

U početku moga izlaganja, ja sam spomenuo i statoskop jer nam je on potreban radi održavanja iste visine leta kod svih snimaka. Da bi lice, koje vrši snimanje moglo stalno kontrolisati svoju visinu leta potrebni su nam što osetljiviji statoskopi ili diferencijalni visinomeri. Prvi takvi aparati konstruisani su kod „ASKANIAWERKE“ u Nemačkoj i onaj od PAULINA, koji je trebao da pokazuje razlike u visini leta od 1—2 m. Međutim na praksi su oba podbacila usled svoje komplikovane mehaničke konstrukcije. Tek Dr. VEJZELE u Finskoj, uspeo je da konstruiše upotrebljiv i jako prost statoskop, koji je davao odlične rezultate. Njegov statoskop je u vidu jednog manometra napunjen sa specijalnom tečnošću, koja je tako osetljiva, da ona visinsku razliku od jednog metra, u stubu napunjenom sa tom tečnošću, pokazuje sa porastom ili opadanjem tečnosti u stubu od 1 mm. Osim toga dobra strana ovog statoskopa je još i ta, što je tečnost njegova apsolutno neosetljiva prema potresu motora, što je u ostalom vrlo važno, jer se u protivnom ta sitna pročitavanja od 1—2 mm. ne bi mogla vršiti. Na ovaj način, pilot je u mogućnosti, da održi svoju visinu leta do 2—3 m. tačnosti prema izabratoj nultoj tački. Atmosferske prilike kao i opadanje pritiska u odnosu na različite visine leta neće mnogo uticati, jer se pretpostavlja, da je zemljište koje se snima na približno istoj visini odnosno sa dozvoljenim visinskim razlikama.

Ing. Arkadije Sirks

Triangulacije u geodetsko-geometarskoj praksi u raznim projekcionim i koordinatnim sistemima na teritoriji Kraljevine Jugoslavije

Triangulaciju I reda u svakoj državi obično izvada naročito geometarsko nadležstvo, koje se specijalno bavi tim radovima visoke tačnosti (kod nas Vojno-Geografski institut), i čiji se stručnjački kadar popunjuje na naročiti način. Sudelovanje kod geodetskih radova triangulacije I reda obično je dostupno manjem broju lica, koji su se posvetili geodetsko-geometarskoj struci. Ali već triangulaciju II i III reda izvađaju geometri Odelenja katastra i državnih dobara, a prema uredbi o izradi katastra

putem privatnih preduzeća omogućeni su triangulacioni radovi i civilnim geometrima do 3 reda zaključno. Po pravilniku o katastarskom premeravanju I deo (triangulacija) već se tačke III reda moraju računati s obzirom na krivinu zemlje, ako dužine pravca iz kojih se tačka određuje, prelaze 5 km. Tačke triangulacije višega reda možemo odrediti nekom naročitom metodom, šta se dešava obično kod određivanja veće skupine od više novih tačaka, kada triangulaciju izjednačujemo kao zasebnu mrežu uz priključak na državnu triangulaciju I reda, dakle uz prisilne uslove, uvadajući u novu triangulaciju, određene od prestrane triangulacije i uglove. Osim toga po poznatim pravilima sastavljamo figurne i polusne uslove nove mreže, a posle izjednačujemo sva odstupanja ili strogom metodom najmanjih kvadrata, rešavajući normarne jednačine, ili nekom približnom metodom. U praksi češće dolazi u obzir način određivanja novih tačaka metodom presecanja. Naime ako u okolini imamo dosta trigonometrijskih tačaka višega reda nije potrebno da razvijamo mrežu II ili III reda, već je dosta ako popunimo mestimične praznine u triangulaciji uvrštenjem pojedinih tačaka, koje određujemo presecanjem, uzimajući u obzir krivine zemlje. Ovo poslednje, tj. uzimanje u obzir zemaljske krivine postizemo automatski, ako traženu tačku računamo u trigonometrijskom obrascu br. 33, koji je uglavnom sastavljen na istim principima kao i trig. obrasci br. 10 i 11, a koji je predviđen za računanje koordinata trigonometrijskih tačaka višega reda u Gauss-Krigerovoj projekciji s obzirom na krivine zemlje uvadanjem u računanje naročitih popravaka. Ove popravke za redukciju pravaca $\psi' a'$ i $\psi' b'$ i dužine „u“ sračunavamo u odeljku 5 trig. obrasca 33. Ove popravke možemo računati ili pomoću tablice II za redukciju pravaca i tablice V za redukciju dužina, ili popravke za redukciju dužina nalazimo pomoću grafikona II-a i II-b, koji su priloženi u I delu pravilnika. Sa tako sračunatim popravkama u odeljku 2 obrasca br. 33 pretvaramo sferoidne pravce T_c odnosno T_y u ravne i dalje se u račun izjednačenja uvode samo ravni pravci t_c odnosno t_y , koji se dobiju po formulama

$$t_c = T_c - (\psi' a' + \psi' b')$$

$$t_y = T_y + (\psi' a' + \psi' b')$$

U 6 odeljku obrasca br. 33 vrši se kontrola sračunatih popravaka za redukciju, koju dobivamo računanjem svih po-

pravaka za redukciju pravaca i računanjem sfernog ekscesa sferoidnih trokuta, koje stvaraju strane triangulacije. Ako za ovu kontrolu nemamo sve potrebne popravke onda sračunavamo njih u trig. obrascu br. 35⁵, a sferni eksces sferoidnog trokuta dobivamo pomoću formule $\Sigma'' = a \cdot b \cdot \sin \gamma \cdot H$ za koju strane a i b uzimamo iz 3 odeljka 33. obrasca, ugao γ koji stvaraju strane triangulacije sračunava se iz podataka merenja, a $\log H$ uzimamo iz tablice XV, priloženih u I delu pravilnika. Sferni eksces možemo dobiti i grafički iz grafikona III. Sama kontrola osniva se na poznatom svojstvu po kome je slika krivulje, koja je strana triangulacije, uvek konkavna prema osovini X. Dakle ako imamo sferoidni trokut ABC lako možemo nacrtati položaj krivulja, koje su slike strana triangulacije prema njihovim tetivama (vidi sliku 1), a ovde zaključujemo i o predznacima pojedinih popravaka. Ako uzmemo apsolutnu vrednost popravke za ψ , onda iz slike 1 vidimo da je suma kuteva ravnog trokuta ABC, koji čine tetive daje 180° , a suma kuteva sfernog trokuta ABC usled konformnosti projekcije daje nepromenjena kao na sferi $180^\circ + \Sigma''$, gde je E'' sferni eksces.

Dakle $180^\circ - \psi_{AB} - \psi_{BA} + \psi_{BC} + \psi_{CB} - \psi_{CA} - \psi_{AC} = 180^\circ + \Sigma''$, a odavde $\Sigma'' = (\psi_{BC} + \psi_{CB}) - (\psi_{AB} + \psi_{BA}) - (\psi_{CA} + \psi_{AC})$.

Promatrajući slike pojedinih strana trougla levo i desno od osovine X vidimo da tetiva prema krivulji može zauzeti sledećih osam položaja (vidi sliku 2), a od položaja tetive prema krivulji ovisi znak popravke, koja se uvodi u gornju kontrolnu formulu sa sfernim ekscesom.

Teritorija Kraljevine Jugoslavije podeljena je na tri zone, a širina svake zone iznosi 3° geografske dužine. Srednji meridijan zone predstavlja na projekcionoj ravnini apcísnu X osu. Ti srednji meridijani su meridijani 15° , 18° i 21° istočne dužine od Grinviča. Jasno je da će biti česti slučaj kada strana triangulacije seče osovinu X, a pošto u ovom slučaju ne vredi pravilo da je slika krivulje (strane triangulacije) konkavna prema osovini X (jer nju sada seče), to se ovaj slučaj mora posebno ispitati, kako bi i u ovom slučaju mogli koristiti kontrolnu formulu. Radi jednostavnosti izvoda možemo promatrati mesto projekcije geodetske linije, koju predstavlja strana triangulacije, luk velikog kruga. Greška, koja se pri tome uvlači u račune uvek je manja nego zahtevana tačnost, s obzirom već i na to, da se može raditi samo o triangulaciji II ili nižeg reda.

Promatraćemo krivulju S (vidi sliku 3.), koja je prema gornjem dopuštenju luk velikog kruga i koja predstavlja neku stranu triangulacije AB. Ako zamislimo neki koordinatni sustav sa osama η i ξ , koje su međusobno okomite, a sa koordinatnim početkom u tački A, onda se krivulja S u tom sustavu može predočiti poznatom jednačinom:

$$\eta = \xi \frac{S \cdot \cos t_1}{6 r^2} (2y_1 + y_2) - \frac{\xi^2}{2r^2} y_1 \cos t_1 - \frac{\xi^3}{6r^2} \sin t_1 \cos t_1 \quad (I)$$

gde znače: r . . . srednji radijus krivine za srednju širinu Krajevine Jugoslavije t. j. za $\varphi = 44^\circ 07'$; S — dužina krivulje, t. j. strane triangulacije; y_1 i y_2 su ordinante tačaka A i B u sustavu „XY“; t_1 — je azimut tetive AB; ξ je apscisa krivulje S u sustavu „ η ξ “.

Duljinu krive S možemo zameniti sa duljinom tetive d s obzirom na neznatan uticaj njihove razlike na traženi rezultat.

$$\text{Onda formula (I) prelazi u } \eta = (2y_1 + y_2) \frac{d \cdot \cos t_1}{6r^2} \xi - y_1 \frac{\cos t_1}{2r^2} \xi^2 - \frac{\sin t_1 \cos t_1}{6r^2} \xi^3 \quad (II)$$

Iz (II) vidimo da $\eta = 0$ za $\xi = 0$ i za $\xi = d$, a pošto je (II) jednačina 3 stepena mora postojati još jedna vrednost za ξ kojoj odgovara $\eta = 0$, t. j. drugim rečima krivulja S seče još jednom tetivu d . Ako iz (II) eliminišemo $\xi = 0$ dobićemo jednačinu drugog stepena:

$$\frac{\sin t_1 \cos t_1}{6r^2} \xi^2 + \frac{y_1 \cos t_1}{2r^2} \xi - d \frac{\cos t_1}{6r^2} (2y_1 + y_2) = 0 \quad (III)$$

Množimo (III) sa faktorom $\frac{6r^2}{\cos t_1}$ i dobićemo

$$\sin t_1 \xi^2 + 3y_1 \xi - d (2y_1 + y_2) = 0 \quad (IV)$$

odakle rešenje ove kvadratne jednačine po ξ imamo:

$$\xi = \frac{-3y_1 \pm \sqrt{9y_1^2 + 4 \sin t_1 d (2y_1 + y_2)}}{2 \sin t_1} \quad (V)$$

zamenivši pod korenom u drugom članu $\sin t_1 d$ sa izrazom $y_2 - y_1$ (iz slike 3 neposredno vidimo da $\sin t_1 d = y_2 - y_1$) imaćemo:

$$\xi = \frac{-3y_1 \pm \sqrt{9y_1^2 + 4 (y_2 - y_1) (2y_1 + y_2)}}{2 \sin t_1} \text{ i dalje}$$

$$\xi = \frac{-3y_1 \pm \sqrt{9y_1^2 + 4y_1 y_2 - 8y_1^2 + 4y_2^2}}{2 \sin t_1}$$

$$\xi = \frac{-3y_1 \pm \sqrt{(y_1+2y_2)^2}}{2 \sin t_1} = \frac{-3y_1 \pm (y_1+2y_2)}{2 \sin t_1}$$

$$\text{odakle: } \xi_1 = \frac{2(y_2-y_1)}{2 \sin t_1} \quad (\text{VI})$$

a pošto je $\sin t_1 = \frac{y_2-y_1}{d}$ (iz slike 3), onda $\xi_1 = d$.

Za drugu vrednost ξ_2 dobićemo:

$$\xi_2 = -\frac{2y_1+y_2}{\sin t_1} \text{ i uvađanjem } \sin t_1 = \frac{y_2-y_1}{d}$$

$$\text{dobićemo } \xi_2 = -d \frac{2y_1+y_2}{y_2-y_1} \quad (\text{VII})$$

Iz ove druge vrednosti za ξ_2 vidimo da je presecanje krivlje S sa tetivom moguće samo u slučaju ako glavni meridijan odnosno apscisa X sustava X, Y seče stranu triangulacije, t. j. ako se tačke A i B nalaze istočno i zapadno od odnosnog glavnog meridijana zone. Zbilja, dokle god se strana triangulacije svima svojim tačkama nalazi na jednoj strani glavnog meridijana, t. j. kada su y_1 i y_2 (ordinate tačaka A i B strane triangulacije u sustavu X, Y) zajedno imaju pozitivno ili negativno značenje dobićemo za ξ_2 iz (VII) negativnu vrednost, a apsolutna vrednost ξ_2 biće veća od d, t. j. $|\xi_2| > |d|$, pošto je u ovom slučaju

$$\xi_2 = -d \frac{2y_1+y_2}{y_2-y_1} = -d \frac{y_2-y_1+3y_1}{y_2-y_1} = -d \left(1 + \frac{3y_1}{y_2-y_1}\right)$$

gde $y_2 - y_1 > 0$ jer koordinata y_1 treba da se odnosi uvek na zapadnu tačku strane triangulacije. Odavde zaključujemo da ovo značenje ξ_2 je fiktivno i postoji samo dva rešenja, a to su $\xi_1 = 0$ i $\xi_2 = d$ kod kojih je $r_1 = 0$. Za slučaj ako glavni meridijan seče stranu triangulacije, a i za slučaj ako ujedno $-2y_1 > y_2$ iz (VII) uvek ćemo dobiti isto negativnu vrednost, a za $y_2 - y_1$ dobićemo da je pozitivno, t. j. i za ovaj slučaj presecanja neće biti. Ako uzmemo da je $-2y_1 = y_2$ (VIII) i ujedno $\xi = 0$, vrednost popravaka za redukciju smera ψ_1 i ψ_2 koje se dobiju po poznatim formulama

$$\psi_1 = \frac{\rho''}{6r^2} (x_2-x_1) (2y_1+y_2) \quad (\text{IX})$$

$$\psi_2 = \frac{\rho''}{6r^2} (x_1-x_2) (y_1+2y_2) \quad (\text{X}),$$

daje uvrstivši (VIII) u (IX) $\psi_1 = 0$.

Ovo dakle znači da će presecanje postojati, ali na beskonačno bliskom otstojanju od tačke A. Ako uzmemo nadalje da postoji odnos $-2y_1 > y_2$ ili $2y_1 > -y_2$ (XI) onda iz (VII) vidimo da ovde ξ postaje pozitivno, a u isto vreme $\xi < d$. Dakle pri prelazu od uslova (VIII) t. j. od odnosa $-2y_1 > y_2$ u uslov $2y_2 > -y_1$ tačka u kojoj krivulja S seče tetivu giba se od tačke A prema tački B, a za slučaj ako je

$$-y_1 = y_2 \quad (\text{XII})$$

tačka presecanja (vidi sliku 4) poklapa se sa glavnim meridijanom, odnosno sa osovinom X dane meridijanske zone. Iz (X) vidimo da za slučaj ako je $2y_2 = -y_1$, imamo da je $\psi_2 = 0$, t. j. presecanje bjeće u beskonačno bliskom otstojanju od B, i ako je $2y_2 < -y_1$ presecanja uošte neće biti, pošto je onda $\xi > d$, t. j. rešenje je fiktivno. U slučaju ako krivulja S seče tetivu, ordinata η menja predznak, što je vrlo važno za određivanje znaka popravke ψ . Da ovo nije tačno imali bismo slučaj, predočen sa desne strane na slici 5. Međutim ovu kombinaciju za rešenje treće vrednosti za ξ kod koje je $\eta = 0$ moramo da odbacimo s razloga, što bi u ovom slučaju idući od A do B morali naići na vrednost u nekoj tački prve derivacije η po ξ koja je jednaka ∞ , t. j. $\frac{d\eta}{d\xi} = \infty$ a ovo nije slučaj, jer je ova derivacija i

njeno geometrijsko značenje, t. j. tangenta na krivulju AB uvek mala veličina. Pošto je funkcija kontinuirana moguć je samo prvi slučaj, t. j. prelaz od pozitivnih vrednosti η prije presecanja na negativne vrednosti η posle presecanja za promenu ξ od 0 do d.

Na slici br. 6 nacrtani su svi slučajevi koji mogu nastupiti u praksi, kada strana triangulacije seče osovину X, t. j. glavni meridijan zone, za razne veličine ordinata krajnjih tačaka strane triangulacije y_1 i y_2 i azimuta t_1 . Pomoću privremenih koordinata tražene tačke i koordinata date tačke triangulacije određuje se pod koju vrstu spada svaki pojedini slučaj, a onda se prema dotičnoj slici odredi znak popravke ψ i tako iskoristi kontrolna formula sferoidnih popravaka pomoću sfernog ekscesa.

Sve što je dosad rečeno odnosi se na Gaus Krigerovu konformnu cilindričnu projekciju meridijanskih zona, koju je Kraljevina Jugoslavija usvojila 1924 godine za državni premer. Postoji uglavnom tri vrste kartografskih projekcija: konformne, kod kojih nema deformacije uglova ekvivalentne kod kojih nema deformacije površina, i kompenzativne, kod kojih se deformišu po specialnim zakonima i uglovi i dužine i po-

vršine, ali koje imaju svoje naročite prednosti pred drugim projekcijama. Teoriju konformnog preslikavanja zemnog sferoida na ravninu obradio je matematičar Gaus. Gaus-Krigerova projekcija u kartografiji poznata je pod imenom poprečne cilindrične konformne projekcije. Zemlja se preslikava po Gausu na tangencijalni cilindar, koji se posle razvija u ravninu. (Vidi sliku 7) Dr. Kriger zamenio je tangencijalni cilindar sa cilindrom, koji seče zemlju, koji je dakle pomaknut prema centru zemlje, a njegovo otostojanje od središta zemlje odabrano je tako, da deformacije ostanu unutar određenih granica. Na Krigerov cilindar prelazimo množenjem Gausove koordinate sa faktorom m_0 zapravo projekcija, jer imamo ovde više cilindara, pošto svaka meridijanska zona sa širinom od 3° geografske dužine preslikava na poseban cilindar, a veza se između pojedinih zona postigne računanjem koordinata graničnih tačaka u dva susedna koordinatna sustava (svaka zona sačinjava koordinatni sustav) i pomoću naročitih formula za prelaz sa koordinata jedne zone na koordinate druge zone.

Pravilnik za kat. premeravanje deo I (Triangulacia) sastavljen je uglavnom za radove triangulacija višega reda u Gaus-Krigerovoj projekciji i s obzirom na ovu projekciju sastavljene su sve tablice, a i 33 obrazac za računanje tačaka triangulacije metodom presecanja a s obzirom na krivinu zemlje. Ova je projekcija primljena dosledna u krajevima, gde se vrši novi katarski premer, gde se vrši i detaljno snimanje u istoj projekciji. U ostalim krajevima naše države postoje drugi projekcioni sistemi i koordinatni sustavi u kojima moramo vršiti geodetske radove. Uvrštene trigonometrijske tačke moramo uklapati u stare trigonometrijske mreže i moramo poznavati metode kojima su se određivale stare mreže.

Ne pomaže najtačnije ravnjanje po metodi najmanjih kvadrata ako se ne zna kritički oceniti i primeniti podaci stare mreže. Često se neopravdano općenito napadaju stare triangulacije, ali uverio sam se na praksi da je neopravdana generalna osuda svega što nije izrađeno u ovom veku prema postojećim propisima. Većina starih trigonometrijskih mreža razvijene su da budu podloga grafičkom detaljnom snimanju, i za svoju svrhu bile su odlično određene, a često služe još i danas kao podloga daljnim numerečkim geodetskim radovima.

U geodeziji postoji još metoda samostalnih, t. zv. slobodnih triangulacija sa i bez samostalnog određivanja azimuta strane triangulacije, koje služe posle kao podloga daljnjih geodetskih radova. U koliko slobodna triangulacija zauzima veće površine uvada se u računanje zakrivljenost zemlje na taj način, što svaki kut. trokuta triangulacije popravljamo za trećinu sfernog ekscesa, odnosno nesuglasicu u trokutu smanjujemo za sferni ekscses. Međutim samo na jako velikim površinama dolazi do izražaja uticaj sfernog ekscsesa, a pošto na velikim površinama obično imamo dosta tačaka državne triangulacije sigurnije je vezati se za državnu triangulaciju, da bi se održao kontinuitet geodetskih radova.

Kod glavne trigonometrijske mreže slobodne triangulacije grada Zabreba (na površini od pveko 40 km².) imao sam srednju grešku izjednačenog kuta $\Sigma_0 = + 1''$, 941, a srednju grešku opažanog pravca $m_s = \pm 2''$, 760 kao srednju vrednost iz zbroja grešaka opažanih pravaca (opažanje je vršeno teodolitom Cajsa sa podatkom čitanja 0'', 1 a po metodi Šrajbera opažanjem pojedinih uglova.) U isto vreme sferni ekscses iznosio je Σ'' min. = 0'', 013 i Σ'' max = 0'', 036, dakle daleko je izostajao iza grešaka opažanja i ravnanja unatoč najpreciznijem merenju i najsavršenijoj metodi. Ovo je znak da i na mnogo većoj površini još uvek možemo izostaviti uvađanje sfernog ekscsesa, a ipak ćemo ostati u granicama ispod uticaja grešaka merenja.

Ali dok izvađanje slobodne triangulacije ima više akademski interes, uvrštavanje novih trigonometrijskih tačaka u stare trigonometrijske mreže zaseca takoreći u svakodnevnu geodetsku praksu na severu države, gde svaku tačku triangulacije višega reda, koju određujemo presecanjem, moramo projektovati na ravninu projekcije istim metodama, koje su upotrebljene za dotičnu projekciju i mrežu triangulacije, svakako uz održavanje svih formalnih propisa današnjeg pravilnika o katastarskom premeravanju. Prema tome tablice iz 1 dela pravilnika za sferoidne redukcije pravaca i strana itd. ne mogu se upotrebiti, već se moraju upotrebiti specijalne tablice, a oko ovih na raspoloženju nemamo, sve potrebne za redukciju veličine moramo računati. Trigonom. obrazac br. 33 isto se mora nešto preudesiti, odnosno se sferoidne redukcije moraju računati na posebnom obrascu. Katkada uopšte neće biti moguće teoretsko strogo izjednačenje. Ovde ne možemo kod triangulacije uvek održati stroge katastarske propise o dozvoljenim odstupanjima, jer su kordinate tačaka

višega reda nastale često na sasvim drugi način, nego što je onaj, koji ima u vidu katastarski pravilnik o triangulaciji. Kao ilustraciju navešćemo da nije svuda kod starih mreža održan princip ili u geodetskim radovima od „većeg ka manjem“, tako da se događa nagomilavanje grešaka, koje ne možemo ukloniti bez zamašnjeg geodetskog rada, a koje nam mora poslužiti kao opravdanje prekoračenja dozvoljenog otpustanja. Triangulator mora da zna da je već sama razdeoba na redove kod starih mreža bila drukčija nego sada. Tako tačno su se delile na redove I, II, III na međusobnom otstojanju od 2—8 katastarskih milja, tj. od 15 do 60 km. za tačke I reda; od 1 do 4 kat. milja tj. od $7\frac{1}{2}$ do 30 km. za tačke II reda, i od jedne milje tj. do $7\frac{1}{2}$ km. za tačke III reda. Tačke IV reda služile su za neposredno snimanje na terenu grafičkom metodom i njihova međusobna daljina ovisila je o formaciji terena. Vredilo je pravilo da je za dobru vezu sa okolnim snimanjem potrebno da svaki list plana mora da ima bar 3 tačke triangulacije, a da bi se susedne tačke mogle upotrebiti za više listova tačke su se po mogućnosti smesale u sva četiri ugla lista, kako bi se mogle upotrebiti za više listova. Naročito kritički moramo se ponašati prema koordinatama tačaka IV reda, jer i ako su za svoju svrhu odlično određene, ove tačke ne mogu uvek poslužiti kao temelj za dalje razvijanje trigonometrijske mreže i izjednačenje uz održanje svih propisa bez prekoračenja dozvoljenih otpustanja. Jedna milja, koja je bila jedinicom dužine je katastarska milja. 1 milja = 4000^o, gde je 1^o = 1,8964838....mt. Tačke višega reda opažane su teodolitom girusnom metodom (uključivši i tačke I reda). Prema svom postupku trigonometrijske mreže starih triangulacija dele se na dve glavne vrste: takozvanu „staru“ i takozvanu „novu“ glavne mreže. Kod obadve vrste koordinate su računane u hvatovima ali u raznim koordinatnim sustavima. Kao prva podvrsta u staroj glavnoj mreži je takozvana prekodunavska glavna mreža, koja je stvorena polovinom XIX veka. Ova podvrsta nalazi se u Međumurju i Baranji tj. u jednom delu Dravske i u delu Dunavske banovine. Koordinate tačaka sračunate su u Budimpeštanskom koordinatnom sustavu. Tačke I, II, i III reda dobivene su trigonometrijskim putem računanjem, a tačke IV reda određene su samo grafičkim putem pomoću geodetskog stola na papiru, nategnutom na staklenoj ploči u merilu 1:14400, a pošto su mape kat. plana izrađene u merilu 1:2880, dakle u 5 puta

većem merilu, jasno je da u današnjim zahtevima tačnosti dobivene na taj način koordinate ne odgovaraju.

Druga podvrsta stare glavne mreže je Hrvatsko-Slavonska glavna mreža, sračunata u Ivaničkom koordinatnom sustavu. I ovde su tačke I, II i III reda sračunate trigonometrički, a tačke IV reda određene su delimično trigonometrički, a delimično grafički-geodetskim stolom. Ova podvrsta nalazi se uglavnom u Savskoj banovini.

Treća podvrsta stare glavne mreže je mreža bivše vojne krajne, koju je izradio bivši vojnički katastar delimično u Ivaničkom koordinatnom sustavu, a delimično u Budimpeštanskom sustavu. Ovde trigonom. mreža ne sačinjava jednu suvislu celinu i nije održavan princip ići u računanju „od većeg ka manjem“. Mreža je računata počevši od jednog trokuta postupnim računanjem priključnih trouglova dotle, dok se razlike nisu odveć osećale. Kada je nastupio taj slučaj dalje računanje nastavljeno je priključkom samo na jednu stranu trokuta, a greška se uopšte nije izravnala. Zbog toga svaki lokalni sustav, koji se je izrađivao za jednu „kumpanju“ t. j. teritorijalnu jedinicu vojničke uprave ispravan je, ali kod priključka na susedne tačke, ili kod orjentacionih veza kod uvrštenih triangulacija pokazuje se otklon smera, što se uvek mora uzeti u obzir kod sravnjivanja priključka. Ova mreža nalazi se u jednom delu Savske banovine i u jednom delu Dunavske banovine.

Da bih ilustrirao nehomogenost ove mreže navešću jedan od sličnih slučajeva iz prakse. U dunavskoj banovini postoji pojas tačkaka, koje su sračunate i u Budimpeštanskom i u Ivaničkom sistemu, što dozvoljava preračunavajući tačke iz jednog sistema u drugi zaključivati o prvobitnim greškama računanja. Takvim preračunavanjem koordinata u rumskom srezu dobio sam neke treće koordinate, koje su se razlikovale od zadanih katkada čak za 1 hvat, što je bilo uzrokom otklona orjentacionih vizura do 2'. Ova diferencija nastala je zbog prvobitnog pokusnog izravnjanja koordinata, koje se razlikuje od terenskog računanja i izravnjanja. Dokle god sam ostajao u granicama jednog sustava otklona nije bilo, ali čim sam u račun uvodio jednu tačku, koja se nije uzimala prvobitno u obzir kod pokusnog ravnjanja koordinata, a takve su bile sve tačke sa područja drugog koordinatnog sustava, orjentacija se je osetno menjala i prelazila granice dozvoljenog odstupanja (vidi tabl. na 112).

Vidimo da treba jako oprezno postupati kod upotrebe podataka dobivenih teoretski ispravnim naknadnim računanjem, jer se podaci pokusnog izjednačenja, sa kojima se mora održati kontinuirana veza, od njih osetno razlikuju.

Zajednička karakteristika svih spomenutih podvrsta stare glavne mreže (1853—1863) je spomenuto pokusno izjednačenje. Koordinate su pokusnim načinom izravnane na neku srednju

Разлике су биле на пример следеће:

Тачка	задано у Иванич-ком суставу:	задано у Будимп. суставу:	Прерачунавањем добивено у Будимп. суставу:	Разлика
⊗ Буђановци	$y = -143.450,89$	$y = -34.021,59$	$y = -34.022,53$	0,94
	$x = +46.432,07$	$x = +151.805,17$	$x = +151.806,49$	1,32

vrednost. Kod izračunavanja koordinata površina zemaljske kugle nije projektovana na ravninu stoga se duljine u ovoj staroj glavnoj mreži predstavljene sferoidnim uduljenostima, a površine nisu deformisane, jer je projekcija ekvivalentna.

Nezgode ove stare glavne mreže bile su zapažene već u prošlom veku i ondašnji triangulatori nastojali su da izbegnu nehomogenost geodetskih radova uvadanjem projekcionih sistema i projekcija za geodetske radove. Na naučnim principima stvorena je od god 1863 takozvana „nova glavna mreža“, koja je izjednačena po metodi najmanjih kvadrata. Ova se trigonometrijska mreža nalazi u Dunavskoj banovini — u Banatu i Bačkoj. Temelj izjednačenja ove mreže stvarali su 4 bazisa i 4 lanca trouglova sa preko stotinu normalnih jednačina u svakom lancu. Sve tačke (i IV reda) opažane su teodalitom, a izjednačeno je po malim skupinama od po 4—5 najbližih tačaka uz zadovoljenje uslovnih jednačina. Tačke IV reda određivale su se bar iz 4 pravca, t j. tačke su se određivale svaka iz dva trougla (koji su imali obično jednu zajedničku stranu), a četvrti pravac služio je za kontrolu. Za konačnu se vrednost uzima srednja aritmetička vrednost koordinata dobivenih računanjem iz raznih trouglova. Samo osobito važne tačke IV reda određivale su se strogim izjednačenjem po metodi najmanjih kvadrata. I ovde su koordinate tačaka računane u Budimpeštanskom koordinatnom sistavu, ali sada već u konformnoj projekciji. Projekcija je dvo-

struka, jer se tačke triangulacije projektuju sa zemnog sveroida na kuglu, a sa kugle na ravninu, koja dotičnu kuglu dira u centralnoj tački. Ova projekcija poznata je u kartografiji pod imenom stereografske konformne projekcije, a osniva se na Gausovim zakonima konformnog preslikavanja. Spomenuta kugla ima prema Mareku dimenzije $\log R = 6.526\ 77029$, gde je R radius zemlje, koji je sračunat u hvatima. Kugla je izabrana tako da se u granicama projekcije (a ova granica bila je nešto ispod 350 km. od Budimpešte kao centra) najbolje prilagođuje rotacionom elipsoidu zemlje. Tačke se preslikavaju na ravninu koja dira već spomenutu kuglu u Budimpešti kao centralnoj tački projekcije. Pošto je projekcija konformna uglovi se projektuju bez deformacije, a svodenje na ravninu biva na taj način, što sferični se trokuti pretvaraju u ravne pomoću naročitih tablica Mareka. Ako nam ove ne stoje na raspoloženju sračunavamo sferoidnu

redukciju po formuli $\psi_a^b = -\psi_b^a = \frac{\rho''}{4R^2} (X_a Y_b - X_b Y_a)$

gde je $\rho'' = 206265''$, R je radius zemlje sa gore spomenutim dimenzijama, $X_a Y_a$ i $X_b Y_b$ su koordinate tačaka triangulacije A i B . Pošto je projekcija konformna, imamo deformaciju dužina i površina, koja raste sa povećanjem udaljenosti od centralne tačke, u kojoj ravnina projekcije dira kuglu (vidi sliku br. 8). Ova projekcija bila je stvorena za Mađarsku i za njen centralni deo deformacija dužina bila je neosetna, ali blizu granice projekcije ova je deformacija znatna i ni u kojem se slučaju ne može zanemariti (kod Rumunske granice dostiže skoro 1 hvat na 100 hvati dužine u povoljnom smeru, odnosno deformacija površine iznosi $\frac{3}{4}$ jutra, tako da puni list mape od 500 jutara u prirodi pretstavlja tek 499 r. hv. Koeficijent dužinske deformacije dobiva se po formulama

$$\eta = \frac{1}{\cos^2 \frac{\delta}{2}}, \text{ gde } \operatorname{tg} \frac{\delta}{2} = \frac{d}{2R}, \text{ a } d \text{ se računa po formuli}$$

$\eta = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$ u kojoj su x_0 i y_0 zaokružene koordinate srednje tačke katastarske opštine (ili područja) za koju tražimo deformaciju. Međutim potrebno je računati samo d , jer onda veličinu deformacije možemo odrediti pomoću priložene karte, na kojoj su pregledno pretstavljene linije jednakih deformacija. Dužina po radiusu (u katastarskim miljama, gde milja=4000^o) oz-

načuju odstupanja srednje tačke predmetnog područja od centralne tačke projekcije, a brojke $q-1$ znače povećanje dužine od 1000 hvati na odgovarajućem otstojanju od Budimpešte. Brojke r predstavljaju površinsku deformaciju, odnosno veličinu, za koju treba smanjiti 500 j. (površinu punog lista u merilu 1:2880) da se dobije prava površina. Deformaciju dužina ne osećamo kod triangulacionih radova, ne zapažamo nju isto tako ni kod grafičkog snimanja detalja, jer su fizikalne promene papira usled usuha i vlage veće od najveće deformacije usled projekcionog sistema i dok se je za snimanje detalja upotrebljavala grafička metoda deformaciju dužina bilo je moguće potpuno zanemariti. Ali kod poligonizacije, gde poligon ide na dužinu do 1000 hvati od trigonometra do trigonometra, odmah se javlja osetna razlika kod računanja sume koordinatnih razlika u 19 obrascu, a ta je razlika utoliko veća, ukoliko smo dalje od centralne tačke projekcije. Pošto su trigonometrijske tačke zadane sa deformisanim koordinatama, što prouzrokuje razliku suma koordinatnih razlika i razlike koordinata početne i završne tačke poligona, moramo deformisati koordinate poligonih tačaka, da bismo spomenutu razliku uklonili. Ovo postizemo na taj način, što sve poligone strane množimo sa koeficijentom deformacije. Taj koeficijent η dobijemo tako, da veličini, označenoj na priloženoj karti sa $q-1$ pribroimo 1000,00 hvati i ovu sumu podelimo sa 1000,00. Koeficijent η predstavlja dakle deformisanu jedinicu dužine. Naprimer za udaljenost od centralne tačke $d = 33,6$ milja. $= 33,6 \times 4000^0 = 134400$ hvati. Koeficijent deformacije η iznosi

$$\eta = \frac{1000,00 + 0,40}{1000} = 1,0004.$$

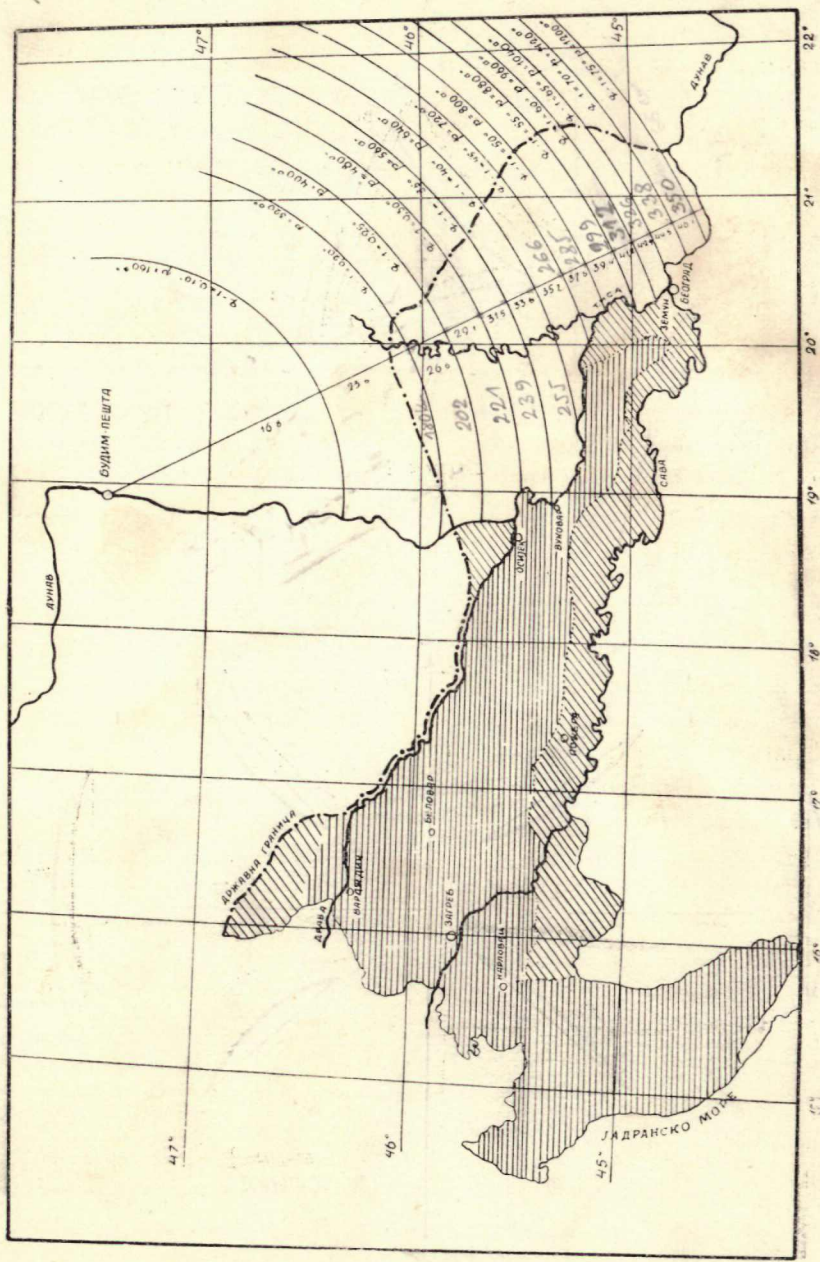
Sa ovako povećanim poligonim stranama sračunavamo koordinate poligonih tačaka, koje se onda dobivaju deformisane, t.j. prilagođene projekciji. S obzirom ali na to, da kod prenošenja računskih dužina na teren iznos deformacije moramo odbijati od računске dužine da dobijemo faktičnu dužinu na terenu, zgodno je imati u poligonu kod svake strane iskaznu vrednost deformacije crvenom tintom. Za računanje poligona ta se vrednost pribraja poligonij strani, a za prenošenje na teren od svih računskih dužina ista odgovarajuća vrednost odbija. Da bismo došli do vrednosti deformacije moramo poligone strane množiti sa $\eta-1$. Ovaj drugi postupak izgledao mi je uvek zgodniji ra-

di pregledno istaknute vrednosti deformacije. Svakako nije ispravno uvrštavati deformaciju u red slučajnih grešaka.

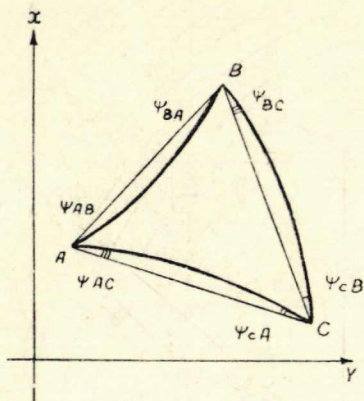
U priloženoj karti istaknuti su krajevi u kojima se nalazi mreža trigonom. tačaka u stereografsko projekciji pomoću koncentričnih krugova, čije su linije jednake deformacije. U istoj karti vodoravno šrafirano područje pretstavlja krajeve u kojima je stara glavna mreža dana u ivaničkom koordinatnom sustavu i ekvivalentnoj projekciji, a koso šrafirano područje pretstavlja krajeve, gde je stara glavna mreža sračunata u Budimpeštanskom koordinatnom sustavu iste ekvivalentne projekcije.

Iz ovog konspektivnog prikaza jasno je da u svakom konkretnom slučaju tačke višega reda triangulacije računamo drukčije, uzimajući u obzir genezu produkcionog sistema i način, na koji su dobivene koordinate datih tačaka. Što se tiče veze svih ovde spomenutih koordinatnih sustava (u još mnogih drugih), koji postoje u granicama Kraljevine Jugoslavije, kao i detaljnog uputstva za prelaz iz ovih koordinatnih sustava na koordinate Gaus-Kriggerove konforme projekcije, ovih zasada još nemamo. Ova se veza postiže pomoću preračunavanja preko geografskih koordinata starih tačaka, koje su dane u delu „Die Ergebnisse der Triangulierungen der K. u. K. Militär-geographischen Institutes“ za tačke višega reda izdano od bivšeg Bečkog vojno-geografskog instituta. Upotrebom ovih podataka, zatim najnovijih podataka našeg Vojno-geografskog instituta i originalnih podataka merenja koji su delimično pre kratkog vremena dobavljene iz Rumunije mogu sračunavati iz geografskih koordinata Gaus-Kriggerove cilindričke koordinate, a stvaranjem i razvijanjem najnužnije trigonometrijske mreže višeg reda u krajevima starih trigonom. mreža može se stvoriti podloga, za koju bi se mogla vezati kod svakog većeg geodetskog rada obaveza izradivanja podatakaza postepeno izjednačenje projekcije na celoj državnoj teritoriji u budućnosti.

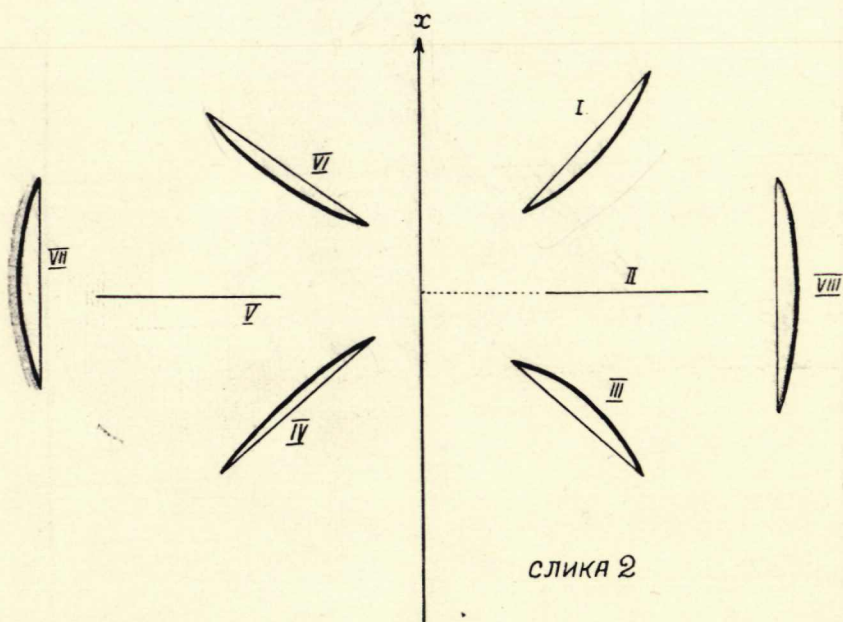
1h = 1892 m
12h = 3,6 m²



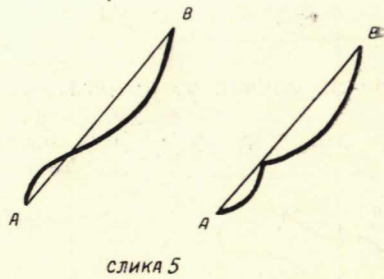
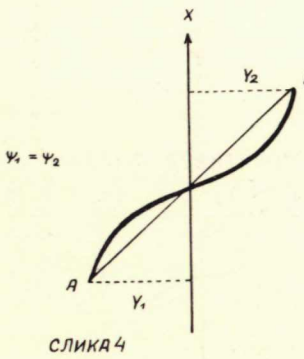
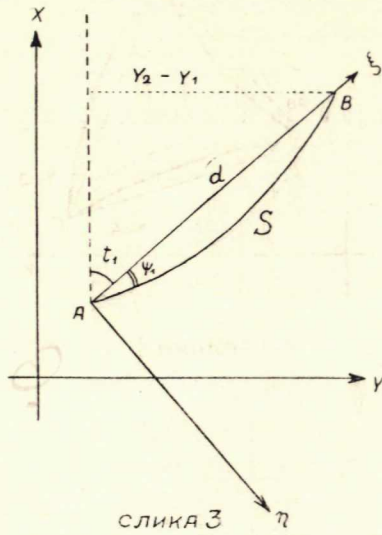
ИСТОЧНЕ ДУЖИНЕ ОД ГРИНВИЧА



СЛИКА 1

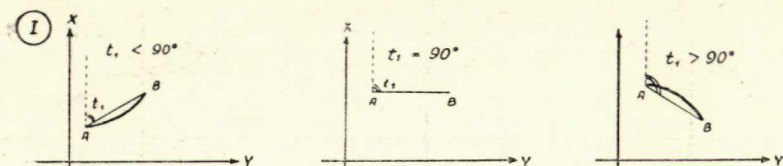


СЛИКА 2

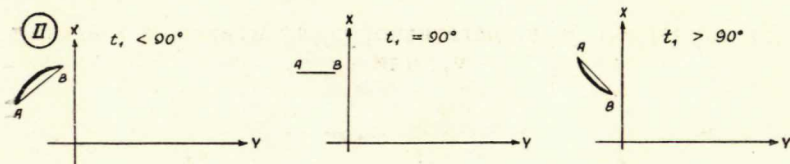


Таблице за одређивање знака сфероидних поправака ψ_1 и ψ_2

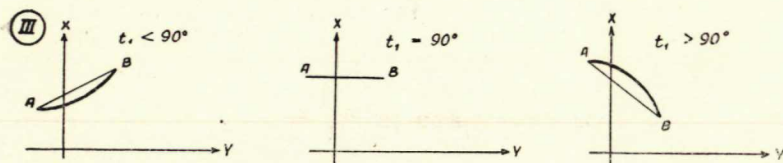
За случај: y_1 је позитивно, y_2 је позитивно



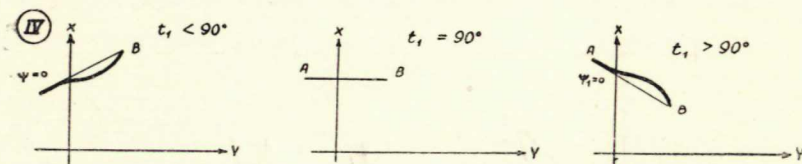
За случај: y_1 је негативно, y_2 је негативно



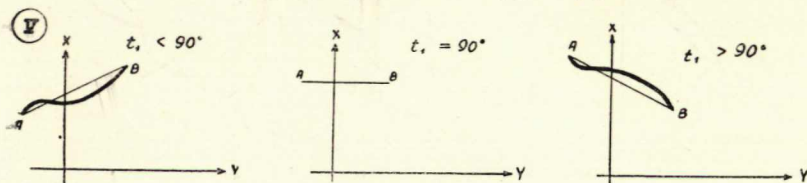
За случај: y_1 је негативно, а y_2 је позитивно; уједно
 $-2y_1 < y_2$



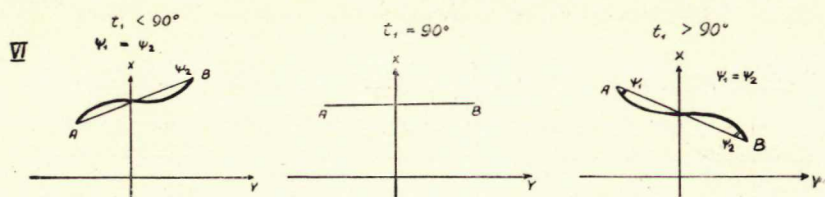
За случај: y_1 је негативно, y_2 је позитивно, а у једно,
 $-2y_1 = y_2$



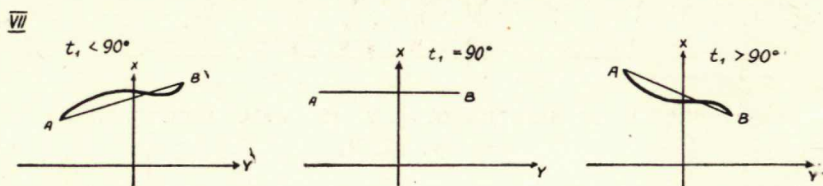
За случај: y_1 је негативно, y_2 је позитивно. Уједно
 $-2y_1 > y_2$, али $-y_1 < y_2$



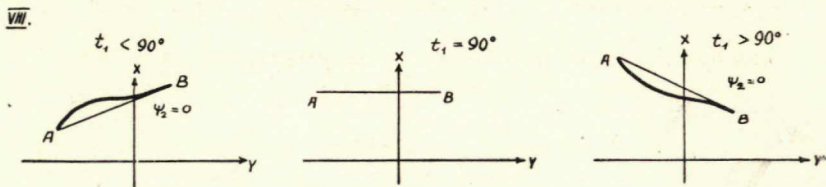
За случај ако је $-y_1 = y_2$



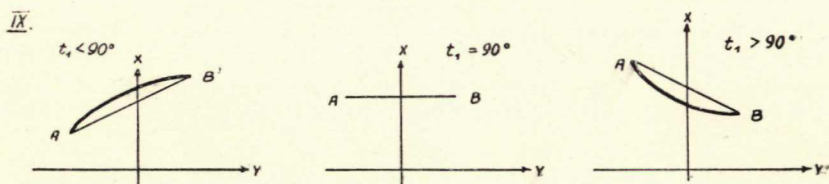
За случај ако је y_1 негативно, y_2 позитивно, а уједно $2y_2 > -y_1$, или $y_2 < -y_1$

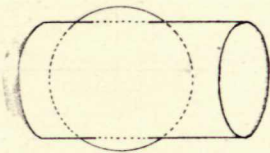
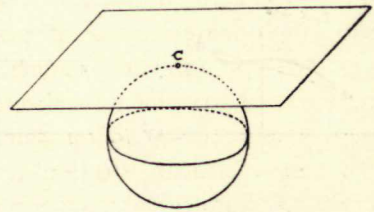
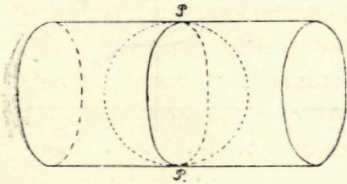


За случај ако је $2y_2 = -y_1$

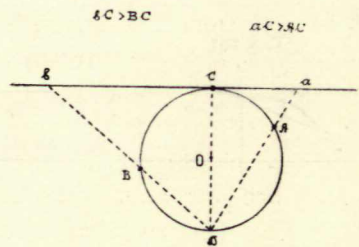


За случај ако је $2y_2 < -y_1$





Слика 7.



Слика 8.