

POLIGONOMETRISKA MREŽA NA GRAD SKOPJE

Ing. BORIS PAUNOVSKI — Skopje

Rabotite koi se vršat za potrebite na regulacijata na gradovite spagjat vo red na preciznite geodetski raboti. Otuka i proizleguva potrebata koordinatite na osnovnite geodetski točki vo gradovite, koj što služad kako predhodnica i osnova na site tehnički raboti, da se odreduvat so što pogolema točnost. Od analizata na dosegašnite merenja se gleda, megjutoa, deka gradskite trigonometrski točki se odredeni so pomala točnost od točkite nadvor od gradovite.

Samo po sebe se nametnuva prašanjeto: od kade ova a anomalija? Ova a pojava e logična posledica od načinot na odreduvanje na točkite i specifičnite uslovi so koj što se svrzani opažanjata vo gradovite. Pogolemiot broj od gradskite trigonometrski točki so nepristupačni i odredeni samo so nadvorešni pravci. Ne se vršeni opažanja od ekscentrični stanici zada možat, po pat na mikrotriangulacija, pravcite da se svedat na centar. Od druga strana, prisustvoto na čestički od prašina, dim, para i magla vozduhot go pretvarat vo »vozdušna prizma« vo koja vizurata nepravilno se krši i prestavuva mnogu složena kriva.

I vrzuvanjeto na poligonovite vlaci za trigonometrskite točki, naročito koga se ovie nepristupačni (što e, kako što rekovme. vo gradovite čest slučaj), prestavuva ozbilen izvor na greški.

Vo slučaj da e poligonskiot vlak položen niz tesna ulica, a trigonometrskata točka se najduva na visok krov, gotovo e nevozmožno vrzuvanjeto na vlakot.

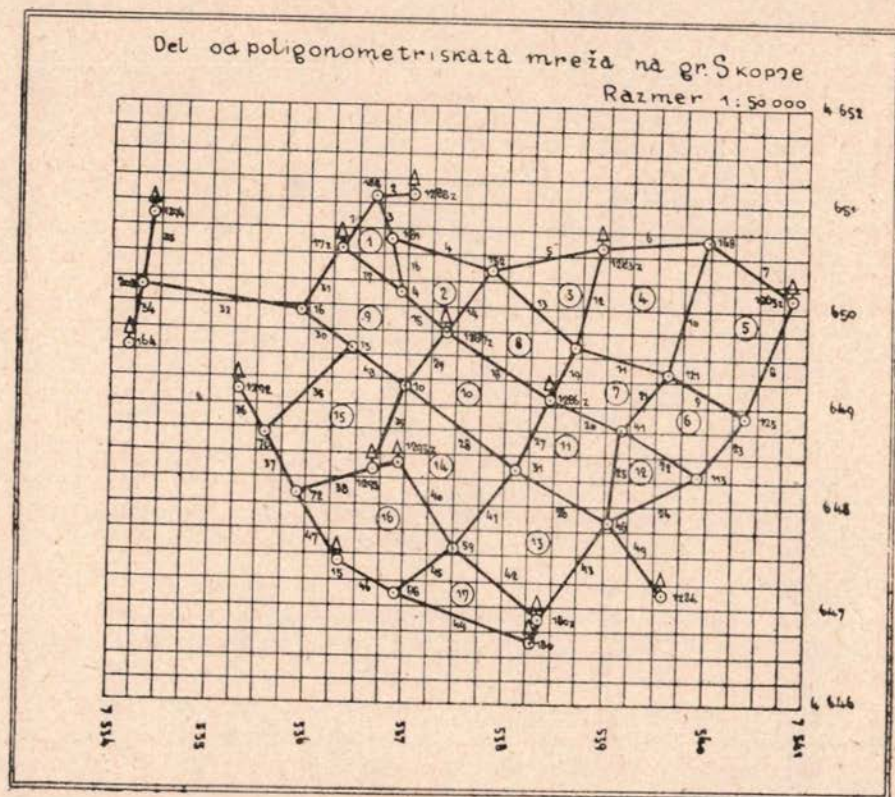
Zatoa e opravdano težnienieto da e vo gradovite trigonometrskata mreža retka, trigonometrskite točki da se postavuvat na megjusebno rastojanie od 2—3 km. pa i poveke, a izmegju niv da se polagat vlakovi na precizna poligonometrija.

Problemot na zgolemuvanjeto na točnost na aglovnite merenja vo poligonometrskata mreža se rešava relativno lesno so upotrebata na novite instrumenti na firmite »Wild«, »Zeiss«, »Kern«, »Galileo« i dr. Dolžinite na poligonometrskite strani možat da se merat direktno po terenot, i indirektno mereki agli. Paralaktična poligonometrija. Pogreškite, koi neizbežno ja pratat i ova metoda imat čisto slučajen karakter. Sklopot na triagolnici, vo koj što preku izmerenite paralaktični agli po pat na presmetnuvanje se dobivat dolžinite na poligonometrskite strani,

se vikat kariki na paralaktičnata poligonometrija. Dolžinite na poligonometriskata mreža na grad Skopje, razviena za potrebite na reambulacijata na gradot, se izmereni so primenata na ovaa metoda.

RAZVIVANJE I PROEKTIRANJE NA MREŽATA

Poligonometriskata mreža na grad Skopje e razviena po poznatiot geodetski princip »od pogolemoto kon pomaloto«, odnosno od poligoni od pogolem opseg i pogolema točnost kon poligoni od pomal opseg i pomala točnost. Primenuvajki go ovoj princip, prvo e razviena poligono-



Sl. 1

metriskata mreža od I red na koja e vrzana, vo okvirite na pojedinite poligoni, poligonometriskata mreža od II red. Za da se izbegne pojavata na takanarečenata »iskrivenost na vlakovite«, mrežata e razviena po metodata na zatvoreni poligoni.

Na slikata 1 pokažan e del od poligonometriskata mreža na grad Skopje koja e vrzana na 13 novoodredeni trigonometriški točki. Taa se sastoi od 49 vlakovi, koj što se soedinuvat vo 20 jazlovi točki i obrazuvat 17 zatvoreni poligoni.

Za da možat neizbežnite greški vo merenjata na aglite i dolžinite da se definirat, so što se uprostuva izravnuvanjeto, pazeno e da se poligonometriskite vlakovi ispravni, (da poedinite točki što pomalku odstupat od pravata što gi svrzuva krajnite točke na vlakot) i da se stranite približno ednakvi po dolžina. Se razbira deka e ovoj samo teoretski uslov koi što, i pokraj site napori, nevozmožno e da se zadovolji. Zašto, vo gradovite samata konfiguracija na ulicite gi uslovuva dolžinite na poligonometriskite strani i ispravenosta na vlakovite, odnosno konfiguracijata na mrežata.

Pred projektot na poligonometriskata mreža e izraboten na situacionen plan vo razmer 1:10.000, na koj bea prethodno nanaseni site novo-odredeni gradski trigonometriski točki.

Kako točnost na određivanjeto na čvornite točki se zgolemuva so \sqrt{n} , kade e »n« broj na ukrstenite vlaci, teženo e, od razlog na ekonomičnosta, vo jazlovite točki da se soedinuvat po 3—4 vlaci, po vozmožnost ravnomerno rasporedeni po horizontot. Očigledno e deka so zgolemuvanjeto na brojot na ukrstenite vlaci točnost sporo rasti. Nepostoi, znači, dovolna konpenzacija vo zgolemenata točnost na mrežata za pogolemite materijalni trošoci.

Od analizata na poprečnata greška na vlakot se gleda deka so namaluvanjeto na brojot na stranite vo vlakot, poprečnata greška znanto se namaluva. Zatoa e teženo, vo granicite na možnostite, da se dolžinite na poligonometriskite strani što pogolemi.

Što se odnesuva do uslovot da se poligonometriskite strani približno ednakvi po dolžina, važno e da se spomene deka ovde ja nema ona težina, za razlika od triangulacijata. Poligonometriskite strani možat znatno da se razlikuvaat po dolžina, bez nekoe vidno deluvanje na točnost, osobeno koga se primenuva prisilno centriranje.

Uslovost da se poligonskite vlaci što porazvlečeni, zaslužuva daleku pogolemo vnanie. Doduša, teoretski može da se dokaže deka i kaj neispravenite vlakovi može da se postigne istata točnost kako i kaj ispravenite.

Megjutoa, neizbežnite greški vo merenjeto na prekršnite agli i dolžinite kaj iskrivenite vlaci se megjusebno izmešani, pa e nevozmožno vo izravnuvanjeto popravkite da se dodavat prema uzrokot na svojata pojava.

Ispravenosta na vlakovite vo poligonometriskata mreža na grad Skopje gotovo e idealna. Ova ne važi samo za vlakot br. 1, koj e položen niz stariot del na grad Skopje a vo koj što, so obrazuvanjeto na 3 računski strani, iskrivenosta e znatno namalena. Širinata na zonata vo koja ovoj vlak leži na toj način e svedena na veličina mnogu pomala od dozvolenata.

So izraboteniot predprojekt izlezeno e na teren so cel da se ocenat uslovite za negovoto ostvaruvanje. Tuka, vo sklad so terenskite priliki, izvršeni se potrebните izmeni i na toj način e dobien definitivniot projekt.

REKOGNOSCIRANJE I UKOPAVANJE NA POLIGONOMETRISKATA MREŽA

Poligonometrskite točki se ukopani na takvi mesta koi ja obezbeduvat nivnata trajnost. Znači, podaleku od bilo kakvi tehnički instalacii ili mesta vo koj postoi potencijalna opasnost, poradi intenzivniot soobra-kaj, belegite da bidat ošteteni ili uništeni. Pokraj ova, se vodeše smetka da položbata na poligonometrskite točki zadovoluvat i drugi neophodni uslovi vo pogled na pravilnosta na razvivanjeto na mrežata i točnosta kako na aglovnite taka i na dolžinskite merenja. Kade terenskite priliki ovozmožuvaa, poligonometrskite točki se stabilizirani na povolni mesta za direktno snimanje na detalot.

Vo uzidaniot del na gradot poligonometrskite točki se ukopani na mesta odalečeni za najmalku 0,5 m. od zidovite na objektite. Zošto, vo letnite periodi, koga zagrejanosta na zidovite ja postignuva svojata vrvna točka, vazdušnite masi okolu niv se tolku razdvizeni da ja namaluvat vidlivosta do taa mera, da e onevožmoženo sekakvo precizno viziranje.

Kaj praktičarite prilično e rasprostraneto mislenjeto deka e vazduš-nata masa izmegju poligonometrskite točki homogeno telo po celata dolžina. Ova gotov nikojpat nee slučaj. Gustinata na vazdušnata masa vo eden ist pravec ne samo da ne e ednakva, tuku e podložna na neprestani i nepravilni promeni. Vizurata, projduvajki niz ova nehomogena sredina nepravilno se krši i prestavuva mnogu složena kriva. Vo interes na toč-nosta trebe pri rekognosciranje na točkite da se vodi smetka za ova po-java, vo literaturata poznata po imeto refrakcija. Doduša, vo gradskite poligonometrski mreži se merat samo horizontalni agli i rezultatite na merenjata go sodržat samo deluvanjeto na horizontalnata komponenta (bočna refrakcija) koja, za razlika od vertikalnata, e mnogu pomala ve-ličina. Megjutoa, pod naročito loši uslovi bočnata refrakcija može da ja ograniči točnosta kako na dolžinskite taka i na aglovnite merenja vo po-ligonometrskata mreža.

OBELEŽAVANJE I SIGNALIZIRANJE NA POLIGONOMETRISKITE TOČKI

Poligonometrskite točki se obeleženi so betonski belezi so dimenzii $15 \times 15 \times 50$ cm. Centrite na nadzemnite belezi se označeni so metalni šipki so fini rupici vo sredinata. Za podzemni belezi se upotrebeni spe-cijalni betonski pločki so dimenzii $10 \times 10 \times 3$ cm. so šipki i rupici vo sredinata. So pomošta na pribori za optičko centriranje (markici), centrite na nadzemnite i podzemnite belezi se dovedeni vo ista vertikala. Vo in-teres na stabilnosta i dolgotrajnosta na belezite, ukopavanjeto e izvršeno so betonska masa pomešana so cigli, kamen i pesok.

Vo uzidaniot del na gradot belezite se obezbedeni od oštetuvanja od soobrakajnite vozila so metalni kapi postaveni vo ista verti-kala so centrite na belezite. Nadzemnite belezi vo toj slučaj se ukopani pod površinata na zemjata na takva dlabočina, da površinata na metal-nite kapi bide ravna so površinata na kolovozot, odnosno trotoarot.

Za site poligonometrski točki e izraboten opis na položajot (trigonometriksi obrazec br. 27) so skica i site podatoci potrebni za pronajduvanje na belezite.

Dolžinite na stranite vo poligonometrskite mreži od I i II red odredeni se so merenja na paralaktičnite agli vo karikite. Za taa cel upotreben e Kernov pribor so prisilno centriranje.

Signiliziranjeto na poligonometrskite točki e vršeno ekskluzivno so markici.

MERENJA NA AGLI VO POLIGONOMETRISKATA MREŽA

I pokraj faktot da e Wildoviot univerzalen teodolit (tip II) najpreporučliv, za merenje na aglite vo poligonometrskata mreži od I red vo Skopje upotreben e Kernov pribor. Markicite za Wildoviot pribor, koj što gi dobivme od Zavodot za fotogrametrija od Belgrad, i pokraj site ispitivanja neuspeavme da gi osposobime za merenja od povisoka točnost. Grubite položajni vijoci, klatenjeto na markicite vo tekot na vrtenjeto i pojavata na kratkotrajnata ispravnost na priborot za optičko centriranje, ostvaraa kaj operatorot uset na nesigurnost. Vo nedostatok na drug pribor, ovaj e sepaq upotreben za merenje na aglite vo poligonometrskata mreža od II red.

Za da se obezbedi potrebната točnost, instrumentite so ispitani po site uslovi koj što se postavovat za merenje na horizontalni agli. Priborite za optičko centriranje se ispitani i rektificirani, a vo tekot na rabotata redovno kontrolirani vo pogled na ispravnosta.

Od rezultatite na merenjata, izvršeni so cel da se ispita stabilnosta na limbot pri vrtenjeto na instrumentot okolu alhidalnata osovina, utvrdeno e deka alhidadata ne go vleči limbot. Pojavata na vlečenjeto na limbot, karakteristična za instrumentite so optički mikrometri odnosno so cilindrični alhidadni osovini, predizvkuva greška od sistematski karakter, koja može da iznesuva do 1". Za da se kompenzirat eventualnite greški od ovoj nedostaok na instrumentot, aglite se mereni po metodata koja što ja preporučija profesorite Krasovski i Danilov. Prezvemeni se i potrebните merki za da se namali deluvanjeto na pogreškite koj što se javuvat kako posledica na deformacijata na instrumentot poradi negovoto neednakvo zagrevanje od sončevite zraci, i od pomeranjeto na instrumentot od veterot, pritisokot na operatorot okolu nozete na stativot, vitkanjeto na stativot pod dejstvoto na sonceto i t. n.

Vo poligonometrskata mreža od I red prekršnite i svrznite agli se mereni vo 4, a vo mrežata od II red vo 3 girusa.

Za sekoj agol e presmetnata srednata pogreška neposredno vo zapisnišot po formulata

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

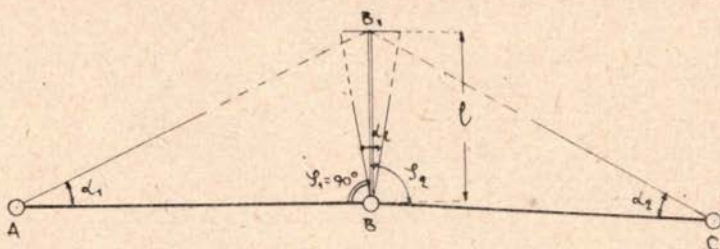
δ — otstupovanja na poedinite merenja od aritmetičkata sredina

»n« — broj na girusite.

Na jazlovite i trigonometriskite točki, aglite se mereni po metodata na zatvaranje na horizontot, a pogreškite se podeleni recipročno so težinite, odnosno proporcionalno so kvadratite na srednite pogreški na poedinite agli. Pri mernjeto na svrznite agli na trigonometriskite točki opažani se sekoj pat najmalku po 2 trigonometriški točki, za da možat da se orientirat pravcitate opažani na poligonometriskite točki vo trigonometriškiot formular br. 5.

MERENJE NA DOLŽINITE

Veke vo samiot početak spomenavme deka dolžinite vo poligonometriskata mreža se izmereni po metodata na paralaktičnata poligonometrija. So pomošta na izmereniot paralaktičen agol na letvata postavena na krajnata točka na osnovicata, a upravno na vizurata na instrumentot (slika 2), se dobiva dolžinata na osnovicata.



Sl. 2

So mrenjeto, pak, na paralaktičniot agol izmegju osnovicata i stranata, odredeni se site elementi za indirektno (računsko) odreduvanje na dolžinata na stranata.

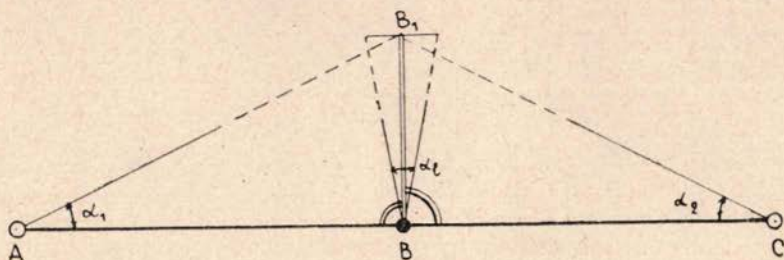
Ovoj sklop na triagalnici, koj što ovozmožuva preku izmerenite paralaktični agli da se dojde do dolžinata na stranata e karika na paralaktičnata poligonometrija.

Gastovata karika, koja ovozmožuva preku edna izmerena osnovica da se dobiat dolžinite na dve strani, e najčesto upotrebuvana. Pravilnikot preporučuva da se izmerat dvata agli φ_1 i φ_2 , izmegju osnovicata l i stranite d_1 i d_2 .

I pokraj ova preporuka, vo poligonometriskata mreža na grad Skopje mnogu često, so instrument, osnovicata e postavuvana upravno na edna od stranite (slika 2). Agolot φ_2 , izmegju osnovicata i drugata strana e dobivan kako razlika izmegju prekršniot agol i agalot $\varphi_1 = 90^\circ$. Za da se isključi prisastvoto na grubite greški agalot φ_2 e redovno meren (vo edno povtoruvanje) i uporeduvan so razlikata $\alpha - 90^\circ$. Na toj način e znatno uprošteno presmetnuvanjeto i izbegnato mrenjeto na dvata agli, a vo točnost ne e ništo izgubeno. Napomenuvame deka ovoj postupok e primenuvan samo vo slučaita koga prelomnite agli okolu osnovicite ne se

razlikuvaa za veličini pogolemi od 2—3 stepeni od 180° . Koga toa ne beše slučaj, osnovicite beva postavuvani približno vo simetralata na prekršniot agol.

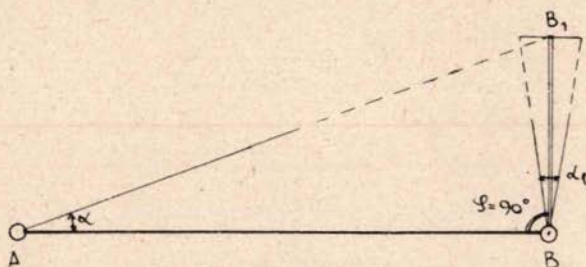
Vo uzidaniot del na gradot, naročito vo potesnite ulici, poradi nevozmožnosta da se postavi podolga osnovica, primenuvana e varijantata na Gastovata karika (slika 3).



Sl. 3

Približno na sredinata na stranata, so instrument e alinirana točkata B. Dolžinata se dobiva kako zbir na dve otsečki, so što se namaluva relativnata greška na stranata.

Koda terenskite priliki ja onevozmožuvaja primenata na Gastovata karika, primenuvani se karikite pokazani na slikite 4 i 5.



Sl. 4

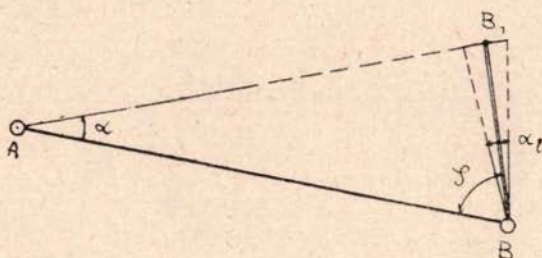
Karikata so upravna osnovica na stranata (slika 4), poradi nejzinite prednosti, e mnogu počesto upotrebuvana. Zošto vo toj slučaj pokraj tova što se namaleni terenskite merenja (izbegnato e merenjeto na agolot φ (i što e uprosteno presmetuvanjeto, mnogu e dobieno vo točnost na odreduvanjeto na stranite. Za edna odredena osnovica paralaktičniot agol e najgolem samo vo slučajot koga e taa postavena upravno na stranata. A točnost na odreduvanje na poligonometriskite strani zavisi od veličinata na paralaktičnite agli i od točnost so koja tie se merat. Ovoj fakt imperativno nametnuva uslov, sekogaš koga e tova možno, osnovicite da se postavuvat upravno na stranite.

Klarikata koja ja preporučava prof. Danilov, a koja vo pogled na točnost e najpreporučliva, ne e upotrebuvana od razlog na ekonomičnosta i poradi ograničenosta na nejzinata primena vo uzidaniot del na gradot.

Dolžinite na osnovicite se odreduvani vo zavsnost od dolžinite na poligonometriskite strani po formulata $l = \sqrt{bd}$

kade e l — dolžina na osnovicata
 b — dolžina na letvata i
 d — dolžina na stranata.

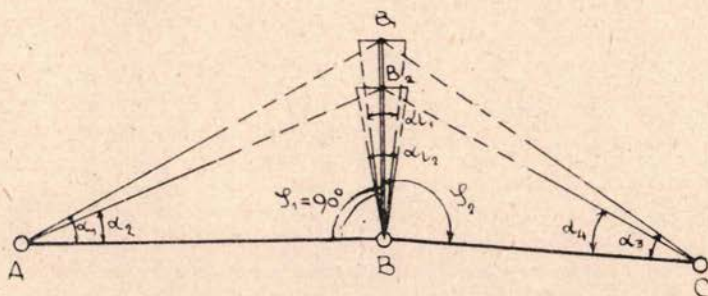
Vo poligonometriskata mreža od I red paralaktičnite agli se mereni vo 10, a vo mrežata od II red vo 8 povtoruvanja. Izmegju poedinite



Sl. 5

povtoruvanja, za da se eliminirat greškite poradi neednakvosta na podelata na limbot, limbot e pomeran prema šemata na str. 76 vo Pravilnikot za državen premer II — A del.

Vo poligonometriskata mreža na grad Skopje se izvršeni dvostruki merenja na stranite, za koj ne bi moželo da se kaže deka se napolno nezavisni, za što čitajta na pravcot na markicata centrirana na točkata B (slika 6), e upotrebuvan za dobivnje na dvata paralaktični agli α_1 i α_2 .



Sl. 6

Na toj naćin vo vremeneto e izgubeno samo za 40% poveke od slučajot koga se vršat ednostruki merenja. Megjutoa, za pogolemite gubitoci vo vremeneto postoji dovolna kompenzacija vo slednite prednosti na dvostrukite merenja.

- 1) Se zgolemuva toćnosta na poligonometriskata mreža,

2) Od razlikite na dvostrukite merenja može da se oceni točnost na dolžinskite merenja vo poligonometriskata mreža, i

3) Postoi vozmožnost da se kontrolira dali postoljata na stativite vo tekot na merenjeto ne se slučajno pomereni, presmetuvacki gi grubo, so logaritamski tablici od 5 mesta, dolžinite na stranite, pred da se podignat stativite, bidejki vo tekot na vadenjeto na letvata postoi potencijalna opasnost od pomestuvanje na postoljeto. Ova pomestuvanje, i ako neprimetno malo, ako se izvrši vo pravec na osnovicata, može osetno da deluva na dolžinata na poligonometriskata strana. Koga se vršat ednostruki merenja nevozmožno e greškite od ovaa pojava, koja ne e taka retka, da se konstatirat neposredno sled merenjeto i vednaš da se eliminirat.

ODREDUVANJE NA KOEFICIENTITE »q« I »k«

Pokraj rabot na asfaltiraniot pat pred gradskiot stadion vo Skopje obeležena e osnovica, dolga okolu 400 m., so pomoš na 9 šuplivi metalni kolci, stabilizirani na megjusebno rastojanie od 50 m. Vo šuplinita na poedinite kolci, so betonska masa se stabilizirani mesingani šipki so fino vrezani krstovi vo sredinata. Kolcite se ukopani ravno so površinata na asfaltot a nivnite centri se obezbedeni od eventualni ošetuvanja so metalni poklopci. Poklopcite es zagintuvat so pomoš na specijalen ključ. Kolcite se prilično lesni i nepostoi opasnost, od pritisokot na nivnata težina, osnovicata da ja promeni dolžinata.

Dolžinata na osnovicata e dobiena so invaraska partlika, (so relativna greška od 1:400.000), i so merenjeto na paralaktičnite agli na pomošnata osnovica i letvata, čii koeficient se određuva.

Koeficientot »q« e određen po formulata

$$q = \frac{D}{D'}$$

kade e

D — dolžina na osnovicata izmerena so invaraska pantlika i

D' — dolžina na osnovicata dobiena preko izmerenite paralaktični agli.

Množejki gi aritmetičkrite sredini na dolžinite na stranite so ovoj koeficient, dolžinite se oslobodeni od sistematskata greška koja se javuva kako posledica na netočnosta na dolžinata na letvata i poradi ličnite osobini na operatorot.

Koeficientot »k«, takanarečenata mala konstanta na Wildovata letva, određena e na sledniot način:

Na megjusebno rastojanie od 5 m. postaveni se dva stativa. Na edniot e postaven instrument a na drugiot markica. Od kako e zabeležen, (služejki se so priborot za optičko centriranje na markicata), centarot za postoljeto, markicata e vniatélno izvadena. Na postoljeto e postavena Wildovata letva i vrtena okolu svojata osovina so cel da se dovedat markicite vo

pravcote instrument — markica. Kako ova ne beše vozmožno (slučaj koga e $k = 0$) markicite bea dovedeni do pravce paralelen so pravcote instrument — markica. So pomošta na agolot α , izmeren izmegju dvata pravci precizno vo 20 potvorovanja, presmetana e konstantata »k« po formulata

$$k = \frac{5000 \alpha'}{\beta''}$$

Konstatata »k«, so svojot predznak e dodavana na dolžinite na osnovicite.

PRESMETUVANJE NA DOLŽINITE NA POLIGONOMETRISKITE STRANI

Dolžinite na poligonometriskite strani se presmetani vo trigonometriskiot formular br. 13P po formulite naznačeni vo samiot formular. Potoa aritmetičkite sredini od dvostrukite merenja na stranite se pomnoženi so koeficientot »q«. Od kako se od ovie vrednosti odbieni popravkite za svedovanje na stranite na nultata nivovska površina, dobieni se definitivnite dolžini na poligonometriskite strani.

ODREDUVANJE NA MODULOT »M« I KOEFICINETOT »K_{sr}«

Veličinata na specifičnite deformacii na dolžinite na gradskite trigonometriski točki zavisi od oddalečenosta na gradot od glavniot meridian na GAUS-KRIGEROVATA zona. Poradi točnosti koja se bara od gradskiot premer, ovie linearni deformacii nesmeat da bidat pogolemi od graničnitne vrednosti navedeni na str. 167 vo Pravilnikot za državni premer II — A del. Za da se oslobodat koordinatite na trigonometriskite točki od linearnata deformacija, predizvikana poradi množenjeto na site koordinati so linearniot modul $m_0 = 1 - 0,0001$ i od deformacite od samata proekcija, koordinatite na trigonometriskite točki se pomnoženi so modulot

$$M = 1 + (0,0001 \ 0001 + \omega'_a)$$

$$\text{kade e } \omega'_a := \frac{\bar{Y}_m^2}{2r_m'^2}$$

Veličinata ω'_a e zemena od tablicata III M na Pravilnikot za državni premer I del — triangulacija, vo funkcija od sredinata ordinata V_m na gradot. Za da se oslobodat koordinatite na trigonometriskite točki i od netočnosta na razmerot na onoj del od državната trigonometriska mreža na koja što e gradskata mreža vrzana, koordinatite na točkite se pomnoženi i so koeficientot K_{sr} , određen kako prosta aritmetička sredina vo priloženiot obrazec na strana 60. Potova e izvršeno pomeranje na koordinatniot početok za veličinite

od - do	Koordinati oslobodeni od deformacijata na projekcijata						Koordinatni razliki							
	Y			X			$\Delta Y'$		$\Delta X'$					
$\triangle 163 - \odot 1291$	7	533	130, 59	0	4	650	522, 36	6	15, 02	8	948, 11	5		
	7	533	145, 61	8	4	651	470, 47	2						
$\triangle 172 - \odot 1288z$	7	536	264, 73	7	4	650	764, 11	7	733, 82	5	715, 52	2		
	7	536	998, 55	3	4	651	479, 63	0						
$\triangle 172 - \odot 1287z$	7	536	264, 73	7	4	650	764, 11	7	1	165, 90	4	564, 89	5	
	7	537	430, 63	2	4	650	199, 22	2						
$\triangle 1287z - \odot 1286z$	7	537	430, 63	2	4	650	199, 22	2	1	030, 54	4	803, 35	1	
	7	538	461, 17	6	4	649	395, 87	1						
$\triangle 1287z - \odot 1285z$	7	537	430, 63	2	4	650	199, 22	2	1	557, 44	8	679, 61	2	
	7	538	988, 07	1	4	650	878, 83	4						
$\triangle 1285z - \odot 1286z$	7	538	988, 07	1	4	650	878, 83	4	526, 90	4	1	482, 96	3	
	7	538	461, 17	6	4	649	395, 87	1						
$\triangle 1285z - \odot 1283z$	7	538	988, 07	1	4	650	878, 83	4	1	893, 63	3	416, 55	3	
	7	540	881, 70	4	4	650	462, 28	1						
$\triangle 1283z - \odot 1284$	7	540	881, 70	4	4	650	462, 28	1	1	460, 94	6	3	242, 95	7
	7	539	420, 76	7	4	647	219, 33	3						
$\triangle 180z - \odot 1293z$	7	538	298, 33	3	4	647	245, 89	4	1	269, 25	7	1	595, 03	5
	7	537	029, 08	5	4	648	840, 92	0						
$\triangle 1293 - \odot 1287z$	7	536	899, 14	7	4	648	780, 85	5	531, 49	4	1	418, 37	6	
	7	537	430, 63	2	4	650	199, 22	2						
$\triangle 180 - \odot 15$	7	538	170, 41	0	4	647	087, 67	4	1	768, 32	0	578, 47	4	
	7	536	402, 09	0	4	647	666, 14	8						
$\triangle 15 - \odot 1292$	7	536	402, 09	0	4	647	666, 14	8	988, 92		1	823, 36	5	
	7	535	413, 17	0	4	649	489, 50	4						

$d' = \sqrt{\Delta Y'^2 + \Delta X'^2}$		Koordinatni razliki od vlakovite na prec. poligonometrija				$d = \sqrt{\Delta Y^2 + \Delta X^2}$	$K = \frac{d}{d'}$
		ΔY		ΔX			
	948, 23	15, 01	7	948, 08	2	948, 20	0 999 968
1	024, 93	733, 75	7	715, 53	3	1 024, 86	932
1	300, 55	1 165, 83	7	564, 90	6	1 300, 49	954
1	311, 68	1 030, 46	5	803, 36	2	1 311, 63	962
1	704, 29	1 557, 35	8	679, 52	2	1 704, 17	930
1	573, 79	526, 87	1	1 482, 85	1	1 573, 67	924
1	943, 92	1 893, 55	4	416, 45	2	1 943, 82	948
3	561, 84	1 460, 85	6	3 242, 69	8	3 561, 56	921
2	043, 42	1 269, 29	2	1 594, 79	8	2 043, 26	921
1	514, 68	531, 38	2	1 418, 30	8	1 514, 58	934
1	860, 53	1 768, 11	6	578, 42	8	1 860, 32	97
2	074, 27	988, 84	1	1 823, 23	1	2 074, 12	0 999 928

$$K_{sr} = 0 999 9428$$

$$= \underline{\underline{1 - 0 000 0578}}$$

$$r_y = Y_m - \bar{Y}_m ; r_x = X_m - \bar{X}_m$$

određeni za srednata ordinata na gradskiot reon.

Na toj naćin koordinatite na gradskite trigonometriski toćki se oslobođeni od deformacijata na proekcijata i netoćnosta na razmerot na trigonometriskata mreža i, istovremeno, postignato e detalot na gradskite planovi da odgovara na detalot na planovite izraboteni so pomošta na koordinatite neoslobođeni od deformacijata na proekcijata.

IZRAVNUVANJE NA POLIGONOMETRISKATA MREŽA

Bidejki izravnuvanjeto po naćinot na uslovnite merenja e relativno dolgoťrajno, poligonometriskata mreža na grad Skopje e izravnetata kako celina po metodata na postapnite približivanja. Ovaat metoda, ednostavna i daleku pobrza, dava gotovo identićni rezultati so stroģite metodi na izravnuvanje. Definitivnite smerni agli na zaednićkitate strani se dobiene so 10, a koordinatite na jazlovite toćki so po 6 približivanja.

Koordinate na poligonometriskite toćki so presmetnate vo trigonometriskiot obrazec br. 19.

Vo nedostatok na tablici za kontrolno presmetnuvanje na koordinatnite razlike po formulata

$$\Delta y + \Delta x = d (\sin y + \cos y)$$

kontrolnite presmetnuvanja se izvršene po formulite

$$\Delta Y = d \sin v = \frac{d}{\sqrt{2}} \left[\sin (v + 45^\circ) - \cos (v + 45^\circ) \right]$$

$$\Delta X = d \cos v = \frac{d}{\sqrt{2}} \left[\sin (v + 45^\circ) + \cos (v + 45^\circ) \right]$$

Popravkite za koordinatnite razlike se presmetnate po formulite

$$\delta y_k = \frac{1}{[d]} \Delta Y'_k + \frac{\psi_m}{[d]} a_k \Delta X'_k$$

$$\delta x_k = \frac{1}{[d]} \Delta X'_k - \frac{\psi_m}{[d]} a_k \Delta Y'_k$$

kade e:

$$a_k = \frac{bk(n+1-k)}{(n+1)(n+2)}$$

k — reden broj na stranata i

n — broj na stranite vo vlakot.

Za sekoj vlak e sračunata relativnata greška.

$$\frac{f_d}{[d]} = \frac{1}{f_d}$$

OCENA NA TOČNOSTA NA POLIGONOMETRISKATA MREŽA

Za ocena na točnost na aglovnite merenja, presmetnata e srednata greška na prekršniot odnosno svrzniot agol po formulata

$$m\beta = \pm \sqrt{\frac{[p v_\beta^2]}{t}}$$

Za poligonometriskata mreža na grad Skopje ova a greška e $m\beta = \pm 3'',5$. Maksimalnata popravka na agolot e $4'',4$.

Za ocena na točnost na linearite merenja presmetnati se koeficientite na deluvanjeto na sistematskite i slučajnite pogreški, t. e. λ i η . Koeficientite se presmetnate po formulite naznačeni vo priloženiot formular na strana 64. Sledno e presmetnata srednata relativna podolžna pogreška na vlakot po formulata

$$M_{LR} = \frac{n \sqrt{[d]_p} + \lambda [d]_p}{[d]_p}$$

kade e $[d]_p$ — prosečna dolžina na vlakot.

Za poligonometriskata mreža na grad Skopje ova a pogreška e 1:27.558. Prosečnata relativna pogreška na mrežata, presmetnata kako prosta aritmetička sredina od relativnite pogreški na poedinite vlakovi e 1:26.434.

Srednata relativna pogreška za poligonometriskata mreža za grad Skopje e 1:38.285 i e presmetnata preku razlikite na dvostruki merenja po formulata

$$m = \pm \sqrt{\frac{[p \Delta^2]}{2n}}$$

Kade e:

$$p = \frac{L}{d}$$

Δ = razlika pomegju dvostrukite merenja vo cm i

n = broj na stranite

Bros na vlakot	Od kade . e	l	[d]	λ [d]	l_s	l_s^2	$\frac{P}{[d]} = \frac{1}{v_0 \text{ km}}$	$P l_s^2$	Relativna greška na vlakot	
									$m_{k_0} = \frac{f_d}{[d]}$	
1	19 2	-	0 034	953	+ 0 009	- 0 043	0 0018	1 05	1 17048	0 000058
2	19 3	+	0 009	138	+ 0 001	+ 0 008	1	7 25	1 15425	64
3	19 4	-	0 018	453	+ 0 004	- 0 022	5	2 21	1 25167	39
4	19 5	+	0 011	1016	+ 0 009	+ 0 002	0	0 86	1 50751	20
5	19 6	+	0 005	1092	+ 0 010	- 0 005	0	0 92	1 68250	14
6	19 7	-	0 033	1061	+ 0 010	- 0 043	18	0 94	1 20886	48
7	19 8	+	0 020	980	+ 0 009	+ 0 011	1	1 02	1 26486	37
8	19 9	+	0 053	1368	+ 0 012	+ 0 041	17	0 73	1 25314	39
9	19 10	+	0 008	983	+ 0 009	- 0 001	0	1 02	1 37055	27
10	19 11	+	0 007	1153	+ 0 010	- 0 003	0	0 87	1 34939	28
11	19 12	+	0 028	989	+ 0 009	+ 0 009	1	1 01	1 26948	37
12	19 13	+	0 010	861	+ 0 008	+ 0 002	0	1 13	1 48644	20
13	19 14	-	0 042	1175	+ 0 011	- 0 023	5	0 85	1 83929	12
14	19 15	+	0 022	734	+ 0 007	+ 0 015	2	1 36	1 21275	47
15	19 16	-	0 017	540	+ 0 005	- 0 022	5	1 82	1 15853	63
16	19 17	-	0 028	532	+ 0 005	- 0 033	11	1 89	1 18597	54
17	19 18	+	0 009	770	+ 0 007	+ 0 002	0	1 30	1 48063	20
18	19 19	-	0 073	1310	+ 0 042	- 0 085	72	0 76	1 13925	71
19	19 20	+	0 021	729	+ 0 007	+ 0 014	2	1 36	1 33011	30
20	19 22	+	0 010	695	+ 0 006	+ 0 004	0	1 42	1 63091	16
21	19 23	+	0 008	828	+ 0 008	\pm 0 000	0	1 20	1 51687	19
22	19 24	-	0 014	930	+ 0 009	- 0 023	5	1 08	1 38750	26
23	19 25	+	0 004	563	+ 0 005	- 0 001	0	1 78	1 40215	24
24	19 26	-	0 008	1149	+ 0 010	- 0 018	3	0 87	1 114800	9
25	19 27	+	0 017	1155	+ 0 011	+ 0 006	0 0000	0 87	1 64167	15

$$m_{k_0} = \frac{0 001854}{49} = 0 00003783 = \frac{1}{26 434} \quad [d]_p = \frac{44 873}{49} = 916 \text{ m}$$

$$m_{k_R} = \frac{\sqrt{[d]_p + \lambda [d]_p}}{[d]_p} = \frac{0 00086 \sqrt{916 + 0 00007933 \cdot 916}}{916} = \frac{0 033239}{916} = 0 00003627 = \frac{1}{27558}$$

Bros na vlakot	Od kade zemeno	\pm	l	[d]	λ [d]	\pm	l_s	l_s^2	$P = \frac{1}{[d]}$	vo nm	\pm	pl_s^2	Relativna greška na vlakot	
													$m_p = \frac{f_d}{[d]}$	
26	19 28	+	0 072	1184	+	0 011	+ 0 061	0 0037	0 84				1 16 205	0 200062
27	19 29	+	0 013	674	+	0 006	+ 0 007	0	1 48				1 22 434	44
28	19 30	+	0 053	1409	+	0 013	+ 0 040	16	0 79				1 20 706	48
29	19 31	\pm	0 000	862	+	0 008	- 0 008	1	1 16				1 19 591	51
30	19 32	+	0 022	447	+	0 040	+ 0 018	3	2 24				1 18 695	53
31	19 33	+	0 028	657	+	0 006	+ 0 022	5	1 51				1 10 580	94
32	19 34	-	0 078	2974	+	0 030	- 0 108	116	0 34				1 34 179	29
33	19 35	+	0 017	603	+	0 005	+ 0 012	1	1 62				1 35 412	28
34	19 36	-	0 003	346	+	0 003	- 0 006	0	2 90				1 57 501	17
35	19 37	+	0 008	1135	+	0 010	- 0 002	0	0 88				1 14 1 876	7
36	19 38	+	0 008	555	+	0 005	+ 0 003	0	1 80				1 39 645	25
37	19 39	+	0 011	604	+	0 006	+ 0 005	0	1 66				1 43 144	23
38	19 40	+	0 015	933	+	0 009	+ 0 006	0	1 08				1 58 251	17
39	19 42	+	0 017	775	+	0 007	+ 0 010	1	1 29				1 16 145	62
40	19 43	+	0 048	994	+	0 009	+ 0 039	15	1 01				1 11 692	85
41	19 44	-	0 019	1143	+	0 010	- 0 029	8	0 87				1 49 728	20
42	19 45	-	0 014	1153	+	0 010	- 0 024	6	0 87				1 13 255	75
43	19 46	-	0 016	1217	+	0 011	- 0 027	7	0 82				1 18 168	55
44	19 47	+	0 076	1237	+	0 011	+ 0 065	42	0 81				1 16 060	62
45	19 48	\pm	0 000	620	+	0 006	- 0 006	0	1 61				1 47 677	21
46	19 49	+	0 022	626	+	0 006	+ 0 016	3	1 60				1 24 094	41
47	19 50	+	0 021	923	+	0 008	+ 0 013	2	1 08				1 43 961	23
48	19 51	+	0 029	623	+	0 006	+ 0 023	5	1 60				1 18 328	54
49	19 52	+	0 029	1022	+	0 009	+ 0 012	1	0 97				1 46 473	0 000021
			+ 0 356	44873	+ 0 412	- 0 055		0 0524		0 0355			0 00 1854	
$m_p = \pm \sqrt{\frac{[P V_p^2]}{t}} = \pm \sqrt{\frac{6203}{48}} = \pm 35$ $m_r = \pm \sqrt{\frac{[P \Delta^2]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{3806304}{558}} = \pm \sqrt{682169} = \pm 26118$ $\lambda = \frac{[l]}{\sum [d]} = \frac{+ 0 356}{44873} = + 0 000007935$ $M = \sqrt{\frac{[P l_s^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{0 0000355}{49-1}} = \pm 0 00086$ $m_r = \frac{1}{m_p} = \frac{1}{38 285}$														

Dodeka predhodnite dve pogreški, presmetnati preku dve različni formuli, odgovarat edna na druga, ovaa e upadljivo pomala. Ovaa razlika e logična posledica na nezavisnosta na poslednata formula od pogreškite na aglovnite merenja vo poligonometriskata mreža. Isto taka, vo ovaa formula ne vleguvaat pogreškite vo orientacijata na trigonometriskata mreža i pogreškite vo koordinatite na trigonometriskite točki, na koj e svrzana gradskata poligonometriska mreža. Taa e čisto funkcija na razlikite na dvostrukite merenja i prestavuva sigurno merilo za točnost na izvršenite dolžinski merenja vo poligonometriskata mreža. Vo formulatot »Ocena na točnost na poligonometriskata mreža od I red na grad Skopje« upadljivi se golemite relativni pogreški na vlakovite br. 31 i 40. Prema srednata relativna pogreška na mrežata, maksimalna relativna pogreška na vlakot ne bi trebela da bide pogolema od 1:13.000. Dolžinskie merenja vo vlakovite 31 i 40, prema toa, trebeše da se ponovat, so što ke se zgolemeše kvalitetot na celata mreža. Megjutoa, koordinatite na poligonometriskite točki bea hitno potrebni i ne preostana vreme ni za minimalni terenski ispravki.

Za ocena na točnost na aglovnite merenja vo poligonometriskata mreža od II red, izravnata isto taka po metodata na postapnite približivanja vo poedinite zatvoreni poligoni, prosmetnata e srednata greška na prekršniot odnosno svrzniot agol po formulata:

$$m_B + \pm \sqrt{\frac{[p^2_\beta]}{N \cdot U}}$$

kade e

N — vкупniot broj na vlakovi, a
u — broj na jazlovite točki.

Za oceana na točnost na dolžinskie merenja, za sekoj vlak e presmetnata relativna pogreška $m = \frac{f_d}{[d]}$.

Srednata relativna pogreška od mrežata od II red, presmetnata kako prosta aritmetička sredina za site vlakovi e 1:8.873.

Site presmetnati pogreški se pomali od graničnite vrednosti navedeni vo član 33 od spomenatiot Pravilnik.

ZA KERNOVIOT PRIBOR

Prilično e rasprostraneto mislenjeto deka e Kernoviot pribor neporučliv za precizno merenje na aglite vo poligonometriskite mreži. Doda, principot na koencidencijata, koj što se состоi vo doveduvanjeto na podvižniot konec vo simetrala na dva nepodvižni kaoj ovoj instrument e svrzan so pogolemi napori za razlika od drugite instrumenti. I pokraj vozmogućnosta, so pomošta na eden vijok, rastojanieto izmegju nepokretnite konci na limbot po volja da se regulira, vršejki poveke čitanja vo eden ist pravec (nepomerajki go instrumento okolu ahlidadnata osovina (po-

četnicite dobivaat razliki do 3". Megjutoa, usetot za simetrija, kaj poedin-
cite inaku urogen, vo tekot na rabotata brgu se razviva i, može slobodno
da se kaže, deka vo pogled na točnosta ovoj pribor na zaostanuva zad
drugite.

Nedostatocite na ovaj pribor se slednite:

- 1) priborot e relativno skap
- 2) koencidencijata e svrzana so pogolemi fizički i psihički napori
- 3) Ogledalceto za osvetluvanje na limbot e vrzano za alhidadnata osovina i vo tekot na vrtenjeto na instrumentot se menuva intenzitetot na osvetlenosta na limbot. Za gotovo sekoa vizura potrebno e, vrtejki go ogledalceto, da se osvetluva limbot, što e svrzano so gubenje vo vreme-to,
- 4) vo dvete položbi na durbinot, rastojanieto izmegju nepokretnite konci na horizontalniot limb ne e ednakvo, što negativno se odrazuva na točnosta vo merenjeto na prekršnite odnosno svrznite agli i,
- 5) stativite se osposobeni za sklapanje so što e prilično olesneto nivnoto transportiranje, no vo stabilnosta na priborot e mnogu izgubeno.