sl. 24a prikazane su ove vrednosti grafički. Pravolinijski trend odredjen po metodi najmanjih kvadrata iznosio je za sva posmatranja

$$\Delta \varrho = -0.008 w + 0.014,$$

gde je w brzina vetra u m/s i bio, kao što se i sa slike 24 b i c vidi, jednak za večernje i jutarnje serije.

Posle toga nadjene su frekvencije vetrova za sve pravce od N preko E, S i W do N, uzimajući u račun 16 pravaca, čiji azimuti počinju od 0 i razlikuju se za po 22^o5. Svi rezidui $\Delta \varrho$ uredjeni su po ovim pravcima, obrazovane njihove srednje težinske vrednosti kao i gore i izravnete istom metodom. Najzad su sračunate za svaki pravac i srednje brzine vetra i one takodje izravnete istom metodom. Ovi podaci dati su u narednoj tablici.

Tablica 28. Frekvencije vetrova, srednje izravnete vrednosti rezidua $\Delta \varrho$ i srednje izravnete brzine vetrova uredjene po pravcu vetra

	N	NE		E	SE		S	SW		W	NW					
	32	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
F	27	39	40	53	96	205	239	196	92	49	41	42	41	42	37	30
$\Delta \varrho$	51	44	27	26	6	-8	-14	-23	-20	-16	-3	11	9	27	22	34
v	1.8	1.6	1.6	1.4	2.4	3.0	3.1	3.0	2.2	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	1.4	1.6

Korelacije između ove tri veličine vidi se još bolje sa sl. 25 a,b,c, gde prva kriva predstavlja frekvenciju vetra, druga vrednosti rezidua $\Delta \mathcal{C}$, a treća brzine vetra za svaki od pomenutih 16 pravaca.

Sa nje se vidi poznata činjenica da su u Beogradu i po frekvenciji i po brzini predominantni SE vetrovi. Njima odgovara minimum krive $\Delta \mathcal{C}$. Vetrovi zapadne hemisfere su najmanje frekvencije i brzine. Njima odgovara uzlazna grana s maksimumom krive $\Delta \mathcal{C}$, što je u skladu sa zaključkom izvedenim iz ispitivanja uticaja brzine vetra na \mathcal{C} . Maksimalan uticaj vetra na $\Delta \mathcal{C}$ je, kao što se vidi, oko 0"03 po apsolutnoj vrednosti, što nije zanemarljivo. Sa krive $\Delta \mathcal{C}$ ističe se jasno njena godišnja periodičnost. Posle harmonijske analize za nju je nadjen izraz

$$\Delta \mathcal{C} = +0"011 + 0"031 \sin(t + 95^{\circ}.5) + 0"005 \sin(2t + 11^{\circ}.2),$$

iz koga se vidi da postoji i jedan polugodišnji član, po 6 puta manjeg intenziteta.

Opšti tok krive poklapa se s tokom odnosnih krivih određenih u Mizusawi od pomenutih autora, kao što se vidi iz sledećih njihovih harmonijskih izraza:

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{C} &= 0"0124 \cos(t - 296^{\circ}), & (\text{S. Kawasaki, 1902-12}), \\ \Delta \mathcal{C} &= 0.0180 \cos(t - 217), & (\text{T. Ikeda, 1922.7-1925.7}), \\ \Delta \mathcal{C} &= 0.0288 \cos(t - 328), & (\text{T. Hattori, 1942-1949}). \end{aligned}$$

Mo za nas su od naročito interesa pojedinosti naše krive.

Sl. 26 prikazuje rezidue $\Delta \mathcal{C}$ uređjene po pravcima vetra u polarnom koordinatnom sistemu sa ucrtanom konturom posmatračkog paviljona u horizontalnoj projekciji. Na njoj su pozitivni rezidui obeleženi crveno, a negativno plavo.

Radi objašnjenja pojedinosti krive $\Delta \mathcal{C}$ mi smo najpre pokušali da je dovedeno u vezu s aerodinamičkim zakonima koji važe za opštu cirkulaciju atmosfere na severnoj Zemljinoj polulopti. Po tim zakonima, ako je na jugu veći atmosferski pritisak nego na severu u slojevima iznad prizemne zone trenja, javlja se strujanje vazduha od juga ka severu. Sila pritiska međjutim komponuje se s Koriolisovom silom, koja se javlja usled Zemljine rotacije, tako da vetar dobiva jugozapadni ili čak zapadni pravac i duva u pravcu protezanja izobara. No konfiguracijom terena i rasporedom objekata na njemu ovaj pravac u prizemnim slojevima može biti i znatno izmenjen i dovesti do neslaganja teoriskih, uprošćenih zaključaka s realnim stanjem predstavljenim merenjima. Pri ovom, takozvanom visokom indeksu cirkulacije, izobarske površine biće očigledno nagnute prema severu, pa će i zenit refrakcije biti pomeren u tom smeru.

Obrnuto, ako je atmosferski pritisak viši na severu, duvaju severoistočni ili čak istočni vetrovi, koji odgovaraju niskom indeksu cirkulacije. Oni dovode do nagiba izobarskih površina prema jugu i do pomeranja zenita refrakcije u istom smeru.

Ako je posmatrana širina \mathcal{C} , a širina oslobodjena uticaja zenitske refrakcije \mathcal{C}' , videli smo da je

$$\mathcal{C}' = \mathcal{C} - A \lg Z_R \cos A_R \sec^2 Z$$

ili

$$\mathcal{C}' = \mathcal{C} - 0.0175 Z_R \cos A_R \sec^2 Z,$$

gde je z_R nagib izopikni, a A_R azimut zenita refrakcije računat od S preko W kao pozitivan. Pretpostavimo li u prvoj aproksimaciji da se izopikne približno raspoređuju kao izobarske površine, onda se iz gornjeg izraza vidi da će vetrovi pravaca N, NE i E, kojima odgovara nagib z_R ka jugu i silazna kriva zenitske refrakcije, izazivati povećane širine, a vetrovi pravaca S, SW i W, kojima odgovara nagib z_R ka severu i uzlazna kriva zenitske refrakcije,

izazivati smanjene širine.

Teorijska kriva $\Delta \mathcal{E}$ izazvana samo uticajem vetra /koji nastaje zbog horizontalnog gradijenta pritiska /na \mathcal{E} preko zenit-ske refrakcije bila bi kvalitativno sinusoida p na sl. 30 s minimumom oko E i maksimumom oko W pravca.

Iz krive $\Delta \mathcal{E}$ izvedene iz posmatranja vidi se doista da je za pravce N, NE, pa i E $\Delta \mathcal{E}$ veće od nule, a za pravce S i SW manje od nule, tj. da se njen opšti tok u gruboj aproksimaciji slaže s teoriskim zahtevima. Međutim ako se udje u pojedinosti, na njoj se zapaža pomeranje maksimuma od NE ka N i minimuma od SW ka S, tj. čitave krive po fazi za oko pola kvadranta. Ovo dolazi otud što rezidui $\Delta \mathcal{E}$ nisu izazvani samo horizontalnim gradijentom pritiska.

Da bismo ovo dokazali nadjimo, s jedne strane, nagib vazdušnih slojeva koji odgovara vetru merene brzine i , s druge strane, teorisku brzinu vetra koji bi izazivao isti nagib. Samo ako se merena brzina poklopi s teoriskom, bar približno, može se smatrati da je dovoljan nagib slojeva izazvan horizontalnim gradijentom atmosferskog pritiska da objasni rezidue $\Delta \mathcal{E}$.

Uzmemo li, s obzirom na nadjene vrednosti, da priraštaju brzine vetra od 1 m/s odgovara promena rezidna od 0.008 i usvojimo li za srednju konstantu refrakcije vrednost 58.23, dobivamo za nagib slojeva

$$\tan z_R = \frac{0.008}{58.23} = 1.373 \cdot 10^{-4}$$

ili $z_R = 0' 28.2$.

Teorijska brzina nadzemnog vetra, koja proističe iz sile atmosferskog pritiska izazvanog njegovim horizontalnim gradijentom i Coriolisove sile, kao što je poznato / \mathcal{E} / data je izrazom

$$v = \frac{\frac{dp}{dx}}{2 \omega \sin \varphi \cdot \xi}$$

gde je $\frac{\partial p}{\partial a}$ gradijent pritiska, ω uglova brzina Zemljina obrtanja, φ geografska širina i ρ gustina vazduha. Kako je

$$\frac{\partial p}{\partial a} = \frac{\partial p}{\partial h} \sqrt{g} Z_R = -\rho g \sqrt{g} Z_R,$$

to je

$$(v) = \frac{\rho}{2\omega \sin \varphi} \cdot \sqrt{g} Z_R.$$

Stavimo li numeričke vrednosti $\omega = 7.292 \cdot 10^{-5}$, $\varphi = +44^{\circ}48'$ i $g = 9.806 \text{ m/s}^2$ u ovaj izraz, dobivamo

$$(v) = \frac{9.806}{2 \cdot 7.292 \cdot 10^{-5} \cdot 0.7046} \sqrt{g} Z_R.$$

Stavimo li u nj zatim iz merenja nadjenu vrednost Z_R , dobivamo za teorisku brzinu nadzemnog vetra

$$(v) = 13.1 \text{ m/s}.$$

Da bi se dobila brzina prizemnog vetra, kako iskustvo pokazuje treba ovu pomnožiti sa 0.3. Tako dobivamo da bi vetar brzine

$$(v) = 3.9 \text{ m/s}$$

tek mogao dovesti do nagiba slojeva koji je izveden iz merenja, tj. vetar približno 4 puta veće brzine ili da se samo 1/4 rezidua može objasniti uticajem vetra preko zenitske refrakcije ako se uzima u obzir samo horizontalni gradijent pritiska.

Odatle se može sa sigurnošću zaključiti da nagib izopikni izveden iz merenja nije prouzrokovan samo horizontalnim gradijentom pritiska kad je u pitanju uticaj vetra. To se uostalom vidi i iz jednačine gasnog stanja

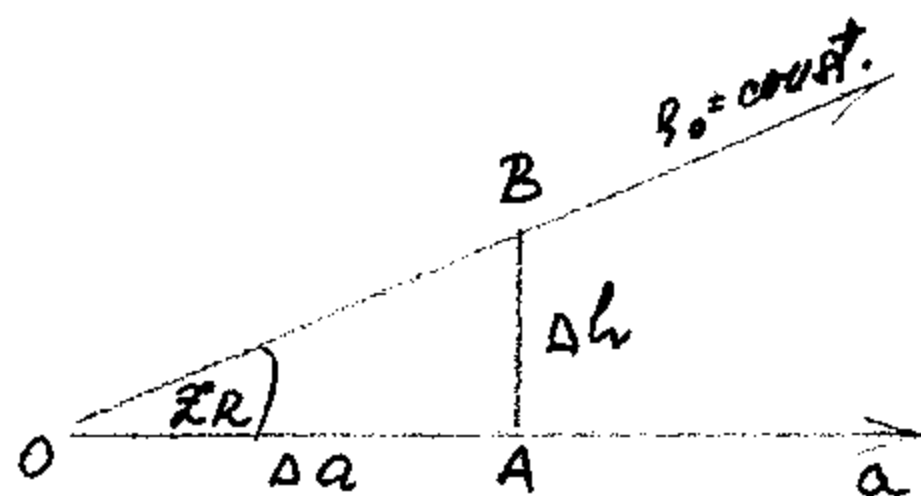
$$\rho = \frac{p}{RT}, \quad /1/$$

gde je p pritisak, T apsolutna temperatura, R gasna konstanta.

Sa teoriske strane možemo i kvantitativno razlučiti uticaj horizontalnog gradijenta pritiska od uticaja horizontalnog gradijenta temperature na nagib izopikni ako sa Zverjevom obeležimo sa OA element horizonta, a sa OB element izopikne /sl. 27/; njen nagib će tada biti

$$\sqrt{g} Z_R = \frac{4h}{\Delta a}.$$

Gustina u tački A može se dobiti ako podjemo od tačke O po elementu Δa ili od tačke B po elementu Δh , jer je u O i B gustina jednaka. Tako dolazimo do jednakosti



$$\rho_0 + \frac{d\rho}{da} \Delta a = \rho_0 \frac{d\rho}{dh} \Delta h,$$

odakle se dobiva nagib izopikni

$$\frac{1}{\rho} \zeta_R = \frac{\frac{d\rho}{da}}{\frac{d\rho}{dh}} \quad /2/$$

Sl. 27

u funkciji zakona promene gustine s udaljen-

njem od instrumenta $\left(\frac{d\rho}{da}\right)$ i zakona promene gustine s visinom iznad njega $\left(\frac{d\rho}{dh}\right)$.

Prvi zakon možemo dobiti ako logaritmišemo i diferenciramo jednačinu gasnog stanja:

$$\frac{d\rho}{da} = \frac{\rho}{p_0} \frac{dp_0}{da} - \frac{\rho}{T} \frac{dT}{da} \quad /3/$$

Drugi zakon možemo dobiti iz osnovne aerostatičke for-

mule

$$dp_0 = -\rho g dh$$

ili

$$\frac{dp_0}{p_0} = -\frac{g}{R} \frac{dh}{T},$$

gde je g ubrzanje Zemljine teže - u našem slučaju konstanta.

Ako uvedemo vertikalni temperaturski gradijent $\frac{dT}{dh} = -\gamma = 0.0065 \text{ m}^{-1}$ koji se u Dinamičkoj meteorologiji smatra konstantnim, bar za sloj atmosfere 10 km debljine, onda iz poslednje jednačine dobivamo

$$\frac{p_0}{p_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{g}{\sigma R}}$$

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{g}{\sigma R} - 1}$$

ili

Zakon promene gustine vazduha s visinom dobićemo ako

ovaj izraz logaritmišemo i diferenciramo po h :

$$\frac{d\rho}{dh} = -\left(\frac{g}{R} - \gamma\right) \frac{\rho}{T} = -\lambda \frac{\rho}{T}, \quad /4/$$

gde je $\lambda = \frac{g}{R} - \gamma$.

Ako zakone /3/ i /4/ uvrstimo u izraz /2/ za nagib

izopikni, dobivamo izraz za ovaj nagib u funkciji rasporeda

atmosferskog pritiska i temperature:

$$\frac{1}{\rho} \chi_R = -\frac{1}{\lambda R \rho} \frac{dp}{da} + \frac{1}{\lambda} \frac{dT}{da}, \quad 15/$$

U sistemu jedinica meter - kg - sekunda brojne vrednosti upotrebljenih konstanta su:

$$R = 287.1; \quad g = 9.81; \quad \lambda = \frac{g}{R} - \gamma = 0.0277.$$

Ako nagib izopikni χ_R izrazimo u lučnim minutima, a izvode zamенимо horizontalnim gradijentom pritiska G_a i temperature T_a u milibarima, odnosno Celzijusovim stepenima na 111.2 km i povedemo računa da je uobičajeno da se ovi gradijenti smatraju pozitivnim kad su upeseni u smeru opadanja pritiska i temperature, onda za nagib izopikni dobivamo izraz

$$\chi_R' = 0'.389 \frac{1}{\rho} G_a - 1'.116 T_a, \quad 16/$$

gde je ρ gustina vazduha u kg na 1 m³.

Ova formula je gruba teoriska aproksimacija realne pojave, koja je po svojoj fizičkoj suštini daleko složenija, no iz nje se jasno vidi da je uticaj horizontalnog gradijenta temperature na zenitsku refrakciju približno 3 puta veći po intenzitetu a suprotna smeru od uticaja horizontalnog gradijenta atmosferskog pritiska. Ovim se objašnjava i naš zaključak da se samo 1/4 rezidua može objasniti uticajem vetra preko zenitske refrakcije, ako se uzima u obzir samo horizontalni gradijent atmosferskog pritiska.

Kvalitativno prikazan uticaj horizontalnog gradijenta temperature dovodi na taj način do krive T rezidua $\Delta \mathcal{C}$, tako da će rezultujuća kriva imati oblik krive $\Delta \mathcal{C}'$ na sl. 28. Ova poslednja već se znatno bolje slaže s oblikom krive koju smo izveli iz merenja.

Međutim oblik samog paviljona može unekoliko izmeniti teorisku krivu, a isto tako i prisustvo 4 zgrade severno, u neposrednoj blizini posmatračkog paviljona, koje stvaraju jedan mesni horizontalni gradijent temperature između sebe i instrumenta, koji nije uzet u obzir.

Kako nagib cele atmosfere izazvan mesnim objektima nije realan, to se kod ovog uticaja možemo ograničiti na najniži sloj 10 m debljine, koji u refrakciji učestvuje samo sa delom od 0.0013. U tom slučaju, prema obrascu /6/, za refrakcijsko pomeranje zenita od 0°03, koliko smo mi našli, dovoljna je temperaturska razlika od 1° ako su zgrade koje ovu razliku izazivaju udaljene sto metara od instrumenta, kao približno u našem slučaju. Ovolika, pak, temperaturska razlika u našem slučaju sasvim je moguća, bar u ekstremumima temperature u toku dana i godine.

Na drugoj krivoj na sl. 25 i na sl. 26 ucrtane su približno shematski /ne u razmeri, ni po veličini ni po udaljenosti/ zgrade oko instrumenta i krila samog posmatračkog paviljona. Na pravcima vetra od 6-12 i od 18-26 nalaze se krila samog posmatračkog paviljona, pa je zato po sredini ovih uglova uticaj vetra na $\Delta \varphi$ najmanji po apsolutnoj vrednosti. To izaziva i pomeranje preseka krive 2 na sl. 25 sa apscisnom osovnom po ovoj osovini. Vetrovi sa severne hemisfere, uprkos frekvenciji i brzini južnih vetrova, dolaze do jačeg uticaja od južnih po apsolutnoj vrednosti, što je naročito očigledno sa sl. 26. Na putu prizemnih vetrova sa južne hemisfere, od pravca 12 do 18 ne nalaze se u blizini nikakvi objekti, a s te strane je zemljište jače pošumljeno i zatravljeno. Naprotiv, sva četiri velika objekta, kao i čitava mreža betonskih i kamenih puteva i staza, raspoređeni su severno od instrumenta. Zato se na ovoj hemisferi horizontalnim gradijentima atmosferskog pritiska i temperature, koji izazivaju vetar, dodaje i uticaj mesnog horizontalnog gradijenta temperature, a na južnoj hemisferi se ovaj od njih oduzima. Na pravcu 4 nalazi se zgrada Velikog refraktora, na pravcu 2 zgrada Vodovodnog rezervoara, na čitavom sektoru od pravca 2 preko 32 do 30 nalazi se Meridijanski paviljon i malo dalje Glavna zgrada opservatorije. U tim pravcima izrazito je i

pojačanje mesnih temperaturnih gradijenta. Uticaji severnih vetrova zbog svega toga su po apsolutnoj vrednosti oko 2.5 puta veći od uticaja južnih vetrova.

Kvalitativno bismo celu pojavu mogli raščlaniti kao na sl. 29. Na njoj kriva T_M predstavlja kvalitativno teorisku krivu rezidua izvedenu pod ranijom pretpostavkom da postoje samo horizontalni gradijenti pritiska i temperature koji dovode do pojave vetra. Kriva T_M predstavlja krivu rezidua $\Delta \varphi$ pod uticajem mesnog temperaturnog gradijenta izazvanog prisustvom i rasporedom objekata oko instrumenta, a kriva $\Delta \varphi$ predstavlja kvalitativno definisanu teorisku krivu rezidua $\Delta \varphi$, koja se sada skoro potpuno slaže sa krivom koju smo dobili iz posmatranja. Što se tiče intenziteta uticaja, i tu smo, kao što je poznato, dobili dobro slaganje intenziteta dobivenog iz merenja i iz jednačine /6/. Uporedjenje teoriske krive i krive izvedene iz merenja u svakoj tački nije nam bilo moguće zbog toga što nismo raspolagali potrebnim i dovoljnim merenjima koja bi nam kroz čitav obradjeni osmogodišnji posmatrački period davala u toku posmatranja raspored pritiska i temperature u njihovim poljima oko instrumenta, kako na području Opservatorije, tako i izvan nje u daljoj okolini. Međutim, ovako brojna i dugotrajna predizna merenja teško je uopšte organizovati i izvršiti. No dobro planirano i u jednom smanjenom obliku i obimu svakako bi bilo korisno organizovati ih i izvršiti u jednom daljem istraživačkom radu kome je ovim preliminarnim našim istraživanjima utrven siguran put.

Vratimo se na sl. 25. Pored krive 2 na njoj smo ucrtali i krivu $\Delta \varphi$ dobivenu na analog način, ali posle eliminisanja zimskih širina, koje su i najmalobrojnije. Kriva izvedena za proleće, leto i jesen i izvučena crvenom olovkom prilagodjava se dobro po opštem obliku prethodnoj, izvedenoj iz svih podataka, samo se na severnoj hemisferi zapaža pojačan uticaj mesnog horizontalnog

gradijenta temperature, što je u skladu s teoriskim razmatranjima.

Posle ovog ispitivanja postupak klasifikovanja i izravnjanja rezidua $\Delta \mathcal{E}$ ponovljen je zasebno za večernja i jutarnja posmatranja. Tako su dobiveni podaci dati u narednoj tablici.

Tablica 29. Srednje izravnanate vrednosti rezidua $\Delta \mathcal{E}$ u 0:001 uredjene po pravcima vetra, za večernje i jutarnje serije

Pra- vac	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	32	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\Delta \mathcal{E}_v$	22	32	31	36	13	-8	-14	-19	-18	-18	3	14	40	47	37	41
$\Delta \mathcal{E}_j$	36	15	-5	2	22	-4	-7	-11	12	10	0	-3	-1	36	60	36

Na sl. 30 i 31 prikazani su rezidui u Dekartovom i polar-
nom koordinatnom sistemu za večernja posmatranja, a na sl. 32 i 33
za jutarnja. Sa njih se jasno zapaža dobro slaganje večernjeg toga
krive $\Delta \mathcal{E}$ sa onim što je napred izneto. Isto tako se zapaža izmenje-
ni tok krive $\Delta \mathcal{E}$ u ranim jutarnjim časovima zbog znatno smanjene
temperaturske razlike izmedju objekata i instrumenta. Minimum krive
je smanjen i proširen, a maksimumi su takođe manji po apsolutnoj
vrednosti. Teorisko objašnjenje kvalitativno je prikazano na sl. 34,
gde kriva $\Delta \mathcal{E}'$ prikazuje tok rezidua pod uticajem horizontalnog
gradijenta pritiska i temperature koji izazivaju vetar, kriva T_M
tok rezidua pod uticajem mesnog horizontalnog gradijenta tempera-
ture, a kriva $\Delta \mathcal{E}$ rezultujući tok krive rezidua koji se slaže s to-
kom na sl. 32 dobivenim iz posmatranja.

Naposletku postupak klasifikovanja i izravnjanja rezidua $\Delta \mathcal{E}$
ponovljen je još jednom zasebno za svako godišnje doba. Tako su
dobiveni podaci prikazani u sledećoj tablici.

Tablica 30. Srednje izravnanе vrednosti rezidua $\Delta\varphi$ za svake godišnje doba u 0.001, uređjene po pravcima vetra

Pra- vac	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	32	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\Delta\varphi_p$	51	44	44	26	- 9	-24	-30	-35	-51	-53	- 8	26	25	38	67	58
$\Delta\varphi_L$	44	46	41	4	-23	-34	-41	-33	-22	- 3	22	54	39	50	52	57
$\Delta\varphi_J$	26	3	- 2	27	20	21	10	-19	-42	-20	-50	29	61	66	53	46
$\Delta\varphi_Z$	-	-	-	-54	-10	- 2	2	2	14	1	-48	-67	-68	-	-	-
$\Delta\varphi_{\frac{P+J}{2}}$	45	33	32	26	5	- 1	- 6	-27	-46	-37	-26	27	37	50	62	54

Na sl. 35 prikazani su tokovi krivih $\Delta\varphi$ izvedenih iz posmatranja za letnji period, za prolećni i jesenji /srednja kriva/ i za zimski, jasno se zapaža da letnja kriva odgovara našoj gornjoj interpretaciji, da je kriva $\Delta\varphi$ u polusezonama pomerená približno za 1 kvadrant po fazi u odnosu na letnju, a da je zimska pomerená za dva kvadranta, tj. da pokazuje suprotnu tendenciju.

Poslednje je sasvim razumljivo s obzirom na inverziju mesnog temperaturnog gradijenta u zimskom periodu, koji povlači i suprotan nagib izopikni izazvan mesnim uslovima. Na sl. 36, 37 i 38 prikazan je tok rezidua u letnjem, prolećnom, odn. jesenjem, i zimskom periodu u polarnom koordinatnom sistemu. Kvalitativno teorisko objašnjenje prikazano je na sl. 39, gde je tok krive $\Delta\varphi'$ koja dolazi od uticaja vetra ostao nepromenjen, dok je kriva rezidua pod uticajem mesnog temperaturnog gradijenta T_M dobila suprotan oblik od odnosne letnje krive. Rezultujuća teoriska kriva rezidua $\Delta\varphi$ opet se dobro slaže s krivom izvedenom iz posmatranja.

14. Odredjivanje konstante godišnje aberacije. - Ispitani posmatrački materijal upotreбили smo na posletku i za odredjivanje konstante godišnje aberacije.

Popravka konstante godišnje aberacije može se izvesti i iz

sistematskih posmatranja promena geografske širine, na primer po Talcott-ovoj metodi. S obzirom na vezu između geografske širine i svodjenja na prividnu deklinaciju, koja je ostvarena Talcott-ovim obrascem, lako se vidi da greška usvojene vrednosti sa konstantu aberacije ΔK izaziva na geografskoj širini φ grešku $\Delta \varphi$, koja se može predstaviti vezom

$$\varphi - \varphi_0 = \Delta \varphi = \Delta K \left[\cos \odot (\sin \alpha \sin \delta \cos \varepsilon - \cos \delta \sin \varepsilon) - \sin \odot \cos \alpha \sin \delta \right],$$

gde je φ nepoznata tačna vrednost geografske širine, φ_0 njena vrednost izvedena iz posmatranja, \odot longituda Sunca, α , δ srednja rektascenzija i deklinacija jedne grupe i ε nagib ekliptike.

U ovoj jednačini javljaju se dve nepoznate φ i ΔK . Među tim ona se može napisati kako za večernju tako i za jutarnju grupu. Razlika ovih dveju jednačina oslobodjena je prve nepoznate, a razlika srednjih vrednosti geografskih širina iz svake dve uzastopne grupe, koje se posmatraju istih noći, poznata je iz posmatranja, pa se u ovakvoj jednačini javlja samo ΔK kao nepoznata:

$$\varphi_v - \varphi_j = -\Delta K \left[2 \cos^2 \frac{\varepsilon}{2} \sin \varphi \cos \left(\odot - \frac{\alpha_v + \alpha_j}{2} \right) \sin \frac{\alpha_j - \alpha_v}{2} - 2 \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \sin \varphi \cos \left(\odot + \frac{\alpha_v + \alpha_j}{2} \right) \sin \frac{\alpha_j - \alpha_v}{2} \right]$$

Mo ako se, kao u našem slučaju, posmatra program čije su

grupe simetrične prema ponoći, ispunjeni su uslovi

$$\delta \approx \varphi, \quad \odot - \frac{\alpha_v - \alpha_j}{2} = 180^\circ, \quad \frac{\alpha_j - \alpha_v}{2} = 15^\circ,$$

pa se gornja veza lako može dovesti na prost oblik

$$\varphi_v - \varphi_j = \Delta K \left(2 \cos^2 \frac{\varepsilon}{2} \sin \varphi \sin 15^\circ - 2 \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \sin \varphi \sin 15^\circ \cos 2 \odot \right).$$

Saberu li se sve razlike $\Delta \varphi_v - \Delta \varphi_j$ u toku jedne godine, dobiva se s leve strane greška zatvaranja, a s desne popravka konstante aberacije pomnožena jednim faktorom:

$$\sum_1^{12} (\varphi_v - \varphi_j) = -24 \sin 15^\circ \cos^2 \frac{\varepsilon}{2} \sin \varphi \cdot \Delta K \equiv A \cdot \Delta K,$$

koji za Beogradsku opservatoriju i tretirani posmatrački program iznosi

$$A = -4.1964.$$

Po mišljenju K.A.Kulikova /35/, iznetom u njegovoj značajnoj monografiji o fundamentalnim astronomskim konstantama, nije od značaja određivanje popravke konstante aberacije iz međusobnog otstupanja svake dve uzastopne grupe zbog velikih disperzija koje se tako dobivaju, već je od značaja njeno određivanje iz godišnje greške zatvaranja, tj. zbira svih pomenutih sistematskih razlika u toku jedne godine. Mi smo postupili na taj način.

U Tablici 31 date su greške zatvaranja za sve obradjene godine od 1949 do 1956 zaključno, kao i njihova srednja vrednost naporedo s popravkama konstante aberacije koje su iz njih isvedene, kao i srednja vrednost ove popravke. Poslednji stubac daje popravljene vrednosti konstante aberacije polaseći od njene usvojene vrednosti međunarodnom konvencijom iz 1896 godine,

$$k = 20^{\circ}47,$$

koja je i u ovom radu korišćena.

Tablica 31. Greške zatvaranja i odnosne popravke konstante aberacije

God.	R	Δk	k	k
1949	0 ^o .139	-0 ^o .033	20 ^o .437	20 ^o .44
1950	- .917	.218	.688	.69
1951	- .245	.058	.528	.53
1952	.194	- .046	.424	.42
1953	.478	- .114	.356	.36
1954	- .793	.189	.659	.66
1955	- .670	.160	.630	.63
1956	- .143	.034	.504	.50
Sr.vr.	-0 ^o .245	0 ^o .058	20 ^o .528	20 ^o .53

Iako je velika disperzija $\pm 0^{\circ}04$ godišnjih vrednosti popravke k, srednja vrednost izvedene konstante aberacije,

$$k = 20^{\circ}528,$$

slaže se dobro sa vrednošću

$$k = 20^{\circ}522,$$

koju je odredio Hattori sa popravkom čija je disperzija dvaput manja

iz posmatranja u Misusawi od 1942.8-1949.7, dakle u periodu od 7 godina koji neposredno prethodi našem /8/.

Ona se dobro slaže i sa svima odredjivanjima izvršenim poslednjih godina, istom i drugim metodama, iz istovrsnih posmatranja, kao što pokazuje sledeća tablica.

Tablica 32. Najnovija odredjivanja konstante aberacije iz posmatranja sa geografsku širinu

Autor	Opservatorija	Period	k	sr.kv.gr. popravke	br.posm.
Kulikov	Pulkovo	1915-1929	20°512	+0°003	28.000
Vorošilova	"	1929-1941	20.511	+0.007	28.542
Ficher i Melchior	MSŠ	1900-1954	20.526	+0.004	951.000

Upadljivo je veliki broj posmatranih parova iz kojih su izvedene poslednje vrednosti za konstantu aberacije. Otuda i male njihove srednje kvadratske greške. Naša srednja kvadratska greška, s obzirom da smo konstantu aberacije izveli iz 7000 posmatranih parova, može se svesti na istu vrednost.

Unutrašnja tačnost istog reda veličine, koja zavisi od dužine posmatračkog perioda isto se tako vidi dobro i iz sledećeg pregleda koji daje vrednosti za konstantu aberacije izvedene iz posmatranja na svakoj pojedinoj međunarodnoj stanici:

Tablica 33. Konstanta aberacije izvedena iz posmatranja na međunarodnim stanicama za širinu

Stanica	k	sr.kv.gr. popravke	dužina posm.raznaka
Micusava	20°520	+0°007	49 god.
Cardžuj	20.575	+0.017	19
Kitab	20.461	+0.016	18
Carloforte	20.524	+0.005	42
Getisburg	20.518	+0.007	31
Sinsinati	20.531	+0.010	15
Jukaja	20.549	+0.006	49

No iz poslednjeg pregleda se isto tako vidi da je znatno

manja spoljašnja tačnost izvedene konstante, jer se vrednosti od stanice do stanice razlikuju nekoliko puta više od srednje kvadrat-ske greške iz svih merenja. Između drugih, sitnijih uzroka, tu uglavnom dolaze do izražaja noćne promene širine, koje se kriju u razlikama veče-jutro i koje većim delom dolaze od mesnih nepolarnih promena širine, dakle nose dobrim delom karakter mesta posmatranja.

Numerov je dao izraz /36/

$$R = \sum_1^{12} (\varphi_v - \varphi_j) = - 2\pi \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}} A \sin (\tau + \psi),$$

gde je

$$A \sin \psi = \Delta K \sin \varrho + a \sin \delta^v,$$

$$A \cos \psi = a \cos \delta^v,$$

koji vezuje grešku zatvaranja R sa popravkom konstante aberacije ΔK i dnevnim δ^v članom u promeni širine, pošto su u poslednjim dvema jednačinama a i δ^v amplituda i faza dnevnog člana. Srednje vreme τ jednako je zvezdanom vremenu $\frac{1}{2}(\alpha_{i+1} + \alpha_i)$ računatom od ponoći. Prema tome pre ponoći je τ veće od nule, a posle ponoći τ manje od nule. Veličine A i ψ određuju se iz jednačina:

$$A = \sqrt{(\Delta K \sin \varrho + a \sin \delta^v)^2 + a^2 \cos^2 \delta^v},$$

$$\lg \psi = \frac{\Delta K \sin \varrho}{a \cos \delta^v} + \lg \delta^v.$$

Kako poslednji sistem sadrži tri nepoznate: ΔK , a i δ^v , to se očevi no ne može u greški zatvaranja razdvojiti popravka konstante aberacije od dnevnog člana u promeni širine. Ovo do danas nikome nije uspelo, pa se metodi određivanja konstante aberacije iz posmatranja za širinu može zamisliti da unosi sistematsku grešku od mesnih uslova stanice i još neke, manje. No sa obradom materijala sa velikog broja stanica i iz drugih posmatračkih nizova može se i ova greška uglavnom eliminisati. Sa tog gledišta treba smatrati za najpouzdaniju do danas vrednost koju su izveli E. Fichera i P. Melchior /37/:

a koja se od naše vrednosti razlikuje samo za 0^o006.

Medjutim vrednosti za konstantu aberacije dobivene na instrumentima druge vrste pokazuju sistematske razlike. Tako, dok je Sollenberger /38/ dobio iz posmatranja na vašingtonskom fotograf-skom zenit-teleskopu od 1916-1949 g. vrednost

$$k = 20^{\circ}444,$$

Spencer Jones /39/ je dobio iz posmatranja na griničkom floting zenit-teleskopu od 1911-1936 g. vrednost

$$k = 20^{\circ}489,$$

Ove se vrednosti za 0^o08, odn. 0^o03 razlikuju od naše vrednosti. Da ovde nije u pitanju sistematski uticaj koji dolazi od instrumenta vidi se po tome, što je Hattori iz uporedjivanja posmatranja na vizualnom i floting zenitteleskopu u Micusavi od 1942.8-1949.7 g. /8/ dobio vrednosti

$$k_v = 20^{\circ}522,$$

$$k_f = 20^{\circ}521,$$

koje se potpuno slažu. Znači da su u pitanju opet mesni uslovi.

Isto tako postoje sistematske razlike između naše vrednosti i vrednosti izvedenih preko Sunčeve paralakse, kao što pokazuje sledeća tablica.

U poslednja dva slučaja ta je razlika samo 0^o01, a u prethodna dva 0^o04 odn. 0^o03, no ovde mogu biti u pitanju sistematski uticaji kod dotične vrste posmatranja, kao i sistematske greške u vezi između konstante aberacije i Sunčeve paralekse, između ostal u vrednosti za brzinu svetlosti.

Tablica 34. Vrednosti za konstantu aberacije
izvedene posrednim metodama

Autor	Metoda	Posm. razmak	k	$\epsilon_{\delta k}$
Sp. Jones	Is rad.brzina zvezda preko Sunčeve par.	1928	20.475	± 0.010
Rabe	Gravit.met./iz Zemlj. mase preko Erosovih poremećaja/	1926-1945	20.487	± 0.003
Sp. Jones	Posmatranje Erosa u opoziciji za Sunč.par.	1930-1931	20.507	± 0.004
B. Guinot	Is rad.brzina zvezda		20.51	

Is svega ovoga se vidi da je pitanje odredjivanja konstante godišnje aberacije veoma teško, delikatno i još otvoreno, te je svaki novi doprinos njegovu rešenju koristan prilog astronomskoj nauci.

Dugotrajna ispitivanja koja su ovde u najkraćim crtama prikazana bacaju jednu novu svetlost na mesne uticaje pri preciznom odredjivanju geografskih širina u cilju ispitivanja njihovih polarnih promena, posebno na Beogradske opservatoriji gde su prvi put vršena, i omogućuju da se polarno kretanje izvede iz posmatranja u čistijem obliku, potrebnom kako za njegovu dalju analizu, tako i za praktičnu upotrebu u časovnoj službi i pri odredjivanju Laplasovih tačaka.

U toku ovog rada uočene su izvesne praznine u organizaciji samih posmatranja i u načinu obrade, koje bi valjalo popuniti daljim organizovanjem posmatranja u odredjenom smeru i na odredjeni način, kao i daljim ispitivanjima. Tako se naprimer u nastavku ovoga rada postavljaju:

1. Problem detaljnijeg i organizovanijeg merenja mesnog rasporeda temperature i pritiska radi preciznijeg odredjivanja

njihova uticaja na širinu pod raznim uslovima /u vezi s njegovom dnevnom i godišnjom periodičnošću/.

2. Problem ispitivanja uticaja visokih vetrova na širinu preko zenitske refrakcije, uz pomoć aeroloških merenja koja se poslednjih godina sistematski vrše sa Aerološke opservatorije koja se nalazi u neposrednoj blizini Astronomske opservatorije. Ovakva ispitivanja vršila su dosad dva autora, no do definitivnih zaključaka se nije došlo.

3. Problem ispitivanja različita toplotnog uticaja vetra na krajeve Talcottovih libela, koji može dovesti do znatnijih sistematskih grešaka u određivanju širine. Ideja potiče od A. Schaggera /28/ sa Lajpciške opservatorije, no, koliko mi je poznato, do danas nisu vršena podrobna ispitivanja ovog sistematskog uticaja na širinu. Pri ovim ispitivanjima trebalo bi koristiti precizni električni termometar sopstvene konstrukcije i aparaturu za veštački vetar različite temperature i intenziteta, što se uz skromna sredstva može realizovati.

4. Od interesa je posebno za položaj Beogradske opservatorije koja je sa severa opasna širokom vodenom površinom Dunava i Save, a i za položaje drugih sličnih stanica, teoriski ispitati uticaj atmosfere vodene pare na zenitsku refrakciju i uporediti ga sa rezultatima posmatranja, pa izvesti zaključak i o ovoj vrsti sistematskih uticaja na širinu.

5. Najzad, gore prikazanim ispitivanjima objašnjena su raznim mesnim uticajima samo odstupanja $\Delta \varphi$ trenutne širine φ od njenih izravnatih vrednosti φ_N , zato se postavlja kao problem dalje ispitivanje istih uticaja na mesni φ član, u kome treba objasniti sistematska odstupanja izravnate širine Beograda izvedene iz sopstvenih posmatranja od širine izvedene iz međunarodnih koordinata Zemljina rotacionog pola.

15. Zaključak.- 1. Analiza polarnih i nepolarnih promena geografske širine Beograda izvršena je na posmatranim širinama Beogradske opservatorije od 1949.0-1957.0 pošto su oslobodjene svih sistematskih poznatih uticaja većih od $0^{\circ}005$. Kriva ovako dobivenih širina, izravnata metodom baricentara, pokazala je prosečno odstupanje od međunarodne ili mesni z član, od $0^{\circ}07$. I razlike posmatranih i izravnatih širina pokazale su prisustvo mesnih nepolarnih uticaja.

2. U dvema aproksimacijama rastavljene su, kako posmatrane širine, tako i širine izvedene iz koordinata pola i same koordinate pola na Chandlerovu, godišnju i polugodišnju komponentu, pa je uporedjivanjem ovih komponenta posmatrane i računate širine takodje utvrđeno prisustvo mesnih nepolarnih uticaja. Izvedene su dušine perioda sve tri komponente. Potvrđena su Kimurina očekivanja načina promene Chandlerove amplitude i faze, Nicolinijev statistički zakon simultanih istosmernih promena periode i amplitude Chandlerove komponente i Melchiorova orijentacije godišnje elipse.

3. Predložen je jedan nov postupak za brzo približno odredjivanje koordinata pola iz posmatranja samo na jednoj opservatoriji pod pretpostavkom da su sve tri komponente njegova periodičnog pomeranja kružne i pokazana nemogućnost njihova analogog tačnog izvodjenja pod pretpostavkom eliptičnosti komponenta.

4. Za ispitivanje nepolarnih promena korišćene su razlike posmatranih i izravnatih širina $\Delta \varphi$. Nadjene su njihove sistematske sezonske i dnevne promene, kao i opadanje amplitude krivih s udaljenjem srednje epohe posmatranja od Sunčeva zalaza, što je ukazivale na postojanje zenitske refrakcije izazvane mesnim horizontalnim gradijentom temperature koji dolazi od asimetričnog rasporeda zgrada prema posmatračkom paviljonu.

Nadjen je i nagib prizemnih izopikni i istaknuta njihova noćna i sezonska inverzija.

5. Nadjen je pravoliniski trend uticaja brzine vetra na $\Delta \varphi$ i korelacije izmedju pravca i frekvencije vetra, s jedne strane, i $\Delta \varphi$ s druge strane. Izvedena je veza izmedju opšte cirkulacije atmosfere i zenitske refrakcije i pokazano da se razlike $\Delta \varphi$ povinuju ovoj zakonitosti. Razdvojen je uticaj pravca vetra od uticaja mesnog horizontalnog gradijenta temperature na $\Delta \varphi$ koji dolazi od prisustva okolnih zgrada.

6. Nadjena je razlika uticaja pravca vetra na razlike $\Delta \varphi$ iz večernjih i jutarnjih serija i ustanovljen znatno jači uticaj u večernjim časovima, koji je objašnjen mesnim horizontalnim gradijentom temperature. Utvrđen je i sezonski uticaj pravca vetra i mesnog horizontalnog gradijenta temperature na razlike $\Delta \varphi$ i objašnjena razlika u letnjim i zimskim mesecima.

7. Kaposletku je odredjena konstanta godišnje aberacije i za nju nadjena srednja vrednost $k = 20^{\circ}528$. Zbog malog broja posmatranja /7000/ srednja kvadratska greška njene poprske je visoka, ali sama vrednost razlikuje se samo za $0^{\circ}006$ od nedavno izvedene vrednosti iz blisu milion posmatranja izvršenih u Medjunarodnoj službi širine od 1900-1954 godine.

R E Z I M E

Cilj teze je bio da se iz posmatranja izvršenih na Beogradskoj opservatoriji od 1949.0 do 1957.0, posle njihove brižljive obrade i oslobadjanja svih poznatih sistematskih uticaja, izvedu izvesni zaključci o polarnim i nepolarnim promenama širine Beogradske opservatorije od interesa za dalje radove na njoj i za same još otvorene probleme polarnih i nepolarnih promena geografskih širina.

U uvodu i glavi prvoj dat je u najkraćim potezima pregled dosad postignutih rezultata na analizi problema polarnih i nepolarnih promena geografske širine, ukazano na otvorena pitanja i istaknut predmet i značaj analize svih promena izvedenih iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji, kako za samu Opservatoriju, tako i za same probleme koji su obrađivani.

Izvedena kriva promena geografske širine Beogradske opservatorije u pomenutom razdoblju odstupa od istoimene krive izvedene iz međunarodnih koordinata prosečno za $0^{\circ}07'$. Na sedam mesta javljaju se jača odstupanja. Pojava je zapažena i na drugim opservatorijama no, uprkos brižljive obrade posmatranja i eliminisanja svih poznatih sistematskih uticaja, nije objašnjena. Od 1953.5 pa do 1957.0 krive se prema računima Brze međunarodne službe širine u Parizu slažu bolje nego na nekim opservatorijama koje raspolažu savremenim fotografskim zenit-teleskopima. Slaganje u fazi obe krive je potpuno, što je omogućilo izvođenje zaključaka o komponentama polarnog kretanja.

U cilju isticanja nepolarnih promena i analize polarnih promena eliminisana je pedesetim obrazovanjem srednjih

vrednosti iz šestogodišnjih i sedmogodišnjih raznaka, koji se javljaju u obradjenom razdoblju, Chandlerova komponenta polarnog kretanja, a ostaci su podvrgnuti harmoniskoj analizi. Tako je nađeno da je od preostalih komponentata polarnog kretanja realna samo godišnja i polugodišnja. Isto je urađeno i s promenama širine izvedenim iz međunarodnih koordinata, pa je nađeno da se obe pomenute komponente slažu s međunarodnim u fazi. U amplitudi godišnja komponenta izvedena iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji je za 24% manja, a polugodišnja je 6.5 puta veća. Upoređivanjem ovih rezultata s rezultatima postignutim na drugim opservatorijama izveden je zaključak da je velika polugodišnja komponenta znak da na Beogradskoj opservatoriji postoje znatne nepolarne promene, i to koje ne dolaze od instrumenta, već od atmosferskih uslova i njihovih uticaja na širinu.

Iz nađenih harmoniskih izrasa za godišnju i polugodišnju komponentu izračunate su njihove vrednosti za svaki mesec i eliminisane iz posmatranja. Tako su dobiveni ostaci posmatranja opterećeni samo Chandlerovom komponentom, koja je prikazana brojno i grafički za svih 5 Chandlerovih ciklusa. Nađeni su njihovi harmoniski izrazi i istaknuto da su i amplituda i faza Chandlerove komponente promenljive, i to podjednako za promene širine izvedene iz posmatranja kao i za promene izvedene iz međunarodnih koordinata. Ovo je potvrdilo da se iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji može vršiti proučavanje Chandlerove komponente polarnog kretanja i njenih zakonitosti.

Nađen je način promene Chandlerove amplitude i faze koji je potvrdio Kimurina predviđanja.

Nađeni su pravoliniski trendovi za promene faze i amplitude Chandlerove komponente i izvedena za dužinu Chandlerove komponente vrednost od 1.172 ± 0.008 godine, odnosno

428.1 \pm 2.9 dana. Vrednost se slagala bez malo u granicama standardnih grešaka sa vrednošću izvedenâm iz medjunarodnih koordinata.

Potvrđjen je Nicolinijev statistički zakon o simultanim promenama periode i amplitude Chandlerove kvazikružne komponente.

Iz posmatranja je eliminisana Chandlerova komponenta izvedena iz dobivenih harmoniskih izraza, pa su ostaci podvrgnuti harmoniskoj analizi i tako su dobivene vrednosti i harmoniski izrazi i njihovi grafički pretstavnici za godišnju i polugodišnju komponentu u drugoj aproksimaciji, i to kako iz promena širine dobivenih iz posmatranja, tako i iz onih izračunatih iz koordinata pola.

Pokazano je da se iz obradjenog posmatračkog materijala, zbog njegove protegnutosti na mali broj godina /8/, ne mogu izvesti realni zaključci o promenama srednje širine, tj. o progresivnim ili sekularnim pomeranjima pola.

Pokazano je da su amplituda i faza godišnje eliptične komponente praktično konstantni, da je orijentacija ove elipse slabo promenljiva, i da njena velika osa osciluje oko meridijana s longitudom $11^{\circ}W \pm 4^{\circ}$, što je u skladu s Melchiorovim radovima.

I u drugoj aproksimaciji istaknut je znatan polugodišnji član u promenama širine izvedenim iz sopstvenih posmatranja, za razliku od zanemarljive njegove vrednosti u promenama širine izvedenim iz medjunarodnih koordinata pola, što je još jednom ukazalo na nepolarne promene u širini Beogradske opservatorije. Pokazan je način promena polugodišnje komponente.

Promene amplituda i faza godišnje i polugodišnje komponente aproksimirane su pravoliniskim trendovima, pa su izvedene dužine za godišnju i polugodišnju periodu, kako iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji, tako i iz medjunarodnih koordinata pola. Dobivene su osetne bliske vrednosti godinini i polovini godine,

čime je potvrđen zaključak o praktičnoj konstantnosti godišnjeg člana.

U cilju uporedjenja polhodijske izvedene iz posmatranja na Beogradskoj opservatoriji i iz međunarodnih koordinata pola korišćena je Orlovljeva metoda za izvodjenje koordinata pola iz posmatranja samo na jednoj stanici, koja je najpre prikazana, a zatim su date obe polhodijske računski i grafički prema računima A. i N. Stoyko-a u Brzoj međunarodnoj službi širine. Ubedljivo je istaknuto slaganje Beogradske sa međunarodnom polhodijskom u odredjenim Chandlerovim periodama /od 1954.0 do 1955.2 i od 1955.2 do 1956.4/.

Predložen je nov postupak za računanje polhodijske iz posmatranja samo na jednoj stanici i primenjen na sva obradjena posmatranja na Beogradskoj opservatoriji. Njine su sve tri komponente polarnog kretanja /Chandlerova, godišnja i polugodišnja/ aproksimirane krugovima. Eliminisan je i uticaj srednje širine, tako da su dobivene pravilne krive, koje potsećaju na teorisku polhodijsku. Odstupanja od međunarodne polhodijske dostizala su mestimično i 0'25, što je razumljivo s obzirom na slična odstupanja i između računatih i posmatranih vrednosti promena širine. Greška koja dolazi od približnosti postupka pada se do 0'1, pa je postupak rezervisan za potrebe gde se ne traži visoka tačnost, ali se naprotiv traži ekspeditivnost i nezavisnost od Međunarodne službe.

Pokazana je nemogućnost neposrednog izvodjenja koordinata pola iz posmatranja na jednoj stanici pod pretpostavkom eliptičnosti sve tri komponente.

Za ispitivanje nepolarnih promena širine Beogradske opservatorije u noćenom razdoblju korišćeni su rezidui $\Delta \varphi = \varphi_{\text{pola}} - \varphi_N$ tj. odstupanja trenutnih širina od srednjih izravnatih metodom baricentara. Ispitan je raspored svih rezidua po Pirsonovu kriterijumu pa je nađeno 42% za verovatnoću počinovanja rezidua $\Delta \varphi$ normalnom

rasporedu. Ovo je protumačeno postojanjem neeliminiranih sistematskih uticaja u posmatranim promenama širine.

Klasiranjem rezidua po mesecima i odvojeno za večernje i jutarnje serije istaknute su njihove sistematske dnevne i godišnje promene koje su prikazane brojno i grafički, a zatim su nadjeni i harmonijski izrazi kojima su izražene zakonitosti ovih promena. Razlika između ponašanja ovih rezidua u starom i novom posmatračkom paviljonu nisu ukazale na osetan uticaj sobne refrakcije, već na mogućnost postojanja zenitske refrakcije, koja dolazi od asimetričnog rasporeda okolnih zgrada, grupisanih severno od posmatračkog paviljona, dok se na jugu nalazi velika pošumljena i zatravljena površina.

Ispitane su promene rezidua $\Delta \mathcal{C}$ u toku noći, tj. u funkciji udaljenosti od Sunčeva zalaza, i to zasebno u svakom mesecu i godišnjem dobu. Istaknuto je smanjenje hoda ovih krivih sa udaljenjem od Sunčeva zalaza i izvesna inverzija u jutarnjim časovima, kao i jača amplituda u zimskim nego u letnjim mesecima. Krive su ukazale na postojanje zenitske refrakcije koja dolazi od horizontalnog gradijenta temperature izazvanog asimetričnim rasporedom zgrada prema posmatračkom paviljonu.

Izveden je teorijski izraz za zenitsku refrakciju po Schütte-u i date krive za različite nagibe izopikni, a zatim ispitani tok rezidua $\Delta \mathcal{C}$ u funkciji zenitne daljine. Nadjen je nagib prisernih izopikni od nekoliko lučnih minuta i istaknuta inverzija ovog nagiba u toku noći, što je objašnjeno mesnim horizontalnim gradijentom temperature. Istaknuta je godišnja inverzija ovog nagiba izazvana istim uzrokom pri suprotnim uslovima u letnjem i zimskom periodu. Slaganje izvedenih krivih iz posmatranja po obliku s teorijskim nesumljivo je potvrdilo postojanje zenitske refrakcije pod uticajem mesnog horizontalnog temperaturnog gradijenta, ali

nije iscrplo ceo iznos rezidua $\Delta \mathcal{E}$. Zato je ispitan još uticaj brzine i pravca vetra na ove rezidue preko zenitske refrakcije.

Nadjen je pravoliniski trend kod uticaja brzine vetra na rezidue $\Delta \mathcal{E}$. Uredjeni su rezidui $\Delta \mathcal{E}$ po pravcima vetra i nadjena korelacija izmedju promena $\Delta \mathcal{E}$ u funkcije pravca vetra i frekvencije vetra, s jedne strane, i izmedju promena $\Delta \mathcal{E}$ u funkciji pravca vetra i srednje brzine vetra, s druge strane. I po intenzitetu i po zakonitosti promena uticaj pravca vetra dobro se slaže s odredjivanjima u Mizusawi, ne samo po opštem toku pojave. U pojedinostima se na krivoj $\Delta \mathcal{E}$ u funkciji pravca vetra jasno ističu uticaji mesnog rasporeda zgrada.

Izvedena je veza izmedju opšte cirkulacije atmosfere i zenitske refrakcije i pokazano da se rezidui $\Delta \mathcal{E}$ pokazuju ovoj zakonitosti. Teoriski je pokazano, po Zverjevju, da nagib izopikni kod uticaja vetra ne dolazi samo od horizontalnog gradijenta pritiska, već i od horizontalnog gradijenta temperature i dat je izraz za obe komponente. Zatim je razdvojen uticaj pravca vetra od uticaja mesnog horizontalnog gradijenta temperature na $\Delta \mathcal{E}$ koji dolazi od prisustva okolnih zgrada.

Nadjena je razlika uticaja pravca vetra na rezidue iz večernjih i jutarnjih serija i ustanovljen znatno jači uticaj u večernjim časovima, koji je objašnjen mesnim horizontalnim gradijentom temperature.

Utvrđen je i sezonski uticaj pravca vetra i mesnog horizontalnog gradijenta temperature na rezidue $\Delta \mathcal{E}$ i objašnjena inverzija u letnjim i zimskim mesecima.

Izvedena je vrednost konstante godišnje aberacije i upoređena sa mnogim vrednostima njenim dobivenim istom i drugim

metodama poslednjih godina, pa je nadjeno vrlo dobro slaganje. Autor se priključio predlogu da se usvojena vrednost od 20°47' pepne bar na 20°50', ako ne na 20°52'.

Postavljeno je nekoliko novih problema od značaja za unapredjenje Službe promena širine, naročito na Beogradskoj opservatoriji. Njihovim bi se rešenjem naročito unapredio problem nepolarnih promena širine.

L I T E R A T U R A

1. P. Melchior, Les relations entre les mouvements du pôle et les fluctuations de la vitesse de rotation de la Terre /Ap. Gén. de l'UAI à Moscou août 1958, Symp. sur la rot. de la Terre, AJ 64, No 3, 1959, Commun. de l'Obs. R. de Belgique, No 155, géoph. No 50/.
2. B.M. Ševarlić, etc., Observations à la lunette zénithale, /Bull. de l'Obs. Astr. de Beograd, t XIV-XXI, 1949-1956/.
3. B.M. Ševarlić, Promene g. širine Astr. ops. u Beogradu od 1949.0-1957.0, /Publikacije Astr. ops. u Bgd., No 6, 1960, u štampi/.
4. B.M. Ševarlić, Sur le problème de la variation des latitudes et du mouvement du pôle instantané de rotation à la surface de la Terre, /Publ. de l'Obs. Astr. de Beograd, No 5, 1957/.
5. G. Cecchini, Il problema della variazione delle latitudini, /Rend. Sem. Mat. Fis., Milano, Vol. 2 /1928, VI/, Publ. Oss. Brera, 61/.
6. G. Cecchini, Variazioni delle latitudini terrestri e fenomeni geofisici, /Geof. pura e applicata, Vol. XVIII, Milano, 1950/.
7. P. Melchior, Latitude variation, /Progress in Phys. a. Chem. of the Earth, vol. 2, 1957; Comm. de l'Obs. R. de Belgique, No 130, Sér. Géoph., No 42, 1957/.
8. P. Melchior, Contribution à l'étude des mouvements de l'axe de rotation par rapport au Globe terrestre, /Monogr. 3, Obs. R. Belg., Bruxelles, 1954/.
9. T. Hattori, Latitude observations with floating zenith telescope at Mizusawa, part. II, /Publ. Lat. Obs. Mizusawa I, No 2, 1953/.

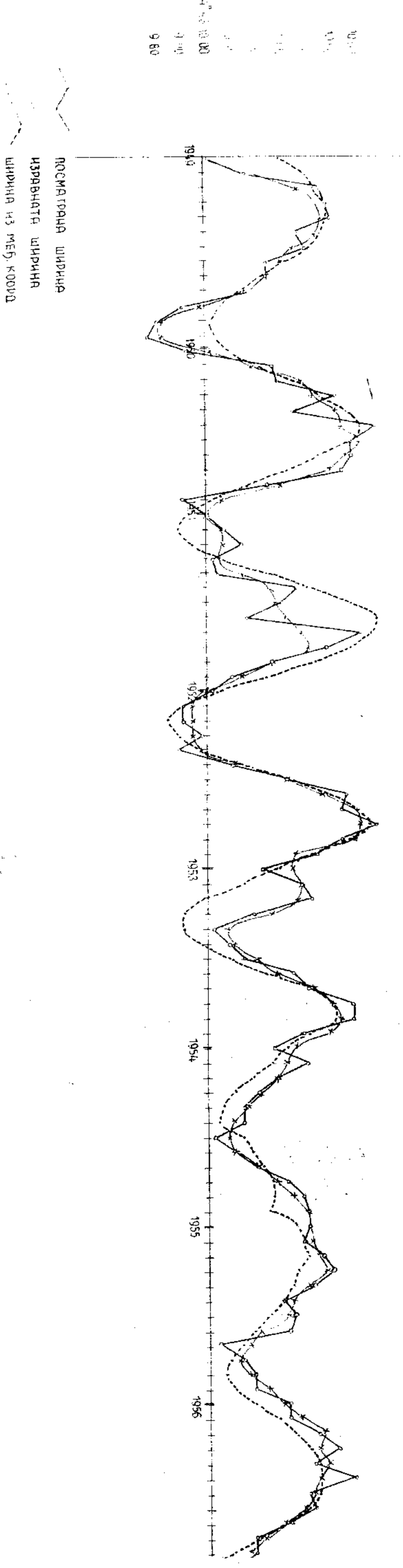
9. S.C.Chandler, On the variation of latitude I-VIII /A.J. 11, 248 i 249, 1891; A.J. 12, 250 i 251, 1892; A.J. 12, 272 i 277, 1892; A.J. 13, 307, 1894/.
10. H. Kimura, Variations in the Fourteen Month's Component of the Polar Motion, /MN, LXXVIII, 163, 1918/.
11. P.Melchior, Sur l'amortissement du mouvement libre du pôle instantané de rotation à la surface de la Terre, /Atti dell'Ac. Naz. dei Lincei, ser 8, XIX, 137, 1955/.
12. N. Stoyko, Sur les relations entre la variation de la rotation, l'oscillation libre et les tremblements de Terre, /CR 234, 2550, 1952/.
- 12*. A. et N.Stoyko, Les variation périodiques de la rotation de la Terre. pendant les années 1947-1952, /Ac. R.Belg., Bull. cl. Sc. XXXVI, No 6, 1953/.
13. H. Kimura, Result of the Int. Lat. Service, t. VII, 1935.
14. T. Nikolini, Caratteristiche osservate delle componenti del moto polare, /Atti dell'Ac. Naz. dei Lincei, Mem. ser. 7, 2, 1, 1948/.
15. H. Kimura, Results of the Int. Lat. Service, t VIII, 1940.
16. P. Melchior, Sur une nouvelle méthode d'analyse du mouvement du pôle à la surface de la Terre II, /Ac. R. de Belg. Bull. de la Classe des Ser., 5 sér., t. XXXVII, 1951/.
17. A. J. Orlov, Méthode nouvelle pour le calcul des coordonnées du pôle utilisée par le service soviétique de latitude, /Travaux de l'Obs.Grav. de Poïtava, t. 5, 1955/.
- 17*. A. J. Orlov, Bulletin de l'Inst. Astr. de Sternberg, No 7, 1941.

18. A. et N. Stoyko, La détermination du mouvement du pôle et son utilisation pour l'amélioration de l'heure, /Bull. astr, t. XXI, fasc. 3, 1955/.
19. M. Miyadi, The "Wind-Effect" on the Time Observation at Tokyo, and a Consideration of It as on Abnormal Refraction, /Tokyo Astr. Obs. Rep. 1938-39/.
20. K. Schütte, Über die Zenitrefraction und die Polhöhe der Sternwarte München, /A.N. 269, 1..., 1939/.
21. М.С. Зверев, К вопросу о вьерислении рефракционных anomalies по данным астрономических наблюдений, (Семь. журн., т. XIII, том, 2, 1946,
22. N. Stoyko, Sur la mesure du temps et les problèmes qui s'y rattachent /Ann. du Bureau des Long., t. X, 1933/.
23. N. Stoyko, Sur la détermination de l'heure aux deux instr. des passages, /CR 220, 1945/.
23. A.S. Eddington, Prelim. Results of Obs. made with the Cookson Elevating zen. Tel. at R.O. Greenwich, /MN LXXIII, 1913/.
24. S. Kawasaki, The Wind-Effect on the Latitude Observations, /Japanese Journal of Astr. and Geoph. 12, 131, 1935/.
25. T. Ikeda, The Wind-Effect at Mizusawa, /The Astr. Herald, Astr. Soc. of Japan, vol 45, No 8 a 9, 1952/.
26. T. Hattori, Wind-Effect on the lat.obs., /Publ. of the Astr. Soc. of Japan, 3, 5, 1951/.
27. C. Sugawa, The Wind-Effect on the Lab.Obs.with the Visual Zenith Telescope, /Publ.of the Int.Lab.Obs. of Mizusawa, vol. II, No. 1, 1955/.

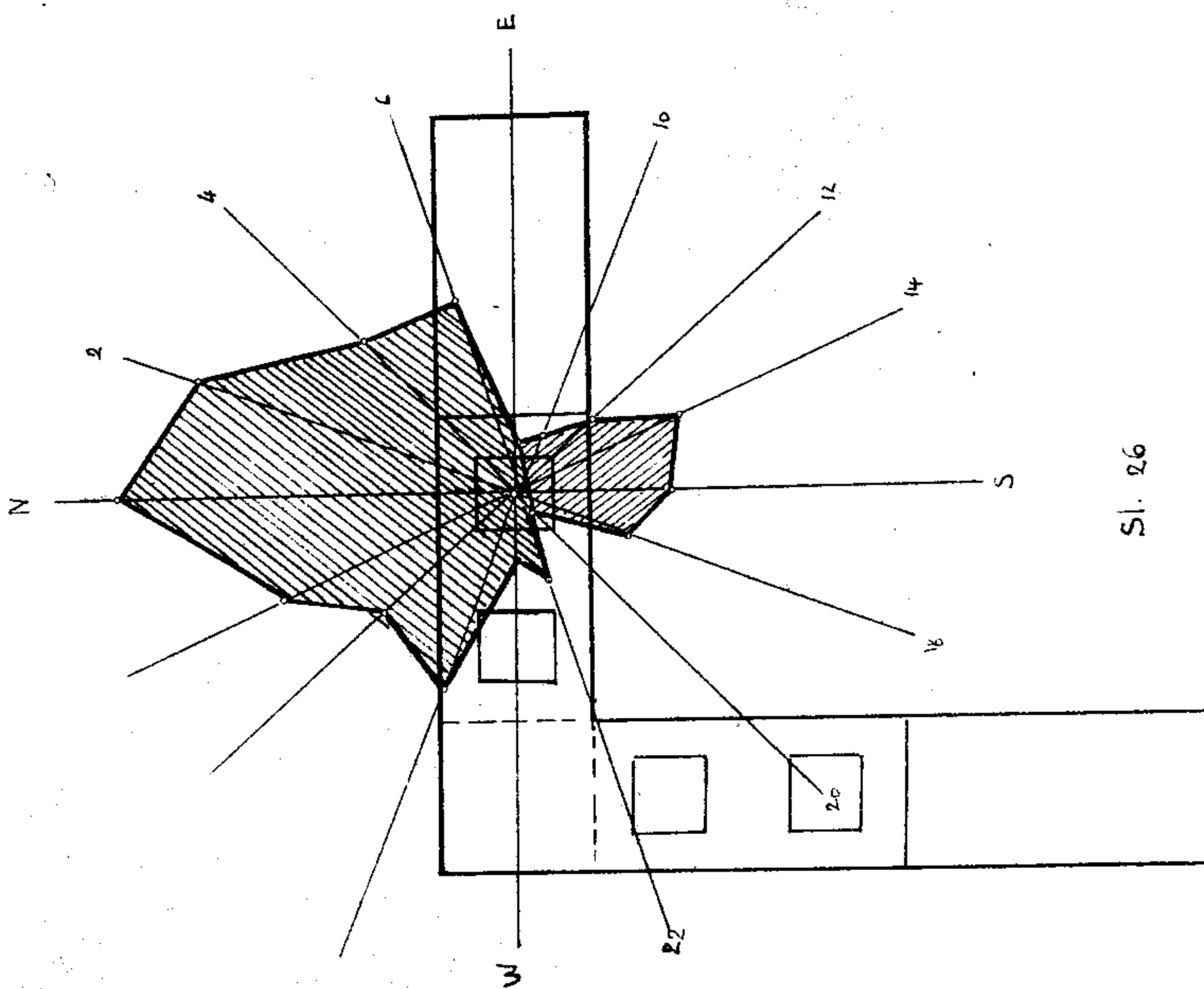
28. A. Chagger, Über die Beeinflussung der Lage der Libellenblase durch die Windrichtung, /Astr. Nachr., Bd. 259, 125, 1936/.
29. G. Cecchini, Le variazione di latitudine e il movimento del polo di rotazione terrestre, /Bull. géod., n.s., No. 21, 1951/.
30. G. Cecchini, Relazione sull'attività del Servizio Int. delle latitudini dal 1949.0 al 1952.5, /Uff. Centr. delle Latitudini, 1952/.
31. G. Cecchini, Relazione sull'attività del Servizio Int. delle Latitudini dal 1952.0 al 1954.5, /Uff. Centr. delle Latitudini, 1954/.
32. G. Cecchini, Relazione sull'attività del Servizio Ing. delle Latitudini dal 1949.0 al 1955.4 /Uff. Centr. delle Latitudini, 1955/.
33. G. Cecchini, Relazione sull'attività del Servizio Int. delle Latitudini dal 1955.0 al 1957.4, /Uff. Centr. delle Latitudini, 1957/.
34. G. Cecchini, Relazione sull'attività del Servizio Int. delle Latitudini dal 1957.0 al 1958.3, /Uff. Centr. delle Latitudini, 1958/.
35. K.A. Kulikov, *Фундаментальные географические астрономии, Москва, 1956.*
- 35'. K. A. Kulikov, Opredelenie i^{ost}. aberracin..., /Astr. žurn. 26, No 1, 1949/.
36. B.V. Numerov, *Новая программа зенит-теlescope, (Известия ГАО, т VIII, 3, № 85, 1918).*
37. E. Fichera et P. Melchior, Apropos de la constante d'aberration /Commun. de l'Obs. R. de Belgique, No 135, 1958/.

38. P. Sollenberger, Determination of the Constant of Aberration,
/v.paf. /35//.
39. H. Spencer-Jones, The Solar Parallax....., /M.N.101, No 8,
1942/.
40. G. Cecchini, Leggi ed incognite nel fenomeno dello Sposta-
mento dei poli di rotazione della Terra e
della variazione delle latitudini terrestri,
/Rend del Sem. Mat. di Univ. di Torino,
vol. 13, 1953-54/.
-

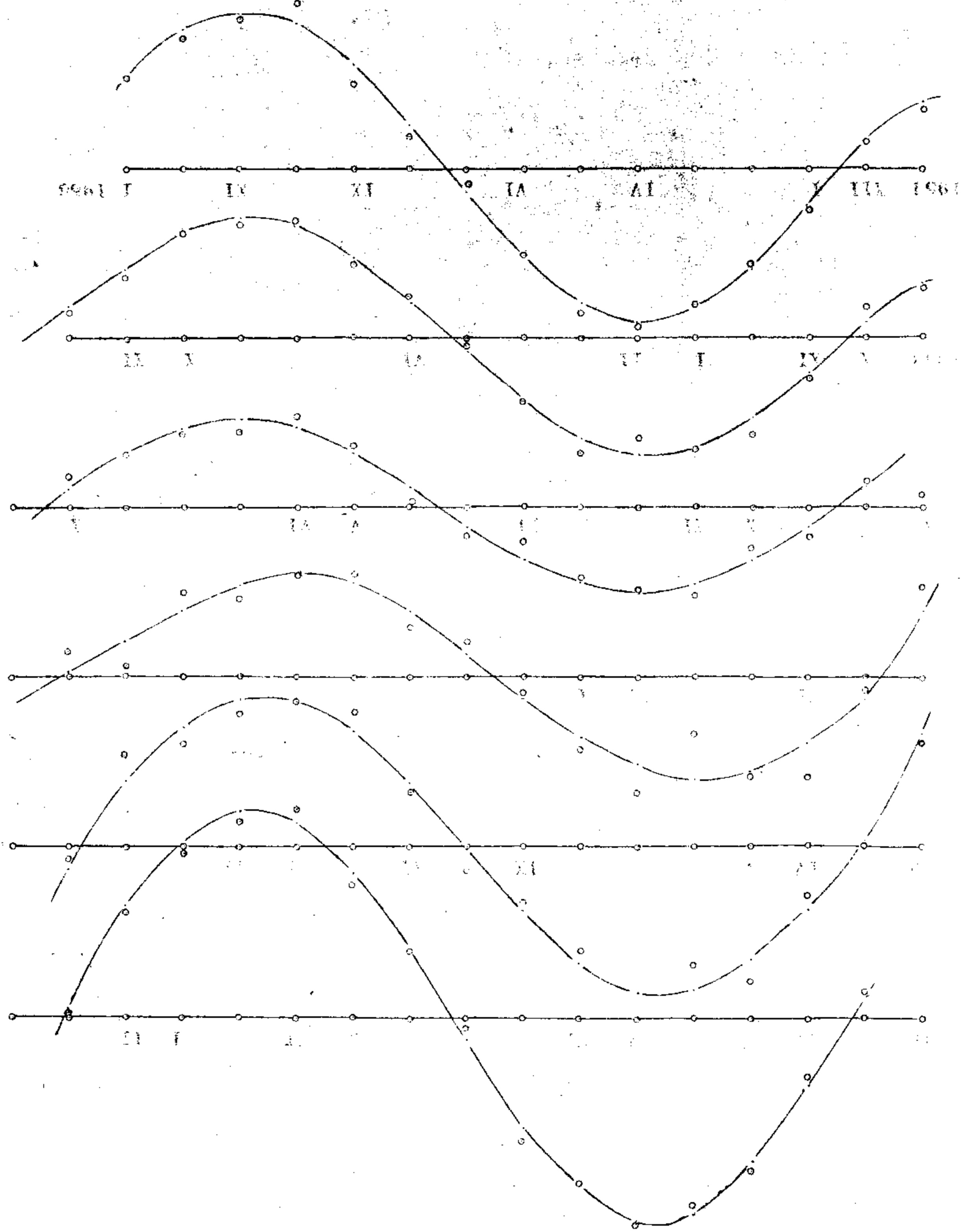
ПРОМЕНЕ Г. ШИРИНЕ АСТРОНОМСКЕ ОПСЕРВАТОРИЈЕ
ОД 1949.0 - 1957.0



Izračunate rezidue $\Delta\varphi$ uređene po pravcima vetra u
polarnom koord. sistemu

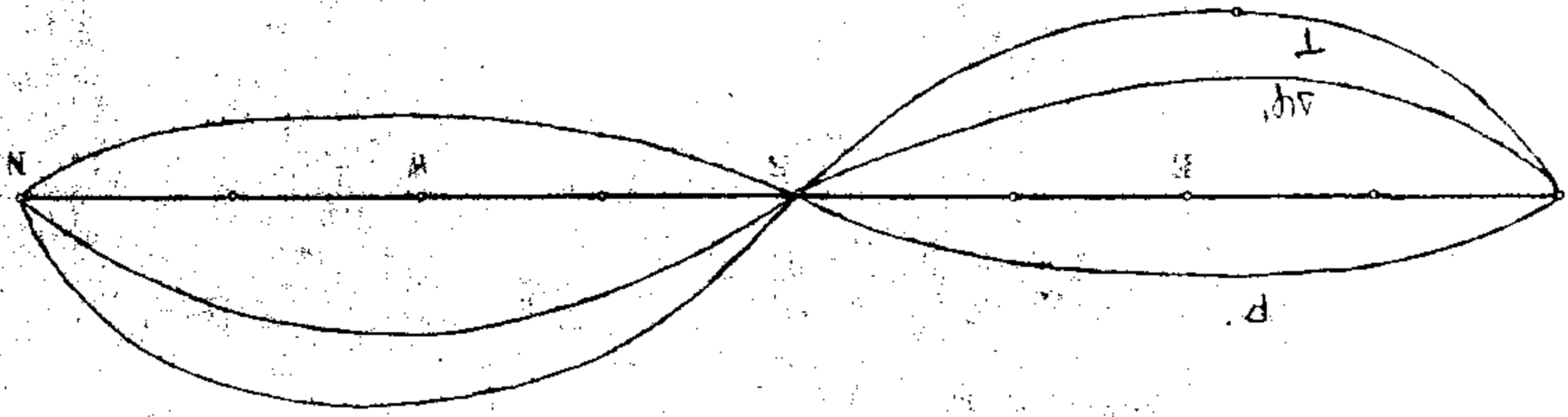


Sl. 26



CHANNELER-OV CLAN U A8.

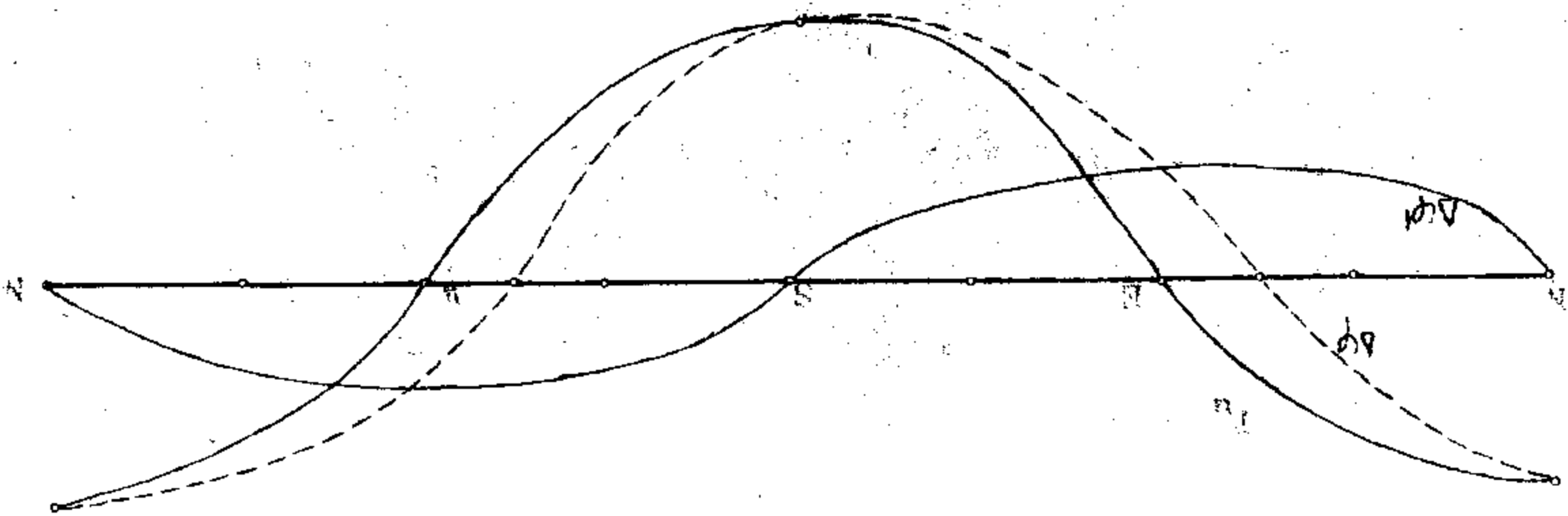
SI. 28



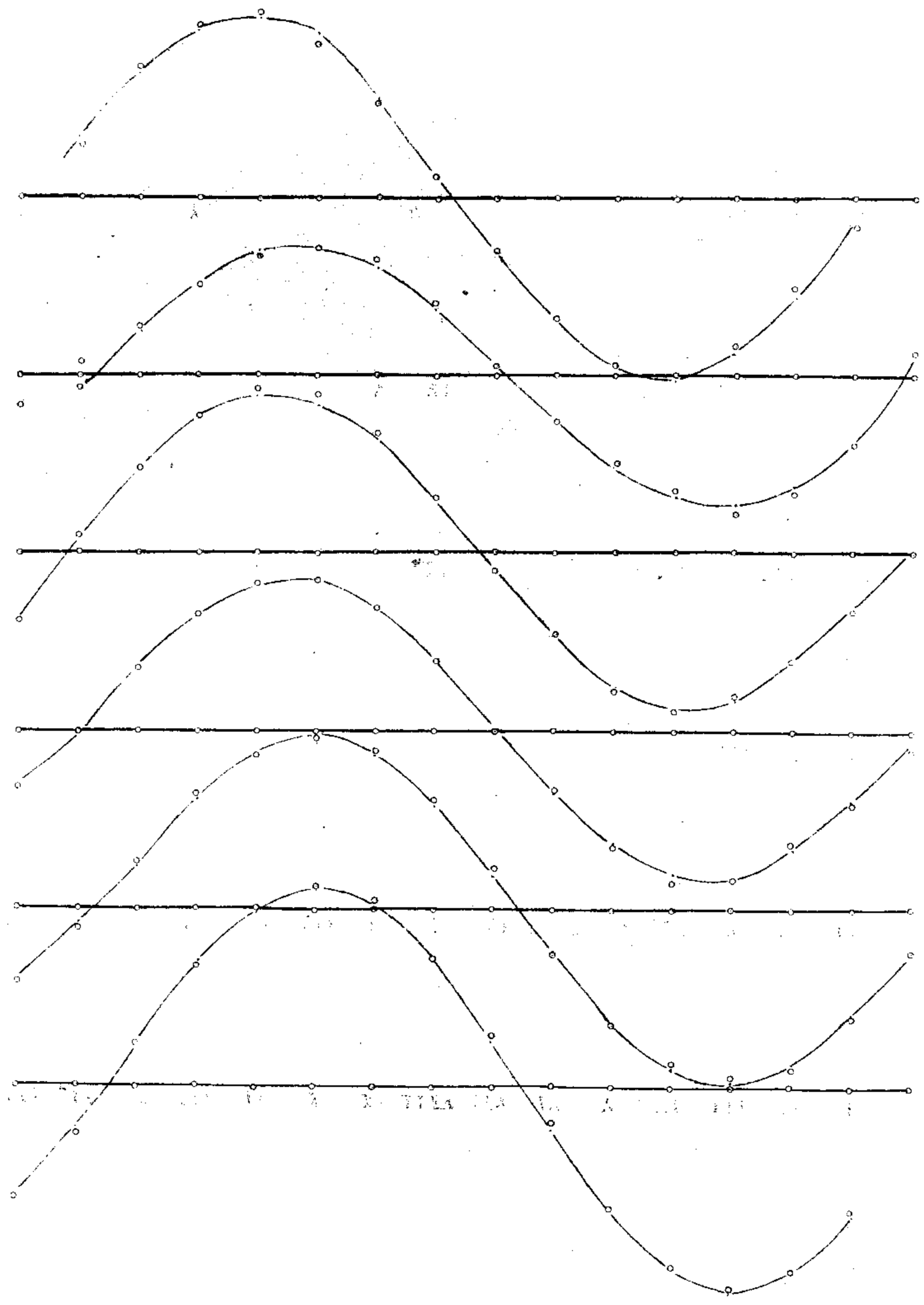
(KVALITATIVN)

PROJEKCIJE VERTIKALNE PRAVICE NA VODENICU I
 IZOBILJEZJE I NA VODENICU $\Delta\phi$ UZ
 VERTIKALNU PRAVICU

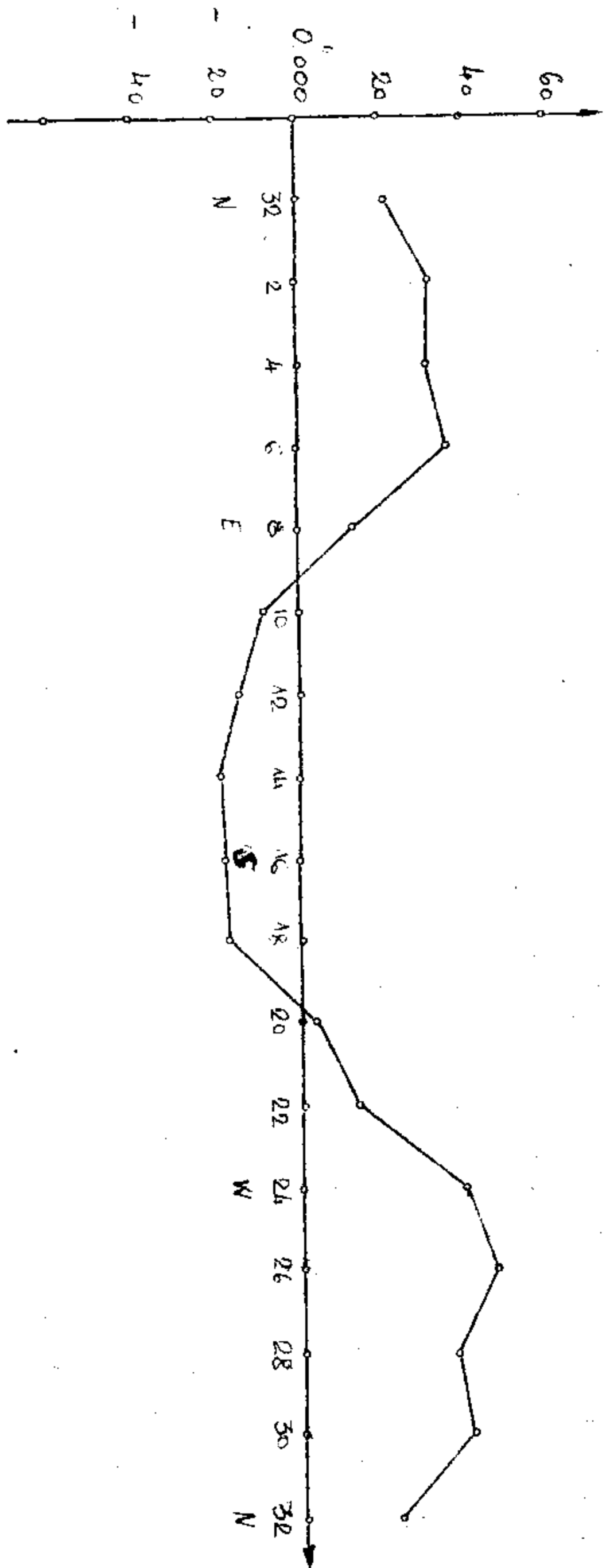
SI. 29



PROJEKCIJE VERTIKALNE PRAVICE NA VODENICU I
 IZOBILJEZJE I NA VODENICU $\Delta\phi$ UZ
 VERTIKALNU PRAVICU



Izravnati rezidui ΔQ_0 (večernej) uredeni po pravcu vetra



S1. 30

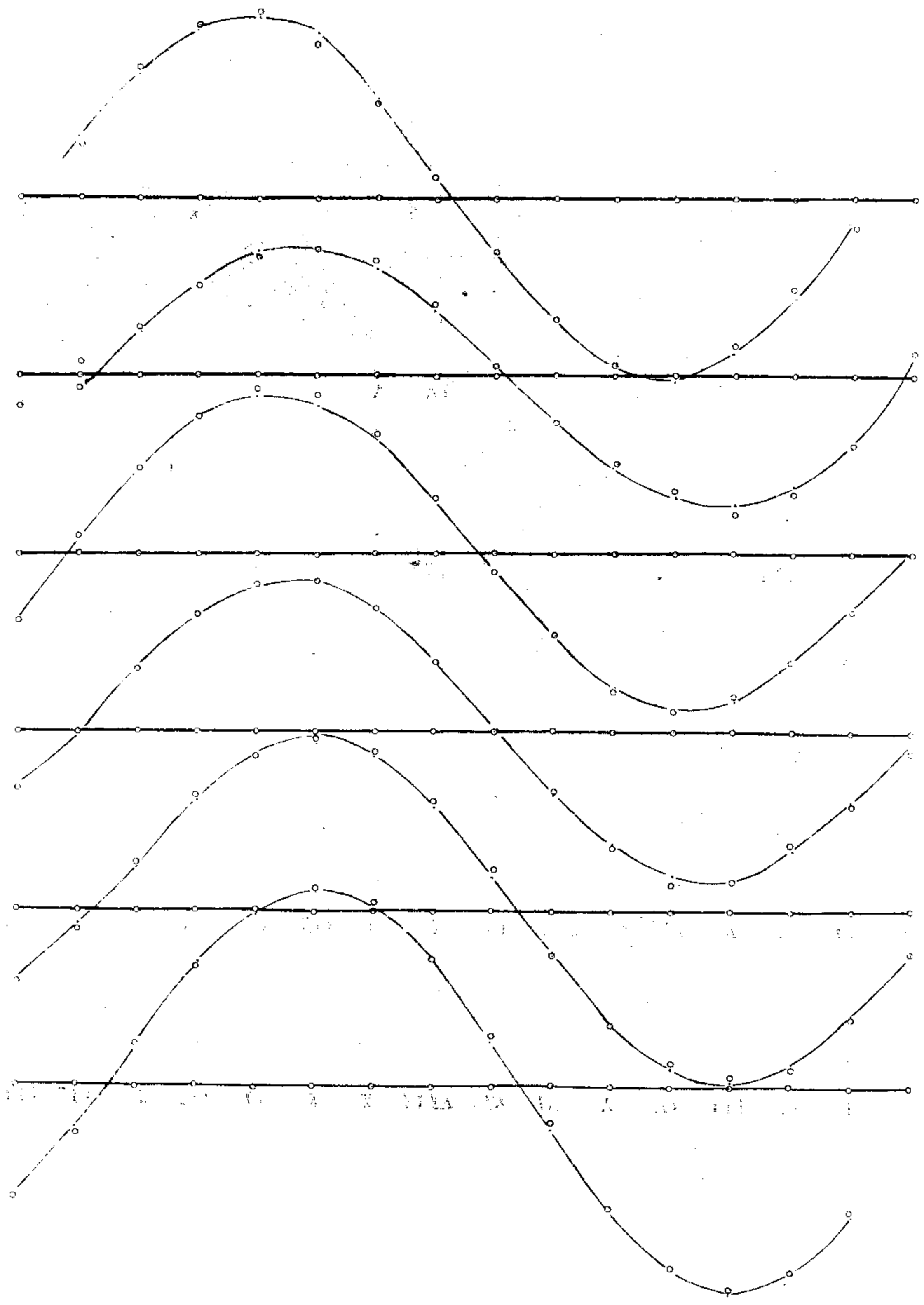
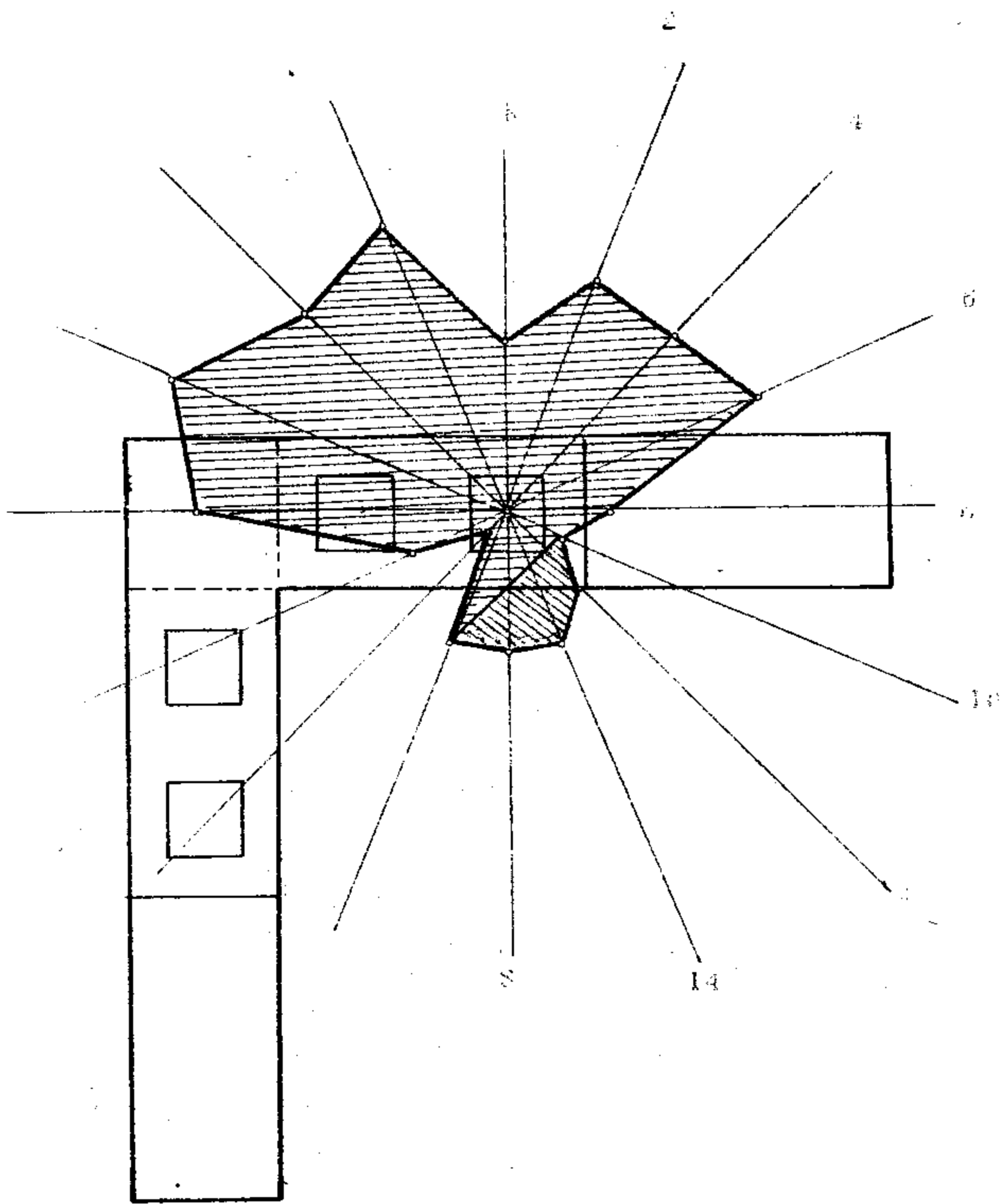


Fig. 1. A perspective view of a mechanical part, showing a central shaft with a complex, multi-faceted head. The head is composed of several overlapping, curved surfaces that form a star-like or butterfly-like shape. The shaft is cylindrical and has a diameter that is smaller than the width of the head. The part is shown in a perspective view, with the shaft extending towards the viewer. The head is shaded with diagonal lines to indicate its three-dimensional form. The drawing is labeled with the number 1.



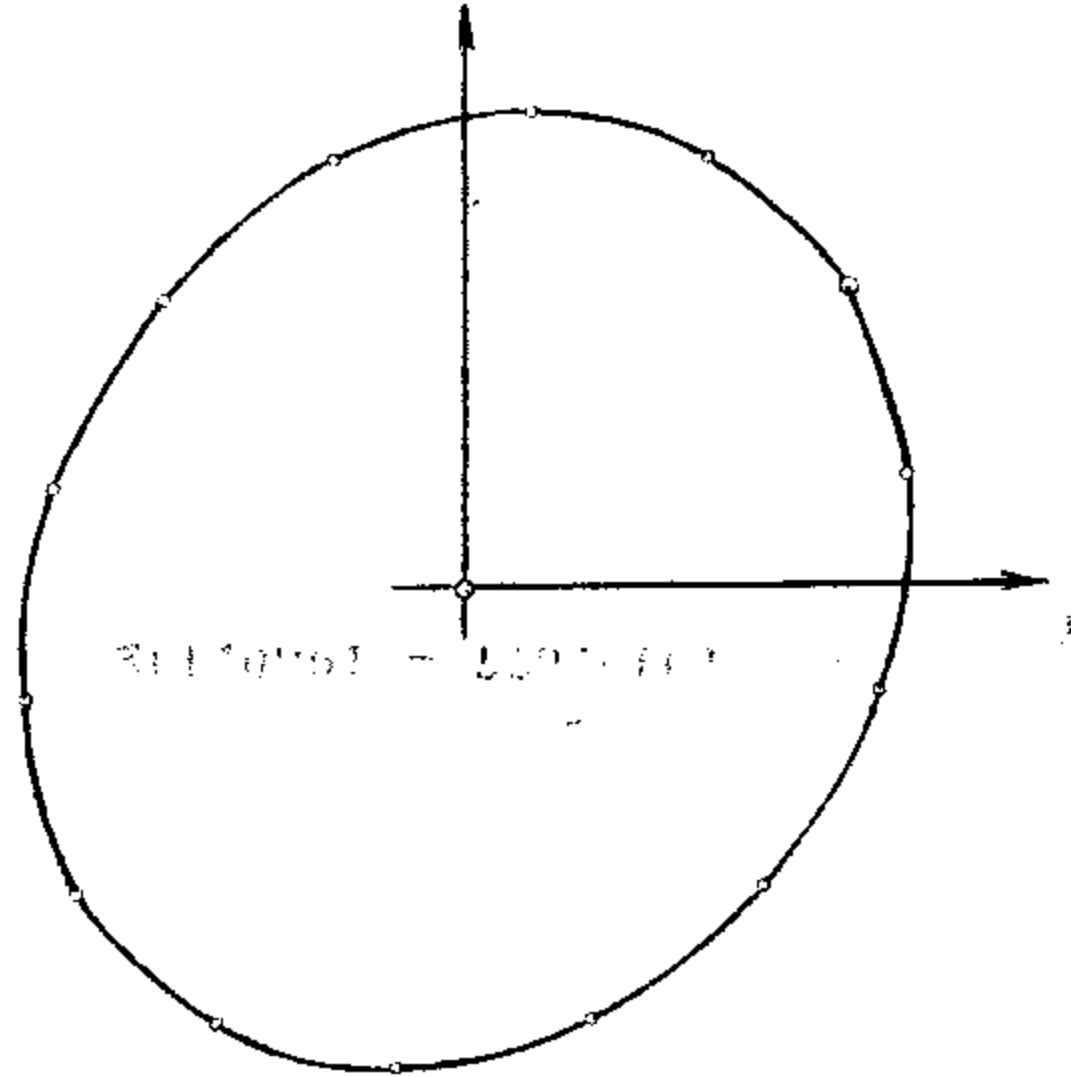
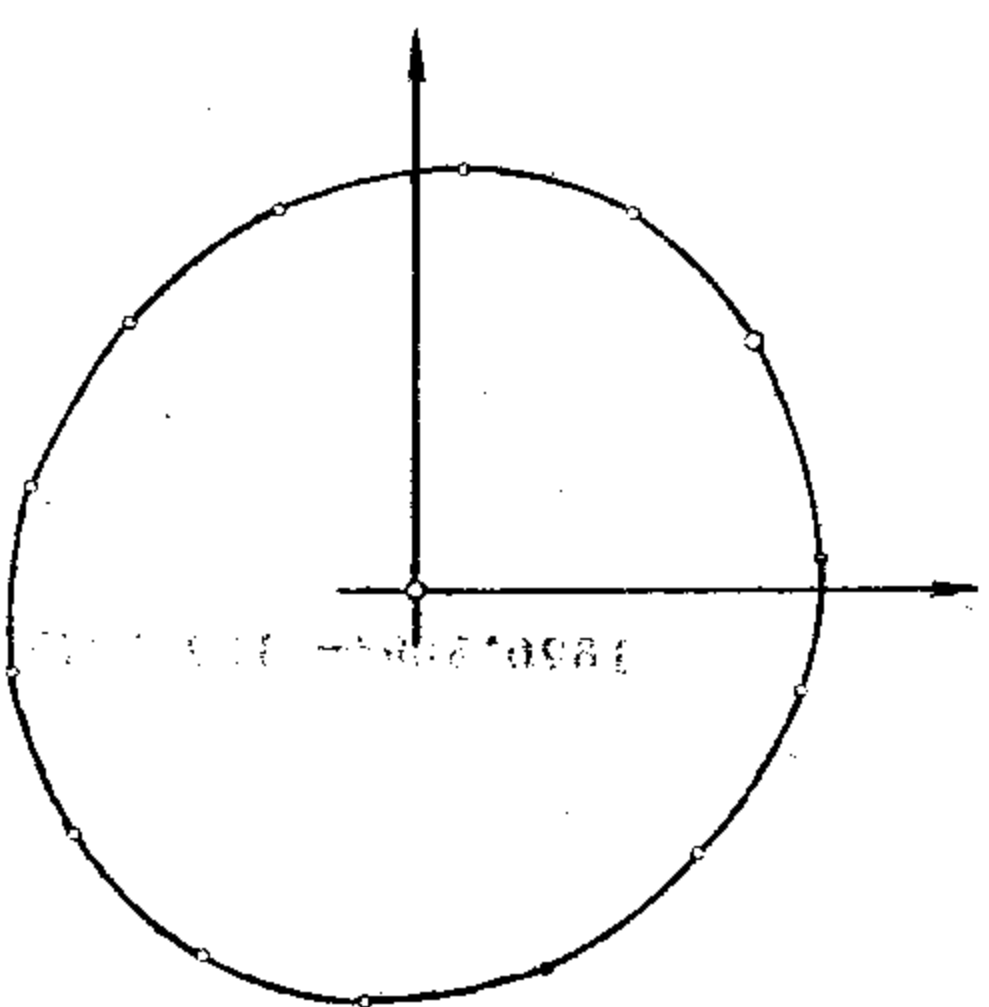
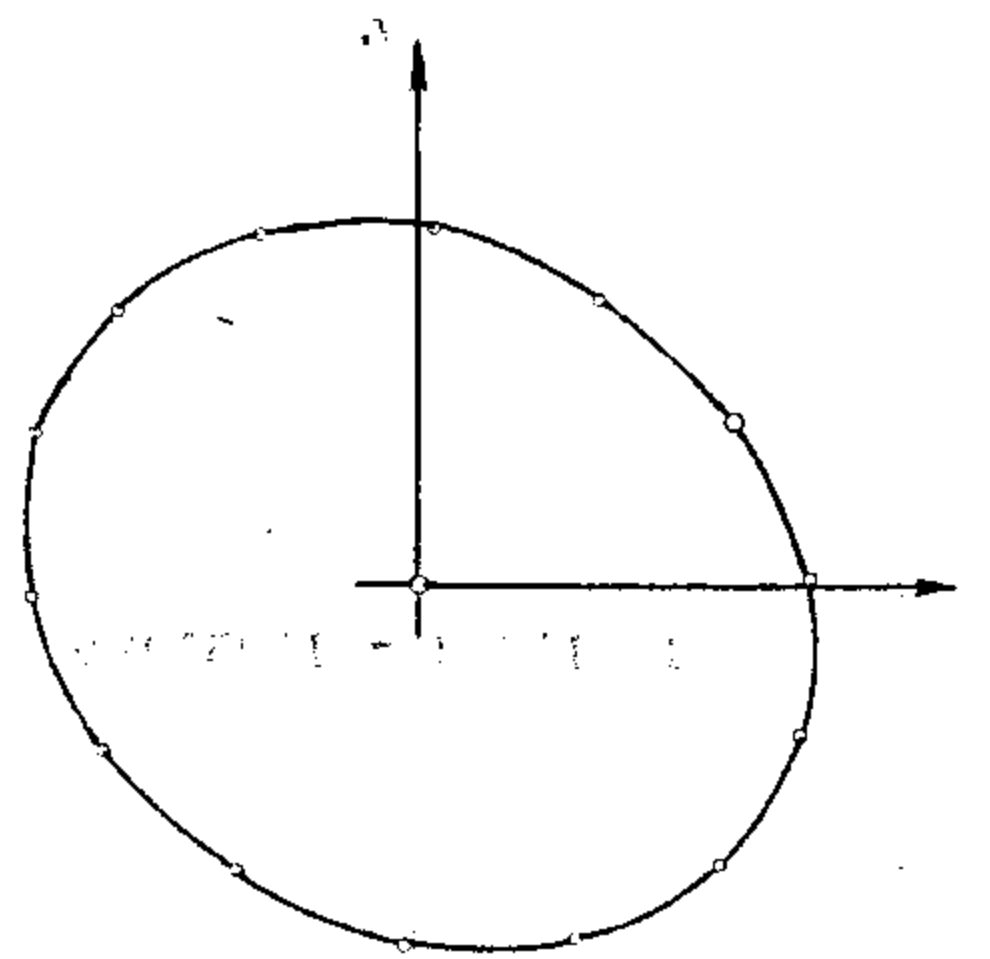
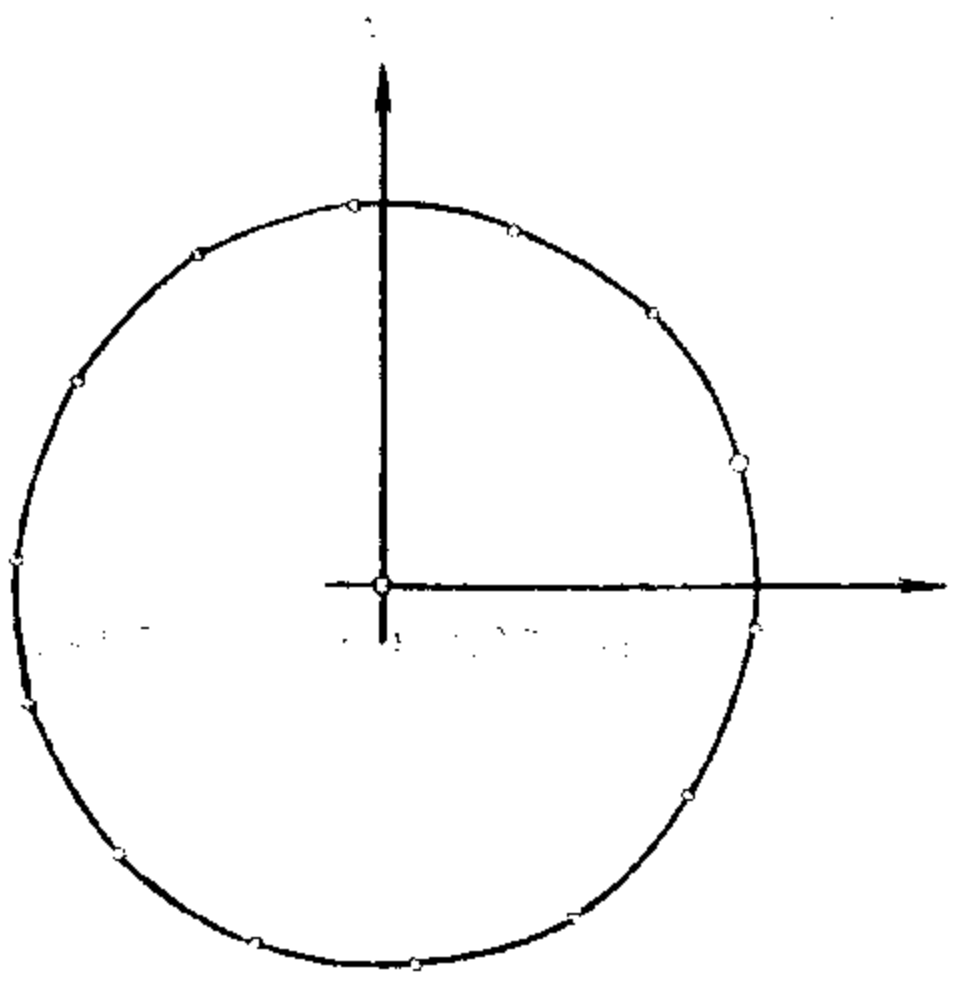
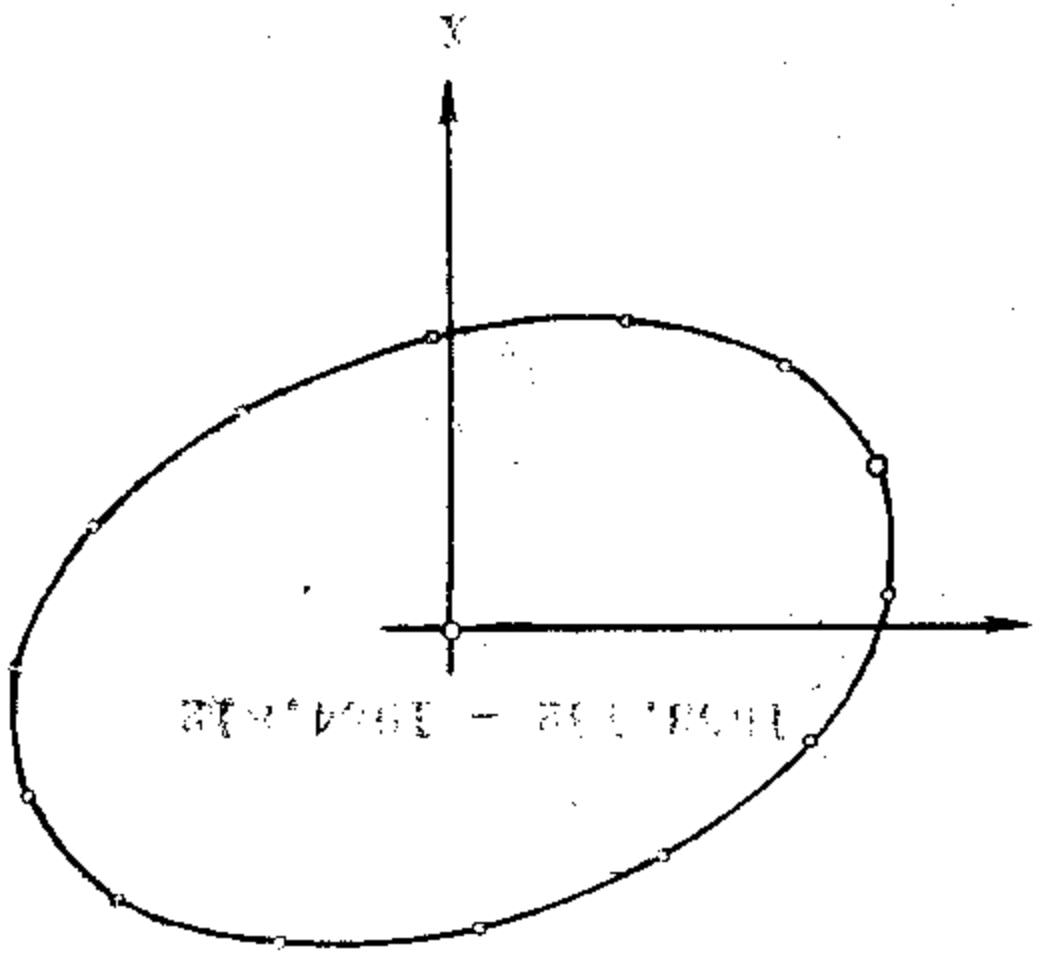
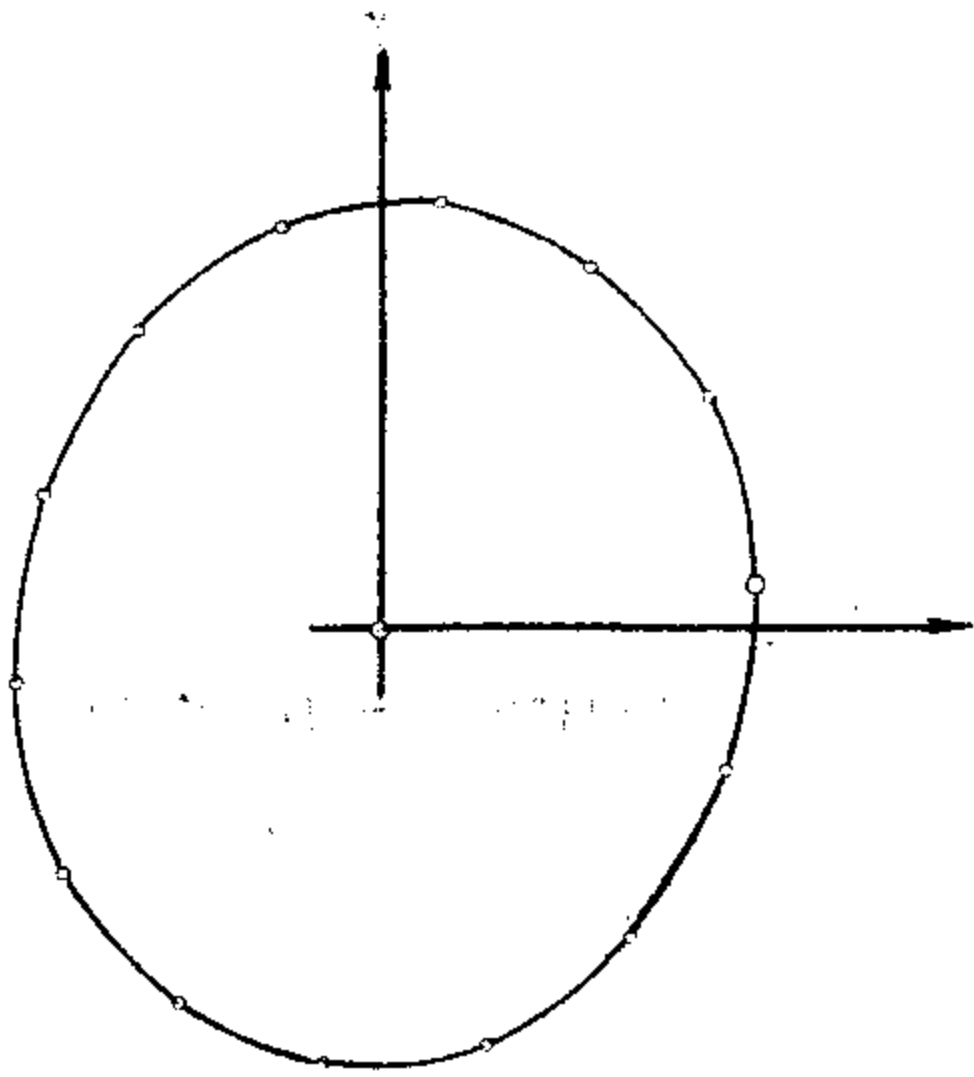
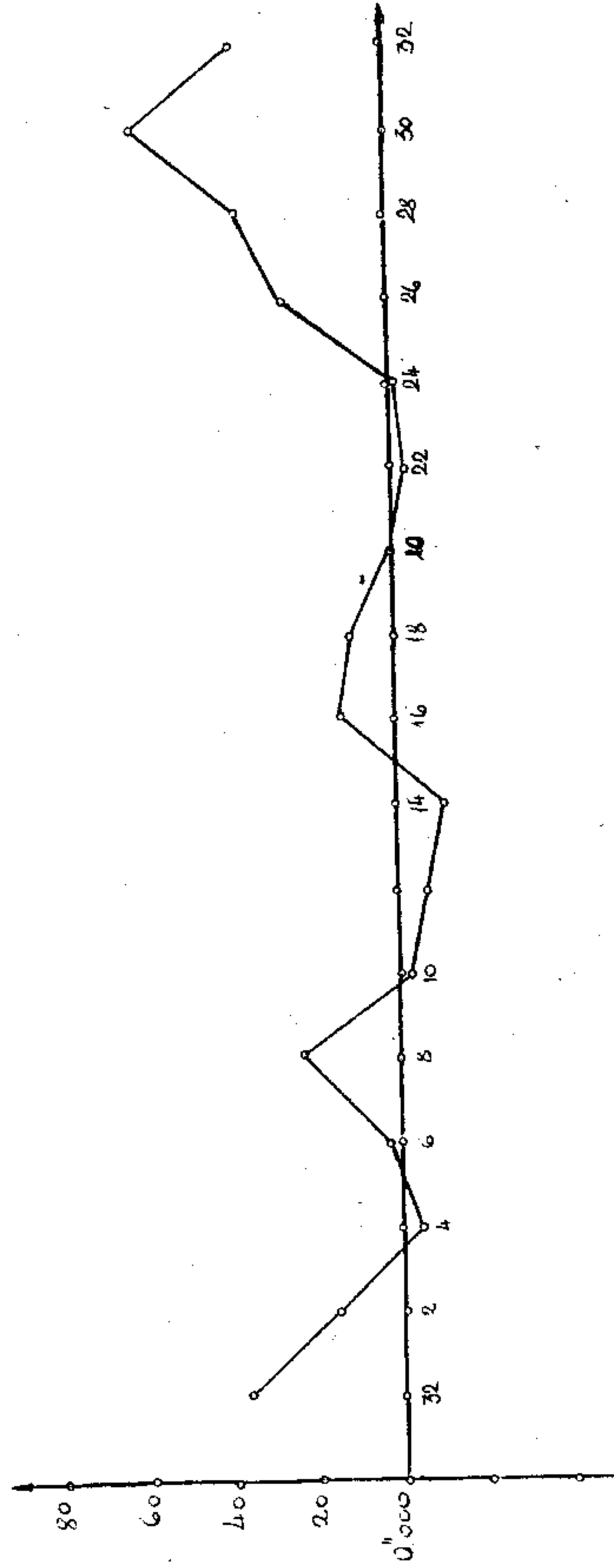


Figure 1: Comparison of the results of the least squares method for fitting a circle and an ellipse to a set of data points. The left column shows the results for a circle fit, and the right column shows the results for an ellipse fit. The top row shows the original data points and the fitted curve. The middle row shows the residuals (the difference between the data points and the fitted curve). The bottom row shows the absolute values of the residuals. The ellipse fit (right column) generally provides a better fit to the data points than the circle fit (left column).

NAR Izravnaši rezidui Δy (nutarniji) uređeni po pravcu veta



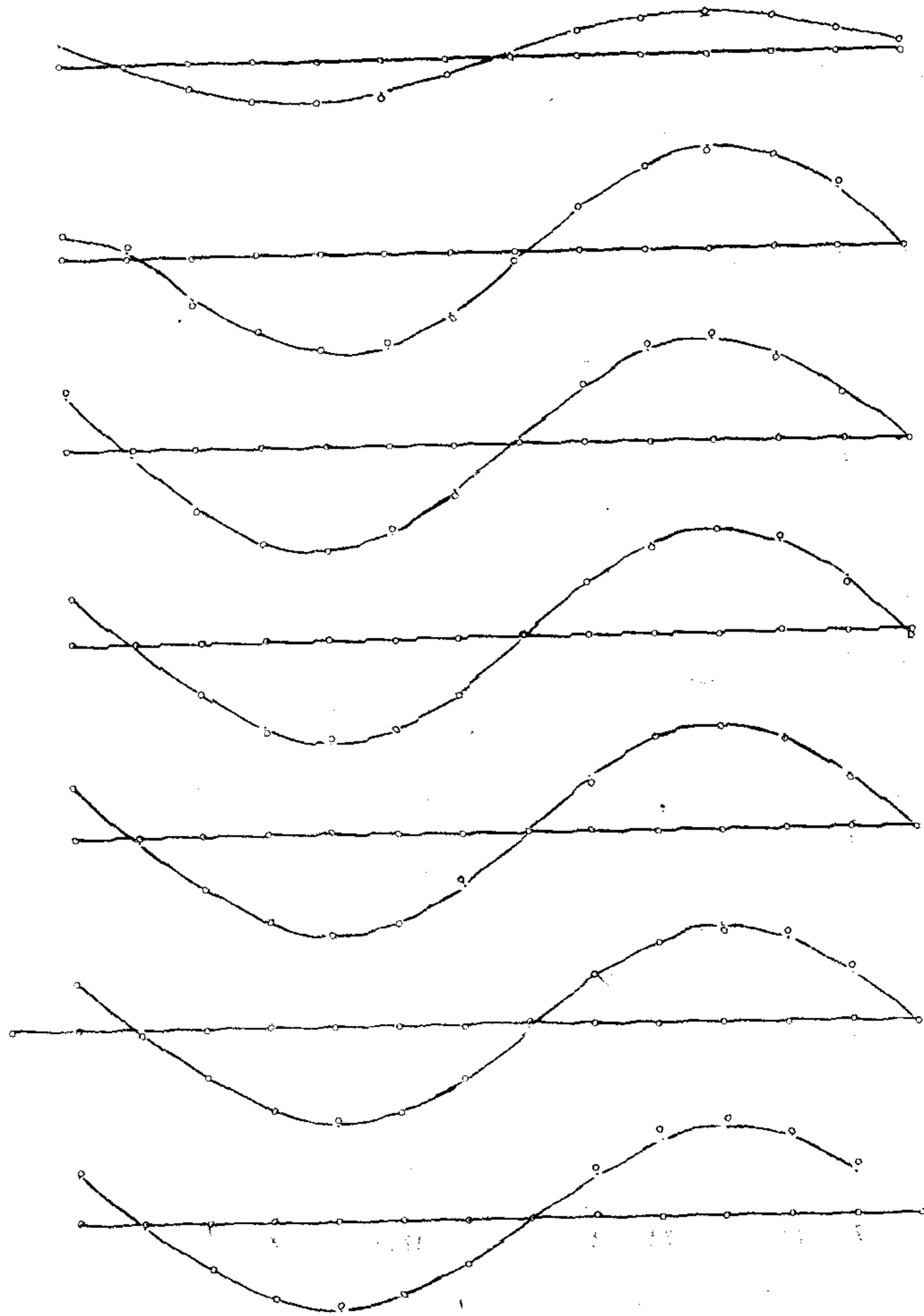


Figure 1

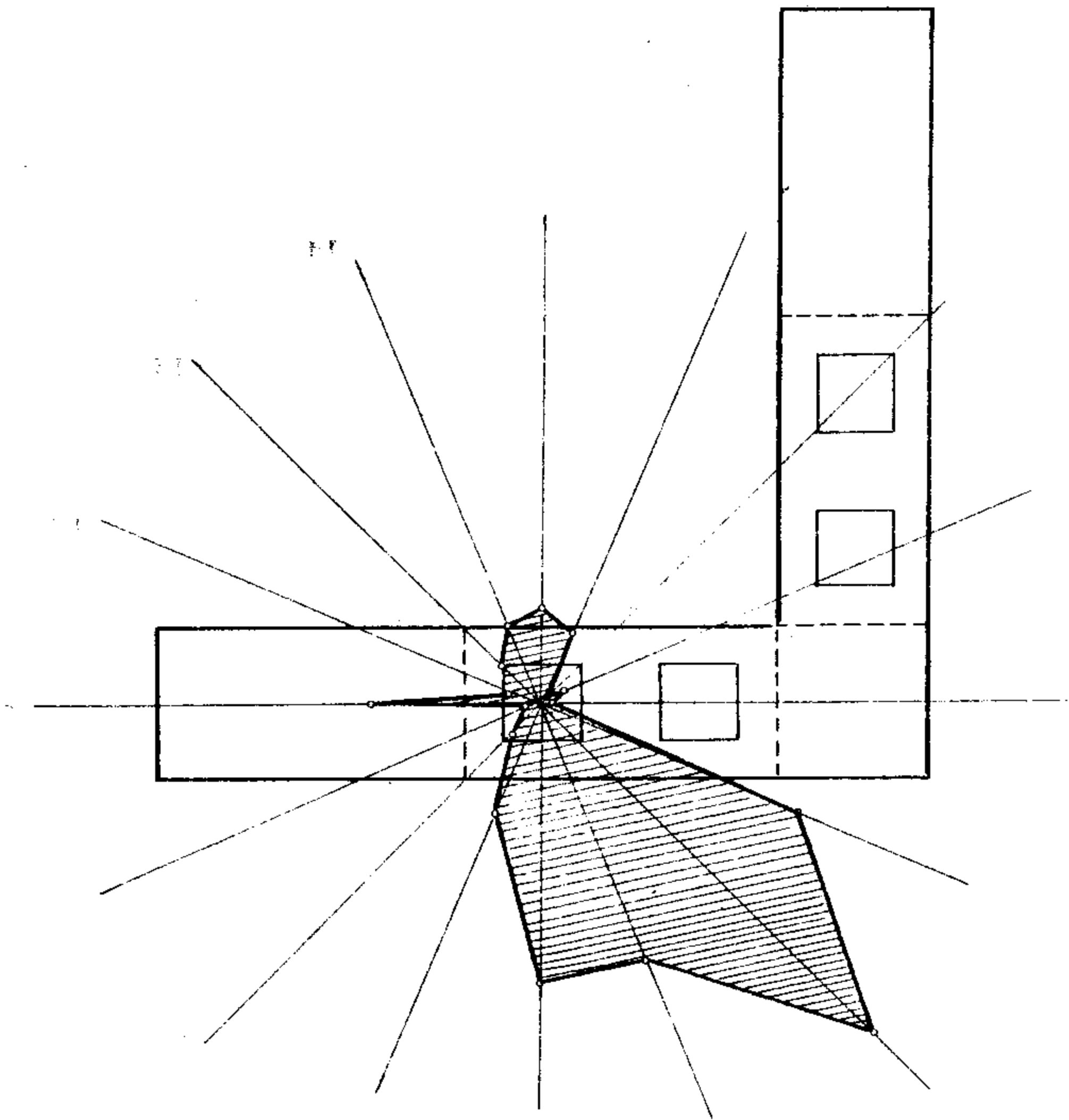
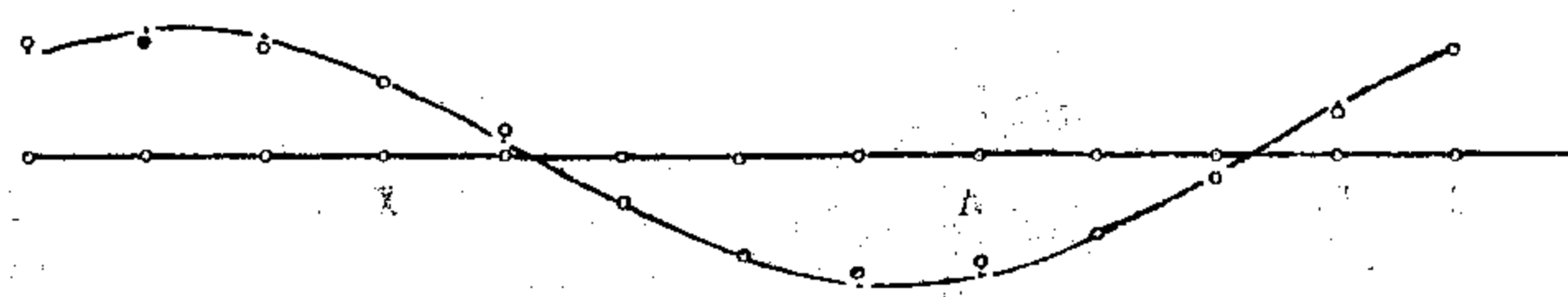
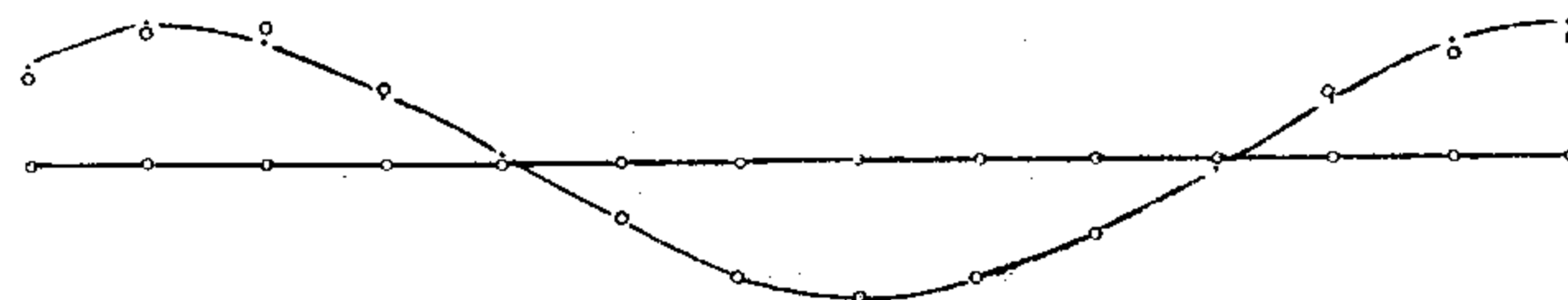
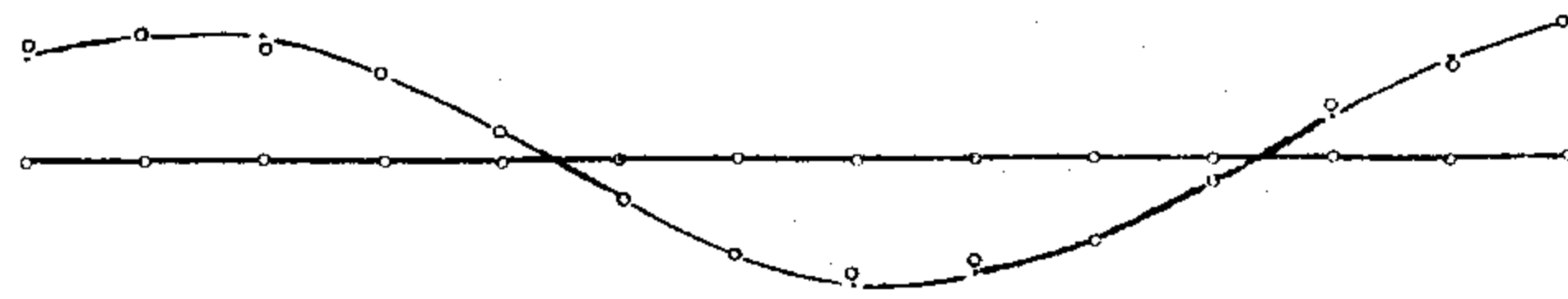
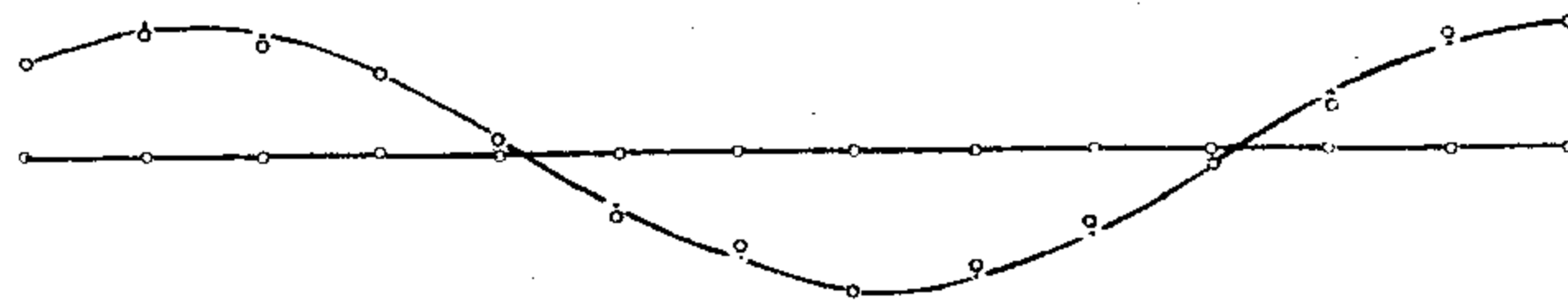
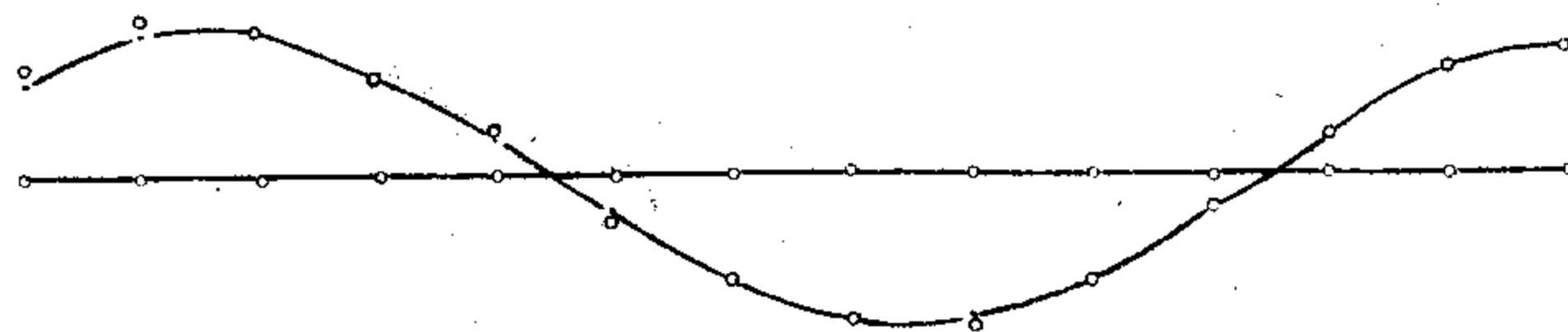
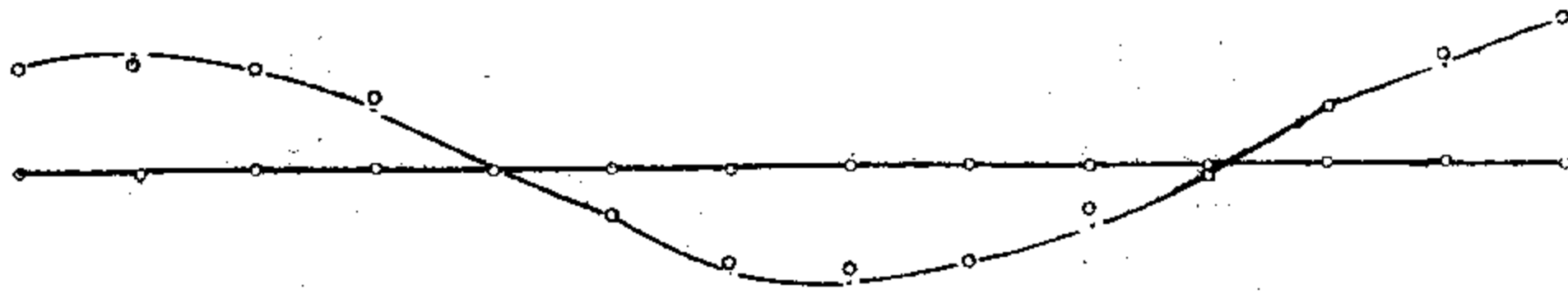
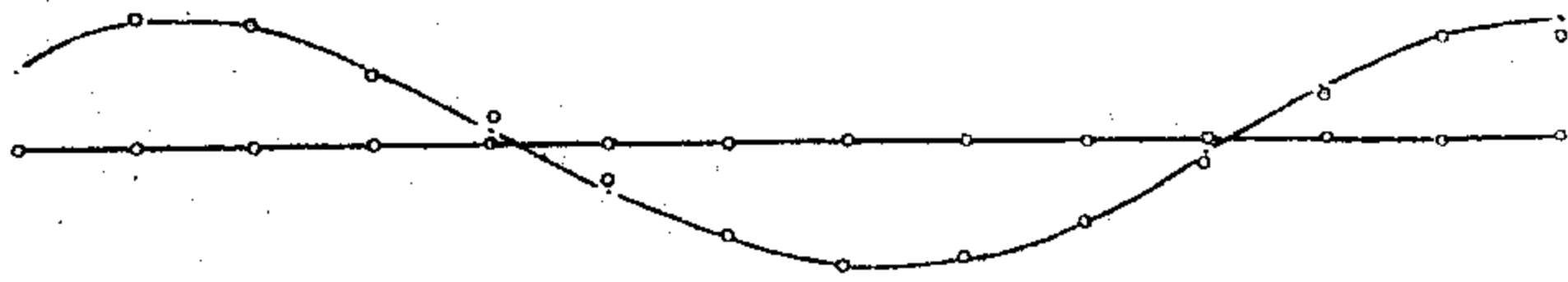


Figure 2

Figure 3

Figure 4

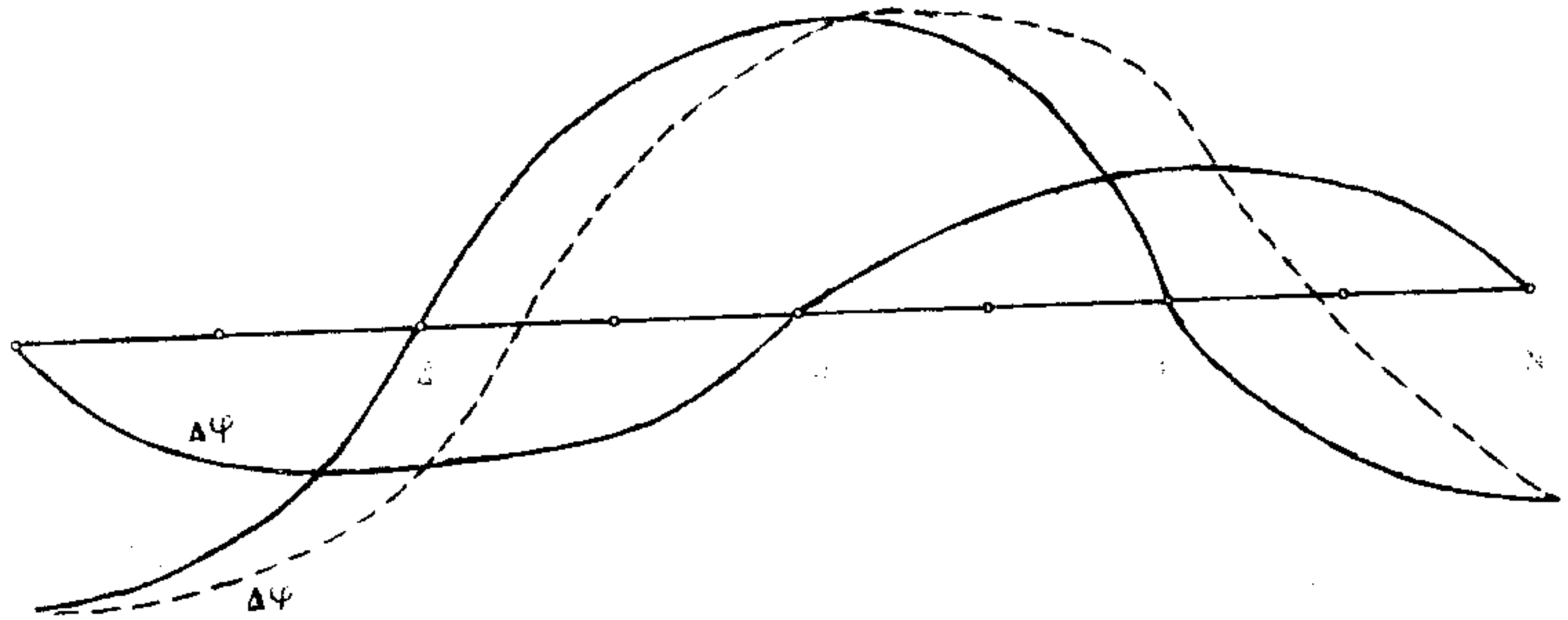


$\lambda = 0.01$
 $\mu = 1$

CONFIDENTIAL

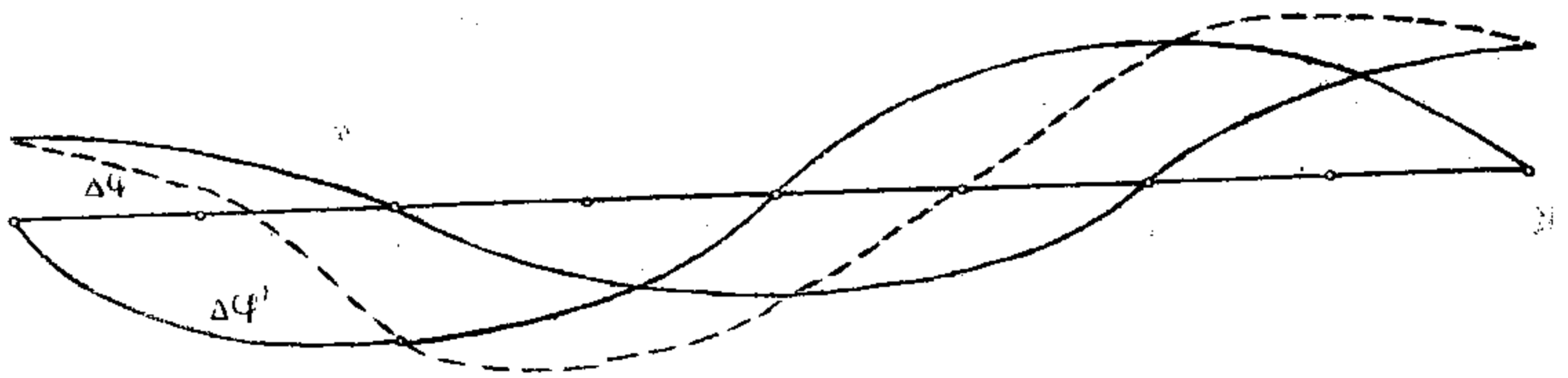
$\Delta\psi'$

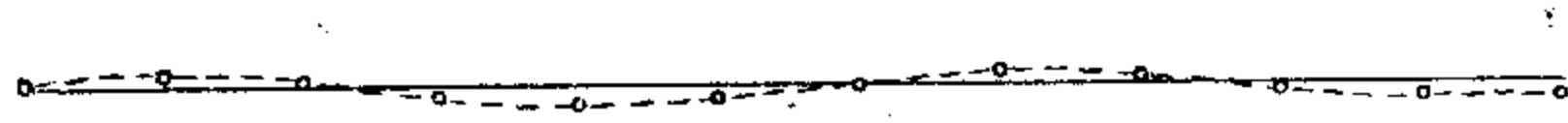
$\Delta\psi$



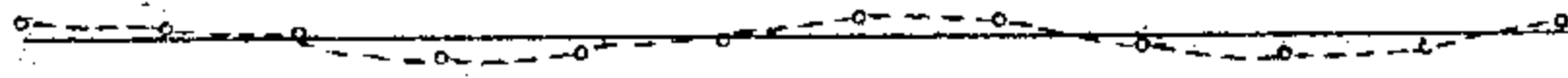
$\Delta\psi'$

$\Delta\psi$

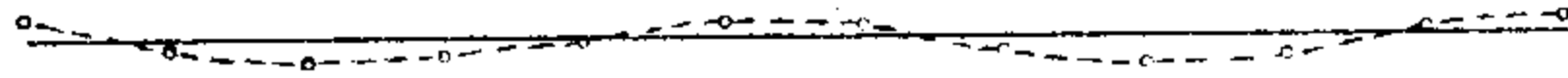




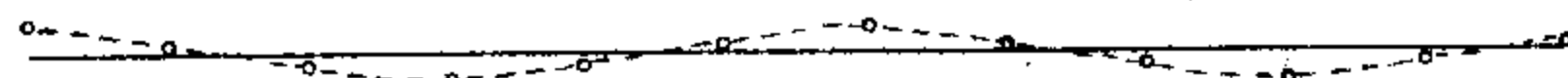
1898



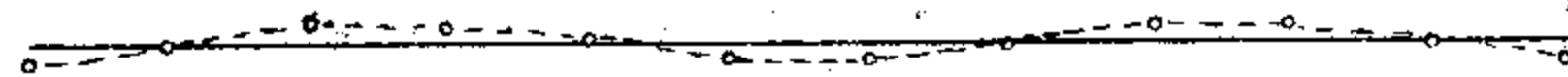
1899



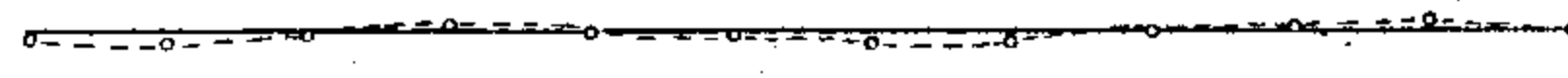
1900



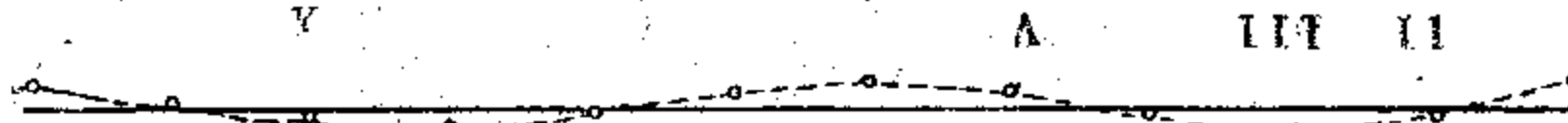
1901



1902



1903



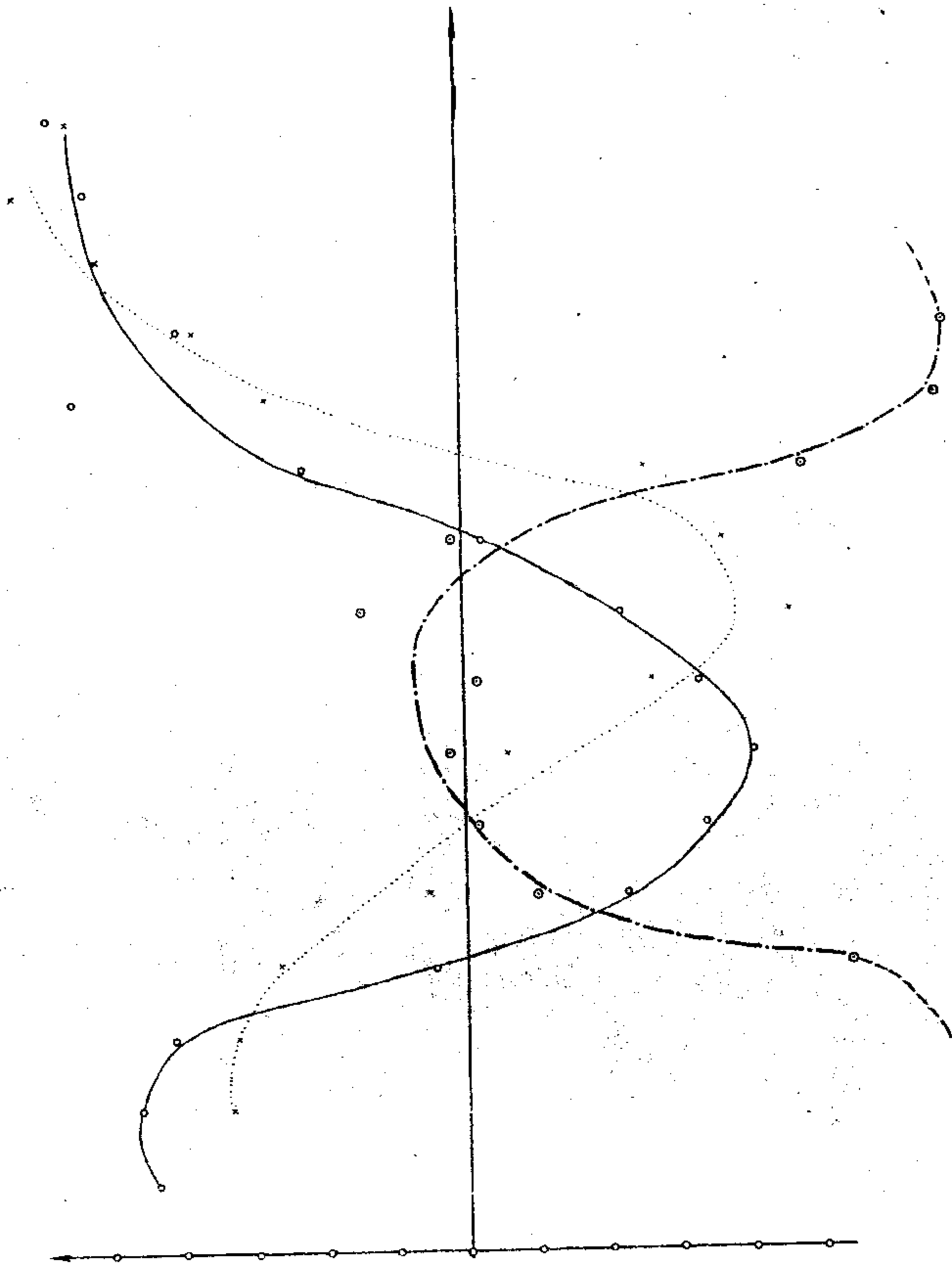
1904

1905

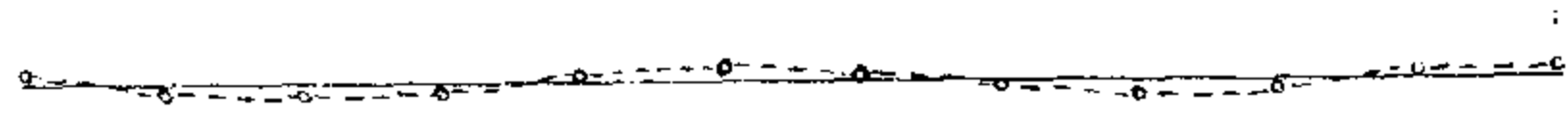
U.S. GEOLOGICAL SURVEY
WATER RESOURCES DIVISION

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ НА ЛЕТУ, ПОЛУЧЕННЫХ В 1952/53 г.

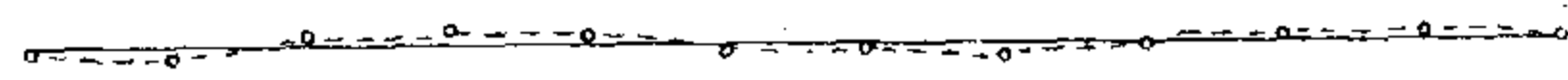
СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ НА ЛЕТУ



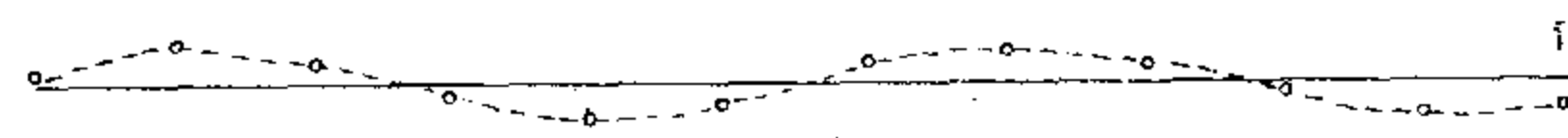
100



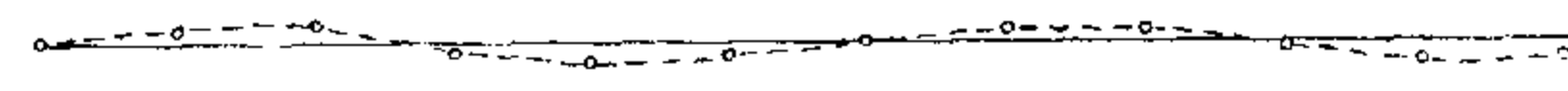
(10)



(11)



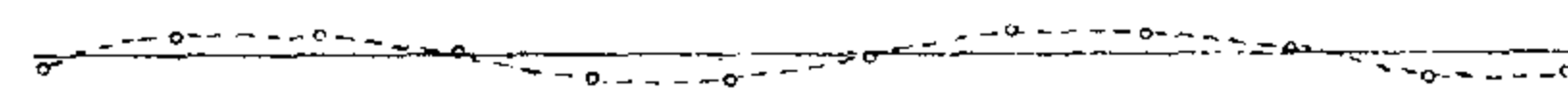
(12)



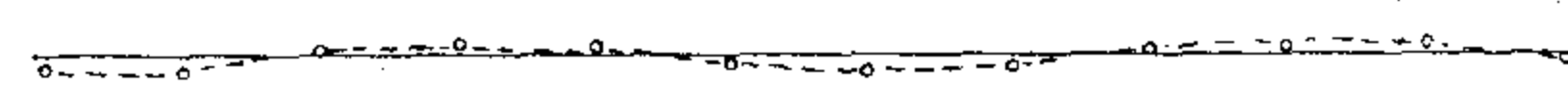
(13)



(14)



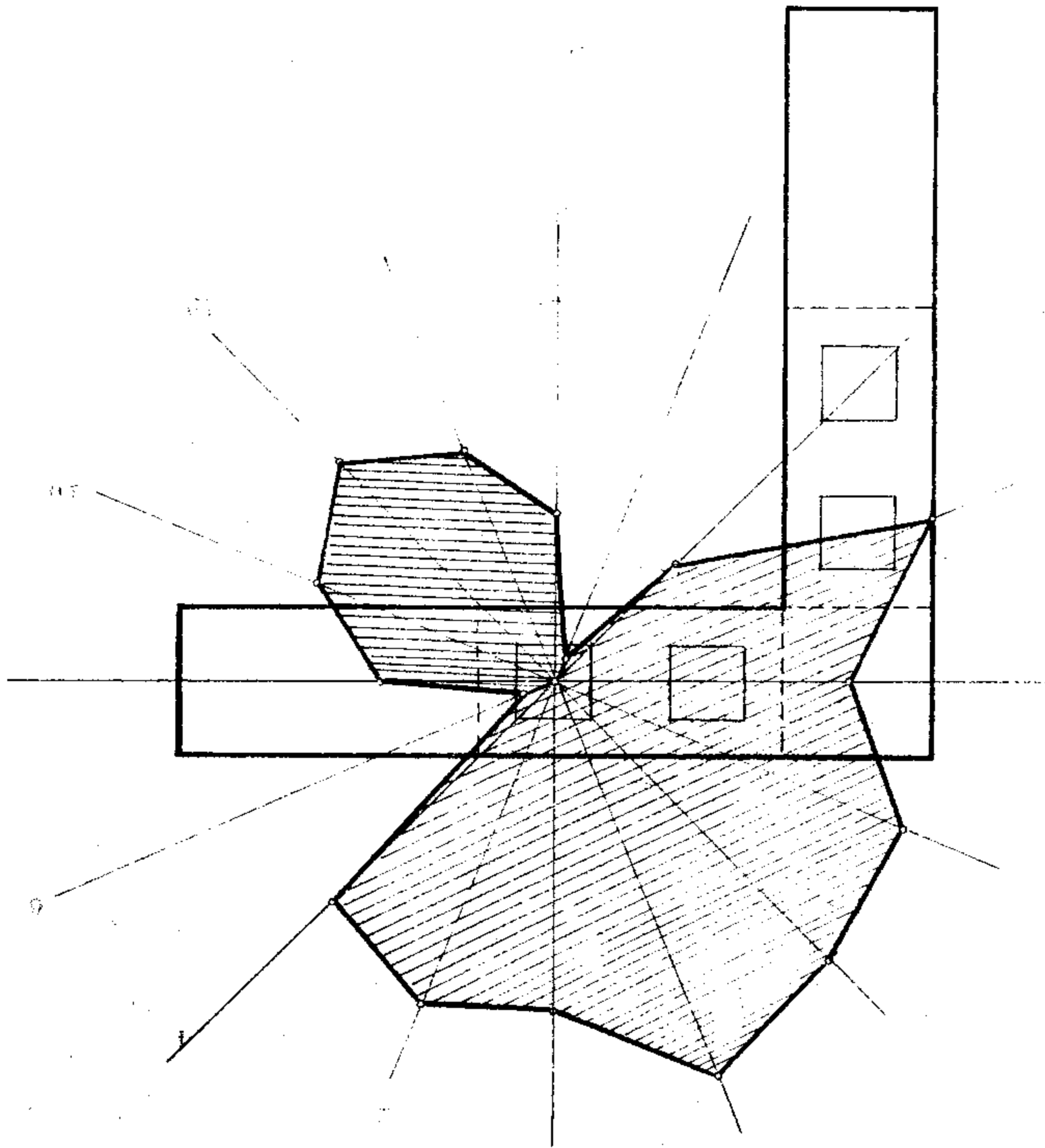
(15)



(16)

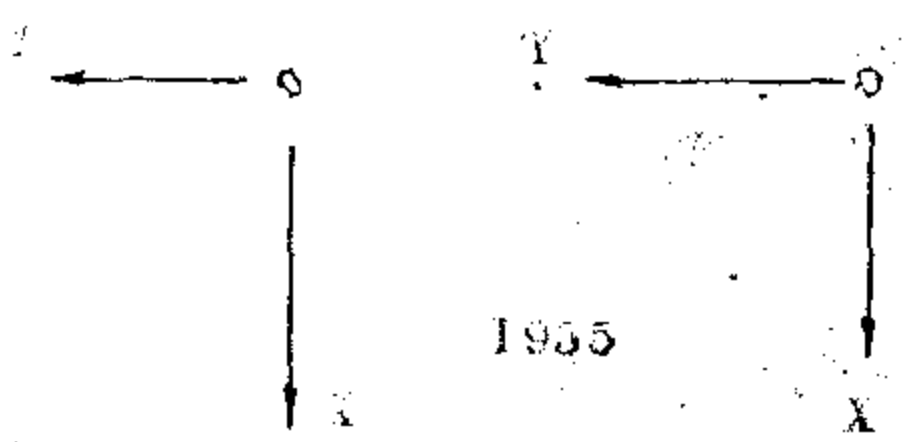
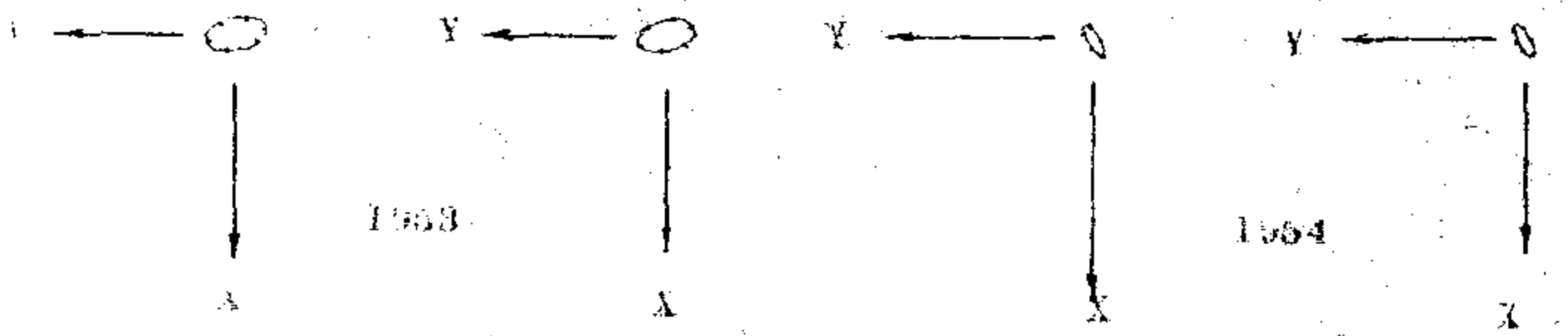
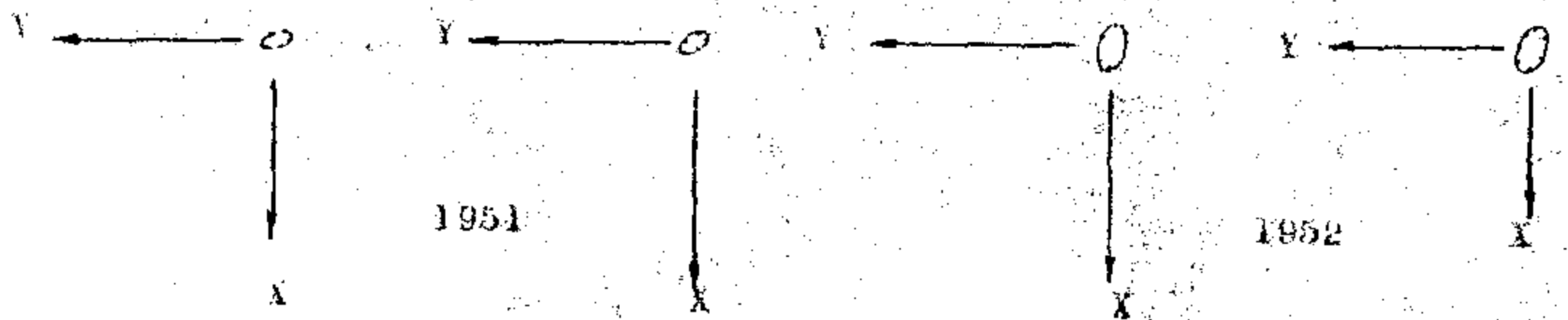
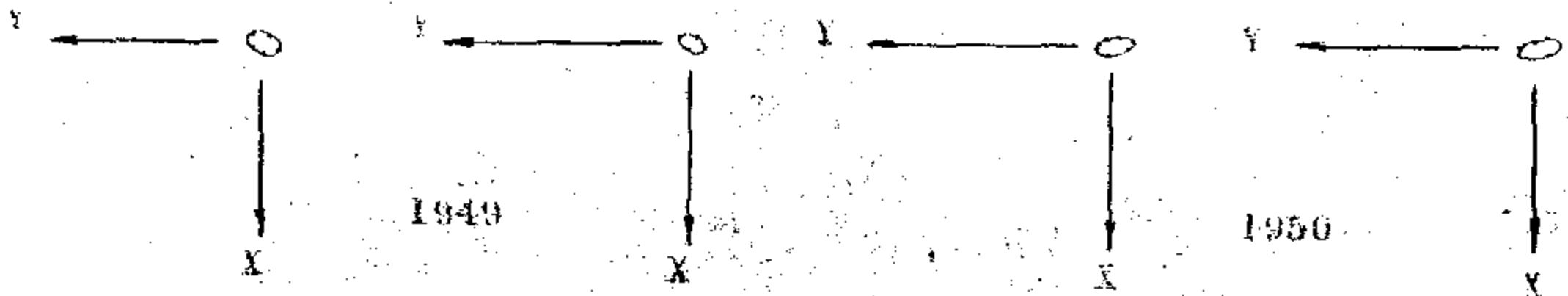
110 = 100 + 10
 100 = 100 + 0

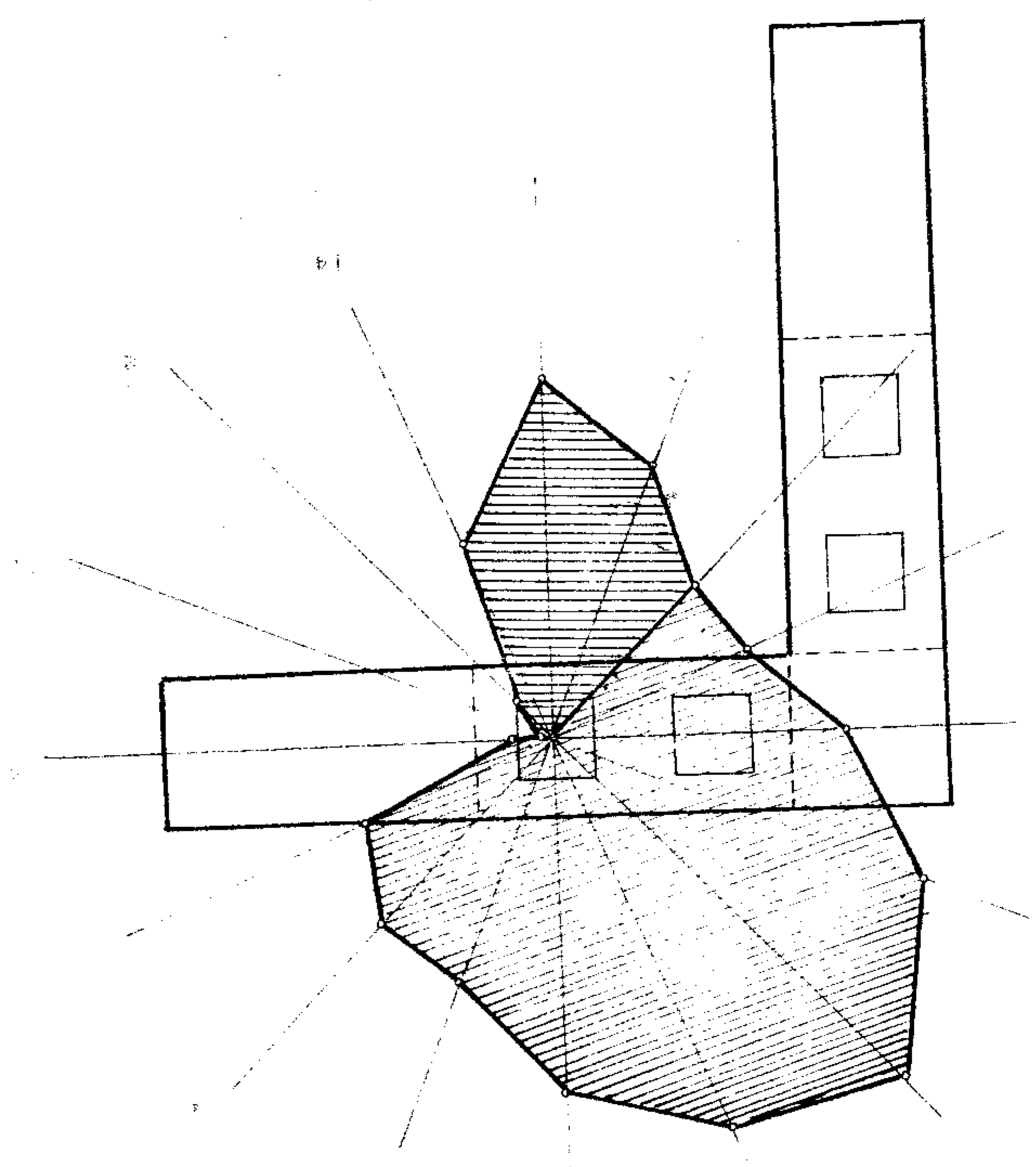
100 = 100 + 0



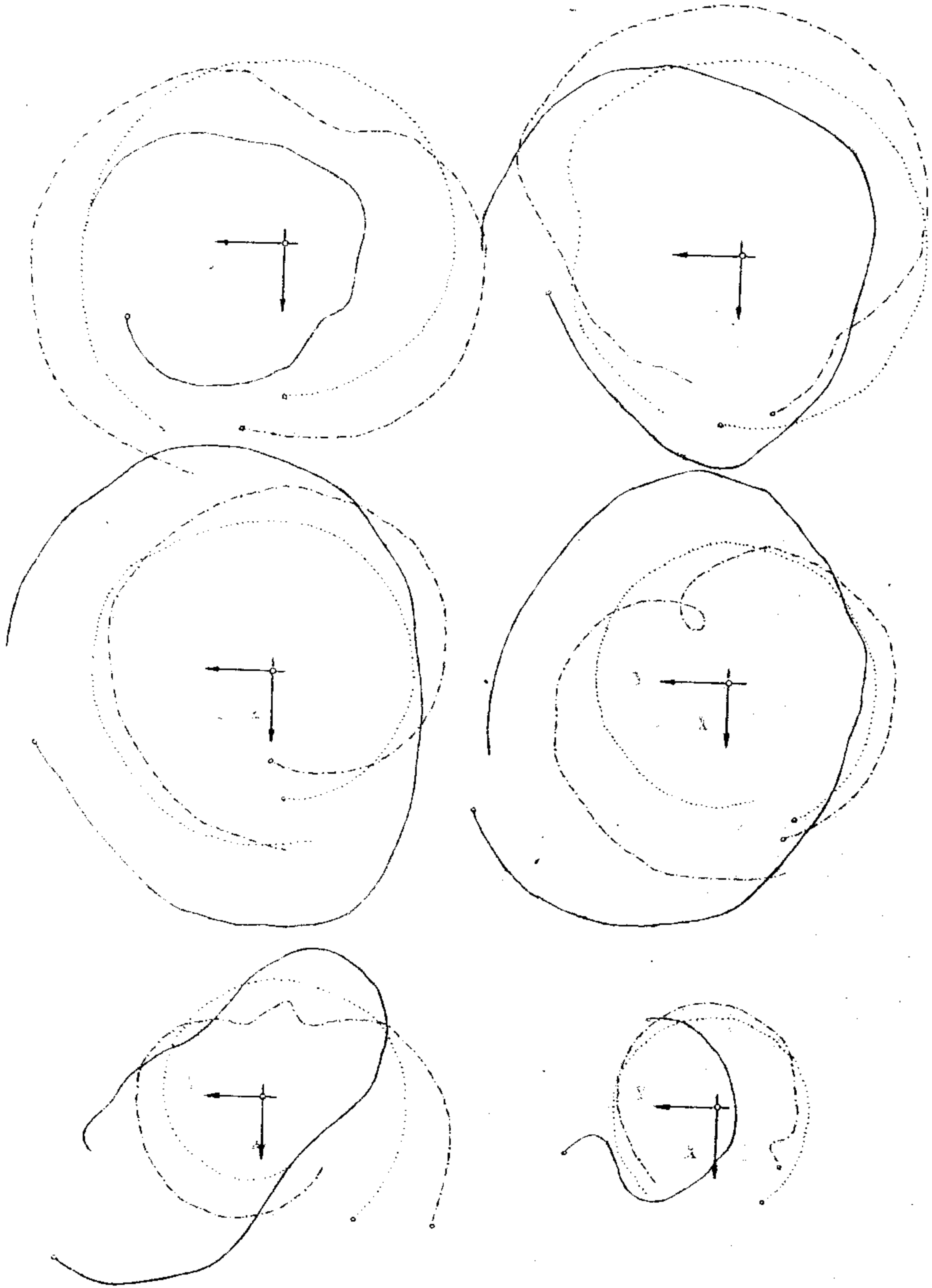
FORMULARIO PARA USAR JUNTO A LOS FOLIOS 101

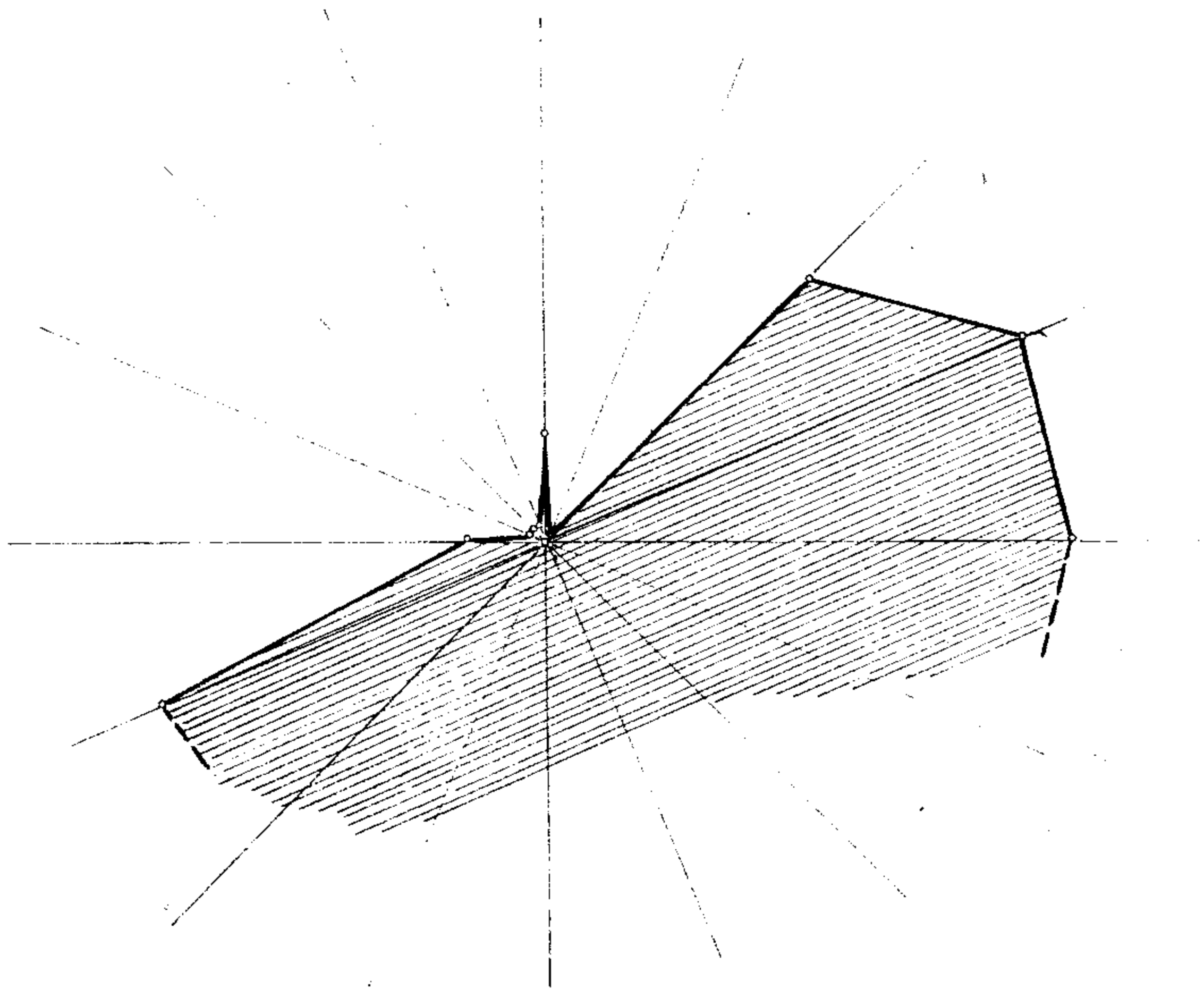
apsc.os. i ord.os. i sa = 071

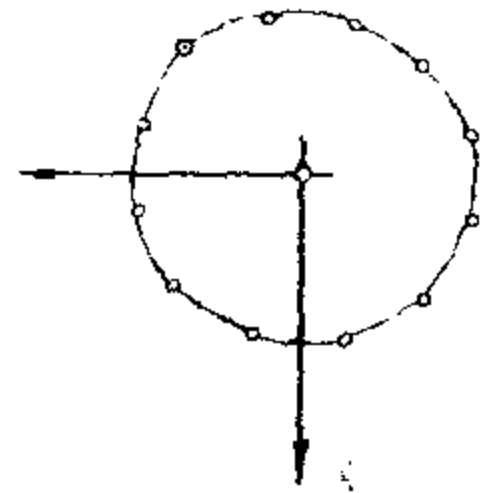




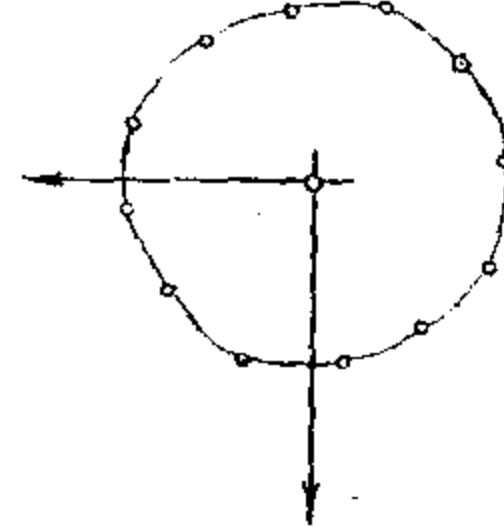
a7



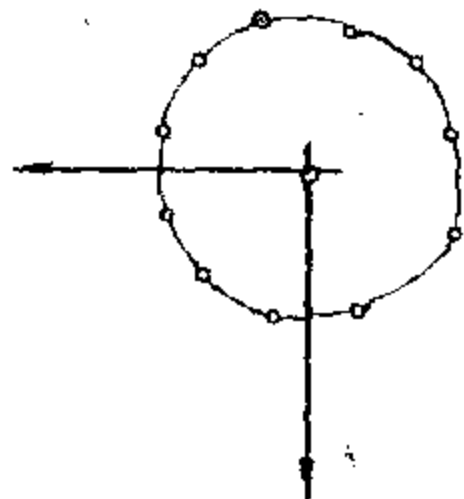




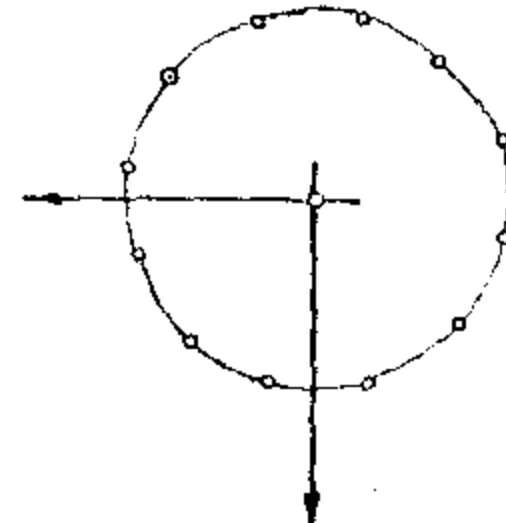
100



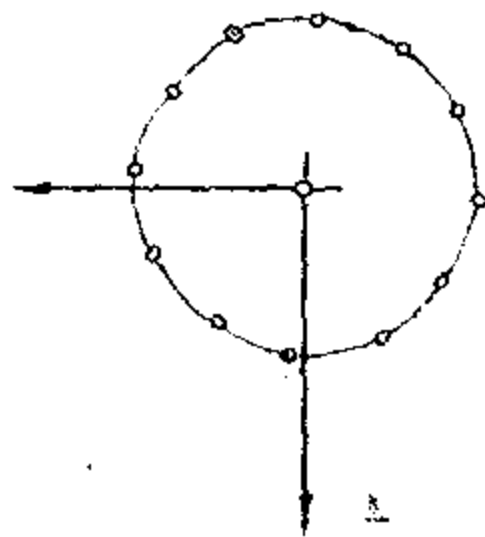
101



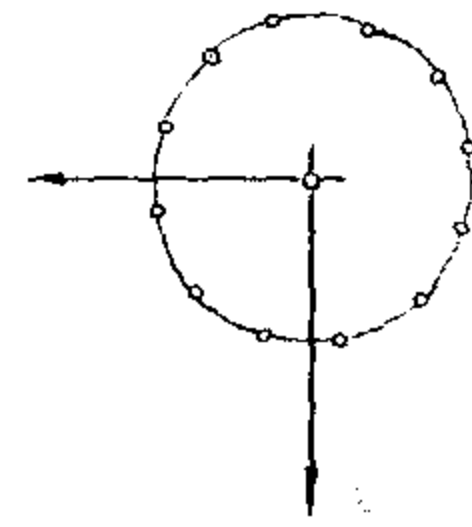
102



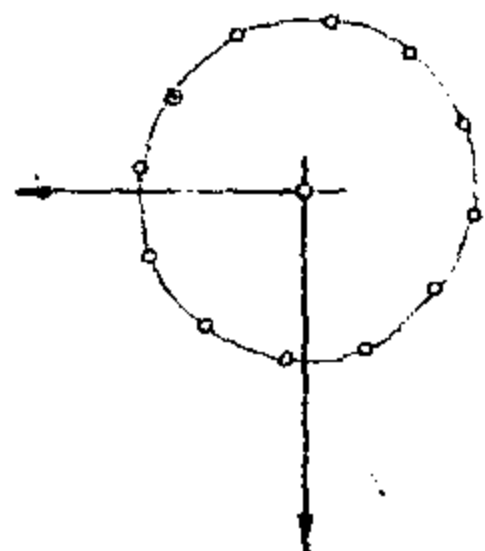
103



104

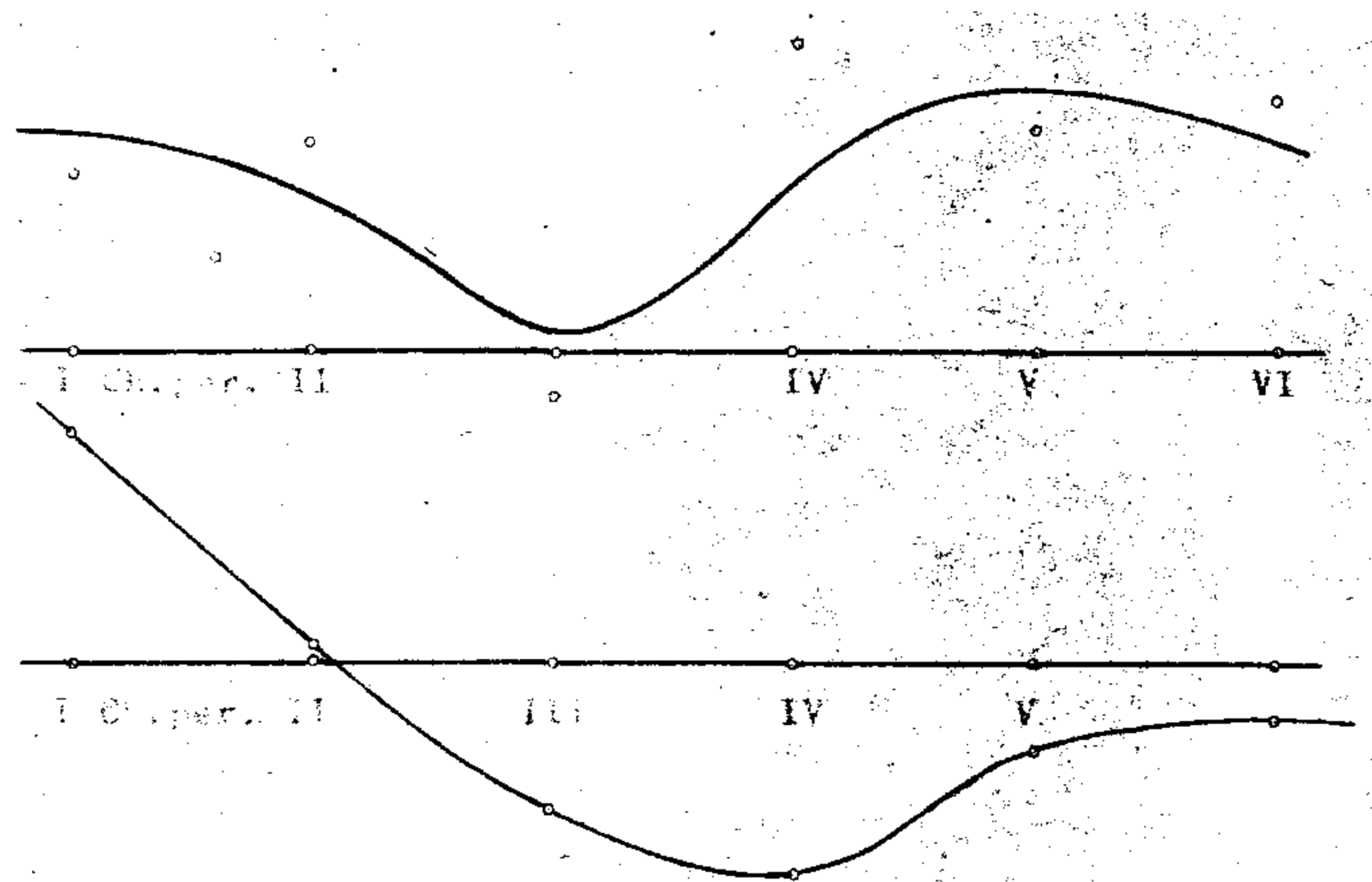


105



106

KORRELACIJA IZMEDJU DUŽINE CHANDLER-OVE
PERIODE I AMPLITUDE CHANDLER-OVE KOMPONENTE



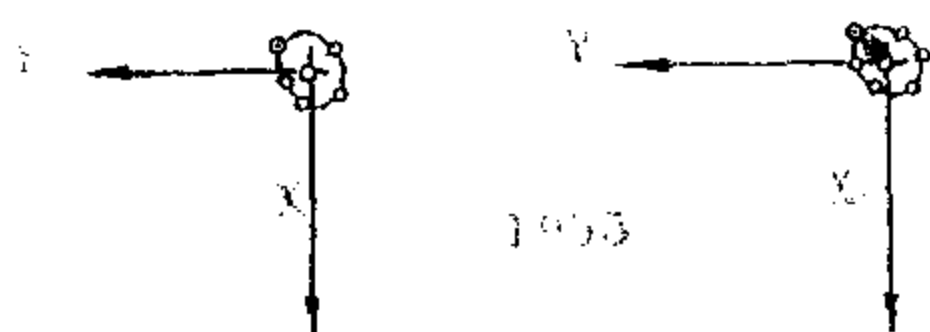
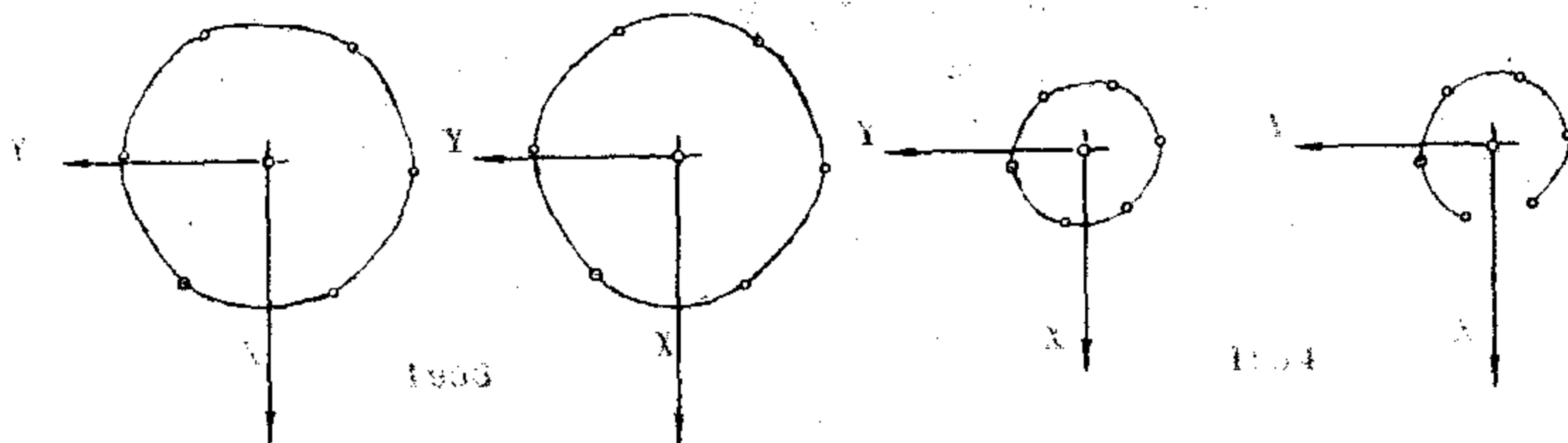
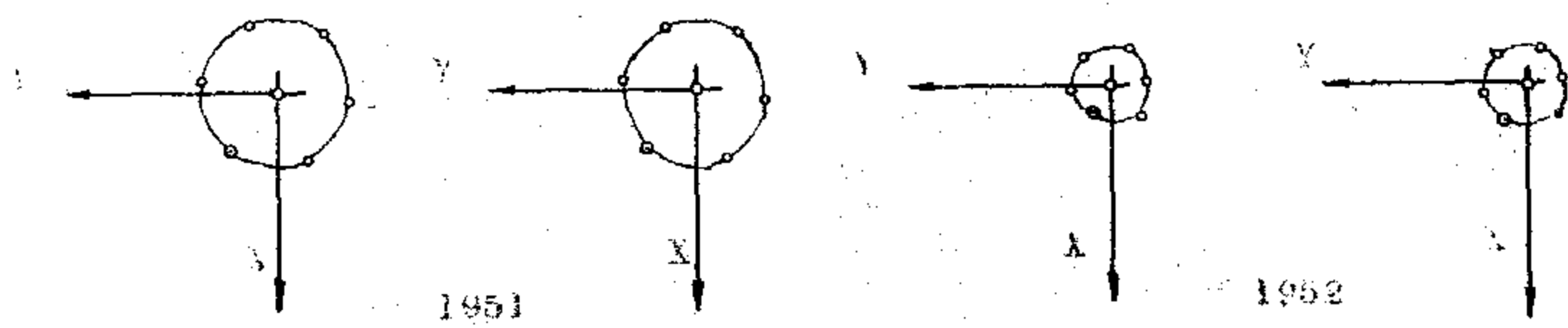
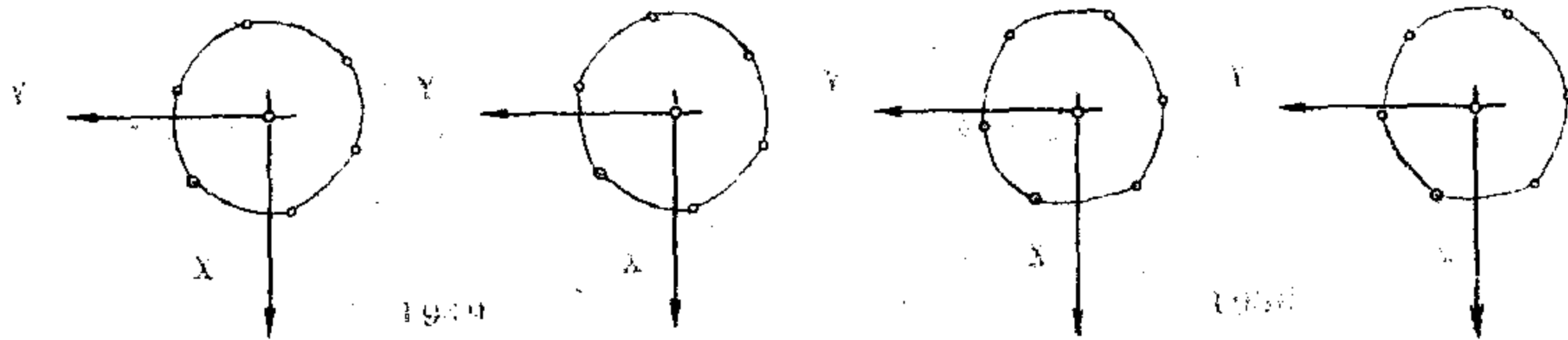
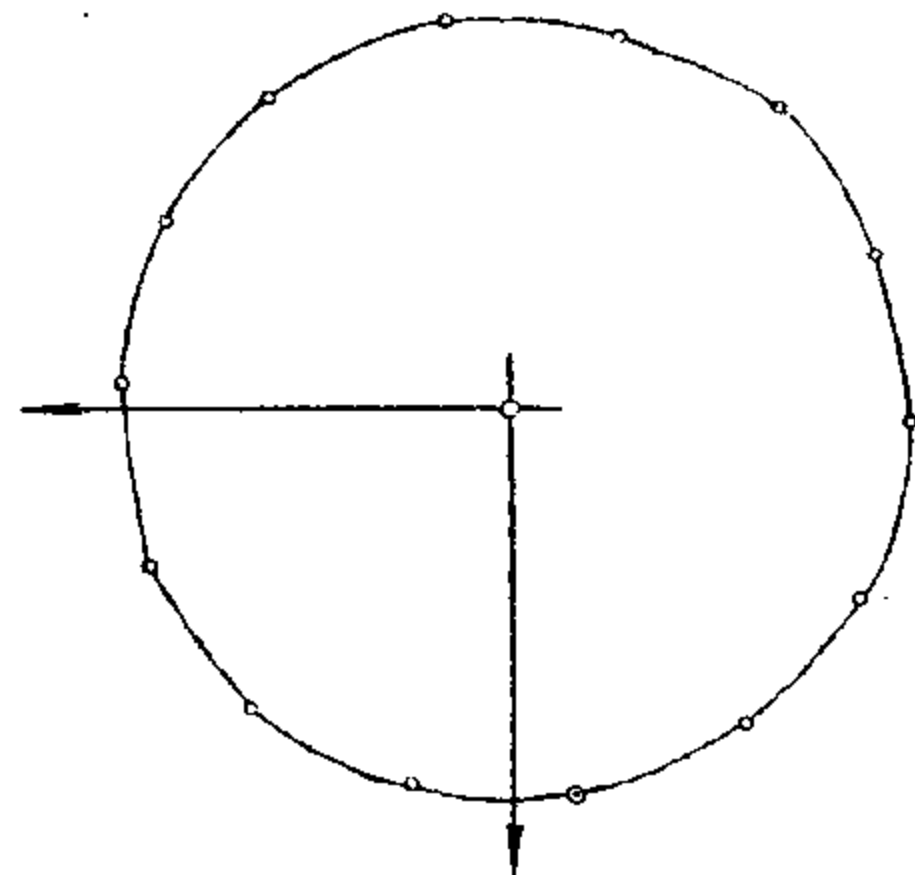
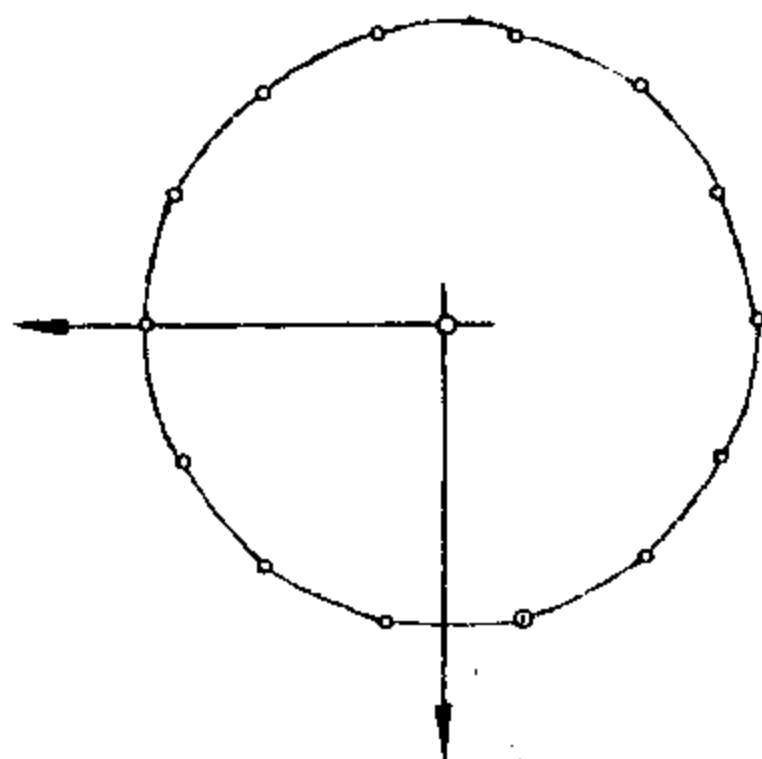
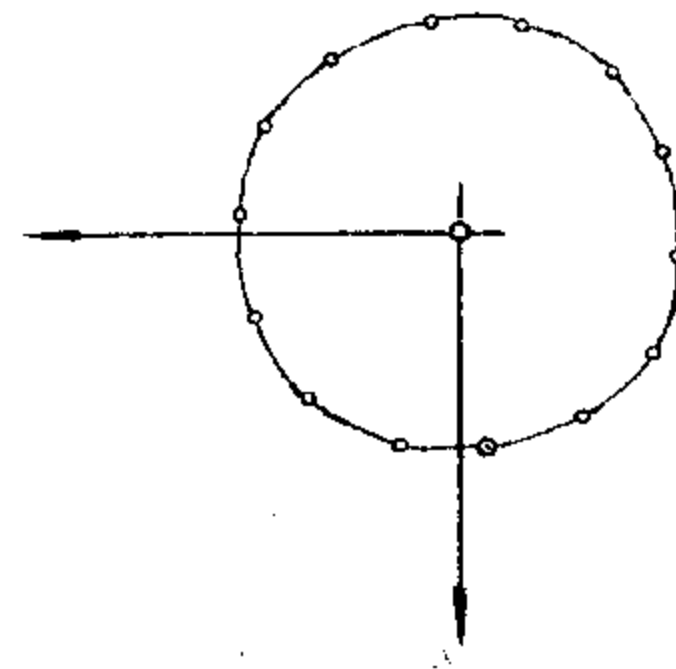
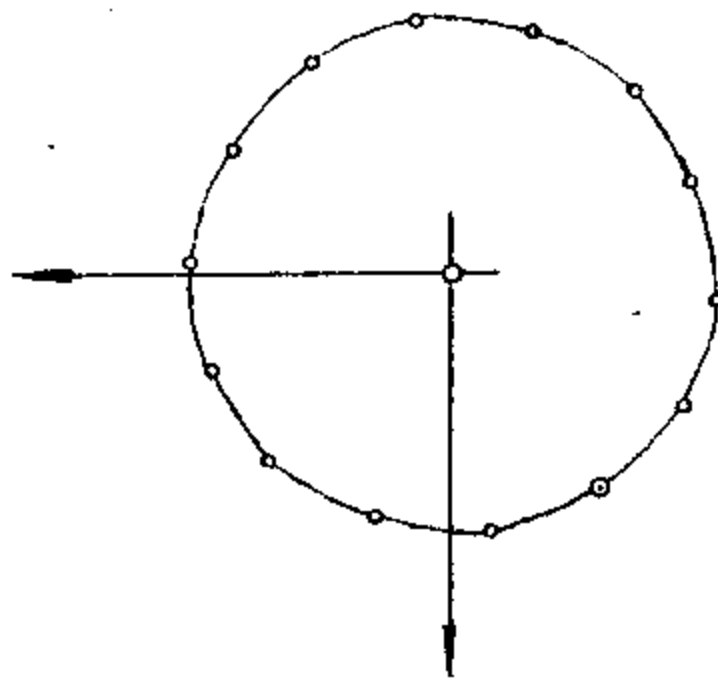
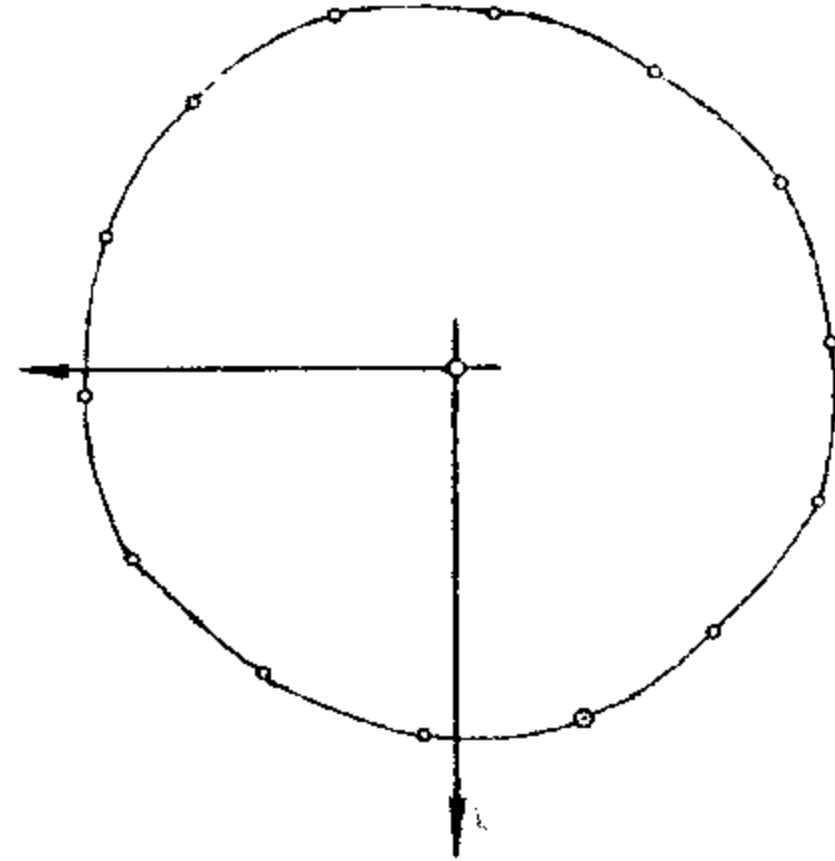
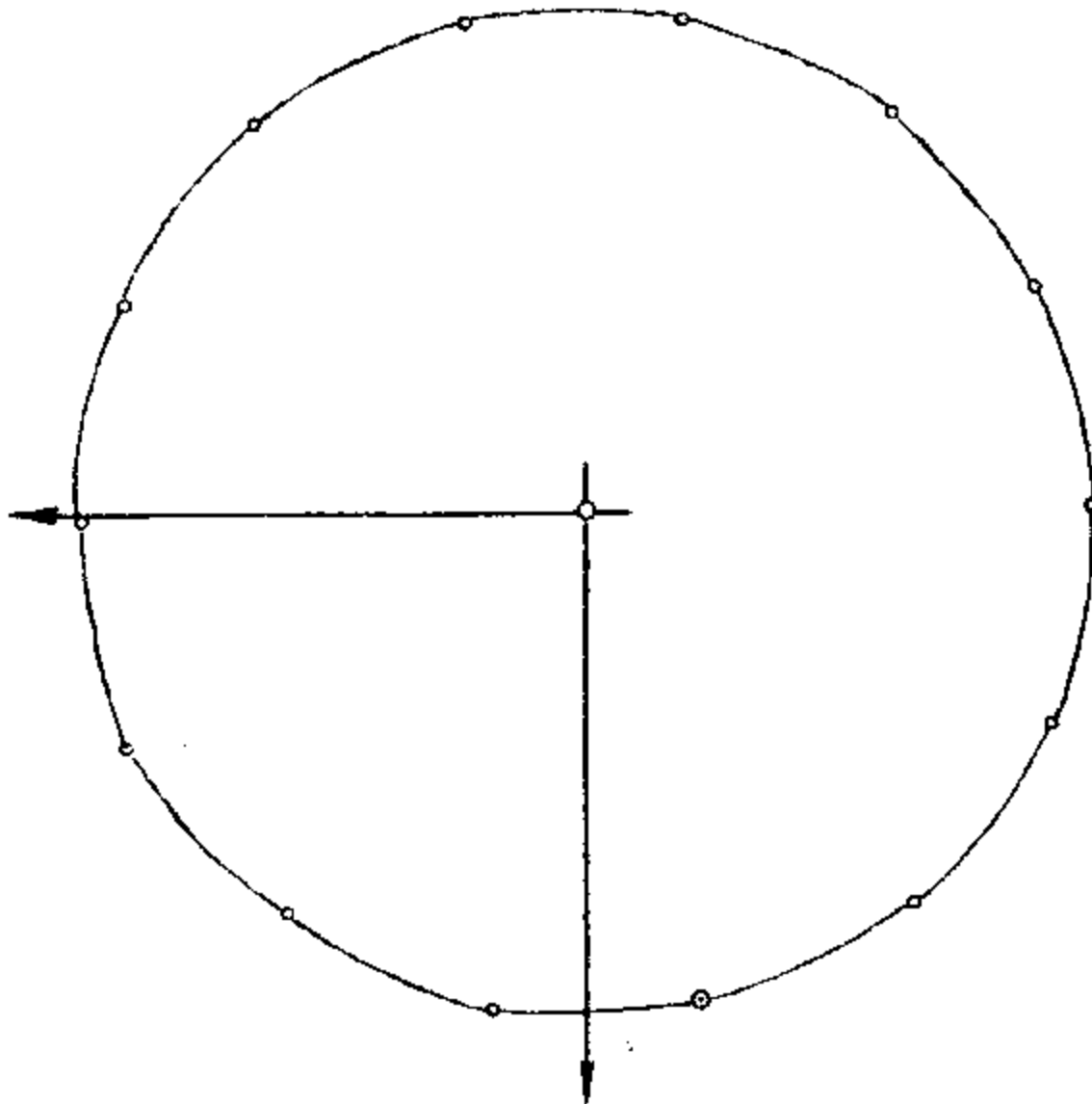


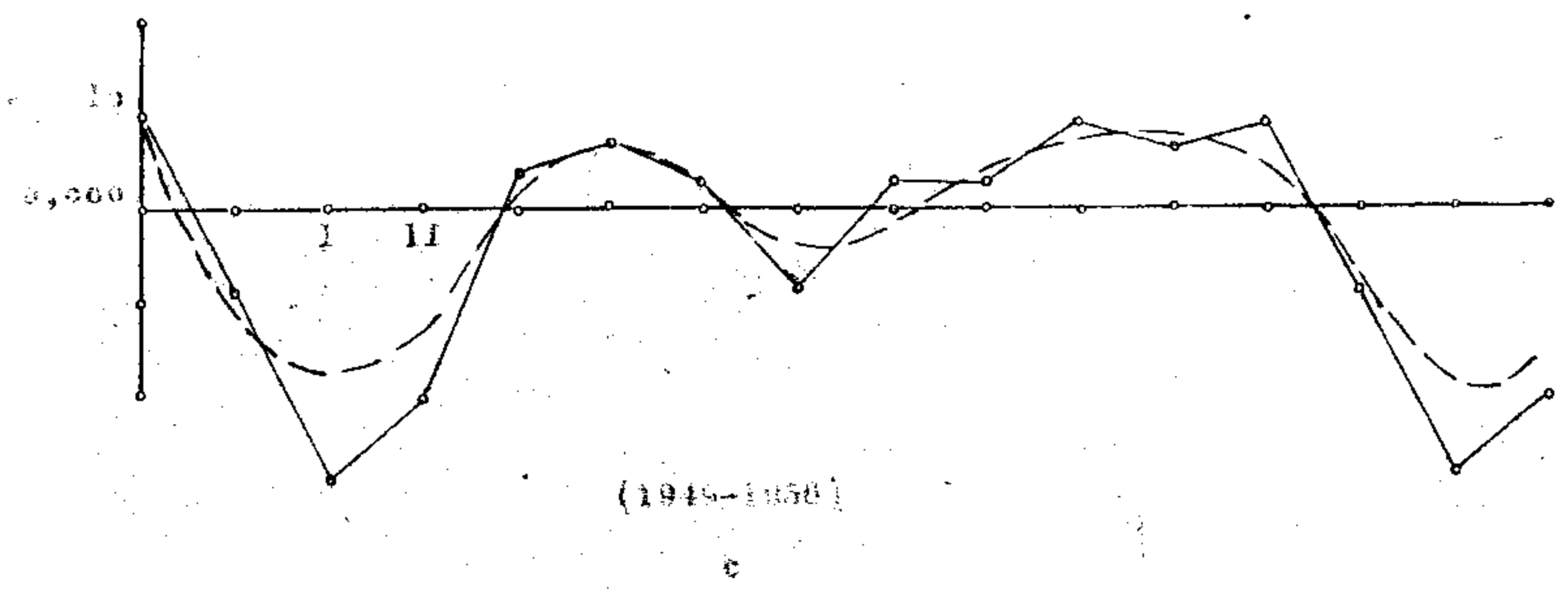
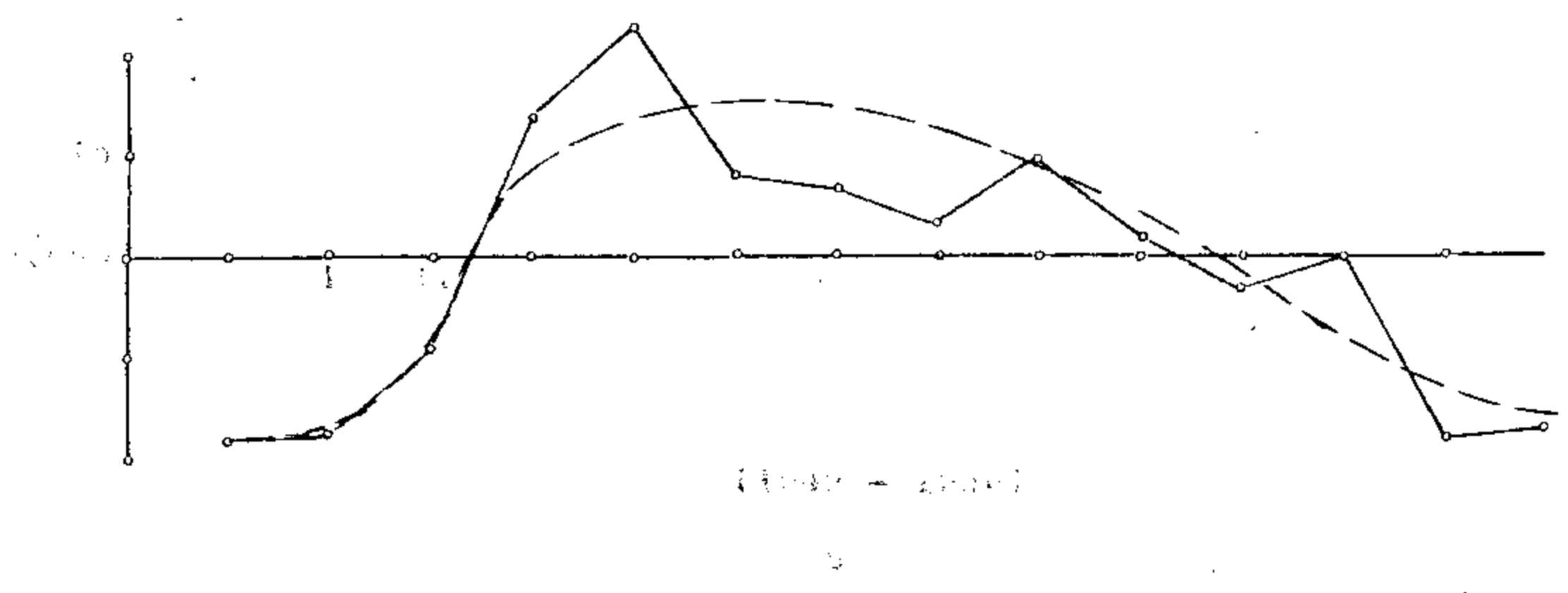
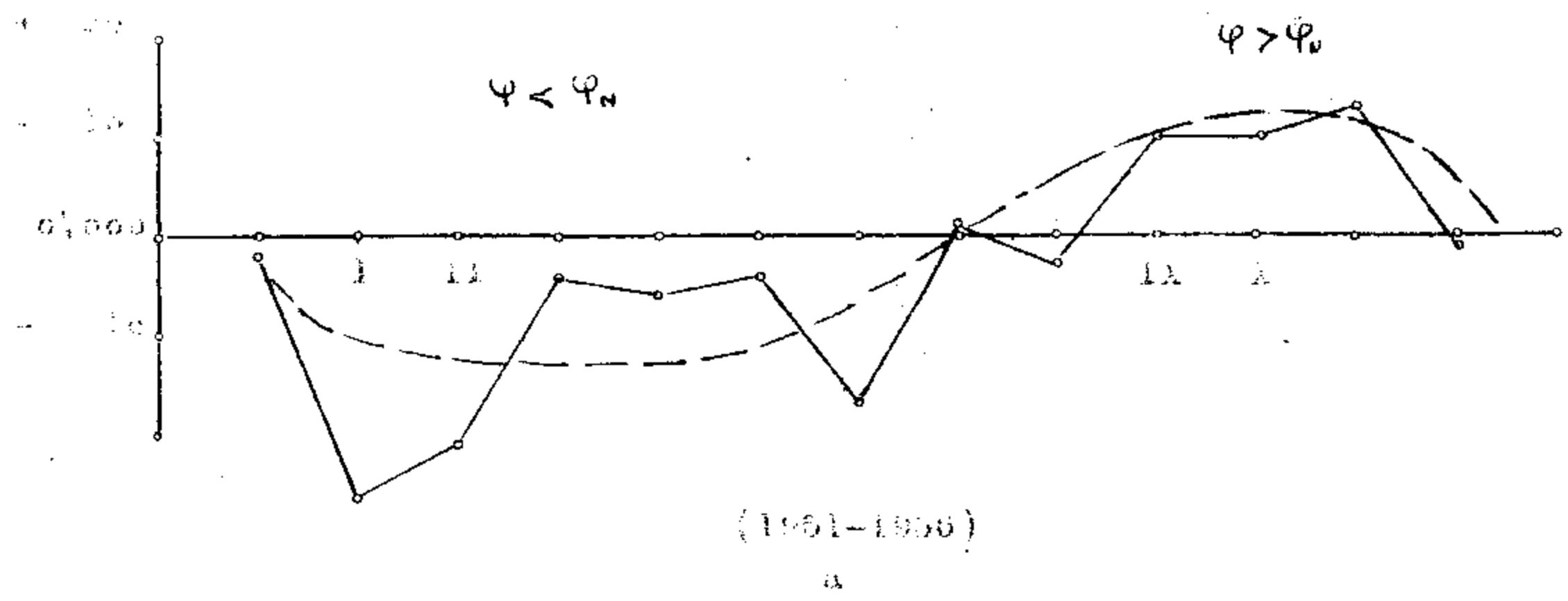
Figure 1. The first stage of the process.

Figure 2. The second stage of the process.

Figure 3. The third stage of the process.



ЗНАЧЕНИЯ $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$ (ВЫЧИСЛЕННЫЕ ПО ДАННЫМ ПРОЦЕНКИ)
 КОЭФФИЦИЕНТ ПО СЕЗОНАМ



ПОЛИНОМИА А И В. СТОЙКО-А ПО ДРЛОВИЉЕВОЈ МЕТОДИ

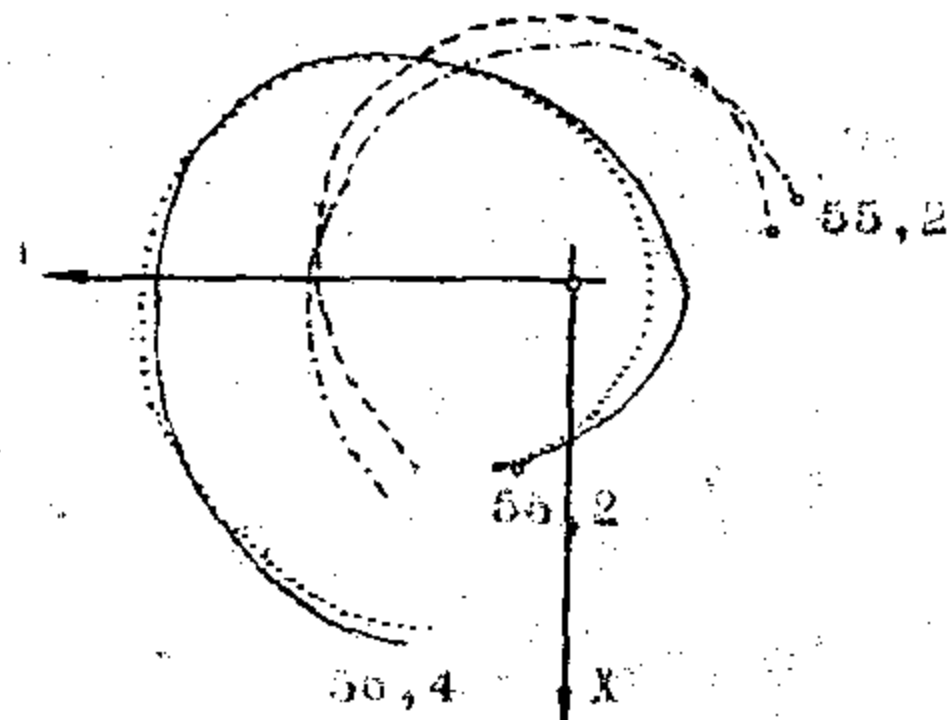
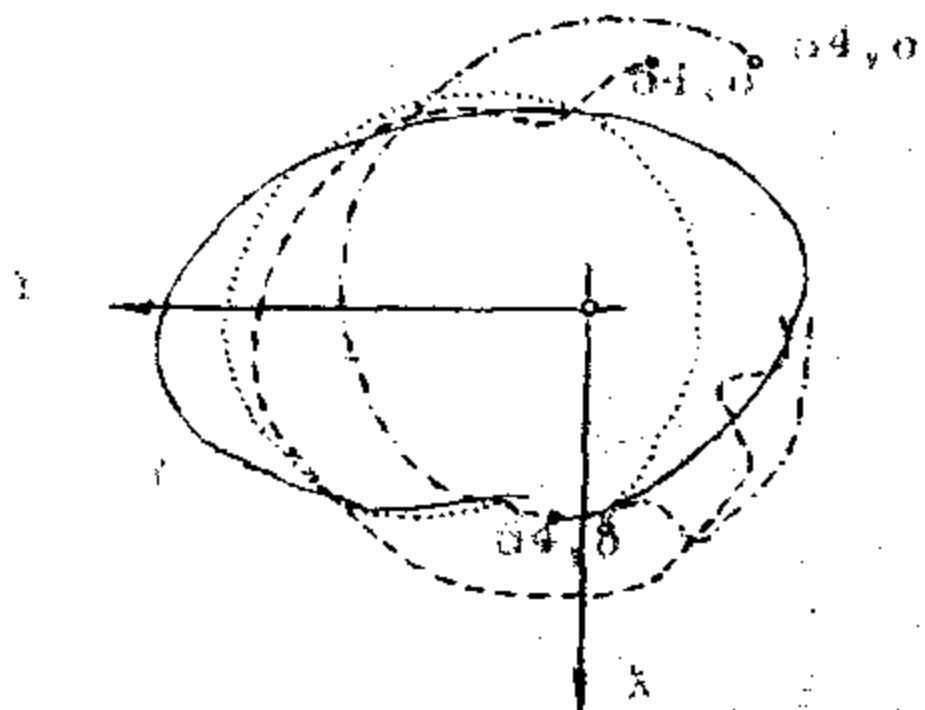
— III

Апси. ос. 1 од. ос. 1 см = 0,1

— IV

— V (по предложеној методи са полугод. III)

— VI (са полугод. III)



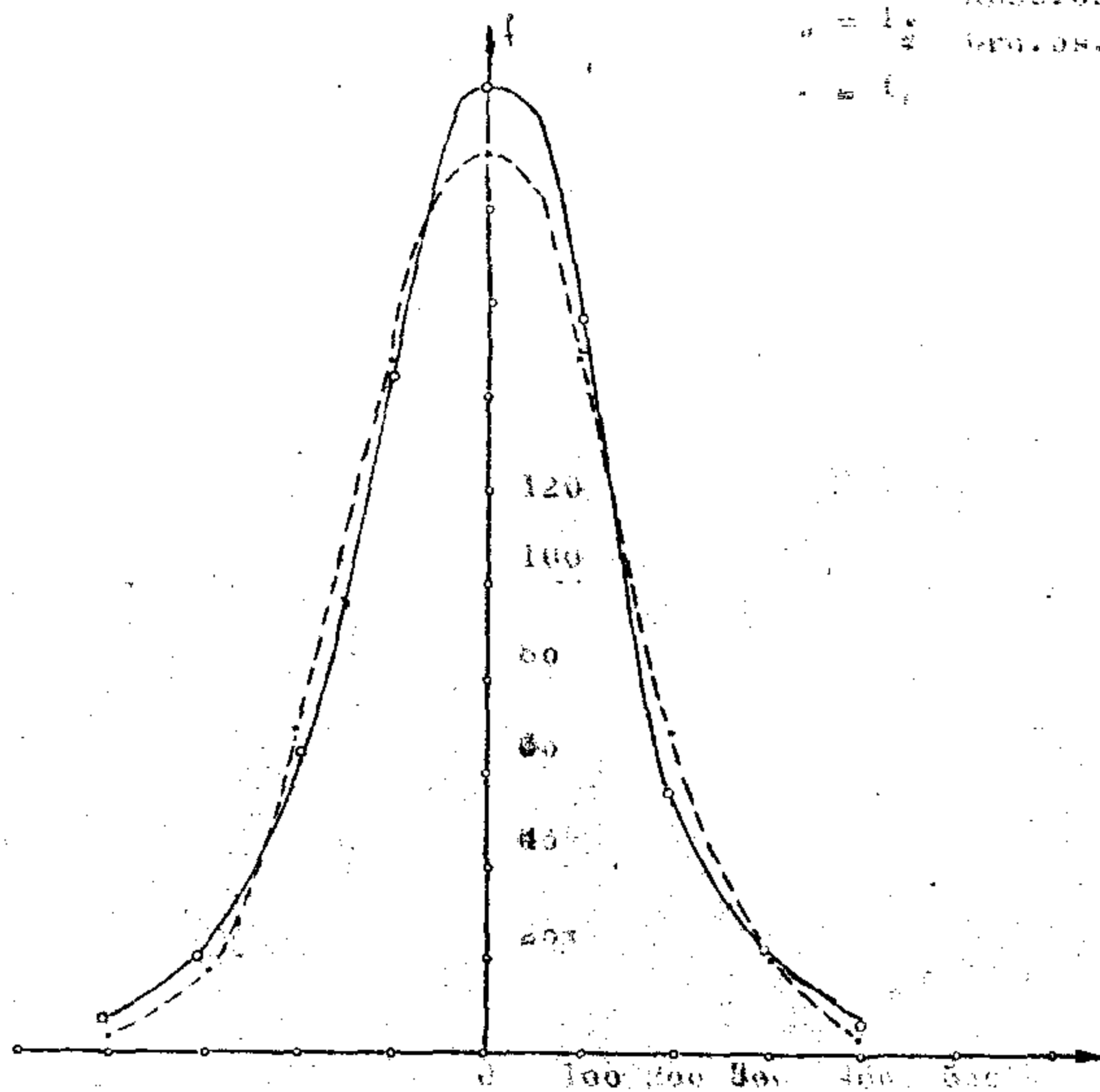
81,8

ТЕОРИЈСКА И ПОСМАТРАНА ПРОКВЕНЦИЈА КОЕФИЦИЈЕНТА $\Delta\varphi$ У ПРАКТИЦИ ОД 20 071

$\sigma = 1,2$ Апси. ос. 1 см = 0,1

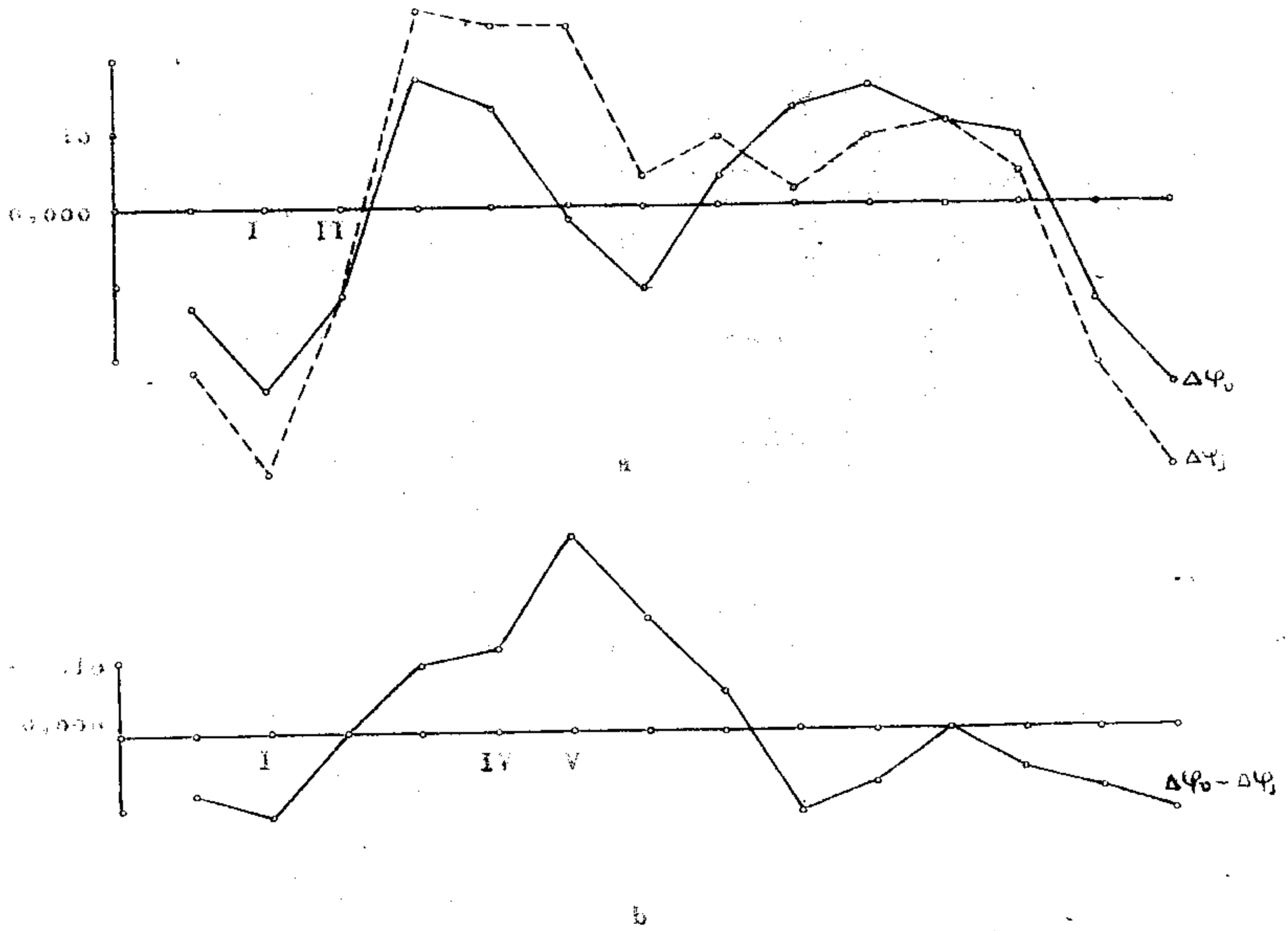
$\sigma = 1,2$ Про. ос. 1 см = 20%

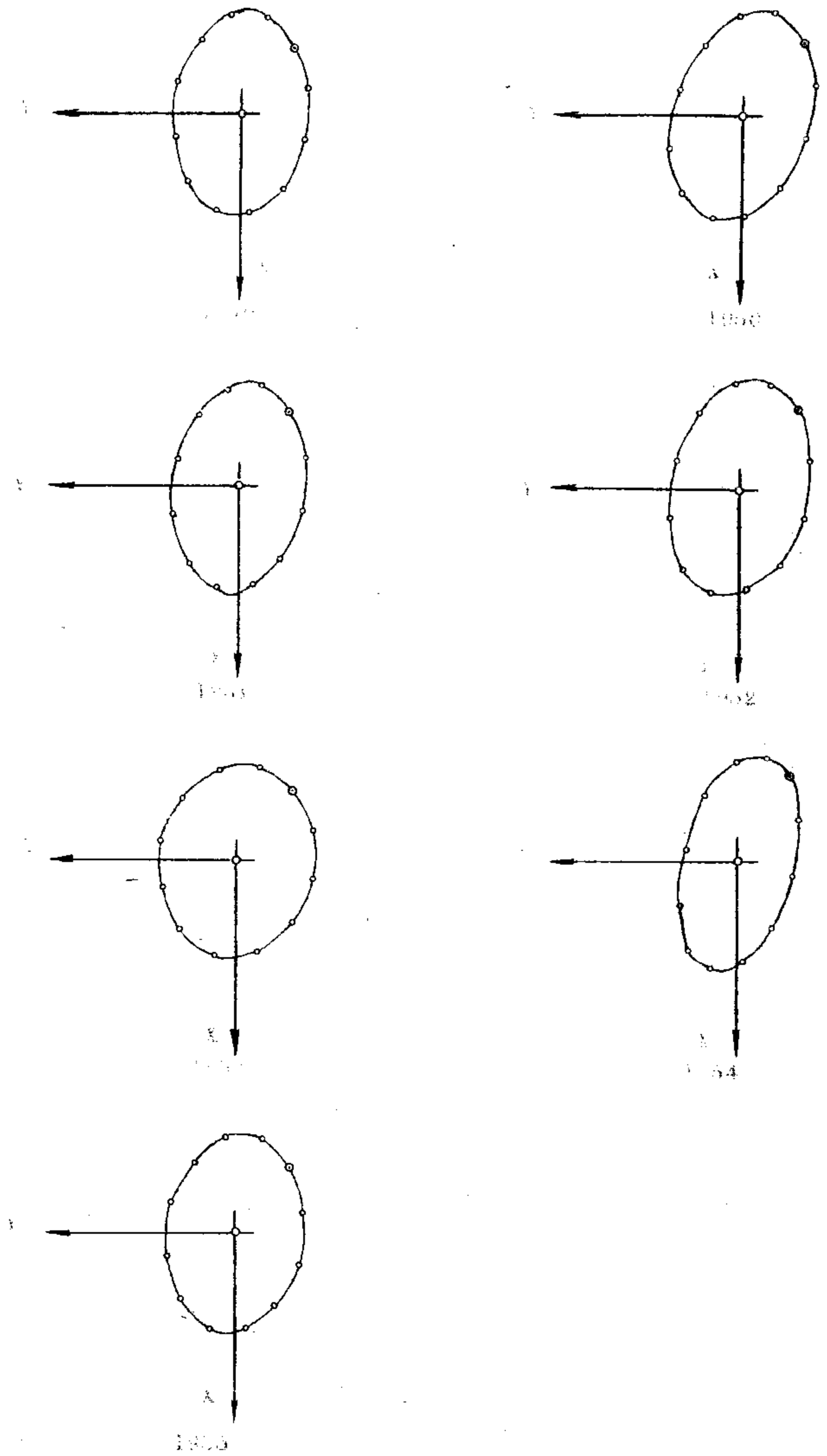
$\sigma = 1,2$



81,11

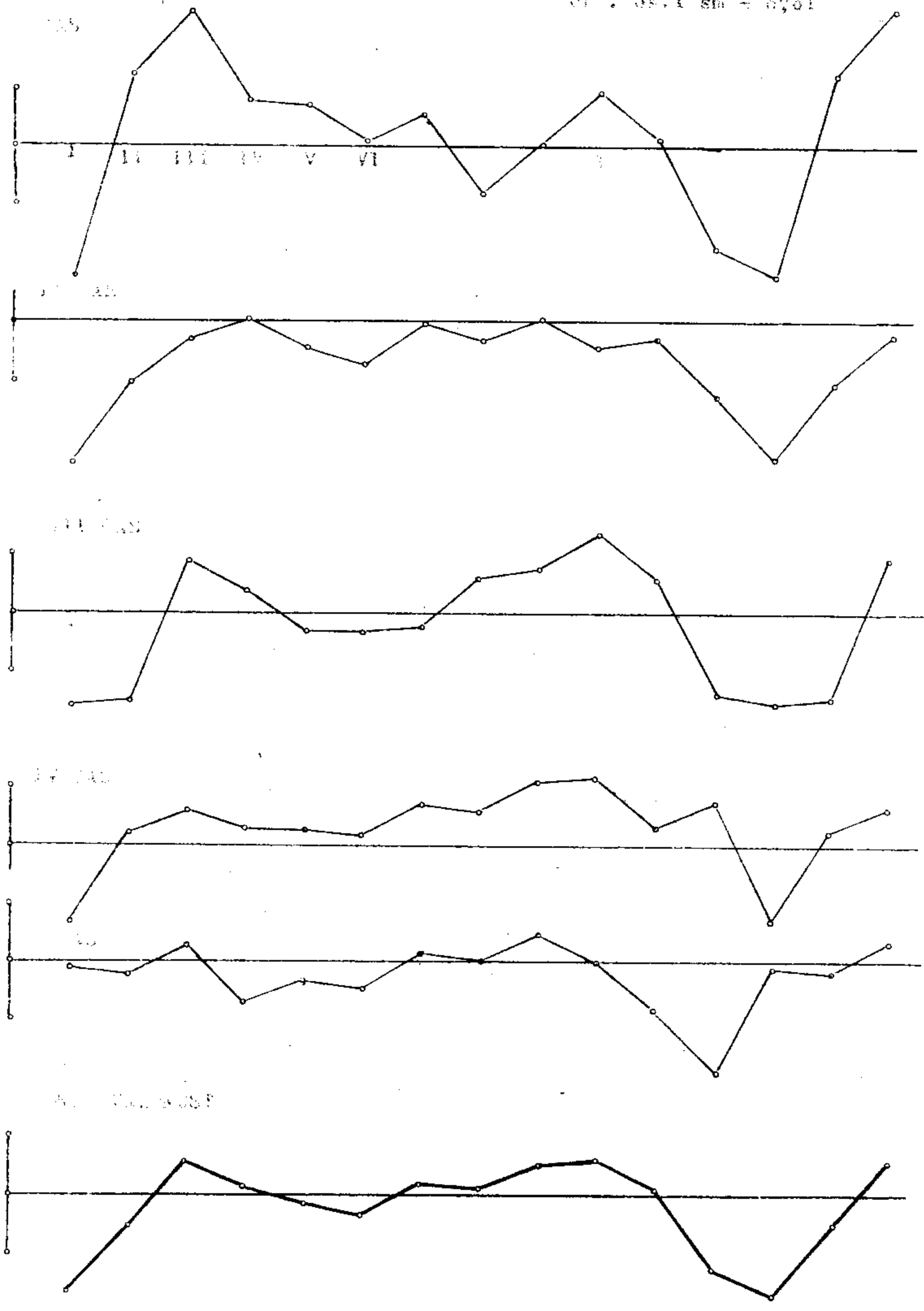
SERIA DE DATE SI REZULTAT $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_w$ UNIFORMI TO MAREMURAREA I
 IZMURAREA PEZENTIIA TROUGLOVA, I TO ZAMBING ZA VINE I JUBRO
 SAC I NOTIONI RAZLINA
 (1949 - 1956)





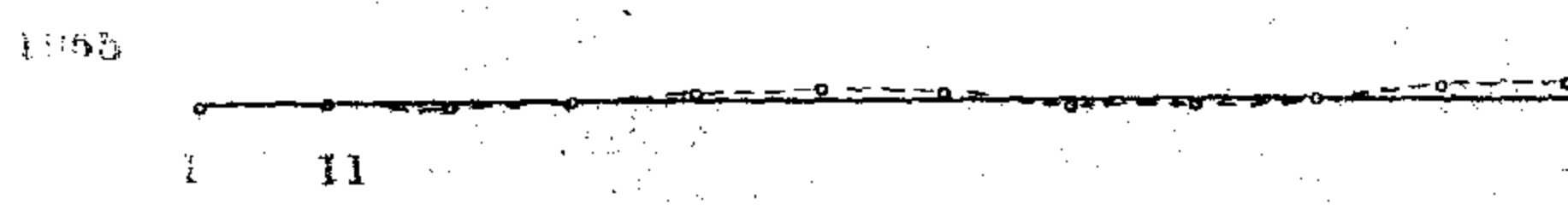
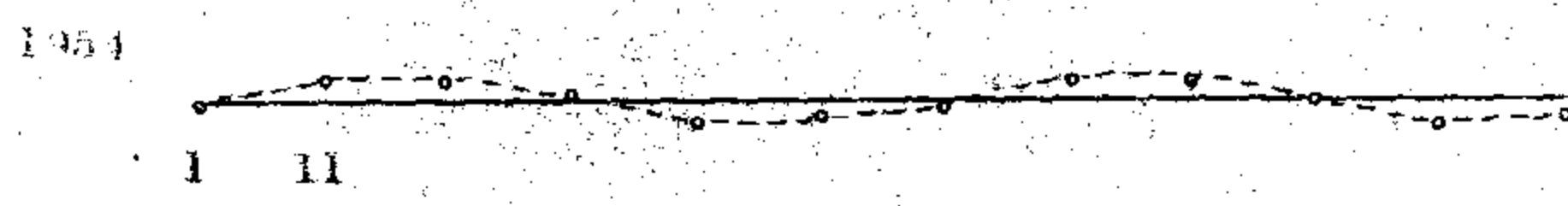
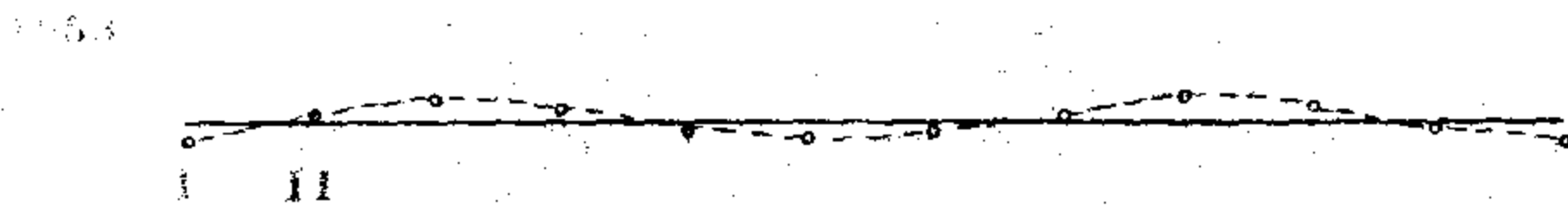
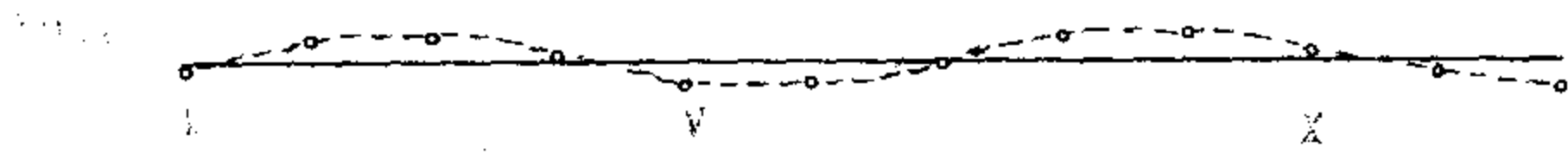
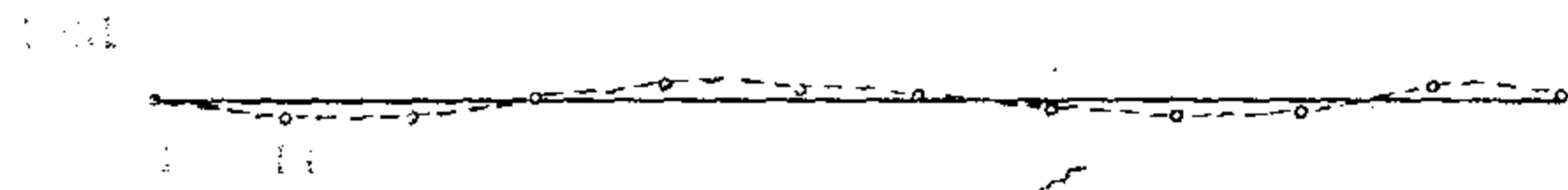
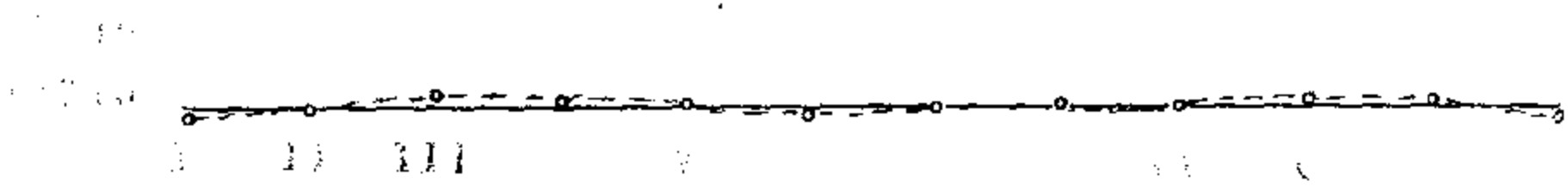
... $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$...
 ...

Apoc. os. 1 sm = 1 ...
 ... os. 1 sm = 0'01

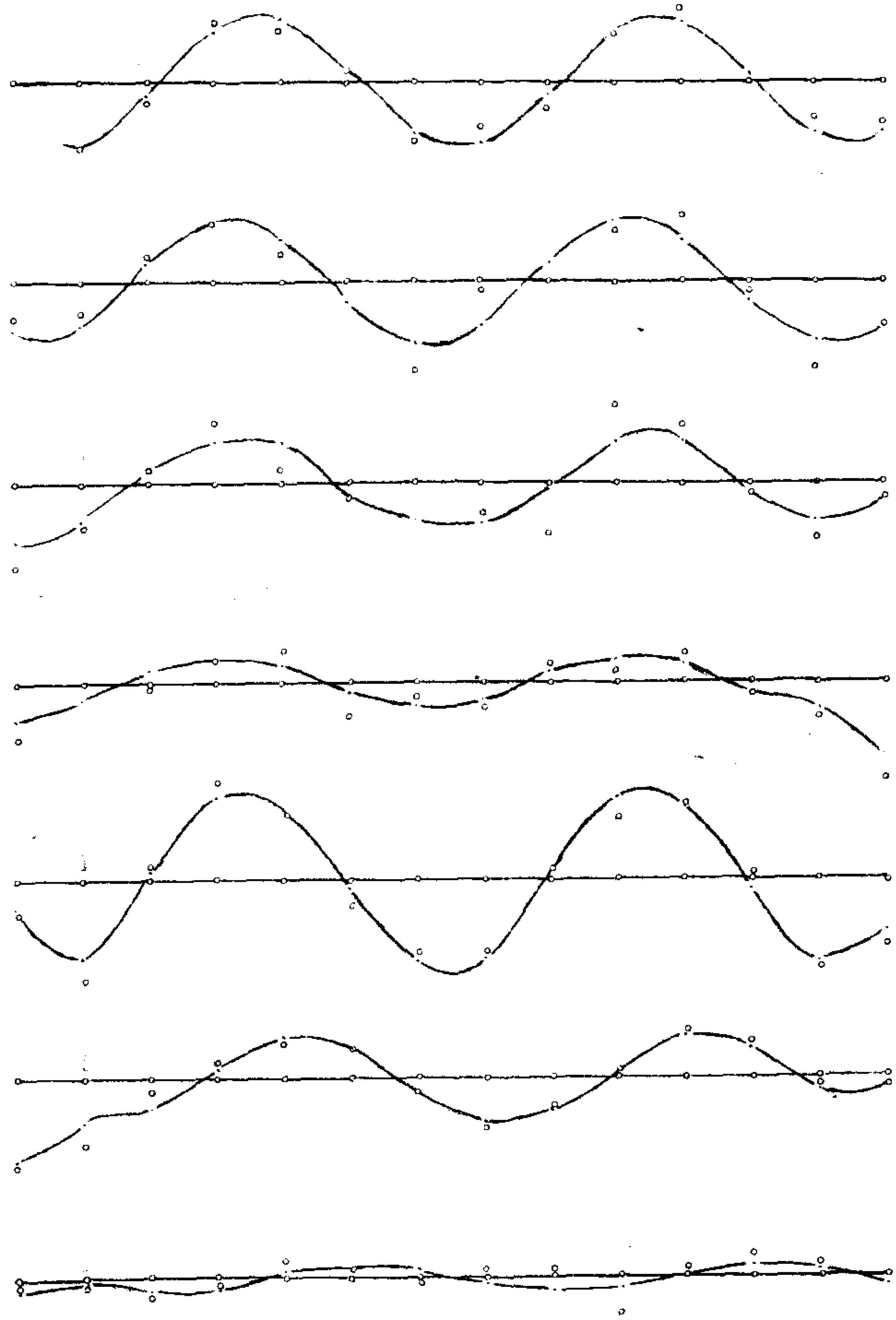


CLIMATE RECORD FROM U. S. ROCKET BALLOON I

APRIL 1953 - 10000 FT. ALTITUDE
GALVANA, MISSOURI

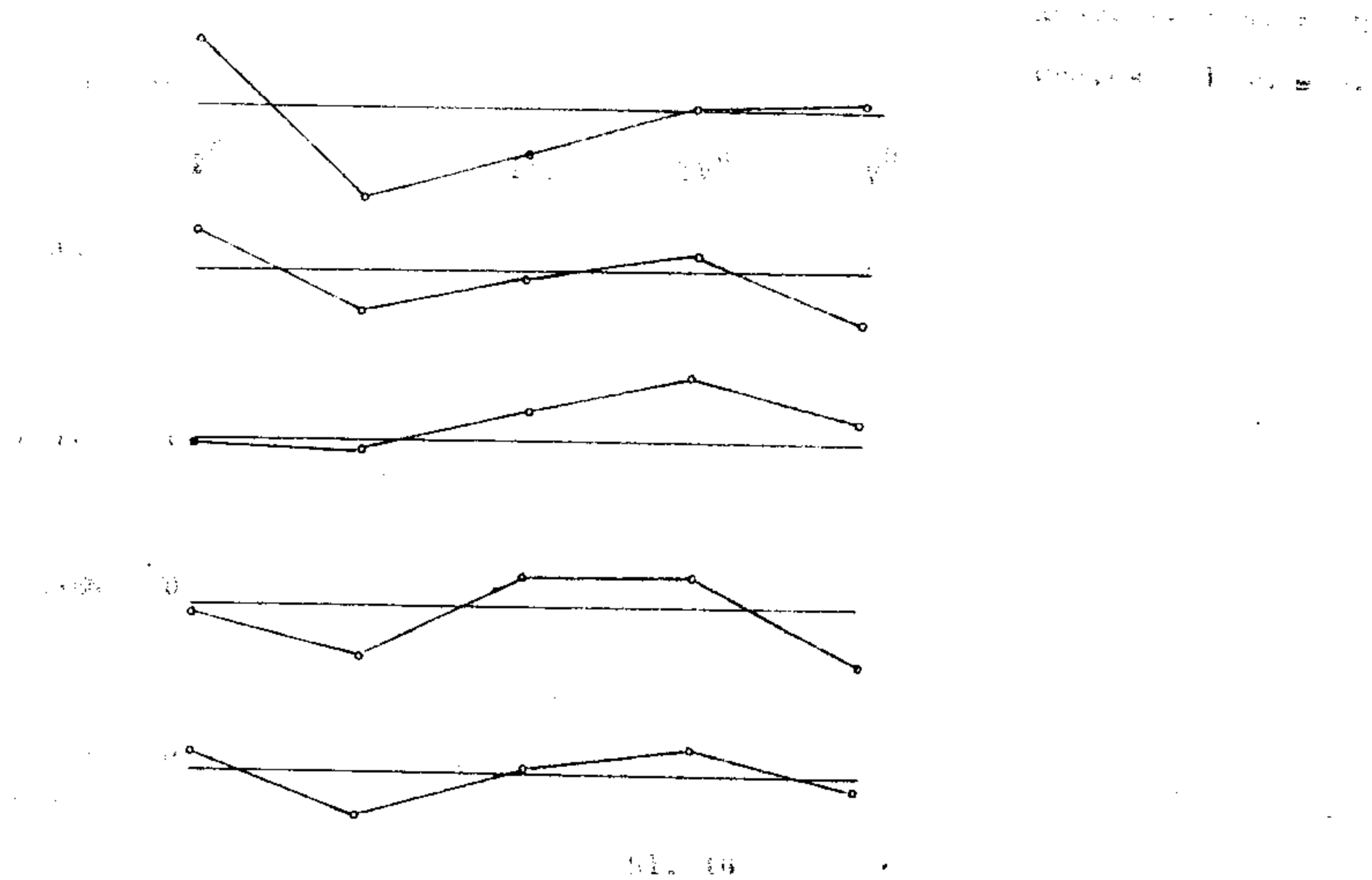


$\Delta\psi_a$

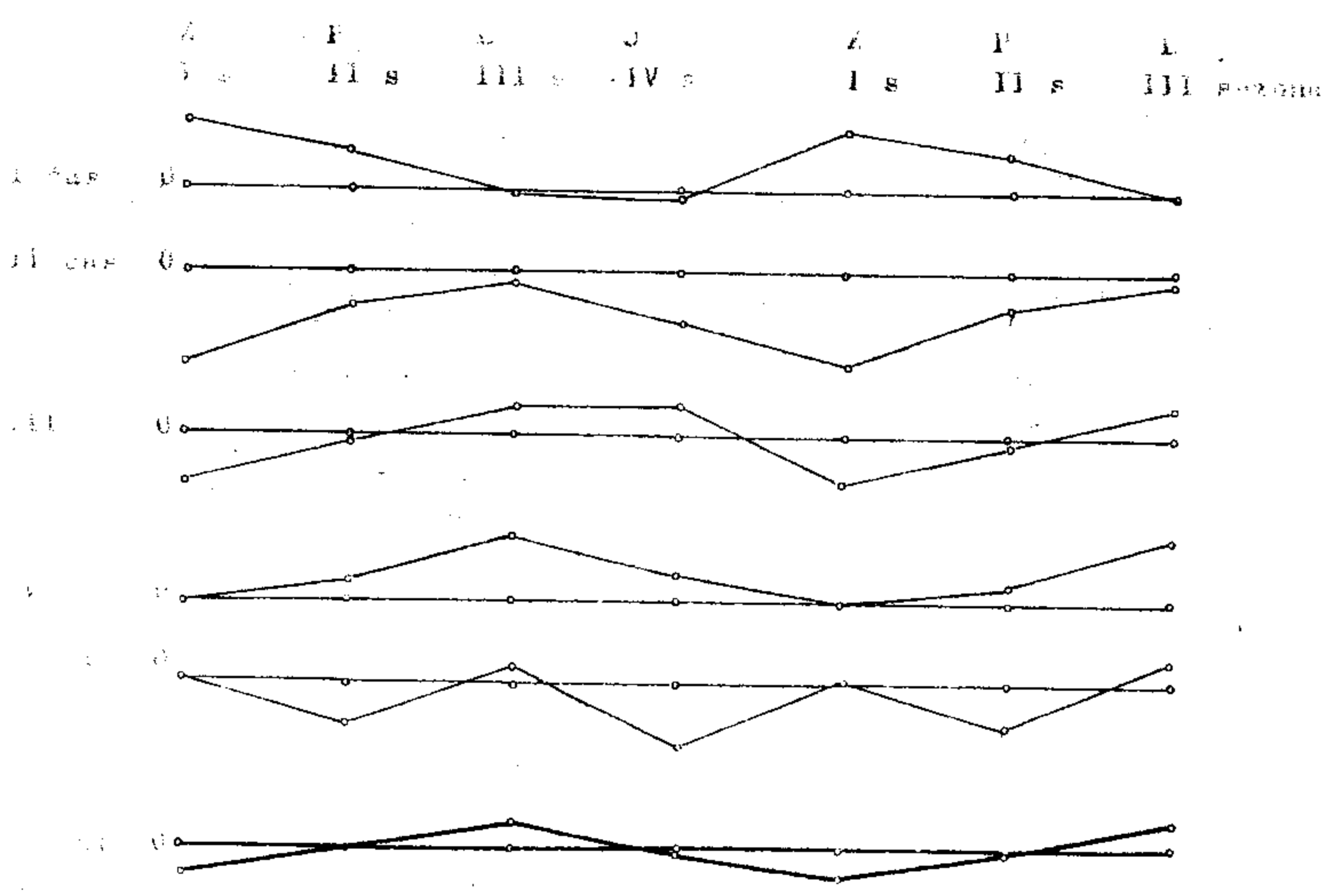


a

... $\Delta\psi = \psi - \psi_0$...



... $\Delta\psi = \psi - \psi_0$... SVAKI ČAS POKAZUJE ...
 ... UČESTUJE ... PO SEZONAMA



1912

1912

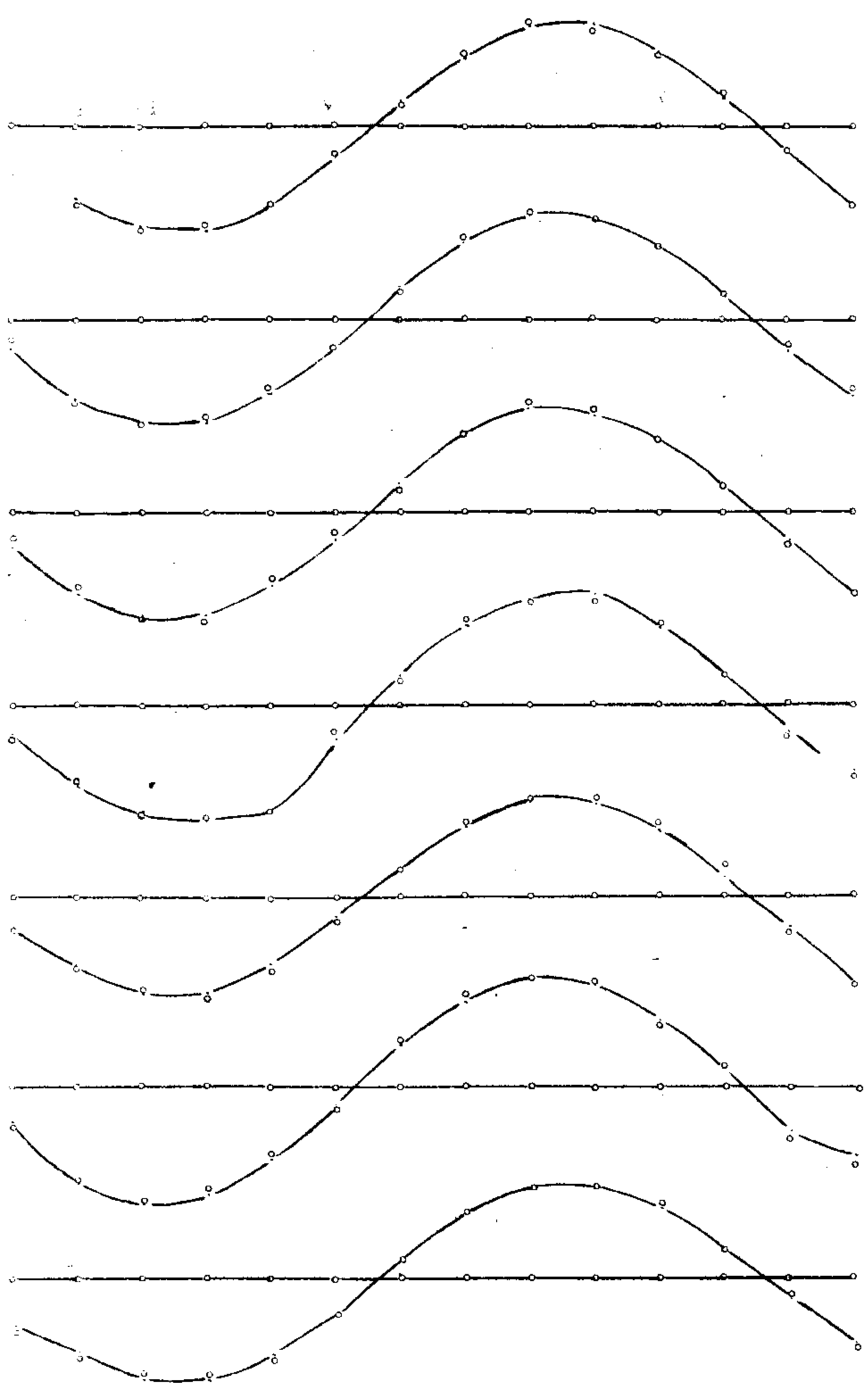


Fig. 1. Dependence of the phase shift on the frequency.

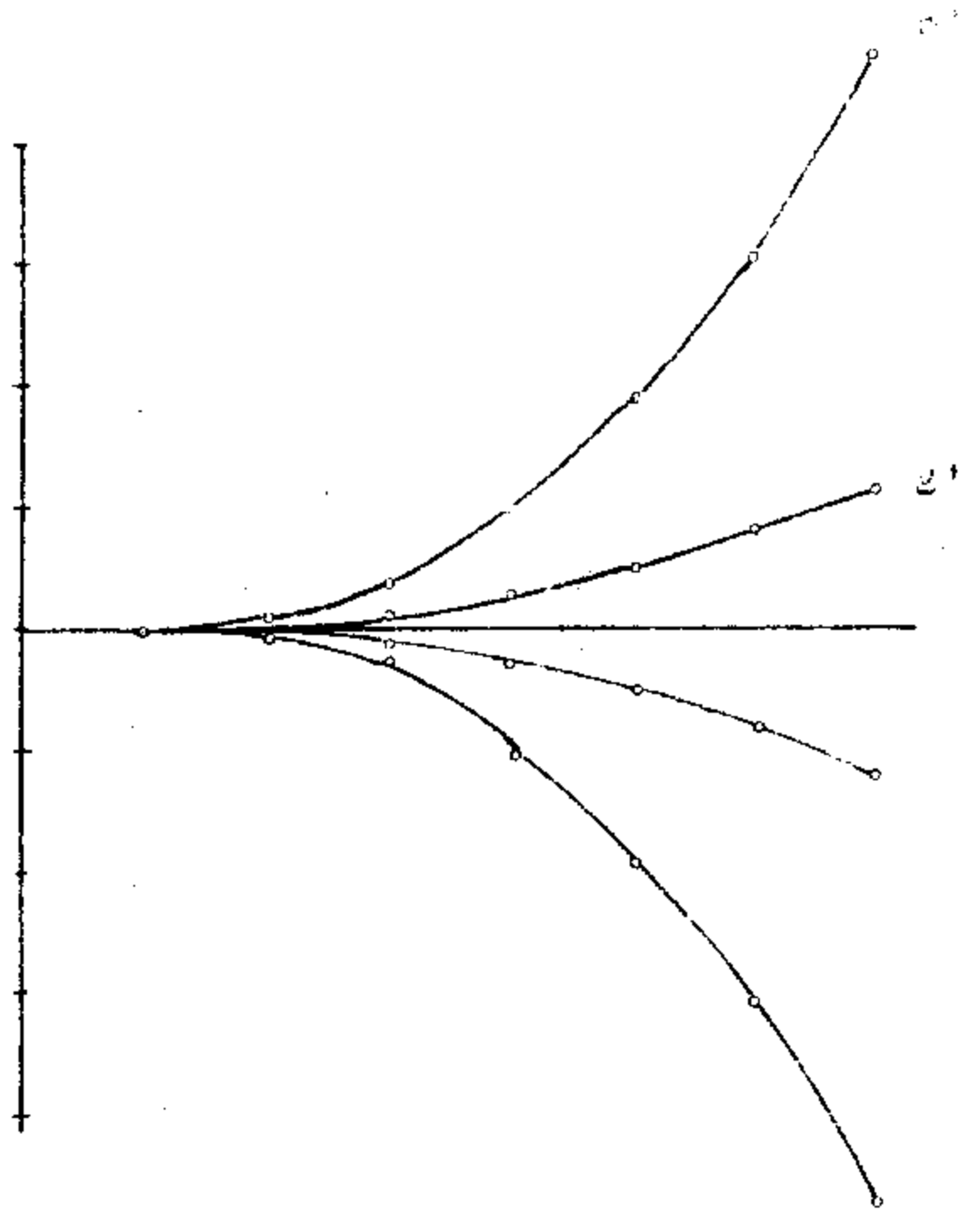
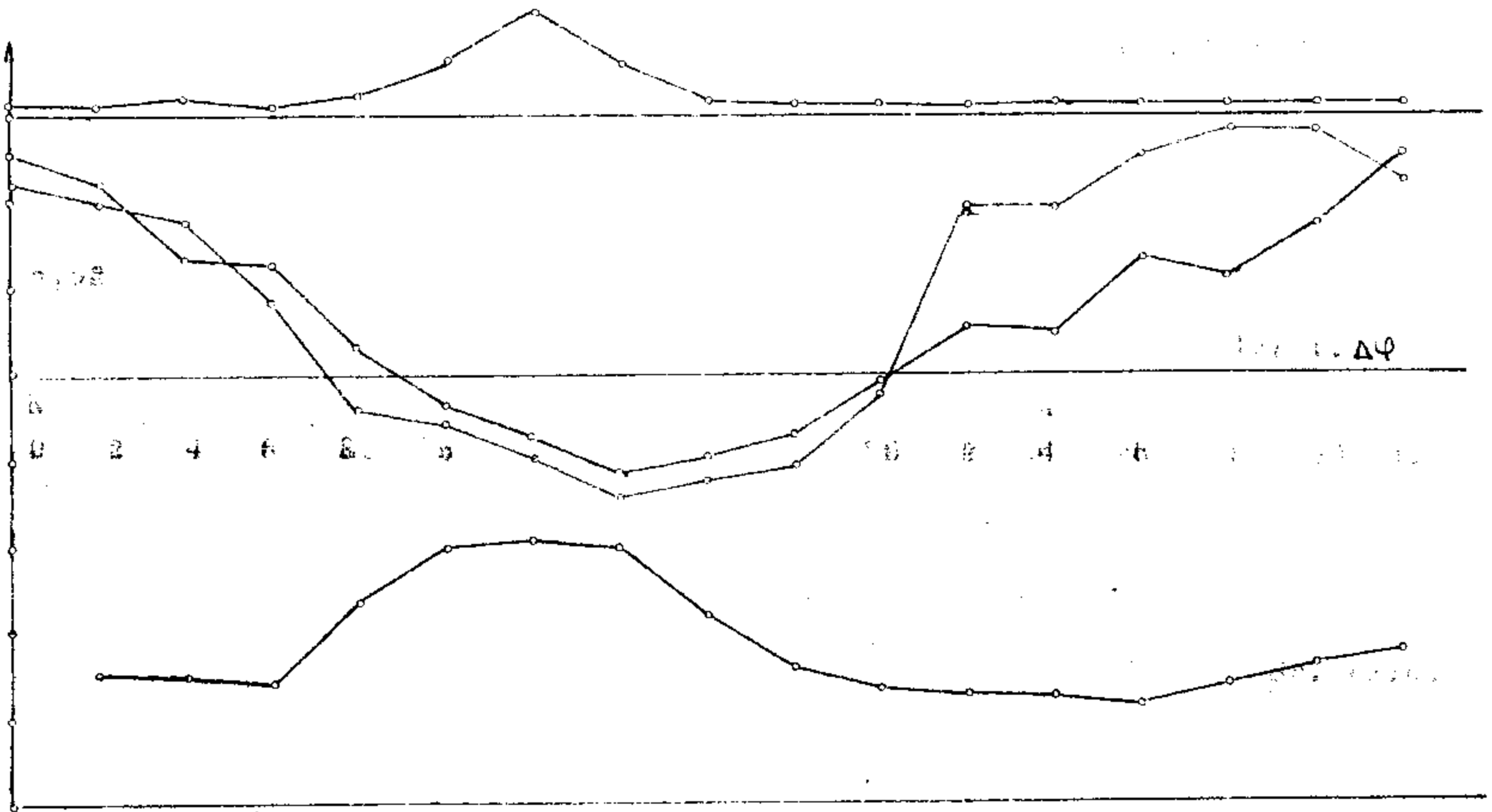
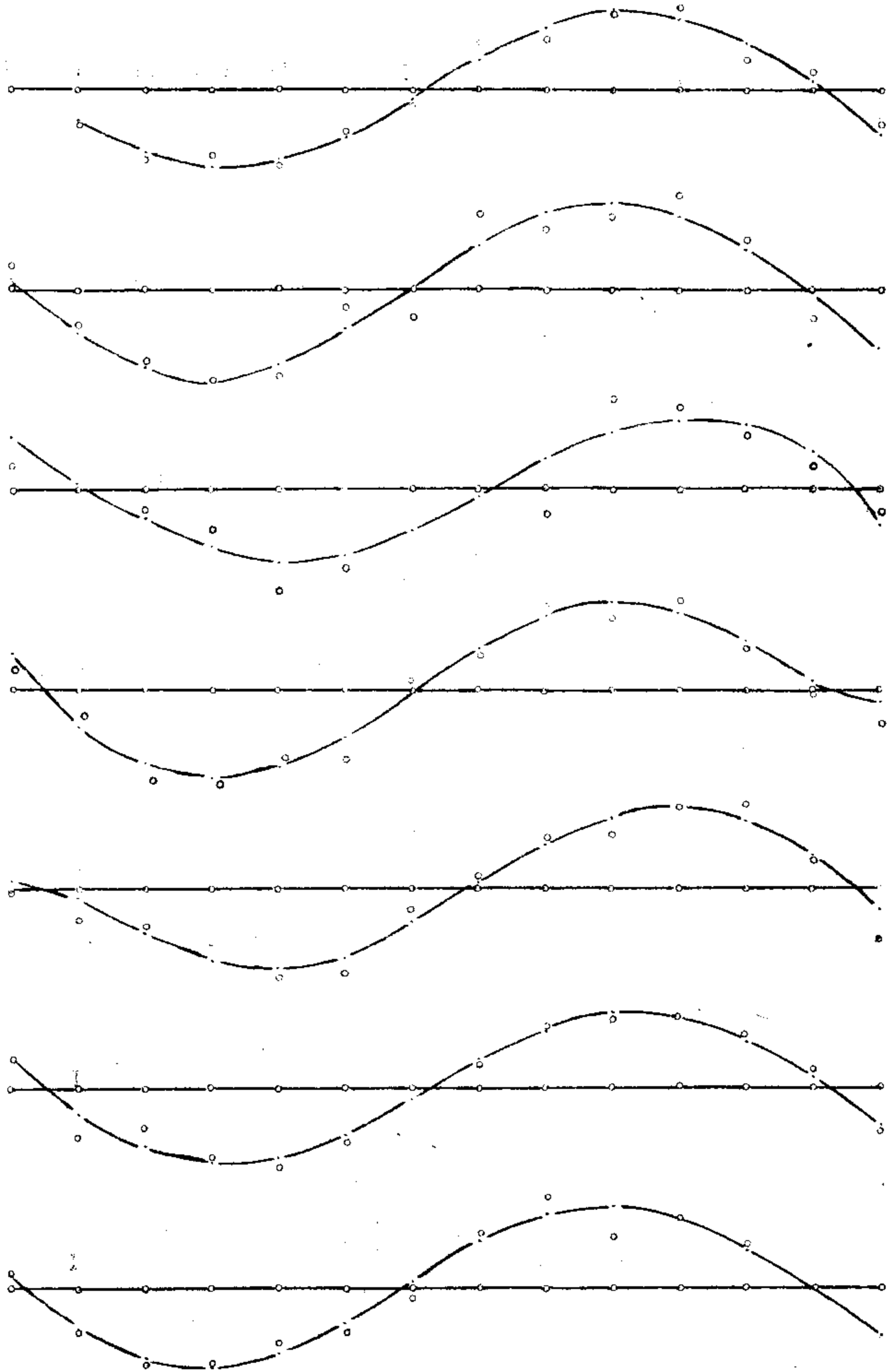


Fig. 2. Dependence of the phase shift $\Delta\varphi$ on the frequency ω for various values of the parameter α . The curves are labeled with the values of α .



PHASE DIFFERENCE $\Delta\psi$

1950 - 1951
1952 - 1953



1. $\Delta\varphi_0$ и $\Delta\varphi_1$ — значения $\Delta\varphi$ при $z=0$ и $z=l$ соответственно.

2. $\Delta\varphi_0 = 2\pi$
 3. $\Delta\varphi_1 = 0,01$

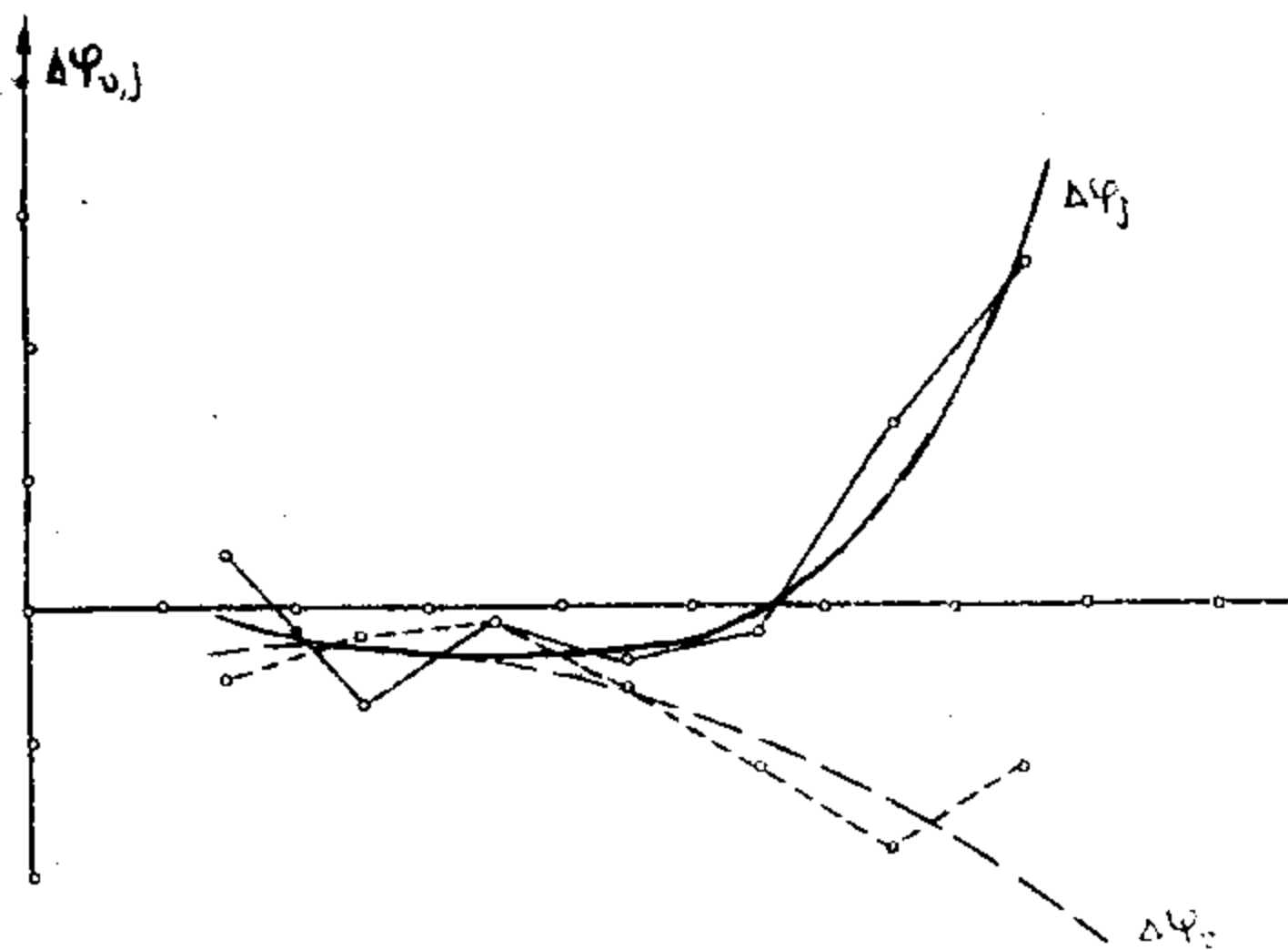


рис. 21

4. $\Delta\varphi_0 = 2\pi$ и $\Delta\varphi_1 = 0,01$ — значения $\Delta\varphi$ при $z=0$ и $z=l$ соответственно.

5. $\Delta\varphi_0 = 2\pi$
 6. $\Delta\varphi_1 = 0,01$

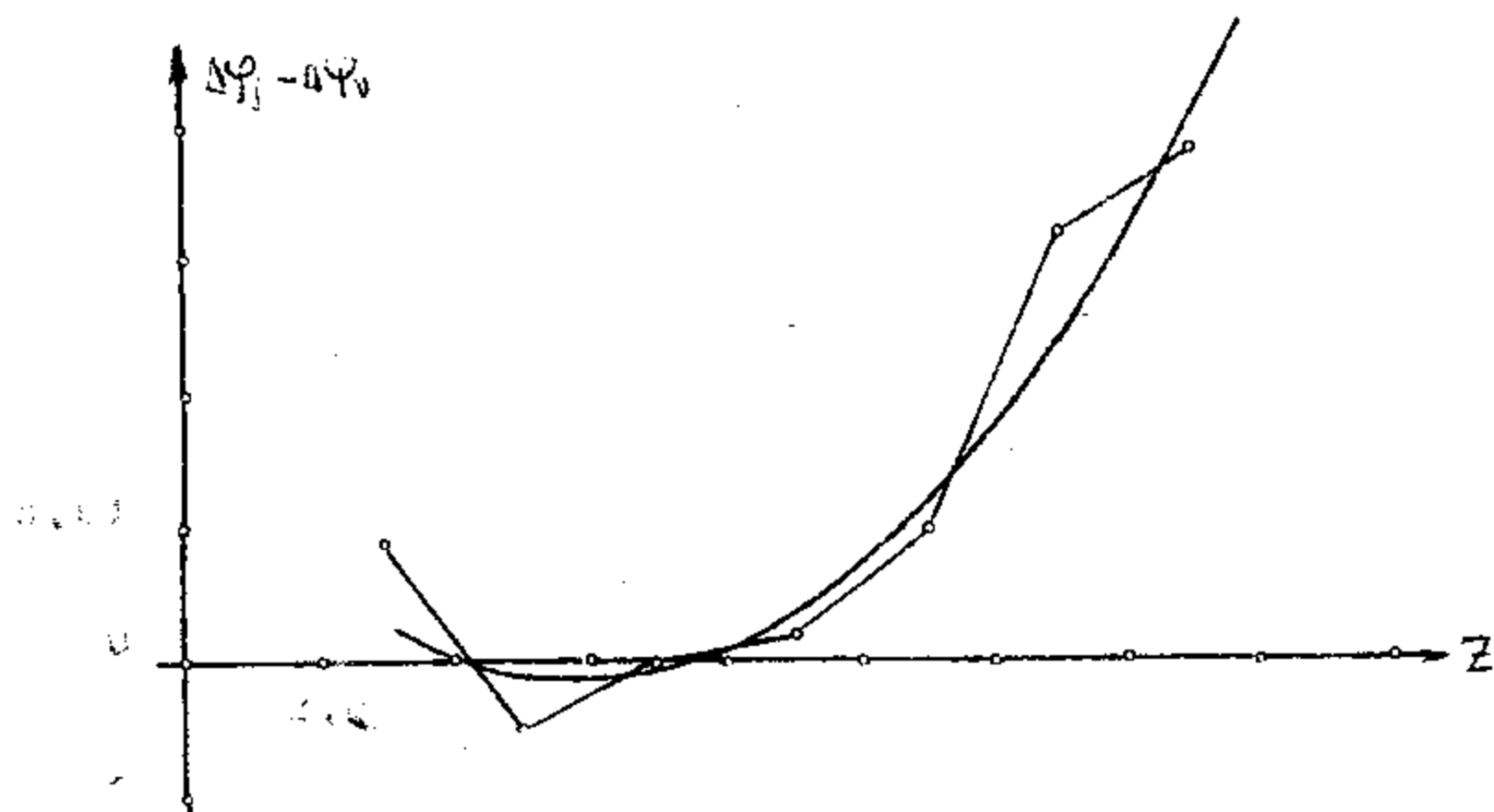
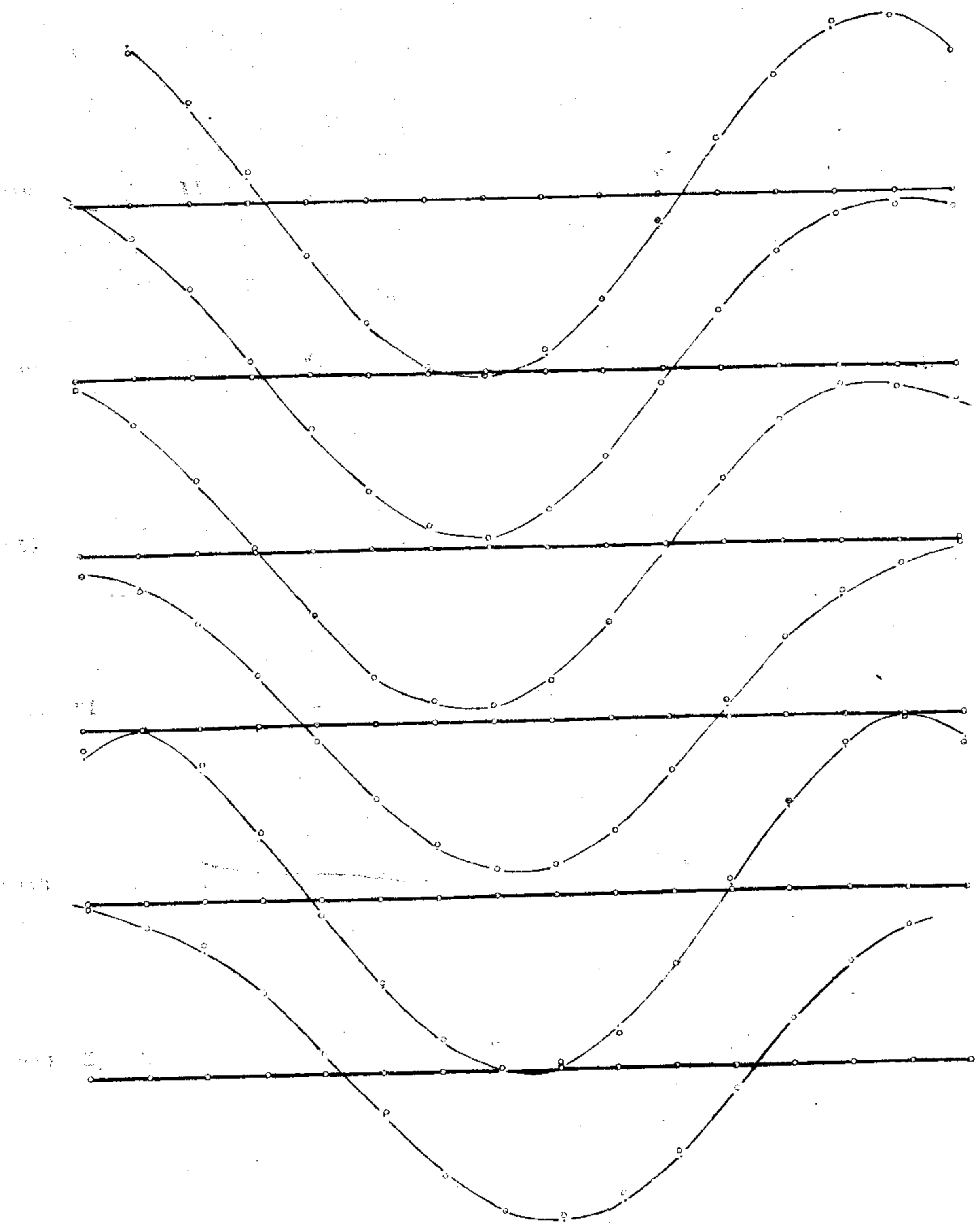
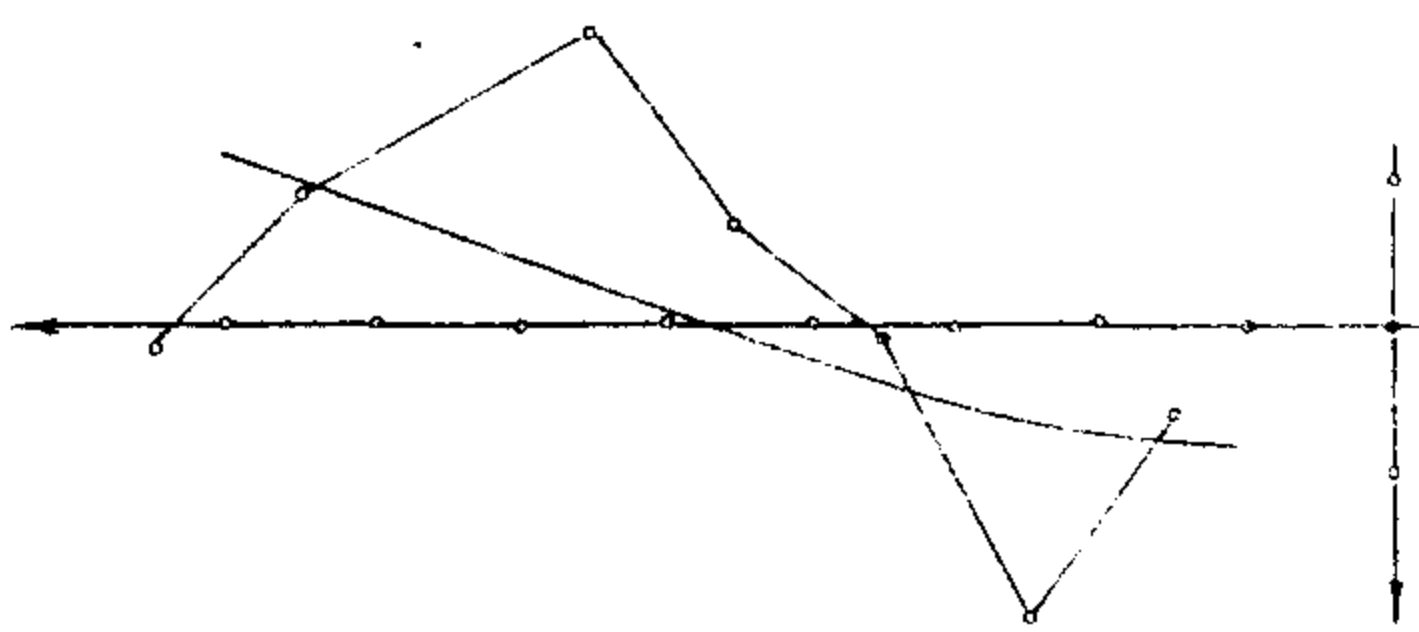
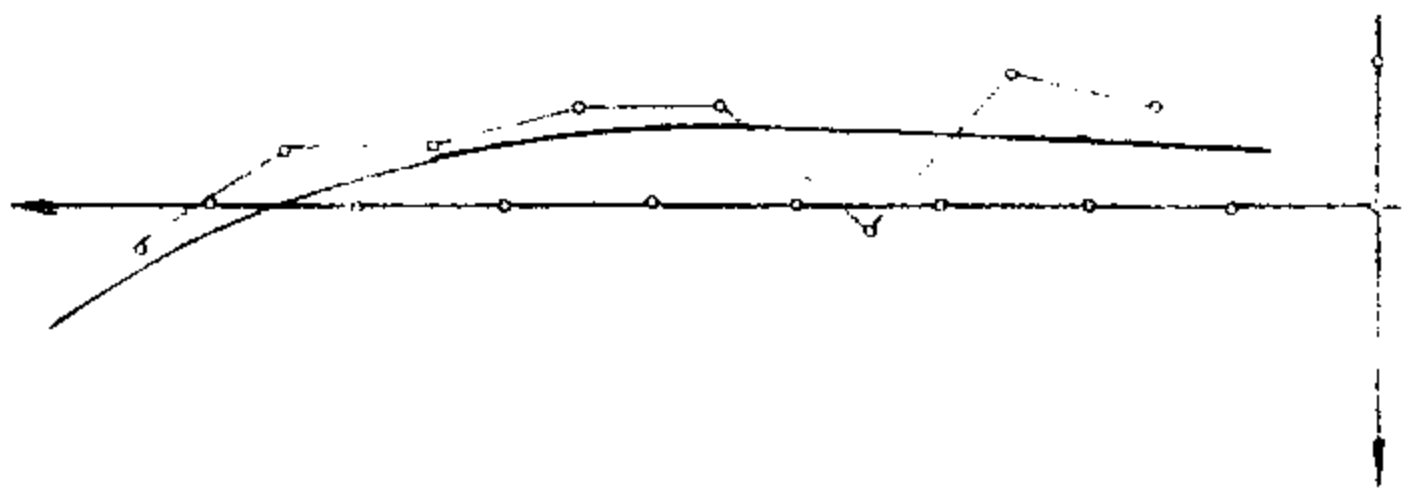
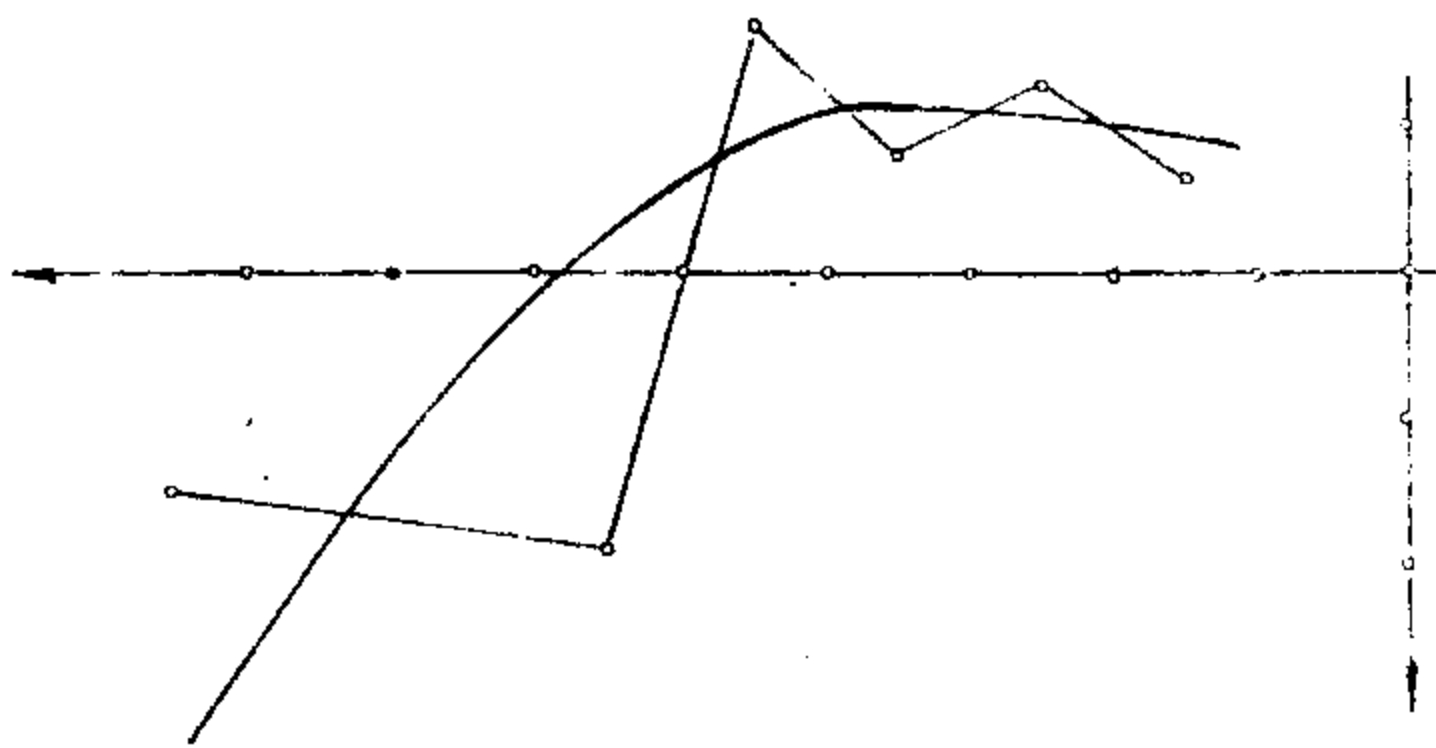


рис. 22

1917

1917

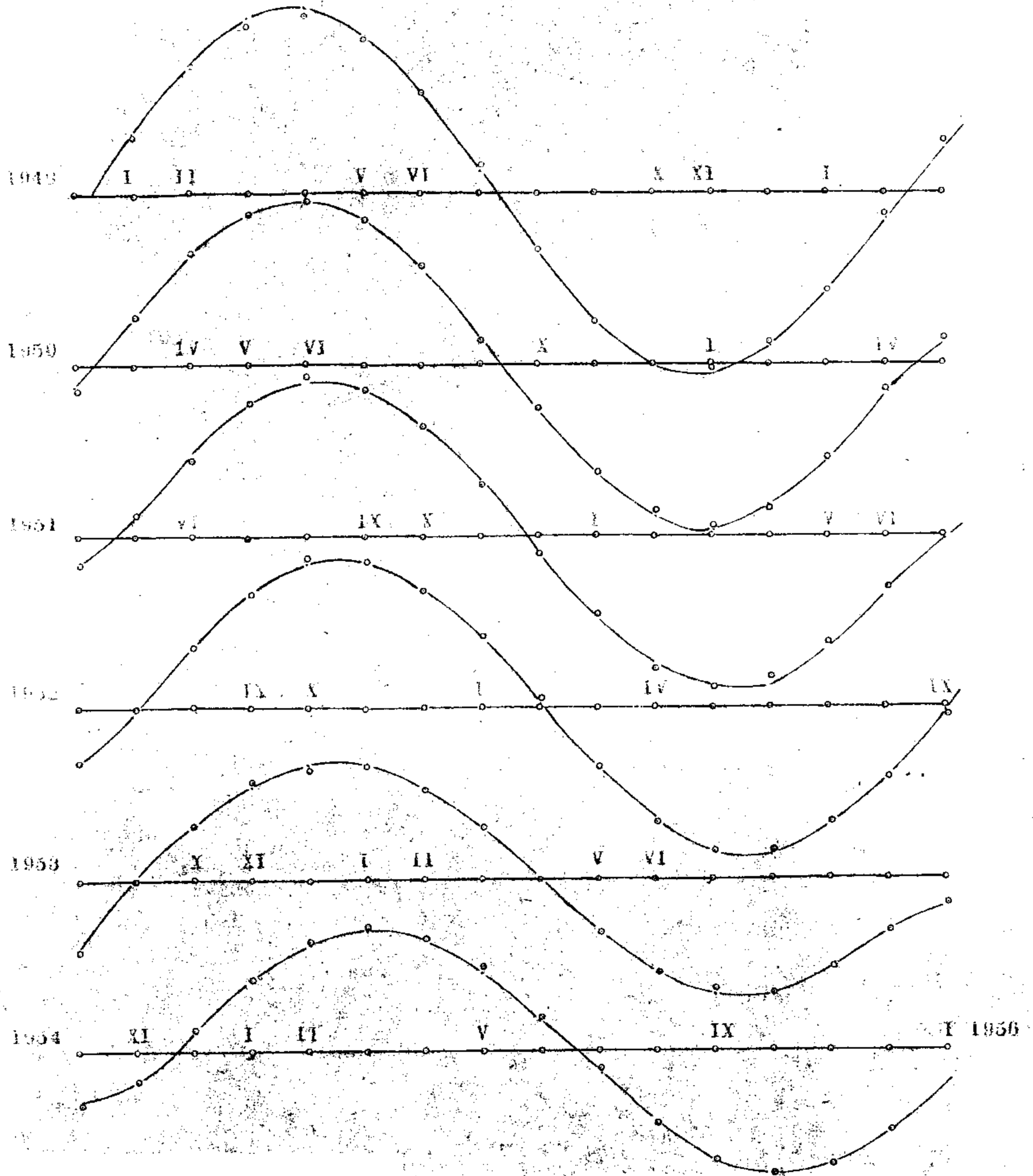


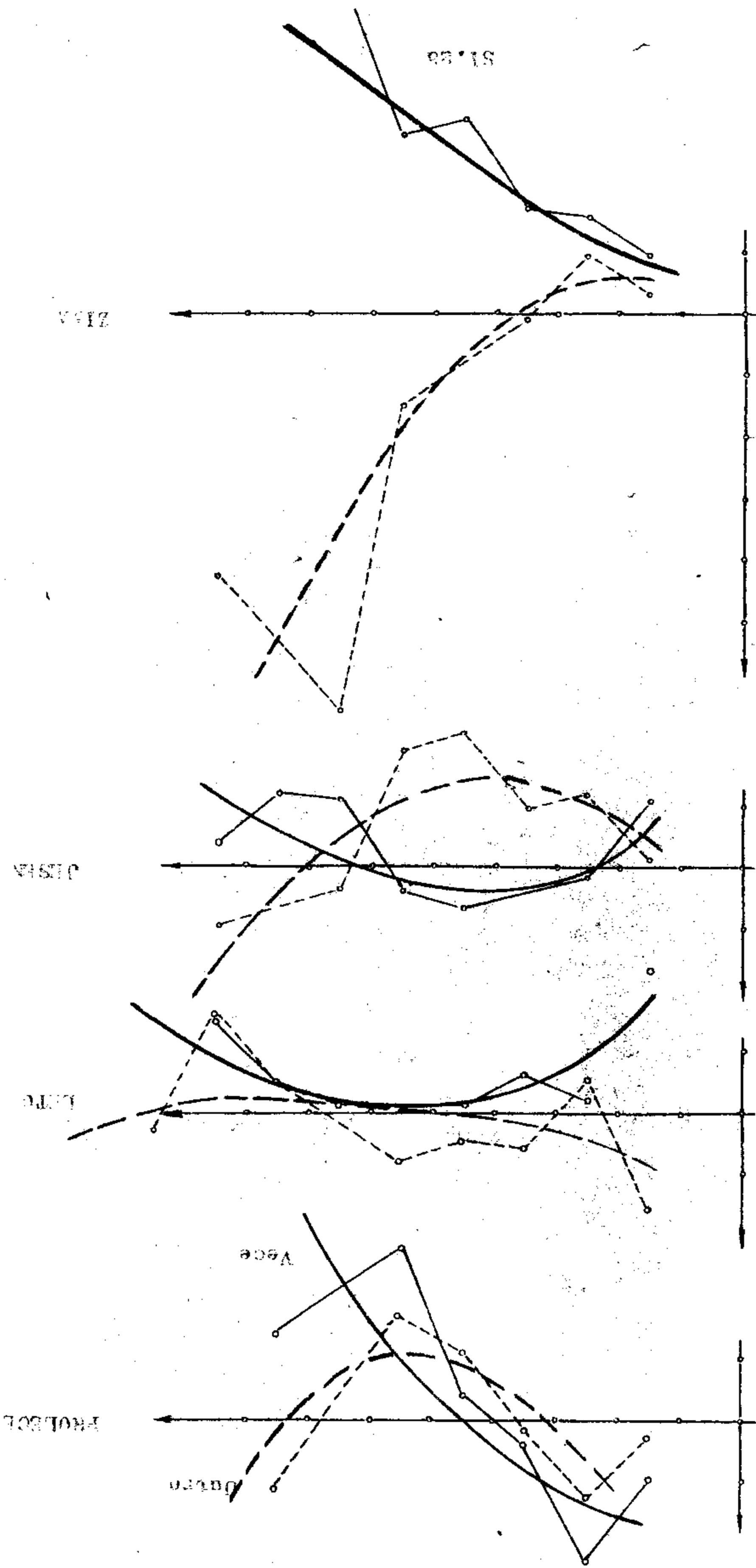


Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or a note.

CHANDLER-IV ČLAN U 4%

Apoc. os. 1 cm = 1 mesec
 Ord. os. 1 cm = 0.01





51.58

ZINA

JESIA

LETO

PROBOL

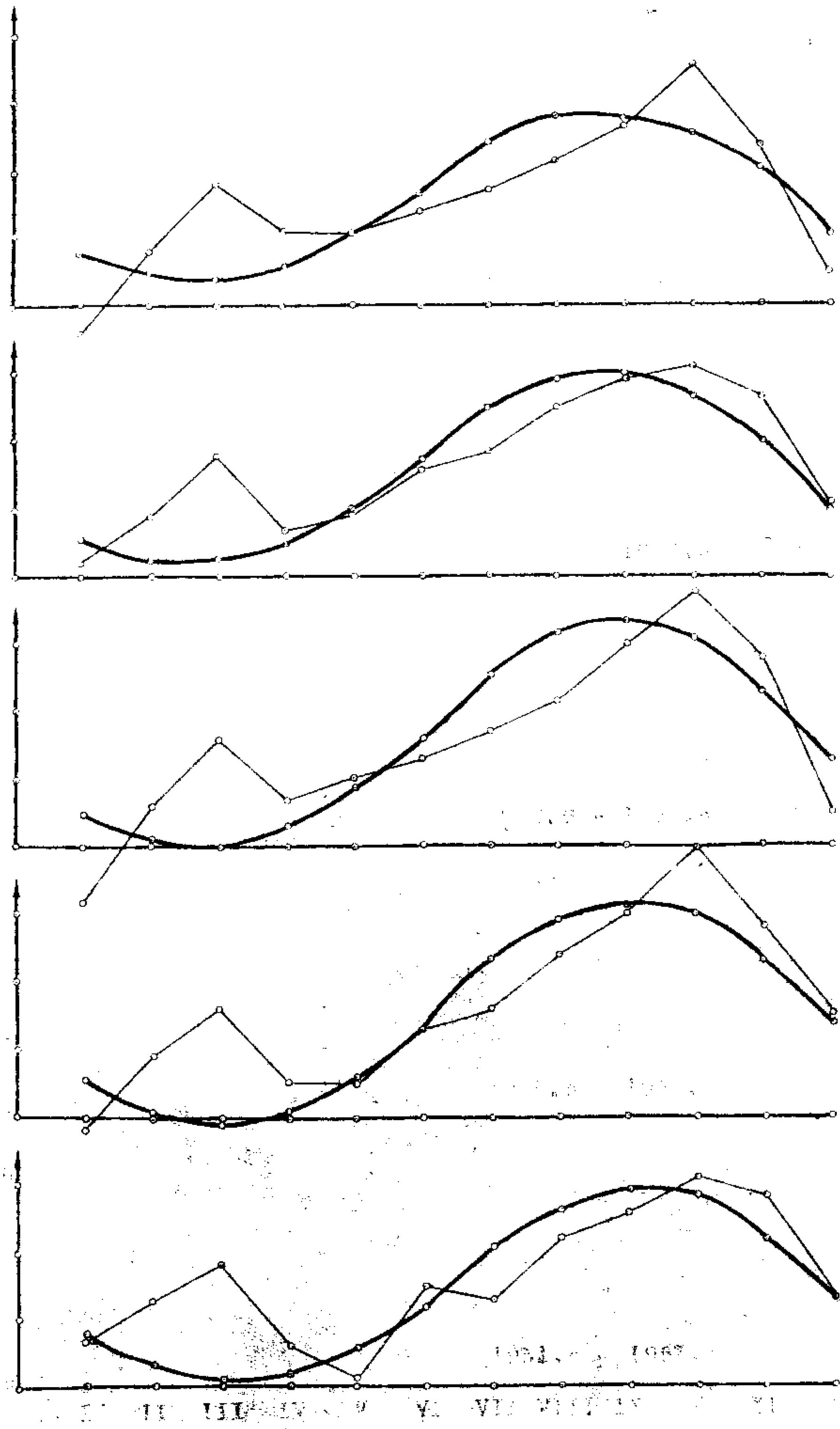
Vece

Duro

Apr. 05. 1 20. 0. 250
Oct. 05. 1 20. 0. 250

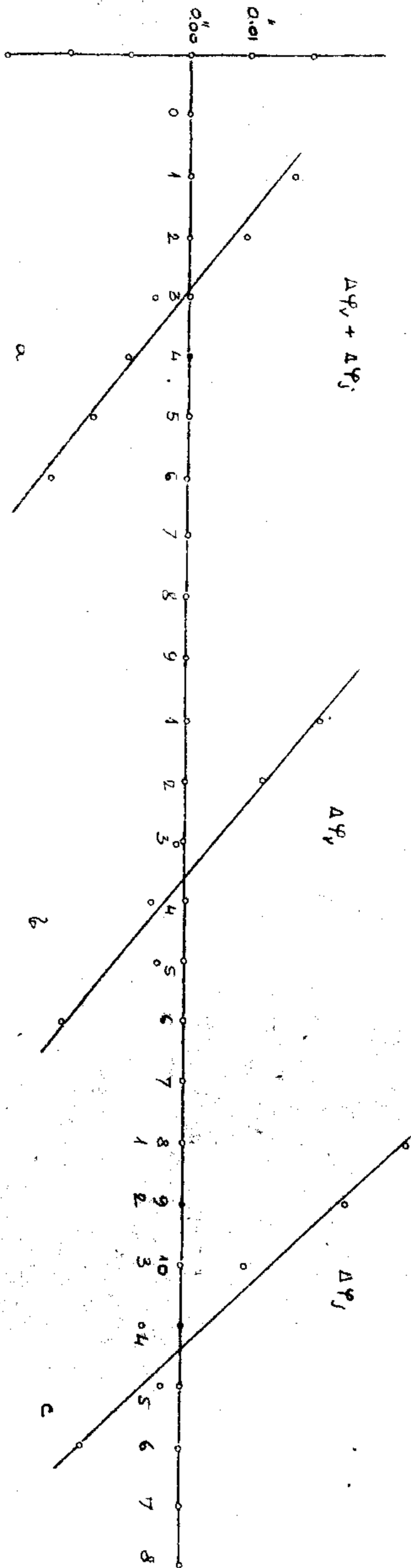
IN 51.58 51.58 51.58

FOR THE YEAR 1918 THE TOTAL AMOUNT OF...



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

Rezidue ΔP u funkcije brzine vetra



Sl. 24