

SAVEZNA GEODETSKA UPRAVA

---

# PRAVILNIK

za državni premer II-A deo  
OSNOVNI RADOVI NA GRADSKOM PREMERU

(Privremeno izdanje)



Beograd 1956 god.

---

Reprodukcija Zavoda za kartografiju NR Srbije „Geokarta“ - Beograd



## FREGOVOR

Dosada nije postojao poseban pravilnik za premer gradova; oni su premeravani po specijalnim odredbama opšteg pravilnika za državni premer. Sad su ove odredbe, s obzirom na razvoj metode i tehnike snimanja, zastarele. Stoga je Savezna geodetska uprava odlučila da se izradi nov pravilnik za premer gradova. Pri donošenju ove odluke Uprava se rukovodila činjenicom da se posle oslobođenja gradovi naše zemlje naglo razvijaju i da se bez tačnih geodetskih planova ne može pristupiti kako preuredjenju i proširenju postojećih, tako ni projektovanju i izgradnji novih naselja.

Imajući u vidu da gradski premer ima niz svojih specifičnih osobina odlučeno je da odredbe o ovom premeru udju u poseban pravilnik kao sastavni deo opšteg pravilnika za državni premer.

Ovaj deo pravilnika sadrži odredbe o izvršenju osnovnih redova na premeru gradova, te obuhvata trigonulaciju, poligonometrijsku mrežu i generalni nivelman.

Prema ovim odredbama gradska trigonometrijska, poligonometrijska i nivelmanska mreža moraju imati tekvu tačnost da obezbede snimanje i izradu planova uzidanog dela grada u razmeri 1:500.

U nastavku ovog dela pravilnika Uprava će publikovati odredbe o snimanju i registraciji gradskih podzemnih postrojenja i geoloških istraživanja.

Beograd, 1956 god.

DIREKTOR  
Savezne geodetske uprave,  
Dim.Milačić, s.r.







# Pravilnik za državni premer II-A deo

## Osnovni radovi na gradskom premeru

### Osnova premera

#### Čl. 1

Osnovni radovi na gradskom premeru obuhvataju sledeće radove:

a/ na trigonometričkoj mreži koja služi za ciljeve gradskog premera, ili tzv. gradske trigonometričke mreže "gradske mreže";

b/ na gradskoj poligonometričkoj mreži

c/ na gradskom generalnom nivellmanu.

Radovi iz prethodnog stava sačinjavaju osnovu gradskog premera.

Osnovni radovi i osnovna gradskeg premera

### 1. Trigonometrička mreža

#### A. Opšte odredbe

#### Čl. 2

Trigonometrička mreža koja služi za ciljeve gradskog premera nosi naziv "gradska trigonometrička mreža" ili skraćeno "gradska mreža". Ona se obavezno uključuje u državnu trigonometričku mrežu, što znači da se premeri gradova ne smeju naslanjati na lokalne trigonometričke mreže specijalno u tu svrhu razvijene. Koordinate tačke gradske mreže moraju biti sračunate u onom državnom koordinatnom sistemu na čijem se području odnosi grad ili njegov veći deo nalazi.

Obavezno uključivanje gradske mreže u državni koordinatni sistem

### Čl. 3

Osnova za razvijanje gradske mreže      Gradska trigonometrijska mreža oslanja se na državnu trigonometrijsku mrežu 1. i 2. reda. Na tačke mreže 3. reda gradske mreže može biti oslonjena samo ako se prethodnim ispitivanjem utvrdi da tačnost sa kojom su ove tačke određene udovoljava dole preciziranim zahtevima tačnosti gradske mreže /čl.31/.

### Čl. 4

Uključivanje u gradsku mrežu      Poželjno je, ali nije obavezno, da ranije određene tačke mreže 3. i 4. reda, koje se nalaze u okolini gradske mreže, budu uključene u ovu mrežu. No kada postojećih je takvo uključivanje u suprotnosti sa dole navedenim principima razvijanja mreže namenjene za gradski premer onda ih ne treba uključivati.

### Čl. 5

Područje gradske trigonometrijske mreže      Pri razvijanju gradske trigonometrijske mreže treba voditi računa o mogućnostima proširenja postojećeg građevinskog rejonu. Gradska mreža mora obuhvatiti područje veće od područja građevinskog rejonu. Granica mreže mora biti udaljena od granice rejonu najmanje 0,5 km, a kod gradova za koje se predviđa njihov brz razvitak - 1 km i više, u pravcu predviđenog proširenja grada.

### Čl. 6

Tačke gradske mreže su tačke mreže istog reda      Gradska trigonometrijska mreža ne deli se na ređove. Sve tačke gradske mreže smatraju se kao tačke mreže istog reda.

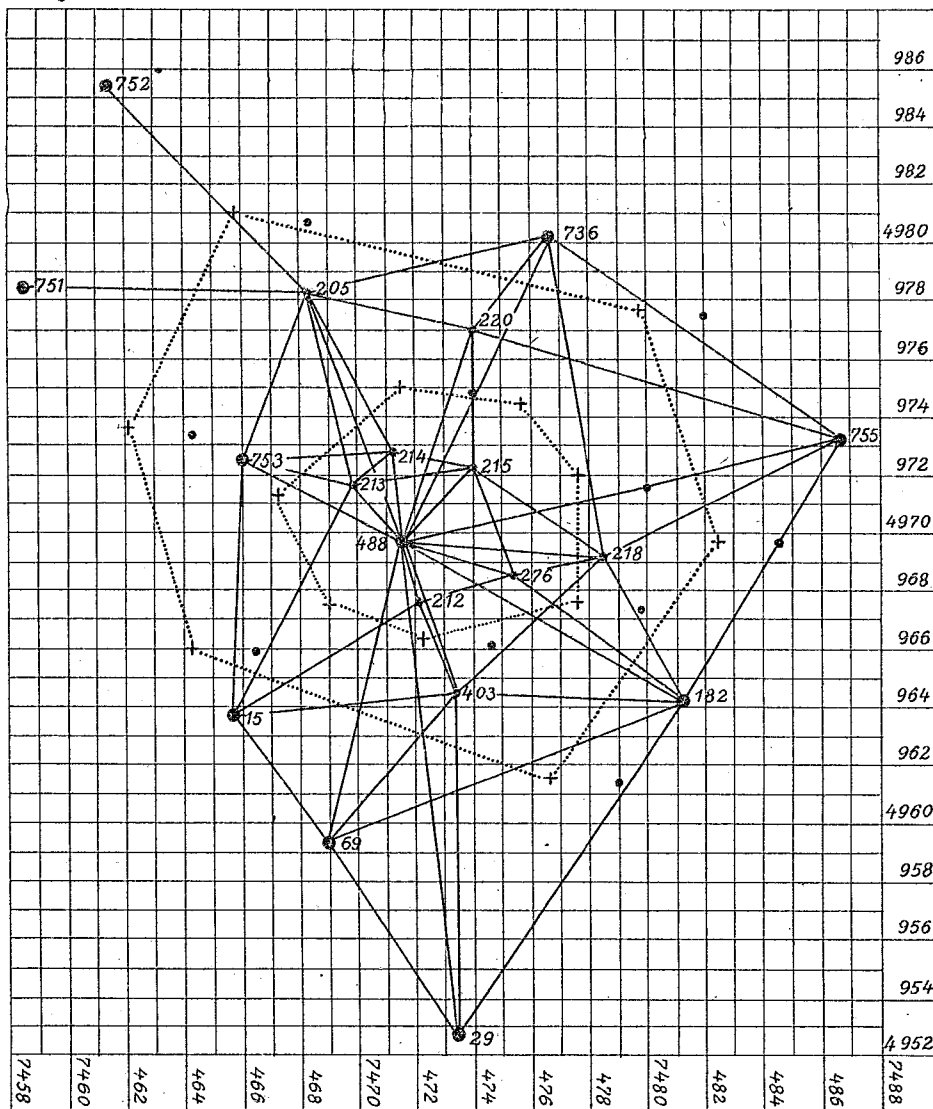
### Čl. 7

Gustina gradske mreže      Odstojanja izmedju susednih tačaka gradske mreže, koja obuhvata područje proširenog građevinskog rejonu i na koju će se oslanjati mreža poligonometrijskih vlakova, ne treba da budu veća od 4 km.

### Čl. 8

Prelazna zona      Za povezivanje gradske mreže sa tačkama 1. i 2. reda koje se nalaze van okvira ove mreže služi prelazna zona. Na slici 1 prikazana je jedna gradska trigonometrijska mreža i njena prelazna zona. Granice ove zone označavaju se crvenim linijama. Tačke 205, 220, 218 i 403 su tačke prelazne zone. One služe za povezivanje mreže koja obuhvata prošireni građevinski rejon i koju sačinjavaju tačke 212, 213, 214, 215, 216, sa okolnim tačkama 1. i 2. reda označenim na slici crnim krugovima.

Tačke 1. i 2. reda u okviru gradske mreže zadržavaju postojeće koordinate i smatraju se kao "date". Na slici 1 tačka 488 je tačka mreže 1.ređa.



Sl. 1

Napomena uza Sl.1: radi uštede u štampi linije koje stvarno, na terenskom originalu, treba izvući crvenim, na slici su označene tačkasto.

## B. Projektovanje i rekognosciranje mreže

### Čl. 9

Rekognosciranju tačaka prethodi izrada projekta gradske mreže. Pri projektovanju mreže treba se pridržavati sledećeg postupka:

Skica za projektovanje mreže

1. Mreža se projektuje na skici koja se crta u razmeri 1:100 000 ili 1:50 000. Na tabaku hartije namenjenom za izradu skice mora biti iscrtana santi-metarska ili polusentimetarska kvadratna mreža i moraju biti nanete svojim koordinatama, sve date trigonometrijske tačke tj. sve tačke 1. i 2. reda i one tačke 3. reda, za koje je prethodnim ispitivanjem utvrđeno da su određene sa takvom tačnošću da mogu biti uvršćene u gradsku mrežu kao date tačke. Na slici 2, koja prikazuje takvu skicu, sve date tačke označene su crnim kružićima,

Prikupljanje podataka za projektovanje mreže

2. Pored topografske karte razmere 1:100 000 ili 1:50 000 i plana grada treba prikupiti sve podatke koji mogu olakšati projektovanje mreže. Od naročite su koristi elaborati /karte, skice, pregledni spiskovi, opažani pravci itd./ ranijih triangulacije, ako su takve postojele.

Projektovanje mreže na području gradjevinskog rejon

3. Projektovanje se počinje od mreže koja obuhvata prošireni gradjevinski rejon. Ali pre projektovanja tačaka ove mreže mora biti projektovana gradska poligonometrijska mreža 1. reda.

Pri projektovanju ove mreže treba se pridržavati odredaba čl. 34 i 35 ovog Pravilnika. Kada je mreža osnovnih vlakova projektovana, tada se pristupa projektovanju trigonometrijskih tačaka. Položaj ovih tačaka mora biti takav da one budu siguran oslonac za već projektovanu poligonometrijsku mrežu.

Projektovanje tačaka prelazne zone

Kada je mreža na području gradjevinskog rejon, na koju se oslanja poligonometrijska mreža, projektovana, tada se pristupa projektovanju tačaka prelazne zone. Pri projektovanju ovih tačaka treba imati u vidu da one služe za što bolje povezivanje mreže na teritoriji grada sa okolnim tačkama mreže 1. i 2. reda.

Mreža bez prelazne zone i u velikim gradovima

5. U izvesnim slučajevima može se desiti da su tačke mreže 1. i 2. reda tako raspoređene da je prelazna zona uopšte nepotrebna. Takva gradska mreža prikazana je u Prilogu 1.

Preporučuje se da u velikim gradovima gradska mreža čini jednostavan sklop trouglova bez dijagonalnih veza. Pored toga je poželjno da u takvoj mreži bude iz-

merena jedna osnovica, a eventualno i dve. /Vidi Prilog 2/.

6. Projekat mreže sastavljen na osnovu karte, Približni plana i starih triangulacionih elaborata nije definitivan plan odredjivanja tačaka sastavljen na osnovu ovog projekta zove "približni plan odredjivanja tačaka". Na slici 2 projektovane tačke označene su kružićima. Na istoj slici izvučeni su i pravci pomoću kojih će se tačke odredjivati. Prema projektovanim pravcima sastavljen je dole navedeni približni plan odredjivanja tačaka. Pri sastavljanju planova odredjivanja gradske mreže treba imati u vidu da se mreže koja obuhvata prošireni građevinski rejon izravnaava odjednom kao celina.

Približni plan odredjivanja tačaka

Redni broj	Broj tačke	Od kojih se tačka određuje	Broj pravaca za određivanje tačke
		<u>Tačke prelazne zone</u>	
1	403	△488 (2), △182 (2), △29 (2), △59 (2), △15 (2)	10
2	218	△736 (2), △755 (2), △182 (2), △403 (2), △488 (2)	10
3	205	△751 (2), △752 (2), △757 (2), △736 (2), △488 (2), △753 (2)	12
4	220	△205 (2), △736 (2), △755 (2), △218 (2), △488 (2)	10
		<u>Tačke na području građevinskog rejona</u>	
5	215	△218 (2), △216 (2), △488 (2), △214 (2), △220 (2)	10
	214	△215 (2), △488 (2), △213 (2), △753 (2), △205 (2), △220 (2)	12
	213	△753 (2), △214 (2), △488 (2), △212 (2), △15 (2)	10
	212	△15 (2), △213 (2), △488 (2), △216 (2), △403 (2)	10
	216	△182 (2), △403 (2), △212 (2), △488 (2), △215 (2), △218 (2)	12

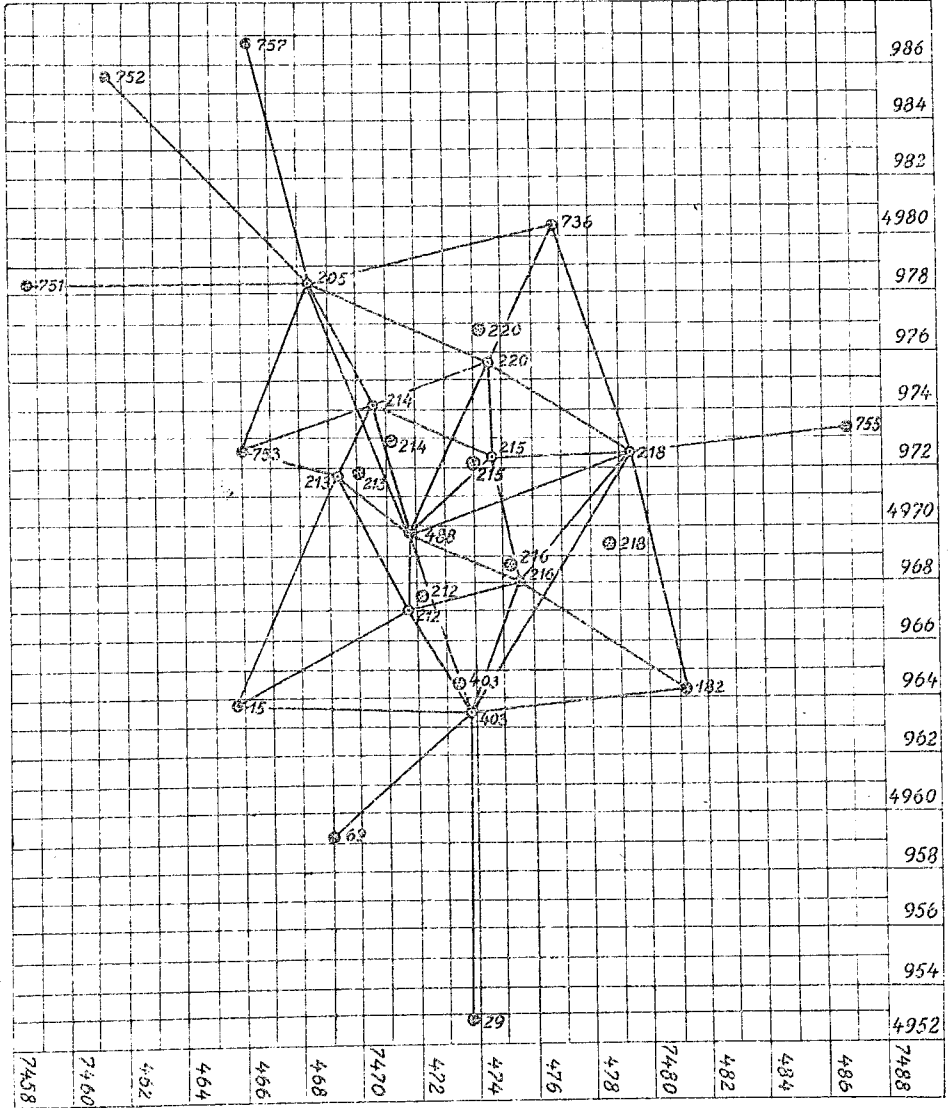
Cl. 10

Posle sastavljanja projekta i približnog plana odredjivanja tačaka vrši se prvo rekognosciranje radi upoznavanja sa terenom i realnim mogućnostima ostvarenja sastavljenog projekta. Na osnovu podataka prikupljenih pri ovom rekognosciranju vrše se ispravke kako u projektu tako i u planu odredjivanja. Po potrebi ispravke se vrše i u projektovanoj poligonometriškoj Prvo rekognosciranje

mreži 1. reda.

čl. 11

Definitivni projekt mreže ispravljen na osnovu prvog rekonstruiranog projekta je definitivni projekt mreže. Položaj tačaka mreže prema definitivnom projektu označen je na slici 2 crvenim kružićima.



Sl. 2

Napomena uz Sl.2: radi uštede u štampi, tačke koje na projektu treba označiti crvenim, na slici su obeležene kružićima ispunjenim tačkicama.

### Čl. 12

Kada je definitivni projekat izradjen i Drugo reasastavljen plan odredjivanja tačaka, tada se pristupa kognoscij drugom rekognosciranju tj. definitivnom izboru mesta ranje za postavljanje tačaka gradske mreže.

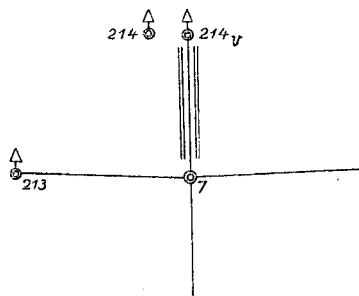
Pri rekognosciranju treba se starati da što potpunije bude udovoljeno dole navedenim zahtevima.

1. Tačke moraju biti tako odredjene da za Odredjiva dovoljavaju sve uslove za pravilno odredjivanje tačake navedene u čl.14 Pravilnika I. deo. Kada se po- ka putem trebene veze ne mogu ostvariti putem neposrednih opa- direktnih žanja one se moraju ostvariti putem indirektnih mre- i indirektnja kao što je to predviđjeno čl.14 i čl.34 pomenutog tnih me- Pravilnika. Ali tome se sme pribegavati samo u kraj- renja njoj nuždi, kada se ove veze direktnim merenjem zaista ne mogu dobiti.

2. Tačke na području proširenog gradjevinskog rejona odnosno one tačke na koje će se oslanjati mreža poligonometrijskih vlakova 1.rede moraju se tako izabrati da po svom položaju budu pogodne za razvijanje poligonometrijske mreže po odredbama čl.35 ovog Pravilnika.

Prenošenje koordinata na tačku pogodnu za vezivanje poligonometrijske mreže

Ako je neka od tačaka vrlo povoljna po svom položaju za njeno odredjivanje kao trigonometrijske tačke, ali je nepovoljna za poligonometrijsku mrežu, onda treba videti da li se njene koordinate putem direktnih ili indirektnih merenja ili putem mikrotrigonometrijske metode /v.čl.25/ mogu preneti na tačku čiji je položaj povoljan za poligonometrijsku mrežu.



Sl.3

Na slici 3 pokazan je jedan takav slučaj. Tačka 214 postavljena je oko 200 m zapadno od druma vrlo povoljnog za polaganje poligonometrijskog vlaka. Zato su njene koordinate prenete putem di-

rektnog merenja otstojanja 214-214v na tačku 214v postavljenu pored druma za koju je neposredno vezan vlak. Treba se starati da se sa tačke, na koju su koordinate prenete, mogu radi kontrole opažati pravci na 2-3 okolne trigonometrijske tačke. Poželjno je ali

nije obavezno da se na tačku na koju se koordinate prenose opažaju 2-3 spoljna pravca.

Pravci opažani sa tačke ili na tačku postavljenu radi vezivanja poligonometrijske mreže služe samo za kontrolu i, po pravilu, ne uvršćuju se u pravce za određivanje tačke. Međutim, ako je odnosna tačka istovremeno ekscentrična stanica ili ekscentričan signal, onda se ta opažanja koriste za određivanje tačke.

Centre nepristupačnih tačaka /crkvenih tornjeva, fabričkih dimnjaka, značaka na krovovima zgrada i t.sl./ treba obeležavati tako da po svom položaju budu što povoljniji za vezivanje i razvijanje poligonometrijske mreže.

Tačke postavljene za vezivanje poligonometrijske mreže imaju isti broj kao i tačka sa koje su koordinate prenete. Broju se dodaje indeks  $v$  /tačke za vezu/ i to bez obzira da li su sa odnosne tačke vršena opažanja ili ne.

Rekognosciranje tačaka koje se obeležavaju ekscentrično

3. Pri rekognosciranju takvih nepristupačnih tačaka kao što su značke na krovovima zgrada posebna pažnja mora biti obraćena na mogućnost što tačnijeg određivanja koordinata centra. Kako se ove koordinate određuju odnosno prenose putem mikrotrigonulacije /v. čl. 25/, to tačka treba tako birati da osnovice i uglovi u mikrotrigonometrijskoj mreži mogu biti izmereni sa potrebnom tačnošću.

Privremeno signalisanje tačaka

4. Radi što boljeg i pravilnijeg izbora mesta, tačke se pri rekognosciranju signališu postavljanjem privremenih signala.

#### Čl. 13

Definitivan plan određivanja tačaka

Posle završetka rekognosciranja sastavlja se definitivni plan određivanja tačaka. Prema ovom planu izrađuje se definitivna skica mreže. Na ovoj skici treba izvući sve pravce koje treba opažati a takođe i pravce koji će se postići putem indirektnih merenja. Slike 1. prikazuje definitivnu skicu mreže sastavljenu na osnovu gore navedenog definitivnog plana određivanja tačaka.

U planu određivanja, pored svake tačke od koje se odnosna tačka određuje, upisuju se u zagradama sledeći podaci: u brojičtelju - da li je opažanje jednostrano /1/ ili obostrano /2/; u imeničtelju upisuje se dužina strane u kilometrima. Kod jednostrano opažanih pravaca treba označiti da li se tačka određuje unutaranjim /1/y/ ili spoljnjim /1/a/ pravcem. U slučju indirektnih veza stavlja se oznaka "in.v." Sem toga za svaku tačku koja se određuje posebno ili za grupu tačaka, ako se ove određuju zajedno, računa se i upisuje u posebni stubac "prosečna dužina strane". Pri ovom treba imati u vidu da se kod grupnog određivanja dužine strane između tačaka odnosno grupe upisuju dvaput; pri računanju



Definitivan plan određivanja tačaka

Redni broj	Broj tačke	Od kojih se tačka određuje	Prosečna dužina strane	Broj pravaca kojima se tačka određuje
<i>Tačke prelazne zone</i>				
1	Š 403	Š 488 (5.6), Š 218 (2.7.4), Š 182 (7.8), Š 29 (7.2), Š 63 (2.8), Š 15 (2.6)	7.9	12
	Š 218	Š 136 (7.7), Š 755 (2.7), Š 182 (3.7), Š 403 (2.7.5), Š 488 (2.8)		10
2	Š 205	Š 751 (2.7), Š 752 (2.7), Š 136 (2.6), Š 483 (2.6), Š 753 (2.6)	8.6	8
3	Š 220	Š 205 (2.3), Š 136 (2.3), Š 755 (2.3), Š 218 (2.3), Š 483 (2.3)	8.0	10
<i>Tačke na području građevinskog rejonu</i>				
4	Š 215	Š 220 (2.8), Š 218 (2.8), Š 216 (2.8), Š 488 (2.8), Š 213 (2.7), Š 214 (2.8)		12
	Š 214	Š 488 (2.8), Š 213 (2.7), Š 753 (2.2), Š 205 (2.7), Š 220 (2.8), Š 215 (2.8)		12
	Š 213	Š 15 (2.6), Š 755 (2.6), Š 205 (2.6), Š 214 (2.7), Š 215 (2.7), Š 488 (2.6)	4.5	12
	Š 212	Š 215 (2.8), Š 403 (2.8), Š 15 (2.6.4), Š 488 (2.8)		6
	Š 215	Š 212 (2.4), Š 488 (2.6), Š 215 (2.6), Š 218 (2.2), Š 182 (7.2), Š 403 (2.4.5)		12

prosečne dužine svake se od ovih strana uzima jedanput.<sup>\*)</sup>  
 Pri izvršenju uglovnih merenja treba se striktno pridržavati definitivnog plana određivanja tačaka.

Čl. 14

Prosečne dužine strana računane po postupku objašnjenom u prethodnom članu ne treba da budu veće od:  
 a/ 9 km kod tačaka prelazne zone tj. od prosečne dužine strane u osnovnoj mreži 3. reda;  
 b/ 5 km kod tačaka na području građevinskog rejonu tj. od prosečne dužine strane u popunjavajućoj mreži 3. reda.

\*) Pri grupnom određivanju dužine strana između tačaka odnosno grupe upisuju se dvaput. Pri računanju prosečne dužine svake od ovih strana uzima se samo jedanput.

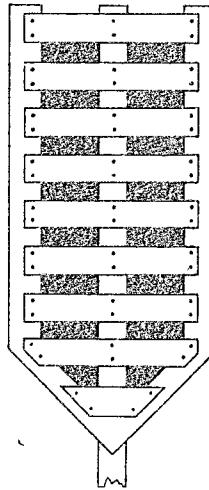
### C. Signalisanje tačaka

#### Čl. 15

Signalisanje piramida 1/ Iznad tačaka gradske mreže, koje su van zidanog dela grada, postavljaju se, po pravilu, obične četvorostrane piramide visine 4-9 metara. Kada to zahtevaju terenske prilike grade se visoke piramide. Pri izboru tipa piramide, određivanju dimenzije pojedinih delova kao i pri samom gradjenju treba postupati po preporukama, pravilima i odredbama navedenim u Prilogu 3 ka članu 18. Pravilnika I. deo, sa tom razlikom što piramide ne smeju biti opšivene dasnama.

Viziranje na piramide 2/ Viziranje na tačke iznad kojih su postavljene piramide vrši se na centralni stub piramide /popa/, koji se, radi bolje vidljivosti, boji crveno-belo ili crno-belo, kao što se boje značke.

U slučaju dugačkih vizura, viziranje se vrši ili na heliotrope, ili na drvene table /sl.4/ koje se mogu okretati oko vertikalne osovine i time dovoditi u položaj u kome je ravan table upravan na vizuru.



Sl. 4

Viziranje na crkvene tornjeve 3/ Kod crkvenih tornjeva za vizurnu tačku uzima se sredina jabuke ispod krata. Sa bliskih tačaka viziranje se vrši na levi i desni kraj jabuke, te se uzima sredina. Pri viziranju na jabuke sa dalekih tačaka /15 i više kilometara/ javljaju se "faze": triangulator vidi samo onaj deo jabuke koji je osvetljen sunčanim zracima, te upravljajući vizuru na sredinu ovog dela upravlja je mimo centra. U takvim slučajevima treba vizirati na heliotrop postavljen ili na prozoru ili na po-

sebeno sagradjenom stubu.

4/ Kod fabričkih dimnjaka treba vizirati na donji deo gromobrana kada se taj deo vidi sa svih tačaka sa kojih se na odnosni dimnjak vizira. Ako to nije slučaj, onda se viziranje vrši: sa udaljenih tačaka neposredno na sredinu dimnjaka a sa bliskih tačaka na njegov levi i desni kraj, te se uzima sredina. Ali se viziranje na sredinu dimnjaka odnosno njegove krajeve može vršiti samo u krajnjoj nuždi.

Viziranje na fabričke dimnjake

5/ Tačke na zgradama signališu se ili običnim značkama /crveno-belo obojenim/ ili, pri viziranju sa dalekih tačaka, heliotropima.

Signalisanje tačaka na zgradama

6/ Signalisanje tačaka značkama postavljenim na drveću treba izbegavati. Ako terenske prilike prisiljavaju da se takve značke postavi, onda se moraju poseći grane a samu značku treba zategnuti žicama da bude nepomična.

Postavljanje značaka na drveću

## D. Obeležavanje tačaka

### Čl. 16

1/ Tačke gradske mreže van uzidanog rejonu obeležavaju se po propisima čl.19 Pravilnika I.deo sa tom razlikom što se centar obelažava rupicom prečnika 1,5 mm izbušenom u gvozdenoj šipki usadjenoj u glavu kamene ili betonske belege. Isto tako i centre podzemnih beloga treba obeležavati ne uklesanim krstovima nego šipkama sa rupicom, usadjenim u belege na cementnom malteru.

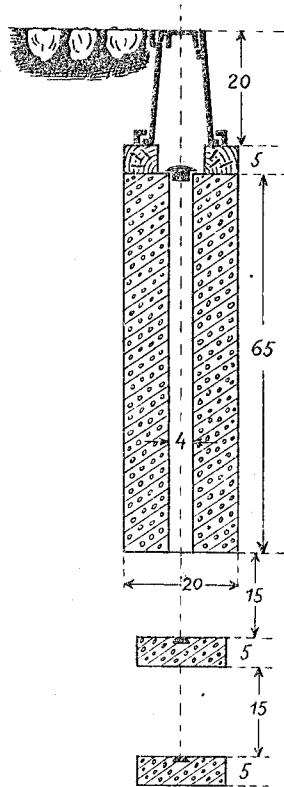
Obeležavanje tačaka van uzidanog dela grada

2/ U uzidanom delu grada tačke se obeležavaju betonskim belegama sa gvozdenim cevima /sl.5/. Iznad belege se postavlja gvozdena kapa sa poklopcem. Da bi se oslabilo dejstvo pritiska i eventualnih udara stavlja se između kape i belege komad daske debljine 5 cm. Pošto je drvo elastično, to daska štiti i kapu i beton. Radi što tačnijeg centrisanja umeće se u cev gvozdeni čep sa rupicom na gornjoj površini iznad koje se onda centriše tačkolit odnosno marka. Medjuprostor između čepa i cevi treba da bude minimalan.

Obeležavanje tačaka u uzidanom delu grada

Na slici 5 dimenzije su date u santimetrima.

Opis položaja trig. tačka



Metoda merenja uglova

Teodoliti i njihovo ispitivanje

3/ Za svaku trigonometrijsku tačku izrađuje se opis položaja /trigonom.obrazac br.27/ prema odredbama čl.21 Pravilnika I.deo.

### E. Merenje horizontalnih uglova

#### Čl. 17

Uglovi u gradskoj trigonometrijskoj mreži mere se po metodi zatvaranja horizonta.

#### Čl. 18

Za merenje uglova mogu se upotrebiti ili teodoliti sa mikroskop-mikrometrima ili sa optičkim mikrometrom. Teodoliti sa mikroskop-mikrometrima moraju imati podatak 2", sa optičkim mikrometrom 0,2 /tip wildovog preciznog teodolita/. Pre merenja teodoliti moraju biti ispitani i po potrebi rektifikovani. Kod teodolita sa mikroskop-mikrometrima obavezno je da se ispita kretanje alhidada i da se odredi "run" mikroskopa.

Sl. 5

Ispitivanje kretanja alhidada

1/ Alhidada mora se okretati sa skoro beznačajnim klaćenjem, što znači da se pri njenom okretanju otstoženje između limba i mikroskopa menja samo za beznačajnu veličinu. Praktički se smatra da kretanje alhidada zadovoljava ako se pri njenom okretanju za pun krug mehur jašuce libele /pri osetljivosti 10" za jedan para/ ne odstupa više od 0,3 para.

Odredjivanje run-a i rektifikacija mikroskopa

2/ Run mikroskopa mora biti odredjen i rektifikacijom sveden na veličinu manju od 0,3. Popravke za run se ne dodaju rezultatima merenja, te se i ne računaju.

Odredjivanju run-a može se pristupiti tek onda kada je kretanje alhidada već ispitano i regulisano.

Primer odredjivanja run-a i rektifikacije mikroskopa naveden je na strani 14.

Ispitivanje nepomičnosti limba

3/Kod teodolita sa optičkim mikrometrom odnosno sa cilindričnom alhidadinom osovinom mora se ispitati nepomičnost limba tj. mora se ispitati da li

pri okretanju alhidade limb ostaje nepomičan.

Ispitivanje se vrši na taj način, što se isti ugao meri u 20 girusa ali po različitom postupku. Prvo se ugao meri /u svih 20 girusa/ okrećući alhidadu u svakom pojedinom girusu u dva suprotna smera; onda se on meri /u 20 girusa/ okrećući alhidadu samo u smeru kretanja satne kazaljke pri merenju kako u prvom, tako i u drugom položaju durbine.

Ako alhidada zaista vuče limb, onda pri merenju po drugom postupku vrednosti ugla određene u drugom položaju durbine moraju biti, u većini slučajeva, veće od vrednosti određenih u prvom položaju. Znači da razlike

$$\Delta = II - I$$

moraju biti, uglavnom, pozitivne, što nije slučaj kada alhidada ne vuče limb. Ako pri kretanju alhidade limb ostaje nepomičan, onda razlike  $\Delta$  imaju karakter slučajnih grešaka, te broj pozitivnih razlika treba da bude približno jednak broju negativnih /v.str. 15 /.

Merenja koja se vrše u svrhu ispitivanja nepomičnosti limba moraju imati veliku tačnost. Toga radi ugao treba meriti između tačaka vrlo povoljnih za viziranje. Ako takvih tačaka nema, onda se na otstojanju 3-4 km postavljaju naročite marke /mire/. One mogu biti različitog tipa i oblika. Jedna od takvih maraka /crni ili crveni trougao na belom polju/ pokazana je na slici 6. Dimenzije klina i drvene table označene na slici date su u centimetrima i važe za viziranje na otstojanju 3-4 km.

Tabla /drvena ili metalna/ prikucava se ekserima na gredicu /štaflu/ dužine 3-4 metre koje se onda postavlja kao običan signal sa tri para podupirača.

Merenja po svojoj tačnosti, smatra se da zadovoljavaju ako je srednja greška ugla merenog

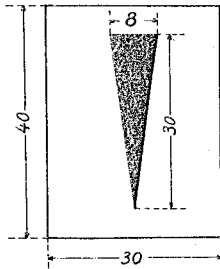
u jednom girusu sračunate po formuli

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}}$$

manja od 1,5. U prednjoj formuli sa  $\delta$  označena su odstupanja pojedinih girusa /sredina iz oba položaja durbine/ od aritmetičke sredine obrazovane iz svih girusa;  $n$  je broj girusa /v.str.15 i 16 /.

Kada razlika između sredina obrazovanih iz merenja u drugom i prvom položaju durbine ne prelazi + 0,5, tj.

Ispitivanje nepomičnosti limba



Sl. 6

Određivanje rni-a mikraskopa

Teodolit Firme Fennel br 14208

Prvi mikraskop					Prvi mikraskop						
Limb: 90°30'					Limb: 192°05'						
Redni broj čitanja	Čitanja		b-a	$\Delta = (b-a)_{sr} - (b-a)$	$\Delta^2$	Redni broj čitanja	Čitanja		b-a	$\Delta = (b-a)_{sr} - (b-a)$	$\Delta^2$
	młada ertica a	starija ertica b					a	b			
1	59,0	57,8	-1,2	+ 0,12	0,01	1	60,4	59,4	- 1,0	+ 0,94	0,88
2	58,8	59,0	+ 0,2	- 1,28	1,64	2	59,0	61,0	+ 2,0	- 2,06	4,24
3	57,8	58,0	+ 0,2	- 1,28	1,64	3	61,0	61,0	0,0	- 0,06	0,00
4	58,0	58,4	+ 0,4	- 1,48	2,19	4	61,0	60,6	- 0,4	+ 0,34	0,12
5	58,0	56,6	- 1,4	+ 0,32	0,10	5	60,6	61,4	+ 0,8	- 0,86	0,74
6	58,0	57,0	- 1,0	- 0,08	0,01	6	61,4	60,6	- 0,8	+ 0,74	0,55
7	59,4	58,4	- 1,0	- 0,08	0,01	7	60,6	60,6	0,0	- 0,06	0,00
8	60,0	58,0	- 2,0	+ 0,92	0,85	8	61,0	60,6	- 0,4	+ 0,34	0,12
9	60,0	59,6	- 0,4	- 0,68	0,46	9	61,0	60,6	- 0,4	+ 0,34	0,12
10	59,0	58,6	- 0,4	- 0,68	0,46	10	60,0	60,6	0,0	- 0,06	0,00
11	58,4	56,6	- 1,8	+ 0,72	0,52	11	58,0	59,0	+ 1,0	- 1,06	1,12
12	58,6	57,6	- 1,0	+ 0,32	0,85	12	58,6	59,0	- 0,4	+ 0,54	0,29
13	59,4	57,6	- 1,8	+ 0,72	0,52	13	59,4	59,0	- 0,4	+ 0,34	0,12
14	59,0	58,6	- 0,4	- 0,68	0,46	14	59,6	59,2	- 0,4	+ 0,34	0,12
15	59,4	57,6	- 1,8	+ 0,72	0,52	15	58,6	59,0	+ 0,4	- 0,46	0,21
16	59,2	58,8	- 0,4	- 0,48	0,23	16	58,4	59,2	+ 1,0	- 1,06	1,12
17	59,6	58,0	- 1,6	+ 0,52	0,27	17	59,6	59,0	- 0,6	+ 0,54	0,29
18	60,0	58,4	- 1,6	+ 0,52	0,27	18	59,4	59,0	- 0,4	+ 0,34	0,12
19	59,6	57,6	- 2,0	+ 0,92	0,85	19	59,8	59,2	- 0,6	+ 0,54	0,29
20	59,4	59,0	- 0,4	+ 0,32	0,10	20	58,4	58,0	- 0,4	+ 0,34	0,12
	1181,8	1160,2	- 21,6	0,00	11,95	1196,8	1195,6	- 1,2	0,00	10,57	
		(b-a) <sub>sr</sub>	- 1,08			(b-a) <sub>sr</sub>	- 0,06				
$m_0 = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{11,95}{19}} = \sqrt{0,63} = \pm 0,79$					$m_0 = \sqrt{\frac{10,57}{19}} = \sqrt{0,56} = \pm 0,75$						
$m = \frac{m_0}{\sqrt{n}} = \frac{0,79}{\sqrt{20}} = \pm \frac{0,79}{4,47} = \pm 0,18$					$m = \frac{0,75}{4,47} = \pm 0,17$						
Čitanje na skali objektiv											
prvog mikraskopa: 3,2					prvog mikraskopa: 3,0						
Primećbe:											
Datum: 25-III-1954					Određivanje vrsta: N.N.						







$$II - I \leq +0,5$$

a merenje su vršena po drugom postupku /v.str. 16 /, on-  
da se smatra da stabilnost limba zadovoljava. Ovo znači  
da alhidada pri svom okretanju ili uopšte ne vuče limb  
ili ako i postoji vučenje limba alhidadom, onda se ono  
s obzirom na tačnost građske trigonometrijske mreže, može  
zanemariti. Međutim, ako je prednja razlika veća od  
 $+0,5$ , onda teodolit treba poslati u radionicu na preg-  
led i čišćenje. Posle čišćenja treba ga ponovo ispitati  
i ako bi se pri ovom ispitivanju utvrdilo da se razlika  
nije smanjila ali je u granicama između  $0,5$  i  $1,0$ , on-  
da se očajni teodolit može upotrebiti za merenje samo  
u krajnjoj nuždi. No, ako bi se pri ponovnom ispitivanju  
posle čišćenja utvrdilo da je razlika veća od  $1,0$ , onda je  
teodolit neupotrebljiv za merenja u građskoj trigonome-  
triskoj mreži

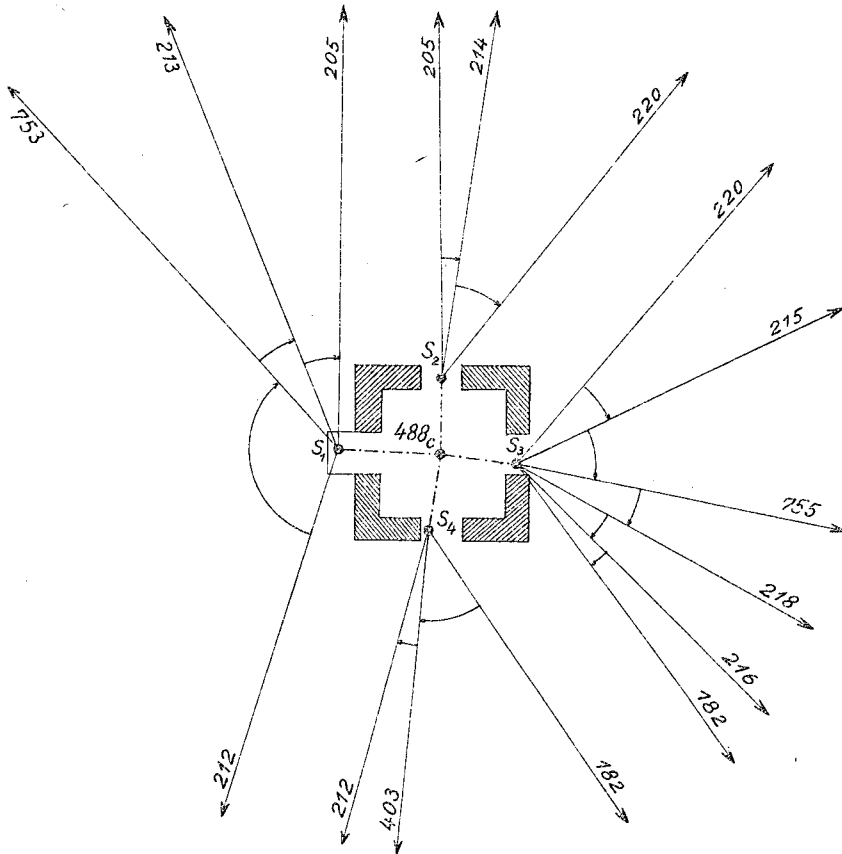
#### Čl. 19

Svaki pojedini ugao meri se po girusnoj metodi. Merenje  
kada teodolit ima Ropsoliovu alhidadnu osovinu, pojedinih  
te ne postoji mogućnost da alhidada povuče limb, onda se uglova  
pri merenju u prvom položaju durbine alhidada okreće u  
smeru kretanja satne kazaljke, a pri merenju u drugom  
položaju - u suprotnom smeru. Međutim, kada teodolit  
ima cilindričnu alhidadnu osovinu, kao što su teodoli-  
ti tipa Wilda, te postoji mogućnost vučenja limba alhi-  
dadom, onda se alhidada okreće u smeru kretanja satne  
kazaljke kako u prvom tako i u drugom položaju durbine.  
Prema tome, u ovom slučaju, u drugom položaju durbine  
meri se dopunsni trećeni ugao do  $360^\circ$ .

Pri merenju pojedinačnih uglova treba se pridr-  
žavati postupka objašnjenog u članu 24 /tač.1 i 2/ Pre-  
vilnika I deo.

#### Čl. 20

Da bi se postiglo što veća jednobraznost tač- Dvostruka  
nosti građske trigonometrijske mreže treba izbegavati da merenja  
se pojedini uglovi mere dvostruko. Zato, kada se sa ne- pojedinih  
ke tačke opažanje vrši sa više stanica, naprimer, sa uglova  
centra i ekscentrične stanice ili sa dve i više ekscent-  
ričnih stanica, onda se svaki ugao meri samo sa jedne  
stanice, što znači da se za svaki ugao dobija samo jed-  
na vrednost. Naprimer, pri opažanju sa tačke 488, koje  
je crkveni tornj, uglovi su mereni sa četiri ekscentrič-  
ne stanice. Svaki ugao meren je samo sa jedne stanice,  
mada se ugao 216-182 mogao meriti ne samo sa stanice  $S_2$   
nego i sa stanice  $S_4$ . Isti je slučaj i sa uglom 403-212  
koji se takođe mogao meriti sa dve stanice:  $S_4$  i  $S_1$ .



Sl. 7

Čl. 21

Analiza izvršenih merenja

Pri merenju uglova u gradskoj trigonometrijskoj mreži usvaja se osnovna postavka: svako merenje čija je tačnost ispod normalne tačnosti mora biti otstranjeno odnosno izuzeto iz definitivne obrade. Toga radi vrši se prethodna ocena tačnosti izvršenih merenja. Svrha ove prethodne ocene je u tome da se za svaki pojedini rezultat merenja utvrdi da li je ovaj upotrebljiv ili neupotrebljiv.

Čl. 22

Broj girusa

Uglovi u gradskoj trigonometrijskoj mreži mere se u 6 girusa. Ali ovaj broj girusa ne treba smatrati obaveznim. Broj girusa mora se povećati kada se iz prethodnog ispitivanja tačnosti /v. čl. 23/ utvrdi da je to

povećanje potrebno.

Za definitivnu vrednost merenog ugla uzima se prosta aritmetička sredina koja mora biti određena najmanje iz 6 girusa.

Čl. 23

Prethodna ocena tačnosti vrši se: 1/ na osnovu razlike između vrednosti istog ugla određenih merenjem u prvom i drugom položaju durbina; 2/ na osnovu srednje greške ugla merenog u jednom girusu i 3/ greške zatvaranja horizonta.

Prethodna ocena tačnosti izvršenih merenja

1/ Svaki girus u kome je razlika između vrednosti istog ugla određenih merenjem u prvom i drugom položaju durbina veća od 3% poništava se i zamenjuje se novim merenjem.

Maksimalna dozvoljena razlika između polugirusa

Novo merenje se vrši pri istoj orijentaciji limba pri kojoj je vršeno poništeno, tj. čitanje na levu tačku treba da bude približno isto kao i kod poništenog girusa.

Kako je razlika između vrednosti istog ugla dobivenih merenjem u prvom i drugom polugirusu jednake razlici r između dvostrukih kolimacionih grešaka, tj.

$$r = 2C_d - 2C_l,$$

to se u zapisniku /v.str. 21 / za svaki ugao računa ova razlika. Razlike veće od 3% treba uokviriti. Girusi kojima se zamenjuju poništeni zadržavaju njihove brojeve kojima se dodaje oznaka "z" /zmena/.

2/ Srednja greška ugla merenog u jednom girusu ne sme biti veća od 1,5, tj.

$$m_0 \leq 1,5.$$

Maksimalna srednja greška ugla merenog u jednom girusu

Kako se svaki ugao meri u više girusa, onda razlika između njegove najveće i najmanje vrednosti pruža mogućnost da se unapred grubo oceni veličina greške. Prema napred postavljenom zahtevu na bi trebalo da razlika između vrednosti određenih merenjem u pojedinim girusima bude veća od

3,5	kada je ugao meren u 6 girusa
4,0	" " " " " 7 "
4,5	" " " " " 8 "
5,0	" " " " " 9 "
5,3	" " " " " 10 "
5,5	" " " " " 11 "
5,8	" " " " " 12 "

Pređnje razlike ne treba smatrati obaveznim;

one su navedene samo radi orijentacije.

Kada je ugao izmeren u određanom broju girusa /u 6 girusa/, onda se njegove vrednosti odmah, na licu mesta, upisuju u obrazac O.T./ocena tačnosti/. Ako se iz međusobnog uporedjenja upisanih vrednosti utvrdi da je razlika između minimalne i maksimalne vrednosti manja od napred navedene /3,5/, onda se računa aritmetička sredina i srednja greška  $m_0$ , ali pod uslovom da izvršena merenja odgovaraju zakonu slučajnih grešaka. Smatra se da merenja onda odgovaraju ovom zakonu kada ne postoji rezultata; grupisanje rezultata, što znači da su vrednosti ugla dobivene merenjem u pojedinim girusima višestranje ravnomerno raspoređene između minimalne i maksimalne vrednosti. Međutim, kada nekoliko girusa, koji se malo međusobno razlikuju, daju jednu vrednost /manju/, a drugi girusi, koji se takodje malo međusobno razlikuju, daju drugu vrednost /veću/, onda postoji grupisanje rezultata.

Pregled rezultata; izvršena merenja i zakon slučajnih grešaka

Merenja odgovaraju zakonu slučajnih grešaka

Prema tome, kada je iz pregleda rezultata upisanih u obrazac O.T. utvrđeno da merenja odgovaraju zakonu slučajnih grešaka /nema grupisanja/, onda se računa aritmetička sredina i srednja greška ugla merenog u jednom girusu. Ako je obračunata greška  $m_0 \leq 1,5$ , onda se merenja smatraju ispravnim, te se računa srednja greška aritmetičke sredine /vidi ugao 220-215 u obrascu O.T. na str. 23 /. No, ako bi se desilo da je obračunata greška veća od 1,5 /slučaj slabo izraženo grupisanje/, onda se odnosni ugao meri naknadno u 2-3 girusa, pa se ponovo računa aritmetička sredina i srednja greška  $m_0$  /vidi ugao 755-218 u obrascu O.T. na str. 24 /.

Merenja ne odgovaraju zakonu slučajnih grešaka

Kod grupisanja rezultata treba razlikovati dva slučaja.

Prvi slučaj. Kada nekoliko girusa koji slede jedan za drugim i koji se malo međusobno razlikuju daju jednu vrednost ugla /manju/ a drugi girusi koji takodje slede jedan za drugim i koji se malo međusobno razlikuju, daju drugu vrednost /veću/ i kada razlika između aritmetičkih sredina posebno obrazovanih iz većih i manjih vrednosti prelazi 2", onda se izvršena merenja smatraju neupotrebljivim. Merenja su neupotrebljiva zato što je promena spoljnih prilika pri merenju odnosnog ugla izazvala naglo skretanje vizura /vidi ugao 218-755 u obrascu O.T. na str. 24 /.

Takav ugao treba ponovo meriti. Nova merenja ne treba vršiti odmah iza poništenih; njih treba vršiti pod drugim spoljnim prilikama. Preporučuje se da se odnosni ugao izmeri dvaput: jedanput u prepodnevnom časovniku, drugiput - posle podne.

Kada je napred pomenuta razlika između aritmetičkih sredina manja od 2", tada se ugao meri naknadno u 3-6 girusa.

Drugi slučaj. Kod ovog slučaja takodje postoji niz girusa sa manjim vrednostima koje se međusobno malo razlikuju i niz girusa sa većim vrednostima koje se

Datum i čas	Stanično Girus	Vizurna tačka	I položaj durbina		II položaj durbina		Sredina iz I i II	Redukovana sredina	Dvastruko ko- liminirano gre- ško $2\sigma =  I - II $	Probe	Primedbe			
			Mikroskop		Sredina	Mikroskop						Sredina		
			prvi A	drugi B	$I = \frac{A+B}{2}$	prvi A						drugi B	$II = \frac{A+B}{2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
3 VII 1954 17 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	488.5	220	0 00 06.4	06.2 00	12.6 150 00 04.2	04.0 00 08.2	0 00 10.4				- 4.4	27.8	09.2	Teodolit firme Wild br 18683
	1	215	25 20 36.2	36.2 21	12.4 205 20 35.2	34.8 21 10.0	25 21 11.2	25 21 00.8			- 2.4	23.8	10.4	
		220	30 00 22.6	22.2 00	44.8 210 00 20.2	20.6 00 40.8	30 00 42.8				+ 2.0	51.6	19.6	Vreme: povoljno za opažanje
		215	55 20 51.8	51.8 21	43.6 235 20 50.0	50.4 21 40.4	55 21 42.0	25 20 53.2			- 3.2	19.6		
		220	60 00 18.4	18.6 00	37.0 240 00 17.4	17.2 00 34.6	60 00 35.8				+ 0.8	71.2	27.35.6	4. girus je poni- šten jer je $r > 3,0$
		215	85 20 49.0	49.4 21	38.4 265 20 46.8	46.8 21 33.6	85 21 36.0	25 21 00.2			- 4.8	45.6		
		220	90 00 18.0	17.4 00	35.4 270 00 16.0	15.8 00 31.8	90 00 33.6				- 2.4	50.0		
		215	115 20 48.2	47.2 21	35.4 295 20 42.2	44.0 21 26.2	115 21 30.8	25 20 57.2			- 3.6	55.6		
		220	120 00 48.0	47.6 01	35.6 300 00 47.4	47.0 01 34.4	120 01 35.0				- 5.6			
		215	145 22 17.2	16.8 22	34.0 325 22 17.4	17.4 22 34.8	145 22 34.4	25 20 59.4			+ 0.8			
		220	150 00 17.2	17.0 00	34.2 331 00 16.6	16.4 00 33.0	150 00 33.6				+ 2.0			
		215	175 20 47.2	46.8 21	34.0 355 20 46.4	46.4 21 32.8	175 21 33.4	25 20 59.8			- 0.6			
		220	90 00 19.0	18.6 00	37.6 270 00 20.0	20.0 00 40.0	90 00 38.8				- 0.0			
		215	115 20 48.6	48.0 21	36.6 295 20 49.4	49.6 21 39.0	115 21 37.8	25 20 59.0			+ 1.2			
			27.8	23.8	51.6	09.2	10.4	19.6	35.6	55.6	0.0			
														Opazao M.N.

isto tako međusobno podudaraju. Razlika između ovog i prvog slučaja je u tome što girusi sa manjim odnosno većim vrednostima ne slede jedan za drugim nego su izmešani.

Takva se pojava obično zapaža onda, kada se u vremenu merenja ugla menja osvetljenost signala. U ovom slučaju ugao se meri naknadno u više girusa, ali maksimum u šest. Kada je ugao izmeren naknadno u 6 girusa /što znači da je svega izmeren u 12 girusa/ ipak ima grešku pojedinog merenja veću od 1/5 onda se sva izvršena merenja poništavaju i moraju se zameniti novim merenjima pod povoljnijim spoljnim prilikama /vidi ugao 218-488 u obrascu O.T. na str. 25 /.

Izvršenje  
naknadnih  
merenja

Treba skrenuti pažnju na sledeće: u oba navedena slučaja izvršiocu merenja, po pravilu, nisu poznati uzroci na temelju kojih bi se moglo pouzdano tvrditi koja su merenja ispravna; da li ona koja daju manju ili ona koja daju veću vrednost ugla? Naknadna merenja izvršena odmah iza nesigurnih i grubih obično daju vrednosti bliske vrednostima dobivenim u poslednjim girusima /4., 5., 6/. Ali ova podudarnost ipak ne znači da su merenja tačna. Zato je bolje ako se naknadna merenja ne vrše odmah nego u većem vremenskom razmaku. Važno je da budu izvršene pod drugim spoljnim prilikama.

Kod naknadnih merenja limb se orijentiše tako da čitanja na levu tačku budu bliska

	15°	15°	kada se meri	1.	naknadni girus		
	15°	1 45°	" "	" "	2.	" -a	" -a
	15°, 45°	1 75°	" "	" "	3.	" -a	" -a

Poništavanje pojedinih girusa i zamena novim merenjima

Dešava se da od 6 izmerenih girusa 5 se dobije međusobno sležu ali jedan odstupa. U ovom slučaju treba postupiti ovako; ako je razlika između girusa koji odstupa i aritmetičke sredine obrazovane iz 5 podudarnih girusa veća od 3" onda se girus poništava i zamenuje se novim merenjem /vidi ugao 215-755 u obrascu O.T. na str. 23 /. Medjutim, ako je razlika manja od 3", onda se girus ne poništava nego se ugao meri naknadno u takvom broju girusa da greška  $m_0$  bude ispod njene granične vrednosti tj. ispod 1/5.

Zatvaranje horizonta

3. Kada su definitivne vrednosti merenih uglova određene odnosno sračunate one se upisuju u trigonom. obrazac Z.H. /zatvaranje horizonta/. Ako sa odnosne stanice nisu vršena ekscentrična merenja, onda se definitivne vrednosti upisuju neposredno u donji deo obrasca "zatvaranje horizonta", pa se sabiraju. Razlika između 360° i nadjenog zbira je greške zatvaranja horizonta tj.

$$f = 360^\circ - \text{Zbir merenih uglova} .$$

Prethodna ocena tačnosti

Stаница	Ugao	Girus	Oblike je uzeto	Ugao		$\Delta$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$	$\delta_1^2$	$\delta_2^2$	$\delta_3^2$	$\delta_4^2$	Sredine	$m_0^2$	Srednje greške Primebke					
				0	1																	
489 <sub>S</sub>	1.2	1	1 $\frac{282}{94}$	25	21	00,8	1,8(6)	1,07							1.59,73	$m_0^2 = \frac{2,28}{5} = 0,46$	$m_{0,1} = \pm 0,68$					
					20	59,2		0,53		0,28												
					21	00,2		0,47		0,22												
					20	59,0		0,73		0,53												
					20	59,4		0,53		0,11												
					20	59,8		0,07		0,00												
					358,4			0,02				2,28										
	2.3	1	1 $\frac{282}{95}$	34	49	57,2	5,6(6)	1,33								Sredina	$m_0^2 = \frac{5,15}{5} = 1,03$	$m_{0,1} = \pm 1,01$				
					49	59,9	2,7(6)	1,37		1,88					12 1,2,3,4,5							
					49	58,6		0,07		0,00						293,2.5 =						
					49	59,5		0,97		0,94						= 58,6						
					49	58,0		0,53		0,28						1.58,53						
				(50	02,8)																	
218	2.3	1	1 $\frac{282}{107}$	103	50	03,6	3,2(6)	1,7							1.05,30	$m_0^2 = \frac{5,26}{5} = 1,05$	$m_{0,1} = \pm 1,02$					
						05,4		0,1		0,01												
						05,2		0,1		0,01												
						06,8		1,5		2,25												
						05,6		0,3		0,09												
						05,2		0,1		0,01												
					31,8			0,0				5,26										

Prethodna ocena tačnosti

Stаница	Ugao	Girus	Oblike je uzeta	Ugao		Δ	ε <sub>1</sub>	ε <sub>2</sub>	ε <sub>3</sub>	ε <sub>4</sub>	δ <sub>1</sub> <sup>2</sup>	δ <sub>2</sub> <sup>2</sup>	δ <sub>3</sub> <sup>2</sup>	δ <sub>4</sub> <sup>2</sup>	Sredine	m <sub>0</sub> <sup>2</sup>	Srednje greške Primedbe	
				o	'													
A 220	1.2	1	f. $\frac{282}{748}$	43	00	56,4	3,4 (6)	- 1,20	- 1,15			1,44	1,32		1: 55,20	$m_{0,1}^2 = \frac{14,36}{5} = 2,87$	$m_{0,1} = \pm 1,69$	
	255-	2				53,2		+ 1,80	+ 1,85			3,24	3,42		2: 55,25	$m_{0,2}^2 = \frac{12,12}{7} = 1,73$	$m_{0,2} = \pm 1,32$	
	-212	3				55,8		- 0,60	- 0,55			0,36	0,30					
		4				53,2		+ 2,00	+ 2,05			4,00	4,20					$m = \frac{4,32}{\sqrt{8}} = \pm 0,47$
		5				55,8		- 0,60	- 0,55			0,36	0,30					
		6				56,6		- 1,40	- 1,35			1,96	1,82					
						321,2		0,00				11,36						
		1 <sup>n</sup>				54,8			+ 0,45					0,20				
		2 <sup>n</sup>				56,0			- 0,75					0,56				
						442,0			0,00					12,12				
A 182	3-4	1	f. $\frac{282}{762}$	58	10	42,8	3,4 (6)								Sredina iz		R = 2,73	
	218-	2				41,8									1,2,3 = 42,27			
	-755	3				42,2									Sred iz		Merenja su ne-	
		4				45,2									4,5,6 = 45,00		upotrebljiva	
		5				44,8												
		6				45,0												
A 192	3-4	1	f. $\frac{282}{780}$	58	10	45,8	1,6 (6)	+ 0,10				0,04			1: 45,50	$m_{0,1}^2 = \frac{4,66}{5} = 0,93$	$m_{0,1} = \pm 0,96$	
	218-	2				46,0		- 0,10				0,04					$m = \frac{0,92}{\sqrt{6}} = \pm 0,34$	
	-755	3				45,4		+ 0,50				0,25						
		4				46,8		- 0,92				0,81						
		5				45,2		+ 0,70				0,49						
		6				46,2		- 0,30				0,09						
						275,4		0,00				1,66						



Prethodna ocena tačnosti

Stanica	Ugao	Girus	Očitak je uzeta	Ugao				$\Delta$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_4$	$\delta_1^2$	$\delta_2^2$	$\delta_3^2$	$\delta_4^2$	Sredine	$m_o^2$	Srednje greška Primedba
				0	1	2	3												
A 755	1-2	1	$\frac{282}{116}$	13	10	43,4	3,8(6)	-1,78	-1,70			3,17	2,89			1:41,62	$m_{o,1}^2 = \frac{23,60}{9} = 2,61$		
	218-	2				40,2	3,8(40)	+1,42	+1,50			2,02	2,25			2:41,70	$m_{o,2}^2 = \frac{23,96}{11} = 2,18$	$m_{o,2} = \pm 1,48$	
	-488	3				39,5		+1,82	+1,50			3,31	3,61						$m = \frac{1,48}{\sqrt{12}} = \pm 0,43$
		4				43,6		-1,98	-1,90			3,92	3,61						
		5				40,0		+1,62	+1,70			2,62	2,89						
		6				43,2		-1,58	-1,50			2,50	2,25						
		1 <sup>n</sup>				40,6		+1,02	+1,10			1,04	1,21						
		2 <sup>n</sup>				42,4		-0,78	-0,70			0,61	0,49						
		3 <sup>n</sup>				40,2		+1,42	+1,50			2,02	2,25						
		4 <sup>n</sup>				42,8		-1,18	-1,10			1,39	1,21						
						446,2		0,00				22,60							
		5 <sup>n</sup>				41,4			+0,30				0,09						
		6 <sup>n</sup>				42,8			-1,10				1,21						
						520,4			0,00				23,96						

-25-

Granične vrednosti grešaka zatvaranja horizonta

Granične vrednosti grešaka zatvaranja horizonta <sup>*)</sup>		
Broj uglova	1. Sva su merenja sa centra	2. Postoje ekscentrična merenja
2	3,2	4,2
3	3,5	4,5
4	3,7	4,7
5	3,9	4,9
6	4,0	5,0
7	4,1	5,1
8	4,2	5,2
9	4,3	5,3
10	4,4	5,4
11	4,5	5,5
12	4,5	5,5
13	4,6	5,6
14	4,7	5,7
15	4,7	5,7
16	4,8	5,8

Granične vrednosti grešaka zatvaranja date su u priloženoj tabeli. Ako greška ne prelazi graničnu vrednost, onda se računaju popravke i izravnati uglovi. Popravke se računaju po formuli

$$U_1 = K M_1^2$$

$$U_2 = K M_2^2$$

⋮

$$U = K M_n^2$$

gde je

$$K = \frac{f}{[m^2]}$$

Iz izravnatih uglova računaju se izravnati pravci. Oni pravci koji su opažani na ekscentričan signal i koji podležu svodjenju na centar upisuju se onda u obrazac 4a. Pošto su njima dodate popravke oni se ponovo upisuju u obrazac Z.H. u stubac "Pravci svedeni na centar".

Ako su se stanice vršene ekscentrična merenja, onda se mereni uglovi odnosno njihove aritmetičke sredine upisuju u gornji deo obrasca Z.H. Ako su na odnosnoj tački uglovi mereni sa više ekscentričnih stanica, onda se uglovi svake stanice upisuju posebno /vidi obrazac Z.H. na str. 27 /. Iz upisanih uglova se obrazuju "opažani pravci" koji se onda unose u trigonometrim, obrazac 4 redi svodjenje na centar. Sveđeni pravci ponovo se upisuju u obrazac Z.H. gde se iz njih obrazuju uglovi sa kojima se onda zatvara horizont.

Ako su na tački uglovi mereni ne samo sa ekscentričnih stanica nego i sa centra, onda se uglovi

\*) Granične vrednosti grešaka sračunate su po eksperimentalnim formulama i to:

$$a) M = 1,2 \sqrt{n} + 1,5 - 0,1 (n-2),$$

kada su sva merenja izvršena sa centra odnosno stanice, i

$$b) M = 1,2 \sqrt{n} + 1,5 - 0,1 (n-2) + 1,0$$

kada postoje ekscentrična merenja. U ovim formulama n je broj uglova koji zatvaraju horizont. Greška 1,2 koja se množi sa  $\sqrt{n}$  je dvostruka maksimalna greška ugla mereog u 6 girusa, jer je mak-

Uglovi				Pravci								Uglovi			
između pravaca ka tačkama	uzeti su:	mereni			vizurna tačka	opažani (a)			uzeti su:	svedeni na centar			svedeni na centar		
		o	i	"		o	i	"		o	i	"	o	i	"
Stacija: 488 <sub>1</sub>					212	0	00	00,00	4.4	0	04	08,80			
212 - 753	0.7. 14	121	16	57,10	753	121	16	57,10	"	121	15	50,89	121	11	42,09
753 - 213	14	20	12	41,32	213	141	29	38,42	"	141	26	17,99	20	10	27,10
213 - 205	15	22	15	38,46	205	163	45	16,80	4.4	163	114	14,43	22	17	56,44
				16,88				52,40				05,63			05,63
Stacija: 488 <sub>2</sub>					205	0	00	00,00	4.5	359	59	59,17			
205 - 214	0.7. 16	7	18	38,40	214	7	18	38,40	"	7	18	17,49	7	18	18,32
214 - 220	16	32	06	47,56	220	39	25	25,96	4.5	39	24	48,35	32	06	30,86
				25,96				04,36				49,18			49,18
Stacija: 488 <sub>3</sub>					220	0	00	00,00	4.6	0	00	51,62			
220 - 215	0.7. 17	25	20	59,73	215	25	20	59,73	"	25	22	23,49	25	21	31,87
215 - 755	17	34	49	58,53	755	60	10	58,26	"	60	10	59,67	34	48	36,18
755 - 218	18	17	48	45,74	218	77	59	44,00	"	77	59	27,77	17	48	28,10
218 - 216	18	15	38	35,67	216	93	39	19,67	"	93	37	20,48	15	37	52,71
216 - 182	19	10	54	01,21	182	104	32	20,88	4.6	104	31	54,66	10	54	34,18
				20,88				22,54				03,04			03,04
Stacija: 488 <sub>4</sub>					182	0	00	00,00	4.7	0	01	01,98			
182 - 403	0.7. 19	44	01	08,56	403	44	01	08,56	"	44	01	56,21	44	00	54,23
403 - 212	20	8	22	39,12	212	52	23	47,68	4.7	52	25	00,60	8	23	04,39
				47,68				56,24				59,62			59,62

Zatvaranje horizonta

Mereni uglovi	m <sup>2</sup>	Poprsk ku v = k m <sup>2</sup>	Izravnati uglovi	Pravci												
				vizur- na tačka	izravnati			uzeti su:	svedeni na centar							
o	i	"	o	i	"	o	i	"	o	i	"	o	i	"		
Stacija: 488				212	0	00	00,00				0	00	00,00			
212 - 753	121	11	42,09	0,18	+ 0,31	121	11	42,40	753	121	11	42,40	4 <sup>o</sup> 2	121	11	43,9
753 - 213	20	10	27,10	0,17	+ 0,30	20	10	27,40	213	141	22	09,80	4 <sup>o</sup> 7	141	22	12,9
213 - 205	22	17	56,44	0,26	+ 0,45	22	17	56,89	205	163	40	06,69		163	40	06,7
205 - 214	7	18	18,32	0,10	+ 0,17	7	18	18,49	214	170	58	25,18		170	58	25,2
214 - 220	32	06	30,86	0,13	+ 0,23	32	06	31,09	220	203	04	56,27		203	04	56,3
220 - 215	25	21	31,87	0,08	+ 0,14	25	21	32,01	215	228	26	28,28		228	26	28,3
215 - 755	34	48	36,18	0,17	+ 0,30	34	48	36,48	755	263	15	04,76	4 <sup>o</sup> 1	263	15	04,5
755 - 218	17	48	28,10	0,05	+ 0,09	17	48	28,19	218	281	03	32,95	4 <sup>o</sup> 6	281	03	32,5
218 - 216	15	37	52,71	0,13	+ 0,23	15	37	52,94	216	296	41	25,89		296	41	25,9
216 - 182	10	54	34,18	0,31	+ 0,54	10	54	34,71	182	307	36	00,60		307	36	00,6
182 - 403	44	00	54,23	0,19	+ 0,33	44	00	54,56	403	351	36	55,15	4 <sup>o</sup> 5	351	36	55,0
403 - 212	8	23	04,39	0,26	+ 0,45	8	23	04,84	212	360	00	00,00				
Σ =	359	59	56,47	2,03	+ 3,54			00,00								
f =			3,53													
Δ =			5,5													

$k = \frac{f}{(m^2)} = + 1,739$



mereni sa centra neposredno upisuju u donji deo obrasca Z.H.

U slučaju da je greška zatvaranja horizont- Greške zat- ta veća od određene granične vrednosti, onda se vrši varanja ho- ponovno merenje svih uglova. Nova merenja se vrše po rizonta ve- istom postupku po kome su vršena poništena. Zabranju- ća od nje- je se da se delimično izvršena nova merenja kombinira- ne grahič- ju sa ranije izvršenim. ne vredno- sti

### F. Određivanje elemenata ekscentriciteta

#### Čl. 24

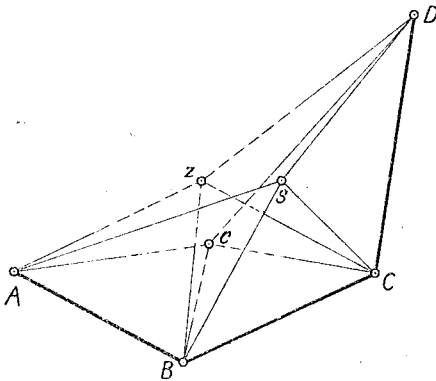
Kad god je to moguće elemente ekscentriciteta - otstojanje  $e$  i ugao  $i$  - treba određivati putem direktnih merenja po odredbama čl.32 Pravilnika I. deo. Indirektno određivanje elemenata vrši se pomoću mikrotriangulacije /v.čl.25/.

Načini određivanja elemenata ekscentriciteta

#### Čl. 25

1/ Mikrotrigonometrijska mreža - mikrotriangulacija - koja se razvija radi određivanja elemenata ekscentriciteta šematički je prikazana na slici 8. Ovu mrežu sačinjavaju tačke osnovičkog poligonskog vlaka

Mikrotrigonometrijska mreža



Sli. 8

/tačke A, B, C i D/, centar /z/ i tačke za koje se elementi ekscentriciteta određuju /ekscentrične stanice /s/ i ekscentrični signal /c//.

Medjusobni položaj tačaka z, s i c kao i njihov položaj u odnosu na tačke osnovičkog poligonskog

simalna greška ugla merenog u jednom girusu 1,5, te prema tome

$$m_{max.} = \frac{1,5}{\sqrt{6}} = 0,61.$$

Kako kod malog broja sabiraka ne postoji dovoljna kompenzacija njihovih slučajnih grešaka, to formula sadrži član

$$1,5 = 0,1 /n-2/.$$

vlak određuje se presecanjem napred ili kombinovanim presecanjem, a najmanje sa tri tačke.

Osnovički poligonski vlak

2/ Najbolje je kada osnovički poligonski vlak, čije tačke služe za određivanje tačaka z, c i s, predstavlja zatvoren poligon /v.skicu mikrotrigonometrijske mreže na str. 31/. No osnovički poligonski vlak može biti slepi vlak, kada terenske prilike onemogućavaju da se obrazuje zatvoren poligon /sl.8/.

Tačke ovog vlaka treba birati tako da što potpunije bude zadovoljeno zahtevima koji se postavljaju pri određivanju tačaka presecanjem /v.čl. 14 Pravilnika I. deo/.

Merenje uglova u mikrotrigonometrijskoj mreži

3/ Svi uglovi u mikrotrigonometrijskoj mreži, kao i prelomni uglovi u osnovičkom poligonskom vlaku, mere se po girusnoj metodi u 3 girusa.

Ako postoji mogućnost onda uglove treba meriti teodolitom tipa Wildovog univerzalnog teodolita. Naravno pažnja mora biti obraćena na centrisanje instrumenta i signalisanje tačaka. Ako teodolit ima uređaj za optičko centrisanje, što je skoro neophodno, onda se ovaj mora vrlo pažljivo ispitati i po potrebi rektifikovati.

Vrlo je poželjno da izvršilac radova pored teodolita sa optičkim centrisanjem raspoleže i priborom za mehaničko /"prisilno"/ centrisanje. U ovom se slučaju tačke osnovičkog poligonskog vlaka signališu markama na koje se onda i vrši viziranje. Ako takvog pribora nema onda treba vizirati na tačke igle pobodene vertikalno u koševе kojima se obeležavaju tačke osnovičkog poligonskog vlaka.

Mereni uglovi iz zapisnika se unose u trigonometrijski obrazac br.2 gde se obrazuju sredine. Ako je viziranje vršeno na levi i desni kraj jabuke ispod krsta ili fabričkog dimnjaka, onda se podaci unose na način kako je to u priloženom brojnom primeru pokazano /v.obrazac br. 2 na str. 33 /.


Merenje strana u osnovičkom poligonskom vlaku

4/ Dužine strana osnovičkog poligonskog vlaka mogu se određivati ili putem direktnih merenja /pantljkikom/ ili indirektnih. Pri indirektnom određivanju dužine se dobijaju putem merenja paralaktičnih uglova između pravaca na marke horizontalne letve.

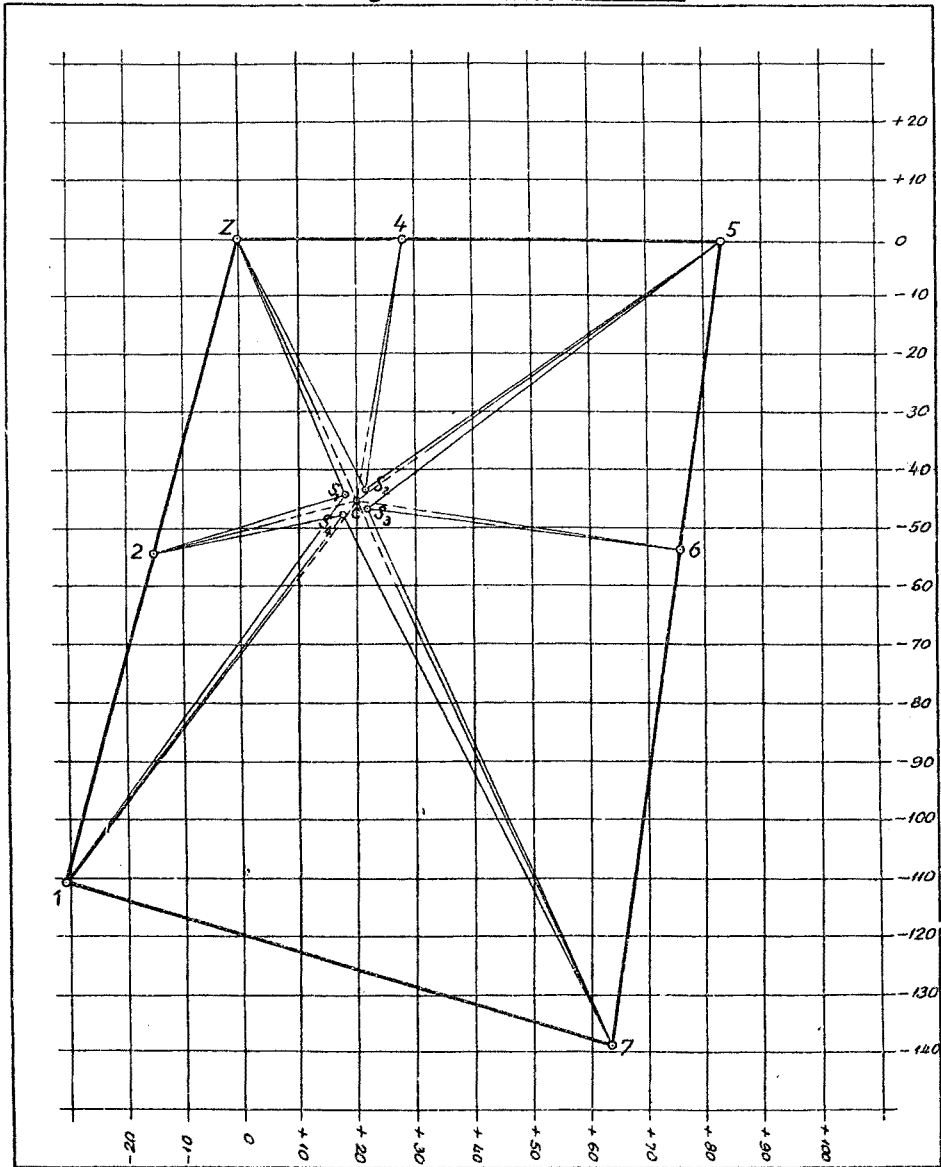
---

Brojne vrednosti ovog člana opadaju kada se broj sabiraka n povećava. Za  $n = 17$  član je jednak nuli. Prema tome prednja eksperimentalna formula važi za slučajeve kada je  $n \leq 17$ .

Određivanje elemenata ekscentriciteta

Tačka:  488

Skica mikrotrigonometrijske mreže.



Direktno merenje pantlijskom. Komparisanje pantlijske

a/ Direktno merenje strana. Pantlijska namenjena za direktno merenje strane osnovičkog poligon-skog vlaka i ekscentriciteta mora biti komparisana. Komparisanje se vrši po jednom od načina detaljno objašnjenih u čl.49.

Postupak pri merenju

Merenje strana osnovičkog poligon-skog vlaka vrši se po postupku izloženom u čl.50 i pravilima tako navedenim. U smislu tačnosti važe one odredbe ovog člana i člana 51 koje se odnose na gradsku poligonometrisku mrežu 2. reda u gradovima koji se premeravaju po prvoj skali tačnosti. Obrada merenja vrši se prema čl.53 tač.13.

Indirektno merenje strana na osnovičkog poligon-skog vlaka

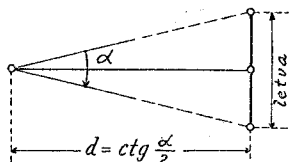
b/ Indirektno merenje strana. Ako izvršilac redova raspolaže priborom za određivanje dužina strana putem merenja paralaktičnih uglova, onda se dužine strana osnovičkog poligon-skog vlaka određuju indirektno. Pribor treba da sačinjavaju:

- 1/ teodolit tipa wilšovog univerzalnog teodolita;
- 2/ invarska letva dužine 2 metra;
- 3/ najmanje dve marke;
- 4/ " tri stativa.

Konstrukcija teodolita, letve i maraka mora biti takva, da se na isto postolje mogu naizmenično postavljati; marka, letva i teodolit; znači, da pribor mora biti sa mehaničkim centrisanjem.

Postupak pri indirektnom merenju strana

Pri određivanju dužine strane kraće od 25 metara letva se postavlja na jednoj od krajnjih tačaka /sl.10/, te se meri paralaktičan ugao  $\alpha$ .

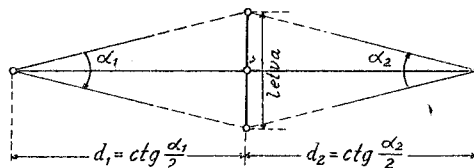


Sl.10

veličini pojedini delovi moraju biti takvi da paralaktičan ugao, pomoću koga se dužina odnosnog dela određuje, ne bude manji od 4,5.

Kod strane dužih od 25 metara ali kraćih od 50 metara letva se postavlja u sredini odnosno strane /sl.11/, pa se mere paralaktični uglovi  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ .

Najzad strane duže od 50 m dele se u delove kako je to pokazano na slici 12. Po

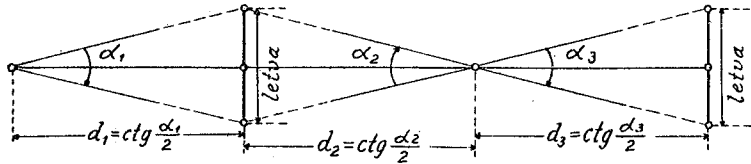


Sl.11



Obrazovanje sredina iz svih opaženih pravaca															
Vizurna tačka	G I R U S I										Σ	Sredina iz svih gura			Primedbe
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		0	1	2	
	Stanica: $\odot 488 z$														
	1	$\frac{282}{80}$	$\frac{282}{91}$	$\frac{282}{32}$											
$\Delta 4$	0	00	00	00	00						0	0	00	00	$c_1$ - levi kraj jabuke
$S_2$	64	24	54	62	57						183	64	25	21	$c_2$ - desni kraj jabuke
$c_1$	65	30	37	46	48	65	30	43,7			131	65	02	53	$115^\circ 3' = 39''$
$c_2$	66	35	10	09	17	66	35	12,0			36	66	02	58	
$S_1$	68	33	09	29	33						71	68	33	24	
$\Delta 2$	105	32	15	19	23						57	105	32	19	
		05	45	08	132	05	55,7				58			4,0	
	Stanica: $\Delta 4$														
	1	$\frac{282}{16}$	$\frac{282}{46}$	$\frac{282}{97}$											
$\Delta 5$	0	00	00	00	00						0	0	00	00	$87^\circ 3' = 29''$
$S_2$	99	42	23	22	16						61	99	42	20	
$c_1$	99	27	20	12	00	99	27	10,7			32	100	01	55	
$c_2$	100	36	46	38	34	100	36	39,3			118	100	01	55	
$Z$	180	00	20	16	20						58	180	00	19	
		49	28	10	200	03	50,0				27			29	
	Stanica: $\Delta 5$														
	1	$\frac{282}{87}$	$\frac{282}{87}$	$\frac{282}{88}$											
$\Delta 6$	0	00	00	00	00						0	0	00	00	$176^\circ 3' = 59''$
$S_1$	45	02	29	35	32						96	45	02	32	
$c_1$	46	07	37	43	37	46	07	39,0			117	46	27	46	
$c_2$	46	47	52	55	54	46	47	53,7			161	46	27	46	
$S_2$	47	25	18	22	23						63	47	25	21	
$\Delta 4$	82	00	32	34	33						99	82	00	33	
		48	09	59	92	55	32,7				56			58	
	Stanica: $\Delta 6$														
	1	$\frac{282}{89}$	$\frac{282}{89}$	$\frac{282}{89}$											
$\Delta 7$	0	00	00	00	00						0	0	00	00	$65^\circ 3' = 22''$
$S_2$	88	54	08	05	00						13	88	54	04	
$c_1$	89	16	39	52	49	89	16	46,7			140	89	44	44	
$c_2$	90	12	40	45	42	90	12	42,3			127	89	44	44	
$\Delta 5$	179	59	45	48	52						145	179	59	48	
		12	30	23	179	29	29				05			20	
	Stanica: $S_3$														
	1	$\frac{282}{252}$	$\frac{282}{252}$	$\frac{282}{252}$											
$\odot 215$	0	00	00	00	00						0	0	00	00	$23^\circ 3' = 08''$
$\Delta 6$	14	14	36	15	26						77	14	14	26	
$\Delta 7$	73	02	49	50	56						155	73	02	52	
$\Delta 5$	330	22	54	48	49						151	330	22	50	
		19	53	11							23			08	

Merenje paralaktičnih uglova



Sl. 12

Paralaktični uglovi se mere u 8 ponavljanja. Za definitivnu vrednost merenog ugla uzima se prosta aritmetička sredina iz 8 ponavljanja. Srednja greška definitivne vrednosti sračunata iz odstupanja od aritmetičke sredine /v.brojni primer na str. 35/ ne sme biti veća od 0,5. Ako je greška veća, onda se broj ponavljanja povećava na 12, što znači da se odnosni ugađ meri još u 4 ponavljanja.

Računanje koordinata osnove računaju se u proizvoljnom koordinatnom sistemu. Prema tome koordinate prve tačke i direkcioni ugađ prve strane proizvoljni su. Pri računanju koordinata treba razlikovati dva slučaja:

Koordinate tačke osnovičkog poligonskog vlaka računaju se u proizvoljnom koordinatnom sistemu. Prema tome koordinate prve tačke i direkcioni ugađ prve strane proizvoljni su.

Pri računanju koordinata treba razlikovati dva slučaja:

Slučaj slepog vlaka

Prvi slučaj. Osnovički poligonski vlak je slepi vlak /sl.8/. U ovom slučaju koordinate se računaju iz neposrednih rezultata merenja. Koordinatne razlike i koordinate računaju se na milimetre.

Pošto se traži da se svodjenje ekscentrično opažanih pravaca na centre izvrši još na terenu, to je trigonometrijski obrezac br.19, u kome se računaju koordinate, razrađjen za računanje pomoću logaritama. Obavezno je da se pre računanje koordinata izvrši kontrolno računanje koordinatnih razlika. Za kontrolno računanje primenjuju se formule:

$$\Delta y = d \sin \nu = \frac{d}{\sqrt{2}} \sin (\nu + 45^\circ) - \frac{d}{\sqrt{2}} \cos (\nu + 45^\circ)$$

$$\Delta x = d \cos \nu = \frac{d}{\sqrt{2}} \sin (\nu + 45^\circ) + \frac{d}{\sqrt{2}} \cos (\nu + 45^\circ)$$

/v.brojni primer na str. 37/

Slučaj zatvorenog poligona

Drugi slučaj. Osnovički poligonski vlak je zatvoren poligon /v.str.38/. U ovom slučaju koordinate se računaju po dole objašnjenom postupku.

Zbir merenih prelomnih uglova upoređuje se sa teoretskim zbirom koji je

$$\begin{matrix} 180^\circ & /n-2/ & \text{kada se koriste unutarnji uglovi} \\ 180^\circ & /n+2/ & \text{" " " spoljnji " } \end{matrix}$$



Ovde je  $n$  broj strana.  
Greška zatvaranja poligona

$$f_{\beta} = 180^{\circ} \cdot (n \mp 2) - [L\beta]$$

ne sme biti veća od

$$\begin{aligned} \pm 10'' \sqrt{n} & \text{ kada je } n \leq 5 \\ \pm 8'' \sqrt{n} & \text{ " " } n > 5. \end{aligned}$$

Prednje maksimalne greške zatvaranja važe za slučaj kada su prelomni uglovi mereni teodolitom sa optičkim centriranjem. Međutim, ako su mereni teodolitom koji se centriše pomoću viska, onda se maksimalne greške zatvaranja povećavaju i mogu da iznose:

$$\begin{aligned} \pm 15'' \sqrt{n} & \text{ kada je } n \leq 5 \\ \pm 10'' \sqrt{n} & \text{ " " } n > 5. \end{aligned}$$

Iz postavljenih uglova računaju se definitivne vrednosti direkcionih uglova i onda koordinatne razlike. Ove se ne izravnavaju. One se računaju za sve strane sem poslednje tj. one koje zatvara poligon /v. brojni primer na str. 38/. Kada su kontrolisane one se sabiraju, te se po formuli

$$d_r = \sqrt{[\Delta y]^2 + [\Delta x]^2}$$

računa dužina zatvarajuće strane. Ova se upoređuje sa merenom dužinom  $d_m$  iste strane. Relativna greška zatvarajuće strane

$$M_r = \frac{d_m - d_r}{d_m}$$

ne sme biti veća od 1:7500.

Kada je greška veća, tada se dužine strana osnovičkog poligonskog vlaka mere ponovo.

Računanje 5/ Centar, signal i ekscentrične stanica određuju se sa tačaka osnovičkog poligonskog vlaka presecanjem /v.str. 29 /. Računanje i izravnanje koordinata ovih tačaka vrši se u trigonom. obrascu br.10 po postupku objašnjenom u članovima 105-116 Pravilnika I.deo.

krotrigonometrijske mreže

Razlika je samo u sledećem:

a/ približne koordinate, popravke za ove koordinate kao i definitivne koordinate računaju se na milimetre;

b/ faktori a i b računaju se ne po formulama navedenim u čl.116 napred pomenutog Pravilnika, nego po formulama:

$$a = \frac{\rho'' \cdot \sin n}{d}; \quad b = - \frac{\rho'' \cdot \cos n}{d}$$

Broj tocke	Uglovi su uzeti	Prelomni uglovi $\beta$	Direkcionu uglovi $\nu$	Duzine strana $d$	log sin $\nu$ log $d$ log cos $\nu$	log $\Delta y$ log $\Delta x$	Koordinatne razlike		Koordinate		Kontrolni racunari razlika				
							$\Delta y$	$\Delta x$	$y$	$x$	log sin $(\nu + 45^\circ)$ log $(d \cdot \sqrt{2})$ log cos $(\nu + 45^\circ)$	log $\frac{d}{\sqrt{2}} \sin(\nu + 45^\circ)$ log $\frac{d}{\sqrt{2}} \cos(\nu + 45^\circ)$	$\frac{d}{\sqrt{2}} \sin(\nu + 45^\circ)$ $\frac{d}{\sqrt{2}} \cos(\nu + 45^\circ)$	$\Delta y$ $\Delta x$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
B				ER 6					0,200	0,000					
A	1 282 31	119 33 51	90 00 00	23,248			+ 23,248	0,000							
				ER 6	9,69 320	0,94 605			+ 23,248	0,000					
			29 33 51	17,900	1,25 285		+ 8,832	+ 15,569			9,98 405	1,02 539	+ 12,201	8,939	
C					9,93 942	1,19 227					9,32 514	0,52 727	+ 3,359	+ 15,570	
									+ 32,080	+ 15,569					

Broj tačke	Uglovi su uzeti	Prelamni uglovi $\beta$	Direkcioni uglovi $\gamma$	Dužine strana $d$	$\log \sin \gamma$ $\log d$ $\log \cos \gamma$	$\log \Delta Y$ $\log \Delta X$	Koordinatne razlike		Koordinate		Kontrolno računanje koordinatnih razlika				
							$\Delta Y$	$\Delta X$	Y	X	$\log \sin(\gamma+45^\circ)$ $\log(d \cdot \sqrt{2})$ $\log \cos(\gamma+45^\circ)$	$\log \frac{d}{\sqrt{2}} \sin(\gamma+45^\circ)$ $\log \frac{d}{\sqrt{2}} \cos(\gamma+45^\circ)$	$\frac{d}{\sqrt{2}} \sin(\gamma+45^\circ)$ $\frac{d}{\sqrt{2}} \cos(\gamma+45^\circ)$	$\Delta Y$	$\Delta X$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Z									0,000	0,000					
				ER.3			+ 28,018	0,000							
4	2-10	179 59 41	-2		ER.3	8 00 000 1.74 170			+ 28,018	0,000					
						89 59 39 55 170 1.74 170	+ 55,170	+ 0,006			9 84 953 1.44 071	+ 27,588	+ 55,170		
						6 00 779 7.74 949					9 84 944 1.44 062	- 27,582	+ 0,006		
5	2-10	277 59 27	-2		ER.3	9.14 272 0.86 877			+ 83,188	+ 0,006					
						187 59 04 53 217 1.72 605	- 7,392	- 52,704			9 90 226 1.47 779	- 30,046	- 7,392		
						9.99 577 1.72 192					1.57 553				
6	2-10	180 00 12	-2		ER.3	9.14 287 1.08 259			+ 75,796	- 52,695					
						187 59 14 87 044 1.93 972	- 12,094	- 86,196			9 90 227 1.69 147	- 49,144	- 12,094		
						9.99 577 1.93 549					1.78 320				
7	2-11	278 07 39	-2		ER.4	9.98 260 1.97 639			+ 63,702	- 139,891					
						286 06 51 98 580 1.99 379	- 94,708	+ 27,361			9 77 959 1.56 879	- 37,050	- 86,194		
						9 44 334 1.43 713					9 68 420 1.52 727	- 33,672	- 94,706		
1	2-11	269 25 13	-2		ER.4	9.42 782 1.20 487			- 91,006	- 111,530					
						15 32 02 59 848 1.77 705	+ 16,028	+ 57,662			1.84 327				
						9 98 384 1.76 089					9 94 230 1.78 557	+ 61,034	+ 27,362		
2	2-11	180 00 26	-3		ER.4				- 14,978	- 53,868					
						15 32 25 55 916					9 93 984 1.56 637	+ 36,844	+ 16,027		
											1.62 653				
											9 69 188 1.31 841	+ 20,817	+ 57,661		
Z	2-11	254 27 38	-3												
Treba:		1520 00 16													
$f_{1/3}$		-16	(21")												
$d_r = \sqrt{(\Delta Y)^2 + (\Delta X)^2} = \sqrt{3126,10} = 55,918$															
$d_m =$							$= 55,918$ (dir. merena)								
							$\text{Razlika} = + 6 \text{ mm}$								
							$\text{Relativna greška} = \frac{6}{35,918} = \frac{1}{5986}$								
												Rečunao: N.N.			

Pri postavljanju jednačina greška brojne vrednosti koeficijenta sračunate po predajim formulama smanjuju se loo puta, te se popravke za koordinate dobijsju izražene u santimetrima.

koordinata

Obavezno je sračunati srednje greške

Maksimalne greške koordinate

$$M_y = \pm \sqrt{\frac{m^2}{[pb \cdot 1]}} = \pm \sqrt{\frac{m^2}{B_2}}$$

$$M_x = \pm M_y \sqrt{\frac{[pbb]}{[paa]}} = \pm M_y \sqrt{\frac{B_1}{A}}$$

Ove greške /bilo ordinate, bilo apscise/ ne smeju biti veće od  $\pm 7$  mm.

### Čl. 26

Ekscentricitet e računa se u trigonom. obrascu br.8. Brojni primer naveden je na str. 40 Ugao /s/e /v.čl.31 Pravilnika I. deo/ računa se u obrascu E./a/ iz direkcionog ugla ekscentriciteta i orijentisanog pravca.

Računanje elemenata ekscentriciteta

Za brojni primer uzeto je računanje ovog ugla na ekscentričnoj stanici 488 S<sub>3</sub>. Pravci opažani sa ove stanice svodjeni su na signal "o". Za ovu stanicu dato je:

$$\begin{aligned} V_{S_3}^c &= 300^\circ 22' 10'' \quad /v. obr. 8. \quad na \quad str. 40/ \\ \varphi_{S_3}^{215} &= \underline{82 \quad 38 \quad 58} \quad /v. obr. 5. E. \quad na \quad str. 40/ \\ (a) &= 217 \quad 43 \quad 12 \quad /v. obr. E./a/ \quad na \quad str. 41/. \end{aligned}$$

Budući da je na odnosnoj stanici za početnu tačku uzeta tačka 220 a ne 215 /v.obrazac Z.F. na str.27/, to napred sračunatom uglu treba još dodati ugao između pravca na tačke 220 i 215 /v.obrazac E./a/ na str. 41/.

### G. Svođenje ekscentrično opažanih pravaca na centar

#### Čl. 27

Popravke za svođenje ekscentrično opažanih pravaca na centar odnosno signal računaju se u trigonom. obrascima br. 4 i 4a po odredbama čl.74 i 75 Pravilnika I. deo.

Popravke za svođenje na centar odnosno signal

Pošto se traži da popravke budu sračunate još na terenu, to se računa pomoću logaritama /v. trigonom.obrazac br.4 na str.42/.

Računanje direkcionih uglova i odstojanja iz pravougljih koordinata																		
$T_b$ $T_a$	Koordinate su uzete:	$Y_b$ $Y_a$ $\Delta Y = Y_b - Y_a$ $\Delta X + \Delta Y$			$X_b$ $X_a$ $\Delta X = X_b - X_a$ $\Delta X - \Delta Y$			$\log(\Delta X + \Delta Y)$ $\log(\Delta X - \Delta Y)$ $\log \operatorname{tg}(45^\circ + \psi)$		$\log \Delta Y$ $\log \Delta X$ $\log \operatorname{tg} \psi$		$\log \sin \psi$ $\log \cos \psi$ $\log d$						
		$\pm$			$\pm$													
1	2	3			4			5		6		7						
$S_1$	10.E.6	+	17	400	-	44	294	5	0	25	840	0	42	177	9	97	964	
C	10.E.5	+	20	041	-	45	122	5	0	54	020	9	94	803	9	47	690	
488		-	2	641	+	0	828	0	9	71	820	0	50	374	0	44	213	
		-	1	813	+	3	469	4		332	24	25	237	24	25		2	768
$S_2$	10.E.7	+	20	647	-	43	126	7	0	44	531	9	78	247	9	46	316	
C	10.E.5	+	20	041	-	45	122	5	0	14	301	0	30	016	9	95	086	
488		+	0	606	+	1	996	7	0	27	230	9	48	231	0	31	930	
		+	2	602	+	1	390	4		61	53	20	16	53	19		2	086
$S_3$	10.E.8	+	21	838	-	46	175	5	9	87	157	0	25	455	9	93	590	
C	10.E.5	+	20	041	-	45	122	5	0	45	484	0	02	243	9	70	379	
488		+	1	797	-	1	053	0	9	41	673	0	23	212	0	31	865	
		+	0	744	-	2	850	5		165	22	09	120	22	10		2	083
$S_4$	10.E.9	+	17	421	-	47	954	2	0	70	689	0	41	830	9	86	175	
C	10.E.5	+	20	041	-	45	122	5	9	17	026	0	39	305	9	83	650	
488		-	2	620	-	2	472	6	1	53	663	0	02	525	0	55	655	
		-	5	092	+	0	148	4		271	39	53	226	39	53		3	602

Pregledni spisak triangulacije									
Vizurna tačka	Dolji su pravci izračunati ili opaženi	Koordinatne i direkcionih uglova, uzete su iz:	Definitivni direkcionih uglova $\psi$	Pravci su uzeti iz:	Opazani pravci $\alpha$	Razlike $\psi - \alpha$ Sred. orij. uglova $\varphi = \frac{\psi - \alpha}{n}$	Orijentisani pravci $\varphi = \alpha + 0$	Popravke $v = \psi - \varphi$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
			Starija: 488 <sub>3</sub>						
		10.E.8	$Y = + 21,838$	$X = - 46,175$					
215	1			2.E.10	0 00 00		82 38 58		
$\Delta 6$	2	10.E.8	96 53 20	"	14 14 26	82 38 52	96 53 24	4	
$\Delta 7$	2	"	155 41 58	"	73 02 52	39 06	155 41 50	8	
$\Delta 5$	2	10.E.8	53 01 44	2.E.10	330 22 50	38 54	53 01 48	4	
					40 08		174	16 00 8 8	
					35 52	82 38 58			
					16 00				



Trigonom. obrasci E (a) Str. 2

Skica	Povrta su uzeti:	Računanje ugla koji pravac na počet- nu tačku zaklapa sa pravcem na centar odnosno signal.			
		Stanica: 488 S <sub>3</sub>			
	8-E-2	$\gamma_{S_3}^c$	300	22	10
	5-E-3	$\gamma_{S_3}^{215}$	82	38	58
		(a)	217	43	12
	ZH 8	$\gamma_{S_3}^{215}$	25	21	00
	(a)c	243	04	12	

Sračunate popravke moraju se kontrolno lisati. Za kontrolno računanje služe trigonom. obrasci 4E i 4a E. Kontrolno računanje popravki

1/ Kada se svode na centar pravci o-  
pežani sa ekscentrične stanice, tada se popravke ra-  
čunaju po formuli:

$$\delta'' = 10^{-6} \varphi'' \sin i \cdot \frac{e}{d} \cdot 10^6$$

Faktor

$$10^{-6} \varphi'' \sin i$$

uzima se iz "Tomasove" \*) tablice /v.str.44 i 45/ za ar-  
gumenat  $i$  izražen u stepenima i minutama. Naprimer,  
neka je dato

$$i = 177^{\circ} 06' 46''; \log e = 0.31869; \log d = 4.18740$$

Imajući u vidu da je

$$\sin /177^{\circ} 06' 46''/ = \sin /2^{\circ} 53' 14''/,$$

onda faktor  $10^{-6} \varphi'' \sin i$  treba tražiti za argumenat

$$i = 2^{\circ} 53' 2''.$$

Za ovaj argumenat iz Tomasove tabli-

ce imamo

\*) Thomas - američki geodetski stručnjak saradnik Obalske geo-  
detske službe SAD.

Vizurng tačka	Pravci su uzeti:	Opazani pravci (a)	Pravci svedeni na pravac kao centru kao nult ti pravac $i=(v)-(a)_z$	Ekscentricitet (logaritmi su uzeti):	Eks- centri- citet e	$\log e$ $\log \varphi''$ $\log e \varphi''$ opol $\log d$ $\log \sin i$	$\log \delta =$ $= \varphi'' \frac{e}{\rho} \sin i$ ili $\log \sin \delta =$ $= \frac{e}{\rho} \sin i$	Popravka $\delta$	Pravci svedeni na centar $a=(a)+\delta$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Stanica: $\Delta 488 S_3$				8 E.2	2.083	0.31 869 5.31 443			
$\Delta 220$	Z.H.B	0 00 00 00	116 55 48			5. 63 312 6. 12 956 9. 95 015	1. 71 283 +	51.62	0 00 31.62
$\Delta 215$	"	21 00 25 20 59.73	142 16 48			5. 63 312 6. 50 332 9. 78 664	1. 92 305 +	1 23.76	25 22 234.9
$\Delta 755$ Sel.	"	58 60 10 58.26	177 06 46			5. 63 312 5. 81 260 8. 70 217	0. 14 789 +	1.41	60 10 59.67
$\Delta 218$	"	44 77 59 44.00	194 55 32			5. 63 312 6. 16 637 9. 41 089	1. 21 038 -	16.23	77 59 27.77
$\Delta 216$	"	20 93 38 19.67	210 34 08			5. 63 312 6. 43 280 9. 70 636	1. 77 228 -	59.19	93 37 20.48
$\Delta 182$ Vel. H.	Z.H.B	21 104 32 20.88	221 28 09			5. 63 312 5. 96 451 9. 82 100	1. 41 863 -	26.22	104 31 54.68
C	E. i-2	12 243 04 12 244 46 35 98 30 36 343 17 11	0 00 00 343 17 11					+ 00 35.15	42 57.68
		42 22.54 00 35.15 42 57.68							

za	2°	0,00720
"	50'	300
"	3'	18
"	0,2	1.2

$10^{-6} \rho'' \cdot \sin i = 0,01039 .$

Računajući sada traženu popravku po na-  
pred navedenoj formuli dobijamo:

$$\begin{aligned}
 (10^{-6} \rho'' \cdot \sin i) & \dots 8.01 \ 662_{-10} \\
 e & \dots 0.31 \ 869 \\
 10^6 & \dots \underline{6.00 \ 000} \\
 & \quad 4.33 \ 531 \\
 d & \dots \underline{4.18 \ 740} \\
 \delta'' & \dots 0,14 \ 791 \\
 & = + 1741
 \end{aligned}$$

Pošto se pri računanju u obrascu br. 4 uzima dopuna logaritma strane, to je pri kontrolnom računanju popravki obavezno uzimati logaritama strana a ne njegovu dopunu /v.obrazac 4.E na str.46 /.

2/ Kada se svode na centar pravci opažani na ekscentričan signal, tada se kontrolno računanje popravki vrši po formulama:

$$\begin{aligned}
 \delta'' &= \frac{10^{-6} \cdot \rho'' \cdot \sin i_c \cdot e \cdot 10^6}{d_z}; & \delta'' &= \frac{10^{-6} \cdot \rho'' \cdot \sin i_z \cdot e \cdot 10^6}{d_c} \\
 \delta'' &= \frac{10^{-6} \cdot \rho'' \cdot \sin i_z \cdot e \cdot 10^6}{d_z - e \cos i_z}; & \delta'' &= \frac{10^{-6} \cdot \rho'' \cdot \sin i_c \cdot e \cdot 10^6}{d_c - e \cos i_c}
 \end{aligned}$$

/v.formule /3/, /4/, /7/ i /8/ čl.75 Pravilnika I.deo/.

Računanje se vrši u trigonom. obrascu 4a.E /vidi str.47 /.

Popravke za svodjenje na centar računaju se na stote delove sekunde, ali se definitivni pravci koji služe za računanje i izravnanje koordinata tačaka gradske mreže zaokrugljuju na desete delove sekunde.

Tačnost računanja

Budući da se računanje popravki, po pravilu, vrši na terenu i kako izvršioi radove obično respolažu logaritamskim tablicama od 5 mesta, to se i

i	$10^6 \sin i$	P. P.															i	$10^6 \sin i$	P. P.														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50	1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50		
0	0,00 000	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0	120,0	180,0	240,0	300,0	23	0,00 060	5,5	11,0	16,5	22,0	27,5	33,0	38,5	44,0	49,5	55,0	110,0	165,0	220,0	275,0		
1	0,00 360	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0	120,0	180,0	240,0	300,0	24	0,00 390	5,5	10,9	16,4	21,9	27,3	32,8	38,3	43,7	49,2	54,7	109,3	164,0	218,7	273,4		
2	0,00 720	6,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	42,0	48,0	54,0	60,0	120,0	180,0	240,0	300,0	25	0,00 718	5,4	10,8	16,3	21,7	27,1	32,5	37,9	43,3	48,8	54,2	108,3	162,5	216,7	270,8		
3	0,01 080	6,0	12,0	17,9	23,9	29,9	35,9	41,9	47,9	53,8	59,8	119,7	179,5	239,3	299,2	26	0,00 943	5,4	10,7	16,1	21,5	26,8	32,2	37,6	42,9	48,3	53,4	107,3	151,0	214,7	268,4		
4	0,01 439	6,0	12,0	17,9	23,9	29,9	35,9	41,9	47,9	53,8	59,8	119,7	179,5	239,3	299,2	27	0,00 965	5,3	10,6	16,0	21,3	26,6	31,9	37,2	42,5	47,9	53,2	106,3	150,5	212,7	265,8		
5	0,01 798	6,0	11,9	17,9	23,9	29,8	35,8	41,8	47,7	53,7	59,7	119,3	179,0	238,7	298,4	28	0,00 684	5,3	10,6	15,8	21,1	26,4	31,7	37,0	42,3	47,5	52,8	105,7	150,5	211,5	264,2		
6	0,02 156	6,0	11,9	17,9	23,9	29,8	35,8	41,8	47,7	53,7	59,7	119,3	179,0	238,7	298,4	29	0,10 001	5,2	10,4	15,7	20,9	26,1	31,3	36,5	41,7	47,0	52,2	104,3	150,5	208,7	260,8		
7	0,02 514	6,0	11,9	17,8	23,8	29,8	35,7	41,6	47,6	53,6	59,6	119,0	178,5	238,0	297,5	30	0,10 314	5,2	10,3	15,5	20,7	25,8	31,0	36,2	41,3	46,5	51,7	103,3	150,0	207,7	258,4		
8	0,02 871	5,9	11,9	17,8	23,7	29,7	35,6	41,5	47,5	53,4	59,3	118,7	178,0	237,3	296,6	31	0,10 624	5,1	10,2	15,4	20,5	25,6	30,7	35,8	40,9	46,1	51,2	102,3	150,5	204,7	255,8		
9	0,03 227	5,9	11,8	17,8	23,7	29,6	35,5	41,4	47,3	53,3	59,2	118,3	177,5	236,7	295,8	32	0,10 931	5,1	10,1	15,2	20,3	25,3	30,4	35,5	40,5	45,6	50,7	101,3	150,0	202,7	253,4		
10	0,03 582	5,9	11,8	17,7	23,6	29,5	35,4	41,3	47,2	53,1	59,0	118,0	177,0	236,0	295,0	33	0,11 235	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	100,0	150,0	200,0	250,0		
11	0,03 936	5,9	11,8	17,6	23,5	29,4	35,3	41,2	47,1	52,9	58,8	117,7	176,5	235,3	294,1	34	0,11 535	5,0	9,9	14,8	19,8	24,8	29,7	34,6	39,6	44,6	49,5	99,0	148,5	198,0	247,5		
12	0,04 289	5,8	11,7	17,6	23,4	29,2	35,1	41,0	46,8	52,6	58,5	117,0	175,5	234,0	293,5	35	0,11 832	4,9	9,8	14,6	19,5	24,4	29,3	34,2	39,1	43,9	48,8	97,7	146,5	195,3	244,2		
13	0,04 640	5,8	11,7	17,5	23,3	29,2	35,0	40,8	46,7	52,5	58,3	116,7	175,0	233,3	291,6	36	0,12 125	4,8	9,6	14,5	19,3	24,1	28,9	33,7	38,5	43,4	48,2	96,3	144,5	192,7	240,8		
14	0,04 990	5,8	11,6	17,5	23,3	29,1	34,9	40,7	46,5	52,4	58,2	116,3	174,5	232,7	290,8	37	0,12 414	4,8	9,5	14,3	19,1	23,8	28,6	33,4	38,1	42,9	47,7	95,3	143,0	190,7	238,4		
15	0,05 339	5,8	11,6	17,3	23,1	28,9	34,7	40,5	46,3	52,0	57,8	115,7	173,5	231,3	289,2	38	0,12 700	4,7	9,4	14,1	18,8	23,5	28,2	32,9	37,6	42,3	47,0	94,0	141,0	188,0	235,0		
16	0,05 686	5,8	11,5	17,2	23,0	28,8	34,5	40,2	46,0	51,8	57,5	115,0	172,5	230,0	287,5	39	0,12 982	4,6	9,2	13,9	18,5	23,1	27,7	32,3	36,9	41,6	46,2	92,3	138,5	184,7	230,8		
17	0,06 031	5,7	11,4	17,2	22,9	28,6	34,3	40,0	45,7	51,5	57,2	114,3	171,5	228,7	285,8	40	0,13 259	4,6	9,1	13,7	18,3	22,8	27,4	32,0	36,5	41,1	45,7	91,3	137,0	182,7	228,4		
18	0,06 374	5,7	11,4	17,1	22,8	28,5	34,2	39,9	45,5	51,3	57,0	114,0	171,0	228,0	285,0	41	0,13 533	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45,0	90,0	135,0	180,0	225,0		
19	0,06 716	5,6	11,3	17,0	22,6	28,2	33,9	39,6	45,2	50,8	56,5	113,0	169,5	226,0	282,5	42	0,13 803	4,4	8,8	13,3	17,7	22,1	26,5	30,9	35,3	39,8	44,2	88,3	132,5	176,7	220,8		
20	0,07 055	5,6	11,2	16,9	22,5	28,1	33,7	39,3	44,9	50,6	56,2	112,3	168,5	224,7	280,8	43	0,14 068	4,4	8,7	13,0	17,4	21,8	26,1	30,4	34,8	39,2	43,5	87,0	130,5	174,0	217,5		
21	0,07 392	5,6	11,2	16,7	22,3	27,9	33,5	39,1	44,7	50,2	55,8	111,7	167,5	223,3	279,2	44	0,14 329	4,3	8,6	12,8	17,1	21,4	25,7	30,0	34,3	38,5	42,8	85,7	128,5	171,3	214,2		
22	0,07 727	5,6	11,1	16,6	22,2	27,8	33,3	38,8	44,4	50,0	55,5	111,0	166,5	222,0	277,5	45	0,14 586	4,2	8,4	12,7	16,9	21,1	25,3	29,5	33,7	38,0	42,2	84,3	126,5	168,7	210,8		



Vizurna točka	Pravci su uzeti	Pravci svedeni na pravac ka centru kao na multi pravac i	Ročunanje faktora $10^{-6}g''\sin i$	Logaritom stro- me i ekscentr. e uzeti su:	$\log(10^{-6}g''\sin i)$ log e log 10 <sup>6</sup> log d	log δ''	δ''	Primedbe	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Stаница: 488 S <sub>3</sub>									
A 220	4-6	116	55.8	0, 18 380	33.36	9, 26 460	1, 71	285 +	51, 62
				107		0, 31 869			
				0.5		6, 00 000			
				.		5, 58 329			
A 215	"	142	16.8	0, 12 414	33.36	9, 10 106	1, 92	307 +	83, 77
				190.7		0, 31 869			
				14.3		6, 00 000			
				1.0		5, 41 975			
A 755 Sel	"	177	06.8	0, 00 720	33.860	8, 01 662	0, 14	791 +	1, 41
				300.0		0, 31 869			
				18.0		6, 00 000			
				1.2		4, 33 531			
A 218	"	194	55.5	0, 01 039	33.34	4, 18 740	1, 21	040 -	16, 23
				0, 04 990		8, 72 534			
				29.08		0, 31 869			
				2.9		6, 00 000			
A 216	"	210	34.1	0, 05 313	33.36	5, 04 403	1, 77	227 -	59, 19
				0, 10 314		9, 02 078			
				155.0		0, 31 869			
				20.7		6, 00 000			
A 182 Vel. H.	4-6	221	28.2	0, 10 490	33.860	5, 33 947	1, 41	865 -	26, 22
				0, 13 533		9, 13 545			
				90.0		0, 31 869			
				36.0		6, 00 000			
		343	17.2	0, 09		5, 45 414			



popravke računaju pomoću ovih tablica, mađa su u većini slučajeva dovoljne tablice sa 4 mesta.

## H. Računanje i izravnanje koordinata tačaka gradske trigonometriške mreže

Izravnanje mreže na području proširenog obuhvata prošireni gradjevinski rejon izravnava se od gradjevin- skog rejo- na

Način iz- ravnanja

### Čl. 28

Prema čl.9 gradska trigonometriška mreža koja proširenog obuhvata prošireni gradjevinski rejon izravnava se od gradjevin- skog rejo- na

Izravnanje mreže može se vršiti kako po nači- nu posrednih, tako i po načinu uslovnih merenja.

### Čl. 29

Ponovno orijen- tisanje pravaca na datim tačkama

Kada se mreža izravnava po načinu posrednih merenja odnosno kada se izravnavaju koordinate tačaka, onda je obavezno da se na svima "datim" tačkama izvrši po- novno orijentisanje pravaca.

Pri ponovnom orijentisanju za računanje orijen- tacionog ugla uzimaju se svi poznati direkcionni uglovi, što znači da se iskorišćuju sve tačke čije su koordina- te već poznate i koje su opažane sa odnose tačke kao stanice.

Kao brojni primer navodimo prvo i drugo ori- jentisanje pravaca na tački 488<sub>c</sub>. Pri prvom orijenti- sanju, izvršenom radi računanja i izravnanja koordinata tačaka prelazne zone, orijentacioni ugao je sračunat iz četiri vrednosti. Pri drugom orijentisanju /za tačke proširenog gradjevinskog rejona/ ovaj je ugao sračunat iz sedam vrednosti /v.trigonom.obrazac br.5 na 49 str./.

### Čl. 30

Izravna- nje ko- ordinata tačaka gradske trigono- metriške mreže

Težine spoljnih i unutar- njih pra- vaca

Izravnanje koordinata tačaka gradske trigono- metriške mreže vrši se s obzirom na krivinu Zemljine površine.

Koordinate tačaka prelazne zone mogu se izrav- navati odjednom za grupu tačaka a mogu se : izravnati posebno za pojedinačne tačke /v. defin. plan određivanja tačaka na str. 9 /. Koordinate tačaka koje obuhvataju prošireni gradjevinski rejon izravnavaju se odjednom za sve tačke na području tog rejona /v.čl.9/.

Izravnanje se vrši po postupku navedenom u čl. 118, 120 i 121 Pravilnika I. deo.

Pri postavljanju jednačine grešaka težine pra- vaca ne određuju se po Šrajberovim pravilima, nego se smatraju jednakim jedinici i to kako za unutarne tako i za spoljne pravce.



Pregledni spisak triangulacije																														
Vizurna tačka	Dati su pravci jedino ili oba no opaženi	Koordinate i di- rekcioni uglovi uzeti su:	Definitivni direkcioni uglovi		Pravci su uzeti	Opaženi pravci			Razlike $\gamma - \alpha$ Sred. orijen- ugao $\alpha = \frac{[\gamma - \alpha]}{k}$			Orientisani pravci			Popravke															
			$\gamma$	"		$\alpha$	"	"	$\alpha$	"	$\alpha$	"	$\varphi = \alpha + 0$	$\gamma$	"	$v = \gamma - \varphi$	+	-												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18													
Stаница: 4880																														
		5 <sup>2</sup> 107	$\bar{\gamma} = -$	28	127,80 <sub>1</sub>	$\bar{X} = 4$	970	319,39 <sub>0</sub>																						
			$\bar{\gamma} =$	7 471	875,04 <sub>4</sub>	$\bar{X} = 4$	969	322,36 <sub>4</sub>																						
A 753	2	33-696	295	20 08,7	Z.H.30	121	11 43,9	174	08 24,8	295	20 07,7	1,0																		
205	2	33-18	337	48 30,9	"	163	40 06,7		24,2	337	48 30,5	0,4																		
220c	2	33-35	17	13 21,0	"	203	04 56,3			17	13 20,1	0,9																		
755	2	33-860	77	23 26,8	"	263	15 04,5		22,3	77	23 28,3	1,5																		
218	2	33-34	95	11 54,1	"	281	03 32,5			95	11 56,3	2,2																		
182	2	33-860	121	44 24,2	"	307	36 00,4		25,8	121	44 24,2	0,0	0,0																	
403	2	33-33	165	45 23,1	Z.H.30	351	36 55,0			165	45 18,8	4,3																		
							28	19,3		95,1	27	05,9	1,4	1,5																
							58	46,6	174	08	23,8																			
							27	05,9																						
A 212	2	33-36	174	08 28,3	Z.H.30	0	00 00,0			174	08 24,2	4,1																		
A 753	2	33-696	295	20 08,7	"	121	11 43,9	174	08 24,8	295	20 08,1	0,6																		
A 213	2	33-36	315	30 34,9	"	141	22 12,9			315	30 37,1	2,2																		
A 205	2	33-18	337	48 30,9	"	163	40 06,7		24,2	337	48 30,9	0,0	0,0																	
A 214	2	33-36	345	06 46,9	"	170	58 25,2			345	06 49,4	2,5																		
A 220c	2	33-35	17	13 21,0	"	203	04 56,3		24,7	17	13 20,5	0,5																		
A 215	2	33-36	42	34 51,5	"	228	26 28,3			42	34 52,5	1,0																		
A 755	2	33-860	77	23 26,8	"	263	15 04,5		22,3	77	23 28,7	1,9																		
A 218	2	33-34	95	11 54,1	"	281	03 32,5		21,8	95	11 56,7	2,6																		
A 216	2	33-36	110	49 49,5	"	296	41 25,9			110	49 50,1	0,6																		
A 182	2	33-860	121	44 24,2	"	307	36 00,4		23,8	121	44 24,6	0,4																		
A 403	2	33-33	165	45 23,1	Z.H.30	351	36 55,0		23,1	165	45 19,2	3,9																		
							56	51,6		169,5	37	42,0	5,0	4,9																
							40	50,4	174	08	24,2																			
							37	42,0																						

Čl. 31

Maksimalne popravke pravaca koje se dobijaju pri izravnanju koordinata kao i maksimalne vrednosti velike poluosovine srednje elipse greška zavise od skale tačnosti /v.čl.33/ po kojoj se odnosi grad premerava i iznose:

Skala tačnosti	Maksimalne popravke pravaca		Maksimalne vrednosti velike poluosovine srednje elipse greška	
	tačke prelazne zone	tačke na području proširenog građevinskog rejonu	tačke prelazne zone	tačke na području proširenog građevinskog rejonu
prva	8"	5"	6 cm	4 cm
druga	9"	6"	7 cm	5 cm
treća	10"	7"	8 cm	6 cm

## 2. Poligonometriska mreža

### A. Klasifikacija mreže

Čl. 32

Klasifikacija poligonometrijske mreže u tri reda: Gradska poligonometrijska mreža se klasificira u tri reda:

- poligonometrijska mreža 1. reda
- " " 2. "
- " " 3. "

### B. Skale tačnosti poligonometrijske mreže

Čl. 33

Skale tačnosti poligonometrijske mreže se tri skale tačnosti. Koja će se skala tačnosti primeniti na pojedini grad određuje nadležna republička geodetska uprava, uz saglasnost Savezne geodetske uprave.

Maksimalne relativne greške vlakova su maksimalne relativne greške vlakova za svaku skalu tačnosti. Tačnost poligonometrijske mreže ocenjuje se po relativnoj grešci vlakova. U donjoj tabeli navedene su maksimalne relativne greške vlakova za svaku skalu tačnosti.

Red poligonometrijske mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1	1: 10 000	1: 3 000	1: 6 000
2	1: 6 000	1: 4 500	1: 3 500
3	1: 3 500	1: 2 500	1: 2 000

Relativne greške vlakova računaju se po formuli

$$m_R = \frac{\sqrt{fy^2 + fx^2}}{[d]} = \frac{fd}{[d]}$$

Formula za računanje relativne greške vlakova

gde su

$$fy = (y_z - y_p) - [\Delta y]$$

$$fx = (x_z - x_p) - [\Delta x]$$

$$[d] = d_1 + d_2 + \dots + d_n$$

- $y_p, x_p$  - definitivne koordinate početne tačke vlaka;
- $y_z, x_z$  - definitivne koordinate završne tačke vlaka;
- $[\Delta y]$  - zbir nepopravljenih ordinatnih razlika;
- $[\Delta x]$  - zbir nepopravljenih apscisnih razlika.

### C. Razvijanje gradske poligonometrijske mreže

#### Čl. 34

Gradska poligonometrijska mreža se razvija po principu "od većeg ka manjem", što znači da njeno razvijanje predstavlja postupan prelaz od poligonometrijskih poligona većeg opsega i veće tačnosti ka poligonima manjeg opsega i manje tačnosti. U saglasnosti sa ovim principom prvo se razvija poligonometrijska mreža 1. reda. Ova se naslanja na gradsku trigonometrijsku mrežu i mora obuhvatati celokupan građevinski rejon. Posle toga u okviru poligona mreže 1. reda razvija se mreža 2. reda. Najzad, između tačaka mreže 1. i 2. reda umeću se vlakovi mreže 3. reda.

Osnovni princip razvijanja gradske poligonometrijske mreže

#### Čl. 35

Poligonometrijska mreža 1. reda razvija se po metodi "grupnog uđvoravanja", te čini sklop vlakova koji se sastađu u nižu čvornih tačaka i obrazuju više zatvorenih poligona. Na slici 13 /v.str. 53/pokazan je

Metoda razvijanja mreže 1. reda

primer jedne gradske poligonometrijske mreže 1. reda. Mreža je zaslonjena na 7 trigonometrijskih tačaka. Nju sačinjavaju 29 vlakova koji se sastoje u 13 čvornih tačaka i obrazuju 10 zatvorenih poligona.

Karakteristični podaci za pravilno razvijenu mrežu 1. reda

Pravilno razvijenu gradsku poligonometrijsku mrežu 1. reda karakterišu sledeći podaci:

- a/ dužine strana od 100 do 300 m, prosečna dužina strane 200 m;
- b/ broj strana u vlaku od 3 do 10, prosečni broj strana u vlaku 6;
- c/ dužine vlakova od 400 do 2000 m, prosečna dužina vlaka 1200 m;
- d/ opseg poligona od 2500 do 4500 m, prosečni opseg poligona 3500 m.

Izravnanje poligonometrijske mreže 1. reda

Mreža 1. reda, po pravilu, izravna se odjednom kao celina; samo kod vrlo velikih gradova ona se radi izravnjenja može podeliti u 2-4 dela.

Razvijanje mreže 2. reda

Poligonometrijska mreža 2. reda razvija se u okviru poligona mreže 1. reda. U poligonima većeg opsega ona se razvija po metodi grupnog učvoravanja; u poligonima manjeg opsega - po metodi pojedinačnih čvornih tačaka.

Maksimalne dužine strana i vlakova mreže 2. reda

Ne treba da dužine strana ove mreže budu veće od 300 m, a i u vlaku da ne bude više od 6 strana. Za minimalnu dužinu strane ne postavlja se granica, dok maksimalna dužina vlaka ne bi smela da predje 700 m.

Karakteristične osobine mreže 2. reda

Slika 14 prikazuje poligonometrijsku mrežu 2. reda razvijenu u okviru 5. i 7. poligona /uporedi sa sl. 13/. Iz slike se vidi te karakteristične osobine ove mreže, što se u čvornim tačkama sastaju ne samo vlakovi nego i strane. Naprimer u čvornoj tački 183 sastaju se dve strane i dva vlaka. Isti je slučaj i sa čvornim tačkama 185 i 189. Mrežu 2. reda u 5. poligonu čine 6 vlakova i 6 strana. Vlakovi i strane ukrštaju se u čvornim tačkama; 183, 185, 187 i 189. Mreža mora biti izravna odjednom kao celina.

Izravnanje mreže 2. reda

Mrežu 2. reda u 7. poligonu sačinjavaju 10 vlakova i 6 strana. Ona ima 6 čvornih tačaka. Ova mreža takođe mora biti izravna kao celina.

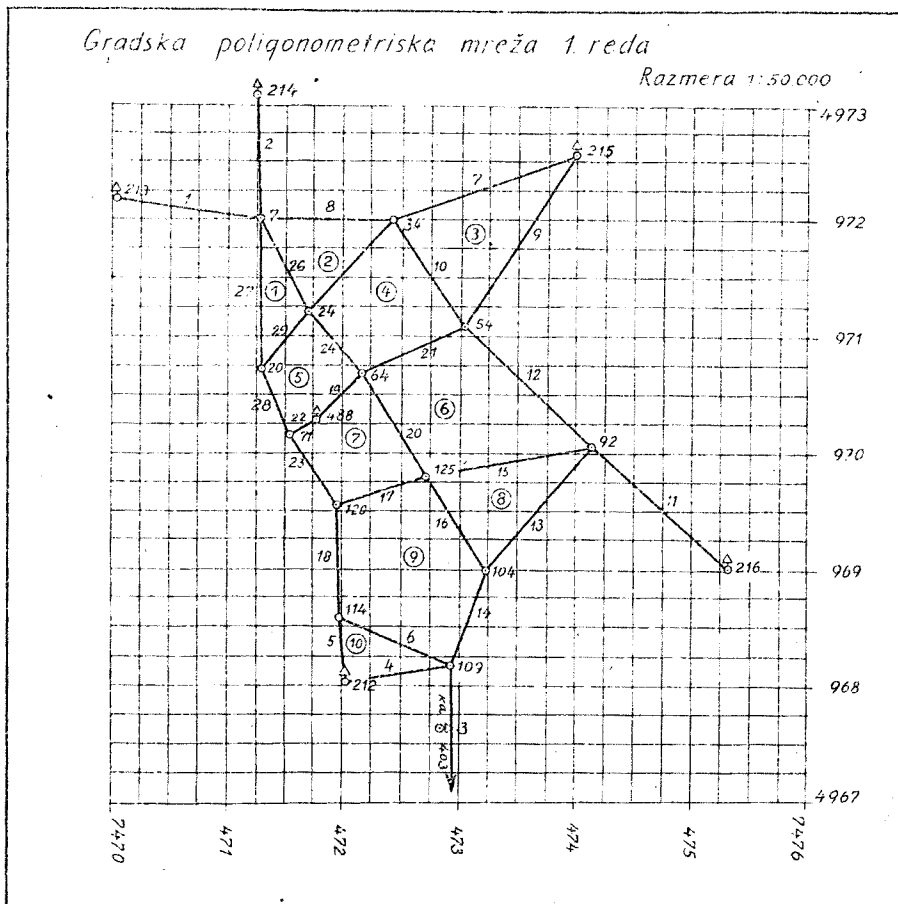
Razvijanje poligonometrijske mreže 3. reda

U poligonima ograničenim vlakovima mreže 1. i 2. reda ili samo 2. reda razvija se mreža 3. reda. Ova se mreža razvija po principu ili pojedinačnih čvornih tačaka ili umetnutih vlakova.

Maksimalna dužina strane i vlaka. Najveći broj strana u vlaku

Maksimalna dužina strane u ovoj mreži je takođe 300 m. Vlak može imati najviše 4 strane. Najveća dužina vlaka je 500 m.

Na slici 15 pokazana je mreža vlakova 3. reda. Iz slike se vidi da se 4 vlaka ukrštaju u čvornoj tački 228. Svi ostali vlakovi su umetnuti vlakovi.



Sl. 13

### D. Dozvoljena izlomljenost vlakova

#### Čl. 36

Pri projektovanju i rekognosciranju poligonometrijske mreže treba težiti da vlakovi budu što razvučeniji tj. da pojedine tačke vlaka što manje odstupaju od prave koja spaja njihove krajuje tačke /od "zatvarajuće strane"/.

U izvesnim slučajevima razvučenost vlaka može se postići uvođenjem računskih strana. To su slučajevi kada prelomni uglovi čije su vrednosti manje odnosno veće od 180° ne slede jedan za drugim

Zhtav da vlak bude što razvučeniji

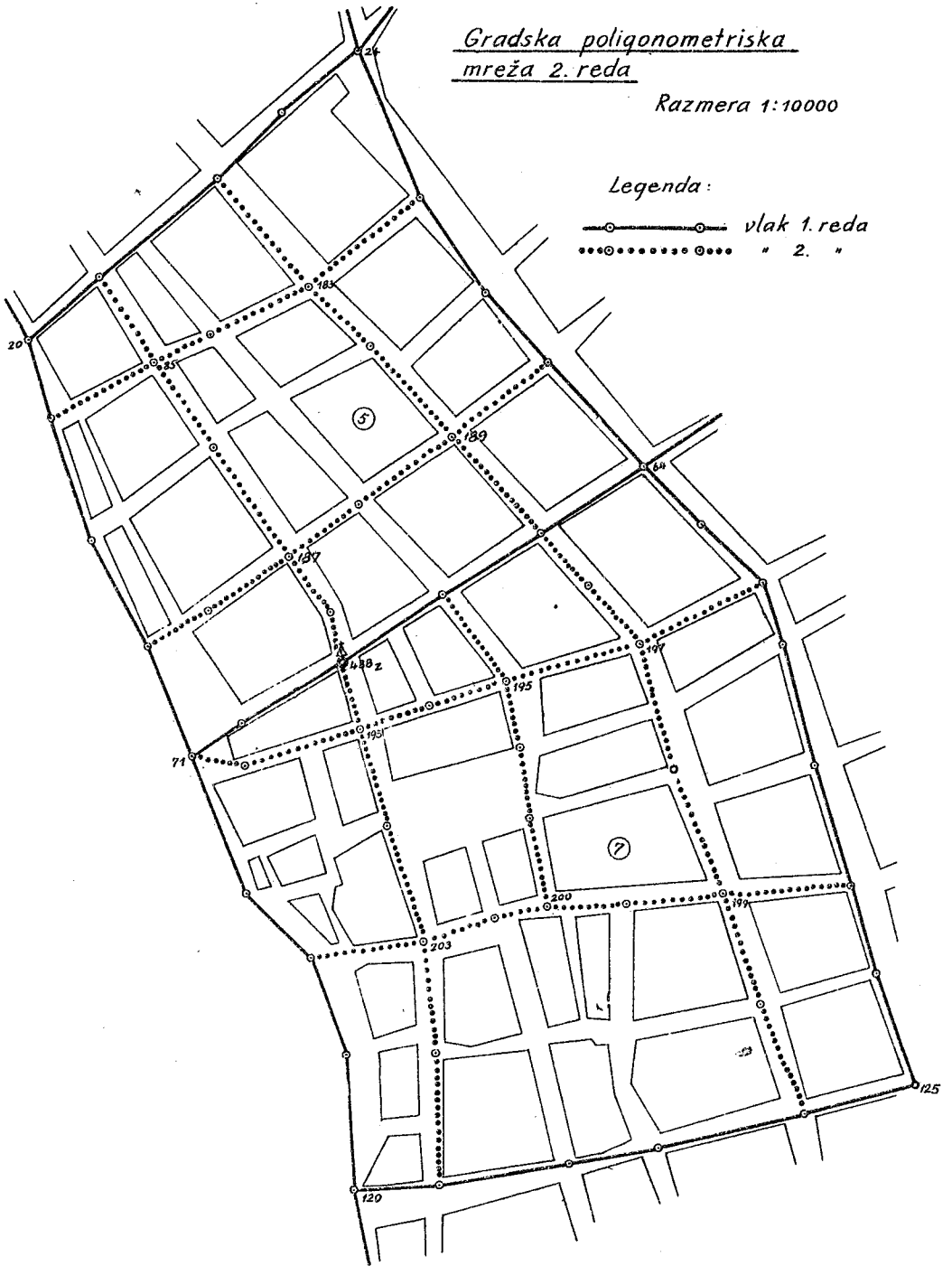
Postizanje razvučenosti vlaka u-

Gradska poligonometriška mreža 2. reda

Razmera 1:10000

Legenda:

- vlak 1. reda
- " 2. "



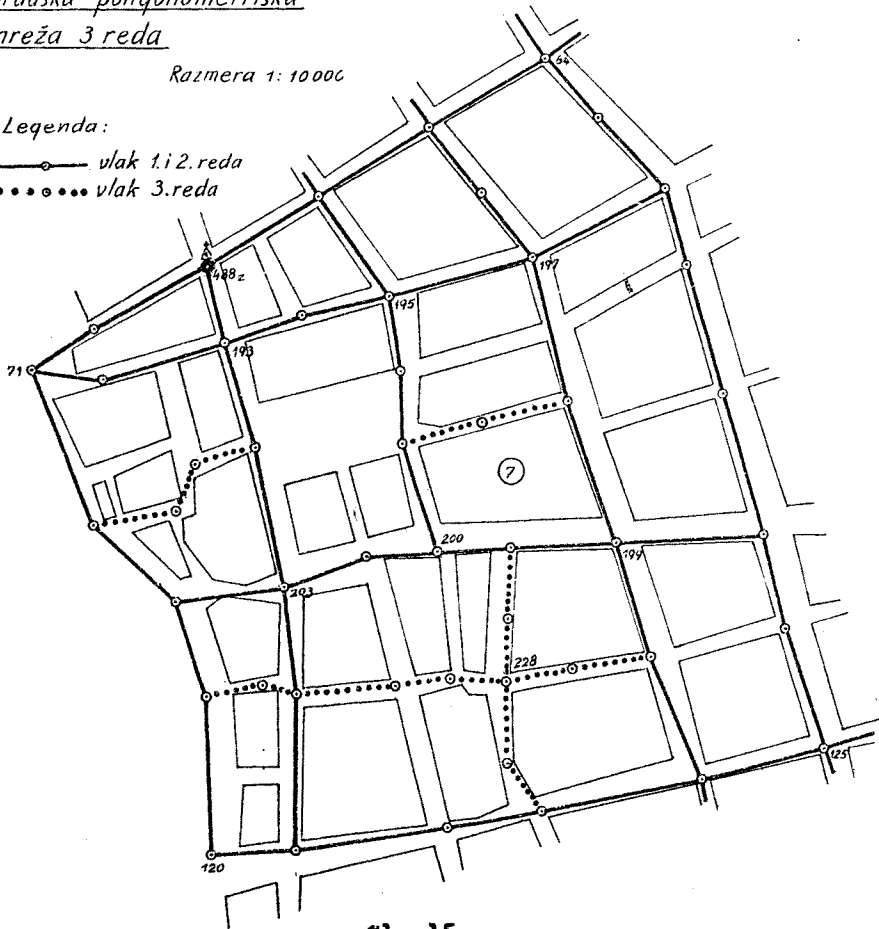
Sl. 14

Gradska poligonometriška mreža 3 reda

Razmera 1:10000

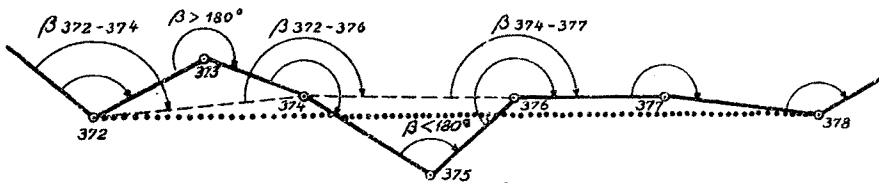
Legenda:

- vlak 1 i 2. reda
- vlak 3. reda



sl. 15

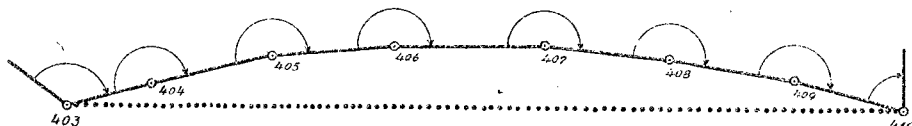
nego su raspoređeni po vlaku naizmenično. Takav slučaj vođenjem pokazan je na slici 16. Rezvučen oblik vlaka između računskih strana



sl. 16

čaka 372 i 378 postignut je uvođenjem računskih strana 372-374 i 374-376. U takvim slučajevima vrlo je korisno,

ako to terenske prilike dozvoljavaju, da se izmera: vezni ugao  $\beta_{372-374}$  i prelomni uglovi  $\beta_{372-376}$  i  $\beta_{374-377}$  /sl.16/. Međjutim, kada u vlaku prelomni uglovi veći odnosno manji od  $180^\circ$  slede jedan za drugim, tada vlak ili u jednom svom delu ili u celini dobija oblik luka /sl.17/.



Sl. 17

Vlak između tačaka 403 i 410 ima prelomne uglove bliže  $180^\circ$ . Ali usled toga da su svi uglovi veći od  $180^\circ$  vlak ima oblik blizak kružnom luku. U takvim slučajevima uvođenje računskih strana je bespredmetno.

Zona vlaka

Određjuvanje širine zone

Da li je vlak dovoljno razvučen ocenjuje se po širini zone u kojoj odnosni vlak leži. Širina zone vlaka određuje se ovako: prava koja spaja krajnje tačke vlaka uzima se za apscisnu osovinu; upravne spuštene na apscisnu osovinu iz pojedinih tačaka vlaka smatraju se za ordinate. Ako apscisna osovina seče vlak, onda je širina zone zbir apsolutnih vrednosti najveće pozitivne i najveće negativne ordinate. U slučaju kada je celi vlak sa jedne strane apscisne osovine, onda je najveća ordinata širina zone.

Dozvoljene širine zona

Dozvoljene širine zona određuju se po formuli

$$Z = \frac{Q \cdot L}{\sqrt{n}}$$

gde su:

- L - dužina vlaka izražena u metrima;
- n - broj strana u vlaku;
- Q - faktor koji se dobija množenjem koeficijenta q izlomljenosti vlaka sa koeficijentom k širine zone, tj.

$$Q = q \cdot k^*)$$

Brojne vrednosti koeficijenta q i k kao i faktora Q su:

\*) Koeficijent izlomljenosti vlaka određuje se po formuli

$$q = \frac{\sqrt{[n^2]}}{L}$$

Vidi Instrukciju za radove na poligonometriji III i IV reda str.25.



Red poligono- metriske mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1.	$q = 0,10 \quad k = 1,8$ $Q = 0,18$	$q = 0,11 \quad k = 1,9$ $Q = 0,21$	$q = 0,12 \quad k = 2,0$ $Q = 0,24$
2.	$q = 0,11 \quad k = 1,9$ $Q = 0,21$	$q = 0,12 \quad k = 2,0$ $Q = 0,24$	$q = 0,13 \quad k = 2,1$ $Q = 0,27$

Za vlakove mreže 3. reda, u smislu njihove razvučenosti, ne postavljaju se nikakva ograničenja.

Dozvoljene širine zona uzimaju se iz tablice za argumente  $L$  i  $n$  /v.str. 58 i 59/.

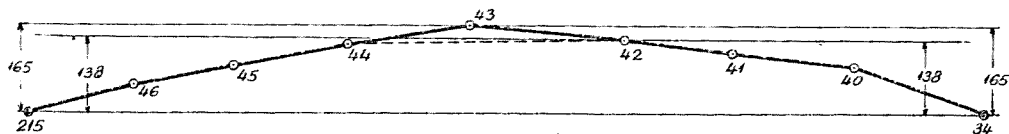
Kada izvršilac radova raspolaže sa takvim planom grada koji omogućava da se projektovane i izrekognoscirane tačke označe na planu tačno po svom položaju, onda se širina zone može odrediti bez prethodnih merenja. Kada se takvim planom ne raspolaže, tada na vlakovima, za koje postoji sumnja da će širina zone biti veća od dozvoljene, treba izvršiti grubo približna merenja i na osnovu njih naneti vlak grafički.

Tablice  
dozvoljenih  
širina  
zona.

Primeri korišćenja tablica.

Prvi primer. Širine zone vлека između tačaka 215 i 34 iznosi 165 m /sl.18/. Premer se vrši

Primeri u-  
potrebe  
tablica



Sl. 18

po "drugoј skali tačnosti". Vlak pripada poligonometriskoј mreži 1. reda: on ima 8 strana, a njegova dužina iznosi 1780 m. Prema ovim podacima dozvoljena širina zone je 132 m / $126 + 8 \cdot 0,6 = 132$ /. Uvodjenjem računске strane 44-42 širina zone se smanjuje na 138 m /v.sl.18/. Kako vлек sada ima 7 strana, to se dozvoljena širina zone povećava. Prema tablici ona iznosi 141 m / $135 + 8 \cdot 0,6 = 141$ /. Znači da se u datom slučaju uvodjenjem računске strane može postići da širina zone vлека ne prelazi određene granice.

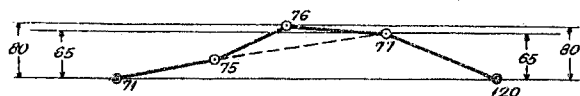
Tablica dozvoljenih širina zona  
Poligonometrijska mreža 1. reda

Skala	Broj točaka nastajana u vloku n	D u ž i n a v l o k a																		
		300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	
Prva	3	31	42	52	62	73	83	94												
	4		36	45	54	63	72	81	90	99	108									
	5			40	48	56	64	72	80	88	96	104	113	121						
	6				44	51	59	66	73	81	88	96	103	110	118	125	132			
	7					48	54	61	68	75	81	88	95	102	109	115	122	129	136	
	8						51	57	64	70	76	83	89	95	102	108	114	121	127	
	9							54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	
	10								57	63	68	74	80	86	91	97	103	108	114	
	Druga	3	36	49	61	73	85	97	109											
		4		42	53	63	74	84	95	105	116	126								
5				47	56	66	75	84	94	103	113	122	131	141						
6					51	60	69	77	86	94	103	111	120	129	137	146	154			
7						55	63	71	79	87	95	103	111	119	127	135	143	150	158	
8							59	67	74	82	89	96	104	111	119	126	134	141	148	
9								63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	
10									66	73	80	86	93	100	106	113	120	126	133	
Treća		3	42	55	69	81	97	111	125											
		4		48	60	72	84	96	108	120	132	144								
	5			54	64	75	86	96	107	118	129	139	150	161						
	6				59	69	78	88	98	108	118	127	137	147	157	167	176			
	7					63	72	82	91	100	109	118	127	136	145	154	163	172	181	
	8						68	76	85	93	102	110	119	127	136	144	153	161	170	
	9							72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	
	10								76	83	91	99	106	114	121	129	137	144	152	

Tablica dozvoljenih širina zona

		Poligonometrijska mreža 2. reda								
Skala tačnosti	Broj strana u vlaku n	Dužina vlaka								
		25	50	100	200	300	400	500	600	700
Prva	2	4	7	15	30	45	60	74	89	
	3		6	12	24	36	49	61	73	85
	4			10	21	32	42	53	63	74
	5			9	19	28	38	47	56	66
	6			9	17	26	34	43	51	60
	Druga	2	4	9	17	34	51	68	85	102
3			7	14	28	42	55	69	83	97
4				12	24	36	48	60	72	84
5				11	21	32	43	54	64	75
6				10	20	29	39	49	59	69
Treća		2	5	10	19	38	57	77	96	115
	3		8	16	31	47	62	78	94	109
	4			14	27	40	54	68	81	94
	5			12	24	36	48	60	72	84
	6			11	22	33	44	55	66	77

Drugi primer. Vlak između čvornih tačaka 71 i 120 pripada poligonometrijskoj mreži 1. reda; ima 4 strane; njegova dužina je 690 m /sl.19/. Premer se vrši po "prvoj skali tačnosti".



Sl. 19

Dozvoljena širina zone za ovaj vlak iznosi 62 m /v. tablicu na strani 58/. Uvodjenje računске strane 75 - 77 smanjuje širinu zone; ona će

Sužavanje zone uvođenjem računске strane

iznositi 65 m. Za vlak navedena dužine, koji ima 3 strane, dozvoljena širina zone je 72 m. Prema tome i u ovom slučaju treba uvesti računsku stranu.

Izlomljeni vlakovi

Kada terenske prilike onemogućuju da širina zone vlaka bude u napred određjenim granicama, tada se odnosni vlak meri dvaput. Drugo merenje mora biti potpuno nezavisno od prvog. Pri računanju dvostruko merenih vlaka za definitivne vrednosti veznih i prelomnih uglova kao i dužina strane uzimaju se proste aritmetičke sredine iz vrednosti određenja prvim i drugim merenjem. Ali se sredine mogu uzimati samo pod uslovom da razlike između prvih i drugih merenja ne prelaze maksimalne vrednosti date u donjoj tablici.

Dvostruko merenje izlomljenih vlaka

Tablice maksimalnih razlike za dvostruko merenje u izlomljenom vlaku

Tablica maksimalnih razlika između dvostrukih merenja veznih i prelomnih uglova

Red poligonometrijske mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1.	5"4	6"0	6"6
2.	6"6	7"5	8"4

Maksimalne razlike između dužina strana određuju se kao njihove maksimalne relativne greške koje su:

Red poligonometrijske mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1.	1 : 7500	1 : 6000	1 : 4500
2.	1 : 4500	1 : 3375	1 : 2625

Primer: Premer se vrši po prvoj skali tačnosti. Strana pripada mreži 2. reda; njena dužina je 233 m. Prema datim podacima maksimalna razlika je

$$\frac{233}{4500} = 0,052 \text{ m} = 52 \text{ mm.}$$

### E. Projektovanje i rekognosciranje gradske poligonometrijske mreže

#### Čl. 37

Prvi projekat gradske poligonometrijske mreže 1.

reda izrađuje se na osnovu postojećeg plana grada. Mreža se projektuje prema odredbama čl.9 tač.3/, čl. 10, 12 tač.2/, čl.34, 35 i 36 ovog Pravilnika. Kada je projekat izrađen vrši se prvo rekognosciranje. Svrha ovog rekognosciranja je upoznavanje sa terenom i mogućnostima ostvarenja izrađenog projekta. Na osnovu njega izvršuju se u projektovanoj mreži potrebne ispravke, te se sastavlja definitivni projekat. Projektovana mreža šematički se prikazuje na skici koja se crta u razmeri 1:10 000 - 1:50 000 što zavisi od veličine grada /v.sl.13/.

Projekto-  
vanje mre-  
že 1.rede

Prvo re-  
kognosci-  
ranje

Izrada de-  
finitiv-  
nog pro-  
jekta

Projekat poligonometriske mreže 2. reda, koja se razvija u okviru poligona 1.rede, izrađuje se tek posle detaljnog upoznavanja se terenom. Pri projektovanju treba se pridržavati odredaba čl.35 i 36. Projektovani vlakovi ucrtavaju se u postojeći plan grada razmere 1:5 000 - 1:10 000 /v.sl.14/.

Projekto-  
vanje mre-  
že 2.rede

Za mrežu 3. reda projekat se ne izrađuje. Vlakovi ove mreže se neposredno rekognosciraju na terenu i ucrtavaju se u skicu mreže 2. reda /v. sliku 15/.

Vlakovi  
mreže 3.  
rede

### Čl. 38

Pri rekognosciranju poligonometriske mreže, tj. pri izboru mesta za postavljanje poligonometriskih tačaka treba težiti:

Zahtevi  
pri rekog-  
noscira-  
nju poli-  
gonometri-  
ske mreže

a/ da što potpunije bude udovoljeno zahtevima pravilnog razvijanja mreže navedenim u čl. 35 i 36;

b/ da bude omogućeno postizanje potrebne tačnosti kakvo u merenju uglova tako i u merenju odnosno određivanju dužina strana;

c/ da vlakovi budu postavljeni tako da njihove strane mogu što bolje poslužiti za snimanje detalja.

Kada terenske prilike onemogućuju da bude udovoljeno svima napred postavljenim zahtevima /zadovoljenje jednog ide na uštrb drugog/, onda se treba rukovoditi sledećim pravilima:

Pravila  
pri rekog-  
nosciranju

1. Pri rekognosciranju mreže 1.rede izuzetna pažnja mora biti poklonjena zadovoljenju traženja pod a/ i b/, tj. pravilnom razvijanju mreže, obliku vlaka i postizanju potrebne tačnosti. Ako pojedine strane vlaka, koji udovoljava prednjim zahtevima, nisu podesne za snimanje detalja, onda će se ovaj nedostatak otkloniti pri razvijanju liniske mreže.

Mreža 1.re-  
de

2. Pri rekognosciranju mreže 2.rede treba smatrati da su sva tri napred navedena traženja podjednako važna. Iz ovog proizlazi da kada ne postoji mogućnost da svim trima bude udovoljeno, onda treba tražiti kompromisno rešenje.

Mreža 2.re-  
de

Mreža 3. reda  
da

3. Pri rekognosciranju mreže 3. reda presudnu ulogu ima traženje navedeno pod c/. Vlak mreže 3. reda mora biti podesan za snimanje detalja.

Zahtevi za potrebnom tačnošću u merenju uglova i strana

Radi postizanja potrebne tačnosti u merenju uglova i strana treba se starati:

a/ da vizure ne prolaze sasvim blizu zidova zgrada; ovo je naročito važno pri merenju u letnje sunčane dane kada su zidovi zagrejani; poželjno je da vizure budu udaljene od zidova 2 m u mreži 1. reda i 1 m u mreži 2. reda;

b/ da se dužine strana u mreži 1. reda određuju iz poligonometrijskih karika što povoljnijeg tipa /v.čl.45, 46/; da se merenja pantljkicom vrše u jutarnjim i večernjim časovima odnosno u oblačne dane tj. onda kada se temperature vazduha i kaldrme odnosno trotoara ne razlikuju mnogo.

Korišćenje poligonometrijskih strana za snimanje detalja

Radi što tačnijeg snimanja uličnih frontova treba se starati da poligonometrijske strane prolaze trotoarima blizu blokova zgrada; poželjno je da dužine ordinata ne budu veće od 3-5 m.

Postavljanje tačaka na zaštićenim mestima

Pri rekognosciranju takođe treba voditi računa da tačke budu postavljene na zaštićenim mestima po mogućstvu na trotoarima. Treba izbegavati njihovo postavljanje blizu kanalizacionih i vodovodnih cevi, električnih kablova i t.sl.

## F. Obeležavanje i signalisanje poligonometrijskih tačaka

### Čl. 39

Obeležavanje poligonometrijskih tačaka

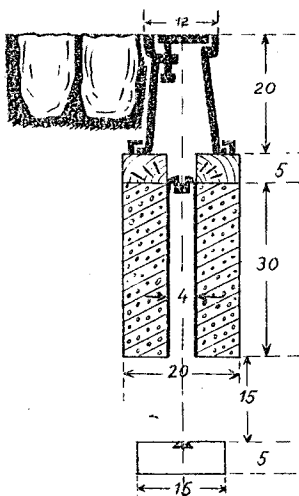
Poligonometrijske tačke kako u uzidanom, tako i u neuzidanom delu grada moraju biti obeležene trajnim belegama. U većim gradovima i to u uzidanom delu grada za preporuku je način obeležavanja pokazan na slici 20. On se razlikuje od načina obeležavanja trigonometrijskih tačaka /v.čl.16/ samo dimenzijama belega i time što se ukopava samo jedna podzemna belega a ne dve.

Obeležavanje tačaka u uzidanom delu grada

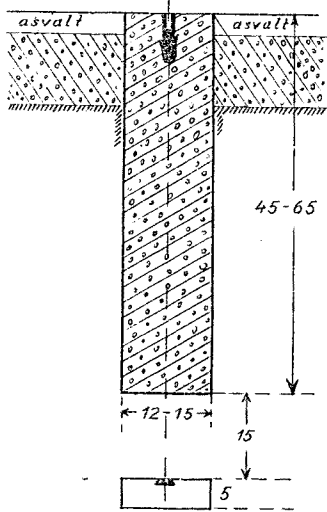
Belega prostijeg i jeftinijeg tipa pokazana je na slici 21. To je kamena ili betonska belega bez gvozdene kape. Centar belega obeležava se rupicom prečnika 1,5-2,5 mm izbušenom u gvozdеноj šipki.

Tipovi belega

Pri izboru vrsta stena za kamene belege i pri izradi betonskih belega treba se pridržavati pre-



Sl. 20



Sl. 21

poruke datih u prilogu 4 ka I. delu Pravilnika za državni premer.

Ako se belege ovog tipa postavljaju na trotoarima, onda se one ukopavaju u nivou trotoara. Ako se postavljaju na kolovozu, onda se ukopavaju tako da gornja površina belege bude najmanje 35 cm ispod kaldrme odnosno asvalta.

Za podzemne belege treba uzimati keramičke ili betonske pločice. U sredini pločice mora se izbušiti rupica dubine oko jednog santimetra koja se zaliva olovom. Na ravnoj površini olova urezuje se fini krst.

Pored dva navedena mogu se upotrebljavati i drugi tipovi belege. Važno je da belega bude dugotrajna i stabilna po svom položaju. Kad god je to moguće treba ukopavati donje /podzemne/ belege.

Donje podzemne belege

#### Čl. 40

Za svaku poligonometričku tačku mora se izraditi opis nje-nog položaja /trigonomet. obrazac br. 27/. Opis mora sadržavati pažljivo izradjenu skicu položaja tačke sa podacima za pronalaženje tačke. Cvi podaci su otstojanja /odmeranja/ od centra belege do stalnih, dugotrajnih objekata kao što su: čoškovi kuća, solidno gradjeni mostovi, međjne belege i medje, nivelmanski reperi i t. sl. Odmeranja do drvenih telegrafskih/i telefonskih stubova, stabala drveća, malih propusta itd. treba uzimati samo u krajnjoj nuždi.

U opisu položaja tačke mora biti detaljno označeno kako je tačka obeležena; treba navesti materijal iz koga su belege izradjene, njihove dimenzije i dubinu njihovog ukopavanja.

Opis položaja poligonometričkih tačaka

Podaci koji služe za pronalaženje tačaka

Podaci o obeležavanju tačaka

#### Čl. 41

Signalisanju poligonometričkih tačaka mora biti poklonjena izuzetna pažnja, jer je loše signalisanje po-nje tačaka glavni izvor grešaka pri merenju veznih i pre-ligonomnih uglova.

Signalisanje tačaka

Broj tačke	Datum postavljanja tačke	Skica položaja tačke	Kako je tačka obeležena	Primedba
0157	5.5.1954			<p>Kamena belega sa usadenom gvozdennom šipkom centar označen rupicom prečnika 1,8 mm izbušenom u šipki.</p> <p>Donja (podzemna) belega je keramička pločica sa rupicom zalivenom olovom</p>

Signalisanje tačaka u mreži 1. reda

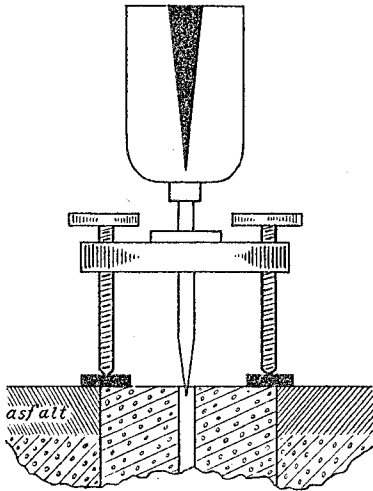
U mreži 1. reda dužine strana se određuju putem merenja paralaktičnih uglova. Kod ovih merenja obavezna je primena pribora sa mehaničkim "prisilnim" centrisanjem, te se tačke signališu samo markama.

Signalisanje mreže 2. reda

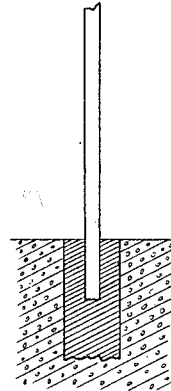
U mreži 2. reda dužine strana također se određivati putem merenja paralaktičnih uglova a mogu se meriti pentljikom. U prvom slučaju tačke se obavezno signališu markama. U drugom slučaju, tj. pri merenju strana pantljikom, također je poželjno da se tačke signališu markama a iz razloga postizanja što veće tačnosti u merenju prelomnih i veznih uglova. Međutim ako izvršilac radova ne raspolaže priborom za mehaničko centrisanje, onda se tačke signališu ili jednostavno izradjenim markama koje se postavljaju neposredno na belegu /sl.22/ ili čeličnim šipkama /sl.23/. Za šipke, namenjene za signalisanje, mogu se upotrebiti komadi štrikaćih igala prečnika oko 2,0-2,5 mm i 12-15 cm. dužine. Šipke se postavljaju u rupicu kojom je obeležen centar belege. Pri viziranju sa većih otstojanja iza šipke treba staviti tabak bele hartije ili kartona.

Kada u mreži 2. reda ne postoji mogućnost signalisanja markama a belega mora biti ukopana ispod kaldrme kolovoza ili ispod trotoara, onda se mogu upotrebiti belege oblika prema slici 23a. To je betonski stub sa udubljenjem konusnog oblika /prečnik osnove konusa 3 cm, dubina 5-6 cm/. Signalisanje se vrši pomoću specijalne značke izradjene od metalne cevi dužine 40-50 cm, a prečnika 10-12 mm. Donji deo značke završava se metalnom loptom prečnika 25 mm, a gornji deo šiljkom. Donji deo značke stavlja se u konusnu rupu belege a značka se dovodi u



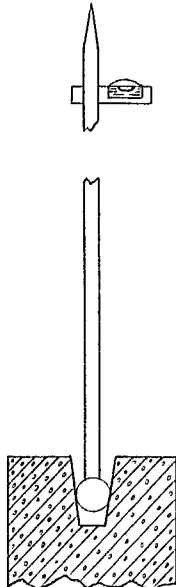


Sl. 22



Sl. 23

vertikalni položaj pomoću kružne libele pričvršćene uz značku blizu šiljka.



Sl. 23a

Ova značka služi kako pri merenju uglova tako isto i pri merenju dužina strana, kao i za centrisanje instrumenta.

U nedostatku takvih bele- Signalisa- ga za signalisanje tačaka u- nje tačaka kopanih ispod kaldrme služe ukopanih tanke, besprekorno prave zna- ispod kal- čke. Šiljak značke, koji se drme postavlja u rupicu gvozdene šipke belege, mora biti u o- sovini značke. Značka se po- stavlja u gvozdeni tronožac pomoću koga se održava u vertikalnom položaju. U ovaj položaj značka se dovodi po- moću viska, ali pri svakom viziranju na značku treba se uveriti da je ona paralelna sa vertikalnim koncem.

Poligonometrijske tačke Signalisa- mreže 3.rede signališu se na nje tačaka isti način kao i tačke mre- mreže 3.re že 2.reda. da

## G. Merenja u poligonometričkoj mreži

### a/ Uglovna merenja

#### Čl. 42

Tip teodolita za gradsku poligonometričku mrežu

Ispitivanje teodolita

Ispitivanje nepomičnosti limba

Teodoliti tipa /ilovog-univerzalnog teodolita /tip II/ mogli bi se smatrati najpogodnijim instrumentima za uglovna merenja u gradskoj poligonometričkoj mreži. Kako greške centrisanja /kada se ovo vrši pomoću viska/ premašuju greške viziranja i čitanja, to je neophodno da teodolit ima uređjaj za optičko centrisanje. Pre upotrebe instrumenta mora se ispitati: a/ da li limb pri okretanju alhidade ostaje nepomičan /v.čl. 18 tač.3/; b/ da li je optičko centrisanje ispravno.

Ispitivanje nepomičnosti limba vrši se po postupku detaljno objašnjenom u napred pomenutom članu. No, budući da se radi o instrumentu manje tačnosti, to se zahtevi, koji se postavljaju pri ovom ispitivanju, smanjuju.

Smatra se da merenja izvršena radi ispitivanja nepomičnosti limba zadovoljavaju po tačnosti ako srednja greška ugla merenog u jednom girusu a sračunata po formuli navedenoj na str.13 ne prelazi  $\pm 2''$ .

Kada je ugao maren po drugom postupku tj.kada je pri merenju u prvom i drugom položaju đurbina kretanje alhidade vršeno samo u smeru kretanja satne kazaljke, onda razlika između sredina obrazovanih iz merenja u drugom i prvom položaju  $\Delta = II-I/$  ne treba da bude veća od  $+ 1''/2$ .

Ako je razlika veća, onda teodolit treba čistiti. Ako se razlika ne bi smanjila ni posle čišćenja ali ipak ne bi bila veća od  $+ 1''/5$ , tada uglove treba meriti okrećući alhidadu u smeru kretanja satne kazaljke kako u prvom, tako i u drugom položaju đurbina. No kada je razlika veća od  $1''/5$ , onda je teodolit neupotrebljiv.

Da se ne bi pri ispitivanju nepomičnosti limba desilo uvijanje stativa, što bi poremetilo rezultate ispitivanja i stvorilo zbrku, neophodno je da stativ bude vrlo dobro zaštićen od uticaja sunčanih zraka.

Ispitivanje uređjaja za optičko centrisanje

Način ispitivanja uređjaja za optičko centrisanje zavisi od konstrukcije teodolita.

a/ kada je sprava vezana za alhidadu onda je ispitivanje jednostavno. Takvu konstrukciju imaju Kernovi teodoliti. Kod ovih teodolita treba ispod stativa položiti razmernik, vrlo pažljivo dovesti alhidadinu o-

sovinu u vertikalni položaj i izvršiti čitanje na razmerniku. Posle toga treba okrenuti alhidadu za 180° /mehur na alhidadinoj libeli mora vrhuniti/ i izvršiti drugo čitanje. Sredina iz oba čitanja treba da odgovara strogo vertikalnoj vizuri. Na ovo srednje čitanje treba onda, pomoću korekcionog zavrtnja, dovesti presek konaca. Po pravilu operaciju treba ponoviti dok se ne postigne da presek konaca pogađa na razmerniku istu tačku u svakom položaju alhidade.

b/ Kod teodolita kod kojih je sprava za centrisanje vezana za limb /wildovi teodoliti/ ispitivanje se vrši na taj način, što se ispod stativa pobije kolac na koji se stavi komad debele hartije ili kartona. Hartija ili karton pričvršćuje se ka glavi koca ekserčićima. Kada se alhidadina osovina pažljivo dovede u vertikalni položaj obeleži se na hartiji projekcija kružića optičkog viska. Posle toga treba instrument premestiti na glavi stativa tako da položajni zavrtnji izmenjaju svoja mesta u ležištima. Ponovo dovesti alhidadinu osovina u vertikalni položaj i obeležiti projekciju kružića. Najzad treba po treći put premestiti instrument na glavi stativa i time postići da svaki položajni zavrtnj dođe u svako ležište po jedanput. Posle premeštaja opet dovesti alhidadinu osovina u vertikalni položaj i projekirati kružić. Kada vizura optičkog viska nije vertikalna, tada se projekcije kružića ne podudaraju. U ovom slučaju treba ih spojiti, te obrazovati trougao i odrediti težište trougla; zatim korekcionim zavrtnjem dovesti centar kružića optičkog viska do podudaranja sa težištem trougla.

Ispitivanje Ispitivanje  
vanje  
uredja-  
ja ve-  
zanih  
za alhi-  
dađu

Ispravnost optičkih viskova mora se pri-  
likom izvršenja radova kontrolisati i to: pri radovima na le is-  
poligonometrijskoj mreži 1. reda svakog trećeg dana; na mre-  
ži 2. reda - svakog petog. pravno-  
sti op-  
tičkih  
viskova

Čl. 43

Metoda  
merenja  
prelom-  
nih i  
veznih  
uglova

Vežni i prelomni uglovi mere se po girus-  
noj metodi. Broj girusa iznosi:

4	u mreži	1.	reda
3	"	2.	"
2	"	3.	"

Bez obzira na skalu tačnosti po kojoj se odnosni grad me-  
ri. Broj gi-  
rusa

Pri merenju kretanje alhidade se vrši: u Postu-  
smeru kretanja satne kazaljke kada se uglovi mere u prvom pak pri  
položaju durbina, i u suprotnom smeru kada se mere u dru-  
gom položaju. Međutim, ako alhidada odnosno teodolita  
vuče limb, ali pomeranje limba ne prelazi granicu odredje-  
nu u prethodnom članu, onda alhidadu treba okretati u sme-  
ru kretanja satne kazaljke kako u prvom, tako i u drugom  
položaju durbina.

Između pojedinih girusa limb se pomera za

$$\text{ugao} \quad \delta = \frac{180^\circ}{n}$$

gde je n broj girusa.

**Uzimanje završne vizure**      Završna vizura se ne uzima ako je broj opažanih tačaka manji od 5; ona se uzima samo onda, kada je broj opažanih tačaka 5 i više.

**Hođ kolimacione greške**      Ako se vrednosti dvostruke kolimacione greške povećavaju odnosno smanjuju idući od tačke do tačke po redu opažanja, onda kolimaciona greška ima "hođ". Ova pojava može se konstatovati samo pri opažanju u jednom girusu većeg broja tačaka. Po pravilu, ona je posledica uvijanja stativa pod uticajem sunčanih zrakova. U slučaju da kolimaciona greška ima hođ treba preduzeti naročite mere za zaštitu nogu stativa od direktnih sunčanih zrakova ili, što je bolje, smanjiti broj tačaka koje se opažaju u jednom girusu.

**Računanje definitivnih vrednosti merenja**      Ako je broj opažanih pravaca 3 i više tada se daci merenja unose iz zapisnika u trigonom.obrazac broj 2 gde se onda računaju definitivne vrednosti merenih uglova; ako je na stanici meren samo jedan ugao, onda se njegova definitivna vrednost računa neposredno u zapisniku /v.brojni primer na str.69 /.

**Računanje srednjih grešaka merenih uglova**      Za sve uglove merene u mreži 1. reda obavezno se računa srednja greška merenog ugla. Ako je broj opažanih pravaca veći od 2, greška se računa po formuli:

$$m_u = \pm \sqrt{\frac{2 [v^2]}{s \cdot (s-1) (r-1)}}$$

gde je

$$[v^2] = \sum [d^2] - \frac{\sum [d^2]}{r}$$

Ovde su:

- d - razlike između vrednosti uglova nadjenih merenjem u pojedinim girusima i aritmetičke sredine obrazovane iz svih girusa;
- r - broj opažanih pravaca;
- s - broj girusa.

/v.brojni primer na str. /.

Ako je na stanici meren samo jedan ugao, tada se srednja greška računa po formuli:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\delta^2]}{(n-1) \cdot n}} \quad \text{/vidi str.13 /}$$

Greška se računa neposredno u zapisniku /v.str.69

Stаница Datum čas Girus	Vizurna tačka	Položaj durbina						Sredina iz 1. i 2. položaja	Redukovana sredina $\beta_0$	Dvostru- ka koli- maciona greška $2c = 2 - 1.$	Ostupo- nja $\delta = \beta - \beta_0$	Definitivna vrednost me- renog ugla $\beta$	Primedba Srednje greške Prilike za merenje Instrument							
		prvi 1.			drugi 2.															
1	2	0	'	"	0	'	"	0	'	"	0	'	"	±	"	±	0	'	"	10
081	080	0	22	51	180	22	49	0	22	50	0	00	00	-	2		180	46	42.5	Teodolit firme Kern br. 49781 Podatak 1" $m_u = \pm \sqrt{\frac{41.00}{3 \cdot 4}} = \pm \sqrt{0.92} =$ $= \pm 0.96$  Merenje je vršeno pod vrlo povoljnim prilikama
10.5.1954	082	181	09	33	1	09	29	181	09	31	180	46	41	-	4	+	1.5			
8h 30m		32	24		32	18		32	21		13	19	-	6						
	080	45	47	52	225	47	48	45	47	50	0	00	00	-	4					
2. girus	082	226	34	36	46	34	34	226	34	35	180	46	45	-	2	-	2.5	$\delta^2 = 2.25$		
		22	28		22	22		22	25		13	15	-	6			6.25			
	080	90	48	51	270	48	49	90	48	50	0	00	00	-	2			0.25		
3. girus	082	271	35	35	91	35	31	271	35	33	180	46	43	-	4	-	0.5	2.25		
		24	26		24	20		24	23		13	17	-	6			$[\delta^2] = 11.00$			
	080	135	53	19	315	53	21	135	53	20	0	00	00	+	2					
4. girus	082	316	40	02	136	40	00	316	40	01	180	46	41	-	2	+	1.5			
		33	21		33	21		33	21		13	19	0	0.0						

Maksimalne greške Greške sračunate po prednjim formulama ne me  
 greške smeju biti veće od

- ± 1,2 kada se premer vrši po prvoj skali tačnosti
- ± 1,5 " " " " " drugoj " "
- ± 1,8 " " " " " trećoj " "

*Trigonom. obrazac br. 2 Str. 21*

Vizurna tačka	G i r u s i										Zbirovi	Sredina iz svih girusa		
	1. 1.257	2. 1.257	3. 1.258	4. 1.258	5.									
	<i>Stanica: 07</i>													
012	0 00 00	00 00	00 00	00 00										
06	104 19 46	19 47	19 44	19 46							183	104	19	45,8
08	177 12 22	12 22	12 22	12 24							90	177	12	22,5
	08	09	06	10							33			08,3
	± d <sub>1</sub>	d <sub>1</sub> <sup>2</sup>	± d <sub>2</sub>	d <sub>2</sub> <sup>2</sup>	± d <sub>3</sub>	d <sub>3</sub> <sup>2</sup>	± d <sub>4</sub>	d <sub>4</sub> <sup>2</sup>	± d <sub>5</sub>	d <sub>5</sub> <sup>2</sup>	[d <sub>1</sub> <sup>2</sup> ]	0,29	[d <sub>1</sub> ] <sup>2</sup>	0,09
d <sub>12</sub>	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00			[d <sub>2</sub> <sup>2</sup> ]	1,69	[d <sub>2</sub> ] <sup>2</sup>	0,49
d <sub>6</sub>	- 0,2	0,04	- 1,2	1,44	+ 1,8	3,24	- 0,2	0,04			[d <sub>3</sub> <sup>2</sup> ]	3,49	[d <sub>3</sub> ] <sup>2</sup>	5,29
d <sub>8</sub>	+ 0,5	0,25	+ 0,5	0,25	+ 0,5	0,25	- 1,5	2,25			[d <sub>4</sub> <sup>2</sup> ]	2,29	[d <sub>4</sub> ] <sup>2</sup>	2,89
[d] <sub>5</sub> [d <sup>2</sup> ]	+ 0,3	0,29	- 0,7	1,69	+ 2,3	3,49	- 1,7	2,29			[d <sub>5</sub> <sup>2</sup> ]		[d <sub>5</sub> ] <sup>2</sup>	
$[v^2] = \sum [d^2] - \frac{\sum [d]^2}{r} = 7,76 - \frac{8,76}{3} = 7,76 - 2,92 = 4,84$ $m_u = \sqrt{\frac{2[v^2]}{s(s-1)(r-1)}} = \pm \sqrt{\frac{9,68}{4 \cdot 3 \cdot 2}} = \pm \sqrt{0,40} = \pm 0,63$											[d <sup>2</sup> ]	7,76	[d] <sup>2</sup>	8,76

Povećanje broja girusa tih po prednjim formulama za 20 stanica postoje 3 greške /15%/ koje po veličini prelaze napred navedene maksimalne vrednosti, onda treba povećati broj girusa tj. meriti uglove u 5 girusa.

Računanje srednjih grešaka prelomnih i veznih uglova u mreži 2. i 3. reda nije obavezno.

Merenje veznih uglova na trigonometrijskim tačkama treba uvek, kad god je to moguće, opažati dve trigonometrijske tačke i onda u trigonom. obrascu br. 5 orijentisati pravce opažane na poligonometrijske tačke /v. brojni primer/.

Pri računanju koordinata poligonometrijskih tačaka pravac orijentisan u obrascu br.5 upisuje se u ob-

Pregledni spisak triangulacije								
Vizurna tačka	Da li su pravci jedno ili oba- strano opažani	Koordinatni i direkcionni uglovi uzeti su:	Definitivni direkcionni uglovi	Pravci su uzeti:	Opazani pravci	Razlike $\gamma - \alpha$ Sred. orijen. ugao $O = \frac{[\gamma - \alpha]}{K}$	Orientisani pravci	Popravke
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stаница: 213								
		33 <sup>5</sup> 36	$\bar{\gamma} = - 29$	982,07 <sub>4</sub>	$\bar{X} = 4$	972 206 95 <sub>2</sub>		
			$\gamma = 7$	470 020,93 <sub>5</sub>	$X = 4$	971 709 73 <sub>2</sub>		
214	2	33 <sup>5</sup> 36	47 42 58,7	2,9	0 00 00,0	47 42 58,7	47 42 56,6	2,1
01	2			"	47 02 06,0		94 45 02,6	
488	2	33 <sup>5</sup> 36	135 30 35,1	2,9	87 47 40,7		54,4 135 30 37,3	2,2
					49 46,7		113,1 58 36,5	2,1 2,2
					08 49,8	47 42 56,6		
					58 36,5			

razac br.19 kao direkcionni ugao prve odnosno posljednje strane vlaka,

Pri merenju veznih uglova na čvornim tačkama treba razlikovati dva slučaja.

1) Ako su signalisane tačke svih vlakova koji se u odnosnoj čvornoj tački ukrštaju, tada se vezni uglovi mere po girusnoj metodi odjednom tj. uvrštavajući u girus sve tačke.

2. Kada se vezni uglovi ne mere odjednom, u kom slučaju njih treba izravnati po uslovu horizonta. Način izravnjenja zavisi od toga da li horizontat zatvaraju uglovi koji su mereni nezavisno jedan od drugog ili između uglova ima takvih koji su pri merenju bili uključeni u isti girus.

U dole navedenom brojnom primeru /v.stranu 73/ uglovi, koji zatvaraju horizontat na stanici 34 i koji su na slici 24 označeni sa  $\alpha, \beta, \gamma$  i  $\delta$  mereni su nezavisno jedan od drugog. Svaki od njih izmeren je posebno u 4 girusa. Medjutim, na stanici 64 /v.sliku 25/ uglovi  $\alpha$  i  $\beta$  nisu međjusobno nezavisni, jer su pravci na tačke 65, 63 i 78 opažani u istim girusima. Ostali uglovi ove stanice mereni su posebno tj. posebno je izmeren /u 4 girusa/ ugao  $\gamma$  a posebno i ugao  $\delta$ .

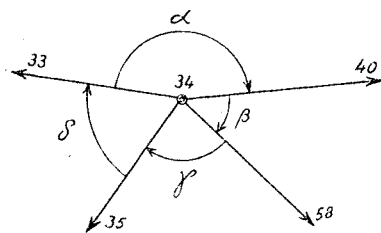
U prvom slučaju greške zatvaranja horizonta deli se na pojedine uglove recipročno njihovim težinama odnosno srazmerno kvadratima njihovih srednjih grešaka /v.stanicu 34 u priloženom brojnom primeru/.

Merenje veznih uglova na čvornim tačkama

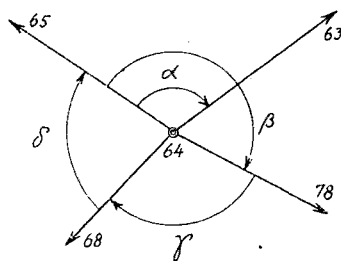
Slučaj kada se vezni uglovi ne izravnavaju

Slučaj kada se vezni uglovi izravnavaju po uslovu horizonta

Načini izravnjenja



Sl.24



Sl.25

U drugom slučaju prvo se izravnavaju nezavisno mereni uglovi. Na stanici 64 to su uglovi  $\beta$ ,  $\delta$  i  $\delta'$ . Posle toga se izravnavaju uglovi koji njih sačinjavaju. Na stanici 64 to su uglovi  $\alpha$  i  $(\beta - \alpha)$ . Popravka koju prima nezavisno mereni ugao deli se podjednako na sve uglove koji ga sačinjavaju.

Izravnanje veznih uglova po uslovu horizonta može se vršiti samo ako greška zatvaranja horizonta ne prelazi određene granične vrednosti.

Maksimalne greške zatvaranja horizonta

Maksimalne greške zatvaranja horizonta u mreži 1. reda zavise od broja  $n$  nezavisno merenih uglova koji horizont zatvara. One iznose:

Mreža 1. reda

$$\begin{aligned} \Delta &= 5,0 \sqrt{[m^2]} && \text{kada je } n = 2 \\ \Delta &= 4,5 \sqrt{[m^2]} && \text{" " } n = 3 \\ \Delta &= 4,0 \sqrt{[m^2]} && \text{" " } n = 4 \\ \Delta &= 3,5 \sqrt{[m^2]} && \text{" " } n = 5 \end{aligned}$$

$[m^2]$  je zbir kvadrata srednjih grešaka nezavisno merenih uglova /v.brojni primer na str.73/.

Mreža 2. i 3. reda

Maksimalna greška zatvaranja horizonta u mreži 2. reda je 10", a u mreži 3. reda 15" bez obzira na broj uglova koji horizontat zatvaraju.

b/ Merenje dužina

Čl. 44

Odredjivanje dužina strana u poligonometrijskoj mreži 1. reda

Dužine strana u poligonometrijskoj mreži 1. reda određuju se indirektno, naime, merenjem paralaktičnih uglova između pravaca na dve marke postavljene na krajnjim tačkama osnovice. Dužine samih osnovica takođe se određuju merenjem paralaktičnih uglova između pravaca na marke obeležene na horizontalno postavljenoj letvi dužine dva metra.

Dužine strana u mreži 2. reda mogu se takođe



Izravnanje veznih uglova merenih na čvornim tačkama																			
Stаница	Ugao između pravaca ka tačkama	Otkle je uzet	Mereni uglovi (nezavisni)			m <sup>2</sup>	Po-pravka		Popravljeni uglovi			Uglovi koji sačinjavaju nezavisno merene (nepopravljivi)			Po-pravka	Popravljeni uglovi			
			o	'	"		+	"	o	'	"	o	'	"		o	'	"	
034	033-040	1.48	167	14	40,1	0,33	-	0,3	167	14	39,8								
	040-058	1.52	49	18	37,4	0,44	-	0,4	49	18	37,0								
	058-035	1.103	80	15	25,4	0,78	-	0,7	80	15	24,7								
	035-033	1.109	63	11	19,1	0,67	-	0,6	63	11	18,5								
			360	00	00,0	2,22	-	2,0	360	00	00,0								
		f =																	
Δ = 4,0 √[m <sup>2</sup> ] = 4,0 · 1,49 = ± 6,0																			
k = $\frac{f}{[m^2]}$ = - 0,901																			
064	065-063	1.64																	
	063-078	1.64	179	53	47,8	1,21	+	1,6	179	53	49,4	70	56	20,4	+	0,8	108	57	28,2
	078-068	1.82	98	47	26,4	0,64	+	0,8	98	47	27,2								
	068-065	1.115	81	18	42,7	0,49	+	0,7	81	18	43,4								
			359	59	56,9	2,34	+	3,1	360	00	00,0	179	53	47,8	+	1,6	179	53	49,4
		f =																	
Δ = 4,5 √[m <sup>2</sup> ] = 4,5 · 1,53 = ± 6,9																			
k = $\frac{f}{[m^2]}$ = + 1,325																			

određivati putem merenja paralaktičnih uglova a mogu se meriti direktno pantljikom. Strane u mreži 3. reda mere se pantljikom.

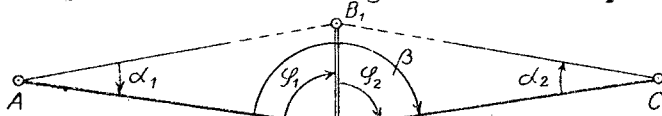
Ako ne postoji mogućnost da se u mreži 2. reda dužine strane određuju merenjem paralaktičnih uglova, onda je poželjno da se po ovoj metodi određuje dužine barem onih strana koje nisu podesne za merenje pantljikom.

Čl. 45

Karika paralaktične poligonometrije

Normalni tip karika /Gastova karika/

Sklop trouglova pomoću kojih se od dužine osnovice prelazi na dužine strana vlaka jeste karika paralaktične poligonometrije. U gradskoj poligonometrijskoj mreži kao normalni tip karika smatra se "Gastova karika" koju čine dva trougla čija je zajednička strana osnovica /sl.26/ tj. u njoj se pomoću iste osnovice  $BB_1$  određuju obe susedne strane  $AB$  i  $BC$  vlaka. U trouglovima se mere paralaktič-



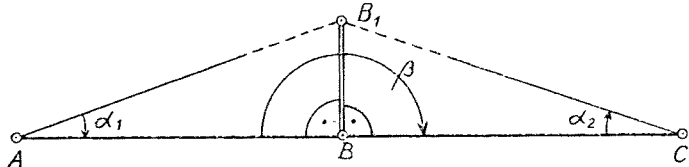
Sl. 26

ni uglovi  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  i uglovi  $\varphi_1$  i  $\varphi_2$  na jednoj od krajnjih tačaka osnovice  $BB_1$ . Treći ugao trougla dobija se kao dopuna dva merenja do  $180^\circ$ . Poželjno je da osnovica bude u simetriji prelomnog ugla  $\beta$ .

Varijanta Gastove karike

Kada terenske prilike omogućuju može se primeniti varijanta Gastove karike /sl.27/.

Kod ove varijante tačka B /sl.27/ je u pravcu AC /aliniranje se vrši pomoću teodolita/. Osnovica  $BB_1$  upravna je na AC /pravac osnovice takodje se određuje pomoću teodolita/. Pozitivna strana ove



Sl. 27

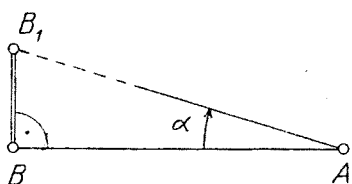
varijante je ta, što je za određivanje dužina  $AB$  i  $BC$  dovoljno izmeriti samo paralaktične uglove  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ , te prema tome otpada merenje uglova na krajnjim tačkama osnovice.

Međutim, bez obzira na činjenicu da je tačka B alinirana, prelomni ugao na toj tački mora biti zasebno izmeren kao i svaki drugi prelomni ugao; usled greške aliniranja njegove će vrednosti odstupati od  $180^\circ$ .

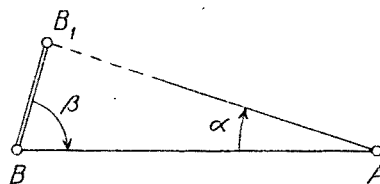
Tipovi karika sa osnovicom za određivanje dužine samo jedne strane

Kod gradskog premera nije redak slučaj da terenske prilike onemogućuju da jedna osnovica bude iskorišćena za određivanje dužina dveju strana. U ovom slučaju treba težiti da osnovica bude upravna na stranu /sl.28/ a ne nagnuta /sl.29/. Prednosti upravne osnovice su: a/ povećava se tačnost određivanja dužine strane; b/ smanjuju se uglovna merenja /treba izmeriti samo paralaktični ugao  $\alpha$ /; c/ uprošćava se računanje.

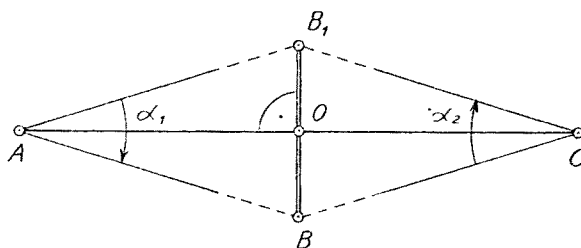
Kada postoji mogućnost da strana se- Danilovlje-  
 će osnovicu /što je čest slučaj u neuzidanom delu gra- va karika  
 da/ tada se može primeniti Danilovljeva karika /sl.30/.



sl.28



sl.29



Sl. 30

Kod ove karike osnovica se postav-  
 lja upravno na stranu i simetrično prema njoj / $OB=OB_1$ /.  
 U smislu tačnosti ovaj tip karike je najpovoljniji, ali  
 je nepodesan za gradsku poligonometrsku mrežu, jer o-  
 nemogućuje polaganje vlaka duž trotoara.

No pri razvijanju gradske poligono-  
 metriske mreže nailazi se na slučajeve kada je koris-  
 no primeniti Danilovljevu kariku sa nesimetričnom os-  
 novicom tj. sa osnovicom čija sredina ne pada na stra-  
 nu AC /sl.30a/ nego je pomerena iz svog simetričnog  
 položaja za linearno otstojanje e.

#### Čl. 46

Dužine osnovica određuju se mere- Merenje os-  
 njem paralaktičnih uglova između pravaca na levu i novica  
 desnu marku letve koja se postavlja horizontalno i u-  
 pravno na osnovicu. Tačnost merenja osnovice zavisi  
 od veličine paralaktičnog ugla i greške sa kojom je  
 ovaj izmeren. Paralaktični uglovi se mere po metodi



Pri praktičnoj primeni ove šeme stvarna čitanja mogu se razlikovati od teoretskih odnosno datih u šemi za  $\pm 3^{\circ}$  \*)

Relativna greška osnovice određuje se po približnoj formuli

$$\frac{m_l}{l} = \frac{m_{\alpha}''}{\alpha''}$$

gde su:

- $m_l$  - greška osnovice;
- $l$  - dužina osnovice;
- $m_{\alpha}''$  - greška paralaktičnog ugla izražena u sekundama;
- $\alpha''$  - paralaktični ugao izražen u sekundama.

U donjoj tabelici dati su odnosno propi-  
seni: a/ minimalne vrednosti paralaktičnih uglova; b/ broj ponavljanja; c/ maksimalne vrednosti srednjih paralaktičnih uglova; d/ teoretske vrednosti srednjih relativnih grešaka merenih osnovica sračunate po pred-  
njoj formuli.

Tablica minimalnih paralaktičnih uglova i njihovih maksimalnih srednjih grešaka

Tablica

Predmet	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Minimalne vrednosti paralaktičnih uglova	5,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0
Broj ponavljanja	12	10	10	8	8	6
Maksimalne vrednosti srednjih grešaka	0,30	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60
Teoretske vrednosti srednjih relativnih grešaka	1:60000	1:36000	1:40500	1:28800	1:28800	1:24000

\*) Pri merenju paralaktičnih uglova limb se dovodi na određeno čitanje onda kada je navizirana /grubo/ leva odnosno desna marka. Budući da se pri merenju u drugom položaju durbina prvo vizira desna pa onda leva marka, to čitanja navedena u šemi, a koja se odnose na merenje u 2. položaju durbina, treba povećati za veličinu paralaktičnog ugla. Na primer, ako je ugao  $6^{\circ}$ , onda u slučaju 12 ponavljanja, čitanja pri viziranju na desnu marku treba da budu

$$165^{\circ} + 6^{\circ} = 171^{\circ} \text{ pri merenju u 7. ponavljanju}$$

$$135^{\circ} + 6^{\circ} = 141^{\circ} \text{ " " " 8. "}$$

itd.

Srednja greška paralaktičnog ugla određene kao prosta aritmetička sredina iz n ponavljanja računa se po formuli

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\sigma^2]}{(n-1) \cdot n}}$$

Naknadna merenja paralaktičnih uglova /v.zapisnik merenja paralaktičnih uglova na strani 35/. Ako je greška veća od određene maksimalne vrednosti /Tabl.na str.77/, onda se broj ponavljanja povećava. Kod naknadnih merenja limb se orijentiše tako da čitanja na levu marku budu za četvrtinu intervala \*) veća od čitanja pri osnovnim merenjima. Naprimer za slučaj da se ugao meri u 12 odnosno 10 ponavljanja čitanja su:

Osnovna merenja							
interval 30°				interval 36°			
Položaj durbina				Položaj durbina			
1.		2.		1.		2.	
1	0°	12	15°	1	0°	10	18°
2	30°	11	45°	2	36°	9	54°
3	60°	10	75°	3	72°	8	90°
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
Naknadna merenja							
1	7°		22°	1	9°		27°
2	37°		52°	2	45°		63°
3	67°		82°	3	81°		99°
.	.		.	.	.		.
.	.		.	.	.		.

Prema napred navedenim minimalnim vrednostima paralaktičnih uglova dužine osnovica uz letvu od 2 m ne mogu biti veće od:

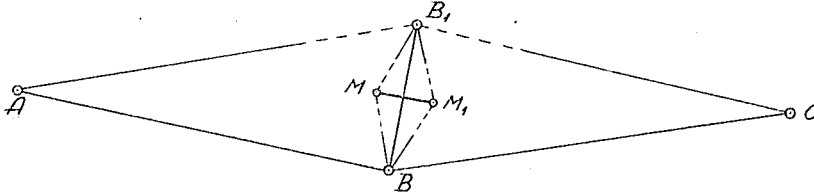
22,9 m za paralaktični ugao 5,0  
 25,5 " " " 4,5  
 28,6 " " " 4,0.

Deljenje osnovice u dva dela Kada je potrebna osnovica veće dužine, ta- da se ona deli u dva dela. Treba se starati da /kada

\*) Reč je o intervalu /broju stepena/ za koji se pomera limb izmedju ponavljanja.

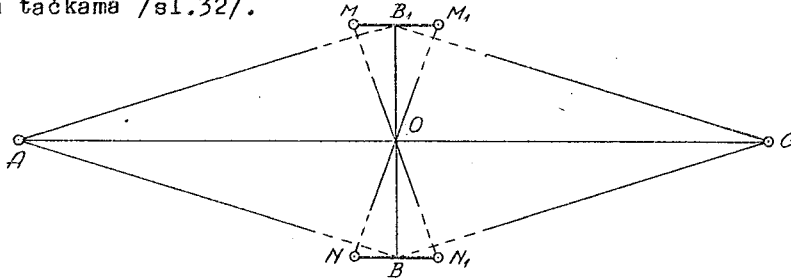
to omogućuju terenske prilike/ oba dela budu približno iste dužine.

Način merenja osnovice podeljene u dva dela zavisi od terenskih prilika i tipa karike. Načini merenja os-  
Gastova karika ili jedna od njenih varijanti, onda os-  
novice iz  
novicu treba meriti postavljajući letvu u sredini a te-  
dva dela  
odolit na njenim krajnjim tačkama /sl.31/.



Sl. 31

Kod Danilovljeve karike osnovica mora bi-  
ti upravna na stranu. U ovom slučaju teodolit treba  
postavljati u sredini osnovice a letvu na njenim kraj-  
njim tačkama /sl.32/.



Sl. 32

Merenje paralaktičnih uglova između pra- Merenje  
vaca na krajnje tačke osnovice radi određivanja duži- paralak-  
na strana vlaka također se vrši po metodi ponavljanja. tičnih ug-  
lova u  
vlaku

Pri određivanju dužina strana postavlja  
se zahtev da teoretske vrednosti srednjih relativnih  
grešaka strana ne budu veće od navedenih u donjoj tab-  
lici /v.narednu stranu/. Postizanje tražene tačnosti  
uslovljeno je brojnom vrednošću proizvoda iz srednje  
greške paralaktičnog ugla i njegovog kotangensa tj.

$$m''_{\alpha} \cdot \text{ctg } \alpha^{*})$$

Kako se u datom slučaju radi o proizvodu

\*) Srednja relativna greška strane računa se po približnoj  
ali za praktične svrhe dovoljno tačnoj formuli

$$\left(\frac{m_d}{d}\right)^2 = \left(\frac{m_l}{l}\right)^2 + \text{ctg}^2 \alpha \cdot \frac{m''_{\alpha}{}^2}{\rho''^2}$$

dveju promenljivih veličina, to povećanje jedne povlači smanjenje druge. U tablici su date dve kombinacije za dve vrednosti greške  $m_{\alpha}$ . Za svaku vrednost greške dat je minimalni paralaktični ugao i broj ponavljanja pri njegovom merenju.

Skala tačno- sti	Red mreže									
	1.					2.				
	Relativna greška strane $\frac{m_d}{d}$	Brojna vrednost proizvo- da $m_{\alpha} \cdot \text{ctg} \alpha$	$m_{\alpha}$	$\alpha$	Broj ponav- ljanja $n$	Relativna greška strane $\frac{m_d}{d}$	Brojna vrednost proizvo- da $m_{\alpha} \cdot \text{ctg} \alpha$	$m_{\alpha}$	$\alpha$	Broj ponav- ljanja $n$
Prva	1 : 30 000	6	0,40	3° 49'	10	1 : 18 000	9,9	0,50	2° 54'	8
			0,50	4° 46'	8			0,60	3° 28'	6
Druga	1 : 24 000	7	0,40	3° 17'	10	1 : 13 500	13,4	0,50	2° 08'	8
			0,50	4° 00'	8			0,60	2° 34'	6
Treća	1 : 18 000	9	0,50	3° 10'	8	1 : 10 500	17,7	0,50	1° 37'	8
			0,60	3° 49'	6			0,60	1° 57'	6

Upotreba tablice videće se iz sledećeg primera. Neka se grad meri po drugoj skali tačnosti. Iz prvog merenja paralaktičnog ugla konstatovano je da on iznosi 3°45'. Prema tome njegova je vrednost veća od 3°17' ali je manje od 4°00'. Znači da ugao mora biti izmeren sa srednjom greškom  $\pm 0,40$ . Pod normalnim prilikama ugao treba meriti u 10 ponavljanja. Mo kada bi se pokazalo da

Ovde su:

- $\frac{m_d}{d}$  - relativna greška strane;
- $\frac{m_l}{l}$  - " " osnovice;
- $\alpha$  - paralaktični ugao;
- $m_{\alpha}$  - srednje greška paralaktičnog ugla izražena u sekundama.

Formula važi ne samo za osnovicu koja je upravna na stranu nego i za koso postavljenu, ali ugao koji osnovica zaklapa sa stranom ne treba da se razlikuje od 90° više nego za  $\pm 10^{\circ}$ .

Iz napred navedene jednačine dobija se



ugao izmeren u ovom broju ponavljanja ima srednju grešku veću od 0,40, onda broj ponavljanja treba povećati i postići da greška ne prelazi prednju graničnu vrednost.

Sve se napred navedeno odnosi na mrežu 1. reda. Kada bi se radilo, naprimer o mreži 2. reda i o premeru po drugoj skali tačnosti onda bi se pri paralaktičnom uglu od 2°33' moglo zadovoljiti srednjom greškom od ±0,60 odnosno merenjem paralaktičnog ugla u 6 ponavljanja; inače broj merenja treba povećati.

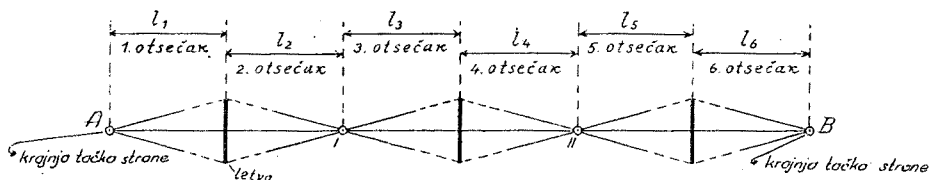
Čl. 47

U izuzetnim prilikama kada vlak ide vrlo uzanom ulicom i kada je nemoguće obrazovati kariku sa osnovicom većom od 5 m, tada se dužina strane određuje po istom postupku po kome se mere osnovice.

Merenje dužina strana u vrlo užanim ulicama

Radi primene ovog postupka strana se deli na otsečke /sl.33/. Maksimalne dužine otsečaka navedene su u tablici na str.82. One su određene na osnovu odnosa između teoretskih vrednosti relativnih grešaka strana i otsečaka. Usvojeno je da relativna greška otsečka bude 3:2A ako je relativna greška strane 1:A,

Podela strane na otsečke



Sl. 33

$$m_{\alpha}'' \cdot \text{ctg } \alpha = \varrho'' \sqrt{\left(\left(\frac{m_d}{d}\right)^2 - \left(\frac{m_l}{l}\right)^2\right)}$$

Primer. Neka je dato

$$\frac{m_d}{d} = \frac{1}{30000}; \quad \frac{m_l}{l} = \frac{1}{60000}$$

onda je

$$\begin{aligned} m_{\alpha}'' \cdot \text{ctg } \alpha &= \varrho'' \sqrt{\left(\left(10^{-4} \cdot \frac{1}{3}\right)^2 - \left(10^{-4} \cdot \frac{1}{6}\right)^2\right)} \\ &= 10^{-4} \varrho'' \sqrt{0,1111 - 0,0277} = 20,63 \sqrt{0,0834} = \\ &= 20,63 \cdot 0,29 = 5,98 \approx 6,0 \end{aligned}$$

Za određenu vrednost  $m_{\alpha}$ , recimo, 0,40 imamo:

$$\text{ctg } \alpha = \frac{6,0}{0,40} = 15,0 \quad \alpha = 3^{\circ}49'$$

Tablica maksimalnih dužina otsečaka i srednjih grešaka paralaktičnih uglova.

Skala tačnosti	Red mreže									
	1.					2.				
	Relativ- na gre- ška stra- ne $\frac{m_d}{d} = \frac{1}{A}$	Greška para- lak. u- gla $m_{\alpha}$ Broj ponov- ljanja $n$	Relativ- na gre- ška ot- sečka $\frac{m_l}{l} = \frac{3}{2A}$	$\alpha'' =$ $= \frac{2}{3} A m_{\alpha}$ $\alpha_{min}$	Maksi- malna dužina otsečka $l_{max}$	Relativ- na gre- ška stra- ne $\frac{m_d}{d} = \frac{1}{A}$	Greška para- lak. u- gla $m_{\alpha}$ Broj ponov- ljanja $n$	Relativ- na gre- ška ot- sečka $\frac{m_l}{l} = \frac{3}{2A}$	$\alpha'' =$ $= \frac{2}{3} A m_{\alpha}$ $\alpha_{min}$	Maksi- malna dužina otsečka $l_{max}$
prva	$\frac{1}{30\ 000}$	0,5	$\frac{1}{20\ 000}$	10000"	4,1 m.	$\frac{1}{18\ 000}$	0,6	$\frac{1}{12\ 000}$	7200"	57 m
		8		2° 47'			6		2° 00'	
druga	$\frac{1}{24\ 000}$	0,5	$\frac{1}{16\ 000}$	8000"	52 m	$\frac{1}{13\ 500}$	0,6	$\frac{1}{9\ 000}$	5400"	76 m
		8		2° 13'			6		1° 30'	
treća	$\frac{1}{18\ 000}$	0,5	$\frac{1}{12\ 000}$	6000"	69 m	$\frac{1}{10\ 500}$	0,6	$\frac{1}{7\ 000}$	4200"	99 m
		8		1° 40'			6		1° 10'	

Primer me-                      Primer. Treba izmeriti stranu između poligo-  
renje stra-                      nometriskih tačaka 74 i 73 približne dužine 153 m. Stra-  
ne podelje-                      na pripada vlaklu mreže 1.rede. Grad se meri po prvoj  
ne na ot-                      skali tačnosti. Iz tablice se vidi da je u ovom sluča-  
sečke                      ju maksimalna dužina otsečka 41 m. Prema tome strana  
mora biti podeljena na 4 otsečka približne dužine 38 m.

Čl. 48

Merenje po-                      Kada ne postoji mogućnost da se dužine strana  
ligonomet-                      u mreži 2.rede određuju merenjem paralaktičnih uglo-  
riskih stra-                      va, onda se strane mere pantljikom. U mreži 3.rede  
na pantlji-                      strane se, po pravilu, mere pantljikom /v.čl.44/.  
kom

Za gradski premer treba upotrebljavati uske i tanke pantljike /tip ručnih pantljika/. One mogu biti dužine 25 ili 50 metara. Na krajevima pantljika mora imati alke za zatezanje dinamometrima.

Tip pantljike za gradski premer

U mreži 2. reda čitanja se vrše na milimetra. Ako je pantljika izdvojena na desimetre tada se čitanja vrše pomoću malog lenjira sa milimetarskom podelom. U mreži 3. reda čitanja se vrše na parne milimetre. Dužine se mere po jedanput u suprotnim smerovima.

Tačnost čitanja na pantljici.

Pre merenja pantljika moraju biti komparisane. Pored toga putem specijalnih ispitivanja mora biti određena veličina njihovog istežanja, a po mogućstvu i temperaturni koeficijent.

Komparisanje pantljika i određivanje istežanja

### Čl. 49

Pantljike se mogu komparisati na više načina.

Prvi način. Ovim načinom se ispituje, odnosno određuje, ukupna stvarna dužina pantljike kao zbir dužina pojedinih otsečaka pantljike, obično idući od metra do metra, pri čemu se dužine tih otsečaka mere normalnom merom tzv. "ženevskim lenjirom", koji služi i za komparisanje nivelmanskih letava. Ovaj lenjir je poluga od invara dužine 103-105 cm. Na ivicama nanela je podela; vrednost podeoka na jednoj ivici jeste 0,2 mm, na drugoj 1 mm. Čitanja se vrše pomoću lupa sa uvećanjem 8 puta. Uz lenjir mora postojati certifikat izdat od strane one metrološke ustanove koja je vršila njegovo komparisanje. Certifikat obavezno sadrži "jednačinu lenjira" koja u opštem obliku glasi:

Komparisanje pomoću ženevskog lenjira

$$l = l_0 + l_0 \alpha_m (t - t_0).$$

Ovde su:

- $l$  - dužina pri temperaturi  $t$ ;
- $l_0$  - " " " "  $t_0$ ;
- $\alpha_m$  - srednji temperaturni koeficijent;
- $t$  - temperatura komparisanja pantljike;
- $t_0$  - " " za koju je data dužina lenjira.

Jednačina ženevskog lenjira br.810 koji se nalazi kod Savezne geodetske uprave, npr., glasi:

$$L_{mm} = 1000,000 - 0,037 + 0,0019 (T - 16,7^\circ).$$

Kod svakog metra na pantljici treba da postoje crtice - indeksi kod kojih će se vršiti čitanje na podeli lenjira. Ako pantljika ima oznake za podelu i cifre izrađjene neposredno na samoj pantljici nagrizanjem/"ecovanjem"/, sa udubljenim ili ispupčenim likovima crtica i cifara onda se ove crte koriste kao marke - indeksi na kojima se čita lenjir /ručne pantljike od 20 i 25 m/. Nedjutom ako su celi metri ozna-

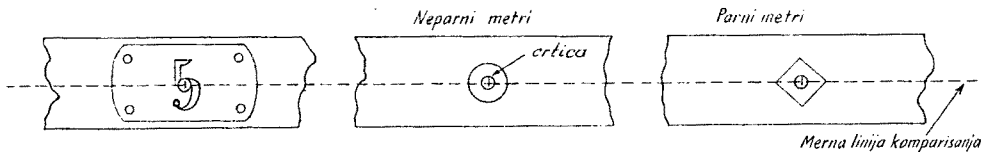
čeni zakivcima na mesinganim pločicama zakovanim za pantljiku onda se ovakve pantljike /većinom poljske/moraju pripremiti za komparisanje.

Priprema  
pantljike  
za kompa-  
risanje

Pripremom treba postići sledeće:

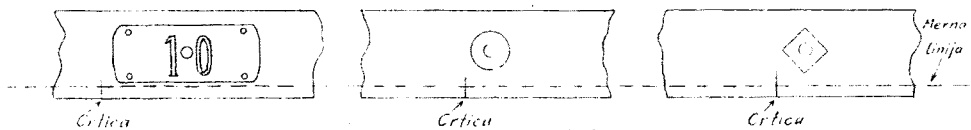
1. snabdeti pantljiku crticama povučenim upravno na ivice pantljike;
2. ostvariti tzv. mernu liniju komparisanja na pantljici, tj. zamišljenu liniju sa kojom će se poklopiti ona ivica normalne mere - lenjira - na kojoj se čita; ta linija mora udovoljiti sledećim zahtevima:
  - a/ da je prava i paralelna ivicama pantljike odnosno njenoj osovini;
  - b/ da crtice - indeksi povučeni na pločicama ili na pantljici dopiru do nje ili, još bolje, da je seku;
  - c/ da bude tako izabrana da ivica podela lenjira potpuno naleže na površinu gde se nalaze crtice, tj. da nigde ne bude izdignuta iznad njih, kako bi se izbegao uticaj paralakse pri čitanju.

Iz prednjeg izlazi: povlačenje crtica i izbor merne linije komparisanja su međusobno povezani. Lice koje vrši pripremu pantljike mora pregledati marke na pantljici: one na svakom petom metru, kao i one na neparnim i parnim metrima i tek onda rešiti o izboru merne linije koje će udovoljiti gornjim zahtevima. Npr. u slučaju oznaka za svaki peti metar i ostalih prema sl. 34a jedna merne linija bila bi ona koja ide vrhovima zakivaka, pa bi se u tom slučaju i crtice povukle na najvišim mestima zakivaka u sredini pantljike. U istom slučaju i



Sl. 34a

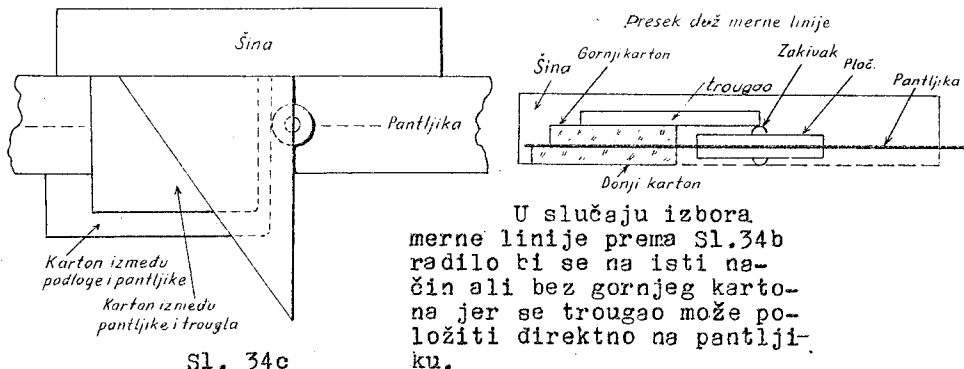
to ako sam materijal pantljike, po tvrdoći, dozvoljava da se direktno na njoj povuku crtice onda bi se mogla izabrati merne linije prema sl. 34b, dok bi crtice bile van mesinganih pločica.



Sl. 34b

Crtice se povlače pored čeličnog pravouglog trougla prislonjenog uz čeličnu šinu koja naleže na ivi-

cu pantljike. U sl.34c sa presekom pokazan je rad sa trouglom na pantljici tipa iz Sl.34a, tj.kako su učvršćeni pomoću kartona da se ne bi ugibali /naime donja strana trougla treba da bude u visini vrha zakivka/.



Sl. 34c

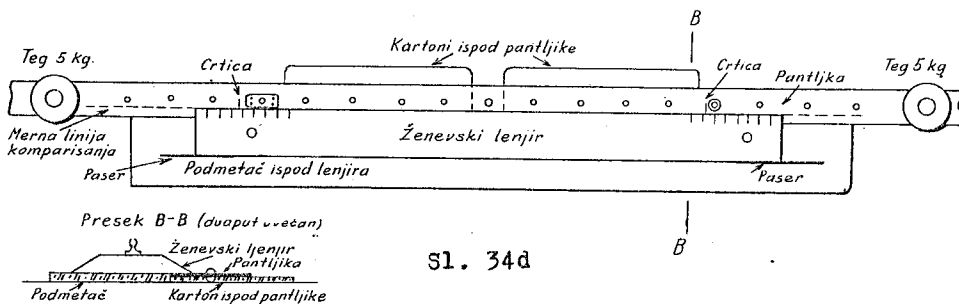
U slučaju izbora merne linije prema Sl.34b radilo bi se na isti način ali bez gornjeg kartona jer se trougao može položiti direktno na pantljiku.

Za pripremu je potreban sledeći pribor:

- 1 čelična šina 25 cm x 4 cm x 1 cm
- 1 manji pravougli čelični trougao
- oštra tvrda igla ili tvrdi žileti.

Po završenoj pripremi prelazi se na komparisanje, pri kome se treba pridržavati sledećeg postupka. Pantljika se pruži po ravnom stolu dužine bar 1,5 m. i na krajevima pritisne tegovima /oko 5 kg/ da bude ispružena; ispod nje podmetnu se kartoni da spreče stvaranje lančanice zbog podupiranja zakivcima; pored pantljike se stavi podmetač od kartona dužine 120 cm, širine 10 cm, a debljine tolike da mu gornja površina bude u nivo-u crtice na pantljici. Na taj podmetač stavlja se lenjir tako da mu ivica se podelom pada na izabranu mernu liniju, pa se na podmetaču s druge strane lenjira pored njegove ivice povuku crtice /"paseri"/ koje će za sve vreme komparisanja služiti za nameštanje lenjira /Sl.34d/.

Postupak pri komparisanju

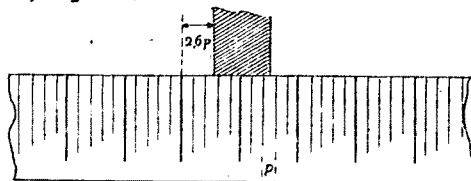


Sl. 34d

Postupak  
pri kom-  
parisanju

Podmetač se može specijalno izraditi od solidnog materijala kao stalan deo pribora za komparisanje, na kome bi se mehanički regulisao položaj lenjira u odnosu na pantljiku.

Komparisanje vrše dva lica: jedno vrši čitanje na levoj marki a drugo na desnoj i ovo vodi zapisnik. Čita se na podeli na kojoj je svaki milimetar podeljen na pet jednakih delova. Po dogovoru čita se ili kod leve ili kod desne ivice crtice na pantljici, ali kako se dogovori tako ostaje u celom toku komparisanja. Bitno je ovo: ona ista ivica crtice koja je u prethodnom metru bila desna marka /završna/ mora u narednom biti leva /početna/. Pri čitanju kroz lupu treba gledati upravo na podelu, a crtica da bude pri tome u sredini vidnog polja. Cvetljenje treba da bude ravnomerno za sve vreme rada i da ne menja pravac. Čitaju se celi milimetri i celi podeoci od 0,2 mm, a cene deseti delovi najmanjeg podeoka, te se i podaci tako beleže, a posle se pretvaraju u delove milimetra. Budući da jedan najmanji podelak p ima vrednost od 20 stotih od milimetra to će se dobijena vrednost čitanjem i ocenom pomnožiti sa 20 i to daje broj stotih od milimetra. Naprimer u Sl.34e, kod leve ivice crtice bilo bi ukupno čitanje sa ocenom:  $5 \text{ mm} + 2,6 \cdot p = 5 \text{ mm} + 52 \text{ stota od milimetra} = 5,52 \text{ mm}$ .



Sl. 34e

Kad je sve spremno desni opažać komanduje: čitaj, te levi očita i glasno diktira podatke koji se odmah upisuju mastilom u formular a zatim desni opažać čita i upisuje svoje podatke. Pošto je to izvršeno desni opažać komanduje: gotovo, te se lenjir pomera duž passera ulevo za malu veličinu oko 2-3 mm i prelazi na drugo merenje. Po završenom drugom merenju opažaći menjaju mesta radi eliminisanja uticaja ličnih grešaka, te vrše još dva merenja u novom poretku, dakle svega četiri, pomerajući lenjir između pojedinih merenja.

Pri promeni mesta čita se temperatura pantljike na deseti deo stepena i upisuje u zapisnik. U cilju merenja temperature same pantljike postupak se na isti način kao što se radi pri merenju dužine strane u poligonometriji /vidi str. 118/. Prema tome tok rada pri komparisanju 1 metra pantljike je sledeći:

Prvo merenje. Opažać A /levi/ čita levu, a čitalac B /desni/ čita desnu završnu marku - prvo pomeranje lenjira ulevo.

Drugo merenje: Čitalac A opet čita kod leve, a čitalac B kod desne marke -drugo pomenje lenjira ulevo. Tok rada pri komparisanju

Opazāci menjaju mesta, meri se i beleži temperatura pantljike.

Treće merenje: Čitalac B čita na levoj a čitalac /opažāč/ A na desnoj marki - treće pomenje lenjira ulevo, 1

Četvrto merenje: Opet čitalac B čita na levoj a A na desnoj marki, čime je završeno komparisanje 1 metra.

Na početku treba levu marku postavljati uvek blizu levog kraja podele lenjira. Dok jedan opažāč čita drugi kontroliše da se za to vreme lenjir nije pomerio.

Ako bi krajnje marke na pantljici, tj. 0 m i 20,25 ili 50 m bile takve da bi otežavale čitanje onda se za prvu marku može postaviti crtica na kraju prvog desimetra, a za poslednju crtica na početku poslednjeg desimetra pantljike i na krajevima pantljike umesto celih metara komparisati tih 90 cm. Ostatak od po 1 dm na oba kraja treba naknadno izmeriti razmernikom koji se upotrebljava pri kartiranju.

Na stranama 94 i 95 navedeni su primeri komparisanja jedne pantljike od 25 metara Ženevskim lenjirom br.810. Iz primera se vidi da se obrada navedenih podataka sastoji u sledećem: Obrada podataka komparisanja

1. obrazuje se sredina iz sve četiri čitanja

$$M = \frac{O_1 + O_2 + O_3 + O_4 \dots}{4} \text{ /v.6.stubac/;}$$

2. računaju se razlike izmedju obrazovane aritmetičke sredine /M/ i nominalne vrednosti metra /1.000.000 mm/ tj.

$$R = M - 1.000.000 \text{ /v.7.stubac/;}$$

razlike R izražavaju se u mikronima;

3. Računaju se popravke

a/ ukupna za lenjir

$$P_1 = -37 + 1,9 /T - 16,7/ \text{ /v.8.stubac/}$$

b/ temperaturna za pantljiku

$$P_2 = 11,1 /T - 20,0/ \dots \text{ /v.9.stubac/;}$$

popravke  $P_1$  i  $P_2$  sračunate po prednjim formulama dobijaju se u mikronima;

4. računaju se razlike popravki

$$r_{(y,w)} = P_1 - P_2 \dots\dots\dots /v.lo.stubac/;$$

5. računa se popravka za "metar pantljičke"

$$v = R + r \dots\dots\dots /v.11.stubac/;$$

6. sabiranjem nominalne dužine pantljičke sa zbirom popravki  $v$  dobija se stvarna dužina pantljičke; u datom primeru ona iznosi:

$$24,999.538 \text{ m};$$

7. računa se srednja popravka za metar pantljičke

$$v_{sred.} = \frac{[v]}{n} = \frac{-462}{25} = -18,48 \mu$$

i onda srednja dužina metra pantljičke; za navedeni primer imamo

$$1000,000 - 0,018 \cdot 5 = 999,9815 \text{ mm};$$

8. računa se srednja greška  $M$  sa kojom je putem komparisanja određena dužina pantljičke

$$M = \frac{m_0}{\sqrt{\kappa}} \cdot \sqrt{N}$$
$$m_0 = \sqrt{\frac{[\sigma^2]}{n-u}}$$

gde su:

- $\kappa$  - broj čitanja;
- $N$  - dužina pantljičke izražena u metrima;
- $\sigma$  - odstupanje od aritmetičke sredine obrazovane iz  $k$  čitanja;
- $n$  - ukupan broj uporedjenja / $n=k \cdot N$ /;
- $u$  - neophodan broj uporedjenja / $u=N$ /;

U navedenom primeru su

$$k=4; N=25; n=100; u=25,$$

te greške računane po prednjim formulama iznose:

$$m_0 = \pm 23,6 \mu$$
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{\kappa}} = \pm 11,8 \mu \dots\dots /v.str.94, 95/$$
$$M = \pm 0,06 \text{ mm}.$$

9. Da bi se videlo da li su pri komparisanju lične greške čitalaca došle do izražaja posebno su obrazovane aritmetičke sredine:

a/ iz prvog i drugog čitanja, kada je čitalac A čitao prethodnu a čitalac B narednu crticu



$$M_1 = \frac{O_1 + O_2}{2}$$

b/ iz trećeg i četvrtog čitanja kada su čitaoci izmenjali mesta, te je A čitao narednu, a B prethodnu crticu

$$M_2 = \frac{O_3 + O_4}{2}$$

Iz obrazovanih razlika

$$E = M_1 - M_2$$

vidi se da su skoro sve istog znaka /21 pozitivna, 2 negativne i 2 su jednake nuli/; prema tome bilo je zaista neophodno da čitaoci promene mesta.

U poligonometrijskoj mreži potrebno je masovno određivanje popravki za sva merenja izvršena od nosnom pantljikom. Zato se ove ne računaju, kao što se to radi pri određivanju elemenata ekscentriciteta /v. čl. 26/ nego se uzimaju iz prethodno sastavljenih tablica.

Tablica popravki za netačnost nominalne dužine pantljike sastavlja se po navedenom obrascu. Popravke upisane u tablicu sračunate su po formuli

Tablica popravki za netačnost nominalne dužine pantljike

$$\Delta_p = d \cdot v_{sred.}$$

gde je  $v_{sred.}$  srednja popravka za metar pantljike /v. str. 88 /.

ce imamo

Primer. Merena dužina 183 m. Iz tablice

$$\Delta_p = \begin{array}{r} - 1,85 \text{ mm /za 100 m/} \\ - 1,54 \text{ " / : 83 "/} \\ \hline - 3,4 \text{ /za 183 m/.} \end{array}$$

sastavljanja tablice računaju se po formuli

$$\Delta_t = \alpha_m \cdot (t - t_0) \cdot d \dots /v. str. 83/$$

Tablica popravki za temperaturu

jednak je

Srednji temperaturni koeficijent

$$\alpha_m = 0,000 \text{ olli } 1.$$

Ova brojna vrednost uzima se samo onda ako prava vrednost nije određena iz specijalnih ispitivanja.

Tablica popravki za netočnost nominalnih  
dužina pantljike

Pantljika Fennel 50 m N<sup>0</sup> ....

Merene dužine d u m	Merene dužine									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Popravke $\Delta p = d \cdot v_{\text{sred}} = d \cdot (-0,0185)$ u milimetrima									
0	0,00	0,02	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17
10	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35
20	0,37	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54
30	0,56	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,68	0,70	0,72
40	0,74	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
50	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09
60	1,11	1,13	1,15	1,17	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28
70	1,30	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,42	1,44	1,46
80	1,48	1,50	1,52	1,54	1,55	1,57	1,59	1,61	1,63	1,65
90	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,76	1,78	1,79	1,81	1,83
100	1,85	1,87	1,89	1,91	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02
200	3,70	3,72	3,74	3,76	3,77	3,79	3,81	3,83	3,85	3,87
300	5,55	5,57	5,59	5,61	5,62	5,64	5,66	5,68	5,70	5,72
Popravke su negativne										

Kako se popravke obično izražavaju u milimetrima a dužine strane u metrima, onda je prednju vrednost koeficijenta potrebno povećati 1000 puta, te će popravke biti:

$$\Delta_t = 0,0111 \cdot (t - t_0) \cdot d_{ym}$$

Popravke date u donjoj tablici sračunate su po ovoj formuli.

Tablica temperaturnih popravaka  $\Delta t$  (u milimetrima)

$d \backslash t$	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	200m	300m
0°	- 2,2	- 4,4	- 6,7	- 8,9	- 11,1	- 13,3	- 15,5	- 17,8	- 20,0	- 22,2	- 44,4	- 66,6
1	- 2,1	- 4,2	- 6,3	- 8,4	- 10,5	- 12,6	- 14,8	- 16,9	- 19,0	- 21,1	- 42,2	- 63,3
2	- 2,0	- 4,0	- 6,0	- 8,0	- 10,0	- 12,0	- 14,0	- 16,0	- 18,0	- 20,0	- 40,0	- 60,0
3	- 1,9	- 3,8	- 5,7	- 7,5	- 9,4	- 11,3	- 13,2	- 15,1	- 17,0	- 18,9	- 37,7	- 56,6
4	- 1,8	- 3,6	- 5,3	- 7,1	- 8,9	- 10,7	- 12,4	- 14,2	- 16,0	- 17,8	- 35,5	- 53,3
5	- 1,7	- 3,3	- 5,0	- 6,7	- 8,3	- 10,0	- 11,7	- 13,3	- 15,0	- 16,6	- 33,3	- 50,0
6	- 1,6	- 3,1	- 4,7	- 6,2	- 7,8	- 9,3	- 10,9	- 12,4	- 14,0	- 15,5	- 31,1	- 46,6
7	- 1,4	- 2,9	- 4,3	- 5,8	- 7,2	- 8,7	- 10,1	- 11,5	- 13,0	- 14,4	- 28,9	- 43,3
8	- 1,3	- 2,7	- 4,0	- 5,3	- 6,7	- 8,0	- 9,3	- 10,7	- 12,0	- 13,3	- 26,6	- 40,0
9	- 1,2	- 2,4	- 3,7	- 4,9	- 6,1	- 7,3	- 8,5	- 9,8	- 11,0	- 12,2	- 24,4	- 36,6
10	- 1,1	- 2,2	- 3,3	- 4,4	- 5,5	- 6,7	- 7,8	- 8,9	- 10,0	- 11,1	- 22,2	- 33,3
11	- 1,0	- 2,0	- 3,0	- 4,0	- 5,0	- 6,0	- 7,0	- 8,0	- 9,0	- 10,0	- 20,0	- 30,0
12	- 0,9	- 1,8	- 2,7	- 3,6	- 4,4	- 5,3	- 6,2	- 7,1	- 8,0	- 8,9	- 17,8	- 26,6
13	- 0,8	- 1,6	- 2,3	- 3,1	- 3,9	- 4,7	- 5,4	- 6,2	- 7,0	- 7,8	- 15,5	- 23,3
14	- 0,7	- 1,3	- 2,0	- 2,7	- 3,3	- 4,0	- 4,7	- 5,3	- 6,0	- 6,7	- 13,3	- 20,0
15	- 0,6	- 1,1	- 1,7	- 2,2	- 2,8	- 3,3	- 3,9	- 4,4	- 5,0	- 5,6	- 11,1	- 16,6
16	- 0,4	- 0,9	- 1,3	- 1,8	- 2,2	- 2,7	- 3,1	- 3,6	- 4,0	- 4,4	- 8,9	- 13,3
17	- 0,3	- 0,7	- 1,0	- 1,3	- 1,7	- 2,0	- 2,3	- 2,7	- 3,0	- 3,3	- 6,7	- 10,0
18	- 0,2	- 0,4	- 0,7	- 0,9	- 1,1	- 1,3	- 1,6	- 1,8	- 2,0	- 2,2	- 4,4	- 6,7
19	- 0,1	- 0,2	- 0,3	- 0,4	- 0,6	- 0,7	- 0,8	- 0,9	- 1,0	- 1,1	- 2,2	- 3,3
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,8	+ 0,9	+ 1,0	+ 1,1	+ 2,2	+ 3,3
22	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,7	+ 0,9	+ 1,1	+ 1,3	+ 1,6	+ 1,8	+ 2,0	+ 2,2	+ 4,4	+ 6,7
23	+ 0,3	+ 0,7	+ 1,0	+ 1,3	+ 1,7	+ 2,0	+ 2,3	+ 2,7	+ 3,0	+ 3,3	+ 6,7	+ 10,0
24	+ 0,4	+ 0,9	+ 1,3	+ 1,8	+ 2,2	+ 2,7	+ 3,1	+ 3,6	+ 4,0	+ 4,4	+ 8,9	+ 13,3
25	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,7	+ 2,2	+ 2,8	+ 3,3	+ 3,9	+ 4,4	+ 5,0	+ 5,6	+ 11,1	+ 16,6
26	+ 0,7	+ 1,3	+ 2,0	+ 2,7	+ 3,3	+ 4,0	+ 4,7	+ 5,3	+ 6,0	+ 6,7	+ 13,3	+ 20,0
27	+ 0,8	+ 1,6	+ 2,3	+ 3,1	+ 3,9	+ 4,7	+ 5,4	+ 6,2	+ 7,0	+ 7,8	+ 15,5	+ 23,3
28	+ 0,9	+ 1,8	+ 2,7	+ 3,6	+ 4,4	+ 5,3	+ 6,2	+ 7,1	+ 8,0	+ 8,9	+ 17,8	+ 26,6
29	+ 1,0	+ 2,0	+ 3,0	+ 4,0	+ 5,0	+ 6,0	+ 7,0	+ 8,0	+ 9,0	+ 10,0	+ 20,0	+ 30,0
30	+ 1,1	+ 2,2	+ 3,3	+ 4,4	+ 5,5	+ 6,7	+ 7,8	+ 8,9	+ 10,0	+ 11,1	+ 22,2	+ 33,3
31	+ 1,2	+ 2,4	+ 3,7	+ 4,9	+ 6,1	+ 7,3	+ 8,5	+ 9,8	+ 11,0	+ 12,2	+ 24,4	+ 36,6
32	+ 1,3	+ 2,7	+ 4,0	+ 5,3	+ 6,7	+ 8,0	+ 9,3	+ 10,7	+ 12,0	+ 13,3	+ 26,6	+ 40,0
33	+ 1,4	+ 2,9	+ 4,3	+ 5,8	+ 7,2	+ 8,7	+ 10,1	+ 11,5	+ 13,0	+ 14,4	+ 28,9	+ 43,3
34	+ 1,6	+ 3,1	+ 4,7	+ 6,2	+ 7,8	+ 9,3	+ 10,9	+ 12,4	+ 14,0	+ 15,5	+ 31,1	+ 46,6
35	+ 1,7	+ 3,3	+ 5,0	+ 6,7	+ 8,3	+ 10,0	+ 11,7	+ 13,3	+ 15,0	+ 16,6	+ 33,3	+ 50,0
36	+ 1,8	+ 3,6	+ 5,3	+ 7,1	+ 8,9	+ 10,7	+ 12,4	+ 14,2	+ 16,0	+ 17,8	+ 35,5	+ 53,3
37	+ 1,9	+ 3,8	+ 5,7	+ 7,5	+ 9,4	+ 11,3	+ 13,2	+ 15,1	+ 17,0	+ 18,9	+ 37,7	+ 56,6
38	+ 2,0	+ 4,0	+ 6,0	+ 8,0	+ 10,0	+ 12,0	+ 14,0	+ 16,0	+ 18,0	+ 20,0	+ 40,0	+ 60,0

Tablica temperaturnih popravki $\Delta_t$ (u milimetrima)												
$d \backslash t$	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	200m	300m
39	+ 2,1	+ 4,2	+ 6,3	+ 8,4	+ 10,5	+ 12,7	+ 14,8	+ 16,9	+ 19,0	+ 21,1	+ 22,2	+ 63,3
40	+ 2,2	+ 4,4	+ 6,7	+ 8,9	+ 11,1	+ 13,3	+ 15,5	+ 17,8	+ 20,0	+ 22,2	+ 44,4	+ 66,6
41	+ 2,3	+ 4,7	+ 7,0	+ 9,3	+ 11,7	+ 14,0	+ 16,3	+ 18,6	+ 21,0	+ 23,3	+ 46,6	+ 69,9
42	+ 2,4	+ 4,9	+ 7,3	+ 9,8	+ 12,2	+ 14,7	+ 17,1	+ 19,5	+ 22,0	+ 24,4	+ 48,8	+ 73,3
43	+ 2,6	+ 5,1	+ 7,7	+ 10,2	+ 12,8	+ 15,3	+ 17,9	+ 20,4	+ 23,0	+ 25,5	+ 51,1	+ 76,6
44	+ 2,7	+ 5,3	+ 8,0	+ 10,7	+ 13,3	+ 16,0	+ 18,6	+ 21,3	+ 24,0	+ 26,6	+ 53,3	+ 79,9
45	+ 2,8	+ 5,6	+ 8,3	+ 11,1	+ 13,9	+ 16,6	+ 19,4	+ 22,2	+ 25,0	+ 27,8	+ 55,5	+ 83,2

Primer. Dato je:  $d=187,2$  m;  $t=39^{\circ}$ . Koristeći tablicu dobijamo:

$$\begin{array}{r}
 + 21,1 \text{ mm} \dots\dots\dots / \text{za } 100 \text{ m/} \\
 + 16,9 \text{ } \dots\dots\dots / \text{" } 80 \text{ m/} \\
 + 1,48 \text{ } \dots\dots\dots / \text{" } 7 \text{ m/} \\
 + 0,04 \text{ } \dots\dots\dots / \text{" } 0,2 \text{ m/} \\
 \hline
 \Delta_t = + 40 \text{ mm}
 \end{array}$$

Komparisanje pantljičke na poljskom komparatoru - baziisu

Opis komparatora

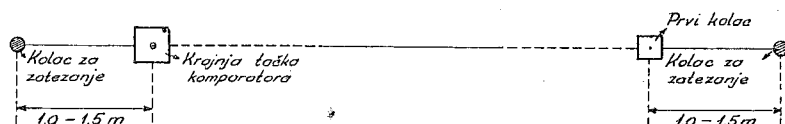
Drugi način. Postoji gledište da je bolje kada se pantljičke i žice komparišu ne u laboratorijskim uslovima nego pod istim uslovima pod kojim se vrše sama merenja. Ovo je naročito važno za pantljičke kada se njima meri neposredno po terenu. Za takvo komparisanje služe poljski komparatori - bazisi. Oni predstavljaju tačno izmereno otstojanje između dve tačke sigurno obeležene na terenu. Teren na kome se meri otstojanje mora biti potpuno ravan. Krajnje tačke moraju biti obeležene duboko ukopanim, masivnim kamenim odnosno betonskim stubovima ili železničkim šinama /komad šine dužine oko 2m vertikalno ukopan/. U glavu stuba usadjuje se mesingana šipka sa fino urezanim krstom ili rupicom. Dužina komparatora ne treba da bude manja od 200-240 m, za pantljičke od 20-25 metara i 400-480 m za pantljičke od 50 m. Dužina komparatora određuje se merenjem invarskim žicama. Ako je dužina komparatora nedeljiva sa 24 odnosno 48, onda se ostatak meri invarskom pantljičkom, kao što se to radi pri merenju osnovica. Relativna greška u određivanju dužine komparatora ne sme biti veća od 1:300 000.

Postupak pri komparisanju

Između krajnjih tačaka komparatora pobičaju se drveni kočevi dimenzija 5x5x30 cm. Kočevi se pobičaju na otstojanju dužine pantljičke koje se kompariše. Aliniranje kočeva tj. njihovo uterivanje u pravac komparatora pri pobičanju vrši se pomoću teodolita. Glava koca ne sme da viri iznad zemlje više od 1-2 cm. Na svaki kolac treba ekserčićima pričvrstiti jedan karton dimenzija glave koca tj. 5x5 cm.

Kada je pantljička pružena tačno po liniji kom-

paratora odnosno u pravcu komparatora, tada je potrebno na kartonu pored ivice pantljike povući olovkom tanku liniju. Tako povučena linija smatra se presekom koca vertikalnom ravni komparatora. Posle toga pantljika se zateže dinamometrima silom od 10 kilograma. Da bi se krajevi zategnute pantljike mogli tačno obeležiti nepoškodno je da pantljika bude nepomična. Radi toga se ispred krajnje tačke komparatora i iza prvog koca pobijaju "kočevi za zatezanje" /Sl.35/. Za alke dinamometra treba vezati jak, tanak kanap koji se obavija oko koca i time omogućava da se sila zatezanja ravnomerno i postupno povećava sve dotle dok ne dostigne



Sl. 35

određenu veličinu. Uobičajeno je da se pri zatezanju prve pantljike njena nulta crtica dovodi do tačnog poklapanja sa krajnjom tačkom komparatora. Kada je pantljika definitivno zategnuta, tada se ubodom tanke igle označi na kartonu kraj prve pantljike. Pri obeležavanju kraja pantljike njena ivica mora biti pored linije koja je još ranije na kartonu povučena.

Zatim se pantljika zateže izmedju 1. i 2. koca. Zatezanje se vrši na isti način tj. pomoću dinamometara i prethodno pobijenih "kolaca za zatezanje". Kada je pantljika zategnuta, tada se obeleži na kocu br.1 početak druge pantljike /koji se ne mora poklapati sa krajem prve/, a na kocu br.2 - kraj druge pantljike /Sl. 36/.

Na isti način merenje se produžava sve dotle, dok se ne dodje do druge krajnje tačke komparatora.

Bazis se meri pantljikom šest puta: tri puta u jednom i tri puta u suprotnom smeru.

Ako je dužina komparatora nedeljiva sa dužinom pantljike, onda se ostatak tj. otstojanje izmedju poslednjeg koca i krajnje tačke komparatora izmeri pantljikom čitajući je na milimetre.

Kartoni se numerišu od 1 pa na dalje. Smer merenja označava se strelicom. Ubodi igle kojima su obeleženi početci odnosno krajevi pantljike zaokružuju se i iznad njih se ispisuje redni broj pantljike. Naprimer, na kartonima br.1 i br.2 /Sl.36/ tačka A je kraj prve pantljike, tačka B - početak druge; tačka C je kraj druge pantljike, a tačka D - početak treće. Kada se, po završetku merenja, kartoni skinu sa kolaca tada treba izmeriti otstojanja izmedju kraja prethodne i početka naredne pantljike. Ova se otstojanja me-

Komparisanje pantlijeke od 25 m br. 317

metar ortice		č i t a n j a																	
		I				II				III				IV					
		u de- lovima podele	u mm	$\delta_1$ u mm	$\delta_1^2$ u $\mu$	u de- lovima podele	u mm	$\delta_2$ u mm	$\delta_2^2$ u $\mu$	u de- lovima podele	u mm	$\delta_3$ u mm	$\delta_3^2$ u $\mu$	u de- lovima podele	u mm	$\delta_4$ u mm	$\delta_4^2$ u $\mu$		
		1				2				3				4					
1	0	1,03 06				0,39 78				2,37 74			1,14 28						
	1	1002,36 72	999,46	-0,025	1,225	1001,19 38	999,60	+0,025	6,25	1002,17 34	999,60	+0,025	6,25	1002,16 92	999,64	-0,015	2,25		
	1	1,33 56				0,41 82				1,22 44			0,13 26						
	2	1001,39 78	1002,12	+0,020	4,00	1002,47 94	1000,12	-0,020	4,00	1001,22 52	1000,08	+0,020	4,00	1002,17 34	1000,08	+0,020	4,00		
	2	1,25 32				2,01 02				1,16 32			3,27 54						
	3	1001,28 56	1000,04	-0,025	1,225	1003,23 06	1000,04	-0,025	1,225	1001,14 28	999,96	+0,045	2,025	1003,26 52	999,96	+0,015	6,25		
	3	3,05 10				4,37 74				6,14 28			3,39 73						
	4	1003,27 94	1000,44	-0,025	1,225	1005,03 18	1020,42	-0,015	2,25	1005,33 66	1000,38	+0,015	8,25	1003,08 16	1000,38	+0,025	6,25		
	4	3,05 10				6,41 82				8,17 34			1,43 93						
	5	1001,03 06	999,96	-0,025	6,25	1006,33 76	999,94	-0,005	25	1008,13 26	999,92	+0,015	2,25	1004,26 60	999,92	+0,015	2,25		
	5	3,39 73				6,36 72				7,49 98			1,24 48						
	6	1003,47 94	1000,16	-0,020	9,00	1006,13 86	1000,14	0,000	0	1008,06 12	1000,14	0,000	0	1004,26 60	1000,12	+0,020	4,00		
	6	5,23 46				8,37 74				1,48 96			5,06 12						
	7	1003,14 28	999,60	-0,020	9,00	1008,19 38	999,64	-0,010	1,00	1001,29 58	999,62	+0,010	1,00	1004,26 60	999,60	+0,030	9,00		
	7	2,44 88				8,10 20				3,87 94			6,28 96						
	8	1002,40 80	999,92	+0,010	1,00	1008,07 14	999,94	-0,010	1,00	1003,47 88	999,94	-0,010	1,00	1006,44 80	999,92	+0,010	1,00		
	8	2,48 96				7,04 00				3,18 36			6,27 52						
	9	1003,14 28	1000,32	+0,020	4,00	1007,17 34	1000,34	0,000	0	1001,35 70	1000,34	0,000	0	1006,44 80	1000,35	-0,020	4,00		
	9	1,47 94				6,34 68				1,22 44			6,29 56						
	10	1001,47 94	1000,00	-0,010	1,00	1005,34 68	1000,00	-0,010	1,00	1001,20 40	999,96	+0,032	9,00	1006,28 56	1000,00	-0,010	1,00		
	10	1,47 94				8,06 12				3,06 12			7,03 06						
	11	1001,47 94	1000,00	+0,015	2,25	1008,08 16	1000,04	-0,025	6,25	1003,28 12	1000,00	+0,015	2,25	1007,24 08	1000,02	-0,025	2,25		
	11	1,10 20				6,08 12				2,36 72			6,18 36						
	12	1001,19 38	1000,18	-0,020	0	1005,16 32	1000,20	-0,020	4,00	1002,44 88	1000,16	+0,020	4,00	1006,27 52	1000,18	-0,020	0		
	12	5,22 44				7,39 78				1,44 82			5,15 30						
	13	1005,34 68	1000,24	-0,010	1,00	1008,02 04	1000,26	-0,030	9,00	1002,02 04	1000,22	+0,010	1,00	1008,25 50	1000,20	+0,030	9,00		
	13	1,14 28				5,21 42				1,11 22			5,01 02						
	14	1001,16 32	1000,24	-0,015	2,25	1006,23 46	1000,24	-0,015	2,25	1001,12 24	1000,02	+0,005	25	1005,21 02	1000,00	+0,025	6,25		
	14	1,23 44				5,16 80				2,43 90			7,07 44						
	15	1001,26 52	1000,04	-0,020	4,00	1005,43 86	1000,06	0,000	0	1002,47 84	1000,04	+0,020	4,00	1007,10 20	1000,04	0,000	0		
	15	2,34 68				6,30 40				2,31 62			7,29 58						
	16	1002,31 62	999,94	-0,010	9,00	1006,11 28	999,88	+0,030	9,00	1002,27 54	999,92	-0,010	1,00	1007,24 08	999,94	+0,010	1,00		
	16	2,02 04				8,32 64				1,12 84			7,02 02						
	17	1002,24 58	1000,54	-0,025	25	1009,10 20	1000,56	-0,024	6,25	1002,19 38	1000,54	-0,005	25	1007,27 54	1000,50	+0,035	1,225		
	17	1,21 42				5,01 06				1,13 26			5,14 28						
	18	1001,27 54	1000,12	-0,030	9,00	1005,20 16	1000,10	-0,010	1,00	1004,17 34	1000,08	+0,010	1,00	1005,17 34	1000,04	+0,030	9,00		
	18	1,22 44				7,14 22				1,34 68			6,54 88						
	19	1001,14 28	999,84	+0,025	25	1007,13 16	999,88	-0,035	1,225	1001,23 50	999,82	+0,025	6,25	1006,16 72	999,84	+0,005	2,25		
	19	0,20 40				5,25 90				1,25 50			7,24 48						
	20	1000,08 12	999,72	+0,015	2,25	1005,13 26	999,76	-0,025	6,25	1001,12 24	999,74	-0,005	25	1007,10 20	999,72	+0,015	2,25		
	20	0,12 24				6,23 46				1,24 48			6,41 22						
	21	1000,23 46	1000,22	-0,050	2,500	1006,32 64	1000,18	-0,040	1,00	1001,31 62	1000,14	+0,030	9,00	1006,18 36	1000,14	+0,030	9,00		
	21	1,30 60				7,15 30				2,00 00			7,36 72						
	22	1001,48 96	1000,36	+0,005	25	1007,34 68	1000,38	-0,018	2,25	1002,18 36	1000,36	+0,005	25	1008,24 08	1000,36	+0,005	2,25		
	22	1,18 36				7,23 46				2,12 24			5,24 48						
	23	1001,06 12	999,76	-0,035	1,225	1007,00 18	999,72	+0,005	25	1001,47 94	999,70	+0,035	6,25	1005,10 20	999,72	+0,005	2,25		
	23	0,46 92				5,47 94				1,37 74			4,47 94						
	24	1001,03 06	1000,14	-0,025	6,25	1006,03 06	1000,18	-0,005	25	1001,48 84	1000,10	+0,015	2,25	1005,02 04	1000,10	+0,015	2,25		
	24	2,09 16				5,11 22				4,21 42			6,43 86						
	25	1002,08 16	1000,00	+0,025	6,25	1005,13 26	1000,01	-0,015	2,25	1004,27 14	1000,02	+0,005	25	1006,45 90	1000,04	-0,015	2,25		
	25																		
			46	-0,335	14,625			40	-0,275	9,025			80	+0,325	8,825		84	+0,285	9,425

Temperatura $T$ $u^{\circ}C$	Sredinu $M = \frac{[O]}{4}$		Popravke za lenjir $P$ $u \mu$		Rozlika za temperatu- ru $P_2$ $u \mu$		Popravka za metar pantljike* $r = P - P_2$ $u \mu$		Podaci za računa- nje lične greške			Probe	Tablica popravki, dužina pan- tjike, srednja greška kompa- risanja, datum.	
	5	6	7	8	9	10	11	12	$M_1 = \frac{O_1 + O_2}{2}$ $u mm$	$M_2 = \frac{O_3 + O_4}{2}$ $u mm$	$\epsilon = M_1 - M_2$ $u mm$			
23,7	999,625		-375	-24	+41	-65	440	999,63	999,62	0,01			I.	I. Jednačina lenjira (normalne me- re) br. 810 $L = 1000,000 - 0,037 + 0,0019(T - 16,7) u mm$ Tablica popravki, za lenjir* $P_1 = -37 + 1,9(T - 16,7)$ (u mikronima)
24,0	1000,100	+100	-23	+44	-67	+33	1000,12	1000,08	0,04					
23,5	1000,005	+5	-24	+39	-63	-58	1000,04	999,97	0,07				II.	II. Jednačina, popravke za tem- peraturu* $P_{um} = 1000,0000 mm (T - 20^{\circ}) =$ $= 0,011 (T - 20^{\circ})$ Tablica temperaturnih popravki
23,5	1000,405	+405	-24	+39	-63	+342	1000,43	1000,38	0,05					
23,5	999,935	-65	-24	+39	-63	-128	999,95	999,92	0,03					
23,5	1000,140	+140	-24	+39	-63	+71	1000,15	1000,13	0,02					
23,3	999,630	-370	-24	+37	-61	-431	999,65	999,61	0,04					
23,5	999,930	-70	-24	+39	-63	-133	999,93	999,93	0,00					
23,6	1000,340	+340	-24	+40	-64	+276	1000,33	1000,35	0,02					
23,5	999,990	-10	-24	+39	-63	-73	1000,00	999,98	0,02					
23,7	1000,015	+15	-24	+41	-65	-50	1000,02	1000,01	0,01					
23,7	1000,180	+180	-24	+41	-65	+115	1000,19	1000,17	0,02					
23,7	1000,230	+230	-24	+41	-65	+165	1000,25	1000,21	0,04					
23,6	1000,025	+25	-24	+40	-64	-39	1000,04	1000,01	0,03					
23,6	1000,060	+60	-24	+40	-64	-4	1000,07	1000,05	0,02					
23,4	999,910	-90	-24	+38	-62	-152	999,91	999,91	0,00					
23,5	1000,535	+535	-24	+39	-63	+472	1000,55	1000,52	0,03					
23,5	1000,090	+90	-24	+39	-63	+27	1000,11	1000,07	0,04					
23,5	999,845	-155	-24	+39	-63	-218	999,86	999,83	0,03					
23,5	999,735	-265	-24	+39	-63	-328	999,74	999,73	0,01					
23,5	1000,170	+170	-24	+39	-63	+107	1000,20	1000,14	0,06					
23,5	1000,365	+365	-24	+30	-63	+302	1000,37	1000,36	0,01					
23,5	999,725	-275	-24	+39	-63	-338	999,74	999,71	0,03					
23,5	1000,115	+115	-24	+39	-63	+52	1000,13	1000,10	0,03					
23,5	1000,025	+25	-24	+39	-63	-38	1000,03	1000,03	0,01					
	25004,125	+1125	-599	+988	-1387	-462	43	82	0,61					

I. Jednačina lenjira (normalne me-  
re) br. 810  
 $L = 1000,000 - 0,037 + 0,0019(T - 16,7) u mm$   
Tablica popravki, za lenjir\*  
 $P_1 = -37 + 1,9(T - 16,7)$   
(u mikronima)

T	T-16,7	1,9(T-16,7)	P <sub>1</sub>
	+	+	+
23,3	+6,6	+13	-24
4	+6,7	+13	-24
5	+6,8	+13	-24
6	+6,9	+13	-24
23,7	+7,0	+13	-24
24,0	+7,3	+14	-23

II. Jednačina, popravke za tem-  
peraturu\*  
 $P_{um} = 1000,0000 mm (T - 20^{\circ}) =$   
 $= 0,011 (T - 20^{\circ})$   
Tablica temperaturnih popravki

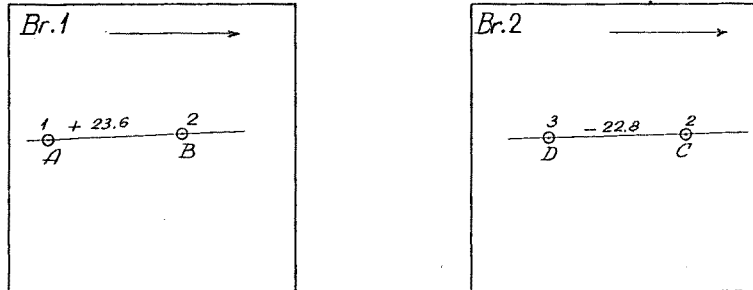
T	T-20°	P <sub>2</sub>
	+	+
23,3	+3,3	+37
4	+3,4	+38
5	+3,5	+39
6	+3,6	+40
23,7	+3,7	+41
24,0	+4,0	+44

III. Dužina pantljike  
 $25000,000 - 0,462 = 24,999,538 mm$   
pri temperaturi 20° i pri zate-  
zanju od 0 kg.

IV. Dužina metro pantljike  
 $1000,000 - 0,0185 = 999,9815 mm$

V. Srednja greška upoređenja (kom-  
parisanja) sračunata iz odstupa-  
nja od aritmetičke sredine  
 $m_0 = \sqrt{\frac{[d^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{41900}{100-25}} = \sqrt{538,67} = \pm 23,6 \mu$   
 $m = \frac{m_0}{\sqrt{4}} = \pm 11,8 \mu$   
 $M = m\sqrt{25} = \pm 59 \mu = \pm 0,06 mm$   
Potpis lica keja su  
23.X.1964 izvršila komparisanje

re razmernikom do na deseti deo milimetra. Izmerena ot-  
stojanja upisuju se na kartonima /Sl.36/. Pri obradi  
rezultata merenja otstojanja izmerena na kartonima sa-  
biraju se; pri sabiranju sva ona otstojanja kod kojih  
je početak naredne pantljike prethodio kraju prethodne  
/karton br.2 na slici 36/ uzimaju se sa znakom minus



sl. 36

/jer su se ovde pantljike preklopile/.

Radi svodjenja na horizont otstojanja merenih  
izmedju susednih kolaca treba koševе iznivelati. Treba  
izvršiti dva nezavisna nivelanja: jedno u smeru napred,  
drugo u smeru nazad. Greške u određivanju visinskih  
razlike ne sme biti veća od  $\pm 5$  mm.

Temperatura se meri termometrom stavljenim iz-  
medju parčića rešodovane pantljike. Termometar se po-  
laže na zemljište pored pantljike /v. čl. 50 str. 118/.

Srednja greška se kojom je odnosnom pantljikom  
izmerena dužina komparatora računa se po formuli

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\delta^2]}{(n-1) \cdot n}}$$

gde su:

n - broj merenja;

$\delta$  - otstupenja od aritmetičke sredine obrazo-  
vane iz n merenja.

Relativna greška, sračunate iz prednje greške,  
ne sme biti veća od 1:60 000 tj.

$$M_r = \frac{m}{L} \leq \frac{1}{60000}$$

gde je L dužina komparatora.

Primer kom- Po ivici asfaltiranog druma Beograd-Avala iz-  
parisanja mereno je invarskim žicama od 48 metara otstojanje iz-  
jedne pant- medju dva repera. Reperi su vertikalno usadjeni u be-  
ljike tonsku podlogu druma i zaliveni cementom. Krajnje tač-



ke komparatora obeležene su finim krstovima urezenim na zaobljenim glavama repere /glave su obradjene na strugu -"drebanku"/. Rezultati merenja su:

1. merenje napred 240,074.01 m
2. " nazad 240,073.80
3. " napred 240,073.09
4. " nazad 240,074.50.

Svaki od navedenih rezultata je sredina iz merenja dvema žicama čiji su brojevi 42 i 43. Sredina obrazovana iz četiri navedena merenja je

$$240,073.85 \pm 0,000.29 \text{ m.}$$

Relativna greška nadjene vrednosti iznosi

$$m_r \approx 1:800\ 000.$$

Komparisana je pantljika od 20 m /širina 10 mm, debljina 0,4 mm/. Dužina komparatora merena je šest puta: tri u smeru napred i tri u smeru nazad. Rezultati su navedeni u tablici.

Srednja greška sa kojom je izmerena dužina komparatora sračunata po napred navedenoj formuli iznosi:

$$m = \pm \sqrt{\frac{34\ 36}{5 \cdot 6}} = \pm \sqrt{1,15} = \pm 1,07 \text{ mm}$$

Relativna greška je

$$M_r = \frac{1}{224\ 000}$$

Iz uporedjenja stvarne dužine komparatora sa dužinom nadjenom merenjem odnosnom pantljikom dobija se razlika

$$\Delta = \frac{240,073.8 \text{ m} - 240,034.3 \text{ m}}{240} = + 0,039.5 \text{ m,}$$

te će srednja popravka za metar pantljike biti

$$v_{sred} = \frac{\Delta}{240} = \frac{+39,5}{240} = + 0,1646 \text{ mm}$$

pri temperaturi od 20° i sili zatezanja od 10 kg.

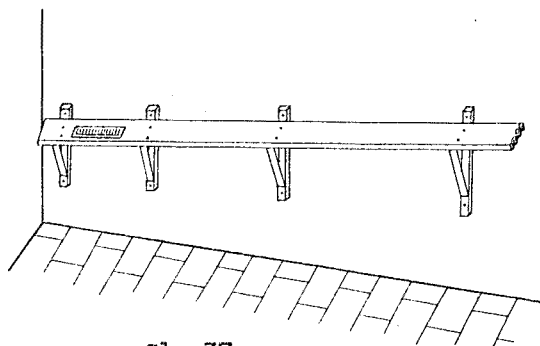
Treći način. Dužine pantljika se najbrže mogu odredjivati na tzv. zidnim komparatorima naročito

Komparisanje pantlika na zidnom komparatoru sa skalama

Opis komparatora

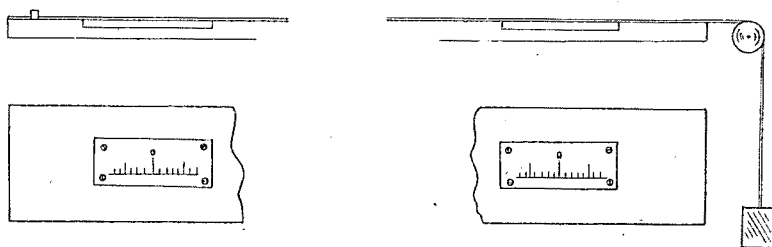
	M e r e n j e												
	Prvo		Drugo		Treće		Četvrti		Peto		Šesto		
	napred	nazad	napred	nazad	napred	nazad	napred	nazad	napred	nazad	napred	nazad	
Pri komparisanju pantlika je zatežena silom od 10 kg.													
Dužina prema broju celih pantlika	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0	240,000,0
Zbir čitanja na kartonima	+ 0,062,8	+ 0,055,4	+ 0,050,4	+ 0,043,6	+ 0,051,0	+ 0,058,2							
Popravka za temperaturu	+ 0,021,4	+ 0,029,3	+ 0,040,0	+ 0,045,2	+ 0,037,3	+ 0,026,6							
" " svodenje na horizontal	- 0,052,6	- 0,052,6	- 0,052,6	- 0,052,6	- 0,052,6	- 0,052,6							
Merena dužina	240,031,6	240,032,1	240,037,8	240,036,2	240,035,7	240,032,2							
Sredina	240,034,3												
$\delta$	+ 2,7	+ 2,2	- 3,5	- 1,9	- 1,4	+ 2,1							
$\delta^2$	7,29	4,84	12,25	3,61	1,96	4,41							

u tu svrhu sa-gradjenim. Zidni komparator normalnog tipa pretstavlja uzan ali dugačak horizontalan sto od dasaka položenih na konzole nameštene u zidu podrumске prostorije /Sl.37/ Bolje je ako su konzole postavljene ne na zidu nego na posebnim stubovima. Ovo je bolje stoga što su temperaturni koeficijenti zidova dosta veliki /oko 1:200 000/, te određenoj dužini komparatora treba davati popravke za promenu temperature prostorije; ovo komplikuje komparisanje i smanjuje njegovu tačnost. Gornja površina dasaka mora biti potpuno ravna. Na krajevima ovog stola a na međusobnom otstojanju od 20 ili 25 metara /prema tome za koje je dužine pantlika komparator namešten/ usadjuju se u daske dve metalne pločice /skale/ sa milimetarskom podelom /Sl.38/ Otstojanje iz-



Sl. 37

medju nultih crtica skale odredjuje se pomoću dva normalna metra. Normalni metri, koji se u ovu svrhu obično primenjuju, pripadaju tipu "konačnih normalnih me-



Sl. 38

ra", te predstavljaju metalne poluge čiji krajevi imaju oblik klina /sl.39/.

Pri odredjivanju dužine komparatora tj. određivanja-  
stojanja izmedju nultih crtica skale primenjuje se sle-  
deći postupak. Vidno se obeležava osovina komparatora nje dužine  
komparato-  
tj. povlači se prava - merna linija - koja spaja po- ra  
dužne sredine pločica na kojima su urezane skale. Duž  
ove osovine polažu se onda normalni metri. Prvi metar  
se polaže tako da se vertikalna ivica klina podudara



Sl. 39

se nultom crti-  
com skale. Prvom  
metru se lagano  
i pažljivo primi-  
će drugi metar;  
ivice njihovih  
klinova moraju  
se dodirivati  
prema slici 39.

Zatim se prvi metar premešta iza drugog. Ivice njihovih klinova pažljivo se dovode u kontakt i to tako da horizontalna ivica jednog dodiruje vertikalnu ivicu

drugog. Takvo polaganje metara duž osovine komparatora produžava se sve dotle dok se ne dodje do skale na drugom kraju komparatora. Tada se po vertikalnoj ivici klina izvrši čitanje na skali čineći desete delove milimetra odoka. Ako se desi da pri polaganju poslednjeg metra iznad skale dodje horizontalna ivica klina, onda treba duž produžene osovine komparatora položiti još jedan metar i izvršiti čitanje po vertikalnoj ivici njegovog klina, ili se pomoći malim metalnim trouglom. Otstojanje izmedju nultih crtice skale /dužina komparatora/ odrediće se ovako:

$$L = \kappa (l_1 + l_2) \pm p,$$

ako je dužina komparatora deljiva sa 2. i

$$L = \kappa (l_1 + l_2) + l_1 \pm p$$

ako nije deljiva sa 2.

U prednjim jednkostima su

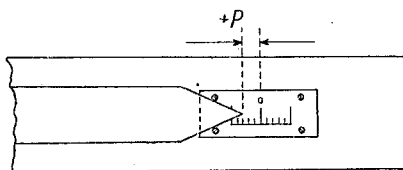
$l_1$  - dužina prvog metra;

$l_2$  - " drugog " ;

$\kappa$  - broj polaganja oba metra duž osovine komparatora;

$p$  - čitanje na skali.

Ako je podela na skalama naneta prema slici 41, tj. u oba smere od nulte crtice, onda se čitanje  $p$  uzima sa znakom + kada kraj metra /vertikalna ivica klina/ padne ispred nulte crtice /sl.40/ i sa znakom - ako padne iza crtice. Ako su normalni metri izradjeni od čelika, što je čest slučaj, onda treba imati u vidu da promena temperature za 0,5 mēnja njihovu dužinu za 5 mikrona. Takva promena u dužini metra povlači promenu i u traženoj dužini komparatora. Ako je komparator dug 20 metara, onda će promena iznositi 0,1 mm. Zato je potrebno da se temperatura meri na 0,1.



Sl. 40

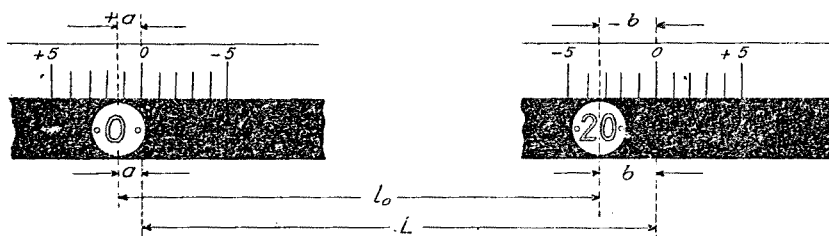
Po pravilu za određivanje dužine komparatora vrši se 8-10 merenja, pa se za definitivnu vrednost uzima aritmetička sredina.

Komparisanje pantljičke na zidnom komparatoru

Pri određivanju dužine pantljičke na komparatoru ova se zateže odredjenom silom. Toga radi na kraju komparatora nalazi se koturača /Sl.38/. Ona se tako montira da žljeb bude u ravni gornje površine stola komparatora. Da bi se trenje smanjilo osovina

koturače je na kugličnim ležajima.

Pri komparisanju se pantljika jednim krajem veže za alku u zidu ili za kuku u desci, vodeći pri ovom računa da nulte crtice pantljike budu iznad skale komparatora. Za drugi kraj pantljike zakači se tanka, mekana čelična žica ili jak tanak kanap koji će kliziti po žljebu koturače. Kada je pantljika zategnuta tegom /normalno od 10 kg./, tada se vrše čitanja  $a$  i  $b$  na jednoj i drugoj skali komparatora.



Sl. 41

Dužina pantljike pri temperaturi  $t_0$  /temperatura pri kojoj je vršeno komparisanje/ i sili zatezanja  $P$  određuje se po formuli

$$l_0 = L + (a + b)$$

gde je  $L$  dužina komparatora.

Ako je podela na skalama naneta prema slici 41, onda se čitanja  $a$  i  $b$  uzimaju se odgovarajućim predznacima. Ali i bez obzira na to kako je naneta podela na skalama uvek je lako prema izvršenim čitanjima odrediti razliku između dužine komparatora i dužine pantljike.

Da bi se greške čitanja smanjile treba izvršiti više čitanja. Obično se uzima 8-10 čitanja. Između pojedinih čitanja pantljika se pomera. Za definitivnu dužinu pantljike uzima se prosta aritmetička sredina iz niza nadjanih vrednosti.

Uobičajeno je da se dužina pantljike daje za temperaturu  $20^{\circ}$ . Toga radi dužini određenoj komparisanjem pri temperaturi  $t_0$  treba dodati popravku

$$\Delta l_t = \alpha_m l_0 (20^{\circ} - t_0).$$

Brojna vrednost koeficijenta  $\alpha_m$  je

$$\alpha_m = 0,000 \text{ o}11 \text{ l} \quad /v.str.89/.$$

Dužina komparatora određivana je čeličnim normalnim metrima čije su oznake: M87 i M88. Njihove jednečine su:



Redni br. merenja	Merenje „napred“					Merenje „nazad“					Ocena tačnosti	
	Tempe- ratura T	$k(l_1+l_2)$ u m	$\Delta t$ u mm	$\rho$ u mm	$L' = k(l_1+l_2) + \Delta t + \rho$ u m	Tempe- ratura T	$k(l_1+l_2)$ u m	$\Delta t$ u mm	$\rho$ u mm	$L'' = k(l_1+l_2) + \Delta t + \rho$ u m	$\Delta = L'' - L'$ u mm	$\Delta^2$
1	10,6	20,000.60	-0,98	+0,8	20,000.42	10,8	20,000.60	-0,93	+0,5	20,000.17	-0,25	0,0625
2	10,9	20,000.60	-0,91	+1,2	20,000.89	11,0	20,000.60	-0,89	+0,7	20,000.41	-0,48	0,2304
3	11,2	20,000.60	-0,84	+0,4	20,000.16	11,3	20,000.60	-0,82	+0,6	20,000.38	+0,22	0,0484
4	11,4	20,000.60	-0,80	+0,1	19,999.90	11,6	20,000.60	-0,78	+0,8	20,000.65	+0,75	0,5625
5	11,6	20,000.60	-0,75	+0,9	20,000.75	11,5	20,000.60	-0,78	+1,3	20,001.12	+0,37	0,1369
		100,003.00	-4,28	+3,4	100,002.12		100,003.00	-4,17	+3,9	100,002.73	+0,61	1,0407

Redni broj	$\delta$	$\delta^2$
1	+0,06	0,0036
2	-0,41	0,1681
3	+0,32	0,1024
4	+0,58	0,3364
5	-0,27	0,0729
6	+0,31	0,0961
7	+0,07	0,0049
8	+0,10	0,0100
9	-0,17	0,0289
10	-0,64	0,4096
-	0,05	1,2329

Srednja greška definitivne dužine komparatora odnosno aritmetičke sredine je

$$m' = \frac{\pm m'_0}{\sqrt{2n}} = \frac{\pm 0,32}{3,2} = \pm 0,10 \text{ mm}; \quad m'' = \frac{\pm m''_0}{\sqrt{N}} = \frac{\pm 0,37}{3,2} = \pm 0,12 \text{ mm}$$

Komparisanje pantljike izvršeno je po napred objašnjenom postupku. Temperatura, čitanja na skalama i temperature popravke unešene su u donju tablicu.

Redni broj komparisanja	Temperatura $t_0$	Čitanja na skalama			Temperaturna popravka $\Delta t_t$ u mm	$(a+b)+\Delta t_t$ u mm	$\delta$	$\delta^2$
		a u mm	b u mm	a+b u mm				
1	12,0	+ 1,2	- 0,8	+ 0,4	+ 1,78	+ 2,18	- 0,04	0,0016
2	12,0	+ 2,0	- 1,2	+ 0,8	+ 1,78	+ 2,58	- 0,44	0,1936
3	12,1	+ 2,6	- 2,4	+ 0,2	+ 1,75	+ 1,95	+ 2,19	0,0361
4	12,1	+ 3,0	- 3,0	0,0	+ 1,75	+ 1,75	+ 0,39	0,1521
5	12,1	+ 3,8	- 2,9	+ 0,9	+ 1,75	+ 2,65	- 0,51	0,2601
6	12,1	+ 4,1	- 4,0	+ 0,1	+ 1,75	+ 1,85	+ 0,29	0,0841
7	12,2	- 2,3	+ 2,8	+ 0,5	+ 1,73	+ 2,23	- 0,09	0,0081
8	12,2	- 2,8	+ 2,7	- 0,1	+ 1,73	+ 1,63	+ 0,51	0,2601
9	12,2	- 3,4	+ 3,8	+ 0,4	+ 1,73	+ 2,13	+ 0,01	0,0001
10	12,2	- 3,6	+ 4,3	+ 0,7	+ 1,73	+ 2,43	- 0,29	0,0841
		+ 4,6	- 0,7	+ 3,9	+ 17,48	+ 21,38	+ 0,02	1,0800

Dužina pantljike sračunata iz gornjih podataka /pri temperaturi 20° i sili zatezanja 10 kg./ je

$$l = L + \frac{(a+b)+\Delta t_t}{n} = 20,000 + 48 + 2,14 = 20,002.62.$$

Srednja greška sa kojom je određena dužina pantljike prema dužini komparatora iznosi

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[\delta^2]}{(n-1) \cdot n}} = \pm \sqrt{\frac{1,0800}{9 \cdot 10}} = \pm 0,11 \text{ mm}.$$

Srednja greška dužine pantljike sračunata s obzirom na grešku u dužini samog komparatora biće:

$$m_l = \pm \sqrt{m''^2 + \mu^2} = \pm \sqrt{0,0144 + 0,0121} = \pm 0,16 \text{ mm}.$$



Prema tome dužina odnosno pantljike nadjena komparisanjem jednaka je

$$20,002.6 \text{ m} \pm C, 16 \text{ mm.}$$

### Čl. 50

Pri merenju strana pantljikom neposredno po terenu javljaju se greške čiji su izvori:

Merenje strana pantljikom

Izvori greška

1. netačnost dužine same pantljike /greška komparisanja/;
2. odstupanje krajeva zategnute pantljike od prave koja spaja krajnje tačke merene duži /greška scliniranja/;
3. reljef terena svojim neravninama utiče dvojako na izvore greška:  
a/ zategnuta pantljike zauzima ili oblik lančanice - ne udubljenjima, a na ispupčenim delovima i ona je ispupčena i  
b/ krajevi pantljike pri merenju nazad ne padaju na ista mesta gde su padali pri merenju napred: pantljika ide po dvema raznim linijama, usled toga što merena dužina ne sadrži ceo broj pantljika /greške usled reljefa/.
4. izvijanje pantljike tj. odstupanje sredine pantljike od prave koja spaja njene krajeve /greška usled izvijanja/;
5. nagnutost terena /greške svodjenja koso merenih dužina na horizontat/;
6. temperaturne promene /greške temperaturnih popravki/;
7. zatezanje pantljike silom koja se razlikuje od one za koju je data dužina pantljike / greška zatezanja/;
8. trenje o zemljište /greška usled trenja/;
9. nepođudaranje početka naredne pantljike sa krajem prethodne; nepoklapanje nulte crtice sa početnom tačkom i greška čitanja na krajnjoj tački merene duži /greške samog merenja/.

Merenja se moraju tako organizovati i tako izvršavati da pojedine greške ne prelaze dole navedene granične vrednosti.

Granične vrednosti određuju se na principu pojedinačnih uticaja. Ovaj se princip sastoji u tome što se za svaku grešku, bez obzira na njen uzrok, postavljaju iste granične vrednosti. Ali primena principa podjednakih uticaja ne znači da se radi o izjednačenju grešaka čiji su uzroci različiti. Izvršilac radova, znajući granične vrednosti pojedinih grešaka, mora voditi računa o svakom izvoru i kada bi se pokazalo da se pojedine greške mogu svesti u određene granice samo sa mnogo truda ili se uopšte u ove granice ne mogu svesti, jer

Određivanje graničnih vrednosti

Princip podjednakih uticaja

to otežavaju nepovoljne spoljne prilike, onda izvršilac radova mora izvršiti odgovarajuću kompenzaciju za račun onih grešaka koje se mogu smanjiti.

Granične vrednosti greške komparisanja

1. Granična vrednost greške komparisanja određuje se po formuli

$$\Delta l_k = \frac{l}{6} \cdot \frac{1}{R}$$

gde su:  $l$  - dužina pantljike;  
 $\frac{1}{R}$  - maksimalna relativna greška vlakova odnosno mreže.

Prema prednjoj formuli granične greške komparisanja iznose

Dužina pantljike m	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
	2	3	2	3	2	3
20	0,6 mm	1,0 mm	0,7 mm	1,3 mm	1,0 mm	1,7 mm
25	0,7	1,2	0,9	1,7	1,2	2,1
50	1,4	2,4	1,9	3,3	2,4	4,2

Primer. Pantljika dužine 20 m namenjena je za merenje strana mreže 2 reda u gradu koji se premerava po drugoj skali tačnosti. Iz tablice se vidi da greška komparisanja ove pantljike ne sme biti veća od 0,7 mm. Prema tome ne bi trebalo da srednja greška komparisanja računata po formulsama navedenim u prethodnom članu bude veća od  $\pm 0,23$  mm eventualno 0,35 mm.

Greška komparisanja je sistematska greška.

Greška a-  
liniranja  
i njene  
granične  
vrednosti

2. Granična vrednost odstupanja  $A_l$  kraja pantljike od strane  $TT'$  /Sl.42/ određuje se po formuli

$$A_l = l \cdot \sqrt{\frac{1}{12R}}$$



Sl. 42

Odstupenja sračunata po ovoj formuli upisana su u donju tablicu

Dužina pantljike	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
m	2	3	2	3	2	3
20	7,5 cm	9,8 cm	8,6 cm	11,5 cm	9,8 cm	12,9 cm
25	9,3	12,2	10,8	14,4	12,2	16,1
50	18,6	24,4	21,5	28,9	24,4	32,3

Primer. Grad se premerava po prvoj škali tačnosti. Mere se strane mreže 2.reda pantljikom od 20m. Merenje se mora vršiti tako da krajevi pantljike ne izlaze iz pravca strane više nego 7,5 cm. U ovom slučaju razlika između dužine pantljike i njene ortogonalne projekcije na stranu tj. greška aliniranja neće biti veća od

$$\Delta l_A \leq -2 \frac{A l^2}{l}$$

Za brojne vrednosti:  $l = 20$  m,  $A_l = 7,5$  cm dobija se

$$\Delta l_A = -2 \frac{56,25}{2000} = -0,056 \text{ cm} = -0,56 \text{ mm},$$

što odgovara graničnoj vrednosti relativne greške koja je

$$\frac{l}{6R}$$

Zaista, za odnosnu mrežu  $1:R=1:6000$ , te prema tome

$$\frac{l}{6R} = \frac{20000}{6 \cdot 6000} = 0,56 \text{ mm}.$$

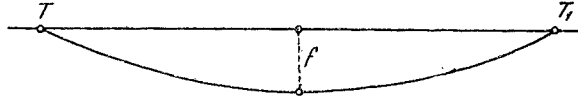
Sama greška aliniranja je slučajna ali je njen uticaj na merenu dužinu sistematskog karaktera.

Iz prednje tablice se vidi da su granične vrednosti odstupanja dosta velike. No ovo ne znači da na aliniranje ne treba obraćati dovoljno pažnje. Pantljika se mora alinirati vrlo pažljivo da bi se greške aliniranja svele na beznačajne veličine, jer postoje druge greške za koje je teško postići da budu u određenim granicama.

3. Kada je pantljika zategnuta preko nekog udubljenja ona ima oblik lančаницe /Sl.43/. Greška

Greške pro- koje se u ovom slučaju javlja u merenju je razlika iz-  
uzrokovane medju dužine tetive i dužine lančanice. One se odre-  
reljefom djuje po formuli

$$\Delta l_L = tet. - lanc. = -\frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{l}$$



Sl. 43

gde je  $f$  strela lančanice.

Granična  
vrednost  
greške us-  
led lanča-  
nice

Granična vrednost ove greške kao i ostalih sis-  
tematskih grešaka je

$$\Delta l_L \leq \frac{l}{6R}$$

Maksimalna  
štrela lan-  
čanice

Iz ove postavke proizlazi da strela lančanice  
ne sme biti veća od

$$f \leq \frac{l}{4} \cdot \sqrt{\frac{1}{R}}$$

Maksimalne vrednosti  $f$  su

Dužina pantljike m	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
	2	3	2	3	2	3
20	6,5 cm	8,5 cm	7,5 cm	10,0 cm	8,5 cm	11,2 cm
25	8,1	10,6	9,3	12,5	10,6	14,0
50	16,1	21,1	18,6	25,0	21,1	28,0

Računanje  
veličine  
strele

Da bi se ova tablica mogla koristiti neophodno  
je znati veličinu strele. Kada se meri po terenu, onda  
se pri određivanju strele putem neposrednih merenja  
neilazi na teškoće. Ali se veličina strele može sre-  
čunati po formuli

$$f = \frac{G \cdot l}{8P}$$

gde su:

$G$  - težine pantljike odnosno dela pantljike iz-  
medju tačaka  $T$  i  $T_1$  /Sl.43/ izražena u kilo-  
gramima;

$l$  - dužina lančanice odnosno njenog luka između tačaka  $T$  i  $T_1$ ,  
 $P$  - sile zatezanja izražena u kilogramima.

Kako se pri merenju nailazi na različita otstoženja između tačaka  $T$  i  $T_1$ , to radi primene prednje formule treba znati težinu jednog metra pantljike. Ova se može odrediti neposrednim merenjem /što je bolje/ a može se naći i računskim putem:

$$g = \frac{a \cdot b \cdot t}{1000}$$

Ovde su:

$g$  - težina /u kilogramima/ jednog metra;  
 $a$  - širina pantljike u milimetrima;  
 $b$  - debljina " " "  
 $t$  - specifična težina čelika ( $t = 7,2$ )

Naprimer za pantljike čije su dimenzije: 1/ širina 10 mm, debljina 0,15 mm i 2/ širina 18 mm i debljina 0,4 mm, dobija se

$$1) g = \frac{10 \cdot 0,15 \cdot 7,2}{1000} = 0,01080 \text{ kg/m} ;$$

$$2) g = \frac{18 \cdot 0,4 \cdot 7,2}{1000} = 0,05184 \text{ kg/m} .$$

Radi ilustracije navodi se sledeći primer. Grad se premerava po prvoj skali tačnosti. Strane poligonometrijske mreže 2. reda mere se pantljikom čija je težina 0,011 kg/m. Dužina pantljike 20 m. Sila zatezanja 10 kg. Za takvu pantljiku strela lančanice je

$$f = \frac{G \cdot l}{8 \cdot P} = \frac{(g \cdot l) \cdot l}{8 \cdot P} = \frac{g \cdot l^2}{8 \cdot P} = \frac{0,011 \cdot 400}{80} = 0,055 \text{ m} = 5,5 \text{ cm}$$

Znači da će pri merenju odnosnom pantljikom /a pri sili zatezanja od 10 kg/ greške usled lančanice uvek biti manje nego što su njihove granične vrednosti date u gornjoj tabelici. Medjutim, ako bi se merilo pantljikom dužine 20 m, ali za koju je  $g = 0,052 \text{ kg/m}$ , onda bi strela lančanice /pri sili zatezanja 10 kg/ bila

$$f = \frac{0,052 \cdot 400}{80} = 0,260 \text{ m} = 26 \text{ cm}$$

Iz tablice se vidi da je strela takve veličine dozvoljena samo kod mreže 3. reda i. to u.

gradovima koji se premeravaju po trećoj skali tačnosti. Čest je slučaj kada odstojanje između tačaka  $T$  i  $T_1$  /Sl.43/ iznosi samo jedan deo dužine pantljike, te ne odgovara dužinama /20, 25 i 50 m/ za koje su u gornjoj tablici date maksimalne veličine strele. U takvim slučajevima treba znati kako stvarnu, tako i dozvoljenu veličinu strele. Ove se računaju po formulama

$$\begin{aligned} \text{stvarna veličina: } f_s &= \gamma \cdot l^2 \\ \text{dozvoljena " } f_d &= F \cdot l. \end{aligned}$$

Ovde su

$$\gamma = \frac{9}{8P}; F = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{T}{R}},$$

a  $l$  je dužine lančanice pročitana na zategnutoj pantljici.

Tablica stvarnih i dozvoljenih veličina strele lančanice

Veličina  $\gamma$  je stalna veličina za odnosnu pantljiku i silu zatezanja; isto tako i  $F$  je stalna veličina za odnosni red mreže i skalu tačnosti. Ovo omogućava da se za datu pantljiku sastavi tablica stvarnih i dozvoljenih vrednosti  $f$ . Kao primer navodi se takva tablica sastavljena za pantljiku čija je težina  $g = 0,052$  kg/m i koja se zateže silom od 10 kg. Za ovu pantljiku je

$$\gamma = \frac{0,052}{80} = 0,000650$$

Dužina lančanice $l$	Stvarna veličina strele $f_s$	Dozvoljena veličina strele $f_d$					
		Skala tačnosti					
		prva		druga		treća	
		Red mreže					
		2	3	2	3	2	3
		$F=0,003228$	$F=0,004227$	$F=0,003727$	$F=0,005000$	$F=0,004227$	$F=0,005590$
2 m	0,3 cm	0,6 cm	0,8 cm	0,7 cm	1,0 cm	0,8 cm	1,1 cm
3	0,5	1,0	1,3	1,1	1,5	1,3	1,7
4	1,0	1,3	1,7	1,5	2,0	1,7	2,2
5	1,6	1,6	2,1	1,9	2,5	2,1	2,8
6	2,3	1,9	2,5	2,2	3,0	2,5	3,4
7	3,2		3,0		3,5	3,0	3,9
8	4,2				4,0		4,5
9	5,3						5,0
10	6,5						

Primer korišćenja tablice. Grad se premerava po drugoj skali tačnosti. Mere se strane mreže 2.ređa. U ovom slučaju dužina lančanice ne sme biti veća od 5 m, jer je pri dužini 6 m stvarna veličina strele 2,3 cm, a dozvoljena 2,2 cm.

Kada je strela lančanice veća od njene Popravke granične vrednosti, tada je potrebno ili uzeti prelom za lančanicu ili sračunati popravku za lančanicu, te je dodati mere-nicu noj dužini. Popravke se računaju po formuli

$$\Delta l_1 = -\lambda \cdot l^3$$

gde je

$$\lambda = \frac{g^2}{24 \cdot P^2}$$

Za odnosnu pantljiku i konstantnu silu zatezanja faktor  $\lambda$  je nepromenljiva veličina. Na primer za pantljiku čija je težina po dužinskom metru 0,052 kg/m i koja se zateže silom od 10 kg, on iznosi

$$\lambda = \frac{0,052^2}{24 \cdot 10^2} = 0,000\ 001\ 126\ 667.$$

Prema tome može se lako sastaviti tablica popravki. Kao primer navodimo tablicu sastavljenu za pantljiku čiji faktor  $\lambda$  ima gore sračunatu brojnu vrednost. Iz tablice se vidi da je popravka - 13,7 mm ako dužina lančanice očitana na zategnutoj pantljici iznosi recimo 23 m. Popravke za lančanicu uvek su negativne.

Pri sastavljanju tablice preporučuje se da se radi kontrole popravke sračunaju još i po formuli

$$\Delta l_2 = -\frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{l}$$

Radi primene ove formule potrebno je prethodno sračunati strelu lančanice. Ova se računaju po napred datoj formuli /v.str.108/.

Kada zategnuta pantljika ima oblik krive okrenute izdubljenom stranom terenu, tada treba uzeti prelome. Prelom se može izostaviti samo onda kada greška usled zanemarene popravke ne prelazi određenu graničnu vrednost. Granične vrednosti ovih grešaka odnosno maksimalne visinske razlike i maksimalni visinski uglovi navedeni su pod 5/ "Uticaj nagutosti terena"

4. Greške usled izvijanja pantljike /Sl.44/ se javljaju samo onda kada se meri dugačkom pantljikom /50 i više metara/. Ako je pantljika izvijena ovako kao što je pokazano na slici, onda ona ima kružni oblik. U ovom slučaju maksimalno odstupanje sredine pantljike od strane treba odredjivati po istoj formuli

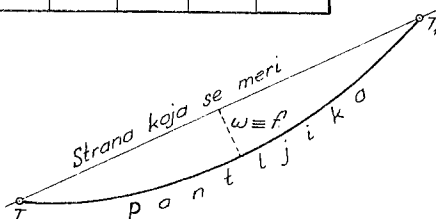
Tablica visinskih razlika koje se mogu zamenariti

Maksimalne vrednosti vis razlika h						
l	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
m	Red mreže					
	2	3	2	3	2	3
1	0,7cm	1,0cm	0,9cm	1,2cm	1,0cm	1,3cm
2	1,5	2,0	1,7	2,3	2,0	2,6
3	2,2	2,9	2,6	3,5	2,9	3,9
4	3,0	3,9	3,4	4,6	3,9	5,2
5	3,7	4,9	4,3	5,8	4,9	6,5
6	4,5	5,9	5,2	6,9	5,9	7,7
7	5,2	6,8	6,0	8,1	6,8	9,0
8	6,0	7,8	6,9	9,2	7,8	10,3
9	6,7	8,8	7,7	10,4	8,8	11,6
10	7,5	9,8	8,6	11,5	9,8	12,9
12	8,9	11,7	10,3	13,9	11,7	15,5
14	10,4	13,7	12,0	16,2	13,7	18,1
16	11,9	15,6	13,8	18,5	15,6	20,7
18	13,4	17,6	15,5	20,8	17,6	23,2
20	14,9	19,5	17,2	23,1	19,5	25,8
22	16,4	21,5	18,9	25,4	21,5	28,4
24	17,9	23,4	20,7	27,7	23,4	31,0
26	19,4	25,4	22,4	30,0	25,4	33,6
28	20,9	27,3	24,1	32,3	27,3	36,2
30	22,4	29,3	25,8	34,6	29,3	38,7
35	26,1	34,2	30,1	40,4	34,2	45,2
40	29,8	39,0	34,4	46,2	39,0	51,6
45	33,5	43,9	38,7	52,0	43,9	58,1
50	37,3	48,8	43,0	57,7	48,8	64,6

Tablica popravki za lančanicu

Tablica popravki za lančanicu g=0052 kg/m; P=10kg. λ=1126 667					
l	Δl <sub>1</sub>	l	Δl <sub>1</sub>	l	Δl <sub>1</sub>
m	mm	m	mm	m	mm
6	0,2	21	10,4	36	52,6
7	0,4	22	12,0	37	57,1
8	0,6	23	13,7	38	61,8
9	0,8	24	15,6	39	66,8
10	1,1	25	17,6	40	72,1
11	1,5	26	19,8	41	77,7
12	1,9	27	22,2	42	83,5
13	2,5	28	24,7	43	89,6
14	3,1	29	27,5	44	96,0
15	3,8	30	30,4	45	102,7
16	4,6	31	33,6	46	109,7
17	5,5	32	36,9	47	117,0
18	6,6	33	40,5	48	124,6
19	7,7	34	44,3	49	132,6
20	9,0	35	48,3	50	140,8

Granične vrednosti sračunate po prednjim formulama nalaze se u priloženoj tablici maksimalnih vrednosti visinskih razlika h.



Sl. 44

muli po kojoj se određuje maksimalna strela lančani- ce tj.

$$\omega = \frac{l}{4} \sqrt{\frac{T}{R}}$$

/v.str.108/

Maksimalne vrednosti sračunate po ovoj formuli date su u tablici na str.108. Pažljivim radom odnosno ispravljanjem pružene



pantljičke pre njenog definitivnog zatezanja ova se greška može svesti na potpuno beznačajnu veličinu. Tako i treba postupati.

5. Kada se dužine strana mere neposredno po terenu, onda nagnutost terena utiče na rezultate merenja. Postoje dva uzroka njihove pojave, a to su: 1/ ako se nagnutost terena /eko je mala/ uopšte ne uzima u obzir; 2/ ako je visinska razlika, pomoću koje se koso merena dužina svodi na horizontat, pogrešno određena; ovo važi i za visinski ugao odnosno ugao nagiba terena.

Svodjenje na horizontat ne treba vršiti onda kada je visinska razlika odnosno visinski ugao manji od njegove granične vrednosti, koja je

$$\begin{aligned} \text{a/ za visinsku razliku} \quad h &= l \sqrt{\frac{1}{3R}} \\ \text{b/ za visinski ugao} \quad \nu &= \varrho'' \sqrt{\frac{1}{3R}}. \end{aligned}$$

Greške prouzrokovane nagnutošću terena

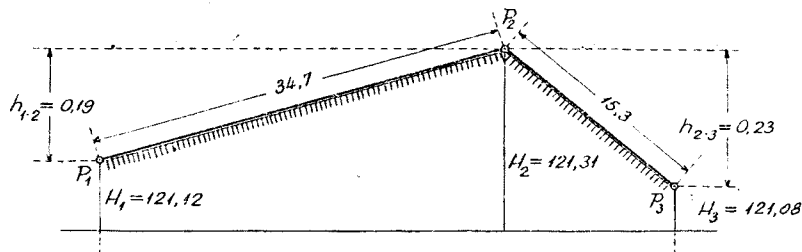
Radi ilustracije primene tablice navodi se sledeći primer. Grad se premerava po drugoj skali tačnosti. Mere se strane mreže 2.reda. Podužni profil zategnute pantljičke pokazan je na slici 45. Iz slike se vidi da otstojanje između preloma  $P_1$  i  $P_2$  iznosi 34,7 m pri visinskoj razlici

Tablica visinskih razlika koje se mogu zanemariti

$$h_{1,2} = 0,19.$$

Prema tablici za prednje otstojanje maksimalna visinska razlika je 0,30 m. Znači da računanje popravke za svodjenje na horizontat nije obavezno.

Međutim otstojanje između preloma  $P_2$  i  $P_3$  koje je 15,3 m mora biti svedeno na horizontat, jer je visinska razlika tačkaka  $P_2$  i  $P_3$  0,23 m tj. veća je od one koja se može zanemariti



Sl. 45

/13 cm/. Najveći nagibi terena odnosno najveći visinski uglovi koji se mogu zanemariti nalaze se na strani 114 u tablici.

Tablica  
vrednosti  
visinskih  
uglova ko-  
ji se mo-  
gu zanema-  
riti

Maksimalni visinski uglovi $\checkmark$					
Skala tačnosti					
prva		druga		treća	
Red mreže					
2	3	2	3	2	3
25'37"	33'33"	29'35"	39'42"	33'33"	44'23"

Maksimalne /granične/ greške u merenju pomoćnih visinskih razlike i visinskih uglova određuju se po formulama

$$dh_{\text{maximum}} = \frac{l^2}{h} \cdot \frac{1}{6R};$$

$$dv_{\text{maximum}} = \rho'' \cdot \frac{1}{\sin v} \cdot \frac{1}{6R}.$$

Iz prednjih formula se vidi, da kada se pomoćne visinske razlike odnosno visinski uglovi povećavaju, tada se mora povećavati i tačnost njihovog merenja, jer se granične vrednosti grešaka smanjuju. Ovo se jasno vidi iz donjih tablica.

Tablica  
maksimal-  
nih gre-  
šaka u me-  
renju vi-  
sinskih  
razlika

Tablica maksimalnih grešaka dh u merenju visin. razlika								
Odstoja- nje izme- đu prelo- ma odn. merena dužina  l	Skala tačnosti: prva							
	Mreža 2. reda				Mreža 3. reda			
	h=1m	h=2m	h=3m	h=4m	h=1m	h=2m	h=3m	h=4m
Greška dh u milimetrima								
10m	3	1	1	1	5	2	2	1
20	11	6	4	3	19	10	6	5
30	25	13	8	6	43	21	14	11
40	44	22	15	11	76	38	25	19
50	69	35	23	17	119	60	40	30
60	100	50	33	25	171	86	57	43
70	136	68	45	34	233	117	78	58
80	178	89	59	44	305	152	102	76
90	225	113	75	56	386	193	129	96
100	278	139	93	69	476	238	159	119

Tablica maksimalnih grešaka $dh$ u merenju visini razlika								
Ostojanje između prelojna odn. merena dužina $L$	Skala tačnosti: druga							
	Mreža 2. reda				Mreža 3. reda			
	$h=1m$	$h=2m$	$h=3m$	$h=4m$	$h=1m$	$h=2m$	$h=3m$	$h=4m$
	Greške $dh$ u milimetrima							
10 m	4	2	1	1	7	3	2	2
20	15	7	5	4	27	13	9	7
30	33	17	11	8	60	30	20	15
40	59	30	20	15	107	53	36	27
50	93	46	31	23	167	83	56	42
60	133	67	44	33	240	120	80	60
70	181	94	60	45	327	163	109	82
80	237	119	79	59	427	213	142	107
90	300	150	100	75	540	270	180	135
100	370	185	123	93	667	333	222	167
Ostojanje između prelojna odn. merena dužina $L$	Skala tačnosti: treća							
	Mreža 2. reda				Mreža 3. reda			
	$h=1m$	$h=2m$	$h=3m$	$h=4m$	$h=1m$	$h=2m$	$h=3m$	$h=4m$
	Greške $dh$ u milimetrima							
10 m	5	2	2	1	8	4	3	2
20	19	10	6	5	33	17	11	8
30	43	21	14	11	75	38	25	19
40	76	38	25	19	133	67	44	33
50	119	60	40	30	208	104	69	52
60	171	86	57	43	300	150	100	75
70	233	117	78	58	408	204	136	102
80	305	152	102	76	533	267	178	133
90	386	193	129	96	675	338	225	169
100	476	238	159	119	833	417	278	208

Primer. Meri se mreža 2.reda u gradu koji se premerava po drugoj skali tačnosti. Odstojanje između preloma 65 m visinske razlika 2,5 m. Iz tablice imamo:

$$\left. \begin{array}{l} l = 60 \text{ m} \dots dh = 67 \text{ mm} \\ l = 70 \text{ m} \dots dh = 91 \text{ mm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 3ah = 2 \text{ m}; \\ dh = 44 \text{ mm} \\ dh = 60 \text{ mm} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} l = 60 \text{ m} \dots dh = 67 \text{ mm} \\ l = 70 \text{ m} \dots dh = 91 \text{ mm} \end{array}} \right\} 3ah = 3 \text{ m}$$

Prema tome za

$$l = 65 \text{ m} \dots dh = 79 \text{ mm} (3ah = 2 \text{ m}); dh = 52 \text{ mm} (3ah = 3 \text{ m})$$

$$l = 65 \text{ m} \dots dh = \frac{79 + 52}{2} = 65 \text{ mm} (3ah = 2,5 \text{ m}).$$

Znači: ako greška u određivanju pomoćne visinske razlike ne prelazi 65 mm, onda greška u popravki za svodjenje na horizont neće biti veća od

$$\frac{1}{6R} = \frac{1}{6 \cdot 4500} = \frac{1}{27000} \text{ dela merene dužine.}$$

Zaista, za navedeni slučaj popravke su:

$$a/ \text{ tačna popravka } (\Delta r)_t = \frac{h^2}{2l} = \frac{2,5^2}{2 \cdot 65} = 0,048 \cdot 1 \text{ m}$$

$$b/ \text{ pogrešna " } (\Delta r)_p = \frac{(h+dh)^2}{2l} = \frac{2,565^2}{2 \cdot 65} = 0,050 \cdot 6 \text{ m.}$$

Razlika popravki je

$$\Delta = (\Delta r)_p - (\Delta r)_t = +0,002 \cdot 5 \text{ m.}$$

Ovakva razlika je 1/26000 deo merene dužine.

ne.

Maksimalne greške u određivanju visinskih

uglova su

Tablica maksimalnih grešaka visinskih uglova

Visinski ugao	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
	2.	3.	2.	3.	2.	3.
v	Maksimalne greške dV					
	1°	5' 28"	9' 23"	7' 18"	13' 08"	9' 23"
2°	2 44	4 41	3 39	6 34	4 41	8 43
3°	1 49	3 08	2 26	4 23	3 08	5 28
4°	1 22	2 21	1 50	3 17	2 21	4 06
5°	1 06	1 53	1 28	2 38	1 53	3 17
6°	· 55	1 34	1 13	2 12	1 34	2 44
7°	· 47	1 21	1 03	1 53	1 21	2 21
8°	· 41	1 11	· 55	1 39	1 11	2 04
9°	· 37	1 03	· 49	1 28	1 03	1 50
10°	· 33	· 57	· 44	1 19	· 57	1 39

Primer. Grad se premerava po trećoj skali tačnosti. Meri se mreža 3.ređa. Visinski ugao je 3°30'. Prema tablici greška u merenju ugla ne sme biti veća od 4'47". Ako greška ne prelazi ovu graničnu vrednost, onda razlika između dužine svedene na horizont pomoću tačne vrednosti visinskog ugla /3°30'/ i pogrešne /3°34'47"/ ne bi trebalo da bude veća od 1/12000 dela merene dužine, jer je za mrežu odnosnog reda minimalna tačnost 1:2000.

Neka je dužina merene strane strane 52 m. Za ovu dužinu dobija se:

$$\begin{array}{ll} \text{tačna redukovana vrednost} & 51,9027 \text{ m} \quad (\nu=3^{\circ}30') \\ \text{pogrešna} & \text{"} \quad \text{"} \quad \frac{51,8981}{\Delta = 0,0046} \quad (\nu=3^{\circ}34'47") \end{array}$$

Ova razlika je 1/11556 deo merene dužine.

6. Promene u dužini pantljike izazvane njenim temperaturnim promenama prouzrokuju greške merenja čije smanjenje nailazi na teško savladljive prepreke. Pri određivanju temperaturnih popravki treba imati u vidu sledeće:

Greške izazvane temperaturnim promenama

a/ Temperature vazduha i zemljišta su međusobno bliske samo onda, kada je vreme suvo i oblačno.

b/ U sunčane dane temperatura vazduha je, po pravilu, manja nego temperatura zemljišta. Najveće razlike, koje su u sunčane dane bile konstatovane između temperatura vazduha i zemljišta, dostizale su 5°, no kod zemljišta pokrivenog travom one su se penjale do 7°.

c/ Temperature zemljišta i pantljike su različite. Pored toga suvo zemljište i vlažno različito utiču na temperaturu pantljike. Najveća razlika konstatovana između temperatura pantljike i vazduha je 15°

Najveće greške u temperaturi pantljike, koje se mogu dozvoliti s obzirom na princip istih uticaja, određuju se po formuli

$$dt_{\text{maksimum}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1}{6R}$$

gde je  $\alpha$  koeficijent istežanja čelika ( $\alpha = 0,000011 \cdot 1$ ). Njihove vrednosti su:

Skala tačnosti					
prva		druga		treća	
R e d m r e ž e					
2.	3.	2.	3.	2.	3.
Maksimalne greške u određivanju temperature pantljike					
2,5	4,3	3,3	6,0	4,3	7,5

Tablica maksimalnih grešaka u određivanju temperature pantljike

Temperatura pantljike određuje se termometrom koji je u neposrednom dodiru sa pantljikom: to se postiže tako da se termometar obloži sa tri parčeta uzeta od starih rešodovanih pantljika i položi se na zemljište pored pantljike kojom se meri.

Temperaturne popravke, koristeći temperaturu vazduha, mogu se računati samo u mreži 3.ređa i to u gradovima koji se mere po drugoj i trećoj skali tačnosti i pod uslovom da su strane merene u suve i oblačne dane.

Greške usled nepredviđenog zatezanja pantljike

7. Ako je pantljika komparisana na terenskom ili zidnom komparatoru sa skalama /v.čl.49/, onda se ona pri merenju mora zatezati onom silom kojom je zatezana pri komparisanju.

Maksimalne razlike između sile zatezanja  $S$  pri merenju i sile zatezanja  $S_0$  pri komparisanju određuju se po formuli

$$dS_{\text{maximum}} = M \cdot P \cdot \frac{1}{6R}$$

gde su:

- $M$  - modul elastičnosti /za čelične pantljike  $M = 20\ 000\ \text{kg/mm}^2$ /;
- $P$  - površina poprečnog preseka pantljike izražena u kvadratnim milimetrima.

Tablica maksimalnih like  $dS$  u kilogramima dozvoljenih za tri pantljike čije su dimenzije razlika u sili zatezanja

U donjoj tablici date su maksimalne razlike  $dS$  u kilogramima sračunate po prednjoj formuli

Oznaka pantljike	Širina u mm	Debljina u mm	Površina poprečnog preseka u mm <sup>2</sup>
A	10	0,15	1,5
B	10	0,40	4,0
C	18	0,40	7,2

Tablica maksimalnih razlika  $dS$  u kilogramima

Skala tačnosti																	
prva						druga						treća					
Red mreže																	
2			3			2			3			2			3		
Pantljika																	
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0,8	2,2	4,0	1,4	3,8	6,9	1,1	3,0	5,3	2,0	5,3	9,6	1,4	3,8	6,9	2,5	6,7	12,0

Primer. Građ se premerava po drugoj skali tačnosti. Meri se mreža 2. reda pantljkicom tipa B /površina poprečnog preseka 4,0 mm<sup>2</sup>/. Pantljika je pri komparisanju zatezana silom od 10 kg. / $\mathcal{S}_0 = 10 \text{ kg}$ /. Iz tablice se vidi da maksimalna razlika između sile zatezanja pri komparisanju i sile zatezanja pri merenju ne sme biti veća od  $\pm 3,0 \text{ kg}$ .

8. Trenje pantljike o zemljište pretstavlja dosta ozbiljan uzrok grešaka. Trenje smanjuje silu zatezanja. Da bi se trenje savladalo treba silu zatezanja povećavati. No trenje je različito; na peskovitom zemljištu ono je relativno malo, na vlažnom glinovitom je veliko. Otpor trenja između pantljike i zemljišta može se direktno izmeriti dinamometrom.

Pantljika se položi slobodno ispružena po horizontalnom zemljištu. Za jedan njen kraj zakači se dinamometar i polako zateže paralelno zemljištu sve do momenta kada se pantljika pokrene iz stanja mirovanja. U tome momentu treba pročitati silu na dinamometru i ona pretstavlja traženo trenje konkretno za zemljište na kome je pantljika ležala. Na taj se način otpor trenja može brzo i neposredno odrediti pri samom merenju za dato zemljište pod određenim uglovima /uglovnom vlažnosti/.

Pri merenju strana gradske poligonometrijske mreže trenje se uzima u obzir tako da se normalna sila zatezanja povećava za njegov iznos. Ali pri računanju popravki za silu zatezanja to se povećanje ne uzima u obzir. Merenje strana po blatajavom zemljištu koje se lepi za pantljiku izrično se zabranjuje. Sem toga izvršilac radova uvek je dužan obustaviti merenje kada zapazi da je trenje takvo da je postizanje tražene tačnosti dovedeno u pitanje.

9. U greške samog merenja spadaju:  
 a/ greška nepodudaranja nulte crtice pantljike sa početnom tačkom merene duži; b/ greška čitanja na krajnjoj tački merene duži; c/ greška usled nepodudaranja kraja prethodne pantljike sa početkom naredne. Maksimalne vrednosti triju navedenih grešaka određuju se po formuli

Greške samog merenja

$$\mathcal{D} = \frac{l \cdot \sqrt{\frac{D}{l}}}{6R \cdot \sqrt{\frac{D}{l}} + 2}$$

gde su:

$D$  - Dužina merene duži;  
 $l$  - " pantljike.

Maksimalne greške sračunate po prednjoj formuli za pantljiku od 50 m upisane su u donju tablicu. Iz tablice se vidi da su brojne vrednosti grešaka male; one se kreću u granicama od 0,8 do 3,8 mm. Zato se operacije dovodjenja nulte crtice pantljike do podu-

đaranja sa početnom tačkom duži, dovodjenja početka

Tablica maksimalnih grešaka podudaranja kraja prethodne pantljike sa početkom naredne

Merena dužina  D	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
	2	3	2	3	2	3
Maksimalne greške $\delta$ (u milimetrima)						
50 m	0,8	1,4	1,1	1,9	1,4	2,4
100	1,0	1,7	1,3	2,4	1,7	2,9
150	1,1	1,8	1,4	2,6	1,8	3,2
200	1,1	1,9	1,5	2,7	1,9	3,4
250	1,2	2,0	1,5	2,8	2,0	3,5
300	1,2	2,1	1,6	2,9	2,1	3,6
350	1,2	2,1	1,6	2,9	2,1	3,7
400	1,2	2,1	1,7	3,0	2,1	3,7
450	1,3	2,2	1,7	3,0	2,2	3,8
500	1,3	2,2	1,7	3,0	2,2	3,8

Obeležavanje kraja pantljike

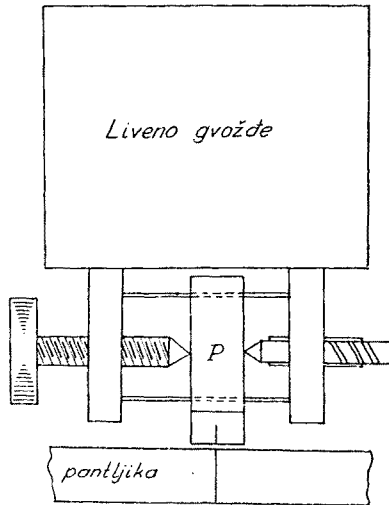
naredne pantljike do podudaranja sa krajem prethodne kao i čitanje na završnoj tački merene duži moraju vršiti se velikom pažnjom. Kraj pantljike mora se obeležavati crtom povučenom upravno na merenu stranu, kada se meri po asfaltu, betonu ili kaldrmi. Kada se meri po takvom terenu da je tačno obeležavanje kraja pantljike crtom otežano ili je uopšte nemoguće, onda treba pobijati koca na razmaku dužine pantljike, te povlačenjem crte po glavi koca beležiti kraj pantljike.

Može se koristiti i sprava /papuča/ pokazana na slici 46. To je komad livenog gvoždja težine oko 5 kg sa šiljcima na donjoj površini koji onemogućuju pomeranje sprave. Polužica P sa indeksnom crtom može se pomoću mikrometerskog zavrtnja, pomerati duž merene strane i time dovoditi indeksnu crtu do poklapanja sa nultom crtom pantljike. Naredna pantljika se zateže tako da se njena nulta crtica poklapa sa indeksom polužice.

Čl. 51

Maksimalne dozvoljene razlike  $\Delta$  pri merenju





Maksimalne  
dozvoljene  
razlike  $\Delta$   
pri mere-  
nju istih  
duži na-  
pred i na-  
zad pant-  
ljikom od  
50 m

Sl. 46

istih duži napred i nazad pantljikom od 50 m, date su u donjoj Tablici.

Pod razlikom  $\Delta$  razume se razlika rezultata merenja napred i nazad u koje su uvedene popravke pod a/, b/, c/ i d/ odeljka 13. čl.53.

Merena duž		Skala tačnosti					
		prva		druga		treća	
veća od m	manja od m	Red mreže					
		2	3	2	3	2	3
		Maksimalne razlike $\Delta$					
	50	5 mm	7 mm	6 mm	8 mm	7 mm	10 mm
50	100	6	9	8	11	9	13
100	150	7	10	8	13	10	15
150	200	7	11	9	15	11	18
200	250	8	12	9	16	12	19
250	300	8	13	10	17	13	21
300	350	8	14	11	18	14	22
350	400	9	14	12	19	14	24
400	450	9	15	12	20	15	25
450	500	10	16	13	21	16	26

Formula za računanje maksimalnih dozvoljenih razlika

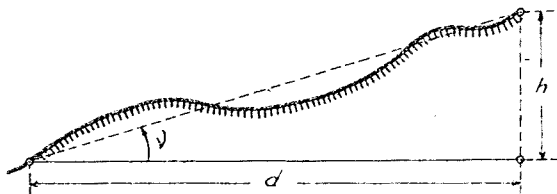
Razlike  $\Delta$  sračunate su po eksperimentalnoj formuli

$$\Delta = 2\psi\sqrt{n+2} + \kappa$$

gde su:

- $\psi$  - maksimalna greška podudaranja, nameštanja i čitanja /v.str. 120/;
- $n$  - broj poklapanja kraja prethodne pantlije sa početkom naredne;
- $\kappa$  - promenljiva veličina koja se dodaje zbog nedovoljne kōmpenzacije slučajnih grešaka; brojne vrednosti  $\kappa$  su:
  - 3 mm za duži do 100 m;
  - 2,5" " " od 100 do 200 m;
  - 2,0" " duže od 200 do 300 m;
  - 1,5" " " " 300 " 400 m;
  - 1,0" " " " 400 " 500 m.

U prednjoj tablici navedene odnosno po prednjoj formuli sračunate brojne vrednosti razlika  $\Delta$  važe za horizontalan odnosno slabo nagnut teren. Kada je nagib terena veći od  $2^\circ$  ali je manji od  $5^\circ$ , onda se razlike povećavaju za 50%; a kada je nagib terena veći od  $5^\circ$ , onda se povećavaju dvostruko. Pod nagibom terena treba razumeti visinski ugao  $\psi$  obrazovan pravom koja spaja krajnje tačke merene duži sa horizontalnom ravni /sl.47/. On se dobija ili neposrednim me-



Sl. 47

renjem ili deljenjem visinske razlike  $h$  sa dužinom  $d$

$$\psi = \arctg \frac{h}{d}$$

Kada se merenje duži napred i nazad vrši pri različitim temperaturama, onda pre uporedjenja rezultata merenja treba dodati temperaturne popravke.

Primer:

Merenje napred				Merenje nazad				Razlike	
Merena duž	Temperatura	Popravka $\Delta t$ mm	$D' = D + \Delta t$	Merena duž	Temperatura	Popravka $\Delta t$ mm	$D'' = D + \Delta t$	$\Delta = D'' - D'$ stvarna mm	dozvoljena mm
$D$	$T$			$D$	$T$				
105,076	22°	+ 2,3	105,078	105,087	16°	- 4,6	105,082	+ 4	8

Navedena merenja se odnose na poligonometrisku mrežu 2.reda u gradu koji se premera-va po drugoj skali tačnosti.

## H. Izravnanje gradske poligonometriske mreže

### a/ Načini izravnanja

#### Čl. 52

Gradske poligonometriska mreža 1. reda u principu se izravnava kao celina. Samo u vrlo velikim gradovima ona se pri izravanju može podeliti u delove /v.čl.35/. U zavisnosti od konfiguracije mreže izravnaje se vrši ili po načinu uslovnih merenja ili putem odredjivanja najverovatnijih koordinata za čvorne tačke u kojima se ukrštaju vlakovi. Kao pravilo važi da se izravnaje vrši u dva dela; prvo se posebno izravnavaju uglovi, a tek onda strane odnosno koordinatne razlike.

Princip izravnaja gradske poligonometriske mreže 1.reda

Poligonometriska mreža 2.reda izravnava se u okviru poligona mreže 1.reda. Ona se izravnava po načinu grupnih ili pojedinačnih čvornih tačaka, što zavisi od toga kako je razvijena /vidi čl.35/.

Izravnanje poligonometriske mreže 2. i 3. reda

Poligonometriska mreža 3.reda izravnava se u okviru poligona obrazovanih vlakovima mreže 1. i 2. reda ili samo 2.reda. Vlakovi ove mreže mogu se izravnati ili kao umetnuti vlakovi ili kao vlakovi koji se ukrštaju u čvornoj tački, što opet zavisi od toga kako je odnosa mreža razvijena.

Kada se izuzetno vlakovi mreže 3. reda ukrštaju u dvema ili većem broju čvornih tačaka, onda se koordinate ovih tačaka izravnavaju odjednom ako je to potrebno radi ravnomerne podela neminovnih grešaka na sve vlakove koji čine odnosni sklop.

### b/ Predradnje

#### Čl. 53

Izravanju poligonometriske mreže prethodi niz računskih operacija koje se vrše u svrhu da se pripreme /kontrolišu i srede/ svi podaci potrebni za samo izravnaje.

Prethodne računске operacije /predradnje/

1. Kontrolisanje zapisnika  
a/ Kontrolisanje paralaktičnih uglova merenih po metodi ponavljanja može se vršiti na dva načina.

Kontrolisanje zapisnika

Prvi način. Vrednosti paralaktič-

Kontrolisanje uglova merenih metodom ponavljanja

nih uglova dobivene oduzimanjem čitanja  $L$  na levu tačku od čitanja  $D$  na desnu tačku kontrolišu se računanjem dopunskog ugla. Ovaj se dobija oduzimanjem čitanja  $D$  na desnu tačku od čitanja  $L$  na levu tačku. Prema tome računaju se:

$$\alpha = D - L ; \quad 360^\circ - \alpha = L - D.$$

Zbir prednjih vrednosti mora biti jednak  $360^\circ$  odnosno  $60''$ , jer se kontrolišu samo sekunde. Vrednosti sračunate za kontrolu stavljaju se u zagrade i upisuju se iznad pravih vrednosti. Brojni primer kontrolisanja paralaktičnih uglova po ovom načinu dat je na str.35.

Drugi način. Ako se raspolože mašinom za računanje paralaktični se uglovi mogu kontrolisati obrazovanjem razlike zbrova čitanja na desnu i levu tačku, te je onda

$$[\alpha] = [D] - [L].$$

Brojni primer naveden je na strani 126. On se odnosi na merenje paralaktičnog ugla u mreži 2.rede u gradu koji se premerava po trećoj skali tačnosti.

Kontrolisanje uglova merenih po girusnoj metodi

b/ Prelomni i vezni uglovi kao i uglovi na krajnjim tačkama osnovice, odnosno uglovi koji se mere po girusnoj metodi, kontrolišu se po sledećem postupku.

ba/ Ako je u girusu opažano tri i više pravaca, onda se svaki girus kontroliše posebno. Kontrola se sastoji u sabiranju vrednosti upisanih u 3., 4., 5. i 6. stubac. Između obrazovanih zbrova postoje odnosi

$$[5] = \frac{[3] + [4]}{2}$$

$$[5] = (P.P.T) \times n + [6]$$

gde su:

(P.P.T) - sredina iz čitanja na početnu tačku upisana u 5.stubac;

$n$  - broj pravaca opaženih u odnosnom girusu.

Brojni primer je na 128 strani.

bb/ Ako su u girusu opažena samo dva pravca, onda se svi girusi kontrolišu odjednom. Kontrolne računanja jasno se vide iz priloženog brojnog primera /v.str.128 /.

Savezna geodetska uprava

Trigonometriški obrazac br. 1

Datum i čas	Stаница	Vizurna tačka	Položaj durbina I				$\delta = \frac{[\alpha]}{n} - \alpha_k$	$\delta^2$	Položaj durbina II				$\delta = \frac{[\alpha]}{n} - \alpha_k$	$\delta^2$	Srednja vrednost $\alpha = \frac{[\alpha]}{n}$	Srednja greška merenog ugla $m = \pm \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n(n-1)}}$	Primerbe (skica, vreme, instrument i dr)
			Čitanja L D	Ugao $\alpha = D - L$					Čitanja L D	Ugao $\alpha = D - L$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
8.9	0175	L	0 01 27				330 01 41				8 37 20,7	$m = \pm \sqrt{\frac{3,34}{30}}$ $= \pm \sqrt{0,1113}$ $= \pm 0,33$	Teodolit firme Kern br. 49761 Oblačno; vrlo je povoljno za merenje (4)				
1955		D	8 38 47	8 37 20	+ 0,7	0,49	338 39 02	8 37 21	- 0,3	0,09							
6 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>		L	80 08 18				270 03 24										
		D	98 45 40	8 37 28	- 1,3	1,69	278 40 45	8 37 21	- 0,3	0,09							
		L	120 05 40				210 05 58										
		D	128 43 00	8 37 20	+ 0,7	0,49	218 43 18	8 37 20	+ 0,7	0,49							
		[D]	27	02	+ 0,1	2,67	05	02	+ 0,1	0,67							
		[L]	25				03		+ 0,2	3,94							
8.9	0228	B	0 02 27				330 00 20					$m = \pm \sqrt{\frac{2,84}{30}}$ $= \pm \sqrt{0,0947}$ $= \pm 0,31$					
1955	0175	B	9 05 17	9 02 50	- 0,2	0,04	339 03 09	9 02 49	+ 0,8	0,64	9 02 49,8						
7 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>		B	60 04 43				270 00 15										
	0175	B	69 07 33	9 02 50	- 0,2	0,04	279 03 05	9 02 50	- 0,2	0,04							
		B	120 07 07				210 07 18										
	0175	B	129 09 58	9 02 51	- 1,2	1,44	219 10 08	9 02 49	+ 0,8	0,64							
		[D]	48	31	- 1,6	1,52	22	28	+ 1,4	1,32							
		[L]	17				54		- 0,2	2,84							
8.9	0376	L	0 05 06				330 01 44					$m = \pm \sqrt{\frac{1,50}{30}}$ $= \pm \sqrt{0,0500}$ $= \pm 0,22$	Skica je na 121 strani				
1955		D	7 34 49	7 29 43	+ 0,5	0,25	337 31 28	7 29 44	- 0,5	0,25	7 29 43,5						
9 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>		L	60 05 08				270 42 45										
		D	67 34 51	7 29 43	+ 0,5	0,25	278 12 29	7 29 44	- 0,5	0,25							
		L	120 04 17				210 04 40										
		D	127 34 04	7 29 44	- 0,5	0,25	217 34 23	7 29 43	+ 0,5	0,25							
		[D]	41	10	+ 0,5	0,75	20	11	- 0,5	0,75							
		[L]	31				09		0,0	1,50							

Operator: N.N.

Registar uglova poligonometrijske mreže (R.U.)

Str. : 1

Broj tačke	Paralaktični uglovi između provoca opaženih na marke letve									Paralaktični uglovi između provoca opaže- nih na krajnje tačke osnovice $\alpha$			Vezni i pre- lomni uglovi $\beta$				Uglovi mere- ni na jednoj od krajnjih tačka osnovice $\varphi$			Primedba
	Strana obr. br. 19P	$\alpha_1$			$\frac{\alpha_2}{2}$			m	m <sup>2</sup>	Strana obr. br. 19P	m	m <sup>2</sup>	Str. obr. br. 1P ili br. 2	m	m <sup>2</sup>	Strana obr. br. 1P	$\Delta$	$\Delta^2$		
		0	1	2	0	1	2													
Poligonometrijska mreža 1. reda																				
Š1										20	0,48	0,23	1P.21	0,49	0,24					25,45 x 2 = = 50,9
										22	0,19	0,04	1P.24	0,58	0,34					
										249	0,53	0,28	1P.248	0,43	0,18					
Š2	19	5	06	10,9	2	33	05,4	0,24	0,06							19	2,0	4,00		
Š3										18	0,20	0,04	1P.19	0,45	0,20					
										20	0,50	0,25								
Š4	17	7	44	41,6	3	52	20,8	0,11	0,04				1P.18	0,61	0,37	16	3,0	9,00		
Š5										2	0,62	0,38	1P.16	0,24	0,06					
										17	0,38	0,14								
Š6	1	4	22	36,4	2	11	18,2	0,41	0,17				1P.1	0,80	0,64					
Š7	4	4	59	23,7	2	29	14,9	0,40	0,16	2	0,84	0,71	1P.3	0,85	0,72	4	9,5	9,25		
	604	5	03	20,2	2	31	15,1	0,16	0,03	40	0,14	0,02	1P.3	0,67	0,45	603	1,0	1,00		
													1P.3	0,94	0,88					
Š8	39	5	51	53,7	2	55	27,9	0,25	0,06				1P.39	0,49	0,24	39	7,0	49,00		
Š9										40	0,35	0,12	1P.41	0,30	0,09					
										42	0,20	0,04								
Š10	41	5	27	69,1	2	43	21,5	0,15	0,02				1P.42	0,50	0,25	42	3,0	9,00		
Š11										43	0,27	0,07	1P.43	0,39	0,15					
										46	0,38	0,14								
Š12	45	10	23	58,6	5	11	59,3	0,24	0,06				1P.44	0,44	0,19	45	1,0	1,00	Vidi na	
	48	7	07	16,2	3	33	16,5	0,35	0,12				1P.44	0,52	0,27	47	2,0	4,00	kraju RU.	
	163	8	02	01,0	4	01	00,5	0,29	0,08				1P.44	0,47	0,22					
Š13										163	0,20	0,04	1P.163	0,59	0,35					
										164	0,34	0,12								
Š14	164	7	24	13,5	3	42	14,1	0,73	0,53	166	0,45	0,20	1P.165	0,74	0,55					
Š15										142	0,30	0,09	1P.167	0,90	0,64				Vidi na	
										166	0,50	0,25	1P.167	0,57	0,32				kraju RU.	
										175	0,40	0,16	1P.168	1,07	1,14					
										50,9		25,6			1,30					67,25

Stacija Datum Čas Girus	Vizurna tačka	Položaj durbina		Sredina iz 1. i 2. položaja		Redukovana sredina $\beta_0$	Dvostru- ko kal- maciona greška $2\alpha = 2 - \delta$ $\pm$	Ostupno- nja $\delta = \beta - \beta_0$	Definitiv- na vred- nost mera- nog ugla $\beta$			Probe	Primedbe (instrumenot, prutke za merenje, operator, skice i dr.)  Srednje greške	
		prvi 1.	drugi 2.											
		0' " "	0' " "	0' " "	0' " "				0' " "	0' " "	0' " "			
1	2	3		4		5	6	7	8	9	10			11
Š 47	Š 48	0 03 00	180 03 24	0 03 12	0 00 00	+ 24						59 12	(3 12)	Teodolit firme Kern br. 49781  3  Oznaka P.T.A znači: pomoćna tačka A
7.11.1955	P.T.A	13 21 40	193 22 00	13 21 50	13 18 38	+ 20						50 26 * 3 = 9 36		
8 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	Š 16	136 34 32	316 35 02	136 34 47	136 31 35	+ 20						115 38	50 13	
		59 12	00 26	59 49	50 13							59 49	59 49	
	Š 48	45 03 23	225 03 41	45 03 32	0 00 00	+ 18						00 16	(3 32)	
	P.T.A	58 22 00	238 22 24	58 22 12	13 18 40	+ 24						01 27 * 3 = 10 26		
2 girus	Š 16	181 34 56	1 35 22	181 35 09	136 31 37	+ 26						01 46	50 17	
		00 19	01 27	00 53	50 17							00 53	00 53	
	Š 48	90 03 48	270 04 02	90 03 55	0 00 00	+ 14						01 30	(3 55)	
	P.T.A	103 22 24	283 22 38	103 22 31	13 18 36	+ 14						02 24 * 3 = 11 45		
3 girus	Š 16	226 35 18	46 35 44	226 35 31	136 31 36	+ 26						03 54	50 17	
		01 30	02 24	01 57	50 12							01 57	01 57	
	Š 48	135 05 55	315 06 13	135 06 04	0 00 00	+ 18						07 48	(6 00)	
	P.T.A	148 24 32	328 24 53	148 24 42	13 18 38	+ 21						08 52 * 3 = 16 12		
4 girus	Š 16	271 37 21	91 37 47	271 37 34	136 31 30	+ 26						16 41	50 08	
		07 48	08 53	08 20	50 08							08 20	08 20	
P.T.A	Š 105	0 00 28	180 04 46	0 04 37	0 00 00	+ 18						08 55		
7.11.1955	Š 47	75 26 36	255 26 26	75 26 16	75 21 39	+ 20		- 0,2	75 21 39,8			11 40		
9 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>												20 35		
	Š 105	45 04 55	225 05 14	45 05 05	0 00 00	+ 19						10 16		
2 girus	Š 47	120 26 32	300 26 58	120 26 45	75 21 40	+ 26		- 1,2				[D] = 48 27		
												[L] = 21 52		
	Š 105	90 05 51	270 06 12	90 06 02	0 00 00	+ 21						26 35		
3 girus	Š 47	165 27 30	345 27 50	165 27 40	75 21 38	+ 20		+ 0,6	$\delta^2 = 0,24$			1,44		
	Š 105	135 05 57	315 06 19	135 06 08	0 00 00	+ 22						0,64		
4 girus	Š 47	210 27 36	30 27 55	210 27 46	75 21 38	+ 19		+ 0,8	$\delta^2 = 0,64$					
		08 58	11 40	10 18	26 35			+ 0,2	$\delta^2 = 2,76$					

Operator: N.N.

-128-



## 2. Obrazovanje sredina za uglove merene po girusnoj metodi

Ako su sa stanice opažana samo dva pravca tj. ako je meren samo jedan ugao, onda se aritmetička sredina iz pojedinih vrednosti obrazuje neposredno u zapisniku /v.brojni primer na str.123

Ako je sa stanice opažano tri i više pravaca, onda se sredine obrazuju u trigonometrijskom obrascu br.2, kao što je to navedeno u članu 43. Brojni primer dat je na strani 70.

Za sve uglove merene u mreži 1.rede moraju se sračunati srednje greške. Izuzetak čine samo uglovi  $\varphi$  koji se mere u dva girusa na jednoj od krajnjih tačaka osnovice; za ove uglove greške se ne računaju. Računanje grešaka vrši se po formulama navedenim u 43. članu.

Obrazovanje sredina za uglove merene po girusnoj metodi

Računanje srednjih grešaka za uglove merene u mreži 1 reda

## 3. Registrovanje uglova merenih u poligonometrijskoj mreži

Svi uglovi mereni u građskoj poligonometrijskoj mreži moraju se registrovati. Registracioni podaci upisuju se u "Registar uglova poligonometrijske mreže", čija je skraćena oznaka: R.U.

Poligonometrijske tačke upisuju se u registar po redu mreže kojoj pripadaju. Prvo se upisuju tačke mreže 1. reda, pa onda drugog i na kraju trećeg. Pri upisivanju za svaku se tačku rezervišu tri linije. Ako bi se pokazalo da tri linije nisu dovoljne za upisivanje svih podataka koji se na dotičnu tačku odnose, onda se preostali podaci upisuju na kraju registra, što se označava u primedbi U registar se unose sledeći podaci:

a/ za paralaktične uglove između pravaca opaženih na marke letve upisuju se: broj strane zapisnika /obrasca br.1/, sam ugao  $\alpha_1$ , njegova srednja greška i kvadrat srednje greške;

b/ za paralaktične uglove između pravaca na krajnje tačke osnovice, za vezne i prelomne uglove upisuju se: strana zapisnika ili obrasca br.2 srednja greška merenog ugla  $m$  i kvadrat srednje greške;

c/ za uglove merene na jednoj od krajnjih tačaka osnovice, a koji se mere u dva girusa, upisuju se: strana zapisnika, razlika  $\Delta$  između vrednosti ugla dobivenih merenjem u prvom i drugom girusu i kvadrat razlike  $/\Delta^2/$ .

Za računanje osnovica potrebni su ne samo paralaktični uglovi  $\alpha_1$ , nego njihove prepolovljene vrednosti  $[\alpha_1:2]$ . Ove se računaju u registru i obavezno se kontrolišu sabiranjem. Zbirovi moraju zadovoljavati jednakost:

$$[\alpha_1] = 2 \left[ \frac{\alpha_1}{2} \right].$$

Sastavljanje registra i njegova skraćena oznaka: R.U.

Postupak pri registrovanju

Podaci koji se unose u registar

Računanje prepolovljenih vrednosti paralaktičnih uglova i kontrola

Budući da se vrednosti  $\alpha_i$  :2 zaokrugljuju na 0,1; to je prilikom zaokrugljivanja iznad poslednje cifre potrebno staviti: crticu /-/, kada je zaokrugljeno na manji broj, a tačku ./ kada je na veći. Da bi prednjoj jednakosti bilo u potpunosti udovoljeno treba zbir prepolovljenih vrednosti ispraviti za izvršena zaokrugljivanja tj. zameniti je jednakošću

$$[\alpha_i] = 2 \left( \left[ \frac{\alpha_i}{2} \right] + 0,05 (n_1 - n_2) \right)$$

gde su:

$n_1$  - broj crtica /-/  
 $n_2$  - " tačkica ./.

Iz brojnih podataka datih u primeru na str. 127 dobija se

$$50,9 = 2 (25,6 + 0,05 (1-4)) = 2 \cdot 25,45 = 50,9.$$

Kontrolišu se samo sekunde.

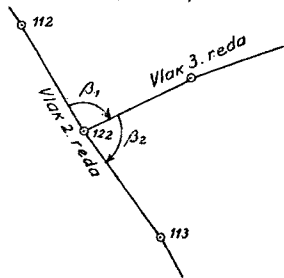
#### 4. Zatvaranje horizonta na trigonometričkim i čvornim tačkama

Slučaj kada se vezni uglovi izravnavaju

Kada svi potrebni vezni uglovi bilo na trigonometričkoj bilo na čvornoj tački nisu izmereni odjednom po girusnoj metodi, nego su mereni postupno ili po metodi zatvaranja horizonta, onda ih treba izravnati. Izravnavanje se vrši po postupku koji je detaljno objašnjen u članu 43 str. 71-73.

#### 5. Orijehtisanje pravaca na datim tačkama

Pravci se orijentišu u trigonometričkom obrascu br.5. Napominje se da se u članu 43 /str. 70, traži da se pri merenju veznih uglova na trigonometričkim tačkama opažaju /uvek kad god je to moguće/ dve trigonomet. tačke. Ovaj zahtev važi i za vezivanje poligonometričkih vlakova nižeg reda za poligonometričke tačke višeg reda. Naprimer, pri vezivanju vlaka 3.rede za polig. tačku 2.rede /sl.48/ moraju se izmeriti vezni uglovi  $\beta_1$  i  $\beta_2$ . Prema tome se tačke 122 treba opažati pravce na 112, 133 i 113.



Sl. 48

Maksimalne razlike između najveće i najmanje vrednosti orijentacionog ugla date su u donjoj tablici.

Pri vezivanju za tačke poligonometričke mreže kao direkcioni uglovi koji služe za računanje orijentacionog ugla uzimaju se direkcioni uglovi sračunati u trigonometri-

Tablica maksimalnih razlika između vrednosti orijentacionog ugla			
Red mreže kojaj vlak pripada	Skala tačnosti		
	Prva	Druga	Treća
1.	8"	10"	12"
2.	12"	15"	18"
3.	16"	20"	24"

Maksimalne razlike između pojedinih vrednosti orijentacionog ugla

skom obrascu br.19 iz popravljenih veznih i prelomnih uglova i koji po pravilu, ne odgovaraju definitivnim koordinatama tačaka poligonometrijske mreže.

Brojni primer dat je na str. 71.

Ako se desi da je razlika između najmanje i najveće vrednosti orijentacionog ugla veća od navedene u gornjoj tablici, onda je potrebno izvršiti nova merenja.

#### 6. Odredjivanje faktora $q$ radi eliminisanja grešaka prouzrokovanih netačnošću dužine letve

Pre upotrebe, letve pribora za paralaktičnu poligonometriju moraju se ispitati. Ovo se ispitivanje vrši radi odredjivanja faktora  $q$  kojim treba množiti sračunate dužine strana da bi se odstranile odnosno smanjile greške prouzrokovane: 1/netačnošću dužine same letve i 2/ ličnim osobinama operatora pri viziranju na marke letve.\*)

Razlozi za odredjivanje faktora  $q$

Jedan od uobičajenih načina odredjivanja faktora  $q$  sastoji se u tome, što se pomoću invarskih žica, sa relativnom greškom manjom od 1:200 000 izmeri otstojanje između dve tačke tako obeležene da stabilnost njihovog položaja u toku celog ispitivanja ne podleže sumnji. U zavisnosti od dužina invarskih žica tačke mogu biti na otstojanju 24 ili 48 metara. Bolje je ako su na otstojanju 24 m, jer to više odgovara gradskoj poligonometrijskoj mreži gde otstojanje od instrumenta do letve ne smeju biti veća od 28 m.

Način odredjivanja faktora  $q$

Ceo postupak oko ispitivanja letve na navedeni način vidie se iz brojnog primera.

Postupak pri odredjivanju

\*) Utvrđeno je da pri viziranju na marke letve dolaze do izražaja individualna svojstva operatora. Jedan, vizirajući na marke iste letve, sistematski dobije veću ili manju vrednost paralaktičnog ugla nego drugi.

1. Na jednom su pašnjaku pobijena dva hrastova koca prečnika 6 i dužine 42 cm. Koci su pobijeni na otstojanju 24 m. Drugog je dana u njihove glave, koje su bile u nivou terena, pobijen po jedan ekser sa zaobljenom glavom na kojoj je urezan krst. Krst su činile dve vrlo tanke fine crtice.

2. Iznad kolaca odnosno krstova urezanih na glavama ekspera postavljeni su stativi sa reperima grubo centrisani pomoću viska. Otstojanje između repa mereno je dvema žicama. Svakom žicom mereno je: prvo napred, pa onda nazad. Prema tome svega je izvršeno četiri merenja. Vršeno je lo čitanja: pet, kada je žica vučena, i pet kada je gurana. Čitaoci su menjali mesto: pri merenju napred A je čitao prednju, - a B zadnju skalu; pri merenju nazad - obrnuto. Način upisivanja podataka i njihove obrade vidi se iz priloženog izvotka.

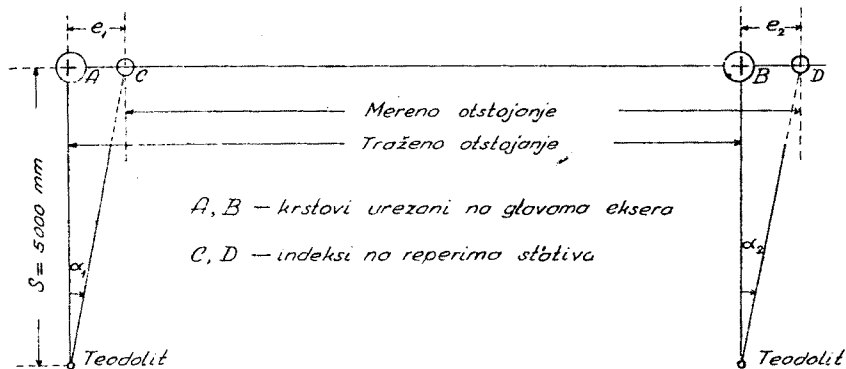
Izvadak iz zapisa

Broj žice	Čitanja na skalama		Sekcija:				Merenje: napred		Primedbe
	pred-njoj p [p]	zad-njoj z [z]	Broj raspona: 1		Brojevi stativa: 1-2		Duzina žice Popravljena razlika Duzina raspona	$\Delta^2$	
			Razlike p-z +   -	$\Delta$   ±	G-V Srednja razlika $\Delta l_t$ Popravljena razlika   ±				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S. 53	52,2	64,4		12,2	+ 0,04	+ 0,04	0,00 16	24,001-12	Dotum:
vuče	45,9	58,2		12,3	- 0,06	- 12,220	36	12,222	18.7.1955
	29,8	42,0		12,2	+ 0,04	- 2	16	23,988-898	Počet. mer.
	06,3	18,6		12,3	- 0,06	- 12,222	36		7 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>
	03,8	16,0		12,2	+ 0,04		16		Zavr. mer.
	138,0	192,0		61,2	0,00		0,01 20		7 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>
				12,24					Temper.
gura	06,2	18,4		12,2	0,00		0,00 00		t = 23,4
	24,7	36,9		12,2	0,00		00		
	40,7	52,9		12,2	0,00		00		
	46,8	59,1		12,3	- 0,10		1 00		
	59,4	71,5		12,1	+ 0,10		1 00		
	177,8	238,8		61,0	0,00		0,02 00		
				12,20					

Rezultati merenja jednom i drugom  
žicom su:

Merenje	Žica: S 53			Žica: S 52		
	Rezultat	$\pm$ $\delta$	$\delta^2$	Rezultat	$\pm$ $\delta$	$\delta^2$
napred (NP)	23,988 90	- 0,025	0,0006	23,988 92	- 0,045	0,0020
nazad (NZ)	23,988 82	+ 0,055	0,0030	23,988 86	+ 0,045	0,0020
$\frac{(NP) + (NZ)}{2}$	23,988 86	+ 0,030	0,0036	23,988 89	- 0,030	0,0022
$\frac{(S 53) + (S 52)}{2}$	23,988 875					$[\delta^2] = 0,0058$

3. Pošto su stativi centrisani iznad  
krstova urezanih na glavama eksera pomoću viska tj.  
grubo, to su posebnim merenjem određena otstoja-  
nja  $e_1$  i  $e_2$  /sl.49/. Radi njihovog određivanja



Sl. 49

podignute su u tačkama A i B upravne na stranu AB  
i na otstojanju  $s = 5 \text{ m} = 5000 \text{ mm}$  postavljen je te-  
odolit, te su u četiri girusa izmereni uglovi  $\alpha_1$  i  
 $\alpha_2$ . Iz slike se vidi da je

$$e_1 = s \cdot \text{tg} \alpha_1 = \frac{s \cdot \alpha_1''}{\rho''}; \quad e_2 = s \cdot \text{tg} \alpha_2 = \frac{s \cdot \alpha_2''}{\rho''}.$$

Za paralaktične uglove dobivene su  
vrednosti:

$$\alpha_1 = 3'37,8 \pm 0,7; \quad \alpha_2 = 2'21,2 \pm 0,6,$$

te se po prednjim formulama dobija:

$$e_1 = 5000 \cdot 0,001056 \cdot 2 = 5,28 \text{ mm}$$

$$= \frac{5000 \cdot 217,8''}{206265''} = 5,28 \text{ mm}; \quad m_{e_1} = \frac{5000 \cdot 0,7''}{206265''} = \pm 0,02 \text{ mm};$$

$$e_2 = 5000 \cdot 0,000684 \cdot 8 = 3,42 \text{ mm}$$

$$= \frac{5000 \cdot 141,2''}{206265''} = 3,42 \text{ mm}; \quad m_{e_2} = \frac{5000 \cdot 0,6''}{206265''} = \pm 0,01 \text{ mm},$$

pa će traženo otstojanje AB biti:

$$AB = CD + e_1 - e_2 = 23,988 \cdot 88 + 0,005 \cdot 28 - 0,003 \cdot 42 =$$

$$= 23,990 \cdot 74 \text{ m.}$$

Napomena. Odredjivanje otstojanja  $e_1$  i  $e_2$  po napred opisanim postupku otpada ako postoji mogućnost da se izrade repéri sa mehaničkim centrisanjem tj. takvi koji se mogu postavljati na stativ mesto teodolita odnosno letve. U ovom slučaju nije potrebno tačno centrisanje stativa iznad krajnjih tačaka duži koja se meri, jer, čim se završi merenje otstojanja između indeksa urezenih na reperima, ovi se skidaju pa se postavljaju teodolit i letva. Jasno je da će pri mehaničkom centrisanju repéra, letve i teodolita rezultati biti tačniji nego onda kada se otstojanja  $e_1$  i  $e_2$  odredjuju pomoćnim merenjem.

4. Kako je visinska razlika repéra odnosno indekasa za čitanje

$$h = 0,121 \text{ m,}$$

to je popravka za svodjenje na horizontat jednaka

$$\Delta l_r = - \frac{h^2}{2 \cdot CD} - \frac{h^4}{8 \cdot CD^3} = \frac{-0,014641}{23,989 \cdot 2} = 0,000 \cdot 31 \text{ m,}$$

te je redukovano otstojanje

$$\overline{AB}_{\text{reduk}} = 23,990 \cdot 43 \text{ m.}$$

5. Popravke: 1/ za nesimetriju lančanice; 2/ za nagnutost skale; 3/ za promenu sile teže sa širinom i visinom ne računaju se, jer su s obzirom na traženu tačnost /1:200 000/ beznačajne.

6. Kada je merenje žicama završeno, tada se pristupa /po mogućstvu istog dana/ merenju otstojanja AB pomoću letve. Kako je poželjno da pri viziranju marke letve budu osvetljene sunčanim zracima, to se letva postavlja iznad tačke A ili B prema tome koje od ove dve tačke zadovoljava postavljenom zahtevu.

Da bi se savijanje stativa pod uticajem sunčanih zrakova smanjilo potrebno je da stativ bude obavljen komadom belog platna a pored toga i ceo teodolit zaštićen amrelom od direktnog uticaja sunčanih zrakova.

srednja greška paralaktičnog ugla odredjenog

kao aritmetička sredina iz niza ponavljanja ne sme biti veća od  $\pm 0,2$ . Normalno ugao se meri u 20 ponavljanja, ali ako je srednja greška ugla merenog u 20 ponavljanja veća od  $\pm 0,2$ , onda se broj ponavljanja povećava.

Pri ispitivanju, o kome je reč, dobiveni su sledeći rezultati:

Red. broj ponavljanja	Prvi položaj durbina				$\delta$	$\delta^2$	Red. broj ponavljanja	Drugi položaj durbina				$\delta$	$\delta^2$	Definitivan ugao Srednja greška
	e	i	u	±				e	i	u	±			
1	4	46	26	+	0,5	0,25	11	4	46	28	-	1,5	2,25	Aritm. sredina: <u>4° 46' 26,50</u> $m_\alpha = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n(n-1)}} =$ $= \sqrt{\frac{9,00}{20 \cdot 19}} =$ $= \sqrt{0,0237} =$ $= \pm 0,15$
2			27	-	0,5	0,25	12			26	+	0,5	0,25	
3			26	+	0,5	0,25	13			26	+	0,5	0,25	
4			27	-	0,5	0,25	14			27	-	0,5	0,25	
5			26	+	0,5	0,25	15			28	-	1,5	2,25	
6			26	+	0,5	0,25	16			26	+	0,5	0,25	
7			26	+	0,5	0,25	17			26	+	0,5	0,25	
8			27	-	0,5	0,25	18			26	+	0,5	0,25	
9			27	-	0,5	0,25	19			27	-	0,5	0,25	
10			26	+	0,5	0,25	20			26	+	0,5	0,25	
			264	+	1,0	2,50				266	-	1,0	6,50	

Otstojanje  $\overline{AB}$  sračunato prema prednjoj veličini paralaktičnog ugla iznosi:

$$\overline{AB}_L = \text{ctg}(2^\circ 23' 13,25) = 23,989 \cdot 23,$$

te će traženi faktor q biti:

$$q = \frac{\overline{AB}_{red}}{\overline{AB}_L} = \frac{23,990 \cdot 43}{23,989 \cdot 23} = 1,000050.$$

Mesto množenja merenih otstojanja faktorom q mogu se računati popravke za merena otstojanja. Ove se dobijaju množenjem otstojanja sa q-1. Za navedeni primer dobija se: Računanje popravki

$$\Delta \overline{AB} = 23,989 \cdot 2 \cdot 0,000050 = +0,00120 \text{ m};$$

$$23,989 \cdot 23 + 0,00120 = 23,99043 \text{ m}.$$

7 Računanje dužina strana odredjenih merenjem paralaktičnih uglova

Kontrolno računanje strana

Strane vlakova paralaktične poligonometrije računaju se u trigonom. obrascu br.13.F. Po formulama navedenim u samom obrascu /v.brojni primer na str.137/. Radi kontrole svaka se strana računa dva puta.\*) Računanja se mogu vršiti kako pomoću prirodnih vrednosti goniometrijskih funkcija, tako i pomoću njihovih logaritama. U jednom i drugom slučaju treba upotrebljavati tablice sa 6 mesta. Ceo postupak računanja vidi se iz priloženog brojnog primera /v.str.137/.

Računanje dužina strana u slučaju nesimetrične karike

U slučaju nesimetrične karike /v.čl.45 i sl.30<sup>8</sup>/ za računanje otstojanja AC služe formule: .

$$AC = \frac{l}{2} \cdot \frac{\cos \alpha_1 + \cos \Delta_1}{\sin \alpha_1} + \frac{l}{2} \cdot \frac{\cos \alpha_2 + \cos \Delta_2}{\sin \alpha_2} \dots (a)$$

$$AC = l \cdot \frac{\cos \frac{\alpha_1 + \Delta_1}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_1 - \Delta_1}{2}}{\sin \alpha_1} + l \cdot \frac{\cos \frac{\alpha_2 + \Delta_2}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_2 - \Delta_2}{2}}{\sin \alpha_2} \dots (b)$$

$$AC = \left(\frac{l}{2} + e\right) \operatorname{ctg} \frac{\alpha_1 + \Delta_1}{2} + \left(\frac{l}{2} + e\right) \operatorname{ctg} \frac{\alpha_2 + \Delta_2}{2} \dots (c).$$

Uglovi  $\Delta_1$  i  $\Delta_2$  računaju se po formulama:

$$\sin \Delta_1 = \frac{2e}{l} \sin \alpha_1; \quad \sin \Delta_2 = \frac{2e}{l} \sin \alpha_2 \dots (d).$$

Računanje po formulama /a/, /c/ i /d/ vrši se u poligonometrijskom obrascu N.K. /nesimetrična karika/.

\*) Formule za kontrolno računanje strana dobivene su ovako:

1/ Osnovna formula:

$$l = \frac{b}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha_l}{2}.$$

Ako stavimo

$$\frac{\alpha_l}{2} = \beta$$

i onda napišemo:

$$\operatorname{ctg} 2\beta = \frac{\cos 2\beta}{\sin 2\beta} = \frac{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta}{2 \sin \beta \cdot \cos \beta} = \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{tg} \beta),$$

odakle je

$$\operatorname{ctg} \beta = 2 \operatorname{ctg} 2\beta + \operatorname{tg} \beta,$$

ili

$$\operatorname{ctg} \frac{\alpha_l}{2} = 2 \operatorname{ctg} \alpha_l + \operatorname{tg} \frac{\alpha_l}{2}.$$

Kada se ovaj izraz uvrsti u osnovnu formulu biće:

$$l = b \cdot \operatorname{ctg} \alpha_l + \frac{b}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha_l}{2} \quad /nastavak na str.143/.$$



Računanje dužina poligonometrijskih strana

Osnovne formule:

$l = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha_1}{2}$ ; ako je  $b=2m$  onda je  $l = \operatorname{ctg} \frac{\alpha_1}{2}$   
 $d = l \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin \alpha}$ ; kada je  $\varphi = 90^\circ$  tada je  $d = l \operatorname{ctg} \alpha$

Formule za kontrolno računanje:

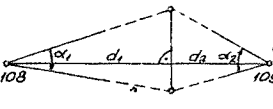
$l = b \operatorname{ctg} \alpha_1 + \frac{1}{2} b \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2}$ ; ako je  $b=2m$  onda je  $l = 2 \operatorname{ctg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2}$   
 $d = l \sin \varphi \operatorname{ctg} \alpha + l \cos \varphi$   
 $d = l(2 \operatorname{ctg} 2\alpha + \operatorname{tg} \alpha) = l \cdot \Sigma$

Strana: 510 - 5395	Uzeto: R. U 4	Uzeto: 1 252	$\operatorname{ctg} \alpha$ 12,7597	$\cos \varphi + 0,027 641$
	$\alpha_1$ 5° 00' 20,5	$\alpha$ 4° 28' 53,6	$\sin(\alpha + \varphi)$ 0,998 721	$\sin \varphi + 0,999 618$
	$\alpha_1/2$ 2° 30' 10,2	$\varphi$ 88° 24' 58	$2\alpha$	$l \sin \varphi$ 22,86906
	$l$ 22,8778	$\alpha + \varphi$ 92° 53' 52	$\operatorname{ctg} 2\alpha$	$l \sin \varphi \operatorname{ctg} \alpha$ 291,7795
	$\operatorname{ctg} \alpha_1$ 11,4170	$2 \operatorname{ctg} 2\alpha$		$l \cos \varphi + 0,6324$
	$2 \operatorname{ctg} \alpha_1$ 22,8340	$\operatorname{tg} \alpha$	$l \sin(\alpha + \varphi)$ 22,8465	$d$ 292,412
	$\operatorname{tg} \alpha_1/2$ 0,0437	$\Sigma$	$\sin \alpha$ 0,078 138	
Kontrolno računanje $l$ 22,8777	Kontrolno računanje $l \cdot \Sigma = d$		$d$ 292,412	
Strana: 581 - 582	Uzeto: R.U. 2	Uzeto: 1 81	$\operatorname{ctg} \alpha$ 10,5629	$\cos \varphi - 0,075 511$
	$\alpha_1$ 6° 17' 54,1	$\alpha$ 5° 24' 29,3	$\sin(\alpha + \varphi)$ 0,985 590	$\sin \varphi + 0,997 145$
	$\alpha_1/2$ 3° 08' 57,0	$\varphi$ 94° 19' 50	$2\alpha$	$l \sin \varphi$ 18,12371
	$l$ 18,1756	$\alpha + \varphi$ 99° 44' 19	$\operatorname{ctg} 2\alpha$	$l \sin \varphi \operatorname{ctg} \alpha$ 191,4389
	$\operatorname{ctg} \alpha_1$ 9,0603	$2 \operatorname{ctg} 2\alpha$		$l \cos \varphi - 1,3725$
	$2 \operatorname{ctg} \alpha_1$ 18,1206	$\operatorname{tg} \alpha$	$l \sin(\alpha + \varphi)$ 17,9137	$d$ 190,066
	$\operatorname{tg} \alpha_1/2$ 0,0550	$\Sigma$	$\sin \alpha$ 0,094 250	
Kontrolno računanje $l$ 18,1756	Kontrolno računanje $l \cdot \Sigma = d$		$d$ 190,066	
Strana: 538 - 539	Uzeto: R.U. 3	Uzeto: 1 31	$\operatorname{ctg} \alpha$ 10,3183	$\cos \varphi$
	$\alpha_1$ 6° 50' 24,2	$\alpha$ 5° 32' 07,8	$\sin(\alpha + \varphi)$	$\sin \varphi$
	$\alpha_1/2$ 3° 25' 12,1	$\varphi$ 90°	$2\alpha$ 11° 04' 15,6	$l \sin \varphi$
	$l$ 16,7331	$\alpha + \varphi$	$\operatorname{ctg} 2\alpha$ 5,11974	$l \sin \varphi \operatorname{ctg} \alpha$
	$\operatorname{ctg} \alpha_1$ 8,3357	$2 \operatorname{ctg} 2\alpha$ 10,22148		$l \cos \varphi$
	$2 \operatorname{ctg} \alpha_1$ 16,6734	$\operatorname{tg} \alpha$ 0,09691	$l \sin(\alpha + \varphi)$	$d$
	$\operatorname{tg} \alpha_1/2$ 0,0598	$\Sigma$ 10,31839	$\sin \alpha$	
Kontrolno računanje $l$ 16,7332	Kontrolno računanje $l \cdot \Sigma = d$	172,659	$d$ 172,657	
Strana: 514 - 5	Uzeto: R.U. 3	Uzeto: 1 166	$\operatorname{ctg} \alpha$ 12,3782	$\cos \varphi$
	$\alpha_1$ 11° 18' 02,0	$\alpha$ 4° 37' 07,4	$\sin(\alpha + \varphi)$	$\sin \varphi$
	$\alpha_1/2$ 5° 39' 01,0	$\varphi$ 90°	$2\alpha$ 9° 14' 14,8	$l \sin \varphi$
	$l$ 10,1075	$\alpha + \varphi$	$\operatorname{ctg} 2\alpha$ 6,14 872	$l \sin \varphi \operatorname{ctg} \alpha$
	$\operatorname{ctg} \alpha_1$ 5,0043	$2 \operatorname{ctg} 2\alpha$ 12,29744		$l \cos \varphi$
	$2 \operatorname{ctg} \alpha_1$ 10,0086	$\operatorname{tg} \alpha$ 0,08 079	$l \sin(\alpha + \varphi)$	$d$
	$\operatorname{tg} \alpha_1/2$ 0,0989	$\Sigma$ 12,37823	$\sin \alpha$	
Kontrolno računanje $l$ 10,1075	Kontrolno računanje $l \cdot \Sigma = d$	125,113	$d$ 125,113	
Strana: 5 - 515	Uzeto:	Uzeto: 1 166	$\operatorname{ctg} \alpha$ 12,6796	$\cos \varphi$
<p><math>d_{14-5} = 125,113</math>  <math>d_{5-15} = 128,159</math>  <math>d_{14-15} = 253,272</math></p>	$\alpha_1$	$\alpha$ 4° 30' 33,3	$\sin(\alpha + \varphi)$	$\sin \varphi$
	$\alpha_1/2$	$\varphi$ 90°	$2\alpha$ 9° 01' 07,6	$l \sin \varphi$
	$l$ 10,1075	$\alpha + \varphi$	$\operatorname{ctg} 2\alpha$ 6,30039	$l \sin \varphi \operatorname{ctg} \alpha$
	$\operatorname{ctg} \alpha_1$	$2 \operatorname{ctg} 2\alpha$ 12,60078		$l \cos \varphi$
	$2 \operatorname{ctg} \alpha_1$	$\operatorname{tg} \alpha$ 0,07887	$l \sin(\alpha + \varphi)$	$d$
	$\operatorname{tg} \alpha_1/2$	$\Sigma$ 12,67965	$\sin \alpha$	
Kontrolno računanje $l$	Kontrolno računanje $l \cdot \Sigma = d$	128,160	$d$ 128,159	

Primer

Poligonom obrazac N.K. str. 12

Računanje dužina poligonometrijskih strana											
Osnovne formule:						Formula za kontrolno računanje					
$\sin \Delta_1 = \frac{2e}{l} \cdot \sin \alpha_1; \sin \Delta_2 = \frac{2e}{l} \sin \alpha_2$						$d = d_1 + d_2 =$					
$d = d_1 + d_2 = \frac{l}{2} \frac{\cos \alpha_1 + \cos \Delta_1}{\sin \alpha_1} + \frac{l}{2} \frac{\cos \alpha_2 + \cos \Delta_2}{\sin \alpha_2}$						$= \underbrace{\left(\frac{l}{2} + e\right) \operatorname{ctg} \frac{\alpha_1 + \Delta_1}{2}}_{d_1} + \underbrace{\left(\frac{l}{2} + e\right) \operatorname{ctg} \frac{\alpha_2 + \Delta_2}{2}}_{d_2}$					
Strana: 5108 - 5109			Uzeto: R.U. 9			Uzeto:			$\frac{2e}{l}$		
			1.48			$\alpha_1$			6° 03' 14.0"		
			$\frac{\alpha_1}{2}$			7° 18' 00.0"			$\sin \alpha_1$		
			3.39			00.0			0.10 5464		
			l			15,676.2			$\sin \alpha_2$		
			ctg $\alpha_1$			7,80622			0.11 8510		
			2ctg $\frac{\alpha_1}{2}$			15,6124			$\sin \Delta_1$		
			ctg $\frac{\alpha_1}{2}$			0,0638			0.01 3617		
			l			15,676.2			$\sin \Delta_2$		
			$\frac{l}{2} + e$			8,850			$\Delta_1$		
									$\Delta_2$		



Kontrolno računanje

$\alpha_1$	6° 03' 14.0"	$\alpha_2$	6° 48' 22.1"	$\cos \alpha_1$	0,99 4423	$\cos \alpha_2$	0,99 2953
$\Delta_1$	0° 46' 48.8"	$\Delta_2$	0° 52' 36.1"	$\cos \Delta_1$	0,99 9907	$\cos \Delta_2$	0,99 9883
$\alpha_1 + \Delta_1$	6° 50' 02.8"	$\alpha_2 + \Delta_2$	7° 40' 58.2"	$\cos \alpha_1 + \cos \Delta_1$	1,99 4330	$\cos \alpha_2 + \cos \Delta_2$	1,99 2836
$\frac{\alpha_1 + \Delta_1}{2}$	3° 25' 01.4"	$\frac{\alpha_2 + \Delta_2}{2}$	3° 50' 29.1"	$\frac{l}{2}$	15,63 1559	$\frac{l}{2}$	15,61 9849
$\frac{\alpha_1 - \Delta_1}{2}$	2° 38' 12.6"	$\frac{\alpha_2 - \Delta_2}{2}$	2° 57' 53.0"	$d_1$	148,217	$d_2$	131,802
$\alpha_1$	6° 03' 14.0"	$\alpha_2$	6° 48' 22.1"	$d = d_1 + d_2$		280,019	
Kontrolno računanje				$\frac{e}{d_1}$	0,006.8	$\Delta \alpha_1''$	1,0
				$\frac{e}{d_2}$	0,007.7	$\Delta \alpha_2''$	1,4
				$\operatorname{ctg}(\alpha_1 + \Delta \alpha_1'')$		18,9101	
				$\operatorname{ctg}(\alpha_2 + \Delta \alpha_2'')$		16,0156	
				$d_1$		148,217	
				$d_2$		131,802	
				$d$		280,019	

Mesto formule /c/ za kontrolno računanje može se upotrebiti iste formula po kojoj se računa dužina  $d$  u slučaju simetrične karike tj.

$$AC \equiv d = \frac{l}{2} \operatorname{ctg}(\alpha_1 + \Delta \alpha_1'') + \frac{l}{2} \operatorname{ctg}(\alpha_2 + \Delta \alpha_2'') \dots (e).$$

Popravke  $\Delta \alpha_1''$  i  $\Delta \alpha_2''$  za izmerene paralelne uglove  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  uzimaju se iz tablice za arguentee:  $d \cdot \alpha$ .

Dole navedena tablica uzeta je iz "Instrukcije za tačnu poligonometriju 2. i 3. reda" /Moskva, Lenjingrad 1935/. Tablicu je sastavio Ing. Jurković. Popravke su sračunate po formuli

$$\Delta \alpha'' = \left( \frac{\alpha^\circ}{\rho^\circ} \left( \frac{e}{d} \right)^2 \left( 1 - \frac{5}{12} \left( \frac{\alpha^\circ}{\rho^\circ} \right) \right) \right) \rho''.$$

U hiljaditim delovima											U hiljaditim delovima														
$\frac{e}{d}$ $\alpha$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\frac{e}{d}$ $\alpha$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\frac{e}{d}$ $\alpha$	
3°	00	00	00	01	02	03	04	05	07	09	11	3°	6°00'	2,2	2,6	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,0	7,8	8,6	6°00'
4	00	00	01	01	02	04	05	07	09	1,2	1,4	4	10	2,2	2,7	3,2	3,7	4,3	5,0	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	10
5	00	00	01	02	03	04	06	09	1,2	1,5	1,8	5	20	2,3	2,8	3,3	3,8	4,4	5,1	5,8	6,6	7,4	8,2	9,1	20
6	00	00	01	02	03	05	08	1,1	1,4	1,7	2,2	6	30	2,3	2,8	3,4	3,9	4,6	5,2	6,0	6,7	7,5	8,4	9,3	30
7	00	00	01	02	04	06	09	1,2	1,6	2,0	2,5	7	40	2,4	2,9	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	6,9	7,7	8,6	9,5	40
8	00	00	01	03	05	07	1,0	1,4	1,8	2,3	2,9	8	50	2,4	3,0	3,5	4,1	4,8	5,5	6,3	7,1	7,9	8,8	9,8	50
9	00	00	01	03	05	08	1,2	1,6	2,1	2,6	3,2	9	7°00'	2,5	3,0	3,6	4,2	4,9	5,6	6,4	7,2	8,1	9,0	10,0	7°00'
10	00	00	01	03	05	09	1,3	1,8	2,3	2,9	3,6	10	10	2,5	3,1	3,7	4,3	5,0	5,8	6,6	7,4	8,3	9,2	10,2	10
$\frac{e}{d}$ $\alpha$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\frac{e}{d}$ $\alpha$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\frac{e}{d}$ $\alpha$	
3°00'	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	3°00'	20	2,6	3,2	3,8	4,4	5,1	5,9	6,7	7,6	8,5	9,5	10,5	20
10	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,3	3,7	4,1	4,6	10	30	2,7	3,3	3,9	4,5	5,2	6,0	6,9	7,7	8,7	9,7	10,7	30
20	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8	20	40	2,7	3,3	3,9	4,6	5,4	6,2	7,0	7,9	8,9	9,9	11,0	40
30	1,3	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	30	50	2,8	3,4	4,0	4,7	5,5	6,3	7,2	8,1	9,1	10,1	11,2	50
40	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,3	4,8	5,3	40	8°00'	2,9	3,4	4,1	4,8	5,6	6,4	7,3	8,2	9,2	10,3	11,4	8°00'
50	1,4	1,7	2,0	2,3	2,7	3,1	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	50	10	2,9	3,5	4,2	4,9	5,7	6,6	7,5	8,4	9,4	10,5	11,7	10
4°00'	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,8	4°00'	20	3,0	3,6	4,3	5,0	5,8	6,7	7,6	8,6	9,6	10,7	11,9	20
10	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	3,4	3,8	4,3	4,9	5,4	6,0	10	30	3,0	3,7	4,4	5,1	5,9	6,8	7,8	8,8	9,8	11,0	12,1	30
20	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,6	6,2	20	40	3,1	3,7	4,4	5,2	6,1	7,0	7,9	8,9	10,0	11,2	12,4	40
30	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,7	5,2	5,8	6,5	30	50	3,2	3,8	4,5	5,3	6,2	7,1	8,1	9,1	10,2	11,4	12,6	50
40	1,7	2,0	2,4	2,8	3,3	3,8	4,3	4,8	5,4	6,0	6,7	40	9°00'	3,2	3,9	4,6	5,4	6,3	7,2	8,2	9,3	10,4	11,6	12,8	9°00'
50	1,7	2,1	2,5	2,9	3,4	3,9	4,4	5,0	5,6	6,3	6,9	50	10	3,3	4,0	4,7	5,5	6,4	7,3	8,4	9,4	10,6	11,8	13,1	10
5°00'	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5	4,0	4,6	5,2	5,8	6,5	7,2	5°00'	20	3,3	4,0	4,8	5,7	6,5	7,5	8,5	9,6	10,8	12,0	13,3	20
10	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,2	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	10	30	3,4	4,1	4,9	5,7	6,6	7,6	8,7	9,8	11,0	12,2	13,5	30
20	1,9	2,3	2,8	3,2	3,8	4,3	4,9	5,5	6,2	6,9	7,6	20	40	3,4	4,2	5,0	5,8	6,7	7,7	8,8	9,9	11,1	12,4	13,8	40
30	2,0	2,4	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,7	6,4	7,1	7,9	30	50	3,5	4,2	5,0	5,9	6,8	7,9	9,0	10,1	11,3	12,6	14,0	50
40	2,0	2,5	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2	5,9	6,6	7,3	8,1	40	10°00'	3,6	4,3	5,1	6,0	7,0	8,0	9,1	10,3	11,5	12,8	14,2	10°00'
50	2,1	2,5	3,0	3,5	4,1	4,7	5,4	6,0	6,8	7,6	8,4	50													
6°00'	2,2	2,6	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,0	7,8	8,6	6°00'													

Popravke  $\Delta\alpha''$  uvek su pozitivne.  
Neka je dato:

$$\frac{e}{d_2} 0,0077 \quad \alpha_2 = 6,8 \dots /v.pred.brojni primer/.$$

Iz tablice imamo:

$$6^{\circ}_{(0,007)} \dots \Delta\alpha'' = 1,1 \quad 7^{\circ}_{(0,007)} \dots \Delta\alpha'' = 1,2$$

$$6^{\circ}_{(0,008)} \dots \Delta\alpha'' = 1,4 \quad 7^{\circ}_{(0,008)} \dots \Delta\alpha'' = 1,6$$

$$6^{\circ}_{(0,007 \cdot 7)} \dots \Delta\alpha'' = 1,1 + 0,3 \cdot 0,7 = 1,31$$

$$7^{\circ}_{(0,007 \cdot 7)} \dots \Delta\alpha'' = 1,2 + 0,4 \cdot 0,7 = 1,48$$

$$6,8^{\circ}_{(0,007 \cdot 7)} \dots \Delta\alpha'' = 1,31 + 0,17 \cdot 0,8 = 1,45$$

Između nesimetrije  $e$ , dužine osnovice  $l$ , dužine strane  $AC \equiv d$  i popravke  $\Delta\alpha''$  postoji odnos:

$$e = \sqrt{\frac{d^3 \cdot \Delta\alpha''}{8l\rho''}} \quad *)$$

Na osnovu ovog odnosa može se odrediti maksimalna nesimetrija  $e_{max}$  koja se može praktički zanemariti a da popravka  $\Delta\alpha$  odnosno greška u merenju paralaktičnog ugla ne predje određenu graničnu vrednost. Maksimalne greške koje se mogu zanemariti, a koje se javljaju usled nesimetrično postavljene osnovice, iznose:

Maksimalne greške koje se mogu zanemariti	Skala tačnosti					
	prva		druga		treća	
	Red mreže					
	1	2	1	2	1	2
$\Delta\alpha'' =$	0,02	0,04	0,04	0,08	0,06	0,12

\*) Formula važi za slučaj kada se dužina strane određuje pomoću osnovice postavljene u sredini strane tj kada je  $d = d_1 + d_2$  / v.sl. 30a/. Ako je osnovica na kraju strane, onda se prednja formula za menjuje sledećom

$$e = \sqrt{\frac{d^3 \cdot \Delta\alpha''}{l\rho''}}$$

Treba imati u vidu da su greške  $\Delta \alpha$  sistematske. Ako je nesimetrija osnovice zanemarena, onda su paralaktični uglovi, sa kojima se računaju dužine strana, manji od njihovih stvarnih vrednosti. Dužine strana sračunate pomoću smanjenih paralaktičnih uglova biće veće od njihovih tačnih vrednosti.

Budući da se radi o sistematskim greškama njihove granične vrednosti moraju biti male, što se i vidi iz prednje tablice.

Maksimalne nesimetrije ( $e_{max}$ ) koje se praktički mogu zanemariti s obzirom na traženu tačnost u merenju paralaktičnih uglova date su u donjoj tablici. One su sračunate po formuli

$$e = \sqrt{\frac{d^3 \cdot \Delta \alpha''}{l \cdot \rho''}}$$

i izražene u santimetrima.

### 6. Svodjenje strana na nultu nivosku površinu

Popravke za svodjenje na nultu nivosku površinu računaju se po formuli:

$$\Delta \alpha_R = - \frac{H_m \cdot d}{R}$$

gde su:

- $H_m$  - srednja visina strane /aritmetička sredina iz visina krajnjih tačaka/ izražena u metrima;
- $d$  - dužina strane izražena u metrima;
- $R$  - srednji poluprečnik krivine Zemlje.

Poluprečnik krivine Zemlje odnosno njegova recipročna vrednost ( $\frac{1}{R}$ ) može se smatrati konstantnom za celu Zemlju, naime može se uzeti da je

$$\frac{1}{R} = 0,000 000 156 \text{ sl.}$$

Greške u popravkama  $\Delta \alpha_R$  prouzrokovane time, što su zanemarene promene poluprečnika u vezi sa geografskom širinom, neće biti veće od 0,02 mm čak i u slučaju kada proizvod  $H_m \cdot d$  dostiže maksimalnu vrednost 1300 000 m/.

Popravke  $\Delta \alpha_R$  mogu se uzimati iz tablice sastavljene u tu svrhu. Ali ta činjenica, što su popravke funkcije dve veličine /dužine strane i njene visine/ komplikuje upotrebu tablice, jer se interpolacija mora vršiti i po dužini strane i po njenoj visini. Zato je prostije računati popravke neposredno bilo pomoću mašine za računanje bilo logaritmom.

Svodjenje na nultu nivosku površinu

Ipotreba konstantnog poluprečnika krivine

Primena tablice

Podaci za računanje popravki /dužina strana i njena prosečna visina/ upisuju se u trigonometr. obrazac 18 R namenjen za svodjenje merenih strana na nultu ni- br.18 R

$\Delta\alpha' = 0,02$						$\Delta\alpha'' = 0,04$						$\Delta\alpha''' = 0,06$					
$\frac{d}{l}$	100m	150m	200m	250m	300m	$\frac{d}{l}$	100m	150m	200m	250m	300m	$\frac{d}{l}$	100m	150m	200m	250m	300m
7m	12					7m	17					7m	20				
9	10	19				9	15	27				9	18	33			
11	9	17				11	13	24				11	16	30			
13	9	16	24			13	12	22	34			13	15	27	42		
15	8	15	23			15	11	21	32			15	14	26	39		
17		14	21	30		17		20	30	42		17		24	37	52	
19		13	20	28		19		18	28	40		19		23	35	49	
21		12	19	27	35	21		18	27	38	50	21		22	33	46	61
23			18	26	34	23			26	36	48	23			32	44	58
25			18	25	32	25			25	35	46	25			30	43	56
27			17	24	31	27			24	33	44	27			29	41	54
29			16	23	30	29			23	32	42	29			28	40	52
31				22	29	31				31	41	31				38	50
33				21	28	33				30	40	33				37	49
35				21	27	35				29	39	35				36	47
37				20	27	37				29	38	37				35	46
39					26	39					37	39					45
41					25	41					36	41					44
43					25	43					35	43					43

$\Delta\alpha'' = 0,08$						$\Delta\alpha'' = 0,10$						$\Delta\alpha'' = 0,12$					
$\frac{d}{l}$	100m	150m	200m	250m	300m	$\frac{d}{l}$	100m	150m	200m	250m	300m	$\frac{d}{l}$	100m	150m	200m	250m	300m
7m	24					7m	26					7m	29				
9	21	38				9	23	43				9	25	47			
11	19	35				11	21	39				11	23	42			
13	17	32	49			13	19	36	55			13	21	39	60		
15	16	30	46			15	18	33	51			15	20	36	56		
17		28	43	60		17		31	48	67		17		34	52	73	
19		26	40	56		19		29	45	63		19		32	50	69	
21		25	38	54	71	21		28	43	60	79	21		31	47	66	87
23			37	51	67	23			41	57	76	23			45	63	83
25			35	49	65	25			39	55	72	25			43	60	79
27			34	47	62	27			38	53	70	27			42	58	76
29			33	46	60	29			37	51	67	29			40	56	74
31				44	58	31				50	65	31				54	71
33				43	56	33				48	63	33				53	69
35				42	55	35				47	61	35				51	67
37				40	53	37				45	60	37				50	65
39					52	39					58	39					63
41					51	41					57	41					62
43					49	43					55	43					60

voaku površinu. U ovaj se obrazac upisuju i popravke  $\Delta d_R$ . Dodavanjem popravki merenim dužinama  $d''$  dobija-ju se svedene dužine  $d$  tj.

$$d = d'' + \Delta d_R$$

Da li su popravke tačno dodate kontro- liše se zbirom /v.brojni primer na str.144/.

Popravke se računaju na milimetre i do- daju se uvek stranama mreže 1.rede. Stranama mreže 2. reda one se dodaju samo u gradovima koji se pre- meravaju po prvoj skali tačnosti.

### 9. Računanje strana po sinusnoj i tan- gentnoj teoremi

Kada je potrebno da se neka strana sra- čuna po sinusnoj ili tangentnoj teoremi, onda se ra- čunanje vrši u trigonom. obrascu br.13 odnosno 14 po uobičajenom postupku. Razlika je samo u tome, što je kod gradskog premera obavezno kontrolno računanje. Ovo se vrši po formulama navedenim u samom obrascu /v.brojni primer na str.146,147/.

Računanje se može vršiti kako pomoću lo- garitama, tako i mašinom. U mreži 1.rede strane se računaju na milimetre. Toga radi potrebne su tablice /bilo logaritamске, bilo prirodnih vrednosti/sa 6 me- sta. U mreži 2. reda strane se računaju na santimet- re, te su dovoljne tablice sa 5 mesta.

Trigonomet- riski obra- sci br.13 i 14

Za slučaj da je dužina  $b$  letve 2 m, prednja se formula zama- njuje sledećom:

$$l = 2 \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{tg} \frac{\alpha l}{2}$$

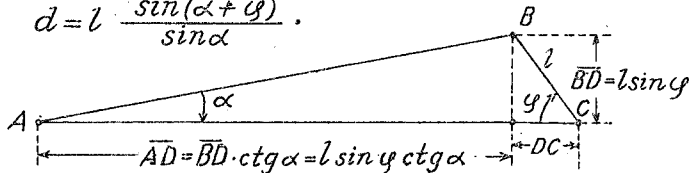
2/ Osnovna formula:  $d = l \cdot \operatorname{ctg} \alpha$ .

Po istom postupku kao i kod 1/ osnovne formule, dobija se:

$$d = l (2 \operatorname{ctg} 2\alpha + \operatorname{tg} \alpha) = l \cdot \Sigma$$

3/ Osnovna formula

$$d = l \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha}$$



Neposredno iz slike se vidi da je:

$$d = AC = AD + DC = l \sin \gamma \operatorname{ctg} \alpha + l \cos \gamma$$

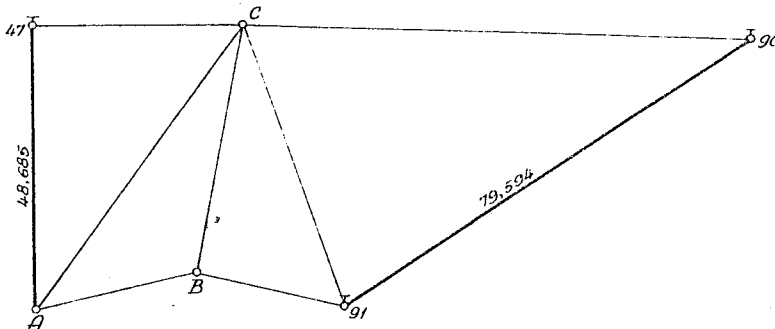
/početak primedbe je na str.136/.

Svođenje strana na nultu nivosku površinu													
Vlak	Strana	Odklone je uzeto:	Merena dužina $d'$	Srednja visina strane $H_m$	Popravka $\Delta d_R$	Svedena dužina $d = d' + \Delta d_R$	Vlak	Strana	Odklone je uzeto:	Merena dužina $d'$	Srednja visina strane $H_m$	Popravka $\Delta d_R$	Svedena dužina $d = d' + \Delta d_R$
1	$\Delta$ 131 - 134	13. P. 16	205,210	182	- 6	205,204	8	131 - 134	13. P. 13	176,333	163	- 4	176,329
	134 - 109	13. P. 16	271,388	178	8	271,376	9	134 - 109	13. P. 17	88,641	79	1	88,640
	109 - 108	13. P. 16	302,326	170	8	302,318	10	109 - 108	13. P. 17	116,708	101	2	116,706
	108 - 137	13. P. 16	355,551	162	9	355,542	11	108 - 137	13. P. 18	67,405	106	1	67,404
	137 - 138	13. P. 15	122,564	150	3	122,561	12	137 - 138	14. B.	126,142	115	2	126,140
2	138 - 139	13. P. 32	204,439	140	5	204,434	13	138 - 139	13. P. 31	161,617	124	3	161,614
	139 - 100	13. P. 32	166,562	126	3	166,559	14	139 - 100	14. 11	187,069	138	4	187,065
	100 - 101	13. P. 32	161,175	118	3	161,172	15	100 - 101	13. P. 31	180,853	155	4	180,849
	101 - 102	13. P. 32	216,082	107	4	216,078	16	101 - 102	13. P. 8	290,954	182	8	290,946
	102 - 103	13. P. 33	195,115	96	3	195,112	17	102 - 103	13. P. 8	197,699	165	5	197,694
	103 - 15	13. P. 33	214,871	85	3	214,868	18	103 - 15	13. P. 8	208,529	79	3	208,526
3	15 - 14	13. P. 1	253,318	79	3	253,315	19	15 - 14	13. P. 8	120,058	81	2	120,056
	14 - 13	13. P. 17	181,012	80	2	181,010	20	14 - 13	13. P. 19	97,594	80	1	97,593
	13 - 12	13. P. 17	250,580	80	3	250,577	21	13 - 12	13. P. 19	129,910	81	2	129,908
4	12 - 11	13. P. 6	118,243	80	1	118,242	22	12 - 11	13. P. 24	106,412	83	1	106,411
	11 - 10	13. P. 6	153,551	80	2	153,549	23	11 - 10	13. P. 24	115,054	84	2	115,052
	10 - 139	13. P. 6	215,481	80	3	215,478	24	10 - 139	13. P. 32	63,756	88	1	63,755
	139 - 138	13. P. 6	179,143	79	2	179,141	25	139 - 138	13. P. 32	125,810	92	2	125,808
	138 - 137	13. P. 6	169,628	79	2	169,626	26	138 - 137	14. 6	127,847	94	2	127,845
5	137 - 136	13. P. 6	162,929	80	2	162,927	27	137 - 136	13. P. 33	217,835	82	3	217,832
	136 - 135	13. P. 7	226,898	81	3	226,895	28	136 - 135	14. 4	87,488	88	1	87,487
	135 - 134	13. P. 7	195,243	83	3	195,240	29	135 - 134	13. P. 8	55,236	93	1	55,235
	134 - 133	13. P. 7	182,642	85	2	182,640	30	134 - 133	13. P. 8	59,414	95	1	59,413
	133 - 132	13. P. 7	230,122	87	3	230,119	31	133 - 132	13. P. 9	59,027	97	1	59,026
	132 - 131	13. P. 7	292,787	90	4	292,783	32	132 - 131	13. P. 9	120,846	98	2	120,844
6	131 - 110	13. P. 7	225,597	98	3	225,594	33	131 - 110	13. P. 9	72,116	100	1	72,115
	110 - 1395	13. P. 1	292,412	112	5	292,407	34	110 - 1395	13. P. 9	152,905	102	2	152,903
	1395 - 1396	13. P. 27	274,257	136	6	274,251	35	1395 - 1396	13. P. 9	176,804	103	3	176,801
	1396 - 1397	13. P. 29	237,720	182	7	237,713	36	1396 - 1397	13. P. 9	211,650	112	4	211,646
7	1394 - 1395	13. P. 13	327,212	159	8	327,204	37	1394 - 1395	13. P. 10	191,178	120	4	191,174
	1395 - 1396	13. P. 13	270,046	152	6	270,040	38	1395 - 1396	13. P. 10	164,171	128	3	164,168
	1396 - 1398	14. 10	226,999	148	5	226,994	39	1396 - 1398	13. P. 10	163,271	132	3	163,268
8	1391 - 1392	14. 10	267,118	182	8	267,110	40	1391 - 1392	13. P. 10	221,053	136	5	221,048
	1392 - 1393	13. P. 13	147,185	170	4	147,181	41	1392 - 1393	13. P. 22	174,427	182	5	174,422
			7492,412		142	7492,270				4816,749		89	4816,660



## 10. Računanje strane iz lanca trouglova

Pri razvijanju poligonometrijske mreže može se naići na slučaj sličan pokazanom na sl.50. Treba odrediti dužinu strane 90-47. Terenske prilike onemogućuju da se ova strana odredi po uobičajenom postupku pa-



Sl.50

relaktične poligonometrije. Moglo bi se postupiti ovako: izabrati pomoćnu tačku A i izmeriti otstojanje 47-A a potom toga u trouglovima 47-C-A i C-90-91 izmeriti uglove; zatim po sinusnoj teoremi sračunati 90-C i C-47. No, može se postupiti i na drugi način, koji nije obavezan, ali se preporučuje, jer dobivena pomoću njega otstojanja zaslužuju veće poverenje nego određena po napred navedenom postupku. Sem toga on pruža, tako reći, neposredan uvid u tačnost izvršenih merenja. Ovaj se način sastoji u obrazovanju lanca trouglova kojim se povezuju strane 90-91 i 47-A. Pošto se tačke A i 91 ne dogleđaju, to je izabrana pomoćna tačka B, te su obrazovani trouglovi ACB i BC91.

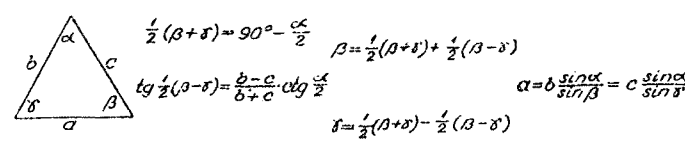
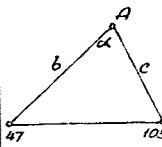
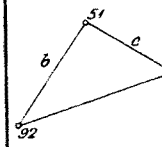
Kako su dužine strana 47-A i 90-91 poznate, to pri izravanju merenih uglova treba postaviti 5 uslovnih jednačina: 4 jednačine za uslov trougla i jednu za uslov datih strana odnosno osnovički uslov. Ceo postupak izravnjanja vidi se iz priloženog brojnog primera /v.str.148-152/. U ovom primeru izostavljene su poslednje računске operacije, naime, računanje iz izravnatih uglova pojedinih strana trouglova i računanje tražene strane 47-90. Ovako je učinjeno zato, što su operacije, o kojima je reč, već poznate. Pojedine strane sračunate su u trigonomet. obrascu br.13; njihovo je računanje za trouglove br.1 i br.2 navedeno u brojnom primeru na str.146. Posle toga sračunate su, u proizvoljnom koordinatnom sistemu, koordinate tačaka 47-C-90-91-B-A-47 i onda je iz ovih koordinata dužina strane 47-90. Koordinate za tačku 91-B-A računata su radi kontrole, jer ove tačke zajedno sa tačkama 47-C-90 obrazuju zatvoren poligon.

Način određivanja dužine strane iz lanca i njegova preimućstva

Izravnjanje merenih uglova

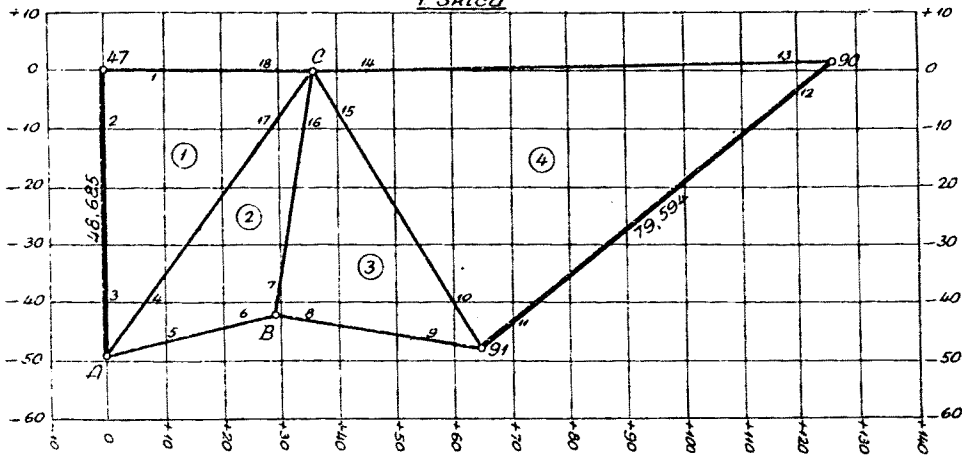
Računanje strana po sinusnoj teoremi

Uglovi su uzeti:	Trougao	Merene uglovi			Popravljeni uglovi			$m = \frac{a}{\sin \alpha}$ sin ili log sin		$m \sin \alpha$ $m \sin \beta$ ili $\log m \sin \beta$		$m \sin \delta$ $\log m \sin \delta$		Strane m	
		°	'	"	°	'	"								
Br. 1															
2.13		m...			1. 78 0267										
2.14		$\alpha$	89	55	-4.4	89	55	47,8	0	00	0000	a	1. 78 0267	60,293	(13. P. 2)
2.14		$\beta$	53	50	-0.4	53	50	59,4	9	90	7128	b	1. 68 7395	48,685	
2.13		$\delta$	36	13	-1.9	36	13	12,9	9	77	1507	c	1. 55 1774	35,627	
		180	00	06.8	180	00	00.1								
Kontrolno računanje															
		b...	1. 68	7395				c...	1. 55	1774	$b \cos \delta = +$		39,277	$\pm$	
	$a = b \cos \delta + c \cos \beta$	$\cos \delta \dots$	9	90	6740	$\cos \beta \dots$	9	77	0781	$c \cos \beta = +$		21,016			
		$b \cos \delta \dots$	1. 59	4135	$c \cos \beta \dots$	1. 32	2555	$a =$				60,293			
Br. 2															
2.13		m =			64,9925										
2.14		$\alpha$	41	28	-2.9	41	28	54,1	0	66	2370	a		43,049	
2.14		$\beta$	26	35	+3.8	26	35	56,6	0	44	7744	b		29,100	
2.13		$\delta$	111	55	+1.5	111	55	12,3	0	92	7706	c		60,294	
		179	59	57.6	180	00	00.0								
Kontrolno računanje															
		b						c			$b \cos \delta = -$		10,863	$\pm$	
	$a = b \cos \delta + c \cos \beta$	$\cos \delta = -$	0. 37	3303	$\cos \beta = +$	0. 89	4161	$c \cos \beta = +$				53,913			
		$b \cos \delta$			$c \cos \beta$			$a =$				43,050			
Br. 3															
1.632		m... 2. 36 4592													
1.634		$\alpha$	51	21	58.5	51	21	58.5	9	89	2736	a	2. 25 7328	180,854	
1.634		$\beta$				120	31	50.5	9	93	5183	b	2. 29 9775	199,423	(1. 633)
1.634		$\delta$	8	05	11.0	8	06	11.0	9	14	3078	c	1. 51 3670	32,634	
		59	28	09.5	180	00	00.0								
Kontrolno računanje															
		b...	2. 29	9775				c...	1. 51	3670	$b \cos \delta = +$		197,432	$\pm$	
	$a = b \cos \delta + c \cos \beta$	$\cos \delta \dots$	9. 99	5643	$\cos \beta \dots$	9. 70	5864	$c \cos \beta = -$				16,578			
		$b \cos \delta \dots$	2. 29	5418	$c \cos \beta \dots$	1. 21	9534	$a =$				180,854			

Računanje trougla iz dve strane i zahvaćenog ugla											
Redni broj računanja	Strane i uglovi su uzeti:										
Br. 15 	13.P.31					b	123,111	b...	2,09 0297		
	13.P.31	$\frac{\alpha}{2}$	37	40	49,4	c	72,629	cpl sin beta...	0,02 4895		
		$\frac{1}{2}(b+\gamma)$	+	52	19	10,6	(b-c)	+	50,482	sin alpha...	9,98 5667
		$\frac{1}{2}(b-\gamma)$	+	18	27	55,5	(b+c)	+	195,740	cpl sin delta...	0,25 4081
	1.628	alpha	75	21	38,8	(b-c)...	1,70	3137	c...	1,861 1110	
		Beta	70	47	06,1	cpl(b+c)...	7,70	8320	a...	2,10 0859 <sup>8</sup>	
		delta	33	51	15,1	ctg alpha/2...	0,11	2191			
		(alpha + beta + gamma)	180	00	090	tg 1/2(b-gamma)...	9,52	3542,10	a =	126,142	
Kontrolno računanje $p = b \cdot \cos \alpha$ $q = b \cdot \sin \alpha$ $tg \beta = \frac{q}{c-p}$ $a = \frac{c-p}{\cos \beta}$		sin alpha...	9,98	5667	(c-p) =	41,515	(c-p)...	1,61 8205			
		b...	2,09	0297	q...	2,07 5964	cos beta...	9,51 7346			
		cos alpha...	9,40	2660	(c-p)...	1,61 8205	a...	2,10 0859			
		p = b cos alpha...	1,49	2957	tg beta...	0,45 7759	=	126,142			
		q = b sin alpha...	2,07	5964	Beta =	70° 47' 06,0"	p = +	31,114			
Br. 16 	13.P.13					b	192,749	b...	2,28 4992		
	13.P.3	$\frac{\alpha}{2}$	46	36	33,1	c	174,427	cpl sin beta...	0,14 2396		
		$\frac{1}{2}(b+\gamma)$	+	43	23	26,9	(b-c)	+	18,322	sin alpha...	9,99 9314
		$\frac{1}{2}(b-\gamma)$	+	2	42	02,9	(b+c)	+	367,176	cpl sin delta...	0,18 5715
	2.16	alpha	93	13	06,2	(b-c)...	1,26	2973	c...	2,24 1614	
		Beta	46	05	29,8	cpl(b+c)...	7,43	5126	a...	2,42 6702 <sup>3</sup>	
		delta	40	44	24,0	ctg alpha/2...	9,97	5592,10			
		(alpha + beta + gamma)	180	00	000	tg 1/2(b-gamma)...	8,67	3691,40	a =	267,118	
Kontrolno računanje		sin alpha...	9,99	9314	(c-p) =	185,248	(c-p)...	2,26 7753			
		b...	2,28	4992	q...	2,28 4306	cos beta...	9,84 1051			
		cos alpha...	8,74	9287	(c-p)...	2,26 7753	a...	2,42 6702			
		p = b cos alpha...	1,03	4279	tg beta...	0,01 6553	=	267,118			
		q = b sin alpha...	2,28	4306	Beta =	46° 05' 30,0"	p =	-10,1821			

Izravnanje lanca umetnog između strana 47-A i 90-91

1. Skica



2. Postavljanje uslovnih jednačina

a) Jednačine za uslov trougla

Redni broj trougla	Broj jednačina	Stаница	Mereni uglovi			Popravka			Trougao	
			o	'	±	-	+	±		
1		47	89	55	52,2	-	(1)	+	(2)	47 - C - A
		C	53	50	59,8	-	(17)	+	(18)	
		A	36	13	14,8	-	(3)	+	(4)	
		Σ	180	00	6,8					
		f <sub>1</sub>			+	6,8				
$Q = +6,8 - (1) + (2) - (3) + (4) - (17) + (18)$										
2		A	41	28	54,0	-	(4)	+	(5)	A - C - B
		C	26	35	52,8	-	(16)	+	(17)	
		B	111	55	10,8	-	(6)	+	(7)	
		Σ	179	59	57,6					
		f <sub>2</sub>			-	2,4				
$Q = -2,4 - (4) + (5) - (6) + (7) - (16) + (17)$										
3		C	39	51	09,4	-	(15)	+	(16)	C - 91 - B
		91	50	50	40,8	-	(9)	+	(10)	
		B	89	17	51,6	-	(7)	+	(8)	
		Σ	179	59	41,8					
		f <sub>3</sub>			-	18,2				
$Q = -18,2 - (7) + (8) - (9) + (10) - (15) + (16)$										
4		C	60	50	03,8	-	(14)	+	(15)	C - 90 - 91
		90	37	30	10,2	-	(12)	+	(13)	
		91	81	39	24,2	-	(10)	+	(11)	
		Σ	180	00	28,2					
		f <sub>4</sub>			+	28,2				
$Q = +28,2 - (10) + (11) - (12) + (13) - (14) + (15)$										

b) Jednačina za osnovičke uslov

$$\frac{d_{47-A} \cdot \sin(2-1) \cdot \sin(5-4) \cdot \sin(8-7) \cdot \sin(15-14)}{d_{91-90} \cdot \sin(13-12) \cdot \sin(10-9) \cdot \sin(7-6) \cdot \sin(18-17)} = 1$$

Brojitelj					
δ 47	89°	55'	52,2"	- (1)	+ (2)
A	41	28	54,0	- (4)	+ (5)
B	89	17	51,6	- (7)	+ (8)
C	60	50	03,8	- (14)	+ (15)

Imenitelj					
δ 90	37°	30'	40,2"	- (12)	+ (13)
δ 91	50	50	40,8	- (9)	+ (10)
B	111	55	10,8	- (6)	+ (7)
C	53	50	59,8	- (17)	+ (18)

$d_{47-A} \dots$	1	68	7395			$d_{91-90} \dots$	1	90	0880			
$\sin(2-1) \dots$	0	00	0000	$\Delta_{2-1}$	0,0	$\sin(13-12) \dots$	9	78	4558	$\Delta_{13-12}$	+ 2,7	
$\sin(5-4) \dots$	9	82	1108	$\Delta_{5-4}$	+ 2,4	$\sin(10-9) \dots$	9	88	9546	$\Delta_{10-9}$	+ 1,7	
$\sin(8-7) \dots$	9	99	9967	$\Delta_{8-7}$	+ 0,1	$\sin(7-6) \dots$	9	96	7411	$\Delta_{7-6}$	- 0,8	
$\sin(15-14) \dots$	9	94	1121	$\Delta_{15-14}$	+ 1,1	$\sin(18-17) \dots$	9	90	7129	$\Delta_{18-17}$	+ 1,5	
	1	44	9591	= log brojitelja			1	44	9524			
	1	44	9524	= log imenitelja								
			+67	Treba: 0								

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Brojitelj	0,0	0,0	.	-2,4	+2,4		-0,1	+0,1		.	.	.	.	-1,1	+1,1	.	.	.
Imenitelj			.			-0,8	+0,8		+1,7	-1,7	.	+2,7	-2,7			.	+1,5	-1,5
V: O = +67	0,0	0,0	.	-2,4	+2,4	-0,8	+0,7	+0,1	+1,7	-1,7	.	+2,7	-2,7	-1,1	+1,1	.	+1,5	-1,5

3. Kontrolno računanje apsolutnih članova uslovnih jednačina

Broj trougla	Broj uslovnih jednačina	Apsolutni član ± f	Mnogougaoznik					
			δ 47 - C - δ 90 - δ 91 - B - A					
			Stanica	Ugao	a	b	c	
1	I	+ 6,8	δ 47	(2-1)	89	55	52,2	
2	II	- 2,4	C	(18-14)	181	08	05,8	
3	III	- 18,2	δ 90	(13-12)	37	30	40,2	
4	IV	+ 8,2	δ 91	(11-9)	132	30	05,0	
	Σ f	- 5,6	B	(8-6)	201	13	02,4	
			A	(5-3)	77	42	08,8	
				Σ	719	59	54,4	
				Treba	720	00	00,0	
							- 5,6	

4. Tablica uslovnih jednačina

Broj popravke	I	II	III	IV	V	S
	a	b	c	d	e	s
1	-1				0,0	-1,0
2	+1				0,0	+1,0
3	-1					-1,0
4	+1	-1			-2,4	-2,4
5		+1			+2,4	+3,4
6		-1			-0,8	-1,8
7		+1	-1		+0,7	+0,7
8			+1		+0,1	+1,1
9			-1		+1,7	+0,7
10			+1	-1	-1,7	-1,7
11				+1		+1,0
12				-1	+2,7	+1,7
13				+1	-2,7	-1,7
14				-1	-1,1	-2,1
15			-1	+1	+1,1	+1,1
16		-1	+1			0,0
17	-1	+1			+1,5	+1,5
18	+1				-1,5	-0,5
$\Sigma$	+6,0	-2,4	-18,2	+8,2	+5,7	0,0

5. Obrazovanje normalnih jednačina korelata

	aa	ab	ac	ad	ae	as
(1)	1					+1,0
(2)	1					+1,0
(3)	1					+1,0
(4)	1	-1			-2,4	-2,4
(17)	1	-1			-1,5	-1,5
(18)	1				-1,5	-0,5
I:	6	-2	.	.	-5,4	-3,4
		bb	ba	bd	be	bs
(4)	1				+2,4	+2,4
(5)	1				+2,4	+3,4
(6)	1				+0,8	+1,8
(7)	1	-1			+0,7	+0,7
(16)	1	-1			.	.
(17)	1	-1			+1,5	+1,5
II:	6	-2	.	.	+7,8	+9,8
		cc	cd	ce	cs	
(7)	1		1	-0,7	-0,7	
(8)	1			+0,1	+1,1	
(9)	1			-1,7	-0,7	
(10)	1	-1		-1,7	-1,7	
(15)	1	-1		-1,1	-1,1	
(16)	1					
III:	6	-2		-5,1	-3,1	
		dd	de	ds		
(10)	1		+1,7	+1,7		
(11)	1				+1,0	
(12)	1		-2,7	-1,7		
(13)	1		-2,7	-1,7		
(14)	1		+1,1	+2,1		
(15)	1		+1,1	+1,1		
IV:	6		-1,5	+2,5		
		ee	es			
(1)	0,00				0,00	
(2)	0,00				0,00	
(4)	5,76		+5,76			
(5)	5,76		+8,76			
(6)	0,64		+1,44			
(7)	0,49		+0,49			
(8)	0,01		+0,11			
(9)	2,89		+1,19			
(10)	2,89		+2,89			
(12)	7,29		+4,59			
(13)	7,29		+4,59			
(14)	1,21		+2,31			
(15)	1,21		+1,21			
(17)	2,25		+3,25			
(18)	2,25		+0,75			
V:	39,94		+35,74			

6. Rešavanje normalnih jednašina korelata

$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$f$	$s$	Kontrolni stubac	Korelate
±	±	±	±	±	±	±	±	±
+ 6,00	- 2,00			- 5,40	+ 6,80	+ 5,40	+ 5,40	
- 1,00000	+ 0,33333			+ 0,90000	- 1,13333	- 0,90000	- 0,90000	
$k_1$	+ 1,1430			- 2,2576	- 1,1333			- 2,2479
$k_1'$	- 0,8097			+ 3,1576		+ 3,9000		+ 3,2479
II:	+ 6,00	- 2,00		+ 7,80	- 2,40	+ 7,40	+ 7,40	
	- 0,6667			- 1,8000	+ 2,2666	+ 1,8000		
	+ 5,3333	- 2,0000		+ 6,0000	- 0,1334	+ 9,2000	+ 9,1999	
	- 1,00000	+ 0,37500		- 1,12501	+ 0,02501	- 1,72501	- 1,72500	
	$k_2$	+ 0,5820		+ 2,8220	+ 0,0250			+ 3,4290
	$k_2'$	- 0,2070		- 3,9470		+ 1,7250		- 2,4290
III:	+ 6,00	- 2,00	- 5,10	- 18,20	- 21,30	- 21,30		
	- 0,7500			+ 2,2500	- 0,0500	+ 3,4500		
	+ 5,2500	- 2,0000	- 2,8500	- 18,2500	- 17,8500	- 17,8500		
	- 1,00000	+ 0,38095	+ 0,54286	+ 3,47619	+ 3,40000	+ 3,40000		
	$k_3$	- 0,5624	- 1,3617	+ 3,4762				+ 1,5521
	$k_3'$	+ 0,9434	+ 1,9046		- 3,4000			- 0,5520
IV:	+ 6,00	- 1,50	+ 8,20	+ 10,70	+ 10,70			
	- 0,7519	- 1,0857	- 6,9523	- 6,8000				
	+ 5,2381	- 2,5857	+ 1,2477	+ 3,9000	+ 3,9001			
	- 1,00000	+ 0,49363	- 0,23820	- 0,74454	- 0,74457			
	$k_4$	- 1,2382	- 0,2382					- 1,4769
	$k_4'$	+ 1,7319		+ 0,7445				+ 2,4764
V:	+ 39,94	+ 67,00	+ 102,74	+ 102,74				
	- 4,8600	+ 6,1200	+ 4,8600					
	- 8,7901	+ 0,1501	- 10,3501					
	- 1,5472	- 9,9072	- 9,6901					
	- 1,2764	+ 0,6159	+ 1,9252					
	+ 25,5063	+ 63,9788	+ 89,4850	+ 89,4851				
	- 1,00000	- 2,50835	- 3,50835	- 3,50835				
	$k_5$	- 2,5084						- 2,5084
	$k_5'$		+ 3,5084					+ 3,5084

7. Računanje popravki

Poziv	$k_1 =$	$k_2 =$	$k_3 =$	$k_4 =$	$k_5 =$	Popravka v	v <sup>2</sup>
	-2,25	+3,43	+1,55	-1,48	-2,51		
(1)	+ 2,25					0,00 + 2,2	4,84
(2)	- 2,25					0,00 - 2,2	4,84
(3)	+ 2,25					+ 2,2	4,84
(4)	- 2,25	- 3,43				+ 6,02 + 0,3	0,09
(5)		+ 3,43				- 6,02 - 2,6	6,76
(6)		- 3,43				+ 2,01 - 1,4	1,96
(7)		+ 3,43	- 1,55			- 1,76 + 0,1	0,01
(8)			+ 1,55			- 0,25 + 1,3	1,69
(9)			- 1,55			- 4,27 - 5,8	33,64
(10)			+ 1,55	+ 1,48	+ 4,27	+ 7,3	53,29
(11)				- 1,48		- 1,5	2,25
(12)				+ 1,48	- 6,78	- 5,3	28,09
(13)				- 1,48	+ 6,78	+ 5,3	28,09
(14)				+ 1,48	+ 2,76	+ 4,2	17,64
(15)			- 1,55	- 1,48	- 2,76	- 5,8	33,64
(16)		- 3,43	+ 1,55			- 1,9	3,61
(17)	+ 2,25	+ 3,43				- 3,76 + 1,9	3,61
(18)	- 2,25					+ 3,76 + 1,5	2,25
						$[v^2] =$	231,14

8. Kontrolno računanje popravki

Korelata	f		-k.f	
	k	f	k	f
k <sub>1</sub>	2,25	6,8	15,30	
k <sub>2</sub>	3,43	2,4	8,23	
k <sub>3</sub>	1,55	18,2	28,21	
k <sub>4</sub>	-1,48	8,2	12,14	
k <sub>5</sub>	-2,51	67,0	168,17	
		$[kf] =$	232,05	

9. Srednja greška ugla

$$m = \sqrt{\frac{231,14}{5}} = \sqrt{46,23} = \pm 6,8''$$

10. Računanje izravnatih uglova

Braj trougla	Stanica	Ugao	Mereni			Popravka	Izravnati			Braj trougla	Stanica	Ugao	Mereni			Popravka	Izravnati				
			o	'	" ±		o	'	"				o	'	" ±		o	'	"		
1	C47	(2-1)	89	55	52,2	- 4,4	89	55	47,8	3	C	(16-15)	39	51	09,4	+ 3,9	39	51	13,3		
		C	(18-17)	53	50	59,8	- 0,4	53	50			59,4	391	(10-9)	50	50	40,8	+ 13,1	50	50	53,9
		A	(4-3)	36	13	14,8	- 1,9	36	13			12,9	B	(8-7)	89	17	51,6	+ 1,2	89	17	52,8
			180	00	06,8	- 6,7	180	00	00,1				179	59	41,8	+ 18,2	180	00	00,0		
2	A	(5-4)	41	28	54,0	- 2,9	41	28	51,1	4	C	(15-14)	60	50	03,8	- 10,0	60	49	53,8		
		C	(17-16)	26	35	52,8	+ 3,8	26	35			56,6	390	(13-12)	37	30	40,2	+ 10,6	37	30	50,8
		B	(7-6)	111	55	10,8	+ 1,5	111	55			12,3	391	(11-10)	81	39	24,2	- 8,8	81	39	15,4
			179	59	57,6	+ 2,4	180	00	00,0				180	00	08,2	- 8,2	180	00	00,0		



## 11. Izrada skica poligonometrijske mreže

Pre izravnjanja mora se izraditi skica poligonometrijske mreže 1. reda. Normalna razmera skice je 1:10 000. Trigonometrijske tačke i one poligonometrijske, čije su koordinate dobivene prenošenjem pomoću mikrotriangulacije sa obližnje trigonometrijske tačke, nanose se na skicu prema njihovim koordinatama. Toga radi skica se crta na tabaku hartije sa santimetarskom mrežom.

Razmera skice

Skica treba da pruži uočljivu pretstavu o veličini i obliku poligona kao i rasporedu čvornih tačaka u kojima se ukrštaju vlakovi. Da bi skica bila uočljiva ona mora biti jednostavna. Zato se na skici ne ucrtavaju podaci za indirektno određivanje strana poligonometrijske mreže. Ovi podaci kao i šeme mikrotrigonometrijskih mreža, koje služe za prenošenje koordinata sa trigonometrijskih na poligonometrijske tačke ucrtavaju se na posebnom tabaku - prilogu skici poligonometrijske mreže /v.str.156/. Po potrebi u prilogu se ucrtavaju i vlakovi koji povezuju periferijske čvorne tačke mreže sa trigonometrijskim tačkama van gradjevinskog regiona i koji usled nedostatka prostora nisu ucrtani na skici /v. skicu na str. 154 i prilog na str. 156/.

Uočljivost i jednostavnost skice

Poligonometrijske tačke označavaju se malim punim kružićima prečnika oko 0,5 mm a strane linijama debljine takodje oko 0,5 mm, s tim da se između linije i tačke ostavi oko 0,5 mm beline. Iznad trigonometrijskih tačaka stavlja se mali trougao. Poligoni i vlakovi moraju biti numerisani. Broj poligona upisuje se u njegovu sredinu, krug prečnika oko 4 mm, a broj vlaka se stavlja kao indeks kod slova V /v.skicu/.

Označavanje poligonomet. vlakova i strana

Skica mreže 2. i 3. reda izrađuje se u okviru poligona mreže 1. reda. Za veće poligone ona se izrađuje posebno za svaki poligon; za manje poligone - odjednom za grupu poligona. Normalna razmera skice je 1:5 000.

Skica poligonomet. mreže 2. i 3. reda

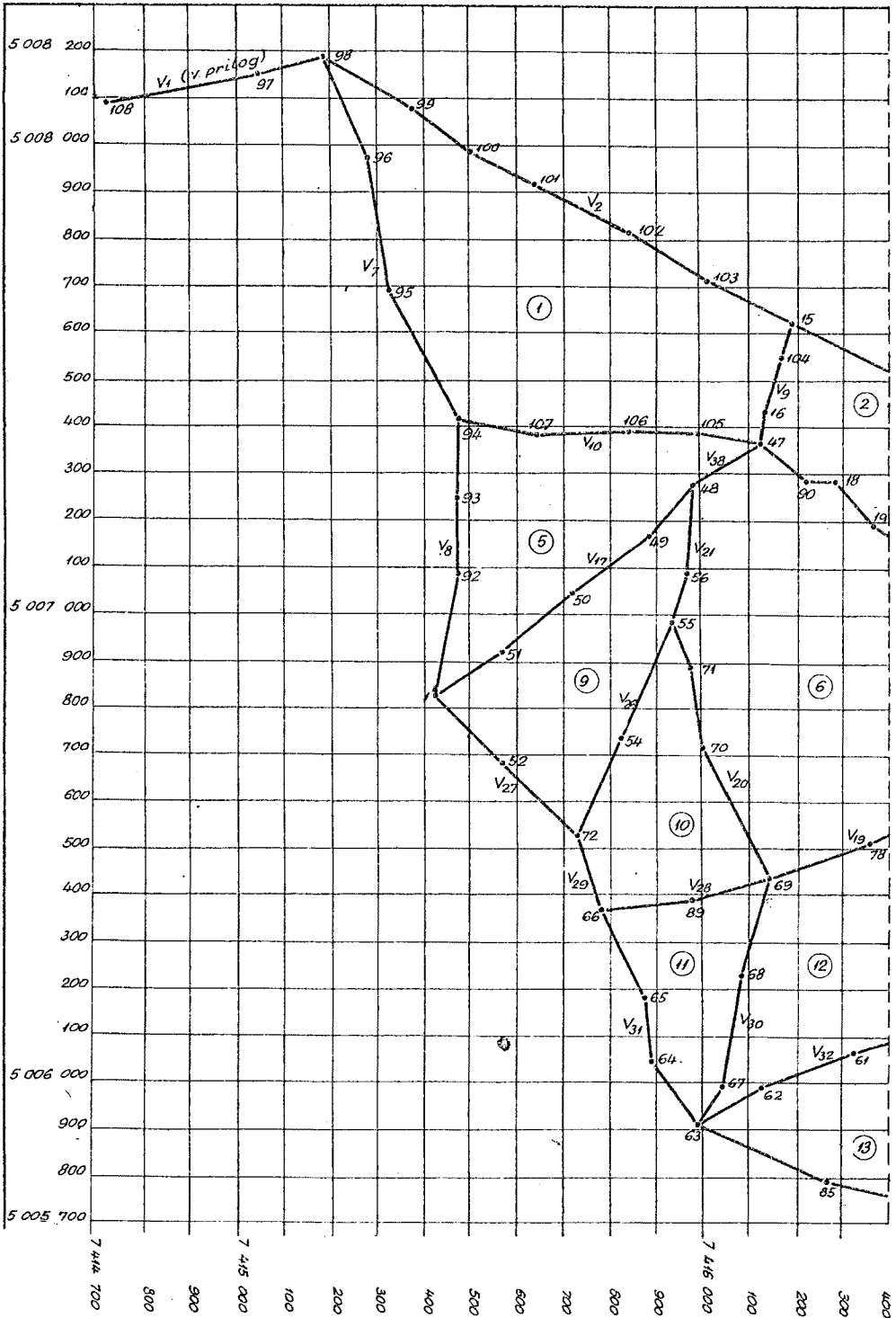
Strane poligonometrijske mreže 1. reda, koje ograničavaju poligon, crtaju se linijama debljine 0,5mm: strane mreže 2. reda - tankim; 0,2 mm 3. reda - tačkastim /v skicu na str.157/

Čvorne tačke, u kojima se ukrštavaju vlakovi mreže 2. reda, označavaju se na taj način što se tačka stavlja u krug prečnika 2 mm. Čvorne tačke mreže 3. reda označavaju se podvlačenjem broja tačke.

Kao i kod mreže 1. reda indirektno određene strane označavaju se posebno i to na slobodnom prostoru skice ako ga ima inače na posebnom prilogu.

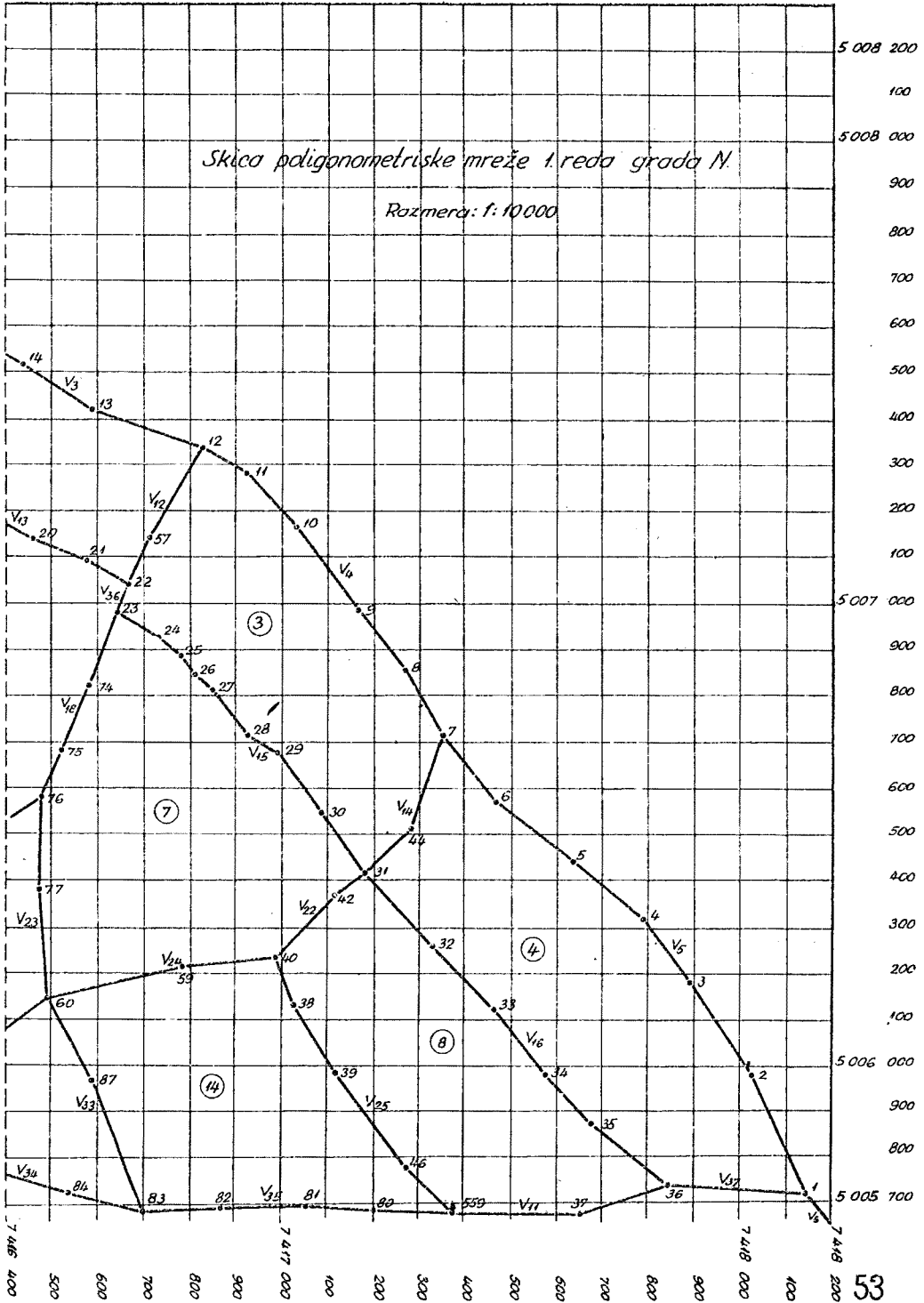
## 12. Ispitivanje razvučenosti vlakova

Po čl.36 vlak se može smatrati dovoljno razvučenim samo onda, ako on leži u zoni određene širine. Zato svaki vlak za koji postoji sumnja da je nedovoljno razvučen, treba pre izravnjanja ispitati.



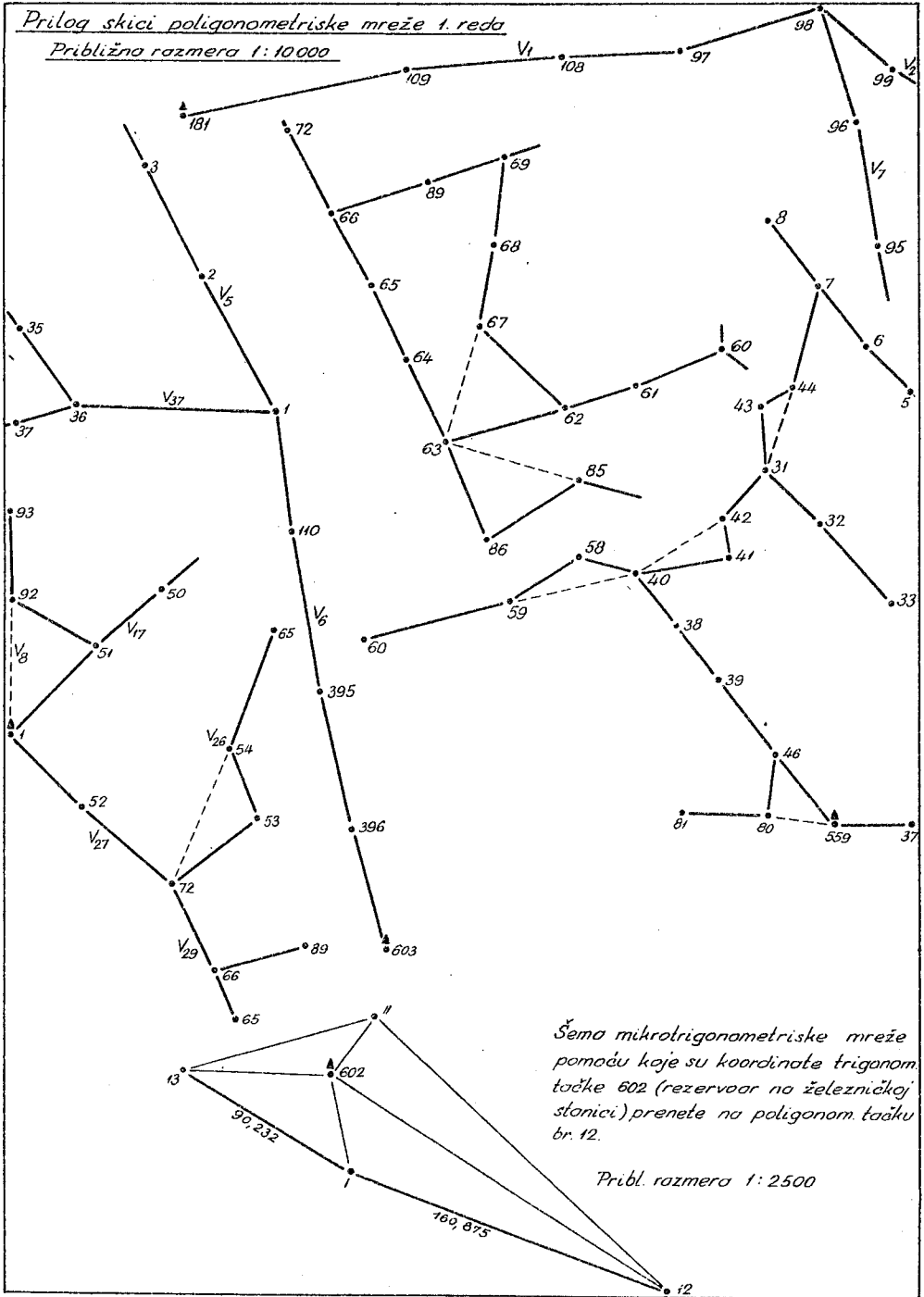
Skica poligonometrijske mreže 1. reda grada N.

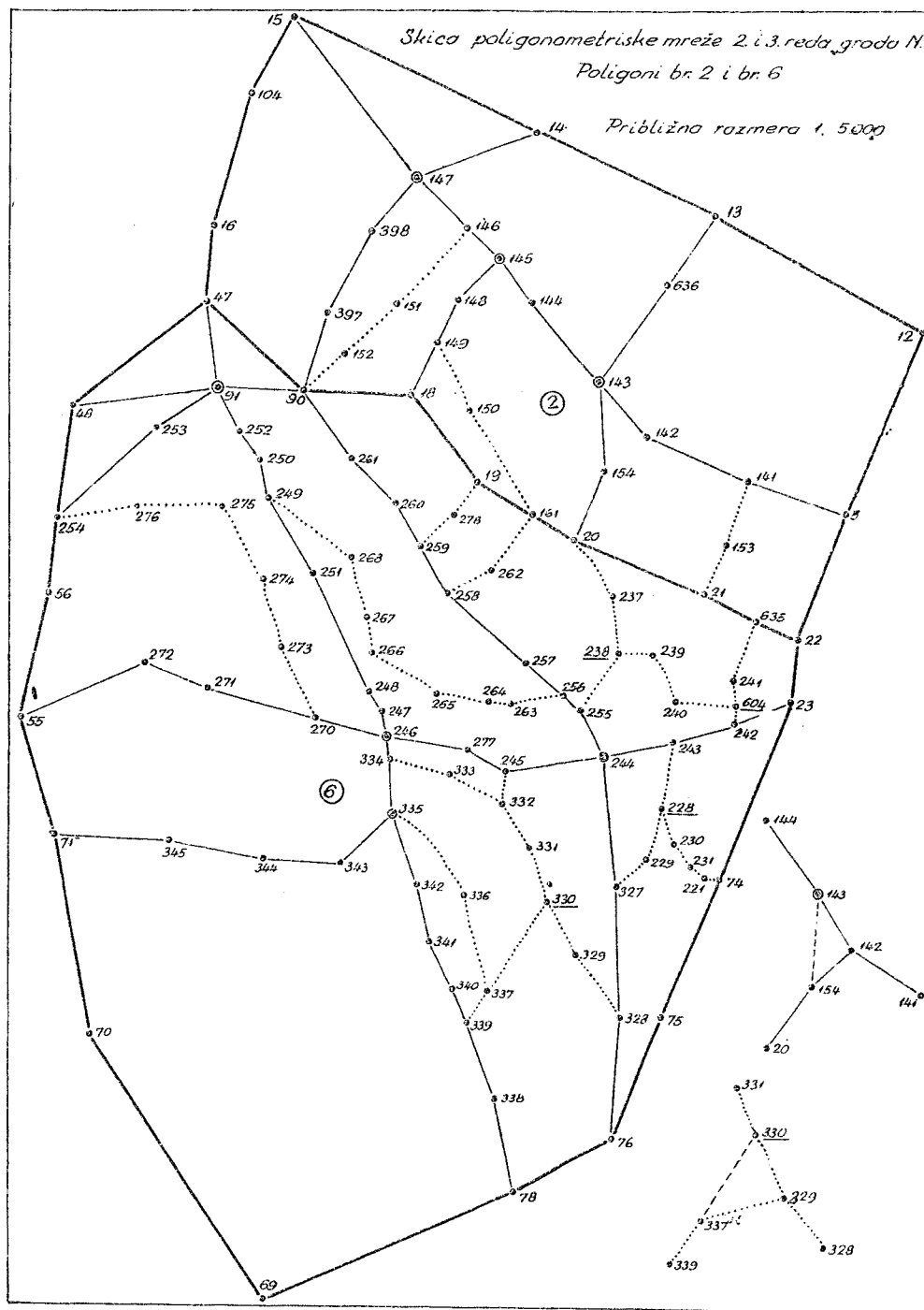
Razmera: 1:10000



*Prilož skici poligonometrijske mreže 1. reda*

*Približno razmera 1:10000*





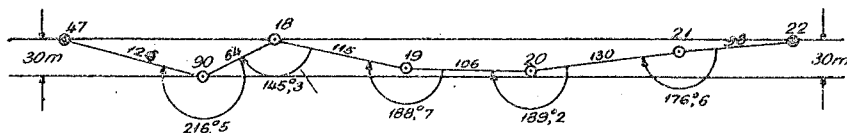
Postupak  
pri is-  
pitiva-  
nju

Radi ispitivanja treba osnovni vlak naneti na poseban tabak hartije koji se onda priključuje skici poligonometriške mreže kao prilog. Nanošenje se vrši pomoću transportera i razmernika prelomnim uglovima i dužinama. Razmera je 1:5000. Kada je vlak nanet, onda se grafički određuje širina njegove zone.

Primeri  
ispiti-  
vanja

Kao primer navodi se ispitivanje vlaka  $V_{13}$  koji povezuje čvorne tačke 22 i 47 /v.skicu poligon. mreže na str.155/. U ovom vlaku prelomni ugao kod tačke 18 iznosi  $145^\circ$ . Iz slike se vidi da je širina zone, u kojoj leži vlak, 30 m. Kako se grad premerava po trećoj skali tačnati, to prema tablici na str. 58, za vlak koji ima 6 strana i čija je dužina 639 m, minimalna širina zone iznosi 63 m. Prema tome vlak se može smatrati dovoljno razvučenim.

Gledajući skicu mreže na str.155 može se sumnjati i u vlak  $V_5$  koji je između čvornih tačaka 1 i 7. Širina zone ovog vlaka, određena na isti način kao i



Sl.51

za vlak  $V_{13}$ , iznosi 90 m. Ovaj vlak takodje ima 6 strana, sli je njegova dužina 1400 m, te je prema tablici minimalna širina zone 137 m. Znači, da se i u ovom slučaju može smatrati da je vlak dovoljno razvučen.

### 13. Obrada merenja izvršenih pantljikom

Obrazac  
18 P

Obrada podataka merenja dužina u poligonometriškoj mreži izvršenih pantljikom vrši se u Trigonometriškom obrascu 18 P.

Podaci o  
pantljici

Na prvoj strani obrasca, pre unošenja podataka merenja, upišu se podaci o pantljici kojom se meri, i to:

1. poreklo pantljike, tj. naziv firme i broj, odnosno oznaka na pantljici i njena nominalna dužina;
2. stvarne dužina pantljike određena komparisanjem i sila  $S_p$  kojom je bila zategnuta pri komparisanju, što se uzima iz sertifikata;
3. površina  $P$  poprečnog preseka pantljike u  $mm^2$  i težina  $g$  jednog dužnog metra pantljike u  $kg$ ;
4. normalna sila  $S$  zatezanja pantljike pri merenju strana i normalna temperatura pantljike  $T_0$  i
5. izraz za izračunavanje popravke  $\Delta_p$  za pantljiku.

Savezna geodetska uprava

TRIGONOMETRISKI OBRAZAC 18 P  
za poligonometrišku gradsku mrežu i  
za poligonsku mrežu povećane tačnosti

Savezna geodetska uprava

Od do Od	Prvo merenje I			Drugo merenje II			Temperatura pantlije	Profil strane i položaj pantlije; sila zatezanja S; odsečki za redukovanje i za linijske tačke; zbiravi poprav- ki; Primerbe i beleške o merenju.	Popravke					
	Čitanja na pantliji m	Apscisne vrednosti Ukupna du- žina i po- pravke m	Čitanja na pantliji m	Apscisne vrednosti Ukupna du- žina i popravke m	$\Delta_L$	$\Delta_p$			$\Delta_Z$	$\Delta_L$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
	Mereno preciznom pantlijom marke Fennel sa oznakom M-12								od 50 m					
	Dužina pantlije određena komparisornjem $l = 50\,001,17\text{ mm}$													
	Poptrečni preseki $P = 1,475\text{ mm}^2$ ; težina $g = 0,0135\text{ kg/m}$													
	Sila zatezanja pri komparisornju $S_0 = 0\text{ kg}$ , pri merenju $S = 10\text{ kg}$													
	Normalna temperatura $T_0 = 20^\circ\text{C}$ . Popravka $\Delta_p = 2,34 \cdot 10^{-5} \cdot d'$													
0314							$+0,05$	17. juli 1954 46,6 -1,5 $+25,1$	$+ + + -$	15,5	2,5	28,6	1,5	
a	26,954	8		21,015	0									
b	21,018	3	$+0,07$	9,497	2			Merio: N. N. geom. vreme suvo, tih.	$+ + + -$					
0315	9,495	0		107,467	7		$+0,05$	35° 48,9 -1,5 $+47,16$	$+ + + -$	17,9	2,5	28,6	1,5	
a	38,877	6		24,807	3									
b	21,018	3	$+0,07$	9,497	2			Radnici: N. N. M. M.	$+ + + -$					
0315							$+0,25$	36° 38,875	$+ + + -$	14,3	1,5	17,6	4,5	
a	38,877	6		24,807	3			29,8 -4,5 $+25,3$ 27,8 -4,5 $+23,3$	$+ + + -$					
0316	24,806	2	$+0,23$	63,693	8			33° 9,2	$+ + + -$	9,2	1,5	17,6	4,5	
a	38,877	6		24,807	3									
0316							$+0,22$	Mereno po kaldrim.	$+ + + -$					
a	9,127	1		39,952	1				$+ + + -$	6,2	1,1	13,1		
0319	39,254	3	$+0,22$	49,081	4			35° 316	$+ + + -$	6,2	1,1	13,1		
a	39,254	3		49,081	4			Prelom obeležen tankom crtom.	$+ + + -$					
0323							$+0,63$		$+ + +$					
0324	111,208	3	$+0,79$	161,208	0			29° 323	$+ + +$	16,1	3,7	43,0		
a	181,439	8	$+171,0$	181,439	1		$+155,2$		$+ + +$	32,2	3,7	43,0		
								Prоба: 381,439 381,448 $+0,326$ $763,213$	$+ + +$					
								174 155 326 $+1,6$ $327,6$	$+ + +$	118,6	12,6	203,4	12,0	



Popravljen ne dužine iz 1 i II merenja m	Popravci su uzeti m	Visinske razlike $\Delta H$ Osečci $\Delta H$ : $d'$ redukovane na $d'$ Sredine iz oba merenja $\pm$	$\log 2 =$ 0.3010 $\log \Delta H$ $\log d'$	1-cos $\alpha$ $\log \sin \alpha$	$\alpha$ $\frac{\alpha}{2}$	Redukcije						Defini- tivna dužina sredeno- no hori- zontal $d = d' \cdot f_2$	Kozlike $\Delta d$ 14, -14 Dizv. atst. $\Delta d$ m
						$r_1 =$ $\Delta H^2 : 2d$ - $2 \log \Delta H$ $\log 2 +$ $+\log d'$	$\log r_1$ $r_1$ m	$r_2 =$ $\Delta H \cdot \frac{\alpha}{2}$ $d' \cdot \cos \alpha$ - $\log \Delta H$ $\log \frac{\alpha}{2}$	$\log r_2$ $r_2$ m	po de- lavi- ma i ukup- zonat no(r)	m		
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	N1 25	+ 0,85	9,9294			1,48,5	9,8588	8,1272	9,9294	8,1272			
107,512,7		26,95	1,4306	8,4989		0,54,2	1,7316	0,013	8,1978	0,013			
		+ 0,04	8,6021			0,06,5	7,2042	5,5306	8,6021	5,5710			
		21,02	1,3226	7,2795		0,03,2	1,6236	0,000	6,9689	0,000			
		+ 1,91	0,2810			1,50,3	0,5620	8,4845	0,2810	8,4865			
		59,50	1,1745	8,5065		0,55,2	2,0755	0,031	8,2055	0,031			
107,514,0		107,513,8									0,044	107,459,2	(0,003)
	N1 26	+ 0,74	9,8692			1,05,5	9,7384	7,8477	9,8692	7,8488			
63,707,5		38,88	1,5897	8,2795		0,32,8	1,8907	0,007	7,9796	0,007			
		+ 0,87	9,3395			2,20,6	9,8790	8,1834	9,3395	8,1837			
		24,91	1,3906	8,5449		1,00,3	1,6956	0,015	8,2442	0,015			-0,001
63,708,4		63,708,4									0,022	63,686,2	(0,028)
	N1 28	+ 0,80	9,9031			5,01,6	9,8262	8,5447	9,9031	8,5455			
49,102,7		9,13	0,9605	8,9425		2,30,8	1,2615	0,036	8,6424	0,035			
		+ 2,62	0,4183			3,45,6	0,8366	8,9341	0,4183	5,9345			
		39,95	1,6015	8,8168		1,52,8	1,9225	0,086	9,2162	0,086			
49,103,8		49,102,7									0,121	48,981,2	(0,006)
	N1 30	-5,82	0,7649			2,04,1	1,5298	9,0212	0,7642	9,0211			+0,005
161,282,2		161,284,4	2,2276	8,5573		1,02,0	2,5086	0,105	8,2562	0,105	0,105	161,178,2	(0,009)
161,287,7													
763,213,4		381,605,5									0,292	0,292	381,313,1
763,210													
+ 3													
213													

Ako se jedan niz merenja vrši drugom pantljikom za ovu se moraju na početku merenja upisati pomenuti podaci. Ako se ponovo upotrebi pantljika za koju su već jedanput upisani ovi podaci oni se ne upisuju ponovo nego se samo upiše firma i broj pantljike odnosno oznaka.

Upisivanje podataka merenja

Podaci merenja u oba smera upisuju se na istoj strani obrasca, u stupce 2-4 odnosno 5-7. Vrednosti dobijene čitanjem na pantljici unose se u stupce 3 i 6. One se upisuju u onom redu u kome je upisana oznaka ili numera tačke na kojoj je to čitanje izvršeno /geodetska tačka, prelom/. Cele pantljike označuju se crticama u stupcu 2 odnosno 5 kod krajnje tačke otsečka strane gde padaju. Sabiranjem ovih čitanja i dužina celih pantljike dobijaju se ukupne nepopravljene dužine iz oba merenja i upisuju u stupce 4 odnosno 7. One se upisuju u redu u kome je upisana numera krajnje tačke u tome merenju, tj. za prvo merenje u najdonji red a za drugo u najgornji za strane sa prelomima, a za strane bez preloma obe se pišu u istoj rubrici, samo za prvo merenje pri dnu, a za drugo pri vrhu /vidi primer za stranu o 323- o 324/. U stupcu 8 se pri samom merenju upisuje temperatura pantljike, u istom redu, odnosno visini, u kojoj je numera tačke, i to za svako merenje posebno. Ukupne nepopravljene dužine kontrolišu se po sledećem

Nepopravljene dužine

$$[3] = [4] \text{ i } [6] = [7]$$

Okolnosti i prilike pri merenju

/zbir otsečaka strane jednak je njenoj ukupnoj dužini/. U stupcu 9 pri samom merenju crta se profil terena duž poligonometriske strane sa položajem pantljike, sa belegama i njihovim numerama ili oznakama, prelomi, prepreke preko kojih se pojavila lančanica na pantljici označivši i dužinu toga dela, /radi računanja popravke za lančanicu/; u istom stupcu označava se i sila zatezanja S ako je bila različita od normalne, izračunavaju se, po potrebi, otsecci strane za redukovanje radi računanja liniskih tačaka; u taj se stubac unosi datum merenja i podaci o licima koja su vršila merenje /stručnjaci i radnici/, kao i ostale okolnosti merenja vremenske prilike, stanje zemljišta ili podloge, naima da li je vlažna, suva, kaldrma, asfalt i slično, što utiče na ocenu trenja, kao i beleške o specijalnim vrstama belega za prelome i sl.

Računanje popravki

Po završenom merenju u oba smera, a pre upoređivanja rezultata iz oba merenja, moraju se sračunati popravke: za temperaturu, za pantljiku, za silu zatezanja i za lančanicu. One se računaju prema sledećem:

a/ popravka za temperaturu  $\Delta t$  uzima se iz tablice na strani 91 i 92 i upisuje u stubac 10;

b/ popravka za pantljiku  $\Delta p$  /v.str. 163 / takodje se uzima iz tablice koja se sastavlja za odnosu pantljiku. Za pantljiku kojom su merene strane u brojnom primeru datom na str. 160 popravke su uzimane iz priložene tablice;

c/ popravka za silu zatezanja  $\Delta z$  isto tako se uzima iz tablice. Tablica se sastavlja prema površini poprečnog preseka pantljike izražene u  $\text{mm}^2$ . Popravke upisane u stubac 12 obrasca 18 p uzete su iz priložene tablice.

Računanje popravki i tablice

Tablica popravki za pantljiku  
 $r = +1,17 \text{ mm}$   
 $\Delta p = \frac{r}{e} \cdot d = k \cdot d$

d	$\pm$	$\Delta p$
10 m	+	0,2 mm
20		0,5
30		0,7
40		0,9
50		1,2
60		1,4
70		1,6
80		1,9
90		2,1
100		2,3
200		5,1
300		7,0

d/ iz tablice se uzimaju i popravke  $\Delta l_e$  za lančanicu. Preporučuje se da se pri sastavljanju tablice popravke, računaju, radi kontrole, po dvema formulama

$$\Delta l_e = -\lambda \cdot l^3 \dots / \text{v.str.111/}$$

$$\Delta l_e = -\frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{e} \dots / \text{v.str.111/}$$

Za pantljiku kojom su merene strane u prednjem brojnom primeru sastavljena je sledeća tablica

Tablica popravki za lančanicu  
 $g = 0,0135 \text{ kg/m}$ ;  $P = 10 \text{ kg}$ ;  $\lambda = 0,000000759$

l	$\Delta l_l$	l	$\Delta l_l$	l	$\Delta l_l$	l	$\Delta l_l$
m	$\pm$ mm	m	$\pm$ mm	m	$\pm$ mm	m	$\pm$ mm
7	- 0,0	18	- 0,4	29	- 1,9	40	- 4,9
8	0,0	19	0,5	30	2,1	41	5,2
9	0,1	20	0,6	31	2,3	42	5,6
10	0,1	21	0,7	32	2,5	43	6,0
11	0,1	22	0,8	33	2,7	44	6,5
12	0,1	23	0,9	34	3,0	45	6,9
13	0,2	24	1,1	35	3,3	46	7,4
14	0,2	25	1,2	36	3,5	47	7,8
15	0,3	26	1,3	37	3,9	48	8,4
16	0,3	27	1,5	38	4,2	49	8,9
17	0,4	28	1,7	39	4,5	50	9,5

Tablica popravki za silu zatezanja

$$\Delta z = \frac{(S - S_0) \cdot d}{M \cdot P} \text{ mm}$$

d	$\pm$	$\Delta z$
10 m	+	2,7 mm
20		5,3
30		8,0
40		10,7
50		13,4
60		16,0
70		18,7
80		21,4
90		24,0
100		26,7
200		53,4
300		80,1

Popravke se za mrežu 2. reda računaju na deseti deo milimetra i unose u stupce 10, 11, 12 i 13, za svako merenje posebno i to u istom redu u kome je upisana ukupna nepopravljena dužina iz tog merenja, tj. u istoj visini sa temperaturom. Zbirovi popravaka za svako merenje jedne strane poligonometrijske obrezuju se u stupcu 9 i zaokrugljeni na cele milimetre unose iznad odnosnih vrednosti za nepopravljene dužine

ne u stupce 4 i 7; sabravši ih sa ovim dužinama dobijaju se popravljene dužine iz prvog i drugog merenja u stupcu 14. Ovaj deo računanja se kontroliše sledećim kontrolama

$$[10] + [11] + [12] + [13] = [4]_{\text{popravke}} + [7]_{\text{popravke}} \pm \text{Ostatak od zaokrugljivanja}$$

$$[4] + [7] = [14] \pm \text{Ostatak od zaokrugljivanja.}$$

Za mrežu 3. reda popravke se računaju na cele milimetre a zbrojevi njihovi zaokrugljuju na cele centimetre i tako dodaju nepopavljenim dužinama strana.

Razlike dvostrukih merenja i sredine iz oba merenja

Pošto su dobijene popravljene dužine računaju se razlike  $\delta$  između rezultata iz prvog i drugog merenja iz stupca 14 tj.

$$\delta = d'_I - d''_II \quad (\delta = 14_I - 14_{II})$$

i upišu sa svojim znakom pri vrhu rubrike u stupcu 27, a pri dnu iste rubrike, u zagradi, dozvoljeno odstupanje  $\Delta_d$ , sve u metrima.

Sredine iz oba merenja

Ako apsolutna vrednost razlike  $\delta$  ne prelazi dozvoljeno odstapanje onda se iz popavljenih dužina iz stupca 14 obrazuju proste aritmetičke sredine i upisuju u stubac 16, u onaj red u kome je upisana popravljena dužina iz prvog merenja. Zatim se ove sredine kontrolišu po sledećem

$$2 \cdot [16] = [14] \pm \text{Ost. od zaokr.}$$

Ponavljajnje merenja

U protivnom slučaju, tj. ako pomenuta razlika predje dozvoljeno odstapanje, oba se merenja moraju ponoviti, i merenje napred i merenje nazad. Isto treba izvršiti, po mogućnosti, drugom pantljkikom, a i sa promenjenom silom zatezanja /2 do 3 kg/; naime tada će sve popravke imati druge vrednosti, što je i poželjno, jer pri uzimanju popravka iz tablica nema kontrole te se tu može lakše pogrešiti. Razume se da pri upotrebi nove pantljike treba za nju upisati sve podatke kako je navedeno u ovom članu na str. 158

Računanje redukcija na horizont

Vrednosti r redukcija na horizont dužine merenih koso računaju se kroz stupce 16 do 23. Za strane sa prelomima one se računaju za svaki otečaj na strani koji ima isti pad, a za strane bez preloma za celu njenu dužinu. Redukcije se računaju po formulama

$$r_1 = \frac{\Delta H^2}{2d'}$$

koja daje približnu vrednost i služi samo kao kontrola, odnosno

$$r_2 = \Delta H \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

koja daje tačnu vrednost i usvaja se kao definitivna redukcija.

Redukcije se računaju pomoću logaritamskih tablica sa četiri mesta, a u nedostatku ovih mogu se računati i tablicama sa pet mesta, zaokrugljujući ih na četiri mesta. Ako se raspolože mašinom za računanje onda se redukcije mogu i njom računati koristeći funkciju  $1 - \cos \alpha$ , tj. pomoću formule

$$r_2 = d'(1 - \cos \alpha).$$

U prednjim formulama su:

$\Delta H$  - visinska razlika krajeva duži po kojoj je bila pravo pružena pantljika /ne visinska razlika između vrhova belega na tačkama/;

$\alpha$  - izračunati ugao nagiba duži po kojoj je bila pružena pantljika ili opaženi isti ugao ako je stvarno opažan i

$d'$  - veličina koso merene dužine.

U mreži 2. reda redukcije se računaju na milimetre i tako i oduzimaju od sredina koje su i same izražene do na milimetre. U mreži 3. reda se sredine za dužine iz oba merenja zaokrugljuju na centimetre pa se i redukcije računaju na centimetre. Stoga se u ovom slučaju one mogu računati logaritmarom koji u rezultatu obezbeđuje tri mesta, a mogu se uzimati i iz tablica za redukciju na horizontat koso merenih dužina.

Ukupne redukcije iz stupca 24 kontrolišu se u vezi sa redukcijama po delovima iz stupca 23 kontrolom

$$[23] = [24]$$

a potom se prelazi na računanje definitivnih dužina strana svedenih na horizontat u stupcu [25] po obrascu

$$d = d' - [r]$$

Kontrola da se izvrši završna kontrola za redukovane dužine po sledećem

za ukupne redukcije i za definitivne dužine

$$[76]_{\text{sredene}} = [24] + [25].$$

Red mreže označava se u stupcu 2. U stupcu 24 se unose delimične redukcije za one otsečke na poligonometrijskim stranama koji će služiti za računanje koordinata liniskih tačaka ako takve postoje na toj strani. Ove se redukcije stavljaju u zagradu /jer ne ulaze u kontrolu za ukupne redukcije/. Sami pomenuti otsečki za računanje koordinata liniskih tačaka unose se u stubac 25, takodje u zagradi, iz istog razloga kao kod redukcija.

Sve navedene kontrole obavljaju se za cele - pune - strane u obrascu, po pravilu, ali, po potrebi, mogu se vršiti i delimično, za nepune strane, jer se nekontrolisani podaci za svedene dužine ne smeju uzimati za dalja računanja.

Budući da se po propisima ovoga dela Pravilnika dužine strana sa prelomima mere od preloma do preloma to su i primeri obradjeni u priloženom obrascu na stranama 160 i 161 izabrani tako da odgovaraju pomenutom postupku merenja. Primeri za merenje strana sa prelomima pri čemu se dužine mere kontinuirano obradjeni su u prilogu Pravilnika za dateljni premer II deo.

14. Odredjivanje modula  $M$  kojim treba množiti koordinate trigonometrijskih tačaka gradske mreže da bi se otklonila deformacija projekcije

Odredjivanje modula  $M$

Budući da se gradska trigonometrijska mreža oslanja na postojeću državnu trigonometrijsku mrežu, to se specifične vrednosti deformacija dužina prouzrokovane projekcijom mogu kretati u granicama od

$$- 0,001 \text{ do } + 0,001$$

što zavisi od udaljenosti gradu od glavnog meridijans Gaus-Kriggerove zone.

Medjutim, obzirom na tačnost koja se traži od gradskog premera, specifične linearne deformacije projekci-

je ne smeju biti veće od dola navedenih graničnih vred- Granične  
nosti koje se određuju prema skali tačnosti po kojoj vrednosti  
se odnosi grad premerava. Granične vrednosti pomenu- linearnih  
te deformacije su: deformaci-  
ja

a/ kada se grad premerava po prvoj skali tačn. 1:40000  
b/ " " " " " drugoj " " 1:32000  
c/ " " " " " trećoj " " 1:24000

Kada se utvrdi da je postojeća deformacija ve-  
ća od napred navedene granične vrednosti, onda treba od-  
rediti modul M kojim treba množiti koordinate da bi bi-  
le oslobođene deformacije prouzrokovane projekcijom.

Radi određivanja postojeće deformacije po- Odredjiva-  
trebno je prethodno sračunati "srednju ordina- nje posto-  
tu" područja premera. Ova je aritmetička sredina iz jeće defor-  
ordinata zapadne i istočne tačke gradske mreže, zaack- macije  
rugljena na ceo metar. Naprimer, neka je dato:

$$\begin{aligned} \text{zapadna tačka } \triangle 181 \dots y_z &= 7\,413\,906 \quad \Delta_z = +2253 \\ \text{istočna tačka } \triangle 603 \dots y_i &= 7\,418\,412 \quad \Delta_i = -2253 \\ y_z + y_i &= 14\,832\,318 \quad [\Delta] = 0 \\ y_m &= \frac{y_z + y_i}{2} = 7\,416\,159 \\ y_m &= -83\,841 \end{aligned}$$

Da bi se dužine odnosno koordinate oslobodile Popravke za  
linearne deformacije njima je potrebno dodati poprav- uklanjanje  
ku  $u$  koja je zbir dveju popravki  $u_1$  i  $u_2$  tj. deformaci-  
ja iz koor-  
dinata

$$u = u_1 + u_2$$

Popravka  $u_1$ , iznosi 0,000 000 deo dužine  
strane ili brojne vrednosti koordinate tj

$$\text{ili } u_1 = d \cdot 0,000\,10001$$

$$\text{ili } u_1 = y \cdot 0,000\,10001$$

$$\text{ili } u_1 = x \cdot 0,000\,10001,$$

Kada je ova popravka dodana, onda je dužina  
odnosno koordinata oslobođena deformacije koja je u-  
sledila zbog množenja svih koordinata konstantnim li-  
nearnim modulom  $m_0 = 1 - 0,0001 / \sqrt{0,5}$  Pravilnika za  
državni premer I deo - Triangulacija/. Popravke  $u_1$ , u-  
vek su pozitivne.

Popravka  $u_2$  dodaje se radi eliminisanje nor-

malne deformacije dužina odnosno koordinate prouzrokovane projekcijom. Ona se dobija množenjem koordinate veličinom

$$\omega'_a = \frac{\bar{y}_m^2}{2r_m^2}$$

koja se uzima iz tablice III.M pomenutog pravilnika za argument  $y$ . Prema prednjem popravka je

$$u_2 = y \cdot \omega'_a \text{ ili } u_2 = x \omega_a$$

Popravka  $u_2$  uvek je negativna.  
 Iz navedenog proizlazi da je

$$u = u_1 + u_2 = y(0,00010001 + \omega'_a)$$

ili

$$u = u_1 + u_2 = x(0,00010001 + \omega'_a)$$

Očigledno je da se dodavanje popravke  $u$  može zameniti množenjem koordinate modulom  $M$  koji je

$$M = 1 + (0,00010001 + \omega'_a)$$

Deformacija koordinata može biti manja od napred određenih graničnih vrednosti samo onda ako je faktor

$$F = (0,00010001 + \omega'_a)$$

kojim se može koordinate manji od napred navedenih graničnih vrednosti tj. ako je

$$\begin{array}{ll} /0,00010001 + \omega'_a / < 0,0000250 \text{ za I skalu tačnosti} \\ /0,00010001 + \omega'_a / < 0,0000312 \text{ " II " " " } \\ /0,00010001 + \omega'_a / < 0,0000417 \text{ " III " " " } \end{array}$$

Primer. Faktor  $/0,00010001 + \omega'_a /$  određen prema napred sračunatoj srednjoj ordinati  $/y_m = -83841 /$  iznosi

$$\text{iz tablice III.M} \left\{ \begin{array}{ll} -0,00008471 & \text{za 83 km} \\ -\frac{172}{1000000} & \text{za 0,841 km} \\ -0,00008643 & \\ +0,00010001 & \end{array} \right.$$

$$/0,00010001 + \omega'_a / = +0,00001358$$

Budući da je sračunati faktor manji od određenih graničnih vrednosti, to nema potrebe da se koordinate množe modulom  $M$ . Međutim, kada je faktor  $F$  veći od određene granične vrednosti, tada koordinate treba množiti. Naprimer, neka je "srednja ordinata" sračunata po napred objašnjenom postupku jednaka



$$y_m = -42358.$$

Faktor F sračunat za ovu brojnu vrednost je

$$\text{iz tablice III.M} \begin{cases} -0,0000 \ 2169 \ \text{za} \ 42 \ \text{km} \\ \hline \phantom{-} \phantom{0,0000} \ 38 \ \text{"} \ 0,358 \ \text{km} \end{cases}$$

$$\omega'_a = \begin{matrix} -0,0000 \ 2207 \\ \hline +0,0001 \ 0001 \end{matrix}$$

$$/0,0001 \ 0001 + \omega'_a / = +0,0000 \ 7794$$

U ovom slučaju koordinate treba množiti modulom M. Preporučuje se da se operacija množenja obavlja po postupku koji će se videti iz sledećeg brojnog primera. Neka su date koordinate:

Postupak pri množenju koordinata modulom M

$$y = 7456 \ 931,04 \quad x = 4964 \ 282,59.$$

1. Prvo se računa prava vrednost ordinate koja je, u datom slučaju, dopuna date vrednosti do 7500 000,00. Ona iznosi:

$$y = -43068,96.$$

2. Množenjem ove ordinate i napred date apscise modulom M dobija se

$$\begin{aligned} \check{y} &= -43068,96 \cdot 1,0000 \ 7794 = -43072,32 \\ \check{x} &= -4964282,59 \cdot 1,0000 \ 7794 = 4964669,51 \end{aligned}$$

3. Radi kontrole treba iz koordinata  $\check{y}$ ,  $\check{x}$  ponovo sračunati njihove polazne vrednosti. Ove se dobijaju množenjem  $\check{y}$ ,  $\check{x}$  sa  $\frac{1}{M}$ . Kako je

$$\begin{aligned} \frac{1}{M} &= \frac{1}{1,0000 \ 7794} = \frac{1}{1+0,0000 \ 7794} = \\ &= 1-0,0000 \ 7794 + 0,0000 \ 7794^2 = \\ &= 1-0,0000 \ 7794 + 0,0000 \ 0000 \cdot 6 = \\ &= 1-0,0000 \ 7793 \cdot 4 = 0,9999 \ 2206 \cdot 6 \end{aligned}$$

onda je

$$y = \check{y} \cdot \frac{1}{M} = -43072,32 \cdot 0,9999 \ 2206 \cdot 6 = -43068,96$$

$$x = \check{x} \cdot \frac{1}{M} = 4 \ 964669,51 \cdot 0,9999 \ 2206 \cdot 6 = 4 \ 964282,59.$$

Da bi detaljnije na gradskim planovima odgovarao detalju na planovima stara izradjenim na temelju koordinata neoslobodjenih deformacije potrebno je pomeriti koordinatni početak gradske mreže. Ovo se pomeranje sastoji u dodavanju koordinatama gradske mreže ( $\check{y}$ ,  $\check{x}$ ) razlike

Pomeranje koordinatnog početka

$$r_y = y_m - \check{y}_m ; \quad r_x = x_m - \check{x}_m$$

koja se određuje za "srednju ordinatu" i "srednju apscisu". Na primer, ako su date

$$y_m = 7\ 456\ 931,04 \quad x_m = 4\ 964\ 282,59$$

$$\check{y}_m = 7\ 456\ 927,68 \quad \check{x}_m = 4\ 964\ 669,51,$$

onda razlike iznose

$$r_y = +3,36; \quad r_x = -386,92$$

Brojni primer pomeranja koordinatnog početka

Ove razlike  $u$  treba dodati svima ordinatama odnosno apscisama tačaka gradske mreže. Radi ilustracije navodi se sledeći slučaj: tačka A gradske mreže ima najmanju ordinatu a najveću apscisu /leži u severozapadnom uglu mreže/, a tačka B ima najveću ordinatu a najmanju apscisu /leži u jugoistočnom uglu mreže/. Brojne vrednosti njihovih koordinata u opštetržavnom koordinatnom sistemu tj. neoslobodjene deformacije su:

$$A: y = 7\ 454\ 393,87 \quad x = 4\ 967\ 295,03$$

$$B: y = 7\ 459\ 468,21 \quad x = 4\ 961\ 270,15.$$

Koordinate istih tačaka pomnožene modulom  $M/M=1,0000\ 7794/$  iznose:

$$A: \check{y} = 7\ 454\ 390,32 \quad \check{x} = 4\ 967\ 682,18$$

$$B: \check{y} = 7\ 459\ 465,05 \quad \check{x} = 4\ 961\ 656,83.$$

Dodavanjem ovim koordinatama napred sračunatih razlika  $r$  dobijaju se sledeće brojne vrednosti

$$A: \dot{y} = \check{y} + r_y = 7\ 454\ 393,68; \quad \dot{x} = \check{x} + r_x = 4\ 967\ 295,26$$

$$B: \dot{y} = \check{y} + r_y = 7\ 459\ 468,41; \quad \dot{x} = \check{x} + r_x = 4\ 961\ 269,91.$$

Razlike između ovih koordinata i koordinata u opštetržavnom koordinatnom sistemu iznose:

$$\text{za tačku A: } R_y = \dot{y} - y = -0,19\text{ m}; \quad R_x = \dot{x} - x = +0,23\text{ m}$$

$$\text{" B: } R_y = \dot{y} - y = +0,20\text{ m}; \quad R_x = \dot{x} - x = -0,24\text{ m.}$$

Obzirom na grafičku tačnost planova razmere 1:2500 ove su razlike jedva uoetne.

Odredjivanje modula  $M$  kada je u gradskoj mreži merens osnovica

Kada u gradskoj trigonometrijskoj mreži postoji strana neposredno izmerena žicama ili dobivena iz lokalne osnovičke mreže, onda se modul  $M$  određuje s obzirom na dužinu ove strane. Ovak se može tako odrediti da dužina odnosno strane sračunata iz koordinata njenih krajnjih tačaka oslobodjenih deformacije bude identična sa merenom odnosno sračunatom iz osnovičke mreže. U takvim slučajevima koordinate tačaka pomnožene modulom  $M$  treba da budu oslobodjene ne samo deformacije projekcije nego i netačnosti razmere onog dela državna mreže na

koji je gradska mreža oslonjena.

c/ IZRAVNANJE POLIGONOMETRISKE MREŽE  
PO NAČINU USLOVNIH MERENJA

Čl. 54

1. Postavljanje uslovnih jednačina

Kada se mreža izravna po načinu uslovnih merenja, onda treba da bude udovoljeno sledećim uslovima.

a/ Zbir spoljnih odnosno unutarjih uglova u svakom zatvorenom poligonu mora biti jednak teoretičnom zbiru tj. Uslovne jednačine

$$[\beta] = 180^\circ(n+2) \text{ za slučaj spoljnih uglova}$$

$$[\beta] = 180^\circ(n-2) \text{ za slučaj unutarjih uglova}$$

gde je  $n$  broj prelomnih uglova.

Zbir koordinatnih razlika, kako ordinatnih tako i apscisnih, u svakom zatvorenom poligonu mora biti jednak nuli tj.

$$[\Delta y] = 0$$

$$[\Delta x] = 0.$$

Prema prednjem za svaki zatvoren poligon odnosno poligonometrijske mreže moraju se postaviti tri uslovne jednačine: jedna za uslov uglova i dve za uslove koordinatnih razlika.

b/ Ako je mreža oslonjena na  $N$  trigonometrijskih tačaka, onda treba postaviti  $N-1$  uslovnu jednačinu za date direkcijske uglove. Isti se broj jednačina postavlja za date koordinate i to  $N-1$  jednačina za ordinatne i  $N-1$  jednačina za apscise. Jednačine datih direkcijskih uglova i koordinata

Uslov datih direkcijskih uglova glasi: direkcionu ugao  $\nu_z$  završne strane mora biti jednak direkcionom uglu  $\nu_p$  početne strane više zbir prelomnih i veznih uglova smanjen za  $180^\circ \cdot n$  tj.

$$\nu_z = \nu_p + [\beta] - 180^\circ \cdot n$$

Prema uslovu datih koordinata: ordinata odnosno apscisa završne tačke vlika mora biti jednaka ordinati odnosno apscisi početne tačke više zbir odgovarajućih koordinatnih razlika tj.

$$y_z = y_p + [\Delta y]$$

$$x_z = x_p + [\Delta x].$$

Zbirovi prelomnih i veznih uglova kao i koordinatnih razlika uzimaju se za one vlikove koji povezuju date tačke. Preporučuje se da to budu vlikovi ko-

ji čine najkraći put od jedne date tačke do druge.

Skica se postavljena uslovnih jednačina

Jednačine se postavljaju na osnovu prethodno izradjene skice poligonometrijske mreže. Skica, koja će služiti u prednju svrhu, po pravilu se ne izrađuje posebno, nego predstavlja kopiju ranije sastavljene pregledne skice /v.str.174/. Kod svake čvorne tačke bira se jedna zajednička strana za sve vlakove koji se u njoj ukrštaju. Za ovu će stranu, izravnanjem merenih uglova, biti određena najverovatnija vrednost direkcionog ugla. Takve strane označavaju se debelom linijom. Na skici na strani 175, to su strane: 98-99 /čv.tač.98/, 15-104 /čv.tač.15/, 107-94 /čv.tač.94/ itd.

Zajedničke strane i njihovo označavanje

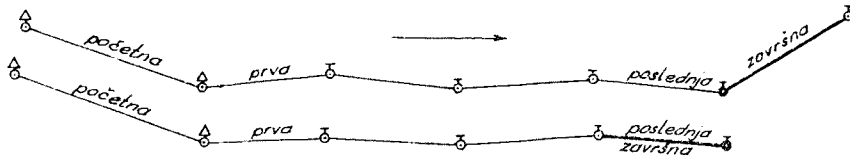
Označavanje i numerisanje vlakova

Kada su zajedničke strane izabrane i obeležene, tada se pristupa označavanju i numerisanju vlakova. Oni se označavaju tankom crvenom linijom povučenom duž odnosno vlaka sa njegove leve strane tj. postupe se na isti način kao i kod obične poligonske mreže. Vlak se uvek počinje i završava čvornom ili trigonometrijskom tačkom. Pri unošenju vlaka u obrazac br.19 treba, pored strane sa koje vlaka, uvesti još i njegovu početnu odnosno završnu stranu tj. strane za koje će se izravnanjem mreže odrediti najverovatnije vrednosti direkcionih uglova. Za početne odnosno završne strane vlakova uzimaju se "zajedničke" strane koje su na skici označene debelim linijama. Zajednička strana može pripadati vlaku a može biti i van vlaka. Naprimera, početna strana vlaka  $V_2$  je strana 98-99, a završna 15-104 /v.skicu/. Prema tome početna strana je istovremeno i prva strana vlaka. Za vlak  $V_3$  strana 104-15 je početna, a strana 13-12 - završna koja je istovremeno poslednja strana vlaka.

Unošenje podataka u trig. obrazac br.19 i zbir prelomnih i veznih uglova

Kada je skica izradjena pristupa se uvodjenju podataka u trigonomet. obrazac br.19 radi obradivanja zbir prelomnih i veznih uglova. Na str.173 dati su izvaci iz oblika br.19 za vlakove koji sačinjavaju 1., 2. i 3. poligon i za vlakove  $V_1, V_2, V_3$  koji povezuju trig. tačku 121 sa poligonometrijskom tačkom 12 čije su

\*) Kao početna i završna strana vlaka smatraju se one za koje su poznati direkcionni uglovi. Ove strane mogu pripadati vlaku a mogu biti i van vlaka /v.sliku/.



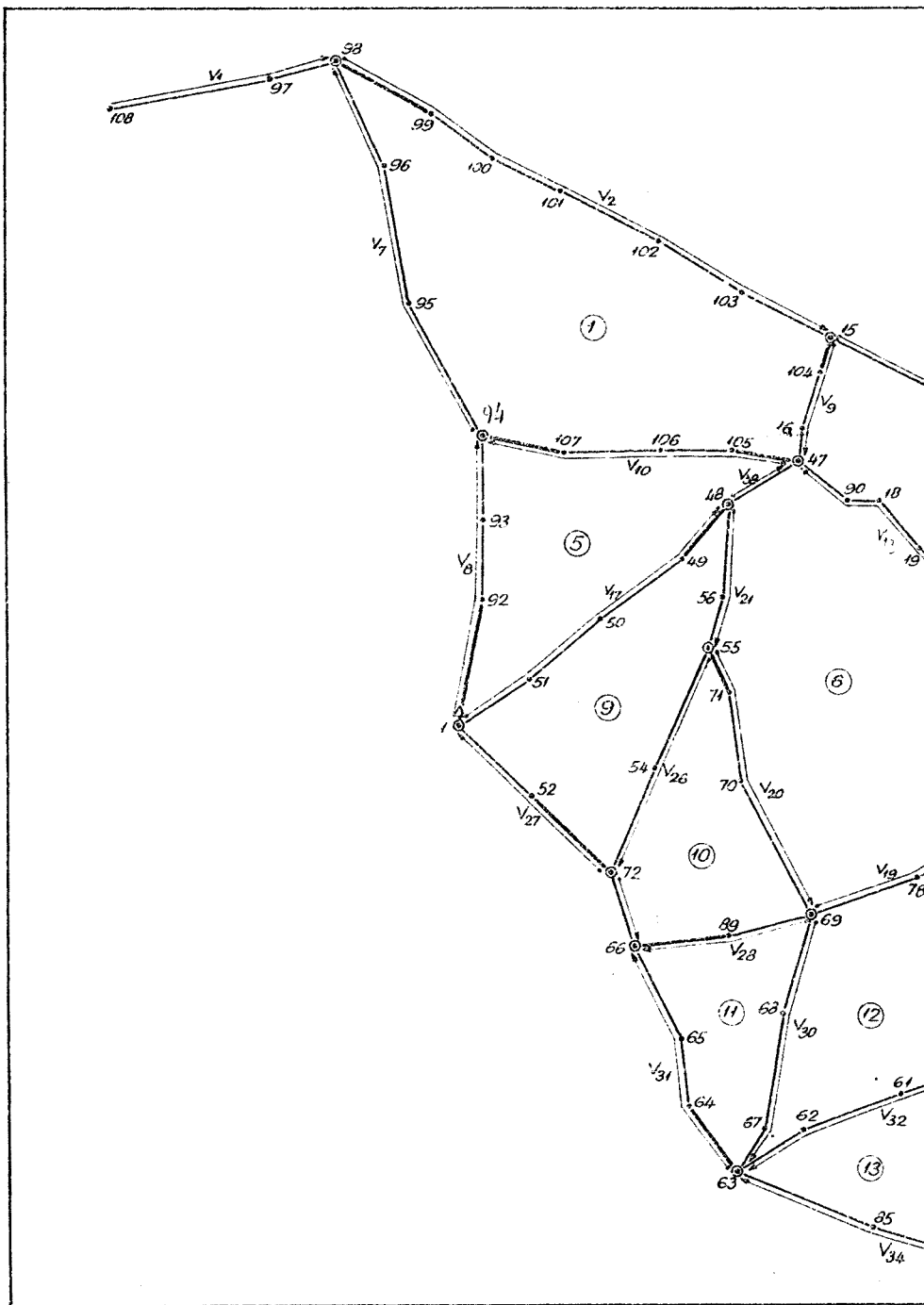
Izvaci iz trigonom obrasca br 19

Izvaci iz  
trigon.  
obrasca  
br.19

Broj vlaka	Broj tačke	Prelomni i vezni uglovi $\beta$			Broj vlaka	Broj tačke	Prelomni i vezni uglovi $\beta$			Broj vlaka	Broj tačke	Prelomni i vezni uglovi $\beta$							
		o	i	u			o	i	u			o	i	u					
	Š 181 *)				Š 13				Š 47				Š 32						
1	Š 109	173	43	49,1	4	Š 12	183	15	47,4	10	Š 105	172	56	39,3	14	Š 31	263	25	59,1
	Š 102	183	40	33,4		Š 11	108	14	10,1		Š 106	179	27	17,2	14	Š 44	162	43	37,5
	Š 97	177	18	42,5		Š 10	138	15	31,6	10	Š 107	183	33	59,3		Š 7	426	09	36,6
1	Š 98	224	55	39,7		Š 9	180	02	45,2		Š 94	535	57	54,8					
	Š 99	759	36	44,7		Š 8	179	54	14,8							Š 23			
					4	Š 7	239	56	09,0		Š 13				15	Š 24	167	43	49,6
	Š 98					Š 44	1169	39	38,1	12	Š 12	276	42	27,0		Š 25	202	05	11,8
2	Š 90	179	07	30,3							Š 57	172	25	24,6		Š 26	171	11	31,6
	Š 100	174	40	59,0		Š 107				12	Š 22	272	34	39,3		Š 27	184	17	39,2
	Š 101	179	27	10,5	7	Š 94	236	38	56,4		Š 21	721	42	30,9		Š 28	167	59	38,0
	Š 102	183	15	19,3		Š 95	198	41	05,6							Š 29	200	11	21,8
	Š 103	180	41	43,9		Š 96	167	30	03,1		Š 22					Š 30	179	31	10,2
2	Š 15	263	00	03,6	7	Š 98	323	56	42,1	13	Š 21	176	36	14,9	15	Š 31	173	57	55,5
	Š 104	1160	12	46,6		Š 99	926	46	47,2		Š 20	189	12	42,4		Š 32	1446	59	17,7
											Š 19	188	39	41,2					
	Š 104					Š 15					Š 18	145	21	41,5					
3	Š 15	273	22	13,5	9	Š 104	174	04	54,1		Š 90	216	28	10,4					
	Š 14	179	09	18,9		Š 16	172	19	16,0	13	Š 47	146	44	44,3					
3	Š 13	179	46	00,7	9	Š 47	270	38	17,4		Š 105	1063	02	44,7					
	Š 12	632	17	33,1		Š 105	617	02	27,5										

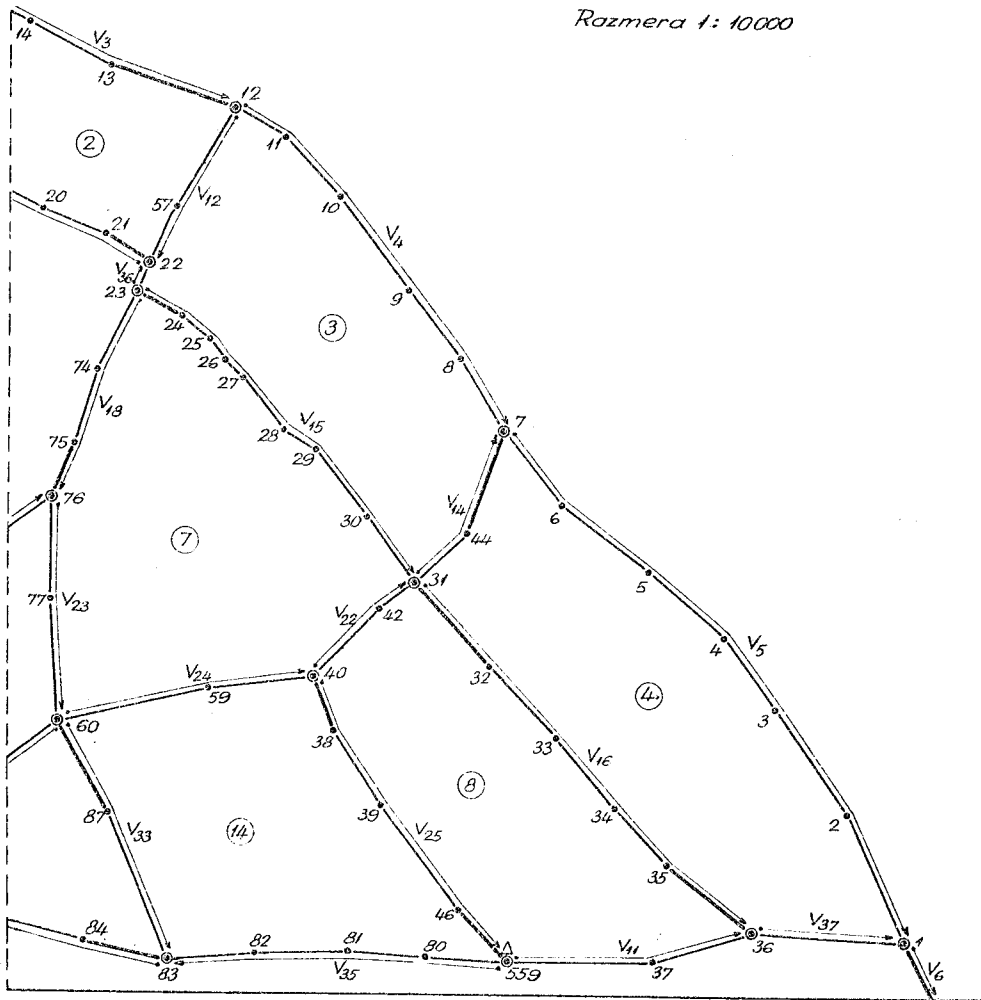
\*)

Kada je krajnja tačka vlaka trigonometrijska tačka, onda se u obrazac 19 upisuje orijentisan pravac kao direkcioni ugao prve strane vlaka. Vezni ugao kod trigonometrijske tačke ne upisuje se ali se uračunava u broj prelomnih i veznih uglova u vlaku. Prema tome je za vlak br.1 u obrazac 19 upisano 3 prelomna i jedan vezni ugao /kod poligonometrijske tačke 98/; ali treba računati da vlak ima 3 prelomna i dva vezna ugla. U ovom će slučaju i direkcioni ugao prve strane vlaka dobiti popravku /1/5 popravke vlaka/.



Skica poligonometrijske mreže 1. reda  
grada M  
sastavljena radi postavljanja uslovnih jednačina

Razmera 1: 10000



Postavljanje uglovnih

Broj vlačo	Broj poligona																					
	1.			2.			3.			4.			5.			6.			7.			
1																						
2	1160	12	46,6																			
3				632	17	33,1																
4							1169	39	38,1													
5										1406	32	13,3										
6																						
7	926	46	47,2																			
8														626	04	28,2						
9	617	02	27,5	462	57	32,5																
10	535	57	54,8											514	02	05,2						
11																						
12				721	42	30,9	358	17	29,1													
13				1063	02	44,7										1096	57	15,3				
14							293	50	23,4	426	09	36,6										
15							1433	01	42,3											1446	58	17,7
16										729	03	27,1										
17													856	43	06,7							
18																434	22	53,9	645	37	00,1	
19																530	08	20,3				
20																504	18	30,7				
21																432	33	41,0				
22																				379	46	08,2
23																				530	42	01,9
24																				356	56	28,1
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36							345	10	33,0							374	49	27,0				
37										318	14	42,0										
38													493	10	38,9	226	49	21,1				
$\Sigma B$	3239	59	56,1	2880	00	21,2	3599	59	45,9	2879	59	59,0	2520	00	19,0	3599	59	35,3	3419	59	56,0	
$\overline{B}$	3240	00	00,0	2880	00	00,0	3600	00	00,0	2830	00	00,0	2520	00	00,0	3600	00	00,0	3420	00	00,0	
$f_B$			- 3,9			+ 21,2			- 14,1			- 1,0			+ 19,0			- 24,7			- 4,0	
$\Sigma n$	16			15			19			15			12			20			20			
$\Delta B$			36,0			34,8			39,2			34,8			31,8			40,2			40,2	



uslovnih jednačina

Braj poligona															Braj vrhova								
8			9			10			11			12				13			14				
0	1	"	0	1	"	0	1	"	0	1	"	0	1	"	0	1	"	0	1	"			
																					1		
																						2	
																						3	
																						4	
																						5	
																						6	
																						7	
																						8	
																						9	
																						10	
																						11	
																						12	
																						13	
																						14	
																						15	
																						16	
																						17	
																						18	
																						19	
																						20	
																						21	
																						22	
																						23	
																						24	
																						25	
																						26	
																						27	
																						28	
																						29	
																						30	
																						31	
																						32	
																						33	
																						34	
																						35	
																						36	
																						37	
																						38	
2700	00	07,6	2160	00	02,8	1799	59	55,4	1799	59	59,5	2160	00	01,9	1799	59	57,3	2519	59	46,3			$\Sigma \beta$
2700	00	00,0	2160	00	00,0	1800	00	00,0	1800	00	00,0	2160	00	00,0	1800	00	00,0	2520	00	00,0			$\Sigma \alpha$
		+ 7,6			+ 2,8			- 4,6			- 0,5			+ 1,9			- 2,7			- 13,7			$\Sigma n$
		13			12			10			8			13			9			13			$\Delta \beta$
		32,9			31,8			29,5			26,9			32,9			28,2			32,9			

Postavljanje uglovnih uslovnih jednačina

Broj vlaka	Jednačine za uslov dobih direkcionih uglova											
	15			16			17			18		
	o	i	"	o	i	"	o	i	"	o	i	"
1	759	38	44,7	680	21	15,3						
2	1160	12	46,6									
3	632	17	33,1									
4										990	20	21,9
5												
6							533	24	58,9			
7				926	46	47,2						
8				626	04	29,2						
9												
10												
11							354	55	42,4			
12												
13												
14										426	09	36,6
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22										700	13	51,8
23												
24												
25										563	45	25,3
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37							401	45	18,0			
38												
$\Sigma \beta$	2552	09	04,4	2233	12	30,7	1290	05	59,1	2680	29	15,6
$\Gamma_{red}$	2552	08	41,3	2233	12	42,1	1290	06	04,9	2680	29	08,5
$f_{\beta} =$			+ 23,1			- 11,4			- 5,6			+ 7,1
$\Sigma n$	14			12			9			14		
$\Delta \beta$			38,9			36,8			33,2			38,9

Razlike direkcionih uglova početne i završne strane

	o	i	"
$V_{13}^{12}$	114	35	02,9
$V_{121}^{109}$	82	26	21,6
$V_{10}^{110}$	32	00	41,3
$V_{109}^{181}$	262	26	21,6
$V_{11}^{92}$	9	13	39,5
$\Gamma_{16} =$	253	12	42,1
$V_{395}^{603}$	164	11	59,3
$V_{26}^{559}$	134	05	54,4
$\Gamma_{17} =$	30	06	04,9
$V_{12}^{13}$	294	35	02,9
$V_{559}^{46}$	314	05	54,4
$\Gamma_{18} =$	340	29	08,5

Koordinate prenate /pomoću mikrotriangulacije/ sa trigon. tačke 602.

Pošto su zbrojevi prelomnih i veznih uglova Broj uslovnih jednačina i određivanje njihovih apsolutnih članova Da bi se sastavila tablica uslovnih jednačina potrebno je prethodno odrediti njihov broj. Ovaj je, za jednačine koje se postavljaju za uslov poligona, jednak broju poligona. U mreži, koja je uzeta kao brojni primer, ima 14 zatvorenih poligona/v.skicu na str. 174-175/.

Broj jednačina za uslov datih direkcionih uglova i koordinata jednak je  $n-1$  /v.str.171/. Kako je data mreža oslonjena na pet tačaka /181, 602=12, 603, 559 i 1/, to treba postaviti četiri jednačine.

Apsolutni članovi jednačina postavljenih za uslov poligona su razlike:

$$f_{\beta} = [\beta] - 180^{\circ} (n \pm 2) \dots /v.str. 171/$$

$[\beta]$  dobija se sumiranjem zbrojeva prelomnih i veznih uglova obrazovanih u trigon. obrascu br.19. Pri ovom sumiranju treba ići duž poligona u smeru kretanja satne kazaljke. Za one vlakove čiji se smer računanja podudara sa smerom u kome se ide  $[\beta]$  uzimaju onakvi kakvi su u obrascu 19; za one pak vlakove, za koje smer računanja ne odgovara smeru u kome se ide duž poligona, uzima se dopuna  $[\beta]$  do  $360^{\circ}n$ . Ovde je  $n$  broj prelomnih i veznih uglova upisanih u obrazac br.19.

Primer. Za sve vlakove poligona i smer računanja odgovara smeru u kome se ide /v.skicu na str.174/ Ovo nije slučaj u poligonu br.2 gde je smer računanja vlake  $V_9$  suprotan smeru u kome se ide. Zato se za ovaj vlak uzima dopuna  $[\beta]$  do  $360^{\circ}.3$  tj.

$$360^{\circ}.3 = 1080^{\circ} - 617^{\circ} 02' 27,5 = 462^{\circ} 57' 32,5$$

Da bi se videlo da je u tablicu upisane dopune stavljen je pri dnu upisane vrednosti indeks  $n$ , kao što se stavlja kod logaritama negativnih brojeva.

U poligonu br.3 dopunu treba uzeti za vlakove  $V_{14}$ ,  $V_{15}$  i  $V_{12}$ . Ove dopune su:

$$\left. \begin{array}{l} V_{14} : n=2 \quad 720^{\circ} - 426^{\circ} 09' 36,6 = 293^{\circ} 50' 23,4 \\ V_{15} : n=8 \quad 2880^{\circ} - 1446^{\circ} 58' 17,7 = 1433^{\circ} 01' 42,3 \\ V_{12} : n=3 \quad 1080^{\circ} - 721^{\circ} 42' 30,9 = 358^{\circ} 17' 29,1 \end{array} \right\} / v.str. 176/$$

Apsolutni članovi jednačine postavljene sa uslov datih direkcionih uglova dobijaju se kao razlike

$$f_{\beta} = (V_z - V_p) + 180^\circ n - [\beta] \dots /v. jedn. na str. 171/$$

gde je n ceo broj koji zavisi od konfiguracije vlaka i koji treba odrediti.

Odredjivanje broja n prelomnih i vezanih uglova u kombinovanim vlakovima i zatvorenim poligonima

Da bi se odredilo dozvoljeno uglovno otstupanje potrebno je znati broj n prelomnih i vezanih uglova. U kombinovanim vlakovima ovaj se dobija sabiranjem prelomnih i vezanih uglova upisanih za pojedine vlakove u obrascu br. 19.

Primer. Za kombinovan odnosno zbirni vlak koji povezuje trigonometrijske tačke 1 i 181 i koji sačinjavaju vlakovi  $V_8, V_7$  i  $V_1$  imamo:

za $V_8$ .....	$n = 3$	/v. str. 173/
" $V_7$ .....	$n = 4$	/" " 173/
" $V_1$ .....	<u><math>n = 5</math></u>	/v. primedbu na str 173/
	$\Sigma n = 12$	

Na isti način postupa se i pri odredjivanju broja uglova u zatvorenim poligonima. U ovom slučaju takodje se sabiraju uglovi upisani u 19 obrascu.

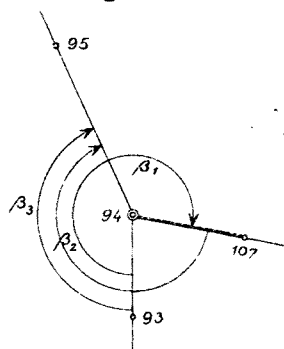
Uzimajući kao primer poligon 2 imamo:

$$n_{V_3} = 3; n_{V_{12}} = 3; n_{V_{13}} = 6; n_{V_9} = 3$$

te je  $\Sigma n = 15$ .

U vezi sa odredjivanjem  $\Sigma n$  treba ukazati da je navedeni postupak pravilan ako su uglovi na čvornim tačkama, gde se spajaju vlakovi, mereni nezavisno jedan od drugog.

Zaista, uzmimo čvornu tačku 94 koje istovremeno pripada vlakovima  $V_8$  i  $V_7$ . U 19 obrascu pisani su uglovi



$$\beta_1 = 275^\circ 31' 55,1 \text{ za vlak } V_8$$

$$\beta_2 = 236^\circ 38' 56,4 \text{ " " } V_7$$

$$\beta_1 + \beta_2 = 512^\circ 10' 51,5$$

Njihov zbir daje prelomni ugao kod tačke 94 ( $\beta_3 = 152^\circ 10' 51,5$ ) za kombinovan vlak  $V_7 + V_8 + V_1$  koji povezuje trigom. tačke 1 i 181. Prema tome u zbir  $\Sigma n$  ulaze 2 ugla:  $\beta_1$  i  $\beta_2$ . Srednje greška njihovog zbira je

Sl. 52

$$m_{(\beta_1+\beta_2), \beta_3} = \sqrt{m_{\beta_1}^2 + m_{\beta_2}^2} = m_{\beta_1} \cdot \sqrt{2}$$

Postupak je ispravan ako su uglovi  $\beta_1$  i  $\beta_2$  mereni nezavisno. Medjutim, postupak je neispravan ako su uglovi mereni po girusnoj metodi, jer u ovim slučsju svaki od uglova ima istu srednju grešku tj.

$$m_{\beta_1} = m_{\beta_2} = m_{\beta_3}$$

Budući da je  $\sum n$  potrebno samo za određivanje dozvoljenog uglovnog otstupanja i pošto se na većini čvornih tačaka uglovi mere po metodi zatvaranja horizonta, to se prednji postupak može primenjivati bez obzira na to što su na nekoj tački uglovi mereni po girusnoj metodi.

Pošto je broj prelomnih i veznih uglova kao u kombinovanim vlakovima tako i u zatvorenim poligonima ustanovljen, tada se mogu odrediti dozvoljena uglovna otstupanja i to za umetnute vlakove i posebno za zatvorene poligone. Ove se uzimaju neposredno iz dole navedene tablice za argument  $\sum n$ .

Otstupanja koja su upisana u tablicu sračunata su po formulama:

A. za umetnute vlakove

a/  $\sum n \leq 15$

$$\Delta\beta = 2m\sqrt{\sum n} + 3m_{\nu} + \kappa$$

b/  $\sum n > 15$

$$\Delta\beta = 2m\sqrt{\sum n} + 3m_{\nu}$$

B. za zatvorene poligone

a/  $\sum n \leq 15$

$$\Delta\beta = 2m\sqrt{\sum n} + \kappa$$

b/  $\sum n > 15$

$$\Delta\beta = 2m\sqrt{\sum n}$$

gde su:

$m$  - srednja greška prelomnog odnosno veznog ugla;

$m_{\nu}$  - srednja greška direkcionog ugla trigonometrijske strane;

$\kappa$  - kompenzacioni član koji se dodaje radi nedovoljne kompenzacije slučajnih grešaka kod malog broja merenja

$$\kappa = 2,6 - 0,2(\sum n - 2).$$

Pri računanju dozvoljenih otstupanja usvojene su sledeće brojne vrednosti srednjih grešaka:

$m = \pm 3,5$  za prvu skalu tačnosti

$m = \pm 4,0$  " drugu " "

$m = \pm 4,5$  " treću " "

$m_{\nu} = \pm 1,7$  bez obzira na skalu tačnosti.

Kompenzacioni član k također ne zavisi od skale tačnosti i računa se po napred navedenoj formuli:

Tablica dozvojenih uglovnih odstupanja u mreži 1. reda

$\Sigma n$	Umetnuti vlakovi			Zatvoreni poligoni		
	Skala tačnosti			Skala tačnosti		
	prva	druga	treća	prva	druga	treća
3	19,5	21,2	23,0	14,5	16,2	18,0
4	21,2	23,2	25,2	16,2	18,2	20,2
5	22,7	24,9	27,2	17,7	19,9	22,2
6	24,0	26,4	28,8	19,0	21,4	23,8
7	25,2	27,8	30,4	20,2	22,8	25,4
8	26,2	29,0	31,9	21,2	24,0	26,9
9	27,2	30,2	33,2	22,2	25,2	28,2
10	28,1	31,3	34,5	23,1	26,3	29,5
11	29,0	32,4	35,8	24,0	27,4	30,8
12	29,8	33,3	36,8	24,8	28,3	31,8
13	30,7	34,3	37,9	25,7	29,3	32,9
14	31,4	35,1	38,9	26,4	30,1	33,9
15	32,1	36,0	39,8	27,1	31,0	34,8
16	33,0	37,0	41,0	28,0	32,0	36,0
17	33,8	38,0	42,1	28,8	33,0	37,1
18	34,7	38,9	43,2	29,7	33,9	38,2
19	35,5	39,9	44,2	30,5	34,9	39,2
20	36,3	40,8	45,2	31,3	35,8	40,2
21	37,1	41,6	46,2	32,1	36,6	41,2
22	37,8	42,5	47,2	32,8	37,5	42,2
23	38,6	43,4	48,2	33,6	38,4	43,2
24	39,3	44,2	49,1	34,3	39,2	44,1
25	40,0	45,0	50,0	35,0	40,0	45,0
26	40,7	45,8	50,9	35,7	40,8	45,9
27	41,4	46,8	51,8	36,4	41,6	46,8
28	42,0	47,3	52,6	37,0	42,3	47,6
29	42,7	48,0	53,4	37,7	43,0	48,4
30	43,4	48,8	54,3	38,4	43,8	49,3
31	44,0	49,5	55,1	39,0	44,6	50,1
32	44,6	50,3	55,9	39,6	45,3	50,9
33	45,2	50,9	56,7	40,2	45,9	51,7
34	45,8	51,6	57,5	40,8	46,6	52,5
35	46,4	52,0	58,3	41,4	47,4	53,3
36	47,0	53,0	59,0	42,0	48,0	54,0
37	47,6	53,6	59,7	42,6	48,6	54,7
38	48,1	54,3	60,4	43,1	49,3	55,4
39	48,7	55,0	61,2	43,7	50,0	56,2
40	49,2	55,6	61,9	44,2	50,6	56,9

Tablica uslovnih jednačina

Broj vloka	Broj jednačine																		S	$\frac{1}{p} = n$	$\frac{1}{p} = [d]$ km	Broj vloka
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
1															+1	-1			0	-5	4,8	1
2	+1														+1				+2	6	1,2	2
3		+1													+1				+2	3	0,7	3
4			+1															-1	0	6	0,8	4
5				+1															+1	7	1,3	5
6																	+1		+1	4	1,0	6
7	+1															+1			+2	4	0,8	7
8					+1												+1		+2	3	0,6	8
9	+1	-1																	0	3	0,3	9
10	+1				-1														0	3	0,7	10
11								-1										+1	0	3	0,5	11
12		+1	-1																0	3	0,3	12
13		+1					-1												0	6	0,6	13
14			-1	+1														+1	+1	2	0,3	14
15			-1				+1												0	8	0,8	15
16				-1				+1											0	4	1,0	16
17					-1				+1										0	4	0,7	17
18						+1	-1												0	3	0,4	18
19						-1						+1							0	3	0,4	19
20						-1				+1									0	3	0,6	20
21						-1			+1										0	3	0,3	21
22							-1	+1										+1	+1	3	0,3	22
23							-1					+1							0	3	0,4	23
24							-1							+1					0	3	0,5	24
25								-1							+1			-1	-1	3	0,7	25
26									+1	-1									0	3	0,5	26
27										+1									+1	2	0,4	27
28											+1	-1							0	2	0,4	28
29											-1								-1	2	0,2	29
30												+1	-1						0	3	0,6	30
31													+1						+1	3	0,5	31
32													+1	-1					0	4	0,5	32
33														+1	-1				0	2	0,5	33
34															+1				+1	3	0,7	34
35																+1			+1	5	0,7	35
36			+1				-1												0	2	0,1	36
37				-1														+1	0	2	0,3	37
38					-1	+1													0	2	0,2	38
$\Sigma$	+4	+2	-1	0	-2	-3	-3	0	+4	0	+1	+2	+1	+2	+3	+1	+3	0	14			
$f_0 =$	-3,9	+2,2	-1,4	-1,0	+1,9	-2,1	-4,0	+7,6	+2,8	-4,6	-0,5	+1,9	-2,7	-13,7	+23,1	-11,4	-5,6	+7,1				
$f_1 =$	0,22	0,10	0,14	0,21	0,12	0,04	0,09	0,19	0,128	0,103	0,123	0,053	0,106	0,080	0,223	0,060	0,033	0,034				
$f_2 =$	0,273	0,031	0,083	0,022	0,072	0,019	0,074	0,024	0,016	0,051	0,015	0,087	0,041	0,052	0,244	0,207	0,013	0,054				
$\Sigma [d]$	2,9	1,9	2,4	2,9	2,1	2,5	2,4	2,4	1,9	1,6	1,4	1,9	1,8	2,3	3,1	2,7	1,8	2,1				

Tablica us-  
lovnih jed-  
načina

Kada su apsolutni članovi određeni i kada je konstatovano da su u granicama dozvoljenih odsust-  
panja, tada se pristupa sastavljanju tablice uslovnih  
jednačina /v.str.183/. Svaka se uslovna jednačina u-  
pisuje u poseban vertikalni stubac. Koefficienti us-  
lovnih jednačina su jedinice sa odgovarajućim predzna-  
kom. Kod popravki za vlakove, čiji se smer računanja  
podudara sa smerom u kome se ide duž poligona ili u  
metnutog vliaka, stavlja se znak +. Znak - stavlja se za  
vlakove čiji je smer računanja suprotan smeru u kome  
se ide /v.str. 179 /. Drugim rečima znak + se stavlja  
onda kada je pri postavljanju uslovnih jednačina  $[\beta]$   
upisana onakva kakva je u obrascu 19, a znak - onda  
kada je upisana dopuna  $[\beta]$  do 360.n. Naprimer, kod  
jednačine 2, koja se postavlja za drugi poligon, koe-  
ficient kod popravke za vlak  $v_6$  ima znak -, jer je  
smer računanja ovog vliaka suprotan smeru u kome se i-  
de duž poligona /v.str. 176 /.

U stubac sa oznakom "S" upisuju se zbrovi  
koefficientata kod popravki za odnosni vlak /horizon-  
talni zbrovi/. Ovi su zbrovi potrebni za kontrolu  
pri obrazovanju normalnih jednačina. Zbrove koeffi-  
cijenata treba obrazovati i po vertikalnim stupcima. Ovi  
se zbrovi upisuju pri dnu stupca. Kontrola da su zbi-  
rovi koefficientata upisani u stubac S tačno sračunati  
saatoji se u tome što treba da bude

$$[S] = [\Sigma]$$

gde su:

$[S]$  - zbir vrednosti upisanih u stubac s;  
 $[\Sigma]$  - " " " " " " " " " pri dnu verti-  
kálnih stubaca.

Za navedeni primer /v.str.182/ imamo:

$$[S] = 14 ; [\Sigma] = 14.$$

Budući da ista tablica služi za obrezovanje  
kako normalnih jednačina za uglove tako i za koordi-  
natne razlike, to ona ima dva stupca za upisivanje re-  
cipročnih težina. U jedan se upisuju recipročne težin-  
e za uglove  $1/p = n/$ , u drugi - za koordinatne razlike  
 $1/p = [d] km /$ . Zbrovi dužina strana vlekova tj.  $[d]$   
zacakruguju se na desetini deo kilometra.

Pri dnu stubaca upisuju se apsolutni čla-  
novi  $f_{\beta}, f_y, f_x$  kao i zbrovi dužina vlekova koji u  
odnosnu jednačinu ulaze ( $\Sigma [d]$ ).

2. Obrezovanje normalnih jednačina korelate

Obrezovanje  
normalnih  
jednačina  
korelate

Normalne jednačine korelate glase:

$$\left[\frac{aa}{p}\right] \kappa_1 + \left[\frac{ab}{p}\right] \kappa_2 + \left[\frac{ac}{p}\right] \kappa_3 + \dots + f_{\beta_1} = 0$$

$$\left[\frac{ab}{p}\right] \kappa_1 + \left[\frac{bb}{p}\right] \kappa_2 + \left[\frac{bc}{p}\right] \kappa_3 + \dots + f_{\beta_2} = 0.. itd.$$



Za uzeti brojni primer normalne jednačine obrazovane su na str. 186, 187. Pri ovom su mesto koeficijenata  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , .... stavljeni brojevi uslovnih jednačina tj.

$$\begin{array}{lll} a_1 \equiv 1_1 & b_1 \equiv 2_1 & c_1 \equiv 3_1 \\ a_2 \equiv 1_2 & b_2 \equiv 2_2 & c_2 \equiv 3_2 \\ a_3 \equiv 1_3 & b_3 \equiv 2_3 & c_3 \equiv 3_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{array}$$

te prema tome

$$\left[ \frac{a a}{p} \right] \equiv \left[ \frac{1 \cdot 1}{p} \right]; \left[ \frac{a b}{p} \right] \equiv \left[ \frac{1 \cdot 2}{p} \right]; \left[ \frac{a c}{p} \right] \equiv \left[ \frac{1 \cdot 3}{p} \right] \dots$$

Pored toga, a radi skraćivanja u pisanju, izostavljene su težine tj. mesto

$$\frac{1 \cdot 1}{p}; \frac{1 \cdot 2}{p}; \frac{1 \cdot 3}{p} \dots$$

stavljeno je

$$1 \cdot 1; 1 \cdot 2; 1 \cdot 3 \dots$$

Svaka normalna jednačina, čim je obrazovana, mora se kontrolisati. Kontrola se sastoji u tome što treba da bude udovoljeno jednakostima

Kontrola obrazovane normalnih jednačina

$$[1 \cdot 1] + [1 \cdot 2] + [1 \cdot 3] + \dots = [1 \cdot S]$$

$$[1 \cdot 2] + [2 \cdot 2] + [2 \cdot 3] + \dots = [2 \cdot S]$$

$$[1 \cdot 3] + [2 \cdot 3] + [3 \cdot 3] + \dots = [3 \cdot S]$$

gde su:

$$[1 \cdot S] = 1_1 \cdot S_1 + 1_2 \cdot S_2 + 1_3 \cdot S_3 + \dots$$

$$[2 \cdot S] = 2_1 \cdot S_1 + 2_2 \cdot S_2 + 2_3 \cdot S_3 + \dots$$

$$[3 \cdot S] = 3_1 \cdot S_1 + 3_2 \cdot S_2 + 3_3 \cdot S_3 + \dots$$

Težine su izostavljene

Za navedeni primer imamo :

Obrazovanje normalnih jednačina

Jednačina 1.							
Broj vlakova	1-1	1-2	1-5	1-15	1-16	1-8	k.st.
2	6			+6		+12	
7	4				+4	+8	
9	3	-3				0	
10	3		-3			0	
1:	16	-3	-3	+6	+4	+20	+20

Jednačina 5.						
Broj vlakova	5-5	5-6	5-9	5-16	5-8	k.st.
8	3			+3	+6	
10	3				0	
17	4		-4		0	
38	2	-2			0	
5:	12	-2	-4	+3	+6	+6

Jednačina 2.						
Broj vlakova	2-2	2-3	2-6	2-15	2-8	k.st.
3	3			+3	+6	
9	3				0	
12	3	-3			0	
13	6		-6		0	
2:	15	-3	-6	+3	+6	+6

Jednačina 6.							
Broj vlakova	6-6	6-7	6-9	6-10	6-12	6-8	k.st.
13	6					0	
18	3	-3				0	
19	3				-3	0	
20	3			-3		0	
21	3		-3			0	
36	2					0	
38	2					0	
6:	22	-3	-3	-3	-3	0	0

Jednačina 3.							
Broj vlakova	3-3	3-4	3-6	3-7	3-10	3-8	k.st.
4	6				-6	0	
12	3					0	
14	2	-2			-2	-2	
15	8			-8		0	
36	2		-2			0	
3:	21	-2	-2	-8	-8	-2	-2

Jednačina 7.							
Broj vlakova	7-7	7-8	7-12	7-14	7-18	7-8	k.st.
15	8					0	
18	3					0	
22	3	-3			-3	-3	
23	3		-3			0	
24	3			-3		0	
7:	20	-3	-3	-3	-3	-3	-3

Jednačina 4.						
Broj vlakova	4-4	4-8	4-17	4-18	4-8	k.st.
5	7				+7	
14	2			+2	+2	
16	4	-4			0	
37	2		-2		0	
4:	15	-4	-2	+2	+9	+9

Jednačina 8.						
Broj vlakova	8-8	8-14	8-17	8-18	8-8	k.st.
11	3		-3		0	
16	4				0	
22	3			+3	+3	
25	3	-3		+3	+3	
8:	13	-3	-3	+6	+6	+6

Jednačina 9.				
Broj vlaka	9-9	9-10	9-S	K.st.
17	4		0	
21	3		0	
26	3	-3	0	
27	2		+2	
9:	12	-3	+2	+2

Jednačina 10.				
Broj vlaka	10-10	10-11	10-S	K.st.
20	3		0	
26	3		0	
28	2	-2	0	
29	2		+2	
10:	10	-2	+2	+2

Jednačina 11.				
Broj vlaka	11-11	11-12	11-S	K.st.
28	2		0	
30	3	-3	0	
31	3		+3	
.	.	.	.	
11:	8	-3	+3	+3

Jednačina 12.				
Broj vlaka	12-12	12-13	12-S	K.st.
19	3		0	
23	3		0	
30	3		0	
32	4	-4	0	
12:	13	-4	0	0

Jednačina 13.				
Broj vlaka	13-13	13-14	13-S	K.st.
32	4		0	
33	2	-2	0	
34	3		+3	
.	.	.	.	
13:	9	-2	+3	+3

Jednačina 14.				
Broj vlaka	14-14	14-18	14-S	K.st.
24	3		0	
25	3	-3	-3	
33	2		0	
35	5		+5	
14:	13	-3	+2	+2

Jednačina 15.				
Broj vlaka	15-15	15-16	15-S	K.st.
1	5	-5	0	
2	6		+12	
3	3		+6	
15:	14	-5	+18	+18

Jednačina 16.				
Broj vlaka	16-16	16-S	K.st.	
1	5	0		
7	4	+8		
8	3	+6		
16:	12	+14	+14	

Jednačina 17.				
Broj vlaka	17-17	17-S	K.st.	
6	4	+4		
11	3	0		
37	2	0		
17:	9	+4	+4	

Jednačina 18.				
Broj vlaka	18-18	18-S	K.st.	
4	6	0		
14	2	+2		
22	3	+3		
25	3	+3		
18:	14	+8	+8	

Tablica normalnih jednačina korelata (uglovi)

$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$k_{11}$	$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_{18}$	$S$	$K.st$
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
15	-3			-3										+6	+4			-3,9	+20,0	+15,1
	15	-3			-6									+3				+21,2	+6,0	+16,1
		15	-3			-6												+21,2	+27,2	+27,2
			21	-2		-2	-8											-8	-2,0	-16,1
				15				-4										-2	+3,0	-16,1
					12	-2			-4									+2	+6,0	+8,0
						12	-2			-4								+3	+19,0	+25,0
							22	-3		-3	-3								0,0	-24,7
								20	-3		-3	-3						-3	-3,0	-24,7
									13			-3						-3	+1,0	-7,0
										13			-3					+6	+6,0	+13,0
											12	-3							+2,0	+13,6
													10	-2					+2,8	+4,8
																			+2,0	+4,8
																			+3,0	+4,8
																			-4,6	-2,5
																			+3,0	-2,5
																			0,0	+2,5
																			+1,9	+1,9
																			+3,0	+1,9
																			-2,7	+0,3
																			+2,0	+0,3
																			+2,0	+0,3
																			-13,7	-11,7
																			+18,0	-11,7
																			+23,1	+18,0
																			+14,0	+41,1
																			+14,0	+41,1
																			-11,4	+2,6
																			+4,0	+2,6
																			-5,6	+4,0
																			+8,0	-1,5
																			+8,0	-1,5
																			+7,1	+15,1
																			+7,1	+15,1

$$\overbrace{[1 \cdot 1]}^{+16} + \overbrace{[1 \cdot 2]}^{-3} + \overbrace{[1 \cdot 5]}^{-3} + \overbrace{[1 \cdot 15]}^{+6} + \overbrace{[1 \cdot 16]}^{+4} = \overbrace{[1 \cdot S]}^{+20}$$

$$\overbrace{1_2 \cdot S_2}^{+12} + \overbrace{1_7 \cdot S_7}^{+8} + \overbrace{1_9 \cdot S_9}^0 + \overbrace{1_{10} \cdot S_{10}}^0 = \overbrace{[1 \cdot S]}^{+20}$$

$$\overbrace{[2 \cdot 2]}^{-3} + \overbrace{[2 \cdot 3]}^{+15} + \overbrace{[2 \cdot 3]}^{-3} + \overbrace{[2 \cdot 6]}^{-6} + \overbrace{[2 \cdot 15]}^{+3} = \overbrace{[2 \cdot S]}^{+6}$$

$$\overbrace{2_3 \cdot S_3}^{+6} + \overbrace{2_9 \cdot S_9}^0 + \overbrace{2_{12} \cdot S_{12}}^0 + \overbrace{2_{13} \cdot S_{13}}^0 = \overbrace{[2 \cdot S]}^{+6}$$

$$\overbrace{[3 \cdot 3]}^{-3} + \overbrace{[3 \cdot 3]}^{+21} + \overbrace{[3 \cdot 4]}^{-2} + \overbrace{[3 \cdot 6]}^{-2} + \overbrace{[3 \cdot 7]}^{-8} + \overbrace{[3 \cdot 13]}^{-8} = \overbrace{[3 \cdot S]}^{-2}$$

$$\overbrace{3_4 \cdot S_4}^0 + \overbrace{3_{12} \cdot S_{12}}^0 + \overbrace{3_{14} \cdot S_{14}}^{-2} + \overbrace{3_{15} \cdot S_{15}}^0 + \overbrace{3_{16} \cdot S_{16}}^0 = \overbrace{[3 \cdot S]}^{-2}$$

⋮

Obrazovane normalne jednačine upisuju se u tablicu /v.str.188/.

U stubac " $f$ " upisuju se apsolutni članovi. Njihove brojne vrednosti uzimaju se iz tablice uslovnih jednačina /v.str.183/.

Stubac "S" ima dve linije: na gornjoj se upisuju zbrojevi

$$[1 \cdot S], [2 \cdot S], [3 \cdot S] \dots,$$

a na donjoj

$$[1 \cdot S] + f_{\beta_1}; [2 \cdot S] + f_{\beta_2}; [3 \cdot S] + f_{\beta_3} \dots$$

Svaka normalna jednačina upisana u tablicu kontrolira se sabiranjem odgovarajućih članova. Navedeni zbrojevi upisuju se u kontrolni stubac /K.St./. Brojne vrednosti upisane u stupce "S" i "K.St." moraju biti identične.

### 3. Rešavanje normalnih jednačina korelata

Šema za rešavanje normalnih jednačina

Reči rešavanja normalne jednačine upisuju se u "šemu za rešavanje". Šema treba da ima toliko vertikalnih stubaca koliko ih je u tablici normalnih jednačina više jedan. U navedenom primeru tablica normalnih jednačina /v.str.188/ ima 21 stubac; prema tome šema za rešavanje mora imati 22 stupca.

Što se tiče horizontalnih linija koje su potrebne za pojedina normalna jednačina radi upisivanja podataka, to se broj ovih linija određuje po sledećem postupku. Treba u tablici normalnih jednačina u prvom vertikalnom stupcu odnosno jednačine izbrojati horizontalne linije idući od prvog do poslednjeg koeficijenta upisanog u stupcu.

U priloženoj maloj tablici kružidima su označeni koeficijenti normalnih jednačina /uporedi se tablicom na str.188/, te se pomoću nje može odre-

Rešavanje normalnih

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$k_{11}$
1:	16	-3			-3						
	-1,0200	+0,1875			+0,1875						
	$k_1 = +0,2705$				-0,0106						
	$k_1' = -0,0830$				+0,1981						
2:	15	-3			-6						
	-0,562				-0,562						
2 <sub>r</sub> :	14,438	-3,000			-0,562	-6,000					
	-1,0000	+0,2079			+0,0389	+0,4156					
	$k_2 = +0,7071$				-0,0022	+1,2079					
	$k_2' = -0,4983$				+0,0441	-0,7923					
3:	21	-2			-2	-8					
	-0,623				-0,117	-1,247					
3 <sub>r</sub> :	20,377	-2,000			-0,117	-3,247	-8,000				
	-1,0000	+0,0981	+0,0057		+0,1593	+0,3926					
	$k_3 = +0,0089$		-0,0003		+0,4630	+1,1993					
	$k_3' = +0,0892$		+0,0060		-0,3037	-0,8067					
4:	15					-4					
	-0,196	-0,011			-0,319	-0,785					
4 <sub>r</sub> :	14,804	-0,011			-0,319	-0,785	-4,000				
	-1,0000	+0,0007	+0,0215		+0,0530	+0,2702					
	$k_4 = 0,0000$		+0,0623		+0,1619	-0,1203					
	$k_4' = +0,0007$		-0,0410		-0,1089	+0,3905					
5:	12	-2					-4				
	-0,562										
	-0,022				+0,233						
	-0,001	-0,019			-0,046						
	0,000	0,000			-0,001	-0,003					
5 <sub>r</sub> :	11,415	-2,252			-0,047	-0,003	-4,000				
	-1,0000	+0,1973	+0,0041		+0,0003	+0,3504					
	$k_5 = +0,5734$		+0,0125		-0,0001	+0,3309					
	$k_5' = -0,3761$		-0,0084		+0,0004	+0,0195					
6:	22	-3					-3	-3			
	-2,494										
	-0,517				-1,274						
	-0,007	-0,017			-0,086						
	-0,444	-0,009			-0,001	-0,789					
6 <sub>r</sub> :	18,538	-4,300			-0,087	-3,789	-3,000				
	-1,0000	+0,2320	+0,0047		+0,2044	+0,1618					
	$k_6 = +0,7087$		-0,0021		+0,1930	+0,3039					
	$k_6' = -0,4767$		+0,0068		+0,0114	-0,1421					

NAPOMENA

U svim primerima rešavanja normalnih jednačina definitivni zbrovi normalnih jednačina treba da budu uočljiviji, te se stoga upisuju crvenim mastilom. U primerima uzetim za ovaj Pravilnik upisane su uspravnim debljim ciframa, što je za štampanje knjige bilo najzgodnije.

jednačina korelata (uglovi)

$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_{\beta}$	$S$	R.st.	Korelata
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
			+ 6	+ 4			- 3,9	+ 16,1	+ 16,1	
			- 0,3750	- 0,2500			+ 0,2438	- 1,0062	- 1,0062	
			+ 1,1768	+ 0,2466			+ 0,2438			+ 1,0271
			- 1,5518	- 0,4966				+ 1,0062		- 0,9271
			+ 3				+ 21,2	+ 27,2	+ 27,2	
			+ 1,125	+ 0,750			- 0,731	+ 3,019		
			+ 4,125	+ 0,750			+ 20,469	+ 30,249	+ 30,220	
			- 0,2857	- 0,0519			- 1,4177	- 2,0931	- 2,0930	
			+ 0,8966	+ 0,0512			- 1,4177			+ 1,4429
			- 1,1823	- 0,1031				+ 2,0931		- 0,4428
			+ 0,857	+ 0,156		- 8	- 14,1	- 16,1	- 16,1	
			+ 0,857	+ 0,156			+ 4,253	+ 6,280		
						- 8,000	- 9,847	- 9,820	- 9,821	
			- 0,0421	- 0,0077			+ 0,3926	+ 0,4832	+ 0,4820	+ 0,4817
			+ 0,1321	+ 0,0076			+ 1,1091	+ 0,4832		+ 3,4029
			- 0,1742	- 0,0153			- 0,7165	- 0,4820		- 2,4032
					- 2	+ 2	- 1,0	+ 8,0	+ 8,0	
			+ 0,024	+ 0,015			- 0,785	- 0,966	- 0,963	
			+ 0,084	+ 0,045	- 2,000	+ 1,215	- 1,966	+ 7,037	+ 7,037	
			- 0,0057	- 0,0010	+ 0,1351	- 0,0821	+ 0,1328	- 0,4753	- 0,4755	
			+ 0,0179	+ 0,0010	+ 0,0666	- 0,2319	+ 0,1328			+ 0,0905
			- 0,0236	- 0,0020	+ 0,0685	+ 0,1498		+ 0,4753		+ 0,0903
				+ 3			+ 19,0	+ 25,0	+ 25,0	
			+ 1,125	+ 0,750			- 0,731	+ 3,019		
			+ 0,160	+ 0,029			+ 0,796	+ 1,175		
			+ 0,005	+ 0,001			- 0,045	- 0,056	- 0,056	
			0,000	0,000	- 0,001	+ 0,001	- 0,001	+ 0,005		
			+ 1,290	+ 3,780	- 0,001	- 0,045	+ 49,008	+ 29,143	+ 29,145	
			- 0,1130	- 0,3311	+ 0,0001	+ 0,0039	- 1,6652	- 2,5532	- 2,5532	
			+ 0,3546	+ 0,3266	0,0000	+ 0,0110	- 1,6652			- 0,0563
			- 0,4676	- 0,6577	+ 0,0001	- 0,0071		+ 2,5532		+ 1,0563
- 3							- 24,7	- 24,7	- 24,7	
			+ 1,714	+ 0,312			+ 8,507	+ 12,559		
			+ 0,137	+ 0,025			- 1,274	- 1,569	- 1,564	
			+ 0,002	0,000	- 0,043	+ 0,026	+ 0,026	+ 0,151		
			+ 0,255	+ 0,716	0,000	+ 0,009	+ 3,750	+ 5,750		
- 3,000			+ 2,108	+ 1,083	- 0,043	- 1,257	- 14,054	- 7,804	- 7,801	
+ 0,1618			- 0,1137	- 0,0584	+ 0,0023	+ 0,0678	+ 0,7581	+ 0,4208	+ 0,4208	
+ 0,3378			+ 0,3568	+ 0,2576	+ 0,0011	+ 0,1915	+ 0,7581			+ 2,9054
- 0,1760			- 0,4705	- 0,1160	+ 0,0012	- 0,1237		- 0,4208		- 1,9068

	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$k_{11}$
	±	±	±	±	±
7:	20	3			
	- 3,144				
	- 0,042	- 0,212			
	0,000	0,000	- 0,016		
	- 0,998	- 0,020	- 0,879	- 0,696	
7 <sub>r</sub>	15,819	- 3,232	- 0,895	- 0,696	
	- 1,0000	+ 0,2043	+ 0,0566	+ 0,0440	
	$k_7 =$	- 0,0910	+ 0,0534	+ 0,0825	
	$k_7' =$	+ 0,2953	+ 0,0032	- 0,0388	
8:	13				
	- 1,081				
	0,000	- 0,001			
	0,000	- 0,018	- 0,014		
	- 0,660	- 0,183	- 0,142		
8 <sub>r</sub>	11,259	- 0,202	- 0,156		
	- 1,0000	+ 0,0179	+ 0,0139		
	$k_8 =$	+ 0,0159	+ 0,0261		
	$k_8' =$	+ 0,0010	- 0,0122		
9:	12	- 3			
	- 1,402				
	- 0,774	- 0,613			
	- 0,051	- 0,039			
	- 0,004	- 0,003			
9 <sub>r</sub>	9,769	- 3,655			
	- 1,0000	+ 0,3741			
	$k_9 =$	+ 0,1026			
	$k_9' =$	- 0,3285			
10:	10	- 2			
	- 0,485				
	- 0,031				
	- 0,002				
	- 1,367				
10 <sub>r</sub>	8,115	- 2,000			
	- 1,0000	+ 0,2465			
	$k_{10} =$	+ 0,3243			
	$k_{10}' =$	- 0,0778			
11:	8				
	- 0,493				
11 <sub>r</sub>	7,507				
	- 1,0000				
	$k_{11} =$				
	$k_{11}' =$				



$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_{\beta}$	$S$	$K.st$	Korelato $k$
-3		-3				-3	-4,0	-7,0	-7,0	
			+ 0,336	+ 0,061		- 3,141	- 3,866	- 3,866		
			+ 0,004	+ 0,001	- 0,106	0,064	+ 0,104	+ 0,373		
			+ 0,005	+ 0,015	0,000	0,000	+ 0,078	+ 0,419		
- 0,696			+ 0,489	+ 0,251	- 0,010	- 0,292	- 3,261	- 1,810		
- 3,696		- 3,000	+ 0,834	+ 0,328	- 0,116	- 6,300	- 11,153	- 12,174	- 12,176	
+ 0,2336		+ 0,1896	- 0,0527	- 0,0207	+ 0,0073	+ 0,4026	0,7050	+ 0,7697	+ 0,7696	
+ 0,4877		+ 0,4903	+ 0,1654	+ 0,0204	+ 0,0036	+ 1,1373	+ 0,7050			+ 3,0547
- 0,2541		- 0,3007	- 0,2181	- 0,0441	+ 0,0037	- 0,7347		- 0,7697		- 2,0548
		- 3			- 3	+ 6	+ 7,6	+ 13,6	+ 13,6	
			+ 0,023	+ 0,004	- 0,540	+ 0,328	- 0,531	+ 1,901		
			0,000	+ 0,001	0,000	0,000	+ 0,006	+ 0,009		
- 0,014			+ 0,010	+ 0,005	0,000	- 0,006	- 0,066	- 0,037		
- 0,755		- 0,613	+ 0,170	+ 0,067	- 0,024	- 1,301	- 2,279	- 2,487		
- 0,169		- 3,613	+ 0,203	+ 0,077	- 3,564	+ 5,021	+ 4,730	+ 12,986	+ 12,985	
+ 0,0683		+ 0,3209	- 0,0180	- 0,0068	+ 0,3165	- 0,4460	- 0,4201	- 1,1534		
+ 0,1426		+ 0,8299	+ 0,0565	+ 0,0067	+ 0,1560	- 1,2599	- 0,4201			- 0,4453
- 0,0743		- 0,5090	- 0,0745	- 0,0135	+ 0,1605	+ 0,8139		+ 1,1534		+ 1,4453
							+ 2,8	+ 4,8	+ 4,8	
			+ 0,452	+ 1,325		- 0,016	+ 6,660	+ 10,212		
- 0,613			+ 0,431	+ 0,221	- 0,009	- 0,257	- 2,873	- 1,595		
- 0,209		- 0,170	+ 0,047	+ 0,018	- 0,007	- 0,360	- 0,631	- 0,689		
- 0,014		- 0,065	+ 0,004	+ 0,001	- 0,064	+ 0,090	+ 0,085	+ 0,232		
- 0,836		- 0,235	+ 0,934	+ 1,565	- 0,090	- 0,543	+ 6,041	+ 12,960	+ 12,960	
+ 0,0856		+ 0,0241	- 0,0956	- 0,1602	+ 0,0082	+ 0,0556	- 0,6184	- 1,3266	- 1,3266	
+ 0,1787		+ 0,0623	+ 0,3000	+ 0,1590	+ 0,0040	+ 0,1571	- 0,6184			+ 0,9443
- 0,0931		- 0,0382	- 0,3956	- 0,3182	+ 0,0042	- 0,1015		+ 1,3266		+ 0,0557
							- 4,6	- 2,6	- 2,6	
- 0,485			+ 0,344	+ 0,175	- 0,007	- 0,203	- 2,274	- 1,262		
- 0,163		- 0,192	+ 0,037	+ 0,014	- 0,005	- 0,280	- 0,491	- 0,536		
- 0,011		- 0,050	+ 0,003	+ 0,001	- 0,050	+ 0,070	+ 0,066	+ 0,181		
- 0,313		- 0,088	+ 0,349	+ 0,585	- 0,030	- 0,203	+ 2,260	+ 4,848		
- 0,972		- 0,270	+ 0,130	+ 0,775	- 0,092	- 0,616	- 5,039	+ 0,631	+ 0,631	
+ 0,1198		+ 0,0333	- 0,0900	- 0,0955	+ 0,0113	+ 0,0759	+ 0,6209	- 0,0778	- 0,0778	
+ 0,2501		+ 0,0861	+ 0,2824	+ 0,0942	+ 0,0056	+ 0,2144	+ 0,6209			+ 1,8780
- 0,1303		- 0,0528	- 0,3724	- 0,1837	+ 0,0057	- 0,1385		+ 0,0778		- 0,8780
- 3							- 0,5	+ 2,5	+ 2,5	
- 0,240		- 0,067	+ 0,180	+ 0,191	- 0,023	- 0,452	- 1,242	+ 0,156		
- 3,240		- 0,067	+ 0,180	+ 0,191	- 0,023	- 0,452	- 1,742	+ 2,656	+ 2,654	
+ 0,4316		+ 0,0090	- 0,0240	- 0,0254	+ 0,0031	+ 0,0202	+ 0,2321	- 0,3535	- 0,3534	
+ 0,9011		+ 0,0233	+ 0,0753	+ 0,0251	+ 0,0015	+ 0,0571	+ 0,2321			+ 1,3155
- 0,4695		- 0,0143	- 0,0993	- 0,0805	+ 0,0016	- 0,0369		+ 0,3535		- 0,3154

	$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_3$	$S$	$K.st$	Korelasi
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	± k
12:	13	- 4						+ 1,9	+ 1,9	+ 1,9	
	- 0,485			+ 0,341	+ 0,175	- 0,007	- 0,203	- 2,274	- 1,263		
	0,863		- 0,701	+ 0,195	+ 0,077	- 0,027	- 1,488	- 2,605	- 2,844		
	- 0,063		- 0,247	+ 0,014	+ 0,005	- 0,243	+ 0,343	+ 0,323	+ 0,887		
	- 0,072		- 0,020	+ 0,080	+ 0,134	- 0,007	- 0,046	+ 0,517	+ 1,109		
	- 0,116		- 0,032	+ 0,087	+ 0,083	- 0,011	- 0,074	- 0,604	+ 0,076		
	- 1,398		- 0,029	+ 0,078	+ 0,082	- 0,010	- 0,066	- 0,752	+ 1,145		
12 <sub>r</sub>	10,013	- 4,000	- 1,029	+ 0,795	+ 0,566	- 0,305	- 1,534	- 3,495	+ 1,010	+ 1,011	
	- 1,000	+ 0,3995	+ 0,1028	- 0,0794	- 0,0565	+ 0,0305	+ 0,1532	+ 0,3490	- 0,1010	- 0,1009	
	$k_{12}$	+ 0,7202	+ 0,2659	+ 0,2182	+ 0,0557	+ 0,0150	+ 0,4328	+ 0,3430			+ 2,0878
	$k'_{12}$	- 0,3207	- 0,1631	- 0,3235	- 0,1122	+ 0,0155	- 0,2796		+ 0,1010		- 1,0877
13:	9	- 2						- 2,7	+ 0,3	+ 0,3	
	- 1,588		- 0,441	+ 0,318	+ 0,226	- 0,122	- 0,613	- 1,396	+ 0,404		
13 <sub>r</sub>	7,402	- 2,411	+ 0,318	+ 0,226	- 0,122	- 0,613	- 4,096	+ 0,704	+ 0,704		
	- 1,0000	+ 0,3257	- 0,0430	- 0,0305	+ 0,0165	+ 0,0028	+ 0,5534	- 0,0951	- 0,0951		
	$k_{13}$	+ 0,8423	+ 0,1349	+ 0,0301	+ 0,0081	+ 0,2339	+ 0,5534				+ 6,8027
	$k'_{13}$	- 0,5166	- 0,1779	- 0,0606	+ 0,0084	- 0,1511		+ 0,0951			- 0,8027
14:	13						- 3	- 13,7	- 11,7	- 11,7	
	- 0,569	+ 0,158	+ 0,062	- 0,022	- 1,208	- 2,115	- 2,309				
	- 1,159	+ 0,065	+ 0,025	- 1,144	+ 1,611	- 1,518	+ 3,167				
	- 0,005	+ 0,023	+ 0,038	- 0,002	- 0,013	+ 0,146	+ 0,312				
	- 0,009	+ 0,024	+ 0,026	- 0,003	- 0,021	- 0,169	+ 0,021				
	- 0,001	+ 0,002	+ 0,002	0,000	- 0,001	- 0,016	+ 0,024				
	- 0,106	+ 0,082	+ 0,058	- 0,031	- 0,158	- 0,359	+ 0,104				
	- 0,785	+ 0,104	+ 0,074	- 0,040	- 0,200	- 1,334	+ 0,229				
14 <sub>r</sub>	10,365	+ 0,458	+ 0,285	- 1,242	- 2,990	- 16,028	- 9,152	- 9,152			
	- 1,0000	- 0,0442	- 0,0275	+ 0,1198	+ 0,2985	+ 1,5464	+ 0,8830	+ 0,8830			
	$k_{14}$	+ 0,1387	+ 0,0211	+ 0,0590	+ 0,8150	+ 1,5464					+ 2,5862
	$k'_{14}$	- 0,1829	- 0,0546	+ 0,0608	- 0,5265		- 0,8830				- 1,5862
15:	14	- 5						+ 23,1	+ 47,1	+ 44,1	
	- 2,250	- 1,500						+ 1,462	- 6,038		
	- 1,179	- 0,214						- 5,948	- 8,634		
	- 0,036	- 0,007						+ 0,337	+ 0,445	+ 0,443	
	0,000	0,000	+ 0,011	- 0,007	+ 0,011	- 0,011	- 0,040	- 0,085	- 0,234		
	- 0,146	- 0,427	0,000	+ 0,005	- 2,148	- 3,293					
	- 0,240	- 0,123	+ 0,005	+ 0,143	+ 1,598	+ 0,887					
	- 0,044	- 0,017	+ 0,006	+ 0,336	+ 0,588	+ 0,642					
	- 0,004	- 0,001	+ 0,064	- 0,090	- 0,085	- 0,234					
	- 0,089	- 0,150	+ 0,008	+ 0,052	- 0,578	- 1,239					
	- 0,066	- 0,070	+ 0,008	+ 0,055	+ 0,454	- 0,057					
	- 0,004	- 0,005	0,000	+ 0,004	+ 0,042	- 0,064					
	- 0,063	- 0,045	+ 0,024	+ 0,122	+ 0,278	- 0,080					
	- 0,042	- 0,010	+ 0,005	+ 0,026	+ 0,176	- 0,030					
	- 0,020	- 0,013	+ 0,055	+ 0,132	+ 0,708	+ 0,405					
15 <sub>r</sub>	9,845	- 7,582	+ 0,186	+ 1,115	+ 20,173	+ 23,738	+ 23,737				
	- 1,0000	+ 0,7701	- 0,0189	- 0,1133	- 2,0491	- 2,4111	- 2,4112				
	$k_{15}$	- 0,7597	- 0,0093	- 0,3200	- 2,0491						- 3,1381
	$k'_{15}$	+ 1,5298	- 0,0096	- 0,2067		+ 2,4111					+ 4,1380

	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_{\beta}$	$S$	$K. st.$	Korelasi $k$
16:	12			- 11,4	+ 2,6	+ 2,6	
	- 1,000			+ 0,975	- 4,025		
	- 0,039			- 1,062	- 1,568		
	- 0,001		+ 0,062	+ 0,076	+ 0,076		
	0,000	+ 0,002	- 0,001	+ 0,002	- 0,007		
	- 1,252	0,000	+ 0,015	- 6,294	- 9,650		
	- 0,063	+ 0,003	+ 0,073	+ 0,821	+ 0,456		
	- 0,007	+ 0,002	+ 0,132	+ 0,231	+ 0,252		
	- 0,001	+ 0,024	- 0,034	- 0,032	- 0,088		
	- 0,251	+ 0,013	+ 0,087	- 0,968	- 2,076		
	- 0,074	+ 0,009	+ 0,059	+ 0,431	- 0,060		
	- 0,005	0,000	+ 0,004	+ 0,044	- 0,067		
	- 0,032	+ 0,017	+ 0,087	+ 0,197	- 0,057		
	- 0,007	+ 0,004	+ 0,019	+ 0,125	- 0,021		
	- 0,008	+ 0,034	+ 0,082	+ 0,441	+ 0,252		
	- 5,339	+ 0,143	+ 0,859	+ 15,535	+ 18,280		
16 <sub>r</sub>	3,421	+ 0,251	+ 1,444	- 0,828	+ 4,297	+ 4,288	
	- 1,0000	- 0,0734	- 0,4221	+ 0,2420	- 1,2534	- 1,2535	
	$k_{16} =$	- 0,0362	- 1,1923	+ 0,2420			- 0,9865
	$k'_{16} =$	- 0,0372	+ 0,7702		+ 1,2534		+ 1,9864
17:	9			- 5,6	- 1,6	- 1,6	
	+ 0,270	+ 0,164	- 0,266	+ 0,251			
	- 0,000	0,000	+ 0,002	+ 0,003			
	0,000	- 0,003	- 0,032	- 0,018			
	- 0,001	- 0,046	- 0,081	- 0,089			
	- 1,128	+ 1,589	+ 1,497	+ 4,110			
	- 0,001	- 0,004	+ 0,050	+ 0,106			
	- 0,001	- 0,007	- 0,057	+ 0,007			
	0,000	0,000	- 0,005	+ 0,008			
	- 0,009	- 0,047	- 0,107	+ 0,031			
	- 0,002	- 0,010	- 0,068	+ 0,012			
	- 0,149	- 0,358	- 1,920	- 1,096			
	- 0,004	- 0,021	- 0,331	- 0,449			
	- 0,018	- 0,106	+ 0,061	- 0,315			
17 <sub>r</sub>	7,417	+ 1,151	- 6,907	+ 1,661	+ 1,661		
	- 1,0000	- 0,1552	+ 0,9312	- 0,2239	- 0,2240		
	$k_{17} =$	- 0,4384	+ 0,9312				+ 0,4928
	$k'_{17} =$	+ 0,2832		+ 0,2239			+ 0,5071

	$k_{18}$	$f_{18}$	$S$	$K. st.$	Korelata $k$
18:	+ 14,0	+ 7,1	+ 15,1	+ 15,1	
	- 3,144	- 3,866	- 3,856		
	- 0,100	+ 0,161	- 0,578		
	0,300	+ 0,074	+ 0,114		
	- 0,085	- 0,953	- 0,529		
	- 2,564	- 4,490	- 4,932		
	- 2,239	- 2,110	- 5,792		
	- 0,030	+ 0,336	+ 0,721		
	- 0,047	- 0,382	+ 0,248		
	- 0,003	- 0,035	+ 0,054		
	- 0,235	- 0,535	+ 0,155		
	- 0,051	- 0,339	+ 0,058		
	- 0,863	- 4,624	- 2,640		
	- 0,126	- 2,285	- 2,689		
	- 0,610	+ 0,349	- 1,810		
	- 0,179	+ 1,072	- 1,258		
18 <sub>r</sub>	3,727	- 10,528	- 6,804	- 6,801	
	- 1,0000	+ 2,8248	+ 1,8248	+ 1,8248	
	$k_{18} =$	+ 2,8248			+ 2,8248
	$k'_{18} =$		- 1,8248		- 1,8248

$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$k_{11}$	$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	Broj linija
1	1																	6
2	2	1																2 8
3	3	2	1															2 8
4	4	3	2	1														2 8
5	5	4	3	2	1													5 11
6	6	5	4	3	2	1												5 11
7	7	6	5	4	3	2	1											5 11
8	8	7	6	5	4	3	2	1										5 11
9	9	8	7	6	5	4	3	2	1									5 11
10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1								5 11
11	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							2 8
12	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						7 13
13	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1					2 8
14	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				8 14
15	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			15 21
16	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		16 22
17	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	14 20
18	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	16 22

Računanje popravki direkcionih uglova zajedničkih strana ( $v_B$ )

$k$	$k_1 \frac{v_B}{D}$	$k_2 \frac{v_B}{D}$	$k_3 \frac{v_B}{D}$	$k_4 \frac{v_B}{D}$	$k_5 \frac{v_B}{D}$	$k_6 \frac{v_B}{D}$	$k_7 \frac{v_B}{D}$	$k_8 \frac{v_B}{D}$	$k_9 \frac{v_B}{D}$	$k_{10} \frac{v_B}{D}$	$k_{11} \frac{v_B}{D}$	$k_{12} \frac{v_B}{D}$	$k_{13} \frac{v_B}{D}$	$k_{14} \frac{v_B}{D}$	$k_{15} \frac{v_B}{D}$	$k_{16} \frac{v_B}{D}$	$k_{17} \frac{v_B}{D}$	$k_{18} \frac{v_B}{D}$	$\frac{19}{2} = v_B$	$v_B^2$	$\rho = \frac{1}{\rho}$	$\rho v_B^2$	Redni broj							
1	+1,927																			-10,76	115,78	0,20	23,16	1						
2	+11,56																			-15,83	7,27	52,95	0,17	8,98	2					
3		+4,33																			-9,44	-5,08	25,81	0,33	8,52	3				
4			+20,42																			-16,98	+3,47	12,04	0,17	2,95	4			
5				+0,64																		+0,64	0,41	0,14	0,06	5				
6																							+1,97	+4,97	3,88	0,25	0,97	6		
7	+7,71																					-3,84	+3,77	14,21	0,25	3,55	7			
8					-0,17																		-3,13	3,80	0,33	3,23	8			
9	+5,78	-4,33																					+1,45	2,10	0,33	0,69	9			
10	+5,78				+0,17																		+5,95	33,40	0,33	11,68	10			
11								+1,34															+2,82	7,95	0,33	2,62	11			
12		+4,33	-10,21																				-5,88	34,57	0,33	11,41	12			
13		+8,66				-17,44																	-8,78	77,09	0,17	13,11	13			
14			-6,81	+0,18																				+5,65	-0,32	0,96	0,48	14		
15			-27,22				+24,24																	-2,78	7,73	0,12	0,93	15		
16				-0,36				-1,78																-2,14	4,58	0,25	1,18	16		
17					+1,22			+3,78																+4,90	16,01	0,25	4,07	17		
18						+8,72	-5,16																		0,44	0,19	0,33	0,07	18	
19						-8,72						+6,25													-2,46	6,05	0,33	2,60	19	
20						-8,72					+5,63														-3,09	9,55	0,33	3,15	20	
21						-8,72					+2,83														-5,89	34,69	0,33	11,45	21	
22						-9,16	-1,34																		+8,48	-2,02	4,08	0,33	1,35	22
23						-9,16							+6,25												-2,90	8,41	0,33	2,78	23	
24						-9,16								+1,76											-1,40	1,96	0,33	0,65	24	
25							+1,34							+1,76											-8,48	+0,62	0,38	0,33	0,12	25
26								+2,83	-5,63																-2,80	7,84	0,33	2,59	26	
27								+1,89																	+1,89	3,57	0,50	1,78	27	
28									+3,76	-2,63															+1,13	1,28	0,50	0,64	28	
29										-3,76															-3,76	14,14	0,50	7,07	29	
30									+3,95	-6,25															-2,31	5,34	0,33	1,76	30	
31										-3,95															+3,95	15,60	0,33	5,15	31	
32											+6,35	-7,21													+1,14	1,30	0,25	0,32	32	
33												+3,61	-5,17												-1,56	2,43	0,50	1,22	33	
34													+5,41												+5,41	29,27	0,33	9,66	34	
35														+12,91											+12,93	167,18	0,20	33,44	35	
36		+6,81				-5,81																			+1,00	1,00	0,50	0,50	36	
37			-0,18																						+0,81	0,66	0,50	0,33	37	
38				+0,11	+5,81																				+5,92	35,05	0,50	17,52	38	

$\sqrt{\rho v_B^2} = 200,13$

i apsolutnog člana upisuje se u stubac *k.st.* 1, u granicama tačnosti računanja, mora biti jednak zbiru sračunatom u stupcu "S". U datom primeru /v.str.191/zbir iznosi + 30,220, te se za 0,001 razlikuje od zbira u stupcu "S".

Se ovom jednačinom postupa se na isti način kao se prvom tj.

a/ računaju se količnici

$$\frac{+3,000}{14,438} = +0,2078; \quad \frac{+0,562}{14,438} = +0,0389; \dots$$

i kontrolišu se sabiranjem;

b/ računaju se proizvodi koji se dobijaju množenjem ove jednačine, počev od koeficijenta uz  $\kappa_3$ , sa količnikom +0,2078; rezultati množenja se upisuju ispod 3. jednačine; onda se jednačina, počev od koeficijenta uz  $\kappa_5$  množi količnikom +0,0389, pa se rezultati upisuju ispod 5. jednačine itd.

4. Navedeni postupak produžava se sve dotle dok se ne dodje do poslednje svedene normalne jednačine koje će imati samo jednu nepoznatu. U datom primeru to je 18. jednačina sa nepoznatom  $\kappa_{18}$ .

Računanje korelate

Poslednja svedena normalna jednačina, pored koje u šemi za rešavanje stoji oznaka 18r, /v.str.196/glasi:

$$3,727 \kappa_{18} - 10,528 = 0,$$

odakle je

$$\kappa_{18} = + \frac{10,528}{3,727} = +2,8248$$

Sračunate korelate odmah se kontroliše računanjem kontrolne korelate  $\kappa'_{18}$ . Ova se dobija deljenjem zbira upisanog u stupcu "S" koeficijentom uz  $\kappa_{18}$  tj.

$$\kappa'_{18} = - \frac{6,804}{3,727} = -1,8248.$$

Zbir prave i kontrolne vrednosti korelate treba da je jednak jedinici tj.

$$\kappa_{18} + \kappa'_{18} = +1,0000.$$

U datom slučaju zbir sračunatih vrednosti zaista je jednak jedinici; ali se usled zaokrugljivanja pri računanju može razlikovati od jedinice za 1-3 jedinice poslednjeg decimalnog mesta.

Korelate se računaju na 4 decimalna mesta i njihove se vrednosti upisuju u stubac "korelate K".

Kada je korelate  $\kappa_{18}$  sračunate i kontrolisane prelezi se na računanje korelate  $\kappa_{17}$ . Ova se računa iz 17. svedene normalne jednačine naime

$$\begin{aligned} \kappa_{17} &= \frac{-1,151}{7,417} \kappa_{18} + \frac{6,907}{7,417} = \\ &= -0,1552 \kappa_{18} + 0,9312 \dots \end{aligned}$$

... /v.str. 195/

Ako se ovako napisana jednačina uporedi sa količnicima upisanim ispod 17. svedene jednačine, onda se vidi da će se tražena korelata dobiti ovako: količnik upisan u stubac 18 pomnoži se korelatom  $\kappa_{18}$  i tom se proizvodu doda količnik upisan u stupcu  $f_{\beta}$ .

Kontrolna korelata  $\kappa'_{17}$  dobija se množenjem količnika u stupcu 18 kontrolnom korelatom  $\kappa'_{18}$  i dodavanjem ovom proizvodu količnika upisanog u stupcu "g" kome se prethodno promeni predznak. Prema prednjem dobija se

$$\begin{aligned} \kappa'_{17} &= (-0,1552) \cdot (-1,8248) + 0,2239 = \\ &= +0,2832 + 0,2239 = +0,5071. \end{aligned}$$

Zbir sračunatih korelata je +0,9999.  
Po istom postupku računsa se korelata

$\kappa_{16}$ , naime:

- a/ količnik u stupcu 17 množi se sa  $\kappa_{17}$ ;
- b/ " " " 18 " " "  $\kappa_{18}$ ;

c/ zbiru dobivenih proizvoda dodaje se količnik u stupcu  $f_{\beta}$ .

Kontrolna korelata  $\kappa'_{16}$  računa se kao i  $\kappa_{16}$  sa tom razlikom, što se pomenuti količnici množe sa  $\kappa'_{17}$  i  $\kappa'_{18}$  i mesto količnika u stupcu  $f_{\beta}$  zbiru proizvoda se dodaje količnik u stupcu "g" sa obrnutim predznakom.

Na isti način postupao se računaju i ostale korelate  $\kappa_{15}, \kappa_{14}, \dots, \kappa_2, \kappa_1$  i njihove kontrolne vrednosti  $\kappa'_{15}, \kappa'_{14}, \dots, \kappa'_{2}, \kappa'_{1}$ .

#### 4. Računanje poprevki i srednje greške jedinice težine

Kada su korelate sračunate i kontrolisane tada se pristupa računanju poprevki. Ove se računaju po formuli:

$$v_{\beta.1} = \frac{a_1 \cdot \kappa_1 + b_1 \cdot \kappa_2 + c_1 \cdot \kappa_3 + \dots}{p_1}$$

$$v_{\beta \cdot 2} = \frac{a_2 \cdot \kappa_1 + b_2 \cdot \kappa_2 + c_2 \cdot \kappa_3 + \dots}{p_2}$$

$$\vdots$$

Budući da su koeficijenti  $a_1, a_2, \dots, b_1, b_2, \dots, c_1, c_2, \dots$  jednaki +1 ili -1, to se računsnje popravki sastoji u množenju korelate recipročnim težinama koje se uzimaju iz tablice uslovnih jednačina /v, str.183/. Za dati brojni primer popravke su sračunate na str.197.

Kontrolisanje sračunate popravke treba da udovoljaveju jednačini sračunate popravke

$$[p \cdot v_{\beta}^2] = [-\kappa \cdot f_{\beta}]$$

gde je

$$[-\kappa f_{\beta}] = -\kappa_1 \cdot f_{\beta \cdot 1} - \kappa_2 \cdot f_{\beta \cdot 2} - \kappa_3 \cdot f_{\beta \cdot 3} - \dots$$

Zbir proizvoda korelate i apsolutnih članova uzetih sa obrnutim predznakom sračunat je u donjoj tabeli. Razlike od 0,25 koje se dobija pri upoređenju ovog zbira sa  $[p \cdot v_{\beta}^2]$  sračunatim na str.197 je posledica zaokrugljivanja pri računanju.

Korelata	Apsolutni član	$-\kappa f_{\beta}$
$\pm$	$\pm$	$\pm$
+ 1,927	+ 3,9	+ 7,52
+ 1,443	- 24,2	- 30,50
+ 3,403	+ 14,1	+ 47,98
+ 0,091	+ 1,0	+ 0,09
- 0,056	- 19,0	+ 1,06
+ 2,906	+ 24,7	+ 71,78
+ 3,035	+ 4,0	+ 12,22
- 0,445	- 7,6	+ 3,38
+ 0,944	- 2,8	- 2,64
+ 1,878	+ 4,6	+ 8,64
+ 1,316	+ 0,5	+ 0,66
+ 2,088	- 1,9	- 3,97
+ 1,803	+ 2,9	+ 4,87
+ 2,586	+ 13,7	+ 36,43
- 3,138	- 23,1	+ 72,49
- 0,986	+ 11,4	- 11,24
+ 0,493	+ 5,6	+ 2,76
+ 2,825	- 7,1	- 20,06
	$[-\kappa f_{\beta}] =$	+ 200,38
	$[p \cdot v_{\beta}^2] =$	+ 200,13

Podudarnost prednjih zbirova potvrđuje da su popravke i korelate tačno sračunate.

Iz računsnja popravki /v.str.197/ vidi se da se za ovo računsnje vrednosti korelate uzimaju sa 3 decimalna mesta, a da se same popravke računaju na dve decimale.

Sračunate popravke moraju udovoljavati uslovnim jednačinama tj.

$$a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + f_1 = 0$$

$$b_1 v_1 + b_2 v_2 + \dots + f_2 = 0$$

⋮

Preporučuje se da se pre unošenja popravki u obrazac br.19 odnosno pre računanja direkcionih uglova pojedinih strana uveri da li sračunate



popravke zaista udovoljavaju svima postavljenim uslovnim jednačinama.

U datom brojnomo primeru popravke udovoljavaju uslovnim jednačinama što se vidi iz donje tablice u kojoj su obrazovani zbrovi popravki za svaku uslovnu jednačinu i upoređeni se apsolutnim članovima.

Broj uslovne jednačine																							
1		2		3		4		5		6													
+	$v_2$	-	7,27	+	$v_3$	-	5,08	+	$v_4$	+	3,47	+	$v_5$	+	0,64	+	$v_8$	-	3,13	-	$v_{13}$	+	8,78
+	$v_7$	+	3,77	-	$v_9$	-	1,45	-	$v_{12}$	+	5,22	+	$v_{14}$	-	0,98	-	$v_{10}$	-	5,95	+	$v_{18}$	-	0,44
+	$v_9$	+	1,45	+	$v_{12}$	-	5,88	-	$v_{14}$	+	0,98	-	$v_{16}$	+	2,14	-	$v_{17}$	-	4,00	-	$v_{19}$	+	2,46
+	$v_{10}$	+	5,95	+	$v_{13}$	-	8,78	-	$v_{15}$	+	2,78	-	$v_{17}$	-	0,81	-	$v_{18}$	-	5,92	-	$v_{20}$	+	3,09
		+	3,90			-	21,19	+	$v_{16}$	+	1,00			+	0,99			-	19,00	-	$v_{21}$	+	5,89
	$f_1$	-	3,9		$f_2$	+	21,2			+	14,11		$f_4$	-	1,0		$f_5$	+	19,0	-	$v_{18}$	-	1,00
									$f_3$	-	14,1									+	$v_{18}$	+	5,92
																						+	24,70
																					$f_6$	-	24,7

Broj uslovne jednačine																							
7		8		9		10		11		12													
+	$v_{15}$	-	2,78	-	$v_{11}$	-	2,82	+	$v_{17}$	+	4,00	+	$v_{20}$	-	3,09	-	$v_{18}$	-	1,13	+	$v_{19}$	-	2,46
-	$v_{18}$	+	0,44	+	$v_{16}$	-	2,14	+	$v_{21}$	-	5,89	-	$v_{26}$	+	2,80	+	$v_{10}$	-	2,31	+	$v_{23}$	-	2,90
-	$v_{22}$	+	2,02	+	$v_{22}$	-	2,02	+	$v_{26}$	-	2,80	+	$v_{28}$	+	1,13	+	$v_{31}$	+	3,95	-	$v_{30}$	+	2,31
-	$v_{23}$	+	2,90	-	$v_{25}$	-	0,62	+	$v_{27}$	+	1,89	-	$v_{29}$	+	3,76			+	0,51	+	$v_{32}$	+	1,14
-	$v_{24}$	+	1,40			-	7,60			-	2,80			+	4,60	$f_{11}$	-	0,5			-	1,91	
		+	3,98		$f_8$	+	7,6		$f_9$	+	2,8		$f_{10}$	-	4,6						$f_{12}$	+	1,9
	$f_7$	-	4,0		1																		

Broj uslovne jednačine																							
13		14		15		16		17		18													
-	$v_{32}$	-	1,14	+	$v_{24}$	-	1,10	+	$v_1$	-	10,76	+	$v_8$	-	3,13	+	$v_6$	+	1,97	-	$v_4$	-	3,47
+	$v_{33}$	-	1,56	+	$v_{25}$	+	0,62	+	$v_2$	-	7,27	+	$v_7$	+	3,77	+	$v_{37}$	+	0,81	+	$v_{14}$	-	0,98
+	$v_{34}$	+	5,41	-	$v_{33}$	+	1,56	+	$v_3$	-	5,08	-	$v_1$	+	10,76	+	$v_{11}$	+	2,82	+	$v_{22}$	-	2,02
		+	2,71	+	$v_{35}$	+	12,93			-	23,11			+	11,40			+	5,60	-	$v_{25}$	-	0,62
	$f_{13}$	-	2,7			+	13,71		$f_{15}$	+	23,1		$f_{16}$	-	11,4		$f_{17}$	-	5,6			-	7,09
					$f_{14}$	-	13,7														$f_{18}$	+	7,1

Srednja greška ugla

Srednja greška vazonog odnosno prelomnog ugla računa se po formuli

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[pVV]}{t}},$$

gde je t broj uslovnih jednačina.

U datom primeru ova greška iznosi

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{200,13}{18}} = \pm 3,3$$

### 5. Izravnanje koordinatnih razlike

Rečunanje definitivnih direkcionih uglova pojedinih strana i koordinatnih razlike

Kontrolno rečunanje koordinatnih razlike

Kada su popravke  $v_{\beta}$  za direkzione uglove zajedničkih strana kontrolisane tada se pristupa rečunanju definitivnih direkcionih uglova pojedinih strana i koordinatnih razlika, koje se računaju na milimetre. U datom primeru one su računane pomoću prirodnih vrednosti trigonometrijskih funkcija i to sa 6 decimalnih mesta, ne mogu se računati i pomoću logaritamskih tablica takodje sa 6 mesta. Sračunate koordinatne razlike obavezno se kontrolišu. Na strani 208 i 209 dat je izvadak iz obrasca 19 iz kojeg se vidi postupak računanja.

Preporučuje se da se kontrolno rečunanje vrši pomoću tablice koje je sastavio Ing. Franjo Rudl "Tabele za kontrolno rečunanje koordinatnih razlika z računskim strojem" /Ljubljana 1952/. Ove tablice sadrže zbirove prirodnih vrednosti sinusa i kosinusa direkcionih uglova tj.

$$(\sin v + \cos v).$$

ako je

$$\Delta y + \Delta x = d(\sin v + \cos v)$$

to se množenjem dužine strane d sa  $(\sin v + \cos v)$  dobije zbir koordinatnih razlika. Ovaj se kontrolni zbir upoređuje sa zbirom sračunatih razlika. Ove zbirne /previ i kontrolni/ mogu se međusobno razlikovati najviše za 2 mm.

U nedostatku pomenutih tablica kontrolno rečunanje treba vršiti po formulama navedenim na str. 34 prema kojima je rečunanje vršeno u brojnim primerima na str. 37 i 38.

Kada su koordinatne razlike kontrolisane one se sabiraju. Sa njihovim zbirovima obra-

zovanim za svaki pojedini vlak postupa se na potpuno isti način kao i sa zbirovima prelomnih i veznih uglova tj. zbrovi se upisuju u tablicu "Postavljanje uslovnih jednačina za koordinatne razlike" /v. str.210/. Zbrovi ordinatnih razlike upisuju se u jednu tablicu, a zbrovi apscisnih - u drugu. Svrha ovih tablica je sračunavanje apsolutnih članova uslovnih jednačina odnosno grešaka zatvaranja poligona i greška vlakova umetnutih između datih tačaka. Sračunate vrednosti apsolutnih članova upisuju se zatim u "Tablicu uslovnih jednačina" /v.str203/. Ceo postupak se vidi iz brojnog primera u kome je, radi uštede mesta, navedena samo jedna tablica /za ordinatne razlike/; tablica za apscisne razlike je izostavljena.

Postavljanje uslovnih jednačina za koordinatne razlike

Budući da se uslovne jednačine za ordinatne i apscisne razlike razlikuju samo u apsolutnim članovima, to se normalne jednačine korelate obrazuju odjednom i za ordinatne i za apscisne razlike.

Obrazovanje normalnih jednačina

Samo obrazovanje normalnih jednačina vrši se na potpuno isti način kao i za uglove. Tablica uslovnih jednačina sastavljena za uglove važi i za koordinatne razlike /v.str.210/. No, kako su težine, odnosno njihove recipročne vrednosti, za uglove i koordinatne razlike različite, to je pomenutoj tablici dodat poseban stubac u koji su upisane recipročne vrednosti težina; one su jednake dužinama odnosnih vlakova izraženim u kilometrima.

Kao primer navodimo obrazovanje prve normalne jednačine.

J e d n a č i n a 1							
Broj vlaka	1-1	1-2	1-5	1-15	1-16	1-5	k. st.
2	1.2			+1.2		+2.4	
7	0.8				+0.8	+1.6	
9	0.3	-0.3				0	
10	0.7		-0.7			0	
1:	3.0	-0.3	-0.7	+1.2	+0.8	+4.0	+4.0

Obrazovanje normalne jednačine upisuju se u "Tablicu normalnih jednačina korelate /koordinatne razlike/". Apsolutni članovi i kontrolni zbrovi "3" upisuju se posebno za ordinatne i posebno za apscisne razlike /v.str. 212/.

Budući da se normalne jednačine za ordinatne i apscisne razlike međusobno razlikuju samo u

Rešavanje  
normalnih  
jednačina

apsolutnim članovima i kontrolnim zbirovima, to se one rešavaju istovremeno.

Rešavanje se vrši na potpuno isti način kao i u slučaju jednačina sa uglove. No ako je izvršilac računanje već stekao dovoljno iskustva u rešavanju normalnih jednačina, onda se može primeniti skraćeni postupak.

U svojoj suštini ovaj se postupak ne razlikuje od uobičajenog: razlika je samo u tome što se u šemu za rešavanje ne upisuju pojedini rezultati množenja koeficijenata sa odgovarajućim količnicima tj. ne upisuju se pojedini proizvodi nego se upisuju zbrovi proizvoda koji se neposredno dobijaju u mašini za računanje. Uzmimo iz dole navedenog brojnog primera /v. stranu 214 / 5. jednačinu. U šemi stoji:

	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
5:	+ 2.2	- 0.2	.	.	- 0.7	....
	- 0.1660	- 0.0235	- 0.0044	- 0.0005	.	....
5r	+ 2.0340	- 0.2235	- 0.0044	- 0.0005	- 0.7000	....

Ako bi se jednačine rešavale po uobičajenom postupku onda bi se u šemu za računanje morali upisati sledeći proizvodi odnosno podaci:

	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
5:	+ 2.2	- 0.2	.	.	- 0.7	
①	- 0.1633	.	.	.	.	....
②	- 0.0026	- 0.0225	.	.	.	....
③	- 0.0001	- 0.0010	- 0.0040	.	.	....
④	0.0000	0.0000	- 0.0001	- 0.0005	.	....
5r	+ 2.0340	- 0.2235	- 0.0044	- 0.0005	- 0.7000	....

Ovde su sa ①, ②, ③, ④ označeni proizvodi:

$$\begin{array}{l}
 \textcircled{1} \quad (-0,7) \cdot (+0,2333) = -0,1633 \\
 \textcircled{2} \quad (-0,0700) \cdot (+0,03743) = -0,0026 \\
 \textcircled{3} \quad (-0,0112) \cdot (+0,00497) = -0,0001 \\
 \textcircled{4} \quad (-0,0015) \cdot (+0,00052) = -0,0000
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{V.stubac "K}_5\text{"} \\ \text{u šemi za re-} \\ \text{šavanje nor-} \\ \text{malnih jedna-} \\ \text{čina} \end{array}$$

Savezna geodetska uprava

TRIGONOMETRISKI OBRAZAC BR. 19

Računanje koordinata tačaka

Broj viala	Broj tačke	Uglovi i direkciono uzeti su:	Vezni i prelomni uglovi		Direkciono uglovi strana		Odstak je uzeto duži na Dužina d	log sin $\gamma$ log d log cos $\gamma$ ili sin $\gamma$ cos $\gamma$	log d sin $\gamma$ log d cos $\gamma$	Ordinatna razlika $\Delta y = d \cdot \sin \gamma$		Apscisna razlika $\Delta x = d \cdot \cos \gamma$		
			$\beta$	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$				+	-	+	-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	40													
		19.17			157.51	19.0	109.986	0.37 6948			+ 8	+ 5.8	+ 2.3	- 3
V <sub>25</sub>	538	1.30	170.02	07.2				0.92 6235			41.459	+ 2.1	- 5.2	101.873
			+ 0.2					0.53 1537						
	539	1.31	177.54	21.1				0.84 7036			+ 17	+ 12.4	+ 7.8	
			+ 0.2		147.53	26.4	172.654				91.772	+ 4.7	- 7.5	146.244
								0.56 2132						
					145.47	47.7	251.293				+ 24	+ 17.7	+ 12.0	+ 1
V <sub>25</sub>	546	2.3	168.18	06.4				0.82 7047			141.260	+ 7.3	- 10.7	207.831
			+ 0.2					0.71 8145						
		Treba:	516.14	35.3	134.05	57.3	134.578				+ 10	+ 5.3	+ 5.5	
								0.69 5893			96.647	+ 5.0	- 4.8	93.652
A	559	$v_{\beta}$	+ 0.6											
							668.54				371.138			549.600
											371.197			549.602
									$f_y = v_y$	$= + 0.059$				$f_x = v_x$
											$f_d = 0.059$			$= - 0.002$
		19.8			339.56	49.9								
	55	2.13	146.27	34.4				0.44 4737			+ 9.4	+ 15	- 4.7	+ 6
			- 0.9		206.24	23.4	257.211				+ 5.4	114.391	+ 11.0	230.374
								0.89 5662						
V <sub>26</sub>	554	1.191	175.50	30.2				0.37 8616			+ 8.9	+ 13	- 3.6	+ 7
			- 0.9		202.14	52.7	234.002				+ 4.2	88.597	+ 10.3	216.581
								0.92 5554						
	72	2.2	291.49	33.8										
			- 1.0				491.213							
		Treba:	514.07	35.6	314.04	25.5								
											202.988			446.955
											202.960			446.942
											$f_y = v_y$	$= + 0.028$		$f_x = v_x$
														$= + 0.013$
											$f_d = 0.039$			

poligonometriške mreže 1. reda

Koordinate			Broj tačke	Kontrolno računanje koordinatnih razlika		$a_k$	$\frac{q_m}{[d]} \cdot a_k$	Formule: $l = \frac{f_x \cdot [\Delta x]}{[d]} + \frac{f_y \cdot [\Delta y]}{[d]}$ $q_m = \frac{f_x \cdot [\Delta x]}{[d]} - \frac{f_y \cdot [\Delta y]}{[d]}$ $\delta y_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta y_k + \frac{q_m}{[d]} \cdot a_k \cdot \Delta x_k$ $\delta x_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta x_k - \frac{q_m}{[d]} \cdot a_k \cdot \Delta y_k$
ordinata Y	opseisa X	elekt. odst.		$\Delta y + \Delta x$	$(\sin \nu + \cos \nu) \cdot d$			
11	12	13	14	15	16	17	18	
416,986,103	5006,226,972	340		1,30,3180			$l = \frac{(-0,002)(-550) + (+0,059)(+374)}{669}$ $= \frac{+1,10 + 21,89}{669} = \frac{+22,99}{669}$ $= +0,034386$	
417,027,570	5006,125,096	338	143,332	143,332	0,80	0,000,0567	$q_m = \frac{(+0,059)(-550) - (-0,002)(+374)}{669}$ $= \frac{-32,45 + 0,74}{669} = \frac{-31,71}{669}$ $= -0,047399$	
417,119,359	5005,978,852	339	238,016	238,016	1,20	0,000,0850	Prva proba $f_y^2 + f_x^2 = 0,00348$ $l^2 + q_m^2 = 0,00343$	
417,260,643	5005,771,022	346	349,091	349,090	1,20	0,000,0850	$\frac{l}{[d]} = +0,000051368$ $\frac{q_m}{[d]} = -0,000070851$ $\Sigma = -0,000019483$	
417,357,300	5005,677,370	339	190,299	190,298	0,80	0,000,0567	Druga proba $\frac{l + q_m}{[d]} = \frac{-0,000019483}{11,331}$ $\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{11,331}$	
445,933,121	5006,967,804	355		1,34,0401			$l = \frac{(+0,013)(-447) + (+0,028)(-203)}{491}$ $= \frac{-5,81 - 5,68}{491} = \frac{-11,49}{491}$ $= -0,023401$	
445,818,745	5006,737,436	354	344,765	344,766	1,00	0,000,0410	$q_m = \frac{(+0,028)(-447) - (+0,013)(-203)}{491}$ $= \frac{-12,52 + 2,64}{491} = \frac{-9,88}{491}$ $= -0,020122$	
445,730,161	5006,520,862	372	305,178	305,178	1,00	0,000,0410	$f_y^2 + f_x^2 = 0,00095$ $l^2 + q_m^2 = 0,00095$	
							$\frac{l}{[d]} = -0,000047660$ $\frac{q_m}{[d]} = -0,000040982$ $\Sigma = -0,000088642$	
							$\frac{l + q_m}{[d]} = \frac{-0,000088642}{16,374}$ $\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{16,374}$	

Postavljanje uslovnih jednačina

Broj vloga	Zatvaranje								
	Brojevi uslovnih								
	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9
1									
2	+ 1012,034								
3		+ 620,444							
4			+ 539,811						
5				+ 803,609					
6									
7	- 282,332								
8					+ 45,901				
9	- 76,710	+ 76,718							
10	- 653,011				+ 653,011				
11								- 482,105	
12		- 156,588	+ 156,588						
13		- 540,471				+ 540,471			
14			- 174,197	+ 174,197					
15			- 530,530				+ 530,530		
16				- 655,724				+ 655,724	
17					- 574,998				+ 574,998
18						- 179,091	+ 179,091		
19						- 325,394			
20						- 215,470			
21						+ 64,262			- 64,262
22							- 197,638	+ 197,638	
23							- 26,383		
24							- 485,619		
25								- 371,138	
26									- 202,988
27									- 307,876
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36			+ 8,469			- 8,469			
37				- 322,103					
38					- 123,732	+ 123,732			
Σ(+)	+ 1012,039	+ 697,159	+ 704,868	+ 977,806	+ 698,912	+ 728,465	+ 709,621	+ 853,362	+ 574,998
Σ(-)	- 1012,061	- 697,059	- 704,727	- 977,827	- 698,730	- 728,424	- 709,640	- 853,243	- 575,126
f <sub>y</sub>	- 0,022	+ 0,000	+ 0,141	- 0,021	+ 0,182	+ 0,041	- 0,019	+ 0,119	- 0,128

Razlike ordinata datih tačaka

Δ <sub>12</sub>	416 818, 22 <sub>5</sub>	Δ <sub>181</sub>	413 950, 31 <sub>8</sub>	Δ <sub>603</sub>	418 404, 85 <sub>7</sub>	Δ <sub>12</sub>	416 818, 22 <sub>5</sub>
Δ <sub>181</sub>	413 950, 31 <sub>8</sub>	Δ <sub>1</sub>	415 422, 26 <sub>8</sub>	Δ <sub>559</sub>	417 357, 30 <sub>3</sub>	Δ <sub>559</sub>	417 357, 30 <sub>3</sub>
15:	+ 2 867, 91 <sub>6</sub>	16:	- 1 471, 95 <sub>0</sub>	17:	+ 1 047, 55 <sub>4</sub>	18:	- 539, 08 <sub>7</sub>



za koordinatne razlike

poligona										Vlakovi umetnuti između „datih“ tačaka	Broj v. loka
jednaci na											
10	11	12	13	14	15	16	17	18			
					+ 1235,453	- 1235,453					1
					+ 1012,039						2
					+ 620,441						3
								- 539,811			4
											5
							+ 243,309				6
						- 282,332					7
						+ 45,901					8
											9
											10
							+ 482,105				11
											12
											13
								+ 174,197			14
											15
											16
											17
											18
			+ 325,394								19
+ 215,470											20
											21
									+ 197,638		22
											23
					+ 485,619						24
					+ 371,138						25
+ 202,989									- 371,138		26
											27
- 358,781	+ 358,781										28
- 59,574											29
	- 156,935	+ 156,935									30
	- 201,969										31
		- 508,771	+ 508,771								32
			+ 197,980	- 197,980							33
			- 706,645								34
					658,865						35
											36
											37
								+ 322,103			38
+ 418,458	+ 358,781	+ 508,771	+ 706,751	+ 856,757	+ 2867,933	- 1471,884	+ 1047,517	- 539,114			
- 418,355	- 358,904	- 508,771	- 706,645	- 856,845	+ 2867,910	- 1471,950	+ 1047,550	- 539,080			
+ 0,103	- 0,123	- 0,059	+ 0,106	- 0,088	+ 0,023	+ 0,066	- 0,033	- 0,034			



korelata (koordinatne razlike)									
$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_y$	$S_v$	$k_{st}$	$f_x$	$S_x$	$k_{st}$	
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
				4.0			4.0		
+ 0.8			0.022	3.978	3.978	0.273	3.727	3.727	
				1.4			1.4		
			0.100	1.500	1.500	0.031	1.369	1.369	
				0.3			0.3		
		1.1	0.144	0.159	0.159	0.281	0.363	0.383	
				1.6			1.6		
	-0.3	+ 0.3	0.021	1.579	1.579	0.022	1.622	1.622	
				5.2			5.2		
+ 0.6			0.182	1.387	1.387	0.072	1.128	1.128	
				0.0			0.0		
			0.041	0.041	0.041	0.019	0.019	0.019	
				0.3			0.3		
		-0.3	0.019	0.319	0.319	0.074	0.374	0.374	
				1.0			1.0		
	-0.5	+ 1.0	0.119	1.119	1.119	0.026	0.974	0.974	
				0.4			0.4		
			0.128	0.272	0.272	0.016	0.384	0.384	
				0.3			0.3		
			0.101	0.303	0.303	0.021	0.251	0.251	
				0.5			0.5		
			0.123	0.377	0.377	0.015	0.485	0.485	
				0.0			0.0		
			0.059	0.059	0.059	0.027	0.097	0.097	
				0.0			0.0		
			0.106	0.806	0.806	0.041	0.659	0.659	
				0.0			0.0		
		-0.7	0.088	0.088	0.088	0.052	0.052	0.052	
				3.5			3.5		
- 1.3			0.023	3.823	3.823	0.244	3.556	3.556	
				2.8			2.8		
+ 2.7			0.066	2.566	2.866	0.202	2.598	2.598	
				1.0			1.0		
	+ 1.8		0.033	0.967	0.967	0.043	0.987	0.987	
				1.3			1.3		
		+ 2.1	0.034	1.266	1.266	0.064	1.364	1.364	

Rešavanje normalnih jednačina

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$k_{11}$	$k_{12}$
1:	+3.0	-0.3			-0.7							
	-1.00000	+0.10000			+0.23333							
	$k_1 =$	-0.02106			-0.04932							
$\Delta Y$	$k'_1 =$	+0.12106			+0.28265							
	$k_1 =$	-0.00953			-0.01680							
$\Delta X$	$k_1 =$	+0.10953			+0.25013							
2:	+1.9	-0.3			-0.6							
	-0.0300				-0.0700							
2r	+1.8700	-0.3000			-0.0700	-0.6000						
	-1.00000	+0.16043			+0.03743	+0.32086						
	$k_2 =$	-0.02647			-0.00791	-0.04564						
$\Delta Y$	$k'_2 =$	+0.18390			+0.04534	+0.36650						
	$k_2 =$	-0.00197			-0.00269	-0.01786						
$\Delta X$	$k'_2 =$	+0.16240			+0.04012	+0.33872						
3:	+2.3	-0.3			-0.1	-0.8						
	-0.0381				-0.0112	-0.0263						
3r	+2.2519	-0.3000			-0.0112	-0.1963	-0.8000					
	-1.00000	+0.13322	+0.00497		+0.03717	+0.35526						
	$k_3 =$	-0.00255	-0.00105		-0.01240	-0.03482						
$\Delta Y$	$k'_3 =$	+0.13577	+0.00602		+0.03957	+0.39008						
	$k_3 =$	+0.00169	-0.00036		-0.00485	-0.00240						
$\Delta X$	$k'_3 =$	+0.13153	+0.00533		+0.03202	+0.35766						
4:	+2.9											-1.0
	-0.0400											-0.1066
4r	+2.8600	-0.0015										-1.0000
	-1.00000	+0.00052	+0.00215		+0.03727	+0.34965						
	$k_4 =$	-0.00011	-0.00130		-0.00365	-0.01624						
$\Delta Y$	$k'_4 =$	+0.00063	+0.01046		+0.04092	+0.36658						
	$k_4 =$	-0.00004	-0.00051		-0.00025	+0.01262						
$\Delta X$	$k'_4 =$	+0.00056	+0.00967		+0.03752	+0.33703						
5:	+2.2	-0.2										-0.7
	-0.1660											-0.0005
5r	+2.0340	-0.2235										-0.7000
	-1.00000	+0.10988	+0.00202		+0.00025	+0.34415						
	$k_5 =$	-0.01563	-0.00020		-0.00001	-0.02231						
$\Delta Y$	$k'_5 =$	+0.12551	+0.00222		+0.00026	+0.36646						
	$k_5 =$	-0.00512	-0.00001		+0.00001	-0.01535						
$\Delta X$	$k'_5 =$	+0.11600	+0.00203		+0.00024	+0.36000						

korelata (koordinatne razlike)

$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_y$	$S_y$	k.st. korelate	$f_x$	$S_x$	k.st. korelate
		+ 1,2	+ 0,8			- 0,022	+ 3,978	+ 3,978	- 0,273	+ 3,727	+ 3,727
		- 0,4000	- 0,2667			+ 0,0733	- 1,3260	- 1,3260	+ 0,0910	- 1,2823	- 1,2823
		- 0,0650	- 0,0438			+ 0,0073			- 0,1683		
		- 0,3345	- 0,2262				+ 1,3260	+ 1,1682		+ 0,0980	- 0,0793
		- 0,0364	- 0,0282								
		- 0,1136	- 0,2033							+ 1,2423	+ 1,0799
		+ 0,7				+ 0,100	+ 1,500	+ 1,500	- 0,31	+ 1,364	+ 1,369
		+ 0,200	+ 0,0200			- 0,0022	+ 0,3978		- 0,223	+ 0,3727	
		+ 0,0200	+ 0,0800			+ 0,0978	+ 1,8978	+ 1,8978	- 0,0583	+ 1,747	+ 1,7417
		- 0,4380	- 0,04278			- 0,03230	- 1,0487	- 1,0486	+ 0,03118	- 0,93139	- 0,93138
		- 0,07180	- 0,00548			- 0,05230				- 0,21060	
		- 0,35870	- 0,03630				- 1,01407	+ 1,21061			
		- 0,05465	- 0,00935						+ 0,03118		- 0,09534
		- 0,34385	- 0,03343							+ 0,93139	+ 1,09535
					- 1,1	+ 0,141	- 0,159	- 0,159	- 0,083	- 0,327	- 0,381
		+ 0,1316	+ 0,0128			+ 0,0157	+ 0,3044		- 0,0294	+ 0,2794	
		+ 0,1316	+ 0,0128			- 1,1000	+ 0,1567	+ 0,1454	+ 0,1455	- 0,0924	- 0,1036
		- 0,05844	- 0,00568			+ 0,48248	- 0,06959	- 0,06461	- 0,06461	+ 0,04103	+ 0,04601
		- 0,00987	- 0,00086			- 0,03445	- 0,06959		- 0,16429		
		- 0,04687	- 0,00482			+ 0,52263		+ 0,06461	+ 1,16499		
		- 0,01261	- 0,00124			- 0,01352				+ 0,04103	- 0,01226
		- 0,04583	- 0,00444			+ 0,52200				- 0,04801	+ 1,01226
				- 0,3	+ 0,3	- 0,021	+ 1,579	+ 1,579	+ 0,022	+ 1,822	+ 1,822
		+ 0,0175	+ 0,0017			- 0,1465	+ 0,2209	+ 0,0194	- 0,0123	- 0,0138	
		+ 0,0175	+ 0,0017	- 0,3000	+ 0,1535	- 0,0004	+ 1,5984	+ 1,5983	+ 0,0097	+ 1,6082	+ 1,6081
		- 0,00615	- 0,00053	+ 0,10480	- 0,05367	+ 0,00003	- 0,55888	- 0,55888	- 0,00329	- 0,56231	- 0,56230
		- 0,00101	- 0,00009	+ 0,00017	+ 0,00375	+ 0,00603			- 0,01915		
		- 0,00514	- 0,00050	+ 0,10473	- 0,05742		+ 0,55888	+ 1,01215			
		- 0,00133	- 0,00013	+ 0,00203	+ 0,00368				- 0,00339		+ 0,01268
		- 0,00462	- 0,00046	+ 0,10287	- 0,05735					+ 0,56231	+ 0,98733
			+ 0,6			+ 0,182	+ 1,382	+ 1,382	- 0,072	+ 1,128	+ 1,128
		+ 0,3114	+ 0,1899	- 0,0002	- 0,0054	- 0,0006	+ 1,0007		- 0,0664	+ 0,9351	
		+ 0,3114	+ 0,1898	- 0,0002	- 0,0054	+ 0,1814	+ 2,3827	+ 2,3829	- 0,1384	+ 2,0631	+ 2,0631
		- 0,15310	- 0,38834	+ 0,00010	+ 0,00265	- 0,08918	- 1,17153	- 1,17153	+ 0,06804	- 1,01431	- 1,01431
		- 0,02507	- 0,05880		- 0,00019	- 0,08918			- 0,21139		
		- 0,12803	- 0,32450	+ 0,00010	+ 0,00284		- 1,17153	+ 1,21139			
		- 0,03205	- 0,08483		- 0,00018				+ 0,05804		- 0,07199
		- 0,12005	- 0,30347	+ 0,00010	+ 0,00283					+ 1,01431	+ 1,01139

	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$	$k_{11}$	$k_{12}$
6:	+ 2.6	- 0.4		- 0.3	- 0.6		- 0.4
	0.2342	- 0.0711	- 0.0093	0.0769			
6 <sub>r</sub>	+ 2.3658	- 0.4711	- 0.0093	- 0.3769	- 0.6000		- 0.4000
	1.00000	+ 0.19913	+ 0.00393	+ 0.15931	+ 0.25361		+ 0.16908
	$k_6$	- 0.01952	- 0.00019	- 0.01033	- 0.03063		- 0.00524
$\Delta Y$	$k'_6$	+ 0.21865	- 0.20412	+ 0.16964	+ 0.29430		+ 0.17632
	$k_6$	- 0.00134	+ 0.00014	- 0.00734	- 0.01946		- 0.01300
$\Delta X$	$k'_6$	+ 0.20047	+ 0.00379	+ 0.16665	+ 0.27207		+ 0.18208
7:	+ 2.4	- 0.3					- 0.4
	0.3820	- 0.0132	- 0.0765	- 0.1195			- 0.0797
7 <sub>r</sub>	+ 2.0180	- 0.3392	- 0.0765	- 0.1195			- 0.4797
	1.00000	+ 0.16209	+ 0.03791	+ 0.05922			+ 0.23771
	$k_7$	- 0.00814	- 0.00246	- 0.00717			- 0.00716
$\Delta Y$	$k'_7$	+ 0.17623	+ 0.04037	+ 0.06639			+ 0.24507
	$k_7$	- 0.00667	- 0.00175	- 0.00431			- 0.01927
$\Delta X$	$k'_7$	+ 0.16202	+ 0.03966	+ 0.06353			+ 0.23598
8:	+ 2.5						- 0.0822
	0.4066	0.0146	- 0.0225				- 0.0822
8 <sub>r</sub>	+ 2.0934	- 0.0146	- 0.0225				- 0.0822
	1.00000	+ 0.00697	+ 0.01075				+ 0.03927
	$k_8$	- 0.00045	- 0.00130				- 0.00122
$\Delta Y$	$k'_8$	+ 0.00742	+ 0.01205				+ 0.04049
	$k_8$	- 0.00032	- 0.00078				- 0.00307
$\Delta X$	$k'_8$	+ 0.00729	+ 0.01153				+ 0.04029
9:	+ 1.9	- 0.5					- 0.0825
	0.3039	- 0.1003					- 0.0825
9 <sub>r</sub>	+ 1.5961	- 0.6003					- 0.0825
	1.00000	+ 0.37610					+ 0.05769
	$k_9$	- 0.04552					- 0.02160
$\Delta Y$	$k'_9$	+ 0.42162					+ 0.25329
	$k_9$	- 0.00037					- 0.00397
$\Delta X$	$k'_9$	+ 0.40347					+ 0.05566
10:	+ 1.7	- 0.4					- 0.1617
	0.3853	- 0.1617					- 0.1617
10 <sub>r</sub>	+ 1.3147	- 0.4000					- 0.1617
	1.00000	+ 0.30425	+ 0.12299				
	$k_{10}$	+ 0.01437	- 0.00381				
$\Delta Y$	$k'_{10}$	+ 0.29288	+ 0.12680				
	$k_{10}$	- 0.01227	- 0.00945				
$\Delta X$	$k'_{10}$	+ 0.31647	+ 0.13244				

$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_y$	$S_y$	$k_{st}$ korelate	$f_x$	$S_x$	$k_{st}$ korelate
		+0.3020	+0.1136	-0.0027	+0.0951	+0.041	+0.041	+0.041	-0.019	-0.019	-0.019
		+0.3090	+0.1136	-0.0027	-0.0951	+0.0650	+0.0980		-0.0419	+0.7912	
						+0.1060	+0.9390	+0.9393	-0.0609	+0.7722	+0.7724
		-0.13061	-0.04802	+0.00114	+0.04026	-0.0481	-0.39703	-0.39704	+0.02574	-0.32648	-0.32648
		-0.02139	-0.00727			-0.00201	-0.04681		-0.48225		
		-0.10822	-0.04075	+0.00114	+0.04101			-0.39703	+1.14224		
		-0.02819	-0.01049	-0.00002	-0.00275				+0.02574		-0.05567
		-0.10242	-0.03753	+0.00112	+0.04095					+0.32648	+1.05566
	-0.5				-0.3	-0.019	-0.319	-0.319	-0.074	-0.374	-0.374
		+0.1096	+0.02888	-0.0117	-0.04040	+0.0772	+0.3031		-0.0448	+0.1811	
	-0.5000	+0.1096	+0.0288	-0.0417	-0.1040	+0.0582	-0.0159	-0.0160	-0.1188	-0.1929	-0.1930
		+0.24777	-0.05431	-0.04127	+0.00580	+0.34886	-0.02884	+0.00793	+0.00794	+0.05887	+0.09564
		-0.00860	-0.00880	-0.00216	+0.00001	-0.02439	-0.22884		-0.09804		+0.09565
		+0.025637	-0.04541	-0.01211	+0.00579	+0.37325		-0.00793	+1.09802		
		-0.70872	-0.01172	-0.00312	+0.00011	-0.02391				+0.05887	-0.00675
		+0.25640	-0.04259	-0.0115	+0.00585	+0.37277					-0.00564
	-0.7			0.5	+1.0	+0.119	+1.119	+1.119	-0.026	+0.974	+0.974
		-0.0840	+0.0258	+0.0060	-0.1063	-0.0650	+0.0102	+0.5604		-0.0468	+0.5334
	-0.7840	+0.0258	+0.0060	-0.0069	+0.9350	+0.1292	+1.6794	+1.6792	-0.0428	+1.5074	+1.5072
		+0.37451	-0.01232	-0.00287	+0.28291	-0.44064	-0.06172	-0.30214	-0.80214	+0.28045	-0.11998
		-0.04300	-0.00202	-0.00043	+0.00047	+0.03123	-0.06172		-0.04844		-0.71997
		+0.38751	-0.01030	-0.00244	+0.28944	-0.47787		+0.80214	+1.04844		
		-0.04318	-0.00266	-0.00063	+0.00562	+0.03061				+0.02045	+0.02509
		+0.38769	-0.00966	-0.00224	+0.28129	-0.47725					+0.71998
											+0.06392
						-0.128	+0.272	+0.2	-0.016	+0.384	+0.384
		-0.0245	+0.1608	+0.0910	-0.0051	-0.0373	+0.0824	+0.9808	-0.0621	+0.8363	
		-0.0245	+0.1608	+0.0910	-0.0051	-0.0373	-0.0456	+3.2538	+1.2526	-0.0781	+1.2203
											+1.2201
		+0.04535	-0.10075	-0.18232	+0.00320	+0.02337	+0.02857	-0.78479	-0.78479	+0.04893	-0.76443
		-0.00053	-0.04650	-0.02761		-0.00163	+0.02857		-0.06482		-0.76443
		+0.01588	-0.08425	-0.15471	+0.00319	+0.02520		+0.78479	+1.06481		
		-0.00054	-0.02174	-0.03983	+0.00006	-0.00160				+0.04331	-0.00606
		+0.01589	-0.07901	-0.14249	+0.00314	+0.02497					+0.76443
											+1.064806
						+0.103	+0.303	+0.303	+0.0251	+0.251	+0.251
		-0.0472	+0.1457	+0.1400	-0.0098	-0.0697	+0.0145	+0.7265		-0.0521	+0.6596
		-0.0472	+0.1457	+0.1400	-0.0098	-0.0697	+0.1175	+1.0295	+1.0295	-0.0041	+0.9406
											+0.9109
		+0.03590	-0.11022	-0.10649	+0.00745	+0.05302	-0.08937	-0.78307	-0.78307	+0.00084	-0.69286
		-0.02125	-0.01815	-0.01612	+0.00001	-0.00371	-0.08937		-0.12103		-0.69286
		+0.03715	-0.09267	-0.09037	+0.00744	+0.05673		+0.78307	+1.12103		
		-0.00126	-0.02392	-0.02327	+0.00014	-0.00363				+0.00084	-0.07277
		+0.03716	-0.08690	-0.08322	+0.00731	+0.05665					+0.69286
											+1.07277

	$k_{11}$	$k_{12}$
11:	1.5	0.6
	0.1217	0.0492
11 <sub>r</sub>	0.3783	0.6492
	1.00000	0.3102
	$k_{11} =$	0.61959
$\Delta y$		
	$k_{11} =$	0.48561
	$k_{12} =$	0.03620
$\Delta x$		
	$k_{11} =$	0.30722
12:	2.0	0.5113
12 <sub>r</sub>	1.4883	
	1.00000	
	$k_{11} =$	
$\Delta y$		
	$k_{12} =$	
	$k_{12} =$	
$\Delta x$		
	$k_{12} =$	





	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$f_y$	$S_y$	$k. st$ korelate	$f_x$	$S_x$	$k. st$ korelate
16 <sub>r</sub>	+2,7			+0,066	+2,866	+2,866	-0,202	+2,598	+2,598
	-2,1519	+0,0327	+0,1895	-0,1358	-2,1650		+0,0946	-1,9344	
16 <sub>r</sub>	+0,5481	+0,0327	+0,1895	-0,0698	+0,7010	+0,7005	-0,1074	+0,6636	+0,6629
	-1,00000	-0,05956	-0,34571	+0,12735	-1,27805	-1,27805	+0,19595	-1,20945	-1,20945
	$k_{16} =$	-0,00010	+0,02417	+0,12735		+0,15142			
AY	$k_{16} =$	-0,05956	-0,36931		+1,27805	+384,858			
	$k_{16} =$	-0,00116	+0,02368				+0,19595		+0,21847
AX	$k_{16} =$	-0,05850	-0,36932					+1,20945	-0,78153
17 <sub>r</sub>	+1,8			-0,033	+0,967	+0,967	-0,013	+0,987	+0,987
	-0,2430	+0,1880	+0,0436	+0,7887			-0,0043	+0,7412	
17 <sub>r</sub>	+1,5570	+0,1880	+0,0106	+1,7557	+1,7556	+1,7556	-0,0173	+1,7282	+1,7277
	-1,00000	-0,12075	-0,00681	-1,12755	-1,12756	-1,12756	+0,01111	-1,10963	-1,10964
	$k_{17} =$	+0,00844	-0,00681			+0,00163			
AY	$k_{17} =$	-0,12919		+1,12755	+0,99835				
	$k_{17} =$	+0,00827					+0,01111		+0,01938
AX	$k_{17} =$	-0,12902						-1,10963	+0,98061
18 <sub>r</sub>	+2,1			-0,034	+1,266	+1,266	+0,064	+1,364	+1,364
	-1,5236	+0,0743	-0,6497				-0,0245	-0,7486	
18 <sub>r</sub>	+0,5164	+0,0403	+0,6163	-0,6167	+0,0395	+0,0395	+0,6154	+0,6159	+0,6159
	-1,00000	-0,06992	-1,06992	-1,06992	-1,06992	-1,06992	-0,06853	-1,06853	-1,06853
	$k_{18} =$	-0,06992				-0,06992			
AY	$k_{18} =$		+1,06992	+1,06992					
	$k_{18} =$						-0,06853		-0,06853
AX	$k_{18} =$							+1,06853	+1,06853

Pri rešavanju po skraćena postupku u šemu za računanje upisuje se samo zbir četiri prednja proizvoda koji iznosi - 0,1660. Ovaj se zbir automatski dobija u mašini za računanje. Naime u mašini dobija se

$$\begin{aligned}
& (-0,7000) \cdot (+0,23\ 333) = 9,836\ 669\ 000 \\
+ & (-0,0700) \cdot (+0,03\ 743) = 9,834\ 048\ 900 \\
+ & (-0,0112) \cdot (+0,00\ 497) = 9,833\ 993\ 236 \\
+ & (-0,0015) \cdot (+0,00\ 052) = 9,833\ 992\ 456 = \\
& = -0,1660.
\end{aligned}$$

Treba skrenuti pažnju na jedno preimudstvo skraćenog postupka. Ono se sastoji u tome što se smanjuju greške koje se javljaju pri rešavanju normalnih jednačina usled saokrugljivanja. Ne opisani postupak ima i taj ozbiljan nedostatak: što za pronalaženje ušinja-ne greške treba mnogo više vremena nego onda kada se u šemi za rešavanje upisuju pojedini proizvodi.

Pošto se popravke za koordinatne razlike izražavaju trocifrenim brojevima, a uglove popravke, uglavnom, dvocifrenim, to se rešavanje normalnih jednačina za koordinatne razlike vrši sa većim brojem decimalnih mesta nego u slučaju jednačina za uglove; naime kolibnici se računaju sa 5 decimalnih mesta, proizvodi - sa 4 i korelate sa 5 mesta.

Popravke za koordinatne razlike ( $v_y = f_y$ ;  $v_x = f_x$ ) računaju se na isti način kao i pri izravnanju uglova i kako je to objašnjeno na str. 201-202. Razlika je u broju decimalnih mesta, kao što se to vidi iz brojnog primera /v.str 224 i 225/ gde je do to celo računanje popravki za ordinatne razlike.

Računanje popravki

Kako se popravke za apscisne razlike računaju na potpuno isti način to je njihovo računanje izostavljeno. Sračunate popravke navedene su u tabeli na strani 222.

Sračunate popravke moraju se kontrolisati. Kontrola se vrši na isti način kao i pri računanju popravki za uglove tj.

Kontrolisanje sračunatih popravki

a/ popravke treba da udovoljavaju jednakosti

$$\begin{aligned}
[pv_y^2] &= -\kappa_{y.1} f_{y.1} - \kappa_{y.2} f_{y.2} - \dots = [-\kappa_y f_y] \\
[pv_x^2] &= -\kappa_{x.1} f_{x.1} - \kappa_{x.2} f_{x.2} - \dots = [-\kappa_x f_x] ;
\end{aligned}$$

b/ popravke treba da udovoljavaju uslovnim jednačinama.

Popravke  $v_x$  za opsaisne razlike

Broj vlog-ko	$v_x$	$\rho = \frac{1}{[d]}$	$\rho v_x^2$	Broj vlog-ko	$v_x$	$\rho = \frac{1}{[d]}$	$\rho v_x^2$
1	- 0,003	0,77	0,000 007	20	- 0,010	1,67	0,000 167
2	+ 0,153	0,83	22 052	21	+ 0,003	3,33	30
3	+ 0,084	1,43	10 090	22	- 0,008	3,33	213
4	+ 0,045	1,25	2 531	23	- 0,028	2,50	1 960
5	+ 0,016	0,77	197	24	- 0,014	2,00	392
6	+ 0,019	1,00	361	25	- 0,002	1,43	6
7	+ 0,111	1,25	15 401	26	+ 0,013	2,00	338
8	+ 0,038	1,67	12 532	27	- 0,018	2,50	810
9	+ 0,005	3,33	83	28	- 0,013	2,50	432
10	- 0,006	1,43	51	29	+ 0,015	5,00	1 125
11	- 0,008	2,00	128	30	+ 0,012	1,67	808
12	- 0,025	3,33	2 081	31	- 0,020	2,00	800
13	- 0,024	1,47	962	32	- 0,039	1,67	2 540
14	- 0,013	3,33	563	33	+ 0,011	2,00	242
15	+ 0,004	1,25	20	34	- 0,009	1,43	116
16	+ 0,023	1,00	529	35	- 0,025	1,43	824
17	+ 0,018	1,43	463	36	+ 0,004	19,00	160
18	- 0,020	2,50	1 000	37	+ 0,002	3,33	13
19	- 0,008	2,50	160	38	+ 0,003	5,00	45
							$[p \cdot v_x^2] = 0,080 632$

Za uzeti primer zbirovi proizvoda korelata i apsolutnih članova nalaze se u donjoj tablici.

Tek kada je konstatovano da se zbirovi  $[-k\rho]$  pedudaraju, u granicama tačnosti računanja, sa zbirovima  $[p v_x^2]$  tada se sračunate popravke izvršuju u uslovne jednačine.

Kao primer navedeno je kontrolisanje popravki  $v_y$  koje su izvršene u uslovne jednačine za ordmatne razlike /v.str. 224/. Na isti način kontrolisane su i popravke  $v_{oc}$  ali je njihovo izvršivanje u uslovne jednačine, radi uštede mesta, izostavljeno.

$k_y$	$-f_y$	$-k_y f_y$	$k_x$	$-f_x$	$-k_x f_x$
- 0,1690	+ 0,022	- 0,0037	- 0,0799	+ 0,273	- 0,0218
- 0,2160	- 0,100	+ 0,0216	- 0,0953	+ 0,031	- 0,0030
- 0,1650	- 0,141	+ 0,0233	- 0,0123	+ 0,083	- 0,0010
- 0,0192	+ 0,021	- 0,0004	+ 0,0127	- 0,022	- 0,0003
- 0,2114	- 0,182	+ 0,0385	- 0,0720	+ 0,072	- 0,0052
- 0,1422	- 0,041	+ 0,0058	- 0,0557	+ 0,019	- 0,0011
- 0,0980	+ 0,019	- 0,0019	- 0,0068	+ 0,014	- 0,0005
- 0,0384	- 0,119	+ 0,0058	+ 0,0361	+ 0,026	+ 0,0009
- 0,0648	+ 0,128	- 0,0083	- 0,0461	+ 0,016	- 0,0007
- 0,1210	- 0,103	+ 0,0125	- 0,0728	- 0,051	+ 0,0037
+ 0,0374	+ 0,123	+ 0,0046	- 0,0402	+ 0,015	- 0,0006
- 0,0310	+ 0,059	- 0,0018	- 0,0769	- 0,097	+ 0,0075
- 0,0788	- 0,105	+ 0,0084	- 0,0126	+ 0,041	- 0,0005
- 0,0347	+ 0,088	- 0,0031	- 0,0352	- 0,052	+ 0,0018
+ 0,1538	- 0,023	- 0,0038	+ 0,2158	+ 0,244	+ 0,0527
+ 0,1514	- 0,066	- 0,0100	+ 0,2185	+ 0,202	+ 0,0441
+ 0,0016	+ 0,033	+ 0,0001	+ 0,0194	+ 0,013	+ 0,0003
- 0,0689	+ 0,034	- 0,0024	- 0,0685	- 0,064	+ 0,0044
		$[k_y \cdot f_y] = + 0,0852$			$[-k_x \cdot f_x] = - 0,0807$
		$[p \cdot v_y^2] = + 0,0847$			$[p \cdot v_x^2] = + 0,0807$

6. Računanje koordinata tačke poligonometrijske mreže I. reda

Kada je izravnanje mreže završeno pri-  
stupa se računanju koordinata tačke.  
Za svaki vlak obavezno se računa:

Računanje  
podužnog i  
poprečnog  
otstupanja

a/ podužno linearno otstupanje  $l$  i  
b/ poprečno linearno otstupanje  $g_m$ . Ra-  
čunanje se vrši u 18. stupcu trigonm. obrascu br. 19  
po formulama

$$l = \frac{f_x \cdot [\Delta x] + f_y \cdot [\Delta y]}{[d]}$$

$$g_m = \frac{f_y \cdot [\Delta x] - f_x \cdot [\Delta y]}{[d]} \quad \dots / \text{v. str. 209/}$$

Za računanje se mogu upotrebiti zbirovi  
kako popravljanih  $([\Delta y], [\Delta x])$  tako i nepopravlje-  
nih koordinatnih razlika  $([\Delta y'], [\Delta x'])$ .  
Sračunate otstupanje moraju udovoljavati  
jednakosti

$$l^2 + g_m^2 = f_y^2 + f_x^2 = v_y^2 + v_x^2$$

Ako je konstatovano da su otstupanja tač-  
no sračunata, onda se prelazi na računanje istih ot-  
stupanja na jedinicu dužine, te se računaju količnik  
ci

$$\frac{l}{[d]} \quad i \quad \frac{g_m}{[d]}$$

Radi kontrole računa se još i količnik

$$\frac{l + g_m}{[d]}$$

te onda mora biti

$$\frac{l}{[d]} + \frac{g_m}{[d]} = \frac{l + g_m}{[d]} \dots \quad / \text{v. str. 209/}$$

Popravke za koordinatne razlike računa-  
ju se po formulama

Formule se  
računanje  
popravki

Računanje popravki  $v_y$

K	-0,16893	-0,31060	-0,16489	-0,01915	-0,21139	-0,14225	-0,09801	-0,04844	-0,06432	-0,12103	+0,03737
$\frac{1}{P_1}$	$\frac{1}{P_2}$	$\frac{1}{P_3}$	$\frac{1}{P_4}$	$\frac{1}{P_5}$	$\frac{1}{P_6}$	$\frac{1}{P_7}$	$\frac{1}{P_8}$	$\frac{1}{P_9}$	$\frac{1}{P_{10}}$	$\frac{1}{P_{11}}$	
1											
2	-0,2027										
3		-0,1874									
4			-0,1320								
5				-0,0249							
6											
7	-0,1357										
8					-0,1263						
9	-0,0507	+0,0632									
10	-0,1103				+0,1490						
11								+0,0742			
12		-0,0532	+0,0495								
13		-0,1754				+0,0853					
14			+0,0495	-0,0037							
15			+0,1320				-0,0784				
16				+0,0192				-0,0294			
17					+0,1680				-0,0450		
18						-0,0559	+0,0392				
19						+0,0559					
20						+0,0853				-0,0725	
21						+0,0427			-0,0194		
22							+0,0284	-0,0145			
23							+0,0332				
24							+0,0490				
25								+0,0332			
26									-0,0724	+0,0605	
27									-0,0259		
28										-0,0480	-0,0129
29										+0,0242	
30											+0,0224
31											+0,0187
32											
33											
34											
35											
36			-0,0185			+0,0182					
37				+0,0057							
38					+0,0423	-0,0284					

Broj uslovne jednačine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9							
$+v_1$	-0,005	$+v_1$	-0,023	$+v_1$	-0,076	$+v_1$	-0,035	$-v_1$	+0,041	$+v_1$	+0,054	$-v_1$	-0,028	$+v_1$	+0,103	
$+v_2$	-0,012	$-v_2$	-0,012	$-v_2$	+0,014	$+v_2$	+0,023	$-v_2$	-0,020	$+v_2$	-0,018	$-v_2$	+0,018	$+v_2$	+0,023	
$+v_3$	+0,012	$+v_3$	-0,014	$-v_3$	-0,023	$-v_3$	+0,029	$-v_3$	-0,031	$-v_3$	-0,044	$-v_3$	+0,005	$+v_3$	+0,029	
$+v_4$	+0,030	$+v_4$	-0,044	$-v_4$	-0,054	$-v_4$	-0,025	$-v_4$	-0,024	$-v_4$	-0,013	$-v_4$	-0,037	$-v_4$	-0,059	
$+v_5$	+0,022	-0,010	$+v_5$	-0,002	+0,021	-0,193	$-v_5$	-0,023	$-v_5$	-0,032	-0,019	$-v_5$	-0,119	$+v_5$	+0,128	
$f_1$	-0,022	$f_2$	+0,120		+0,141	$f_3$	-0,031	$f_4$	+0,132	$-v_6$	+0,002	+0,019	$f_5$	+0,119	$f_6$	-0,128
			$f_7$	+0,141						$+v_7$	+0,014	$f_8$	-0,019			
											-0,041					
										$f_9$	+0,041					

za ordinatne razlike												Broj vla- ka
$k_{12} \frac{1}{p_{12}}$	$k_{13} \frac{1}{p_{13}}$	$k_{14} \frac{1}{p_{14}}$	$k_{15} \frac{1}{p_{15}}$	$k_{16} \frac{1}{p_{16}}$	$k_{17} \frac{1}{p_{17}}$	$k_{18} \frac{1}{p_{18}}$	Popravke	$v_y$	$\rho = \frac{1}{[d]}$	$\rho \cdot v_y^2$		
-0,03098	-0,07864	-0,03470	+0,16375	+0,15142	+0,00163	-0,06992						
			+0,2129	-0,1963			+0,016	0,000 286	0,77	0,000 197	1	
			+0,1965				-0,006	36	0,93	30	2	
			+0,1146				-0,083	1 089	1,43	1 557	3	
						+0,0553	-0,076	5 776	1,25	7 220	4	
							-0,025	625	0,77	481	5	
					+0,0016		+0,002	4	1,00	4	6	
			+0,1211				-0,014	196	1,25	245	7	
			+0,0909				-0,036	1 296	1,67	2 164	8	
							+0,012	144	3,33	480	9	
							+0,030	900	1,43	1 287	10	
					+0,0008		+0,025	625	2,00	1 250	11	
							-0,014	196	3,33	653	12	
							-0,041	1 681	1,67	2 807	13	
						-0,0210	+0,023	529	3,33	1 762	14	
							+0,054	2 916	1,25	3 645	15	
							0,029	841	4,00	3 41	16	
							+0,103	10 609	1,43	15 171	17	
							-0,018	324	2,50	810	18	
-0,0124							+0,044	1 936	2,50	4 840	19	
							+0,013	169	1,67	282	20	
							+0,023	529	3,33	1 762	21	
						-0,0210	-0,006	36	3,33	120	22	
-0,0124							+0,027	729	2,50	1 822	23	
			-0,0174				+0,032	1 024	2,00	2 048	24	
			-0,0242			+0,0489	+0,059	3 481	1,43	4 978	25	
							+0,028	784	2,00	1 568	26	
							-0,026	676	2,50	1 690	27	
							-0,063	3 969	2,50	9 922	28	
							+0,024	576	5,00	2 880	29	
+0,0186							+0,041	1 681	1,67	2 807	30	
							+0,019	361	2,00	722	31	
-0,0186	+0,0473						+0,029	841	1,67	1 404	32	
	-0,0394	+0,0475					-0,022	484	2,00	968	33	
	-0,0552						-0,055	3 025	1,43	4 326	34	
		-0,0242					-0,024	576	1,43	824	35	
							-0,022	4	10,00	40	36	
					+0,0005		+0,006	36	3,33	120	37	
							+0,014	196	5,00	980	38	
										$[0 \cdot v_y^2] = 0,084 707$		

Broj uslovne jednačine																	
10	11	12	13	14	15	16	17	18									
+v <sub>20</sub>	+0,043	-v <sub>21</sub>	+0,063	+v <sub>10</sub>	+0,044	-v <sub>11</sub>	-0,029	+v <sub>24</sub>	+0,032	+v <sub>1</sub>	+0,016	+v <sub>6</sub>	-0,036	+v <sub>5</sub>	+0,002	-v <sub>4</sub>	+0,076
-v <sub>22</sub>	-0,023	+v <sub>10</sub>	+0,041	+v <sub>23</sub>	+0,027	+v <sub>13</sub>	-0,022	+v <sub>25</sub>	+0,059	+v <sub>2</sub>	-0,006	+v <sub>7</sub>	-0,014	+v <sub>47</sub>	+0,006	+v <sub>10</sub>	-0,023
+v <sub>23</sub>	-0,063	+v <sub>34</sub>	+0,019	-v <sub>30</sub>	-0,041	+v <sub>10</sub>	+0,065	-v <sub>13</sub>	+0,022	+v <sub>3</sub>	-0,033	-v <sub>4</sub>	-0,016	+v <sub>4</sub>	+0,025	+v <sub>12</sub>	-0,006
-v <sub>24</sub>	-0,024		+0,123	+v <sub>12</sub>	+0,029		-0,106	+v <sub>15</sub>	-0,034		-0,023		-0,066		+0,033	-v <sub>15</sub>	-0,059
	-0,102	f <sub>11</sub>	-0,123		+0,053	f <sub>12</sub>	+0,106		+0,039	f <sub>15</sub>	+0,023	f <sub>16</sub>	+0,066	f <sub>17</sub>	-0,033		+0,034
f <sub>10</sub>	+0,102			f <sub>12</sub>	-0,053			f <sub>10</sub>	-0,039							f <sub>10</sub>	-0,034

$$\delta y_{\kappa} = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta y'_{\kappa} + \frac{y_m}{[d]} \cdot a_{\kappa} \cdot \Delta x'_{\kappa}$$

$$\delta x_{\kappa} = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta x'_{\kappa} - \frac{y_m}{[d]} \cdot a_{\kappa} \cdot \Delta y'_{\kappa}$$

Faktor

$$a_{\kappa} = \frac{6 \cdot \kappa (n+1 - \kappa)}{(n+1) \cdot (n+2)}$$

08 23  
 Faktor a uzima se iz donje tablice za argumente n i k /n je broj strana u vlaku a k je redni broj strane/.

Tablica faktora a

Broj strana u vlaku / Redni broj strane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Broj strana u vlaku / Redni broj strane
1	1,00	1,00	0,90	0,80	0,71	0,64	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,30	1
2		1,00	1,20	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,87	0,82	0,77	0,72	0,69	0,65	0,62	0,57	0,53	2
3			0,90	1,20	1,29	1,29	1,25	1,20	1,14	1,09	1,04	0,99	0,94	0,90	0,86	0,82	0,79	3
4				0,80	1,14	1,29	1,33	1,33	1,31	1,27	1,23	1,19	1,14	1,10	1,06	1,02	0,98	4
5					0,71	1,07	1,25	1,33	1,36	1,36	1,35	1,32	1,29	1,25	1,21	1,18	1,14	5
6						0,64	1,00	1,20	1,31	1,36	1,38	1,38	1,37	1,35	1,32	1,29	1,26	6
7							0,53	0,93	1,14	1,27	1,35	1,38	1,40	1,40	1,39	1,37	1,35	7
8								0,53	0,87	1,09	1,23	1,32	1,37	1,40	1,41	1,41	1,40	8
9									0,49	0,82	1,04	1,19	1,29	1,35	1,39	1,41	1,42	9
10										0,46	0,77	0,99	1,14	1,25	1,32	1,37	1,40	10
11											0,42	0,72	0,94	1,10	1,21	1,29	1,35	11
12												0,40	0,69	0,90	1,06	1,18	1,26	12
13													0,37	0,65	0,86	1,02	1,14	13
14														0,35	0,62	0,82	0,98	14
15															0,33	0,59	0,79	15
16																0,31	0,56	16
17																	0,30	17

Radi olakšanja računanja popravki u 17. stupcu obrasca br.19 računaju se proizvodi



$$\frac{y_m}{[d]} \cdot a_k \dots /v. str. 209/$$

Iz formula za popravke  $\delta y_k$  i  $\delta x_k$  vidi se da se svake popravka sastoji iz dva dela. Brojne vrednosti pojedinih delova računaju se na 0,1 mm i upisuju se, se odgovarajućim predznakom, u stubac 9 odnosno 10 /v. brojni primer na str. 208/. Definitivne popravke dobijaju se sabiranjem pomenutih delova i zaokružene na cele milimetre upisuju se iznad odnosnih koordinatnih razlika. Zbir popravki za koordinatne razlike strana mora biti jednak popravki vlake tj.

$$[\delta y_k] = v_y = f_y,$$

$$[\delta x_k] = v_x = f_x.$$

Za svaki vlak treba sračunati njegovu relativnu grešku

$$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{f_d}.$$

### 7. Ocena tačnosti poligonometričke mreže 1. reda

Za ocenu tačnosti uglovnih merenja računaju se srednja greške prelomnog odnosno vезnog ugla. One se računaju po formuli

Tačnost uglovnih merenja

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{[p v v]}{t}} \dots /v. str. 204/$$

Za uzeti brojni primer ova greška je

$$m_\beta = \pm 3",3.$$

računaju se:	Radi ocene tačnosti linearnih merenja	Tačnost linearnih merenja
greška;	a/ koeficijent $\lambda$ uticaja sistematskih	
greška.	b/ koeficijent $\mu$ uticaja slučajnih	
	Prvo se računaju koeficijent $\lambda$	

$$\lambda = \frac{[l]}{\sum [d]}$$

gde su:

$[l]$  - algebarski zbir podužnih linearnih odstupanja sračunatih za svaki vlak po formuli navedenoj na str. 225;

$\sum [d]$  - dužina celokupne mreže.

Koeficijent  $\lambda$  sračunat po prednjoj formuli za dati primer iznosi

$$\lambda = \frac{+0,259}{21954} = +0,000011797 \dots \quad / \text{v. str. 230} /$$

Za računanje koeficijenta  $n$  služi formula

$$n = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot l_s^2]}{N-1}}$$

Ovde su:

$l_s$  - slučajna podužna linearna greška vlaka

$$l_s = l - \lambda \cdot [d];$$

$p$  - težina vlaka

$$p = \frac{1}{[d]};$$

$N$  - broj vlakova.

Pri računanju težina za pojedine vlakove njihove se dužine izražavaju u kilometrima i uzimaju se zaokružljene na deseti deo. Ovo treba imati u vidu pri računanju koeficijenta  $n$ , jer se ovaj računa na jednolicu dužine odnosno na 1 meter. Zato na strani 230 sračunati zbir

$$[p \cdot l_s^2] = \left[ \frac{l_s^2}{[d]_{\text{km}}} \right]$$

treba još podeliti sa 1000. Koeficijent  $n$  sračunat za uzeti primer po navedenoj formuli i s obzirom na stav. ljemu primedbu jednak je

$$m = \pm \sqrt{\frac{0,0000966}{38-1}} = \pm 0,0016 m \dots$$

/v. str. 230/

Za kontrolu, a pod uslovom da u mreži nema jako izlumljenih vlakova, koeficijent  $m$  se računa još i po formuli

$$m' = \pm \sqrt{\frac{[l_s^2]}{\Sigma [d]}}$$

Vrednost sračunata po ovoj formuli iznosi

$$m' = \pm \sqrt{\frac{0,0672}{21954}} = \pm 0,0017 m.$$

Podaci potrebni za računanje koeficijenta  $\lambda$  i  $m$  uplauju se u obzrac "Ocena tačnosti poligonometrijske mreže 1. reda grada N". U istom obzracu računaju se zbirovi

$$[l], \Sigma [d], [l_s^2] \text{ i } [p \cdot l_s^2];$$

a pored toga za svaki se vlak uplauju njegova relativna greška

$$m_R = \frac{f_d}{[d]}$$

Kada su koeficijenti  $m$  i  $\lambda$  sračunati tada se računa srednja relativna podužna greška vlaka po formuli

$$m_{1,R} = \frac{m \cdot \sqrt{[d]_p} + \lambda \cdot [d]_p}{[d]_p}$$

Računanje srednje relativne greške vlaka.

u kojoj veličina  $[d]_p$

$$[d]_p = \frac{\Sigma [d]}{N}$$

pretstavlja prosečnu dužinu vlaka odnosno mreže.

Za dati primer dobija se

*Ocena tačnosti poligonometriške mreže 1. reda grada IV*

Broj vložka	Ocena je uzeto	$\tilde{l}$	$[d]$	$\lambda \cdot [d]$	$l_s$	$l_s^2$	$\frac{p_1}{[d]_{km}}$	$p \cdot l_s^2$	Relativna greška vložka $m_R = \frac{p_1}{[d]}$	
1	19-1	+ 0,015	1257	+ 0,015	0,000	0,0000	0,77	0,0000	1 : 78563	0,000 013
2	19-2	- 0,084	1155	+ 0,014	- 0,098	96	0,83	80	1 : 7087	0,000 141
3	19-3	- 0,065	685	+ 0,008	- 0,073	53	1,43	76	1 : 7610	0,000 131
4	19-4	- 0,083	836	+ 0,010	- 0,093	86	1,25	108	1 : 9500	0,000 105
5	19-5	- 0,028	1291	+ 0,005	- 0,043	18	0,77	14	1 : 43020	0,000 023
6	19-6	- 0,018	1030	+ 0,012	+ 0,030	9	1,00	9	1 : 54211	0,000 018
7	19-7	+ 0,108	824	+ 0,010	+ 0,098	96	1,25	120	1 : 7359	0,000 136
8	19-8	+ 0,085	591	+ 0,007	+ 0,078	61	1,67	102	1 : 6217	0,000 161
9	19-9	- 0,008	273	+ 0,003	- 0,011	1	3,33	3	1 : 21000	0,000 048
10	19-10	- 0,030	656	+ 0,008	- 0,038	14	1,43	20	1 : 21151	0,000 047
11	19-11	+ 0,024	489	+ 0,006	+ 0,018	3	2,00	6	1 : 18794	0,000 053
12	19-12	+ 0,020	329	+ 0,004	+ 0,025	6	3,33	20	1 : 11330	0,000 088
13	19-13	+ 0,023	639	+ 0,008	+ 0,015	2	1,67	3	1 : 13313	0,000 075
14	19-1	+ 0,005	346	+ 0,004	+ 0,001	0,0000	3,33	0	1 : 13295	0,000 075
15	19-14	+ 0,034	784	+ 0,009	+ 0,025	6	1,25	8	1 : 14519	0,000 069
16	19-15	- 0,037	952	+ 0,011	- 0,048	23	1,00	23	1 : 25730	0,000 039
17	19-16	+ 0,091	725	+ 0,009	+ 0,082	67	1,43	96	1 : 6905	0,000 145
18	19-3	+ 0,026	443	+ 0,005	+ 0,021	4	2,50	10	1 : 16397	0,000 061
19	19-6	+ 0,037	354	+ 0,004	+ 0,033	11	2,50	28	1 : 7871	0,000 127
20	19-7	+ 0,014	580	+ 0,007	+ 0,007	0	1,67	0	1 : 36273	0,000 028
21	19-8	- 0,008	301	+ 0,004	- 0,012	1	3,33	3	1 : 13092	0,000 076
22	19-9	- 0,010	271	+ 0,003	- 0,013	2	3,33	7	1 : 27100	0,000 037
23	19-17	+ 0,023	434	+ 0,005	+ 0,024	6	2,50	15	1 : 11128	0,000 090
24	19-17	+ 0,022	495	+ 0,006	+ 0,023	5	2,00	19	1 : 14143	0,000 071
25	19-18	+ 0,034	669	+ 0,008	+ 0,026	7	1,43	10	1 : 11339	0,000 088
26	19-18	- 0,023	491	+ 0,006	- 0,029	8	2,00	16	1 : 16367	0,000 061
27	19-11	+ 0,006	429	+ 0,005	+ 0,001	0	2,50	0	1 : 13406	0,000 075
28	19-12	+ 0,061	369	+ 0,004	+ 0,057	32	2,50	80	1 : 6049	0,000 165
29	19-15	- 0,006	184	+ 0,002	- 0,008	1	5,00	5	1 : 6571	0,000 152
30	19-19	- 0,032	556	+ 0,007	- 0,039	15	1,67	25	1 : 11830	0,000 085
31	19-20	- 0,026	492	+ 0,006	- 0,032	10	2,00	20	1 : 18822	0,000 055
32	19-21	- 0,010	563	+ 0,007	- 0,017	3	1,67	5	1 : 11729	0,000 085
33	19-22	- 0,019	510	+ 0,006	- 0,025	6	2,00	12	1 : 21250	0,000 047
34	19-22	+ 0,049	747	+ 0,009	+ 0,040	16	1,43	23	1 : 13339	0,000 075
35	19-23	+ 0,024	660	+ 0,008	+ 0,016	3	1,43	4	1 : 19412	0,000 052
36	19-19	+ 0,004	65	+ 0,001	+ 0,003	0	10,00	0	1 : 16250	0,000 062
37	19-20	+ 0,006	322	+ 0,004	+ 0,002	0	3,33	0	1 : 53667	0,000 019
38	19-21	+ 0,013	157	+ 0,002	+ 0,011	1	5,00	5	1 : 11214	0,000 089
		+ 0,259	21954	+ 0,262	- 0,003	0,0672		0,0966		0,002 967

$$m_B = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v^2]}{t}} = \pm \sqrt{\frac{200,13}{18}} = \pm 3,3; \quad m_{\Delta y} = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v_y^2]}{t}} = \pm \sqrt{\frac{0,084707}{18}} = \pm 0,069 \text{ m/km}$$

$$\lambda = \pm \frac{[L]}{\Sigma [d]} = \pm \frac{0,259}{21954} = \pm 0,000 011797 \quad m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v_x^2]}{t}} = \pm \sqrt{\frac{0,080892}{18}} = \pm 0,067 \text{ m/km}$$

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot l_s^2]}{N-1}} = \pm \sqrt{\frac{0,000 0966}{38-1}} = \pm 0,001 6 \text{ m}; \quad \mu' = \pm \sqrt{\frac{[L_s^2]}{\Sigma [d]}} = \pm \sqrt{\frac{0,672}{21954}} = \pm 0,001 7$$

$$[d]_p = \frac{21954}{38} = 578 \text{ m,}$$

$$m_{L.R} = \frac{0,0016\sqrt{578} + 0,000012 \cdot 578}{578} = \frac{0,045}{578} = \frac{1}{12844}$$

Ako su vlakovi mreže razvučeni, ako je Prosečna greška  $m_\beta$  mala ( $m_\beta < 5''$ ) i ako broj vlakova iznosi relativna 25 i više, onda greška  $m_{L.R}$  sračunata po prednjoj formuli treba da odgovara /u granicama  $\pm 10-15\%$ / prosečnoj greška mreže relativnoj greški mreže određene kao prosta aritmetička sredina iz relativnih grešaka vlakova tj. greški

$$m_{R.P} = \frac{\sum |m_R|}{N}$$

Za navedenu mrežu ova je

$$m_{R.P} = \frac{0,002967}{38} = 0,000078 = \frac{1}{12820}$$

Najzad se računaju greške jedinice težine iz popravki za koordinatne razlike po formulama

$$m_{\Delta y} = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v_y^2]}{t}}$$

$$m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v_x^2]}{t}}$$

$$M_\kappa = \pm \sqrt{m_{\Delta y}^2 + m_{\Delta x}^2} \quad /v. str. 230/.$$

Za dati premer pomenute će greške imati sledeće vrednosti:

$$m_{\Delta y} = \pm 0,069 \text{ m}/\kappa \text{ m}$$

$$m_{\Delta x} = \pm 0,067 \text{ m}/\kappa \text{ m}$$

$$M_\kappa = \pm \sqrt{0,009250} = \pm 0,096 \text{ m}/\kappa \text{ m}.$$

Budući da je za jedinicu težine uzeta dužina vlaka od 1 km to se greška  $M_\kappa$  može smatrati kao srednja greška sa kojom su određene koordinate poligonometrijske tačke udaljene od "date" tačke /bilo trigonometrijske, bilo poligonometrijske/ za jedan kilometar.

Srednja greška koordinata

d/ IZRAVNANJE POLIGONOMETRISKE MREŽE  
PO NAČINU POSREDNIH MERENJA

Čl. 55

1. Izravnanje poligonometriske mreže  
2. reda

Prema članu 52 mreža 2. reda izravna se u okviru poligona mreže 1. reda. Izravnanje se sastoji u određivanju najverovatnijih koordinata za čvorne tačke u kojima se ukrštaju vlakovi mreže. U zavisnosti od konfiguracije mreže najverovatnije koordinate se traže ili za svaku čvornu tačku posebno ili odjednom za grupu čvornih tačaka.

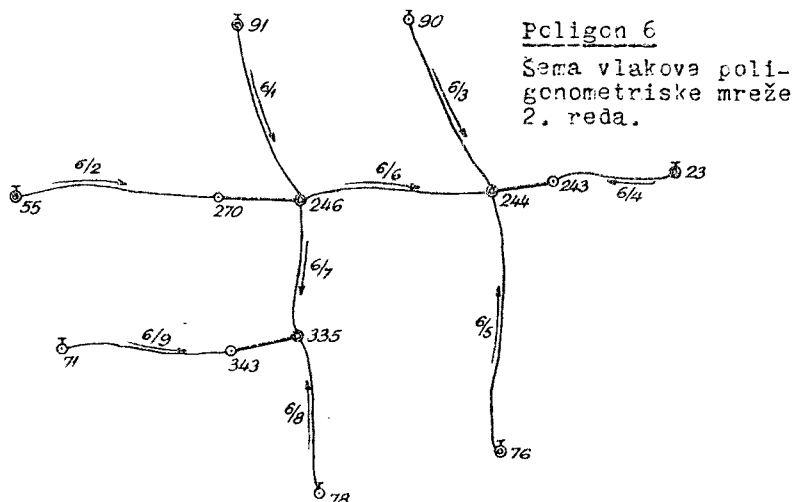
Ceo postupak izravnjenja vidi se iz dole navedenog brojnog primera koji se odnosi na izravnanje mreže 2. reda u okviru 6. poligona /v. skicu poligonom. mreže 2. i 3. reda na str. 157 /.

Iz skice se vidi da se vlakovi mreže 2. reda /na skici su izvučeni punim linijama/ ukrštaju u tri tačkama /335, 246 i 244/ i da je konfiguracija mreže takva da koordinate ovih tačaka treba izravnati odjednom.

Šema mreže

Numerisanje  
vlakova

Preporučuje se da se izravnanje vrši sledećim redom. Prvo se crta šema vlakova. Na šemi se debelim linijama označuju zajedničke strane za koje će se tražiti najverovatnije vrednosti direkcionih uglova. Bolje je kada se za zajedničke strane uzimaju duže strane. Vlakovi se numerišu i to posebno u svakom poligonu. U brojitelju se stavlja broj poligona a u imenitelju broj vlaka.



Kada je žema nacrtana vlakovi se uvode u obrazac br.19 radi računanja direkcionih uglova zajedničkih strana. Ovi se dobijaju tako da se direkcionom uglu početne ili prve strane vlaka doda zbir prelomnih i veznih uglova. Ako vlak polazi od trigonometrijske tačke ili od poligonometrijske tačke mreže 1. reda, onda se u obrazac 19 upisuje direkcionni ugao prve strane vlaka. Ovaj je definitivno orijentisan pravac, te se uzima iz obrasca br.5 gde su orijentisani pravci koji su opaženi sa odnosne tačke. Iz obrasca br.19 vidi se /v.str.236/ da se ovaj ugao upisuje u 4. stubac kao vezni ugao kod tačke od koje vlak polazi. Pri računanju broja prelomnih i veznih uglova u vlak u on se smatra kao vezni ugao.

Računanje direkcionih uglova zajedničkih strana

Direkcionni uglovi  $\nu'$  zajedničkih strana sračunati po prednjem postupku smatraju se kao uglovi dobiveni merenjem.

U vlakovima koji polaze od čvornih tačaka za direkcionni ugao zajedničke strane vezane za polaznu tačku uzima se približni direkcionni ugao  $\nu_0$  ove strane; on se određuje kao prosti aritmetička sredina iz uglova dobivenih merenjem /v. 1. odeljak obrasca 21<sup>b</sup> i vlak 6/7 u obrascu 19; str 236 i 234 /.

U mreži 2. reda vrednosti prelomnih i veznih uglova, njihovih popravki i direkcionih uglova zaokružuju se na cele sekunde.

Vrednosti  $\nu'$  direkcionih uglova zajedničkih strana upisuju se u 6. stubac 1. odeljka obrasca 22<sup>b</sup>. U istom odeljku računaju se približne vrednosti  $\nu_0$  i apsolutni članovi jednačina grešaka

Jednačine grešaka

$$f_{\beta}' = \nu_0 - \nu'$$

2. odeljak obrasca 21<sup>b</sup> je tablica jednačina grešaka. Za svaki vlak postavlja se posebna jednačina. Ako se vlakovi ukrštaju u čvornim tačkama A, B i C, onda jednačine grešaka u općem obliku glase:

$$\begin{aligned} \text{za 1. vlak} \quad \nu_{\beta.1}' &= a_1 \Delta \nu_A + b_1 \Delta \nu_B + c_1 \Delta \nu_C + f_{\beta.1}' \\ \text{za 2. " } \quad \nu_{\beta.2}' &= a_2 \Delta \nu_A + b_2 \Delta \nu_B + c_2 \Delta \nu_C + f_{\beta.2}' \end{aligned}$$

itd.

Ovde su:

$u, u_2 \dots$  popravke za direkzione uglove  $\nu'$  sračunate po 1., 2., .... vlaku;

$\Delta \nu_A$  - popravka za približni direkcionni ugao  $\nu_0$  zajedničke strane kod čvorne tačke A;

$\Delta \nu_B$  - popravka za približni direkcionni ugao  $\nu_0$  zajedničke strane kod čvorne tačke B;

$\Delta \nu_C$  - ista popravka za direkcionni ugao strane kod tačke C;

$a, b, c$  - koeficijenti kod nepoznatih.

DIREKSIONI UGLOVI, JEDNAČINE GREŠAKA I OBRAZOVANJE  
NORMALNIH JEDNAČINA

1. Odeljak. Računanje direkcionih uglova zajedničkih strana

Obrazac 21<sup>6</sup>

Broj vlaka	Tačka od koje vlak polazi	Zajednička strana	Broj strana n	Težina $p = \frac{1}{n}$	Direkciono dobiven merenjem $y'$			Direkciono približni $y''$			Popravka $\Delta v$	Definitivni direkciono dobiveni $y$		
					0	1	2	0	1	2		±	"	"
1	2	3	4	5	6			7			8	9		
6/1	301	245-270	3	0.13	288	45	08				-16			
6/2	355		4	0.25	44	35	288	44	52	+17	-6	288	44	46
6/3	390	244-243	9	0.11	80	21	19				-13			
6/4	323		3	0.33	20	56				+10				
6/5	376		3	0.33	21	04				+2				
6/6	246		4	0.25	21	05	80	21	06	+1	-4	80	21	02
6/7	246	335-343	3	0.33	230	09	47			-7				
6/8	378		7	0.14	09	32				+3				
6/9	371		4	0.25	09	40	230	09	40	0	-1	230	09	39

2. Odeljak. Jednačine grešaka

Broj vlaka	Težina p	Koefficienti			Apsolutni član $f'_B$	S
		$\Delta v_{246}$	$\Delta v_{244}$	$\Delta v_{335}$		
		a	b	c		
6/1	0.13	+ 1			-16	-15
6/2	0.25	+ 1			+17	+18
6/3	0.11		+ 1		-13	-12
6/4	0.33		+ 1		+10	+11
6/5	0.33		+ 1		+2	+3
6/6	0.25	- 1	+ 1		+1	+1
6/7	0.33	- 1		+ 1	-7	-7
6/8	0.14			+ 1	+3	+3
6/9	0.25			+ 1	0	+11

3. Odeljak. Obrazovanje normalnih jednačina

paa	pab	pac	pad	pas	pbb	pbc	pbd	pbe	pbf	pbs	pca	pcf	pce
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
0.13			- 2.08	- 1.95									
0.25			+ 4.25	+ 4.50									
					0.11			- 1.43	- 1.32				
					0.33			+ 3.30	+ 3.63				
					0.33			+ 0.66	+ 0.99				
0.11	- 0.25		- 0.25	- 0.25	0.25			+ 0.25	+ 0.25				
0.33		- 0.33	+ 2.31	+ 2.31							0.33	- 2.31	- 2.31
											0.14	+ 1.12	+ 1.26
											0.25	0.00	+ 0.25
0.25	- 0.25	- 0.33	+ 4.23	+ 4.61	1.02			+ 2.78	+ 3.55		0.72	- 1.19	0.80



4. Odeljak Rešavanje normalnih jednačina

$\Delta V_{246}$	$\Delta V_{244}$	$\Delta V_{335}$	F	S	k. st.	$\Delta V$
+ 0,96	- 0,25	- 0,33	+ 4,23	+ 4,61	+ 4,61	
- 1,0000	+ 0,2604	+ 0,3438	- 4,4063	- 4,8021	- 4,8021	
$\Delta V_{246}' =$	- 1,0825	- 0,3524	- 4,4063			- 5,884
$\Delta V_{246}'' =$	+ 1,3429	+ 0,6962		+ 4,8021		+ 6,7841
	1,02		+ 2,78	+ 3,55	+ 3,55	
	- 0,0651	- 0,0859	+ 1,1015	+ 1,2004		
	+ 0,9549	- 0,0859	+ 3,8815	+ 4,7504	+ 4,7505	
	- 1,0000	+ 0,0900	- 4,0648	- 4,9748	- 4,9748	
$\Delta V_{244}' =$	- 0,0923	- 4,0648				+ 4,157
$\Delta V_{244}'' =$	+ 0,1823			+ 4,9748		+ 5,157
	0,72	- 1,19	0,80	- 0,80		
	- 0,1135	+ 1,4543	+ 1,5849			
	- 0,0077	+ 0,3493	+ 0,4275			
	+ 0,5988	+ 0,6436	+ 1,2124	+ 1,2124		
	- 1,0000	- 1,0247	- 2,0247	- 2,0247		
$\Delta V_{335}' =$	- 1,0247					1,025
$\Delta V_{335}'' =$				+ 2,0247		+ 2,025

5. Odeljak Računanje popravki  $v_B = f_B$  i srednje greške  $m_B$

Popravka	p	$\Delta V_{246}' = -6$	$\Delta V_{244}'' = -4$	$\Delta V_{335}''' = -1$	$f_B'$	$v_B = f_B$	$f_B'^2$	$v_B^2$	$p f_B'^2$	$p v_B^2$	Proba Srednja greška
$v_{B-1}$	0,13	-6			-16	-22	256	484	33,3	62,9	$-\Delta V_{246}' \cdot F_1 = +584 \cdot (+4,23) = +24,7$
$v_{B-2}$	0,25	-6			+17	+11	289	121	72,2	30,2	$-\Delta V_{244}'' \cdot F_2 = +4,157 \cdot (+2,78) = +11,6$
$v_{B-3}$	0,11		-4		-13	-17	169	289	18,6	31,8	$-\Delta V_{335}''' \cdot F_3 = +1,025 \cdot (-1,19) = -1,2$
$v_{B-4}$	0,33		-4		+10	+6	100	36	33,0	11,9	+35,1
$v_{B-5}$	0,33		-4		+2	-2	4	4	1,3	1,3	$[p f_B'^2] - [p v_B^2] = +35,1$
$v_{B-6}$	0,25	+6	-4		+1	+3	1	9	0,2	2,2	$m_B = \pm \sqrt{\frac{[p v_B^2]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{148,7}{4-1}} = \pm 5,0$
$v_{B-7}$	0,33	+6		-1	-7	-2	49	4	16,2	1,3	
$v_{B-8}$	0,14			-1	+8	+7	64	49	9,0	6,9	
$v_{B-9}$	0,25			-1	0	-1	0	1	0,0	0,2	
									183,8	148,7	

Računanje koordinata tačaka

Brog vliaka	Brog tačke	Ljlovi i od- stajani ug- lovi uzani su	Vezni i prelomni uglovi		Direkci- ni uglovi strana	Odstakle je uzeta dužina d	log sin v log d log oas v ili sin v oas v	log dsin v log deas v	Ordinabna razlika $\Delta y = d \cdot \sin v$		Apsaisna razlika $\Delta x = d \cdot \cos v$	
			$\beta$	$\gamma$					+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		
	571	5:2	101 43 46			18 P.4	0,97 311			- 2		- 1
					101 43 46	58,45	0,20 330			56,39		20,01
5/9	0 345	2:32	187 30 46			18 P.4	0,94 317			- 1		
					109 24 32	67,29	0,23 231			63,47		22,36
	0 344	2:32	163 20 50			18 P.4	0,92 289			- 1		- 1
					92 15 22	58,02	0,04 202			92,91		4,47
5/9	0 343	2:32	137 24 13			18 P.4	0,76 723			- 1		- 1
					57 09 39	63,46	0,54 264			53,33		44,50
	0 335											
			50 09 40							305,10		2,34
		Treba	50 09 39							305,05		2,37
		$f_{\beta}$	-	1		328,22			$f_{\gamma} = -0,05$		$f_{\alpha} = -0,03$	
		$\Delta \beta = \pm$		38'						$f_{\alpha} = 0,06$		
	0 270	21 <sup>2</sup> :10	103 44 32									
					103 44 30							
	0 246	2:15	253 44 01			13 P.1	0,12 018					
					187 28 47	18,43	0,99 149				2,40	18,27
							0,99 149					
5/7	0 334	2:29	175 43 22			13 P.3	0,20 586					
					183 12 08	54,17	0,99 844				3,83	54,09
							0,99 844					
	0 335	2:29	226 57 32								5,43	72,36
					230 09 39						5,44	72,36
						72,60				$f_{\gamma} = -0,01$		$f_{\alpha} = 0,00$
	0 343		41									
		Treba	230 09 47								$f_{\alpha} = 0,01$	
		$f_{\alpha}$	-	2		$\Delta \beta = \pm 38'$						

Trigonom. obrazac br. 19

poligonometrijske mreže

Koordinate			Broj tačke	Kontrolno raču- nanje koordinat- nih razlika		$a_k$	$\frac{q_m \cdot a_k}{[d]}$	Formule: $l = \frac{f_1 \cdot (\Delta x') + f_2 \cdot (\Delta y')}{[d]}$ $q_m = \frac{f_1 \cdot (\Delta x') - f_2 \cdot (\Delta y')}{[d]}$ $\delta x_k = \frac{1}{[d]} \cdot \Delta x_k + \frac{q_m}{[d]} \cdot \sigma_k \cdot \Delta x_k$ $\delta y_k = \frac{1}{[d]} \cdot \Delta y_k - \frac{q_m}{[d]} \cdot \sigma_k \cdot \Delta y_k$
ordinata Y	apscisa X	dev. cast.		$\Delta Y + \Delta X$ (sin + cos)	$d$ (sin + cos)			
11	12	13	14	15	16	17	18	
416 868,78,1	6 875,60	5 371		1,18 241			$\frac{f_d}{[d]} = 1:5450$	
			116,40	116,44				
416 883,15,8	6 855,50,1	0 345		1,27 547				
			85,83	85,83				
416 126,61,9	6 833,22,6	0 344		1,04 693				
			97,98	97,99				
416 212,87,2	6 828,74,8	0 343		1,40 808				
			97,83	97,83				
416 272,83,6	6 873,23,2	0 335						
+ 306,05,5	2,37,3							
416 278,27,1	6 845,59,2	0 346		1,12			$\frac{f_d}{[d]} = 1:7260$	
			20,67	20,67				
416 275,87,4	6 827,32,2	0 334		1,05 430				
			57,12	57,11				
416 272,83,6	6 873,23,2	0 335						
- 5,44,4	72,36,9							

i to:  $a$  je koeficijent za vlakove koji se ukrštaju u čvornoj tački A;  $b$  - za vlakove koji se ukrštaju u tački B itd. Za vlakove koji polaze od "datih" tačaka brojna vrednost ovih koeficijenata je  $\pm 1$ . Za vlak koji ide od čvorne tačke A ka čvornoj tački B koeficijent  $a$  je  $-1$ , a koeficijent  $b$  je  $+1$ ; za vlak koji ide od B ka A koeficijent  $b$  je  $-1$  a koeficijent  $a$  je  $+1$ .  
Prema prednjem jednačine grešaka za vlakove 6/6 i 6/7 treba da glase:

$$(a=-1) \quad (b=+1)$$

$$v_{\beta.6} = -\Delta V_{246} + \Delta V_{244} + f'_{\beta.6}$$

$$(a=-1) \quad (c=+1)$$

$$v_{\beta.7} = -\Delta V_{246} + \Delta V_{335} + f'_{\beta.7}$$

/v.šemu na str.232 i 2. odeljak obrasca 21 /.  
Ostala račun-      Obrazovanje normalnih jednačina /3. odeljak/,  
nanja u ve-      njihovo rešavanje /4. odeljak/, i računanje popravki  
zi sa izrav-      za direkcione uglove određene po pojedinim vlakovima  
nanjem uglo-      /5 odeljak/ vrši se po uobičajenom postupku /v.broj-  
va              ni primer na str.234 i 235 /.

Kada su popravke  $v_{\beta}$  sračunate i kada je konstatovano da one udovoljavaju jednakosti

$$[pf'_{\beta}{}^2] - [p \cdot v_{\beta}^2] = [-\Delta V \cdot F] \dots /v.5. odeljak/,$$

tada se u 1. odeljku računaju definitivni direkcionni uglovi zajedničkih strana.

Popravke  $v_{\beta.1}, v_{\beta.2} \dots$  koje se smatraju za uglovna odstupanja  $f_{\beta}$  odnosnih vlakova dele se podjednako na sve prelomne i vezne uglove u vlaku /v. obrazac 19 na str. 236 /. Ali pre njihove podela a, prema tome, i pre računanja direkcionnih uglova za pojedine strane vlaka treba videti da li su popravke  $v_{\beta}$  u granicama dozvoljenih odstupanja.

Granične      Granične vrednosti ovih popravki odnosno ot-  
vrednosti      stupanja  $f_{\beta}$  dobijaju se povećanjem za 50% maksimal-  
uglovnih po-      nih popravki određenih za mrežu 1. reda, za koje su  
pravki odno-      vrednosti navedene u tabeli na sledećoj strani.  
sno odstup-  
nja  $f_{\beta}$

Ako bi se desilo da neka od popravki  $v_{\beta}$  prelazi graničnu vrednost datu u pomenutoj tabeli onda se moraju izvršiti nova merenja.

Računanje  
koordinat-  
nih raz-  
lika.

Pošto su popravke podaljene i sračunate definitivni direkcionni uglovi pojedinih strana vlakova prelazi se na računanje koordinatnih razlika. Pri ovom računanju dužine strana, koordinatne razlike i njihove popravke zaokrugljuju se na cele santimetre. Računa se tablicama prirodnih vrednosti sa 5 mesta.

Tablica graničnih vrednosti uglovnih popravki

$\Sigma n$	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
3	29'	32'	35"
4	32	35	38
5	34	37	41
6	36	40	43
7	38	42	46
8	39	44	48
9	41	45	50
10	42	47	52
11	44	49	54
12	45	50	55
13	46	51	57
14	47	53	58
15	48	54	60
16	50	56	62
17	51	57	63
18	52	58	65
19	53	60	66
20	54	61	68

ili pomoću logaritamskih tablica također sa 5 mesta /v. obrazac 19 na str. 236 /. Sračunate koordinatne razlike obavezno se kontrolišu, što se vrši na isti način kao i kod mreže 1. reda /v.str. 204 /.

Posle sračunavanja zbirova koordinatnih razlika po vlakovima pristupa se određivanju najverovatnijih koordinata čvornih tačaka. Ceo postupak potpuno je sličan određivanju najverovatnijih vrednosti direkcionih uglova zaječničkih strana i vidi se iz priloženog brojnog primera /6., 7., 8., 9., 10 i 11 odeljak obrasca br.21b/.

Određjivanje najverovatnijih koordinata čvornih tačaka

## 2. Ocena tačnosti poligonometriške mreže 2. reda

Kada se radi o oceni tačnosti uglovnih merenja u vlakovima koji se ukrštaju u čvornim tačkama, tada se srednja greška jedinice težine tj. srednja greška prelomnog, odnosno veznog, ugla računa po formuli

Tačnost uglovnih merenja

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[Pv_{\beta}^2]}{N-u}}$$

11. Odeljak		Proba					
Broj čvorne tačke	$-\delta_y$	$F_y$	$-\delta_y \cdot F_y$	$-\delta_x$	$F_x$	$-\delta_x \cdot F_x$	
	$p \cdot f_y^2$	$p \cdot v_y^2$		$p \cdot f_x^2$	$p \cdot v_x^2$		
	±	±	±	±	±	±	
246	+ 3,24	+ 71,6	+ 232,0	- 0,73	- 24,3	+ 17,7	
244	+ 0,13	- 14,2	- 1,8	+ 0,65	+ 13,7	+ 8,9	
335	+ 1,00	- 25,3	- 25,3	+ 0,11	+ 12,7	+ 1,4	
			+ 204,9			+ 28,0	
Treba:	882,2 - 677,2 = + 205,0			236,4 - 208,4 = + 28,0			
	$\Delta = + 0,1$			$\Delta = 0,0$			

gde su:

N - ukupan broj vlakova;  
U - broj čvornih tačaka.

Za uzeti primer greška je po prednjoj formuli  
sračunata na str. 235 i iznosi ±5,0.

Za računanje iste greške u vlakovima umetnutim  
između "datih" tačaka primenjuje se formula

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[p f \beta^2]}{N}}$$

Ovde su:

p - težina ( $p = \frac{1}{n}$ );

N - broj vlakova.

Relativne  
greške  
vlakova

Za svaki vlak obavezno se računa njegova rela-  
tivna greška

$$m_R = \frac{fd}{[d]}$$

Sračunate greške ne smeju biti veće od granič-  
nih /maksimalnih/ vrednosti navedenih u članu 33.

Za dati primer relativne greške su unete u pri-  
loženu tablicu.

Budući da se radi o gradu koji se premerava po  
trećoj skali tačnosti, to relativne greške ne smeju biti  
veće od 1:3500. Kao što se vidi sračunate relativne greš-  
ke su ispod njihove granične vrednosti.

Prosečne  
relativne  
greške  
mreže

Prosečna relativna greška mreže 2.rede u poli-  
gonu br.6 sračunate iz grešaka pojedinih vlakova je

$$m_{R.P} = \frac{[m_R]}{N} = \frac{0,001249}{9} = 0,000139 = \frac{1}{7194}$$

Broj vlakova	Relativna greška $m_R = \frac{f_d}{[d]}$	
6/1	1:6150	0,000163
6/2	1:4626	0,000216
6/3	1:5508	0,000182
6/4	1:18845	0,000053
6/5	1:35117	0,000028
6/6	1:10224	0,000098
6/7	1:7260	0,000138
6/8	1:5312	0,000188
6/9	1:5450	0,000183
		0,001249

Preporučuje se da se srednja greška koordinata  
sračunaju i greške jedinice težine iz popravki za koordinatne razlike. Za njihovo računanje služe formule

$$m_{\Delta y} = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v_y^2]}{N-u}}; \quad m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v_x^2]}{N-u}};$$

$$M_{\kappa} = \pm \sqrt{m_{\Delta y}^2 + m_{\Delta x}^2}$$

U navedenom primeru ove greške su

$$m_{\Delta y} = \pm \sqrt{\frac{677,2}{9-3}} = \pm 10,6 \text{ cm};$$

$$m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\frac{208,4}{9-3}} = \pm 5,9 \text{ cm};$$

$$M_{\kappa} = \pm \sqrt{112,4 + 34,8} = \pm 12,1 \text{ cm}/\text{rcm}$$

/v.str.231/

e/ Izravnanje poligonometriške mreže 3. reda

Gl. 56

1. Umetnuti vlakovi i vlakovi koji se ukrštaju u čvornoj tački

Vlakovi mreže 3. reda izravnavaju se ili načini iz-  
kao umetnuti vlakovi ili kao vlakovi koji se ukrštaju u ravnanje  
čvornoj tački /v.čl.52 str.123/

Izuzetno, kada to zahteva konfiguracija mreže, odnosno kada se radi o većem broju vlakova sa većim brojem strana koji se ukrštaju u dvema ili većem broju čvornih tačaka, onda se preporučuje da se odjednom izravnavaju koordinate za grupu čvornih tačaka.

6. Odeljak

Računanje koordinata

Broj vlaka	Tačka od koje vlak polazi $T_A$	Ordinata početne tačke vlaka $Y_A$			Zbir ordinatnih razlika vlaka $[\Delta y']$	Završna tačka vlaka $T_B$					$f'_y = Y_B - Y_A$ cm	Dužina vlaka (d) km			
						broj tačke $T_B$	ordinate								
							dobivene merenjem $Y_B' = Y_A + [\Delta y']$	približne $Y_0$	Popravka $\Delta y$	definitivne $Y_B$					
1	2	3			4	5	6	7	8	9	10	11			
6/1	091	416	134	43	+143,81	0246	416	278,24				+6	0,37		
6/2	055	415	933	12	+345,23		416	278,35	415	278,30	-0,03	416	278,27	-5	0,37
6/3	090	416	213	74	+259,89	0244	416	473,63	*			+7	0,44		
6/4	023	416	653	15	-179,44		416	473,71				-1	0,19		
6/5	076	416	474	04	-0,34		416	473,70				0	0,35		
6/6	0246	416	278	30	+195,45		416	473,75	416	473,70	0,00	416	473,70	5	0,20
6/7	0246	416	278	30	-5,43	0335	416	272,87				-3	0,07		
6/8	078	416	366	30	-93,54		416	272,76				+8	0,37		
6/9	071	415	966	78	+306,10		416	272,88	416	272,84	-0,04	416	272,83	6	0,33

7. Odeljak

Jednolične grešaka

Broj vlaka	Težina p	$\Delta y_{246}$			$\Delta y_{335}$			$f'_y$ cm	$S_y$	$f'_x$ cm	$S_x$
		$\Delta x_{246}$ a	$\Delta y_{246}$ b	$\Delta x_{246}$ c	$\Delta x_{335}$ d	$\Delta y_{335}$ e	$\Delta x_{335}$ f				
6/1	3,7	+1					+6	+7	+4	+5	
6/2	3,7	+1					-5	-4	-4	-3	
6/3	2,3		+1				+7	+8	-3	-2	
6/4	3,3		+1				-1	0	+2	+3	
6/5	2,9		+1				0	+1	0	+1	
6/6	5,0	-1	+1				-5	-5	+2	+2	
6/7	14,3	-1		+1			-3	-3	+1	+1	
6/8	3,7			+1			+8	+9	+2	+3	
6/9	3,0			+1			-4	-3	-3	-2	
		0	+4	+3	+3	+10	+1	+8			

8. Odeljak

Broj vlaka	poc	pob	poc
6/1	3,7		
6/2	3,7		
6/3			
6/4			
6/5			
6/6	5,0	-5,0	
6/7	14,3		-14,3
6/8			
6/9			
	26,7	-5,0	-14,3



čvornih tačaka

Teži- na vlaka $p = \frac{1}{l}$	Tačka od ko- je vlak po- lazi $T_A$	Apscisa po- četne tačke vlaka $X_A$	Zbir ops- cisnih rozlika vlaka $\pm (\Delta x)$	Završna tačka vlaka $T_B$						$f'_x =$ $X_B - X'_B$	Broj vlaka
				broj tačke $T_B$	a p s c i s e				$\pm \epsilon m$		
					dobivene merenjem $X'_B = X_A + (\Delta x)$	približne $X_0$	Poprav- ka $\pm \delta x$	definitivne $X_B$			
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
3.7	Ø 91	7 279,52	5 - 333,90	Ø 246	6 945,54					+ 4	6/1
3.7	Ø 55	6 967,80	0 - 22,19		6 945,62	6 945,58	+ 2,01	6 945,59		- 4	6/2
2.3	Ø 90	7 272,92	2 - 350,75	Ø 244	6 922,17					- 3	6/3
5.3	Ø 23	6 976,28	2 - 54,16		6 922,12					+ 2	6/4
2.9	Ø 76	6 571,47	3 + 350,67		6 922,14					0	6/5
5.0	Ø 246	6 945,58	1 - 23,46		6 922,12	6 922,14	- 0,01	6 922,13		+ 2	6/6
14.3	Ø 246	6 945,58	1 - 72,36	Ø 335	6 873,22					+ 1	6/7
3.7	Ø 78	6 515,27	6 + 357,94		6 873,21					+ 2	6/8
3.0	Ø 71	6 873,60	5 - 2,34		6 873,26	6 873,23	0,00	6 873,23		- 3	6/9

Obrazovanje normalnih jednačina

$pa'_y$	$pas_y$	$pa'_x$	$pos_x$	$pb_b$	$pb_c$	$pb'_y$	$pbs_y$	$pb'_x$	$pbs_x$	$pc_c$	$pc'_y$	$pcs_y$	$pc'_x$	$pcs_x$
+ 22,2	+ 55,9	+ 14,3	+ 18,5											
- 18,5	- 14,8	- 14,8	- 11,1											
				2,7		- 16,1	- 18,4	6,9	- 4,6					
				5,3		5,3	0,0	- 12,6	+ 15,9					
				2,9		0,0	+ 2,7	0,0	+ 2,9					
- 25,0	- 25,0	- 10,0	- 10,0	5,0		- 25,0	+ 25,0	+ 10,0	- 12,0					
+ 42,9	+ 42,2	- 14,3	- 19,3							14,3	- 22,7	- 42,9	+ 14,3	+ 14,3
											3,7	+ 29,6	+ 33,3	7,4
											3,0	- 12,0	- 9,0	- 6,0
+ 71,8	+ 72,0	- 24,3	- 16,9	15,5		- 14,2	- 3,7	+ 13,7	- 24,2	21,0	- 25,3	- 15,5	- 12,7	+ 19,4

Izravnanje koordinata pojedinačnih čvornih tačaka

Ceo postupak oko izravnanja vlakova koji se ukrštaju u pojedinačnim čvornim tačkama vidi se iz dalje navedenog brojnog primera.

Primer se odnosi na izravnanje koordinata čvorne tačke 0 330 /v.skicu mreže 2. i 3. reda na str. 157/. Kao što se iz skice vidi u ovoj se tački ukrštaju tri vlaka koji polaze od tačke mreže 2. reda: 245, 328 i 339.

Orijentisanje pravaca

Pre izravnanja vrši se orijentisanje pravaca odnosno određivanje najverovatnijih vrednosti vevnih uglova na tačkama od kojih vlakovi polaze /v.obr. br.5 na str.250 /.

Numerisanje vlakova

Pri unošenju vlakova u obrazac br.19 oni se numerišu. Vlakovi mreže 3. reda numerišu se na isti način kao i vlakovi mreže 2. reda tj. u okviru poligona mreže 1. reda i to počev od broja 1 pa nadalje. U brojitelju se stavlja broj poligona a u imenitelju broj vlaka, a da bi se videlo da vlak pripada mreži 3. reda stavlja se broj vlaka u zagradu.

Dozvoljena uglovna otstupanja

Kada je najverovatnija vrednost direkcionog ugla zajedničke strane određena, te su poznata i uglovna otstupanja  $f_{\beta}$  tada, pre njihove podelu na pojedine uglove, treba videti da li su njihove vrednosti ispod maksimalnih odnosno graničnih vrednosti koje su date u priloženoj tablici.

Maksimalna uglovna otstupanja u mreži 3. reda

$\Sigma n$	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
3	0' 39"	0' 42"	0' 46"
4	0' 42	0' 46	0' 50
5	0' 45	0' 50	0' 54
6	0' 48	0' 53	0' 58
7	0' 50	0' 56	1' 01
8	0' 52	0' 58	1' 04
9	0' 54	1' 00	1' 06
10	0' 56	1' 03	1' 09
11	0' 58	1' 05	1' 12
12	1' 00	1' 07	1' 14
13	1' 04	1' 09	1' 16
14	1' 03	1' 10	1' 18
15	1' 04	1' 12	1' 20
16	1' 06	1' 14	1' 22
17	1' 08	1' 16	1' 24
18	1' 09	1' 18	1' 26
19	1' 11	1' 20	1' 28
20	1' 13	1' 22	1' 30

9. Odeljak Rešavanje normalnih jednačina

	a)	b)	c)	F <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>	k.sl.	δ <sub>y</sub>	F <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	k.sl.	δ <sub>x</sub>
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
1a	26.7	-5.0	-14.2	+71.6	+79.0	+79.0		-24.3	-16.9	-16.9	
	-1.0000	+0.1873	+0.5356	-2.6816	-2.9588	-2.9587		+0.9101	+0.6330	+0.6330	
	δ <sub>y246</sub>	-0.0243	-0.5377	-2.6816			-3.244				
	δ <sub>y246</sub> '	+0.2116	+1.0733		+2.9588		+4.244				
	δ <sub>x246</sub>	-0.1214	-0.0588					+0.9101			+0.732
	δ <sub>x246</sub> '	+0.3287	+0.5924						-0.6330		+0.268
1b	15.5		-14.2	-3.7	-3.7			+13.7	+24.2	+24.2	
	-0.936	-2.678	+13.411	+14.797				-4.551	-3.165		
	+14.264	-2.678	-0.789	+11.097	+11.097			+9.149	+21.035	+21.035	
	-1.000	+0.1839	+0.0542	-0.7619	-0.7619			-0.6282	-1.4443	-1.4443	
	δ <sub>y244</sub>	-0.1816	+0.0542				-0.130				
	δ <sub>y244</sub> '	+0.3685		+0.7619			+1.130				
	δ <sub>x244</sub>	-0.0195						-0.6282			-0.648
	δ <sub>x244</sub> '	+0.2034							+1.4443		+1.648
1c	21.0		-25.3	-18.6	-18.6			+12.7	+19.4	+19.4	
	-7.659	+38.349	+42.312					-13.015	-9.052		
	-0.492	-0.145	+2.041					+1.683	+3.858		
	+12.849	+12.904	+25.753	+25.753				+1.368	+14.216	+14.217	
	-1.0000	-1.0043	-2.0043	-2.0043				-0.1065	-1.1065	-1.1065	
	δ <sub>y335</sub>	-1.0043					-1.004				
	δ <sub>y335</sub> '		+2.004				+2.004				
	δ <sub>x335</sub>							-0.1065			-0.106
	δ <sub>x335</sub> '								+1.1065		+1.106

11. Odeljak  
nalazi se  
na str. 240.

10. Odeljak Računanje popravki  $v_y \equiv f_y$ ,  $v_x \equiv f_x$

Broj vlasto	Teži- no p	Popravke za ordinatne razlike								Popravke za opsisne razlike									
		δ <sub>y246</sub>	δ <sub>y244</sub>	δ <sub>y335</sub>	f' <sub>y</sub>	v <sub>y</sub>	f' <sub>y</sub> <sup>2</sup>	v <sub>y</sub> <sup>2</sup>	pf' <sub>y</sub> <sup>2</sup>	pv <sub>y</sub> <sup>2</sup>	δ <sub>x246</sub>	δ <sub>x244</sub>	δ <sub>x335</sub>	f' <sub>x</sub>	v <sub>x</sub>	f' <sub>x</sub> <sup>2</sup>	v <sub>x</sub> <sup>2</sup>	pf' <sub>x</sub> <sup>2</sup>	pv <sub>x</sub> <sup>2</sup>
		-3.2	-0.1	-1.0						+0.7	-0.5	-0.1							
6/1	3.7	-3.2			+6	+28	36	78.4	133.2	29.0	+0.7			+4	+4.7	16	22.09	59.2	81.7
6/2	3.7	-3.2			-5	-8.2	25	67.24	92.5	248.8	+0.7			-4	-3.3	16	10.89	59.2	40.3
6/3	2.3		-0.1		+7	+6.9	49	47.61	112.7	109.5		-0.6		-3	-3.6	9	12.96	20.7	29.8
6/4	5.3		-0.1		-1	-1.1	1	1.21	5.3	6.4		-0.6		+2	+1.4	4	1.96	21.2	10.4
6/5	2.9		-0.1		0	-0.1	0	0.01	0.0	0.0		-0.6		0	-0.6	0	0.36	0.0	1.0
6/6	5.0	+3.2	-0.1		-5	-1.9	25	3.61	125.0	18.0	-0.7	-0.6		+2	+0.7	4	0.49	20.0	2.4
6/7	14.3	+3.2		-1.0	-3	-0.8	9	0.64	128.7	9.2	-0.7		-0.1	+1	+0.2	1	0.04	14.3	0.8
6/8	3.7			-1.0	+8	+7.0	64	49.00	236.8	181.3			-0.1	+2	+1.9	4	3.61	14.8	13.4
6/9	3.0			-1.0	-4	-5.0	16	25.00	48.0	75.0			-0.1	-3	-3.1	9	9.61	27.0	29.8
									882.2	677.2								236.4	208.4



Trigonom. obrazac br. 19

Koordinate		Broj tačke	Kontrolna računare koord. natnih razlika		$\alpha_k$	$\frac{q_m}{[d]} \cdot \alpha_k$	Formule: $l = \frac{p_x \cdot [ax]}{[d]} + f_y \cdot [ay]$ $q_m = \frac{f_y [ax] - f_x [ay]}{[d]}$ $\delta y_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta y_k + \frac{q_m}{[d]} \cdot \alpha_k \cdot \Delta x_k$ $\delta x_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta x_k - \frac{q_m}{[d]} \cdot \alpha_k \cdot \Delta y_k$
ordinate	apsise		$\Delta y + \Delta x$	$f(\sin) + \cos)$ $f(\sin) + \cos)$			
y	x						
11	12	13	14	15	16	17	18
							$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{6693}$
416 384 41	6 908 29	0 245		1 32 233			
				38 24	34 07		
416 373 51	6 891 11	0 332		1 36 596			
				69 24	67 24		
416 358 85	6 857 22	0 351		1 45 832			
				58 29	58 24		
416 328 37	6 788 53	0 349					
+ 26 76	119 83						
416 327 35	6 673 11	0 359		1 38 123			$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{14 155}$
				54 49	54 50		
416 348 63	6 705 32	0 337		1 33 565			
				142 88	142 89		
416 428 37	6 788 46	0 370					
+ 82 72	115 35						

Računanje koordinata ta-												
Broj vlaka	Broj tačke	Uglovi i direkcijski uglovi uzeti za	Vezni i sveslomni uglovi		Direkcionni uglovi strana	Oblike je uzeta dužina — Dužina d	log sin $\nu$ log cos $\nu$ ili sin $\nu$ cos $\nu$	log d · sin $\nu$ log d · cos $\nu$	Ordinatna razlika		Apscisna razlika	
			$\beta$	$\gamma$					$\Delta y = d \cdot \sin \nu$		$\Delta x = d \cdot \cos \nu$	
			0, 1, "	0, 1, "					+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		
	0.328	5.2	329	31	48	13. P. 3	0.50709			+ 1	- 2	
					329 31 48	65.71				33.32	56.63	
6/18	0.329	2.33	107	42	26	18. P. 4	0.31692					
					337 14 14	60.52				+ 1	- 1	
							0.92 212			23.42	55.81	
	0.330	2.33	190	35	14							
						126.23						
					347 49 28					56.74	112.44	
										56.72	112.41	
	0.331		347	49	27					$f_y = + 0.02$	$f_x = - 0.03$	
			$f_{\beta} =$	- 1						$f_d = 0.04$		
			$\Delta \beta =$	46								
	0.334	5.4	111	10	47	18. P. 3	0.93 245					
						111 10 50	50.78			47.35	18.35	
6/18	0.333	2.33	187	47	47	18. P. 4	0.36 131					
						118 58 40	57.48			+ 1	- 1	
										50.28	27.85	
	0.332	2.37	82	52	18		0.48 447					
						108.26				97.63	46.20	
		5.7			21 50 57					97.64	46.21	
	0.245		21	50	57					$f_y = + 0.01$	$f_x = - 0.01$	
			$f_{\beta} = +$	10						$f_d = 0.01$		
			$\Delta \beta =$	46								

Trigonometrijske formule br. 19

Čaka poligonometrijske mreže

Koordinate				Kontrolno računanje koordinatnih razlika		$a_k$	$\frac{q_m}{[d]} \cdot a_k$	Formule $l = \frac{f_x \cdot [\Delta x'] + f_y \cdot [\Delta y']}{[d]}$ $q_m = \frac{f_x \cdot [\Delta x'] - f_y \cdot [\Delta y']}{[d]}$ $\delta y_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta y_k + \frac{q_m}{[d]} \cdot a_k \cdot \Delta x_k$ $\delta x_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta x_k - \frac{q_m}{[d]} \cdot a_k \cdot \Delta y_k$
ordinata y	apscisa x	Broj tačke	$\Delta y + \Delta X$	$(\sin + \cos)$ $a(\sin + \cos)$				
11	12	13	14	15	16	17	18	
416 466,09	6 676,05	0,328		1,36 898			$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{3166}$	
			89,95	89,98				
416 432,78	6 732,66	0,339		1,30 923				
			79,23	79,22				
416 409,37	6 788,46	0,330					$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{10826}$	
56,72	112,41							
416 275,87	6 927,32	0,334		1,29 375			$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{10826}$	
			65,70	65,70				
416 323,22	6 908,97	0,333		1,35 928				
			78,13	78,13				
416 373,51	6 881,11	0,332					$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{10826}$	
97,64	46,21							





Poligonometrijska mreža 3. reda

Trigonom. obrazac br 21.

Računanje koordinata čvarne tačke: o.330

1. Računanje direkcionog ugla zajedničke strane: o.301-o.330										3. Računanje srednjih grešaka							
Tačka od koje polazi vlak $T_A$	Broj vlaka	Broj prelomnih i veznih uglova $n$	Težina $p = \frac{1}{n}$	Direkta uglovi: a) dobiv. mer. $\gamma$ b) približni $\gamma_0$ c) definitivni $\gamma$			$f'_\beta = \gamma - \gamma_0$	$p f'_\beta$	$f_\beta = \gamma - \gamma'$	$p f_\beta$	$f_\beta^2$	$p f_\beta^2$	Težina $\rho = \frac{1}{[d]}$	$f_y^2$	$p f_y^2$	$f_x^2$	$p f_x^2$
				o	'	''											
o.245	6/6	3	0.3	167	49	23	0	0.0	+ 1.4	+ 1.2	16	4.8	7.7	0.16	1.23	4.00	30.80
o.339	6/7	3	0.3			30	+ 7	+ 2.1	- 3	- 0.9	9	2.7	7.1	1.96	13.92	1.00	7.10
o.328	6/8	3	0.3			28	+ 5	+ 1.5	- 1	- 0.3	1	0.3	7.7	2.56	19.71	9.00	69.30
[ρ] = 0.9				$\gamma_0$ 167 49 23			[p f'_β] + 3.6		[p f_β] 0.0	[p f_β^2] 7.8	22.5	[p f_y^2] 34.86	[p f_x^2] 107.20				
$\Delta\gamma = \frac{[p f'_\beta]}{[p]}$				167 49 27													
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[p f_\beta^2]}{N-1}} = \pm \sqrt{\frac{7.8}{3-1}} = \pm 2.0$				$m_{\Delta y} = \pm \sqrt{\frac{[p f_y^2]}{N-1}} = \pm \sqrt{\frac{34.86}{3-1}} = \pm 4.2 \text{ cm}$				$M_y = \pm \frac{m_{\Delta y}}{\sqrt{[p]}} = \pm 0.9 \text{ cm}$									
$m = \pm \frac{m_0}{\sqrt{[p]}} = \pm \frac{2.0}{0.95} = \pm 2.1$				$m_{\Delta x} = \pm \sqrt{\frac{[p f_x^2]}{N-1}} = \pm \sqrt{\frac{107.20}{3-1}} = \pm 7.3 \text{ cm}$				$M_x = \pm \frac{m_{\Delta x}}{\sqrt{[p]}} = \pm 1.6 \text{ cm}$									

2. Računanje koordinata

Tačka od koje polazi vlak $T_A$	Broj vlaka	Koordinate tačke $T_A$		Koordinate		Dužina vlaka $[d]$ km	Težina $\rho = \frac{1}{[d]}$	$f'_y = \gamma - \gamma_0$	$f'_x = \gamma - \gamma_0$	$p f'_y$	$p f'_x$	$f_y = \gamma - \gamma'$	$f_x = \gamma - \gamma'$	$p f_y$	$p f_x$				
		$Y_A$ [Δy']	$X_A$ [Δx']	$\gamma$	$X_0$ $\gamma_0$														
o.245		416 384	41 4	5 908	29 7														
	6/6	+ 24, 96	3 -	119, 85	6	416 409, 37	7	6 788, 44	1	0,13	7,7	2	0	15,4	0,0	- 0,4	+ 2,0	- 3,1	+ 15,4
o.339		416 327	35 4	5 573	11 6														
	6/7	+ 82, 03	4 +	115, 34	6	416 409, 38	6	6 788, 45	2	0,14	7,1	3	1	24,3	7,1	- 1,4	+ 1,0	- 9,9	+ 7,1
o.328		416 466	09 0	5 576	05 3														
	6/8	- 56, 74	0 +	112, 44	3	416 409, 35	6	6 788, 49	6	0,13	7,7	0	5	0,2	38,5	+ 1,6	- 3,0	+ 12,3	- 23,1
$\delta_y = \frac{[p f'_y]}{[p]}$		$\delta_x = \frac{[p f'_x]}{[p]}$		$Y_0, X_0$		416 409, 35	5	6 788, 44	1	22,5	36,7	45,6	0,7	0,6					
				$Y, X$		416 409, 37	7	6 788, 46	3										

Ako bi se desilo da u nekom vlaklu uglovno otstupanje  $f_{\beta}$  prelazi maksimalnu vrednost datu u tablici, onda treba izvršiti nova merenja.

Obrazac br. 21

Sva ostala računanja, uključujući i računanje najverovatnijih koordinata čvorne tačke, vrše se po uobičajenom postupku /v.obrazac br.21 na str. 251/.

Po završetku računanja treba sračunati srednje greške po formulama navedenim u obrascu br.21.

## 2. Izravnanje jako izlomljenih vlakova

Kada se vlak izravna kao izlomljen vlak

Budući da se za vlakove mreže 3. reda u smislu njihove razvučenosti ne postavljaju nikakva ograničenja /v.čl.36/ to se može desiti da će se u mreži pojaviti jako izlomljen vlak. Takav se vlak izravna po naročitom postupku, ali pod uslovom:

a/ da ugo pod kojim se vlak lomi otstupa od  $180^{\circ}$  najmanje za  $40^{\circ}$ ;

b/ da vlak ima najmanje 4 strane;

c/ da je relativna greška vlaka veća od:

1:8000 za prvu skalu tačnosti;

1:6500 za drugu skalu tačnosti i

1:5000 za treću skalu tačnosti.

Ako vlak ne zadovoljava makar jedan od tri prednja uslova onda se on izravna kao i svaki drugi umetnut vlak, tj. otstupanja  $f_y$  i  $f_x$  dele se na pojedine koordinatne razlike srazmerno dužinama strana.

Kao primer jako izlomljenog vlaka koji zadovoljava sve tri postavljena uslova može da služi vlak u poligonu br.6 umetnut između tačaka 254 i 270 /vidi skicu mreže na str. 157/. Zapravo, ovaj se vlak lomi pod uglom od  $245^{\circ}$ , ima 5 strana a njegova je relativna greška 1:4137 tj. veća od 1:5000.

Računanje se vrši dole navedenim redom.

Računanje direkcionih uglova i koordinatnih razlika

1. Uglovno otstupanje  $f_{\beta}$  određuje se na uobičajen način i deli se /ako je u dozvoljenim granicama/ podjednako na sve prelomne i vezne uglove /v.obr. br.19 na str.258 /.

2. Iz popravljenih uglova računaju se direkcionni uglovi pojedinih strana, a zatim koordinatne razlike. Kada su ove kontrolisane /v.14. i 15. stubac obrasca/ tada se računaju otstupanja  $f_y$ ,  $f_x$ ,  $f_d$  i relativna greška vlaka

$$m_R = \frac{f_d}{|d|}$$

Prema veličini ove greške donosi se odluka o načinu izravnanja.

Računanje približnih koordinata

3. Ako je odlučeno da se vlak izravna kao izlomljen tada se u obrascu 19. J.V. računaju približne koordinate tačaka. Pre njihovog računanja potrebno je otstupanja  $f_y$  i  $f_x$  podeliti na pojedine koordinatne

razlike srazmerno dužinama strana.

Pri računanju približnih koordinata početna tačka vlaka uzima se za koordinatni početak. Koordinate se zaokrugljuju na desimetre /v. stupce 2 i 3 obrasca 19.J.V./.

4. Iz približnih koordinata  $y'$  i  $x'$  računaju se koordinate težišta vlaka

Računanje koordinata težišta vlaka

$$y_0 = \frac{[y']}{N+1} \quad x_0 = \frac{[x']}{N+1}$$

gde je N broj strana u vlaku.

Preporučuje se da se zbrovi koordinata kontrolišu, što se vrši po formulsama:

$$[y'] = \Delta y_1 \cdot N + \Delta y_2 \cdot (N-1) + \Delta y_3 \cdot (N-2) + \dots$$

$$[x'] = \Delta x_1 \cdot N + \Delta x_2 \cdot (N-1) + \Delta x_3 \cdot (N-2) + \dots$$

Ovde su  $\Delta y_1, \Delta y_2, \dots, \Delta x_1, \Delta x_2, \dots$  koordinatne razlike srčanste za prvu, drugu itd. stranu vlaka računajući od njegovog početka.

Budući da se množenje i sabiranje proizvoda može vršiti direktno u mašini za računanje to se pojedinačni proizvodi ne upisuju u obrazac, nego se upisuju samo zbrovi:  $[y']$  i  $[x']$  /v. stupce 4. i 5./.

5. Posle toga računaju se količnici

$$\frac{\Delta y'^2}{d}, \frac{\Delta x'^2}{d}, \frac{\Delta y' \cdot \Delta x'}{d} \dots /v. stupce 6-11/.$$

Kvadrati koordinatnih razlika, njihovi proizvodi i količnici zaokrugljuju se na cele brojeve.

Sračunati količnici kontrolišu se računanjem desnih strana jednakosti

$$\frac{\Delta y'^2}{d} = \Delta y' \cdot \sin \nu$$

$$\frac{\Delta x'^2}{d} = \Delta x' \cdot \cos \nu \dots /v. stupce 12-14/$$

$$\frac{\Delta y' \cdot \Delta x'}{d} = \Delta y' \cdot \cos \nu = \Delta x' \cdot \sin \nu.$$

6. Zatim se pristupa računanju težišnih koordinata  $\eta$  i  $\xi$  tačaka vlaka; to su koordinate u sistemu čiji je početak u težištu vlaka, a osovine su paralelne sa osovinama državnog koordinatnog sistema. Centralne koordinate dobijaju se oduzimanjem od približnih koordinata  $y', x'$  koordinata težišta tj.

Računanje težišnih koordinata

$$\begin{aligned} \eta_1 &= y'_1 - y_0 & \xi_1 &= x'_1 - x_0 \\ \eta_2 &= y'_2 - y_0 & \xi_2 &= x'_2 - x_0 \\ &\vdots & &\vdots \end{aligned} \quad /v. stupce 15-16/$$

Vrednosti koordinata se zaokrugljuju na desimetre. Za kontrolu služi proba:

$$[\eta] = 0; \quad [\xi] = 0.$$

Računanje koeficijenta normalnih jednačina korelata

7. Kada su težišne koordinate sračunate i kontrolisane, tada se računaju koeficijenti normalnih jednačina korelata. Ove jednačine glase:

$$\frac{N}{p} \cdot \kappa_1 = 0$$

$$\left( \left[ \frac{\Delta x'^2}{d} \right] + \frac{q}{\rho''} [\eta^2] \right) \kappa_2 + \left( \left[ \frac{\Delta y' \Delta x'}{d} \right] - \frac{q}{\rho''} [\xi \eta] \right) \kappa_3 - f_x = 0$$

$$\left( \left[ \frac{\Delta y' \Delta x'}{d} \right] - \frac{q}{\rho''} [\xi \eta] \right) \kappa_2 + \left( \left[ \frac{\Delta y'^2}{d} \right] + \frac{q}{\rho''} [\xi^2] \right) \kappa_3 - f_y = 0.$$

U ovim jednačinama sa p i q označeni su razlomci

$$p = \frac{n^2}{m_\beta^2}; \quad q = \frac{1}{p \cdot \rho''} = \frac{m_\beta^2}{n^2 \cdot \rho''},$$

gde su:

$m_\beta$  - srednja greška prelomnog odnosno veznog ugla;

$n$  - koeficijent uticaja slučajnih grešaka /v. str.228-229/.

Kako greška  $m_\beta$ , tako i koeficijent  $n$  određuju se iz podataka prikupljenih za ocenu tačnosti mreže kojoj vlak pripada. Za gradsku poligonometrijsku mrežu redjenu po odredbama ovog pravilnika normalne vrednosti ovih veličina su:

poligon. mreža	1. reda	$m_\beta = \pm 3,3$	$(n = 0,001 \cdot 6$
"	"	2. "	$m_\beta = \pm 5,0$ $(n = 0,002 \cdot 4$
"	"	3. "	$m_\beta = \pm 6,5$ $(n = 0,003 \cdot 2.$

i to za gradove koji se promeravaju po trećoj skali tačnosti.

Faktor q sračunat iz prednjih podataka iznosi

$$q = \frac{m_\beta^2}{n^2 \cdot \rho''} = \frac{42,25}{2,1122} = 20.$$

U napred navedenim normalnim jednačinama koeficijenti kod  $\kappa_2$  i  $\kappa_3$  označavaju se sa A, B i C,

naime

$$A = \left[ \frac{\Delta x'^2}{d} \right] + \frac{q}{\rho''} \left[ \eta^2 \right];$$

$$B = \left[ \frac{\Delta y'^2}{d} \right] + \frac{q}{\rho''} \left[ \xi^2 \right];$$

$$C = \left[ \frac{\Delta y' \cdot \Delta x'}{d} \right] - \frac{q}{\rho''} \left[ \eta \cdot \xi \right].$$

Brojne vrednosti ovih koeficijenata računaju se u 21. stupcu obrasca 19.I.V.

8. Korelate se računaju po formulama

Računanje korelata

$$\kappa_2 = \frac{B \cdot f_x - C \cdot f_y}{A \cdot B - C^2} \quad \kappa_3 = \frac{A \cdot f_y - C \cdot f_x}{A \cdot B - C^2},$$

/v. stubac 21/. Korelate  $\kappa_1$  jednaka je 0, što se vidi iz prve normalne jednačine. Brojne vrednosti korelata računaju se na 6 decimalnih mesta, ali ako se faktor  $q$  izražava trocifrenim brojem, onda ih treba računati na 7 decimalnih mesta.

9. Iza računanje korelata sledi računanje popravki i to:

Računanje popravki

a/ popravki za uglove

$$v_\beta = -\eta \cdot q \cdot \kappa_2 + \xi \cdot q \cdot \kappa_3 \dots /v. stupce 23-25/;$$

b/ popravki za direkzione uglove

$$v_{\beta.1} = v_{\beta.1}$$

$$v_{\beta.2} = v_{\beta.1} + v_{\beta.2} \quad /v. stubac 26/;$$

$$v_{\beta.3} = v_{\beta.1} + v_{\beta.2} + v_{\beta.3}$$

⋮

c/ popravki za dužine strana

$$v_d = \Delta y' \cdot \kappa_3 + \Delta x' \cdot \kappa_2 \dots /v. stupce 27-29/$$

d/ popravki za koordinatne razlike

$$v_y = \Delta x' \cdot \frac{v_d''}{\rho''} + \sin v \cdot v_d \dots /v. stupce 30-32/$$

$$v_x = -\Delta y' \cdot \frac{v_d''}{\rho''} + \cos v \cdot v_d \dots /v. \quad \text{"} \quad 33-35/.$$

jednakostima

Sračunate popravke moreju udovoljavati

$$[v_{\beta}] = 0$$

$$[v_d] = [\Delta y'] \cdot \kappa_3 + [\Delta x] \cdot \kappa_2$$

$$[v_y] = f_y$$

$$[v_x] = f_x$$

Medjusobno uporedjenje koordinata sračunatih na različite načine

U priloženoj tablici upisane su koordinate tačke vlaka 6/1 i to: a/ sračunate po uobičajenom postupku, tj. dešći odstupanja  $\xi_y$  i  $\xi_x$  na pojedine koordinate razlike srazmerno dužinama strana /stupci označeni sa A/; b/sračunate po napred objašnjenom postupku, odnosno dobivene izravnanjem po načinu najmanjih kvadrata /stupci označeni sa B/.

Broj tačke	Ordinate				Razlika $y_B - y_A$ ±	Apsise				Razlika $x_B - x_A$ ±
	A		B			A		B		
0276	416	054,03	416	054,06	+ 0,02	7 166,41	7 166,39	- 0,02		
0275	416	130,29	416	130,32	+ 0,03	7 169,01	7 168,97	- 0,04		
0274	416	166,93	416	166,95	+ 0,02	7 096,75	7 096,72	- 0,03		
0273	416	180,71	416	180,72	+ 0,01	7 036,41	7 036,40	- 0,01		

Iz prednjeg uporedjenja se vidi da se tačke, čije su koordinate sračunate na različite načine, razlikuju po svom položaju za 5 cm ( $\sqrt{3^2 + 4^2}$ ). Ovim se potvrđuje potreba da se u izvesnim slučajevima primenjuje strogi način izravnanja, jer se razlike veličine 5 cm ne mogu smatrati u građskom premeru za beznačajne.

### 3. Ocena tačnosti poligonometrijske mreže

#### 3. reda

Tačnost poligonometrijske mreže 3. reda ocenjuje se na isti način kao i mreže 2. reda.

Tačnost uglovnih merenja

Prema tome za ocenu tačnosti uglovnih merenja računaju se srednje greške i to:

Savezna geodetska uprava

TRIGONOMETRISKI OBRAZAC BR.19





Trigonom obrazac br 19

ka poligonometrijske mreže									
Koordinate				Broj tačke	Kontrolno računanje koordinatnih razlika		$a_k$	$\frac{q_m}{[d]} \cdot a_k$	Formule: $l = f_x \cdot [\Delta x] + f_y \cdot [\Delta y]$ $q_m = f_y \cdot [\Delta x] - f_x \cdot [\Delta y] \cdot l$ $\delta y_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta y_k + \frac{q_m}{[d]} \cdot a_k \cdot \Delta x_k$ $\delta x_k = \frac{l}{[d]} \cdot \Delta x_k - \frac{q_m}{[d]} \cdot a_k \cdot \Delta y_k$
ordinata y	opscisa X	DEJ. CIST.	DEJ. CIST.		$\Delta y + \Delta x$	$(\sin \nu + \cos \nu) \cdot a(\sin \nu + \cos \nu)$			
11	12		13	14	15				18
415 978,92	7 154,14	0	4	254					$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{4137}$
					1,14 796				
					87,36 87,36				
416 054,05	7 166,39	7	5	276					
					1,03 326				
					78,84 78,84				
416 130,32	7 168,87	2	2	275					
					1,34 408				
					108,92 108,92				
418 166,95	7 096,72	2	4	274					
					1,19 756				
					74,13 74,13				
416 180,72	7 036,40	2	2	273					
					1,33 739				
					102,96 102,96				
416 211,49	6 967,25	4	8	270					
+ 235,57	186,89	4	5						

Broj tačke	Približne koordinate		Kontrolno računanje ko- ordinata težišta vlaka			Računanje količnika: $\frac{\Delta y'^2}{d}$ , $\frac{\Delta x'^2}{d}$ , $\frac{\Delta y' \cdot \Delta x'}{d}$					
	$y'$	$x'$	$\Delta y'_1 \cdot N$	$\Delta x'_1 \cdot N$	$\Delta y'^2$	$\Delta x'^2$	$\Delta y' \cdot \Delta x'$	$\frac{\Delta y'^2}{d}$	$\frac{\Delta x'^2}{d}$	$\frac{\Delta y' \cdot \Delta x'}{d}$	
	$\pm$	$\pm$	$\Delta y'_2 \cdot (N-1)$	$\Delta x'_2 \cdot (N-1)$							$\pm$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
⊙ 254	0,0	0,0									
⊙ 276	+ 75,1	+ 12,3			5 642	151	+ 922	74	2	+ 12	
0					5 816	7	+ 198	76	0	+ 3	
⊙ 275	+ 151,4	+ 14,9			1 342	5 222	- 2648	17	64	- 33	
⊙ 274	+ 188,0	- 57,4			190	3 641	- 831	3	59	- 13	
⊙ 273	+ 201,8	- 117,7			1 141	4 783	- 2 336	15	62	- 30	
⊙ 270	+ 235,6	- 186,9						185	187	- 61	
$V_0 \cdot X_0$	+ 851,9	- 334,8	+ 851,8	- 334,9							
$V_0 \cdot X_0$	+ 142,0	- 55,8									

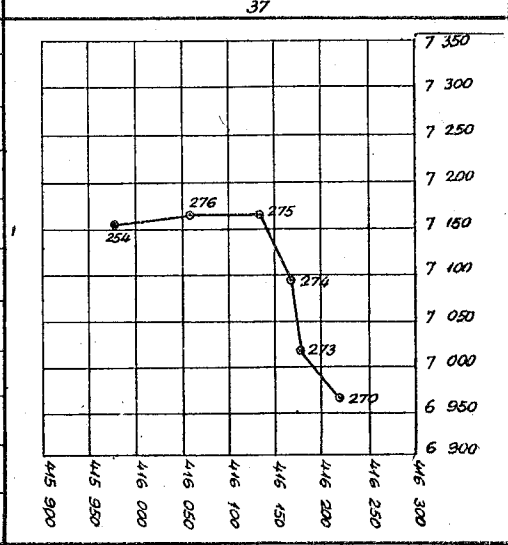
Broj tačke	za vezne i prelomne uglove				za direk. uglove	za dužine strana			za koor-	
	$q \cdot k_2 =$ $+q \cdot 0,0440$ $-q \cdot 9 \cdot k_2$	$q \cdot k_3 =$ $+q \cdot 0,03080$ $+q \cdot 5 \cdot q \cdot k_2$	$v_3 =$ $-q \cdot q \cdot k_2$ $+q \cdot 5 \cdot q \cdot k_3$	$v_4$	$v_5$	$\Delta y' \cdot k_3$	$\Delta x' \cdot k_2$	$v_d$	$\Delta x' \cdot \frac{v_d''}{\rho''}$	$\sin v \cdot v_d$
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
22	23	24	25	26	27	28	29	30		
⊙ 254	+ 1'' 48	+ 0'' 17	+ 1,7							
⊙ 276	+ 0,70	+ 0,21	+ 0,9	+ 1,7	+ 0,012	+ 0,006	+ 0,018	0,000	+ 0,018	
⊙ 275	- 0,10	+ 0,22	+ 0,1	+ 2,6	+ 0,012	+ 0,001	+ 0,013	0,000	+ 0,013	
⊙ 274	- 0,48	0,00	- 0,5	+ 2,7	+ 0,006	- 0,038	- 0,032	- 0,001	- 0,014	
⊙ 273	- 0,62	0,19	- 0,8	+ 2,2	+ 0,002	- 0,031	- 0,029	- 0,001	- 0,006	
⊙ 270	- 0,98	0,40	- 1,4	+ 1,4	+ 0,005	- 0,036	- 0,031	0,000	- 0,014	
	0,00	+ 0,01	0,0			+ 0,037	- 0,098	- 0,061	- 0,002	- 0,003
						+ 0,036	- 0,098	- 0,062		

Kontrolno računanje količnika			Koordinate težišta		Računanje $\eta^2, \xi^2$ i $\eta \cdot \xi$			Broj tačke	Računanje korelata: $k_2$ i $k_3$	
$\Delta y' \sin \nu$	$\Delta x' \cos \nu$	$\frac{\Delta y \cdot \cos \nu}{\Delta x \cdot \sin \nu}$ ili $\pm$	$\eta = Y_k - Y_0$	$\xi = X_k - X_0$	$\frac{\eta^2}{1000}$	$\frac{\xi^2}{1000}$	$\frac{\eta \cdot \xi}{1000}$		Formule: $k_2 = \frac{B \cdot f_k - C \cdot f_k}{A \cdot B - C^2}$ ; $k_3 = \frac{A \cdot f_k - C \cdot f_k}{A \cdot B - C^2}$	
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
74	2	+	12	- 142,0	+ 55,8	20,2	3,1	- 7,9	254	$\frac{q}{q''} = \frac{20}{206 \cdot 265} = 0,000 \ 097$
76	0	+	3	- 66,9	+ 68,1	4,5	4,6	- 4,6	276	$\frac{q}{q''} \cdot 1000 = 0,097$
17	64	-	33	+ 9,4	+ 70,7	0,1	5,0	+ 0,7	275	$A = \left[ \frac{\Delta x'^2}{d} \right] + \frac{q}{q''} [\eta^2] =$
3	59	-	13	+ 46,0	- 1,6	2,1	0,0	- 0,1	274	$= 187 + 0,097 \cdot 39,3 = 191$
15	62	-	30	+ 59,8	- 61,9	3,6	3,8	- 3,7	273	$B = \left[ \frac{\Delta y'^2}{d} \right] + \frac{q}{q''} [\xi^2] =$
				+ 93,6	- 131,1	8,8	17,2	- 12,3	270	$= 185 + 0,097 \cdot 27,7 = 188$
				- 0,1	0,0	39,3	33,7	- 27,9		$C = \left[ \frac{\Delta y' \Delta x'}{d} \right] - \frac{q}{q''} [\eta \cdot \xi] =$
										$= -61 - (0,097 \cdot 27,9) = -58$
										$k_2 = \frac{188 \cdot (+0,09) - (-58) \cdot (0,00)}{35908 - 3364} = +0,000522$
										$k_3 = \frac{191 \cdot (0,00) - (-58) \cdot (+0,09)}{35908 - 3364} = +0,00064$

*p.o.p.r.o.v.k.i*  
*dinotne razlike*

$v_y$	$-\Delta y \cdot \frac{v_y}{q''}$	$\cos \nu \cdot v_d$	$v_x$	Broj tačke	
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$		
32	33	34	35	36	
				254	
+	0,02	- 0,01	+ 0,003	0,00	276
+	0,01	- 0,02	0,000	0,00	275
-	0,01	- 0,01	+ 0,029	+ 0,03	274
-	0,01	0,00	+ 0,028	+ 0,03	273
-	0,01	0,00	+ 0,028	+ 0,03	270
	0,0	- 0,04	+ 0,038	+ 0,09	

*Skica vlaka*



a/ za vlskove koji se ukrštaju u dve i više čvornih tačaka po formuli navedenoj na str.239 /;  
b/ za vlskove koji se ukrštaju u jednoj čvornoj tački po formuli datoj u 21. obrascu /v.str. 251 /;

c/ za umetnute vlskove po formuli na

Relativne greške vlakova

str.260 /.

Tačnost kako uglovnih tako i linearnih merenja ocenjuje se po relativnim greškama koje se obavezno računaju za svaki vlak i iz kojih se onda određuje prosečna relativna greška /v.str.241 /.

### 3. Generalni nivelman gradova

#### A. Svrha gradskog nivelmana

##### Čl. 57

Podloga za izvršenje tehničkih radova

Svrha gradskog nivelmana je ostvarenje i održavanje na teritoriji grada niza stabilnih po svom položaju znakova / repers / sa tačno određenim apsolutnim visinama. Ovi znaci / reperi / treba da budu tako postavljeni i u takvom broju, da bude omogućeno nesmetano izvršenje svih tehničkih radova vezanih za uređenje grada a za koje su potrebni visinski podaci

#### B. Gradska nivelmanska mreža i njena klasifikacija

##### Čl. 58

Zadatak definisan u prethodnom članu ostvaruje se razvijanjem gradske nivelmanske mreže, koju čini niz zatvorenih poligona i umetnutih vlskova, odnosno vlskova koji se ukrštaju u čvornim reperima. Mreža se razvija prema principu "od većeg ka manjem". Radi doslednog sprovođenja ovog principa ona se deli u redove i to u tri reda.

ve

Mrežu 1. reda, koja je oslonac za mrežu 2. i 3. reda, čini niz zatvorenih poligona jedan na drugi oslonjenih. Ova mreža mora obuhvatiti celokupan gradjevinski rejon a poželjno je da bude proširena i na ono gradsko zemljište za koje se pretpostavlja da će doznije biti uključeno u gradjevinski rejon.

Po svom opsegu poligoni mreže 1. reda mogu se kretati u granicama od 2 do 7 km, ali pod pretpostavkom da na području koje obuhvata mreža nema vodenih tokova širine veće od 100 m. Kada takvi tokovi ne postoje onda opseg poligona može biti i veći od 7 km.

Treba težiti da poligoni budu približno istog opsega; svakako ne bi trebalo da se poligoni mreže istog grada razlikuju po svom opsegu više nego dvostruko.

U okviru poligona mreže 1. reda razvija se mreža nivelmanskih vlakova 2. reda.

Pri razvijanju ove mreže treba težiti da se vlakovi ukrštaju u čvornim reperima i to u više njih ako je opseg poligona velik, a ako je mali onda da se ukrštaju u jednom, eventualno u dva čvorna repera. Ovo ne isključuje da u mreži 2. reda bude i vlakova umetnutih između repera mreže 1. reda. Takvi vlakovi mogu da postoje, ali njihova dužina ne sme biti veća od 1,2 km. Maksimalna dužina vlakova koji se ukrštaju u čvornim reperima je 1,0 km.

Ako je to potrebno /što je slučaj kod većih gradova/, onda se u okviru vlakova mreže 1. i 2. reda razvija mreža vlakova 3. reda. Vlakovi ove mreže su po pravilu, umetnuti vlakovi; ali, ako to zahteva konfiguracija mreže, i ovi se vlakovi mogu ukrštati u čvornom reperu.

Najveća dužina vlaka mreže 3. reda je 0,7 km.

Mreža 1.  
reda

Mreža 2.  
reda

Mreža 3.  
reda

### C. Osnova gradskog nivelmana

#### Čl. 59

Gradski generalni nivelman mora biti oslonjen na državni nivelman. On se mora oslanjati odo na repere nivelmana visoke tačnosti, bilo preciznog nivelmana. Ako kroz grad prolazi vlak jednog od pomenutih nivelmana onda svi reperi ovog vlaka odnosno svi reperi državnog nivelmana na području gradske mreže moraju se u ovu uključiti. Kada vlakovi pomenutih nivelmana ne prolaze kroz grad, tada se gradska mreža mora posebnim vlakom vezati za najmanje dva repera državnog nivelmana i to bez obzira na udaljenost ovih repera od grada

Nivelanje vlaka kojim se gradski nivelman povezuje sa reperima državnog nivelmana vrši se:

Gradski nivelman mora se oslanjati na državni nivelman

Uključivanje repera državnog nivelmana u

gradsku mrežu

a/ po odredbama uputstva za nivelman visoke tačnosti ako reperi za koje se veže pripadaju ovom nivelmanu i

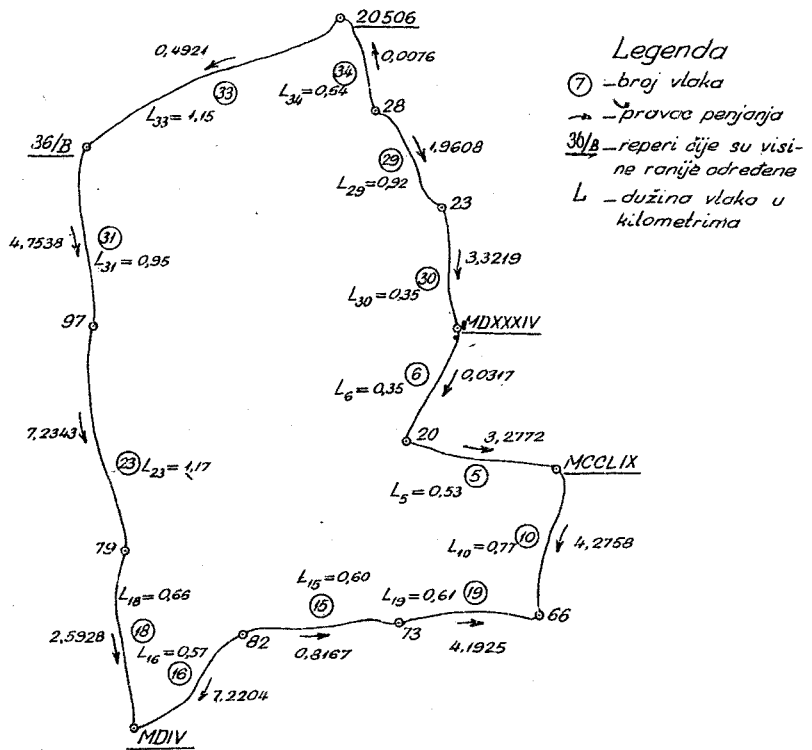
b/ po odredbama za precizni nivelman ako su pomenuti reperi na vlaknu takvog nivelmana.

Uporedjenje visinskih razlika sa ranije odredjenim

Kada se pri izvršenju gradskog nivelmana ponovo odrede visinske razlike izmedju repere državnog nivelmana, onda ih treba uporediti sa ranije odredjenim odnosno sa razlikama u državnom nivelmanu.

Pri uporedjenju treba se pridržavati sledećeg postupka.

1. Sastaviti šemu vlakova koji najkraćim putem povezuju medjusobno date reperi i obrezuju zatvoren poligon /sl. 53/.



Sl. 53

2. Prvo se medjusobno upoređuju visinske razlike izmedju susednih datih repere /Tablica A/.

Dozvoljene razlike

Tablica A

Visinske razlike						$\Delta = h_N - h_R$ u mm	Ostajanje L u km	Dozvo- ljena razlika $\tau \cdot \sqrt{L} =$ $1,5 \sqrt{L}$	
između repersa	ranije određene			novoodređene					
	$\pm$	$h_R$		$\pm$	$h_N$				
MDXXXIV — MCCLIX	+	3,3084		+	3,3089		+ 0,5	0,88	1,4
MCCLIX — MDIV	+	6,4916		+	6,4870		- 4,6	2,55	2,4
MDIV — 36/B	-	14,5835		-	14,5809		+ 2,6	2,78	2,6
36/B — 20506	-	0,4944		-	0,4921		+ 2,3	1,15	1,7
20506 — MDXXXIV	+	5,2777		+	5,2754		- 2,6	1,91	2,1
	-	0,0002		-	0,0020		- 1,8	3,27	

$$\Delta = h_N - h_R$$

upisane u krajnji desni stubac tablice određuje se po formuli

$$\Delta_{max} = \tau \cdot \sqrt{L},$$

gde je:

$\tau$  - granična vrednost srednje greške mreže 1. reda, a prema skali tačnosti po kojoj se građ premerava /v.čl.60/;

L - dužina vlaka između repersa čije se visinske razlike upoređuju.

U navedenom primeru građ se premerava po drugoj skali tačnosti. Zato je za računsnje dozvoljenih razlika uzato da je  $\tau = 1,5$  mm /v.čl.60/. Iz tablice se vidi da samo dve razlike ne prelaze granične vrednosti. Ovo znači da su repersi, na koje se ove razlike odnose, vrlo malo promenili svoj međusobni odnos po visini, ali ne znači da se na njihove apsolutne visine može osloniti mreža gradskog nivelmana. Zbog toga, ako bi repersi 36/B i 20506 zadržali svoje visine, onda bi visinska razlika 20506-MDXXXIV oступila od novo određene za više nego što je dozvoljeno! Uvodjenje u izravnjenje mreže ove razlike kao "date" imalo bi za posledicu smanjenje tačnosti gradske mreže što se, u slučaju nivelmanskih mreža, ne može smatrati opravdanim, jer apsolutne visine repersa nisu nepromenljive veličine.

Apsolutne visine repersa tokom vremena

se menjaју usled:

- a/ nestabilnosti objekata u koje su reperi uasadjeni /sleganje ili izdizanje objekta/;
- b/ geološke nestabilnosti zemljišta na kome su objekti odnosno reperi /klizanje terena/;
- c/ "disanja" zemljine kore.

Usled ovih uzroka mora se nivelanje kako gradiske mreže tako i repera državnog nivelmana u izvesnim vremenskim razmacima /15-25 godina/ obnavljati. Zato se i ne može smatrati opravdanim da se jednom odredjene visinske razlike zadržavaju kroz što duži vremenski period. Ovim se i objašnjavaju uske granice postavljene za maksimalna odstupanja izmedju novih i ranije odredjenih visinskih razlika.

3. Posle prvog uporedjenja visinskih razlika /v. tablica A/ vrši se drugo uporedjenje. Iz svih "datih" repera odabira se jedan za koji se pretpostavlja da je najstabilniji. Svakaako ovo mora biti jedan od onih repera izmedju kojih su se visinske razlike slozile. U navedenom primeru u takve repere spadaju: MDXXXIV, MCCLIX, 36/B i 20506. Reper MDXXXIV, prema objektu u koji je uasadjen /stara crkva/ treba smatrati najstabilnijim.

Kada je reper čija se apsolutna visina može smatrati najsigurnijom izabran, tada se vrši uporedjenje visinskih razlika obrezovanih izmedju njega i ostalih "datih" repera. Razlike se obrezuju idući po poligonu /v. sl. 53/ prvo u jednom, a onda u drugom smeru /v. tablicu B/.

Tablica B

Visinske razlike				$\Delta = h_N - h_R$	Odstojanje	Dozvoljena razlika
izmedju repera		ranije odredene	novoodredene			
		$h_R$	$h_N$	$u$ mm	L	$\tau \cdot \sqrt{L} = 1.5 \sqrt{L}$
		$\pm$	$\pm$	$\pm$	u km	
MDXXXIV	MCCLIX.	+ 3,3084	+ 3,3089	+ 0,5	0,88	1,4
"	MDIV	+ 9,8000	+ 9,7959	- 4,1	3,43	2,9
"	36/B	- 4,7835	- 4,7850	- 2,5	6,21	3,8
"	20506	- 5,2779	- 5,2771	- 0,8	7,36	4,1
"	20506	- 5,2777	- 5,2751	+ 2,6	1,91	2,1
"	36/B	- 4,7833	- 4,7830	+ 0,3	3,06	2,6
"	MDIV	+ 9,8002	+ 9,7979	- 2,3	5,84	3,6
"	MCCLIX	+ 3,3086	+ 3,3109	+ 2,3	8,39	4,4



Iz prednjeg uporedjenja se vidi, da se mreža može osloniti na tri repera; MDXXXIV, 36/B i MCCLIX, jer su odstupanja izmedju njihovih visinskih razlika ranije i novoodređenih u dozvoljenim granicama bez obzira na smer u kome se ide duž poligona.

### D. Tačnost nivelmana

#### Čl. 60

Tačnost gradske nivelmanske mreže zavisi od skale tačnosti po kojoj se odnosi grad premera i ocenjuje se prema ukupnoj /totalnoj/ srednjoj greški jedinice težine. Pod ukupnom greškom podrazumeva se greška koja sadrži kako slučajnu tako i sistematsku grešku. Za grešku jedinice težine uzima se greška sa kojom se određuje visinska razlika strane dužine 1 km nivelanjem u oba smera. U daljem izlaganju "greška jedinice težine" zvaće se "greška nivelanja po kilometru" /mm/km/.

Ocenjiva-  
nje tač-  
nosti ni-  
velmanske  
mreže

Ukupna  
srednja  
greška je-  
dinice te-  
žine

Formule  
za raču-  
nanje  
srednje  
greške

Srednje ukupne greške nivelanja po kilometru, a koje služe za ocenu tačnosti nivelmana, računaju se po formulama:

1. za mrežu 1. reda  $\tau = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{t}}$ ;

2. " " 2. i 3. reda:

a/ za vlakove koji se ukrštaju u čvornim reperima

$$\tau = \pm \sqrt{\frac{[pf^2]}{N-u}}$$

b/ za umetnute vlakove

$$\tau = \pm \sqrt{\frac{[pf^2]}{N}}$$

U prednjim formulama su:

p - težina koja je recipročna dužini vlaka L izraženoj u kilometrima tj.  $p = \frac{1}{L_{km}}$ ;

v - popravka iz izravnjanja mreže;

t - broj uslovnih jednačina;

f - odstupanja u vlakou;

$N$  - broj vlakova;  
 $U$  - broj čvornih repersa.

Maksimalne  
 dozvoljene  
 srednje  
 greške

Maksimalne ukupne srednje greške  $\tau$  sračunate za celokupnu mrežu odnosno reda su:

Red mreže	Skala tačnosti po kojoj se grad premerava		
	prva $\tau$ mm/km	druga $\tau$ mm/km	treća $\tau$ mm/km
1	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$
2	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
3	$\pm 3,0$	$\pm 4,5$	$\pm 6,0$

### E. Projektovanje gradske mreže

#### Čl. 61

Prikuplja-  
 nje poda-  
 taka o po-  
 stojećim  
 reperima

Pre projektovanja treba prikupiti sve podatke o reperima državnog nivelmana visoke tačnosti, odnosno preciznog, na koje će se gradska mreža oslanjati /v.čl.59/. Pored podataka o reperima pomenutog nivelmana treba prikupiti podatke i o drugim nivelmanskim radovima koji su na teritoriji grada ili u njegovoj bližoj okolini vršeni, tj. podatke o državnom nivelmanu povećane tačnosti, tehničkom nivelmanu, nivelmanu bivših vodnih zadruga itd. Ukoliko je to moguće postići prikupljeni podaci treba da sadrže: definitivne apsolutne visine repersa, opis njihovog položaja, visinske razlike određene nivelanjem, njihove popravke iz izravnjanja.

Sve repere koji postoje u gradu i njegovoj bližoj okolini treba ucrtati u plan grada. Najpodesnija razmera plana za projektovanje nivelmanske mreže je 1:10000.

Prvo reko-  
 gnoscira-  
 nje

Izradi projekta mreže prethodi prvo rekonosciranje. Ovo se vrši radi opšteg upoznavanja sa gradom, njegovim reljefom kao i pronalaženja već postojećih repersa.

Projekto-  
 vanje mre-  
 že

Pri projektovanju mreže 1. reda treba se starati:

1. da poligoni budu približno istog opsega;
2. da vlakovi idu ulicama odnosno putevima bez velikih visinskih razlika;
3. da ne seku vodene tokove /ako se to mo-

že izbeći/;

grada.

4. da ne idu glavnim saobraćajnicama

tuje mreža 2., a po potrebi i 3. reda.

Preporučuje se da na području koje obuhvata mreža 1. reda budu postavljena dva a u većim gradovima i više tzv. fundamentalnih repers /v.čl.62/. Cvi repers moraju biti uključeni u mrežu 1. reda o čemu već pri njenom projektovanju treba voditi računa.

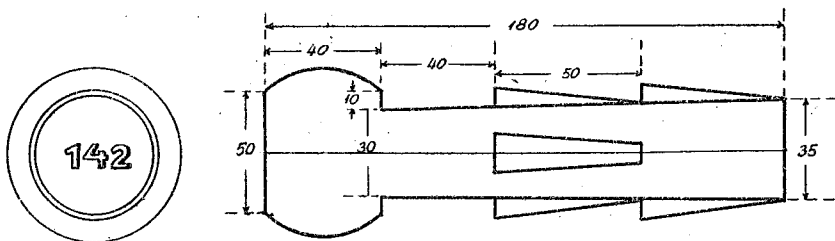
## F. Tipovi gradskih repers

### Čl. 62

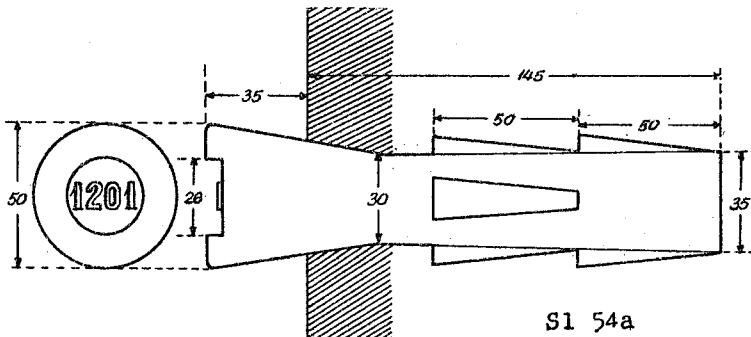
Gradski repers po svom obliku moraju biti podesni za korišćenje pri izvršenju mnogobrojnih gradskih tehničkih radova. Zato moraju biti takvog oblika da bi se vezivanje za njih moglo obavljati na što jednostavniji način, a to je onda kada se na reper može neposredno postaviti letva.

Osnovni tip gradskih repers

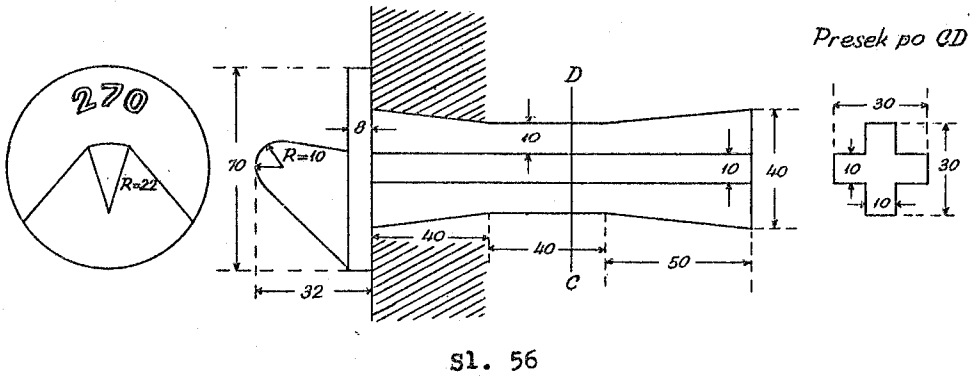
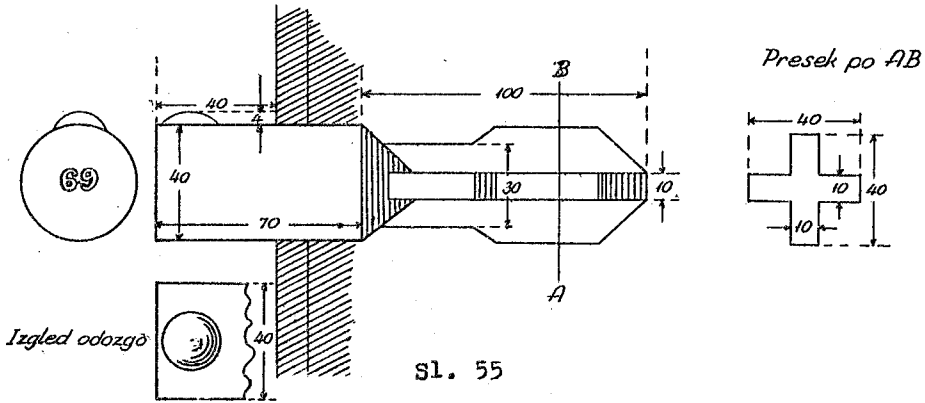
Iz prednjih razloga kao osnovni tip gradskog repers treba smatrati reper od livenog gvozdja koji se horizontalno usadjuje u zgradu ili drugi podesan objekat a na koji se postavlja letva. Na slikama 54-56 pokazani su repers ovog tipa; dimenzije su date u milimetrima.



S1.54



S1.54a



Reper na slici 54 nije za preporuku Njegov je nedostatak u tome što ga je lako oštetiti. Dovoljan je relativno slab udarac da bi se glava repera odvalila, jer je spoj glave sa samim reperom slab. Bolji je reper na sl. 54a, jer se teže oštećuje. Još su otporniji lomljenju, a prema tome su za preporuku reperi na sl. 55 i 56.

Reperi za vertikalno usadivanje

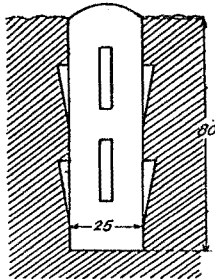
Za vertikalno usadivanje u niske objekte /mo stove, propuste i t.sl./ služe mali reperi od livenog gvoždja /sl. 57/. Letva se postavlja neposredno na zaobljenu glavu repera.

Plosnati reperi

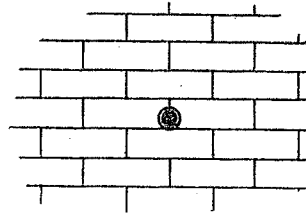
U najstabilnije objekte grada /monumentalne zgrade, crkve, zgrade železničkih stanica i t.sl./ usaduju se plosnati reperi /sl. 58/. Kako je vezivanje za ove reperi relativno komplikovano /vidi čl. 68 / to je njihovo korišćenje za tehničke radove otežano. Zato se u iste objekte, ako je potrebno, usaduju i reperi na koje se može postaviti letva.

Nivelmański stubovi

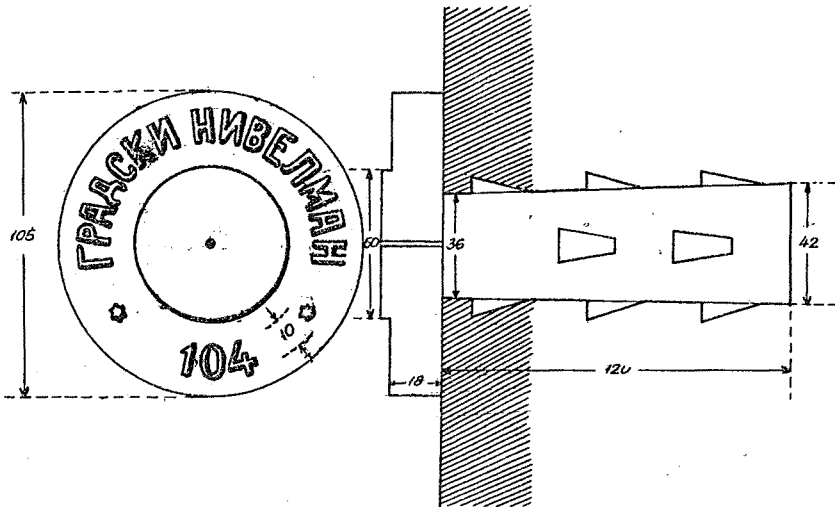
U nedostatku objekata pogodnih za usadiva-



Sl. 57



Sl. 57a

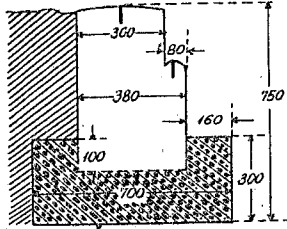


Sl. 58

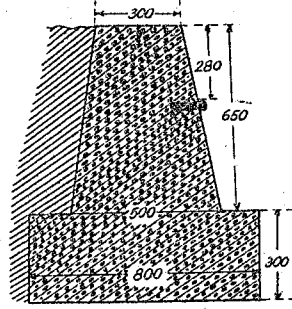
Ovi se repere oni se usadjuju u nivelmanske stubove. Ovi se Nivelman- usadjuju u nivelmanske stubove. Ovi se izradjuju od ka- ski stubo- mens /najbolje granita/ ili betona i obavezno se postav- vi ljaju na betonskoj podlozi. U stub se usadjuju dva repe- ra: jedan se usadjuje u glavu, a drugi ili u rame /kame- ni stub/, ili se strane /betonski stub/. Na slici 59 po- kazan je kameni stub, a na slici 60 - betonski.

Stubovi, kao i podloga, mogu biti i većih dimenzija, nego što su označene na slikama; pa mogu ima- ti i drugi oblik. Važno je da budu stabilni po svom po- ložaju i pogodni za korišćenje pri izvršenju gradskih teh- ničkih radova. Reper koji se horizontalno usadjuje u be- tonski stub uvek se usadjuje u njegovu severnu stranu.

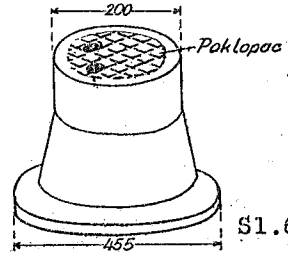
Preporučuje se /v.čl.61/ da se na području Fundamen- talni re- grad postavljaju fundamentalni repere. Ovaj reper je ko- peri med šine dužine 2,2 m vertikalno postavljen na betonskoj podlozi /sl.61/. Po svojim dimenzijama šina treba da od-



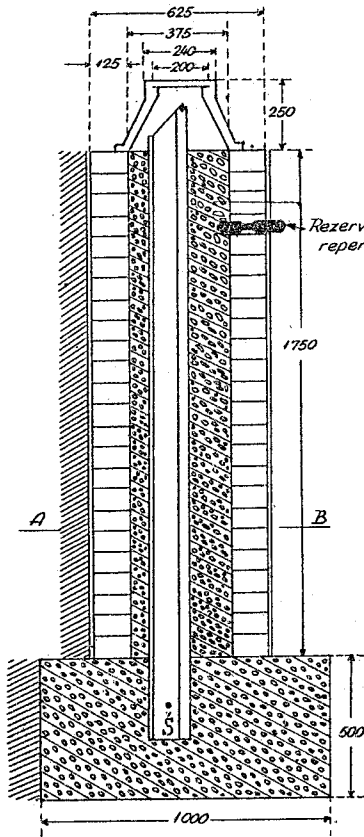
Sl. 59



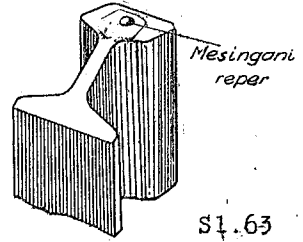
Sl. 60



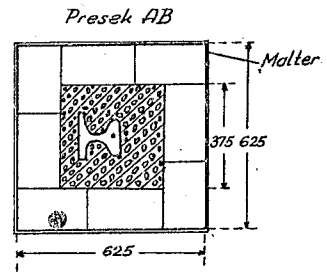
Sl. 62



Sl. 61



Sl. 63



Sl. 64

govara onim na prugama normalnog koloseka. Radi veće stabilnosti buši se, u donjem delu šine, rupa /na slici 61 označena sa "š"/ u koju se onda umetne gvozdene šipke prečnika 1,5 cm i oko 30 cm dugačka. Gornji deo šine obradjuje se prema slici 61 odnosno 63. U glavi šine buši se rupa, prečnika 2 a dubine 4 cm, u koju se usadjuje mesingani reper; ovaj je komad mesingane šipke prečnika 2 cm sa zaobljenom /loptastom glavom /sl. 63/.

Betonsku podlogu čini betonska ploča koja se gradi na dubini od 2,5 m i mora ležati na zračnici. Na ploči se zida od opeka stub visine 1,75 m. Prostor između opeka i šine popunjava se betonom /Sl.64/. Spolja se stub malteriše cementnim malterom debljine oko 1,5 cm.

Na izgradjeni stub postavlja se kapa od livenog gvoždja /sl.61 i 62/ koja štiti gornji deo šine sa usadjenim reperom. Posle zidanja oko stuba treba dobro nabiti zemlju sve do vrha kape. Letva se postavlja neposredno na reper, pošto se sa kape prethodno skinu poklopci.

U stub fundamentalnog repera, na dubini 0,5 m od površine zemlje, usadjuje se prilikom samog zidanja rezervni reper slično kao što se to radi kod nivelmanskih stubova izradjenih od betona /v.sl.60/. Na slici 61 ovaj reper nije pokazan.

## G. Rekognosciranje mreže

### čl. 63

Drugo odnosno detaljno rekognosciranje nivelmanske mreže vrši se na osnovu izradjenog projekta. Zadatak ovog rekognosciranja sastoji se u konstataciji da se nivelanje projektovanih vlakova može izvršiti bez teškoća i pod uslovima koji omogućuju postizanje potrebne tačnosti. Pored toga pri rekognosciranju se vrši definitivni izbor objekata za postavljanje repera; a u nedostatku pogodnih objekata biraju se mesta za postavljanje nivelmanskih stubova.

Zadatak rekognosciranja

Pri ovom treba imati u vidu dve reperi  
treba postavljati na sledećim međusobnim otstojanjima:  
a/ 150-250 m u uzidanom delu grada;  
b/ 300-450 m u neuzidanom delu grada.  
Ako se pri rekognosciranju utvrdi da iz-

Otstojanja između susjednih repera

Izmene projekta mreže radieni projekat treba iz opravdanih razloga izmeniti i neke od vleskova preneti u druge ulice odnosno puteve, onda to treba učiniti.

Izbor mesta za fundamentalne repere

Fundamentalne repere treba postavljati na geološki stabilnom terenu. Pri izboru takvog terena treba konsultovati geološke stručnjake. Kao najpodesnija mesta za njihovo postavljanje smatraju se dvorišta ustanova, parkovi i sl.

Poželjno je da broj fundamentalnih repere iznosi.

3-5 u gradovima koji se premeravaju po I skali tačnosti  
1-3 " " " " " " II " "  
1-2 " " " " " " III " "

U najstabilnije objekte grada, pored običnih, usadjuju se još i reperi sa rupicom /sl.58/, kako je to rečeno u prethodnom članu.

Rekognostriranje je vrlo odgovorna operacija i mora se vršiti sa najvećom pažnjom. Posle rekognostriranja njegov izvršilac mora biti ubedjen da projektovana i izrekognostrirana mreža zaista predstavlja najbolje rešenje postavljene zadatka.

## H. Postavljanje repere

### Čl. 64

Objekti za postavljanje repere

Kao objekti podesni za postavljanje repere smatraju se stare zgrade od tvrdog materijala, mostovi, veliki propusti, vijadukti.

Objekti u koje se usadjuju reperi moraju biti izgradjeni najmanje dve godine pre postavljanje repere.

Repere ne treba postavljati u zgrade odredjene za rušenje, sazidane pored same rečne obale ili jaruge kao i u objekte na klizavom zemljištu.

Visina repere iznad zemlje

Horizontalni reperi, na koje se neposredno postavlja letva /sl.54,55 i 56/, treba da budu na visini oko 0,5 m iznad zemljine površine. Pljosnati reperi /sl.58/ postavljaju se tako da rupica bude iznad zemlje na visini vizure /1,3-1,4 m/.

Postupak pri postavljanju repere

Rupe se buše dletom i to u krupnijem kamenu u sredini kamena, a u opeci pri dnu vertikalne fuge tako da se donja opeka ne povredi. Rupu treba oprati vodom i onda usaditi reper u cementni malter /1 deo cementa i 1 deo čistog, rečnog peska /. Zid oko usadjenog repere tre -



ba pažljivo materisati a sam reper obojiti crvenom masnom bojom/vidi sl.57a/.

Pri usadjivanju repersa treba voditi računa; a/ da ne postoje smetnje za dovodjenje letve postavljene na reper u strogo vertikalni položaj /n.pr.zbog niske a isturene streje/; b/ da se vezivanje za reper može izvršiti bez teškoća i da se pri vezivanju letve može tako postaviti da strana sa podelom bude upravna na vizuru.

Nivelmanske stubove treba postavljati na zaštićenim mestima.Kada se oni postavljaju van grada ne treba da budu pored samih puteva, nego na izvesnoj udaljenosti /10-50 m/ od puta. Preporučuje se da stubovi, kao i fundamentalni repers, budu postavljeni godinu dana pre niveliranja.

Postavljanje nivelmanskih stubova

Za svaki postavljeni reper, odnosno nivelmanski stub, sastavlja se opis položaja, a kao što je to predviđeno Pravilnikom za nivelman /Pravilnik o katastarskom premeravanju IV deo/. Poželjno je da u opisu skica objekta bude zamenjena njegovom fotografijom. Na fotografiji se reper označi crnim tušem, a unesu se i odmeranja, ako je to moguće, a u protivnom se, pored fotografije, mora izraditi i skica sa odmeranjima.

Opis položaja repersa

### I. Metoda niveliranja

#### Čl. 65

Za radove na gradskom nivelmanu, u pogledu metode niveliranja, važe sledeći propisi:

a/ niveliranje se vrši iz sredine tj.pri jednskim ili skoro jednskim otstojanjima od nivelira do letve; maksimalne dozvoljene razlike između otstojanja do zadnje i prednje letve su:

Karakteristične osobine metode Niveliranje iz sredine

Red mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1	1,0 m	1,2 m	1,5 m
2	1,5	2,0	2,5
3	2,5	2,5	3,0

Horizontalnost vizure na letvi se vrše pri horizontalnoj vizuri; prema tome u momentu čitanja mehur libele treba da vrhuni; ovo se postiže pomoću elevacionog zavrtnja nivelira;

Način čitanja na letvi se vrši radi čitanja dovodi se lik podeone crtanje na tice letve do poklapanja sa simetralom konca končanice; do letvama vodjenje se ostvaruje paralelnim pomeranjem vizure odnosno okretanjem planparalelne ploče postavljene ispred ili iza objektiva nivelira: za okretanje ploče služi mikrometarski zavrtnj sa dobošem na kome se čitaju delovi podeoka letve;

Niveliranje u oba smeru; d/ niveliranje mreže 1. i 2. reda obavezno vrši u oba smeru; niveliranje mreže 3. reda - u jednom smeru;

Maksimalna dužina letve iznose e/ maksimalna otstojanja od nivelira do ne vizure

Red mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1	40 m	45 m	50 m
2	50	60	70
3	60	75	85

Postavljanje tačke/; f/ letve se postavljaju na papuče /podmetava rično se zabranjuje; niveliranje bez papuča, bez obzira na red mreže, iz-

Minimalna visina vizura su g/ pri niveliranju se teži da vizura bude na što većoj udaljenosti od površine zemljišta; minimalne visine vizura su

Red mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1	60 cm	55 cm	50 cm
2	50	40	35
3	40	30	25

### J. Niveliri

#### Čl. 66

Prema metodi po kojoj se vrši nivelman gradova

/čl.65/ i tačnosti koja se traži /čl.60/ za izvršenje nivelmana mogu se upotrebiti niveliri koji udovoljavaju dole navedenim zahtevima

1. Nivelir mora pripadati tipu nivelira sa nepokretnim durbinom i libelom vezanom za durbin; pored toga on mora imati elevacioni zavrtnaj.

2. Durbin nivelira mora biti konstantne dužine sa unutrašnjim fokusiranjem. Slobodni otvor objektiva treba da bude između 40 i 55 mm. Uvećanje durbina ne sme biti manje od 35x, a poželjno je da bude 40-45x.

3. Nivelir mora imati planparalelnu ploču postavljenu ispred ili iza objektiva.

4. Osetljivost libele ne sme biti manja od 10" za pars od 2 mm, a pod uslovom da se dovodjenje mehura do vrhunjenja vrši koincidencijom /podudaranjem/ likova njegovih krajeva.

Prednji zahtevi, koje treba smatrati osnovnim mogu se dopuniti još i sledećim:

a/ da operator, gledajući u okular, može istovremeno videti: letvu, libelu i doboš /vezan sa planparalelnom pločom/ na kome se čitaju delovi podele letve;

b/ da libela, pomoću specijalnog oklopa, bude što bolje zaštićena od neposrednog uticaja sunčanih zraka;

c/ da nivelir bude izradjen od metala sa vrlo malim temperaturnim koeficijentom;

d/ da je mehanizam pomoću koga se ocenjuje veličina paralelnog pomeranja vizure tako savršena da stvarna greška ocenjivanja ne prelazi 0,1 mm.

#### a/ Ispitivanje nivelira

##### 1. Odredjivanje vrednosti podeoka na dobošu mikrometerskog zavrtnja za okretanje planparalelne ploče

Ovo se ispitivanje obično vrši ovako: na zidu treba obesiti lenjir sa tačno nanetom milimeterskom podelom i na otstojanju 10-15 metara postaviti nivelir. Na dnu se vizura, pomoću elevacionog zavrtnja, dovede u horizontalni položaj /mehur vrhuni/ tada se pristupa viziranju na pojedine crtice milimeterske podele lenjira i čitanju na dobošu. Treba vizirati na svaki milimetar redom i čitati na dobošu i to u intervalu koji obuhvata jedan pun obrt zavrtnja /4 ili 9 mm/.

Vrednost jednog podeoka doboša dobija se ako razliku između poslednjeg i prvog čitanja, podelimo brojem milimeterskih intervala / v. navedeni primer takvog ispitivanja na str. 278/.

Medjusobno podudaranje razlika obrazovanih iz čitanja na susedne crtice milimeterske podele ka-

Osnovni zahtevi kojima treba da udovolji nivelir

Naknadni zahtevi

Način odredjivanja vrednosti podeoka

Ispitivanje rada mikro-

metarskog rakteriše pravilnost rada mikrometarskog zavrtnja kao  
zavrtnja mehanizma za prenošenje njegovog okretanja na planparalel-  
nu ploču.

Treba izvršiti najmanje 4 serije viziranja i či-  
tanja. Preporučuje se da se između pojedinih serija vi-  
sine instrumenta /pomoću položajnih zavrtnjeva/ malo pro-  
meni.

Maksimalna  
razlika  
između  
stvarne i  
nominalne  
vrednosti  
podeoka  
doboša

Smatra se da stvarna vrednost jednog podeoka na  
dobošu zavrtnja za planparalelnu ploču ne treba da se raz-  
likuje od njegove nominalne vrednosti više nego za 0,03mm.  
Ovde pod stvarnom vrednošću treba razumeti aritmetičku  
sredinu određenu iz svih serija.

Razlike  $\delta$  obrazovane iz razlika  $\Delta$  tj.

$$\delta_i = \Delta_{i+1} - \Delta_i \quad /v.primer/$$

ne treba da budu veće /po apsolutnoj vrednosti/ od 0,12mm.

Primer is-  
pitivanja

18567. Primer ispitivanja nivelira firme "Wild" broj

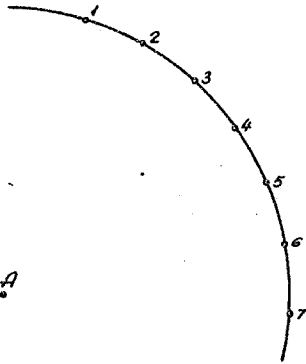
S e r i j a														
1			2			3			4			5		
Čitanje	Razlike		Čitanje	Razlike		Čitanje	Razlike		Čitanje	Razlike		Čitanje	Razlike	
	$\Delta$	$\delta$		$\Delta$	$\delta$		$\Delta$	$\delta$		$\Delta$	$\delta$		$\Delta$	$\delta$
u mm	umm	vmm	u mm	umm	vmm	u mm	umm	vmm	u mm	umm	vmm	u mm	umm	vmm
150,02		±	150,22		±	150,56		±	150,94		±	150,62		±
	0,98			1,00			1,06			0,98			1,04	
151,00	+ 0,10		151,22	+ 0,08		151,62	0,00		151,89	+ 0,03		151,66	- 0,02	
	1,08			1,08			1,06			1,01			1,02	
152,08	- 0,08		152,30	- 0,08		152,68	- 0,06		152,90	- 0,02		152,68	- 0,02	
	1,00			1,00			1,00			0,99			1,00	
153,08	- 0,01		153,30	+ 0,06		153,68	+ 0,02		153,89	+ 0,03		153,68	0,00	
	0,99			1,05			1,02			1,02			1,00	
154,07	+ 0,02		154,36	- 0,10		154,70	- 0,02		154,91	- 0,04		154,68	- 0,04	
	1,01			0,96			1,00			0,98			0,96	
155,08	- 0,03		155,32	+ 0,02		155,70	+ 0,02		155,89	+ 0,01		155,64	+ 0,03	
	0,92			1,00			1,02			0,99			0,99	
156,00	+ 0,10		156,32	+ 0,07		156,72	+ 0,03		156,88	+ 0,04		156,63	0,00	
	1,02			1,01			1,05			1,03			0,99	
157,02	- 0,02		157,39	- 0,07		157,77	- 0,04		157,91	- 0,05		157,62	+ 0,02	
	1,00			1,00			1,01			0,98			1,01	
158,02	- 0,03		158,39	- 0,02		158,78	0,00		158,89	+ 0,05		158,63	- 0,02	
	0,97			0,98			1,01			1,03			0,99	
158,99			159,37			159,79			159,92			159,62		
8,97			9,15			9,23			9,01			9,00		
$\tau_1 = \frac{8,97}{9} = 1,00$			$\tau_2 = \frac{9,15}{9} = 1,02$			$\tau_3 = \frac{9,23}{9} = 1,03$			$\tau_4 = \frac{9,01}{9} = 1,00$			$\tau_5 = \frac{9,00}{9} = 1,00$		
$\tau_{def} = \frac{5,05}{5} = 1,01 \text{ mm}$														

## 2. Ispitivanje stabilnosti vizure

Otstojanja od instrumenta do letve menjaju se od stanice do stanice. Zato se pri radu mora vršiti pomeranje sočiva za fokusiranje. Usled neizbežnih nedostataka mehaničke konstrukcije optički centar negativnog sočiva ne pomera se po optičkoj osovini objektivu ili po pravu sa njom paralelnoj, nego se pomera ili po nekoj krivi ili po pravu koja stoji koso na optičku osovinu objektivu. U ovom slučaju vizura menja svoj položaj, te nastaje derektifikacija instrumenta.

Kod nivelira namenjenih za radove na gradskoj nivelmanskoj mreži 1. reda mora se ispitati stepen derektifikacije koja se javlja pri pomeranju sočiva za fokusiranje. Ispitivanje se vrši po dalje objašnjenom postupku.

Na približno horizontalnom ili slabom nagibom terenu treba pobiti kočevi u tačkama: A, 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7. Kočevi, počev od broja 1 pa na dalje,



Sl. 65

Sva se čitanja vrše pri strogo horizontalnoj vizuri. Čitanje se moraju vršiti bez pomeranja sočiva za fokusiranje tj. pri istom položaju vizure; uostalom u ovom pomeranju i nema potrebe, jer su kočevi 1, 2 .... 7 pobijeni po krugu, te se nalaze na istom otstojanju od nivelira.

Čitanja se vrše ovim redom: prvo se čita letva na kocu 1, onda na kocu 2, pa 3 itd. do koca 7; zatim se letva premešta u suprotnom smeru, te se redom postavlja na kočeve 7, 6, 5 .... 1. Ovim je završena 1. serija čitanja. Posle toga menja se visins instrumenta pa se pristupa izvršenju druge serije čitanja; kod 2. serije čitanja se vrše na potpuno isti način kao i kod prve. Preporučuje se da se izvrši šest serija čitanja. U ovom će se slučaju letva čitati na svakom kocu 12 puta.

Iz izvršenih čitanja računaju se visina-

Potreba ispitivanja.  
Pojava derektifikacije

Postupak pri ispitivanju

pobijaju se po krugu čiji je centar tačka A. Poluprečnik kruga je 40-50 metara. Kočevi 2, 3, 4 ... 7 pobijaju se tako da budu od koca 1 na otstojanju 10, 20, 30 ... 60 metara i to mereno ne po periferiji kruga nego po tetivama 1,2, 1,3, 1,4 .... 1,7. U kočevi se zakucavaju ekseri sa ispupčenom glavom /tzv. "bucarski ekseri"/ na koju se postavlja letva.

Nivelir, koji mora biti prethodno vrlo pažljivo rektifikovan, postavlja se u centru kruga tj. u tački A i onda se vrše čitanja na letvi koja se redom postavlja u tačkama 1, 2, .... 7.

ske razlike između kočeva: 1-2, 1-3, ..... 1-7. Razlike se označavaju sa  $h_{1,2}, h_{1,3}, \dots, h_{1,7}$ .

Zatim se nivelir postavlja iznad koca 1, pa se i sa ovog koca kao stanice vrše serija čitanja na letvi koja se redom postavlja na kočeve 2, 3, ..... 7, odnosno 7, 6 ..... 2. Pri nivelanju sa koca 1 također se uzima 6 serija čitanja, te se, prema tome, na svakom kocu letva čita 12 puta. Budući da se sada letva nalazi na različitim otstojanjima od instrumenta, to se sočivo za fokusiranje mora pomerati.

Pri nivelanju sa koca 1 visina instrumenta također se menja: ona se može menjati kako između serija tako i između poluserija.

Iz 12 čitanja, koja su dobivena za svaki kolac, računaju se sredine koje se označavaju sa  $l_2, l_3, \dots, l_7$ .

Obrada podataka ispitivanja

Po završetku nivelanja sa koca 1 pristupa se obradi prikupljenih podataka, te se postavljaju jednačine grešaka

$$\begin{aligned}
d_{1,2} \cdot a + b - (h_{1,2} + l_2) + (h) &= 0 \\
d_{1,3} \cdot a + b - (h_{1,3} + l_3) + (h) &= 0 \\
d_{1,4} \cdot a + b - (h_{1,4} + l_4) + (h) &= 0 \dots (a) \\
d_{1,5} \cdot a + b - (h_{1,5} + l_5) + (h) &= 0 \\
d_{1,6} \cdot a + b - (h_{1,6} + l_6) + (h) &= 0 \\
d_{1,7} \cdot a + b - (h_{1,7} + l_7) + (h) &= 0
\end{aligned}$$

gde su:

$d_{1,2}, d_{1,3}, \dots$  otstojanja između koca 1 i kočeva 2, 3, .....;

$(h)$  - srednja visina vizure nivelirs postavljenog iznad koca 1 tj.

$$(h) = \frac{(h_{1,2} + l_2) + (h_{1,3} + l_3) + \dots + (h_{1,7} + l_7)}{6} \dots (b)$$

U prednjim jednačinama članovi

$$d_{1,2} \cdot a, d_{1,3} \cdot a \dots$$

izražavaju uticaj neparalelnosti između osovine libele i vizure; članovi  $b$  - uticaj nepravilnog pomeranja sočiva za fokusiranje.

Iz jednačina /a/ treba obrazovati jednačinu zbir

$$[d] \cdot d + 6b + 0 = 0 \dots (c)$$

i onda redukovane jednačine

$$\left(d_{1,2} - \frac{[d]}{6}\right)a - (h_{1,2} + l_2) + (h) = 0$$

$$\left(d_{1,3} - \frac{[d]}{6}\right)a - (h_{1,3} + l_3) + (h) = 0 \dots (d)$$

⋮

Iz rešenja ovih jednačina po načinu najmanjih kvadrata određuju se a i b kao i preostala otpa-panja

$$\Delta_2 = d_{1,2} \cdot a + b - (h_{1,2} + l_2) + (h)$$

$$\Delta_3 = d_{1,3} \cdot a + b - (h_{1,3} + l_3) + (h) \dots (e)$$

⋮

Nivelir je upotrebljiv za redove na gradskom nivelnenu samo onda ako najveće preostalo otpa-panje  $\Delta$  ne prelazi /po apsolutnoj vrednosti/ 0,3 mm.

Kao primer navodi se ispitivanje Wildovog nivelira /tip III/ br. 18540. U donjoj tablici navedeni su detaljni podaci za određivanje visinskih razlika  $h_{1,2}$  i  $h_{1,3}$  kao i čitanja  $l_2$  i  $l_3$ . Detaljni podaci za ostale visinske razlike / $h_{1,4}$ ,  $h_{1,5}$ ,  $h_{1,6}$  i  $h_{1,7}$ / kao i za čitanja  $l_4$ ,  $l_5$ ,  $l_6$ ,  $l_7$  radi uštede mesta, ne navode se.

Primer ispitivanja

Srednje greške visinskih razlike  $h$  kreću se u granicama od  $\pm 0,050$  mm do  $\pm 0,081$  mm.

Određene visinske razlike  $h$ , čitanja  $l$  i njihovi zbrojevi iznose:

$h_{1,2} = + 429,14$	$l_2 = 1088,13$	$h_{1,2} + l_2 = 1517,27$
$h_{1,3} = + 319,23$	$l_3 = 1198,20$	$h_{1,3} + l_3 = 1517,43$
$h_{1,4} = + 14,98$	$l_4 = 1502,67$	$h_{1,4} + l_4 = 1517,65$
$h_{1,5} = - 457,33$	$l_5 = 1975,27$	$h_{1,5} + l_5 = 1517,94$
$h_{1,6} = - 973,99$	$l_6 = 2491,99$	$h_{1,6} + l_6 = 1518,00$
$h_{1,7} = - 1188,63$	$l_7 = 2706,90$	$h_{1,7} + l_7 = 1518,27$
$[h + l] = 9106,56$ .		

Srednje visina vizure je:

$$(h) = \frac{9106,56}{6} = 1517,76 \text{ mm}$$

Serija	$h_{r,2}$			$h_{r,3}$			Serija	$l_2$		$l_3$	
	u mili- metri- ma	$\Delta$ u sto- tun de- lovima milimet- ra $\pm$	$\Delta^2$	u mili- metri- ma	$\Delta$ u sto- tun de- lovima milimet- ra $\pm$	$\Delta^2$		Kolac br 2 Čitanja u mm	Kolac br 3 Čitanja u mm		
1	429,20	- 5,8	34	319,25	- 2,1	4	1	104,7	1214,9		
	429,60	- 45,8	2098	319,75	- 52,1	2714		114,8	1224,8		
2	429,10	+ 4,2	18	319,20	+ 2,9	8	2	1025,0	1134,9		
	429,20	- 5,8	34	319,35	- 12,1	146		1012,0	1122,2		
3	429,25	- 10,8	117	319,25	- 2,1	4	3	1035,8	1145,9		
	428,90	+ 24,2	586	319,35	- 12,1	146		997,2	1107,3		
4	429,35	- 20,8	433	319,15	+ 7,9	62	4	1083,2	1193,3		
	428,90	+ 24,2	586	319,35	- 12,1	146		1061,7	1171,8		
5	428,75	+ 39,2	1537	319,70	+ 52,9	2798	5	1145,2	1255,3		
	429,00	+ 14,2	202	319,10	+ 12,9	166		1124,2	1234,3		
6	428,85	+ 29,2	853	319,40	- 17,1	292	6	1142,0	1252,0		
	429,60	- 45,8	2098	318,90	+ 32,9	1082		1211,8	1321,7		
$\Sigma$	5149,70	+ 0,4	8596	3830,75	- 0,2	7568	$\Sigma$	13057,6	14378,4		
Sr. 429,142			319,229			Sr. 1088,13		1198,20			
$m_{r,2} = \pm \sqrt{\frac{8596}{11 \cdot 12}} =$ $= \pm \sqrt{65,12} =$ $= \pm 0,081 \text{ mm}$			$m_{r,3} = \pm \sqrt{\frac{7568}{11 \cdot 12}} =$ $= \pm \sqrt{57,33} =$ $= \pm 0,076 \text{ mm}$								

Jednašine greške

$10 \cdot a + b + 0,49 = 0$	$- 25 \cdot a + 0,49 = 0$	} Redukovane jednašine
$20 \cdot a + b + 0,33 = 0$	$- 15 \cdot a + 0,33 = 0$	
$30 \cdot a + b + 0,17 = 0$	$- 5 \cdot a + 0,11 = 0$	
$40 \cdot a + b - 0,18 = 0$	$+ 5 \cdot a - 0,18 = 0$	
$50 \cdot a + b - 0,24 = 0$	$+ 15 \cdot a - 0,24 = 0$	
$60 \cdot a + b - 0,51 = 0$	$+ 25 \cdot a - 0,51 = 0$	
$210 \cdot a + 6b + 0,00 = 0$		
$35a + b + 0,00 = 0$		



d.d	±	d.f
625	-	12,25
225	-	4,85
25	-	0,65
25	-	0,90
225	-	3,60
625	-	12,75
1750	-	35,00

$$a = \frac{+35,00}{1750} = +0,02$$

$$o = -0,55 a = -0,70$$

Preostala otstupanja

$$\Delta_2 = +0,20 - 0,70 + 0,49 = -0,01 \text{ mm}$$

$$\Delta_3 = +0,40 - 0,70 + 0,33 = +0,03$$

$$\Delta_4 = +0,60 - 0,70 + 0,11 = +0,01$$

$$\Delta_5 = +0,80 - 0,70 - 0,18 = -0,08$$

$$\Delta_6 = +1,00 - 0,70 - 0,24 = +0,06$$

$$\Delta_7 = +1,20 - 0,70 - 0,51 = -0,01$$

Budući da su prednja otstupanja manja od 0,3 mm /najveće otstupanje je 0,08 mm/, to se nivelir br.18540 može upotrebiti za radove na gradskoj nivoelmskoj mreži 1. reda.

Iz prednjih jednačina za preostala otstupanja vidi se da neparalelnost vizure sa osovinom libele prouzrokuje u čitanju na letvi greške veličine:

0,2 mm pri otstojanju 10 m

0,4 " " " " 20 m

itd.

Računanje ugla koji vizura zaklapsa sa libelinom osovinom

Na osnovu ovih grešaka može se sračunati ugao  $i$  koji vizura zaklapsa sa osovinom libele, nsime

$$i = \frac{0,2 \cdot 206,265}{10000} = \frac{0,4 \cdot 206,265}{20000} = \dots = 4,1$$

Vrednost ovog ugla odredjena i sračunata po prednjem postupku može se smatrati kao njegova najverovatnija vrednost.

b/ Rektifikacija nivelire

Nivelir mora udovoljavati sledećim uslovima.

Uslovi kojima nivelir treba da udovolji

1. Osovina centrične libele mora biti paralelna sa glavnom osovinom.
2. Kada je nivelir doveden u horizontalan položaj, onda horizontalan konac mora biti horizontalan.
3. Osovina libele na durbinu mora biti paralelna sa vizurom.

Ispitivanje uslova pod 1 i 2 vrši se na poznat način. Isto tako poznat je i postupak pri rektifikaciji radi udovoljenja prednjim uslovima. Ispitivanje trećeg uslova, a taj se ima smatrati osnovnim koji se postavlja pri rektifikaciji nivelira, vrši se po sledećem postupku.

Ispitivanje paralelnosti osovine libele sa vizurom

Prvo se ispituje da li osovina libele i geometrijska osovina durbina leže u istoj ravni, drugim rečima: da li se ukrštaju.

Da bi se ovaj uslov ispitao potrebno je gref hodno pomoću centrične libele dovesti glavnu osovinu nivelira u vertikalni položaj. Nivelir treba postaviti tako da mu dva položajna zavrtnja budu na pravcu paralelnom sa vizurom. Posle toga, pomoću elevacionog zavrtnja, treba postići da likovi krajeva mehura koincidiraju i onda izvršiti čitanje na letvi postavljenoj na otstojanju 15-20 m. Zatim pomoću položajnih zavrtnjeva, treba nagnuti glavnu osovinu nivelira ali tako da čitanje na letvi ostane nepromenjeno. To se postiže time što će se glavna osovina durbina nagnuti u vertikalnoj ravni u pravnoj na vizuru, dejstvujući položajnim zavrtnjevima tako da se na jednoj strani vrši spuštanje, a na drugoj izdizanje, ili obrnuto. Kada je osovina nagnuta treba pribelježiti položaj krajeva mehura.

Onda se nivelir dovede u početni položaj /glavna osovina vertikalna/, te se ponovo izvrši čitanje na letvi. Ovo se vrši radi konstatacije da je ono ostalo nepromenjeno. Sada se glavna osovina opet naginje ali u suprotnu stranu. Naginjanje se vrši opet tako da se čitanje na letvi ne izmeni po opisanim postupku; čim je osovina nagnuta opet se zabeleži položaj krajeva mehura.

Ako pri naginjanju mehur uopšte ne odstupa /krajevi koincidiraju/ ili odstupa na istu stranu, onda rektifikacija nije potrebna. Međutim, ako pri naginjanju udesno mehur odstupa na jednu stranu, recimo ka objektivu, a pri naginjanju ulevo na drugu /ka okularu/, onda je rektifikacija potrebna; ona se vrši pomeranjem libeline cevi pomoću bočnih korekcionih zavrtnjeva.

Kada je postignuto da osovina libele i vizura leže u istoj ravni, tada se pristupa ispitivanju uslova: da je vizura horizontalna ako mehur vrhuni.

Toga radi niveliranjem tačno iz sredine određuje se visinska razlika između tačaka A i B /Sl. 66/ postavljenih na međusobnom otstojanju 60-80 m.

Razlika se određuje četiri puta menjajući, između pojedinih određivanja, visinu instrumenta.

Posle toga nivelir se postavlja na novu stanicu u S bliže ka letvi postavljenoj u tački B. Treba ga postaviti što bliže ali ipak tako da se čitanja na letvama u tačkama A i B mogu vršiti ne pomerajući sočivo za fokusiranje; u ovom slučaju obično se javlja mala paralaksa koja se mora trpeti. Treba naglasiti da se pri pomeranju instrumenta ne sme prekoračiti ona granica preko koje čitanje postaje nesigurno.

Neka su:

$\Delta h$  - tačna visinska razlika tačaka A i B određena nivelanjem iz sredine;

Z - čitanje na letvi postavljenoj u tački A;  
P - " " " " " " " " B.

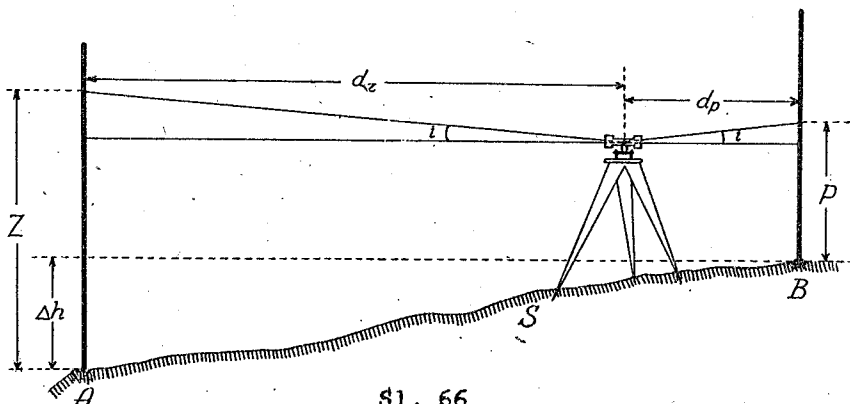
Čitanja označena sa Z i P izvršena su na stanici S tj. kada je nivelir postavljen bliže tački B.

Ugao  $i$  koji vizura zaklapa se libelinom osovnom određuje se po formuli

$$\operatorname{tgi} = \frac{\Delta h - (Z - P)}{d_p - d_z}$$

Ovde su:

$d_p$  - otstojanje od stanice S do letve u B;  
 $d_z$  - " " " " S " " " A.



Sl. 66

Primer: Pri ispitivanju Wildovog nivelira br. 18540 dobiveni su sledeći podaci:

Primer ispitivanja

$$\Delta h = +0,2428; Z = 1,8729; P = 1,6294;$$

$$d_p = 14,73; d_z = 45,27$$

Budući da je ugao  $i$  vrlo mali, to se neposredno računa njegova vrednost izražena u sekundama tj.

$$i'' = \varrho'' \frac{(\Delta h - (z - P))}{d_p - d_z} = \frac{206265''(0,2428 - 0,2435)}{-30,54} = +4,7$$

Kako su čitanja Z i P vršena u momentu kada je mehur vrhunio to se iz prednjeg računanja vidi da odnosni nivelir ne udovoljava uslovu: "kada mehur vrhunio, onda je vizura horizontalna". Stoga je potrebna rektifikacija.

Prvi način rektifikacije

Ova se zasniva na tome, da promena nagutosti vizure prema horizontu povlači utoliko veću promenu u čitanju na letvi ukoliko je veće otstojanje između nivelira i letve. Imajući ovo u vidu pomera se vizura elevacionim zavrtnjem tako da čitanje na letvi u tački A iznosi:

$$Z' = P + \Delta h.$$

Za navedeni primer čitanje Z' je

$$Z' = 1,6294 + 0,2428 = 1,8722.$$

Kada je vizura pomena na čitanje Z' mehur će odstupati; onda ga treba pomoću korekcionih zavrtnjeva na libeli dovesti da vrhunio. Ako bi, posle ove operacije, čitanje P ostalo nepromenjeno, onda bi ugao  $i$  bio jednak nuli, jer je razlika

$$\Delta h - (Z - P) = 0,2428 - (1,8722 - 1,6294) = 0.$$

No promena čitanja na letvi postavljenoj u tački A povlači i promenu čitanja na letvi u tački B. A su  $\Delta z$  i  $\Delta p$  promene čitanja Z i P, onda između ovih promena postoji odnos

$$\frac{\Delta z}{\Delta p} = \frac{d_z}{d_p}$$

iz kog se dobija

$$\Delta p = \Delta z \cdot \frac{d_z}{d_p}.$$

U navedenom primeru smanjenje čitanja Z za 0,7 mm povlači i smanjenje čitanja P ali samo za 0,2 mm. Prema tome razlika

$$\Delta h - (Z' - P)$$

neće biti jednaka nuli, nego će iznositi

$$0,2428 - (1,8722 - 1,6292) = -0,0002 \text{ m} = -0,2 \text{ mm}$$

Sada se postupak ponavlja. Račune se čitanje

$$Z'' = P' + \Delta h = 1,6292 + 0,2428 = 1,8720,$$

te se vizure elevacionim zavrtnjem pomera na ovo čitanje. Posle toga korekcionim zavrtnjima dovodi se mehur libele do vrhunjenja.

Iz prednjeg se vidi da opisan način rektifikacije spada u načine postupnih približavanja. Operacije se ponavljaju sve dotle dok razlika Z-P ne bude jednaka  $\Delta h$ .

No, može se primeniti i drugi postupak, Drugi ne-  
neime mogu se odmah sračunati čitanja Z' i P' koja od-  
govaraju horizontalnoj vizuri. čin rek-  
tifikacije

Neka su  $\Delta z$  i  $\Delta p$  popravke koje treba doda- je  
ti čitanjima Z i P da bi se uđovoljilo jednkosti

$$\Delta h = (Z + \Delta z) - (P + \Delta p).$$

Iz postavljene jednkosti dobija se

$$\Delta z - \Delta p = \Delta h - (Z - P)$$

Kako je pored toga

$$\frac{\Delta p}{\Delta z} = \frac{dp}{dz} \dots\dots /v.str. 286 /,$$

onde je

$$\Delta z = \frac{\Delta h - (Z - P)}{\left(1 - \frac{dp}{dz}\right)},$$

$$\Delta p = \Delta z - (\Delta h - (Z - P))$$

Za navedeni primer dobija se

$$\Delta z = \frac{0,2428 - (1,8729 - 1,6294)}{1 - \frac{14,73}{45,27}} = \frac{-0,7 \text{ mm}}{1 - 0,33} = -1,0 \text{ mm}$$

$$\Delta p = -1,0 - (-0,7) = -0,3 \text{ mm}.$$

### K. Letve

Gl. 67

#### a/ Tip letava

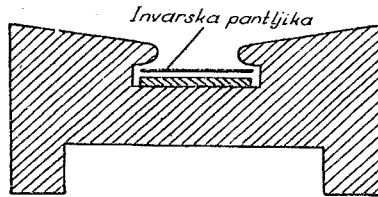
Za izvršenja gradskog nivelmana treba pri-  
menjivati letve sa dvostrukom podelom nanetom na invar-

Letve se po-  
delom na in-  
verskoj pan-  
tljici

skoj pantljici. Letve su drvene. Njihova normalna dužina je oko 3 m. Oba kraja letve imaju čelični okov. Donje ploča okova /peta letve/ je kaljena i glačana. Ona mora biti upravna na osovinu letve. Za donji okov pričvršćen je jedan kraj invarske pantljike.

Normalne dimenzije invarske pantljike: širina je 26 mm, debljina - 1 mm. Pantljika slobodno leži između dva žljeba u letvi /sl.67/.

Zatezanje  
pantljike

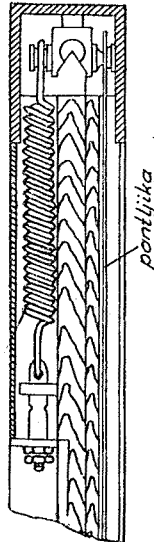


Sl. 67

Gornji kraj pantljike vezan je za polugu /sl.68/; na drugom kraju poluge nalazi se čelična opruga koja zateže pantljiku konstantnom silom od 20 kilograma. Mehanizam zatezanja je tako udešen, da promene u dužini drvene

letve ne menjaju silu zatezanja.

Podela na  
pantljici



Sl.68

Podela na inverškoj pantljici obeležena je crticama; može biti polusantimetarska /Cajsove letve/ ili santimetarska /Wildove letve/. Normalna debljina crtica je 1 mm. Brojne vrednosti podelaka označene su na samoj letvi.

Sve letve sa inverškom pantljikom imaju dvestruku podelu, ali su obe podele ili polusantimetarske ili santimetarske, te je razlika čitanja izvršenih na jednoj i drugoj podeli konstantna. Naprimer za Cajsove letve razlika je 59250, za Wildove - 30155.

#### b/ Komparisanje letava

Normalna  
mera

Pri komparisanju letava kao normalna mera služi "ženevski lenjir" koji je detaljno opisan u členu 49.

Komparisanje letava je obavezno; ono se mora izvršiti ili pre početka redova ili po završetku, ali svakako pre obrade rezultata nivelanja.

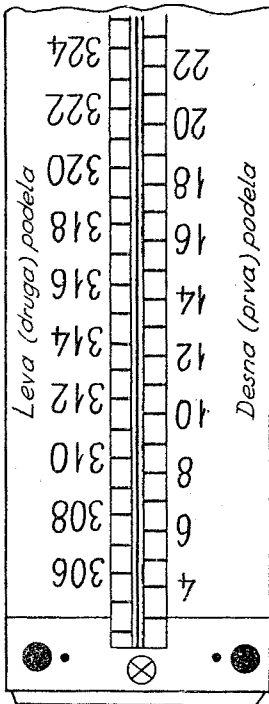
Ispituje se desimetarska pode-

le letve. Preporučuje se da se ispitivanje vrši po sledećem postupku.

Postupak pri  
ispitivanju  
podele

1. Lenjir treba namestiti tako da njegova ivica sa podelom od 0,2 mm bude paralelna sa osovinom letve a pored toga i bude priljubljena uz samu invarsku pantljiku. Kako se pantljika nalazi između žljebove /sl.67/, to ivica lenjira može da se priljubi uz pantljiku samo onda ako je lenjir malo

nagut. Potrebna nagnutost lenjira postiže se podmetanjem perčića kartons ili drugim pomoćnim sredstvima.



Sl. 69

Kada se ispituje leva podela letve /v.sl.69/, tada podele na letvi i lenjiru rastu u istom smeru. Konstrukcija letve ne dozvoljava da se lenjir nemesti tako da bi se njegova nulta crtica podudarila sa nulom letve, a da ujedno iвица lenjira naleže na pantljiku, odnosno podelu. Obično se lenjir postavlja tako da se njegova nulta crtica približno podudara sa krajem prvog desimetra, odnosno sa crticom letve pored koje stoji 308 ili 310 /vidi sliku/. Prema tome prvi desimetar uopšte se ne ispituje.

Kada se ispituje desna podela, tada podele na letvi i lenjiru rastu u suprotnim smerovima. Lenjir se postavlja tako da se njegova nulta crtica približno podudara sa krajem 11. desimetra odnosno sa crticom letve pored koje stoji 110.

Pri komparisanju desimetarske podele vrše se četiri čitanja. Svako naredno čitanje vrši se u suprotnom smeru od smera prethodnog čitanja. Između pojedinih čitanja lenjir se pomera za 2-3 mm. Radi smanjenja ličnih grešaka čitaoca potrebno je da čitanja vrše dva razna lica.

Komparisanje se vrši po sledećoj šemi.

Prvo čitanje: smer sleva nadesno; operator A čita na neparnim desimetrima, naime 310, 330, 350, 370, 390, a zatim operator B čita parne desimetre 320, 340, 360, 380 i 400; prvo pomeranje lenjira.

Drugo čitanje: smer sdesna ulevo; operator A sada čita parne desimetre, a operator B neparne; drugo pomeranje lenjira.

Treće i četvrto čitanje vrši se po istom postupku kao prvo i drugo, sa pomeranjem lenjira posle trećeg čitanja.

Dok jedan operator čita drugi kontroluje da se lenjir nije pomerio za vreme čitanja. Budući da lenjir ima dve lupe, to se kontrolna čitanja /radi konstatacije nepomičnosti lenjira/ takodje vrše pomoću lupe.

Čitanja se izražavaju u milimetrima i jedinicama najmanjeg podeoka na lenjiru, koji je 0,2 mm. Deseti delovi podeoka cene se odoka. Čitanja iz-

režene u jedinicama najmanjeg podeoka docnije /pri obradi podataka prikupljenih pri komparisanju/ pretvaraju se u delove milimetra.

Kako je debljina podeonih crtica letve 1 mm, to se uvek čita leva ili desna ivica crte, a nikako sredina.

Pri komparisanju treba meriti i beležiti temperaturu. Dovoljno je da se temperatura beleži u početku i pri kraju komparisanje svakog pojedinog metra.

Obrada podataka komparisanje

Za upisivanje čitanja i za obradu podataka prikupljenih pri komparisanju služi nivelmanski obrazac br.7 /v.str.291/.

Prva operacija pri obradi je pretvaranje čitanja izraženih u jedinicama najmanjeg podeoka na lenjiru u delove milimetra. Toga radi čitanja upisana u 4. stubac množe se sa 0,2 i onda se upisuju u 5. stubac. Za kontrolu tačnosti pretvaranja sva četiri čitanja /u stupcima 4 i 5/ treba sabrati /v.obrazac/.

U 6. stupcu računaju se vrednosti desimetarskih podeoka letve. One se dobijaju kao razlike čitanja dveju susednih crtica. Pošto se vrše četiri čitanja, to se za svaki desimetarski podeok dobijaju četiri vrednosti. Za definitivnu vrednost uzima se prosta aritmetička sredina koja se upisuje u 7. stubac.

Naprimera vrednosti desimetarskog podeoka izmedju crtica 340 i 350 su

Čitanje	Crta 350	Crta 340	Vred.des.pod.
I	435,04	335,04	100,00
II	437,00	337,00	100,00
III	430,00	330,02	99,98
IV	428,02	328,02	100,00
			<u>399,98</u>
			<u>4</u> = 99,995 mm

Zatim se računaju popravke: 1/ za lenjir i 2/ temperaturu. Popravke za lenjir uzimaju se neposredno iz sertifikata za odnosni lenjir. Prema sertifikatu za lenjir br.810 /koji je služio za komparisanje/ otstojenje izmedju njegovih desimetarskih crtica, a pri temperaturi 16,7, imaju /u mikronima/ vrednosti navedene u priloženoj tablici

O računanju temperaturnih popravki već je rečeno u čl.49 /komparisanje pantljika/. Pošto se radi o istom lenjiru /br.810/, to formula navedena u pomenutom členu važi i za računanje popravki pri komparisanju pantljika. Ipak treba skrenuti pažnju na sledeće: kako pri ispitivanju desimetarske podele temperaturne popravke treba računati za desimetarske podeoke lenjira a ne za geo lenjir odnosno metar, to ih treba računati po formuli



Nivelnanski obrazac br. 7.  
Ispitivanje desimetarske podele Wildove letve br. 158 (leva podela)

Redni broj čitavnja	Orta letve	Čitanja			Vrednosti desime- tarskih podelaka u mm	Sredina iz četiri vrednosti u mm	Temperatura	Popravka 1. za lenjir u $\mu$	Poprav- ljene vred- nosti de- simetar- skih pode- laka u mm	Vrednosti desime- tarskih cr- tica na de- sime- tarske podele ne kompo- risanjem $\Delta$	Popravke desime- tarske podele $\Delta$	$\delta = \Delta - (\Delta)$	Primedba
		u mil- imetrima	u jedini- ca ma izima- njeg pode- laka	u delovi- ma mil- imetra									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	310	35	0,0	0,00	100,00	100,000	22,0	- 7					
II		37	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		30	0,0	0,00	100,00								
IV		28	0,0	0,00	100,00								
			0,0	0,00	400,00			- 6	99,994			- 0,005	
I	320	135	0,0	0,00	100,02	100,005		- 5			99,994	- 0,006	
II		137	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		130	0,0	0,00	100,00								
IV		128	0,0	0,00	100,00								
			0,0	0,00	400,02			- 4	100,001			+ 0,002	
I	330	235	0,1	0,02	100,02	100,015		- 8			199,995	+ 0,001	
II		237	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		230	0,0	0,00	100,02								
IV		228	0,0	0,00	100,02								
			0,1	0,02	400,06			- 7	100,008			+ 0,009	
I	340	335	0,2	0,04	100,00	99,995		- 5			300,003	+ 0,008	
II		337	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		330	0,1	0,02	99,98								
IV		328	0,1	0,02	100,00								
			0,4	0,08	399,98			- 4	99,991			- 0,008	
I	350	435	0,2	0,04	99,98	99,990		- 1			399,994	- 0,009	
II		437	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		430	0,0	0,00	100,00								
IV		428	0,1	0,02	99,98								
			0,3	0,06	399,96			0	99,990			- 0,009	
I	360	535	0,1	0,02	100,00	100,000		- 2			499,984	- 0,010	
II		537	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		530	0,0	0,00	100,00								
IV		528	0,0	0,00	100,00								
			0,1	0,02	400,00			- 1	99,999			0,000	
I	370	635	0,1	0,02	100,00	100,005		- 3			599,983	- 0,001	
II		637	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		630	0,0	0,00	100,00								
IV		628	0,0	0,00	100,02								
			0,1	0,02	400,02			- 2	100,003			+ 0,008	
I	380	735	0,1	0,02	100,00	99,995		- 7			699,986	+ 0,003	
II		737	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		730	0,0	0,00	100,00								
IV		728	0,1	0,02	99,98								
			0,2	0,04	399,98			- 6	99,989			- 0,010	
I	390	835	0,1	0,02	100,02	100,005		+ 3			799,975	- 0,011	
II		837	0,0	0,00	100,00			+ 1					
III		830	0,0	0,00	100,00								
IV		828	0,0	0,00	100,00								
			0,1	0,02	400,02			+ 4	100,009				
I	400	935	0,2	0,04							899,984		
II		937	0,0	0,00									
III		930	0,0	0,00									
IV		928	0,0	0,00									
			0,2	0,04									
I							21,8						
II													
III													
IV						900,010		- 26	899,984			- 0,016	- 0,007
Jednolična lenjira (normalne mere) br. 810:								$L_{u\text{mm}} = 1000,000 - 0,037 + 0,0019 (t - 16,7)$					

$$\Delta_t = 0,1 \cdot 1,9 (T - 16,7) = 0,19 (T - 16,7).$$

Popravke sračunate po ovoj formuli biće izražene u mikronima.

Popravke za lenjir i temperaturu upisuju se u 9. stubac. Njihovim sumiranjem dobija se ukupna popravka za odnosni desimeter.

Sabiranjem sračunatih popravki sa sredinama obrazovanim u 7. stupcu dobijaju se popravljene vrednosti desimeterskih podelaka. One se upisuju u 10. stubac.

U 11. stupcu računaju se vrednosti desimeterskih crtica letvine podele. Ove se dobijaju postupnim sabiranjem vrednosti upisanih u 10. stubac. Za navedeni primer prednje vrednosti su unete u priloženu tablicu.

Artice	Odstojanje	Artice	Odstojanje	Oznaka artice	Nominalna vrednost	Vrednost nadena komparisanjem
0-1	100 mm - 7 $\mu$	0-1	100 mm - 7 $\mu$			
0-2	200 -12	1-2	100 -6	320	100 mm	99,994 mm
0-3	300 -20	2-3	100 -8	330	200	199,995
0-4	400 -25	3-4	100 -5	340	300	300,003
0-5	500 -26	4-5	100 -1	350	400	399,994
0-6	600 -28	5-6	100 -2		itd.	
0-7	700 -31	6-7	100 -3			
0-8	800 -38	7-8	100 -7			
0-9	900 -35	8-9	100 +3			
0-10	1000 -37	9-10	100 -2			

Posle toga odredjuju se popravke  $\Delta$  desimeterske podele. One su razlike izmedju vrednosti odnosnog desimetra nadjene komparisanjem i nominalne vrednosti. Za prednji primer ove popravke su

$$\Delta_1 = 99,994 - 100,000 = -0,006$$

$$\Delta_2 = 100,001 - 100,000 = +0,001 \quad /v.12.stubac/$$

itd.

Ovako sračunate popravke pretstavljaju veličine koje treba dodati nominalnoj vrednosti da bi se dobila vrednost odredjena komparisanjem.

Kada su popravke ( $\Delta$ ) sračunate za sve desimeterske letve, tada se računa "srednja popravka desimeterske podele". Ova se označava sa ( $\Delta$ ) i jednaka je aritmetičkoj sredini iz svih popravki tj.

$$(\Delta) = \frac{[\Delta]}{n}$$

gde je n broj komparisanih desimeterskih podelaka. Prema tome popravka ( $\Delta$ ) može se sračunati tek onda kada je završeno komparisanje jedne podele /leve ili desne/ duž cele letve.

Važno je skrenuti pažnju na sledeće: letva se

komperirše kao celina, te se prema tome vrednosti desimetarskih crtica, koje se računaju u 11. stupcu, računaju skroz, a ne po pojedinim metrima. Da to bude jasnije navode se izvaci sa 2 i 3 strane niveln. obr. br.7 koje sadrže podatke o komperisanju drugog i trećeg metra iste letve /br.158 leva podela/.

Ispitivanje desimetarske podele Wildove letve br. 158 (Leva podela)

Redni broj ditanga	Crti letve u milim. u metrima	Crti a n i a			Vrednosti desimetarskih podela u mm	Srednja iz četiri vrednosti u mm	Temperatura (°C)	Popravke za lenjivost 1. 2. za temp. raturu u μm	Popravljene vrednosti desimetarskih crtica u mm	Vrednosti desimetarskih crtica nadene komparacijom	Popravke desimetarske podele Δ	δ = Δ - (Δ)	Primedba
		u jedinica- ma najma- nje podela	u delovima u milimetra	u mm									
I	II	III	IV										
I		35	0,0	0,00	100,00	900,010	21,2	- 26	899,984	899,984	- 0,016	- 0,007	Prenos
II	400	35	4,9	0,98	100,02			7					
III		34	4,4	0,88	100,02			+ 1					
IV		39	2,4	0,48	100,02								
			11,7	2,34	400,06	100,015		6	100,009				
I		135	0,0	0,00	100,00			5		999,993	+ 0,009	+ 0,010	
II	410	136	0,0	0,00	100,00			+ 1					2. strana
III		134	4,5	0,90	100,00								
IV		139	2,6	0,50	100,00								
			7,0	1,40	400,00	100,000		4	99,996				
I		1035	0,1	0,02			21,0			1899,980	+ 0,006	+ 0,005	
II	500	1036	0,0	0,00									
III		1034	4,5	0,90									
IV		1039	2,6	0,52									
			7,2	1,44		1900,035		55	1899,980		- 0,020	- 0,001	
I		42	1,7	0,34	100,00	1900,035	21,3	- 55	1899,980	1899,980	- 0,020	- 0,001	Prenos
II	500	41	3,3	0,66	100,04			7					
III		40	2,2	0,44	100,02			+ 1					
IV		39	3,1	0,62	100,02								
			10,3	2,06	400,10	100,025		6	100,019				
I		142	1,8	0,36	100,00			5		1999,999	+ 0,019	+ 0,020	
II	510	141	3,5	0,70	99,98			+ 1					3. strana
III		140	2,3	0,46	100,02								
IV		139	3,2	0,64	100,00								
			10,8	2,16	400,00	100,000		4	99,996				
I		1042	4,8	0,96			21,3			2899,972	- 0,014	- 0,010	
II	600	1041	3,5	0,70									
III		1040	2,3	0,46									
IV		1039	3,1	0,62									
			10,7	2,14		2800,035		8,3	2899,972		- 0,028	+ 0,001	

Srednje popravke desimetarske podele sračunata po prednjoj formuli za levu podelu letve br. 158 iznosi

$$(\Delta) = \frac{-0,028}{29} = -0,001 \text{ mm} = -1 \mu.$$

Najzad se u 13. stupcu računaju razlike δ

tj.

$$\delta = \Delta - (\Delta).$$

Srednju popravku (Δ) treba smatrati siste-

Slučajne i sistematske greške podele letve  
Granična vrednost slučajne greške  
Popravke za sistematsku grešku

sistematskom greškom desimetarske podele letve a razlike  $\delta$  - slučajnim greškama desimetarskih crtica.

Slučajne greške podele /razlike  $\delta$  / na letvama namenjenim za gradski nivelman ne treba da budu veće od  $\pm 0,05$  mm. Ako one nisu veće od navedene granične vrednosti, onda se mogu zanemariti. Za letvu br.158, koje ispitivanje je navedeno kao primer, najveća greška  $\delta$  je  $\pm 0,021$  mm.

Popravke za sistematsku grešku dobijaju se prostim množenjem "srednje popravke desimetarske podele" izvršenim čitanjem  $\omega$  izraženim u desimetrime tj.

$$v = (\Delta) \cdot \omega$$

Naprimer, ako je dato

$$(\Delta) = -0,001; \quad \omega = 1,625 m,$$

onda je

$$v = -0,001 \cdot 16 = -0,016 \text{ mm.}$$

Popravka  $v$  treba da ima isti znak, kao i popravka  $(\Delta)$ . Prema tome čitanje  $/1,625 m/$  izvršeno u navedenom primeru treba za  $0,016$  mm smanjiti.

Ako najveće vrednosti popravke  $v$  sračunate po prednjoj formuli ne prelaze  $0,1$  mm, onda se one zanemaruju. Popravke za sistematsku grešku mogu se zanemariti i onda ako su veće od  $0,1$  mm, ali pod uslovom da i druga letva ima sistematsku grešku istog predznaka. Bitno je da greška visinske vezlike, proizrokovana sistematskim greškama podele, ne bude veća od  $0,1$  mm.

## L. Postupak pri nivelanju

### čl. 68

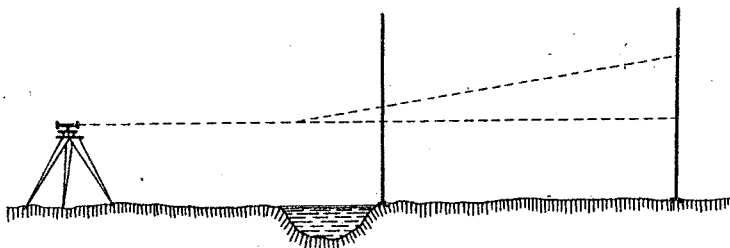
#### a/ Biranje stanica

Izbor stanice pri vezi-  
vanju za re-  
per

Pri izboru prve odnosno poslednje stanice /pri nivelanju izmedju repera/ treba voditi računa da vizura bude upravna na ravan letve postavljene na reperu. Ako se letva ne može postaviti na reper, onda vizura mora biti upravna na ravan lenjira kada se ovaj nasloni na zid u koji je reper usadjen.

Birajući stanice treba voditi računa i o terenu preko kojeg vizura prolazi. Ako vizura seče uzan vertikalni vazdušni sloj koji se po temperaturi

i gustini jako razlikuje od okolnih vazdušnih masa /Biranje  
ra, potok, ugrejani asfalt i sl./, onda će se vizura pri stanice  
prolazu kroz takav sloj lomiti. Očigledno je da se gre- s obzirom  
ške u čitanju na letvi povećava, ako se povećava otsto- na teren  
janje između sloja i letve /sl.70/. neg preko  
vizu- kog  
ra prola- vizu-  
zi



Sl. 70

Prema tome letvu treba postavljati na malom odstojanju od objekta odnosno sloja za koji se pretpostavlja da će lomiti vizuru. Budući da se niveliranje vrši strogo iz sredine i vizurama koje ne smeju biti duže od odredjenih graničnih vrednosti /v.čl.65/, o napred rečenom treba voditi računa pri izboru stanice.

Pri izboru stanica na terenu sa većim padom odnosno penjanjem treba naročitu pažnju obraćati na visinu vizure iznad terena. Vizura ne sme prolaziti iznad zemljane površine na odstojanju manjem od onog koje je propisano u članu 65.

Biranje stanice s obzirom na visinu vizure iznad terena

#### b/ Postavljanje instrumenta i letava

Stativ nivelira mora se postavljati tako da dve noge budu paralelne pravcu niveliranja a treća se postavlja naizmjenično levo-desno od pravca niveliranja /Sl.71/

Način postavljanja stativa



Sl. 71

Nivelir se postavlja na glavu stativa tako da položajni zavrtnji budu raspoređeni isto kao

i noge stativa, tj. dva zavrtnja paralelno pravcu niveliranja a treći neizmenično levo-desno.

Postizanje stabilnosti stativa

Radi postizanja stabilnosti stativa a prema tome i nivelira potrebno je:

a/ pri postavljanju na asfalt napraviti za svaku nogu stativa malo udubljenje /0,5 cm/;

b/ kada je stanica na zemljištu pokrivena travom, tada gornji sloj /10-15 cm/ treba skinuti; na sasvim slabom, rastresitom zemljištu treba pod svaku nogu stativa pobiti kolac sa malim udubljenjem u glavi u koje se namešta šiljak okova.

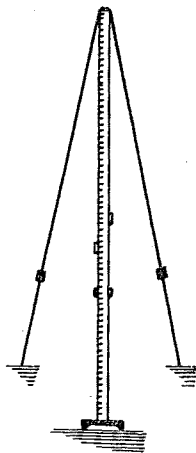
Postavljanje letava na podmetače

Letve se postavljaju na teške gvozdene podmetače /papuče/. Da ne bi letva, postavljena na zaobljen šiljak podmetača klizila, postoji prsten koji se zakači za donji kraj letve i koji onda onemogućava njeno pomicanje po glavi šiljka. Kada se letva postavlja na reper prsten treba skinuti.

Podmetače ne treba postavljati na travu ili na orano zemljište; u ovom slučaju treba gornji sloj skinuti.

Postizanje vertikalnosti i nepomičnosti letve

Pri niveliranju letva mora biti vertikalna, što se postiže pomoću centrične libele. Svakog drugog dana mora se pomoću viska ispitati da li je letva zaista vertikalna kada mehur centrične libele vrhunil.



S1.72

U vremenu čitanja, letva mora biti ne samo vertikalna nego i nepomična. Zato je potrebno da figurant drži letvu poduprtu sa dva štapa. Jedan kraj štapa se pobode u zemlju a drugi kraj se drži u ruci provučen kroz dršku letve. Jednim štapom letva se podupire u pravcu vizure a drugim - upravno na vizuru.

Mnogo je bolje kada figurant uopšte ne drži letvu nego se ova postavlja poduprta sa dva specijalna štapa /sl.72/

c/ Viziranje i čitanje na letvama

Viziranje i čitanje na letvi sastoji se iz sledećih operacija:

Pojedine operacije pri viziranju i čitanju

1. pomicanjem sočiva za fokusiranje dovodi se lik letve na daljinu jasnog vidjenja;

2. pomoću elevacionog zavrtnja dovode se likovi krajeva mehura do koincidiranja;

3. okretanjem mikrometerskog zavrtnja odnosno planparalelne ploče postiže se da podelna crtica letve bude u simetrični ugla pod kojim se račva horizontalni konac;

4. čita se letva; u momentu čitanja mehur mora vrhuniti u čemu se operator uverava na taj način što odmah posle čitanja gleda da nije mehur otstupio.

Pod izrazom "čita se letva" treba razumeti čitanje na samoj letvi na kojoj se čitaju desimetri i santimetri i čitanje na dobošu mikrometerskog zavrtnje vezanog za planparalelnu ploču na kome se čitaju milimetri i deseti delovi milimetra.

Pre svakog čitanja obavezno je proveriti /što se vrši pomeranjem oka ispred okulara/ da li je končanica potpuno nepomična u odnosu na lik letve. Ako se konstatuje da postoji končaničina paralaksa ova se pre čitanja, mora bezuslovno poništiti.

Obavezno poništava- nje konča- ničine pa- ralakse

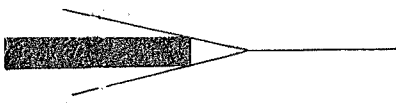
Pri viziranju i čitanju treba se pridržavati pravila:

Pravila za viziranje i čitanje

1. završno okretanje elevacionog zavrtnja kojim se likovi krajeva mehura dovode do koincidiranja, treba uvek vršiti u istom smislu, naime, u smislu kretanja satne kazaljke.

2. U smislu kretanja satne kazaljke treba da bude i završno okretanje mikrometerskog zavrtnja kojim se naginje planparalelna ploča radi dovodjenja podneone crtice letve u položaj simetrične ugla pod kojim se račva horizontalni konac.

3. Crtica se mora dovoditi u simetrslu ugla onako kako je pokazano na slici 73, jer se u ovom slučaju crtica dovodi u traženi položaj mnogo tačniji



Sl. 73



Sl. 74

nego onda kada tačka u kojoj se račvaju konci pada na samu crticu /Sl.74/.

Čitanje na stanicama vrše se ovim redom: a/ na neparnim stanicama

Red čitanja na stanicama

prvo čitanje:	zadnja letva	prva počela
drugo "	prednja "	prva "
treće "	" "	druga "
četvrto "	zadnja "	druga "

b/ na parnim stanicama

prvo čitanje:	prednja letva	prva podela
drugo "	zadnja "	prva "
treće "	" "	druga "
četvrto "	prednja "	druga "

Izvršena čitanja odmah se upisuju u zapisnik /nivekmanski obrazac br.1/.

Nivelmanski zapisnik

Nivelmanski obrazac br.1

Str. 1

Stacija	Vezna tačka	Broj letve	Odstojnje do letve	Čitanja				Srednja visinska razlika $\Delta h = \frac{(Z_1 - P_1) + (Z_2 - P_2)}{2}$	devet. ost.	Primedba	
				Prva podela		Druga podela					Proba
				$Z_1$ $P_1$ $Z_1 - P_1$	$Z_2$ $P_2$ $Z_2 - P_2$	$\pm$					
1	2	3	4	5		6		7	8	9	
1	R 16	682	15	277	11	869	61	0			Nivelir firme Zeiss tip III br. 48703
	.1	681	15	298	82	891	32	0			
				X 978	29	X 978	29	0	X 978	290	Konstanta letve K= 592.50
2	1	681	35	299	37	891	87	0			9.7.1955 g. 5 <sup>d</sup> 35 <sup>m</sup>
	2	682	35	293	05	885	55	0			
				6	32	6	32	0	6	320	
3	2	682	35	297	07	889	57	0			T = 18°
	3	681	35	298	04	890	54	0			
				X 999	03	X 999	03	0	X 999	030	[P] = $\frac{7205.85 - 0.38.53}{4}$ = -0.096.3
4	3	681	35	308	09	900	57	- 2			6 <sup>d</sup> 12 <sup>m</sup>
	4	682	35	297	35	889	83	- 2			
				10	74	10	74	0	10	740	
5	4	682	36	291	97	884	46	- 1			- 0.096.3
	5	681	36	292	27	884	77	0			
				X 999	70	X 999	69	- 1	X 999	635	
6	5	681	30	332	56	925	07	+ 1			6 <sup>d</sup> 12 <sup>m</sup>
	R 15	682	30	345	90	938	41	+ 1			
				X 986	66	X 986	66	0	X 986	660	
				372	X 980	74	X 980	73	X 980	735	
				R16 - R15	- 19	26	- 19	27	- 19	265	- 0.096.3
1	R 15	681	22	373	53	966	03	0			9.7.1955 g. 6 <sup>d</sup> 18 <sup>m</sup>
	1	682	22	265	46	857	96	0			(4)
				108	07	108	07	0	108	070	T = 19°



Razlike iz čitanja na zadnjoj i prednjoj letvi obrazovane u 5. i 6. stupcu kontrolišu se ovako:

a/ treba obrazovati razlike

$$Z_2 - Z_1 \quad \text{i} \quad P_2 - P_1$$

i onda ih uporediti sa konstantom letve K; naprimer za stanicu 4 prednje razlike iznose

$$Z_2 - Z_1 = 900.57 - 308.09 = 592.48$$

$$P_2 - P_1 = 889.83 - 297.35 = 592.48$$

$$\Delta z = (Z_2 - Z_1) - K = 592.48 - 592.50 = -2$$

$$\Delta p = (P_2 - P_1) - K = 592.48 - 592.50 = -2.$$

Odstupanje  $\Delta z$  i  $\Delta p$  upisuju se, sa odgovarajućim predznakom u 7. stubac gde se obrazuje i razlika

$$\Delta z - \Delta p.$$

Pošto je ova razlika sračunata treba videti da li ona udovoljava jednakosti:

$$\Delta z - \Delta p = (Z_2 - P_2) - (Z_1 - P_1).$$

Za stanicu 4 dobija se

$$-2 - (-2) = 10.74 - 10.74 \quad \text{odnosno} \quad 0=0$$

Sredine obrazovane u 8. stupcu sabiraju se za sve stanice izmedju dva susedna repers. Zbir obrazovan u 8. stupcu mora biti jednak aritmetičkoj sredini obrazovanoj iz zbirova u 5. i 6. stupcu tj. mora biti:

$$[8] = \frac{[5] + [6]}{2}$$

Za nivelnensku stranu R16-R15 dobijeno je

$$x980.735 = \frac{x980.74 + x980.73}{2} = x980.735$$

Budući da su u navedenom primeru nivelanja upotrebljene Cajsove letve, koje imaju polusantimetarsku podelu, to prednju visinsku razliku treba podeliti sa 2. Rezultat, zaokrugljen na desete delove milimetra, upisuje se u 9. stubac.

Docnije, pri obradi podataka nivelanja, visinske razlike sračunste u zapisniku kontrolišu se još jedanput. Kontrola se sastoji u obrazovanju zbirova svih čitanja izvršenih na zadnju i svih čitanja izvršenih na prednju letvu tj.  $[Z]$  i  $[P]$ . Zatim se računa visinska razlika:

$$\Delta h = \frac{[Z]-[P]}{2} \dots \text{/ako je podele santimetarska/}$$

$$\Delta h = \frac{[Z]-[P]}{4} \dots \text{/ako je podele polusantimetarska/}$$

Na prvoj strani zapisnika u stupcu "Primedbe" treba upisati podatke za nivelir i letve. Za nivelir se navode: firma, tip, broj; za letve - firma, podele /santimetarska, polusantimetarska/, konstante.

Pored toga za svaku nivelmansku stranu u istom stupcu obavezno se upisuju sledeći podaci:

- a/ datum nivelanja /dan, mesec, godina/;
- b/ kada je /u koliko časova i minuta/ nivelanje odnosno strane početo i kada je završeno;
- c/ ocena prilika pod kojima je nivelanje vršeno; ove se ocenjuju

sa ③ ako su zadovoljavajuće,

" ④ " " vrlo dobre,

" ⑤ " " odlične;

d/ temperatura ali samo pri nivelanju mreže

1. reda.

#### d/ Vreme nivelanja

Početak i završetak nivelanja

Prekid u podnevnim časovima

Nivelanje gradske mreže može se početi kroz pola sata po izlasku sunca i mora se završiti za pola sata pre njegovog zalaska. U podnevnim časovima nivelanje se ne sme vršiti. Trajanje prekida u podnevnim časovima zavisi od skale tačnosti po kojoj se grad preme- rava i reda mreže te je navedeno u priloženoj tablici.

Red mreže	Skala tačnosti		
	prva	druga	treća
1.	od 8½ do 16 časova	od 9 do 15 časova	od 9½ do 15 časova
2.	" 9½ " 15 "	" 10 " 14½ "	" 10½ " 14 "
3.	" 10 " 14½ "	" 10½ " 14 "	" 11 " 13½ "

Trajanje prekida važi za sunčane dane; u oblačne dane prekid se smanjuje i to: u mreži 1. reda za 1 sat, u mreži 2. reda - za 2 sata, dok se nivelanje mreže 3. reda može vršiti ceo dan.

#### e/ Veza za repere

Veza za pljosnate repere na koje se ne može postaviti letva ostvaruje se pomoću malog lenjira sa milimetarskom podelom.

Pre upotrebe podele na lenjiru mora biti vr-

lo pažljivo upoređena sa podelom na lenjiru koji služi za komparisanje nivelmanskih letava.

Ako se pri upoređenju konstatuje da popravke, koje bi trebalo dodati čitanjima izvršenim na lenjiru, dostižu takve veličine da po svojim apsolutnim vrednostima prešze 0,1 mm, onda se sastavlja tablica popravki, te se izvršena čitanja ispravljaju.

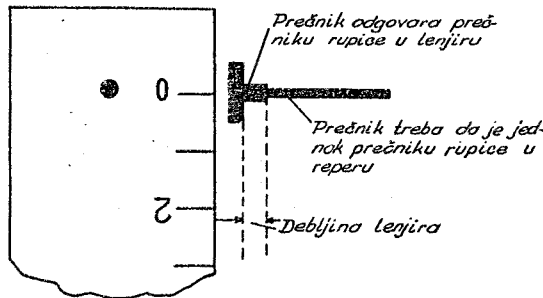
Pri vezivanju izvršilac nivelanija mora lično i to vrlo pažljivo oceniti centar rupice na reperu i lično namestiti lenjir tako da nulta crtica podela lenjira i centar rupice budu na istoj horizontalnoj liniji. Tek posle toga izvršilac može prepustiti figurantu da ovaj drži lenjir u položaju kako ga je on namestio. Posle izvršenog čitanja treba se odmah uveriti da se nije lenjir pomerio

Radi vezivanja za pločaste repere postoje specijalni Wildovi čelični lenjiri sa tačnom santimetarskom podelom / kao što je i na Wildovim letvama / i kompletnom čeličnim čepova / štiftova / različitih prečnika. Trebalo bi da se čep odgovarajućeg prečnika stavi u rupicu repere i time će nulta crtica lenjira biti automatski dovedena do poklapanja sa centrom rupice. Medjutim dve

Ispitivanje podela na lenjiru za vezivanje

Nameštavanje lenjira

Wildov lenjir za vezivanje



Sl. 75

činjenice: a/ da rupica u reperu nema, po pravilu, dovoljnu dubinu da bi se u nju mogao staviti ceo čep i b/ da debljina čepa ne odgovara tačno prečniku rupice /obično se razlikuju za 0,1-0,3 mm/, onemogućavaju da se vezivanje za reper izvrši sa greškom manjom od 0,15-0,20 mm. Zato takav način vezivanja nije za preporuku.

Postoji još jedan način vezivanja za plosnate repere predložen od strane geometra M.Cimbalista. On se sastoji u tome što se nivelir postavi tako da vizura, kad je horizontalna, bude skoro u visini rupice na reperu. Tada okretanjem planparalelne ploče treba

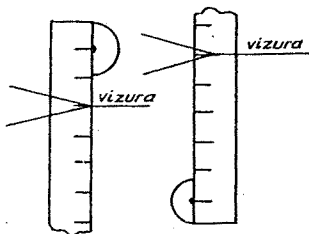
Vezivanje bez lenjira

\*Pri ocenjivanju podudaranja crtice lenjira sa centrom rupice treba gledati upravno na lenjir a ne kao tj. oči posmatrača moraju biti u horizontalnoj ravni rupice; u protivnom /pri gledanju ukoso/ lenjir usled paralakse biće pogrešno namešten.

dovesti centar rupice u simetralu konaca končanice i izvršiti čitanje na dobošu. Prema rezultatima izvršenih ispitivanja ovaj način treba smatrati najtačnijim. Razlog je taj što on omogućava najpravičnije ocenjivanje centra rupice na reperu. No njegova primena zahteva veliku izvežbanost operatora a pored toga nije uvek moguće postaviti nivelir na visinu rupice.

Skica položaja lenjira

Pri vezivanju za pljosnate repere obavezno je u zapisniku /u stupcu "Primedba"/ skicirati položaj lenjira, naime potrebno je označiti da li vizura pogađa lenjir ispod ili iznad repere /sl.76/.



Sl.76

Treba imati u vidu ovo: ako vizura pogađa lenjir ispod repere, onda se visinska razlika između repere i prve vezne tačke određuje po formuli

$$\Delta h = -(Z_R + P)$$

gde je  $Z_R$  čitanje na lenjiru, a između poslednje vezne tačke i repere po formuli

$$\Delta h = (P_R + Z)$$

gde je sada  $P_R$  čitanje na lenjiru.

Ponavljanje vezivanja

Ako pri vezivanju za reper postoji i najmanja sumnja u ispravnost postupka ili izvršenih čitanja, onda operaciju treba ponoviti a promenivši prethodno visinu instrumenta.

#### f/ Prekid rada

Privremeni reperi i njihov izbor

Ako se niveliranje prekida na nekoj veznoj tački i ako postoji mogućnost onda rad treba prekinuti na privremenom reperu. Ovaj reper je tanka crtica pažljivo povučena na nekom stabilnom objektu /zidu, stubu i t.sl./. Nivelman se veže za crticu na potpuno isti način na koji se veže za pljosnate repere. Za privremeni reper može se uzeti i neka karakteristična tačka na niskom stabilnom objektu /mostu, propustu, stubu i t.sl./ na koju se može postaviti letva. Svakako pri ovom treba voditi računa da letva postavljena na odnosnu tačku posle prekida rada mora da zauzme po visini apsolutno isti položaj koji je zauzimala do prekida.

Prekid rada na kolicima

Kada u blizini nema objekta pogodnog za privremeni reper, tada se prednja letva postavlja ne na podmetač, nego na dva jaka koca prethodno čvrsto pobijena u koje su odozgo zakucani ekseri sa poluloptastom glavom. Pre nastavka rada treba se uveriti da je razlika

čitanja na letvi postavljenoj prvo na jedan a onda na drugi ekser, ostala ista kao i do prekida rada; u protivnom treba celo nivelanje izvršeno od repers do prekida rada ponoviti.

K/ Pravila kojih se treba pridržavati pri izvršenju gradskog nivelmana

1. Nivelanje napred mora biti potpuno nezavisno od nivelanja nazad. Zato se nivelanje nazad nesme početi sa krajnje stanice nivelanja napred pa makar se pri ovom i menjala visina instrumenta.

Nezavisnost nivelanjsa napred i nazad

Nivelanje napred i nivelanje nazad moraju se vršiti pod različitim spoljnim prilikama. Toga radi nivelanje neke strane nazad mora biti odvojeno od nivelanja iste strane napred vremenskim razmakom od nekoliko dana.

Pored toga ako je neka strana nivelana napred u prepodnevni časovima, onda se njeno nivelanje nazad mora vršiti u popodnevni časovima ili obrnuto.

2. Pri vezivanju za repere obavezna je zamena letava; ovo znači da pri nivelanju nazad na isti reper /A/ treba postaviti letvu br. 2, ako je pri nivelanju napred na tome reperu bila postavljena letva br. 1 ili obrnuto.

Zamena letava

3. Izrično se zabranjuje nivelanje bez amrela, bez obzira da li se nivela onom stranom ulice koja je u senci. Pri prenošenju nivelira sa jedne stanice na drugu treba ga pokriti komadom belog platna, a pored toga mora biti štice i amrelom.

Upotreba amrela

4. Ako se pri nivelanju mreže 1. reda pokaže da vezivanje za neki reper ili više repers postavljenih na kratkim otstojanjima zahteva nesrazmerno povećanje broje stanica, što će imati za posledicu smanjenje tačnosti, to se vezivanje za takve repere izostavlja. Njihove će se visine odrediti naknadnim nivelanjem vlaka 2. reda umetnutog između "datih" repers.

Izostavljanje repers

Navedeno izostavljanje repers ne sme se zloupotrebiti; njemu treba pribegavati samo u krajnjoj nuždi, jer dvostruko povećava rad.

**M. Izravnanje gradske nivelmanske mreže**

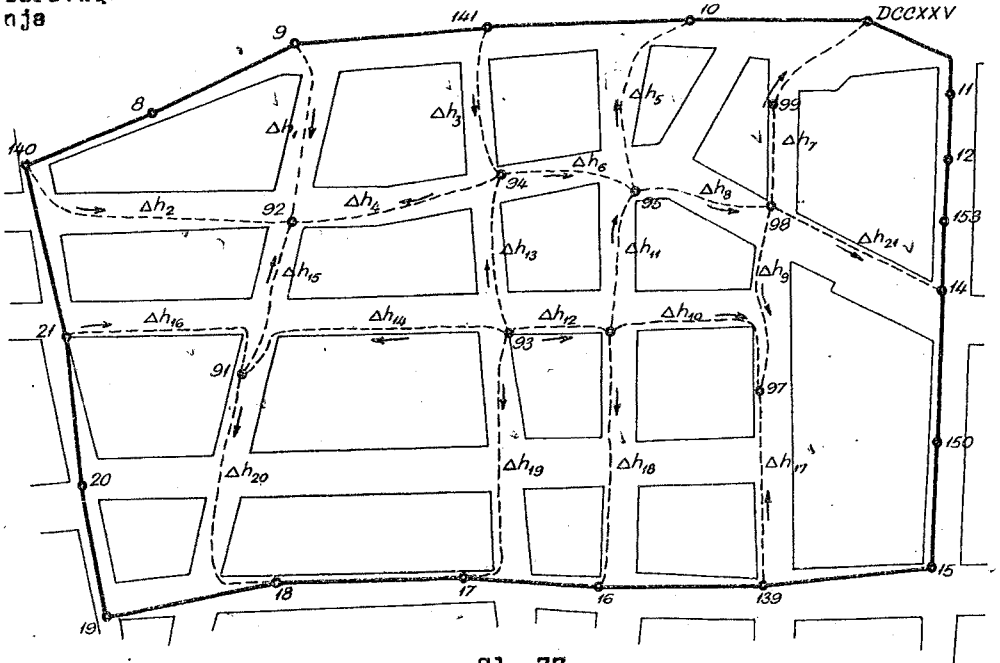
Čl. 69

a/ Načini izravnanja

Gradska nivelmanska mreža 1. reda iz-

Izravnanje se kao celina. Izravnanje se vrši po načinu uslovnih merenja.

Način izravnanja mreže 2. reda zavisi od toga kako je mreža razvijena. U većini slučajeva ova mreža je sklop vlakova koji se ukrštaju u nizu čvornih repers. Tip mreže 2. reda i pičan primer mreže 2. reda razvijene u okviru jednog poligona mreže 1. reda pokazan je na slici 77.



Sl. 77

Mreža, prema svojoj konfiguraciji, mora se izravnati odjednom, jer će samo u ovom slučaju neminovne greške u određivanju visinskih razlike biti raspodeljene na sve vlakove. Nije od značaja kakav će se način izravnaje u ovom slučaju primeniti. Bitno je da se mreža izravna kao celina.

Izravnanje po metodi posrednih merenja bilo kao grupe od 8 čvornih repers, relativno dugotrajno ako se vrši po strogoj metodi /načinu najmanjih kvadrata/, to je za preporuku da se izravnaje mreže sa većim brojem čvornih repers vrši po metodi postupnih približavanja.

Budući da je izravnaje ove mreže, bilo po načinu uslovnih ili posrednih merenja bilo kao grupe od 8 čvornih repers, relativno dugotrajno ako se vrši po strogoj metodi /načinu najmanjih kvadrata/, to je za preporuku da se izravnaje mreže sa većim brojem čvornih repers vrši po metodi postupnih približavanja. Mreža pokazana na slici 77 izravna je po ovoj metodi /v. d/ Izravnaje mreže 2. reda/.

Izravnanje mreže 3. reda vlakovi mreže 3. reda ili su umetnuti vlakovi ili vlakovi koji se ukrštaju u jednoj eventualno dvema čvornim tačkama, pa se njihovo izravnaje vrši po poznatom postupku /v. čl. 45 i 46 Pravilnika o katastarskom premeravanju IV deo - Nivelman/.

b/ Predradnje

Izravnanju nivelmanske mreže prethodi: kontrolisanje zapisnika i obrazovanje sredina iz visinskih razlika određenih nivelanjem napred i nazad.

Kako se vrši kontrolisanje zapisnika već je objašnjeno /v.str.299/. Treba ipak napomenuti: ako je potrebno da se određene visinske razlike isprave za netačnost podele letve, onda se popravke /koje se uzimaju sa grafikona ili iz tablice/ unose u zapisnik gde se i obrazuju popravljene visinske razlike.

Kontroli-  
sanje za-  
pisnika

Unošenje  
popravki  
za netač-  
nost po-  
dele let-  
ve

Računanje srednjih visinskih razlika vrši se u nivelmanskom obrascu br.2 /v.brojni primer/. U ovom obrascu, pored obrazovanja sredina iz visinskih razlika nivelmanskih strana određenih nivelanjem napred i nazad, računaju se još i visinske razlike vlakova. Zato se strane odnosno njihove visinske razlike unose u obrazac po vlakovima.

Računanje  
srednjih  
visinskih  
razlika

Sredine, koje se računaju u 11.stupcu, mogu se obrazovati samo onda, ako razlike

$$\varphi = \Delta h' - (-\Delta h'')$$

između rezultata nivelanja iste strane napred i nazad ne prelaze granične vrednosti /dozvoljena odstupanja/.

Granične vrednosti razlika  $\varphi$  određuju se po formulama:

a/ za strane dužine  $R \leq 1,0 \text{ km}$

$$\varphi_{max} = 2(\tau \cdot \sqrt{2})\sqrt{R} + 1,0(1,1 - R_{km}) = 2,8\tau \cdot \sqrt{R} + 1,0(1,1 - R_{km});$$

Formule za  
granične  
vrednosti  
razlika  $\varphi$

b/ za strane dužine  $R > 1,0 \text{ km}$

$$\varphi_{max} = 2,8\tau \sqrt{R}$$

gde su:

- $\tau$  - ukupna srednja greška /v.čl.60/;
- $R$  - dužina nivelmanske strane izražena u kilometrima.

c/ Izravnanje mreže 1. reda

Mreža 1. reda izravnavs se kao celina s po načinu uslovnih merenja /v.čl.69/. Ceo postupak oko izravnanja objašnjen je u čl.32-39 i 47-48 Previlnika o katasterskom premeravanju IV deo - Nivelman. Ovde se navodi jedan primer izravnanja gradske nivelmanske mreže oslonjene na jedan reper nivelmana visoke tačnosti /v.str.302-314/.

Primer iz-  
ravnanja  
mreže 1.re-  
da

Maksimalne greške zatvaranja poligona određuju se po formuli

$$\varphi_{max} = 2\tau \sqrt{F.}$$

Maksimal-  
ne greške  
zatvaranja  
poligona

Nivelmanska strana ad   do		Nivelanje „napred“				Nivelanje „nazad“				Odstu- panje $\sigma = \frac{\Delta h'}{(-\Delta h'')}$ ± umm	Dozvo- ljeno odstu- panje umm	$\rho^2$	Srednja vi- sinska raz- lika $\Delta h = \frac{\Delta h' + (-\Delta h'')}{2}$	300 13432
		Odakle uzeto	Duži- na strane ukm	Visinska razlika $\Delta h'$	Devet. ost.	Odakle uzeto	Duži- na strane ukm	Visinska razlika $-\Delta h''$	Devet. ost.					
1	2	3	4		5	6	7		8	9	10	11		
MCCXLII - 17	1.3	0,45	X 8,067	8	1.9	0,45	X 8,067	7	0	+ 0,1	4,4	0,01	X 8,067	8
17 - 16	1.2	0,41	0,266	6	1.8	0,41	0,266	7	3	- 0,1	4,2	0,01	0,266	6
16 - 15	1.1	0,37	X 9,903	7	1.7	0,37	X 9,904	1	4	- 0,4	4,1	0,16	X 9,903	9
15 - 14	1.5	0,77	2,258	4	1.6	0,76	2,258	0	9	+ 0,4	5,2	0,16	2,258	2
14 - 13	1.36	0,34	23,558	1	1.34	0,34	23,558	0	5	+ 0,1	4,0	0,01	23,558	0
13 - 12	1.39	0,88	32,207	2	1.32	0,89	32,206	1	5	+ 1,1	5,5	1,21	32,206	6
MCCXLII - 12		3,22	56,261	8		3,22	56,260	6	7	+ 1,2		1,56	56,261	2
37 - 40	1.44	0,24	8,588	3	1.61	0,24	8,588	4	6	- 0,1	3,0	0,01	8,588	4
40 - 41	1.43	0,50	30,706	9	1.54	0,48	30,706	3	1	+ 0,6	4,6	0,36	30,706	6
41 - 12	1.45	0,55	3,299	4	1.50	0,48	3,299	6	2	- 0,2	4,7	0,04	3,299	5
37 - 12		1,29	42,594	6		1,20	42,594	3	9	+ 0,3		0,41	42,594	5
37 - 39	1.113	0,20	X 86,469	4	1.107	0,20	X 86,469	3	8	+ 0,1	3,4	0,01	X 86,469	4
39 - MCCXLII	1.115	0,43	X 9,863	7	1.97	0,41	X 9,864	8	7	+ 1,1	4,3	1,21	X 9,864	2
37 - MCCXLII		0,63	X 86,333	1		0,61	X 86,334	1	6	- 1,0		1,22	X 86,333	6
10 - 11	1.29	0,41	X 9,786	9	1.52	0,41	X 9,786	6	9	+ 0,3	4,2	0,09	X 9,786	8
11 - 12	1.30	0,37	X 82,937	2	1.51	0,37	X 82,936	8	3	+ 0,4	4,1	0,16	X 82,937	0
10 - 12		0,78	X 82,724	1		0,78	X 82,723	4	7	+ 0,7		0,25	X 82,723	8
37 - 36	1.40	0,19	14,171	7	1.19	0,20	14,171	6	2	+ 0,1	3,4	0,01	14,171	6
36 - 10	1.22	0,52	45,699	2	1.18	0,53	45,698	8	4	+ 0,4	4,6	0,16	45,699	0
37 - 10		0,71	59,870	9		0,73	59,870	4	6	+ 0,5		0,17	59,870	6
8 - 9	1.12	0,62	40,864	5	1.28	0,62	40,864	0	4	+ 0,5	4,9	0,25	40,864	2
9 - 10	1.15	0,70	3,449	2	1.25	0,66	3,451	2	6	- 2,0	5,1	4,00	3,450	2
8 - 10		1,32	44,313	7		1,28	44,315	2	1	- 1,5		4,25	44,314	4
8 - 38	1.111	0,30	X 3,854	6	1.110	0,32	X 3,854	8	9	- 0,2	3,9	0,04	X 3,854	7
38 - 37	1.112	0,49	X 0,591	0	1.109	0,46	X 0,592	0	6	- 1,0	4,6	1,00	X 0,591	5
8 - 37		0,79	X 84,445	6		0,78	X 84,446	8	6	- 1,2		1,04	X 84,446	2



Tablica graničnih vrednosti  $\varphi$

Dužina strane R u km	Red mreže					
	1.			2.		
	Skala tačnosti					
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
0,1	1,9mm	2,3mm	2,8mm	2,8mm	3,7mm	4,6mm
0,2	2,2	2,8	3,4	3,4	4,7	5,9
0,3	2,3	3,1	3,9	3,9	5,4	7,0
0,4	2,5	3,3	4,2	4,2	6,0	7,8
0,5	2,6	3,6	4,6	4,6	6,6	8,6
0,6	2,7	3,7	4,8	4,8	7,0	9,1
0,7	2,8	3,9	5,1	5,1	7,5	9,8
0,8	2,8	4,0	5,3	5,3	7,8	10,3
0,9	2,9	4,2	5,5	5,5	8,2	10,8
1,0	2,9	4,3	5,7	5,7	8,6	11,1
1,1	2,9	4,4	5,9	5,9	8,8	11,8
1,2	3,1	4,6	6,2	6,2	9,2	12,3
1,3	3,2	4,8	6,4	6,4	9,6	12,8
1,4	3,3	5,0	6,6	6,6	9,9	13,2
1,5	3,4	5,1	6,8	6,8	10,2	13,7

Tablica  
graničnih  
vrednosti  
 $\varphi$ .

Tablica maksimalnih grešaka zatvaranja poligona

Opseg po- lagona F u km	Skala tačnosti		
	1.	2.	3.
1	2,0mm	3,0mm	4,0mm
2	2,8	4,2	5,6
3	3,5	5,2	6,9
4	4,0	6,0	8,0
5	4,6	6,7	9,0
6	4,9	7,4	9,8
7	5,3	8,0	10,6
8	5,7	8,5	11,3
9	6,0	9,0	12,0
10	6,3	9,5	12,6

Ovde su:

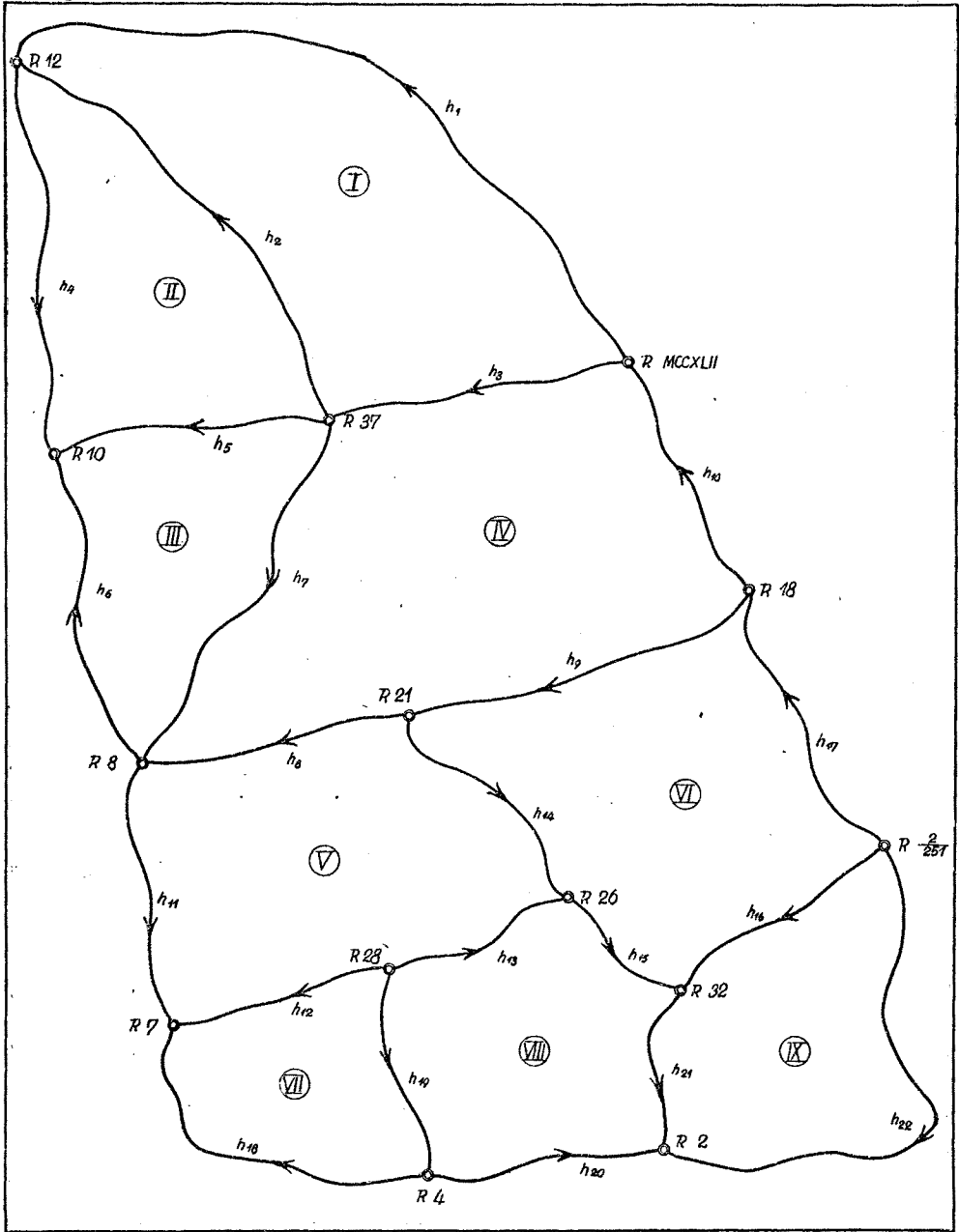
$\tau$  - ukupna srednja greška /v.čl.60/;  
F - opseg poligona izražen u km.

Savezna geodetska uprava

Približna skica

1. Odeļjak

Nivelmanski obr. bn 5



2. Odeljak		Formiranje jednačina odstupanja										Primedba	
Br. poligona	Vis. razlike i dužine uzete su:	Dužine strana u km	Visinske razlike dobivene nivelnacijom		Dev. odst. Dozv. odst.	Br. poligona	Vis. razlike i dužine uzete su:	Dužine strana u km	Visinske razlike dobivene nivelnacijom		Dev. odst. Dozv. odst.		
			1	2					3	4			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	2.4	3.22	$h_1$	X 43, 7388	5		2.3	0.50	$h_{12}$	X 16, 9032	9		
	2.4	1.25	$h_2$	42, 5945	2		2.2	1.22	$h_{13}$	1, 5035	5		
I	2.4	0.63	$h_3$	13, 6664	8	VII	2.2	1.04	$h_{14}$	21, 5943	6		
	$[L]_I =$	5.10	$[h]_I =$	X 99, 9997	6		$[L]_{VII} =$	2.76	$[h]_{VII} =$	0, 0010	1	$f_1$	- 0.3
			$f_1 =$	- 0.3	3				$f_7 = +$	1.0	1	$f_2$	- 0.1
	2.5	0.78	$h_4$	X 82, 7238	2		2.3	0.46	$h_{15}$	0, 8610	6	$f_3$	- 2.4
	2.5	0.72	$h_5$	53, 2706	8		2.2	1.04	$h_{16}$	X 78, 4057	3	$f_4$	+ 1.3
II	2.4	1.25	$h_6$	X 57, 4055	7		2.2	0.80	$h_{17}$	X 11, 5843	3	$f_5$	- 0.3
	$[L]_{II} =$	2.75	$[h]_{II} =$	X 99, 9999	8		2.2	1.28	$h_{18}$	85, 8331	1	$f_6$	- 0.7
			$f_2 =$	- 0.1	1	VIII	2.3	0.52	$h_{19}$	23, 3135	8	$f_7$	+ 1.0
	2.5	0.72	$h_5$	X 40, 1294	1		$[L]_{VIII} =$	4.10	$[h]_{VIII} =$	X 99, 9976	3	$f_8$	- 2.4
	2.5	1.30	$h_6$	44, 3144	2				$f_9 =$	- 2.4	6	$[f]$	- 1.9
III	2.4	0.78	$h_7$	15, 5538	0				$f_9 =$	- 2.4	6	$[h]_s$	- 1.9
	$[L]_{III} =$	2.80	$[h]_{III} =$	X 99, 9976	3		2.2	0.81	$h_{16}$	X 63, 3158	7		
			$f_3 =$	- 2.4	6	IX	2.2	2.39	$h_{21}$	X 14, 1669	8		
	2.4	0.63	$h_3$	X 86, 3336	1		$[L]_{IX} =$	4.48	$[h]_{IX} =$	0, 0020	2		
	2.4	0.78	$h_7$	X 84, 4462	0				$f_9 = +$	2.0	2		
	2.3	0.45	$h_8$	24, 3446	4				<u>Spoljni poligon</u>				
	2.3	0.52	$h_9$	5, 5058	5				$h_1$	X 43, 7388	5		
IV	2.4	0.39	$h_{10}$	X 9, 3712	3				$h_2$	X 82, 7238	2		
	$[L]_{IV} =$	2.77	$[h]_{IV} =$	0, 0013	4				$h_5$	44, 3144	2		
			$f_4 = +$	1.3	4				$h_{11}$	X 5, 4260	7		
	2.3	0.45	$h_8$	X 75, 6555	5				$h_{18}$	1, 5035	5		
	2.3	0.36	$h_{11}$	X 5, 4260	7				$h_{20}$	X 11, 5843	3		
	2.3	0.50	$h_{12}$	23, 0968	1				$h_{22}$	122, 5193	5		
	2.3	0.46	$h_{13}$	X 9, 1390	3				$h_{17}$	X 8, 8168	3		
V	2.3	0.71	$h_{14}$	6, 6824	8				$h_{10}$	X 9, 3712	3		
	$[L]_V =$	2.48	$[h]_V =$	X 99, 9997	6				$[H] =$	X 99, 9981	8		
			$f_5 =$	- 0.3					$[h]_5 =$	- 1.9	1		
	2.3	0.52	$h_9$	X 4, 4942	4								
	2.3	0.71	$h_{14}$	X 3, 3176	4								
	2.3	0.52	$h_{15}$	X 76, 6866	1								
	2.2	0.81	$h_{16}$	36, 6242	2								
VI	2.4	0.76	$h_{17}$	X 8, 8168	3								
	$[L]_VI =$	3.42	$[h]_{VI} =$	X 99, 9993	2								
			$f_6 =$	- 0.7	7								

3. Odeljak

Formiranje uslovnih i normalnih jednačina

Uslovne jednačine											Normalne jednačine																									
Broj vlak	a	b	c	d	e	f	g	h	i	$\frac{l}{p} - S$	$\frac{aa}{p}$	$\frac{ab}{p}$	$\frac{ac}{p}$	$\frac{ad}{p}$	$\frac{ae}{p}$	$\frac{af}{p}$	$\frac{ag}{p}$	$\frac{ah}{p}$	$\frac{ai}{p}$	$\frac{bb}{p}$	$\frac{bc}{p}$	$\frac{bd}{p}$	$\frac{be}{p}$	$\frac{bf}{p}$	$\frac{bg}{p}$	$\frac{bh}{p}$	$\frac{bi}{p}$	$\frac{cc}{p}$	$\frac{cd}{p}$	$\frac{ce}{p}$	$\frac{cf}{p}$	$\frac{cg}{p}$	$\frac{ch}{p}$	$\frac{ci}{p}$		
1	-1									3,22	+3,22																									
2	+1	-1								1,25	+1,25	-1,25								+1,25																
3	+1			-1						0,63	+0,63			-0,63																						
4		-1								0,78										+0,78																
5		+1	-1							0,72										+0,72	-0,72															
6			+1							1,30																										+1,30
7			+1	-1						0,78																										+0,78 -0,78
8				+1	-1					0,45																										
9				+1		-1				0,52																										
10				-1						0,39																										
11					-1					0,36																										
12					+1			-1		0,50																										
13					-1			+1		0,46																										
14					+1			-1		0,71																										
15						-1		+1		0,58																										
16						+1			-1	0,81																										
17						-1				0,76																										
18								+1		1,22																										
19								+1	-1	1,04																										
20									-1	0,80																										
21									+1	-1	1,28																									
22									+1	2,30																										
f =	-0,3	-0,1	-2,4	+1,3	-0,3	-0,7	+1,0	-2,4	+2,0	20,89	+5,10	-1,25		-0,63						+2,75	-0,72														+2,80	-0,72

Formiranje uslovnih i normalnih jednačina

Normalne jednačine															Kontr. form. normalnih jednačina																	
$\frac{dd}{p}$	$\frac{de}{p}$	$\frac{df}{p}$	$\frac{dg}{p}$	$\frac{dh}{p}$	$\frac{di}{p}$	$\frac{ee}{p}$	$\frac{ef}{p}$	$\frac{eg}{p}$	$\frac{eh}{p}$	$\frac{ei}{p}$	$\frac{ff}{p}$	$\frac{fg}{p}$	$\frac{fh}{p}$	$\frac{fi}{p}$	$\frac{gg}{p}$	$\frac{gh}{p}$	$\frac{gi}{p}$	$\frac{hh}{p}$	$\frac{hi}{p}$	$\frac{ii}{p}$	M	$M \frac{a}{p}$	$M \frac{b}{p}$	$M \frac{c}{p}$	$M \frac{d}{p}$	$M \frac{e}{p}$	$M \frac{f}{p}$	$M \frac{g}{p}$	$M \frac{h}{p}$	$M \frac{i}{p}$		
																						-1	+3,22									
																							0									
+0,63																							0									
																							-1	+0,98								
																							0									
																							-1			+1,30						
+0,22																							0									
+0,45	-0,45					+0,45																	0									
+0,52		-0,52									+0,52												0									
+0,39																							-1			+0,39						
						+0,36																	-1				+0,36					
						+0,50	-0,50					+0,50											0									
						+0,65		-0,46										+0,46					0									
						+0,71	-0,71				+0,71								+0,46				0									
											+0,52	-0,52						+0,52					0									
											+0,81		-0,81									+0,81	0									
											+0,96												-1					+0,76				
															+1,22								+1						+1,22			
															+1,04	-1,04							0									
																		+0,80					-1								+0,80	
																			+1,28	-1,28	+1,28		0									
																					+2,39	+1										+2,39
+2,77	-0,45	-0,52				+2,42	-0,71	-0,50	-0,46		+3,32	-3,32	-0,81		+2,96	-1,04		+4,10	-1,28	+4,48		+3,22	+0,98	+1,30	+0,39	+0,36	+0,76	+1,22	+0,80	+2,39		

4. Odeljak

Rešavanje normalnih jednačina korelata

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	F	S	K. st	Korelata k
1:	+ 5,10	- 1,25	.	- 0,63						- 0,30	+ 2,92	+ 2,92	
	- 1,000	+ 0,245	.	+ 0,124	.	.	.	.	.	+ 0,059	- 0,572	- 0,572	
	$k_1 =$	+ 0,082		- 0,011						+ 0,059			+ 0,130
	$k_1' =$	+ 0,163		+ 0,135							+ 0,572		+ 0,870
2:	+ 2,75	- 0,72	.	.	.	.	.	.	.	- 0,10	+ 0,68	+ 0,68	
	- 0,31	.	- 0,15	.	.	.	.	.	.	- 0,07	+ 0,72	+ 0,72	
2r	+ 2,14	- 0,72	- 0,15	.	.	.	.	.	.	- 0,17	+ 1,40	+ 1,40	
	- 1,000	+ 0,295	+ 0,061	.	.	.	.	.	.	+ 0,070	- 0,574	- 0,574	
	$k_2 =$	+ 0,271	- 0,005							+ 0,070			+ 0,336
	$k_2' =$	+ 0,024	+ 0,066								+ 0,574		+ 0,664
3:	+ 2,80	- 0,78	.	.	.	.	.	.	.	- 2,40	- 1,10	- 1,10	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	- 0,21	- 0,04	.	.	.	.	.	.	.	- 0,05	+ 0,41	+ 0,42	
3r	+ 2,59	- 0,82	.	.	.	.	.	.	.	- 2,45	- 0,69	- 0,68	
	- 1,000	+ 0,316	.	.	.	.	.	.	.	+ 0,946	+ 0,263	+ 0,262	
	$k_3 =$	- 0,027								+ 0,946			+ 0,919
	$k_3' =$	+ 0,343									- 0,263		+ 0,080
4:	+ 2,17	- 0,46	- 0,52	.	.	.	.	.	.	+ 1,30	+ 1,69	+ 1,69	
	- 0,08	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0,04	+ 0,36	+ 0,36	
	- 0,01	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0,01	+ 0,09	+ 0,09	
	- 0,26	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0,77	- 0,21	- 0,21	
4r	+ 2,42	- 0,45	- 0,52	.	.	.	.	.	.	+ 0,48	+ 1,93	+ 1,93	
	- 1,000	+ 0,186	+ 0,214	.	.	.	.	.	.	- 0,198	- 0,798	- 0,798	
	$k_4 =$	+ 0,050	+ 0,061							- 0,198			- 0,087
	$k_4' =$	+ 0,136	+ 0,153								+ 0,798		+ 1,087
5:	+ 2,48	- 0,71	- 0,50	- 0,46	.	.	.	.	.	- 0,30	+ 0,06	+ 0,06	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	- 0,08	- 0,10	.	.	.	.	.	.	.	+ 0,09	+ 0,36	+ 0,36	
5r	+ 2,40	- 0,81	- 0,50	- 0,46	.	.	.	.	.	- 0,21	+ 0,42	+ 0,42	
	- 1,000	+ 0,338	+ 0,208	+ 0,192	.	.	.	.	.	+ 0,088	- 0,175	- 0,174	
	$k_5 =$	+ 0,096	- 0,022	+ 0,105						+ 0,088			+ 0,267
	$k_5' =$	+ 0,242	+ 0,230	+ 0,087							+ 0,175		+ 0,734
6:	+ 3,32	.	- 0,52	- 0,81	- 0,70	.	.	.	.	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,06	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	- 0,11	.	.	.	.	.	.	.	.	+ 0,10	+ 0,41	+ 0,41	
	- 0,27	- 0,17	- 0,16	.	.	.	.	.	.	- 0,07	+ 0,14	+ 0,14	
6r	+ 2,94	- 0,17	- 0,68	- 0,81	- 0,67	.	.	.	.	+ 0,61	+ 0,61	+ 0,61	
	- 1,000	+ 0,058	+ 0,231	+ 0,276	+ 0,228	.	.	.	.	- 0,207	- 0,207	- 0,207	
	$k_6 =$	- 0,006	+ 0,127	- 0,066	+ 0,228								+ 0,283
	$k_6' =$	+ 0,064	+ 0,104	+ 0,342							+ 0,207		+ 0,717

7:	+2.76	-1.04	.	+1.00	+2.22	+2.22	
	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	.	
	-0.10	-0.10	.	-0.04	+0.09	+0.09	
	-0.01	-0.04	-0.05	-0.04	+0.04	+0.03	
	+2.65	-1.18	-0.05	+0.92	+2.35	+2.34	
	-1.000	+0.445	+0.019	-0.347	-0.883	-0.883	
	$k_7 =$	+0.244	-0.005	-0.347			-0.108
	$k_7' =$	+0.201	+0.024		+0.883		+1.108
8:	+4.10	-1.28	-2.40	-1.60	-1.60		
	.	.	.	.	.		
	.	.	.	.	.		
	.	.	.	.	.		
	-0.09	.	-0.04	+0.09	+0.07		
	-0.16	-0.19	-0.15	+0.14	+0.14		
	-0.53	-0.02	+0.41	+1.04	+1.04		
	+3.32	-1.49	-2.18	-0.34	-0.35		
	-1.000	+0.445	+0.657	+0.105	+0.106		
	$k_8 =$	-0.108	+0.657				+0.549
	$k_8' =$	+0.557		-0.105			+0.452
9:	+4.48	+2.00	+4.39	+4.39			
	.	.	.	.			
	.	.	.	.			
	.	.	.	.			
	.	.	.	.			
	-0.22	-0.19	+0.17	+0.17			
	0.00	+0.02	+0.04	+0.05			
	-0.67	-0.98	-0.16	-0.16			
	+3.59	+0.86	+4.44	+4.45			
	-1.000	-0.240	-1.240	-1.240			
	$k_9 =$	-0.240					-0.240
	$k_9' =$		+1.240				+1.240

5. Odeljak										6. Odeljak													
Računanje popravki										Proba			Računanje visin. razlika				Računanje nadmorskih visina						
K	+0,190	+0,836	+0,949	-0,987	+0,267	+0,824	-0,108	+0,548	-0,240	v	v <sup>2</sup>	p	pv <sup>2</sup>	Visinske razlike dobivene niveliranjem H	Dej. odst.	Definitivne visinske razlike h = h' + v	Dej. odst.	Broj repora	Definitivne nadmorske visine H	Dej. odst.	Primedba		
	v	K <sub>1</sub> $\frac{a}{p}$	K <sub>2</sub> $\frac{b}{p}$	K <sub>3</sub> $\frac{c}{p}$	K <sub>4</sub> $\frac{d}{p}$	K <sub>5</sub> $\frac{e}{p}$	K <sub>6</sub> $\frac{f}{p}$	K <sub>7</sub> $\frac{g}{p}$	K <sub>8</sub> $\frac{h}{p}$													K <sub>9</sub> $\frac{i}{p}$	
V <sub>1</sub>	-0,42									-0,4	0,16	0,34	0,05	h <sub>1</sub>	56,2612	4	56,2608	o	MCCXLII	80,7022	1		
V <sub>2</sub>	+0,16	-0,42								-0,2	0,09	0,80	0,07	h <sub>2</sub>	42,5945	2	42,5943	o	12	186,9690	1		
V <sub>3</sub>	+0,08			+0,05						+0,1	0,01	1,59	0,02	h <sub>3</sub>	18,6064	3	18,6665	o	10	154,2980	5		
V <sub>4</sub>		-0,26								-0,3	0,09	1,28	0,12	h <sub>4</sub>	17,2762	7	17,2759	4	8	109,9233	o	m = $\sqrt{\frac{[pvv]}{7}}$	
V <sub>5</sub>		+0,24	-0,66							-0,4	0,16	1,38	0,28	h <sub>5</sub>	59,8706	8	59,8702	4	7	114,4072	1		
V <sub>6</sub>			+1,19							+1,2	1,44	0,77	1,11	h <sub>6</sub>	44,9164	2	44,9156	5	4	112,9998	6	m = $\sqrt{\frac{4,50}{9}}$	
V <sub>7</sub>			+0,72	+0,07						+0,8	0,64	1,08	0,82	h <sub>7</sub>	15,5588	o	-15,5646	8	2	201,4091	8		
V <sub>8</sub>				-0,04	-0,12					-0,2	0,04	2,22	0,09	h <sub>8</sub>	24,3445	4	24,3443	2	$\frac{2}{251}$	78,8904	o	m = $\sqrt{0,51}$	
V <sub>9</sub>				+0,05		-0,15				-0,2	0,04	1,92	0,08	h <sub>9</sub>	5,5058	3	5,5056	3	18	80,0794	4	m = $\pm 0,72$ mm	
V <sub>10</sub>				+0,05						0,0	0,00	2,66	0,00	h <sub>10</sub>	0,6288	6	0,6288	6	MCCXLII	80,7022	1		
V <sub>11</sub>					-0,10					-0,1	0,01	2,02	0,03	h <sub>11</sub>	4,5740	2	4,5739	1	37	94,3687	1		
V <sub>12</sub>				+0,13		+0,05				+0,2	0,04	2,00	0,02	h <sub>12</sub>	28,0968	1	28,0970	3	21	85,5720	7		
V <sub>13</sub>				-0,12			+0,25			+0,2	0,04	2,18	0,02	h <sub>13</sub>	0,8610	6	0,8612	2	26	92,2614	6		
V <sub>14</sub>				+0,19	-0,20					0,0	0,00	1,46	0,00	h <sub>14</sub>	6,6824	8	6,6824	8	28	91,4002	7		
V <sub>15</sub>					-0,15	+0,20				+0,1	0,01	1,92	0,02	h <sub>15</sub>	23,3135	1	23,3136	o	32	115,5750	6		
V <sub>16</sub>					+0,23		+0,19	+0,4		+0,4	0,16	1,23	0,20	h <sub>16</sub>	36,6842	2	36,6846	6	2	201,4091	8		
V <sub>17</sub>					-0,22					-0,2	0,04	1,32	0,05	h <sub>17</sub>	1,1832	6	1,1830	4					
V <sub>18</sub>						-0,18				-0,1	0,01	0,82	0,01	h <sub>18</sub>	1,5035	5	1,5034	4					
V <sub>19</sub>						-0,14	-0,57			-0,7	0,49	0,96	0,47	h <sub>19</sub>	21,5948	6	21,5926	8					
V <sub>20</sub>							-0,44			-0,6	0,16	1,25	0,20	h <sub>20</sub>	88,4157	8	88,4159	2					
V <sub>21</sub>							+0,94	+0,20	+1,0	1,00	0,98	0,02		h <sub>21</sub>	85,8391	1	85,8341	2					
V <sub>22</sub>							-0,57	-0,6		-0,6	0,36	0,42	0,45	h <sub>22</sub>	122,5193	5	122,5187	8					
f	+0,3	+0,1	+0,4	-1,3	+0,5	+0,7	-1,0	+2,4	-2,0														[pvv] = 4,59
Kf	-0,04	-0,03	-0,21	-0,11	-0,02	-0,20	-0,10	-0,30	-0,47														[pvv] = 4,66



Nivelmanski obrazac br. 10

Broj čvor- nog repera	Dati i čvorni reperi	Visine datih repera H	Broj vlak a	Duži- na vlak a L ukm	Teži- na vlak a $p = \frac{1}{L}$	Visinske raz- like dobivena nivelanjem		Visine čvornih repera				Po- prov- ke vis- razli- ke $\rho$ u mm	Primedbe	
						$\Delta h$		Približenja						
						1	2	3	4	5				
91	18	81,277	20	0,34	2,9	2-8	-	0,461	80,816	80,816	80,816			
	21	80,387	16	0,33	3,0	"	+	0,428	813	813	813		+ 3	$\pm \sqrt{\frac{10,4^2}{17-1}}$
	92		15	0,22	4,5	"	-	0,148	816	817	816		0	$\pm \sqrt{\frac{120,6}{21-3}}$
	93		14	0,37	2,7	2-8	+	0,572	817	818	817		- 1	$\pm \sqrt{9,26}$
					13,1	$\Delta h$	+	0,389	80,816	80,816	80,816			$\pm 3,0 \text{ mm/km}$
92	140	80,750	2	0,36	2,8	2-7	+	0,214	80,964	80,964	80,964		0	
	9	80,882	1	0,25	4,0	"	+	0,081	963	963	963		+ 1	
	94		4	0,19	5,3	2-7	+	0,478	968	965	965		- 1	
	91		15	0,22	4,5	2-8	+	0,148	964	964	964			
					16,6	$\Delta h$	+	0,321	80,965	80,964	80,964			
93	17	80,606	19	0,32	3,1	2-8	-	0,381	80,245	80,245	80,245		0	
	91		14	0,37	2,7	2-7	-	0,572	244	244	244			
	94		13	0,22	4,5	"	-	0,241	249	246	246		- 1	
	96		12	0,21	4,8	2-7	-	0,360	246	245	245		0	
					15,1	$\Delta h$	-	1,534	80,246	80,245	80,245			
94	141	80,396	3	0,32	3,1	2-7	+	0,094	80,490	80,490	80,490		- 3	
	95		6	0,20	5,0	"	-	0,225	486	487	487		0	
	93		13	0,22	4,5	"	+	0,241	487	486	486			
	92		4	0,19	5,3	2-7	-	0,478	487	486	486			
					17,9	$\Delta h$	-	0,368	80,487	80,487	80,487			
95	10	81,077	5	0,31	3,2	2-7	-	0,306	80,711	80,711	80,711		+ 1	
	98		8	0,28	3,6	"	-	0,568	712	711	711		+ 1	
	96		11	0,20	5,0	"	+	0,107	713	712	712		0	
	94		6	0,20	5,0	2-7	+	0,225	712	712	712			
					16,8	$\Delta h$	-	0,542	80,712	80,712	712			
96	16	81,026	18	0,26	3,8	2-8	-	0,420	80,606	80,606	80,606		- 1	
	93		12	0,21	4,8	2-7	+	0,360	606	605	605			
	95		11	0,20	5,0	"	-	0,107	605	605	605			
	97		10	0,18	5,6	2-7	-	0,792	604	605	605		0	
					19,2	$\Delta h$	-	0,959	80,605	80,605	80,605			
97	139	81,061	17	0,19	5,3	2-8	+	0,335	81,396	81,396	81,396		+ 1	
	96		10	0,18	5,6	2-7	+	0,792	397	397	397			
	98		9	0,23	4,4	2-7	+	0,119	399	398	399		- 1	
					15,3	$\Delta h$	+	1,246	81,397	81,397	81,397			
98	DCCXXV	82,446	7	0,38	2,6	2-7	-	1,168	81,278	81,278	81,278		+ 1	
	14	81,391	21	0,34	2,9	2-8	-	0,109	282	282	282		- 3	
	97		9	0,23	4,4	2-7	-	0,119	278	278	278			
	95		8	0,28	3,6	2-7	+	0,568	280	280	280			
					13,5	$\Delta h$	-	0,828	81,279	81,279	81,279			

d/ Izravnjenje mreže 2. reda

**Izravnjenje** Smatrajući da su uobičajeni načini izravnjenja po metodi mreže 2. reda poznati, ovde će se detaljno objasniti postupnih samo izravnjenje po metodi postupnih približavanja kao približavanja najpodesnijoj za ovu svrhu.

**Postupak**  
pri izravnanju

1. Izravnjenje se vrši u nivelmanskom obrascu br.10. 1.stubac ovog obrasca namenjen je za upisivanje brojeva čvornih repersa čije se visine izravnjavaju.

2. U 2. stubac upisuju se svi repersi sa kojima je odnosni čvorni reper vezan vlakovima /v.sl.77 i niv. obr.br.10. na strani 315 /. Kada su svi repersi upisani treba povući jednu horizontalnu liniju, pa izostaviti jedan red i tek onda pristupiti upisivanju podataka za drugi čvorni reper.

3. U 3. stubac se upisuju visine "datih" repersa. Njihove se vrednosti zaokrugljuju na milimetre.

4. Stubac 4. namenjen je za upisivanje brojeva vlakova; ovi se uzimaju sa skice /v.sl.77/. U 5. stubac se unose dužine vlakova; one se izražavaju u kilometrima sa dva decimalna mesta.

5. U 6. stupcu se računaju težine kao veličine recipročne dužinama tj.

$$p = \frac{1}{L}$$

Pri dnu stupca treba obrazovati zbir težina za sve vlakove koji se ukrštavaju u odnosnom reperu.

6. Stubac 7 služi za upisivanje visinskih razlika; one se upisuju sa odgovarajućim predznakom određujući ga prema skici, na kojoj je pravac penjanje označen strelicom.

Budući da sa visinske razlike vlakova koji povezuju čvorni repersi upisuju dvaput, to zbir svih upisanih visinskih razlika mora biti jednak zbiru visinskih razlika vlakova između čvornih i "datih" repersa.

Za navedeni primer treba da je

$$\sum [\Delta h_i] = \Delta h_1 + \Delta h_3 + \Delta h_5 + \Delta h_7 + \Delta h_{21} + \Delta h_{17} + \Delta h_{18} + \Delta h_{19} + \Delta h_{20} + \Delta h_{16} + \Delta h_2 \dots /v.sl.77/$$

Prednji zbirovi obrazovani iz upisanih visinskih razlika jednaki su; njihove je brojne vrednost - 1,675.

7. U stupcima 8-11 računaju se visine čvornih repersa. One se dobijaju kada se odgovarajuća visinska razlika doda ili visini „datog“ repersa ili približnoj visini čvornog repersa. Na primer za čvorni reper 91 dobivene su sledeće visine

$$(H_{91})_1 = H_{18} + \Delta h_{20} = 81,277 - 0,461 = 80,816$$

$$(H_{91})_2 = H_{21} + \Delta h_{16} = 80,387 + 0,426 = 80,813$$

$$(H_{91})_3 = H_{92} + \Delta h_{15} = 80,964 - 0,148 = 80,816$$

$$(H_{91})_4 = H_{93} + \Delta h_{14} = 80,245 + 0,572 = 80,817$$

Za prvu približnu visinu repers 91 uzima se opšta aritmetička sredina iz četiri nspred sračunste vrednosti tj.

$$H_{91,1 \text{ prib.}} = 80,810 + \frac{6 \cdot 2,9 + 3 \cdot 3,0 + 6 \cdot 4,5 + 7 \cdot 2,7}{13,1} =$$

$$= 80,810 + \frac{72,3}{13,1} = 80,816.$$

Na potpuno isti način računaju se prve približne vrednosti za ostale čvorne repere.

Računanje ovih vrednosti kao opštih aritmetičkih sredina vrši se neposredno u mašini za računanje, te se u obrazac upisuje samo rezultat.

8. Na sličan način računaju se druge približne visine. Razlike je samo u tome, što se za visine čvornih repers uzimaju njihove približne visine ali već određene kao opšte aritmetičke sredine. Prema ovom postupku druga približna visina repers 91 biće:

$$(H_{91})_1 = H_{18} + \Delta h_{20} = 81,277 - 0,461 = 80,816$$

$$(H_{91})_2 = H_{21} + \Delta h_{16} = 80,387 + 0,426 = 80,813$$

$$(H_{91})_3 = H_{92} + \Delta h_{15} = 80,965 - 0,148 = 80,817$$

$$(H_{91})_4 = H_{93} + \Delta h_{14} = 80,246 + 0,572 = 80,818$$

$$H_{91,2 \text{ prib.}} = 80,810 + \frac{6 \cdot 2,9 + 3 \cdot 3,0 + 7 \cdot 4,5 + 8 \cdot 2,7}{13,1} =$$

$$= 80,810 + \frac{79,5}{13,1} = 80,816.$$

9. Opisani postupak produžava se sve dotle dok razlike između visina dobivenih u prethodnom i narednom približavanju ne bude manja od 1 mm. Prema tome u navedenom primeru visine dobivene u drugom približavanju mogle bi se uzeti kao definitivne. Ovo bi bilo potpuno ispravno, jer su visine sračunste u trećem približavanju identične sa visinama drugoga.

10. Najzad se računaju popravke za visinske razlike /12. stubac/ i srednja greška jedinice težine. Ova se računa po formuli

Računanje  
srednje  
greške

$$m = \pm \sqrt{\frac{[pf^2]}{N-U}} \dots /v.str.267-268/$$

Zbir proizvoda kvadrata popravki i težina tj.  $[pf^2]$  računa se neposredno u mašini.

N. Katalog gradskih nivelmanskih repere

Čl. 7o

Katalog repere / nivel.obrazac 8<sup>b</sup> / treba da sadrži sledeće podatke:

Podaci koji se unose u katalog

- 1/ broj repere,
- 2/ tip repere,
- 3/ skicu objekta u koji je reper usadjen, / sa odmeranjima a po mogućnosti i fotografijom/,
- 4/ opis njegovog položaja,
- 5/ red mreže kojoj pripada,
- 6/ apsolutnu visinu,
- 7/ datum postavljanja.

Na prvoj strani kataloga treba nacrtati skice repere /sa dimenzijama/ i označiti kome tipu odnoshi reper pripada.

Primer nivelm. obr. 8<sup>b</sup>

Kao primer navodi se izvadak iz kataloga repere za grad N.

Nivelmanski obrazac br 8<sup>b</sup>

Str. 16

Broj repere	Tip repere	Skica objekta u koji je reper usaden	Opis položaja repere	Red mreže kojoj pripada	Apsolutna visina H u m	Datum postavljanja	Primedba
91	II		Ulica Stevana Knudana br. 38. Jugo zapadna strana zgrade Mendel Gašpara	2	80,816	18.7.1956	
92	II		Ulica Žilinskog Endre br. 27. Severo istočna strana zgrade Horvat Petera. Ugao ulica Endre Žilinskog i Stevana Knudanina	2	80,964	18.7.1956	

## Prilozi

Odredbe Pravilnika zasnovane su na gradskoj trigonometrijskoj, poligonometrijskoj i nivelmanskoj mreži postavljenoj, odredjenoj i sračunatoj godine 1954, 1955 i 1956 u Pančevu, Sremskim Karlovcima, Vršcu i Bečeju. Pomenuti osnovni radovi vršeni su u Sr. Karlovcima po trećoj skali tačnosti, a u ostalim gradovima - po drugoj skali.

Za ocenu tačnosti postignute u ovim radovima navode se sledeći podaci.

### A. Triangulacija

1. Srednja greška ugla merenog u jednom girusu a sračunata iz odstupanja  $\delta$  od aritmetičke sredine po formuli

$$m_{\theta} = \pm \sqrt{\frac{[\delta^2]_1 + [\delta^2]_2 + \dots + [\delta^2]_N}{(n_1 + n_2 + \dots + n_N) - N}} \quad /v. \text{ čl. 23/$$

iznosi

za Pančevo	$\pm$	1,3	} Prema čl. 23 Pravilnika srednja greška ugla merenog u jednom girusu ne sme biti veća od $\pm 1,5$ .
" Sr. Karlovce	$\pm$	1,1	
" Vršac	$\pm$	0,9	
" Bečej	$\pm$	1,0	

U prednjoj formuli znače :

$[\delta^2]$  - zbir kvadrata odstupanja  $\delta$  za 1, 2, ..., N uglova;

$n$  - broj girusa u kojima je meren 1, 2 ... N uglova;

$N$  - broj merenih uglova.

2. Prosečan broj  $n_{\theta}$  girusa u kojima je meren svaki ugao je

$n_{\theta} = \frac{[n]}{N}$	za Pančevo	8,3	} U čl. 22 Pravilnika stoji: "Uglovi se mere u šest girusa ... Broj girusa može se povećati ako se iz pret hodnog ispitivanja
	" Sr. Karlovce	6,5	
	" Vršac	6,2	
	" Bečej	6,6	

tačnosti utvrdi da je to povećanje potrebno.

3. Srednja greška ugla merenog u  $n_{\theta}$  girusa tj.

$$m = \pm \frac{m_0}{\sqrt{n_0}}$$

iznosi: za Pančevo	±	0,45
" Sr. Karlovce		0,44
" Vršac		0,34
" Bečeaj		0,39

4. Srednja greška merenog ugla računata iz grešaka zatvaranja horizonta po formuli

$$m_H = \pm \sqrt{\frac{m_{H_1}^2 + m_{H_2}^2 + \dots + m_{H_N}^2}{N}}$$

$$m_{H_1} = \frac{f_1}{\sqrt{n_1}}; \quad m_{H_2} = \frac{f_2}{\sqrt{n_2}} \dots \dots m_{H_N} = \frac{f_N}{\sqrt{n_N}}, \quad /v, \text{ čl. 23/$$

gde su:

$f$  - greška zatvaranja horizonta;  
 $n$  - broj uglova koji zatvaraju horizont i  
 $N$  - broj stanica,

iznosi:

za Pančevo	±	0,87
" Sr. Karlovce		0,74
" Vršac		1,00
" Bečeaj		1,08.

5. Srednja greška merenog ugla računata iz grešaka zatvaranja trouglova po formuli

$$m_T = \pm \sqrt{\frac{\omega^2}{3n}}$$

gde su:

$\omega$  - greška zatvaranja trougla i  
 $n$  - broj trouglova,

iznosi: za Pančevo	±	1,6
" Sr. Karlovce		1,1
" Vršac		1,5
" Bečeaj		2,2.

6. Srednje greške pravca računata iz popravki dobivenih pri izravnanju mreže po formuli

$$m_p = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{N-3n}},$$

gde je :

$[v^2]$  - zbir kvadrata popravki pravaca;  
 $N$  - ukupan broj pravaca i  
 $n$  - broj tačaka

iznose:

za Pančevo	± 1,8	/maksimalna popravka	4,1/
" Sr. Karlovce	2,9	"	" 6,1/
" Vršac	2,4	"	" 5,1/
" Bečej	2,6	"	" 5,2/.

Po čl. 31 maksimalne popravke pravca mogu da iznose:

6" za gradove čiji se premer vrši po 2. skali i  
7" " " " " " " " 3 " tačnosti

7. "Konstanta k mreže" sračunata kao proizvod iz prosečne dužine pravca i njegove srednje greške je

za Pančevo	$k = d_{okm} \cdot m_p = 4,2 \cdot 1,8 = 7,6$
" Sr. Karlovce	$= 3,5 \cdot 2,9 = 10,2$
" Vršac	$= 3,2 \cdot 2,4 = 7,7$
" Bečej	$= 3,3 \cdot 2,6 = 8,6.$

8. Srednje greške koordinata i srednje vrednosti velike i male poluosovine srednje elipse grešaka navedene su u priloženoj tablici.

Grad	Srednja greške koordinata		Poluosovine		Maksimalne dozvoljene vrednosti velike poluosovine po čl. 31
	$M_y$ cm	$M_x$ cm	velika $A_m$ cm	mala $B_m$ cm	
Pančevo	± 1,7	± 1,6	± 2,1	± 1,4	± 5 cm
Sr. Karlovci	3,7	3,4	4,2	3,1	6
Vršac	.	.	.	.	5
Bečej	2,8	2,7	3,0	2,4	5

Srednje vrednosti poluosovina sračunate su po formulama

$$A_m = \pm \sqrt{\frac{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}{n}}$$

$$B_m = \pm \sqrt{\frac{B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_n^2}{n}}$$

gde je n broj tačaka.

B. Poligonometriška mreža 1. reda

Podaci za opštu karakteristiku poligonometriških mreža 1. reda kao i podaci za ocenu njihove tačnosti dati su u priloženim tablicama.

Opšta karakteristika mreža 1. reda

Grad	Ukupna dužina mreže m	Broj zatvorenih poligona	Prosečni opseg poligona km	Broj izvornih tačaka	Broj vlakova	Prosečna dužina vlaka m	Prosečna dužina strane m
Pančevo	32 082	10	3,5	13	29	1106	197
Sr. Karlovec	21 954	14	2,2	20	38	578	154
Vršac	39 327	20	2,9	22	49	792	194
Bečej	35 823	14	3,1	21	44	814	190

Tačnost mreža

Grad	Uglavna merenja		Linearna merenja				
	Srednja greška prelomnog i veznog ugla $m_{\beta}^*)$	Najveća popravka ugla $v_{max}$	Koficijent uticaja		Srednja relativna dužina greška vlaka $m_{L.R}$	Prosečna relativna greška mreže $m_{R.P}$	Najveća relativna greška vlaka $m_{R.max}$
			systematskih grešaka $\lambda$	slučajnih grešaka $\mu$			
Pančevo	3,6	2,8	0,000 018	0,001 5	1: 15 845	1: 18 638	1: 9 172
Sr. Karlovec	3,3	3,0	0,000 012	0,001 6	1: 12 844	1: 12 800	1: 6 049
Vršac	2,7	2,4	0,000 010	0,001 3	1: 18 144	1: 18 868	1: 9 759
Bečej	4,7	3,7	0,000 036	0,001 3	1: 12 311	1: 14 825	1: 8 066

\*)

Greške  $m_{\beta}$  sračunata je po formuli

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{t}}$$

/v.str.204/



C. Nivelmanska mreža 1.reda

Nivelman grada Pančeva izvršen je ranije, te sada nivelmanski radovi nisu vršeni. Podaci koji karakterišu nivelmansku mrežu u Sr.Karlovcima, Vršcu i Bečeju dati su u priloženoj tablici U istoj tablici navedene su i srednje ukupne greške niveliranja po kilometru, sračunate iz popravki dobivenih pri izravnanju mreže. One su sračunate po formuli

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{[\rho v^2]}{t}},$$

de je t broj uslovnih jednačina.

Karakteristika nivelmanske mreže 1.reda

Grad	Broj poligona	Prosečni opseg poligona km	Dužina mreže km	Broj vlakova	Prosečna dužina vlakova km	Srednja ukupna greška niveliranja po kilometru $\sigma$
Sr. Karlovci	9	3,4	20,89	42	0,95	$\pm 0,72 \text{ mm/km}$
Vršac	17	3,2	34,93	40	0,87	0,68
Bečej	15	3,7	36,57	37	0,99	0,69

Prilažu se :

a/ karte gradskih trigonometrijskih mreža Pančeva, Srem. Karlovaca, Vršca i Bečeja;

b/ skice gradskih poligonometrijskih mreža 1.reda Pančeva, Vršca i Bečeja i

c/ šeme gradskih nivelmanskih mreža Srem. Karlovaca, Vršca i Bečeja

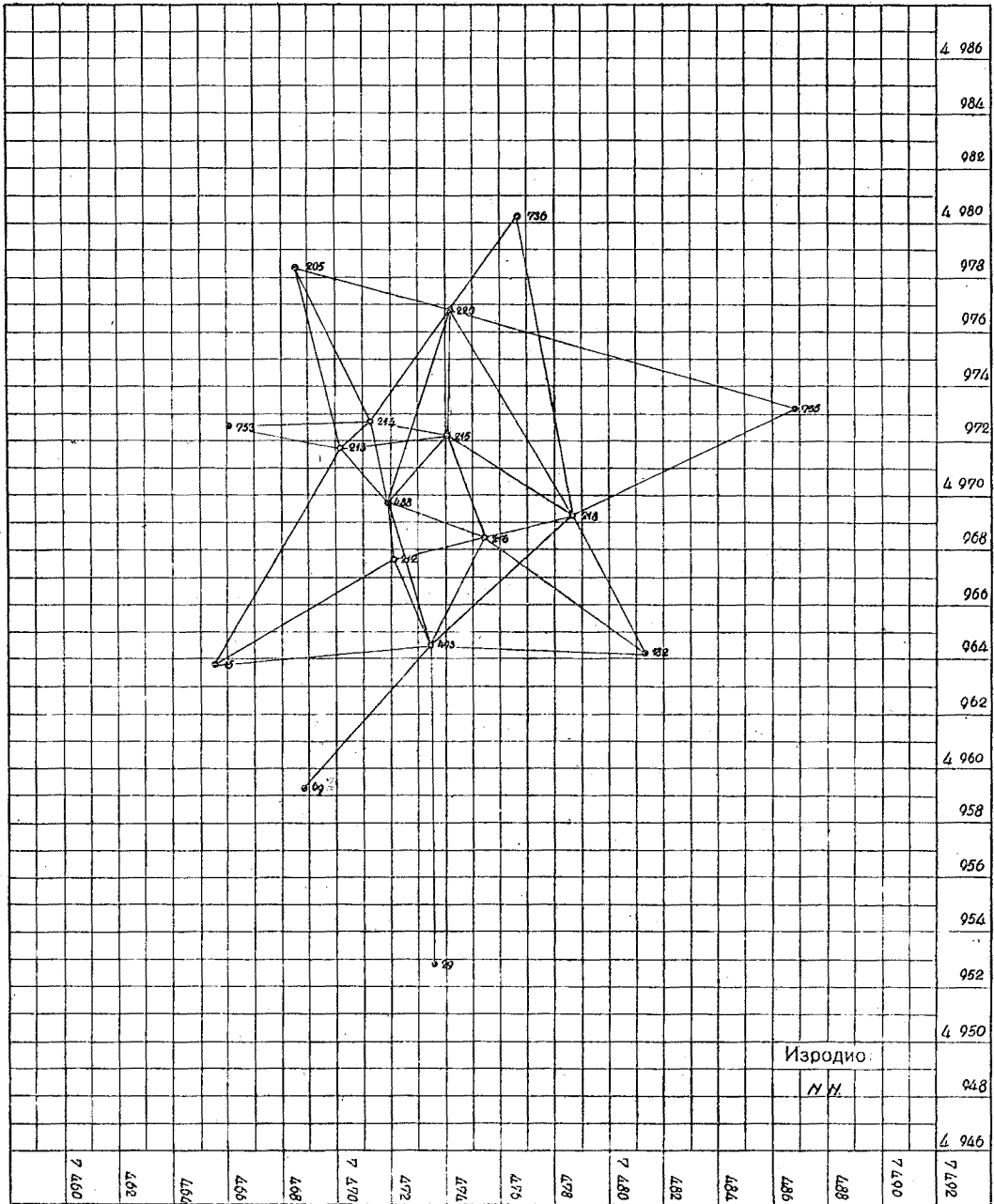
NAPOMENA. Prilozi pod a/ i c/ u štampi svedeni su na razmeru 1 : 240 000, zbog smanjivanja pri reprodukciji, dok su originali iscrtani u razmeri 1 : 200 000.



Карта градске тригонометриске мреже

Н. о. Панчево

Размера 1:200 000



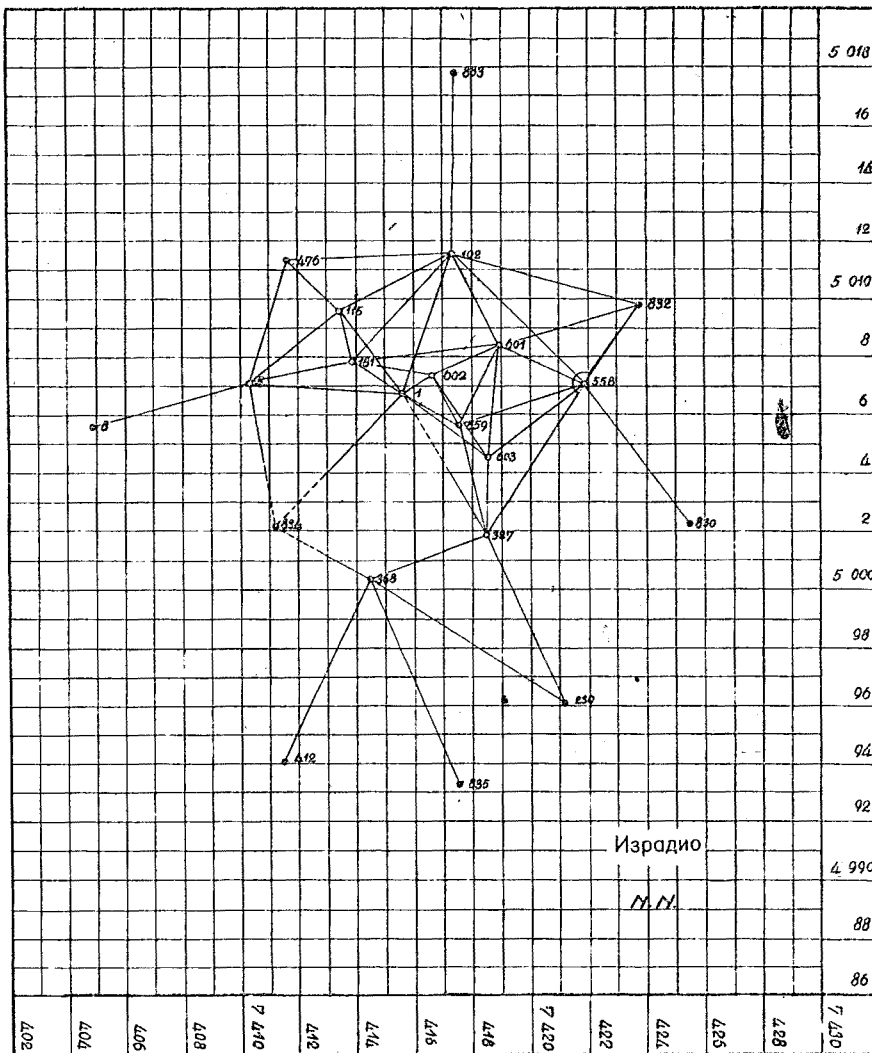
НАПОМЕНА Знаци за дате тачке — кружићи испуњени тачкицама — и њихове нумере исцртавају се односно исписују на оригиналу црвеним тушем.



Карта градске тригометричне мреже

К. о. Срем. Карловци

Размера 1:200 000

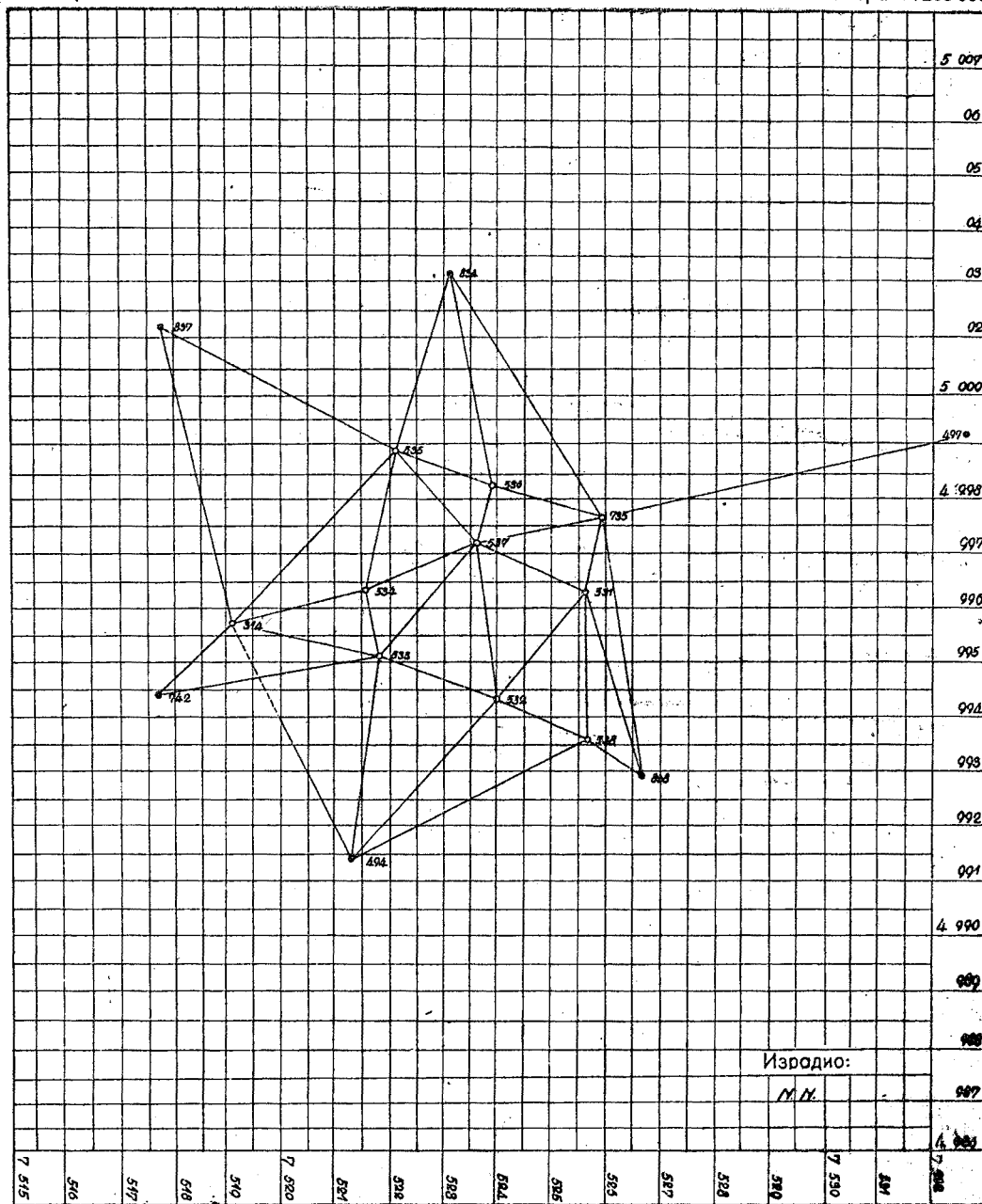




Карта градске тригонометриске мреже

Н. о. Вршац

Размера 1:200 000



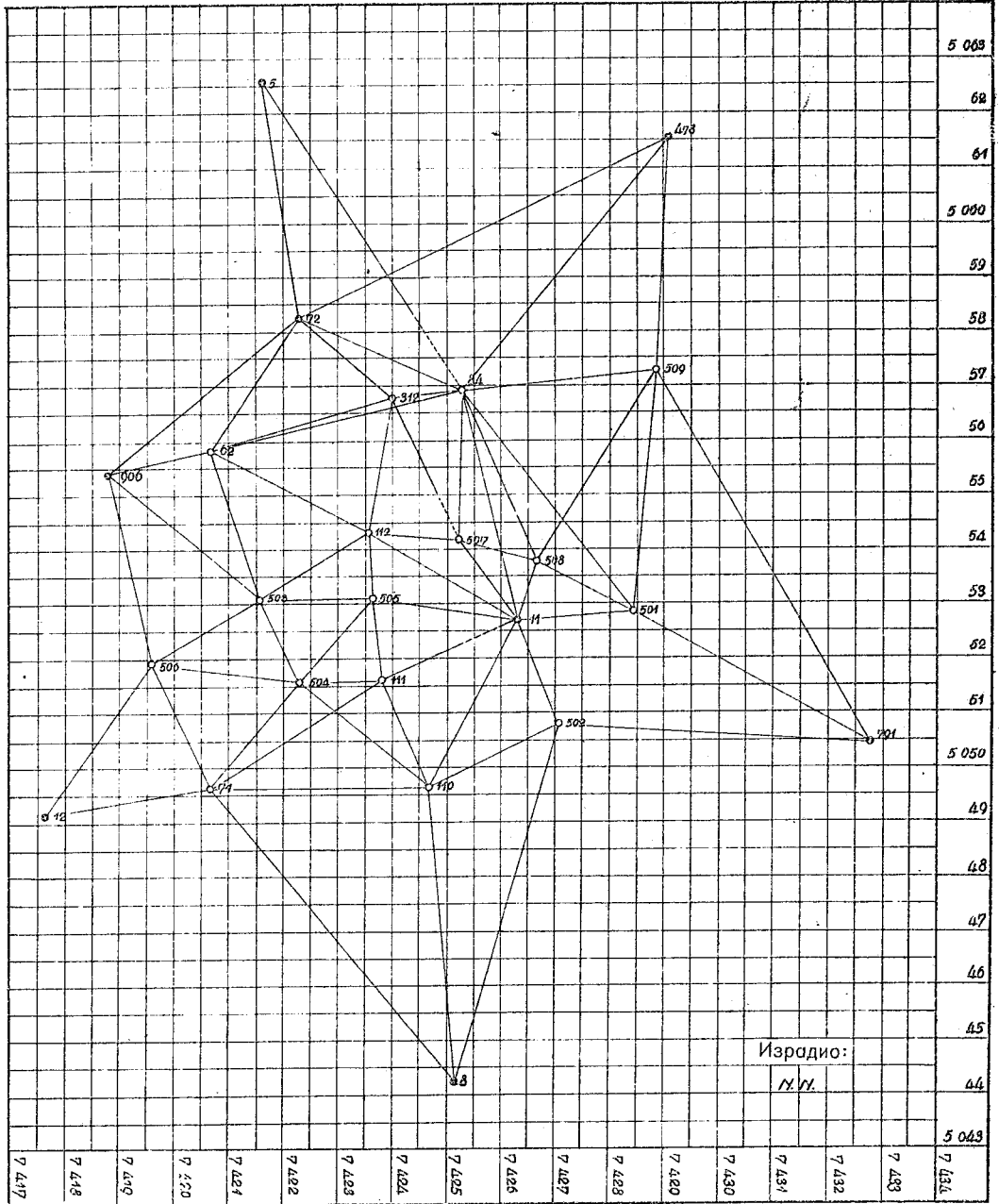




Карта градске тригонометриске мреже

Н. о. Бечеј

Размера 1:200000

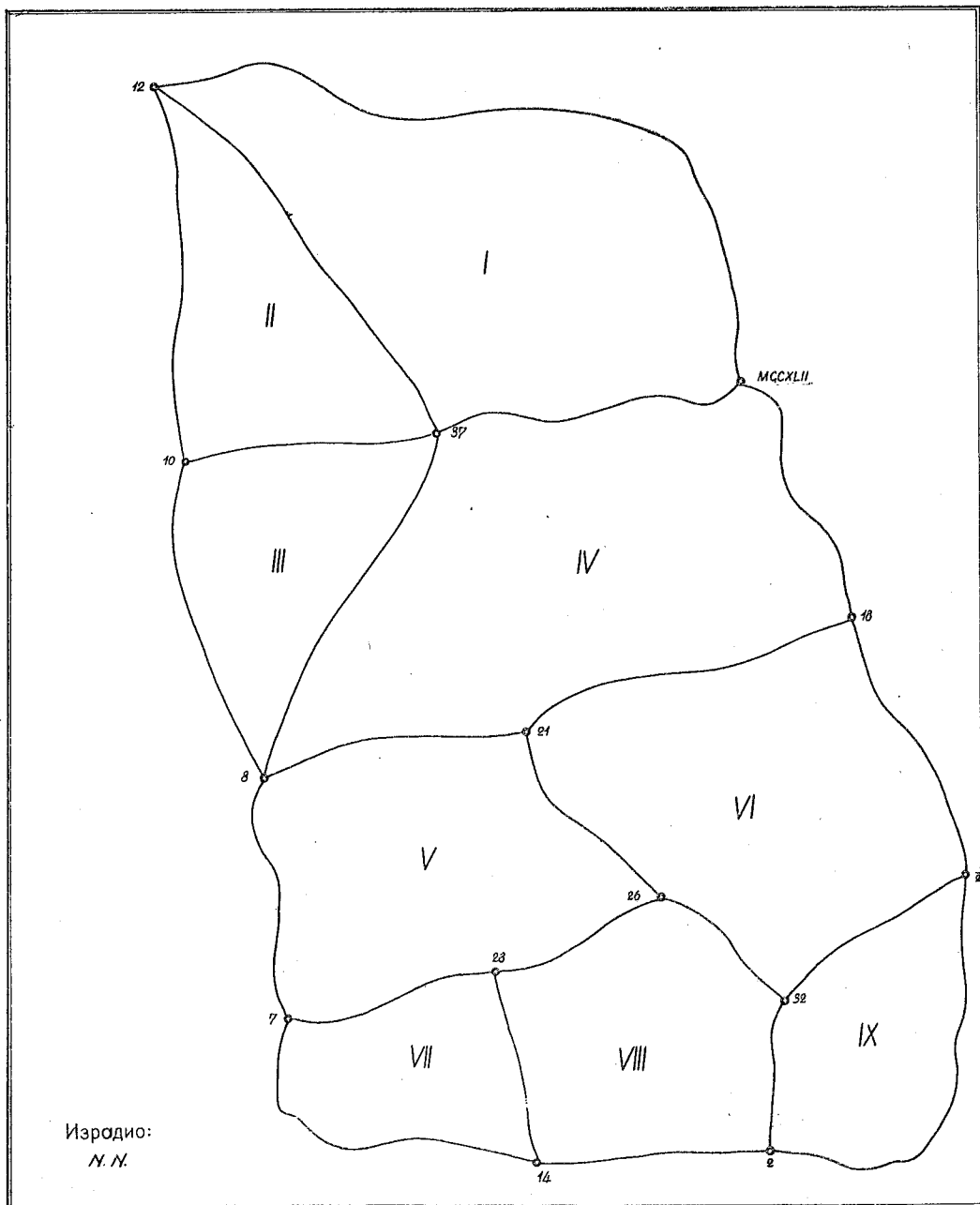




### Шема градске нивелманске мреже

Н. о. Срем. Карловци

Приближна размера 1 : 200 000

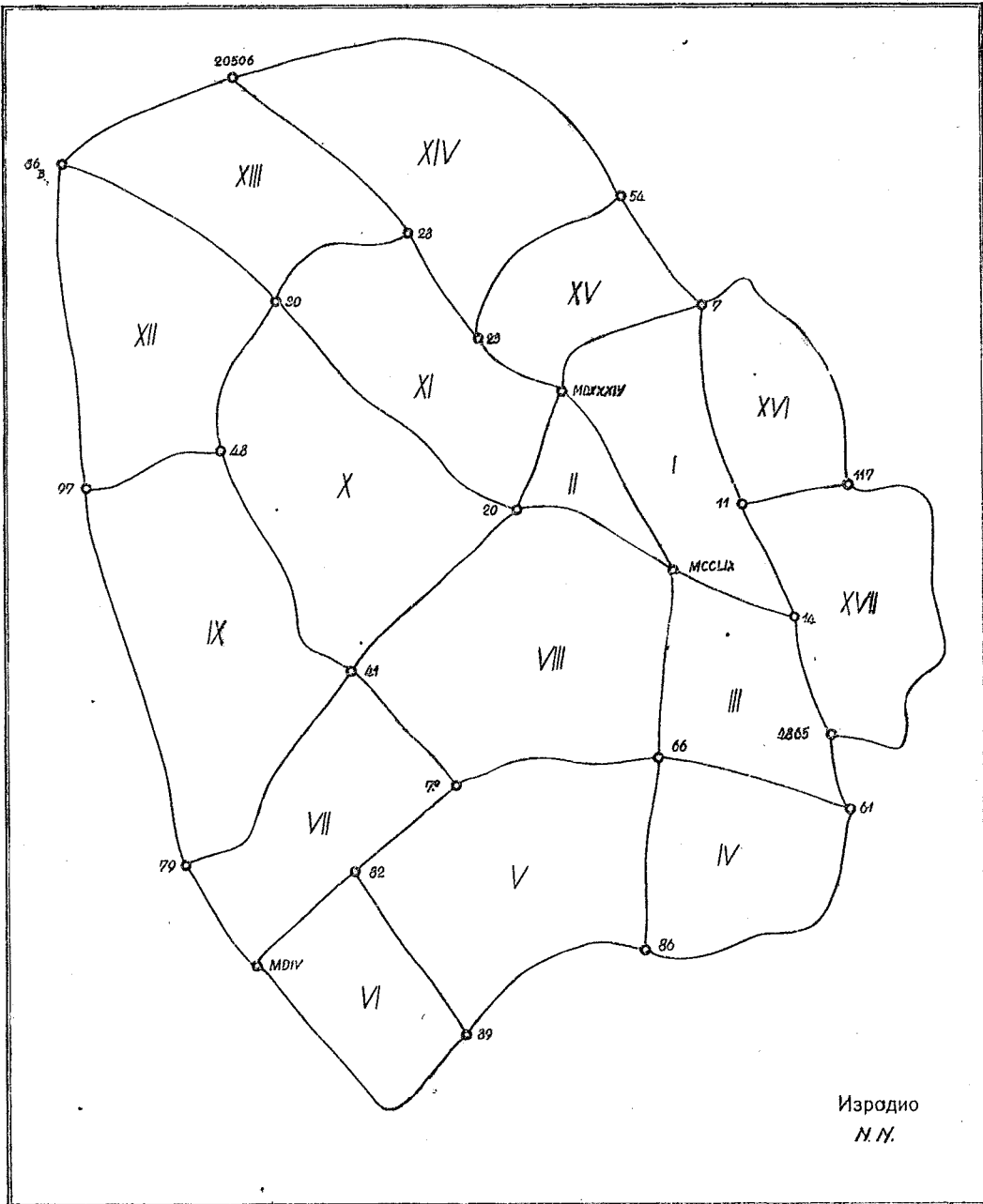




Шема градске нивелманске мреже

Н. о. Вршац

Приближно розмеро 1:200000

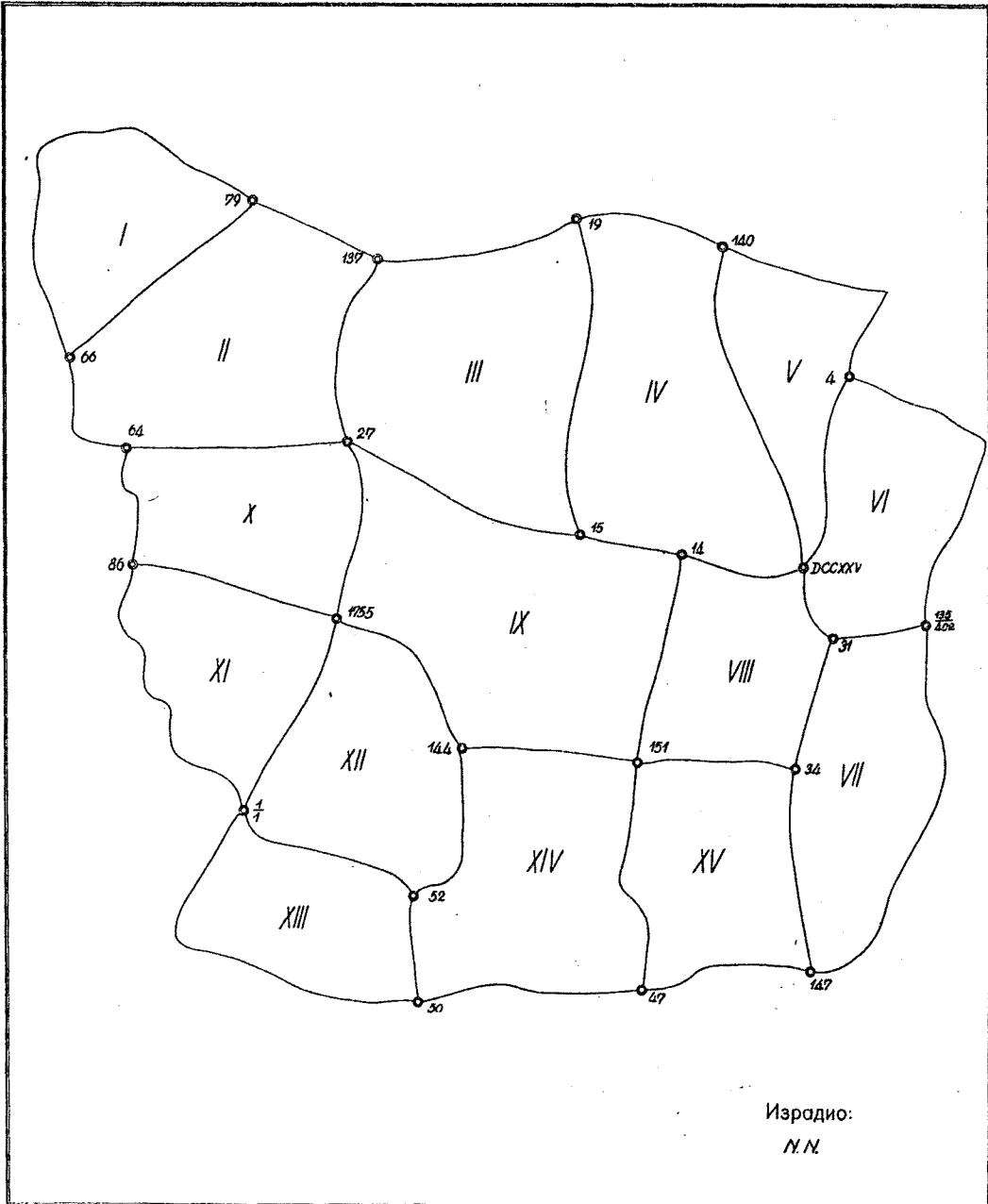




Шема градске нивелманске мреже

Н. о. Бечеј

Приближна размера 1 : 200 000







# SADRŽAJ

Čl.	P R E D M E T	Strana
	Osnova premera	
1	Osnovni radovi i osnova gradskog premera	1
	<b>I. Trigonometrijska mreža</b>	
	A. Opšte odredbe	
2	Obavezno uključivanje gradske mreže u državni koordinatni sistem	1
3	Osnova za razvijanje gradske mreže	2
4	Uključivanje u gradsku mrežu postojećih tačaka 3. i 4. reda	2
5	Područje gradske trigonometrijske mreže	2
6	Tačke gradske mreže su tačke mreže istog reda	2
7	Gustina gradske mreže	2
8	Prelazna zona	2
	B. Projektovanje i rekognosciranje mreže	
9	Skica za projektovanje mreže. Frikupljanje podataka za projektovanje mreže. Projektovanje mreže na području gradjevinskog reons. Projektovanje tačaka prelazne zone. Mreža bez prelazne zone i u velikim gradovima. Približni član određivanja tačaka	4
10	Prvo rekognosciranje	5
11	Definitivan projekat mreže	6
12	Drugo rekognosciranje. Određivanje tačke putem direktnih i indirektnih merenja. Prenosenje koordinata na tačku pogodnu za vezivanje poligonometrijske mreže. Rekognosciranje tačaka koje se obeležavaju ekscentrično. Privremeno signalisanje tačaka.	7
13	Definitivan plan određivanja tačaka	8
14	Granične vrednosti prosečnih dužina strana	9

Čl.	P R E D M E T	Strana
	<b>C. Signalisanje tačaka</b>	
15	Signalisanje piramidama. Viziranje na piramide i na heliotrope. Viziranje na crkvene tornjeve. Viziranje na fabričke dimnjake. Signalisanje tačaka na zgradama. Postavljanje značaka na drveću.	10
	<b>D. Obeležavanje tačaka</b>	
16	Obeležavanje tačaka van uzidanog dela grada. Obeležavanje tačaka u uzidanom delu grada. Opis položaja trigonometrijskih tačaka.	11
	<b>E. Merenje horizontalnih uglova</b>	
17	Metode merenja uglova	12
18	Teodoliti i njihovo ispitivanje. Ispitivanje kretanja alhidada. Određivanje run'a i rektifikacija mikroskopa. Ispitivanje nepomičnosti limba.	12
19	Merenje pojedinih uglova	17
20	Dvostruka merenja pojedinih uglova	17
21	Ansliziranje izvršenih merenja	18
22	Broj girusa	18
23	Prethodna ocena tačnosti izvršenih merenja. Maksimalna dozvoljena razlika između polugirusa. Maksimalna srednja greška ugla merenog u jednom girusu. Trigonometrijski obrazac br. 1. Trigonometrijski obrazac O.T. Pregled rezultata radi utvrđivanja da li izvršena merenja odgovaraju zakonu slučajnih grešaka. Slučaj kada merenja odgovaraju zakonu slučajnih grešaka i slučaj kada ne odgovaraju tome zakonu. Izvršenje naknadnih merenja. Poništavanje pojedinih girusa i zamena novim merenjima. Zatvaranje horizonta. Trigonometrijski obrazac Z.H. Granične vrednosti greške zatvaranja horizonta. Slučaj kada je greška zatvaranja horizonta veća od njene granične vrednosti.	19
	<b>F. Određivanje elemenata ekscentriciteta</b>	
24	Načini određivanja elemenata ekscentriciteta	29
25	Mikrotrigonometrijska mreža. Trigonometrijski obrazac E.E. Osnovički poligonski vlak. Merenje uglova u mikrotrigonometrijskoj mreži. Trigonometrijski obrazac 2. Merenje strana u osnovičkom poligonskom vlatu. Direktno merenje pantijikom. Komparisanje pantijika. Postupak pri merenju. Indirektno merenje strana osnovičkog poligonskog vlaka. Postupak pri indirektnom merenju strana. Merenje paralaktičnih uglova. Trigonometrijski obrazac 1 <sup>o</sup> P. Računanje koordinata osnovičkog poligonskog vlaka. Trigonometrijski obrazac 19. Slučaj slepog vlaka.	29

Č1	P R E D M E T	Strana
	Slučaj zatvorenog poligona. Računanje i izravnanje koordinata tačaka mikrotrigonometrijske mreže. Maksimalne greške koordinata.	
26	Računanje elemenata ekscentriciteta.	39
	G. Svodjenje ekscentrično opažanih pravaca na centar	
27	Računanje popravki za svodjenje ekscentrično opažanih pravaca na centar odnosno signal. Trigonometrijski obrasci 8,5 E i E/a/. Kontrolno računanje popravki. Trigonometrijski obrasci 4E i 4 <sup>2</sup> E. Tačnost računanja.	39
	H. Računanje i izravnanje koordinata tačaka gradske trigonometrijske mreže	
28	Izravnanje mreže na području proširenog građevinskog rejonu. Načini izravnanja.	48
29	Ponovno orijentisanje pravaca na datim tačkama. Trigonometrijski obrazac 5.	48
30	Izravnanje koordinata tačaka gradske trigonometrijske mreže. Težine spoljnih i unutarnjih pravaca.	48
31	Maksimalne popravke pravaca i poluosovine srednje elipse gešaka.	50
	<b>2. Poligonometrijska mreža</b>	
	A. Klasifikacija mreže	
32	Klasifikacija poligonometrijske mreže	50
	B. Skale tačnosti poligonometrijske mreže	
33	Skale tačnosti poligonometrijske mreže. Maksimalne relativne greške. Formula za računanje relativne greške vlaka.	50
	C. Razvijanje gradske poligonometrijske mreže	
34	Osnovni princip razvijanja gradske poligonometrijske mreže.	51
35	Metoda razvijanja mreže 1. reda. Karakteristični podaci za pravilno razvijenu mrežu 1. reda. Izravnanje poligonometrijske mreže 1. reda. Razvijanje mreže 2. reda. Maksimalne dužine strana i vlakova mreže 2. reda. Karakteristične osobine mreže 2. reda. Izravnanje mreže 2. reda. Razvijanje poligonometrijske mreže 3. reda. Maksimalna dužina strane i vlaka. Najveći broj strana u vlakcu.	51

Čl.	P R E D M E T	Strana
	D. Dozvoljena izlomljenost vlakova	
36	Postavljanje zahteva da vlak bude što razvučeniji. Postizanje razvučenosti vlaka uvodjenjem računskih strana. Zona vlaka. Određjivanje širine zone. Dozvoljene širine zona. Tablice dozvoljenih širina zona. Primeri upotrebe tablica. Sužavanje zone uvodjenjem računске strane. Izlomljeni vlakovi. Dvostruka merenja izlomljenih vlakova. Tablice maksimalnih razlika između dvostrukih merenja uglova i strana.	53
	E. Projektovanje i rekognosciranje gradske poligonometrijske mreže	
37	Projektovanje mreže 1. reda. Prvo rekognosciranje. Izrada definitivnog projekta. Projektovanje mreže 2. reda. Neposredno rekognosciranje vlakova mreže 3. reda.	60
38	Zahtevi koji se postavljaju pri rekognosciranju poligonometrijske mreže. Pravila kojima se treba rukovoditi pri rekognosciranju. Mreža 1. reda. Mreža 2. reda. Mreža 3. reda. Zahtevi za postizanje potrebne tačnosti u merenju uglova i strana. Korišćenje poligonometrijskih strana za snimanje detalja. Postavljanje tačaka na zaštićenim mestima.	61
	F. Obeležavanje i signalisanje poligonometrijskih tačaka	
39	Obeležavanje poligonometrijskih tačaka. Obeležavanje tačaka u uzidanom delu grada. Tipovi belega. Donje /podzemne/ belega.	62
40	Opis položaja poligonometrijskih tačaka. Trigonometrijski obrazac 27. Podaci koji služe za pronalaženje tačaka. Podaci o obeležavanju tačaka.	63
41	Signalisanje poligonometrijskih tačaka. Signalisanje tačaka u mreži 1. reda. Signalisanje tačaka mreže 2. reda. Signalisanje tačaka ukopanih ispod kaldre. Signalisanje tačaka mreže 3. reda.	63
	. Merenja u poligonometrijskoj mreži a/ Uglovna merenja	
42	Tip teodolita za gradsku poligonometrijsku mrežu. Ispitivanje teodolita. Ispitivanje nepomičnosti limba. Ispitivanje uređjaja za optičko centrisanje. Ispitivanje uređjaja vezanih za alhidadu. Ispitivanje uređjaja vezanih za limb. Kontrola ispravnosti optičkih viskova.	66
43	Metoda merenja prelomnih i vezanih uglova. Broj girusa	67

Čl.	P R E D M E T	Strana
	oznaka R.U. Postupak pri registrowanju. Podaci koji se unose u registar. Računanje prepolovljenih vrednosti paralaktičnih uglova i kontrola ovog računanja.	
	4. Zatvaranje horizonta na trigonometrijskim i čvornim tačkama. Slučaj kada se vezni uglovi izravnavaju.	130
	5. Orijehtisanje pravaca na datim tačkama. Računanje orijentacionog ugla. Maksimalne razlike između pojedinih vrednosti orijentacionog ugla.	130
	6. Odredjivanje faktora $q$ radi eliminisanja grešaka prouzrokovanih netačnošću dužina letve. Razlozi za odredjivanje faktora $q$ . Način odredjivanja faktora $q$ . Postupak pri odredjivanju. Računanje popravki.	131
	7. Računanje dužina strana odredjenih merenjem paralaktičnih uglova. Kontrolno računanje strana. Trigonometrijski obrazac 13 P. Poligonometrijski obrazac M.K.	136
	8. Svodjenje strana na nultu nivosku površinu. Formule za računanje popravki. Upotreba konstantnog poluprečnika krivine. Trimena tablica. Trigonometrijski obrazac br.18R.	141
	9. Računanje strana po sinusnoj i tangentnoj teoremi. Trigonom. obrasci br 13 i br.14. Kontrolno računanje strana.	143
	10. Računanje strana iz lanca trouglova. Način odredjivanja dužine strane iz lanca i njegova preimućstva. Izravnanje merenih uglova.	145
	11. Izrada skica poligonometrijske mreže. Razmera skice. Uočljivost i jednostavnost skice. Prilog skici poligonomet. mreže. Označavanje poligonomet. vlakova i strana. Skica poligonomet. mreže 2.1 3. reda.	153
	12. Ispitivanje razvučenosti vlakova. Postupak pri ispitivanju. Primeri ispitivanja.	153
	13. Obrada merenja izvršenih pantljikom. Obrazac 18 P. Podaci o pantljici. Upisivanje podataka merenja. Nepopravljene ukupne dužine. Okolnosti i prilike pri merenju. Popravke koje se dodaju rezultatima merenja i tablica. Razlika dvostrukih merenja i sredine iz oba merenja. Ponavljanje izvršenih merenja. Kontrolisanje obrasca 18 P. Preporuka da se pri merenju strana "nazad" upotrebi druga pantljika. Računanje popravki za svodjenje na horizont/obrazac 18 P/. Kontrola redukcija i defektivnih dužina.	158
	14. Odredjivanje modula $M$ kojim treba množiti koordinate trigonometrijskih tačaka geodetske mreže da bi se odstranila deformacija projekcija.	166

Čl.	P R E D M E T	Strana
	<p>Postupak pri merenju. Uzimanje završne vizure. Hod kolimacione greške. Računanje definitivnih vrednosti merenih uglova. Računanje srednjih grešaka merenih uglova. Maksimalne greške. Povećanje broja girusa. Merenje veznih uglova na trigonometrijskim tačkama. Merenje veznih uglova na čvornim tačkama. Trigonometrijski obrasci 1P, 2, 5 i V.T. Slučaj kada se vezni uglovi ne izravnavaju i slučaj kada se izravnavanje po uslovu horizonta. Načini izravnjenja. Maksimalne greške zatvaranja horizonta. Mreža 1. reda. Mreža 2. reda. Mreža 3. reda.</p>	
	<p>b/ Merenje dužina</p>	
44	<p>Određjivanje dužina strana u poligonometrijskoj mreži 1, 2 i 3 reda.</p>	72
45	<p>Karika paralaktične poligonometrije. Normalni tip kerike /Gastova karika/. Varijanta Gastove karike. Tipovi kerika sa osnovicom koja služi za određjivanje dužine samo jedne strane. Danilovljeva karika.</p>	74
46	<p>Merenje osnovice. Metode merenja paralaktičnih uglova. Šema pomeranja limba pri merenju paralaktičnih uglova. Formula za određjivanje relativne greške osnovice. Tablica minimalnih paralaktičnih uglova i njihovih maksimalnih srednjih grešaka. Formule za računanje srednje greške paralaktičnog ugla. Naknadna merenja paralaktičnih uglova. Deljenje osnovice u dva dela. Načini merenja osnovice podeljene u dva dela. Merenje paralaktičnih uglova radi određjivanja dužina strana vlska. Teoretska tačnost u određjivanju dužina strana. Tablica srednjih relativnih grešaka strana, minimalnih paralaktičnih uglova i njihovih maksimalnih srednjih grešaka.</p>	75
47	<p>Merenje dužina strana u vrlo uzanim ulicama. Podela strana na otečke. Tablica maksimalnih dužina otečaka i srednjih grešaka paralaktičnih uglova. Primer merenja strane podeljene na otečke.</p>	81
48	<p>Merenje poligonometrijskih strana pantljikom. Tip pantljike za gradski premer. Tačnost čitanja na pantljici. Komparisanje pantljike i određjivanje veličine istežanja</p>	82
49	<p>Komparisanje pantljika pomoću Ženevskog lenjira. Opis lenjira. Jednačina lenjira. Priprema pantljike za komparisanje. Postupak pri komparisanju pantljike. Tok rada pri komparisanju. Primer komparisanja jedne pantljike. Obrada podataka komparisanja. Tablica popravki za netačnost nominalne dužine pantljike. Tablica popravki za temperaturu. Komparisanje pantljike na terenskom-poljskom komparatoru. Opis komparatora. Postupak pri komparisanju. Primer komparisanja jedne pantljike. Komparisanje pantljike na zidnom komparatoru sa skalama. Opis komparatora. Određjivanje dužine komparatora.</p>	83

Čl.	P R E D M E T	Strana
50	<p>Komparisanje pantljika na zidnom komparatoru. Primer odredjivanja dužine zidnog komparatora i komparisanja pantljike</p> <p>Merenje strana pantljikom. Izvori grešaka. Odredjivanje graničnih vrednosti grešaka. Princip podjednakih uticaja i njegova primena. Granične vrednosti greške komparisanja. Greška slinjanja i njene granične vrednosti. Greške prouzrokovane reljefom. Granična vrednost greške usled lančanice. Maksimalna strela lančanice. Računanje veličine strele. Tablica stvarnih i dozvoljenih veličina strele lančanice. Popravke za lančanicu. Tablica popravki za lančanicu. Uticaj ispušćenosti terena. Greške usled izvijanja pantljike i njihove granične vrednosti. Greške prouzrokovane nagutnošću terena. Tablica vrednosti visinskih razlika, koje se mogu zanemariti. Tablica vrednosti visinskih uglova koji se mogu zanemariti. Tablica maksimalnih grešaka u merenju visinskih razlika. Tablica maksimalnih grešaka visinskih uglova. Greške izazvane temperaturnim promenama. Tablica maksimalnih grešaka u određivanju temperature pantljike. Greške usled nepravilnog zatezanja pantljike. Tablica maksimalnih dozvoljenih razlika u sili zatezanja. Greške prouzrokovane silom trenja pantljike o zemljište. Greške samog merenja. Tablica maksimalnih grešaka podudaranja kraja prethodne pantljike sa početkom naredne. Obeležavanje kraja pantljike.</p>	105
51	<p>Maksimalne dozvoljene razlike <math>\Delta</math> pri merenju istih duži napred i nazad pantljikom od 50 metara. Formula za računanje maksimalnih dozvoljenih razlika.</p> <p>H. Izravnvanje gradske poligonometriške mreže</p> <p>a/ Načini izravnvanja</p>	120
52	<p>Princip izravnvanja gradske poligonometriške mreže 1. reda. Izravnvanje poligonometriške mreže 2. i 3. reda.</p> <p>b/ Predradnje</p>	123
53	<p>Prethodne računске operacije / predradnje /</p> <p>1. Kontrolisanje zapisnika. Kontrolisanje uglova merenih metodom ponavljanja. Kontrolisanje uglova merenih po girusnoj metodi. Trigonometriški obarazac br.1. Registar uglova poligonometriške mreže /R.U/.</p> <p>2. Obrazovanje sredina za uglove merene po girusnoj metodi. Računanje srednjih grešaka za uglove merene u mreži 1. reda.</p> <p>3. Registrovanje uglova merenih u poligonometri - skoj mreži. Sastavljanje registra i njegova skraćena</p>	<p>123</p> <p>124</p> <p>129</p> <p>129</p>

Čl.	P R E D M E T	Strana
54	<p>Određjivanje modula <math>M</math>. Granične vrednosti linearnih deformacija. Određjivanje postojeće deformacije. Popravke za uklanjanje deformacija iz koordinata. Postupak pri množenju koordinata modulom <math>M</math>. Pomeranje koordinatnog početka. Brojni primer pomeranja koordinatnog početka. Određjivanje modula <math>M</math> kada je u gradskoj mreži merena osnovica.</p> <p>C. Izravnanje poligonometričke mreže po načinu uslovnih merenja</p> <p>1. Postavljanje uslovnih jednačina</p> <p>Uslovne jednačine za zatvoren poligon. Jednačine za uslov datih direkcionih uglova i koordinata. Skica za postavljanje uslovnih jednačina. Jednolične strane i njihovo označavanje. Označavanje i numerisanje vlakova. Unošenje podataka u trigonometrijski obrazac br. 19 i zbir prelomnih i veznih uglova. Broj uslovnih jednačina. Određjivanje apsolutnih članova uslovnih jednačina. Određjivanje broja <math>n</math> prelomnih i veznih uglova u kombinovanim vlakovima i zatvorenim poligonima. Dozvoljena uglova ostapanja sa tablicom.</p> <p>2. Obrazovanje normalnih jednačina korelata.</p> <p>Kontrola obrazovanja normalnih jednačina. Tablica normalnih jednačina korelata.</p> <p>3. Rešavanje normalnih jednačina korelata.</p> <p>Sema za rešavanje normalnih jednačina. Postupak pri rešavanju normalnih jednačina korelata. Računanje korelata.</p> <p>4. Računanje popravki i srednje greške jedinice težine.</p> <p>Kontrolisanje sračunatih popravki. Srednja greška ugla.</p> <p>5. Izravnanje koordinatnih razlika</p> <p>Računanje definitivnih direkcionih uglova pojedinih strana koordinatnih razlika. Kontrolno računanje koordinatnih razlika. Postavljanje uslovnih jednačina za koordinatne razlike. Obrazovanje normalnih jednačina. Rešavanje normalnih jednačina. Računanje popravki. Kontrolisanje sračunatih popravki.</p>	<p>171</p> <p>184</p> <p>189</p> <p>201</p> <p>204</p>



Čl.	P R E D M E T	Strana
	<p>6. Računanje koordinata tačaka trigonometrične mreže 1. reda</p>	223
	<p>Računanje podužnog i poprečnog odstupaња. Formule za računanje popravki. Tablica za faktore <math>\alpha</math>.</p>	
	<p>7. Ocena tačnosti poligonometrične mreže 1. reda</p> <p>Tačnost uglovnih merenja. Tačnost linearnih merenja. Računanje srednje relativne podužne greške vlaka. Prosečna relativna greška mreže. Srednja greška koordinata.</p>	227
	<p>d/ Izravnvanje poligonometrične mreže po načinu posrednih merenja.</p>	
55	<p>1. Izravnvanje poligonometrične mreže 2. reda</p> <p>Šema mreže. Numerisanje vlakova. Računanje direkcionih uglova zajedničkih strana. Jednačine grešaka. Ostala računanja u vezi sa izravnvanjem uglova. Granične vrednosti uglovnih popravki odnoso odstupaња <math>f_{\beta}</math>. Računanje koordinatnih razlika. Određivanje najverovatnijih koordinata čvornih tačaka.</p>	232
	<p>2. Ocena tačnosti poligonometrične mreže 2. reda</p> <p>Tačnost uglovnih merenja. Relativne greške vlakova. Prosečna relativna greška mreže. Srednja greška koordinata.</p>	239
	<p>e/ Izravnvanje poligonometrične mreže 3. reda</p>	241
56	<p>1. Umetnuti vlakovi i vlakovi koji se ukrštaju u čvornoj tački</p> <p>Način izravnvanja. Izravnvanje koordinata pojedinačnih čvornih tačaka. Orijentisanje pravaca. Numerisanje vlakova. Dozvoljena uglovna odstupaња se tablicom. Obrazac br. 19, 5 i 21.</p>	
	<p>2. Izravnvanje jako izlomljenih vlakova</p> <p>Kada se vlak izravnava kao izlomljen vlak. Računanje direkcionih uglova i koordinatnih razlika. Računanje približnih koordinata. Računanje koordinata težišta vlaka. Računanje težišnih koordinata. Računanje korelacija normalnih jednačina korelata. Računanje korelata. Računanje popravki. Medjusobno upoređenje koordinata sračunatih na različite načine.</p>	252

Čl.	P R E D M E T	Strana
	<p>3. Ocena tačnosti poligonometrijske mreže 3. reda Tačnost uglovnih merenja. Relativne greške vlakova.</p>	256
	<p><b>3. Generalni nivelman gradova</b></p>	
	<p>A. Svrha gradskog nivelmana</p>	
57	<p>Podloga za izvršenje tehničkih radova</p>	262
	<p>B. Gradska nivelmanska mreža i njena klasifikacija</p>	
58	<p>Princip razvijanja mreže. Podela mreže u redove. Mreža 1. reda. Mreža 2. reda. Mreža 3. reda.</p>	262
	<p>C. Osnova gradskog nivelmana</p>	
59	<p>Gradski nivelman mora se oslanjati na državni nivelman. Uključivanje repere državnog nivelmana u gradsku mrežu. Upoređenje visinskih razlika sa tačnije odredjenim.</p>	263
	<p>D. Tačnost nivelmana</p>	
60	<p>Ocenjivanje tačnosti nivelmanske mreže. Ukupne srednje greške jedinice težine. Formule za računanje srednje greške. Maksimalne dozvoljene srednje greške sa tablicom.</p>	267
	<p>E. Projektovanje gradske mreže</p>	
61	<p>Prikupljanje podataka o postojećim reperima. Prvo rekognosciranje. Projektovanje mreže.</p>	268
	<p>F. Tipovi gradskih repere</p>	
62	<p>Osnovni tip gradskih repere. Reperi za vertikalno usadjivanje. Pljosnati reperi. Nivelmanski stubovi. Fundamentalni reperi.</p>	269
	<p>G. Rekognosciranje mreže</p>	
63	<p>Zadatak rekognosciranja. Otstojanje između susjednih repere. Izmjena projekta mreže. Izbor mesta za fundamentalne repere.</p>	273

Čl.	P R E D M E T	Strana
	<b>H. Postavljanje repers</b>	
64	Objekti za postavljanje repers. Visina repers iznad zemlje. Postupak pri postavljanju repers. Postavljanje nivelmanskih stubova. Opis položaja repers.	274
	<b>I. Metoda nivelanja</b>	
65	Karakteristične osobine metode. Nivelanje iz sredine. Horizontalnost vizure. Način čitanja na letvama. Nivelanje u oba smera. Maksimalna dužina vizure. Postavljanje letava. Minimalna visina vizure.	275
	<b>J. Niveliri</b>	
66	Osnovni zahtevi kojima treba da udovolji nivelir. Naknadni zahtevi.	276
	<b>a/ Ispitivanje nivelira</b>	277
	1. Odredjivanje vrednosti podeoka na dobošu mikrometerskog zavrtnja za okretanje planparalelne ploče	
	Način odredjivanja vrednosti podeoka. Ispitivanje rađa mikrometerskog zavrtnja. Maksimalna razlika između stvarne i nominalne vrednosti podeoka doboša. Primer ispitivanja.	
	<b>2. Ispitivanje stabilnosti vizure</b>	279
	Potreba ispitivanja. Pojava derektifikacije. Postupak pri ispitivanju. Obrada podataka ispitivanja. Primer ispitivanja. Računanje ugla koji vizura zaklapa sa libelinom osovinom.	
	<b>b/ Rektifikacija nivelira</b>	283
	Uslovi kojima nivelir treba da udovolji. Ispitivanje paralelnosti libeline osovine sa vizurom. Primer ispitivanja. Prvi način rektifikacije. Drugi način rektifikacije.	
	<b>K. Letve</b>	
67	<b>a/ Tip letava</b>	287
	Letve se podelom na inverznoj pantljiči. Zetezanje	

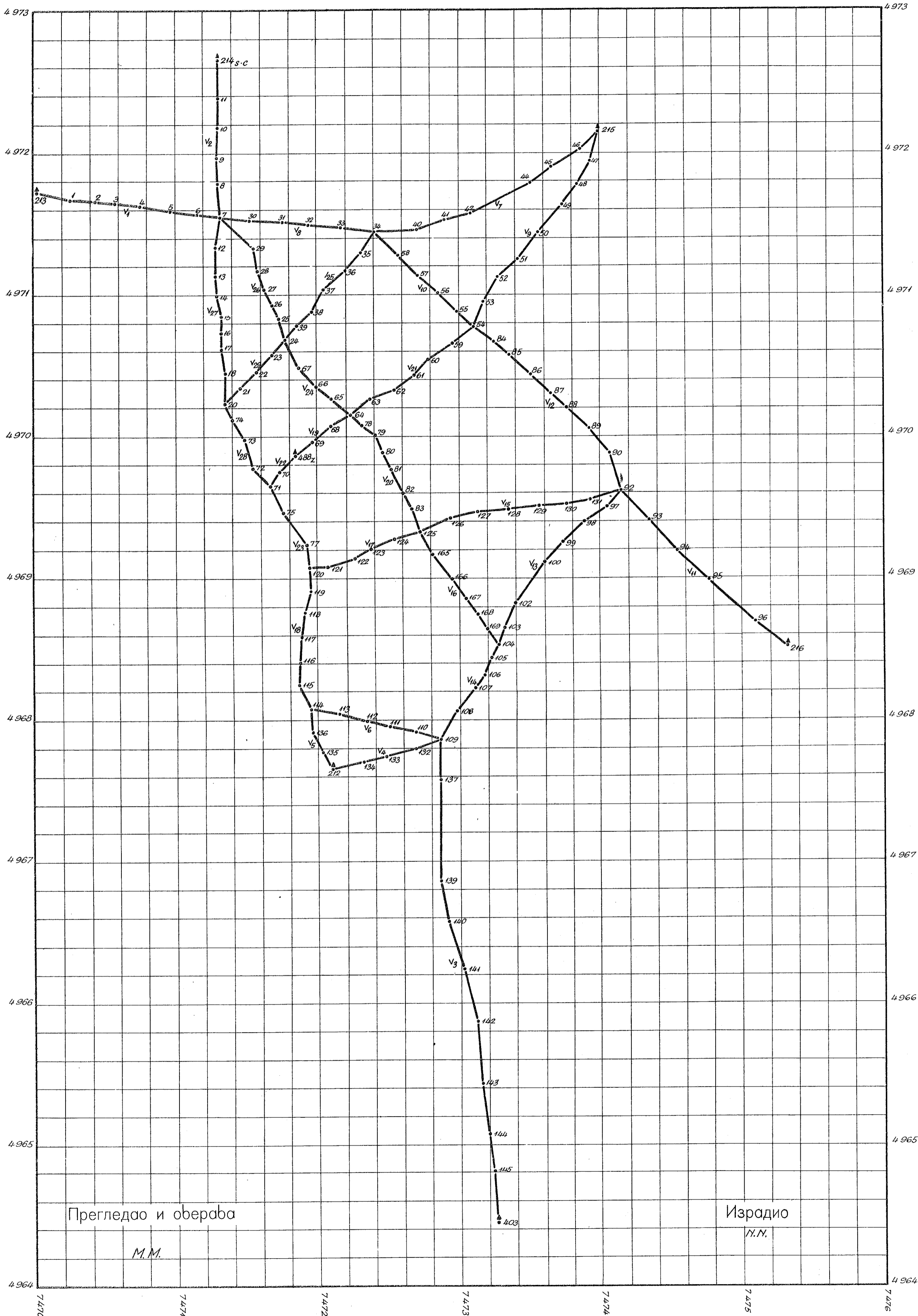
Čl.	P R E D M E T	Strana
	pantljičke. Podela na pantljići.	
	b/ Komparisanje letava	288
	Normalna mera. Postupak pri ispitivanju podele. Obrada podataka komparisanja. Nivelmanski obrazac 7. Slučajne i sistematske greške podele letve. Granična vrednost slučajne greške. Popravke za sistematsku grešku.	
	L. Postupak pri nivelanju	
58	a/ Biranje stanica	294
	Izbor stanice pri vezivanju za reper. Biranje stanice s obzirom na teren preko kojeg vizura prolazi. Biranje stanice s obzirom na visinu vizure iznad terena.	
	b/ Postavljanje instrumenta i letava	295
	Način postavljanja stativa. Postizanje stabilnosti stativa. Postavljanje letava na podmetače. Postizanje vertikalnosti i nepomičnosti letve.	
	c/ Viziranje i čitanje na letvama	296
	Pojedine operacije pri viziranju i čitanju. Obavezno poništavanje končanične paralakse. Pravila za viziranje i čitanje. Red čitanja na stanicama. Nivelmanski zapisnik - obrazac br. 1	
	d/ Vreme nivelanja	300
	Početak i završetak nivelanja. Prekid u podnevnim časovima.	
	e/ Veza za repere	300
	Ispitivanje podele na lenjiru za vezivanje. Nameštanje lenjira. Wildov lenjir za vezivanje. Vezivanje bez lenjira. Skica položaja lenjira. Ponavljanje vezivanja.	
	f/ Prekid rada	302
	Privremeni repери i njihov izbor. Prekid rada na kolicima.	

Čl.	P R E D M E T	Strana
	<p>g/ Pravila kojih se treba pridržavati pri izvršenju gradskog nivelmana</p> <p>Nezavisnost nivelanja napred i nazad. Zamena letava. Upotreba amrela. Izostavljanje repere.</p> <p>M. Izravnanje gradске nivelmanske mreže</p>	303
69	<p>a/ Načini izravnanja</p> <p>Izravnanje mreže 1. reda. Tip mreže 2. reda i princip njenog izravnanja. Izravnanje po metodi postupnih približavanja. Izravnanje mreže 3. reda .</p>	303
	<p>b/ Predradnje</p> <p>Kontrolisanje zapisnika. Unošenje popravki za netsčnost podele letve. Računanje srednjih visinskih razlika. Nivelmanski obrazac br. 2. Formule za granične vrednosti razlika <math>\varphi</math>. Tablica graničnih vrednosti <math>\varphi</math>.</p>	305
	<p>c/ Izravnanje mreže 1. reda</p> <p>Primer izravnanja mreže 1. reda. Maksimalne greške zatvaranja poligona.</p> <p>d/ Izravnanje mreže 2. reda</p> <p>Izravnanje po metodi postupnih približavanja. Postupak pri izravanju. Računanje srednje greške.</p> <p>N. Katalog gradskih nivelmanskih repere</p>	305
70	<p>Podaci koji se unose u katalog. Primer nivelanskog obrasca br. 8.</p> <p style="text-align: center;">PRILOZI</p> <p>A. Triangulacije</p> <p>B. Poligonometrijska mreža 1. reda</p> <p>C. Nivelmanska mreža 1. reda</p> <p>Karte gradskih trigonometrijskih mreža Pančeva, Srem Karlovaca, Vrčca i Bečeja.</p> <p>Šeme gradskih nivelmanskih mreža Srem, Karlovaca, Vrčca i Bečeja.</p> <p>Skice poligonometrijskih mreža 1. reda Pančeva, Vrčca i Bečeja.</p>	318
		319
		322
		323
		325
		333
		/u omotu/

# Скица градске полигонометриске мреже 1. реда

К. о. Панчево

Размера 1:20000



Прегледао и обраба

M.M.

Израдио

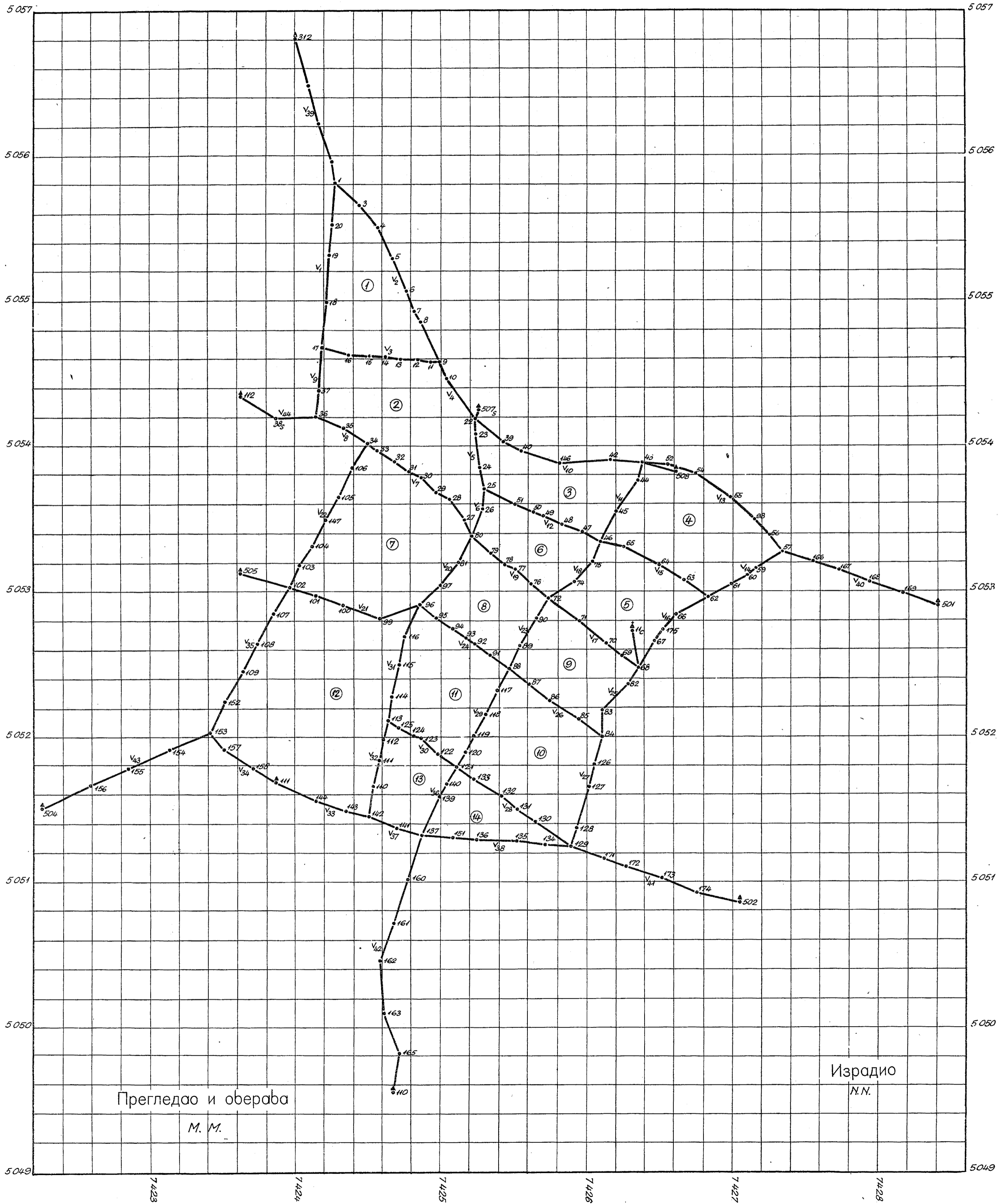
N.N.

НАПОМЕНА. Знаци за дате тачке и њихове нумере исцртају се односно испишују на оригиналу црвеним тушем

Скица градске полигонометриске мреже 1. реда

Н. о. Бечеј

Размера 1:20000



Прегледао и обраба  
М. М.

Израдио  
П.П.

# Скица градске полигонометриске мреже 1. реда

К. о. Вршац

Размера 1:20000

