ГЛАВНА ГЕОДЕТСКА УПРАВА ПРИ ВЛАДИ ФНРЈ

ПРАВИЛНИК

ЗА ДРЖАВНИ ПРЕМЕР

I ДЕО

ТРИАНГУЛАЦИЈА

КЊИГА ПРВА

ПРАВИЛНИЧКИ ПРОПИСИ СА ПРИЛОЗИМА 1 ДО 4 О ОБЕЛЕЖАВАЊУ И СИГНАЛИСАЊУ ТАЧАКА

БЕОГРАД 1951

САДРЖАЈ

I ОДЕЉАК

Опште одредбе

Члан		Страна
1.	Основа за премеравање	1
2	Правоугле координате	1
3.	Координатни систем	1
4.	Подела тригонометријске мреже у редове	1
5.	Увођење константног линеарног модула	2
6.	Начин изражавања бројних вредности координата	2
7.	Димензије елипсоида	3
8.	Подела круга	3
9.	Начини одређивања тригонометријских тачака	3
10.	Тачност одређивања тригонометријских тачака	3
11.	Везивање нове тригонометријске мреже на стару аустро-угарску катастарску мрежу	4
12.	Одређивање апсолутних висина тригонометријских тачака	3
13.	Густина тригонометријске мреже	4
14.	Правила за одређивање тригонометријских тачака начином пресецања	4
15.	Замена тригонометријске мреже полигонометријским влаковима	5
16.	Нумерисање тригонометријских тачака	5

II ОДЕЉАК

Теренски радови

А. Рекогносцирање, сигналисање и обележавање тачака

17.	Рекогносцирање и израда пројекта тригонометријске мреже	6
18.	Постављање тригонометријских знакова (сигналисање тачака)	6
19.	Обележавање тригонометријских тачака	7
20.	Ексцентрично обележавање тригонометријских тачака	8
21.	Опис положаја тригонометријских тачака	9

B. Мерење хоризонталних углова

22.	Методе мерења хоризонталних углова	10
23.	Гирусна метода. Припремне радње	10
24.	Гирусна метода. Опажање	11
25.	Шрајберова метода мерења углова. Суштина методе	15
26.	Шрајберова метода. Шеме опажања	18
27.	Шрајберова метода. Поступак при мерењу углова	22

C. Мерење вертикалних углова

28.	Мерење вертикалних углова. Опште одредбе	24
29.	Мерење вертикалних углова. Поступак код мерења	24
30.	Мерење вертикалних углова. Одређивање висине инструмента и сигнала	26

D. Свођење (редукција) на центар ексцентрично опажаних праваца

31. Свођење опажаних праваца на центар. Ознаке 27
32. Свођење опажаних праваца на центар. Одређивање елемената 28

E. Везивање тригонометријског нивелмана за репере геометријског нивелмана

33. Везивање за репере путем тригонометријског нивелмана 31

F. Индиректно мерење праваца

34. Поступак код индиректног мерења праваца 31

G. Изналажење подземних белега тригонометријских тачака

35. Начин инверсионог троугла 33
36. Начин одређивања изгубљене тачке пресецањем кружних лукова 35
37. Начин поступних приближавања 36

III ОДЕЉАК

Претходна рачунања

A. Опште одредбе

38. Исписивање бројева 37
39. Заокругљивање бројева 37
40. Симболичне ознаке 39
41. Означавање у обрасцима за рачунање одакле су узети подаци 40
42. Деветични остатак 40
43. Скраћивање бројних вредности координата 40
44. Правила код рачунања 41
45. Сређивање тригонометријских елабората 41

B. Ознаке, дефиниције и математичке константе код рачунања Гаус — Кригерових координата

46. Ознаке 41
47. Дефиниције азимута, дирекционог угла и конвергенције меридијана 43
48. Математичке константе 45

C. Редукција дужина и праваца

49. Замена пројекција (слика) геодетских линија у равни правама 46
50. Редукција праваца 47
51. Редукција дужина 48

D. Основна претходна рачунања

52. Рачунање равних правоуглих координата и геодетске конвергенције меридијана из географских координата (једначине Кригера) 50
53. Рачунање равних правоуглих координата и равне конвергенције меридијана из географских координата (једначине Гаус-Шрајбера) 53
54. Рачунање географских координата и конвергенције меридијана из равних правоуглих координата (једначине Кригера) 54
55. Рачунање географских координата и равне конвергенције меридијана из равних правоуглих координата (једначине Гаус-Шрајбера) 57
56. Рачунање равних правоуглих координата из дужине и азимута геодетске линије 58
57. Рачунање равних правоуглих координата из дужине и азимута геодетске линије (једначине Кригера) 60
58. Рачунање дужине и азимута геодетске линије из равних правоуглих координата 62
59. Рачунање дужине и азимута геодетске линије из равних правоуглих координата (једначине Кригера) 64
60. Рачунање географских координата из дужине и азимута геодетске линије (једначине Кларка) 66

ПРЕДГОВОР

Овим правилником обједињују се триангулациони радови цивилне и војне геодетске службе, те су према томе његове одредбе обавезне за целокупну геодетску службу у ФНРЈ.

Основни принципи извршења триангулационих радова изложени у овом правилнику, углавном, одговарају принципима на којима су се они и раније базирали. Међутим има и нових битних одредаба које се односе на класификацију и повећање тачности мреже. У односу на класификацију ове се одредбе оснивају на дугогодишњем искуству, а повећање тачности условљено је задацима који су стављени пред геодетску службу у вези са индустријализацијом и електрификацијом земље.

Детаљизирање појединих одредаба, објашњавање њиховог значаја и важности, подробно излагање начина и реда рачунања учињено је с обзиром на укључење нових кадрова у извођење радова. Из истих разлога нарочито су детаљно изложени у прилозима одељци сигналисања и обележавања тачака и подизања високих пирамида, пропраћени подацима за оцену материјала из којих се граде.

При разради образаца за рачунање поклоњена је нарочита пажња контролисању рачунских радњи. У многим случајевима дати су двоструки обрасци: за логаритамско и машинско рачунање. Поред тога двоструки обрасци дати су и за т. зв. основна претходна рачунања и трансформацију координата. Ово је урађено због тога што за ова рачунања постоје различите формуле али без нарочитог преимућства једних над другима. Стога је препуштено самим извршиоцима радова да изаберу оне обрасце које сматрају повољнијим према расположивим помоћним средствима за рачунање или за чију употребу већ располажу извесним искуством.

Многе одредбе из ранијег Правилника о катастарском премеравању I. део, као што је одредба о усвајању старе — сексагезималне — поделе круга, одредба о начину нумерисања тригонометриских тачака итд., за које треба признати да нису целисходне, ипак су задржане и у овом правилнику ради тога да би триангулациони елаборати били једнообразни и чинили једну целину на територији целе државе.

Начелник
Географског института ЈА
Генерал мајор

Марчић с. р.

Начелник
Главне геодетске управе

Дим. Милачић с. р.

61. Рачунање географских координата из дужине и азимута геодетске линије (једначине Беноа) 68
62. Рачунање дужине и азимута геодетске линије из географских координата (једначине Кларка) 70
63. Рачунање дужине и азимута геодетске линије из географских координата (једначине Хелмерта) 73
64. Трансформација равних правоуглих координата из једног координатног система у други – суседни (једначине Кригера) 75
65. Трансформација Гаус — Кригерових координата из једног координатног система у други (суседни) помоћу Солднерових координата 78

IV ОДЕЉАК

Обрада резултата мерења

А. Записници мерења углова

66. Записници мерења хоризонталних углова 82
67. Записници мерења вертикалних углова 85

В. Рачунање дефинитивних вредности опажаних углова односно праваца

68. Изравнање углова мерених по Шрајберовој методи 89
69. Изравнање праваца опажаних по гирусној методи (случај пуних гируса) 92
70. Изравнање праваца опажаних по гирусној методи (случај непотпуних гируса) 92
71. Свођење група 100
72. Рачунање индиректно мерених праваца 102

С. Свођење опажаних праваца на центар

73. Одређивање елемената за свођење опажаних праваца на центар путем посредних мерења 103
74. Свођење на центар праваца опажаних са ексцентричне станице 108
75. Свођење на центар праваца опажаних на ексцентричан сигнал 110

D. Рачунање висинских разлика

76. Рачунање висинских разлика одређених тригонометријским нивелманом . . . 112
77. Одређивање висина сигнала индиректним мерењем 114

V ОДЕЉАК

Изравнање тригонометријске мреже

78. Начини изравнања 119

А. Изравнање по начину условних мерења (на елипсоиду)

79 Скица мреже и претходна рачунања 119
80. Условне једначине у слободној мрежи 121
81. Условне једначине у неслободној мрежи 125
82. Број условних једначина 128
83. Начин састављања условних једначина 129
84. Контролно рачунање апсолутних чланова условних једначина 134
85. Контрола коефицијената условних једначина 135
86. Граничне вредности апсолутних чланова фигурних условних једначина . . . 136
87. Рачунање средње грешке мереног правца и граничне вредности ове грешке 136
88. Образовање нормалних једначина корелата 136
89. Решавање нормалних једначина корелата 138
90. Рачунање корелата 142
91. Рачунање поправака 143

92. Број децималних места код решавања нормалних једначина, рачунања корелата и поправака 143
93. Средња грешка јединице тежине 144
94. Рачунање страна 144
95. Рачунање азимута и географских координата 145

B. Изравнање по начину условних мерења (у равни)

96. Скица мреже и претходна рачунања 146
97. Свођење опажаних праваца са елипсоида на раван 147
98. Свођење дужина са елипсоида на раван 149
99. Постављање условних и састављање нормалних једначина 149
100. Решавање нормалних једначина корелата по шеми Дулитла 150
101. Рачунање корелата, поправака и средње грешке 152
102. Рачунање страна, дирекционих углова и координата 152

C. Изравнање по начину посредних мерења

103. План рачунања 153
104. Рачунање дирекционих углова и дужина страна 155
105. Оријентисање праваца 156
106. Три случаја при одређивању тачака пресецањем 160
107. Поступак при одређивању највероватнијих вредности координата начином посредних мерења 160
108. Рачунање приближних координата за тачке одређене пресецањем напред или комбинованим пресецањем 161
109. Рачунање приближних координата за тачке одређене пресецањем назад 167
110. Једначине грешака за случај пресецања напред 169
111. Једначине грешака за случај пресецања назад или комбинованог пресецања 171
112. Образовање нормалних једначина 173
113. Решавање нормалних једначина 174
114. Рачунање поправака праваца и дефинитивних дирекционих углова 175
115. Рачунање средњих грешака 178
116. Поступак при изравнању координата тачака мреже нижих редова одређених пресецањем 178
117. Преношење дефинитивних координата са сигнала на центар 183
118. Истовремено изравнање координата двеју тачака 184
119. Изравнање координата тачака мреже виших редова 190
120. Изравнање координата појединих тачака (Тригоном. образац бр. 33) 190
121. Истовремено изравнање координата групе тачака 193

D. Специјални случајеви изравнања

122. Изравнање координата „блиске“ тачке 200
123. Истовремено изравнање координата центра, ексцентричне станице и сигнала 204

VI ОДЕЉАК

Изравнање тригонометријског нивелмана

124. Изравнање влака тригонометријског нивелмана уметнутог између две тачке чије су апсолутне висине дате 205
125. Изравнање апсолутне висине чворне тачке 207
126. Истовремено изравнање апсолутних висина двеју и више чворних тачака 209
127. Изравнање мреже тригонометријског нивелмана по начину посредних мерења 211
128. Изравнање мреже тригонометријског нивелмана по начину условних мерења 213

VII ОДЕЉАК

Скице, карте и каталози тригонометриске мреже

129. Скице тригонометријске мреже 215
130. Карте тригонометријске мреже 215
131. Каталози тригонометријских тачака 216

ПРИЛОЗИ

Број прилога | Страна

1. СКРАЋЕНЕ ОЗНАКЕ СРЕЗОВА (чл. 16) 219
2. ПЛАН ОДРЕЂИВАЊА ТАЧАКА (чл. 17) 225
3. СИГНАЛИСАЊЕ ТАЧАКА (чл. 18)

1. Тип обичног сигнала и сигнала на дрвећу 229
2. Обичне пирамиде типа ГИЈА 230
3. „ „ „ ОКА 232
4. Високе пирамиде типа ГИЈА 236
5. „ „ „ Р 238
6. „ „ „ ОКА 250
7. „ „ „ САД 259

Грађење високих пирамида

I. Грађевински материјал

Ia Грађа

А. Врсте и димензије грађе 266
Б. Врсте дрвета 266
С. Заштита дрвене грађе од трулења 268
D. Недостаци дрвене грађе 268
Е. Кубатура грађе 268

Ib Ексери, жица и завртњи

А. Ексери 271
В. Жица 271
С. Завртњи 272

II Карактеристичне особине појединих типова високих пирамида 272

III Избор типа пирамиде 274

IV Грађење пирамида

А. Обележавање места за основне стубове и копање рупа 275
В. Припремање (кројење) грађе 276
С. Подизање пирамида 280
D. Израда и причвршћивање венаца и крстова 284
Е. Израда појединих делова пирамиде 284
F. Завршни радови 287

4. БЕЛЕГЕ ЗА ОБЕЛЕЖАВАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА (чл. 19)

I Камени стубови

А. Материјал

1. Важније особине стена 289
2. Врсте стена 290
3. Штетни утицаји на камен и одлике доброг камена 292

В. Израда и димензије стубова 293

II. Бетонски стубови

А. Материјал

1. Шљунак 294
2. Песак 294
3. Цемент 295
4. Гвожђе за арматуру 296

В. Израда бетона 297

С. Састав бетона и облик стубова 298

III Подземне белеге

А. Керамичке плочице 299

Б. Бетонске плочице 299

IV Гвоздени репери за обележавање тригоном. тачака постављених на стенама 299

I ОДЕЉАК

ОПШТЕ ОДРЕДБЕ

Члан 1.

Основу за премеравање чине тачке државне тригонометријске мреже. **ОСНОВА ЗА ПРЕМЕРАВАЊЕ**

Члан. 2.

Правоугле координате тачака тригонометријске мреже рачунају се у Гаус-Кригеровој пројекцији меридијанских зона. **ПРАВОУГЛЕ КООРДИНАТЕ**

Члан 3.

Државна територија ФНРЈ дели се на три меридијанске зоне. Ширина зоне износи три степена (3^0) географске дужине. Свака зона чини посебан координатни систем. **КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ**

Средњи или главни меридијан зоне претставља у пројекционој равни апсцисну осу (x – осу). Средњи меридијани зона су меридијани 15^0, 18^0 и 21^0 источне дужине од Гринвича.

За позитиван смер апсцисне осе узима се смер ка северу, за негативни ка југу. За позитиван смер ординатне осе узима се смер ка истоку, за негативан ка западу.

Бројеви обележавања зона односно координатних система добијају се делећи степене дужина средњих меридијана бројем три, те према томе координатни системи имају бројеве 5, 6 и 7.

Члан 4.

Тригонометријска мрежа дели се на четири реда. Отстојања између тачака односно дужине страна износе: **ПОДЕЛА МРЕЖЕ У РЕДОВЕ**

у мрежи 1. реда преко 20 km;
„ „ 2. „ од 9 до 25 km;
„ „ 3. „ „ 3 „ 13 „
„ „ 4. „ „ 1 „ 4 „

Сем тога мрежа 2. и 3. реда дели се на основну и попуњавајућу мрежу. Отстојања између тачака односно дужине страна износе:

у основној мрежи 2. реда од 15 до 25 km;
у попуњавајућој мрежи 2. реда од 9 до 18 km;
у основној мрежи 3. реда од 5 до 13 km;
у попуњавајућој мрежи 3. реда од 3 до 7 km;

Према теренским приликама које условљавају облик мреже дужине појединих страна (праваца) могу бити нешто краће односно дуже од наведених. Међутим, просечна дужина стране код сваке тачке, ако се ова одређује засебно, или код групе тачака, ако се ове одређују заједно, мора бити у горе одређеним границама.

Тачке које припадају мрежи 1. реда, основној и попуњавајућој мрежи 2. реда и основној мрежи 3. реда јесу тачке виших редова. Њихове се координате рачунају с обзиром на кривину Земљине површине.

Тачке које припадају попуњавајућој мрежи 3. реда и мрежи 4. реда јесу тачке нижих редова. Њихове се координате рачунају без обзира на кривину Земљине површине.

Члан 5

КОНСТАНТНИ ЛИНЕАРНИ МОДУЛ

Да би се линеарне деформације дужина које настају при пројецирању са елипсоида на раван остале у границама 0,0001, морају се све дефинитивне (изравнате) координате тачака виших редова множити константним линеарним модулом

$$m_0 = 1 - 0,0001$$

За сва рачунања која се врше без обзира на кривину Земљине површине употребљавају се координате тачака виших редова претходно помножене овим модулом.

Члан 6

ИЗРАЖАВАЊЕ БРОЈ ИХ ВРЕДНОСТИ КООРДИНАТА

Вредности правоуглих координата тачака бројно се изражавају овако:

а) апсцисе се рачунају од екватора;

b) ординате се рачунају од средњег меридијана зоне тј. од x – осе.

Да би се код ордината избегли знаци плус и минус, додаје се вредностима ордината 500 000 метара. Према томе тачке које се налазе источно од средњег меридијана тј. x – осе имају вредности ордината веће од 500 000 метара; тачке, пак, које се налазе западно од средњег меридијана имају вредности ордината мање од 500 000 метара (допуна до овог износа). Сем тога додаје се испред ординате број 5, 6 или 7 ради означавања координатног система на који се те координате односе тј. на западни (број *5)*, средњи (број *6)* или источни (број *7*).

Вредности за координате свих тачака (сем тачак 1. реда) изражавају се на сантиметар.

Члан 7

Сва рачунања код којих се узима у обзир кривина Земљине површине врши се на елипсоиду са Беселовим димензијама. Ове димензије су следеће: **ДИМЕНЗИЈЕ ЕЛИПСОИДА**

велика полуоса	$\log a = 6.804\ 6434\ 637$
мала ,,	$\log b = 6.803\ 1892\ 839$
спљоштеност	$\alpha = 1:299{,}15$
ексцентрицитет	$\log e^2 = 7.824\ 4104\ 237$
други ексцентрицитет	$\log e'^2 = 7.827\ 3187\ 833$

$$\log \sqrt{1-e^2} = 9.998\ 5458\ 202$$

$$\log \sqrt{1+e'^2} = 0.001\ 4541\ 798$$

$$\log a \sqrt{1+e'^2} = 6.806\ 0976\ 435$$

Члан 8.

За сва тригонометријска рачунања усваја се стара – сексагезимална подела круга: **ПОДЕЛА КРУГА**

$$2\pi = 360^0;\ 1^0 = 60';\ 1' = 60''$$

Члан 9.

Главни начин одређивања тригонометријских тачака свих редова, сем првог, је начин пресецања. У изузетним случајевима могу се употребити и други начини одређивања тачака, али под условом да задовољавају потребну тачност. (види чл. 10) **ОДРЕЂИВАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА**

Члан 10.

Највеће дозвољене поправке праваца које се добијају при изравнању не смеју прећи: **ТАЧНОСТ ОДРЕЂИВАЊА ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА**

4" код основне мреже 2. реда;
6" ,, попуњавајуће мреже 2. реда
9" ,, основне мреже 3. реда
13" „ код попуњавајуће мреже 3. реда
20" ,, мреже 4. реда

Члан 11.

Ако се, у изузетним случајевима, појави потреба да се нова тригонометријска мрежа наслони на стару аустро-угарску катастарску мрежу, онда ће се највеће дозвољене поправке праваца одређивати за сваки поједини случај посебно. Одлуку о величини поправака доносиће Географски институт J. А. односно Главна геодетска управа. **ВЕЗИВАЊЕ НОВЕ МРЕЖЕ ЗА СТАРУ АУСТРО-УГАРСКУ КАТАСТАРСКУ МРЕЖУ**

1*

Члан 12.

АПСОЛУТНЕ ВИСИНЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА

За све тригонометријске тачке морају се одредити апсолутне висине, било путем тригонометријског било путем геометријског нивелмана.

Члан 13.

ГУСТИНА ТРИГОНОМЕТРИЈСКЕ МРЕЖЕ

Густина тригонометријске мреже зависи од теренских прилика за снимање (рељефа, густине детаља, повољних или неповољних услова за мерење полигоних страна итд).

На терену са средњим приликама за снимање мрежа мора бити такве густине, да полигони влаци, уметнути између суседних тригонометријских тачака, не буду дужи од 2 km.

На терену повољном за снимање (раван и чист терен са врло повољним условима за мерење полигоних страна) број тачака се може смањити, али мрежа мора бити ипак такве густине да на сваких 200 хектара дође по једна тригонометријска тачка ма кога реда и да дужина полигоних влакова не пређе 2,5 km.

На терену неповољном за снимање број тачака се повећава односно дужина полигоних влакова има се смањити на 1 – 1,5 km.

Поред тачака 4. реда, које се одређују приликом извршења тригонометријских радова, има се при детаљном премеру одредити још известан број тзв. накнадних тачака, ако то захтева облик и густина полигоне мреже.

Густина тригонометријске мреже у градовима (варошима) чији је грађевински рејон већи од 100 хектара одређује се посебним наређењима.

Члан 14.

ПРАВИЛА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ТАЧАКА ПРЕСЕЦАЊЕМ

1. Тригонометријска мрежа мора се развијати по принципу „од већег ка мањем“. Ради тога тачке нижег реда морају се налазити у простору који је обухваћен мрежом тачака вишег реда, јер ће само у том случају бити омогућено испуњавање услова за правилно одређивање тих тачака.

Услови за правилно одређивање тачака су следећи:

a) Раније одређене тачке морају бити равномерно распоређене по хоризонту око тачке која се од ових одређује, тј. треба тежити да углови између праваца, којима се ова тачка везује са раније одређеним тачкама, буду што ближе величини $\frac{360^0}{n}$, где је n број раније одређених тачака.

b) Отстојања између тачке која се одређује и раније одређених тачака треба по могућству да буду приближно једнака.

c) Нарочито се треба старати, кад год је то могуће, да се тачка веже са најближим околним тачкама.

d) Ако је у питању одређивање једне тачке, која је од пресудног значаја за даљи развој тригонометријске мреже, а задовољавање услова наведених под а) и с) овог става се не може постићи путем непосредних опажања, онда се потребне везе могу остварити индиректним путем (види чл. 34).

2) При одређивању тачака пресецањем треба имати:

а) од 6 до 12 праваца за тачке мреже 2. реда и основне мреже 3. реда;

b) од 6 до 10 праваца за тачке попуњавајуће мреже 3. реда;

с) од 5 до 10 праваца за тачке мреже 4. реда рачунајући једнострано опажање као један правац.

3. Стални објекти као: цркве, капеле, фабрични димњаци, уочљиве грађевине, маркантно дрвеће итд. треба по могућству уврстити у тригонометријску мрежу, водећи рачуна о њеној густини и облику.

4. Ако на терену постоје тригонометријске тачке које не припадају државној тригонометријској мрежи, онда треба и те тачке уврстити у нову тригонометријску мрежу и одредити их заједно са осталим тачкама.

Члан 15.

ЗАМЕНА ТРИГОНОМЕТРИЈСКЕ МРЕЖЕ ПОЛИГОНОМЕТРИЈСКИМ ВЛАКОВИМА

На подручјима где теренске прилике онемогућују правилно и рационално развијање тригонометријске мреже (равни затворени, шумовити непрегледни терени) може се ова заменити полигонометријским влаковима.

При овом, тригонометријска мрежа виших редова замењује се влаковима полигонометрије високе тачности, а тригонометријска мрежа нижих редова влаковима тачне полигонометрије.

Одлуку о овој замени доноси Географски институт Ј.А. односно Главна геодетска управа.

Члан 16.

НУМЕРИСАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА

1. Тригонометријске тачке мреже 2. реда (основне и попуњавајуће) нумеришу се редом арапским бројевима у границама једног координатног система. Ове тачке добијају сем броја и назив према месту на коме се налазе,

ОЗНАКА СРЕЗА

Прилог 1

2. Тригонометријске тачке мреже 3. реда (основне и попуњавајуће) и мреже 4. реда нумеришу се редом арапским бројевима у границама једног среза. За разликовање тачака које се налазе на граници два среза треба уз број додати скраћену ознаку оног среза у ком се тачка налази. Накнадне тачке (види чл. 13) нумеришу се у продужењу тачака 4. реда дотичног среза.

3. Свака тачка задржава свој број у свима обрасцима, скицама, плановима, картама итд.

II ОДЕЉАК

ТЕРЕНСКИ РАДОВИ

А. Рекогносцирање, сигналисање и обележавање тачака.

Члан 17.

РЕКОГНОСЦИРАЊЕ И ИЗРАДА ПРОЈЕКТА МРЕЖЕ

1. Рекогносцирању или избору места за постављање тригонометријских тачака треба посветити највећу пажњу, јер од правилног распореда тачака на терену зависи квалитет мреже. При рекогносцирању треба увек имати у виду правила о одређивању тригонометријских тачака наведена у чл. 14 и строго их се придржавати.

Од нарочитог је значаја рекогносцирање тачака мреже виших редова, а у мрежи нижих редова оних тачака на које се, углавном, ослања мрежа тј. од којих се одређује низ других тачака истог или нижег реда.

Након рекогносцирања, триангулатор мора доћи до убеђења да би сваки други распоред тачака довео до њиховог слабијег одређивања.

ПЛАН ОДРЕЂИВАЊА ТАЧАКА

Прилог 2

2. Рекогносцирању тачака виших редова мора претходити израда пројекта мреже. Мрежа се пројектује према карти размере 1:100 000 или 1:200 000.

Уз пројекат се прилаже план одређивања тачака.

При изради пројекта треба користити податке о старим триангулацијама, уколико оне на дотичним теренима постоје, те све старе тачке треба да буду по могућству укључене у нову мрежу.

3. При детаљном избору места за постављање тригонометријских тачака на терену треба се старати:

a) да тачка буде очувана у току дугог низа година, те се зато тачке несмеју постављати близу обала река, рудничких окана, на клизавом терену, у непосредној близини путева, усред њива итд.:

b) да буде омогућено лако развијање графичке триангулације на одговарајућим планшетима;

c) да у циљу отклањања бочне рефракције, визуре са тачке посматрања као и на ову тачку не пролазе близу објеката (зграда, ивица шуме, стена и сл.); код основне мреже 2. реда удаљеност визура од поменутих објеката треба да износи 5—10 метара;

d) да у мрежи 2. реда (основној и попуњавајућој) визуре пролазе изнад терена односно објеката (кровова зграда, шуме итд.) на висини 3—5 метара.

Члан 18.

ПОСТАВЉАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ЗНАКОВА (СИГНАЛИСАЊЕ ТАЧАКА)

1. На тачкама мреже виших редова постављају се пирамиде чије димензије зависе од теренских прилика и дужине визура.

2. На тачкама мреже нижих редова постављају се сигнали са три пара подупирача. Уколико дозвољавају теренске прилике, треба се придржавати нормалне висине сигнала која износи 3,5—4 m. Коље за учвршћивање сигнала мора бити чврсто побијено у земљу; уколико је пак то немогуће треба га заједно са подупирачима оптеретити камењем. **Прилог 3**

Да би се код мерења вертикалних углова визирала увек и само на „врх сигнала", тј. на пресек горње ивице дасака са гредицом, даске се на сигналима не смеју постављати једна испод друге, него тако да горње ивице дасака буду у истој хоризонталиој равни са врхом гредице.

3. Када то захтевају теренске прилике, сигнали се могу постављати на дрвећу. Ови сигнали морају бити, по могућству, од облица и имају се постављати само на окресано дрвеће тј. на гола стабла. Слободни део сигнала не сме бити већи од причвршћеног дела. Сигнали се имају постављати само вертикално. Косо постављање сигнала изрично се забрањује. Ако облик дрвета дозвољава, белеге се укопавају тако да буду у једној вертикали са визурном тачком тј. центрично.

Члан 19.

ОБЕЛЕЖАВАЊЕ СТАБИЛИЗАЦИЈА ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА

Тригонометријске тачке обележавају се сталним белегама, и то троструко: једном надземном и двема подземним белегама.

За надземне белеге имају се употребити камени стубови са правилно обрађеном главом, на чијој је горњој површини уклесан крст. **Прилог 4**

У недостатку камених стубова, а по нарочитом одобрењу Географског института Ј.А. односно Главне геодетске управе ови се могу заменити стубовима истих димензија од армираног бетона, код којих се, уместо крста усађује гвоздена шипка пречника 1—1,5 cm. са рупицом у средини.

За подземне белеге имају се употребити:

a) керамичке плочице;

b) бетонске плочице са крстом или гвозденим клином;

c) масиван камен са урезаним крстом.

Употреба камена за подземну белегу дозвољава се само у изузетним случајевима и под условом да употребљени камен није подложан распадању.

СТАБИЛИЗАЦИЈА

Димензије надземних белега исте су за све тригонометријске тачке сем тачака 1. реда. Сама дубина укопавања подземних белега је следећа:

a) за доњу подземну белегу —

1,30 m. за тачке основне мреже 2 реда;
1,20 m. „ „ попуњавајуће мреже 2 реда;
1,10 m. „ „ основне мреже 3 реда;
1,00 m. „ „ мреже нижих редова.

b) за горњу подземну белегу —

1,10 m. за тачке основне мреже 2 реда;
1,00 m. „ „ попуњавајуће мреже 3 реда;
0,90 m. „ „ основне мреже 3 реда;
0,80 m. „ „ мреже нижих редова.

Нормалне димензије надземних белега — стубова јесу: 0,15×0,15×0,65 m. Надземне белеге се укопавају тако да буду 0,10 m изнад површине терена.

Центри (средишта урезаних крстова или гвоздених шипки) надземних и подземних белега морају бити у једној вертикали. Земља између белега и око њих мора бити добро набијена.

На тачкама мреже виших редова доња подземна и надземна белега заливају се житком бетонском масом кад год је то могуће.

Ако се тачка мора поставити на чврсту и непомичну стену, онда се обележава гвозденим репером, који се вертикално усади и залије цементним малтером.

У карсним пределима и на трошним стенама где се не могу ископати рупе прописне дубине треба до чврсте стене ћускијом начинити удубљење најмање 30 см. дубине и приближно истог пречника. На дну удубљења потребно је у здравој стени избушити рупицу дубине 7 см. у коју ће се убетонирати гвоздена шипка дужине 8 см. Изнад гвоздене шипке треба насути један слој земље да не би бетон, којим ће се залити горња белега, захватио саму шипку. Затим ће се центрично ставити скраћена камена белега нормалног, пресека и залити бетоном до горње површине стене. Дужину скраћене белеге треба узети такву да белега вири изнад земље 5 – 10 см. Место камене белеге може се центрично изнад гвоздене шипке израдити помоћу приправљеног калупа бетонски стуб, који треба да вири 5 — 10 см изнад терена.

Без обзира да ли је тачка обележена каменом, односно бетонском белегом, или репером мора се извршити бочно осигурање са три гвоздене шипке распоређене око центра, усађене у стену и заливене цементом.

У циљу унификације обележавања тригонометријских тачака, све старе катастарске тригонометријске тачке или тачке постављене од стране других надлештава или приватних предузећа, а које се уврштују у састав нове државне тригонометријске мреже, имају се убудуће у смислу обележавања, довести у склад са горњим прописима, ако овима не одговарају.

Од овога се изузимају оне тачке које су обележене по одредбама чл. 22 Правилника о катастарском премеравању бр. 91133 од 30·X·1929 г. и по одредбама Привремене инструкције за триангулаторске радове Војног географског института од 1937 године.

Члан 20

Ексцентрично обележавање тачака

Према чл. 17 (тач. 3 под а) место за постављање тачке има се изабрати тако да тачка може бити очувана у току дугог низа година. Међутим, ако теренске прилике ипак присиљавају да се тачка постави на обрадивом земљишту или уопште на месту где горња белега може бити ненамерно оштећена, померена или уништена, онда се у овом случају тачка има обележити ексцентрично.

Код ексцентричног обележавања, на месту изабраном за постављање тачке, укопава се само једна подземна белега. Надземна белега замењује се већим коцем, изнад кога се онда поставља сигнал. Стална надземна белега и две подземне укопавају се ексцентрично на међи или другом заштићеном месту. При овом се треба старати:

a) да место где се укопавају сталне белеге буде што ближе изабраној тачки;

b) да буде омогућено што тачније одређивање елемената ексцентритета отстојања и угла);

c) да се са ексцентрично укопане сталне надземне белеге могу опажати 2 – 3 околне тригонометријске тачке;

d) да се полигона мрежа може без тешкоћа везати за ексцентрично обележену тачку.

Опажања за одређивање тачке врше се са коца, односно на сигнал, те се према њима рачунају и координате. Касније из измерених елемената ексцентрицитета рачунају се координате ексцентрично обележене тачке (сталне надземне белеге), па опажања извршена са ове служе за контролу.

Члан 21

Опис тригонометријских тачака

Прилог 5

За сваку тригонометријску тачку мора се израдити опис положаја (тригоном. образац бр. 27), који мора садржати следеће податке:

1. Број тачке, а код тачака 1. и 2. реда, поред броја, уписује се и назив тачке. Испред броја тачке ставља се топографска ознака реда мреже коме тачка припада.

2. Подаци о положају тачке: a) народна република; b) срез; c) месни народни одбор; d) назив потеса (места); e) назив секције карте размере 1:100 000, на којој се тачка налази f) ознака тригонометријске секције (карте мреже 4 реда) којој тачка припада.

3. Датум (дан, месец, година) постављања тачке.

Скица положаја

4. Скица положаја тачке са одмерањима (отстојањима) од оближњих сталних објеката или међа. Одмерања се узимају мерећи по терену. Она се имају узети у таквом броју и да буду тако распоређена, да се тачке односно подземне белеге могу пронаћи лучним пресеком.

Ако у близини уопште нема објеката за одмерање или их нема у довољном броју, онда се има поступити на један од следећих начина:

a) Изаберу се две тачке (предмета) чија спојна линија пролази близу тригонометријске тачке па се на тој линији призмом одреди подножна тачка управне спуштене са тригонометријске тачке и измери апсциса и ордината.

b) Изабере се правац од неке блиске тачке ка некој добро видљивој тачки која има својство визурне тачке (црквени или други какав торањ, димњак, и т. сл.) тако да правац пролази близу тригонометријске тачке, па се на томе правцу измери апсциса подножне тачке управне спуштене са тригонометријске тачке као и дужина ординате.

c) Са стране, а на 2 m. до тачке, подићи хумку од земље која се узима из рупе ископане на супротној страни хумке; хумка треба да буде у основи пречника најмање 1,20—1,50 m. и висине 0,75—1,00 m.

d) На ливадама и пашњацима место хумке може се ископати кружни шанац пречника 3 m; ширина шанца треба да буде 0,20—0,25 m, дубина 0,20—0,30 m.

е) За тачке постављене на каменитом земљишту узимају се одмерања од уочљивих стена (ако нема других сталних објеката или међа) на којима се урежу крстови и обоје црвеном масном бојом; сваки крст треба уоквирити још и слично обојеним троуглом.

Објекти, као и културе парцела од којих се узимају одмерања морају бити означени на скици према топографском кључу; сем тога треба уписати индикације (име, презиме и место становања сопственика парцеле) према катастарским прописима као и називе објеката.

5. Подаци о обележавању тачке са назначењем материјала од кога су белеге израђене, њихових димензија и дубине у којој су укопане. Подаци за дубине односе се на горњу површину надземне белеге.

6. Подаци о висини сигнала или појединих његових делова потребни за одређивање апсолутне висине тачке. Ове се висине такође увек мере од горње површине надземне белеге.

7. При успостављању старих тачака треба (у рубрици „Примедба") детаљно описати како је тачка била обележена.

В Мерење хоризонталних углова

Члан 22

МЕТОДЕ МЕРЕЊА ХОРИЗОНТАЛНИХ УГЛОВА

Углови у мрежи 2., 3. и нижих редова мере се по правилу гирусном методом. Само код мерења углова у мрежи 2. реда (основној и попуњавајућој) када се опажања врше са високих пирамида где инструменат стоји на стубу подложном увијању и клаћењу, и уопште у случајевима када инструменат не стоји стабилно, употребљава се Шрајберова метода мерења углова. Исто тако у случајевима када се неки од сигнала слабо види и не постоји могућност опажања пуних гируса, боље је мерити углове по Шрајберовој методи.

Члан 23

ГИРУСНА МЕТОДА — ПРИПРЕМНЕ РАДЊЕ

Пре опажања потребно је уверити се:

а) да је инструменат потпуно стабилан;

b) да је исправно центрисан;

c) да је алхидадина оса вертикална односно да је обртна оса дурбина хоризонтална;

d) да су инструменат и статив заштићени од непосредног утицаја сунчаних зракова.

Ради веће стабилности инструмента препоручује се, а нарочито код опажања тачака 2. реда када се ово врши са земље, постављати ноге статива на дебеле, добро побијене коце, или, по могућности, на специјалне тешке гвоздене папуче.

Када се опажање не врши са статива, него се инструменат поставља непосредно на стуб унутарње пирамиде, на прозор торња, на нарочити стуб за опажање итд. онда је потребно положајне завртње односно постоље инструмента угипсовати.

Да би се визирање могло вршити на начин предвиђен у члану 24 и без задржавања, потребно је претходно пронаћи и добро уочити све оне тачке које треба опажати са дотичне станице.

Ако је теодолит репетициони, онда треба алхидаду попоставити тако да читање на првом (левом) нонијусу или микроскопу буде близу 0°. Тада окретањем лимба са причвршћеном алхихадом треба дурбин управити на почетну тачку (види чл. 24) и причврстити лимб.

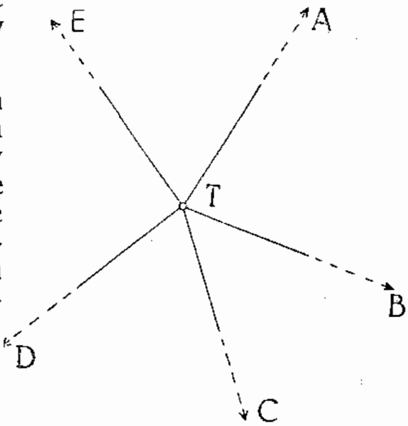
Ако теодолит није репетициони, онда треба навизирати почетну тачку и тек онда померити лимб тако да читање буде близу 0°.

Горњим операцијама постигнута је оријентација лимба на почетну тачку. Да би се, међутим, постигла потпуна једнообразност опажања на све тачке, потребно је пре опажања још окренути алхидаду здесна налево за 40°—50°. Овим поступком завршене су припремне радње.

Члан 24

ГИРУСНА МЕТОДА—ОПАЖАЊЕ

1. Нека је са дотичне станице потребно опажати тачке *A*, *B*, *C*, *D* и *E* рачунајући их редом у смислу кретања казаљке на сату (сл. 1) и нека је тачка А изабрана за почетну тачку.



Сл. 1

Покретањем алхидаде (која је претходно била окренута уназад за 40°—50°) у смислу казаљке на сату навизира се тачно почетна тачка, па се очитају и забележе оба нонијуса или микроскопа, (почетна визура). Затим се отпусти алхидада и идући у смислу казаљке на сату навизира следећа тачка по реду тј. В, па се очитају и забележе оба нонијуса или микроскопа. Онда се, покрећући алхидаду само у смислу казаљке на сату, визирају редом *C*, *D*, *E*, и поново почетна тачка *A* (завршна визура), читајући и бележећи увек оба нонијуса или микроскопа. Овим поступком је завршен први полугирус.

Пошто се дурбин окрене око своје обртне осе (проведе кроз зенит) или се промени њен положај у лежиштима, приступа се опажању праваца у другом полигурусу Али превизирања потребно је окренути алхидаду 2—3 пута за пун круг, а у смислу супротном кретању казаљке на сату. После тога, покрећући алхидаду само у горе наведеном смислу, навизира се почетна тачка А, па се очитају и забележе сба нонијуса или микроскопа. Покрећући грубо алхидаду само у смислу супротном кретању казаљке на сату, визирају се поступно све тачке опажане у првом полугирусу, али обрнутим редом тј. *E, D, C, B* и почетна тачка *A*.

Важно је да грубо покретање алхидаде у првом полугирусу буде увек и само у смислу кретања казаљке на сату, а у другом полугирусу само у супротном смислу. Ако је приликом покретања дурбин прешао жељени положај, онда се алхидада не сме покретати уназад, него се њено покретање има продужити у оном смислу који дотичном полугирусу одговара све дотле док дурбин не заузме потребан положај.

2. Поступак кога се има придржавати код визирања на тачке је следећи:

ГИРУСНА МЕТОДА

Алхидаду треба покретати грубим померањем (само слева надесно у првом полугирусу и здесна налево у другом полугирусу) све дотле док се у пољу вида дурбина не појави лик сигнала тачке на коју се визира. Тада треба продужити са померањем алхидаде у одговарајућем смислу али врло лагано и стати онда када се лик буде налазио нешто мало улево од вертикалних конаца. Коначно довођење лика сигнала у средину између два вертикална конца врши се само завртањем микромегарског завртња код алхидаде када се спирално перо притискује.

Важно је да се довођење лика помоћу микрометарског завртња оствари одједном тј. без понављања и без окретања овог завртња час у једном час у другом смислу.

Код визирања удаљених и слабо видљивих тачака често се дешава да се лик сигнала релативно добро види док се не налази у средини између два вертикална конца, али чим се лик доведе у њихову средину, онда постаје тако слабо видљив да је прецизно визирање немогуће. У овом случају смањивањем јасноће кончанице може се постићи повећање јасноће лика сигнала а тиме ће се омогућити тачније визирање Међутим, ако се и на овакав начин не би могла постићи задовољавајућа јасноћа лика сигнала, онда је боље искористити за визирање неку тачкицу (удебљање на хоризонталном концу, трунку прашине итд.), јер се помоћу ње визирање може обавити са релативно високом тачношћу.

ПОЧЕТНА ТАЧКА

3. Пошто опажање на исту тачку у почетку и завршетку сваког полугируса служи као контрола за непомичност лимба у времену опажања, то је тачност визирања на почетну тачку од особитог значаја Да би се визирање могло обавити са што већом тачношћу, потребно је да тачка буде добро осветљена и да сигнал на тачки буде стабилан и по-

свом облику повољан за тачно визирање. Ако се предвиђа да ће опажање са дотичне тачке трајати дуже времена (пре и после подне), онда треба за почетну тачку бирати једну која лежи према северу, јер ће она у току целог дана бити осветљена. Међутим, ако опажање траје релативно кратко време, онда се за почетну тачку може бирати нека тачка према истоку, када се опажа после подне, а према западу, када се опажа пре подне.

У циљу што тачнијег визирања препоручује се да се за почетну тачку бира нека стабилна тачка, као на пример громобран на димњаку или крову куће, крст на црквеном торњу итд. За почетну тачку не треба узимати сигнал постављен на дрвету или уопште тачку која услед ветра или других узрока може отступати од свог нормалног положаја.

У једном положају дурбина разлика између почетне и завршне визуре тј. разлика између читања на почетну тачку не сме бити већа од:

6″ при опажању основне мреже 2 реда;
8″ „ „ попуњавајуће мреже 2 реда;
10″ „ „ при опажању основне мреже 3 реда
12″ „ „ попуњавајуће мреже 3 реда;
15″ „ „ мреже 4 реда.

Ако је разлика већа, опажање треба поновити.

4. Разлика читања за исту тачку у 1. и 2. положају дурбина, која изражава двоструку колимациону грешку, мора бити у целом гирусу приближно стална. Промене ове разлике односно варирања њених вредности од минимума до максимума не смеју да буду већа од:

10″ при опажању основне мреже 2. реда;
12″ „ „ попуњавајуће мреже2. реда;
15″ „ „ основне мреже 3. реда;
18″ „ „ попуњавајуће мреже 3. реда;
25″ „ „ мреже 4. реда.

Међутим, ако између опажаних тачака има сигнала на дрвећу или уопште тачака чији сигнали нису стабилни, онда се наведене граничне вредности промена могу за 30% повећати.*)

---

*) ПРИМЕДБА. Треба имати у виду да је:

$$2c = (A_1 - A_2) \cos \alpha$$

где су:
c—колимациона грешка;
α—вертикални угао под којим се визира тачка
A_1—читање у 1 положају дурбина
A_2 „ у 2 „ „

Према томе, ако између опажаних тачака има таквих чије су визуре осетно нагнуте, онда при упоређењу разлика читања извршених у 1 и 2 положају дурбина треба узети у обзир вертикалне углове под којима су дотичне тачке визиране. За колико треба смањити разлику у зависности од величине вертикалног угла α, види се из следеће. таблице:

$\alpha = 15^0$—разлику $A_1 - A_2$ треба смањити за $1/_{30}$
$\alpha = 20^0$ „ „ „ „ „ $1/_{17}$
$\alpha = 25^0$ „ „ „ „ „ $1/_{11}$
$\alpha = 30^0$ „ „ „ „ „ $1/_8$
$\alpha = 35^0$ „ „ „ „ „ $1/_6$
$\alpha = 40^0$ „ „ „ „ „ $1/_4$
$\alpha = 45^0$ „ „ „ „ „ $1/_{3,5}$

На пример, ако је тачка визирана под вертикалним углом од 30^0, а разлика $A_1 - A_2$ износи 40″, онда је у овом случају потребно смањити је за $1/_8$, па двострука колимациона грешка износи 35″.

Напред наведено не важи за теодолите са ексцентричним дурбином.

5. Код нагнутих визура треба обратити нарочиту пажњу на хоризонталност обртне осе дурбина.

6. При мерењу по гирусној методи правци се опажају у следећем броју гируса:

у основној мрежи 2. реда — — — — 10 гируса;
„ попуњавајућој мрежи 2. реда — — 8 „
„ основној мрежи 3. реда — — — — 6 „
„ попуњавајућој мрежи 3. реда — — 4 „
„ мрежи 4. реда — — — — — — — 3 „

ГИРУСНА МЕТОДА

7. Да би се боље компенсирале систематске грешке поделе лимба, а и ради смањивања утицаја случајних грешака ове поделе, помера се лимб између појединих гируса за угао

$$\delta = \frac{180^0}{n}$$

где је n број гируса утврђен за одговарајући ред мреже. Тако, на пример, при опажању попуњавајуће мреже 3. реда односно при мерењу праваца у 4 гируса, треба лимб између појединих гируса померити за 45^0.

Померање лимба између појединих гируса обавезно је код опажања праваца мреже ма ког реда.

8. При опажању са „датих“ тачака, тј. са тачака чије су координате већ одређене, треба поред опажања праваца ка тачкама које се имају одредити, извршити опажање и на три „дате“ тачке ради оријентисања праваца. Оријентисање помоћу једног правца ка „датој“ тачки дозвољава се само у изузетном случају.

Правци који се узимају за оријентисање треба да буду правци на удаљене и јасно видљиве тачке.

9. Унапред се може сматрати да ће резултат мерења бити утолико тачнији уколико се мањи број тачака опажа у једном гирусу. Зато при већем броју праваца опажање треба поделити у групе. При образовању група треба се придржавати следећих правила:

a) код опажања која се врше у циљу одређивања тачака основне мреже 2. реда треба образовати групу само од тачака мреже 1. и основне мреже 2. реда;

b) код опажања која се врше ради одређивања тачака попуњавајуће мреже 2. реда има се образовати група само од тачака мреже овог и виших редова;

c) код опажања која се врше ради одређивања тачака основне мреже 3. реда има се образовати група сама од тачака које припадају мрежи овог и виших редова;

d) код опажања која се врше ради одређивања тачака попуњавајуће мреже 3. реда и мреже 4. реда могу се образовати комбиноване групе, уводећи у једну групу тачке свих редова; при овом се тачке мреже 4. реда опажају само у 3 гируса.

10. Групе образоване према претходном ставу не смеју имати више од:

a) 7 праваца код опажања која служе за одређивање тачака основне мреже 2. реда;

b) 9 праваца код опажања која служе за одређивање тачака попуњавајуће мреже 2. реда;

c) 10 праваца код опажања која служе за одређивање тачака основне мреже 3. реда;

d) 12 праваца код опажања која служе за одређивање тачака попуњавајуће мреже 3. реда ;

e) 15 праваца код опажања која служе за одређивање тачака мреже 4. реда.

Међутим, ако инструменат не стоји довољно чврсто, као на пример при опажању са високих пирамида подложних увијању, онда се наведени бројеви имају смањити за 30%.

При већем броју праваца опажања треба поделити у подгрупе, тако да број праваца у подгрупи не буде већи од горе наведених бројева.

Код образовања подгрупа треба водити рачуна о томе да се правци сваке подгрупе могу оријентисати засебно. Ради тога је потребно да поједине подгрупе имају 3 правца на „дате" тј. раније одређене тачке. Ако прилике код опажања онемогућавају образовање таквих подгрупа, онда је потребно да између подгрупа постоје најмање 3 заједничка правца, како би се правци опажани у појединим подгрупама могли свести у једну заједничку групу. При овом поступку је пожељно, али не и неопходно, да све подгрупе имају исти почетни правац.

Члан 25

ШТРАЈБЕРОВА МЕТОДА МЕРЕЊА УГЛОВА — СУШТИНА МЕТОДЕ

Шрајберова метода, која се примењује само код мреже 2. реда, а у случајевима наведеним у чл. 22 састоји се у следећем:

1. На станици се имају измерити сви углови образовани из праваца које треба опажати. Ако се са станице опажа s праваца, онда број углова k, који се могу образовати из s праваца и које треба измерити, износи:

$$k = \frac{s\,(s-1)}{2}$$

2. Ради одређивања s праваца потребно је измерити само $s-1$ углова. Ови углови, који су неопходни и за које се траже највероватније вредности, јесу „тражени" углови.

3. За сваки „тражени" угао добија се $s-1$ вредност и то: једна вредност добијена непосредним мерењем дотичног

угла и $s-2$ вредности одређених као збир или разлика других непосредно мерених углова.*)

4. Сваки се угао на станици мери у истом броју гируса. Ако се углови мере у n гируса, а за јединицу тежине узме се тежина угла измереног у једном гирусу, онда ће углови имати следеће тежине:

a) сваки непосредно мерени угао, чија је вредност одређена као проста аритметичка средина из n гируса, добија тежину $p_n = n$;

b) сваки пак „изведени" угао тј. угао одређен као збир или разлика два непосредно мерена угла дсбија тежину $p_i = \frac{n}{2}$

5. Највероватнија вредност „траженог" угла одређује се као општа аритметичка средина и то:

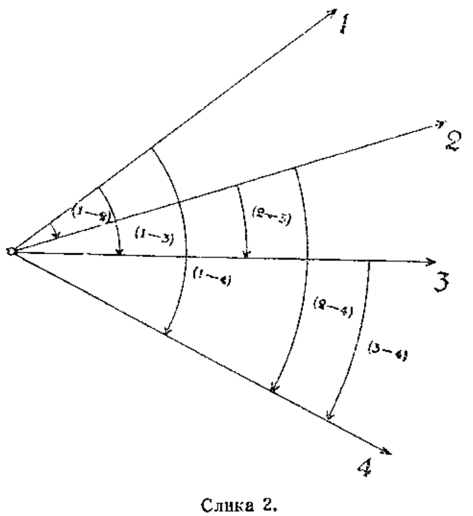
a) из вредности дотичног угла добијене непосредним мерењем;

b) из $s-2$ вредности „изведених" углова добијених као збир или разлика непосредно мерених углова.

Пошто је тежина највероватније вредности, одређене као општа аритметичка средина, једнака збиру тежина појединих вредности, то ће ова тежина бити:

$$p = p_n + (s-2)\ p_i = n + (s-2)\frac{n}{2} = \frac{ns}{2}$$

*) ПРИМЕДБА. Ако са станице треба опажати 4 правца, онда се мора измерити 6 углова и то: (1·2), (1·3), (1·4), (2·3), (2·4) и (3·4).



Ако се за тражене углове узму углови: (1·2), (2·3) и (3·4), онда је према слици

1 тражени угао (1·2)

(1·2) = (1·3) — (2·3)

(1·2) = (1·4) — (2·4)

2. тражени угао (2·3)

(2·3) = (1.3) — (1·2)

(2·3) = (2·4) — (3·4)

3. тражени угао (3·4)

(3·4) = (1·4) — (1·3)

(3·4) = (2·4) — (2·3)

Слика 2.

Када се за „тражене" углове узму углови: (1·2), (1·3) и (1·4) онда је:

1. тражени угао (1.2)

(1·2) = (1·3) — (2·3)

(1·2) = (1·4) — (2·4)

2. тражени угао (1·3)

(1.3) = (1·2) — (2·3)

(1·3) = (1·4) — (3·4)

3. тражени угао (1.4)

(1·4) = (1·2) + (2·4)

(1·4) = (1·3) + (3·4)

6. При мерењу по Шрајберовој методи тражи се да сви изравнати углови у мрежи дотичног реда имају исту тежину, тј. нсту тежину треба да имају највероватније вредности одређене за све „тражене“ углове дотичне мреже.

Овај захтев има за последипу услов да производ $\frac{ns}{2}$ буде константна величина тј.

$$\frac{ns}{2} = \text{konst.}$$

Из предњег произлази да је број гируса условљен бројем праваца.

7. За производе ns односно $\frac{ns}{2}$ одређују се следеће бројне вредности:

$$\frac{ns}{2} = 10 \text{ код основне мреже 2. реда;}$$

$$\frac{ns}{2} = 8 \quad \text{„} \quad \text{попуњавајуће мреже 2. реда.}$$

8. У циљу што потпуније компензације грешака поделе лимба тражи се да се сваки правац чита на једном те истом месту лимба само једанпут. Ради тога треба углове комбиновати у групе тако, да у сваку групу уђу углови образовани од разних праваца. Сви углови једне тако образоване групе могу се опажати при истом положају лимба. ШРАЈБЕРОВА МЕТОДА

Од броја углова k може се образовати m потпуно независних углова тј. углова од којих је сваки образован од два разна правца.

$$m = \frac{s}{2} \text{ (када је } s \text{ паран број)}$$

$$m = \frac{s-1}{2} \text{ (када је } s \text{ непаран број)}$$

Према томе број група t комбинованих из независних углова је:

$$t = \frac{k}{m}$$

или

$$t = \frac{2k}{s} \text{ (када је } s \text{ паран број)}$$

$$t = \frac{2k}{s-1} \text{ (када је } s \text{ непаран број)}$$

На пример, за случај да је $s = 4$ добија се:

$$k = \frac{s\ (s-1)}{2} = 6; \quad m = \frac{s}{2} = 2; \quad t = \frac{k}{m} = \frac{2k}{s} = 3$$

Те групе и углови јесу:

1. група	2. група	3. група
(1·2)	(1·3)	(1·4)
(3·4)	(2·4)	(2·3)

9. Број степена за који треба померити лимб између појединих мерења истог угла односно између гируса износи:

$$d = \frac{180^0}{n}$$

а број степена δ за који треба померити лимб између појединих група једнак је:

$$\delta = \frac{180^0}{nt} = \frac{d}{t}$$

10. Вредности за *k*, *n*, *p*, *m*, *t*, *d* и δ, према броју праваца *s*, дате су у следећој таблици.

s Број праваца	k Број углова	Број гируса n — основна мрежа	Број гируса n — попуњавајућа мрежа	Тежина изравнатог угла $p = \frac{ns}{2}$ — основна мрежа	Тежина изравнатог угла $p = \frac{ns}{2}$ — попуњавајућа мрежа	Број услова у групи m	Број група t	Број степена за који се помера лимб између гируса $d = \frac{180^0}{n}$ — основна мрежа	Број степена за који се помера лимб између гируса $d = \frac{180^0}{n}$ — попуњавајућа мрежа	Број степена за која се помера лимб између група $\delta = \frac{d}{t}$ — основна мрежа	Број степена за која се помера лимб између група $\delta = \frac{d}{t}$ — попуњавајућа мрежа
2	1	10	8	10	8	1	1	18	.	18	.
3	3	7	5	10.5	7,5	1	3	25,7	36	8,6	12
4	6	5	4	10	8	2	3	36	45	12	15
5	10	4	3	10	7,5	2	5	45	60	9	12
6	15	3	3	9	9	3	5	60	60	12	12
7	21	3	2	10,5	7	3	7	60	90	8,6	12,9
8	28	3	2	12	8	4	7	60	90	8,6	12.9

Члан 26

ШРАЈБЕРОВА МЕТОДА. ШЕМЕ ОПАЖАЊА

На основу наведеног у претходном члану дају се следеће шеме опажања:

I.	s=2	k=1	m=1	t=1

Основна мрежа		n=10						d=18^0			
		Г	и	р	у	с	и				
	угао	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	(1.2)	0^0	18^0	36^0	54^0	72^0	90^0	108^0	126^0	144^0	162^0

Попуњавајућа мрежа		n=8		d=22^0,5					
		Г	и	р	у	с	и		
	угао	1.	2.	3.	4.	5.	6	7.	8.
	(1.2)	0^0	22,5^0	45^0	67,5^0	90^0	112,5^0	135^0	157,5^0

II.	s=3		k=3		m=1		t=3				
Угао	Основна мрежа							Попуњавајућа мрежа				
	n=7		d=25,7°		δ=8,6°			n=5	d=36°	δ=12		
	Гируси							Гируси				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
(1.2)	0	25,7	51,4	77,1	102,8	128,5	154,2	0	36	72	108	144
(1.3)	8,6	34.3	60,0	85,7	111,4	137.1	162,8	12	48	84	120	156
(2.3)	17.2	42.9	68,6	94.3	120,0	145,7	171,4	24	60	96	132	168

III.	s=4		k=6		m=2	t=3			
Угао	Основна мрежа					Попуњавајућа мрежа			
	n=5	d=36°		δ=12°		n=4	d=45°		δ=15°
	Гируси					Гируси			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
(1.2)	0	36	72	108	144	0	45	90	135
(1.3)	12	48	84	120	156	15	60	105	150
(1.4)	24	60	96	132	168	30	75	120	165
(2.3)	24	60	96	132	168	30	75	120	165
(2.4)	12	48	84	120	156	15	60	105	150
(3.4)	0	36	72	108	144	0	45	90	135

III.	Групе:	1	2	3
	углови	(1.2)	(1.3)	(1.4)
		(3.4)	(2.4)	(2.3)

IV.	s=5		k=10	m=2		t=5
Угао	Основна мрежа				Попуњавајућа мрежа		
	n=4	d=45°	δ=9°		n=3	d=60°	δ=12°
	Гируси				Гируси		
	1	2	3	4	1	2	3
(1.2)	0	45	90	135	0	60	120
(1.3)	9	54	99	144	12	72	132
(1.4)	18	63	108	153	24	84	144
(1.5)	27	72	117	162	36	96	156
(2.3)	18	63	108	153	24	84	144
(2.4)	27	72	117	162	36	96	156
(2.5)	36	81	126	171	48	108	168
(3.4)	36	81	126	171	48	108	168
(3.5)	0	45	90	135	0	60	120
(4.5)	9	54	99	144	12	72	132

IV.	Групе:	1	2	3	4	5
	Углови	(1.2)	(1.3)	(1.4)	(1.5)	(2.5)
		(3.5)	(4.5)	(2.3)	(2.4)	(3.4)

V.	s=6		k=15	m=3		t=5
Угао	Основна мрежа			Попуњавајућа мрежа		
	n=3 d=60° δ=12°			n=3 d=60° δ=12°		
	Гируси			Гируси		
	1	2	3	1	2	3
(1.2)	0	60	120	0	60	120
(1.3)	12	72	132	12	72	132
(1.4)	24	84	144	24	84	144
1.5)	36	96	156	36	96	156
(1.6)	48	108	168	48	108	168
(2.3)	48	108	168	48	108	168
(2.4)	36	96	156	36	96	156
(2.5)	12	72	132	12	72	132
(2.6)	24	84	144	24	84	144
(3.4)	0	60	120	0	60	120
3 5)	24	84	144	24	84	144
(3.6)	36	96	156	36	96	156
(4.5)	48	108	168	48	108	168
(4.6)	12	72	132	12	72	132
(5.6)	0	60	120	0	60	120

V.	Групе:	1	2	3	4	5
	Углови	(1.2)	(1.3)	(1.4)	(1.5)	(1.6)
		(3.4)	(2.5)	(2.6)	(2.4)	(2.3)
		(5.6)	(4.6)	(3.5)	(3.6)	(4 5)

VI. s=7; k=21; m=3; t=7					
Угао	Основна мрежа			Попуњавајућа мрежа	
	n=3; d=60°; δ=8°,6			n=2; d=90° δ=12°,9	
	Гируси			Гируси	
	1	2	3	1	2
(1.2)	0	60	120	0	90
(1.3)	8,6	68,6	128,6	12,9	102,9
(1.4)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8
(1.5)	25,8	85,8	145,8	38,7	128.7
(1.6)	34,4	94,4	154,4	51,6	141,6
(1.7)	43,0	103,0	163,0	64,5	154,5
(2.3)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8
(2.4)	34,4	94,4	154,4	51,6	141,6
(2.5)	8,6	68,6	128,6	12,9	102,9
(2.6)	25,8	85.8	145,8	38,7	128,7
(2.7)	51,6	111,6	171,6	77,4	167,4
(3.4)	51,6	111,6	171,6	77,4	167,4
(3.5)	0	60	120	0	90
(3.6)	43,0	103,0	163,0	64,5	154,5
(3.7)	25,8	85,8	145,8	38,7	128.7
(4.5)	43,0	103,0	163,0	64,5	154,5
(4.6)	0	60	120	0	90
(4.7)	8,6	68,6	128,6	12,9	102,9
(5.6)	51,6	111,6	174,6	77,4	167,4
(5.7)	34.4	94,4	154,4	51,6	141,6
(6.7)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8

Групе	1	2	3	4	5	6	7
Углови	(1.2)	(1.3)	(1.4)	(1.5)	(1.6)	(1.7)	(2.7)
	(3.5)	(2.5)	(2.3)	(2.6)	(2.4)	(3.6)	(3.4)
	(4.6)	(4.7)	(6.7)	(3.7)	(5.7	(4.5)	(5.6)

VII. s=8; k=28; m=4; t=7					
Угао	Основна мрежа			Попуњавајућа мрежа	
	n=3; d=60°; δ=8°,6			n=2 d=90°; δ=12°,9	
	Гируси			Гируси	
	1	2	3	1	2
(1.2)	0	60	120	0	90
(1.3)	8,6	68,6	128,6	12,9	102,9
(1.4)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8
(1.5)	25,8	85.8	145,8	38,7	128 7
(1.6)	34,4	94,4	154,4	51,6	141,6
(1.7)	43,0	103,0	163,0	64,5	154,5
(1.8)	51,6	111,6	171,6	77,4	167,4
(2.3)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8
(2.4)	34,4	94,4	154,4	51,6	141,6
(2.5)	8,6	68,6	128,6	12,9	102,9
(2.6)	25,8	85,8	145,8	38,7	128,7
(2.7)	51,6	111.6	171,6	77,4	167,4
(2.8)	43,0	103,0	163,0	64,5	154.5
(3.4)	51,6	111,6	171,6	77,4	167,4
(3.5)	0	60	120	0	90
(3.6)	43,0	103,0	163,0	64,5	154 5
(3.7)	25,8	85.8	145,8	38,7	128,7
(3.8)	34,4	94,4	154,4	51,6	141,6
(4.5)	43,0	103,0	163,0	64,5	154,5
(4.6)	0	60	120	0	90
(4.7)	8,6	68,6	128,6	12,9	102.9
(4.8)	25 8	85,8	145.8	38,7	128,7
(5.6)	51,6	111,6	171,6	77,4	167,4
(5.7)	34,4	94,4	154,4	51,6	141,6
(5.8)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8
(6.7)	17,2	77,2	137,2	25,8	115,8
(6.8)	8,6	68,6	128.6	12,9	102.9
(7.8)	0	60	120	0	90

	Групе	1	2	3	4	5	6	7
VII	Углови	(1.2)	(1.3)	(1.4)	(1.5)	(1.6)	(1.7)	(2.7)
		(3.5)	(2.5)	(2.3)	(2.6)	(2.4)	(3.6)	(3.4)
		(4.6)	(4.7)	(6.7)	(3.7)	(5.7)	(4.5)	(5.6)
		(7.8)	(6.8)	(5.8)	(4.8)	(3.8)	(2.8)	(1.8)

При коришћењу ових шема треба имати у виду да читање на лимбу за прву леву тачку сваког угла износи $\delta + \alpha$, где је δ померање лимба за односну групу с обзиром на почетни правац а α угао између почетног правца и правца на прву леву тачку сваког угла. Ако се, на пример, са станице опажа 4 правца, па приближне вредности углова између њих износе:

$$\alpha_1 = (1 \cdot 2) = 76^\circ 30';$$

$$\alpha_2 = (1 \cdot 3) = 157^\circ 20'$$

онда се добија следећа таблица читања на леву тачку угла који се мери:

Угао	Гируси									
	1		2		3		4		5	
	Читања									
	на прву тачку	на леву тачку	на прву тачку	на леву тачку	на прву тачку	на леву тачку	на прву тачку	на леву тачку	на прву тачку	на леву тачку
(1·2)	0	0	36	36	72	72	108	108	144	144
(1·3)	12	12	48	48	84	84	120	120	156	156
(1·4)	24	24	60	60	96	96	132	132	168	168
(2·3)	24	100°30′	60	136°30′	96	172°30′	132	208°30′	168	244°30′
(2·4)	12	88°30′	48	124°30′	84	160°30′	120	196°30′	156	232°30′
(3·4)	0	157°20′	36	193°20′	72	229°20′	108	265°20′	144	301°20′

Члан 27

ШРАЈБЕРОВА МЕТОДА — ПОСТУПАК ПРИ МЕРЕЊУ УГЛОВА

При мерењу по Шрајберовој методи ред мерења појединих углова потпуно је произвољан, те зато треба опажати само оне тачке које се у то време најбоље виде и визирање на њих може да се изврши са потребном тачношћу.

1. Сам поступак при мерењу сваког појединог угла је следећи:

a) оријентисање лимба према одговарајућој шеми, а у вези тачке 2 претходног члана;

b) визирање на леву тачку угла који се мери;

c) визирање на десну тачку угла који се мери;

d) провођење дурбина кроз зенит или промена положаја његове обртне осе у лежиштима;

e) визирање на десну тачку угла који се мери;

f) визирање на леву тачку угла који се мери.

После сваког визирања читају се оба микроскопа или код инструмената новије конструкције, оптички микрометар.

При читању микроскопа или микрометра препоручује се следећи поступак:

а) код микроскопа читају се млађа и старија подеона црта поделе лимба, па се у записник уноси средина из ових читања;

b) код оптичког микрометра доводе се ликови подеоних црта лимба до коинциденције два пута узастопно, па се оба пута врши читање микрометра; у записник се уписује средина из два читања.

Кретање алхидаде при опажању у првом положају дурбина врши се у смислу кретања казаљке на сату, а у другом положају дурбина у супротном смислу. Таквог поступка треба се придржавати када инструменат има алхидадину осу типа Репсолда, тј. када је конструкција алхидадине осе таква да алхидада при своме кретању не вуче лимб за собом.

Међутим када инструменат има цилиндричну алхидадину осу (теодолити Вилда или Цајса) тј. када је конструкција алхидадине осе таква да алхидада при своме кретању може да вуче лимб за собом, онда се треба придржавати следећег поступка.

У првом положају дурбина алхидада се покреће у смислу кретања казаљке на сату; прво се визира на леву, па онда на десну тачку. Пошто је извршено читање на десну тачку, дурбин се доведе у други положај а алхидада се покреће у истом смислу тј. у смислу кретања казаљке на сату све дотле док се поново не навизира десна тачка. Чим ова буде навизирана и очитана, треба продужити кретање алхидаде у истом смислу, па навизирати и очитати леву тачку. Према овом поступку кретање алхидаде врши се увек у смислу кретања казаљке на сату, а уствари мери се дакле у другом положају дурбина допунски угао до 360°.

2. Разлика између вредности једног те истог угла мереног у разним гирусима не сме да прелази и то:

6″ код основне мреже 2. реда;

7″ код попуњавајуће мреже 2. реда,

Углови који не задовољавају предње услове морају се поново опажати по истој шеми у свим гирусима тј. целокупно мерење дотичног угла треба поновити.

3. Ако су на станици неки правци већ раније опажани и изравнати, онда се они уводе у план опажања заједно са свима осталима, али се не мере углови између тих датих праваца.

C. *Мерење вертикалних углова*

Члан 28

МЕРЕЊЕ ВЕРТИКАЛНИХ УГЛОВА — ОПШТЕ ОДРЕДБЕ

Прилог 6

1. Вертикални углови мере се према „Плану одређивања апсолутних висина тачака путем тригонометријског нивелмана“.

2. Ради смањења штетног утицаја рефракције треба тежити да се мерење вертикалних углова врши у времену од 9 до 15 часова.

Члан 29

МЕРЕЊЕ ВЕРТИКАЛНИХ УГЛОВА — ПОСТУПАК КОД МЕРЕЊА

1. Вертикални углови мере се у три гируса.

2. У првом полугирусу тј. у првом положају дурбина (круг лево) тачке се опажају редом T_1, T_2, T_3 . . . T_n идући од тачке до тачке у смислу кретања казаљке на сату. У другом полугирусу тј. у другом положају дурбина (круг десно) тачке се опажају обрнутим редом: T_n . . . T_3, T_2, T_1 идући од тачке до тачке у смислу супротном кретању казаљке на сату.

Када се заврши први гирус, окрене се лимб око обртне осе дурбина за 60°, па се приступа опажању у другом гирусу, а на исти начин како је то рађено у првом гирусу. По завршетку другог гируса опет се окрене лимб за 60° и приступа се опажању у трећем гирусу.

ВЕРТИКАЛНИ УГЛОВИ

Ако је код инструмента вертикални лимб чврсто везан са обртном осом дурбина, те је померање лимба између појединих гируса немогуће, онда се на тачку визира трима хоризонталним концима. При овом, у првом положају дурбина треба визирати прво горњим, па средњим и на крају доњим концем. У другом положају дурбина пак треба визирати прво доњим, па средњим и коначно горњим концем — дакле обрнутим редом. Овим визирањем трима концима у једном гирусу замењује се опажање у три гируса.

Ако инструменат нема три хоризонтална конца а лимб је чврсто везан са обртном осом дурбина, онда се вертикални углови морају мерити у 3 гируса ма и без померења лимба између појединих гируса. Но у овом случају је потребно пре опажања у наредном гирусу променити висину инструмента.

3. Код визирања и читања при мерењу вертикалних углова треба се придржавати следећег поступка:

a) доведе се визурна тачка у поље вида дурбина близу вертикалног конца;

b) доведе се мехур либеле да врхуни, пазећи да завршно окретање микрометарског завртња буде у позитивном смислу тј. у смислу завртања, када се спирално перо притискује;

c) дефинитивно се навизира тачка хоризонталним концем;

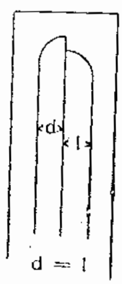
d) поново се увери да мехур врхуни;

e) очита се лимб.

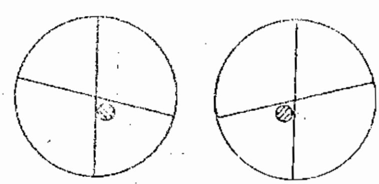
Када је визирање извршено, оператор мора бити убеђен да је у моменту визирања мехур врхунио, па ако то није био случај, онда се операција има поновити. Треба обратити нарочиту пажњу да се дефинитивно дотеривање мехура до врхуњења безусловно има вршити лаганим окретањем микрометарског завртња у смислу његовог завртања. Ако мехур пређе жељени положај, онда га треба вратити натраг и савесно поновити операцију. Пре дефинитивног визирања треба сачекати потпуно умиривање мехура.

Сем тога треба имати у виду да оператор оцењује положај мехура у цеви либеле пројецирајући крајеве мехура на либелину скалу. При овом, оператор може тачно оценити положај мехура само у случају ако гледа једновремено левим и десним оком, а очи да су му симетричне према средини либелине скале. Према томе, оператор не треба да гледа мехур са стране или само једним оком.

При употреби инструмената новије конструкције, код којих оператор констатује врхуњење мехура помоћу коинциденције ликова крајева мехура у либелиној призми, важно је да оператор не гледа призму са стране, него да је гледа тако да му се ликови крајева мехура указују са једнаком ширином



Сл 3



Сл 4

Пошто хоризонтални концн могу да не буду потпуно хоризонтални, то да би се елиминисала грешка услед нехоризонталности конца треба визирати како је то показано на сл. 4. Ако је, на пример, у првом положају дурбина тачка била навизирана десно од вертикалног конца, онда се у другом положају дурбина мора визирати лево од вертикалног конца. Из истих разлога боље је визирати тачку тако да буде што ближе вертикалном концу.

4. Код мерења вертикалних углова могу се добити задовољајући резултати само онда, ако је либела добро заштићена од директних сунчевих зракова.

5. Да би се још приликом самих опажања оператор могао уверити о исправном мерењу вертикалних углова, срачунавају се читања и то:

а) када се мере зенитна отстојања, срачунава се читање V. V. које одговара вертикалној визури (види чл. 67 тач. 1) ђ) када се мере висински углови, срачунава се читање Н. V. које одговара хоризонталној визури (види чл. 67 тач. 1)

У једном те истом гирусу изведена читања V. V. односно Н. V. морају бити приближно стална, те разлика између најмање и највеће њихове вредности не сме да прелази 25". Ако је разлика већа, онда осмажање треба поновити.

Члан 30

МЕРЕЊЕ ВЕРТИКАЛНИХ УГЛОВА — ВИСИНА ИНСТРУМЕНТА И СИГНАЛА

1. Апсолутне висине тригонометријских тачака, по правилу, односе се на горњу површину надземне белеге.

2. Висина инструмента тј. вертикално отстојање од горње површине белеге до обртне осе дурбина мери се ручном пантљиком са тачношћу на сантиметар. Резултат овог мерења уписује се у записник.

Ако је надземна белега укопана тако да јој се горња површина налази не на 0,1 m изнад земљишта, како би требало да буде према чл. 19, онда се мери још и отстојање од обртне осе дурбина до површине земље. Подаци мерења означавају се на следећи начин:

i_b – отстојање од обртне осе дурбина до горње површине белеге;

i_z – отстојање од обртне осе дурбина до површине земље (види прилог 19 чл. 67).

Прилог 19

3. Висине обичних сигнала и пирамида тј. вертикална отстојања од горње површине белеге до изабране визурне тачке на сигналу односно пирамиди мере се по правилу ручном пантљиком кад год је то могуће.

За визурне тачке треба бирати такве уочљиве тачке на сигналима односно пирамидама које ће се видети са свих околних тачака и код којих неће бити никаквог двоумљења при визирању.

Код обичних сигнала узима се за визурну тачку „врх сигнала" тј. пресек горње ивице дасака са гредицом.

Код пирамида узима се за визурну тачку „врх визурног стуба (попа)".

По правилу се код сваке пирамиде узимају висински подаци за: а) врх визурног стуба—попа (l_1), б) подножје визурног стуба—попа односно горњу ивицу дасака (l_2) и в) доњу ивицу дасака (l_3). Сви се ови подаци узимају у односу на горњу површину белеге (види прилог 20 чл. 67).

Прилог 20

Код сигнала на дрвету узима се за визурну тачку пресек горње ивице дасака са мотком.

Код црквених торњева је визурна тачка врх крста или средина јабуке испод крста.

Код фабричних димњака је визурна тачка горња ивица димњака.

4. Када се висина сигнала не може одредити директним мерењем, онда се иста одређује индиректним путем. Поступак за индиректно одређивање објашњен је у члану 77.

D. *Свођење (редукција) на центар ексцентрично опажаних праваца*

Члан 31

СВОЂЕЊЕ ОПАЖАНИХ ПРАВАЦА НА ЦЕНТАР — ОЗНАКЕ

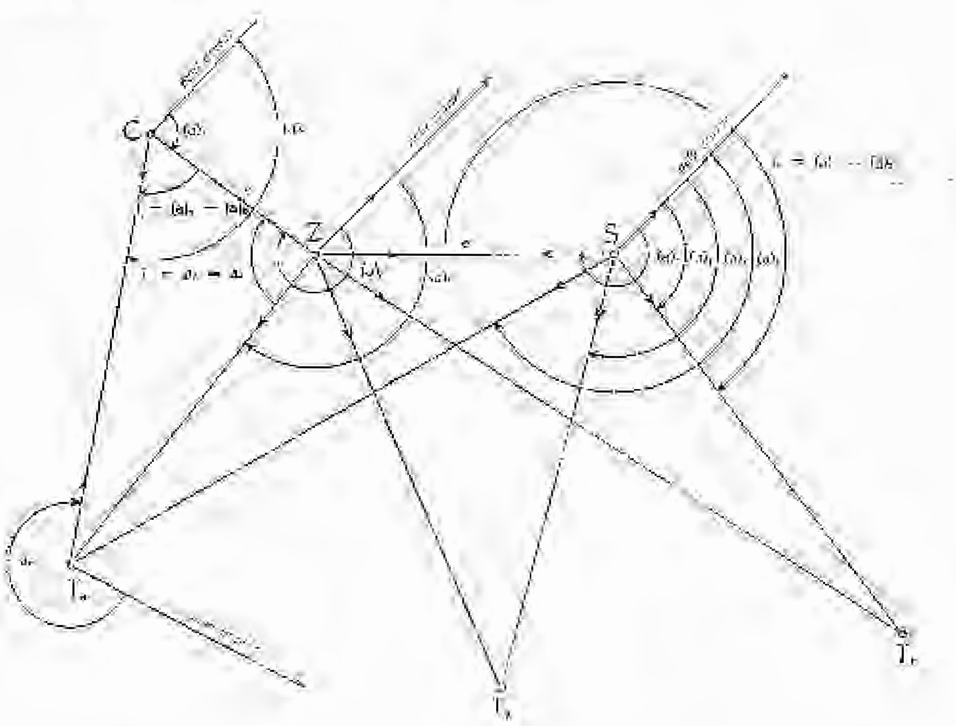
У свима записницима, скицама и обрасцима употребљавају се увек следеће ознаке:

z—центар;

s—ексцентрична станица;

c—ексцентрични сигнал;

e—ексцентрицитет тј. отстојање (редуковано о хоризонат) између z и s или између z и c;



Сл. 3

(a) — правац опажан са ексцентричне станице;

$(a)_z$ — правац опажан са ексцентричне станице s на центар z;

a_c — правац опажан са ма које станице на сигнал;

a_k — правац опажан са центра на тачку са које је вршено опажање (за случај свођења праваца са сигнала на центар);

$(a)_k$ — правац опажан са пројекције сигнала на тачку са које је вршено опажање (за случај свођења праваца са сигнала на центар);

i_s — угао на ексцентричној станици мерен између правца на центар и правца на једну од опажаних тачака тј.

$$i_s = (\alpha) - (\alpha)_z ;$$

i_z — угао на центру мерен између правца на сигнал и правца на тачку са које је вршено опажање тј.

$$i_z = \alpha_c - \alpha_k ;$$

i_c — угао на пројекцији сигнала мерен између правца на тачку са које је вршено опажање и правца на центар тј.

$$i_c = (\alpha)_k - (\alpha)_z .$$

Отстојање e и један од углова i_s, i_z и i_c сачињавају елементе за свођење на центар ексцентрично опажаних праваца.

Члан 32

СВОЂЕЊЕ НА ЦЕНТАР — ОДРЕЂИВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА

1. Када то дозвољавају теренске прилике, елементе треба одређивати непосредним мерењем.

а) Када је ексцентрицитет мали (испод 25 – 30 см.), онда се на један табак добре хартије пројецирају z, s и c. Отстојање e мери се размерником, а потребни углови транспортером.

Када је потребно пројецирати сигнал односно ексцентричну станицу са веће висине или уопште када се пројецирањем помоћу виска (због његовог клаћења услед ветра) не могу добити задовољавајући резултати, онда се пројецирање мора вршити помоћу инструмента. Ово се пројецирање врши са три станице тако да углови између трагова пројецирајућих равни буду што ближи 120°. Пројецирање је обавезно вршити у два положаја дурбина.

Ако се пројецирајуће равни које одговарају 1 и 2 положају дурбина не подударају, онда се за траг пројецирајуће равни сматра права повучена у средини између трагова добивених пројецирањем у оба положаја дурбина.

Услед неминовних грешака при пројецирању, трагови пројецирајућих равни обично се не секу у једној тачки, већ у пресеку образују мали троугао. Пројецирање се сматра исправним под условом да стране овог троугла не буду веће од 15 м/м. У случају већих страна операција пројецирања има се поновити.

По завршетку пројецирања табак хартије, на који је пројецирање вршено са свим потребним забелешкама треба приклучити записнику мерења углова са дотичне тачке.

б) Код већих ексцентрицитета отстојање e мери се челичном пантљиком три пута.

На мерење ексцентрицитета мора се обратити нарочита пажња. Резултати мерења имају се исправити за утицај силе затезања, температуре и угиба пантљике.

Пантљика се мора затезати помоћу динамометра силом од 5 до 10 килограма, што зависи од димензија (ширине и дебљине) пантљике. Поправка за истезање пантљике од силе затезања одређује се по формули:

$$\Delta_z = \frac{(S - S_0) \cdot l}{M \cdot P} \text{ (у метрима)}$$

где су:

S – сила затезања (изражена у килограмима) при мерењу;

S_0 – сила затезања при компарисању пантљике;

M – модул еластичности челика ($M = 20\,000$ килограма на 1 квадратни милиметар);

l – дужина пантљике у метрима;

P — површина попречног пресека пантљике изражена у квадратним милиметрима.

Поправка за температуру одређује се по формули:

$$\Delta_t = k \cdot l_0 (t - t_0) \text{ (у метрима)}$$

где су:

k – температурни коефицијенат ширења (за челик $k = 0{,}000\ 0125$);

l_0 – дужина пантљике при температури t_0;

t — температура пантљике при мерењу;

t_0 — температура пантљике при компарисању.

За одређивање температуре пантљике примењује се следећи начин: термометар се стави између два комадића старе расходоване пантљике и положи се на земљу поред затегнуте пантљике. Читање температуре треба вршити тек онда када термометар има температуру пантљике.

Поправка за угиб пантљике тј. разлика између дужине лука ланчанице (D) и тетиве (D') одређује се по формули:

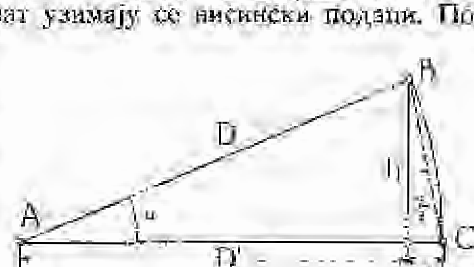
$$\Delta_u = -\frac{8}{3}\,\frac{U^2}{D_{уm}} \text{ (у метрима)}$$

где је U угиб пантљике изражен у метрима.

По правилу ексцентрицитет се мери по терену тј. пантљика се пружа непосредно по земљи. За свођење косо мерених дужина на хоризонат узимају се висински подаци. Поправке r за свођење на хоризонат тј. разлике између мерене (D) и сведене (D') дужине могу се рачунати по једној од следећих једначина:

$$r = h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$r = \frac{h^2}{2D}$$



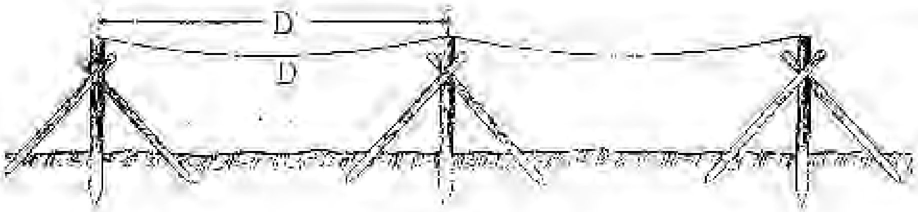
Сл. 8

где су:

h — висинска разлика тачака A и B;

α — угао који заклапа мерена страна са хоризонтом.

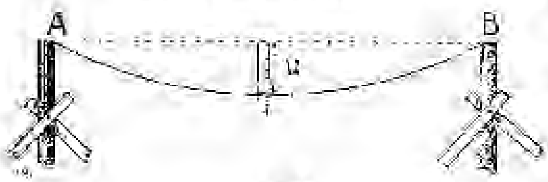
Ако је терен зарастао травом, житом итд. такве висине, да се пантљика не може добро прилагодити терену и пружена дуж мерене линије остаје савијена у вертикалној равни, онда се терен, пре мерења, има рашчистити. Ако је то, из ма којих разлога, немогуће, онда се побијају кочи, па се пантљика затеже између њих. Да се кочи не би померили, треба их учврстити помоћу летава (косника) (сл. 7). Добро је ако се на главама кочева ексерчићима причврсти један



Сл. 7

СВОЂЕЊЕ НА ЦЕНТАР ЕЛЕМЕНТИ

комадић картона или дебље хартије, па се одређена подеона црта пантљике обележава пикирањем иглом. Из може се пантљика читати и према оштрици перореза или на други начин, који осигурава потребну тачност читања (± 1 mm). Да би се добили дужина тетиве ланчанице, потребно је измерити стрелицу угиба пантљике. Стрелица се мери размерником, односно чита се на размернику, када се визира преко тачака A и B (сл. 8).



Сл. 8

Између појединих мерења пантљику треба померати. Читања се врше на оба краја пантљике на милиметар. За дефинитивну вредност ексцентрицитета узима са средина из три мерења. Отступања појединих мерења од аритметичке средине не смеју бити већа од 3 mm ако је ексцентрицитет мањи од дужине пантљике. Ако је пак ексцентрицитет већи од дужине пантљике отступање не сме бити веће од 5 mm.

Пре почетка теренских радова пантљика мора бити упоређена са нормалном мером (компарисана).

c) Угао између почетног (нултог) правца и правца на центар односно сигнал мери се у 2 гируса.

2. Када је одређивање елемената за свођење опажаних праваца на центар директним мерењем немогуће, онда се елементи одређују индиректним путем (види чл. 73).

3. При одређивању елемената за свођење на центар било директним било индиректним путем, треба се старати да се елементи одреде са приближно истом тачношћу са којом се врши непосредно центрисање инструмената.

Е. Везивање тригонометријског нивелмана за репере геометријског нивелмана.

Члан 33

ВЕЗИВАЊЕ ЗА РЕПЕРЕ ПУТЕМ ТРИГОНОМЕТРИСКОГ НИВЕЛМАНА

Тригонометријски нивелман, који се врши у циљу одређивања апсолутних висина тачака тригонометријске мреже, ослања се на репере, чије су апсолутне висине одређене геометријским нивелманом.

Апсолутне висине оних тригонометријских тачака које се налазе поред влакова државног нивелмана одређују се, по правилу, геометријским нивелманом приликом његовог извршења. Међутим, ако се тригонометријске тачке постављају после извршења геометријског нивелмана или су по свом положају неприступачне за геометријски нивелман, онда се ове имају везати за репере путем тригонометријског нивелмана.

У неким случајевима ова се веза може остварити директно тј. помоћу само једне стране. У другим случајевима између репера и тригонометријске тачке потребно је уметнути једну или више станица тј. образовати влак тригонометријског нивелмана.

Дужине страна, потребне за одређивање висинских разлика, мере се директно или индиректно. Код индиректног одређивања, ако то дозвољавају теренске прилике, треба бирати основице (*a*) тако да свака од њих може послужити за рачунање дужина двеју страна (сл. 9).

Сл. 9

Што се тиче броја тригонометријских тачака, постављених близу влакова геометријског нивелмана, које се имају везати за репере то се сматра довољним ако се тачке везане за репере налазе на отстојању 10—12 km. Појмљиво је да се за везу имају користити они репери, чији је положај у овом смислу најповољнији и са којима се ова веза може остварити што простије и тачније.

F. Индиректно мерење праваца

Члан 34

ПОСТУПАК КОД ИНДИРЕКТНОГ МЕРЕЊА ПРАВАЦА

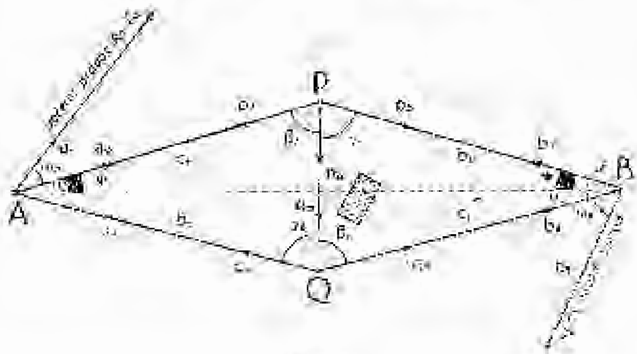
Када неопходна веза између двеју тачака не може да буде остварена непосредним (директним) опажањем, онда се она остварује индиректним путем (види члан 14 тачка 1/*d*).

Индиректна веза између тачака састоји се у следећем:

1. Ако се између тачака *A* и *B* налази нека препрека (зграда, шума, планински гребен итд.) која онемогућава догледање са *A* на *B* и обрнуто, онда се бирају две помоћне тачке *P* и *Q* (сл. 10) тако да се оне догледају са тачкама *A* и *B* и међу собом.

2. На тачкама A, B, P и Q треба опажати следеће правце:

са тачке A на T_a, P и Q;
" " B " T_b, Q и P;
" " P " B, Q и A;
" " Q " A, P и B;



Сл. 10

Из опажаних праваца имају се образовати углови

$$\text{везни угао } \omega_p = a_p - a_a$$

$$\text{везни угао } \omega_q = b_q - b_b$$

$$\alpha_1 = b_p - b_q; \quad \beta_1 = q_b - q_p; \quad \gamma_1 = p_q - p_b$$

$$\alpha_2 = a_q - a_p; \quad \beta_2 = p_a - p_q; \quad \gamma_2 = q_p - q_a$$

Из ових углова, а по формулама наведеним у чл. 72 рачунају се углови ψ и φ (сл. 10) па онда и правци AB и BA. Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 2 V (види чл. 72)

3. Под тачком 2 наведени правци опажају се у следећем броју гируса:

у 15 гируса код основне мреже 2. реда;
у 12 гируса код попуњавајуће мреже 2. реда;
у 9 гируса код основне мреже 3. реда;
у 6 гируса код попуњавајуће мреже 3. реда;
у 5 гируса код мреже 4. реда.

4. Отступања у троугловима APQ и BQP не смеју прелазити:

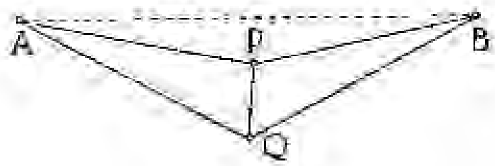
3,″0 код основне мреже 2. реда;
4,″5 код попуњавајуће мреже 2. реда;
6,″0 код основне мреже 3. реда;
7,″5 код попуњавајуће мреже 3. реда;
9,″0 код мреже 4. реда.

5. При избору помоћних тачака P и Q треба тежити да тачке A, B, P и Q образују растегнути ромб, чија дужа дијагонала претставља тражени правац (сл. 10).

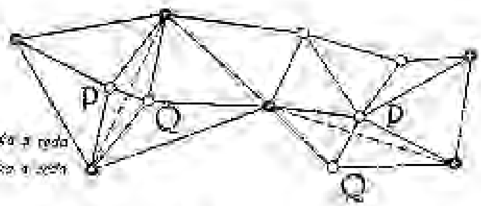
У изузетним случајевима, које треба по могућству избегавати, помоћне тачке P и Q могу се налазити обе на истој страни од траженог правца, али управна из P на $\overline{AB}$ не сме прећи $^3/_{10} \cdot \overline{AB}$.

6. Помоћне тачке обележавају се на терену дрвеним кољем.

7. У неким случајевима, као помоћне тачке могу бити искоришћене тригонометријске тачке (сл. 12).



Сл. 11



Сл. 12

G. *Изналажење подземних белега тригонометријских тачака.*

Члан 35

За проналажење подземних белега оних тригонометријских тачака чија је надземна белега уништена препоручује се следећи поступак. **ИЗНАЛАЖЕЊЕ БЕЛЕГА НАЧИН ИНВЕРСНОГ ТРОУГЛА**

1. У близини изгубљене тачке T_z бира се станица (T_s) са које се могу опажати 3 познате тригонометријске тачке, па се мере углови α_s и β_s (сл. 13).

2. Ако углови α_z и β_z нису раније на изгубљеној тачки мерени, онда се они одређују из дирекционих углова који се рачунају из координата датих тачака и тачке која се тражи.

3. Мерени углови α_s и β_s упоређују се са угловима α_z и β_z срачунатим из дирекционих углова или из раније опажаних праваца, па се рачунају разлике: **Прилог 7**

$$\Delta\alpha = \alpha_z - \alpha_s; \quad \Delta\beta = \beta_z - \beta_s; \quad \Delta\gamma = \gamma_z - \gamma_s \text{ *)}$$

За контролу мора бити:

$$\Delta\alpha + \Delta\beta + \Delta\gamma = 0$$

4. Даље се рачунају величине (градијенти) G по формули

$$G = \frac{\rho'}{d}$$

где је $\rho' = 3438$, а d — дужина стране изражена у километрима (види прилог 7).

*) Углови γ одређују се као допуна збира углова α и β до 360° тј.

$$\gamma_s = 360° - (\alpha_s + \beta_s) \quad \text{и} \quad \gamma_z = 360° - (\alpha_z + \beta_z)$$

Величине G треба нанети (у произвољној али погодно изабраној размери) на одговарајуће правце повучене из тачке T_1 под угловима α_1 и β_1. На тај начин одређују се тачке A, B и C.

Везујући ове тачке правама, добија се троугао ABC.

5. Затим се одређују дужине страна троугла ABC и рачунају се величине n по формулама:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot \Delta\alpha}{g_{1-2}}; \quad n_2 = \frac{1000 \cdot \Delta\beta}{g_{3-2}}; \quad n_3 = \frac{1000 \cdot \Delta\gamma}{g_{3-1}}$$

где су:

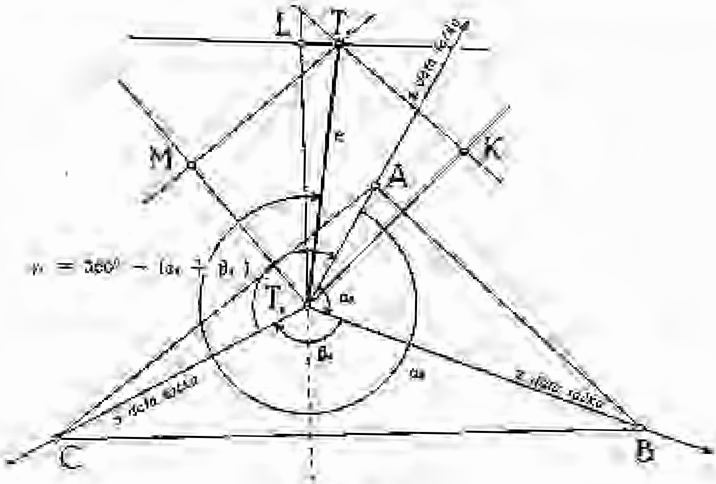
g_{1-2} — дужина стране AB;

g_{3-2} " " CB;

g_{3-1} " " CA.

Дужине ових страна узимају се са скице помоћу размерника.

6. Из тачке T_2 треба спустити управне на стране троугла ABC и на те управне у произвољној размери нанети величине (отсечке) n_1, n_2 и n_3. На тај начин добијају се тачке K, L и M.



Сл. 13

При спуштању управних треба водити рачуна о знаку разлика $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$ и $\Delta\gamma$. У случају негативног знака величина n наноси се у супротном смеру од стране на коју је дотична управна спуштена (види прилог 7 — управну на страну CB).

7. Кроз тачке K, L и M треба повући праве паралелне са странама на које су управне спуштене. У пресеку ових добија се изгубљена (тражена) тачка T_2.

8. Са цртежа се онда узима отстојање $T_s\,T_z = e$ и угао $(a)_z$.

9. Пре него што би се приступило копању ради тражења подземне белеге, треба на тачки T_z поново измерити углове α и β да би се уверили да исти одговарају угловима α_z и β_z.

Члан 36.

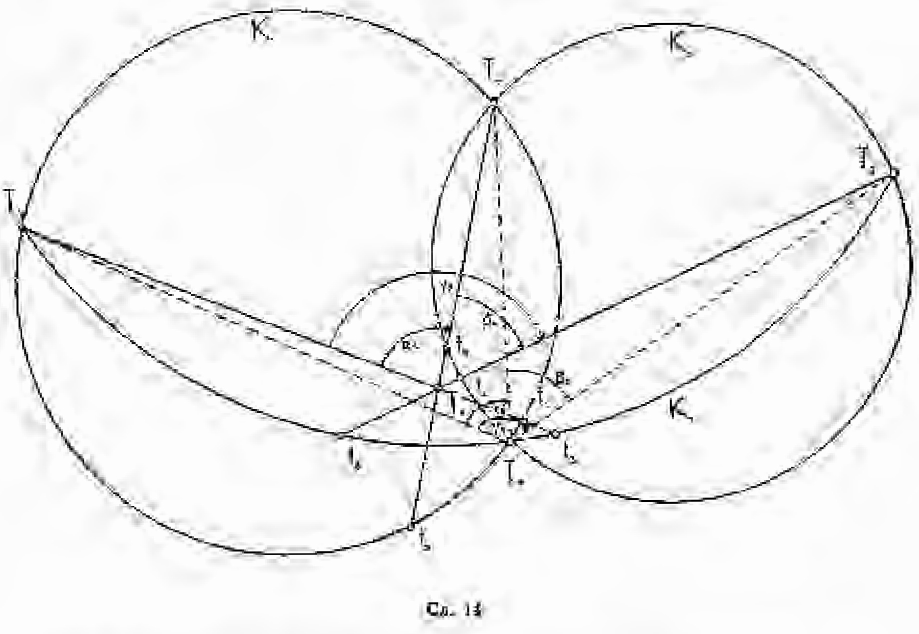
Овај се начин састоји у следећем:

ОДРЕЂИВАЊЕ ИЗГУБЉЕНЕ ТАЧКЕ ПРЕСЕЦАЊЕМ КРУЖНИХ ЛУКОВА

1. У близини изгубљене тачке T_z бира се станица T_s, па се опажају правци $(a)_1$, $(a)_2$ и $(a)_3$ на „дате" тачке T_1, T_2 и T_3 (сл. 14). Из ових праваца рачунају се углови:

$$\alpha_s = (a)_2 - (a)_1; \quad \beta_s = (a)_3 - (a)_2; \quad \gamma_s = (a)_3 - (a)_1$$

Прилог 7



Сл. 14

2. Из упоређења углова α_s, β_s и γ_s са угловима α_z, β_z и γ_z који одговарају траженој тачки T_z, добијају се разлике:

$$\Delta\alpha = \alpha_z - \alpha_s; \quad \Delta\beta = \beta_z - \beta_s; \quad \Delta\gamma = \gamma_z - \gamma_s$$

Углови α_z, β_z и γ_z рачунају се из дирекционих углова, ако нису познати из ранијих опажања. Исто и стране:

$$T_z T_1 = d_1; \quad T_z T_2 = d_2; \quad T_z T_3 = d_3$$

ако нису познате из ранијих рачунања, рачунају се из координата датих и тражене тачке.

3. Рачунају се отсечци:

$$0_1 = \frac{\sin\Delta\alpha}{\sin\alpha_s}\cdot d_2; \qquad 0_2 = \frac{\sin\Delta\alpha}{\sin\alpha_s} d_1$$

$$0_3 = \frac{\sin\Delta\beta}{\sin\beta_s}\cdot d_3; \qquad 0_4 = \frac{\sin\Delta\beta}{\sin\beta_s} d_2$$

$$0_5 = \frac{\sin\Delta\gamma}{\sin\gamma_s}\cdot d_3; \qquad 0_6 = \frac{\sin\Delta\gamma}{\sin\gamma_s}\cdot d_1$$

Ове отсечке треба у произвољној, али погодно изабраној размери нанети на правце T_sT_1, T_sT_2 и T_sT_3 и то:

отсечке 0_1 и 0_6 на правац T_sT_1;
отсечке 0_2 и 0_3 на правац T_sT_2;
отсечке 0_4 и 0_5 на правац T_sT_3.

При наношењу треба водити рачуна о знаку отсечака. Ако је отсечак позитиван, онда га треба нанети у правцу ка опажаној тачки, а ако је негативан, онда — у супротном правцу.

Знаци отсечака зависе од знака разлика $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$ и $\Delta\gamma$ и од знака синуса углова α_s β_s и γ_s.

Наношењем ових отсечака одређују се тачке: t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6.

4. Тачке t_1 и t_2, t_3 и t_4, t_5 и t_6 имају се спојити правама које уствари замењују кружне лукове. Ове праве ће се сећи или у једној тачки или ће њихови пресеци образовати троугао. Ако је троугао велики, онда је потребно преместити станицу T_s на приближно одређени положај изгубљене тачке и поновити операцију.

5. Отстојање $T_sT_r = e$ и угао $(\alpha)_r$ узимају се са цртежа.

Члан 37.

НАЧИН ПОСТУПНОГ ПРИБЛИЖАВАЊА

Поступак код овог начина је следећи:

1. На произвољно изабраној станици у близини изгубљене тачке мере се углови α_s и β_s (сл 14), па се упоређују са угловима α_r и β_r. Ако је мерени угао α_s већи од α_r, онда се станица налази унутар круга K_1, а ако је α_s мањи од α_r онда се станица налази ван круга K_1. Исто то важи за углове β, с том разликом да је станица у кругу или ван круга K_2.

2. Пошто се изгубљена тачка налази у пресеку кругова K_1 и K_2, онда је из наведеног у тачки 1. из величине разлика $\Delta\alpha$ и $\Delta\beta$ лако утврдити правац у коме треба преместити станицу.

3. После премештаја операција се понавља, те се поново одређује правац другог премештања станице.

Овакав поступак понавља се све дотле, док разлике између углова $\alpha_r - \alpha_s = \Delta\alpha$ и $\beta_r - \beta_s = \Delta\beta$ постану тако мале, да се могу сматрати као последица грешака само у мерењу углова. У том случају може се сматрати, да је станица изнад центра тражене тачке.

III ОДЕЉАК

Претходна рачунања

А. Опште одредбе

Члан 38

ИСПИСИВАЊЕ БРОЈЕВА

1. Бројеве са више од три цифре треба исписивати у групама по три цифре, узимајући групе здесна налево за целе бројеве и слева надесно за децимале.

На пример: В = 6 430 612, 265 44

2. Код логаритама треба мантисе исписивати у групама и то на следећи начин:

код 9 места у три групе 4. 772 4850 71
код 8 места у две групе 4. 534 94207
код 7 места у две групе 9. 844 9516
код 6 места у две групе 5. 53 1813
код 5 места у две групе 0. 77 255
код 4 места у једној групи 8.7128

4. За одељивање децималних места од целих служи запета, за одељивање карактеристике од мантисе — тачка. За одељивање децималних места у броју која се могу у неким рачунским операцијама изоставити служи тачка.

На пример, у таблици IV логаритми $\frac{N}{\rho''}$ исписани су овако

1·490 8943·3

пошто за нека рачунања треба имати логаритам $\frac{N}{\rho''}$ са 8 места а за нека само са 7 места.

Члан 39

ЗАОКРУГЉИВАЊЕ БРОЈЕВА

При заокругљивању бројева треба се придржавати следећих правила:

1. Број се одбацује ако износи мање од 0,5 јединице последњег места које треба задржати.

На пример број 364,37, у случају заокругљивања на целе јединице, гласиће 364.

2. Ако број који се одбацује износи више од 0,5 јединице последњег места које треба задржати, онда се последња цифра за једну јединицу повећава.

На пример, број 237,736, у случају заокругљивања на два децимална места, гласи 237,74.

3. Ако је при заокругљивању у питању тачно 0,5 јединице последњег места, онда се увек заокругљује на најближи парни број.

На пример, број 362,15, при заокругљивању на једно децимално место гласи 362,2.

4. Ако последња цифра после заокругљивања по одредбама 1 и 2, износи 5, онда се изнад ње ставља тачка, ако је заокругљено на мањи број, а црта, када је заокругљено на већи.

На пример 0,146 852, при заокругљивању на 5 децималних места гласи 0,146 8$\dot{5}$, а број 0,146 846 гласиће 0,146 8$\bar{5}$

5. Средња грешка збира низа величина

$$S = A + B + C + \ldots$$

услед заокругљивања појединих сабирака одређује се по формули:

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{a^2 + b^2 + c^2 + \cdots}{3}} \qquad (A)$$

Средња релативна грешка производа низа величина

$$P = A \cdot B \cdot C \cdots$$

услед заокругљивања појединих чинитеља одређује се по формули:

$$\frac{m_p}{P} = \pm \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{a}{A}\right)^2 + \left(\frac{b}{B}\right)^2 + \left(\frac{c}{C}\right)^2 + \ldots} \qquad (B)$$

где су $a, b, c\ldots$ максималне величине, које се било одбацују, било додају при заокругљивању $A, B, C, \ldots$ на вишу вредност.

Ако је

$$a = b = c \ldots = r,$$

онда се формуле (A) и (B) замењују следећим:

$$m_s = \pm r \sqrt{\frac{n}{3}} \qquad (C)$$

(где је n број сабирака)

$$\frac{m_p}{P} = \pm \frac{r}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{1}{A}\right)^2 + \left(\frac{1}{B}\right)^2 + \left(\frac{1}{C}\right)^2 + \ldots} \qquad (D)$$

Максималне пак грешке које се могу јавити услед заокругљивања код збира односно производа јесу:

$$M_s = 3 m_s = \pm r \sqrt{3n} \qquad (E)$$

$$\frac{M_p}{P} = \frac{3 m_p}{P} = \pm r \sqrt{3} \sqrt{\left(\frac{1}{A}\right)^2 + \left(\frac{1}{B}\right)^2 + \left(\frac{1}{C}\right)^2 + \ldots} \qquad (F)$$

На пример, нека је дато:

a) $r = 0{,}05$, $n = 20$

онда се према формулама (C) и (E) добија:

$$m_s = \pm 0{,}05\sqrt{\frac{20}{3}} = \pm 0{,}13 \qquad M_s = \pm 0{,}05\sqrt{60} = \pm 0{,}39$$

$$б)\ A = 5{,}746\,(5{,}75);\ B = 7{,}186\,(7{,}19);\ C = 3{,}376\,(3{,}38)$$

$$a = 0{,}004;\quad b = 0{,}004;\quad c = 0{,}004$$

На основу формула (D) и (F) тражене грешке биће:

$$\frac{m_p}{P} = \pm\frac{0{,}004}{\sqrt{3}}\sqrt{\left(\frac{1}{5{,}746}\right)^2 + \left(\frac{1}{7{,}186}\right)^2 + \left(\frac{1}{3{,}376}\right)^2} =$$

$$= \pm 0{,}00231\sqrt{0{,}1374} = \pm 0{,}000\,86$$

$$\frac{M_p}{P} = \frac{3m_p}{P} = \pm 0{,}002\,6$$

Члан 40

За све обрасце усвајају се следеће ознаке: СИМБОЛИЧНЕ ОЗНАКЕ

1. log означава се симболички са три тачке стављене иза логаритманда.

На пример:

$$N\ldots 6.805\,2375$$

означује

$$\log N = 6.805\,2375$$

2. Изостављене нуле испред прве цифре означују се негативним бројем који одговара броју изостављених нула.

На пример:

$$\overset{-6}{3}54 \text{ значи } 0{,}000\,003\,54$$

Негативни број ставља се изнад прве цифре.

3. Ако се у формулама са бројним коефицијентима замењују бројеви са њиховим логаритмима, онда се ово означава средњом (угластом) заградом.

На пример:

$$\frac{e'^2}{2}\cos^2\varphi\tau_1' = 0{,}003\,359\,6\cos^2\varphi\tau_1' = [7.52\,629_{-10}]\cos^2\varphi\tau_1'$$

4. Ако су у формулама занемарени чланови n-тог степена, онда се ови означавају са G_n.

На пример:

$$\log(\bar{x} - \bar{X}) = \log\left(2Ntg\frac{1}{2}c\ tg\frac{1}{2}u\right) - v_s - \frac{1}{48}M\sin^2u\,tg^2c -$$

$$-\log\left(2Ntg\frac{1}{2}c\ tg\frac{1}{2}u\right) - v_s + G_4$$

5. Код декадних допуна ознака „положени крст" ($\times$) означава негативну јединицу на месту на коме стоји.

На пример:

$$-254 = \times 746;\quad -234\,628 = \times 765\,372.$$

Члан 41

ОЗНАЧАВАЊЕ У ОБРАСЦИМА ОДАКЛЕ СУ УЗЕТИ ПОДАЦИ

У оним тригонометриским обрасцима где су у ту сврху отштампани нарочити ступци или остављена нарочита места обележена заградом, треба увек означити одакле су узети подаци за рачунање.

При овом, код образаца који имају редне бројеве означава се редни број; код образаца који немају редних бројева означава се број стране.

Само означавање врши се на тај начин што се прво исписује број обрасца из ког су подаци узети, а онда се исписује редни број обрасца односно број стране.

Број обрасца од његовог редног броја односно броја стране одваја се тачком.

На пример:

8 · 25 значи да су подаци узети из тригонометриског обрасца бр. 8 са стране 25;

10 · 27 значи да су подаци узети из тригонометриског обрасца бр. 10 чији је редни број 27.

Члан 42

ДЕВЕТИЧНИ ОСТАТАК

У свима обрасцима за рачунање у којима су штампане нарочите рубрике под насловом „деветични остатак" треба исписивати координате или друге бројеве са њиховим деветичним остацима.

Деветични остаци служе за контролу како самих рачунских операција, тако и преписаних бројних вредности.

Члан 43

СКРАЋИВАЊЕ БРОЈНИХ ВРЕДНОСТИ КООРДИНАТА

1. Да би се код рачунања оперисало са мањим бројевима дозвољава се код рачунских операција које се односе на мрежу нижих редова изоставити једну или две прве цифре координатних вредности. Колико се може изоставити цифара зависи од тога да ли је код координата свих тачака дотичног среза исте само једна или су исте две прве њихове цифре.

На пример, ако су у *n*-том срезу бројне вредности координата граничних тачака следеће:

северна тачка

$y = 7\,523\,961{,}30_8$ *) $\qquad x = 4\,910\,283{,}67_0$

јужна тачка

$y = 7\,515\,280{,}43_2$ $\qquad x = 4\,867\,321{,}18_0$

источна тачка

$y = 7\,534\,286{,}48_0$ $\qquad x = 4\,891\,641{,}25_0$

западна тачка

$y = 7\,510\,626{,}10_0$ $\qquad x = 4\,872\,222{,}87_2$

онда се код координата могу изоставити две цифре, а код апсциса само једна.

---

*) *Курзивно штампане цифре пишу се у обрасцима црвеним мастилом*

2 Употреба координата са скраћеним бројним вредностима дозвољава се у свим обрасцима који служе за рачунање мреже нижих редова, сем образаца бр. 5 и бр. 25. У овим обрасцима имају се исписивати праве вредности координата, а цифре које се могу изоставити у осталим обрасцима исписују се црвеним мастилом и не улазе у деветични остатак (види горе наведени пример).

Члан 44

ПРАВИЛА КОД РАЧУНАЊА

1. Забрањено је да се у обрасцима при рачунању остављају празне линије. Само последње линије на једној страни могу се оставити празне, ако по свом броју нису довољне да се изврши цело рачунање без преношења на другу страну.

2. Сва рачунања врше се мастилом. Забрањује се рачунање оловком, а потом исписивање мастилом. Забрањује се погрешно исписане цифре радирати или брисати гумом, већ треба погрешно исписане цифре прецртати и то тако да се могу прочитати, а изнад њих написати праве цифре. На пример, ако је место 0,14 145 написано 0,14 135, онда се грешка исправља овако:

$$0{,}14\,1\overset{4}{\cancel{3}}5$$

3. Цифре треба исписивати пажљиво, потпуно читко и такве величине која одговара ширини ступца и густини линија дотичног обрасца.

СРЕЂИВАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИСКИХ ЕЛАБОРАТА

Члан 45

1. Тригонометриски елаборати који се односе на мрежу 2 реда (основну и попуњавајућу) срећују се и повезују по координатним системима.

2. Тригонометриски елаборати који се односе на мрежу 3. реда (основну и попуњавајућу) и мрежу 4. реда срећују се и повезују по срезовима.

3. Изузетак од наведеног под 1 и 2 чине записници углова који се воде и срећују по серијама (в. чл. 66).

4. У сагласности с поступком код срећивања елабората воде се тригонометриски обрасци на следећи начин:

а) тригонометриски обрасци који се односе на мрежу 2 реда воде се по координатним системима;

б) тригонометриски обрасци који се односе на мрежу 3. и 4. реда воде се по срезовима.

В. Ознаке, дефиниције и математичке константе код рачунања Гаус-Кригерових координата

Члан 46

ОЗНАКЕ У GAUSS-KRÜGER-ОВОЈ ПРОЈЕКЦИЈИ

Код рачунања Гаус-Кригерових координата употребљавају се следеће ознаке:

φ — географска ширина тачке T;

λ — географска дужина (источно од Гринича) тачке T*);

*) Под географском ширином и географском дужином треба разумети геодетским путем (из триангулације) одређену ширину и дужину.

λ_0 — географска дужина (источно од Гринвича) средњег меридијана зоне;

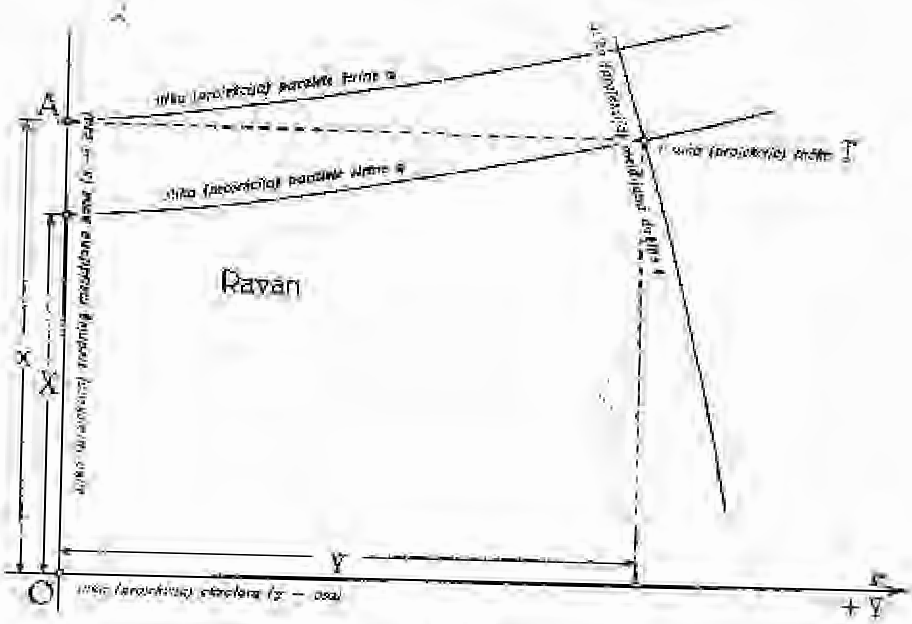
l — географска дужина тачке рачуната од средњег меридијана зоне односно разлика између географске дужине тачке и географске дужине средњег меридијана тј.

$$l = \lambda - \lambda_0$$

$\bar{x}$, $\bar{y}$ — равне правоугле координате (апсциса и ордината) тачке T;

x, y — равне правоугле координате тачке T помножене константним линеарним модулом m_0 (гл. 5) тј.

$$x = \bar{x} m_0; \qquad y = \bar{y} m_0.$$



Сл. 15

X — дужина лука меридијана од екватора до паралеле са ширином φ (сл. 15);

φ' — ширина паралеле тачке A која лежи на средњем меридијану односно x-оси и има апсцису $\bar{x}$ (сл. 15);

R — полупречник кривине меридијана за ширину φ

$$R = \frac{a\sqrt{1+e'^2}}{\sqrt{Q^3}}$$

где је:

$$Q = 1 + \eta^2; \qquad \eta^2 = e'^2 \cos^2\varphi$$

N – полупречник кривине првог вертикала тј. нормалног пресека управног на меридијан за ширину φ;

$$N = \frac{a\sqrt{1+e'^2}}{\sqrt{Q}}$$

r – средњи полупречник кривине за ширину φ

$$r = \sqrt{RN} = \frac{a\sqrt{1+e'^2}}{Q}$$

Одговарајуће вредности полупречника за ширину φ' обележавају се ознаком ' (прим) тј.

$$R' = \frac{a\sqrt{1+e'^2}}{\sqrt{Q'^3}};$$

$$N' = \frac{a\sqrt{1+e'^2}}{\sqrt{Q'}};$$

$$r' = \sqrt{R'N'}$$

$$Q' = 1 + \eta'^2;$$

$$\eta'^2 = e'^2 \cos^2 \varphi'$$

Члан 47

ДЕФИНИЦИЈЕ АЗИМУТА, ДИРЕКЦИОНОГ УГЛА И КОНВЕРГЕНЦИЈЕ МЕРИДИЈАНА

1. Геодетски азимут је угао на елипсоиду између меридијана дотичне тачке и геодетске линије (сл. 16). Азимути се рачунају од севера преко истока, југа и запада (у смислу кретања казаљке на сату) од 0° до 360° и означују се са α. Азимут линије $T_a T_b$ у тачки T_a означава се са α_{ab}^g, а азимут исте линије у тачки T_b – са α_{ba}^g.

ДИРЕКЦИОНИ УГАО

2. Геодетски дирекциони угао (Гаусов дирекциони угао) је угао на елипсоиду између паралеле*) са средњим меридијаном и геодетске линије. Геодетски дирекциони углови рачунају се од позитивног дела паралеле са средњим меридијаном (сл. 16) у смислу кретања казаљке на сату од 0° до 360° и означују се са ϑ. Геодетски дирекциони угао геодетске линије $T_a T_b$ у тачки T_a означава се са ϑ_{ab}^g, а геодетски дирекциони угао исте линије у тачки T_b — са ϑ_{ba}^g.

ГЕОДЕТСКА КОНВЕРГЕНЦИЈА

3. Геодетска конвергенција меридијана је угао на елипсоиду између меридијана тачке на коју се конвергенција односи и паралеле са средњим меридијаном зоне повучене кроз дотичну тачку. Геодетска конвергенција означује се са γ. Ради означавања тачке на коју се конвергенција односи додаје се индекс, те γ_a означава да се конвергенција односи на тачку T_a (сл. 16).

*) Ако се кроз тачку T_a повуче тангента на елипсоиду паралелно са равни средњег меридијана зоне, онда се пресек равни у којој лежи ова тангента и додирује тачку T_a са елипсоидом у бесконачно малом своме делу око тачке T_a сматра паралелом са средњим меридијаном зоне. Према томе геодетски дирекциони угао је угао између тангенте паралелне средњем меридијану и тангенте повучене на геодетску линију у тачки T_a.

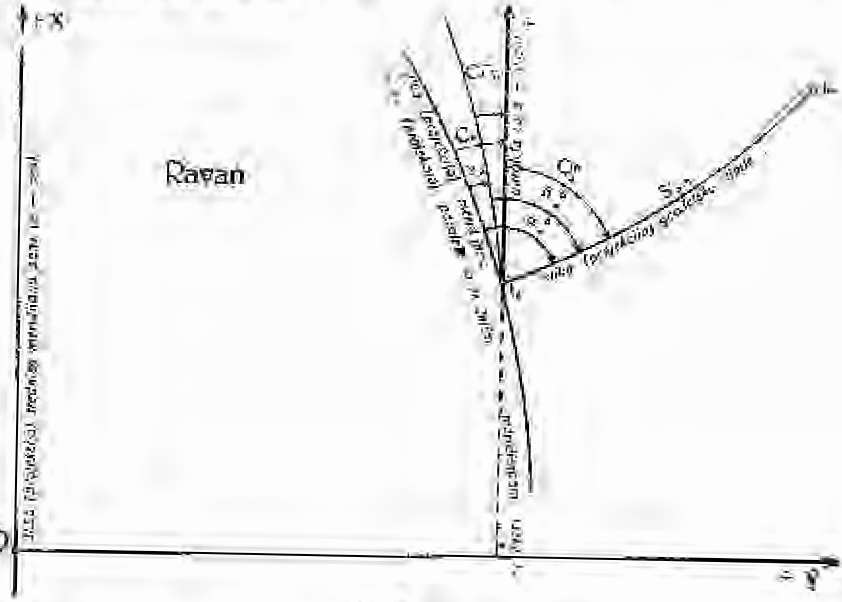
Конвергенција је позитивна $(+\gamma)$ ако тачка лежи источно од средњег меридијана зоне, и негативна $(-\gamma)$ ако тачка лежи западно од средњег меридијана зоне.

4. Између геодетских азимута, дирекционог угла и конвергенције меридијана постоји однос:

$$\alpha_a^b = \vartheta_a^b + \gamma_a;$$
$$\alpha_b^a = \vartheta_b^a + \gamma_b \qquad (1)$$

5. Равни азимут је угао у равни између пројекције односно слике меридијана дотичне тачке и пројекције односно слике геодетске линије (сл. 17). Равни азимути рачунају се исто као и геодетски тј. од севера према истоку у смислу кретања казаљке на сату од 0° до 360°. Услед конформности пројекције равни азимути једнаки су геодетским и означавају се са α.

6. Равни дирекциони угао је угао у равни између праве повучене паралелно са x-осом кроз дотичну тачку и пројекције односно слике геодетске линије. Равни дирекциони углови рачунају се исто као и геодетски тј. од позитивног смера праве у смислу кретања казаљке на сату од 0° до 360° и означују се са Θ (сл. 17).



Сл. 17

7. Равна конвергенција меридијана је угао у равни између праве повучене паралелно са x осом и пројекције односно слике меридијана дотичне тачке. Равна конвергенција означава се са c са одговарајућим индексом ради означавања тачке на коју се односи. Конвергенција је позитивна $(+c)$ када тачка лежи источно од средњег меридијана зоне и негативна $(-c)$ када тачка лежи западно од средњег меридијана. Према томе конвергенција има исти знак као и ордината дотичне тачке.

8. Разлика између равне и геодетске конвергенције меридијана је функција удаљености тачке од средњег меридијана зоне и њене географске ширине тј. величине (l, φ') односно $(\bar{y}, \varphi')$ и изражава се формулом:

$$(c-\gamma)''_{\text{усек}}{}^{*)} = \frac{2}{3}\cdot\frac{e'^2}{\rho''^2} Q' \sin\varphi' \cos^3\varphi' \, l^3_{\text{усек}} + e'^2 G_1 =$$

$$= \frac{1}{3}\rho'' e'^2 \sin 2\varphi' \left(\frac{\bar{y}}{r}\right)^3 + e'^2 G_2 \qquad (2)$$

Вредности за $(c-\gamma)$ могу се узимати из таблице I за аргументе l, φ' односно $\bar{y}$ и φ'. За ФНРЈ највећа вредност ове разлике износи око 0",009.

9. Између геодетског азимута и геодетског дирекционог угла постоје односи:

$$\begin{aligned} \alpha_a^b &= \vartheta_a^b + \gamma_a = \vartheta_a^b + c_a - (c_a - \gamma_a); \\ \vartheta_a^b &= \alpha_a^b - \gamma_a = \alpha_a^b - c_a + (c_a - \gamma_a) \end{aligned} \qquad (3)$$

10. Између равног азимута и равног дирекционог угла постоје односи:

$$\begin{aligned} \alpha_a^b &= \Theta_a^b + c_a = \Theta_a^b + \gamma_a + (c_a - \gamma_a) \\ \Theta_a^b &= \alpha_a^b - c_a = \alpha_a^b - \gamma_a - (c_a - \gamma_a) \end{aligned} \qquad (4)$$

Члан 48

МАТЕМАТИЧКЕ КОНСТАНТЕ

Модул Бригових логаритама

$M = 0{,}434\,294\,4819$ $\qquad$ $M \ldots 9.637\,7843\,113$

$\frac{1}{M} = 2{,}302\,585\,093\,0$ $\qquad$ $\frac{1}{M} \ldots 0.362\,2156\,887$

Радијан изражен у:

степенима	$\rho^\circ = 57^\circ{,}295\,779\,513\,1$	$\rho^\circ \ldots 1.758\,1226\,324$
минутама	$\rho' = 3437'{,}746\,770\,784\,9$	$\rho' \ldots 3.536\,2738\,828$
секундама	$\rho'' = 206\,264''{,}806\,247\,096\,4$	$\rho'' \ldots 5.314\,4251\,332$
	$\frac{1}{\rho^\circ} = 0{,}017\,453\,292\,5$	$\frac{1}{\rho^\circ} \ldots 8.241\,8773\,676$
	$\frac{1}{\rho'} = 0{,}000\,290\,888\,2$	$\frac{1}{\rho'} \ldots 6.463\,7261\,172$
	$\frac{1}{\rho''} = 0{,}00\,0004\,848\,1$	$\frac{1}{\rho''} \ldots 4.685\,5748\,668$
	$\frac{M}{\rho''} \ldots 4{,}323\,3591\,781$	$\frac{M}{\rho''^2} \ldots 9.008\,9340\,449$

$$\frac{1}{\rho''^2} \ldots 9.371\,1497\,336$$

*) Индекс „у сек" значи да је односна величина изражена у секундама

C. Редукција дужина и праваца

Члан 49

ЗАМЕНА ПРОЈЕКЦИЈА ГЕОДЕТСКИХ ЛИНИЈА У РАВНИ ПРАВАМА

Стране тригонометриске мреже на елипсоиду јесу геодетске линије. Пројекције (слике) геодетских линија у равни су криве које имају ту карактеристичну особину да су својом издубљеном страном окренуте ка x-оси (сл. 18).

Да би се упростила и олакшала рачунања наиме, да би се код тригонометријских рачунања могла примењивати правила и формуле равне тригонометрије, а не сферне, замењују се ове криве тетивама односно правама које спајају пројекције (слике) крајњих тачака геодетске линије.

Замена пројекција (слика) геодетских линија у равни правама које спајају њихове крајње тачке јесте редукција дужина и праваца са елипсоида на раван.

Код рачунања која се врше у сврху редукције (свођења) дужина и праваца усвојене су следеће ознаке:

$S_{a,b}$ — дужина геодетске линије на елипсоиду између тачака T_a и T_b;

$s'_{a,b}$ — дужина пројекције односно слике геодетске линије у равни тј. дужина криве између тачака t_a и t_b које су пројекције (слике) тачака T_a и T_b;

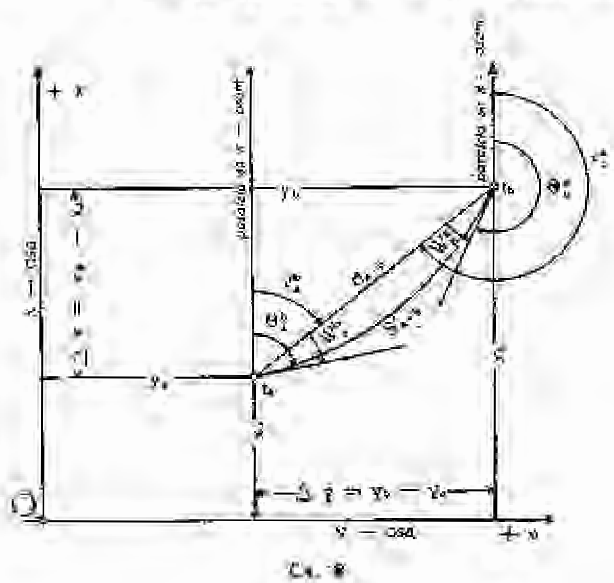
$d_{a,b}$ — дужина тетиве односно праве $t_a t_b$ (сл. 18);

ν_a^b — дирекциони угао тетиве $t_a t_b$ у тачки t_a;

ν_b^a — дирекциони угао тетиве $t_b t_a$ у тачки t_b;

w_a^b — мали угао између криве $s'_{a,b}$ односно тангенте на ову криву у тачки t_a и праве $d_{a,b}$;

$-w_b^a$ — мали угао између криве $s'_{a,b}$ односно тангенте на ову криву у тачки t_b и праве $d_{a,b}$;



Сл. 18

$\Delta \bar{y} = \bar{y}_b - \bar{y}_a$ — разлика ордината тачака t_a и t_b;

$\Delta \bar{x} = \bar{x}_b - \bar{x}_a$ — разлика апсциса тачака t_a и t_b;

$\bar{y}_m = \frac{\bar{y}_a + \bar{y}_b}{2}$ — ордината средње тачке тетиве $t_a t_b$.

Између дирекционих углова пројекције (слике) геодетске линије и тетиве постоје односи:

$$\begin{aligned} \nu_a^b &= \Theta_a^b - w_a^b \quad \text{или} \\ \Theta_a^b &= \nu_a^b + w_a^b \\ \nu_b^a &= \Theta_b^a - w_b^a \quad \text{или} \\ \Theta_b^a &= \nu_b^a + w_b^a \end{aligned} \tag{1}$$

Члан 50

РЕДУКЦИЈА ПРАВАЦА

Редукција праваца састоји се у одређивању малих углова — поправака w, који се додају одговарајућим угловима или правцима. Ове поправке w могу се такође сматрати као разлике између дирекционих углова пројекције (слике) геодетске линије и тетиве тј.

$$\begin{aligned} w_a^b &= \Theta_a^b - \nu_a^b \\ w_b^a &= \Theta_b^a - \nu_b^a \end{aligned} \tag{1}$$

Из карактеристичне особине (слике) пројекције геодетске линије која је окренута својом издубљеном страном ка x-оси следује да поправке w_a^b и w_b^a, које се односе на крајње тачке исте линије, морају имати супротне предзнаке.

Поправке w рачунају се по формулама:

$$\begin{aligned} w_a^b &= \psi_a - \psi_b \\ -w_b^a &= \psi_a + \psi_b \end{aligned} \tag{2}$$

У мрежи 2. и 3. реда, код којих поправке w треба знати са тачношћу на 0,"01 односно 0,"1, за рачунање величина ψ_a и ψ_b могу се употребити формуле:

$$\begin{aligned} \psi_a &= \frac{\rho''}{2r_m^2} \cdot \bar{y}_m \Delta \bar{x} \\ \psi_b &= \frac{\rho''}{12 r_m^2} \Delta \bar{x} \cdot \Delta \bar{y} \end{aligned} \tag{3}$$

Бројне вредности ψ_a и ψ_b могу се узимати непосредно из Таблице II за аргументе $(\bar{y}_m \Delta \bar{x})$ и $(\Delta \bar{x} \Delta \bar{y})$. Аргументе треба знати са тачношћу на $\pm 1\ km^2$. Предзнаци величина ψ_a и ψ_b одговарају предзнацима аргумената.

Пример. Дато је:

$$\bar{y}_a = +80{,}75\ km.;$$
$$\bar{x}_a = 4901{,}18\ km.$$
$$\bar{y}_b = +95{,}16\ km.;$$
$$\bar{x}_b = 4908{,}46\ km.$$

Средња ордината $\bar{y}_m$ и координатне разлике $\Delta \bar{y}$ и $\Delta \bar{x}$ јесу:

$$\bar{y}_m = +87{,}96;$$
$$\Delta \bar{y} = +14{,}41;$$
$$\Delta \bar{x} = +7{,}28$$

те према томе:

$$\bar{y}_m \Delta \bar{x} = +640$$
$$\Delta \bar{y} \Delta \bar{x} = +105$$

За ове аргументе из таблице II добија се:

+640	+105
630,8 1,6	94,6 0,04
9,2	10,4
7,9 0,02	9,5 0,004
1,3	0,9
1,2 0,003	$\psi_b =$ +0,044
0,1	
$\psi_a =$ +1,623	

те тражене поправке јесу:

$$w_a^b = \psi_a - \psi_b = +1{,}''58$$
$$w_b^a = -(\psi_a + \psi_b) = -1{,}''67$$

Члан 51.

РЕДУКЦИЈА ДУЖИНА

Редукција дужина састоји се у одређивању разлика између дужине геодетске линије на елипсоиду и дужине праве која спаја пројекције (слике) крајњих тачака дотичне геодетске линије. Ова се разлика, по правилу, рачуна као разлика логаритама дужине геодетске линије и праве тј.

$$u = \log d - \log s \qquad (1)$$

У мрежи 2. и 3. реда, код којих логаритме страна треба знати до јединице седмог односно шестог места, за рачунање ове разлике може се употребити приближна формула:

$$u = \log d - \log s = u_a + \omega_b \qquad (2)$$

где су

$$\omega_a = \frac{10^7 M}{2 r_m^2} \overline{y}_m^2$$

$$\omega_b = \frac{10^7 M}{24 r'^2_m} \Delta \overline{y}^2 \qquad (3)$$

Бројне вредности величина ω_a и ω_b могу се узимати непосредно из Таблице III за аргументе $\overline{y}_m$ и Δy. Разлика u је увек позитивна.

Треба имати у виду да су величине ω_a и ω_b срачунате за средњу ширину ФНРЈ ($\varphi_m = 44^0 07'$; $r_m = 6.80460$). Пошто се са променом ширине φ_m мења и r_m, а таблице су срачунате за одређену ширину, то се код разлике u односно код величине ω_a појављују грешке, ако средња ширина стране не одговара оној за коју су срачунате таблице. Ове грешке јесу функције $\overline{y}_m$ и φ_m односно $\overline{x}_m$.

За $\overline{y}_m < 110$ km ове су грешке мање од пола јединице 7. места логаритма, те се могу занемарити. Међутим, ако је $\overline{y}_m > 110$ km, онда су ове грешке веће од пола јединице 7. места логаритма, те се код мреже 2. реда имају узети у обзир, наиме, у овом случају разлици u срачунатој по формули (2) треба додати поправку Δu, која се узима непосредно из таблице III^a за аргументе $\overline{y}_m$ и $\overline{x}_m$. Поправке Δu су позитивне, ако је $\varphi_m < 44^0 07'$ односно $\overline{x}_m < 4886$ km, а негативне, ако је $\varphi_m > 44^0 07'$ односно $\overline{x}_m > 4886$ km.

При рачунању машином поправке за редукцију дужина рачунају се по формули:

$$(u) = d - s = (\omega'_a + \omega'_b)\, s = \omega' s \qquad (4)$$

када је позната дужина s и по формули:

$$(u) = d - s = (\omega''_a + \omega''_b)\, d = \omega'' d \qquad (5)$$

када је позната дужина d.

Бројне вредности величина ω'_a и ω'_a узимају се из Таблице III-M за аргументе y_m и Δy изражене у километрима. Множењем збира

$$\omega' = \omega'_a + \omega'_b \qquad (6)$$

са s односно са d добија се тражена поправка (u).

Поправке за промену ширине узимају се из Таблице III^a-M за аргументе $\overline{y}_m$ и $\overline{x}_m$. Знаци ових поправака дати су у таблици.

D. Основна претходна рачунања

Члан 52.

РАЧУНАЊЕ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА И ГЕОДЕТСКЕ КОНВЕРГЕНЦИЈЕ МЕРИДИЈАНА ИЗ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА (ФОРМУЛЕ КРИГЕРА)

За ово рачунање служе следеће формуле:

$$\log \bar{y} = \log\left(\frac{N}{\rho''} l \cos\varphi\right) - \sigma + \tau + \nu - \varkappa l^4 \tag{1}$$

$$\log(\bar{x} - X) = \log\left(\frac{N l^2}{4\rho''^2} \sin 2\varphi\right) - \frac{\sigma}{2} + \frac{3}{2}\tau + \frac{9}{2}\nu \tag{2}$$

$$\bar{x} = (\bar{x} - X) + X \tag{3}$$

$$\log \gamma = \log(l \sin\varphi) + \tau + 2\nu \tag{4}$$

Величине σ, τ, ν, и $\varkappa$, изражене у јединицама 7 места логаритма јесу:

$$\sigma = \frac{10^7 M}{6\rho''^2} \cdot l^2 = [5 \cdot 230783_{-10}]\, l^2 \tag{5}$$

$$\tau = \frac{10^7 M}{3\rho''^2}\, l^2 \cos^2\varphi = 2\,\sigma \cos^2\varphi \tag{6}$$

$$\nu = \frac{e'^2}{2} \cos^2\varphi\, \tau = [7 \cdot 5268_{-10}] \cos^2\varphi\, \tau \tag{7}$$

$$\begin{aligned} \varkappa &= \frac{M}{180\rho''^4}\left(1 + 20\cos^2\varphi - 26\cos^4\varphi\right) = \\ &= \frac{M}{180\rho''^4} \cos^4\varphi \left(\mathrm{tg}^4\varphi + 22\,\mathrm{tg}^2\varphi - 5\right) \end{aligned} \tag{8}$$

За контролно рачунање σ, τ, ν и $\varkappa l^4$ служе формуле:

$$\sigma = (10^{-3} l)^2 \cdot 17{,}013\,075 \tag{9}$$

$$\tau = \sigma(1 + \cos 2\varphi) \tag{10}$$

$$\nu = \frac{\tau}{2} \eta^2 \tag{11}$$

$$\varkappa l^4 = (10^{-3}\sigma)^2 \cdot 0{,}20 \tag{12}$$

где је:

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2\varphi \tag{13}$$

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 29

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 29 следећим редом:

Прилог 8

1. Прво се уносе дате величине λ_0, φ и λ.

Види: Prof. Dr. L. Krüger: „Formeln zur konformen Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene" (Berlin 1919), и „Anweisung XI" vom 11 März 1932, Preussisches Finanz — Ministerium Katasterverwaltung.

2. Рачуна се l тј. дужина тачке од средњег меридијана односно x-осе дотичног координатног система. Тачност образовања разлике l и $\log l$ контролише се овако:

$l = \lambda - \lambda_0$; $2l = 2\lambda - 2\lambda_0$; $\log 2l_{y\ сек} = \log l_{y\ сек} + 0.301\ 03000$

(Рачунске операције под бр. 1—8).

Наведено контролно рачунање предвиђа следећи поступак: пошто се непосредно из логаритамских таблица извади вредности за $\log l$ и $\log 2l$, онда мора да је:

$$\log 2l_{y\ сек} - \log l_{y\ сек} = +0.301\ 03000$$

3. Дужина лука меридијана од екватора до ширине φ рачуна се по формули:

$$X = \overline{X}_0 + \Delta X \tag{14}$$

где су:

$\overline{X}_0$ – дужина лука меридијана за степене и минуте дате ширине;

$\Delta \overline{X}$ – дужина лука меридијана за преостале секунде и делове секунде дате ширине.

Рачунање ΔX врши се (ради контроле) на два начина:

а) помоћу машине: $\Delta \overline{X} = \Delta 1'' \cdot \Delta\varphi + \delta_1$;

б) помоћу логаритама: $\log \Delta \overline{X} = \log \Delta 1'' + \log \Delta\varphi + \delta_2$.

Овде су:

$\Delta\varphi$ – секунде и делови секунде дате ширине;

$\Delta 1''$ – дужина лука меридијана од једне секунде за ширину φ;

δ_1 и δ_2 – интерполационе поправке.

$\overline{X}_0$, $\Delta 1''$, $\log \Delta 1''$ узимају се из Таблице IV. Поправке δ_1 и δ_2, које су увек негативне, такође се узимају из Таблице IV. (Рачунске операције под бр. 10—18)

4. Из Таблице IV узима се $\log \frac{N}{\rho''}$ за аргумент φ. (Рачун. опер. под бр. 19).

5. Рачунају се: 2φ, $\log \sin \varphi$, $\log \cos \varphi$, $\log \sin 2\varphi$ и $\log \frac{N}{\rho''}$ (Рачун. опер. под бр. 20—24)

Дали су логаритми $\sin \varphi$ и $\cos \varphi$ добро нађени, служи проба:

$$\log \sin \varphi + \log \cos \varphi + 0.301\ 03000 = \log \sin 2\varphi$$

6. Рачунају се σ, τ, ν и $\varkappa l^2$ и то двоструко. Прво помоћу логаритама по формулама (52.5), (52.6), (52.7) и (52.8), па онда машином по формулама (52.9), (52.10), (52.11) и (52.12)*)

Вредност η^2 односно $\log \eta^2$ узима се из Таблице V за аргумент φ. Код рачунања логаритамским путем $\varkappa l^2$ вредности се узимају из Таблице VI за аргумент φ. (Рачунске операције под бр. 25—47). Тум. обр. број 29

*) Први број у загради означава члан, а други број формуле

4*

7. Затим се рачунају $\overline{y}$, γ и $(\overline{x}-\overline{X})$. Код рачунања ових величина предвиђен је, ради контроле, следећи поступак:

a) Да ли је бројна вредност ординате $\overline{y}$ у односу према $\log \overline{y}$ тачно нађена, контролише се на тај начин што се рачуна двострука вредност ординате ($2y$), па се тражи логаритам ове вредности ($\log 2\overline{y}$), те онда мора бити:

$$\log 2\overline{y} = \log \overline{y} + 0{,}301\ 03000$$

(Рачунске операције под бр. 48—55).

b) Да ли је за срачунати логаритам конвергенције меридијана тачно нађен број, контролише се овако: рачуна се двострука вредност конвергенције тј.

$$\log 2\gamma = \log (2l \sin \varphi) + \tau + 2\nu \qquad (15)$$

па се из $\log 2\gamma$ одређује $\log \gamma$, наиме:

$$\log \gamma = \log 2\gamma - 0{,}301\ 03000.$$

Онда се траже бројне вредности за 2γ и γ. Оне морају бити у међусобном односу 2 : 1. (Рачун. опер. под бр. 56—62)

c) Код рачунања апсцисе, сем $\log (\overline{x}-\overline{X})$, чија се вредност рачуна по формули (52.2), рачуна се још и $\log 2(\overline{x}-\overline{X})$ по формули:

$$\log 2\,(\overline{x}-\overline{X}) = \log \frac{2\,\overline{y}\gamma}{2\varrho''} + \frac{\sigma}{2} - \frac{\tau}{2} + \frac{3}{2}\nu \qquad (16)$$

те за контролу мора бити:

$$\log 2\,(\overline{x}-\overline{X}) = \log\,(\overline{x}-\overline{X}) + 0{,}301\ 0300$$

а сем тога и бројне вредности $2\,(\overline{x}-\overline{X})$ и $(\overline{x}-\overline{X})$ морају бити у односу 2:1. Рачунање по формули (52.16) служи такође и за контролу да су $\log \overline{y}$ односно $\log 2\overline{y}$ и $\log \gamma$ тачно нађени. (Рачунске операције под бр. 63—74).

8. Рачуна се $\overline{x}$. (Рачунске операције под бр. 75—76)

Код наведених рачунања, сем случајева када се захтева нарочита тачност, довољно је да се употребе логаритамске таблице и то:

a) код рачунања дужине лука меридијана са 7 места;

b) код рачунања ординате $\overline{y}$, ако је $l < 0^\circ{,}5$ — са 7 места, иначе са 8 места;

c) код рачунања разлике $(\overline{x}-\overline{X})$, док је $l < 1^\circ$ — са 6 места, у противном са 7 места;

d) код рачунања конвергенције меридијана, док је $l < 1^\circ{,}5$ — са 7 места, у противном са 8 места.

Са колико места треба употребити логаритамске таблице за рачунање величина σ, τ, ν и $\varkappa l^4$ види се из приложеног бројног примера (прилог 8).

Члан 53.

РАЧУНАЊЕ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА И РАВНЕ КОНВЕРГЕНЦИЈЕ МЕРИДИЈАНА ИЗ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА, ФОРМУЛЕ ГАУС-ШРАЈБЕРА

Поступак при рачунању равних правоуглих координата из географских приказан у претходном члану има то преимућство што се готово све рачунске операције контролишу упоредо са рачунањем, те је вероватноћа добијања погрешног резултата сведена на најмању меру. Међутим, код искусних калкулатора целисходније је примењивати други начин који нема контролних рачунања, но код којег је број рачунских операција готово двоструко мањи (76 : 42). Код примене овог начина срачунате координате контролишу се путем поновног рачунања географских координата из правоуглих, што је уосталом обавезно и код рачунања по начину наведеном у члану 52.

За овај други начин рачунања примењују се формуле:

$$y = (y_1)\,l + (y_2)\,l^3 + (y_3)\,l^5 \qquad (1)$$

$$x = X + (x_1)\,l^2 + (x_2)\,l^4 \qquad (2)$$

$$c = l \sin\varphi + (c_1)\,l^3 + (c_2)\,l^5 \qquad (3)$$

где су:

$$(y_1) = \frac{N}{\rho''}\cos\varphi$$

$$(y_2) = \frac{N}{6\rho''^3}\cos^3\varphi\,(1 - \mathrm{tg}^2\varphi + \eta^2)$$

$$(y_3) = \frac{N}{120\rho''^5}\cos^5\varphi\,(5 - 18\,\mathrm{tg}^2\varphi + \mathrm{tg}^4\varphi)$$

$$(x_1) = \frac{N}{2\rho''^2}\sin\varphi\cos\varphi$$

$$(x_2) = \frac{N}{24\rho''^4}\sin\varphi\cos^3\varphi\,(5 - \mathrm{tg}\varphi^2 + 9\eta^2)$$

$$(c_1) = \frac{1}{3\rho''^2}\sin\varphi\cos^2\varphi\,(1 + 3\eta^2 + 2\eta^4)$$

$$(c_2) = \frac{1}{15\rho''^4}\sin\varphi\cos^4\varphi\,(2 - \mathrm{tg}^2\varphi)$$

Логаритми величина (y_1), (y_2) ...... узимају се из таблица за аргуменат φ и то:

a) $\log(y_1)$, $\log(y_2)$ и $\log(y_3)$ — из Таблице VII;
b) $\log(x_1)$, $\log(x_2)$, $\log(c_1)$ и $\log(c_2)$ — из Таблице VIII.

Види: O. Schreiber: „Theorie der Projektionsmethode der hannoverschen Landesvermessung" Hannover 1866.
Dr. W. Jordan: „Handbuch der Vermessungskunde" Dritter Band 1923 §§ 90–91
Проф. Ф. Красовский „Высшая геодезия", Часть II, Ленинград 1942.
Държавенъ географски институтъ, „Таблици за изчисление на Гаусъ-Кригерови координати". София 1940

Дужина лука меридијана $\overline{X}$ рачуна се по једначини (14). При овом $\Delta\overline{X}$ тј. дужина лука која одговара секундама и деловима секунде дате ширине рачуна се помоћу машине.

Величине: (y_1), (x_1), (x_2), (c_1) и (c_2) увек су позитивне; (y_3) увек је негативна. Величина (y_2) је позитивна док је $\varphi <$ $< 45^{\circ}02'51'',93$ и негативна је ако је ширина $\varphi > 45^{\circ}02'51'',93$.

При узимању вредности $\log(y_1)$ и $\log(y_2)$ из таблице треба водити рачуна о другој диференцији (Δ_2). Поправке δy_1 и δy_2 за другу диференцију узимају се непосредно из исте Таблице VII за аргументе: $\Delta\varphi$ и Δ_2. При овом се аргумент $\Delta\varphi$ изражава у десетим деловима минуте. Интерполационе поправке увек имају знак супротан знаку друге диференције Δ_2.

Прилог 8 За рачунање по наведеним формулама служи триговом. образац бр. 29.

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 29

Број децималних места у логаритмима при рачунању производа $(y_1)l$, $(y_2)l^2$, $(x_1)l^2$, ... итд. треба да буде једнак броју места логаритама величина: (y_1), (y_2), (x_1), ... итд. у Таблицама VII и VIII.

Бројне вредности појединих сабирака рачунају се са тачношћу на mm код y и x, и са тачношћу на $0'',001$ — код c.

Ред рачунања означен је у самом обрасцу.

Члан 54

РАЧУНАЊЕ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА И КОНВЕРГЕНЦИЈЕ МЕРИДИЈАНА ИЗ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА. ФОРМУЛЕ КРИГЕРА

За ово рачунање служе формуле:

$$\log l_{y\ сек} = \log\frac{\bar{y}}{\cos\varphi'} + \sigma_1 - \tau_1 - \mu_1 \tag{1}$$

$$\log c_{y\ сек} = \log(\varepsilon\,\mathrm{tg}\,\varphi') - \tau_1 + 2\mu_1 \tag{2}$$

$$\log(\varphi' - \varphi)_{y\ сек} = \log\frac{N90^{\circ}}{\rho''^{3}} - \log\left(\frac{\rho''}{N'}\right)^{2}\varepsilon^{2} + \log\mathrm{tg}\,\varphi' - \sigma_1 -$$

$$-\frac{3}{4}\tau_1 + \mu_2 \tag{3}$$

$$\varepsilon = \frac{\rho''}{N'}\bar{y} \tag{4}$$

$$\log\frac{N90^{\circ}}{\rho''^{3}} = 7.367\,8899_{-20}$$

$$\varphi = \varphi' - (\varphi' - \varphi) \tag{5}$$

$$\lambda - \lambda_0 = l \tag{6}$$

$$\gamma = c - (c - \gamma) \tag{7}$$

Величине: σ_1, τ_1, μ_1, μ_2 изражене у јединицама 7. места логаритма јесу:

$$\sigma_1 = \frac{10^7 M}{6\rho''^{2}}\varepsilon^{2} \tag{8}$$

$$\sigma_1 = \frac{10^7 M}{3\rho''^2} \cdot \frac{\varepsilon^2}{\cos^2 \varphi'} - f \frac{\varepsilon^4}{\cos^4 \varphi'} \tag{9}$$

$$\mu_1 = \sigma_1 e'^2 \cos^2 \varphi' \tag{10}$$

$$\mu_2 = g_1 \mu_1 \tag{11}$$

Овде су:

$$f = \frac{10^7 M}{90\rho''^2}(13 - 10 \cos^2 \varphi') \tag{12}$$

$$g_1 = -0{,}5 + 4{,}5 \operatorname{tg}^2 \varphi' \tag{13}$$

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 29а. ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 29а

1. Пошто се унесу вредности датих координата $(\bar{y}, \bar{x})$, приступа се рачунању ширине φ' за апсцису x (в. чл. 46). Ова се рачуна по следећем поступку: Прилог 9

Прво се одузме од апсцисе $\bar{x}$ најближа таблична вредност $\bar{X}_0$ (Таблица IV) дужине лука меридијана за степене и минуте тражене ширине φ'. Разлика $(\bar{x} - \bar{X}'_0)$ је линеарна вредност лука за секунде и делове секунде ширине φ'. Да би се ова разлика изразила у угловној мери, треба је поделити са $\Delta 1''$ тј. са линеарном вредношћу лука меридијана од једне секунде. Према томе је:

$$\Delta\varphi' = \frac{(\bar{x} - \bar{X}_0) - \delta_1}{\Delta 1''} \quad \text{(в. чл. 52 тач 3 под а)}$$

и за контролу:

$$\log \Delta\varphi' = \log (x - X_0) - \log \Delta 1'' - \delta_2 \quad \text{(в. чл. 52 тач. 3 под б)}$$

па је онда:

$$\varphi' = \varphi'_{\bar{X}_0} + \Delta\varphi'$$

(Рачунске операције од 1 – 10).

2. По једначини (54.4) рачуна се ε. Вредност $\log \frac{\rho''}{N'}$ узима се из Таблице IV за аргумент φ'.

Да би се пре рачунања ε констатовало да је логаритам $\bar{y}$ добро нађен, рачуна се $2\bar{y}$ и $\log 2\bar{y}$, те онда мора бити:

$$\log 2\bar{y} - \log \bar{y} = 0.301\,03000$$

(Рачунске операције под бр. 11—15)

3. Траже се логаритми: $\sin \varphi'$, $\cos \varphi'$, $\operatorname{tg} \varphi'$. Да ли су ови тачно нађени служи проба:

$$\log \sin\varphi' + \log \frac{1}{\cos \varphi'} = \log \operatorname{tg} \varphi'$$

(Рачунске операције под бр. 16 – 18)

4. Рачунају се величине: σ_1, τ_1, μ_1, μ_2 и μ_3 (в. формулу (54.15). Вредности $\log g_1$, $\log g_2$ (в. формулу (54.16)) и $\log f$ узимају се из Таблица IX, X и XI за аргумент φ'. (Рачунске операције под бр. 19 – 39).

5. По формули (54.1) рачуна се $\log l_{\text{сек}}$ па онда l. (Рачунске операције под бр. 40—45).

6. По формули (54.2) рачуна се $\log c_{y\,сек}$. Ради контроле рачуна се још и $\log 2c_{y\,сек}$, а по формули:

$$\log 2c_{y\,сек} = \log(2l\sin\varphi') - \sigma_1 + 3\mu_1 \tag{14}$$

При овом мора бити:

$$\log 2c_{y\,сек} - \log c_{y\,сек} = +0.30\,1030$$

а сем тога бројне вредности $2c$ и c треба да буду у односу 2 : 1. (Рачунске операције под бр. 46—57).

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 20а

7. Рачуна се $\log(\varphi - \varphi')_{y\,сек}$ по формули (54.3). Контролно рачунање ове разлике врши се по формули:

$$\log 2(\varphi - \varphi')_{y\,сек} = [7.668\,9199_{-20}] + \log\left[\frac{\rho^{сек}}{N'^2}\,\varepsilon c\right] - \sigma_2 + \frac{1}{4}\tau_2 + \mu_3 \tag{15}$$

где је:

$$\mu_3 = g_2\mu_1 - (-2{,}5 + 4{,}5\,tg^2\varphi')\,\mu_1 \tag{16}$$

За контролу служе пробе:

а) разлика логаритама тј

$$\log 2(\varphi - \varphi')_{y\,сек} - \log(\varphi - \varphi')_{y\,сек} = 0.30\,1030$$

б) однос бројних вредности: 2 : 1

(Рачунске операције под бр. 58—73)

8. Рачунају се λ, φ, c и γ. Разлика $(c - \gamma)$ узима се из таблице I за аргументе l и φ. (Рачунске операције под бр. 74—78).

За рачунање треба употребити логаритамске таблице и то:

за рачунање $l_{y\,сек}$ са 8 места;

" " $c_{y\,сек}$ " 7 "

" $(\varphi - \varphi')_{y\,сек}$ са 7 места, ако је $\bar{y} > 50$ km

" $(\varphi - \varphi')_{y\,сек}$ " 6 " " " $\bar{y} < 50$ km

Са колико места треба употребити логаритамске таблице за рачунање величина σ_1, τ_2, μ_1, μ_2 и μ_3 види се из приложеног бројног примера (Прилог 9).

Треба имати у виду да се географске координате имају рачунати из равних правоуглих координата које нису помножене констатним линеарним модулом m_0 (в. чл. 5 и чл. 46). Према томе, ако су дате координате y, x, онда их треба претворити у $\bar{y}$, $\bar{x}$, имајући у виду да је:

$$\bar{y} = \frac{y - к}{m_0} = (y - к) + \frac{y - к}{10^4} + \frac{y - к}{10^8}$$

$$\bar{x} = x + \frac{x}{10^4} + \frac{x}{10^8}$$

к је једнако 5 500 000 за ординате које почињу бројем 5 (координатни систем бр. 5);

к је једнако 6 500 000 за ординате које почињу бројем 6 (координатни систем бр. 6);

к је једнако 7 500 000 за ординате које почињу бројем 7 (координатни систем бр. 7).

Члан 55

РАЧУНАЊЕ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА И РАВНЕ КОНВЕРГЕНЦИЈЕ МЕРИДИЈАНА ИЗ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА. ФОРМУЛЕ ГАУС-ШРАЈБЕРА

Као што се равне правоугле координате могу рачунати из географских на два начина: а) по формулама Кригера (чл. 52), и б) по формулама Гаус-Шрајбера (чл. 53), тако исто и у случају обрнутог задатка тј. у случају рачунања географских координата из правоуглих, оне се могу рачунати такође на поменута два начина. При овом код рачунања по формулама Кригера (чл. 54) многе се од рачунских операција контролишу упоредо са самим рачунањем, што није случај код другог начина. Међутим када рачунање врше искусни калкулатори корисно је применити овај други начин (Гаус-Шрајбера), који се, поред осталог, одликује тиме што има осетно мањи број рачунских операција (49 према 78). За рачунање по овом другом начину служе формуле:

$$\varphi = \varphi' - (\varphi_1)\bar{y}^2 + (\varphi_2)\bar{y}^4 \tag{1}$$

$$l_{сек} = (l_1)\bar{y} + (l_2)\bar{y}^3 + (l_3)\bar{y}^5 \tag{2}$$

$$c_{сек} = (c_3)\bar{y} + (c_4)\bar{y}^3 + (c_5)\bar{y}^5 \tag{3}$$

где су:

$$(\varphi_1) = -\frac{\rho''}{2\,N'^2}\,tg\varphi'\,(1+\eta'^2) \tag{4}$$

$$(\varphi_2) = \frac{\rho''}{24\,N'^4}\,tg\varphi'\,(5+3\,tg^2\varphi'+6\eta'^2-6\,tg^2\varphi'\,\eta'^2) \tag{5}$$

$$(l_1) = \frac{\rho''}{N'\cos\varphi'} \tag{6}$$

$$(l_2) = -\frac{\rho''}{6\,N'^3\cos\varphi'}\,(1+2\,tg^2\varphi'+\eta'^2) \tag{7}$$

$$(l_3) = \frac{\rho''}{120\,N'^5\cos\varphi'}\,(5+28\,tg^2\varphi'+24\,tg^4\varphi') \tag{8}$$

$$(c_3) = \frac{\rho''}{N'}\,tg\varphi' \tag{9}$$

$$(c_4) = -\frac{\rho''}{3\,N'^3}\,tg\varphi'\,(1+tg^2\varphi'-\eta'^2-2\eta'^4) \tag{10}$$

$$(c_5) = \frac{\rho''}{15\,N'^5}\,tg\varphi'\,(2+5\,tg^2\varphi'+3\,tg^4\varphi') \tag{11}$$

Логаритми величина (l_1), (l_2) и (l_3) узимају се из Таблице XII; логаритми од (φ_1), (φ_2), (c_3), (c_4) и (c_5), — из Таблице XIII. Као аргумент служи ширина φ' за апсцису x (в. чл. 46).

Треба имати у виду да су величине (φ_1), (l_2), и (c_4) негативне, а (φ_2), (l_1), (l_3), (c_3) и (c_5) — позитивне.

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 29а

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 29а.

Прилог 9

Прво се рачуна ширина φ'. Рачунање се врши на исти начин као што је то наведено и објашњено у чл. 54 (тач. 1) са том разликом што се $\Delta\varphi'$ рачуна само машином без контролног рачунања логаритмима.

При узимању $log\ (l_3)$ из Таблице XII треба водити рачуна о другој диференцији (Δ_2). Поправка δl_1, за другу диференцију узима се непосредно из исте таблице за аргументе $\Delta\varphi'$ (изражен у десетим деловима минуте) и Δ_2 (изражен у јединицама 8. места логаритма). Интерполациона поправка δl_1 има знак супротан знаку друге диференције Δ_2.

Број децималних места у логаритмима при рачунању појединих чланова формула (55.1), (55.2) и (55.3) мора бити једнак броју места у логаритмима величина: (φ_1), (φ_2), (l_1) (l_2) . . . . итд. а у Таблицама XII и XIII.

Бројне вредности појединих чланова горе поменутих формула рачунају се на $0''0001$ код φ и l, и на $0''001$ код конвергенције меридијана c.

Тражена дужина λ одређује се по формули:

$$\lambda = \lambda_0 + l \tag{12}$$

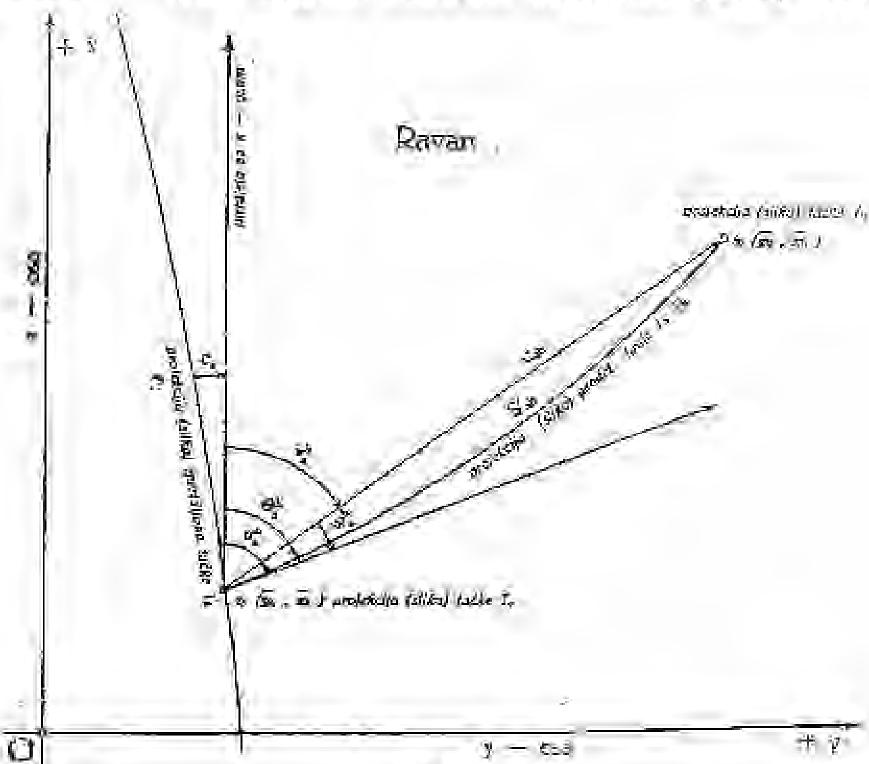
Ред рачунања означен је у самом обрасцу.

Члан 56

РАЧУНАЊЕ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА ИЗ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ

Дате су: равне правоугле координате тачке $t_a (\bar{y}_a, \bar{x}_a)$, азимут α_a^b и дужина геодетске линије $s_{a,b}$ (сл. 19).

Траже се равне правоугле координате (y_b, x_b) тачке t_b.



Сл. 19

Задатак се састоји у одређивању координатних разлика: ТРИГ. ОБР. БРОЈ 30

$$\Delta \overline{y} = y_b - \overline{y}_a \quad \text{и} \quad \Delta \overline{x} = \overline{x}_b - x_a.$$ **Прилог 10**

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 30 следећим редом:

1. Прво се рачуна ширина φ_a за апсцису x_a (в. чл. 55 стр. 57). Онда се рачуна равна конвергенција меридијана c_a по формули (55.3) и по поступку изложеном у претходном члану. (Рачунске операције под бр. 1—21).

2. Одређује се равни дирекциони угао ν_a^b пројекције (сечице) геодетске линије $s'_{a.b}$.

$$\nu_a^b = \alpha_a^b - c_a \ldots \text{(в. форм. (47.4)}$$

(Рачунске операције под бр. 22—23)

3. Рачунају се приближне координатне разлике:

$$\begin{aligned} \Delta \overline{y}_0 &= s_{a.b} \sin \nu_a^b \\ \Delta \overline{x}_0 &= s_{a.b} \cos \nu_a^b \end{aligned} \tag{1}$$

па онда средња ордината и средња апсциса:

$$\begin{aligned} \overline{y}_m &= y_a + \frac{1}{2} \Delta \overline{y}_0 \\ \overline{x}_m &= x_a + \frac{1}{2} \Delta \overline{x}_0 \end{aligned} \tag{2}$$

Приближне координатне разлике и средња ордината рачунају се на 0,001 km; средња апсциса — на km. (Рачунске операције под бр. 24—32).

4. Рачуна се поправка:

$$w_a^b = \psi_a - \psi_b \ldots \text{(в. формулу 50.2)}$$

Ако геодетска линија припада мрежи 1. реда, онда се величине ψ_a и ψ_b рачунају по формулама: ТРИГ. ОБР. БРОЈ 30

$$\psi_a = \kappa_1 \overline{y}_m \Delta \overline{x}_0 - \kappa_2 \overline{y}_m^3 \Delta \overline{x}_0 + \kappa_3 \overline{y}_m^2 \Delta \overline{y}_0 \tag{3}$$

$$\psi_b = \kappa_4 \Delta \overline{y}_0 \Delta \overline{x}_0 \tag{4}$$

Коефицијенти κ_1, κ_2, κ_3, и κ_4 узимају се из Таблице XIV за аргумент $\overline{x}_m$.

Међутим, ако геодетска линија припада мрежи 2. или 3. реда, онда се величине ψ_a и ψ_b узимају из Таблице II за аргументе $(y_m \, \Delta x_0)$ и $(\Delta \overline{y}_0 \, \Delta \overline{x}_0)$ (в. чл. 50).

При рачунању ψ_a и ψ_b по формулама (56.3) и (56.4) рачунају се производи:

а) $\overline{y}_m \Delta \overline{x}_0$ и $\Delta \overline{y}_0 \Delta x_0$ на 0,01 km².

б) $\overline{y}_m^3 \Delta \overline{x}_0$ и $\overline{y}_m^2 \Delta \overline{y}_0$ на km³ односно km³.

(Рачунске операције под бр. 33—37 и 40—45)

5. Рачуна се поправка:

$$u=\log d_{a.b}-\log s_{a.b}\ldots\text{(в. формулу 51.1)}$$

Ова се поправка рачуна по формули:

$$u=\kappa_5\bar{y}_m^2+\kappa_6\Delta\bar{y}^2-\kappa_7\bar{y}_m^4 \qquad (5)$$

ако су величине Φ_a и Ψ_b рачунате по формулама (56.3) и (56.4). У противном случају тј. када геодетска линија припада мрежи 2. или 3. реда, поправка u рачуна се по формули:

$$u=\omega_a+\omega_b\ldots\text{(в. формулу 51.2)}$$

узимајући величине ω_a и ω_b из Таблице III за аргументе $\bar{y}_m$ и $\Delta\bar{y}$. При овом, ако је $\bar{y}_m > 110$ km онда је потребно узети у обзир накнадну поправку Δu, која се узима непосредно из Таблице IIIа за аргументе $\bar{y}_m$ и x_m (в. чл. 51).

При рачунавању поправке u по формули (56.5) коефицијенти κ_5, κ_6 и κ_7 узимају се из Таблице XV за аргуменат $\bar{x}_m$. Величине: $\bar{y}_m^2$ и $\Delta\bar{y}^2$ рачунају се на 0,01 km² а $\bar{y}_m^4$ на km.⁴ (Рачунске операције под бр. 38, 39 и 46—49)

6. Рачуна се дирекциони угао:

$$\nu_a^b=\vartheta_a^b-w_a^b\ldots\text{(в. формулу 49.1)}$$

(Рачунске операције под бр. 50—51).

7. На крају се рачунају координатне разлике и координате:

$$\begin{aligned}\Delta\bar{y}&=\bar{y}_b-\bar{y}_a=d_{a.b}\sin\nu_a^b\\ \Delta\bar{x}&=\bar{x}_b-\bar{x}_a=d_{a.b}\cos\nu_a^b\end{aligned}$$

или $\qquad (6)$

$$\begin{aligned}\log\Delta\bar{y}&=\log s_{a.b}+u+\log\sin\nu_a^b\\ \log\Delta\bar{x}&=\log s_{a.b}+u+\log\cos\nu_a^b\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{y}_b&=\bar{y}_a+\Delta\bar{y}\\ \bar{x}_b&=\bar{x}_a+\Delta\bar{x}\end{aligned} \qquad (7)$$

(Рачунске операције под бр. 52—60).

Члан 57

РАЧУНАЊЕ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА ИЗ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ (ФОРМУЛЕ КРИГЕРА)

Равне правоугле координате могу се рачунати из дужине и азимута геодетске линије на два начина. Код првог начина геодетска линија замењује се правом која спаја пројекције (слике) крајњих тачака ове линије, те се из дужине праве ($d_{a.b}$) и дирекционог угла (ν_a^b) рачунају координатне разлике односно координате. Поступак код рачунања по овом начину објашњен је у претходном члану. Код другог начина, координатне разлике се рачунају непосредно из дужине и геодетског дирекционог угла геодетске линије, па онда се овим разликама додају корекционе величине (поправке). За рачунање по овом начину служе формуле:

$$\bar{y}_b = \bar{y}_a + \Delta\bar{y} = \bar{y}_a + v + (a) - (b) + (c) \tag{1}$$

$$\bar{x}_b = \bar{x}_a + \Delta\bar{x} = \bar{x}_a + u + (d) - (e) \tag{2}$$

где су:

$$v = s_{a.b}\sin\vartheta_a^b \tag{3}$$

$$u = s_{a.b}\cos\vartheta_a^b \tag{4}$$

$$(a) = \frac{1}{2}v\left(\frac{\bar{y}_a}{r'_a}\right)^2 \tag{5}$$

$$(b) = \frac{1}{6}(3\bar{y}_a + v)\left(\frac{u}{r'_a}\right)^2 \tag{6}$$

$$(c) = \frac{1}{6}(3\bar{y}_a + v)\left(\frac{v}{r'_a}\right)^2 \tag{7}$$

$$(d) = \frac{1}{2}u\left(\frac{\bar{y}_a}{r'_a}\right)^2 \tag{8}$$

$$(e) = \frac{1}{6}u\left(\frac{v}{r'_a}\right)^2 \tag{9}$$

Рачунање по претњим формулама врши се у тригоном. обрасцу бр. 30. При рачунању треба се придржавати следећег поступка: Триг. обр. број 30 Прилог 10

1. Прво се рачунају: ширина φ'_a за апсцису $\bar{x}_a$ и равна конвергенција меридијана c_a (в. чл. 56 тач 1), па онда геодетски дирекциони угао

$$\vartheta_a^b = \alpha_a^b - c_a + (c_a - \gamma_a) \ldots \quad \text{(в. формулу (47,3)}$$

Разлика конвергенција $(c_a - \gamma_a)$ узима се из Таблице I за аргументе φ'_a и $\bar{y}_a$. Знак разлике одговара знаку ординате $\bar{y}_a$. (Рачунске операције под бр. 1—24).

2. По формулама (57,3) и (57,4) рачунају се координатне разлике v и u. За рачунање ових разлика треба употребити логаритамске таблице:

са 8. места код мреже I. реда;
„ 7. „ „ „ 2. „
„ 6. „ „ „ 3. „

(Рачунске операције под бр. 25—30).

3. Рачунају се корекционе величине — поправке (a), (b) и (c). Рачунање се врши по напред наведеним формулама. Логаритам средњег полупречника кривине r'_a, односно $\log\frac{1}{r'_a}$ узима се из Таблице XVI за аргуменат φ'_a (Рачунске операције под бр. 31—38, 40—53).

4. Рачунају се: ордината $\bar{y}_b$, поправке (d) и (e) и апсциса $\bar{x}_b$. (Рачунске операције под бр. 39 и 54 - 65).

Поправке се рачунају:

a) поправке (a), (b), (c) и (d) помоћу логаритамских таблица

са 5 места код мреже 1. реда,
" 4 " " " 2. и 3. реда.

b) поправка (e) помоћу таблица:

са 4 места код мреже 1. реда,
" 3 " " " 2. и 3. реда.

Бројне вредности поправака рачунају се на mm.

Треба имати у виду да су у формулама (57.1) и (57.2) занемарени чланови четвртог и вишег степена. Ако је:

$$\bar{y}_a = 120 \text{ km}, \; s_{a,b} = 60 \text{ km} \;\text{ и }\; \varphi_a' = 45^0$$

онда максималне вредности занемарених чланова износе:

3 mm код разлике ордината (за $\delta_a^b = 45^0$)
2 " " " апсциса (за $\delta_a^b = 90^0$).

Члан 58

РАЧУНАЊЕ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ ИЗ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА
ТРИГ. ОБР. БРОЈ 30а

Дате су равне правоугле координате $(\bar{y}_a, \bar{x}_a)$ и $(\bar{y}_b, \bar{x}_b)$ крајњих тачака пројекције (слике) геодетске линије $t_a\, t_b^g$ (сл. 19).

Траже се: азимут α_a^b и дужина $s_{a,b}$ геодетске линије $T_a T_b$.

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 30а следећим редом.

Прилог II

1. Пошто се образују координатне разлике:

$$\Delta\bar{y} = \bar{y}_b - \bar{y}_a$$

и

$$\Delta\bar{x} = \bar{x}_b - \bar{x}_a$$

рачуна се дирекциони угао ν_a^b (в. чл. 49).

$$\log \operatorname{tg} \nu_a^b = \log\Delta\bar{y} - \log\Delta\bar{x} \tag{1}$$

а за контролу:

$$\log \operatorname{tg}(45^0 + \nu_a^b) = \log(\Delta\bar{x} + \Delta\bar{y}) - \log(\Delta\bar{x} - \Delta\bar{y}) \tag{2}$$

Онда се рачуна дужина праве $t_a\, t_b$ (в. чл. 49).

$$\log d_{a,b} = \log\Delta\bar{y} - \log\sin\nu_a^b = \log\Delta\bar{x} - \log\cos\nu_a^b \tag{3}$$

Ако се при рачунању по овој формули појави неслагање (једна-две јединице последњег места логаритма), онда се за дефинитивну вредност узима она која је срачуната помоћу веће координатне разлике. (Рачунске операције од бр. 1—15).

2. Рачунају се:

$$y_m = \frac{y_a + y_b}{2} \text{ (на 0,001 km)}$$

$$y_m^2; \quad y_m \Delta \bar{x}; \quad \Delta \bar{y} \Delta \bar{x}; \quad \Delta \bar{y}^2 \text{ (на 0,01 km}^2\text{)}$$

$$\bar{x}_m = \frac{\bar{x}_a + \bar{x}_b}{2}; \quad y_m^3 \Delta \bar{x}; \quad y_m^2 \Delta \bar{y}; \quad y_m^3 \text{ (на km, одн. km}^3\text{)}$$

па онда по формулама (56.3) и (56.4) величине ψ_a и ψ_b. Коефицијенти κ_1, κ_2, κ_3 и κ_4 узимају се из Таблице XIV за аргуменат $\bar{x}_m$.

Затим се рачуна поправка

$$\omega_a^b = \psi_a - \psi_b$$

и по формули (56.5) поправка u. Код рачунања ове поправке коефицијенти κ_5, κ_6 и κ_7 узимају се из Таблице XV за аргуменат $\bar{x}_m$. (Рачунске операције под бр. 16—34).

Величине ψ_a и ψ_b и поправка u рачунају се по напред наведеним формулама у случају ако геодетска линија припада мрежи 1 реда. Међутим, ако геодетска линија припада мрежи 2. или 3. трећег реда, онда се поступа на начин како је то наведено у чл. 56 тј величине ψ_a, ψ_b и ω_a, ω_b (за поправку u) узимају се непосредно из Таблице II, односно III—IIIa.

3. По формули (49.1) рачуна се равни дирекциони угао ν_a^b пројекције (слике) геодетске линије, а по формули:

$$\log s_{a.b} = \log d_{a.b} - u \tag{4}$$

логаритам дужине геодетске линије. (Рачунске операције под бр. 35—38).

4. По Формули (54.2) и по поступку објашњеном у чл. 54 рачуна се равна конвергенција меридијана c_a, па онда азимут

$$\alpha_a^b = \nu_a^b + c_a \text{ (в. формулу 47.4).}$$

(Рачунске операције под бр. 39—73)

Дирекциони угао ν_a^b има се рачунати:

на 0,"001 помоћу логарит. таблица са 8 места код мреже 1. реда
" 0,"01 " " " 7 " " " 2. "
" 0,"1 " " " 6 " " " 3. "

Равна конвергенција меридијана c_a рачуна се:

на 0,"001 помоћу логарит. таблица са 7 места код мреже 1. реда
" 0,"01 " " " 7 " " " 2. "
" 0,"1 " " " 6 " " " 3. "

Тачност које се треба придржавати код других рачунских операција види се из приложеног бројног примера (прилог 11).

РАЧУНАЊЕ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ ИЗ РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА (ФОРМУЛЕ КРИГЕРА)

Прилог 11

Члан 59

За рачунање по формулама Кригера дужине и азимута геодетске линије из равних правоуглих координата двеју тачака намењен је тригоном. образац бр. 30а. Рачунање се врши следећим редом:

1. Прво се образују координатне разлике:

$$\Delta \bar{y} = \bar{y}_b - \bar{y}_a \qquad \Delta \bar{x} = \bar{x}_b - \bar{x}_a$$

па се рачунају (на m) средња ордината и средња апсциса:

$$\bar{y}_m = \frac{\bar{y}_a + \bar{y}_b}{2} \qquad \bar{x}_m = \frac{\bar{x}_a + \bar{x}_b}{2}$$

(Рачунске операције под бр. 1—4).

2. Затим се рачунају корекционе величине (поправке):

$$(a) = \frac{10^7 M}{2} \frac{\bar{y}_m^2}{r_m'^2} \tag{1}$$

$$(b) = \frac{10^7 M}{12} \frac{\Delta \bar{x}^2}{r_m'^2} \tag{2}$$

$$(c) = \frac{10^7 M}{24} \frac{\Delta \bar{y}^2}{r_m'^2} \tag{3}$$

Ове се поправке додају логаритмима координатних разлика, те се добијају логаритми поправљених разлика:

$$\log \Delta \bar{y} - (a) - (b) - (c) = \log (s_{a,b} \sin \vartheta) \tag{4}$$

$$\log \Delta \bar{x} - (a) + (c) = \log (s_{a,b} \cos \vartheta) \tag{5}$$

(Рачунске операције под бр. 5—23). Поправке се рачунају помоћу логаритамских таблица са 5 места (поправка (a)) и са 4 места (поправке (b) и (c)). $\log \frac{1}{r_m'^2}$ узима се из Таблице XVI за аргуменат x_m.

Ради контроле рачунају се поправке (a) и (c) још и по формулама:

$$(a) = \kappa_5 y_m^2 \tag{6}$$

$$(c) = \kappa_6 \Delta y^2 \tag{7}$$

Коефицијенти κ_5 и κ_6 узимају се из Таблице XV за аргуменат x_m. При рачунању по овим формулама y_m^2 и $\Delta \bar{y}^2$ морају бити изражени у km^2.

3. Затим се рачунају:

а) геодетски дирекциони угао ϑ:

$$\log \operatorname{tg} \vartheta = \log (s_{a,b} \sin \vartheta) - \log (s_{a,b} \cos \vartheta), \tag{8}$$

б) логаритам дужине геодетске линије:

$$\log s_{a,b} = \log (s_{a,b} \sin \vartheta) - \log \sin \vartheta = \log (s_{a,b} \cos \vartheta) - \log \cos \vartheta \tag{9}$$

Ако се при рачунању $s_{a.b}$ по овој формули појави неслагање (једна-две јединице последњег места логаритма) онда се за дефинитивну вредност узима она која је срачуната

из $\log (s_{a.b} \sin \vartheta)$ ако је $\log (s_{a.b} \sin \vartheta) > \log (s_{a.b} \cos \vartheta)$

из $\log (s_{a.b} \cos \vartheta)$ ако је $\log (s_{a.b} \cos \vartheta) > \log (s_{a.b} \sin \vartheta)$.

За рачунање $\log tg\vartheta$ и $\log s_{a.b}$ треба употребити логаритамске таблице: Триг. образ. број 3а

са 8 места код мреже 1. реда

са 7 места код мреже 2. реда

са 6 места код мреже 3. реда.

Геодетски дирекциони угао рачуна се:

на 0,″001 код мреже 1. реда

на 0,″01 код мреже 2. реда

на 0,″1 код мреже 3. реда.

(Рачунске операције под бр. 24—29)

4. Рачуна се поправка односно логаритам поправке:

$$\log\left(\frac{1}{2}\Delta\vartheta\right) = \log\left(\frac{\rho''}{2}\cdot\frac{\overline{y}_m \Delta \overline{x}}{r'^2_m}\right) - \frac{2}{3}(a) \qquad (10)$$

па онда геодетски дирекциони угао у тачки T_a тј.

$$\vartheta_a^b = \vartheta - \frac{1}{2}\Delta\vartheta \qquad (11)$$

Рачунске операције под бр. 30-36)

Ради контроле поправка $\left(\frac{1}{2}\Delta\vartheta\right)$ рачуна се још и по формули:

$$\frac{1}{2}\Delta\vartheta - k_1(\overline{y}_m \Delta \overline{x}) - k^2(\overline{y}_m^3 \Delta \overline{x}) \qquad (12)$$

Коефицијенти k_1 и k_2 узимају се из Таблице XIV за аргуменат x_m. При рачунању по горњој формули $\overline{y}_m$ и $\Delta \overline{x}$ морају бити изражени у km.

5. По формули (55.3) и по поступку наведеном у чл. 55 рачуна се равна конвергенција меридијана c_a и онда азимут

$$\alpha_a^b = \vartheta_a'' + c_a \qquad (c_a - \gamma_a) \text{ (п форм. 47-3)}.$$

Разлика конвергенција $(c_a - \gamma_a)$ узима се из Таблице I за аргументе: φ_a' и y_a. (Рачунске операције под бр. 37 – 60).

Члан 60.

РАЧУНАЊЕ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА ИЗ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ (ФОРМУЛЕ КЛАРКА)

Дате су: географске координате φ_a и λ_a тачке T_a, азимут α_a^b и дужина геодетске линије $s_{a.b}$.

Траже се: географске кординанте φ_b и λ_b друге крајње тачке T_b дате геодетске линије и азимут у овој тачки α_b^a.

За ово рачунање служе следеће формуле Кларка:

$$\varepsilon_{y\ сек} = [4]_m s_{a.b}^2 \sin\alpha_a^b \cos\alpha_a^b \tag{1}$$

$$u_{y\ сек} = [1]_m s_{a.b} \cos\left(\alpha_a^b - \frac{2}{3}\varepsilon\right) \tag{2}$$

$$\varphi_0 = \varphi_a + u \tag{3}$$

$$v_{y\ сек} = [2]_0 s_{a.b} \sin\left(\alpha_a^b - \frac{1}{3}\varepsilon\right) \tag{4}$$

$$\eta_{y\ сек} = [3]_0 v^2 tg\varphi_0 \tag{5}$$

$$\varphi_b = \varphi_0 - \eta \tag{6}$$

$$l_{y\ сек} = \frac{v}{\cos\left(\varphi_b + \frac{1}{3}\eta\right)} \tag{7}$$

$$t_{y\ сек} = l \sin\left(\varphi_b + \frac{2}{3}\eta\right) \tag{8}$$

$$\lambda_b = \lambda_a + l \tag{9}$$

$$\alpha_b^a = 180^\circ + \alpha_a^b - \varepsilon + t \tag{10}$$

где су:

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 31

$$[1] = \frac{\rho''}{R}; \quad [2] = \frac{\rho''}{N}; \quad [3] = \frac{N}{2R\rho''}; \quad [4] = \frac{\rho''}{2r_m^2}$$

Прилог 12 Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 31 следећим редом:

1. Пошто се унесу дате величине: географске координате φ_a и λ_a дате тачке T_a, азимут α_a^b и $\log s_{a.b}$, приступа се рачунању приближне вредности средње ширине $\varphi_m = \frac{\varphi_a + \varphi_b}{2}$.

Ова приближна вредност рачуна се по формули

$$\varphi'_m = \varphi_a + (\varphi_m - \varphi_a)_0 \tag{11}$$

где је

$$(\varphi_m - \varphi_a)_0 = \frac{s_{a.b}[1]_a \cos\alpha_a^b}{2} \tag{12}$$

$\log [1]_a$ узима се из Таблице XVII за аргуменат φ_a.

Рачунање се обавља са логаритмима од 5 места.

Ширина се одређује на пола секунде, које се онда претварају у делове минуте рачунајући их на два децимална места. (Рачунске операције под бр. 1—5 и 6—8).

2. По формули (60 · 1) рачуна се сферни ексцес ε. Логаритам величине $[4]_m$ узима се из таблице XVII за аргуменат φ_m.

За контролу рачуна се двоструки сферни ексцес:

$$2\,\varepsilon_{p\ sec} = s_{a,b}\,\sin 2\,\alpha_a^b \cdot \frac{\rho''}{r_m^2} \cdot \frac{s_{a,b}}{2} \qquad (13)$$

Логаритам $\frac{1}{r_m^2}$ узима се из Таблице XVI за аргуменат φ_m.
Логаритам $\frac{s_{a,b}}{2}$ узима се из претходног рачунања разлике

$$(\varphi_m - \varphi_a)_u,$$

јер је:

$$\log s_{a,b} + \log \frac{1}{2} = \log \frac{s_{a,b}}{2}.$$

Рачунање се врши помоћу логаритамских таблица са 5 места код мреже 1. реда и са 4 места код мреже 2. и 3. реда. (Рачунске операције под бр. 4—5 и 9—12).

3) Рачунају се:

$$\frac{1}{3}\varepsilon; \quad \frac{2}{3}\varepsilon; \quad \alpha_a^b - \frac{2}{3}\varepsilon; \quad \alpha_a^b - \frac{1}{3}\varepsilon.$$

Као проба служи упоређење:

$$\left(\alpha_a^b - \frac{2}{3}\varepsilon\right) + \left(\alpha_a^b - \frac{1}{3}\varepsilon\right) = 2\,\alpha_a^b - \varepsilon.$$

(Рачунске операције под бр. 13—16).

4) По формули (60 · 2) рачуна се приближна разлика ширина u. Логаритам $[1]_m$ узима се из таблице XVII за аргуменат φ_m. Рачунање се врши помоћу логаритамских Таблица.

са 8 места код мреже 1. реда,
„ 7 „ „ „ 2. „
„ 6 „ „ „ 3. „

(Рачунске операције под бр. 17, 18 и 20).

5. Рачуна се приближна ширина тражене тачке

$$\varphi_b = \varphi_a + u$$

па онда по формулама (60.4) и (60.5) рачунају се ν и η. Логаритми величина $[2]_b$ и $[3]_b$ узимају се из Таблице XVII за аргуменат φ_b. Код рачунања ν имају се употребити логаритамске таблице са истим бројем места као и код рачунања u, а η се рачуна таблицама са 5 места. (Рачунске операције под бр. 19 и 21—28). ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 31

6. По формули (60 · 6) рачуна се тражена ширина тачке T_b. (Рачунске операције под бр. 29—30).

7. Рачунају се:

$$\frac{2}{3}\eta; \quad \frac{1}{3}\eta; \quad \varphi_b + \frac{1}{3}\eta; \quad \varphi_b + \frac{2}{3}\eta$$

Као проба служи упоређење:

$$\left(\varphi_b + \frac{1}{3}\eta\right) + \left(\varphi_b + \frac{2}{3}\eta\right) = 2\varphi_b + \eta$$

Онда се по формулама (60 - 7) и (60 - 9) рачунају: разлика дужина l и тражена дужина λ_b.

Разлика дужина l рачуна се помоћу логаритамских таблица:

са 8 места код мреже 1. реда
„ 7 „ „ „ 2. „
„ 6 „ „ „ 3. „

(Рачунске операције под бр. 31 – 35, 37, 39 и 41).

8. По формулама (60 - 8) и (60 - 10) рачунају се t и азимут α_b^a. За рачунање t треба употребити логаритамске таблице са истим бројем места као и за рачунање l. (Рачунске операције под бр. 36, 38, 40 и 42 – 45).

Члан 61.

РАЧУНАЊЕ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА ИЗ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ (ФОРМУЛЕ БЕНОА)

Формуле предложене од стране Беноа за рачунање географских координата из дужине и азимута геодетске линије гласе:

$$v = s_{a,b}\,sin\,\alpha_a^b \tag{1}$$

$$u = s_{a,b}\,cos\,\alpha_a^b \tag{2}$$

$$\Delta\varphi = \underbrace{[1]_m u}_{\Delta\varphi_0} - \underbrace{(3)_m v^2 (1+\alpha)}_{B} \tag{3}$$

$$\varphi_b = \varphi_a + \Delta\varphi \tag{4}$$

$$l = \frac{[2]_b\, v(1+\beta)}{cos\,\varphi_b} \tag{5}$$

$$\lambda_b = \lambda_a + l \tag{6}$$

$$\Delta\alpha = l\,sin\,\varphi_m (1+\gamma) \tag{7}$$

$$\alpha_b^a = (\alpha_a^b \pm 180^0) + \Delta\alpha \tag{8}$$

где су:

$$(3)_m = \frac{\rho''}{2r_m^2}\,tg\,\varphi_m \tag{9}$$

$$log\,[10^8\,log\,(1+\alpha)] = log\,10^8\,\lambda_m + log\,\Delta\varphi_0 \tag{10}$$

$$\lambda_m = \frac{M}{\rho''}\cdot\frac{3\,tg^2\varphi_m - 1}{6\,tg\,\varphi_m} = \frac{4\,M}{3\rho''}\cdot\frac{(sin\,\varphi_m + sin\,30^0)\,(sin\,\varphi_m - sin\,30^0)}{sin\,2\varphi_m} \tag{11}$$

$$\Delta\varphi_0 = [1]_m u \tag{12}$$

$$log\,[10^7 (1+\beta)] = 10^7 M\beta_1 + 10^7 M\beta_2 \tag{13}$$

$$log\,[10^7 (1+\gamma)] = 10^7 M\gamma_1 + 10^7 M\gamma_2 \tag{14}$$

$$M\beta_1 = \frac{M}{6\rho''^2}[2]^2_b s^2_{ab} \tag{15}$$

$$M\beta_2 = \frac{M}{6\rho''^2} l^2 \tag{16}$$

$$M\gamma_1 = \frac{M}{12\rho''^2}[2]^2_b s^2_{ab} = \frac{1}{2}M\beta_1 \tag{17}$$

$$M\gamma_2 = \frac{M}{24\rho''^2}\Delta\varphi^2_0 \tag{18}$$

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 31. следећим редом: ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 31

1. Прво се рачунају по формулама (61.1) и (61.2) координатне разлике u и v. (Рачунске операције под бр. 1—4). Прилог 12

2. На исти начин, као што је то наведено у претходном члану под тачком 1 рачуна се приближна вредност средње ширине φ'_m. (Рачунске операције под бр. 5—10).

3. По формулама (61.3) и (61.10) рачуна се $\Delta\varphi$, а онда тражена ширина

$$\varphi_b = \varphi_a + \Delta\varphi$$

За ово рачунање $\log(3)_m$ и $\log 10^5\lambda_m$ узимају се из Таблице XVIII за аргуменат φ'_m. (Рачунске операције под бр. 11—24).

4. Рачуна се приближна разлика дужина

$$l_0 = \frac{[2]_b \cdot v}{\cos\varphi_b} \tag{19}$$

Логаритам величине $[2]_b$ узима се из Таблице XVII за аргуменат φ_b. (Рачунске операције под бр. 25—28).

5. По формули (61.5) рачуна се дефинитивна разлика дужина l, па је онда тражена дужина

$$\lambda_b = \lambda_a + l.$$

За рачунање $\log[10^7(1+\beta)]$, величине $10^7M\beta_1$ и $10^7M\beta_2$ узимају се из Таблице XIX и то:

$10^7M\beta_1$ за аргуменат $\log([2]_b\, s_{a\cdot b})$

$10^7M\beta_2$ „ „ $\log l_0$

(Рачунске операције под бр. 29—33).

6) Рачуна се дефинитивна вредност средње ширине φ_m, па онда по формулама (61.7) и (61.8) рачунају се $\Delta\alpha$ и α^2_b.

Види: Lieutenant-Colonel E. Benoit „Formules pratiques pour le calcul des coordonnées géodésiques; application à l'ellipsoïde de référence international", Bulletin géodésique № 19 1928.

Известия на Державния географски институт. № 1 София 1932.

При рачунању $\log [10^7 (1+\gamma)]$ треба имати у виду да је

$$M\gamma_1 - \frac{1}{2} M\beta, \text{ (в. форм. (61.17))},$$

а $10^7 M\gamma_2$ узима се из Таблице XIX за аргуменат $\log \Delta\varphi_0$. Пошто су у таблици дате четвороструке вредности $10^7 M\gamma_2$, то је онда

$$10^7 M\gamma_2 = \frac{4 \cdot (10^7 M\gamma_2)}{4}$$

(Рачунске операције под бр. 36 – 47).

Рачунање величина: v, u, $\Delta\varphi_0$, l и $\Delta\alpha$ врши се помоћу логаритамских таблица:

са 8 места код мреже 1. реда,
" 7 " " " 2. "
" 6 " " " 3. "

Производ

$$(3)_m v^2 (1+\alpha) = B$$

рачуна се помоћу логаритамских таблица са 5 места.

Члан 62

РАЧУНАЊЕ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ ИЗ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА (ФОРМУЛЕ [illegible])

Дате су географске координате (φ_a, λ_a) и (φ_b, λ_b) крајњих тачака T_a и T_b геодетске линије.

Траже се: дужина линије, односно логаритам дужине $s_{a,b}$ и азимути α_a^b и α_b^a у крајњим тачкама.

За ово рачунање служе формуле:

$$\log \operatorname{tg} \alpha_m' = \log [1]_m - \log [2]_m + \log (\lambda_b - \lambda_a)'' - \log (\varphi_b - \varphi_a)'' + \log \cos \varphi_m \tag{1}$$

$$\log s'_{a,b} = \log (\varphi_b - \varphi_a)'' - \log [1]_m - \log \cos \alpha_m \tag{2}$$

$$\log s''_{a,b} = \log (\lambda_b - \lambda_a)'' + \log \cos \varphi_m - \log [2]_m - \log \sin \alpha_m \tag{3}$$

$$\log \operatorname{tg} \alpha_m = \log \operatorname{tg} \alpha'_m + (\Delta\lambda - \Delta\varphi) \tag{4}$$

$$\log s_{a,b} = \log s'_{a,b} + \Delta\varphi = \log s''_{a,b} + \Delta\lambda \tag{5}$$

$$\log \delta = \log (\lambda_b - \lambda_a)'' + \log \sin \varphi_m + \Delta\delta + \Delta\lambda \tag{6}$$

$$\alpha_a^b = \alpha_m - \frac{\delta}{2} \tag{7}$$

$$\alpha_b^a = 180^\circ + \alpha_m + \frac{\delta}{2} \tag{8}$$

Корекциони чланови $\Delta\delta$, $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ одређују се (у јединицама 7 места логаритма) из формула:

$$\Delta\delta = kc^2 + \frac{1}{2} k\,\delta' \tag{9}$$

$$\Delta\varphi = -k\,(\lambda_б - \lambda_a)''^2 - \frac{1}{2} k\delta'^2 \tag{10}$$

$$\Delta\lambda = \frac{1}{2} k\,c^2 - \frac{1}{2} k\,(\lambda_б - \lambda_a)''^2 \tag{11}$$

где су:

$$k = \frac{10^7 \cdot M}{12\rho''^2} \tag{12}$$

$$\delta' = (\lambda_б - \lambda_a)'' \sin\varphi_m \tag{13}$$

$$c^2 = s'^2_{a.б}\,[1]_m\,[2]_m \tag{14}$$

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 31$\underline{a}$.

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 31а

Прилог 13

1. Пошто се унесу координате датих тачака, рачунају се разлике:

$$\varphi_б - \varphi_a \quad \text{и} \quad \lambda_б - \lambda_a$$

те се ове изражавају у секундама. Истовремено се образују двоструке разлике тј.

$$2\ (\varphi_б - \varphi_a)_{u\ sek} \quad \text{и} \quad 2\,(\lambda_б - \lambda_a)_{u\ sek}$$

(Рачунске операције под бр. 1—6)

2. Рачуна се средња ширина:

$$\varphi_m = \frac{\varphi_a + \varphi_б}{2}$$

Секунде и делови секунде претварају се у делове минуте рачунајући ове на три децимална места.
(Рачунске операције под бр. 7—9).

3. По формули (62.1) рачуна се $\log\ \mathrm{tg}\,\alpha'_m$, где је α'_m приближна вредност средњег азимута

$$\alpha_m = \frac{\alpha_a^б + (\alpha_б^a \pm 180^0)}{2} \tag{15}$$

Ради контроле $\log\mathrm{tg}\,\alpha'_m$ рачуна се још и по формули

$$\log\mathrm{tg}\,\alpha'_m = \log\ V_m^2 + \log 2\,(\lambda_б - \lambda_a)'' - \log\ 2\,(\varphi_б - \varphi_a)'' + \\ + \log\cos\varphi_m \tag{16}$$

Величине: $\log\,[1]_m$, $\log\,[2]_m$ и $\log\ V_m{}^2$ узимају се из Таблице XVII за аргуменат φ_m, при чему треба да је:

$$\log\,[1]_m - \log\,[2]_m = \log\ V_m^2$$

Да ли су $\log \sin \varphi_m$ (форм. (62.6)) и $\log \cos \varphi_m$ добро нађени, контролише се на тај начин што мора бити:

$$\log \sin\varphi_m + \log \cos\varphi_m + \log 2 = \log \sin(\varphi_a + \varphi_b)$$

(Рачунске операције под бр. 10—12, 15—19 и 21—25).

4. По формулама (62.2) и (62.3) рачуна се приближна дужина $s'_{a.b}$ геодетске линије односно $\log s'_{a.b}$. Рачунање се обавља помоћу логаритамских таблица са 5 места. (Рачунске операције под бр. 26 и 30—35).

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 31а

5. Рачунају се величине δ' и c^2 потребне за рачунање корекционих чланова $\Delta\delta$, $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$.

Ради контроле δ' рачуна се помоћу логаритама тј.

$$\log \delta' = \log (\lambda_b - \lambda_a)'' + \log \sin\varphi_m$$

а машином по формули (62.13).

Логаритам c^2 сем по формули (62.14) рачуна се још и по формули:

$$\log c^2 = \log s'^2_{a.b} + \log \rho''^2 + \log \frac{1}{r_m^2}; \tag{17}$$

$\log \frac{1}{r_m^2}$ узима се из Таблице XVI за аргуменат φ_m. (Рачунске операције под бр. 36—47 и 49).

6. Пошто се срачуна $\log (\lambda_b - \lambda_a)^2$, рачунају се производи:

$$k\,(\lambda_b - \lambda_a)''^2; \quad k\delta'^2; \quad kc^2.$$

Ови се производи рачунају двоструко: помоћу логаритама (таблицама са 4 места) и машином.

Затим се приступа рачунању по формулама (62.9), (62.10) и (62.11) корекционих чланова $\Delta\delta$, $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$, те њихових разлика односно збирова: $(\Delta\lambda - \Delta\varphi)$; $(\Delta\delta + \Delta\varphi)$ и $(\Delta\lambda + \Delta\delta)$.

Исправност рачунања контролише се помоћу формула:

$$\begin{gathered} \Delta\lambda - \Delta\varphi = \frac{\Sigma}{2} \\ \Delta\delta + \Delta\varphi = 2\Delta\lambda \\ \Delta\lambda + \Delta\delta = \frac{\Sigma}{2} + 2\Delta\lambda \end{gathered} \tag{18}$$

где је:

$$\Sigma = k\,(\lambda_b - \lambda_a)''^2 + k\delta'^2 + kc^2 \tag{19}$$

(Рачунске операције под бр. 48 и 50—68).

7. По формулама (62.4) и (62.5) рачунају се $\mathrm{tg}\,\alpha_m$ односно α_m и $\log s_{a.b}$. (Рачунске операције под бр. 67—77).

8. По формули (62.6) рачуна се δ, а онда по формулама (62.7) и (62.8) рачунају се α_a^b и α_b^a (Рачунске операције под бр. 78—84).

Члан 63

За решење задатка наведеног у претходном члану могу се такође употребити формуле изведене од Хелмерта. Ове формуле гласе:

РАЧУНАЊЕ ДУЖИНЕ И АЗИМУТА ГЕОДЕТСКЕ ЛИНИЈЕ ИЗ ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА (ФОРМУЛЕ ХЕЛМЕРТА)

$$\Delta\varphi = \varphi_b - \varphi_a \tag{1}$$

$$l = \lambda_b - \lambda_a \tag{2}$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_b + \varphi_a}{2} \tag{3}$$

$$m = l_{u\,sek} \sin\varphi_m \tag{4}$$

$$n = l_{y\,сек} \cos\varphi_m \tag{5}$$

$$\log\delta = \log\left[\frac{m}{\cos\dfrac{\Delta\varphi}{2}}\right] + [5]_m n^2 + [7]_m \Delta\varphi^2 \tag{6}$$

$$\log(s_{a.b}\sin\alpha_m) = \log\left(\frac{N}{\rho''}n\right) - \frac{1}{2}km^2 + [8]_m\Delta\varphi^2 \tag{7}$$

$$\log\ (s_{a.b}\cos\alpha_m) = \log\left(\frac{R}{\rho''}\Delta\varphi\cos\frac{l}{2}\right) + [6]_m n^2 + [9]_m\Delta\varphi^2 \tag{8}$$

$$\alpha_a^b = \alpha_m - \frac{\delta}{2}\ \text{(в. форм. 62.7)}$$

$$\alpha_b^a \pm 180^0 = \alpha_m + \frac{\delta}{2}\ \text{(в. форм. 62.8)}$$

где су:

$$k = \frac{10^7 M}{12\rho''^2}\ \text{(в. форм. (62.12))}$$

$$[5]_m = k\frac{N}{R} = k\ V_m^2 \tag{9}$$

$$[6]_m = \frac{1}{2}\ k(1 - 2\,e'^2\cos^2\varphi_m) \tag{10}$$

$$[7]_m = k\frac{e^2}{W^2}\cos^2\varphi_m = k\frac{e^2}{a^2}N^2\cos^2\varphi_m \tag{11}$$

$$[8]_m = \frac{1}{2}k\frac{1-e^2}{W^4}(1 - 10\,e^2\sin^2\varphi_m) = \frac{K}{2a^2}r^2(1 - 10\,e^2\sin^2\varphi_m) \tag{12}$$

$$[9]_m = \frac{3}{2}k\frac{e^2}{W^4}\left[1 - (2-e^2)\sin^2\varphi_m\left(1 - \frac{3e^2}{2-e^2}\cos^2\varphi_m\right)\right] =$$

$$= \frac{3}{2}k\frac{e'^2}{a^2}r^2[\div] \tag{13}$$

Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 31^a.

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 31а

Прилог 13

1. Пошто се унесу координате датих тачака рачунају се $\Delta\varphi$, l, $\Delta\varphi_{u\,sek}$, $l_{u\,sek}$, $\frac{\Delta\varphi}{2}$, $\frac{l}{2}$, φ_m. (Рачунске операције под бр. 1—7).

Види: Veröffentlichung des Königl. Preussischen Geodätischen Instituts, Lothabweichungen, Heft I Berlin 1886.

2. По формулама (63.4) и (63.5) рачунају се m и n. Рачунање се врши логаритамским таблицама:

са 8 места код мреже 1. реда
„ 7 „ „ „ 2. „
„ 6 „ „ „ 3. „

(Рачунске операције под бр. 8 – 12).

3. Рачунају се корекциони чланови: $[5]_m n^2$; $\frac{1}{2} km^2$; $[6]_m n^2$; $[7]_m \Delta\varphi^2$; $[8]_m \Delta\varphi^2$; $[9]_m \Delta\varphi^2$. Логаритми величина: $[5]_m$, $[6]_m$, $[7]_m$, $[8]_m$, $[9]_m$ узимају се из Таблице XX за аргуменат φ_m. Корекциони чланови добијају се у јединицама 7. места логаритма.

Код мреже 1. реда корекциони чланови рачунају се помоћу логаритамских таблица са оноликим бројем места са колико су у Таблици XX дати логаритми величина: [5], [6], [7], [8] и [9]. Код мреже 2. и 3. реда број места може се за јединицу смањити. (Рачунске операције под бр. 13—30).

4. По формулама (63.7) и (63.8) рачунају се:

$$\log (s_{a.b} \sin\alpha_m) \quad \text{и} \quad \log (s_{a.b} \cos\alpha_m)$$

па онда

$$\log \operatorname{tg} \alpha_m = \log (s_{a.b} \sin \alpha_m) - \log (s_{a.b} \cos \alpha_m)$$

и средњи азимут α_m.

При овом се $\log \frac{N}{\rho''}$ узима из Таблице IV, а $\log \frac{R}{\rho''} = \operatorname{cpl} \log [1]$ – из Таблице XVII за аргуменат φ_m. (Рачунске операције под бр. 31 – 42).

5. Траже се:

$$\log \sin\alpha_m \text{ и } \log \cos\alpha_m$$

па се онда рачуна логаритам дужине геодетске линије, наиме:

$$\log s_{a.b} = \log (s_{a.b} \sin\alpha_m) - \log \sin\alpha_m = \log (s_{a.b} \cos\alpha_m) - \log \cos\alpha_m$$

Ако се при рачунању по овој формули појави неслагање (1—2 јединице последњег места логаритма) онда се за дефинитивну вредност узима она која је срачуната помоћу $\cos\alpha_m$, ако је $(s_{a.b} \sin\alpha_m) < (s_{a.b} \cos\alpha_m)$, а помоћу $\sin\alpha_m$, ако је $(s_{a.b} \sin\alpha_m) > (s_{a.b} \cos\alpha\ )$. (Рачунске операције под бр. 43 – 45).

6. По формули (63.6) рачуна се $\log \delta$ односно δ, а онда по формулама (62.7) и (62.8) рачунају се α_a^b и α_b^a. (Рачунске операције под бр. 46 – 54).

7. $\log \operatorname{tg}\alpha_m$, $\log s_{a.b}$ и $\log \delta$ рачунају се помоћу логаритамских таблица

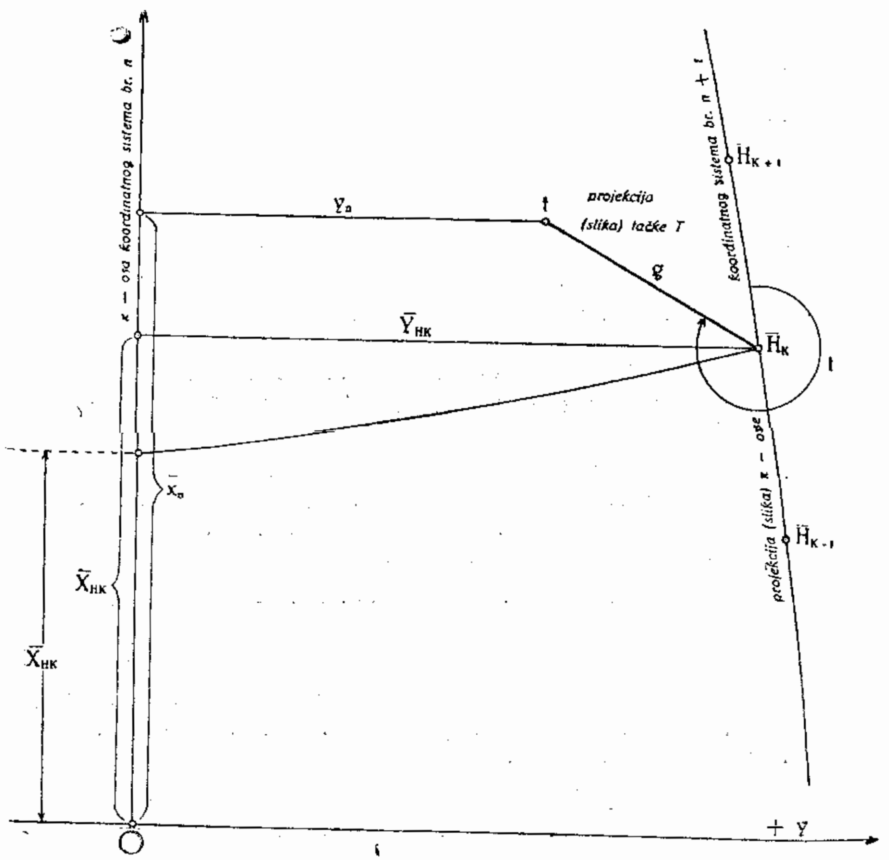
са 8 места код мреже 1. реда
„ 7 „ „ „ 2. „
„ 6 „ „ „ 3. „

Члан 64

ТРАНСФОРМАЦИЈА РАВНИХ ПРАВОУГЛИХ КООРДИНАТА ИЗ ЈЕДНОГ КООРДИНАТНОГ СИСТЕМА У ДРУГИ-СУСЕДНИ (ФОРМУЛЕ КРИГЕРА)

Непосредна трансформација равних правоуглих конформних (Гаус-Кригерових) координата из једног координатног система у други (суседни) врши се помоћу т. зв. „помоћних тачака"

Ове се помоћне тачке H_1, H_2, $H_3 \cdots$ бирају на главном меридијану (x – оси) суседног кординатног система бр. $n+1$ (сл. 20) и налазе се на размаку од 20′ по ширини. За све ове тачке срачунате су равне правоугле координате у систему бр. n (в. Таблицу XXI).



Сл. 20

Кригерове формуле за непосредну трансформацију гласе:

$$\Delta \bar{y} = \bar{y}_n - \bar{y}_{Hk}$$

$$\Delta \bar{x} = \bar{x}_n - \bar{x}_{Hk} \tag{1}$$

$$\operatorname{tg} t = \frac{\Delta \bar{y}}{\Delta \bar{x}} \tag{2}$$

$$\operatorname{tg}(45^0+t)=\frac{\Delta\bar{x}+\Delta\bar{y}}{\Delta\bar{x}-\Delta\bar{y}} \qquad 3)$$

$$g=\frac{\Delta\bar{y}}{\sin t}=\frac{\Delta\bar{x}}{\cos t} \qquad (4)$$

$$\bar{y}_{n\pm 1}=\Delta\bar{y}-(1-h_{1\cdot 1})\,\Delta\bar{y}\pm h_{1\cdot 2}\,\Delta\bar{x}+\varkappa_2 g^2\sin(2t+\omega_2)+$$
$$+\varkappa_3 g^3\sin(3t+\omega_3)+\varkappa_4 g^4\sin(4t+\omega_4)+\varkappa_5 g^5\sin(5t+\omega_5) \qquad (5)$$

$$\bar{x}_{n\pm 1}=\Delta\bar{x}-(1-h_{1\cdot 1})\Delta\bar{x}\mp h_{1\cdot 2}\,\Delta\bar{y}+\varkappa_2\,g^2\cos(2t+\omega_2)+$$
$$+\varkappa_3 g^3\cos(3t+\omega_3)+\varkappa_4\,g^4\cos(4t+\omega_4)+\varkappa_5\,g^5\cos(5t+\omega_5)+\bar{X}_H \qquad (6)$$

где су:

$\bar{y}_n$, $\bar{x}_n$—координате тачке T у координатном систему бр. n;

$\bar{y}_{n\pm 1}$, $\bar{x}_{n\pm 1}$ — „ „ T „ „ „ бр. $n+1$

односно $n-1$;

$\bar{y}_{Hk}$, $\bar{x}_{Hk}$ — координате помоћне тачке H_k

Углови ω_2, ω_3, ω_4 и ω_5, дужина лука меридијана $\bar{X}_H$, величине $(1-h_{1\cdot 1})$, $h_{1\cdot 2}$, $\varkappa_2$, $\varkappa_3$, $\varkappa_4$ и $\varkappa_5$ односно њихови логаритми јесу за дотичну помоћну тачку констатне величине, те се могу узимати непосредно из Таблица XXI и XXII.

У предњим формулама (64.5), (64.6) испред чланова $h_{1\cdot 2}\,\Delta\bar{x}$ и $h_{1\cdot 2}\Delta\bar{y}$ стављени су двоструки предзнаци. Горњи предзнаци важе за случај трансформације из координатног система бр. n у систем бр $n+1$, а доњи важе за трансформацију из система бр. n у систем бр. $n-1$.

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 32

За трансформацију координата према горњим једначинама служи тригоном. образац бр. *32*. Поступак код рачунања је следећи:

Прилог 14

1. Прво се бира помоћна тачка H_k. Најисправније је да се трансформација изврши помоћу тачке која има апсцису $\bar{x}_H$ (в. Таблицу XXI) најближу апсциси оне тачке чије се координате трансформирају.

2. образују се координатне разлике:

$$\Delta\bar{y}=\bar{y}_n-\bar{y}_{Hk} \quad \text{и} \quad \Delta\bar{x}=\bar{x}_n-\bar{x}_{Hk}$$

те онда:

$$(\Delta\bar{x}+\Delta\bar{y}) \quad \text{и} \quad (\Delta\bar{x}-\Delta\bar{y})$$

па се рачуна дирекциони угао t односно (45^0+t) и страна g. Рачунање се врши помоћу логаритамских таблица са 8 места без обзира на ред мреже коме тачка припада. (Рачунске операције под бр. 1 – 20).

Види: „Formeln zur konformen Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene". Berlin 1919.

3. Рачунају се угловне вредности:

$2t+\omega_2$ на 0,01 секунде,

$3t+\omega_3$ „ секунде,

$4t+\omega_4$ „ минуте

$5t+\omega_5$ „ 0,1 степена.

Углови ω_2, ω_3, ω_4 и ω_5 узимају се из Таблице XXI за одговарајућу помоћну тачку. Затим се рачунају логаритми корекционих чланова: **ТРАНСФОРМАЦИЈА ИЗ ЈЕДНОГ СИСТЕМА У СУСЕДНИ (KRÜGER)**

$\varkappa_2 g^2 \sin(2t+\omega_2)$, $\varkappa_2 g^2 \cos(2t+\omega_2)$ – логар. таблицама са 7 места

$\varkappa_3 g^3 \sin(3t+\omega_3)$, $\varkappa_3 g^3 \cos(3t+\omega_3)$ – „ „ „ 5 „

$\varkappa_4 g^4 \sin(4t+\omega_4)$, $\varkappa_4 g^4 \cos(4t+\omega_4)$ – „ „ „ 4 „

$\varkappa_5 g^5 \sin(5t+\omega_5)$, $\varkappa_5 g_5 \cos(5t+\omega_5)$ – „ „ „ 3 „

При овом логаритми коефицијената $\varkappa$ узимају се такође из Таблице XXI. (Рачунске операције под бр. 21 – 56).

4) Рачунају се производи:

$$(1-h_{1\cdot 1})\,\Delta\overline{y},\ (1-h_{1\cdot 1})\,\Delta\overline{x},\ h_{1\cdot 2}\ \Delta\overline{x} \text{ и } h_{1\cdot 2}\ \Delta\overline{y}$$

Рачунање се врши помоћу логаритамских таблица са 8 места. Логаритми коефицијената $(1-h_{1\cdot 1})$ и $h_{1\cdot 2}$ узимају се из Таблице XXII за дотичну помоћну тачку. (Рачунске операције под бр. 57—68 и 71—74).

5) По формулама (64.5) и (64.6) рачунају се тражене координате у систему бр. $n+1$, односно $n-1$. (Рачунске операције под бр. 69—70 и 71—74).

6. Контрола рачуиања се састоји:

а) у трансформацији помоћу друге најближе помоћне тачке; у приложеном бројном примеру (в. прилог 14) за такву тачку узета је тачка H_{12};

б) у трансформацији добивених координата натраг у систем из кога су трансформиране (в. прилог 14);

в) у трансформацији помоћу правоуглих сфероидних координата Солднера (в. чл. 65 и прилог 15).

Овај трећи начин је препоручљивији, јер се у овом случају трансформација врши потпуно независно од првог начина. При трансформацији помоћу Солднерових координата број рачунских операција је већи (101 место 85), али су саме операције једноставније, те је време потребно за рачунање готово исто као и при непосредној трансформацији Гаус-Кригерових координата по Кригеровим формулама.

Члан 65

ТРАНСФОРМАЦИЈА ГАУС-КРИГЕРОВИХ КООРДИНАТА ИЗ ЈЕДНОГ КООРДИНАТНОГ СИСТЕМА У ДРУГИ (СУСЕДНИ) ПОМОЋУ СОЛДНЕРОВИХ КООРДИНАТА

Други начин трансформације координата из једног координатног система у суседни је начин трансформације помоћу т. зв. Солднерових координата.

Овај се начин састоји у томе што се претходно Гаус-Кригерове координате претварају у Солднерове. Затим се Солднерове координате трансформирају у други координатни систем, те се после извршене трансформације поново претварају у Гаус-Кригерове.

Такав начин трансформације предвиђен је немачким правилником („Anweisung XI, vom 11 März 1932 für die Umformung geographischer, sphäroidischer und konformen Koordinaten“ § 23).

Између конформних Гаус-Кригерових координата $(\bar{y},\ \bar{x})$ и сфероидних Солднерових координита $(\breve{y},\ \breve{x})$ постоје следећи односи:

$$\bar{y} = \breve{y} + Q_3 \breve{y}^3 + Q_8 \breve{y}^5 \tag{1}$$

$$\bar{x} = \breve{x} + Q_9 \breve{y}^4 \tag{2}$$

$$\breve{y} = \bar{y} - Q_3 \bar{y}^3 + Q_8 \bar{y}^5 \tag{3}$$

$$\breve{x} = \bar{x} - Q_9 \breve{y}^4 \tag{4}$$

где су:

$$Q_3 = \frac{1}{6\, r_x^2} \tag{5}$$

$$Q_8 = \frac{1}{24\, r_x^4} \tag{6}$$

$$Q_9 = \frac{e'^2}{12} \cdot \frac{1}{r_x^3} \sin 2\varphi_x \tag{7}$$

При овом ширина φ_x и средњи полупречник кривине r_x одговарају крајњој тачки апсцисе $\breve{x}$, односно $\bar{x}$.

Бројне вредности коефицијената Q_3, Q_8 и Q_9 у зони између паралела (упоредника) ширине 42° 40′ и 46° 40′ крећу се:

$$Q_3\colon \text{ од } \overset{-15}{40964} \text{ до } \overset{-15}{41002}$$

$$\log Q_3\colon \text{ од } 5.61\,2398_{-20} \text{ до } 5.61\,2804_{-20}$$

$$Q_8\colon \text{ од } \overset{-29}{2517} \text{ до } \overset{-29}{2522}$$

$$\log Q_8\colon \text{ од } 1.4009_{-30} \text{ до } 1.4017_{-30}$$

$$Q_9\colon \text{ од } \overset{-24}{2153} \text{ до } \overset{-24}{2159}$$

$$\log Q_9\colon \text{ од } 6.3331_{-30} \text{ до } 6.3342_{-30}$$

те према томе:

$$Q_3\, y^3 < 0{,}000\,5 \text{ m ако је } y < 4960 \text{ m.}$$

$$Q_8\, y^5 < 0{,}000\,5 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„ } y < 114{,}7 \text{ km.}$$

$$Q_9\, y^4 < 0{,}000\,5 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad \text{„ } y < 123 \text{ km.}$$

Из предњег произлази да ако се рачунање обавља са тачношћу на 1 mm, онда се може сматрати да је:

$$\bar{y} = \breve{y} + Q_3 \breve{y}^3 \text{ када је } \breve{y} < 114{,}7 \text{ km} \tag{8}$$

$$\breve{y} = \bar{y} - Q_3 \bar{y}^3 \quad \text{„} \quad \text{„ } \bar{y} < 114{,}7 \text{ km.} \tag{9}$$

$$\bar{y} = \breve{y} \quad \text{„} \quad \text{„ } \breve{y} < 4960 \text{ m.} \tag{10}$$

$$\bar{x} = \breve{x} \quad \text{када је } y < 123 \text{ km.} \tag{11}$$

Према наведеном трансформација се врши по следећем поступку и формулама:

1. Рачунају се Солднерове координате за тачку чије се Гаус-Кригерове координате трансформирају. Ове се координате рачунају по формулама:

$$\left.\begin{aligned} \breve{y}_n &= \bar{y}_n - d\bar{y} \\ \breve{x}_n &= \bar{x}_n - d\bar{x} \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

где су:

$$d\bar{y} = d\bar{y}' - d\bar{y}'' = Q_3 \bar{y}_n^3 - Q_8 \bar{y}_n^5 \tag{13}$$

$$d\bar{x} = Q_9 \bar{y}_n^4 \tag{14}$$

2. За трансформицију Солднерових координата из система бр. n у систем бр. n±1 служе формуле:

ТРАНСФОРМАЦИЈА КОНФОРМНИХ КООРДИНАТА ИЗ ЈЕДНОГ СИСТЕМА У СУСЕДНИ (ПО СОЛДНЕРУ)

$$\left.\begin{aligned} \breve{y}_{n\pm1} &= v + E + G + I + L + \breve{y}_H \\ \breve{x}_{n\pm1} &= u + F + H + K + M + \breve{x}_H \end{aligned}\right\} \tag{15}$$

где су:

$$v = \breve{y}_n + A + C \tag{16}$$

$$u = \widehat{x}_H + B + D \tag{17}$$

$$\widehat{x}_H = \breve{x}_n - \bar{X}_H \tag{18}$$

$$A = Q_1 \widehat{x}_H$$

$$B = Q_1 \breve{y}_n$$

$$C = Q_2 \breve{y}_n$$

$$D = Q_2 \widehat{x}_H$$

$$E = Q_3 \widehat{x}_H^2 \breve{y}_n$$

$$F = Q_1 E$$

$$G = Q_4 \breve{y}_n^2 \widehat{x}_H$$

$$H = Q_5 G$$

$$I = Q_3 u^2 v$$

$$K = Q_3\, u\, v^2$$

$$L = Q_6\, Q_7\, u^2$$

$$M = Q_7 u \breve{y}^2_{n\pm1}$$

Логаритми коефицијената Q, координате $\breve{y}_H$, $\breve{x}_H$ и дужина лука меридијана $\overline{X}_H$ узимају се из Таблице XXIII за дотичну помоћну тачку H_k.

Предзнаци корекционих чланова A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L и M одређују се према Таблици за одређивање предзнака (стр. 81).

3. Рачунају се Гаус-Кригерове координате у систему бр. $n\pm1$, тј.

$$\left.\begin{aligned} \overline{y}_{n\pm1} &= \breve{y}_{n\pm1} + d\breve{y} \\ \overline{x}_{n\pm1} &= \breve{x}_{n\pm1} + d\breve{x} \end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

где су:

$$d\breve{y} = d\breve{y}' + d\breve{y}'' = Q_3\, \breve{y}^3{}_{n\pm1} + Q_8 \breve{y}^5{}_{n\pm1} \qquad (20)$$

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 32

$$d\breve{x} = Q_9 \breve{y}^4{}_{n\pm1} \qquad (21)$$

Рачунање се врши у тригон. обрасцу бр. 32. Поступак код рачунања је следећи:

1. Пошто се унесу координате $(\overline{y}_n, \overline{x}_n)$, бира се помоћна тачка H_k. При овом избору поступа се на начин објашњен у члану 64 под тач. 1.

По формулама (65.12) р чунају се Солднерове координате $(\breve{y}_n, \breve{x}_n)$ и апсциса

$\widehat{x}_H = \breve{x}_n - \overline{X}_H$ (в. ј. д. 65.18). (Рачунске операције под бр. 1 – 20).

2. Рачунају се корекциони чланови A, B, C и D, па онда v и u (в. формуле под тач. 1.). Рачунање ових корекционих чланова врши се логаритамским таблицама са 7 места, ма да се чланови C и D могу рачунати и логаритаиским таблицама са 6 места. (Рачунске операције под бр. 21—37)

3. Рачунају се корекциони чланови E, F, G, H, I, K и L, те онда по формули (65.15) – ордината $\breve{y}_{n\pm1}$. Рачунање ових чланова врши се помоћу логаритамских таблица са 4 места. Предзнаци се одређују према таблици за одређивање предзнака.

Пошто је срачуната ордината $\breve{y}_{n\pm1}$, рачуна се корекциони члан M и онда по формули, (65.15), апсциса $\breve{x}_{n\pm1}$ (Рачунске операције под бр. 38—84).

4. По формулама (65.19) рачунају се Гаус-Кригерове координате у систему бр. $n\pm1$. (Рачунске операције под бр. 85—101).

Таблица за одређивање предзнака

1. случај. Ордината $\overline{y}_H$ је позитивна				Трансформација из система бр. n у систем бр. $n-1$			
$\overline{y}_H$ позит. (+) $\widehat{x}_H$ позит. (+)		$\overline{y}_n$ позит. (+) $\widehat{x}_H$ негат. (−)		$\overline{y}_n$ негат. (−) $\widehat{x}_H$ негат. (−)		$\overline{y}_n$ негат. (−) $\widehat{x}_H$ позит. (+)	
A −	B +	A +	B +	A +	B −	A −	B −
C −	D −	C −	D +	C +	D +	C +	D −
E +	F +	E −	F +	E −	F −	E −	F −
G +	H −	G −	H +	G −	H +	G +	H −
I има предзнак супротан од предзнака v				K има предзнак супротан од предзнака u			
L има предзнак негативан (−)				M има предзнак исти са предзнаком u			

2. случај. Ордината $\overline{y}_H$ је негативна				Трансформација из система бр. n у систем бр. $n+1$			
$\overline{y}_H$ позит. (+) $\widehat{x}_H$ позит. (+)		$\overline{y}_H$ позит. (+) $\widehat{x}_H$ негат (−)		$\overline{y}_n$ негат. (−) $\widehat{x}_H$ негат. (−)		$\overline{y}_n$ негат. (−) $\widehat{x}_H$ позит. (+)	
A +	B −	A +	B −	A −	B +	A +	B +
C −	D −	C −	D +	C +	D +	C +	D −
E +	F −	E +	F −	E −	F +	E −	F +
G −	H −	G +	H +	G +	H −	G −	H −
J има предзнак супротан од предзнака v				K има предзнак супротан од предзнака u			
L има предзнак позитиван (+)				M има предзнак исти са предзнаком u			

IV одељак

Обрада резултата мерења

А. Записници мерења углова

Члан 66.

ЗАПИСНИЦИ МЕРЕЊА ХОРИЗОНТАЛНИХ УГЛОВА

ТРИГ. ОБРАЗ. БРОЈ 1

1. Добивени подаци при мерењу углова по Шрајберовој методи (чл. 25—27) или при опажању правца по гирусној методи (чл. 23—24) уписују се у „Записник мерења хоризонталних углова„ — тригоном. образац бр. 1.

Подаци се морају по правилу уписивати мастилом. Међутим, ако је записник такав да се уписани подаци добијају у дупликату помоћу индиго хартије, онда се подаци уписују мастиљавом оловком. Код обичног записника (без копија) подаци се морају уписивати мастилом. У изузетним случајевима, када је из оправданих разлога немогуће уписивати податке мастилом, ови се уписују оловком али тако да оловком уписани подаци буду изнад линије на којој би се имали уписати мастилом. Касније, испод података уписаних оловком, исписују се исти мастилом, пазећи да оловком уведени подаци остану читки. У примедби записника треба навести зашто су подаци унесени оловком.

2. Записници мерења хоризонталних углова се региструју по серијама (чл. 45). Хиљада страна сачињава једну серију. Серије се нумеришу редом арапским бројевима.

При уношењу података из записника у тригоном. образац бр. 2 или у друге обрасце, означавање одакле су узети подаци (в. чл. 41) врши се на тај начин што се број серије исписује у бројитељу, а број стране у именитељу. На пример $1.\frac{143}{715}$ значи да су подаци узети из тригоном. обрасца бр. 1 — серија 143, а са стране 715.

3. Записници се прошивају у свеске од по 50 страна. Сви подаци непосредно се уписују на терену у такве свеске. Касније, ради чување у архиви, записници се повезују у књиге од по 200 страна. Према томе 4 свеске чине једну књигу, а свака серија повезује се у 5 књига.

Прилог 16

На наслонном листу (корицама) сваке свеске треба означити:

a) народну републику и срез где је вршено опажање,

b) серију и бројеве страна дотичне свеске,

c) које је фирме теодолит и његов број,

d) податак нонијуса, микроскопа или оптичког микрометра (теодолит типа Вилда).

e) име и презиме триангулатора који је вршио опажање.

4. Постоје две врсте записника односно тригоном. обрасца бр. 1, наиме:

a) за теодолите обичне конструкције са два нонијуса или микроскопа, и

b) за теодолите типа Вилда са оптичким микрометром:

5. Тригоном. образац бр. 1, који је намењен за теодолите са два нонијуса или микроскоп-микрометра, има 13 стубаца. Прилог 17

a) у 1. ступцу уписује се број тачке са које се опажа, а испред броја ставља се и топографска ознака тачке према реду коме припада. Код тачака које припадају мрежи 1. и 2. реда сем броја уписује се и назив тачке (в. чл. 18). Затим се бележи датум (дан, месец, година), редни број гируса и час када је опажање вршено. Час се бележи за сваки поједини гирус.

Ако се опажање врши са ексцентричне станице, онда се код броја тачке ставља индекс „s" (в. чл. 31). Ако се ексцентрична станица подудара са сигналом када је овај ексцентричан односно са пројекцијом ексцентричног сигнала дотичне тачке, онда се ставља ознака „c".

b) у 2. ступцу уписује се број тачке на коју се визира. У првом гирусу испред броја ставља се топографска ознака реда мреже коме дотична тачка припада, а код тачака мреже 1. и 2. реда поред броја уписује се и назив тачке. У другом и осталим гирусима топографски знаци и називи тачака могу се изоставити.

Када се опажа ексцентричан сигнал, онда се уз број тачке ставља индекс „c" (в. чл. 31) и то у свима гирусима.

Када се елементи ексцентрицитета (углови) мере теодолитом, онда се визуре на центар односно сигнал тачке означавају у 2. ступцу, као визуре на „z" (центар) односно на „c" (сигнал).

c) Ступци 3, 4, 6 и 7 служе за уписивање читања на лимбу. Средина из читања на левом и десном микроскопу односно нонијусу увек се изводи заокругљена на целе секунде и уписује се у ступце 5 и 8. Средина из читања у 1. и 2. положају дурбина рачуна се на десете делове секунде у мрежи 2. реда (основној и попуњавајућој) и на целе секунде у мрежи 3. реда (основној и попуњавајућој) и 4. реда.

Тачност образовања средина контролише се на тај начин што треба да је

$$\frac{[4]+[5]+[7]+[8]}{4}=[10]$$

где су [4], [5], [7] и [8] збирови опажаних праваца у одговарајућим ступцима, изузимајући завршну визуру, а [10] је збир средина изведених у ступцу 10 из читања у 1. и 2. положају дурбина.

Контрола тачности образовања средина врши се за сваки гирус посебно.

d) у 10. ступцу рачунају се редуковане средине тј. сведене на почетни правац као нулти правац; оне се добијају одузимањем угловне вредности почетног правца од свих осталих праваца (сем завршног) опажаних у дотичном гирусу.

Тачност образовања редукованих средина контролише се збиром тј: ТРИГ. ОБРАЗАЦ БРОЈ 1

$$[11]+a_a \cdot n=[10]$$

где су:

a_0 – средина из 1. и 2. положаја дурбина за почетни правац (почетну визуру);

n – број праваца опажаних у дотичном гирусу;

[11] – збир редукованих средина у [11] ступцу.

е) У 11. ступцу рачуна се двострука колимациона грешка, односно разлика читања на исту тачку у 1. и 2. положају дурбина (в. чл. 24). Пошто непроменљивост ове грешке служи за оцену квалитета извршених опажања и пошто промене вредности ове грешке од минимума до максимума морају бити у одређеним границама (чл. 24 тач. 4.) то се ова грешка има срачунати пре него што се приступи извођењу средина из 1. и 2. положаја дурбина.

У сваком поједином гирусу треба најмању и највећу вредност двоструке колимационе грешке подвући.

f) Прилике под којима је вршено опажање: време, чистоћа ваздуха, јасноћа ликова, треперење ликова итд. уколико оне утичу на тачност визирања, карактеришу се оценом:

5 – одличне,	4 – врло добре,
3 – добре,	2 – лоше.

Ова се оцена уписује у ступцу „Примедбе" у истој линији са почетном визуром.

Ако се само поједине тачке слабо виде, онда се то означава на тај начин што се поред броја тачке ставља ознака (: :).

Ако је у питању број тачке, онда се поред броја тачке ставља знак питања (?).

Збирова у ступцима 3, 4, 6, 7, 9 и 10 који служе за контролу извршених рачунања, морају се налазити између две хоризонталне црте.

g) Елементе за редукцију опажаних праваца на центар (в. чл. 31), заједно са скицом положаја центра (z), станице (s) и сигнала (c), треба унети у стубац „Примедбе". У овај стубац уписују се и резултати појединих мерења ексцентрицитета пантљиком.

6. Тригоном. образац бр. 1 намењен за теодолите типа Вилда односно за теодолите са оптичким микрометром има 10 стубаца.

Триг. обр. бр. 1 (типа Вилд) Прилог 18 Поступак код вођења овог обрасца исти је као и код обрасца намењеног за обичне теодолите, разлика је само у следећем:

а) средине изведене у ступцу 6 из читања извршених у 1. и 2. положају дурбина контролишу се збировима т. ј.

$$\frac{[4]+[5]}{2} = [6]$$

где су [4], [5] и [6] збирови опажаних праваца у одговарајућим ступцима;

b) редуковане средине у 7. ступцу контролишу се на исти начин као и у записницима за обичне теодолите, наиме:

$$[7] + a_0 \cdot n = [6] \qquad \text{(тач. 5. под е)}$$

Члан 67.

ЗАПИСНИЦИ МЕРЕЊА ВЕРТИКАЛНИХ УГЛОВА

У записницима мерења вертикалних углова – тригоном. образац бр. 1 – усвојене су следеће ознаке:

Z.V. – читање на лимбу код вертикалне визуре и када је објектив окренут зениту;

H.V. – читање на лимбу код хоризонталне визуре;

K.L. – читање при визирању на тачку у 1. положају дурбина – вертикални лимб је лево од оператора, што се скраћено означава са „круг лево";

K.D. – читање при визирању на тачку у 2. положају дурбина вертикални лимб је десно од оператора, што се скраћено означава са „круг десно".

За читања K.L. и K.D. претпоставља се да су извршена у моменту када мехур либеле на алхидади вертикалног лимба врхуни.

Записници намењени за уношење података при мерењу вертикалних углова разрађени су према типу теодолита и према томе како је нанета подела на вертикалном лимбу.

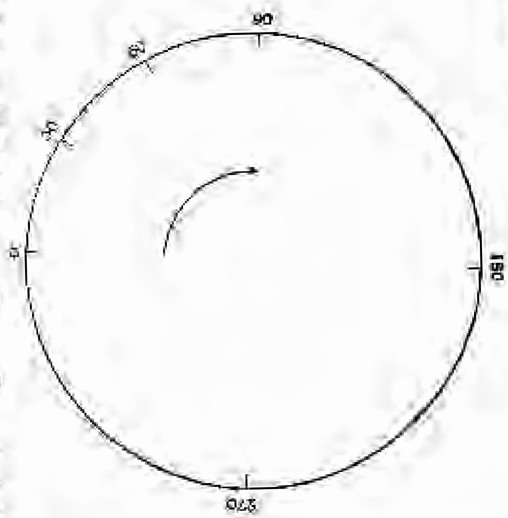
ТРИГ. ОБР. БРОЈ 1 (ПОДЕЛА 0° ДО 360°)

Прилог 19

1. Када је лимб подељен од 0° до 360° а подела расте у смислу кретања казаљке на сату (сл. 21), онда се зенитно отстојање и читање за вертикалну визуру рачунају по формулама:

$$z = \frac{K.L. - K.D.}{2} \qquad (1)$$

$$Z.V. = \frac{K.L. + K.D.}{2} \qquad (2)$$



Сл. 21

При вођењу записника треба се придржавати следећег поступка:

ПОДЕЛА У СМИСЛУ КРЕТАЊА КАЗАЉКЕ

а) При уношењу података у 1. и 2. стубац треба поступати на исти начин као и код уношења података у записник за мерење хоризонталних углова, са том разликом што се имају уписати још и следећи накнадни подаци:

аа) у 1. стубац уписује се и висина инструмента (в. чл. 30) и то:

i_k – мерена од горње површине камена,

i_z – „ „ површине земље.

аb) у 2. ступцу код сваке тачке треба нацртати шематски сигнал на који је визирано и хоризонталном линијом означити на шта је визирано, односно како је хоризонтални конац погађао сигнал.

b) у 3, 4, 6 и 7 ступац уписују се подаци читани у I. и II. положају дурбина по првом и другом нонијусу.

c) у 5. и 8. ступцу рачунају се средине из читања по првом (А) и другом (В) нонијусу.

d) у 9. ступцу рачуна се двострука вредност читања за вертикалну визуру тј.

$$2\,(V.V.) = K.L. + K.D.$$

e) у 10. ступац уписују се разлике између највеће и најмање вредности 2 (V.V.). Ове разлике не смеју бити веће од 50″ (в. чл. 29).

f) у 11 ступцу рачуна се двоструко зенитно отстојање одређено у сваком појединком гирусу тј.

$$2\,z_0 = K.L. - K.D.$$

g) 13. У ступцу рачуна се средња вредност двоструког зенитног отстојања. Ова средња вредност је проста аритметичка средина из вредности одређених у појединим гирусима.

За контролу да је средња вредност тачно нађена, рачунају се у 12. ступцу отступања појединих вредности од средње. Алгебарски збир ових отступања треба да је једнак *O*, односно може отступати од 0 за остатак код дељења

$$\frac{[2\,z_0]}{3}$$

h) у 14. ступац уписује се одређено зенитно отстојање z.

i) 15. ступац намењен је за контролна рачунања (пробе), која се врше на следећи начин:

лева страна ступца —

$$\frac{([4]+[5]) + ([7]+[8])}{2} - [10]$$

десна страна ступца —

$$[6] + [9] - [10]$$

и

$$[6] \quad [9] = [12]$$

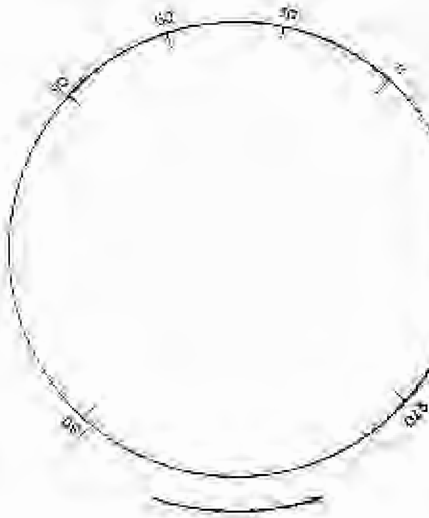
ТРИГ. ОБР. БР. 7 (0° ДО 360° СУПРОТНО КРЕТАЊУ КАЗАЉКЕ) Прилог 20

k) у 16. ступац (Примедба) уноси се оцена прилика под којима је вршено опажање (чл. 66 тач. 5 под f), а поред тога треба шематски нацртати сигнал и унети податке о његовој висини сходно одредбама чл. 30.

2. Ако је лимб подељен од 0° до 360°, али подела расте у смислу супротном кретању казаљке на сату (сл. 22), онда се висински угао (α) и читање за хоризонталну визуру (H.V.) рачунају по формулама:

$$\alpha = \frac{K.L. - K.D.}{2}$$

$$H.V. = \frac{K.L. + K.D.}{2}$$



Сл. 22

Наведену поделу имају тзв. универзални теодолити Цајса. Пошто је код ових инструмената вертикални лимб чврсто везан са обртном осом дурбина, те је померање лимба између појединих гируса немогуће, то се опажање у три гируса замењује визирањем трима концима (в. чл. 29).

Поступак код вођења записника је следећи:

а) За 1. и 2. стубац важи све што је наведено у тач. 1 под а).

b) у 3. и 4. стубац уписују се читања извршена у I. и II. положају дурбина.

c) у 5. ступцу рачуна се двострука вредност читања за хоризонталну визуру тј.

$$2\,(H.V.) = K.L. + K.D.$$

Разлике између највеће и најмање вредности 2 (H.V.), утврђене за читања горњим, средњим и доњим концем код дотичне станице, уписују се у 6. стубац. Ове разлике не смеју бити веће од 50".

d) У 7. ступцу рачунају се двоструке вредности висинског угла тј.

$$2\alpha_0 = K.L. - K.D.$$

Средња вредност двоструког висинског угла, која је проста аритметичка средина из вредности одређених из читања горњим, средњим и доњим концем, уписује се у 9. стубац.

За контролу да је средња вредност тачно нађена, рачунају се отступања

$$\Delta = 2\alpha - 2\alpha_0$$

која се уписују у 8. стубац. Алгебарски збир ових отступања треба да је једнак O (тач. 1. под g).

e) У 10. стубац уписује се одређени висински угао α.

f) Тачност образовања 2 $(H.V.)$ и 2α, контролише се збировима, наиме:

$$[4]+[5]=[6]$$

$[4]-[5]=[8]$ ако је висински угао α позитиван,

$[5]-[4]=[8]$ „ „ „ „ α негативан

Контрола рачунања врше се у 11. ступцу.

g) Код уношења података у 12. ступац (Примедбе) треба се придржавати поступка наведеног у (тач. 1. под к).

3) Код тзв. универзалних теодолита Вилда лимб има поделу према сл. 23. Као што се из слике види, између нормалне поделе ($2\pi=360°$) и поделе Вилда ($2\pi=180°$) постоји однос:

$$1° \text{ Вилда} = 2° \text{ нормалне поделе}$$

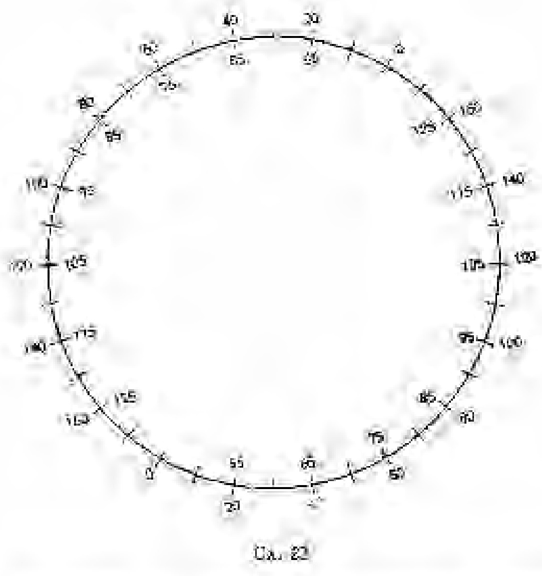
ТРИГ. ОБР. БР. 1 (УНИВЕРЗАЛ. WILD. ДВОСТРУКИ СТЕПЕНИ)

Прилог 21

те се зато, за случај поделе Вилда, висински угао (α) и читање за хоризонталну визуру $(H.V.)$ одређују по формулама:

$$\alpha = K.L. - K.D.$$

$$H.V. = \frac{K.L. + K.D.}{2}$$



Сл. 23

Записник за мерење вертикалних углова теодолитом Вилда исти је као и за мерење теодолитом Цајса, само са том разликом што се овде не рачуна двострука вредност висинског угла, него се висински угао рачуна непосредно. Према томе, поступак код вођења ових записника исти је као и код вођења записника намењених за теодолит Цајса.

В. Рачунање дефинитивних вредности опажаних углова односно праваца.

Члан 68.

Ово се изравнање врши у тригоном. обрасцу бр. 2 по следећем поступку. Изравнавање углова мерених по Шрајберовој методи

1. Прво се рачунају аритметичке средине из вредности углова добивених мерењем у појединим гирусима, наиме. Прилог 22

$$\frac{(1.2)_1 + (1.2)_2 + \cdots + (1.2)_n}{n} = (1.2)_s$$

$$\frac{(1.3)_1 + (1.3)_2 + \cdots + (1.3)_n}{n} = (1.3)_s$$

итд.

где су:

$(1.2)_1$ = вредност угла (1.2) одређена мерењем у 1. гирусу; Триг. обр. бр. 2 углови по Шрајберовој методи

$(1.2)_2$ = „ „ (1.2) „ „ 2. „

итд.

$(1.2)_s$ = аритметичка средина из свију гируса;

n - број гируса

Ради олакшања рачунања аритметичке средине претходно се у 13. ступцу уписују збирови секунада углова мерених у појединим гирусима тј.

$$\Sigma_1^n = (1.2)_1'' + (1.2)_2'' + \cdots + (1.2)_n''$$

итд.

Да су аритметичке средине тачно срачунате, служи проба:

$$\frac{[13]}{n} = [14]$$

где су [13] и [14] збирови секунада у одговарајућим ступцима. Онда се рачунају отступања δ:

$$\delta_1' = (1.2)_s - (1.2)_1; \quad \delta_2' = (1.2)_s - (1.2)_2; \cdots \delta_n' = (1.2)_s - (1.2)_n$$

$$\delta_1'' = (1.3)_s - (1.3)_1; \quad \delta_2'' = (1.3)_s - (1.3)_2; \cdots \delta_n'' = (1.3)_s - (1.3)_n$$

Алгебарски збир отступања δ, срачунатих за одговарајући угао, треба да је једнак 0, односно може отступати од 0 за остатак од дељења:

$$\frac{\Sigma_1^n}{n}$$

Затим се рачунају квадрати отступања δ и збир ових квадрата тј. $[\delta^2]$. При овом треба да је:

$$[\delta^2] = \Sigma\delta_1^2 + \Sigma\delta_2^2 + \cdots + \Sigma\delta_n^2 = \Sigma\,\delta^2_{(1,2)} + \Sigma\,\delta^2_{(1,3)} + \cdots + \Sigma\,\delta^2_{((s-1),\,s)}$$

где су:

$\Sigma\delta_1^2$ – збир квадрата отступања δ за 1. гирус;

$\Sigma\delta_2^2$ – „ „ „ δ „ 2. „

итд.

$\Sigma\,\delta^2_{(1,2)}$ – збир квадрата отступања δ за угао (1.2);

$\Sigma\,\delta^2_{(1,3)}$ – „ „ „ δ „ „ (1.3);

итд.

За тражене углове, чије се највероватније вредности имају одредити, узимају се по правилу углови:

$$(1.2),\ (2.3),\ (3.4),\ (4.5) \cdots ((s-1).s)$$

Највероватније вредности ових углова одређују се као опште аритметичке средине. При овом одређивању вредност угла добијена непосредним мерењем узима се са тежином 2, а вредности истог угла изведене као збир или разлика од два непосредно мерена угла узимају се са тежином 1. Према томе:

$$[1.2] = \frac{(1.2).2 + [(1.3) - (2.3)].1 + [(1.4) - (2.4)].1 + \ldots}{s}$$

$$\frac{\ldots + [(1.5) - (2.5)].1}{s}$$

$$[2.3] = \frac{(2.3).2 + [(1.3) - (1.2)].1 + [(2.4) - (3.4)].1 + \ldots}{s}$$

$$\frac{\ldots [(2.5) - (3.5)].1}{s} \qquad \text{итд.}$$

Угластом заградом означене су највероватније вредности тражених углова.

Сем „тражених" углова рачуна се још највероватнија вредност и за угао $(1.s)$. Ова се вредност рачуна због тога да би се могао затворити хоризонт, што служи за контролу да су највероватније вредности тачно срачунате.

У односу на „мерене" углове грешка затварања хоризонта мора бити у одређеним границама наведеним у таблици.

ТРИГ. ОБР. БР. 8 УГЛОВИ ПО ШРАЈБЕР-ОВОЈ МЕТОДИ

Онда се сви мерени углови упоређују са изравнатим угловима, те се рачунају поправке:

$$v_{1,2} = [1.2] - (1.2)$$

$$v_{1,3} = [1.3] - (1.3) \quad \text{итд.}$$

и збир квадрата поправака $[v^2]$.

Број праваца s	Највећа дозвољена грешка затварања хоризонта $M = 3m_0\sqrt{\frac{s}{n}}$	
	Основна мрежа $M = 4'',25\sqrt{\frac{s}{n}}$	Попуњавајућа мрежа $M = 5'',25\sqrt{\frac{s}{n}}$
3	±2",9	±4",0
4	4",0	5",2
5	5",0	6",8
6	6",3	7",4
7	6",9	9",8
8	7",3	10",5

Затим се рачунају средње грешке и то:

1. Средња грешка јединице тежине односно средња грешка угла мереног у једном гирусу. Ова се грешка рачуна:

a) из отступања δ

$$m_o = \pm\sqrt{\frac{2}{s\,(s-1)}\,\frac{[\delta^2]}{(n-1)}}$$

b) из поправака v

$$m_o = \pm\sqrt{\frac{2n\,[v^2]}{(s-1)\,(s-2)}}$$

2. Средња грешка изравнатог правца

$$\mu = \frac{m_o}{\sqrt{ns}}$$

Грешке срачунате из отступања δ и поправака v могу се међусобно осетно разликовати, нарочито код станица са малим бројем мерених углова односно праваца. За веродостојније треба сматрати грешке срачунате из отступања δ.

Средња грешка изравнатог правца μ срачуната из отступања δ не сме бити већа од.

1" код основне мреже,

1",3 „ попуњавајуће мреже.

На крају се рачунају дефинитивни правци.

Члан 69.

ИЗРАВНАЊЕ ПРАВАЦА ПО ГИРУСНОЈ МЕТОДИ (СЛУЧАЈ ПУНИХ ГИРУСА)

Изравнање правaца опажаних по гирусној методи врши се у тригоном. обрасцу бр. 2.

Прилог 23

1. Ако су опажани „пуни" гируси тј. ако су у сваком гирусу опажани сви правци, онда највероватније вредности опажаних правaца јесу просте аритметичке средине из вредности добијених у појединим гирусима.

ТРИГ. ОБР. БР. 2

Аритметичке средине рачунају се на:

0,''01 у мрежи 2. реда (основној и попуњавајућој)

0,''1 „ „ 3. „ („ „ „)

1'' „ „ 4. „

Тачност образовања средина контролише се збиром:

$$\frac{[1]+[2]+\cdots+[n]}{n}=[s]$$

где су:

[1] – збир (секунада) правaца опажаних у 1. гирусу;

[2] „ „ „ „ „ 2. „

.

.

[n] – „ „ „ „ „ n „

[s] – „ „ средина изведених из свих гируса;

n – број гируса.

Код мреже 2. реда (основној и попуњавајућој) обавезно је срачунати средњу грешку изравнатог правца. Ова се грешка рачуна по формулама:

$$\text{a)}\ m_0=\pm\sqrt{\frac{\Sigma[d_k^2]-\dfrac{\Sigma[d_k]^2}{s}}{(s-1)(n-1)}} \qquad (1)$$

$$\mu=\pm\frac{m_0}{\sqrt{n}} \qquad (2)$$

$$\text{b)}\ \mu=\pm\sqrt{\frac{s\,\Sigma[d_k^2]-\Sigma[d_k]^2}{(s^2-s)(n^2-n)}} \qquad (3)$$

где су:

s – број опажаних правaца;

n – број гируса;

d – отступања правaца опажаних у појединим гирусима од аритметичке средине из свих гируса;

$[d_1], [d_2] \ldots [d_k] \ldots [d_n]$ – алгебарски збир отступања d у 1,2 ... $k \ldots n$ – том гирусу;

$[d_1^2], [d_2^2] \ldots [d_k^2] \ldots [d_n^2]$ – збир квадрата отступања d у 1,2 ... k ... n – том гирусу;

$\Sigma [d_k^2]$ – сума квадрата отступања d за n гируса тј:

$$\Sigma [d_k^2] = [d_1^2] + [d_2^2] + \ldots\ldots + [d_k^2] + \ldots + [d_n^2];$$

$\Sigma [d_k]^2$ сума квадрата алгебарских збирова отступања d за n гируса тј:

$$\Sigma [d_k]^2 = [d_1]^2 + [d_2]^2 + \ldots + [d_k]^2 + \ldots + [d_n]^2;$$

m_3 – средња грешка јединице тежине тј. средња грешка правца опажаног у једном гирусу;

μ средња грешка изравнатог правца тј. опажаног у n гируса.

Рачунање средње грешке μ по формули (69.3) врши се ради контроле.

Грешка μ не сме бити већа од

1",0 код основне мреже 2. реда,

1",5 „ попуњавајуће мреже 2. реда.

2. Према чл. 24 (стр. 23), ради одређивања тачака попуњавајуће мреже 3. реда и тачака мреже 4. реда, могу се образовати комбиноване групе уводећи у једну групу тачке свих редова. У овом случају тачке 3. и виших редова опажају се у 4 гируса, а тачке мреже 4. реда - само у три гируса.

Код таквих комбинованих група највероватније вредности праваца одређују се за сваки ред мреже посебно. За мрежу 3. реда ове се вредности одређују као аритметичке средине из 4 гируса , а за мрежу 4. реда оне се одређују (као аритметичке средине) само из она три гируса у којима су опажани правци на тачке 4. реда.

Пошто се тачност образовања аритметичких средина контролише збиром, то ради олакшања рачунања ових збирова препоручује се уписивање података у тригоном. образац бр. 2 овим редом: прво се уписују сви правци опажани у 4 гируса, а онда правци опажани у 3 гируса. – (в. прилог 23)

Члан 70.

ИЗРАВНАЊЕ ПРАВАЦА ОПАЖАНИХ ПО ГИРУСНОЈ МЕТОДИ (СЛУЧАЈ НЕПОТПУНИХ ГИРУСА)

Прилог 24

1. Када нису опажани „пуни" гируси тј. када су у појединим гирусима неки правци изостављени, онда се у мрежи виших редова врши тзв. „изравнање станице". Од стране Хелмерта предложен је следећи начин „изравнања станице" односно одређивања вероватних вредности опажаних праваца у случају непотпуних гируса.

ТРИГ. МРР. БР. 2 ХЕЛМЕРТОВ НАЧИН

Нека су:

(a_1), (a_2), (a_k) . . . . правци опажањ у 1., 2., 3. . . . . гирусу;

$(a_k)_1$, $(a_k)_2$, $(a_k)_3$ . . . . правци опажани у k – том гирусу на 1., 2., 3 . . . . тачку;

n_1, n_2, n_3 . . . . n_s – број гируса у којима су опажани правци на 1., 2., 3 . . . s – ту тачку;

s_1, s_2, s_3 . . . . s_n – број тачака које су опажене у 1., 2., 3 . . . . n – том гирусу.

Прво се рачунају просте аритметичке средине $(m)_1$, $(m)_2$, ... $(m)_s$ из свих опажаних праваца на 1., 2 . . . . . . s – ту тачку тј.

$$(m)_1 = \frac{(a_1)_1 + (a_2)_1 + (a_3)_1 + \dots}{n_1} = \frac{[(a)_1]}{n_1}$$

$$(m)_2 = \frac{(a_1)_2 + (a_2)_2 + (a_3)_2 + \dots}{n_2} = \frac{[(a)_2]}{n_2}$$

итд.

Онда се рачунају прве поправке $(v_1)'$, $(v_2)'$ . . . . за правце опажане у 1., 2. . . . n – том гирусу. Ове се поправке рачунају по једначинама:

за 1. гирус –

$$(v_1)' = \frac{((m)_1 - (a_1)_1) + ((m)_2 - (a_1)_2) + \dots}{s_1} = \frac{[(m)] - [(a_1)]}{s_1}$$

за 2. гирус –

$$(v_2)' = \frac{((m)_1 - (a_2)_1) + ((m)_2 - (a_2)_2) + \dots}{s_2} = \frac{[(m)] - [(a_2)]}{s_2}$$

итд.

На основу првих поправака $(v)'$ рачунају се прве поправке $(w)'$ које су просте аритметичке средине из свих поправака $(v)'$ срачунатих за правац на дотичну тачку тј.

За правац на 1. тачку –

$$(w)'_1 = \frac{(v_1)'_1 + (v_2)'_1 + \dots}{n_1} = \frac{[(v)'_1]}{n_1}$$

за правац на 2. тачку –

$$(w)'_2 = \frac{(v_1)'_2 + (v_2)'_2 + \dots}{n_2} = \frac{[(v)'_2]}{n_2}$$

Затим се рачунају друге поправке $(v_1)''$, $(v_2)''$ ...., као просте аритметичке средине из свих поправака $(\omega)'$ срачунатих за правце опажане у дотичном гирусу тј.
за 1. гирус

$$(v_1)'' = \frac{(\omega)_1' + (\omega)_2' + \dots\dots}{s_1} = \frac{[(\omega)']_1}{s_1}$$

за 2. гирус

$$(v_2)'' = \frac{(\omega)_1' + (\omega)_2' + \dots\dots}{s_2} = \frac{[(\omega)']_2}{s_2} \text{ итд.}$$

ТРИГ. ОБР. БР. 2 НЕПОТПУНИ ГИРУСИ, ХЕЛМЕРТОВ НАЧИН

На основу других поправака $(v)''$ рачунају се друге поправке $(\omega)''$:

за правац на 1. тачку —

$$(\omega)_1'' = \frac{(v_1)'' + (v_2)'' + \dots\dots}{n_1} = \frac{[(v)_1'']}{n_1}$$

за правац на 2. тачку —

$$(\omega)_2'' = \frac{(v_1)'' + (v_2)'' + \dots\dots}{n_2} = \frac{[(v)_2'']}{n_2}$$

итд.

Описани поступак продужава се све дотле док поправке (ω) не постану тако мале да се могу занемарити.

Изравнати правци a добију се када се средини из свих гируса (m) додају све поправке (ω) срачунате за дотични правац тј.

$$a_1 = (m)_1 + (\omega)_1' + (\omega)_1'' + \dots\dots = (m)_1 + [(\omega)_1]$$

$$a_2 = (m)_2 + (\omega)_2' + (\omega)_2'' + \dots\dots = (m)_2 + [(\omega)_2]$$

итд.

Број поступних приближавања зависи од количника

$$k = \frac{N}{n \cdot s}$$

где су:

N — број опажаних правaца у свим гирусима;
n — „ гируса;
s — „ опажаних тачака.

Треба имати у виду да се правци који су опажани само у једном гирусу не узимају у изравнање, те се према томе такви правци и не урачунавају у бројеве N и s.

Ако је $k > 0{,}85$, онда се може задовољити са првим поправкама $(\omega)'$ и као изравнате односно дефинитивне правце сматрати:

$$a_1 = (m)_1 + (\omega)_1' \qquad\qquad a_2 = (m)_2 + (\omega)_2'$$

итд.

[70]

Ако је k између 0,60 и 0,85, онда треба рачунати друге поправке $(\omega)''$ и као дефинитивне правце сматрати:

$$a_1 = (m)_1 + (\omega)'_1 + (\omega)''_1$$

$$a_2 = (m)_2 + (\omega)'_2 + (\omega)''_2$$

итд.

ТРИГ. ОБР. БР. 2 БРИТАНСКИ НАЧИН

За случај да је $k < 0{,}60$, потребно је рачунати треће, а евентуално и четврте поправке (ω).

Прилог 25

2. У случају непотпуних гируса може се такође применити приближни начин изравнања који је познат под именом „британски начин".

Овај се начин састоји у следећем:

a) Прво се рачунају средине из свију гируса (m) по истом поступку као што је то наведено у тач. 1 чл. 70.

b) Затим се рачунају прве разлике (отступања) $(d)'$, тј:

за 1 гирус —

$$(d_1)'_1 = (m)_1 - (a_1)_1 \ ; \ (d_1)'_2 = (m)_2 - (a_1)_2 \ ; \ldots \ (d_1)'_s = (m)_s - (a_1)_s$$

за 2 гирус —

$$(d_2)'_1 = (m)_1 - (a_2)_1 \ ; \ (d_2)'_2 = (m)_2 - (a_2)_2 \ ; \ldots \ (d_2)'_s = (m)_s - (a_2)_s$$

итд.

За контролу да су отступања $(d)'$ тачно нађена рачунају се збирови ових отступања за сваки правац. Ови збирови, као збирови отступања од аритметичке средине, морају бити једнаки 0 тј:

за правац на 1. тачку —

$$(d_1)'_1 + (d_2)'_1 + \cdots + (d_n)'_1 = [(d)'_1] = 0$$

за правац на 2. тачку —

$$(d_1)'_2 + (d_2)'_2 + \cdots + (d_n)'_2 = [(d)'_2] = 0$$

итд.,

односно могу отступати од 0 само за остатке од дељења

$$\frac{[(a)_1]}{n_1} \ ; \ \frac{[(a)_2]}{n_2} \ldots \frac{[(a)_s]}{n_s}.$$

Онда се рачунају прве поправке $(v)'$ и то:

$$(v_1)' = \frac{[(d_1)']}{s_1} \ ; \ (v_2)' = \frac{[(d_2)']}{s_2} \ ; \ldots (v_n)' = \frac{[(d_n)']}{s_n}$$

Алгебарски збир ових поправака такође мора бити једнак 0.

b) Рачунају се „први оријентисани правци":

$$(a_1)'_1 = (a_1)_1 + (v_1)' ; (a_2)'_1 = (a_2)_1 + (v_2)' \dots (a_n)'_1 = (a_n)_1 + (v_n)'$$

$$(a_1)'_2 = (a_1)_2 + (v_1)' ; (a_2)'_2 = (a_2)_2 + (v_2)' \dots (a_n)'_2 = (a_n)_2 + (v_n)'$$

итд.

Из којих се онда рачунају аритметичке средине:

$$(m)'_1 = \frac{(a_1)'_1 + (a_2)'_1 + \dots + (a_n)'_1}{n_1} = \frac{[(a)'_1]}{n_1}$$

$$(m)'_2 = \frac{(a_1)'_2 + (a_2)'_2 + \dots + (a_n)'_2}{n_2} = \frac{[(a)'_2]}{n_2}$$

итд.

d) Затим се рачунају „друге разлике"

$$(d)'' = (m)' - (a)'$$

и онда друге поправке $(v)''$.

Разлике $(d)''$ и поправке $(v)''$ рачунају се на исти начин као што су рачунате прве разлике $(d)'$ и прве поправке $(v)'$.

Додајући поправке $(v)''$ првим оријентисаним правцима $(a)'$ добијамо „друге оријентисане правце"

$$(a)'' = (a)' + (v)''$$

из којих се онда рачунају аритметичке средине $(m)''$.

e) Такав поступак продужава се све дотле док поправке не постану тако мале да се могу занемарити. И у овом случају број поступних приближавања одређује се према количнику

$$k = \frac{N}{n.s} \qquad \text{(в. тач. 1.)}.$$

3) Из наведених бројних примера (Прилози 24 и 25) види се да су резултати изравнања по начину Хелмерта и по британском начину готово исти, наиме, разлике између изравнатих праваца не прелазе 0,"02. Међутим Хелмертов начин има мањи број рачунских операција али не узимајући у обзир рачунање средње грешке опажаног правца; но пошто је у мрежи 2. реда рачунање ове грешке обавезно, то ће и број рачунских операција код једног и другог начина бити приближно исти. У мрежи 3. реда економичније је примењивати Хелмертов начин.

УПОРЕЂЕЊЕ ХЕЛМЕРТОВОГ И БРИТАНСКОГ НАЧИНА

4. Ако би код наведених начина довели изравнање до краја, онда би добили готово исте резултате као и примењујући начин најмањих квадрата. Међутим, пошто се изравнање по овим начинима не доводи до краја, наиме, престаје се када су поправке (w) односно (v) по својој величини блиске али не и једнаке 0, то се ови начини могу сматрати само приближним начинима.

Из наведеног произлази да се и средње грешке опажаних правaца морају рачунати из недефинитивних података изравнања. Но треба имати у виду да ће грешке срачунате по доле наведеним формулама ипак потпуно правилно карактерисати стварну тачност извршених мерења.

Средња грешка јединице тежине односно средња грешка правца опажаног у једном гирусу рачуна се по формули:

$$m_0 = \pm\sqrt{\frac{[d_f\, d_f]}{N-(s+n-1)}} \qquad (1)$$

где су:

N – број опажаних праваца у свим гирусима,

n – „ гируса;

s – „ опажаних тачака;

$d_f = (m)^f - (a)^f$ = преостала отступања након изравнања станице односно разлике између дефинитивних праваца $(m)^f$ и мерених али дефинитивно оријентисаних праваца $(a)^f$. При изравнању по британском начину (в. прилог 25), као дефинитивно оријентисани правци могу се сматрати:

први оријентисани правци $(k > 0{,}85\,;\, d_f = d'' - (m)^f - (a)^f)$

други „ „ $(0{,}60 < k < 0{,}85\,;\, d_f = d''' = (m)^f - (a)^f)$

трећи или четврти оријентисани правци $(k < 0{,}60)$.

Код приложеног бројног примера (прилог 25) $k = \frac{74}{14 \cdot 7} = 0{,}76$, те према томе као дефинитивно оријентисани правци могу се сматрати први оријентисани правци $(a)^f = (a) + (v)^f$ и средња грешка m_0 може се рачунати из других разлика $d'' = (m)^f - (a)^f$ тј.

$$m_0 = \pm\sqrt{\frac{[d''\, d'']}{N-(s+n-1)}}$$

При изравнању по Хелмертовом начину разлике d уопште се не рачунају; но да би се срачунала средња грешка, морају се ове разлике ипак образовати, наиме, треба образовати разлике изравнатих праваца и праваца опажаних у 1., 2.,... n-том гирусу тј.

$$(d_1)_1 = a_1 - (a_1)_1\,;\quad (d_2)_1 = a_1 - (a_2)_1\,;\ \ldots\ (d_n)_1 = a_1 - (a_n)_1$$

$$(d_1)_2 = a_2 - (a_1)_2\,;\quad (d_2)_2 = a_2 - (a_2)_2\,;\ \ldots\ (d_n)_2 = a_2 - (a_n)_2$$

итд.

Из ових разлика рачунају се редуковане разлике:

$$(d_1)_{r_1} = (d_1)_1 - \frac{[(d_1)]}{s_1}\,;\ (d_2)_{r_1} = (d_2)_1 - \frac{[(d_2)]}{s_2}\,;\ \ldots\ (d_n)_{r_1} = (d_n)_1 - \frac{[(d_n)]}{s_n}$$

$$(d_1)_{r_2} = (d_1)_2 - \frac{[(d_1)]}{s_1}\,;\ (d_2)_{r_2} = (d_2)_2 - \frac{[(d_2)]}{s_2}\,;\ \ldots\ (d_n)_{r_2} = (d_n)_2 - \frac{[(d_n)]}{s_n}$$

итд.

Овде се средња грешка m_0 рачуна по формули:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[d_r d_r]}{N - (s + n - 1)}} \tag{2}$$

Место редукованих разлика $(d)_r$ могу се рачунати „поправљене разлике" тј.

$$(d_1)_{p_1} = (d_1)_1 + \omega_1 ; (d_2)_{p_1} = (d_2)_1 + \omega_1 ; \cdots (d_n)_{p_1} = (d_n)_1 + \omega_1$$

$$(d_1)_{p_2} = (d_1)_2 + \omega_2 ; (d_2)_{p_2} = (d_2)_2 + \omega_2 ; \cdots (d_n)_{p_2} = (d_n)_2 + \omega_2$$

итд.

те ће средња грешка m_0 бити:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{\Sigma[(d_k)_p^2] - \sum \frac{[(d_k)_p]^2}{s}}{N - (s + n - 1)}} \tag{3}$$

где су:

$[(d_1)_p], [(d_2)_p] \ldots [(d_k)_p] \ldots [(d_n)_p]$ — алгебарски збир разлика $(d)_p$ у 1., 2. ... к. ... n — том гирусу;

$[(d_1)_p^2], [(d_2)_p^2] \ldots [(d_k)_p^2] \ldots [(d_n)_p^2]$ — збир квадрата разлика $(d)_p$ у 1., 2. ... к. ... n-том гирусу

$\Sigma [(d)_p^2]$ — сума квадрата разлика $(d)_p$ за n гируса

тј: $\Sigma[(d_k)_p^2] = [(d_1)_p^2] + [(d_2)_p^2] + \cdots + [(d_k)_p^2] + \cdots + [(d_n)_p^2]$

$\sum \frac{[(d_k)_p]^2}{s}$ — сума квадрата алгебарских збирова разлика $(d)_p$ за n гируса подељених са бројем праваца опажаних у дотичном гирусу тј:

$$\sum \frac{[(d_k)_p]^2}{s} = \frac{[(d_1)_p]^2}{s_1} + \frac{[(d_2)_p]^2}{s_2} + \cdots + \frac{[(d_k)_p]^2}{s_k} + \cdots + \frac{[(d_n)_p]^2}{s_n}$$

Приближна средња грешка изравнатог правца може се срачунати по формули:

$$\mu = \frac{m_0}{\sqrt{n_s}} \tag{4}$$

где је n_s просечни број гируса у којима су опажани правци са дотичне станице.

5. Средња грешка јединице тежине за више станица (групу тачака) рачуна се по формули:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{m_{o_1}^2 + m_{o_2}^2 + \cdots + m_{o_t}^2}{t}} \tag{5}$$

где је t број станица на које се односе грешке $m_{o_1}, m_{o_2} \ldots m_{o_t}$.

Члан 71.

СВОЂЕЊЕ ГРУПА

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 2

Ако је са неке станице опажање извршено у групама односно подгрупама (чл. 24 тач. 10 и 11), онда је посебне групе потребно свести у једну групу у следећим случајевима:

а) када су у групи (подгрупи) опажани правци који служе за одређивање других тачака од тачке-станице али се опажане групе не могу посебно увести у тригоном. образац бр. 5 (в. чл. 105), пошто немају довољног броја правада за оријентисање;

b) када постоје групе (подгрупе) које садрже само један правац потребан за одређивање тачке станице.

Код свођења група (подгрупа) треба се придржавати следећег поступка.

А. Мрежа виших редова

1. Правци опажани у појединим групама (подгрупама) имају исту тежину. У овом случају поступак је исти као и код изравнања праваца опажаних у непотпуним гирусима (чл. 70), те према томе код свођења група може да се примени британски или Хелмертов начин.

Прилог 26

Прилог 27

ТЕЖИНЕ ПРАВАЦА

ТРИГ. ОБР. БР. 2

2. Правци опажани у појединим групама (подгрупама) имају различите тежине. Тежине се одређују или сразмерно броју гируса (ако су у појединим групама правци опажани у различитом броју гируса) или, што је исправније, реципрочно квадратима средњих грешака тј:

$$\text{за 1. групу: } p_1 = \frac{k}{\mu_1^2}\text{; за 2. групу: } p_2 = \frac{k}{\mu_2^2}\text{ итд.,}$$

где су:

k – произвољна константа;

μ – средње грешке опажаних праваца.

Код различитих тежина поступак је следећи:

а) Прво се рачунају опште аритметичке средине за све заједничке правце опажане у појединим групама тј:

$$\text{за 1. правац } (m)_1 = \frac{(a_1)_1 p_1 + (a_2)_1 p_2 + \ldots + (a_n)_1 p_n}{p_1 + p_2 + \ldots + p_n} = \frac{[(a)_1 p]}{[p]}$$

$$\text{„ 2. „ } (m)_2 = \frac{(a_1)_2 p_1 + (a_2)_2 p_2 + \ldots + (a_n)_2 p_n}{p_1 + p_2 + \ldots + p_n} = \frac{[(a)_2 p]}{[p]}$$

итд.

b) Онда се рачунају прве разлике (отступања) $(d)'$ тј:

за правце на 1. тачку –

$$(d_1)'_1 = (m)_1 - (a_1)_1; \quad (d_2)'_1 = (m)_1 - (a_2)_1; \ldots (d_n)'_1 = (m)_1 - (a_n)_1$$

за правце на 2. тачку

$$(d_1)'_2 = (m)_2 - (a_1)_2; \quad (d_2)'_2 = (m)_2 - (a_2)_2; \ldots (d_n)'_2 = (m)_2 - (a_n)_2$$

итд.

Збир ових разлика помножених одговарајућим тежинама треба да је једнак 0, наиме:

за правце на 1. тачку: $(d_1)'_1 p_1 + (d_2)'_1 p_2 + \cdots + (d_n)'_1 p_n = 0$

„ „ „ 2. „ : $(d_1)'_2 p_1 + (d_2)'_2 p_2 + \cdots + (d_n)'_2 p_n = 0$

итд.

Ови збирови служе за контролу да су опште аритметичке средине добро нађене.

c) Рачунају се прве поправке $(v)'$ по формулама: ПРВЕ ПОПРАВКЕ

за правце у 1. групи –

$$(v_1)' = \frac{(d_1)'_1 + (d_1)'_2 + \cdots + (d_1)'_{s_1}}{s_1} = \frac{[(d_1)']}{s_1}$$

за правце у 2. групи –

$$(v_2)' = \frac{(d_2)'_1 + (d_2)'_2 + \cdots + (d_2)'_{s_2}}{s_2} = \frac{[(d_2)']}{s_2}$$

итд.

d) Пошто се поправке $(v)'$ помноже одговарајућим тежинама, приступа се рачунању прних поправака $(\omega)'$. Ове се рачунају као опште аритметичке средине из одговарајућих поправака $(v)'$ тј:

за правац на 1. тачку –

$$(\omega)'_1 = \frac{(v_1)'p_1 + (v_2)'p_2 + \cdots + (v_n)'p_n}{p_1 + p_2 + \cdots + p_n} = \frac{[(v)'p]_1}{[p]_1}$$

$$(\omega)'_2 = \frac{(v_1)'p_1 + (v_2)'p_2 + \cdots + (v_n)'p_n}{p_1 + p_2 + \cdots + p_n} = \frac{[(v)'p]_2}{[p]_2} \quad \text{итд.}$$

Очигледно је да за рачунање поправака $(\omega)'$ треба узимати само оне поправке $(v)'$ које припадају групама у којима је опажан правац на дотичну тачку.

e) Затим се рачунају друге поправке $(v)''$ као просте аритметичке средине из свих поправака $(\omega)'$ срачунатих за правце опажане у дотичној групи тј: ДРУГЕ ПОПРАВКЕ

за правце у 1. групи –

$$(v_1)'' = \frac{(\omega)'_1 + (\omega)'_2 + \cdots + (\omega)'_{s_1}}{s_1} = \frac{[(\omega)']_1}{s_1}$$

за правце у 2. групи

$$(v_2)'' = \frac{(\omega)'_1 + (\omega)'_2 + \cdots + (\omega)'_{s_2}}{s_2} = \frac{[(\omega)']_2}{s_2}$$

итд.

f) Из поправака $(v)''$ рачунају се друге поправке $(\omega)''$, а на исти начин као што су рачунате прве поправке $(\omega)'$.

Такав поступак продужава се све дотле док поправке (ω) не буду мање од 0,″1.

Ако су правци код појединих група опажани у различитом броју гируса или у истом броју гируса али се средње грешке опажаних праваца међусобно осетно разликују, онда је код свођења група потребно узимати у обзир њихове тежине.

B. *Мрежа нижих редова*

Код свођења група у мрежи нижих редова примењује се начин предложен од стране проф. Красовског, који се састоји у следећем:

Прилог 28

НАЧИН КРАСОВСКОГ

a) Претходно се образују опште аритметичке средине за све заједничке правце. Међутим, ако је број гируса у којима су опажани правци у појединим групама исти, онда се образују просте аритметичке средине. При образовању општих аритметичких средина тежине се узимају сразмерно броју гируса.

b) За сваку групу рачунају се отступања Δ између аритметичке средине и вредности одговарајућег правца у дотичној групи.

c) рачунају се поправке v за сваку групу. Ове се поправке рачунају по формули:

$$v = \frac{[\Delta]}{n}$$

где је n број заједничких праваца.

d) Поправке v се додају правцима дотичне групе (сем заједничких), те се добијају поправљени правци сведене групе

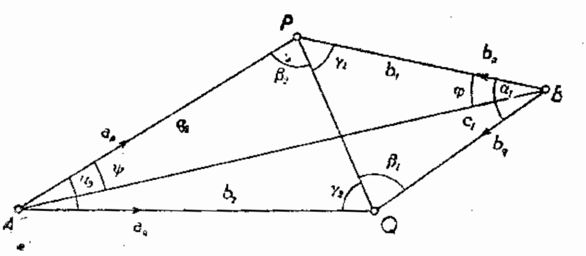
РАЧУНАЊЕ ИНДИРЕКТНО МЕРЕНИХ ПРАВАЦА

Члан 72.

Прилог 29

ТРИГ. ОБР. БР. 2 V

Рачунање праваца одређених индиректним мерењем (в. чл. 34) врши се у тригоном. обрасцу бр. 2·*V*, по следећем поступку.



Сл. 24

a) Прво се образују збирови мерених углова у 1. и 2. троуглу (в. прилог 29) и пошто се констатује да отступања не прелазе одређене граничне вредности наведене у чл. 34, поделе се ова отступања на сва три угла дотичног троугла подједнако. Тако поправљени углови узимају се за даља рачунања.

b) Тражени углови φ и ψ рачунају се по формулама:

$$tg\,\mu = \frac{\sin\alpha_2 \cdot \sin\beta_1}{\sin\gamma_2 \cdot \sin\alpha_1} \qquad (1)$$

$$\frac{\varphi+\psi}{2} = 90^0 - \frac{(\beta_2+\gamma_1)}{2} \qquad (2)$$

$$\mathrm{tg}\left(\frac{\varphi-\psi}{2}\right) = \mathrm{tg}\left(\frac{\varphi+\psi}{2}\right)\mathrm{ctg}\,(45^0+\mu) \qquad (3)$$

$$\varphi = \frac{\varphi+\psi}{2} + \frac{\varphi-\psi}{2} \qquad (4)$$

$$\psi = \frac{\varphi+\psi}{2} - \frac{\varphi-\psi}{2}. \qquad (5)$$

Види: Ф. Н. Красовский и В. В. Данилов „Руководство по высшей геодезии" Часть I. Вып. 2. Москва 1939 стр. 142—143.

c) Ради контроле разлика углова φ и ψ рачуна се још и по формули:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi-\psi}{2}\right)=\frac{c_2-b_1}{c_2+b_1}\cdot\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi+\varphi}{2}\right) \qquad (72.6)$$

где су:

$$b_1=\frac{\sin\beta_1}{\sin\alpha_1}\ ; \qquad c_2=\frac{\sin\gamma_2}{\sin\alpha_2}.$$

d) Тражени правци са тачке A на тачку B и обрнуто добијају се помоћу углова φ и ψ, наиме:

правац са A на B: $a_b=a_p+\psi=a_q-(a_2-\psi)$

„ „ B „ A: $b_p=b_q+(\alpha_1-\varphi)=b_p-\varphi$.

e) Рачунања се врше:

у мрежи 2. реда – логаритамским таблицама са 7 места

„ „ 3. „ „ „ „ 6 „

„ „ 4. „ „ „ „ 5 „

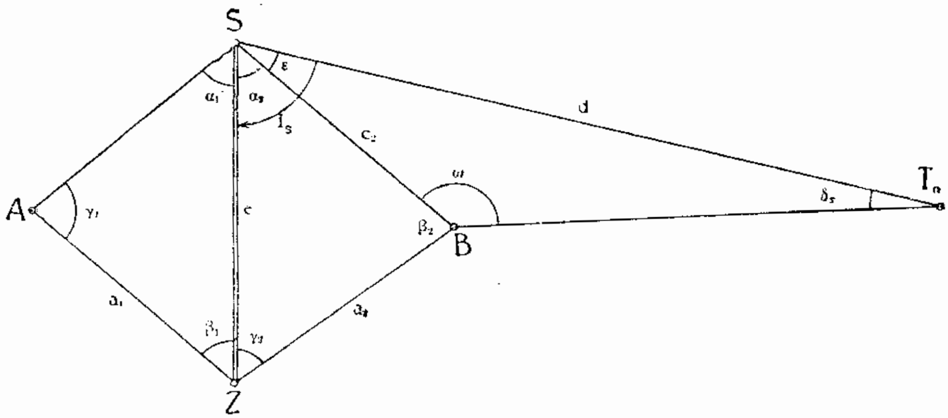
C. Свођење опажаних праваца на центар

Члан 73

ОДРЕЂИВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА ЗА СВОЂЕЊЕ ОПАЖАНИХ ПРАВАЦА НА ЦЕНТАР ПУТЕМ ПОСРЕДНИХ МЕРЕЊА

У случају када је одређивање елемената за свођење опажаних праваца на центар (чл. 32) непосредним мерењем онемогућено, тада се ови елементи одређују путем посредних (помоћних) мерења – индиректно.

Код индиректног одређивања елемената тражи се да се ови увек, кадгод је то могуће, одређују из два троугла или уопште на два начина, ради неопходне контроле.



Сл. 25

Начин одређивања зависи од теренских прилика. Најчешће се примењују следећи начини.

1. Тражени ексцентрицитет e, тј. отстојање између станице (s) и центра (z) или између сигнала (c) и центра, одређује се из два троугла у којима се мере: једна страна (a) и два или сва три угла (сл. 25).

Из решења троуглова по синусној теореми добијају се две вредности за ексцентрицитет e. Разлика између ових вредности не сме бити већа:

од 5 cm. ако је $\alpha \approx 30^0, \gamma \approx \beta \approx 75^0$
„ 3 „ „ „ $\alpha \approx 45^0, \gamma \approx \beta \approx 68^0$
„ 2 „ „ „ $\alpha \approx 60^0, \gamma \approx \beta \approx 60^0$

За дефинитивну вредност ексцентрицитета узима се проста аритметичка средина.

Треба тежити да троуглови из којих се одређује ексцентрицитет буду по могућству равнострани, а ако то теренске прилике онемогућавају, онда се *треба старати да у троуглу* не буде углова мањих од 30^0.

Пошто су код ових помоћних троуглова стране, по правилу, кратке, то је потребно при мерењу углова обратити нарочиту пажњу на центрисање инструмента и значака, а боље је опажати на ексере или игле.

Прилог 30 Рачунање троуглова по синусној теореми врши се у тригоном. обрасцу бр. 13.

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 13 Ако се са ексцентричне станице (s) не може опажати правац на центар тј. ако се угао i_s (сл. 25) не може непосредно мерити. онда треба једну од тачака A или B (крајње тачке основица a_1 и a_2) тако изабрати да се са ње може опажати нека тригонометријска тачка T_n, односно да се може измерити угао ω.

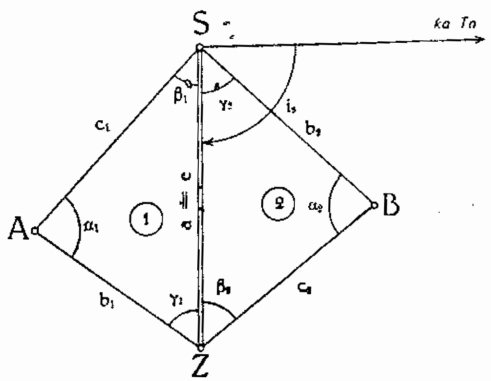
У овом случају тражени угао i_s одређује се на тај начин што се рачунају углови δ_s и ε, наиме:

$$\sin \delta_s = \frac{c_2}{d} \sin \omega \qquad (1)$$

$$\varepsilon = 180^0 - (\omega + \delta_s) \qquad (2)$$

па је онда

$$i_s = \varepsilon + \alpha_2 \qquad (3)$$



Сл. 26

2). Тражени ексцентрицитет е одређује се из троугла у коме су мерене две стране и захваћени угао тј. мерене су стране b и c и угао α (сл. 26).

Прилог 31

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 14

Рачунање углова β и γ, као и стране $a=e$ врши се у тригоном. обрасцу бр. 14 по формулама:

$$\frac{\beta+\gamma}{2}=90^\circ-\frac{\alpha}{2} \tag{4}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\beta-\gamma}{2}\right)=\frac{b-c}{b+c}\cdot\operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2} \tag{5}$$

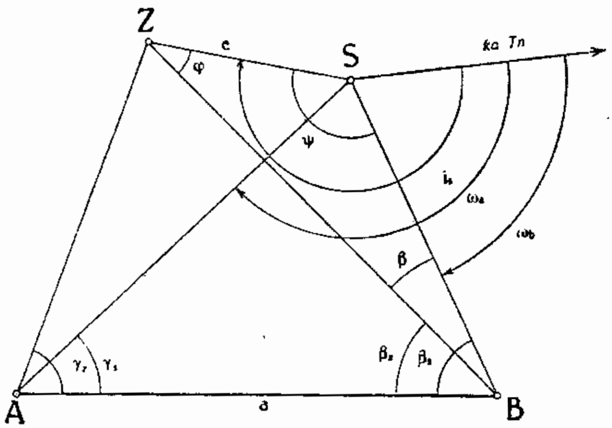
$$\beta=\frac{\beta+\gamma}{2}+\frac{\beta-\gamma}{2} \tag{6}$$

$$\gamma=\frac{\beta+\gamma}{2}-\frac{\beta-\gamma}{2} \tag{7}$$

$$e=a=b\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=c\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma}. \tag{8}$$

Ако се угао i_s не може измерити непосредно, онда треба поступити на начин наведен у претходној тачки.

3. При опажању са прозора торњева елементи ексцентрицитета најчешће се одређују по начину одређивања неприступних отстојања, сходно Хансеновом задатку. Поступак је следећи: бира се основица a, па се на њеним крајњим тачкама мере углови β_z, β_s, γ_z и γ_s (сл. 27).



Сл. 27

Онда се углови φ и ψ и ексцентрицитет e рачунају по следећим формулама:

$$m_z=\frac{\sin\gamma_z}{\sin(\beta_z+\gamma_z)} \tag{9}$$

$$m_s=\frac{\sin\gamma_s}{\sin(\beta_s+\gamma_s)} \tag{10}$$

$$\operatorname{tg}\mu=\frac{m_z}{m_s} \tag{11}$$

$$\frac{\varphi+\psi}{2}=90^{0}-\frac{\beta}{2} \tag{12}$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi-\psi}{2}\right)=\operatorname{ctg}\left(45^{0}+\mu\right)\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi+\psi}{2}\right) \tag{13}$$

$$\varphi=\frac{\varphi+\psi}{2}+\frac{\varphi-\psi}{2} \tag{14}$$

$$\psi=\frac{\varphi+\psi}{2}-\frac{\varphi-\psi}{2} \tag{15}$$

$$e=a\frac{m_s}{\sin\varphi}\cdot\sin\beta=a\,\frac{m_z}{\sin\psi}\cdot\sin\beta\,. \tag{16}$$

Прилог 32

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 3

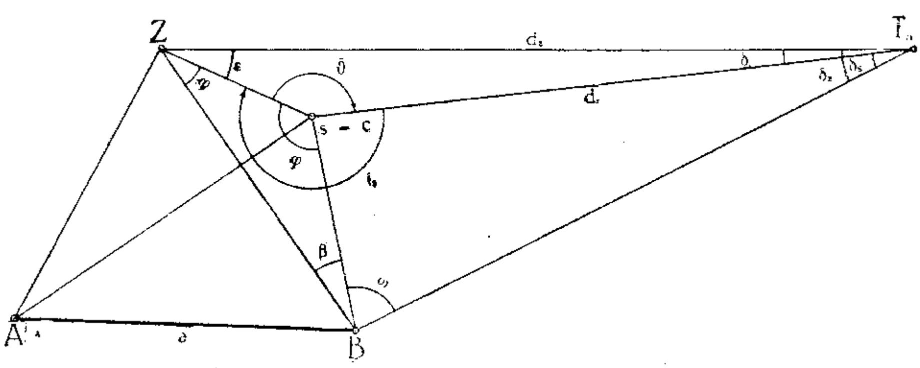
Рачунање по овим формулама врши се у тригоном. обрасцу бр. 3.

Ако се угао i_s не може непосредно измерити, онда треба са ексцентричне станице s опажати једну од крајњих тачака основице, па измерити угао ω_b или ω_a (сл. 27). Тада се тражени угао i_s одређује помоћу угла ψ, наиме:

a) мерен је угао ω_b : $i_s=\omega_b+\psi$

b) „ „ „ ω_a : $i_s=\omega_a+\psi-(180^{0}-(\beta_s+\gamma_s))$

Међутим, ако се са ексцентричне станице не може опажати ни једна од крајњих тачака основице, онда се једна од тачака A или B мора тако изабрати да се са ње, сем праваца на z и s, може опажати правац још на неку тригонометријску тачку T_n тј. да се може измерити угао ω (сл. 28).



Сл. 28

Тада се тражени угао i_s одређује на један од ова два начина:

a) позната је страна d_z

$$\sin\delta_z=a\,\frac{m_z}{d_z}\sin(\beta+\omega) \tag{17}$$ (в. форм. (73.9))

$$\varepsilon=180^{0}-(\delta_z+\omega+\beta+\varphi) \tag{18}$$

$$\frac{1}{2}(\vartheta+\delta)=90^0-\frac{\varepsilon}{2} \tag{19}$$

$$\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\delta-\vartheta)=\frac{e-d_z}{e+d_z}\operatorname{ctg}\frac{\varepsilon}{2} \tag{20}$$

$$\vartheta=\frac{1}{2}(\delta+\vartheta)-\frac{1}{2}(\delta-\vartheta) \tag{21}$$

$$i_s=360^0-\vartheta \tag{22}$$

b) позната је страна d_s

$$\sin\delta_s=a\frac{m_s}{d_s}\sin\omega \qquad \text{(в. форм. (73.10))} \tag{23}$$

$$i_s=\psi+(180^0-(\omega+\delta_s)). \tag{24}$$

ЕЛЕМЕНТИ ЕКСЦЕНТРИЦИТЕТА —ПРЕСЕЦАЊЕМ

4. У случајевима наведеним под 3. елементи ексцентрицитета могу се одредити и начином пресецања. Теренски радови су исти тј. мери се основица a и углови β_z, β_s, γ_z и γ_s (сл. 29). Рачунање ексцентрицитета e и углова α_1, α_2 и α_3 врши се у тригоном. обрасцу бр. 3 (машином) по следећим формулама:

$$C_z=\operatorname{tg}\gamma_z+\operatorname{tg}\beta_z \tag{25}$$

$$C_s=\operatorname{tg}\gamma_s+\operatorname{tg}\beta_s \tag{26}$$

$$A_z=a\operatorname{tg}\gamma_z \tag{27}$$

$$B_z=a\operatorname{tg}\beta_z \tag{28}$$

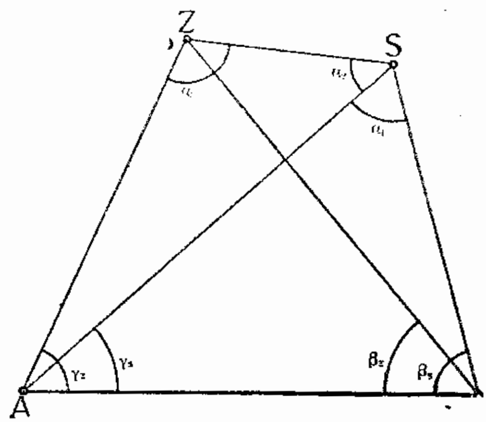
$$A_s=a\operatorname{tg}\gamma_s \tag{29}$$

$$B_s=a\operatorname{tg}\beta_s \tag{30}$$

$$x_z=\frac{A_z}{C_z} \tag{31}$$

$$a-x_z=\frac{B_z}{C_z} \tag{32}$$

$$x_s=\frac{A_s}{C_s} \tag{33}$$



Сл. 29

$$a-x_s=\frac{B_s}{C_s} \tag{34}$$

Проба: $x_z+(a-x_z)=a$; $x_s+(a-x_s)=a$

$$y_z=(a-x_z)\cdot\operatorname{tg}\gamma_z=x_z\operatorname{tg}\beta_z \tag{35}$$

$$y_s=(a-x_s)\cdot\operatorname{tg}\gamma_s=x_s\operatorname{tg}\beta_s \tag{36}$$

$$\Delta y=y_z-y_s$$

$$\Delta x=x_z-x_s \tag{37}$$

$$\operatorname{tg}\nu_s^z=\frac{\Delta y}{\Delta x} \tag{38}$$

$$\operatorname{tg}(45^0 + v_s^z) = \frac{\Delta x + \Delta y}{\Delta x - \Delta y} \tag{39}$$

$$e = \frac{\Delta y}{\sin v_s^z} = \frac{\Delta x}{\cos v_s^z} \tag{40}$$

$$\alpha_1 = 180^0 - (\gamma_s + \beta_s) \tag{41}$$

$$\alpha_2 = v_s^z + \gamma_s \tag{42}$$

$$\alpha_3 = 180^0 - (v_s^z + \gamma_z) \tag{43}$$

Проба:

$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) + (\gamma_z + \beta_s) = 360^0.$$

ДВЕ ОСНОВИЦЕ

5. Када се елементи за свођење на центар одређују начином одређивања неприступних отстојања (тачка3 ов. 3 чл.) или пресецањем (тачка 4. ов. чл.) увек их треба одређивати, ради неопходне контроле, са две основице. Пошто се при овом за ексцентрицитет e и угао i добијају по две вредности, то се за дефинитивну вредност узима проста аритметичка средина, но разлика између појединих вредности не сме бити већа:

a) од максималних разлика повећаних за $^1/_3$ и наведених у тачки 1 овог члана, ако се елементи одређују из два троугла у којима су мерене две стране и захваћени угао;

b) од 7 cm. ако се елементи одређују по једном од начина наведених у тачкама 3. и 4. овог члана.

6. Може се десити да теренске прилике онемогућавају мерење основица односно примену једног од горе наведених начина за свођење на центар. Ово је чест случај у градовнма са уским улицама и у шумским комплексима. У таквим случајевима елементи се могу одредити на начин предвиђен за одређивање висина сигнала индиректним мерењем. Овај је начин наведен у чл. 77 (4. случај).

Члан 74.

СВОЂЕЊЕ НА ЦЕНТАР ПРАВАЦА ОПАЖАНИХ СА ЕКСЦЕНТРИЧНЕ СТАНИЦЕ

Поправке за свођење на центар праваца опажаних са ексцентричне станице рачунају се у тригоном. обрасцу бр. 4.

Ознаке које се употребљавају при овом рачунању наведене су у чл. 31.

Прилог 33

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 4

Поправке се рачунају по формули:

$$\sin \delta = \frac{e}{d} \sin i \tag{1}$$

где су:

d – отстојање од центра (z) до опажане тачке;

i – угао за који треба окренути, у смислу казаљке на сату, ексцентрицитет e да поклопи правац на дотичну тачку (сл. 30).

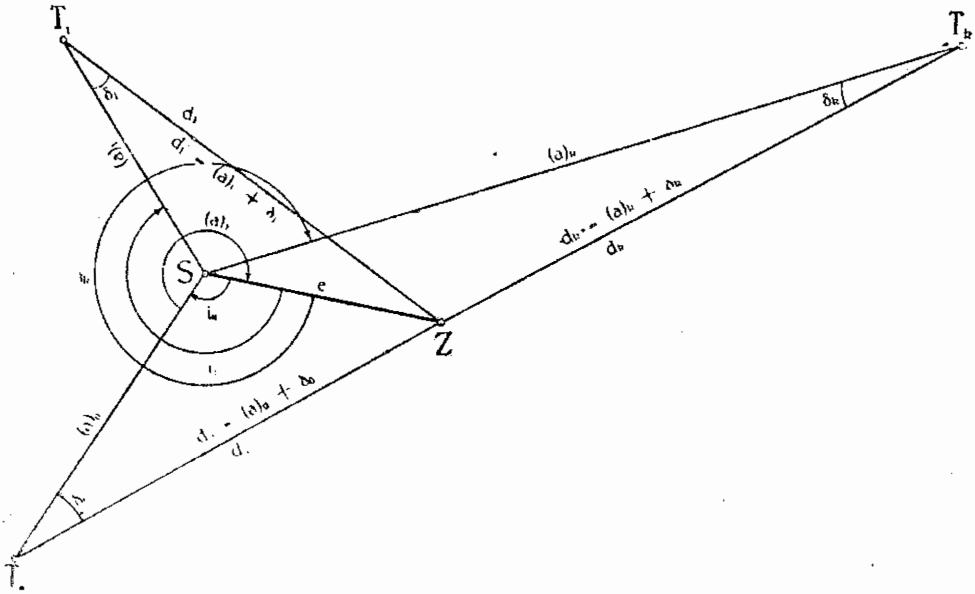
B. „Ergänzungsbestimmungen I Teil vom 1 Juni 1931 zu den Anweisungen VIII, IX und X für das Verfahren bei Katasterneumessungen" Anlage 16 zu № 65.

Ради образовања углова i потребно је опажане правце (a) свести на правац ка центру као на нулти правац тј.

$$i_0 = (a)_0 - (a)_z = (a)_0 + (360^0 - (a)_z)$$

$$i_1 = (a)_1 - (a)_z = (a)_1 + (360^0 - (a)_z)$$

итд.



Сл. 30

Тачност образовања углова i контролише се збиром:

$$[i] = [(a)] - (a)_z \cdot n = [(a)] + (360^0 - (a)_z) \cdot n$$

где је n број правaца.

Контрола се врши не само за минуте и секунде него и за степене.

Пошто се углови i рачунају на целе секунде, онда код образовања ових углова у мрежи 2. и 3. реда треба претходно опажане правце (a) такође заокруглити на целе секунде. Ове се заокругљене вредности исписују изнад правих вредности (в. прилог 33).

Формула (74.1) може се заменити следећом:

$$\delta'' = \rho'' \frac{e}{d} \sin i \qquad (2)$$

(где је $\rho'' = 206265$) и то:

У мрежи 2. реда, ако је $\frac{e}{d} < \frac{1}{190}$ (грешка $\leq 0,''005$)

„ „ 3. „ „ $\frac{e}{d} < \frac{1}{88}$ („ $\leq 0,''05$)

„ „ 4. „ „ $\frac{e}{d} < \frac{1}{41}$ („ $\leq 0,''5$)

[74]

Поправке δ се рачунају на:

0,″01 у мрежи 2. реда,
0,″1 „ „ 3. „
1″ „ „ 4. „

Правци сведени на центар добијају се када се поправке δ додаду опажаним правцима тј.

$$a_0 = (a)_0 + \delta_0$$

$$a_1 = (a)_1 + \delta_1$$

итд.

Тачност образовања сведених праваца контролише се збиром:

$$[(a)] - (a)_z = [a] - [\delta]$$

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 4а

Ради контроле поправке δ увек треба рачунати на два начина: логаритмима и машином (в. прилог 33).

Члан 75.

СВОЂЕЊЕ НА ЦЕНТАР ПРАВАЦА ОПАЖАНИХ НА ЕКСЦЕНТРИЧАН СИГНАЛ

Рачунање поправака δ код свођења на центар праваца опажаних на ексцентричан сигнал врши се у тригоном. обрасцу бр. 4а.

Прилог 34

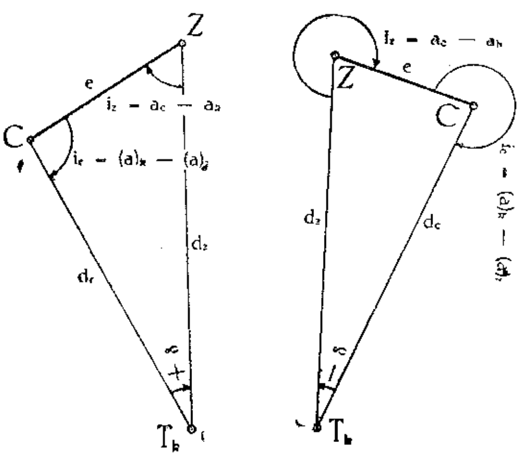
1. Ознаке:

T_c – тачка на чији је сигнал визирано;

T_k – тачка са које је визирано;

d_c – отстојање између T_k и сигнала односно страна CT_k (сл. 31);

d_z – отстојање између тачке T_k и центра односно страна $Z\,T_k$ (сл. 31):



Сл. 31

Остале ознаке које се примењују код овог рачунања наведене су у чл. 31.

2. Код рачунања поправака треба разликовати два случаја

1. случај. Дато је: e, d_z, i_c или e, d_c, i_z.

У овом случају поправке се рачунају по формулама:

$$\sin\delta = \frac{e}{d_z}\sin i_c \qquad (1)$$

или

$$\sin\delta = \frac{e}{d_c}\sin i_z \qquad (2)$$

Ове формуле могу се заменити следећим:

$$\delta'' = \rho'' \frac{e}{d_z} \sin i_c \tag{3}$$

$$\delta'' = \rho'' \frac{e}{d_c} \sin i_z \tag{4}$$

и то:

у мрежи 2. реда, ако је $\frac{e}{d} < \frac{1}{190}$ (грешка $\leqq 0,''005$)

у мрежи 3. реда, ако је $\frac{e}{d} < \frac{1}{88}$ (грешка $\leqq 0,''05$)

„ „ 4. „ „ „ $\frac{e}{d} < \frac{1}{41}$ („ $\leqq 0,''5$)

2. случај. Дато је: e, d_z, i_z или e, d_c, i_c.

У овом случају поправке δ се рачунају по формулама:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{e}{d_x - e \cos i_z} \cdot \sin i_z \tag{5}$$

или

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{e}{d_c - e \cos i_c} \sin i_c \tag{6}$$

Ове формуле замењују се следећим:

$$\delta'' = \rho'' \frac{e}{d_z - e \cos i_z} \cdot \sin i_z \tag{7}$$

$$\delta'' = \rho'' \frac{e}{d_c - e \cos i_c} \cdot \sin i_c \tag{8}$$

и то:

у мрежи 2. реда, ако је $\frac{e}{d - e \cos i} < \frac{1}{240}$ (грешка $\leqq 0,''005$) ТРИГ. ОБР БРОЈ 4а

„ „ 3. „ „ „ $\frac{e}{d - e \cos i} < \frac{1}{111}$ („ $\leqq 0,''05$)

„ „ 4. „ „ „ $\frac{e}{d - e \cos i} < \frac{1}{52}$ („ $\leqq 0,''5$)

3. Да би се правилно одредио знак поправке, треба углове i_z и i_c увек рачунати овако:

а) угао i_z рачуна се одузимањем правца на тачку T_k од од правца на сигнал тј.

$$i_z = a_c - a_k \tag{9}$$

b) угао i_c рачуна се одузимањем праваца на центар од праваца на тачку T_k тј.

$$i_c = (a)_k - (a)_z \tag{10}$$

4. Ако на тачку T_k није опажан правац ни са z ни са c али је са центра (z) или сигнала (c) опажан правац на неку другу тригонометријску тачку T_n, онда се углови i_z и i_c одређују помоћу дирекционих углова, наиме:

$$i_z = \nu_z^c - \nu_z^k \tag{11}$$

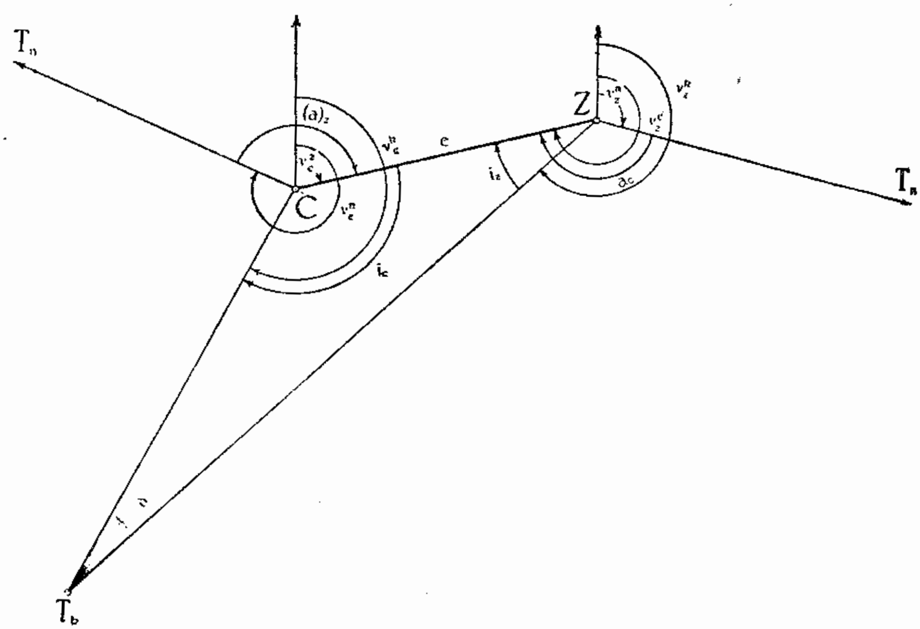
$$i_c = \nu_c^k - \nu_c^s \tag{12}$$

где су:

$$\nu_z^c = \nu_z^n + a_c \tag{13}$$

$$\nu_c^z = \nu'^n_c + a_z \tag{14}$$

(в. сл. 32)



Сл. 32

При употреби формула (75.11) и (75.12) знак поправке δ одговараће знаку синуса угла i.

Ради контроле поправке δ треба увек рачунати на два начина: логаритмима и машином (в. прилог 34).

D. *Рачунање висинских разлика*

Члан 76

РАЧУНАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА ОДРЕЂЕНИХ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИМ НИВЕЛМАНОМ

Рачунање висинских разлика одређених тригонометријским нивелманом врши се у тригоном. обрасцу бр. 28.

Прилог 35

1. Код рачунања обострано одређених висинских разлика примењује се следећи поступак.

a) Рачунају се висинске разлике:

$\Delta H'_a$ – одређена мерењем зенитног отстојања у тачки T_a ТРИГ. ОБР. БР. 2

$$\Delta H'_a = d \cdot \operatorname{ctg} z_a + i_a - l_b + \left(\frac{1-k}{2}\right)\frac{d^2}{r} \quad (1)$$

$\Delta H'_b$ – одређена мерењем зенитног отстојања у тачки T_b

$$\Delta H'_b = d \cdot \operatorname{ctg} z_b + i_b - l_a + \left(\frac{1-k}{2}\right)\frac{d^2}{r} \quad (2)$$

У предњим формулама усвојене су ознаке:

d – отстојање између тачака T_a и T_b (дужина стране $T_a\,T_b$)
z – зенитно отстојање;
i – висина инструмента (в. чл. 30);
l – висина сигнала (в. чл. 30);
k – коефицијенат рефракције;
r – средњи полупречник кривине (в. чл. 46).

Индекси a и b означавају на коју се тачку (T_a или T_b) висине (инструмента и сигнала) и зенитно отстојање односе.

Корекциони члан $\left(\frac{1-k}{2}\right)\frac{d^2}{r}$ који изражава утицај Земљине кривине и рефракције узима се из Таблице XXIV за аргуменат d односно логаритам d.

Разлика између апсолутних вредности $\Delta H'_a$ и $\Delta H'_b$ тј.

$$\omega = |\Delta H'_a| - |\Delta H'_b|$$

мора бити у границама дозвољених отступања.

Дозвољена отступања наведена су у Таблици XXVI.

b) Ако разлика ω не прелази дозвољено отступање, онда се, ради контроле, рачуна разлика $\Delta H''_a$. Ова се рачуна по формули:

$$\Delta H''_a = d \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{z_b - z_a}{2}\right) + \frac{i_a - i_b}{2} + \frac{l_a - l_b}{2} \quad (3)$$

При овом, у границама тачности рачунања, мора бити:

$$\Delta H''_a = \frac{\Delta H'_a + (-\Delta H'_b)}{2} \quad (4)$$

тј. разлика $\Delta H''_a$ треба да је једнака аритметичкој средини из разлика $\Delta H'_a$ и $-\Delta H'_b$.

c) Ако разлике $\Delta H'_a$, $-\Delta H'_b$ и $\Delta H''_a$ задовољавају формулу (76.4), онда се рачуна дефинитивна разлика:

$$\Delta H_a = \Delta H''_a + \Delta H \cdot \frac{H_m}{r} \quad (5)$$

где је
$$H_m = \frac{H_a + H_b}{2}.$$

Корекциони члан $\Delta H \cdot \frac{H_m}{r}$ узима се из Таблице XXV за аргументе $\Delta H''_a$ и H_m. При овом средња апсолутна висина H_m, коју је довољно знати на $\pm$ 100 m, одређује се према карти размере 1:100 000 или из претходног (грубо приближног) рачунања апсолутних висина тачака T_a и T_b.

Знак корекционог члана $\Delta H \cdot \frac{H_m}{r}$ одговара знаку разлике $\Delta H''_a$.

2. Једнострано одређене висинске разлике рачунају се по формулама:

$$\Delta H_a = \Delta H'_a + \Delta H \cdot \frac{H_m}{r} \tag{6}$$

$$\Delta H_b = \Delta H'_b + \Delta H \cdot \frac{H_m}{r}. \tag{7}$$

Ради контроле, све једнострано одређене висинске разлике треба рачунати на два начина: логаритмима и машином.

3. За рачунање висинских разлика имају се употребити:

а) логаритамске таблице са 5 места, када се рачуна логаритамским путем;

b) таблице природних вредности тригонометријских функција са 5 децимала. када се рачуна машином.

Члан 77.

ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА СИГНАЛА ИНДИРЕКТНИМ МЕРЕЊЕМ

Када се висина сигнала не може одредити директним мерењем (чл. 30), онда се одређује индиректно. Код индиректног одређивања постоје, углавном, четири случаја.

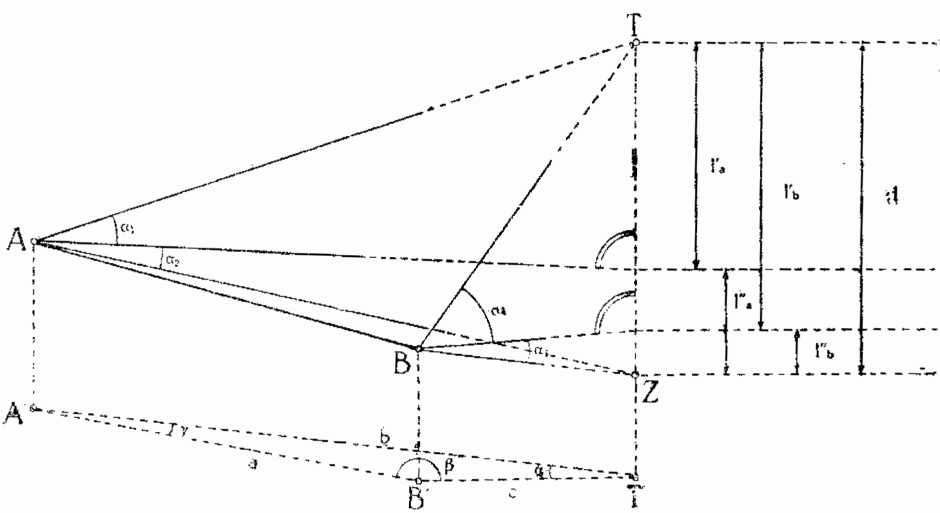
Прилог 36

ТРИГ. ОБР. БР.28а

1. СЛУЧАЈ

1. случај. У близини тачке може се измерити основица $AB = a$ и пројекција визурне тачке подудара се са центром.

То је чест случај код сигнала на дрвећу, када визурна тачка T (сл. 33) и средиште крста урезаног на горњој површини надземне белеге (центар z) леже у једној вертикали и да се са крајњих тачака изабране основице обе тачке могу



Сл. 33

визирати. Тада се на тачкама A и B мере хоризонтални углова β и γ и вертикални углови α_1, α_2, α_3 и α_4 (сл. 33). При овом вертикални углови изнад хоризонта (α_1 и α_3) сматрају се позитивним, а вертикални углови испод хоризонта (α_2 и α_4) сматрају се негативним.

Пошто се претходно из троугла $A'T'B'$ одреде стране b и c рачуна се тражена висина сигнала l по формулама:

$$l' = l'_a - l''_a = b\,\mathrm{tg}\alpha_1 - b\,\mathrm{tg}\alpha_2 \qquad (1)$$

$$l'' = l'_b - l''_b = \mathrm{ctg}\,\alpha_2 - \mathrm{ctg}\,\alpha_4. \qquad (2)$$

Ако разлика између l' и l'' не прелази 10 cm, онда се за дефинитивну вредност висине l узима проста аритметичка средина тј.

$$l = \frac{l' + l''}{2}\,. \qquad (3)$$

Основица $AB = a$ мери се три пута, а углови (хоризонтални и вертикални) у два гируса.

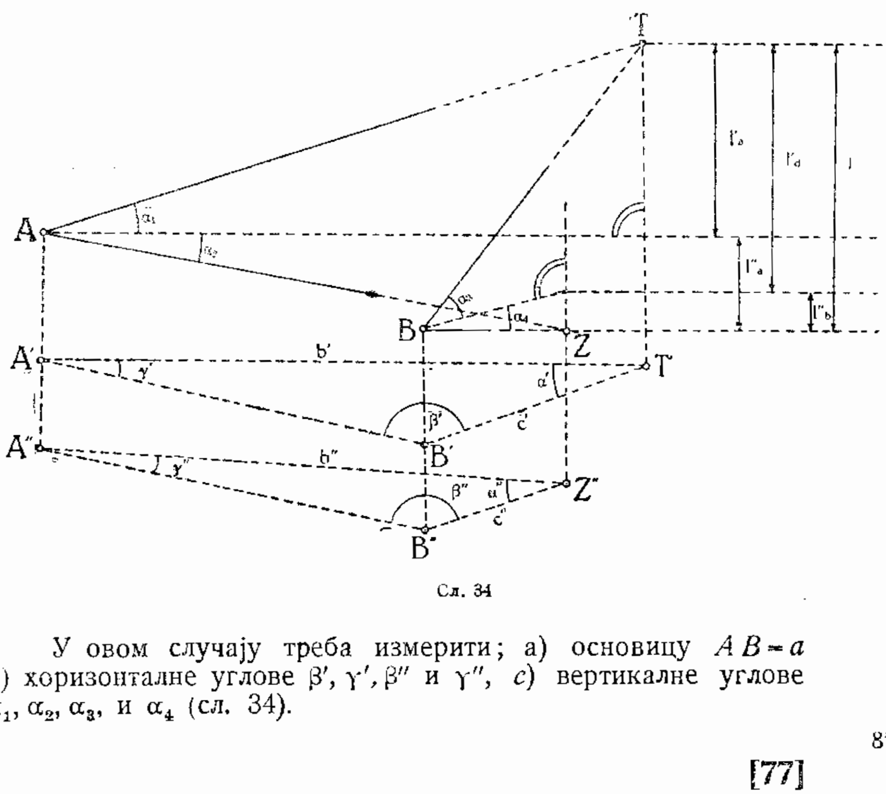
Рачунања се врше:

a) страна b и c у тригоном. обрасцу бр. 13;

b) висине сигнала l у тригоном. обрасцу бр. 28a (в. прилог 36).

ВИСИНА СИГНАЛА 2. СЛУЧАЈ

2. случај. У близини тачке може се измерити основица али пројекција визурне тачке не подудара се са центром односно са тачком у односу на коју се одређује висина. То је случај код сигнала на дрвећу, када је тачка обележена ексцентрично или код црквених торњева, када је потребно одредити вертикално отстојање између репера геометријског нивелмана усађеног у зид торња и визурне тачке (врха крста, средине јабуке изпод крста итд.) тј. између тачака које нису у једној вертикали.



Сл. 34

У овом случају треба измерити; a) основицу $AB = a$ b) хоризонталне углове β', γ', β'' и γ'', c) вертикалне углове $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3,$ и α_4 (сл. 34).

Пошто се из троуглова $A'T'B'$ и $A''Z''B''$ одреде стране b', c', b'' и c'' рачуна се l:

$$l' = l'_a - l''_a = b' \operatorname{tg} \alpha_1 - b'' \operatorname{tg} \alpha_2 \tag{4}$$

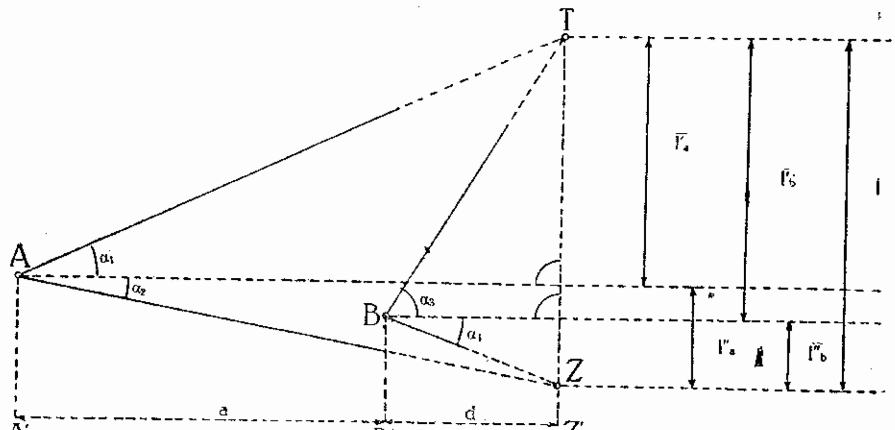
$$l'' = l'_b - l''_b = c' \operatorname{tg} \alpha_3 - c'' \operatorname{tg} \alpha_4 \tag{5}$$

$$l = \frac{l' + l''}{2} \qquad \text{(формула (77.3))}$$

ВИСИНА СИГНАЛА 3. СЛУЧАЈ

3. случај. Пројекција сигнала подудара се са центром тачке, али теренске прилике онемогућавају да се изабере основица и да се образује троугао ради одређивања отстојања између крајњих тачака основице и пројекције сигнала.

То је чест случај у градовима, где уске улице или сувише мали тргови онемогућавају образовање поменутог троугла. У овом случају треба изабрати две тачке A и B тако да њихове пројекције и пројекција сигнала леже на једној прави. Ради одређивања вертикалног отстојања TZ треба измерити; отстојање између тачака A и B и вертикалне углове $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, и α_4 (сл. 35)



Сл. 35

Тражена висина сигнала l рачуна се по формулама:

$$l' = l'_a - l''_a = (a + d) \operatorname{tg} \alpha_1 - (a + d) \operatorname{tg} \alpha_2 \tag{6}$$

$$l'' = l'_b - l''_b = d \cdot \operatorname{tg} \alpha_3 - d \cdot \operatorname{tg} \alpha_4 \tag{7}$$

где је

$$d = \frac{a}{Q - 1}; \qquad Q = \frac{\operatorname{tg} \alpha_3 - \operatorname{tg} \alpha_4}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2}$$

$$l = \frac{l' + l''}{2} \tag{77.3}$$

Проба: $Q = \dfrac{\sin(\alpha_3 - \alpha_4) \cos \alpha_1 \cos \alpha_2}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2) \cos \alpha_3 \cdot \cos \alpha_4}$

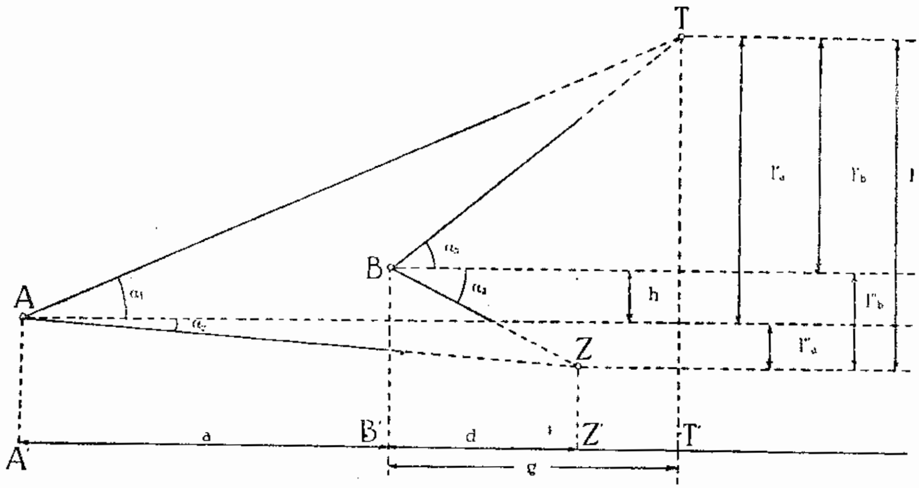
4. случај. Пројекција сигнала не подудара се са центром тачке или репером и теренске прилике онемогућавају да се изабере основица н да се образује троугао ради одређивања отстојања између крајњих тачака основице и пројекције сигнала односно центра.

ВИСИНА СИГНАЛА
4. СЛУЧАЈ

У овом случају, сем мерења наведених у претходном случају, потребно је одредити још и висинску разлику h између обртних оса дурбина у тачкама A и B (сл. 36). Ова се разлика сматра:

a) позитивном (+), ако је $H_B > H_A$;

b) негативном (−), „ „ $H_B < H_A$,
где су H_A и H_B апсолутне висине обртних оса дурбина у тачкама A и B.



Сл. 36

Ако је разлика h позната, онда се тражена висина сигнала, под условом да тачке A, B, Z и T леже у једној вертикалној равни, може срачунати по формулама:

$$l' = l'_a - l''_a = (a+g)\,\mathrm{tg}\,\alpha_1 - (a+d)\,\mathrm{tg}\,\alpha_2 \qquad (8)$$

$$l'' = l'_b - l''_b = g\,\mathrm{tg}\,\alpha_3 - d \cdot \mathrm{tg}\,\alpha_4 \qquad (9)$$

$$l = \frac{l' + l''}{2} \qquad \text{(формула (77.3))}$$

где су:

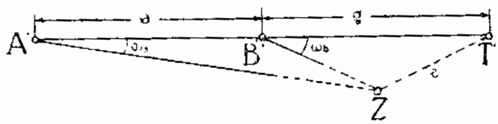
$$d = \frac{h - a\,\mathrm{tg}\,\alpha_2}{\mathrm{tg}\,\alpha_2 - \mathrm{tg}\,\alpha_4};$$

$$g = \frac{h - a\,\mathrm{tg}\,\alpha_1}{\mathrm{tg}\,\alpha_1 - \mathrm{tg}\,\alpha_3}.$$

Ексцентрицитет e односно хоризонтално отстојање између тачака T и Z (в. чл. 73) одредиће се, у овом случају, као разлика отстојања g и d тј.

$$e = g - d \tag{10}$$

Међутим, ако центар Z не лежи у истој вертикалној равни у којој се налазе тачке A, B и T онда, ради одређивања висине сигнала, треба још измерити хоризонталне углове ω_a и ω_b (сл. 37).



Сл. 37

Тражена висина сигнала одредиће се овако:

$$l' = l'_a - l''_a = (a+g)\,\mathrm{tg}\,\alpha_1 - a\frac{\sin\omega_b}{\sin(\omega_b-\omega_a)}\cdot\mathrm{tg}\,\alpha_2 \tag{11}$$

$$l'' = l'_b - l''_b = g\,\mathrm{tg}\,\alpha_3 - a\,\frac{\sin\omega_a}{\sin(\omega_b-\omega_a)}\cdot\mathrm{tg}\,\alpha_4 \tag{12}$$

где је:

$$g = \frac{h - a\,\mathrm{tg}\,\alpha_1}{\mathrm{tg}\,\alpha_1 - \mathrm{tg}\,\alpha_3}\,. \tag{13}$$

Онда је:

$$l = \frac{l'+l''}{2}\,. \qquad \text{(формула (77.3))}$$

Ексцентрицитет e (в. чл. 73) рачуна се, у овом случају по формули:

$$e = \sqrt{\left(a\frac{\sin\omega_a\sin\omega_b}{\sin(\omega_b-\omega_a)}\right)^2 + \left(g - a\frac{\sin\omega_a\cos\omega_b}{\sin(\omega_b-\omega_a)}\right)^2}\,. \tag{13}$$

Код свих наведених случајева основице односно отстојања између тачака A и B мере се три пута придржавајући се при овом поступка наведеног у чл. 32. Вертикални и хоризонтални углови мере се у два гируса.

Рачунања се врше:

a) стране b и c (1 и 2 случај) у тригоном. обрасцу бр. 13;

b) висинске разлике h (4 случај) у тригоном. обрасцу бр. 28:

c) отстојања d и g и висине сигнала l у тригоном. обрасцу бр. 28а (в. прилог 36).

V ОДЕЉАК.

Изравнање тригонометријске мреже

Члан 78.

НАЧИН ИЗРАВНАЊА

Изравнање тригонометријске мреже врши се у циљу:

а) одређивања највероватнијих вредности за све елементе трангулације (правце, углове, дирекционе углове, дужине страна, координате) и

b) оцене тачности извршених мерења.

Изравнање се врши, по правилу, начином најмањих квадрата, али се могу примењивати и други начини, само под условом да поправке за опажане правце не буду веће од оних које су одређене у чл. 10 овог правилника.

Пошто се тригонометријске тачке мреже свих редова, сем 1. реда, одређују готово искључиво пресецањем, то је најцелисходније сматрати извршена мерења као посредна мерења, те изравнавати координате тачака по начину посредних мерења.

Изравнање по начину условних мерења примењује се само у изузетним случајевима, углавном када мрежа нижег реда излази из оквира мреже вишег реда. Таквих случајева има у граничном појасу, где се често дешава да мрежа 1 реда не обухвата у потпуности мрежу 2. реда, мрежа 2. реда — мрежу 3. реда итд. У овим случајевима је целисходно, са гледишта уштеде у броју рачунских операција, да се део мреже изравна по начину условних мерења. При овом треба имати у виду да ће изравнање по начину условних мерења имати преимућство испред изравнања по начину посредних мерења само у случају:

а) ако је мрежа, по својој конфигурацији, једноставна тј. чини склоп троуглова без или са мало дијагоналних веза (в. чл. 80 тач. 2 под с);

b) ако у мрежи не постоје условне једначине дирекционих углова и координата (в. чл. 81 тач. 3).

Изравнање по начину условних мерења може се вршити или на елипсоиду или у равни. Мрежа 2. реда, за чије се тачке рачунају и географске и правоугле координате, може се изравнавати или на елипсоиду или у равни; мрежа 3 и 4 реда има се изравнавати само у равни.

А. Изравнање по начину условних мерења (на елипсоиду)

Члан 79.

ИЗРАВНАЊЕ СКИЦА МРЕЖЕ И ПРЕТХОДНА РАЧУНАЊА

При изравнању по начину условних мерења, ако се ово врши на елипсоиду, треба се придржавати следећег поступка.

1. Прво се саставља у произвољној али повољно изабраној размери скица мреже. На скици се нумеришу сви опажани правци редом кроз целу мрежу. „Дате" тачке морају бити подвучене. „Дате" стране треба извући дебелим линијама.

Прилог 37.

УГЛОВНА МЕРЕЊА (НА ЕЛИПСОИДУ)

2. Након израде скице приступа се претходним рачунима.

a) Из непосредних резултата мерења рачунају се приближне дужине страна. Рачунање се врши у тригоном. обрасцу бр. 13 логаритамским таблицама са 5 места.

b) Сви ексцентрично опажани правци своде се на центар одговарајућих станица односно сигнала. Рачунања се врше у тригоном. обрасцима бр. 4 и 4а.

c) Правци сведени на центар уписују се редом како су нумерисани на скици у таблицу „Опажани и дефинитивни правци".

d) Рачунају се сферни ексцеси троуглова мреже. Ради контроле ексцеси се рачунају по двема формулама:

$$\varepsilon'' = [4]_m\, b \cdot c \cdot \sin\alpha \tag{1}$$

$$\varepsilon'' = [4]_m\, a \cdot b\, \sin\gamma \tag{2}$$

где су:

a, b, c – стране троуглова;

α – угао између страна b и c;

γ – угао између страна a и b;

$$[4]_m = \frac{\rho''}{2 r_m^2}\,.$$

Коефицијенат $[4]_m$ узима се из Таблице XVII за аргумент φ_m (средња ширина дотичне мреже).

По једној од горњих формула рачунање се врши логаритамским путем таблицама са 4 места, а по другој – машином.

Контролно рачунање сферног ексцеса може се вршити такође по формули:

$$\varepsilon'' = \frac{\rho''}{2\, r_m^2} \cdot \frac{a^2 \sin\beta \cdot \sin\gamma}{\sin(\beta+\gamma)} = \frac{\rho''}{2\, r_m^2} \cdot \frac{b^2 \sin\alpha \sin\gamma}{\sin(\alpha+\gamma)} =$$

$$= \frac{\rho''}{2\, r_m^2}\, \frac{c^2 \sin\alpha \sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)} \tag{3}$$

где су α, β и γ углови супротни странама a, b и c.

e) Ако у мрежи постоје основички услови (в. чл. 81), онда треба срачунати адитаменте тј. мале корекционе величине које се имају одузети од логаритама „датих" страна.

Адитаменти се рачунају по формули:

$$A = \frac{10^7 \cdot M}{6\, r_m^2}\, s^2 \tag{4}$$

где су: M – модул Бригових логаритама (M...9.63778);

r_m – средњи полупречник кривине за средњу ширину φ_m дотичне стране;

s – дужина стране.

При рачунању по горњој формули адитаменти се добијају у јединицама 7 места логаритма.

Код практичног рачунања формула (79.4) замењује се формулом:

$$A = k \frac{s^2}{r_m^2} \tag{5}$$

где је k константна величини ($k \ldots 5.85\,963$), док се $\frac{1}{r_m^2}$ узима из Таблице XVI за аргуменат φ_m.

Рачунање се врши логаритамским таблицама са 4 места

Члан 80

Као слободна мрежа сматра се она за коју су дати само непходни подаци ради њеног рачунања и прикључка на постојећу државну мрежу. Такве неопходне податке сачињавају: дужина једне стране, дирекциони угао исте стране и координате једне од крајњих тачака стране. Ови подаци могу бити замењени координатама двеју крајњих тачака дотичне стране. **УСЛОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ У СЛОБОДНОЈ МРЕЖИ**

У слободној мрежи постоје следећи облици условних једначина: a) фигурне условне једначине и b) синусне условне једначине или једначине страна.

При образовану условних једначина употребљавају се следеће ознаке:

1, 2, 3...вредности праваца одређеие мерењем (опажани правци);

1′, 2′, 3′...највероватније вредности праваца (изравнати правци);

(1), (2), (3)...поправке за одговарајуће правце одређене из изравнања мреже;

(2 − 1), (3 − 2), (4 − 3)...углови који одговарају разликама означених праваца;

Δ_{2-1}, Δ_{3-2}, Δ_{4-3}...прираштаји логарнтама синуса углова

(2 − 1), (3 − 2), (4 − 3)...када се ови углови мењају за $+1''$; ови се прираштаји изражавају у јединицама 6 или 7 места логаритма; прираштаји су позитивни, ако је угао између 0^o и 90^o, а негативни, ако је угао између 90^0 и 180^0;

f_1, f_2, f_3...или f_{I}, f_{II}, f_{III} ...апсолутни чланови једначина.

Између опажаних и изравнатих праваца постоје односи:

$$1' = 1 + (1);$$

$$2' = 2 + (2);$$

$$3' = 3 + (3)$$

ФИГУРНЕ УСЛ. ЈЕДНАЧИНЕ

1. Фигурне условне једначине. Ове се једначине постављају на основу тражења да збир највероватнијих вредности унутарњих углова (збир изравнатих углова) у затвореној геометријској фигури (троуглу, четвороуглу, многоуглонику) мора бити једнак теориском збиру тј.

$180^\circ(n-2)+\varepsilon$ (ако се изравнање врши на елипсоиду),
$180^\circ(n-2)$ („ „ „ „ у равни)

где су:

n – број углова односно страна;
ε – сферни ексцес.

Према томе, за случај троугла (сл. 38) мора бити:

$$(2'-1')+(4'-3')+(6'-5')=180^\circ+\varepsilon''.$$

Пошто је:

$$1'=1+(1); \qquad 2'=2+(2) \quad \text{итд.}$$

то се претходна једначина може заменити следећом:

$$-(1)+(2)-(3)+(4)-(5)+(6)+(2-1)+(4-3)+(6-5)=$$
$$=180^\circ+\varepsilon''.$$

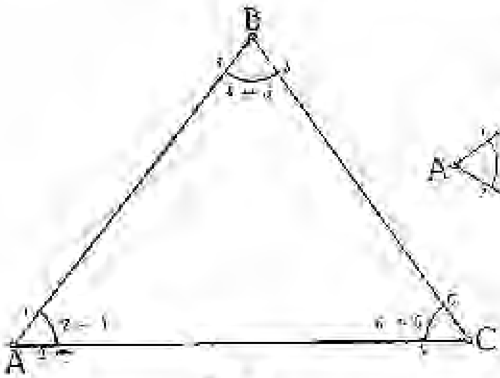
или

$$-(1)+(2)-(3)+(4)-(5)+(6)+f=0 \qquad (1)$$

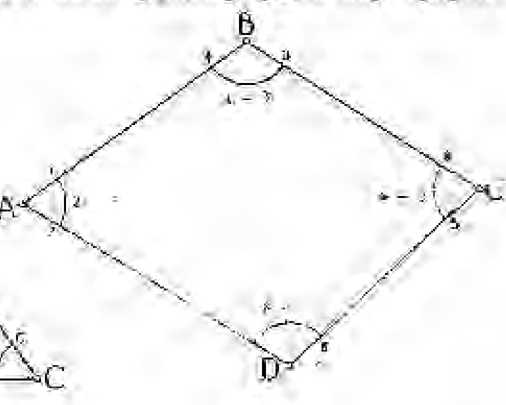
Прилог 41 где је:

$$f=(2-1)+(4-3)+(6-5)-(180^\circ+\varepsilon'').$$

Једначина (80.1) преставља условну једначину троугла.



Сл. 38



Сл. 39

Аналогно ће условна једначина четвороугла гласити:

$$-(1)+(2)-(3)+(4)-(5)+(6)-(7)+(8)+f=0 \qquad (2)$$

где је:

$$f=(2-1)+(4-3)+(6-5)+(8-7)-(360^\circ+\varepsilon'').$$

На сличан начин постављају се условне једначине за ма коју затворену геометријску фигуру (петоугаоник, шестоугаоник итд.

2. Синусне условне једначине или једначине страна постављају се на основу тражења да дужина ма које стране мреже, срачунате од произвољно изабране полазне стране, мора бити иста, без обзира којим путем односно преко којих троуглова је дотична страна срачуната. При овом се претпоставља да се рачунање врши у већ изравнатој мрежи тј. помоћу већ одређених највероватнијих вредности углова.

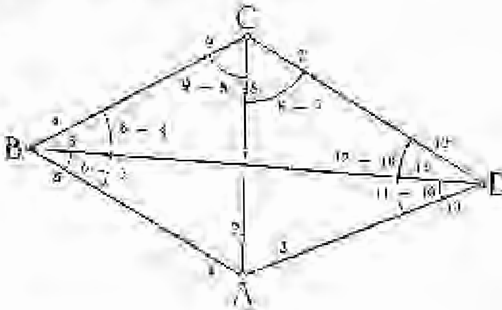
СИНУСНЕ УСЛОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ

a) *Геодетски четвороугао.* Код геодетског четвороугла постављени захтев може да буде задовољен само онда ако изравнати углови задовољавају једначину:

$$\frac{\sin(9'-8')\cdot\sin(12'-10')\cdot\sin(6'-5')}{\sin(6'-4')\sin(8'-7')\cdot\sin(11'-10')}=1 \qquad (A)$$

Ако се у овој једначини замени однос синуса односом супротних страна, онда ће се добити истовстан израз:

$$\frac{AB\cdot AC\cdot AD}{AC\cdot AD\cdot AB}=1 \qquad (A')$$



Сл. 49

Ако се изравнање врши на елипсоиду, онда се израз (A') замењује изразом:

$$\frac{\sin\frac{AB}{r}\ \sin\frac{AC}{r}\ \sin\frac{AD}{r}}{\sin\frac{AC}{r}\ \sin\frac{AD}{r}\ \sin\frac{AB}{r}}=1$$

где је r средњи полупречник кривине.

Стране које улазе у овај израз спајају тачку A са осталим тачкама четвороугла. Тачка која је везана обостраним или једностраним опажањима (правцима) са свима теменима затворене геометријске фигуре зове се пол. Код геодетског четвороугла за пол се може узети ма која од четири тачке, па се према томе могу образовати четири једначине истог облика са једначином (A). Међутим, са гледишта практичног рачунања за пол треба узети увек ону тачку која је најближа дијагонали.

Једначина (A) у логаритамском облику гласи:

$$\log\sin(9'-8')+\log\sin(12'-10')+\log\sin(6'-5')$$
$$-\log\sin(6'-4')-\log\sin(8'-7')-\log\sin(11'-10')=0 \qquad (B)$$

Пошто је:

$$9'=9+(9);\quad 8'=8+(8);\quad 12'=12+(12)\ \text{итд.}$$

то

$$\log\sin(9'-8')=\log\sin[(9-8)+(9)-(8)]=$$
$$=\log\sin(9-8)+\Delta_{9-8}(9)-\Delta_{9-8}(8) \qquad (C)$$

Заменом у једначини (B) логаритама синуса изразима (C) добија се:

$$\Delta_{6-4}(4) - \Delta_{6-5}(5) + (\Delta_{6-5} - \Delta_{6-4})(6) + \Delta_{8-7}(7) -$$
$$- (\Delta_{9-8} + \Delta_{8-7})(8) + \Delta_{9-8}(9) + (\Delta_{11-10} - \Delta_{12-10})(10) -$$
$$- \Delta_{11-10}(11) + \Delta_{12-10}(12) + f = 0 \qquad (3)$$

где је

$$f = 10^7 \log \left\{ \frac{\sin(9-8)\sin(12-10)\sin(6-5)}{\sin(6-4)\sin(8-7)\sin(11-10)} \right\}.$$

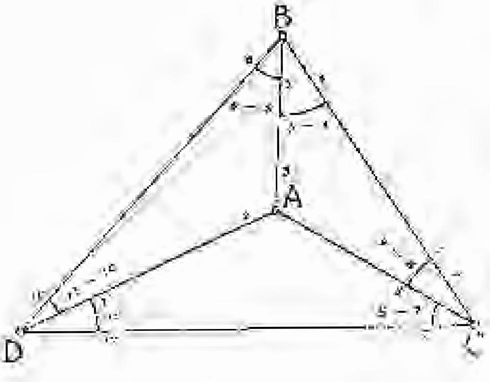
Једначина (80.3) је синусна условна једначина за геодетски четвороугао.

b) *Централни систем.* Код централног система постављени захтев биће задовољен, ако је задовољена једначина:

$$\frac{\sin(9'-8')\sin(12'-11')\sin(6'-5')}{\sin(5'-4')\sin(8'-7')\sin(11'-10')} = 1,$$

којој одговара истовстни израз:

$$\frac{AB \cdot AC \cdot AD}{AC \cdot AD \cdot AB} = 1.$$



Сл. 40

Горња једначина у логаритамском виду гласи:

$$\log\sin(9'-8') +$$
$$+ \log\sin(12'-11')$$
$$+ \log\sin(6'-5') -$$
$$- \log\sin(5'-4') -$$
$$- \log\sin(8'-7') -$$
$$- \log\sin(11'-10') = 0$$

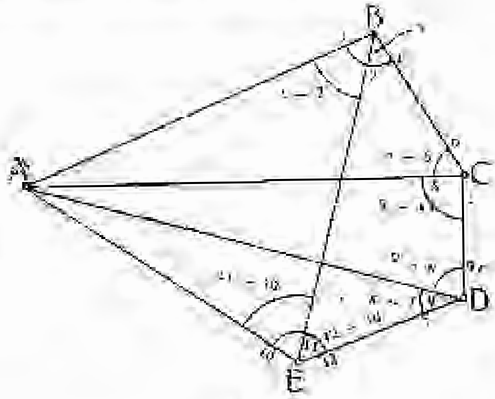
те се аналогно претходном добија следећа синусна условна једначина за случај централног система:

$$\Delta_{5-4}(4) - (\Delta_{6-5} + \Delta_{5-4})(5) + \Delta_{6-5}(6) + \Delta_{8-7}(7) - (\Delta_{9-8} + \Delta_{8-7})(8) +$$
$$+ \Delta_{9-8}(9) + \Delta_{11-10}(10) - (\Delta_{12-11} + \Delta_{11-10})(11) +$$
$$+ \Delta_{12-11}(12) + f = 0 \qquad (4)$$

где је:

$$f = 10^7 \log \left\{ \frac{\sin(9-8)\sin(12-11)\sin(6-5)}{\sin(5-4)\sin(8-7)\sin(11-10)} \right\}.$$

c) *Геометријске фигуре са дијагоналним везама.* Када мрежа или део мреже претставља затворену геометријску фигуру у којој је једна тачка (пол) везана једнострано или обострано опажаним правцима са свима осталим тачкама фигуре (сл. 42) у којој постоји тзв. дијагонална веза, онда ова веза ствара синусни услов. Дијагоналне везе јесу накнадне везе које, уопште речено, нису неопходне за одређивање темена троуглова дотичне мреже, а претстављају једнострано или обострано опажане правце који секу стране троуглова. Дијагонална веза BE (сл. 42) пружа могућност, узимајући за пол тачку A, написати истоветан израз



Сл. 42

$$\frac{AB \cdot AC \cdot AD \cdot AE}{AC \cdot AD \cdot AE \cdot AB} = 1$$

који одговара синусној једначини

$$\frac{\sin(6'-5') \cdot \sin(9'-8') \cdot \sin(12'-10') \cdot \sin(3'-2')}{\sin(3'-1') \cdot \sin(5'-4') \cdot \sin(8'-7') \cdot \sin(11'-10')} = 1.$$

Из ове једначине, сходно претходном, добија се следећа условна једначина:

$$\Delta_{3-1}(1) - \Delta_{3-2}(2) + (\Delta_{3-2} - \Delta_{3-1})(3) + \Delta_{5-4}(4) - (\Delta_{6-5} + \Delta_{5-4})(5) +$$
$$+ \Delta_{6-5}(6) + \Delta_{8-7}(7) - (\Delta_{9-8} + \Delta_{8-7})(8) + \Delta_{9-8}(9) +$$
$$+ (\Delta_{11-10} - \Delta_{12-10})(10) - \Delta_{11-10}(11) + \Delta_{12-10}(12) + f = 0 \qquad (5)$$

где је:

$$f = 10^7 \log\left(\frac{\sin(6-5)\sin(9-8)\sin(12-10)\sin(3-2)}{\sin(3-1)\sin(5-4)\sin(8-7)\sin(11-10)}\right).$$

Члан 81

Као неслободна мрежа сматра се она за коју су, ради рачунања и прикључка на државну мрежу, дати не само неопходни него и сувишни подаци. **УСЛОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ У НЕСЛОБОДНОЈ МРЕЖИ**

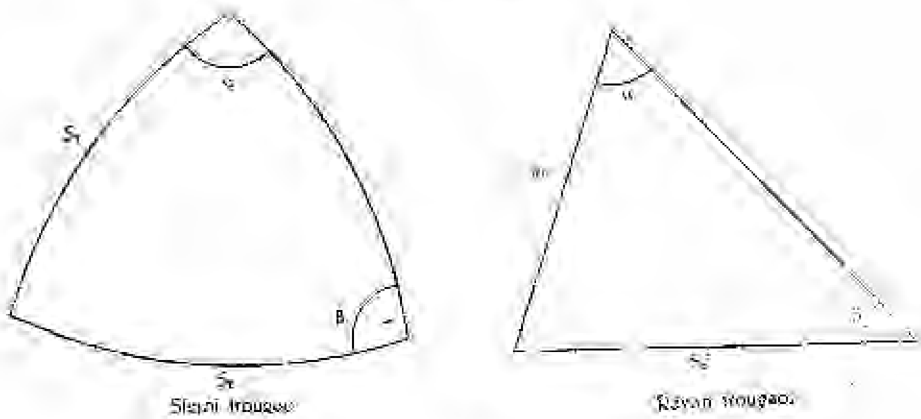
У неслободној мрежи постоје следећи облици условних једначина: а) основичке (базисне) условне једначине или једначине „датих страна"; b) условне једначине „датих углова" и c) условне једначине дирекционих углова и координата.

1. **Основичке условне једначине.** Ове једначине постоје онда када мрежа има две или више „датих страна". У овом случају се тражи да дужина ма које „дате" стране, срачуната преко низа троуглова од друге „дате" стране, буде једнака датој дужини дотичне стране. **ОСНОВИЧКИ УСЛОВ**

Када се изравнање мреже врши на елипсоиду, онда треба имати у виду да у случају замене сферног троугла равним са истим угловима α и β (сл. 43) постоји између страна сферног и равног троугла следећи однос:

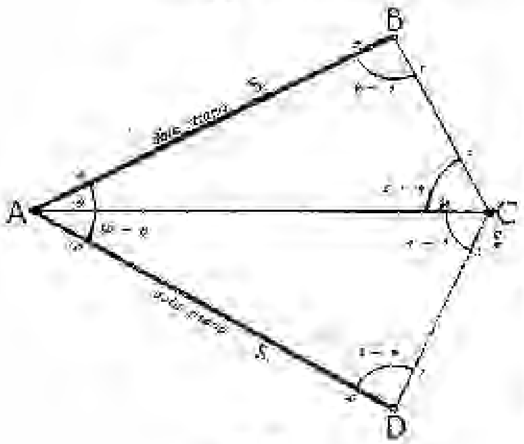
$$s_1' = s_1 - \frac{s_1^3}{6r^2} + \dots .$$

$$s_2' = s_2 - \frac{s_2^3}{6r^2} + \dots .$$



Сл. 43

где је r средњи полупречник кривине за средњу дужину додичне стране. Мале корекционе величине $\frac{s^3}{6r^2}$ су тзв. адитаменти. При рачунању помоћу логаритама горње формуле замењују се следећим:



Сл. 44

$$\log s_1' = \log s_1 - A_1$$

$$\log s_2' = \log s_2 - A_2$$

(в. чл. 79 т. 2/е).

Да би се горе наведеном траженју удовољило, мора се задовољити једначина која, с обзиром на однос страна сферног и равног троугла, а према сл. 44, гласи:

$$\frac{\left(s_2 - \frac{s_2^3}{6r^2}\right) \sin(5'-4') \sin(7'-6')}{\left(s_1 - \frac{s_1^3}{6r^2}\right) \sin(2'-1') \sin(4'-3')} = 1$$

Из ове једначине добија се следећа једначина за основички услов: Прилог 45

$$\Delta_{2-1}(1)-\Delta_{2-3}(2)-(\Delta_{5-3}+\Delta_{4-3})(4)+$$
$$+\Delta_{5-4}(5)-\Delta_{7-6}(6)+\Delta_{7-6}(7)+f=0 \qquad (1)$$

где је

$$f=10^7\log\left[\frac{\left(s_2-\frac{s_2^3}{6r^2}\right)\cdot\sin(5-4)\cdot\sin(7-6)}{\left(s_1-\frac{s_1^3}{6r^2}\right)\cdot\sin(2-1)\cdot\sin(4-3)}\right]$$

или

$$f=10^7\left[(\log s_2-A_2)+\log\sin(5-4)+\log\sin(7-6)-\right.$$
$$\left.-(\log s_1-A_1)-\log\sin(2-1)-\log\sin(4-3)\right].$$

2. **Условне једначине „датих углова".** Ако су дати дирекциони углови ν_a^b и ν_a^d страна AB и AD (сл. 44), односно ако су дате координате тачака A, B и D, онда је потребно да највероватнија вредност угла $(10'-8')$ буде једнака „датом углу" тј. „дати углови" Прилог 42

$$(10'-8')=\nu_a^d-\nu_a^b$$

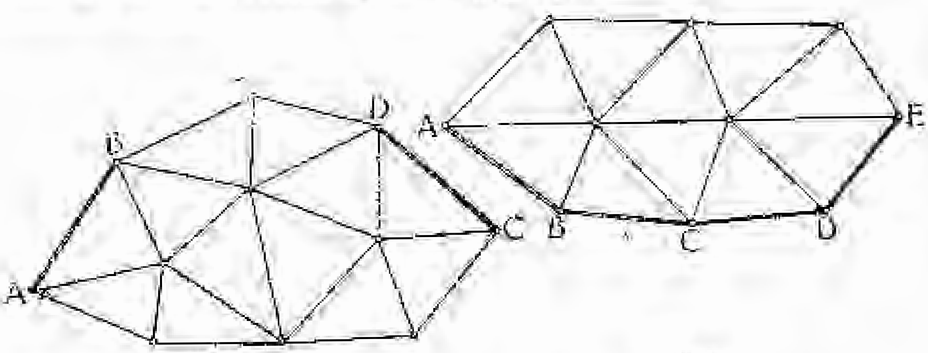
те ће условна једначина бити:

$$(10)-(8)+f=0 \qquad (2)$$

где је

$$f=(10-8)-(\nu_a^d-\nu_a^b)$$

3. **Условне једначине дирекционих углова и координата.** Ове се једначине јављају онда када су стране AB и CD (сл. 45), за које су дате координате крајњих тачака, везане међусобно ланцем односно мрежом троуглова.



Сл. 45 Сл. 46

Постављање ових једначина у таквој мери компликује изравнање по начину условних мерења, да примена овог начина у мрежи 2 и нижег реда постаје нецелисходна. Према томе, ако дате стране нису надовезане једна на другу и не чине полигон (сл. 46), онда се изравнање мреже има вршити по начину посредних мерења.

Члан 82

БРОЈ УСЛОВНИХ ЈЕДНАЧИНА

СЛОБОДНА МРЕЖА

1. **Слободна мрежа.** Под претпоставком да се врши изравнање праваца, а не углова, а не узимајући у обзир усамљене тачке одређене пресецањем напред или назад, број независних условних једначина у слободној мрежи износи

а) фигурних једначина

$$F = N_2 - n + 1$$

б) синусних једначина

$$S = (N_2 + N_1) - 2n + 3$$

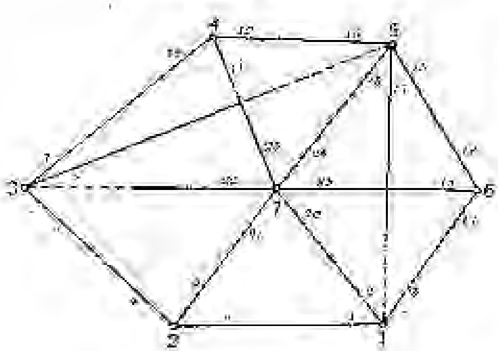
где су:

N_1 — број једнострано опажаних праваца;

N_2 — „ обострано „ „

n — „ тачака у мрежи.

Ради контроле обично се рачуна још и укупан број једначина у мрежи:



Сл. 47

$$U_s = F + S = N - 3n + 4$$

где је N укупан број опажаних праваца.

На пример у мрежи на сл. 47 где је:

$N_1 = 3$; $N_2 = 11$; $N = 25$; $n = 7$

број условних једначина износи:

$$F = 11 - 7 + 1 = 5$$

$$S = 11 + 3 - 2 \cdot 7 + 3 = 3$$

$$U_s = 25 - 3 \cdot 7 + 4 = 8.$$

НЕСЛОБОДНА МРЕЖА

2. **Неслободна мрежа.** Пошто сваки сувишни податак, који је дат ради рачунања и прикључка локалне мреже на постојећу основу државну мрежу, ствара (повлачи) једну условну једначину, то укупан број условних једначина у неслободној мрежи износи:

$$U_n = U_s + R = F + S + R$$

где је R број сувишних података.

Ако су „дате стране“ одређене координатама крајњих тачака, па су надовезане једна на другу и чине један полигон (сл. 46), онда свака „дата страна“, сем прве, повлачи две условне једначине: једну једначину за основички услов и једну једначину за „дати угао“. Према томе, ако су дате четири стране, онда је број сувишних података 6 тј. $R = 6$. Ове сувишне податке сачињавају: три дужине датих страна и три дирекциона угла.

Члан 83

При састављању условних једначина неопходно је имати у виду следеће: **Начин састављања условних једначина**

a) ниједна условна једначина која проистиче из конфигурације дотичне мреже не сме се изоставити;

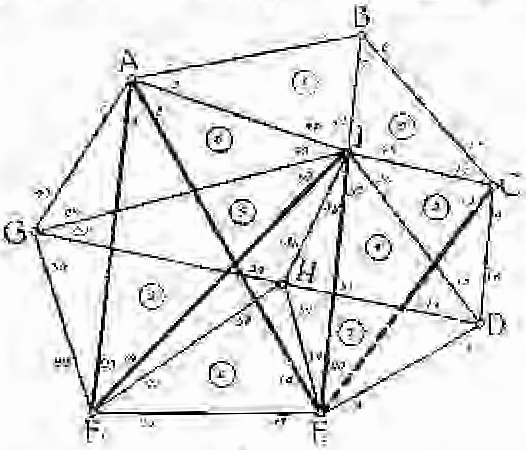
b) све састављене условне једначине морају бити независне тј. не смеју произлазити из других условних једначина дотичне мреже;

c) изабране условне једначине морају бити најпростије од свих могућих у датој мрежи једначина.

Да би све састављене условне једначине биле независне, препоручује се следећи начин избора и састављања ових једначина. **Фигурне условне једначине**

1. **Фигурне условне једначине.** Израђује се (у оловци) скица мреже, на којој се исцртавају само обострано опажани правци (сл. 48). Све постојеће дијагоналне везе (уцртане дебље) треба, у почетку, изоставити.

Из сл. 48 види се да је број фигурних условних једначина, у таквој једноставној мрежи, једнак броју троуглова, те је према томе једнак 9.



Сл. 48

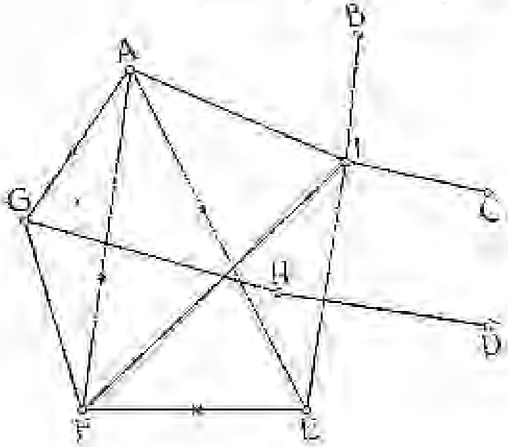
Ове условне једначине су следеће:

1. $\triangle ABI$: $-(1)+(2)-(7)+(8)-(41)+(42)+f_1=0$
2. $\triangle BCI$: $-(6)+(7)-(11)+(12)-(42)+(43)+f_2=0$
3. $\triangle CDI$: $-(9)+(11)-(15)+(16)+(36)-(43)+f_3=0$
4. $\triangle DHI$: $-(14)+(15)+(31)-(35)-(36)+(38)+f_4=0$
5. $\triangle GIH$: $-(28)+(29)-(34)+(35)-(38)+(40)+f_5=0$
6. $\triangle AIG$: $-(2)+(5)-(27)+(28)-(40)+(41)+f_6=0$
7. $\triangle DEH$: $-(13)+(14)-(19)+(21)-(31)+(32)+f_7=0$
8. $\triangle EFH$: $-(17)+(19)-(25)+(26)-(32)+(33)+f_8=0$
9. $\triangle FGH$: $-(22)+(25)-(29)+(30)-(33)+(34)+f_9=0$.

Пошто је састављање једначина за једноставну мрежу троуглова завршено, уцртавају се (црвеном оловком) дијагоналне везе из обострано опажаних праваца (AF, AE, IF и IE). Свака таква дијагонална веза ствара (повлачи) једну фигурну условну једначину, а имајући у виду да треба састављати односно бирати најпростије једначине, то ће ове једначине бити једначине троуглова. Ове једначине јесу:

10. $\triangle AFG$: $-(4)+(5)-(22)+(23)-(27)+(30)+f_{10}=0$
11. $\triangle AEF$: $-(3)+(4)-(17)+(18)-(23)+(26)+f_{11}=0$
12. $\triangle EIF$: $-(17)+(20)-(24)+(26)-(37)+(39)+f_{12}=0$
13. $\triangle AIE$: $-(2)+(3)-(18)+(20)-(37)+(41)+f_{13}=0$.

Тиме је састављање фигурних условних једначина завршено. Међутим, да би се уверили да су све састављене условне једначине стварно независне, треба њихово састављање контролисати. За ово контролисање од стране проф. Красовског предложен је следећи начин.



Сл. 49

a). Пошто се (у оловци) изради скица мреже на којој су уцртани и нумерисани само обострано опажани правци, бира се први троугао, па се саставља прва једначина. Онда се на скици брише гумом једна страна овог троугла. Може се брисати ма која страна, али да би се удовољило траженју да састављене фигурне једначине буду најпростије, а то су једначине троуглова, треба брисати ону страну, чијим се брисањем не поништавају одједном два троугла него само један. На пример, код третиране мреже, пошто је састављена прва условна једначина за $\triangle$ *AHI*, треба брисати страну *AB*, а не страну *AI* или *BI*.

b). Онда се састављају редом 2, 3, 4. . . . условне једначине за троуглове 2., 3., 4. . . . па се бришу следеће стране:

после	састављања	2.	једначине	за	$\triangle$ *BCI*	брише	се страна	*BC*
„	„	3.	„	„	$\triangle$ *CDI*	„	„ „	*CD*
„	„	4.	„	„	$\triangle$ *DHI*	„	„ „	*ID*
„	„	5.	„	„	$\triangle$ *GIH*	„	„ „	*IH*
„	„	6.	„	„	$\triangle$ *AIG*	„	„ „	*IG*
„	„	7.	„	„	$\triangle$ *DEH*	„	„ „	*ED*
„	„	8.	„	„	$\triangle$ *EFH*	„	„ „	*HE*
„	„	9.	„	„	$\triangle$ *FGH*	„	„ „	*HF*

c). Пошто је састављено свих 9 једначина, на скици остају само правци исцртани на сл. 49.

При састављању остале 4 једначине брисани су правци

10. једначине за Δ *AFG* брисан је правац *AG*;
11. „ „ Δ *AEF* „ „ „ *AF*;
12. „ „ Δ *EFI* „ „ „ *FE*;
13. „ „ Δ *AIE* „ „ „ *AE*.

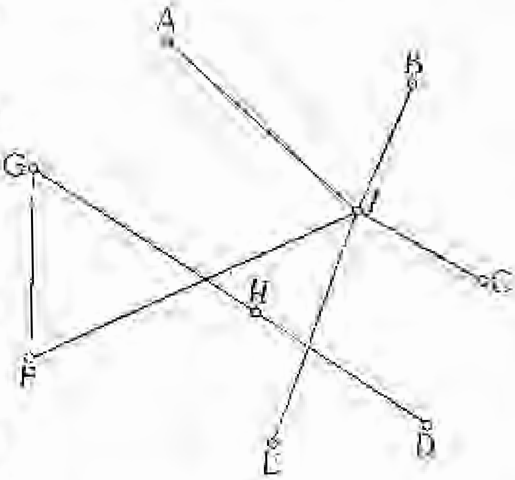
d) После састављања 13 наведених једначина на скици мреже остали су правци уцртани на сл. 50 који, као што се види, не образују ниједну затворену геометријску фигуру.

В. проф. Ф. Н. Красовски и проф. В. В. Данилов, „Руководство по вишој геодезији" I део 2 свеска, Москва 1934 стр. 170.

Синусне условне једначине

2). Синусне условне једначине. Број ових једначина једнак је броју дијагоналних веза у дотичној мрежи више број централних система. Према томе, у третираној мрежи (сл. 48), која има 5 дијагоналних веза (AF, AE, FI, EI и CE) и два централна система са половима H и I, треба да буде 7 синусних условних једначина.

При састављању ових једначина препоручује се следећи поступак.



Сл. 50

a). Према скици мреже, која је израђена у оловци и на којој су исцртани сви опажани правци, бира се централни систем, четвороугао или уопште затворена геометријска фигура са полом, па се саставља прва синусна једначина. Након састављања ове брише се гумом са скице или једна страна или једна дијагонална веза. При избору стране или дијагоналне везе за брисање треба се старати да брисана страна односно дијагонална веза не припадају суседном централном систему, четвороуглу или уопште затвореној геометријској фигури са полом.

Пошто је састављена прва синусна једначина, бира се друга геометријска фигура са полом, па се саставља друга једначина. После састављања брише се или страна или дијагонална веза. Такав поступак продужава се све дотле док у мрежи не остане ниједна затворена геометријска фигура са полом.

После брисања у мрежи морају ипак остати такве везе које омогућавају одређивање сваке тачке само из по једног троугла.

b). Пошто треба тежити да састављене једначине буду најпростије од свих могућих једначина у дотичној мрежи, то се препоручује да се прво саставе једначине за четвороуглове, јер су ове најпростије, па тек онда за централне системе.

Примењујући овај поступак код мреже на сл. 48 састављено је 7 синусних условних једначина према истоветним изразима:

1. За геодетски четвороугао $DEIC$ са полом у тачки D

$$\frac{DC}{DI}\cdot\frac{DI}{DE}\cdot\frac{DE}{DC}=1$$

Брисана је дијагонална веза CE.

2. За геодетски четвороугао $IEFA$ са полом у тачки I

$$\frac{IE}{IF}\cdot\frac{IF}{IA}\cdot\frac{IA}{IE}=1.$$

Брисана је дијагонална веза AE.

3. За геодетски четвороугао $GAIF$ са полом у тачки G

$$\frac{GA}{GI}\cdot\frac{GI}{GF}\cdot\frac{GF}{GA}=1.$$

Брисана је страна AG.

4. За геодетски четвороугао $HFGI$ са полом у тачки H

$$\frac{HF}{HG}\cdot\frac{HG}{HI}\cdot\frac{HI}{HF}=1.$$

Брисана је страна GH.

5. За геодетски четвороугао $HIDE$ са полом у тачки H

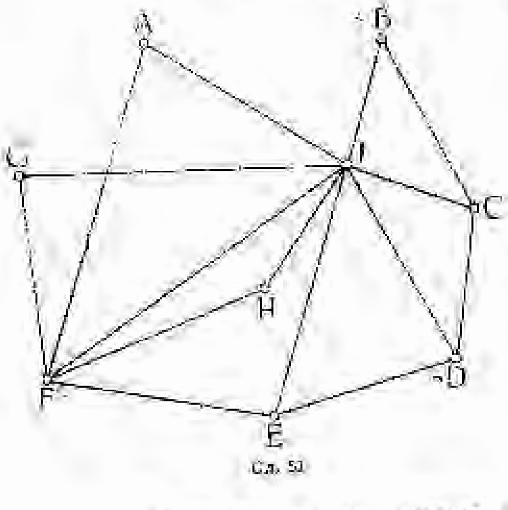
$$\frac{HI}{HD}\cdot\frac{HD}{HE}\cdot\frac{HE}{HI}=1.$$

Брисана је страна HD.

6. За централни систем $IABCDEF$ са полом у тачки I

$$\frac{IA}{IB}\cdot\frac{IB}{IC}\cdot\frac{IC}{ID}\cdot\frac{ID}{IE}\cdot\frac{IE}{IF}\cdot\frac{IF}{IA}=1.$$

Брисана је је страна AB.



Сл. 51

7. За централни систем $HIEF$ са полом у тачки H

$$\frac{HI}{HE}\cdot\frac{HE}{HF}\cdot\frac{HF}{HI}=1.$$

Брисана је страна HE.

После састављања ових једначина и брисања наведених страна односно дијагоналних веза, на скици мреже остале су само везе означене на сл. 51 које као што се види, омогућавају одређивање сваке тачке мреже из једног троугла, а полазећи од стране FI.

Међутим, помоћу преосталих веза може се добити за сваку страну ове мреже само једна вредност, а ни у ком случају две.

3. Пошто су фигурне и синусне једначине састављене, треба се уверити да број састављених условних једначина одговара оном броју који се може унапред утврдити по формулама чл. 82. Код дате мреже бројне вредности за N, N_1, N_2 и n износе:

$$N = 43; \qquad N_1 = 1; \qquad N_2 = 21; \qquad n = 9$$

те према томе мора бити:

а) фигурних условних једначина:

$$F = N_2 - n + 1 = 21 - 9 + 1 = 13;$$

b) синусних условних једначина:

$$S = (N_2 + N_1) - 2n + 3 = 22 - 18 + 3 = 7;$$

c) укупан број једначина:

$$U_s = N - 3\,n + 4 = 43 - 27 + 4 = 20;$$

4. При састављању условних једначина у неслободној мрежи придржавамо се следећег поступка:

а) дата мрежа сматра се као слободна, па се састављају све потребне условне једначине на напред објашњен начин;

b) затим се поступно један по један укључују у мрежу сви сувишни подаци, па се према њима поступно састављају условне једначине.

На пример, ако је горе третирана мрежа (сл. 48) ослоњена на стране AB, BC и CD, које су одређене координатама крајњих тачака, онда је сувишних података $R = 4$ (две дужине и два дирекциона угла). Условне једначине састављају се следећим редом.

а) Укључење „дате стране“ BC повлачи једначине:

1. основичку једначину

$$\frac{\sin\frac{BC}{2}\cdot\sin(42'-41')\,\sin(12'-11')}{\sin\frac{AB}{2}\cdot\sin(2'-1')\cdot\sin(43'-42')} = 1.$$

1. једначину „датог“ угла

$$8' - 6' = \nu_b^a - \nu_b^c.$$

b) Укључење „дате стране“ CD повлачи једначине:

2. основичку једначину

$$\frac{\sin\frac{CD}{2}\cdot\sin(43'-42')\cdot\sin(16'-15')}{\sin\frac{BC}{2}\cdot\sin(7'-6')\,\sin(36'-43')} = 1$$

2. једначину „датог угла“

$$12' - 9' = \nu_c^b - \nu_c^d$$

Члан 84

КОНТРОЛНО РАЧУНАЊЕ АПСОЛУТНИХ ЧЛАНОВА УСЛОВНИХ ЈЕДНАЧИНА

1. Фигурне условне једначине. Апсолутни чланови ових једначина контролишу се на тај начин што се рачуна отступање (грешка затварања) за неку затворену геометријску фигуру (многоугаоник), коју сачињавају неколико троуглова дотичне мреже. На пример, ради контроле апсолутних чланова првих девет условних једначина мреже на сл. 48 рачуна се отступање за многоугаоник *ABCDEFG* који сачињавају 9 троуглова дотичне мреже.

У затвореној геометријској фигури теоријски збир унутарњих углова је

$$\Sigma u = 180^{\circ}(n-2)+E$$

где су:

n – број страна, односно углова,

E – сферни ексцес многоугаоника.

Пошто је сферни ексцес многоугаоника једнак збиру сферних ексцеса појединих троуглова, који тај многоугаоник сачињавају тј.

$$E=\varepsilon_1+\varepsilon_2+\ldots+\varepsilon_k=\sum_1^k \varepsilon \text{ (где је } k \text{ број троуглова),}$$

то се горњи израз може заменити изразом:

$$\Sigma u = 180^{\circ}(n-2)+\sum_1^k \varepsilon$$

Прилог 45 па ће отступање F многоугаоника бити

$$F=\Sigma u-180^{\circ}(n-2)-\sum_1^k \varepsilon.$$

Отступање F треба да је једнако збиру отступања појединих троуглова тј.

$$F=f_1+f_2+\ldots+f_k=\sum_1^k f.$$

Ова једначина и служи за контролно рачунање апсолутних чланова фигурних условних једначина.

КОНТРОЛА АПСОЛУТНИХ ЧЛАНОВА

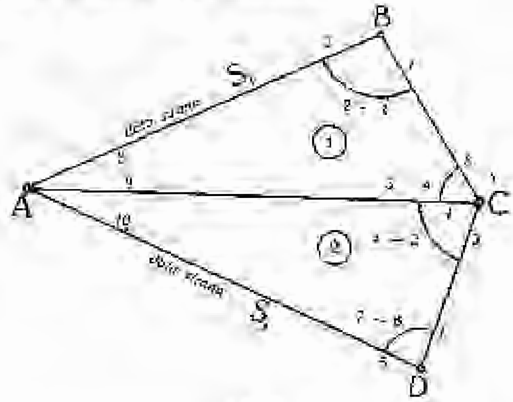
2. Синусне условне једначине. Апсолутни чланови ових једначина контролишу се на основу теореме *Лежандра* према којој између страна сферног троугла (изражених у линеарној мери) и синуса супротних углова постоји однос:

$$\frac{a}{b}=\frac{\sin\left(\alpha-\frac{1}{3}\varepsilon\right)}{\sin\left(\beta-\frac{1}{3}\varepsilon\right)},$$

На темељу ове теореме може се, при састављању синусних условних једначина, геометријска фигура на елипсоиду сматрати као равна, ако се сферни углови троугла умање за једну трећину сферног ексцеса дотичног троугла.

Зато, ако се у састављене синусне условне једначине уврсте вредности мерених углова умањене за једну трећину сферног ексцеса, онда се морају добити исти апсолутни чланови, као и са неумањеним вредностима углова (в. прилог 45).

3. Основичке условне једначине. На основу теореме Лежандра за сваки троугао преко којега се, полазећи од једне „дате стране", рачуна друга „дата страна" (сл. 52) мора постојати однос:



$$\frac{S_1}{AC}=\frac{\sin\left[(5'-4')-\frac{1}{3}\varepsilon_1\right]}{\sin\left[(2'-1')-\frac{1}{3}\varepsilon_1\right]}$$

$$\frac{AC}{S_2}=\frac{\sin\left[(7'-6')-\frac{1}{3}\varepsilon_2\right]}{\sin\left[(4'-3')-\frac{1}{3}\varepsilon_2\right]}$$

Сл. 52

одакле је:

$$\frac{S_2\sin\left[(5'-4')-\frac{1}{3}\varepsilon_1\right]\cdot\sin\left[(7'-6')-\frac{1}{3}\varepsilon_2\right]}{S_1\sin\left[(2'-1')-\frac{1}{3}\varepsilon_1\right]\cdot\sin\left[(4'-3')-\frac{1}{3}\varepsilon_2\right]}=1.$$

Из ове једначине добија се иста једначина за основички услов, као што је једначина (81.1) на стр. 127. Апсолутни члан ове једначине, који мора бити једнак апсолутном члану једначине (81.1), одређује се у овом случају овако:

$$f=10^7\log\left[\frac{S_2\sin\left[(5-4)-\frac{1}{3}\varepsilon_1\right]\cdot\sin\left[(7-6)-\frac{1}{3}\varepsilon_2\right]}{S_1\sin\left[(2-1)-\frac{1}{3}\varepsilon_1\right]\cdot\sin\left[(4-3)-\frac{1}{3}\varepsilon_2\right]}\right]$$

(в. прилог 45).

Члан 83.

ПОТРЕБА КОЕФИЦИЈЕНАТА УСЛОВНИХ ЈЕДНАЧИНА

Ако се врши изравнање праваца а не углова, онда алгебарски збир коефицијената условних једначина мора бити једнак нули. Зато, ради контроле, при дну сваког стубца у таблици условних једначина (в. чл. 88) рачуна се збир коефицијената за сваку једначину.

Прилог 47

Члан 86.

ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ АПСОЛУТНИХ ЧЛАНОВА ФИГУРНИХ УСЛОВНИХ ЈЕДНАЧИНА

Отступања (грешке затварања) у троугловима не смеју бити веће од:

7,"0 у основној мрежи 2. реда;
11,"5 „ попуњавајућој мрежи 2. реда;
17,"0 „ основној мрежи 3. реда;
23,"0 „ попуњавајућој мрежи 3. реда;
35,"0 „ мрежи 4. реда,

те према томе и апсолутни чланови фигурних условних једначина (за случај троугла) не смеју бити већи од наведених величина.

Члан 87

РАЧУНАЊЕ СРЕДЊЕ ГРЕШКЕ МЕРЕНОГ ПРАВЦА И ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ ОВЕ ГРЕШКЕ

Када мрежу сачињавају 10 и више троуглова, онда се мора срачунати средња грешка мереног правца. Ова се грешка рачуна по формули:

$$\mu = \sqrt{\frac{[f^2]}{6\,n}} \qquad (1)$$

Прилог 46 где су:

f – грешка затварања троугла (отступање у троуглу);
n – број троуглова.

Грешке срачунате по овој формули не смеју бити веће од:

1,"3 у основној мрежи 2. реда;
2,"0 „ попуњавајућој мрежи 2. реда;
3,"0 „ основној мрежи 3. реда;
4,"0 „ попуњавајућој мрежи 3. реда;
6,"0 „ мрежи 4. реда.

Члан 88.

ОБРАЗОВАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА КОРЕЛАТА

Коефицијенти прве условне једначине означују се са „a", коефицијенти друге једначине – са „b", треће једначине – са „c" итд. Апсолутни чланови прве, друге, треће итд. једначине означују се са f_I, f_{II}, f_{III}... или f_1, f_2, f_3, ... Индекс код коефицијената одговара броју поправке испред које овај стоји, те стога у свим једначинама коефицијенти испред поправке (1) имају индекс „1", испред поправке (2) – индекс „2" итд. Према овом начину означавања условне једначине уопштем облику гласе:

$$\begin{aligned} &\text{I. једначина} && a_1\,(1) + a_2\,(2) + \cdots + a_n\,(n) + f_I = 0 \\ &\text{II.} \quad „ && b_1\,(1) + b_2\,(2) + \cdots + b_n\,(n) + f_{II} = 0 \qquad (1) \\ &\text{III.} \quad „ && c_1\,(1) + c_2\,(2) + \cdots + c_n\,(n) + f_{III} = 0 \end{aligned}$$

итд.

Пошто се код изравнања мреже 2. и нижег реда сматра да су тежине праваца опажаних односно изравнатих на станицама једнаке јединици, то систему условних једначина (88.1) одговара систем нормалних једначина корелата: НОРМАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ КОРЕЛАТА

$$
\begin{array}{lll}
\text{I. једначина} & [aa]\,k_1 + [ab]\,k_2 + [ac]\,k_3 + \cdots + f_I = 0 \\
\text{II.} \quad " & [ab]\,k_1 + [bb]\,k_2 + [bc]\,k_3 + \cdots + f_{II} = 0 \\
\text{III.} \quad " & [ac]\,k_1 + [bc]\,k_2 + [cc]\,k_3 + \cdots + f_{III} = 0
\end{array}
$$

итд. Прилог 48

Код практичног рачунања, ради лакшег образовања нормалних једначина, уписују се условне једначине у таблицу:

Таблица условних једначина

Број поправке	Број једначине I a	II b	III c					Збир коефицијената по хоризонталној линији s
(1)	a_1	b_1	c_1					s_1
(2)	a_2	b_2	c_2					s_2
(3)	a_3	b_3	c_3					s_3
Збир коефицијената по вертикалној линији	0	0	0					Σs треба да је $= 0$
f:	f_I	f_{II}	f_{III}					

Прилог 47

У први стубац ове таблице уписују се редом поправке. Затим се уписују једначине односно коефицијенти једначина. Коефицијенти се уписују на линији од оне поправке испред које стоје.

Пошто се коефицијенти синусних и основичких условних једначина изражавају релативно великим бројевима, то ради лакшег образовања и решавања нормалних једначина корелата, треба наведене условне једначине поделити са 10, па чак и са 100, да би се после дељења коефицијенти изражавали бројевима, који на десетном месту целих бројева имају само јединице (в. прилоге 43 и 44).

Ради контроле да се при уписивању једначина није поткрала нека грешка, нарочито у предзнацима коефицијената, рачуна се алгебарски збир коефицијената сваке једначине. Овај збир треба да је једнак 0 (в. чл. 85).

При дну ступца уписује се апсолутни члан једначине.

У крајњем десном ступцу таблице рачунају се збирови коефицијената по хоризонталној линији тј.

$$s_1 = a_1 + b_1 + c_1 + \cdots$$
$$s_2 = a_2 + b_2 + c_2 + \cdots$$
$$s_3 = a_3 + b_3 + c_3 + \cdots$$
итд.

Према томе збирови „s" јесу збирови свих коефицијената у систему условних једначина, који стоје испред (1), (2), (3) ... поправке. Индекс код s одговара броју поправке испред које дотични коефицијенти стоје.

Ови збирови рачунају се ради контроле образовања нормалних једначина, јер између збирова коефицијената сваке нормалне једначине корелата и збирова $[as]$, $[bs]$, $[cs]$ ... постоје односи:

$[as] = [aa] + [ab] + [ac] + \cdots$ = збир коефиц. 1. норм. једначине;
$[bs] = [ab] + [bb] + [bc] + \cdots$ = „ „ 2. „ „
$[cs] = [ac] + [bc] + [cc] + \cdots$ = „ „ 3. „ „

итд.

Члан 89

РЕШАВАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА КОРЕЛАТА

Под претпоставком да ће се једначине решавати помоћу машине, препоручује се доле наведени поступак. Треба, на пример, решити четири нормалне једначине које гласе:

$$\begin{aligned} \text{I.} &: [aa]\,k_1 + [ab]\,k_2 + [ac]\,k_3 + [ad]\,k_4 + f_{\text{I}} = 0 \\ \text{II.} &: [ab]\,k_1 + [bb]\,k_2 + [bc]\,k_3 + [bd]\,k_4 + f_{\text{II}} = 0 \\ \text{III.} &: [ac]\,k_1 + [bc]\,k_2 + [cc]\,k_3 + [cd]\,k_4 + f_{\text{III}} = 0 \\ \text{IV.} &: [ad]\,k_1 + [bd]\,k_2 + [cd]\,k_3 + [dd]\,k_4 + f_{\text{IV}} = 0. \end{aligned} \qquad (1)$$

Пре решавања треба образовати збирове:

$$S_1 = [as] + f_{\text{I}}; \quad S_2 = [bs] + f_{\text{II}}; \quad S_3 = [cs] + f_{\text{III}}; \quad S_4 = [ds] + f_{\text{IV}}$$

1. Прво треба у шему за решавање (в. стр. 141) уписати дате нормалне једначине и збирове S. При овом се сви чланови нормалних једначина лево од дијагоналних чланова изостављају. Према томе у другој једначини изоставља се члан $[ab]\,k_1$, у трећој – чланови $[ac]\,k_1$ и $[bc]\,k_2$ итд.

Једначине се уписују на следећим линијама:

Број једначине: I II III IV V VI VII

Редни број линије: 1 3 7 12 18 25 33

итд.

Наведени начин уписивања важи за случај када се сви коефицијенти једначина изражавају позитивним или негативним бројевима. Међутим, ако су неки од коефицијената једнаки нули, онда се, ради уштеде места, начин уписивања мења. У овом случају једначине је целисходно уписати тако да у шеми за решавање не буде празних линија (в. прилог 49).

2. Решавање једначина почиње се рачунањем количника:

$$-\frac{[ab]}{[aa]};\quad -\frac{[ac]}{[aa]};\quad -\frac{[ad]}{[aa]};\quad -\frac{f_1}{[aa]};\quad -\frac{S_1}{[aa]}$$

чије се бројне вредности уписују на другој линији шеме.

За контролу мора бити:

$$(-1)+\left(-\frac{[ab]}{[aa]}\right)+\left(-\frac{[ac]}{[aa]}\right)+\left(-\frac{[ad]}{[aa]}\right)+\left(-\frac{f_1}{[aa]}\right)=\frac{-S_1}{[aa]}. \quad (2)$$

3. Онда се прва нормална једначина почев од коефицијента $[ab]$ и завршавајући збиром S_1 множи количником $-\frac{[ab]}{[aa]}$. Резултати множења уписују се на четвртој линији шеме.

Даље се прва нормална једначина, почев од којефицијента $[ac]$ и завршавајући збиром S_1, множи количником $-\frac{[ac]}{[aa]}$. Резултати множења уписују се на осмој линији шеме.

Затим се прва једначина, почев од коефицијента $[ad]$ и завршавајући збиром S_1, множи количником $-\frac{[ad]}{[aa]}$. Резултати се исписују на тринаестој линији шеме.

Контрола резултата множења врши се сабирањем према следећим контролним једначинама:

$$-[ab]-\frac{[ab]}{[aa]}[ab]-\frac{[ab]}{[aa]}[ac]-\frac{[ab]}{[aa]}[ad]-\frac{[ab]}{[aa]}f_1=-\frac{[ab]}{[aa]}S_1$$

$$-[ac]-\frac{[ac]}{[aa]}[ab]-\frac{[ac]}{[aa]}[ac]-\frac{[ac]}{[aa]}[ad]-\frac{[ac]}{[aa]}f_1=-\frac{[ac]}{[aa]}S_1 \quad (3)$$

$$-[ad]-\frac{[ad]}{[aa]}[ab]-\frac{[ad]}{[aa]}[ac]-\frac{[ad]}{[aa]}[ad]-\frac{[ad]}{[aa]}f_1=-\frac{[ad]}{[aa]}S_1.$$

У шеми за решавање код чланова који улазе у 1., 2. и 3. контролну једначину постављени су одговарајући индекси 1, 2 и 3.

4. Сабирањем друге нормалне једначине са резултатима множења уписаним на четвртој линији добија се прва редукована нормална једначина (I_1). При овом мора бити:

$$[bb\cdot 1]+[bc\cdot 1]+[bd\cdot 1]+[bf\cdot 1]=[bs\cdot 1] \quad (4)$$

Чланови ове једначине имају у шеми решавања индексе r_1,

5. Рачунају се количници:

$$-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]};\quad -\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]};\quad -\frac{[bf\cdot 1]}{[bb\cdot 1]};\quad -\frac{[bS\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}$$

који се контролишу збиром:

$$(-1)+\left(-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}\right)+\left(-\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}\right)+\left(-\frac{[bf\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}\right)=-\frac{[bS\cdot 1]}{[bb\cdot 1]} \tag{5}$$

РЕШАВАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА. 6. Онда се прва редукована нормална једначина, почев од коефицијента $[bc.1]$ и завршавајући збиром $[bs.1]$ множи количником $-\frac{[bc.1]}{[bb.1]}$. Резултати множења исписују се на деветој линији шеме.

Затим се прва редукована једначина, почев од коефицијента $[bd.1]$ множи количником $-\frac{[bd.1]}{[bb.1]}$. Резултати се исписују на четрнаестој линији шеме.

Контрола резултата множења врши се према једначинама:

$$\begin{aligned}
&-[bc\cdot 1]-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bc\cdot 1]-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bd\cdot 1]\\
&-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bf\cdot 1]=-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bS\cdot 1]\\
&-[bd\cdot 1]-\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bc\cdot 1]-\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bd\cdot 1]-\\
&-\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bf\cdot 1]=-\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}[bS\cdot 1]
\end{aligned} \tag{6}$$

У шеми решавања чланови који улазе у прву од ових контролних једначина имају индекс 4, а чланови друге једначине — индекс 5.

7. Сабирањем треће нормалне једначине са резултатима множења уписаним на 8. и 9. линији добија се друга редукована нормална једначина (II_r). При овом мора бити:

$$[cc\cdot 2]+[cd\cdot 2]+[cf\cdot 2]=[cS\cdot 2]. \tag{7}$$

Чланови ове једначине имају у шеми решавања индекс r_2.

8. Рачунају се количници:

$$-\frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]};\quad -\frac{[cf\cdot 2]}{[cc\cdot 2]};\quad -\frac{[cS\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}$$

те се контролишу збиром:

$$(-1)+\left(-\frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}\right)+\left(-\frac{[cf\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}\right)=-\frac{[cS\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}. \tag{8}$$

Шема решавања нормалних једначина корелата

Редни број линије	Број једначине	k_1	k_2	k_3	k_4	f	S	Контролни ступац
1	I	$[aa]$	$[ab]_1$	$[ac]_2$	$[ad]_3$	f_1	S_1	
2		(-1)	$-\frac{[ab]}{[aa]}$	$-\frac{[ac]}{[aa]}$	$-\frac{[ad]}{[aa]}$	$-\frac{f_1}{[aa]}$	$-\frac{S_1}{[aa]}$	
3	II		$[bb]$	$[bc]$	$[bd]$	f_{II}	S_2	
4			$-\frac{[ab]}{[aa]}[ab]_1$	$-\frac{[ab]}{[aa]}[ac]_{1\,2}$	$-\frac{[ab]}{[aa]}[ad]_{1\,3}$	$-\frac{[ab]}{[aa]}f_{1_1}$	$-\frac{[ab]}{[aa]}S_{1_1}$	
5	I_r		$[bb\cdot1]_{r1}$	$[bc\cdot1]_{r1\,5}$	$[bd\cdot1]_{r1\,5}$	$[bf\cdot1]_{r1\,1}$	$[bS\cdot1]_{r1}$	
6			(-1)	$-\frac{[bc\cdot1]}{[bb\cdot1]}$	$-\frac{[bd\cdot1]}{[bb\cdot1]}$	$-\frac{[bf\cdot1]}{[bb\cdot1]}$	$-\frac{[bS\cdot1]}{[bb\cdot1]}$	
7	III			$[cc]$	$[cd]$	f_{III}	S_3	
8				$-\frac{[ac]}{[aa]}[ac]_2$	$-\frac{[ac]}{[aa]}[ad]_{2\,3}$	$-\frac{[ac]}{[aa]}f_{1_2}$	$-\frac{[ac]}{[aa]}S_{1_2}$	
9				$-\frac{[bc\cdot1]}{[bb\cdot1]_4}\cdot[bc\cdot1]$	$-\frac{[bc\cdot1]}{[bb\cdot1]_{4\,5}}\cdot[bd\cdot1]$	$-\frac{[bc\cdot1]}{[bb\cdot1]_4}\cdot[bf\cdot1]$	$-\frac{[bc\cdot1]}{[bb\cdot1]_4}\cdot[bS\cdot1]$	
10				$[cc\cdot2]_{r2}$	$[cd\cdot2]_{r2\,6}$	$[cf\cdot2]_{r2}$	$[cS\cdot2]_{r2}$	
11	II_r			(-1)	$-\frac{[cd\cdot2]}{[cc\cdot2]}$	$-\frac{[cf\cdot2]}{[cc\cdot2]}$	$-\frac{[cS\cdot2]}{[cc\cdot2]}$	
12	IV				$[dd]$	f_{IV}	S_4	
13					$-\frac{[ad]}{[aa]}[ad]_3$	$-\frac{[ad]}{[aa]}f_{1_3}$	$-\frac{[ad]}{[aa]}S_{1_3}$	
14					$-\frac{[bd\cdot1]}{[bb\cdot1]_5}\cdot[bd\cdot1]$	$-\frac{[bd\cdot1]}{[bb\cdot1]_5}\cdot[bf\cdot1]$	$-\frac{[bd\cdot1]}{[bb\cdot1]_5}\cdot[bS\cdot1]$	
15					$-\frac{[cd\cdot2]}{[cc\cdot2]_6}\cdot[cd\cdot2]$	$-\frac{[cd\cdot2]}{[cc\cdot2]_6}\cdot[cf\cdot2]$	$-\frac{[cd\cdot2]}{[cc\cdot2]_6}\cdot[cS\cdot2]$	
16	III_r				$[dd\cdot3]_{r3}$	$[df\cdot3]_{r3}$	$[dS\cdot3]_{r3}$	

НАПОМЕНА: У рубрици 9, 14 и 15 тачка означава множење количника са фактором у углатој загради, на пр. у рубрици 9 под k_3 треба да буде:

$$\frac{[bc\cdot1]}{[bb\cdot1]}[bc\cdot1].$$

9. Друга редукована једначина, почев од члана $[cd\cdot 2]$ и завршавајући збиром $[cS\cdot 2]$ множи се количником $-\frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}$. Резултати се уписују на петнаестој линији шеме. Контрола резултата множења врши се према једначини:

$$-[cd\cdot 2] - \frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}[cd\cdot 2] - \frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}[cf\cdot 2] = -\frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}[cS\cdot 2]. \qquad (9)$$

Чланови ове контролне једначине имају у шеми решавања индекс $_6$.

10. Сабирањем четврте нормалне једначине са резултатима множења, уписаним на 13, 14, и 15 линији шеме, добија се трећа редукована нормална једначина (III_r).

За контролу мора бити:

$$[dd\cdot 3] + [df\cdot 3] = [dS\cdot 3] \qquad (10)$$

Чланови ове једначине имају у шеми индекс r_3.

Из ове једначине добија се непосредно тражена корелата k_4.

Бројне вредности које се добијају сабирањем чланова са леве стране контролних једначина уписују се у десни „контролни" стубац шеме (в. прилог 49). Очигледно је да се ове вредности, у границама тачности рачунања, морају подударити са одговарајућим вредностима у ступцу S.

Као што се види, при таквом начину решавања нормалних једначина постепено се контролишу бројне вредности коефицијената и количника уписане на свакој линији шеме.

Члан 90

РАЧУНАЊЕ КОРЕЛАТА

Прилог 50

Корелате се рачунају по једначинама:

$$\begin{aligned}
k_4 &= -\frac{[df\cdot 3]}{[dd\cdot 3]} \\
k_3 &= -\frac{[cf\cdot 2]}{[cc\cdot 2]} - \frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}k_4 \\
k_2 &= -\frac{[bf\cdot 1]}{[bb\cdot 1]} - \frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}k_4 - \frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}k_3 \\
k_1 &= -\frac{f_1}{[aa]} - \frac{[ad]}{[aa]}k_4 - \frac{[ac]}{[aa]}k_3 - \frac{[ab]}{[aa]}k_2.
\end{aligned} \qquad (1)$$

Ради контроле рачунају се корелате k', наиме:

$$\begin{aligned}
k'_4 &= \frac{[dS\cdot 3]}{[dd\cdot 3]} \\
k'_3 &= \frac{[cS\cdot 2]}{[cc\cdot 2]} - \frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}k'_4 \\
k'_2 &= \frac{[bS\cdot 1]}{[bb\cdot 1]} - \frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}k'_4 - \frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}k'_3 \\
k'_1 &= \frac{S_1}{[aa]} - \frac{[ad]}{[aa]}k'_4 - \frac{[ac]}{[aa]}k'_3 - \frac{[ab]}{[aa]}k'_2.
\end{aligned} \qquad (2)$$

Збир корелате к и одговарајуће корелате к' мора бити једнак јединици тј.

$$\kappa_1 + \kappa'_1 = +1 \qquad \kappa_2 + \kappa'_2 = +1 \text{ итд.} \tag{3}$$

Контролне корелате к' треба рачунати упоредо са правим корелатама к да би се могло одмах констатовати да ли је дотична корелата тачно срачуната.

Сем тога треба имати у виду да коефицијенти у једначинама (90.1) односно (90.2) јесу количници, чије су бројне вредности срачунате и контролисане при решавању нормалних једначина (в. чл. 89).

Члан 91

РАЧУНАЊЕ ПОПРАВАКА

За рачунање поправака служе једначине:

$$\begin{aligned} (1) &= a_1\kappa_1 + b_1\kappa_2 + c_1\kappa_3 + \ldots \\ (2) &= a_2\kappa_1 + b_2\kappa_2 + c_2\kappa_3 + \ldots \qquad (1) \\ (3) &= a_3 k_1 + b_3 k_2 + c_3\kappa_3 + \ldots \quad \text{итд.} \end{aligned}$$

Прилог 51

Пошто су поправке срачунате, треба се уверити да ли су алгебарски збирови поправака за правце опажане са појединих станица једнаки нули. На пример, ако су са станице A опажани правци под бројевима: 1, 2, 3, 4, онда мора бити:

$$(1)+(2)+(3)+(4)=0.$$

Ако је овај услов задовољен (у границама тачности рачунања), онда се рачуна збир квадрата поправака тј.

$$[v^2] = (1)^2+(2)^2+(3)^2+\ldots \tag{2}$$

За контролу мора бити:

$$(1)^2+(2)^2+(3)^2+\ldots = -k_1 f_I - k_2 f_{II} - k_3 f_{III} - \ldots$$

или

$$[v^2] = -[kf] \tag{3}$$

Прилог 52

Члан 92

БРОЈ ДЕЦИМАЛНИХ МЕСТА КОД РЕШАВАЊА НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА РАЧУНАЊА КОРЕЛАТА И ПОПРАВАКА

Количници:

$$\frac{[ab]}{[aa]};\quad \frac{[ac]}{[aa]};\ \ldots\ \frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]};\quad \frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]};\ \ldots\ \frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]} \text{ итд.}$$

рачунају се са:

6 децималних места у мрежи 2. реда;
5 " " " " " 3. "
4 " " " " " 4. "

Коефицијенти, апсолутни чланови и контролни збирови: $[bb\cdot 1]$, $[bd\cdot 1]$, ..., $[bf\cdot 1]$, $[bS\cdot 1]$, $[cc\cdot 2]$, $[cd\cdot 2]$ ..., $[cS\cdot 2]$ итд. рачунају се са:

5 децималних места у мрежи 2. реда;
4 " " " " " 3. "
3 " " " " " 4. "

Корелате се рачунају са:

4 децимална места у мрежи 2. реда

3 „ „ „ „ 3. „

2 „ „ „ „ 4. „ .

При рачунању поправака производи:

$a_1\kappa_1$, $b_1\kappa_2$. . . . $a_2\kappa_1$, $b_2\kappa_2$ . . . $a_3\kappa_1$, $b_3\kappa_2$ . . . . итд

рачунају се са:

3 децимална места код мреже 2. реда;

2 „ „ „ „ 3. „

1 „ -им „-ом „ „ 4. „

Поправке се рачунају са:

2 децимална места у мрежи 2. реда,

1 „ -им „-ом „ „ 3 „

и заокругљене на целе секунде у мрежи 4. реда.

Члан 93

СРЕДЊА ГРЕШКА ЈЕДИНИЦЕ ТЕЖИНЕ

Прилог 53

Средња грешка јединице тежине рачуна се по формули:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{C}} \qquad (1)$$

где је C број условних једначина. Под m треба разумети средњу грешку правца мереног у n гируса.

Члан 94

РАЧУНАЊЕ СТРАНА

ТРИГ. ОБР. БРОЈ 13

Срачунате поправке v додају се опажаним правцима, те се добијају дефинитивни односно изравнати правци (в. прилог 38). Из ових се правaца образују углови за све троуглове мреже за које су састављене фигурне условне једначине. Очигледно је да збир углова образованих из изравнатих правaца мора бити једнак теоријском збиру тј. 180°+ε.

Прилог 54

Онда се полазећи од „датих" страна, постепено рачунају (по синусној теореми) све стране дотичне мреже. При овом, разлике између бројних вредности логаритма исте стране добијених рачунањем преко различитих троуглова морају бити у границама тачности рачунања и не смеју прелазити 3 јединице последњег места логаритма.

Стране се рачунају помоћу логаритамских таблица:

са 7 места у мрежи 2. реда

„ 6 „ „ „ 3. „

„ 5 „ „ „ 4. „

Члан 95

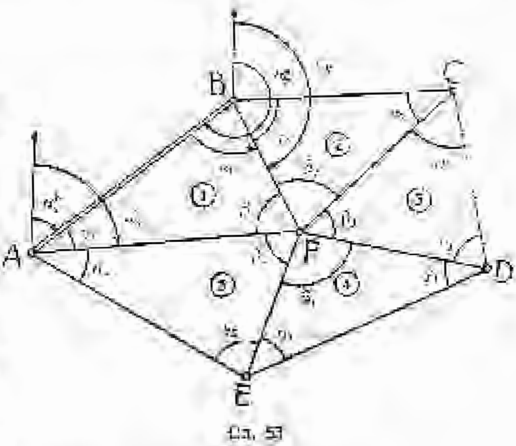
Азимути страна мреже добијају се помоћу „изравнатих" углова који се додају односно одузимају од познатих или раније одређених азимута. На пример, ако је у мрежи из сл. 53 познат азимут „базе" стране AB, онда се азимути страна AF и BF добијају овако: РАЧУНАЊЕ АЗИМУТА И ГЕОГРАФСКИХ КООРДИНАТА

$$\alpha_a^f = \alpha_a^b + \gamma_1$$

$$\alpha_b^f = \alpha_b^a - \alpha_1$$

где под γ_1 и α_1 треба разумети изравнате вредности дотичних углова.

Из азимута и дужина страна AF и BF рачунају се по формулама чл. 60 односно 61, географске координате тачке F и азимути α_f^a и α_f^b. У границама тачности рачунања, разлика ових азимута мора бити једнака „изравнатом" (дефинитивном) углу β_1 тј.



Сл. 53

$$\alpha_f^b - \alpha_f^a = \beta_1.$$

Азимути страна BC и FC добијају се помоћу углова γ_2 и β_2, наиме:

$$\alpha_b^c = \alpha_b^f - \gamma_2 \qquad \alpha_f^c = \alpha_f^b + \beta_2.$$

Пошто су азимути и дужине страна BC и FC познати, могу се срачунати координате тачке C.

По истом поступку рачунају се азимути осталих страна и координате осталих тачака.

Ради контроле, координате сваке тачке мреже рачунају се два пута, наиме: координате тачке F рачунају се из координата тачака A и B; координате тачке C рачунају се из координата тачака B и F итд. Разлика између вредности координата добијених овим двоструким рачунањем мора бити у границама тачности рачунања и не сме прелазити 3 јединице четвртог децималног места секунде (0,"0003).

Када су географске координате срачунате, приступа се рачунању равних правоуглих координата. Оне се рачунају по одредбама чл. 52 односно 53. Ради контроле тачности рачунања правоуглих координата, потребно је срачунати из ових (по одредбама чл. 58—59) дужине и азимуте везујућих страна. На пример, ради контроле правоуглих координата тачака C, D, E и F (сл. 53) потребно је срачунати дужине и азимуте страна CD и EF.

Очигледно је да се координате могу рачунати и по другом поступку. На пример, прво се могу срачунати из дужина и азимута односно дирекционих углова правоугле координате па тек онда географске. Само је неопходно да координате буду контролисане, односно да буде загарантована тачност њихових бројних вредности.

В. Изравнање по начину условних мерења (у равни)

Члан 96

СКИЦА МРЕЖЕ И ПРЕТХОДНА РАЧУНАЊА

Прилог 55 При изравнању мреже у равни треба претходно саставити скицу мреже. Она се саставља на исти начин као што је то објашњено у чл. 79. Када је састављена, приступа се претходним рачунањима и то:

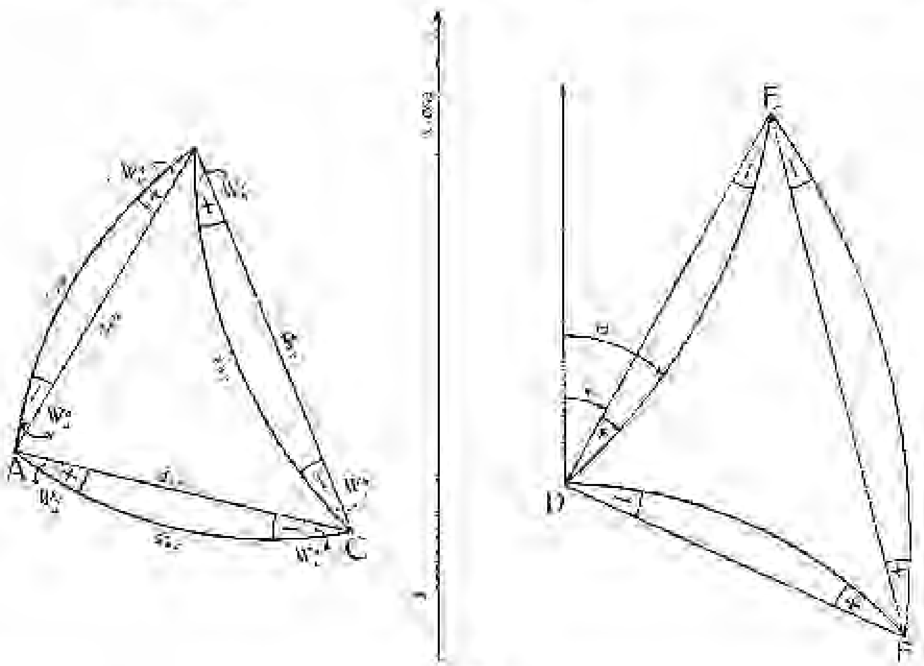
a) рачунају се приближне дужине страна;

b) сви ексцентрично опажани правци своде се на центар одговарајућих станица односно сигнала;

Прилог 56 c) правци сведени на центар уписују се у таблицу „Опажани и дефинитивни правци“.

Прилог 57 d) рачунају се сферни ексцеси троуглова мреже.

Све рачунске операције наведене под a), b), c) и d) врше се на исти начин као и у случају изравнања на елипсоиду (в. чл. 79).



Сл. 34

Прилог 58 Ако се изравнава мрежа виших редова, онда је за све новоодређене тачке потребно срачунати приближне вредности равних правоуглих координата. Приближне координате потребне су ради рачунања поправака за редукцију опажаних праваца са елипсоида на раван. Оне се рачунају или на начин наведен у чл. 103 или на начин као што се рачунају координате у полигоном влаку (в. прилог 58). Координате се рачунају на 0,01 км.

Члан 97

Поправке за свођење блажених праваца са елипсоида на раван рачунају се по формулама (50,2). Величине ψ_a и ψ_b узимају се из Таблице II за аргументе: $y_m \Delta x$ и $\overline{\Delta x} \overline{\Delta y}$. Аргументе треба знати на $\pm$ 1 km². Рачунање се врши у тригонометријском обрасцу R. P.

Срачунате поправке морају се контролисати помоћу сферног ексцеса. Она се контрола заснива на следећем.

1. Пројекције (слике) страна троуглова мреже у равни су криве окренуте својом издубљеном страном ка x-оси. На основу овог својства могу се лако контролисати знаци поправака w (знаци величина ψ_a и ψ_b одговарају знацима аргумената: $y_m \Delta x$ и $\overline{\Delta y} \overline{\Delta x}$). На пример, за троуглове ABC и DEF на сл. 54 пројекције (слике) страна AB, BC ..., претстављене су у равни као криве s'_{a-b}, s'_{b-c}, ... Пошто се поправке w могу сматрати као разлике између дирекционих углова пројекција (слика) страна троуглова односно кривих s' и дирекционих углова тетива d тј.

$$w - \delta = \nu \text{ (в. једн. (50,1))}$$

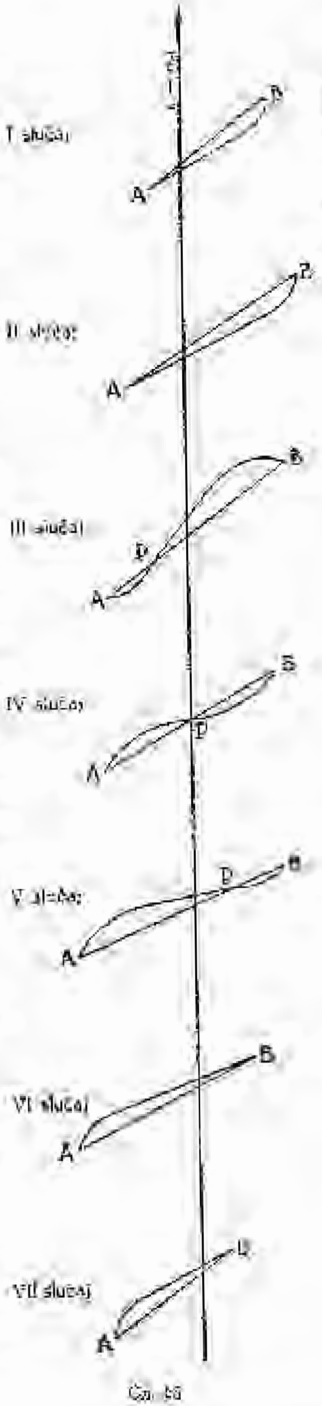
то је из скице мреже лако одредити знаке поправака w.

Наведено под 1) важи за случај када су ординате крајњих тачака стране истог знака, те према томе страна лежи са једне стране x-осе. Међутим, ако су ординате крајњих тачака стране супротног знака, онда пројекција (слика) стране сече x-осу. Када пројекција стране сече x-осу, онда се могу разликовати 7 следећих случајева наведених у приложеној таблици и означених на сл. 55.

СВОЂЕЊЕ БЛАЖЕНИХ ПРАВАЦА СА ЕЛИПСОИДА НА РАВАН

Прилог 59

ТРИГ. ОБР. Р. Р.



Сл. 55

а. Никола П. Абакумов, проф. Универзитета у Загребу „Пројекција новог катастарског премера у Краљевини С. Х. С." — Геометарски гласник 1929 г. свеска 1.

Случај:	I	II	III	IV	V	VI	VII
	$\pm \lvert -2\overline{y}_a \rvert < \lvert \overline{y}_b \rvert$	$\pm \lvert -2\overline{y}_a \rvert = \lvert \overline{y}_b \rvert$	$\pm \lvert -2\overline{y}_a \rvert > \lvert \overline{y}_b \rvert$, $\lvert -\overline{y}_a \rvert < \lvert \overline{y}_b \rvert$	$\pm \lvert -\overline{y}_a \rvert = \lvert \overline{y}_b \rvert$	$\pm \lvert -2\overline{y}_a \rvert > \lvert \overline{y}_b \rvert$, $\lvert -\overline{y}_a \rvert > \lvert \overline{y}_b \rvert$	$\pm \lvert -\overline{y}_a \rvert = \lvert 2\overline{y}_b \rvert$	$\pm \lvert -\overline{y}_a \rvert > \lvert 2\overline{y}_b \rvert$
$\overline{y}_b =$	+ 15	+ 20	+ 15	− 15	+ 15	+ 10	+ 5
$\overline{y}_a =$	− 5	− 10	− 10	− 15	− 20	− 20	− 15
$\overline{y}_b - \overline{y}_a = \Delta\overline{y} =$	+ 20	+ 30	+ 25	+ 30	+ 35	+ 30	+ 20
$\frac{\overline{y}_b + \overline{y}_a}{2} = \overline{y}_m =$	+ 5	+ 5	+ 2,5	0	− 2,5	− 5	− 5
$x_b - x_a = \Delta x =$	+ 15	+ 15	+ 15	+ 15	+ 15	+ 15	+ 15
$\overline{y}_m \Delta x =$	+ 75	+ 75	+ 37,5	0	− 37,5	− 75	− 75
$\Delta\overline{y} \cdot \Delta x =$	+ 300	+ 450	+ 375	+ 450	+ 525	+ 450	+ 300
$\psi_a =$	+ 0",19	+ 0,"19	+ 0,"10	0,00	− 0,"10	− 0,"19	− 0,"19
$\psi_b =$	+ 0,13	+ 0,19	+ 0,16	+ 0,19	+ 0,22	+ 0,19	+ 0,13
$w_a^b = \psi_a - \psi_b =$	+ 0,06	0,00	− 0,06	− 0,19	− 0,32	− 0,38	− 0,32
$w_b^a = -(\psi_a + \psi_b) =$	− 0,32	− 0,38	− 0,26	− 0,19	− 0,12	0,00	+ 0,06
	Пројекција криве не сече тетиву	Превојна тачка P налази се на бесконачно малом отстојању од тачке A.	Превојна тачка P лежи са западне стране x-осе.	Превојна тачка P лежи на x-оси	Превојна тачка P налази се са источне стране x-осе	Превојна тачка P налази се на бесконачно малом отстојању од тачке B.	Пројекција криве не сече тетиву

3. Између сферног ексцеса троугла и поправака н постоји однос:

Супротно кретању казаљке — У смислу кретања казаљке

$$\varepsilon'' = (w_a^c + w_c^b + w_b^a) - (w_a^b + w_b^c + w_c^a) \ldots \quad (1)$$

Ова једнакост исказана речима гласи: сферни ексцес троугла једнак је разлици између алгебарског збира поправака узетих идући по странама троугла у смислу супротном кретању казаљке на сату и алгебарског збира поправака узетих идући по странама у смислу кретања казаљке на сату.

Прилог 60 Код практичног рачунања једнакост (97,1) мора бити задовољена на 2—3 јединице последњег децималног места секунде.

Триг. обр. K.W. Наведена контролна рачунања врше се у тригоном. обрасцу $K.$ $W.$

Примедба: У наведеним бројним примерима координате односно координатне равнице изражене су у милиметрима односно квадратним милиметрима.

4. Начин контроле поправака за свођење правца са елипсоида на раван путем рачунања из ових поправака сферног ексцеса троугла (тригон. обр. *К. W.*) примењује се, по правилу, код изравнања која се врше по начину посредних мерења. Међутим, код изравнања по начину условних мерења кориснијe је контролисати ове поправке путем рачунања апсолутних чланова фигурних условних једначина из сферних углова (в. чл. 99). Овај поступак има следећа преимућства: *a)* број рачунских операција је мањи; *b)* контролише се како тачност рачунања поправака тако и исправност њиховог додавања сферним правцима; *c)* истовремено се контролише и апсолутни члан условне једначине.

Јасно је да се овај поступак може применити само за обострано опажане правце. У случају једнострано опажаних правaца поправке треба контролисати на горе објашњен начин тј. рачунајући из ових сферни ексцес у тригоном. обрасцу *К. W.*

Члан 98

СВОЂЕЊЕ ДУЖИНА СА ЕЛИПСОИДА НА РАВАН

Ако су „дате" стране задате дужинама геодетских линија на елипсоиду, онда је, пре постављања условних једначина, потребно срачунати поправке за свођење ових дужина са елипсоида на раван односно заменити дужине геодетских линија дужинама права које спајају пројекције (слике) крајњих тачака дотичних линија.

Поправке се узимају из Таблице III по поступку који је објашњен у чл. 51 и уписују се у тригоном. образац *R. P.* (в. прилог 59).

Члан 99

ПОСТАВЉАЊЕ УСЛОВНИХ И САСТАВЉАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА

Прилог 61

Условне једначине се постављају на исти начин као и у случају изравнања на елипсоиду (чл. 80—81). Разумљиво је, међутим, да се апсолутни чланови фигурних једначина одређују према теоријским збировима углова не у сферним него у равним геометријским фигурама. Код основичких условних једначина дужине геодетских линија замењују се дужинама права које спајају пројекције (слике) крајњих тачака ових линија.

Контролно рачунање апсолутних чланова условних једначина врши се на доле наведени начин.

1. Када се изравнава мрежа виших редова, онда се апсолутни чланови фигурних условних једначина одређују као разлике између збира сферних, односно непосредно мерених углова и теоријског збира углова у сферним затвореним геометријским фигурама (за случај троугла $180° + \varepsilon''$). Апсолутни чланови одређени из сферних углова и углова у равни не смеју се разликовати више од 2—3 јединице последњег децималног места секунде (в. прилог 61 „Фигурне условне једначине").

Када се изравнава мрежа нижих редова и када сферни ексцеси троуглова нису познати, онда се апсолутни чланови контролишу на начин објашњен у чл. 84 тј. рачунајући збир унутарњих углова у многоуглонику који сачињава низ троуглова дотичне мреже (в. прилог 61 „Контролно рачунање апсолутних чланова фигурних условних једначина").

2. Апсолутни чланови условних једначина „датих" углова контролишу се на тај начин што се сферни мерени угао упоређује са разликом дирекционих углова пројекција (слика) датих страна тј. са разликом дирекционих углова ν (в. прилог 61 „Условне једначине датих углова").

Код мреже нижих редова, када дирекциони углови ν нису познати, при контролном рачунању замењује се мерени угао његовом допуном до 360° и упоређује са одговарајућом разликом дирекционих углова ν. Очигледно је да ће у овом случају апсолутни члан условне једначине бити исте апсолутне вредности али супротног знака.

3. Када се у основичким условним једначинама замене углови у равни сферним угловима умањеним за $^1/_3$ сферног ексцеса, а дужине тетива d дужинама геодетских линија s, онда ће апсолутни члан условне једначине бити исти (у границама тачности рачунања) са апсолутним чланом одређеним из углова у равни и дужина d.

У синусним условним једначинама, при контролном рачунању апсолутних чланова, замењују се углови у равни сферним (в. прилог 61 „Контролно рачунање апсолутних чланова основичких и синусних условних једначина").

Наведени начини контролног рачунања не могу се применити у мрежи нижих редова, те се зато при изравнању ове мреже препоручује да основичке и синусне условне једначине састављају два калкулатора независно један од другог, па се онда резултати међусобно упоређују.

Ради контроле коефицијената треба у „Таблици условних једначина" образовати збирове коефицијената за сваку једначину. Ови збирови морају бити једнаки нули (в. прилог 61 „Таблица условних једначина").

При образовању нормалних једначина корелата примењује се исти поступак као и у случају изравнања на елипсоиду (в. чл. 88 и прилог 61 „Образовање нормалних једначина корелата").

Члан 100

РЕШАВАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА КОРЕЛАТА ПО ШЕМИ DOOLITTLE-А

Нормалне једначине могу се решавати или на начин наведен у чл. 89 или по шеми Doolittle-a.

При решавању по овој шеми поступак је следећи:

Прилог 62

1 Прво се уписује I нормална једначина на првој линији шеме; онда се уписује II нормална једначина на другој линији шеме.

2. Рачуна се (помоћу машине) количник $-\frac{[ab]}{[aa]}$. Бројна вредност овог количника нигде се не уписује. Овим количником множи се I. нормална једначина (в. чл. 89 тач. 3). Резултати множења уписују се на 3. линији шеме. Сабирањем II. нормалне једначине са резултатима множења добија се п р в а р е д у к о в а н а н о р м а л н а ј е д н а ч и н а (I_r), чији се коефицијенти уписују на 4. линији шеме.

Ова се једначина контролише на начин објашњен у тач. 4 чл. 89.

3. На 5 линији шеме уписује се III. нормална једначина. Рачуна се количник $-\frac{[ac]}{[aa]}$ којим се, почев од коефицијента $[ac]$ и завршавајући сумом S_1, множи I. нормална једначина. Резултати множења уписују се на 6. линији шеме. Затим се рачуна количник $-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}$ којим се множи прва редукована нормална једначина (в. тачку. 6 чл. 89). Резултати се уписују на 7 линији. Сабирањем III. нормалне једначине са наведеним резултатима множења добија се д р у г а р е д у к о в а н а н о р м а л н а ј е д н а ч и н а (II_r), чији се коефицијенти уписују на 8 линији шеме. При овом мора бити:

$$[cc\cdot 2]+[cd\cdot 2]=[cf\cdot 2]-[cS\cdot 2].$$

4. Пошто се на 9 линији шеме упише IV нормална једначина, рачуна се количник $-\frac{[ad]}{[aa]}$ којим се множи I нормална једначина, а резултати тог множења уписују се на 10 линији шеме. Онда се прва редукована нормална једначина множи количником $-\frac{[bd\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}$, а друга – количником $-\frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}$ (в. тач. 6 и 9 чл. 89). Резултати се уписују на 11 и 12 линији шеме. Сабирањем ових резултата множења са IV нормалном једначином добија се т р е ћ а р е д у к о в а н а н о р м а л н а ј е д н а ч и н а (III_r) која се контролише према тачки 10 чл. 89.

Према томе карактеристичне особине шеме Doolittle-а јесу:

1) Бројне вредности количника:

$$-\frac{[ab]}{[aa]};\qquad -\frac{[ac]}{[aa]};\ldots\ldots -\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]};\ldots\ldots \frac{[cd\cdot 2]}{[cc\cdot 2]};\ldots\ldots$$

уопште се не уписују у шему за рачунање.

2. Контролишу се само редуковане нормалне једначине.

Ако се при овом контролисању редукованих једначина констатује неслагање, онда је потребно поступно контролисати резултате множења преко којих је дотична редукована једначина добијена. Ова контрола врши се према једначинама (89.3), (89.6) и (89.9).

Члан 101

РАЧУНАЊЕ КОРЕЛАТА, ПОПРАВАКА И СРЕДЊЕ ГРЕШКЕ

Ако су нормалне једначине решене по шеми Doolittle-а те према томе бројне вредности количника $-\frac{[ab]}{[aa]}$, $-\frac{[ac]}{[aa]}$ ... $-\frac{[bc\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}$ нису уписане, онда се корелате рачунају из једначина I, II_r, III_r и IV_r, овако:

$$
\begin{aligned}
k_4 &= -\frac{[df\cdot 3]}{[dd\cdot 3]}\\
k_3 &= -\frac{[cd\cdot 2]\,k_4 + [cf\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}\\
k_2 &= -\frac{[bc\cdot 1]\,k_3 + [bd\cdot 1]\,k_4 + [bf\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}\\
k_1 &= -\frac{[ab]\,k_2 + [ac]\,k_3 + [ad]\,k_4 + f_1}{[aa]}.
\end{aligned}
\tag{1}
$$

Прилог 63 Из упоређења ових једначина са једначинама (90.1) лако је уочити да се при овом начину рачунања раније одређене корелате множе не одговарајућим количником него одговарајућим коефицијентом дотичне једначине.

Контролне корелате k' (в. чл. 90) рачунају се на сличан начин тј.

$$
\begin{aligned}
k_4' &= \frac{[dS\cdot 3]}{[dd\cdot 3]}\\
k_3' &= -\frac{[cd\cdot 2]\,k_4' + [cS\cdot 2]}{[cc\cdot 2]}\\
k_2' &= -\frac{[bc\cdot 1]\,k_3' + [bd\cdot 1]\,k_4' + [bS\cdot 1]}{[bb\cdot 1]}\\
k_1' &= -\frac{[ab]\,k_2' + [ac]\,k_3' + [ad]\,k_4' + S_1}{[aa]}.
\end{aligned}
\tag{2}
$$

Прилог 64 Рачунање поправака и средње грешке врши се на исти начин као што је то наведено у чл. 91 и 93.

Члан 102

РАЧУНАЊЕ СТРАНА, ДИРЕКЦИОНИХ УГЛОВА И КООРДИНАТА

Поступак при рачунању страна исти је као и поступак при изравнању на елипсоиду (в. чл. 94) са том разликом да:

а) збир изравнатих углова у троуглу мора бити једнак 180°;

Прилог 65 б) за логаритме „датих" страна узимају се логаритми страна сведених на раван.

Рачунање дирекционих углова врши се на једноставан начин, јер се дирекциони углови тетиве, у њеним крајњим тачкама, међусобно разликују за 180°. Ова чињеница омогућава да се дирекциони углови и координате рачунају по поступку сличном ономе при рачунању полигоних влакова (в. прилог 66). Прилог 65

Пошто су правоугле координате срачунате, рачунају се, у случају изравнања мреже нижих редова, географске координате. Рачунање се врши по тригоном. обрасцу бр. 29а. Тачност рачунања географских координата контролише се тако што се из њих срачунају дужине и азимути геодетских линија, по тригон. обрасцу бр. 34.

Срачунате дужине и азимути геодетских линија упоређују се са оним који су срачунати из правоуглих координата по следећем поступку:

a) дужине геодетских линија добијају се одузимањем од дужина-тетива поправака за редукцију дужина;

b) додајући дирекционим угловима тетива поправке за редукцију праваца добијају се дирекциони углови пројекција (слика) геодетских линија;

c) азимути геодетских линија добијају се из дирекционих углова ових линија додавањем односно одузимањем конвергенције меридијана.

C. Изравнање по начину посредних мерења

Члан 103

План рачунања разрађује се у сагласности са планом одређивања тригонометријских тачака (чл. 14). За сваки ред мреже саставља се посебан план рачунања, а у мрежи 2. и 3. реда планови рачунања деле се још на: План рачунања

A. План рачунања основне мреже;

B. План рачунања попуњавајуће мреже.

План рачунања се региструје у тригоном. обрасцу бр. 5а и садржи следеће податке:

a) ред рачунања;

b) број тачке која се рачуна; у мрежи 2. реда поред броја уписује се и назив тачке;

c) бројеве тачака од којих се дотична тачка одређује; поред броја тачке означава се у загради цифром 1 или 2 да ли је правац једнострано или обострано опажан; при овом, код једнострано опажаних праваца означава се да ли је правац унутарњи ($^1/_y$) или спољни ($^1/_e$);

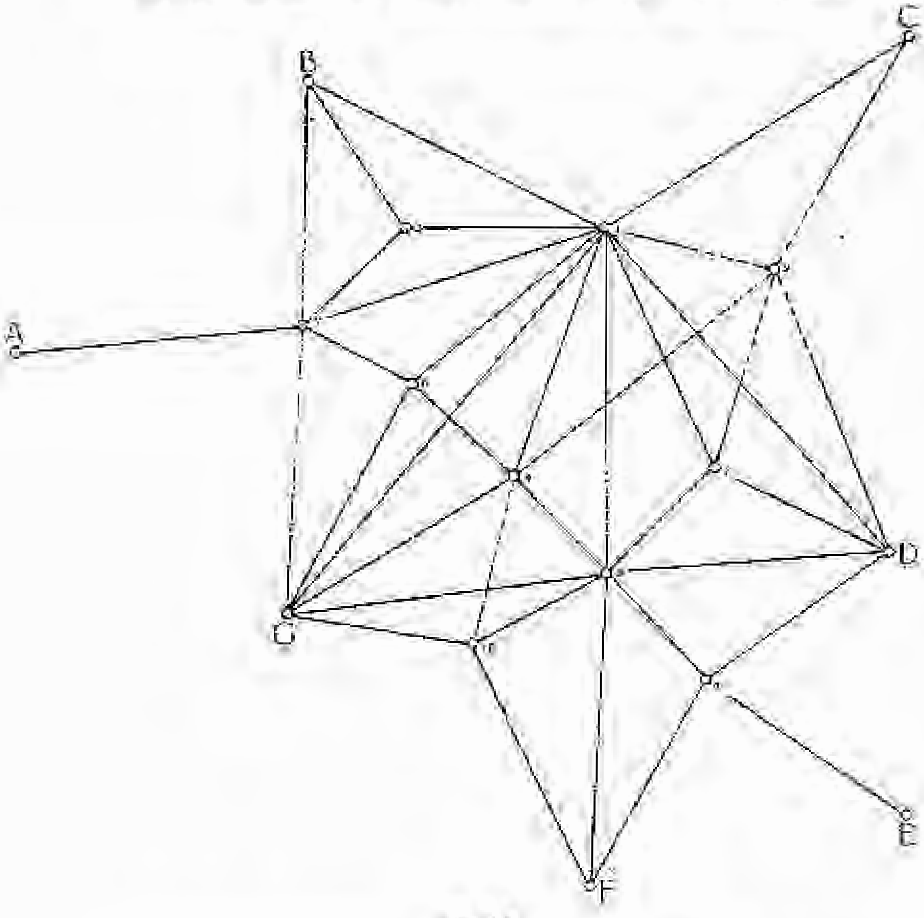
d) број праваца за одређивање тачке: спољних, унутарњих, свега;

e) број обрасца у којем ће се вршити изравнање координата.

При састављању плана рачунања, под условом да су тачке одређене пресецањем, треба се придржавати истих правила која важе за одређивање тачака (в. чл. 14).

1. Координате тачака морају се рачунати и изравнавати оним редом, код којег ће се свака следећа тачка одређивати из довољног броја праваца равномерно распоређених по хоризонту око тачке чије се координате траже (в. чл. 14 под а).

Као пример може служити део мреже на сл. 56 где бројеви тачака одговарају реду рачунања, а са *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* и *G* означене су „дате" односно раније одређене тачке.



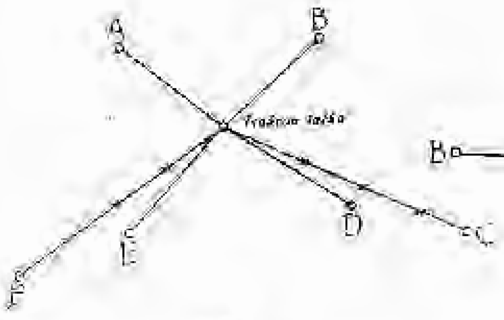
Сл. 56

2. Сви правци који везују тражену тачку са најближим околним тачкама морају се узети у рачунање.

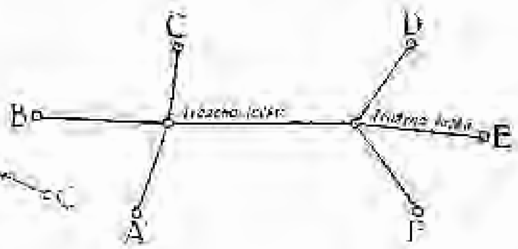
3. Ако су изузетно опажани правци који међусобно заклапају мале углове, треба узети у рачунање само оне који везују тражену тачку са најближим тачкама, а правце на удаљеније тачке или са удаљенијих тачака, који су на сл. 57 прецртани, не треба узимати у рачунање.

4. Када се посебним изравнањем координата сваке појединe тачке не би могло удовољити 1. правилу, онда је потребно истовремено изравнати координате двеју тачака (сл. 58), а у мрежи виших редова – двеју и више тачака (в. прилог 67).

Прилог 67



Сл. 57



Сл. 58

Члан 104

Треба разликовати:

а) дефинитивне дирекционе углове срачунате из дефинитивних координата крајњих тачака стране;

б) приближне дирекционе углове срачунате из приближних координата једне и дефинитивних координата друге крајње тачке или из приближних координата двеју крајњих тачака стране.

РАЧУНАЊЕ ДИРЕКЦИОНИХ УГЛОВА И ДУЖИНА СТРАНА

Рачунање дирекционих углова врши се у тригоном. обрасцу бр. 8 по формулама:

$$\Delta y = y_b - y_a \qquad\qquad (1)$$
$$\Delta x = x_b - x_a$$

$$tg\,\nu_a^b = \frac{\Delta y}{\Delta x} \qquad\qquad (2)$$

$$tg\,(45^0 + \nu_a^b) = \frac{\Delta y + \Delta x}{\Delta x - \Delta y} \qquad\qquad (3)$$

$$d_{a.b} = \frac{\Delta y}{\sin \nu_a^b} = \frac{\Delta x}{\cos \nu_a^b} \qquad\qquad (4)$$

где су y_a, x_a, y_b, x_b координате крајњих тачака стране $T_a T_b$.

Квадрант дирекционог угла одређује се према знацима координатних разлика, наиме:

Координатне разлике	З Н А Ц И			
Δy	+	+	−	−
Δx	+	−	−	+
Квадрант	I	II	III	IV

Рачунање по формули (104.3) служи за контролу.

Стране је обавезно рачунати из једне и друге координатне разлике, али за дефинитивну вредност стране односно логаритма стране узима се она која је срачуната помоћу веће координатне разлике тј.

помоћу Δy, ако је $\Delta y > \Delta x$

„ Δx, „ „ $\Delta x > \Delta y$.

Дирекциони углови се рачунају на:

0,"01 у мрежи 2. реда логар. таблицама са 7 места,
0,"1 „ „ 3. „ „ „ „ 6 „
1" „ „ 4. „ „ „ „ 5 „

Ако се рачунање врши помоћу таблица природних вредности тригоном. функција, онда се употребљавају таблице са истим бројем децималних места као и при рачунању помоћу логаритама.

Дирекциони углови срачунати по контролној формули (104.3) могу се разликовати од вредности срачунатих по основној формули (104.2) највише за 2–3 јединице последњег децималног места секунде, односно за 2"—3" у мрежи 4 реда (сем разлике од 45°).

У мрежи виших редова, када су потребни равни дирекциони углови ϑ пројекција (слика) геодетских линија и њихове дужине s (в. чл. 47 и 49), ови се добијају из дирекционих углова ν и дужина d по формулама (49.1) и (51.2).

Члан 105

ОРИЈЕНТИСАЊЕ ПРАВАЦА

Пре изравнања координата тачака одређених пресецањем (сем случаја пресецања назад) потребно је на свима „датим" односно раније одређеним тачкама извршити оријентисање праваца.

Оријентисати правце значи одредити углове које дотични правци заклапају са паралелом са x-осом повученом у позитивном смеру ове осе. Сама операција оријентисања састоји се у окретању прамена праваца опажаних са дотичне тачке за одређени угао који се зове „оријентациони угао".

1. Сваки правац опажан са тачке чије су координате познате на другу „дату" односно раније одређену тачку омогућује одређивање једне вредности за оријентациони угао пошто је овај угао једнак разлици између дирекционог угла и опажаног правца тј.

<u>Оријентациони угао = Дирекциони угао − Опажани правац.</u>

2. У мрежи виших редова, у којој се координате тачака рачунају с обзиром на кривину Земљине површине, оријентациони угао O одређује се као разлика између равног дирекционог угла ϑ пројекције (слике) геодетске линије и опажаног правца тј

$$O = \vartheta - \alpha \tag{1}$$

У мрежи нижих редова овај угао једнак је разлици између дирекционог угла ν праве, која спаја крајње тачке стране, и опажаног правца тј.

$$O = \nu - a. \tag{2}$$

3. Као што је наведено под 1. — сваки правац за који је познат дирекциони угао омогућује одређивање једне вредности за оријентациони угао. Ако је $к$ број праваца за које су познати дирекциони углови, онда се оријентациони угао може одредити из $к$ вредности. За оријентациони угао, помоћу кога ће се рачунати оријентисани правци, узима се проста аритметичка средина из $к$ вредности тј.

а) у мрежи виших редова

$$O = \frac{[\theta - a]}{к}; \tag{3}$$

б) у мрежи нижих редова

$$O = \frac{[\nu - a]}{к}. \tag{4}$$

4. Оријентисани правац φ добија се када се опажаном правцу дода оријентациони угао тј.

Оријентисани правац = Опажани правац + Оријен. угао.

5. Ако је у дотичној групи опажано n праваца и ако су познати дефинитивни дирекциони углови за све праве, онда се за оријентациони угао могу одредити n вредности. Према томе у овом случају

$$к = n.$$

Оријентациони угао срачунат као аритметичка средина из свих $к = n$ вредности је *дефинитивни оријентациони угао*.

Оријентисани правци срачунати помоћу дефинитивног оријентационог угла јесу *дефинитивно оријентисани правци*.

Дефинитивни оријентациони угао означава се са O', а дефинитивно оријентисани правци означују се са φ'.

6. Међутим, ако нису познати дирекциони углови за све правце опажане у дотичној групи него само за известан број праваца, те се оријентациони угао одређује из броја вредности који је мањи од броја опажаних праваца n тј. када је

$$к < n$$

онда се такав угао назива „*средњи оријентациони угао*" (а не дефинитивни) и означава се са O. Исто тако и правци добијени помоћу средњег оријентационог угла O називају се „*оријентисани правци*" (а не дефинитивно оријентисани правци) и означавају се са φ. Према томе треба разликовати:

a) дефинитивно оријентисани правац

$$\varphi' = \alpha + O' \tag{5}$$

b) оријентисани правац

$$\varphi = \alpha + O. \tag{6}$$

Прилог 69
триг. обр. број 5

7. Рачунање оријентационог угла и оријентисаних праваца врши се у тригоном обрасцу бр. 5. У овај образац уносе се следећи подаци:

a) дефинитивне координате „датих" и „новоодређених" тачака; при овом се код мреже виших редова уписују двоструке координате: y, x и y, x (в. чл. 46), док се код мреже нижих редова уписују само координате y, x;

b) опажани правци сведени на центар, сем случајева када се рачунају и изравнавају координате сигнала односно ексцентричне станице (6 стубац);

c) дефинитивни дирекциони углови: ϑ — у мрежи виших редова и ν — у мрежи нижих редова (4 стубац);

d) поједине вредности оријентационог угла, средњи оријентациони угао или дефинитивни оријентациони угао (7 стубац);

e) оријентисани правци или дефинитивно оријентисани правци (8 стубац);

f) поправке праваца из изравнања (9 стубац);

g) да ли су правци једнострано или обострано опажани (2 стубац).

8. У тригоном. образац бр. 5 тачке се уписују редом по плану рачунања и то за сваки ред мреже посебно, наиме

a) код мреже 2. реда, чије се рачунање води и сређује по координатним системима, посебно се уносе тачке основне мреже, а посебно попуњавајуће мреже;

b) код мреже 3. и 4. реда посебно се уносе тачке основне мреже 3. реда, посебно попуњавајуће мреже 3. реда и посебно тачке мреже 4. реда.

Према томе у тригоном. обрасцу бр. 5 постоје посебни одељци за:

тачке основне мреже 2. реда,
„ попуњавајуће мреже 2. реда,
„ основне мреже 3. реда
„ попуњавајуће мреже 3. реда,
„ мреже 4. реда.

При рачунању и изравнању координата тачака које припадају ма ком од наведених одељака, прво се уводе (под A) све „дате" тачке, па онда (под B) „новоодређене" тачке.

Новоодређене тачке уводе се поступно, онако како се рачунају, односно оним редом како је то предвиђено планом рачунања.

9. Тачке са којих су вршена опажања означавају се у тригоном. обрасцу бр. 5 као „станице". Оне пак тачке са којих нису вршена опажања означавају се као „визурне тачке".

10. У тригоном. образац бр. 5 уписују се црвеним мастилом:

a) они дирекциони углови који служе за одређивање оријентационог угла;

b) поједине вредности оријентационог угла, средњи односно дефинитивни оријентациони угао;

c) оријентисани правци за оне тачке које су узете за рачунање оријентационог угла;

d) поправке v тј. разлике између дефинитивних дирекционих углова и оријентисаних праваца и то за оне правце помоћу којих је срачунат оријентациони угао;

e) образац и редни број обрасца у којем су срачунати дефинитивни дирекциони углови узети за одређивање оријентационог угла;

f) у мрежи нижих редова црвеним мастилом исписују се и прве цифре координата, које се могу у обрасцима за рачунање изоставити (в. чл. 43).

Сви остали подаци уписују се црним мастилом.

11. Када су поправке v познате за све правце опажане у дотичној групи, онда је потребно највећу позитивну и највећу негативну поправку (по апсолутној вредности) подвући (црним мастилом).

12. Према одредби тач. 9 чл. 24 тражи се да се при опажању са „датих" тачака опажају три „дате" тачке ради оријентисања праваца. Ово се тражи из разлога да би се оријентациони угао могао срачунати из три вредности, јер тежина оријентисаног правца зависи од броја вредности из којих је изведен оријентациони угао. Када је овај изведен из три вредности, онда је тежина оријентисаног правца $^{3}/_{4}$ у односу на тежину унутарњег правца, те у овом случају нема смисла узимати различите тежине за спољне и унутарње правце. Међутим, ако се предњем тражењу не би могло удовољити из оправданих разлога, онда се препоручује доле наведени поступак.

1. случај, када за одређивање оријентационог угла постоји само један правац. У овом случају издвоје се из групе опажаних праваца два правца и то: један правац на „дату" тачку и други правац на ону тражену тачку која се прва одређује. Очигледно је да ће се у овом случају оријентисани правац срачунати помоћу оријентационог угла за који постоји само једна вредност одређена као разлика између дирекционог угла и правца опажаног на „дату" тачку. Тако оријентисан правац узима се у рачунање са тежином $^{1}/_{2}$.

Онда, када су координате за прву тражену тачку срачунате и познат је дирекциони угао за ову тачку, издвоје се из групе три правца и то: на „дату" тачку, на прву тражену тачку (чије су координате већ срачунате) и на тражену тачку која се одређује као друга по реду. Оријентисани правац за ову другу тражену тачку срачунаће се помоћу оријентационог угла одређеног као аритметичка средина из две вредности.

Затим, када су срачунате координате и за другу тражену тачку, узима се цела група за коју се оријентациони угао рачуна из три вредности.

2. случај када за одређивање оријентационог угла постоје два правца. У овом случају издвоје се из групе опажаних праваца три правца и то: два правца на „дате" тачке и један правац на ону тражену тачку која се прва одређује. Оријентисани правац за ову тачку срачунаће се помоћу оријентационог угла одређеног као аритметичка средина из две вредности.

Када су координате за прву тражену тачку срачунате, те је познат и дирекциони угао, узима се цела група за коју се оријентациони угао рачуна из три вредности.

Члан 106

ТРИ СЛУЧАЈА ПРИ ОДРЕЂИВАЊУ ТАЧАКА ПРЕСЕЦАЊЕМ

При одређивању тачака пресецањем треба разликовати три случаја.

1. **Пресецање напред**, када се тачка одређује само спољним правцима тј. правцима са „датих" односно раније одређених тачака на „тражену" тачку.

2. **Пресецање назад**, када се тачка одређује само унутарњим правцима тј. правцима са „тражене" на „дате" тачке.

3. **Комбиновано пресецање**, када се тачка одређује спољним и унутарњим правцима.

Члан 107

НАЈВЕРОВАТНИЈЕ ВРЕДНОСТИ КООРДИНАТА ИЗ ПОСРЕДНИХ МЕРЕЊА

Без обзира да ли је тачка одређена пресецањем напред, назад или комбинованим пресецањем, при одређивању највероватнијих вредности координата тражене тачке примењује се доле наведени поступак.

1. Рачунају се приближне координате тражене тачке: y_a, x_a.

2. Из приближних координата тражене тачке и дефинитивних координата „датих" тачака, од којих се дотична тачка одређује, рачунају се приближни дирекциони углови.

3. Постављају се „једначине грешака" у којима су тражене поправке (δy и δx) за приближне координате (y_0, x_0) изражене као функције поправака опажаних праваца.

Пошто се за сваки опажани правац (било спољни, било унутарњи) поставља посебна једначина грешака, то број ових једначина одговара броју праваца којима се дотична тачка одређује. Из овог произлази да је број једначина грешака увек већи од броја непознатих односно од броја тражених поправака за координате.

4. Да би се из наведених једначина грешака одредиле, по принципу најмањег збира квадрата, највероватније вредности непознатих, имају се ове једначине решити под накнадним условом: да збир квадрата поправака за опажане правце буде минимум.

Овај накнадни услов, као што је познато, повлачи образовање из једначина грешака нормалних једначина, чији број одговара броју непознатих. Из решења нормалних једначина одређују се тражене поправке за координате.

5. Увршћењем бројних вредности нађених поправака за координате у једначине грешака одређују се поправке праваца.

Суштина поступка се не мења ако се истовремено изравнавају координате двеју и више тачака.

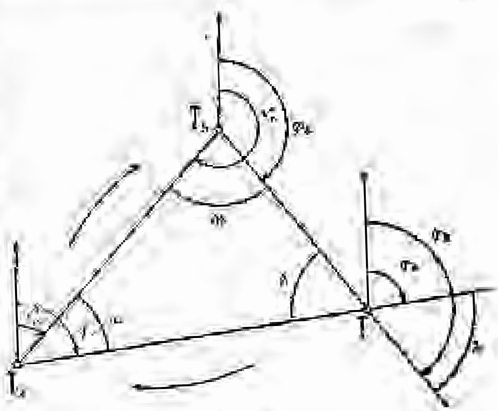
Члан 108

ПРИБЛИЖНЕ КООРДИНАТЕ ЗА ТАЧКЕ ОДРЕЂЕНЕ ПРЕСЕЦАЊЕМ НАПРЕД ИЛИ КОМБИНОВАНИМ

Приближне координате рачунају се из троугла кога сачињавају: дате тачке T_a и T_b, чије су координате y_a, x_a, y_b, x_b познате, и тражена тачка T, чије координате y_0, x_0 треба срачунати (сл. 59).

Треба имати у виду да доле наведене формуле важе само у случају када је са T_a означена прва, а са T_b друга по реду тачка на коју се наиђе идући од тражене тачке T у смислу кретања казаљке на сату.

Као правило важи, да приближне координате треба рачунати од двеју најближих околних тачака, али под условом да се правци секу под повољним углом (између 30° и 150°) тј. да угао δ (сл. 59) буде у наведеним границама.



Сл. 59

Када је тачка одређена пресецањем напред приближне координате се рачунају из оријентисаних праваца φ_a и φ_b (сл. 59).

При рачунању приближних координата тачака одређених комбинованим пресецањем могу бити два случаја:

а) дата су два оријентисана правца φ_a и φ_b;

б) дат је један оријентисан правац φ_a или φ_b и угао δ код тражене тачке (пресецање у страну); у овом случају други оријентисани правац рачуна се по једначини:

$$\varphi_b = \varphi_a + \delta \tag{1}$$

или

$$\varphi_a = \varphi_b - \delta \tag{2}$$

(в. сл. 58), те према томе случај т. зв. пресецања у страну своди се на случај када су дата два оријентисана правца.

Координате могу се рачунати: а) помоћу логаритама, b) обичном машином за рачунање и c) дуплом машином за рачунање.

Претходно се рачунају углови:

$$\delta_a = \varphi_a - \nu_a^b$$
$$\delta_b = \nu_b^a - \varphi_b = (\nu_a^b \pm 180^\circ) - \varphi_b \qquad (3)$$
$$\delta = \varphi_b - \varphi_a$$

Проба: $\delta_a + \delta_b + \delta = 180^\circ$.

Прилог 78

триг. обр. бр. 10

Дирекциони угао ν_a^b узима се из тригоном. обрасца бр. 5 или се рачуна у тригоном. обрасцу бр. 8.

Онда се рачуна пречник m круга описаног око троугла $T_a\ T_b\ T$:

$$m = \frac{y_b - y_a}{\sin \nu_a^b} \cdot \frac{1}{\sin \delta} \qquad (4)$$

и

$$m = \frac{x_b - x_a}{\cos \nu_a^b} \cdot \frac{1}{\sin \delta} \qquad (5)$$

Ради контроле пречник се рачуна по двема наведеним формулама (разлика не сме бити већа од 2 – 3 јединице последњег места логаритма). Међутим, за даља рачунања узима се она бројна вредност која је срачуната по формули са већом координатном разликом тј.

по формули (108-4) ако је $(y_b - y_a) > (x_b - x_a)$

по формули (108-5), ако је $(x_b - x_a) > y_b - y_a)$.

Затим се рачунају координатне разлике:

$$\Delta y_a = m \sin \varphi_a \sin \delta_b$$
$$\Delta x_a = m \cos \varphi_a \sin \delta_b \qquad (6)$$

$$\Delta y_b = m \sin \varphi_b \sin \delta_a$$
$$\Delta x_b = m \cos \varphi_b \sin \delta_a \qquad (7)$$

и координате

$$y_0 = y_a + \Delta y_a$$
$$x_0 = x_a + \Delta x_a \qquad (8)$$

$$y_0 = y_b + \Delta y_b$$
$$x_0 = x_b + \Delta x_b \qquad (9)$$

Разлика између координата срачунатих по формулама (108.8) и (108.9) не треба да буде већа од 1 *dm*. За даља рачунања узимају се средине из једних и других вредности.

Рачунање се врши логаритамским таблицама са 5 места у мрежи нижих редова и са 6 места у мрежи виших редова.

Б. РАЧУНАЊЕ ОБИЧНОМ МАШИНОМ

Прво се рачунају величине: **Прилог 75**

$$C = \operatorname{tg}\varphi_a - \operatorname{tg}\varphi_b$$
$$A = (y_b - y_a) - (x_b - x_a)\operatorname{tg}\varphi_b \qquad (10)$$
$$B = (y_b - y_a) - (x_b - x_a)\operatorname{tg}\varphi_a$$

па онда координатне разлике:

$$\Delta x_a = \frac{A}{C}$$
$$\Delta y_a = \Delta x_a \cdot \operatorname{tg}\varphi_a$$
$$\Delta x_b = \frac{B}{C} \qquad (11)$$
$$\Delta y_b = \Delta x_b \cdot \operatorname{tg}\varphi_b$$

Координате се рачунају по формулама (108,8) и (108,9)

При рачунању машином употребљавају се таблице природних вредности тригонометријских функција са 5 децималних места у мрежи нижих редова и са 6 места у мрежи виших редова.

В. РАЧУНАЊЕ ДУПЛОМ МАШИНОМ

1. случај. Дате су координате тачака T_a и T_b и углови δ_a и δ_b (сл. 60).

Нека су y_p, x_p координате подножне тачке P управне PT спуштене из тражене тачке T на дату страну $T_a T_b$, односно на продужење дате стране. Ове се координате рачунају по формулама:

$$y_p = y_a - \Delta x \operatorname{ctg}\delta_a$$
$$y_p = y_b + \Delta x \operatorname{ctg}\delta_b \qquad (12)$$

$$x_p = x_a + \Delta y \operatorname{ctg}\delta_a$$
$$x_p = x_b - \Delta y \operatorname{ctg}\delta_b \qquad (13)$$

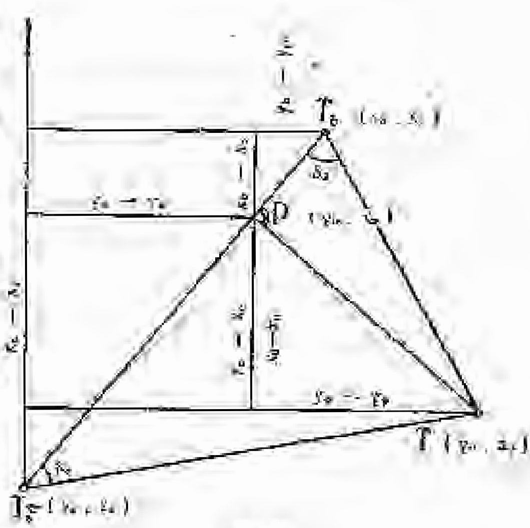
где су:

$$\Delta x = x_a - x_p$$
$$\Delta y = y_a - y_p \qquad (14)$$

При одређивању предзнака координатних разлика Δx и Δy треба се придржавати правила:

Δx има предзнак супротан предзнаку разлике $(y_b - y_a)$;

Δy има предзнак исти са предзнаком разлике $(x_b - x_a)$.



Сл. 60

Пошто су из формула (108.12) и (108.13) срачунате координате y_p, x_p и координатне разлике Δx, Δy, рачунају се координате тражене тачке T и то:

$$
\begin{aligned}
y_o &= y_p + \Delta y \\
x_o &= x_p + \Delta x
\end{aligned}
\qquad (15)
$$

2. случај. Дате су координате тачака T_a и T_b и оријентисани правци φ_a и φ_b

Из решења једначина:

$$
\begin{aligned}
y_o &= y_a + \qquad\qquad\qquad\qquad + (x_o - x_a)\,\mathrm{tg}\,\varphi_a \\
y_o &= y_b + (x_a - x_b)\,\mathrm{tg}\,\varphi_b + (x_o - x_a)\,\mathrm{tg}\,\varphi_b
\end{aligned}
\qquad \ldots (108.16)
$$

Прилог 76 добијају се непосредно: ордината y_o и апсциса x_o тражене тачке.

При рачунању координата поступак је следећи:

1. Померањем покретног дела машине постави се у бројноцу окретања индекс на 3.

2. Постављају се на „шиберима" вредности ордината и то: y_a на левим шиберима, а y_b на десним. Ординате треба постављати тако да јединице буду на 6-ом месту. Када су ординате постављене, онда се намешта полуга на једносмислен рад (↑↑) и окретањем ручице пребацују се постављене ординате у резултат.

3. Бришу се ординате постављене на шиберима и 1 у бројиоцу окретања.

4. Окреће се ручица док се вредност за x_b не појави у бројиоцу окретања пазећи при овом да јединице буду на 3-ћем месту. При постављању у бројиоцу окретања апсцисе x_b треба водити рачуна о знаку $\mathrm{tg}\,\varphi_b$. Ако је $\mathrm{tg}\,\varphi_b$ позитиван онда треба ручицу окретати у позитивном смислу (у овом случају у бројиоцу окретања јављају се беле цифре), но ако је $\mathrm{tg}\,\varphi_b$ негативан, онда и ручицу треба окретати у негативном смислу (у овом случају у бројиоцу окретања јављају се црвене цифре).

5. Поставља се $\mathrm{tg}\,\varphi_b$ на десним шиберима и то тако да јединице буду на 6-ом месту. Полуга остаје намештена на једномислен рад (↑↑).

6. Не дирајући вредност $\mathrm{tg}\,\varphi_b$ на шиберима окреће се ручица док се у бројиоцу окретања не појави x_a (беле цифре за случај $\mathrm{tg}\,\varphi_b > 0$, а црвене за случај $\mathrm{tg}\,\varphi_b < 0$).

7. Поставља се на шиберима леве машине вредност $\mathrm{tg}\varphi_a$, пазећи да јединице буду на 6 ом месту.

8. Намешта се полуга на супротан рад (↓↑) ако су $\mathrm{tg}\,\varphi_a$ и $\mathrm{tg}\,\varphi_b$ различитих предзнака и на једномислен рад (↑↑) ако су истих предзнака и окретањем ручице постиже се да у левом и у десном резултату буду исте бројне вредности. Тада ће у резултатима бити тражена ордината (y_o) а у „бројиоцу окретања" тражена апциса (x_o).

Члан 109

РАЧУНАЊЕ ПОМОЋУ ЛОГАРИТАМА

Приближне координате y_0, x_0 тражене тачке T рачунају се из координата трију датих тачака T_a, T_m и T_b (сл. 61) и мерених углова α и β. При овом треба имати у виду да доле наведене формуле важе само у случају када се са T_a означава прва, са T_m – друга (средња) и са T_b трећа по реду тачка на коју се вациље идући од тражене тачке T у смислу кретања казаљке на сату.

ПРИБЛИЖНЕ КООРДИНАТЕ ЗА ТАЧКЕ ОДРЕЂЕНЕ ПРЕСЕЦАЊЕМ НАЗАД

Прилог 77

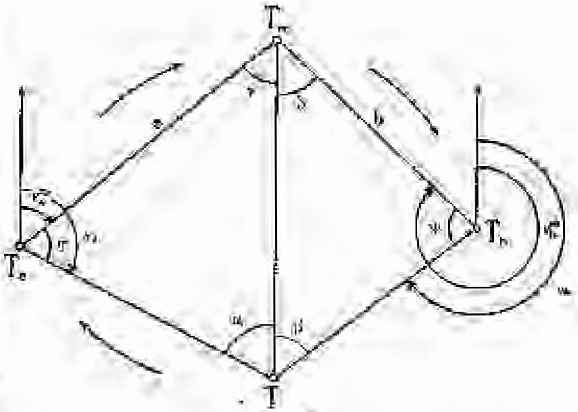
При избору „датих" тачака треба тежити, да ове, по могућству, задовољавају услове:

a) средња тачка T_m треба да буде удаљена тачка;

b) крајње тачке T_a и T_b треба да буду блиске тачке;

c) углови α и β (сл. 61) морају бити између 30° и 150°.

d) дате тачке и тражена не смеју да леже на истом кругу, јер се у овом случају координате не могу срачунати; но, ако се ове налазе не на кругу али близу круга, онда се могу срачунати само грубо приближне координате, чија је употребљивост за даља рачунања увек у питању.



Сл. 61

Рачунања се врше овим редом

a) Прво се рачунају дирекциони углови ν_a^m и ν_b^m и стране a и b (сл. 61):

$$\operatorname{tg} \nu_a^m = \frac{y_m - y_a}{x_m - x_a} \qquad\qquad (1)$$

$$\operatorname{tg} \nu_b^m = \frac{y_m - y_b}{x_m - x_b}$$

$$a = \frac{y_m - y_a}{\sin \nu_a^m} = \frac{x_m - x_a}{\cos \nu_a^m} \qquad\qquad (2)$$

$$b = \frac{y_m - y_b}{\sin \nu_b^m} = \frac{x_m - x_b}{\cos \nu_b^m}.$$

При рачунању страна a и b треба се придржавати одредаба чл. 104.

Координатне разлике потребне за рачунање наведених дирекционих углова и страна имају се контролисати. Ради тога треба образовати разлике $y_b - y_a$ и $x_b - x_a$, те онда мора бити:

$$(y_m - y_a) - (y_m - y_b) = y_b - y_a$$
$$(x_m - x_a) - (x_m - x_b) = x_b - x_a \qquad\qquad (3)$$

Ако су дирекциони углови и стране већ раније срачунати онда се узимају из тригоном. обрасца бр. 5 или непосредно из оног обрасца где су срачунати.

b) Затим се рачунају углови φ и ψ.

$$\frac{1}{2}(\varphi+\psi)=180^0-\sigma \qquad \frac{1}{2}(\varphi-\psi)=\operatorname{ctg}(45^0+\mu)\cdot \operatorname{tg}\frac{1}{2}(\varphi+\psi) \quad (4)$$

где су:

$$\sigma=\frac{(\nu_a^m-\nu_b^m)+(\alpha+\beta)}{2} \quad (5)$$

$$\mu=\operatorname{arc\,tg}\frac{a\sin\beta}{b\sin\alpha} \quad (6)$$

$$\varphi=\frac{1}{2}(\varphi+\psi)+\frac{1}{2}(\varphi-\psi)$$
$$\psi=\frac{1}{2}(\varphi+\psi)-\frac{1}{2}(\varphi-\psi). \quad (7)$$

Између тригонометријских функција углова μ, φ и ψ постоји однос:

$$\operatorname{tg}\mu=\frac{\sin\psi}{\sin\varphi}. \quad (8)$$

Овај однос служи за контролно рачунање вредности угла μ срачунате по формули (109.6).

c) Рачунају се дирекциони углови:

$$\nu_a=\nu_a^m+\varphi$$
$$\nu_b=\nu_b^m-\psi \quad (9)$$

и кординатне разлике:

$$\Delta y_a=\frac{a\sin(\alpha+\varphi)}{\sin\alpha}\sin\nu_a$$
$$\Delta x_a=\frac{a\sin(\alpha+\varphi)}{\sin\alpha}\cos\nu_a \quad (10)$$

$$\Delta y_b=\frac{b\sin(\beta+\psi)}{\sin\beta}\sin\nu_b$$
$$\Delta x_b=\frac{b\sin(\beta+\psi)}{\sin\beta}\cos\nu_b. \quad (11)$$

Пре рачунања координатних разлика треба контролисати дирекционе углове ν_a и ν_b, наиме треба да је:

$$\nu_b-\nu_a=\alpha+\beta$$

d) На крају се рачунају координате:

$$y_o=y_a+\Delta y_a=y_b+\Delta y_b$$
$$x_o=x_a+\Delta x_a=x_b+\Delta x_b. \quad (12)$$

Дате тачке (T_a, T_m и T_b) означавају се на исти начин као и у случају рачунања помоћу логаритама (в. чл. 109). Прилог 76

a) Прво се образују координатне разлике:

$$y_m - y_a; \quad y_m - y_b; \quad x_m - x_a; \quad x_m - x_b$$

које се контролишу према истоветним изразима (109.3).

b) Онда се рачунају:

$$\begin{aligned} k_1 &= y_m - y_c = (y_m - y_a) - (x_m - x_a)\operatorname{ctg}\alpha \\ k_2 &= x_m - x_c = (x_m - x_a) + (y_m - y_a)\operatorname{ctg}\alpha \\ k_3 &= y_m - y_d = (y_m - y_b) + (x_m - x_b)\operatorname{ctg}\beta \\ k_4 &= x_m - x_d = (x_m - x_b) - (y_m - y_b)\operatorname{ctg}\beta \end{aligned} \tag{13}$$

где су y_c, x_c, y_d, x_d координате помоћних тачака T_c и T_d (сл. 62).

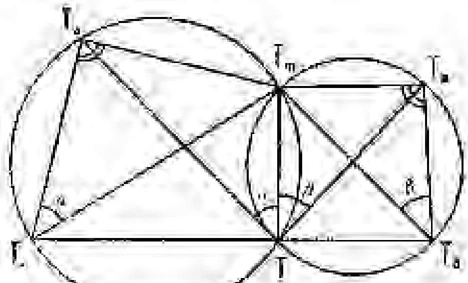
Када су предње разлике срачунате, треба образовати разлике координата помоћних тачака тј.

$$\begin{aligned} y_d - y_c &= (y_m - y_c) - (y_m - y_d) = k_1 - k_3 \\ x_d - x_c &= (x_m - x_c) - (x_m - x_d) = k_2 - k_4 \end{aligned} \tag{14}$$

c) Затим се рачунају:

$$n = -\frac{k_1 - k_3}{k_2 - k_4} \tag{15}$$

$$m = -(n^2 + 1). \tag{16}$$



Сл. 62

d) Пошто су величине m и n срачунате, приступа се рачунању координатних разлика:

$$\begin{aligned} \Delta y_m &= \frac{a}{m} \\ \Delta x_m &= \frac{a}{m} \cdot n \end{aligned} \tag{17}$$

где је

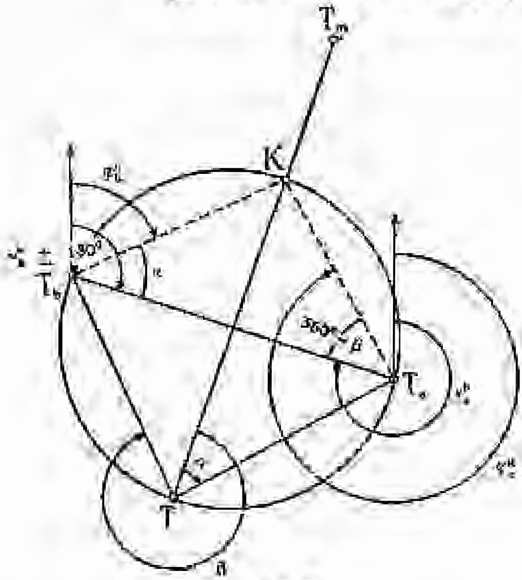
$$a = k_1 + k_2 n = k_3 + k_4 \cdot n. \tag{18}$$

e) На крају се рачунају координате:

$$\begin{aligned} y_0 &= y_m + \Delta y_m \\ x_0 &= x_m + \Delta x_m \end{aligned} \tag{19}$$

3. РАЧУНАЊЕ МАШИНОМ (ФОРМУЛЕ КОЛЕНСА)

У овом случају „дате" тачке обележавају се другим редом. Са T_b се означава прва, са T_m – друга (средња) и са T_a – трећа по реду тачка идући од тражене тачке T у смислу кретања казаљке на сату (сл. 63).



Сл. 63

Прво се рачунају координате помоћне тачке K. Рачунање се врши овим редом:

a) Рачуна се дирекциони угао ν_a^b (ако није раније срачунат).

$$\operatorname{tg} \nu_a^b = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \tag{20}$$

па оријентисани правци:

$$\begin{aligned} \varphi_a^k &= \nu_a^b - \beta \\ \varphi_b^k &= \nu_a^b - \alpha \pm 180^\circ. \end{aligned} \tag{21}$$

b) Онда се рачунају величине:

$$\begin{aligned} A_1 &= (y_b - y_a) - (x_b - x_a) \operatorname{tg} \varphi_b^k \\ B_1 &= (y_b - y_a) - (x_b - x_a) \operatorname{tg} \varphi \\ C_1 &= \operatorname{tg} \varphi_a^k - \operatorname{tg} \varphi_b^k \end{aligned} \tag{22}$$

и координатне разлике:

$$\begin{aligned} \Delta x_a^k &= \frac{A_1}{C_1} \\ \Delta x_b^k &= \frac{B_1}{C_1} \\ \Delta y_a^k &= \Delta x_a^k \operatorname{tg} \varphi_a^k \\ \Delta y_b^k &= \Delta x_b^k \operatorname{tg} \varphi_b^k. \end{aligned} \tag{23}$$

c) На крају се рачунају координате помоћне тачке K

$$\begin{aligned} y_k &= y_a + \Delta y_a^k = y_b + \Delta y_b^k \\ x_k &= x_a + \Delta x_a^k = x_b + \Delta x_b^k. \end{aligned} \tag{24}$$

Када су координате помоћне тачке срачунате, приступа се рачунању координата тражене тачке. Рачунање се врши аналогно претходном тј.

a) Рачуна се дирекциони угао ν_k^m и оријентисани правци φ_a и φ_b:

$$\nu_k^m = \frac{y_m - y_k}{x_m - x_k} \tag{25}$$

$$\begin{aligned} \varphi_a &= \nu_k^m + \alpha \\ \varphi_b &= \nu_k^m + \beta \end{aligned} \tag{26}$$

б) Затим се рачунају величине A_2, B_2, C_2, координатне разлике и координате:

$$A_2 = (y_b - y_a) - (x_b - x_a)\,\mathrm{tg}\,\varphi_b$$
$$B_2 = (y_b - y_a) - (x_b - x_a)\,\mathrm{tg}\,\varphi_a \qquad (27)$$
$$C_2 = \mathrm{tg}\,\varphi_a - \mathrm{tg}\,\varphi_b$$

$$\Delta x_a = \frac{A_2}{C_2}$$
$$\Delta x_b = \frac{B_2}{C_2} \qquad (28)$$

$$\Delta y_a = \Delta x_a\,\mathrm{tg}\,\varphi_a$$
$$\Delta y_b = \Delta x_b\,\mathrm{tg}\,\varphi_b$$

$$y_0 = y_a + \Delta y_a = y_b + \Delta y_b$$
$$x_0 = x_a + \Delta x_a = x_b + \Delta x_b. \qquad (29)$$

4. РАЧУНАЊЕ ДУПЛОМ МАШИНОМ

Претходно се по формулама (109.20) и (109.21) рачунају ν_a^b, φ_a^k и φ_b^k. Онда се из решења једначина:

$$y_k = y_a \qquad\qquad + (x_k - x_a)\,\mathrm{tg}\,\varphi_a^k$$
$$y_k = y_b + (x_a - x_b)\,\mathrm{tg}\,\varphi_b^k + (x_k - x_a)\,\mathrm{tg}\,\varphi_b^k$$

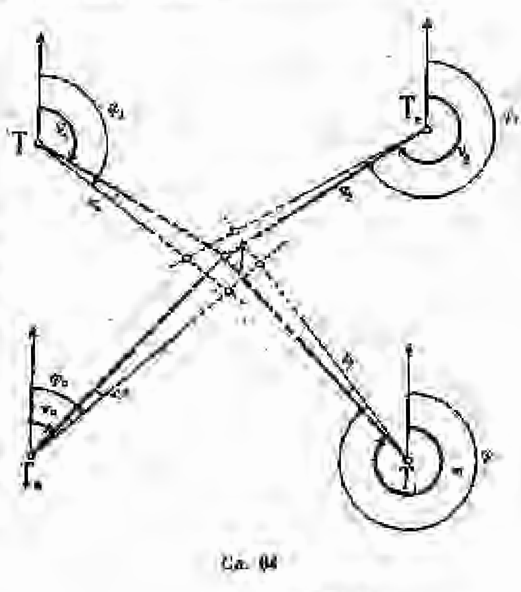
добијају ордината y_k и апсциса x_k помоћне тачке K.

Даље се рачунају: дирекциони угао ν_k^n и оријентисани правци φ_a и φ_b (в. форм. 109.25 и 109.26), те по једначинама (108.16) ордината y_o и апсциса x_o тражене тачке.

Члан 110

У случају пресецања напред као резултати мерења сматрају се „оријентисани правци" φ_1, φ_2, ... φ_n. Бројне вредности ових праваца као што је наведено у чл. 105, одговарају бројним вредностима углова, које одражани правци заклапају са паралелом са x-осом повученом у позитивном смеру.

Услед неминовних грешака при мерењу и нетачности координата „датих" тачака, оријентисани правци се не секу у једној тачки него у више тачака.



Сл. 64

ЈЕДНАЧИНЕ ГРЕШАКА ЗА СЛУЧАЈ ПРЕСЕЦАЊА НАПРЕД

Задатак изравнања се састоји у одређивању највероватнијих координата (y, x) тражене тачке T. Ове се координате одређују под условом да збир квадрата поправака v (сл. 64) за опажане односно оријентисане правце буде минимум (в. чл. 107).

Поправке v јесу разлике између дефинитивних дирекционих углова и оријентисаних праваца тј.

$$
\begin{array}{ll}
v_1 = \nu_1 - \varphi_1 & \nu_1 = \varphi_1 + v_1 \\
v_2 = \nu_2 - \varphi_2 & \nu_2 = \varphi_2 + v_2 \\
\vdots & \vdots \\
v_n = \nu_n - \varphi_n & \nu_n = \varphi_n + v_n
\end{array}
\qquad \text{или} \qquad (1)
$$

С друге пак стране поправке v треба сматрати као највероватније грешке опажаних односно оријентисаних праваца те стога једначине (110.1) јесу „једначине грешака".

Између дефинитивних дирекционих углова ν (срачунатих из дефинитивних координата датих и приближних координата тражене тачке) постоји однос:

$$\nu_i = n_i + \rho'' \frac{\sin n_i}{d_i} \Delta x - \rho'' \frac{\cos n_i}{d_i} \Delta y \qquad (2)$$

где су:

$$\nu_i = arc\,\mathrm{tg} \frac{y_i - y}{x_i - x}$$

$$n_i = arc\,\mathrm{tg} \frac{y_i - x_0}{x_i - x_0} \qquad (3)$$

$$d_i = \frac{y_i - y_0}{\sin n_i} = \frac{x_i - x_0}{\cos n_i}.$$

Усвојено је да се коефицијенти при Δx и Δy означавају са a и b тј.

$$a_i = \frac{\rho'' \sin n_i}{d_i}$$

$$b_i = -\frac{\rho'' \cos n_i}{d_i}. \qquad (4)$$

Са овим ознакама једначина (110.2) гласи:

$$\nu_i = n_i + a_i \Delta x + b_i \Delta y. \qquad (5)$$

Када се ови изрази уврсте у једначине грешака (110.1), добијају се следеће једначине:

$$
\begin{array}{l}
v_1 = n_1 - (\varphi_1 \pm 180^0) + a_1 \Delta x + b_1 \Delta y \\
v_2 = n_2 - (\varphi_2 \pm 180^0) + a_2 \Delta x + b_2 \Delta y \\
\vdots \\
v_n = n_n - (\varphi_n \pm 180^0) + a_n \Delta x + b_n \Delta y
\end{array}
\qquad (6)
$$

или

$$
\begin{aligned}
v_1 &= f_1 + a_1 \Delta x + b_1 \Delta y \\
v_2 &= f_2 + a_2 \Delta x + b_2 \Delta y \\
&\;\;\vdots \\
v_n &= f_n + a_n \Delta x + b_n \Delta y.
\end{aligned}
\qquad (7)
$$

Једначине (110.7) јесу једначине грешака за спољне правце.

У једначинама (110.6) промењени су оријентисани правци за $\pm 180^0$. Ово је учињено стога што се дирекциони углови рачунају са тражене на дате тачке, те ради њиховог упоређења са оријентисаним правцима, потребно је ове променити за $\pm 180^0$.

Члан 111

ЈЕДНАЧИНЕ ГРЕШАКА ЗА ПРЕСЕЦАЊЕ НАЗАД ИЛИ КОМБИНОВАНО

У случају пресецања или комбинованог пресецања тј. у случају када су мерени унутарњи правци (правци са тражене на дате тачке), једначине грешака имају исти облик као и у случају пресецања напред (110.7).

Да би се одредиле разлике f између приближних дирекционих углова и оријентисаних праваца (в. јед. 110.6) и (110.7), потребно је оријентисати унутарње правце. Ово се оријентисање врши на тај начин што се одреди приближна вредност O_0 оријентационог угла као разлика између приближног дирекционог угла на једну од опажаних „датих" тачака и правца на исту тачку тј.

$$O_0 = n_i - a_i. \qquad (1)$$

Када се са ΔO означи поправка за приближну вредност, односно разлика између O_0 и највероватније вредности оријентационог угла O одређене после изравнања координата тачке по једначини (105.4), тј. када се стави да је:

$$O = O_0 + \Delta O \qquad (2)$$

добијају се за оријентисане правце изрази:

$$\varphi_i = \alpha_i + (O_0 + \Delta O). \qquad (3)$$

Међутим, за практично рачунање повољније је када се место оријентационог угла O узима оријентациони угао Z који је допуна угла O до 360^0 тј.

$$Z = 360^0 - O. \qquad (4)$$

Ако се приближна вредност означи са Z_0, а поправка са ΔZ, онда је:

$$Z = Z_0 + \Delta Z \qquad (5)$$

где је

$$Z_0 = a_i - n_i. \qquad (6)$$

У овом ће случају оријентисани правци бити:

$$\varphi_i = a_i - (Z_0 + \Delta Z) \tag{7}$$

те се за разлике (f) између приближних дирекционих углова и опажаних праваца добијају изрази:

$$(f)_i = n_i - \varphi_i = n_i - [a_i - (Z_0 + \Delta Z)] = n_i + Z_0 - a_i + \Delta Z. \tag{8}$$

Када се означи:

$$n_i + Z_0 = w_i \tag{9}$$

и

$$w_i - a_i = f_i \tag{10}$$

онда се једначина (III.8) замењује следећом:

$$(f)_i = w_i - a_i + \Delta Z = f_i + \Delta Z \tag{11}$$

те ће једначине грешака за унутарње правце гласити:

$$v_1 = (f)_1 + a_1 \Delta x + b_1 \Delta y \qquad v_1 = f_1 + a_1 \Delta x + b_1 \Delta y + \Delta Z$$

или

$$\begin{aligned} v_2 &= (f)_2 + a_2 \Delta x + b_2 \Delta y & v_2 &= f_2 + a_2 \Delta x + b_2 \Delta y + \Delta Z \\ &\;\;\vdots & &\;\;\vdots \\ v_n &= (f)_n + a_n \Delta x + b_n \Delta y & v_n &= f_n + a_n \Delta x + b_n \Delta y + \Delta Z. \end{aligned} \tag{12}$$

Из ових једначина трећа непозната ΔZ елиминише се на тај начин што се од сваке једначине (III.12) одузме једначина:

$$\frac{[v]}{n} = O = \frac{[f]}{n} + \frac{[a]}{n}\Delta x + \frac{[b]}{n}\Delta y + \Delta Z\,\text{*)} \tag{13}$$

која се добија када се збир једначина (III.12) подели бројем једначина.

Одузимањем једначине (III.13) од сваке поједине једначине (III.12) добијају се **редуковане једначине грешака** које имају само две непознате (Δx и Δy):

$$\begin{aligned} v_1 &= \left(f_1 - \frac{[f]}{n}\right) + \left(a_1 - \frac{[a]}{n}\right)\Delta x + \left(b_1 - \frac{[b]}{n}\right)\Delta y \\ v_2 &= \left(f_2 - \frac{[f]}{n}\right) + \left(a_2 - \frac{[a]}{n}\right)\Delta x + \left(b_2 - \frac{[b]}{n}\right)\Delta y \\ &\;\;\vdots \\ v_n &= \left(f_n - \frac{[f]}{n}\right) + \left(a_n - \frac{[a]}{n}\right)\Delta x + \left(b_n - \frac{[b]}{n}\right)\Delta y. \end{aligned} \tag{14}$$

*) Пошто се оријентациони угао Z одређује као аритметичка средина из n вредности, то збир поправака v, као збир разлика између аритметичке средине и појединих вредности из којих је она одређена, треба да је једнак нули.

Када се уведу ознаке:

$$\left(f_i - \frac{[f]}{n}\right) = red\, f_i; \qquad \left(a_i - \frac{[a]}{n}\right) = red\, a_i; \qquad \left(b_i - \frac{[b]}{n}\right) = red\, b_i$$

онда ће претходне једначине гласити:

$$
\begin{aligned}
v_1 &= red\, f_1 + red\, a_1 \Delta x + red\, b_1 \Delta y\\
v_2 &= red\, f_2 + red\, a_2 \Delta x + red\, b_2 \Delta y\\
&\cdot\\
&\cdot\\
&\cdot\\
v_n &= red\, f_n + red\, a_n \Delta x + red\, b_n \Delta y.
\end{aligned}
\tag{15}
$$

Збир редукованих коефициената a и b и разлика f мора бити једнак нули тј.

$$
\begin{aligned}
[red\, a] &= 0\\
[red\, b] &= 0\\
[red\, f] &= 0
\end{aligned}
\tag{16}
$$

што служи за контролу да су редуковане вредности правилно срачунате.

У случају да су унутарњи правци опажани у две или више група и ове нису сведене у једну (в. чл. 71), постављају се једначине грешака за сваку групу посебно, јер оријентациони угао Z има за поједине групе различите вредности.

Члан 112

Нормалне једначине из којих се одређују поправке за координате у општем облику гласе: ОБРАЗОВАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА

$$
\begin{aligned}
[paa]\, \Delta x + [pab]\, \Delta y + [paf] &= 0\\
[pab]\, \Delta x + [pbb]\, \Delta y + [pbf] &= 0.
\end{aligned}
\tag{1}
$$

Међутим случајеви предвиђени тач. 12 чл. 105 изузетно су ретки. По правилу су тежине спољних и унутарњих праваца исте и једнаке су јединици, те се зато може сматрати да уобичајени облик нормалних једначина јесте:

$$
\begin{aligned}
[aa]\, \Delta x + [ab]\, \Delta y + [af] &= 0\\
[ab]\, \Delta x + [bb]\, \Delta y + [bf] &= 0.
\end{aligned}
\tag{2}
$$

Контрола образовања нормалних једначина врши се на тај начин, што се за сваку једначину образују алгебарски збирови коефицијената и апсолутног члана тј.

а) за спољне правце:

$$
\begin{aligned}
S_{1\cdot s} &= a_1 + b_1 + f_1\\
S_{2\cdot s} &= a_2 + b_2 + f_2
\end{aligned}
\tag{3}
$$

итд.

б) за унутарње правце:

$$s_{1\cdot u} = red\ a_1 + red\ b_1 + red\ f_1$$
$$s_{2\cdot u} = red\ a_2 + red\ b_2 + red\ f_2 \qquad (4)$$

итд.

Множењем збирова s коефицијентима одговарајућих једначина добијају се производи који се онда сабирају, наиме:

$$\begin{array}{cc}
a_1\cdot s_{1\cdot s} & b_1\cdot s_{1\cdot s}\\
a_2\cdot s_{2\cdot s} & b_2\cdot s_{2\cdot s}\\
\vdots & \vdots\\
red\ a_1\cdot s_{1\cdot u} & red\ b_1\cdot s_{1\cdot u}\\
red\ a_2\cdot s_{2\cdot u} & red\ b_2\cdot s_{2\cdot u}\\
\vdots & \vdots\\
\hline
[as] & [bs]
\end{array} \qquad (5)$$

Између коефицијената и апсолутних чланова нормалних једначине и збирова $[as]$ и $[bs]$ постоје односи:

$$[aa]+[ab]+[af]=[as]$$
$$[ab]+[bb]+[bf]=[bs] \qquad (6)$$

који и служе за контролу да су нормалне једначине правилно образоване.

Члан 113

РЕШАВАЊЕ НОРМАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА

За решавање нормалних једначина углавном се примењују два начина.

1. начин. Ако се усвоје ознаке:

$$[aa]=A_1; \qquad [ab]=B_1; \qquad [af]=F_1$$
$$[bb]=B_2; \qquad [bf]=F_2$$

онда ће нормалне једначине гласити:

$$A_1\Delta x + B_1\Delta y + F_1 = 0$$
$$B_1\Delta x + B_2\Delta y + F_2 = 0. \qquad (1)$$

Решавање се врши овим редом:

а) Из прве једначине одредиће се Δx, наиме:

$$\Delta x = -\frac{B_1}{A_1}\Delta y - \frac{F_1}{A_1} \qquad (2)$$

па се нађени израз уврсти у другу једначину. Након уврштења добија се:

$$\left(B_2 - \frac{B_1}{A_1}B_1\right) + \Delta y\left(F_2 - \frac{F_1}{A_1}B_1\right) = 0 \qquad (3)$$

b) стављајући, да је:

$$B_2 - \frac{B_1}{A_1} B_1 = B_3$$
$$F_2 - \frac{F_1}{A_1} B_1 = F_3 \qquad (4)$$

добија се из једначине (113.3) за Δy следећи израз:

$$\Delta y = -\frac{F_3}{B_3} \qquad (5)$$

c) Када се нађена вредност Δy уврсти у једначину (113.2), одредиће се Δx:

$$\Delta x = -\frac{F_1}{A_1} + \frac{B_1}{A_1} \cdot \frac{F_3}{B_3} \qquad (6)$$

Тачност рачунања контролише се помоћу тзв. „прве сигма пробе", према којој мора бити:

$$\Sigma_1 = -\frac{F_1}{A_1} F_1 - \frac{F_3}{B_3} F_3 = F_1 \Delta x + F_2 \Delta y. \qquad (7)$$

Овај начин решавања нормалних једначина примењује се у тригон. обрасцу бр. 10 односно при изравнању координата тачака нижих редова.

2. начин. При решавању једначина по овом начину примењује се исти поступак као и при решавању нормалних једначина корелата. Овај поступак детаљно је објашњен у чл. 89.

Такав начин решавања примењује се у тригоном. обрасцу бр. 33 односно при изравнању координата тачака мреже виших редова (в. прилог 70).

Члан 114

РАЧУНАЊЕ ПОПРАВАКА ПРАВАЦА И ДЕФИНИТИВНИХ ДИРЕКЦИОНИХ УГЛОВА

Поправке праваца рачунају се по једначинама:

a) за спољне правце:

$$\begin{aligned} v_1 &= \Delta n_1 + f_1 \\ v_2 &= \Delta n_2 + f_2 \\ &\vdots \\ v_n &= \Delta n_n + f_n \end{aligned} \qquad (1)$$

где су:

$$\begin{aligned} \Delta n_1 &= a_1 \Delta x + b_1 \Delta y \\ \Delta n_2 &= a_2 \Delta x + b_2 \Delta y \\ &\vdots \\ \Delta n_n &= a_n \Delta x + b_n \Delta y \end{aligned} \qquad (2)$$

b) за унутарње правце:

$$v_1 = red\,\Delta n_1 + red\,f_1$$
$$v_2 = red\,\Delta n_2 + red\,f_2 \quad (3)$$
$$\vdots$$
$$v_n = red\,\Delta n_n + red\,f_n$$

где су:

$$red\,\Delta n_1 = red\,a_1 \Delta x + red\,b_1 \Delta y$$
$$red\,\Delta n_2 = red\,a_2 \Delta x + red\,b_2 \Delta y \quad (4)$$
$$\vdots$$
$$red\,\Delta n_n = red\,a_n \Delta x + red\,b_n \Delta y$$

Када су поправке v срачунате, ове се контролишу помоћу тзв. „друге сигма пробе“, према којој мора бити:

$$\Sigma_2 = [vv] - [ff] = \Sigma_1 \qquad \text{(в. јед. (113.7))} \quad (5)$$

Ако се ова проба слаже, приступа се рачунању дефинитивних кордината:

$$y = y_0 + \Delta y$$
$$x = x_0 + \Delta x \quad (6)$$

и онда дефинитивних дирекционих углова ν, који се рачунају из дефинитивних координата „датих“ и „ново-одређене“ тачке.

Затим се образују разлике u између дефинитивних дирекционих углова и оријентисаних праваца тј.

a) за спољне правце:

$$u_1 = \nu_1 - (\varphi_1 \pm 180^0)$$
$$u_2 = \nu_2 - (\varphi_2 \pm 180^0) \quad (7)$$
$$\vdots$$
$$u_n = \nu_n - (\varphi_n \pm 180^0)$$

b) за унутарње правце:

$$u_1 = (\nu_1 + Z_0) - \alpha_1$$
$$u_2 = (\nu_2 + Z_0) - \alpha_2 \quad (8)$$
$$\vdots$$
$$u_n = (\nu_n + Z_0) - \alpha_n.$$

Пошто је

$$Z_0 = Z - \Delta Z \qquad \text{(в. јед. (111.5))}$$

то ће после замене Z_0 са $Z - \Delta Z$, претходне једначине гласити:

$$\begin{aligned} u_1 &= (v_1 + Z - \Delta Z) - a_1 \\ u_2 &= (v_2 + Z - \Delta Z) - a_2 \\ &\;\;\vdots \\ u_n &= (v_n + Z - \Delta Z) - a_n. \end{aligned} \tag{9}$$

Ради елиминисања из ових једначина ΔZ рачунају се редуковане вредности разлика u тј.

$$\begin{aligned} red\, u_1 &= u_1 - \frac{[u]}{n} \\ red\, u_2 &= u_2 - \frac{[u]}{n} \\ &\;\;\vdots \\ red\, u_n &= u_n - \frac{[u]}{n}. \end{aligned} \tag{10}$$

За контролу да су редуковане вредности правилно срачунате, служи проба:

$$[red\, u] = 0. \tag{11}$$

Разлике u односно $red\, u$ морају у границама тачности рачунања (2—3 јединице последњег децималног места секунде или 2–3 секунде у мрежи 4 реда) одговарати поправкама v тј. мора бити:

а) за спољне правце:

$$\begin{aligned} v_1 &= u_1 \\ v_2 &= u_2 \\ &\;\;\vdots \\ v_n &= u_n \end{aligned}$$

б) за унутарње правце:

$$\begin{aligned} v_1 &= red\, u_1 \\ v_2 &= red\, u_2 \\ &\;\;\vdots \\ v_n &= red\, u_n \end{aligned}$$

Члан 115

РАЧУНАЊЕ СРЕДЊИХ ГРЕШАКА

Средње грешке рачунају се по формулама:

а) Средња грешка правца опажаног у k гируса тј. у оном броју гируса који је за мрежу дотичног реда прописан:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{n-q}} \tag{1}$$

где су:

n — укупан број праваца (спољних и унутарњих) из којих је тачка одређена;

q — број праваца неопходно потребних за одређивање тачке.

Разлика $n-q$ је број сувишних мерења. Сматра се да је:

$q=2$, ако је тачка одређена само спољним правцима;

$q=3$, ако је тачка одређена спољним и унутарњим правцима или само унутарњим правцима.

б) Средња грешка ординате:

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

ђ) Средња грешка апсцисе:

$$M_x = \pm M_y\sqrt{\frac{[pbb]}{[paa]}} = M_y\sqrt{\frac{B_2}{A_1}} \tag{3}$$

Члан 116

ИЗРАВНАЊЕ КООРДИНАТА ТАЧАКА МРЕЖЕ НИЖИХ РЕДОВА ОДРЕЂЕНИХ ПРЕСЕЦАЊЕМ

За изравнање координата тачака мреже нижих редова одређених пресецањем служи тригоном. образац бр. 10.

Овај образац разрађен је за рачунање: а) помоћу логаритама и b) помоћу машине.

При рачунању у наведеном обрасцу треба се придржавати доле објашњеног поступка.

А. Образац бр. 10 за рачунање помоћу логаритама

Прилози 77 и 78

ТРИГ. ОБР. БР. 10 (ЛОГАРИТАМСКИ)

1. Прво се рачунају приближне координате по једначинама и правилима чл. 108. Рачунање се врши у 1. одељку овог обрасца.

Пошто је за рачунање приближних координата машином (обичном или дуплом) потребно мање времена, па сем тога и само рачунање простије, то се препоручује да се приближне координате рачунају машином, без обзира да ће се друга рачунања вршити помоћу логаритама. Из ових разлога 1. одељак обрасца бр. 10 разрађен је за рачунање и логаритмима и машином.

2. Приближни дирекциони углови n и коефицијенти a и b рачунају се у 2 одељку. Образовање координатних разлика

$$\begin{aligned} \Delta y_{0 \cdot i} &= y_i - y_0 \\ \Delta x_{0 \cdot i} &= x_i - x_0 \end{aligned} \tag{1}$$

контролише се деветичним остатком.

Ради контроле сем дирекционих углова n рачунају се још и дирекциони углови δ из координатних разлика $\Delta y_{0 \cdot i}$ и $\Delta x_{0 \cdot i}$ промењених за минус један метар тј.

$$\delta_i = arc\ tg \frac{\Delta y_{0 \cdot i} - 1{,}00}{\Delta x_{0 \cdot i} - 1{,}00}. \tag{2}$$

Између дирекционих углова n и δ и коефицијената a и b постоји однос:

$$\delta_i - n_i = a_i + b_i \tag{3}$$

који служи за контролу исправности рачунања дирекционог угла и коефицијената. Неслагање између разлике $(\delta_i - n_i)$ и збира $(a_i + b_i)$ не сме бити веће од 0,"3 у мрежи 3. реда и 4" у мрежи 4 реда.

Коефицијенти a и b рачунају се по формулама:

$$\begin{aligned} a_i &= \frac{\Delta \log \Delta x_{0 \cdot i}}{\Delta \log tg\, n_i} \\ b_i &= -\frac{\Delta \log \Delta y_{0 \cdot i}}{\Delta \log tg\, n_i} \end{aligned} \tag{4}$$

где су $\Delta \log \Delta x_{0 \cdot i}$ и $\Delta \log \Delta y_{0 \cdot i}$ логаритамски прираштаји, који одговарају промени аргумената ($\Delta x_{0 \cdot i}$ и $\Delta y_{0 \cdot i}$) за 1 метар. ТРИГ. ОБР. БР. 10 (ЛОГАРИТАМСКИ)

$\Delta \log tg\, n_i$ логаритамски прираштај који одговара промени аргумената (n_i) за 1".

Када је дирекциони угао $n_i < 3^0$, коефицијенте треба рачунати по формулама:

$$\begin{aligned} a_i &= \frac{n_i}{\Delta x_{0 \cdot i}} \\ b_i &= -\frac{n_i}{\Delta y_{0 \cdot i}}. \end{aligned} \tag{5}$$

Знаци коефицијената одређују се према знацима координатних разлика, наиме:

коефицијенат a_i има исти знак са знаком $\Delta y_{0 \cdot i}$;
" b_i " супротан знак од знака $\Delta x_{0 \cdot i}$.

Ако су за свођење на центар ексцентрично опажаних праваца потребне приближне дужине страна, онда се ове рачунају у 2. одељку (7 стубац) истовремено са рачунањем дирекционих углова.

Дирекциони углови се рачунају:

у мрежи 3 реда на 0,"1 логарит. таблицама са 6 места,
" " 4 " " 1" " " " 5 "

Коефицијенти a и b рачунају се на 0,1 у мрежи 3. реда и заокругљени на целе бројеве мреже 4. реда.

3. При постављању једначина грешака (3. одељак) коефицијенти a и b уписују се на 0,1 у мрежи 3. реда и заокругљени на целе бројеве у мрежи 4. реда. Међутим, ако се од дотичне тачке мреже 4. реда одређује највише три тачке истог реда, онда се коефицијенти могу узимати смањени 10 пута тј. могу се уписивати, ради олакшавања у даљем рачунању, место правих вредности смањене вредности $\left(\frac{a}{10}\text{ и }\frac{b}{10}\right)$ У овом случају поправке Δy и Δx, (одређене из нормалних једначина) потребно је такође смањити 10 пута тј. место вредности непосредно одређених из нормалних једначина, додају се приближним координатама смањене вредности, те ће дефинитивне координате бити:

$$
\begin{aligned}
y &= y_0 + \frac{\Delta y}{10} \\
x &= x_0 + \frac{\Delta x}{10}
\end{aligned}
\qquad (6)
$$

Ради уштеде у раду дозвољава се, да при постављању једначина грешака за спољње правце коефицијенти a и b уопште се не уписују у 3. одељку, него се директно уносе у одговарајуће ступце 4. одељка.

Разлике f односно $red\, f$ рачунају се на 0,"1 у мрежи 3. реда и на целе секунде у мрежи 4. реда.

4. Образовање нормалних једначина и њихово решавање врши се у 4 одељку. Производи $a_i a_i$, $a_i b_i$, $b_i b_i$, $a_i s_i$, $b_i s_i$ и збирови производа $[aa]$, $[ab]$, $[bb]$, $[as]$, $[bs]$ рачунају се заокругљени на целе бројеве, без обзира да ли тачка припада мрежи 3. или 4. реда. Међутим, у мрежи 3 реда производи $a_i f_i$ и $b_i f_i$ рачунају се на 0,1, а њихови се збирови ($[af]$ $[bf]$) заокругљују на целе бројеве.

Решавање нормалних једначина врши се по правилу помоћу машине за рачунање, а у мрежи 4 реда, када су уведене смањене вредности коефицијената a и b, може се вршити помоћу логаритмара. Број децималних места при решавању нормалних једначина види се из приложених бројних примера (в. прилоге 75—78).

5. При рачунању поправака v (5 одељак) производе $a_i \Delta x$ и $b_i \Delta y$, као и њихове збирове:

$$a_i \Delta x + b_i \Delta y = \Delta n_i \qquad \text{(за спољне правце)}$$

и

$$red\, a_i \Delta x + red\, b_i \Delta y = red\, \Delta n_i \qquad \text{(за унутарње правце)}$$

треба рачунати на 0,"1 у мрежи 3. и 4. реда. При множењу поправака Δx и Δy коефицијентима a и b вредности поправака се узимају овакве, какве се додају приближним координатама тј. заокругљене на сантиметре, под претпоставком да коефицијенти a и b нису смањени 10 пута. У противном, тј. при смањеним коефицијентима, поправке треба узимати такве какве су добијене из решења нормалних једначина заокругљујући их на два децимална места.

Саме поправке v које се добијају сабирањем Δn са f односно $reb\,\Delta n$ са $red\,f$ треба рачунати на 0,"1 у мрежи 3 реда и заокругљене на целе секунде у мрежи 4. реда.

6. Рачунање дефинитивних дирекционих углова врши се у 6. одељку. Овом се рачунању може приступити тек онда када се увери да се тзв. „друга сигма проба" (в. јед. 114,5) слаже.

Упоређењем срачунатих дирекционих углова v са оријентисаним правцима $(\varphi_i \pm 180^\circ)$ добијају се разлике u за спољне правце, а из упоређења дирекционих углова, којима је додата приближна вредност оријентационог угла Z_0, тј. из упоређења угловних вредности $(v_i + Z_0)$ са унутарњим правцима α_i добијају се разлике u за унутарње правце.

Бројне вредности разлика u (срачунатих за спољне правце) и $red\,u$ (срачунатих за унутарње правце) морају (у границама тачности рачунања) одговарати бројним вредностима поправака v (в. чл. 114).

В. Образац број 10 за рачунање помоћу машине

1. Приближне координате се рачунају по формулама и правилима чл. 108.

2. Приближни дирекциони углови рачунају се у 2. одељку а по следећем поступку.

a) Помоћу машине рачунају се координатне разлике

$$\Delta y_{0\cdot i} = y_i - y_0$$

$$\Delta x_{0\cdot i} = x_i - x_0$$

које се ипак контролишу помоћу деветичних остатака.

b) Онда се рачунају приближни дирекциони углови

$$n_i = arc\,\mathrm{tg}\frac{\Delta y_{0\cdot i}}{\Delta x_{0\cdot i}} \tag{7}$$

c) Затим се рачуна квадрат стране тј.

$$d^2_{0\cdot i} = \Delta y^2_{0\cdot i} + \Delta x^2_{0\cdot i} \tag{8}$$

па коефицијенти a и b:

$$a_i = \frac{\rho''}{d^2_{0\cdot i}}\,\Delta y_{0\cdot i}$$

$$b_i = -\frac{\rho''}{d^2_{0\cdot i}}\,\Delta x_{0\cdot i} \tag{9}$$

Коефицијенти се рачунају на 5 децималних места. Ради лакшег рачунања ових коефицијената по горњим формулама, претходно се рачуна (у истом ступцу, где се рачуна $d^2_{0.i}$) количник

$$\frac{\rho''}{d^2_{0.i}}$$

који се онда множи координатним разликама.

d) За контролу тачности рачунања по формули (116.7) дирекционог угла n_i, као и коефицијената a и b, рачуна се из ових по други пут дирекциони угао, наиме

$$n_i = arc\,ctg\left(-\frac{b_i}{a_i}\right) \tag{10}$$

Дирекциони углови рачунају се помоћу таблица природних вредности тригонометријских функција и то:

у мрежи 3. реда таблицама са 6 места;

» » 4. » » » 5 »

e) При образовању нормалних једначина дозвољава се да се поједини производи $a_i a_i$, $a_i b_i$, $a_i f_i$, $a_i s_i$, $b_i b_i$ итд. не уписују у образац, него у образац се упишу само збирови: $[aa]$, $[ab]$, $[af]$ итд. Исто важи и за образовање збирова: $[vv]$ и $[ff]$.

f) Решавање нормалних једначина врши се на начин наведен у чл. 113.

ТРИГ. ОБР. БР. 10 (МАШИНСКИ)

g) Дефинитивни дирекциони углови рачунају се у 2. одељку (стубац 3). При овом дефинитивне координатне разлике добијају се из приближних одузимањем поправака за координате тј.

$$\begin{aligned} y_i - y &= (y_i - y_0) - \Delta y \\ x_i - x &= (x_i - x_0) - \Delta x. \end{aligned} \tag{11}$$

Постоји варијанта обрасца бр. 10 за рачунање машином. По формулама и начину рачунања ова варијанта одговара тригоном. обрасцу бр. 10 за рачунање помоћу логаритама са том разликом што се коефицијенти a и b рачунају не по формулама (116.4) него по формулама:

$$\begin{aligned} a &= \frac{k}{\Delta x_{km}} \\ b &= -\frac{k}{\Delta y_{km}} \end{aligned} \tag{12}$$

где је

$$k = \frac{\rho'' \sin n \cdot \cos n}{1000}.$$

Вредност k узима се из Таблице XXVII.

C. Образац број 10 за рачунање координата тачака одређених пресецањем назад или напред

Приближне координате се рачунају по једначинама и правилима чл. 108 и 109. Све остале рачунске операције врше се по горе објашњеном поступку за израчунавање координата тачака одређених комбинованим пресецањем са том разликом што се једначине грешака постављају само за унутарње односно спољне правце. Прилози 77 и 78

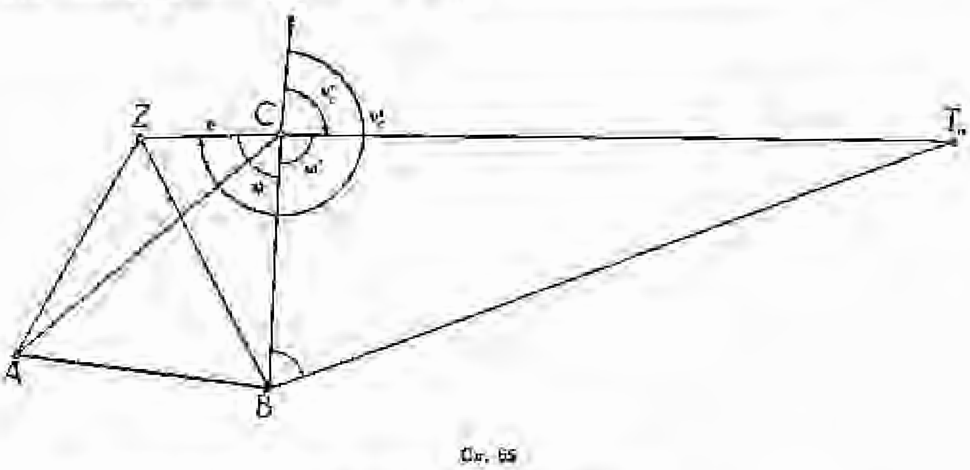
Члан 117

Код тачака које се одређују пресецањем напред (фабрички димњаци, громобрани на зградама, баум-сигнали постављени у већим шумским комплексима итд.) по правилу се рачунају координате сигнала које се онда преносе на центар. Преношење дефинитивних координата са сигнала на центар

За преношење координата које се врши на основу елемената за свођење ексцентрично опажаних праваца на центар намењен је 7. одељак тригоном. образаца бр. 10 и 11. Прилог 78 Триг. образ. број 10

Рачунање се врши овим редом:

a) Прво се рачуна дирекциони угао ексцентрицитета ν_c^z. Када су елементи за свођење на центар одређени индиректним мерењем (в. чл. 73), добија се дирекциони угло ексцентрицитета помоћу углова ψ и ω (сл. 65).



Сл. 65

b) Онда се рачунају координатне разлике

$$\begin{aligned} \Delta y_c &= e \sin \nu_c^z \\ \Delta x_c &= e \cos \nu_c^z \end{aligned} \qquad (1)$$

и координате:

$$\begin{aligned} y_z &= y_c + \Delta y_c \\ x_z &= x_c + \Delta x_c. \end{aligned} \qquad (2)$$

Ради контроле координатне разлике треба рачунати на два начина: 1) помоћу логаритама и 2) машином, помоћу природних вредности тригонометриских функција.

Ако су са центра опажани правци барем на две тригоном. тачке, онда је потребно из срачунатих координата центра и координата опажаних тачака срачунати дирекционе углове. Правце опажане са центра треба унети у тригоном. образац бр. 5 ради њиховог оријентисања помоћу срачунатих дирекционих углова. Подударање појединих вредности оријентационог угла служи за контролу да непосредно измерен са центра угао одговара углу одређеном из дирекционих углова чиме се истовремено потврђује да су координате сигнала правилно пренете на центар тачке.

Члан 113

ИСТОВРЕМЕНО ИЗРАВНАЊЕ КООРДИНАТА ДВЕЈУ ТАЧАКА

ТРИГ. ОБР. БР. 9

У чл. 103 тач. 4 наведен је случај када је потребно да се координате двеју тачака изравнавају истовремено. За истовремено изравнање координата двеју тачака T_a и T_b служи тригоном. образац бр. 9.

1. Приближне координате, приближни дирекциони углови и коефицијенти a и b (за тачку T_a) и c и d (за тачку T_b) рачунају се посебно за сваку од двеју тачака*). Сва се ова рачунања врше по истим формулама и по истом поступку као што и у случају посебног изравнања координата појединих тачака.

2. Постављање једначина грешака за спољне правце врши се аналогно поступку наведеном у чл. 110 те према томе ове ће бити:

а) за тачку T_a:

$$
\begin{aligned}
v_1 &= f_1 + a_1 \Delta x_a + b_1 \Delta y_a \\
v_2 &= f_2 + a_2 \Delta x_a + b_2 \Delta y_a \\
&\;\;\vdots \\
v_n &= f_n + a_n \Delta x_a + b_n \Delta y_a
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

где су:

$$
\begin{aligned}
f_1 &= n_1 - (\varphi_1 \pm 180^0) \\
f_2 &= n_2 - (\varphi_2 \pm 180^0) \\
&\;\;\vdots \\
f_n &= n_n - (\varphi_n \pm 180^0)
\end{aligned}
\qquad (2)
$$

б) за тачку T_b:

$$
\begin{aligned}
v_I &= f_I + c_I \Delta x_b + d_I \Delta y_b \\
v_{II} &= f_{II} + c_{II} \Delta x_b + d_{II} \Delta y_b \\
&\;\;\vdots \\
v_N &= f_N + c_N \Delta x_b + d_N \Delta y_b
\end{aligned}
\qquad (3)
$$

*) Коефицијенти c и d рачунају се по истим једначинама као и коефицијенти a и b

где су:
$$f_I = n_I - (\varphi_I \pm 180^\circ)$$
$$f_{II} = n_{II} - (\varphi_{II} \pm 180^\circ) \qquad (4)$$
$$\vdots$$
$$f_N = n_N - (\varphi_N \pm 180^\circ)$$

Једначине грешака за унутарње правце јесу:

а) За тачку T_a

$$v_b = a_b \Delta x_a + b_b \Delta y_a + c_a \Delta x_b + d_a \Delta y_b + \Delta z_a + f_b$$
$$v_1 = a_1 \Delta x_a + b_1 \Delta y_a + \Delta z_a + f_1 \qquad (5)$$
$$\vdots$$
$$v_n = a_n \Delta x_a + b_n \Delta y_a + \Delta z_a + f_n$$

где су:
$$f_b = (n_b + Z_{0 \cdot a}) - a_b = w_b - a_b$$
$$f_1 = (n_1 + Z_{0 \cdot a}) - a_1 = w_1 - a_1 \qquad (6)$$
$$\vdots$$
$$f_n = (n_n + Z_{0 \cdot a}) - a_n = w_n - a_n$$

Сабирањем једначина (118.5) и дељењем једначине збира са бројем једначина, добија се:

$$0 = \frac{[v]}{n+1} = \frac{[a]}{n+1} \Delta x_a + \frac{[b]}{n+1} \Delta x_b + \frac{c_a}{n+1} + \frac{d_a}{n+1} + \Delta Z_a + \frac{[f]}{n+1} \qquad (7)$$

Одузимањем ове једначине од сваке појединe једначине (118.5) добијају се редуковане једначине из којих је елиминисана поправка ΔZ_a:

$$v_b = red\,a_b \Delta x_a + red\,b_b \Delta y_a + red\,c_a \Delta x_b + red\,d_a \Delta y_b + red\,f_b$$
$$v_1 = red\,a_1 \Delta x_a + red\,b_1 \Delta y_a + red\,c_1 \Delta x_b + red\,d_1 \Delta y_b + red\,f_1 \qquad (8)$$
$$\vdots$$
$$v_n = red\,a_n \Delta x_a + red\,b_n \Delta y_a + red\,c_n \Delta x_b + red\,d_n \Delta y_b + red\,f_n$$

b) за тачку T_b.

Једначине грешака за унутарње правце са тачке T_b постављају се на исти начин као и за правце са тачке T_a, те после елиминисања поправке ΔZ_b ове гласе:

$$v_a = red\,a_b \Delta x_a + red\,b_b \Delta y_a + red\,c_a \Delta x_b + red\,a_a \Delta y_b + red\,f_a$$
$$v_I = red\,a_I \Delta x_a + red\,b_I \Delta y_a + red\,c_I \Delta x_b + red\,d_I \Delta y_b + red\,f_I$$
$$\vdots$$
$$v_N = red\,a_N \Delta x_a + red\,b_N \Delta y_a + red\,c_N \Delta x_b + red\,d_N \Delta y_b + red\,f_N$$

[118]

Треба имати у виду да правцу опажаном са тачке T_a на тачку T_b одговарају коефицијенти a_b и b_b, а правцу опажаном са тачке T_b на тачку T_a – коефицијенти c_a и d_a, који су једнаки са коефицијентима a_b и b_b по апсолутној вредности, али имају супротан знак тј.

$$\begin{aligned} c_a &= -a_b \\ d_a &= -b_b. \end{aligned} \tag{10}$$

3. Из једначине грешака, по општим правилима, образују се нормалне једначине:

$$\begin{aligned}
&[aa]\,\Delta x_a + [ab]\Delta y_a + [ac]\,\Delta x_b + [ad]\,\Delta y_b + [af] = 0 \\
&[ab]\,\Delta x_a + [bb]\Delta y_a + [bc]\,\Delta x_b + [bd]\,\Delta y_b + [bf] = 0 \\
&[ac]\,\Delta x_a + [bc]\Delta y_a + [cc]\Delta x_b + [cd]\,\Delta y_b + [cf] = 0 \\
&[ad]\,\Delta x_a + [bd]\Delta y_a + [cd]\Delta x_b + [dd]\,\Delta y_b + [df] = 0.
\end{aligned} \tag{11}$$

Контрола образовања нормалних једначина врши се помоћу збирова: $[as]$, $[bs]$, $[cs]$ и $[ds]$ на исти начин као што је то објашњено у чл. 112.

4. Решавање нормалних једначина врши се по поступку наведеном у чл. 89.

5. Поправке праваца рачунају се по једначинама:

А. Тачка T_a.

а) спољни правци:

$$\begin{aligned} v_1 &= f_1 + \Delta n_1 \\ v_2 &= f_2 + \Delta n_2 \\ &\;\;\vdots \\ v_n &= f_n + \Delta n_n \end{aligned} \tag{12}$$

где су:

$$\begin{aligned} \Delta n_1 &= a_1\,\Delta x_a + b_1\,\Delta y_a \\ \Delta n_2 &= a_2\Delta x_a + b_2\Delta y_a \\ &\;\;\vdots \\ \Delta n_n &= a_n\Delta x_a + b_n\Delta y_a \end{aligned} \tag{13}$$

б) унутрашњи правци:

$$\begin{aligned} v_b &= red\,f_b + red\Delta n_b \\ v_1 &= red\,f_1 + red\Delta n_1 \\ &\;\;\vdots \\ v_n &= red\,f_n + red\Delta n_n \end{aligned} \tag{14}$$

где су:

$$red\Delta n_b = \Delta n_b - \frac{[\Delta n]}{n+1} \qquad \Delta n_b = a_b(\Delta x_a - \Delta x_b) + b_b(\Delta y_a - \Delta y_b)$$

$$red\Delta n_1 = \Delta n_1 - \frac{[\Delta n]}{n+1} \qquad \Delta n_1 = a_1 \Delta x_a \qquad + b_1 \Delta y_a \tag{15}$$

$$\vdots$$

$$red\Delta n_n = \Delta n_n - \frac{[\Delta n]}{n+1} \qquad \Delta n_n = a_n \Delta x_a \qquad + b_n \Delta y_a$$

B Тачка T_b:

a) спољни правци

$$v_I = f_I + \Delta n_I$$
$$v_{II} = f_{II} + \Delta n_{II} \tag{16}$$
$$\vdots$$
$$v_N = f_N + \Delta n_N$$

где су:

$$\Delta n_I = c_I \Delta x_b + d_I \Delta y_b$$
$$\Delta n_{II} = c_{II} \Delta x_b + d_{II} \Delta y_b \tag{17}$$
$$\vdots$$
$$\Delta n_N = c_N \Delta x_b + d_N \Delta y_b$$

b) унутарњи правци

$$v_a = red\, f_a + red\, \Delta n_a$$
$$v_I = red\, f_I + red\, \Delta n_I \tag{18}$$
$$\vdots$$
$$v_N = red\, f_N + red \Delta n_N$$

где су:

$$red\, \Delta n_a = \Delta n_a - \frac{[\Delta n]}{N+1} \qquad \Delta n_a = c_a(\Delta x_b - \Delta x_a) + d_a(\Delta y_b - \Delta y_a)$$

$$red\, \Delta n_I = \Delta n_I - \frac{[\Delta n]}{N+1} \qquad \Delta n_I = c_I \Delta x_b \qquad + d_I \Delta y_b \tag{19}$$

$$\vdots$$

$$red\, n\Delta_N = \Delta n_N - \frac{[\Delta n]}{N+1} \qquad \Delta n_N = c_N \Delta x_b \qquad + d_N \Delta y_b$$

За контролу да су поправке v правилно срачунате служи проба:

$$[vv]-[ff]=[af]\Delta x_a+[bf]\Delta y_a+[cf]\Delta x_b+[df]\Delta y_b. \tag{20}$$

Ако се ова проба слаже, онда се рачунају дефинитивне координате:

$$\begin{aligned} y_a &= y_{a.0}+\Delta y_a \\ x_a &= x_{a.0}+\Delta x_a \\ y_b &= y_{b.0}+\Delta y_b \\ x_b &= x_{b.0}+\Delta x_b \end{aligned} \tag{21}$$

и дефинитивни дирекциони углови ν.

6. Када су дирекциони углови срачунати, приступа се рачунању разлика u и упоређењу ових разлика са поправкама v, наиме мора бити:

А. Тачка T_a

а) спољни правци

$$\begin{aligned} u_1 &= \nu_1-(\varphi_1\pm 180^0)=v_1 \\ u_2 &= \nu_2-(\varphi_2\pm 180^0)=v_2 \\ &\ \ \vdots \\ u_n &= \nu_n-(\varphi_n\pm 180^0)=v_n \end{aligned} \tag{22}$$

b) унутарњи правци

$$\begin{aligned} red\, u_b &= u_b-\frac{[u]}{n+1}=v_b \\ red\, u_1 &= u_1-\frac{[u]}{n+1}=v_1 \\ &\ \ \vdots \\ red\, u_n &= u_n-\frac{[u]}{n+1}=v_n \end{aligned} \tag{23}$$

где су:

$$\begin{aligned} u_b &= \nu_b+Z_{a.0}-a_b \\ u_1 &= \nu_1+Z_{a.0}-a_1 \\ &\ \ \vdots \\ u_n &= \nu_n+Z_{a.0}-a_n. \end{aligned} \tag{24}$$

B. Тачка T_b

a) спољни правци

$$\begin{aligned} u_I - v_I - (\varphi_I \pm 180^0) &= v_I \\ u_{II} - v_{II} - (\varphi_{II} \pm 180^0) &= v_{II} \qquad (25) \\ &\vdots \\ u_N - v_N - (\varphi_N \pm 180^0) &= v_N \end{aligned}$$

b) унутрашњи правци

$$\begin{aligned} red\, u_a = u_a - \frac{[u]}{N+1} &= v_a \\ red\, u_I = u_I - \frac{[u]}{N+1} &= v_I \qquad (26) \\ &\vdots \\ red\, u_N = u_N - \frac{[u]}{N+1} &= v \end{aligned}$$

где су:

$$\begin{aligned} u_a &= v_a + Z_{b,a} - a_a \\ u_I &= v_I + Z_{b,a} - a_I \qquad (27) \\ &\vdots \\ u_N &= v_N + Z_{b,a} - a_N. \end{aligned}$$

У једначинама (118.24) и (118.27) под a треба разумети опажане правце, а не коефицијенте a.

7. Средња грешка правца (опажаног у n гируса) рачуна се по једначини:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-6}} \qquad (28)$$

где је n број свих спољних и унутрашњих праваца којима су тачке одређене.

8. Као што је наведено у почетку овог члана, за истовремено изравнање координата двеју тачака служи тригоном образац бр. 9. Постоје два типа овог обрасца: a) за рачунање логаритмима и b) за рачунање машином.

Све рачунске операције врше се сходно одредбама чл. 116. Одредбе овог члана важе и за неслагања између разлике дирекционих углова $(\delta - n)$ и збира коефицијената a и b односно c и d. При упоређењу поправака v и разлика u треба се придржавати одредбе чл. 114. Прилог 74

Члан 119

ИЗРАВНАЊЕ КООРДИНАТА ТАЧАКА МРЕЖЕ ВИШИХ РЕДОВА.

Изравнање координата тачака мреже виших редова врши се по истим принципима као и изравнање координата тачака мреже нижих редова са том разликом, што се сви опажани правци имају претходно свести на пројекциону раван тј. заменити правама које спајају пројекције (слике) њихових крајњих тачака. Свођење праваца са елипсоида на раван врши се по одредбама чл. 50 и чл. 97.

Ако се посебним изравнањем координата појединих тачака може у потпуности удовољити условима за правилно одређивање наведеним у чл. 14, онда се координате појединих тачака изравнавају посебно. Међутим, ако се таквим начином изравнања не би могло удовољити поменутим условима, онда се истовремено изравнавају координате групе тачака, као што је то наведено у чл. 103 тач. 4. Такву групу могу сачињавати две и више тачака.

Члан 120

Изравнање координата појединих тачака мреже виших редова врши се у тригоном. обрасцу бр. 33.

Прилог 79

При изравнању треба се придржавати доле наведеног поступка.

ИЗРАВНАЊЕ КООРДИНАТА ПОЈЕДИНИХ ТАЧАКА (ТРИГОН. ОБРАЗАЦ БР. 33.

1. Приближне координате се рачунају у 1 одељку обрасца на исти начин као што се рачунају и за тачке мреже нижих редова (в. чл. 108).

2. Приближни дирекциони углови n односно δ (в. чл. 116) рачунају се у 2 одељку и то:

на 0,"01 у мрежи 2 реда логарит. таблицама са 7 места
„ 0,"1 „ „ 3 „ „ „ 6 „

3. Коефицијенти a и b рачунају се по формулама (116.9) логаритамским таблицама са 4 места. Бројне вредности ових коефицијената одређују се:

на 0,01 у мрежи 2 реда;
„ 0,1 „ „ 3 „

При упоређењу разлике дирекционих углова $(\delta - n)$ са збиром коефицијената $(a + b)$ неслагање несме износити више од 3 јединице последњег децималног места.

4. Поправке w и u за свођење праваца и дужина са елипсоида на раван рачунају се и контролишу у 3 одељку обрасца по одредбама чл. 50 и 97. При овом треба имати у виду да се при овом рачунању са T_b означавају „дате" тачке а са T_a — тачка чије се координате траже.

5. Када су поправке w срачунате приступа се свођењу праваца са елипсоида на раван. У обрасцу бр. 33 усвојене су ознаке:

A_k — правац геодетске линије на елипсоиду опажан са „дате" тачке на тачку чије се координате траже (спољни правац);

A_u — правац геодетске линије на елипсоиду опажан са тачке чије се координате траже на „дату" тачку (унутарњи правац);

a_s — сведени на раван правац A_s;

a_u — „ „ „ „ A_u.

Спољни правци узимају се из тригоном. обрасца бр. 5 као већ оријентисани правци φ, те према томе, у односу на спољне правце, треба под A_s разумети оријентисане правце.

Сведени спољни правци a_s добијају се одузимањем од праваца A_s односно φ поправака w_b^a тј.

$$a_s = A_s - w_b^a \tag{1}$$

или

$$a_s = \varphi - w_b^a.$$

Унутарње правце A_u, ради њиховог упоређења са дирекционим угловима n, треба претходно оријентисати. Приближни оријентациони угао 0_a одређује се као разлика између једног од сведених спољних праваца a_s (промењеног за $\pm 180^0$) и унутарњег правца опажаног на дотичну тачку тј.

$$0_a = (a_s \pm 180^0) - A_u. \tag{2}$$

Приближни оријентациони угао додаје се унутарњим правцима A_u, те се одређују приближно оријентисани правци $(A_u + 0_a)$. Сведени унутарња правци a_u добијају се одузимањем од ових праваца поправака w_b^a тј.

$$a_u = (A_u + 0_a) - w_a^b. \tag{3}$$

Свођење праваца врши се у 4 одељку.

6. Сведени и оријентисани правци a_u односно a_s упоређују се (у 2 одељку) са приближним дирекционим угловима n тј. рачунају се разлике:

$$\begin{aligned} f_u &= n - a_u \\ f_s &= n - (a_s \pm 180^0). \end{aligned} \tag{4}$$

Ове разлике јесу апсолутни чланови једначина грешака за спољне и унутарње правце.

За контролу да су апсолутни чланови тачно одређени и да су поправке w тачно додате правцима A_s и $(A_u + 0_a)$ служе „σ пробе", које се састоје у следећем:

када се срачунају величине —

$$\begin{aligned} \sigma_u &= (a + b) + (n - a_u) \\ \sigma_s &= (a + b) + [n - (a_s \pm 180)] \end{aligned} \tag{5}$$

онда мора бити:

$$\begin{aligned} A_u + 0_a &= \delta + w_b^a - \sigma_u \\ A_s &= (\delta \pm 180^0) + w_b^a - \sigma_s. \end{aligned} \tag{6}$$

Угловне вредности правaца (A_y+0_d) и A_z одређене по формулама (120.6) могу се разликовати од вредности истих праваца у 4 одељку само за неслагање констатовано при упоређивању разлике дирекционих углова $(\delta-n)$ са збиром коефицијената $(a+b)$.

7. Постављање једначина грешака и образовање из ових нормалних једначина врши се у 5 одељку по поступку наведеном у чл. 110—112, са том разликом што се бројне вредности апсолутних чланова непосредно узимају из 2 одељка.

8. Нормалне једначине решавају се по начину објашњеном у чл. 89.

9. Поправке праваца v рачунају се по једначинама (114.1) и (114.3). За контролу тачности рачунања служи проба:

$$[vv]=[paf]\,\Delta x+[pbf]\,\Delta y+[pff]. \tag{7}$$

Ако се ова проба слаже рачунају се дефинитивне координате и дефинитивни дирекциони углови ν.

10. Дирекциони углови ϑ пројекција геодетских линија у равни добијају се из дирекционих углова ν додавањем одговарајућих поправака w, наиме:

$$\begin{aligned}\vartheta_a^b&=\nu_a^b+w_a^b\\ \vartheta_b^a&=\nu_b^a+w_b^a.\end{aligned} \tag{8}$$

Логаритми дужина геодетских линија s добијају се из логаритама права d одузимањем поправака u тј.

$$\log s=\log d-u \tag{9}$$

Овако одређени логаритми страна s морају се контролисати путем рачунања страна по синусној теореми (7 одељак). При овом рачунању углове троуглова треба образовати из дефинитивних дирекционих углова ϑ. Збир тако образованих углова у троуглу мора износити $180^\circ+\varepsilon$. Пре рачунања страна треба углове смањити за $^1/_3\ \varepsilon''$. Логаритми страна срачунати по синусној теореми морају одговарати логаритмима страна срачунатим из координата крајњих тачака односно по формули (120.9). Разлика не сме износити више од 9 јединице последњег места логаритма.

11. Поред средње грешке правца m и грешака по координатним осама M_y и M_x срачунатим по формулама (115.1)—(115.3) препоручује се да се срачунају (у 8 одељку) велика и мала полуоса средње елипсе грешака.

Ове се полуосе рачунају по формулама:

а) Ако је $[aa]>[bb]$

$$\begin{aligned}A&=\frac{m}{\sqrt{[aa]}}\cdot Q_A\\ B&=\frac{m}{\sqrt{[aa]}}\cdot Q_B\end{aligned} \tag{10}$$

b) Ако је $[aa] < [bb]$

$$A = \frac{m}{\sqrt{[bb]}} \cdot K_A$$
$$B = \frac{m}{\sqrt{[bb]}} \cdot K_B. \tag{11}$$

Величине K_A и K_B узимају се из таблице XXVIII за аргументе α и β који се одређују као количници:

a) Ако је $[aa] > [bb]$, онда је:

$$\alpha = \frac{[bb]}{[aa]}; \qquad \beta = \frac{[ab]}{[aa]}$$

b) Ако је $[aa] < [bb]$, онда је:

$$\alpha = \frac{[aa]}{[bb]}; \qquad \beta = \frac{[ab]}{[bb]}.$$

Између грешака M_y и M_x и полуоса A и B постоји однос

$$M_y^2 + M_x^2 = A^2 + B^2 \tag{12}$$

који служи за контролу тачности рачунања.

За тачке које припадају мрежи виших редова, велика полуоса A средње елипсе грешака не сме бити већа од 20 cm.

У прилогу 73 дат је пример изравнања координата једне тачке 3 реда у тригоном. обрасцу бр. 33 разрађеном за рачунање машином. Све се рачунске операције врше на исти начин као и у случају рачунања помоћу логаритама са том разликом што се коефицијенти a и b рачунају по формулама (116.12), а поправке за редукцију дужина по формулама (51.5) и (51.6). Прилог 73

Члан 121

За истовремено изравнање координата групе тачака мреже виших редова служе тригоном. обрасци бр. 33^2, 33^3, 33^4 итд. где индекси 2, 3, 4 итд. означавају број тачака у групи. ИСТОВРЕМЕНО ИЗРАВНАЊЕ КООРДИНАТА ГРУПЕ ТАЧАКА

Све рачунске операције почев од рачунања приближних координата па до постављања једначина грешака врше се на исти начин као и при изравнању координата појединих тачака и као што је то наведено у претходном члану. Прилог 71 ТРИГ. ОБРАСЦИ БР. 33^2, 33^3, 33^4 ИТД.

I При постављању једначина грешака треба имати у виду да за доле наведене правце једначине грешака гласе:

a) За правац опажан са тражене тачке T_1 на тражену тачку T_2:

$$v_2 = a_2\,\Delta x_1 + b_2\,\Delta y_1 + c_2\,\Delta x_2 + d_2\,\Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2 \tag{1}$$

(в. једн. (118.5)); но, пошто су коефицијенти a и b једнаки по апсолутној вредности са коефицијентима c и d и разликују се само предзнацима (в. јсд. (118.10)), то се горња једначина може заменити следећом:

$$v_2 = a_2\,\Delta x_1 + b_2\,\Delta y_1 - a_2\,\Delta x_2 - b_2\,\Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2 \tag{2}$$

b) За правац опажан са тражене тачке T_1 на дату тачку T_2:

$$V_2 = a_2 \Delta x_1 + b_2 \Delta y_1 + \Delta z_1 + f_2 \tag{3}$$

јер су у овом случају поправке Δx_2 и Δy_2 једнаке нули.

c) За правац опажан са дате тачке T_1 на тражену тачку T_2

$$\begin{aligned} V_2 &= c_1 \Delta x_2 + d_1 \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2 = \\ &= -a_2 \Delta x_2 - b_2 \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2 = \\ &= a_1 \Delta x_2 + b_1 \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2. \end{aligned} \tag{4}$$

У овој једначини под Δz_1 треба разумети поправку за „средњи оријентациони угао" на датој тачки T_1.

d) За правац са дате тачке T_1 на дату тачку T_2:

$$V_2 = \Delta z_1 + f_2 \tag{5}$$

У овој једначини такође под Δz_1 треба разумети поправку за „средњи оријентациони угао".

За сваки правац опажан у дотичној мрежи, сем праваца са датих на дате тачке, треба поставити једначину грешака и то:

a) За правце између тражених тачака према једначини (121.2);

b) За правце између тражених и датих тачака према једначинама (121.3) и (121.4).

Постављене једначине грешака уписују се у таблицу (в. прилог 71). У овој таблици поправке за координате тражених тачака означавају се бројевима, наиме:

a) за прву тражену тачку: $\Delta x = 1$; $\Delta y = 2$;

b) „ другу „ „ : $\Delta x = 3$; $\Delta y = 4$ итд.,

а коефицијенти код поправака за координате означавају се са a, b, c, d . . . . тј.

a) за прву тражену тачку: a, b;

b) „ другу „ „ : c, d итд.

Из тако постављених једначина грешака састављају се, по правилима Schreiber-а, „сведене једначине грешака".

2. Једначине грешака сведене помоћу Schreiber-ovih фиктивних тежина састављају се из разлога уштеде у броју рачунских операција при даљем рачунању.

Испитивањем је утврђено, да се ова уштеда односи само на случај истовременог изравнања координата групе од четири и више тачака, према томе за истовремено изравнање координата 2 или 3 тачке важе одредбе чл. 118 овог правилника.

Правила Schreiber-а су следећа:

ПРАВИЛА SCHREIBER-A

Прво правило. Ако је са тачке T_1 опажан правац бр. 1 на тачку T_2, а са тачке T_2 опажан је правац $\underset{T_1}{\bullet} \xrightarrow{1} \quad \xleftarrow{2} \underset{T_2}{\bullet}$ бр. 2 на тачку T_1, те према томе ако су тачке T_1 и T_2 везане обостраним опажањем, онда сведена једначина гласи:

$$(1) + (2) = 0 \quad \text{са тежином} \quad \frac{1}{2}$$

где под (1) и (2) треба разумети једначине грешака постављене за правце под бројевима 1 и 2.

Међутим, ако је тачка T_1 дата тачка и са ове дате тачке опажана је само једна тражена 

тачка (друге тражене тачке нису опажане), онда се прво правило мења. У овом случају сведена једначина је: Триг. одр. ср. за ниже тачака

$$(1)+2(2)=0 \quad \text{са тежином } \frac{1}{6}.$$

Друго правило. Ако је са тачке T_1 опажан једностран 

правац на тачку T_2, онда се добија једначина:

$$(1)=0 \quad \text{са тежином } 1.$$

Међутим, ако је T_1 дата тачка са које је опажан само 

један једностран правац на тражену тачку T_2 (друге тражене тачке нису опажане), онда се друго правило мења и сведена једначина гласи:

$$(1)=0 \quad \text{са тежином } \frac{1}{2}.$$

Треће правило. Сем сведених једначина образованих по 1 и 2 правилу, свака станица са n праваца даје једначину:

$$(1)+(2)+\ldots+(n)=0 \quad \text{са тежином } \frac{1}{n}.$$

Примењујући ово правило на једначине постављене за правце опажане са датих тачака, увек се претпоставља да поред праваца опажаних на тражене тачке постоји још само један правац опажан на дату тачку. Према томе за „дате" тачке број праваца n одређује се овако:

ако је опажано 2 тражене тачке, онда је $n=3$;
„ „ „ 3 „ „ „ „ $n=4$;
„ „ „ 4 „ „ „ „ $n=5$;
итд.

Но, ако је са „дате" тачке опажан само један правац на тражену тачку, онда треће правило отпада.

Као што се из предњих правила види, узима се за тежину спољнег правца $^1/_2$ а за тежину унутрашњег 1, док је код обичног начина изравнања тежина спољнег и унутарњег правца иста односно 1. Примењујући час један час други начин изравнања за разне групе тачака једне исте мреже, теориски тачност рачунања није иста. Ако бисмо тежине спољних праваца теориски одређивали, морали бисмо сем средње грешке оријентационог угла узети у обзир и средњу грешку мереног правца јер се спољни правац добија из збира оријентационог угла станице и опажаног правца. Ово би превише компликовало само рачунање а практично у смислу тачности готово ништа се не би добило јер је путем испитивања, рачунајући једну исту групу тачака на један и на други начин, утврђено да је

b) За правац опажан са тражене тачке T_1 на дату тачку T_2:

$$V_2 = a_2 \Delta x_1 + b_2 \Delta y_1 + \Delta z_1 + f_2 \tag{3}$$

јер су у овом случају поправке Δx_2 и Δy_2 једнаке нули.

c) За правац опажан са дате тачке T_1 на тражену тачку T_2

$$\begin{aligned} V_2 &= c_1 \Delta x_2 + d_1 \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2 = \\ &= -a_2 \Delta x_2 - b_2 \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2 = \\ &= a_1 \Delta x_2 + b_1 \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2. \end{aligned} \tag{4}$$

У овој једначини под Δz_1 треба разумети поправку за „средњи оријентациони угао" на датој тачки T_1.

d) За правац са дате тачке T_1 на дату тачку T_2:

$$V_2 = \Delta z_1 + f_2 \tag{5}$$

У овој једначини такође под Δz_1 треба разумети поправку за „средњи оријентациони угао".

За сваки правац опажан у дотичној мрежи, сем праваца са датих на дате тачке, треба поставити једначину грешака и то:

a) За правце између тражених тачака према једначини (121.2);

b) За правце између тражених и датих тачака према једначинама (121.3) и (121.4).

Постављене једначине грешака уписују се у таблицу (в. прилог 71). У овој таблици поправке за координате тражених тачака означавају се бројевима, наиме:

a) за прву тражену тачку: $\Delta x = 1$; $\Delta y = 2$;
b) „ другу „ „ : $\Delta x = 3$; $\Delta y = 4$ итд.,

а коефицијенти код поправака за координате означавају се са a, b, c, d . . . . тј.

a) за прву тражену тачку: a, b;
b) „ другу „ „ : c, d итд.

Из тако постављених једначина грешака састављају се, по правилима Schreiber-a, „сведене једначине грешака".

2. Једначине грешака сведене помоћу Schreiber-ovih фиктивних тежина састављају се из разлога уштеде у броју рачунских операција при даљем рачунању.

Испитивањем је утврђено, да се ова уштеда односи само на случај истовременог изравнања координата групе од четири и више тачака, према томе за истовремено изравнање координата 2 или 3 тачке важе одредбе чл. 118 овог правилника.

Правила Schreiber-a су следећа:

ПРАВИЛА SCHREIBER-A

Прво правило. Ако је са тачке T_1 опажан правац бр. 1 на тачку T_2, а са тачке T_2 опажан је правац $\bullet_{T_1} \xrightarrow{1} \quad \xleftarrow{2} \bullet_{T_2}$ бр. 2 на тачку T_1, те према томе ако су тачке T_1 и T_2 везане обостраним опажањем, онда сведена једначина гласи:

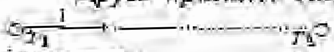
$$(1) + (2) = 0 \quad \text{са тежином} \quad \frac{1}{2}$$

где под (1) и (2) треба разумети једначине грешака постављене за правце под бројевима 1 и 2.

Међутим, ако је тачка T_1 дата тачка и са ове дате тачке опажан је само једна тражена 

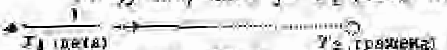
тачка (друге тражене тачке нису опажане), онда се прво правило мења. У овом случају сведена једначина је: Триг. обр. бр. 30 за више тачака

$$(1)+2\,(2)=0 \quad \text{са тежином } \frac{1}{6}.$$

Друго правило. Ако је са тачке T_1 опажан једностран 

правац на тачку T_2, онда се добија једначина:

$$(1)=0 \quad \text{са тежином } 1.$$

Међутим, ако је T_1 дата тачка са које је опажан само 

један једностран правац на тражену тачку T_2 (друге тражене тачке нису опажане), онда се друго правило мења и сведена једначина гласи:

$$(1)=0 \quad \text{са тежином } \frac{1}{2}.$$

Треће правило. Сем сведених једначина образованих по 1 и 2 правилу, свака станица са n праваца даје једначину:

$$(1)+(2)+\ldots\ldots+(n)=0 \quad \text{са тежином } -\frac{1}{n}.$$

Примењујући ово правило на једначине постављене за правце опажане са датих тачака, увек се претпоставља да поред праваца опажаних на тражене тачке постоји још само један правац опажан на дату тачку. Према томе за „дате" тачке број праваца n одређује се овако:

ако је опажано 2 тражене тачке, онда је $n=3$;
„ „ „ 3 „ „ „ „ $n=4$;
„ „ „ 4 „ „ „ „ $n=5$;
итд.

Но, ако је са „дате" тачке опажан само један правац на тражену тачку, онда треће правило отпада.

Као што се из предњих правила види, узима се за тежину спољнег правца $^1/_2$ а за тежину унутрашњег 1, док је код обичног начина изравнања тежина спољнег и унутарњег правца иста односно 1. Примењујући час један час други начин изравнања за разне групе тачака једне исте мреже, теориски тачност рачунања није иста. Ако бисмо тежине спољних праваца теориски одређивали, морали бисмо сем средње грешке оријентационог угла узети у обзир и средњу грешку мереног правца јер се спољни правац добија из збира оријентационог угла станице и опажаног правца. Ово би превише комликовало само рачунање а практично у смислу тачности готово ништа се не би добило јер је путем испитивања, рачунајући једну исту групу тачака на један и на други начин, утврђено да је разлика координата толико мала (3 – 4 cm.) да се практично може занемарити. Сем тога за оријентациони угао предвиђено је да се мора одредити из најмање три податка а пожељно је што више; према томе тежина оријентисаног (спољнег) правца приближно је једнака 1 (0,75 за три тачке, 0,80 за четири тачке итд.). Узевши напред наведено у обзир имаће се код обичног начина изравнања, а у циљу упрошћавања рачунања, узимати иста тежина и за спољне и за унутрашње правце пошто се практично координате тачака добијају скоро исте.

Сведене једначине уписују се у таблицу. Ради лакшег образовања нормалних једначина потребно је сведене једначине уписивати редом према тежинама тј. прво уписати све једначине које имају тежину $^1/_{2}$, онда све једначине са тежином 1, затим све једначине са тежином $\frac{1}{6}$ итд. (в. прилог 71).

3. При образовању нормалних једначина препоручује се доле објашњени поступак.

Прилог 72 За све једначине које имају исту тежину треба образовати производе:

$$a_1 a_1; \quad a_1 b_1; \quad a_1 c_1; \quad a_1 d_1 \ldots\ldots$$
$$a_2 a_2; \quad a_2 b_2; \quad a_2 c_2; \quad a_2 d_2 \ldots\ldots$$

без обзира на тежине. Онда се образују збирови ових производа:

$$[aa]; \quad [ab]; \quad [ac]; \quad [ad] \ldots\ldots$$

који се затим множе одговарајућом тежином, те се добијају:

$$p_1[aa] = [p_1 aa]; \quad p_1[ab] = [p_1 ab] \ldots\ldots$$

(в. прилог 72). Када су такви збирови образовани за све једначине које имају исту тежину, онда се образују дефинитивни збирови:

$$[paa] = [p_1 aa] + [p_2 aa] + [p_3 aa] + \ldots\ldots$$
$$[pab] = [p_1 ab] + [p_2 ab] + [p_3 ab] + \ldots\ldots$$

итд.

У мрежи 2. реда при образовању производа и збирова производа задржава се следећи број децималних места:

а) При образовању производа:

aa, ab, ac, . . . bc, bc, ...	2 децимална места
af, bf, cf, . . . as, bs, cs, ...	3 „ „

б) При образовању збирова:

$[p_1 aa]$; $[p_2 aa]$; $[p_3 aa]$	2 децимална места
$[p_1 ab]$; $[p_2 ab]$; $[p_3 ab]$	2 „ „

итд.

$[p_1af]$; $[p_2af]$; $[p_3af]$; .... 3 „ „

$[p_1bf]$; $[p_2bf]$; $[p_3bf]$; .... 3 „ „

итд.

$[p_1as]$; $[p_2as]$, $[p_3as]$.... 3 „ „

$[p_1bs]$, $[p_2bs]$; $[p_3bs]$.... 3 „ „

итд.

c) При образовању дефинитивних збирова:

$[paa]$, $[pab]$, $[pac]$, ... 1 децимално место

$[paf]$, $[pbf]$, $[pcf]$, ... 2 „ -а „ -а

$[pas]$, $[pbs]$, $[pcs]$, ... 2 „ -а „ -а

У мрежи 3 реда број децималних места смањује се за једно место.

4. Нормалне једначине решавају се по начину који је наведен и објашњен у чл. 89.

Количници:

$$-\frac{[pab]}{[paa]}; \qquad -\frac{[pbc\cdot1]}{[pbb\cdot1]}; \qquad -\frac{[pcd\cdot2]}{[pcc\cdot2]}; \ldots$$

рачунају се са 6 децималних места, ако је број нормалних једначина 20 и више; при мањем броју нормалних једначина количници се рачунају са 5 децималних места.

Поправке за координате 1, 2, 3, 4 .... рачунају се са 5 децималних места, ако је број нормалних једначина већи од 20, у противном — са 4 децимална места.

5. Када су поправке за координате срачунате и контролисане ове се увршћују у „несведене" једначине грешака, те се одређују поправке за правце v и поправке за ориjентационе углове Δz.

Једначине грешака (121.2), (121.3) и (121.4) након увршћења поправака за координате, гласиће:

(121.2): $v_2 = F_2 + \Delta z_1$ где је $F_2 = a_2\Delta x_1 + b_2\Delta y_1 - a_2\Delta x_2 - b_2\Delta y_2 + f_2$

(121.3): $v_2 = F_2 + \Delta z_1$ „ „ $F_2 = a_2\Delta x_1 + b_2\Delta y_1 + f_2$

(121.4): $v_2 = F_2 + \Delta z_1$ „ „ $F_2 = a_1\Delta x_1 + b_1\Delta y_1 + f_2$

Поправке за оријентационе углове одређују се из услова да збир поправака v за правце опажане са дотичне станице мора бити једнак нули. При одређивању ових поправака треба разликовати два случаја:

1) опажања су вршена са тражене тачке и

2) опажања су вршена са дате тачке.

1. *случај*. Ако су са тражене тачке T_k опажане тачке: $T_1, T_2, \ldots T_{n_1}$, онда се добијају једначине:

$$\begin{aligned} v_1 &= F_1 + \Delta z_k \\ v_2 &= F_2 + \Delta z_k \\ &\;\;\vdots \\ v_{n_1} &= F_{n_1} + \Delta z_k \end{aligned} \qquad (6)$$

Пошто је:

$$v_1 + v_2 + \ldots v_{n_1} = 0 \qquad (7)$$

то се из једначина (121.6) добија, да је:

$$\Delta z_k = -\frac{[F]}{n_1} \qquad (8)$$

те према томе:

$$\begin{aligned} v_1 &= F_1 - \frac{[F]}{n_1} = red\, F_1 \\ v_2 &= F_2 - \frac{[F]}{n_1} = red\, F_2 \\ &\;\;\vdots \\ v_{n_1} &= F_{n_1} - \frac{[F]}{n_1} = red\, F_{n_1}. \end{aligned} \qquad (9)$$

2. *случај*. Ако су са дате тачке T_r опажане тражене тачке $T_1, T_2, \ldots T_{n_2}$, онда се добијају једначине:

$$\begin{aligned} v_1 &= F_1 + \Delta z_r \\ v_2 &= F_2 + \Delta z_r \\ &\;\;\vdots \\ v_{n_2} &= F_{n_2} + \Delta z_r. \end{aligned} \qquad (10)$$

Овим једначинама додаје се још једна једначина за правац опажан са дате тачке T_r на другу дату тачку T_s (в. једн. (121.5) која гласи:

$$v_s = f_s + \Delta z_r. \qquad (11)$$

Пошто је:

$$v_1 + v_2 + \ldots + v_{n_2} + v_s = 0 \qquad (12)$$

$$f_s = 0 \qquad (13)$$

то је

$$\Delta z_r = \frac{F_1 + F_2 + \ldots + F_{n_2}}{n_2 + 1} = \frac{[F]}{n_2 + 1} \qquad (14)$$

се према томе:

$$v_1 = F_1 - \frac{[F]}{n_2+1}$$

$$v_2 = F_2 + \frac{[F]}{n_2+1} \tag{15}$$

$$\vdots$$

$$v_{n_2} = F_{n_2} - \frac{[F]}{n_2+1}.$$

6. Срачунате поправке за координате 1, 2, 3, 4,... додају се приближним координатама тражених тачака, те се добијају дефинитивне координате из којих се онда рачунају дефинитивни дирекциони углови ν. Овим се угловима додају поправке w, па се добијају дефинитивни дирекциони углови ϑ пројекција (слика) геодетских линија. Из упоређења дирекционих углова ϑ са оријентисаним правцима A_s, односно $A_u + A_0$ добијају се разлике u.

а) За спољне правце:

$$u_s = \vartheta_s - A_s. \tag{16}$$

Ове разлике, у границама тачности рачунања (3 јединице последњег децималног места секунде), морају одговарати поправкама v тј.

$$u_s = v = F + \Delta z, \ldots \text{ (в. једн. (121.10)).}$$

b) За унутарње правце:

$$u_u = \vartheta_u - (A_u + O_0) \tag{17}$$

Из разлика u_u рачунају се редуковане разлике, које морају одговарати поправкама v тј.

$$red\, u_u = v = red\, F, \ldots \text{(в. једн. (121.9))}$$

7. Средња грешка опаженог правца рачуна се по формули:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{N - 3n - q}}$$

где су

N – број свих опажаних правaца рачунајући и правце опажане са датих на дате тачке (по један правац за свaку дату тачку)

n – број тражених тачака, односно број тачака чије се координате изравнавају;

q – број датих тачака са којх су вршена опажања на тражене тачке.

Д. Специјални случајеви изравнања

Члан 122

Изравнање координата „блиске" тачке

При надовезивању нове тригонометриске мреже на већ постојећу и раније одређену мрежу односно при проширењу триангулације дешава се да конфигурација терена присиљава да се постави и одреди нова тригонометриска тачка на блиском отстојању од већ постојеће и одређене тачке.

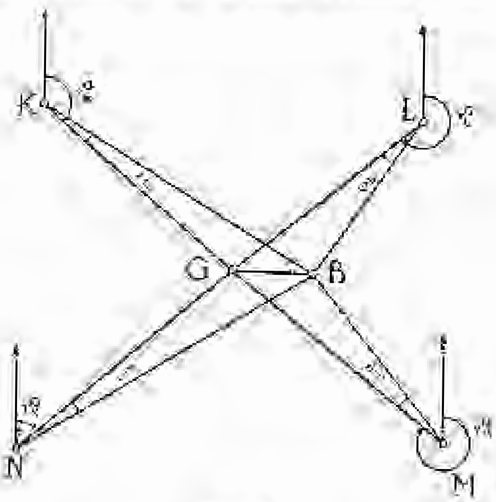
Исто тако при проширењу постојеће мреже теренске прилике у неким случајевима принуђавају да се постојећа и већ одређена тачка замени другом постављеном на блиском отстојању. Као блиско отстојање треба сматрати отстојање које износи мање од $^1/_4$ просечне раздаљине између тачака дотичног реда. На пример, у мрежи 4. реда, где отстојања између

Блиске тачке

тачака износе од 1 до 4 km. (в. чл. 4), као блиска отстојања треба сматрати отстојања мања од 625 m $\left(\frac{1+4}{2}=2{,}5\ \text{km};\ \frac{2{,}5}{4}=0{,}625\ \text{km}\right)$.

Тачке истог реда постављене на блиским отстојањима зову се „блиске" тачке. Раније постављена и већ одређена тачка сматра се као „главна" тачка и означава се са G; касније постављена тачка, чије се координате тек имају одредити, зове се просто „блиска" тачка и означава се са B.

Координате ново-постављене блиске тачке треба одредити што тачније у односу на „главну" тачку. Што тачније одређивање међусобног положаја блиских тачака постизава се: а) тачним мерењем тзв. паралактичких углова ω (сл. 60)



Сл. 60

на оним датим тачкама од којих је већ одређена „главна" тачка и од којих се сада одређује „блиска" тачка; б) начином изравнања координата „блиске" тачке према коме поправка за правац између главне и блиске тачке мора бити једнака нули.

Рачунању и изравнању координата „блиске" тачке претходи оријентисање праваца на „датим" тачкама. При овом спољни правци са оних „датих" тачака од којих је одређивана „главна" тачка добијају се на тај начин, што се дефинитивним дирекционим угловима ν_K^G, ν_L^G, ν_M^G... додају односно одузимају паралактични углови ω (сл. 66). Спољни правци са других „датих" тачака, као и спољни правац са „главне" тачке добијају се помоћу „средњег" оријентационог угла, који се рачуна на уобичајен начин (в. чл. 105).

Паралактични углови мере се:

у 12 гируса у основној мрежи 2. реда;
„ 10 „ „ попуњав. „ 2. „
„ 8 „ „ основној „ 3. „
„ 6 „ „ попуњав. „ 3. „
„ 4 „ „ мрежи 4. реда.

Начин одређивања највероватнијих координата блиске тачке зависи од тога да ли је ова тачка одређена пресецањем напред или комбинованим пресецањем.

A. Блиска тачка одређена је пресецањем напред

ПРЕСЕЦАЊЕ НАПРЕД

Када су срачунате приближне координате, рачунају се приближни дирекциони углови, па се онда постављају једначине грешака:

$$
\left.
\begin{aligned}
v_{K.B} &= a_{B.K}\Delta x + b_{B.K}\Delta y + f_{K.B} \\
v_{L.B} &= a_{B.L}\Delta x + b_{B.L}\Delta y + f_{L.B} \\
&\vdots
\end{aligned}
\right\} \qquad (1)
$$

$$
v_{G.B} = a_{B.G}\Delta x + b_{B.G}\Delta y + f_{G.B}. \qquad (1a)
$$

Ове једначине треба решити под условом, да поправка $v_{G.B}$ за правац са „главне" на „блиску" тачку буде једнака нули. Да би се овај услов задовољио, потребно је при решавању једначина применити следећи поступак: одредити Δx (или Δy) из једначине (122.1a) тј.:

$$
\Delta x = -\frac{b_{B.G}}{a_{B.G}}\Delta y - \frac{f_{G.B}}{a_{B.G}} \qquad (2)
$$

и овај израз уврстити у остале једначине (122.1).

После уврштења ове ће гласити:

$$
v_{K.B} = \left(b_{B.K} - \frac{b_{B.G}}{a_{B.G}} \cdot a_{B.K}\right)\Delta y + \left(f_{K.B} - \frac{f_{G.B}}{a_{B.G}} \cdot a_{B.K}\right) =
$$

$$
= B_{B.K}\Delta y + F_{K.B}
$$

[122]

$$v_{L.B} = \left(b_{B.L} - \frac{b_{B.G}}{a_{B.G}} \cdot a_{B.L} \right) \Delta y + \left(f_{L.B} - \frac{f_{G.B}}{a_{B.G}} \cdot a_{B.L} \right) =$$

$$= B_{B.L} \Delta y + F_{L.B}. \tag{3}$$

$$\vdots$$

Из ових се једначина образује, по општим правилима, нормална једначина:

$$[BB] \Delta y + [BF] = 0 \tag{4}$$

из које се одређује Δy, наиме:

$$\Delta y = - \frac{[BF]}{[BB]}. \tag{5}$$

Када се нађена вредност Δy уврсти у једначину (122,2 одредиће се Δx.

Све остале рачунске операције врше се по поступку као и у случају одређивања тачака које се постављају и одређују на уобичајени начин.

В. Блиска тачка одређена је комбинованим пресецањем

КОМБИНОВАНО ПРЕСЕЦАЊЕ

У овом случају из спољних и унутарњих праваца имају се образовати заједнички правци тзв. „средњи" правци. Образовање средњих праваца врши се на следећи начин:

1. Из приближних дирекционих углова n_B^K, n_B^L ... и опажаних унутарњих праваца a^K, a^L ... рачуна се средњи оријентациони угао

$$O = \frac{O_K + O_L + \ldots}{i} \tag{6}$$

где су:

$$O_K = n_B^K - a^K$$

$$O_L = n_B^L - a^L$$

$$\vdots$$

а i је број опажаних праваца.

2) Помоћу „средњег" оријентационог угла рачунају се оријентисани унутарњи правци:

$$\varphi_B^K = a^K + O$$

$$\varphi_L^B = a^L + O \tag{7}$$

3. Из овако оријентисаних унутарњих праваца и оријентисаних спољних праваца образују се „средњи" правци као опште аритметичке средине тј.

$$s^K = \frac{(\varphi_K^B \pm 180^0) P_{K \cdot B} + \varphi_B^K \cdot P_{B \cdot K}}{P_{K \cdot B} + P_{B \cdot K}}$$

$$s^L = \frac{(\varphi_L^B \pm 180^0) \cdot P_{L \cdot B} + \varphi_B^L \cdot P_{B \cdot L}}{P_{L \cdot B} + P_{B \cdot L}} \tag{8}$$

$$\vdots$$

Тежине се одређују овако: *a*) тежине унутарњих оријентисаних праваца једнаке су

$$\frac{3t}{2(t+1)}$$

где је t број унутарњих праваца односно број појединих вредности из којих је одређен „средњи" оријентациони угао; *b*) тежине спољних праваца, када су ови оријентациони помоћу паралактичних углова, једнаке су јединици; међутим, ако су спољни правци оријентисани помоћу „средњег" оријентационог угла, онда се њихове тежине одређују по формули:

$$P = \frac{t}{t+1} \tag{9}$$

где t има исти значај као и случају унутарњих праваца.

Средњи правци сматрају се као унутарњи правци, те зато једначине постављене за ове правце морају садржати поправку за оријентациони угао. У општем облику ове једначине гласе:

$$v_{B \cdot K} = a_{B \cdot K}\, \Delta x + b_{B \cdot K}\, \Delta y + \Delta z + f_{B \cdot K}$$

$$v_{B \cdot L} = a_{B \cdot L}\, \Delta x + b_{B \cdot L}\, \Delta y + \Delta z + f_{B \cdot L} \tag{10}$$

$$\vdots$$

$$v_{B \cdot G} = a_{B \cdot G}\, \Delta x + b_{B \cdot G} \cdot \Delta y + \Delta z + f_{B \cdot G}. \tag{10a}$$

Ради елиминисања поправке за оријентациони угао морају се из ових једначина образовати редуковане једначине грешака (в. чл. 111):

$$v_{B \cdot K} = red\, a_{B \cdot K} \cdot \Delta x + red\, b_{B \cdot K}\, \Delta y + red\, f_{B \cdot K}$$

$$v_{B \cdot L} = red\, a_{B \cdot L}\, \Delta x + red\, b_{B \cdot L}\, \Delta y + red\, f_{B \cdot L} \tag{11}$$

$$\vdots$$

$$v_{B \cdot G} = red\, a_{B \cdot G}\, \Delta x + red\, b_{B \cdot G}\, \Delta y + red\, f_{B \cdot G}. \tag{11a}$$

Даљи поступак исти је са поступком у случају пресецања напред тј. из једначине (122.11a) одреди се једна непозната Δx (или Δy), па се нађени израз уврсти у остале једначине из којих се онда образује нормална једначина итд.

Члан 123

ИСТОВРЕМЕНО ИЗРАВНАЊЕ КООРДИНАТА ЦЕНТРА, ЕКСЦЕНТРИЧНЕ СТАНИЦЕ И СИГНАЛА

У случајевима, када су унутарњи правци опажани делом са центра, а делом са ексцентричне станице, или када су спољни правци опажани делом на центар, а делом на сигнал, може се применити начин истовременог изравнања координата центра, ексцентричне станице и сигнала без претходног свођења ексцентрично опажаних праваца на центар.

При овом начину изравнања три тачке — центар, ексцентрична станица и сигнал, које су одређене по свом међусобном положају елементима ексцентрицитета, чине чврст систем; након изравнања међусобни положај ових тачака остаје непромењен.

Карактеристичне особине овог начина изравнања су следеће:

1. За сваку тачку (центар, ексцентричну станицу, сигнал) са које или на коју су вршена опажања рачунају се приближне координате. По уобичајеном поступку (из спољних или унутарњих праваца) рачунају се приближне координате за ону тачку за коју се ове могу простије и тачније срачунати. Приближне координате за остале тачке (од три наведене) рачунају се помоћу елемената ексцентрицитета. На пример, ако је простије срачунати координате сигнала, онда се ове и рачунају, па се затим из ових координата, на основу елемената ексцентрицитета, рачунају координате центра. Међутим, ако су са дотичне тачке вршена и ексцентрична опажања, онда се, сем координата центра, рачунају из координата сигнала још и координате ексцентричне станице.

2. Затим се рачунају приближни дирекциони углови, те се постављају једначине грешака. При постављању једначина грешака за унутарње правце, ако су ови опажани са центра и ексцентричне станице, треба образовати две групе: једну посебну групу за правце опажане са центра и другу посебну групу за правце опажане са ексцентричне станице.

3. Образовање нормалних једначина и решавање ових једначина врши се на исти начин као и у случају, када су сви правци опажани са центра и на центар.

4. Из решења нормалних једначина нађене поправке за координате јесу истовремено поправке за координате центра, ексцентричне станице и сигнала. Додавањем ових поправака приближним координатама наведених тачака добијају се њихове дефинитивне координате. Очигледно је, да међусобни положај центра, ексцентричне станице и сигнала који је условљен одређеним елементима ексцентрицитета при мерењу, остаје након изравнања непромењен.

5. Рачунање дефинитивних дирекционих углова и све остале рачунске операције врше се на исти начин као и при обичном рачунању.

Овако изравнање координата, без претходног свођења на центар ексцентрично опажаних праваца, примењује се у Аустрији. Такав начин не води смањивању броја рачунских операција, чак у неким случајевима повећава њихов број, али има то преимућство, што су грешке рачунања при свођењу ексцентрично опажаних праваца на центар овде искључене.

VI ОДЕЉАК

Изравнање тригонометријског нивелмана

Члан 124

ИЗРАВНАЊЕ ВЛАКА УМЕТНУТОГ ИЗМЕЂУ ДВЕ ТАЧКЕ СА ДАТИМ ВИСИНАМА

За изравнање висинских разлика и за рачунање апсолутних висина тачака уметнутих влакова служи нивелмански образац бр. 3Т.

Поступак при изравнању по овом обрасцу је следећи:

Прилог 79

НИВ. ОБР. БР. 3Т

1. У 1. стубац уписују се редом бројеви тачака које сачињавају дотични влак. У 3. стубац уписују се висинске разлике $\Delta h'$ појединих страна, а у 5. стубац уписују се дужине страна (на 0,1 км). Апсолутне висине крајњих тачака влака уписују се у 11. стубац. У 2. ступцу означава се одакле су узете висинске разлике и дужине страна, а у 4. ступцу се означава да ли су висинске разлике једнострано или обострано одређене.

2. Из упоређења збира висинска разлика појединих страна

$$\sum_{1}^{i} \Delta h' = \Delta h'_1 + \Delta h'_2 + \cdots + \Delta h'_i$$

са разликом апсолутних висина

$$H_b - H_a$$

крајњих тачака влака добија се отступање

$$f = (H_b - H_a) - \sum_{1}^{i} \Delta h'. \tag{1}$$

Чим је отступање f одређено, треба се уверити да ли је ово у дозвољеним границама, односно да не прелази дозвољено отступање. Дозвољено отступање Δ одређује се као трострука средња грешка дотичног влака тј.

$$\Delta = 3\,M. \tag{2}$$

Средња грешка висинске разлике влака рачуна се по формули:

$$M = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + \cdots + m_i^2} \tag{3}$$

где су $m_1, m_2 \ldots m_i$ средње грешке висинских разлика појединих страна. Ове средње грешке односно квадрати средњих грешака узимају се из Таблице XXIX за аргуменат d (дужина стране у км) и уписује се у 8 стубац. Грешка M рачуна се у ступцу „примедба" и трострука вредност ове грешке уписује се поред отступања f.

3. Ако је отступање f у дозвољеним границама, онда се ово дели на појединие висинске разлике, односно висинским разликама додају се поправке v, које се рачунају по формулама:

$$v_1 = \frac{f}{\sum_1^i \frac{1}{p}} \cdot \frac{1}{p_1}$$

$$v_2 = \frac{f}{\sum_1^i \frac{1}{p}} \cdot \frac{1}{p_2} \qquad (4)$$

$$\vdots$$

$$v_i = \frac{f}{\sum_1^i \frac{1}{p}} \cdot \frac{1}{p_i}$$

где је

$$\sum_1^i \frac{1}{p} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \ldots + \frac{1}{p_i}.$$

Вредности реципрочне тежинама узимају се из Таблице XXX за аргуменат d и уписују се у 6. стубац. Количник

$$\frac{f}{\sum_1^i \frac{1}{p}}$$

рачуна се у ступцу „Примедба" на три децимална места.

4. Пошто су поправке v срачунате (у 9. ступцу) и контролисане (њихов збир мора бити једнак отступању f) рачунају се поправљене висинске разлике:

$$\Delta h_1 = \Delta h_1' + v_1$$

$$\Delta h_2 = \Delta h_2' + v_2 \qquad (5)$$

$$\vdots$$

$$\Delta h_i = \Delta h_i' + v_i.$$

Ове се разлике рачунају у 10. ступцу. Збир поправљених висинских разлика мора бити једнак разлици апсолутних висина крајњих тачака тј.

$$\sum_1^i \Delta h = H_b - H_a. \qquad (6)$$

5. На крају се рачунају апсолутне висине тачака влака, наиме:

$$H_1 = H_a + \Delta h_1$$
$$H_2 = H_1 + \Delta h_2 \qquad (7)$$
$$\vdots$$
$$H_{i-1} = H_{i-2} + \Delta h_{i-1}$$

и за контролу

$$H_b = H_{i-1} + \Delta h_i. \qquad (8)$$

6. Ако дотични влак припада мрежи влакова тригонометриског нивелмана који се изравнава по начину условних или посредних мерења, или припада групи влакова који се сутичу у једној или више чворних тачака, онда је потребно срачунати тежину висинске разлике влака или, како се то скраћено каже, тежину влака.

Између тежине влака P и тежина висинских разлика појединих страна влака $p_1, p_2 \ldots p_i$ постоји однос:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \ldots + \frac{1}{p_i} = \sum_1^i \frac{1}{p} \qquad (9)$$

те према томе:

$$P = \frac{1}{\sum_1^i \frac{1}{p}}. \qquad (10)$$

Срачуната тежина влака уписује се у 7. стубац.

Члан 125

Када се у једној тачки сутичу три или више влакова који полазе од „датих" тачака, онда се највероватнија апсолутна висина такве тачке може одредити као висина „чворне" тачке. Рачунање се врши у нивелманском обрасцу бр. 47. — ИЗРАЧУНАВАЊЕ АПСОЛУТНЕ ВИСИНЕ ЧВОРНЕ ТАЧКЕ

Нека су $H_a, H_b \ldots H_k$ апсолутне висине тачака од којих полазе влакови ка чворној тачки, а $h'_1, h'_2 \ldots h'_n$ висинске разлике дотичних влакова. — Прилог 80 — НИВ. ОБР. БР. 47

Додавањем ових висинских разлика апсолутним висинама полазних тачака добија се за висину чворне тачке низ вредности:

$$H_1 = H_a + h'_1$$
$$H_2 = H_b + h'_2 \qquad (1)$$
$$\vdots$$
$$H_n = H_k + h'_n.$$

Највероватнија апсолутна висина H чворне тачке одређује се као општа аритметичка средина из горњих вредности тј.

$$H = \frac{H_1 p_1 + H_2 p_2 + \ldots + H_n p_n}{p_1 + p_2 + \ldots p_n}. \qquad (2)$$

Тежине појединих влакова рачунају се у нивелманском обрасцу бр. 37 по формули (124.10).

Из упоређења највероватније висине H са висинама добијеним из појединих влакова тј. са $H_1, H_2 \ldots H_n$ добијају се разлике:

$$\begin{aligned} f_1 &= H - H_1 \\ f_2 &= H - H_2 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ f_n &= H - H_n. \end{aligned} \tag{3}$$

Ове разлике јесу највероватније грешке висинских разлика $h_1', h_2' \ldots h_n'$. Из ових највероватнијих грешака има се по формули:

$$m_0 = \sqrt{\frac{[pf^2]}{n-1}} \tag{4}$$

срачунати средња грешка јединице тежине тј. средња грешка обострано одређене висинске разлике стране дужине 1 км.

Мерења се сматрају као исправна ако ова грешка не прелази 10 см.

Средња грешка са којом је одређена апсолутна висина чворне тачке рачуна се по формули:

$$M = \pm \frac{m_0}{\sqrt{[p]}} \tag{5}$$

При састављању плана одређивања висина тригоном. тачака путем изравнања висина чворних тачака треба се придржавати доле наведеног поступка.

„Главна мрежа" 1. У „главној мрежи" дате тачке односно полазне тачке влакова који се сутичу у чворној тачки морају бити такве тригоном. тачке или репери, чије су висине одређене геометриским нивелманом. Ово се тражи из разлога што се у овом случају може сматрати да су грешке, са којима су одређене висине ових тачака, безначајне по упоређењу са грешкама висинских разлика влакова тригоном. нивелмана, те према томе и одређивање тежина појединих влакова по формули (124.10) је исправно.

„Споредна мрежа" 2. У „споредној мрежи" влак се дозвољава да висине датих (полазних) тачака буду одређене и тригоном. нивелманом. Ово се дозвољава из разлога да се грешке тригоном. нивелмана што равномерније расподеле на све влакове дотичне мреже. Тежине појединих влакова и у овом случају се одређују по формули (124.10), но очигледно је да такав начин одређивања тежина није потпуно исправан, јер се при овом не узимају у обзир тежине аполутних висина познатих тачака, које, у неким случајевима, могу бити осетно различите. Зато у споредној мрежи треба бирати за полазне тачке такве за које се може претпоставити да су њихове висине одређене тригоном. нивелманом са приближно истом тачношћу.

3. Када се у чворној тачки сутичу влакови који полазе од тачака чије су висине одређене делом геометриским, а делом тригоном. нивелманом (што може бити случај у споредној мрежи), онда се тежине влакова одређују овако:

ТЕЖИНЕ ГЛАВНИХ И СПОРЕДНИХ ВЛАКОВА

а) за оне влакове који полазе од тачака са висинама одређеним геометријским нивелманом тежине се одређују по формули (124.10);

б) за оне пак влакове који полазе од тачака са висинама одређеним тригоном. нивелманом узимају се двоструко смањене тежине од тежина одређених по формули (124.10).

У тригоном. обрасцу бр. 4 Т такође се рачунају апсолутне висине тачака у којима се сутичу не влакови него стране тригоном. нивелмана. Ово су тачке чије су апсолутне висине одређене од три и више околних тачака путем непосредног мерења висинских разлика. Највероватније вредности апсолутних висина ових тачака одређују се као опште аритметичке средине по поступку идентичном са поступком при изравнању висина чворних тачака.

Члан 126

ИСТОВРЕМЕНО ИЗРАВНАЊЕ АПСОЛУТНИХ ВИСИНА ДВЕЈУ И ВИШЕ ЧВОРНИХ ТАЧАКА

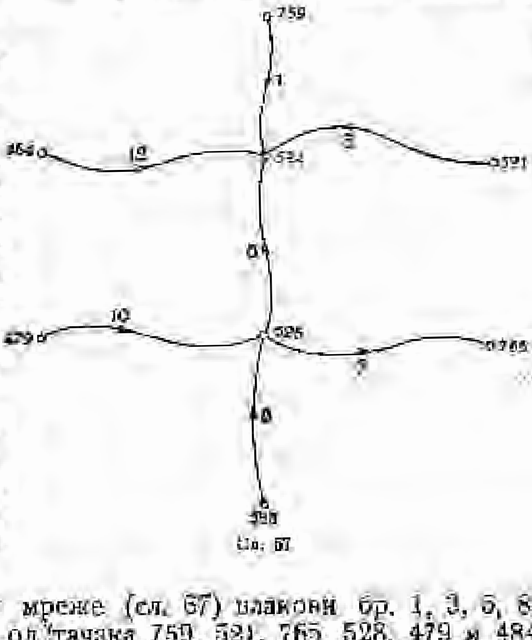
Познато је да се истовременим изравнањем што већег броја влакова добијају бољи резултати, јер се у овом случају постиже равномернија подела неминовних грешака мерења на поједине влакове, те према томе и резултати изравнања боље одговарају истинитим вредностима тражених величина.

Прилог 81

НИВ. ОБР. БР. 4 Тn

Из наведених разлога препоручује се, ако то захтева конфигурација мреже, да се истовремено изравнавају апсолутне висине двеју и више чворних тачака. Таква се рачунања врше у нивелманском обрасцу бр. 4*Тn* (*n* значи број тачака за које се врши истовремено изравнање).

Начин изравнања види се из приложеног бројног примера (прилог 81) коме се додаје следеће објашњење.



Сл. 67

1. Према скици мреже (сл. 67) влакови бр. 1, 3, 5, 8, 10 и 12, који полазе од тачака 759, 521, 765, 528, 479 и 484 чије су апсолутне висине одређене геометријским нивелманом, сутичу се у тачкама 524 и 526, које су међусобно везане влаком бр. 6.

2. Из влакова 1, 3 и 12 рачуна се апсолутна висина тачке 524 на исти начин као што се рачуна апсолутна висина чворне тачке у којој се дотични влаци сутичу. У приложеном бројном примеру ова је висина једнака:

$$H_{1\cdot 3\cdot 12}=506{,}86$$

где индекс 1.3.12 значи да је висина срачуната из влакова бр. 1, 3 и 12.

3. Апсолутна висина друге чворне тачке (526) има се одредити као висина тачке у којој се сутичу 4 влака, који

СВЕДЕНИ ВЛАК

полазе од тачака 765, 528, 479 и 524. При овом се влак који полази од прве чворне тачке односно од тачке 524 има сматрати као „сведени" влак тј. као влак у који су сведени влаци 1, 3, 12 и 6. При одређивању тежине „сведеног" влака сматра се да се овај састоји од два дела: првог који замењује влакове 1, 3 и 12, и другог који сачињава влак 6.

Пошто је висина тачке 524 одређена као општа аритметичка средина, то нађена висина (506,86) има тежину једнаку збиру тежина влакова 1, 3 и 12 тј.

$$p_{1\cdot 3\cdot 12}=p_1+p_3+p_{12}. \tag{1}$$

Када се уврсте бројне вредности, овде је:

$$p_{1\cdot 3\cdot 12}=0{,}43+0{,}28+0{,}22=0{,}93.$$

Очигледно је да се влаци 1, 3 и 12 могу заменити једним замишљеним влаком, који ће, према наведеном, имати тежину $p_{1\cdot 3\cdot 12}=0{,}93$

Из предњег произилази да први део сведеног влака

ТЕЖИНЕ

1, 3, 12 и 6 има тежину $p_{1\cdot 3\cdot 12}$, а други p_6, те ће се према томе тежина целог сведеног влака $p_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}$ одредити по формули:

$$\frac{1}{p_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}}=\frac{1}{p_{1\cdot 3\cdot 12}}+\frac{1}{p_6} \tag{2}$$

или

$$\frac{1}{p_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}}=\frac{1}{0{,}93}+\frac{1}{0{,}28}$$

одакле је:

$$p_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}=0{,}22.$$

Сада се, по општим правилима, рачуна дефинитивна (највероватнија) висина чворне тачке 526, која за наведени пример износи:

$$H_{526}=388{,}00.$$

4. Пошто се прва чворна тачка (524) може сматрати као тачка која се налази на сведеном влаку 1. 3. 12. 6 и то између првог и другог дела овог влака, то ће се поправка за раније срачунату апсолутну висину одредити на исти начин као што се одређују поправке код уметнутих влакова тј. реципрочно тежинама. Према томе ако су:

$v_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}$ — поправка за сведени влак 1. 3. 12. 6; ПОПРАВКЕ

$v_{1\cdot 3\cdot 12}$ = поправка за први део сведеног влака, односно за влак 1. 3. 12,

онда између ових поправака и тежина постоји однос:

$$\frac{v_{1\cdot 3\cdot 12}}{v_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}}=\frac{p_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}}{p_{1\cdot 3\cdot 12}} \qquad (3)$$

одакле је:

$$v_{1\cdot 3\cdot 12}=\frac{p_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}}{p_{1\cdot 3\cdot 12}}\cdot v_{1\cdot 3\cdot 12\cdot 6}$$

Када се ова поправка дода раније срачунатој висини прве чворне тачке, добија се дефинитивна висина ове тачке.

Из дефинитивних висина тражених тачака и висина ових тачака добијених из појединих влакова рачунају се разлике f (в. прилог 81), које треба сматрати као највероватније грешке одговарајућих висинских разлика. Из ових разлика односно грешака рачуна се средња грешка јединице тежине

$$m_0=\pm\sqrt{\frac{[pf^2]}{n-u}}\,. \qquad (5)$$

У овој формули n је број одређених висинских разлика, а u број непознатих односно број чворних тачака, чије се апсолутне висине одређују. СРЕДЊЕ ГРЕШКЕ

Средње грешке апсолутних висина чворних тачака рачунају се по формули (125.5).

Члан 127

Изравнање мреже тригоном. нивелмана по начину посредних мерења врши се у нивелман. обрасцу бр. *10 Т*. Поступак је следећи: ИЗРАВНАЊЕ МРЕЖЕ ТРИГОНОМ. НИВЕЛМАНА ПО НАЧИНУ ПОСРЕДНИХ МЕРЕЊА

1. Прво се израђује (у произвољној размери) скица мреже.

2. Рачунају се приближне апсолутне висине тражених тачака. Прилог 82

3. Постављају се једначине грешака које у општем облику гласе: НИВ. ОБР. БР. 10 Т

$$\begin{aligned}
v_1&=a_1\,\Delta x+b_1\,\Delta y+c_1\,\Delta z+\ldots+(a_1x_0+b_1y_0+c_1z_0+\ldots-(H_A+h_1'))\\
v_2&=a_2\,\Delta x+b_2\,\Delta y+c_2\,\Delta z+\ldots+(a_2x_0+b_2y_0+c_2z_0+\ldots-(H_B+h_2'))\\
&\;\;\vdots\\
v_n&=a_n\,\Delta x+b_n\,\Delta y+c_n\,\Delta z+\ldots+(a_nx_0+b_ny_0+c_nz_0+\ldots-(H_k+h_n'))
\end{aligned} \qquad (1)$$

где су:

$v_1, v_2 \ldots v_n$ — поправке за висинске разлике $h_1', h_2', \ldots h_n'$;

$a, b, c \ldots$ — коефицијенти;

$x_0\, y_0\, z_0 \ldots$ — приближне апсолутне висине тражених репера;

$\Delta x, \Delta y, \Delta z \ldots$ — поправке за приближне апсолутне висине;

$H_A, H_B \ldots H_k$ = апсолутне висине „датих" репера односно тачака.

Коефицијенти $a, b, c \ldots$ једнаки су ± 1 или 0. Висинске разлике $h'_1, h'_2 \ldots h'_n$ имају се образовати у нивелман. обрасцу бр. 3 T, где се истовремено одређују (по формули (124.10)) и тежине висинских разлика.

ЈЕДНАЧИНЕ ГРЕШАКА

Број једначина грешака одговара броју одређених висинских разлика, јер се за сваку одређену висинску разлику поставља посебна једначина.

Ако се стави:

$$
\begin{aligned}
a_1 x_0 + b_1 y_0 + c_1 z_0 + \ldots - (H_A + h'_1) &= f_1 \\
a_2 x_0 + b_2 y_0 + c_2 z_0 + \ldots - (H_B + h'_2) &= f_2 \\
&\vdots \\
a_n x_0 + b_n y_0 + c_n z_0 + \ldots - (H_k + h'_n) &= f_n
\end{aligned} \tag{2}
$$

онда ће једначине грешака (127.1) гласити:

$$
\begin{aligned}
v_1 &= a_1 \Delta x + b_1 \Delta y + c_1 \Delta z + \ldots + f_1 \\
v_2 &= a_2 \Delta x + b_2 \Delta y + c_2 \Delta z + \ldots + f_2 \\
&\vdots \\
v_n &= a_n \Delta x + b_n \Delta y + c_n \Delta z + \ldots + f_n.
\end{aligned} \tag{3}
$$

НОРМАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ

4. Из једначина (127.3) по општим правилима образују се нормалне једначине:

$$
\begin{aligned}
[paa] \Delta x + [pab] \Delta y + [pac] \Delta z + \ldots + [paf] &= 0 \\
[pab] \Delta x + [pbb] \Delta y + [pbc] \Delta z + \ldots + [pbf] &= 0 \\
[pac] \Delta x + [pbc] \Delta y + [pcc] \Delta z + \ldots + [pcf] &= 0 \\
&\vdots
\end{aligned} \tag{4}
$$

које се решавају по поступку објашњеном у чл. 89.

5. Пошто се из решења нормалних једначина одреде поправке $\Delta x, \Delta y, \Delta z \ldots$ ове се додају приближним апсолутним висинама $x_0, y_0, z_0 \ldots$ те се добијају дефинитивне апсолутне висине тражених тачака.

Када се поправке $\Delta x, \Delta y, \Delta z \ldots$ уврсте у једначине грешака (127.3), одредиће се поправке висинских разлика $v_1, v_2, \ldots v_n$. Из ових поправака, а по формули:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-u}} \tag{5}$$

рачуна се средња грешка јединице тежине. У овој формули n је број одређених висинских разлика, а u је број непознатих односно број тачака чије се апсолутне висине траже.

Члан 128

Изравнање по начину условних мерења врши се у нивелман. обрасцу 5 Т. **Изравнање мреже тригонометријског нивелмана по начину условних мерења**

1\. Треба нацртати (у произвољној, али повољно изабраној размери) скицу мреже. На скици треба обележити „везне" тачке тј. тачке у којима се сутичу три или више влакова. Поред тога треба означити „дате" тачке тј. тачке чије су апсолутне висине раније одређене односно познате. Дефинитивне висинске разлике између датих тачака или репера такође се обележавају на скици линијама које спајају „дате" тачке. За сваки влак односно дефинитивну висинску разлику потребно је стрелицом показати пењање терена. **Прилог 33** **Нив. обр. бр. 5 Т**

2\. Број независних условних једначина одређује се овако:

$$t = N - R \qquad (1)$$

где су:

N – број одређених висинских разлика, подразумевајући висинске разлике између тражених тачака и између тражених и датих тачака;

R – број тражених тачака.

3\. Условне једначине које се постављају на основу услова да збир висинских разлика у сваком затвореном полигону мора бити једнак нули тј.

$$\Sigma h = 0 \qquad (2)$$

у општем облику гласе:

$$\begin{array}{lll} \text{за I. полигон}: & a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3 + \ldots + f_I = 0 & \\ \text{„ II.} & : b_1 v_1 + b_2 v_2 + b_3 v_3 + \ldots + f_{II} = 0 & (3) \\ \text{„ III.} & : c_1 v_1 + c_2 v_2 + c_3 v_3 + \ldots + f_{III} = 0 & \end{array}$$

итд.

где су:

$v_1, v_2, v_3 \ldots$ – поправке за висинске разлике h'_1, h'_2, h'_3;

$f_I, f_{II}, f_{III} \ldots$ – апсолутни чланови условних једначина, који су једнаки алгебарским збировима одређених висинских разлика у појединим полигонима тј.

$f_I = \Sigma h'$ у I. полигону,

$f_{II} = \Sigma h'$ „ II. „

итд.

$a, b, c \ldots$ – коефицијенти који су једнаки ± 1 или 0.

При образовању условних једначина за поједине полигоне висинске разлике треба узимати идући по странама полигона у смислу кретања казаљке на сату; при овом са знаком + узимају се оне висинске разлике за које се правац стрелице подудара са правцем кретања, а са знаком – оне висинске разлике за које је правац стрелице супротан правцу кретања.

ЗНАЦИ КОЕФИЦИЈЕНАТА

Позитивним висинским разликама одговарају позитивни коефицијенти $a, b, c, \ldots (+1)$, а негативним висинским разликама — негативни коефицијенти (-1).

Ради контроле апсолутних чланова условних једначина постављених за поједине полигоне, потребно је срачунати апсолутни члан f_z за полигон који обухвата све полигоне за које су постављене једначине, те онда мора бити:

$$f_I + f_{II} + f_{III} + \ldots = f_z. \qquad (4)$$

ДОЗВОЉЕНА ОТСТУПАЊА

Дозвољена отступања у затвореним полигонима (максималне дозвољене вредности апсолутних чланова условних једначина) одређују се по формули:

$$\Delta = 3\sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2 + \ldots} \qquad (5)$$

где су $M_1, M_2, M_3 \ldots$ средње грешке висинских разлика појединих влакова који дотични полигон сачињавају. Ове средње грешке рачунају се у нивелманском обрасцу бр. *3 Т* по формули (124.3).

Ради лакшег образовања нормалних једначина уписују се условне једначине у „таблицу". (в. прилог 83). У посебном ступцу таблице уписују се реципрочне тежине влакова тј. вредности $\frac{1}{p}$, које се такође рачунају у нивелман. обрасцу бр. *3 Т* по формули (124.9).

НОРМАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ КОРЕЛАТА

4. Нормалне једначине корелата:

$$\begin{aligned}
\left[\frac{aa}{p}\right] k_1 + \left[\frac{ab}{p}\right] k_2 + \left[\frac{ac}{p}\right] k_3 + \ldots + f_I &= 0 \\
\left[\frac{ab}{p}\right] k_1 + \left[\frac{bb}{p}\right] k_2 + \left[\frac{bc}{p}\right] k_3 + \ldots + f_{II} &= 0 \\
\left[\frac{ac}{p}\right] k_1 + \left[\frac{bc}{p}\right] k_2 + \left[\frac{cc}{p}\right] k_3 + \ldots + f_{III} &= 0
\end{aligned} \qquad (6)$$

.

.

.

решавају се на начин објашњен у чл. 89 (шема: Прилог 82).

6. Рачунање корелата, поправака, дефинитивних висинских разлика и апсолутних висина тачака врши се на уобичајени начин и види се из приложеног бројног примера (прилог 83).

7. Средња грешка јединице тежине тј. средња грешка обострано одређене висинске разлике стране дужине 1 км рачуна се по формули:

$$m_0 = \pm\sqrt{\frac{[pv^2]}{t}} \qquad (7)$$

где је t број условних једначина.

VII ОДЕЉАК

Скице, карте и каталози тригоном. мреже

Члан 129

Скице тригоном мреже према којима се састављају планови одређивања и рачунања тригоном. тачака израђују се у размери: **СКИЦЕ ТРИГОНОМ. МРЕЖЕ**

1 : 200 000 за мрежу 2. реда,
1 : 100 000 „ „ 3. „
1 : 25 000 – 1 : 50 000 за мрежу 4. реда,
1 : 50 000 за мрежу тригоном. нивелмана.

Препоручује се да се израђују посебне скице за основну мрежу 2. реда и посебне за попуњавајућу; исто важи и за мрежу 3. реда.

Без обзира на ред мреже све „дате" тачке исцртавају се на скицама црвеним мастилом односно кармином, а све тражене тачке цртају се црно.

Тригонометријске тачке означавају се по топографском кључу, но могу се означавати и просто кружићем пречника $2-2^1/_2$ $^m/_m$ на скицама тригоном. мреже и пречника $6^m/_m$ на скицама тригоном. нивелмана. Код већих кружића број тачке исписује се унутар кружића.

Једнострано опажани правци исцртавају се пола пуном, а пола испрекиданом линијом.

Описивање скица у погледу величине и облика слова потпуно је произвољно; забрањује се само непотребно улепшавање скица цртањем оквира, нарочито компликованим начином исписивања слова и томе слично. –

Члан 130

Карте тригоном. мреже израђују се према следећим одредбама: **КАРТЕ ТРИГОНОМ. МРЕЖЕ**

Прилози 84—86

1. Карте се израђују у размери:

1 : 200 000 за основну и попуњавајућу мрежу 2 реда,
1 : 100 000 „ „ „ „ „ 3 „
1 : 25 000 за мрежу 4. реда.

Супротно скицама не израђују се посебне карте за основну и попуњавајућу мрежу 2 и 3 реда, него на исту се карту наносе тачке и основне и попуњавајуће мреже дотичног реда.

2. Тригоном. тачке се означавају према топографском кључу. При овом:

a) на картама мреже 2. реда тачке мреже 1. реда цртају се црвено, а 2. реда – црно;

b) на картама мреже 3. реда тачке мреже 1. и 2. реда цртају се црвено, а 3. реда — црно;

c) на картама мреже 4. реда тачке 1., 2. и 3. реда цртају се црвено, а 4. реда — црно.

САДРЖИНА КАРАТА ТРИГ. МРЕЖЕ

3. На картама се означавају само они правци помоћу којих је тачка стварно одређена. Правци који су опажани а нису узети у изравнање не исцртавају се на картама тригоном. мреже. Према томе:

а) на картама мреже 2. реда исцртавају се само они правци помоћу којих су одређене тачке 2. реда;

б) на картама мреже 3. реда исцртавају се само они правци помоћу којих су одређене тачке 3. реда;

ц) на картама мреже 4. реда исцртавају се само они правци помоћу којих су одређене тачке 4. реда.

4. Распоред листова за карте 2, 3 и 4 реда означен је у прилозима.

5. Сви натписи се исписују „ронд" писмом пером бр. $3^1/_2$, а називи тачака — пером бр. 5.

6. Границе народних република, срезова и народних одбора означавају се на картама мреже 4. реда. Границе се исцртавају зеленом бојом по топографском кључу. На картама мреже 3 реда означавају се само среске границе, а на картама мреже 2. реда границе се уопште не означавају.

7. На картама мреже 4. реда означавају се, сем тога, и границе рада појединих триангулатора, а при дну карте израђује се шематички преглед који је триангулатор и у којој години дотичну мрежу радио.

8. Тачке се наносе на карте својим дефинитивним координатама.

9. За мрежу тригоном. нивелмана посебне карте се не израђују, него влакови тригоном. нивелмана означавају се на копијама карата мреже 4. реда. Ово се означавање врши на тај начин што се дуж страна, за које су одређене висинске разлике, повуку плаве линије дебљине 1mm. У случају обострано одређене висинске разлике повуче се пуна линија, а у случају једнострано одређене — пола пуна, а пола испрекидана. Поред линије уписује се (плавом бојом) број обрасца и стране где је висинска разлика срачуната, а поред тачке уписује се број обрасца и стране где је апсолутна висина срачуната.

Члан 131

КАТАЛОЗИ ТРИГОНОМ. ТАЧАКА

Каталози тригоном. тачака састављају се према секцијама карте размере 1:25 000 и то скраћени и пуни.

1. Скраћени каталог сачињавају: а) секција карте размере
Прилог 87 1:25 000; б) списак координата и апсолутних висина (препис тригоном. обрасца бр. 25) за све тачке које се на дотичној секцији налазе.

2. Пун каталог сачињавају: а) секција карте размере
Прилог 88 1:25 000; б) извод из прегледног списка триангулације односно копија тригоном. обрасца бр. 5 са дефинитивно оријентисаним правцима и апсолутним висинама тачака; ц) извод из описа положаја тачака односно копија тригоном. обрасца бр. 27 са евентуалним подацима о васпостављању или уништењу тачака.

ПРИЛОЗИ

СПИСАК СРЕЗОВА СА СКРАЋЕНИМ ОЗНАКАМА

Ред. број	Назив среза	Седиште СНО	Скр. ознака
1	Азбуковачки	Љубовија	А$_{1}$
2	Андријевички	Андријевица	А$_{2}$
3	Ариљски	Ариље*	А$_{4}$
4	Алибунарски	Алибунар*	А$_{5}$
5	Барски	Бар*	Б$_{2}$
6	Белички	Светозарево*	Б$_{3}$
7	Белопаланачки	Бела Паланка	Б$_{4}$
8	Берански	Иванград*	Б$_{5}$
9	Битољски	Битола*	Б$_{6}$
10	Бијелопољски	Бијело Поље*	Б$_{7}$
11	Бољевачки	Бољевац*	Б$_{8}$
12	Босилеградски	Босилеград*	Б$_{9}$
13	Бјеловарски	Бјеловар	Б$_{12}$
14	Брињски	Бриње	Б$_{13}$
15	Бањалучки	Бања Лука	Б$_{14}$
16	Бихаћки	Бихаћ	Б$_{15}$
17	Босанско-градишки	Бос. Градишка*	Б$_{16}$
18	Босанско-граховски	Бос. Грахово	Б$_{17}$
19	Босанско-дубички	Бос. Дубица	Б$_{18}$
20	Босанско-крупски	Бос. Крупа	Б$_{19}$
21	Босанско-новски	Бос. Нови	Б$_{20}$
22	Босанско-петровачки	Бос. Петровац	Б$_{21}$
23	Бенковачки	Бенковац	Б$_{23}$
24	Бугојански	Бугојно	Б$_{25}$
25	Бијељински	Бијељина	Б$_{27}$
26	Брчански	Брчко	Б$_{28}$
27	Билећки	Билећа	Б$_{29}$
28	Бачко-паланачки	Бач. Паланка	Б$_{32}$
29	Бачко-тополски	Бачка Топола	Б$_{33}$
30	Беровски	Берово*	Б$_{34}$
31	Бродски (НРМ)	Брод*	Б$_{35}$
32	Борски	Бор*	Б$_{36}$
33	Бујановачки	Бујановац*	Б$_{37}$
34	Бегејски	Зрењанин*	Б$_{38}$
35	Бечејски	Бечеј*	Б$_{39}$
36	Београдски	Београд*	Б$_{40}$
37	Босанско-шамачки	Бос. Шамац	Б$_{41}$
38	Босанско-бродски	Бос. Брод	Б$_{42}$
39	Бели Манастир	Бели Манастир	Б$_{43}$
40	Ваљевски	Ваљево*	В$_{1}$
41	Власотиначки	Власотинце*	В$_{3}$
42	Вучитрнски	Вучитрн	В$_{5}$
43	Вишеградски	Вишеград	В$_{6}$
44	Ваљповачки	Ваљпово	В$_{7}$
45	Вараждински	Вараждин	В$_{8}$
46	Великогорички	Вел. Горица	В$_{9}$
47	Винковачки	Винковци*	В$_{10}$
48	Вировитички	Вировитица	В$_{11}$
49	Војнићки	Војнић	В$_{13}$
50	Вргинмостски	Вргин Мост	В$_{14}$
51	Вуковарски	Вуковар	В$_{15}$
52	Височки	Високо*	В$_{16}$
53	Власенички	Власеница	В$_{17}$
54	Кикиндски	Кикинда*	В$_{18}$
55	Вршачки	Вршац*	В$_{19}$
56	Врањски	Врање*	В$_{20}$
57	Велико-кладушки	Вел. Кладуша	В$_{21}$
58	Варешки	Вареш	В$_{22}$
59	Вишки	Вис	В$_{23}$
60	Врбовечки	Врбовец	В$_{24}$
61	Гњилански	Гњилане*	Г$_{2}$
62	Горски	Драгаш*	Г$_{5}$
63	Грачанички	Приштина*	Г$_{7}$
64	Гружански	Крагујевац*	Г$_{9}$
65	Гарешнички	Гарешница	Г$_{10}$
66	Глински	Глина	Г$_{11}$
67	Госпићки	Госпић	Г$_{12}$
68	Грачачки	Грачац	Г$_{13}$
69	Грубишнопољски	Грубишно Поље	Г$_{14}$
70	Гламочки	Гламоч	Г$_{15}$
71	Градачачки	Градачац*	Г$_{16}$
72	Грачанички	Грачаница	Г$_{17}$
73	Гатачки	Гацко	Г$_{18}$
74	Ђорче-Петровски	Ђорче Петров*	Г$_{19}$
75	Горажданскi	Горажде	Г$_{20}$
76	Горички	Нова Горица	Г$_{21}$

Ред. број	Назив среза	Седиште СНО	Скр. ознака
77	Гросупељски	Гросупље	$Г_{22}$
78	Гостиварски	Гостивар*	$Г_{23}$
79	Даниловградски	Даниловград*	$Д_{1}$
80	Дебарски	Дебар*	$Д_{2}$
81	Дежевски	Нови Пазар	$Д_{3}$
82	Деспотовачки	Деспотовац*	$Д_{4}$
83	Добрички	Прокупље*	$Д_{5}$
84	Драгачевски	Гуча*	$Д_{8}$
85	Дренички	Србица*	$Д_{9}$
86	Дравоградски	Дравоград	$Д_{11}$
87	Даруварски	Дарувар	$Д_{12}$
88	Делнички	Делнице*	$Д_{13}$
89	Доњолапачки	Доњи Лапац	$Д_{14}$
90	Доњомихољачки	Доњи Михољац	$Д_{15}$
91	Доњостубички	Доња Стубица	$Д_{16}$
92	Дугоселски	Дуго Село	$Д_{17}$
93	Дворски	Двор	$Д_{18}$
94	Дервентски	Дервента*	$Д_{19}$
95	Добојски	Добој*	$Д_{20}$
96	Дувањски	Дувно	$Д_{21}$
97	Дубровачки	Дубровник	$Д_{22}$
98	Демир Хисарски	Слепче*	$Д_{23}$
99	Дурмиторски	Шавник	$Д_{24}$
100	Дрварски	Дрвар	$Д_{25}$
101	Дрнишки	Дрниш	$Д_{26}$
102	Ђаковички	Ђаковица*	$Ђ_{1}$
103	Ђевђелијски	Ђевђелија*	$Ђ_{2}$
104	Ђаковачки	Ђаково	$Ђ_{3}$
105	Ђурђевачки	Ђурђевац	$Ђ_{4}$
106	Жички	Ранковићево*	$Ж_{2}$
107	Жупски	Александровац*	$Ж_{3}$
108	Жупањски	Жупања	$Ж_{4}$
109	Жабаљски	Жабаљ	$Ж_{6}$
110	Заглавски	Књажевац*	$З_{1}$
111	Зајечарски	Зајечар*	$З_{2}$
112	Звишки	Кучево*	$З_{3}$
113	Златиборски	Чајетина*	$З_{4}$
114	Зворнички	Зворник*	$З_{5}$
115	Земунски	Земун*	$З_{6}$
116	Загребачки	Загреб	$З_{7}$
117	Златарски	Златар*	$З_{8}$
118	Зенички	Зеница*	$З_{9}$
119	Звечански	Косовска Митровица	$З_{10}$
120	Завидовићки	Завидовићи	$З_{11}$
121	Задарски	Задар	$З_{12}$
122	Источки	Ђураковац*	$И_{1}$
123	Иванечки	Иванец	$И_{2}$
124	Имотски	Имотски	$И_{3}$
125	Идријски	Идрија	$И_{6}$
126	Илирско-бистрички	Илирска Бистрица	$И_{7}$
127	Јабланички	Лебане*	$Ј_{1}$
128	Јадрански	Лозница*	$Ј_{2}$
129	Јасенички	Смед. Паланка*	$Ј_{3}$
130	Јастребарски	Јастребарско	$Ј_{4}$
131	Јајачки	Јајце	$Ј_{5}$
132	Јашатомићки	Јаша Томић	$Ј_{6}$
133	Јужноморавски	Владичин Хан*	$Ј_{7}$
134	Јесенички	Јесенице	$Ј_{8}$
135	Јелшански	Јелса	$Ј_{9}$
136	Кавадарски	Кавадар*	$К_{1}$
137	Кичевски	Кичево*	$К_{4}$
138	Кључки	Кладово*	$К_{5}$
139	Колашински	Колашин	$К_{6}$
140	Колубарски	Лазаревац*	$К_{8}$
141	Копаонички	Брус*	$К_{9}$
142	Косанички	Куршумлија*	$К_{10}$
143	Космајски	Младеновац*	$К_{11}$
144	Кочански	Кочане*	$К_{12}$
145	Крагујевачки	Крагујевац*	$К_{13}$
146	Крајински	Неготин*	$К_{14}$
147	Кратовски	Кратово*	$К_{15}$
148	Кривопаланачки	Крива Паланка*	$К_{16}$
149	Крушевски	Крушевац*	$К_{17}$
150	Камнишки	Камник	$К_{19}$
151	Кочевски	Кочевје	$К_{21}$
152	Крањски	Крањ	$К_{22}$
153	Кршки	Кршко	$К_{23}$
154	Карловачки	Карловац	$К_{24}$
155	Клањечки	Клањец	$К_{26}$
156	Копривнички	Копривница	$К_{27}$
157	Костајнички	Костајница	$К_{29}$
158	Крапински	Крапина	$К_{30}$
159	Крижевачки	Крижевци	$К_{31}$
160	Крчки	Крк*	$К_{32}$
161	Кутински	Кутина	$К_{33}$
162	Кључки (Б и Х)	Кључ	$К_{34}$
163	Которварошки	Котор-Варош	$К_{35}$
164	Кнински	Книн	$К_{36}$
165	Коњички	Коњиц*	$К_{37}$
166	Корчулански	Корчула	$К_{38}$
167	Кладањски	Кладањ	$К_{39}$
168	Ковински	Ковин	$К_{40}$
169	Кулски	Кула	$К_{41}$
170	Которски	Котор	$К_{42}$
171	Кикиндски	Кикинда	$К_{43}$
172	Каменички	Каменица	$К_{44}$
173	Лапски	Подујево*	$Л_{1}$
174	Левачки	Рековац*	$Л_{2}$
175	Лесковачки	Лесковац*	$Л_{4}$
176	Лужнички	Бабушница*	$Л_{5}$
177	Лудбрешки	Лудбрег*	$Л_{8}$
178	Ливањски	Ливно	$Л_{10}$
179	Лопарски	Лопаре	$Л_{11}$
180	Лендавски	Доња Лендава	$Л_{12}$
181	Љубљански околица	Љубљана	$Љ_{1}$
182	Љутомерски	Љутомер*	$Љ_{2}$

Ред. број	Назив среза	Седиште СНО	Скр. ознака
183	Љубушки	Љубушко	$Љ_3$
184	Љубињски	Пребиња*	$Љ_4$
185	Љишки	Љиг*	$Љ_6$
186	Љубићко-трнавски	Чачак*	$Љ_7$
187	Мачвански	Богатић	$М_3$
188	Милешевски	Пријепоље*	$М_4$
189	Млавски	Петровац*	$М_6$
190	Моравички	Ивањица*	$М_8$
191	Мариборски д/л	Марибор	$М_{12}$
192	Мариборски л/б	околица	$М_{13}$
193	Мурскособотски	Мурска Собота	$М_{15}$
194	Маглајски	Маглај*	$М_{16}$
195	Мркоњићки	Мркоњић Град	$М_{17}$
196	Макарски	Макарска	$М_{18}$
197	Метковићки	Метковић	$М_{19}$
198	Мостарски	Мостар	$М_{20}$
199	Моравски	Алексинац*	$М_{21}$
200	Модрички	Модрич	$М_{22}$
201	Мозирски	Мозирје	$М_{23}$
202	Неродимски	Урошевац*	$Н_3$
203	Никшићки	Никшић*	$Н_4$
204	Нишавски	Пирот*	$Н_5$
205	Нишки	Ниш*	$Н_6$
206	Новомешки	Ново Место	$Н_9$
207	Нашички	Нашице	$Н_{11}$
208	Новоградишки	Нова Градишка	$Н_{12}$
209	Новски	Новска	$Н_{13}$
210	Невесињски	Невесиње	$Н_{14}$
211	Новокнежевачки	Нови Кнежевац	$Н_{16}$
212	Новосадски	Нови Сад*	$Н_{17}$
213	Орашачки	Аранђеловац*	$О_4$
214	Охридски	Охрид*	$О_5$
215	Огулински	Огулин	$О_6$
216	Осјечки	Осијек	$О_7$
217	Оточачки	Оточац	$О_8$
218	Оџачки	Оџаци	$О_9$
219	Оџачки	Оџак* (Б и Х)	$О_{10}$
220	Ораховачки	Ораховица	$О_{11}$
221	Параћински	Параћин*	$П_1$
222	Пећки	Пећ*	$П_2$
223	Пљеваљски	Пљевље*	$П_3$
224	Подгорски	Осечина*	$П_4$
225	Подгорски	Сува Река*	$П_5$
226	Подримски	Ораховац*	$П_7$
227	Подунавски	Смедерево*	$П_8$
228	Пожаревачки	Пожаревац*	$П_9$
229	Пожешки	Пожега*	$П_{10}$
230	Поречки	Д. Милановац*	$П_{12}$
231	Посаво-тамнавски	Владимирци*	$П_{14}$
232	Посавски	Обреновац*	$П_{15}$
233	Поцерски	Шабац*	$П_{17}$
234	Прилепски	Прилеп*	$П_{21}$
235	Пчињски	Трговиште*	$П_{23}$
236	Панчевачки	Панчево*	$П_{24}$
237	Птујски	Птуј	$П_{25}$
238	Пакрачки	Пакрац	$П_{27}$
239	Перушићки	Перушић	$П_{28}$
240	Петрињски	Петриња	$П_{29}$
241	Преградски	Преграда	$П_{31}$
242	Прелошки	Прелог*	$П_{32}$
243	Приједорски	Приједор*	$П_{33}$
244	Прњаворски	Прњавор*	$П_{34}$
245	Прозорски	Прозор	$П_{36}$
246	Поморавски	Вел. Плана*	$П_{37}$
247	Пољчански	Пољчане	$П_{38}$
248	Постојнски	Постојна	$П_{39}$
249	Подравско-слатински	Подр. Слатина	$П_{40}$
250	Радовишки	Радовиште*	$Р_1$
251	Рађевски	Крупањ*	$Р_2$
252	Ражањски	Ражањ*	$Р_3$
253	Рамски	Вел. Градиште*	$Р_4$
254	Расински	Крушевац*	$Р_5$
255	Рачански	Бајина Башта*	$Р_6$
256	Ресавски	Свилајнац*	$Р_7$
257	Раванички	Ћуприја*	$Р_9$
258	Рапски	Раб	$Р_{10}$
259	Рогатички	Рогатица	$Р_{11}$
260	Румски	Рума*	$Р_{12}$
261	Радгонски	Радгона	$Р_{13}$
262	Ресенски	Ресен*	$Р_{14}$
263	Сврљишки	Сврљиг*	$С_1$
264	Сјенички	Сјеница*	$С_2$
265	Скопски	Скопље*	$С_3$
266	Струмички	Струмица*	$С_4$
267	Струшки	Струга*	$С_5$
268	Студенички	Рашка*	$С_6$
269	Сребренички	Сребреница	$С_7$
270	Старопазовачки	Стара Пазова*	$С_8$
271	Самоборски	Самобор	$С_{10}$
272	Св. Иван Зелина	Св. Иван Зелина	$С_{11}$
273	Сењски	Сењ	$С_{12}$
274	Сисачки	Сисак	$С_{13}$
275	Славонско-бродски	Слав. Брод	$С_{14}$
276	Славонско-пожешки	Слав. Пожега	$С_{15}$
277	Слуњски	Слуњ	$С_{17}$
278	Сушачки	Сушак*	$С_{18}$
279	Сански	Сански Мост*	$С_{19}$
280	Сињски	Сињ	$С_{20}$
281	Сплитски	Сплит*	$С_{21}$
282	Столачки	Столац	$С_{22}$
283	Сарајевски	Сарајево*	$С_{23}$
284	Сенћански	Сента*	$С_{24}$
285	Сомборски	Сомбор*	$С_{25}$
286	Сремско-митровачки	Сремска Митровица	$С_{26}$
287	Светониколски	Свети Николе*	$С_{27}$

Ред. број	Назив среза	Седиште СНО	Скр. ознака
288	Сокобањски	Соко Бања*	C_{35}
289	Ситнички	Липљан*	C_{29}
290	Суворечки	Сува Река*	C_{30}
291	Србачки	Србац	C_{31}
292	Соколачки	Соколац	C_{32}
293	Сежански	Сежана	C_{33}
294	Супетарски	Супетар	C_{34}
295	Тамнавски	Уб*	T_1
296	Таковски	Горњи Милановац*	T_2
297	Темнићки	Варварин*	T_5
298	Трстенички	Трстеник*	T_6
299	Теслићки	Теслић	T_7
300	Травнички	Травник	T_8
301	Тузлански	Тузла*	T_9
302	Требињски	Требиње	T_{10}
303	Тетовски	Тетово*	T_{11}
304	Титововелешки	Титов Велес*	T_{12}
305	Титовокоренички	Титова Кореница	T_{13}
306	Титоградски	Титоград*	T_{14}
307	Тителски	Тител*	T_{15}
308	Топлички	Прокупље*	T_{16}
309	Тамишки	Зрењанин*	T_{17}
310	Тешањски	Тешањ	T_{18}
311	Толмински	Толмин	T_{19}
312	Трбовљански	Трбовље	T_{20}
313	Требањски	Требње	T_{21}
314	Ужички	Титово Ужице*	$У_1$
315	Фојнички	Фојница*	$Ф_1$
316	Фочански	Фоча	$Ф_2$
317	Хомољски	Жагубица*	$Х_1$
318	Херцегновски	Херцегнови	$Х_2$
319	Царевоселски	Царево Село*	$Ц_1$
320	Царибродски	Димитровград*	$Ц_2$
321	Цетињски	Цетиње	$Ц_3$
322	Црногорски	Косјерић*	$Ц_4$
323	Целе место	Целе	$Ц_5$
324	Целе околица	Целе	$Ц_5$
325	Црквенички	Црквеница*	$Ц_6$
326	Цазински	Цазин	$Ц_7$
327	Чрномељски	Чрномељ	$Ч_1$
328	Чазмански	Чазма	$Ч_2$
329	Чаковечки	Чаковец*	$Ч_4$
330	Чапљински	Чапљина	$Ч_5$
331	Шарпланински	Призрен*	$Ш_2$
332	Штипски	Штип*	$Ш_3$
333	Шибенички	Шибеник*	$Ш_4$
334	Шидски	Шид	$Ш_5$
335	Широкобријешки	Широки Бријег	$Ш_6$

Претходни списак срезова састављен је на основу управне поделе како је објављена у службеним гласилима:

За НР Босну и Херцеговину Службени лист од 7-VII-1947, III-29
За НР Србију . . . . Службени Гласник од 24-IV-1947, III-17
За НР Хрватску . . . . . . Народне новине од 1-VII-1947, III (CIX) 60
За НР Црну Гору . . . . . . Службени лист од 1-V-1947, III-9
За НР Словенију . . . . . . Урадни лист од 23-II-1948, V-9
За НР Македонију . . . . . Службен весник од 30-I-1947, III-2

Звездицом су означени срезови у којима је рад на триангулацији или завршен (закључно са 4-им редом) или је започето са радовима на мрежама нижих редова. У оба случаја употребљене су скраћене ознаке према управној подели и називима срезова какви су били за време радова на триангулацији. Приликом тражења и узимања података из елабората триангулације треба ту чињеницу имати у виду и претходно установити да ли је тај срез задржао пређашњи назив или је назив измењен. У првом случају остаје и скраћена ознака непромењена, а у другом случају постоје и скраћене ознаке према пређашњем називу. Ово треба у сваком конкретном случају установити узимајући у обзир настале измене у територијалној подели и у називима, служећи се при том и додатком списка срезова.

Приликом радова на триангулацији треба узимати скраћене ознаке према новој управној подели и новим званичним називима.

ДОДАТАК

Подаци у овом додатку списка односе се на оне срезове чији су називи измењени, или су срезови припојени, било цели било по деловима, другим срезовима, али за све ове срезове или постоје довршени елаборати тригонометријске мреже (закључно са 4-им редом) или је започето са радовима на мрежама нижих редова, а употребљене су скраћене ознаке према пређашњим називима, тј. онакве какве су у овом додатку списка.

Ред. број	Пређашњи назив среза	Назив седишта СНО	Скр. ознака
1	Алексиначки	Алексинац	$А_2$
2	Бањски	Соко Бања	$Б_1$
3	Брзопаланачки	Јабуковац	$Б_{10}$
4	Брачки	Супетар*	$Б_{21}$
5	Велешки	Велес	$В_2$
6	Врачарски	Београд	$В_4$
7	Галички	Ростуша	$Г_1$
8	Грочански	Гроцка	$Г_7$
9	Дојрански	Валандово	$Д_6$
10	Доњополошки	Тетово	$Д_7$
11	Дарђански	Дарда	$Д_{23}$
12	Жеглиговски	Куманово	$Ж_1$
13	Илочки	Илок*	$И_4$
14	Иришки	Ириг*	$И_5$
15	Качанички	Качаник	$К_2$
16	Качерски	Рудник	$К_3$
17	Колубарски	Мионица	$К_7$
18	Лепенички	Рача	$Л_5$
19	Малешки	Берово	$М_1$
20	Масурички	Сурдулица	$М_6$
21	Митровички	К. Митровица	$М_5$
22	Моравски	Жабари	$М_9$
23	Моравски	Житковац	$М_{10}$
24	Мориховски	Битола	$М_{11}$
25	Неготински	Неготин кр.	$Н_1$
26	Неготински н/В	Неготин	$Н_2$
27	Новобечејски	Бечеј*	$Н_{15}$
28	Овчепољски	Св. Николе	$О_1$
29	Орашки	Вел. Орашје	$О_5$
30	Подгорички	Титоград	$П_8$
31	Пољанички	Владичин Хан	$П_{11}$
32	Поречки	Брод	$П_{13}$
33	Преспански	Ресен	$П_{18}$
34	Прешевски	Прешево	$П_{19}$
35	Прокупачки	Прокупље	$П_{23}$
36	Петровградски	Зрењанин*	$П_{25}$
37	Суботички	Суботица	$С_{28}$
38	Тимочки	Минићево	$Т_4$
39	Трнавски	Чачак	$Т_5$
40	Штавички	Тутин	$Ш_5$
41	Царибродски	Димитровград	$Ц_2$

НАКНАДНО ДОДАТО

Ред. број	Пређашњи назив среза	Назив седишта СНО	Скр. ознака
42	Белоцрквански	Бела Црква	$Б_{11}$
43	Доњолендавски	Доња Лендава	$Д_{10}$
44	Ковачички	Ковачица	$К_{18}$
45	Младеновачки	Младеновац	$М_7$
46	Нововарошки	Нова Варош	$Н_{11}$
47	Новомарофски	Нови Мароф	$Н_{12}$
48	Опленачки	Топола	$О_2$
49	Посавски	Умка	$П_{16}$

*) Звездицом су означени срезови у којима је започето са радовима на мрежама нижих редова.

ПРИЛОГ 2 (чл. 17)

План одређивања тачака

Редни број	Број и назив тачке	Од којих се тачака одређује	Просечна дужина стране	Има за одређивање праваца
		Основна мрежа 2 реда*)		
37	126 Костањевец	$\mathrm{I}\,222\left(\frac{2}{22{,}6}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{I}}\,389\left(\frac{2}{21{,}2}\right)$, $\mathrm{I}\,390\left(\frac{2}{14{,}8}\right)$	19,5	6
38	15 Вараждин	$\overset{+}{\mathrm{I}}\,225\left(\frac{2}{22{,}2}\right)$, $\mathrm{II}\,19\left(\frac{2}{16{,}5}\right)$, $\mathrm{II}\,124\left(\frac{2}{21{,}6}\right)$, $\mathrm{I}\,222\left(\frac{2}{21{,}4}\right)$, $\mathrm{I}\,209\left(\frac{2}{21{,}4}\right)$	19,9	10
	19 Вучетинец	$\overset{+}{\mathrm{I}}\,225\left(\frac{2}{13{,}8}\right)$, $\mathrm{I}\,388\left(\frac{2}{15{,}2}\right)$, $\mathrm{II}\,124\left(\frac{2}{23{,}3}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,15\left(\frac{2}{16{,}5}\right)$		8
	124 Прелог	$\overset{+}{\mathrm{I}}\,389\left(\frac{2}{16{,}0}\right)$, $\mathrm{II}\,126\left(\frac{2}{20{,}0}\right)$, $\mathrm{I}\,222\left(\frac{2}{26{,}0}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,15\left(\frac{2}{21{,}6}\right)$, $\mathrm{II}\,19\left(\frac{2}{23{,}3}\right)$		10
39	65 Бељски Врх	$\overset{+}{\mathrm{I}}\,225\left(\frac{2}{17{,}3}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,15\left(\frac{2}{25{,}3}\right)$, $\mathrm{I}\,209\left(\frac{2}{22{,}5}\right)$, $\mathrm{I}\,214\left(\frac{2}{24{,}7}\right)$, $\mathrm{I}\,385\left(\frac{2}{22{,}3}\right)$	22,4	10
40	125 Декановец	$\mathrm{II}\,124\left(\frac{2}{12{,}3}\right)$, $\mathrm{II}\,19\left(\frac{2}{16{,}8}\right)$, $\mathrm{I}\,388\left(\frac{2}{15{,}8}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{I}}\,389\left(\frac{2}{20{,}8}\right)$	16,4	8
41	2 В. Горица	$\mathrm{I}\,211\left(\frac{2}{13{,}8}\right)$, $\mathrm{I}\,212\left(\frac{2}{22{,}7}\right)$, $\mathrm{I}\,210\left(\frac{2}{26{,}6}\right)$	21,0	6
42	128 Старо Брдо	$\mathrm{I}\,222\left(\frac{2}{19{,}7}\right)$, $\mathrm{I}\,390\left(\frac{2}{19{,}6}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{I}}\,381\left(\frac{2}{23{,}4}\right)$	15,7	6
43	70 Св. Вид	$\mathrm{I}\,214\left(\frac{2}{22{,}9}\right)$, $\mathrm{I}\,209\left(\frac{2}{16{,}6}\right)$, $\mathrm{I}\,212\left(\frac{2}{23{,}3}\right)$	20,9	6
44	76 Дренова	$\mathrm{II}\,77\left(\frac{2}{17{,}5}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,75\left(\frac{2}{17{,}6}\right)$, $\mathrm{II}\,74\left(\frac{2}{11{,}2}\right)$, $\mathrm{II}\,70\left(\frac{2}{22{,}9}\right)$	17,1	8
	77 Мариновка	$\mathrm{I}\,222\left(\frac{2}{18{,}2}\right)$, $\mathrm{II}\,128\left(\frac{2}{19{,}7}\right)$, $\mathrm{II}\,130\left(\frac{2}{16{,}4}\right)$, $\mathrm{I}\,210\left(\frac{2}{25{,}6}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,75\left(\frac{2}{20{,}4}\right)$, $\mathrm{II}\,76\left(\frac{2}{17{,}5}\right)$		12
	74 Градина	$\mathrm{II}\,76\left(\frac{2}{11{,}2}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,75\left(\frac{2}{14{,}0}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}\,2\left(\frac{2}{19{,}4}\right)$, $\mathrm{I}\,212\left(\frac{2}{10{,}5}\right)$		8

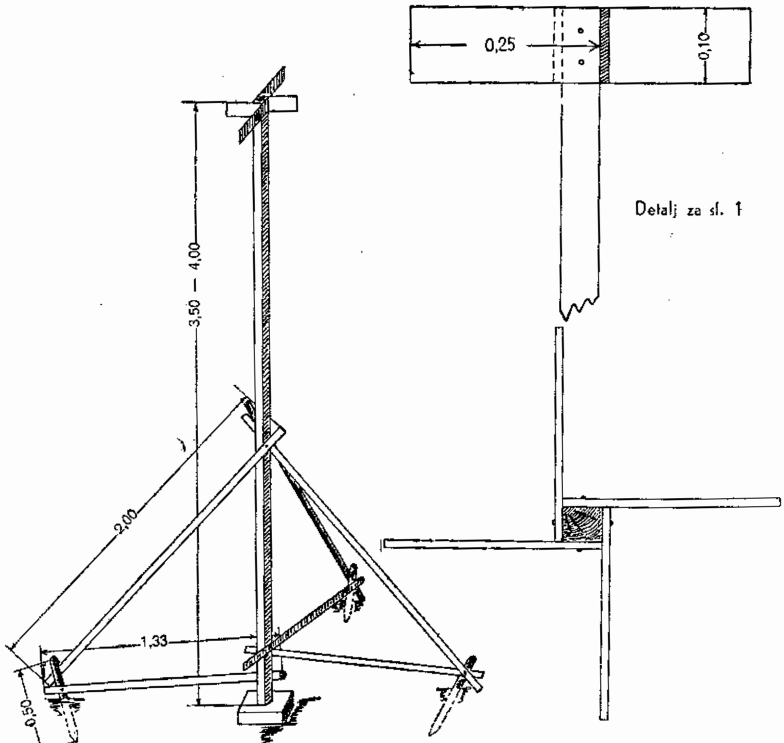
*) Примедба: Бројеви у заградама означавају: број у бројитељу — да ли је опажање једнострано или обострано; број у именитељу — дужину стране у километрима. Римски бројеви I, II и III означавају тригонометриске тачке првог, другог и трећег реда. Крстић означава цркве као тригонометриске тачке. У елаборатима се морају стављати знаци према Топографском кључу.

Редни број	Број и назив тачке	Од којих се тачака одређује	Просечна дужина стране	Има за одређивање праваца
44	75 Св. Мартин	II 76 $\left(\frac{2}{17,6}\right)$, II 77 $\left(\frac{2}{20,4}\right)$, I 210 $\left(\frac{2}{16,5}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 2 $\left(\frac{2}{17,2}\right)$, II 74 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$	17,1	10
	130 Хаген	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 381 $\left(\frac{2}{15,8}\right)$, I 210 $\left(\frac{2}{22,2}\right)$, II 77 $\left(\frac{2}{16,4}\right)$, II 128 $\left(\frac{2}{12,0}\right)$		8
45	59 Капела	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 225 $\left(\frac{2}{19,8}\right)$, I 385 $\left(\frac{2}{22,9}\right)$, I 386 $\left(\frac{2}{19,1}\right)$, I 387 $\left(\frac{2}{21,6}\right)$	20,8	8
46	16 Велишће	I 209 $\left(\frac{2}{16,5}\right)$, I 222 $\left(\frac{2}{11,0}\right)$, II 77 $\left(\frac{2}{16,0}\right)$, II 76 $\left(\frac{2}{19,0}\right)$	15,6	8
47	134 Новосељани	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 381 $\left(\frac{2}{15,0}\right)$, II 128 $\left(\frac{2}{22,3}\right)$, I 390 $\left(\frac{2}{21,3}\right)$, I 208 $\left(\frac{2}{20,0}\right.$ индиректна веза$\left.\right)$	19,6	8
		Попуњавајућа мрежа 2 реда		
58	127 Сигечак	II 124 $\left(\frac{2}{11,5}\right)$, II 126 $\left(\frac{2}{10,3}\right)$, I 222 $\left(\frac{2}{17,6}\right)$	13,1	6
59	132 Дрње	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 389 $\left(\frac{2}{17,0}\right)$, I 390 $\left(\frac{2}{15,2}\right)$, II 126 $\left(\frac{2}{14,4}\right)$	15,5	6
60	68 Хум	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 225 $\left(\frac{2}{6,9}\right)$, II 19 $\left(\frac{2}{13,3}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 15 $\left(\frac{2}{16,0}\right)$, II 65 $\left(\frac{2}{14,5}\right)$	12,7	8
61	18 Бељевчица	II 65 $\left(\frac{2}{16,3}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 15 $\left(\frac{2}{11,5}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{12,3}\right)$, II 68 $\left(\frac{2}{14,7}\right)$	13,7	8
62	67 Три Краља	II 65 $\left(\frac{2}{11,4}\right)$, II 18 $\left(\frac{2}{16,1}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{14,8}\right)$, I 214 $\left(\frac{2}{18,6}\right)$	15,2	8
63	71 Страхинчица	I 214 $\left(\frac{2}{15,3}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 67 $\left(\frac{2}{10,9}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{16,8}\right)$, II 70 $\left(\frac{2}{9,0}\right)$	13,0	8
64	64 Гомила	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 225 $\left(\frac{2}{14,2}\right)$, II 65 $\left(\frac{2}{15,2}\right)$, I 385 $\left(\frac{2}{16,3}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 59 $\left(\frac{2}{12,7}\right)$	14,6	8
65	135 Капела	$\overset{+}{\mathrm{II}}$ 134 $\left(\frac{2}{10,5}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{I}}$ 381 $\left(\frac{2}{22,4}\right)$, II 128 $\left(\frac{2}{16,9}\right)$, I 390 $\left(\frac{2}{11,0}\right)$	15,2	8
66	63 Чренсовци	$\overset{+}{\mathrm{I}}$ 225 $\left(\frac{2}{13,0}\right)$, II 59 $\left(\frac{2}{20,7}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 60 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$, I 338 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$	14,3	8
	60 Мур. Собота	II 63 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$, $\overset{+}{\mathrm{II}}$ 59 $\left(\frac{2}{11,3}\right)$, I 387 $\left(\frac{2}{3,2}\right)$		6
67	62 Стрехов. брег	I 388 $\left(\frac{2}{16,2}\right)$, II 63 $\left(\frac{2}{11,6}\right)$, II 60 $\left(\frac{2}{12,2}\right)$, II 61 $\left(\frac{2}{7,2}\right)$	11,6	8

Редни број	Број и назив тачке	Од којих се тачака одређује	Просечна дужина стране	Има за одређивање правваца
67	61 Габерњак	I 387 $\left(\frac{2}{8,4}\right)$, II 62 $\left(\frac{2}{7,2}\right)$, II 63 $\left(\frac{2}{17,9}\right)$, II 60 $\left(\frac{2}{11,9}\right)$	11,6	8
68	14 Пекленица	I 388 $\left(\frac{2}{7,9}\right)$, II 125 $\left(\frac{2}{10,0}\right)$, II 19 $\left(\frac{2}{9,6}\right)$, II 63 $\left(\frac{2}{16,0}\right)$	10,9	8
69	129 Лепавина	$\overset{+}{\text{II}}$ 135 $\left(\frac{2}{17,3}\right)$, II 128 $\left(\frac{2}{9,7}\right)$, I 222 $\left(\frac{2}{18,5}\right)$, II 126 $\left(\frac{2}{10,4}\right)$	14,0	8
70	20 Крижевци	$\overset{+}{\text{I}}$ 225 $\left(\frac{2}{10,3}\right)$, II 64 $\left(\frac{2}{11,8}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 59 $\left(\frac{2}{10,2}\right)$, II 60 $\left(\frac{2}{10,9}\right)$	10,8	8
71	186 Ровишће	II 128 $\left(\frac{2}{10,0}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 135 $\left(\frac{2}{10,0}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 134 $\left(\frac{2}{12,5}\right)$, $\overset{+}{\text{I}}$ 381 $\left(\frac{2}{15,8}\right)$, II 130 $\left(\frac{2}{12,9}\right)$	12,2	10
72	78 Врбовец	II 77 $\left(\frac{2}{10,1}\right)$, II 130 $\left(\frac{2}{12,6}\right)$, I 210 $\left(\frac{2}{15,7}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 75 $\left(\frac{2}{15,7}\right)$	13,5	8
73	137 Дубрава	$\overset{+}{\text{II}}$ 78 $\left(\frac{2}{10,9}\right)$, II 130 $\left(\frac{2}{8,6}\right)$, I 381 $\left(\frac{2}{14,2}\right)$, I 210 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$	11,9	8
74	79 Чурковец	II 76 $\left(\frac{2}{7,7}\right)$, II 77 $\left(\frac{2}{12,0}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 78 $\left(\frac{2}{14,5}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 75 $\left(\frac{2}{12,3}\right)$, II 74 $\left(\frac{2}{13,4}\right)$	12,0	10
75	84 Крижевчина	I 222 $\left(\frac{2}{13,1}\right)$, II 129 $\left(\frac{2}{15,6}\right)$, II 128 $\left(\frac{2}{9,9}\right)$, II 77 $\left(\frac{2}{10,8}\right)$	12,4	8
76	72 Варгов Брег	I 209 $\left(\frac{2}{10,7}\right)$, II 16 $\left(\frac{2}{17,3}\right)$, II 76 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$, II 70 $\left(\frac{2}{12,0}\right)$	13,5	8
77	17 Растов	I 209 $\left(\frac{2}{12,0}\right)$, II 18 $\left(\frac{2}{13,5}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 15 $\left(\frac{2}{14,8}\right)$, I 222 $\left(\frac{2}{14,0}\right)$, II 16 $\left(\frac{2}{8,3}\right)$	12,5	10
78	21 Јакоповец	$\overset{+}{\text{II}}$ 15 $\left(\frac{2}{9,0}\right)$, II 124 $\left(\frac{2}{18,9}\right)$, I 222 $\left(\frac{2}{12,8}\right)$, II 17 $\left(\frac{2}{12,0}\right)$	13,2	8
79	73 Модровец	$\overset{+}{\text{II}}$ 70 $\left(\frac{2}{12,9}\right)$, II 72 $\left(\frac{2}{13,7}\right)$, II 76 $\left(\frac{2}{14,6}\right)$, I 212 $\left(\frac{2}{11,1}\right)$	13,1	8
80	69 Чаковец	II 19 $\left(\frac{2}{9,2}\right)$, II 125 $\left(\frac{2}{12,9}\right)$, II 124 $\left(\frac{2}{14,8}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}$ 15 $\left(\frac{2}{11,9}\right)$	12,2	8
81	28 Храшчина	II 76 $\left(\frac{2}{16,3}\right)$, II 72 $\left(\frac{2}{10,4}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{10,6}\right)$, II 17 $\left(\frac{2}{8,3}\right)$, II 16 $\left(\frac{2}{7,2}\right)$	10,7	10

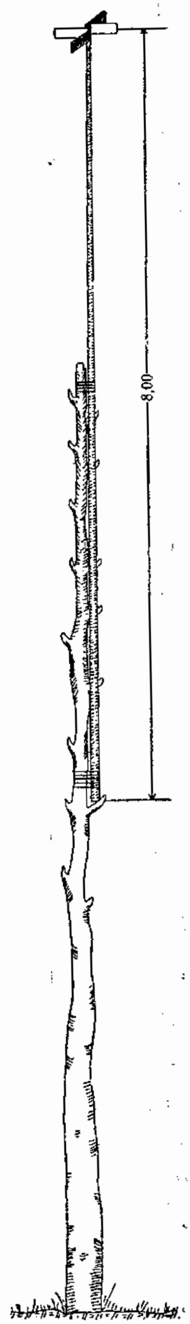
Редни број	Број и назив тачке	Од којих се тачака одређује	Просечна дужина стране	Има за одређивање праваца
		Основна мрежа 3 реда		
1	180	$\overset{+}{\text{II}}\,70\left(\frac{2}{10{,}9}\right)$, II 71 $\left(\frac{2}{9{,}1}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{10{,}2}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{7{,}7}\right)$	9,5	8
2	$\frac{1}{k_{30}}$	I 214 $\left(\frac{2}{8{,}3}\right)$, II 66 $\left(\frac{2}{10{,}8}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{10{,}3}\right)$, II 71 $\left(\frac{2}{9{,}9}\right)$	9,8	8
3	$\frac{1}{П_{26}}$	II 66 $\left(\frac{2}{4{,}3}\right)$, II 65 $\left(\frac{2}{9{,}8}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{8{,}0}\right)$, $\frac{1}{k_{30}}\left(\frac{2}{7{,}9}\right)$	7,5	8
4	$\frac{2}{П_{26}}$	II 66 $\left(\frac{2}{5{,}9}\right)$, II 65 $\left(\frac{2}{7{,}1}\right)$, II 67 $\left(\frac{2}{6{,}6}\right)$, II $\frac{1}{П_{26}}\left(\frac{2}{3{,}1}\right)$	5,7	8
5	120	III 180 $\left(\frac{2}{12{,}8}\right)$, II 67 $\left(\frac{2}{6{,}2}\right)$, II 65 $\left(\frac{2}{8{,}4}\right)$, II 18 $\left(\frac{2}{11{,}0}\right)$	9,6	8
6	85	$\overset{+}{\text{II}}\,70\left(\frac{2}{11{,}2}\right)$, II 72 $\left(\frac{2}{9{,}7}\right)$, II 76 $\left(\frac{2}{12{,}3}\right)$, II 73 $\left(\frac{2}{4{,}0}\right)$	9,3	8
7	112	III 85 $\left(\frac{2}{6{,}9}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,70\left(\frac{2}{7{,}2}\right)$, III 180 $\left(\frac{2}{11{,}2}\right)$, II 72 $\left(\frac{2}{5{,}2}\right)$	7,6	8
8	1	III $\frac{1}{k_{30}}\left(\frac{2}{8{,}1}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{4{,}9}\right)$, III 180 $\left(\frac{2}{8{,}5}\right)$, II 71 $\left(\frac{2}{6{,}0}\right)$	6,9	8
9	4	$\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{6{,}2}\right)$, III 180 $\left(\frac{2}{4{,}8}\right)$, II 71 $\left(\frac{2}{6{,}4}\right)$, III 1 $\left(\frac{2}{3{,}6}\right)$	5,3	8
10	135	II 71 $\left(\frac{2}{4{,}7}\right)$, III 4 $\left(\frac{2}{5{,}2}\right)$, III 180 $\left(\frac{2}{5{,}1}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,70\left(\frac{2}{7{,}2}\right)$	5,6	8
11	6	II 65 $\left(\frac{2}{6{,}7}\right)$, III 120 $\left(\frac{2}{3{,}1}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{5{,}1}\right)$, III $\frac{1}{П_{26}}\left(\frac{2}{8{,}2}\right)$	5,7	8
12	10	I 209 $\left(\frac{2}{7{,}2}\right)$, III 180 $\left(\frac{2}{7{,}7}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{8{,}9}\right)$, III 120 $\left(\frac{2}{7{,}1}\right)$, II 18 $\left(\frac{2}{9{,}7}\right)$	8,1	10
13	$\frac{2}{k_{30}}$	I 214 $\left(\frac{2}{11{,}3}\right)$, III $\frac{1}{k_{30}}\left(\frac{2}{4{,}5}\right)$, III 1 $\left(\frac{2}{5{,}0}\right)$, II 71 $\left(\frac{2}{5{,}4}\right)$	6,5	8
14	3	III $\frac{1}{П_{26}}\left(\frac{2}{4{,}0}\right)$, $\overset{+}{\text{II}}\,67\left(\frac{2}{6{,}7}\right)$, III 1 $\left(\frac{2}{6{,}9}\right)$, III $\frac{1}{k_{30}}\left(\frac{2}{4{,}6}\right)$	5,6	8
15	111	$\overset{+}{\text{II}}\,70\left(\frac{2}{3{,}9}\right)$, III 135 $\left(\frac{2}{6{,}4}\right)$, III 180 $\left(\frac{2}{8{,}3}\right)$, III 112 $\left(\frac{2}{4{,}5}\right)$	5,8	8
16	116	III 180 $\left(\frac{2}{8{,}6}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{8{,}1}\right)$, II 72 $\left(\frac{2}{3{,}3}\right)$, III 112 $\left(\frac{2}{5{,}4}\right)$, III 111 $\left(\frac{2}{6{,}8}\right)$	6,4	10
17	118	III 180 $\left(\frac{2}{3{,}4}\right)$, III 10 $\left(\frac{2}{5{,}5}\right)$, I 209 $\left(\frac{2}{4{,}6}\right)$, III 116 $\left(\frac{2}{8{,}3}\right)$	5,4	8
18	104	III 85 $\left(\frac{2}{5{,}6}\right)$, III 112 $\left(\frac{2}{8{,}3}\right)$, II 72 $\left(\frac{2}{7{,}5}\right)$, II 76 $\left(\frac{2}{7{,}7}\right)$	7,2	8

ПРИЛОГ 3 (чл. 18



Tip običnog signala koji se postavlja na trigonometriskim tačkama mreže nižih redova.

Сл. 1



Сл. 2

Сигнал на дрвету

Материјал потребан за обичан сигнал

Количина	Назив материјала	Димензије у сантиметрима			Кубатура м³
		ширина	дебљина	дужина	
1	Гредица-штафла	5	5	400	0,010
3	Летве	4	2,5	200	0,006
3	„	4	2,5	133	0,004
4	Даске	10	1	25	0,001
3	Колца	5	5	50	0,004
12	Ексера од 7 см				
8	„ „ 4 см				
	Креча 0,1 кг				
				Свега:	0,025

Материјал потребан за сигнал на дрвету

Количина	Назив материјала	Димензије у сантиметрима			Кубатура м³
		ширина	дебљина	дужина	
1	Облица	5/10	5/10	800	0,035
4	Даске	10	1	25	0,001
10	Ексера од 18 см				
8	„ „ 5 см				
	Жице од 2½ m/m 0,5 кг				
				Свега:	0,036

Обичне пирамиде типа ГИЈА

Основни подаци		Висина пирамиде H у m	3,98	4,94	5,78	6,73	7,60	8,54
		Дијагонала квадратне основе A у m (сл. 3c)	2,67	3,26	3,88	4,50	5,00	5,67
		Страна квадратне основе a у $m = \frac{A}{\sqrt{2}}$ (сл. 3c)	1,89	2,31	2,75	3,18	3,53	4,02
		Дужина ногу (основ. стубова) D у m	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
		Дубина укопавања ногу (основ. стубова) U у m	0,80	0,80	0,90	0,90	1,00	1,00
Грађевински материјал	Греде и гредице	Ноге (основ. стубови)	0,226 4×5,00×ø 0,12	0,370 4×6,00×ø 0,14	0,495 4×7,00×ø 0,15	0,643 4×8,00×ø 0,16	0,817 4×9,00×ø 0,17	1,017 4×10,00×ø 0,18
		Визирни цилиндар	0,063 1×2,00×ø 0,20	0,079 1×2,50×ø 0,20	0,094 1×3,00×ø 0,20	0,094 1×3,00×ø 0,20	0,094 1×3,00×ø 0,20	0,094 1×3,00×ø 0,20
		Ленгери	0,008 4×0,40×ø 0,08	0,008 4×0,40×ø 0,08	0,009 4×0,45×ø 0,08	0,018 8×0,45×ø 0,08	0,028 8×0,45×ø 0,10	0,031 8×0,50×ø 0,10
		Први хоризонтални крст	0,011 2×1,10×ø 0,08	0,011 2×1,10×ø 0.08	0,011 2×1,10×ø 0,08	0.011 2×1,10×ø 0,08	0,011 2×1,10×ø 0,08	0,011 2×1,10×ø 0,08
		Други хоризонтални крст		0,015 2×1.50×ø 0,08	0,028 2×1,80×ø 0,10	0,028 2×1,80×ø 0,10	0,028 2×1,80×ø 0,10	0,028 2×1,80×ø 0,10
		Трећи хоризонтални крст				0,050 2×3,20×ø 0,10	0,050 2×3,20×ø 0,10	0,050 2×3,20×ø 0,10
		Свега $m3$	0,303	0,483	0,637	0,844	1,028	1,231
	Даске	Опшивање даскама са 4 стране	0,073 18,20×0,02×0,20	0,073 18,20×0,02×0,20	0,094 23,40×0,02×0,20	0,094 23,40×0,02×0,20	0,094 23,40×0,02×0,20	0,117 29,20×0,02×0,20
	Ексери	Ексери ливени од 8 cm	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
		Ексери ливени или ковани од 0,15 0,30 m	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,8
		Свега kg	3,9	4,5	4,9	5,4	6,0	6,5
		Креч kg	1	1	1	1	1	1
		Фирнајз kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Црна боја kg	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Туткало kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Тер (смола) kg	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

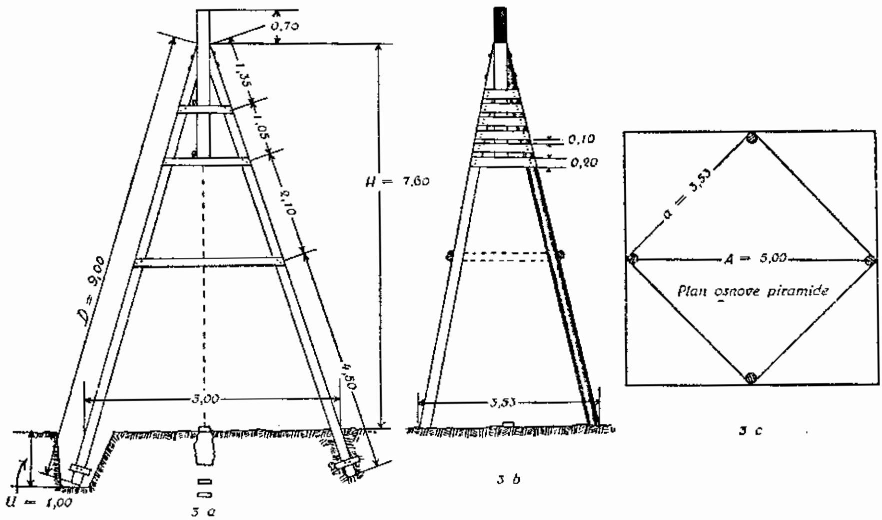
ПРИМЕДБА

Греде и гредице: горњи број означава кубатуру, а доњи бројеви означавају редом: количину, дужину и пречник.

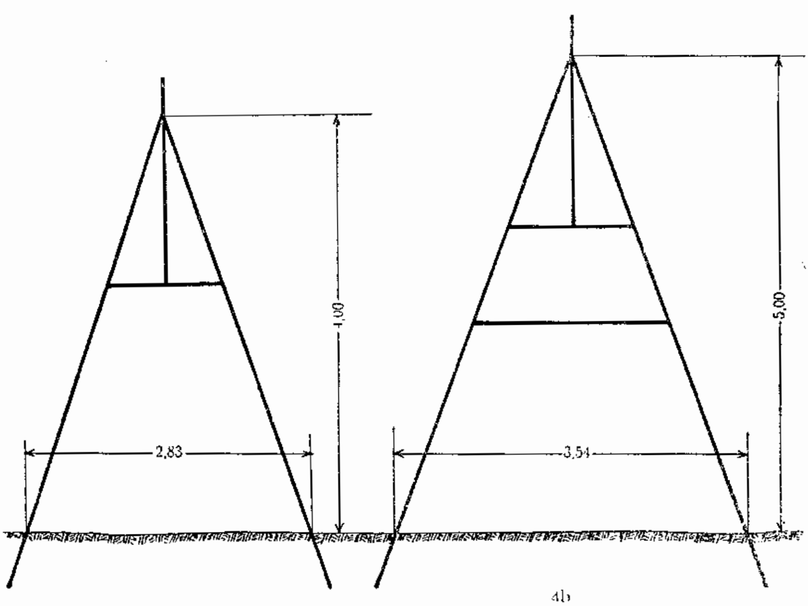
Даске: горњи број означава кубатуру, а доњи бројеви означавају редом: укупну дужину дебљину и ширину.

Хоризонтални крстови рачунају се одозго надоле.

Види сл. 3


0,70
1,35
1,05
2,10
4,50
H = 7,60
D = 9,00
3,00
U = 1,00
0,10
0,20
3,53
a = 3,53
A = 5,00
Plan osnove piramide
3 a
3 b
3 c

Сл 3


4,00
5,00
2,83
3,54
4a
4b

Сл 4a и 4b

Обичне пирамиде типа ОКА

Основни подаци		Висина пирамиде H у m	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
		Дијагонала квадратне основе $A = \frac{H}{\sqrt{2}}$ у m	2,83	3,54	4,24	4,95	5,66	6,36
		Страна квадратне основе $a = \frac{H}{2}$ у m	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
		Дужина ногу (основних стубова) D у m	5,00	6,10	7,20	8,30	9,45	10,55
		Дубина укопавања ногу (основних стубова) U у m	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
Грађевински материјал	Греде и штафле	Ноге (основни стубови)	0,134 4×5,00×0,08	0,154 4×6,10×0,08	0,288 4×7,20×0,10	0,332 4×8,30×0,10	0,544 4×9,45×0,12	0,950 4×10,55×0,15
		Визирни цилиндар	0,020 1×2,00×0,10	0,025 1×2,50×0,10	0,043 1×3,00×0,12	0,050 1×3,50×0,12	0,090 1×4,00×0,15	0,200 1×5,00×0,20
		Лен ери	0,008 4×0,50×0,08	0,009 4×0,35×0,08	0,020 8×0,40×0,08	0,032 8×0,40×0,10	0,036 8×0,45×0,10	0,040 8×0,50×0,10
		Први хоризонтални крст	0,006 2×1,10×0,05	0,019 2×1,45×0,08	0,005 2×0,90×0,05	0,015 2×1,15×0,08	0,026 2×1,30×0,10	0,032 2×1,60×0,10
		Други хоризонтални крст		0,014 2×2,10×0,08	0,023 2×1,80×0,08	0,028 2×2,20×0,08	0,050 2×2,50×0,10	0,128 4×3,20×0,10
		Трећи хоризонтални крст			0,036 2×2,80×0,08	0,046 2×3,60×0,08	0,084 2×4,20×0,10	0,100 2×5,00×0,10
		Први венац				0,063 4×2,50×0,08	0,072 4×1,80×0,10	0,092 4×2,30×0,10
		Други венац					0,120 4×3,00×0,10	0,144 4×3,60×0,10
		Крстови (спрегови)					0,121 8×4,20×0,06	0,138 8×4,60×0,06
		СВЕГА:	0,168	0,221	0,415	0,566	1,143	1,824
	Даске	Опшивање даскама са 4 стране	0,051 34,20x0,015x0,10	0,060 40,00x0,015x0,10	0,069 46,20x0,015x0,10	0,079 52,80x0,015x0,10	0,090 59,80x0,015x0,10	0,101 67,20x0,015x0,10
	Ексери	Ексери ливени од 7 cm	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
		Ексери ков и лив. од 15-25 cm	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,8
		СВЕГА:	3,9	4,5	4,9	5,5	6,0	6,5
		Креч kg	1	1	1	1	1,5	1,5
		Фирнајс kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
		Црна боја kg	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
		Туткало kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15
		Тер (смола) kg	2	2	2,5	2,5	3	3

ПРИМЕДБА:

Греде и штафле: горњи број означава кубатуру, а доњи бројеви означавају редом: количину, дужину и страну квадратног пресека.

Даске: горњи број означава кубатуру, а доњи бројеви означавају редом: укупну дужину, дебљину и ширину.

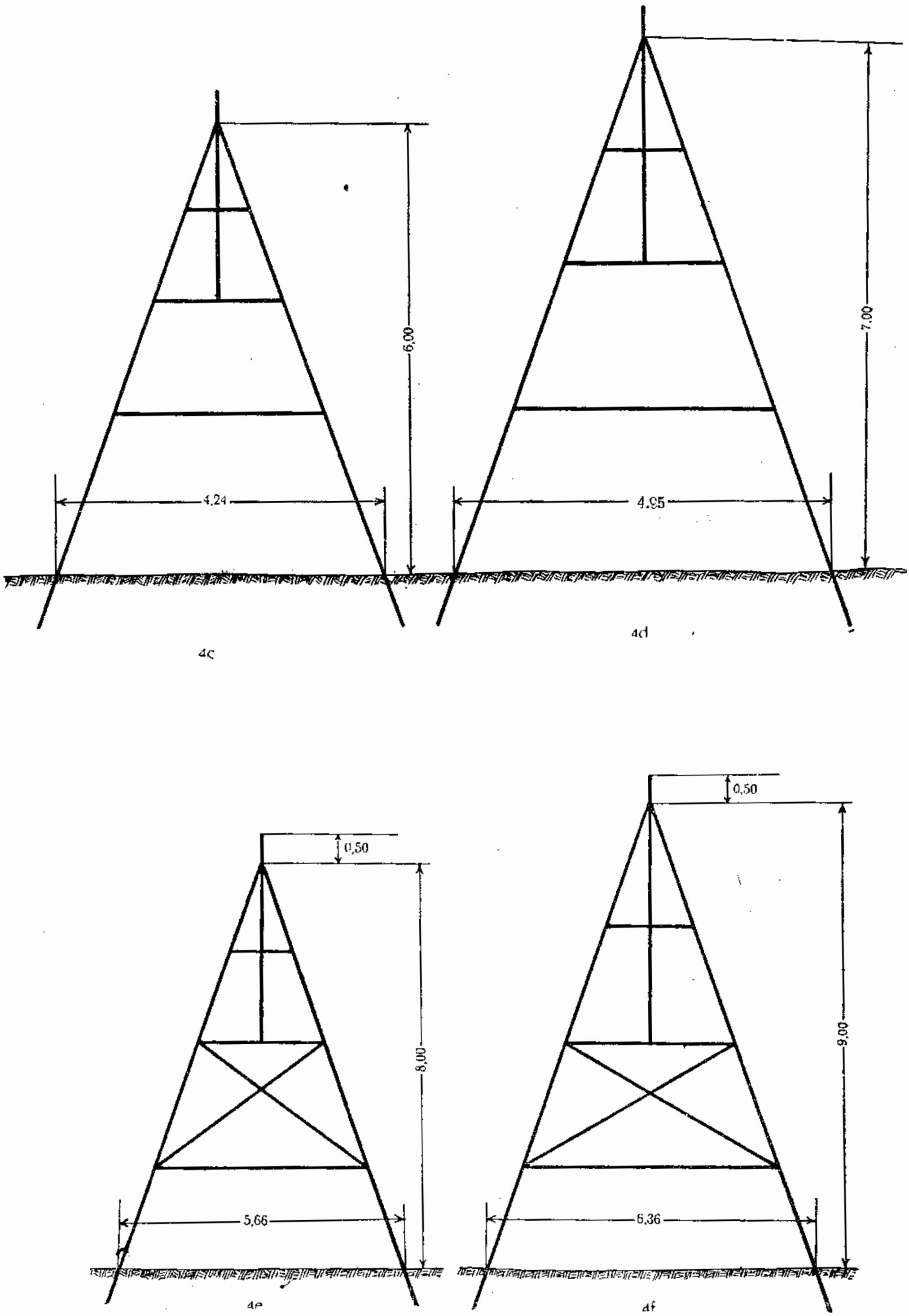
Број редова дасака за опшивање пирамиде одређује се овако:

Висина пирамиде +5, (у метрима), те према томе број редова износи:

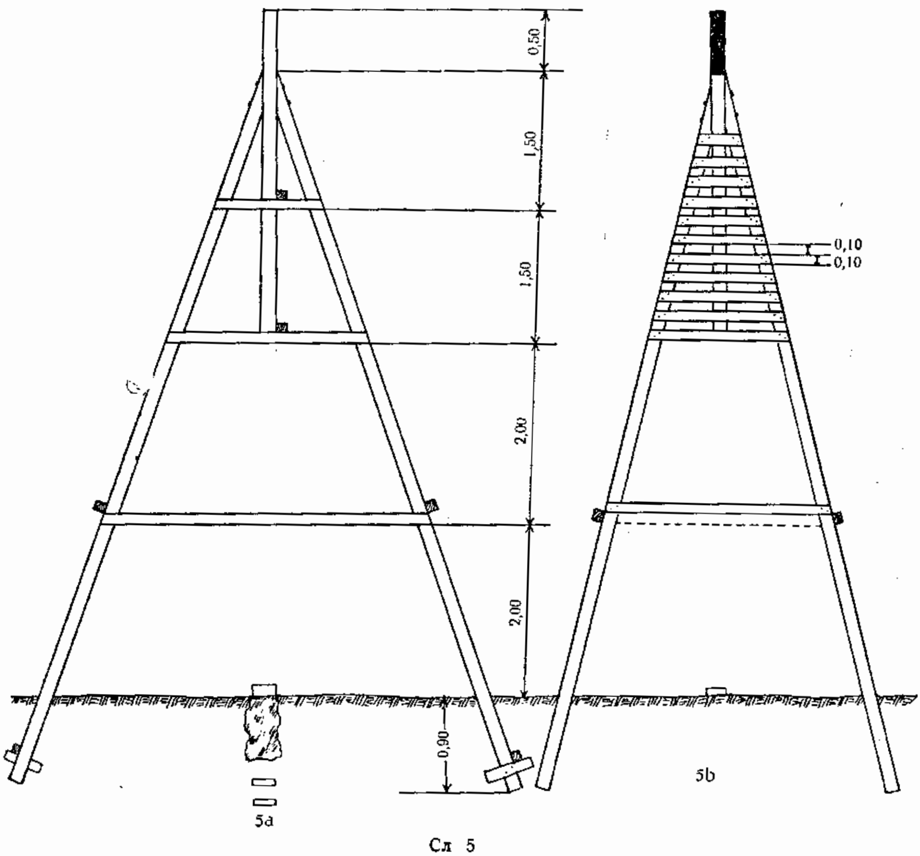
код пирамиде вис 4m 9 ред.
" " " 5 10 "
" " " 6 11 "
" " " 7 12 "
" " " 8 13 "
" " " 9 14 "

Хоризонтални крстови и венци рачунају се одозго надоле.

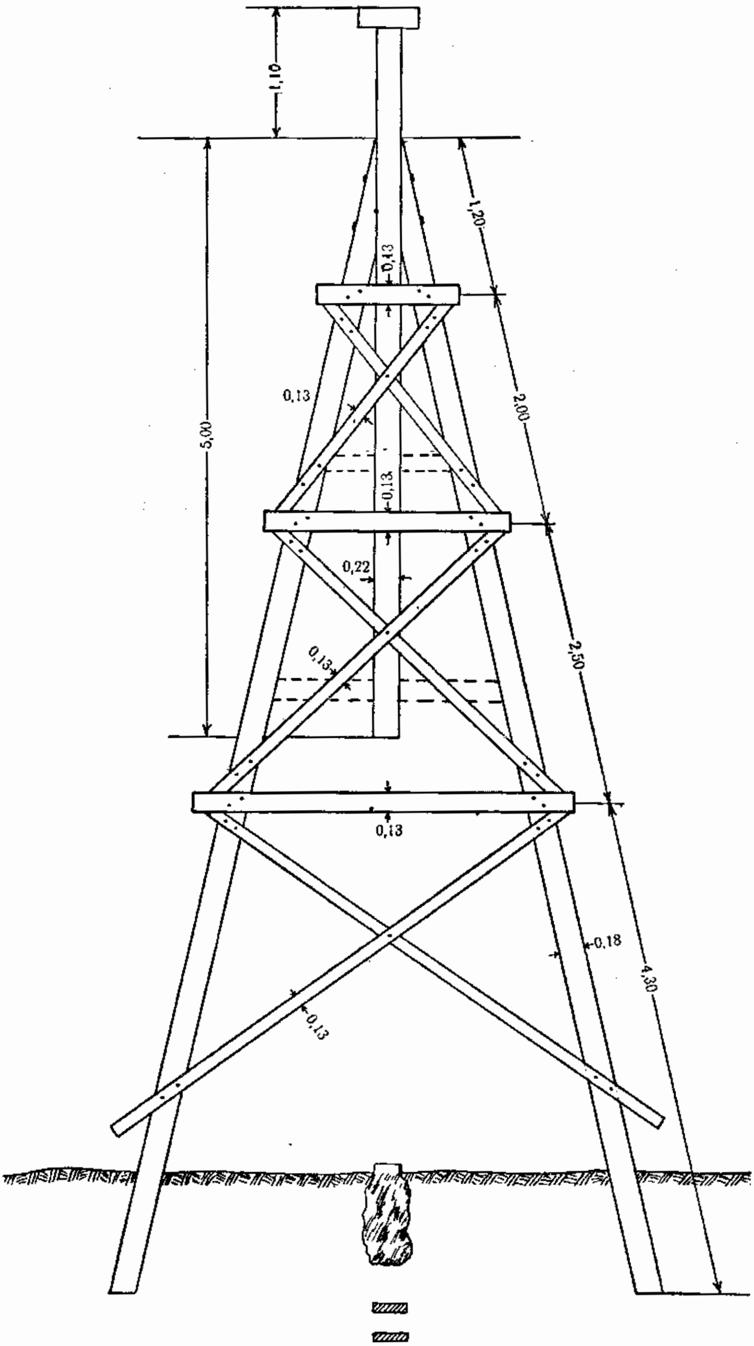
Види сл. 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 5a и 5b



Сл. 4 c, d, e и f



Сл 5



(Сл. 6б на стр. 240).
Сл. 6а

Високе пирамиде типа ГИЈА

Грађевински материјал		Пирамида типа	5	6	7	8	9	10
Гредице	Унутрашња пирамида	Ноге (основни стубови)	0,226 4×5,00×ø 0,12	0,370 4×6,00×ø 0,14	0,495 4×7,00×ø 0,15	0,643 4×8,00×ø 0,16	0,817 4×9,00×ø 0,17	1,017 4×10,00×ø 0,18
		Централни стуб	0,114 1×3,00×ø 0,22	0,133 1×3,50×ø 0,22	0,152 1×4,00×ø 0,22	0,152 1×4,00×ø 0,22	0,190 1×5,00×ø 0,22	0,228 1×6,00×ø 0,22
		Први хоризонтални крст	0,019 2×1,20×ø 0,10	0,019 2×1,20×ø 0,10	0,023 2×1,20×ø 0,11	0,029 2×1,50×ø 0,11	0,037 2×1,40×ø 0,13	0,035 2×1,30×ø 0,13
		Други хоризонтални крст	0,030 2×1,90×ø 0,10	0,038 2×2,40×ø 0,10	0,038 2×2,00×ø 0,11	0,042 2×2,20×ø 0,11	0,077 2×2,90×ø 0,13	0,058 2×2,20×ø 0,13
		Трећи хоризонтални крст						0,093 2×3,50×ø 0,13
		Први венац	0,031 4×1,00×ø 0,10	0,031 4×1,00×ø 0,10	0,028 4×0,90×ø 0,10	0,028 4×0,90×ø 0,10	0,028 4×0,90×ø 0,10	0,053 4×1,00×ø 0,13
		Други венац	0,047 4×1,50×ø 0,10	0,059 4×1,60×ø 0,10	0,046 4×1,20×ø 0,11	0,057 4×1,50×ø 0,11	0,085 4×1,60×ø 0,13	0,101 4×1,90×ø 0,13
		Трећи венац			0,076 4×2,00×ø 0,11	0,091 4×2,40×ø 0,11	0,133 4×2,50×ø 0,13	0,169 4×3,00×ø 0,13
		Први ред усправних крстова	0,094 8×1,50×ø 0,10	0,100 8×1,60×ø 0,10	0,094 8×1,50×ø 0,10	0,112 8×1,80×ø 0,10	0,112 8×1,80×ø 0,10	0,255 8×2,40×ø 0,13
		Други ред усправних крстова	0,156 8×2,50×ø 0,10	0,180 8×3,00×ø 0,10	0,198 8×2,60×ø 0,11	0,221 8×2,90×ø 0,11	0,298 8×2,80×ø 0,13	0,340 8×3,20×ø 0,13
		Трећи ред усправних крстова			0,266 8×3,50×ø 0,11	0,304 8×4,00×ø 0,11	0,479 8×4,50×ø 0,13	0,532 8×5,00×ø 0,13
	пирамида	Ноге (основни стубови)	0,226 4×5,00×ø 0,12	0,370 4×6,00×ø 0,14	0,495 4×7,00×ø 0,15	0,643 4×8,00×ø 0,16	0,817 4×9,00×ø 0,17	1,017 4×10,00×ø 0,18
		Први венац (ограда)	0,062 4×2,00×ø 0,10	0,062 4×2,00×ø 0,10	0,062 4×2,00×ø 0,10	0,062 4×2,00×ø 0,10	0,062 4×2,00×ø 0,10	0,062 4×2,00×ø 0,10
		Други венац (подлога патоса)	0,117 6×2,50×ø 0,10	0,117 6×2,50×ø 0,10	0,117 6×2,50×ø 0,10	0,117 6×2,50×ø 0,10	0,117 6×2,50×ø 0,10	0,117 6×2,50×ø 0,10
		Трећи венац	0,102 4×3,20×ø 0,10	0,112 4×3,60×ø 0,10	0,149 4×3,30×ø 0,12	0,163 4×3,60×ø 0,12	0,192 4×3,60×ø 0,13	0,213 4×4,00×ø 0,13

Греде	Сподна	Први ред усправних крстова (косници ограде)	0,075 4×2,40×ø 0,10	0,075 4×2,40×ø 0,10	0,075 4×2,40×ø 0,10	0,075 4×2,40×ø 0,10	0,075 4×2,40×ø 0,10	0,075 4×2,40×ø 0,10
		Други ред усправних крстова	0,240 8×3,80×ø 0,10	0,312 8×5,00×ø 0,10	0,362 8×4,00×ø 0,12	0,407 8×4,50×ø 0,12	0,447 8×4,20×ø 0,13	0,479 8×4,50×ø 0,13
		Трећи ред усправних крстова			0,452 8×5,00×ø 0,12	0,506 8×5,60×ø 0,12	0,702 8×6,60×ø 0,13	0,778 8×7,30×ø 0,13
		Подлога споредног патоса						0,080 1×4,00×ø 0,13 2×2,00×ø 0,13
		Лестве	0,078	0,094	0,158	0,208	0,225	0,242 2×4,00×0,75×0,10 2×7,00×0,10×0,13
	Помоћна грађа: катарке, коље, макаве и сл.		0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
	Свега m3:		2,117	2,563	3,786	4 860	5,893	6,935
Даске	Патос		0,240 6×5,00×0,20×0,04	0,240 6×5,00×0,20×0,04	0,240 6×5,00×0,20×0,04	0,240 6×5,00×0,20×0,04	0,240 6×5,00×0,20×0,04	0,240 6×5,00×0,20×0,04
	Табла		0,013 1×1,60×0,20×0,04	0,013 1×1,60×0,20×0,04	0,013 1×1,60×0,20×0,04	0,013 1×1,60×0,20×0,04	0,013 1×1,60×0,20×0,04	0,013 1×1,60×0,20×0,04
	Помоћни патос							0,064 2×4,00×0,20×0,04
	Свега m3:		0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,317
Летве за лестве			0,011 15×0,45×0,04×0,04	0,012 17×0,45×0,04×0,04	0,014 20×0,45×0,04×0,04	0,016 23×0,45×0,04×0,04	0,018 25×0,45×0,04×0,04	0,023 32×0,45×0,04×0,04
Ексери	Ексери ливени од 10 cm		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Ексери ковани и ливени од 25 и 30 cm		22,5	25,5	29,5	33,5	37,5	42,5
	Свега kg		25,0	28,0	32,0	36,0	40,0	45,0
Тер (смола) kg			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Сваком типу високе пирамиде додаје се количина материјала предвиђена за обичну пирамиду висине 3,98 m.

Види сл. 6а и 6b

Високе пирамиде типа Р

Висина постоља за инструменат	Страна квадрата основе: Спољна пирамида	Страна квадрата основе: Унутраш. пирамида	Дубина укопавања ногу (основ. стубова)	Ноге (основни стубови): Спољна пирамида	Ноге (основни стубови): Унутрашња пирамида	Број одозго	Венци: Спољна пирамида	Венци: Унутрашња пирамида	Усправни крстови (спрегови): Спољна пирамида	Усправни крстови (спрегови): Унутрашња пирамида	Хоризонтални крстови унутрашње пирамиде	Стуб за инструменат	Визирни цилиндар
10	5,80	4,10	1,60	0,09 / (0,18—0,20) 0,800 4×13,00×ø 0,14	0,12 / (0,20—0,22) 0,976 4×10,75×ø 0,17	1	0,287 4×5,40×ø 0,13	0,196 4×3,70×ø 0,13	0,825 8×6,70×ø 0,14	0,591 8×4,80×ø 0,14	0,077 2×4,90×ø 0,10	0,176 1×5,60×ø 0,20	0,021 1×2,70×ø 0,10
						2	0,141 4×4,50×ø 0,10	0,078 4×2,50×ø 0,10	0,499 8×5,40×ø 0,12	0,207 8×3,30×ø 0,10	0,041 2×3,25×ø 0,09		
						3	0,081 4×3,20×ø 0,09	0,032 4×1,60×ø 0,08	0,239 8×4,70×ø 0,09	0,122 8×2,40×ø 0,09	0,020 2×2,00×ø 0,08		
				0,800 m3	0,976 m3		0,509 m3	0,306 m3	1,553 m3	0,920 m3	0,138 m3	0,176 m3	0,021 m3
15	7,64	5,40	1,70	0,10 / (0,20—0,22) 1,456 4×18,10×ø 0,16	0,13 / (0,20—0,22) 1,444 4×15,90×ø 0,17	1	0,412 4×6,70×ø 0,14	0,302 4×4,90×ø 0,14	1,244 8×8,80×ø 0,15	0,905 8×6,40×ø 0,15	0,147 2×6,50×ø 0,12	0,189 1×6,00×ø 0,20	0,021 1×2,70×ø 0,10
						2	0,244 4×5,40×ø 0,12	0,199 4×3,75×ø 0,13	0,711 8×6,70×ø 0,13	0,520 8×4,90×ø 0,13	0,091 2×4,80×ø 0,11		
						3	0,190 4×4,20×ø 0,12	0,118 4×2,60×ø 0,12	0,345 8×5,50×ø 0,10	0,245 8×3,90×ø 0,10	0,050 2×3,20×ø 0,10		
						4	0,084 4×3,30×ø 0,09	0,041 4×1,60×ø 0,09	0,209 8×4,10×ø 0,09	0,148 8×2,90×ø 0,09	0,028 2×1,80×ø 0,10		
				1,456 m3	1,444 m3		0,930 m3	0,660 m3	2,509 m3	1,818 m3	0,316 m3	0,189 m3	0,021 m3
20	8,91	6,30	1,80	0,13 / (0,22—0,24) 2,362 4×23,20×ø 0,18	0,15 / (0,22—0,24) 2,391 4×21,00×ø 0,19	1	0,544 4×7,70×ø 0,15	0,403 4×5,70×ø 0,15	2,290 16×8,10×ø 0,15	1,255 8×7,80×ø 0,16	0,231 2×7,50×ø 0,14	0,255 1×8,10×ø 0,20	0,021 1×2,70×ø 0,10
						2	0,318 4×6,00×ø 0,13	0,223 4×4,20×ø 0,13	1,010 8×8,20×ø 0,14	0,763 8×6,20×ø 0,14	0,124 2×5,50×ø 0,12		
						3	0,201 4×4,45×ø 0,12	0,136 4×3,00×ø 0,12	0,561 8×6,20×ø 0,12	0,425 8×4,70×ø 0,12	0,119 4×3,80×ø 0,10		
						4	0,107 4×3,40×ø 0,10	0,063 4×2,10×ø 0,10	0,295 8×4,70×ø 0,10	0,220 8×3,50×ø 0,10	0,059 4×2,30×ø 0,09		
				2,362 m3	2,391 m3		1,170 m3	0,825 m3	4,156 m3	2,663 m3	0,533 m3	0,255 m3	0,021 m3
25	10,04	7,10	2,00	0,14 / (0,24—0,23) 3,594 4×28,60×ø 0,20 (0,14—0,16) / (0,16—0,18) 1,086 4×13,50×ø 0,16	0,15 / (0,24—0,23) 3,644 4×26,20×ø 0,21	1	0,740 4×9,20×ø 0,16	0,590 4×6,50×ø 0,17	2,318 16×8,20×ø 0,15	1,400 8×8,70×ø 0,16	0,307 2×8,70×ø 0,15	0,255 1×8,10×ø 0,20	0,021 1×2,70×ø 0,10
						2	0,917 8×7,45×ø 0,14	0,410 4×5,10×ø 0,16	1,724 16×7,00×ø 0,14	0,862 8×7,00×ø 0,14	0,180 2×6,80×ø 0,13		
						3	0,417 4×5,90×ø 0,15	0,272 4×3,85×ø 0,15	0,828 8×7,80×ø 0,13	0,594 8×5,60×ø 0,13	0,113 2×5,00×ø 0,12		
						4	0,277 4×4,50×ø 0,14	0,175 4×2,85×ø 0,14	0,570 8×6,30×ø 0,12	0,398 8×4,40×ø 0,12	0,107 4×3,40×ø 0,10		
						5	0,149 4×3,30×ø 0,12	0,111 4×2,10×ø 0,13	0,314 8×5,00×ø 0,10	0,188 8×3,00×ø 0,10	0,061 4×2,40×ø 0,09		
				4,680 m3	3,644 m3		2,500 m3	1,558 m3	5,754 m3	3,442 m3	0,768 m3	0,255 m3	0,021 m3

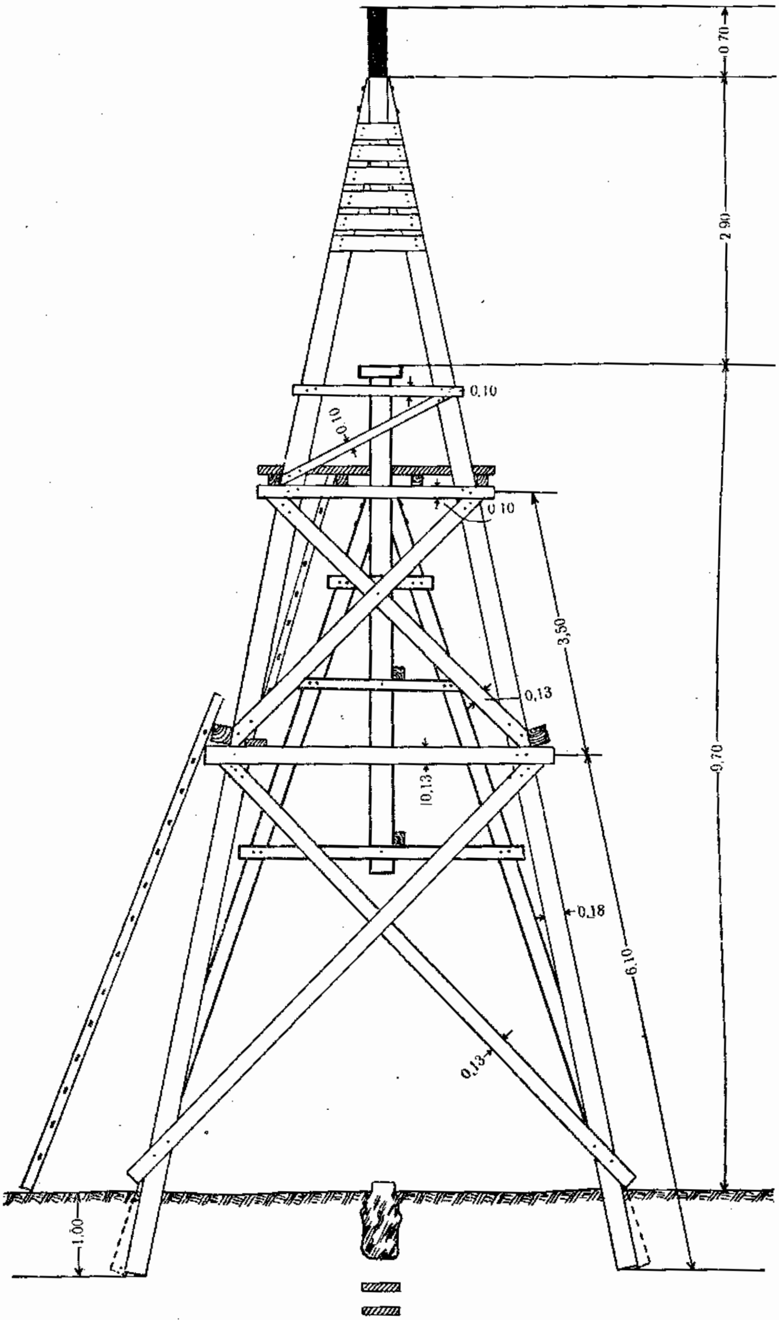
(Наставља се на следећој страни)

Висина постоља за инструменат:	10 m	15 m	20 m	25 m
Облице за лестве (сл. 7f)	20,40×ø 0,03 = 0,103 m3 12,50×ø 0,06 = 0,035 m3	35,60×ø 0,03 = 0,179 m3 19,50×ø 0,06 = 0,055 m3	47,40× ø0,03 = 0,238 m3 26,50× ø0,06 = 0,075 m3	60,20×ø 0,03 = 0,303 m3 33,00×ø 0,06 = 0,093 m3
Облице и даске за споредне (помоћне) патосе за лестве (сл. 11c — 11f)		2,60×ø 0,12 = 0,029 m3 13,70×ø 0,08 = 0,069 m3 16,7×0,20×0,05 = 0,167 m3	2,60× ø0,13 = 0,035 m³ 14,50× ø0,08 = 0,073 m3 16,7×0,20×0,05 = 0,167 m3	2,60×ø 0,14 = 0,040 m3 26,30×ø 0,09 = 0,167 m3 19,7×0,20×0,05 = 0,197 m3
Штафле и даске за таблу (сточић за инструменат) (сл. 8 f)	1,60×0,05×0,05 = 0,004 m3 1,20×0,15×0,05 = 0,009 m3	1,60×0,05×0,05 = 0,004 m3 1,20×0,15×0,05 = 0,009 m3	1,60×0,05×0,05 = 0,004 m³ 1,20×0,15×0,05 = 0,009 m3	1,60×0,05×0,05 = 0,004 m³ 1,2 ×0,15×0,05 = 0,009 m3
Гредице за ленгере (сл. 9d)	0,041 32×0,45×ø 0,06	0,062 32×0,50×ø 0,07	0,089 32×0,55×ø 0,08	0,122 32×0,60×ø 0,09

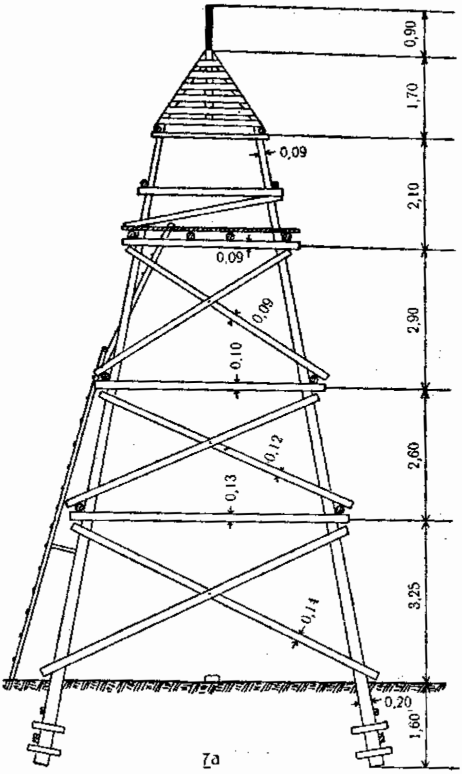
Кров за пирамиде од 10, 15, 20 и 25 мет. (сл. 7e)	Горњи венац	Први хоризонтални крст	Други хоризонтални крст	Кровне гредице	Ограда		Подлога патоса	Даске за патос	Даске за опшивање
Грађа за кров, патос и ограду:	0,064 4×2,50×ø0,09	0,007 2×1,30×ø0,06	0,025 2×2,50×ø0,08	0,040 4×2,00×ø0,08	0,021 4×2,65×ø0,05	0,032 4×2,80×ø0,06	0,048 4×3,10×ø0,07	0,256 51,20x0,20x0,025	0,070 46,80x0,10x0,015

	Грађа / Висина унутрашње пирамиде	10 m	15 m	20 m	25 m
Укупна кубатура грађе	Греде, гредице и облице Даске и штафле	5,815 0,339	9,974 0,506	15,113 0,506	23,584 0,536
	СВЕГА m3:	6,154	10,480	15,619	24,120

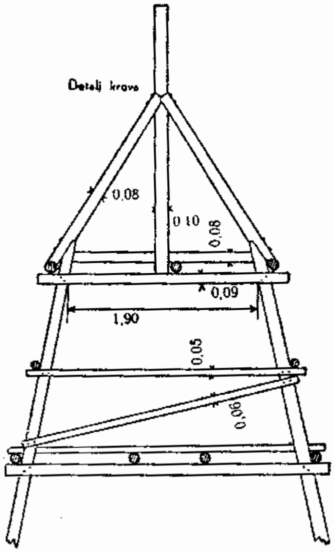
Види сл. 7, 8, 9, 10 и 11



Сл. 6b



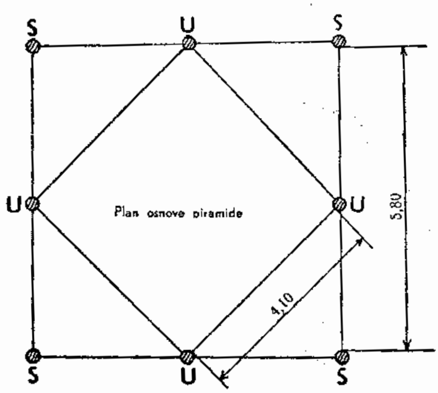
7a

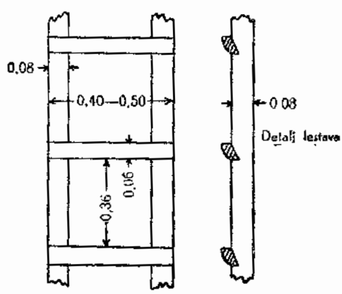


7e

S — noge (osnovni stubovi) spoljne piramide

U — noge (osnovni stubovi) unutrašnje piramide

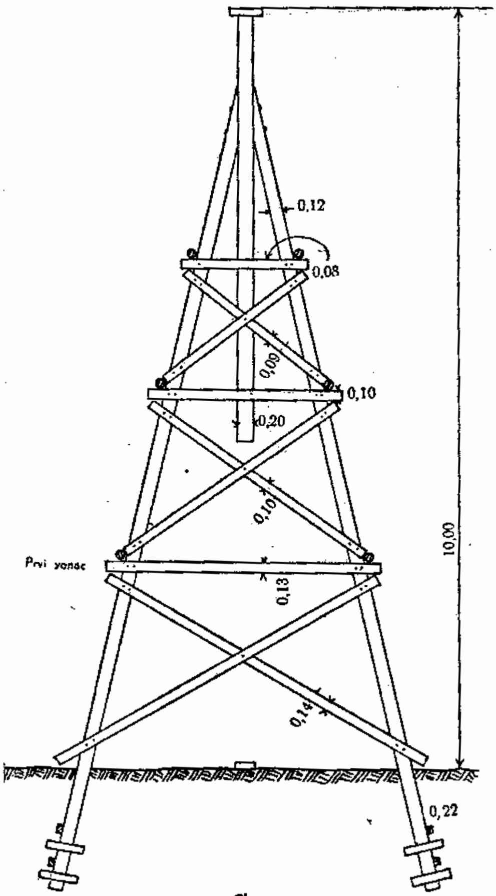




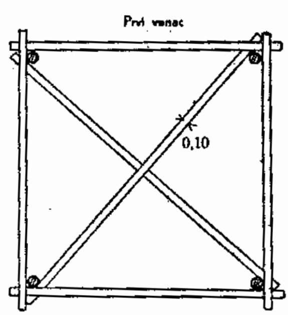
7f

Сл. 7d

Сл. 7 a, d, e, f

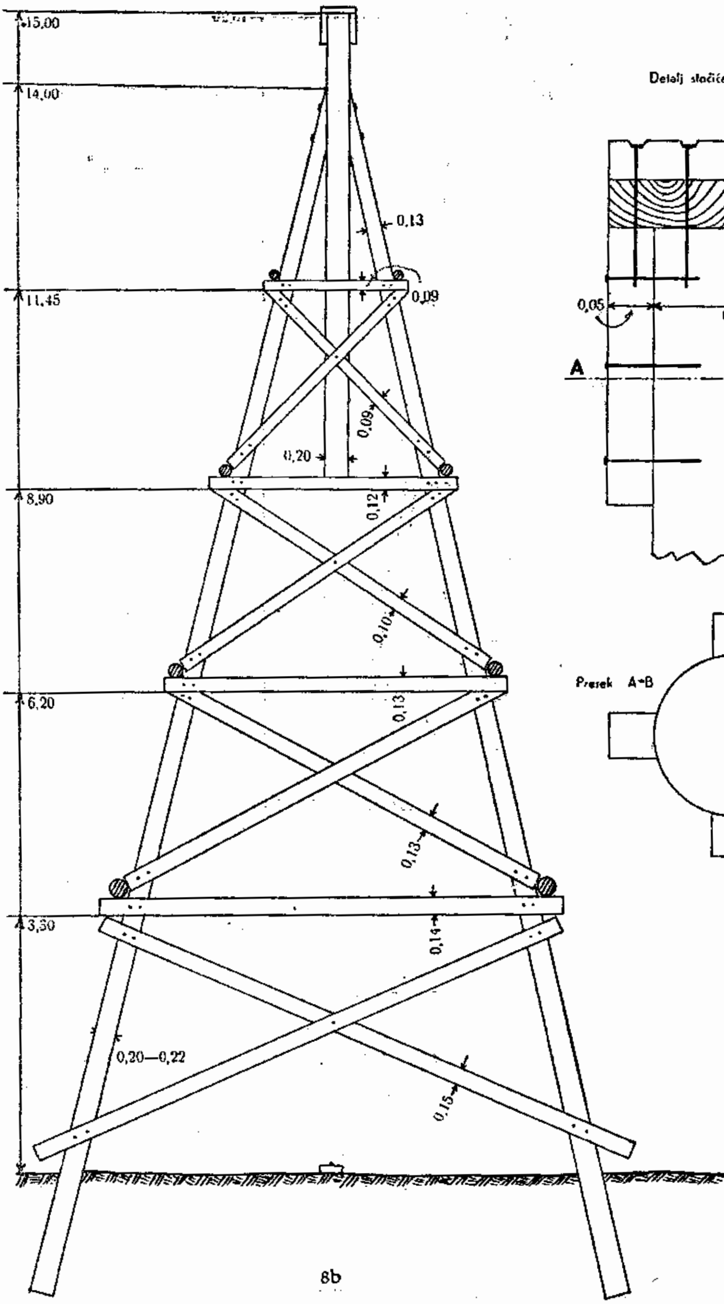

0,12
0,08
0,09
0,10
0,20
0,10
Prvi venac
0,13
10,00
0,14
0,22

7b

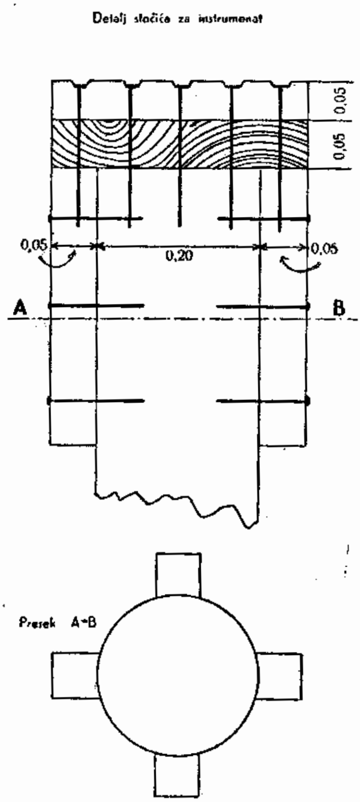

Prvi venac
0,10

7c

Сл. 7 b и c

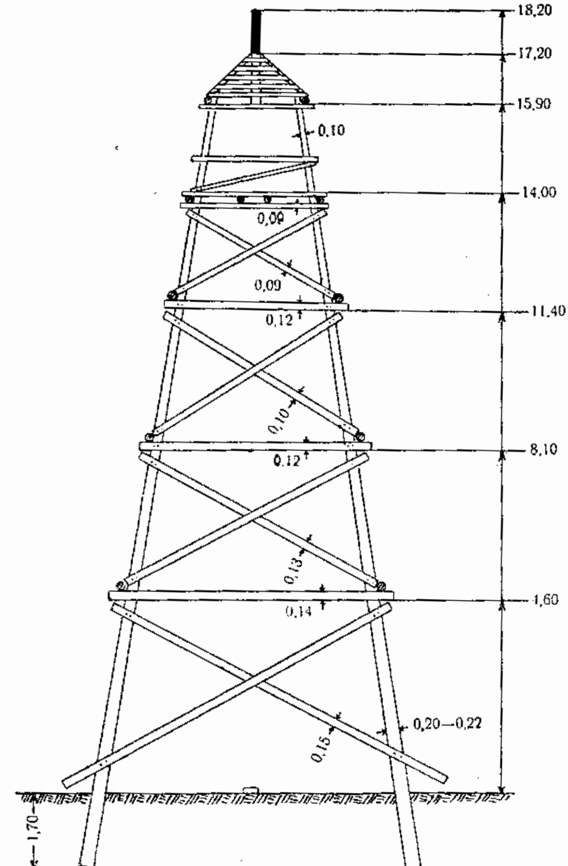

15,00
14,00
11,45
8,90
6,20
3,30
0,13
0,09
0,09
0,20
0,12
0,10
0,13
0,13
0,14
0,20—0,22
0,15

8b

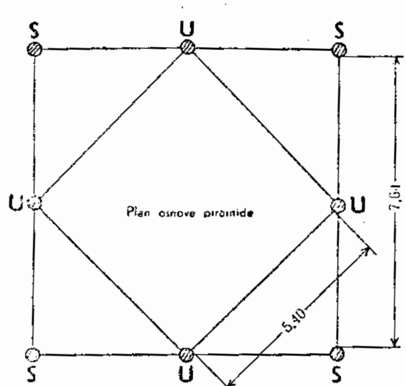

Detalj stočića za instrumenat
0,05
0,05
0,05
0,20
0,05
A
B
Presek A-B

8d

Сл. 8 b, и d

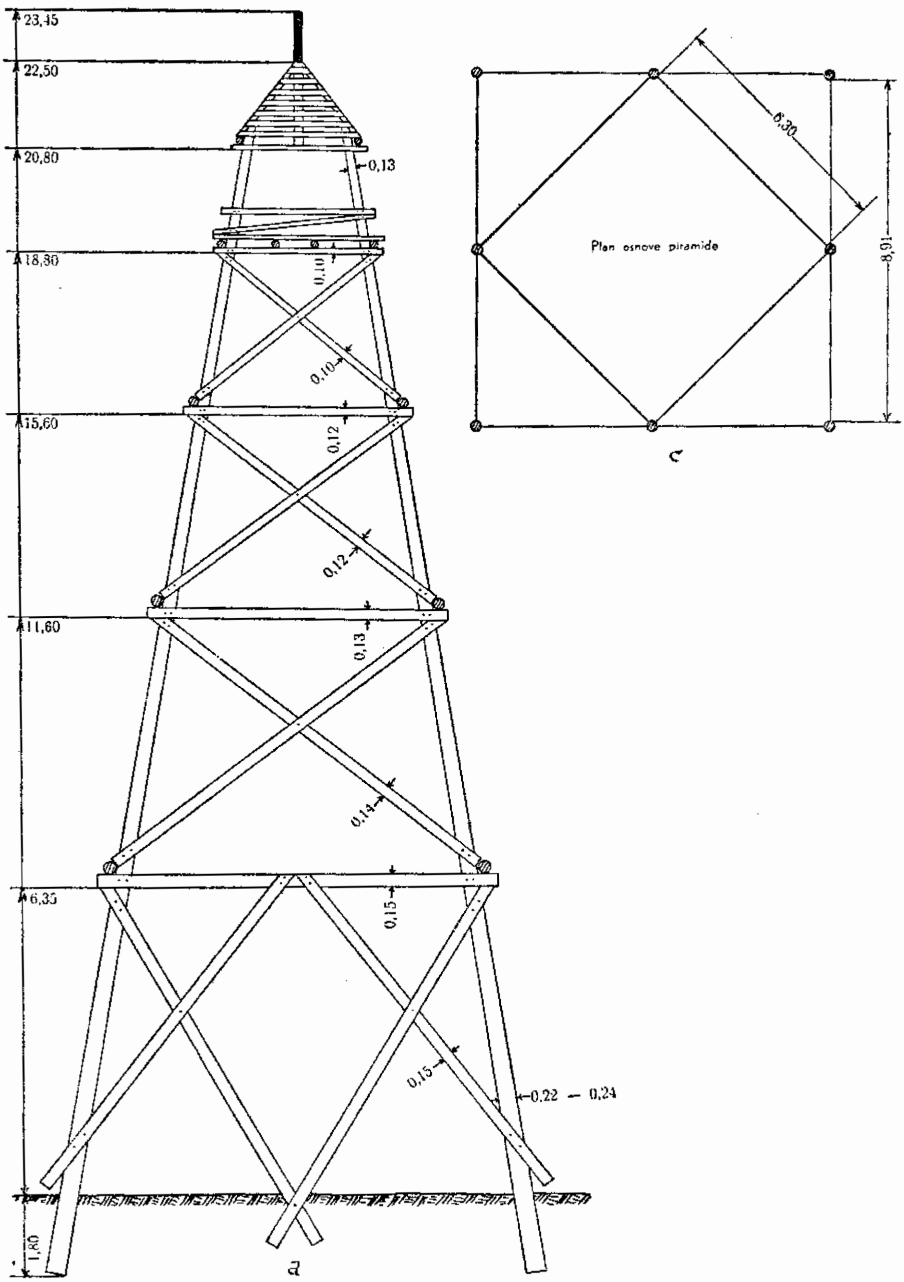

18,20
17,20
15,90
0,10
14,00
0,09
0,09
0,12
11,40
0,10
8,10
0,12
0,13
4,60
0,14
0,20—0,22
0,15
1,70

8a

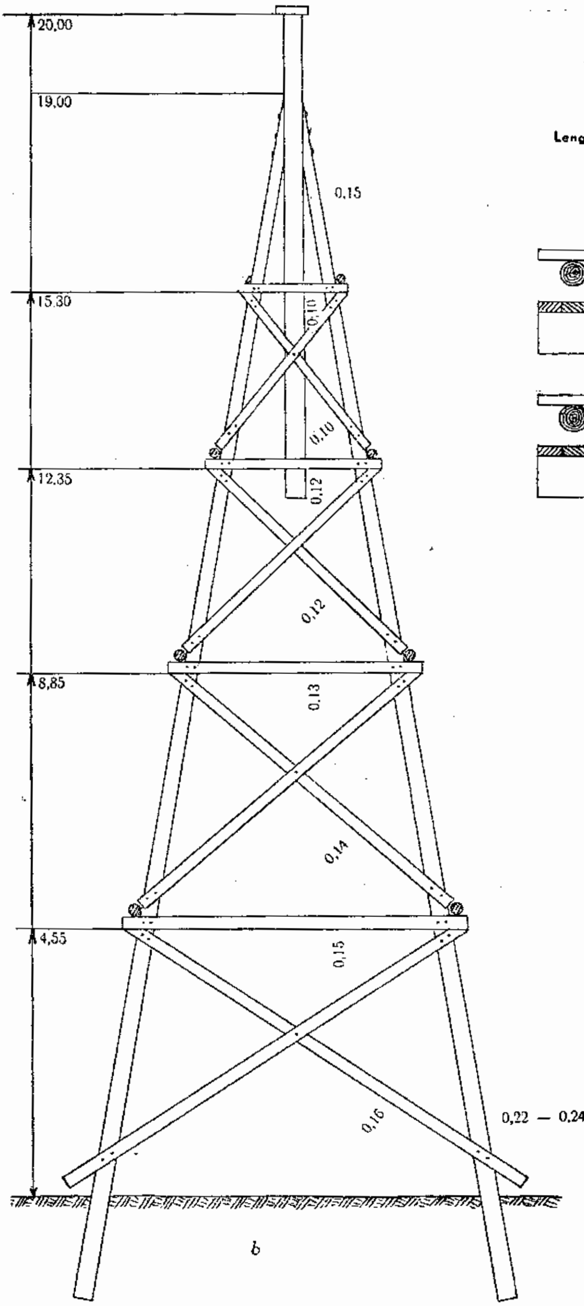

S
U
S
U
Plan osnove piramide
U
7,61
5,40
S
U
S

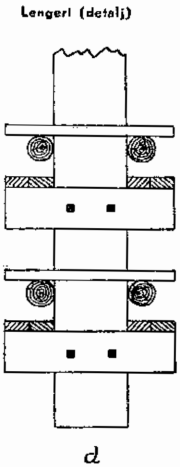
8c

Сл. 8 a, c

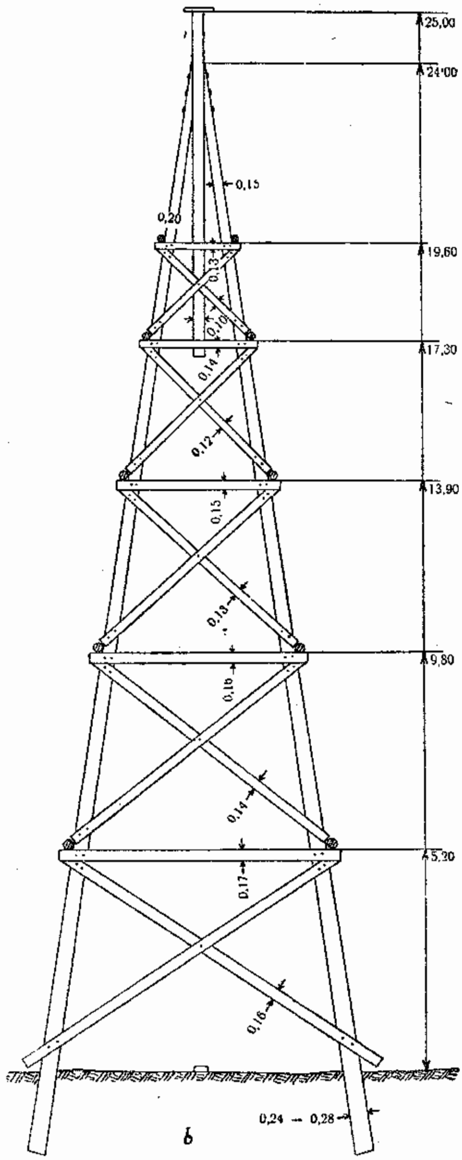

23,45
22,50
20,80
0,13
18,30
0,10
0,10
15,60
0,12
0,12
11,60
0,13
0,14
6,35
0,15
0,15
0,22 — 0,24
1,80
a
6,30
8,91
Plan osnove piramide
c

Сл. 9. а, с

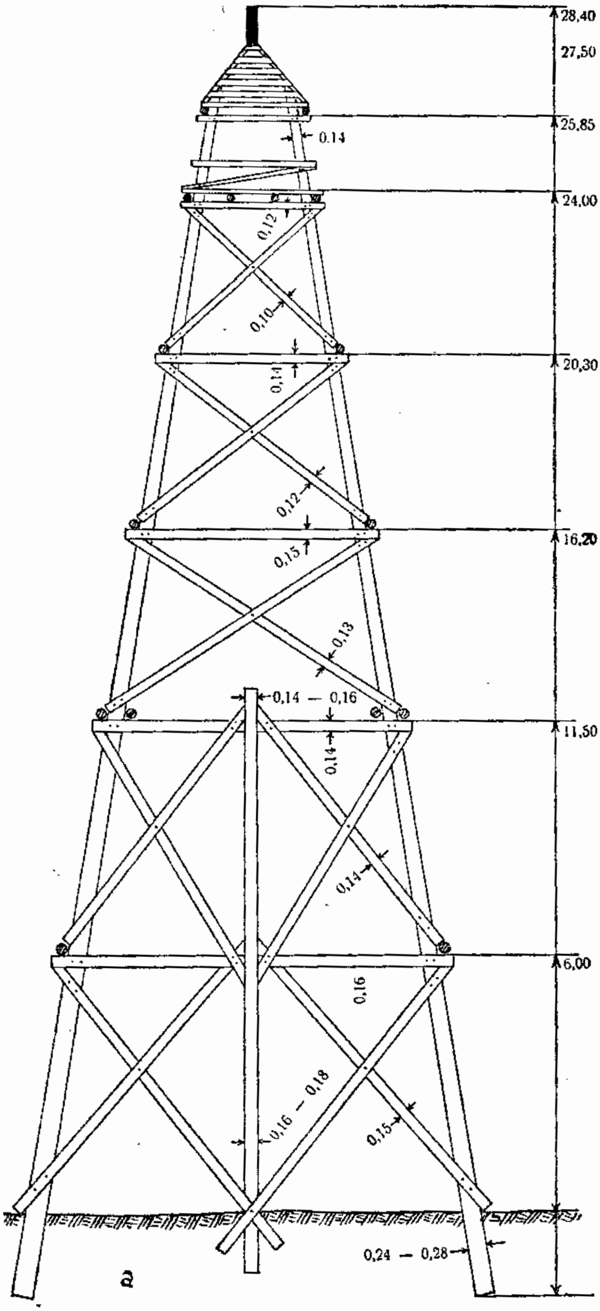

20,00
19,00
0,15
15,30
0,10
0,10
12,35
0,12
0,12
8,85
0,13
0,14
4,55
0,15
0,16
0,22 — 0,24
b


Lengerl (detalj)
d

Сл. 9 b, d

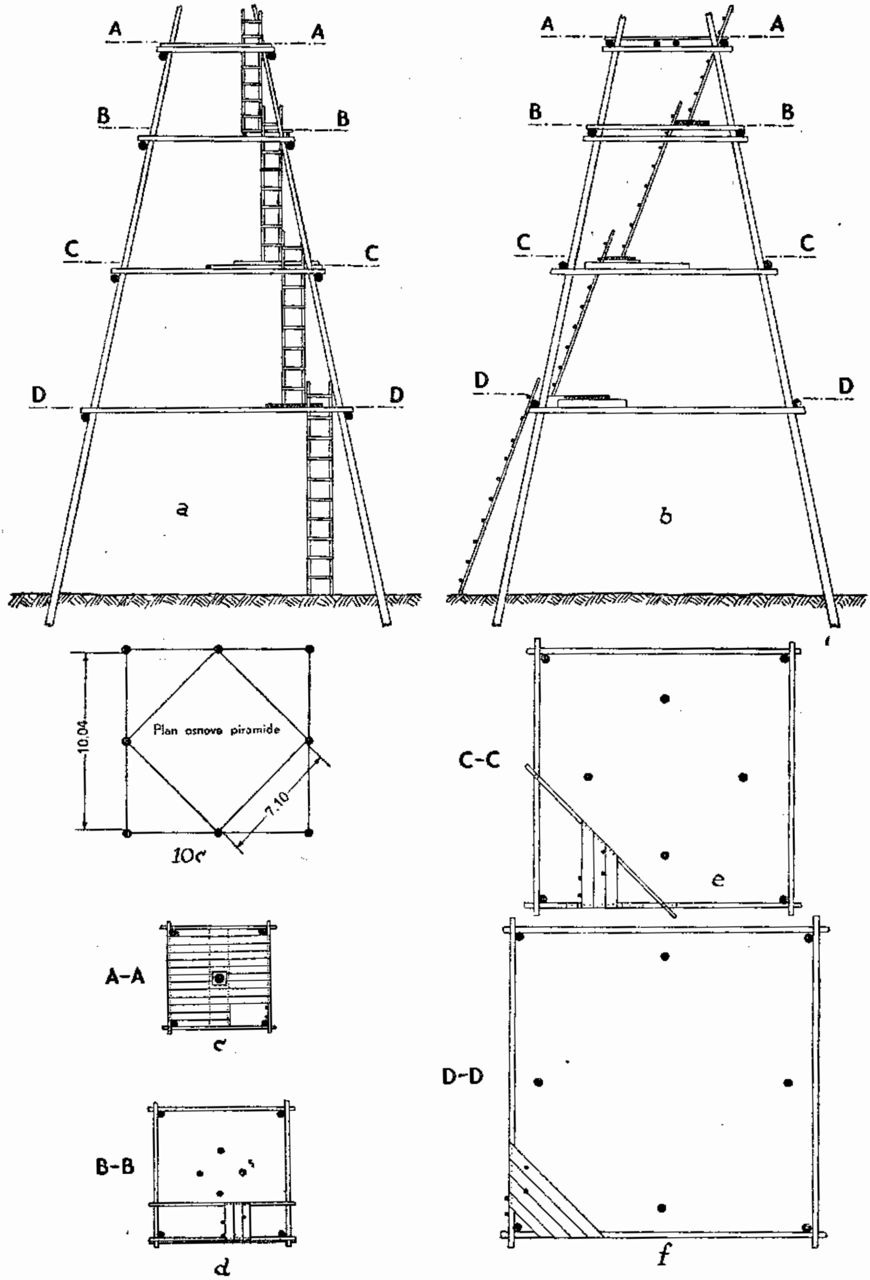

25,00
24,00
0,15
0,20
19,60
0,13
0,10
17,30
0,14
0,12
13,90
0,15
0,13
9,80
0,16
0,14
5,30
0,17
0,16
0,24 — 0,28
b

Сл. 10 b



План основе пирамиде – сл. 10с на стр. 249

Сл. 10а



Сл. 10 с и Сл. 11a, b, c, d, e,f

Високе пирамиде типа ОКА

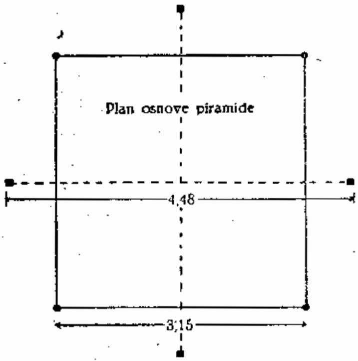
ПРИЛОГ 3 (чл. 18

Пирамида	Грађа	Висина сточића за инструменат: / Делови	6,05 m Сл. 12 стр 252	10,10 m Сл. 13 стр. 253 и 254	14,30 Сл. 14 стр. 255	20,00 m Сл. 15 стр. 256-258
Пирамида - постоље		Ноге (основни стубови)	0,423 4×7,35×0,12	1,107 4x12,?0×0,I5	1,548 4×17,20×0,15	2,088 4×23,20×0,15
		Централни стуб	0,110 1×4,90×0,15	0,135 1×6,00×0,15	0,217 1×9,65×0,15	0,356 1×15.80×0,15
	Греде и штафле	1. хоризонт. крст (клешта)	0,099 4×3,85×0,08	0,095 4x4,75x0,10x0,05	0,160 4x8,00x0,10x0,05	0,347 4x10,85x0,10x0,08
		2. " " "	0,049 4×2,50×0,07	0,053 4x2,65x0,10x0,05	0,098 4x4,90x0.10x0,05	0,256 4x8,00x0,10x0.08
		3. " " "	0,021 4×1,45×0,06	0.031 4x1,55x0,10x0,05	0,056 4x2,80x0,10x0,05	0,109 4x5,45x0,10x0,05
		4. " " "			0,036 4x1,80x0,10x0,05	0,076 4x3.80x0,10x0,05
		5. " " "				0,046 4x2,30x0,10x0,05
		6. " " "				0,023 4x1,15x0,10x0,05
		1. венац		0,075 4x3,75x0,10x0,05	0,119 4x5,95x0,10x0,05	0,253 4x7,90x0,10x0,08
		2. "		0,046 4x2,30x0,10x0,05	0,075 4x3,75x0,10x0,05	0,189 4x5,90x0,10x0,08
		3. "		0,028 4x1,40x0,10x0,05	0,045 4x2,25x0,10x0,05	0,082 4x4,10x0,10x0,05
		4. "			0,030 4x1,50x0,10x0,05	0,059 4x2.95x0.10x0,05
		5. "			0,022 4x1,10x0,40x0,05	0,037 4x1,85x0,10x0,05
		Хориз. спрегови 1. венца (сл. 15 *h*)				0,102 4x5,10x0,10x0,05
		Хориз. спрегови 2. венца (сл. 15 g)				0,074 4x3,70x0,10x0,05
		Хориз. спрегови 3. венца (сл. 15 *f*)				0,048 4x2,40x0,10x0,05
	Тесаније	1. ред усправних крстова		0,248 8x6,20x0,10x0,05	0,532 8x7,15x0,10x0,05 8x6,15x0,10x0,05	0,877 8x7.00x0,10x0,08 8x6,70x0,10x0,08
		2. " " "		0,152 8x3,80x0,10x0,05	0,238 8x5,95x0,10x0,05	0,698 8x5,65x0,10x0,08 8x5,25x0,10x0,08
		3. " " "		0,086 8x2,15x0,10x0,05	0,148 8x3,70x0,10x0,05	0,120 4x6,00x0,10x0,05
		4. " " "			0,041 4x2,05x0,10x0,05	0,080 4x4,00x0,10x0,05
		5. " " "				0,061 4x3,05x0,10x0,05
		Стуб за усправне крстове			0,216 4×2.40×0,15	0,207 4×2,30×0,15
		Сточић за инструменат	0,008 2x0,40x0,20x0,05	0,008 2x0,40x0,20x0,05	0,008 2x0,40x0,20x0,05	0,008 2x0,40x0,20x0,05
Скела за осматраче	Даске	Патос	0,203 40,60x0,20x0,025	0,240 48,00x0,20x0,025	0,240 48,00x0,20x0,025	0,176 35,10x0,20x0,025
		Кров	0,050 33,0x0,10x0,015	0,090 30,0x0,20x0,015	0,076 25,20x0,20x0,015	0,090 30,0x0,20x0,015
		Патос за лестве		0,069 6,90x0,20x0,05	0,136 13,60x0,20x0,05	0,320 31,95x0,20x0,05

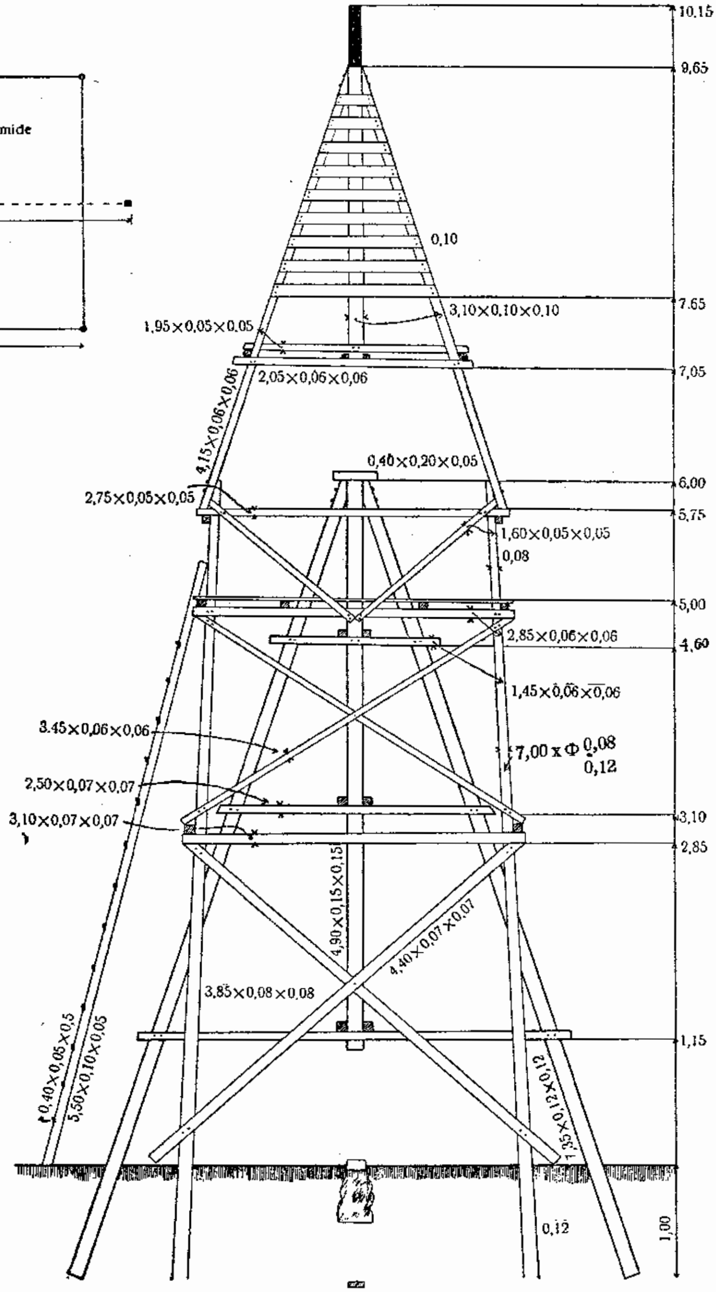
Високе пирамиде типа ОКА

ПРИЛОГ 3 (чл. 18)

Пирамида	Грађа	Висина сточића за иструменат: Делови	6,05 m Сл. 12 стр. 252	10,10 m Сл. 13 стр. 253 и 254	14,30 m Сл. 14 стр. 255	20,00 m Сл. 15 стр. 256 – 258
Скела за осматрача	Тесане греде и штафле	Ноге (основни стубови)	0,220 0,08 4×7,00×Ø0,12	0,804 4×13,40×0,15×0,10	1,598 4×17,75×0,15×0,15	1,953 4×5,70×0,15×0,10 4×17,90×0,15×0,15
		1. венац	0,051 4×3,10×0,07	0,076 4×3,95×0,10×0,05	0,089 4×4,45×0,10×0,05	0,150 4×4,70×0,10×0,08
		2. „	0,041 4×2,85×0,06	0,070 4×3,50×0,10×0,05	0,079 4×3,95×0,10×0,05	0,134 4×4,20×0,10×0,08
		3. „		0,062 4×3,10×0,10×0 05	0,069 4×3,45×0.10×0,05	0,122 4×3,80×0,10×0,08
		4. „			0,061 4×3,05×0,10×0,05	0,068 4×3,40×0,10×0,05
		5. „				0,061 4×3,05×0,10×0,05
		6. „				0,055 4×2,75×0.10×0,05
		7. „				0,052 4×2,60×0,10×0.05
		1. ред усправних крстова	0,172 8×4,40×0,07	0,232 8×5,80×0,10×0,05	0,248 8×6,20×0,10×0,05	0,378 8×5,90×0,10×0,08
		2. „ „	0,099 8×3,45×0,06	0,204 8×5,10×0,10×0,05	0,226 8×5,65×0,10×0,05	0,228 8×5,70×0,10×0,05
		3. „ „		0,070 8×3,50×0,10×0,025	0,190 8×4,75×0,10×0,05	0,200 8×5,00×0,10×0,05
		4. „ „			0,144 8×3,60×0,10×0,05	0,184 8×4,60×0,10×0,05
		5. и 6. „				0,208 8×3,90×0,10×0,05 8×2,60×0,10×0,025
		Потпорни стубови				0,918 4×15,30×0,15×0,10
		Прва клешта за потп. стубове				0,120 8×3,00×0.10×0.05
		Друга „ „				0,064 8×1,60×0,10×0,05
		Први косници потп. стубова				0.188 8×4,70×0,10×0,05
		Други „ „				0,166 8×4,15×0,10×0,05
		Подлога патоса	0,021 2×2,85×0,06	0,031 2×3,10×0,10×0,05	0,030 2×3,05×0,10×0,05	0,028 2×2,75×0,10×0,05
		Косници ограде	0,032 8×1,60×0,05			
		Горњи венац скеле	0,028 4×2,75×0,05	0,056 4×2.80×0,10×0,05	0,057 4×2,85×0,10×0,05	0,050 4×2,50×0,10×0,05
		Кровне гредице	0,060 4×4,15×0,06	0,083 4×4,40×0.10×0,05	0,082 4×4,10×0,10×0,05	0,090 4×4,50×0.10×0,05
		Визирни цилиндар	0 031 1×3,10×0.10	0,046 1×4,60×0,10	0,045 1×4,50×0,10	0,046 1×4,65×0,10
		Венац крова	0,030 4×2,05×0,06			
		Хоризонт. крст (клешта)	0,020 4×1,95×0,05	0,056 4×2,80×0,10×0,05	0,057 4×2,85×0,10×0,05	0,050 4×2,50×0,10×0,05
		Лестве	0,068 5,20×0,05×0,05 11,00×0,10×0,05	0,135 9.20×0,05×0,05 22,40×0,10×0,05	0,244 14,80×0,05×0,05 41,30×0,10×0,05	0,287 18,40×0,05×0,05 48,20×0,10×0,05
		Ленгери	0,040 16×0,50×Ø0,08	0,144 24×0,60×0,10	0,224 32×0,70×0,10	0.369 32×0,80×0,12
		Свега m3	1,836	4,537	7,484	12,951

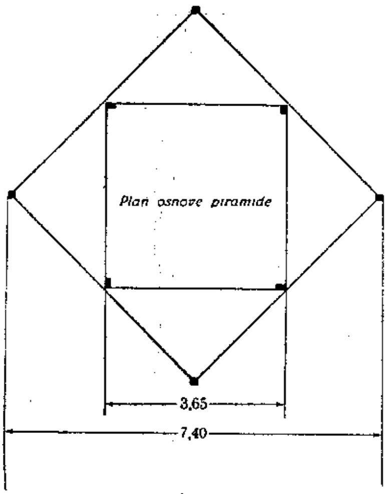


12b

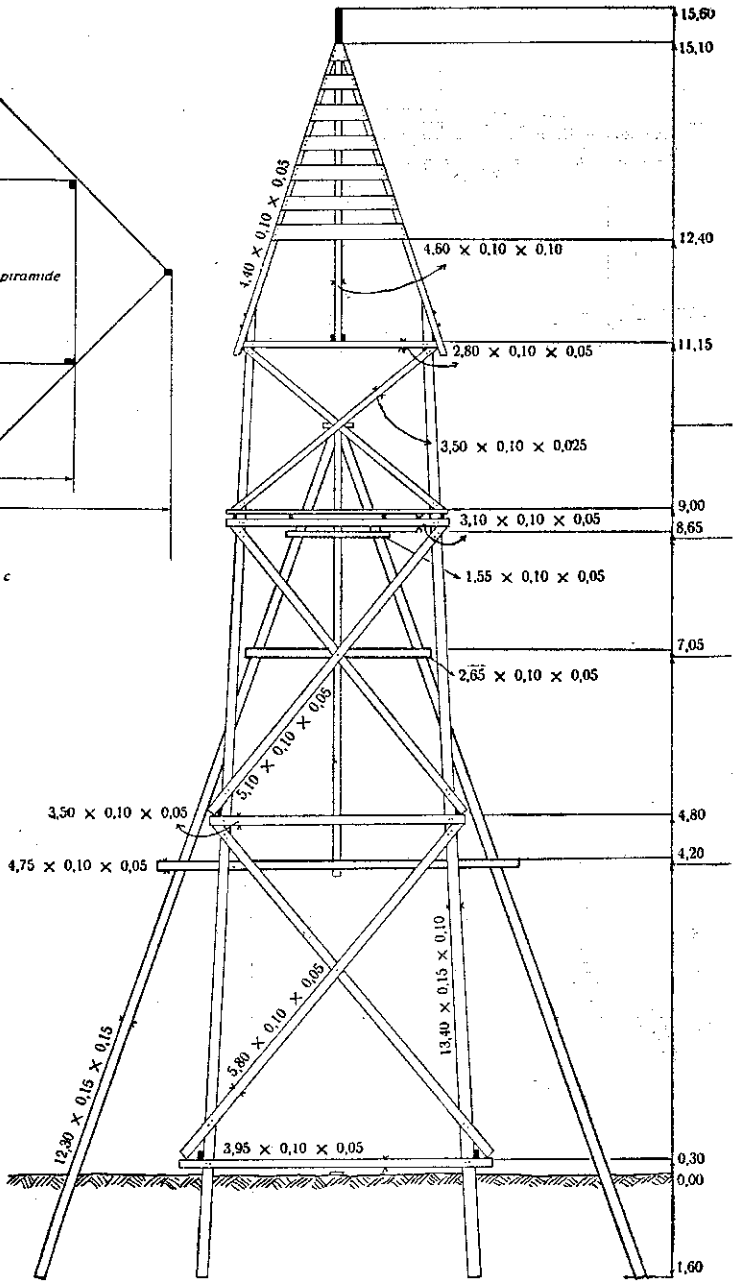


12a

Сл. 12 a, b

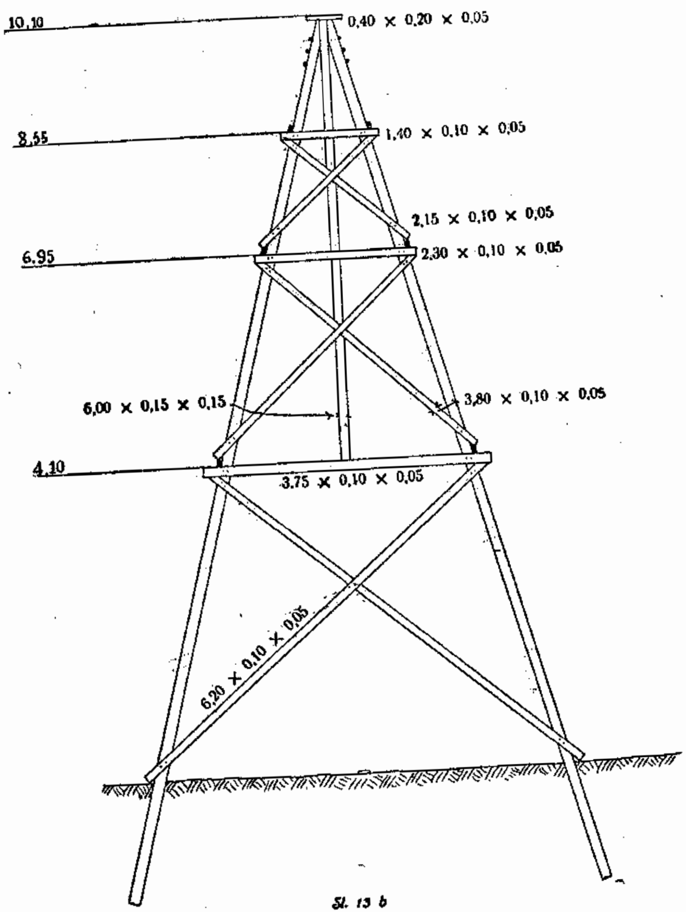


Sl. 13 c

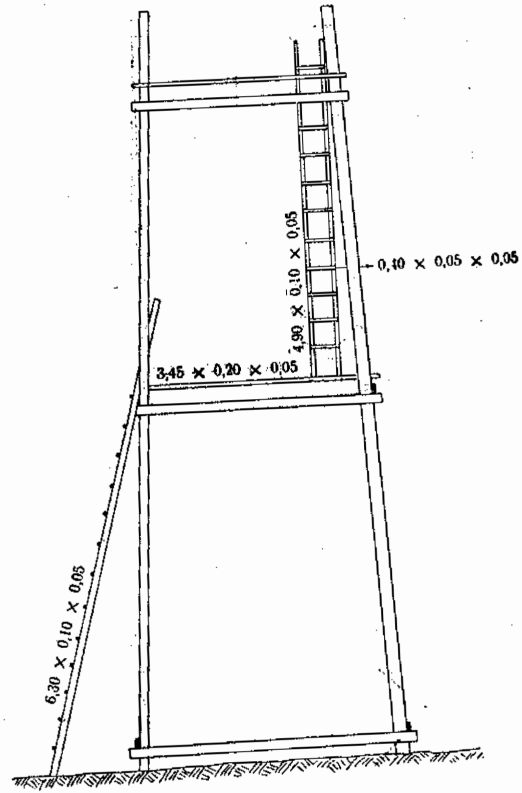


Sl. 13 a

Сл. 13 а, с

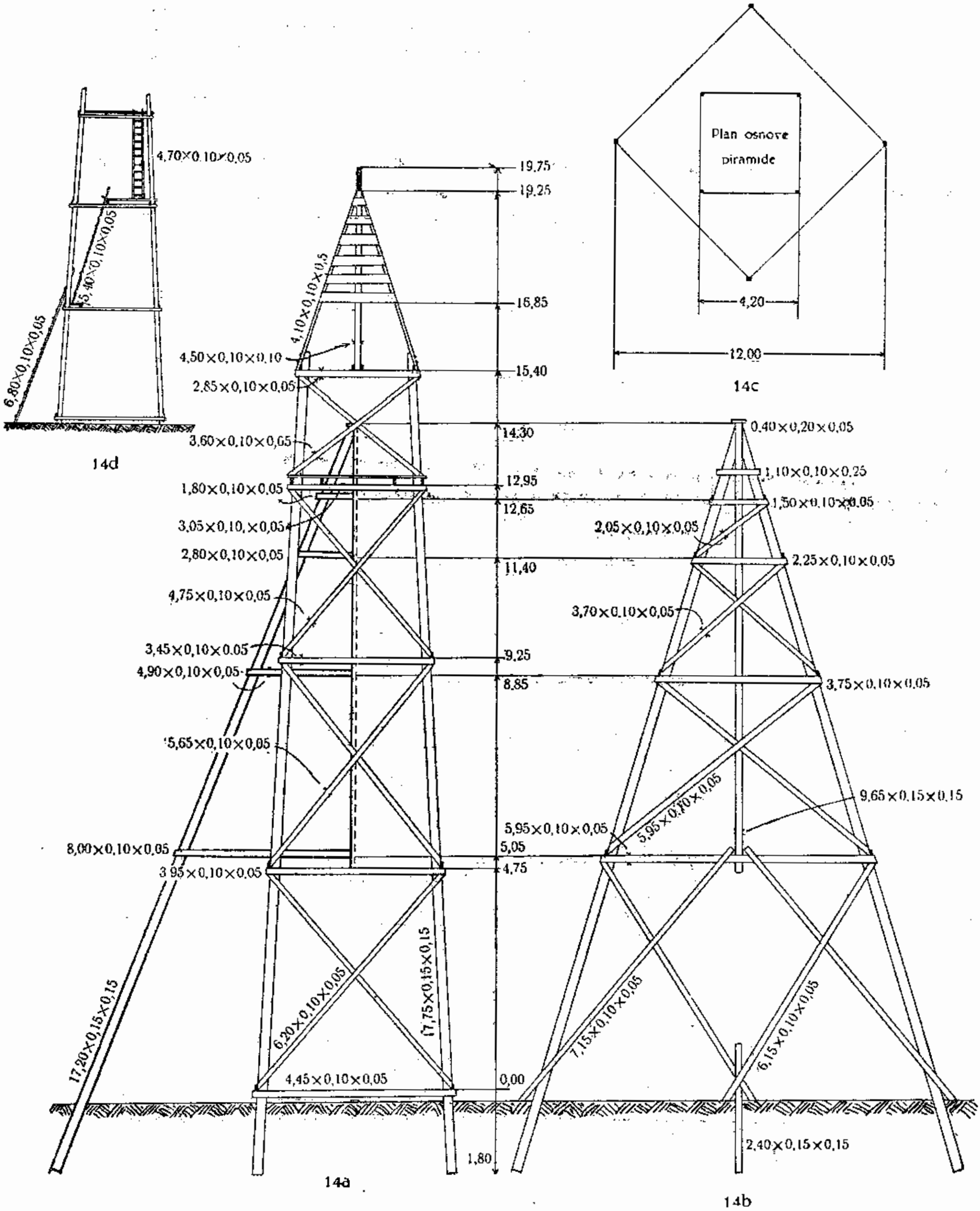


Sl. 13 b

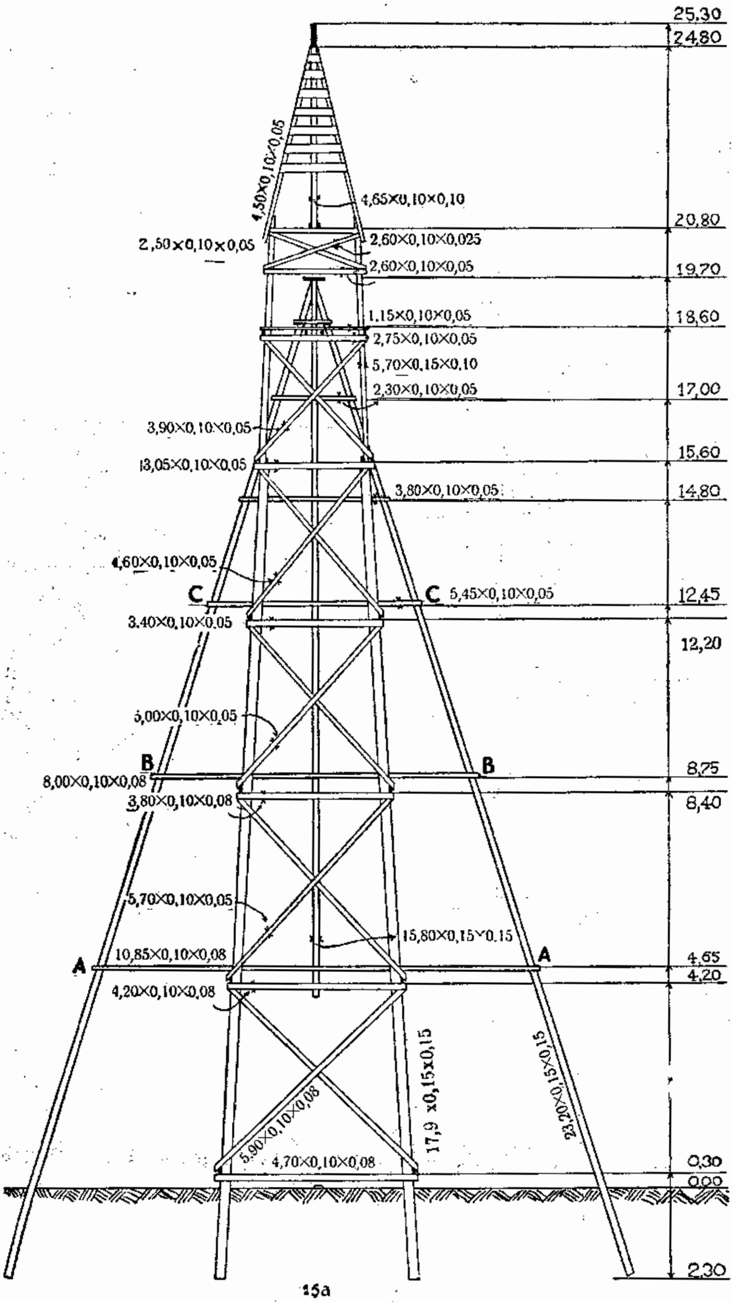


Sl. 13 d

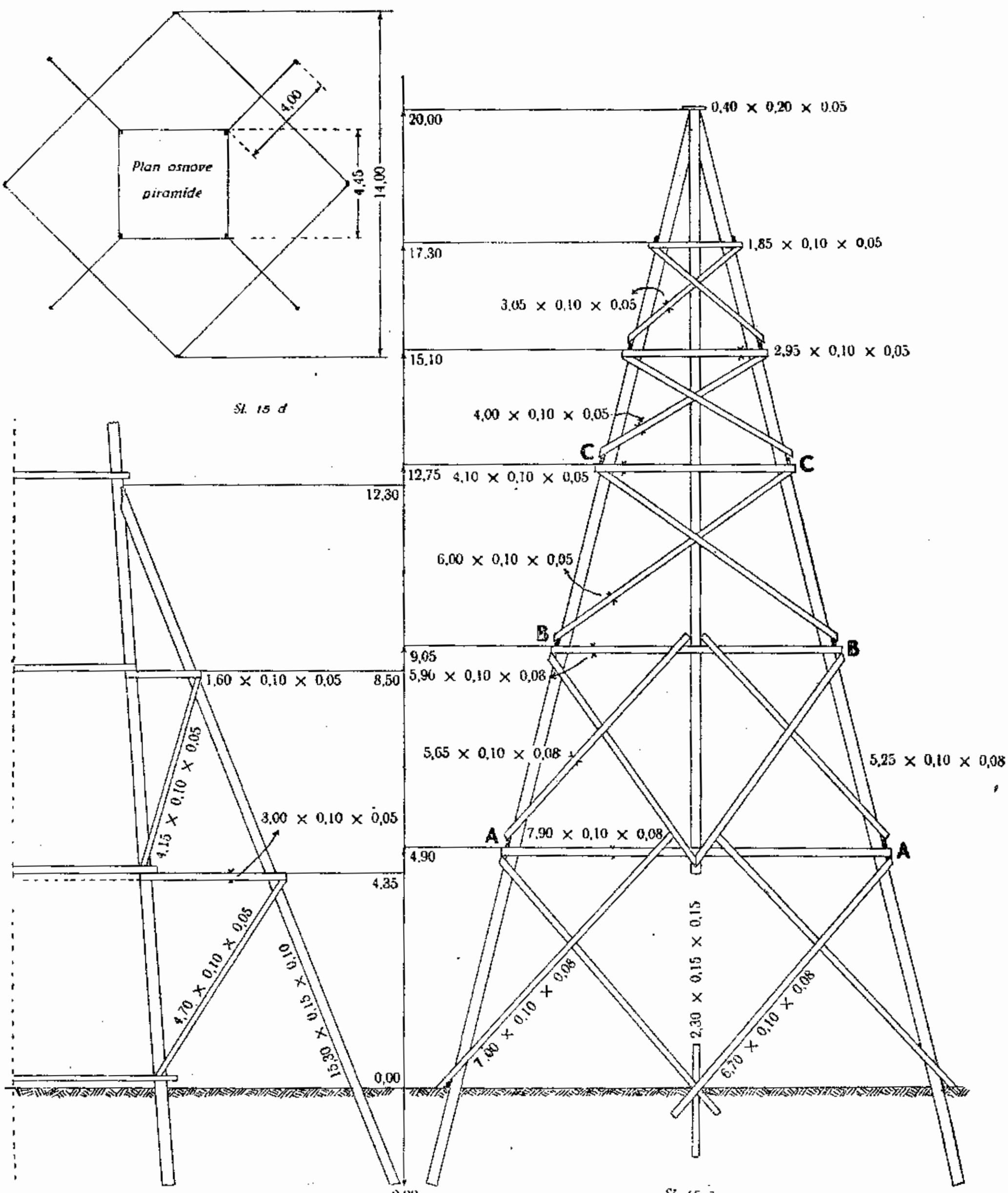
Сл. 13 b, d


Plan osnove piramide
4,20
12,00
14c
4,70×0,10×0,05
5,40×0,10×0,05
6,80×0,10×0,05
14d
19,75
19,25
16,85
15,40
14,30
12,95
12,65
11,40
9,25
8,85
5,05
4,75
0,00
1,80
4,10×0,10×0,5
4,50×0,10×0,10
2,85×0,10×0,05
3,60×0,10×0,05
1,80×0,10×0,05
3,05×0,10×0,05
2,80×0,10×0,05
4,75×0,10×0,05
3,45×0,10×0,05
4,90×0,10×0,05
5,65×0,10×0,05
8,00×0,10×0,05
3,95×0,10×0,05
17,20×0,15×0,15
6,20×0,10×0,05
17,75×0,15×0,15
4,45×0,10×0,05
14a
0,40×0,20×0,05
1,10×0,10×0,25
1,50×0,10×0,05
2,05×0,10×0,05
2,25×0,10×0,05
3,70×0,10×0,05
3,75×0,10×0,05
9,65×0,15×0,15
5,95×0,10×0,05
5,95×0,10×0,05
7,15×0,10×0,05
6,15×0,10×0,05
2,40×0,15×0,15
14b

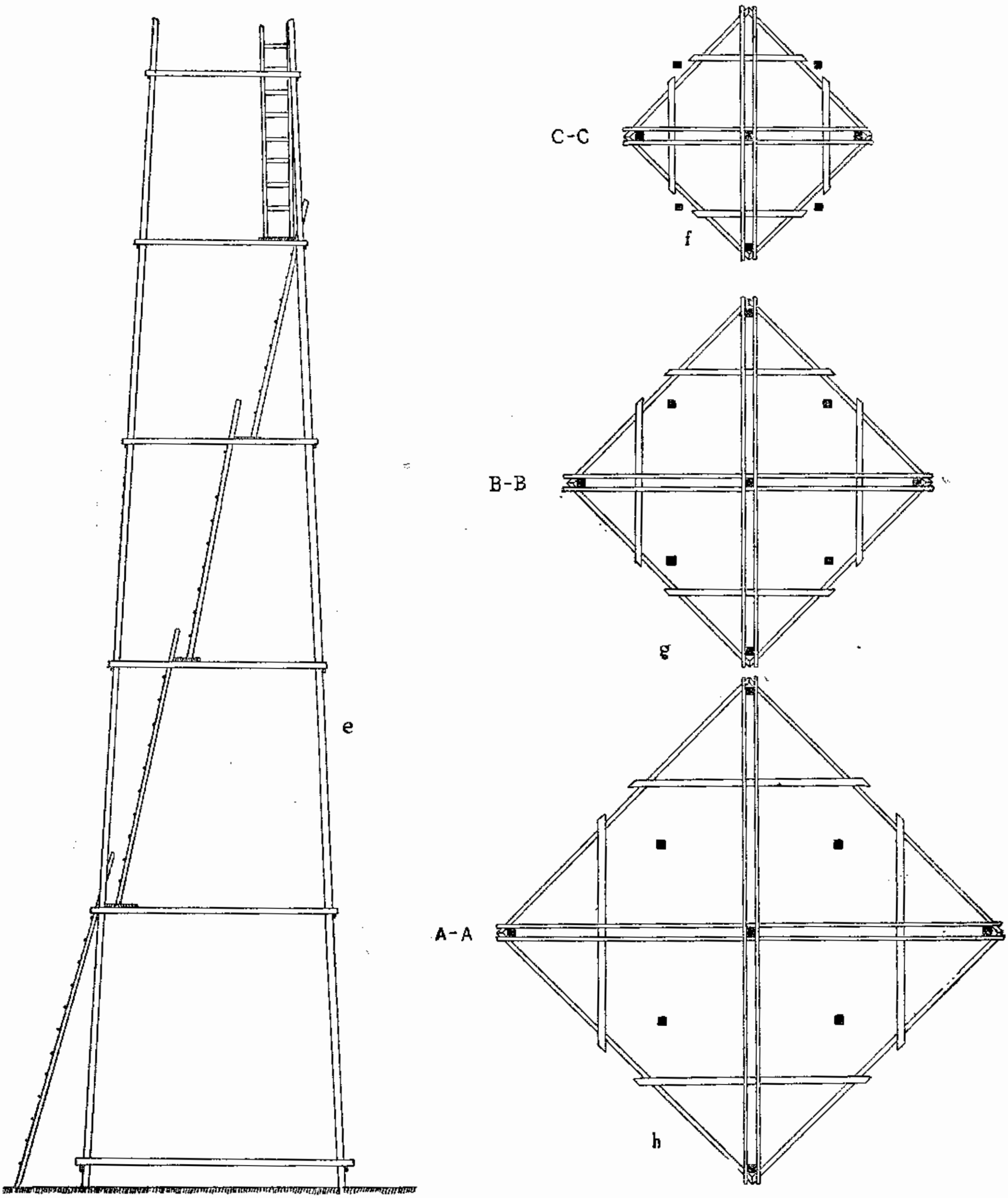
Сл. 14 a, b, c и d


25,30
24,80
4,50×0,10×0,05
4,65×0,10×0,10
20,80
2,50×0,10×0,05
2,60×0,10×0,025
2,60×0,10×0,05
19,70
1,15×0,10×0,05
18,60
2,75×0,10×0,05
5,70×0,15×0,10
2,30×0,10×0,05
17,00
3,90×0,10×0,05
13,05×0,10×0,05
15,60
3,80×0,10×0,05
14,80
4,60×0,10×0,05
C
C
5,45×0,10×0,05
12,45
3,40×0,10×0,05
12,20
5,00×0,10×0,05
B
B
8,00×0,10×0,08
8,75
3,80×0,10×0,08
8,40
5,70×0,10×0,05
15,80×0,15×0,15
A
10,85×0,10×0,08
A
4,65
4,20
4,20×0,10×0,08
17,9 x0,15x0,15
23,20×0,15×0,15
5,90×0,10×0,08
4,70×0,10×0,08
0,30
0,00
2,30
15a

Сл. 15а


Plan osnove piramide
4,00
4,45
14,00
Sl. 15 d
0,40 × 0,20 × 0,05
20,00
17,30
1,85 × 0,10 × 0,05
3,05 × 0,10 × 0,05
15,10
2,95 × 0,10 × 0,05
4,00 × 0,10 × 0,05
C
C
12,75
4,10 × 0,10 × 0,05
12,30
6,00 × 0,10 × 0,05
B
B
9,05
5,90 × 0,10 × 0,08
1,60 × 0,10 × 0,05
8,50
5,65 × 0,10 × 0,08
5,25 × 0,10 × 0,08
4,15 × 0,10 × 0,05
3,00 × 0,10 × 0,05
A
A
7,90 × 0,10 × 0,08
4,90
4,35
4,70 × 0,10 × 0,05
15,30 × 0,15 × 0,10
7,00 × 0,10 × 0,08
2,30 × 0,15 × 0,15
6,70 × 0,10 × 0,08
0,00
2,00
Sl. 15 b
Sl. 15 c

Сл. 15 b, c, d



Сл. 15 e, f, g, h

ПРИЛОГ 3 (чл. 18)

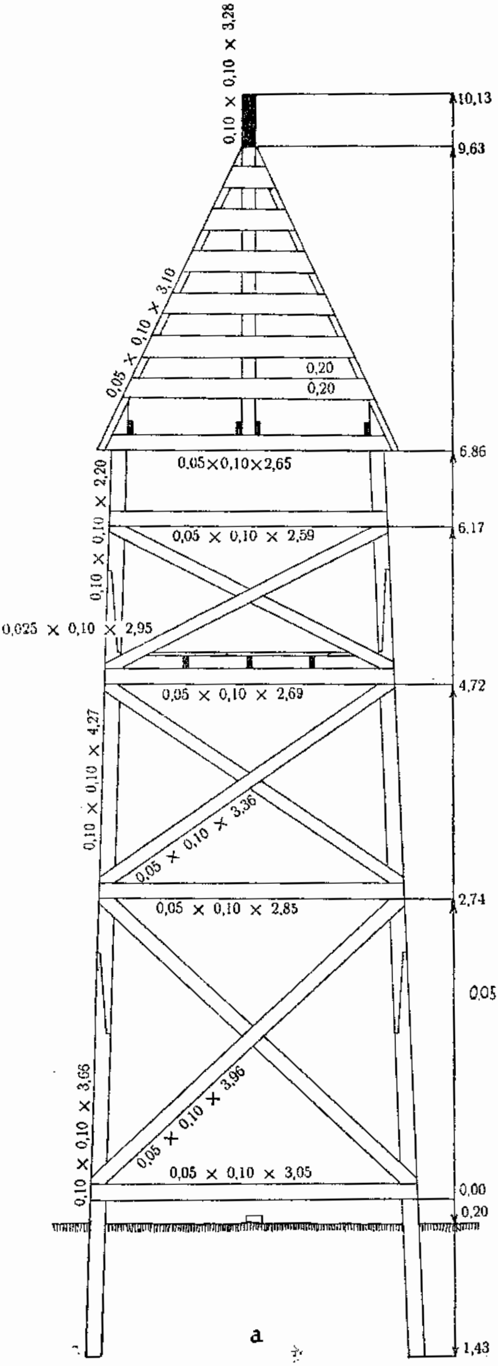
Високе пирамиде типа САД

Пирамида	Грађа	Висина сточића за инструменат	6,49 m Сл. 16 стр. 261	9,34 m Сл. 17 стр. 262	15,52 m Сл. 18 стр. 263	21,69 m Сл. 19 стр. 264	24,73 m Сл. 20 стр. 265
Унутрашња пирамида	Греде и штафле	Ноге (основ. стубови)	0,227 3x7,56x0,10x0,10	0,714 3x10,58x0,15x0,15	1,133 3x16,79x0,15x0,15	1,551 3x22,98x0,15x0,15	1,758 3x26,05x0,15x0,15
		1. венац	0,037 3x2,44x0,10x0,05	0,046 3x3,05x0,10x0,05	0,069 3x4,57x0,10x0,05	0,132 3x5,49x0,10x0,08	0,139 3x5,79x0,10x0,08
		2. "	0,029 3x1,93x0,10x0,05	0,039 3x2,59x0,10x0,05	0,058 3x3,86x0,10x0,05	0,119 3x4,96x0,10x0,08	0,124 3x5,18x0,10x0,08
		3. "	0,021 3x1,38x0,10x0,05	0.030 3x2 01x0,10x0,05	0,046 3x3,05x0,10x0,05	0,101 3x4,21x0,10x0,08	0,107 3x4,45x0,10x0,08
		4. "	0,014 3x0,91x0,10x0,05	0,022 3x1,45x0,10x0,05	0,034 3x2,28x0,10x0,05	0,050 3x3,30x0,10x0.05	0,054 3x3,60x0,10x0.05
		5. "	0,009 3x0,61x0,10x0,025	0,014 3x0,91x0,10x0,05	0,024 3x1,57x0,10x0,05	0,037 3x2,46x0,10x0,05	0,042 3x2,77x0,10x0,05
		6. "		0,004 3x0,58x0,10x0,025	0,014 3x0,91x0,10x0,05	0,024 3x1,62x0,10x0,05	0,030 3x2,03x0,10x0,05
		7. "			0,005 3x0,64x0,10x0,025	0,014 3x0,91x0,10x0,05	0,021 3x1,39x0,10x0,05
		8. "			0,004 3x0,48x0 10x0,025	0,005 3x0,66x0,10x0,025	0,014 3x0,91x0,10x0,05
		9. "				0,004 3x0,48x0,10x0,025	0,005 3x0,68x0,10x0,025
		10. "					0,003 3x0,45x0,10x0,025
	Стругане греде	1. ред усправних крстова	0,082 6x2,75x0,10x0,05	0,109 6x3.66x0,10x0,05	0,168 6x5,61x0,10x0,05	0,336 6x7,01x0,10x0,08	0,348 6x7,25x0,10x0,08
		2. " " "	0,032 6x2,13x0,10x0,025	0,092 6x3,05x0,10x0,05	0,142 6x4,72x0,10x0,05	0,300 6x6,25x0,10x0,08	0,314 6x6,55x0,10x0,08
		3. " " "	0,024 6x1,57x0,10x0,025	0,034 6x2,30x0,10x0,025	0,106 6x3,53x0,10x0,05	0,155 6x5,18x0,10x0,05	0,267 6x5,56x0,10x0,08
		4. " " "		0,025 6x1,65x0.10x0,025	0,084 6x2,79x0,10x0,05	0,119 6x3,96x0,10x0,05	0,133 6x4,42x0.10x0,05
		5. " " "			0,030 6x2,03x0,10x0,025	0,092 6x3,05x0,10x0,05	0,103 6x3,42x0,10x0,05
		6. " " "				0,031 6x2,08x0,10x0,025	0,040 6x2,64x0,10x0,025
		7. " " "					0,027 6x1,83x0,10x0,025
Спољна пирамида	Даске	Сточић за инструменат	0,016 4x0,41x0,20x0,05	0,016 4x0,41x0.20x0,05	0,016 4x0,41x0,20x0,05	0,016 4x0,41x0,20x0,05	0,016 4x0,41x0,20x0.05
		Патос	0,176 35,10x0,20x0,025	0,196 39,20x0,20x0,025	0,225 45,00x0,20x0,025	0.225 45,00x0,20x0,025	0.203 40,60x0,20x0,025
		" за лестве		0,049 2x3,29x0,15x0,05	0,146 4x4,88x0,15x0,05	0,334 4x4,49x0,15x0,05 4x6,30x0,15x0.05	0,430 6x5,05x0,15x0,05 4x6,76x0,15x0,05
		Кров (даске за опшивање.)	0,101 33,70x0,20x0,015	0,098 32,80x0,20x0,015	0,104 34,60x0,20x0,015	0,104 34,60x0,20x0,015	0,104 34,60x0,20x0,015
	Стругане греде и штафле	Ноге (основни стубови)	0,340 4x8,49x0,10x0,10	1,033 4x11,48x0,15x0,15	1,588 4x17,65x0,15x0,15	2,144 4x23,82x0,15x0,15	2.418 4x26,87x0,15x0,15
		1. венац	0,061 4x3,05x0,10x0,05	0,073 4x3,66x0,10x0,05	0,116 4x5,79x0,10x0.05	0,234 4x7,32x0,10x0,08	0.244 4x7,62x0,10x0,08
		2. "	0,057 4x2,85x0,10x0,05	0,066 4x3,29x0,10x0,05	0,098 4x4,88x0,10x0,05	0,202 4x6,30x0,10x0,08	0,216 4x6,76x0,10x0,08
		3. "	0,054 4x2,69x0,10x0,05	0,060 4x3,00x0,10x0.05	0,081 4x4,06x0,10x0,05	0,172 4x5,38x0,10x0,08	0,188 4x5,87x0,10x0,08
		4. "	0,052 4x2,59x0,10x0,05	0,055 4x2,77x0,10x0,05	0,069 4x3,43x0,10x0,05	0,090 4x4,49x0,10x0,05	0,162 4x5,05x0,10x0,08
		5. "		0,052 4x2,59x0.10x0,05	0,060 4x2,99x0,10x0,05	0,074 4x3,71x0,10x0,05	0,086 4x4,32x0,10x0,05

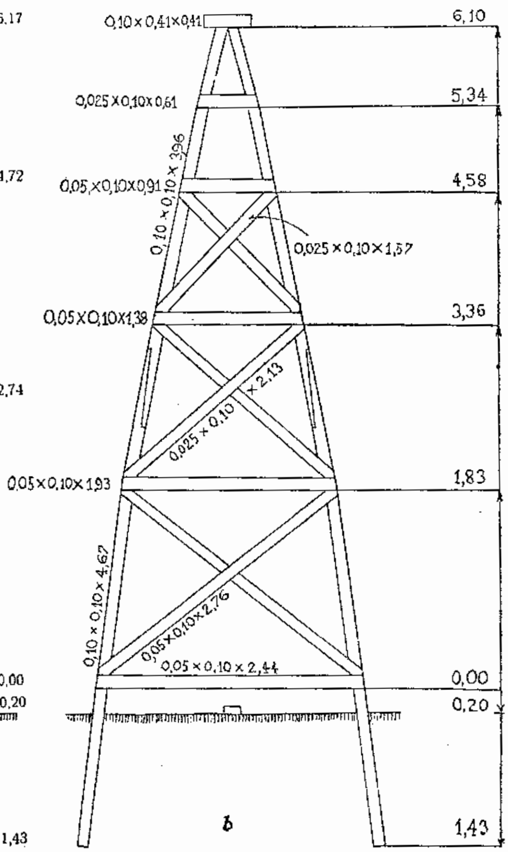
ПРИЛОГ 3 (*чл.* 18)

Високе пирамиде типа САД

Пирамида	Грађа	Висина сточића за инструменат	6,40 m Сл. 16 стр. 261	9,34 m Сл. 17 стр. 262	15,52 m Сл. 18 стр. 263	21,69 m Сл. 19 стр. 264	24,73 m Сл. 20 стр. 265
Спољна пирамида		6. венац			0,052 4x2,59x0,10x0,05	0.059 4x2,97x0,10x0,05	0,072 4x3,58x0,10x0,05
		7. „				0,052 4x2,59x0,10x0,05	0,058 4x2,89x0,10x0,05
	Штафле	8 „					0,052 4x2,59x0,10x0,05
		Горњи венац пирамиде	0,053 4x2,65x0,10x0,05	0,052 4x2,62x0,10x0.05	0,051 4x2,56x0.10x0,05	0,051 4x2,54x0,10x0,05	0,051 4x2.56x0,10x0,05
		1. ред усправних крстова	0,158 8x3,96x0,10x0,05	0,183 8x4,57x0,10x0,05	0,268 8x6,70x0,10x0,05	0,520 8x8,12x0,10x0,08	0,531 8x8,30x0,10x0,08
		2. „ „ „	0,134 8x3,36x0,10x0,05	0,164 8x4,11x0,10x0,05	0,236 8x5.89x0,10x0,05	0,458 8x7,16x0,10x0,08	0,483 8x7,54x0,10x0,08
	Греде	3. „ „ „	0,059 8x2,95x0,10x0,025	0,135 8x3,38x0,10x0,05	0,192 8x4,80x0,10x0,05	0,250 8x6,25x0,10x0,05	0,429 8x6,71x0,10x0,08
		4. „ „ „		0,060 8x2,99x0,10x0,025	0,156 8x3,90x0,10x0,05	0.216 8x5,41x0,10x0,05	0,236 8x5,89x0,10x0,05
		5. „ „ „			0,061 8x3,05x0,10x0,025	0,161 8x4,02x0,10x0,05	0,211 8x5,28x0,10x0,05
		6. „ „ „				0,060 8x3,02x0,10x0,025	0,183 8x4,57x0,10x0,05
		7. „ „ „					0,061 8x3,05x0,10x0,025
	Стругане	Подлога патоса	0,068 5x2,70x0,10x0,05	0,070 5x2,80x0,10x0,05	0,075 5x3,00x0,10x0,05	0,075 5x3,00x0,10x0,05	0,075 5x3,00x0,10x0,05
		Кровне гредице	0 062 4x3,10x0,10x0,05	0,064 4x3,20x0,10x0,05	0,064 4x3,20x0,10x0,05	0,064 4x3,20x0,10x0,00	0,064 4x3,20x0,10x0,05
		Визирни цилиндар	0,033 1x3,28x0,10x0,10	0,033 1x3,28x0,10x0,10	0,033 1x3,28x0,10x0,10	0,033 1x3,28x0,10x0,10	0,033 1x3,28x0,10x0,10
		Хоризонтални крст (клешта)	0 054 4x2,70x0,10x0,05	0,054 4x2,70x0,10x0,05	0,052 4x2,60x0,10x0,05	0,052 4x2,60x0,10x0,05	0,052 4x2,60x0,10x0,05
		Ленгери	0.070 14x0,50x0,10x0,10	0,105 21x0,50x0,10x0,10	0,168 28x0,60x0,10x0,10	0,196 28x0,70x0,10x0,10	0,224 28x0,80x0,10x0,10
		Лестве	0,055 6x0,05x0,05 8x0,10x0,05	0,150 12x0,05x0,05 24x0,0 x0,05	0,200 16x0,05x0,05 32x0,10x0,05	0,250 20x0,05x0,05 40x0,10x0,05	0,300 24x0,05x0,05 48x0,10x0,05
		Свега m^3	2,078	3,897	6,028	9,152	10,711

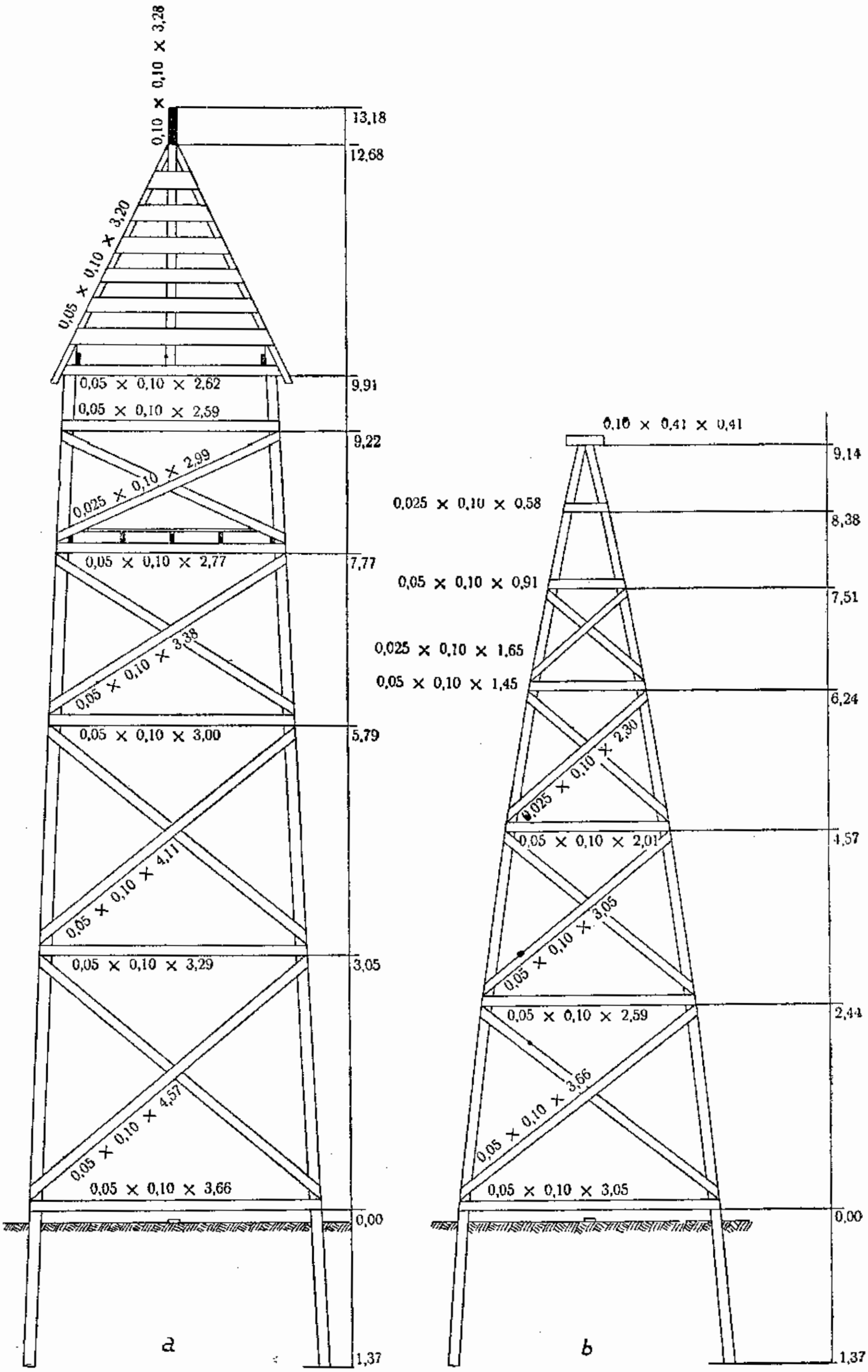

0,10 × 0,10 × 3,28
10,13
9,63
0,05 × 0,10 × 3,10
0,20
0,20
6,86
0,05×0,10×2,65
0,10 × 0,10 × 2,20
0,05 × 0,10 × 2,59
6,17
0,025 × 0,10 × 2,95
0,05 × 0,10 × 2,69
4,72
0,10 × 0,10 × 4,27
0,05 × 0,10 × 3,36
0,05 × 0,10 × 2,85
2,74
0,10 × 0,10 × 3,66
0,05 × 0,10 × 3,96
0,05 × 0,10 × 3,05
0,00
0,20
1,43

a

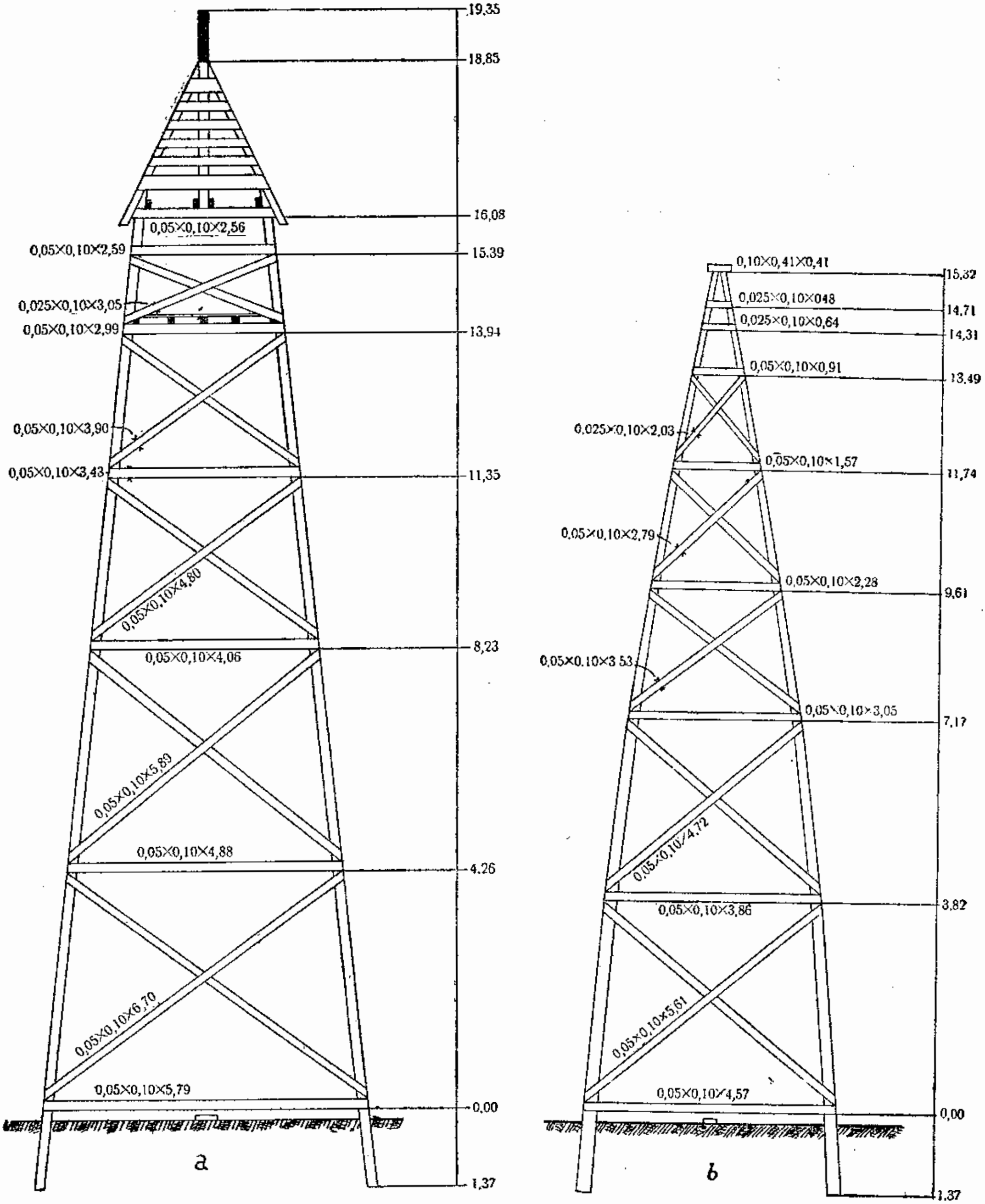

0,10×0,41×0,41
6,10
0,025×0,10×0,61
5,34
0,10 × 0,10 × 3,96
0,05×0,10×0,91
4,58
0,025×0,10×1,57
0,05×0,10×1,38
3,36
0,025 × 0,10 × 2,13
0,05×0,10×1,93
1,83
0,10 × 0,10 × 4,67
0,05×0,10×2,76
0,05 × 0,10 × 2,44
0,00
0,20
1,43

b

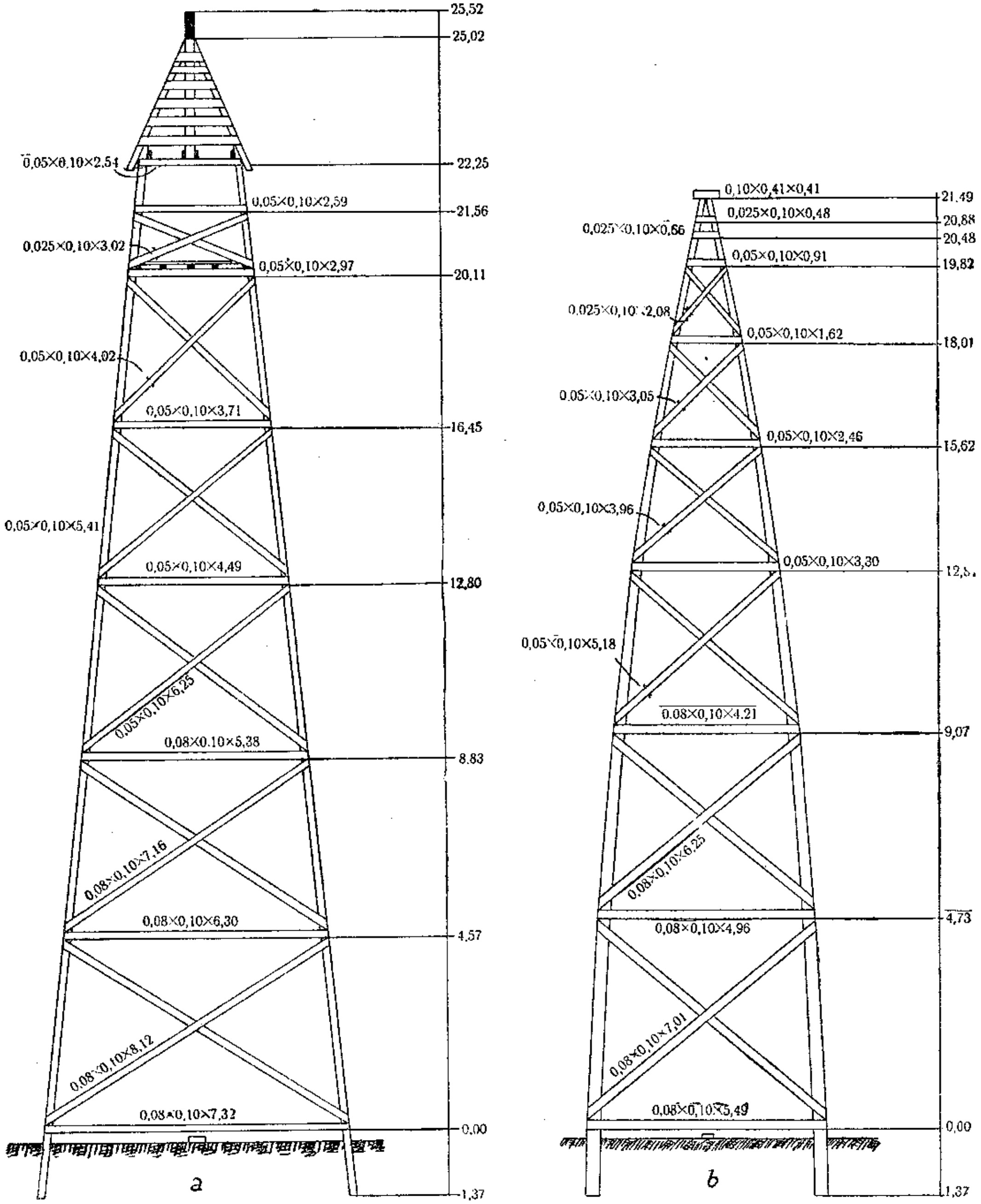
Сл. 16


0,10 × 0,10 × 3,28
13,18
12,68
0,05 × 0,10 × 3,20
0,05 × 0,10 × 2,62
0,05 × 0,10 × 2,59
9,91
9,22
0,025 × 0,10 × 2,99
0,05 × 0,10 × 2,77
7,77
0,05 × 0,10 × 3,38
0,05 × 0,10 × 3,00
5,79
0,05 × 0,10 × 4,11
0,05 × 0,10 × 3,29
3,05
0,05 × 0,10 × 4,57
0,05 × 0,10 × 3,66
0,00
1,37
a
0,10 × 0,41 × 0,41
9,14
0,025 × 0,10 × 0,58
8,38
0,05 × 0,10 × 0,91
7,51
0,025 × 0,10 × 1,65
0,05 × 0,10 × 1,45
6,24
0,025 × 0,10 × 2,30
0,05 × 0,10 × 2,01
4,57
0,05 × 0,10 × 3,05
0,05 × 0,10 × 2,59
2,44
0,05 × 0,10 × 3,66
0,05 × 0,10 × 3,05
0,00
1,37
b

Сл. 17

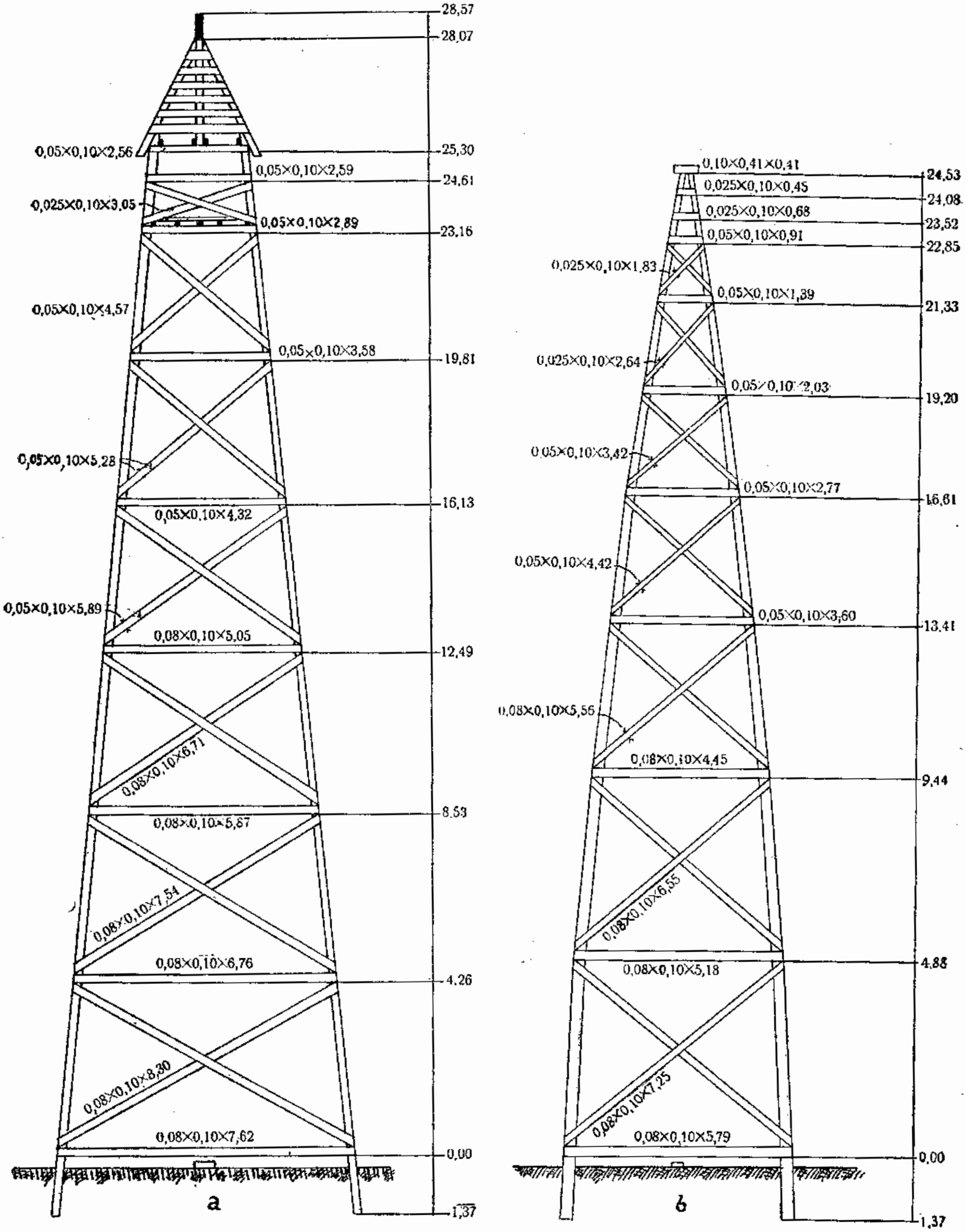

19,35
18,85
16,08
0,05×0,10×2,56
0,05×0,10×2,59
15,39
0,025×0,10×3,05
0,05×0,10×2,99
13,94
0,05×0,10×3,90
0,05×0,10×3,43
11,35
0,05×0,10×4,80
0,05×0,10×4,06
8,23
0,05×0,10×5,89
0,05×0,10×4,88
4,26
0,05×0,10×6,70
0,05×0,10×5,79
0,00
1,37
a
0,10×0,41×0,41
15,32
0,025×0,10×048
14,71
0,025×0,10×0,64
14,31
0,05×0,10×0,91
13,49
0,025×0,10×2,03
0,05×0,10×1,57
11,74
0,05×0,10×2,79
0,05×0,10×2,28
9,61
0,05×0.10×3 53
0,05×0,10×3,05
7,17
0,05×0,10×4,72
0,05×0,10×3,86
3,82
0,05×0,10×5,61
0,05×0,10×4,57
0,00
1,37
b

Сл. 18



25,52
25,02
0,05×0,10×2,54
22,25
0,05×0,10×2,59
21,56
0,025×0,10×3,02
0,05×0,10×2,97
20,11
0,05×0,10×4,02
0,05×0,10×3,71
16,45
0,05×0,10×5,41
0,05×0,10×4,49
12,80
0,05×0,10×6,25
0,08×0,10×5,38
8,83
0,08×0,10×7,16
0,08×0,10×6,30
4,57
0,08×0,10×8,12
0,08×0,10×7,32
0,00
a
1,37
0,10×0,41×0,41
21,49
0,025×0,10×0,48
20,88
0,025×0,10×0,66
20,48
0,05×0,10×0,91
19,82
0,05×0,10×1,62
18,01
0,05×0,10×3,05
0,05×0,10×2,46
15,62
0,05×0,10×3,96
0,05×0,10×3,30
0,05×0,10×5,18
0,08×0,10×4,21
9,07
0,08×0,10×6,25
4,73
0,08×0,10×4,96
0,08×0,10×7,01
0,08×0,10×5,49
0,00
b
1,37

Сл. 19


28,57
28,07
0,05×0,10×2,56
25,30
0,05×0,10×2,59
24,61
0,025×0,10×3,05
0,05×0,10×2,89
23,16
0,05×0,10×4,57
0,05×0,10×3,58
19,81
0,05×0,10×5,28
16,13
0,05×0,10×4,32
0,05×0,10×5,89
0,08×0,10×5,05
12,49
0,08×0,10×6,71
8,53
0,08×0,10×5,87
0,08×0,10×7,54
0,08×0,10×6,76
4,26
0,08×0,10×8,30
0,08×0,10×7,62
0,00
1,37
a
0,10×0,41×0,41
24,53
0,025×0,10×0,45
24,08
0,025×0,10×0,68
23,52
0,05×0,10×0,91
22,85
0,025×0,10×1,83
0,05×0,10×1,39
21,33
0,025×0,10×2,64
19,20
0,05×0,10×3,42
0,05×0,10×2,77
16,61
0,05×0,10×4,42
0,05×0,10×3,60
13,41
0,08×0,10×5,56
0,08×0,10×4,45
9,44
0,08×0,10×6,55
4,88
0,08×0,10×5,18
0,08×0,10×7,25
0,08×0,10×5,79
0,00
1,37
б

Сл. 20

ГРАЂЕЊЕ ВИСОКИХ ПИРАМИДА

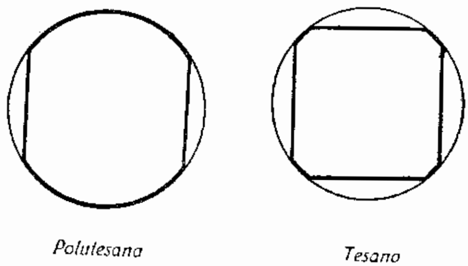
I Грађевински материјал

Ia Грађа

А. Врсте и димензије грађе

ВИСОКЕ ПИРАМИДЕ Брвна су оборена стабла са којих су окресане гране. Необрађена брвна су о б л а г р а ђ а (шипови, телеграфски стубови, облице за сигнале на дрвету). Брвна обрађена секиром су т е с а н а и л и п о л у т е с а н а г р а ђ а (сл. 21).

ГРАЂА Расецањем брвана у пиланама машинским тестерама добија се стругана или р е з а н а г р а ђ а. Стругану грађу чине греде, гредице (штафле), летве и даске. Тесана грађа има то преимућство испред стругане што је у много мањој мери подложна витоперењу. Дрвена грађа, која се продаје са стоваришта, обично има следеће димензије:



Сл. 21

<table>
<tr><th colspan="2">ВРСТА ГРАЂЕ</th><th>ПРЕСЕК</th><th>ДУЖИНА</th><th>ПРИМЕДБА</th></tr>
<tr><td rowspan="4">СТРУГАНА ГРАЂА</td><td>Даске</td><td>Дебљина: 12, 18, 24, 30 mm
Ширина: 10–12 cm (уске)
12 - 25 „ (широке)</td><td>1,5 6 m
обично 4 m</td><td rowspan="6">Даске се продају: I класа — без чворова; пукотине од сушења на крају даске не смеју бити дуже од ширине даске; II класа — само са урaслим чворовима и са пукотинама као код I класе; III класа — са разним недостацима.</td></tr>
<tr><td>Летве</td><td>13×40 mm (2/4''),
20×40 mm (3/4''),
26×40 mm (4/4''),
30×40 mm (5/4''),
30×50 mm (5/4''),</td><td>1–4 m</td></tr>
<tr><td>Гредице (штафле)</td><td>4×5, 4×6, 5×5, 5×6, 5×8, 8×8, 10×10 cm</td><td>2–5 m</td></tr>
<tr><td>Греде</td><td>8×11, 11×11, 11×13, 13×16 16×18, 18×21, 21×24 cm</td><td>4—12 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Полутесане и тесане греде</td><td colspan="2">Истих димензија као и стругане</td></tr>
<tr><td colspan="2">Брвна</td><td>ø 8–30 cm</td><td>до 16 m</td></tr>
</table>

В. Врсте дрвета

ДРВО Од дрвене грађе која је намењена за изградњу пирамида тражи се да буде лака, чврста и здрава. Од свих врста дрвета оморика се сматра као најпогодније дрво за изградњу, на друго место долази јела, па онда смрека. У таблици на стр. 267 наведене су врсте дрвета и његове карактеристичне особине.

ВРСТА	КАРАКТЕРИСТИЧНЕ ОСОБИНЕ						ЧВРСТОЋА				Запремина тежина	ПРИМЕДБА
	Тешко или лако	Тврдо или меко	Да ли се лако или тешко обрађује	Еластичност	Да ли је трајно при наизменичној влази и сувоћи	Нарочите карактеристичне особине	Притисак kg/cm²		Савијање kg/cm²			
							Апсолутни	Дозвољени	Апсолутно	Дозвољено		
Четинари:												Сматра се за најповољније дрво за градњу пирамида
Оморика	лако		лако									Повољно је за градњу пирамида
Јела	лако	меко	лако		није трајно		280—350	70	600	90	0,56	
Смрека (смрча)	лако	меко		врло еластично	није трајно	Има много ситних чворова, који лако испадају	280—440	70	560	90	0,47	
Бор		умерене тврдоће	тешко		врло трајно		280—300	80	500	100	0,57	
Ариш	тешко	тврдо	тешко		врло трајно	Врло је отпорно према црвоточини	350—500	80	500	100	0,62	Не сме се употребљавати за делове оптерећене савијањем
Листари:												
Храст	тешко	тврдо	тешко	еластично	врло трајно		350—450	90	620	110	0,86	
Граб		тврдо										
Багрем	тешко	тврдо	тешко	еластично	врло трајно							
Брест	тешко	тврдо	тешко	еластично	трајно							
Буква	тешко	тврдо			није трајно	Лако се витопери и прска. Врло је подложно црвоточини	380—420	90	650	110	0,75	Несме се употребљавати за делове оптерећене савијањем

C. Заштита дрвене грађе од труљења

ЗАШТИТА

Ноге (основни стубови) пирамиде највише су подложне труљењу у оном делу који се налази на граници између земље и ваздуха. Као заштитне мере употребљавају се нагоревање и премаз.

Нагоревањем површине греде, што се врши обртањем греде на отвореној ватри, постиже се уништење изазивача труљења. Сем тога при нагоревању у површинском слоју дрвета ствара се катранско уље, које за извесно време спречава развитак гљива као проузроковача труљења.

Премаз катраном (тером, смолом), карболинеумом или битуменом спречава труљење. Заштитни премаз почиње са висине 50—75 cm изнад земље и за исту величину простире се у земљу.

D. Недостаци дрвене грађе

НЕДОСТАЦИ

Пукотине код брвана и греда могу бити радијалне (од нормалног сушења), прстенасте (од наглог сушења), попречне (од мраза) и међупрстенасте (од повијања на јаком ветру). Радијалне пукотине не умањују много чврстоћу, али олакшавају приступ влази и спорама гљива. Прстенасте и међупрстенасте пукотине јако умањују чврстоћу. Попречне пукотине искључују употребу грађе. Чворови, ако су велики, јако слабе грађу. Труљење може бити проузроковано гљивама, које се развијају у унутрашњости стабла. У овом случају грађа је по спољашњем изгледу потпуно здрава, а да је трула познаје се по тупом звуку од удара чекићем.

E. Кубатура грађе

1. Обла грађа: брвна и облице

Средњи пречник у сантиметрима	ДУЖИНА БРВНА (ОБЛИЦЕ) У МЕТРИМА										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
	Кубатура (m³)										
5	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,039
6	0,003	0,006	0,008	0,011	0,014	0,017	0,020	0,023	0,025	0,028	0,057
7	0,004	0,008	0,012	0,015	0,019	0,023	0,027	0,031	0,035	0,038	0,077
8	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,100

1. Обла грађа: брвна и облице

Наставак таблице са стране 268

Средњи пречник у санти-метрима	Дужина брвна (облице) у метрима										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
	Кубатура (m³)										
9	0,006	0,013	0,019	0,025	0,032	0,038	0,045	0,051	0,057	0,064	0,127
10	0,008	0.016	0,024	0,031	0;039	0,047	0,055	0,063	0,071	0,078	0,157
11	0,009	0,019	0,028	0,038	0,047	0,057	0,066	0,076	0,085	0,095	0,190
12	0,011	0,023	0,034	0,045	0,057	0,068	0,079	0,090	0,102	0,113	0,226
13	0,013	0,027	0,040	0,053	0,066	0,080	0,093	0,106	0,119	0,133	0,365
14	0.015	0,031	0,046	0,062	0,077	0,092	0,108	0,123	0,139	0,154	0,308
15	0,018	0,035	0,053	0,071	0,088	0,106	0,124	0,141	0,159	0,177	0,353
16	0,020	0,040	0,060	0.080	0,101	0,121	0,141	0,161	0,181	0,201	0,402
17	0,023	0,045	0,068	0,091	0,114	0,136	0,159	0,182	0,204	0,227	0,454
18	0,025	0,051	0,076	0,102	0,127	0,153	0.178	0,204	0,229	0,255	0,509
19	0,028	0,057	0,085	0,113	0,142	0,170	0,198	0,227	0,255	0,284	0,567
20	0.031	0,063	0,094	0,126	0,157	0,189	0,220	0,251	0,283	0.314	0,628
21	0,035	0,069	0,104	0,139	0,173	0,208	0,242	0,277	0,312	0,346	0,693
22	0,038	0,076	0,114	0,152	0,190	0,228	0,266	0,304	0,342	0,380	0,760
23	0,042	0,083	0,125	0,166	0,208	0,249	0,291	0,332	0,374	0,416	0,831
24	0,045	0,090	0,136	0,181	0,226	0,271	0,317	0,362	0,407	0,452	0,905
25	0,049	0,098	0,147	0,196	0,245	0,295	0,344	0,393	0,442	0,491	0.982
26	0,053	0,106	0,159	0,212	0,265	0,319	0,372	0,425	0,478	0,531	1,062
27	0,057	0,115	0,172	0,229	0,286	0,344	0,401	0,458	0,515	0,573	1,145
28	0,062	0,123	0,185	0,246	0,308	0,369	0,431	0,493	0,554	0,616	1,232
29	0,066	0,132	0,198	0,264	0,330	0,398	0,462	0,528	0,594	0,660	1,321
30	0,071	0,141	0,212	0,283	0.353	0,424	0,495	0,566	0,636	0,707	1,414

2. Тесана и стругана грађа: греде и штафле

Пресек у сантиме-трима	Дужина греде, штафле у метрима										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
	Кубатура (m³)										
2,5×10	0,002	0,005	0,008	0,010	0,012	0,015	0,018	0,020	0,022	0,025	0,050
5×5	0,002	0,005	0,008	0,010	0,012	0,015	0,018	0,020	0,022	0,025	0,050
5×10	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,100
6×6	0,004	0,007	0,011	0,014	0,018	0,022	0,025	0,029	0,032	0,036	0,072
7×7	0,005	0.010	0,015	0,020	0,024	0,029	0,034	0,039	0,044	0,049	0,098
8×8	0.006	0,013	0,019	0,026	0,032	0,038	0,045	0,051	0,058	0,064	0,128
8×10	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0.064	0,072	0,080	0,160
10×10	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090	0,100	0,200
10×15	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090	0.105	0,120	0,135	0,150	0,300
12×12	0,014	0 029	0,043	0,058	0,072	0,086	0,101	0,115	0,130	0,144	0,288
15×15	0,022	0,045	0,068	0,090	0,112	0,135	0,158	0,180	0,202	0,225	0,450
15×20	0,030	0,060	0,090	0,120	0,150	0,180	0,210	0,240	0,270	0,300	0,600
20×20	0,040	0,080	0,120	0,160	0,200	0 240	0,280	0,320	0,360	0,400	0,800

ПРИЛОГ 3 (чл. 18)

3. Стругана грађа. Летве

Пресек у милиметрима	Дужина летве у метрима										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
	Кубатура (m3)										
13×40	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,010
20×40	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,016
25×40	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,020
26×40	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,021
30×40	0,001	0,002	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,012	0,024
30×50	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,009	0,010	0,012	0,014	0,015	0,030
40×40	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,010	0,011	0,013	0,014	0,016	0,032

4. Стругана грађа. Даске

Дебљина у m/m	Ширина у cm.	Дужина даске у метрима										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
		Кубатура (m³)										
10	10	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,020
12	10	0,001	0,002	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,012	0,024
15	10	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008	0,009	0,010	0,012	0,014	0,015	0,030
	15	0,002	0,004	0,007	0,009	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,045
	20	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,021	0,024	0,027	0,030	0,060
18	10	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,014	0,016	0,018	0,036
	15	0,003	0,005	0,008	0,011	0,014	0,016	0,019	0,022	0,024	0,027	0,054
	20	0,004	0,007	0,011	0,014	0,018	0,022	0,025	0,029	0,032	0,036	0,072
20	10	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,040
	15	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,021	0,024	0,027	0,030	0,060
	20	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,080
24	10	0,002	0,005	0,007	0,010	0,012	0,014	0,017	0,019	0,022	0,024	0,048
	15	0,004	0,007	0,011	0,014	0,018	0,022	0,025	0,029	0,032	0,036	0,072
	20	0,005	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,034	0,038	0,043	0,048	0,096
25	10	0,002	0,005	0,008	0,010	0,012	0,015	0,018	0,020	0,022	0,025	0,050
	15	0,004	0,008	0,011	0,015	0,019	0,022	0,026	0,030	0,034	0,038	0,075
	20	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,100
30	10	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,021	0,024	0,027	0,030	0,060
	15	0,004	0,009	0,014	0,018	0,022	0,027	0,032	0,036	0,040	0,045	0,090
	20	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036	0,042	0,048	0,054	0,060	0,120
40	10	0,004	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,080
	15	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036	0,042	0,048	0,054	0,060	0,120
	20	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072	0,080	0,160
50	10	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,100
	15	0,008	0,015	0,022	0,030	0,038	0,045	0,052	0,060	0,068	0,075	0,150
	20	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090	0,100	0,200

ПРИЛОГ 3 (чл 18)

I b Ексери, жица и завртњи

А. Ексери.

а) Гвоздени жичани (ливени) ексери

Димензије ексера		Тежина пакета у kg.	Број ексера у пакету	Тежина 1000 комада у кг	Димензије ексера		Тежина пакета у kg	Број ексера у пакету	Тежина 1000 комада у kg	Димензије ексера		Тежина пакета у kg	Број ексера у пакету	Тежина 1000 комада у kg
Дебљина у m/m	Дужина у cm				Дебљина у m/m	Дужина у cm				Дебљина у m/m	Дужина у cm			
1,6	4,0	0,5	800	0,63	3,1	5,0	3	1020	3,24	4,6	9,0	5	450	11,10
						5,5		920	3,26		10,0		390	12,80
1,8	4,0	1	1280	0,78		6,0		870	3,45		11,0		350	14,30
						6,5		810	3,70		12,0		320	15,60
2,0	4,0	1	1020	0,98		7,0		720	4,16		13,0		290	17,25
	4,5		890	1,12		8,0		630	4,75					
	5,0		830	1,20		9,0		560	5,35	5,0	12,0	5	260	19,25
	6,0		760	1,32							13,0		250	20,00
					3,4	5,5	3	780	3,85		14,0		230	21,70
2,2	4,0	1	830	1,21		6,0		700	4,30		15,0		220	22,75
	4,5		760	1,32		6,5		660	4,55					
	5,0	2	1340	1,48		7,0		600	5,00	5,5	13,0	5	200	25,00
	5,5		1230	1,63		8,0		530	5,68		14,0		190	26,30
	6,0		1120	1.79		9,0		480	6,25		15,0		170	29,40
						10,0		400	7,50		16,0		160	31,25
2,5	4,0	2	1310	1,53										
	4,5		1160	1,79	3,8	6,5	3	520	5,78	6,0	16,0	5	140	35,70
	5,0		1050	1,91		7,0		480	6,25		18,0		125	40,00
	5,5		940	2,13		8,0		420	7,15		20,0		100	50,00
	6,0		880	2,27		9,0	5	630	7,95					
	6,5		810	2,47		10,0		550	9,10	7,0	20,0	5	92	54,40
	7,0		750	2,67		11,0		530	9,45		23,0		80	62,50
2,8	4,5	2	920	2,17	4,2	8,0	5	570	8,76	8,0	21,0	5	65	77,00
	5,0		810	2,47		9,0		520	9,80		23,0		60	83,50
	5,5		750	2,67		10,0		470	10,60					
	6,0		670	2,93		11,0		420	11,90	9,0	22,0	5	45	111,00
	6,5		640	3,12		12,0		390	12,80		25,0		40	125,00
	7,0		590	3,39										
	8,0		510	3,93										

b) Ковани ексери

Дужина ексера у m/m	152	178	203	229	258	279	305
Број ексера у 1 кg	9,2	7,3	6,1	5,8	4,6	4,0	3,4
Тежина 1000 комада кg	110	136	164	193	218	252	298

Б. Жица

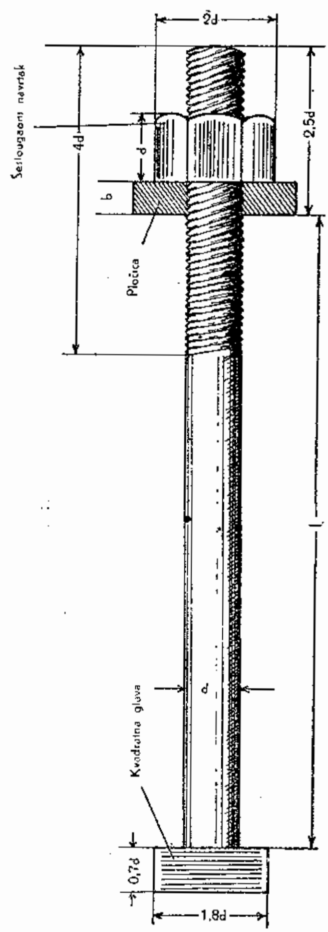
Нежарена и жарена (горена) жица

Дебљина жице у m/m	2,0	2,5	3,1	4,2	5,0	6,0	7,0	8,2	9,4	10,0
Тежина (у кg.) за 1000 m	24,00	37,50	57,66	105,84	150,00	216,00	294,00	403,59	530,40	600,00

ПРИЛОГ 3 (чл. 18)

С. Завртњи

Пречник завртња d у m/m	Тежина (у kg) завртња са главом и навртком при радној дужини L у сантиметрима:									Плочица		Тежина главе и навртке у kg
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	Ширина у m/m	Дебљина у m/m.	
10	0,100	0,130	0,161	0,192	0,222	0,253	0,283	0,314	0.344	26	5	0,040
11	0,125	0,161	0,197	0,237	0,273	0,310	0,344	0,384	0,421	28	5	0,052
12	0,154	0,198	0,240	0,287	0,328	0,374	0,418	0,462	0,505	30	5	0,067
13	0,187	0,238	0,239	0,341	0,394	0,446	0,497	0,549	0,600	32	5	0,085
14	0,225	0,284	0,343	0,406	0,465	0,525	0,584	0,645	0,704	34	5	0,106
15	0,268	0,336	0,403	0,478	0,548	0,617	0,680	0,709	0,817	36	5	0,131
16	0,315	0,392	0,468	0,550	0,627	0,714	0,783	0,862	0,940	38	6	0,159
17	0,367	0,453	0,540	0,632	0,719	0,817	0.896	0,985	1,072	40	6	0,191
18	0,424	0,520	0,618	0,719	0,816	0,926	1,017	1,114	1,215	42	6	0,227
19	0,487	0,601	0,714	0,809	0,927	1,050	1,148	1,259	1,368	44	6	0,267
20	0,552	0,672	0,792	0,920	1,040	1,176	1,284	1,408	1,528	46	6	0,308



II. Карактеристичне особине појединих типова високих пирамида

Сва четири наведена типа високих пирамида, наиме: 1) ГИЈА (Географски институт Југословенске армије), 2) Р (руски), 3) ОКА (Одељење катастра) и 4) САД (Сједињене Америчке Државе-Канада) имају ту битну карактеристичну особину, да је пирамида за инструменат потпуно независна од пирамиде-скеле за осматрача. Приликом пројектовања и изградње тражи се, да поједини делови пирамиде за инструменат буду удаљени од делова пирамиде-скеле за осматрача бар за 5 cm.

У приложеној таблици дате су карактеристичне особине сваког типа и то.

1) Врста грађе (обла, тесана, стругана) из које се пирамида гради.

2) Коефицијенат $k_1 = \dfrac{a}{H}$ (a = страна квадратне основе пирамиде; H = висина пирамиде тј. отстојање од површине земљишта до горње површине сточића за инструменат). Код пирамида типа САД коефицијенат $k_1 = \dfrac{t}{H}$ где је t страна троугаоне основе, јер је основа ове пирамиде равнострани троугао.

Коефицијенат k_1 карактерише ширину пирамиде. Пирамиде са кофенцијентом: $k_1 < 0{,}40$ сматрају се као уске (витке);
k_1 од 0,40 до 0,50 сматрају се да су нормалне ширине;
$k_1 > 0{,}50$ сматрају се као широке.

КАРАКТЕРИСТИЧКЕ ОСОБИНЕ	ТИП ВИСОКЕ ПИРАМИДЕ											
	ГИЈА			Р			ОКА			САД		
Врста грађе	Обла			Обла			Тесана и стругана			Стругана		
Коефицијенат k_1 — Поједине вредности k_1 према висини пирамиде:	H=6,0m 9,7 15,2	a=2,90 4,15 5,80	k_1=0,48 0,43 0,38	H=10 m. 15 20 25	a=4,10 m. 5,40 6,30 7,10	k_1=0,41 0,36 0,32 0,28	H=6,05 m 10,10 14,30 20,00	a=3,17 5,23 8,49 9,90	k_1=0,52 0,52 0,59 0,45	H=6,40 m. 9,34 15,52 21,69 24,73	t=2,44 3,05 4,57 5,49 5,79	k_1=0,38 0,33 0,29 0,25 0,23
Просечна вредност			0,43			0,34			0,52			0,30
Коефицијенат k_2 — Поједине вредности k_2 према висини пирамиде:	H=6,0m 9,7 15,2	G=3,2 7,6 12,9	k_2=0,53 0,77 0,85	H=10 m 15 20 25	G=6,2 m^3 10,5 15,6 24,1	k_2=0,62 0,70 0,78 0,96	H=6,05 m 10,10 14,30 20,00	G=1,9 m^3 4,5 7,5 13,0	k_2=0,31 0,45 0,52 0,65	H=6,40 m. 9,34 15,52 21,69 24,73	G=2,1 m^3 3,9 6,0 9,2 10,7	k_2=0,33 0,42 0,39 0,42 0,43
Просечна вредност			0,72			0,76			0,48			0,40
Трајност (просечна)	4–5 година			4–5 година			2–3 године			2 године		
Стабилност	врло стабилне			врло стабилне			стабилне			стабилност се може сматрати задовољавајућом		
Отпорност према ветру	врло отпорне			врло отпорне			отпорне			издржава јак ветар, а не и олују		
Изградња	врло тешка			врло тешка			тешка			лака		

3) Коефицијенат $k_2 = \frac{G}{H}$, где је G кубатура грађе. Овај коефицијенат карактерише количину грађе према висини пирамиде.

ТРАЈНОСТ

4) Трајност тј. временско раздобље у току којег пирамида, без темељних оправака, може бити искоришћавана за опажање. Трајност углавном зависи: а) од квалитета грађе и врсте употребљеног дрвета, b) димензија грађе, с) заштите ногу пирамиде од труљења, d) солидности израде свих везних делова, е) опште конструкције пирамиде у смислу њезине подложности утицају ветра; у овом смислу уске пирамиде дуготрајније су од широких.

СТАБИЛНОСТ

5) Стабилност пирамиде карактерише се непомичношћу сточића за инструменат. Утицај сунчаних зракова повлачи деформацију појединих делова пирамиде, што има за последицу окретање по азимуту сточића за инструменат. Ово окретање не може се избећи, али оно мора бити такве величине да средња грешка правца срачуиата из података изравнања станице не буде већа од оне прописане у чл. 69 тач. 1. У овом смислу најмању стабилност имају пирамиде типа САД.

Утицај ветра проузрокује вибрацију пирамиде, а код недовољно стабилних пирамида, још и линеарно померање сточића за инструменат. У смислу линеарног померања широке пирамиде стабилније су од уских.

6) Отпорност према ветру. Од свих наведених типова најмање су отпорне пирамиде типа САД. Оне издржавају јак ветар, али ие могу издржати олују.

7) Изградња пирамиде обзиром на преношење односно изношење материјала (грађе) на тачку и подизање ногу пирамида може бити врло тешка, тешка и лака. Најлакше су за изградњу пирамиде типа САД, а најтеже су типа ГИЈА и Р. Пирамиде од обле грађе много је теже подизати него пирамиде од тесане и стругане грађе.

III Избор типа пирамиде

ИЗБОР ТИПА

Овај избор условљавају: а) теренске прилике b) врста грађе која се може набавити, и с) рок трајања.

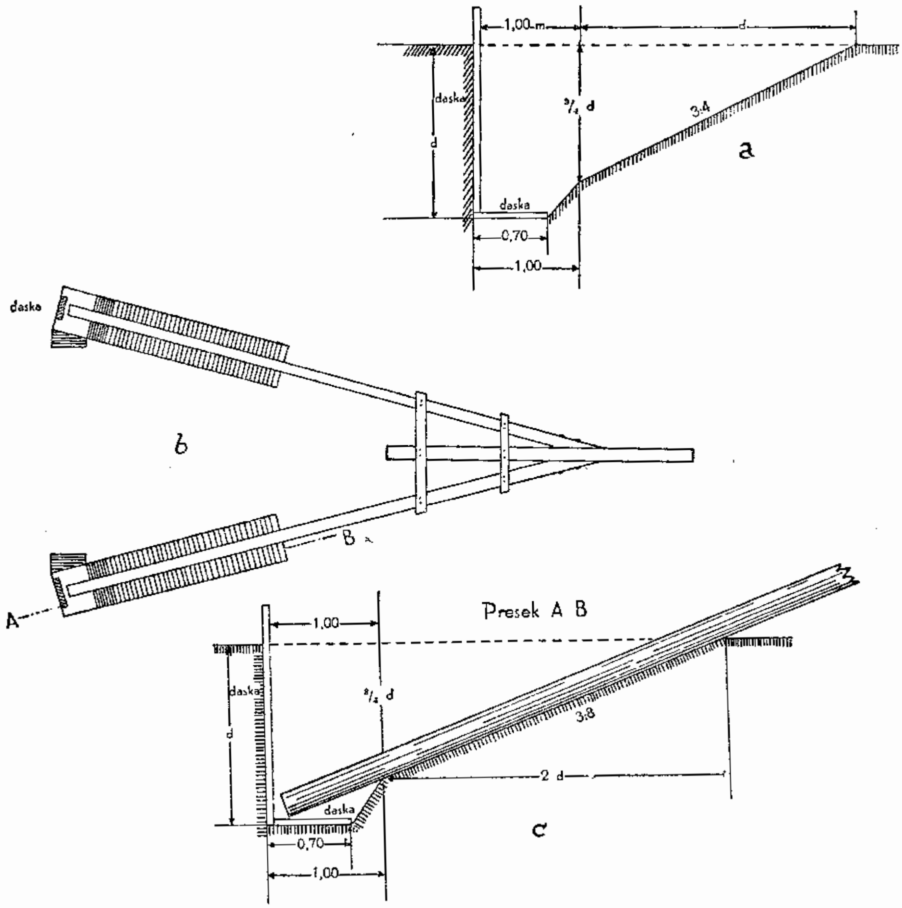
Код тереиских прилика треба узети у обзир: 1) да ли се пирамида поставља на отвореном терену, где ће бити изложена утицају јаких ветрова или се поставља на терену заштићеном од ветрова (у шумском комплексу); 2) да ли је место на коме се подиже пирамида приступачно за доношење грађе или није, те извлачење грађе на тачку преставља нарочите тешкоће (стрми, брдовити предели), 3) да ли је конфигурација терена на самом месту постављања пирамиде таква да је омогућено подизање широке пирамиде или само уске.

Врста грађе која се може набавити такође утиче на избор, јер се пирамиде типа САД могу градити само од стругане грађе.

При избору типа мора се водити рачуна и о року трајања тј. временском раздобљу у току којег се препоставља да ће пирамида бити потребна за опажање.

У равним, затвореним теренима, када се не тражи дуготрајност, за препоруку су пирамиде типа САД или ОКА, јер се ове могу градити са 4—6 радника, нарочито ако се ноге пирамида састављају из дасака, а не из греда.

Међутим, ако се тражи отпорност према ветру и дуготрајност, онда треба градити пирамиде типа ГИЈА или Р, без обзира да доношење и извлачење обле грађе у брдовитим пределима често претставља тешко савладљив проблем и без обзира да за њихово подизање треба располагати са 12–20 радника.



Сл 22.

VI Грађење пирамида

А. Обележавање места за основне стубове и копање рупа

Прва операција код градње високих пирамида је обележавање места за копање рупа. По правилу прво се подиже унутрашња пирамида, која служи као постоље за инструменат; но код пирамида типа ОКА препоручује се да се прво подиже пирамида – скела за осматрача, па тек онда пирамид за ГРАЂЕЊЕ инструменат. Рупе треба ископати само за ону пирамиду која се прва подиже, и када је ова већ подигнута, онда се копају рупе за другу пирамнду. Рупе се обележавају према плану основе пирамиде. Обележавање се врши помоћу малог теодолита и ручне пантљике.

Дна рупа морају бити у истом нивоу, ради чега треба рупе изнивелати. Препоручује се да се на дно дефинитивно ископане рупе положи комад даске. Даске олакшавају померање ногу у рупи приликом постављања пирамиде, а сем тога спречавају попуштање ногу.

Пошто се први пар основних стубова пирамиде поставља, по правилу, истовремено, то се рупе за ове стубове копају према слици 22b и 22c. За стубове, који се постављају посебно, рупе се копају према слици 22a. Ширина рупе мора бити таква, да се без тешкоћа могу прикуцати ка већ подигнутим стубовима комади гредица за ленгере.

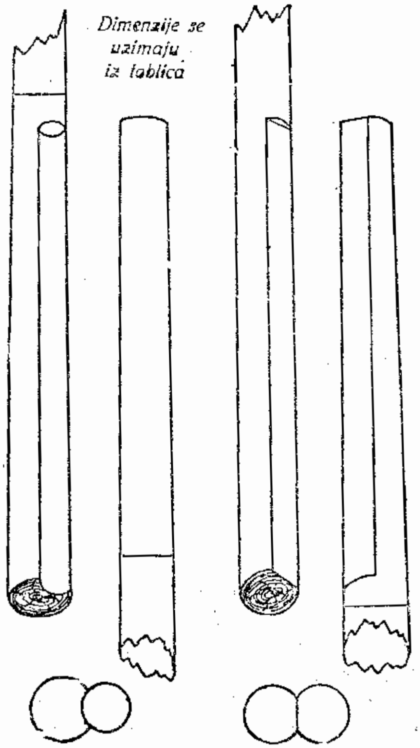
B. Припремање (кројење) грађе

КРОЈЕЊЕ ГРАЂЕ

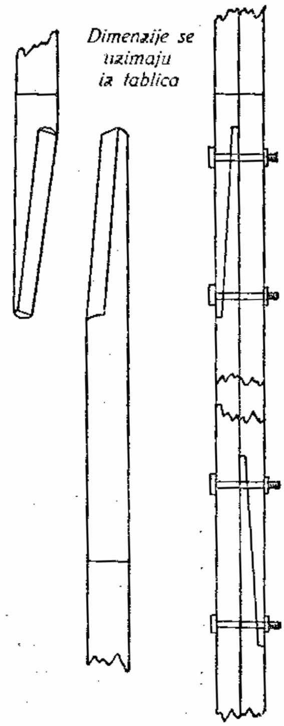
Обично истовремено са копањем рупа приступа се припремању грађе. Ако се пирамида гради из обле или тесане грађе, онда се тежи да свака нога (основни стуб) буде из једног комада. Међутим, ако је дужина брвана недовољна, онда их је потребно састављати - надовезивати. Ово се надовезивање врши на један од начина према сл. 23. Код брвана дужина преклапања не сме бити мања од 2 m. Но ма како пажљиво и солидно било израђено ово преклапање, ипак оно слаби чврстину ногу пирамиде. Када се не могу набавити брвна одговарајуће дужине и пресека, онда се могу узети брвна мањег пресека и састављати ноге пирамиде из два брвна према сл. 24.

Ако се употребљава тесана грађа, онда се греде надовезују на начин као што је то показано на сл. 25.

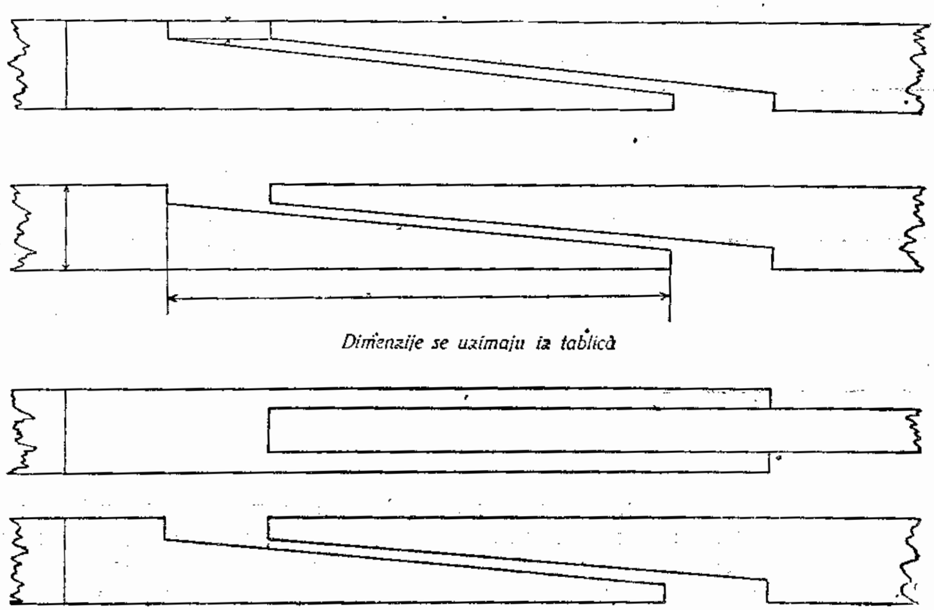
Код пирамида типа САД ноге се обично израђују од дасака 5 cm дебљине, 15—20 cm ширине и 4—5 m дужине. Даске се међусобно повезују ексерима или завртњима према сл. 26. Код пирамида висине 20 m и више повезују се даске завртњима, чија радна дужина L (види слику код таблице: С. Завртњи) одговара дебљини ноге, а пречник је $13^{m}/_{m}$. Код пирамида висине испод 20 m даске се повезују ексерима и то прво привремено ексерима дужине 8 cm који се побијају на размаку од 1 m, па тек онда, када се обележе места за венце и крстове, даске се повезују дефинитивно ексерима дужине од 13 cm који се побијају косо на отстојању од 0,5 m (сл. 26). Сем тога, ради појачања, у местима надовезивања спољних дасака тј. у местима где се претходна даска завршава а наредна почиње, прикуцава се комад даске 5×15 cm дужине 1 m.



Сл. 23

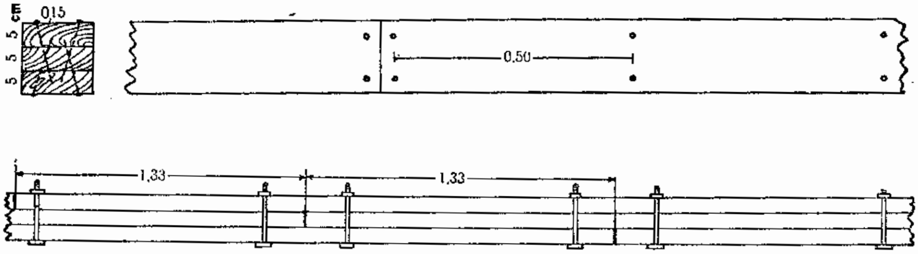


Сл. 24



Сл. 25

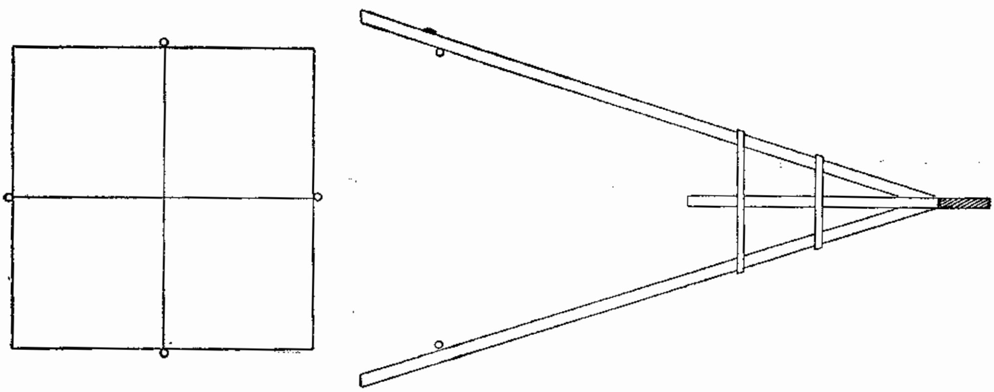
Пошто је припремање грађе за ноге завршено приступа се прилагођавању ногу (основних стубова) централном стубу унутрашње пирамде, који носи сточић за инструменат. Ово се прилагођавање врши на тај начин, што се централни стуб положи у правцу дијагонале унутрашње пирамиде (сл. 27), па се онда у тачкама *A* и *B* побијају кочеви да према њима



Сл. 26

СКЛАПАЊЕ ДЕЛОВА

ноге имају потребан размак. Средњем (централном) стубу имају се прилагодити обе ноге и хоризонтални крстови (клешта) *aa* и *bb*. Када је један пар ногу прилагођен, приступа се прилагођавању другог пара. Овај други пар (пошто буде прилагођен) дефинитивно се прикује ексерима за централни стуб, а исто тако треба дефинитивно приковати и клешта, да би ноге, приликом подизања, биле чврсто везане са централним стубом. Сличан начин примењује се и код кројења грађе за спољну пирамиду односно пирамиду—скелу тј. претходно се обележи кочевима профил пирамиде, па се према њему одређују и кроје сви саставни делови како ногу, тако венаца и крстова.

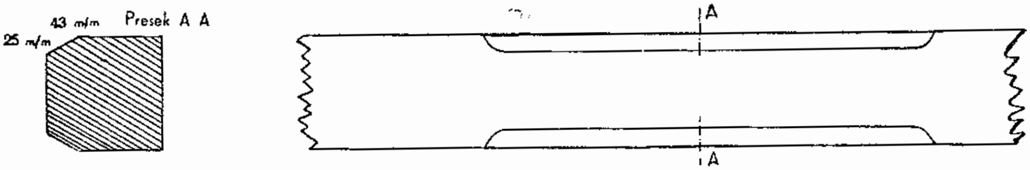


Сл. 27

Код пирамида типа САД поступак је следећи: пошто су на ногама пирамиде обележена места за венце и крстове (види напред), израђују се на њиховим ивицама исечци према сл. 28. Дужина ових исечака је 0,6 m. Исечци се могу радити помоћу једног шаблона од дасака.

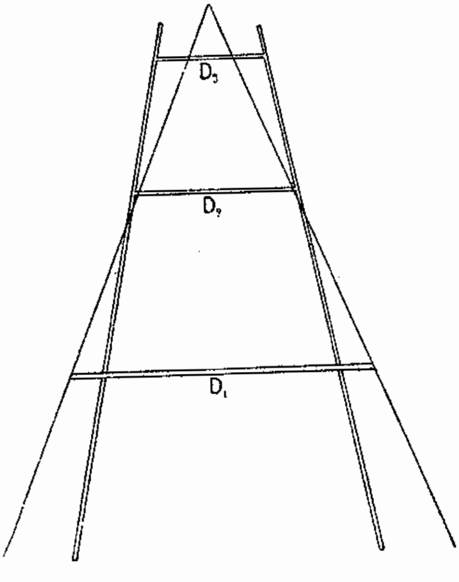
СКЛАПАЊЕ ДЕЛОВА

Прво се прикује доњи венац, па онда савијајући ноге у потребној мери према димензијама венца поступно се закивају наредни венци један за другим. Када је са прикивањем венаца завршено, приступа се прикивању усправних крстова (спрегова). Спрегови се прикивају или унакрст или, ради олакшања терета при дизању, само по једној дијагонали, а по другој се прикивају после дизања.



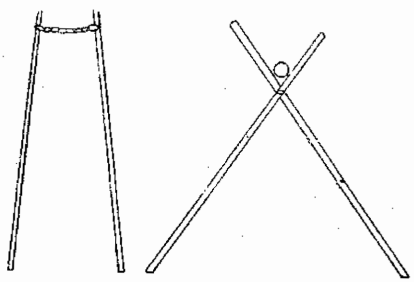
Сл. 28

Према наведеном начину градње претпоставља се, као што је то уобичајено, да се први пар ногу пирамиде подиже одједном. Ради истовременог подизања ноге пирамиде имају се претходно чврсто везати за централни стуб односно, код пирамида типа САД, међусобно. Но, ако се ноге граде из дасака или се састављају из дуплих греда односно брвана (сл. 24), онда се могу примењивати и други начини градње. На пример, код пирамида типа ОКА може се применити следећи поступак: прво се гради пирамида—скела за осматрача, па тек онда, или паралелно, пирамида—постоље. Претходно се на земљи саставе ноге. Под састављањем ногу (основних стубова) треба разумети такво међусобио прилагођавање и склапање дасака односно греда, да оне сачињавају складну целину, али само привремеио (овлаш) ексерима повезану. Када су ноге тако састављене избуше се рупе за завртње па се даске или греде нумеришу, да би при градњи (монтажи) заузеле свој положај. Међутим доњи делови ногу висине 5—8 метара изнад земље постављају се уобичајено спојени тј. они се већ при састављању стежу дефинитивно завртњима. Појединачно дизање и постављање доњих делова (дужине до 8 m) не претставља тешкоће. Када се ноге поставе и дефинитивно утврде (затрпају у рупама), приступа се њиховом учвршћивању помоћу венаца и крстова (спрегова). На првом венцу (не рачунајући доњи венац при земљи) намести се привремени патос, па се онда додајући даску по даску односно греду по греду, и стежући их завртњима продужавају ноге до другог венца нтд. Паралелно са градњом пирамиде—скеле гради се пирамида—постоље за инструменат. При градњи

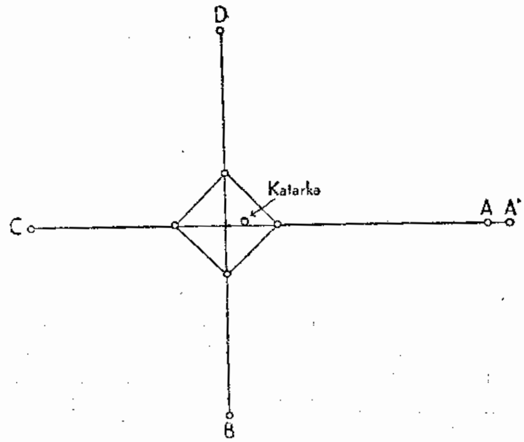


Сл. 29

ове пирамиде важно је да ноге буду постављене под оним углом α ка хоризонту који је предвиђен обликом пирамиде. Ово се лако постиже на тај начин, што се ноге, помоћу привременог везивања летвама (штафлама), постављају на одређеним међусобним отстојањима D_1, D_2 D_3 ... (сл. 29) у равни појединих венаца. Ова се отстојања узимају са цртежа или се одређују рачунским путем.



Сл. 30

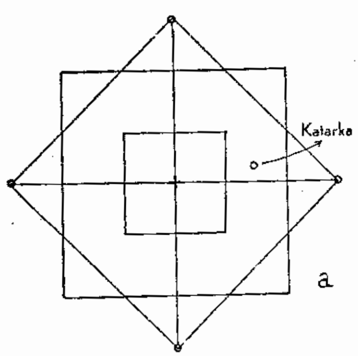


Сл. 31

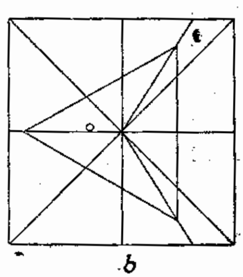
C. Подизање пирамида

Од величине брвана односно греда од којих се гради пирамида и њихове тежине зависи и начин на који ће се дизати поједини делови. Ако је централни стуб са паром прикованих основних стубова (ногу) лак, онда се овај може подићи помоћу маказа (сл. 30) и конопца. Ако је пак тежина прикованих ногу велика, онда се дизање врши помоћу катарке и котурача (чекрка).

1. Катарка Као катарка обично служи један од основних стубова пирамиде. Код подизања пирамиде типа ГИЈА и Р катарка се укопава на средини између центра тачке односно пирамиде и центра једне ноге унутрашње пирамиде (сл. 31). Код пирамида типа ОКА и САД катарка се укопава према сл. 32а и 32b.



Сл. 32а



Сл. 32 b

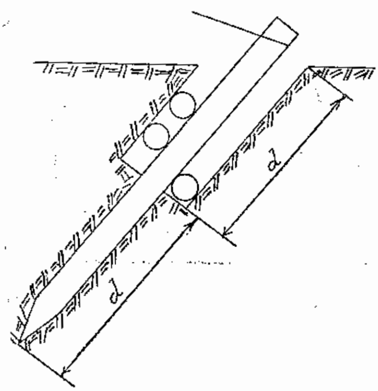
Катарка се учвршћује помоћу четири конопца везана за добро побијене коце. За коце се узимају комади облица или греда пречника 10 – 15 cm. и 1,5—2,0 m дужине према терету који треба да се диже. Коци се побијају косо, према слици 33. Ради њиховог учвршћивања подмећу се комади облица дужине око 0,5 m. Да би се ови комади могли подметнути, мора се претходно ископати рупа. Ова се копа косо и по могућству што ужа, да би се колац што чвршће усадио. Дубина рупе треба да приближно одговара делу коца непосредно побијеног у земљу ($= d$). Коци се побијају овако: онај колац на који пада највећи терет побија се на отстојању око 30 m од центра тачке (колац A на сл. 31); остала три коца (B, C и D) побијају се у правцу дијагонала основе унутрашње пирамиде на отстојању од око 20 m од центра тачке. Ради осигурања коца A побија се иза њега (на отстојању 1 m) још један колац A' (сл. 31), те се конопац веже и за један и за други колац.

ПОДИЗАЊЕ ПИРАМИДЕ

Висина катарке треба да износи приближно $^2/_3$ од висине унутрашње пирамиде односно конструкције која се дније.

Пошто највећи терет пада на конопац везан за колац A, који је побијен у правцу вуче, то дебљина овог конопца мора бити око 3 cm. Конопци који се вежу за коце B, C и D могу бити мање дебљине (2,0—2,5 cm). Ако је катарка танка те прети опасност да се може преломити при дизању, онда се ова веже са још четири конопца (сл. 34). Катарку не треба укопавати вертикално, него мало нагнуто у правцу коца A.

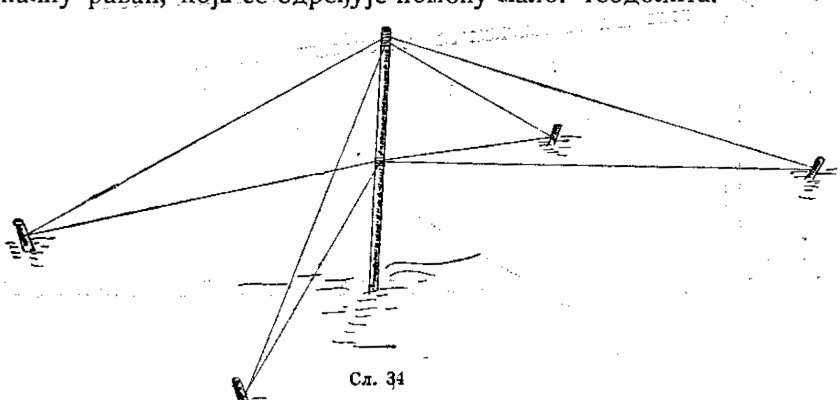
2. Дизање пирамиде односно делова пирамиде. Из слике 35 види се начин дизања двају основних стубова унутрашње пирамиде везаних претходно за централни стуб. Дизање се врши помоћу три котураче. Један крај конопца за дизање везује се за катарку при дну, а други се крај провлачи кроз котурачу везану за терет, а затим кроз горњу котурачу, па кроз доњу котурачу на катарци. До нагиба 30°—40° дизање се врши помоћу маказа (увек два пара) и котурача, а после тога само помоћу котурача.



Сл. 33

Ако је терет велики, онда се дизање врши помоћу пет и више котурача (сл. 36 и 37).

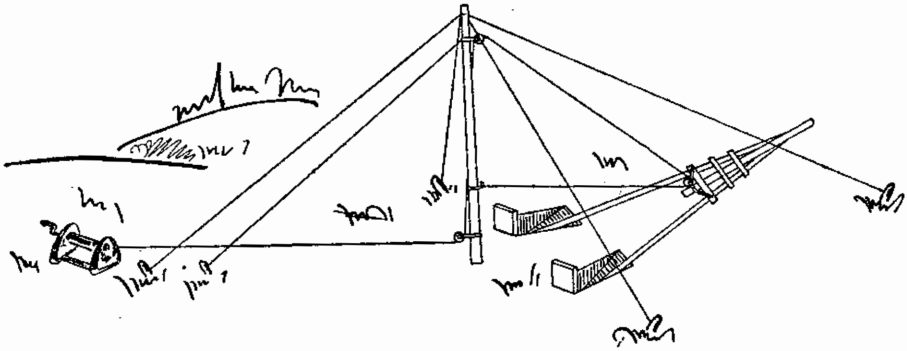
За врх централног стуба вежу се два, а по потреби и три конопца (1,5—2,0 cm) ради довођења дигнутих стубова у вертикалну раван, која се одређује помоћу малог теодолита.



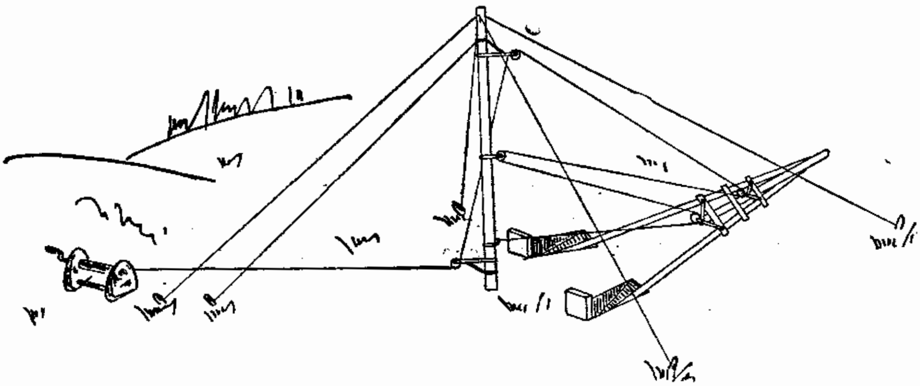
Сл. 34

ДИЗАЊЕ СТУБОВА

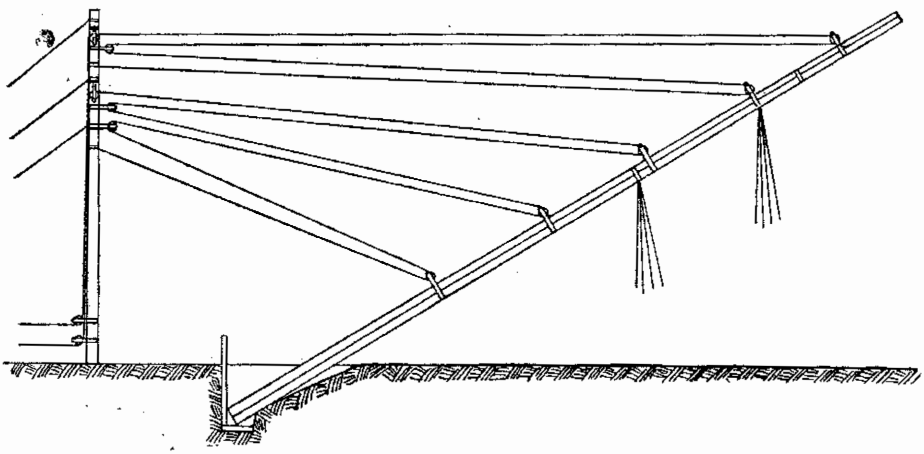
Пошто су два основна стуба дигнута и доведена у потребан положај, прикују се ленгери, па се рупе затрпавају и на тај се начин стубови дефинитивно утврђују. Када су два стуба постављена, посебно се дижу и постављају трећи и четврти. Да би се ови стубови могли приковати, прибијају се на стубове шведске лестве (сл. 38), које ће бити потребне и за прикивање венаца и крстова.



Сл. 35



Сл 36

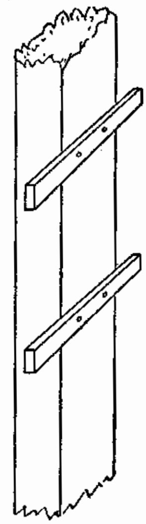


Сл. 37

После постављања сва четири стуба прибијају се венци и крстови и дефинитивно се израђује унутрашња пирамида.

Стубови спољне пирамиде постављају се два по два (сл. 39). Као катарка служи унутрашња пирамида. Да би се олакшао терет, стубови се спајају венцима, а крстови се прибијају само по једној дијагонали. Када је једна страна (два основна стуба) дигнута, она се доводи у потребан положај и причвршћује се привремено летвама и ужетом за унутрашњу пирамиду. Затим се приступа подизању другог пара основних стубова. Кад се и овај подигне и привремено причврсти за унутрашњу пирамиду, прибијају се венци и крстови уколико је то потребно ради утврђивања подигнутих стубова у правилном положају. Потом се прикују ленгери и рупе се затрпавају. После овог прибијају се остали венци и крстови.

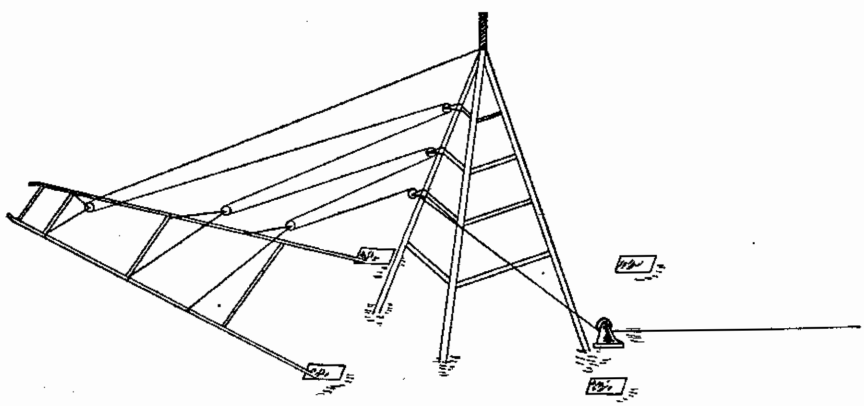
Када су основни стубови од тешког дрвета или су дугачки, они се дижу посебно према сл. 37.



Сл. 38

МЕРЕ ПРЕДОСТРОЖНОСТИ

3. Мере предострожности при дизању. Приликом дизања треба предузети све мере пре-



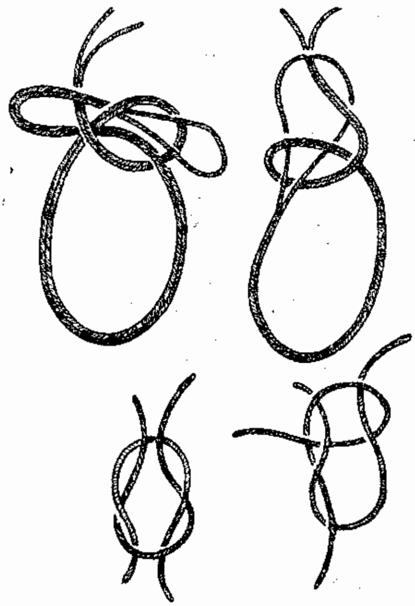
Сл. 39

дострожности да се не би десио какав несрећни случај, те да неки од радника настрада. Сви конопци морају се претходно испитати и најпажљивије прегледати да се не би приликом дизања основних стубова неки од конопаца прекинуо. Конопци се имају везати чворовима, као што је то на сл. 40 показано. При подизању стубова не сме нико стајати испод стуба односно конструкције која се диже, нити испод њих протрчавати. Дуж конопаца којима се дижу стубови треба побити један или два коца, да би се приликом дизања конопац могао омотати око коца и на тај начин радници који дижу стубове могли по потреби одморити. При сваком дизању треба провести апсолутно јединство команде.

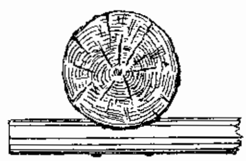
D. Израда и причвршћивање венаца и крстова

ВЕНЦИ И КРСТОВИ

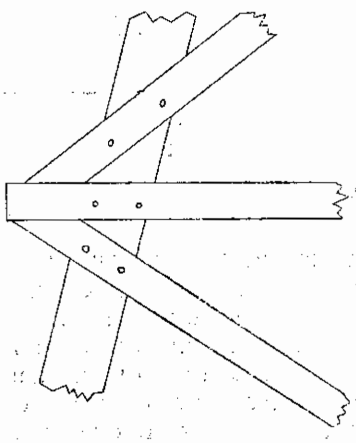
Све везе: венци, хоризонтални крстови (клешта), усправни крстови (спрегови) морају бити најпажљивије израђене, јер од пажљиве израде веза зависи стабилност, чврстоћа и дуготрајност пирамиде. Венци и крстови треба да буду добро прилагођени ка основним стубовима и да имају са њима не додирне тачке него додирне површине (сл. 41), што је нарочито важно при употреби обле грађе. Код обле или полутесане грађе венци и крстови, по правилу, прикивају се кованим ексерима. Да не би при овом венац или крст прснуо, потребно је претходно за сваки ексер избушити сврдлом рупу. При употреби стругане грађе, венци и крстови прикивају се жичаним ексерима и то увек са два ексера (сл. 42). Дужина ексера не сме бити мања од двоструке дебљине венца или крста који се прикивају.



Сл. 40



Сл. 41



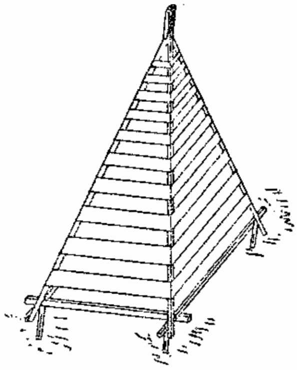
Сл. 42

При надовезивању брвана односно греда (види В. Припремање грађе) треба се придржавати правила да се тањи делови греда прибијају увек на дебље, а никако обрнуто, пошто се на тај начин избегава цепање тањих делова греда при укуцавању ексера.

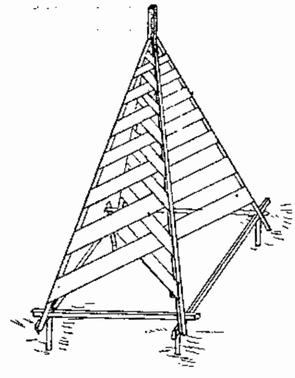
Е. Израда појединих делова пирамиде

ИЗРАДА ДЕЛОВА

1. Патос. Патос за осматрача обично се израђује од дасака дебљине 2,5 cm. Између дасака оставља се размак од 1 – 2 cm (зазор) ради отицања воде и да се патос услед влаге не би извитоперио. Патос треба да лежи на сигурном ослонцу. Пречник гредица испод патоса не треба да буде мањи од 8 cm. Даске морају од централног стуба бити удаљене најмање 5 cm. Отвор на патосу за излаз осматрача мора бити одговарајућих димензија за слободан пролаз човека. Он треба да има поклопац којим се отвор за време опажања затвара.



Сл. 43



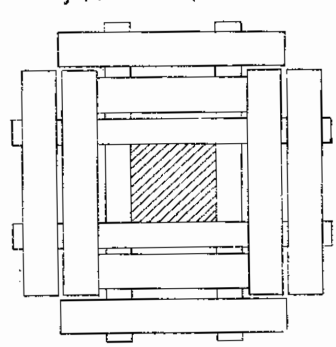
Сл. 44

2. Кров. Општа конструкција крова види се из сл. 7 е на стр. 241. Даске за облагање крова узимају се дебљине 1 – 2 cm, а ширине од 10 до 20 cm. Размак између дасака једнак је ширини даске. Облагање крова даскама врши се или на начин према сл. 43 тј. са четири стране или се даске прикивају по дијагонали (сл. 44). Овај други начин облагања има то преимућство испред уобичајеног, што се код њега смањује штетни утицај фаза, које се јављају услед бочног осветљења пирамиде Сунцем.

Између крова и сточића за инструменат треба да буде довољно простора за смештај сунцобрана.

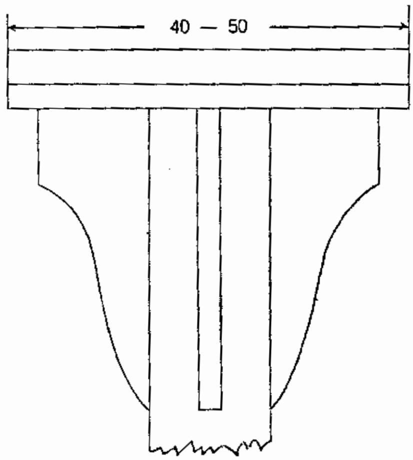
3. Лестве. Лестве се праве од облица пречника 8—10 cm или од штафли 5×10 cm. Размак између облица односно штафли (ширина лестава) обично износи од 40 до 50 cm. Пречаге се прикивају на размацима око 35 – 40 cm (сл. 7 f). Лестве се, по правилу, постављају од спрата на спрат, но могу се постављати и преко спрата, али под условом да дужина лестава не пређе 8 – 10 m. Дугачке лестве треба ојачати у средини потпором ослањајући их на спољну пирамиду или пирамиду-скелу, а никако на пирамиду-постоље. Из разлога сигурности забрањује се истовремено пењање по лествама двају лица. него се може пењати само једно лице.

4. Ленгери. Код израде ленгера препоручује се овакав поступак. Две штафле или гредице пречника од 6 до 10 cm и дужине од 45 до 80 cm (према висини пирамиде) прикују се доњем делу ноге (основног стуба) паралелно једна другој. Онда треба насути земљу до горње ивице ових штафли (гредица), па је добро набити. Поврх ових штафли полажу се комади дасака дужине 60 – 70 cm (сл. 9d и сл. 45) и онда се затрпавају



Сл. 45

земљом. Затим се управно на прве две прикују две друге штафле, те пошто се набије земља, полажу опет комади дасака.

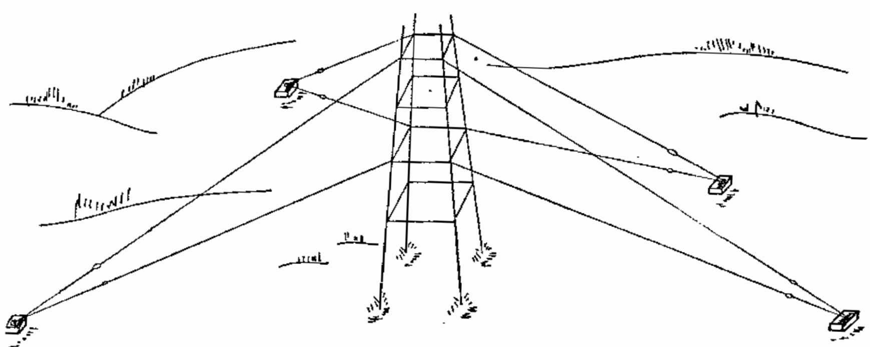


Сл. 46

5. Сточић за инструменат. Сточић за постављање инструмента (сл. 8 d) састоји се од два слоја дасака положених унакрст. Даске треба да буду дебљине око 5 cm. Сточић се израђује или у облику квадрата са странама 30—45 cm или кружног облика са пречником круга 40—50 cm .Ради веће стабилности плоче прибијају се за централни стуб четири трупца дужине од 50—80 cm, а код сточића кружног облика четири конзоле (сл. 46). Даске се прибијају за централни стуб, за трупце односно за конзоле, дугачким ексерима тако да им главе уђу у издубљена гнезда и да не вире (сл. 8 d).

Сточић мора бити толико чврст, да и при ударцу песницом не сме да се потресе или помакне. Нормална висина сточића изнад пода је 1,1 m.

6 Потпоре пирамиде-скеле. Код пирамида типа ОКА, ако је висина пирамиде већа од 15 m потребно је скелу за осматрача учврстити потпорама (сл 15b). Потпорни стубови и везе ових стубова са скелом треба да леже у дијагоналним равнима скеле. Потпорни стубови вежу се са скелом на начин према сл. 15b и морају да подупиру скелу увек под венцем неког спрата на висини која износи $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ целокупне висине скеле.



Сл. 47

Место дрвених потпора могу се за учвршћивање скеле употребити жичана ужета. Према потреби скела се учвршћује са четири или осам ужета (сл. 47). Ужета се завежу за алке усађене у бетонске стубове. Стубови се постављају на отстојању $d = 1{,}5\ h$ (h је висина на којој су ужета везана за скелу).

Ужета се затежу помоћу завртња-притегивача (сл. 48). Но у недостатку жичаних ужета може се употребити обична жица одговарајуће дебљине.

Сл. 48

F. Завршни радови

Пошто је пирамида дефинитивно изграђена, побијају се клинови између патоса и централног стуба. Ово је потребно ради тога да би се унутрашња и спољна пирамида чврсто међусобно везале и на тај начин боље одолевале ветру. Место клинова могу се пирамиде везати привремено прибијеним штафлама или на неки други начин. Разумљиво је да се при опажању са пирамиде све ове привремене везе морају уклонити. **ЗАВРШНИ РАДОВИ**

На пирамиду се поставља табла са натписом „Државно власништво. Пењање је забрањено. Оштећење је кажњиво“.

БЕЛЕГЕ ЗА ОБЕЛЕЖАВАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА

I. Камени стубови

А. Материјал

1. Важније особине стена *)

Б о ј а није меродавна за распознавање врсте стене, јер често стене врло различитог састава могу имати сличну или исту боју. Стене начете процесима распадања могу знатно изменити првобитну боју. СТАБИЛИЗА-ЦИЈА

С т р у к т у р а (склоп) стене зависи од величине, облика и везе зрна и може бити: ОСОБИНЕ СТЕНА

a) **једра** (густа), кад су састојци тако ситни да се голим оком не могу распознати;

b) **зрнаста** (ситнозрна, средњег зрна, крупнозрна); кад су састојци приближно исте крупноће;

c) **порфирска** (крупна, средња, ситна), кад се из једре или ситнозрне основе истичу крупнији састојци;

d) **шкриљаста** (груба, средња, танка), кад паралелан распоред састојака омогућује цепање у дебеле или танке плоче;

e) **шупљикава**, кад камеиа маса садржи много шупљиница;

f) **полувезана**, кад међу минералним састојцима постоји слаба веза;

g) **невезана** (растресита), кад међу минералним састојцима нема везе.

П о р о з н о с т стена је разна и од значаја је у погледу пропустљивости стене за ваздух и воду.

Т в р д о ћ а стене зависи од тврдоће минерала, њихове везе и распореда. Обрадљивост камена највише зависи од ове особиие.

Т е ж и н а (запреминска) **) показује знатне разлике код разних врста, често и код истих врста стена услед неједнаке порозности.

---

*) Техничар — грађевински приручник. Издање Министарства грађевина ДФЈ 194 стр. 133.

**) Запреминска тежина је тежина јединице запремине материјала заједно са шупљиницама испуњеним ваздухом. Према томе вредност запреминске тежине показује тежину $1 cm^3$ у грамима, $1 dm^3$ у килограмима, $1 m^3$ у тонама.

ОСОБИНЕ СТЕНА

Чврстоћа на притисак и на абање најважније су особине стена. Оне су највеће код стена у потпуно сувом стању. Код слојевитих стена чврстоћа на притисак највећа је управно на правац пружања слојева.

Обрадљивост стена зависи од тврдоће минералних састојака, мајданске влаге, структуре итд. Од тврдоће састојака и њихове везе потиче већа или мања отпорност према каменарском алату и према томе разликује се тврд (љут) и мек камен. Усто се сваки камен лакше обрађује кад садржи мајданску влагу тј. природну влагу упијену док је камен сачињавао део стене од које је одвојен. Неки се камен готово не може више обрађивати кад изгуби мајданску влагу дужим лежањем на ваздуху.

2. Врсте стена

ГРАНИТ

Гранит је отворено сиве, каткад црвенкасте боје. Главни састојци су фелдспат, кварц и лискун. Боја му углавном потиче од фелдспата. Зрнасте је структуре, незнатно је порозан. Дозвољен напон на притисак је 900—2700 kg/cm^2. Запреминска тежина је 2,6—2,7. Отпоран је абању. Тешко се обрађује, добро се глача и сјај добро одржава. Врло је постојан кад је свеж (неначет процесима распадања). Ситнозрне врсте најпостојаније су. Гранит је од свих еруптивних стена*) најраспрострањенији, те према томе најпознатији. Познате домаће врсте граиита су аранђеловачки (крај Аранђеловца), јошанички (са Копаоника), радаљски (са Цера), мославачки (из Мославине) итд.

ДИОРИТ

Диорит је сиво зелене до црне боје. Састоји се од фелдспата и амфибола, каткад садржи и нешто кварца. Код неких врста амфибол је великим делом замењен листићима биотита, и онда се назива керсантит. Зрнасте је структуре. Дозвољен напон на притисак је 1300—2600 kg/cm^2. Запреминска тежина је 2,7—3. Тешко се обрађује. Добро се глача. Врсте са много биотита мање су постојане. Познатије домаће врсте су јошанички (са Копаоника), рипањски (керсантит, познат под именом „рипањски гранит", из Рипња близу Београда).

ГАБРО

Габро је тамносиве или сиво зелене боје. Састоји се од фелдспата и аугита као главних састојака; зелене врсте садрже и оливин. Зрнасте је структуре. Дозвољен напон на притисак је 1000—2800 kg/cm^2. Запреминска тежина је 2,9—3. Тешко се обрађује. Добро се глача. Употребљава се као гранит. Познатије домаће врсте су јабланички (Херцеговина), вишеградски (крај Вишеграда).

АНДЕЗИТ

Андезит је сиве, зеленкасте или црвенкасте боје, порфирске структуре. Састава је као диорит. Дозвољен напон на притисак је 1200—1400 kg/cm^2. Запреминска тежина је 2,6—2,8. Обрађује се као трахит. Дацит је врста која садржи

---

*) Еруптивне стене настале су продирањем усијаног материјала (магме) из Земљине унутрашњости.

и кварца, обично сиве боје. Геолошки старији андезит познат је под именом порфирит. Познатије домаће врсте андезита су из Цепа (код Лесковца), са Рудника (дацити) и из Иваншчице код Загреба (порфирит).

ТРАХИТ

Трахит је отворено сиве, такође и црвенкасте боје. Структуре је порфирске. Састава је као сијенит. Дозвољен напон на притисак је 900—1600 kg/cm². Запреминска тежина је 2,2—2,6. Сразмерно се лако обрађује. Умерено је постојан. Геолошки старији трахит познат је под именом порфир. Познат је трахит са Фрушке Горе (Срем).

БАЗАЛТ

Базалт је тамносиве до сивозеленкасте боје, једре до ситнозрне структуре. Састава је као габро. Дозвољен напон на притисак је 1200 - 3500 kg/cm². Запреминска тежина је 2,7—3,3. Врло је постојан, ако по губитку мајданске влаге не показује беличасте пеге. Мелафир је геолошки старији базалт. Познатије домаће врсте базалта су из Младог Нагоричана (Македонија), из Батине (Бачка).

ПЕШЧАРИ

Пешчари се састоје од слепљених зрна песка, махом кварцног. Према величини зрна могу бити ситнозрни, средњег зрна и крупнозрни. Према материјалу којим су зрна слепљена разне су боје, чврстоће и трајности и разликује се више врста: кварцни пешчар (отворено сив, такође црвено обојен оксидом гвожђа), вапновити и сличан му доломитски пешчар (беличаст, жућкаст, сивкаст), гвожђевити пешчар (црвенкаст, често шарен), глиновити пешчар (жућкаст). Дозвољен напон на притисак је од 150 kg/cm² (глиновити пешчар) до 2000 kg/cm² (кварцни пешчар). Запреминска тежина за све врсте пешчара је 2—2,8. Кварцни пешчар врло се тешко обрађује. Позната домаћа врста је беловодски (околина Крушевца).

СИВАЦ

Сивац (граувака) је сличан пешчарима, обично је сиве боје. Поред зрнаца песка садржи и комадиће других стена. Дозвољен напон на притисак је 800—1500 kg/cm². Запреминска тежина 2,2 - 2,8. Употребљава се као пешчар.

КРЕЧЊАЦИ

Кречњаци су разне боје према примесама-беличасти, жути, црвенкасти, сиви. Састоје се од карбоната калцијума са разним примесама (глина, песак итд.) Лако се запарају ножем, а преливени киселином пене се. Разликују се следеће врсте: Обични кречњак је једар (густ) до ситнозрн. Са већим садржајем силицијумовог диоксида врло је тврд и тешко обрадив. Каткад садржи очуване остатке шкољака, пужева итд. од којих је кречњак постао, по којима носи име (шкољчани, пужарски итд.). Бигар (кречна сига, травертин) је мање или више шупљикав кречњак настао таложењем из кречних раствора на изворима, водопадима итд. Сличног је порекла икрасти кречњак састављен од слепљених лоптица кречњака. Неки једри кречњаци могу се добро глачати и у индустрији камена носе назив мермери, иако нису прави мермери. Кречњаци су умерено постојани на времену, али нису на ватри. Дозвољен напон на притисак је 150 kg/cm² (бигар) до 1800 kg/cm^2 (једри силификовани кречњак). Запреминска тежина је 1,5—2,7. Врло су распрострањени код нас. Чувени су кречњаци са острва Брача, јер се могу лепо обрађивати и глачати. Знатна налазишта бигра су око Скопља.

ДОЛОМИТИ

Доломити су слични кречњацима, махом отворене боје. Нешто су трајнији и тежи (2,7 – 3). Састоје се од истоименог минерала. Дозвољени напон на притисак је 390 – 2100 kg/cm^2.

МРАМОРИ

Мрамори (мермери) су бели, разно обојени, шарени. Састава су као кречњаци и доломити од којих су настали метаморфисањем. Одликују се јасном зрнастом структуром; у прелому мрамори су сјајни и светлуцави, док кречњаци нису или се тек по које зрно сјаји. Дозвољен напон на притисак је 500—2200 kg/cm^2. Запреминска тежина је 2,4 – 2,9. Умерено се тешко обрађују. Глачају се изванредно добро. Напољу су умерено постојани. Познатије врсте мрамора су: студенички (крај манастира Студенице) – бео; венчачки (са планине Венчаца) – бео, прошаран плавкастим, такође ружичастим млазевима; плетварски (код Прилепа); зрзански (код Јужног Брода) – бео, ружичаст, љубичаст, црн.

ГНАЈС

Гнајс је сиве боје, грубе шкриљасте структуре. Састојци су као код гранита, али су мање или више паралелно поређани. Највише је настао метаморфисањем гранита. Дозвољен напон на притисак је 900 – 2200 kg/cm^2. Запреминска тежина је 2,4 – 2,9. Услед паралелног распореда састојака обрада у правцу слојева је лака, али управно на њих је врло тешка. Умерено је постојан. Боља познатија врста је из околине Битоља.

3. Штетни утицаји на камен и одлике доброг камена

УТИЦАЈИ НА КАМЕН И ОДЛИКЕ

Топлотне промене између дана и ноћи изазивају напрезања у камену услед којих временом настају ситне пукотине. Замрзњавањем у порама и пукотинама вода повећава своју запремину (око $^1/_{10}$) и изазива јак притисак под којим камен пре или после прска и круни се. Порозни камен мање је отпоран на мразу, јер упија више воде, мада су величина и облик пора такође од утицаја. Од не мањег значаја је квар (прслине и пукотине испрва невидљиве) нанесен у мајдану, нарочито експлозивом, а тако исто и при обради алатом. Најзад, лишајеви и маховине разарају камен одржавањем влаге и хумусним материјама при свом распадању, а тако исто и својим жилицама којима продиру у поре и пукотине.

Добар камен је трајан и одговарајуће чврстоће, свежег је изгледа (без мутне и нечисте боје минерала) и под ударом чекића је звонак. Најпростији и најпоузданији оглед у погледу трајности камена је посматрање камена који је издржао више зима, на пример, на грађевинама, надгробним споменицима итд. Лице мајдана на страни највише изложеној утицају времена даје такође добру слику о трајности камена. Постојан камен има оштре ивице и очувану свежину, док непостојан показује заобљене ивице, мутну боју и трагове трошења.

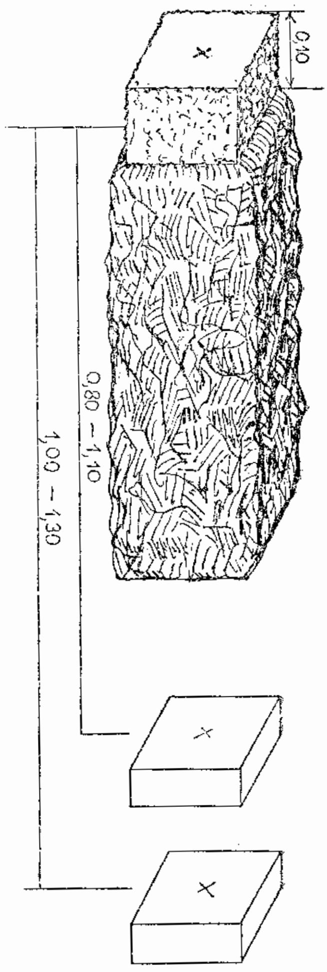
В. Израда и димензије стубова

Камени стубови морају се израђивати од камена који је трајан, довољно чврст, релативно лако обрадив и отпоран према штетним утицајима температурних промена.

Најпрепоручљивије врсте стена за израду стубова су: гранит, диорит, габро, андезит, трахит и базалт. Но у недостатку ових врста стубови се могу израђивати од добрих врста кречњака. Пешчари су најнепожељнији (сем кварцних пешчара). **КАМЕНИ СТУБОВИ**

Димензије стубова су 0,15×0,15×0,65 m (сл. 49). Глава стуба обрађује се штоковањем, остали део само се грубо дотерује до правилног облика. Нормална запремина стуба износи око 0,025 m^3, те према томе приближне тежине стубова се крећу у границама према доњој таблици.

Врсте стена	Запреминска тежина	Приближна тежина стуба у kg
Гранит	2,6—2,7	64—66
Диорит	2,7—3,0	66—74
Габро	2,9—3,0	71—74
Андезит	2,6—2,8	64—69
Трахит	2,2—2,6	54—64
Базалт	2,7—3,3	66—81
Доломит	2,7—3,0	66—74
Кречњаци (боља врста)	2,4—2,7	59—66
Пешчари	2,0—2,8	49—69



Сл. 49
Размера 1:10

II. Бетонски стубови

А. Материјал

1. Шљунак

БЕТОНСКИ СТУБОВИ

ШЉУНАК

Шљунак постаје распадањем или рушењем стена услед атмосферских утицаја и заобљавањем услед трења при преношењу водом. Шљунак се налази у речним коритима садашњих или некадашњих река и поред обала садашњих или некадашњих језера и мора. Шљунак се готово редовно састоји од разноврсних стена прикупљених са терена различитог геолошког састава. Шљунак може бити речни, брдски (из наслага некадашњих река или глечера) или морски. Речни шљунак је махом чист, а брдски садржи глинене и хумусне материје. Морски шљунак садржи увек разне соли, које га, без претходног прања слатком водом, чине неупотребљивим за израду бетона. У сувом као и у влажном стању шљунчана маса је растресита, али је мало стишљива и има велику носивост. Према крупноћи зрна разликује се:

ситан	шљунак	од	2— 5	mm	пречника	зрна
средњи	„	„	5—10	„	„	„
крупан	„	„	10–30	„	„	„
крупица	„	„	30–100	„	„	„

Врло крупан шљунак (преко 70 mm) зове се облутак Запреминска тежина шљунка је 1,4–1,7 у сувом стању, 1,7–2,3 у влажном стању.

2. Песак

ПЕСАК

Песак постаје на исти начин као и шљунак, само је процес распадања и заобљавања потпуније изведен. Песак се састоји од ситних зрнаца, највећим делом од кварца, са којима могу бити помешани листићи лискуна (мусковит), оксид гвожђа итд. Песак од кречњака, доломита итд. је ређи тако да се под песком обично разуме само кварцни песак. Као и шљунак, песак може бити речни, брдски и морски. Све што је речено о речном, брдском и морском шљунку важи и за песак. У сувом стању песак је потпуно растресит у влажном нешто повезан. Песак садржи доста шупљина (30—40%), али је мало стишљив. Према крупноћи зрна разликује се:

ситан	песак	од	0,002–0,2	mm	пречника	зрна,
средњи	„	„	0,2 - 0,5	„	„	„
крупан	„	„	0,5 - 2,0	„	„	„

Запреминска тежнна песка иста је као и шљунка. Добар песак је без примесе глине, биљних и животињских остатака и др. Међу прстима је оштар и не оставља траг, а размућен у води оставља је бистру или само мало замућену.

3. Цемент

Портланд цемент. За производњу портланд цемента служи лапорац (тупина), природна мешавина кречњака и глине или се справља вештачка мешавина уситњавањем и мешањем ових састојака. Размера глине према кречњаку треба да је око 1:3. Ова сировина се пече до тачке топљења (1400—1500°) у јамастим или обртним цевастим пећима. За време печења оксид калцијума, који настаје из кречњачког дела сировине, гради са хидрауличним факторима, насталим из глиненог дела сировине, сложена једињења: силикате, алуминате и ферате калциума. Печени производ, т. зв. цементни клинкер, пошто извесно време одлежи на стоваришту, меље се у ситан прах. За време млевења обично се додаје мала количина минерала гипса у сврху регулисања брзине везивања цемента. У нашој се земљи портланд цемент производи у Беочину, Поповцу, Сплиту, Потсуседу, Трбовљу, Генерал Јанковићу (код Скопља) итд. Замешен са одговарајућом количином воде портланд цемент гради пластичну масу, која после извесног времена везује тј. губи пластичност. Према времену везивања разликују се следеће врсте портланд цемента:

а) брзо везујући; који почиње везивати кроз 15 минута;

b) средње везујући, који почиње везивати после 15 минута, а најдаље до 1 сата;

c) споро или нормално везујући, који почиње везивати тек после 1 сата. ЦЕМЕНТ

По везивању настаје стврдавање цемента, које се постепено годинама повећава. Нормалну чврстоћу портланд цемент постиже већ после 3—30 дана. Везивање и стврдњавање портланд цемента настаје примањем воде у хемиски састав, при чему силикати, алуминати и ферати калциума прелазе у хидратисане силикате, алуминате н ферате калциума, који су нерастворљиви у води. Како је у почетку процеса стврдњавања вода неопходна, нагло сушење је штетно. Жега, промаја, мраз и потрес штетни су само за време везивања и почетног стврдњавања. Запреминска тежина портланд цемента је 1—1,3 у растреситом стању.

Портланд цемент високе отпорности има исти састав као обични портланд цемент. Почиње да везује нормално (после 1 сата), али брже отврдне и постигне већу отпорност на притисак иего обични портланд цемент. Овај цемент производи се као обичан портланд цемент, али са тачнијим избором и прерадом сировине и финијим млевењем.

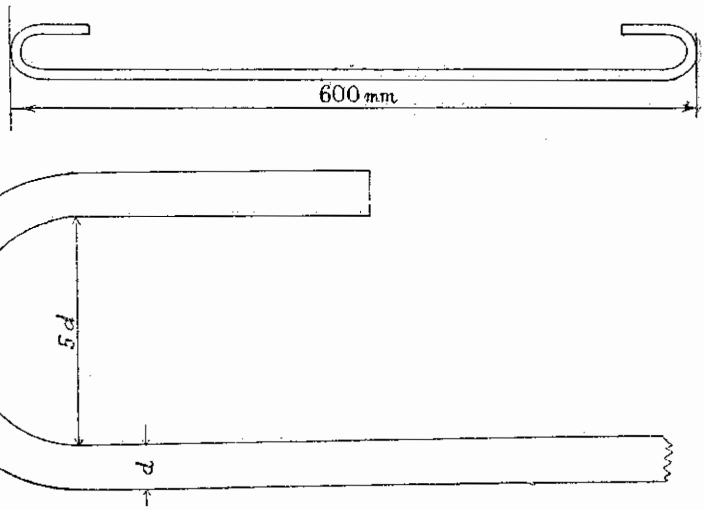
Топљени или алумиииски цемент добија се од минерала боксита и негашеног креча, који се излажу температури изнад топљења (1650°) у јамастој пећи са коксом као горивом. Топљени цемент је прах тамносиве боје, нешто је тежи од портланд цемента и финије млевен. Садржи исте састојке као портланд цемент, али садржи много више оксида алуминијума. Почиње да везује тек после 4 сата, али стврдњава брзо, тако да за отприлике 3 дана постигне чврстоћу коју портланд цемент високе отпорности постигне за 7 дана, а обични портланд цемент тек за 28 дана. Уз то је мало хигроскопан, отпоран је према солима, киселинама, а за време везивања довољно повећава температуру да се може употребити испод 0°C (до −15° C). Услед знатно више цене топљени цемент употребљава се место обичног портланд цемента само кад се изискује брзо стврдњавање, рад на мразу и отпорност према хемијским утицајима (морска вода итд.).

ЦЕМЕНТ

Б е л и ц е м е н т. Прави бели цемент је портланд цемент или топљени цемент код којих је оксид гвожђа сведен на највише 0,7°/₀, због чега је лепе беле боје, удружене са осталим добрим особинама портланд односно топљеног цемента.

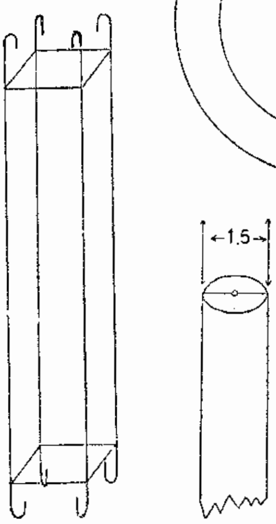
Р о м а н ц е м е н т добија се печењем лапорца испод тачке топљења (970–1000°). Меље се као остали цементи. Боје је жуте, мрке или црвенкасте. Брзо везује (7–20 минута). Услед неједнаког састава често има само половину чврстоће портланд цемента, који га је скоро потпуно потиснуо из употребе.

4. Гвожђе за арматуру



ГВОЖЂЕ

Сл. 50



Сл. 51 и 52

Округло гвожђе за арматуру бетонских стубова узима се пречника 6–7 mm. Шипке укупне дужине 77 cm савијају се према сл. 50. Арматура се поставља према сл. 51. Равни савијања шипки морају бити у дијагоналним равнима стуба. Шипке се везују жицом дебљине 2–2,5 mm.

Гвоздена шипка за обележавање центра (сл. 52) пречника 1–1,5 cm мора бити дужине 12 cm. Тежина четири шипке за арматуру једног стуба износи:

0,684 kg за шипке пречника 6 mm
0,930 kg „ „ „ 7 mm

В. *Израда бетона*

Везива. Код израде бетонских стубова као везиво употребљава се споровезујући портланд цемент. Портланд цемент високе отпорности и топљен цемент служе ређе, кад се изискује брзо извршење, повећана сигурност и, код топљеног цемента, још рад на мразу и отпорност према хемијским утицајима.

Агрегати. Правилан међусобни однос крупноће и распоред зрна агрегата, тзв. гранулометриски састав, од највеће је важности за чврстоћу и тврдоћу бетона. Према многобројно изршеним испитивањима најповољнија размера бетонског песка према шљунку је 1:2 до 2:3. Код природних мешавина песка и шљунка често овај однос не постоји, па се гранулометриски састав агрегата мора испитати и по потреби исправити.

Израда бетона зависи од размере мешања везива и агрегата и количине воде у смеси. Размера мешања може се изразити у запреминама према укупној запремини бетонског песка и шљунка (песковити шљунак), на пр. 1:5 или са посебно назначеним запреминама бетонског песка и шљунка, на пр. 1:1:2 (цемент:песак:шљунак). Према нормама у грађевинарству размера мешања изражава се као тежина цемента у килограмима према укупној запремини бетонског песка и шљунка за 1 m^3 готовог бетона, на пр. 300 kg цемента на 1 m^3 готовог бетона.

Према количини употребљене воде у бетонској смеси разликују се три врсте бетона: ИЗРАДА БЕТОНА

а) смеса мало влажна („као земља влажна") са око 4—7% укупне воде по запремини, за набијање;

б) пластична (мека) смеса са око 7 – 10% укупне воде по запремини, за армирање:

с) течна смеса са око 10 – 15% укупне воде по запремини, за ливење и убризгавање.

Наведени проценти воде односе се на потпуно суве агрегате. За исту размеру мешавине мало влажна смеса показује највећу чврстоћу на притисак, док са већим процентом воде, пластична и течна смеса, показује сразмерно мање чврстоће.

Утицаји процента воде на чврстоћу бетона

Количина воде	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
Просечна чврстоћа бетона на притисак у kg/cm^2	232	307	267	223	188	157	109	89

Бетон се справља претходним мешањем агрегата и цемента насуво, па се мешавина овлажи водом и измеша. Употреби ли се туцаник место шљунка, најпре се цемент и песак измешају насуво, мешавина се овлажи и измеша са овлаженим туцаником.

Армирање. Ојачавањем бетона шипкама од конструктивног гвожђа (челика) добија се армирани бетон. За армирано бетонске стубове најповољнији запремински однос песка према шљунку је 1:2 до 5:7. Максимална величина зрна агрегата не треба да буде већа од 30 mm.

Израда. Бетонска смеса мало влажна набија се у слојевима. Смеса се набија све док вода не избије на површину („док се не озноји"). Маса се распоређује дрвеном алатком убадањем, лаким набијањем и куцањем по оплати.

Поступци по изради. Брзим сушењем под утицајем припеке и ветра свеж бетон губи део потребне воде за везивање и стврдњавање цемента. Стога се свеж бетон мора чувати од припеке и ветра покривањем (2—3 дана) и одржати у влази (8—10 дана) сталним поливањем водом. При употреби обичног портланд цемента оплате се могу уклонити кроз 3—4 дана. При паду спољашње температуре испод $+5^0$ C рокови за уклањање оплате продужују се за број хладних, нарочито мразних дана.

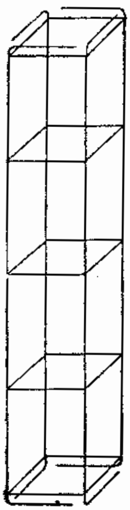
Запреминска тежина бетона је просечно 2,2, а код армираног бетона 2,4.

Недостаци код израђеног бетона. Крушење настаје код смрзнутог бетона или препосног, бетона израђеног од престарог цемента, као и услед недовољне влаге при стврдњавању бетона (недовољна количина воде при изради, ветар, припека, неполивање).

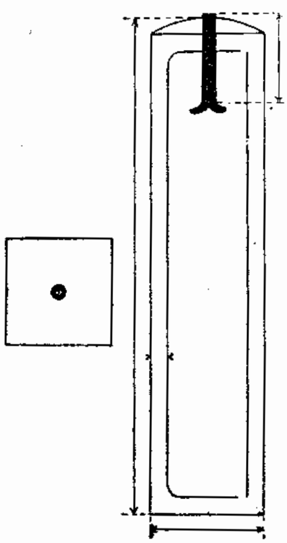
C. Састав бетона и облик стубова

При изради бетонских стубова за обележавање тригонометриских тачака препоручује се следећи састав бетона.

САСТАВ БЕТОНА



Сл. 53



Сл. 54

1. Однос песка и шљунка треба да буде 1:2, под условом да је највећа величина зрна агрегата 30 *mm*.

2. За 1,25 m^3 агрегата (песак + шљунак) узима се 350 kg споровезујућег портланд цемента врло доброг квалитета.

3. За наведене количине агрегата (1,25 m^3) и цемента (350 kg) потребно је око 150 литара воде, сматрајући да водоцементни коефицијенат треба да је 0,5 тј.

$$\frac{W}{C} = \frac{\text{Тежина воде}}{\text{Тежина цемен.}} = 0{,}5.$$

Свакако количина употребљене воде у бетонској смеси мора бити таква да смеса буде **мало влажна** (види под В. Израда бетона).

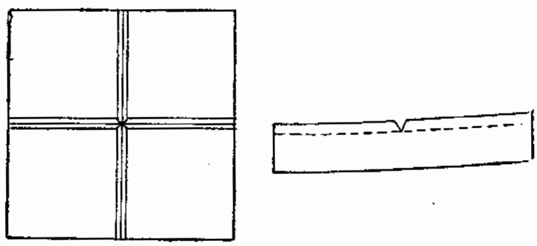
Арматура може бити према сл. 50 и 51, а може бити и простијег облика према сл. 53 са узенгијама на размаку од 15 cm.

Што се тиче облика стуба, то је пожељно да глава стуба буде заобљена тј. да има форму калоте према сл. 54 и да буде обрађена гладилицом.

Сем тога препоручује се да се глава стуба намаже машинским уљем, али тек онда када је бетон потпуно сув.

III Подземне белеге

Керамичке плочице израђују се пресовањем под великим притиском од спрашене глине са додатком фелдспата и пеку се до тачке топљења. За подземне белеге употребљавају се, углавном, оне плочице које у грађевинарству служе за подове. Плочице су квадратног облика са странама квадрата 13—15 cm и дебљине око 2—3 cm (уколико су дебље утолико боље). Пожељно је да на горњој површини плочице буду урезана два жљеба (сл. 55), чији пресек обележава центар белеге. Ако жљебова нема, онда се за центар узима пресек дијагонала.

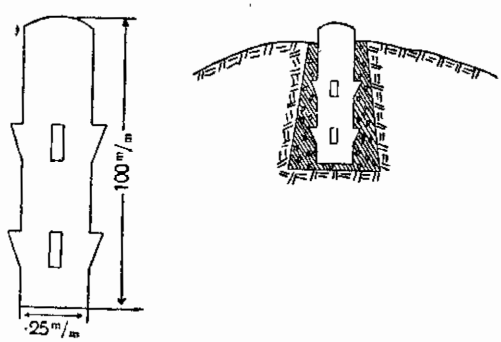


Сл. 55

Бетонске плочице за подземне белеге израђују се од бетонске смесе исте размере као и за бетонске стубове. Димензије су 5×15×15 cm. Центар се обележава гвозденим клином усађеним у бетон када је процес стврдњавања тек отпочео, а може бити обележен и урезаним крстом.

IV Гвоздени репери за обележавање тригонометријских тачака постављених на стенама

За обележавање таквих тачака употребљавају се гвоздени репери облика и димензија према сл. 56. Репер се усађује вертикално и залива цеметиим малтером размере 1:2 (сл. 56).

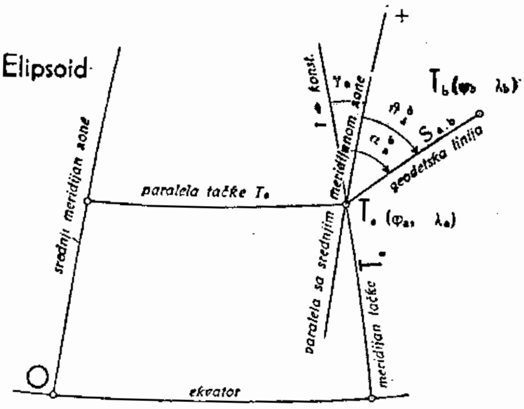


Сл. 56 →

ЗАПАЖЕНЕ ГРЕШКЕ

Редови се одбројавају у сваком члану посебно. При том ознака g значи: одозго, а d одоздо, на пр. „2 5 1. g“ значи: страна 2, члан 5, 1. ред одозго у том члану. Текст који претходи отштампаном исправљеном тексту и који му следи означен је тачкицама.

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
1	—	Норма при дну стране лево	Триангулација I
2	5	1. g	Да би линеарне деформације....
2	6	2. d, 1 d	... (сем тачака 1. реда)....
3	9	Маргинал	**ОДРЕЂИВАЊЕ ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ....**
5	15	Маргинал	**ЗАМЕНА ТРИГОНОМЕТРИЈСКЕ МРЕЖЕ ПОЛИГОНОМЕТРИЈСКИМ ВЛАКОВИМА**
7	19	3. d	....попуњавајуће мреже 2. реда;
9	20	10. g	....ексцентрицитета (отстојања и угла);
	21	Маргинал	**ОПИС ТРИГОНОМЕТРИЈСКИХ ТАЧАКА**
	21	4. d	....торањ, димњак, пирамида и т. сл)....
	21	Испод Прилог 5 изостављен је маргинал	**ТРИГ. ОБР. БР. 27 Т**
11	23	14. и 15. g	....треба алхидаду поставити....
13	24	20. g	10″ „ „ основне мреже 3. реда
15	25	1., 2. и 3. g	Шрајберова метода, која се примењује код мреже 2. реда а у случајевима наведеним у чл. 22, састоји се у следећем:
	25	Маргинал	**ШРАЈБЕРОВА МЕТОДА ...**
16		У Примедби 2. d, у средњем ступцу	(1.3)=(1.2)+(2.3)
20		Средња таблица, Стубац „Угао“ између (1.3) и (1.6) истављено је	(1.4) (1.5)
		Уместо 1.2) и 3.5)	(1.2) (3.5)
21		Таблица лева горе, стубац четврти, 3. d., уместо 174.6	171,6
		Таблица десна горе, стубац четврти, 10 g, нечитко	128,6
		стубац пети, 10 g, уместо 2,9	12,9
24	29	13 d	....без померања лимба....
25		Сл. 4	Сл. 4 треба окренути за 180°

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
27	31	У сл. 5 Код Z уместо $(a)_c$ и $(a)_k$	a_c a_k
28	32	4. и 5. g	Отстојање e мери се....
		12. g	....између трагова пројецирајућих.....
		1. d	...., температуре и угиба пантљике.
29		Формула за Δu	$\Delta u = -\dfrac{8}{3}\,\dfrac{u^2}{D_y\, m}$ (у метрима)
		Испод исте формуле	где је u угиб пантљике....
31		Сл. 9	Нумере тачака, слева удесно су: T_1 (ренер), T_2, T_3, T_4 и T_5. Код T_4 основица је a_2. Напрама страни T_3 T_4 је угао β_3.
33	35	2. g	....тачака чија је....
34		Сл. 13, уместо a_z	$(a)_z$
35		Сл. 14	Круг кроз T_1, T_2 и T_3 је K_3.
36	37	2. d	У том случају....
37	38	10 g.	3. За одељивање децималних....
39	40	10. d	....$=0{,}003\ 359\ 6\cos^2\varphi\ \tau_1'=$....
40	43	2. d	....онда се код ордината могу....
41		Примедба при дну, 1. d	ским путем ...
42		10. g	....модулом m_0 (чл. 5) тј.
		У сл. 15, код X-осе	$+X$
		У сл. 15, лево, између почетка 0 и +X	$\overline{x}$ $\overline{X}$
43	47	Испуштена је слика 16	
		У примедби, при дну, 1. g	....тангента на елипсоид....
44		Сл. 17 Уместо $C_a-\gamma_a$ и C_a	$c_a-\gamma_a$ и c_a
		Уместо; меридијаном тачке T_1	меридијаном тачке T_a
45		3. d лево	$=0{,}000\ 004\ 848\ 1$
46	49	10. d	$s'_{\overline{a}\cdot\overline{b}}$ — дужина пројекције....

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
46		Сл. 18, лево, између 0 и $+x$	$\Delta \bar{x} = \bar{x}_b - \bar{x}_a$
		У средини горе	$\bar{y}_a, \bar{y}_b$
		Доле десно	$\Delta \bar{y} = \bar{y}_b - \bar{y}_a$
		Десно горе	$w_b^a, -w_a^b$
48	50	7. и 6. d	1,3 1,2
	51	1. g	....у одређивању разлике....
49		8. d	....величине ω_a' и ω_b' узимају се....
50		У формули (5)	$\sigma = \frac{10^7\ M}{6\rho''^2} \cdot l^2 = \ldots.$
51		16. d	....негативне, такође се....
53		10. и 11. g	....,што је уосталом....
		14. g	....формуле:
		7. d	$\ldots. - tg^2\ \varphi + 9\ \eta^2)$
53		4. d	Логаритми величина (y_1), (y_2)....
54			....ако је ширина $\varphi > 45^0\, 02'\, 51'', 93$.
	53	6 g	
	54	7. g	$\log \frac{N_{90^0}}{\rho''^3} =$
61		Формула (2)	$\ldots. = \bar{x}_a + u + (d) - (e)$
64	59	13. d	....за аргуменат $\bar{x}_m$.
		8. 7. d	....за аргуменат $\bar{x}_m$.
		1. d	$\ldots. = \log(s_{a \cdot b}\ \cos\vartheta) - \ldots.$
65		1. g	....при рачунању $\log s_{a \cdot b}$ по....
		12. d	(Рачунске....
		9. d, формула (12)	$\ldots. = k_1\ (\bar{y}_m \cdot \Delta\ \bar{x}) - \ldots.$
		7. d	....аргуменат $\bar{x}_m$.
66		У маргиналу, горе	...**КЛАРКА**
67		2. g	....из Таблице XVII....
		17 d	....помоћу логаритамских таблица.
69		У формули (15)	$M\ \beta_1$
		12. d	Логаритам величине....
70	62	Форм. (2)	$\log\ s'\ _{a \cdot b} =$
71		3. g формула (9)	$\ldots. + \frac{1}{2}\ k\ \delta'^2$
72		14. g	....формули (62.14)....
73		У формули (6)	$\log\ \delta = \log \frac{m}{\cos \frac{\Delta\ \varphi}{2}} + \ldots.$
		У формули (12)	$\ldots. = \frac{k}{2\ a^2}\ r^2\ (\ldots.$

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
74		20. d	$\log \frac{N}{\rho''}$ узима из Таблице IV,....
75		У сл. 20	Ордината тачке t треба да буде означена са $\overline{y}\,n$
76		14. g	....константне величине....
77		У маргиналу	(KRÜGER)
		12. g	....$\varkappa_5\, g^5 \cos(5\, t+\omega_5)$
78		У формули (4)	....$-Q_9\, \overline{y}^4$
79		13. d	2. За трансформацију....
		5. 4. и 2. d уместо $\breve{\overline{y}}$	$\overline{y}$
81		Доњи леви угао	....предзнак позитиван (+)
82	66	10 g	....случајевима....
		17. d	....у такве свеске.
		7. d	....(теодолити типа Вилда).
83		13. d	$\frac{[3]+[4]+[6]+[7]}{4}=[9]$
		12. d	где су [3], [4], [6] и [7]....
		11. d	а [9] је збир
		10. d	....у ступцу 9 из читања....
		1, d	$[10]+a_0 \,.\, n=[9]$
84		5. g	[10] — збир редукованих средина у 10 ступцу.
86		18. g	) У 13. ступну....
		9. d	$\frac{[3]+[4]+[6]+[7]}{2}=[9]$
		7. d	$[5]+[8]=[9]$
		5. d	$[5]-[8]=[11]$.
87		У сл. 22	Правац 0^0-180^0, односно 90^0-270^0, треба да је вертикалан, односно хоризонталан.
88		3. g	$[3]+[4]=[5]$
		4. g	$[3]-[4]=[7]$
		5. g	$[4]-[3[=[7]$
89		5. d	....$=(1.3)_s-(1.3)_n$
90		17. d, у бројитељу	....+/(1.4)—(2.4)/. 1+....
		16. d „ „	....+/(1.s)—(2.s)/ . 1
		14. d „ „	....+/(2.s)—(3.s)/.1
		1. d	....поправака....
91		У таблици, испод „Основна мрежа“	$M=4'',5\sqrt{\frac{s}{n}}$
		4. d	....бити већа од:
92		У маргиналу	....ПРАВАЦА ОПАЖАНИХ ПО ГИРУСНОЈ....
93	69	16. d	2. Према чл. 24 (стр. 11),....
94		9. d	....$=\frac{[(m)]-[(a_2)]}{s_2}$

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Т р е б а
96		16. g	$\ldots = (m)_1 - (a_1)_1$;
97		8. g	$(m)'_2 = \frac{(a_1)'_2 + \ldots}{n_2} =$
98		12. g	s — „ опажаних тачака
		18. g	$\ldots = d'' = (m)' - (a)')$
99		15. g	$\Sigma\,[(d_k)^2_p]$ — сума квадрата....
		2. d	.... t број....
100	71	10. g	....тачке — станице.
		13. d	μ — средње....
101		8. g	с) Рачунају се....
		12. g, уместо $(\nu^2)'$	$(\nu_2)'$
102		У сл. 22	Страна АР је c_2 Правац са В на Р је b_p
103	72	8. g	$a_b = a_p + \psi = a_q - (\alpha_2 - \psi)$
104		4. g	$\gamma \approx \beta \approx 75^0$
106		У сл. 28 уместо φ	Угао $\measuredangle\, ZsB$ је ψ; страна sTn је d_s.
107		У сл. 29	Угао код Z је α_3 Код углова β је тачка B
108	73	9. g	....отстојања (тачка 3 ов. чл.) или....
109		У сл. 30	Дужине страна $T_0 Z$, $T_1 Z$ и $T_k Z$ означене су правилно са d_0, d_1 и d_k; а исти правци треба да буду означени са a_0, a_1 и a_k
110		У маргиналу	ТРИГ. ОБР. БРОЈ 4а долази испод „Прилог 34“
111		10. g, формула (5) у именитељу уместо $d_x - e\cos i_z$	$d_z - e\cos i_z$
		3. и 2. d	....одузимањем нравца на центар од правца на тачку T_k тј.
112		У формули (12)	$i_c = \nu_c^k - \nu_c^z$
		У формули (14)	$\nu_c^z = \nu_c^n + (a)_z$
113		У маргиналу	ТРИГ. ОБР. БР. 28
114	77	4. d	....углови β и γ....
115		Десна страна формуле (2)	$\ldots = c.\, tg\alpha_3 - c.\, tg\alpha_4$
		5. d	... јабуке испод крста....
		3. d	....треба измерити:
118		У сл. 37	Угао при А је ω_a
120		1. и 2 g	....рачунањима....
		Код тач. с) и d) испуштени маргинали	**Прилог 38** ОПАЖАНИ И ДЕФИНИТИВНИ ПРАВЦИ **Прилог 39** СФЕРНИ ЕКСЦЕС

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
		Код тач е) испуштени маргинали	**АДИТАМЕНТИ** **Прилог 40**
		У формули (3)	$\ldots = \frac{\rho}{2\, r_m^2} \quad \frac{c^2 \sin\alpha \sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$
122		У формулама под (1), уместо: $=180_0+\varepsilon''$	$180^0+\varepsilon''$
		1. d	оник итд.).
124		У сл. 41	Правац AC је 1 „ CB је 9
		Код формула (4) фали маргинал	**Прилог 44**
126		Сл. 43, десна	У равном троуглу обележеие страпе имају ознаке S_1' и S_2'
127		У формули (1) први ред гласи:	$\Delta_{2-1}(1) - \Delta_{2-1}(2) + \Delta_{4-3}(3) - (\Delta_{5-4}+\Delta_{4-3})(4) + \ldots$
131		10. g	....скици мреже,....
		24. g	....веза не припада....
		29. g	....друга затворена геометријска фигура....
132		13 g	....систем ABCDEF са полом....
		15. g	Брисана је страна AB.
136	87	6. d	.. .не смеју бити веће од:
	88	6. d	....једначине у општем....
137		1. g	....мреже 2. и нижих редова....
		11. d	....се редом бројеви поправака.
138	88	2. d	[cs] = ...
139		7. d	....постављени су....
141		У рубрици 5 под f „ „ 8 „ S	У углу десно не треба 1 S_1 уместо S_{r1}
			Број једначине II_r из рубрике 11 прелази у рубрику 10
145		Сл. 53	Азимут са A на F је α_a^f Угао $\sphericalangle\, FED$ је α_4
149	98	3. g	....поправке u за свођење
		3. d	Поправке u се узимају из....
155		У маргиналу	....**дирекционих**....
159		20, d, испуштена реченица	....и унутарње правце. Овим не само што се упрошћава рачунање, него се осетно повећава и сигу́рност одређивања координата тачака. Међутим, ако....
159		При дну ознака члана	**[105]**
160	107	6. g	....тачке: y_0, x_0.
163		У формули (12)	$y_p = y_b + \Delta x \operatorname{ctg} \delta_b$
		1. и 2. d	....са предзнаком.......
		У сл. 63 уместо $x_p - x_0$	$x_0 - x_p$, а $x_0 - x_0$ је непотребно
164		У формули (16)	$y_0 = y_a +$

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
164		Код формуле (16) уместо (108.16)	(16)
166		У формули (4) уместо $\frac{1}{2}$ [φ—ψ)	$\frac{1}{2}(\varphi-\psi)$
		Број за формулу (11)	долази код $\nu_b - \nu_a = \alpha + \beta$
168		Изнад сл. 63 фали маргинал	**Прилог 75**
		Први ред формуле (24)	$y_k = y_a + \Delta y_a^k = y_b + \Delta y_b^k$
169	109	За ред 5. и 6. d фали број формуле	(30)
170		У формули (1), први ред	$\nu_1 = \varphi_1 + \nu_1$
		Став испред формуле (2)	Између дефинитивних дирекционих углова ν (срачунатих из дефинитивних координата датих тачака и тражене) и приближиих дирекционих углова *n* (срачунатих из дефинитивних координата датих тачака н приближних координата тражене) ностоји однос:
		У формули (3)	$n_i = \operatorname{arc\,tg} \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0}$
171	111	1. g	У случају пресецања назад или комбиноваиог....
	111	6. g	....праваца (в. једи. (110.6) и (110.7)),
	111	10. g	....„датих“ тачака и правца....
172		У формули (12)	Треба реч „или“ преместити између левих и десних формула
174	112	8. d	red $a_2 \,.\, s_2 \,.\, u$
		5. d	....једначина и збирова....
	113	5. d	а) Из прве....
	113	1. d	$\left(B_2 - \frac{B_1}{A_1} B_1\right) \Delta y + \left(F_2 - \frac{F_1}{A_1} B_1\right) = 0$
175	113	10. g	....пробе", према којој....
176		Форм. (6) први ред	$y = y_0 + \Delta y$
177		За формуле под а) фали број	(12)
		За формуле под b) фали број	(13)
180		22. g	...., $b_i\, b_i$, $a_i\, s_i$, $b_i\, s_i$ и ....
181		Код тач. 1. и 2. фали маргинал	**Прилог 76** **ТРИГ. ОБР. БР. 10 (МАШИНОМ)**
181		У формули (7) у бројитељу	$\Delta y_0 \,.\, i$
182		Испод маргинала	**Прилог 75**
183	116	4. d	....за изравнање координата....

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
185		Формуле при дну имају број	(9)
189		У формули (25)	$u_I = v_I - (\varphi_1 \pm 180^0) = v_I$
			$u_N = v_N - (\varphi_N \pm 180^0) = v_N$
			$\mathrm{red}\ u_I = u_I - \frac{[u]}{N+1} = v_I$
		„ „ (26)	$\mathrm{red}\ u_N = u_N - \frac{[u]}{N+1} = v_N$
190	119	4. d	....начином изравнања не би могло....
	120	У маргиналу уместо Прилог 74	**Прилог 70**
	120	У маргиналу	[БР. 33]
191		При врху стране фали маргинал	ТРИГ. ОБР. БР. 33
		23. g	....од ових праваца поправака w_a^b тј.
		У формули (5)	$....-(a_s \pm 180^0)]$
		„ „ (6) први ред	$.... = \delta + w_a^b - \sigma_u$
192		Код тач. 10. фали маргинал	ТРИГ. ОБР. БР. 33
		18. g	....из дирекционих углова v додавањем
193	120	1. d	....а поправке за....
194		У формули (4)	$= a_1\, \Delta x_2 + b_1\, \Delta y_2 + \Delta z_1 + f_2.$
195		11. d	....тежина спољњег и унутарњег....
197		1. g	3 децимална места
		Поред тач 5 фали маргинал	ТРИГ. ОБР. БР. 33д ЗА ВИШЕ ТАЧАКА
199		1. g	те према томе:
		У формули (15)	$v_2 = F_2 - \frac{[F]}{n_2+1}$
		11. g	..., односно $A_u + O_0$
		18. g	....(в. јед. (121.10)).
		9. d код формуле за m фали број	(18)
		7. d	....рачунајући и правце....
		5. d	....сваку дату тачку);
		2. d	....са којих су вршена....
200		3. d	....се сада одређује „блиска“....
201		5. g	....угловима v_K^G, v_L^G, v_M^G .... додају....
202		8. g	.. .у једначину (122.2)....
		У формулама (7)	$\varphi_B^K = a^K + 0$
			$\varphi_B^L = a^L + 0$
			. . .

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Треба
203		У формули (8) у бројитељу за S^L је знак +	$(\varphi_L^B \pm 180^0).\ P_{L.B} + \varphi_B^L . P_{B.L}$
		11 g	. . ., када су ови оријентисани помоћу...
203		16. g	...., као и у случају унутарњих....
204		6. d	Овакво изравнање....
205		8. g	1. У 2. стубац....
		9. g	У 4. стубац....
		10. g	...., а у 6. стубац....
		12. g	У 3. ступцу означава....
		13. g	...., а у 5. ступцу се означава ...
		16. g	....збира висинских разлика....
206		10. g	....и уписују се у 7. стубац
207	124	1. d	Срачуната тежина влака уписује се у Примедби.
208		5. d	. . .апсолутних висина полазних тачака,....
209	125	3. g	....бити случај само у....
211	126	7. g код формуле фали број	(4)
	126	5 d	....висинских разлика,
	127	4. g	....скица мреже.
		У формулама под (1), други ред:	$\ldots + \ldots - (H_B + h'_2))$
		последњи ред	$\ldots + \ldots - (H_K + h'_n))$
		2. d	$H_A,\ H_B, \ldots H_K -$
212		У формулама под (2) последњи ред	$\ldots + \ldots - (H_K + h'_n) = f_n$
		Тач. 4 1. d	. . .по поступку објашњеном у чл. 89 (Шема: Прилог 82).
213		14. g	где су:
		Поред формула (3) фали маргинал	**УСЛОВНЕ ЈЕДНАЧИНЕ**
		Код формула (3)	За I полигон: За II „ За III „
214		9. d; брише се: (шема: Прилог 82)	....објашњен у чл. 89.
220		Скр. ознака под ред. бр. 98, уместо $Д_{27}$	$Д_{23}$
220		Ред. бр. 119	Косовска Митровица *
		Ред. бр. 181	Љубљански — околица
223		Ред. бр. 42 Бела Црква, скраћена ознака	$Б_{11}$
		Ред. бр. 46, Нова Варош скраћена ознака,	$Н_7$
226		Ред. бр 66, Чренсовци	$\overset{+}{\text{II}}$ 59 $\quad \overset{+}{\text{II}}$ 60
		„ „ „ Мур. Субота	I 387 $\left(\dfrac{2}{13{,}2}\right)$

Страна	Члан	Место где се налази грешка	Т р е б а
227		Ред. бр. 71	136 Ровишће
		„ „ 81	82 Храшчина
230		Под H=3,98, Свега m^3	0,308
232		Осма рубрика одозго	Ленгери
236		Шеста „ „	Први венац
238		Стуб за инструменат, треће поље одозго, нечитко	1x6,00x ∅ 0,20
239		Стубац 20 m, последње поље, нечитко	0,089 32x0,55x ∅ 0,[illegible]8
250		Доњи леви угао	Скела за осматраче
260		Лестве, под 9,34 m	0,150 12x0,05x0,05 24x0,10x0,05
267		Заглавље, претпоследњи стубац	Запремна тежина
272		Таблица C Завртњи, заглавље, претпоследњи стубац	Дебљина *b* у m/m
272		Слика завртња, дужина L вретена нечитка	*L*
274		9 d	....(стрми, брдовити предели);
271		1. d	...., па тек онда пирамида за
279		2. g	... према димензијама венаца....
281		Сл. 34	Крајњи колац десно треба означити са *A* (в. сл. 31).