

ს ნ ბ ა ნ ი

ქართული		რუსული		ლათინური			გერმანული		
ა	ა	А	а	A	a	ა	A	α	ალფა
ბ	ბ	Б	б	B	b	ბე	B	β	ბეტა
გ	გ	В	в	С	с	ცე	Г	γ	გამა
დ	დ	Г	г	D	d	დე	Δ	δ	დელტა
ე	ე	Д	д	E	e	ე	Ε	ε	ეფსიონი
ე	ე	Е	e	F	f	ფე	Z	ζ	ძეტა
ზ	ზ	Ё	ё	G	g	გე	H	η	ჰეტა
თ	თ	Ж	ж	Н	н	ნე	Θ	θ	თეტა
ი	ი	З	з	J	i	ი	I	ι	იოტა
კ	კ	И	и	J	j	იი	K	κ	კაპა
ლ	ლ	Й	й	K	k	კა	Λ	λ	ლამბდა
მ	მ	К	к	L	l	ელ	M	μ	მიუ
ნ	ნ	Л	л	M	m	ემ	N	ν	ნიუ
ო	ო	М	м	N	n	ენ	Ξ	ξ	ქსი
პ	პ	Н	н	O	o	ო	O	ο	ომიკრონი
ქ	ქ	О	о	P	p	პე	Π	π	პი
რ	რ	П	п	Q	q	ქე	P	ρ	რო
ს	ს	P	p	R	r	ერ	Σ	σ,ς	სიგმა
თ	თ	С	с	S	s	ეს	T	τ	ტაუ
უ	უ	Т	т	T	t	ტე	Υ	υ	უფსილონი
ფ	ფ	У	у	U	u	უ	Φ	φ	ფი
ქ	ქ	Ф	ф	V	v	ვე	X	χ	ხი
ღ	ღ	X	x	W	w	ღებღე	Ψ	ψ	ფსი
ყ	ყ	Ц	ц	X	x	იქს	Ω	ω	ომეგა
შ	შ	Ч	ч	Y	y	იგრეკ			
ჩ	ჩ	Ш	ш	Z	z	ზეტ			
ც	ც	Щ	щ						
ძ	ძ	Ъ	ъ						
წ	წ	Ы	ы						
ჭ	ჭ	Ь	ь						
ხ	ხ	Э	э						
ჯ	ჯ	Ю	ю						
კ	კ	Я	я						

## 6. თ ე ვ ა ძ ე

მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული მოღვაწე,  
ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

# ს ა ი ნ ჟ ი ნ რ ო გ ე ო ლ ე ზ ი ა

## IX

(ფოთოგრაფიული საფუძვლები)

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური  
განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სა-  
ხელმძღვანელოდ უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლე-  
ბის სტუდენტებისათვის

საინჟინრო გეოდეზიის მეცნიერ ტოში — ტოპოგრაფიული სამუშაოები<sup>1</sup> აღსანიშნავია გეოდეზიური სააგეგმველი საფუძვლებს და აგეგმვებს თეოდოლიტური სელებისა და აგეგმვების, თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული სელებისა და აგეგმვების, ტაქსომეტრიული სელებისა და აგეგმვების, მენზურული სელებისა და აგეგმვების სახით. წიგნი განხილულია საკითხები: ასლების გადაღებისა და ნახევრად ინსტრუმენტული და თვალზომითი აგეგმვების, ფართობების გამოთვლების, გეგმური სინკინრო-გეოდეზიური საყრდენი სპეციალური ქსელების, საინჟინრო ნაგებობების პროექტისა და ნორმატიული დოკუმენტების, გენერალური გეგმებისა და სამშენებლო ბაღის, სამრეწველო ნაგებობის და აგარეგაციების აგეგმვის შესახებ და სხვა.

წიგნი სრულად აკმაყოფილებს საინჟინრო-გეოდეზიური და სამარკშეიდერო სპეციალისტების სტუდენტებისათვის განკუთვნილ პროგრამებს. იგი შეიძლება გამოიყენონ წარმოების მუშაკებმა და პოლიტექნიკური ინსტიტუტის იმ სტუდენტებმა, რომელთაც ეთმობათ გეოდეზია.

#### რ ე ც ე ნ ზ ე ტ ე ბ ი :

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო მექანიკის და სუბსტრუქტურის ინსტიტუტის განყოფილების ზელმკლავნელი, ტექნიკური მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფესორი შ. ნაფცევაიძე

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კარტოგრაფიისა და გეოდეზიის კათედრის გამგე, გეოგრაფიულ მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, პროფესორი ა. ახლანიაშვილი.

ნაშრომი რეკომენდებულია ვ. ი. ლენინის სახელობის საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის საშოთა ფაკულტეტის სამეცნიერო სიბჭოს მიერ

**ბიოლოგიური სამუშაოები**

**(გეოდეზიური სააგეგმო სვლები და აგეგმვები)**

თ ა ვ ი I

**თეოდოლიტური სვლები და აგეგმვები**

9. 1. 1. თეოდოლიტური სვლები . . . . .	9
9. 1. 2. თეოდოლიტური სვლების მიზმა საყრდენ გეოდეზიურ პუნქტებზე . . . . .	11
9. 1. 3. ბეროფოტოსურათების მიზმა . . . . .	13
9. 1. 4. თეოდოლიტური სვლის ადგილზე დანიშნა და საჭირო გაზომვები . . . . .	14
9. 1. 5. თეოდოლიტური სვლების თარაზული კუთხეების გასწორადება და გვერდების დირექციული კუთხეების გამოთვლა . . . . .	20
A. შეკრულ პოლიგონში . . . . .	21
B. ღია პოლიგონში . . . . .	27
9. 1. 6. თეოდოლიტური სვლების პუნქტების მართკუთხა კოორდინატების გამოთვლები . . . . .	29
A. შეკრულ პოლიგონში კოორდინატთა ნაზრდების გასწორადება და პუნქტების კოორდინატების გამოთვლები . . . . .	29
B. ღია პოლიგონში კოორდინატთა ნაზრდების გასწორადება და პუნქტების კოორდინატების გამოთვლები . . . . .	33
9. 1. 7. პორიზონტული აგეგმვების მეთოდები . . . . .	35
A. პერპენდიკულარების ხერხი . . . . .	35
B. პოლარული ხერხი . . . . .	38
C. ბიპოლარული ხერხი . . . . .	39
D. გასწვრივობის ხერხი . . . . .	41
E. ფარგის სიგრძე სვლის ხერხი . . . . .	41
F. ბუსოლური პოლიგონის ხერხი . . . . .	42
9. 1. 8. ადგილის პორიზონტული აგეგმვა . . . . .	43
9. 1. 9. რუკაზე (გეგმაზე) პოლიგონის აგების დაბალი სიზუსტის მეთოდები . . . . .	46
A. ცნობილი მიმართულებების შესაბამისად გეგმაზე ან რუკაზე ხაზების გატარება . . . . .	46
B. პოლიგონის აგება გვერდების ცხრილური კუთხეების (რუგმებისა) და სიგრძეების მიხედვით . . . . .	47
9. 1. 10. კოორდინატების ბადის აგება. პუნქტების გადატანა ქალაქში მათი კოორდინატების საშუალებით . . . . .	51
A. კოორდინატთა ბადის აგება ფ. დრობიშვიცის სახაზავით და შემოწმება . . . . .	52
B. ბადის აგება შტანგენფარგლით და ენევის ან სამიხნე სახაზავით შედარებით მცირე სივრცეებზე . . . . .	55
C. ბაღზე კოორდინატების საწყისი წერტილის დანიშნა და მოცემული მასშტაბის შესაბამისი მანძილების წარწერები, პუნქტების გადატანა გეგმაზე მათი კოორდინატებით . . . . .	55
9. 1. 11. გეგმის შედგენა პორიზონტული აგეგმვის მონაცემებით. გეგმის გაფორმება . . . . .	57

თ ა ვ ი II

**თეოდოლიტ - ტაქომეტრიული სვლები და აგეგმვები**

9. 2. 1. თეოდოლიტ - ტაქომეტრიული სვლები . . . . .	95
9. 2. 2. თეოდოლიტ - ტაქომეტრიული სვლის აგება . . . . .	97
9. 2. 3. თეოდოლიტ - ტაქომეტრიული სვლის გამოთვლათი სამუშაოები . . . . .	103

9. 2. 4. თეოლოღტ - ტაქოშტროიელი აგეგმევი	109
9. 2. 5. თეოლოღტ - ტაქოშტროიელი აგეგმევის შეღეგებით ტოპოგრაფიული გეგმის შეღგენა	111
9. 2. 6. კუთხეების აგება და გაზოშეა მათი შესაბამისი რკალების მოშქიშევი ქორღებით	112
9. 2. 7. სინშეშო შეგალითები	114

თ ა ვ ი III

ტაქოშტროიელი ხეღეხი და აგეგმეხი

9. 3. 1. ტაქოშტროი - აეტოშტიები	148
A. ტაქოშტროი - აეტოშტი დალტა — 020 და 010	148
B. ტაქოშტროი - აეტოშტი TA — 2	151
C. ტაქოშტროი-აეტოშტიების შეშოშეხი და შესწორეხი	151
D. იღგოღზე სოღრტეო წერტიღების შერეგეა და კროკების შეღგენა	153
E. წელიღღებისა და რელიეფის აგეგმეა	154

თ ა ვ ი IV

შენშულერი ხეღეხი და აგეგმეხი

9. 4. 1. შენშულერი - ტოპოგრაფიული აგეგმევის არსი	161
9. 4. 2. გრაფიული აგების ზოგოერი შუკღომა და მათი შეშეირების ღონისძიეხები. პღანშეტზე პარღლული ხაზების გატარეხი	163
9. 4. 3. პღანშეტზე არსებული წერტიღების გაშოეგებით აღგოღის წერტიღების პღანშეტზე გღღტანა გღღკეღების ხერიხი	166
A. პირღაპირი გღღკეღების ხერიხი	166
B. შებრუნებული გღღკეღების ხერიხი	167
C. პოტენოტის ამოკანა	171
a. ბეღელის ხერიხი	171
1. ბეღელის ხერიხი პოტენოტის ამოკანის ამოხსნის ხარისხზე სღჰენი წერტიღის სგღღასხეა შღღბარეოზის გეღღენა	173
b. ღემანის ხერიხი	176
c. ზოლოტოვის ხერიხი	177
d. გღღკეღებით გინსაზღღერი წერტიღების სიშღღეღების გამოთღღები	178
E. წეღი წერტიღის შღღბარეოზის გინსაზღღერი პღანშეტზე	179
9. 4. 4. პღანშეტის გაშღღბეა და შენშულერი აგეგმევისსათეის გეღღორშეა	180
A. სღჰერი ინსტრუმენტები და ხელსღწეოები	181
B. დღღღების შესრუღების თანშეიღღერიოზი	181
a. ხისტი სღღუღღის გაშღღბეა და შიშეგრეხი შენშულის დღღღზე	182
b. პღანშეტზე კოლოშტროი ზღღის აგეხი	182
c. სღღეგეშო ტრღჰეიის წვეროების შარტეოთი კოორღინღტების გამოთღღები	182
d. პღანშეტზე ტრღჰეიის წვეროების და გეოღღეზიურღ სღღუღღელის პუნქტების შარტეოთი კოორღინღტების აგეხი	186
e. შღღანშეტზე სოღრტეოციო ხაზის დღღღშენა	186
f. სისიშღღო კღღკის დღღღბეა	188
g. პღანშეტზე „შერღღის“ (სამოსის) დღღღბეა	188
h. შენშულერი აგეგმევისსათეის სღღეღე შერღღლის დღღღბეა	189
9. 4. 5. შენშულის დღღღბეა სღღღრზე	189
9. 4. 6. გეოშტროიული ქსეღის პრეჰტის შეღგენა, რეკოგნოსიერიოზი და იღგოღზე პუნქტების დღღღბეა	194
9. 4. 7. პღანშეტზე გეოშტროიული ქსეღის პუნქტების შღღბარეოზის აგეხი და მათი ნიშნუღების გინსაზღღერი [1]	196
9. 4. 8. გეოშტროიული ქსეღის იშღღტეღების გინსაზღღერი და ნიშნუღების გამოთღღები, გინსაზღღერი პუნქტის ნიშნუღის გინსაზღღერი	201
9. 4. 9. შენშულერი ხეღეხი	205
A. რეკოგნოსიერიოზი და სღღის წვეროების აღღღზე დღღღშენა	206

B. ძირითადი სელის აგება . . . . .	207
C. გადასასვლელი წერტილები და მათი აგების მეთოდები . . . . .	211
D. სააგეგმვო სვლები (ინსტრუმენტული და ბუსოლური, თითო პუნქტის გამოშვებით) . . . . .	213
E. ანალიზური მეთოდით სააგეგმვო ქსელის შექმნა . . . . .	218
9. 4. 10. მენზულური ტოპოგრაფიული აგებმები . . . . .	218
9. 4. 11. მსხვილმასშტაბიანი მენზულური აგებმები . . . . .	237

თ ა ვ V

**ასლების გადაღება, ნახევრად ინსტრუმენტული და თვალზომითი აგებმები**

9. 5. 1. პლანშეტისა და გეგმების ასლების გადაღება ორიგინალის ან შემცირებულ მასშტაბში . . . . .	238
A. პროპორციული ფარგალი და მისი საშუალებით ასლის გადაღება . . . . .	238
B. პანტოგრაფი და მისი გამოყენება . . . . .	239
C. ასლის გადაღების გრაფიკული მეთოდები . . . . .	242
D. სინათლის მეთოდით ასლის გადაღება . . . . .	243
9. 5. 2. ნახევრად ინსტრუმენტული, აეროვიზუალური და თვალზომითი აგებმები . . . . .	243
A. ნახევრადინსტრუმენტული აგებმები . . . . .	243
B. აეროვიზუალური აგებმები . . . . .	245
C. თვალზომითი აგებმები . . . . .	245

თ ა ვ Vi

**ფართობების გამოთვლები**

9. 6. 1. ადგილზე განაზომთა საშუალებით ფართობების ოდენობების განსაზღვრა . . . . .	250
A. გეომეტრიული ხერხი . . . . .	250
B. ანალიზური ხერხი . . . . .	250
9. 6. 2. რუკაზე განაზომთა საშუალებით ფართობების ოდენობების განსაზღვრა . . . . .	254
A. გრაფიკული ხერხი . . . . .	254
B. უჯრედიანი კალკის (ცვალულის) და სერსეროთის ხერხი . . . . .	256
C. აწონვის ხერხი . . . . .	257
D. შეკანაიური ხერხი . . . . .	259
a. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრი . . . . .	259
I. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის პირველი სისტემა . . . . .	259
II. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის მეორე სისტემა . . . . .	261
III. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის თეორია . . . . .	262
IV. პლანიმეტრის მუდმივების გეომეტრიული არსი . . . . .	268
V. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის გამოყენება და გამოყენებისათვის პრაქტიკული მითითებები . . . . .	270
VI. პლანიმეტრის მუდმივების განსაზღვრის პრაქტიკული ხერხები . . . . .	272
VII. გეგმის მასშტაბის, პლანიმეტრის დანაყოფის საფასურისა და შემომგვლელი ბერკეტის სიგრძის შორის დამოკიდებულება . . . . .	277
VIII. პლანიმეტრის შემოწმება და შესწორება . . . . .	278
IX. პლანიმეტრით ფართობის გამოთვლის სიზუსტე . . . . .	284
X. ფართობის გამოთვლა ქალაქის დეფორმაციის შემთხვევაში . . . . .	286
XI. პლანიმეტრით ფართობების განსაზღვრა საეზის მეთოდით . . . . .	287
XII. a. მასლოვის მიერ გაუმჯობესებული ამსლერ-კორადის ცვლადბერკეტაინი პოლარული კომპენსაციური პლანიმეტრი . . . . .	292
XIII. ფართობების შეკვრა (შეწინწკლა) და გასწორება . . . . .	295
9. 6. 3. რუკებისა და გეგმების გაახლება - კორექტირება და ფართობების ოდენობების განსაზღვრები . . . . .	298
A. რუკებისა და გეგმების დაქველება და მათი გაახლების პერიოდები . . . . .	298
B. საბჭოთა მურწინობებისა და კომმუნურწინობების რუკები და გეგმები, რომელთა კორექტირებაა საჭირო, კორექტირების სიზუსტე და მისი დადგენის მეთოდები . . . . .	301
C. გეგმების კორექტირება ზეარ კონტურულ წერტილებზე დაყრდნობით . . . . .	303

I. პოლარული მეთოდით ავეგმვა მყარი კონტრულული წერტილებიდან თეოდო- ლოგითა და მენზულით . . . . .	303
II. პერპენდიკულარული ხეჩით ავეგმვა იმ ხაზის მიმართ, რომელიც ეყრდნო- ბა მყარ კონტრულულ წერტილებს . . . . .	311
III. ავეგმვა იმ საავეგმეო სელების მიმართ, რომლებიც ეყრდნობიან მყარ კონტრულულ წერტილებს . . . . .	313
D. რუკებისა და გვეგმების კორექტირების დროს ახალ აეროავეგმვის აეროსურ- თების გამოყენება . . . . .	318
E. კორექტირებულ გვეგმებზე ფართობების გამოთვლა . . . . .	321
9. 6. 4. რაიონებისა და ოლქების ფართობების განსაზღვრა . . . . .	323

თ ა ვ ი VII

გვეგმური ხაინეინრო-გეოდეზიური ხაყრდენი ხპეციალური კსელები

9. 7. 1. საინეინრო-გეოდეზიური ხაყრდენი კსელების აგების კლასები, სქემები და პუნქტების სიხშირე . . . . .	332
9. 7. 2. გვეგმური გეოდეზიური საფუძვლის აგების მეთოდები . . . . .	336
9. 7. 3. გეოდეზიური ს ფუძვლის ტენიკური ჩაჩევენებლები . . . . .	340
9. 7. 4. პოლიგონომეტრიული და თეოდოლოტური სელებში კუთხეებისა და გვერდების გაზომების მოთხოვნილი სიზუსტის განაგარიშ ბა . . . . .	349
9. 7. 5. პოლიგონომეტრიული და თეოდოლოტური სელების პროექტის შეფასება . . . . .	354
9. 7. 6. ტრიანგულაციის პროექტის შეფასება . . . . .	359
9. 7. 7. ქალაქებისა და მსხვილ ნაგებობათა-შენეზლობის გვეგმური გეოდეზიური საფუძ- ვლსათვის საკირო ტრიანგულაციის თავისეუტრეგები . . . . .	366
9. 7. 8. პოლიგონომეტრიული ქსელების დაპროექტების თავისეუტრეგები . . . . .	371
9. 7. 9. პარალელური პოლიგონომეტრია. ხაზენს გაზომვის მოკლეიხისიანი და გასწერივი მოკლეიხისიანი პარალელური მეთოდი . . . . .	380
9. 7. 10. არაპირდაპირი ხე-სით ხაზენს გაზომვის სქემები . . . . .	385
9. 7. 11. სასინალო საინეინრო გეოდეზიური საფუძველები A. სპეცილური სასინალო საყრდენი ქსელების დანიშნულება, მათი კლასიფიკაცია და სიზუსტეების რიხობორივი მახასიათელები . . . . .	388
B. სასინალო კსელების პროექტის ხარისხის შეფასება . . . . .	390

თ ა ვ ი VIII

საინეინრო ნაგებობების პროექტი და ნორმატიული დოკუმენტბი. გენერალური გვეგმების  
ხაზები. ხამშენებლო ბადე. ხამრეწველო ნაგებობების და აგრეგატების ავეგმვები

9. 8. 1. პროექტი და ეისი შინ არსი . . . . .	399
9. 8. 2. დაპროექტენსათვის ნორმატიული დოკუმენტბი . . . . .	401
9. 8. 3. ხამშენებლო ნასაზების ეითვა გენერალური გვეგმები . . . . .	402
9. 8. 4. გენერალური გვეგმის შედგენა. ხამშენებლო ბადე . . . . .	407
9. 8. 5. სხალხო მურენგობის ხაგანგებო ნაგებობებისა და აგრეგატების ავეგმვების საკითხი- სათვის . . . . .	416
9. 8. 6. ხამრეწველო ობიექტების შეშალება ასავეგმეივად . . . . .	421
9. 8. 7. ავეგმების მეთოდბი . . . . .	423
9. 8. 8. შენობებისა და ნაგებობების გაზომვები ნათი ავეგმვების დროს . . . . .	429
9. 8. 9. ხამრეწველო ნოედენების სიმალითი ავეგმვები . . . . .	431
9. 8. 10. ეიუსიქვეშა კომენსიაციის ავეგმვები . . . . .	432
9. 8. 11. გათბობის კსელები . . . . .	444
9. 8. 12. შოგა-საქარ ნო რეინიგზის ლინდაგის სქემის არსი . . . . .	447
9. 8. 13. მოეწველობის რეინიგზის სადგურის ავეგმვა . . . . .	449
9. 8. 14. სადგურის ლინდაგებისა და ნაგებობების დეტალური ავეგმვების შესახებ . . . . .	452
9. 8. 15. მოეწველობის რეინიგზის სადგურის ნეელობა . . . . .	453
9. 8. 16. მრუდენის ავეგმვები. ისრული გალამე-ხეიხი ავეგმვები . . . . .	454
9. 8. 17. სადგურის ავეგმვის დროს საკირო კამერალური ხანეშობები . . . . .	459
9. 8. 18. ხამრეწველო ტერიტორიაზე საეეტომობილო გზების ავეგმვები . . . . .	462
9. 8. 19. ეთობორივის ექუმსტებისა და მცირე ირეიტექტუული ფორმების ავეგმვები . . . . .	465
9. 8. 20. კარიკების ავეგმვები . . . . .	466
9. 8. 21. შესრულებითი ნე უსულური გენერალური გვეგმის შედგენა გამოყენებული ლიტერატურა . . . . .	468

## ბოკოგრაფიული სამუშაოები

(გეოდეზიური სააგეგმო სელები და აგეგმვები)

მერვე ტომის მეორე განყოფილების შესავალში აღნიშნულია, რომ სააგეგმო გეოდეზიური საფუძველი იყოფა გეგმურ და სასიმალო ქსელებად.

სააგეგმო გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატების განსაზღვრა ხდება ტრიანგულაციისა და პოლიგონომეტრიის მეთოდებით. პოლიგონომეტრიული სელებით განვითარებულ სააგეგმო ჰორიზონტულ საფუძველს თეოდოლიტურ სელებს უწოდებენ; იმ შემთხვევაში, როცა თანადროულად სრულდება პუნქტების ჰორიზონტული და სასიმალო კოორდინატების განსაზღვრა, მაშინ აგრეთვე საქმე გვაქვს სასიმალო თეოდოლიტურ სელებთან და მას თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სელები ეწოდება. არსებობს კიდევ ტაქომეტრიული სელები, რომლებიც სრულდება ტაქომეტრ-ავტომატებით.

იმავე განყოფილების (VIII, IX, X თავები) განხილულია სააგეგმო გეოდეზიური პუნქტების ნიშნულების გეომეტრიული, ტრიგონომეტრიული, ტაქომეტრიული და ბარომეტრიული ნიველობით განსაზღვრა; XI და XII თავებში კი — პირველი და მეორე თანრიგის გამანზიდებელი (შემაესებელი) ტრიანგულაციისა და პოლიგონომეტრიის საკითხები.

ამ ტომში გრძელდება სააგეგმო-გეგმური და სასიმალო ქსელებისა და აგეგმვების წარმოების საკითხების განხილვა, შეისწავლება გეოდეზიაში ხშირად გამოსაყენებელი გრაფიკული ხერხი სააგეგმო საფუძვლის შექმნისა (მას მენზულითი სელები ეწოდება) როგორც კონტურული, ისე ტოპოგრაფიული აგეგმვებითურთ. აქვე შეისწავლება ფოტოტრიანგულაცია, რომელიც სააგეგმო საფუძვლის გრაფიკული ხერხით შექმნის დარგს ეკუთვნის.

ჩვეულებრივ, ადგილის ტოპოგრაფიული აგეგმვისათვის საჭირო გეომეტრიული ქსელები: თეოდოლიტური, თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული, ტაქომეტრიული, მენზულური სელები და ფოტოტრიანგულაციური ქსელები აგეგმვების პროცესების შემადგენელ ნაწილებს წარმოადგენს და, როგორც წესი, დამოუკიდებელი დანიშნულება არა აქვს, ამიტომ მათ უმთავრესად განიხილვენ და ასრულებენ შესაბამის აგეგმვებთან ერთად.

გარდა იმისა, რომ გამანზიდებელი (შემაესებელი) ქსელები და თეოდოლიტური სელები გამოიყენება როგორც ტოპოგრაფიული აგეგმვების საყრდენი, მათ ფართოდ იყენებენ საინჟინრო გეოდეზიური სამუშაოებისათვის, როგორც საინჟინრო გეოდეზიური ამოცანების ამოხსნის საფუძველს.

ქვემოთ თანადროულად იქნება განხილული თეოდოლიტური სელები და აგეგმვები: თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სელები და აგეგმვები; ტაქომეტ-



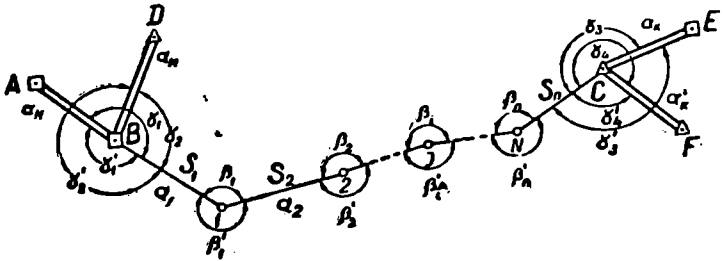
ტრიული სვლები და აგეგმვები; მენზულითი სვლები და აგეგმვები, ნახევრად ინსტრუმენტული და თვალზომითი აგეგმვები, რასაც, ზოგადად, ტოპოგრაფიულ სამუშაოებს ვუწოდებთ.

ამავე ტომშია განხილული ასლების გადაღების, რუკებისა და გეგმების კორექტირებისა და ფართობების განსაზღვრის საკითხები. ბოლოს კი (VII, VIII თავები) განხილულია საკითხები: გეგმური საინჟინრო-გეოდეზიური საყრდენი სპეციალური ქსელების; საინჟინრო ნაგებობების პუნქტების და ნორმატიული დოკუმენტების; გენერალური გეგმების სახეების; სამშენებლო ბაღის; სამრეწველო ნაგებობებისა და აგრეგატების აგეგმვების შესახებ.

## თეოდოლიტური სვლები და აზეგვეები

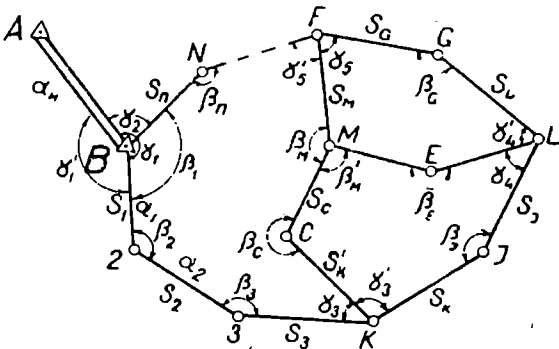
### 9.1.1. თეოდოლიტური სვლები

თეოდოლიტური სვლა ეწოდება ადგილზე აგებულ (ნახ. 1 და (B, 1, 2, ..., N, C) ან (ნახ. 2) შეკრულ (B, 2, 3, K, I, L, ...) N, B) მრავალკუთხედს, რომელშიც გაზომილია გამოსასვლელი



ნახ. 9.1.1.1.

$S_1$  და  $S_n$  გვერდის მიერ სვლის საყრდენ  $BA, BD, CE, CF$  ხაზებთან მიმხრობის  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$  ან  $\gamma'_1, \gamma'_2, \gamma'_3, \gamma'_4$  კორიზონტული კუთხეები, ყველა გვერდი ( $S_1, S_2, \dots, S_n$ ) და მათ შორის  $\beta$ ,



ნახ. 9.1.1.2.

კორიზონტული კუთხეები. ამ კუთხეების წვეროები ადგილზე დამაგრებულია ხის პალოებით, სვეტებით, ლითონის მილებით და საკურობისამებრ

ხანგამძლე ნიშნებით (7.1.1). თეოდოლიტური სკლების გვერდები იზომება ფოლადის ბაფთით ან გეომეტრიული (ოპტიკური) მანძილზომებით, რომლებიც იძლევიან 1:1000 სიზუსტეს (მაგალითად, ДН — 04, ДН — 10, ДН — 06, ДНБ — 2 საცემბით). პორიზონტულ კუთხეებს კი ზომავენ IV გჯუფის ანუ ტექნიკური სიზუსტის კუთხსაზომი ინსტრუმენტებით, ერთი ილეთით (იხ. 6.8.3). პორიზონტული კუთხეებისა და გვერდების განაზომთა საშუალებით განისაზღვრება პუნქტების პორიზონტული კოორდინატები. მაშასადამე, თეოდოლიტური სკლის ადგილზე აგებით იქმნება საყრდენ წერტილთა სისტემა ცნობილი ორ-ორი პორიზონტული  $x_i, y_i$  კოორდინატით.

შეკრულ პოლიგონში (ნახ.2)  $K, C, M, F; K, C, M, E, L; L, E, M, F$  სკლების უწოდებენ დიაგონალურ სკლებს, ხოლო მათი გადაკვეთის  $M$  წერტილს — საკვანძო წერტილს. საჭიროებისა და მოხერხებულობის შესაბამისად იზომება სკლის მარცხენა  $\beta_i$  ან მარჯვენა  $\beta'_i$  პორიზონტული კუთხეები.

ღია (ნახ. 1) სკლები აიგება რაც შეიძლება ვაშლილი ანუ სწორხაზოვანი ფორმისა ისე, რომ განაზომი კუთხეები ახლოს იყოს  $180^\circ$ -თან.

თეოდოლიტური სკლების გვერდების სიგრძეები სისურველია ურთიერთობი იყოს; დასაშვებია მათი საშუალო სიგრძეები 200 — 250 მ, მაქსიმალური სიგრძე 400 მ, ხოლო მინიმალური — 50 მ. საერთოდ, საჭიროა ვერიდოთ 100 მეტრზე ნაკლები სიგრძის მქონე გვერდების გამოყენებას, თუ არ შეიქმნა რაიმე გამოუვალი მდგომარეობა.

თეოდოლიტური სკლების დაპროექტება ხორციელდება არსებულ მსხვილ-მასშტაბიან რუკებსა და გეგმებზე იმ კონკრეტული მოთხოვნების შესაბამისად, რომლებსაც აყენებს სახალხო მეურნეობის დარგები სხვადასხვა მასშტაბიანი ტოპოგრაფიული აგეგმვებისათვის, როგორცაა: ჰიდროტექნიკური ნაგებობების (არხები, კაშალები, ჰიდროელექტროსადგურები, მელიორაციული და საირიგაციო საშუალებები); რკინიგზებისა და გზატკეცილების; დასახლებული პუნქტების; ხიდური გადასასვლელების; სამრეწველო ნაგებობების; აეროპორტების; მიწისქვეშა ნაგებობების (საქათო გამოწამოშვებები, მეტროპოლიტენები, გვირაბები); გაზაფხვანილობების და მილგაფხვანილობების; მალალი ძაბვის ხაზების; მიწათმოწყობისა და სამხედრო საქმისათვის საჭირო მიმოკვლევების, დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციისათვის.

თეოდოლიტური სკლების დაპროექტების დროს დაცული უნდა იქნეს შემდეგი მოთხოვნები:

1. თეოდოლიტური სკლების მდებარეობა უნდა აკმაყოფილებდეს მათი აგების დანიშნულებასა და მიზნებს.

დანიშნულების მიხედვით თეოდოლიტური სკლების განლაგება მრავალფეროვანია. მაგალითად, იმ შემთხვევაში, როცა თეოდოლიტური სკლები იგება, როგორც გეოდეზიური საყრდენი აგეგმვებისათვის, მოითხოვება, რომ ასაგეგმავ ტერიტორიაზე პუნქტები განლაგებული იყოს თანაბრად; ისინი უნდა მდებარეობდნენ ისეთ ადგილებში, საიდანაც სრულყოფილი იქნება ასაგეგმი ტერიტორიის ხილვადობა და გაზომვითი საშუალებები ადვილად შესრულდება; აეროაგეგმვებისათვის საჭიროა ისე იყოს აგებული თეოდოლიტური სკლები, რომ ადვილად შეიძლებოდეს აეროსურათებზე გამოცნობილი წერტილების კოორდინატების განსაზღვრა; ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ასა-

გვემავად თეოდოლიტური სვლები იგება ქუჩებში, შესახვევებში, ჩიხებში და სხვა ამგვარ ადგილებში; გზების, არხებისა და სხვა ზოლური ნაგებობის კვლევა-ძიების, დაპროექტება-მშენებლობისათვის თეოდოლიტურ სვლებს აგებენ მომავალი ნაგებობების ღერძის (ტრასის) მაგისტრალური სვლების სახით; მდინარეებისა, კაშხალებისა და სხვა პიდროტექნიკური ნაგებობების აგეგმვებისათვის თეოდოლიტურ სვლებს აგებენ მდინარეების ნაპირებზე; მიწათმოწყობის აგეგმვითი სამუშაოებისათვის კი — საეარვულთა საზღვრებზე, სატყეო აგეგმვებისათვის — ბილიკებზე, გზებზე, სწორკაფულებზე და სხვ.

2. თეოდოლიტური სვლები უნდა იძლეოდეს განაზომათა კონტროლის საშუალებას, რისთვისაც სვლები უნდა დაპროექტდეს მაღალი კლასის პუნქტებს შორის ან პოლიგონების სახის საკვანძო წერტილებით უნდა იქნენ შეკრული და სხვ. (ნახ. 1.2);

3. თეოდოლიტის დაცენტრისა და რედუქციის გავლენის შემცირების მიზნით გვერდების სიგრძეები უნდა შეირჩეს ზემოთ მოყვანილი ნოთხონების შესაბამისად;

4. ის გვერდები, რომლებიც პროექტით უშუალოდ ბაფთით უნდა გაიზომოს, საჭიროა განლაგდეს რაც შეიძლება მშვიდ რელიეფზე (გზის გასწვრივ, სწორკაფულებზე და სხვ.);

5. აგეგმვების მასშტაბების შესაბამისად არსებული ინსტრუქციების მიხედვით თეოდოლიტური სვლების სიგრძეები მოითხოვება: 1:500 მასშტაბისათვის 0,8 კმ, 1:1000 — 1,2 კმ, 1:2000 — 2,0 კმ და 1:5000 — 4 კმ. აგრეთვე საჭიროა სააგეგმვო საფუძვლისა და აგეგმვების პროექტი შედგეს თანადროულად;

6. დაცულ იქნეს მიბმებისა და გახშირების მიღებული წესი;

7. სასურველია, ყოველი პუნქტიდან ჩანდეს მეზობელ პუნქტებზე დანშული სარის ძირი.

რეკოგნოსირების მიზანია პროექტის მონაცემთა ადგილზე დაზუსტება და პუნქტების მდებარეობის საბოლოოდ ადგილზე დანიშვნა. რეკოგნოსირების შედეგად დგება სვლების საბოლოო მდებარეობის სქემატური ნახაზები.

არის შემთხვევები, როცა თეოდოლიტური სვლების კამერულ დაპროექტებას და რეკოგნოსირებას არ ასრულებენ და პირდაპირ ადგილზე ანუ საველე პირობებში ახდენენ თეოდოლიტური სვლების პუნქტების ადგილზე განლაგებას და დამაგრებას.

## 9.1.2. თეოდოლიტური სვლების მიზან საყრდენ გეოდეზიურ პუნქტებზე

ეს საკითხი განხილულია (8.12) თავში. აქ განვიხილავთ მიბმითი სამუშაოების მარტივ და სპეციფიკურ მხარეს.

როგორც ცნობილია, თეოდოლიტური სვლების კოორდინატები საჭიროა განისაზღვროს კოორდინატთა საერთო სახელმწიფო სისტემის შესაბამისად. ამ მიზნით თეოდოლიტური სვლები უნდა მიებას ძირითად საყრდენ გეოდეზიურ პუნქტებზე. სვლას, რომელიც საყრდენი საფუძვლის პუნქტებზე მიბმული არ არის, თავისუფალი სვლა ეწოდება, ხოლო, როცა იგი მიბმულია მხოლოდ ერთ ძირითად პუნქტზე, — კიდული თავისუფალი სვლა. ორივე სვლა

ინსტრუქციის მიხედვით აკრძალულია, სასწავლო მიზნით გამონაკლისს უშეგებნ.

ღია (ნახ. 9.1.1.1) თეოდოლიტური სვლის საწყისი  $B$  და ბოლო  $C$  წერტილები უნდა წარმოადგენდეს მაღალი კლასის ტრიანგულაციის ან პოლიგონომეტრიის პუნქტებს, რომელთა  $X_B, Y_B$  და  $X_C, Y_C$  კოორდინატები ცნობილია.

ამ ქსელის უშუალოდ მიმხრობის ხერხით მიზმა ხისტ (საყრდენ) ხაზთან შეიძლება, თუ აღნიშნული საწყისი  $B$  და ბოლო  $C$  პუნქტებიდან ჩანს თითო მაინც სახელმწიფო პუნქტი, ვთქვათ,  $A$  და  $E$ . ცნობილი უნდა იყოს საწყისი ხისტი  $AB$  ხაზის  $\alpha_H$  და ბოლო ხისტი  $CE$  ხაზის  $\alpha_K$  საყრდენი (ხისტი) დირექციული კუთხეები. სვლის განაპირა  $B, C$  პუნქტების კოორდინატებისა და ხისტი ხაზების საყრდენი დირექციული კუთხეების რიცხვითს ოდენობებს იღებენ სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელების კატალოგებიდან ან განსაზღვრავენ შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანის (2.6.1.6) ფორმულით.

საყრდენ პუნქტებზე თეოდოლიტური სვლის უშუალოდ მიზმა ხისტ  $AB$  და  $CE$  ხაზებზე მდგომარეობს იმაში, რომ აღვიღებთ იზომება სვლის  $S_1$  გვერდის მიერ  $AB$  ხისტ ხაზთან და  $S_n$  გვერდის მიერ  $CE$  ხისტ ხაზთან შედგენილი სვლის მარცხენა  $\gamma_1$  და  $\gamma_3$  ან მარჯვენა  $\gamma_1'$  და  $\gamma_3'$  ან ორივე მიმხრობის კუთხეები. იმ შემთხვევაში, როცა  $B$  და  $C$  პუნქტებიდან იხილება დამატებით  $D$  და  $F$  საყრდენი პუნქტები, მაშინ კონტროლისათვის ზემოხსენებულის ანალოგიურად გაიზომება  $BD$  და  $CF$  ხისტი ხაზების მიმართ  $S_2$  და  $S_n$  გვერდების მიერ შედგენილი მარცხენა  $\gamma_2$  და  $\gamma_4$  ან მარჯვენა  $\gamma_2'$  და  $\gamma_4'$  ან ორივე მიმხრობის კუთხეები (ნახ. 9.1.1.1).

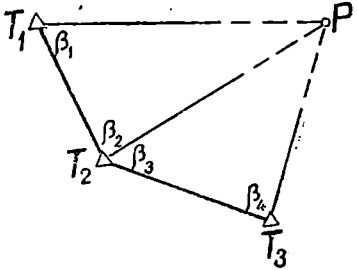
საყრდენი  $\alpha_H = \alpha_{BA}$  ან  $\alpha_{AB}$  დირექციული კუთხითა და გაზომილი მიმხრობის მარცხენა  $\gamma_1$  ან მარჯვენა  $\gamma_1'$  კუთხეებით ან ორივეთი განისაზღვრება სვლის გაზომის სვლის  $S_1$  გვერდის დირექციული  $\alpha_1$  კუთხე. შემდეგ სვლის  $\alpha_1$ -ით და  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  კუთხეებით (ან მარჯვენა კუთხეებით) (8.12.5.21) ფორმულებისა და (8.12.5.1) სქემის შესაბამისად განისაზღვრება თეოდოლიტური სვლის გვერდების დირექციული კუთხეები.  $B$  პუნქტის ცნობილი  $X_B, Y_B$  კოორდინატებით, სვლის განაზომი  $S_1$  გვერდებით და დირექციული  $\alpha_1$  კუთხეებით, ანალოგიური გეომეტრიის ფორმულებით, თანამიმდევრობით საზღვრავენ სვლის ყველა პუნქტის პოლიგონალური კოორდინატებს. მიმხრობის  $\gamma_3$  (ასევე  $\gamma_3'$ ) ან  $\gamma_4$  (ასევე  $\gamma_4'$ ) ან ორივე კუთხე, ბოლო ხისტი გვერდის  $\alpha_K$  (ასევე  $\alpha_K'$ ), დირექციული კუთხე და  $C$  პუნქტის  $X_C, Y_C$  კოორდინატები შესაძლებლობას გვაძლევს შევამოწმოთ სვლის განაზომი კუთხეებისა და გვერდების, აგრეთვე მათი დირექციული კუთხეებისა და პუნქტების კოორდინატების გამონათვლებს სისწორე.

შეკრული თეოდოლიტური სვლის (ნახ. 9.1.1.2) საწყისი და ბოლო პუნქტები შერწყმულია, რის გამოც მიზმისათვის საკმარისია ასეთი სახის თეოდოლიტურ სვლაში ჩაერთოთ მაღალი კლასის მხოლოდ ერთი  $B$  პუნქტი, საიდანაც უნდა ჩანდეს სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის ერთი  $A$  პუნქტი მაინც. კონტროლის მიზნით აქაც ისაზღვრება სვლის საწყისი და ბოლო გვერდის მიმხრობის  $\gamma_1, \gamma_1', \gamma_2$  კუთხეები, პოლიგონის  $\beta_1$  კუთხე (საწყისი და ბოლო გვერდებს შორის), აგრეთვე ვიყენებთ საყრდენი (ხისტი)  $BA$  ხაზის  $\alpha_H$  დირექციულ კუთხეს.

ზოგჯერ თეოდოლიტური სვლა იწყება ან მთავრდება საყრდენი სახელმწიფო გეოდეზიური პუნქტებიდან შორს და ამავე დროს ისინი იხილებიან. ამ შემთხვევაში საჭირო იქნება გამოვიყენოთ (8.12.5) პარაგრაფში მოყვანილი მრავალჯერადი შებრუნებული გადაკვეთის ხერხი, სნელიუს-პოტენოტის ან კნეისელის ფორმულები.

### 9.1.3. აეროფოტოსურათიზის მიზმა

აეროფოტოგეგმვის კურსიდან ცნობილია, რომ ადგილის გრძივი 60% და განივი 40% გადახრვებით მიღებული აეროფოტოსურათებისა და კონტურული (ჰორიზონტული) გეგმების გარკვეული მათემატიკური კავშირი საშუალებას იძლევა ტრანსფორმატორის საშუალებით მოვახდინოთ ადგილის აეროფოტოსურათის გარდაქმნა კონტურულ (არატოპოგრაფიულ) ფოტოგეგმად, რასაც აეროფოტოსურათის ტრანსფორმირება ეწოდება. მიუხედავად იმისა, რომ ადგილის ფოტოგეგმა იძლევა ადგილის კონტურების დაწვრილების გამოსახულებას, სადაც დაკუთვნილია მასშტაბის უცვლელია, იგი მაინც განსხვავდება გეოდეზიური მეთოდებით მიღებული ჩვეულებრივი გეგმისაგან. მაგალითად, ფოტოგეგმებზე ადგილის წვლილადღები გამოსახულია არაპირობითი აღნიშვნებით, აგრეთვე მასზე გამოსახულია ხოლმე ისეთი დეტალები (ცხვრის ფარა, ჯოგი), რომლებიც საჭირო არ არის გეგმისათვის ან კიდევ მასზე არ არის გეგმისათვის საჭირო წვლილადღები, ვთქვათ, გვირაბები, ტყეში გზები, საერთოდ გზები, არხები და სხვ. აღნიშნულის გამო საჭირო ხდება ფოტოგეგმაზე გამოსახული ადგილის ელემენტების სრული შინაარსით გამოვლინება ანუ დეშიფრირება, რითაც სათანადოდ შეივსება ადგილის გეგმა.



ნახ. 9.1.3.1.

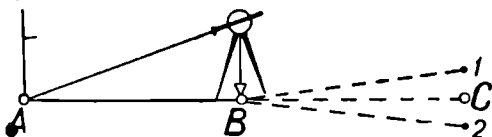
ფოტოგეგმების ტრანსფორმირებისა და დეშიფრირებისათვის საჭიროა გეოდეზიური მეთოდებით რამდენიმე წერტილის მდებარეობის განსაზღვრა ანუ აეროსურათების მიზმა საყრდენ გეოდეზიურ საფუძველზე. აეროსურათების ამ წერტილებს ეწოდება „ამონაცნობები“. ამონაცნობი წერტილების აეროსურათებზე განლაგება სრულდება ფოტოგრაფმეტრიული ხერხებით, ხოლო გეოდეზიური ხერხებით ეს წერტილები მიეზღვება საყრდენ გეოდეზიურ საფუძველს.

სანამ მივბაძდეთ, ამონაცნობი წერტილი აღინიშნება ადგილზე ერთი მეტრი სიგრძის პალოს 70—75 სმ სიღრმეზე ჩასმით. პალოს წათლილ თავზე უკეთებენ სათანადო წარწერას. აღნიშნული პალოს გარშემო 1,5 მეტრიანი ტოლგვერდა სამკუთხედის ან 1 მეტრი რადიუსის წრიულ მიწაჭრილს აკეთებენ და პალოს შემოაყრიან მიწას. მრავალ ხერხს შორის განხილადი წერტილის მიზმა შედარებით საიმედო ხდება პირდაპირი გადაკვეთის ხერხით (ნახ. 1).

ამონაცნობი  $P$  წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება ორჯერ  $T_1, T_2, P$  და  $T_2, T_3, P$  სამკუთხედებიდან. მაშასადამე,  $P$  წერტილის მდებარეობა განსაზღვრულია და შემოწმებულიც არის.

### 9.1.4. თეოდოლიტური სვლის ადგილზე დანიშვნა და საჭირო გაზომვები

რეკონსტრუქციული პროექტის მიხედვით ადგილზე დამაგრებულ პუნქტებს შორის აწარმოებენ ხაზების დასარჯვას. დასარჯვის თითქმის ყველა შემთხვევა განხილულია (7.1.3) პარაგრაფში, იქვე ნაჩვენებია თეოდოლიტით ხაზის გაგრძელების საკითხი, სადაც მხედველობაში არ არის მიღებული კოლიმაციური შეცდომის გავლენა. ამიტომ აქ უფრო საგანგებოდ იქნება ეს საკითხი განხილული. ვთქვათ, საჭიროა  $AB$  ხაზის გაგრძელება  $B$  წერტილიდან (ნახ. 1). ამისათვის თეოდოლიტს ვცენტრავთ  $B$  წერტილზე და მოგვყავს მომწესობაში. წრელი მარჯვნივ ( $R$ ) ან წრელი მარცხნივ ( $L$ ) ვუმიზნებთ  $A$



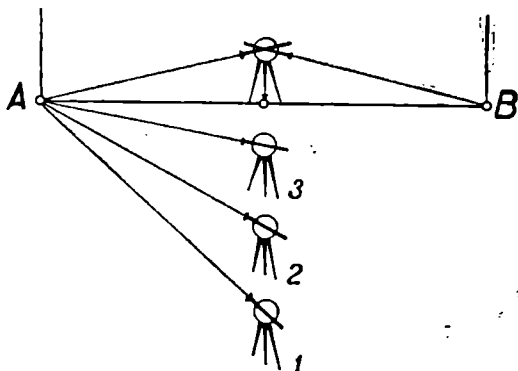
ნახ. 9.1.4.1.

წერტილზე დამაგრებული სარის ძირში (საერთოდ, თეოდოლიტურ სვლებში ჰოჯრის დამიზნება ხდება სარის ძირში). ვამაგრებთ წრედალიდალას, ჰოჯრი გადაგვყავს ზენიტზე და დამხმარე სამიზნე ლერძის მიმართულების შესაბამისად ჩაასობს პირველ სარს. იმავე მოქმედებებს შევასრულებთ მეორე წრელით და დამხმარე აყენებს მე-2 სარს. პირველ და მე-2 წერტილებს შორის საშუალო მანძილზე დასობილი  $C$  სარი იქნება  $AB$  ხაზის გაგრძელებაზე.

ხშირად საჭირო ხდება თეოდოლიტის დაყენება  $A$  და  $B$  წერტილებს შორის გასწვრივობაში (ნახ. 2) (მაგალითად, როცა  $A$  და  $B$  წერტილები მიუვალა ან მათ შორის აძის მაღალი გორა). თეოდოლიტის დაყენება სრულდება თან და თანობით მიახლოებით, რისთვისაც თეოდოლიტს ვაყენებთ აღნიშნული სარების დაახლოებით გასწვრივობაში (1 წერტილი), ჰოჯრის ვუმიზნებთ ერთ-ერთ, ვთქვათ,  $A$  სარს ძირში და ვამაგრებთ წრედალიდალას. გადაგვყავს ჰოჯრი ზენიტზე და თვალზომით ვადგენთ თეოდოლიტის საჭირო გადაადგილების მანძილს იმ ანგარიშით, რომ ჰოჯრის დამიზნების ხაზი დაემთხვეს  $B$  სარს ძირში. ისევ გადაგვყავს ჰოჯრი ზენიტზე და საჭიროებისამებრ ვდგებით 2, 3 და ა. შ. წერტილებში, სანამ  $A$  წერტილზე დამიზნებიდან ჰოჯრის ზენიტზე გადაყვანის შესაბამისად დამიზნების სხივი არ იქნება მიმართული  $B$  სარის ძირში.

(9.1.1) პარაგრაფში აღნიშნული იყო, რომ თეოდოლიტური სვლების პორიზონტული კუთხეები იზომება IV ჯგუფის ტეჟნიკური თეოდოლიტებით ერთი ილეთით (იხ. 6.8.3 (იხ. 6.8.12 პარაგრაფი); გვერდების სიგრძეები იზომება ფოლადის ბაფთით (იხ. 7.2.2. პარაგრაფი) ან  $DH-4$ ,  $DH-10$ ,  $DH-06$ ,  $DH-2$  საცმებიანი ოპტიკური მანძილზომებით (იხ. 7.3 თავი).

(1) სქემაში მოყვანილია ეურნალის ფორმა (იხ. 6.8.12.1 და 6.8.12.2 სქემა), რომელსაც იყენებენ ერთი ილეთით ჰორიზონტული კუთხეებისა და გვერდების ბაფთით განაზომთა ჩასაწერად. (1) სქემა გამოსაღვია  $DH-4$  ან  $DAF-100$  საცემებით მანძილების გაზომვების დროსაც. (1) სქემის 8 სეტში



ნახ. 9.1.4.2.

შეტანილია 4-5 გვერდის განაზომი წინ 252,82, უკან 252,70, შემოწმებულია სიზუსტე  $12:25300=1:2108$ , და მათი საშუალოსა (252,76) და დაბრის  $\nu=4^{\circ},5$  კუთხის საშუალებით ეგმ-ზე (2.3.3.1) ფორმულით გამოთვლილი ქვედებული (251,98), რომელიც ჩაწერილია 4-5 გვერდის ქვემოთ იმავე 8 სეტში.

(2) სქემაში მოცემულია ეურნალის ფორმა, რომელსაც იყენებენ ერთი ილეთით კუთხეებისა და გვერდების მულტიკუთხიანი ოპტიკური მანძილზომებით ( $DH-04$ ) განაზომების ჩასაწერად. მაგალითად, 1. (2) სქემაში ჰორიზონტული კუთხეები გაზომილია  $TT-5$  თეოდოლიტით ერთი ილეთით

სქემა 9.1.4.1

საღვური	წერტილები ლას-მანზე	ანათლები ჰორიზ. ლიმზე			საშუალო ანათლები	კუთხის ოდენობა		გვერდის სიგრძე (მ)	გვერდების დაბრის კუთხე " " "	შენიშვნა
		I	II			ნახევარი ილეთით	ერთი ილეთით			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		წრელი მარჯვნივ (R)						4-5 251,98		
	8	270 54 30	55 00	270 54 45	224 16 30					
	5	46 38 00	38 30	46 38 15						
4		წრელი მარცხნივ (L)					224 16 15	წინ 252,82 უკან 252,70	+4°50	
	8	11 04 30	04 00	11 04 15	224 16 00			$\frac{\Delta L}{L} < \frac{1}{2000}$		
	5	146 48 00	48 30	146 48 15						



წესდები	საშუალო ანთულები პირბონტულ ლაბზე			კუთხის ოღწობა			ფერტილიტეტი	საშუალო ანთულები პირბონტულ ლაბზე			საშუალო ანთულები პირბონტულ ლაბზე	სამხედრო ლარტებზე ანთულები			C <sub>10</sub>		
	1	2	3	4	5	6		7	8	9		10	11	12		13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	01.0						1	L	2	59	-2	46,259	59,762	10 <sup>-8</sup>		
8	147	28.0		147	27.0						-3	36	0	11,111	-93	80,658	80,574
2							147	27.5	L				80,511	80,604		C=100,018	80,387
1	100	02.0						8		356	21	+9	48,618	43,018			
8	247	30.0		147	26.0						-8	56	0	11,111	+78	97,180	97,197
													87,219	97,141			96,740

ნახევარ ილეთებს შორის ლიშბის გადაადგილებით. სქემის(3) და (4) სვეტებში შეტანილია ექსცენტრისიტეტისაგან თავისუფალი ანუ ჰორიზონტულ ლიშბზე I და II ვერტიკლებით აკოთხელი საშუალო ანათელები. ასევე (10), (11) სვეტებში შეტანილია ვერტიკალურ ლიშბზე საშუალო ანათელები. შვეული წრედის ნულადგილი  $N=0^{\circ}0'$ , ამიტომ (6.8.3.23) და (6.8.3.21) ფორმულებით (2—1) გვერდისა და (2—3) გვერდის დახრის კუთხე, შესაბამისად, არის  $-2^{\circ}53'$  და  $+3^{\circ}39'$ , რომელთაც (7.3.2.90) ფორმულისათვის ემატება დიასტიომეტრიული  $\varphi=34'$  კუთხის ნახევარი  $+17'$ , რომელთა ოდენობები  $-2^{\circ}36'$  და  $3^{\circ}56'$  ჩაწერილია სქემის (12) და (13) სვეტებში.

2. მანძილების გასაზომად გამოყენებულია  $DH-04$  (ძველი  $DD-3$ ) საცმი სათანადო ლარტყით, რომლის დანაყოფებია  $2-2$  სმ. პირველი გვერდის  $\epsilon=0$ , ხოლო მეორე გვერდის  $\epsilon=11,111$  მ.  $C=100,018$  ანუ  $K=1,00018$  მ. სქემის (16) სვეტში  $I_1-I_2=-93$  და  $+78$  აკმაყოფილებს მოთხოვნილ  $10^{-2}=\frac{1}{100}$  სიზუსტეს. სქემის (18) სვეტში 90, 574 მ და 97,197 მ გამოთვლილია (7.3.2.86) ფორმულებით, მათი ქვედებულები 90,387 მ და 96,740 მ კი — (7.3.2.90) ფორმულებით.

(3) სქემაში მოცემულია ჟურნალის ფორმა, რომელსაც იყენებენ ერთი ილეთით კუთხეებისა და მუდმივბაზისიანი ოპტიკური მანძილზომებით განაზომების ჩასაწერად. მაგალითად:

1. (3) სქემაში ჰორიზონტული კუთხეები გაზომილია  $TT-5$  თეოდოლიტით ერთი ილეთით ნახევარილეთებს შორის ლიშბის გადაადგილებლად. ცხადია, შეიძლება კუთხე გაიზომოს ლიშბის გადაადგილებით ან ორიენტირებულ ლიშბის მეთოდით, რისთვისაც მეორე ნახევარილეთს იწყებენ ამთვლელი მექანიზმის ინდექსით ლიშბის ნულთან შეთავსებით, ლიშბის ბრუნვით ჰოგარს უმიზნებენ სვლის უკანა წერტილს და შემდეგ წრედალიდალს ბრუნვით ჰოგარს უმიზნებენ წინა (მარცხენა კუთხის გაზომვის შემთხვევაში) წერტილს, ანათვალი ლიშბზე იქნება სვლის მარცხენა კუთხის ოდენობა. თეოდოლიტური სვლის მარჯვენა კუთხის გაზომვის შემთხვევაში ლიშბის ნულთან შეთავსებულ მდგომარეობაში ლიშბის ბრუნვით ჰოგარის დამიზნება ხდება წინა წერტილზე და შემდეგ წრედალიდალის ბრუნვით უმიზნებენ უკანა წერტილს, ანათვალი ლიშბზე იქნება მარჯვენა კუთხე. დახრის კუთხეები იზომება ჩვეულებრივი წესით და იწერება (12) სვეტში.

2. ჰორიზონტული და დახრის კუთხეების გაზომვების (იხ. მესამე სქემა მერვე სვეტამდე) შემდეგ  $TT-5$  თეოდოლიტის ჰოგარზე მაგრდება ბელიცინის  $DHB-2$  საცმი.

სქემის მერვე სვეტში ჩაწერილია გვერდების სახელწოდება, გამოყენებულ ლარტყების ნომრები ( $N_6$  და  $N_8$ ), რომელთა  $S$  ბაზისებია თითო მეტრი, განმეორებათა რაოდენობა  $P$ , ტემპერატურები ( $K$  კოეფიციენტის დადგენისა და გვერდების გაზომვის დროს). მეთერთმეტე სვეტში (7.3.3.25) ფორმულით

გამოთვლილია გვერდების სიგრძეები  $L_0=\frac{K}{\beta^n} + \epsilon + \epsilon_1 - \epsilon_2$ , რომელშიც  $K=198522,5$  ამოღებულია (7.3.3.2) სქემიდან, ასევე  $\epsilon=0,14$  მ ამოღებულია იქვე განხილული მაგალითიდან, რომელიც მიღებულია უშუალოდ გაზომვით.  $\epsilon_1$  და  $\epsilon_2$  სიმციარის გამო უტვლებელყოფილია.

წერტილები		ანათელი პორიზ. ლიზზე			პორიზ. კუთხის ოდენობა		ვერდი
სადგური	დამაზნებელი	R	I	საშუალო	ნახევარი	ერთი	ღარტუის №
			II	$\frac{I+II}{2}$	ილეთით	ილეთით	ბაზისი S
1	2	L	o i "	i "	o i "	o i "	განმეორებათა რაოდენობა P
3	4	5	6	7	8		ტეპერატურები
	3		0 51 00	51 15			4-3
		R	30				6
	5		220 04 30	04 30	219 13 15		1 2
			30				1
4						219 13 15	19° 0
	3		180 51 00	51 00			14°,5
		L	00				
	5		40 04 30	04 15	219 13 15		4-5
			00				8
	ღარტის კუთხეები				ნულადგომი N=2' 30"		1 2
	3	I,	359 45 30 48 00	359 45 45			3
4	3	R	0 19 00 30	19 15	0° 18' 45,		19° 0
	5	L	359 56 30 30	56 30			16°,3
	5	R	0 08 00 09 00	08 30	0° 06' 00"		

ანათელები სამან- დილო სკალაზე ოთხი ილეთით		$\beta = \eta_2 - \eta_1$		(7.3.3.25) ფორმულით გვერ- დების გამონათეა- ლო (3)	ვერდის ღახრის კუთხე $\gamma$	შენიშვნა
		$K_{საპ}$				
		პ ერთი განშეორებით				
$\eta_1$	$\eta_2$	10	11	12	13	
10.5	856.0	645,5	$K_{საპ} = 196522,5$			
40,5	685,0	644,5	$\frac{K_{საპ}}{\beta} = 307,88$			
82,3	726,9	644,6	$c = 0,14$			
102,1	746,9	644,8	$e_f = 0$			
		644,8	$e_v = 0$		16' 45''	
		644,8	308,02 3			
2,8	981,0	978,7	$K_{საპ} = 198345,8$			
8.6	985,8	977,2	$\frac{K_{საპ}}{\beta} = 608,61$			
15.8	994.2	978,4	$c = 0.14$			
27.2	1004.0	978,8	$e_f = 0$			
		977,8	$e_v = 0$		6' 00''	
		325,9	608,75 3			

როგორც ვხედავთ, ყოველი კუთხისა და გვერდის გაზომვისთანავე ხდება საველე ჟურნალში (სქემა 1, 2, 3) მათი გამოთვლები, სადაც მოითხოვება, კუთხის ნახევარიღებებს შორის განაზომთა და გვერდების წინ და უკან განაზომთა შესაბამისობა.

შეიღსათთან სამუშაო ღღის შესაბამისად ნორმებით დადგენილია, რომ: 1) 300 მეტრამდე გვერდების სიგრძეები მანძილშომებით უნდა გაიზომოს საერთო სიგრძით 2,8 კმ, ამისათვის ბრიგადის შემადგენლობა უნდა იყოს: უფროსი ტექნიკოსი—ერთი, III თანრიგის მშომავი—ორი, II თანრიგის მელარტყე—ორი; 2) ბუთით გვერდები უნდა გაიზომოს 3,1 კმ იმ შემთხვევაში, როცა გაზომვის სიზუსტე მოთხოვნილია 1:2000 და 3,9 კმ, როცა სიზუსტე მოთხოვნილია 1:1000, ბრიგადის შემადგენლობა უნდა იყოს: უფროსი ტექნიკოსი—ერთი, III თანრიგის მშომავი—ორი, II თანრიგის მშომავი—სამი.

ორივე შემთხვევაში უნდა შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები:

1) მორიგ უბანზე უნდა იქნეს მიღებული შესასრულებელი სამუშაოების დავალები; 2) საჭიროა გავეცნოთ სვლების პროექტი; 3) სრულდება ადგილის რეკოგნოსირება და სვლის მიმართულების შერჩევა; 4) გვერდების დასარეა და პალოების დამზადება; 5) სვლის წერტილების ადგილზე დამაგრება და მათი გარეგანი გაფორმება; 6) გვერდების გაზომვები წინ და უკან; 7) პორიზონტული და დახრის კუთხეების გაზომვები; 8) საველე ჟურნალების ჩანაწერთა გამოთვლები; 9) სვლის სქემის შედგენა; 10) სამუშაო უბანზე გადასასვლების დანიშნა; 11) კონტროლი და შესწორებების შეტანა, და სამუშაოების ჩაბარება.

როგორც ღია, ისე შეკრულ პოლიგონში კარგ საკონტროლო შედეგს იძლევა ა. ღურნევის მიერ მოწოდებული გეოღეზიური გადაკვეთის ანუ გვერდითი პუნქტების გადაკვეთის მეთოდი, რაც განხილულია 8.2.5—A მუხლში. ამავე დროს ეს პუნქტები წარმოადგენს დამატებით გეოღეზიურ საფუძველს.

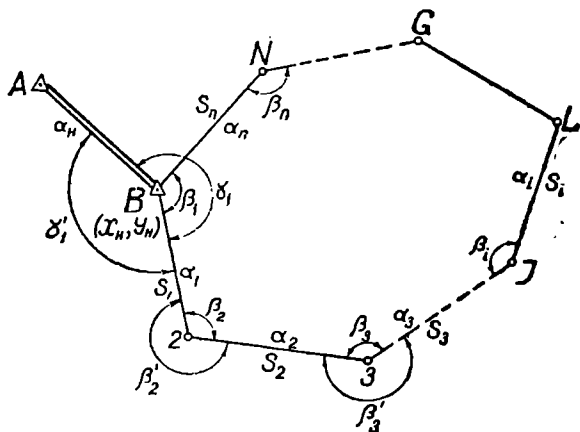
აქვე საჭიროა აღინიშნოს, რომ დამატებითი და, საერთოდ, საყრდენი წერტილების კოორდინატების განსაზღვრისათვის საჭირო გახდება მთავარი ანუ ბირდაპირი და შერბუნებული გეოღეზიური ამოცანების ამოხსნა, რაც განხილულია 2.6 თავში.

### 9.1.5. თმოღოლიტური სვლების თარაზული კუთხემების განსწორადება და გვერდების დირეკციული კუთხემების გამოთვლა

ცნობილია, რომ ნებისმიერი სახის პოლიგონში ხდება განაზომი კუთხეების შეუკრელობა ანუ განაზომი კუთხეების ჯამის მათი თეორიული (გეომეტრიული) პირობისაგან გადახრა. იმ შემთხვევაში, თუ გამოთვლილი შეუკრელობა დასაშვებია, განაზომ კუთხეებში შესწორება შეაქვთ თანაბრად, რასაც კუთხეების გასწორადებას ვუწოდებთ. სანამ შეუღებოდნენ კუთხეების გასწორადებას, მანამ მათ ამრგვალებენ 0,5 ოღენობამდე. განვიხილოთ შეკრულ და ღია პოლიგონებში კუთხეთა გასწორადებისა და გვერდების დირექციული კუთხეების გამოთვლის შემთხვევები.

4. შეკრულ პოლიგონში. შეკრული თეოდოლიტური სელის განაზომ ანუ პრაქტიკულ კუთხეთა  $\sum_1^n \beta_p$  ჯამს მიწის თეორიული  $\sum_1^n \beta_i$  ჯამი იქნება  $W_\beta$  შეუქვრელობა. მაშასადამე,

$$W_\beta = \sum_1^n \beta_p - \sum_1^n \beta_i, \quad (9.1.5.1)$$



ნახ. 9.1.5.1.

აგრეთვე ცნობილია, რომ ბრტყელი მრავალკუთხედის (ნახ. 1) შიგა კუთხეების თეორიული  $\sum_1^n \beta_i$  ჯამი გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$\sum_1^n \beta_i = 180^\circ (n-2); \quad (9.1.5.2)$$

მაშასადამე,

$$W_\beta = \sum_1^n \beta_p - 180^\circ (n+2), \quad (9.1.5.3)$$

სადაც  $n$  არის პოლიგონის კუთხეთა რაოდენობა ანუ გვერდების რაოდენობა.

$W_\beta$  შეუქვრელობის ოდენობა ახასიათებს კუთხეების გაზომვის მიღწეულ სიზუსტეს. მისი ნული ოდენობა იდეალური შემთხვევაა. პრაქტიკულად მისი ოდენობა რაც უფრო მცირეა, მით ხარისხიანად ითვლება კუთხეების განა-

ზომები. დავადგინოთ ზღვრული დასაშვები  $W_{\beta}$  შეუქცრელობის გამოსათვლელი ფორმულა. განაზომთა შეცდომების თეორიიდან (3.4.6.6) ფორმულით ანათელის დამრგვალების საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$\pm 0,3f, \quad (a)$$

სადაც  $f$  არის დანაყოფების ასათვლელი ხელსაწყოს სიზუსტე.

(3.4.1.11) ფორმულით დანაყოფების ასათვლელი ორი ხელსაწყოთი ანათვლების დამრგვალების საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$\frac{\pm 0,3f \sqrt{2}}{2}. \quad (b)$$

(3.4.1.16) მაგალითის მიხედვით, თუ მივიღებთ მხედველობაში სამიზნე საგნის ადგილზე დანიშნვის (რელექციის) შეცდომას, თეოდოლიტის დაცენტრის შეცდომას და დამიზნების შეცდომას, (b) სიდიდე უნდა გადავამრავლოთ 2-ზე, მივიღებთ ნახევარი წრიული ილეთით მიმართულების გაზომვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას

$$\frac{\pm 0,3f \sqrt{2}}{2} \cdot 2 = \pm 0,3f \sqrt{2}. \quad (c)$$

ერთი ილეთით მიმართულების გაზომვის შეცდომა (3.4.1.11) ფორმულით იქნება

$$\frac{\pm 0,3f \sqrt{2} \sqrt{2}}{2} = 0,3f. \quad (d)$$

(3.4.1.5) ფორმულით გამოითვლება ერთი სრული ილეთით კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა, როგორც ორი მიმართულების სხვაობის შეცდომა

$$\pm 0,3f \cdot \sqrt{2} = \pm 0,4243f \approx \pm 0,5f. \quad (e)$$

ერთი ილეთით კუთხის გაზომვის ზღვრული დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება

$$\pm 0,5f \times 3 = \pm 1,5f; \quad (f)$$

$n$  კუთხისაგან შემდგარი პოლიგონისათვის კი (3.4.1.5) ფორმულის შესაბამისად დასაშვები ზღვრული  $W_{\beta}$  შეუქცრელობა იქნება

$$\text{ზღვრული } W_{\beta} = \pm 1,5f \sqrt{n}. \quad (9.1.5.4)$$

როცა  $t \leq 30''$ , მაშინ ინსტრუმენტის მიხედვით

$$\text{ზღვრული } W_{\beta} = \pm 1' \sqrt{n}, \quad (9.1.5.4')$$

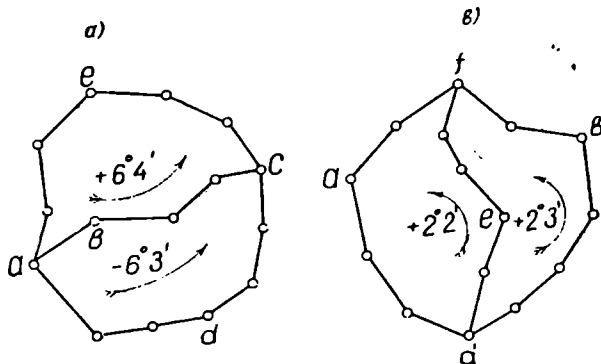
ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა პოლიგონის გვერდები მოკლეებია, უშვებენ

$$\text{ზღვრული } W_{\beta} \leq \pm 4' \sqrt{n}. \quad (9.1.5.4'')$$

სხვადასხვა თეოდოლიტისათვის  $f$  სიზუსტე უნდა ამოვიწეროთ (6.8.6.2) ცხრილის მეორე სვეტიდან.

იმ შემთხვევაში, როცა (3) ტოლობით გამოთვლილი პრაქტიკული ოდენობა  $W_{\beta}$  ნაკლები ან ტოლი გამოვა (4) ფორმულით დადგენილი ზღვრული

$W_{\beta}$  ოდენობისა, კუთხეების განაზომები მისაღებია. წინააღმდეგ შემთხვევაში განმეორებით უნდა გაისინჯოს ურუნალების ჩანაწერები და გამონათვლები. თუ შეცდომა ვერ აღმოვაჩინეთ, მაშინ პირველ რიგში განმეორებით უნდა გაიზომოს მოკლეგვერდებიანი კუთხეები. აგრეთვე, შეცდომის აღმოჩენის ერთ-ერთი კარგი საშუალებაა პოლიგონში გატარებული დიაგონალური სვლა. მაგალითად, (2<sup>ა</sup>) ნახაზის მიხედვით ნათლად ჩანს, რომ ტლანქი შეცდომა 6°



ნახ. 9.1.5.2

დაშვებულია  $\triangle abc$  დიაგონალურ სვლაში, ხოლო (2<sup>ა</sup>) ნახაზის მიხედვით ტლანქი შეცდომა 2° დაშვებულია  $daf$  და  $dbf$  და არა  $def$  სვლაში.

კუთხეების ტოლზუსტად გაზომვის შესაბამისად, როცა მივალწვეთ დამოკიდებულებას

$$W_{\beta} \leq \text{ზღვრ. } W_{\beta} \quad (9.1.5.5)$$

$W_{\beta}$  შეუქვრელობა უნდა განაწილდეს შებრუნებული ნიშნით თანაბრად პოლიგონის ყველა კუთხეზე. თითო კუთხის შესწორება იქნება

$$\epsilon_{\beta i} = \frac{-W_{\beta}}{n} \quad (9.1.5.6)$$

როცა შეუქვრელობა არ იყოფა უნაშთოდ, მაშინ გამოთვლილ შესწორებას მივმატება დარჩენილი ნაშთი და ეს გაზრდილი ოდენობა შეიტანება იმ კუთხეში, რომელსაც აქვს შედარებით მოკლე გვერდები. იმ შემთხვევაში, როცა პოლიგონში შედის მოკლეგვერდებიანი რამდენიმე კუთხე და აგრეთვე მიღებული შეუქვრელობა ზღვრულ დასაშვებზე მნიშვნელოვნად ნაკლებია, მაშინ შევირჩევთ მოკლეგვერდებიან იმდენ კუთხეს, რამდენ  $f$  სიზუსტესაც უღრის  $W_{\beta}$  შეუქვრელობა და მას გავანაწილებთ თანაბრად აღნიშნულ კუთხეებზე. სჯობს შეუქვრელობის გამოთვლამდე კუთხეები დამრგვალდეს 0',5-მდე, ე. ი. ამ შემთხვევაში  $\epsilon_{\beta i}$  შესწორებებიც შევა იმავე დამრგვალებით. ჩვეულებრივ, აღნიშნული შესწორებები ეწეება ზემოდან (წითელი ტუშით) განაზომ კუ-



თხეებს კუთხეების გამოთვლის უწყისში. შესწორებათა ჯამი ისინჯება ფორმულით

$$\sum_1^n \epsilon_{\beta_i} = -W_{\beta} \quad (9.1.5.7)$$

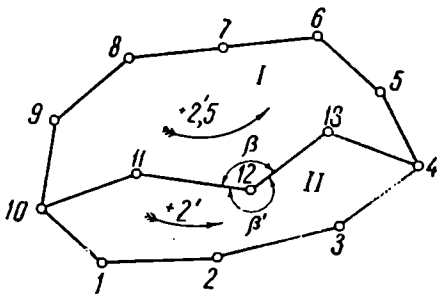
სადაც

$$i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

ანუ შესწორებათა ჯამი ტოლი უნდა იყოს  $W_{\beta}$  კუთხური შეუკვრელობისა შებრუნებული ნიშნით-

განვიხილოთ იმ პოლიგონის კუთხეების გასწორადების საკითხი, რომელშიც გატარებულია დიაგონალური სვლა (ნახ. 3).

ამ შემთხვევაში დიაგონალური სვლის განაზომი კუთხეების გასწორადება უნდა მოხდეს ძირითადი პოლიგონის განაზომი კუთხეების თანადროულად. (3) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ ძირითადი 1, 2, 3, ..., 9, 10 პოლიგონი 10, 11, 12, 13, 4 დიაგონალური სვლით გაყოფილია ორ I და II ჩაკეტილ მრავ-



ნახ. 9.1.5.3.

ვილკუთხედად. ამ მრავალკუთხედებში ცალ-ცალკე უნდა განისაზღვროს შეუკვრელობები და შემოწმდეს ისინი დასაშვები არიან თუ არა. მაგალითად, განვიხილოთ შემთხვევაში I პოლიგონის შეუკვრელობაა  $+2',5$  და II-სი  $+2'$ . გარდა ამისა, უნდა შეიკრიბოს ორივე შეუკვრელობა, რითაც მივიღებთ ძირითადი პოლიგონის შეუკვრელობას და უნდა დადგინდეს მიღებული შეუკვრელობა  $(+2',5+2')=4',5$  არის თუ არა დასაშვები. როცა აღმოჩნდება, რომ ყველა შეუკვრელობა დასაშვებია, მათი საშუალებით განაზომი კუთხეების გასწორადებისათვის პირველ რიგში ყურადღება უნდა მივაქციოთ I და II პოლიგონების შეუკვრელობების ნიშნებს. ამასთან დაკავშირებით მოსალოდნელია ორი შემთხვევა: 1) ორივე პოლიგონში შეუკვრელობათა ნიშნებია ერთნაირი, ისე როგორც განვიხილეთ შემთხვევაში  $(+2',5, +2')$ ; 2) I და II პოლიგონების ნიშნებია სხვადასხვა, ვთქვათ,  $+2',5$  და  $-2$ . პირველ შემთხვევაში I პოლიგონის შეუკვრელობის შემცირებით იმავე ოდენობით გადიდდება II პოლიგონის შეუკვრელობა. მაგალითად, თუ I პოლიგონის 12 კუთხის  $\beta$  ოდენობას შევამცირებთ  $-0',5$ -ით, იმავე ოდენობით გადიდდება II პოლიგონის 12 წვეროს  $\beta'$  კუთხე, რადგანაც  $\beta+\beta'=360^\circ$ . მაშასადამე, II შეუ-

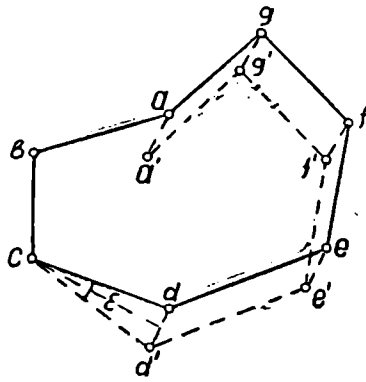
კერელობა გაიზრდება და გახდება  $+2',5$ . აღნიშნულის გამო ვაწესებთ: იმ შემთხვევაში, როცა დიაგონალური სვლით შექმნილი პოლიგონების შეუკერელობებში ერთნაირი ნიშნის არის, მაშინ დიაგონალური სვლის კუთხეების გასწორადების ნაკვალავი და მოხდეს გასწორადება ძირითადი პოლიგონის შესაბამისი ნაწილის კუთხეებისა. ასე რომ, განხილად შემთხვევაში პირველი პოლიგონის  $+2',5$  შებრუნებული ნიშნებით უნდა განაწილდეს 4, 5, ..., 9, 10 კუთხეებზე და II პოლიგონის  $+2'$  შებრუნებული ნიშნით უნდა განაწილდეს 10, 1, ..., 3, 4 კუთხეებზე. იმ შემთხვევაში, თუ ერთ პოლიგონში შეუკერელობა გამოვიდა დასაშვებ ზღვრულ შეუკერელობასთან ახლო, მეორეში კი არის ძლიერ მცირე, შეიძლება ეს უკანასკნელი განაწილდეს დიაგონალურ სვლაზე, რითაც, რა თქმა უნდა, გაიზრდება მეორე პოლიგონის შეუკერელობის ოდენობა, მაგრამ რადგანაც ეს გაზრდა იქნება მცირე, იგი იქნება დასაშვები და შეიძლება ეს ოდენობა შებრუნებული ნიშნით განაწილდეს ძირითადი პოლიგონის შესაბამისი ნაწილის განაზომ კუთხეებზე.

მეორე შემთხვევაში, ანუ როცა I და II პოლიგონებში შეუკერელობის ნიშნები არის სხვადასხვა, ვთქვათ I პოლიგონშია  $+3',5$ , ხოლო II-ში  $-2'$ , II პოლიგონის 11 და 13 კუთხეებს მივემატებთ  $+1'$ -ს, რის გამო I პოლიგონის 11 და 13 კუთხეები შემცირდება თითო მინუსით და შეუკერელობა დარჩება  $+1',5$ , რასაც შებრუნებული ნიშნით გავანაწილებთ ძირითადი პოლიგონის 4, 5, ..., 9, 10 კუთხეებზე. კუთხეთა გასწორადების ზემოთ მიღებულ წესი გამოდგება პრავალდიაგონალიანი სვლებით შექმნილ პოლიგონებშიც.

ა) ძირითადი პოლიგონისა და დიაგონალური სვლის გვერდების დირექციული კუთხეების გამოთვლა.

ძირითადი და დიაგონალური სვლების კუთხეების გასწორადების შემდეგ საჭიროა განისაზღვროს სვლათა გვერდების დირექციული კუთხეები.

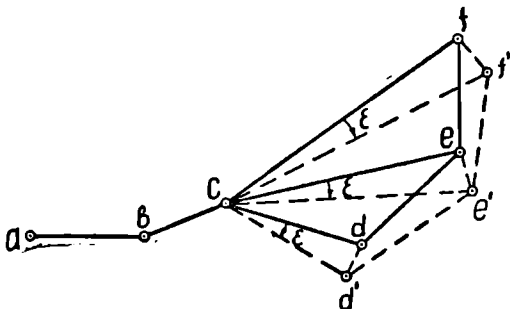
პირველ რიგში უნდა აღვნიშნოთ, რომ თეოდოლიტური სვლების ქალაქზე გამოხაზვა უფრო ზუსტია გვერდების დირექციული კუთხეებით ან რუმბებით, ვიდრე სვლის განაზომი კუთხეების საშუალებით, რადგანაც პირველ შემთხვევაში ხაზების გამოსაყვალ საფუძვლად მიღებულია ერთი მერდიდიანი და ყოველი გვერდი იღებს საჭირო მიმართულებას წინა ხაზისაგან დამოუკიდებლად. ამიტომ რომელიმე გვერდის მიმართულებაში დაშვებული შეცდომა არ მოახდენს გვერდის სხვა გვერდების მიმართულებებზე. ყველა დანარჩენი გვერდი აიგება თავისი ნამდვილი მიმართულების პარალელურად და პოლიგონების მთელი ფიგურა არ იქნება დამახინჯებული. მაშასადამე, მიმართულებაში (დირექციული კუთხე ან რუმბი) დაშვებული  $\epsilon$  შეცდომა იწვევს მთელი პოლიგონის ყოველი შემდგომი წერ-



ნახ. 9 1.5.4.

და მახინჯებული. მაშასადამე, მიმართულებაში (დირექციული კუთხე ან რუმბი) დაშვებული  $\epsilon$  შეცდომა იწვევს მთელი პოლიგონის ყოველი შემდგომი წერ-

ტილის გადაადგილებას ერთი და იმავე მიმართულებით და ოდენობით (ნახ. 4), მაშინ როდესაც შიგა კუთხეებით პოლიგონის წვეროების აგების დროს რომელიმე კუთხეში დაშვებული  $\varepsilon$  შეცდომა იწვევს პოლიგონის ყველა შემდგომი წვეროს გადაადგილებას სხვადასხვა მიმართულებით და სხვადასხვა ოდენობით (ნახ. 5), ე. ო. პოლიგონი მიიღება დამახინჯებული. მაშასადამე, პირველ შემთხვევაში (ნახ. 4)  $\varepsilon$  არის ორიენტირების შეცდომა, რაც ნიშნავს იმას, რომ  $cd$  გვერდმა მიიღო მცდარი მიმართულება, ხოლო დანარჩენი გვერდები დარჩა იგივე ოდენობებისა და მიმართულებების ანუ ყველა შემდგომი წერტილი გადაადგილდა ერთი და იმავე მიმართულებით და ოდენობით; მეორე შემთხვე-



ნახ. 9.1.5.5.

ვაში (ნახ. 5)  $\varepsilon$  წერტილში დაშვებული  $\varepsilon$  შეცდომა იწვევს სხვადასხვა მანძილებზე მდებარე წერტილების სხვადასხვა ოდენობებით ძვრას სწორი მდებარეობიდან. მაგალითად,  $ff' > ee' > dd'$ , რადგანაც  $cf > ce > cd$ .

ზემოთ მოხსენებულის გამო გვემაზე საყრდენი წერტილების გადატანა სჯობს დირექციული კუთხეებით (მიმართულებებით), ვიდრე განაზომი და გასწორადებული კუთხეებით.

(8.12.5) პარაგრაფში (8.12.5.5) ნახაზის შესაბამისად სვლის გაზომილი და გასწორადებული კუთხეების მიხედვით მიღებულია ყოველი გვერდის დირექციული კუთხის გამოსათვლელი ფორმულები: (8.12.5.19), როცა ცნობილია სვლის მარცხენა კუთხეები; (8.12.5.20) ფორმულა, როცა ცნობილია სვლის მარჯვენა კუთხეები და აგრეთვე ხშირად უფრო მოხერხებულა (8.12.5.19)-ის ნაკვალად გამოვიყენოთ (8.12.5.21) ფორმულა (იქვეა განხილული მაგალითები). აღნიშნული ფორმულები გამოვიყენოთ (1) ნახაზის შესაბამისად, სადაც დირექციული კუთხეები აღნიშნულია  $\alpha_i$  სიმბოლოთი. (8.12.5.19) ფორმულის მიხედვით მარცხენა  $\beta_{\alpha_i}$  კუთხეებისათვის:

$$\alpha_1 = \alpha_H + \gamma_1 - 180^\circ$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \beta_2 - 180^\circ$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \beta_3 - 180^\circ$$

.....  
 .....

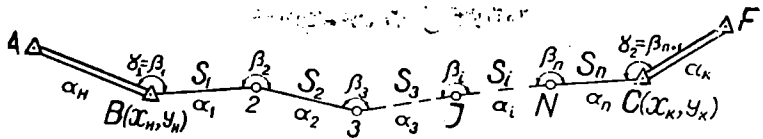
$$\left. \begin{aligned}
 \alpha_1 &= \alpha_{i-1} + \beta_i - 180^\circ \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 \alpha_n &= \alpha_{n-1} + \beta_n - 180^\circ \\
 \alpha_1 &= \alpha_n + \beta_1 - 180^\circ \text{ არის საკონტროლო}
 \end{aligned} \right\} \quad (9.1.5.8)$$

(8) ტოლობებიდან ჩანს, რომ  $\alpha_1$ -დან  $\alpha_n$ -მდე პოლიგონის დირექციული კუთხეების გამოსათვლელად  $\beta_1$  კუთხე საკმარის არ არის, მაშასადამე, შეიძლება დავუშვათ, რომ  $\beta_1$  კუთხე არ გაიზომოს, რაც სწორი არ იქნება. უპირველეს ყოვლისა, იგი აუცილებელია პოლიგონის  $W_\beta$  შეუკერელობის განსაზღვრისათვის, რითაც ხდება საუკეთესო კონტროლი პოლიგონის განაზომი კუთხეების ხარისხისა, აგრეთვე (8) ტოლობების უკანასკნელი სტრიქონი გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული  $\beta_1$  კუთხე გვერდების გამონათვალი დირექციული კუთხეების კონტროლის საშუალებას იძლევა, რადგანაც  $\alpha_1$  კუთხის მეორეჯერ გამოთვლა გამონათვალი დირექციული კუთხეების გამოთვლის სისწორის კონტროლის საშუალებას იძლევა.

პოლიგონის მარჯვენა ( $\beta'_j$ ) კუთხეებისათვის (8.12.5.20) ფორმულით (1) ნახაზის მიხედვით:

$$\left. \begin{aligned}
 \alpha_1 &= \alpha_H + 180^\circ - \gamma_1' \\
 \alpha_2 &= \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2' \\
 \alpha_3 &= \alpha_2 + 180^\circ - \beta_3' \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 \alpha_i &= \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_i' \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 \alpha_n &= \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n' \\
 \alpha_1 &= \alpha_n + 180^\circ - \beta_1 \text{ არის საკონტროლო}
 \end{aligned} \right\} \quad (9.1.5.9)$$

B. ღია პოლიგონში (ნახ. 6). ღია პოლიგონში  $n$  არის განაზომი გვერდების (საყრდენი  $AB$  და  $CF$  გვერდების გატეხე) რაოდენობა, ხოლო გა-



ნახ. 9.1.5.6.

ზომილი კუთხეები  $\gamma_1 = \beta_1$  და  $\gamma_2 = \beta_{n+1}$  მიმზრობის კუთხეების ჩათვლით იქნება  $(n+1)$ . ჩვეულებრივ, კუთხეთა გასწორადებას აწარმოებენ უწყისში ყოველ კუთხეზე ზემოდან წითელი ტუშით შესწორების წარწერით (იხ. 9.1.11.3 სქემა).

$W_\beta$  შეუკერელობა განისაზღვრება (1) ფორმულით, რისთვისაც საკმარისა

განისაზღვროს  $\sum_1^{n+1} \beta_i$  თეორიული. უკანასკნელის განსაზღვრისათვის და-

ვუშვათ, რომ კუთხეები გაზომილია უშეცდომოდ, ამიტომ კუთხეების გასწორება საჭირო აღარ იქნება და (8.5.12.19) ფორმულით გამოითვლება გვერდების ღირებულებები. მაშასადამე, როცა ცნობილია მარცხენა  $\beta_i$  კუთხეები, დავწეროთ:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha_H + \beta_1 - 180^\circ \\ \alpha_2 &= \alpha_1 + \beta_2 - 180^\circ \\ \alpha_3 &= \alpha_2 + \beta_3 - 180^\circ \\ &\dots \\ &\dots \\ \alpha_i &= \alpha_{i-1} + \beta_i - 180^\circ \\ &\dots \\ &\dots \\ \alpha_n &= \alpha_{n-1} + \beta_n - 180^\circ \\ \alpha_{n+1} &= \alpha_n + \beta_{n+1} - 180^\circ \end{aligned} \right\} \quad (9.1.5.10)$$

შევიკრიბოთ (10) ტოლობები, მივიღებთ:

$$\alpha_K = \alpha_H + \sum_1^{n+1} \beta_i - 180^\circ (n+1), \quad (9.1.5.11)$$

საიდანაც

$$\sum_1^{n+1} \beta_i = \alpha_K - \alpha_H + 180^\circ (n+1). \quad (9.1.5.12)$$

(12) ტოლობა შევიტანოთ (1) დამოკიდებულებაში, მივიღებთ:

$$W_{\beta} = \sum_1^{n+1} \beta_P - \sum_1^{n+1} \beta_i = \sum_1^{n+1} \beta_P - [\alpha_K - \alpha_H + 180^\circ (n+1)]. \quad (9.1.5.13)$$

როცა  $\alpha_K > \alpha_H$ , (13) ტოლობაში მაკლებს უნდა გამოაყლდეს  $360^\circ$ .

როცა გაზომილია მარჯვენა  $\beta_i$  კუთხეები, მაშინ (8.12.5.20) ტოლობის გამოყენებით და ანალოგიური მიდგომით, მივიღებთ:

$$\sum_1^{n+1} \beta_i = \alpha_H - \alpha_K + 180^\circ (n+1), \quad (9.1.5.14)$$

ანუ

$$W_{\beta} = \sum_1^{n+1} \beta_P - \sum_1^{n+1} \beta_i = \sum_1^{n+1} \beta_P - [\alpha_H - \alpha_K + 180^\circ (n+1)]. \quad (9.1.5.15)$$

როცა  $\alpha_H > \alpha_K$ , (15) ტოლობაში მაკლებში მიღებულ გამონათვალს უნდა გამოაყლდეს  $360^\circ$ .

როცა დასაშვებია (13) ან (15) ფორმულებით განსაზღვრული შეუკვრელობები, კუთხეთა გასწორებას ვაწარმოებთ ცნობილი წესით; შემდეგ განი-

საზღვრება დირექციული კუთხეები (8.12.5.19), (6.12.5.20) ან (8.12.5.21) ფორმულებით. ცხადია, ყველა გამონათვლებით საბოლოოდ უნდა მივიღოთ წინასწარ ცნობილი ხისტი (საყრდენი) გვერდის  $\alpha_H$  დარექციული კუთხე, რაც წარმოადგენს ღია პოლიგონის დირექციული კუთხეების გამოთვლის კონტროლს.

შეკრულ თეოდოლიტურ სელაში დიაგონალური სვლის დამუშავებისათვის ამ სელას ვთვლით ღია პოლიგონად, რომლის საყრდენ გვერდებზე მივიღებთ ძირითადი პოლიგონის (9—10) და (4—5) გვერდებს (ნახ. 3). ძირითად პოლიგონში ამ გვერდების გამონათვალი დირექციული კუთხეები იქნება საყრდენი (ხისტი), რომელთაც, შესაბამისად, აღვნიშნავთ  $\alpha_{9-10} = \alpha_H$  და  $\alpha_{4-5} = \alpha_H$  სიმბოლოებით. სვლის მარცხენა კუთხეების შემთხვევაში დიაგონალური სვლის  $W_B$  შეუყვარელობას განესაზღვრავთ (13) ტოლობით და თუ დაცულ იქნა  $W_B \leq 1,5t \sqrt{n+1}$  უტოლობა (აქ  $n=4$ ), მას გაევანწილებთ 10, 11, 12, 13, 4 კუთხეებზე შებრუნებული ნიშნით. შემდეგ გამოვითვლით ოთხივე გვერდის დირექციულ კუთხეებს ( $\alpha_{10-11}$ ,  $\alpha_{11-12}$ ,  $\alpha_{12-13}$ ,  $\alpha_{13-4}$ ) და ბოლოს ამ გასწორადებული ოდენობებით გამოვითვლით 11, 12, 13 პუნქტის კოორდინატულ კოორდინატებს (შემდეგი პარაგრაფი).

#### 9.1.6 თეოდოლიტური სვლების კუნძულის მართკუთხა კოორდინატების გამოთვლა

წინა პარაგრაფში დასაბუთებული იყო, რომ თეოდოლიტური სვლების ქალაქზე აგებას დირექციული კუთხეებით უპირატესობა აქვს სვლის კუთხეების მეთოდთან შედარებით.

ქვემოთ ვნახავთ, რომ უფრო ზუსტია პუნქტების მართკუთხა კოორდინატებით თეოდოლიტური სვლის ქალაქზე აგება. ამიტომ აქ განვიხილავთ თეოდოლიტური სვლების გვერდებისა და მათი დირექციული კუთხეების საშუალებით პუნქტების მართკუთხა კოორდინატების განსაზღვრის საკითხს.

(2.6.1.1), (2.6.1.2) ფორმულებით ცნობილია, რომ ყოველი წერტილის კოორდინატი უდრის წინა წერტილის კოორდინატს პლუს შესაბამისი ნაზრდი. მაშასადამე, თეოდოლიტური სვლების პუნქტების კოორდინატები განისაზღვრება თანამიმდევრობით პირდაპირი გეოდეზიური ამოცანების ამოხსნით შეკრულ პოლიგონში საყრდენი  $x_H$ ,  $y_H$  (ნახ. 1) კოორდინატების მქონე  $B$  პუნქტიდან იმავე პუნქტზე დაბრუნებამდე და ღია პოლიგონში (ნახ. 3)  $x_H$ ,  $y_H$  კოორდინატების მქონე  $C$  ხისტი პუნქტამდე.

#### ა. შეკრულ პოლიგონში კოორდინატთა ნაზრდების განსწორება და კუნძულის კოორდინატების გამოთვლა

ისე, როგორც კუთხეების შესახებ, აქაც საჭიროა დავიცვათ გეომეტრიული პირობა. მაგრამ როგორც კუთხეების, ისე გვერდების განაზომთა უცი-

ლობელი შეცდომების შედეგად გამონათვალი  $\sum_1^n \Delta x$  პრაქტიკული და  $\sum_1^n \Delta y$

პრაქტიკული ნაზრდების ჯამი, როგორც წესი, არ გამოდის ტოლი  $\sum_1^n \Delta x$  თეორ.

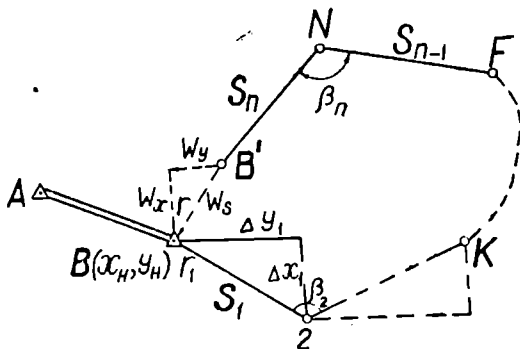
და  $\sum_1^n \Delta y$  თეორიული ჯამისა. შესაბამისად, მათი სხვაობები წარმოადგენს

$W_x$  და  $W_y$  შეუქვრელობებს კოორდინატა ღერძების მიმართ. პოლიგონის საერთო შეუქვრელობა კი იქნება  $W_s$ . მაშასადამე, (9.1.5.1) ფორმულის ანალიზურად (ნახ. 1) დავწერთ:

$$\left. \begin{aligned} W_x &= \sum_1^n \Delta x_P - \sum_1^n \Delta x_i \\ W_y &= \sum_1^n \Delta y_P - \sum_1^n \Delta y_i \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.1)$$

ანალიზური გეომეტრიიდან ცნობილია, რომ

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_i &= 0 \\ \sum_1^n \Delta y_i &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.2)$$



ნახ. 9.1.6.1.

მ. ი. (1) დამოკიდებულების ნაცვლად ვვეჭნება განაზომი ანუ პრაქტიკული ჯამები:

$$\left. \begin{aligned} W_x &= \sum_1^n \Delta x_P \\ W_y &= \sum_1^n \Delta y_P \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.3)$$

გეომეტრიულად (3) შეუქვრელობები ნაჩვენებია (1) ნახაზზე. უცილობელი შეცდომის გამო პოლიგონი არ ჩაიკეტა და მივიღეთ პოლიგონის შეუქვრელობა  $BB' = W_S$ , რომლის პროექციები  $x$  და  $y$  ღერძებზე არის  $-W_x$  და  $-W_y$  შეუქვრელობები. (1) ნახაზის მიხედვით დავწერთ:

$$W_S = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}. \quad (9.1.6.4)$$

ამ უკანასკნელის ფარდობას სელის  $\sum_1^n S$  პერიმეტრთან

$$\frac{W_S}{\sum_1^n S} = \frac{1}{T} \quad (9.1.6.5)$$

ეწოდება სელის პერიმეტრის ფარდობითი შეუქვრელობა (შეცდომა) ანუ სიზუსტე. ეს უკანასკნელი იძლევა კუთხური და ხაზოვანი განაზომების სანდოობის შესახებ წარმოდგენას. ამიტომ ზგი არ უნდა აღემატებოდეს დადგენილ ოდენობას; ეს ოდენობა დამოკიდებულია გარემო პირობებსა (ადგილის ხასიათზე) და გაზომვების მიღებულ მეთოდისაზე. მაგალითად, თუ გვერდები იზომებოდა ბაფთით ან ДНТ, ДАР—100 ან ДД—3 საცმებით, მაშინ ხელშემშლელი პირობების დროს დაცული უნდა იყოს ტოლობა:

$$\frac{W_S}{\sum_1^n S} \leq \frac{1}{1500}, \quad (9.1.6.6)$$

ხოლო ხელშემწყობ პირობებში მისი ოდენობა აღწევს 1:2000 და 1:3000.

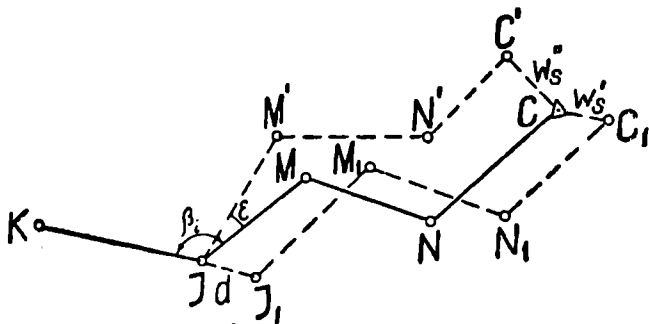
იმ შემთხვევაში, როცა მოთხოვნილი სიზუსტე არ არის დასაშვები, პირველ რიგში გულდასმით უნდა გადაისინჯოს საველე უზრუნველბები, სკემები, კატალოგები, საიდანაც ამოღებულია საჭირო მონაცემები ( $\alpha_H, \alpha_K, x_H, y_H, x_K, y_K$ ). აქ შეცდომა თუ არ აღმოჩნდა, საჭიროა საველე განაზომების გაუმეორება. განმეორებით რომ არ გაიზომოს ყველა გვერდი, არსებობს წესი სელის საველო გვერდის დადგენისა, რისთვისაც (1) ნახაზის შესაბამისად ესაზღვრავთ დირექციულ კუთხის ან, ერთი და იგივეა, დირექციული რუმბის ტანგენსს:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} r = \frac{-W_y}{-W_x}. \quad (9.1.6.7)$$

შეიტანენ განმეორებითი გაზომვების სიაში პოლიგონის იმ გვერდებს, რომელთაც აქვთ (7) ტოლობით განსაზღვრული  $W_S$  შეუქვრელობის დირექციული კუთხის (რუმბის) ან მათგან  $180^\circ$ -ით განსხვავებული ოდენობა. მართლაც, თუ დაშვებულია შეცდომა (ნახ. 2)  $KI$  გვერდის გადაზომვაში  $II_1 = d$  ოდენობით, სელა გადაადგილდება  $M, N$  და  $C$  პუნქტების ნაცვლად  $M_1, N_1$ ,



$C_1$  ადგილებზე, რის შედეგად მივიღებთ  $CC_1 = W'_S$  შეუკვრელობას. გარდა ზემოხსენებულისა, საჭიროა საეკვოდ იქნეს მიჩნეული ის გვერდები, რომელთა დირექციული კუთხეების ოდენობები  $90^\circ$ -ით განსხვავდება (7) ტოლობით განსაზღვრული  $\alpha$  დირექციული კუთხისაგან; ამ შემთხვევაში საჭიროა ამ გვერდების დირექციული კუთხეები (მიმართულებები) შემოწმდეს და, თუ საჭირო გახდა, გაიზომოს შესაბამისი  $\beta$ , შიგა კუთხე. მართლაც, (ნახ. 2)  $\beta$ , კუთხის გაზომვის  $\alpha$  შეცდომა გამოიწვევს  $IM$  მიმართულებაში შეცდომას, რის გამოც სულა გადაადგილება  $M', N', C'$  წერტილებში და შეიქმნება ხაზოვანი შეუ-



ნახ. 9.1.6.2.

კვრელობა  $CC' = W'_S$ , რომელიც დაახლოებით პერპენდიკულარული იქნება  $IM$  გვერდისა, სადაც დაეუშვით შეცდომა.

იმის შემდეგ, რაც მოთხოვნილი სიზუსტე იქნება დაკმაყოფილებული, მიღებული შეუკვრელობებით კოორდინატა ნაზრდებს გავასწორადებთ.

კოორდინატა ნაზრდების გასწორადება ხდება შესაბამისი გვერდების ოდენობათა პროპორციულად შებრუნებული ნიშნით, რაც მიღებულია დასაშვებ, მაგრამ არამკაცრ ღონისძიებად. ვსაზღვრავთ შეუკვრელობათა ოდენობებს  $x$  და  $y$  ღერძის გასწვრივ პერიმეტრის ერთი მეტრის შესაბამისად:

$$\left. \begin{aligned} \frac{-W_x}{\sum_1^n S} &= +\epsilon_x \\ \frac{-W_y}{\sum_1^n S} &= +\epsilon_y \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.8)$$

$\Delta x_i$  და  $\Delta y_i$  ნაზრდების შესწორებები იქნება:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_x \cdot S_1, \epsilon_x \cdot S_2, \epsilon_x \cdot S_3, \dots, \epsilon_x \cdot S_n \\ \epsilon_y \cdot S_1, \epsilon_y \cdot S_2, \epsilon_y \cdot S_3, \dots, \epsilon_y \cdot S_n \end{aligned} \right\}; \quad (9.1.6.9)$$

გასწორადებული ნაზრდები კი იქნება:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_1' &= \Delta x_1 + \varepsilon_x \cdot S_1; & \Delta y_1' &= \Delta y_1 + \varepsilon_y \cdot S_1 \\ \Delta x_2' &= \Delta x_2 + \varepsilon_x \cdot S_2; & \Delta y_2' &= \Delta y_2 + \varepsilon_y \cdot S_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta x_n' &= \Delta x_n + \varepsilon_x \cdot S_n; & \Delta y_n' &= \Delta y_n + \varepsilon_y \cdot S_n \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.10)$$

გასწორადებული ნაზრდებით გამოითვლება შეკრული თეოლოლიტური სვლის პუნქტების კოორდინატები:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= x_H + \Delta x_1' & \text{და} & & y_2 &= y_H + \Delta y_1' \\ x_3 &= x_2 + \Delta x_2' & & & y_3 &= y_2 + \Delta y_2' \\ \dots & \dots & & & \dots & \dots \\ x_N &= x_{N-1} + \Delta x'_{N-1} & & & y_N &= y_{N-1} + \Delta y'_{N-1} \\ x_H &= x_N + \Delta x_n' & & & y_H &= y_N + \Delta y_n' \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.11)$$

ცხადია, გასწორადებული შესწორებების ჯამი ლერძების მიხედვით ტოლი უნდა იყოს ნულის, ანუ დაცული უნდა იყოს ტოლობები:

$$\sum_1^n \Delta x' = 0,$$

$$\sum_1^n \Delta y' = 0.$$

**ბ. ღია პოლიგონში კოორდინატთა ნაზრდების გასწორადება და პუნქტების კოორდინატების გამოთვლა**

ღია პოლიგონში (ნახ. 3) კოორდინატთა თეორიული ჯამის განაზღვრისათვის პირობით ვუშვებთ, თითქოს განაზომები მიღებულია უშეცდომოდ. მაშასადამე, კოორდინატთა ნაზრდები უშეცდომოა და (9.1.5.6) ნახაზისადმი (2.6.1.1) ფორმულების გამოყენებით დავწერთ:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= x_H + \Delta x_1 & \text{და} & & y_2 &= y_H + \Delta y_1 \\ x_3 &= x_2 + \Delta x_2 & & & y_3 &= y_2 + \Delta y_2 \\ \dots & \dots & & & \dots & \dots \\ x_i &= x_{i-1} + \Delta x_{i-1} & \text{და} & & y_i &= y_{i-1} + \Delta y_{i-1} \\ \dots & \dots & & & \dots & \dots \\ x_n &= x_{n-1} + \Delta x_{n-1} & \text{და} & & y_n &= y_{n-1} + \Delta y_{n-1} \\ x_H &= x_n + \Delta x_n & \text{და} & & y_H &= y_n + \Delta y_n \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.12)$$

(12) ტოლობების შეკრებით მივიღებთ:

$$x_H = x_H + \sum_1^n \Delta x_i \quad \text{და} \quad y_H = y_H + \sum_1^n \Delta y_i,$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_1^n \Delta x_i &= x_K - x_H \\ \sum_1^n \Delta y_i &= y_K - y_H \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.13)$$

მაშასადამე, ღია თეოდოლიტური სვლის პუნქტების კოორდინატების ნაზრდების თეორიული ჯამი უდრის იმ საყრდენი პუნქტების კოორდინატების სხვაობას, რომელზეც არის მიბმული განხილადი თეოდოლიტური სვლა.

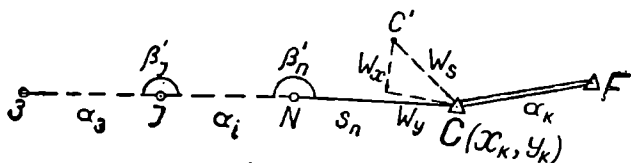
(13) ფორმულები ჩაცვით (1) ტოლობებში, მივიღებთ, რომ ღია სვლაში:

$$\left. \begin{aligned} W_x &= \sum_1^n \Delta x_P - (x_K - x_H) \\ W_y &= \sum_1^n \Delta y_P - (y_K - y_H) \end{aligned} \right\} \quad (9.1.6.14)$$

(3) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ (9.1.5.6) ღია პოლიგონის ბოლო  $C$  წერტილი გადახრილია  $C'$  ადგილას და შეუქვრელობა არის  $CC' = W_S$ . ისევე, როგორც შეკრულ პოლიგონში, (5), (6), (7), (8), (9), (11) ფორმულების მოთხოვნები აქაც ძალაშია.

კოორდინატების გამოთვლები სრულდება (12) ტოლობებში შესწორებული ნაზრდების შეტანით.

როგორც ვხედავთ, ორივე შემთხვევაში კონტროლი მდგომარეობს იმაში, რომ გამოთვლების შედეგად შეკრულ პოლიგონში უნდა მი-



ნახ. 9.1.6.3.

ვიღოთ საყრდენი წერტილის  $x_H$ ,  $y_H$  კოორდინატები, ხოლო ღია პოლიგონში მოცემული უნდა იქნეს ბოლო საყრდენი პუნქტის  $x_K$ ,  $y_K$  კოორდინატები.

როგორც ვხედავთ, ზემოთ მოყვანილი გამოთვლითი სამუშაოების სფეროში შედის: პოლიგონის წვეროების განაზომი კუთხეების, გვერდების სიგრძეების სქემაში შეტანა; კუთხეების გასწორადება, დირექციული კუთხეებისა და კოორდინატების ნაზრდების გამოთვლები; ნაზრდების გასწორადება და წვეროების კოორდინატების გამოთვლები.

ნორმებით არითმომეტრზე გამოძველელმა სამუშაო დღეში უნდა გამოითვალოს თეოდოლიტური სვლის 52 პუნქტის კოორდინატები, ხოლო ნაზრდების ცხრილების გამოყენებისას — 35 პუნქტისა.

თეოდოლიტური სვლის კუთხეებისა და გვერდების განაზომების შემოწმება უნდა მოხდეს დღეში 25 წერტილისა, როცა ხაზები იზომება ბაფთით და 16 წერტილისა, როცა მანძილები იზომება ДНТ საცმით. ამ შემთხვევაში სამუშაოს შინაარსია: საველე გამონათვლების შემოწმება და სქემაში კუთხეებისა და გვერდების სიგრძეების ამოწერა.

### 9.1.7. ჰორიზონტული აბაზმების მეთოდები

(2.3.2) პარაგრაფში ზოგადად განხილულია აგეგმვების სახეობები და მათი განსაზღვრებები. აქ განხილება ჰორიზონტული ანუ წვლილადების კონტურების აგეგმვების თანამედროვე მეთოდებით განსაზღვრები თეოდოლიტური აგეგმვებითურთ. თეოდოლიტური აგეგმვები წარმოადგენს ადგილის ჰორიზონტული აგეგმვის ერთ-ერთ მეთოდს, სადაც ძირითად ინსტრუმენტს თეოდოლიტი წარმოადგენს, ამიტომ ჰორიზონტულ აგეგმვას ხშირად უწოდებენ თეოდოლიტური აგეგმვას. როგორც ვიცით, საჭიროებისამებრ თეოდოლიტური სელები გამოიყენება რელიეფის ნიველობისათვისაც, რის შედეგად მიიღება ტოპოგრაფიული გეგმა.

თეოდოლიტური სელებით განსაზღვრული ჰორიზონტული კოორდინატების მქონე პუნქტების მიმართ წვლილადების აგეგმვა ხდება: 1) პერპენდიკულარების ხერხით; 2) პოლარული ხერხით; 3) ბიპოლარული ხერხით; 4) ვასწერივობის ხერხით; 5) ფარგის სიგრძე სვლის ხერხით; 6) ბუსოლური პოლიგონის ხერხით.

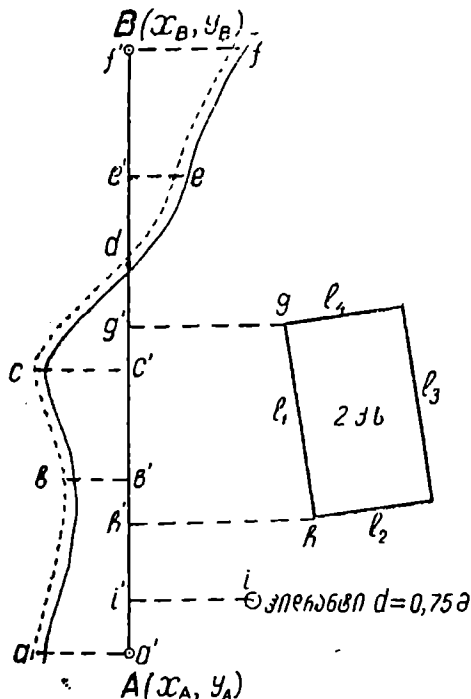
ზემოხსენებული მეთოდების შესრულებისათვის საჭიროა: 1. ხაზების ჰორიზონტული პროექციების უშუალოდ გაზომვები ან არაპირდაპირი ხერხით მათი განსაზღვრები; 2. მიმართულებათა და კუთხეების ჰორიზონტული პროექციების გაზომვები; 3. ადგილზე ხაზებისადმი პერპენდიკულარების დაშვება და ხაზების საჭირო წერტილებიდან პერპენდიკულარების აღმართვა.

ჰორიზონტული აგეგმვისათვის ბრივადას საჭიროა ჰქონდეს: თეოდოლიტი შტატივით, ერთ-ერთი უმარტივესი კუთხსაზომი ინსტრუმენტი (გონიომეტრი ან სტეფანის ბუსოლი), ეკლიმეტრი, ეკერი, ბაფთა 20-მეტრიანი 6 ან 11 ჩხირით, 20-მეტრიანი ფოლადის რულეტი, 6 სარი, ნაჯახი, ტოპოგრაფიული ქოლგა, აბრისის ჟურნალი, სახაზავი, ფანქარი 2Т—ТМ, ჯაყვა, რბილი საშლელი, ავტომატური კალმისტარი.

#### А. პერპენდიკულარების ხერხი (ნახ. 1)

განხილად ხერხს უმთავრესად იყენებენ ისეთი ზოლური წვლილადის ასაგეგმვად, რომელიც ახლოს მდებარეობს თეოდოლიტური სვლის გვერდთან. ვთქვათ, თეოდოლიტური სვლის გვერდია  $AB$ , რომლის გაუსის ბრტყელი კოორდინატებია, შესაბამისად,  $X_A, Y_A$  და  $X_B, Y_B$ . საჭიროა აღნიშნულ გვერდს დაუკავშიროთ მის ახლოს მდებარე გრუნტის გზა, ორსართულიანი ქვის სახლი და წყალსადენის ჰიდრანტი. ამ მიზნით პირობით  $AB$  ხაზს ვთვლით აბსცისათა ღერძად, მის  $A$  სათავეზე გატარებულ მართობს  $კი$  — ორ-

დინატოა ღერძად. მაშასადამე, წვლილადის ყოველი წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება ორ-ორი მართკუთხა კერძო კოორდინატით (და არა



ნახ. 9.1.7.1.

მოთავსდეს მასზე სათანადო წარწერებით (ნახ. 1). იმ შემთხვევაში, თუ აგეგმვი წარმოებს თეოდოლიტურ სვლასთან ერთად, რაც მეტად ნაყოფიერია, ცნობილ  $A(a')$  წერტილზე დაცენტრილი თეოდოლიტით აღმმართავთ მართობს და დამხმარეს დაფასობინებთ სარს  $a$  წერტილში; დაუყოვნებლივ ორ დამხმარეს გაავლობინებთ რულებით  $aa'$  კერძო ორდინატს, რაც იწერება სქეზის იმ ადგილას, სადაც  $a$  არის დაწერილი. მესამე დამხმარე (თუ ასეთი გეყავს) სარებს ასობს  $b, c, d, e$  წერტილებში, საიდანაც საჭიროა  $AB$  ხაზზე მართობების დაშვება, რაც ხდება თვალზომით, როცა ორდინატები 20 მეტრზე ნაკლებია, და გონიომეტრით, ეკერით ან სტეფანის ბუსოლით, როცა ორდინატები 20 მეტრზე მეტია. იხილეთ ინსტრუქციით მოცემული ცხრილი (1).

ვთქვათ,  $bb'$  არის 20 მეტრზე ნაკლები. ორ დამხმარეს ბაფთით  $AB$  გასწვრივობაში (თეოდოლიტის დახმარებით) ვაწყებინებთ აბსცისის გაზომვას. როცა მიადწევეს ბაფთის დაღებას  $b$  წერტილიდან დასაშვები მართობის  $b'$

თეოდოლიტური სვლის მართკუთხა კოორდინატებით). მაგალითად,  $a, b, c, d, e, f, g, h, i$  წერტილების კერძო კოორდინატები, შესაბამისად, იქნება  $x_a=0, y_a=aa'; x_b=a'b'; y_b=bb', x_c=a'c', y_c=cc'; x_d=a'd, y_d=0; x_e=a'e', y_e=ee'; x_f=a'f', y_f=ff'; x_g=a'g', y_g=gg'; x_h=a'h', y_h=hh'; x_i=a'i', y_i=ii'$ . ამიტომ აგეგმვის ამ ხერხს შეიძლება ვუწოდოთ კერძო მართკუთხა კოორდინატების ხერხი, რომლის შესაბამისი რიცხვები აღგებრული არ არის. მოკლედ, მის არამართებულად მართკუთხა კოორდინატების ხერხს უწოდებენ.

შევადგენთ თვალზომით სქემატურ ნახაზს იმ ვარაუდით, რომ ყველა წვლილი

ადგილის სახეობა და აგეგმვის მასშტაბი	ორდინატის ზღვრული სიგრძე მეტრობით	
	თვლით	ობიექტური ეკერი
დასახლებულ ადგილებში: მასშტაბი 1:500	4	20
1:1000	6	40
1:2000, 1:5000	8	60
დაუსახლებელ ადგილებში: მასშტაბი 1:10 000		
მკაფიოდ გამოსახული კონტურები	10	100
არამკაფიოდ გამოსახული კონტურები	20	

ფუძის მახლობლობაში, მიწაზე სტოვებენ ბაფთას და  $b$  წერტილში ჩასობილი ჩხირიდან, როგორც ცენტრიდან, დაკიშავენ რულეტს ისე, რომ რულეტისა და ბაფთის გადაკვეთის წერტილის შესაბამისი ანათვალის რულეტზე იყოს მინიმალური. მაშინ  $bb'$  იქნება მართობი ბაფთისა. ცხადია, როგორც რულეტი, ისე ბაფთა უნდა იყოს ზრდადი წარწერებით სვლისაკენ. ბაფთის გადადებათა რაოდენობის შესაბამის სიგრძეს (რომელიც დიდი ყურადღებით უნდა იყოს ჩანიშნული) მიემატება  $b'$  წერტილის შესაბამისი ანათვალის ბაფთაზე და ეს იქნება  $a_1$ , რომელიც სქემაში იწერება  $b'$  წერტილის ადგილას, ხოლო  $y_1 = bb'$  ორდინატი იწერება სქემაში  $b$ -ს ადგილას. მაშასადამე, კერძო აბსცისები იზომება ბაფთით, ორდინატები კი—რულეტით. მკაფიოდ გამოსახული კონტურების 1:500—1:5000 მასშტაბებში აგეგმვების დროს განაზომი მანძილები მრგვალებსა სანტიმეტრამდე, ხოლო როცა კონტურები არ არის მკაფიოდ გამოსახული, მაშინ მანძილების დამრგვალება ხდება დეციმეტრებამდე. ახლა ვთქვათ,  $ce'$  არის 20 მეტრზე მეტი. ამ შემთხვევაში ვიყენებთ გონიომეტრს, სტეფანის ბუსლოს ან ეკერს, რომელთა საშუალებით. ცნობილი წესით (იხ. 6.7.1 და 6.7.2),  $AB$  ხაზზე გადაადგილებით  $c$  წერტილიდან დევუშვებთ ბაფთისადმი  $c'$  წერტილში მართობს. ბაფთით განაზომი  $x_c = ac'$  კერძო აბსცისა და  $y_c = ce'$  კერძო ორდინატი, სათანადოდ დამრგვალებული, შესაბამისად იწერება სქემის  $c'$  და  $c$  ადგილას. ანალოგიურად ხდება დანარჩენი კოორდინატების გაზომვები, მხოლოდ ცნობილი  $f'$  წერტილიდან, ისევე როგორც  $a'$  წერტილიდან, უნდა აღვმართოთ მართობი და დავნიშნოთ  $f$  წერტილი. ასე რომ,  $a'$  და  $f'$  წერტილებში აღიმართება მართობები და, ცხადია,  $AB$  მანძილი, გაზომილი თეოდოლიტური სვლის დროს, ტოლი უნდა იყოს აგეგმვის დროს განაზომი  $a'f'$  მანძილისა.

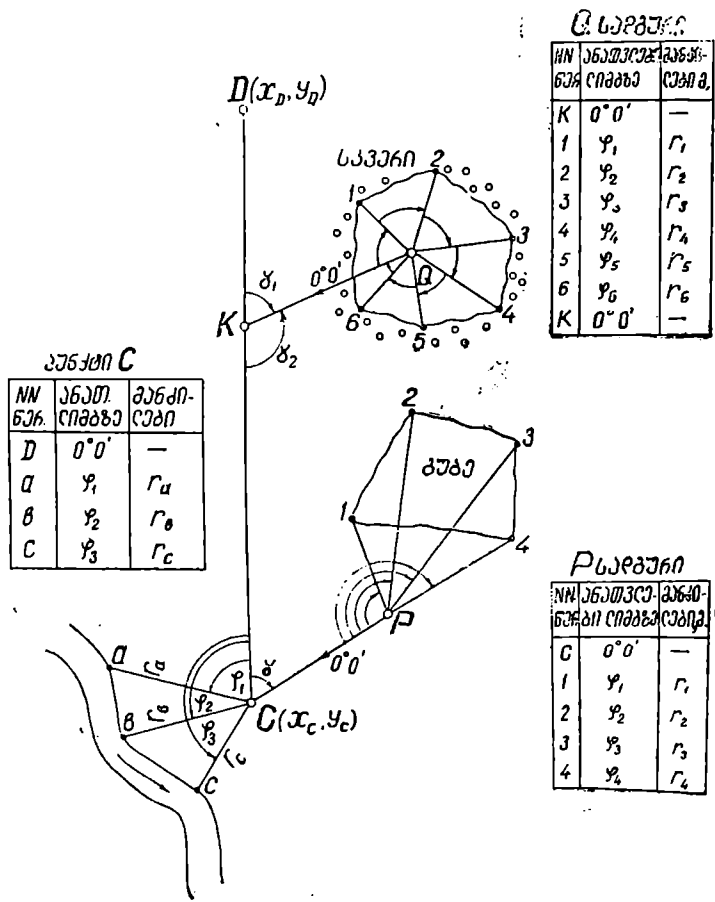
იმ შემთხვევაში, როცა აგეგმვა წარმოებს თეოდოლიტურ სვლასთან არასთანადროულად და გვაქვს მხოლოდ ეკერი, მაშინ, თუ  $AB$  ხაზი გრძელია, ვწარმოებთ მის დასაარვას და მართობების დასაშვებად ვიყენებთ როგორც თვალზომას, ისე ეკერს, ხოლო ცნობილი  $a'$  და  $f'$  წერტილებიდან აიგება მართობები და დაინიშნება წვლილადის  $a$  და  $f$  წერტილები ეკერით. იმ შემთხვევაში, როცა ადგილი მნიშვნელოვნად დახრილია, ვიყენებთ ეკლი-

შეტრს და გაზომილი დახრის კუთხეებითა და დახრილი მანძილებით განისაზღვრება შესაბამისი პორიზონტული მანძილები (იხ. 6.7.2. E).

ნებისმიერი ხერხით კონტურების მახასიათებელი წერტილების ავეგმვის შემდეგ მათ შორის კონტურები გაივლება (ერთმანეთს უერთდება) თვალზომით.

### ბ. პოლარული ხეახი

აქაც საჭმე გვაქვს კერძო პოლარ კოორდინატებთან. მაგალითად, (2) ნახაზე მოყვანილია სამი შემთხვევა. თეოდოლიტური სვლის CD გვერდი მიღებულია საპოლუსო ღერძად, C წერტილი კი პოლუსად, რომელთა მიმართ C პუნქტზე დაცენტრირილი და მომწესობაში მოყვანილი თეოდოლიტით ნახევარი



**საპირი 2**

№	ანათ. წერტილი	მანძილი
K	0° 0'	—
1	$\varphi_1$	$r_1$
2	$\varphi_2$	$r_2$
3	$\varphi_3$	$r_3$
4	$\varphi_4$	$r_4$
5	$\varphi_5$	$r_5$
6	$\varphi_6$	$r_6$
K	0° 0'	—

**პუნქტი C**

№	ანათ. წერტილი	მანძილი
D	0° 0'	—
a	$\varphi_1$	$r_a$
b	$\varphi_2$	$r_b$
c	$\varphi_3$	$r_c$

**პსაპირი**

№	ანათ. წერტილი	მანძილი
C	0° 0'	—
1	$\varphi_1$	$r_1$
2	$\varphi_2$	$r_2$
3	$\varphi_3$	$r_3$
4	$\varphi_4$	$r_4$

ილეთით და შესაბამისი რადიუს-ვექტორების ბაფთით ან მანძილმზომით გაზომვით მიღებულია მდინარის მარცხენა გვერდის კონტურის  $a, b, c$  მახასიათებელი წერტილების კერძო პოლარი კოორდინატები  $\varphi_1, r_1; \varphi_2, r_2; \varphi_3, r_3$ . მეორე შემთხვევა გამოწვეულია იმით, რომ გუბე არის შორს და ამიტომ აგებული ძენა დამხმარე  $P$  პუნქტი, რომელიც მიღებულია პოლუსად,  $PC$  კი — ღერძად; ღანძარჩენი მოქმედებები ნათელია. მესამე შემთხვევაში თეოდოლიტური სვლის  $CD$  გვერდზე შერჩეული  $K$  წერტილიდან შევედით სკვერში და  $Q$  წერტილისა და  $QK$  გვერდის საშუალებით გავზომეთ სკვერის კერძო პოლარი კოორდინატები.

ენიანიდან განხილადი მეთოდით ხდება ბევრი მიმართულებების დამზერა, ამიტომ საკონტროლოდ თეოდოლიტის მდგრადობის შესამოწმებლად სჯობს ყოველთვის შესრულდეს წრიული ნახევარი ილეთი. კერძო პოლარი კოორდინატების გვემაზე გადატანა ხდება ტრანსპორტირით, ამიტომ ლიმზე აღებული ანათვლები შეიძლება დამრგვალდეს 5'-მდე.

პოლარული ხერხის ღირსება ის არის, რომ ყოველი წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება დამოუკიდებლად, სადაც არ ხდება შეცდომების დაგროვება.

როგორც ითქვა, რადიუს-ვექტორის გაზომვები მოთხოვნილი სიზუსტის შესაბამისად სრულდება ბაფთით ან მანძილმზომით. არსებობს მითითება იმის შესახებ, რომ 1 : 500 — 1 : 5000 მასშტაბებში ხანგამძლე ნაგებობების აგებმეების დროს დასაშვები ზღვრული მანძილები განისაზღვროს შემდეგი ფორმულებით:

როცა ფოლადის ბაფთით იზომება:

$$S_{\text{ზღვ}} = 120 \text{ მ } \sqrt{2T}. \quad (9.1.7.1)$$

როცა ორმაგამოსახლებიანი მანძილმზომით იზომება:

$$S_{\text{ზღვ}} = 80 \text{ მ } \sqrt{2T}, \quad (9.1.7.2)$$

როცა ძაფებიანი ან შიგაბაზისიანი მანძილმზომით იზომება:

$$S_{\text{ზღვ}} = 40 \text{ მ } \sqrt{2T}, \quad (9.1.7.3)$$

სადაც  $T$  არის გვემის რიცხვითი მასშტაბის მნიშვნელის ათასების რაოდენობა. სხვა სახის ნაგებობების აგებმეების დროს შეიძლება ზემოხსენებული ფორმულებით გამონათვლების 25%—ით გაზრდა.

საერთოდ, ყოველ პუნქტს თან ერთვის გვერდით ცხრილის სახით მიწერილი კერძო პოლარი კოორდინატები (იხ. ნახ. 2) დამრგვალებული 5'-მდე და 1 სანტიმეტრამდე.

### С. ბიპოლარული ხეჩხი

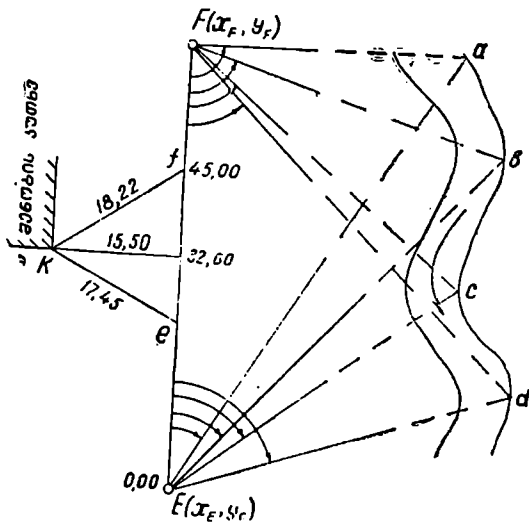
განხილად შემთხვევაში გამოსავალს წარმოადგენს თეოდოლიტური სვლის გვერდი და მისი ორი პუნქტი ცნობილი კოორდინატებით. ბიპოლარული ხერხი სრულდება კუთხური და ხაზოვანი გადაკვეთით.

#### ა. კუთხური გადაკვეთის ხეჩხი

ამ ხერხს იყენებენ ისეთი წვლილადების ასაგეგმად, რომლებიც შორს არიან ან მიუვალა და უშუალოდ მანძილი ვერ იზომება. მაგალითად, ხეობის, მდინარის გაღმა ნაპირი, ცალკეული ნაგებობა და სხვ.



(3) ნახაზზე მდინარის მარცხენა ნაპირის  $a, b, c, d$  წერტილები გადაღებულია  $E$  და  $F$  პუნქტებზე შესაბამისი კუთხეების გაზომვით. მდინარის მარჯვენა ნაწილის გადაღება (აგეგმვა) სჯობს პერპენდიკულარების ხერხით. აქაც, ისევე როგორც პოლარული კერძო კოორდინატების შემთხვევაში, გადაღებული წერტილების ურთიერთდამოუკიდებლობის გამო შეცდომების დაგროვება არ ხდება. ამ შემთხვევაში შედეგი მით უფრო ზუსტია, რაც ახ-



ნახ. 9.1.7.3.

ლო იქნება ასაგეგმი წერტილების შესაბამისი გადაკვეთის კუთხეები  $90^\circ$ -თან და აგრეთვე ეს წერტილები რაც უფრო ახლოს იქნება პოლუსებთან. გადაკვეთის კუთხეები არ უნდა იყოს  $30^\circ$ -ზე ნაკლები და  $150^\circ$ -ზე მეტი, ბოლო მანძილები  $1:5000$  მასშტაბში არ უნდა აღემატებოდეს  $300$  მეტრს,  $1:2000$  მასშტაბში კი  $200$  მეტრს. კონტროლისათვის სჯობს გადაკვეთა შესრულდეს სამი საიმედო წერტილიდან.

### ბ. ხაზოვანი გადაკვეთის ხერხი

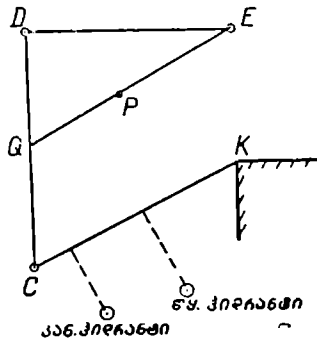
ამ ხერხით იღებენ დასახლებულ ადგილებში სხვადასხვა ნაგებობებს. (3) ნახაზზე ბაფთით გადაზომილია  $e$  და  $f$  წერტილები მრგვალ მეტრებში (გეგმაზე ამ წერტილების ადვილად გადატანის მიზნით), ისე რომ შენობის კუთხის  $K$  წერტილი ამ წერტილებიდან დაშორებული იყოს  $20$  მეტრზე ნაკლებად და უშუალოდ იზომებოდეს. (3) ნახაზზე ეს მანძილები გაზომილია რულეტით სანტიმეტრამდე დამრგვალებით. კონტროლის მიზნით სჯობს ხაზოვანი გადაკვეთა მოხდეს სამი წერტილიდან ან გამოყენებულ იქნეს პერპენდი-

კულარების ხერხი, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია (3) ნახაზზე. *K* წერტილიდან *EF* ხაზზე დაშვებულია მართობი და ცნობილი წესით გაზომილია კერძო მართკუთხა კოორდინატები.

#### D. გასწვრივობის ხერხი

განხილავთ ხერხის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ წვლილადების კონტურებისა და მახასიათებელი წერტილების მდებარეობა განისაზღვრება გასწვრივობის ხაზის მიმართ, რომლის ბოლოებს წარმოადგენს თეოდოლიტური სვლის წვეროები, ან გასწვრივობის წერტილები, რომლებიც განლაგებული არიან სვლის გვერდებზე, ან უკვე აგებული ხანგამძლე ნაგებობების ელემენტები (შენობები და სხვ.).

ამ ხერხს ხშირად იყენებენ დასახლებული ადგილების აგებმის დროს პერპენდიკულარებისა და ხაზოვანი გადაკვეთის ხერხებთან ერთად. გასწვრივობის ხაზებს ხშირად უთავსებენ მსხვილი ნაგებობების მოხაზულობებს. იმისათვის, რომ აგებმვა უზრუნველყოფილი იყოს საჭირო რაოდენობის გასწვრივობის წერტილებით, მათ თეოდოლიტური სვლის გვერდებზე ნიშნავენ: 1:500 მასშტაბში — ყოველ 20 მეტრზე, 1:1000 მასშტაბში — ყოველ 40 მეტრზე და 1:2000 მასშტაბში — ყოველ 60 მეტრზე. ეთქვათ, საჭიროა *P* წერტილის მდებარეობის განსაზღვრა იმისათვის, რომ ამ წერტილიდან პოლარული ხერხით აგებგმით წვლილადი (ნახ. 4). ამისათვის *EP* მონაკვეთს განვადგრობთ *CD* თეოდოლიტური სვლის გადაკვეთამდე *Q* წერტილში, ე. ი. განსაზღვრული *P* წერტილი იქნება *E* და *Q* წერტილის გასწვრივობაში. ამ წერტილის ქალაღზე მოძებნისათვის საჭიროა *DQ* და *QP* განაზომი ან *CQ* და *EP*. იმავე ნახაზზე ნაჩვენებია *CK* გასწვრივობის ხაზი, რომელსაც წყალსადენისა და კანალიზაციის პიდრანტის პერპენდიკულარების ხერხით ასაგებმად ვიყენებთ.

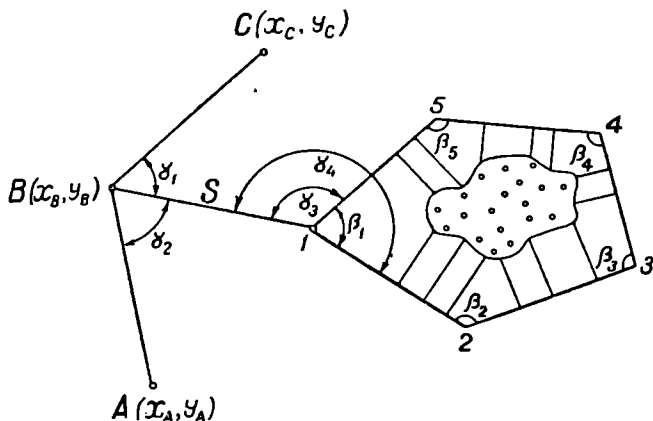


ნახ. 9.1.7.4.

#### E. შარბის სიზრძოვის სვლის ხერხი

ამ ხერხს კიდევ უწოდებენ შემოვლის ან სარიდან სარამდე გადაადგილების ხერხს. მას იყენებენ იმ დროს, როცა გვხვდება დაბრკოლება ძნელად გადასალახავი ჭაობების, ტბის, დათესილი ადგილების, სკვერის, ტყის და სხვა ამგვარი წვლილადების სახით, და სიშორის გამო უშუალოდ თეოდოლიტური სვლის წერტილებიდან აგებმვა არ ხერხდება. ამ შემთხვევაში ასაგებმი ტერიტორიის გარშემო შემოაგლებენ დამატებით 1, 2, 3, 4, 5 პოლიგონს (ნახ. 5), რომელიც უნდა იყოს თეოდოლიტური *A, B, C* სვლისადმი მიბმული მიმზრობის  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$  კუთხეებით. *S* გვერდი კი წინ და უკან უნდა გაიზომოს. შემდეგ იზომება დამატებითი პოლიგონის  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  კუთხეები და გვერდები. ბოლოს შესაბამისი ხერხით (განხილად შემთხვევაში

პერპენდიკულარების) აიგეგმება წვლილადები. შეიძლება ძირითად პოლიგონში დამატებით გატარდეს დიაგონალური სვლა და მასზე დაყრდნობით სათანადო ხერხებით შესრულდეს წვლილადების აგეგმვები.



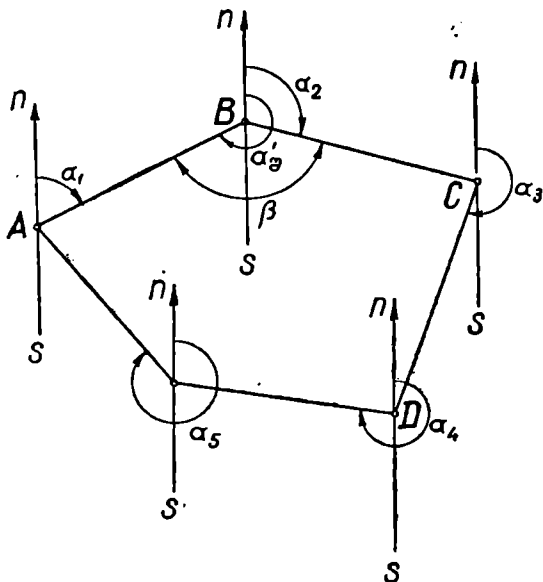
ნახ. 9.1.7.5.

**წ. გუსოლური პოლიგონის წარმოება**

წინ განხილული ხერხების შესრულების დროს თეოდოლიტი წარმოადგენდა ძირითად კუთხსაზომ იარაღს, ხოლო გონიომეტრი, ეკერი და სტეფანის ბუსოლი — დაზომარეს და საკიროებისამებრ ვადგენდით თეოდოლიტურ პოლიგონებს. არის შემთხვევები, როცა დიდი სიზუსტე არ მოითხოვება და სრულიად საკმარისია გონიომეტრით ან სტეფანის ბუსოლით, ან თეოდოლიტზე დამატებული ასათუღელი ბუსოლით პოლიგონის შედგენა, რასაც ბუსოლური პოლიგონი ეწოდება (ნახ. 6). მცირე ტერიტორიაზე აგეგმვების დროს ბუსოლურ პოლიგონს შეიძლება ექნეს დამოუკიდებელი საყრდენის მნიშვნელობა. განხილადი პოლიგონი ადგილზე აღინიშნება ისევე, როგორც თეოდოლიტური პოლიგონი, ხოლო ადგილის გადაღება ყოველთვის წარმოებს საათის ისრის სვლის შესაბამისად, რადგანაც იგულისხმება, რომ აზომუტურია ბუსოლის ლიმიტი და წარწერები იზრდება საათის ისრის ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით. საწყის  $A$  წერტილზე მომწესობაში მოგვეყავს გონიომეტრი ან სტეფანის ბუსოლი, ან თეოდოლიტი, რომელზეც დაეყენებთ ასათუღელ ბუსოლს და ცნობილი წესით (იხ. 6.7.2) ავითვლით  $AB$  გვერდის  $\alpha_1$  დირექციულ კუთხეს ან რუმბს, რადგანაც ეუშვებით, რომ მერიდიანთა შეახლოება უგულებელსაყოფი ოდენობისაა. იარაღი გადაგვაქვს  $B$  წერტილში და ბაფთით ვზომავთ  $AB$  გვერდს, ამავე დროს ვადგენთ აბრისს. როცა გვერდის გასაზომად ვიყენებთ მანძილზომებს, მას ვზომავთ წინ და უკან.  $B$  წერტილში, გარდა  $BC$  გვერდის  $\alpha_2$  დირექციული კუთხისა ან რუმბისა, იზომება  $BA$  გვერდის შებრუნებული  $\alpha'_2$  დირექციული კუთხე. ნორმებით მოითხოვება, რომ  $\alpha_1$  და შებრუნებულ  $\alpha'_2$  დირექციულ კუთხეს შორის განხზავება იყოს.

$180^\circ \pm 0^\circ,5$ , ხოლო შებრუნებულ რუმბებს შორის  $\pm 0^\circ,5$ , რადგანაც, როგორც  
 თქვა, მანძილების სიმციროს გამო მათ მერიდიანებს ეთვლით ურთიერთ-  
 პარალელურად.

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა აგეგმვების სწრაფად შესრულება, ინ-  
 სტრუმენტი იდგმება თითო პუნქტის გამოშვებით, იზომება შემდეგი გვერდის  
 შებრუნებული აზიმუტი და წინა გვერდის პირდაპირი აზიმუტი. ამ შემთხვე-



ნახ. 9.1.7.6.

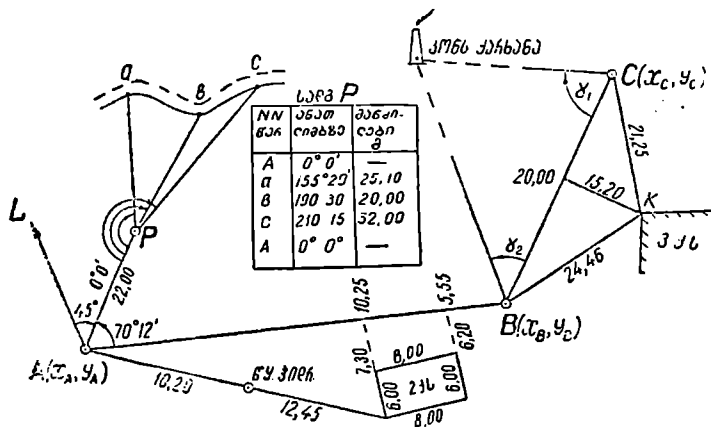
ვაში გვერდების წინა და შებრუნებული აზიმუტების ან რუმბების კონტროლი  
 არ შესრულდება. პოლიგონში შიგა სვლების მიმართულებები და სიგრძეები  
 ჩვეულებრივი წესით განისაზღვრება; აგეგმვები კი სრულდება წინ განხილუ-  
 ლი ყველა წესით.

### 9.1.8. ადგილის ჰორიზონტული აგეგმვა

ადგილის ჰორიზონტული აგეგმვა შეიძლება თეოდოლიტური სვლების  
 თანადროულად ან მათი აგების შემდეგ. პირველ შემთხვევაში აღწევენ უფრო  
 დიდ შრომის ნაყოფიერებას და დამატებითი სვლების (დამატებითი პოლიგო-  
 ნების) ძირითად სვლებთან უფრო რაციონალურად და სრულყოფილად და-  
 კავშირებას.

ჰორიზონტული აგეგმვების ანუ, როგორც აღენიშნეთ, თეოდოლიტური  
 აგეგმვების შესრულება ნიშნავს ყოველ სადგურზე აბრისის შედგენას. აბ-  
 რისი წარმოდგენს ყოველ სადგურზე ნებისმიერ მასშტაბში  
 ხელით შედგენილ სქემატურ ნახაზს წინა პარაგრაფში გან-

ხილული პორიზონტული აგეგმვების სხვადასხვა მეთოდების ერთობლივად ან ნაწილობრივი გამოყენების შესაბამისად. მაშასადამე, აბრისში ნაჩვენები იქნება: საყრდენი წერტილები და ხაზები, საიდანაც ხდება აგეგმვები; ადგილობრივი საგნების ურთიერთგანლაგება და კონტურები; აგეგმვების განაზომები. აბრისზე სრულდება საჭიროებისამებრ განმარტებითი წარწერები (გუბე, ტბა, ქარხანა, სავარგულები, დასახლებული ადგილები, მდინარეები და სხვ.). როგორც ვხედავთ, აბრისი წარმოადგენს ადგილის პორიზონტული გეგმის შედგენისათვის ერთ-ერთ ძირითად დოკუმენტს, ამიტომ იგი შედგენილი უნდა იქნეს გულდასმით, ზედმიწევნით სრულყოფილად და მკაფიოდ. მაგალითად, (1) ნახაზი წარმოადგენს აბრისს, შედგენილს  $A(x_A, y_A)$ ,  $B(x_B, y_B)$ ,  $C(x_C, y_C)$  პუნქტებისა და  $AB$  და  $BC$  გვერდების მიმართ, სადაც შესრულებულია  $ABC$  ფარგის სივრცეში სვლა და



ნახ. 9.1.8.1.

გამოყენებულია: მართობების ხერხი (ორსართულიანი ქვის სახლის და სამსართულიანი ქვის სახლის  $K$  კუთხის ასაგეგმავად); პოლარული (გრუნტის გზის ასაგეგმავად), კუთხური და ხაზოვანი გადაკვეთის (საკონსერვო ქარხნისა და 3-სართულიანი სახლის  $K$  კუთხის ასაგეგმავად) და გასწვრივობის ხერხი (წყლის ჰიდრანტის ასაგეგმავად). როგორც აღვნიშნეთ, კონტურების მახასიათებელი წერტილების აგეგმვების შემდეგ თვალზომით გადაიღება მათ შორის კონტურები. აგრეთვე, როგორც ცნობილია, ყველა შემთხვევაში პორიზონტული აგეგმვების ნებისმიერი სვლა მიბმული უნდა იყოს სახელმწიფო საყრდენ პუნქტებზე.

ახლა განვიხილოთ საკითხი იმის შესახებ, თუ რას არ უნდა აღემატებოდეს თეოდოლიტური სვლების სიგრძეები. ამისათვის გამოვიყენოთ (9.1.6.5) ფორმულა.

$$\frac{W_S}{\sum_1^n S} = \frac{1}{T}, \quad (a)$$

საიდანაც სელის სიგრძე  $\sum_1^n S$ , ანუ  $P$  პერიმეტრი იქნება:

$$\sum_1^n S = P = W_S \cdot T. \quad (9.1.8.1)$$

ნორმებით მოცემულ მასშტაბში რუკაზე ხაზოვანი  $W_S$  შეუკერელობის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,4 მმ-ს. მაშასადამე,

$$\text{ზღვრ. } W_S \leq 0,4 \text{ მმ} \cdot M, \quad (9.1.8.2)$$

სადაც  $M$  არის რუკის რიცხვითი მასშტაბის მნიშვნელი.

ტყიანი რაიონებისათვის ზემოთ მოყვანილი დაშვება გაზრდილია ორჯერ. შევიტანოთ (2) ფორმულა (1)-ში, მივიღებთ:

$$\text{ზღვრ. } P \leq 4 \cdot M \cdot T \cdot 10^{-4} \text{ მ.} \quad (9.1.8.3)$$

იმ შემთხვევაში, როცა მოთხოვნილია  $T$  იყოს 2000, მაშინ (3) ფორმულა ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\text{ზღვრ. } P \leq 8000 \cdot M \cdot 10^{-4} \text{ მ.} \quad (9.1.8.4)$$

როცა მოთხოვნილია  $T$  იყოს 1500, მაშინ

$$\text{ზღვრ. } P \leq 6000 \cdot M \cdot 10^{-4} \text{ მ.} \quad (9.1.8.5)$$

და თუ მივიღეთ  $T = 700$ , მაშინ

$$\text{ზღვრ. } P \leq 2800 \cdot M \cdot 10^{-4} \text{ მ.} \quad (9.1.8.6)$$

(4), (5), (6) ფორმულებით სხვადასხვა მასშტაბის შესაბამისად შეღვენილათ (1) ცხრილი.

ცხრილი 9.1.8.1

აგეგმვის მასშტაბი	სვლების დასაშვები სიგრძეები		
	(4) ფორმულით, კმ	(5) ფორმულით, კმ	(6) ფორმულით, კმ
1:10000	8,0	6,0	2,8
1:5000	4,0	3,0	1,4
1:2000	1,6	1,2	0,6

მოყვანილი ცხრილით მიღებული დაშვებები ვრცელდება ღია ადგილებში; დახურულ ადგილებში შეიძლება მოყვანილი დაშვებები გაეაორკეცოთ. რაც უფრო გაეზრდით მოთხოვნილ სიზუსტეს (1:  $T$ ), მით მეტად გაიზრდება თეოლოლიტური სვლების დასაშვები სიგრძეები.

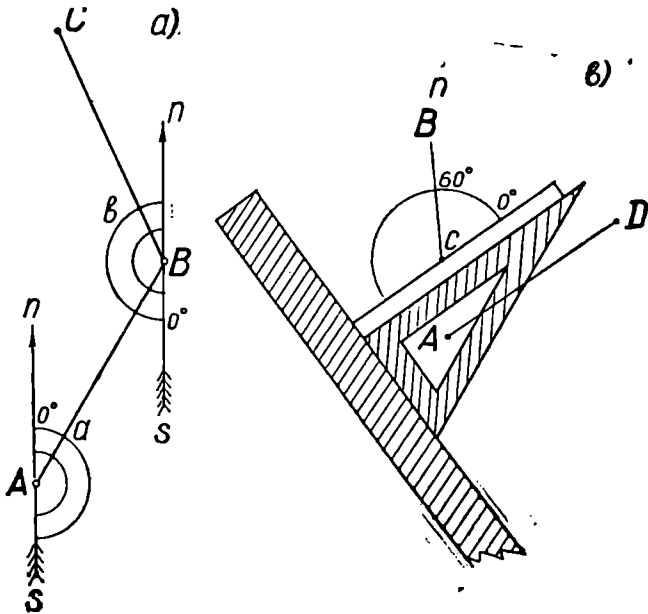
საერთოდ, თუ სადგურზე ვერ შევასრულეთ რაიმე კონტურის სრულყოფილად აგეგმვა, აუცილებელია ახალ სადგურზე დაეწყოს აგეგმვა იმავე კონტურის იმ წერტილიდან, რომელიც აგეგმილი იყო წინა სადგურზე.

9.1.9. რუკაზე (გეგმაზე) კოლიგონის აზვების დაბალი ნიჟუსტის მეთოდები

4. ცნობილი მიმართულებების შესაბამისად გეგმაზე ან რუკაზე ხაზების გატარება

უმთავრესად ხაზების მიმართულებები გამოისახება აზიმუტებით, დირექციული კუთხეებით და რუმბებით. ამ მონაცემებით ხაზები შეიძლება გამოისახოს გეგმებსა და რუკებზე ტრანსპორტირით ან ბუსოლით.

იმისათვის, რომ რუკაზე (ნახ. 1<sup>ა</sup>) ტრანსპორტირით გავატაროთ  $AB$  მონაკვეთი ცნობილი აზიმუტის (კეშმარიტი ან მაგნიტური) მიხედვით, საჭიროა გავატაროთ  $A$  წერტილის  $n$  მერიდიანი (კეშმარიტი ან მაგნიტური); ამ მე-



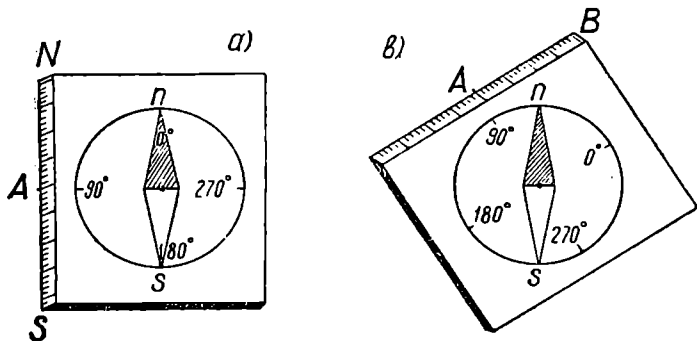
ნახ. 9.1.9.1.

რიდიანს უნდა შეეუთავსოთ ტრანსპორტირის ნულოვანი დიამეტრი,  $A$  წერტილის კი — ნულპუნქტი (ცენტრი) ნახევარი წრედი მარჯვნივ, თუ  $AB$  ხაზის აზიმუტი ნაკლებია  $180^\circ$ -ზე და ნახევარი წრედი მარცხნივ, როცა მოცემული აზიმუტი მეტია  $180^\circ$ -ზე.  $\alpha$  ანათვალის შეესაბამება  $AB$  ხაზის აზიმუტს. მაშასადამე,  $A\alpha$  მონაკვეთის გაგრძელებაზე გადაიზომება  $AB$ . ასევე  $\beta$  წერტილი შეესაბამება  $BC$  ხაზის აზიმუტს, ე. ი.  $B\beta$  გაგრძელებაზე გადაიზომება  $BC$ .

გეგმის ან რუკის კილომეტრული ბადის გამოყენებით დირექციული კუთხის ან დირექციული რუმბის (ცხრილური კუთხეების) მიხედვით მონაკვეთის გასატარებლად გამოიყენება წერტილთან ახლოს გა-

ტარებული ნებისმიერი ვერტიკალური (ღრძთა მერიდიანის პარალელური) ხაზი. ან კიდევ, როცა ტრანსპორტირი შემოწმებულია, შეიძლება მასთან ერთად გამოვიყენოთ სამკუთხედი და სახაზავი შემდეგნაირად: ვთქვათ,  $A$  წერტილში უნდა გავატაროთ  $AD$  ხაზი, რომლის აზიმუტია  $60^\circ$ . ამისათვის დავდებთ ტრანსპორტირის და სამკუთხედს ისე, რომ  $AB$  ხაზი პარალელური იყოს ან ემთხვეოდეს რუკის მერიდიანს და გადავადგინოთ ტრანსპორტირის ლიბზის  $60^\circ$ -სა და ნულოვანი დიამეტრის  $\epsilon$  ნულუნქტზე, შემდეგ სამკუთხედის მოკლე კათეტს მივადებთ სახაზავს და დავიჭერთ მაგარად, ტრანსპორტირის კი გვერდზე გავწევთ. მოკლე კათეტით სამკუთხედს გადავადგილებთ ქვემოთ, სანამ სამკუთხედის გრძელი კათეტი არ გაივლის  $A$  წერტილზე. ამ უკანასკნელიდან გატარებულ ხაზზე გადავზომავთ  $AD$  მანძილს (ნახ. 1<sup>ა</sup>).

ბუსოლის საშუალებით იგივე ამოცანა გადაწყდება შემდეგნაირად: რუკას დავდებთ თარაზულად და მოცემულ  $A$  წერტილზე გატარებულ  $NS$  მერიდიანს მივადებთ  $A$  წერტილში ბუსოლის დაცერებულ გვერდს ისე, რომ მისი  $0^\circ$  წარწერა მიმართული იყოს რუკის  $N$  ჩრდილოეთისაკენ. გავათავისუფ-



ნახ. 9.1.9.2.

ლებთ ბუსოლის ისარს და ბუსოლთან ერთად ვაბრუნებთ რუკას, მანამ ბუსოლის  $0^\circ$  წარწერა არ შეუთავსდება ისრის  $n$  ჩრდილო ბოლოს. ამით მოვახდინეთ რუკის ორიენტაცია და ამ მდგომარეობაში დავამაგრებთ რუკას (ნახ. 2<sup>ა</sup>). შემდეგ  $A$  წერტილის ირგვლივ ვაბრუნებთ ბუსოლის დაცერებულ ადგილს, მანამ ისრის ჩრდილო ბოლოთი არ ავითვლით მის ლიბზზე  $AB$  ხაზის მოცემული აზიმუტის ოდენობას, რის შემდეგ ბუსოლის დაცერებული სახაზავით გავატარებთ და გადავზომავთ  $AB$  ხაზს (ნახ. 2<sup>ბ</sup>).

ანალოგიურად შეიძლება მაგნიტური მერიდიანის ან კილომეტრული ხაზების მიმართ ცნობილი მაგნიტური აზიმუტებისა ან ღირეკციული კუთხეების მიხედვით ხაზების გადატანა რუკებზე.

**B. კოლიფონის აგება გვერდების ცხრილური კუთხეებისა (აუზგაგონისა) და სიგრაჟების მიხედვით**

თეოდოლიტური სელის ველზე განაზომი და გამონათვალა ოდენობები მოცემულია (1) სქემაში. აქვე შევნიშნავთ, რომ  $CD$  ხაზის დახრილი სიგრ-



პუნქტი	განაზომი კუთხეები		გასწორალე-ბული კუთხეები		ღირეკციუ-ლი კუთხე-ები α		ცხრილური კუთხეები $r_i$			გვერდების პორიზონტუ-ლი სიგრძე-ები S
	o	'	o	'	o	'	დასახელება	o	'	
A	121	28	121	27	335	24	$r_1$	24	36	231,30
B	90	7,5	90	7	65	17	$r_1$	65	17	200,40
C	135	49	135	49	109	28	$r_2$	70	32	241,00
D	84	10,5	84	10	205	18	$r_3$	25	18	263,40
E	108	27	108	27	276	51	$r_4$	83	09	201,60
A										

## PQR დიაგონალური სელა

P	67	58	67	58	221	30	$r_1$	41	30	171,00
Q	253	11	253	11	148	19	$r_2$	31	41	185,00
R	51	28	51	28						

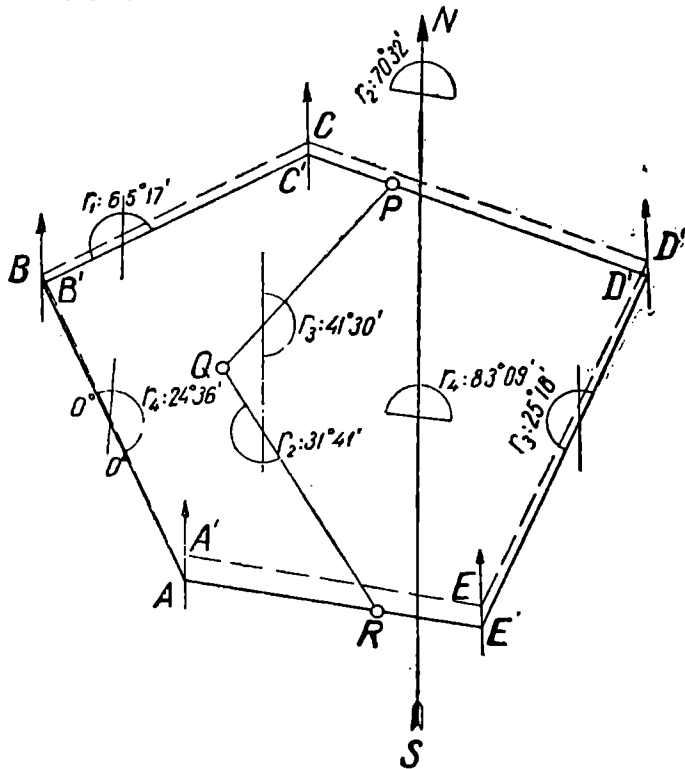
ქეა 242,1 მ, დახრის კუთხე  $\nu=5^{\circ}30'$ , და იგი დაყვანილია პორიზონტზე, რომლის სიგრძეა 241,0 მ.

პოლიგონების აგების დროს პირველ რიგში აგებენ მის გარე H პუნქტებს (პოლიგონების წვეროებს) და შემდეგ დიაგონალურ სელებს ანუ შიგა პუნქტებს.

ვთქვათ, (1) სქემაში მოყვანილი მონაცემების ანუ გვერდების ცხრილური კუთხეებისა (ღირეკციული რუმბებისა) და პორიზონტული მანძილების გამოყენებით საჭიროა ქალაქზე ავაგოთ ABCDE პოლიგონი 1:1000 მასშტაბში.

სახაზავ ქალაქზე თვალდათვალ დაენიშნავთ A პუნქტს (ნახ. 3) იმ გარდაუდოთ, რომ დანარჩენი პუნქტებიც დაეტიოს ამ ქალაქზე. ქალაქის მარცხენა გვერდს მივიღებთ NS მერიდიანის მიმართულებად, A წერტილზე ან ქალაქის შუა ადგილზე გავატარებთ NS მერიდიანის პარალელურ ხაზს, რომლის მიმართ  $1^{\circ}$  და  $1^{\circ}$  სახაზების ანალოგიურად ტრანსპორტირით ან მასთან ერთად სახაზავით და სამკუთხედით (3) სახაზვე ავაგებთ  $r_1=34^{\circ}36'$  კუთხეს. ბუსოლით A წერტილიდან გავატარებთ და მოცემულ მასშტაბში ფარგლით გადავზომავთ  $AB=231,30$  მ გვერდს (პუნქტირებით), და დაენიშნავთ

$B$  წერტილის,  $B$  წერტილზე ანალოგიური მოქმედებით კნიშნავთ ქალაღზე  $C$  წერტილის. ასევე აიგება  $D$ ,  $E$  წერტილები. უკანასკნელ  $E$  წერტილზე გატარებული  $r_4 = 83^{\circ}9'$  ცხრილური კუთხით და გადაზომილი გვერდით მიღებული წერტილი  $A'$  შეიძლება არ დაემთხვეს სასურველ  $A$  წერტილის უცილობელი შეცდომების გამო. მაშასადამე, ნაცვლად  $A$  წერტილისა, ქალაღზე დაინიშნა  $A'$ , რის შედეგად მივიღეთ  $A'A$  შეუქვერელობა. მიღებული შეუქვერელობა თუ



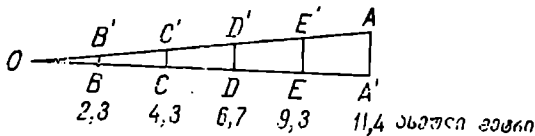
ნახ. 9.1.9.3.

არ აღმატება პოლიგონის სიგრძის 1:200, იგი დასაშვებია და უნდა განაწილდეს საწყისი  $A$  პუნქტიდან დანარჩენ პუნქტებამდე მანძილების პროპორციულად, რაც შეიძლება შესრულდეს სხვადასხვა მეთოდით. უფრო მოწონებული და გავრცელებულია პარალელური ხაზების ხერხი.

პარალელური ხაზების ხერხით  $A'A$  შეუქვერელობის განაწილების ანუ დასმული  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$  პუნქტების გასწორადებისათვის ყველა პუნქტზე ვატარებთ  $A'A$  მიმართების პარალელურ ხაზებს  $A'A$  გეზით, რომლებზეც გადავზომავთ ქვემოთ განხილული ერთ-ერთი მეთოდით გამონთვალ  $BB'$ ,  $CC'$ ,  $DD'$ ,  $EE'$  და  $A'A$  მონაკვეთებს. მიღებული  $A$ ,  $B'$ ,  $C'$ ,  $D'$ ,  $E'$ ,  $A$  წერტილები-

ბი იქნება გასწორადებული პუნქტები. შესწორების განსაზღვრა შეიძლება მოხდეს ანალიზურად ან გრაფიკულად. განვიხილოთ ორივე მეთოდი. პირველი ხერხის გასაშუქებლად, ვთქვათ,  $A'A=9$  მ. განხილავთ პოლიგონის პერიმეტრის სიგრძე  $P=1137,70$  მ, ანუ  $11,4$  ასეულ მეტრს, ე. ი. საშუალოდ ყოველ ასეულ მეტრზე მოდის შეცდომა  $9$  მ:  $11,4 \approx 0,8$  მ. ამავე დროს ვგულისხმობთ, რომ ყოველ პუნქტზე შეცდომა საწყისი პუნქტიდან შესაბამისი მანძილის პროპორციულად იზრდება. მაშასადამე,  $B$  წერტილი ნახაზზე აღნიშნულ მიმართებაზე უნდა გადაიწიოს  $B'$  წერტილში  $231,30$  მეტრის ანუ  $2,3$  ასეული მეტრის პროპორციულად  $BB'=0,8$  მ:  $2,3=1,8$  მ. ასევე  $C$  წერტილი  $C'$  წერტილში უნდა გადაიწიოს  $A$  წერტილიდან  $231,30+200,40=431,70$  მეტრის ანუ  $4,3$  ასეული მეტრის პროპორციულად,  $CC'=0,8 \cdot 4,3=3,4$  მ, ანალოგიურად,  $DD'=0,8 \cdot 6,7 \approx 5,4$  მ;  $EE'=0,8 \cdot 9,3 \approx 7,4$  მ და ბოლოს, ცხადია,  $A'$  წერტილი გადატანილი უნდა იქნეს  $A$  წერტილში მთელი შეუკერვლობის ოდენობით  $AA'=0,8 \cdot 11,4 \approx 9$  მ.

გრაფიკულ ხერხით გასწორადებისათვის (ნახ. 4) ქალაქზე გავატარებთ თარაზულ წრფეს. ამ წრფეზე ნებისმიერ მასშტაბში გადავზომავთ  $OB=2,3$ ;  $OC=4,3$ ;  $OD=6,7$ ;  $OE=9,3$ ;  $OA'=11,4$  ასეულ მეტრებს.  $A'$  წერტილიდან მართობზე გვემის მასშტაბში გადავზომავთ  $A'A=9$  მეტრს.  $O$  და  $A$



ნახ. 9.1.9.4.

წერტილებს შევავრთებთ წრფით.  $BB'$ ,  $CC'$ ,  $DD'$ ,  $EE'$ ,  $A'A$  მონაკვეთები იქნება სათანადო შესწორებებით.

დიაგონალური სვლის პუნქტების აგება ხდება ძირითადი პოლიგონის აგების ანალოგიურად. პირველ რიგში ძირითადი პოლიგონის  $C'D'$  და  $E'A'$  გვერდებზე დანიშნავენ  $P$  და  $R$  პუნქტებს, რისთვისაც ამ გვერდებზე  $C'$  და  $E'$  წერტილებიდან  $D'$  და  $A$  პუნქტებისაკენ შესაბამისად გადავზომავთ ცნობილ (განაზომ)  $60$  და  $75$  მეტრს.  $r_3=41^{\circ}30'$  და  $r_2=31^{\circ}41'$  ცხრილური კუთხეებით და სათანადო  $171,00$  და  $185,00$  მეტრი სიგრძეებით ტრანსპორტირით და ფარგლით ავაგებთ  $PQ$  და  $QR$  შიგა დიაგონალური სვლის გვერდებს. შეიძლება მოხდეს, რომ  $QR$  გვერდის ბოლო წერტილი არ დაემთხვეს  $R$  პუნქტს. თუ შეცდომა დიაგონალური სვლის  $1:100$  არ აღემატება, მას პარალელური ხაზების წესით გაასწორადებენ; მაგრამ ამ დროს  $P$  და  $R$  პუნქტების გადაადგილება არ ხდება, გადაადგილდება მხოლოდ  $Q$  წერტილი.

მიმართულებებსა და კუთხეებში ტლანქი შეცდომების დადგენის საკითხი ზემოთ აღწერილი წესით ხდება.

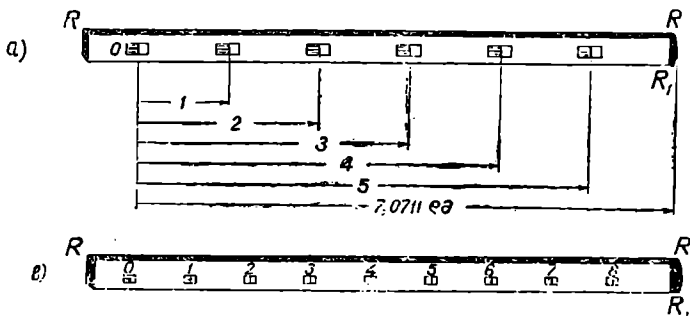
პოლიგონის აგება ტრანსპორტირით ან ბუნდოვანი ვერ იძლევა საჭირო სიზუსტეს. აგრეთვე, ვინაიდან ყოველი პუნქტის მდებარეობა განისაზღვრება წინა პუნქტის მიმართ, ხდება შეცდომების დაგროვება, რითაც მაჩინჯდება კონტურის ნამდვილი სახე. აღნიშნულის გამო უპირატესობა აქვს ცნობილი მიმართულებებით და გვერდების სიგრძეებით პოლიგონის პუნქტების მართკუ-

თხა კოორდინატების განსაზღვრისა და მათი საშუალებით პუნქტების ქალაქულ აგების ხერხს, რის შედეგად ყოველი პუნქტი ურთიერთდამოუკიდებლად გამოისახება ქალაქულზე.

პუნქტების ბრტყელი მართკუთხა კოორდინატების განსაზღვრის საკითხი განხილულია წინა (9.1.6) პარაგრაფში. შემდეგ პარაგრაფში განვიხილავთ კოორდინატთა ბადის აგებისა და პუნქტების კოორდინატებით ქალაქულზე მათი გადატანის საკითხებს.

### 9.1.10. კოორდინატების ბადის აგება. კუნძულის გადატანა ქალაქულზე მათი კოორდინატების საშუალებით

ბრტყელი მართკუთხა კოორდინატებით თეოდოლიტური სვლების პუნქტების ქალაქულზე აგება ერთ-ერთი ზუსტი და ნაყოფიერი ღონისძიებაა. მაგრამ, ზწირად საჭირო ხდება ფარგლის გაშლა ნორმალურზე მეტი ბაჯით, ამიტომ ქალაქულზე აგებენ საკოორდინატო (კვადრატებისაგან შედგენილ) ბადეს. ინსტრუქციის მიხედვით ყოველი კვადრატის გვერდის სიგრძეა დეციმეტრი. მაშასადამე, ზომის ერთეულად მიღებულია დეციმეტრი. აგრეთვე პლანშეტზე მათი საერთო ზომა მოითხოვება:  $4 \times 4$  დმ,  $1:5000$  მასშტაბიანი გვეგმებისათვის და  $5 \times 5$  დმ უფრო მსხვილმასშტაბიანი ( $1:2000$ ,  $1:1000$ ,  $1:500$ ) გვეგმებისათვის. ქალაქულზე აღნიშნული კვადრატების სისტემის აგება ხდება



ნახ. 9.1.10.1.

ფ. დრობიშევის სახაზავით ან შტანგენფარგლისა და მასშტაბური სახაზავის საშუალებით.

ფ. დრობიშევის სახაზავის აგებულება და გამოყენება გამომდინარეობს გეომეტრიიდან ცნობილი ორი დებულებიდან: I. სამკუთხედის აგება შეიძლება მისი ერთ-ერთი გვერდის ბოლოებიდან დანარჩენი ორი გვერდის ხაზოვანი გადაკვეთით; II. 3, 4, 5 ან 6, 8, 10 ერთეულიანი გვერდებით აგებული სამკუთხედი იქნება მართკუთხა.

წარმოებაში გამოიყენება ფ. დრობიშევის მცირე და დიდი სახაზავი (ნახ. 1).

ფ. დრობიშევის ლითონის მცირე სახაზავს (ნახ. 1<sup>ა</sup>) აქვს ორი ირიბი გვერდი: გრძელი  $RR$  და მოკლე (მარჯვენა)  $RR_1$  გვერდი. მართკუთხედის

ფორმის ექვსი ფანჯარა (სარკმელი, განაპერი, ამონაპერი) 0, 1, 2, 3, 4, 5, ერთმანეთისაგან თითო დეციმეტრით დაშორებული; ყოველი ფანჯრის თითო განივი მხარე ირიბია; ნულოვანი (0) ფანჯრის ირიბზე, რომელიც წრფეს წარმოადგენს, გატარებულია შტრიხი, რომელიც ანათელის ალუმინის საწყისია და ეწოდება ნულპუნქტი. იგი შეირწყმის წრფეების საწყის წერტილთან; დანარჩენი ფანჯრების (სახაზავის მარჯვენა ბოლოს  $RR_1$  ჩათვლით) ირიბების განივი მხარე (1, 2, 3, 4, 5 და 7,0711 დმ) შესაბამისი რადიუსების რკალე-ბია. ამ სახაზავით შეიძლება აიგოს ბადე, რომლის საერთო ზომა იქნება  $\cdot 25$  დმ<sup>2</sup> ანუ კვადრატო ხუთ-ხუთი დეციმეტრი გვერდებით და დიაგონალით  $\sqrt{5^2+5^2} = 7,0711$  დმ. ცხადია, კვადრატების რაოდენობა იქნება 25.

ფ. დრობიშვილის დიდ სახაზავს აქვს (ნახ. 1<sup>ბ</sup>) მართკუთხედის ფორმის ცხრა 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ფანჯარა. ამ სახაზავით შეიძლება აიგოს კვადრატების სისტემა, მაქსიმალური ფართობით  $6 \cdot 8 = 48$  დმ<sup>2</sup> ანუ მართკუთხედი გვერდებით 6 დმ და 8 დმ და დიაგონალით  $\sqrt{6^2+8^2} = 10$  დმ. ცხადია, ამ მართკუთხედის კვადრატების რაოდენობა იქნება 48. დანარჩენი მონაცემები ისეთივეა, რაც აქვს მცირე სახაზავს.

ფ. დრობიშვილის სახაზავი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: 1) ირიბი  $RR$  გვერდი უნდა იყოს წრფე (ნახ. 1). შესამოწმებლად  $RR$  გვერდის გასწვრივ გაატარებენ ნიჩბისებრ წაწვეტებული ფანქრით წირს, რის შემდეგ სახაზავს შეაბრუნებენ  $180^\circ$ -ით და  $RR$  გვერდს მიადებენ გატარებული წირის ბოლო წერტილებს და განმეორებით გაატარებენ წირს. ორივე გატარებული წირი უნდა შეუთავსდეს ერთმანეთს. წინააღმდეგ შემთხვევაში პირობა დარღვეულია და ამ გვერდით გატარებული წირი წრფე არ იქნება. 2) ფანჯრების ირიბ რკალეს შორის მანძილები უნდა იყოს თითო დეციმეტრი, ხოლო ნულპუნქტსა და მარჯვენა ბოლოს ირიბ რკალს შორის მანძილი მცირე სახაზავში უნდა უდრიდეს 7,011 დმ, დიდში კი 10 დმ.

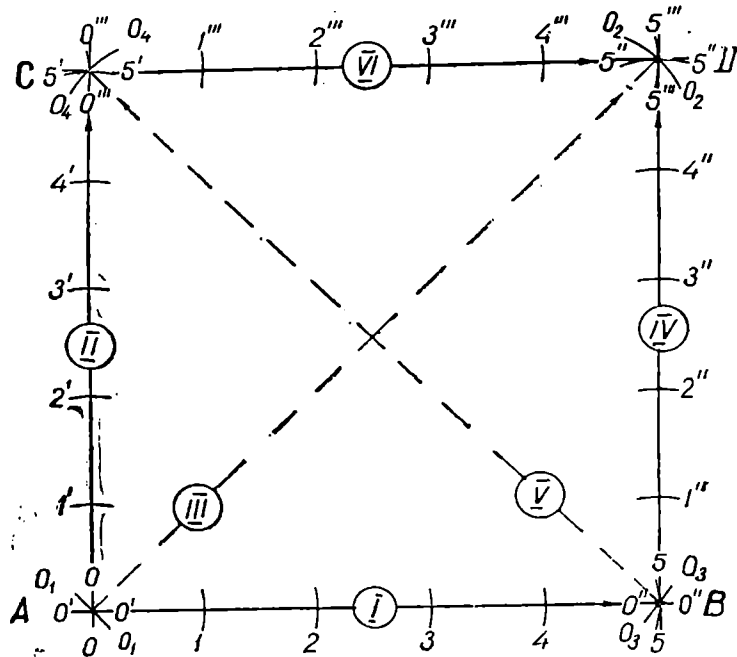
შესამოწმებლად შემოწმებული  $RR$  გვერდის გამოყენებით გაატარებენ ნიჩბისებრ წაწვეტებული ფანქრით წრფეს. ამ წრფეზე ადებენ განხილად სახაზავს ისე, რომ აღნიშნული წრფე ყველა ფანჯრიდან იხილებოდეს ანუ ნულპუნქტისა და ყველა ფანჯრის ირიბების რკალეების ცენტრები განლაგებული იყოს ამ წრფეზე. ნიჩბისებრ წაწვეტებული ფანქრით გაატარებენ ნულპუნქტიდან ყველა ირიბის და მარჯვენა ბოლოს რკალეებს, რითაც ხსენებულ წრფეზე მიიღება წრფისა და რკალეების გადაკვეთის წერტილები. შემდეგ ზუსტ ფარგალს აყენებენ 10 სმ ბიჯზე და სინჯავენ წრფეზე დანიშნული მონაკვეთების სისწორეს. განსხვავება დასაშვებია 0,1 მმ. სახაზავის საერთო სიგრძეს კი ამოწმებენ შტანგენფარგლით ან ნორმალური (ყენევის) სახაზავით.

#### 4. კოორდინატთა ბადის აგება ფ. დრობიშვილის სახაზავით და შემოწმება

განვიხილოთ ფ. დრობიშვილის მცირე სახაზავით (ნახ. 1<sup>ა</sup>) 5 დმ  $\times$  5 დმ საერთო ზომის კოორდინატთა ბადის აგების საკითხი.

სახაზავი ქალაღდის (ნახ. 2) კვემო ნაპირის ახლოს, დაახლოებით მის პარალელურად, ნიჩბისებრ წაწვეტებული ფანქრით ატარებენ წმინდა ხაზს სახაზავის ირიბი  $RR$  გვერდის საშუალებით. ამ ხაზზე ადებენ ფ. დრობიშვილის სახაზავს ისე, რომ ეს ხაზი ჩანდეს ფანჯრებიდან (I მდებარეობა). იმავე ფან-

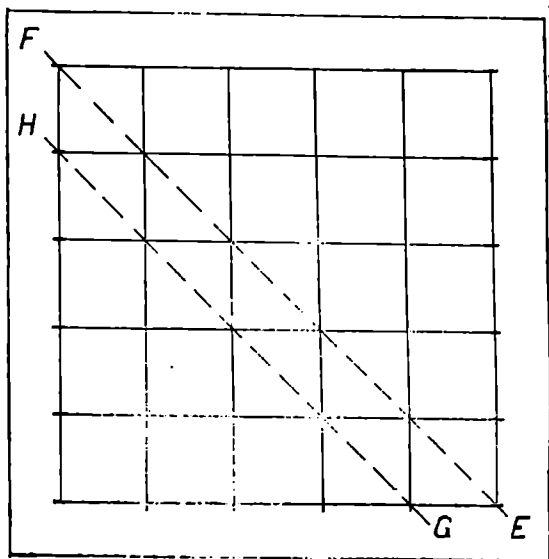
ჭრით ატარებენ ექვსივე ფანჯრის ირიბების გვერდების შესაბამის შტრიხებს, რომელთაგანაც (0-0) შტრიხი იქნება წრფივი, ხოლო 1, 2, 3, 4 და 5-5 — რკალები. იფულისხმება, რომ (0-0) შტრიხისა და ხაზის გადაკვეთის წერტილია *A*, ხოლო (5-5) შტრიხისა და ხაზის გადაკვეთის წერტილი არის *B*. სახაზავს *A* წერტილის გარშემო შემოატრიალებენ დაახლოებით 90°-ით (II მდებარეობა) ისე, რომ ნულპუნქტის შესაბამისი შტრიხი გადაიოდეს ზუსტად *A* წერტილში და ატარებენ (0'-0') წრფივ შტრიხსა და 1', 2', 3', 4', (5'-5') რკალურ შტრიხებს; შემდეგ სახაზავს შემოატრიალებენ დაახლოებით 45°-ით (III მდებარეობა) ისე, რომ ნულპუნქტის შესაბამისი შტრიხი გადიო-



ნახ. 9.1.10.2.

დეს ზუსტად *A* წერტილში და ატარებენ (0<sub>1</sub>-0<sub>1</sub>) წრფივ და სახაზავის განაპირა რკალის შესაბამის (0<sub>2</sub>-0<sub>2</sub>) შტრიხს. ამის შემდეგ იღებენ სახაზავს, დებენ IV მდებარეობაში ისე, რომ ნულპუნქტი ზუსტად შეუთავსდეს *B* წერტილს და ატარებენ შესაბამის (0''-0'') წრფივ შტრიხსა და 1'', 2'', 3'', 4'', (5''-5'') რკალურ შტრიხებს. (5''-5'') და (0<sub>2</sub>-0<sub>2</sub>) რკალური შტრიხების გადაკვეთის წერტილი აღვნიშნოთ *D* ასოთი. *B* წერტილის გარშემო აბრუნებენ სახაზავს დაახლოებით 45°-ით (V მდებარეობა) ისე, რომ ნულპუნქტი ზუსტად შეუთავსდეს *B* წერტილს და ატარებენ (0<sub>3</sub>-0<sub>3</sub>) წრფივ შტრიხსა და სახაზავის ბოლოს შესაბამის (0<sub>4</sub>-0<sub>4</sub>) რკალურ შტრიხს, რომლის გადაკვეთის წერ-

ტილი (5'—5') რკალურ შტრიხთან აღნიშნულია  $C$  ასოთი. ბოლოს ნულ-  
 პუნქტს ზუსტად შეუთავსებენ  $C$  წერტილს (VI მდებარეობა) და აკონტროლე-  
 ბენ გადის თუ არა სახაზავის ბოლო ირიბის რკალი ზუსტად  $D$  წერტილში.  
 შეცდომა დასაშვებია 0,1 მმ. წინააღმდეგ შემთხვევაში სამუშაო თავიდან  
 სრულდება. როცა პირობა დაკმაყოფილებულია, ატარებენ (0''—0'') წრფივ  
 და 1'', 2'', 3'', 4'', (5''—5'') რკალურ შტრიხებს. ბოლოს ატარებენ  $AC$ ,  
 $CD$  და  $BD$  წრფეებს და წრფეებით აერთებენ მიღებული დეციმეტრიანი გვერ-  
 დების მქონე კვადრატის შესაბამის მოპირდაპირე წერტილებს (ნახ. 3). აგე-  
 ბული ბადის სისწორეს აკონტროლებენ სახაზავის გრძელი გვერდით დიაგო-



ნახ. 9.1.10.3.

ნალებს გატარებით. მაგალითად,  $EF$  და  $GH$  დიაგონალზე განლაგებული  
 უნდა იყოს შესაბამისი კვადრატების წვეროები. აგრეთვე უზუსტესი ფარ-  
 გლით უნდა შემოწმდეს ყოველი კვადრატის დიაგონალების ურთიერთოლო-  
 ბა, გვერდების სიგრძეები კი უნდა შემოწმდეს ენევის სახაზავისაგან აღებუ-  
 ლი ფარგლის ბიჯით. კვადრატების აგების სიზუსტეს უნდა მიექცეს განსა-  
 კუთრებული ყურადღება. შეცდომები დასაშვებია 0,1—0,2 მმ ფარგლებში.

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა 4 დმ  $\times$  4 დმ ბადის შექმნა, ფ. დრო-  
 ბიშევის მცირე სახაზავით ზემოთ აღწერილი წესით ავაგებთ 5 დმ  $\times$  5 დმ ბა-  
 დეს და იქიდან გამოკყოფთ სასურველი კვადრატების სისტემას. დანარჩენი  
 კვადრატები გადაიქცევა პლანშეტის ჩარჩოდ.

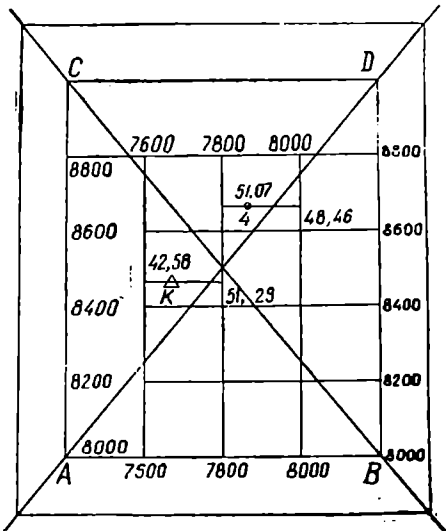
სრულიად ანალოგიურად ხდება ფ. დრობიშევის დიდი სახაზავით  
 6 დმ  $\times$  8 დმ საერთო სიგრძის 48 კვ. დმ შესაბამისი სისტემის აგება.

ფ. დრობიშევის ორბევ სახაზავით ზემოთ აღწერილი წესით შეიძლება 3 ღმ X 4 ღმ საერთო სივრცის 12 კვ. ღმ შესაბამისი სისტემის აგება  $3^3 + 4^2 = 5^3$  ღმ ტოლობის მიხედვით.

**ბ. ბადის აგება შტანგენშტაკლით და ჟენევის ან სამიჯნო სახაზავით შვლარაბიუ მცირე სივრცეებზე**

პოლიგონის პუნქტების ცნობილი კოორდინატების მიხედვით შეარჩევენ სახაზავი ქალაღდის სიმალღეს, რომღის ოღენზობა მოცემულ მასშტაბში უნღა იყოს აბსციღსების დღდებითი და უღრყოფითი უღდიღესი აბსოღუღტური ოღენზობების ჯამზე 20 სმ-ით მეტი. ასევე ქალღდის სიგრძე უნღა იყოს პუნქტების ორღინატების დღდებითი და უღრყოფითი უღდიღესი აბსოღუღტური ოღენზობების ჯამზე მეტი 10 სანტიმეტრით.

ცნობიღია, რომ მართკუთხედის დიღგონღლები ტოღია და ერთმანეთს შუღზე ყოფენ, ამიტომ შერჩეული სახაზავი ქალღდის მოპირღაპირე კუთხეებზე შემოღწმებული სახაზავით ატარებენ დიღგონღლებს და გღღღკვეთის წერტიღიღღან შტანგენშტაკლით ოთხივე მზრივ გღღღზომღვეენ ერთი და იმავე ზომის მონღკვეთებს იმ ანგარიშით, რომ ქალღდის ზემოთ და ქვემოთ დღრჩეს 10 სანტიმეტრიანი და გვერღღღებზე 5 სანტიმეტრიანი ზოღღი.



ნახ. 9.1.10.4.

მიღებულ წერტიღლებს აერთებენ და ლებუღღობენ ABCD მართკუთხედს. შემოღწმებისათვის აღღრებენ ზემო და ქვემო გვერღღების სიგრძეებს, რომღებიც უნღა იყვენენ ტოღები. მართკუთხედის გვერღღებზე გღღღზომღვეენ საჭირო კვღღღრატების რაოღენზობას, შესაბამისად, 1, 2, 3, ... ღმ და თანასახღღობის მოპირღაპირე წერტიღლებს სახაზავით და ფანქრით ერთმანეთს უკავშირებენ, რიღთაც მიიღღებენ დეციმეტრიანი კვღღღრატების ბღღეს. აგების სისწორე მოწმღღება წიღა მუღღღში აღწერიღი წესით.

**ც. ბღღეზე კოოღრღინატების საწმისი წეღტიღის დღნიშვნა და მოცემული მასშტაბის შესაბამისი მღწმიღების წარწეღები. პუნღტების გღღღბანღ გეგმღზე მათი კოოღრღინატებით**

ბღღის აგების სათანადო კონტროღის შემღღე მისი გამოყენებით ზღღება თეოღოღიღტური სვღის პუნქტების ცნობიღი კოოღრღინატების მიხედვით პუნქტების გღღღბანღ ქალღღღზე.



(2.5-6) პარაგრაფში მოცემულია განსაზღვრებები და მითითებები გეოგრაფიული და კილომეტრული ბადის აგების შესახებ, როგორცაა: გეოგრაფიული ჩარჩოს წვეროების გაუსის კოორდინატების განსაზღვრა მათი გეოდეზიური კოორდინატების საშუალებით; ჩარჩოს ფარგლებში კილომეტრული ბადის განაპირა ოთხივე წვეროს გაუსის კოორდინატების განსაზღვრა და კილომეტრული ბადისა და ჩარჩოს აგება — გაფორმება — წარწერები 1 : 25000 და 1 : 10000 ტოპოგრაფიული რუკების შექმნასთან დაკავშირებით. აქ ვიხილავთ მსხვილმასშტაბიან (1 : 5000—1 : 500) გეგმებს როგორც სახელმწიფო, ისე პირობით მართკუთხა კოორდინატთა სისტემის გამოყენების თვალთახედვით.

ცხრილი 9.1.10.1

პუნქტები	$x_0$	$y_0$
K	+8451,29	+7642,58
1	+8388,18	+7680,45
2	+8273,24	+7808,67
3	+8255,31	+7901,54
4	+8648,46	+7851,07
5	+8497,28	+7755,01

ვთქვათ, საჭიროა აგებულ ქსელზე (ნახ. 4) ძირითადი შეკრული პოლიგონის პუნქტების გადატანა, რომლებიც ეყრდნობიან  $K$  ტრიგონომეტრიულ პუნქტს (1) ცხრილში მოყვანილი რიცხვითი ოდენობის მიხედვით. ვთქვათ, გეგმის მასშტაბია 1 : 2000. საკოორდინატო ხაზების საწყის წერტილად ვიღებთ ბადის ქვედა (პრიზონტული) და მარცხენა განაპირა (ვერტიკალური)

ღერძების გადაკვეთის წერტილს. წარწერები კეთდება კილომეტრებიდან ან მეტრებიდან განზომილებებში. პირველ შემთხვევაში ყოველი დეციმეტრის წარწერა ერთმანეთისაგან განსხვავდება ანუ ჯერადი იქნება 0,1T და მეორეში — 100T ოდენობების, სადაც  $T$  არის რიცხვითი მასშტაბის მნიშვნელობის ათასების რაოდენობა. განხილად შემთხვევაში  $T=2$ . მაშასადამე, კილომეტრებში წარწერები იქნება 0,2 კმ ანუ მეტრებში 200 მეტრი. აქედან გამომდინარე, (1) ცხრილის მიხედვით აბსცისების საწყისი იქნება 8 კმ ანუ 8000 მ, ორდინატებისა კი 7,6 კმ ანუ 7600 მ. წარწერები მეტრებში იხილეთ (4) ნახაზზე, რომლებიც საშუალებას მოგვცემენ ქსელზე გადავიტანოთ ყველა პუნქტი.

ნებისმიერი პუნქტის ქსელზე გადატანისათვის პირველ რიგში პუნქტის კოორდინატების მიხედვით უნდა დავადგინოთ ის კვადრატის, რომელშიც განხილადი პუნქტი უნდა მოთავსდეს. მაგალითად,  $K$  ტრიგონომეტრიული პუნქტი უნდა მოთავსდეს 8400 მეტრის შესაბამის აბსცისთა ღერძისა და 7600 მეტრის შესაბამის ორდინატთა ღერძებს შორის კვადრატში (ნახ. 4). ამ კვადრატის  $x=8400$  მეტრებიდან  $K$  ტრიგონომეტრიული წერტილი მდებარეობს +51,29 მ (8451,29—8400), რაც უნდა გადაიზომოს მოცემულ მასშტაბში ხსენებული კვადრატის ორივე ვერტიკალური გვერდიდან და გავატაროთ მათზე დამხმარე თარაზული მონაკვეთი, რომლის  $x=8451,29$  მ. ამ მონაკვეთზე მოცემულ მასშტაბში გადავზომავთ  $y=7600$  მეტრიდან 42,58 მეტრს (7642,58—7600). მიღებული წერტილი იქნება  $K$  პუნქტის მდებარეობა. ანალოგიურად იქნება ქალაქზე გადატანილი დანარჩენი პუნქტები. მაგალითად, 4 პუნქტის კვადრატის იქნება ქსელის 8600 და 7800 შორის. ამ კვადრატის ორივე ვერტიკალურ გვერდზე გადავზომავთ 8648,46—8600=48,46 მ და გავატარებთ დამხმარე თარაზულ მონაკვეთს  $x=8648,46$  მ. ამ მონაკვეთზე 7800-დან გადავზომავთ 7852,07—7800=+51,07 მ. მიღებული წერტილი იქნება მე-4 პუნქტის ადგილი გეგმაზე.

ყოველი გვერდი პუნქტებს შორის მოცემულ მასშტაბში უნდა უდრიდეს გაზომვების შედეგად მიღებულ მათ ჰორიზონტულ პროექციებს. განსხვავება დასაშვებია გვერდის მასშტაბის 0,2 მმ (განხილად შემთხვევაში ადგილზე 40 სმ).

კოორდინატთა ღერძების სათავესა და ქსელზე წარწერები მცირე სივრცეების გადაღების დროს შეიძლება ასეც:

პოლიგონის პუნქტების დადებითი მაქსიმალური და უარყოფითი მაქსიმალური ორდინატების საშუალებით დაენიშნავთ აბსცისათა საწყისი ღერძს; ასევე დადებით მაქსიმალურ და უარყოფით მაქსიმალურ აბსცისათა საშუალებით დაინიშნება ორდინატების საწყისი ღერძი. მათი გადაკვეთა იქნება კოორდინატების ათვლის საერთო წერტილი. ცხადია, ამ ქსელზე დაეტევა პოლიგონის ყველა პუნქტი. დანარჩენი ზემოთ აღწერილის ანალოგიურად შესრულდება საერთოდ, ყოველი პუნქტის საზომი ფარგლის დაჭერით ქალაქზე რჩება კვალი 0,1 მმ დიამეტრით, რომელსაც 1,5 მმ დიამეტრის წრეხაზს შემოავლებენ.

### 9.1.11. გვერდის შედგენა ჰორიზონტული აგებვის მონაცემებით. გვერდის გაფორმება

თეოდოლიტური სვლების ქალაქზე აგების შემდეგ ხდება მასზე ჰორიზონტული (ძირითადად თეოდოლიტური) აგებმების შედეგთა გადატანა აბრისის სრულყოფილად გამოყენებით. წვლილადები მათი კონტურების მახასიათებელი წერტილების აგებმების სხვადასხვა მეთოდების შესაბამისად გამოისახება ქალაქზე. მაგალითად, პერპენდიკულარების მეთოდით აგებმისი წერტილები ქალაქზე გადაიტანება საზომი ფარგლითა და სამიზნე (მასშტაბური) სახაზავით; ქალაქზე ვატარებულ სვლის გვერდების მიმართ პერპენდიკულარების აღმართვა და დაშვება ხდება სამკუთხედით და სახაზავით. პოლარული მეთოდით აგებმისი წერტილები ქალაქზე გადაიტანება ტრანსპორტირით, სამიზნე სახაზავით და საზომი ფარგლით. როგორც ცნობილია, პოლარული კუთხეების აგებისათვის ტრანსპორტირის ცენტრს ვუთავსებთ იმ გეოდეზიურ პუნქტს, რომელზეც დაცენტრირი იყო თეოდოლიტ-ტაქომეტრი, ხოლო მის ნულოვან დიამეტრს ვუთავსებთ იმ ხაზს, რომელიც შესაბამისაა ჰორიზონტული ლიზების ორიენტაციას (ნახ. 9.1.9.1<sup>ა</sup>); ამ შემთხვევაში უფრო მოხერხებულია ვისარგებლოთ წრიულ ტრანსპორტირით; გვერდზე ვნიშნავთ დაყენებულ ტრანსპორტირის საშუალებით ყველა გაზომილ პოლარულ კუთხეებს და შემდეგ მსუბუქად (რომ ადვილად წაიშალოს) ვატარებთ შესაბამის მიმართულებებს, რომლებზეც მოცემულ მასშტაბით გადავზომავთ პოლარულ მანძილებს. კუთხური გადაკვეთის ხერხით აგებმისი წერტილები გადაგვაქვს ქალაქზე ტრანსპორტირით და სახაზავით; შესაბამისი კუთხეები გადაგვაქვს ქალაქზე იმავე საყრდენი გვერდებიდან, რომლებზეც გაიზომა ისინი აგებმის დროს. ანალოგიურად ხდება ხაზოვანი გადაკვეთით აგებმისი წერტილების ქალაქზე გადატანა მოცემული მასშტაბებით და საზომი ფარგლის გამოყენებით. გასწვრივობის ხერხით აგებმისი წვლილადების მოცემულ მასშტაბში გადატანისათვის გამოიყენება სამიზნე სახაზავი და საზომი ფარგალი.

გვერდზე კონტურების მახასიათებელი წერტილების შემდეგ აბრისის შე-

საბამისად ატარებენ მათ შორის კონტურების ხაზებს, აგრეთვე იყენებენ სათანადო პირობით აღნიშვნებს.

სიტუაციის ქალაქზე გადატანა უკონტროლოა, ამიტომ იგი დიდი სიფრთხილით და გულისყურით უნდა შესრულდეს და შესაძლებლობის ფარგლებში გავიმეოროთ ზოგიერთი მნიშვნელოვანი წვლილადის მიმართ, აგრეთვე აგების შემდეგ გეგმა სასურველია ადგილზე იქნეს შედარებული.

გეგმის გაფორმება სრულდება გეგმაზე (რუქაზე) ადგილის კონტურების გამოხაზვის ინსწორის შემოწმების შემდეგ. გეგმაზე გადაიტანება ფანქრით სათანადო პირობითი აღნიშვნები თანახმად 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 მასშტაბიანი გეგმებისათვის დამტკიცებული პირობითი აღნიშვნებისა. ცალკეულ შემთხვევებში შეიძლება ვიმოქმედოთ დაინტერესებულ ორგანიზაციის მოთხოვნების შესაბამისად.

გეგმაზე ყველა ხაზი იხაზება 0,15 მმ სისქის, გარდა იმ ხაზებისა, რომელთა სისქეები გათვალისწინებულია პირობითი აღნიშვნებით.

ბშირად საკოორდინატო ბადეზე მხოლოდ ორი გვერდის წარწერებს აკეთებენ. მაგალითად, მარჯვნივ და ქვევით  $x$  და  $y$  ლერძიდან.

ბადის წვეროებს აღნიშნავენ  $6 \times 6$  მმ ზომის ურთიერთმართობი შტრიხებით. პოლიგონის გვერდების მახლობლად იწერება მათი ცხრილური კუთხე ანუ რუბები მრიცხველში და მნიშვნელში ჰორიზონტული მანძილები, დამრგვალებული სანტიმეტრებამდე. გეგმას ეწერება რიცხვითი და ხაზოვანი მასშტაბი. პირობითი აღნიშვნების შესაფერისად ფანქრით გაფორმებულ გეგმაზე შემოაველებენ ტუშს.

წინა და განხილად პარაგრაფში მოყვანილი სამუშაოები ნორმებით უნდა შესრულდეს ერთ სამუშაო დღეში 8,30 კვ. დმ 1:5000 მასშტაბში, ხოლო 4,70 კვ. დმ 1:2000 მასშტაბში.

მაგალითი 9.1..11.1[1]. შედგეს გარკვეული ტერიტორიის ჰორიზონტული გეგმა (ნახ. 1).

#### A. თეოდოლიტური სპლის აგება

##### ა. ბინგაღისათვის საპირიო ინსტრუმენტები და საკუთნო

1) დაბალი სიზუსტის სრულყოფილი კუთხსაზომი ინსტრუმენტი (IV უჯრუფის), ვოქვათ, T—30; 2) ДН—10 (ძველი დასახელებით ДД 5) სამანძილზომო საცემი ორი ლარტყით ან აგურაებიანი ორი სანიველო ლარტყა ძაფებიანი მანძილზომით მანძილების საკონტროლოდ გაზომვისათვის; 3) ეკერი (ან გონიომეტრი, ან სტეფანის ბუსოლი); 4) ეკლიმეტრი; 5) ექვსი გეოდეზიური სარი; 6) ფოლადის ოცმეტრიანი ბაფთა ფოლადის 6 ან 11 ჩხირით; 7) რულეტი; 8) 15 სმ სიგრძის და 6 სმ დიამეტრის პალოები პუნქტების ადგილზე დასანიშნავად და 30 სმ სიგრძის — დარაჯებისათვის; 8) ნაჯახი; 9) ტოპოგრაფიული ქოლგა; 10) ლოგარითმული სახაზავი; 11) კუთხეებისა და მანძილების განაზომთა ჩასაწერი ეურნალი; 12) აბრის-ეურნალი; 13) ეურნალებში ჩასაწერად ავტომატური კალმისტარი; 14) 2T—TM ან უბრალო ფანქარი სქემებისა და აბრისების გამოსახაზავად; 15) სახაზავი და სამკუთხელი; 16) ჯაყვა; 17) რბილი საშუღლი.

**ბ. ღაპალაშვილის შიშაშვილის თანამიმდევრობა**

1. თეოდოლიტური სვლების პროექტის შედგენა;
2. ადგილზე რეკონსტრუქცია;
3. ადგილზე სვლის წვეროების პუნქტების დანიშვნა ნიშნებით;
4. კუთხური და ხაზოვანი გაზომვები.

**I. თეოდოლიტური ხვლების პროექტის შედგენა, რეკონსტრუქცია და წვეროების დამატება ნიშნებით**

პროექტის შედგენა სრულდება არსებულ მსხვილმასშტაბიან რუკებზე ან გეგმებზე (9.1.1) პარაგრაფში მოყვანილი მოთხოვნებისა და (1) ცხრილის ნორმატივების შესაბამისად.

ც ხ რ ი ლ ი 9.1.11.1

ნიშან-თვისების მარკენებელი	აგეგმვის მასშტაბები და ადგილის ხასიათი							
	1 : 500		1 : 1000		1 : 2000		1 : 5000	
	დასახლ-ბელი	დაუსახლ-ბელი	დასახლ-ბელი	დაუსახლ-ბელი	დასახლ-ბელი	დაუსახლ-ბელი	დასახლ-ბელი	დაუსახლ-ბელი
1. ერთ კვ. კმ პუნქტების რაოდენობა	რეკონსტრუქცია	რეკონსტრუქცია	რეკონსტრუქცია	36	რეკონსტრუქცია	12	რეკონსტრუქცია	4
2. საყრდენ პუნქტებს შორის სვლის მაქსიმალური სიგრძე, კილომეტრებში	0,8	1,2	1,2	1,8	2,0	3,0	4,0	6,0
3. გვერდების სიგრძეები: უღიღესი, მეტრებში	350	350	350	350	350	350	350	350
უშციურის, მეტრებში	20	40	20	40	20	40	20	40
4. კიდული სვლა: უღიღესი სიგრძე, მეტრებში	100	150	160	150	200	300	—	500
მოხვევის წერტილების უღიღესი რაოდენობა	3	1	3	1	3	2	—	2

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია მდინარე ბისტრისა და ნოვი-ოტრადნოეს შარაგზას შორის მიწათსარგებლობის ტერიტორიის პორიზორტული აგეგმვების მიზნით თეოდოლიტური სვლები. ქსელი წარმოადგენს შეკრულ ძირითად პოლიგონს 3. პ. 21 (პოლიგონის საწყისი 1 პ.), 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1 და დიაგონალურ სააგეგმო სვლას 10, 11, 12, 5.

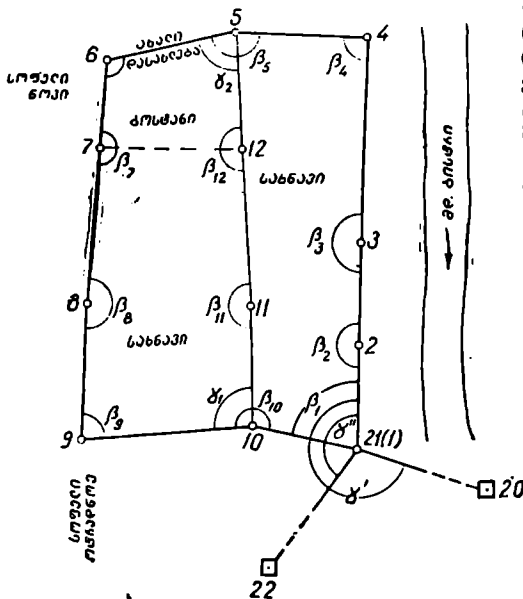
როგორც ვხედავთ, შეკრული პოლიგონი ეყრდნობა № 21 პოლიგონომეტრიულ პუნქტს, რომელიც მიღებულია პოლიგონის 1 საწყის წერტილად. ეს პოლიგონი მიბმულია 21—20 და 21—22 პოლიგონომეტრიულ გვერდზე.

21 პოლიგონომეტრიული პუნქტის ანუ პოლიგონის 1 პუნქტის კოორდინატებია  $x_1 = 4927,58$  მ და  $y_1 = 3291,06$  მ; (21—20) და (21—22) ხისტი (საყრდენი) გვერდების დირექციული კუთხეები, შესაბამისად, არის  $\alpha_{21-20} = 161^\circ 53',3$  და  $\alpha_{21-22} = 250^\circ 40',6$ .

1—2, 2—3, 3—4 გვერდები მდებარეობს მდინარე ბისტრის მარჯვენა ნაპირის ახლოს; 5—6, 6—7 გვერდები გადის სოფელ ნოვის ქუჩებზე; 7—8 და 8—9 გვერდები გადის ნოვი-ოტრადნოეს გრუნტის გზისპირას. პოლიგონის 5 დი 10 წვეროები მდებარეობს სასოფლო გზაზე, რომელზეც აგებულია

დიაგონალური სვლა დასაბლება ნოვის სახნავების, მინდვრებისა და კარში-  
დამოს მოხერხებულად ავგეგმვისათვის.

კუთხეები იზომება  $T-30$  თეოდოლიტით, ხოლო გვერდები წინ და უკან  
20-მეტრიანი ფოლადის ბაფთით. გვერდების 1<sup>ც</sup>-ზე მეტი დაბრის კუთხეები



იზომება ეკლიმეტრით (იხილეთ სქემა (1) და (2)). განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს  $180^{\circ}$ -თან ახლო მოხვევის კუთხეებს, რომ ერთმანეთში არ ავეერიოს პოლიგონის მარცხენა და მარჯვენა კუთხეები. პორიზონტული კუთხეები განისაზღვრება ველზე.

რეკოგნოსციური-ბის შედეგად შედგენილ იქნა თეოდოლიტური სვლებისა და გასწვრივობის (დიაგონალური) ხაზების სქემატური ნახაზი (1), (9.1.1) პარაგრაფში მოცემული მოთხოვნების მისედივით შედგა პუნქტების სათანადო ნუმერაცია. მაგალითად,  $\gamma'$  და  $\gamma''$  არის

ნახ. 9.1.11.1.

20 და 22 პოლიგონომეტრიული პუნქტებისადმი თეოდოლიტური სვლის (1—2) გვერდის მიმხრობის კუთხეები; 21 პოლიგონომეტრიული პუნქტი წარმოადგენს თეოდოლიტური სვლის პოლიგონის 1 პუნქტს;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}$  არის ძირითადი პოლიგონის სვლის მარცხენა კუთხეები;  $\beta_{11}, \beta_{12}$  კი — დიაგონალური სვლის მარცხენა კუთხეები;  $\gamma_1$  და  $\gamma_2$  არის დიაგონალური სვლის 9—10 და 5—6 გვერდებისადმი მიმხრობის კუთხეები; ეს სვლა განაპირობა საველე გზის არსებობამ. (1) ნახაზზე შედარებით სქელი ხაზებით არის გამოსახული ძირითადი პოლიგონი, უფრო წვრილი ხაზებით — დიაგონალური სვლა და პუნქტირით — გასწვრივობის ხაზი.

თეოდოლიტური სვლების წვეროები აღვილზე მაგრდება ნაკვიდი ლურსმნებით, ტაბიკურებით, ხის სვეტებით და პალოებით; იმ შემთხვევაში, როცა თეოდოლიტური სვლა წარმოადგენს დამოუკიდებელ საფუძველს ქალაქურ, სასოფლო ან სამრეწველო ტერიტორიების ასაგეგმად, მაშინ ასაგეგმში ტერიტორიის ერთ მეზუთედზე პუნქტებს ამაგრებენ რკინაბეტონის მონოლითებით, რომელთა ჰვედა ფუძეებია  $35 \times 35$  სმ, ზემო  $12 \times 12$  სმ და სიმაღლე 65 სმ. ჰვედა ფუძე უნდა იყოს მიწის ზედაპირიდან ჩამაგრებული 70 სმ სიღრმეზე.

სასწავლო პრაქტიკის შესრულების დროს თეოდოლიტური სკლების პროექტი არ დგება, იგი ინიშნება ადგილზე და ქალაღზე რეკოგნოსცირებენ დროს. აგრეთვე სვლის პოლიგონის წვეროები ადგილზე მაგრდება 15 სმ სიგრძისა და 6 სმ დიამეტრის ხის პალოებით, რომლებიც ეფლობა ნიადაგის ღონეზე და ზემოდან უკეთდება ფანქრით ჯვრისებრი ქღე ან ასობენ ლურსმანს. იქვე, სვლის მარჯვნივ, დაახლოებით 10 სმ დაშორებით, ასობენ დარაჯს (30 სმ სიგრძის და 6 სმ სისქის პალოს) ნიადაგის ზედაპირიდან დაახლოებით 10—15 სმ სიმაღლეზე. მასზე აკეთებენ წარწერას სვლისაკენ ზემოთ პუნქტის და ქვემოთ ბრიგადის ნომრის აღნიშვნით. მაგალითად,  $\frac{6}{20}$  ნიშნავს მეექვსე პუნქტს და მეოცე ბრიგადას. დამაგრებული პუნქტის გარშემო წრიულად ან კვადრატის ფორმით დაახლოებით 0,2—0,3 მ მანძილზე შემოუთხრიან მიწას სიგანით 0.1 მ.

## II. კუთხეებისა და ხაზების გაზომვები

სათანადოდ შემოწმებულ თეოდოლიტს (იხ. 6.8.6) დაცენტრავენ და მომწესობაში მოიყვანენ ყოველ პუნქტზე. როგორც ცნობილია, დაცენტრავა მით მეტი ყურადღებით და სიზუსტით უნდა მოხდეს, რაც მოკლე იქნება კუთხეების გვერდები. იმისათვის, რომ განაზომ კუთხეში დაცენტრავის შეცდომა არ გადასცილდეს თეოდოლიტის დანაყოფების ასათვლელი ხელსაწყოების სიზუსტის ნახევარს, ნორმებით დაცენტრავის  $\epsilon$  ხაზოვანი შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს შემდეგ ოდენობას:

$$\epsilon = 1,5t \cdot S_{100}, \quad (9.1.11.1)$$

სადაც  $\epsilon$  გამოისახება სანტიმეტრებში,  $t$  — მინუტებში,  $S_{100}$  არის კუთხის მოკლე გვერდის ასეული მეტრების რაოდენობა. მაგალითად, როცა  $t=0',5$ ,  $S_{100}=2$ , მაშინ (1) ტოლობით  $\epsilon=1,5$  სმ.

თეოდოლიტის ნორმალურად დაცენტრავისთანავე მას ამაგრებენ შტატივის სადგარზე ხერხემალა ხრახნით, თეოდოლიტის მომწესობაში მოყვანა კი სრულდება წრედალიდადაზე დამაგრებული ცილინდრული თარაზოს საშუალებით. მიმართულებათა გაზომვისათვის სამიზნე ჰოგარს ვუმიზნებთ. გეოდეზიური სარის ძირში, რომელიც დასმული უნდა იქნეს პუნქტის აღმნიშვნელი პალოს უკან. სარი დასმული უნდა იყოს კუთხის გვერდის გასწვრიობაში, შეცდომა დასაშვებია დაცენტრავის  $\epsilon$  ოდენობით. კუთხეები იზომება ერთი ილეთით ნახევარილეთებს შორის ლიმბის გადაყენებით.

იმ შემთხვევაში, როცა თეოდოლიტური სვლა უშუალოდ მიბმულია მაღალი კლასის საფუძველთან, სჯობს როგორც მიმზრობის, ისე პოლიგონის კუთხეები გაიზომოს წრიული ილეთით. განხილად შემთხვევაში 21 პოლიგონომეტრიული ანუ პოლიგონის 1 პუნქტზე წრიული ილეთით გაზომილი კუთხეები მოყვანილია (1) სქემაში.

თეოდოლიტი T 30 № 1364  
თარიღი — 12. VII. 1970 წ.  
დამკვირვებელი ნ. მიხაილოვი

ამინდი: ცვალებადი მორღებლულობა, სუსტი  
ჭარი, კარგი ხილვადობა.  
ჩამწერი და გამომთვლელი ი. სერგევი

## პოლიგონოშეტრუსული პუნქტი 21 (1)

დანაკვირვებელი პუნქტები	ანათვლები ლიწმზე		2C	$\frac{R+L \pm 180^\circ}{2}$	დაყვანილი მიმართულებები	კუთხეები
	1 R	1 L				
	o	o	,	2	o	o
პ. პ. 20	0 09	180 01	-1	0 00,5	0 0	88 47,5
პ. პ. 22	85 47	268 49	-2	88 48,0	89 47,5	46 44,0
10	195 31	315 33	-2	135 32,0	135 31,5	67 24,5
2	202 56	22 57	-1	202 56,5	202 56,0	157 04,0
პ. პ. 20	0 01	180 00	+1	0 00,5	0 0	

ჯამი 360 01,0

თეოდოლიტური სვლების გვერდები იზომება წინ და უკან 20-მეტრიანი ფოლადის ბაფთით ან წინ 20 და 24 მეტრიანი ფოლადის ბაფთით, ისე როგორც ეს მიღებულია 7.2.2 პარაგრაფში. ტლანქი შეედომის აღმოჩენის მიზნით კონტროლისათვის ხაზი იზომება ძაფებიანი მანძილმომითაც.

როგორც კუთხური, ისე მანძილების განაზომები ველზე დაუყოვნებლივ იწერება სათანადო ფორმის ქურნალში (იხილეთ (2) სქემა).

ქურნალის წარმოების წესი მდგომარეობს შემდეგში: 1. განომეების დაწყებამდე ქურნალის ფურცლები უნდა დაინიშნოს, სატიტულო ფურცელზე იწერება ქურნალის ნომერი, სვლის სახელწოდება, გამოსაყენებელი ინსტრუმენტი, შეღწრულებები (დამკვირვებელი და ჩამწერი), ამინდი, თარიღი; 2. სათანადო სვეტებში იწერება განაზომები პირდაპირი ციფრებით; 3. რიცხვების თანრიგები იწერება ცალკეულად გამოყოფით; 4. სვეტებში რიცხვები იწერება ერთმანეთის ქვეშ; 5. მცდარი რიცხვები არ იშლება საშუალებით, მათ გადაესობა ხაზი და ზემოდან იწერება მისაღები რიცხვი, ამავე დროს უკეთდება სათანადო შენიშვნა ზემოდან.

საველე პრაქტიკას ასრულებს 5-6 სტუდენტი დავალების შემდგენი-რად განაწილებით და თანამიმდევრობით: 1. ხელმძღვანელის თანდასწრებით მთელი ბრიგადა ასრულებს ადგილის რეკოგნოსირებას და კუთხეების (პუნქტების) ადგილზე დანიშვნას; 2. ინსტრუმენტების შემოწმება-შესწორებებს ასრულებს ყოველი სტუდენტი; 3. კუთხური და ხაზოვანი განომეებს ასრულებს: დამკვირვებელი, მისი თანაშემწე, ხაზის ორი მზომავი (ისინი აწარმოებენ ხაზების დასარვას და მანძილმომის გამოყენების დროს იჭერენ ლარტყებს) და გეოდეზიური ქოლგის დამკერი; 4. ხელმძღვანელის განაწილების შესაბამისად ზემოთ მოყვანილ სამუშაოებს რიგ-რიგობით ასრულებს ბრიგადის ყოველი წევრი.

თარიღი 12. VII. 1970

დამკვეთებელი ნ. მახალიკო

ჩაწერი და გამოძველული ი. სერგევი

ს. ქ. შ. ა. 9.1.1.1.2

თეოდოლიტი T-30 № 1369, 20 მტკ. ფოლადის ბაფთა  
 ამინდი: ცვალებადი მოღრუბულობა, სუსტი ქაჩი, კარგი  
 ბილკობა

წერტილები	საშუალო ანთვლი პ. ლიბზე	კუთხის ოდენობა		განზომილ გვერდები მეტრებში			ხაზის დაზრის v კუთხე (წილ)	ხაზის ქვედებულის $S = J \cdot \cos v$ (მ <sup>2</sup> )	
		ნახევარი ილუთით	ერთი ილუთით	წიან (წ)	უკან (უ)	სხვაობა წ-უ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
R	1	0 01	180 01	ძირითადი პოლიგონი	(1-2) 248,24	(2-1) 248,34	-0.10	0-200, v=3°5	199.63
	3	180 02						200-248, 20, v=4°	43.19
2	1	100 02	170 51	180 00,0	(1-3) 248,38	(3-2) 248,46	-0.08	(1-2) 0-105, v=4°0	242.81
L	3	280 01						105-248, 42, v=0°	143.42
								(2-3) 248,16	248.16
R	2	0 00	131 25		(3-4) 342,10	(4-3) 341,96	+0.14		(3-4)
	4	181 25		131 24,5				0'	342.03
3	2	100 01	181 24						
L	4	281 25							



R	3	0 04	94 50	94 59,0	$\frac{(4-5)}{218,66}$	$\frac{(5-4)}{219,62}$	-0,08	0°	$\frac{(4-5)}{219,19}$
4	5	95 01							
L	3	100 03	94 59						
	5	195 02							
R	4	0 03	82 27	82 26,5					
	12	82 30	92 12						
	6	174 42	174 39	92 12,5	$\frac{(6-8)}{126,66}$	$\frac{(6-5)}{126,72}$	-0,06	0°	$\frac{(5-6)}{126,69}$
5	4	100 02	82 28	174 39					
J	12	182 28	82 15						
	6	274 41	174 39						
R	5	0 02	89 04	89 03,5	$\frac{(6-7)}{225,56}$	$\frac{(7-6)}{225,50}$	+0,06	0°	$\frac{(6-7)}{225,53}$
6	7	89 06							
L	5	103 03	89 03						
	7	189 06							
R	6	0 03	179 18	179 18,0	$\frac{(7-8)}{238,42}$	$\frac{(8-7)}{238,36}$	-0,04	$\nu=2^{\circ}5$	$\frac{(7-8)}{238,17}$
7	8	179 21							
J	6	100 04	179 18						
	8	278 22							
R	7	0 02	180 01	160 00,0	$\frac{(8-9)}{258,00}$	$\frac{(9-8)}{257,92}$	+0,08	$\nu=3^{\circ}0$	$\frac{(8-9)}{257,61}$
8	9	180 03							
L	7	100 03	179 59						
	9	230 02							

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R		5	0 02	113 10	113 10,0	(9-10) 236,92	(10-9) 236,92	-0,10	0°	(9-10) 236,87
9		10	113 12							
L		8	100 08	113 10						
		10	213 18							
R		9	0 02	58 23	58 23,0	(10-11) 382,56	(11-10) 382,72	-0,16	0°	(10-11) 382,64
		11	58 25	121 87	121 87,5	122,62	122,72	-0,10	0°	122,67
10		1	180 02	180 00	180 00,5					
L		9	100 03	58 23						
		11	158 26	121 85						
		1	280 04	180 01						

## დიაგნოზური სკეპა

R		10	0 00	180 17	180 17,0	(11-12) 218,92	(12-11) 218,92	+0,10	0°	(11-12) 218,87
11		12	180 17							
L		10	100 02	180 17						
		12	280 19							
R		11	0 04	187 34	187 34,0	(12-5) 220,14	(5-12) 220,22	-0,08	0°	(12-5) 220,18
12		5	187 38							
L		11	100 02	187 34						
		5	287 36							

## ჰ. თეოდოლიტური სვლის ბაზოთვლითი საფუძვლები

კუთხური და ხაზოვანი განაზომების შედეგთა გამოყენებით საჭიროა განისაზღვროს ძირითადი პოლიგონისა და დიაგონალური სვლის პუნქტების კოორდინატები.

### ა. საპირი ცხრილები და საკუთონი

- 1) კოორდინატების გამოსათვლელი უწყისების ბლანკები;
- 2) ელექტროგამომთვლელი მანქანა (ეგმ), ლოგარითმული სახაზავი ან არითმომეტრი და ტრიგონომეტრიული ფუნქციების ხუთნიშნა ცხრილები, სანგარიშო, კალმისტარი;
- 3) როცა არა გვაქვს ეგმ და არითმომეტრი, საჭიროა გვექონდეს კოორდინატების გამოსათვლელი საგანგებო ცხრილები ან რიცხვებისა და ტრიგონომეტრიული ფუნქციების ხუთნიშნა ლოგარითმული ცხრილები.

### ბ. დავალბის უხსკლავის თანამიმდევრობა. ძიკითადი ფორმულები და მითითებები

#### I. ზოგადი მითითებები

1) გამოთვლის გაადვილებისა და დაჩქარების მიზნით საჭიროა გამოვიყენოთ გამოთვლების წარმოების თანამედროვე საშუალებები (ეგმ, არითმომეტრი, ცხრილები, გრაფიკები და სხვ.), რომელთაც ვირჩევთ შესრულებული გაზომვების სიზუსტის შესაბამისად; 2) სქემებში ჩანაწერები სრულდება მელნით სწორი გამოსათვლელი შრიფტით. მრავალციფრიანი რიცხვები იწერება თანრიგების გამოყოფით; ათწილადის მთელი რიცხვი წილადიდან გამოიყოფა მძიმით, ხოლო ლოგარითმის მახასიათებელი მანტისიდან — წერტილით: სვეტებში რიცხვების ერთნაირი თანრიგები იწერება ერთიმეორის ქვემოთ; 3) დაუშვებელია ციფრების წაშლა, საჭიროა მთელი რიცხვი გადაიხაზოს თარაზული ერთი შტრიხით და მის ზემოთ დაიწეროს სწორი რიცხვი; 4) გამოთვლის ყოველი ეტაპი დაუყოვნებლივ უნდა შესრულდეს სხვა თანამიმდევრობით თვით გამოთვლელის ან მეორე პირის მიერ; 5) გასასწორებელი რიცხვების თავზე იწერება შესწორებები წითელი მელნით; 6) დაუშვებელია გამოთვლების გადაწერა; თუ რაიმე მიზეზით აუცილებელი გახდა გამონათვლების გადაწერა, საჭიროა ხმავალადი საკონტროლო კითხვით შემოწმდეს იგი ორიგინალთან.

### ც. სვლების დამუშავების თანამიმდევრობა

პირველ რიგში სრულდება ძირითადი (შეკრული) პოლიგონის დამუშავება და შემდეგ — დიაგონალური სვლისა, რომელსაც ვიღებთ ცნობილ პუნქტებს შორის მდებარე ღია სვლად.

#### I. შეკრული პოლიგონის დამუშავების სქემა (მ)

1. (3) სქემის პირველ სვეტში ამოიწერება ათივე პუნქტი; 2. (1) სქემიდან განისაზღვრება თეოდოლიტური სვლის პარაცენა  $\beta_1$  კუთხე:  $\beta_1 = (1-2)-(1-10) = 202^\circ.56',0 - 135^\circ.31',5 = 67^\circ.24',5$ , რომელსაც (2) სქემიდან ამოწერილ და  $0',1$ -მდე დამაგრებულ  $\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}$

## ძირითადი ბოლივონი

პუნქტები	0',1-მდე დამრგვალებული განაზომი კუთხეები და შესწორებები		გასწორებული კუთხეები	
	1	2	3	
1	67°	+0,1 24,5	67°	24',6
2	180	+0,1 00,0	180	00,1
3	181	+0,1 24,5	181	24,6
4	94	+0,1 59,0	94	59,1
5	174	+0,1 39,0	174	39,1
6	89	+0,1 03,5	89	03,6
7	179	+0,1 18,0	179	18,1
8	180	+0,1 00,0	180	00,1
9	113	+0,1 10,0	113	10,1
10	180	+0,1 03,5	180	00,6
$\Sigma \beta_p$	1439°	59',0	1440	00,0
$\Sigma \beta_t$	1440	00,0		

$$W_{\beta} = -01,0$$

$$\text{ზღვრ. დასაშვები } 1,5 \cdot \sqrt{10} = 4',7.$$

კუთხეებთან ერთად შევიტანთ (3) სქემის მეორე სვეტში; 3. (9.1.5.3) ფორმულის შესაბამისად (3) სქემის მეორე სვეტის  $\sum_1^n \beta_p = 1439^{\circ}59',0$ , ხოლო

$$\sum_1^{10} \beta_t = 180^{\circ} \cdot 8 = 1440^{\circ}0'. \text{ მაშასადამე, შეუქცერლობა } W_{\beta} = 1439^{\circ}59',0 -$$

$-1440^{\circ}00,0 = -0^{\circ}01',0$ . დასაშვები ზღვრული შეუქცერლობა (9.1.5.4) ფორმულით ზღვრ.  $W_{\beta} = 1,5 \cdot \sqrt{10} = 4',7$ ; 4. მიღებული შეუქცერლობა  $-1',0$  შებრუნებული ნიშნით ყველა კუთხეზე ნაწილდება თანაბრად, რომლებიც ეწერება განაზომ კუთხეებს ზემოდან; მესამე სვეტში კი გადაიწერება გასწორებული კუთხეები; 5. პირობის თანახმად, განხილავი თეოდოლიტური სელა

მიბმულია (21—20) და (21—22) ხისტ (საყრდენ პოლიგონომეტრიულ) გვერდ-  
თან, რომელთა  $\alpha$  ღირებულები და მიზრობის  $\gamma$  კუთხეები საშუალებას იძლე-  
ვა გამოვითვალოთ პოლიგონის საწყისი ანუ გამოსასვლელი გვერდის ღირებუ-  
ლები კუთხე და აგრეთვე ვაწარმოოთ სათანადო კონტროლი. მაგალითად,  
გამოსასვლელი (1—2) გვერდის ღირებულები კუთხე განისაზღვრება დამოკი-  
დებულებებით:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{\text{გამოსასვლელი}} &= \alpha_{1-2} = \alpha_{\text{საყრდ.}} + \gamma_{\text{მიზრ. მარცხენა}} \\ \alpha_{\text{გამოსასვლელი}} &= \alpha_{1-2} = \alpha_{\text{საყრდ.}} - \gamma_{\text{მიზრ. მარჯვენა}} \end{aligned} \right\} \quad (9.1.11.2)$$

სადაც  $\alpha_{\text{საყრდენი}}$  არის პოლიგონის წვეროსა და პოლიგონომეტრიული პუნქტის  
შემეერთებელი (21—20) გვერდის ღირებულები კუთხე. განვიღოდ შემთხვევაში

$$\alpha'_{1-2} = \alpha_{21-20} - \gamma' = 161^{\circ}53',3 + 202^{\circ}56',0 = 4^{\circ}49',3,$$

ასევე

$$\alpha''_{1-2} = \alpha_{21-20} + \gamma'' = 250^{\circ}40',6 + 114^{\circ}08',5 = 4^{\circ}49',1,$$

სადაც  $\gamma' = 202^{\circ}56',0$  და  $\gamma'' = 114^{\circ}08',5$  მიზრობის განაზომი მარცხენა კუთხე-  
ები ამოღებულია (1) სქემიდან, ხოლო  $\alpha_{21-20} = 161^{\circ}53',3$  და  $\alpha_{21-20} = 250^{\circ}40',6$   
მოცემულია.

$$\alpha'_{1-2} - \alpha''_{1-2} = 4^{\circ}49',3 - 4^{\circ}49',1 = +0',2 < 2l = 2', \text{ რაც დასაშვებია.}$$

მაშასადამე,

$$\alpha_{1-2} = \frac{\alpha'_{1-2} + \alpha''_{1-2}}{2} = 4^{\circ}49',2. \quad (9.1.11.3)$$

იმ შემთხვევაში, როცა საყრდენი გვერდების ღირებულები კუთხეები არ  
არის ცნობილი, მათ ვსაზღვრავთ საყრდენი პუნქტების ცნობილი კოორდინა-  
ტებით შებრუნებული გეოდეზიური ამოცანის ამოხსნის მეთოდით.

გამონაკლის შემთხვევაში, როცა არ გვაქვს საშუალება თეოდოლიტური  
სვლა დაუკავშიროთ საყრდენ პუნქტებს, ისაზღვრება პოლიგონის საწყისი  
(გამოსასვლელი) გვერდის  $\Delta_{\text{გაგ.}}$  მაგნიტური აზიმუტი თეოდოლიტის პორიზონ-  
ტული ლიზების საშუალებით.

6. პოლიგონის გამოსასვლელი გვერდის  $\alpha_{1-2} = 4^{\circ}49',2$  ღირებულები  
კუთხით და სვლის მარცხენა კუთხეებით (8.12.5.21) ფორმულების შესაბამი-  
სად (4) სქემაში გამოთვლილია პოლიგონის ყველა გვერდის ღირებულები  
კუთხეები 0,1 მინუტამდე დამრგვალებული სათანადო კონტროლით და შემ-  
დგ კი განსაზღვრულია შესაბამისი რუმბები, ანუ ცხრილური კუთხეები, მი-  
ნუტამდე დამრგვალებული.

7. (5) სქემის მიხედვით, რომელიც შეესაბამება ელექტროგამომთვლელ  
მანქანაზე (ე გ მ) გამოთვლებს, განსაზღვრულია შეკრული პოლიგონის პუნქ-  
ტების კოორდინატები. მეშვიდე და მერვე სვეტში იწერება გამოსასვლელი  
გვ

პუნქტის ცნობილი კოორდინატები  $x_1=4927,58$  მ,  $y_1=3291,06$  მ; მეორე სვეტში—ყოველ წვეთს პუნქტს შორის წილადის სახით ზემოთ დირექციული კუთხე და ქვემოთ პოლიგონის გვერდების სიგრძეები სანტიმეტრამდე დამრგვალებული; მესამე და მეოთხე სვეტში ცნობილი ფორმულების  $\Delta x=r \cdot \cos \alpha$  და  $\Delta y=r \cdot \sin \alpha$  შესაბამისად, ხოლო ელექტროგამომთვლელ მანქანაზე  $\Delta x=\cos \alpha \cdot r$  და  $\Delta y=\sin \alpha \cdot r$  განისაზღვრება ნაზრდები, რომელთა ალგებრული ჯამი (9.1.6.3) ფორმულის შესაბამისად ანუ შეუქვრელობები მიწერილი აქვთ ამ სვეტებს  $W_x=+0,32$  მ და  $W_y=+0,26$  მ. (9.1.6.4) ფორმულით განსაზღვრული პოლიგონის შეუქვრელობა  $W_s=\sqrt{0,32^2+0,26^2}=0,41$  მ დასაშვებია, რადგანაც მისი ფარდობითი შეცდომა ანუ

$$\frac{W_s}{\Sigma r} \approx \frac{0,4}{2300} = \frac{1}{5600} < \frac{1}{2000}$$

ამიტომ ვასრულებთ კოორდინატთა ნაზრდების გასწორებას.  
(9.1.6.8) ფორმულით პოლიგონის ერთ მეტრზე შესწორების ოდენობა

$$e_x = \frac{-W_x}{\Sigma S} = \frac{-0,32}{2260} = -0,0001415;$$

$$e_y = \frac{-W_y}{\Sigma S} = \frac{-0,26}{2260} = -0,000115.$$

(1.9.6.9) ფორმულით გამოითვლება ნაზრდების შესწორებები:

$-e_x \cdot S_1 = -0,00014 \cdot 243 = -0,05;$	$-e_y \cdot S_1 = -0,00012 \cdot 243 = -0,03;$
$-e_x \cdot S_2 = -0,00014 \cdot 248 = -0,04;$	$-e_y \cdot S_2 = -0,00012 \cdot 248 = -0,03;$
$-e_x \cdot S_3 = -0,00014 \cdot 342 = -0,05;$	$-e_y \cdot S_3 = -0,00012 \cdot 342 = -0,04;$
$-e_x \cdot S_4 = -0,00014 \cdot 220 = -0,03;$	$-e_y \cdot S_4 = -0,00012 \cdot 220 = -0,02;$
$-e_x \cdot S_5 = -0,00014 \cdot 127 = -0,02;$	$-e_y \cdot S_5 = -0,00012 \cdot 127 = -0,01;$
$-e_x \cdot S_6 = -0,00014 \cdot 226 = -0,03;$	$-e_y \cdot S_6 = -0,00012 \cdot 226 = -0,03;$
$-e_x \cdot S_7 = -0,00014 \cdot 238 = -0,03;$	$-e_y \cdot S_7 = -0,00012 \cdot 238 = -0,03;$
$-e_x \cdot S_8 = -0,00014 \cdot 258 = -0,04;$	$-e_y \cdot S_8 = -0,00012 \cdot 258 = -0,03;$
$-e_x \cdot S_9 = -0,00014 \cdot 237 = -0,03;$	$-e_y \cdot S_9 = -0,00012 \cdot 237 = -0,03;$
$-e_x \cdot S_{10} = -0,00014 \cdot 123 = -0,02;$	$-e_y \cdot S_{10} = -0,00012 \cdot 123 = -0,01;$

$$W_x = -0,32 \text{ მ};$$

$$W_y = -0,26 \text{ მ}.$$

გამოთვლილ ნაზრდებს (სქემის 3 და 4 სვეტი) წითელი მელნით ზემოდან აწერია შესწორებები; (9.1.9.10) ფორმულების შესაბამისად, გასწორადებული ნაზრდები ჩაწერილია მეხუთე და მეექვსე სვეტში; ბოლოს, (9.1.6.11) ფორმულის შესაბამისად, განსაზღვრული პუნქტების კოორდინატები ჩაწერილია სქემის მეშვიდე და მერვე სვეტში.

## დირექციული კუთხეებისა და რუმების გამოთვლა

ვერდი	დირ. კუთხე	რუმი ანუ ცხრილური კუთხე
1-2	$\begin{array}{r} 4^{\circ} 49,2 \\ + 180 \\ + 180 \\ \hline 364 \quad 49,3 \\ - 360 \end{array}$	$NO : 4^{\circ}49' = r_1$
2-3	$\begin{array}{r} 4 \quad 49,3 \\ + 181 \quad 24,6 \\ + 180 \\ \hline \end{array}$	$NO : 4^{\circ}49' = r_1$
3-4	$\begin{array}{r} 6 \quad 13,9 \\ + 94 \quad 59,1 \\ + 180 \\ \hline \end{array}$	$NO : 6^{\circ}14' = r_1$
4-5	$\begin{array}{r} 281 \quad 13,0 \\ + 174 \quad 39,1 \\ + 180 \\ \hline 635 \quad 52,1 \\ - 360 \end{array}$	$NW : 78^{\circ}47' = r_4$
5-6	$\begin{array}{r} 275 \quad 52,1 \\ + 89 \quad 03,6 \\ + 180 \\ \hline 544 \quad 55,7 \\ - 360 \end{array}$	$NW : 84^{\circ}08' = r_4$
6-7	$\begin{array}{r} 184 \quad 55,7 \\ + 178 \quad 18,1 \\ + 180 \\ \hline 544 \quad 13,8 \\ - 360 \end{array}$	$SW : 4^{\circ}58' = r_3$
7-8	$\begin{array}{r} 184 \quad 13,8 \\ + 180 \quad 00,1 \\ + 180 \\ \hline 544 \quad 13,9 \\ - 360 \end{array}$	$SW : 4^{\circ}14' = r_3$
8-9	$\begin{array}{r} 184 \quad 13,9 \\ + 113 \quad 10,1 \\ + 180 \\ \hline 477 \quad 24,0 \\ - 360 \end{array}$	$SW : 4^{\circ}14' = r_3$
9-10	$\begin{array}{r} 117 \quad 24,0 \\ + 180 \quad 00,6 \\ + 180 \\ \hline 477 \quad 24,6 \\ - 360 \end{array}$	$SO : 62^{\circ}36' = r_2$
10-1	$\begin{array}{r} 117 \quad 24,6 \\ + 67 \quad 24,6 \\ + 180 \\ \hline 364 \quad 49,2 \\ - 360 \end{array}$	$SO : 62^{\circ}35' = r_2$
1-2	$\begin{array}{r} 4 \quad 49,2 \end{array}$	$NO : 4^{\circ}49' = r_1$

პუნქტები	დირექციული კუთხვები ვერტიკალს კ. ქვემოთ- ლები	კოორდინატების ნაპრეტები (მ)															
		გამოთვლილი					გამწორადებული					კოორდინატები (მ)					
		±	$\Delta x = \cos \alpha \cdot S$	±	$\Delta y = \sin \alpha \cdot S$	4	±	$\Delta x'$	±	$\Delta y'$	6	±	x	±	y	8	
1	2						5					7					
პ. პ. 21																	
1	$\frac{4^{\circ}49'2'' = 4^{\circ}82}{242,81}$	+ 0,03	241,95	+ 0,03	20,40		241,92	+ 0,03	20,37			4927,58	+ 0,03	8291,06			
2	$\frac{4^{\circ}49'3'' = 4^{\circ}82}{248,16}$	+ 0,04	247,28	+ 0,03	20,85		247,24	+ 0,03	20,82			5169,50	+ 0,03	8311,43			
3	$\frac{6^{\circ}13'9'' = 6^{\circ}23}{342,03}$	+ 0,05	340,71	+ 0,04	37,18		339,96	+ 0,04	37,14			5416,74	+ 0,04	8332,26			
4	$\frac{281^{\circ}19' = 281^{\circ}22}{218,69}$	+ 0,03	42,73	- 0,02	215,39		42,70	- 0,02	215,41			5756,70	+ 0,03	8369,59			
5												6789,40	+ 0,03	8159,06			



1	2	3	4	5	6	7	8
	$\frac{276^{\circ}52'1 = 276^{\circ}87}{126,69}$	-0,02 12,96	-0,01 126,03	+	12,14	-	126,04
6	$\frac{184^{\circ}56'7 = 184^{\circ}93}{225,53}$	-0,08 224,70	-0,03 19,39	-	224,75	-	19,41
7	$\frac{184^{\circ}19'8 = 184^{\circ}28}{238,17}$	-0,03 237,52	-0,03 17,57	-	237,55	-	17,60
8	$\frac{181^{\circ}19'9 = 181^{\circ}23}{257,61}$	-0,04 256,91	-0,03 19,00	-	256,95	-	19,03
9	$\frac{117^{\circ}24' = 117^{\circ}40}{236,87}$	-0,03 109,01	-0,03 210,30	+	109,04	+	210,27
10	$\frac{117^{\circ}24'6 = 117^{\circ}41}{122,67}$	-0,02 56,47	-0,01 108,86	+	56,49	+	108,89
3.3.21							
1	$\Sigma S = 2260,13$	$W_x = +0,32$	$W_y = +0,26$		0		0

$$W_S = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,41$$

$$\frac{W_S}{\Sigma S} = \frac{0,41}{2300} = \frac{1}{5600} < \frac{1}{2000}$$

## II. დიაგონალური სვლის დაშუშავება

10, 11, 12, 5 დიაგონალური სვლის მარცხენა კუთხეების გასწორადებისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ 9.1.5 პარაგრაფში (9.1.5.3) ნახაზის მიხედვით მოყვანილი წესით. მაგრამ, ვინაიდან ცნობილია (9—10) და (5—6) გვერდის ღირებულებები, მათ შორის დიაგონალურ სვლას ვიხილავთ, როგორც სვლას ორ ხისტ გვერდს შორის, რომელთა შესაბამისი ღირებულებები კუთხეებია  $\alpha_{9-10} = \alpha_H = 117^{\circ}24',0$ ;  $\alpha_{5-6} = \alpha_K = 275^{\circ}52',1$  და (9.1.5.1.3) ფორმულით (აქ  $n$  არის დიაგონალური სვლის გვერდების რიცხვი)

$$W_{\beta} = \sum_1^{n+1} \beta_P - [\alpha_K - \alpha_H + 180^{\circ} (n+1)] = \sum_1^{n+1} \beta_P - \sum_1^{n+1} \beta_i$$

სადაც (2) სქემიდან (1) ნახაზის მიხედვით

$$\sum_1^4 \beta_P = 58^{\circ}23',0 + 180^{\circ}17',0 + 187^{\circ}34',0 + 92^{\circ}12',5 = 518^{\circ}26',5;$$

$$\sum_1^4 \beta_i = 275^{\circ}52',1 - 117^{\circ}24',0 + 180^{\circ} \cdot 4 = 878^{\circ}28',1.$$

ვინაიდან  $\alpha_K > \alpha_H$ , მაკლების გამონათვალს გამოვავლოთ  $360^{\circ}$ . მივიღებთ  $878^{\circ}28',1 - 360^{\circ} = 518^{\circ}28',1$ . მაშასადამე,  $W_{\beta} = 518^{\circ}26',5 - 518^{\circ}28',1 = -1',6$  დასაშვებია, რადგანაც დაცულია

$$-1',6 < 1,5f\sqrt{n} = 1,5 \cdot 1' \cdot \sqrt{4} = 3',0 \text{ პირობა.}$$

იგივე შედეგს მივიღებთ, თუ გამოვითვლით  $\alpha'_K$  ღირებულებულ კუთხეს გამოსასვლელი  $\alpha_H$  ღირებულებული კუთხეებით და დიაგონალური სვლის მარცხენა კუთხეებით, რაც მოცემულია (6) სქემაში (8.12.5.21) ფორმულის მიხედვით.

ს ქ ე მ ა 9.1.11.6

გვერდი	ღირებულებული კუთხეები
9—10	$\alpha_H = 117 \ 24,0$ $+ 58 \ 23$ <hr/> $+ 180$
10—11	$+ 355 \ 47,0$ $+ 180 \ 17,0$ <hr/> $+ 180$ $- 716 \ 04,0$ $- 360$
11—12	$+ 356 \ 04,0$ $+ 187 \ 34,0$ <hr/> $+ 180$ $- 723 \ 38,0$ $- 720$
12—5	$+ 3 \ 38,0$ $+ 92 \ 12,5$ <hr/> $- 180$
5—6	$\alpha'_K = 275 \ 50,5$

ს ქ ე მ ა 9.1.1..7

პუნქტები	0',1-მდე დამრგვალებული კუთხეები	გასწორადებული კუთხეები
10	$+0,4$ $58^{\circ}23,0$ $+0,4$	$58^{\circ}23',4$
11	$180 \ 17,0$ $+0,4$	$180 \ 17,4$
12	$137 \ 34,0$ $+0,4$	$137 \ 34,4$
5	$+0,4$ $92 \ 12,5$	$92 \ 12,9$
	$\sum_1^{n+1} \beta_P = 518^{\circ}26',5$	
	$\sum_1^{n+1} \beta_i = 518^{\circ}28',1$	
	$W_{\beta} = -1',6$	
	$W_{\beta_{დას}} = 1,5 \cdot 1' \cdot \sqrt{4} = 3,0$	

$\alpha'_{K_p} = 275^\circ 50', 5$  არის პრაქტიკულ ანუ განაზომი კუთხეების შედეგად მიღებული, ხოლო  $\alpha_{K_t} = 275^\circ 52', 1$  არის ძირითადი პოლიგონის გასწორადებული კუთხეების საფუძველზე გამოთვლილი, ე. ი. იგი დიაგონალური სვლისათვის შეიძლება მივიღოთ  $\alpha_K$  თეორიულ ოდენობად. მაშასადამე, შეუკვრელობა

$$W'_9 = \alpha'_{K_p} - \alpha_{K_t} = 275^\circ 50', 5 - 275^\circ 52', 1 = -1', 6.$$

მიღებული წესის მიხედვით  $-1', 6$  შებრუნებული ნიშნით განაწილებულია დიაგონალური სვლის განაზომ კუთხეებზე, რაც მოცემულია (7) სქემაში.

დიაგონალური სვლის გასწორადებული კუთხეებით გამოთვლილია ამ სვლის გვერდების დირექციული კუთხეები და რუმბები (ცხრილური კუთხეები) (8) სქემაში

ს ქ ე მ ა 9.1.11.8

დიაგონალური სვლის დირექციული კუთხე და რუმბები		
გვერდები	დირექციული კუთხეები	რუმბები (ცხრილ. კუთხე)
9—10	$\alpha_H = 117 \ 24,0$ + 58 23,4 + 180	
10—11	+ 355 47,4 + 180 17,4 + 180	NW : 4 13=r <sub>1</sub>
	- 716 04,8 - 360	
11—12	+ 356 04,8 + 187 31,4 + 180	NW : 8 55=r <sub>1</sub>
	- 723 39,2 - 720	
12—5	+ 3 30,2 + 92 12,9 + 180	NO : 3 39=r <sub>1</sub>
5—6	$\alpha_{B_t} = 275 \ 52,1$ კონტროლი	

(9) სქემაში მოყვანილია დიაგონალური სვლის პუნქტების კოორდინატთა გამოთვლა ცნობილი წესის მიხედვით.

(9.1.6.13) ფორმულით:

$$\sum_1^n \Delta x_i = x_K - x_H = 5799,40 - 4984,07 = +815,33 \text{ მ.}$$

$$\sum_1^n \Delta y_i = y_K - y_H = 3153,98 - 3182,17 = -28,19 \text{ მ.}$$

პუნქტები	ქობრიანების ნაზღები										კობრიანობები	
	დირექციული კუბები		გამოცელო		Δy=sin α.S		გასწორებელი		±	z	±	y
	±	Δx=cos α.S	±	Δy=sin α.S	±	Δx	±	Δy				
1	2	3	4	5	6	7	8					
10	355° 79 822,64	0,29 381,61	0,28 28,09		981,90			4984,07	+	+	8182,17	
11	356° 08 213,87	0,16 213,37	0,18 14,62					5365,97	+	+	3154,81	
12	3° 85 220,18	0,17 219,73	0,14 14,02		218,63			5578,60	+	+	3198,82	
5	ΣS=818,68	ΣΔx <sub>p</sub> =+814,71 ΣΔx <sub>t</sub> =+815,33 W <sub>x</sub> =-0,62	ΣΔy <sub>p</sub> =-28,69 ΣΔy <sub>t</sub> =-28,19 W <sub>y</sub> =-0,50		815,33			5788,40	+	+	3154,98	

41 არის გასასწორებელი პუნქტების რაოდენობა.

(9.1.6.14) ფორმულებით:

$$W_x = 814,71 - 815,33 = -0,62; \quad W_y = -28,69 + 28,19 = -0,50.$$

(9.1.6.4) ფორმულით  $W_S = \sqrt{0,62^2 + 0,50^2} = 0,8$  დასაშვებია, რადგანაც  $W_S : \Sigma S = 0,8 : 800 \approx 1 : 1000$ .

ვაწარმოებთ კოორდინატთა ნაზრდების გასწორადებას (9.1.6.8) ფორმულით:

$$\varepsilon_x = \frac{-W'_x}{\Sigma S} = \frac{+0,62}{817} = +0,00076; \quad \varepsilon_y = \frac{-W'_y}{\Sigma S} = \frac{+0,50}{817} = +0,00061.$$

(9.1.6.9) ფორმულით:

$+0,00076 \cdot 383 = +0,29$ მ	$+0,00061 \cdot 383 = +0,23$
$+0,00076 \cdot 214 = +0,16$	$+0,00061 \cdot 214 = +0,13$
$+0,00076 \cdot 220 = +0,17$	$+0,00061 \cdot 220 = +0,14$
<hr/>	<hr/>
$W_x = +0,62$	$W_y = +0,50$

შესწორებები წითელი მელნით შეტანილია (9) სქემის მესამე და მეოთხე სვეტებში კოორდინატთა ნაზრდების ზემოთ; (9.1.6.10) ფორმულით გასწორადებული ნაზრდები შეტანილია სქემის (5) და (6) სვეტში. სქემის მეშვიდე და მერვე სვეტში კი ჩაწერილია (9.1.6.11) ფორმულით განსაზღვრული დიაგონალური სვლის პუნქტების კოორდინატები.

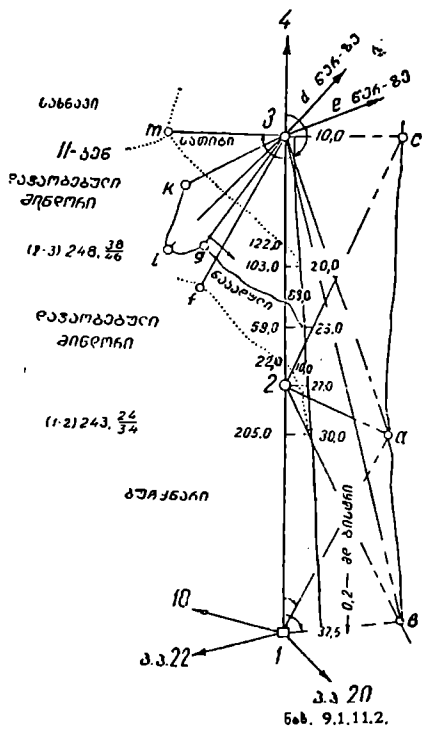
### C. ბანიტორიის ჰორიზონტული აგეგმვა

როგორც ცნობილია, ამ სახის აგეგმვას შეიძლება ეწეოდნენ თეოდოლიტური, რადგანაც მას ძირითადად ვასრულებთ თეოდოლიტით. ამავე დროს ცნობილია, რომ სჯობს აგეგმვა შეეასრულოს თეოდოლიტური სვლის თანადროულად. ამიტომ განხილად პარაგრაფში თავიდანვე ჩამოთვლილია როგორც თეოდოლიტური სვლის, ისე აგეგმვებისათვის საჭირო იარაღები და საკუთნო.

ბრივად უშუალო ხელმძღვანელის თანდასწრებით ათვალეირებს ტერიტორიას და დაადგენს გეგმაში შესატან წვლილადებს. ბრივადის ძირითად სამუშაოს წარმოადგენს აბრისის შედგენა, რაც ყოველი წვერისაგან მოითხოვს თეოდოლიტით, ეკერიტით, გონიომეტრით, სტეფანის ბუსოლით, ეკლიმეტრით, ბაფთით, რულეტით და თვით აბრისის შედგენაზე ნაცოფიერად მუშაობას. ეს უკანასკნელი დიდად არის დამოკიდებული, როგორც პრაქტიკის უშუალო ხელმძღვანელის, ისე ბრივადის უნარზე.

(2) ნახაზი წარმოადგენს პოლიგონის 1-ლ, მე-2, მე-3 პუნქტებიდან გადაღებულ აბრისს. პერპენდიკულარების ხერხით არის გადაღებული მდინარე ბისტრის მარჯვენა ნაპირის სამი წერტილი ბაფთით და რულეტით, რომელთა კერძო კოორდინატები 1-ლ და მე-2 პუნქტებს შორის არის:  $x_1=0$ ;  $y_1=37,5$  მ,  $x_2=205,0$  მ,  $y_2=30,0$  მ (იქვეა მინდვრის საზღვარი) და მე-2 პუნქტს  $x_3=242,81$  მ,  $y_3=27,0$  მ; მდინარის მარცხენა ნაპირის  $a$  და  $b$  წერტილები გადაღებულია კუთხური გადაკვეთით, რომელთა შესაბამისი კუთხეები მოთავსებულია აბრისის გვერდით ცხრილის 1-ლ პუნქტზე  $27^{\circ}0'$  და  $87^{\circ}0'$ ; ხოლო მე-2 პუნქტზე (2—3) გვერდის მიმართ შესაბამისად არის  $108^{\circ}30'$  და  $158^{\circ}30'$ , აგრეთვე იმავე პუნქტზე გაზომილია მდინარის მარცხენა ნაპირის  $c$  წერტილი

ლის აბრისზე გადატანისათვის გადაკვეთის კუთხე  $20^{\circ}30'$  და 3 პუნქტიდან კი შესაბამისი კუთხეა  $87^{\circ}30'$ . მდინარის გადაღება ანალოგიურად გრძელდება მე-2—3 და მე-3—4 პუნქტებს შორის (ნახ. 3). (2) ნახ. მე-2—3 პუნქტს შორის მდინარის მარჯვენა ნაპირის კერძო კოორდინატებია  $x_1=59,0$  მ,  $y_1=23,0$  მ (იგი არის მდინარესთან ნაკადულის შეერთების წერტილი);  $x_2=103,0$  მ,  $y_2=20,0$  მ (მინდვრის საზღვრისა და მდინარის გადაკვეთის წერ-



4	0°	3'	0"
d	13	0	
p	43	0	
c	87	30	
a	159	0	
b	165	30	
t	202	0	167
9	207	30	138
k	224	30	158
l	238	40	122
m	268	45	78
4	0°	0'	

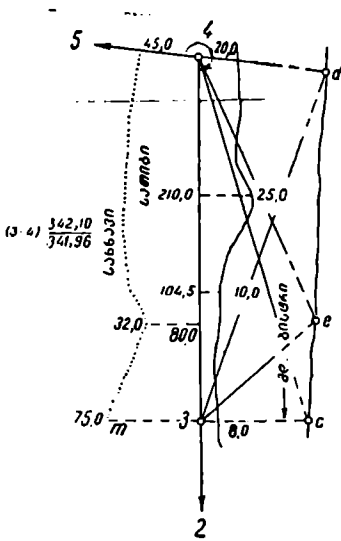
3	0°	0'
c	20	30
a	108	30
b	158	30
3	0°	0'

2	0°	0'
a	27	0
b	87	0
2	0°	0'

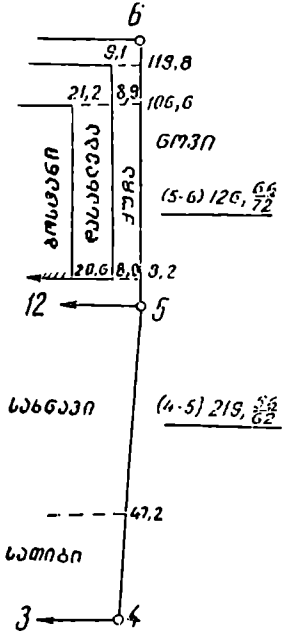
ნახ. 9.1.11.2.

ტილი);  $x_3=248,16$  მ,  $y_3=10,0$  მ; 3—4 გვერდს შორის მდინარის მარჯვენა ნაპირის კოორდინატებია:  $x_1=104,5$  მ;  $y_1=10,0$  მ;  $x_2=210,0$  მ;  $y_2=25,0$  მ;  $x_3=342,03$  მ;  $y_3=20,0$  მ. გარდა მოყვანილი წერტილებისა, მე-2 პუნქტზე გაზომილია მინდვრის საზღვრის ორდინატი 10,0 მ, ნაკადულისა და (2—3) ხაზის გადაკვეთის წერტილი  $x_1=69,0$  მ; მინდვრისა და (2—3) გვერდის გადაკვეთის წერტილი  $x_2=22,0$  მ; პერპენდიკულარების ხერხით არის გადაღებული (3—4) გვერდიდან სახნავისა და სათიბის საზღვარი  $x_1=0$ ,  $y_1=75,0$  მ,  $x_2=80,0$  მ,  $y_2=32,0$  მ და  $x_3=342,03$  მ,  $y_3=45,0$  მ. მდინარის მარცხენა ნაპირის წერტილების გადაკვეთის კუთხეებია  $\epsilon$  წერტილისათვის მე-3 საღებურზე  $43^{\circ}0'$  და მე-4 საღებურზე  $248^{\circ}0'$  ((4—5) გვერდის მიმართ);  $d$  წერტილისათვის მე-3 საღებურზე  $13^{\circ}0'$  და მე-4 საღებურზე  $178^{\circ}0'$ . მე-3 პუნქტიდან

პოლარული ხერხით გადაღებულია:  $f$  წერტილი, რომელიც ეკუთვნის მინდვრისა და დაჭობებული მინდვრის საზღვრებს. მისი პოლარი კოორდინატები აბრისის გვერდით არის ცხრილში  $202^{\circ}0'$  და სამანძილმზომო ბაზისის სიგრძე 167 სმ; ნაკადულის მახასიათებელი  $g, i, k$  წერტილების კერძო პოლარი კოორდინატებია შესაბამისად:  $207^{\circ}30', 138$  სმ;  $224^{\circ}30', 158$  სმ;  $238^{\circ}40', 122$  სმ; აგრეთვე გადაღებულია  $m$  წერტილი ( $268^{\circ}45', 78$  სმ), რომელიც მდებარეობს სახნავის, სათიბისა და დაჭობებული მინდვრის საზღვარ-



ნახ. 9.1.11.3.

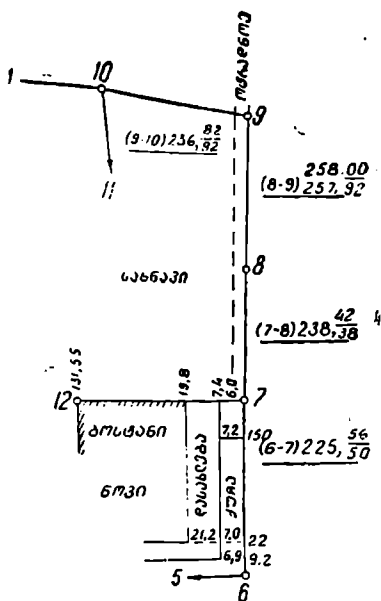


ნახ. 9.1.11.4.

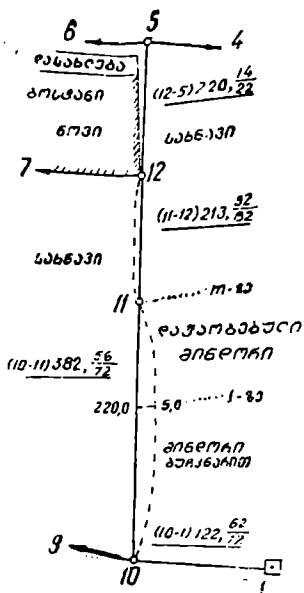
ზე. რადიუს-ვექტორების ოდენობები არ აღემატებოდა  $1:5000$  მასშტაბით დასაშვებ ოდენობებს.

(2) და (5) ნახაზიდან ჩანს, რომ პერპენდიკულარების ხერხით შესრულებულია აგეგმვა 5—6, 6—7 პოლიგონის გვერდების და (7—12) გასწვრივობის გვერდის, სიგრძით 131,55 მ, რომლის სიგრძე გაიზომა დიაგონალური სელის 12 პუნქტის მდებარეობის საკონტროლოდ.

(6) ნახაზზე ნაჩვენებია 10—11, 11—12, 12—5 დიაგონალური სელიდან ფარგის სიგრძე სელის ხერხით გადაღებული აბრისის მინდვრის გზების, ბუჩქნარიანი მინდვრის და დაჭობებულ მინდვრებთან საზღვრების და დაჭობებულ მინდვრებსა და სახნავებს შორის საზღვრებისა.



ნახ. 9.1.11.5.



ნახ. 9.1.11.6.

**D. თეოდოლიტური სკლეზისა და აგეგმვის მონაცემთა საშუალებით გეგმის შედგენა**

**ა. ბრიგადისთვის საპირი მასალა, ინსტრუმენტები და დამხმარე ლიტმატურა**

- 1) საუკეთესო ხარისხის სახაზავი ქაღალდი;
- 2) სახაზავი დაფა;
- 3) საფარგლე;
- 4) 18—20 სმ დიამეტრის და განივი მასშტაბის მქონე ტრანსპორტირი;
- 5) ფ. დროშივეის სახაზავი ან შტანგენფარგალი ნორმალური სახაზავით;
- 6) სამუხანგა სამიზნე სახაზავი;
- 7) სახაზავი;
- 8) სამკუთხედი;
- 9) ფანქრები 3T—5T;
- 10) ჯაყვა;
- 11) საშულები: რბილი — ფანქრისათვის და ხისტი — ტუშისათვის;
- 12) ტუში: შავი, მწვანე, სიყვითლე;
- 13) სახაზავი კალმისტარი;
- 14) სახაზავი კალმები;
- 15) კნოპები;
- 16) პირობითი აღნიშვნების ალბომი.

**ბ. დავალების შესრულების თანამიმდევრობა**

- 1) საკოორდინატო ბადის აგება;
- 2) თეოდოლიტური სელის საყრდენი პუნქტების აგება მართკუთხა კოორდინატებით;
- 3) აბრისების მიხედვით სიტუაციის გადატანა ქაღალდზე;
- 4) გეგმის გაფორმება ტუშით.

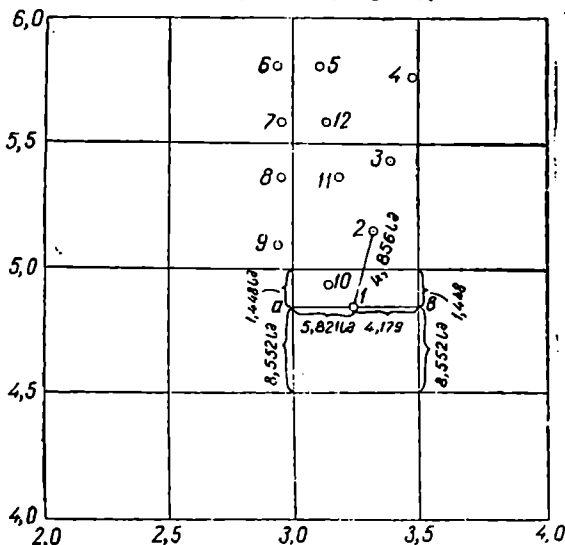


I. კოორდინატთა ბაღის აგება, საყრდენი პუნქტების აგება, სიტუაციის გადატანა და გეგმის გაფორმება ტუშით

კოორდინატთა ბაღს ვაგებთ თანახმად 9.1.10 პარაგრაფში მოყვანილი ახსნა-განმარტებისა.

განხილად შემთხვევაში 1:5000 მასშტაბიანი გეგმის შედგენისათვის საჭიროა გვექონდეს კვადრატო 40×40 სმ, რისთვისაც ფ. დრობიშვილის მცირე სახაზავით ვაღებთ 50×50 სმ კვადრატს, რომლიდანაც გამოვყოფთ 40×40 სმ კვადრატს (როგორც ცნობილია, სასწავლო პრაქტიკის გაეღის დროს შეიძლება მივიღოთ პირობითი ნომენკლატურა).

ზემოაღნიშულ ბაღზე კოორდინატების წარწერას ვაწარმოებთ (5) სქემაში განსაზღვრული აბსციისებისა და ორდინატების მინიმალური და მაქსიმალური ოდენობების შესაბამისად. მაგალითად, (5) სქემაში შეკრული პოლიგონის 1-ლი პუნქტის აბსცისა  $x_1 = 4927,58$  მ მინიმუმია, ხოლო მე-6 პუნქტის აბსცისა  $x_6 = 5812,34$  მ კი—მაქსიმუმი; ანალოგიური მიდგომით (5) სქემიდან ვაღებთ, რომ მე-9 პუნქტის ორდინატი  $y_9 = 2971,90$  მ არის მი-



ნახ. 9.1.11.7.

ნომუმი და მე-4 პუნქტის ორდინატი  $y_4 = 3369,38$  მ—მაქსიმუმი. მაშასადამე, იმისათვის, რომ განხილადი ტერიტორიის გეგმა განლაგდეს ქსელის (ქალაქის) შუაში, საჭიროა: ქსელის კოორდინატული ხაზების აბსციისებს ვქონდეს წარწერები: 4,0, 4,5, 5,0, 5,5, 6,0 კმ და ვერტიკალური ხაზების ორდინატებს კი: 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 კმ (ნახ. 7). ეს წარწერები, როგორც ვხედავთ, შეესაბამება 0,1. T=0,5 კმ ჯერად რიცხვებს, სადაც T არის მასშტაბის მნიშვნელის ათასეულების რაოდენობა.

პირველ რიგში (5) სქემის მიხედვით გადაიტანება აღნიშნულ ბაღზე შეკრული პოლიგონის 1-ლა, მე-2, მე-10 პუნქტები და შემდეგ (9) სქემის მიხედვით აიგება მე-11 და მე-12 პუნქტები.

როგორც ცნობილია, ყოველი პუნქტის ბაღზე გადატანისათვის ვაღვენთ კვადრატს, რომელშიც ეს პუნქტი უნდა გადავიტანოთ. მაგალითად, (5) სქემის მეშვიდე, მერვე სვეტის და (7) ბაღის მიხედვით 1 პუნქტი  $x_1=4927,58$  მ,  $y_1=3291,06$  მ კოორდინატებით იმ კვადრატშია, რომლის სამხრეთ და ჩრდილო ანუ პორიზონტული გვერდებია  $x_S=4,5$  კმ და  $x_N=5,0$  კმ აბსცი-სები, ხოლო ვერტიკალური ანუ დასავლეთი და აღმოსავლეთი გვერდებია  $y_W=3,0$  კმ და  $y_O=3,5$  კმ მქონე ორდინატები. ამ კვადრატის  $x_S=4,5$  კმ პორიზონტული გვერდიდან დასავლეთ  $y_W=3,0$  კმ და აღმოსავლეთ  $y_O=3,5$  კმ გვერდებზე გადავზომავთ გადასატანი პუნქტებისა და კვადრატის უმცროსი გვერდების ერთსახელა კოორდინატების სხვაობებს, ანუ  $4927,58 - 4500 = -427,58$  მ მანძილს, რისთვისაც ვიყენებთ ელექტროგამომთვლელ მანქანას, განვიმსაზრებთ და ფარგალს. მაგალითად, განხილულ შემთხვევაში 1:5000 მასშტაბისათვის, როცა განვივი მასშტაბის ფუძეა 1 სმ, ფარგლით მასზე ავიღებთ 427,58 მ:50=8,552 ფუძეს ანუ 8,552 სმ, ხოლო როცა განვივი მასშტაბის ფუძეა 2 სმ, მაშინ მასზე ფარგლით ავიღებთ 427,58:100=4,276 ფუძეს ანუ გადასაზომი მონაკვეთი იქნება იგივე სიგრძე 8,552 სმ. კონტროლისათვის იმავე გვერდებზე  $x_N=5,0$  პორიზონტული (უფროსი) გვერდიდან გადმოვ-ზომავთ ქვემოთ 5000,00 - 4927,58 მ = 72,42 მ ანუ 1 სმ ფუძიან განვივი მასშტაბზე ფარგლით ავიღებთ 1,448 სმ (ორსანტიმეტრიანი ფუძის მქონე მასშტაბზე 0,724 ფუძეს). დანიშნულ წერტილებს შევადრებთ (მხ მონაკვეთი). ორდინატის გადატანისათვის ვსაზღვრავთ 3291,06 - 3000,00 = 291,06 მ ანუ 5,821 სმ ანუ ორსანტიმეტრიანი ფუძის მქონე მასშტაბისათვის 2,911 სმ ფუძეს, რომელსაც  $a$  წერტილიდან (კვადრატის უმცროსი გვერდი) გადავზო-მავთ  $b$  წერტილისაკენ.

კონტროლისათვის  $b$  წერტილიდან  $a$  წერტილისაკენ (კვადრატის უფრო-სი გვერდიდან) გადავზომავთ 3500,00 - 3291,06 = 208,94 მ ანუ 1 სანტიმეტ-რიანი ფუძის მქონე მასშტაბიდან ავიღებთ 4,179 სმ.

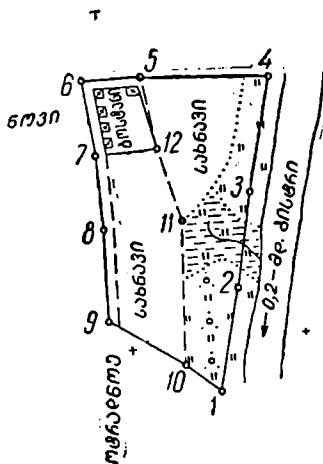
კვადრატის უმცროსი გვერდია ის, რომლის კოორდინატი ნაკლებია ამ კვადრატში გადასატანი პუნქტის თანამოსახელე კოორდინატზე. ცხადია, უფ-როსი იქნება ამ კვადრატის მოპირდაპირე გვერდი. მაგალითად, (7) ნახაზზე  $x_{4,5}$ ,  $x_5$ ,  $y_3$ ,  $y_{5,6}$  კვადრატში უმცროსი გვერდებია  $x_{4,5}$  და  $y_{5,6}$ , ვინაიდან  $x_{4,5} < x_1 = 4,928$  და  $y_{3,0} < y_1 = 3,291$ . უფროსი გვერდი იქნება  $x_{5,6}$  და  $y_{3,6}$ , ვინაიდან  $x_{5,6} > x_1 = 4,928$  და  $y_{3,5} > y_1 = 3,291$ . ანალოგიური გზით გადაიტა-ნება ყველა პუნქტი. მაგალითად, მე-2 პუნქტი იმყოფება  $x_8=5,0$  კმ,  $x_N = 5,5$  კმ და  $y_W=3,0$  კმ;  $y_O=3,5$  კმ კვადრატში. ამ კვადრატის უმცროსი გვერდები იქნება  $x_S=5,0$  კმ და  $y_W=3,0$  კმ, ხოლო უფროსი გვერდები იქ-ნება  $x_N=5,5$  კმ და  $y_O=3,5$  კმ. მე-2 პუნქტის გადატანის შემდეგ ვაკონტრო-ლებთ, რისთვისაც (5) სქემის მეორე სვეტიდან ამოვიღებთ (1-2) =  $S_1 = 242,81$  მ გვერდს, რომლის შესაბამისა სიგრძე გვევლინება იქნება  $242,81 : 50 = 4,856$  სმ და ვადარებთ გვევლინება ალბებულ მანძილს, (1 და 2) გვერდს შორის განსხვავება

დასშვებია 0,2 მმ (საერთოდ, ერთი და იმავე ნომრის წერტილის ფარგლით ორ ნახევლებს შორის განსხვავება დასაშვებია 0.2 მმ ფარგლებში). ტრანსპორტირით ვზომავთ (1—2) ხაზის ღირეცეულ კუთხეს. მაგალითად, მისი ოდენობა გამოვიდა 4°,8, გამონათვალი კი არის 4°,82, რაც გეგმაზე პუნქტების სწორად გადატანას ადასტურებს. როგორც ვიცით, ყოველი პუნქტის შესაბამისი ნახევლები უნდა იყოს 0,5 მმ და მის გარშემო წრეხაზი 1,5 მმ დიამეტრის მქონე (იხ. ნახ. 7).

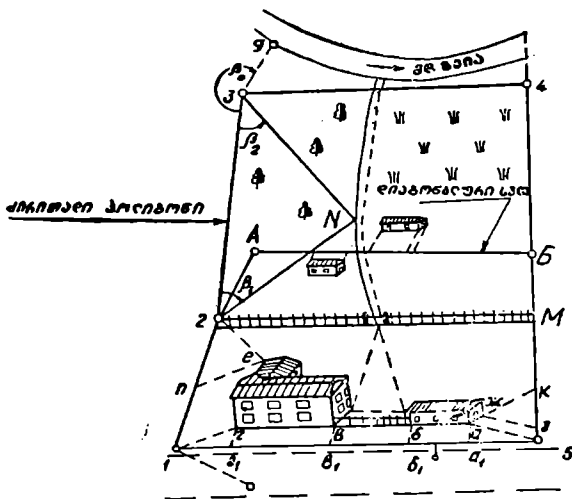
სიტუაციის გადატანა გეგმაზე ხდება (2), (3), (4), (5), (6) აბრისების შესაბამისად. მაგალითად, მდინარე ბისტრის გადატანისათვის სამიხნე სახაზების დაეცეებულ ნაპირს მივადებთ 1 და 2 პუნქტს ისე, რომ ნული იყოს შერწყმული 1 პუნქტთან, ნიჩბისებურად წაწვეტებული ფანქრით აღვნიშნავთ გეგმაზე 205:50=4,100 სმ შესაბამის წერტილს (პერპენდიკულარის ფუძეს) და ამ მანძილს ფანქრით მკრთალად მივეწერთ, რომ იგი შემდგომში ადვილად წაშალოს. ანალოგიურად გადაიტანება და მიეწერება (2—3), (3—4) და ა. შ. პერპენდიკულარების ფუძეები. ასევე გადაიტანება წვლილადებისა და პოლიგონის გადაკვეთის წერტილები. მაგალითად, ასეთებია 22,0; 69,0; 122 მეტრი. მდინარის მარჯვენა ნაპირის გეგმაზე გადატანისათვის დანიშნული წერტილებიდან სამკუთხედის საშუალებით აღვმართავთ მართობებს და მათზე გადავზომავთ შესაბამის მანძილებს 1:5000 მასშტაბში. ბოლოს, მართობების ბოლოებს ვაერთებთ ხელით აბრისებში ნახევლები მოყვანილობით. ასე გადავითანთ მდინარის მარჯვენა ნაპირს (1—2), (2—3), (3—4) გვერდების მიმართ. ამის შემდეგ იმავე გვერდებიდან შევეუდგებით კუთხური გადაკვეთით და პოლარული ხერხით აგვეგმილი წერტილების გეგმაზე გადატანას, რისთვისაც ვიყენებთ ტრანსპორტირს, რომლის ცენტრს შევუთავსებთ 1 პუნქტს და დიამეტრის (1—2) ხაზს ისე, რომ ნახევარი წყე მიმართული იყოს ამ გვერდის მარჯვნივ. ტრანსპორტირის 27° შტრიხის შესაბამისად გეგმაზე ფანქრით დავნიშნავთ შტრიხს, რომელიც შეესაბამება მდინარის მარჯვენა ნაპირის *a* წერტილს. ასევე *b* წერტილისათვის დანიშნავთ 87°. ავიღებთ ტრანსპორტირს და სახაზავით შევეურთებთ დანიშნულ წერტილებს 1-ლ პუნქტს, რითაც ვიღებთ 1-ლი პუნქტიდან მდინარის მარცხენა ნაპირის *a* და *b* წერტილებზე მიმართებებს, რომელთაც წაეაწერთ (1—*a*), (1—*b*). შემდეგ ტრანსპორტირის ცენტრს შევუთავსებთ მე-2 პუნქტს, დიამეტრს კი — (2—3) გვერდს ისე, რომ მისი ნახევარწრედი იყოს მარჯვნივ და მდინარის *c*, *a*, *b* წერტილების შესაბამისად ტრანსპორტირით ლიმბზე ალებულ 20°30', 108°30', 158°30' ანათვლებს ფანქრით დავნიშნავთ გეგმაზე. ავიღებთ ტრანსპორტირს და 2 პუნქტიდან ფანქრით გვატარებთ *c*, *a*, *b* წერტილებზე მიმართებებს და მკრთალად წაეაწერთ (2—*c*), (2—*a*), (2—*b*). 1-ლი და მე-2 პუნქტებიდან ერთი და იმავე წერტილზე მიმართებების გადაკვეთით გეგმაზე მივიღებთ მდინარის მარცხენა ნაპირის *b* და *a* წერტილებს, რომელთაც აბრისის მიხედვით ვაერთებთ ხელით. კუთხური გადაკვეთის შესაბამისი წერტილების გადატანის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს პუნქტებიდან ერთი და იმავე წერტილებზე მიმართებების სწორად წარწერებს.

როგორც ვიცით, 3 პუნქტიდან პოლარული ხერხით აგვეგმილია (2) ნახაზე მოცემული აბრისის *d*, *e*, *c*, *a*, *b*, *f*, *g*, *i*, *k*, *m* წერტილები. გეგმაზე მთი გადატანის მიხნით ტრანსპორტირის ცენტრს შევუთავსებთ 3 პუნქტს და ნულოვანი დიამეტრის (3—4) გვერდს ისე, რომ მისი ნახევარწრედი იყოს

მარჯვნივ და დაენიშნავთ მიმართებებს  $13^\circ$ ,  $43^\circ$ ,  $87^\circ 30'$  (ამ ბოლო მიმართების გადაკვეთა (2—*c*) მიმართებასთან იქნება მდინარის მარცხენა ნაპირის *c* წერტილი),  $159^\circ$ ,  $165^\circ, 5$ . ვინაიდან დაენარჩენი კუთხეები შეტია  $180^\circ$ -ზე, ტრანსპორტირის შევებარუნებთ ისე, რომ ნახევარწრედი მოექცეს მარცხნივ, რომლითაც გეგმაზე დაენიშნავთ  $202^\circ - 180^\circ = 22^\circ$ ;  $207^\circ 30' - 180^\circ = 27^\circ, 5'$ ;  $224^\circ 30' - 180^\circ = 44^\circ, 5$ ;  $238^\circ 40' - 180^\circ = 58^\circ, 7$ ;  $268^\circ, 8 - 180^\circ = 88^\circ, 8$ . საათის ისრის მოძრაობის შესაბამისად დანიშნულ მიმართებებზე 1:5000 მასშტაბში გადაზომავთ სამიზნე სახაზავის წიბოს გასწვრივ მანძილმზომით ( $\epsilon=100$ ) განსაზღვრულ სიგრძეებს *f* წერტილისათვის  $\epsilon f = 100 \cdot 167$  სმ = 167 მ, *g* წერტილისათვის  $100 \cdot 138$  სმ = 138 მ, *i* წერტილისათვის  $100 \cdot 158$  სმ = 158 მ, *k* წერტილისათვის  $100 \cdot 122$  სმ = 122 მ, *m* წერტილისათვის  $100 \cdot 78$  სმ = 78 მ. აბრისის მიხედვით ამ წერტილებს ხაზებით შევავრთებთ, რის შედეგად მივიღებთ ნაკადულს და საზღვრებს, რომლებიც ასაგეგმავ ტერიტორიაზე მდებარეობენ.



ნახ. 9.1.11.8.

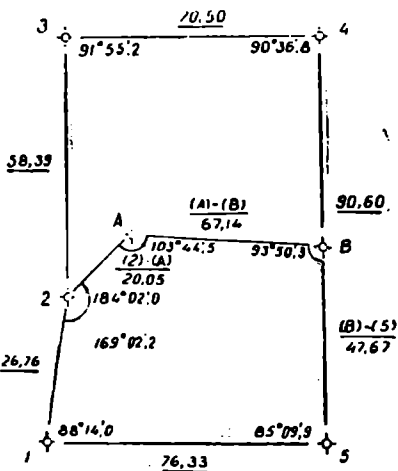


ნახ. 9.1.11.9.

ზემოთ აღწერილის ანალოგიურად ხდება დანარჩენი აბრისების გამოყენებით გეგმის შედგენა (იხ. ნახ. 8), რომელიც სათანადოდ არის გაფორმებული.

მაგალითი 9.1.11.2. შევადგინოთ № 8 სამშენებლო უბნის პორიზონტული გეგმა 1:500 მასშტაბში, რისთვისაც განხილავი ადგილის კონფიგურაციის მიხედვით ავავთ ძირითადი თეოდოლიტური სვლა და მის პუნქტებზე დაყრდნობით გავატაროთ დი-გონალური სვლა.

ყოველივე სრულდება წინა მაგალითში მიღებული თანამიმდევრობით. ასე რომ, განხილავი მაგალითი ამოიხსნება მხოლოდ და მხოლოდ აუცილებელი ახსნა-განმარტებით.



ნახ. 9.1.11.10.

განხილავი ტერიტორიის საერთო სახე მოცემულია (9) ნახაზზე.

(10) სქემაში მოცემულია ამ ტერიტორიაზე შესრულებული განაშორების მიხედვით განსაზღვრული სვლის მარჯვენა პორიზონტული კუთხეების (სქემის შექმნის სვეტი) გვერდების განაშორების (მეშვიდე სვეტი), მათი დაბრის კუთხეების (მერვე სვეტი) და გამონათვალ კუთხეების (მეშვიდე სვეტი) ოდენობები, რომლებიც დატანილია (10) ნახაზის სახით შედგენილი თეოდოლიტური სვლის შესაბამისი გეგმური საფუძვლის სქემაზე.

2°-ზე მეტი ოდენობის დაბრის კუთხეები შეიძლება გაიზოპოს ეკლიმეტრათ. იმ შემთხვევაში, როცა გვერდის დაბრის კუთხე აღემატება  $1^{\circ},5$ , ისაზღვრება მათი პორიზონტული კუთხეებზე.

ძირითადი პოლიგონის სვლის მარჯვენა კუთხეები ამოღებულია (10) სქემის შექმნის სვეტიდან და გასწორადებულია (11) სქემაში.

პოლიგონის კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების თანადროულად დგება აბრისები, რომლებიც მოყვანილია (11), (12), (13) ნახაზებზე.

(12) სქემაში სვლის მარჯვენა გასწორადებული კუთხეებისა და (1—2) გვერდის დირექციული კუთხით გამოთვლილია ყველა გვერდის დირექციული კუთხეები და რუმბები.

კოორდინატა ნაზრდების გასწორადება და პუნქტების კოორდინატების გამოთვლები შესრულებულია (13) სქემაში. შესწორებები შეტანილია (3) და (4) სვეტში წითელი მელნით, რომელთა ოდენობები გვერდების სიგრძეების

15 აგლასი, 1972 წ. დამკვირვებელი ინჟ. ხ. რუმანაძე განმარტებული რ. ვალდენის

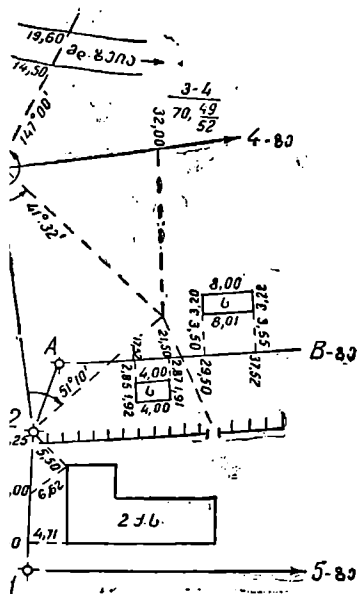
წერტილის №	ანათლები კერძობებზე		საშუალო ანათება	ქუთხე ნათება ილუმინა	კუთხის საშუალო ილუმინა	განძობები	ხაზის დახრის კუთხეები	
	1	II						
1	2	3	4	5	6	7	8	
2	190	20,5	190	20,5	88	14,5	88	26,76
3	102	06,0	102	06,0	88	14,0	88	26,76
4	282	33,0	282	33,5	88	13,5	88	26,76
5	194	20,0	194	20,0	194	02,0	194	58,89
6	312	30,0	312	30,5	184	02,0	184	58,89
7	128	28,5	128	28,0	184	02,0	184	58,89
8	40	5,5	40	5,5	184	02,0	184	58,89
9	216	60,5	216	60,5	184	02,0	184	58,89
10	181	02,0	181	02,5	91	56,0	91	70,52
11	89	07,5	89	07,0	91	56,0	91	70,52
12	138	58,0	138	59,0	91	56,5	91	70,50
13	2	02,5	2	03,5	91	56,5	91	70,50

ძირითადი პოლიგონი

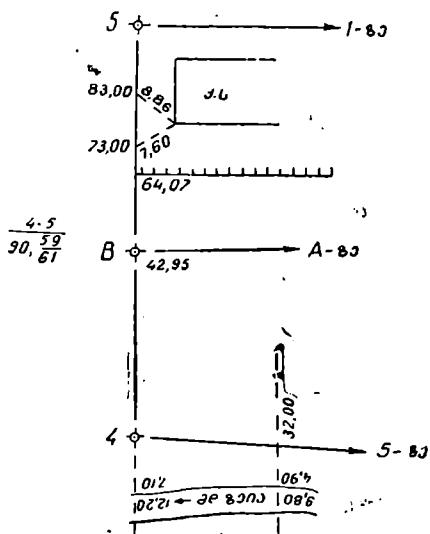
1) ფოლოლოტატკომეტრო-  
117-5 № 3512  
ვერნიერის სიზუსტე  
f=30"  
ფოლოდის 20-მეტრიანი.  
ბაფთა უნებროდ

2) ამ გვერდების კორიზონ-  
ტული პედლებული ისა-  
ზღვრება, რომელთაც იქვე  
1°5-ზე მეტი დახრის კუთხე.

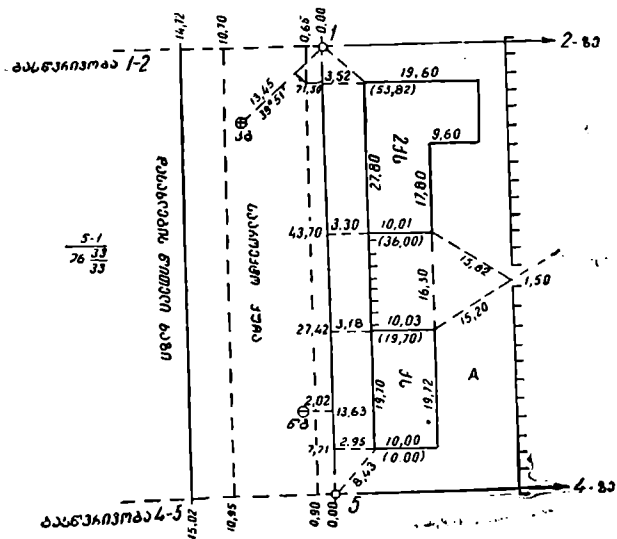
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R	3	12	25,5	25,5	80	36,5	(4-5) 90,59 90,61		
4	5	281	49,0	49,0	80	36,8	36,8		
L	3	230	37,5	37,0	90	37,0	90,60		+1°14'
	5	190	0,0	00,2			330ლ.		
R	4	97	18,0	18,0	85	10,0	(5-1)		
5	1	12	08,0	03,0			76,33 76,33		
L	4	188	51,0	50,8	25	9,8	76,33		+0°23'
	1	103	40,5	41,0			76,33		
							330ლ.		
დოკუმენტაციის კვლ. 2 წარტობილად 5 წარტობილად									
R	1	162	21,5	23,0	162	23,2	(2-4)		
2	A	13	21,0	21,0	169	02,2	20,06 20,06		
L	1	91	52,0	51,5	169	01,8	20,06 20,06		-1°50'
	A	282	50,0	50,0			330ლ.		
A	2	358	45,0	45,5	109	41,0	(A-5)		
	B	255	01,0	01,5			67,13 67,15		
	2	257	59,5	60,0	103	45,0	67,14 67,14		-0°32'
	B	154	14,5	15,0			330ლ.		
R	A	280	02,5	02,0	93	50,9	(B-5)		
B	5	186	12,0	12,0			47,63 47,60		
L	A	166	59,0	59,5	91	50,4	47,67		+1°07'
	5	93	08,5	09,0			47,67		
							330ლ.		



6об. 9.1.11.11.



6об. 9.1.11.12.



6об. 9.1.11.13.



პროპორციულად გამოთვლილია (13) სქემის ქვემოთ, დიაგონალურ სელაში (9.1.5.15) ფორმულით:

$$W_{\beta'} = \sum_1^{n+1} \beta'_p - \sum_1^{n+1} \beta'_r = (169^{\circ}02',2 + 103^{\circ}44',5 + 93^{\circ}50',3) -$$

$$-43^{\circ}10' + 216^{\circ}34',7 - 180^{\circ}.3 = 366^{\circ}36',8 - 366^{\circ}35',3 = +1',5.$$

$$W_{\beta'} = +1',5 < 2 \cdot 0',5 \sqrt{3} = +1',7.$$

(14) სქემაში შესრულებულია 2, A და B დიაგონალური სელის კუთხეების გასწორება.

(15) სქემაში გამოთვლილია დიაგონალური სელის გვერდები, დირექციული კუთხეები და რუმბები.

ს ქ ე მ ა 9.1.11.11

პუნქტები	0',1 დამრგვალებული განაზომი კუთხეები		გასწორადებული კუთხეები	
	1	2	3	
		° ' ,	° ' ,	
1	88°	+0,4 14,0	88	14,4
2	184	+0,5 02,0	184	02,5
8	91	+0,4 55,2	91	55,8
4	90	+0,4 36,8	90	37,2
5	85	+0,4 09,9	85	10,3
$\sum_1^5 \beta'_p =$	539	57,9	540	00,0
$\sum_1^5 \beta'_r =$	540		540	00,0
$W_{\beta'} =$	-0	02',1	0	00,0
		$\sum_1^5 \beta'_r = 180^{\circ} (5-2) = 540^{\circ}$		
		$W_{\beta'} = -02',1 < 2 \cdot 0',5 \sqrt{5} = -2',3.$		

## დირექციული კუთხეებისა და რუბების გამოთვლები

გვერდი	დირექციული კუთხე	რუბი
(1-2)	$\begin{array}{r} 43^{\circ} 10',0 \\ + \\ 180 \\ \hline 223 \quad 10,0 \\ - \\ 184 \quad 02,5 \\ \hline \end{array}$	NO : 43° 10',0
(2-3)	$\begin{array}{r} 39 \quad 07,5 \\ + \\ 180 \\ \hline 219 \quad 07,5 \\ - \\ 91 \quad 55,6 \\ \hline \end{array}$	NO : 39° 07',5
(3-4)	$\begin{array}{r} 127 \quad 11,9 \\ + \\ 180 \\ \hline 307 \quad 11,9 \\ - \\ 90 \quad 37,2 \\ \hline \end{array}$	SO : 52° 48',1
(4-5)	$\begin{array}{r} 216 \quad 34,7 \\ + \\ 180 \\ \hline 396 \quad 34,7 \\ - \\ 85 \quad 10,8 \\ \hline \end{array}$	SW : 36° 34',7
(5-1)	$\begin{array}{r} 311 \quad 24,4 \\ + \\ 180 \\ \hline 491 \quad 24,4 \\ - \\ 88 \quad 14,4 \\ \hline 403 \quad 10,0 \\ - \\ 360 \\ \hline \end{array}$	NW : 48° 35',6
(1-2)	43 10,0	კონტროლი

კოორდინატთა ნაზრდების გასწორადება

(9.1.6.8) ფორმულით:

$$e_x = \frac{+0,11}{323} = 0,0003405; \quad e_y = \frac{+0,11}{323} = 0,0001857.$$

(9.1.6.9) ფორმულით:

+0,00034 · 27 = +0,01;	-0,00019 · 27 = -0,01
„ -58 = +0,02	„ -58 = -0,01
„ -70 = +0,02	„ -70 = -0,01
„ -91 = +0,03	„ -91 = -0,02
„ -76 = +0,03	„ -76 = -0,01
$W_x = +0,11$ მ.	$W_y = -0,06$

ს.ჯ.გ. 9.1.1.1.13

პუნქტები	რუკები		კოორდინატების ნახარები						კოორდინატები						
	ვერტეხის კორიგონ- ბული კვერბულები		გამოთვლო		გასწორებულო		Δx		Δy						
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±					
1		2			3		4		5		6		7		8
1		$\frac{NO : 43'10'0}{26,76}$			0,01		0,01		19,53		18,20		0,00		0,00
2		$\frac{NO : 39'07,5}{68,36}$			0,02		0,01		45,29		36,82		19,63		+18,30
3		$\frac{SO : 52'48,1}{70,60}$			0,02		0,01		42,60		56,16		64,82		55,12
5		$\frac{SW : 36'34,7}{90,60}$			0,03		0,02		72,73		54,01		22,22		111,27
1		$\frac{NW : 48'34,6}{76,33}$			0,03		0,01		50,51		57,26		60,51		57,26
		ΣS=322,65			W <sub>s</sub> = -0,11 მ		W <sub>y</sub> = +0,06		0,00		0,00		0,00		0,00

$$W_S = \sqrt{(0,11)^2 + (0,06)^2} \approx 0,13 \text{ მ}$$

$$\frac{W_S}{\Sigma S} = \frac{0,13}{322,64} = \frac{1}{4481} < \frac{1}{2000}$$

სქემა 9.1.11.14

პუნქტები	0',1 დამრგვალებული კუთხეები	განწორებული კუთხეები
	0	0
2	-0,5 169 02,0	169 01,5
A	-0,5 109 44,5	109 44,0
B	-0,5 93 50,3	93 49,8
	$\sum_1^3 \beta'_p = 366^{\circ} 36',8$ $\sum_1^3 \beta'_z = 366^{\circ} 35',3$	
	$W_{\beta'} = +1,5$	

სქემა 9.1.11.15

გვერდი	დირექციული კუთხე	რუშები
(1-2)	43° 10',0 + 180 ----- 223° 10,0 - 169 01,5 -----	NO : 43° 10',0
(2-A)	54 08,5 + 180 ----- 234 08,5 - 103 44,0 -----	NO : 54° 08'
(A-B)	130 24,5 + 180 ----- 310 24,5 - 93 49,8 -----	SO : 49° 36' რუშები მრგვალებს 1'-მდე
(B-5)	216 34,7	SW : 36° 35' კონტროლი

სქმპ. 9.1.11.16.

მ.წ.	კუჩხები, მერვე- ბის კოორდინატული ქვეშეუბლები	კოორდინატების ნაზრდები											
		გამოთქმა				მასშტაბი							
		Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±				
1	2	±	±	4	±	5	±	6	±	7	±	8	
2	$N O : 54^{\circ} 08' / 20,05$	+	-	0,01 16,25	-	+	11,76 43,52	-	+	16,24 51,13	-	+	19,53 31,29
A	$S O : 48^{\circ} 38' / 87,14$	-	+	51,13	+	-	43,52	-	+	51,13	-	+	12,23
B	$S W : 36^{\circ} 35' / 47,87$	-	-	26,41	-	-	38,28	-	-	28,41	-	-	50,51
5													
	ΣS = 1,86			ΣΔx <sub>p</sub> = -70,05 ΣΔx <sub>f</sub> = -70,04 W <sub>p</sub> = -0,01			ΣΔy <sub>p</sub> = +38,97 ΣΔy <sub>f</sub> = +38,96 W <sub>p</sub> = +0,01			70,04 70,04 0,00			39,96 38,96 0,00

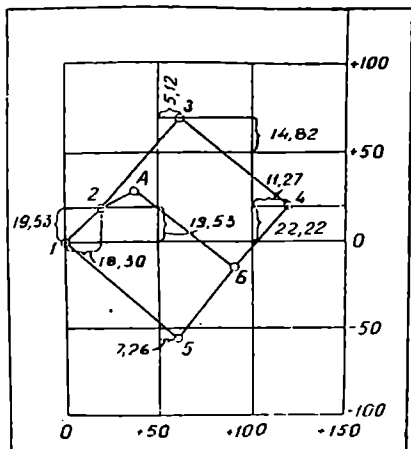
$$W_S = \sqrt{(0,01)^2 + (0,01)^2} \approx 0,014$$

$$\frac{W_S}{\Sigma S} = \frac{0,014}{1,86} = \frac{1}{135} < \frac{1}{2000}$$

(16) სქემის ქვემოთ (9.1.6.13) ფორმულის მიხედვით მიწერილია:

$$\sum_1^n \Delta x_i = x_K - x_H = x_6 - x_2 = -50,51 - 19,53 = -70,04 \text{ მ,}$$

$$\sum_1^n \Delta y_i = y_K - y_H = y_6 - y_2 = +57,26 - 18,31 = +38,95 \text{ მ.}$$



N <sup>o</sup>	X	Y
1.	0,00	0,00
2.	19,53	18,30
3.	64,82	55,12
4.	22,22	11,27
5.	-54,01	+57,27
A	31,29	34,54
B	-12,23	85,67

ნახ. 9.1.11.14.

(9.1.6.14) ფორმულით

$$W_x = -70,05 + 70,04 = -0,01 \text{ მ; } W_y = +38,97 - 38,96 = +0,01 \text{ მ.}$$

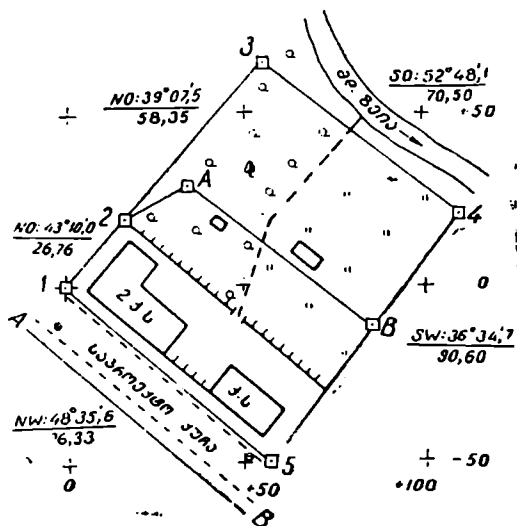
(9.1.6.4) ფორმულით

$$W_S = \sqrt{(0,01)^2 + (0,01)^2} = 0,014 \text{ მ,}$$

$$\frac{W_S}{\Sigma S} = \frac{0,014}{135} = \frac{1}{9643} < \frac{1}{2000}.$$

ცნობილი წესით შევარჩევთ სახაზავი ქალაქის ზომებს და ავაგებთ კოორდინატთა ბაღეს. (13) სქემის მეშვიდე და მერვე სეგტიდან ამოღებული პუნქტების  $x$  და  $y$  ექსტრემალური (მაქსიმალური და მინიმალური) მნიშვნელობების მიხედვით გავატარებთ  $x$  და  $y$  ღერძებს 1:500 მასშტაბისათვის  $100 \cdot T = 100 \cdot 0,5 = 50$  მ, წავაწერთ აღნიშნულ ბაღეს (ნახ. 14 ნახაზზე). ამ ბაღეზე ცნობილი წესით გადატანილია ძირითადი პოლიგონისა და დიაგონალური სელის პუნქტები.

ამივე ბაღეზე გადატანილია სიტუაცია (11), (12), (13) ნახაზებზე მოცემული აბრისები შესაბამისად.



ნახ. 9.1.11,15.

თ ა ვ ი ი

### თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული სვლები და აბეგვება

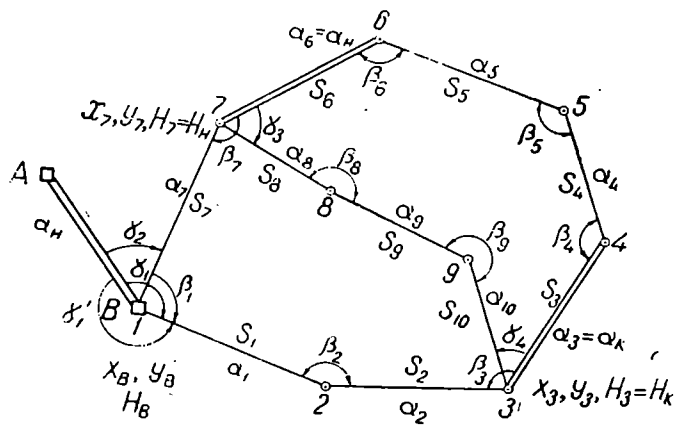
ტაქსომეტრია ბერძნული წარმოშობის ტერმინია და ნიშნავს სწრაფ გაზომვებს, რომლებიც სრულდება ტოპოგრაფიული გეგმების შესადგენად თეოდოლიტ-ტაქსომეტრებით [9] ან ტაქსომეტრით [10]. პირველ შემთხვევაში ტაქსომეტრიული სამუშაოების სისწრაფეს აღწევენ გეომეტრიული მანძილზომებით მანძილებისა და აღმატებების ტაქსომეტრიული ნივლოებით განსაზღვრის შედეგად, ხოლო მეორე შემთხვევაში უფრო მაღალ სისწრაფეს აღწევენ თანამედროვე ტაქსომეტრების (ტაქსომეტრ-ავტომატები, ნახევრად ავტომატები [10]) გამოყენებით, რადგანაც უშუალოდ ინსტრუმენტით ავტომატურად საზღვრავენ წერტილთა შორის როგორც მანძილებს, ისე აღმატებებს. ამ თავში განიხილება თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული სამუშაოები. შეიძლება ტექსტში იყოს ნახშირი სიტყვა ტაქსომეტრი, მაგრამ უნდა ვიგულისხმოდ თეოდოლიტ-ტაქსომეტრი.

თეოდოლიტური სამუშაოების ანალოგიურად თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული სამუშაოები სრულდება: 1) თეოდოლიტ ტაქსომეტრიული სვლებისა (როგორც საფუძველი) და 2) თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული აბეგვების სახით. წარმოებაში ორივე სახეს თანადროულად ასრულებენ. მაგრამ სტუდენტთა

სასწავლო გეოდეზიური პრაქტიკის გავლისას მეთოდურად უფრო მიზანშეწონილია ჯერ თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული საფუძვლის შექმნა და შემდეგ თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული აგებმების წარმოება. როგორც ცნობილია, ტაქეომეტრიული სამუშაოებით შედგენილ ტოპოგრაფიულ გეგმას, რომელზეც გამოსახულია წვლილადების კონტურები და რელიეფი, იყენებენ სხვადასხვა საინჟინრო ამოცანების ამოსახსნელად. თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული სამუშაოების შესრულების დროს ინსტრუქციის მიხედვით შეიძლება შესრულდეს გეომეტრიული ნიველობა და ხაზების გაზომვები ბაფთით; მაგალითად, იმ შემთხვევაში, როცა რელიეფის კვეთის სიმაღლე 1 მეტრამდეა, იყენებენ გეომეტრიულ ნიველობას თეოდოლიტ-ტაქეომეტრით და ბაფთას, ხოლო როცა კვეთის სიმაღლე 1 მეტრზე მეტია, სრულდება ტაქეომეტრიული ნიველობა და მანძილზომებით ხაზების გაზომვა.

### 9.2.1. თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული სვლები

თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული სვლა ეწოდება ადგილზე აგებულ შეკრულ (ნახ. 1) 1, 2, 3, 4, 5 6, 7, 1 ან ღია (ნახ. 2) 1, 2, 3, 4, 5 მრავალკუთხედს, რომელშიც გაზომილია გამოსასვლელი  $S_1, S_2$  და  $S_3$  გვერდის მიერ სვლის საყრდენ  $AB$  და  $CD$  ხაზებთან მიმხრობის მარცხენა  $\gamma_1, \gamma_2$  (ან მარჯვენა  $\gamma'_1, \gamma'_2$ ) პორიზონტული კუთხეები, სვლის ყველა ( $S_1, S_2, \dots, S_n$ ) გვერდი და მათ შორის  $\beta_i$  პორიზონტული კუთხეები და ყოველი პუნქტიდან მოსაზღვრე პუნქტზე წინ და

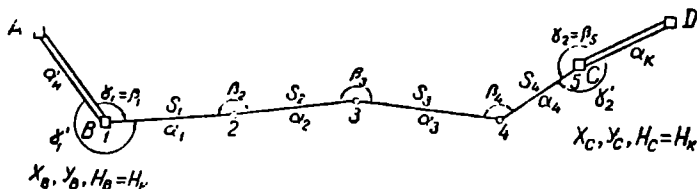


ნახ. 9.2.1.1.

უკან  $\nu_i$  დახრის კუთხეები. დიაგონალური სვლები მიბმულია ძირითადად პოლიგონთან  $\gamma_3$  და  $\gamma_4$  მიმხრობის კუთხეებით. აგრეთვე განხილად ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ გაზომილია სვლის მარცხენა შიგა კუთხეები, ცხადია, შეიძლება გაგვეზომა მხოლოდ მარჯვენა შიგა კუთხეები. პირველ შემთხვევაში სვლა ხდება საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით



და მეორეში კა—პირიქით. სვლის გვერდები შეიძლება გაიზომოს ნებისმიერი გეომეტრიული (მთ შორის ძაფებიანი) მანძილშიმით, ხოლო პორიზონტული და დახრის კუთხეების გასაზომად იყენებენ ტექნიკურ ინსტრუმენტებს (მესამე და მეოთხე უჯუფის) ანუ თეოდოლიტ-ტაქომეტრს. გვერდების პორიზონტული და დახრის კუთხეების განაზომთა საშუალებით საზღვრავენ ყოველი პუნქტის პორიზონტულ მართკუთხა  $x_i$ ,  $y_i$  კოორდინატებს,  $h_i$  აღმატებებსა და  $H_i$  ნიშნულებს. როგორც ვხედავთ, თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლის შედეგად ადვილზე იქმნება პუნქტების სისტემა ცნობილი პორიზონტული კოორდინატებითა და სიმაღლეებით. მაშასადამე, თუ თეოდოლიტური სვლებით



ნახ. 9.2.1.2.

ისაზღვრება სვლაში შემავალი პუნქტების მხოლოდ გვერდური მდებარეობა, თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლით ვიღებთ ამ პუნქტების როგორც გვერდურ, ისე სასიმაღლო მდებარეობას. ისევე როგორც თეოდოლიტური სვლის დროს, პუნქტებს ირჩევენ იმგვარად, რომ ამ წერტილიდან იშლებოდეს სიტუაციის კარგი ხილვადობა. აგრეთვე გვერდების სიგრძეები სასურველია იყოს ურთიერთ ტოლები, რომელთა საშუალო სიგრძე კარგია 250 მ, მაქსიმალურია 400 მ და მინიმალური 50 მ. საერთოდ, უნდა ვერიდოთ 100 მეტრზე ნაკლებ გვერდებს თუ არ შეიქმნა გამოუვალი მდგომარეობა.

ტაქომეტრიული სვლა წარმოადგენს უმრავლეს შემთხვევაში მის თანადროულად შესასრულებელი ტაქომეტრიული აგეგმვის გეოდეზიურ საფუძველს. ტაქომეტრიულ აგეგმვას კი დიდი მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა დანიშნულების საინჟინრო-გეოდეზიური ამოცანების ამოსახსნელად. ტაქომეტრიული სვლა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც საგანგებო საფუძველი ტოპოგრაფიული აგეგმვებისათვის. პუნქტების დამატება ადვილზე ხდება ისევე, როგორც ეს მიღებულია თეოდოლიტურ სვლებში.

საყრდენ პუნქტებზე ტაქომეტრიული სვლის მიბმა ხდება ისევე, როგორც თეოდოლიტური სვლებისა, მხოლოდ ემატება საჭირო საყრდენი მონაცემები. მაგალითად, ღია სვლაში, გარდა B, C საყრდენი პუნქტებისა, პორიზონტული  $x$ ,  $y$  კოორდინატებისა და საყრდენი გვერდების  $\alpha_B$ ,  $\alpha_C$  დირექციული კუთხეებისა, საჭიროა  $H_B$  და  $H_C$  ნიშნულები, რომელთაც იღებენ სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელების კატალოგებიდან. როგორც აღვნიშნეთ, ტაქომეტრიული ნიველობის ფორმულებით ისაზღვრება  $h$  აღმატებები. ბოლოს  $H_B$  ნიშნულისა და  $h_i$  აღებრული ჯამით ისაზღვრება ტაქომეტრიული სვლის პუნქტების  $H_i$  ნიშნულები; შეკრულ ტაქომეტრიულ სვლაში, ისევე როგორც თეოდოლიტურ სვლაში, საწყისი B და ბოლო B წერტილები

ურთიერთშეთავსებულია. ამიტომ ამ შემთხვევაში საჭიროა ერთი  $B$  პუნქტი, რომელიც უნდა იხილებოდეს ერთ-ერთ ზღვრიან კლასის სახელმწიფო ქსელიდან (მაგალითად,  $A$  პუნქტი). კონტროლის მიზნით აქ ზომიერად  $\gamma_1, \gamma_2$  (ნახ. 1) და  $\gamma'_1, \gamma'_2$  (ნახ. 2) მიმზრობის კუთხეებს და პოლიგონის შიგა  $\beta$ , კუთხეს.

შენიშვნა. როგორც თეოდოლიტური, ისე თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სამუშაოები სრულდება ერთი და იმავე კუთხსაზომი ინსტრუმენტით (მაგალითად,  $T-T-5, T-30$  და სხვ.). პირველ შემთხვევაში ამ ინსტრუმენტით სრულდება ჰორიზონტული, ხოლო მეორე შემთხვევაში ტოპოგრაფიული გეგმების შესადგენი სამუშაოები. ამიტომ პირველი შემთხვევის დროს გამოყენებულ ინსტრუმენტს ეწოდება თეოდოლიტი და მეორედ—თეოდოლიტური მეოდიით სამუშაოები, ხოლო მეორე შემთხვევაში—თეოდოლიტ-ტაქომეტრი და თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სამუშაოები. მესამე თავში განიხილება ტაქომეტრიული (ტაქომეტრ-ავტომატებით) სამუშაოები. მაშასადამე, თუ თეოდოლიტი გამოყენებულ იქნა ტოპოგრაფიული გეგმის შესადგენად, უნდა ვიგულისხმობთ, რომ მისი საშუალებით სრულდება თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სამუშაოები.

## 9.2.2. თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლის აზმა

თეოდოლიტური სვლებისადმი 9.2 თავში მოყვანილი საერთო მოთხოვნები სრულად ვრცელდება თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლებისათვის.

იმ შემთხვევაში, როცა მანძილები ისაზღვრება ძაფებიანი მანძილმზომით, თანხმად (9.1.8) პარაგრაფში მოყვანილი გამოთვლებისა და (9.1.8.1) ცხრილისა, თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლის სიგრძეები არ უნდა აღემატებოდეს:

1: 10000	მასშტაბში აგეგმვების დროს	2,8	კმ.
1: 5000	"	"	1,4 "
1: 2000	"	"	0,6 "

სვლების პროექტის შედგენისათვის იყენებენ შედარებით მსხვილმასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკებს და იმის გამო, რომ სვლის გვერდების გასაზომად ვიყენებთ მანძილმზომებს, სვლის დაპროექტების დროს მაინცდამაინც არ ერიდებოდან დაბრკოლებებიან (დასერილ) ადგილებს, ხოლო, სიმაღლეების ზუსტად გადაცემების მიზნით ირჩევენ გვერდების სიგრძეებს შედარებით მოკლებს (მაგალითად, არა უშეტეს 200—250 მ).

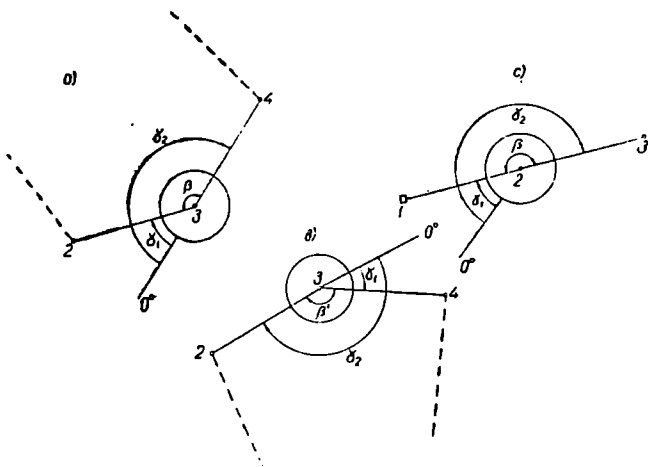
როგორც ცნობილია, შედგენილი პროექტის შესაბამისად ასრულებენ ადგილზე რეკონსტრუქციას, უბრველეს ყოველისა, იმ მოთხოვნით, რომ სვლის ყოველი წვეროდან ჩანდეს უკანა და წინა მეზობელი წვერო, აგრეთვე თავისუფლად იხილებოდეს ასაგეგმავი სიტუაცია; იმ შემთხვევაში, როცა სვლის ზოლის აგეგმვა უნდა შესრულდეს მხოლოდ წვეროებიდან, საჭიროა ისინი განლაგებულ იქნენ სვლის დერძთან რაც შეიძლება ახლოს; ტყიან ადგილებში სვლა უნდა შევარჩიოთ არსებული გზების, ბილიკებისა და განაკაფი ადგილების გასწვრივ.

თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლის წვეროები მაგრდება ადგილზე ისე, როგორც თეოდოლიტური სვლის პუნქტები.

რეკონსტრუქციების დროს აუცილებელია ადგილის დაზუსტებული სქემატური ნახაზის შედგენა.

საველე სამუშაოების დაწყებამდე საჭიროა [10], [11] მიხედვით ინსტრუმენტების შემოწმებები და გამოკვლევები. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა შევაქციოთ სამანძილო კოეფიციენტების ოდენობების დადგენას.

თეოდოლიტ-ტაქსიმეტრიული სვლის პორიზონტული კუთხეები იზომება თეოდოლიტ-ტაქსიმეტრით ერთი ილეთით, ანუ ერთი განმეორებით (6.8.12.4), (6.8.12.6) და (6.8.12.9) ფორმულების შესაბამისად. გამოყენებული ინსტრუმენტის დანაყოფების ასათვლელი ხელსაწყოს  $t$  სიზუსტე არ უნდა აღემატებოდეს  $30''$ . ყოველთვის იზომება შეკრული სვლის შიგა კუთხეები, ხოლო



ნახ. 9.2.2.1.

ღია ან დიაგონალური სვლისა—მარცხენა კუთხეები. მაგალითად, (1<sup>ა</sup>) ნახაზის მიხედვით შეკრული სვლა არის საათის ისრის ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით და შიგა კუთხე

$$\beta = \gamma_2 - \gamma_1 \quad (9.2.2.1)$$

ხოლო (1<sup>ბ</sup>) ნახაზის მიხედვით შეკრული სვლა სრულდება საათის ისრის ბრუნვის მიმართულებით და შიგა კუთხე

$$\beta' = \gamma_2 - \gamma_1 \quad (9.2.2.2)$$

(1<sup>ა</sup>) ნახაზის მიხედვით ღია სვლაში (1) ფორმულით განისაზღვრება მარცხენა  $\gamma$  კუთხე. როგორც ცნობილია, ჰოგრის დამიზნება ხდება ყოველთვის საშინის ძირში.

დახრის კუთხეები იზომება იმავე თეოდოლიტ-ტაქსიმეტრის ვერტიკალური ლიზმით ერთი ილეთით. დანაყოფების ასათვლელი ხელსაწყოს  $t$  სიზუსტე უნდა იყოს ნაკლები  $30''$ . დახრის კუთხეების გაზომვები უნდა შესრულდეს (6.8.3), (6.8.7), (6.8.13) პარაგრაფებში დადგენილი წესით, საიდანაც ნულადგოლისა და დახრის კუთხეების განსაზღვრისათვის შედგენილია ფორმულების ამონაწერი (1) ცხრილის სახით.

<p>ჰოგრის სამიზნე და შიშა ალიდადის თარაზის ლერძის პორიზონტული მდგომარეობის დროს ვერტიკალურ წრედზე</p>	<p>N ნულ-ადგილისა და დაზრის კუთხის გამოსათვლელი ფორმულები</p>
<p>1</p>	<p>2</p>
<p>1) ორივე წრედის დროს 0° (მცირე) და 360° (დიდი) ანაულები (გენერალური შტაბის ტიპი). ფორმულებში მცირე (90°-მდე) ანათვლებს უნდა დამატოს 360° ანუ ყოველი წვერი უნდა გამოისახოს დიდ ანათვლებში</p>	$N = \frac{\nu R + \nu L}{2} \quad (9.2.2.3)$ $\nu = \frac{\nu R - \nu L}{2} = \nu R - N = N - \nu L \quad (9.2.2.4)$
<p>2) ა. წრედი მარჯვნივ 0° (მცირე) და 360° (დიდი) ანათვლები პირველი ვერნიერთი; წრედი მარცხნივ იგივე ანაულები მეორე ვერნიერთი (მეორე ტიპი ანათვლები იზრდება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით და ორივე წრედზე—ანათვლებს ვიღებთ იმ ვერნიერთი, რომელიც ოქულარისკენ არის (TT—50 ან TT—5).</p>	<p>(3) და (4) ფორმულები</p>
<p>ბ. იმავე ტიპის წრედი, მხოლოდ ინსტრუმენტს აქვს ერთი დანაყოფების ასათვლელი ხელსაწყო ან საელადებულა პირველ ვერნიერზე ანათვის დაყვანა მეორე წრედითაც. ყველა წვერი გამოისახება დიდ ანათვლებში.</p>	$N = \frac{\nu R + \nu L + 180^\circ}{2} \quad (9.2.2.5)$ $\nu = \frac{\nu R - \nu L - 180^\circ}{2} = \nu R - N = N - \nu L - 180^\circ \quad (9.2.2.6)$
<p>3. იმავე ტიპის წრედი, მხოლოდ და ნაყოფები იზრდება საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ (როგორცაა T—30). ყველა წვერი გამოისახება დიდ ანათვლებში ანუ 90°-მდე ანათვლებს დაემატება 360°.</p>	$N = \frac{\nu L + \nu R + 180^\circ}{2} \quad (9.2.2.7)$ $\nu = \frac{\nu L - \nu R - 180^\circ}{2} = \nu L - N = N - \nu R - 180^\circ \quad (9.2.2.8)$
<p>4. როცა შვეული წრედი მარცხნივ არის, ჰოგრის თარაზულად დაყენებისას ანათვლი არის 90°-თან : ხლო, ხლო როცა მარჯვნივ არის, ანათვლი იქნება 270° თან ახლო (ტაქტომეტრი დალტა—020)</p>	$N = \frac{\nu R + \nu L - 180^\circ}{2} \quad (9.2.2.9)$ $\nu = \frac{\nu R - \nu L - 180^\circ}{2} = \nu R - N - 180^\circ = N - \nu L \quad (9.2.2.10)$
<p>5. ორივე წრედით 90°-თან ახლოს. წარწერები შემტირებულა ორჯერ (55°—90°, 90°—125°). (9) და (10) ფორმულებში წვერებს არ უნდა გამოისახა დიდ ანათვლებში. ასეთი წრედები აქვს OT—0", 2 თეოდოლიტებს.</p>	$N = \frac{\nu L + \nu R}{2} \quad (9.2.2.9')$ $\nu = \nu L - \nu R = 2(N - \nu R) = 2(\nu L - N) \quad (9.2.2.10')$

შენიშვნა. ზემოთ მოყვანილ (3)—(8) ფორმულაში  $\nu R$  და  $\nu L$  არის დაზრის კუთხე. როცა ოქულარიდან შვეული წრედა მარჯვნივ და მარცხნივ (დიდ ანათვლებში).

როგორც აღვნიშნეთ, სვლის გვერდები იზომება გეომეტრიული ანუ მუდმივკუთხიანი: ძაფებიანი და ოპტიკური და მუდმივბაზისიანი ძაფებიანი და ოპტიკური მანძილზომებით, რომელთა თეორია და პრაქტიკა განიხილულია (7.3) თავში. აქ შევეხებით მხოლოდ ველზე მუშაობის წესრიგს.

პირველ შემთხვევაში ანუ როცა ვიყენებთ ძაფებიან მანძილზომს (რომელსაც შედარებით წარმატებით იყენებენ):

1) ერთი სანტიმეტრი შეცდომის დაშვების ფარგლებში პუნქტზე ნეკეტრავთ თეოდოლიტ-ტაქომეტრს; .

2) ერთი სანტიმეტრი შეცდომის დაშვების ფარგლებში ვსაზღვავეთ ინსტრუმენტის სიმაღლეს, რომელიც უღრის პუნქტის პალოს თავიდან შტატივის სადგარის თავამდე რულეტით გაზომილი მანძილისა და იმ მუდმივი ოდენობის ჯამს, რომელიც გამოსახავს მანძილს ჰოგრის ბრუნვის ლერძსა და ამწევი ხრახნების საყრდენ ლითონის ფირფიტას შორის;

3) განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა განისაზღვროს (7.3.2) პარაგრაფში ჩამოვლილებული წესით სამანძილო  $C$  და  $K$  კოეფიციენტები (7.3.2.7) და (7.3.2.8) ფორმულებით. როგორც ცნობილია, სანტიმეტრებიანი აგურების მქონე ლარტყებისათვის მათი ოდენობები გამოდის 100 და 1 მ. ხშირად ახალ ინსტრუმენტებშიც კი ამ ოდენობებიდან ხდება 0,5 % გადახრა, ე. ი. გვაქვს ბოლმე უტოლობები:

$$\left. \begin{aligned} 95,5 \leq C \leq 100,5 \text{ მ} \\ 0,955 \leq K \leq 1,005 \text{ მ} \end{aligned} \right\} \quad (9.2.2.11)$$

ამ შემთხვევაში, გარდა (7.3.2) პარაგრაფში მიღებული ლარტყის გადაღებვისა, სამანძილო (7.3.2.1) ცხრილისა ან სამანძილო (7.3.2.4) მასშტაბისა,  $l=20$  სანტიმეტრიდან  $l=200$  სანტიმეტრამდე ბაზისის შესაბამისად ადგენენ  $\epsilon_C$  შესწორებების (2) ცხრილს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\epsilon_C = (C - 100) l, \quad (9.2.2.12)$$

სადაც  $C$  არის (7.3.2.8) ფორმულით გამოთვლილი კოეფიციენტი. ეთქვათ,  $C=100,44$ , მაშინ (12) ფორმულის მიხედვით  $L$  მანძილების შესწორებათა (2) ცხრილი იქნება ასეთი:

ცხრილი 9.2.2.2

100 მ	20	30	60	80	100	110	150	170	190	200
$\epsilon_C$ (მ)	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	

ცნობილია, რომ შიგაფოკუსთაწყობიანი ჰოგრით  $\epsilon$  მუდმივის უაღრესად მცირე ოდენობის გამო იგი უგულვებელყოფილია და მანძილები ისაზღვრება (7.3.2.23) და (7.3.2.24) ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} S = Cl + \epsilon_C \\ S = Kn + \epsilon_C \end{aligned} \right\} \quad (9.2.2.13)$$

(თეოდოლიტურ და ტაქომეტრიულ სვლებში პორიზონტულ მანძილებს ნაცვლად  $L$ , სიზოლოსა აღნიშნავენ  $S$ -ით). მაშასადამე, (2) ცხრილის გამოყენება

ბით  $l=75$  სმ ანუ ადგილზე 75 მეტრს უნდა მივემატოთ 0,3 მ, ე. ი. (13) ფორმულით:

$$S=100 \times 75 \text{ სმ} + 0,3 \text{ მ} = 75,3 \text{ მ. ასევე } l=178 \text{ სმ შემთხვევაში}$$

$$S=100 \times 178 \text{ სმ} + 0,8 \text{ მ} = 178,8 \text{ მ};$$

4) სამანძილო ლარტყების ღერძები უნდა იყოს ზუსტად შეთავსებული დასამზერი პუნქტების ნიშნების ცენტრებისადმი. საჭიროა დიდი ყურადღება ლარტყების შევეულად დაყენებისადმი, განსაკუთრებით მთაგორიან ადგილებში. მაგალითად, (2) ნახაზის მიხედვით მანძილმზომით გასაზომი  $L$  მანძილის  $\delta_{L_s}$  შეცდომის ოდენობა, მაშინ როდესაც ლარტყა დახრილია  $AC$  ხაზის გასწვრივობის სიბრტყეში  $\varepsilon$  კუთხით, გამოითვლება ფორმულით:

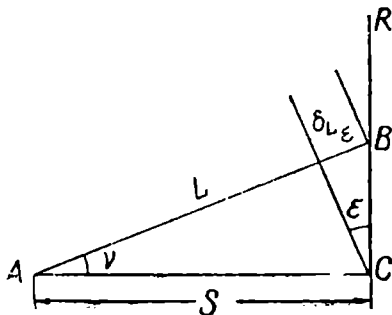
$$\delta_{L_s} = \frac{\varepsilon^c}{\rho^c} \overline{BC} = \frac{\varepsilon^c \cdot \nu^p}{\rho^c \cdot \rho^p} \cdot L. \quad (9.2.2.14)$$

ვთქვათ,  $\varepsilon=2^{\circ},5$ ;  $\nu=7^{\circ}$ ;  $L=125$  მ, მაშინ (14) ფორმულით

$$\delta_{L_s} = \frac{2^{\circ},5 \cdot 7^{\circ}}{(57^{\circ},3)^2} \cdot 125 \text{ მ} = 0,66625 \approx 0,7 \text{ მ.}$$

აღნიშნულის გამო მთაგორიან ადგილებში საჭიროა ლარტყები სფერული თარაზოთი;

5)  $C$  პუნქტზე დაცენტრილი და მომწესობაში მოყვანილი თეოდოლიტ-ტაქსომეტრის დანაყოფების ასათვლელი ერთ-ერთი ხელსაწყო ნულოვან ინდექსს ვაყენებთ პორიზონტული ლიშხის  $0^{\circ}$ -ის ახლო. პორიზონტულ ლიშხს და სამიზნე ჯოგრს ვაბრუნებთ ისე, რომ დამიზნება ხდებოდეს სვლის უკანა  $A$  პუნქტზე შევეულად დაყენებული ლარტყის ღერძზე და რაც შეიძლება ძირში ((3) ნახაზზე 1 არის აღნიშნული); ვამაგრებთ ლიშხს და ვიღებთ პორიზონტული  $\gamma_A^R$  მიმართების კუთხეს (ოკულარიდან წრედი მარჯვნივ ( $R$ ) არის);



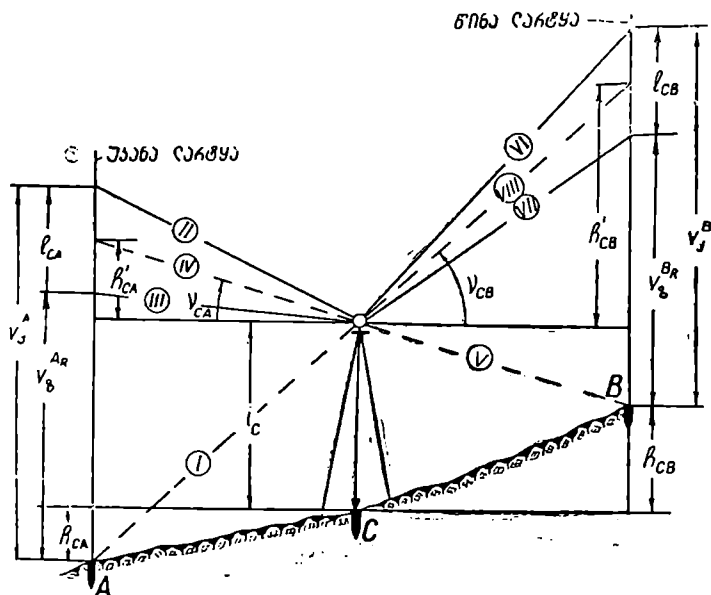
ნახ. 9.2.2.2.

6) ჯოგრის აწვეით ძაფთა ბადის ხილულ ქვედა სამანძილო ძაფს ვუმიზნებთ გამოყენებული ლარტყის წინასწარ შერჩეულ ფუძიდან მუდმივ  $\nu_A^A$  სიმაღლეზე (ამ სიმაღლეს, როცა ლარტყა 3 მეტრიანია, იღებენ 200—250 სმ, ხოლო როცა 4 მეტრიანია—300 სმ). დაუყოვნებლივ ვიღებთ ხილული ზედა ძაფით ანათვალს, ვთქვათ,  $\nu_A^R$  (საერთოდ კი ერთ-ერთ ძაფს ვუმიზნებთ დეციმეტრების საზღვარზე და მეორე ძაფით აიღებთ ანათვალს, მათი სხვაობა კი იქნება  $l$  ბაზისის სფერძე);

7) შიშა-ალიდადის ცილინდრული თარაზოს ბუშტულას ვაყენებთ ამჟამის ნულპუნქტზე და ვერტიკალურ წრედზე ვიღებთ  $\gamma_{CA}^R$  ანათვალს; (3) ნა-

ხაზზე მოქმედებათა თანამიმდევრობა ნაჩვენებია I, II, III, IV რომელიც ციფრებით.

8) ვათავისუფლებთ წრედ-ალიდადას და კოგრას: ორივეს ბრუნვით კოგრას ვუმიზნებთ (იმავე წრედით (R)) B პუნქტზე შვეულად დაყენებული ლარტყის ცენტრში და რაც შეიძლება ძირში (სხივის V მდებარეობა), ვიღებთ პორიზონტულ ლიმიტზე  $\gamma_{CB}^R$  ანათვალს, დანარჩენი მოქმედებები მეორდება B წერტილის მიმართ იმავე თანამიმდევრობით, რაც იყო შესრულებული A წერტილის მიმართ. მაგალითად, (3) ნახაზზე ნაჩვენებია სხივის VI მდებარეობისათვის ვიღებთ  $\psi_{CB}^R$ , მისი ოდენობა ყველა პუნქტზე მუდმივია, როგორც



ნახ. 9.2.2.3.

ვთქვით, 300 სმ, 250 სმ ან 200 სმ. VII მდებარეობისათვის ვიღებთ  $\psi_B^R$ , VIII მდებარეობისათვის კი ბუშტულას ცენტრის ნულპუნქტზე დაყენების შემდეგ ვიღებთ  $\gamma_{CB}^R$  დახრის კუთხეს შვეულ ლიმიტზე. ამით მთავრდება პირველი ნახევარი იღეთი.

მეორე ნახევარი იღეთის შესასრულებლად კოგრაი გადაგვაქვს ზენიტზე (წრედი მარცხნივ) და ზუსტად ანალოგიური თანამიმდევრობით ვასრულებთ ყოველივეს, მხოლოდ, დრო რომ არ ვხარჯოთ, დაკვირვებები იწყება წინა პუნქტიდან.

სანამ ინსტრუმენტით გადავიდოდეთ შემდეგ პუნქტზე, საჭიროა ეურნალში შევასრულოთ შემდეგი გამოთვლები:

ა) (6.8.12.2) და (6.8.12.3) ფორმულებით ვანგარიშობთ კორიზონტული წკუთხის  $\beta_R = \gamma_{CB}^R - \gamma_{CA}^R$  და  $\beta_L = \gamma_{CB}^L - \gamma_{CA}^L$  კერძო ოდენობებს და თუ დაცულ იქნა პირობა  $\beta_R - \beta_L \leq 2l_{\beta}$ , (სადაც  $l_{\beta}$  არის პორიზონტულ ლიმბზე ანათვლების აღების სიზუსტე), ვანგარიშობთ  $\beta_{\text{საშ}} = \frac{\beta_R + \beta_L}{2}$ ;

ბ) გამოყენებული შვეული წრედის ტიპის შესაბამისად, (1) ცხრილის ფორმულებით განვსაზღვრავთ უქანა და წინა პუნქტზე დამიზნების შესაბამისი შვეული წრედის ნულადგილების სხვაობას, სადაც მოითხოვება:

$$N_{\text{საშ}} - N_{\text{ს}} \leq 2l_{\nu}$$

( $l_{\nu}$  არის ვერტიკალურ წრედზე ანათვლების აღების სიზუსტე). ნულადგილის მუდმივობის კონტროლის შემდეგ გამოითვლება დახრის  $\nu$  კუთხე.

გ) ორივე წრედის შესაბამისად ერთმანეთს შევადაროთ ზედა სამანძილო ძაფებით მიღებული ანათვლები, სადაც მოითხოვება, რომ

$$\left. \begin{aligned} s_b^A R - s_b^A L &\leq \frac{1}{200} \quad l' \quad \text{სმ} = 0,005 \quad l' \quad \text{სმ} \\ s_b^B R - s_b^B L &\leq \frac{1}{200} \quad l'' \quad \text{სმ} = 0,005 \quad l'' \quad \text{სმ} \end{aligned} \right\} \quad (9.2.2.15)$$

სადაც  $l' = s_{\beta} - s_{\beta}^A$  და  $l'' = s_{\beta} - s_{\beta}^B$ ;

ზემოხსენებული კონტროლის შემდეგ ვსაზღვრავთ:

$$\left. \begin{aligned} s_{\text{საშ}}^A &= \frac{s_b^A R + s_b^A L}{2} \\ s_{\text{საშ}}^B &= \frac{s_b^B R + s_b^B L}{2} \end{aligned} \right\} \quad (9.2.2.16)$$

შემდეგ გამოითვლება ბაზისის სიგრძე

$$\left. \begin{aligned} l_{CA} &= s_{\beta} - s_{\text{საშ}}^A \\ l_{CB} &= s_{\beta} - s_{\text{საშ}}^B \end{aligned} \right\} \quad (9.2.2.17)$$

ამით მთავრდება პუნქტებზე გამოთვლები და კონტროლი. ყოველ ახალ პუნქტზე მეორდება ზემოთყვანილი სამუშაოები.

### 9.2.3. თეოდოლიტ-ტაქსომეტრიული სვლის გამართვლითი საშუალებები

ველზე განაზომთა სქემის გამოყენებით იწყება კოორდინატებისა და სიმაღლეების გამოთვლები.

1. სვლის როგორც ძირითადი პოლიგონის, ისე დიაგონალური სვლის ანუ ღია პოლიგონის პუნქტების კორიზონტული კოორდინატების გამოთვლა სრულდება იმავე წესრიგით, რაც მიღებულია თეოდოლიტური სვლების პუნქტების კოორდინატების გამოსაზღვრულად.



2. როცა გვერდები გაზომილია (წინ და უკან) ძაფებიანი მანძილზომით, ტაქომეტრიული ურნალის მეცამეტე სვეტში (9.2.6.1 სქემა) იწერება  $L'$  დაბ-რილი ხაზისა და მისი  $S$  ქვედებულის სიგრძე, გამოთვლილი თანახმად (7.3.2.53), (7.3.2.55), (13) და (7. 3. 2, 54) ფორმულებისა:

$$\left. \begin{aligned} S &= L' \cos^2 \nu \\ S &= L' - \Delta L \\ L' &= 100 l + \epsilon_C \\ \Delta L &= L' \sin^2 \nu \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.1)$$

სადაც  $\nu$  არის კოგრიტ დამიზნების სხივის დაბრის კუთხე;  $l$ —ბაზისის სიგრძე სანტიმეტრებში;  $\epsilon_C$ —სამანძილო  $C$  კოეფიციენტის 100-დან გადაბრით გამო-წვეული შესწორება, გამოთვლილი (2) ცხრილით;  $\Delta L$ —შესწორება ხაზის დაბ-რილობისა და ლარტყის დამიზნების სხივისადმი არამართობულობის გამო.

დიფერენციალური მანძილზომებით ხაზების გაზომვების დროს კი:

$$\left. \begin{aligned} S &= Cl \cos^2(\nu + 17') \\ S &= Cl - \Delta L \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.2)$$

ფორმულით, სადაც  $C$  არის მანძილზომის კოეფიციენტი;  $l$ —ლარტყის ორი-ვე მხარის ანათულების საშუალო;  $\nu$ —კოგრის დამიზნების ღერძის დაბრის კუთხე;  $17'$ —დიასტიომეტრიული  $\phi$  კუთხის ნახევარი და

$$\Delta L = Cl \sin^2(\nu + 17'). \quad (9.2.3.2')$$

ძაფებიანი მანძილზომებით განსაზღვრული ჰორიზონტული  $S$  მანძილები მრგვალდება დეციმეტრებამდე, ხოლო დიფერენციალურზე—სანტი-მეტრამდე. ამიტომ  $1'$ -მდე დაბრის დროს  $L'$  მანძილში შესწორება არ შეი-ტანება, ე. ი.  $S = L' = Cl$  ან  $Cl + \epsilon_C$ , როცა  $C$  გადაბრლია 100 ოდენობისა-გან. როცა  $C = 100$  და ლარტყის დანაყოფია 1 მმ, მაშინ ყველა ფორმულაში იგულისხმება  $K = 1$  მ და  $Cl$ -ის ნაცვლად შევა  $\pi$  მეტრებში.

ძაფებიანი მანძილზომით გაზომვების დროს ტაქომეტრიული სვლის სიგრძის დასაშვებ ფართობის შეუკვრელობას ანგარიშობენ ფორმულებით:

$$\frac{W_S}{\sum_1^n S} = \frac{1}{\sum_1^n S : W_S} = \frac{1}{N_{\text{დასაშვები}}} = \frac{1}{200 \sqrt{\pi}}, \quad (9.2.3.3)$$

ხოლო დიფერენციალური მანძილზომებით გვერდების გაზომვების დროს მოითხოვება:

$$\frac{W_S}{\sum_1^n S} = \frac{1}{\sum_1^n S : W_S} = \frac{2}{N_{\text{დასაშვები}}} = \frac{1}{800 \sqrt{\pi}}. \quad (9.2.3.4)$$

ორივე ფორმულაში  $\pi$  არის სვლის გვერდების რიცხვი.

3. ტაქეომეტრიული სვლის პუნქტების ნიშნულების გამოთვლები იწყება შემდეგი ფორმულებით  $h'$  ოდენობების განსაზღვრით:

$$h' = \frac{L'}{2} \sin 2\nu, \quad (9.2.3.5)$$

$$h' = \frac{Cl}{2} \sin 2\nu, \quad (9.2.3.6)$$

$$h' = \frac{Cl + \epsilon_C}{2} \sin 2\nu, \quad (9.2.3.7)$$

$$h' = S \cdot \text{tg } \nu. \quad (9.2.3.8)$$

სვლის ყოველი გვერდის წინ და უკან მიმართებებისათვის ყოველივე იწერება სქემის მე-14 სვეტში და მიეწერება ნიშანი ისე, როგორც შესაბამის  $\nu$  დახრის კუთხეს. გამოთვლები უნდა შესრულდეს სანტიმეტრამდე დამრგვალების ფარგლებში,  $h'$  ოდენობებს შორის განსხვავება შეიძლება დაშვებულ იქნეს 3 სმ.

4. განისაზღვრება  $h$  აღმატებები (8.9.1) პარაგრაფში მოყვანილი ერთ-და-ერთი ტაქეომეტრიის ფორმულებით, სადაც  $f$  დედამიწის სიმრუდისა და რეფრაქციის ერთობლივ გავლენას მანძილების სიმციჩრის გამო მხედველობაში არ ვიღებთ. მაგალითად, როცა დახრის კუთხეს ავითვლით შვეულ წრედზე ლაქტის  $\nu_B$  სიმაღლეზე ჰოვრის დამიზნების დროს, მაშინ ნაცვლად (8.9.1.1)

$$h = h' + i - \nu_B = S \text{tg } \nu + i - \nu_B$$

ფორმულისა, ვიყენებთ შემდეგ ფორმულებს:

$$\left. \begin{aligned} h_{AB} &= \frac{Kn + \epsilon}{2} \sin 2\nu + i_A - \nu_B \\ h_{AB} &= \frac{Cl + \epsilon}{2} \sin 2\nu + i_A - l_B \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.9)$$

ხოლო როცა  $\epsilon = 0$ ,  $K = 1$  მ ანუ  $C = 100$ , მაშინ

$$\left. \begin{aligned} h_{AB} &= \frac{n}{2} \sin 2\nu + i_A - \nu_B \\ h_{AB} &= \frac{100 \cdot l}{2} \sin 2\nu + i_A - \nu_B \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.10)$$

და თუ ჰოვრს ვუმიზნებთ ინსტრუმენტის სიმაღლეზე, ანუ როცა  $i = \nu$ , მაშინ

$$\left. \begin{aligned} h_{AB} &= \frac{n}{2} \cdot \sin 2\nu \\ h_{AB} &= \frac{100l}{2} \cdot \sin 2\nu \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.11)$$

როცა  $C$  არ უდრის 100, მაშინ (9.2.2.2) ცხრილის გამოყენებით განაზომებში შეიტანება  $\epsilon_C$  შესწორება.

ჰორიზონტული მანძილები გამოითვლება (7.3.2.49) ფორმულით:

$$\left. \begin{aligned} S &\approx n \cos^2 \nu \\ S &\approx 100l \text{ სმ} \cdot \cos^2 \nu \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.12)$$

როდესაც ვიყენებთ ორძაფიან ტაქეომეტრს, სადაც ქვედა ძაფს ვუ-  
მიზნებთ ლარტყის 300, 250 ან 200 სმ, მაშინ (9.2.2.3) ნახაზის შესაბამისად,  
ვგულისხმობთ რა შუა ძაფიდან ქვედა და ზედა ძაფის სიმეტრიულად დაშო-  
რებას. აღმატება გამოითვლება:

$$\left. \begin{aligned} h_{CA} &= i_C + h'_{CA} + \frac{l_{CA}}{2} - v_3^A \\ h_{CB} &= i_C + h'_{CB} + \frac{l_{CB}}{2} - v_3^B \\ \text{ანუ ზოგადად} \quad h &= h' + i - v_3 + \frac{l}{2} \end{aligned} \right\} \quad (9.2.3.13)$$

სადაც  $v_3$  არის მუდმივი 300, 250 ან 200 სმ;  $l$  კი არის ბაზისი ანუ ქვედა  
და ზედა ძაფებით ანათვლების სხვაობა ( $v_3 - v_6$ ).

როგორც ვიცით, (8.9.1.1) ნახაზის ანუ ერთძაფიანი ტაქეომეტრის შემ-  
თხვევაში  $h' \approx S \operatorname{tg} \nu$ , ხოლო (9.2.2.3) ნახაზის შესაბამისად გამოთვლილი  $h =$   
 $= S \operatorname{tg} \nu$ , ე. ი. პირველ შემთხვევაში  $h'$  არის მიახლოებითი, ხოლო მეორე შემ-  
თხვევაში — ზუსტი სიდიდე. აგრეთვე, შუა ძაფიდან ქვედა და ზედა ძაფის არა-  
სიმეტრიულობის გამო,  $h'$  განსაზღვრის შეცდომა

$$\Delta h' = \frac{l \operatorname{tg} \nu}{400} \approx \frac{l \nu^\circ}{400 \cdot \rho^\circ} \approx \frac{l \nu^\circ}{23000} \quad (9.2.3.14)$$

არის უგულებელსაყოფი სიდიდე. (9), (10), (11), (12) ან (13) ფორმუ-  
ლებით გამოვითვლით წინ და უკან ერთი და იმავე აღმატებებს. მაშასადამე,  
განისაზღვრება წინ  $h_5 = h_{CA}$  და უკან (შებრუნებით)  $h_6 = h_{AC}$  აღმატებები  
და მათი  $h_5$  საშუალო, რომელთა გამოთვლამდე დაცული უნდა იქნეს უტო-  
ლობები

$$h_5 - h_6 \leq 0,0004 S, \quad (9.2.3.15)$$

როცა სამიზნე ლერძის დახრის კუთხე  $\nu$  არ აღემატება  $6^\circ$ -ს და

$$h_5 - h_6 \leq 0,0006 S, \quad (9.2.3.16)$$

როცა აღნიშნული დახრის კუთხე დიდია.

ორივე ფორმულის გამოყენების დროს გვერდის  $S$  ჰორიზონტული სიგრძე  
მრგვალდება დეციმეტრებად.

5. გამოითვლება აღმატებების  $W_A$  შეუქვრელობა ფორმულით:  
შეკრულ პოლიგონში:

$$W_A = \sum_1^n h_{r, \text{სა}} - \sum_1^n h_{i, \text{სა}}, \quad (9.2.3.17)$$

სადაც იგულისხმება, რომ მაკლები ტოლია ნულის, ე. ი.

$$\sum_1^n h_{f, \text{ს}} = 0. \quad (9.2.3.18)$$

მაშასადამე,

$$W_A = \sum_1^n h_{p, \text{ს}}. \quad (9.2.3.19)$$

დიაგონალურ სელაში ან ღია პოლიგონში (9.2.1.1) ნახაზის მიხედვით ვგულისხმობთ, რომ თეორიული აღმატებები განსაზღვრულია უშეცდომოდ:

$$H_3 = H_7 + \sum_1^n h_{t, \text{ს}}, \quad (9.2.3.20)$$

ანუ

$$\sum_1^n h_{f, \text{ს}} = H_3 - H_7 = H_K - H_H. \quad (9.2.3.21)$$

მაშასადამე, დიაგონალურ სელაში:

$$W_A = \sum_1^n h_{p, \text{ს}} - \sum_1^n h_{t, \text{ს}} = \sum_1^n h_{p, \text{ს}} - (H_K - H_H). \quad (9.2.3.22)$$

ანალოგიურად დაიწერება (9.2.1.2) ნახაზის მიხედვით ღია სელისათვის:

$$W_A = \sum_1^n h_{p, \text{ს}} - (H_K - H_H). \quad (9.2.3.23)$$

ყველა ფორმულაში  $n$  არის გვერდების რიცხვი;  $H_H$  არის საყრდენი პუნქტის ნიშნული (სიმაღლე) და  $H_K$  — ბოლო საყრდენი პუნქტის სიმაღლე.

აქვე შევნიშნავთ, რომ (9.2.1.1) ნახაზში იმის შემდეგ, რაც ძირითადი სელა (პოლიგონი) პირველ რიგში დამუშავდა, მისი (6—7) და (3—4) გვერდი თავისი ყველა მონაცემით ითვლება დიაგონალური სელის საყრდენ სიდიდედ ისევე, როგორც ღია სელაში  $AB$  და  $CD$  გვერდი. ამიტომ ეს გვერდები აღნიშნულია წყვილ-წყვილი მონაკვეთებით.

6. თანახმად განაზომთა შეცდომების თეორიის (3.7.4.22) ფორმულისა, დაცული უნდა იქნეს უტოლობა:

$$\text{დასაშვები } W_A \leq \sqrt{\left(\frac{0,04 \sum S}{\sqrt{n}}\right)^2 + \left(\frac{0,4 \sum |h|}{\sqrt{n}}\right)^2}, \quad (9.2.3.24)$$

სადაც სელის სიგრძე და აღმატებები უნდა შევითანოთ მეტრობით. პასუხი მიიღება სანტიმეტრებში. თანამედროვე ნორმებით:

$$\text{დასაშვები } W_A \leq 0,0004 \frac{\sum_1^n S}{\sqrt{n}}, \quad (9.2.3.25)$$

როცა დახრის კუთხე  $\theta$ -ს არ აღემატება;

$$\text{დასაშვები } W_h \leq 0,0006 \frac{\sum_1^n S}{\sqrt{n}}, \quad (9.2.3.26)$$

როცა დახრის კუთხე მეტია  $\theta$ -ზე.

7. დასაშვები შეუქვრელობა  $W_h$  შებრუნებული ნიშნით უნდა განაწილდეს  $h$  აღმატებებზე გვერდების სიგრძეების პროპორციულად. პირველ რიგში გამოითვლება სვლის ერთ პორიზონტულ მეტრზე შესწორების ოდენობა ფორმულით:

$$\frac{W'_h}{\Sigma S} = +\varepsilon_h. \quad (9.2.3.27)$$

შემდეგ გამოითვლება აღმატებების შესწორებები:

$$-\varepsilon_h \cdot S_1, -\varepsilon_h \cdot S_2, \dots, -\varepsilon_h \cdot S_n. \quad (9.2.3.28)$$

შესწორებული აღმატებები იქნება

$$\left. \begin{aligned} h_1' &= h_1 - \varepsilon_h \cdot S_1 \\ h_2' &= h_2 - \varepsilon_h \cdot S_2 \\ \dots & \dots \dots \dots \\ h_n' &= h_n - \varepsilon_h \cdot S_n \end{aligned} \right\}, \quad (9.2.3.29)$$

ე. ი. ზოგადად, გასწორადებული აღმატებები გამოითვლება დამოკიდებულებებით:

$$h_i' = h_{ip} - \varepsilon_h \cdot S_i, \quad (9.2.3.30)$$

სადაც  $i=1, 2, \dots, n$  არის სვლის გვერდების რიგითი ნომერი.

მაშასადამე, შესწორება ათა  $\sum_1^n \varepsilon_h \cdot S$  ჯამი უნდა უდრიოდეს შეუქვრელობას შებრუნებული ნიშნით.

8. ბოლოს გამოითვლება სვლის პუნქტების ნიშნულები:

$$\left. \begin{aligned} H_2 &= H_H + h_1'_{\text{პუნ.}} \\ h_2 &= H_2 + h_2'_{\text{პუნ.}} \\ \dots & \dots \dots \dots \\ H_H &= H_n + h_n'_{\text{პუნ.}} \text{ საკონტროლო} \end{aligned} \right\}. \quad (9.2.3.31)$$

როცა სვლა ჩაკეტილია, მაშინ  $H_H = H_H$  და (31) ტოლობა ასეთ სახეს მიიღებს:

$$H_H = H_n + h_n'_{\text{პუნ.}}, \text{ რაც იქნება კონტროლი.} \quad (9.2.3.32)$$

როგორც ვხედავთ, შექვრულ სვლაში გასწორადებულ ნიშნულს მიმდებარე გამათვლელის დროს უნდა მივიღოთ საწყისი წერტილის (საყრდენი პუნქტის)  $H_H$  ნიშნული, ხოლო დია სვლაში — ბოლო წერტილის (ბოლო საყრდენი პუნქტის)  $H_H$  ნიშნული.

## 9.2.4. თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული აგეგმვები

თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული აგეგმვები შეიძლება შესრულდეს თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლების თანადროულად ან მისი აგების შემდეგ. სიტუაციის ანუ კონტურული (საგნები, კონტურები და სხვ.) და სასიმალო ანუ რელიეფის წერტილების აგეგმვა ძირითადად სრულდება პოლარული ხერხით, ხოლო მაშინ, როდესაც მიუვალი წერტილების გადაღება საჭიროა, იყენებენ კუთხური გადაკეთის მეთოდს. დასახლებულ ადგილებში შეიძლება აგეგმვის სხვა მეთოდებიც იქნეს გამოყენებული. სასიმალო წერტილების ნიშნულები ისაზღვრება ტაქომეტრიული ნიეელობის ფორმულებით. ჰორიზონტული და დახრის კუთხეები ზომდება ნახევარი ილეთით ანუ ერთი წრედიტ (წრედი მარჯვნივ ან მარცხნივ). ლიშბებზე ანათვლები აიღება დანაყოფების ასათვლელი ერთი ხელსაწყოთი (ერთი ვერნიერიო, ერთი მიკროსკოპით) მინუტამდე დამრგვალებული. ასაგეგმ (სალარტყო) წერტილებამდე მანძილებს ანუ რადიუს-ვექტორებს ზომავენ ძაფებიანი მანძილზომებით, ხოლო 1:500, 1:1000 მასშტაბიანი აგეგმვების დროს მანძილების გასაზომად სარგებლობენ რულეტით ან  $DAP - 100, D\Delta - 3$  სამანძილზომო საცემებით.

იმ შემთხვევაში, როცა თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული აგეგმვა სრულდება სვლის თანადროულად, პუნქტზე თეოდოლიტ-ტაქომეტრის დაცენტრის შემდეგ სრულდება (9.2.1) და (9.2.2) პარაგრაფში მოყვანილი თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლისათვის საჭირო ვაზომებები, რომლის შესრულების დროს მეორე ნახევარი ილეთით ვაზომებებს ასრულებენ ორიენტირებული ჰორიზონტული ლიშბით. ვაშწმებთ რა ჰორიზონტული ლიშბის ორიენტირების სისწორეს, დაუყოვნებლივ შევედგებით წელილადების აგეგმვას. მეორე შემთხვევაში, ანუ როცა აგეგმვას ვაწარმოებთ თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლის აგების შემდეგ, ვზომავთ პუნქტზე დაცენტრის თეოდოლიტ-ტაქომეტრის ა; სიმაღლეს, რომლის ოდენობას გადაზომავენ სამანძილზომო ლარტყებზე და დანიშნავენ რაიმე ნიშნით (კანაფი, ფერადი ქსოვილის ნაჭერა), აგრეთვე მისი ოდენობა შეაქვთ აგეგმვის ყურნალში; საზღვრავენ შეეული წრედის  $N$  ნულადგილს; ჰორიზონტულ ლიშბს აძლევენ ორიენტაციას და შეუდგებიან წელილადების აგეგმვას. არსებობს აგეგმვის სხვა მეთოდიც, როგორცაა ორძაფიანი ტაქომეტრიის მეთოდი, რომელსაც ქვემოთ განვიხილავთ, მაგალითის დამუშავების დროს.

ასაგეგმი წელილადების მახასიათებელ წერტილებზე აყენებენ სამანძილო ლარტყებს, რომელთაც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სალარტყო (კონტურული, სასიმალო და კონტურულ-სასიმალო) წერტილებს უწოდებენ. სალარტყო წერტილებს ადვილზე პალოებით არ ამარგებენ. სალარტყო წერტილები ისე უნდა შეირჩეს, რომ ისინი გეგმაზე საგნების, კონტურების და რელიეფის გამოსახვის საშუალებას გვაძლევდნენ. ამ წერტილებს იღებენ (1.1.2) პარაგრაფში და (1.1.2.2) ნახაზზე მოყვანილ ინვარიანტულ ხაზებზე. აგეგმვის დროს უნდა ვეცადოთ, რომ მინიმალური წერტილების რაოდენობით უზრუნველვეყოთ მაღალხარისხიანი გეგმის შედგენა.

განაზომთა შეტანა ხდება სათანადო ყურნალში, რომელსაც გამოვიყენებთ მაგალითის განილევის დროს.

ხშირად სალარტყო წერტილი, რომელიც კონტურის მახასიათებ-

ლია (კონტურის წერტილი), არ წარმოადგენს რელიეფის მახასიათებელ (სასიმაღლო, საპიკეტო) წერტილს. ამ შემთხვევაში იზომება ამ წერტილის მხოლოდ ორი პორიზონტული პოლარი კოორდინატი ( $\gamma, r$ ), მესამე კოორდინატი ( $v$  კუთხე) კი არ ვზომავთ. მაშასადამე, გარდა  $\gamma$  მიმართებისა და  $r$  რადიუს-ვექტორისა, იზომება  $v$  დახრის კუთხე, როცა სალარტყო წერტილებია სასიმაღლო და კონტურულ-სასიმაღლო, ჟურნალის შენიშვნის სვეტში შეაქვთ სალარტყო წერტილის მდებარეობის ადგილის დასახელება (მაგალითად, ბუჩქნარი, ჩის პლანტაცია, ვენახის კონტური, სახლის კუთხე, გზა და სხვ.), რელიეფის ფორმა (წყალსაერთი, წყალგამყოფი ხაზი და სხვ.) და სხვა ნიშნები, რომლებიც გვემის შედგენისათვის გამოგვადგება. სალარტყო წერტილებამდე დასაშვებ მანძილებს და სხვა სავალდებულო ცნობებს მოვიყვანოთ ქვემოთ მაგალითების განხილვის დროს. რელიეფის ხასიათის მიხედვით შეიძლება 1—2 ცალი ლარტყის გამოყენება. აგვემის დაწყებამდე მელარტყეებს უნდა აუვხსნათ, თუ რომელ წერტილებზეა საჭირო ლარტყის დაყენება.

აგვემის პროცესში ყოველ სადგურზე დგება გრაფიკული დოკუმენტი, რომელსაც კროკი ეწოდება. კროკი წარმოადგენს ნებისმიერ მასშტაბში ხელით შედგენილ სქემატურ ნახაზს, რომელზეც თვალზომით აგვემის შედეგად გამოსახულია ადგილის სიტუაცია და რელიეფი.

კროკზე დაიტანება ტაქომეტრიული სადგური, წინა და უკანა სვლის ხაზები მუზობელი პუნქტების ჩვენებით; ყველა სალარტყო წერტილის მდებარეობა; ასაგვემ საგნები, კონტურები და რელიეფი. საგნები და კონტურები კროკზე გამოსახება სათანადო პირობითი აღნიშვნებით და განმარტებითი წარწერებით; რელიეფის ფორმები კი გამოსახება სქემატურად ფერდობის დაქანების (დაღმართის) მიმართების (ისრების) ჩვენებით, რასაც იყენებენ გრაფიკების შესრულების ანუ იზოპიფსების გატარების წერტილების გვეგაზე დატანის დროს; დაღმართისაკენ მიმართული ხაზებით და იზოპიფსებით უჩვენებენ რელიეფის სკელეტის ძირითად ხაზებს (წყალსაერთი, წყალგამყოფი ხაზები). გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, კროკზე უჩვენებენ დასახლებული ადგილების, მდინარეების, წყალსაცავების სახელწოდებას, მდინარეების სივანეს, გზებს, სხვა ანალოგიურ ცნობებს, რომლებიც საჭიროა გვემის შესადგენად. როგორც ვხედავთ, კროკი წარმოადგენს გვემის შესადგენად ღირსშესანიშნავ დოკუმენტს. კროკის შედგენა მეტად მარტივდება, როცა ხელთა გვაქვს აეროაგვემის მასალები. მსხვილმასშტაბიანი აეროსურათები (კონტაქტური ანაბეჭდები) შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც საფუძველი კროკის შესადგენად; მათზე უჩვენებენ ყველა სალარტყო წერტილის განლაგებას, დაქანებების (დაღმართის) მიმართულებებს, რელიეფის ძირითად ინვარიანტულ ხაზებს, სასაზღვრო ხაზებს და იმ ცნობებს, რომლებიც საჭიროა გვემის შესადგენად. წერილმასშტაბიანი აეროსურათებიც ადვილებს კროკის შედგენას, რადგანაც მათზე კარგად იხილება ადგილის ელემენტების ურთიერთგანლაგება. საერთოდ, აეროაგვემის მასალები შედგენილი გვემის კონტროლის საშუალებას იძლევა, რადგანაც ურთიერთგადახურულ აეროსურათებზე სტერეოსკოპით ან სტერეოსათვალიეებით კარგად იხილება რელიეფის ხასიათი.

სადგურზე სამუშაოს დამთავრების შემდეგ და საერთოდ, აგვემების პროცესში მოწმდება პორიზონტული ლიზების სიმდგრადე, რისთვისაც იღებენ

საწყის წერტილზე შეკრული წრის შესაბამის ანათვალს. თუ საწყის წერტილზე ორ ანათვალს შორის სხვაობა  $\pm 5'$ -ზე მეტი გამოჩედა, ლიზმის ძვრა დაუშვებლად ჩაითვლება და საჭირო გახდება ანეგმვის გამეორება. კონტროლის მიზნით ზოგი წერტილი იგეგმება ორი მეზობელი სადგურიდან, აგრეთვე საჭიროა კროკზე და ჟურნალში წერტილების დანომვრის ურთიერთშესაბამისობის შემოწმება. სალარტყო წერტილების დანომვრა მიღებულია არაბული ციფრებით სადგურიდან სადგურზე ზრდადი წესით.

საველე ჟურნალში გამოითვლება დახრილი  $L'$  მანძილი, მისი პარიზონტული  $S$  ქვედებული,  $h$  აღმატება და ნიშნულები. ყველა გამოთვლა სრულდება ლოგარითმული სახაზავით. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნომოგრამები  $h'$  ოდენობისა და  $S$  მანძილის გამოსათვლელად. ცხადია, ელექტროგამომთვლელი მანქანების გამოყენებით მივალწვეთ დიდ ნაყოფიერებას და სიზუსტეს.

ჟურნალში გამოთვლილი ნიშნულებისა და ფაქტობრივი განაზომების შედარებით შეიძლება გამოვლინდეს დაშვებული შეცდომები.

გაკე ადგილებში ტაქომეტრიული ნიველობა შეიძლება შეიცვალოს თეოდოლიტ-ტაქომეტრით წინ გეომეტრიული ნიველობით. ამ მიზნით თეოდოლიტ-ტაქომეტრის ჯოგარს აყენებენ პარიზონტულად, რისთვისაც ვერტიკალურ წრეზე იღებენ ნულადგილის ოდენობის ანათვალს. იმ შემთხვევაში, როცა ჯოგარზე თარაზო დაყენებული, მისი ღერძი უნდა გაეხადოთ ჯოგარის დამიზნების ღერძის პარალელური და ასეთი თარაზოს ბუშტულას ნულპუნქტზე დაყენებით ჯოგარის დამიზნების ღერძი იქნება დაყენებული პარიზონტულად, რაც წინ ნიველობისათვის გამოიყენება.

## 9.2.5. თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული აგეგმვის შედეგებით ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენა

ტოპოგრაფიული გეგმა დგება თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლების, აგეგმვისა და კროკების შონაცემთა საფუძველზე. სალარტყო წერტილების გადატანა გეგმაზე ხდება თეოდოლიტური აგეგმვის გეგმაზე გადატანის ანალოგიურად. ამ წერტილებს გვერდით ეწერება ფანქრით მათი ნიშნულები.

სალარტყო წერტილების გეგმაზე გადატანისთანავე მათი საშუალებით იხაზება ადგილის საგნები, კონტურები და რელიეფი იზოჰიფსებით, რისთვისაც იყენებენ ფერდობების დახრების მიმართებებს და რელიეფის ფორმებს კროკიდან, აგრეთვე სარგებლობენ ჟურნალის შენიშვნაში ჩანაწერებით.

ხშირად, წარმოებაში აგეგმვის პარალელურად კროკის გამოყენებით ყოველი დღის საღამოს  $25 \times 25$  სმ ზომის გამჭვირვალე ქაღალდზე ან ცვილულაზე ადგენენ სადგურის გეგმას. მის ცენტრში ჩერებენ სადგურს, რომელსაც გვერდით უწერენ ნომერს და ნიშნულს. შემდეგ პარიზონტული კუთხით და პოლიგონის გვერდების ქვედებულების ან პოლარი კოორდინატების მეშვეობით აგებენ მიმართებებს მეზობელ სადგურებზე და ბოლოს აღნიშნული სადგურიდან გადააქვთ გეგმაზე სალარტყო წერტილების მდებარეობები ნიშნულებითურთ, რომელთა სათანადო დამუშავებით მივიღებთ ტოპოგრაფიულ გეგმებს, გამოსახულს საგნების მდებარეობით, კონტურებით და ადგილის რელიეფით. სადგურის გეგმებით ვლინდება აგეგმვასა და გამოთვლებში დაშვებული შეცდომები და სწრაფად სწორდება. სადგურის გეგმების გამოყენ-



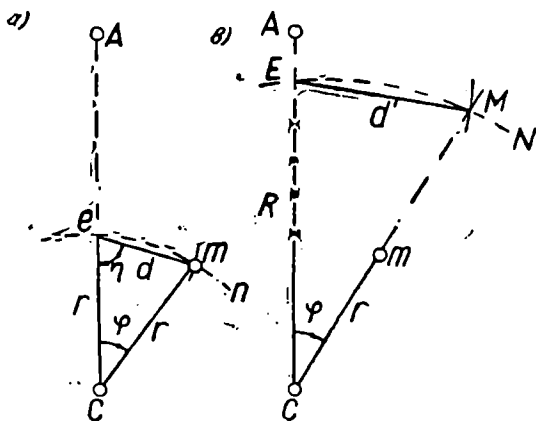
ნებით ადვილად და ზუსტად ხდება ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენა. მაგალითად, გეგმაზე საყრდენი პუნქტების გადატანის შემდეგ ყოველ სადგურზე ზემოდან აფარებენ სადგურის გეგმას და იღებენ ასლებს. ბოლოს ხდება შედგენილი გეგმის გულდასმით კორექტირება გეგმის ადგილთან თვალზომით შედარების გზით. აგრეთვე, გეგმის ხარისხს ამოწმებენ შიგადაშიგ საეკვო ადგილების რულეტით გაზომვებით და თეოდოლიტ-ტაქეომეტრით ზოგიერთ სალარტყო წერტილზე განაზომების კონტროლით.

ბოლოს ხდება ტოპოგრაფიული გეგმის სათანადო პირობითი აღნიშვნებით გაფორმება. ტაქეომეტრიულ გეგმაზე მახასიათებელ წერტილებს და იზოჰიფსებს ეწერება ნიშნულები; 1 კვ. დმ. უნდა იყოს 5—15-მდე წერტილის ნიშნული.

საშუალო კატეგორიის ადგილი ნორმებით ერთ სამუშაო დღეში 1:5000 მასშტაბში უნდა იქნეს აგეგმილი 2,86 კვ. დმ, ხოლო 1:2000 მასშტაბში — 3,60 კვ. დმ. საჭიროა შესრულდეს სალარტყო წერტილებამდე პორიზონტული მანძილების, მათი აღმატებებისა და ნიშნულების გამოთვლები; საყრდენი და სალარტყო წერტილების, კონტურების, საგნების გეგმაზე გადატანა; იზოჰიფების გატარება და გეგმის გამოხატვა ფანქარში.

### 9.2.6. კუთხეების აგება და გაზომვა მათი შესაბამისი რკალების მომხიზმავი ძორღებით

მსხვილმასშტაბიანი (1:500, 1:1000) გეგმების შედგენის დროს, როცა პოლარი მანძილები შედარებით დიდია, პოლარი კოორდინატების გადატანა გეგმაზე ტრანსპორტირით ვერ იძლევა სასურველ სიზუსტეს. შედარებით ზუს-



ნახ. 9.2.6.1.

ტად ( $\pm 3-5'$ ) შეიძლება გეგმაზე  $\varphi$  პოლარი კუთხის აგება და  $m$  წერტილის დანიშვნა პოლარი  $r$  მანძილითა და მისი შესაბამისი  $em$  რკალის მომკვიმავი  $d$  ქორღით (ნახ. 1\*). ამ შემთხვევაში  $\varphi$  და  $r$  პოლარი კოორდინატების მქონე  $m$  წერტილი გადაიტანება გეგმაზე ბიპოლარული  $r$  და  $d$  კოორდინატებით

(ხაზოვანი გადაკვეთით), რომლის პოლუსები იქნება C და  $\epsilon$  წერტილი. და-  
 მხმარე  $\epsilon$  წერტილი იქნება თეოდოლიტური ან ტაქსომეტრიული სკალის CA  
 ხაზზე C წერტილიდან r მანძილზე. (1<sup>a</sup>) ნახაზის მიხედვით ღვეწვით:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{r} &= \frac{\sin \varphi}{\sin \eta} = k, \\ \eta &= \frac{180^\circ - \varphi}{2} \end{aligned} \right\} \quad (9.2.6.1)$$

სადაც

$$(1) \text{ ფორმულიდან} \quad d = k \cdot r. \quad (9.2.6.2)$$

როგორც ხედავთ, 0–360°-მდე პოლარული კუთხის ოდენობებისათვის  
 (1) ფორმულით შეიძლება შედგეს k ოდენობების ცხრილი და შემდეგ (2)  
 ფორმულით პოლარი r კოორდინატით და ფ-ს შესაბამისი k ოდენობით განი-  
 საზღვროს d ქორდის ოდენობა. ცხადია, C წერტილიდან r და  $\epsilon$  წერტილიდან  
 d ქორდის ურთიერთგადაკვეთით გვეგმაზე გადაიტანება m წერტილი.

ცხრილი 9.2.6.1

		$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	
		$180^\circ$	$170^\circ$	$160^\circ$	$150^\circ$	$140^\circ$	$130^\circ$	$120^\circ$	$110^\circ$	$100^\circ$	$90^\circ$
$0^\circ$	0.0000	0.0174	0.0349	0.0523	0.0697	0.0871	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	
10	0.0174	0.0349	0.0523	0.0697	0.0871	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	10
20	0.0349	0.0523	0.0697	0.0871	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	20
30	0.0523	0.0697	0.0871	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	30
40	0.0697	0.0871	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	40
50	0.0871	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	50
60	0.1045	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	60
70	0.1219	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	70
80	0.1393	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	80
90	0.1567	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	90
100	0.1741	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	100
110	0.1915	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	110
120	0.2089	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	120
130	0.2263	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	0.3829	130
140	0.2437	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	0.3829	0.4003	140
150	0.2611	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	0.3829	0.4003	0.4177	150
160	0.2785	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	0.3829	0.4003	0.4177	0.4351	160
170	0.2959	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	0.3829	0.4003	0.4177	0.4351	0.4525	170
180	0.3133	0.3307	0.3481	0.3655	0.3829	0.4003	0.4177	0.4351	0.4525	0.4699	180

ო. ბოლდირევა შეადგინა  $k$  ოდენობების ცხრილი ფ პოლარი კუთხის  $0^\circ - 360^\circ$ -მდე ყოველი  $20'$  ინტერვალით.

ვთქვათ,  $\varphi = 28^\circ 27'$  და  $r = 38,7$  მ. (1) ცხრილის მიხედვით  $\varphi = 28^\circ 20'$ -სათვის  $k' = 0,4894$ , ხოლო მის მარჯვნივ დიფერენციალი  $56$ -სათვის დამატებით ცხრილში  $7'$ -სათვის  $k'$ -ს უნდა დავმატოთ  $0,0020$ , ე. ი.  $k = 0,4894 + 0,0020 = 0,4914$ . (2) ტოლობით

$$d = 0,4914 \cdot 38,7 \text{ მ} = 19,02 \text{ მ.}$$

შემდეგ მოცემულ მასშტაბში ვიღებთ  $r = 38,7$  მ შესაბაპის ბიჯს ფარგლით და  $C$  წერტილიდან შემოვხაზავთ  $en$  რკალს ისე, რომ მან გადაკვეთოს  $CA$  ხაზი, რომელიც წარმოადგენს გვეგის შედგენის დროს ლიშების საორიენტაციო მიმართებას; ბოლოს  $d = 19,02$  მ, გამოსახულს გვეგის მასშტაბში, აღებული ბიჯით ფარგლით  $e$  წერტილიდან ახდენენ  $en$  რკალის გადაკვეთას, რომელიც იქნება  $m$  სალარტო წერტილის მდებარეობა გვეგმაზე.

იმისათვის, რომ (2) ტოლობით ადვილი გახდეს  $d$  ქორდის განსაზღვრა, ნებისმიერი მრგვალი რიცხვის შესაბამისი პოლარული  $R = 10,100, \dots$  რადიუსისათვის აგებენ ფ კუთხეს, რისთვისაც მოცემული ფ კუთხისათვის (1) ცხრილიდან ამოღებულ  $k$ -ს ამრავლებენ შერჩეულ  $R$  ოდენობაზე და ახდენენ  $d'$  და  $R$  სიგრძეების გადაკვეთას, რითაც იღებენ  $CM$  მიმართებას. ბოლოს  $C$  წერტილიდან მასზე გადაზომავენ  $r$  მონაკვეთს. ეს იქნება გვეგმაზე  $m$  წერტილის მდებარეობა. ზემოთ მოყვანილ მაგალითს ამ მეთოდით ამოვხსნით შემდეგნაირად:  $\varphi = 28^\circ 27'$  ოდენობისათვის (1) ცხრილიდან ამოღებულ  $k = 0,4914$  ვამრავლებთ  $100$ -ზე და ვიღებთ  $d' = 49,14$  მ ქორდას.  $C$  წერტილიდან  $R = 100$  მ რადიუსით შემოვხაზავთ  $EN$  რკალს;  $E$  წერტილიდან  $d'$  ქორდით შემოვხაზავთ რკალს ისე, რომ გადაკვეთა მივიღოთ  $M$  წერტილში.  $CM$  იქნება ის მიმართება, რომელიც  $CA$  გვერდთან ადგენს ფ კუთხეს. ბოლოს,  $CM$  ხაზზე  $C$  წერტილიდან გადავზომავთ  $r = 38,7$  მ და გვეგმაზე მივიღებთ  $m$  წერტილს. პოლარი კუთხის საათის ისრის მოძრაობის შესაბამისად ადების დროს, როცა ფ პოლარი კუთხეა  $0^\circ - 90^\circ$  და  $270^\circ - 360^\circ$ -მდე,  $e$  (ან  $E$ ) წერტილი იქნება  $CA$  გვერდზე და  $d$  (ან  $d'$ ) შესაბამისად იქნება  $CA$  მიმართების მარჯვნივ ან მარცხნივ, ხოლო, როცა ფ პოლარი კუთხე იცვლება  $90^\circ - 180^\circ$ -მდე და  $180^\circ - 270^\circ$ , მაშინ  $e$  (ან  $E$ ) იქნება  $AC$ -ს გაგრძელებაზე და  $d$  (ან  $d'$ ) შესაბამისად იქნება  $AC$ -ს გაგრძელების მარჯვნივ ან მარცხნივ.

ქორდებით და რადიუს-ვექტორებით კუთხის აგების ზემოთ განხილული წესი მრავალნაირად გამოიყენება, მაგალითად, შეიძლება ადგილზე გავზომოთ და ავაკოთ კუთხეები მათი გვერდების რულეტით განაზომების საშუალებით; გვეგმაზე შეიძლება სელების გადატანა მათი სიგრძეებისა და დირექციული კუთხეების მიხედვით უფრო ზუსტად, ვიდრე ტრანსპორტირის გამოყენების შემთხვევაში; რუკებზე გავზომოთ მიმართულებათა შორის კუთხეები და ა.შ.

## 9.1.7. სანიშნო მაგალითები

მაღალი კლასის პოლიგონომეტრიის № 2417, № 2418, № 3642, № 3643 პუნქტებს შორის, რომელთაც, შესაბამისად, აღენიშნავთ  $A, B, C, D$  ასოებით, აიგოს თეოდოლიტ-ტაქიმეტრიული სვლა და შესრულდეს მათ შორის

დაახლოებით 350 მეტრის სიგანის ზოლის ტაქეომეტრიული აგეგმვა 1:5000 მასშტაბში. რელიეფის კვეთის სიმაღლეა ერთი მეტრი. (1) ნახაზზე მოყვანილი სქემის მიხედვით გამოსაეალი მონაცემები, გამოსახული თეორიაში მიღებული სიმბოლოებით, არის ასეთი:

1) საყრდენი ანუ მიმხრობის გვერდების ღირებულებები:

$$\alpha_{AB} = \alpha_H = 51^{\circ}47',5; \quad \alpha_{CD} = \alpha_K = 64^{\circ}23',0;$$

2) საყრდენი პოლიგონომეტრიული პუნქტების კოორდინატები:

$$x_B = x_H = 2438,1 \text{ მ}; \quad y_B = y_H = 1267,4 \text{ მ}; \quad H_B = H_H = 115,77 \text{ მ};$$

$$x_C = x_K = 3011,2 \text{ მ}; \quad y_C = y_K = 1739,4 \text{ მ}, \quad H_C = H_K = 128,67 \text{ მ}.$$

#### **A. თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული სვლის აგება**

##### **ა. ბრივალისათვის საპირო ინსტრუმენტები და საკუთნო**

ძაფებიანი მანძილზომით სვლის გვერდების სიგრძეების გაზომვების დროს: 1) თეოდოლიტ-ტაქეომეტრი შტატივით; 2) რულეტით; 3) სამანძილო 2 ლარტყა (სანტიმეტრიანი აგურაებით ან საგანგებო); 4) 2 სარი; 5) პალოები სვლის წვეროების აღნიშვნისათვის; 6) ნაჯახი; 7) ტოპოგრაფიული ქოლგა; 8) ლოგარიტმული შიშვა; 9) სახაზავი ან სამკუთხედი; 10) ტაქეომეტრიული ცხრილები; 11) ტაქეომეტრიული სვლის ყურნალი; 12) ავტომატური კალმის-ტარი ყურნალში ჩაწერისათვის; 13) ფერადი სანიშნო აღმები მელარტყეების სიგნალიზაციისათვის.

დიფერენციალური მანძილზომით სვლის გვერდების გაზომვების დროს. გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ინსტრუმენტებისა, საჭიროა სათანადო საცემ ლარტყებით და საგანგებო ყურნალი.

##### **ბ. დავალების შესრულების თანამიღმერთობა**

1. თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული სვლის პროექტის შედგენა;
2. ადგილზე რეკოგნოსირება;
3. ადგილზე სვლის წვეროების პუნქტების დანიშვნა ნიშნებით;
4. ინსტრუმენტების გამოკვლევა და შემოწმება;
5. კუთხური და ხაზოვანი გაზომვები.

ბ მუხლში ჩამოთვლილი დავალებები ძირითადად სრულდება (9.1.1.) (9.2.1) (9.2.2) პარაგრაფებში და (9.1.1.1) ცხრილში მოყვანილი მოთხოვნების შესაბამისად.

აქ საგანგებოდ განიხილება (1) სქემატური ნახაზის შესაბამისად საპირო გაზომვებისა და ყურნალის წარმოების საკითხი.

სვლის წვეროები შერჩეულია შემდეგი პირობების გათვალისწინებით: 1) ყველა წვერო ისეა ადგილზე დამაგრებული, რომ არ ხდება ნათესების დაზიანება (მაგალითად, წვეროები ვანლაგებულია გზების ნაპირებზე. ნახაზებისა და მინდვრების საზღვრებზე და სხვ.); 2) ყოველი წვეროდან იშლება აგეგმვის ხელისშემწყობი ხილვადობა; 3) სვლის მაქსიმალური გვერდის სიგრძეა 241 მ, რაც

არ აღემატება მიახლოებითი ფორმული გამოთვლილ დასაშვებ სიგრძეს მაგალითად, მიახლოებითი ფორმულის მიხედვით:

$$\text{ზღვრული } S \approx 80 \text{ მ} \cdot \sqrt{2T}, \quad (9.2.7.1)$$

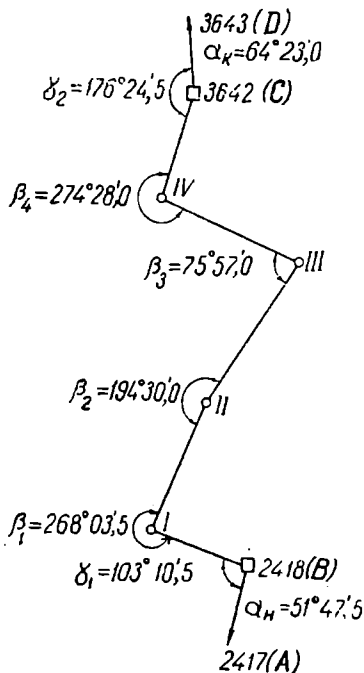
სადაც  $T=1, 2, 5, 10, \dots$  არის ვეგმის მასშტაბის ფუძის ააასკების გამოშატველი რიცხვი.

ასევე დატულია ძაფებიანი მანძილმზომებისათვის დასაშვები სკლის სიგრძე, გამოთვლილი ფორმულით:

$$\text{ზღვრული } \sum_1^n S \approx 250 \text{ მ} \cdot T. \quad (9.2.7.2)$$

დოფერენციალური მანძილმზომით რომ ეაწარმოთ გაზომვები, მაშინ მიახლოებითი ფორმულის სახე იქნება ასეთი:

$$\text{ზღვრული } \sum_1^n S \approx 600 \text{ მ} \cdot T. \quad (9.2.7.3)$$



ნახ. 9.2.7.1.

TT—5 თეოდოლიტით და მისი ძაფებიანი მანძილმზომით განაზომები შეტანილია (1) სქემაში.

(1) სქემატური ნახაზისა და (1) სქემის მიხედვით B და C საყრდენ პოლიგონომეტრიულ პუნქტებზე იზომება მიმზრობის  $\gamma_1, \gamma_2$  კუთხეები. ტაქომეტრიული სვლის I, II, III, IV პუნქტებზე კი იზომება სვლის მარცხენა ჰორიზონტული  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  კუთხეები, წინ და უკან (შებრუნებით) დახრის კუთხეები და ჰორიზონტული მანძილები და აღმატებები, რის შემდეგ ისაზღვრება პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატები და სიმაღლეები. აღნიშნულის გამო განვიხილავთ B საყრდენ პუნქტსა და ტაქომეტრიული სვლის I პუნქტზე მუშაობის წესრიგს, რაც, ცხადია, უნდა გავრცელდეს ნებისმიერ პუნქტზე მუშაობის მიმართ. გარდა (1) სქემატური ნახაზისა და (1) სქემისა, საჭიროა ვისარგებლოთ (9.2.2.3) ნახაზით.

1. B პუნქტზე ცენტრავთ ინსტრუმენტს და ვზომავთ მის  $i=1,39$  მ სიმაღლეს (სქემის 1 სვეტი); ლარტყებს ვაყენებინებთ

შვეულად დამზარებებს  $A$  და  $I$  პუნქტზე (2 სვეტი);  $I$  ვერნიერის ინდექსს ვაყენებთ ლიშბის  $0^{\circ}03',0$  ანათვალზე და შვეული წრედი მარჯვნივ ( $R$ ) პორიზონტული ლიშბის ბრუნვით ვუმიზნებთ ქოგარს უკანა (მარცხენა) ლარტყას ძირში, ვაზუსტებთ პირველი ვერნიერით  $0^{\circ}03',0$  ანათვალს, დამრგვალებულს  $0',1$ -მდე (3 და 4 სვეტი); ავუშვებთ წრედალიდადას, მისი ბრუნვით საათის ისრის ბრუნვის შესაბამისად ქოგარს ვუმიზნებთ ძირში  $I$  პუნქტზე შვეულად დაყენებულ ლარტყას და ვიღებთ  $I$  ვერნიერით  $103^{\circ}14',0$  ანათვალს (4 სვეტი); ქვედა საზანძილო ძაფს ვამთხვევთ ლარტყის  $s_{\Sigma}=300$  სმ (6 სვეტი) და ვიღებთ ლარტყაზე ზედა საზანძილო ანათვალს  $s_{\Sigma R}=0,75$  სმ (12 სვეტი); შვეული წრედის შიმშალიდადის თარაზოს ბუშტულას ვაყენებთ ნულ პუნქტზე და იმ ვერნიერით, რომელიც ოკულარისკენ არის,  $0',1$  დამრგვალებით ვიღებთ გრადუსებს და მინუტებს ( $2^{\circ}7',5$  მერვე სვეტი), ხოლო მეორე ვერნიერით მხოლოდ მინუტებს  $7',5$  (მეცხრე სვეტი); ისაზღვრება  $I$  და  $II$  ვერნიერით ათვლილი მინუტების საშუალო  $7',5$  (10 სვეტი);

2) გადავიტანთ ქოგარს ზენიტზე და დაახლოებით  $100^{\circ}$ -ით შვეეცვლით ანათვალს პორიზონტულ ლიშბზე და შვეული წრედი მარცხნივ ( $L$ ) პორიზონტული ლიშბის ბრუნვით ვუმიზნებთ  $I$  პუნქტზე შვეულად დაყენებულ ლარტყის ძირში, ვაზუსტებთ ანათვალს  $203^{\circ}17',5$  და ვწერთ სქემის მე-4 სვეტში; ვუმიზნებთ ქვედა ძაფს ლარტყის  $s_{\Sigma}=300$  სმ (6, 7 სვეტ.) და ვიღებთ  $s_{\Sigma L}=0,74$  ანათვალს ზედა ძაფით (12 სვეტი); შვეული წრედის შიმშალიდადის თარაზოს ბუშტულას ვაყენებთ ნულპუნქტზე და ოკულარისკენ არსებული ვერნიერით ვიღებთ  $357^{\circ}52',5$  ანათვალს (8 სვეტი), მეორე ვერნიერით კი ანათვალს  $52',5$  (9 სვეტი), ხოლო საშუალო არის  $52',5$  (10 სვეტი); ავუშვებთ და ვაბრუნებთ წრედალიდადას საათის ისრის ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით და ქოგარს ვუმიზნებთ ძირში  $A$  პუნქტზე შვეულად დაყენებულ ლარტყას. ანათვალს ვიღებთ  $I$  ვერნიერით  $100^{\circ}07',5$  (4 სვეტი).

3)  $I$  საღვურზე გადასვლამდე საჭიროა შემდეგი საკონტროლო გამოთვლების შესრულება: (9.2.2.3), (9.2.2.4) ფორმულებით ისაზღვრება  $N_R=0^{\circ}00',0$  ნულადგილი და დახრის კუთხე  $\nu = +2^{\circ}07',5$  (11 სვეტი); კონტროლდება 12 სვეტში ჩაწერილი  $s_{\Sigma R}$  და  $s_{\Sigma L}$  ოდენობები (9.2.2.15) ფორმულით, რითაც მოითხოვება, რომ დაცული იყოს უტოლობა:

$$s_{\Sigma R}^I - s_{\Sigma L}^I \leq 0,0005 \text{ სმ,}$$

აქ  $l = s_{\Sigma}^I - s_{\Sigma} = 300 - 0,75 = 225$  სმ. მაშასადამე,

$$75 - 74 \leq 0,0005 \cdot 225 = 1,12 \text{ სმ უტოლობა დაცულია.}$$

კონტროლის შემდეგ (9.2.2.16) ფორმულით განისაზღვრება ზედა ძაფით ათვლილ ოდენობათა საშუალო:

$$s_{\Sigma, \text{სა}} = \frac{s_{\Sigma R}^I + s_{\Sigma L}^I}{2} = \frac{75 + 74}{2} = 0,74,5 \text{ სმ.}$$

იგი იწერება სქემის მე-12 სვეტში; შემდეგ გამოითვლება ბაზისის დაზუსტებული სიგრძე (9.2.2.17) ფორმულით:

$$l = s_{\Sigma} - s_{\Sigma, \text{სა}} = 300 - 0,74,5 = 225,5 \text{ სმ,}$$

რაც იწერება სქემის მე-13 სვეტში;

4) გადავივიაროთ I პუნქტზე და ვიმეორებთ ზემოთ მოყვანილ მოკმე-  
 დებებს როგორც უკანა (B), ისე წინა (II) პუნქტის მიმართ. (2) და (9.2.2.3)  
 ნახაზისა და (1) სქემის მიხედვით B პუნქტზე დამიზნების შესაბამისად, როცა  
 წრელი მარჯვნივ არის, ვიღებთ პორიზონტულ წრედზე ანათვალს  $0^{\circ}04',5$   
 4 სვეტი), ქვედა ძაფს შევეუთავსებთ ლარტყის 300 სმ (6 სვეტი), ვიღებთ  
 ანათვალს ზედა ძაფით 075 სმ (12 სვეტი); დაზუსტებული თარაზოს შესაბა-  
 მისად შევეულ წრედზე ვიღებთ დაზრის კუთხის ანათვალს I ვერნიერზე  
 $358^{\circ}06',0$  (8 სვეტი), II ვერნიერზე  $0,7',0$  (9 სვეტი) და ისაზღვრება მათი  
 საშუალო  $358^{\circ}06',5$  (10 სვეტი); ავეუშვებთ წრედალიდადას, ვაბრუნებთ სა-  
 ათის ისრის ბრუნვის მიმართულებით, ჰოგარს ვუმიზნებთ II პუნქტზე შევეუ-  
 ლად დაყენებული ლარტყის ძირში, ვიღებთ ანათვალს პორიზონტულ ლიშბზე  
 პირველი ვერნიერით  $268^{\circ}08',5$  (4 სვეტი); ქვედა ძაფს შევეუთავსებთ ლარ-  
 ტყის 300 სმ (6 სვეტი) და ვიღებთ ანათვალს ლარტყაზე ზედა ძაფით  $064$   
 (12 სვეტი); ვიღებთ ანათვალს შევეულ წრედზე I ვერნიერით  $2^{\circ}35',0$ , II  
 ვერნიერით  $35',0$  (8 და 9 სვეტი), საშუალო  $35',0$  (10 სვეტი); ჰოგარს გადა-  
 ვიტანთ ზენიტზე, წრედალიდადას გადავაადგილებთ დაახლოებით  $100^{\circ}$ -ით და  
 დავამაგრებთ ალიდადას, ჰოგარს ვუმიზნებთ ლიშბის ბრუნვით II პუნქტზე და-  
 ყენებული ლარტყის (წრელი მარცხნივ არის) ძირში, ვიღებთ პორიზონტულ  
 ლიშბზე ანათვალს I ვერნიერით  $8^{\circ}12',0$  (4 სვეტი); ქვედა ძაფს შევეუთავსებთ  
 ლარტყის 300 სმ (6 სვეტი) და ვიღებთ ლარტყაზე ანათვალს ზედა ძაფით  
 $063$  (12 სვეტი); ვიღებთ ანათვალს შევეულ წრედზე I ვერნიერით  $357^{\circ}25'$ ,  
 II ვერნიერით  $25',0$  (8, 9 სვეტი) და ვსაზღვრავთ მათ საშუალოს  $357^{\circ}25',0$ ;  
 ავეუშვებთ წრედალიდადას, საათის ისრის ბრუნვის საწინააღმდეგო მიმართუ-  
 ლებით ბრუნვით ჰოგარს ვუმიზნებთ B პუნქტზე შევეულად დაყენებულ ლარ-  
 ტყას და ვიღებთ ანათვალს პორიზონტულ წრედზე  $100^{\circ}09',0$ ; ქვედა ძაფს  
 შევეუთავსებთ ლარტყის 300 სმ ანათვალს (6 სვეტი) და ვიღებთ ანათვალს  
 ზედა ძაფით 075 (12 სვეტი); ვიღებთ ანათვალს შევეულ წრედზე I ვერნიერით  
 $1^{\circ}54',0$ , II ვერნიერით  $55',0$  (8, 9 სვეტიში), საშუალოა  $1^{\circ}54',5$ . სანამ გადა-  
 ვილოდეთ II პუნქტზე, ვასრულებთ კონტროლს: ნულადგილი  $N_B=0^{\circ}00',5$   
 და  $v_B=-1^{\circ}54',0$ ;  $N_{II}=0^{\circ}00,0$  და  $v_{II}=+2^{\circ}35'$ :

$$v_{\%R}^B - v_{\%L}^B = 075 - 075 < 0,005 \cdot 225 \quad (l=300-075=225);$$

$$v_{\%R}^{II} - v_{\%L}^{II} = 064 - 063 < 0,005 \cdot 236 \quad (l=300-064=236);$$

$$v_{\%B}^B = \frac{075+075}{2} = 075 \quad (12 \text{ სვეტი});$$

$$v_{\%B}^{II} = \frac{064+063}{2} = 063,5 \quad (12 \text{ სვეტი});$$

$$l_B = 300 - 075 = 225 \quad (13 \text{ სვეტი});$$

$$l_{II} = 300 - 063,5 = 236,5 \quad (13 \text{ სვეტი});$$

შემდეგ გადავივიაროთ თანამიმდევრობით ყველა პუნქტზე და ყოველივეს  
 ვასრულებთ ზემოთ მოყვანილი წესით.





	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
II 1,40	I	R	0 08,0 194 38,0	194 30,0	I 300	R I	357 38,0 2 22,0	38,0 22,0	38,0 22,0	38,0 22,0	0 00,0 -2 22,0	064 064,5	235,5 235,5	-	9,72 1,60	-	1,03
	III	L	100 01,0 294 31,0	194 30,0	III 300	R L	359 51,0 0 09,0	51,0 09,0	51,0 09,0	51,0 09,0	0 00,0 -0 09,0	060 059,5	240,5 240,5	-	10,14 0,63	+	1,09
III 1,33	II	R	0 02,0 75 59,0	75 57,0	II 300	R L	0 22,0 359 38,0	22,0 38,0	22,0 38,0	22,0 38,0	0 00,0 +0 22,0	059 058,5	241,5 241,5	+	1,55 1,67	+	1,03
	IV	L	100 01,0 175 58,0	75 57,0	IV 300	R L	358 44,0 1 16,0	44,0 16,0	44,0 16,0	44,0 16,0	0 00,0 -1 17,0	058 151,5	148,5 148,5	-	1,06 3,32	+	4,25
IV 1,38	III	R	0 04,0 274 32,0	274 28,0	III 300	R	2 00,0 358 00,0	00,0 00,0	00,0 00,0	00,0 00,0	0 00,0 +2 00,0	152 152	148 147,8	+	5,16 1,62	+	0,14
	III	L	100 30,0 14 58,0	274 28,0	C 300	R I	0 13,5 359 48,5	13,5 48,5	13,5 48,5	13,5 48,5	0 01,0 +0 12,5	096 095,5	204,5 204,5	+	0,74 4,28	-	0,16
C 1,41	IV	R	0 14,5 176 39,5	176 25,0	IV 300	R L	0 07,0 359 54,0	07,0 54,0	07,0 54,0	07,0 54,0	0 00,5 + 06,5	097 096,5	203,5 203,5	+	0,38 1,59	+	0,19
	IV	L	100 07,0 276 31,0	176 24,5								096	203,5	-	1,02 0,19	-	0,16

**ბ. თეოდოლიტ-ბაჰომიტირული სვლის პუნქტების კოორდინატების  
გამოთვლა**

1) პირველ რიგში ყოველ პუნქტზე დანაკვირებთა ჩანაწერების საშუალებით შეივსება (1) სქემის ყველა სვეტი. მაგალითად, (1) სქემაში 4 სვეტის ჩანაწერთა საშუალებით ისაზღვრება პირველი ნახევარი ილეთის შესაბამისი მიმზრობის  $\gamma_1$  კუთხე  $103^\circ 11',0$  და მეორე ნახევარი ილეთით კი  $103^\circ 10',0$ , ერთი ილეთით იქნება მათი საშუალო  $103^\circ 10',5$  (5 სვეტი). ამდაგვარად არის განსაზღვრული  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  კუთხეები (ნახ. 1).

სქემის 13 სვეტში გამოთვლილია  $l=225,5$  სანტიმეტრებში; (9.2.3.1) ფორმულით  $L_i' = 100 l_i = 225,5$  მ, რადგანაც კოეფიციენტი ( $C=100$ ) და  $S_i = L_i' \cos \gamma_i = 225,2$  მეტრი; სქემის 15 სვეტში ჩაწერილია (9.2.3.5), (9.2.3.6) ან (9.2.3.8) ფორმულებით გამოთვლილი  $h' = 8,38$  მ, მის ქვემოთ  $(i-l) = -1,61$  მ,  $\frac{l}{2} = +1,13$  მ, რომელთა მიხედვით (9.2.3.13) ფორმულით გა-

მოითვლება აღმატება  $B$  პუნქტსა და I შორის  $h_{B-1} \approx h' + (i-l) + \frac{l}{2} = 8,38 - 1,61 + 1,13 = 7,88$  მ (15 სვეტი), ხოლო I სადგურიდან უკან აღმატება  $h_{1-B} = 7,46 - 1,60 + 1,12 = 7,94$  მ. ამიტომ  $B$  პუნქტის შესაბამისად 16 და 17 სვეტში იწერება  $+7,88$  მ,  $-7,94$  მ და საბოლოოდ ისაზღვრება  $h_{B-1} = +\frac{7,88 + 7,94}{2} = +7,91$  მ. წინ და უკან აღმატებათა აბსოლუტური ოდენობების სხვაობა ყველა სადგურზე შემოწმებულია (9.2.3.15) ფორმულით. მაგალითად,  $B$  პუნქტზე იქნება:

$$h_6 - h_2 = h_{B-1} - h_{1-B} = 7,88 - 7,94 \leq 0,0004S = 0,0004 \cdot 225,2 = 9 \text{ სმ.}$$

2) (9.1.5.13) ფორმულით ღია ტაქეომეტრიული სვლის მარცხენა კუთხეების შეუკვრელობა:

$$\begin{aligned} W_\beta &= \sum_1^{n+1} \beta_r - \sum_1^{n+1} \beta_l = \sum_1^{n+1} \beta_r - [\alpha_1 - \alpha_H + 180(n+1)] = \\ &= \sum_1^6 \beta_r - \sum_1^6 \beta_l = \sum_1^6 \beta_r - [64^\circ 23',0 - 51^\circ 47',5 + 180^\circ \cdot 6] = \\ &= 1092^\circ 33',5 - 1092^\circ 35',5 = -02',0. \end{aligned}$$

ვინაიდან დატულია  $W_\beta = 02',0 < 1',5\sqrt{6} = 03',7$  უტოლობა, ვასრულებთ განაზომ კუთხეთა გასწორადებას (2) სქემაში.

3) (9.1.5.8) დამოკიდებულებების შესაბამისად გასწორადებული კუთხეებით და საყრდენი გვერდის ცნობილი  $\alpha_H$  დირექციული კუთხით (3) სქემაში გამოთვლილია სვლის დირექციული კუთხეები და რუმბები.

პუნქტები	0.1-მდე დამრგვალებული კუთხეები		გასწორადებული კუთხეები	
	0°			
R	103	-0,5 10,5	103	11,0
I	268	+0,5 03,5	268	04,0
II	194	30,0	194	30,0
III	75	57,0	75	57,0
IV	274	+0,5 28,0	274	28,5
C	176	+0,5 24,5	176	25
	$\sum_{1}^6 p_p = 1092^{\circ}33',5$		1092	35,5
	$\sum_{1}^6 p_i = 1092^{\circ}35',5$		1092	35,5
	$W_p = -02',0$		0	

გვერდები	დირექციული კუთხეები	რუმბები	გვერდების საშუალო კორიზონტული სიგრძეები, გამოთვლილი (1) სქემის 13 სვეტის მონაცემებით
1	2	3	4
$\alpha_{AB}$	$\alpha_H = 51^{\circ} 47',5$		
	+103 11,0 +180		
B-1	334 58,5	NW : 25 02	$(225,2 + 224,8) \cdot \frac{1}{2} = 225,0$ მ
	+268 04,0 +180		
	783 2,5 -720		
1-11	63 02,5	NO : 63 02	$(236,1 + 235,2) \cdot \frac{1}{2} = 235,6$ მ
	+194 30 +180		
	-437 32,5 -360		

1	2		3	4
II—III	77	32,5	NO : 77 32	$(240,5+241,5) \cdot \frac{1}{2} = 241,0$ მ
	+ 75 +180	57,0		
III—IV	333	29,5	NW : 26 30	$(148,5+147,8) \cdot \frac{1}{2} = 148,1$ მ
	+274 +180	28,5		
	787 -720	58,0		
IV—C	67	58,0	NO : 67 58	$(204,5+203,5) \cdot \frac{1}{2} = 204,0$ მ
	+176 -180	25,0		
	424 -360	23,0		
$\mu_{CD}$	$\mu_R = 64$	23,0	კონტროლი	

(4) სქემაში გამოთვლილია პუნქტების მართკუთხა კოორდინატები და ნიშნულები. (9.1.6.13) ტოლობით:

$$\sum_1^n \Delta x_i = x_R - x_H = 3011,2 - 2438,1 = +573,1 \text{ მ,}$$

$$\sum_1^n \Delta y_i = y_R - y_H = 1739,4 - 1267,4 = +472,0 \text{ მ;}$$

(9.1.6.14) ფორმულებით:

$$W_x = \sum_1^n \Delta x_p - \sum_1^n \Delta x_i = 571,7 - 573,1 = -1,4 \text{ მ,}$$

$$W_y = \sum_1^n \Delta y_p - \sum_1^n \Delta y_i = 473,1 - 472,0 = +1,1 \text{ მ;}$$

(9.1.6.4) ფორმულით:

$$W_s = \sqrt{W_x^2 + W_y^2} = \sqrt{(1,4)^2 + (1,1)^2} = 1,78 \text{ მ.}$$

დაცულია (9.2.3.3) ფორმულით მოთხოვნილი უტოლობა, რადგანაც

$$\frac{W_s}{\Sigma S} = \frac{1,78}{1054} \approx \frac{1}{592} < \frac{1}{N_{\text{დასაშვ.}}} = \frac{1}{200\sqrt{n}} = \frac{1}{200\sqrt{5}} = \frac{1}{450}.$$

5) (9.1.6.8) ფორმულით:

$$\varepsilon_x = \frac{W_x}{\Sigma S} = \frac{-1,4}{1054} = +0,0013; \quad \varepsilon_y = \frac{W_y}{\Sigma S} = \frac{+1,1}{1054} = -0,0010;$$

(9.1.6.9) ფორმულით:

$$\begin{aligned} +0,0013 \cdot 225 &= +0,3 & -0,001 \cdot 225 &= -0,2 \\ " \cdot 235,6 &= +0,3 & " \cdot 235,6 &= -0,2 \\ " \cdot 241,0 &= +0,3 & " \cdot 241,0 &= -0,3 \\ " \cdot 148,1 &= +0,2 & " \cdot 148,1 &= -0,2 \\ " \cdot 204,0 &= +0,3 & " \cdot 204,0 &= -0,2 \\ -W_x &= -1,4 \text{ მ} & -W_y &= -1,1 \text{ მ} \end{aligned}$$

მიღებული შესწორებები წითელი მელნით შეტანილია 3, 4 სვეტში. მე-5 და მე-6 სვეტებში ჩაწერილია გასწორადებული ნაზრდები.

6) (9.2.3.22) ფორმულით გამოითვლება აღმატებათა შეუკვრელობა:

$$\begin{aligned} W_A &= \sum_1^n h_{i, \text{ს}} - \sum_1^n h_i = \sum_1^n h_{p, \text{ს}} - (H_K - H_B) = \\ &= +12,94 \text{ მ} - (128,67 - 115,77) = +12,94 - 12,90 = +0,04 \text{ მ}; \end{aligned}$$

(9.2.3.25) ფორმულით დასაშვებია

$$W_A = 0,0004 \frac{\Sigma S}{\sqrt{n}} = 0,0004 \frac{1054}{2,24} = \pm 19,0 \text{ სმ.}$$

იმავე შედეგს ვიღებთ (9.2.3.24) ფორმულით:

$$\begin{aligned} W_A &= \sqrt{\left(\frac{0,04 \Sigma S}{\sqrt{n}}\right)^2 + \left(\frac{0,4 \Sigma |h|}{\sqrt{n}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,04 \times 1054}{\sqrt{5}}\right)^2 + \left(\frac{0,4 \times 24}{\sqrt{5}}\right)^2} = \\ &= \sqrt{(18,82)^2 + (4,46)^2} \approx \pm 19 \text{ სმ.} \end{aligned}$$

იმის გამო, რომ აღმატებათა  $W_A$  შეუკვრელობა მცირეა, აღმატებათა გასწორადებისათვის საჭირო (9.2.3.27), (9.2.3.28), (9.2.3.29) ფორმულებს არ ვიყენებთ და ერთ-ერთ, მაგალითად, პირველ აღმატებას დაეუმატებთ  $-0,04$  მ ოდენობას.

7) (9.2.3.31) ფორმულებით განესაზღვრავთ პუნქტების კოორდინატებს (17 სვეტი)

$$\begin{aligned} H_I &= H_B + 7,87 = 115,77 + 7,87 = +123,64, \\ H_{II} &= H_I + 10,19 = 123,64 + 10,19 = +133,83, \\ H_{III} &= H_{II} - 1,06 = 133,83 - 1,06 = +132,77, \\ H_{IV} &= H_{III} - 4,26 = 132,77 - 4,26 = +128,51, \\ H_C &= H_{IV} + 0,16 = 128,51 + 0,16 = +128,67 \text{ კონტროლი.} \end{aligned}$$

სკემა 9.2.7.4

ფენობა	კოორდინატების ნაზრდები						კოორდინატები			საბუნებისმეტყველო				
	გამათვლელი			გასწორებელი			კოორდინატები							
	±	$\Delta x = \cos \alpha \cdot S$	±	$\Delta y = \sin \alpha \cdot S$	±	$\Delta z$	±	$\Delta y$	±		საბუნებისმეტყველო			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<b>B</b>	33.4.775 225.0 მ	0.3 208.9	-	0.2 95.2	+	204.2	+	2436.1	+	1267.4	24.8	-0.04 +7.91	+7.97	+115.77
I	63.042 235.6	0.3 106.5	+	0.2 210.0	+	107.1	+	2642.3	+	1172.0	I	+10.19	+10.19	122.64
II	77.542 241.0	0.3 52.0	+	0.3 285.3	+	52.3	+	2749.4	+	1331.8	II	-1.06	-1.06	+133.83
III	339.492 148.1	0.2 192.5	-	0.2 66.1	+	132.7	-	2801.7	+	1816.5	III	-4.26	-4.26	+132.77
IV	67.967 204.0	0.3 76.5	-	0.2 189.1	+	76.8	+	2934.4	+	1650.5	IV	+0.16	+0.16	+128.51
<b>C</b>								3011.2	+	1730.4	3042			+123.67

$\Sigma S = 1053.7$      $\Sigma \Delta x_p = +571.7$      $\Sigma \Delta y_p = +478.1$   
 $\Sigma \Delta x_l = +578.1$      $\Sigma \Delta y_l = +472.0$   
 $W_x = -1.4$      $W_y = +1.1$      $\theta$

$W_r = \sqrt{(1.4)^2 + (1.1)^2} = 1.76$

$\frac{W_r}{\Sigma S} = \frac{1.76}{1054} = \frac{1}{592} < \frac{1}{N_{დაბ.}}$   
 $\frac{1}{592} < \frac{1}{200/\sqrt{5}} = \frac{1}{450}$

$\Sigma h_p = +12.94$   
 $\Sigma h_l = +12.81$   
 $W_h = +0.04$

დაბაჟები  $W_h = \pm 0.19$

(დაბეჯილი 9.2.3.3 ფორმელის მიხედვით)

## ბ. თეოდოლიტ-ტაქეომეტრიული ანგეზავება

განხილავთ ავეგმეებით უნდა შესრულდეს შემდეგი სახის სამუშაოები:

- 1) ყოველი სადგურიდან ვახდენთ ასავეგმი გარემოს სალარტყო წერტილების შერჩევას კონტურული (სიტუაციის), სასიმალო (საპიკეტო) და კონტურულ-სასიმალო წერტილების სახით; აქვე დგება კროკი;
- 2) სრულდება სიტუაციისა და რელიეფის ავეგმა.

ა. სალარტყო წერტილების შერჩევა ყოველ სადგურზე სჯობს შესრულდეს სადგურზე თეოდოლიტ-ტაქეომეტრის დაყენების შემდეგ იმ მოთხოვნით, რომ ყოველი წერტილიდან მელარტყე უნდა ხედავდეს თეოდოლიტ-ტაქეომეტრის ჭოვრს. ამით მნიშვნელოვნად იზრდება შრომის ნაყოფიერება დამკვირვებლის მიერ კონტურულ, სასიმალო და კონტურულ-სასიმალო წერტილებზე დაყენებული ლარტყის მოძებნისათვის დროის შემცირების შედეგად.

კონტურული წერტილების შერჩევის დროს ასავეგმავი ობიექტის კონტურის გაღწეული ნაწილი გვემაზე თუ ნაკლებია 0,5 მმ-ზე, იგი სწორდება; როცა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულთა და მცენარეულობის საფართო ფართობები ნაკლებია 10 მმ<sup>2</sup>-ზე, მათ არ გამოსახევენ გვემაზე ცალ-ცალკე; მაგრამ, იმ ტერიტორიებისათვის, რომელთაც არ აქვთ სამეურნეო მნიშვნელო-

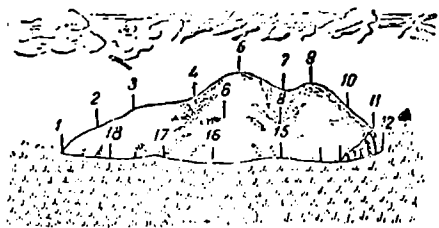


ნახ. 9 2.7.2.

ბა, ზემოხსენებული მინიმუმები იზრდება 25 მმ<sup>2</sup>-მდე. კონტურული წერტილების შერჩევის შესახებ დამხმარე საშუალებად შეიძლება გამოვიყენოთ (2) ნახაზი.

როგორც ცნობილია, სასიმალო და კონტურულ-სასიმალო (კონტურულ-საპიკეტო) წერტილები გამოიყენება გვემაზე რელიეფის გამოსახაზად, რისთვისაც ეს წერტილები უნდა იქნეს ალებული კონტურების ხაზებისა და რელიეფის ინვარიანტული ხაზების შესაბამისად. (2) ნახაზზე მოცემულია, როგორც კონტურული და სასიმალო, ისე კონტურულ-სასიმალო წერტილები, მაგალითად, ასეთებია პიკეტები ხიდებზე, კაშხალებზე, რაბებზე, გზების გადაკვეთებსა და კვებზე, პილარანტებზე და სხვ. (3) ნახაზზე აღნიშნულია რელიეფის მახასიათებელი ინვარიანტული ხაზების პიკეტები. სასიმალო წერტილების (პიკეტების) სიხშირე დამოკიდებულია რელიეფის ხასიათზე, დანიშნულებასა და გვემის მასშტაბზე, კვეთის  $h$  სიმაღლეზე. მაგალითად, რაც უფრო

დასერილია რელიეფი, განკუთვნილია დიდ ნაკებობათა ასაგებად, მსხვილია აგეგმვის მასშტაბი და მცირეა  $h$  კვეთის სიმაღლე, მით მეტი უნდა იყოს სასიმალო წერტილების (პიკეტების) სიხშირე.



ნახ. 9.2.7.3.

(1) ცხრილში მოცემულია აგეგმვის მასშტაბის, კვეთის სიმაღლის, კონტურებისა და რელიეფის შესაბამისად მაქსიმალური  $S_{max}$  მანძილები ნეტრებში სადგურიდან სალარტყო წერტილებამდე როგორც მყარი ანუ მდგრადი კონტურებისა (ხელოვნური ნაკებობების მოხაზულობა, ცალკეული საგნები და სხვ.), ისე არამყარი კონტურების (სასოფლო-სამეურნეო სავარგულთა საზღვრები, ტყისა და ჭაობების საზღვრები, სეზონური გზები და სხვ.) და რელიეფის პიკეტებამდე და ამ პიკეტებს შორის  $d_{max}$  მანძილები.

ცხრილი 9.2.7.1

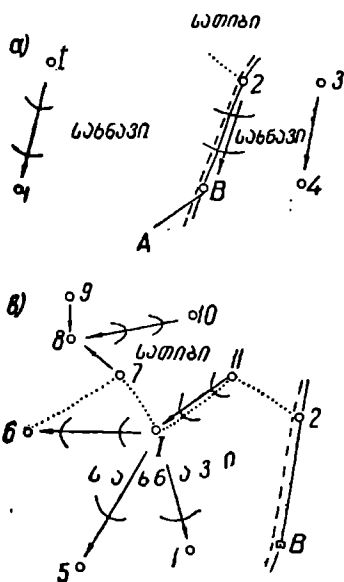
აგეგმვის მასშტაბი	რელიეფის კვეთის სიმაღლე, $h$ (მ)	მაქსიმალური მანძილები (მ)			
		$S_{max}$ მანძილი სალარტყო წერტილებამდე			
		კონტურების		რელიეფის (პიკეტებამდე)	$d_{max}$ სასიმალო პიკეტებს შორის
მყარი	არამყარი				
1:500	0,5	60	80	100	15
1:1000	0,5	60	100	150	20
1:2000	0,5	100	150	200	40
1:5000	1,0	100	150	250	60
	1,0	150	200	300	80
	2,0	150	200	350	100

(1) ცხრილში მოყვანილი  $S_{max}$  მანძილები ძირითადად ვარცხლებად ღია და დაუსერავი ადგილების აგეგმვებზე. აგრეთვე, სალარტყო წერტილების შერჩევა უნდა შეესაბამებოდეს ძირითადად აგეგმვის პოლარულ მეთოდს, სადაც  $S$  მანძილები იზომება ძაფებიანი მანძილმზომებით.

ბ. ყოველ სადგურზე სალარტყო წერტილების ადგილზე შერჩევის დროს ვადგენთ კროკს ანუ თვალზომითი გამოხაზვის შედეგად სიტუაციისა და რელიეფის სქემატურ ნახაზს. როგორც ვიცით, კროკის ხარისხზეა დამოკიდებული ადგილის სიტუაციისა და რელიეფის სწორად გამოსახვის ანუ სინამდვილის აღქმა-შემეცნების საკითხი. (4), (5), (6) ნახაზები წარმოადგენს განხილადი მაგალითის მიხედვით ასაგეგმავი ზოლის კროკებს. როგორც ცნობილია, კროკებზე თვალზომით დაინიშნება საყრდენი და თეოდოლიტ-ტაქიომეტრიული სვლის პუნქტები, სალარტყო წერტილები (კონტურული, სასიმალო



და კონტრულ-სასიმალო), სიტუაციის ობიექტები, ფერდობების დაქანების (დაღმართის) მიმართებები, ინვარიანტული ხაზები სქემატური იზოჰიფსების ჩვენებით. პუნქტებისა და პიკეტების გვერდით მიეწერება ნომრები და შესაბამისი პიკეტები, ამავე დროს პიკეტების ნუმერაცია უნდა იყოს ყველა სადგურისათვის ერთიანი ანუ მთლიანი (არაბული ციფრებით). კონტრული პირობითი აღნიშვნების მაგიერ ვატარებულ სასაზღვრო წერტილოვან ხაზებს შორის იყენებენ განმარტებით წარწერებს (ტყე, სახნავი, ბუჩქნარი, ვენახი და სხვ.). (4), (5) ნახაზებზე წარმოდგენილი კროკები არის ტაქეომეტრიული ჟურნალის გვერდებზე გამოხატვები. არსებობს სხვა სახის კროკიც, მაგალითად, (6) ნახაზზე წარმოდგენილი კროკი აკებულია საგანგებოდ დახაზულ ერთმანეთისაგან თითო სანტიმეტრით დაშორებულ კონცენტრულ წრეხაზებზე, რომლის მაქსიმალური რადიუსი ამოღებულია (1) ცხრილიდან, მათ შორის კუთხეები კი არის  $10^\circ$ . კროკის უფრო მოხერხებულად შედგენისათვის, სასურველია, თუ ამ ხაზებს გამოვსახავთ მკრთალი ლურჯი ფერის ტუშით. ასეთ ნახაზს ეწოდება კროკი-ტრანსპარანტი.



ნახ. 9.2.7.4.

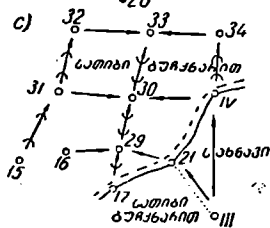
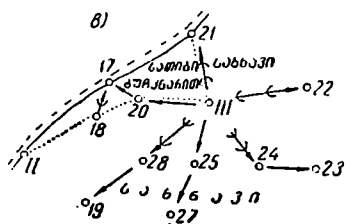
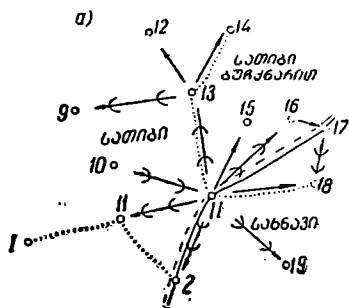
მაგალითად, (4<sup>ა</sup>) ნახაზია B სადგურის შესაბამისი სივრცის ანუ B საყრდენი პუნქტის კროკი, რომელზეც გამოსახულია B და A საყრდენი პუნქტი, თეოლოიტ-ტაქეომეტრიული სვლის I პუნქტი და სალარტყო 1, 2, 3, 4 წერტილები; I-1 და 2-B დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები იზოჰიფსებით, რომლებიც წარმოადგენენ წყალგამყოფ ანუ დადებით ინვარიანტულ ხაზებს; სასიმალო მე-3 და მე-4 წერტილებს შორის ფერდობის დაქანების (დაღმართის) მიმართება; 2-B სასოფლო გზა და სახნავსა და სათიბს შორის საზღვრის გამომსახველი წერტილოვანი ხაზი.

(4<sup>ბ</sup>) ნახაზია ტაქეომეტრიული სვლის I პუნქტის კროკი, რომელზეც გამოსახულია I პუნქტი სალარტყო 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 წერტილებით; B პუნქტი თავისი 1, 2 წერტილებით; დადებითი ინვარიანტული (წყალ-

გამყოფი) I-1, I-5, I-6, 11-I დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები სქემატური იზოჰიფსებით, 10-8 უარყოფითი ინვარიანტული (წყალსადენი) ხაზი სქემატური იზოჰიფსებით, 7-8, 9-8 დაქანებების (დაღმართის) მიმართება, 6-7-I-11-2 საზღვარი სახნავსა და სათიბს შორის და (2-B) სასოფლო გზა.

(5<sup>ა</sup>) ნახაზია ტაქეომეტრიული სელის II პუნქტის კროკი, რომელზეც გამოსახულია II პუნქტი სალარტყო 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 წერტილებით; I პუნქტისათვის სალარტყო 9, 10, 11 და B პუნქტის სალარტყო 2 წერტილებით; II—2, II—11, II—13, II—16, 2—19, 13—9 დადებითი ინვარიანტული (წყალგამყოფი) დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები სქემატური იზოპიფსებით; II—10, 18—17 უარყოფითი ინვარიანტული (წყალსადენი) დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები სქემატური იზოპიფსებით; 17—II—2 სასოფლო გზა; I—11—2 საზღვარი სახნავსა და სათიბს შორის; 18—II—13—14 საზღვარი სახნავსა და ბუჩქებიან საძოვარს შორის; II—15, 13—12 დაქანების (დაღმართისაკენ) მიმართების ხაზებია.

(5<sup>ბ</sup>) ნახაზია ტაქეომეტრიული სელის III პუნქტის კროკი, რომელზეც გამოსახულია: III პუნქტი თავისი სალარტყო 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 წერტილებით; II პუნქტი მისივე 17, 18, 19 სალარტყო წერტილებით;



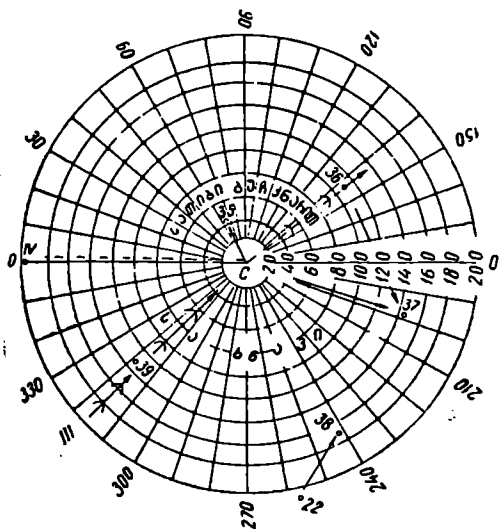
ნახ. 9.2.7.5.

III—21, III—24, III—28 დადებითი ინვარიანტული (წყალგამყოფი) დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები სქემატური იზოპიფსებით; III—22, 18—17 უარყოფითი ინვარიანტული (წყალსადენი) დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები; III—20, 20—17, 24—23, III—25, 25—27, 27—26, 28—19 დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები; II—18—20—III—21 საზღვარი სახნავსა და ბუჩქნარიან საძოვარს შორის.

(5<sup>გ</sup>) ნახაზია ტაქეომეტრიული სელის IV პუნქტის კროკი, რომელზეც გამოსახულია IV პუნქტი თავისი სალარტყო 29, 30, 31, 32, 33, 34 წერტილებით; III პუნქტი თავისი სალარტყო 21 წერტილით; II პუნქტის სალარტყო 15, 16, 17 წერტილებით; IV—34, 15—31, 31, 32 დადებითი ინვარიანტული დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები, სქემატური იზოპიფსებით; 17—29, 9. ნ. თევზაძე

29—30, 30—33 უარყოფითი ინვარიანტული დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები, სქემატური იზოჰიფსებით; III—IV, III—21, 21—29, 16—29, IV—30, 31—30, 34—33, 32—33 დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები; IV—21—17 სასოფლო გზა; III—21 საზღვარი სახნავსა და სამოვარს შორის.

(6) ნახაზია საყრდენი C პუნქტის კროკ-ტრანსპარანტი, რომელზეც გამოსახულია საყრდენი C პუნქტი თავისი სალარტყო 35, 36, 37, 38, 39 წერტილებით; IV პუნქტი; III პუნქტი თავისი სალარტყო 22 წერტილით; III—39, 39—C, C—36 დაღებითი ინვარიანტული დაღმართისაკენ მიმართული ხაზები სქემატური იზოჰიფსებით; C—35, C—37, 35—37, 22—38 დაღ-



ნახ 9.2.7.6.

მართისაკენ მიმართული ხაზები; IV—C—36 სასოფლო გზა, რომელიც წარმოადგენს საზღვარს სახნავსა და სამოვარს შორის.

ე. სიტუაციისა და რელიეფის აგეგმვის ნაყოფიერად შესრულებისათვის საჭიროა მელარტყეები წინასწარ შევაჩვიოთ დამკვირვებლების მიერ გამოყენებული სიგნალის მიხედვით მოქმედებებს. მესიგნალეს როლს ასრულებს დამკვირვებელი სასტვენით ან ალმებით. უპირატესობა აქვს თითოეული მელარტყისათვის სხვადასხვა ფერის ალმის გამოყენებას. (7) ნახაზზე მოყვანილია სიგნალიზაციის სანიმუშო შემთხვევები, რომლებიც საჭიროა მუშაობის დაწყებამდე შევასწავლოთ მელარტყეებს: ა) ლარტყა დააყენეთ; ბ) ლარტყა დააყენეთ ვერტიკალურად; ე) გადაღით შემდეგ წერტილზე; დ) გადაადგილეთ ლარტყა მარცხნივ; ე) გადაადგილეთ ლარტყა მარჯვნივ; ე) გადაადგილეთ ახლო; ე) დაბრუნდით სადგურზე (პუნქტზე).

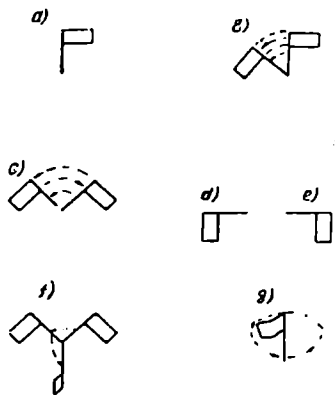
I. ყოველ სადგურზე სრულდება ორი შემთხვევის შესაბამისად წინასწარი სამუშაოები.

პირველ შემთხვევად განვიხილოთ საკითხი, როცა ზოლის აგეგმვა სრულდება ტაქომეტრიული სვლის ყოველ პუნქტზე გაზომვების თანადროულად:

1) წინა  $A$  მუხლის  $b$  ქვემუხლში მოყვანილი თანამიმდევრობის მიხედვით ტაქომეტრიული სვლის ყოველ პუნქტზე ხაზოვანი და კუთხური გაზომვების თანავე სვობს შვეული წრედის  $N$  ნულადგილი დავიყვანოთ  $0^{\circ} 0'$ -მდე, რითაც გამარტივდება ზოლის აგეგმვების შესრულება შვეულ წრედზე მიღებული ანათვლების საშუალებით უშუალოდ სამიზნე ღერძის დახრის კუთხეების ოდენობის განსაზღვრის გამო;

2) წრედალიდადის ერთ-ერთი ვერნიერის ჰორიზონტული წრედის ნულთან შეთავსების შემდეგ თეოდოლიტს აორიენტირებენ ანუ წრედის ბრუნვით ჰოგრის მიმართავენ სვლის უკანა წვეროზე (პუნქტზე) დაყენებული სარის ძირში;

3) ყოველ ლარტყაზე აღნიშნავენ ფერადი ლენტით წერტილს, რომელსაც უნდა შეუთავსდეს ჰოგრის ქვედა ხილული ან საშუალო ძაფი დახრის კუთხეების გაზომვების დროს.



ნახ. 9.2.7.7.

მეორე შემთხვევად მივიღოთ, როცა ზოლის აგეგმვა სრულდება ტაქომეტრიული სვლის დამთავრების შემდეგ:

1) ყოველ პუნქტზე ცენტრავენ თეოდოლიტ-ტაქომეტრს არაუმეტეს 1 სმ ხაზოვანი შეცდომის დაშვებით იმ შემთხვევაში, თუ მანძილი იმ პუნქტამდე, რომელზეც ხდება ჰორიზონტული ლიშების ორიენტირება, დაშორებულია სადგურიდან არანაკლებ 100 მეტრისა, და მომწესობაში მოჰყავთ ინსტრუმენტი;

2) საზღვრავენ შვეული წრედის  $N$  ნულადგილს და დაყავთ  $0^{\circ} 0'$ -ზე.

3) სვლის უკანა პუნქტზე წინასწარ დასმული სარის ძირზე ჰოგრის დამიზნებით ასრულებენ ჰორიზონტული წრედის ორიენტირებას;

4) 0,01 მეტრამდე დამრგვალებით ზომავენ ინსტრუმენტის სიმაღლეს;

5) ყოველ ლარტყაზე აღნიშნავენ ფერადი ლენტით იმ წერტილს, რომელსაც აგეგმვების დროს უნდა შეუთავსდეს ჰოგრის ქვედა ან შუა ხილული ძაფი.

ყველა მონაცემი სადგურის ნომრის; მისი ნიშნულის; ინსტრუმენტის სიმაღლის, რომელიც ლენტით არის აღნიშნული ლარტყაზე; ვერტიკალური წრედის ნულადგილის; აგეგმვის თარიღის; ამინდის; დამკვირვებლისა და მის თანაშემწის შესახებ შეიჯანება ტაქომეტრიული აგეგმვის ჟურნალში (იხ. სქემები 5—10).

II. არსებობს თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული აგეგმვის სხვადასხვა მეთოდი. საერთოდ, იმ მეთოდს აძლევენ უპირატესობას, რომელიც ნაკლებ დროს მოითხოვს აგეგმვების შესრულების დროს.

აქ განვიხილოთ ინსტრუმენტის სიმაღლეზე კოგრის დამიზნებისა და ორძაფიანი ტაქეომეტრიის მეთოდები.

1) ინსტრუმენტის სიმაღლეზე კოგრის დამიზნების მეთოდს არის ის არის, რომ კოგრის დამიზნების ღერძის დახრის კუთხე იზომება პიკეტზე ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყის იმ წერტილზე კოგრის დამიზნების დროს, რომელიც შესაბამება ინსტრუმენტის სიმაღლეს, ე. ი. როცა  $i = v$ . დამკვირვებლისა და თანაშემწის მუშაობის თანამიმდევრობა მოყვანილია (2) ცხრილში. (5) სქემის მე-5, 7, 8, სვეტები ივსება ყოველ სადგურზე აგეგმვითი სამუშაოების დამთავრებისთანავე ან უკიდურეს შემთხვევაში მასალის კამერული დამუშავების დროს.

$$S = 100l \cdot \cos^2 \gamma \quad \text{ან} \quad S = n'' \cdot \sigma^2 \gamma; \quad h = \frac{100l}{2} \cdot \sin 2\gamma \quad \text{ან}$$

$$h = \frac{H}{2} \sin 2\gamma \quad \text{და} \quad \text{ან} \quad h = S \cdot \text{tg} \gamma \quad \text{და} \quad H_3 = H_{\text{საფ.}} + h \quad \text{ფორმულებით.}$$

ზემოაღნიშნული ფორმულები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა  $C = 100$  და საბანძილო ლარტყის დანაყოფი  $a = 1$  სმ, ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა  $C$  არ უდრის 100,  $S$ -ის განსაზღვრისათვის ვიყენებთ (9.2.2.2) ცხრილსა და (9.2.2.13) ფორმულებს.

(6) სქემა ივზე (5) სქემა არის, მხოლოდ აქ ნაცვლად  $C = 100$  სა შეტანილია  $K = 1$  მ, რადგანაც ვიყენებთ სანტიმეტრებიან აგურაებიან ანუ სანიველო ლარტყებს.

ცხრილი 9.2.7.2

დამკვირვებელი	დამკვირვებლის თანაშემწე
1	2
<p>1. იმოწმებს პორიზონტული ლიზების ორიენტირებას და იღებს მისზე ანათვალს 1'-მდე დამრგვალებით;</p>	<p>1. დანაკვირვებები პუნქტის ნომერს და პ. ლიზზე ანათვალს წერს (5) სქემის პირველ და მეორე სვეტში;</p>
<p>2. უმიზნებს კოგრის ძაფთა ბადის შუა ძაფს პიკეტზე შეუღლილ დაყენებულ ლარტყის იმ წერტილზე, რომელიც ლენტით დანიშნულია ინსტრუმენტის სიმაღლეზე, შეუღლი ძაფი ვეგმილდება ლარტყის ღერძზე და იღებს ქაღდა და ზედა ძაფით შუ და შუ ანათვალს 0,5 სმ დამრგვალებით; შენიშნავს ი-ის გამოსათვლელად შეიღებოდა ერთ-ერთი საბანძილო, ვთქვათ, ზედა ძაფი შეთავსებულიყო ლარტყის მრგვალ 100 ანათვილიან და ორივე ძაფით აგველო 0,5 სმ დამრგვალებული ანათვალი; შემდეგ შუა ძაფი დავემიზნებთ ლარტყისადმი სიმაღლეზე. ასეა შესრულებული ყოველივე <math>B</math> სადგურზე.</p>	<p>2. (5) სქემაში წერს პიკეტის ნომერს (1 სვეტი) კროკის საშუალებით შემოწმებით; ცალკე ქაღალდზე იწერს შუ და შუ ანათვლებს და საზღვრავს <math>\Sigma = \text{შუ} - \text{შუ}</math> სხვაობას, რომელსაც წერს სქემის მე-5 სვეტში; თვალზომით იმოწმებს გამოთვლილი <math>\Sigma</math> ბაზისის შესაბამის სიგრძეს, ადგილზე პიკეტის დაშორებას სადგურიდან; ავსებს სქემის მე-9 სვეტს; შენიშნავს (5) სქემაში წერს პიკეტის ნომერს (1 სვეტი) კროკის საშუალებით შემოწმებით; სქემის მე-5 სვეტში წერს გონებაში განსაზღვრულ <math>\Sigma = \text{შუ} - \text{შუ}</math> სიგრძეს სანტიმეტრებში; თვალზომით იმოწმებს გამოთვლილი <math>\Sigma</math> ბაზისის შესაბამის სიგრძეს, ადგილზე პიკეტის სადგურიდან დაშორებას; ასეა ყოველივე შესრულებული <math>B</math> სადგურზე (5) სქემაში;</p>

1	2
<p>3 შელარტყეს აძლევს სიგნალს ახალ სადგურზე გადასვლის შესახებ;</p> <p>4. ვერტიკალური წრედის აღიდადის თირაზონს ბუშტულის აყენებს ნულბუნქტზე და იღებს <math>\sqrt{R}</math> და <math>\sqrt{L}</math> ანათვლებს, და-მრგვალებულს 1'-მდე.</p>	<p>3. ისვენებს.</p> <p>4. ცალკე ქალოდზე საზღვრავს კოვრის და-მიზნების ღერძის დახრის <math>\nu</math> კუთხეს <math>N</math> ნულად-გოლის მხედვით (მე-4 სვეტი);</p>
<p>5. პორიზონტულ კრედზე იღებს 5'-მდე დამრგვალებულ ანათვლას;</p>	<p>5. სქემის მე-2 სვეტში წერს პორიზონტულ კრედზე აღებული ანათვალს და ახდენს ათვლილი პოლარი კუთხის თეიზომით შედარებას პი-კტზე მიმართულისა და საწყის პუნქტზე მიმართებას შორის კუთხესთან;</p>
<p>6. სადგურზე აგვემების დამთავრების შემდეგ კოვრის უმიზნებს საწყის პუნქტს და იღებს ანათვალს ლომბზე;</p>	<p>6. სქემის მეორე სვეტში შეაქვს საწყის პუნქტზე მეორეჯერ დამიზნების შესაბამის ანათვლი და ამოწმებს ორივე ჩანაწერს; მათ შორის განსხევება დისაშეება ანათვლის აღების 2 სა-ზუსტე.</p>
<p>7. შემდეგ სადგურზე გადააქვს და აყენებს ინსტრუმენტს.</p>	<p>7. აწარმოებს სქემის მე-6, 7, 8 სვეტებისათვის ლოგარიტმული შიშით გამოთვლებს და ჩაწერებს პიკეტების ნიშნულების დეკიმეტრამდე დამრგვალებით.</p>

2) ორდაფიანი ტაქტომეტრის მეთოდის გამოყენების დროს მანძილები და დახრის კუთხეები იზომება კოვრის ერთი და იმავე (უცვლელი) მდგომარეობის შესაბამისად (ნახ. 9.2.2.3). სადგურიდან სალარტყო წერტილებამდე (პიკეტებამდე)  $S_{\alpha}$  მანძილები ისაზღვრება (9.2.3.12) ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} S_{\alpha} &= \pi \cos^2 \nu \cdot \delta \\ S_{\alpha} &= 100 \sqrt{\cos^2 \nu \cdot \delta} \end{aligned} \right\} \quad (9.2.7.4)$$

რომელთა გამონათვლები მრგვალდება 0,1 მეტრამდე.

პიკეტების აღმატებები გამოითვლება (9.2.3.13) ფორმულით:

$$h_{\alpha} = h' + (i - \nu_j) + \frac{l}{2}, \quad (9.2.7.5)$$

ხოლო, პიკეტების ნიშნულის გამოსათვლელად ვიყენებთ ფორმულას:

$$h_{\alpha 03} = H_{\text{სადგ}} + h_{\alpha 03} = H_{\text{სადგ}} + (i - \nu_j) + h' + \frac{l}{2} = H'_{\text{სადგ}} + h' + \frac{l}{2}, \quad (9.2.7.6)$$

სადაც  $h' = S_{\alpha} \cdot \text{tg } \nu$ ;  $H'_{\text{სადგ}} = H_{\text{სადგ}} + (i - \nu_j)$  არის მოცემულ სადგურზე მუდმივი ოდენობა;

$l = \nu_j - \nu_0$  — ქვედა და ზედა ძაფით ანათვლების სხვაობა ანუ პაზისი.

(8) ტოლობის მარჯვენა ნაწილის შესაქრებები მრგვალდება 0,01 მეტრამდე, ხოლო პიკეტის გამოთვლილი  $H_{\alpha}$  ნიშნული მრგვალდება 0,10 მეტრამდე.



## ხ ა ლ ა ნ ა

თარიღი 18. 7. 1969 წ.

ამინდი — შიშუნდლო, წყნარი

დამკვეთი — ლეკაყვი

ჩამწერი და გამომომული ივანოვი

i=1,40 მ

H<sub>I</sub>=123,53 მ

φ=1,40 მ

K=1 მ

γ R = 0° 38'

γ L = 359° 22'

0° 00'

1	2	3	4	5	6	7	8	9
H	0 00	—	—	—	—	—	—	—
5	83 30	1 45	1 45	227	226,6	6,93	116,1	სასიმაღლო
6	120 05	1 34	1 34	175	174,9	4,78	118,2	სახნავის საზღვარი
7	190 40	0 46	0 46	066	66	0,98	122,1	ივანი
8	192 05	2 06	2 06	148	147,9	5,42	117,6	წყალსაგალი
9	207 40	359 16	0 45	198	198	2,50	125,6	სისიმაღლო
10	237 30	359 81	0 29	178	178	1,50	124,5	წყალსაგალი
11	266 40	357 00	0 00	112	111,7	5,85	128,0	სახნავის საზღვარი
H	0 01	—	—	—	—	—	—	—



ჩამდე. განხილადი ზერხით დამკვირვებლისა და თანაშემწის მუშაობა სრულდება (3) ცხრილში ნაჩვენები თანამიმდევრობით, რასაც შეესაბამება (7), (8), (9), (10) სქემები.

განხილადი (7), (8), (9), (10) სქემების მე-7, 8, 9, 10 სვეტები იესება ყოველ სადგურზე ავეგმეფითი სამუშაოების დამთავრებისთანავე ან უკიდურეს

ცხრილი 9.2.7.3

მოქმედებები

დამკვირვებელი	დამკვირვებლის თანაშემწე
1) პორიზონტული ლიზბის ორიენტირების შემოწმება და 1'-მდე დამრგავლებული ანათვლების აღება	1) დანაკვირვები პუნქტის ნომრის და პორიზონტულ ლიზბზე აღებული ანათვლის ჩაწერა ცხრილში — (7), (8), (9), (10) სქემების 1 და 2 სვეტი
2) პიკეტზე შევულად დაყენებულ ლარტყაზე დამიზნება ისე, რომ ქვედა ძაფით ყ ანათვლი იყო მრგვალი რიტხვი მეტრებში, ხოლო ვერტიკალური ძაფი უნდა გეგმილდებოდეს ლარტყის ღერძზე	2) პიკეტის ნომრის ჩაწერა (სქემების პირველი სვეტი) კროკის საშუალებით შემოწმებით, $\Sigma = 3,00$ მ სქემების ზემოთ და მე-11 სვეტის შვესება
3) ლარტყაზე ზედა ძაფით 0,5 სმ დამრგავლებული ანათვლის აღება	3) ზედა ძაფი $\Sigma$ ანათვლის ჩაწერა (სქემების 5 სვეტი); $l = \Sigma - \Sigma$ სხვაობის გამოთვლა და სქემის მე-6 სვეტში ჩაწერა. გამოთვლილი $l$ ბაზისის შესაბამისი სიგრძის თვალზომით შედარება პიკეტის $\Sigma$ მანილითან
4) მელარტყისათვის სიგნალის მიცემა ახალ სადგურზე გადასვლის შესახებ	4) ისვენებს
5) ვერტიკალური წრედის ოლიდიდის თარაზის ბუმბულას დაყენება ნულპუნქტზე და ანათვლის აღება ვერტიკალურ წრედზე $\sqrt{R}$ ან $\sqrt{L}$ 1'-მდე დამრგავლებით	5) ვერტიკალურ წრედზე აღებული $\sqrt{L}$ ანათვლის ჩაწერა სქემების მე-3 სვეტში და $\sqrt{L}$ დაბრის კუთხის გამოთვლა 1'-მდე დამრგავლებით და სქემების მე-4 სვეტში ჩაწერა
6) 5'-მდე დამრგავლებით პორიზონტულ წრედზე ანათვლის აღება	6) პორიზონტულ წრედზე აღებული ანათვლის ჩაწერა მე-2 სვეტში; თვალზომით შემოწმება განზომილი პოლარული კუთხისა ადგილზე
7) სადგურზე ავეგმეფების დამთავრების შემდეგ კოგრის ვუმბუნებთ იმ პუნქტს, რომელზეც იყო ლამბით ორიენტირებული, რითაც ვამოწმებთ ინსტრუმენტის მდგობობას	7) პორიზონტულ ლიზბზე მეორედ აღებული ანათვლის ჩაწერა სქემების 1-ლ და მე-2 სვეტებში და პირველ ჩანაწერთან შედარება. განსხვავება პირველ და მეორე ჩანაწერს შორის დასაშვებია ანათვლის იღების 2 სიზუსტე
8) ინსტრუმენტი გადააქეთ და აყენებენ შემდეგ სადგურზე	8) აწარმოებს სქემის მე-7, 8, 9, 10 სვეტებისათვის გამოთვლებს ლოგარიტმული შიშით და მე-10 სვეტში ჩაწერს პიკეტების ნიშნულებს, დამრგავლებულს დეციმეტრამდე

ს. ქ. ვ. ა. 9.2.7.7

ს ა ლ ბ უ რ ი 11

თარიღი 18. 7. 1969 წ.

ამინდი — მოქმედილი, სუსტი ქარი

ლაგერეცხული ივანიო

ჩაქურბი და გამომუქული სერგაძე

$$H_{II} = \pm 133,71 \text{ მ}$$

$$1,62 \text{ მ}$$

$$H'_{II} = -132,09 \text{ მ}$$

$$\gamma R = 1^\circ 18'$$

$$\gamma L = 358^\circ 42'$$

$$W = 0^\circ 00',0$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
პირიზონ- ტული ლაბი ო . . . ო . . . წ . . . მ . . .	პორბონ- ტული ლაბი ო . . . ო . . . წ . . . მ . . .	30რატიკ- ლური ლაბი ო . . . ო . . . წ . . . მ . . .	$\gamma$ ±	$\gamma_{\text{ს}}$ (სმ)	$i = \sigma_{\gamma} - \gamma_{\text{ს}}$ (სმ)	$S = 100   \cos \gamma$ (მ)	$N = S \cdot \text{tg} \gamma$ (მ)	$M + \frac{i}{2}$ (მ)	$H_3 = H'_{II} + \frac{i}{M + \frac{i}{2}}$ (მ)	პიკეტის რაობის ლაგერე
1	0 00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	80 00	2 27	—	2 27 075	225	224,8	8,61	1,48	123,6	სსიმაღლა
13	85 45	0 55	—	0 55 175	126	125	2,00	1,35	130,7	სსიმაღლე და სსიმაღლა
14	107 30	2 42	—	2 42 100	200	199,8	8,43	1,42	123,7	ივანი
15	131 00	0 38	—	0 38 225	075	75	0,89	0,46	131,6	სსიმაღლე
16	151 50	0 58	—	0 58 188	112	112	1,82	1,26	130,9	ივანი
17	174 00	1 38	—	1 38 162	198	198	3,93	9,24	128,9	სსიმაღლე და
18	195 00	1 16	—	1 16 219	091	81	1,77	1,37	130,7	სსიმაღლე
19	249 40	0 59	—	0 58 187	118	118	1,91	1,85	130,7	ივანი
1	0 01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
წრედი მარცხენ (L)										

ს ა ღ ზ უ რ ი 111

$$H_{III} = 132.69 \text{ მ.}$$

$$H'_{III} = 131.05 \text{ მ.}$$

$$v_{R'} = 0^{\circ} 48'$$

$$v_{L'} = 359^{\circ} 12'$$

$$N = 0^{\circ} 00'$$

თარიღი 18. 7. 1969 წ.

ამბილი — მოწმუნდოლი, სუსტი ქარი

დამკვირვებელი სერგეიშვილი

ჩამწერი და გამომომუშაო ფედორიძე

$$i = 1.36 \text{ მ.}$$

$$v_j = 3.00 \text{ მ.}$$

$$i - v_j = -1.64.$$

მ.წ.წ.	კორი- ზონტუ- ლაში	პერტეკა- ლაში	±	v	შ <sub>კ</sub> (სმ)	l = v <sub>j</sub> - v <sub>კ</sub> (სმ)	S = 100 l · cos <sup>2</sup> v (მ)	H' = S · tg v ± (მ)	h' + $\frac{l}{2}$ (მ)	H <sub>კ</sub> = H' + $\frac{l}{2}$ (მ)	პიკეტაჟის რაობის იღწერა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
II	0 00	0 25	—	0 25	230	070	70	—	0,16	130,9	საზღვარი სანჯა და სა- თბის შორის
20	2 55	1 07	—	1 07	197	103	103	—	1,48	129,6	საოფლო გზა და საზღვ- რი სანჯა და სათბის შორის
21	56 30	1 37	—	1 37	155	145	144,9	—	3,35	127,7	საბაზოლო უარყოფითი ინ- ვარიანტული ბაზი (წყალ- სადენი)
22	182 00	2 34	—	2 34	102	198	197,6	—	7,87	123,2	საბაზოლო სანჯაზე
23	222 10	0 27	—	0 27	179	121	121	—	0,95	130,7	საბაზოლო წყალგამყოფი.
24	243 00	0 27	—	0 27	179	121	121	—	0,95	130,7	სანჯაზე
25	282 40	359 44	+	0 16	225	075	075	+	0,79	131,8	იგივე
26	283 40	2 03	+	2 03	042	258	257,7	+	7,93	123,1	"
27	284 35	0 58	+	0 58	110	190	190	+	2,26	128,8	"
28	321 45	359 54	+	0 06	206	094	94	+	0,63	131,7	"
II	0 01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"

ს ა დ ე შ უ რ ი V

თარიღი 19. 7. 1969 წ.

აზრი — ცეცხლადი მორტეკულუობა, სუსტი კარი

ლაკერეგული ფეოდორი

ჩამწერი და გამომეული პეტროვი

$$H_{IV} = 128,48 \text{ მ}$$

$$i = 1,42 \text{ მ}$$

$$s_j = 3,00 \text{ მ}$$

$$i - s_j = -1,58 \text{ მ}$$

$$H'_{IV} = 126,90 \text{ მ}$$

$$\gamma R = 1^{\circ}08'$$

$$\gamma L = 358 \text{ } 52'$$

$$N = 0^{\circ}00'$$

მ. შ. კ. მ. ა. 9.27.9	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
პოლი- ზონტე- ლი ლომბი	პოლი- ზონტე- ლი ლომბი	ვერტი- კალური ლომბი	$\gamma$	$s_j$ (სმ)	$l = s_j - s_k$ (სმ)	$S = 100 l \cos^2 \gamma$ (მ)	$N = S \operatorname{tg} \gamma$ (მ)	$\pm N + \frac{l}{2}$ (მ)	$H_j = H'_{IV} + N + \frac{l}{2}$ (მ)	პიკეტეზის რიგის აღწერა
III	0 00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	71 00	0 35	0 35	206	094	94	0,96	—	126,4	ცეცხლადენი
30	105 30	2 58	2 58	223	077	76,9	3,99	—	123,9	ოგაბი
31	110 25	359 30	+	108	132	132	1,15	+	128,7	წყალგამყოფი
32	129 40	0 42	—	152	148	148	1,81	—	125,8	ოგაბი
83	141 20	3 47	—	208	092	91,6	6,06	—	121,3	წყალადენი
34	191 05	0 32	—	247	053	53	0,49	—	126,7	სიმაღლითი
III	0 02	—	—	—	—	—	—	—	—	—

წელი პარტნივ (L)



შემთხვევაში მასალის კამერულად დამუშავების დროს. მაგალითად, მე-7 სექტ-ში ტაქომეტრიული სვლის ნებისმიერი გვერდის  $N$  ქვედებულები გამოიკვლე-ბა (9.2.3.12) ფორმულებიდან ერთ-ერთით რადგანაც  $C=100$ . ასევე მე-8 სექტში იწერება გამონათვლები (9.2.3.8) ან (9.2.3.11) ფორმულით. მე-9 სექტში იწერება (9.2.3.13) ფორმულის ცვლადი სიდიდე, მე-10 სექტში კი — პიკეტების ნიშნულები, გამოთვლილი (6) ფორმულით.

### C. თაოდოლიტ-ბაძეომეტრიული სვლისა და აგმგვის მასალისათვის ბოკოგრაფიული გეგმის შედგენა

#### ა. ბრეზალისათვის საჭირო მასალა. ინსტრუმენტები და დასხვარი ლიტერატურა

1) საუკეთესო ხარისხის სახაზავი ქაღალდი; 2) სახაზავი დაფა; 3) საფარგლე; 4) 18—20 სანტიმეტრი დიამეტრის მქონე წრიული ტრანსპორტი-რი; 5) განივი მასშტაბი; 6) ფ. დროზიშევის სახაზავი ან შტანგენ-ფარგალი ნორმალური სახაზავით; 7) სამწახანაგა სამიზნე სახაზავი; 8) სინუსური (პრო-პორციული) სახაზავი; 9) სახაზავი; 10) სამკუთხედი; 11) ლოგარითმული შიმ-შა (გრადუირებისათვის); 12)  $3T-5T$  ფანქრები; 13) ტუში: შავი, მწვანე, სიე-ნა; 14) სახაზავი კალმისტარი და კალმები; 15) ჯაყვა; 16) კნოპები; 17) პი-რობითი აღნიშვნების ალბომი.

#### ბ. დავალების შესრულების თანამდებობა

I. საკოორდინატო ბადის აგება;  
II. ტაქომეტრიული სვლის კოორდინატების აგება წვეროების მართ-კუთხა კოორდინატების საშუალებით;

III. გეგმაზე სიტუაციის (წვლილადების) გადატანა და რელიეფის გამო-ხაზვა იზოჰიფსებით;

IV. გეგმის შემოწმება ველზე;

V. გეგმის გაფორმება ტუშით.

I და II სამუშაო ანუ საკოორდინატო ბადისა და სვლას კოორდინატე-ბის აგება წვეროების (ბუნქების) მართკუთხა კოორდინატების საშუალებით განხილულია (9.1.10) პარაგრაფსა და (9.1.11.1) მაგალითში.

მაგალითად, ფ. დროზიშევის მცირე სახაზავით ავაგებთ  $50 \times 50$  სმ ძე-რიითადი კვადრატის შესაბამის ბადეს და იქიდან გამოვყოფთ  $40 \times 40$  სმ კვად-რატის შესაბამის ბადეს, რომელიც, თანახმად [18] ინსტრუქციისა, შესაბამე-ბა 1:5000 მასშტაბის გეგმის ზომას.

ესარგებლობთ (4) სქემით და საკოორდინატო ბადის გამოსავალ ხაზებს ვუკეთებთ კილომეტრულ წარწერებს:

1) პორიზონტულ ხაზებს (აბსცისებს): 1,5; 2,0; 2,5; 3; 3,5 კმ;

2) ვერტიკალურ ხაზებს (ორდინატებს): 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 კმ. გეგ-მაზე ტაქომეტრიული სვლის წვეროები გადავაქვს მათი კოორდინატების მიხედვით.

III. გეგმაზე სიტუაციის გადატანა და იზოჰიფსებით რელიეფის გამო-ხაზვა სრულდება (5) — (10) სქემებისა და (4), (5), (6) კროკების შესაბამისად. ყოველ სადგურზე უნდა შესრულდეს ყველა მონაცემის გადატანა უკლებლივ, რის შემდეგ შეიძლება შევედგეთ შემდეგი სადგურის მონაცემთა გადატანას

გეგმაზე. განსაკუთრებით გულისხმობს უნდა შესრულდეს გეგმაზე იმ წერტილების გადატანა, რომლებიც აგეგმილი არიან ორი სადგურიდან. სიტუაციის კონტურები სასურველია დაიხაზოს ტუშით, მანამ შევასრულებდეთ იზოჰიფსებისათვის გრაფირებას. გეგმაზე პიკეტები აღინიშნება 0,8 მმ დიამეტრის მქონე წრეებით, რომელთა მარჯვნივ, შუაში გატარებულ 7 მმ სიგრძის შტრიხს ზემოთ აწერენ პიკეტის ნომერს და ქვემოთ — მის ნიშნულს. გეგმაზე პიკეტების გადატანის თანადროულად გადააქვთ ინეარიანტული (წყალსადენი, წყალგამყოფი) და დაქანების მიმართების ხაზები, რომელთა სათანადო გრაფირებით ტარდება იზოჰიფსები. განხილად შემთხვევაში გრაფირება შეიძლება შესრულდეს (2.7.2.15), (2.7.2.16), (2.7.2.17) ნახაზებზე მოყვანილი რიცხვითი ინტერპოლაციის ან უშუალო ინტერპოლაციის ხერხით, რომელთა შესრულებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს: 1. სამწახნაგა სამიზნე სახაზავი (2.3.4.9) ნახაზი) და მიკროკალკულატორი „ელექტრონიკა“ (ნახ. 3.2.7.1); 2. ლოგარიტმული შიშვა; 3. სახაზავი და სამკუთხედი.

ვთქვათ, საჭიროა  $\overline{AB} = S = 84$  მმ ქვედებულის გრაფირება (ნახ. 8)  $h = 1$  მ კუთხის სიმაღლის შესაბამისად, რომლის  $H_A = 247,8$  მ და  $H_B = 253,4$  მ.

რიცხობრივი ინტერპოლაციის ხერხის (2.7.2.10) ფორმულების გამოყენებით გამოვითვლით აღმართის ხაზის უდაბლესი  $A$  წერტილიდან უმაღლესი  $B$  წერტილისაკენ ანუ აღმართისაკენ  $h = 1$  მეტრი კვეთის სიმაღლის შესაბამის წერტილებს:

$$A-1 = h_1' \frac{S}{|h_{AB}|} = 200 \text{ მმ} \frac{84 \text{ მმ}}{|247,8 - 253,4| \text{ მ}} = 200 \text{ მმ} \frac{84 \text{ მმ}}{5600 \text{ მმ}} = 200 \text{ მმ} \cdot 0,015 = 3 \text{ მმ}.$$

$$A-2 = 1200 \cdot 0,015 = 18 \text{ მმ} \quad (\text{მუდმივ გამრავლებზე გამრავლების წესით}),$$

$$A-3 = 2200 \cdot 0,015 = 33 \text{ მმ},$$

$$A-4 = 3200 \cdot 0,015 = 48 \text{ მმ},$$

$$A-5 = 4200 \cdot 0,015 = 63 \text{ მმ},$$

$$A-6 = 5200 \cdot 0,015 = 78 \text{ მმ},$$

$$A-7 = 5600 \cdot 0,015 = 84 \text{ მმ}.$$

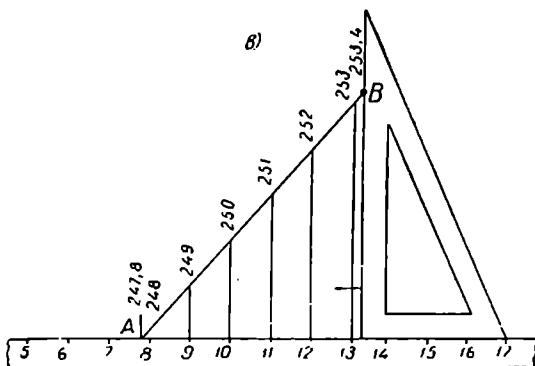
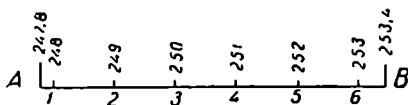
სამიზნე სახაზავის მილიმეტრებიან სკალას მივადებთ  $AB$  ხაზს (ნახ. 8<sup>ა</sup>) ისე, რომ მისი ნულოვანი შტრიხი შეუთავსდეს  $A = 247,8$  მ შტრიხს, შემდეგ ამ წერტილიდან გადათვლილ 3, 18, 33, 48, 63, 78, 84 მმ შესაბამის წერტილებს დავნიშნავთ წაწვეტებულ ფანქრით  $AB$  ხაზზე, რომლებიც იქნებიან ერთმეტრიანი კვეთის სიმაღლის იზოჰიფსების გატარების ადგილები.

იმ შემთხვევაში, როცა არა გვაქვს ზემოხსენებული ხელსაწყოები და გვაქვს ლოგარიტმული შიშვა, მაშინ  $S = 84$  მმ მანძილს ვყოფთ  $|h_{AB}| = 5600$  მმ აღმატებაზე და მოძრავ სკალას ვტოვებთ უმოძრაოდ (ე. ი. სამრავლი იქნება 0,015). შიშვის დაცერებულ სკალას მივადებთ  $AB$  ხაზს ისე, რომ მისი ნულოვანი შტრიხი შეუთავსდეს  $A$  წერტილს. შიშვის ინდექსს თანამიმდევრობით ვაადგილებთ 200-ზე, 1200, 2200, 3200, 4200, 5200, 5600 და მათ ნამრავლებს 0,015-ზე (3 მმ, 18, 33, 48, 63, 78, 84 მმ), ათვლილს შიშვის დაცერებულ სკალაზე, გადავიტანთ საინტერპოლო  $AB$  ხაზზე (ნახ. 8<sup>ბ</sup>).

ორივე შემთხვევაში დანაყოფები ერთმანეთისაგან არ უნდა განსხვავდებოდეს 0,3 მმ ოდენობით.

ვთქვათ, ხელთა გვაქვს მხოლოდ და მხოლოდ სახაზავი და სამკუთხედი (ნახ. 8\*). ამ შემთხვევაში საინტერპოლო ხაზის  $A=247,8$  წერტილის შევეუთავსებთ სახაზავის  $247,8-240=7,8$  შტრიხს. აღნიშნულ სახაზავს მივიღებთ სამკუთხედის მოკლე კათეტს და გადავადგილებთ პას სახაზავის  $253,4-240=13,4$  შტრიხამდე. სახაზავს მასზე მიღებული სამკუთხედით ვაბრუნებთ  $A$  წერტილის გარშემო, სანამ სამკუთხედის გრძელი კათეტი არ გაივლის საინტერპოლო ხაზის  $B=253,4$  მ წერტილზე. შემდეგ სამკუთხედის მოკლე კათე-

ა)



ნახ. 9.2.7.8.

ტის  $A$  წერტილისაკენ გადაადგილებით სახაზავის 13, 12, 11, 10, 9, 8 შტრიხების შესაბამისად მივიღებთ სამკუთხედის გრძელი კათეტისა და  $AB$  ხაზის გადაკვეთის ძიებულ წერტილებს.

თანახმად ინსტრუქციისა, გრადუირებით მიღებულ წერტილებზე იზოპიფსების გატარების დროს აუცილებელია დავიცვათ შემდეგი წესი: 1) იზოპიფსების გადალუნვის წერტილები უნდა მდებარეობდეს რელიეფის ინვარიანტულ ხაზებზე; 2) იზოპიფსების სწორად გატარებისათვის საჭიროა გამოყენებულ იქნეს წყალსადინარები, როგორცაა მდინარეები, ნაკადულები, თხრილები: წყალსაღობი, წყალსარი, წყალმოსადრელი, წყალმიმღები, წყალსადინარი, წყალსაკრები და სხვ.; 3) საერთოდ, იზოპიფსები უნდა შეესატყვისებოდეს სიტუაციის წვლილადების (ტბები, კაობები, სახნავ-სათიბი და საერ-



თოდ, ქალები) მოყვანილობას (მოხაზულობას); 4) იზოპიფსები არ ტარდება ხელოვნური ნაგებობების გვეგებზე, როგორცაა მოზანდაკებული მოედნები, შენობები, ქუჩები, მოედნები, გზები, რომელთა პირობითი აღნიშვნებია ორი ხაზი და სხვ. 5) როცა იზოპიფსები ერთმანეთისაგან 2 სანტიმეტრზე მეტი მანძილითაა დაშორებული, აუცილებელია გატარდეს ნახევარი და მეოთხედი იზოპიფსები; 6) იმ შემთხვევაში, როცა ცალკეული მწვერვალები, ტაფობები, ფოსურები ვერ გამოისახება ძირითადი, ნახევარი და მეოთხედი იზოპიფსებით, ვიყენებთ ნებისმიერი კვეთის სიმაღლის უფრო დაშხმარე იზოპიფსებს.

როგორც ითქვა, აგვემეის ძირითადი პრინციპია არ გადახვიდე შემდეგ სადგურზე, თუ ყოველივე არ შეასრულე მოცემულ სადგურზე. ტრანსპორტირის საშუალებით პიკეტების გეგმაზე გადატანის თანამიმდევრობა მოცემულია (4) ცხრილში.

ცხრილი 9.2.7.4

მოქმედებები

ხელშეწყვეტილი	დამხმარე
<p>1) გადააქვს სადგური გეგმაზე; ტრანსპორტირის ორთხედიანებს; ეცნობა კროკს; დამხმარეს აცნობებს სადგურზე პირველად გადაღებული პიკეტის ნომერს.</p> <p>3) გეგმაზე გადააქვს პოლარული კუთხე, ფანქრით აღნიშნავს ტრანსპორტირის რკილთან პიკეტის ნომერს და ადარებს კროკს.</p>	<p>2) სავლელ ფურცელში მოძებნის საჭირო პიკეტის ნომერს და ხმამაღლა კითხულობს მისი შესაბამისი პოლარული კუთხის ოდენობას.</p>
<p>4) დამხმარეს აცნობებს შემდეგი პიკეტის ნომერს.</p> <p>6) იმეორებს მე-3 მოქმედებას.</p>	<p>5) ხმამაღლა კითხულობს პიკეტის შესაბამის პოლარულ კუთხეს.</p>
<p>განხილად სადგურზე ყველა პიკეტის განახობი სრულდება შემდეგი საშუალებით:</p> <p>7) აცნობებს დამხმარეს სადგურზე პირველად გადაღებული პიკეტის ნომერს.</p> <p>9) გეგმაზე გადააქვს პიკეტის პოლარული მანძილი; აღნიშნავს პიკეტს, მიუწერს ნომერს და აღიარებს კროკს.</p>	<p>8) ხმამაღლა კითხულობს პიკეტის შესაბამის პოლარულ მანძილს.</p>
<p>11) გეგმაზე ფანქრით მიუწერს პიკეტს ნომერს; კროკის მიხედვით აღნიშნავს დამხმარეს ხაზებს.</p>	<p>10) ხმამაღლა კითხულობს პიკეტის ნომერს.</p>
<p>12) ისრულებს გრადუირებას; ატარებს იზოპიფსებს და ხაზავს სიტუაციას.</p>	<p>13) იმეორებს პიკეტის ნომერს და ფურცელში აღნიშნავს, რომ პიკეტი გადატანილია გეგმაზე.</p>

ასეთი თანამიმდევრობით სრულდება ყოველ სადგურზე განახობითა საშუალებით ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენა. მაგალითად, ვინაიდან სიშორის გამო პოლიგონომეტრიული  $\Delta$  პუნქტი არ არის დატანილი გეგმაზე (ნახ. 1),

ტრანსპორტირის ცენტრს შევუთავსებთ პოლიგონომეტრიულ  $B$  პუნქტს და ვაბრუნებთ ტრანსპორტირს ამ წერტილზე, სანამ ( $B-I$ ) ხაზით (თუ საჭირო ექნა ამ ხაზს გავაგრძელებთ პუნქტის გარეთ) არ ავიღებთ მიმზრობის მარცხენა  $\gamma_1 = 103^\circ, 2$  (დამრგვალებული სახით) კუთხის შესაბამის ანათვალს (ახ. (1) სქემა). მაშინ ტრანსპორტირის დიამეტრი იქნება შერწყმული ( $B-A$ ) საყრდენ გვერდთან. შემდეგ, ვიჭერთ რა ტრანსპორტირს, მისი საშუალებით გადავიტანთ 1, 2, 3, 4 წერტილების შესაბამის პოლარ  $42^\circ, 0; 148^\circ, 5; 179^\circ, 2; 220^\circ, 1$  კუთხეებს, ამოწერილს დამრგვალებული სახით (5) სქემიდან და ფანქრით დავნიშნავთ შესაბამის 1, 2, 3, 4 მიმართებებს გეგმაზე. შემდეგ თანამიმდევრობით შევუთავსებთ სამიზნე სახაზავის სკალიან წიბოს  $B-1, B-2, B-3, B-4$  ხაზებს და გადავზომავთ (5) სქემიდან ამოღებულ შესაბამის 198,0; 184,2; 198,5; 152,0 მ სიგრძეებს, დამრგვალებულს მასშტაბის ზღვრული სიზუსტის შესაბამისად. როგორც ცნობილია, აღნიშნული პიკეტები დაინიშნება გეგმაზე 0,8 მ დიამეტრის წრეხაზებით, მათ მარჯვნივ გატარებული 7 მ მონაკვეთის ზემოთ აწერენ პიკეტის ნომერს, მის ქვემოთ კი — ნიშნულს (შესაბამისი პიკეტები იქნება 115,3; 128,0; 125,9; 116,1 მ, ე. ი. ვიღებთ (4<sup>ა</sup>) ნახაზს, რომელიც წარმოადგენს განხილად  $B$  პუნქტზე შედგენილ კროკს და მას ვაღარებთ გეგმაზე გადატანილ ცნობებს, აგრეთვე ამ კროკიდან გეგმაზე გადავიტანთ სასოფლო გზას  $B$  პუნქტსა და 2 პიკეტს შორის, კროკზე დაინიშნული დაქანებებისა და მე-5 სქემის შესაბამისად ვასრულებთ გრადულირებას წინ განხილული ერთ-ერთი წესით. კროკის გამოყენებით მდოვრე ხაზებით ვაერთებთ ტოლი ნიშნულების შესაბამის 116, 117, 118, 119, 120 მ, ... წერტილებს. 120, 125, 130, ... იზოჰიფსები შედარებით სქელი ხაზებია.

ვიწყებთ რა შემდეგ I სადგურზე სამუშაოს, გარდა ზემოთ აღწერილი თანამიმდევრობისა, (6) სქემისა და კროკის (4<sup>ა</sup> ნახაზი) შესაბამისად ვიყენებთ ყველა სასაზღვრო ხაზს. მაგალითად, წერტილოვანი ხაზით დაინიშნება სახანავსა და სათიბს შორის 6—7—I—11—2 ხაზი და სხვ., სრულდება I—1, I—5, I—6, 11—I, 10—8, 7—8, 9—8 ქვედებულების გრადულირება, ამის შემდეგ ვასრულებთ  $B$  სადგურზე გატარებულ იზოჰიფსებზე გადაბმას I სადგურზე შესრულებული გრადულირების მონაცემების მიხედვით.

I სადგურზე სამუშაოს დამთავრების შემდეგ, გადავიდვართ რა II სადგურზე, ყოველივეს ვასრულებთ (7) სქემისა და (5<sup>ა</sup>) ნახაზის შესაბამისად; ასევე III სადგურზე, ვიყენებთ (8) სქემასა და (5<sup>ა</sup>) კროკს, IV სადგურზე — (9) სქემასა და (5<sup>ა</sup>) ნახაზზე გამოსახულ კროკს; C სადგურზე კი — (10) სქემასა და (6) ნახაზზე გამოსახულ კროკს.

#### IV. ტოპოგრაფიული გეგმის შემოწმება

იზოჰიფსებში გეგმის ტუშით გამოხაზვამდე წარმოებს როგორც თვალზომით, ისე საკონტროლო გაზომვების შესრულებით გეგმის ადგილთან შედარება. თვალზომით გეგმის ადგილთან შედარებისათვის საჭიროა ხელახლა დავიაროთ მთელი ავეგმილი ტერიტორია და გაისინჯოს ხომ არ არის დაშვებული ტლანქი შეცდომა სიტუაციის წვლილადების გამოტოვების, არასწორად გამოხაზვის ან რელიეფის მახასიათებელი სივრცის დამახინჯების გამო.

საკონტროლო გაზომვები წარმოებს საექვო ტერიტორიაზე აგებული საკონტროლო სვლის საყრდენი წერტილიდან, რომელიც აუცილებლად მიბმული უნდა იყოს შესრულებული აგებვის ძირითად საყრდენ პუნქტებთან.

შედარებით სწრაფად და ნაყოფიერად სრულდება საკონტროლო სამუშაოები აგებში კონტურული და სასიმალო წერტილების განმეორებითი აგებვების შესრულების შედეგად. ამ შემთხვევაში საჭიროა (8.12.5) პარაგრაფში განხილული მიზნითი სამუშაოებისათვის (პირდაპირი გადაკვეთისათვის) მიღებული წესით ტაქტომეტრიული სვლის პუნქტებიდან განისაზღვროს საკონტროლო სადგურების მდებარეობა. ამ შემთხვევაში საკონტროლო პიკეტები აიგებება ისეთივე წესით, როგორც ეს მიღებული იყო (9.2.4), (9.2.7) პარაგრაფებში ჩვეულებრივი პიკეტების აგებვებისათვის. საკონტროლო სადგური გადაიტანება გეგმაზე კოორდინატებით, ხოლო საკონტროლო პიკეტები — ტრანსპორტირით ან ქორღების წესით (9.2.6) პარაგრაფში). კონტურული წერტილების მდებარეობები ისინჯება სიტუაციის წვლილადების შესაბამის კონტურების მიხედვით, ხოლო სასიმალო პიკეტების ველზე საკონტროლო განსაზღვრულ ნიშნულებს ადარებენ გეგმაზე იზოჰიფსებს შორის ინტერპოლებით განსაზღვრულ მათ ოდენობებს.

1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 მასშტაბებში აგებვებისათვის ძირითადი დებულებების მიხედვით აგებვითი სამუშაოების შეფასების დროს დასაშვები გადახრები არის შემდეგი: 1) გადახრების საერთო რაოდენობიდან 90% უნდა იყოს დასაშვები შეცდომები, ხოლო 10% შეიძლება იყოს გაორკეცებული დასაშვები შეცდომის ტოლი; 2) მკაფიო კონტურების წერტილების გეგმაზე მდებარეობის შეცდომები არ უნდა აღემატებოდეს 0,5 მმ, ხოლო მთავარი ადგილებში დასაშვებია 0,7 მმ; 3) გეგმაზე სასიმალო წერტილების ნიშნულების შეცდომები 2°-მდე ადგილის დაქანების შემთხვევაში დასაშვებია გეგმის კვეთის სიმაღლის 1:4, ხოლო 2—6°-მდე — დასაშვებია გეგმის კვეთის სიმაღლის 1:3. ტყიანი მასივების აგებვისას ხსენებული დასაშვები შეცდომები შეიძლება გაიზარდოს 1,5-ჯერ.

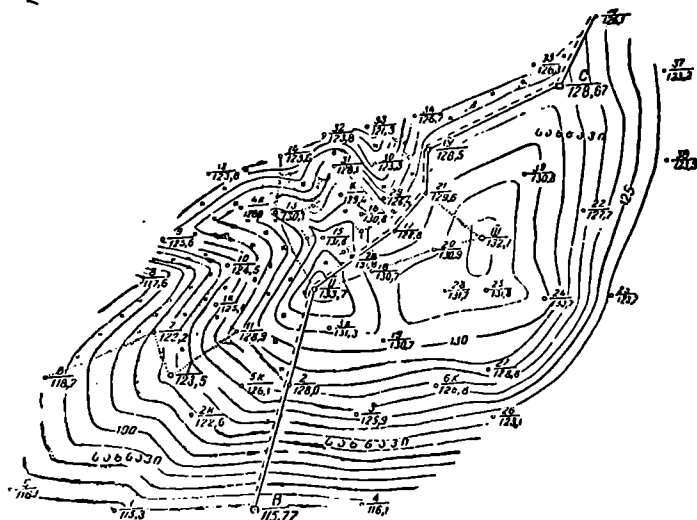
იმ შემთხვევაში, როცა ადგილის დაქანება 6°-ზე მეტია, იზოჰიფსების რაოდენობა უნდა შეესაბამებოდეს ფერდობების გადაღუნვის წერტილების ნიშნულებს შორის სხვაობას, აგრეთვე ამ წერტილების ნიშნულების განსაზღვრის შეცდომები არ უნდა აღემატებოდეს გეგმის კვეთის სიმაღლის 1:3.

## V. ტოპოგრაფიული გეგმის გაფორმება ტუშით

განხილადი სამუშაო სრულდება გეოდეზიისა და კარტოგრაფიის მთავარი სამმართველოს მიერ 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 ტოპოგრაფიული გეგმებისათვის სავალდებულო პირობითი აღნიშვნების შესაბამისად. ტუშით აფორმებენ ყველა სასიმალო პიკეტს. მათი რაოდენობა თუ დიდი, შეირჩევენ ისეთებს, რომლებიც გამოყენებულია იზოჰიფსების მიმართულებათა ცვლადობისათვის, იმ ანგარიშით, რომ გეგმის კვადრატულ დეციმეტრზე იყოს განლაგებული არანაკლებ 10—12 სასიმალო წერტილისა. საველე კონტროლის ელემენტები გამოისახება წითელი ფერით.

განხილად გეგმას წარმოადგენს (9) ნახაზი, რომელზეც  $K$  ასოთი აღნიშნულია საკონტროლო სადგური და  $K_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, 7$ ) სიმბოლოთი კი სა-

კონტროლო პიკეტები. საველე კონტროლის შედეგები მოყვანილია (5) ცხრილში.



ნახ. 9.2.7.9.

ცხრილი 9.2.7.5

საკონტროლო წერტილები	ნიშნულები (მ)	გეგმის მიხედვით	ნიშნულებში განსხვავება (მ)	კონტურის მდებარეობაში განსხვავება (მმ)
	საკონტროლო გაზომვებით			
К	129,4	129,6	+0,2	—
К <sub>1</sub>	125,4	125,2	-0,2	—
К <sub>2</sub>	122,6	122,5	-0,1	—
К <sub>3</sub>	131,3	131,6	+0,3	—
К <sub>4</sub>	128,4	128,2	-0,2	—
К <sub>5</sub>	126,1	126,3	+0,2	—
К <sub>6</sub>	126,8	127,0	+0,2	0,4
К <sub>7</sub>	131,8	131,5	-0,3	0,2

როგორც ვხედავთ, არცერთი განსხვავება არ აღემატება კვეთის სიმაღლის 1:3, აგრეთვე განსხვავებების რიგი არის შემთხვევითი კანონის შესაბამისი.

## ტაქომეტრიული სვლები და აზვებები

წინა თავში მოყვანილი მასალის საფუძველზე და საერთოდ, დაკვირვებებით დადგენილია, რომ თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული ავეჯების შესასრულებლად სამუშაო დღეში 300--500-მდე სალარტყო წერტილებამდე ქვედებულებისა და აღმატებების გამოსათვლელად იხარჯება დიდი დრო და ენერჯია. ამიტომ ტაქომეტრიული ავეჯებისათვის ერთ-ერთ უაღრესად რაციონალურ ღონისძიებას წარმოადგენს ტაქომეტრ-ავტომატების გამოყენება, რომლის თეორია განხილულია საინჟინრო გეოდეზიის VII ტომში [11]. ამ ღონისძიებებით სწრაფად იღებენ წერტილთა შორის ქვედებულებს და აღმატებებს, თავისუფლდებიან დახრის კუთხეების გაზომებისა და დიდი შრომატევადი სმუშაობისაგან.

### 9.3.1. ტაქომეტრ-ავტომატები

ამ თავში გამოყენების თვალთახედვით განვიხილავთ ტაქომეტრ-ავტომატებს ანუ ისეთ კუთხსაზომ ინსტრუმენტებს, რომელთაც აქვთ მანძილამატებაში მოწყობილობა დეომის წერტილებსა და სალარტყო წერტილებს შორის ჰორიზონტული მანძილისა (ქვედებულებისა) და აღმატებების ავტომატურად განსაზღვრისათვის. ასეთი ინსტრუმენტებია დალტა—020, TA—2 და TA—D1, რომელთა ტექნიკური მონაცემები და სხვა საჭირო ცნობები მოცემულია (7.4.1) პარაგრაფსა და (7.4.2.1) ცხრილში.

#### A. ტაქომეტრ-ავტომატი დალტა — 020 (7.4.1 3 ნახაზი)

როგორც ცნობილია, განხილადი ინსტრუმენტი წარმოადგენს განმეორებით თეოდოლიტს, რომლის სამიზნე ჭოგრი იძლევა სამიზნე საგნის პირდაპირ გამოსახულებას. დამკერი მოწყობილობის ჰორიზონტული ბერკეტის ძირს დაწვეით წრედალიდადას ამაგრებენ ჰორიზონტულ ლიმბზე. ამ დროს თუ ავეჯებზე ჰორიზონტული ლიმბის დამკერი ხრახნს, ალიდადა და ლიმბი იბრუნებს ერთად ისე, რომ არ მოხდება მათი ურთიერთმდებარეობის შეცვლა. აღნიშნული ჰორიზონტული ბერკეტის ზემოთ აწევით ხდება წრედალიდადასა და ლიმბის გათიშვა. ამ დროს თუ ლიმბი დავამაგრეთ დამტკეცი ხრახნით, იგი დარჩება უძრავად და წრედალიდადა იბრუნებს თავისი ღერძის გარშემო. საგნებზე ჭოგრის დამიზნების შესაბამისად წრედალიდადას ბრუნვის რეგულირება ხდება ლიმბზე მისი მიმაგრების შემდეგ მიკრომეტრიული ხრახნით.

საწყის მიმართულებებზე ტაქომეტრ-ავტომატის ორიენტირება ანუ დაყენება ხდება ისევე, როგორც განმეორებით თეოდოლიტ-ტაქომეტრზე. მაგალითად, ჰორიზონტული ბერკეტის ზემოთ აწევით წრედალიდადას გათიშავენ ლიმბისაგან და იბრუნებენ შანამ, სანამ ამთვლელი ხელსაწყოთი არ მიიღება ლიმბზე ანათვალის 0° და ბერკეტის ძირს დაწვეით მიამაგრებენ წრედალიდადას ლიმბს. შემდეგ მიკროხრახნით აყენებენ წრედალიდადას ზუსტად 0° 0' ან

კოტა მეტზე. აუშვებენ ლიმბს და მისი ბრუნვით (წრედალიდადასთან ერთად) ჭოგრის უმიზნებენ საწყის (საჭირო) მიმართულებას. თუ საჭიროა სალარტყო და საწყის მიმართულებებს შორის პოლარი კუთხეების გაზომვა, აუშვებენ წრედალიდადას, თანამიმდევრობით უმიზნებენ სალარტყო წერტილებს და იღებენ ყოველ ჯერზე შესაბამის ანათვლებს.

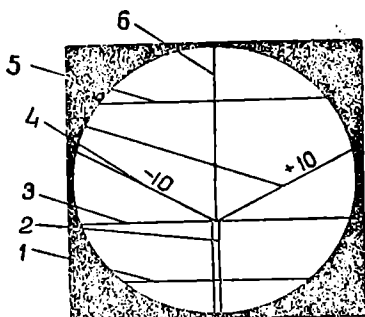
ვერტიკალურ ლიმბზე ანათვლი დაახლოებით უდრის  $90^\circ$ , როცა ჭოგრი დაყენებულია პორიზონტულად და ვერტიკალური წრედი მაჯცხნივ არის. ამიტომ შვეული წრედის ნულადგილი და დახრის კუთხეები გამოითვლება (9.2.2.9), (9.2.2.10) ფორმულებით.

ზემოთქმულთან ერთად (7.4.1) პარაგრაფის შესწავლით შეიძლება ნაყოფიერად გამოვიყენოთ დალტა—020 ტაქეომეტრ-ავტომატი.

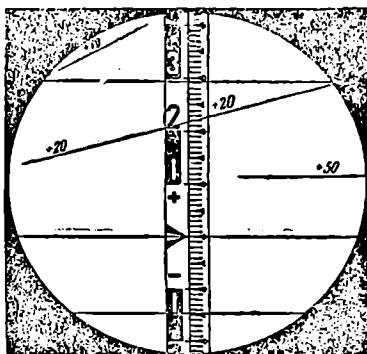
### დალტა — 010 ტაქეომეტრ ავტომატი

ქ. ცეისის ფირმამ 1959 წელს გამოუშვა დალტა — 010, რომელიც დალტა — 020 ტაქეომეტრ-ავტომატისაგან განსხვავდება დიაგრამის ხაზების სხვაგვარი განლაგებით; ვერტიკალურ ლიმბზე კონტაქტური თარაზოს ნაცვლად კომპენსატორის დაყენებით და ზონარი შვეულის ოპტიკური შვეულით შეცვლით.

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია ტაქეომეტრ-ავტომატი დალტა — 010-ის დიაგრამა, რომელიც შედგება შემდეგი ხაზებისაგან: ძირითადი რკალი 3, რომელიც



ნახ. 9.3.1.1.



ნახ. 9.3.1.2.

ძვეს ჭოგრის ხედვის არის ცენტრის ახლოს; პორიზონტული ქვედებულების მრუდები: ქვედა 1 კოეფიციენტით  $K=200$  და ზედა 5 კოეფიციენტით  $K=100$ ; აღმატებათა მრუდები  $\pm 10$  კოეფიციენტებით 4 (არის კიდევ ამ სახის მრუდები  $\pm 20$ ,  $\pm 50$ ,  $\pm 100$  კოეფიციენტებით). ამავე ნახაზზეა ვერტიკალური წრედი 6, რომელიც ძირითად რკალთან 3 გადაკვეთის ქვემოთ შეცვლილია ბისექტორით 2.

(2) ნახაზზე ნაჩვენებია ტაქეომეტრ-ავტომატი დალტა — 010-ის ხედვის არე ძირითადი რკალის ლარტყის ნულპუნქტზე დამიზნების დროს. ანათვლებია: პორიზონტული ქვედებულების ზედა მრუდით  $n_{S_{100}} = 0,292$  მ, ქვედათი

კი  $n_{S_{100}} = 0,146$  მ;  $+20$  კოეფიციენტის მქონე აღმატებათა მრუდებით  $n_{h_{20}} = 0,217$  მ; (7.4.1.14) და (7.4.1.15) ქვედებულებისა და აღმატებების გამოსათვლელი ფორმულებით:

$$L_0 = K_1 n_1, \quad (9.3.1.1)$$

$$h = K_2 n_2. \quad (9.3.1.2)$$

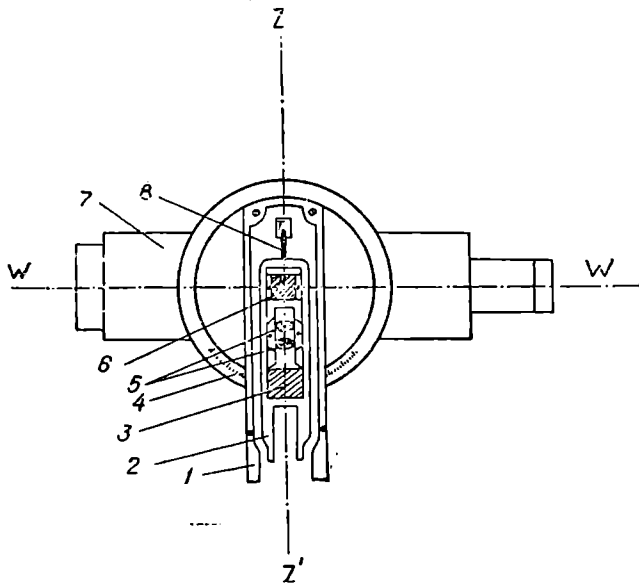
მაშასადამე,

$$L_0 = 0,292 \text{ მ} \cdot 100 = 29,2 \text{ მ},$$

$$L_0 = 0,146 \text{ მ} \cdot 200 = 29,2 \text{ მ},$$

$$h = +0,217 \text{ მ} \cdot 20 = +4,34 \text{ მ}.$$

კომპენსატორი წარმოადგენს ლითონის სახელურ-ქანქარას 2, რომელიც  $T$  წერტილში ჩამოკიდებულია ჯოგრის 7, დგამის 1 სახსრიან ზამბა-



ნახ. 9.3.1.3.

რაკზე 8. სახელურზე 2 მოთავსებულია მიკროსკოპის ობიექტივის 5 პრიზმები 3 და 6, რომლებიც ვერტიკალური წრედის 4 შტრიხების გამოსახულებას გადასცემენ ჯოგრის ბრუნვის ღერძის შიგა  $K$  წერტილზე მდებარე მიკროსკოპის ასათვლელი სკალის სიბრტყეზე. ჯოგრის სამიზნე  $WW$  ღერძის თარაზულად დაყენებისას მიკროსკოპის ობიექტივის 5 ოპტიკური ღერძი პრიზმის 3 საშუალებით გვეგვილდება ვერტიკალური ლიზმის  $90^\circ$  ან  $270^\circ$  შტრიხზე.

კომპენსატორი საშუალებას იძლევა გავზომოთ ვერტიკალური კუთხეები, როცა ინსტრუმენტის მთავარი  $ZZ'$  ღერძი შვეული მიმართულებიდან გადახრილია  $4'$ -მდე. კომპენსატორის რხევა მიიღევა ერთ სეკუნდში, რის შემდეგ

იგი იღებს შვეულ მდებარეობას  $\pm 0^{\circ},5$  საშუალო კვადრატული წეცდომის ფარგლებში. აღნიშნულის გამო ვერტიკალურ ლიშზე ცილინდრული თარაზოს ნაცვლად კომპენსატორის გამოყენებით ვაღწევთ დამკვირვებლის შრომის ნაყოფიერების ზრდას და ვერტიკალური კუთხეების გაზომვის მაღალ სიზუსტეს.

### **ბ. ტაქომეტრ-ავტომატი TA-2 (ნახ. 7.4.1.7)**

როგორც ითქვა, ძირითადი მონაცემები განხილადი ინსტრუმენტის შესახებ მოცემულია (7.4.1) პარაგრაფში და (7.4.2.1) ცხრილში. მისი ავტორია მ. მორჩენკო. აქ აღენიშნავთ, რომ ისევე, როგორც დალტა—020 და 010 ინსტრუმენტებში, შვეულ წრედზე წარწერები იზრდება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით; როცა შვეული წრედი მარცხნივ არის, ხოლო, როცა სამიხნე ჰოგრის დამიზნების ღერძი და ცილინდრული თარაზოს ბუშტულა ამჟულის ნულუქტზეა, ანათვალი ახლოა  $90^{\circ}$ -სთან. ამიტომ შვეული წრედის ნულადგილი და დახრის კუთხე გამოითვლება (9.2.2.9) და (9.2.2.10) ფორმულებით. საჭიროებდსამებრ TA—2 ტაქომეტრ-ავტომატს ამაგრებენ ორიენტორ ბუსოლს. განხილად ინსტრუმენტზეც ჰორიზონტული S ქვედებულისა და h' აღმატებების გამოთვლის გასაადვილებლად, როცა წრედი მარცხნივია, ვერტიკალურ წრედზე დატანილია ძირითადი რკალისა, ჰორიზონტული ქვედებულის მრუდისა და აღმატებების მრუდებისაგან შედგენილი დიაგრამა. გამოყენების წესი და ფორმულები იგივეა, რაც წინა ტაქომეტრ-ავტომატების დროს.

წარმატებით იყენებენ უნგრეთის სახალხო რესპუბლიკის მიერ დამზადებულ TA—Д1 ტაქომეტრ-ავტომატს (ნახ. 7.4.1.10) და (7.4.2.1) ცხრილს. აღწერილობა და გამოყენება ზემოთ აღწერილი ტაქომეტრ-ავტომატების მსგავსია.

### **ვ. ტაქომეტრ-ავტომატების შემოწმება და შესწორება**

ტაქომეტრ-ავტომატებში ძირითადად დაცული უნდა იქნეს ის პირობები, რაც მოითხოვება კუთხსაზომი ინსტრუმენტების (თეოდოლიტების) მიმართ. ამავე დროს საჭიროა გაისინჯოს დიაგრამის მდებარეობის სისწორე და განისაზღვროს მრუდების კოეფიციენტების ფაქტობრივი ოდენობები.

1. როგორც ნათქვამი იყო, ჰოგრის ღერძის ჰორიზონტულად დაყენების დროს ანუ როცა შვეულ წრედზე ანათვალი ნულადგილის ტოლია ( $90^{\circ}$ ), აღმატებების მრუდები  $+10$  და  $-10$  კოეფიციენტებით ერთმანეთს უნდა კვეთდეს ძირითადი რკალისა და ვერტიკალური ძაფის გადაკვეთის წერტილში (იხ. 7.4.2.—I და (1) ნახაზი).

შემოწმებისათვის ვერტიკალურ ლიშს აყენებენ ნულადგილზე (იგი  $90^{\circ}$ -სთან ახლო ოდენობა იქნება, ამ დროს დალტა—020-ში შვეული წრედის თარაზოს ბუშტულა მოყავთ ამჟულის ნულუქტზე, ხოლო დალტა 010-ში კომპენსატორი ასრულებს ამ ფუნქციას). ამ დროს თუ მოთხოვნილი პირობა არ იქნა შესრულებული, ვერტიკალური ლიშის ალიადიდან ხსნიან გარსაკმს და დიაგრამის შემასწორებელი ხრახნებით გადაადგილებენ აღმატება-



თა მრუდებს სასურველ მდებარეობაში. განმეორებითი შემოწმებების შემდეგ უკანვე ამავარგებენ ვერტიკალური ლიშბის ალიდადას გარსაცმს.

აღმატებებს მრუდების სწორი მდებარეობის შემოწმება შეიძლება სხვაგვარადაც. ამისათვის შეარჩევენ დაახლოებით 100 მეტრის სიგრძის ადგილს, რომლის ბოლო წერტილებს შორის აღმატება არ უნდა იქნეს დაახლოებით 1,5 მეტრზე მეტი და შუა ადგილიდან გეომეტრიული ნიველობით საზღვრავენ  $\frac{1}{2}$  აღმატებას, ამ ხაზის ბოლოებზე დასმული უნდა იქნეს პალოები. განხილად ტაქომეტრ-აეტომატს აყენებენ ხაზის მაღალნიშნულიან ბოლო წერტილზე, ხოლო სანიველო ლარტყას — ამავე ხაზის დაბალნიშნულიან ბოლო წერტილზე. ზომავენ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს და ტაქომეტრ-აეტომატის ჰოგარს უმიზნებენ ლარტყის ფუძიდან  $h+i$  ანათვალზე. ამ დროს აღმატებათა მრუდების გადაკვეთის წერტილი უნდა მდებარეობდეს დიაგრამის ვერტიკალურ ძაფზე. შესწორება ხდება ზემოთ აღწერილი წესით.

2) ჰორიზონტული ქვედებულების მრუდის  $K_{\text{ფაქტ}}$  განსაზღვრა ხდება დაახლოებით 150 მეტრი სიგრძის ხაზის 20-მეტრიანი ფოლადის ბაფთით.  $S$  განაზომისა და იმავე ხაზის ტაქომეტრ-აეტომატით  $S'$  განაზომის შედარებით, შემდეგნაირად:

$$K_{\text{ფაქტ}} \text{ შეესაბამება } S \text{ ბაფთით განაზომ მანძილს,} \\ 100 \text{ კი შეესაბამება } S' \text{ დიაგრამით გაზომილ მანძილს.}$$

მაშასადამე,

$$K_{\text{ფაქტ}} = \frac{S_{\text{ბაფთ}} \cdot 100}{S'_{\text{დიაგრამ.}}} \quad (9.3.1.3)$$

$K_{\text{ფაქტ}}$  ანგარიშობენ ერთეულის 0,01 დამრგვალებით. ამ კოეფიციენტს ზომავენ ათჯერ. ყოველი გამონათვალვი ერთმანეთისაგან არ უნდა განსხვავდებოდეს  $\pm 0,2$ . ბოლოს იღებენ  $K$  საშუალო ოდენობას, დამრგვალებულს ერთეულის 0,1-მდე. როცა  $(K_{\text{ფაქტ}} - 100) \leq \pm 0,2$ , შეიძლება  $K$ -ს ოდენობა მივიღოთ ნომინალური ანუ  $K=100$ .

3. აღმატებათა მრუდების კოეფიციენტების  $K_{\text{ფაქტ}}$  ოდენობების დადგენა ხდება გეომეტრიული ნიველობით განსაზღვრული  $h_{\text{ნოვ}}$  აღმატებისა და დიაგრამით გამოთვლილი  $h_{\text{გამოთვლილი}}$  აღმატებების შედარებით.  $h_{\text{გამოთვლილი}} = h'_{\text{დიაგრამით}} + i - v$ , სადაც  $i$  არის ინსტრუმენტის სიმაღლე,  $v$  — სიმაღლე ლარტყის ფუძიდან ძირითადი მრუდის დამიზნების წერტილამდე. დაწერება დამოკიდებულება:

$K_{\text{ფაქტობრივი}}$  შეესაბამება ნიველობით განსაზღვრულ  $h$  აღმატებას;

$K_{\text{ნომინალური}}$  კი — განხილადი აღმატების მრუდით გამოთვლილ  $h$ -ს.

მაშასადამე,

$$K_{\text{ფაქტ.}} = K_{\text{ნომ.}} \frac{h_{\text{ნოვ}} \dots}{h_{\text{გამოთვ.}}} \quad (9.3.1.4)$$

სადაც  $K_{\text{ნომინალური}}$  არის იმ აღმატების მრუდის კოეფიციენტი, რომლითაც ხდება ლარტყაზე ანათვლის აღება და  $h'$  აღმატების გამოთვლა.

სანიველო ხაზის სიგრძე უნდა იყოს დაახლოებით 100 მეტრის, ხოლო შესაბამისი ბოლოების აღმატებები 8-დან 20 მეტრამდე.  $K_{\text{ფაქტ.}}$  ანგარიშობენ ერთეულის 0,01 დამრგვალებით. ხსენებული კოეფიციენტები უნდა განისაზღვროს ათი სხვადასხვა აღმატებების მქონე ხაზის მიხედვით. თუ ფაქტობრივ და ნომინალურ ( $\pm 10$  და  $\pm 20$ ) ოდენობებს შორის განსხვავება არ

აღმატება 0,1 და 0,2 ოდენობებს, შეიძლება აგვეგვების დროს ვისარგებლოთ ნომინალური ანუ იმ კოეფიციენტებით, რაც აწერია გამოყენებულ აღმატებათა მრუდებს. იმ აღმატებების მრუდებისაგან, რომელთაც აწერიათ +100 და -100 კოეფიციენტები, *K<sub>გაბარა</sub>* არ უნდა იყოს გადახრილი  $\pm 0,4$  ოდენობით.

განხილადი ტაქომეტრ-ავტომატებით პორიზონტული *S* ქვედებულების განსაზღვრის *m<sub>გ</sub>* საშუალო კვადრატული და 100 მეტრ მანძილებზე *h* აღმატებების განსაზღვრის *m<sub>ა</sub>* საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები მოცემულია (1) ცხრილში, რომელიც შედგენილია კატალოგებისა და სათანადო ცდების შედეგად.

ცხრილი 9.3.1.1

საშუალო კვადრატული შეცდომა	კოეფიციენტები	საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები მეტრებში		
		დალტა — 020	დალტა — 010	TA-2
<i>m<sub>გ</sub></i>	<i>K<sub>1</sub></i> =100	0,10—0,20	0,10	0,19
<i>m<sub>გ</sub></i>	<i>K<sub>1</sub></i> =200	—	0,20	—
<i>m<sub>ა</sub></i>	<i>K<sub>2</sub></i> = $\pm 10$	0,05	0,03	0,03
<i>m<sub>ა</sub></i>	<i>K<sub>2</sub></i> = $\pm 20$	0,05	0,05	0,04
<i>m<sub>ა</sub></i>	<i>K<sub>3</sub></i> = $\pm 50$	—	0,10	—
<i>m<sub>ა</sub></i>	<i>K<sub>3</sub></i> = $\pm 100$	0,10—0,20	0,15	0,18

**2. ადგილზე ხალაატურ წიტილებების შიარება და კარქისის შეღებვა**

ეს სამუშაოები სრულდება (9.2.4) პარაგრაფში მოყვანილი წესრიგის შესაბამისად. აქ განვიხილავთ მაგიდულა პლანშეტს — კარტიე — 250 (ნახ. 7.5.4.1).

განხილადი კარტოგრაფიული მაგიდულა მნიშვნელოვნად აადვილებს ადგილის გეგმის შედგენას. მის შესახებ ძირითადი ცნობები მოცემულია (7.5.4) პარაგრაფში. აქ შევხებით მისი შემოწმებისა და გამოყენების საკითხს. იგი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1) ნახაზზე წერტილების დასაჩვენებელი (დასანიშნი) მოწყობილობა უნდა ადვილდებოდეს სამიზნე კოგრის კოლიმაციური სიბრტყის პარალელურად რგოლის 9 დიამეტრზე. შესამოწმებლად მაგიდულათი გაწყობილ ტაქომეტრის კოგრის ღერძს მიმართავენ რაიმე წერტილზე და დანიშნავენ რგოლის ცენტრიდან მოშორებით ამ წერტილის გეგმილს რგოლზე 9. გადაიტანენ კოგრის ზენიტზე, დაუმიზნებენ კოგრის იმავე წერტილს და შესაბამის წერტილს დანიშნავენ აღნიშნული წერტილის პირველი გეგმილის ახლო. თუ დანიშნულ წერტილებს შორის მანძილი იქნება 0,4 მმ მეტი, მაგიდულას შეა-

ბრუნებენ ისე, რომ ნემსი მოექცეს ამ წერტილებს შორის და შემასწორებელი ხრახნებით გადაადგილებენ ძაფთა ბადეს ისე, რომ წერტილი მოხვდეს ძაფთა ბადის შვეულ ძაფზე;

2) სამასშტაბო სახაზავის ნულპუნქტი უნდა ემთხვეოდეს რგოლის (წრის) 9 ცენტრს, რომელიც წარმოადგენს ქალაღზე სადგურის მდებარეობას.

ამ მიზნით ჭოგარს ვუმზინებთ ადგილის წერტილს, ნემსს დავაყენებთ სახაზავის ნულპუნქტზე და გავაკეთებთ ნაჩხვლეტს. იგივეს ვიმეორებთ ჭოგარის ზენიტზე გადატანის შემდეგ. თუ ორივე ნაჩხვლეტი ერთმანეთს არ დაემთხვა, მათ საშუალოზე ვაყენებთ ნემსს და ფანქრით აღვნიშნავთ ასათვლელი ინდექსის შესაბამის მდებარეობას.

განხილავი მაგიდულას ნაკლია ის, რომ ყოველ სადგურზე იცვლება ნახაზის ფუძე (სახაზავი ქალაღი) და აღებული წერტილები ახალ სადგურზე არ არის დაკავშირებული ძველ, წინა სადგურზე ანაგეგმ წერტილებთან.

### ე. წვლილადგისა და კილიფუის აგეგვა

სადგურზე ტაქეომეტრ-ავტომატის დაყენებისა და ჰორიზონტული ლიშბის ორიენტირების შემდეგ ტაქეომეტრ-ავტომატის ჭოგარის სამიზნე ღერძს მიმართავენ ლარტყისაკენ ისე, რომ ვერტიკალური ძაფი გეგმილდებოდეს ლარტყის ღერძზე და დიაგრამის ძირთაღი ძაფი შეთავსებული იყოს ტაქეომეტრ) ავტომატის ლარტყის ნულპუნქტის გამოსახულებასთან (იხ. 7.4.1.6, ნახაზი ან სანიველო ლარტყის ფუძიდან  $x$  სიმაღლის წერტილის გამოსახულებასთან და ან ქვედა გამოსაწებოლოიანი ლარტყის ინსტრუმენტის  $z$  სიმაღლის წერტილის გამოსახულებასთან.

ვასრულებთ ვერტიკალური წრედის ცილინდრული თარაზოს კონტაქტს და ვიღებთ ანათვლებს ჰორიზონტული მანძილების მრუდით  $n_5$  და აღმატებათა მრუდით  $n_6$  (სათანადო კოეფიციენტისა და ნიშნის ჩვენებით). 100 მეტრამდე მანძილების შესაბამისი ანათვლები აიღება 0,002 მეტრამდე და უფრო გრძელი მანძილების კი აიღება 0,01 მეტრამდე დამრგვალებით, რომლებიც იწერება (1) სქემაში მოყვანილ ჟურნალში. აქვე შევნიშნავთ, რომ დიაგრამებიანი ტაქეომეტრ-ავტომატით მუშაობაში დახელოვნების შემდეგ (1) სქემის მე-3, მე-4, მე-5 სვეტებს არ ავსებენ, სადაც ჩაწერილია დიაგრამებით აღებული სათანადო ანათვლები და კოეფიციენტები და პირდაპირ ავსებენ მე-6, მე-7 სვეტებს S-ისა და  $h'$ -ის ოდენობებით, მხოლოდ უყურადღებოდ არ უნდა დავტოვოთ აღმატების ნიშანი. შემდეგ ანიშნებენ მელარტყეს, რომ გადავიდეს შემდეგ სალარტყო წერტილზე, რომლის შესაბამისად იღებენ ჰორიზონტული მიმართების კუთხეს და წერენ (1) სქემის მე-2 სვეტში. დანარჩენი ანათვლები კი ზემოხსენებულის ანალოგიურად სრულდება. ყოველივე მეორდება დანარჩენი სალარტყო (კონტურული, სასიმაღლო და კონტურულ-სასიმაღლო) წერტილების მიმართ.

ყოველ სადგურზე უნდა ბდებოდეს წრიული დამზერა ანუ განმეორებით უნდა იქნეს დამზერილი საწყისი წერტილი, რომელზეც ორიენტირებული იყო ჰორიზონტული ლიმიტი.

ავეგმვის (1) და სხვა ანალოგიურ სქემებში საჭიროა ველზე შემდეგი სახის გამოთვლების შესრულება:

1) (1) ფორმულით გამოითვლება  $0,1$  მეტრამდე დამრგვალებული სალარტო წერტილებამდე  $S$  ჰორიზონტული ქვედებულები;

2) (2) ფორმულით გამოითვლება  $0,01$  მეტრამდე დამრგვალებული  $h'$  აღმატება, შესაბამისი  $K_2$  კოეფიციენტისა და მისი ნიშნის მხედველობაში მიღებით;

3) პიკეტის  $H_{აკ}$  ნიშნულის გამოთვლა ერთ-ერთი ფორმულით:

ა) დალტას ლარტის  $1,40$  სიმაღლეზე დამიზნების დროს

$$H_{აკ} = H_{საღ} + h' + i - 1,40, \quad (9.3.1.5)$$

სადაც  $H_{საღ}$  არის სადგურის ნიშნული;  $i$  — ინსტრუმენტის სიმაღლე;

ბ) სანიველო ლარტის  $s$  სიმაღლეზე დამიზნების დროს

$$H_{აკ} = H_{საღ} + h' + i - s. \quad (9.3.1.6)$$

ც) სანიველო ლარტის ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეზე დამიზნების დროს

$$H_{აკ} = H_{საღ} + h'. \quad (9.3.1.7)$$

პიკეტების ნიშნულები მრგვალდება  $0,1$  მეტრამდე.

მაგალითი 9.3.1.1. შევასრულოთ (9.2.7) პარაგრაფში მოყვანილი მაგალითის პირობათა შესაბამისი სამუშაოები ტაქეომეტრ-ავტომატ დალტა — 020 ინსტრუმენტის გამოყენებით.

#### ა. ტაქეომეტრ-ავტომატით სვლა

აქ სრულდება თეოდოლიტ-ტაქეომეტრით ან ტაქეომეტრ-ავტომატით სვლა.

ა. ბრიგადისათვის საჭირო ინსტრუმენტებს მეორე შემთხვევაში დაემატება ტაქეომეტრ-ავტომატი დალტა — 020 და, შესაძლებლობის მიხედვით, მაგიდულა-პლანშეტი კარტიე — 250.

ბ. დავალების შესრულების თანამიმდევრობა ისეთივეა, როგორც ეს მოყვანილია (9.2.7) პარაგრაფის იმავე მუხლში, რის შედეგად მიღებულია (9.2.7.1) სქემა.

ც. სვლის პუნქტების კოორდინატების გამოთვლები იგივეა, რის შედეგად მიღებულია (9.2.7.2), (9.2.7.3), (9.2.7.4) სქემების გამოთვლები.

#### ბ. ტაქეომეტრ-ავტომატ დალტა — 020-ით აბაზმების

ა მუხლი ანუ სალარტო წერტილების შერჩევა; ბ მუხლი ანუ (9.2.7.4<sup>ა</sup>), (9.2.7.4<sup>ბ</sup>), (9.2.7.5<sup>ა</sup>), (9.2.7.5<sup>ბ</sup>), (9.2.7.5<sup>გ</sup>), (9.2.7.6) კროკები იგივე იქნება.

ც მუხლი ანუ მუშების შემზადება იმავე წესით სრულდება.

## ბ ა ღ უ რ ი B

თარიღი 20. 07. 1969

$$H_{\text{საშ}} = H_B = 115,77 \text{ მ}$$

ამინდი—მოწმენდილი, წყნარი

$$i = 1,37 \text{ მ}, v = 1,40 \text{ მ}$$

დამყვარებული პეტროვი

ჩამწერი და გამომთვლელი ალექსევი

ბუნებებისა და პიკეტების №/№	ანათლები პორიზონტურ ლამბეზე	ანათლები მრუდებით			S მ	h' მ	H მ	პიკეტების რაობის აღწერა
		პორიზონტული კვეთის ლეზულების #S, მ	ალმატებების					
			K <sub>ა</sub>	h <sub>ა</sub> მ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
წრელი მარცხნივ (L)								
A	0 00	—	—	—	—	—	—	—
1	42 00	1,98	-10	0,044	198	-0,44	115,3	სასიმალო
2	148 30	1,84	+10	1,226	184	+12,26	128,0	სასიმალო გზა, საზღვარი სახნავსა და სათიბის შორის
3	179 10	1,99	+10	1,016	199	+10,16	125,9	სასიმალო
4	220 05	1,52	+10	0,036	152	+0,36	116,1	ივავე
A	0 00	—	—	—	—	—	—	—

## ბ ა ღ უ რ ი I

თარიღი—20.07. 1969

$$H_1 = 123,53 \text{ მ}$$

ამინდი—მოწმენდილი, წყნარი

$$i = 1,35 \text{ მ}, v = 1,40 \text{ მ}$$

დამყვარებული ალექსევი

ჩამწერი და გამომთვლელი ივანოვი

ბუნებებისა და პიკეტების №/№	ანათლები პორიზონტურ ლამბეზე	ანათლები მრუდებით			S მ	h' მ	H მ	პიკეტების რაობის აღწერა
		პორიზონტული კვეთის ლეზულების #S, მ	ალმატებების					
			K <sub>ა</sub>	h <sub>ა</sub> მ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
წრელი მარცხნივ (L)								
B	0 00	—	—	—	—	—	—	—
5	83 30	2,27	-10	0,738	227	-7,38	116,1	სასიმალო
6	120 05	1,75	-10	0,528	175	-5,28	118,2	სახნავის საზღვარი
7	190 40	0,66	-10	0,138	66	-1,38	122,1	ივავე
8	192 05	1,48	-10	0,588	148	-5,88	117,6	წყალსაველი
9	207 40	1,98	-10	0,212	198	-2,12	125,6	სასიმალო
10	237 30	1,78	-10	0,102	178	-1,02	124,5	წყალსაველი
11	266 40	1,12	-10	0,542	112	-5,42	128,9	სახნავის საზღვარი
B	0 01	—	—	—	—	—	—	—

ხ ა დ გ უ რ ი II

თარიღი—20.07.69

$H_{II}=133,71$  მ.

ამინდი—მოწმენდილი, სუსტი ქარი

$\delta=-1,30$  მ.  $\varphi=1,40$  მ.

დამკვირვებელი ივანოვი

ჩამწერი და გამოთვლელი სერგეევი

1	2	ანათელები შრუდებით			6	7	8	9
		ანათელები პირობითულ ლიშებზე	ალმატელების					
			პირობითული ქვედებულების $\mu_{S, \varphi}$	$K_2$				
					$S$	$H'$	$H$	პიკეტების რაოდენობის აღწერა

წრედი მარცხნივ (L)								
1	0 00	—	—	—	—	—	—	—
12	80 00	2,24	-10	1,001	224	-10,01	123,6	სასიმილო
13	95 45	1,25	-10	0,291	125	-2,91	130,7	სასიზღვრო და სასიმილო
14	107 30	2,00	-10	0,991	200	-9,91	123,7	იგივე
15	131 00	0,75	-10	0,201	75	-2,01	131,6	სასიმილო
16	151 50	1,12	-10	0,881	112	-8,81	130,8	იგივე
17	174 00	1,38	-10	0,471	138	-4,71	128,9	სასოფლო გზა
18	195 00	0,81	-10	0,291	81	-2,91	130,7	სასიმილო
19	249 40	1,13	—	0,291	113	-2,91	130,7	იგივე
1	0 01	—	—	—	—	—	—	—

ხ ა დ გ უ რ ი III

თარიღი—20.07.69

$H_{III}=132,69$  მ

ამინდი—მოწმენდილი, სუსტი ქარი

$\delta=1,38$  მ,  $\varphi=1,40$  მ.

დამკვირვებელი სერგეევი

ჩამწერი და გამოთვლელი ფედოტოვი

1	2	ანათელები შრუდებით			6	7	8	9
		ანათელები პირობითულ ლიშებზე	ალმატელების					
			პირობითული ქვედებულების $\mu_{S, \varphi}$	$K_2$				
					$S$	$H'$	$H$	პიკეტების რაოდენობის აღწერა

წრედი მარცხნივ (L)								
11	0 00	—	—	—	—	—	—	—
20	2 55	0,70	-10	0,177	70	-1,77	130,9	საზღვარი სახნავსა და სათიბის შორის
21	56 30	1,03	-10	0,307	103	-3,07	129,6	სასოფლო გზა და საზღვარი სახნავსა და სათიბის შორის
22	182 00	1,45	-10	0,497	145	-4,97	127,7	წყალსავალი ხაზი
23	222 10	1,98	-10	0,947	198	-9,47	123,2	სასიმილო სახნავზე
24	243 00	1,21	-10	0,197	121	-1,97	130,7	წყალგამყოფი სახნავზე
25	282 40	0,75	-10	0,087	75	-0,87	131,8	იგივე
26	283 40	2,60	-10	0,957	260	-9,57	123,1	იგივე
27	284 35	1,90	-10	0,387	190	-3,87	128,8	იგივე
28	321 45	0,94	-10	0,097	94	-0,97	131,7	იგივე
11	0 01	—	—	—	—	—	—	—

## ხ ა ლ გ უ რ ა • IV

თარიღი—21.07.69

 $H_{IV} = 128,48 \text{ მ.}$ 

ამინდი—ცვალებადი მოღრუბლულობა

 $i = 1,40 \text{ მ, } \varphi = 1,40 \text{ მ.}$ 

დამკვირვებელი ფედორაძე

ჩამწერი და გამომთვლელი პეტროვი

1	2	ანათვლები შრუდებით			S მ	N მ	H მ	პიკეტების რაობის აღწერა
		ანათვლები კორი- ზონტულ ლიბზე,	აღმატებების					
			კორიზონტული კადასტრული წ.გ.მ	$K_2$				
III	0 00	—	—	—	—	—	—	
29	71 00	0,94	-10	0,808	94	-2,08	126,4	წყალსაერთი
30	105 80	0,77	-10	0,518	77	-5,18	123,3	იგივე
31	110 25	1,32	+10	0,022	132	+0,22	128,7	წყალგამყოფი
32	120 40	1,48	-10	0,268	148	-2,68	125,8	იგივე
33	141 20	0,92	-10	0,718	92	-7,18	121,3	წყალსაერთი
34	181 06	0,53	-10	0,178	53	-1,78	128,7	სისმაღლო
III	0 01	—	—	—	—	—	—	—

სქემა 9.3.1.6

## ხ ა ლ გ უ რ ა • C

თარიღი—21.07.69

 $H_C = 128,67 \text{ მ.}$ 

ამინდი—ცვალებადი მოღრუბლულობა, სუსტი ქარი

 $i = 1,38 \text{ მ, } \varphi = 1,40 \text{ მ.}$ 

დამკვირვებელი პეტროვი

ჩამწერი და გამომთვლელი ილქსიევი

1	2	ანათვლები შრუდებით			S მ	N მ	H მ	პიკეტების რაობის აღწერა
		ანათვლები კორი- ზონტულ ლიბზე,	აღმატებების					
			კორიზონტული კადასტრული წ.გ.მ	$K_2$				
IV	0 00	—	—	—	—	—	—	
35	67 05	0,46	-10	0,295	46	-2,35	126,3	სისმაღლო
36	142 20	1,11	-10	0,255	111	-2,55	126,1	სისმაღლო გზა
37	197 80	1,42	-10	0,545	142	-5,45	128,2	სისმაღლო
38	242 05	1,74	-10	0,515	174	-5,15	123,5	იგივე
39	317 15	1,35	+10	0,215	135	+2,15	130,8	იგივე
IV	0 01	—	—	—	—	—	—	—

სვლებისა და აგეგმვების მასალების მიხედვით გეგმის შედგენა სრულდება (9.2.7) პარაგრაფში მიღებული წესრიგის შესაბამისად, რითაც მიიღება (9.2.7.9) ნახაზზე გამოსახული ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმა.

## მენზულური სვლები და აგეგმვები

გეოშეტრიული მეთოდით დიდი სივრცეების ტოპოგრაფიული გეგმებისა და რუკების შედგენა XVII—XIX საუკუნეებში და მის შემდგომ პერიოდშიც ყველა კულტურულ სახელმწიფოში სრულდებოდა მენზულით და კიპრეგელით, რომელთა აღწერილობა და შემოწმებები განხილულია (7.5) თავში.

ამჟამად დედამიწის ზედაპირის კარტოგრაფირების ძირითად მეთოდად მიღებულია ადგილის აეროფოტოტოპოგრაფიული აგეგმვის მეთოდი. ამ მეთოდით ხდება ადგილის გადაღება 1:5000 და უფრო წვრილ მასშტაბებში. საჭიროებისამებრ სრულდება 1:2000 მასშტაბიანი აგეგმვებიც.

ზშირად ასაგეგმავი ტერიტორია მცირეა და ეკონომიური მოსაზრებით მისი ფოტოგრაფირების გზით აგეგმვა მიზანშეწონილი არ არის; ასეთ შემთხვევაში წარმატებით იყენებენ მენზულური აგეგმვების მეთოდს. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ მენზულით აგეგმვებში გამოწვრთნილი ამგეგმავი ადვილად ეუფლება აეროფოტოაგეგმვების მეთოდს. მაშასადამე, მენზულით აგეგმვა მეთოდური თვალთახედვითაც ვამართლებულია.

ქვეყნის კარტოგრაფირების საქმეში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება 1:10000 მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკებს, რადგანაც ისინი წარმოადგენენ უფრო წვრილმასშტაბიანი და სპეციალური რუკების, აგრეთვე 1:25000—1:50000 მასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკების შედგენის საფუძველს. მათ წარმატებით იყენებენ სახალხო მეურნეობის ამოცანების ამოსახსნელად, როგორცაა:

1. ქალაქებისა და დასახლებული პუნქტების დაგეგმარებისა და გენერალური გეგმების დამუშავება; გზების, კავშირგაბმულობის, ელექტროგადამცემი ხაზების, ბაკირგზების, მილგაყვანილობისა და სხვა ტრასების შერჩევა; მშენებლობის უბნების რუკების შედგენა საინჟინრო გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური ძიებების ჩასატარებლად.

2. სოფლის მეურნეობის დარგში — მიწის ფონდებისა და მიწათმოწყობის აღრიცხვა; მიწების მორწყვისა და გამოშრობის დაპროექტება; ნიადაგების დეტალური აგეგმვები.

3. ტრანსპორტის დარგში — საავტომობილო გზებისა და რკინიგზების კვლევა ძიებისა და ტრასების ტექნიკური პროექტის შედგენა, ასევე რთულ პირობებში არხების პროექტის შედგენა; ნაოსნობისათვის მდინარეების დეტალურად შესწავლა.

4. ჰიდროტექნიკური მშენებლობის დარგში — ჰიდროტექნიკური სივრცე-



ებისა და ნაგებობების ადვილ-მდებარეობის შერჩევა; კაშხლების გასწვრივობაში საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევა-ძიება.

5. გეოლოგიის დარგში — სასარგებლო ნამარხთა საბადოების დეტალურად დაზვერვა და დანაზვერი გეოლოგიური და გეოფიზიკური პუნქტების მიხედვით.

6. სატყეო დარგში — ტყეების მელოორაციის პროექტის შედგენა და სხვ.

1:10000 ტოპოგრაფიული რუკები იქმნება გაუსის ტოლკუთხა განივცილინდრულ პროექციებში ექვსკრადუსიანი ფიჭურობისათვის (იხ. 2.5.4 პარაგრაფი) სათანადო ნომენკლატურის შესაბამისად (იხ. 2.5.5, 2.5.6, 2.5.7, 2.5.8 პარაგრაფები).

ისევე, როგორც საერთოდ კუთხზომითი და ტაქიმეტრიული აგეგმვების დროს, 1:10000 მასშტაბიანი მენზულით აგეგმვების გეოდეზიურ საფუძველს წარმოადგენს სსრ კავშირის სახელმწიფო გეოდეზიური პუნქტები — გეგმური — ტრიანგულაციისა და პოლიგონომეტრიის 1—4 კლასის და სასიმალო — გეომეტრიული ნიველობის I—IV კლასის მარკები და რეპერები.

როცა რელიეფის კვეთის სიმაღლედ მიღებულია 2,5 მეტრი, ერთ გეგმურ და სასიმალო პუნქტს უნდა შეესაბამებოდეს 40—60 კმ<sup>2</sup> სივრცე და პუნქტებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 7—9 კმ; როცა კვეთის სიმაღლე შერჩეულია ერთი მეტრი, მაშინ პუნქტების საჭირო ხშირადობა იქნება მეტი და ერთი პუნქტი (რეპერი, მარკა) უნდა შეესაბამებოდეს 20 კმ<sup>2</sup> და პუნქტებს შორის მანძილები არ უნდა აღემატებოდეს 4—5 კმ.

როგორც ცნობილია (იხ. VIII ტომი), სახელმწიფო გეოდეზიური საყრდენის საფუძველზე იქმნება სააგეგმო ქსელები.

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა აგეგმვების წარმოება ისეთ ტერიტორიაზე, სადაც სახელმწიფო გეოდეზიური საყრდენი საფუძველი არ არსებობს, შეიძლება აგეგმვები ვაწარმოოთ საგანგებოდ შექმნილი ალგილობრივი მნიშვნელობის სააგეგმო საფუძვლის მიხედვით (თუ ტერიტორია არ აღემატება 500 კმ<sup>2</sup>), რომელიც საბოლოოდ უნდა მიეხდეს სახელმწიფო გეოდეზიურ საფუძველს. 1:10000 მასშტაბიანი მენზულოური აგეგმვების შესრულება ყოველ საღმურზე უნდა ხდებოდეს 250—300 მეტრის რადიუსის ანუ 0,2—0,3 კმ<sup>2</sup> სივრცეზე. მაშასადამე, საშუალო სარტყლების სივრცეებზე 18—20 კმ<sup>2</sup> ფართობის 1:10000 მასშტაბში აგეგმვისათვის ყოველ ტრაპეციაზე მენზულის დასაყენებლად უნდა გეგმონდეს განსაზღვრული 70—100 გეოდეზიური პუნქტი. ამთავან დაახლოებით მესამედი (20—30) უნდა იყოს სააგეგმო ქსელების პუნქტები, დანარჩენი პუნქტები კი იქნება სააგეგმო სვლების გარდაშვალვი წერტილები და წერტილები, რომელთა შექმნისა და აგების საკითხება განიხილება (9.4.7) პარაგრაფში.

როგორც ცნობილია, არსებობს სააგეგმო ქსელების აგების ანალიზური და გრაფიკული მეთოდი.

სააგეგმო ქსელების აგების ანალიზური მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ (8.11) და (8.12) თავებში განხილული ერთ-ერთი მეთოდით საზღვრავენ სააგეგმო ქსელის პუნქტების პორიზონტულ კოორდინატებს და სიმაღლებს და დანიშნავენ სათანადო პლანზეტზე. სააგეგმო ქსელების პუნქტების პორიზონტულ კოორდინატებს ხშირად საზღვრავენ თეოდოლიტური სვლების შედეგად, რომელთაც საბოლოოდ უკავშირებენ (აბამენ) სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელების პუნქტებს. სააგეგმო ქსელების პორიზონტული კოორდინატების განსაზღვრა აგრეთვე ხდება პირდაპირი გადაკვეთებით სახელ-

მწიფო გეოდეზიური ქსელების არანაკლებ სამ-სამი პუნქტიდან ან შებრუნებული გადაკვეთებით ოთხ-ოთხი პუნქტიდან (სნელიუს-პოტენოტის ამოცანის ამოხსნის ანალიზური ხერხი (იხ. 8.12 თავი)); განხილავი პუნქტების ნიშნულები კი ისაზღვრება ტრიგონომეტრიული ნიველოებით განსაზღვრული აღმატებების საშუალებით (იხ. 8.9. თავი).

სააგეგმვო ქსელების აგების გრაფიკული მეთოდის ერთ-ერთი სახეა გეომეტრიული ქსელი, რომლის შექმნის საკითხები განიხილება (9.4.6) პარაგრაფში. მისი აგება შეიძლება ღია სივრცეებში, როცა პუნქტებს შორის ხილვა-ღობაა. დახურულ ანუ ტყიან ან დასახლებულ ადგილებში მიმართავენ ე. წ. მენზულურ სვლებს (9.4.7 პარაგრაფი), რომელიც ანალოგიურია ტაქომეტრიული სვლებისა მენზულით და კიბრეგულით.

ზემოაღნიშნული მეთოდების შედარებით დადგენილია, რომ ანალიზური მეთოდით პუნქტების განშირებისათვის საჭიროა დიდი შრომა და დრო გრაფიკულ მეთოდთან შედარებით. აქ საჭიროა განსაკუთრებული ყურადღებით და სიზუსტით შესრულდეს გაზომვა-განსაზღვრები და კონტროლი, რათა პლანშეტზე დატანილი პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატებისა და სიმაღლეების განსაზღვრებში არ გაგვეპაროს შეცდომები. სააგეგმვო ქსელის აგების გრაფიკული მეთოდით შესრულებისათვის ზემოხსენებული საშუალებები არ სრულდება და ქსელის პუნქტებს სათანადო კონტროლით საიმედოდ ვიღებთ უშუალოდ პლანშეტებზე, რის გამო ანალიზურ მეთოდს მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როცა გრაფიკული მეთოდი ვერ იძლევა საჭირო სიზუსტეს ან ადგილმდებარეობის პირობები არ იძლევა გრაფიკული მეთოდის გამოყენების საშუალებას.

გრაფიკული მეთოდით შექმნილი სააგეგმვო საფუძველი 1:10000 მასშტაბიანი მენზულური აგეგმვისათვის უზრუნველყოფს მოთხოვნილ სიზუსტეს, თუ მისი შესრულებისათვის ზემოხსენებული ხელისშემშლელი პირობები არ წარმოიშვა.

#### 9.4-1. მენზულურ-ტოპოგრაფიული აბზომვის არსი

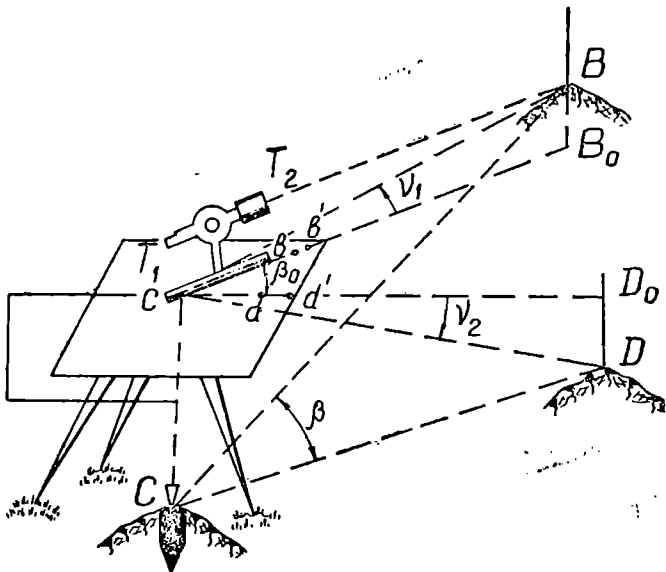
წინამდებარე სახელმძღვანელოს პირველ თავში განხილული იყო საკითხი ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენის შესახებ, რასაც ვალწევდით საყრდენი გვერდების ცნობილი დირექციული კუთხეებისა და მათი პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატების, თეოდოლიტური სვლის ველზე განაზომი გამოსასვლელი გვერდების მიმზრობის კუთხეების და იმავე სვლის ჰორიზონტული კუთხეების, გვერდების სიგრძეებისა და აბრისების კამერული დამუშავებით.

მეორე თავში განხილულია საკითხი ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენის შესახებ, რასაც ვალწევდით საყრდენი გვერდების ცნობილი დირექციული კუთხეებისა და მათი პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატების და სიმაღლეების, თეოდოლიტ-ტაქომეტრიული სვლის ველზე განაზომი გამოსასვლელი გვერდის მიმზრობის კუთხეების, ჰორიზონტული და დახრის კუთხეების, გვერდების სიგრძეებისა და კროკების კამერული დამუშავებით.

მესამე თავში კი განვიხილეთ ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენის საკითხი, რასაც ვასრულებთ საყრდენი გვერდების ცნობილი დირექ-

ციული კუთხეების და პუნქტების ჰორიზონტული კოორდინატებისა და სიმაღლეების, ტაქეომეტრ-ავტომატური სვლის გამოსასვლელი გვერდის ველზე განაზომი მიმზრობის კუთხის, ჰორიზონტული და დახრის კუთხეების, გვერდების სიგრძეების, სადგურებიდან სალარტყო წერტილამდე ჰორიზონტული ქვედებულების, აღმატებების და კროკების კამერულად დამუშავებით.

განხილად თავში შეისწავლება საკითხი გეომეტრიული მეთოდით ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმის უშუალოდ ველზე შედგენის შესახებ. ამ მიზნით მენზულური სვლისა და აგეგმვებისათვის შესაბამისი ჰორიზონტული კუთხეები გაზომვების გარეშე გრაფიკულად აიგება პლანშეტზე პუნქტებს შორის და სადგურებიდან სალარტყო წერტილებამდე ქვედებულები და წერტილების ნიშნულები ისაზღვრება კიპრეგელით გაზომილი მანძილებით და დახრის კუთხეებით ან კიპრეგელ-ავტომატიით განსაზღვრული ქვედებულებითა



ნახ. 9.4.1.1.

და აღმატებებით. მაშასადამე, უშუალოდ ველზე შედგება ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმა.

ზემოთქმულის ნათელ წარმოდგენას გვაძლევს (1) ნახაზი.

იმისათვის, რომ მივიღოთ პოზიციური  $\beta = \angle BCD$  კუთხის ჰორიზონტული პროექცია პლანშეტზე,  $C$  წერტილზე ვაყენებთ მენზულას ისე, რომ პლანშეტი იყოს ჰორიზონტულად და ორითისა საშუალებით ამ პლანშეტზე დავნიშნავთ  $C$  წერტილის  $c$  პროექციას,  $c$  წერტილზე, როგორც სახსარზე, მივადებთ კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ წიბოს და ვაბრუნებთ ამ წერტილის მიმართ კიპრეგელს მანამ, სანამ ჭოგრის დამიზნების ღერძი არ დაემთხვევა  $B$  წერტილში დასმული სარის ძირში, რის შემდეგ ფანქრის წაწვეტებული

წვეროთი გავატარებთ  $eb'$  ხაზს. ანალოგიურად მიიღება პლანშეტზე  $ed'$  ხაზი ანუ საბოლოოდ პლანშეტზე გადატანილი იქნება პოზიციური  $\beta = \angle BCD$  კუთხის პორიზონტული  $b'ed'$  ანუ  $\beta_0$  კუთხე, რადგანაც ამ კუთხის  $eb'$  და  $ed'$  გვერდები შესაბამისად შეთავსებულია  $\beta$  კუთხის  $CB$  და  $CD$  გვერდების პორიზონტულ  $eB_0$  და  $eD_0$  პროექციებთან.

თუ შევიდარებთ პლანშეტზე კუთხის მიღების აღწერილ მეთოდს იმავე კუთხის თეოდოლიტით გაზომვის პროცესთან, ვნახავთ, რომ პორიზონტული ლიშების როლს განიხილად შემთხვევაში ასრულებს პორიზონტულად დაყენებული პლანშეტი, ლიშებზე ანათვალი კი შეცვლილია კიპრეგელის სახაზავით გატარებული მიმართებით.

პლანშეტზე  $C$  წერტილიდან  $B$  და  $D$  წერტილებზე დაპიზნებით მიღებული  $eb'$  და  $ed'$  მიმართულებების შემდეგ ადვილია მათი  $b$  და  $d$  მდებარეობების მიღება, ამისათვის კიპრეგელის ძაღებიანი მანძილშოშობით ისაზღვრება  $CB$  და  $CD$  დახრილი მანძილების  $S_1 = eB_0$  და  $S_2 = eD_0$  ქვედებულები და გეგმის მასშტაბით მათი სიგრძეები  $cb$  და  $cd$  გადაიზომება პლანშეტზე დანიშნულ  $eb'$  და  $ed'$  მიმართებებზე, რითაც პლანშეტზე გადატანილი იქნება  $B$  და  $D$  წერტილების შესაბამისი  $b$  და  $d$  გამოსახულებები. მათ ნიშნულებს ჩვეულებრივი წესით განსაზღვრავენ ტაქსომეტრიული ნიველოზის გზით.

ანალოგიურად ხდება სადგურიდან ხილული ნებისძიერი სალარტყო (კონტურული, კონტურულ-სასიმალო, სასიმალო) წერტილების პლანშეტზე გადატანა, რაც საშუალებას გვაძლევს ველზე უშუალოდ დავხაზოთ როგორც სიტუაცია, ისე რელიეფი სათანადო პირობით აღნიშვნების გამოყენებით.

კუთხზომით მეთოდთან შედარებით აგეგმვის გრაფიკულ მეთოდს აქვს რიგი უპირატესობა. მაგალითად, პირველ შემთხვევაში ადვილსა და მის გეგმას შორის არსებობს მშიდრო კავშირი და რადგანაც გეგმა აიგება უშუალოდ ადგილზე, ნაკლებადაა მოსალოდნელი აგეგმვის დროს განვიცადოთ მარცხი წვლილადების და უსწორმასწორობათა ფორმების გამოტოვებისა და არასწორად აგეგმვების მხრივ; ზემოთ აღნიშნულის გამო გრაფიკული მეთოდის გამოყენებისას ტლანქი შეცდომის აცილება უზრუნველყოფილია, ხოლო სიზუსტით იგი ჩამორჩება კუთხზომით მეთოდს. ამიტომ, ვადგენთ რა გრაფიკული მეთოდის თანხლებული შეცდომების ხასიათს, ვატარებთ სათანადო ღონისძიებას ამ შეცდომის მინიმუმამდე დასაყვანად.

### 9.4.2. გრაფიკული აგების ზოგიერთი შეცდომები და მათი შემცირების ღონისძიებები. პლანშეტზე პარალელური ხაზების გატარება

მასშტაბებთან დაკავშირებით გეგმებისა და რუკების გრაფიკული აგების შესახებ საჭირო ცნობები მოცემულია (2.3.4) პარაგრაფის  $B$  მუხლის  $b$  ქვემუხლში. აქ დადგენილია, რომ სახაზავ ქალაღზე პერპენდიკულარულად გულდასმით დაყენებული საჩვლეტით დასმული წერტილის ფაქტობრივი დიამეტრი  $d = 0,1$  მმ. გეგმების გამოხაზვის დროს უნდა ვცდილობდეთ, სახაზავ ქალაღს, რომლის სისქეა საშუალოდ 0,3 მმ, არ დავაჭიროთ ფარგლის (ნემსის, ფანქარს, კალმის) წვერი, რათა არ მივიღოთ კონუსური კვალი. ეს წერტილი რომ არ დაიკარგოს, მას ხელით შემოავლებენ ფანქრით რგოლს (წრეხაზს). ა. მასლოვისა და ნ. ალექსანდროვის მიერ ჩატარებული ცდებით და-

გენილია, რომ ფარგლით დასმული წერტილის საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს  $\pm 0,06$  მმ, ხოლო ფანქრის საშუალებით კი  $\pm 0,08$  მმ.

ერთი და იმავე წერტილიდან რამდენიმე მანძილის გადაზომვით საწყისი წერტილის დიამეტრი იზრდება 0,2 მმ მეტად. ამიტომ არის, რომ ხაზებით მასშტაბების ფუძეს მარჯვნივ აწერია ნული.

ღ. კარგინის გამოკვლევით, წრეხაზის აგებისას ცენტრის დიამეტრი აღწევს 0,2 მმ, ხოლო თუ რამდენიმე წრეხაზი ავაგეთ იმავე წერტილიდან, კიდევ უფრო გაიზრდება მისი დიამეტრი.

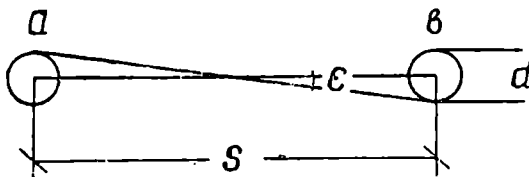
არ შეიძლება მონაკვეთი გეგმაზე გადატანილ იქნეს ფარგლით, თუ მისი სიგრძე მეტია ფარგლის ფენის სიგრძეზე, რადგანაც ფარგლის დახრილი წვეროები ქალაღზე შექმნის დიდი დიამეტრის წერტილებს, რაც გამოიწვევს გეგმაზე გადაზომილი ხაზის სიგრძეში შეცდომას.

გულდასმით, კარგად წაწვეტებული მაგარი ფანქრით გატარებული ხაზის სისქე აღწევს 0,1 მმ, ამავე დროს გრაფიტის ვაცვეთის ამ ხაზის სისქე თანდათან გაიზრდება. მაგალითად, 0,5 მეტრის სიგრძის ხაზის გატარებისას ეს ხაზი თანდათან ორჯერ სქელდება.

გეგმაზე გატარებულ ხაზზე რაიმე მონაკვეთის გატარების დროს გადატანილი წერტილი ზუსტად არ ემთხვევა აღნიშნულ ხაზს; გამოკვლევებით დადგენილია, რომ გადახრის საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს  $\pm 0,05$  მმ.

გეგმაზე დასმულ წერტილზე წრფის გატარების დროს ზოგჯერ ეს უკანასკნელი ზუსტად არ გაივლის ხოლმე დასმულ წერტილზე; გამოკვლევებით დადგენილია, რომ გადახრის საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს  $\pm 0,05$  მმ.

ორი წრფის ან რკალების გადაკვეთის წერტილების გეგმაზე დატანის სიზუსტე, გარდა ზემომოხსენებული მიზეზებისა, დამოკიდებულია მათი გადა



ნახ. 9.4.2.1.

კვეთის კუთხის ოდენობაზე; მაგალითად, ცდებით დადგენილია, რომ, როცა წრფეების (რკალების) გადაკვეთის კუთხე არის  $90^\circ$ , მაშინ გადაკვეთის წერტილის საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს  $\pm 0,08$  მმ; ხოლო, როცა გადაკვეთის კუთხეა  $45^\circ$ , ეს შეცდომა აღწევს  $\pm 0,14-0,28$  მმ. მაშასადამე, როცა გეგმაზე წერტილს ვიღებთ კუთხური ან ხაზოვანი გადაკვეთების გზით, საჭიროა წრფეების ან რკალების გადაკვეთის კუთხეები იყოს  $90^\circ$ -ის ახლოს. გადაკვეთები  $30^\circ$ -ზე ნაკლები ან  $150^\circ$ -ზე მეტი კუთხეებით დაუშვებელია.

გეგმაზე გადატანილ ორ *a* და *b* წერტილზე წრფის გატარების სიზუსტე, გარდა ზემომოხსენებული მიზეზებისა, დამოკიდებულია ამ წერტილებს შორის *S* მანძილზე (ნახ. 1).

ვთქვათ, საჭიროა დაეადგინოთ გეგმაზე დასმულ  $d=0,01$  სმ დიაპეტრის მქონე  $a$  და  $b$  წერტილებზე წრფის გატარების სიზუსტე რაზეა დამოკიდებული. (1) ნახაზის მიხედვით  $\varepsilon$  შეცდომა გამოწვეულია  $a$  და  $b$  წერტილების წარმოდგენითი ცენტრების შემაერთებელ წრფიდან შეცდომით ამ წერტილების მხები ხაზით, მისი ოდენობა მინუტებში გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon' = \frac{d}{S} \cdot \rho'. \quad (9.4.2.1)$$

გამოსახოთ რადიანი  $\rho$  მინუტებში და  $S$  სანტიმეტრებში, მივიღებთ:

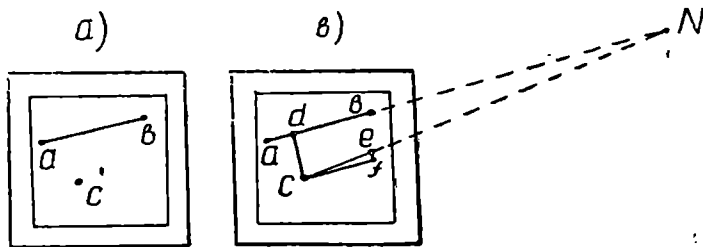
$$\rho = \frac{0,01 \text{ სმ}}{S \text{ სმ}} 3438' = \frac{34',38}{S}. \quad (9.4.2.2)$$

მიღებული ტოლობებიდან ჩანს, რომ გეგმაზე დატანილ ორ წერტილს შორის წრფის გატარების ანუ ამ წერტილებზე მიღებული სახაზავის მიმართულებაში შეცდომის ოდენობა პირდაპირპროპორციულია დასმული წერტილების  $d$  დიაპეტრების ოდენობებისა და უკუპროპორციულია მათ შორის  $S$  მანძილსა. მაშასადამე, საჭიროა გეგმაზე დასმული წერტილების დიაპეტრები არ აღემატებოდეს  $0,01$  სმ და მათ შორის მანძილი კი იყოს რაც შეიძლება დიდი. მაგალითად, ნორმალურ პირობებში თუ გვინდა გეგმაზე ხაზის გატარების დროს დაცული იყოს  $\varepsilon \leq 1'$  უტოლობა, აუცილებელია  $S \geq 34,38$  სმ.

ჩვეულებრივ, ავეგმეების არახელშემწყობ პირობებში მოითხოვება ფანქრით ხაზის გატარების შეცდომა იყოს  $\pm 2'$ . მაშინ (2) ფორმულით წერტილებს შორის  $S$  მანძილი არ უნდა იყოს ნაკლები დაახლოებით  $20$  სმ.

### პლანშეტზე პარალელური ხაზების გატარება

როგორც ცნობილია, კამერულ პირობებში გრაფიკული ავეგების დროს ქალაღზე პარალელურა ხაზების გატარება ხდება სახაზავისა და სამკუთხედის საშუალებით.



M

ნახ 9.4.2.2.

საველე სამუშაოების შესრულების დროს პლანშეტზე პარალელური ხაზების გატარება ხდება სამიზნეხელი ხელსაწყოების გამოყენებით (შიმშა-ალი-დადა, კიპრეგელი) შემდეგნაირად (ნახ. 2):

ვთქვათ, საჭიროა პლანშეტზე  $c$  წერტილიდან გავატაროთ  $ab$  მონაკვე-

თის პარალელური ხაზი (ნახ. 2<sup>ა</sup>). ამისათვის მენზულას ვაყენებთ ნებისმიერ, ვთქვათ,  $M$  წერტილში და პლანშეტს ვანიველირებთ (ნახ. 2<sup>ბ</sup>).  $ab$  მონაკვეთს მივაღებთ სამიზნებელი ხელსაწყოთა სახაზავს და ვაბრუნებთ პლანშეტს, ვიდრე დიოპტრებით ან ჰოგრით არ მოხდება დამიზნება რაც შეიძლება შორეულ, ვთქვათ,  $N$  საგანზე და პლანშეტს დავამაგრებთ (ნახ. 2<sup>ბ</sup>). შემდეგ  $e$  წერტილს მივაღებთ სახაზავის დაცერებულ გვერდს და მის გარშემო სამიზნებელი ხელსაწყოთა ბრუნვით დამიზნებას ვანდენთ აღნიშნულ  $N$  წერტილზე, რის შესაბამისად ვატარებთ  $ce$  ხაზს; მას ვთვლით  $ab$  მონაკვეთის პარალელურად. მართლაც, თუ სახაზავით და სამკუთხედით გავატარებთ  $e$  წერტილში  $ab$  მონაკვეთის პარალელურ  $ef$  ხაზს, მისდამი  $e$  წერტილიდან დაეუშვებთ  $ef$  მართობს, აგრეთვე  $e$  წერტილიდან  $ab$  მონაკვეთზე აღვმართავთ  $ed$  მართობს და განვიხილავთ  $efe$  და  $Nde$  სამკუთხედებს, დავეწრო:

$$ef = ed \frac{ef}{aN} \quad (9.4.2.3)$$

ვთქვათ,  $dN = 1000$  მ,  $ef = 50$  სმ,  $ed = 10$  სმ, მაშინ

$$ef = 0,1 \cdot \frac{0,5}{1000} = 0,00005 \text{ მ} = 0,05 \text{ მმ},$$

რაც წარმოადგენს შეუფარადგებელი თვალით შეუმჩნეველ ოდენობას.

### 9.4.3. პლანშეტზე არსებული წერტილების გამოსვენებით აღზიდვის წერტილების პლანშეტზე გადატანა გადაკვეთის ხარისხით

ადგილის წერტილის პლანშეტზე გადატანა მასზე არსებული ორი წერტილის საშუალებით შეიძლება პირდაპირი და შებრუნებული გადაკვეთის ხერხით, ხოლო სამი წერტილის საშუალებით — სნელიუს-პოტენოტის ამოცანის ამოხსნით.

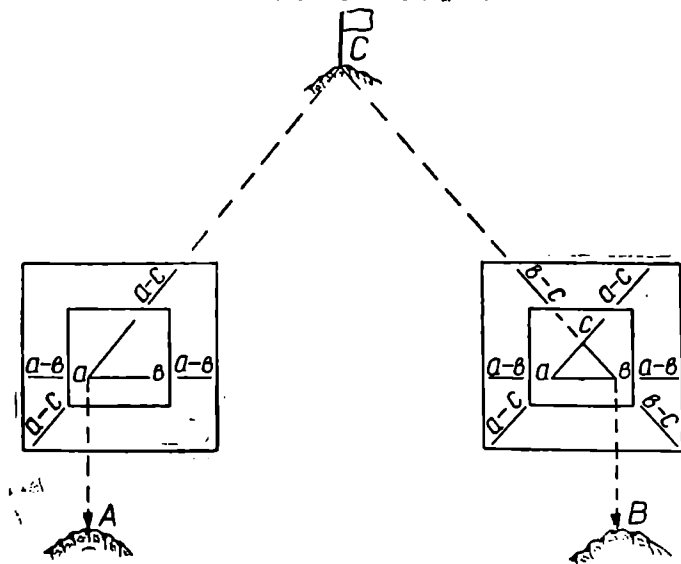
#### A. პირდაპირი გადაკვეთის ხარისხი

პლანშეტის გამზადების დროს მასზე გადატანილი ადგილის  $A$  და  $B$  პუნქტების შესაბამისი  $a$  და  $b$  წერტილების დახმარებით ადგილის  $C$  პუნქტის შესაბამისი  $c$  წერტილის პირდაპირი გადაკვეთით პლანშეტზე გადატანისათვის საჭიროა მენზულის დაყენება მოცემულ  $A$  და  $B$  წერტილებზე (ნახ. 1).

ვთქვათ, პირველად მენზულა დაეყენეთ  $A$  წერტილზე ანუ შევასრულეთ დაცენტრება, ნიველირება და ორიენტირება გატანილი  $a-b$  მონაკვეთის დახმარებით. პლანშეტი დამაგრებულია. როგორც სახსარს, ვიყენებთ  $a$  წერტილს, მას მივაღებთ კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ წიბოს და ვაბრუნებთ მის გარშემო, სანამ კიპრეგელის ჰოგრის ძაფთა ბადის გადაკვეთა არ დაემთხვევა  $C$  წერტილის ცენტრს, რის შესაბამისად ვავატარებთ  $ac$  ხაზს და მას საორიენტირო  $a-c$  მონაკვეთების სახით გავიტანთ პლანშეტის ჩარჩოს გარეთ.

მენზულა გადავავაჭებს და ვაყენებთ, ანუ ვცენტრავთ, ვანიველირებთ და  $b-a$  გატანილი მონაკვეთის დახმარებით ვაორიენტირებთ  $B$  წერტილში. პლანშეტი დამაგრებულია. კიპრეგელის სახაზავს ვაღებთ  $b$  წერტილს და მის გარშემო ვაბრუნებთ მანამ, ვიდრე ჰოგრის ძაფთა გადაკვეთა არ დაემთხვევა

$C$  წერტილის ცენტრს. სახაზავით ვატარებთ  $bc$  ხაზს, რომლის გადაკვეთით აღრე ვატარებულ  $ac$  ხაზთან ვიღებთ  $c$  წერტილის პლანშეტზე. იმის გამო, რომ პლანშეტის საშუაო ნაწილზე ვატარებული ხაზების სიგრძეები არ იყოს



ნახ. 9.4.3.1.

(35—20 სმ) ნაკლები, ყველა ხაზი ვატანილია ჩარჩოს გარეთ საორიენტაციო მონაკვეთების სახით.

როგორც ვხედავთ,  $ab$  გვერდის,  $bac$  და  $abc$  კუთხეების საშუალებით მივიღეთ ადგილის  $ABC$  სამკუთხედის მსგავსი  $abc$  სამკუთხედი პლანშეტზე, რომლის წვეროა  $c$ .

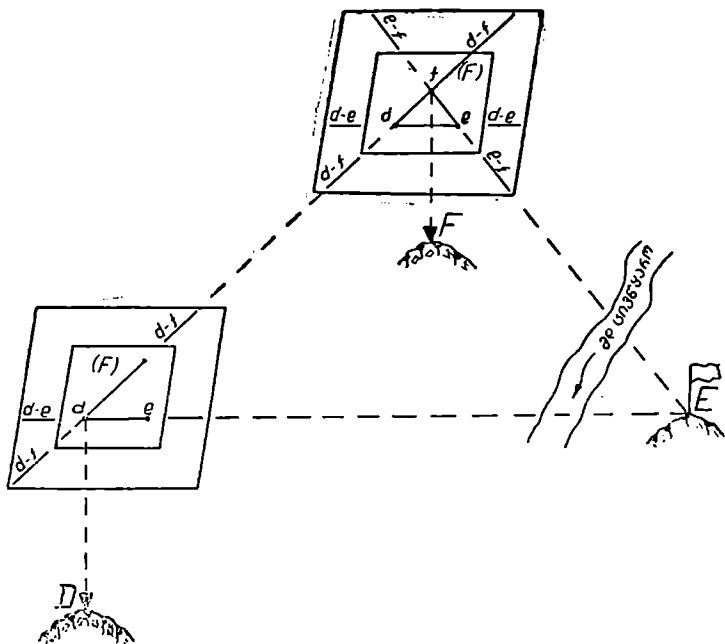
### B. შიზარუნებული გადაკვეთის ხარისი

პლანშეტის გამზადების დროს მასზე გადატანილი ადგილის  $D$  და  $E$  პუნქტების შესაბამისი  $d$  და  $e$  წერტილების დახმარებით ადგილის  $F$  პუნქტების შესაბამისი  $f$  წერტილის შებრუნებული გადაკვეთით პლანშეტზე გადატანისათვის საჭიროა მენზულის დაყენება ერთ-ერთ მოცემულ ( $D$  ან  $E$ ) და საძებნ  $F$  წერტილზე (ნახ. 2).

ვთქვათ, ცნობილი წესით მენზულა დავაყენეთ  $D$  წერტილზე, პლანშეტი დავამაგრეთ, გავატარეთ  $df$  ხაზი და გავიტანეთ ჩარჩოს გარეთ  $d-f$  საორიენტაციო მონაკვეთი (ნაცვლად  $f$ -ისა უნდა ეწეროს  $F$ , მაგრამ რადგანაც ამ ხაზზე იქნება საძებნი  $f$ , ამიტომ მას ვწერთ). დაბრკოლების (მდინარე) გამო მენზულა გადაგვაქვს საძებნ  $F$  წერტილში და საორიენტაციო ხაზად ვიყენებთ  $f-d$  მონაკვეთს და  $d$  წერტილს. მათ მივყარდნობთ კომპრეგელის სახაზავის დაცერებულ მხარეს და ჰოგრს ვუმიზნებთ  $D$  წერტილის ცენტრს. ამ მოქმე-



დებით საძებნი  $F$  წერტილი იქნება  $(f-d)$   $d$  ხაზზე გატარებულ ვერტიკალურ სიბრტყეში, ხოლო, როგორც აღენიშნეთ, მისი მდებარეობა ამ ხაზზე, ანუ პლანშეტზე  $f$ , უცნობი დარჩება, რის დასადგენად კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ გვერდს მივყარდნობთ  $e$  წერტილს და ვაბრუნებთ მის გარშემო



ნახ. 9.4.3.2.

სახაზავს, სანამ ჰოჯრის ძაფთა  $F$  გადაკვეთა დაემთხვეოდეს ცნობილი  $E$  წერტილის ცენტრს. შემდეგ (დამკვირვებელისაკენ) გავატარებთ  $Ee$  ხაზს, რომლის გადაკვეთა  $dF$  ანუ პლანშეტზე  $df$  ხაზთან მოგვეცემს  $f$  წერტილს პლანშეტზე. პლანშეტის მდგრადობის შემწეების მიზნით კიპრეგელის სახაზავს მივადებთ  $fd$  ხაზს და თუ ჰოჯრის ძაფთა გადაკვეთა არ დაემთხვა  $D$  პუნქტის ცენტრს, სამუშაოს ვიმეორებთ.

ზოგადი შენიშვნა. ორ წერტილიდან პირდაპირი და შებრუნებული გადაკვეთა არ კონტროლდება. ამიტომ კარგ ღონისძიებად ითვლება სამი წერტილიდან გადაკვეთით პლანშეტზე საძებნი წერტილის მდებარეობის განსაზღვრა. თუ სამი გადაკვეთით მიღებულ იქნა ერთი წერტილი, სამუშაო დამაკმაყოფილებლად ითვლება; ისინი თუ არ გადაიკვეთენ ერთ წერტილში და შეიქმნა შეცდომის საკუთხედი, სამუშაოს თავიდან იმეორებენ. მიზანშეწონილად ითვლება კომბინირებული გადაკვეთის შესრულება, რაც მდგომარეობს ორი მოცემული წერტილიდან (პირდაპირი გადაკვეთა) და სხვა ორი წერტი-

ლიდან ერთ-ერთით (შებრუნებული გადაკვეთით) წერტილის მდებარეობის განსაზღვრაში.

თეოდოლიტით პირდაპირი და შებრუნებული გადაკვეთების თითქმის ყველა შემთხვევა განხილულია (8.12.5) პარაგრაფში, სადაც სხვა უმარტივესი ფორმულების გარდა გამოყენებულია პირდაპირი გადაკვეთების დროს იუნ-გის-(8.6.4.19) და გაუსის (8.6.4.20), (8.6.4.21) ფორმულები; შებრუნებული გადაკვეთის დროს კნეისელის (8.6.4.22) ფორმულები, რომლებიც სრულიად შეესაბამება პლანმეტზე წერტილების მდებარეობის დადგენის ზემოთ განხილულ გრაფიკულ ხერხს.

ამ შემთხვევაშიც ერთმაგი გადაკვეთის შესახებ იგივე ითქმის, რომ იგი არ კონტროლდება. მაგალითად, გაუსის (8.6.4.20) და (8.6.4.21) ფორმულებით გამოთვლილი  $P$  პუნქტის (იხ. 8.6.4.6 ნახაზი) კოორდინატების თანამთხვევა იმას ნიშნავს, რომ გამონათვლებში არ არის შეცდომები და არ ახასიათებს განაზომებისა და გამოსავალი მონაცემების ხარისხს. ამიტომ აქაც სჯობს კონტროლის მიზნით პუნქტის მდებარეობა განისაზღვროს სამი პუნქტიდან გადაკვეთით. მაგალითად, (8.6.4.6) ნახაზზე 1-ლ და მე-2 პუნქტის გარდა, რომ დაუშვართ კიდე ერთი, მესამე პუნქტი და გამოვიყენოთ მეორე გადაკვეთისათვის მე-3 პუნქტის მონაცემები გაუსის ფორმულაში და მივიღოთ  $P$  პუნქტის მდებარეობის ურთიერთტოლი კოორდინატები, ეს დაადასტურებს იმას, რომ ველზე განაზომების, გამოსავალი მონაცემებისა და გამოთვლების ხარისხი არის დამაკმაყოფილებელი. ცხადია,  $P$  პუნქტის კოორდინატებით საბოლოო მნიშვნელობები იქნება ორჯერ გამონათვალთა საშუალოები.

გაუსის (8.6.4.20) ფორმულის უშუალოდ განაზომთა მიხედვით სრული დიფერენციალისა და მასში ნაზრდების ნაცვლად საშუალო კვადრატული შეცდომების შეტანით მივიღებთ  $P$  პუნქტის მდებარეობის  $M$  საშუალო კვადრატულ შეცდომას:

$$M = \frac{m_{\beta}}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{S_1^2 \cdot P + S_2^2 \cdot P}}{\sin \beta_3} \quad (9.4.3.1)$$

სადაც (9.6.4.6) ნახაზის მიხედვით  $m_{\beta}$  არის  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა;  $S_1 \cdot P$  და  $S_2 \cdot P$  — 1-ლი და მე-2 წერტილებიდან  $P$  პუნქტამდე მანძილები;  $\beta_3$  — გადაკვეთის კუთხე;  $\rho$  — რადიანი. გვერდების სიგრძეებსა და გადაკვეთის კუთხეს იღებენ 1-ლი და მე-2 წერტილების კოორდინატებითა და  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეებით შედგენილი სქემიდან.

(1) ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ კუთხის გაზომვის დასაშვებ  $m_{\beta}$  პირობებში პირდაპირი გადაკვეთა მით ზუსტი იქნება, რაც გადაკვეთის  $\beta_3$  კუთხე ახლო იქნება  $90^\circ$ -თან და  $S_1 \cdot P$  და  $S_2 \cdot P$  გვერდები იქნება მოკლე.

იმ შემთხვევაში, როცა  $P$  პუნქტის კოორდინატები წარმოადგენს ორჯერ გამონათვალთა საშუალოს, მაშინ მისი  $M_P$  საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

$$M_P = \sqrt{M_1^2 + M_2^2} \quad (9.4.3.2)$$

სადაც  $M_1$  და  $M_2$  გამოთვლილია (1) ფორმულით.

აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ  $P$  პუნქტის კოორდინატების ორჯერ გამო-  
ნათვალთა საშუალოს განსაზღვრა დასაშვებია, თუ  $P$  პუნქტის პირველად  
 $x_P'$  და  $y_P'$  და მეორედ  $x_P''$  და  $y_P''$  კოორდინატებს შორის სხვაობის მანა-  
სიათებელი  $d_P$  სიდიდზე დასაშვებია, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$d_P = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}, \quad (9.4.3.3)$$

სადაც

$$d_x = x_P' - x_P'',$$

$$d_y = y_P' - y_P''.$$

(3) ფორმულით გამონათვლის  $d_P$  სიდიდის  $M_{d_P}$  საშუალო კვადრატუ-  
ლი შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს  $2M_P$ , ე. ი. დაცული უნდა იყოს უტო-  
ლობა:

$$M_{d_P} \leq 2M_P. \quad (9.4.3.4)$$

$d_P$  ზღვრული შეიძლება დავუშვათ ასეთი:

$$\text{ზღვ. } d_P \leq 3M_{d_P}$$

ხოლო თუ გამოვიყენებთ (4) უტოლობას, დავწეროთ

$$\text{ზღვ. } d_P \leq 6M_P. \quad (9.4.3.5)$$

შებრუნებული გადაკვეთის შესრულების დროს (1) ფორმულაში  $S_{2.P}$   
გვერდის ნაცვლად უნდა შევიტანოთ მყარ 1-ლ და მე-2 პუნქტებს შორის  $S_{1.2}$   
მანძილი.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულები, რომლებიც გამოყვანილია დასმული ამო-  
ცანების ანალიზურად გადაწყვეტისათვის, ვრცელდება მენშულით შესრულე-  
ბული გრაფიკული მეთოდისათვისაც. მაგრამ საჭიროა ანგარიში გავუწიოთ  
იმას, რომ ეოყვანილ ფორმულაში არ არის გათვალისწინებული პლანშეტზე  
ყვარი წერტილების დატანის შეცდომები, რის გამო მათზე დაყრდნობით გან-  
საზღვრული წერტილის მდებარეობის სიზუსტე ნაკლები იქნება.

ქვემოთ მოგვყავს მ. გირშბერგის მიერ (1) და (2) ფორმულებით შედგე-  
ნილი (1) ცხრილი, სადაც მიღებულია, რომ კუთხის გაზომვის საშუალო კვად-  
რატული შეცდომა  $m_{\beta} = \pm 3$ .

ცხრილი 9.4.3.1

P პუნქტამდე მანძილი (მ)	პუნქტის განსაზღვრის საშ. კვადრ. შეცდ. ორი პუნქტიდან $M$ სამი პუნქტიდან $M_P$ (მ)			გადაკვეთები
	$\beta_3 = 90^\circ$ (მ)	$\beta_2 = 60^\circ$ ან $120^\circ$ (მ)	$\beta_2 = 30^\circ$ ან $150^\circ$ (მ)	
$S_{1.P} = S_{2.P} = 1000$	$\pm 1.30$	$\pm 1.50$	$\pm 2.60$	ორი პუნქტიდან (1) ფორმულით
$S_{1.P} = S_{2.P} = S_{3.P} = 1000$	0.90	1.10	1.87	(2) ფორმულით
$S_{1.P} = S_{2.P} = 500$	0.65	0.75	1.50	ორი პუნქტიდან (1) ფორმულით
$S_{1.P} = S_{2.P} = S_{3.P} = 1000$	0.50	0.60	0.90	სამი პუნქტიდან (2) ფორმულით

(1) ცხრილში მოყვანილი ოდენობები ამოცანის გრაფიკული ხერხით გადამწვევის დროს სამჯერ უნდა გაიზარდოს.

(1) ცხრილიდან ჩანს, რომ გადაკვეთის  $\beta$ , კუთხის მახვილი და ბლაგვი ოდენობებისათვის პუნქტის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა მნიშვნელოვნად იზრდება, ამიტომ გადაკვეთის  $\beta$ , კუთხე (ნახ. 8.6.4.6)  $30^{\circ}$ -ზე ნაკლები და  $150^{\circ}$ -ზე მეტი — დაუშვებელია.

### ც. კოტინოტიხ ამოცანა

ამოცანის არსი მდგომარეობს მრავალჯერადი შებრუნებული გადაკვეთების გამოყენებით ცნობილი მარცხენა  $T_1$ , მარჯვენა  $T_2$  და შუა  $T_3$  საყრდენი პუნქტების მეშვეობით  $P$  პუნქტის მდებარეობის კოორდინატების დადგენაში. ამჟამად არსებობს ამ ამოცანის ამოხსნის დაახლოებით 100-მდე ანალიზური, გრაფიკულ-ანალიზური და გრაფიკული მეთოდები. პირველი ორი მეთოდი განხილულია (8.12.5) პარაგრაფის  $C$  მუხლის  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ქვემუხლებში. ანალიზური მეთოდის არსი მდგომარეობს  $P$  საძებნი პუნქტის კოორდინატების გამოთვლაში  $P$  წერტილზე დაყენებული თეოლოლითი (ნახ. 8.12.5.7) გაზომილი მარცხენა ანუ  $PT_2$  მიმართების მიერ  $PT_1$  მიმართებასთან შედგენილი  $\beta_1$  კუთხით და მარჯვენა ანუ  $PT_2$  მიმართების მიერ  $PT_3$  მიმართებასთან შედგენილი  $\beta_2$  კუთხით და ადგილზე არსებული  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  საყრდენი პუნქტების ცნობილი კოორდინატებით. გრაფიკულ-ანალიზური ხერხით პლანშეტზე გადატანილი საყრდენი  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  წერტილების მიმართ  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეებით პლანშეტზე მოძებნება (იხ. 8.12.5.8 ნახაზი) დამხმარე  $k$  წერტილი და გატარდება საორიენტაციო  $kt_3$  ხაზი, რომელზეც მდებარეობს საძებნი  $p$  წერტილი. ამ ხაზისა და  $t_1$ ,  $t_2$  წერტილებზე გატარებული წრეხაზის გადაკვეთით პლანშეტზე მივიღებთ ადგილის  $P$  წერტილის  $p$  მდებარეობას.

ამ პარაგრაფში განიხილება ბესელის, ლემანისა და ბოლოტოვის მიერ მოწოდებული გრაფიკული მეთოდები, რომელთა საერთო არსი მდგომარეობს ადგილის  $P$  წერტილზე მენზულის ნიველირებაში, ორიენტირებასა და შებრუნებული გადაკვეთების ხერხის გამოყენებით პლანშეტზე გადატანილი საყრდენი  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  პუნქტების მიმართ საძებნი  $p$  წერტილის დანიშვნაში. მასასა და  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  კუთხეებს არ იზომება, არამედ აიგება და სრულდება პლანშეტის ორიენტირება, რაც საძებნი  $p$  წერტილის პლანშეტზე მოძებნის საშუალებას გვაძლევს.  $P$  წერტილზე პლანშეტის დაცენტრირით და პლანშეტზე მისი დანიშნით ვერ მივაღწევთ ცნობილი  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  წერტილების მიმართ მისი სწორი მდებარეობის დადგენას.

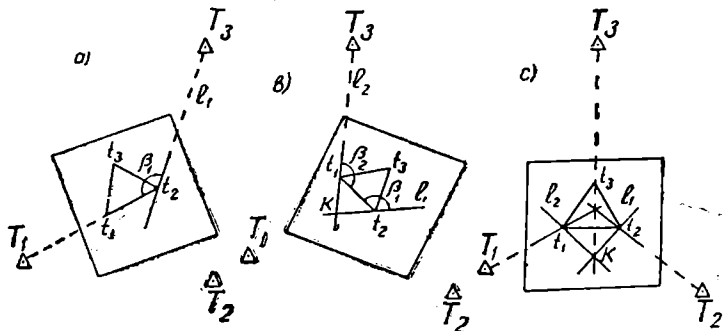
### ა. ბენელის ხერხი

განხილად ხერხს უწოდებენ პლანშეტის ბრუნვით სამი ცნობილი პუნქტის საშუალებით პლანშეტზე მეოთხის მდებარეობის განსაზღვრას. განხილად ხერხს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როცა არ შეიძლება პლანშეტის ორიენტირება ბუსოლით.

მენზულას აყენებენ  $P$  წერტილზე, რომელიც ადგილზე დანიშნული არ არის, ე. ი. როგორც ვთქვით, მენზულას არ ცენტრავენ. ამ წერტილს ამაგრებენ მას შემდეგ, რაც პლანშეტის ნიველობისა და ორიენტირების შედეგად

პლანშეტზე განისაზღვრება  $p$  წერტილის სწორი მდებარეობა მოცემული  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  წერტილების მიმართ (ნახ. 3).

ომისათვის, რომ  $t_2$  წერტილზე ავაგოთ მარცხენა  $\beta_1$  კუთხე, უნდა წარმოვიდგინოთ, რომ მენზულა დაყენებულია  $t_3$  წერტილზე და ნიველირებული პლანშეტის ორიენტაციას ვასრულებთ  $t_1 t_2$  ხაზით, რისთვისაც კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ მხარეს მივადებთ ამ ხაზს (ნახ. 3<sup>ა</sup>) და პლანშეტს კიპრეგელით ვაბრუნებთ მანამ, სანამ კიპრეგელის ჰოგრის დამიზნების ხაზი არ დაემთხვევა ადგილის მარცხენა  $T_1$  პუნქტის ცენტრს; ვამაგრებთ პლანშეტს, რომელზეც  $t_2$  წერტილის ირგვლივ შევებარუნებთ კიპრეგელს და ვუპიზნებთ ადგილის  $T_2$  შუა პუნქტს, ვატარებთ  $t_2 T_2 = l_1$  ხაზს, რის შედეგად პლანშეტზე ვაგებთ მარცხენა  $\beta_1$  კუთხეს. ცხადია,  $l_1$  ხაზზე იქნება დამხმარე  $k$  წერტილი



ნახ. 9.4.3.3.

(ნახ. 8.12.5.8). ამ წერტილის  $l_1$  ხაზზე მოძებნისათვის საჭიროა ზემოხსენებულის ანალოგიურად ვიმოქმედოთ. მაშასადამე, წარმოვიდგინოთ, რომ მენზულა დაყენებულია  $t_1$  წერტილზე და ნიველირებული პლანშეტის ორიენტირებას ვახდენთ  $t_1 t_2$  ხაზით, რისთვისაც კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ მხარეს მივადებთ ამ ხაზს (ნახ. 3<sup>ბ</sup>) და პლანშეტს კიპრეგელით ვაბრუნებთ  $t_1$  წერტილის გარშემო მანამ ჰოგრის დამიზნების ღერძი არ დაემთხვევა ადგილის მარჯვენა  $T_2$  პუნქტის ცენტრს; ვამაგრებთ პლანშეტს, რომელზეც  $t_2$  წერტილის ირგვლივ შევებარუნებთ კიპრეგელს და ვუპიზნებთ ადგილის  $T_3$  პუნქტს, ვატარებთ  $t_2 T_3 = l_2$  ხაზს, რის შედეგად პლანშეტზე ვაგებთ მარჯვენა  $\beta_2$  კუთხეს.  $t_1$  და  $t_2$  წერტილებზე ვატარებულ  $l_1$  და  $l_2$  ხაზების გაგრაძელების გადაკვეთით პლანშეტზე მიიღება დამხმარე  $k$  წერტილი (ნახ. 3<sup>გ</sup>).  $k t_2$  ხაზით ვასრულებთ პლანშეტის ორიენტირებას, რისთვისაც კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ მხარეს ვადებთ  $k t_2$  ხაზს, ავუსვებთ პლანშეტს და ვაბრუნებთ მას მანამ, ვიდრე ჰოგრის დამიზნე ხაზი არ დაემთხვევა ადგილის  $T_3$  პუნქტის ცენტრს (ნახ. 3<sup>გ</sup>). ამით მთავრდება  $P$  წერტილზე პლანშეტის ორიენტირება და ვამაგრებთ პლანშეტს.

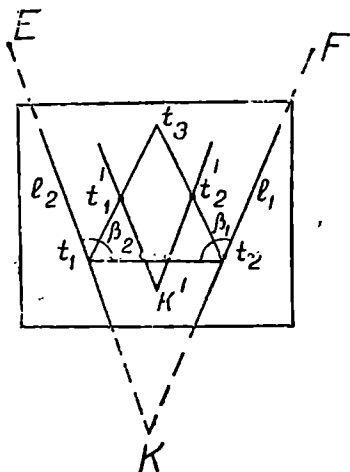
$T_1$  და  $T_2$  წერტილებიდან შებრუნებული გადაკვეთით პლანშეტზე ინიშნება  $p$  წერტილი; რისთვისაც თანამიმდევრობით ვუპიზნებთ კიპრეგელს ჰოგრის  $t_1$ -დან  $T_1$ -ზე და  $t_2$ -დან  $T_2$ -ზე, რომელთა შესაბამისად სახაზავით გატარებული ორი ხაზის  $k t_2$  საორიენტაციო ხაზთან გადაკვეთით მივიღებთ პლან-

შეტზე  $p$  წერტილის (ნახ. 3'). როგორც ვხედავთ,  $p$  წერტილის მდებარეობა პლანშეტზე მოიძებნა სათანადო კონტროლით. სამივე  $k_1$ ,  $t_1 T_1$  და  $t_2 T_2$  ხაზი უნდა გადაიკვეთოს ერთ წერტილში. ამ პირობის შესრულების შემდეგ  $p$  წერტილის სათანადოდ დანიშნავენ პლანშეტზე, გადააქვთ ადგილზე და ამგვარ-ბენ  $P$  პუნქტის სახით. თუ ხაზების გადაკვეთით მივიღეთ შეცდომის სამკუთხედი, სამუშაო უნდა გავიმეოროთ. შეიძლება  $P$  წერტილის დანიშვნა

ადგილზე ადრე (ამოცანის ამოხსნაში), რომელსაც გამოვიყენებდით პლანშეტის დაახლოებით დაცენტრისათვის.

გატარებული დამხმარე ხაზები პლანშეტზე უნდა მოიშალოს, ამიტომ საჭიროა ისინი პლანშეტზე გავატაროთ რაც შეიძლება მკრთალად.

იმ შემთხვევაში, როცა პლანშეტზე  $t_1$  და  $t_2$  ხაზების გადაკვეთა არ ხდება პლანშეტის ფარგლებში და დამხმარე  $k$  წერტილის ვერ ვიღებთ (ნახ. 4), პლანშეტზე  $t_1 t_3$  და  $t_2 t_3$  გვერდებს ყოფთ 2—3 ტოლ ნაწილად (განხილად შემთხვევაში ორ ნაწილად) და დაყოფის  $t_1'$  და  $t_2'$  წერტილებზე ვატარებთ  $t_1 t_3$  და  $t_2 t_3$  ხაზების პარალელურ ხაზებს, რომელთა ურთიერთგადაკვეთა მოგვცემს  $k$  წერტილის შემცვლელ  $k'$  დამხმარე წერტილს. ამ მიზნით მივადებთ კიბრეველის სახაზავის დაცერებულ მხარეს  $t_3$  ხაზს და ჭოგრის ვერტიკალურ ძაფს ეუმიზნებთ დაახლოებით 1 კილომეტრზე რაიმე  $E$  წერტილს; შემდეგ გადავადგილებთ სახაზავის დაცერებულ მხარეს  $t_1'$  წერტილში, ეუმიზნებთ  $E$  წერტილს და ვატარებთ შესაბამის ხაზს პლანშეტზე, რომელიც იქნება  $t_2$  ხაზის პარალელური. ანალოგიურად ვიქცევით  $t_1'$  წერტილში  $t_1$  ხაზის პარალელური ხაზის გასატარებლად.  $t_1'$  და  $t_2'$  წერტილებში ვატარებული ხაზების გადაკვეთით მივიღებთ  $k'$  დამხმარე წერტილს, ე. ი.  $k' t_3$  იქნება საორიენტაციო ხაზი. ამ შემთხვევასთან დაკავშირებით  $k'$  წერტილის მოძებნით საგრძნობლად მცირდება განხილადი ამოცანის სიზუსტე. ამიტომ მიზანშეწონილად ითვლება სამუშაოს თავიდან დაწყება, რისთვისაც, როგორც ადგილზე, ისე მათი შესაბამისი წერტილების დასახელება უნდა შეიცვალოს; მაგალითად,  $t_1$  და  $t_2$  ანუ მარჯვენა და შუა წერტილი გადაიქცეს  $t_1$  და  $t_2$ , ანუ მარცხენა და მარჯვენად, მაშინ  $t_1$  იქნება  $t_2$  ანუ შუა წერტილი.



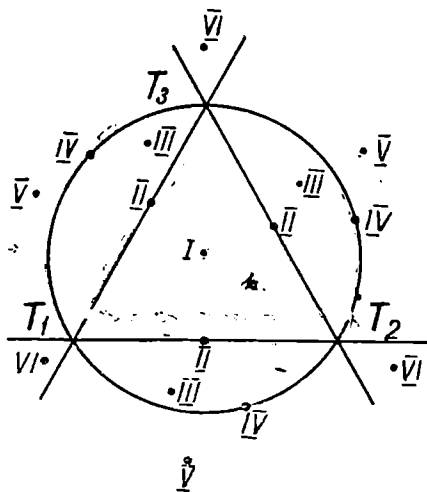
ნახ. 9.4.3.4.

### 1. ბესელის ხერხით პოტენოტის ამოცანის ამოხსნის ხარისხზე საძებნი წერტილის სხვადასხვა მდებარეობის გავლენა

ზემოთ დადგენილი იყო (9.4.2), (9.4.3), რომ საორიენტაციო ხაზის სიგრძის ზრდით იზრდება პლანშეტის ორიენტირების ხარისხი, რაც მეტად მნიშვნელოვანია ამოცანის ამოხსნის ხარისხისათვის. საორიენტაციო  $k_1$  ხაზის

სიგრძე დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი მდებარეობა აქვს საძებნ  $P$  წერტილს მოცემული  $T_1, T_2, T_3$  წერტილების მიმართ.

საძებნ  $P$  წერტილის ცნობილი  $T_1, T_2, T_3$  წერტილების მიმართ შეიძლება პკონდეს (5) ნახაზზე ნაჩვენები ექვსი მდებარეობა:



ნახ. 9.4.3.5.

I—სამკუთხედის ფარგლებში;

II—სამკუთხედის ნებისმიერ გვერდზე;

III—სამკუთხედის წვეროებზე (ცნობილ წერტილებზე) აგებული წრის ნებისმიერ სეგმენტზე;

IV—აღნიშნული წრეხაზის ნებისმიერ წერტილზე;

V—წრეხაზის გარეთ სამკუთხედის ერთ-ერთი გვერდის პირდაპირ;

VI—წრეხაზის გარეთ სამკუთხედის გვერდების გაგრძელებით შედგენილი ნებისმიერი კუთხის ფარგლებში.

დავადგინოთ  $P$  პუნქტის ზემოთ ჩამოთვლილი მდებარეობებიდან რომელი

იქნება უფრო ხელსაყრელი ამოცანის ამოხსნისათვის.

I მდებარეობა (ნახ. 6<sup>ა</sup>) ამოცანის საიმედოდ ამოხსნის ხელშემწყობია, რადგანაც შუა  $t_3$  და დამხმარე  $k$  წერტილი არის  $t_1 t_2$  გვერდის სხვადასხვა მხარეზე, რის შედეგად საორიენტაციო  $kt_3$  ხაზი გრძელი გამოდის. აგრეთვე ნახაზის მიხედვით ნათლად ჩანს, რომ რაც ახლოა  $p$  წერტილი  $t_1 t_2$  ხაზთან, მით უფრო მცირდება  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეები, რის შედეგად იზრდება  $kt_3$  საორიენტაციო ხაზი. იმ შემთხვევაში, თუ  $P$  წერტილი მოთავსდა  $t_1 t_2$  გვერდზე, გვექნება ტოლობა  $\beta_1 + \beta_2 = 180^\circ$  და  $t_2$  და  $t_1$  წერტილებზე გატარებული  $l_1$  და  $l_2$  ხაზები იქნება ურთიერთპარალელურები, მაშასადამე, დამხმარე  $k$  წერტილი გადაადგილდება უსასრულობაში, ე. ი. მივიღებთ II მდებარეობას.

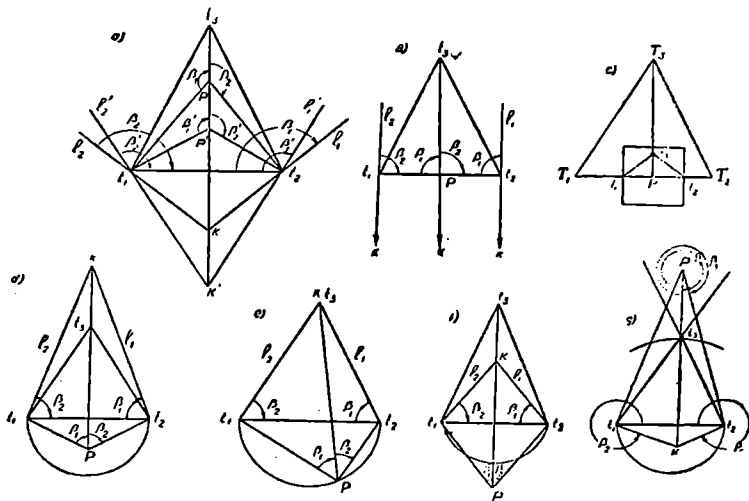
II მდებარეობა (ნახ. 6<sup>ბ</sup>) პრაქტიკაში იშვიათად გვხვდება. ამ შემთხვევაში ანუ მაშინ, როცა  $p$  წერტილი ძვეს ერთ-ერთ, ვთქვათ,  $t_1 t_2$  გვერდზე, პოტენოტის ამოცანის ამოხსნა საჭირო არ არის, რადგანაც  $t_1 t_2$  ხაზით და აფგილზე მისი შესაბამისი  $T_1 T_2$  ხაზით შევასრულებთ პლანშეტის ორიენტაციას და პლანშეტს დავაბარებთ. შემდეგ დგომის  $p$  წერტილის მდებარეობას პლანშეტზე განვსაზღვრავთ  $T_3$  წერტილის შებრუნებული  $T_3 t_3$  ხაზის  $t_1 t_2$ -თან გადაკვეთით (ნახ. 6<sup>ბ</sup>). ამ შემთხვევაში ამონახსნის სიზუსტე დამოკიდებულია  $t_1 t_2$  ხაზის სიგრძეზე. კონტროლისათვის სჯობს შევასრულოთ კიდევ ერთი გადაკვეთა სხვა რომელიმე საყრდენი წერტილის გამოყენებით.

III მდებარეობის (ნახ. 6<sup>გ</sup>) დროს შუა  $t_3$  და დამხმარე  $k$  წერტილები იმყოფება  $t_1 t_2$  გვერდის ერთ მხარეზე და საორიენტაციო  $kt_3$  ხაზი მოკლეა.

ეს ხაზი დაგრძელდება, თუ საძებნი  $p$  წერტილი მიუახლოვდა  $t_1 t_2$  გვერდს; ხოლო, რაც უფრო დაშორდება  $p$  წერტილი  $t_1 t_2$  გვერდს, მით უფრო შემცირდება  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეები და საორიენტაციო  $kl_3$  ხაზი შემცირდება. ბოლოს მივიღებთ IV შემთხვევას, ანუ  $k$  წერტილი შეირწყვის  $t_2$  წერტილთან და შეიქმნება ამოცანის არახელისშემწყობი პირობა.

IV მდებარეობის (ნახ. 6<sup>ა</sup>) დროს მარცხენა  $\beta_1$  და მარჯვენა  $\beta_2$  კუთხეები შესაბამისად ტოლია სამკუთხედის  $t_1 t_2 t_3$  და  $t_2 t_1 t_3$  კუთხეებისა, რის შედეგად  $l_1$  და  $l_2$  ხაზები შესაბამისად შეირწყვის  $t_2 t_3$  და  $t_1 t_3$  ხაზებთან, ე. ი. დახმარე  $k$  წერტილი შეირწყვის  $t_3$  წერტილთან და საორიენტაციო ხაზი გაუტოლდება ნულს. მაშასადამე, ამოცანას ვერ ამოვხსნით. ამიტომ  $t_1, t_2, t_3$  წერტილებზე გატარებულ წრეხაზს უწოდებენ საშომ წრეს.

V მდებარეობის (ნახ. 6<sup>ბ</sup>) დროს  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეების ოდენობები ნაკლებია შესაბამისად სამკუთხედის  $t_1 t_2 t_3$  და  $t_2 t_1 t_3$  კუთხეებთან შედარებით.



ნახ. 9.4.3.6.

ამიტომ დახმარე  $k$  წერტილი ყოველთვის მიიღება სამკუთხედის შიგნით, რის შედეგად მცირე გამოდის საორიენტაციო  $kl_3$  ხაზი და იქმნება ამოცანის ამოხსნის არახელსაყრელი პირობა.

VI მდებარეობის (ნახ. 6<sup>ვ</sup>) დროს, რაც უფრო მიუახლოვდება  $p$  წერტილი შუა  $t_2$  წერტილს, დახმარე  $k$  წერტილი მით მეტად დაშორდება  $t_1 t_2$  გვერდს და საორიენტაციო  $kl_3$  ხაზი დაგრძელდება, რის შედეგად შეიქმნება ამოცანის ამოხსნის ხელის შემწყობი პირობა.

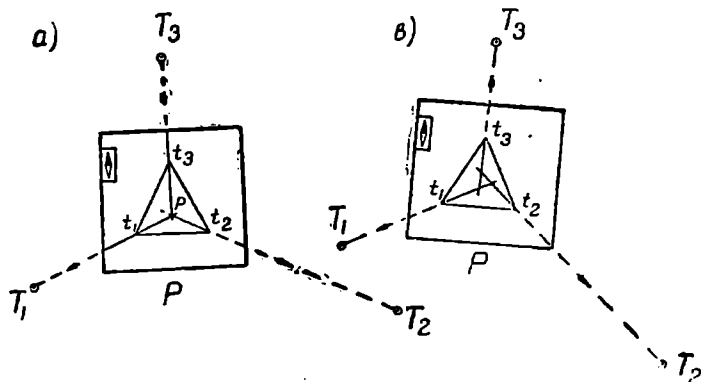
საბოლოო დასკვნა ასეთია: საძებნი  $p$  წერტილის I და VI მდებარეობა ამოცანის ამოხსნის ხელის შემწყობია, როცა ამ შემთხვევებში საორიენტაციო  $kl_3$  ხაზი არის გრძელი. II მდებარეობის დროს ორიენტაცია კეთდება  $t_1 t_2$  ხაზით, რომლის სიგრძე არ უნდა იყოს 30 სმ ნაკლები. III და V მდებარეო-



ბის დროს იქმნება ამოცანის ამოხსნის არახელისშემწყობი პირობა, რადგანაც საორიენტაციო  $k_3$  ხაზი გამოდის მოკლე. IV მდებარეობის დროს ამოცანა ა.რ ამოიხსნება.

**ბ. ლიზანის ხმარში (ნახ. 7)**

განზილადი ხერხით პლანშეტის ორიენტაცია სრულდება ბუსოლის საშუალებით (ამ ხერხს უწოდებენ პოტენოტის ამოცანის ამოხსნის თანდათანობითი მიახლოების ხერხს). მაშასადამე, ამ ხერხის გამოყენება შეიძლება იმ სივრცეებზე, სადაც ბუსოლზე რკინეულის გავლენა არ არის. ადგილის  $P$  წერტილზე ვასრულებთ მენზულოთ პლანშეტის ნიველირებას და სათანადოდ შემოწმებულ (6.7.2) ორიენტორ-ბუსოლის შიმშა-სახაზავის წიბოს მივადებთ პლანშეტის ჩარჩოს აღმოსავლეთ ან დასავლეთ მხარეს ისე, რომ ორივეს მიმართება იყოს ჩრდილოეთით (ნახ.7). ავეშუებთ პლანშეტს და ვაბრუნებთ ბუსოლთან ერთად მანამ, სანამ ბუსოლის ისრის ჩრდილო-სამხრეთ წვეროები დადგებოდეს ისრის



ნახ. 9:4.3.7.

მიხრილობის ანათვალზე, რომელიც შეესაბამება გამოყენებული პლანშეტის ნომენკლატურას და პლანშეტს დავამაგრებთ. ამით პლანშეტის ორიენტაცია შესრულებულია. შემდეგ თანამიმდევრობით  $t_1, t_2, t_3$  წერტილებს მივადებთ კიბრეველის სახაზავის დაცერებულ მხარეს, კოგრას ვუმიზნებთ ადგილის  $T_1, T_2, T_3$  წერტილებს და პლანშეტზე  $t_1 T_1, t_2 T_2, t_3 T_3$  ხაზების შებრუნებულ გადაკვეთას ვასრულებთ. თუ ეს ხაზები გადაიკვეთა ერთ  $p$  წერტილში, ამოცანა ამოხსნილად ითვლება; მაგრამ საჭიროა დაუყოვნებლივ შემოწმდეს  $p$  წერტილი ხომ არ მდებარეობს საშ.წ. წერტილზე, რომლის არსებობის შემთხვევაში პლანშეტს თუვინდ შეცდომით იყოს ორიენტირებული, შებრუნებული გადაკვეთით მაინც მივიღებთ გადაკვეთის ერთ  $p$  წერტილს. ამიტომ შევცვლით პლანშეტის ორიენტირებას; თუ ამ შემთხვევაშიც გადაკვეთებით მივიღეთ იგივე წერტილი, დიდასტურდება ჩვენი ეჭვი  $p$  წერტილის საშ.წ. წერტილზე მდებარეობის შესახებ, და ამოცანას ვერ ამოიხსნით, ე.ი. საჭირო იქნება შევცვალოთ  $P$  წერტილის მდებარეობა მოცემული წერტილების მიმართ. თუ ორიენტაციის შეცვლის შედეგად არ მივიღეთ იგივე  $p$  წერტილი და პლანშეტზე დაიხაზა შეც-

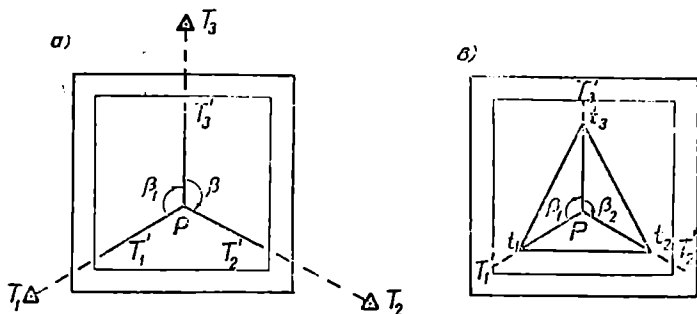
დომის სამკურნელი, ეს ნიშნავს, რომ წერტილი არ ძეგს საწიშ წერებზე, ამაყა-  
ნა შეიძლება ამოიხსნას ზემოხსენებული ორიენტაციის შედეგად დამაგრებულ  
პლანშეტზე და ვენდოთ აღრე შესრულებული გადაკვეთების შედეგს.

ახლა ვთქვათ, რომ შებრუნებული გადაკვეთება ვერ მივიღეთ გადაკვე-  
თის ერთი  $p$  წერტილი და შეიქმნა შეცდომის სამკუთხედი (ნახ. 7<sup>ბ</sup>). ჩვეულე-  
ბრივ, ასეთი სამკუთხედის წარმოშობის მიზეზია პლანშეტის არაღამაყაყოფი-  
ლებელი ორიენტაცია. ამ მოწინით გულდასმით უნდა დავადგინოთ, თუ რომელ  
მხარეს შევებრუნოთ პლანშეტი, რომ ეს სამკუთხედი შევამციროთ ან მოიხსოს  
და გადაკვეთით მივიღოთ ერთი წერტილი. მაგალითად, (7<sup>ბ</sup>) ნახაზის მიხედვით  
საჭიროა პლანშეტის მცირედა შებრუნება საათის ისრის ბრუნვის საწინააღმდეგო  
მიმართულებით. ამისათვის კი თვალთ დაახლოებით დაენიშნავთ პლანშეტზე წი-  
ლებულ შეცდომის სამკუთხედის მიმართ საძებნ წერტილს (ეს იქნება პირველი  
მიახლოება), რომელსაც მივადებთ კიბრეგელის სახაზავის დაცუებულ გვერდს.  
მის გარშემო ვებრუნებთ კიბრეგელს და ჰოვარს ვუმიზნებთ ადგილზე მოცემუ-  
ლი პუნქტებიდან იმ პუნქტს, რომელიც სადგურიდან შედარებით დიდ მანძილ-  
ზეა დაშორებული (განხილად შეუთხვევაში ასეთია  $T_2$  წერტილი). ამგვარად  
ორიენტირებულ და დამაგრებულ პლანშეტზე ვახდენთ შებრუნებულ გადაკვე-  
თებს. მიღებულა შეცდომის სამკუთხედი თუ პირველად მიღებულთან შედარე-  
ბით მცირე გამოვიდა, ეს ნიშნავს, რომ კარგად შეგვიბრუნებია პლანშეტი და  
განვავარძობთ პირველი მიახლოების ანალოგიურად საჰუმარს, ე.ი. ახლად და-  
ნიშნული წერტილით (ეს იქნება მეორე მიახლოება) და ადგილის უშორესი პუნ-  
ქტის გამოყენებით ვასრულებთ პლანშეტის ორიენტირებას. ვამაგრებთ პლანშეტს  
და ვასრულებთ შებრუნებულ გადაკვეთას. თუ შებრუნებული გადაკვეთებით  
მიღებული წერტილი დაეთხვა ჩვენ მიერ დანიშნულ მეორე მიახლოების წერ-  
ტილს, ამაყანა ამოხსნილია, წინააღმდეგ შემთხვევაში ზემოხსენებულ მიახლოე-  
ბებს ვიმეორებთ, სანამ შეცდომის სამკუთხედი არ გადაიქცევა საძებნ  $p$  წერტი-  
ლად.

### ა. ბოლოტოვკის ხაზი (ნახ. 8)

ბოლოტოვკა გამოიყენა გეომეტრიიდან ცნობილი თეორემა იმის შესახებ.  
რომ არსებობს ერთი და მხოლოდ ერთი, ვთქვათ,  $p$  წერტილი, საიდანაც ორი  
 $L_1, L_2$  და  $L_3$  მონაკვეთი ჩანს შესაბამისად მოცემული  $P_1$  და  $P_2$  კუთხეებით. ბო-  
ლოტოვკა ცნობილი  $T_1, T_2, T_3$  პუნქტებით მეოთხე  $P$  პუნქტის განსაზღვრისა-  
თვის მენშულა დააყენა  $P$  წერტილზე, მაგრამ, რადგანაც მისი მდებარეობა პლან-  
შეტზე გაუჩვენებელი იყო, მოახდინა პლანშეტის მხოლოდ ნიველირება. პლან-  
შეტზე ჰიკარტებით დაამაგრა კალკის ან ცვილულას ფურცელი, მასზე დანიშნა  
ნებისმიერ ადგილას  $p$  წერტილი (ნახ. 7<sup>ა</sup>), საიდანაც კიბრეგელის ჰოვარი თანამიმ-  
დევრობით დაუმიზნა  $T_1, T_2$  და  $T_3$  წერტილებს და, შესაბამისად პლანშეტზე ვა-  
ატარა  $pT_1', pT_2', pT_3'$  ხაზები. გაანთავისუფლა აღნიშნული ფურცელი ჰიკარტე-  
ბისაგან და იგი აამოძრავა პლანშეტზე ისე, რომ აღნიშნულ ხაზებს თანადროულ-  
ლად გაველო შესაბამისად  $L_1, L_2, L_3$  წერტილებზე (ნახ. 7<sup>ბ</sup>). ამ მდგომარეობაში  
ცვილულადან პლანშეტზე ჩაჩხელიტა  $p$  წერტილის მდებარეობა, რითაც მიიღო  
მენშულის დგომის წერტილი, რადგანაც ამ წერტილიდან  $P_1, P_2$  კუთხეებით, შე-  
საბამისად, ჩანს  $L_1, L_2$  და  $L_3$  გვერდები. ამის შემდეგ საპოლოოდ ხდება, ჩვეუ-  
ლებრივ, სადგურის გაფორმება და გამოყენება. როგორც ვხედავთ, ცვილუ-  
ლაზე წერტილის მდებარეობის დანიშნავს არა აქვს მნიშვნელობა, მხოლოდ

სიზუსტის გაზრდის მიზნით სჯობს სადგურიდან მოცემული წერტილების დაშორება იყოს რაც შეიძლება დიდი.



ნახ. 9.4.3.8.

განხილადი მეთოდით ამოცანის ამოხსნა სრულდება სწრაფად. მაგრამ იგი იძლევა შედეგებით ნაკლებ სიზუსტეს. ამიტომ მას იყენებენ 1:25000 და უფრო წვრილმასშტაბიანი აგეგმვების დროს.

#### დ. გადაკვეთებით განსაზღვრული წიგნილების სიმაღლეების გამოთვლება

განხილადი სიმაღლეები ისაზღვრება ტრიგონომეტრიული ნიველირებით ამ მიზნით ცნობილი ( $H_{\text{ცნობ.}}$ ) სიმაღლეების მქონე ორ ან სამ პუნქტზე შეყვანილი წრედის ორ მდგომარეობაში იზომება დახრის კუთხეები; რუკით იზომება ინსტრუმენტის  $i$  და დამიზნების  $s$  სიმაღლე; პლანზე ფარგლით განივი მასშტაბის გამოყენებით იზომება საყრდენ (ცნობილი სიმაღლეების მქონე) პუნქტებსა და გადაკვეთით მიღებულ პუნქტებს შორის მანძილების პორიზონტული კვედებულები. შემდეგ (8.9.1.1) ფორმულით განისაზღვრება  $h$  აღმატებები. ბოლოს გამოითვლება განსაზღვრული წერტილების  $H$  განსაზღვრული სიმაღლეები

$$H_{\text{განს.}} = H_{\text{ცნობ.}} + h. \quad (9.4.3.6)$$

თუ  $C$  წერტილის  $A$  და  $B$  პუნქტებიდან (ნახ. 1) განსაზღვრულ  $H_C'$  და  $H_C''$  ნიშნულებს შორის  $dH$  სხვაობა არ აღემატება 0,8 მ, ისაზღვრება მათი საშუალო, რადგანაც 1:10000 მასშტაბიანი აგეგმვების დროს  $dH = H_C' - H_C'' = 0,8$  მ ნორმებით დასაშვებია.

მაგალითი 9.4.5.1. (1) ნახზის შესაბამისად:  $H_A = 450,59$  მ,  $h_{AC} = 2,25$  მ;  $H_B = 459,05$  მ,  $h_{BC} = -6,50$  მ;  $H_C' = 450,59 + 2,25 = 452,84$  მ;  $H_C'' = 459,05 - 6,50 = 452,55$  მ;  $dH = H_C' - H_C'' = 452,84 - 452,55$  მ = 0,29, რაც დასაშვებია. მაშასადამე,

$$H_C = \frac{H_C' + H_C''}{2} = 452,00 + \frac{0,84 + 0,55}{2} \approx 452,70 \text{ მ.}$$

ტოპოგრაფიული ავეგმეების დროს პოტენოტის ამოცანის ამოხსნას თანახმად ცნობილი  $H_{T_1}, H_{T_2}, H_{T_3}$  ნიშნულები დგომის წერტილის (საძებნი)  $H_p$  ნიშნულის განსაზღვრით (ნახ. 3<sup>ა</sup>). ამ მიზნით  $P$  წერტილიდან ზომიერ ცნობილ პუნქტებზე ჰოგრის დამიზნების ღერძის დახრის კუთხეებს, მათი საშუალებით და პლანშეტიდან ფარგლით და განივი მასშტაბის გამოყენებით მიღებული პორიზონტული ქვედებულებით განისაზღვრება  $h_{pT_1}, h_{pT_2}, h_{pT_3}$  აღმატებები და ბოლოს ეს აღმატებები შებრუნებული ნიშნით შესაბამისად დაემატება მოცემული პუნქტების ნიშნულებს. მაშასადამე,  $P$  პუნქტის ნიშნულებს განსაზღვრავთ სამჯერ. თუ განსაზღვრულ ნიშნულებს შორის სხვაობები არ აღემატება 0,8 მ, გამოითვლით სამივე გამონათვალის საშუალო არითმეტიკულს, რაც იქნება  $P$  წერტილის  $H_p$  ნიშნული.

მაგალითი 9.4.5.2. [1]. (3<sup>ა</sup>) ნახაზის მიხედვით  $T_1, T_2, T_3$  წერტილების ნიშნულები, შესაბამისად, არის:  $H_{T_1}=166,55$  მ,  $H_{T_2}=156,97$  მ,  $H_{T_3}=168,71$  მ. გამონათვალის აღმატებებია:  $h_{pT_1}=+4,90$  მ,  $h_{pT_2}=-4,70$  მ,  $h_{pT_3}=+7,36$  მ. ამ მონაცემებით  $P$  პუნქტის ნიშნული განსაზღვრეთ სამჯერ:

$$H_p' = H_{T_1} - h_{pT_1} = 166,55 - 4,90 = 161,65 \text{ მ,}$$

$$H_p'' = H_{T_2} - h_{pT_2} = 156,97 - 4,70 = 161,67,$$

$$H_p''' = H_{T_3} - h_{pT_3} = 168,71 - 7,36 = 161,35.$$

უდიდესი განსხვავებაა  $161,67 - 161,35 = 0,32$  მ, რაც დასაშვებია. ამიტომ  $H_p = 161,00 + \frac{0,65 + 0,67 + 0,35}{3} = 161,56$  მ. მიღებული გამონათვლები იყენება ტოპოგრაფიულ ქურნალში, იხილეთ კატალოგი (9.4.4.1).

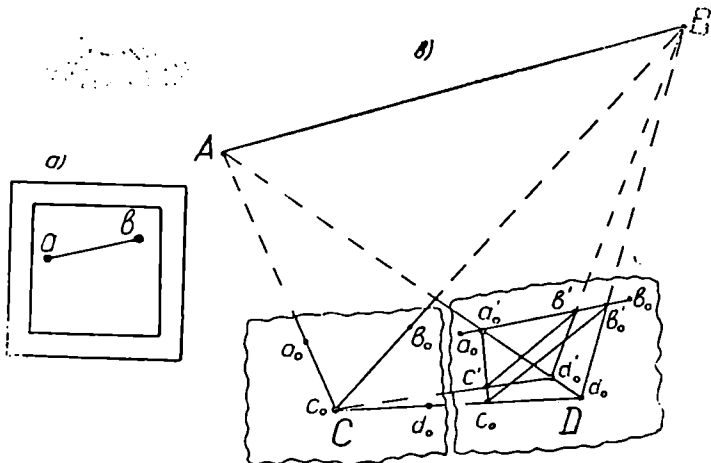
### ე. წყვილი წერტილის მდებარეობის განსაზღვრა პლანშეტიზე

ექვთ, საჭიროა პლანშეტზე დანიშნული  $a$  და  $b$  წერტილების საშუალებით პლანშეტზე გადაიტანოთ  $c$  და  $d$  წერტილები, როცა შეუქმებელია ადგილის  $A$  და  $B$  წერტილებზე და მათ შორის გასწვრივობაში მენზულის დაყენება. დასმული ამოცანის ამოხსნა შეიძლება, თუ ადგილის ყოველი საძებნი წერტილიდან ( $C$  და  $D$ ) ჩანს ორივე მოცემული ( $A$  და  $B$ ) წერტილი და მეორე საძებნი წერტილი. ამ შემთხვევაში შეიძლება ორივე საძებნი წერტილის პლანშეტზე თანადროულად გადატანა (ნახ. 9).

პლანშეტზე კნობებით გადავჯარებთ კალკას (ან ცვილულას) ისე, რომ  $ab$  მონაკვეთს (ნახ. 9<sup>ა</sup>) უყურადღებოდ ვტოვებთ. აღნიშნულ პლანშეტს ვაყენებთ საძებნი  $C$  წერტილზე, პლანშეტზე აღვნიშნავთ მის  $c_0$  პროექციას, საიდანაც, როგორც სახსარი, ვემიზნებთ  $A, B, D$  წერტილებს და გავატარებთ შესაბამის ხაზებს (ნახ. 9<sup>ბ</sup>), დავნიშნავთ  $a_0, b_0$  და  $d_0$  წერტილებს. პირველ ორ წერტილს უბრალოდ დავნიშნავთ  $c_0A$  და  $c_0B$  მიმართებებზე, ხოლო  $d_0$  წერტილს დავნიშნავთ თვალზომით მასშტაბში  $CD$  მანძილის გადაზომებით.

შემდეგ პლანშეტს გადავიტანთ და  $D$  წერტილში (ნახ. 9<sup>ბ</sup>) დავცენტრავთ. ეაწარმოებთ ნიველობას,  $d_0c_0$  ხაზით ორიენტირებას და პლანშეტს დავამაგრებთ. სახსრად ვიყენებთ  $d_0$  წერტილს, ვიღებთ მიმართებებს  $B$  და  $A$  წერტილებზე, რომელთა გადაკვეთა  $a_0b_0$  მონაკვეთზე ვიღებთ  $a_0'$  და  $b_0'$  წერ-

ტლებს,  $a_0' b_0' c_0 d_0$  ოთხკუთხედი იქნება  $ABCD$  ოთხკუთხედის მსგავსი, მხოლოდ გვერდის მასშტაბში არ იქნება გამოსახული, რისთვისაც პლანშეტიდან (ნახ. 9\*) ვიღებთ  $ab$  სიგრძეს და გადავზომავთ  $a_0' b_0'$  წერტილიდან  $a_0 b_0$  მონაკვეთზე, რის შედეგად მივიღებთ  $b'$  წერტილს (ნახ. 9\*), ე. ი.  $a_0' b' = ab$  მონაკვეთს. ვიყენებთ სახსრად  $b'$  წერტილს და  $B$ -ზე დამიზნებით ვიღებთ  $b'B$  მიმართებას, რომელიც გადაკვეთს  $d_0 A$  ხაზს  $d_0'$  წერტილში. ამ წერტილიდან ვუმიზნებთ  $C$  წერტილს და ვიღებთ  $a_0 a_0'$  მონაკვეთის გადაკვეთით  $c_0'$  წერტილს. მასხალადავ, მიღებული  $a_0' b' c_0' d_0'$  ოთხკუთხედი მსგავსია და მასშტა-



ნახ. 9.4.3.9.

ბით შესაბამება ადგილის  $ABCD$  ოთხკუთხედს.  $c_0'$  და  $d_0'$  კი იქნება ძიებულ  $C$  და  $D$  წერტილების პროექციები პლანშეტზე. კონტროლი მდგომარეობს იმაში, რომ  $c_0' b'$  იყოს  $c_0 b_0'$  მონაკვეთის პარალელური.

ბოლოს კალკა (ან ცვილულა) უნდა გავათავისუფლოთ კიკარტებისაგან და გადავადგილოთ ისე, რომ  $a_0' b'$  შევეუთავსოთ პლანშეტის  $ab$  მონაკვეთს და  $c_0'$  და  $d_0'$  დაეჩხვლიტოთ პლანშეტზე.

კარგ შედეგს ვღებულობთ, როცა განხილავი ოთხკუთხედი ახლოა კვადრატთან. საერთოდ კი, მიმართებათა გადაკვეთის კუთხეები არ უნდა იყოს მახვილი.

#### 9.4.4. პლანშეტის გამჯაღება და მენზურული აზომვებისათვის გაფორმება

განხილავი ამოცანის შესასრულებლად საჭიროა სამუშაოს შემსრულებელნი უზრუნველყოფილნი იყვნენ სათანადო ინსტრუმენტებითა და ხელსაწყოებით.

პირველ რიგში საჭიროა ხისტი საფუძელის გაჯაღება და მიმაგრება მენზურის დაფაზე იმ უშუალოდ მასზე სახაზავი ქალაღის მიწებება, რის შემდეგ მენზურის დაფას პლანშეტს უწოდებენ.

პლანშეტი რომ გამოეყენებინათ მენზულური ავეგმეებისათვის, საჭიროა მისი გაფორმება ანუ საჭიროა მასზე ავაგოთ საკოორდინატო კილომეტრული ბადე  $40 \times 40$  სმ ან  $50 \times 50$  სმ. შემდეგ საჭიროებისამებრ ამოიხსნება ამოცანები: პუნქტის გეოდეზიური (გეოგრაფიული) კოორდინატების მიხედვით გარკვეული მასშტაბის რუკის იმ ფურცლის ნომენკლატურის დადგენის შესახებ, რომელზეც მოცემული პუნქტი მდებარეობს; ნებისმიერი ნომენკლატურის ფურცლის კუთხეების გეოდეზიური კოორდინატების დადგენის შესახებ; სათანადო ნომენკლატურის პლანშეტზე ტრაპეციის წვეროებისა და გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების მართკუთხა კოორდინატების გამოთვლების შესახებ; კილომეტრული ბადისა და ჩარჩოს აგება-გაფორმებისა (ზომები და ფართობები) და წარწერების შესახებ; პლანშეტზე საორიენტაციო ხაზების აგების შესახებ.

პლანშეტზე ტრაპეციის წვეროების აგების სისწორეს ამოწმებენ  $a_{11}a_{22}$ ,  $a_{12}a_{21}$ ,  $d$  და  $p$  გამოთვლილი ელემენტებით, ხოლო სახელმწიფო გეოდეზიური საყარდენი პუნქტების პლანშეტზე დატანის სისწორეს — მათ შორის  $S$  მანძილების ოდენობებით, რომლებსაც იღებენ შებერებული გეოდეზიური ამოცანების ამოხსნით (იხ. 2.6.1).

პლანშეტზე საორიენტაციო ხაზის აგების საჭიროებას იწვევს ის, რომ პლანშეტზე აგებულ  $a$  და  $b$  პუნქტებს შორის მანძილი მცირეა და არ გამოდგება პლანშეტის საორიენტაციოდ; ამის გამო მას აგრძელებენ და პლანშეტის ნაპირებზე გააქვთ  $a-b$  დამხმარე საორიენტაციო ხაზის სახით.

პლანშეტზე აღნიშნავენ ადგილს ორიენტირ-ბუსოლის დასადგმელად და აწერენ ნომენკლატურას. პლანშეტის გამზადება მთავრდება მისი კალკის დამზადებით, რომელსაც იყენებენ „პერანგზე“ პლანშეტის ასლის გადატანისა და მასზე სარკმელების ამოჭრისათვის; აგრეთვე ამ კალკას საბოლოოდ იყენებენ სასიმალო კალკად. მასზე გადააქვთ კოორდინატთა ბადის, საავგემო ტრაპეციისა და პლანშეტზე აგებული ყველა გეოდეზიური პუნქტის ასლი.

იმისათვის, რომ საველე სამუშაოების შესრულების დროს პლანშეტი არ გაქუქვიანდეს, მასზე აკრავენ ე. წ. საფარ სახაზავ ქაღალდს, რომელსაც „პერანგს“ (სამოსს) უწოდებენ.

#### A. საპირი ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები

1. მენზულის დაფა ჩალითით; 2. ალუმინის ან ფანერის ხისტი კვადრატული ( $60 \times 60$  სმ) ფურცელი; 3. სახაზავი ქაღალდი; 4. კალკა ან ცვილუა (გასანთლული ქაღალდი); 5. 10 ცალი 1 სმ სიგრძის ლურსმანი; 6. დრობიშევის სახაზავი; 7. სახამებლის წებო; 8. ხისტი სახაზავი ფანქარი; 9. ჯაყვი; 10. სახაზავი კალმები და კალმისტარი; 11. რბილი საშუელი; 12. ავტოკალამი; 13. მენზულური ავეგმეის ეურნალი; 14. რვეული დამხმარე გამოთვლებისათვის.

#### B. დავალიანი უნარულეების თანამომდევრობა

- a. ხისტი საფუძვლის გამზადება და მიმაგრება მენზულის დაფაზე;
- b. პლანშეტზე საკოორდინატო ბადის აგება;
- c. საავგემო ტრაპეციის წვეროების მართკუთხა კოორდინატების გამოთვლები;

d. პლანშეტზე ტრაპეციის წვეროების და გეოდეზიური საფუძვლის პუნ-  
ქტების მართკუთხა კოორდინატების აგება;

e. პლანშეტზე საორიენტაციო ხაზების დანიშვნა;

f. სასიმალო კალკის დამზადება;

g. პლანშეტზე „პერანგის“ (სამოსის) დაწებება;

h. მენზურული აგეგმვის საველე ჟურნალის დამზადება.

#### **ა ხისტი საფუძვლის გამზადება და მიმავლობა მინჯულის დაფაზე**

მენზურის დაფა წარმოადგენს ცაცხვის ხის გამოშრალი ფიცრებისაგან შედგენილ  $60 \times 60 \times 3$  სმ მზატე, მტკიცე და სინესტის ცვალებადობის მიმართ მდგრად-მონოლითურ დაფას. მას უწოდებენ მენზურის პლანშეტს მასზე ხისტი საფუძვლის დამაგრების ან უშუალოდ სახაზავი ქაღალდის დაწებების შემდეგ. პლანშეტის ცნება იგივე თვალთახედვით იყო განხილული (7.5) თავში.

ხისტი საფუძველს წარმოადგენს ალუმინის ან საავიაციო თხელი ფანერის  $60 \times 60$  სმ ფურცელი. ამ ფურცლის ერთ მხარეს აწებებენ მაღალი ხარისხის სახაზავ ქაღალდს, ხოლო მეორე მხარეს — მკვრივ ქაღალდს, რათა ფურცელი დაეცვას იქნეს დააფრაკებისაგან (დაბრეცვისაგან, გაღუნვისაგან). ფანერზე ქაღალდის დაწებება ხდება საღურგლო წებოთი, ხოლო ალუმინზე — საგანგებო წებოთი, რომლის შემადგენლობა უნდა იყოს: აზელილი ხაკო 400 გ, ნიშადურის სპირტი 60 გ, წყალი 150 გ. მეორე დღეს უნდა დაემართოს ორი კვერცხის ათქეფილი ცილა და დუღილის აცილებისათვის ფორმალინის რამპენიზე წვეთი.

გამზადებულ ხისტ საფუძველს 1 სმ სიგრძის ლურსმნებით აკრავენ მენზურის დაფაზე. აგეგმვების დამთავრების შემდეგ აღნიშნულ ხისტ საფუძველს დაფიდან ხსნიან და ინახავენ, როგორც ორიგინალს. მისი დიდი ღირსებაა დიდი ხნის მანძილზე ანაგეგვი ტოპოგრაფიული რუკების მონაცემთა სტაბილურობის შენარჩუნება.

გაშონაკლის შემთხვევაში (როცა ალუმინის ან ფანერის ფურცელი არა გვაქვს) წყალში ათქეფილი კვერცხის ცილით სახაზავ ქაღალდს უშუალოდ აკრავენ მენზურის დაფაზე.

ამ მიზნით ფურცლის დაწებებამდე სახაზავი ქაღალდის ერთ მხარეს ასველებენ წყლით, ცოტა გაშრობის შემდეგ მეორე გვერდზე უცხებენ დამზადებულ ცილას და აკრავენ მენზურის დაფას რაც შეიძლება გულდასმით გასწორება-დაუთოებით, ქაღალდის ნაპირებს კი სახამებლის წებოთი აკრავენ დაფის წახნაგებს. აგეგმვების დამთავრების შემდეგ ამდაგვარად დაწებებულ ტოპოგრაფიულ რუკას წახნაგებზე შემოეპირით და ადვილად გავათავისუფლებთ დაფისაგან, მაგრამ ლეფორმაციისაგან მისი დაცვა ვერ ხერხდება.

#### **ბ. პლანშეტზე კილოგრაფიული ბაღის აგება**

განხილავთ სამუშაო სრულდება 9.1.10 პარაგრაფში მითითებების მიხედვით.

#### **ც. საავიაციო ტრაპეციის წვეროების მართკუთხა კოორდინატების გამომთვლელი**

განხილავთ საკითხი უშუალოდ დაკავშირებულია (2.5.4), (2.5.5) და (2.5.6) თავებში განხილულ საკითხებთან, აგრეთვე შეიძლება საჭირო გახდეს შექმნათ ორი ამოცანის ამოხსნა:

I. პუნქტის გეოდეზიური კოორდინატების მიხედვით გარკვეული მასშტაბის რუკის იმ ფურცლის ნომენკლატურის დადგენა, რომელზეც პუნქტი მდებარეობს

ვთქვათ, ცნობილია  $M$  პუნქტის გეოდეზიური (გეოგრაფიული)  $B_M$  და  $L_M$  კოორდინატები და საჭიროა 1:10000 მასშტაბის გეგმის იმ ფურცლის ნომენკლატურის დადგენა, რომელზეც მდებარეობს განხილადი პუნქტი.

პირველ რიგში განხილადი პუნქტის ცნობილი გეოდეზიური კოორდინატებით დავადგენთ საერთაშორისო 1:1000000 მიმოხილვითი საერთო გეოგრაფიული რუკის იმ ფურცლის სარტყლის ჩრდილო პარალელის განედისა და კოლონის აღმოსავლეთ მერიდიანის რკალის გრძედს, რომელშიც განხილადი პუნქტი მდებარეობს.

მილიონიანი რუკის დასადგენი სარტყლის ჩრდილო პარალელის განედის ოდენობა იქნება პუნქტის ცნობილ  $B_M$  განედზე ახლოს და მასზე მეტი, რომელიც გაიყოფა ოთხზე. მიღებული ოდენობის ოთხზე გაყოფით განვსაზღვრავთ სარტყლის (რიგის) ნომერს, რის შესაბამისად დავადგენთ სარტყლის აღმნიშვნელი ლათინური მთავრული ანბანის ასოს.

მავე რუკის დასადგენი კოლონის აღმოსავლეთ მერიდიანის გრძედის ოდენობა იქნება პუნქტის ცნობილ  $L_M$  გრძედზე ახლოს და მეტი ოდენობის, რომელიც გაიყოფა ექვსზე და გადიდდება  $180^\circ$  (რადგანაც პუნქტების გეოდეზიური გრძედები ისაზღვრება გრინვიჩის მერიდიანის გრინვიჩის მხრიდან ისე, როგორც ზონების დროს და კოლონების თვლა კი იწყება გრინვიჩის მერიდიანის მეორე მხრიდან, რომლის გრძედიც  $180^\circ$ ). მიღებული რიცხვის ექვსზე გაყოფით ვადგენთ კოლონის ნომერს, ე. ი. გასაყოფიც იჯულისხმება ნულოვან განზომილებაში. შეიძლება კოლონის ნომერი დადგინდეს, თუ შერჩეულ ახლო და მეტი ოდენობის გრძედს გავყოფთ ექვსზე (მივიღებთ ზონების ნომერს) და მას დავუმატებთ 30.

სარტყლის აღნიშვნისა და კოლონის ნომრის დადგენით განისაზღვრება 1:1000000 მასშტაბის საერთაშორისო რუკის იმ ფურცლის ნომენკლატურა, რომელზეც  $M$  პუნქტი ძევს.

1:500000-მასშტაბის მიმოხილვითი ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული რუკის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება მილიონიანი რუკის ზემოთ განსაზღვრულ ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეურთებთ ამ ფურცლის მეოთხედის შესაბამის რუსული ანბანის აღნიშვნის ერთ-ერთ მთავრულ (A, B, B, Г) ასოს.

1:200000 მასშტაბის მიმოხილვით ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული რუკის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება მილიონიანი რუკის ზემოთ განსაზღვრული ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეურთებთ ამ ფურცლის ოცდამეთექვსმეტედის შესაბამის რომელიმე დანომვრის ერთ-ერთ (I, II, ..., XXI) რიცხვს.

1:100000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული რუკის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება მილიონიანი რუკის ზემოთ განსაზღვრულ ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეურთებთ ამ ფურცლის მეასორმოცდაოთხედის შესაბამის არაბული ციფრების რიგით დანომვრის ერთ-ერთ (1, 2, 3, ..., 144) რიცხვს.



1: 50 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული რუკის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება ასიათასიანი რუკის ზემოთ განსაზღვრული ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეერთებთ ამ ფურცლის მეოთხედის შესაბამის რუსული ანბანით აღნიშვნის ერთ-ერთ მთავრულ (A, B, B, Γ) ასოს.

1: 25 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული რუკის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება ორმოცდაათათასიანი რუკის ზემოთ განსაზღვრული ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეერთებთ ამ ფურცლის მეოთხედის შესაბამის რუსული ანბანით აღნიშვნის ერთ-ერთ პატარა (a, b, B, Γ) ასოს.

1: 10 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული რუკის (გვემის) დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება ოცდახუთათასიანი რუკის ზემოთ განსაზღვრული ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეერთებთ ამ ფურცლის მეოთხედის შესაბამის არაბული ციფრების რიგით დანომვრის ერთ-ერთ (1, 2, 3, 4) ციფრს.

1: 5000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული გვემის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება ასიათასიანი (1: 100 000) რუკის ზემოთ განსაზღვრული ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეერთებთ ფრჩხილებში ჩასმულ (2.5.5.11 ნახაზი) ამ ფურცლის მეორასორმოცდათექვსმეტედის შესაბამისი არაბული ციფრების რიგითი დანომვრის ერთ-ერთ (1, 2, 3, ..., 256) რიცხვს.

1: 2000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული გვემის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება ოთხი შემთხვევის ხუთათასიანი რუკის ფურცლის ცხრა და ოთხ ნაწილად დაყოფის შესაბამისად. პირველ შემთხვევაში ზემოთ განსაზღვრულ ხუთათასიანი მასშტაბის ნომენკლატურის ფრჩხილების ჩანაწერს შევერთებთ ამ ფურცლის მეცხრედის შესაბამისი რუსული ანბანით აღნიშვნის ერთ-ერთი სტრიქონული (a, b, B, Γ, a, e, ж, з, и) ასო (2.5.5.11 ნახაზი). მეორე შემთხვევაში ანუ იმის შემდეგ, რაც საერთო საჯალდებულო ნომენკლატურაში შევიდა 1: 1000 და 1: 500 მასშტაბის გვემები, ზემოაღნიშნული ხუთათასიანი რუკის ფურცელი იყოფა ოთხ ნაწილად და 1: 2000 მასშტაბის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება ზემოთ დადგენილი ხუთათასიანი მასშტაბის ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეერთებთ ფრჩხილებში ამ ფურცლის მეოთხედის შესაბამისი რუსული ანბანის აღნიშვნის ერთ-ერთ მთავრულ (A, B, B, Γ) ასოს (იხ. 2.5.5.11 ნახაზი).

1: 1000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული გვემის დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება მეორე შემთხვევის შესაბამისი 1: 2000 მასშტაბის ფურცლის ნომენკლატურას ფრჩხილებში თუ შევეერთებთ მის მეოთხედის შესაბამის რომაული დანომვრის ერთ-ერთ (I, II, III, IV) ციფრს (იხ. 2.5.5.12 ნახაზი).

1: 500 მასშტაბის ტოპოგრაფიული საერთო გეოგრაფიული გვემის გამოსავალი ფურცელი იკვეთა, რაც 1: 1000 მასშტაბისათვის. მაშასადამე, დასადგენი ნომენკლატურა მიიღება მეორე შემთხვევის შესაბამისი 1: 2000 მასშტაბის ფურცლის ნომენკლატურას თუ შევეერთებთ მისი მეოთხედის შესაბამისი არაბული ციფრების რიგით დანომვრის ერთ-ერთ (1, 2, 3, ..., 16) რიცხვს (იხ. 2.5.5.13 ნახაზი).

მაგალითი 9.4.4.1. განსაზღვროთ 1: 10000 მასშტაბიანი ტოპოგრაფიული რუკის იმ ფურცლის ნომენკლატურა, რომელზეც მდებარეობს  $M$  წერტილი გეოდეზიუმი კოორდინატებით:  $B_M = 43^{\circ}21'03''$ ,  $L_M = 47^{\circ}52'15''$ .

1) 1:1000000 რუკის დასაღვენი ფურცლის ჩრდილო ძაბალელის გრძი იქნება  $43^{\circ} 21' 03''$ , ხოლო აღმოსავლეთი უახლოესი მეტი რიცხვი, რომელიც უნაშთოდ გაიყოფა ოთხზე, ე. ი.  $44^{\circ}$ . ეს უკანასკნელი გაყოფილი ოთხზე იქნება 11. რაც შესაბამისა ანბანის  $K$  ასოს ანუ  $K$  სარტყელს (იხილეთ 2.5.5.1);

2) ანალოგიური მსჯელობით ძიებული ფურცლის აღმოსავლეთი მერიდიანის გრძელი იქნება  $47^{\circ} 52' 15''$  ხოლო აღმოსავლეთი ასლო მეტი რიცხვი, რომელიც უნაშთოდ გაიყოფა ექვსზე, ე. ი.  $48 \cdot 48 : 6 = 8$  (იხ. 2.2.5.1) ზონა ანუ 38 კოლონა. იმავე შედეგს მივიღებთ თუ  $48 + 160 = 228 : 6 = 33$  კოლონა.

მაშასადამე, 1:1000000 რუკის ამ ფურცლის ნომენკლატურა არის  $K-38$ , რომლის ფარგლებში მდებარეობს  $M$  წერტილი.

3) (2.5.5.1) ცხრილისა და (2.5.5.6) ნახაზის მიხედვით 1:1000000 რუკის  $K-38$  ტრაპეცია დაყოფილია 14 ნაწილად და ყოველი მათგანი ექუთენის 1:100000 მასშტაბთან ტოპოგრაფიულ რუკას. ვინაიდან მოცემული  $M$  პუნქტი მოთავსებულია  $43^{\circ} 20'$  და  $43^{\circ} 40'$  პარალელებსა და  $47^{\circ} 30'$  და  $48^{\circ}$  მერიდიანებს შორის, შესაბამისი ტრაპეციის ნომენკლატურა იქნება  $K-38-24$ .

4) ამ ფურცლის ოთხ ნაწილად დაყოფით ((2.5.5.1) ცხრილი და (2.5.5.7) ნახაზი) მივიღებთ 1:50000 ტოპოგრაფიული რუკის ოთხ ფურცელს. მოცემულ პუნქტი მოთავსებულია  $43^{\circ} 20'$  და  $43^{\circ} 30'$  პარალელებსა და  $47^{\circ} 45'$  და  $48^{\circ}$  მერიდიანებს შორის, შესაბამისი ტრაპეციის ნომენკლატურა იქნება  $K-38-24-I$ ;

5)  $K-38-24-I$  ფურცლის ოთხ (ა, ბ, გ, დ) ნაწილად დაყოფით (2.5.5.1 ცხრილი და 2.5.5.8 ნახაზი) მივიღებთ 1:25000 ტოპოგრაფიული რუკის ოთხ ფურცელს. მოცემული პუნქტი მოთავსებულია  $43^{\circ} 20'$  და  $43^{\circ} 25'$  პარალელებსა და  $47^{\circ} 45'$  და  $47^{\circ} 52' 30''$  მერიდიანებს შორის, რომელთა შესაბამისი ტრაპეციის ნომენკლატურა იქნება  $K-38-24-I--B$ .

6) ამ ფურცლის ოთხ (1, 2, 3, 4) ნაწილად დაყოფით (2.5.5.1 ცხრილი და 2.5.5.9 ნახაზი) მივიღებთ 1:10000 ტოპოგრაფიული რუკის ოთხ ფურცელს. ძიებულ პუნქტი  $43^{\circ} 20'$  და  $43^{\circ} 22' 30''$  პარალელებსა და  $47^{\circ} 48' 4''$  და  $47^{\circ} 52' 30''$  მერიდიანებს შორისაა, რომელთა შესაბამისი ტრაპეციის ნომენკლატურა იქნება  $K-38-24-I--B-4$ .

მაშასადამე, დავადგინეთ, რომ  $M$  წერტილი მდებარეობს  $K-38-24-I--B-4$  ფურცელზე, რომლის მასშტაბია 1:10000.

ანალოგიური მსჯელობის გაგრძელებით შეიძლება 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 მასშტაბიანი გეგმების ამ ფურცლების ნომენკლატურების დადგენა, რომელზეც მდებარეობს  $M$  წერტილი.

## 11. ნებისმიერი ნომენკლატურის ფურცლის კუთხეების გეოდეზიური (გეოგრაფიული) კოორდინატების დადგენა

ვინაიდან ნებისმიერი ნომენკლატურის მქონე ფურცლების საფუძველია 1:1000000 მასშტაბის საერთაშორისო რუკა, ყოველთვის პირველ რიგში საჭიროა (2.5.5.1) ნახაზისა და (2.5.5.1) ცხრილის გამოყენებით მოცემული ნომენკლატურის საფუძველზე დავადგინოთ 1:1000000 ფურცლის კუთხეების გეოდეზიური კოორდინატები და იმის მიხედვით თანდათან განვსაზღვროთ განხილადი ფურცლის კუთხეების გეოდეზიური კოორდინატები.

მაგალითი 9.4.4.2. განისაზღვროს  $K-38-24$  ფურცლის ვანაპირა წვეროების გეოდეზიური (გეოგრაფიული) კოორდინატები.

1) ვინაიდან  $K$  ასო შეესაბამება მეთერთმეტე სარტყელს, განხილავი ფურცლის ჩრდილო პარალელის განედი იქნება  $11 \times 4 = 44^\circ$ , ხოლო სამხრეთისა  $44^\circ - 4^\circ = 40^\circ$ . 38 არის მერვე ზონა (38 კოლონა), რომელსაც შეესაბამება აღმოსავლური მერიდიანი  $48^\circ$  გრძედით (გრინვიჩიდან) — დასავლური  $48^\circ - 6^\circ = 42^\circ$ .

2) ვინაიდან  $K-38$  ფურცელი იყოფა 144 ნაწილად (იხ. 2.5.5.1 ცხრილი და 2.5.5.6 ნახაზი), ვნახავთ, რომ 24 ფურცელი მოთავსდა  $43^\circ 20'$  და  $43^\circ 40'$  პარალელსა და  $47^\circ 30'$  და  $48^\circ$  მერიდიანებს შორის.

მაშასადამე,  $K-38-24$  ნომენკლატურის ფურცლის:

სამხრეთ დასავლეთი კუთხის განედია  $40^\circ 00'$  და გრძედი  $42^\circ 00'$ .

სამხრეთ აღმოსავლეთი კუთხის განედია  $40^\circ 00'$  და გრძედი  $48^\circ 00'$ .

ჩრდილო დასავლეთი კუთხის განედია  $44^\circ 00'$  და გრძედი  $42^\circ 00'$ .

ჩრდილო აღმოსავლეთი კუთხის განედია  $44^\circ 00'$  და გრძედი  $48^\circ 00'$ .

ზემოთ და (2.5.6) პარაგრაფში განხილული ამოცანების შემდეგ წარმატებით შეიძლება ვუპასუხოთ ამ მუხლში დასმულ ამოცანას სააგვეგვო ტრაპეციის წვეროების მართკუთხა კოორდინატების გამოთვლების შესახებ.

#### დ. პლანშეტზე ტრაპეციის წვეროებისა და გეოდეზიური ხაზშეკლის უწყობების მართკუთხა კოორდინატების აგება

ეს ამოცანაც უნდა შესრულდეს (2.5.6) პარაგრაფში მიღებული წესით.

#### ე. პლანშეტზე საორიენტაციო ხაზის დაწესება

როგორც აღინიშნა, პლანშეტის ორიენტირებისათვის მონაკვეთის სიგრძე არ უნდა იყოს 35 სმ-ზე ნაკლები. მაგალითად, პლანშეტზე აგებულ ორ  $a$  და  $b$  პოლიგონომეტრიულ პუნქტს შორის მანძილი სიმციარის გამო ვერ იძლევა პლანშეტის სათანადო სიზუსტით ორიენტირებას. აღნიშნულის გამო ველზე გასვლამდე საჭიროა ანალიზური ხერხით  $ab$  მონაკვეთის გაგრძელება ორივე მხარეს პლანშეტის ნაპირებამდე, რაც დაინიშნება  $a-b$  სიმბოლოთი (ნახ. 1).

პირველ რიგში საზღვრავენ  $ab$  მონაკვეთის გაგრძელებაზე პლანშეტის ვანაპირას ახლო დამხმარე  $a'$  და  $b'$  წერტილებს, რაც შეიძლება სხვადასხვა ხერხით შესრულდეს. შედარებით მარტივია  $ab, b$  სამკუთხედის მსგავსი დამხმარე  $ba, b'$  სამკუთხედის აგება, რომელთა გვერდებია  $a$  და  $b$  პუნქტების  $\Delta x$  და  $\Delta y$  კოორდინატების  $\Delta x'$  და  $\Delta y'$  ნაზრდები. (1) ნახაზის მიხედვით შეიძლება ორივე ნაზრდი გადავამრავლოთ რაიმე  $k$  მუდმივზე, რის შემდეგ შეიძლება დავწეროთ:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x' &= k \Delta x \\ \Delta y' &= k \Delta y \end{aligned} \right\} \quad (9.4.4.1)$$

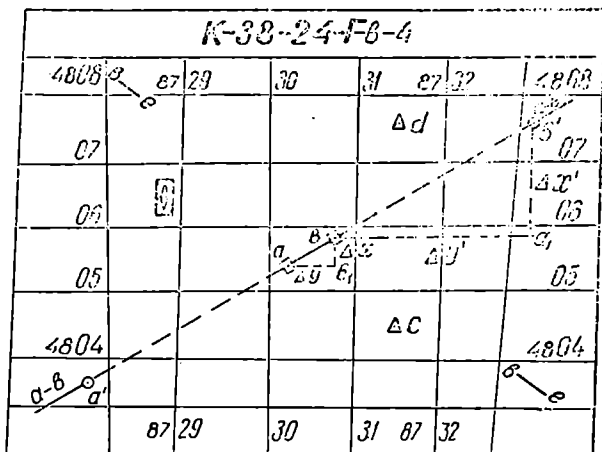
$b'$  წერტილის კოორდინატები გამოითვლება ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} x_{b'} &= x_b + \Delta x' \\ y_{b'} &= y_b + \Delta y' \end{aligned} \right\} \quad (9.4.4.2)$$

ხოლო  $a'$  წერტილის კოორდინატები ანალოგიუბი ვსით განისაზღვრება:

$$\left. \begin{aligned} x_{a'} &= x_a - \Delta x'' \\ y_{a'} &= y_a - \Delta y'' \end{aligned} \right\} \quad (9.4.4.3)$$

როგორც  $a'$ , ისე  $b'$  წერტილების კოორდინატების განსაზღვრისათვის სათანადო კოეფიციენტებს შეირჩევენ ისე, რომ ორივე წერტილი დაეტიოს პლანშეტზე. ამ წერტილებს ვადაიტანენ პლანშეტზე ზემოთ მოცემული ფორმულებით გამოთვლილი კოორდინატების საშუალებით; პლანშეტზე მათი და-



ნახ. 9.4.4.1.

ტანის სიზუსტის შესამოწმებლად მათ მიადებენ შემოწმებული სახაზავის წიბოს და აკვირდებიან ეს წიბო გადის თუ არა პოლიგონომეტრიის  $a$  და  $b$  წერტილებზე. თუ პირობა შესრულებულია, პლანშეტის ნაპირებზე შესაბამისად ატარებენ 1 სმ მონაკვეთებს და უკეთებენ წარწერას  $a-b$ .

ანალოგიურად არის გამოთვლილი კოორდინატები და დანიშნულია მიმართება  $a-e$  სიმბოლოთი  $E$  პუნქტზე, რომელიც არ ეტევა პლანშეტზე, მაგრამ პლანშეტის  $B$  პუნქტზე ორიენტაციისათვის ვამოსაღვია, ვინაიდან იგი კარგად ჩანს  $B$  პუნქტიდან.

პლანშეტის ტრაპეციის დასავლეთ ან აღმოსავლეთ გვერდზე ფანქრით გამოყოფენ ადგილს ორიენტირ-ბუსოლის დასაყენებლად (ნახ. 1).

მაგალითი 9.4.3.3.  $x_a = 4\ 805\ 800$  მ,  $y_a = 8\ 730\ 800$  მ;  $x_b = 4\ 805\ 300$  მ,  $y_b = 8\ 730\ 300$  მ. მაშინ  $\Delta x = x_b - x_a = -500$  მ,  $\Delta y = y_b - y_a = -500$  მ. მივიღოთ  $k=4$ .

(1) ფორმულით:

$$\Delta x' = 4 \times 500 = 2\ 000 \text{ მ,}$$

$$\Delta y' = 4 \times 500 = 2\ 000 \text{ მ.}$$

(2) ფორმულით:

$$x_{\text{კ}} = 4\ 805\ 800 + 2\ 000\ \text{მ} = 4\ 807\ 800\ \text{მ},$$

$$y_{\text{კ}} = 8\ 730\ 800 + 2\ 000\ \text{მ} = 8\ 732\ 800\ \text{მ}.$$

#### ფ. სასიმალო კალკის დაგეგმვა

კალკის ნაცვლად ამ მიზნით იყენებენ ცვილულას ანუ ქაღალდის გამჭვირვალე კალკას, რომელზეც, უფრო მეტად გამჭვირვალობის მიზნით, უსობენ მცენარეულ ზეთს. კალკას აფარებენ განზადებულ პლანშეტზე და იღებენ ასლს: ტრაპეციის ჩარჩოსას; საკოორდინატო (კილომეტრული) ბადისას ტრაპეციის ღარგლებში; გეოდეზიური საყრდენი პუნქტებისას; გამოსავალი საორიენტირო ხაზების პლანშეტის ნაპირებზე გატარებული მონაკვეთებისას სათანადო დასახელების წარწერებით და ტრაპეციის ნომენკლატურისას. ყოველი გადაწვლილი ფორმდება ტუშით უცვლელი აღნიშვნებით. კალკაზე ფანქრით შემოხაზავენ პლანშეტის კუთხეებს, რათა იგი კარგად შეეუთავსოთ პლანშეტს „პერანგის“ დაწებების შემდეგ.

#### ფ. პლანშეტზე „პერანგის“ (სამონის) დაწებება

აღნიშნული იყო, რომ პლანშეტის სისუფთავის დამცავი ერთ-ერთი ღონისძიებაა მასზე სისუფთავის დამცავი სახაზავი ფურცლის ანუ „პერანგის“ დაწებება. პირველ რიგში მენზულის დაფის ქვემო მხარეზე ფანქრით ატარებენ ჩრდილო-სამხრეთ (NS) ხაზს, რათა პლანშეტს შემდეგში მუშაობის დროს სწორად დაეკუთროს სასიმალო კალკა. სახაზავი ქაღალდის ერთ მხარეს ასეველებენ წყლით, ხოლო მშრალ მხარეზე აფარებენ პლანშეტს და მის ნაპირებს აწებებენ სახამებლის წებოთი პლანშეტის წახნაგებს. ამის შემდეგ გამზადებულ პლანშეტს თარაზულად დებენ მაგიდაზე გაშრობამდე.

„პერანგის“ გაშრობისა და პლანშეტზე გადაჭიმვის შემდეგ მას ფანქრით შემოხაზული კუთხეების გამოყენებით აფარებენ კალკას, საიდანაც აღნიშნულ „პერანგზე“ გადააქვთ: საორიენტირო ხაზების პლანშეტის ნაპირებზე გატანილი მონაკვეთები წარწერებით; ტრაპეციის კუთხეების წვეროები და გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების ადგილმდებარეობა, შემდეგ სამართლებლით „პერანგიდან“ ამოჭრიან ჩამოთვლილი ადგილების შესაბამის სარკმლებს. პერანგზე ფანქრით ხილულ წერტილებზე გატარებით ვაკუავთ კილომეტრული ბადე და ტრაპეციის ჩარჩო და ბოლოს ჩრდილო მხარეზე აწერენ ტრაპეციის ნომენკლატურას. როგორც აღვნიშნეთ, კალკას აგრეთვე იყენებენ სასიმალო კალკად.

#### ჩ. მიწის საზომი აგეგმვისათვის სპეციალური დაგეგმვა

სპეციალური სატექნოლოგიური ფურცელი უნდა იყოს გაფორმებული ისე, როგორც ეს მოყვანილია (1) ცხრილში.

სსსრ და სსკ სიზინისტრო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის გეოლუბისა და სამარკშე-ღერო საქმის კათედრა, 1978 წ.

მენზულური აგეგმვის  
ქურნალი №9

პლანეტის ნომენკლატურა 15-38-24-1-6-4

ინსტრუმენტები:

- მენზულა ხას № . . . . .
- კიპრეგელო ჩჩ № . . . . .
- ვერნიერის სიზუსტე 1'
- ორიენტირ-ბესოლი № . . . . .
- სიმაძილო ლარტყები, ორმხრივი 3-მეტრიანი, ორი ცალი ბათთა ფოლადის 20-მეტრიანი №
- სამარკშეიდერო სპეციალობის ჯგუფი № . . . . . 1 კურსი, ბრიგადა № 4 მიტყხლუ: ა. (ბრიგადირი), ხომაშურიძე ა., იბაშმაძე კ., ბაბუნიაძე ვ., ორაგველიძე გ.
- საწულო მიილო: უშუალო ხელმძღვანელი . . . . . საერთო ხელმძღვანელი . . . . .
- მისამართი ქ. თბილისი, ლენინის ქუჩა № 77
- საქართველოს პოლიტ. ინსტ-ის გეოლუბისა და სამარკშეიდერო საქმის კათედრა.

გარდა მოყვანილი ცნობებისა, ქურნალში ათავსებენ საყრდენი პუნქტების კატალოგს. იხილეთ კატალოგი (1)

კატალოგი 9.4.4.1

პუნქტი	ნიშნულები (6)	კოორდინატები (6)		ნიშნის ჩანახაზი	ნიშნის სიმაღლე (მ)
A	420,22	4 805 300	8 730 300	კლიშე	4 20
B	421,15	4 805 800	8 730 300	იგივე	4,20
C	445,35	4 804 400	8 731 400	კლიშე	10.55
D	470,68	4 807 500	8 731 450	იგივე	8,64

9.4.5. მენზულის დაქენება საღმურზე

საღმურზე (პუნქტზე) მენზულის დაყენებისათვის საჭიროა მისი დაქენება, ნიველირება და ორიენტირება.

ადგილის A პუნქტზე მენზულის დაქენება ნიშნავს პლანშეტზე მისი მდებარეობიდან დაშვებული შვეულის აღნიშნული A პუნქტის ცენტრისადმი შეთავსებას. მასასადავ, მენზულა უნდა გადაეადგილოთ პუნქტზე მანამ, ვიდრე პლანშეტზე დანიშნული ა წერტილიდან დაშვებული შვეული არ გაივლის A პუნქტის ცენტრზე.

მენზულის ნიველირება ნიშნავს მისი პლანშეტის პორიზონტულად (თარაზულად) დაყენებას.

მენზულის ორიენტირება ნიშნავს მისი პლანშეტის ისე დაყენებას, რომ მასზე გატარებული ხაზები პარალელური იყოს ადგალზე მათი შესაბამისი ხაზების პორიზონტული გეგმილებისა. ცხადია, სათანადოდ ორიენტირებულ პლანშეტზე გადაღებული გეგმა იქნება კვეყნის მხარეების მიმართ სწორად ორიენტირებული.

დადგენილია, რომ ზემოსხენებული თანამიმდევრობით სადგურზე მენზულის დაყენების დროს ყოველი შემდგომი ღონისძიება იწვევს წინ შესრულებული ღონისძიების დარღვევას. ამიტომ ზემოსხენებული ღონისძიებები სრულდება თანამიმდევრული მიხროების მეთოდით ანუ სადგურზე მენზულის დაყენებას ვასრულებთ ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო თანამიმდევრობით: ორიენტირება, ნიველირება, დაცენტრავა და დაცენტრავა, ნიველირება, ორიენტირება.

პირველი თანამიმდევრობა სრულდება თვალთ, ხელსაწყოების გარეშე ახდენენ პლანშეტის ორიენტირებას ანუ პლანშეტის ჩრდილო მხარეს შეაბრუნებენ ჩრდილოეთისაკენ, რისთვისაც იყენებენ პლანშეტის გამზადების დროს დატანილ ადგილობრივ საგნებს, შემდეგ ასევე შტატივის ფეხების გაწვევ-გამოწვევით თვალთ ახდენენ პლანშეტის ნიველირებას ანუ ჰორიზონტულად დაყენებას და ბოლოს შტატივის ფეხების გადაადგილებით ახდენენ მთლიანად მენზულის გადაადგილებას და ტლანქად ცენტრავენ.

მეორე (საბოლოო) თანამიმდევრობა სრულდება სათანადო ხელსაწყოების დახმარებით, შემდეგნაირად:

პლანშეტის დაცენტრავა. აქ უკვე ორთითას საშუალებით ახდენენ პლანშეტზე გადატანილი სადგურის ცენტრიდან დაშვებული შეეულის ადგილზე ანუ ამ სადგურის ცენტრზე შეთავსებას პლანშეტის გადაადგილებით (ზოგიერთი პლანშეტის გადაადგილება ვერ ხერხდება, ამ შემთხვევაში მენზულას მთლიანად გადაადგილებენ).

აქვე შევნიშნავთ, რომ მენზულის დაცენტრირებისათვის ორთითას გამოყენება წვრილმასშტაბიანი აგეგმვებისათვის საჭირო არ არის, რადგანაც მიღებულია, რომ პლანშეტის დაცენტრირის ხაზოგანი ელემენტი არ უნდა აღემატებოდეს აგეგმვის მასშტაბის ზღვრული სიზუსტის ნახევარს. ამ მიდგომით შედგენილია (1) ცხრილი, რომელშიც ნაჩვენებია, რომ ქალაქური დასახლებების აგეგმვის დროს მიუხედავად იმისა, რომ 1:5 000 მასშტაბში დაცენტრირის ელემენტი გამოდის 0,25 მ, — იღებენ 0,1 მ, ასე რომ, საჭირო ხდება ამ მასშტაბში აგეგმვების დროს გამოიყენოთ ორთითა ((1) ცხრილის მეორე სტრიქონი).

ცხრილი 9.4.5.1.

აგეგმვის მასშტაბი	მასშტაბის ზღვრული სიზუსტე (მ)	დაცენტრირის საზღვარი ელემენტის დასაშვები ოდენობა (მ)	დაცენტრირის ღონისძიება	შენიშვნა
1:10 000	1	0,5	თვალთ	დაუსახლებელ ადგილებში დასახლებულ ადგილებში
1:5 000	0,5	0,25 0,10	თვალთ ორთითათი	
1:1 000	0,1	0,05	ორთითათი	ნებისმიერი სახის ადგილი
1:500	0,05	0,025	ორთითათი	ნებისმიერი სახის ადგილი

პლანშეტის დაცენტრირის შესახებ ზემოთ მიღებული მიდგომა და ცხრილი სრულიად შეესაბამება თეოდოლიტის დაცენტრირის შესახებ 8.6.1. პარა-

ეს კი მიეკუთვნება და  $(6.6.1 \dots 15) \epsilon = \epsilon_{\max} \frac{S}{\rho}$  ფორმულას. აქ საკი-

როა დაცენტრის  $\epsilon$  შეცდომა 1 2' არ აღემატებოდა.  $S$  არის სალარტყო წერტილებამდე მანძილები; რადიათი  $\rho = 3428'$ .

პლანშეტის ნიველირება ა. ნებისმიერი ორი დამყენებელი (ამწყვი) ხრახნის ქვასწვრივ დადებს პლანშეტზე კიპრეგელის შიშას და მასზე დამაგრებული ცილინდრული თარაზოს ბუშტულას ცენტრს აღნიშნული ხრახნებით დაყენებს ამპულის შუაში. შემდეგ გადაადგილდებიან შიშას მესამე ამწყვი ხრახნის გასწვრივ და მისი საშუალებით აყენებენ ბუშტულის ცენტრს ამპულის შუაში. როგორც არ უნდა ვამოძრაოთ პლანშეტზე აღნიშნული კიპრეგელი, ბუშტულის ცენტრი ამპულის პუნქტიდან არ უნდა გადაადგილდეს მის ორ დანაყოფზე შეტად.

პლანშეტის ჰორიზონტულად დაყენების შეცდომა იწვევს შეცდომებს პლანშეტზე გატარებული ხაზების მიმართულებებსა და დახრის კუთხეების გაზომვებში. პლანშეტის ჰორიზონტულად დაყენების შეცდომა სრულიად ანალოგიურია თეოდოლიტის ჰოგრის ღერძის დახრის  $i$  შეცდომისა. მისი გავლენა ჰორიზონტულ მიმართულებებში იწვევს  $(i)$  შეცდომას, რომლის ოღონობა  $(6.8.8.20)$  ფორმულით  $(i) = i \tan v$  არის მცირე, როცა დამიზნების დახრის  $v$  კუთხე ახლოა  $0^\circ$ -თან. მაგრამ დამიზნების  $v$  კუთხის ზრდის მიხედვით ისწრაფად იზრდება პლანშეტის  $i$  დახრის შეცდომის  $(i)$  გავლენა პლანშეტზე დახაზულ მიმართულებებზე. ზემოთ მოყვანილი ფორმულა და მსჯელობა შეეხება კიპრეგელის შიშის ზოგიერთ მდებარეობას პლანშეტზე, რომლის დროს პლანშეტის დახრა და კიპრეგელის ჰოგრის ბრუნვის ღერძის დახრა ტოლია. ამ დროს კიპრეგელის ჰოგრის ბრუნვის ღერძის წესიერულ მდგომარეობაშიც კი (ანუ, როცა აღნიშნული ბრუნვის ღერძი პარალელურია შიშის ქვედა პირისა) პლანშეტზე გატარებულ მიმართულებებში შეცდომა იქნება ზემოთ მოყვანილი  $(6.8.8.20)$  ფორმულით გამოთვლილის ტოლი. მაგალითად, თუ პლანშეტის დახრა  $i = 30'$  და მიმართულების დახრის კუთხეა  $v = 3^\circ$ , მაშინ მიმართულებაში შეცდომა  $(i) = 4', 2$ , რაც დაუშვებელია.

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ პლანშეტის ნიველირების შეცდომა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დახრის კუთხეების გაზომვებზე, რის გამო მოითხოვება ტრიგონომეტრიული ნიველობის დროს ძლიერ გულდასმით იყოს პლანშეტი ჰორიზონტულად დაყენებული. ამიტომ აღვნიშნეთ ზემოთ, რომ პლანშეტზე კიპრეგელის მოძრაობის დროს მის შიშაზე დამაგრებული ბუშტულის ცენტრის გადახრა ნულ პუნქტიდან არ უნდა აღემატებოდეს ამპულის 2 დანაყოფს.

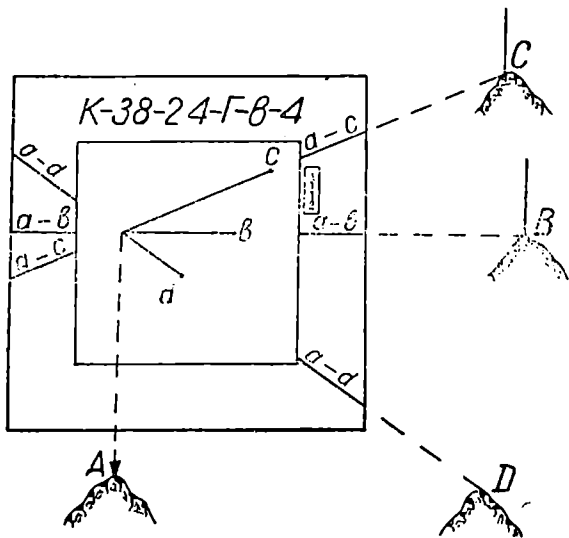
პლანშეტის ორიენტირება. პლანშეტის ორიენტირება შეიძლება მასზე არსებული წერტილების ან ბუნსოლის საშუალებით.

პლანშეტზე არსებული წერტილების საძეუალებით მისი ორიენტირების საილუსტრაციოლ განვიხილოთ (1) ნახაზი, საიდანაც ჩანს, რომ პლანშეტი დაცენტრილი და ნიველირებულია  $A$  პუნქტზე. საჭიროა შესრულდეს მენზულის  $A$  წერტილზე დაყენების რიგით უკანასკნელი მოქმედება — პლანშეტის ორიენტირება. პლანშეტის ორიენტირებისათვის მაღალი სიზუსტის გამო საჭიროა გამოყენებულ იქნეს პლანშეტზე გადატანილი წერტილებს შორის მონაკვეთები. ამ მონაკვეთებიდან შევირჩევთ უგრძესს (ხელშემწყობ პირობებში არანაკლებ 35 სმ და არახელშემწყობ პირობებში არანაკლებ 20 სმ). ვთქვათ, ასეთი მონაკვეთია  $ac$ . კიპრეგელის სახაზავის დაცრებულ წიბოს (მხარეს) მივადებთ  $d$  და  $e$  წერტილს. ავუშვებთ პლანშეტის



ღამკურ ხაზანს და ვაბრუნებთ პლანშეტს მანა. სანამ კიპრეგელის ჯოგრის ძაფთა გადაკვეთის წერტილი არ დაემთხვევა  $C$  პუნქტის ცენტრს (პალო, სარი). ამ მოქმედებით პლანშეტის ორიენტირება შესრულებულია. მაშასადამე მასზე აღნიშნული სტეა მონაკვეთები უნდა იყოს ადგილზე შესაბამის მონაკვეთთა გასწვრივობაში. შემოწმების მაზნით კიპრეგელის საზაზავის დაცეაბული მანაჲ რომ მივადოთ  $a$  და  $b$  ან  $a$  და  $d$  წერტილებს, შესაბამისად, ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილი უნდა დაემთხვეს ადგილზე  $B$  და  $D$  პუნქტების ცენტრს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ორიენტირება უნდა გაემიჯროთ  $ac$  მონაკვეთის მიზეღვით.

როცა პლანშეტზე დატანილი მონაკვეთები ნაკლებია მოთხოვნილ (35 ან 20 სმ) სივრცეზე, პლანშეტზე ორიენტაციისათვის ვიყენებთ  $a$  წერტილსა და



ნახ. 9.4.5.1.

პლანშეტის ნაპირზე დატანილ  $a-c$ ,  $a-b$  ან  $a-d$  შტრიხის და ცნობილი წესით ვასრულებთ ორიენტირებასა და კონტროლს.

პლანშეტის ორიენტირებისათვის რაც შეიძლება გრძელი მონაკვეთის (არანაკლებ 35 და 20 სმ) გამოყენება, როგორც ვიცით, დადგენილია (9.4.2) პარაგრაფში გრაფიკულ აგებებთან დაკავშირებით ორ წერტილის შორის ხაზის გატარების სიზუსტის საკითხის განხილვის დროს (იხ. 9.4.2.1 ნახაზი).

აქვე შევნიშნავთ, რომ მენზულის ნიველირებასთან დაკავშირებული საკითხების განხილვის დროს დადგენილი კიპრეგელის ჯოგრის ბრუნვის ღერძის დახრის  $i$  შეცდომის პორიზონტულ მიმართულებაში გავლენის, ანუ (ი) შეცდომის, მინიმუმამდე დაყვანისათვის პლანშეტზე საჭიროა შევირჩიოთ ისეთი მონაკვეთები, რომელთა დახრის  $\gamma$  კუთხე აბლოს იქნება  $0^\circ$ -თან (ვთქვათ, ასეთი არის  $ac$  მონაკვეთი).

პლანშეტის ორიენტირებაზე გავლენას ახდენს ადრე შესრულებული დაცენტრისა და ნიველირების შეცდომები. ამიტომ, მიუხედავად იმისა, რომ საკუთრივ ორიენტირების შეცდომა არის 1', ფაქტობრივად, შეცდომათა საერთო გავლენის გამო პლანშეტის ორიენტაციას ვასრულებთ  $\pm 2'$  საშუალო კვადრატული შეცდომით.

ბუსოლის საშუალებით პლანშეტის ორიენტირებისათვის ბუსოლის ისარს აუშვებენ და ბუსოლს მიადებენ პლანშეტის აღმოსავლეთ ან დასავლეთ (ნახ. 1) ჩარჩოს ისე, რომ ბუსოლისა და პლანშეტის ჩრდილო-სამხრეთ მიმართულებები ერთმანეთს დაემატებოდეს. შემდეგ აუშვებენ პლანშეტს და აბრუნებენ მას მანამ, სანამ ისრის ჩრდილო ბოლოთი ანათვალა არ იქნება განხილადი პლანშეტისათვის ცნობილი მაგნიტური  $\delta$  მიხრილობის ოდენობა.

რიგორიული ცნობილია, ბუსოლით ორიენტირება შეიძლება ისეთ ადგილებში, სადაც არ არის მაგნიტური ანომალიები და აგრეთვე დატულია ის პირობები, რაც მოთხოვნილია ბუსოლის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ (6.7.2) პარაგრაფში.

ბუსოლით პლანშეტის ორიენტირების შეცდომა აღწევს დაახლოებით 10'. მაშასადამე, იგი ტლანქა და ამიტომ მას ვიყენებთ, როცა პლანშეტზე დატანილი წერტილების მიხედვით პლანშეტის ორიენტირება ვერ ხერხდება (დასახლებული და ტყიანი ადგილები). დადგენილია ბუსოლის გამოყენების ერთი დადებითი მხარე, სახელდობრ ის, რომ პლანშეტის დაცენტრის შეცდომა გავლენას ვერ ახდენს ბუსოლით ორიენტირებულ პლანშეტზე გატარებული მიმართულების სიზუსტეზე.

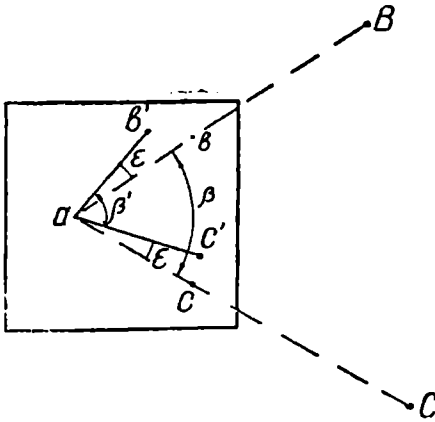
### ზოგადი შენიშვნა პლანშეტის ორიენტირების შესახებ

კიპრეგელების შემოწმების დროს (7.5.3) ნათქვამი იყო, რომ თუ კოლიმაციური სიბრტყე არ გადის ან პარალელური არ არის კიპრეგელის სახაზავის დაცერებული წიბოს<sup>1</sup> და მათ შორის იქმნება  $\epsilon$  კუთხე, იგი პლანშეტზე მიღებული კუთხეების ოდენობებზე ანუ აგეგმვის ხარისხზე გავლენას არ მოახდენს, რაც არ შეიძლება ითქვას ბუსოლით პლანშეტის ორიენტირების შესახებ. აღნიშნულის ნათელსაყოფად განვიხილოთ (2) ნახაზი.

ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ კოლიმაციური სიბრტყის  $ab$  და  $ac$  კვალს არ ემთხვევა სახაზავის დაცერებული წიბოს შესაბამისი  $ab'$  და  $ac'$  კვალი და მათ შორის იქმნება  $\epsilon$  კუთხე, რომელიც გავლენას არ ახდენს პლანშეტზე დახატულ  $\beta$  კუთხეზე, მხოლოდ ამით  $\beta$  კუთხის ნამდვილი მდებარეობა გადაადგილებულია მისი ტოლი  $\beta'$  კუთხით. როგორც ვხედავთ, აღნიშნული  $\epsilon$  შეცდომა მიმართებათა შორის კუთხეების ოდენობებზე გავლენას არ ახდენს, მაგრამ ბუსოლით ორიენტირების დროს მიხრილობის ოდენობა მხედველობაში უნდა იყოს მიღებული.

აღნიშნულის გამო ზუსტად უნდა იქნეს დადგენილი მაგნიტური ისრის მიხრილობის ოდენობა განხილადი პლანშეტისათვის. ამის გამო უნდა მოვითხოვოთ, რომ პლანშეტის მდებარეობა მასზე დატანილი ორიენტირებული წერტილებით და ბუსოლით იყოს ერთნაირი. მაშასადამე, საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ ბუსოლისა და გამოყენებული კიპრეგელის თავისებურებები ანუ მხედველობაში მივიღოთ ბუსოლის მაგნიტური ისრის მიხრილობა (შესწრება) და კიპრეგელის კოლიმაციური სიბრტყისა და სახაზავ-

ვის დაცვრებულ წიბოს შორის  $\epsilon$  კუთხე. ამ მიზნით გამოსაყენებელი პლანშეტის ბუსოლით საორიენტაციოდ საჭირო მაგნიტური ისრის  $\delta$  მიხრილობას



ნახ. 9.4.5.2.

რაც გამოიყენება განხილადი პლანშეტის ბუსოლით ორიენტირებისათვის.

საზღვრავენ ცდებით შემდეგნაირად: განხილადი პლანშეტის ყოველ პუნქტზე პლანშეტის ორიენტაციას აკეთებენ მასზე დატანილი პუნქტების მიხედვით, ყოველ ჯერზე პლანშეტის ერთი და იმავე, ვთქვათ, ჩარჩოს მარჯვენა მხარეს (იხ. (1) ნახაზი) ადებენ ბუსოლს და ისრის დამშვიდების შემდეგ ჩრდილო და სამხრეთ ბოლოთი იღებენ ანათვალს ანუ განხილადი პლანშეტის სხვადასხვა წერტილისათვის საზღვრავენ მიხრილობების ოდენობებს. ბოლოს საზღვრავენ განსაზღვრულ მიხრილობათა საშუალოს,

### 9.4.6. გეომეტრიული ქსელის პროექტის შედგენა, რეკონსტრუქცია და აღვილზე პუნქტების დამატება

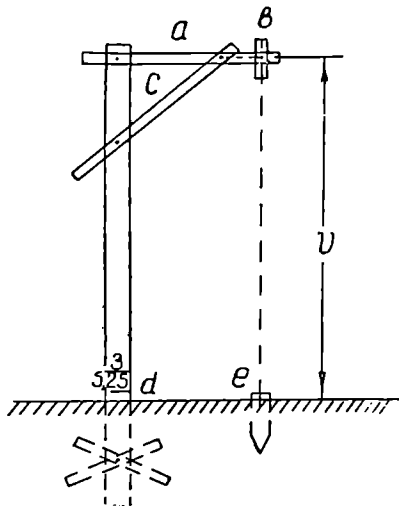
ღია სივრცეებზე მენზურული აგეგმვებისათვის ანვიტარებენ გეომეტრიულ ქსელს, დახურულ რაიონებში კი — თეოდოლიტურ სვლჭბს. გეომეტრიული ქსელის განვითარების (გახშირების) პროექტს ადგენენ შედარებით მსხვილ-მასშტაბიან რუკაზე, რომელზეც დააქვთ სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის (ტრიანგულაციისა და პოლიგონომეტრიის) პუნქტები და I—IV კლასების რეპერები; მათი რაოდენობა და განლაგება უნდა უზრუნველყოფდეს გეომეტრიული ქსელის საიმედოდ განვითარებას. აუცილებელია, რომ ყოველ პლანშეტზე იყოს მოხერხებულად განლაგებული სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის სამი საყრდენი პუნქტი. იმ შემთხვევაში, როცა ასეთი პუნქტები არ არსებობს, დროულად საზღვრავენ დამატებითი პუნქტების რაოდენობას, რაც უმთავრესად სრულდება გეოდეზიური გადაკვეთებით. გეომეტრიული ქსელის პუნქტები (თითო ტრაპეციაზე დაახლოებით 20—30 სააგეგმვო საფუძველი  $\epsilon$  სე, რომ თითო პუნქტზე მოდიოდეს 20—30 კმ<sup>2</sup>) განლაგებული უნდა იყოს თანაბრად და მაღალ ადგილებში, საიდანაც კარგად უნდა ჩანდეს გარემო. მიზანშეწონილად ითვლება ქსელის პროექტში შეტანილ იქნეს ღდგლის მახასიათებელი საგნები, როგორც არის: საქარხნო მილები, კოშკურები, კოშკები და სხვ., ობიექტები, რომლებიც კარგად ჩანან ასაგეგმავ ტერიტორიაზე. გეომეტრიული ქსელი, შესაძლებლობის ფარგლებში, აგებული უნდა იყოს ტოლგვერდა სამკუთხედებისაგან, რომელთა გვერდების სიგრძეები დაახლოებით უნდა უდრიდეს გამოყენებული მასშტაბის შემცირების ხარისხის მეთაფეს მეტრებში;

მაგალითად, 1:10 000 მასშტაბისათვის გვერდების სიგრძეები დაახლოებით იქნება მიღებული 1000 მეტრი  $\pm$  100 მეტრის განსწავების დაშვებით. პროექტში მითითებული უნდა იყოს, რომ ყოველი პუნქტი განისაზღვროს მინიმუმ სამი წერტილიდან გადაკვეთით. ამავე დროს გადაკვეთის კუთხეები უნდა იყოს არანაკლებ  $30^\circ$  და არა უმეტეს  $150^\circ$ .

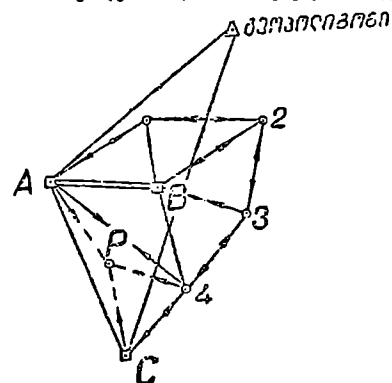
რეკოგნოსციების დროს ამოწმებენ: დატულია თუ არა სახელმწიფო ქსელის საყრდენი გეოდეზიური პუნქტები; დაპროექტებული მიმართულებებით გარემოს ხილვადობის ხარისხს; როგორია პუნქტების განლაგების ხარისხი და სხვ. საჭიროებისამებრ პროექტში შეაქვთ შესწორებები.

პუნქტების ადგილზე დამაგრებას აწარმოებენ რეკოგნოსციების თანადროულად იმ წესების დაცვით, რაც მოყვანილია (7.1.1) პარაგრაფში. ყოველ პუნქტზე აყენებენ 4—8 მეტრის სიგრძისა და 10—12 სმ სიმაღლის საყრდენს (ნახ. 1), რომელსაც ჩაფლავენ მიწაში 0,5—1,0 მეტრის სიღრმეზე.

სარკის ზემო ნაწილშია მოწყობილი ერთი მეტრი სიგრძის *a* კრონშტეინი *c* საყრდენით და სამიზნეგელი *b* ალტურვილობით, რომელზეც კიპრეგელის



ნახ. 9.4.6.1.



ნახ. 9.4.6.2.

მელიც ემატება *ad* მანძილს, რაც წარმოადგენს ჭოგრით დამიზნების *s* სიმაღლეს. განახობი *i* და *v* ოდენობები იწერება ტოპოგრაფიულ ჟურნალში საგან-

გებოდ გამოყოფილ ადგალზე. თვით სარყეზე კი ეწერება ნომერი (№ 3) და ქვემოთ  $\nu$  (5,25 მ) სიმაღლე. გეომეტრიული ქსელის ყოველ ცენტრს გარშემო ავლებენ თხრილს.

რეკოგნოსიციების დროს ადგენენ პუნქტების გადაკვეთების თანამიმდევრობას და სიმაღლეების გადაცემების რიგს. სიმაღლეების გადაცემასთან დაკავშირებით ადგენენ მოკლევადიანი სამკუთხედების ქსელს, რადგანაც ცნობილია, რომ ტრიგონომეტრიული ნიველოზის სიზუსტე იზრდება სანიველო წერტილთა შორის მანძილების შემცირებით. პუნქტებს შორის სრულდება პირდაპირი და შებრუნებული ნიველობა. ამ შემთხვევაში გვერდების სიგრძეები არ უნდა აღემატებოდეს 1,2—1,5 კმ. გეგმური საფუძვლები უნდა განისაზღვროს რაც შეიძლება გრძელი გვერდების მიხედვით.

რეკოგნოსიციების დროს ადგენენ მენზულური აგეგმვის ჟურნალს და გეომეტრიული ქსელის სქემატურ ნახაზს (იხ. 2 ნახაზი), რომელზეც ისრებით ნაჩვენებია წერტილებიდან პუნქტების ხილვადობა ორმხრივია თუ ცალმხრივი

### 9.4.7. პლანშეტზე გეომეტრიული ქსელის კონსტრუქციის მდებარეობის აგება და მათი ნიშნულების განსაზღვრა [1]

პლანშეტზე გეომეტრიული ქსელის პუნქტების გეგმური და სასიმაღლო მდებარეობის განსაზღვრები იწყება პლანშეტზე გადატანილი (დანიშნული) გეოდეზიური ქსელის პუნქტებიდან (ხისტი პუნქტებიდან) შემდეგი თანამიმდევრობით (ნახ. 1):

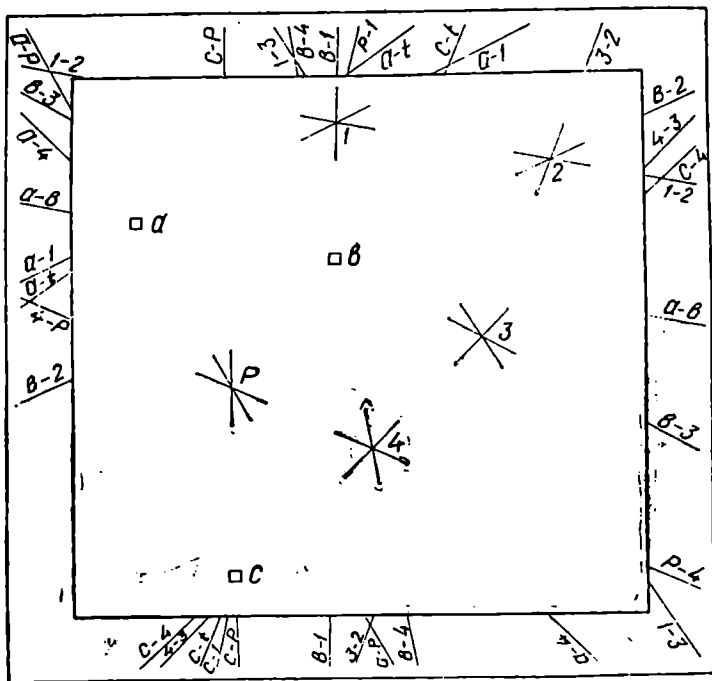
1) მენზულას აყენებენ პლანშეტზე კოორდინატებით აგებულ ერთ-ერთ პოლიგონომეტრიულ, ვთქვათ,  $A$  პუნქტზე; მენზულას ცენტრავენ, ანიველირებენ და შეეული წრედი მარცხნივ ( $L$ ) აორიენტირებენ პლანშეტზე უშორესი ან მის გარეთ მდებარე პუნქტის გამოყენებით (ვთქვათ ტრიგონომეტრიული  $T$  პუნქტის მიხედვით) და ორიენტირების სისწორეს აკონტროლებენ  $B$  და  $C$  პოლიგონომეტრიული პუნქტების გამოყენებით, რომლებზეც დამაგრებულია სარყეები. კონტროლისათვის კიპრეგელის სახაზავის დაცერებული მხარე უნდა მიეყარდნოს  $a$  წერტილს და პლანშეტის გარე ზოლზე გატანილ  $a-x$ ,  $a-y$ ,  $a-z$  მონაკვეთებს; ამ დროს ძაფთა ბადის ვერტიკალური ძაფი უნდა დაემთხვეს  $B$  და  $C$  პუნქტების სარყის  $x$  სამიზნის გამოსახულებას (იხ. ნახ. 9.4.5.1). თუ ხსენებული პუნქტების სამიზნეების გამოსახულებები ასცდა შეეული ძაფს, ეს ნიშნავს, რომ  $T$  პუნქტი არაზუსტად არის პლანშეტზე დანიშნული, რაც სასწრაფოდ უნდა შესწორდეს. საჭიროა პლანშეტის ორიენტირება სისტემატურად შესრულდეს;

2) ერთი სანტიმეტრი შეცდომის დაშვების ფარგლებში რულეტით იზომება ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლე, რომელიც უდრის კიპრეგელის ჰოჯრის ბრუნვის ღერძიდან პლანშეტის და მის ქვემო სიბრტყემდე (მუდმივი შესაკრების) და ამ სიბრტყიდან პუნქტის პალოს  $e$  ცენტრამდე ვერტიკალური მანძილების ჯამს. იგივე სიზუსტით განისაზღვრება სარყის  $\nu$  სიმაღლე, რომელიც ტოლი იქნება  $ad$  მუდმივისა და განაზომი  $de$  ვერტიკალური მანძილის ჯამისა (ნახ. 9.4.6.1). აღნიშნული განაზომები იწერება საველე ჟურნალის სათანადო ადგილას;

3) პლანშეტის ტრაპეციაზე ადრე დანიშნულ დასავლეთ ან აღმოსავლეთ მხარეს მიაღებენ ორიენტირ ბუსოლის შიშვას და  $0^{\circ}, 2$  დამრგვალებით ისრის ჩრდილო ბოლოთი იღებენ მაგნიტური ისრის მიხრილობის ოდენობას;

4) კიპრეგელის სახაზავის დაცერებულ მხარეს (ჩვეულებრივი, როცა შველი წრედი მარცხნივ არის) ადებენ  $a$  წერტილს და თანამიმდევრობით გეომეტრიული ქსელის ხილულ  $1, 4$  საყეებს და მომავლისათვის კარგად საორიენტი-

$\Delta t$



ნახ. 9.4.7.1.

რო ოდგილობრივ  $P$  წერტილს, ჰოგრს უმიზნებენ ყოველ ჯერზე და შესაბამისად პლანშეტის გარე ზოლზე ფანქრით გააქვთ საორიენტირო მონაკვეთები; მათ შესაბამისად უკეთებენ  $a-1$ ,  $a-4$ ,  $a-P$  წარწერებს (ნახ.1). ამ დროს ფანქრის გრაფიტის წვერი უნდა იყოს ნიჩბისებურად წაწვეტებული, რისთვისაც იყენებენ წვრილმარცვლოვან ზუმფარას ან ასანთის კოლოფს; ფანქრის აღნიშნული წვერო უნდა გადიოდეს ზუსტად მენზულით დგომის წერტილზე. აღნიშნული ხაზების გატარების შემდეგ აკონტროლებენ პლანშეტის ორიენტირებას ზემოხსენებული შორეული  $T$  წერტილის გამოყენებით. თუ ორიენტირება დარღვეული აღმოჩნდა, საჭიროა ორიენტირების განმეორებით შესრულება და ზემოხსენებული საორიენტირო მონაკვეთების განმეორებით პლანშეტის გა-

რეთ გატანა. თანადროულად იღებენ კიპრეგელის ვერტიკალურ წრედზე  $\nu_L$  ანათვალს ჰოგრის თარაზული ძაფით კრონშტეინის  $a$  ელემენტის ქვემო ნაწილზე დამიზნების შესაბამისად (როცა შევეული წრედი არის მარცხნივ);

5) განხილავი  $a$  სადგურიდან ზემოხსენებულის ანალოგიური მოქმედებით სრულდება ყველა დანარჩენი ხილული წერტილების მიმართულებების დანიშვნა და დახრის კუთხეების გაზომვები. ამით მთავრდება კიპრეგელის შევეული წრედი მარცხნივისათვის საპირო მოქმედებები. შემდეგ იმავე  $a$  სადგურზე გადააქვთ ზენიტზე ჰოგრი, კიპრეგელს აბრუნებენ შევეული წრედი მარჯვნივ და გეომეტრიული ქსელის ყველა წერტილზე ახდენენ ჰოგრის სათანადოდ დამიზნებას და დახრის  $\nu_R$  კუთხეების გაზომვებს. ამ დროს ამოწმებენ შევეული წრედის ნულადგილის ოდენობის მერყეობას, რომლის ოდენობა არ უნდა აღმატებოდეს ვერტიკალურ წრედზე ანათვლების ასალები ხელსაწყოს გაორკეცებულ სიზუსტეს. ვერტიკალურ წრედზე ანათვლები აღებული უნდა იქნეს დიდი მუყაითობით; რადგანაც გეომეტრიული ქსელის გვერდების სიგრძეები, რომელთაც პლანშენტიდან ვიღებთ, არის დიდი და წერტილთა აღმატებების გამოთვლის დროს დახრის კუთხეების გაზომვის შეცდომები გამოიწვევს აღმატებათა გამოანათვლებში დიდ შეცდომებს.

შენიშვნა. დახრის კუთხეების გაზომვების დროს კიპრეგელის სახაზავი შეიძლება არ შევეუთავსოთ პლანშეტზე არსებული წერტილების შესაბამის ხაზებს და დაეყენოთ ნიველირებული პლანშეტის ნებისმიერ ადგილას; ჰოგრით საპირო წერტილებზე დამიზნებისა, დამაგრებისა (კრონშტეინის  $a$  ელემენტის ქვემო ნაწილს გამოსახულებისადმი ჰოგრის თარაზული ძაფის შეთავსებისა) და შევეული წრედის შიშხაზე დამაგრებული თარაზის ბუშტულის ნულპუნქტზე დაყენების შემდეგ, შევეულ წრედზე ანათვლების ადვილად აღების მიზნით, კიპრეგელი შეიძლება პლანშეტზე გადავადგილოთ ან ხელში ავიღოთ და ავიღოთ ანათვალს; ინსტრუმენტის  $i$  და სარყის  $v$  სიმაღლეების გაზომვები და აღმატებების განსაზღვრის შესაბამისი (8.9.1.1) ფორმულები გვიჩვენებს, რომ ამ დროს ვზომავთ ადგილს არა დახრის კუთხეს ორ წერტილის შორის, არამედ — ჰოგრის დამიზნების ლერძის დახრის კუთხეს, რის გამო ერთი და იმავე ხაზის წინ და უკან განაზომი დახრის კუთხეები ურთიერთ ტოლი არ იქნება. შეიძლება მოხდეს, რომ სხვადასხვა დახრის ანუ აღმატებების მქონე ადგილის წერტილებს შორის გაზომილი დახრის კუთხეები იყოს ტოლი, მაგრამ (8.9.1.1) ფორმულაში  $i$  და  $v$  ოდენობები წერტილებს შორის შესაბამისი აღმატებების გამოთვლის საშუალებას მოგვცემს; ვერტიკალური რეფრაქციის დახრის კუთხეებზე ნაკლები გავლენის მიზნით, დახრის კუთხეების გაზომვები უნდა დაეწყოთ მზის ამოსვლიდან ორი საათის შემდეგ და დავამთავროთ მზის ჩასვლამდე ორი საათით ადრე. ღრუბლიან ამინდში შეიძლება დახრის კუთხეები გზომოთ მთელი დღის განმავლობაში. ახალ პუნქტზე გადასვლამდე გულდასმით უნდა გაისინჯოს სადგურზე ყველა მიმართულება არის თუ არა პლანშეტზე გატარებული და გაზომილია თუ არა ყველა დახრის კუთხე. მიღებული განაზომების ოდენობები შეტანილი უნდა იქნეს (1) სქემაში.

## ტოპოგრაფიული ეურნალი

თარიღი 18.7.1970 წ; სადგური A;  $i=1,48$  მ;  $H_A=168,61$  მ;  
 მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $\beta=+7^{\circ},4$ .  
 დამკვირვებელი პეტროვი, ჩამწერი და გამომთვლელი ივანოვი.

დანაშვრი წერტილი 1	R	$0^{\circ}03',0$ $02,3$	$02',5$	$h' = 903 \cdot \text{tg } 1',1 \approx +0,29$ მ $+i-v+f=1,48-3,78+0,06=$ $=-2,24$ მ.	$h_{\text{იორ}} = -1,95$ მ $h_{\text{გებ}} = +2,27$ მ $h_{\text{სა}} = -2,11$ მ
$v=3,78$ მ	L	$0^{\circ}00',0$	$00',3$	$h_{\text{ს.1}} = +0,29-2,24 = -1,95$ მ	
$S=903$ მ	N	$0^{\circ}01',4$			
$f=0,06$ მ	v	$+0^{\circ}01',1$			
$H_1=166,50$ მ					

თარიღი 18.7.1978 წ; სადგური 1;  $i=1,33$  მ;  $H_1=166,50$  მ;  
 მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $\beta=+7^{\circ},4$ ;  
 დამკვირვებელი პეტროვი, ჩამწერი და გამომთვლელი ივანოვი.

დანაშვრი წერტილი A	R	$0^{\circ}25',0$ $25,0$	$25',0$	$h' = 903 \cdot \text{tg } 73',9 = +6,28$ მ	$h_{\text{იორ}} = +2,27$ მ
$v=5,40$	L	$359^{\circ}37',5$ $37,0$	$37',3$	$+i-v+f=1,33-5,40+0,006=$ $=-4,01$	$h_{\text{გებ}} = 1,95$ მ
$S=903$ მ	N	$0^{\circ}01',2$		$h_{1,4} = 6,28-4,01 = +2,27$	$h_{\text{სა}} = 2,11$ მ
$f=0,06$ მ	v	$+0^{\circ}23',9$			
$H_A=168,61$ მ					

შეამოწმა სიღორემა 18.7.1970 წ.

6) გადადიან შემდეგ ხისტ, ვთქვათ, პოლიგონომეტრიულ B პუნქტზე, სადაც სამუშაო სრულდება წინა A პუნქტზე შესრულებული წესრიგის ანალოგიურად. შესრულებული სამუშაოების შესაბამისად პლანშეტზე მივიღებთ A და B ხისტი პუნქტებიდან პირდაპირი გადაკვეთის შესაბამისად გეომეტრიული ქსელის 1-ლ და მე-4 პუნქტებს;

7) შემდეგ გადადიან მესამე ხისტ C პუნქტზე, საიდანაც გადაიკვეთება გეომეტრიული ქსელის 1-ლი და მე-4 წერტილები და ადგილის P ობიექტი. ასევე ზომავენ მე-4 წერტილზე და P ობიექტზე ჰოგრის დამიზნების დახრის კუთხეს;

8) C პუნქტზე სამუშაოს დამთავრების შემდეგ გადადიან გეომეტრიული ქსელის მე-4 ან 1-ლ პუნქტებზე, რადგანაც მათი მდებარეობა არის საიმედოდ განსაზღვრული სამივე ხისტი (A, B, C) პუნქტებიდან გადაკვეთებით. სიახლოვის გამო განხილად შემთხვევაში გადადიან მე-4 პუნქტზე. ამ პუნქტიდან პლანშეტის ორიენტაციას აკეთებენ a-4 უკვე დახაზული მიმართებით, რად-



განაც მე-4 წერტილიდან  $A$  ხისტ პუნქტამდე მანძილი მეტია, ვიდრე  $B$  და  $C$  პუნქტებამდე. შესრულებულ ორიენტაციას აკონტროლებენ  $b-4$  და  $c-4$  მიმართებებით. შემდეგ კვეთენ გეომეტრიული ქსელის 1,3 და ადგილობრივ  $P$  ობიექტს. დახრის კუთხეებს ზომივენ  $C, A, B$  ხისტ პუნქტებზე 3 და  $P$  ობიექტზე ჭოგრის დამიზნების შესაბამისად.

ასეთი თანამიმდევრობით შესრულება სამუშაოები დანარჩენ წერტილებზე. ხაზები, რომელთა გადაკვეთებით ისახლვრება პლანშეტზე წერტილებების მდებარეობები, ერთმანეთით უნდა იკვეთებოდეს ერთ წერტილში ან ქმნიდეს 0,2 მმ გვერდებიან შეცდომის სამკუთხედებს, რომელთა ცენტრები იქნება საძებნი წერტილები. ყველა ეს წერტილი მიიღება „პერანგზე“, საიდანაც უნდა ჩაიხზელიტოს პლანშეტზე. ჩანაჩვლეტების შესაბამისად ამოიჭრება „პერანგი“ და გეომეტრიული ქსელის ყველა წერტილს პლანშეტზე ფაქრით წააწერენ ნომრებს. თუ შეცდომის სამკუთხედი გამოვიდა 0,2 მმ მეტი, გვერდების გადაკვეთას იმეორებენ;

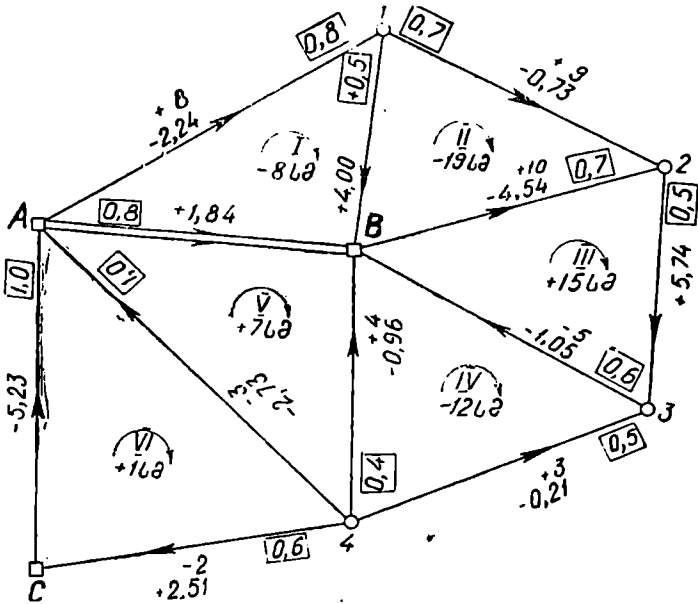
9) გეომეტრიული ქსელის წერტილთა გვეგური მდებარეობის დადგენის თანავე ველზე ისახლვრება ყოველი ხაზის ბოლო წერტილის პირდაპირი და შებრუნებული (წინ და უკან) აღმატებები. წერტილთა შორის მანძილები ისახლვრება პლანშეტიდან ფარგლით და განივი მასშტაბით 1 მეტრი დასაშვები შეცდომით. ტოპოგრაფიულ ქურნალში (იხ. 1 სქემა) გამოითვლება  $h' = s \text{tg } \nu$  და აღმატება  $h = h' + i - v + f$ , სადაც  $i$  არის მენზულის სიმაღლე,  $v$  — სარყის დამიზნების სიმაღლე და  $f$  — დედამიწის სიძრულისა და რეფრაქციის გავლენის ოდენობა (იხ. 8.3.2.1), დამრგვალებული 0,01 მეტრამდე. წინ და უკან გამოითვალ აღმატებათა შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 4 სმ წერტილებს შორის პორიზონტული მანძილების ყოველ 100 მეტრზე (იხ. ტოპოგრაფიული ქურნალი — (1) სქემა). იმ შემთხვევაში, როცა განსხვავება აღემატება დასაშვებს, პირველ რიგში აკონტროლებენ: ქურნალში ჩანაწერებს და გამოთვლებს; პლანშეტზე განაზომ მანძილებს და ბოლოს ამოწმებენ ველზე განაზომებს.

გეომეტრიული ქსელის აგება უნდა შესრულდეს დიდი სიფრთხილით და მონდომებით, რადგანაც აქ დაშვებული შეცდომები არსებით გავლენას მოახდენენ მენზულურ აგებულებაზე.

გეომეტრიული ქსელის აგების ზემოთ მოხსენებული თანმიმდევრობა ყოველ სადგურზე მოკლედ შეიძლება ასე ჩამოყალიბდეს: 1) პლანშეტის ორიენტირება თვალთ (ხელსაწყოს გარეშე); 2) პლანშეტის ნიველირება თვალთ; 3) მენზულის დაცენტრირა თვალთ; 4) პლანშეტის დაცენტრირა ზუსტად; 5) პლანშეტის ნიველირება ზუსტად; 6) პლანშეტის ზუსტად ორიენტირება; 7) ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლის გაზომვა; 8) მანგინტური ისრის მიხრილობის გაზომვა; 9) როცა შვეული წრედი მარცხნივ არის, გეომეტრიული ქსელის წერტილებზე დამიზნება, მიმართებების გატარება ფაქრით და ვერტიკალურ წრედზე ანათვლების აღება; 10) ვერტიკალურ წრედზე ანათვლების აღება, როცა შვეული წრედი მარჯვნივ; 11) შვეული წრედის ნულადგილის, დახრის კუთხეების და აღმატებების განსახლვრები.

9.4.8. გეომეტრიული ქსელის აღმატებების განსჯის და ნიშნულების გამოთვლა. განსაზღვრული კუნძულის ნიშნულის განსაზღვრა

გეომეტრიული ქსელის პუბლებების სიმაღლეების გამომსახველი ნიშნულების განსაზღვრები იწყება ტოპოგრაფიული ჟურნალის (იხ. სქემა 9.4.7.1) ჩანაწერთა გულდასმით შემოწმებით. განმეორებით გამოითვლება: დახრის კუთხეები, წინ და უკან აღმატებები და მათ შორის დასაშვები განსხვავებები,



ნახ. 9.4.8.1.

საშუალო აღმატებები, ჩაკეტილი სასიმილო პოლიგონის შეუკვრელობები და მათი დასაშვები ოდენობები. აღმოჩენილი შეცდომები დაუყოვნებლივ უნდა მოისპოს. საზღვრავენ ქსელის გვერდებით შეკმნილი ყოველი სამკუთხედის ან პოლიგონის აღმატებების ჯამის  $W_n$  შეცდომებს, რომლებიც არ უნდა აღემატებოდეს:

$$\text{დასაშვ. } W_n = 0,2 \text{ მ } \sqrt{[S]}, \quad (9.4.8.1)$$

სადაც  $[S]$  არის სამკუთხედის ან პოლიგონის სივრცე კილომეტრებში.

კონტროლის მიზნით საჭიროა გამოთვლილ იქნეს სიმაღლეების ჯამის შეცდომები გეომეტრიული ნიველობით განსაზღვრული ნიშნულების მქონე გეოდეზიური საფუძვლის ხისტ პუნქტებს შორის ჩასმული გეომეტრიული პუნ-

ქტებით შექმნილი სამკუთხედებით სელის მიმართულებით, რომელიც მოყვანილია (1) სქემაში. ამ შეუქვერელობის ოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$W_A = \sum h_{საა} - (H_K - H_H), \quad (9.4.8.2)$$

სადაც  $\sum h_{საა}$  არის ხისტ პუნქტებს შორის მენზულით სელის საშუალო აღმატებების ჯამი;

$(H_K - H_H)$  — სელის საწყისი და ბოლო ხისტი პუნქტების ნიშნულები.

ხისტ პუნქტებს შორის სელის დასაშვები შეუქვერებლობა გამოთვლილი უნდა იქნეს ფორმულით

$$\text{დასაშვ. } W_A = 0,3 \text{ მ } \sqrt{[S]} \text{ კმ}. \quad (9.4.8.3)$$

სქემა 9.4.8.1

წერტილების №№	გვერდების მანძილები S (კმ)	აღმატებები $h_{საა}$ (მ)	შესწორებები $\epsilon_i$ (სმ)	გასწორადებული აღმატებები $h_{საა}$ (მ)	ნიშნულები H (მ)
1	2	3	4	5	6
პ პ A	0,8	-2,24	+8	-2,16	168,61
პ პ 1	0,7	-0,73	+9	-0,64	166,45
„ 2	0,5	+5,74	0	+5,74	165,81
„ 3	0,5	-0,21	+3	-0,18	171,55
„ 4	0,6	+2,51	-4	-2,47	171,37
პ პ C	1,0	-5,23		-5,23	173,86
„ A					168,61
[S]=4,1		$\sum h_{საა} = -0,16$ $H_K - H_H = -0,16$	+16		

#### A. აღმატებების გასწორადებები და ნიშნულიაის გამოთვლები

აღმატებათა გასწორადებისათვის საჭიროა:

I. სელის სქემაზე (ნახ. 1) ტოპოგრაფიული ჟურნალის (1) სქემის მესამე სვეტიდან ამოიწეროს: სელის შესაბამისი საშუალო აღმატებების ოდენობები 0,01 მეტრამდე დამრგვალებულები და მეორე სვეტიდან — გვერდების S მანძილები, დამრგვალებული 0,1 კმ;

II. გამოითვალოს ყოველ (I, II, III, IV, V, VI) სამკუთხედში აღმატებათა ჯამით შეუქვერელობები და (1) ფორმულით შემოწმდეს, თუ რამდენად დატყულია მიღებული შეუქვერელობები. თუ მიღებული შეუქვერელობები გამოვიდა დასაშვები, მათ ოდენობებს თავისი ნიშნებით წერენ ყოველი სამკუთხედის შუაში. მათ გარშემო შემოვლებული ისარი უჩვენებს ყოველ სამკუთხედში აღმატებათა ჯამის გამოთვლის მიმართულებას (განხილად შემთხვევაში საათის ისრის მოძრაობის მიმართულება).

III. უმრავლეს შემთხვევაში აღმატებათა გასწორადებას ასრულებენ მოსაზღვრე სამკუთხედებში შეუკვრელობათა შედარების მეთოდით, რომლის საფუძველს წარმოადგენს ორი წესი: 1) ორი მოსაზღვრე სამკუთხედის შეუკვრელობებს თუ აქვთ ერთნაირი ნიშნები, მაშინ ამ სამკუთხედების მოსაზღვრე გვერდის აღმატებებში არ შეაქვთ შესწორება ან შეაქვთ უმცირესი შესწორება, რაც იმას ნიშნავს, რომ საერთო გვერდის აღმატებაში შეტანილი შესწორებებით თანაბარი ოდენობით აღიღებენ მეორე (შემდეგი) სამკუთხედის და ამცირებენ პირველი (წინა) სამკუთხედის შეუკვრელობას (სქემაზე V და VI სამკუთხედი); 2) ორი მოსაზღვრე სამკუთხედის შეუკვრელობებს თუ აქვთ სხვადასხვა ნიშნები, მაშინ ამ სამკუთხედების მოსაზღვრე გვერდის აღმატებაში შეაქვთ უდიდესი შესწორება, რის გამო მცირდება ორივე მოსაზღვრე სამკუთხედის შეუკვრელობები (სქემის II — III, III — IV, IV — V და V — VI სამკუთხედი). მაგალითად, I სამკუთხედის (ნახ. 1) — 8 სმ შეუკვრელობას ვუმატებთ შებრუნებული ნიშნით მხოლოდ  $A - 1$  გვერდის აღმატებას, რადგანაც  $A - B$  გვერდის აღმატება  $+1,84$  მ განსაზღვრულია მაღალი სიზუსტით (გეომეტრიული ნიველობით) და რჩება უცვლელი; ასევე  $1 - B$  გვერდის აღმატებას არ ვეხებით, რადგანაც I და II შეუკვრელობების ერთნაირი ნიშნის გამო გაიზრდება II სამკუთხედის შეუკვრელობა. II — III სამკუთხედებს ვიხილავთ როგორც მოსაზღვრეებს; რომელთა შეუკვრელობებს აქვთ სხვადასხვა ნიშნები ( $-19$  და  $+15$  სმ), ამიტომ II სამკუთხედის შეუკვრელობის დიდ ნაწილს  $-10$  შებრუნებული ნიშნით დაეუმატებთ საერთო (მოსაზღვრე)  $2 - B$  გვერდის აღმატებას, ხოლო  $1 - 2$  გვერდს დაეუმატებთ შებრუნებული ნიშნით  $-9$  სმ. ამ ღონისძიებებით III სამკუთხედის  $+15$  სმ შეუკვრელობა შემცირდება 10 სანტიმეტრით დანარჩენ  $+5$  სმ შებრუნებული ნიშნით ვუმატებთ ( $3 - B$ ) გვერდის აღმატებას, რის შედეგად IV სამკუთხედის  $-12$  სმ შემცირდება, ე. ი. გახდება  $-7$  სმ; აქედან მის უდიდეს ნაწილს  $-4$  სმ შებრუნებული ნიშნით ვუმატებთ IV და V სამკუთხედების მოსაზღვრე ( $4 - B$ ) გვერდის აღმატებას და  $-3$  სმ შებრუნებული ნიშნით ვუმატებთ ( $3 - 4$ ) გვერდის აღმატებას, რის შედეგად მცირდება V სამკუთხედის  $+7$  შეუკვრელობა 4 სმ, ე. ი. რჩება  $+3$  სმ, რასაც შებრუნებული ნიშნით ვუმატებთ ( $4 - A$ ) გვერდს; ამით გაიზრდება VI სამკუთხედის შეუკვრელობა, რადგანაც ორივე მოსაზღვრე სამკუთხედის შეუკვრელობების ნიშნები ერთნაირია, მივიღებთ  $+4$  სმ; ამ უკანასკნელს ვუმატებთ შებრუნებული ნიშნით ( $4 - C$ ) გვერდის აღმატებას, ხოლო ( $C - A$ ) გვერდის აღმატებას ვტოვებთ შეუცვლელად, რადგანაც ის განსაზღვრულია მაღალი სიზუსტით.

აღმატებების გასწორადების შედეგად განსაზღვრული პოლიგონის ნიშნულები მოცემულია (1) სქემაში. სქემაში არ არის ნაჩვენები პოლიგონომეტრიული B პუნქტის ნიშნული, რომლის ოდენობა იქნება:

$$H_B = H_A + 1,84 = 168,61 + 1,84 \text{ მ} = 170,45 \text{ მ}.$$

### B. განცალკევებული პუნქტის ნიშნულის განსაზღვრა

გეომეტრიული წერტილების ნიშნულების გამოთვლის შემდეგ საზღვრავენ განცალკევებული (სამკუთხედში ჩასმული) პუნქტის ნიშნულს ცალმხრივად (წინ) ვაზომილი დაბრის კუთხეების საშუალებით. განცალკევებული P პუნქტის (ნახ. 9.4.6.2) ნიშნულს წარმოადგენს (3) სქემაში განსაზღვრული A,

C, 4 პუნქტების ნიშნულებისადმი შესაბამის ალმატებების მიმატებებით განსაზღვრული ნიშნულების საშუალო არითმეტიკული ან წონითი საშუალო. მაგალითად, როცა A, C, 4 პუნქტებიდან P პუნქტამდე მანძილები დაახლოებით ურთიერთობა და  $H_{P_1} = H_A - h_{AP}$ ,  $H_{P_2} = H_C - h_{CP}$ ,  $H_{P_3} = H_4 + H_{4P}$  ნიშნულები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდება (3) ფორმულით გამოთვლილ დასაშვებ ოდენობებზე მეტად, უალბათეს  $H_P$  ნიშნულს საზღვრავენ საშუალო არითმეტიკულის ფორმულით

$$H_P = \frac{H_{P_1} + H_{P_2} + H_{P_3}}{3} \quad (9.4.8.4)$$

როცა მოცემული პუნქტებიდან განხილად P პუნქტამდე მანძილები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან და დატულია (3) ფორმულა, მაშინ განცალკევებული პუნქტის უალბათესი მნიშვნელობა იქნება წონითი საშუალო, გამოთვლილი განაზომთა შეცდომების თეორიის (3.7.9.8) ფორმულით:

$$H_P = \frac{H_{P_1} \cdot \frac{1}{S_1} + H_{P_2} \cdot \frac{1}{S_2} + H_{P_3} \cdot \frac{1}{S_3}}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3}} \quad (9.4.8.5)$$

რომლის შესაბამისი გამოთვლები მოყვანილია (2) სქემაში.

სქემა 9.4.8.2

საყრდენი პუნქტები	P პუნქტამდე $h_i$ მანძილები (მ)	საყრდენი პუნქტების ნიშნულები (1) სქემიდან (მ)	ალმატებები $h$ (მ)	ნიშნულები $H_{P_i}$ (მ)	$\frac{1}{S_i}$ წონები	$\epsilon = H_P - H_{\text{მობლ}} = 185,00 - H_{\text{მობლ}}$	$\frac{1}{S} \cdot \epsilon$
1	2	3	4	5	6	7	8
A	0,6	168,61	+16,73	185,34	1,7	0,34	0,63
C	0,5	173,86	+11,63	185,49	2,0	0,49	0,98
4	0,3	171,37	+14,28	185,65	3,3	0,65	2,15
	[S] = 1,4				7,0		3,76

(3) ფორმულით

$$\text{დასაშვ. } W = 0,3 \text{ მ } \sqrt{1,4} = 0,36 \text{ მ.}$$

(2) სქემის მეშვიდე სქემიდან

$$0,65 - 0,34 = 0,31 < \text{დას. } W = 0,36 \text{ მ.}$$

(5) ფორმულით წონითი საშუალო იქნება

$$H_P = 185,00 + \frac{3,76}{7,0} = 185,54 \text{ მ,}$$

(4) ფორმულით კი

$$H_p = 185,00 + \frac{0,34 + 0,49 + 0,65}{3} = 185,49 \text{ მ.}$$

### 9.4.9. მენზულური სვლები

გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტებს შორის შექმნილი მენზულური სვლები იქმნება საჭიროებისამებრ ძირითადი და სააგეგმვო წერტილების შედგენილი სვლების სახით.

ძირითადი მენზულური სვლები გეომეტრიული ქსელის ნაცვლად იქმნება დახურულ (დასახლებულ, ტყიან) ადგილებში სააგეგმვო სვლების განვითარებისათვის. მათი აგება ხდება მენზულური აგეგმვების დაწყებამდე.

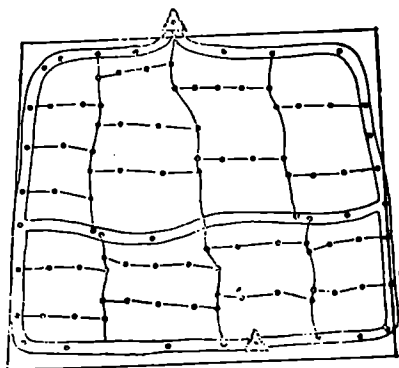
სააგეგმვო სვლებით წარმოებს ძირითადი მენზულური სვლებით შექმნილი წერტილების გაზომვები. მათი აგება ხდება დახურულ ადგილებში მენზულური აგეგმვების შესრულების დროს ნაცვლად გადასასვლელი პუნქტებისა, ანუ იმ დამატებითი პუნქტების ნაცვლად, რომლებიც იქმნებიან ღია ადგილების აგეგმვების დროს.

სვლის გვერდების სიგრძეების მიხედვით მენზულური სვლები (ძირითადი და სააგეგმვო) შეიძლება იყოს ინსტრუმენტული და ბუსოლური. მაგალითად, როცა ძირითადი და სააგეგმვო სვლის გვერდების სიგრძეები აღემატება 150 მეტრს, აგებენ ინსტრუმენტულ სვლებს და მის პუნქტებზე პლანშეტის ორიენტირებას ახდენენ პლანშეტზე დატანილი საორიენტაციო ხაზების მიხედვით, ხოლო, როცა სვლის გვერდების სიგრძეები ნაკლებია 150 მეტრზე, აგებენ ბუსოლურ სვლებს, რომელთა პუნქტებზე პლანშეტის ორიენტირება ხდება ბუსოლით. ზემოთ მოყვანილი მოთხოვნის საფუძველზე წარმოადგენს ის, რომ, როცა გვერდის სიგრძე არის 150 მეტრი, მაშინ დაცენტრის შეცდომა 0,1 მ იწვევს  $(0,1 : 150) \cdot 3438' = 2',3$  შეცდომას; ბუსოლით პლანშეტის ორიენტირების დროს დაცენტრის შეცდომა გავლენას არ ახდენს პლანშეტზე ვატარებული ხაზების მიმართულებებზე.

როგორც აღნიშნეთ, ძირითადი მენზულური სვლები უნდა მიეძღვას სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის პუნქტებს. სვლის სიგრძე 1 : 10 000 მასშტაბიანი აგეგმვებისათვის არ უნდა აღემატებოდეს 2,5 კმ. იმ შემთხვევაში, როცა ამდგვარად ქსელის პუნქტების გაზომვები ვერ ხერხდება, მაშინ სჯობს სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის გაზომვები თეოდოლიტური სვლებით, რომელთა პუნქტების მდებარეობას ადგენენ პლანშეტზე გამოთვლილი კოორდინატებით. თეოდოლიტური სვლების რაოდენობა დაპროექტებული უნდა იქნეს იმ ანგარიშით, რომ მათზე დაყრდნობილი ძირითადი მენზულური სვლის გვერდების სიგრძეები შეესაბამებოდეს მოთხოვნილს. ასეთს კი მივიღებთ, თუ თეოდოლიტურ სვლებს დავაპროექტებთ ერთმანეთისაგან არა უმეტეს 1,5—2 კმ.

მენზულური (ძირითადი და სააგეგმვო) და საჭიროებისამებრ თეოდოლიტური სვლების პროექტის შედგენა ხდება შედარებით მსხვილმასშტაბიან რუკებზე. მენზულური სვლების პუნქტები ადგილზე მაგრდება პალოებით რეკონსტრუირების დროს. სვლის გვერდების სიგრძეები უნდა იყოს 150—400 მეტ-

რის ფარგლებში. უფრო გრძელი გვერდები გამოიწვევს მნიშვნელოვან შეც-  
ლომებს აღმატებების განსაზღვრისას და ამიტომ არ არის რეკომენდებული.  
ძირითადი სვლის პუნქტების სიხშირე დამოკიდებულია მათზე მისაბამი სა-



- მათემატიკური სვრა;  $P \leq 5$  კმ.
- მათემატიკური მენზურული სვრა;  $P \leq 2,5$  კმ.
- სააგეგმვო მენზურული სვრა;  $P \leq 1$  კმ.

ნახ. 9.4.9.1.

აგეგმვო სვლის დასა-  
შვებ სიგრძეზე; დად-  
გენილია, რომ ამ უკა-  
ნასკნელის სიგრძე არ  
უნდა აღემატებოდეს  
1 კმ.

(1) ნახაზზე მოყ-  
ვანილია დაბურულ  
ადგილში 1:10 000  
მასშტაბიანი ტოპო-  
გრაფიული აგეგმვები-  
სათვის საჭირო თეო-  
დოლიტური, ძირითა-  
დი მენზულური და  
სააგეგმვო მენზულური  
სვლების ნიმუში.

ქვემოთ განიხი-  
ლება დაპროექტებული  
მენზულური სვლები  
შემდეგი თანამიმდევ-  
რობით:

- 1) რეკონოსტირება და სვლის წვეროების ადგილზე დანიშვნა;
- 2) ძირითადი (ინსტრუმენტული და ბუსოლური) სვლის აგება;
- 3) გადასასვლელი წერტილები და მათი აგების მეთოდები;
- 4) სააგეგმვო სვლები — ინსტრუმენტული და ბუსოლური — თითო პუნ-  
ქტის გამოშვებით;
- 5) ანალიზური ხერხით სააგეგმვო ქსელის შექმნა.

**4. რეკონოსტირება და სვლის წვეროების ადგილზე დანიშვნა**

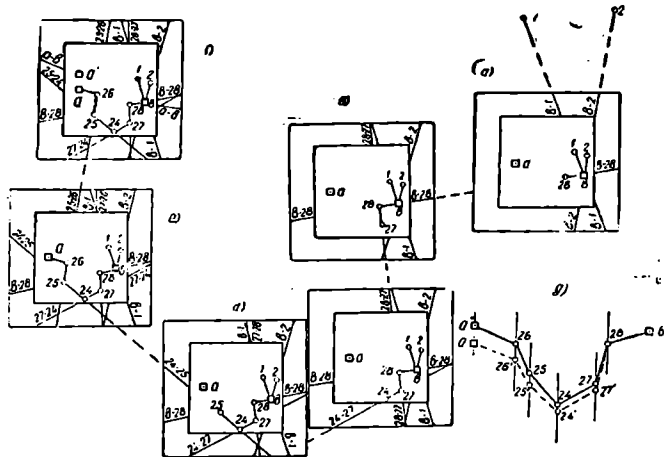
რეკონოსტირების დროს ადგილზე უნდა შესრულდეს ძირითადი და სა-  
აგეგმვო სვლების წერტილების შერჩევა და დამაგრება. ამ დროს საჭიროა  
დავიცვათ შემდეგი წესრიგით:

- 1) პლანშეტის ორიენტაციის სრულყოფილი კონტროლისათვის საყრდენ-  
ნი, საწყისი და ბოლო პუნქტიდან, რომელთა შორისაც იგება სვლები, უნდა  
ჩანდეს საფუძვლის ორ-ორი პუნქტი მაინც; 2) სვლები უნდა იყოს აგებული  
რაც შეიძლება წვლილადების ახლო; 3) სააგეგმვო სვლის გვერდების სიგრძე-  
ები არ უნდა აღემატებოდეს 200 მეტრს; 4) სააგეგმვო სვლის ყოველი წვერო-  
დან კარგად უნდა ჩანდეს სალარტყო წერტილებზე შვეულად დაყენებულ  
ლარტყები; 5) სვლების წვეროებზე უნდა იყოს დამაგრებული ხის პალოები  
დარაჯებით, რომელთა გარშემო საჭიროა მიწაყრდის შემოვლება.

რეკონოსტირების დროს დგება სვლების სქემატური ნახაზი.

ძირითადი როგორც ინსტრუმენტული, ისე ბუსოლური სვლის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 2,5 კმ. ვთქვათ,  $B$  და  $A$  პოლიგონომეტრიულ პუნქტებს შორის უნდა შესრულდეს მისი აგება. მაშასადამე, პირველ საყრდენ პუნქტად მიღებულია  $B$  პუნქტი. სამუშაო უნდა შესრულდეს შემდეგი წეს-რიგით:

1) მენზულას აყენებენ საწყის (პირველ)  $B$  პუნქტზე, რისთვისაც საკი-როებისამებრ პლანშეტზე გადატანილი  $b$  წერტილის მიხედვით პლანშეტს ცენ-ტრავენ, ანიველირებენ და გულდასმით აორიენტირებენ გეომეტრიული ქსე-



ნახ. 9.4.9.2.

ლის ერთ-ერთი უშორესი 1-ლი წერტილის მიხედვით, ხოლო აკონტროლებენ მე-2 წერტილის მიხედვით (ნახ. 2<sup>ა</sup>):

2) ცნობილი წესით ზომავენ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს და ლარტყას აყენებენ სალარტყო 28-ე წერტილზე (ნახ. 2<sup>ა</sup>);

3) კიპრეგელის სახაზავის ირიბ გვერდს მიაყრდნობენ დამაგრებული პლანშეტის  $b$  წერტილს და მის გარშემო ბრუნვით კოგრის ძაფთა ბადის ვერტიკალურ ძაფს უმიზნებენ სვლის 28-ე წვეროზე ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყის ძირში. მის შესაბამისად პლანშეტზე ატარებენ  $b-28$  ხაზს, რომელიც შემდეგი ორიენტირების მიზნით გააქვთ პლანშეტის გარე ჩარჩოზე  $b-28$  წარწერით (ნახ. 2<sup>ა</sup>);

4) ცნობილი წესით კიპრეგელით ზომავენ  $B-28$  მანძილს, რომელიც შეაქვთ ტოპოგრაფიულ ყურნალში (იხ. 1 სქემა). თუ ლარტყა ცალმხრივია, სჯობს შევასრულოთ მანძილის გაზომვა ლარტყაზე ორჯერ სხვადასხვა სიმაღლეზე დამიზნების შესაბამისად, ხოლო ორმხრივი ლარტყის გამოყენების შემთხვევაში, მანძილებს ვზომავთ ორივე მხარეზე ანათვლების შესაბამისად გამოთვლილი მანძილების საშუალოების სახით. გამოთვლილი ჰორიზონტული მანძილები გადააქვთ ვატარებულ ხაზებზე ფარგლით ავეგმვის მასშტაბის შე-



საბამისად და ფანქრის მსუბუქად დაკერით პლანშეტზე დანიშნავენ 28-ე წერტილის (ნახ. 2<sup>ა</sup>);

5) ერთი სრული ( $R$  და  $L$ ) ილეთით ზომავენ ადგილის ან სხვიის დაბრის  $\nu$  კუთხეს, რომლის ოდენობა შეაქვთ ტოპოგრაფიულ ჟურნალში (იხ. სქემა 1);

6) შესაბამის ფორმულებში დახრის  $\nu$  კუთხის, პორიზონტული მანძილის, ინსტრუმენტის და დამიზნების სიმაღლის შეტანით ვანგარიშობთ 28-ე წერტილის  $h_B$ - $_{28}$  აღმატებას და შემდეგ  $H_{28}$  ნიშნულს (აქ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მზა ცხრილები და ლოგარითმული სახაზავი); ყოველივე იწერება ტოპოგრაფიულ ჟურნალში (იხ. 1 სქემა);

საწყის  $B$  პუნქტზე ზემოხსენებული სამუშაოს დამთავრების შემდეგ მენულა გადააქვთ და ცენტრირებენ, ანიველირებენ ადგილის 28-ე წერტილზე და აორიენტირებენ პლანშეტზე პირველი სადგურიდან გატარებული  $b$ -28 ხაზის მიხედვით (ნახ. 2<sup>ა</sup>). 28-ე წერტილზე მიყრდნობით კიპრეგელის ჰოგარს უმიზნებენ  $B$  პუნქტზე შევეულად დაყენებულ ლარტყას; ზომავენ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს; დახრის  $\nu$  კუთხეს ერთი ილეთით და აკონტროლებენ შვეული წრედის ნულადგილის მუდმივობას; ლარტყაზე იღებენ სამანძილო ანთვალს, ხოლო სათანადო ფორმულით ჟურნალში საზღვრავენ შესაბამის პორიზონტულ ( $28-b$ ) მანძილს, როცა ადგილი დახრილია  $1^\circ$ -ზე მეტად; ერთმანეთს ადარებენ წინ გამოთვლილ ( $b$ -28) და უკან გამოთვლილ ( $28-b$ ) პორიზონტულ მანძილებს, განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს გაზომილი ხაზის  $1:200$  (ე.ი. 200 მეტრზე ერთ მეტრს), ამ პირობის დაცვის შემდეგ საზღვრავენ წინ და უკან განაზომთა საშუალოს და პლანშეტზე ნიშნავენ 28-ე წერტილის დაზუსტებულ მდებარეობას; ჟურნალში ისაზღვრება აღმატება  $h_{28-B}$ . ერთმანეთს ადარებენ  $h_{28-B}$  და  $h_{28-B}$  აღმატებებს და თუ მათ შორის სხვაობა არ აღემატება 10 სმ, დაახლოებით 250 მეტრ მანძილზე (ანუ დიდ მანძილებში 4 სმ ყოველ 100 მეტრ მანძილზე) ანგარიშობენ  $h_{28-B}$  და  $h_{28-B}$  აღმატებების აბსოლუტური მნიშვნელობების საშუალო არითმეტიკულს და ნიშანს უწერენ  $h_{28-B}$  აღმატებისას; 28-ე წერტილზე კიპრეგელის სახაზავის მიყრდნობით ჰოგარს უმიზნებენ 27-ე წერტილზე შევეულად დაყენებულ ლარტყას და ატარებენ შესაბამის ხაზს, რომელიც გააქვთ პლანშეტის ჩარჩოს გარეთ 28-27 წარწერილი მონაკვეთის სახით; ზომავენ მანძილზომით ( $28-27$ ) მანძილს და პლანშეტზე გადააქვთ მასშტაბით 27-ე წერტილის პირველადი (ანუ დაზუსტებამდე) მდებარეობა; 27-ე წერტილის მიმართ იღებენ დახრის  $\nu$  კუთხეს ერთი ილეთით და ამოწმებენ შვეული წრედის ნულადგილის მუდმივობას; საზღვრავენ  $h_{28-27}$  აღმატებას (ნახ. 2<sup>ა</sup>).

შემდეგ გადადიან მენულით 27-ე წერტილზე (ნახ. 2<sup>ა</sup>) დაცენტრირებენ, ანიველირებენ 28-27 ხაზის მიხედვით. აორიენტირებენ პლანშეტს და ამაგრებენ; ასრულებენ ზემოხსენებულ სამუშაოებს როგორც უკანა 28-ე წერტილის, ისე წინა 24-ე წერტილის მიმართ და ჟურნალში ჩანაწერების მიხედვით გამოთვლებსა და კონტროლს აწარმოებენ ცნობილი წესის მიხედვით. ასეთი წესრიგით გრძელდება სამუშაოები უკანასკნელი ანუ საყრდენი  $A$  წერტილის წინა (განხილად შემთხვევაში 26-ე) წერტილამდე (ნახ. 2<sup>ა</sup>), რომელზეც დაყენებული მენზულის კიპრეგელის ჰოგარს უმიზნებენ საყრდენ (მისამულ)  $A$  წერტილს. ზომავენ შესაბამის მანძილს და გადააქვთ პლანშეტზე  $A$  წერტილი,

რის შედეგად პლანშეტზე მიიღება  $a-a'$  ხაზოვანი შეუკვრელობა, რომლის ოდენობა ითვლება დასაშვებად, თუ იგი არ გადასცილდა ძირითადი სვლის მთელი პერიმეტრის 1:200 (ე. ო. 2 კმ ათ მეტრს). წინააღმდეგ შემთხვევაში ძირითადად სვლას აკებენ განმეორებით,  $A$  წერტილიდან  $B$  წერტილამდე იმ წვერომდე, რომელზეც აღმოჩნდება ტლანქი შეცდომა.

სქემა 9.4.9.1

**ტოპოგრაფიული ძურნალი**

ძირითადი მენზულური სვლა  $B$ -დან  $A$  პუნქტამდე.

**ხაღვური B**

თარიღი 19. 7. 1970 წ.,  $i=1,46$ ,  $H_B=170,45$  მ.

დამკვირვებელი ივანოვი,

მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $\theta=+7^{\circ},4$ .

ჩამწერი და გამოთვლელი პეტროვი

დანამზერი წერტილი	R	358°52',0	52',0	$h' = 175,00 \text{ ტვ } (-1^{\circ}, 153) = -3,52$ მ	$h_{\text{კორ}} = -4,06$ მ
$\alpha = 26$		52,0	10,3	$i - v = 1,46 - 2,00 = -0,54$ მ	$h_{\text{გებ}} = +4,08$ მ
$v = 2,00$ მ	L	1 10,0		$h_{\text{გს}} = -3,52 - 0,54 = -4,06$ მ	$h_{\text{საშ}} = -4,07$ მ
$S_1 = 175,00$ მ	N	10,5			
გამოთვლილი		0 01,2			
$H_{26} = 170,45 - 4,06 = 166,38$ მ	v	-1 09,2			

**ხაღვური 28**

თარიღი 19. 7. 1970 წ.  $i=1,24$  მ,  $H_{28}=166,38$  მ.

მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $\theta=+7^{\circ},4$ .

დამკვირვებელი ივანოვი, ჩამწერი და გამოთვლელი — პეტროვი.

დანამზერი წერტილი	R	2°28',0	28,0	$h' = 175 \text{ ტვ } 2^{\circ}, 45 = +7,49$	$h_{\text{კორ}} = +4,08$ მ
$B$		28,0	34,0	$i - v = 1,24 - 4,65 = -3,41$ მ	$h_{\text{გებ}} = -4,06$ მ
$v = 4,65$ მ	L	357 34,0		$h_{\text{გს}} = +7,49 - 3,41 = +4,08$ მ	$h_{\text{საშ}} = +4,07$ მ
$S = 175,00$ მ		34,0			
გამოთვლილი	N	01,0			
$H_B = 170,45$ მ	v	+2 27,0			

შეამოწმა სტეფანოვმა.

უკანასკნელ (მისაბმელ)  $A$  პუნქტზე, ისევე როგორც საწყის  $B$  პუნქტზე, მენზულას აყენებენ მხოლოდ და მხოლოდ 26-ე წერტილამდე ( $A-26$ ) მანძილისა და  $h_{A-26}$  აღმატების განსაზღვრის მიზნით.

შენიშვნა. იმ შემთხვევაში, როცა სვლის გვერდების სიგრძეები მეტია 200 მეტრზე, მათ მანძილშობით ზომავენ ორ ნაწილად, რისთვისაც ამ ხაზებს ყოფენ დაახლოებით შუაზე. ამ ხაზის პირველ ნაწილს ზომავენ, როცა მენზულა დაყენებულია ამ გვერდის სათავეში, აგრეთვე ატარებენ პლანშეტზე გასაზომი ხაზის მიჯაჭობას და კონტროლსათვის იღებენ სამანძილო ანათვალს განხილადი ხაზის მეორე (ბოლო) წერტილზე ვერტიკალურად დაყენებულ ლარ-

ტყაზე. ამ ხაზის მეორე ნაწილი იზომება მის შემდგომ (ბოლო) წერტილში და-  
ყენებული მენზულით. თუ ორივე ნაწილის განაზომთა ჯამსა და საკონტრო-  
ლოდ განაზომს შორის სხვაობა არ აღემატება განაზომი გვერდის მანძილის  
1:200, პლანშეტზე მის ჰორიზონტულ პროექციას გადაზომავენ. წინააღმდეგ  
შემთხვევაში იმეორებენ ზემოაღნიშნულს.

დასაშვებ ხაზოვან  $a-a'$  შეუკვრელობის გასწორადებას ახდენენ გრაფი-  
კულად — პარალელური ხაზების მეთოდით (ნახ. 2<sup>ა</sup>) შემდეგნაირად: ვთქვათ,  
ძირითადი სვლის სიგრძე პლანშეტზე არის 21 სმ და გვეგმაზე მივიღეთ  $a-a'$   
ხაზოვანი შეუკვრელობა 0,08 სმ, მაშასადამე, მიღებული სიზუსტე იქნება  
0,08:21 სმ=1:263, რაც აღემატება მოთხოვნილ 1:200. სიზუსტეს გასწორადე-  
ბისათვის (ნახ. 2<sup>ბ</sup>) სვლის ყოველ წერტილზე ატარებენ  $a-a'$  ხაზის პარალელურ  
ხაზებს და დაწყებული 26-ე წერტილზე გატარებული ასეთი ხაზიდან  $a-a'$   
შეუკვრელობის საწინააღმდეგო მიმართებით გადაზომავენ შეუკვრელობებს,  
შემციობებულებს  $\frac{0,08}{5}=0,016$  სმ  $\approx 0,02$  სმ, სანამ დარჩენილი შესწორების

ოდენობა არ იქნება 0,02 სმ ნაკლები, ე. ი. 26-ე წერტილზე შესწორება იქ-  
ნება  $a'-a=0,08$  სმ; 25-ე წერტილზე 0,08—0,02=0,06; 24-ე წერტილზე  
0,06—0,02=0,04 სმ; 27-ე წერტილზე 0,04—0,02=0,02; 28-ე წერტილზე  
0,02—0,02=0 (ნახ. 2<sup>ბ</sup>). ჩაჩვლეტილი წერტილების შეერთებით მივიღებთ  
გასწორადებულ სვლას. როცა ხაზოვანი შეუკვრელობა მცირე ოდენობაა, მას  
ანაწილებენ უკანასკნელ 26—25 წერტილებზე.

როცა აგეგმვის კვეთის სიმაღლე შერჩეულია 2,5 მეტრი, მაშინ (9.4.8.2)  
ფორმულით გამოთვლილი სასიმაღლო  $W_A$  შეუკვრელობის ოდენობა არ უნდა  
აღემატებოდეს 0,8 მეტრს.

მენზულური ძირითადი სასიმაღლო სვლის გასწორადება ხდება ტაქეო-  
მეტრიული სვლის ანალოგიურად, რომლის ნიმუშს წარმოადგენს (2) სქემა.

ს ქ ე მ ა 9.4.9.2

წერტილები №№	მანძილები (მ)	იღმეტებები $h_{აა}(მ)$	შესწორებები (მ)	შესწორებული იღმეტებები (მ)	ნიშნულები (მ)
B					170.45
28	0.2	-4.07	-0,015	-4.09	166.36
27	0.1	+0.50	-0.005	+0,50	166.86
24	0.2	-3.96	-0,015	-3,97	162.89
25	0.2	-1.20	-0,015	-1.22	161.67
26	0.3	-0.78	-0.02	-0.80	160.87
A	0.3	+7.76	-0,02	+77.4	168.61
	1.3	+8.26 -10.01	-0,09		

$$\Sigma_B = -1,75 \text{ მ}$$

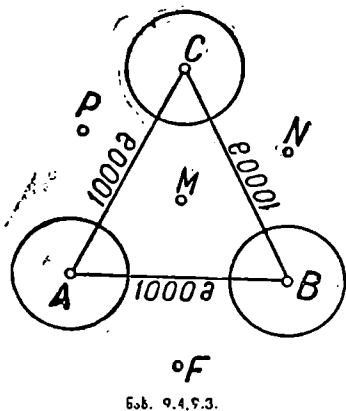
$$\Sigma_i = H_A - H_B = -168.61 - 170.45 = -1.84 \text{ მ}$$

$$W_A = -1,75 + 1,84 = +0.09 \text{ მ}$$

ბუსოლური მენზულური სვლა სრულდება ისე, როგორც ზემოთ მოყვანილი ინსტრუმენტული სვლა, მაოლოდ აქ ორიენტირება სრულდება ბუსოლით. ამისათვის საჭიროა განისაზღვროს ასაგვემავი სივრცისათვის მაგნიტური ისარის მიხრილობა, რომლის ოდენობა იწერება ურნალის ზემო ნაწილზე (სქემა 1). მიხრილობის ოდენობას წარმოადგენს გეომეტრიული ქსელის ყველა წერტილზე გაზომილი მიხრილობების საშუალო არითმეტიკული.

### C. გადასასვლელი წერტილები და მათი ახავის მეთოდები

(9.4.1) აღნიშნული იყო, რომ დასლოებით ყველა პუნქტის ერთი მესამედი უჭირავს სააგვემო ქსელების პუნქტებს, რომლებიც საჭიროა ადგილის ტოპოგრაფიული აგვემისათვის. ვთქვათ, გეომეტრიული ქსელის  $A, B, C$  პუნქტებს შორის მანძილებია თითო კილომეტრი და ვასრულებთ აგვემითს სამუშაოებს ყოველი პუნქტიდან დაახლოებით 250—300 მეტრის რადიუსით



(ნახ. 3). ვნახათ, რომ ასაგვემი ადგილის მნიშვნელოვანი სივრცეები დარჩება აგვემის გარეშე. თუ ამას დაეუმატებთ შემთხვევებს, როცა წერტილების ხილვადობა ცუდია და იძულებული ვხდებით სადგურიდან წელიწადების აგვემის რადიუსი შევამციროთ 150—200 მეტრამდე, დავრწმუნდებით, რომ ტერიტორიის მთლიანი აგვემისათვის, გარდა გეომეტრიული ქსელის წერტილებისა, საჭიროა კიდევ დამატებითი წერტილები, რომელთაც გამოვიყენებთ მენზულის დასაყენებლად (სადგურად). ამ წერტილებს ადგილზე ნიშნავენ აგვემების დროს, სააგვემო ქსელის პუნქტების საფუძველზე. ღია ადგილებში ასეთ

წერტილებს უწოდებენ გადასასვლელ წერტილებს, ხოლო დახურულ ადგილებში ამ მიზნით აგებენ სააგვემო მენზულურ სვლებს. როგორც აღვნიშნეთ, აქ განიხილება გადასასვლელი წერტილების პლანშეტზე აგების ზოგიერთი მეთოდი. მაგალითად, გადასასვლელი  $M$  წერტილი პლანშეტზე შეიძლება აიგოს პოლარული ხერხით, რისთვისაც ამთავრებენ რა აგვემით სამუშაოს გეოდეზიურ ან სააგვემო ქსელის, ვთქვათ,  $A$  პუნქტზე, პალის ასობზე  $M$  წერტილზე იმ ანგარიშით, რომ ამ წერტილიდან დაუბრკოლებლად შეიძლებოდეს გარემოს აგვემვა. ამ წერტილზე აყენებენ შეუულად სამანძილო ლარტყას. ამოწმებენ და აზუსტებენ პლანშეტის ორიენტაციას და ამავრებენ პლანშეტს; კიპრეგელის კოგრს უმიზნებენ  $M$  წერტილზე შეუულად დაყენებულ ლარტყას ისე, რომ პლანშეტის  $a$  წერტილზე იყოს მიყრდნობილი სახაზავის დაცერებული გეერდი და ატარებენ ხაზს ჩარჩოს გარეთ გატანით; მანძილშობით ზომავენ მანძილს და გადააქვთ მასშტაბით გამოთვლილი პორიზონტული მანძილი გატარებულ ხაზზე, რის შედეგად ისაზღვრება პლანშეტზე  $m$  წერტილის გვეგური მდებარეობა; შემდეგ ერთი იღეთით იზომება  $v$

დახრის კუთხე და ანგარიშობენ პირდაპირ აღმატებას. ჩვეულებრივ, განაზო-  
მები და გამონათვლები მოთავსებულია ტოპოგრაფიულ ყურნალში. შემდეგ  
მენზულას აყენებენ  $M$  წერტილზე, ცენტრავენ პლანშეტს, ანიველირებენ და  
მასზე დატანილი ხაზებით აორიენტირებენ; ზომავენ შებრუნებულ მანძილს,  
დახრის კუთხეს და ანგარიშობენ შებრუნებულ აღმატებას. წინა და შებრუნე-  
ბულ აღმატებებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს (9.2.3.15) ან  
(9.2.3.16) უტოლობების გამონათვლებს, რის შემდეგ ანგარიშობენ  $h_{სა} =$   
$$= \frac{h_1 + h_2}{2}$$
. ბოლოს კი საზღვრავენ გადასასვლელი  $M$  წერტილის  $H_m$   
ნიშნულს.

როცა გადასასვლელი  $M$  წერტილიდან ჩანს სააგეგმო ან გეოდეზიური  
პუნქტები, ამ წერტილის გვეგუთი მდებარეობის სისწორეს აკონტროლებენ,  
რისთვისაც კოგრის უმიზნებზე ყველაზე დაშორებულ წერტილს, ე. ი. ასრუ-  
ლებენ შებრუნებულ გადაკვეთას.

იმ შემთხვევაში, როცა გადასასვლელ წერტილამდე მანძილი 200 მეტრზე  
მეტია, მას ზომავენ ნაწილ-ნაწილ და ბოლოს პლანშეტზე გადააქვთ მათი ჯა-  
მი; დახრის კუთხეებს ზომავენ ხაზის ბოლოებზე.

როგორც ვხედავთ, გადასასვლელი წერტილის მდებარეობა პოლარული  
ხერხით ისაზღვრება ისე, როგორც ესაზღვრავთ ძირითადი მენზულური სვლის  
მეორე წერტილის მდებარეობას.

გარდა  $M$  წერტილისა, უკიდურეს შემთხვევაში შეიძლება პოლარული  
ხერხით განისაზღვროს კიდევ ერთი გადასასვლელი, ვთქვათ,  $N$  პუნქტის მდე-  
ბარეობა. მაშასადამე, გამოსავალი  $A$  პუნქტის ჩათვლით იქმნება სამი პუნქტი-  
საგან შედგენილი კიდული ( $A, M, N$ ) მენზულური სვლა.  $N$  წერტილიდან  
აზუსტებენ მისივე გვეგური მდებარეობის სიზუსტეს სხვა მყარი წერტილები-  
დან შებრუნებული გადაკვეთების გამოყენებით.

ჩვეულებრივ, ფაქტობრივად  $A$  წერტილიდან პოლარული ხერხით სა-  
ზღვრავენ რამდენიმე, ვთქვათ,  $M, N, F, P, \dots$  გადასასვლელი წერტილების  
მდებარეობებს, შემდეგ თანამიმდევრობით დგებიან მენზულით ამ წერტილე-  
ბზე, საზღვრავენ შებრუნებულ აღმატებებს, ნიშნულებს (ნახ. 3).

პლანშეტზე გადასასვლელი  $M$  წერტილის მდებარეობა შეიძლება განი-  
საზღვროს პირდაპირი, შებრუნებული ან კომბინირებული გადაკვეთების მე-  
თოდებით გეოდეზიური ან სააგეგმო, ვთქვათ,  $A, B, C$  წერტილებიდან  
(ნახ. 3), ხოლო მისი ნიშნული ისაზღვრება სამივე ( $A, B, C$ ) წერტილებიდან  
ტრიგონომეტრიული ან ტაქომეტრიული ნიველობით განსაზღვრული აღმა-  
ტებებით გამოთვლილი ნიშნულების საშუალო არითმეტიკულით ან წონითი  
საშუალოთი. დასაშვებია შეუკერელობა ნებისმიერ წყვილ ნიშნულს შორის არ  
უნდა აღემატებოდეს (9.4.8.3) ფორმულით მიღებულ ოდენობას, სადაც  $[S]$  კმ  
უდრის გადასასვლელი წერტილიდან ორ საყრდენ წერტილამდე მანძილების  
ჯამს. მაგალითად,  $P$  გადასასვლელი წერტილისათვის  $[S] = PA + PC$ .

პლანშეტზე  $M$  წერტილის  $m$  მდებარეობა შეიძლება განისაზღვროს პო-  
ტენოტის ამოცანის ამოხსნის წესით (ნახ. 3),  $A, B$  და  $C$  პუნქტების მიხედ-  
ვით. მისი სასიმალო მდებარეობა კი დგინდება ამ პუნქტებიდან შესრულე-  
ბული ტრიგონომეტრიული ან ტაქომეტრიული ნიველობით განსაზღვრული  
აღმატებების საშუალებით გამოთვლილი ნიშნულების საშუალო არითმეტიკუ-  
ლით ან წონითი საშუალოთი; დასაშვებია შეუკერელობა ყოველ წყვილ ნიშნულს  
შორის დგინდება (9.4.8.3) ფორმულით.

მოყვანილი მეთოდებიდან გადასასვლელი წერტილის მდებარეობის დადგენის შედარებით მოხერხებულ მეთოდად თვლიან პირდაპირი, შებრუნებული და კომბინირებული გადაკვეთის მეთოდებს, რადგანაც აქ არ ხდება მანძილების გაზომვები და გადასასვლელი წერტილის 500—600 მეტრით საყრდენ წერტილებამდე დაშორების შემთხვევაში უშუალოდ ისაზღვრება მათი მდებარეობა პლანშეტზე. გამოცდილი მუშაკები გადასასვლელი წერტილების მდებარეობას პლანშეტზე წარმატებით ინიშნავენ პოტენოტის ამოცანის გრაფიკულ-ანალიზური ან გრაფიკული ხერხით.

**D. სააგეგმვო ხვლევი (ინსტრუმენტული და ბუსოლური, თითო კუნძულის გამოყვანილი)**

ძირითადი სააგეგმვო გადასასვლელი წერტილების დახურულ და ღია ადგილებში შერჩევა, დანიშვნა, პლანშეტზე გადატანა ფაქტობრივად ხდება თანადროულად (უძთავრესად, უკანასკნელი ორით საფუძვლის გახშირება სრულდება აგეგმვების წარმოების დროს). მეთოდური თვალთახედვით კი მათ ვინილავეთ ცალ-ცალკე.

როგორც ცნობილია, სააგეგმვო სვლის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს ერთ კილომეტრს და უნდა მიეზას გეოდეზიურ ან სააგეგმვო ქსელს; შეიძლება იგი მიეზას საიმედოდ განსაზღვრულ გადასასვლელ წერტილებზე. იშვიათ შემთხვევაში უშვებენ კიდულ სვლას, შედგენილს სამი წერტილისაგან საწყისი წერტილის ჩათვლით.

პლანშეტის ორიენტაციისათვის გამოყენებული მეთოდის მიხედვით არჩევენ სვლებს: ინსტრუმენტულს, რომელიც სრულდება პლანშეტზე დატანილი და ჩარჩოს გარეთ გატარებული რაც შეიძლება გრძელი ხაზების საშუალებით და ძირითადი სვლისაგან განსხვავებით, ამ წერტილებზე თანადროულად ხდება აგეგმვები; ბუსოლურს, სადაც კი შეიძლება ბუსოლის გამოყენება. როგორც ითქვა, ადგილზე სააგეგმვო წერტილები ინიშნება პალოებით ან მიწაზე დანიშნით.

ინსტრუმენტული სვლის პერიმეტრის ზღვრული ფარდობითი შეუკვრელობა უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნას:

$$\frac{\text{ზღვ. } W_s}{[S]} \leq \frac{1}{200}, \quad (9.4.9.1)$$

სადაც  $W_s$  არის შეუკვრელობა სვლის სიგრძეში, რომლის პერიმეტრია  $[S]$  მ. მიღებული  $W_s$  შეუკვრელობის გასწორადება ხდება პარალელური ხაზების მეთოდით.

სასიმალო  $W_k$  შეუკვრელობა უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნას:

$$\text{ზღვ. } W_k \leq 0,8 \text{ მ.} \quad (9.4.9.2)$$

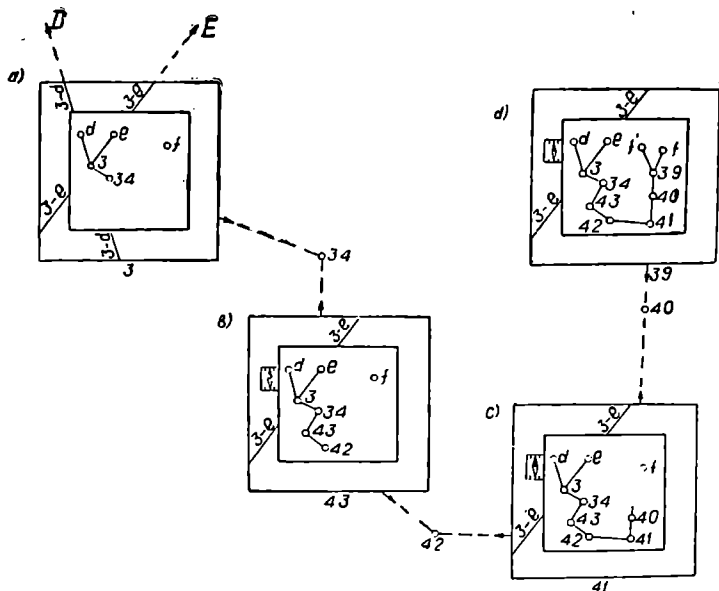
გეგმურ და სასიმალო შეუკვრელობას ასწორადებენ სვლის უკანასკნელ ორ წერტილზე, ისევე როგორც ძირითად სვლაზე.

როგორც ითქვა, თუ რაიონში არ არის მაგნიტური ანომალიები და შესაძლებელია მოკლეგვერდებიანი (100 მეტრამდე) სააგეგმვო სვლის აგება, დასაშვებია პლანშეტის ორიენტირება ბუსოლით ყველა წერტილზე, გარდა გამოსასვლელი წერტილისა, საიდანაც პლანშეტის ორიენტირება უნდა შესრულ-

დეს გეოდეზიური ან გეომეტრიული საფუძვლის ხილული წერტილების მიხედვით.

ბუსოლური სვლის შექმნისათვის იყენებენ ორიენტირ ბუსოლს (იხ. 6.7.2). ხავეგმვო ბუსოლური სვლის შექმნისათვის დასაშვებია მენზულა იყოხ დაუენებულო არა ყოველ წერტილზე. არამედ სვლის თითო წერტილის გამოტოვებით შემდეგნაირად (ნახ. 4): ვთქვათ, საჭიროა პლანშეტზე გადატანის გეომეტრიული ქსელის (d), e, f წერტილების საშუალებით მოხდეს საავგემვო ქსელის გახშირება.

1) მენზულას აყენებენ (ნახ. 4<sup>ა</sup>) გეომეტრიული ქსელის მე-3 წერტილზე, პლანშეტს ცენტრავენ, ანიველირებენ, იმავე ქსელის 3—d და 3—e მიმართე-



ნახ. 9.4.9.4

ბეზით ორიენტირებენ, ამარებენ და დაუყოვნებლივ ზომავენ მაგნიტური ისრის  $n$  მიხრილობას, რომლის ოდენობას იყენებენ სვლის აგების პროცესში; მე-3 წერტილზე კიბრეგელის დაცერებული გვერდის მიყრდნობით და ბრუნვით ჭოგარს უმიზნებენ 34-ე წერტილზე შევეულად დაყენებული ლარტყის რაც შეიძლება ძირში და ატარებენ შესაბამის 3—34 მიმართებას; იმის გამო, რომ 34-ე წერტილზე მენზულას აღარ აყენებენ და არ მოხდება  $S_{34-3}$  შებრუნებული მანძილის და  $h_{34-3}$  აღმატებების საკონტროლოდ განსაზღვრა, პირდაპირ  $S_{3-34}$  მანძილს და  $h_{3-34}$  აღმატებას ორჯერ საზღვრავენ, რისთვისაც 34-ე წერტილზე შევეულად დაყენებულ ლარტყას უმიზნებენ ორჯერ ფუძიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე (2 და 3 ეტრზე). მაშასადამე, სათანადო ფორმულით განსაზღვრულ ჰორიზონტულ  $S_{3-34}$  მანძილს მასშტაბით გადაზომავენ პლანშეტზე

გატარებულ 3—34 მიმართებაზე ანუ პლანშეტზე დაინიშნება სააგეგმეო სკლის 34-ე წერტილის გვერდის მდებარეობა; ზომიერ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს და სამიწზე ორი  $s' = 2$  მ და  $s'' = 3$  მეტრი ოდენობის და  $S_{3-34}$  სიგრძის შესაბამისად საზღვრავენ  $h_{3-34}$  აღმატების ორ მნიშვნელობას, რომელთა ოდენობებს შორის სხვაობა ყოველ 100 მეტრ პორიზონტულ მანძილზე არ უნდა აღემატებოდეს 4 სმ. ამ პირობის დაცვის შემდეგ საზღვრავენ მათ საშუალო არითმეტიკულს და ბოლოს ისაზღვრება  $H_{34}$  ნიშნული.

2) მე-3 წერტილზე საშუალოს დამთავრების შემდეგ მენზულა გადააქვთ 43-ე წერტილზე და ლარტყას კი ტოვებენ 34-ე წერტილზე, ხოლო მეორე ლარტყას აყენებენ 42-ე წერტილზე. აქ უკვე მენზულას აორიენტირებენ ისრის მიხრილობის მხედველობაში მიღებით ორიენტირ ბუსოლით (ნახ. 4<sup>1</sup>). ზემოთ აღწერილი წესის მიხედვით 43-ე წერტილის იყენებენ რა სახსრად, ატარებენ თავისაკენ 34—43 მიმართებას, მანძილშომოთ საზღვრავენ  $S_{43-34}$  მანძილს, რის შესაბამისად პლანშეტზე თავისაკენ მასშტაბით დანიშნავენ 43-ე წერტილს. შემდეგ ლარტყაზე ორი სამიზნის შესაბამისად (2 და 3 მეტრი) ზომიერ დახრის კუთხეებს, ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს და სათანადო ფორმულებით საზღვრავენ  $h_{43-34}$  აღმატების ორ ოდენობას და თუ მათ შორის მოთხოვნილი პირობა დაცულ იქნა, ანგარიშობენ მათ საშუალოს. ამ უკანასკნელს შეებრუნებულნი იქნებით უმატებენ  $H_{34}$  ნიშნულს, რითაც ისაზღვრება 43-ე წერტილის  $H_{43}$  ნიშნული; ამის შემდეგ კოგრის უმიზნებენ 42-ე წერტილზე შევეულად დაყენებულ ლარტყას და მიღებული წესით მანძილშომოთ საზღვრავენ  $S_{43-42}$  პორიზონტულ მანძილს, ორჯერ განსაზღვრული აღმატებების  $h_{43-42}$  საშუალოს, რომლის მიმატებით  $H_{42}$  ნიშნულისაღმი ისაზღვრება 42-ე წერტილის  $H_{42}$  ნიშნული.

3) ლარტყა რჩება 42-ე წერტილზე, მენზულა კი გადააქვთ 41-ე წერტილზე და მეორე ლარტყას აყენებენ მე-40 წერტილზე (ნახ. 4<sup>1</sup>). პლანშეტის ორიენტაციას ისრის მიხრილობის მხედველობაში მიღებით ასრულებენ ბუსოლით და ხარჩენი სრულდება ისევე, როგორც ეს იყო შესრულებული 43-ე სადგურზე, ე. ი. პლანშეტზე ინიშნება მე-40 წერტილის მდებარეობა და  $H_{40}$  ნიშნული.

4) ლარტყას ტოვებენ მე-40 წერტილზე (ნახ. 4<sup>1</sup>) და მენზულა გადააქვთ უკანასკნელის ანუ  $f$  წერტილის წინა 39-ე წერტილზე. პლანშეტის დაცენტერის, ნიველირებისა და ბუსოლით ორიენტირების შემდეგ დამაგრებულ პლანშეტზე 39-ე წერტილის სახსრად გამოყენებით კოგრის უმიზნებენ უკანასკნელ  $f$  წერტილზე შევეულად დაყენებულ ლარტყას, ხაზავენ 39— $f$  მიმართებას, ზომიერ მახძილშომოთ შესაბამის მანძილს და მიღებულ  $S_{39-f}$  მანძილს გადაზომიერად აღნიშნულ 39— $f$  მიმართებაზე, რის შედეგად პლანშეტზე მიიღება  $f'$  წერტილი. მაშასადამე,  $f - f'$  იქნება სკლის  $W_S$  შეუქცევლობა, რომლის ოდენობა უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნას:

$$\frac{\text{ზღვრ. } W_S}{[S]} \leq \frac{1}{100} \quad (9.4.9.3)$$

როცა პირობა დამაკმაყოფილებელია, ზღვრ.  $W_S$  შეუქცევლობის ოდენობას ანაწილებენ სკლის უკანასკნელ ორ ( $f$  და 39-ე) წერტილზე; თანა-



დროულად იზომება დახრის კუთხეები, შესაბამისი აღმატებები, მათი საშუალო და ისაზღვრება  $H'_f$  ნიშნული. სვლაში  $W_A = H'_f - H_f$  სხვაობა არ უნდა გადასცილდეს ძირითადი მენზურული სვლისათვის მიღებულ 0,8 მმ; მიღებულ დასაშვებ  $W_A$  ოდენობას ანაწილებენ სვლის უკანასკნელ 2—3 აღმატებაზე და იღებენ მათი ნიშნულების გასწორადებულ ოდენობებს.

ამ შემთხვევაში, როცა მიღებული შეუკვრელობა დაუშვებელია, სვლა უნდა განმეორდეს შებრუნებული სვლით.

5) როგორც ცნობილია, სვლის აგების თანადროულად ზდება საველე ეურნალის შეესება და დამუშავება, რომლის ნიმუშია (3) სქემა, რომელშიც 39-ე პუნქტის მიმართ გამოთვლილია მე-40 წერტილის  $h_{40}$  აღმატებები და  $H_{40}$  ნიშნულები, და  $f$  წერტილის მიმართ  $h_f$  აღმატებები და  $H_f$  ნიშნულები.

სქემა 9.4.9.3

თითო წერტილის გამოშვებით ბუსულური სააკვეშეო სვლის ეურნალი 39-ე წერტილიდან  $F$  წერტილამდე.

ს ა ღ გ უ რ ი 39

თარიღი 20. 7. 1970 წ

$i=1,37$  მ;  $H_{39}=171,71$  მ.

მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $+7^{\circ},4$ .

აკვირდებოდა ევანოვი, იწერდა და აზვარიშობდა პეტროვი

დანაკვირვება	R	1°12'.0	12'.0	$h' = 130 \text{ tg } 1^{\circ},175 = +2,67$ მ	$h_1 = +1,04$ მ
წერტილი		12,0			
40		358°51,0	51,0	$i - \sigma = 1,37 - 3,00 = -1,63$	$h_2 = +1,05$
$\sigma = 3,00$ მ	L	51,0			
$S = 130$ მ	N	0 01,5		$h_1 = +2,67 - 16,3 = +1,04$	$h_{39} = +1,05$
გამოთვლილი	v	+1°10',5			
$H_{40} = 172,76$ მ					

ს ა ღ გ უ რ ი 39-ე

თარიღი 20. 7. 1970 წ.

$i=1,37$ ;  $H_{39}=171,71$  მ;

დამკვირვებელი ევანოვი, ჩამწერი და გამოთვლელი პეტროვი, მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $+7^{\circ},4$

დანაკვირვება	R	0°46'.0	46,0	$h' = 130 \text{ tg } 0^{\circ},74 = +1,68$ მ	$h_1 = 1,04$
წერტილი		46,0			
40		359 17,0	17,0	$i - \sigma = 1,37 - 2,00 = -0,63$	$h_2 = 1,05$
$\sigma = 2,00$	L	17,0			
$S = 130$	N	0 01,5		$h_1 = +1,68 - 0,63 = +1,05$	$h_{39} = 1,05$ მ
გამოთვლილი	v	+0 44,5			
$H_{40} = 172,76$					

სადგური 39-ე;  $i=1,37$ ;  $H_{39}=171,71$  მ;

თარიღი 20. 7. 1970 წ.;

მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $+7^{\circ},4$ .

დამკვირვებელი ივანოვი, ჩაწერი და გამოთვლები პეტროვი.

დანაკვირვები	$R$	$0^{\circ}22',5$			
წერტილი		22	22,3	$h' = 53$ ტგ $0^{\circ},36 = +0,33$	$h_1 = -0,30$
$f$		359 40,0		$i - v = 1,37 - 2,00 = -0,63$	$h_2 = -0,29$
$v = 2,00$	$L$	39,5	39,8	$h_3 = +0,33 - 0,63 = -0,30$	$h_{39} = -0,30$
$S = 53$ მ	$N$	01,1			
გამოთვლილი	$v$	$+21',3$			
$H_f = 171,41$ მ					

სადგური 39-ე;  $i=1,37$ ;  $H_{39}=171,71$  მ;

თარიღი 20. 7. 1970 წ.;

მაგნიტური ისრის მიხრილობა  $+7^{\circ},4$ .

დამკვირვებელი ივანოვი, ჩაწერი და გამოთვლები პეტროვი.

დანაკვირვები	$R$	$1^{\circ}28',0$			
წერტილები		28,0	28,0	$h' = 53$ ტგ $1,45 = +1,34$	$h_1 = -0,30$
37		359 34,0		$i - v = 1,37 - 3,0 = -1,63$	$h_2 = -0,29$
$v = 3,00$	$L$	35,0	34,5	$h_3 = +1,34 - 1,63 = -0,29$	$h_{39} = -0,30$ ?
$S = 53$ მ	$N$	01,3			
გამოთვლილი	$v$	$+1^{\circ}26',8$			
$H_f = 171,41$ მ					

შეამოწმა სიღორეში 20. 7. 1970 წ.

როგორც ცნობილია, სვლის ნებისმიერი წერტილის ნიშნული უდრის წინა წერტილის ნიშნულს პლუს შეგბრუნებული ნიშნით უკანა წერტილის აღმატება წინა წერტილის მიმართ, ე. ი. (4) ნახაზისა და (3) სქემის მიხედვით:

$$H_{39} = H_{40} - (h_{39-40}). \quad (9.4.9.4)$$

$$H_{40} = 172,76 \text{ მ და } h_{39-40} = +1,05 \text{ მ,}$$

მაშინ (4) ტოლობის მიხედვით:

$$H_{39} = 172,76 - 1,05 = 171,71 \text{ მ.}$$

ასევე ყოველი წერტილის ნიშნული უდრის წინა წერტილის ნიშნულს პლუს წინა წერტილის აღმატება უკანას მიმართ, ე. ი. (4) ნახაზისა და (3) სქემის მიხედვით

$$H_{37} = H_{39} - h_{39-37}. \quad (9.4.9.5)$$

მაშასადამე,

$$H_f = 171,71 - 0,30 = 171,41 \text{ მ.}$$

გამოტოვებული (34, 42, 40) პუნქტების ნიშნულები ისაზღვრება როგორც წინა, ისე მომდევნო სადგურებიდან ორ-ორჯერ. განსხვავებათა დასაშვები ოდენობების შემთხვევაში მათი ნიშნულები იქნება გამოთვლილი უალბათესი ოდენობები.

#### **E ანალიზური მეთოდით სააგეგმვო სხელის შემწა**

ანალიზური მეთოდით სააგეგმვო ქსელის შექმნის მიზნს წარმოადგენს გრაფიკული მეთოდით დაპროექტებულ სააგეგმვო ქსელის გამოყენების მკორე სიზუსტე და ხელისშემწყოები გრაფიკული მეთოდით სააგეგმვო ქსელის აგებისათვის არახელსაყრელი ადგილ-მდებარეობა.

1:10 000 მასშტაბიანი აგეგმვებისათვის საჭირო გრაფიკული ხერხით შედგენილი საფუძველი აკმაყოფილებს მოთხოვნილ სიზუსტეს, ამიტომ საფუძველის განვითარებას ანალიზური მეთოდით მიმართავენ დახურულ და ისეთ ადგილებში, სადაც ნაკლებადაა უზრუნველყოფილი ასაგეგმი ტერიტორია სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის პუნქტებით. ამ შემთხვევაში ანალიზური მეთოდით ხდება ნაწილობრივ ქსელის გახშირება, რომელთა პუნქტებს იყენებენ ძირითადი მენზულური სვლების ასაგებად.

ხშირად სააგეგმვო ქსელები იქმნება თეოდოლიტური სვლებით, რომლებიც მიბმულები უნდა იქნან სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის პუნქტებზე. სვლის სიგრძე არ უნდა აღმატებოდეს 6 კმ. როგორც გამოწაკლისი, დასაშვებია შეკრული სვლა არა უმეტეს 2 კმ პერიმეტრით, რომელიც უნდა ეყრდნობოდეს ერთ გეოდეზიურ პუნქტს. ორ თეოდოლიტურ სვლას შორის მანძილი უნდა იყოს 1,5—2 კმ; ამ დროს მეზობელი თეოდოლიტური სვლების პუნქტები შეიძლება ერთმანეთს დაუკავშირდეს ძირითადი მენზულური სვლებით. სვლების გვერდების სიგრძეები შეიძლება აღწევდეს 1 000 მ. სვლის კუთხეები იზომება ერთი ილეთით; მანძილები — წინ და უკან მანძილზომებით. გრძელი მანძილები იზომება ნაწილ-ნაწილ და იკრიბება. გაზომილი მანძილები კონტროლდება თეოდოლიტური პუნქტებიდან ხილულ წერტილებზე გადაკვეთების მეთოდის გამოყენებით. აღმატებები განისაზღვრება წინ და უკან ტრიგონომეტრიული ნიველობით. კამერულად განისაზღვრება პუნქტების გეგმური კოორდინატები, რის შესაბამისად მათ გადაიტანენ პლანშეტზე. ქსელის შემდგომი განვითარება ხდება გეომეტრიული მეთოდებით.

თუ შეეძარბთ ანალიზური ხერხით საფუძველის განვითარების სამუშაოებს და გრაფიკულ ხერხს, ვნახავთ, რომ ანალიზური ხერხი მოითხოვს მნიშვნელოვნად მეტ შრომატევად სამუშაოებს, ვიდრე გრაფიკული მეთოდი. ამიტომ ცდილობენ საფუძველი განვითარდეს გეომეტრიული, ძირითადი (ინსტრუმენტული), სააგეგმვო (ინსტრუმენტული და ბუსოლური) და გადასასვლელი წერტილების აგებების ანუ გრაფიკული მეთოდის სრულყოფილად გამოყენების გზით.

#### **9. 4. 10. მენზულური ტოპოგრაფიული აგეგმვა**

სიტუაციის ანუ წვლილადების (კონტურები, საგნები) და რელიეფის მენზულით აგეგმვა სრულდება გეოდეზიური და სააგეგმვო ქსელის პუნქტებიდან, გადასასვლელი და სააგეგმვო სვლების წერტილებიდან. აგეგმვის დაწ-

ყება შეიძლება ასაგეგმი ადგილის ნებისმიერი უბნიდან ან ტრაპეციიდან, ხოლო შემდეგ იგი უხდა ვახეთარდეს მთელ ტერიტორიაზე არა გაბიუულად, არამედ მთლიანად და ყოველ სადგურზე ამოიფურავად. ძირითადად აგეგმვა სრულდება პოლარული მეთოდით; აღმატებები გაიხსავლერება ტაქეომეტრიული ხიველობით.

მკაფიოდ ხილული კონტურების აგეგმვის დროს სალარტყო წერტილებამდე მახიილი არ უხდა აღმატებოდეს 450 მ, ხოლო თუ კონტურები არ იხილება მკაფიოდ, მახიილები შეიძლება გაიზარდოს 300 მეტრამდე; ყოველი სადგურიდან აგეგმვაში კარგად უხდა ხედავდეს რელიეფს. რთული ადგილების აგეგმვების დროს სალარტყო წერტილებამდე მახიილები შეიძლება შეძციოდეს 150 მ-მდე, რის გამო გაიზრდება გადასასვლელი წერტილების საჭარო რაოდენობა. ამ ღონისძიებებით, ახუ მახიილების შემციობებით და სადგურების რაოდენობის გაზრდით, იზრდება აგეგმვის ხარისხი ისე, რომ შრომის ნაყოფიერება არ მცირდება.

აგეგმვა სრულდება რუკის ორიგინალზე ისე, რომ აგეგმვების შესაბამისი „პერახვის“ ადგილები ამოიკრება.

სადგურზე მუშაობის წესრიგი მდგომარეობს შემდეგში: მენზულას აყენებენ სადგურზე — პლანშეტს ცენტრავენ, ანიველირებებს და დატახილი უგუძესი ხაზის მიხედვით აორიენტირებებს და ამავგრებენ. ჩვეულებრივ, აგეგმვაში მონაწილეობს ორი მელარტყე, რომელთაც წინასწარ სათახადოდ წრთვნიან კონკრეტული დავალებების შესასრულებლად.

ზომავენ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს და მის ოდენობას აღნიშნავენ სამიზნითი სამანძილო ლარტყებზე, შეარჩევენ სადგურის სივრცეზე არსებული მახასიათებელ — სალარტყო (კონტურულ, სასიმალო და კონტურულ-სასიმალო) წერტილებს და მელარტყეებს მიუთითებენ, რათა სათახადო თანამიმდევრობით მათ შვეულად დააყებონ ლარტყები აღნიშნულ წერტილებზე, იყებებენ რა სახსრად (მისაყრდენად) პლანშეტზე არსებული სადგურის წერტილს, მის გარშემო კიპრეგელის სახაზავის დაცერებული გვერდის ბრუხვით კიპრეგელის ჰოგრს უმიზნებენ მახასიათებელ წერტილზე შვეულად დაყენებული ლარტყის ძირში; შემდეგ მანძილშრომით ზომავენ აღნიშნულ წერტილამდე მანძილს, რისთვისაც ჰოგრის შუა თარაზულ ძაფს უმიზნებენ ლარტყაზე აღნიშნულ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს (თუ იგი ჩანს, წინააღმდეგ შემთხვევაში სხვა წერტილს) და იღებენ სამანძილო ძაფებით  $n$  ან  $k$  ანათვალსა და ადგილის დახრის კუთხეს ნახევარი იღეთით (ამ შემთხვევაში ადგილისა და სამიზნე ღერძის დახრის კუთხეები ტოლებია), ჩვეულებრივ, წრედი მარცხნივ ( $L$ ). იქვე ანგარიშობენ ჰორიზონტულ მანძილს, აღმატებას და ხიშნულს. მანძილს მასშტაბით გადაზომავენ კიპრეგელის დაცერებული გვერდის გასწვრივ ისე, რომ შესაბამის ხაზს პლანშეტზე არ ატარებენ, ჩხვლეტენ წერტილს და გვერდით მიუწერენ ნიშნულს დამრგვალებულს 0,1 მეტრამდე. იმ შემთხვევაში, როცა დახრის მანძილის შესწორება გამოდის დაახლოებით ერთ მეტრამდე, მას თვლიან ჰორიზონტულად. როცა ჰოგრს ვუმიზნებთ მხოლოდ კონტურულ წერტილს, მაშინ ნაჩხვლეტ წერტილს ნიშნულს არ უწერენ. ასე რომ, კონტურულ წერტილს ნიშნული არ მიეწერება, ხოლო სასიმალო და კონტურულ-სასიმალო წერტილების ჩანაჩხვლეტის გვერდით აუცილებლად

უნდა მიეწეროს შესაბამისი ნიშნულები. გეგმის შედგენის დროს ცდილობენ, რაც შეიძლება კონტურული და სასიმალო სალარტყო წერტილები იქნეს შეთავსებული კონტურულ-სასიმალო წერტილების სახით.

საჭირო გამოთვლები სრულდება ლოგარითმული სახაზავით ან ელექტრო-გამომთვლელი მანქანით. აღნიშნული გამოთვლები საველე ქურნალშია სრულდება.

არსებითი მნიშვნელობა აქვს მელარტყეების მომზადებასა და უხარს. მაგალითად, ერთ-ერთ მელარტყეს ევალება რომელიმე კონტურზე (გზა, სხვადასხვა სანახები და სხვ.) სვლა და საჭირო წერტილებზე ლარტყის დაყენება; მელარტყეს ევალება შეკრული კონტურის ისე შემოვლა, რომ განმეორებით დადგეს კონტურის საწყის წერტილზე. კონტურის შემოვლის დროს მას არ უნდა გამოერჩეს კონტურის მოხვევის არც ერთი წერტილი. კონტური, ვთქვათ გზა, ითვლება წრფედ, თუ კონტურზე ძდება რე წერტილები წრფიდან არის დაშორებული მასშტაბის სიზუსტის ორმაგ ოდენობამდე. როგორც კი მიიღება პლანშეტზე ერთი და იმავე კონტურის წერტილები, კონტურს დაუყოვნებლივ აძლევენ შესაბამის გამოსახულებას რუკაზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში აღნიშნული წერტილები შეიძლება დაიკარგოს და კონტური იქნება არასწორად გამოსახული. ყოველი წვლილი უნდა იყოს რუკაზე გამოსახული სათანადო პირობითი აღნიშვნით; აგრეთვე საგნების აღვიძლებარეობის გამომსახველი პირობითი აღნიშვნების ცენტრები უნდა ემთხვეოდეს რუკაზე წერტილის ნაჩვენებებს.

როგორც ვხედავთ, რელიეფის აგეგმვა ხდება სიტუაციის აგეგმვის თანადროულად, რისთვისაც სალარტყო წერტილებს იღებენ რელიეფის ინვარიანტულ ხაზებზე (წყალგამყოფი, წყალსაერთი), დამახასიათებელ წერტილებზე, გორის ძირზე, ფერდობებსა და შვერვალებზე, ტაფობებში, უნაგირის შოენებზე და სხვ. როგორც ვხედავთ, აგეგმვაში მოვალეა შესწავლის და წარმოიდგინოს რელიეფის ჩონჩხი ყოველ სადგურზე სრულყოფილად, რომელთა შესაბამისი ნიშნულების საფუძველზე მას მიეცემა შესაძლებლობა ადგილის უსწორმასწორობის უშეცდომოდ რუკაზე გამოხაზვისა, რომელიმე ინვარიანტული ხაზის ნიშნულების განსაზღვრისთანავე თვალთ ასრულებენ გრადუირებას, ატარებენ წერტილებს შორის იზოჰიფსებს და გულდასმით ადარებენ რუკაზე მიღებულ გამოსახულებას ადგილთან. ამ დროს თუ აღმოჩნდა, რომ რელიეფის უკეთ გამოსახვისათვის საჭიროა დამატებითი წერტილების აგეგმვა, დაუყოვნებლივ აწარმოებენ დამატებითი წერტილების აგეგმვას. როგორც ცნობილია, რელიეფის აღქმა-შემცირებისათვის სჯობს იგი ვიზილოთ გვერდოდან ან ქვევიდან. ამიტომ სადგურზე აგეგმვითი სამუშაოს დამთავრებისთანავე აგეგმვაები დგებიან მენზულით ზოგიერთ სალარტყო წერტილზე, საიდანაც იხილება ისეთი წერტილები, რომლებიც სადგურიდან არ ჩანდნენ. ამ დროს პლანშეტის ორიენტაცია ხდება ბუსილით. მიღებული ღონისძიებით სწორდება ის ნაკლი რელიეფის გამოხაზვის დროს, რაც დამუშავებულ იქნა სადგურზე.

სადგურზე შესრულებული სიტუაციის აგეგმვის საკონტროლოდ შექმნილი სადგურებიდან ხდება აგეგმვა იმ წერტილებისა, რომლებიც წინა სადგურზე უკვე აგეგმილი იყო.

გემის ხარისხი საშუალოდ სრულყოფილად ითვლება, თუ შევძლებთ რუკის ყოველ კვადრატულ დეციმეტრზე 15-მდე სალარტყო წერტილის ნიშნულის განსაზღვრას.

რელიეფის იმ ფორმებს, რომლებიც არ გამოისახება იზოჰიფსებით, აღნიშნავენ შესაბამისი პირობითი აღნიშვნებით (იხ. II ტომის ალბომი).

უპირატესობას აძლევენ სადგურიდან პირველ რიგში ღია ადგილის აგებმევს და შემდეგ კი — მისი მოსაზღვრე დახურული ადგილისა.

შესრულებული აგებმევა ითვლება ხარისხიანად, თუ დატული იქნება შემდეგი მოთხოვნები:

1) სააგებმევა პუნქტებისადმი (სადგურებისადმი) აგებმილი საგებებისა და კონტურების მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა ვაკე ადგილებში არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 0,5$  მმ (ზღვრული 1 მმ), მთიან ადგილებში  $\pm 0,75$  მმ (ზღვრული 1,5 მმ),

2) იმავე პუნქტების ნიშნულებისადმი რუკაზე გადატანილი სალარტყო წერტილების ნიშნულების საშუალო კვადრატული შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 0,8$ მ;

3) იმავე წერტილების ნიშნულებისადმი რუკის პორიზონტალების სიმაღლეების საშუალო კვადრატული შეცდომა ვაკე და ხელსაყრელი რელიეფის დროს არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 1,0$  მ, ხოლო ტყიან ადგილებში ეს შეცდომა შეიძლება აღწევდეს  $\pm 2,0$  მ. მთიანი ადგილების დროს განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა იქნეს გატარებული იზოჰიფსები, რის შედეგად რელიეფს მივიღებთ უნაკლოდ და არ იქნება რელიეფის წერტილების და ცალკეული ნიშნულების შეუსაბამობა.

როგორც ცნობილია, რაც უფრო წვრილია მასშტაბი, მით ნაკლებია შესაძლებლობა რუკაზე წვლილადების ელემენტების სრულყოფილად გამოხატვისა და ფიქრობენ, რომ მასშტაბის ზღვრულ სიზუსტეზე ნაკლები ოდენობის მქონე დეტალები დასტროვნ უყურადღებოდ. აგებმეითი სამუშაოებისადმი ასეთი მიდგომა მცდარია; იგი გამოიწვევს წვლილადების მრავალი დეტალის რუკაზე გამოხატვის დამახინჯებას. მაგალითად, 1:10 000 მასშტაბში აგებმეის დროს, მართალია, ბევრი საგანი კონტურული პირობითი აღნიშვნიდან გადავა უმასშტაბო პირობით აღნიშვნებში, მაგრამ არ უნდა გამოეუშვათ მხედველობიდან ის, რომ მეორე ჯგუფში შემავალ ობიექტებს მივაქციოთ ყურადღება აგებმეების დროს. აქ საჭიროა ნაყოფიერად გამოვიყენოთ გენერალიზაციის (განზოგადების) მეთოდი, გამოვიარჩიოთ წვლილადებში მთავარი, რომლითაც იგი ხასიათდება და უყურადღებოდ დატოვოთ მეორეხარისხოვანი დეტალი. მაშასადამე, ნაყოფიერად უნდა გამოვიყენოთ უმასშტაბო პირობითი აღნიშვნები. ისეც ხდება, რომ ზოგიერთი წვლილადის რუკაზე გამოხატულება მეტია სინამდვილეში ადგილზე მის ზომასთან შედარებით (ამ საკითხთან დაკავშირებით საჭიროა გულდასმით გადავიკითხოთ სიანჟინრო გეოდეზიის II ტომის მეშვიდე თავი). მაგალითად, 1:10 000 მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკებზე გადააქვთ ყველა ნაკადული და მდინარე. მდინარეების სიგანე, 3 მეტრიდან იხაზება ორ ხაზში, რომელთა შორის მანძილი არ უნდა იყოს ნაკლები 0,3 მმ, ე. ი. ფაქტობრივი დახაზული სიგანე, თუ გატარებული ხაზების-სისქეს მივიღებთ მხედველობაში; ნაცვლად 0,3 მმ, იქნება 0,5—0,6 მმ, გენერალიზაცია აქ ხდება მდინარეების გვერდების მრავალნაირი არაარსებითი კლასნილობის უყურადღებოდ დატოვებით; ხშირია შემთხვევა, რო-

ცა ორი მეზობელი და საყორადოებო ობიექტის გამოხაზვა რუკაზე ვერ წერ-  
ხდება ზუსტად. ამ შემთხვევაში ერთ-ერთ მათგანს გადაადგილებენ 0,2—0,3 მმ  
ასე. მაგალითად, ეთქვათ. ადგილზე ურთიერთპარალელურად და ახლო  
ვადის რკინიგზა და საავტომობილო გზა; ამ შემთხვევაში რკინიგზას ზუსტად  
დაიჩანინ ვიკვამზე. საავტომობილო გზას კი მეორედ გადაადგილებენ.

ზემოთ მოხსენებული ფაქტორები სრულად ირცელებდა ადგილის რელი-  
ეფის აგეგმვის შესრულების დროსაც. მაგალითად, როცა აგეგ-  
მვის კვთის სიმაღლეა 2,5 მეტრი, შეუძლებელი ხდება რელიეფის შრავალი  
ოქტლის გამოხაზვა იზოთიფსებით. მაგრამ, თუ აგეგმვას შივასრულებთ საქ-  
მის დიდი ცოდნით და გულისყურით. ხსენებული ნაკლი მინიმუმამდე იქნება  
დაყვანილი და რელიეფის მახასიათებელი ელემენტები სრულყოფილად იქ-  
ნება რუკაზე გადაჩანული. ამ მიზნით საშარისი არ არის ცნობილი წესებით  
ზრდოობის შესრულება და იზოთიფსების გაჩარება, არამედ საჭიროა  
იზოთიფსების ადგილის ხილვა-დაკვირვების შესაბამისი ხ ა ზ ვ ა-ხ ა ტ ვ ა ც,  
რომლოვინა იძლივინ არა მარტო ტოლი ნიშნულების მქონე წერტილოვანი,  
არამედ ისინი უნდა აღივინებდნენ რელიეფის მახასიათებელ კლავნილობებსაც  
დადავინოთ. რომ (2. 7. 3) წერტილოვანი ნიშნულებისა და იზოთიფსების  
მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს შერჩეული კვთის  
სიმაღლის 40% და ზოგჯერ 80%. აქვე დაიქნეთ. რომ კომპოვრათიულ რუ-  
კაზე რელიეფის სწორად და უნაკლოდ გამოხაზვა დიდად არის დამოკიდებუ-  
ლი გეომორფოლოგიის ღრმად ცოდნასა და ადგილის გულდასმით გაცნობაზე.

დახაზული და დახატული იზოთიფსები ერთმანეთისაგან განსხვავდება  
კლავნილობის სიხშირით. პირველი ნაკლებად კლავნილია და მეორე — მე-  
რად: დახატული უფრო ახლოა სინამდვილესთან. რელიეფის ყოველი ფორ-  
მა გამოისახება ურთიერთშეთანხმებული (მსგავსი) ერთი და იმავე ნახარის  
გამომსახვილი იზოთიფსების კვთვით. იმ ადგილებში, სადაც სალარაკო წერ-  
ტილოვანი ნიშნულების გამო ამ კვთის იზოთიფსებს შორის შეთანხმებულობა  
(მსგავსება) ირღვევა. იყენებენ დამარბით და, თუ საჭირო გახდა. დამხმარე  
იზოთიფსებსაც. დამარბითი და დამხმარე იზოთიფსების გამოყენებას შინარ-  
თავე რელიეფის დაჩანების ვადალუნეების ადგილოვში და რელიეფის ისეთ  
მცირე თორმების გამოსახვისათვის. სადაც არ იყენებენ ძირითად იზოთიფსებს  
(თოსურები, ღრმა კვლოები, დათარული ადგილობი). აქვე შეიძლება მათი მა-  
ხასიათებელი წერტილოვანი ნიშნულების დანიშნავ. რელიეფის ფორმის უფ-  
რო მკვთარად გამოხაზვის მიზნით ზოგჯერ ახდენენ ჩველებულიდან დაახლო-  
ებით 15—20% განსხვავებული ოდენობით იზოთიფსის გადაადგილებას. მა-  
გალითად, როცა ვვინდა ათვილის მახასიათებელი მწვერვალების, რათობე-  
ბის. ნალვარეებისა და განმორებით ოღეების ჩვენება. ნალვარეები შეიძ-  
ლება ვუჩინოთ ვადიდებულად. რადგანაც ცნობილია, რომ ის დროთა ვითა-  
რებაში ვაიზრდება. ვარდა ზომოხსენებულისა, იზოთიფსები შეთანხმებული  
უნდა იქნეს რუკის სხვა ელემენტების მიმართაც. როგორცაა პიდროვრავთა,  
სანახთა კონტურები, ვზები და სხვ.

აგეგმვის შესრულების პროცესში დამკვირვებლები ავროვებენ რუკა-  
ზე ვადასატან შრავალ ცნობას: დასახლებული პუნქტების სახილწოთებები  
და კომლთა რაოდენობა, მდინარეების დასახლებება, მათი სივანე-სიღრმე და  
სიჩქარე, რბების დასახლებება და სიღრმე; ვზის სავალი ნაწილის სივანე და  
ფენილის ხასიათი; ხიდის სივანე, სივანე და ტვირთამტანიანობა, ტყეების,

მასივები, ხეების საშუალო სიმაღლე, სისქე და ერთმანეთისაგან საშუალო დაშორება, ქარხნების, ფაბრიკებისა და სხვა ობიექტების სახელწოდებები და სხვ. რუკის მასშტაბის მიხედვით მდინარეების კილის ყოველ 10—15 სმ-ზე ერთი ილეთით ზომავენ დახრის კუთხეებს და საზღვრავენ მათ ნიშნულებს. ეს ვარაზომები და გამონათვლები შეაქვთ ტოპოგრაფიულ ჟურნალში. ამდაგვარადვე იზომება კაშხალების ზედა და ქვედა დონეების ნიშნულები.

იმ შემთხვევაში, როცა ასაგვეგმავი ტერიტორია გადატანილი უხდა იქნეს რამდენიმე პლანშეტზე, მოითხოვება, რომ მომიჯნავე ტრაპეციების კონტურები და იზოჰიფსები ერთმანეთს შეუერთდეს. ამის შემოწმება ხდება ტრაპეციების ჩარჩოების მიხედვით სიტუაციისა და იზოჰიფსების შედარებების ნაკრებით. ამ მიზნით ყოველი დამკვირვებელი აწარმოებს თავისი ტრაპეციის ჩარჩოს გარეთ მისი ყოველი გვერდის გასწვრივ 4 მმ სიგანის ზოლის აგვემვას. შემდეგ იგივე დამკვირვებელი იღებს ასლს კალკაზე თავისი პლანშეტის გვერდებზე გასწვრივ შიგ 2 სმ სიგანის ზოლზე სიტუაციისას, რელიეფისას, სააგვეგმო ქსელის პუნქტებისას და მას უმატებენ ჩარჩოს გარეთ (მის გარშემო) მათ მიერ გადაღებულ 4 მმ ზოლის გვემვას. ტრაპეციების ჩარჩოების შიგ და გარეთ აღებულ ასლებს აბარებენ ხელმძღვანელს, რომელიც შესაბამისად მიჯრით დაყენებულ პლანშეტებზე აფარებს აღნიშნულ ასლებს და ამოწმებს სწორად ლეითდება თუ არა მომიჯნე ტრაპეციებზე გადატანილი ერთი და იმავე წვლილადის ელემენტები. თუ იქნა აცდენები, იგი უხდა შესწორდეს ველზე სასწრაფოდ.

(9. 4. 4. B. f) მუხლში აღნიშნულია სასიმალო კალკის დიდი მნიშვნელობის შესახებ, რადგანაც აგვეგმის პროცესში წინა სადგურებზე პლანშეტზე დანიშნული სალარტყო წერტილების ნიშნულები იკარგება; აგრეთვე მნიშვნელოვნად ხუნდება და იშლება გატარებული იზოჰიფსები, რომლებიც რელიეფის ნამდვილი სახის შესახებ ბევრ ადგილას ვერ იძლევა დეტალების სწორ გამოსახულებას. ამიტომ ყოველდღიურად აგვეგმების დამთავრებისას აესებენ ადრე პლანშეტის დამზადების დროს დამზადებულ საგანგებო დოკუმენტს — სასიმალო კალკას, რომელზეც დამზადებული პლანშეტიდან იღებენ სააგვეგმო ქსელებისა და სვლების ყველა პუნქტისა და ყველა გადასასვლელი წერტილის ასლს. ყოველი მათგანის გვერდით აწერენ მრიცხველში პუნქტის ნომერს და მნიშვნელში მიწის ზედაპირის ნიშნულს. ასეთ კალკაზე, როგორც ვთქვით, ყოველდღიურად იღებენ პლანშეტზე დაჩხვლვითი მახასიათებელი სასიმალო წერტილების ასლს, რომელთაც გვერდით ეწერება მხოლოდ ნიშნულები. ასეთი კალკა გამოიყენება როგორც საკონტროლოდ, ასევე, საჭიროებისამებრ, იზოჰიფსების აღდგენა-შესწორებისათვის. სასიმალო კალკა უაღრესად საჭირო დოკუმენტია, რომელიც აუცილებლად უნდა იქმნებოდეს ყოველდღიურად, დიდი ყურადღებით, აგვეგმების პერიოდში სისტემატურად. დაბოლოს, ხელმძღვანელი აკონტროლებს აგვეგმის ხარისხს.

სამუშაოს დამთავრების შემდეგ ხელმძღვანელობას აბარებენ: რუკის ორიგინალს, სასიმალო კალკას, საველე ჟურნალებსა და გამონათვლებს, გამოკვლეული დასახლებების უწყისებს (დასახლებული ადგილები, სხვა სახელწოდებები და ცნობები), ტრაპეციების გვერდების შედარების ცნობების, საველე კონტროლების და სამუშაოს მიღების აქტებს.



მაგალითი 9. 4. 10. 1. 2 კმ<sup>2</sup> ტერიტორიაზე შესრულდეს მენზულური ტოპოგრაფიული ავეგმვა 1:10 000 მასშტაბში; რელიეფის კვეთის სიმაღლე იყოს 2,5 მ.

განხილადი სამუშაოს შესასრულებლად საჭიროა მენზულა თავისი ხელსაწყოებით, სამანძილო ორი ლარტყა, რულეტი, ტოპოგრაფიული ქოლგა, ნაჯახი, ლოგარითმული შიშვა, ფარგალი, ფანქრები, რბილი საშლელი, ავტოკალამი, ტოპოგრაფიული ავეგმვის ქურნალი, ორი ალაში სიგნალიზაციისათვის.

სამუშაო უნდა შესრულდეს შემდეგი თანამიმდევრობით:

- A) სიტუაციისა და რელიეფის ავეგმვა;
- B) სასიმაღლო კალკის შედგენა და გაფორმება;
- C) პლანშეტზე ტოპოგრაფიული გეგმის დახატვა და გაფორმება;
- D) მენზულური ავეგმვის კონტროლი.

#### **4. ხიტაუაციისა და კალიფიის ავეგმვა**

მოცემულობის მიხედვით რომ შესრულდეს განხილადი ტერიტორიის მთლიანი მენზულური ტოპოგრაფიული ავეგმვა, პლანშეტზე არ არის საკმარისი რაოდენობა საფუძვლის წერტილებისა, რის გამო, როგორც ცნობილია, ავეგმვების წარმოების პროცესში ღია ადგილებში ხდება გადასასვლელი წერტილების ადგილზე და პლანშეტზე დანიშნვა მენზულის დასაყენებლად, რაც უნდა შესრულდეს.

##### **ა. გადასასვლელი წერტილების მდებარეობის განსაზღვრა**

გადასასვლელი წერტილებისა და მათი აგების მეთოდების შესახებ საჭიროა გულდასმით გავეცნოთ 9. 4. 9. C მუხლში მოყვანილ მეთოდებს და მოთხოვნებს.

##### **ბ. ხიტაუაციის ის ობიექტები (წვლილადები), როგორც სახიროს აიგეგმოს**

ავეგმვების მეთოდისა და საჭირო სიზუსტის შესახებ ყოველივე დეტალი უნდა იყოს, რაც მოყვანილია განხილადი პარაგრაფის შესავალში.

1: 10 000 მასშტაბში გეგმის შედგენისათვის საჭიროა აიგეგმოს შემდეგი ობიექტები:

I. ადგილზე ისეთი ობიექტები, რომელთაც აქვთ საორიენტორო მნიშვნელობა, როგორცაა: კოშკურები, ქარხნების და ფაბრიკების მილები, განსაკუთრებული შენობები, კოშკები, ქარის წისქვილები, ცალკეული ხეები, კლდეების მახასიათებელი ნაწილები და სხვ.

II. დასახლებული ადგილები (ქალაქები, ქალაქური დასახლებები, აგარაკები, სასოფლო და სხვ.) და ცალკეული ნაგებობები კვარტალებში და მათ გარეთ შეიტანება, თუ ისინი წარმოადგენენ მუდმივ ნაგებობებს; როცა დასახლება არის მჭიდრო, შეიძლება მცირე ნაგებობები, რომლებიც მასშტაბით ვერ გამოისახება, არ იქნეს ავეგმილი. გეგმაზე ნაჩვენები უნდა იყოს ყველა ქუჩა, შესახვევები, გასასვლელები, მდინარეები, ნაკალულები, გუბურები, ტბები, ხეობები, ხევები, ღრანტეები; არ არის საჭირო გეგ-

მაზე გადატანილ იქნეს გზებზე და გასასვლელებში ისეთი ადგილები, სადაც აგებულია ხიდები მცირე წინააღმდეგობათა დასაძლევად, კავშირგაბმულობის და რადიოხაზები, ელექტრო და მილგაყვანილობები (გაზი, წყალსადენები, კანალიზაცია და სხვ.). ქუჩის ნაპირებზე გაშენებული ხეები ნაჩვენები უნდა იქნეს გვეგმაზე ჯავის ადგილას; იმ შემთხვევაში, როცა ქუჩის სივანე ამის საშუალებას არ იძლევა, მაშინ შესაბამისი წრეები უნდა დაინიშნოს კვარტალის ზურგში, ნაგებობებს შორის. დასახლებული პუნქტების კვარტალების ვარე საზღვრებზე არსებული ცალკეული ნაკვეთების არსებობის შემთხვევაში უნდა აიგეგმოს ღობეები, გზები, არხები, ხეების ვიწრო ზოლები და ბუჩქები, მდინარეები, ნაკადულები, ხეები და სხვ.

სასოფლო ტიპის დასახლებების აგეგმვის დროს დასახლების სახელწოდებას და კომლთა რიცხვს წერენ ეურნალში; ქალაქებში და ქალაქურ დასახლებებში კი იგებენ სახელწოდებას და მცხოვრებთა რიცხვს, რომელიც მიეწერება გვეგმას.

**III. სამრეწველო საწარმოები და ნაგებობები, როგორცაა:** ქარხნები, ფაბრიკები, ელექტროსადგურები, საბადოები, ქაურები, შტოლნები, კარიერები, ტრაფისა და ნავთის დამუშავების ადგილები, ნავთსაძიბო კოშკურები, ელვატორები, მაციერები, წისქვილები და სხვ. იგეგმება მათი ყველა ნაგებობა, რომელთა გამოხაზვაც კი შეიძლება მოცემულ მასშტაბში; ფაბრიკის ან ქარხნის პირობითი აღნიშვნა რუკაზე ინიშნება იმ ადგილას, სადაც არის მათი მალაზი მილი და თუ ასეთი არ არის, მაშინ, სადაც იმყოფება მათი მთავარი შენობა.

იმ შემთხვევაში, როცა სამრეწველო წარმოება არის დასახლებული პუნქტის ფარგლებში და იჭერს დიდ ადგილს, მაშინ იგი გამოიყოფა საგანგებო კვარტალის სახით. როცა ქარხანა ან ფაბრიკა სიმცირის გამო ვერ გამოისახება მასშტაბში, მას აგებენ რუკაზე თავისი საგანგებო პირობითი აღნიშვნით.

წარმოები და დაწესებულებები, რომელთათვისაც არ არსებობს საგანგებო პირობითი აღნიშვნა, აიგეგმება როგორც შენობები და მიეწერება თავისი დასახელება. მაგალითად, რს, სს, მტს (რაისაბჭო, სასოფლო საბჭო, მანქანა-ტრაქტორების სადგური). დასახლებული პუნქტების შიგ განლაგებული ასეთი დაწესებულებების განმარტებითი წარწერები რუკაზე ეწერება დაწესებულების დასახელების ქვემოთ. ღია კარიერების ადგილები ინიშნება დამუშავებული სივრცეების საზღვრებზე. როცა კარიერების დამუშავების ადგილები გაბნეულია, პირობითი აღნიშვნები ინიშნება კონტურის შუაში.

რადიოსადგურების, სატელევიზიო ცენტრის, რადიო და სატელევიზიო კოშკურების, გათბობის, გაზის და სხვათა პირობითი აღნიშვნები ინიშნება შესაბამისი ნაგებობების ადგილზე. როგორც ითქვა, ელგაყვანილობის, კავშირგაბმულობის, ტელეფონის, ტელეგრაფის და რადიოტრანსლაციის ხაზებს, რომლებიც განლაგებული არიან რკინიგზებისა და გზატკეცილებისათვის გამოყოფილი ზოლის ფარგლებში და დასახლებული პუნქტების ტერიტორიებზე, არ უჩვენებენ გვეგმაზე. გზატკეცილების პარალელური კავშირგაყვანილობის ხაზების გვეგმაზე უჩვენებენ მცირე 1—2 სმ მოწაკვეთით ისრით მიმართულების ჩვენებით, ხოლო კავშირგაბმულობის იმ ხაზებს, რომლებიც გაყვანილია ნებისმიერი გრუნტის გზების გასწვრივ, გვეგმაზე უჩვენებენ მთელ სიგრძეზე სათანადო პირობითი ნიშნით.

IV. გზები — რკინიგზები, ავტოსტრადები, გზატკეცილი გაუმჯობესებული გრუნტისა და გრუნტის — უნდა აიგეგმოს, ნაკლებგზიანი რაიონების ყველა სველე და სატყეო გზა უნდა იყოს ნაჩვენები გეგმაზე, ხოლო ხშირ-გზებიანი რაიონების გზებიდან გეგმაზე ნაჩვენები უნდა იყოს მხოლოდ ის, რომელიც მოიპარება მაღალი კლასის შორეული გზებიდან. გეგმაში შეიტანება მშენებარე გზებიც, გეგმაზე უნდა იქნეს გადაღებული გაუმჯობესებული გრუნტიანი და გრუნტიანი გზების ისეთი ნაგებობები (ფიჩხონიანი, ფიჩხებიანი, შპალეზიანი), რომელთა სიგრძე 2 მმ მეტია რუკაზე. რუკაზე გადატანილი გზებიდან გამოიყოფა ძნელად გადასალახავი მონაკვეთები, თუ მათი სიგრძე მეტია რუკის 4 მმ-ზე. ორი ხაზით გამოხაზულ გზებზე პირობითი აღნიშვნებით აღნიშნული უნდა იყოს 8°-ზე მეტი დაქანების მქონე უბნები. ავტოსტრადებზე უნდა იქნეს ნაჩვენები ზოლების სიგრძეები და რაოდენობა, გზატკეცილზე — თავისი გზისპირებით, გაუმჯობესებულ გრუნტიან გზებზე — სავალი ნაწილის სიგანე. გრუნტის გზების სიგანე ნაჩვენები უნდა იყოს მხოლოდ იმ უბნებზე, რომელთა საშუალებით შეიძლება გზის განვრცობა (ტყეში, დაქოხტულ ადგილებში და სხვ.).

გზების ნაგებობებიდან საჭიროა გადაღებულ იქნეს გეგმაზე სათანადო პირობითი აღნიშვნებით რკინიგზების ყველა ნაგებობა, როგორცაა: სადგურები, ბაქნები, ასაქცევეები, ჯიხურები, ბლოკ-პოსტები, საგზაო პოსტები, დეპოები, წყალსაწვევი კოშკურები, გვირაბები, ხიდები, მილგაყვანილობები, მიწაყრილი და მიწაჭრილობები, რომელთა სიმაღლე და სიღრმე მეტია 0,75 მეტრზე და სხვ. ხიდის პირობით აღნიშვნასთან რუკაზე უნდა იქნეს მიწერილი ზიდის სიგრძე და სიგანე მრიცხველში, ხოლო მნიშვნელში ტვირთამტანობა ტონებში.

V. კიდროგრაფია და კიდროტექნიკური ნაგებობები. უნდა აიგეგმოს წყალსაცავების ნაპირები, მდინარეები, ნაკადულები, არხები, წყაროები, კეები, წყალვარდნილები და ნაგებობები: ნავმისადგომები, ბორნები, რაბები, კაშხალები და სხვ. ტბების, გუბურებისა და მდინარეების სანაპირო ხაზები ითვლება წყლის კიდებებად.

ტბები, ხელოვნური წყალსაცავები და გუბურები რუკის მასშტაბში 1 კმ-სმ მეტი უნდა აიგეგმოს, ხოლო ნაკლები ზომის ტბები საჭიროა აიგეგმოს, თუ ისინი ახასიათებენ ადგილმდებარეობას.

რუკაზე ნაჩვენები უნდა იყოს ყველა მდინარე და ნაკადული. მდინარეების საწყისად ითვლება ის ადგილები, საიდანაც იწყება განუწყვეტელი დინება ნორმალურ კალაპოტში. დროებითი დინებები რუკაზე გამოისახება როგორც შრობადი მდინარეები.

3 მეტრის სიგანის მდინარეები რუკაზე გამოისახება ერთი ხაზით; 3—6 მეტრამდე სიგანის — ერთმანეთისაგან 0,3 მმ დაშორებული ორი ხაზით და დიდი სიგანის მდინარეები — ორი ხაზით რუკის მასშტაბში. ორი ხაზით გამოსახულ მდინარეებსა და არხებზე ბორნების, ხიდების, დასახლებული პუნქტების ახლო ყოველ ათ მეტრზე ნაჩვენები უნდა იყოს სიგანე, უდიდესი სიღრმე წყალდიდობისა და წყალმოცირობის დროს და კალაპოტის ძირის გრუნტის სახე. აგრეთვე ნაჩვენები უნდა იყოს წყლის ნორმალური სიჩქარე და ერთი ილეთით განსაზღვრული მდინარეებისა და ტბების ნაპირების ნიშნულები რუკის ყოველ 10—15 სმ მონაკვეთზე. სამ მეტრზე მეტი სიგანის არ-

ხები ნაჩვენები უნდა იქნეს ორი ხაზით, აგრეთვე მათი დინების მიმართულების შაჩვენებელი ისარი რუკაზე საჭიროა ყოველ 10—15 სმ. მდინარეებზე; რომლებიც იხაზება ორი ხაზით, ისრებს შორის იწერება დინების სიჩქარეები.

VI. **ჭაობები.** რუკებზე ჭაობების გადატანის დროს ასხვავებენ შემდეგი სახის ჭაობებს: 1) ნესტიანი მინდორი, რომელსაც იყენებენ სახნავ-სათესად; 2) გადასასვლელი ჭაობი, რომლის სიღრმეა 0,5 მეტრამდე და ძირი აქვს მტკიცე, რომელზეც შეიძლება თავისუფლად იმოძრაონ ფეხით მოსიარულეებმა ნებისმიერი მიმართულებით; 3) ძნელად გადასასვლელი ჭაობები. სიღრმე 0,8 მეტრამდე, მტკიცე ძირი, რომელზეც გაუჭირდება ფეხით მოსიარულეს გადაადგილება; 4) გაუვალი ჭაობები, რომელზეც შეუძლებელია ნებისმიერი სახის მოძრაობა.

ჭაობების სიღრმეები იზომება მტკიცე ძირამდე, რომელიც 0,1 მ დამრგვალებით წაეწერება რუკებზე. როცა ჭაობის სიღრმე 2 მეტრზე მეტია, აწერენ „სიღრმე 2 მ“ და რუკაზე აჩვენებენ ვერტიკალური ისრით ჭაობის ამ სიღრმის გაზომვის წერტილს.

VII. **ტყეები და ბუჩქნარები.** ტყეებისა და ბუჩქნარების კონტურებს რუკაზე უჩვენებენ წყვეტილი ხაზებით, რომლის შიგ ათავსებენ სათანადო პირობით აღნიშვნებს. 4 მეტრზე მეტი სიმაღლის ტყეს უჩვენებენ ტყის გამომსახველი საერთო პირობითი ნიშნებით. სპეციალური პირობითი ნიშნებით გამოისახება ტყის შემდეგი მასივები: 1) ახალი ნარგავები; 2) ნაზრდებიანი ტყეები; 3) ჭუჭა ტყეები; 4) თხელი ტყე; 5) გადამწვარი ტყეები; 6) ნაგრიგალევი (დაღწილი) ტყე; 7) გაჩხილი ტყეები. აგეგმვების დროს ტყეებს ჭიშების მიხედვით ყოფენ წიწვიან, ფოთლოვან და შერეულ ტყეებად.

აგეგმვების დროს ტყის ჭიშის გამომსახველ პირობით აღნიშვნას მარჯნივ ეწერება საშუალო სიმაღლე (მრიცხველში), საშუალო სიმსხო (ადამიანის გულის სიმაღლეზე) მნიშვნელში და წილაღის მარჯნივ ხეებს შორის საშუალო მანძილი მეტრებში. მაგალითად,  $\frac{20}{0,25}$  (საშუალო სიმაღლე 20 მ,

ადამიანის გულის სიმაღლის შესაბამისად, საშუალო სიმსხო 0,25 მ და ხეებს შორის საშუალო მანძილები 5 მ). ხეების საშუალო სიმაღლე დგინდება თეალოზომით ლარტყის ხეებზე მიყრდნობის გამოყენებით. საშუალო სიმსხოს ადგენენ რულეტით ადამიანის გულის სიმაღლის შესაბამისად ან 1,5 სიმაღლეზე მიწის ზედაპირიდან გაზომვით. დაახლოებით ხის დიამეტრის ოდენობა გამოლის ნებისმიერ ადგილას შესაბამისი წრეხაზის სიგრძის სამზე განყოფის ტოლი.

ტყიან ადგილებში რუკის მასშტაბის მიხედვით 10 სმ<sup>2</sup> ნაკლები მასივების ჭიშებსა და სხვა მონაცემებს რუკაზე არ უჩვენებენ.

ტყეების ვიწრო ზოლები, რომელთა გამოხაზვა რუკაზე მასშტაბს არ ემორჩილება, არ იფარგლება და აღნიშნავენ ტყის გამომსახველი საერთო პირობითი აღნიშვნებით. განაჩხი ზოლები იზომება და გადაიტანება რუკაზე ხოლო თუ მათი სიგანე ნაკლებია 1,5 მეტრზე, არ გადაიტანება რუკაზე.

VIII. **ს ხ ვ ა დ ა ს ხ ვ ა ს ა ნ ა ხ ე ბ ი.** აქ შედის სახნავები, მინდვრები, სათიბები, საძოვრები, ქვიშნარი და ყველა სახის კულტურების თესვა-განვი-

თარების სანახები, რომლებიც სათანადოდ შემოიფარგლებიან წყვეტილი ხაზებით რუკებზე და შიგ უჩვენებენ სათანადო პირობით აღნიშვნებს. მდინარეების გასწვრივ სანახთა ვიწრო 1,5 მმ ნაკლები ზოლები არ იფარგლება და ინიშნება სათანადო პირობითი აღნიშვნებით.

### ე. ჩმლივში

როგორც ცნობილია, მიღებული პირობითი აღნიშვნებით (ნიშნულები, კვესურები, იზოჰიფსები და სხვ.) გამოსახული რელიეფი შედარებით ადვილად იხაზება და იკითხება, თუ საშუალოდ რუკის 1 დმ<sup>2</sup> გადატანილია 5—15 რელიეფის დამახასიათებელი წერტილი.

(1) ცხრილში მოყვანილია 1:10 000 მასშტაბიანი აგეგმვებისათვის სავალდებულო დადგენილების ამონაწერი.

ცხრილი 9.4.10.1

აგეგმვის რაიონები	რელიეფის კეთის სიმაღლე (მ)	სასიმაღლო ქსელის წერტილების საშუალო კვადრატული შეცდომა (მ)	რუკაზე წარწერაში ნიშნულების საშუალო კვადრატული შეცდომა (მ)	იზოჰიფსების სიმაღლეში საშუალო კვადრატული შეცდომა (მ)
ბრტყელი ვაკე (საგანგებო დაეალებით) . . . . .	1,0	0,06	0,15	როცა $v \leq 1^\circ$ 0,25 როცა $v > 1^\circ$ 0,50
ბრტყელი ვაკე . . . . .	2,5	0,15	0,8	1,0
ბრტყელი ვაკე ტყიანი სსრ კავშირისა იზიურ ნაწილში 56° განედის პარალელის ჩრდილოეთით . . . . .	2,5	—	0,8	1,0
ვაკე, დასერილი და ბორცვებიანი, უმთავრესად 6°-მდე დაქანებული ადგილები	2,5	0,20	0,8	1,0
მთიანი, მთისწინა და ქვიშაინი უდაბნოები . . . . .	5,0	0,50	2,5	—
მალაღმთიანი . . . . .	—	—	—	—

როცა ასაგეგმავი ტერიტორია მთლიანად გატყიანებულია, (1) ცხრილში მოყვანილი ნორმები შეიძლება ორჯერ გაიზარდოს. ზღვრული შეცდომები არ უნდა აღემატებოდეს გოარკეცებულ დასაშვებ საშუალო კვადრატულ შეცდომებს. რელიეფის ხასიათის მიხედვით ასაგეგმავი ტერიტორიები იყოფა სამ ჯგუფად: 1) ბრტყელი ვაკე რაიონები საშუალოდ 0—2° დახრის კუთხეებით; 2) ვაკე ბორცვებიანი და მთაგორიანი რაიონები საშუალოდ 2—6° დახრის კუთხეებით; 3) მალაღმთიანი რაიონები: 6°-ზე მეტი დახრის კუთხით.

იმ შემთხვევაში, როცა რელიეფის ძირითადი ფორმები: იზოჰიფსებით.

ვერ ისახება, იყენებენ ნახევარ, მეოთხედ და ნებისმიერ სიმალლეზე დამხმარე იზოპიფსებს.

როგორც ცნობილია, იზოპიფსების სათანადოდ გატარებისათვის საჭიროა გვერდნდეს ნიშნულები: გორის და მთების მწვერვალების, ტაფობისა და ლელის ძირის (წყალსადენი ხაზის), ქედის (წყალგამყოფი ხაზის), უნაგირას და სხვა მახასიათებელი წერტილებისა, რომელთა საშუალებით სრულდება თვალით გრადულირება და იზოპიფსების ხატვა დაბალი ადგილებიდან მაღალი ადგილებიდან და მშორებული წერტილების გრადულირებას, რადგანაც ამ დროს შეიძლება რელიეფის მრავალი დეტალი გამოგვრჩეს მხედველობიდან. ტყიან ადგილებში რელიეფის აგეგმვის დროს საჭიროა ვისარგებლოთ ბილიკებით, განაჩეხებით, საჭკრეტი სივრცეებით და თუ საჭირო იქნა, შეიძლება საჭკრეტების გაჩეხვაც, რომელთა საშუალებით აიგება სააგეგმვო სელები.

ხრამები და ნალვარევეები გამოისახება მათი სიგანის მიხედვით: როცა მათი სიგანა 3 მეტრამდე — ერთი გამსხვილებული ხაზით, როცა სიგანა 3—10 მეტრამდე — ორი გამსხვილებული ხაზით, ხოლო როცა სიგანა 10 მეტრზე მეტი, მაშინ იყენებენ ორ გამსხვილებულ ხაზს კვესურებით. ხრამების ძირი სიგანე რუკაზე როცა მეტია 3 მილიმეტრზე, ტარდება იზოპიფსები. ვიწრო ხრამებისა და ნალვარევეების შუა ადგილებში აწერენ მათ სიღრმესა და სიგანეს. რელიეფის მრავალი ელემენტი გამოისახება კვესურებით: საფეხურები, ყორღანები, ორმოები, მიწაყრილი, მიწაჭრილი (როცა მათი სიღრმეები აღემატება ერთ მეტრს), გზების გვერდით ამონათხარები, კარიერები, ჩამონაქცევები და სხვ. (საჭიროა ზედმიწევნით დავიცვათ საინჟინრო გეოდეზიის II ტომის მეშვიდე თავში და პირობითი აღნიშვნების ალბომში მოყვანილი ცნობები).

#### **ბ. სიტუაციისა და რელიეფის აგეგმვა**

საერთოდ, გვიხდება ზოგიერთი ცნობილი საკითხის გაშუქება, მაგრამ დასმული ამოცანის ამოხსნის თანამიმდევრობის მთლიანობა რომ არ დიარლევს, ასე ვამჯობინებთ.

ადგილის აგეგმვის დაწყება შეიძლება სააგეგმვო საფუძვლის ნებისმიერი წერტილიდან, მაგრამ ყოველივე უნდა შესრულდეს ურთიერთდაკავშირებულიად ისე, რომ გამოტოვებული არ იქნეს არც ერთი დეტალი.

ყოველ სადგურზე მენზულას ცენტრავენ, ანიველირებენ და აორიენტირებენ პლანშეტზე დატანილი და ადგილზე ხილული შორეული პუნქტის მიხედვით; განსაზღვრავენ კიბრეგელის ვერტიკალური წრედის  $N$  ნულადგოს; ზომავენ ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს და ორივე სამანძილო ლარტყაზე აყენებენ გადასაადგილებელ ლენტს მის ოდენობაზე.

დამკვირვებელი მელარტყეებთან ერთად დაივლის სადგურიდან ასაგეგმავ სივრცეს, გამოავლენს ასაგეგმავი სიტუაციისა და რელიეფის ხასიათს, ირჩევს სალარტყო (კონტურულ, სასიმაღლო ანუ პიკეტებს და კონტურულ-სასიმაღლო) წერტილებს და მელარტყეებს აძლევს მითითებას წერტილიდან წერტილზე გადასვლის თანამიმდევრობის შესახებ სათანადო სიგნალიზაციის შესხენებით (იხ. 9. 2. 7).

დამკვირვებელი უბრუნდება რა მენზულას, ამოწმებს პლანშეტის ორი-

ენტორებს (პლანშეტი დამაგრებელია), რის შემდეგ აბრუნებს კიბრეგელის დაცერებულ გვერდს პლანშეტზე დატანილი სადგურის შესაბამისი წვრილის გარეიო და თანამიმდევრობით უძიხვებს კიბრეგელის ჭოგრის ყოველ სალარტყო წერტილზე ვერტიკალურად დაყვებულ ლაოციის ლეხით დახიმნულ წერტილს (ჩვეულებრივ, როცა ვერტიკალური წრედია შარცხნივ, რადგახაც ამ დროს დასკვირვებელი მარჯვება ხელით ადვილად გადაზომავს მანძილებს); თანადროულად ზდება სამახილო ძაფით ლარტყაზე და დანაყოფების ამთვლელი ხელსაწყოთი (ვერნიერი, მიკროსკოპი) ვერტიკალურ წრედზე ანათვლების აღება. სამუშაო სრულდება ნახევარი ილეთით.

ინსტრუქციის მიხედვით იარაღიდახ სალარტყო წერტილებამდე მანძილები შეიძლება იყოს 300 მეტრი, როცა კვეთის სიმაღლეა 1 მეტრი, და 400 მეტრი, როცა კვეთის სიმაღლე მეტი ოდენობისაა. სასწავლო პრაქტიკის შესრულების დროს აღნიშნული მანძილები არ უნდა აღემატებოდეს 250 მეტრს.

მანძილშრობით გაზომილ მანძილში შესწორება არ შეიტანება ანუ იგი ითვლება თარაზულად, როცა ხაზის დახრის კუთხე ნაკლებია 2°-ზე ანუ, როცა პორიზონტებზე დაყვანის ოდენობა არ აღემატება 0,2 მ.

სამანძილო ანათვლები, როგორც წესი, აიღება ორივე სამანძილო ძაფით, ხოლო როცა ამის შესაძლებლობა არ არის (მაღალი ბალახი ან ბუჩქები ეფარება ლარტყის ქვემო ნაწილს), მაშინ იღებენ ანათვალს ქვედა და შუა ძაფით, მერე აბრუნებენ ჭოგრის ისე, რომ ლარტყის გამოსახულების მიმართ შუა ძაფმა დაიკავოს ქვედა ძაფის მდებარეობა და იღებენ ანათვალს შუა და ზედა ძაფს შორის. ორივე ანათვალის ჯამი იქნება მანძილის შესაბამისი ანათვალი.

განაზომთა შეცდომების თეორიაში [7] დასაბუთებულია, რომ ნაკლები იქნება ანათვლების აღების სიზუსტე, თუ ნაცვლად აღნიშნული ჯამისა, სამანძილო ანათვალად მივიღებთ რომელიმე განაპირა და შუა ძაფებს შორის ანათვალის გაორკეცებულ ოდენობას.

კიბრეგელის უძრავ მდგომარეობაში ყოფნით მისი სახაზავის დაცერებული გვერდის გასწვრივ (ისე, რომ ფანქრით ხაზს არ ვატარებთ) გადავზომავთ ფარგლით სალარტყო წერტილამდე სათანადო მასშტაბის მანძილს და ჩაეჩხვლეტთ, რომელსაც გვერდით მივუწერთ უკვე გამოთვლილ ნიშნულს. თუ ეს სალარტყო წერტილი არის კონტურული ან კონტურულ-საშიმალო, მას დაუყოვნებლივ ფანქრით შევუერთებთ წინ დანიშნულ (ჩახვლეტილ) იმდაგვარვე წერტილს. ამ შემთხვევაში კონტურების ჩალუნვებს წერტილებს შორის, თუ ის 0,3 მმ ფარგლებშია, მხედველობაში არ ვიღებთ და წრფეებად რჩება.

პლანშეტის იმ უბანზე, სადაც წარმოებს აგეგმვები, „პერანგს“ ამოჭრიან და აგეგმვებს აწარმოებენ პირდაპირ პლანშეტზე.

აღმატებებს ანგარიშობენ  $h = S \operatorname{tg} \nu$  ან  $h = \frac{n}{2} \sin 2\nu$  ფორმულებით. მაგ-

რამ, როცა არ შეიძლება ლარტყაზე დამიზნება ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეზე და მანძილი 200 მეტრზე მეტია, საჭიროა გამოვიყენოთ  $h = h' + i - s + f$  ფორმულა, სადაც  $h' = S \operatorname{tg} \nu$ ; დამიზნების  $s$  სიმაღლე, არ უდრის ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს; მასასადამი,  $\nu$  არის არა ადგილის, არამედ ჭოგრით დამიზნების ღერძის დახრის კუთხე. ამიტომ საჭიროა გვეჩვენოს სალარტყო წერტილების სრული ურნალი (1) სქემის სახით. სალარტყო

წერტილების ნუმერაცია, ისე როგორც ტაქეომეტრიული აგეგმვების დროს. მიღებულია ყველა სადგურისათვის მთლიანი (უწყვეტი). როცა პიკეტების ზაოდენობა 2 კმ<sup>2</sup> საშუალოდ არის 150—200, რელიეფი მიიღება საიშედოდ. სასიმალო (პიკეტებს) და კონტურულ-სასიმალო ჩაჩხვლელი წერტილებს დაუყოვნებლივ მარჯვნივ თარაზულად უწერენ შესაბამის ნიშნულებს, დამრგვალებულს 0,1 მ. პლანშეტზე ნიშნულები იწერება ასეული შტრეხებით შემოცირებული, მაგალითად, პიკეტს 166,2 მ ნაცვლად მიეწერება 66,2 მ. დედამიწის სიმრუდისა და რეფრაქციის  $f$  გავლენა ამოღებულია (8. 3. 7. 1) ცხრილიდან (იხ. (1) სქემის მეშვიდე სვეტი).

სქემა 9.4 10.1

სადგური № 4

თარიღი 26. 7. 1970 წ.

$i=1,38$  მ,  $H_1=171,37$  მ.

დამკვირვებელი პეტროვი

$\nu_R=359^{\circ}58'$ ,  $\nu_L=0^{\circ}03'$ .

ჩამწერო და გამომთვლელი ივანოვი

$N=0^{\circ}01'$ .

სალარტო წერტილებისა და დამიზნების სიმაღლე (მ)	"	$\nu_L$ 0' 00"	$\nu = N - \nu_L$ 0' 00"	$S = n \cos \nu$ (მ)	$H = S \times g \nu$ (მ)	$i - \nu + f = t$ (მ)	$h = H + t$ (მ)	$H_1 = H_1 + h$ (მ)	სალარტო წერტილის აღწერა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
56 (2 5)	258	6 25	-6 24	254,80	-28,58	$f=0,02$ -1,10	-29,68	141,7	გრუნტის გზა
57 (2,5)	185	0 10	+0 09	185,00	-0,48	-1,12	-1,60	169,8	სასიმალო (პიკეტი)
58 (ი)	50	357 40	+2 21	49,92	+2,05	0	+2,05	173,4	სასიმალო (პიკეტი)
59 (ი)	79	359 10	+0 51	79,00	+1,17	0	+1,17	172,5	ტუის საზღვაო

აგეგმვის პროცესში საჭიროა პლანშეტის ორიენტირების შემოწმება სისტემატურად. ყოველი 10—15 სალარტო წერტილის პლანშეტზე გატანისთანავე უნდა მოხდეს გრადუირება და შესაბამისი იზოპიფსების გატარება. გრადუირება უფრო მოხერხებულია შესრულდეს რ ი ც ხ ვ ი თ ი ი ნ ტ ე რ პ ო ლ ე ბ ი ს ხ ე რ ხ ი თ ი ს ე, როგორც ეს ახსნილია (2. 7. 2. 15) ნახაზითა და (2. 7. 2. 10) ფორმულებით, მხოლოდ აქ სჯობს ნაცვლად  $L_0$  ქვედებულის გაზომვისა, მისი ოდენობა მივიღოთ ერთის ტოლად, ე. ი.  $L_0 = 1$ .

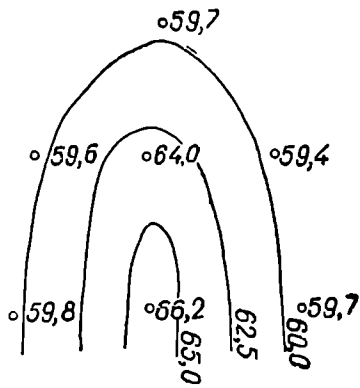
მაშასადამე, პიკეტებს შორის იზოპიფსების გატარების საქმენი  $b$  მანძილი უდრის კერძო და საერთო აღმატებათა ფარდობის ნამრავლს პიკეტებს შორის ქვედებულზე, რომლის ოდენობა პირობით მივიღოთ ერთის ტოლად.



ამ წესით 5,7 და 12,4 მ ნიშნულებიან პიკეტებს შორის გრადულირებისათვის დაეწერათ:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= \frac{6-5,7}{12,4-5,7} \cdot 1 = \frac{0,3}{6,7} = 0,05 \approx 0,1 \\ b_2 &= \frac{12-12,4}{5,7-12,4} \cdot 1 = \frac{-0,4}{-6,7} = 0,06 \approx 0,1 \\ \text{ანუ } b_3 &= \frac{12,4-12}{12,4-5,7} \cdot 1 = \frac{0,4}{6,7} = 0,06 \approx 0,1 \end{aligned} \right\} (9.4.10.1)$$

ჩვეულებრივ, პიკეტების მიმართ დაინიშნება რა ეს წერტილები, შემდეგ  $h=1$  მ კვეთის სიმაღლის ამ წერტილებს შორის მანძილს დაეყოფ (12—6) = 6 ნაწილად და წაეწერათ 7, 8, 9, 10, 11, სადაც უნდა გაიაროს იზოჰიფსებმა.



ნახ. 9.4.10.1.

ამდაგვარად გრადულირება შედარებით ტლანქია, მაგრამ როცა კვეთის სიმაღლე არ არის ერთი მეტრი, მაშინ ასე საკითხის გადაწყვეტა უფრო ნაყოფიერია. ავიღოთ მაგალითი (ნახ. 1).

ვთქვათ, საჭიროა პლანშეტზე 1 : 10 000 მასშტაბში აგებული შვიდი პიკეტის ნიშნულების მიხედვით ველზე  $h=2,5$  მ კვეთის სიმაღლით შევასრულოთ გრადულირება, გავტაროთ იზოჰიფსები და მივიღოთ რელიეფის კონკრეტული ფორმა. იგულისხმება, რომ პიკეტებს შორის დაქანება თანაბარია. დავიწყოთ 159,7 მ. და 164,0 მ ნიშნულების მქონე პი-

კეტებს შორის გრადულირება. მათ შორის უნდა გატარდეს კვეთის სიმაღლის (2,5 მ) ჯერადი ორი იზოჰიფსი 160,0 მ და 162,5 მ ნიშნულით. განხილავთ მონაკვეთზე 160,0 წერტილის მდებარეობის დადგენისათვის, თანახმად (1) ტოლობებისა, დაეწერათ:

$$b_1 = \frac{160,0-159,7}{164,0-159,7} \cdot 1 = \frac{0,3}{4,3} = 0,0697674 \approx 0,1,$$

ხოლო 162,5 წერტილის მდებარეობის დადგენისათვის

$$b_2 = \frac{164,0-162,5}{164,0-159,7} \cdot 1 = \frac{1,5}{4,3} = 0,3488372 \approx 0,4.$$

ანალოგიურად ვიქცევით ყოველ წყვილ წერტილს შორის გრადულირებისათვის. აქვე შევნიშნავთ, რომ როცა წერტილებს შორის აღმატება იმდენად დიდია, რომ მათ შორის გაივლის მრავალი იზოჰიფსი, დაინიშნება რა მოცემული წერტილების უახლოესი იზოჰიფსების გატარების წერტილები, შემდეგ მათ შორის მანძილს ვყოფთ იმ რიცხვზე, რომელიც მიიღება დაინიშნულ

ნიშნულები. შორის სხვაობისა და კვეთის სიმაღლის ფარდობით. ასე, მაგალითად, 159,4 და 166,2 წერტილებს შორის გაივლის სამი იზოპიქსი 160,0, 162,5 და 165,0.

მაშასადამე:

$$b_1 = \frac{160,0 - 159,7}{166,2 - 159,7} \cdot 1 = \frac{0,3}{6,5} = 0,0461538 \approx 0,1$$

და

$$b_2 = \frac{166,2 - 165,0}{166,2 - 159,7} \cdot 1 = \frac{1,2}{6,5} = 0,1846153 \approx 0,2.$$

ამ წერტილებს შორის მანძილი უნდა გაიყოს  $(165,0 - 160,0) : 2,5 = 5,0 : 2,5 = 2$ -ზე, ე. ი. შუაზე, სადაც გაივლის 162,5 მ ნიშნულის მქონე იზოპიქსი. დადგენილი წერტილების პლანშეტზე დანიშვნა ხდება თვლით.

დავამთავრებთ რა წერტილებს შორის გრადულირებას, შევუდგებთ იზოპიქსების გატარებას პლანშეტზე. ვთქვათ, სადგური არის (1) ნახაზის მიხედვით განხილად სივრცის სამხრეთით. მაშინ დავნიშნავთ რა დადგენილ წერტილებს პლანშეტზე, სანამ იზოპიქსებს გავატარებდეთ, თვით უნდა გადავადგილდეთ დაბალი წერტილებისაკენ (159,7) და იქიდან ვიხილოთ განხილადი უბანი; რელიეფის ამდაგვარი უშუალოდ ხილვის შედეგად ვაწარმოებთ იზოპიქსების არა ხაზვას წრფივი ელემენტებით, არამედ ხატვას ნამდვილი ფორმის შესაბამისად. განხილად შემთხვევაში მივიღეთ ქედი. როგორც ითქვა, საერთოდ, ყოველთვის სჯობს რელიეფი ვიხილოთ დაბალი ადგილიდან. მაშასადამე, საჭიროა რელიეფის ხატვა ველზე, რაც სრულდება მენზურული აგეგმვების დროს. თეოდოლიტ-ტაქომეტრიულ და ტაქომეტრიული აგეგმვების დროს, მიუხედავად იმისა, რომ ვიშველივით კროკებს, მაინც ვერ ვაღწევთ რელიეფის დახატვის საჭირო სიზუსტეს და რელიეფი გამოდის დახაზული.

### ე. კიპრეველ-ავტომატით აგეგმვის წესრიგი

სადგურზე მენზურის დაყენების შემდეგ კიპრეველ-ავტომატის ჯოგარს უმიზნებენ სალარტუო წერტილზე დაყენებულ ლარტყას ისე, რომ ვერტიკალური ძაფი გეგმილდებოდეს ლარტყის ლერძზე და დიაგრამის ძირითადი ძაფი იყოს შეთავსებული კიპრეველ-ავტომატის საგანგებო ლარტყის ნულპუნქტის გამოსახულებაზე (იხ. 7. 4. 1. 6 და 9. 3. 2. 2. ნახაზები) ან სანიველო ლარტყის ფუძიდან  $\sigma$  სიმაღლის წერტილის გამოსახულებაზე და ან ქვედა გამოსაწეებლოიანი ლარტყის ნულპუნქტის გამოსახულებაზე, რომელიც შეესაბამება ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეს.

მიკროხრასნით შეუული წრედის თარაზოს ბუშტულას აყენებენ ნულპუნქტზე და იღებენ ანათვლებს: ჰორიზონტული ქვედებულის მრუდით  $\mu_5$  და აღმატებათა მრუდით  $\mu_6$  (სათანადო კოეფიციენტებისა და ნიშნების ჩვენებით). 100 მეტრამდე შესაბამისი ანათვლები მრგვალდება 0,002 მეტრამდე, ხოლო უფრო დიდი მანძილების ანათვლებს ამრგვალებენ 0,01 მეტრამდე. სადგურზე სამუშაოს დამთავრებისთანავე კონტროლდება პლანშეტის ორიენ-

ტირება. ყოველივე იწერება ეურნალში ისე, როგორც ეს მოყვანილია (9.3.1.1) მაგალითის (9.3.1.1) — (9.3.1.6) სქემაში. ამ სქემებში გამოითვლებმა:

1) სადგურიდან სალარტყო წერტილებამდე პორიზონტული  $S$  მანძილები (7.4.1.14) ფორმულით:

$$S = k_1' n_{\Sigma} \quad (9.4.10.2)$$

2) სადგურის მიმართ სალარტყო წერტილების  $h'$  აღმატებები (7.4.1.15) ფორმულით:

$$h' = k_2 n_h \quad (9.4.10.3)$$

3) პიკეტების  $H_{პიკ.}$  ნიშნულები ერთ-ერთი ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით:

ა) ლარტყის 1,40 მ სიმაღლეზე დამიზნების დროს

$$H_{პიკ.} = H_{სადგ.} + h' + i - 1,40; \quad (9.4.10.4)$$

ბ) სანიველო ლარტყის  $\sigma$  სიმაღლეზე დამიზნების დროს

$$H_{პიკ.} = H_{სადგ.} + h' + i - \sigma; \quad (9.4.10.5)$$

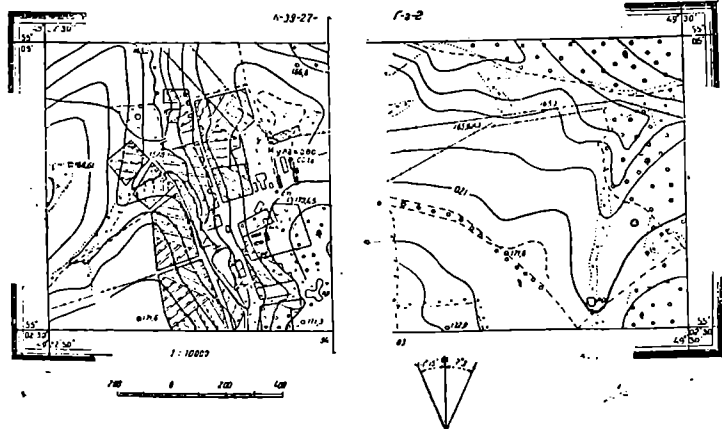
ც) სანიველო ლარტყის ინსტრუმენტის  $i$  სიმაღლეზე დამიზნების დროს

$$H_{პიკ.} = H_{სადგ.} + h'. \quad (9.4.10.6)$$

ნიშნულები მრგვალდება 0,1 მეტრამდე.

### ბ. სასიმაღლო კალკის უმდგენა და გაფორმება

სასიმაღლო კალკაზე გადატანილი გეოდეზიური საფუძვლის წერტილებს ეწერება რიგითი ნომერი მრიცხველში და ნიშნული მნიშვნელში და სალარტყო წერტილებს ეწერება მხოლოდ ნიშნულები.



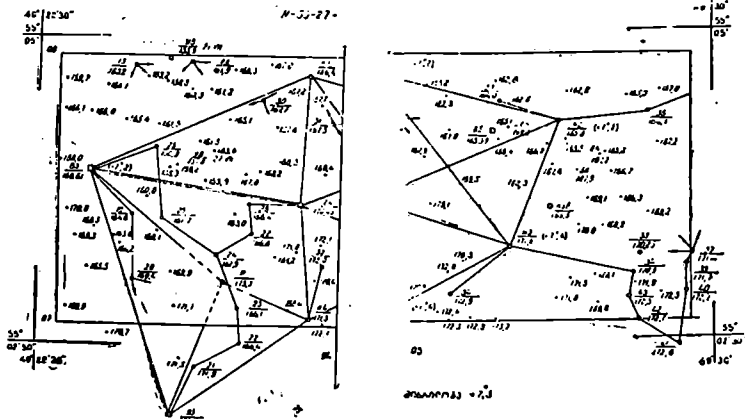
ნახ. 9.4.10.2.

შეკრული ანალიზური ქსელის სასიმალო პოლიგონები იხაზება წითელი ტუშით, ხოლო გეომეტრიული ქსელისა და ძირითადი სელებისა — შავი ტუშით. გადასასვლელ წერტილებზე 8—10 მმ სიგრძის ისრებით უჩვენებენ მიმართულებებს იმ პუნქტებზე, რომლებიდანაც განსაზღვრულია ამ პუნქტის სიმაღლეები. მწვანე ტუშით იხაზება წყლის ნაპირების სიმაღლეები და მათი განსაზღვრის თარიღები, ხოლო ლურჯი ტუშით უჩვენებენ გეომეტრიული ქსელის წერტილებში მანკური ისრის მიხრილობების ოდენობებს, გეომეტრიული ნიველობით განსაზღვრული წერტილების ნიშნულები 0,01 მ დამრგვალებით იწერება წითელი ტუშით და ტრიგონომეტრიული ნიველობით განსაზღვრული და 0,1 მ დამრგვალებული — შავი ტუშით. ხელოვნური ნაგებობების ნიშნულები იწერება წითელი ტუშით, ხმელეთის ზედაპირის კი — შავი ტუშით.

სასიმალო კალკაზე დაუყოვნებლივ გადააქვთ სააგეგმეო საფუძვლის წერტილები, როგორც კი დამთავრდება მათი ქსელების შედგენა და სელების აგება. სალარტო წერტილების გადატანა კალკაზე სრულდება ყოველ დღე სამუშაოს დამთავრებისას ან მეორე დღეს ველზე გასვლამდე. სასიმალო კალკის გაფორმების ნიმუშს წარმოადგენს (2) ნახაზი.

### С. პლანშეზე ტოპოგრაფიული გეგმის დახაზვად გაფორმება

პლანშეტზე ტოპოგრაფიული რუკის გეგმის აგება-გაფორმების დროს საკირთა ყოველივე შესრულდეს 1:10 000 მასშტაბიანი ტოპოგრაფიული აგეგმვების სახელმწიფო ინსტრუქციის მოთხოვნათა შესაბამისად. იხაზება ტრაპეციის მხოლოდ ჩარჩოს შესაბამისი სიგრძე მის გარეთ გატანილი საორიენ-



ნახ. 9.4.10.3.

ტაციო ხაზების გარეშე. აგეგმვების პროცესში ხდება პლანშეტის სისტემატურად ხაზვა; ყოველდღიურად საღამოობით ხაზვენ გადაღებულ კონტურებს, რითაც თავისუფლდებიან კონტურების კალკების შედგენის

ს ა გ ა ნ . პლანშეტის საბოლოო გამოხაზვა იწყება დასახელებული პუნქტებიდან და მათი სახელწოდების წარწერებიდან. შემდეგ პლანშეტზე იხაზება გზები, მდინარეები, სიტუაცია, რელიეფის ელემენტები სათანადო პირობითი აღნიშვნებით და ტარდება იზოჰიფსები. ბოლოს, ტყის და სხვა სავარგულთა კონტურები შეივსება სათანადო პირობითი აღნიშვნებით.

ჩარჩოს ჩრდილო მხრიდან ეწერება ტრაპეციის ნომენკლატურა და აგემგმის თარიღი, ხოლო სამხრეთ მხარეზე ეწერება რიცხვითი, განმარტებითი ხაზვითი მასშტაბები და რელიეფის კვეთის სიმაღლე. პროექტის შესრულების დროს კვევით ეწერება: მარცხნივ „პრაქტიკის საერთო ხელმძღვანელი“, მარჯვნივ — „ამგემგმები“, ბრიგადა, ჯგუფი, თარიღი.

პლანშეტის გაფორმების ნიმუშია (3) ნახაზი.

პლანშეტის გვერდით ეწერება ყოველი სტუდენტის ინდივიდუალური დავალების სქემა. სტუდენტის გვარს ეწერება მისი ნომერი.

#### D. მენზულური აგემგმის კონტროლი

მენზულური აგემგმის კონტროლი სრულდება სავსე სამუშაოების ყველა ეტაპზე სისტემატურად. სამუშაოები მოწმდება კამერულად და ველზე უშუალოდ ხელმძღვანელის მიერ, რომლითაც დგინდება:

1) აგემგმები არის თუ არა უზრუნველყოფილი გეომეტრიული ქსელის წერტილებით, მენზულური სვლებით და გადასასვლელი წერტილებით;

2) გეომეტრიული ქსელის, მენზულური სვლებისა და გადასასვლელი წერტილების ნიშნულების სისწორე;

3) პლანშეტზე გამოსახული სიტუაციისა და რელიეფის ხარისხი. არის თუ არა საკმარისი წყლების ნაპირების ნიშნულები და სხვა რიცხვითი მახასიათებლები;

4) ტოპოგრაფიული ჟურნალისა და სასიმალო კალკის წარმოების სისწორე;

სიტუაციისა და რელიეფის გადაღების სისწორე მოწმდება საკონტროლო პიკეტების მდებარეობის დადგენით ხელმძღვანელის მიერ, ყოველი სტუდენტის მიერ შესრულებული სამუშაოების სივრცეებზე. საკონტროლო განაზომები შეაქვთ მენზულური აგემგმების ჟურნალში, რომელიც წარმოდგენილია (2) სქემის სახით.

ს ქ ე მ ა 9.4.10.2

სალარტო ტიპები	ნიშნულები, მ		განსხვავება ზღებარეობაში		დახრის კუთხე	სალარტო წერტილების რაობა (აღწერა)
	გვერდზე	აღვივზე	სიმაღლეები (მ)	გვერდზე (მმ)		
1	164,5	164,2	+0,3	0,2	1°,5	გრუნტის გზების გადაკვეთის წერტილი
2	160,5	161,0	-0,5	0,5	1,7	ტყის საზღვარი
3	166,2	165,8	+0,4	0,8	0,8	სახლის კუთხე

ზღვრული შეცდომების ოდენობები არ უნდა ჰკარბობდეს (1) ცხრილში მოცემულ გაორკეცებულ საშუალო კვადრატულ შეცდომებს.

ტლანქი შეცდომების მქონე სივრცეები განმეორებით უნდა აიგემგმოს.

მთელი ტერიტორიის აგეგმვის დამთავრების შემდეგ სტუდენტების მომზადების ხარისხს ამოწმებს ხელმძღვანელი საკონტროლო სადგურიდან მათ მიერ შესრულებულ სამუშაოზე დაკვირვების შედეგად. ასეთი სადგური უნდა იყოს თითო ბრიგადაზე არანაკლებ ორისა. ეს სადგურები შეირჩევა გადაღებული ტერიტორიის მომიჯნავე გადაუღებელ ტერიტორიაზე, რომელთა მდებარეობას ადგენენ ხელმძღვანელის მიერ მითითებული მეთოდით. სტუდენტმა უნდა შესძლოს საკონტროლო სადგურის მდებარეობის პლანშეტზე განსაზღვრა, სალარტყო წერტილების შერჩევა, პლანშეტზე სიტუაციის გაცნობა და რელიეფის გამოსახულების დახატვა იზოჰიფსებით, აწარმოოს ყურნალში ჩაწერები და გამოთვლები.

ხელმძღვანელობას უნდა წარუდგინონ შემდეგი: 1) გაფორმებული პლანშეტი; ტოპოგრაფიული აგეგმვების ყურნალი, რომელშიც იქნება კატალოგიდან ამოწერილი გეოდეზიური საფუძვლის კოორდინატები და ნიშნულები სქემითურთ, გეომეტრიული ქსელისა და მენზულური სვლების პუნქტების გასწორადებული ნიშნულები; სამუშაო რვეული, რომელშიც იქნება ტრაპეციის ჩარჩოს კუთხეების კოორდინატების გამონათვლები, საორიენტო ხაზების გატანილი მონაკვეთები და მაგნიტური ისრის საშუალო მიხრილობის ოდენობა; სასიმალო კალკა; სამუშაოს მიღების აქტი და მასალის ნუსხა.

პრაქტიკის პერიოდში ყოველი სტუდენტი საზღვრავს გადასასვლელი წერტილის მდებარეობას პოტენოტის ამოცანის ამოხსნის მეთოდითა და პოლარული მეთოდით.

ყოველი სტუდენტი ასრულებს სიტუაციისა და რელიეფის აგეგმვას 0,4 კმ ფართობზე. სამუშაოს ასრულებს დამკვირვებელი, ყურნალისტი და ორი მელარტყე.

ყოველი სტუდენტი მისთვის განკუთვნილ ასაგეგმ ტერიტორიაზე ასრულებს სასიმალო კალკის შედგენა გაფორმებას და პლანშეტის გამოხატვას. კონტროლს ასრულებს უშუალო ხელმძღვანელი.

#### 9. 4. 11. მსხვილმასშტაბიანი მენზულური აგეგმვები

ისე, როგორც საერთოდ, მსხვილმასშტაბიანი მენზულური აგეგმვების დროსაც საყრდენი ქსელის პუნქტები უნდა იყოს რაც შეიძლება დიდი სიზშირისა და სიზუსტის. ამ შემთხვევაში დიდი ნაგებობების აგეგმვისათვის საჭირო იქნება მათი ელემენტების უშუალოდ მრავალნაირი გაზომვები და მიღებული რიცხვითი ოდენობების პლანშეტზე გადატანა, რაც სრულდება სათანადო ინსტრუქციების შესაბამისად. ცნობილი წესით ყოველივე უნდა გაფორმდეს სათანადო ფერის ტუშით. დახატული სივრცეები ეწეება პლანშეტზე. ბოლოს, იმ შემთხვევაში, როცა ასაგეგმი ტერიტორია წარმოადგენს დიდ დასახლებულ სივრცეს, საჭირო ხდება რამდენიმე პლანშეტზე მისი გადატანა, რისთვისაც ყოველ პლანშეტზე აგებენ სათანადო კილომეტრულ ბადეს, ცხადია, ერთნაირი სიზუსტით და ოდენობებით, რომლებზეც გადააქვთ ტრიანგულაციის, პოლიგონომეტრიისა და თეოდოლიტური სვლების პუნქტები როგორც ჩარჩოს შიგნით, ისე მის გარეთაც. ინიშნება გრძელი საორიენტო ხაზები ისე, როგორც ეს ახსნილია (9. 4. 4. 1) ნახაზითა და სათანადო ფორმულებით.

იმ შემთხვევაში, როცა ტერიტორია მცირეა, პლანშეტის შუა ადგილას ნიშნავენ მენზულის დასაყენებელ ადგილს (სადგურს) და იქიდან გარემო დამზერის ანუ პოლარული წმინდა გრაფიკული ხერხით აწარმოებენ წვლილადების აგეგმვას.

თ ა ვ ი V

## ასლების გადაღება. ნახევრადინსტრუმენტული და თვალზომითი აზვგმეები

### 9.5.1. პლანშეტებისა და გეგმების ასლების გადაღება ორიგინალის ან შემცირებულ მასშტაბში

რუკების ცალკეული ფურცლების ან გადაღებული ტერიტორიების საერთო გეგმის შედგენის მიზნით საჭირო ხდება პლანშეტების, გეგმების ან სხვა სახის გეოდეზიური ნახაზების ასლების გადაღება იგივე მასშტაბში, რომელშიც აიგეგმა ტერიტორია, ან უფრო წვრილ მასშტაბში.

გეოდეზიური გეგმების შესადგენად დასაშვებია ასლების გადაღება მხოლოდ ორიგინალის ან უფრო წვრილ მასშტაბში. ასლების გადაღების ძრავალი მეთოდი შეიძლება შემდეგი სამი ჯგუფის სახით იქნეს წარმოდგენილი:

1) მექანიკური; 2) გრაფიკული და 3) სინათლის.

მექანიკური ხერხით ასლების გადაღების დროს იყენებენ პროპორციულ ფარგალს და პანტოგრაფს. გრაფიკული მეთოდის დროს იყენებენ ასლის გადასადებ მინის მაგიდებს (დაფებს) ან მინის პულტს, სინათლის მეთოდში ასლის შემცირების დროს იყენებენ სინათლის მგრძობიარე ქაღალდს და ფოტოგრაფირებას.

#### 1. პროპორციული ფარგალი და მისი საშუალებით ასლის გადაღება

პროპორციული ფარგლის თეორია მდგომარეობს შემდეგში (ნახ. 1):

ვთქვათ, ორი ტოლი  $AB$  და  $bA$  მონაკვეთი ისე კვეთს ერთმანეთს  $c$  წერტილში, რომ შეიძლება დაიწეროს შემდეგი პროპორცია:

$$\left. \begin{aligned} \frac{ac}{cB} &= \frac{bc}{cA} = \frac{1}{n} \end{aligned} \right\}$$

(9.5.1.1)

და ტოლობა

$$ac = bc.$$

შემოსხენებულის საფუძველზე დავასკვნით, რომ სამკუთხედი  $abc$  და  $ABC$  მსგავსია (ორივე სამკუთხედის წვეროსთან ვერტიკალური კუთხეები

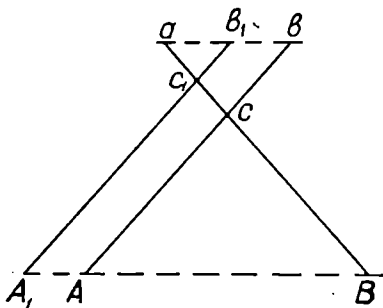
ტოლებია). მაშასადამე,  $ab$  და  $AB$  მონაკვეთები პროპორციული იქნება სხვა გვერდებისა და დაეწერთ:

$$\frac{ab}{AB} = \frac{ac}{cB} = \frac{bc}{cA} = \frac{1}{n} \quad (9.5.1.2)$$

ახლა შეგვიძლია  $ac$  და  $cB$  მივცეთ  $n$ -ის ნებისმიერი მნიშვნელობის შესაბამისი სხვადასხვა ფარდობა. ამ შემთხვევაში  $c$  წერტილი გადაადგილდება ხან ზემოთ და ხან ქვემოთ  $Ab$  და  $Ba$  მონაკვეთების შუა წერტილებამდე, როცა  $n=1$ .

პროპორციული ფარგალი მზადდება ზემოხსენებული თეორიის შესაბამისად. სპილენძისაგან ამზადებენ ორ ერთნაირ შუამდე გაჭრილ თხელ კვერთხს, რომელთაც ბოლოებში მიმაგრებული აქვთ ფოლადის წვეტანებიანი ფეხები. ამ კუთხეების განაპირში გაყრილია გადასადგილებელი სახს-

რისებრი ორფაქტორიანი მუფთა, რომელსაც საჭიროებისამებრ ამაგრებენ ქანჩით. ერთ-ერთი კვერთხის წიბოზე დატანილია შტრიხები და წარწერილია:  $1/1$ ,  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ ,  $1/5$  და ა. შ. ზედა მოძრავ მუფთაზე — განივი შტრიხი. ფარგალი რომ დაეკეცოთ, შეიძლება ქანჩი მოუფშვთო, დაეაყენოთ და დაემაგროთ მუფთის შტრიხი წიბოზე დატანილ ნებისმიერ შტრიხზე, ქანჩის მოჭერის შემდეგ შეიძლება გაიშალოს ფარგალი ისე, რომ მისი საშუალებით გადასატან და გადახრილ მონაკვეთებს შორის ფარდობა იყოს ისეთი ოდენობის, რაზეც დაეაყენეთ ფარგალი.



ნახ. 9.5.1.1.

პროპორციული ფარგლით ორიგინალის მასშტაბში ან წვრილი მასშტაბით ასლის გადასაღებად გეგმაზე (ორიგინალზე) უშუალოდ ფანქრით უნდა გატარდეს კუადრატების ან სამკუთხედების ბაღე ან მასზე გადაეფაროთ ამდგობარადეე დამზადებული კალკა (ცვილულა), ასეთივე ბაღე მზადდება სასურველ, (იგივე ან წვრილ) მასშტაბში კარგ სახაზავ ქაღალდზე, რომელზეც პროპორციული ფარგლით თანამიმდევრობით გადააქვთ ბაღის ხაზებისა და ორიგინალის წვლილადების კონტურების გადაკვეთის შესაბამისი მონაკვეთები. ეს სამუშაო სრულდება ძლიერ ნელი ტემპით, მხოლოდ მაღალი სიზუსტით.

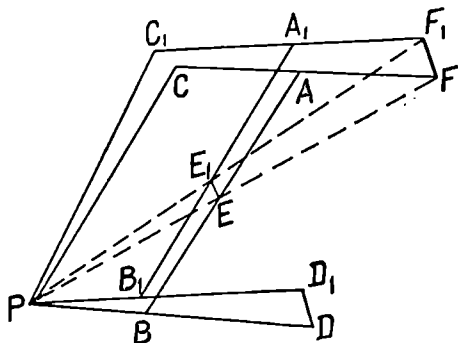
### B. პანტოგრაფი და მისი გამოყენება

ორიგინალიდან ასლების გადაღება პანტოგრაფით უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე პროპორციული ფარგლით.

პანტოგრაფი წარმოადგენს  $DP$ ,  $PC$ ,  $CF$ ,  $AB$  სახაზავებისაგან



შედგენილ პარალელოგრამის სახის ოთხ წერტილში სახსრულად შეერთებულ კონსტრუქციას.  $B, P, C, A$  სახსრების მიმართ აღნიშნულ სახსრებს შეუძლია ბრუნვა, რაც სხვადა-



ნახ. 9.5.1.2.

სხვა მასშტაბში გვე-  
ნის ორიგინალიდან ას-  
ლების გადაღების სა-  
შუალებას იძლევა  
(ნახ. 2).  $P$  წერტილი  
მაგრდება უმოძრაოდ  
და ჩნდება პოლუს-  
სად,  $E$  წერტილში  
აყენებენ ფანქარს, ხო-  
ლო  $F$  წერტილში მა-  
გრდება კონტურებზე  
გასაყოლებელი წვეტი-  
ანა. სამივე წერტილი  
ძევეს ერთ წრფეზე.  
 $PCF$  და  $EAF$  მსგავ-

სი სამკუთხედების მიხედვით შეიძლება დავწეროთ პროპორციები:

$$\frac{PC}{EA} = \frac{CF}{AF} = \frac{PF}{EF} \quad (9.5.1.3)$$

გადავადგილოთ შემოსავლები  $F$  წვეტიანა  $F_1$  წერტილში, ვნახავთ, რომ გასაყოლებელი წვეტიანას  $FF_1$  წრფივი მონაკვეთით გადაადგილების გამო ფანქარი დახრავს მის პარალელურ და პანტოგრაფით დაყენებულ პროპორციულ  $EE_1$  მონაკვეთს. ამავე დროს  $P$  პოლუსის,  $E_1$  ფანქრის და  $F_1$  წვეტიანის წერტილები იქნება ერთ წრფეზე. მართლაც, პანტოგრაფის ახალი მდებარეობის მიხედვით დაკული იქნება შემდეგი ფარდობები:

$$\frac{PC_1}{E_1A_1} = \frac{C_1F_1}{A_1F_1} \quad (a)$$

და, როგორც შესაბამისნი,  $C_1$  და  $A_1$  კუთხეები იქნება ტოლი. ამიტომ  $PC_1F_1$  და  $E_1A_1F_1$  სამკუთხედები მსგავსია; აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ  $P, E_1$  და  $F_1$  წერტილები ძევეს ერთ წრფეზე, რაც უფლებას გვაძლევს (ა) ტოლობას შევეუერთოთ (3) ტოლობა.

$$\frac{PC_1}{E_1A_1} = \frac{C_1F_1}{A_1F_1} = \frac{PF_1}{E_1F_1} \quad (9.5.1.4)$$

(3) და (4) დამოკიდებულებების შედარებით შეიძლება მივიღოთ, რომ  $PC = PC_1$ ;  $EA = E_1A_1$ ;  $CF = C_1F_1$  და  $AF = A_1F_1$ , ამიტომ გვაქვს შემდეგი პროპორცია:

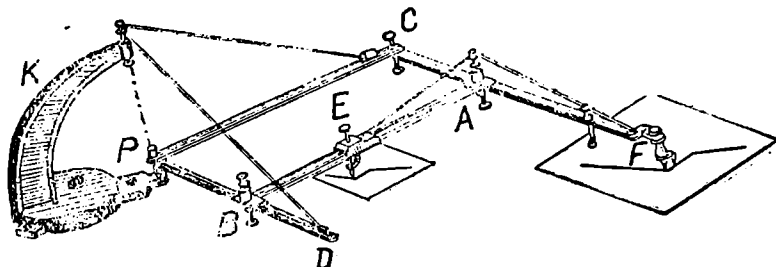
$$\frac{PF}{EF} = \frac{PF_1}{E_1F_1} \quad (9.5.1.5)$$

(5) პროპორციისა და  $P$  წვერისთან კუთხეთა ტოლობის გამო  $PEE_1$  და  $PFF_1$

სამკუთხედები მსგავსია, მაშასადამე,  $FF_1$  და  $EE_1$  მონაკვეთები პარალელურია და პანტოგრაფით დაყენების შესაბამისად პროპორციული.

$AB$  სახაზავზე  $E$  წერტილში ფანქრის დაყენებით ხდება ორიგინალის ასლის შემციირება სასურველ მასშტაბში, რისთვისაც  $AB$  სახაზავზეა დატანილი შტრიხები წარწერებით:  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$  და ა. შ. ასეთივე შტრიხები და წარწერებია  $PD$  და  $CF$  სახაზავზე, ამავე ღროს მათზე იქნება დანიშნული  $PB$  და  $CA$  ტოლი მონაკვეთები.

როგორც აღნიშნული იყო, პანტოგრაფის მთავარ ნაწილს წარმოადგენს სახსრებით შეერთებული ლითონის ოთხი ღერო, რომლებიც ქმნიან მოძრავ პარალელოგრამს (ნახ. 3). საშუალო  $AB$  ღერო შეიძლება გადაადგილდეს ორი



ნახ 9.5.1.3.

$DP$  და  $FC$  ღეროს გასწვრივ და სასურველ მდგომარეობაში დამაგრდეს  $A$  და  $B$  ხრახნებით. საშუალო  $AB$  ღეროზეა მოძრავი ქურო, რომელშიც გაყრილია და მაგრდება  $E$  ფანქარი ასლის გადასაღებად;  $P$  არის პოლუსი, რომელშიც გადის პანტოგრაფის ღერძი;  $F$  არის ორიგინალის კონტურზე შემოსატარებელი წვეტანა. აღნიშნული ღეროები დაკიდებულია მავთულებით  $K$  ოწინარზე. პანტოგრაფს აყენებენ ისე, რომ ღეროები დადგეს პორიზონტულად, რომელიც მიიღწევა აღნიშნული მავთულებისა და თარაზოს დახმარებით. საწყისად ითვლება პანტოგრაფის ისეთი მდებარეობა, რომელიც მოგვცემს ღეროებს შორის მართ კუთხეებს. თუ დავაყენებთ პანტოგრაფს ისე, რომ დაცული იყოს ტოლობები  $AC=BP=BE$ . მაშინ  $P$ ,  $E$ ,  $F$  წერტილები იქნება ერთ წრფეზე და  $E$  ფანქარი დახაზავს ორიგინალის ასლს, რომელსაც შემოვატარებთ  $F$  წვეტანას. მაგალითად, თუ გვინდა გადავიღოთ ორჯერ შემციირებული ასლი, ეთქვათ,  $1:5000$  ორიგინალიდან ასლი  $1:10000$  მასშტაბში, შუა  $AB$  და გვერდითი  $DP$  და  $FC$  ღეროებზე  $E$ ,  $A$  და  $B$  ქუროები უნდა გადაადგილდეს და დამაგრდეს  $1/2$  წარწერიდან შტრიხზე. ასლის გადიღებისათვის, ე.ი. მსხვილ მასშტაბში ასლის გადაღებისათვის, ურთიერთ უნდა შეიცვალოს ორიგინალისა და ასლის ქალაღის მდებარეობა და ფანქრისა და წვეტანას ადგილები. ვინაიდან ასლის მასშტაბის გამსხვილებით მცირდება სიზუსტე, ამ ღონისძიებას ნაკლებად მიმართავენ. ასე მიმდინარეობს ნებისმიერ მასშტაბში ორიგინალიდან ასლის მიღება. მაშასადამე, ასლის ადგილას

იღება სახაზავი ქალაღი, რომელზეც ფანქრით იხაზება ასლი სასურველ მასშტაბში წვეტანას ორიგინალის ობიექტების კონტურებზე შემოტარების შედეგად. კონტურიდან სხვა კონტურზე გადასვლის დროს ფანქარი ოღნავ აიწვევა მასზე მიმაგრებულ წვეტანასთან არსებული ძაფის დაკვიმვის შედეგად.

### ც. ასლის გადაღების გრაფიკული მეთოდები

გრაფიკული ხერხით გეგმის ორიგინალის მასშტაბის შეუცვლელად ასლი მიიღება ორიგინალიდან კონტურების მახასიათებელი წერტილების გადაჩხვლვებით ან ორიგინალის ქვეშ გრაფიტის ქალაღის დაფენით და ორიგინალის კონტურებზე წაწვეტებული ჩხირის შემოტარებით.

პირველ შემთხვევაში სახაზავ ქალაღზე აფარებენ გადასაღებ გეგმას (საერთოდ, ნახაზ-ორიგინალს) და ორივეს ერთად კნობებით ამარებენ მაგიდაზე ან სახაზავ დაფაზე. შემდეგ რეისფედერის ტარზე მიმაგრებული წვეტანით ან ქინძისთავისაგან გაკეთებული საჩხვლვით ვახდენთ სააგეგმო სვლების გადატების წვეროების, საყრდენი სააგეგმო წარტილების კონტურების გადაღუნვის მახასიათებელი წერტილების ჩაჩხვლვტას. შემდეგ ორიგინალს ხსნიან და დადებენ ისე, რომ მუშაობის პერიოდში იგი იყოს თვალწინ, რომლის გამოყენებით დაჩხვლვტულ წერტილებს შორის ასლის ქალაღზე ფანქრით ატარებენ კონტურებს, საჭიროებისამებრ იყენებენ სახაზავს, სადაც საჭირო იქნება წრფივი კონტურების გატარება.

მეორე შემთხვევაში საჭიროა გვექონდეს გრაფიტის ქალაღი ან თვით დავაშხადოთ. გრაფიტის ქალაღის დასაშხადებლად ჭაყყით უნდა გაიფხიკოს რბილი ფანქრის გრაფიტი და მიღებული ფხენილი ტილოს სუფთა ნაჭრით გაიშალოს და თანაბრად მოეცხოს საწერ ქალაღს. ამ ქალაღს გრაფიტის მხარით აფარებენ ასლის გადასაღებ ქალაღს, მათ ზემოთ აფარებენ ორიგინალს და ყველას ერთად კნობებით ამარებენ სახაზავ დაფაზე. ორიგინალის კონტურებზე და ხაზებზე შემოატარებენ ძვლის ან მაგარი ხისაგან დაშხადებულ ბლაგვ წვეტთან ჩხირს. შემდეგ დაფიდან ხსნიან ორიგინალს და გრაფიტის ქალაღს, სულის შებერვით ასუფთავებენ ასლის ქალაღს გრაფიტის მტერისაგან და შეუდგებიან კონტურების გამოხაზვას ტუშით. ორივე მეთოდის ნაკლი ის არის, რომ ამ ღონისძიების გატარებით ორიგინალი ფუჭდება და რამდენიმეჯერ ამ მეთოდებით ასლის გადაღების შედეგად ორიგინალი უვარგისი ხდება. ამის გამო განხილად მეთოდებს უკიდურეს შემთხვევაში მიმართავენ.

კარგ მეთოდად ითვლება მინაზე ასლის გადაღება. ამისათვის ამზადებენ მინის პულტს ან სახაზავ მაგიდას მინის სახურავით. სქელ მინას გარს ავლებენ ხის ჩარჩოს, რომელსაც იყენებენ ორიგინალისა და ასლის ქალაღის მინაზე მისამარებლად. ადრე ასლის გადასაღებლად იყენებდნენ დღის სინათლეს. ამჟამად ამზადებენ საგანგებო მაგიდებს მინის სახურავით, რომლის ქვეშაა მოწყობილი ძლიერი ელექტრონათურები რეფლექტორებით. ასეთ მინაზე ამარებენ ორიგინალს, მასზე—ასლის ქალაღს და დიდი სინათლის ხელშეწყობით ასლს იღებენ ტუშით. უმთავრესად ასლის ქალაღად იყენებენ კალკას ან ცვილულას და შემდეგ ლითოგრაფიული წესით ასლს ამრავლებენ.

## D. სინათლის მეთოდით ასლის გაღადება

სინათლის მგრძობიარე ფორფიტების ან ქალაღდის გამოყენებით სწრაფად და ნებისმიერი რაოდენობით იღებენ ასლებს. ამ მიზნით ორიგინალიდან იღებენ კალკაზე ასლს, შემდეგ აფარებენ მათ სინათლის მგრძობიარე ქალაღდზე და ამავრებენ ჩარჩოში ჩასმულ მინაზე; დღის სინათლის ან ძლიერი ელექტრო სინათლის საშუალებით იღებენ ასლს. ასლზე გადატანილ წვლილაღდებს ამავრებენ და რეცხავენ სათანადო ქიმიური ხსნარებით.

ფოტოგრაფიის გამოყენებით შეიძლება მიღებული იქნეს როგორც ასლი ორიგინალის მასშტაბში, ისე ნებისმიერ წვრილ მასშტაბში.

სინათლის მეთოდით ასლის გადაღების ნაკლები ის არის, რომ სველი დამუშავების შედეგად ასლის ქალაღდი ვანიცილის არათანაბარ დეფორმაციას და გეგმის სიზუსტე მცირდება, რის შედეგად წმინდა გეოდეზიური სამუშაოების შესრულების დროს ამ მეთოდის გამოყენებას ერიდებიან ან ასრულებენ უაღრესად დიდი სიფრთხილით.

### 9.5.2. ნახევრად ინსტრუმენტული, ამროვიზუალური და თვალზომითი აბეგვებები

#### A. ნახევრად ინსტრუმენტული აბეგვებები

ნახევრად ინსტრუმენტულს უწოდებენ დაბალი სიზუსტის აბეგვებები: მცირე ბლოკ-მენზულით და კიპრეგულით ან გონიომეტრით (ნახ. 6. 7. 2. 14). განხილადი აბეგვებები სრულდება წვრილ 1 : 50 000 — 1 : 100 000 მასშტაბებში და შედარებით მცირე დროში ხდება დიდი სივრცეების აბეგვებები. ზოგ შემთხვევაში შეიძლება მცირე მენზულისა და კიპრეგულის ნაცვლად გამოყენებულ იქნეს შიმშა-ალიდადა და ბუსოლი. გარდა შემოთქმულია, ამ სახის აბეგვის ძირითადი დამახასიათებელია ის, რომ ინსტრუმენტებით განისაზღვრება მხოლოდ ძირითადი საყრდენი წერტილები, წვლილაღები კი აიღება თვალზომით.

მცირე ბლოკმენზულა შედგება დაფისა და შტატივისაგან. დაფა პირდაპირ ჩამოეცმება შტატივის თავის პოჟოჟიკს და მიეცემა პორიზონტული მდებარეობა ორიენტირ-ბოსოლის ისრის გამოყენებით ან თვალზომით შტატივის ფეხების გადაწევით. აბეგვის დროს პირველ რიგში აყენებენ სარებს, ზომავენ ბაზისს და ადგენენ გეომეტრიულ ქსელს, მხოლოდ მენზულური აბეგვებისაგან განსხვავებით, სარებს აყენებენ უფრო ნაკლები რაოდენობით, იღებენ სამკუთხედების გვერდებს შედარებით დიდებს, ქსელში აქევეენ რაც შეიძლება დიდი რაოდენობით მკაფიო კონტურების მქონე ადგილობრივ რჩეულ ობიექტებს და იყენებენ მათ სარების დაყენების გარეშე (ასეთი საგნებია, მაგალითად, გორებისა და ბორცვების წვეროები, მდინარეების მაღალი ნაპირები და სხვ.). სიჩქარის მიზნით საყრდენ ქსელს არ ანვითარებენ მთელ პლან-შეტზე და მას ადგენენ ნაწილ-ნაწილ აბეგვის სვლის თანადროულად, ე. ი. ისე, როგორც ეს კეთდება აბეგვების დროს — გადავივართ ასაბეგმაი ტერიტორიის შემდეგ ნაწილზე მას შემდეგ, რაც წინა ნაწილი აბეგვილია. ამავე დროს ქსელის წერტილების დანიშნა არ ხდება იმ მოთხოვნების შესაბამისად, რაც მიღებულია მენზულით სვლების დროს; აქ მიღებული სამკუთხედების ფორმები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია ტოლგვერდა სამკუთხედებისაგან.

მაგალითად, აქ ყოველი საყრდენი წერტილი განისაზღვრება არა სამკუთხედებიდან, არამედ ქსელის ნებისმიერი ორი მიზობელი წერტილიდან ორი მიმართების გადაკვეთით. სარებს აყენებენ იმდენად, რამდენადაც ეს აუცილებელია ქსელის ყველა წერტილის ასაგეგმავად.

განხილავთ აგეგმვების დროს გადასასვლელ ანუ სადგურების წერტილებს ილიბენ შედარებით დიდ მანძილებზე, როგორცაა 1—3 კილომეტრამდე. ამ მანძილებს საზღვრავენ შემდეგნაირად: სასურველ წერტილზე ბლოკ-მენზულის დაფა ორიენტირ-ბუსოლის ისრის საშუალებით ან თვალთ მოკყავთ თარაზულად, ორიენტირ-ბუსოლით აორიენტირებენ დაფას და ამაგრებენ. კიბრეველით ან შიშა ალიდადით თანამიმდევრობით უმიზნებენ პლანშეტზე დატანილი წერტილების გამოყენებით ადგილზე ხილულ გეომეტრიული ქსელის ორ წერტილს და შებრუნებული გადაკვეთის ხერხით პლანშეტზე ადგენენ სადგურის მდებარეობას. ცხადია, ასეთი ღონისძიებებით განსაზღვრული სადგურები იქნება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი და ქსელის გეომეტრიულ პირობებს არ დააკმაყოფილებს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ეს დასაშვებია. ასეთი სადგურებს ირჩევენ შედარებით მაღალი ჰორიზონტის მქონე წერტილებში ან იმ ადგილებში, სადაც დიდი რაოდენობაა წვილიადებისა. პლანშეტზე სადგურის დანიშნის შემდეგ აწარმოებენ გარემოს დამზერის ხერხით კონტურების თვალზომით ჩახატვას. ამ დროს საჭიროა ვისარგებლოთ ადგილობრივი საგნების თვალსაჩინო და საყრდენ პუნქტებს შორის გასწვრივობაში მდებარეობით. მაგალითად, პლანშეტზე გავატარებთ რა მიმართებას ადგილობრივ თვალსაჩინო წერტილზე, ქსელის პუნქტზე ან ადგილის გამოჩეულ წერტილზე, მიდიან ამ ხაზის გასწვრივობისაკენ და ბიჭობით ქალაღზე გადააქვთ გასწვრივობის ხაზისა და მდინარის, გზის, რაიმე კონტურის გადაკვეთის წერტილები, აგრეთვე გასწვრივობის ორივე მხარეს თვალზომით ხატავენ; გაივლიან რა გარკვეულ მანძილს გასწვრივობისაკენ, შეიძლება შებრუნდნენ ახალ მიმართულებით პლანშეტზე გადატანილი რაიმე საყრდენი ან განსაკუთრებული წერტილისაკენ და ამ ახალი მიმართებით აწარმოონ თვალზომით აგეგმვა. ბოლოს გასწვრივობით სვლის თვალზომითი ანაგეგმი მასალა გადააქვთ პლანშეტზე. იმავე სადგურიდან საჭიროა მიმართებების აღება შორეულ საორიენტირო საგნებზე იმ ანგარიშით, რომ შემდეგი სადგურებიდან გადაკვეთით ისინი განისაზღვრებიან პლანშეტზე და გამოიყენებიან შემდგომი აგეგმვების დროს. ცხადია, აქ გადაკვეთების მეთოდის გამოყენება შეიძლება ადგილობრივი საგნების მდებარეობის პლანშეტზე გადატანისათვის.

რელიეფის გადაღება სრულდება შემდეგნაირად: როცა გვაქვს მცირე კიბრეველი ვერტიკალური წრედით, მაშინ ცნობილი წესით განისაზღვრება ქსელის წერტილებისა და ადგილობრივი საგნების ნიშნულები, მათი საშუალებით კი შებრუნებული გადაცემის მეთოდით — სადგურების ნიშნულები. შემდეგ ყოველი სადგურიდან ცნობილი წესით გადაიღება სასიმალო წერტილები (მწვერვალები, ტაფობის წერტილები, წყალგამყოფი, წყალშემკრები და სხვა წერტილები). აღნიშნული წერტილების გამოყენებით თვალზომით ატარებენ იზოჰიფსებს ფანქრით. ყოველივე მოწმდება უშუალოდ ველზე ადგილის გულდასმით დათვალეობით.

როცა სამუშაო სრულდება შიმშა-ალიდადით, მაშინ ვიღებთ მხოლოდ ჰორიზონტულ გეგმას და რელიეფის ზოგად ფორმებსა და მოხაზულობებს, გადაღებულს თვალზომით.

ნახევრად ინსტრუმენტულ აგეგმვებს ნაყოფიერად იყენებენ უკვე არსებული გეგმების ახალი კონტურებით შევსებისათვის.

აგეგმვების ნაყოფიერად შესრულების მიზნით ხშირად ძველი რუკებიდან პლანშეტზე სათანადო მასშტაბში გადააქვთ ისეთი პუნქტები, რომლებიც ადგილზე არიან და არ დაუკარგავთ თავიანთი მნიშვნელობები; მათზე დაყრდნობით ასრულებენ ნახევრად ინსტრუმენტულ აგეგმვებს.

როგორც აღნიშნული იყო, ნახევრად ინსტრუმენტულს ეკუთვნის გონიომეტრით სელის შესრულებული აგეგმვა. ამ დროს ადგილის ყოველი წველილადი აიგეგმება თვალზომით. გონიომეტრი ულარტყო მანძილზომთან და ეკლიმეტრთან ერთად შეიძლება გამოვიყენოთ რეკონოსიციების დროს.

### **ბ. აეროვიზუალური აგეგმვები**

აეროვიზუალური ანუ აერომხედველობითი აგეგმვა ეწოდება თვითმფრინავიდან ან ვერტმფრენიდან თვალზომით მარშრუტულ აგეგმვას. იგი სრულდება 100—2000 მ სიმალიდან. დეტალურად შესწავლილი უბნები გადაიღება 100—200 მ სიმალიდან. გადაღებული ობიექტები მაგრდება რუკებზე და ფოტოსურათებზე ჩაწერების ან ჩანახატების საშუალებით. ფრენის სიმაღლეების ჩაწერები ხდება ბაროგრაფებით ან რადიოსიმალზომებით. მანძილების გასაზომად იყენებენ ულარტყო მანძილზომებს. დამახასიათებელი ადგილების ფოტოგრაფირება სრულდება აეროფოტოკამერებით. იმდენად სწრაფად იცვლება თვითმფრინავიდან გადასაღები ობიექტები, რომ ამგეგმავები წყვეტილად ასწრებენ ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ობიექტის ჩანახატებსა და ჩაწერებს. თვითმფრინავიდან გადაღებული გეგმა ივსება და სწორდება მასალის კამერულად დამუშავების დროს.

აეროვიზუალური აგეგმვები წინ უსწრებს ადგილის აეროფოტოაგეგმვებს, რითაც შესრულებული აეროფოტოაგეგმვების შესწორების შესაძლებლობა იქმნება. ზოგჯერ აეროვიზუალური აგეგმვებით მიღებული მასალებით ავსებენ მიწაზე შესრულებულ რეკონოსიციებით მიღებულ მასალებს. აეროვიზუალური დაკვირვებები სრულდება რკინიგზებისა და საავტომობილო გზების კვლევა-ძიების დროს. აეროვიზუალური ძიება გზების ხელსაყრელი ტრასების შერჩევისა და მოსალოდნელი დაბრკოლებების დადგენის მასალას იძლევა.

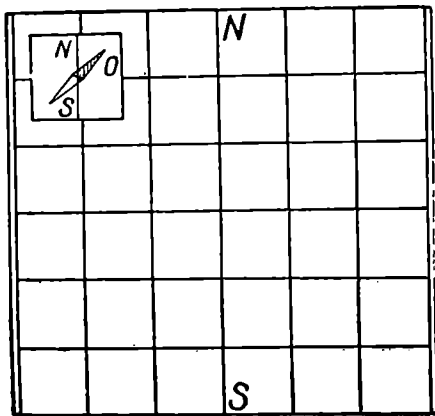
აეროვიზუალური ძიება მოითხოვს შემსრულებლების დიდ გამოცდილებასა და ადგილის დემიფირირების ცოდნას. იგი კარგ შედეგს იძლევა აეროფოტოაგეგმვებისა და მიწაზე გამოჩაკვლევ მონაცემთა თანადროულად დამუშავების შედეგად.

### **ც. თვალზომითი აგეგმვები**

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა აგეგმვების შესრულება მოკლე დროში დაბალი სიზუსტით, მიმართავენ თვალზომით აგეგმვებს. მისგან მოითხოვება: ს ი ს წ რ ა ფ ე, გ ა რ კ ე ე უ ლ ო ბ ა და თ ვ ა ლ ს ა ჩ ი ნ ო ბ ე ბ ა. მას უმთავრესად იყენებენ ნაკლებად შესწავლილ რაიონებში, ექსპედიციებში, საინ-

ეინრო კვლევა-ძიების დროს ადგილის გასაცნობად და სამუშაოთა შესრულების საორგანიზაციო გეგმების შესადგენად, სამხედრო მიზნებისათვის და სხვ. თვალზომით აგეგმვებს, ჩვეულებრივ, ასრულებენ წერილ მასშტაბში: 2 სმ 400 მ ან 5 კმ ანუ 1:20 000—1:250 000 მასშტაბებში. ამჟამად უფრო ადგენენ 1:100 000 მასშტაბიან გეგმებს.

საჭიროებისამებრ სრულდება დიდი მოედნებისა და მარშრუტების აგეგმვები. პირველი სრულდება დიდი ჰიდროტექნიკური, სამრეწველო და სხვა ამდაგვარი ნაგებობების მშენებლობისათვის საჭირო ტერიტორიების მიმოკვლევების დროს, მეორე კი — ზოლური ნაგებობების (გზები, არხები, ძალიანი ძაბვის ელექტროხაზები, მილგაყვანილობები და სხვ.) მშენებლობისათვის საჭირო ტერიტორიების მიმოკვლევების დროს, გეოლოგიური კვლევა-ძიების დროს და სხვ. აგეგმვის სისწრაფეს აღწევენ მანძილების, კუთხეების და ნიშნულების უმარტივესი მეთოდებით განსაზღვრებით. პირველი მიიღწევა ამგეგმავის მიერ საინჟინრო გეოდეზიის მეშვიდე ტომში (7. 2. 1) „უმარტივესი ხერხით მანძილების გაზომვის“ გულდასმით შესწავლისა და შესრულების შედეგად; მეორე და მესამე მიიღწევა



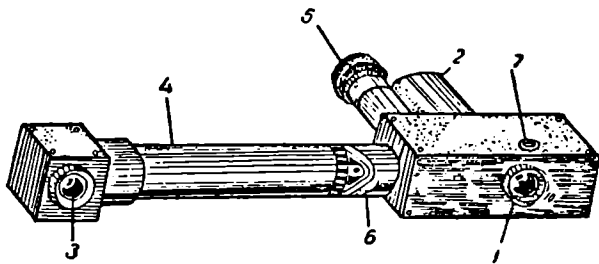
ნახ. 9.5.2.1.

კომპასის ან შმალკალდერის ბუსოლის ნაყოფიერად გამოყენების შედეგად, რაც შეიძლება შესწავლილ იქნეს საინჟინრო გეოდეზიის მეექვსე ტომში (6.7.2). აქვე დაეძინთ, რომ შიგა და შიგ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ანეროიდი ან მენდლეევის დიფერენციალური ბარომეტრი, რაც შეიძლება შესწავლილ იქნეს საინჟინრო გეოდეზიის მეორე ტომის მეათე თავში (8.10). გეგმის გარკვეულობასა და თვალსაჩინოებას აღწევენ პირობითი აღნიშვნების ნაყოფიერად გამო-

ყენებით, ისეთი ობიექტების გადაღებით, რომელთაც აქვთ საერთო საორიენტირო მნიშვნელობა და სხვ. ამგვემავს საჭიროა ჰქონდეს გენერალიზაციის დიდი უნარი. გარდა ზემოთ მოყვანილი ინსტრუმენტებისა და ხელსაწყოებისა, ამგვემავს საჭიროა ჰქონდეს პლანშეტის აქადალდე, რომელზეც გატარებული იქნება კილომეტრული ბადე მოცემულ მასშტაბში, მის ზედა მარცხენა კუთხეზე უნდა დამაგრდეს კომპასი (ნახ. 1) ისე, რომ პლანშეტისა და კომპასის NS პარალელები იქნეს; საჭიროა სამიზნე სახაზავი (ნახ. 2. 3. 4. 9), რაც ცელის ალიდადას დიოპტრებით. ამ სახაზავით ხდება საგნებზე დამიზნება, მიმართების ხაზების გატარება და მანძილების გადაზომვა პლანშეტზე. უკიდურეს შემთხვევაში შეიძლება აგეგმვა ვაწარმოოთ მხოლოდ საქალა-

ღებე და ასევე უბის წინაკში. ნაყოფიერად გამოიყენება ხელის ან ულარტყო მანძილშობები (ნახ. 2).

ხელის მანძილშობის სამიზნე საგნებს წარმოადგენს: ხე, სვეტი, კოშკი და ა. შ. სამიზნე საგნიდან წამოსული სხივები გაივლის სარკმელს 1 და შედის კოლოფში 2 მოთავსებული კომპენსატორიანი ობიექტივის ზედა ნახევარში, ხოლო იმავე საგნიდან წამოსული სხივები გაივლის რა სარკმელში 3, მილაკში 4 მოთავსებული პრიზმების საშუალებით შედის იმავე ობიექტივის ქვედა ნახევარში, რის შედეგად ოკულარში 5 მივიღებთ ერთი და იმავე



ნახ. 9.5.2.2.

საგნის ორ გამოსახულებას. მოცემული 1—3 ბაზისისათვის სამიზნე საგნამდე მანძილს შეესაბამება გარკვეული მანძილი მათ გამოსახულებებს შორის. ეს უკანასკნელი იზომება კომპენსატორის საშუალებით მიღებული გამოსახულებების შეთავსებით, რაც სრულდება ლილეაკით 6. სათანადო ანათვალს იღებენ მაჩვენებლით სკალაზე, რომელიც ჩანს ლუპაში 7. სკალის შარჯენა ნაწილი იძლევა სამიზნე საგნამდე მანძილს მეტრებში. ამ მანძილშობით შეიძლება მუშაობა ბაზისის ნებისმიერ მდებარეობაში, მაგრამ უფრო ზუსტია, როცა ბაზისი დგას ჰორიზონტულად.

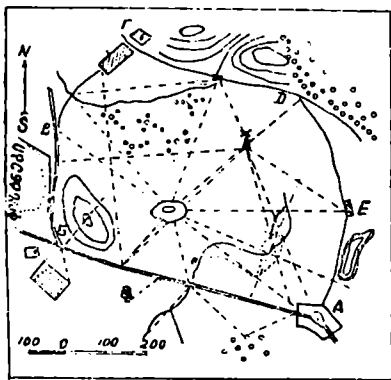
ძირითადად თვალშობითი აგეგმვები სრულდება ისე, როგორც მენზულური და ნახევრად ინსტრუმენტული აგეგმვები, მხოლოდ თვალშობით აგეგმვებში ყოველი მეთოდი სრულდება მიახლოებით. მაგალითად, შახძილები ძირითადად იზომება თვალით, რის გამო ამგეგმავისაგან მოითხოვს დიდ გამოცდილებასა და ცოდნას, ზემოთ მითითებული მასალის გულდასმით შესწავლას. სიტუაციის გადაღება სრულდება ისე, როგორც ინსტრუმენტული აგეგმვების დროს. პლანშეტზე საყრდენი წერტილების მდებარეობა განისაზღვრება პირდაპირი და შებრუნებული გადაკვეთით და შემოვლის ხერხით. წელილადებს იღებენ პოლარული (გარემო დამზერის) ხერხით, აგრეთვე იყენებენ გასწვრივობისა და პერპენდიკულარების ხერხს. რელიეფის გამოსახვისათვის სიმალეები ისაზღვრება თვალით ან უფრო ზუსტად ამგეგმავის სიმალლეზე ეკლიმეტრით დახრის კუთხეებისა და მანძილების (თვალშობით, ბიჭებით ან შახძილშობით განაზომთა) გამონათვლების გამოყენებით. უფრო



ზუსტი და მოხერხებულია ანეროიდით ან მენდლეევის ბარომეტრით სიმაღლეების გაზომვა.

დიდი მოედნების აგებმები სრულდება რამდენიმე წრიული შეთვის ხერხით ისე, რომ ყოველი წრე იყოს შედარებით მცირე. განვიხილოთ ერთი მცირე წრე (ნახ. 3).

პირველ რიგში უნდა დავიაროთ აღნიშნული ტერიტორია და დავხიშნოთ შემოვლის წრის შესაბამისი A, B, B, Γ, Δ, E წერტილები, შემდეგ კი შიგნით ავაგოთ დამატებითი სელები. პირველ A წერტილს ნიშნავენ პლანშეტზე იმ ვარაუდით, რომ მთელი წრე დაეტიოს პლანშეტზე. პლანშეტს აორიენტირებენ მასზე დამატებული კომპასით, მიაღებენ A წერტილს სამიზნე სახაზავს და უმიზნებენ [იან B წერტილს და AB მიმართებას ფანქრით ხაზავენ პლანშეტზე. ამის შემდეგ პლანშეტის ორიენტირების დაურღვევლად პოლარული ხერხით (საქიროებისამებრ, გასწვრივობის, პერპენდიკულარების და სხვა ხერხის დახმარებით), მანძილების თვალზომითი აღებით პლანშეტზე გადააქეთ წვლილადები (შორეულ საგნებს გადაკვეთის ხერხით საზღვრავენ). თანადროულად ხდება რელიეფის ხატვა იზოჰიფსებით. გარემოს დაშვრის შემდეგ აგეგმავი მიემართება AB მიმართებით, ბიჯით ზომავს მანძილებს და აწარმოებს სვლის მარჯვნივ და მარცხნივ წვლილადების აგებმებს. აგეგმავი



ნახ. 9.5.2.3.

მიევა რა B წერტილში, მასშტაბში ბიჯებით განაზომ AB სიგრძეს და ნიშნავს პლანშეტზე. აორიენტირებს პლანშეტს B წერტილზე და აკონტროლებს პლანშეტზე არსებული წერტილების ორიენტირების სისწორეს. B წერტილზე სრულდება ყოველივე ისე, როგორც A წერტილზე. ანალოგიურად სრულდება ყველა წერტილზე სამუშაო და A წერტილში დაბრუნებისას შეუკრელობა დასაშვებია პერიმეტრის 1:50 — 1:75. დამაკმაყოფილებელი შეუკრელობის გამო პოლიგონის კუთხეების გასწორადება ხდება პარალელური ხაზების ხერხით.

ასეთი თანამიმდევრობით ხდება დიდი ტერიტორიების აგებმები, რომლებიც შემდეგ ერთი რუკის სახით შეიკრება.

მარშრუტის აგებმეა სრულდება ზემოთ აღწერილი მეთოდებით, მხოლოდ აქ სვლა ხდება მომავალი ზოლური ნაგებობის ტრასის მიმართებით. გარდა ზოლში შემავალი წვლილადებისა, მის მარჯვნივ და მარცხნივ გადაკვეთების ხერხით დამატებით იღებენ საყურადღებო ობიექტებს (სიგნალები, კოშკურები, წისქვილები და სხვ.).

გეგმის გაფორმება ხდება ველზე. თუ დღისით ვერ მოესწრო რაიმეს შეტანა გეგმაში, მეორე დღეს პირველ რიგში ის უნდა შესრულდეს.

## ფართობების გამოთვლები

ადგილის უბნების ფართობების გამოთვლები სრულდება სახალხო მეურნეობის საგეგმო-ეკონომიკური და საინჟინრო-ტექნიკური ამოცანების ამოსახსნელად. პირველში იგულისხმება სახელმწიფოს, ოლქების, რაიონების, საბჭოთა მეურნეობების, კოლმეურნეობების, თესლობის ტერიტორიების, უბნების დაყოფის, საექსპლუატაციო ტყეების ტერიტორიების ოდენობების დადგენა. მეორეში კი შედის ქალაქმშენებლობისა და, საერთოდ, დასახლებული პუნქტების, პირობითი ნაგებობებისა და მათი აუზების, სამრეწველო ნაგებობების მშენებლობის, ზოლური ნაგებობების, აეროდრომებისა და სხვა საინჟინრო ტერიტორიების ოდენობების დადგენა.

ადგილის უბნების ფართობების ოდენობები განისაზღვრება ადგილზე არსებულ განაზომთა საშუალებით.

ადგილზე განაზომთა საშუალებით ფართობების გამოთვლა სრულდება:

A) გეომეტრიული ხერხით, სადაც გამოყოფილი ტერიტორია იყოფა უმარტივეს გეომეტრიულ ფიგურებად (სამკუთხედებად, ოთხკუთხედებად, ტრაპეციებად); მათი ელემენტების ველზე განაზომთა საშუალებით თანამიმდევრობით განისაზღვრება შესაბამისი ფართობები, რომლებიც ბოლოს იკრიბება;

B) ანალიზური ხერხით, სადაც მრავალკუთხედის წვეროების ცნობილი კოორდინატებით განისაზღვრება მათი ფართობები.

რუკაზე განაზომთა საშუალებით ფართობების გამოთვლა სრულდება:

A) გრაფიკული ხერხით, სადაც ისევე, როგორც გეომეტრიულ მეთოდში, მხოლოდ რუკაზე გამოყოფილი ტერიტორია იყოფა უმარტივეს გეომეტრიულ ფიგურებად (სამკუთხედები, მართკუთხედები, ტრაპეციები) და მათი ელემენტების რუკაზე განაზომთა საშუალებით თანამიმდევრობით განისაზღვრება შესაბამისი ფართობები და იკრიბება; B) უჭრედიანი კალკით და სერსეროთით; C) აწონვის ხერხით.

D) მექანიკური ხერხით — ამსლერ კორადის პლანიმეტრით და იმავე პლანიმეტრით სავიჩის ხერხით.

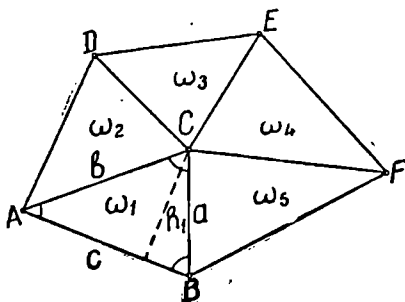
ზემოაღნიშნული მეთოდები გამოიყენება შეხამებით. საჭიროა ანგარიში გავუწიოთ იმას, რომ რუკებზე განაზომთა საშუალებით ფართობების გამოთვლა ხასიათდება ნაკლები სიზუსტით ადგილზე განაზომების მეთოდთან შედარებით, რადგანაც პირველ შემთხვევაში, გარდა ადგილზე განაზომებისა და გამოთვლების შეცდომებისა, ადგილი აქვს რუკის დაზავის, რუკაზე განაზომების და ქალაქის დეფორმაციის შეცდომებს; მაგრამ იგი ხასიათდება ნაკლები შრომატევადობით.

ზექოალნიშნული მეთოდებით განისაზღვრება ადგილის უბნების ჰორიზონტული ფართობების ოდენობები. თუ საჭირო გახდა ადგილის უბნების ფიზიკური ზედაპირის ფართობის ოდენობის დადგენა, უნდა განისაზღვროს განხილადი ფართობის საშუალო დაქანების კუთხის ოდენობა და მიღებული ჰორიზონტული ფართობი გაიყოს მის კოსინუსზე.

### 9. 6. 1. ადგილზე განსაზღვრეთ საშუალებით ფართობების ოდენობების განსაზღვრა

#### А. გეომეტრიული ხერხი

ფართობის ოდენობის გამოსათვლელ ტერიტორიას შეიძლება ჰქონდეს მრავალკუთხედის ფორმა ან იყოს მრუდხაზოვანი, მაგრამ შეიძლებოდა მისი ელემენტარულ წრფივგვერდებიან გეომეტრიულ ფიგურებად დაყოფა.



ნახ. 9.6.1.1.

ვთქვათ, განხილადი ტერიტორია დაყოფილია ხუთ სამკუთხედად (ნახ. 1).

გამოვითვალათ პირველი სამკუთხედის  $\omega_1$  ფართობის ოდენობა, რომელშიც  $h_1$  არის სიმაღლე;  $a, b, c$  არის  $A, B, C$  კუთხეების პირდაპირ მდებარე გვერდები. ადგილზე ერთგვაროვანი განაზომი ელემენტების გეომეტრიიდან ცნობილ ფორმულებში შეტანით მივიღებთ:

$$2\omega_1 = ch_1. \quad (9.6.1.1)$$

ანალოგიურად განისაზღვრება დანარჩენი სამკუთხედების ფართობები და შეიკრიბება; მაშასადამე, გამოსათვლელი ტერიტორიის ფართობის ოდენობა:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5. \quad (9.6.1.2)$$

#### В. ანალიზური ხერხი

განხილადი ხერხით განსაზღვრავენ მრავალკუთხედი' ფართობის ოდენობას მისი წვეროების ცნობილი მართკუთხა კოორდინატებით. (2) ნახაზის მიხედვით მრავალკუთხედის  $\omega$  ფართობის ოდენობა იქნება:

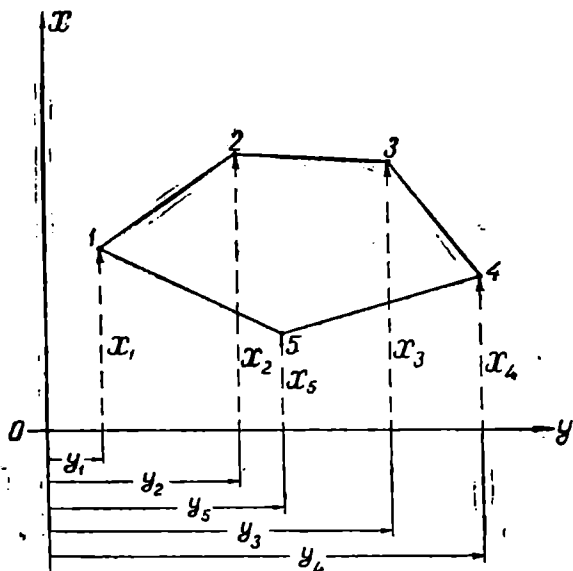
$$\begin{aligned} \omega = & \frac{x_1 + x_2}{2} (y_2 - y_1) + \frac{x_2 + x_3}{2} (y_3 - y_2) + \frac{x_3 + x_4}{2} (y_4 - y_3) - \\ & - \frac{x_1 + x_5}{2} (y_5 - y_1) - \frac{x_4 + x_5}{2} (y_4 - y_5). \end{aligned} \quad (9.6.1.3)$$

მიღებული ტოლობა გავამრავლოთ 2-ზე, ფრჩხილები გავხსნათ და შესაგვისი წევრები შევკრიბოთ, მივიღებთ:

$$2\omega = (x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_4 + x_4 y_5 + x_5 y_1) - (y_1 x_2 + y_2 x_3 + y_3 x_4 + y_4 x_5 + y_5 x_1). \quad (9.6.1.4)$$

(4) ტოლობა შეიძლება დაიწეროს კოორდინატების შემდეგნაირად დალაგებით და ირიბი გადამრავლებით:

$$\left. \begin{array}{cccccc} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} & x_{51} & x_{11} \\ \swarrow & \swarrow & \swarrow & \swarrow & \swarrow & \swarrow \\ y_{11} & y_{21} & y_{31} & y_{41} & y_{51} & y_{11} \end{array} \right\} \quad (9.6.1.5)$$



ნახ. 9.6.1.2.

(4) ტოლობა შეიძლება გადაიწეროს შემდეგნაირად:

$$2\omega = x_1(y_2 - y_5) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_5) + x_4(y_5 - y_1) + x_5(y_1 - y_4). \quad (9.6.1.6)$$

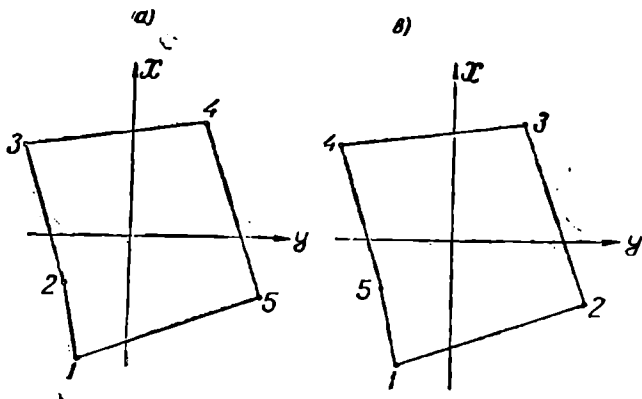
(6) ტოლობის ზოგადი სახე, მოწოდებული გაუსის მიერ, იქნება ასეთი:

$$2\omega = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}); \quad (9.6.1.6)$$

თუ (3) ნახაზს შევებარუნებთ  $x$  ღერძის მიმართ ისე, როგორც არის  $y$  ღერძის მიმართ, მიიღება (6) ტოლობის ანალოგიური ტოლობა:

$$2\omega = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}). \quad (9.6.1.7)$$

ცხადია, (4), (6), და (7) ტოლობებით გამონათვალნი ფართობების ოდენობები უნდა იყოს ურთიერთტოლები. ამაშია კონტროლის არსი. (6) და (7) ფორმულაში  $n$  არის პოლიგონის წვეროების რაოდენობა;  $i$ — წვეროების ნომერი, რომელიც იზრდება  $n$ -მდე საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. (6) და (7) ტოლობები შეიძლება ასე ჩამოყალიბდეს: იმ შემთხვევაში, როდეს-



ნახ. 9.6.1.3.

საც პოლიგონის წვეროების კოორდინატები განსაზღვრულია საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით სვლის შედეგად (ნახ. 3), პოლიგონის გაორკეცებული ფართობი უდრის ყოველი წვეროს აბსცისის წინა და უკანა წვეროს ორდინატების სხვაობებზე ნამრავლთა ჯამს ან ყოველი წვეროს ორდინატის უკანა და წინა წვეროს აბსცისების სხვაობებზე ნამრავლთა ჯამს.

როცა პოლიგონის წვეროების კოორდინატები განსაზღვრულია საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით (ე. ი.  $i$ -ც იზრდება ამ მიმართულებით) სვლის შედეგად, მაშინ (6) და (7) ტოლობების შესაბამისად დაიწერება:

$$2\omega = \sum_{i=1}^n x_i (y_{i-1} - y_{i+1}), \quad (9.6.1.8)$$

$$2\omega = \sum_{i=1}^n y_i (x_{i+1} - x_{i-1}) \quad (9.6.1.9)$$

(ნახ. 3). ე. ი. ამ შემთხვევაში პოლიგონის გოარკეცებული ფართობი უდრის ყოველი წვეროს აბსცისის უკანა წვეროსა და წინა წვეროს ორდინატების სხვაობებზე ნამრავლების ჯამს ან ყოველი წვეროს ორდინატის წინა და უკანა წვეროების აბსცისების სხვაობებზე ნამრავლთა ჯამს. (4) და (5) დამოკიდებულებებში საკლები გახდება მაკლებად და მაკლები საკლებად. აგრეთვე შუალედი კონტროლებისათვის იყენებენ შემდეგ დამოკიდებულებებს:

$$\sum_{i=1}^n (y_{i+1} - y_{i-1}) = \sum_{i=1}^n (x_{i-1} - x_{i+1}) = \sum_{i=1}^n (y_{i-1} - y_{i+1}) =$$

$$= \sum_{i=1}^n (x_{i+1} - x_{i-1}) = 0. \quad (9.6.1.10)$$

ანალიზური ხერხით ფართობების გამოთვლის მოთხოვნილი სიზუსტეა 1 : 1000. როცა ფართობი 200 ჰექტარზე ნაკლებია, გამოთვლების დაწყებამდე კოორდინატებს ამრგვალებენ 0,1 მეტრამდე, ხოლო 200 ჰექტარზე მეტი ფართობის შემთხვევაში — 1 მეტრამდე. (6), (7), (8), (9) ტოლობებში ნამრავლები შეიძლება დამრგვალდეს ერთ მეტრამდე.

მაგალითი 9. 6. 1. 1. განისაზღვროს პოლიგონის პორიზონტული ფართობის ოდენობა მისი კოორდინატების საშუალებით, (6), (7), (8), (9) და (5) ტოლობების შესაბამისად.

(6), (7) ტოლობებს შეესაბამება (1) სქემა (ნახ. 3<sup>ა</sup>), ხოლო (8), (9) ტოლობებს — (2) სქემა (ნახ. 3<sup>ბ</sup>).

სქემა 9.6.1.1

წვეროები	$x_i$ (ა)	$y_i$ (ბ)	$y_{i+1} - y_{i-1}$ (გ)	$x_{i-1} - x_{i+1}$ (დ)	$x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$ (ე)	$y_i (x_{i-1} - x_{i+1})$ (ვ)
1	2	3	4	5	6	7
1	-263,1	-74,0	-270,4	+6,5	+71 142	-481
2	-98,6	-101,2	-153,1	-310,7	+15 096	+31 443
3	+47,6	-227,1	+209,2	-237,1	+9958	+53 845
4	+138,5	+108,0	+396,3	+139,7	+54 888	+15 088
5	-92,1	+169,2	-182,0	-401,6	+16 762	+67 951
1	-263,1	-74,0	0,0	0,0	167 846	167 846

$$\omega = 83\ 923 \text{ მ}^2 = 8,39 \text{ ჰა}$$

სქემა 9.6.1.2

წვეროები	$x_i$ (ა)	$y_i$ (ბ)	$y_{i-1} - y_{i+1}$ (გ)	$x_{i+1} - x_{i-1}$ (დ)	$x_i (y_{i-1} - y_{i+1})$ (ე)	$y_i (x_{i+1} - x_{i-1})$ (ვ)
1	2	3	4	5	6	7
1	-263,1	-74,0	-270,4	+6,5	+71 142	-481
2	-92,1	+169,2	-182,0	-401,6	-16 762	+67 951
3	+138,5	+108,0	+396,3	+139,7	+54 888	+15 088
4	+47,6	-227,1	+209,2	-237,1	+9 958	+53 845
5	-98,6	-101,2	-153,1	-310,7	+15 096	+31 443
1	-263,1	-74,0	0,0	0,0	167 846 მ <sup>2</sup>	167 846 მ <sup>2</sup>

$$\omega = 83\ 923 \text{ მ}^2 = 8,39 \text{ ჰა}$$

0,1 მეტრამდე დამრგვალებული კოორდინატები ჩაწერილია მე-2 და მე-5 სვეტში (4) და (5) სვეტებში მოყვანილია კონტროლით დაკმაყოფილებულია (10) ტოლობები, აქაც გამონათვლები დამრგვალებულია 0,1 მეტრამდე. (6), (7) სვეტის ჩანაწერები კი დამრგვალებულია 1 მეტრამდე, რაც განხილად შემთხვევაში მცირე შეცდომას გამოიწვევს ფართობების გამოთვლაში. ორივე სქემის მეორე და მესამე სვეტებში კოორდინატების ჩანაწერებში პოლიგონის პირველი წვეროს კოორდინატები განმეორებულია (5) დამოკიდებულებით პოლიგონის ფართობის ოდენობის დადგენისათვის საჭირო ირიბი გადამრავლებისათვის. პირველ სქემაში მეორე და მესამე სვეტების, ხოლო მეორე სქემაში მესამე და მეორე სვეტის ჩანაწერთა ირიბი გადამრავლებით და შედეგთა სხვაობით მივიღებთ იმავე ( $w = 8,4$  ჰა) პასუხს.

### 9. 8. 2. რუკაზე განაზომთა საშუალებით ფართობების ოდენობების განსაზღვრა

#### 4. გრაფიკული ხერხი

ამ შემთხვევაშიც, ისევე როგორც წინა პარაგრაფში განხილულ გეომეტრიულ ხერხში, რუკაზე გასაზომად გამოყოფილ ტერიტორიას ყოფენ მარტივ ფიგურებად (სამკუთხედები, მართკუთხედები, ტრაპეციები) და თანამიმდევრობით განაზომი ელემენტების შესაბამისად იყენებენ ქვემოთ მოყვანილ ფორმულებს. (9. 6. 1. 1) ნახაზის მიხედვით:

$$\left. \begin{aligned} \text{ან} \quad & 2w = ch \\ & 2w = bc \sin A \\ \text{და ან} \quad & 2w = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)} \end{aligned} \right\} \quad (9.6.2.1)$$

სადაც (ჰერონის ფორმულაში)

$$P = \frac{a+b+c}{2}$$

(1) ნახაზის შემთხვევაში ანუ ოთხკუთხედის ფართობის გამოსათვლელად უნდა გაიზომოს მოპირდაპირე კუთხეები და მათი შესაბამისი გვერდები, მაშინ მისი ფართობი გამოითვლება ფორმულით:

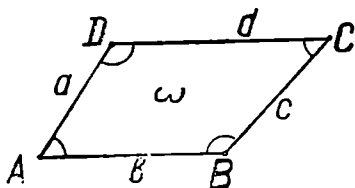
$$\left. \begin{aligned} \text{ან} \quad & 2w = ab \sin A + cd \sin C \\ & 2w = bc \sin B + ad \sin D \end{aligned} \right\} \quad (9.6.2.2)$$

ცალკეული ელემენტარული ფიგურების ფართობების განსაზღვრის მიზნით იყენებენ ფარგალს და სამიზნე. სახაზავს, საჭიროებისამებრ ტრანსპორტირს, რათა სათანადო მასშტაბში გამოისახოს გაზომილი ელემენტები ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში შესატანად. ელემენტარული ფიგურები (ვთქვათ,

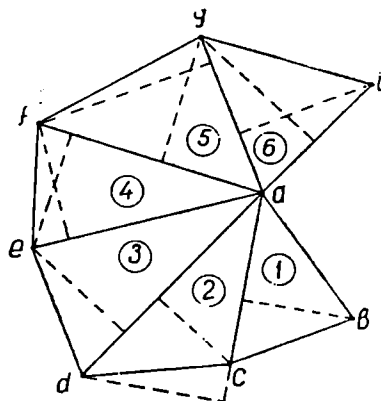
სამკუთხედები) უნდა გაიზომოს ორ-ორჯერ მისი სხვადასხვა ელემენტების განზომებით. ორივე განზომილი შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს:

$$M = 1,4\sqrt{e^2 + h^2}, \quad (9.6.2.3)$$

სადაც  $e$  არის სამკუთხედის ფუძე, ხოლო  $h$  — სიმაღლე. დამაკმაყოფილებელ შემთხვევაში განისაზღვრება მათი საშუალო ფართობები, და ბოლოს ყველა იკრიბება.



ნახ. 9.6.2.1.



ნახ. 9.6.2.2.

მაგალითი 9. 6. 2. 1. განისაზღვროს 1:5000 მასშტაბში გამოსახული ტერიტორიის ფართობი (ნახ. 2).

განხილად ტერიტორია დაყოფილია ექვს სამკუთხედად, რომლებშიც ორ-ორი  $h$  სიმაღლე გატარებულია პუნქტური საზღვრით, 1 და 3 სამკუთხედში გვერდი  $bc$  და  $dc$  ემთხვევა სიმაღლეს, რომელთა ფუძეები შესაბამისად არის  $ab$  და  $ae$ . რუკაზე (გეგმაზე) განზომილები და გამონათლები (2) ნახაზის შესაბამისად მოცემულია (1). სქემაში.

სქემა 9.6.2.1.

სამკუთხედის №	განზომილები			გამონათლები		
	ფუძე (მ)	სიმაღლე (მ)		2a (მ²)	2a საშუალო (მ²)	ω (ჰა)
1	ab	224	195	43680	43820	2,19
	ac	280	157	43960		
2	ac	280	180	50400	50640	2,53
	ad	320	159	50880		
3	ad	320	190	60800	60625	3,03
	ae	310	195	60450		
4	ac	310	225	69750	69645	3,48
	af	305	228	69540		
5	af	305	200	61000	60800	3,04
	ag	300	202	60600		
6	ah	300	185	55500	55250	2,76
	ai	250	220	55000		

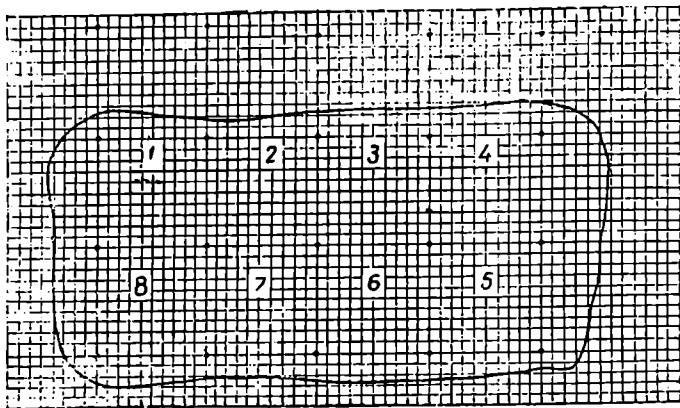
Σ = 17,03 ჰა

საშუალოები განსაზღვრულია (3) ფორმულით შესრულებული კონტროლის შემდეგ.



ა. უჯრადიანი კალკის (ან ცვილულას) ხიხი

შედარებით სწრაფად და საკმარისი სიზუსტით ისაზღვრება მრუდკონტურიანი ტერიტორიის ფართობი, თუ განსაზღვრულ ტერიტორიას რუკაზე (გეგმაზე) დავაფარებთ მცირე კვადრატებად ( $1 \times 1$  მმ<sup>2</sup>) დაყოფილ გამჭვირვალე ქაღალდს, რომელთაგანაც შედგება უფრო დიდი  $1 \times 1$  სმ<sup>2</sup> კვადრატები (ნახ. 3). ამ კვადრატების საფასური რუკის (გეგმის) მასშტაბის მიხედვით ცნობილი იქნება. ითვლიან დიდი და სრული მცირე კვადრატების კონტურში მოქცეულ რაოდენობას. მას უმატებენ საზღვარზე მდებარე არასრულ მცირე  $1/4$  კვადრატამდე დამრგვალებული ოდენობების ჯამს. მიღებულ ოდენობებს



ნახ. 9.6.2.3.

ამრავლებენ შესაბამის საფასურზე და კრებენ, რაც გამოსახავს გამოსათვლელი ტერიტორიის ფართობის ოდენობას.

უფრო ადვილი გამოსაყენებელია და ზუსტია გამჭვირვალე მილიმეტრულა.

ვთქვათ, გეგმის მასშტაბია  $1 : 5\,000$ , ე. ი.  $1$  სმ<sup>2</sup> შეესაბამება  $2\,500$  მ<sup>2</sup> ანუ  $0,25$  ჰა;  $1$  მმ<sup>2</sup> კი  $25$  მ<sup>2</sup> ანუ  $0,0025$  ჰა. (3) ნახაზზე ფართობის გამოსათვლელად გამოყენებულია გამჭვირვალე მილიმეტრულა. გამოსათვლელი ტერიტორიის შიგნით არის  $8$  სმ<sup>2</sup> და  $374$  მმ<sup>2</sup> ანუ  $3$  სმ<sup>2</sup> და  $74$  მმ<sup>2</sup>. მაშასადამე, სულ არის  $8 + 3 = 11$  სმ<sup>2</sup> და  $74$  მმ<sup>2</sup>. გამოსათვლელი ფართობის ოდენობა იქნება:

$$\omega = 0,25 \times 11 + 0,0025 \times 74 = 2,94 \text{ ჰა.}$$

განხილავი ხერხის ნაკლია ის, რომ გვიხდება კვადრატების ნაწილების თვალთ შეფასება და შეკრება; აგრეთვე მცირე მთელი კვადრატების დათვლა-შეჯამებაში მოსალოდნელია ტლანქი შეცდომები.

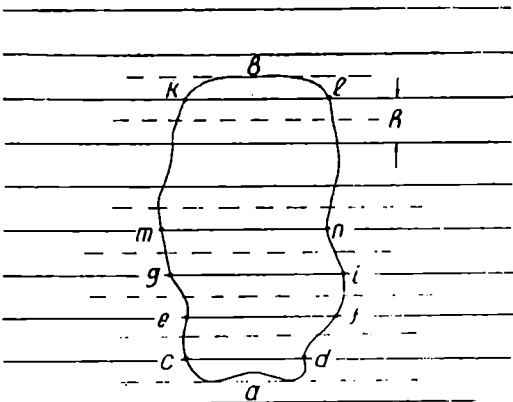
## ბ. სეკსეპროტის საშუალებით შარკოვას განსაზღვრა

სერსეროტიც მზადდება გამჭვირვალე ქაღალდზე თითო ან ორ-ორი მილიმეტრით ურთიერთ დაშორებული პარალელური ხაზების სახით. ეს  $h$  მანძილები შეესაბამება რუკის (გეგმის) მასშტაბს, ე. ი. მისი ოდენობა მასშტაბით ცნობილია.

განსასაზღვრელ ტერიტორიაზე ისე აფარებენ სერსეროს, რომ კონტუ-

რის განაპირა  $a$  და  $b$  წერტილი მოხვდეს სერსეროტის ხაზების შუა ადგილზე, რის გამო გამოსათვლელი ფართობი დაახლოებით დაიყოფა ერთნაირი  $h$  სიმაღლის მქონე ტრაპეციებად, რომელთა გვერდები იქნება პუნქტირით ნაჩვენები ხაზები, ხოლო შესაბამისად სერსეროტის ხაზები იქნება ტრაპეციების შუახაზები.

ცხადია, ამ ტრაპეციების ფართობების ჯამი იქნება საძიებელი ფართობის ოდენობა:



ნახ. 9.6.2.4.

$$S = h(cd + ef + gi + \dots + kl). \quad (9.6.2.1)$$

ფრჩხილებში მოქცეული ტრაპეციების შუახაზების ჯამი ადვილად აიღება ფარგლით თანამიმდევრობითი შეჯამებით.

ვთქვათ, გეგმა შედგენილია 1 : 5 000 მასშტაბში, ე. ი.  $\frac{1}{h} = 10$  მ, შუახაზების ჯამი გამოვიდა 35 სმ, ე. ი. ადგილზე იქნება  $35 \times 50 = 1750$  მ. საძიებელი ფართობის ოდენობა:

$$S = 10 \times 1750 = 17,500 \text{ მ}^2 = 1,75 \text{ ჰა.}$$

## გ. აწონვის ხმახი

გამოვიკრიბოთ 10 × 10 სმ გამჭვირვალე ქაღალდს და აწონით უზუსტეს (აფთიაქის) სასწორზე. ვთქვათ, აწონილი 100 სმ<sup>2</sup> გამოვიდა 100 მილიგრამი. ე. ი. 1 სმ<sup>2</sup> გამჭვირვალე ქაღალდი იწონის 1 მილიგრამს. იმდავარივე გამჭვირვალე ქაღალდი დავაფაროთ, ვთქვათ, 1 : 5 000 მასშტაბში დახაზულ გეგმაზე გამოსათვლელ მრუდკონტურაან ტერიტორიას და ამ დაფარებულ გამჭვირვალე ქაღალდზე ფანქრით შემოვატაროთ ორიგინალის კონტურის შესაბამისად. შემდეგ ფანქრის კვალის გაყოლებით ამოვიკრათ აღნიშნული ტერიტორიის გეგმის შესაბამისი გაქვირვალე ქაღალდი და აწონოთ. ვთქვათ, ამ

ქალაღის წონა გამოვიდა 40 მილიგრამი. მაშასადამე. გამოსათვლელი ტერიტორიის ფართობი იქნება:

$$a = 0,25 \times 40 = 10 \text{ ჰა.}$$

რადგანაც ვიცით, რომ ერთი კვადრატული სანტიმეტრი გამკვირვალე ქალაღი იწონის ერთ მილიგრამს, 1 : 5 000 მასშტაბის მიხედვით 1 სმ<sup>2</sup> კი აღგილზე შეესაბამება 0,25 ჰა, ე. ი. ყოველ მილიგრამს შეესაბამება 0,25 ჰა.

### ქალაღის ღეფორმაცია

მშრალ ან ნესტიან სათავსებში რუკების (ან გეგმების) შენახვის დროს ხდება მათი ღეფორმაცია (ქალაღი იცვლის სიგრძე-სიგანეს). ამიტომ აღნიშნული ღეფორმაციები მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ფართობების გამოთვლების დროს. ამ ცვალებადობის საზომის დასადგენად, საზოგადოდ, სარგებლობენ ნახაზის მასშტაბით, მერიდიანებისა და პარალელების ან კვადრატებიანი ბადით. თუ დაუშვებთ, რომ ქალაღი თანაბრად იკუმშება ან იჭიმება ყველა მიმართულებით, მაშინ გამოთვლილ ფართობში მარტივად შეიტანება შესწორება ღეფორმაციისათვის, რისთვისაც საჭიროა მხოლოდ ფართობის ღეფორმაციის კოეფიციენტის გამოთვლა.

აღნიშნული კოეფიციენტის განსასაზღვრავად, გეგმის აგების დროს, მერიდიანებისა და მათდამი მართშევეული მიმართულებით ავლებენ 40—50 სანტიმეტრამდე სიგრძის მონაკვეთებს. თუ შევადარებთ ხსენებული ხაზების სიგრძეებს იმ სიგრძეებთან, რომლებიც მათ ჰქონდათ გეგმის აგების დროს, მივიღებთ ღეფორმაციის (გაფართოების) ხაზოვან კოეფიციენტებს. აღნიშნოთ მერიდიანისა და მისდამი მართშევეულის მიმართულებით მოზომილი მონაკვეთების სიგრძეები შესაბამისად  $a$  და  $b$  ასოებით, ხოლო ამ სიგრძეებზე აგებული მართკუთხედის ფართობი— $w$  ასოთი, მაშინ გვექნება

$$w = a \times b. \quad (9.6.2.2)$$

აღნიშნოთ (2) ფორმულის კომპონენტების ღეფორმაციის კოეფიციენტები: ფართობის  $\frac{1}{\gamma}$ , ხოლო ხაზების, შესაბამისად,  $\frac{1}{\alpha}$  და  $\frac{1}{\beta}$ , მაშინ დავწერთ

$$w \left(1 + \frac{1}{\gamma}\right) = a \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \cdot b \left(1 + \frac{1}{\beta}\right). \quad (9.6.2.3)$$

მიღებული ტოლობა გავყოთ  $w = ab$  და საჭირო გადამრავლებისას ვიკმართო მხოლოდ პირველი ხარისხის წევრები, მივიღებთ.

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}. \quad (9.6.2.4)$$

მაშასადამე, ფართობის ღეფორმაციის (გაფართოების) კოეფიციენტი უღრის ორ ურთიერთმართობულ მიმართულებათა ხაზოვანი კოეფიციენტების ჯამს. როდესაც ცნობილია ფართობის ღეფორმაციის კოეფიციენტი, მაშინ გეგმიდან მიღებული  $w$  ფართობის შესასწორებლად მასში შეტანილი უნდა იქნეს სათანადო ნიშნით  $w \cdot \frac{1}{\gamma}$  ოდენობა.

ფართობის დეფორმაციების კოეფიციენტები მცირე ოდენობისაა, ამიტომ მის განსასაზღვრელად საჭირო  $a$  და  $b$  ოდენობები უნდა განისაზღვროს უდიდესი სიზუსტით.

### D. მექანიკური ხედი

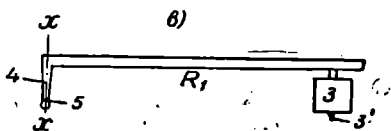
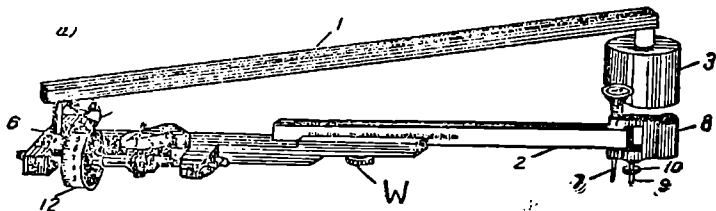
#### ა. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრი

არსებობს რამდენიმე სისტემის პლანიმეტრი. ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ პოლარულ კომპენსაციურ პლანიმეტრს, რომელიც გამოგონილი იყო შვეიცარიელი პროფესორის ამსლერის მიერ და შემდეგ გაუქობესებულ იქნა გერმანელი მექანიკოსის კორადის მიერ. პრაქტიკაში უმთავრესად ეს უკანასკნელი გამოიყენება.

ამსლერ-კორადის პლანიმეტრი არსებობს ორი სისტემის: მუდმივბერკეტიანი და ცვლადბერკეტიანი.

#### 1. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის პირველი სისტემა

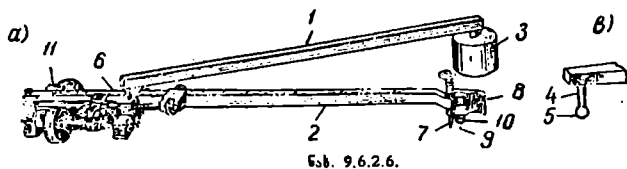
(5) ნახაზზე გამოსახულია მუდმივბერკეტიანი პლანიმეტრი, რომელიც შედგება პოლარული 1 და შემომვლელი 2 ბერკეტებისაგან. პოლარული ბერკეტი გამოსახულია ცალკე ნაკვეთზე (ნახ. 5<sup>ბ</sup>). მის ერთ ბოლოზე დამაგრებულია ტვირთი 3 წვეტანით 3', ხოლო მეორე ბოლოს აქვს



ნახ. 5.6 2.5.

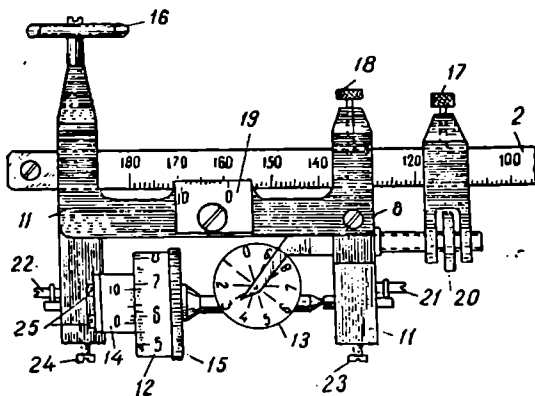
მინარტი 4 პატარა ბურთულათი 5, რის გამო შემომვლელ ბერკეტს 2 საშუალება აქვს იბრუნოს  $x-x$  ღერძის გარშემო, რომელიც გადის ბურთულას ცენტრზე. (5<sup>ა</sup>) ნახაზზე ფოსოს, რომელშიც ჩაიდგმება და ბრუთავს ბერკეტის 2 ხსენებული ფოსო 6, ეწოდება პლანიმეტრის სახსარი. პლანიმეტრის გამოყენების დროს (ნახ. 5<sup>ბ</sup>) წვეტანა 3' ჩაირჭობა ქალაღში და ხდება უძრავი, რის გამო მას პლანიმეტრის პოლუსი ეწოდება.

პლანიმეტრის არსებით ნაწილს შეადგენს მთვლელი მექანიზმი, რომელიც მოწყობილია შემომვლელ ბერკეტზე სახსრის 6 ახლოს (ნახ. 5, 6, 7). იგი შედგება ბორბლისაგან (დოლისაგან) 12 (ნახ. 7), რომლის წრიულ ზედაპირზე დაშტრიხულია (დაკვესილია) დანაყოფები; იგი ბრუნავს შემომვლელი ბერ-



ნახ. 9.6.2.6.

კეტისადმი 2 სწვრივ ღერძზე. ბორბლის ღერძები უსასრულო ხრახნის მეშვეობით დაკავშირებულია ციფერბლატთან 13, რომელზეც ანათვალი აიღება ურეკას 11 გამოწვევებით. ბორბალზე ანათვის ასაღებად მასთან მოწყობილია ვერნიერი 14. შემომვლელი ბერკეტის 2 ბოლოში მოწყობილია წვეტანა 7, რომლის დახმარებით შემომვლელ ბერკეტს შემოვტარებით ფიგურის გარშემო. შემოტარების სიმარჯვის მიზნით, წვეტანას აქვს ხელსაყიდი 8; ამასთანავე წვეტანისაგან ქალაღდის (გეგმის) გაკაწვრის თავიდან ასაცილებლად ხელსაყიდთან მოწყობილია პატარა ცილინდრული ღერაკი.



ნახ. 9.6.2.7.

ბლაგვი წვეროთი 9, რომლის რეგულირება ხდება ქანჩით 10 ისე, რომ წვეტანა 7 იყოს ქალაღდთან რაც შეიძლება ახლოს, მაგრამ არ გაკაწვროს ქალაღდი.

შემომვლელი ბერკეტი 2 შედგება ორი ნაწილისაგან, რომლებიც ურთიერთდამაკრებულნი არიან *W* ხრახნით იმდაგვარად, რომ შეიძლებოდეს მცირე ოდენობით შემომვლელი ბერკეტის 2 სიგრძის შეცვლა.

შემომვლელი ბერკეტის მეორე მხარეზე ბორბლის 12 პირდაპირ მოწყობილი მეორე მცირე ბორბალი (გორგოლაჟი) 16 იცავს ბერკეტისა და მთლიანად პლანიმეტრის მდგრადობას.

## II. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის მეორე სისტემა

(5), (6), (7) ნახაზების გულდასმით განხილვით დავრწმუნდებით, რომ ორივე სისტემას ბევრი ელემენტი აქვს საერთო. ამიტომ აქ მოვიყვანო მხოლოდ და მხოლოდ ამ სისტემების არსებით ურთიერთ განსხვავებას.

ძირითადად ცვალებადბერკეტიანი პლანიმეტრი (ნახ. 6, 7) გახირჩევა მუდმივბერკეტიანისაგან (ნახ. 5) იმით, რომ შემოძვლელი ბერკეტის 2 'შემადგენელი ნაწილები შესაძლებლობას იძლევა ბერკეტის სიგრძე მნიშვნელოვანი ოდენობით შეიცვალოს და ეს შეცვლა შეიძლება სათახალო სიზუსტით ვერნიერის 19 საშუალებით (ნახ. 7). მაგალითად, ურიკა 11 ასათვლელი შექანიზმით შეიძლება გადაადგილდეს შემოძვლელი ბერკეტის 2 ღერძის გასწვრივ, რის გამო, როგორც აღენიშნეთ, იცვლება შემოძვლელი ბერკეტის სიგრძე. ურიკას გადაადგილება ხდება ხრახნების 17 და 18 'შესუსტების შექმედვ. შემოძვლელი ბერკეტის საჭირო სიგრძე მიიღება მასზე დატახილ სკალაზე ვერნიერით 19 და მიკროხრახნით 20. თვალთ აყენებენ ვერნიერს 19 ბერკეტის სკალის საჭირო ანათვალზე და ამაგრებენ ხრახნს 17, რის შემდეგ მიკროხრახნით 20 აყენებენ ვერნიერს ზუსტ ანათვალზე და ბოლოს ამაგრებენ ხრახნს 18.

(6) და (5) ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ ცვალებადბერკეტიანი პლანიმეტრში ამთვლელი მექანიზმი მოწყობილია სახსრის 6 უკან, ხოლო მუდმივბერკეტიანი პლანიმეტრში აღნიშნული მექანიზმი ზოგჯერ თავსდება სახსარსა 6 და შემომძვლელ წვეტანას 7 შორის.

შემოძვლელი ბორბლის ფერსოს 15 დიამეტრი არის 20 მილიმეტრი, სისქე — 1,5 მილიმეტრი, ხოლო წრეწირის სიგრძე დაახლოებით 61 მმ. მაშასადამე, ფერსოს წრეწირის სიგრძის მეათასედი ნაწილი გამოდის დაახლოებით 0,06 მმ, რომელსაც ეწოდება პლანიმეტრის ბორბლის ფერსოს უმცირესი დანაყოფი და აღინიშნება  $\tau$  ასოთი; სხვა სიტყვებით, პლანიმეტრის დანაყოფი არის ბორბლის ფერსოს მიერ ქალაღზე გავლილი ძანძილის ნაწილი, შესატყვისი ვერნიერის სიზუსტისა.

პლანიმეტრის მოხმარების დროს მხედველობაში მიიღება ბორბლის მხოლოდ ბრუნვითი შიდაპირი; ამიტომ მთვლელი აპარატის დანიშნულებაა მართო ბორბლის ბრუნვის ნაწილების აღრიცხვა.

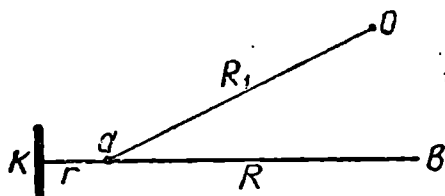
როდესაც პლანიმეტრის წვეტანი 7 გარშემო უვლიან გეგმის რომელიმე ფიგურას, ბორბალი 12 მიგორავს ქალაღზე და იძლევა ანათვალს. ბორბლის მთელი ბრუნვები აითვლება ათ ნაწილად დაყოფილ ციფერბლატზე 13, რომლის ყოველი დანაყოფი შეესატყვისება ბორბლის ერთ სრულ ბრუნს. ბორბალი 12 დაყოფილია ათ ნაწილად, რომლებიც აწერია ზემოდან, და მისი თითო ნაწილი დაყოფილია ათ ნაწილად, ე. ი. ბორბლის წრეხაზი დაყოფილია 100 ნაწილად, ხოლო ვერნიერით 14 იღება ბორბლის წრეხაზის მეათასედები ანუ პლანიმეტრის დანაყოფების რაოდენობა. მაშასადამე, პლანიმეტრის ბორბლით 12 მოცემული ანათვალი, გამოსახული მისი დოლის 15 წრითული დისკოს მეათასედ (მცირე დანაყოფებში) ნაწილებში, შედგება 4 ციფრისაგან, მაგალითად, (ნახ. 7) მიხედვით არის 3582  $\tau$  ანუ 3582 დანაყოფი.

პირველი ციფრი 3 არის ბორბლის ციფერბლატის ინდექსის ახლო მცირე ციფრი ანუ ბორბლის სრული ბრუნების რაოდენობა (პლანიმეტრის ათასი

დანაყოფების მთელების რაოდენობა); მეორე 5 და მესამე 8 ციფრები აიღება ბორბლიდან ვერნიერის 14 ნულოვან (ინდექსამდე) შტრიხამდე — ათეული და ასეული დანაყოფების რაოდენობა; მეოთხე ციფრი 2 — ანათვალის ვერნიერით ანუ პლანიმეტრის ბორბლის ფერსოს სიგრძის მეათასედების რაოდენობა, რომელიც შეესატყვისება ბორბლის სკალის ნებისმიერი შტრიხისა და ვერნიერის მეორე ნომრის შტრიხის თანხვევას.

(8) ნახაზი წარმოადგენს ამსლერ-კორადის პოლარულ კომპენსაციური პლანიმეტრის გამარტივებულ სქემას, რაც ხელის შემწყობი იქნება აღნიშნული პლანიმეტრის თეორიის გაშუქების დროს.

$O$  არის პლანიმეტრის პოლუსი;  $a$  — შემომვლელი ბერკეტის ბრუნვის ღერძის (სახსრის) პროექცია ნახაზის სიბრტყეზე, რაც ნიშნავს შეეულ ხაზს, გამავალს 6 სახსარზე (ნახ. 6) ანუ ბურთულის 5 ცენტრზე;  $Oa = R_1$  —



ნახ. 9.6.2.8.

საპოლუსო ბერკეტის ღერძის სიგრძე;  $b$  — შემომვლელი ბერკეტის წვეტანის 7 პროექცია ნახაზზე;  $ba = R$  — შემომვლელი ბერკეტის 2 ღერძის სიგრძე ანუ მანძილი შემომვლელი წვეტანის 7 პროექციასა და სახსარს (შემომვლელი ბერკეტის ბრუნვის ღერძს) შორის;

$K$  — ბორბლის 12 ფერსოს 15 შესაბამისი სიბრტყე;  $r$  — მონაკვეთი შემოკლებული ბორბლის ფერსოსა და  $a$  სახსარს შორის.

კონტურებზე პლანიმეტრის შემოტარების დროს შემომვლელი ბორბლის ფერსო 15 და მცირე ბორბალი (გორგოლაჭი) 16 გორავს ქალაღზე (ნახ. 7); ისინი პოლუსთან ერთად ქმნიან პლანიმეტრის საყრდენ სამ წერტილს.

პლანიმეტრის კონსტრუქციის შესაბამისად ბორბლის 12 სიბრტყე  $K$  უნდა იყოს მართობი შემომვლელი ბერკეტის  $ab$  ღერძისა.

### III. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის თეორია

ვთქვათ, საჭიროა (9) ნახაზზე გამოსახული ფიგურის  $\omega$  ფართობის გამოთვლა ცვლადბერკეტის პლანიმეტრით. ამავე დროს უნდა ვიგულისხმოთ, რომ მთვლელი  $K$  ბორბლის ფერსოს ღერძი მოქცეულია იმ სიბრტყეში, რომელიც გადის შემომვლელ  $b$  წვეტანაზე (ნახ. 8), ბერკეტების შემაერთებელ  $a$  სახსრის  $x-x$  ღერძზე (ნახ. 5<sup>ა</sup>); ასეთი აგებულების იყო ამსლერის მიერ თავდაპირველად შექმნილი პლანიმეტრი.

დავაყენოთ პლანიმეტრი მისი პოლუსით ფიგურის შიგნით  $O$  წერტილში, ხოლო შემომვლელი წვეტანა — ფიგურის კონტურის  $b_0$  წერტილში; ამ დროს საპოლუსო  $R_1$  და შემომვლელმა  $R$  ბერკეტებმა შესაბამისად მიიღეს  $Oa_0$  და  $a_0 b_0$  მდებარეობა, მთვლელმა ბორბალმა —  $K_0$  მდებარეობა.

შემომავალი წვეტანა გადაადგილოთ კონტურის მრუდხაზოვან ელემენტურად მცირე  $b_0 b_1$  მონაკვეთზე. პლანიმეტრის ახალი მდებარეობა იქნება  $Oa_1 b_1$ , ხოლო მთვლელი ბორბლისა— $K_1$ . პლანიმეტრის ძველ და ახალ მდებარეობებს შორის მოთავსებული  $Oa_0 b_0 b_1 a_1 O$  ელემენტარული ფართობის გამოთვლა მათემატიკიდან ცნობილი ფორმულების გამოყენებით ვერ მოხერხდება, რადგანაც მისი  $b_0 b_1$  მონაკვეთის განტოლება უცნობია. ამ მიზეზით დაეუშვათ, რომ შემომავალი წვეტანის  $b_0$ -დან  $b_1$ -ში გადაადგილების დროს  $a_0 b_0$  მდებარეობიდან  $R$  ბერკეტი ჯერ გადაადგილდა თავის პარალელურად  $a_1 b$  მდებარეობამდე, ე. ი.  $R_1$  ბერკეტის ძველ და ახალ მდებარეობას შორის შეიქმნა  $\alpha_1$  კუთხე, ხოლო შემდეგ შებრუნდა  $a_1$  წერტილის (სახსრის) გარშემო  $\beta_1$  კუთხით და მიიღო  $a_1 b_1$  მდებარეობა. მაშასადამე, ფაქტობრივად ენგარიშობთ  $Oa_0 b_0 b_1 a_1 O$  ელემენტარულ ფართობს, რომლის ოდენობა ნამდვილი, გამოსათვლელი  $Oa_0 b_0 b_1 a_1 O$  ფართობის ოდენობისაგან განსხვავდება უმალღესი რიგის უსასრულოდ მცირე  $b_0 b_1 b_0$  (დაშტრისხული) ფართობის ოდენობით. ამიტომ საგრძნობი შეცდომის გარეშე შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, რომ  $b_0 b_1$  მონაკვეთი შერწყმულია თანაბარი სიმრუდის  $b_0 b_1$  რკალთან.

ელემენტარული  $Oa_0 b_0 b_1 a_1 O$  ფართობი აღვნიშნოთ  $\alpha_1$  ასოთი, რომელიც წარმოადგენს  $a_0 b_0 b_1$  პარალელოგრამისა და ორი  $a_0 Oa_1$  და  $b_0 b_1 a_1$  სექტორების ჯამს. მაშასადამე, (9) ნახაზის მიხედვით

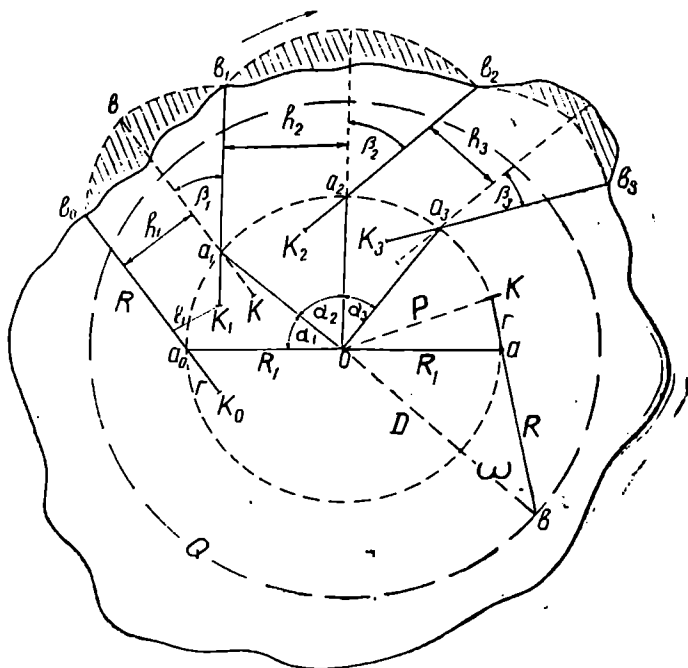
$$\alpha_1 = Rh_1 + \frac{1}{2} R_1^2 \alpha_1 + \frac{1}{2} R^2 \beta_1. \quad (9.6.2.5)$$

ახლა განვსაზღვროთ  $h_1$ -ის მნიშვნელობა იმ რკალის მიხედვით, რომელზედაც მოტირალდა შემომავალი ბერკეტის  $K$  მთვლელი ბორბალი  $a_0 b_0$  მდებარეობიდან  $a_1 b_1$  მდებარეობაში,  $b_0 b_1$  გზით წვეტანის გადაადგილების შედეგად.

ამთვლელი ბორბლის ბრუნვის ხასიათი დამოკიდებულია შემომავალი ბერკეტის მოძრაობის მიმართულებაზე. მაგალითად, როცა შემომავალი ბერკეტი გადაადგილდება თავისი ღერძის გასწვრივ, მაშინ მთვლელი  $K$  ბორბალი მხოლოდ მისრიალებს და არ ბრუნავს, რადგანაც  $K$  მართობია  $a_0 b_0$ -ის, ე. ი. ამ შემთხვევაში ამთვლელი ბორბალი არ აღრიცხავს შემომავალი ბერკეტის სვლას; როდესაც შემომავალი ბერკეტი გადაადგილდება თავის მართობული მიმართულებით და აგრეთვე თავის სწვრივად, მაშინ მთვლელი  $K$  ბორბალი წინსვლითი გადაადგილებით მოხაზავს რკალს, რომელიც თანატოლი იქნება ბერკეტის საწყის და ბოლო მდებარეობას შორის მანძილისა, რადგანაც  $K$  მართობია  $a_0 b_0$ -ის; ხოლო, როცა შემომავალი ბერკეტი გადაადგილდება თავის პარალელურად, მხოლოდ ირიბად, როგორც ეს (9) ნახაზზეა ნაჩვენები,  $a_0 b_0$  მდებარეობიდან  $a_1 b_1$  მდებარეობაში, მაშინ მთვლელი  $K$  ბორბალი ნაწილობრივ მიგორავს წინსვლით და ნაწილობრივ სრიალებს; ამ შემთხვევაშიც იგი მოხაზავს ისეთივე რკალს, რომელიც თანას-



წორი იქნება შემომვლელი ბერკეტის საწყის და ბოლო მდებარეობის შორის მანძილის (განხილად შემთხვევაში  $h_1$  მანძილის); დასასრულ, როცა შემომვლელი ბერკეტი შემოტრიალდება  $\alpha_1$  სახსრის გარშემო, მაშინ ბორბლას  $K_1$  ფერსო მოხაზავს სიბრტყეში რკალს, იმ რკალის ტოლს, რომელსაც ამ დროს მოხაზავს სივრცეში ბორბლის ცენტრი. ამასთანავე, როდესაც შემომვლელი ბერკეტი გადაადგილდება წინსვლით მარჯვნივ, მაშინ ბორბალი ბრუნავს მასზე წარწერილი რიცხვების ზრდადი მიმართულებით; ხოლო, როდესაც შემომვლელი ბერკეტი გადაადგილდება ბრუნვით მარჯვნივ, მაშინ ბორბალი, რომელიც მოტეულია  $\alpha$  სახსრის იქითა (მე-



ნახ. 9.6.2.9.

ორე) მხარეზე (ნახ. 9), იტრიალებს საწინააღმდეგო მიმართულებით (თუ ვიყენებთ ძველი სისტემის მუდმივბერკეტიან პლანიმეტრს, მაშინ ბერკეტის მარჯვნივ ბრუნვით ბორბალი მაინც გადაადგილდება მასზე წარწერილი რიცხვების ზრდადი მიმართულებით და არა საწინააღმდეგოდ ისე, როგორც ეს არის (9) ნახაზზე მოყვანილი ცვლადბერკეტიანი პლანიმეტრის შემთხვევაში).

მაშასადამე, შემომვლელი R ბერკეტის  $a_{0b}$  მდებარეობიდან (ნახ. 9)  $a_{1b}$  მდებარეობაში წინსვლით გადაადგილების დროს K ბორბალმა გაიარა

$h_1$  მანძილი და  $R_1$  საპოლუსო ბერკეტის ძველ და ახალ მდებარეობას შორის შეიქმნა  $\alpha_1$  კუთხე; ხოლო იმავე ბერკეტის  $\alpha_1 b_1$  მდებარეობიდან მარჯვნივ  $\beta_1$  კუთხით შემობრუნებით და  $\alpha_1 b_1$  მდებარეობაში გადასვლის შემდეგ  $K$  ბორბალმა საწინააღმდეგო მიმართულებით მოხაზა  $KK_1$  რკალი. აღვნიშნოთ  $l_1$  ასოთი ის რკალი, რომელზეც მობრუნდება მთვლელი ბორბალი, წვეტანის მიერ  $b_0 b_1$  მრუდის გავლის შემდეგ.

(9) ნახაზის მიხედვით

$$\left. \begin{array}{l} \text{და რადგანაც} \\ \text{ამიტომ} \\ \text{საიდანაც} \end{array} \right\} \begin{array}{l} l_1 = h_1 - KK_1 \\ KK_1 = r \beta_1 \\ l_1 = h_1 - r \beta_1 \\ h_1 = l_1 + r \beta_1 \end{array} \quad (9.5.2.6)$$

შენიშვნა. ძველი სისტემის მულტიმებრკეტიანი პლანიმეტრისათვის გვექნება  $l_1 = h_1 - r \beta_1$ , საიდანაც

$$h_1 = l_1 + r \beta_1. \quad (9.6.2.7)$$

შევიტანოთ  $h_1$ -ის მნიშვნელობა (6) დამოკიდებულებებიდან (5) ტოლობაში, მივიღებთ

$$\omega_1 = Rl_1 + \frac{1}{2} R_1^2 \alpha_1 + \frac{1}{2} R^2 \beta_1 + Rr \beta_1. \quad (9.6.2.8)$$

ვამოძრაოთ შემომვლელი წვეტანა ა ტერიტორიის კონტურის სიგრძივ, მისი გადაადგილებით  $b_1$  მდებარეობიდან თანამიმდევრობით  $b_2, b_3, \dots$  მდებარეობებში და მთვლელი ბორბლის მიერ ამ დროს მოხაზული მრუდები შესაბამისად აღვნიშნოთ  $l_2, l_3, \dots$  ასოებით, ხოლო პლანიმეტრის მიერ გავლილი ელემენტარული ფართობები  $\omega_2, \omega_3, \dots$  ასოებით; მაშინ შეიძლება დავწეროთ მთელი რიგი (8) ტოლობის ანალოგიური ტოლობები

$$\left. \begin{array}{l} \omega_1 = Rl_1 + \frac{1}{2} R_1^2 \alpha_1 + \frac{1}{2} R^2 \beta_1 + Rr \beta_1 \\ \omega_2 = Rl_2 + \frac{1}{2} R_1^2 \alpha_2 + \frac{1}{2} R^2 \beta_2 + Rr \beta_2 \\ \omega_3 = Rl_3 + \frac{1}{2} R_1^2 \alpha_3 + \frac{1}{2} R^2 \beta_3 + Rr \beta_3 \\ \dots \end{array} \right\} \quad (9.6.2.9)$$

ზოგადი სახით დავწეროთ

$$\omega_i = Rl_i + \frac{1}{2} R_1^2 \alpha_i + \frac{1}{2} R^2 \beta_i + Rr \beta_i; \quad (9.2.6.9)$$

როდესაც შემომვლელი წვეტანა მოუვლის ფიგურის მთელ კონტურს და დაუბრუნდება საწყის  $b_0$  მდებარეობას, მაშინ  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  ფართობების ჯამი იქნება გამოსათვლელი ა ფართობი, რომელიც განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$w = \sum_{i=1}^n l_i + \frac{1}{2} R_1 \sum_{i=1}^n \alpha_i + \frac{1}{2} R \sum_{i=1}^n \beta_i + \frac{1}{2} Rr \sum_{i=1}^n \beta_i. \quad (9.6.2.10)$$

$L = \sum_{i=1}^n l_i$  გამოსახავს მთელ რკალს, რომელსაც მოხაზავს სიბრტყეში

მთვლელი ბორბალი მთელი კონტურის გარშემოვლით. მისი ოდენობა გამოვსახოთ პლანიმეტრის ბორბლის ფოსოს სიგრძის მეათასედ  $\tau$  დანაყოფებში. როგორც ცნობილია, მათი რაოდენობა  $L$ -ის შესაბამისად იქნება  $n$ , რომლის ოდენობა ტოლი იქნება კონტურის შემოვლის შედეგად მიღებული  $n_2$  ანათვალსა და საწყის  $n_1$  ანათვალს შორის სხვაობისა, ე. ი.

$$n = n_2 - n_1. \quad (9.6.2.11)$$

მაშასადამე,

$$L = \sum_{i=1}^n l_i = \tau (n_2 - n_1) = \tau \cdot n. \quad (9.6.2.12)$$

აგრეთვე (9) ნახაზის მიხედვით შემომვლელი  $R$  ბერკეტის მიერ მთელი კონტურის შემოვლის გამო საბოლესო  $R_1$  ბერკეტი შემობრუნდება სრული წრეხაზით, ამიტომ

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 2\pi. \quad (9.6.2.13)$$

აგრეთვე, თუ ნებისმიერი წერტილიდან გავატარებთ კონტურის შემოვლის დროს შემომვლელი ბერკეტის ყველა მიმართულებებს, ვნახავთ, რომ მათ შორის კუთხეთა ჯამი იქნება  $2\pi$ , ე. ი.,

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 2\pi. \quad (9.6.2.14)$$

(12), (13), (14) ტოლობების გამოყენებით (10) ტოლობა ასე გადაიწერება:

$$w = R\tau n + \pi (R_1^2 + R^2 + 2Rr). \quad (9.6.2.15)$$

შემომვლელი  $R$  ბერკეტის მოცემული სიგრძისათვის  $R\tau$  ნამრავლი და მეორე შესაკრები არის მუდმივი სიდიდეები, რომლებიც, შესაბამისად, აღვნიშნოთ

$$R\tau = C \quad (9.6.2.16)$$

და

$$\pi (R_1^2 + R^2 + 2Rr) = Q. \quad (9.6.2.17)$$

$C$  სიდიდეს ეწოდება პლანიმეტრის საფასური ანუ პლანიმეტრის ბორბლის ფოსოს  $\tau$  დანაყოფის შესაბამისი ფართობი, ხოლო  $Q$ -ს — პლანიმეტრის მუდმივი რიცხვი.

(16) და (17) აღნიშვნები შევიტანოთ (15) ტოლობაში, მივიღებთ

$$\omega = Cn + Q. \quad (9.6.2.18)$$

გამოვსახოთ  $Q$  რიცხვი  $C$  საფასურებში, ამისათვის დავეუშვათ, რომ

$$C = \frac{Q}{q}, \quad (9.6.2.19)$$

საიდანაც

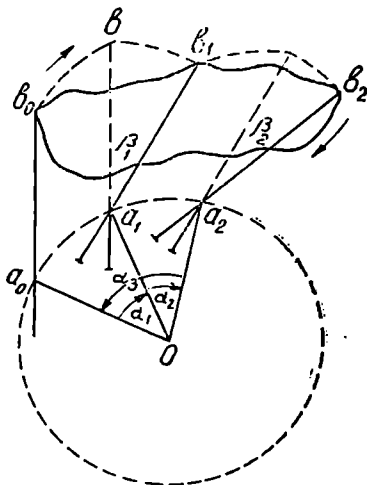
$$Q = Cq$$

(18) ტოლობა საბოლოოდ ასე გადაიწერება:

$$\omega = C(n+q) = C(n_2 - n_1 + q). \quad (9.6.2.20)$$

იმ შემთხვევაში, როცა პლანნიმეტრის პოლუსი იმყოფება გამოსათვლელი ფიგურის გარეთ (ნახ. 10), შემომვლელი წვეტანის  $b_0$ -დან  $b_2$  წერტილში გადაადგილების შესაბამისად საპოლუსო ბერკეტი შებრუნდება  $\alpha_1$  და  $\alpha_2$  კუთხეების შესაბამისი  $a_0 a_2$  რკალით, ხოლო, როცა წვეტანი დაბრუნდება ისევ  $b_0$  წერტილზე, საპოლუსო ბერკეტი შებრუნდება ასევე საწინააღმდეგო მიმართულებით  $\alpha_3$  კუთხის შესაბამისი  $a_2 a_0$  რკალით. ზუსტად ანალოგიური მსჯელობა შეესაბამება  $\beta_i$  კუთხეებს. მაშასადამე, ჯერ იზრდება და შემდეგ კლებულობს, ე. ი.

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = \sum_{i=1}^n \beta_i = 0. \quad (9.6.2.21)$$



ნახ. 9.6.2.10.

ამიტომ  $Q=0$  და (20) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\omega = C(n_2 - n_1) = Cn. \quad (9.6.2.22)$$

ძველი სისტემის მუდმივბერკეტიანი პლანნიმეტრისათვის (5) ფორმულაში უნდა შევიტანოთ (7) ტოლობიდან  $h_1 = l_1 - r \beta_1$ , სიდიდე, რის შედეგად (15) ტოლობა მიიღებს ასეთ სახეს:

$$\omega = R\tau n + \pi(R_1^2 + R^2 - 2Rr). \quad (9.6.2.22')$$

თუ მივიღებთ (16) და (17) აღნიშვნებს პოლუსის ფიგურის შიგ მოქცევის შემთხვევაში, გვექნება (18) ფორმულა, ხოლო პოლუსის ფიგურის გარეთ ყოფნის შემთხვევაში — (22) ფორმულა.

როგორც ვხედავთ, ამსლერ-კორადის ორივე სისტემის პლანნიმეტრისათვის ფართობის გამოსათვლელი ფორმულები ერთნაირი სახისაა, იმ ერთად-

ერთი განსხვავებით, რომ მუდმივ  $Q$  რიცხვში  $2Rr$  წევრი ცვლადბერკეტიანი პლანიმეტრისათვის არის და დებითი, მუდმივბერკეტიანისათვის კი — უარყოფითი.

შენიშვნა. უმაღლესი ანალიზის თვალთახედვით  $\omega = O a_0 b_0 b_1 a_1 O$  ელემენტარული ფართობი წარმოადგენს გამოსათვლელი  $\omega$  ფართობის დიფერენციალს, მაშასადამე, (9) ნახაზზე უნდა ვივლისხმობთ ან ჩავწეროთ  $\omega_1$ -ის აცვლად  $d\omega$ ,  $\alpha_1$ -ის ნაცვლად  $d\alpha$ ,  $\beta_1$ -ის ნაცვლად  $d\beta$ ;  $h_1$ -ის ნაცვლად  $dh$ ,  $l_1$ -ის ნაცვლად  $dl$ , ე. ი. (8) ტოლობის ნაცვლად ზოგადად დაიწერება

$$d\omega = Rdl + \frac{1}{2} R_1^2 d\alpha + \frac{1}{2} R^2 d\beta + Rr d\beta. \quad (9.6.2.23)$$

ფიგურის მთელი კონტურის პლანიმეტრით შემოტარებას მივყავართ განსაზღვრულ ინტეგრალამდე, ე. ი. დავწერთ

$$\int_0^{\omega} d\omega = R \int_0^L dl + \frac{1}{2} R_1^2 \int_0^{2\pi} d\alpha + \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} d\beta + Rr \int_0^{2\pi} d\beta, \quad (9.6.2.24)$$

რაც ტოლმნიშვნელოვანია (10) ტოლობისა და მივიღებთ

$$\omega = RL + \pi(R_1^2 + R^2 + 2Rr). \quad (9.6.2.25)$$

აქ თუ გამოვიყენებთ (12), (16), (17) აღნიშვნებს, მივიღებთ (18) ტოლობას, ხოლო მასში (19) ტოლობის შეტანით გვექნება (20) და (22) ტოლობა.

#### IV. პლანიმეტრის მუდმივობის გეომეტრიული არსი

თანახმად (16) ფორმულისა,  $\sqrt{C}$  საფასური გეომეტრიულად არის იმ მართკუთხედის ფართობი, რომელსაც აქვს გვერდები შემომვლელი ბერკეტის  $R$  სიგრძე და პლანიმეტრის ბორბლის ფერსოს წრეხაზის სიგრძის მეათასედი  $\pi$  (ნახ. 11\*). მაშასადამე, (20) და (22) ფორმულებში  $C\pi$  პირველი შესაყრები წარმოადგენს მართკუთხედის ფართობს.

პლანიმეტრის მუდმივი  $Q$  რიცხვის გეომეტრიული არსი გაიკვლევა, თუ დავაყენებთ პლანიმეტრს ისე, რომ ბორბლის  $K$  ფერსოს სიბრტყე გადიოდეს  $O$  პოლუსში (ნახ. 11). ამ მდგომარეობაში განვსაზღვროთ  $Ob = D$  პიპოტენუსა, მივიღებთ

$$D^2 = P^2 + (R+r)^2,$$

სადაც

$$P^2 = R_1^2 - r^2;$$

მაშასადამე,

$$D^2 = R_1^2 + R^2 + 2Rr. \quad (9.6.2.26)$$

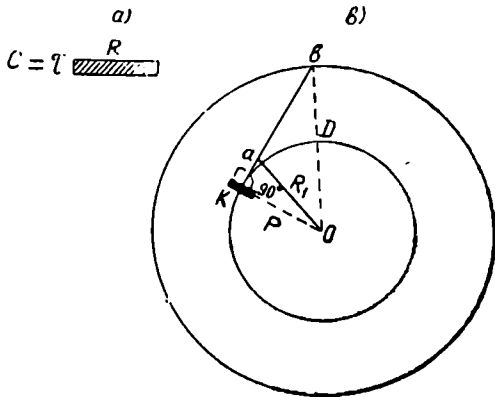
(26) თუ შევადარებთ (17) აღნიშვნას, მივიღებთ

$$Q = \pi D^2. \quad (9.6.2.27)$$

მაშასადამე, ცვლადბერკეტიაში პლანიმეტრის მუდმივი  $Q$  რიცხვი გეომეტრიულად (ნახ. 11) წარმო-

ადგენს დიდი წრის ფართობს, რომლის  $D$  რადიუსია მანძილი პოლუსიდან შემომვლელ წვეტანამდე, როცა აღმრიცხველი ბორბლის  $K$  სიბრტყე გადის პოლუსზე. ამ წრეს უწოდებენ პლანიმეტრის ძირითად წრეს.

ძირითადი წრე ხასიათდება იმით, რომ თუ მის  $O$  ცენტრში მოვათავსებთ პლანიმეტრის პოლუსს ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (11<sup>ა</sup>) ნახაზზე, და შემომვლელ წვეტანას ვატარებთ ძირითადი წრის წრეხაზით, იგი მოძრაობის დროს მხოლოდ ისრიალებს და არ იბრუნებს, ვინაიდან პლანიმეტრის ბორბლის  $K$  ფერსოს სიბრტყე შემომვლელი  $R$  ბერკეტის მართობულია; ასე რომ, პლანიმეტრის ანათვალი მუდამ უცვლელი დარჩება.



ნახ. 9.6.2.11.

(9) ნახაზზე  $D$  რადიუსით გამოყოფილია  $Q$  დიდი წრეხაზი (პუნქტირებით), რაც შეესაბამება განხილავი პლანიმეტრის  $K$  სიბრტყის  $O$  პოლუსზე გავლას. მაშასადამე, როცა პლანიმეტრის პოლუსი მოთავსებულია გამოსათვლელი ფართობის გარეთ, თანახმად (22) ფორმულისა, ნებისმიერი სახის ფართობი გადაიქცევა  $C\pi$  მართკუთხედად, ხოლო ფიგურის შიგნით მოთავსებული პოლუსის შემთხვევაში, (18 ან (20) ფორმულის მიხედვით, განხილავი ფიგურიდან გამოიყოფა ძირითადი  $Q$  წრე, ე. ი. იგი პლანიმეტრით არ აღირიცხება და ფიგურის დანარჩენ ნაწილს კი პლანიმეტრი გადააქცევს  $C\pi$  მართკუთხედად, რომელიც იზომება პლანიმეტრით (იხ. 9 ნახაზი).

იმ შემთხვევაში, როცა გასაზომი ფართობის ოდენობა ნაკლებია ძირითადი წრის ფართობზე, პირველი ანათვალური  $n_1$  მეტი იქნება ბოლო  $n_2$  ანათვალთან შედარებით, ე. ი. გვექნება  $n_1 > n_2$  უტოლობა და (18) ფორმულის პირველ შესაკრებს ექნება უარყოფითი ნიშანი; იგი წარმოადგენს გამოსათვლელ ფართობზე დამატებას დიდი წრის ფართობამდე.

როგორც ვნახეთ, თანახმად (19) აღნიშვნებისა,  $q$  გვიჩვენებს რამდენჯერ არის მცირე პლანიმეტრის  $C$  საფასური (ერთი  $\tau$  დანაყოფის შესაბამისი ფართობი) დიდი წრის  $Q$  ფართობთან შედარებით, ანუ  $q$  გამოსახავს პლანიმეტრის მუდმივ  $Q$  რიცხვს პლანიმეტრის დანაყოფებში.

2. ამსლერ-კორადის პლანიმეტრის გამოყენება და გამოყენებისათვის პრაქტიკული მითითებები

გეგმაზე ფიგურის ფართობის განსაზღვრისათვის პლანიმეტრის პოლუსი მოთავსებული უნდა იქნეს ფიგურის შიგნით ან გარეთ, ხოლო შემომვლელი ბერკეტის წვეტანა — ფიგურის ფარგის რომელიმე წერტილში, რის შემდეგ იღებენ ანათვალს მთელელ მექანიზმზე. შემდეგ წვეტანით შემოუვლიან ფარგს საათის ისრის ბრუნვის მიმართულებით და საწყის წერტილში დაბრუნებისათვის პლანიმეტრზე აიღებენ მეორე ანათვალს. ამ უკანასკნელს გამოაკლებენ პირველ ანათვალს, სხვაობას მიუმატებენ  $q$  ოდენობას და მიღებულ რიცხვს ამრავლებენ პლანიმეტრის დანაყოფი  $C$  საფასურზე, რის შედეგად მივიღებთ ფიგურის ფართობს იმ შემთხვევისათვის, როდესაც პოლუსი მოქცეულია ფიგურის შიგნით. თუ პოლუსი მოქცეულია ფიგურის გარეთ, მაშინ ფართობის განსაზღვრისათვის მეორე და პირველ ანათვალთა სხვაობა უნდა გადამრავლდეს  $C$  საფასურზე.

ხშირად პლანიმეტრს თან ერთვის ცხრილი, რომელშიც შემომვლელი ბერკეტის განსაზღვრული სიგრძეებისათვის და ხშირად გამოყენებული მასშტაბებისათვის მოყვანილია  $C$  და  $q$  ოდენობები (იხილეთ VII მუხლი).

პლანიმეტრით საუკეთესო შედეგის მისაღებად საჭიროა შევასრულოთ შემდეგი ღონისძიებები:

1) გეგმაზე ფიგურის ფართობის განსაზღვრის დროს გეგმა უნდა იყოს გასწორებული, დაკვირვებული და მაგიდაზე ან სახაზავ დაფაზე დამაგრებული. გაზომვების დაწყებამდე პლანიმეტრი უნდა შემოწმდეს და შესწორდეს VII მუხლში აღწერილი წესით; უნდა განისაზღვროს დანაყოფის  $C$  საფასური კლომეტრული სამი კვადრატის კონტურზე წვეტანის ორ-ორჯერ შემოვლით (როცა ფართობს არ ვსაზღვრავთ საეჩინის მეთოდით — VII მუხლი), პოლუსის ორი (მარჯვნივ და მარცხნივ) მდებარეობის შესაბამისად. პლანიმეტრის საფასურს გამოსახავენ ოთხი ნიშნადი ფიცრის შენარჩუნებით;

2) იმ შემთხვევაში, როცა გეგმა შედგენილია რამდენიმე გადაწებებული ქაღალდისაგან და საჭირო ხდება ბორბლის გადატარება ფურცლების დაწებების ადგილზე, საჭიროა ბორბალი გატარდეს ნაწიბურის მართობულად, წინააღმდეგ შემთხვევაში ბორბლის ბრუნვაზე მოახდენს გავლენას არა მარტო ქვედა ქაღალდი, არამედ თვით ნაწიბურიც, გვერდიდან;

3) პოლუსის დაყენების ადგილის შერჩევისათვის წინასწარ სწრაფად შემოატარებენ წვეტანას გამოსათვლელი ფიგურის კონტურს იმ მიზნით, რომ წვეტანის შემოტარების დროს ბერკეტებს შორის კუთხის საშუალო ოდენობა იქნეს  $90^\circ$ , რომლიდანაც გადახრა შეიძლება იქით-აქეთ  $60^\circ$ -მდე ანუ ბერკეტებს შორის კუთხე არ უნდა იყოს ნაკლები  $30^\circ$  და მეტი  $150^\circ$ -ზე; აგრეთვე საჭიროა დავრწმუნდეთ იმაში, რომ ანათვლების ადებისათვის წვეტანის შემოტარების დროს არ წავაწყდებით დაბრკოლებას;

4) შემომვლელი წვეტანის საწყისი წერტილი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ იმ ადგილას ამთვლელი ბორბალი ბრუნავდეს ნელ-ნელა, რაც მიიღწევა პლანიმეტრის ბერკეტების ურთიერთპერპენდიკულარობით. ამ პირობის შეუსრულებლობა ფართობების განსაზღვრის დროს იძლევა დიდ შეცდომებს, რადგანაც ბერკეტებს შორის ბლაგვი და განსაკუთრებით მახვილი კუთხეების შემთხვევაში ოდნავი შეუთავსებლობა წვეტანის საწყის და შემოვლის შემდეგ

მდებარეობას შორის იძლევა დიდ შეცდომას. მაგალითად, წვეტანის შეუთავსებლობა საწყის მდებარეობასთან თუ ტოლია გრაფიკული (კრიტიკული კუთხის შესაბამისი) ზღვრული სიზუსტის 0,1 მმ ოდენობისა, იგი იწვევს ანათვლებში შეცდომას 2—3 დანაყოფით;

5) სიზუსტის გაზრდის მიზნით, როცა საჭიროა პოლუსის შეცვლა მარჯნიდან მარცხნივ და პირიქით, პოლუსის მდებარეობას არასდროს არ ცვლიან, არამედ გადაადგილებენ შემომვლელ ბერკეტს და ამის მიხედვით შეაბრუნებენ საპოლუსო ბერკეტსაც;

6) თუ შესაძლებელია, პოლუსი უნდა შეირჩეს ფიგურის გარეთ, რათა ავიცილოთ  $q$  მუდმივი რიცხვის ანათვალზე მიმატება. ყოველ შემთხვევაში პოლუსი ფიგურის გარეთაა მაშინ, როდესაც ფიგურის ფართობი ძირითადი წრის  $Q$  ფართობზე ნაკლები იქნება (იხილეთ VI მუხლის მესამე შემთხვევა), ე. ი. თითქმის ყოველთვის. შედარებით მოკლე ბერკეტის შემთხვევაშიც კი, ძირითად წრეს უჭირავს ფართობი არანაკლებ 10 კვადრატული დეციმეტრისა. როდესაც გამოსათვლელი ფართობი დიდი ზომისაა, არ უნდა ვერიდოთ პოლუსის შერჩევას ფიგურის შიგნით, ხოლო თუ ფიგურის ფართობი იმ ზომაზე დიდია, რომ მისი უშუალოდ გაზომვა შეუძლებელია, მაშინ მას რამდენიმე, 2—3—4 ნაწილად ყოფენ არა სწორი ხაზებით, არამედ თანაბარი სიძრულის ხაზებით, ვინაიდან შემომვლელი წვეტანის მიდევნება სწორი ხაზით უფრო ძნელია, ვიდრე მიდევნება (შემოტარება) მრუდი ხაზით.

7) სახალხო მეურნეობისათვის საჭირო საერთო სივრცეების ან საერთო სექციების ფართობების განსაზღვრისათვის წვეტანა მათ კონტურებზე უნდა შემოვატაროთ პოლუსის ორი მდებარეობის შესაბამისად ორ-ორჯერ პირდაპირი და შებრუნებული მიმართულებით. მაგრამ, თუ მასლოვის ორმაგი პლანიმეტრით ვმუშაობთ, საკმარისია თითო შემოტარება პოლუსის თითო მდებარეობისათვის; ხოლო სიტუაციის კონტურების შემოტარება ხდება პოლუსის ერთი მდებარეობისათვის ორ-ორჯერ. მასლოვის პლანიმეტრით კი თითოჯერ;

8) შემომვლელი წვეტანა უნდა ვატაროთ თანაბარი სიჩქარით (არც ნელა და არც ჩქარა) და განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა იქნეს შემოტარებული წვეტანა, სადაც არის კონტურის იკანკელი; თუ შემთხვევით ასცდა წვეტანა შემოსატარებელ კონტურს, დაუყოვნებლივ უნდა მოხდეს წვეტანის შემოტარება საწინააღმდეგო მხარეზე იმავე ოდენობით; აგრეთვე, როცა კონტური სწორხაზოვანია, არ არის საჭირო წვეტანის გაყოლება ამ ხაზზე სახაზავის საშუალებით, რადგანაც ის გამოიწვევს შეცდომას მთელი კონტურის სიგრძის ერთ მხარეზე;

9) იმ შემთხვევაში, როცა კონტურის შემოტარებათა შორის ანათვლი დაახლოებით 200 დანაყოფია და განსხვავება 2 დანაყოფზე მეტია, ხოლო 200—2 000 დანაყოფამდე — 3 დანაყოფზე მეტია და 2 000 დანაყოფს ზევით კი 4 დანაყოფზე მეტია, მაშინ წვეტანის შემოტარებას იმეორებენ;

როდესაც ვმუშაობთ მასლოვის პლანიმეტრით და როცა ორივე მექანიზმის ბორბლები არის ტოლი, რასაც თანამედროვე ქარხნები აღწევენ, ზემოხსენებული დაშვებები მასზედაც ვრცელდება;

10) იმ შემთხვევაში, როცა გეგმის სიტუაცია ხასიათდება მცირე კონტურებით (რამდენიმე კვადრატული სანტიმეტრით), მაშინ მიმართავენ მრავალი განმეორების ხერხს, ყოველ კონტურს შემოუვლიან 3—4-ჯერ და იღებენ უკანასკნელი და პირველი ანათვლების სხვაობას, რო-



მელსაც ყოფენ შემოვლათა რიცხვზე. შეიძლება ამ შემთხვევაში შემომვლელი ბერკეტის სიგრძის შემცირება და ისე განსაზღვრა სიტუაციის ფართობებისა; მაგრამ, ცდებით დადგენილია, რომ უფრო ზუსტ შედეგს ვიღებთ მრავალი განმეორების მეთოდის გამოყენებით;

11) ციფერბლატზე აიღება ინდექსის ახლო მცირე შტრიხის შესაბამისი ანათვალი. მეორე ანათვალი თუ გამოვიდა პირველზე ნაკლები, მას ეუმატებთ 10 000 და შემდეგ ისაზღვრება სხვაობა.

12) დიდ სივრცეებზე წვეტანის შემოტარების დროს კი თვალ-ყური უნდა ვადევნოთ იმას, თუ რამდენჯერ გაიარა ინდექსზე ციფერბლატის ნულმა და რა მიმართულებით; მაგალითად, თუ ციფერბლატი ტრიალებს პირდაპირ, მაშინ ანათვალი, მიღებული ფარგის შემოვლის შემდეგ, ყოველ ჯერზე (ნულის გავლის დროს) უნდა გადიდდეს 10 000-ით, ხოლო როცა ციფერბლატი ტრიალებს შებრუნებული მიმართულებით, აღნიშნული ანათვალი ყოველ ჯერზე იმავე ოდენობით უნდა შემცირდეს;

13) ზოლური ფიგურების ფართობები, როგორცაა: გზები, არხები, ნაკადულები, მდინარეები, სარწყავი სისტემები, სასაზღვრო ზოლი, მინდვრების დამცავი ტყის ზოლები, სკვერები, გამწვანების ზოლები და სხვ., ისაზღვრება ისე, როგორც მართკუთხედების ფართობები, რომელთა სიგრძეებს იღებენ გეგმიდან და სიგანეებს — ადგილზე უშუალოდ გაზომვით ან გეგმიდან. ვიწრო ზოლების ფართობებს საზღვრავენ დამკვირვებლის მიერ დამზადებული სკალით, რომელიც იგება ხაზოვანი მასშტაბის აგების წესის ანალოგიურად.

## VI. პლანიმეტრის მუდმივების განსაზღვრის პრაქტიკული ხერხები

(16) დამოკიდებულების თანახმად, პლანიმეტრის საფასური

$$C = R \tau$$

გეომეტრიულად წარმოადგენს მართკუთხედის ფართობს, რომლის ფუძეა შემოზღველი ბერკეტის  $R$  სიგრძე და სიმაღლე — პლანიმეტრის  $\tau$  დანაყოფი. მაშასადამე, საფასური  $C$  შეიძლება განისაზღვროს  $R$  და  $\tau$  განაზომების საშუალებით; მხოლოდ მოედნების გამოთვლების დროს სარგებლობენ პლანიმეტრის არა დანაყოფის აბსოლუტური საფასურით, ანუ როცა  $C$  გამოისახება გეგმიდან (16) ფორმულით კვადრატულ სანტიმეტრებში ან კვადრატულ მილიმეტრებში, არამედ მას გამოსახავენ ფარდობითი საფასურით ჰექტარებში ან კვადრატულ მეტრებში გეგმის მასშტაბის შესაბამისად. მაშასადამე, პლანიმეტრის  $C$  საფასური რომ გამოვსახოთ ადგილის ფართობების ერთეულებში,  $R$  შემომვლელი რადიუსი და პლანიმეტრის  $\tau$  დანაყოფი (16) ფორმულაში უნდა გავამრავლოთ გეგმის მასშტაბის  $M$  მნიშვნელზე. რის შედეგად (16) ფორმულა ასე გადაიწერება:

$$C = R \cdot M \cdot \tau M = R \tau M^2. \quad (9.6.2.26)$$

მაგალითად, როცა გეგმის მასშტაბია 1:10 000,  $R = 150$  მმ, მაშინ (28) ფორმულით

$$C = 150 \text{ მმ} \times 0,06 \text{ მმ} \times 10\,000^2 = 0,150 \text{ მ} \times 0,00006 \text{ მ} \times 100^2 = 0,09^2 \text{ აა.}$$

როგორც ვხედავთ,  $\tau$  არის ძლიერ მცირე (შემომავალი ბორბლის ფოსოს დიაპეტრია 20 მმ,  $\tau$ -ს ოდენობა კი არის  $\frac{3.14 \cdot 20}{1000} \approx 0,06$  მმ), რომელიც საბე-  
 რთა განისაზღვროს სამი-ოთხი ნიშნადი ფიცრების სიზუსტით, რაც ძლიერ  
 ძნელია, ამიტომ  $C$ -ს განსაზღვრისათვის იყენებენ (22) ფორმულას, რისთვი-  
 საც პლანიმეტრით ზომავენ წინასწარ ცნობილ  $\omega$  ფართობს და  
 $\pi_2 - \pi_1 = \pi$  ოდენობას. მაშასადამე, (22) ფორმულის მიხედვით:

$$C = \frac{\omega}{\pi_2 - \pi_1} = \frac{\omega}{\pi}. \quad (9.6.2.29)$$

ჩვეულებრივ,  $\pi$ -ის დასადგენად წვეტანას შემოატარებენ რუკის კილო-  
 მეტრული ბადის 2—3 კვადრატის კონტურს. ამ დროს, თუ  $C$ -ს განზომილება  
 იქნა კვადრატული სანტიმეტრები ან კვადრატული მილიმეტრები, ანუ  $\omega$   
 იქნა გამოსახული ამ განზომილებაში, მაშინ გვექნება პლანიმეტრის აბსო-  
 ლუტური საფასური, ხოლო თუ  $C$ -ს გამოვსახავთ ჰექტარებში ან კვად-  
 რატულ მეტრებში (ანუ  $\omega$  იქნა ამ განზომილებაში), მაშინ გვექნება პლა-  
 ნიმეტრის ფართობითი საფასური. ე. ი. მხედველობაში ვიღებთ  
 გეგმის მასშტაბს.

მაგალითი 9. 6. 2. 2. განვსაზღვროთ პლანიმეტრის ფართობითი  
 საფასური 1 : 5 000 მასშტაბის რუკის კილომეტრული ბადის ორი მოსაზღვრე  
 დეციმეტრიანი გვერდების მქონე კვადრატის კონტურზე წვეტანის შემოტარე-  
 ბის შესაბამისად ისე, რომ პლანიმეტრის პოლუსი იყოს ხსენებული კვადრა-  
 ტების კონტურის გარეთ. შემომავალი ბერკეტის პოლუსი მარჯვნივ და მარ-  
 ცხნივ შესაბამისი ანათვლების საშუალო  $\pi = 2014,5$  დანაყოფს, ხოლო (7)  
 ნახაზის ევრნიერით (19)  $R = 159$  მმ.

1) გამოყენებული კვადრატების ფართობი

$$\omega = 500 \text{ მ} \times 500 \text{ მ} \times 2 = 500 \text{ ჰა}.$$

2) (28) ფორმულით ფართობითი საფასური

$$C = \frac{500 \text{ ჰა}}{2014,5} = 0,02482 \text{ ჰა}.$$

იმისათვის, რომ ავამალლოთ პლანიმეტრის საფასურის განსაზღვრის სი-  
 ზუსტე, გამოყოფილ ფართობს წვეტანით შემოუვლიან ოთხჯერ: ორჯერ, რო-  
 ცა პოლუსია მარჯვნივ ( $R$ ), და ორჯერ, როცა პოლუსია მარცხნივ ( $L$ ). ამავე  
 დროს დაუშვებელია ბერკეტებს შორის კუთხე 30°-ზე ნაკლები და 150°-ზე  
 მეტი. საშუალოდ ეს კუთხე უნდა იყოს ახლო მართკუთხედთან.

ეთქვათ,  $i$  : 10 000 მასშტაბიანი რუკის სამი კვადრატია გამოსაყენებლად,  
 ე. ი.  $\omega = 300$  ჰა, რადიუსი  $R = 154,4$  მმ. ყოველივე მოყვანილია (2) სქემა-  
 ში. მის მარცხენა ზემო კუთხის ზემოთ იწერება  $R$  რადიუსის ოდენობა მილი-  
 მეტრებში. აგრეთვე საფასური გამოთვლილია მეოთხე ნიშნად ციფრებამდე.

მაშასადამე, სჯობს პირველ რიგში ა ფართობი გამოვსახოთ ჰექტარებში და გარკვეული  $R$  რადიუსისათვის (28) ფორმულით დავედგინოთ პლანიმეტრის ფარდობითი საფასური.

ნახევარი ილეთების განმეორებებს შორის სხვაობები დასაშვებია:

200 დანაყოფამდე 2 დანაყოფი,	
200—1000-მდე	3
1000—2000	4
2000-ზე მეტი	5

ს ქ ე მ • 9.6.2 2

$R=154,4$  მმ

ანათელები	ანათელების სხვაობა	სხვაობების საშუალო	პლანიმეტრის და- ნაყოფებში ფარ- თობი	პლანიმეტრის საფასური
პ მ კ				
8217	3248			
1465	3250	3249		
4715			3250,5	
პ მ ც				$\frac{300}{3250,5} = 0,09229$ კ
6834	3251			
0085	3253	3252		
3338				

პლანიმეტრის მუდმივი  $Q$  რიცხვის განსაზღვრისათვის შეიძლება გვესარგებლოს (17) ფორმულით:

$$Q = \pi (R_1^2 + R^2 + 2Rr);$$

მაგრამ, ვინაიდან  $r$  მცირე სიდიდის ოდენობის განსაზღვრა დაკავშირებულია დიდ სიძნელესთან, ამიტომ თანადროულად ვიყენებთ (20) და (22) ფორმულებს, რისთვისაც ნებისმიერი ფიგურის ერთი და იმავე კონტურს შემოვაცოლებთ წვეტანას, როცა პოლუსი მდებარეობს ამ კონტურის შიგ—(20) ფორმულა და გარეთ კი (22) ფორმულა. მაშინ (20) და (22) ფორმულებით

$$a = C(\pi_2 - \pi_1 + q) = C(\pi_4 - \pi_2), \quad (9.6.2.30)$$

საიდანაც

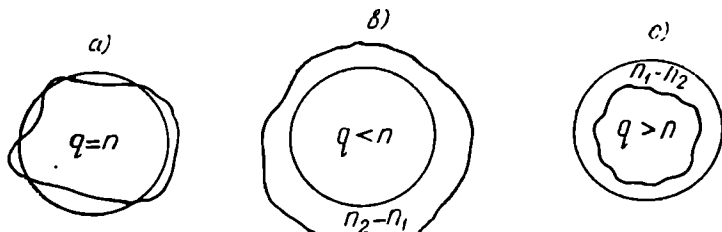
$$q = (\pi_4 - \pi_2) - (\pi_2 - \pi_1). \quad (9.6.2.31)$$

ხოლო, თანახმად (19) ტოლობისა

$$Q = Cq. \quad (9.6.2.32)$$

(30) და (31) ტოლობებში  $\pi_4 = \pi_2 = \pi$  არის რიცხვი, რომელიც გამო-სახავს ფიგურის გარეთ პოლუსის მდებარეობის დროს კონტურზე წვეტანას სრული შემოტარების შემდეგ და შემოტარებამდე (საწყისი) ანათელების სხვაობას, ხოლო  $\pi_2 - \pi_1$  სხვაობა შეესაბამება ფიგურ-

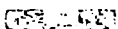
რის შიგ პოლუსის მდებარეობას. როგორც ცნობილია, ორივე ოდენობა გამოსახავს განხილადი ფიგურის ფართობს პლანიმეტრის  $\tau$  და-  
ნაყოფებში, პოლუსის როგორც შიგ, ისე გარეთ მდებარეობის შესაბამისად.  
მეორე შემთხვევაში, ანუ როცა პოლუსი ფიგურის გარეთ იმყოფება ( $n_1 - n_2$ )



ნახ. 9.6.2.12.

სხვაობა გამოდის დიდი. რადგანაც პლანიმეტრი მთელ ფიგურას აქცევს მართ-  
კუთხედად, ამიტომ განხილადი ფიგურას ყოფენ 3 — 4 ნაწილად და შემო-  
ატარებენ წვეტანას ნაწილ-ნაწილ.

პირველ შემთხვევაში, ანუ როცა პოლუსი ფიგურის შიგ არის, რო-  
გორც აღვნიშნეთ, პლანიმეტრი  $Q$  დიდ წრეს არ ზომავს; იგი აჯამებს და აქ-  
ცევს მართკუთხედად მხოლოდ დიდი წრისაგან ფიგურის შემცირებულ ნა-  
წილს. ამ დროს შეიძლება სამი შემთხვევა:



$$q = n_1 - n_2 = n; \quad q < n; \quad q > n.$$

1) როცა  $q = n = n_1 - n_2$ , ანუ როცა  $Q = C$  (ნახ. 12<sup>ა</sup>). ამ შემთხვევა-  
ში, თანახმად (30) დამოკიდებულებებისა, დატული იქნება ტოლობა  $n_2 = n_1$ .  
მაშასადამე, როგორც ფიგურის კონტურზე წვეტანას შემოტარების დროს, აღ-  
მრიცხველი ბორბალი იბრუნებს და ისრიალებს ისე, რომ წვეტანის კონტურ-  
ის შემოვლის შედეგად საწყისი ანათვალის არ შეიცვლება. მხოლოდ, თუ გან-  
ხილადი ფიგურა იქნა  $D$  რადიუსის მქონე წრე ანუ პლანიმეტრის ძირითადი  
წრე, რომლის ცენტრი იქნება პოლუსი (ნახ. 11), მაშინ აღმრიცხველი ბორბლის  
ფო სო მხოლოდ ისრიალებს.

2) როცა  $q < n$  ანუ  $Q < C$  (ნახ. 12<sup>ბ</sup>), მაშინ გვექნება უტოლობა  $n_2 > n_1$ .  
მაშასადამე, აღმრიცხველი ბორბალი იბრუნებს დადებითი (ზრდადი) მიმარ-  
თებით.

3) როცა  $q > n$  ანუ  $Q > C$  (ნახ. 12<sup>გ</sup>), გვექნება  $n_2 < n_1$  უტოლობა,  
ე.ი. აღმრიცხველი ბორბალი იბრუნებს შებრუნებული მიმართებით. ამ შემ-  
თხვევაში კონტურზე წვეტანის შემოტარების დროს გულდასმით უნდა ვა-  
დევნებდეთ ჯგალყურს აღმრიცხველი ბორბლის ანათვლებს და უნდა აღვ-  
რიცხოთ რამდენჯერ გაიარა ციფერბლატის ნულმა ინდექსი. ერთხელ გავლი-  
სას ანათვალს უნდა დაეუმართო 10 000, ორჯერ გავლისას 20 000 და ა. შ. (3)  
სქემაში მოყვანილია მესამე შემთხვევის შესაბამისად  $q$  ოდენობის დადგენის  
მაგალითი.

გამოსათვლელი ფიგურის ნაწილები	ანათელები	ანათელებს შორის სხვაობები	სხვაობების საშუალები	ფართობი პლანიმეტრის რ დინაუფებში
1	2	3	4	5
როცა პოლუსია ფიგურის გარეთ				
I	პ მ ჯ 4219			
	7435	3216	3215,5	
	0650	3215		3217
	პ მ ც 1328		3217	
	4545	3220	3218,5	
	7765			
II	პ მ ჯ 0210			
	3558	3748	3748,5	
	7707	3749		3747
	პ მ ც 4299		3746	
	8045	3745	3745,5	
	1790			
III	პ მ ჯ 2923			
	6748	3825	3825	
	0573	3825		3825
	პ მ ც 7017		3824	
	0841	3826	3825	
	4667			
IV	პ მ ჯ 8134			
	1153	3019	3017	
	4168	3015		3018
	პ მ ც 5091		3019	
	8110	3020	3019,5	
	1130			სულ 13607

1	2	3	4	5
როცა პოლუსი ფიგურის შიგ				
მთელი ფიგურა	პ შ ჯ	.		
	22323			
	11817	-10506	-10505	-10504 = (n <sub>1</sub> - n <sub>2</sub> )
	1313	-10504		
	პ შ ც			
	20447			
19943	-10504	-10503,5	q = 13807 - (-10504) = 24311.	
9440	-10503			

როგორც აღენიშნეთ, მესამე შემთხვევისათვის, ანუ როცა  $q > n$ , (3) სქემის მიხედვით მოცემული ფიგურა წარმოდგენილია 4 ნაწილად და ყოველი ნაწილის ფართობი პოლუსი გარეთ გამოთვლილია (22) ფორმულით ორ-ორჯერ წვეტანის შემოტარებით და განსაზღვრულია ჯამა 13 807 დანაყოფი. იგივე ფიგურა პოლუსი შიგ შემოტარდება ორ-ორჯერ და ვინაიდან  $q > n$ -ზე ანუ  $Q_1 > C_1$ , მივიღებთ (20) ფორმულით — 10 504-დან. მაშასადამე, (31) ფორმულით

$$q = 13\,807 - (-10\,504) = 24\,311.$$

#### VII. გეგმის მასშტაბსა, პლანიმეტრის დანაყოფის საფასურსა და შემომღებელი ბერკეტის სიგრძეს შორის დამოკიდებულება

ვთქვათ, ცნობილია გეგმის 1:  $M_1$  მასშტაბის შესაბამისი პლანიმეტრის  $C_1$  საფასური და საჭიროა განისაზღვროს  $C_2$  საფასური 1:  $M_2$  მასშტაბისათვის. (28) ფორმულის შესაბამისად დაწვეთ

$$C_1 = R \tau M_1^2,$$

$$C_2 = R \tau M_2^2.$$

გავყოთ მეორე ტოლობა პირველზე, მივიღებთ

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{R \tau M_2^2}{R \tau M_1^2},$$

საიდანაც

$$C_2 = \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^2 \cdot C_1. \quad (9.6.2.33)$$

მაგალითად, 1:10 000 მასშტაბიანი გეგმის  $C_1$  საფასური თუ ტოლია 0,08 ჰექტარის, 1:25 000 მასშტაბიანი გეგმის შემთხვევაში  $C_2$ , თანახმად (33) დამოკიდებულებებისა, იქნება

$$C_2 = \left(\frac{25\,000}{10\,000}\right)^2 \times 0,08 = 0,5 \text{ ჰა.}$$

პლანიმეტრით ფიგურების ფართობების გამოთვლა ადვილია, როცა საფასური არის მრგვალი რიცხვი 0,1 ჰა, 0,02, 0,5 და ა.შ. იმ შემთხვევაში, როცა პლანიმეტრის საფასურია არამრგვალი რიცხვი, მაგალითად, 0,09229 ჰა, ისე როგორც ეს მიღებულია (2) სქემაში, საჭიროა გამოთვლელი მანქანის გამოყენება. ამ შემთხვევაში სჯობს დამრგვალებულ იქნეს საფასურის ოდენობა შემომვლელი ბერკეტის  $R$  სიგრძის შეცვლით, რისთვისაც შემომვლელი ბერკეტის მილიმეტრებად დაყოფილი სკალა უნდა დაეაყენოს საჭირო ანათვალზე ვერნიერის საშუალებით. ვთქვათ, პლანიმეტრის  $C_1$  საფასური განსაზღვრულია შემომვლელი ბერკეტის  $R'$  ოდენობისათვის და საჭიროა განსაზღვროს შემომვლელი ბერკეტის  $R''$  სიგრძე, რომელსაც შეესაბამება მრგვალი რიცხვი, ვთქვათ,  $C_2$ . (28) დამოკიდებულების შესაბამისად დავწერთ

$$C_1 = R' \tau M^2,$$

$$C_2 = R'' \tau M^2.$$

მეორე ტოლობის პირველზე გაყოფით მივიღებთ

$$R'' = \frac{C_2}{C_1} R'. \quad (9.6.2.34)$$

მაგალითად, თუ საფასური  $C_1 = 0,09229$  ჰა, როცა  $R' = 154,4$  მმ, და საჭიროა საფასური  $C_2$  იყოს 0,1 ჰა, მაშინ (34) დამოკიდებულებით

$$R'' = \frac{0,1}{0,09229} \times 154,4 = 167,3 \text{ მმ.}$$

შემომვლელი ბერკეტის სკალაზე მიღებული ოდენობით აყენებენ ვერნიერს და (2) სქემის მსგავსად საზღვრავენ  $C_2$  ოდენობას, რაც უნდა უდრიდეს 0,1 ჰა.

### VIII. პლანიმეტრის შემოწმება და შესწორება

სანამ შევეუდგებოდეთ პლანიმეტრის პრაქტიკულ გამოყენებას, საჭიროა მისი შემოწმება.

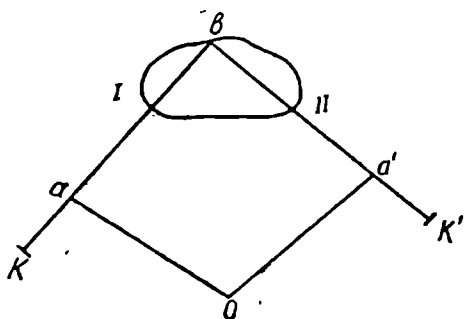
1) პლანიმეტრის ამთვლელი ბორბალი თავისუფლად უნდა ბრუნავდეს ღერძზე ყოველგვარი რხევის გარეშე. ამისათვის საჭიროა, ამთვლელი ბორბალი არ ეხებოდეს ვერნიერს; მაგრამ ამასთანავე ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ბორბლისა და ვერნიერის დაშორება არ იყოს დიდი, რაც შეამცირებს ათვლის სიზუსტეს. მათი დაშორება უნდა ჩაითვალოს დამაკმაყოფილებლად, თუ მასში გაეტივა პაპიროსის ქაღალდი.

შემდეგ უნდა გაისინჯოს ბორბლის ღერძის მდებარეობა საკისრებში. ღერძი ოდნავ უნდა მოძრაობდეს, თითებით გასინჯვის დროს იგი ინერციით უნდა ბრუნავდეს 3—5 სეკუნდი. თუ ღერძი გადაკარბებულად არის მოჭერილი ან საკისრებში ფანტალებს, მას წესიერულ მდგომარეობაში მოიყვანენ საკისართან მოწყობილი ერთ-ერთი ხრახნის დახმარებით; აგრეთვე ვერნიერის ზედაპირი უნდა წარმოადგენდეს ბორბლის დანაყოფებიანი ზედაპირს.

რის გავრცელებას, რეგულირებას ახდენენ იმ ხრახნით, რომლითაც ვერხიე-  
რი არის მიმაგრებული ამთვლელი მექანიზმის ჩარჩოზე;

2) ამთვლელი ბორბლის ღერძი უნდა იყოს შემოშვ-  
ლელი ბერკეტის პარალელური. აქ იგულისხმება,  
რომ ბორბლის სიბრტყე მისი ღერძის მართობულია.

ეს შემოწმება სრულდება პლანიმეტრის ორ მდებარეობაში (ნახ. 13): I, როდესაც მთვლელი  $K$  ბორბალი არის  $O$  პოლუსის მარცხნივ, და II, როდესაც იგი პოლუსის მარჯვნივაა. ერთ და იმავე ფიგურას (პოლუსი ფიგურის გარეთ) პლანიმეტრით შემოვივლით პლანიმეტრის ორივე მდებარეობაში. ყოველ ჯერზე — შემოვლის შემდეგ და შემოვლამდე ანათვლების სხვაობები თუ ურთიერთ კარგ თანხმობაშია, მაგრამ ამასთანავე I და II მდებარეობის შედეგები იქ ურთიერთგანსხვავდება მათი საშუალოს 1 : 250 მეტი ოდენობით, მოთხოვნილი პირობა დარღვეულად ითვლება.



ნახ. 96.2.13

ცხადია, პლანიმეტრის უწყისეობის გამო დაშვებული შეცდომის ოდენობა პლანიმეტრის I და II მდებარეობაში ურთიერთობით იქნება, მხოლოდნიშნები ექნება განსხვავებული. აქედან დაეასკენით, რომ ორივე მდებარეობის შედეგთა საშუალო არითმეტიკული თავისუფალი იქნება აღნიშნული სისტემატური შეცდომისაგან. მაშასადამე, პლანიმეტრის ორი მდებარეობის საშუალოს განსაზღვრის შედეგად ფართობების განსაზღვრის შეცდომების კომპენსირება ხდება, რის გამო ამსლერ-კორადის პოლარულ პლანიმეტრს უწოდებენ კომპენსაციურს. მაშასადამე, თუ შეცდომა ძალიან დიდი არ არის, ყოველთვის ფიგურის ფართობს საზღვრავენ პლანიმეტრის ორი მდებარეობის საშუალოთი და არ არის საჭირო სათანადო შემასწორებელი ხრახნებისათვის იელის ხლება. ამსლერის ძველი სისტემის პლანიმეტრი კომპენსაციის თვისებით არ ხასიათდება, ეს არის მისი ნაკლი.

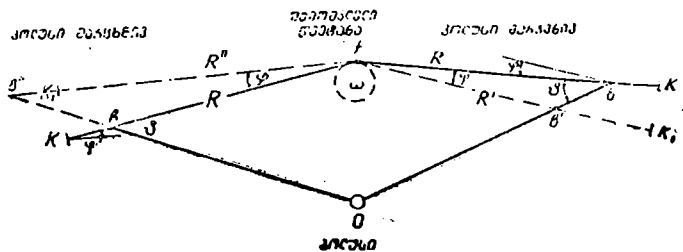
შენიშვნა. ა. მასლოვის გამოკვლევის შედეგად დადგენილია, რომ თუ ბორბლისა და შემომვლელი ბერკეტის ღერძები არაპარალელურებია, პოლუსის ორი მდებარეობის საშუალოს განსაზღვრა არ სპობს ამ მიზეზით ფართობების განსაზღვრის შეცდომას შემდეგი მოსაზრების გამო (ნახ. 14).

ვთქვათ, მოთხოვნილი პირობა დარღვეულია და არსებობს აღნიშნული ბორბლის ბრუნვისა და შემომვლელი ბერკეტის ღერძებს შორის  $\varphi$  კუთხე, ე. ი. გვაქვს  $\varphi \neq 0$  დამოკიდებულება: ამ შემთხვევაში შემომვლელი წვეტიანიდან შემომვლელი ბერკეტისადმი პოლუსი მარჯვნივ და პოლუსი მარცხნივ ანუ



პლანიმეტრის ორი მდებარეობის ანათვალის (შემოვლის შემდეგ საწყის ანათვლებს შორის სხვაობა) ურთიერთტოლი არ გამოდის, რისთვისაც მოითხოვება პლანიმეტრის შესწორება, რადგანაც ანათვლების აღების შეცდომის ოდენობაზე გავლენას ახდენს გარდა  $\varphi$  კუთხისა საპოლუსო და შემომვლელ ბერკეტებს შორის  $\psi$  კუთხეც.

იმისათვის, რომ ვერჩვენოთ პლანიმეტრის ორ მდებარეობას შორის განსხვავებაზე  $\varphi$  და  $\psi$  კუთხეების გავლენა, დავუშვათ, რომ  $\varphi \neq 0$  და  $\psi$  კუთხე



სახ 9 6.2.14.

კი მივიღოთ საშუალო, რადგანაც ეს კუთხე  $\psi$  წვეტანის  $\omega$ -ს კონტურზე შემოტარების დროს ნელ-ნელა მატულობს და იკლებს.

რეალური  $Obf$  პლანიმეტრი ორივე მდებარეობაში მუშაობის პროცესშია ანუ, როცა მისი შემომვლელი ბერკეტი  $fb = R$ , პოლუსის მარჯვნივ და მარცხნივ და როცა  $K$  ბორბალი გადაადგილდება  $K_1$  მდებარეობაში, შესაბამისად შეიძლება წარმოვიდგინოთ.  $fb' = R'$  და  $fb'' = R''$  ოდენობების რადიუსების მქონე  $Ob'f$  და  $Ob''f$  მდებარეობაში. პლანიმეტრის ამ წარმოდგენითი მდებარეობის დროს ძირითადი გეომეტრიული პირობა შესრულებულია, ანუ  $K$  მდებარეობიდან  $K_1$  მდებარეობაში ამოვლელი მექანიზმის გადაადგილების დროს ანათვლები არ იცვლება (იგულისხმება, რომ ბორბლის დისკოს სიბრტყე შემომვლელი ბერკეტის ღერძის მართობია). როგორც ვხედავთ, წარმოვდგენითი პლანიმეტრის შემომვლელი ბერკეტების პოლუსი მარჯვნივ და პოლუსი მარცხნივ მდებარეობაში შესაბამისად იქნება  $fb' = R'$  და  $fb'' = R''$ .

იმისათვის, რომ დავადგინოთ პლანიმეტრის  $n$  ანათვალისა და მისი შემომვლელი რადიუს  $R$ -ის ოდენობას შორის კავშირი, გამოვიყენოთ  $\omega$  ფართობის გამოსათვლელი (22) და (16) ფორმულები, დავწერთ

$$\omega = Cn = R \tau n, \tag{a}$$

იგივე ფართობი, როცა პოლუსია მარჯვნივ, გამოითვლება ფორმულით

$$\omega = C'n' = R' \tau n' \tag{b}$$

და როცა პოლუსი მარცხნივ არის

$$\omega = C''n'' = R'' \tau n''. \tag{c}$$

როგორც ცნობილია, ამ ფორმულებში  $C=R\tau$ ,  $C'=R'\tau$ ,  $C''=R''\tau$  არის პლანიმეტრის ერთი დანაყოფის საფასურები, რომელთა ოდენობები დამოკიდებულია შემომაველი ბერკეტის სიგრძეზე;  $\tau$  — პლანიმეტრის დანაყოფი, რომელიც ტოლია ბორბლის ფოსოს წრეხაზის 1:1000.

გავყოთ (ბ) დამოკიდებულება (ა)-ზე, რითაც მივიღებთ ანათვალს, როცა პოლუსი მარჯვნივა

$$n' = \frac{R}{R'} \cdot n. \quad (d)$$

ასევე (ე) გავყოთ (ა)-ზე და მივიღებთ ანათვალს, როცა პოლუსი არის მარცხნივ

$$n'' = \frac{R}{R''} \cdot n. \quad (e)$$

$\frac{R}{R'}$  და  $\frac{R}{R''}$  ფარდობების ოდენობები გამოსახება  $\varphi$  და  $\psi$  სიდიდეებით, თუ (14) ნახაზის  $fbb'$  და  $fbb''$  სამკუთხედების მიმართ, შესაბამისად, გამოვიყენებთ სინუსების თეორემას. მაგალითად,  $fbb'$  სამკუთხედის მიხედვით დავწეროთ

$$\frac{R}{R'} = \frac{\sin [180^\circ - (\psi + \varphi)]}{\sin \psi} = \frac{\sin \psi \cos \varphi + \cos \psi \sin \varphi}{\sin \psi} = \cos \varphi + \operatorname{ctg} \psi \sin \varphi, \quad (f)$$

ხოლო  $fbb''$  სამკუთხედიდან:

$$\frac{R}{R''} = \frac{\sin [180^\circ - (180^\circ - \psi) - \varphi]}{\sin \psi} = \frac{\sin \psi \cos \varphi - \cos \psi \sin \varphi}{\sin \psi} = \cos \varphi - \operatorname{ctg} \psi \sin \varphi. \quad (g)$$

(f) და (g) დამოკიდებულებები, შესაბამისად, შევიტანოთ (d) და (e) დამოკიდებულებებში, მივიღებთ

პოლუსის მარჯვნივ მდებარეობისათვის

$$n' = n (\cos \varphi + \operatorname{ctg} \psi \sin \varphi) \quad (9.6.2.35)$$

და პოლუსი მარცხნივ მდებარეობისათვის:

$$n'' = n (\cos \varphi - \operatorname{ctg} \psi \sin \varphi). \quad (9.6.2.36)$$

ორივე მდებარეობისათვის, ანუ პლანიმეტრის პოლუსი მარჯვნივ და მარცხნივ მდებარეობის ანათვლებს შორის  $\Delta$  სხვაობა იქნება

$$\Delta = n' - n'' = 2n \operatorname{ctg} \psi \sin \varphi. \quad (9.6.2.37)$$

(35), (36), (37) ფორმულების საფუძველზე შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ, როცა აღმრიცხველი ბორბლის ღერძი არ არის შემომაველ ბერკეტის ღერძის პარალელური, ანუ, როცა  $\varphi \neq 0$ , ხოლო ბერკეტებს შორის კუთხის საშუალო ოდენობა  $\psi = 90^\circ$  და პლანიმეტრის შემოწმება სრულდება პოლუსის ორი მდებარეობის მიხედვით, მაშინ ანათვლების რა-

ოდენობა პოლუსის ორივე მდებარეობის შესაბამისად გამოდის ურთიერთ-  
ტოლი. იგი გამოისახება დამოკიდებულებით

$$n' = n'' = n \cos \varphi, \quad \Delta = 0 \quad (9.6.2.38)$$

და ბერკეტებს შორის კუთხის ( $\varphi = 90^\circ$ ) ასეთი რიცხვითი მნიშვნელობის დროს შემოხსენებული წესით შემოწმებას აზრი არა აქვს, რადგანაც მოთხოვნილი პირობის შეუსრულებლობას ამ გზით ვერ გამოვაკლინებთ.

ამიტომ ბორბლის ღერძის შემომვლელი ბერკეტის ღერძისადმი პარალელურობის, ანუ ძირითადი გეომეტრიული პირობის, შესამოწმებლად საკონტროლო შიმშის საშუალებით (ან ცნობილი რადიუსით შემოწერილი წრეხაზის საშუალებით) პოლუსის ორივე მდებარეობის და ბერკეტებს შორის საშუალო კუთხის ( $\varphi = 90^\circ$ ) შესაბამისად შემოვატარებთ წვეტანას, (მხოლოდ პოლუსის მდებარეობის შეცვლა სრულდება პოლუსის და საკონტროლო სახაზავის მიმართ შემომვლელი ბერკეტის გადაადგილებით ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (14 ნახაზზე)) და ორივე ( $n' = n_2' - n_1'$  და  $n'' = n_2'' - n_1''$ ) ანათვალა თუ გამოვიდა ურთიერთტოლი ან განსხვავებამ სამ და ნაყოფამდე მიადწია, მოთხოვნილი გეომეტრიული პირობა შესრულებულად ჩაითვლება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ბორბლის უსასრულო ხრახნიანი ღერძის პარალელურობას უნდა მივადწიოთ სათანადო თარაზული შემასწორებელი ხრახნის საშუალებით. შემოწმება სრულდება რამდენიმე ილეთით.

პლანიმეტრის ძირითადი გეომეტრიული პირობის შემოწმება და შესრულება აუცილებელია პლანიმეტრის სწორად მუშაობისათვის. პოლუსის ორი მდებარეობის საშუალო არითმეტიკულის განსაზღვრით მოსალოდნელ შეცდომას ვერ ავიცილებთ, რადგანაც (35) და (36) ფორმულების მიხედვით

$$\frac{n' + n''}{2} = n \cos \varphi. \quad (9.6.2.39)$$

არც იმ შემთხვევაში სრულდება მოთხოვნილი პირობა, როცა საშუალო  $\varphi = 90^\circ$ , რადგანაც იმავე (35) და (36) ფორმულებით, როგორც ითქვა, გვექნება (38) დამოკიდებულება, ანუ პლანიმეტრის ორი მდებარეობის შედეგთა შეცდომა იმავე ოდენობის იქნება, რაც მისი ერთი მდებარეობის დროს. საერთოდ, შემოწმებულია და შესწორებული პლანიმეტრის შემომვლელ ბერკეტზე გადაადგილებები და ხრახნების ხელის უმიზნოდ შეხება არ არის სასურველი.

3) შემომვლელი ბერკეტის სიგრძისა და  $q$  რიცხვის შემოწმება პლანიმეტრთან მოცემულ ცხრილში. უმრავლეს შემთხვევაში ამსლერ-კორადის პლანიმეტრს თან აქვს დართული ცხრილი, რომელშიც მოყვანილია ცნობები შემომვლელი ბერკეტის სიგრძეების და  $q$  რიცხვის შესაბამისი ფართობების შესახებ, რაც უნდა იქნეს შემოწმებული.

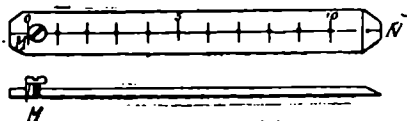
ბერკეტის სიგრძის შესამოწმებლად ვიყენებთ გეომეტრიულ ფიგურას, რომლის ფართობი ადვილად განისაზღვრება (მართკუთხედი, კვადრატი, წრე და სხვ.). ბერკეტს დავაყენებთ ცხრილში მოცემულ სიგრძეზე და პოლუსი ფიგურის გარეთ ორ მდებარეობაში შემოვატარებთ წვეტანას აღნიშნული

ფიგურის კონტურს. თუ მდებარეობათა შედეგეულები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდება 2 - 3 დანაყოფზე მეტად, გამოვითვლით მათ საშუალო არითმეტიკულს. შემდეგ ცხრილიდან ამოვიწერთ ბერკეტის სიგრძის შესაბამის  $C$  საფასურს და განხილავთ ფიგურის ფართობს გამოვითვლით (22) ფორმულით,  $w = C\pi$  მიღებულ ოდენობას შევადარებთ იმავე ფიგურის გეომეტრიულად გამოთვლის შედეგს. თუ მათი ოდენობები მნიშვნელოვნად განსხვავებულები გამოვიდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ბერკეტის სიგრძე უნდა შეიცვალოს თანდათანობითი მიახლოებით. ამ დროს საჭიროა ვისარგებლოთ შემდეგი მოსაზრებით: თუ პლანიმეტრით განსაზღვრული ფართობი გამოვიდა გეომეტრიულად განსაზღვრულზე მეტი, მაშინ ბერკეტი გაგრძელებული უნდა იქნეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში — დამოკლებული. ბერკეტის ორჯერ დაყენების შემდეგ მისი ნამდვილი სიგრძე განისაზღვრება გამოთვლით, რისთვისაც ვისარგებლებთ ბერკეტის დანაყოფებით.

მუდმივი  $q$  რიცხვის შესამოწმებლად დიდი ფიგურის პოლუსი გარეთ და შიგ, შესაბამისად, ვიყენებთ VI მუხლში მიღებულ (31) ფორმულას და წესრიგს.

ზემოთ აღწერილი მრავალჯერი გზით უნდა იქნეს შემოწმებული ცხრილში მოცემული ბერკეტის ყველა სიგრძე და ყველა  $q$  მუდმივი რიცხვი.

პლანიმეტრით ფიგურის გარს შემოვლის დროს უდიდესა სიზუსტის მისაღწევად, რაც მეტად საჭიროა ზუსტი შემოწმებებისათვის, სარგებლობენ პლანიმეტრზე დართული საკონტროლო შიმშით (ნახ. 15). იგი წარმოადგენს ლითონის შიმშას, რომელზედაც დატანილია ყოველ 2 სანტიმეტრზე ნახევრეტები. შიმშის ერთ ბოლოშია წერილი  $M$  ნემსი, რომლის საშუალებით შიმშა მაგრდება ქაღალდზე, ხოლო მეორე დაცერებულ ბოლოში დაკვესილია შტრიხით შიმშის განსაზღვრულ მდგომარეობაში დასაყენებლად.



ნახ. 9.6.2.15.

პლანიმეტრის შემოწმების დროს საკონტროლო შიმშა უნდა დაიდოს ქაღალდზე, ნემსი ჩაყარკით, ხოლო შიმშის  $N$  შტრიხი დავაყენოთ ქაღალდზე წინასწარ გავლებულ წრფეზე. შიმშის ერთ-ერთ ნახევრეტში ჩავდეთ შემომვლელი წვეტანა და შემდეგ შიმშა ვატრიალოთ მანამ, სანამ იგი არ დაუბრუნდება პირვანდელ მდებარეობას. შემოვლის დასასრულსა და დასაწყისში მიღებულ ანათვალთა სხვაობა მოგვცემს საშუალებას პლანიმეტრით განვსაზღვროთ განხილავი ფიგურის ფართობი; ხოლო, რადგანაც ცნობილია ამ წრის რადიუსი, გეომეტრიულად გამოითვლება განხილავი ფართობი, რაც ზუსტი კონტროლის საშუალებას გვაძლევს.

საკონტროლო შიმშის გამოყენება იმით არის ხელსაყრელი, რომ აქ ხელის უნებური თრთოლვა პლანიმეტრით ფარგის შემოვლის დროს შესამჩნევ გავლენას არ ახდენს ბორბლის მოძრაობაზე და ამიტომ შიმშის მოხმარებით გამოთვლილი წრის ფართობი გაცილებით უფრო ზუსტია, ვიდრე ჩვეულებრივი ღონისძიებით, უშიშოდ განსაზღვრული ფართობი. აღნიშნული გარემოება

შესაძლებლობას იძლევა უფრო ადვილად და ზუსტად იქნეს გამოაშკარავებული პლანიმეტრის ნაკლი და უფრო ზუსტად იყოს იგი დაყენებული ფართობების გაზომვების დროს.

## XI. პლანიმეტრით ფართობის გამოთვლის სიზუსტე

თუ დავაკვირდებით (20) და (22) ფორმულებს, დავასკვნით, რომ პლანიმეტრით ფართობის გამოთვლის სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებულია  $C$  და  $q$  მუდმივებისა და ანათვალთა სხვაობის განსაზღვრის სიზუსტეზე. აგრეთვე ცდებით დადგენილია, რომ იგი ცვალებადია მრავალი დამოუკიდებელი მიზეზის გამო.

პირველ ყოვლისა, სიზუსტე ძლიერ არის დაკავშირებული ფიგურის ფორმასთან. ზოლური (გზა, მდინარე, არხი და სხვ.), და საზოგადოდ, ფიგურა, რომლის პერიმეტრი ფართობთან შედარებით დიდია, პლანიმეტრით გაზომვისათვის არ ითვლება ხელსაყრელად და ამგვარი ფიგურის ფართობის გამოთვლა სჯობს შესრულდეს გეომეტრიული ან ანალიზური სერხით (სჯობს ადგილზე უშუალოდ გაზომვებით). აგრეთვე, გაზომვის სიზუსტეზე დიდ გავლენას ახდენს გეგმის მდგომარეობა. მაგალითად, თუ გეგმა ძველია, ქალაქი დაქუჩუნულია, უსწორმასწოროა, მასზე ფართობის განაზომი უნდა ჩაითვალოს არასაიმედოდ. დასასრულ, ფიგურის ფართობის განსაზღვრის სიზუსტეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ფართობის ოდენობა. მცირე ფართობის გაზომვის შემთხვევაში ზღვრული ფარდობითი შეცდომა უკუპროპორციულია ფართობის ოდენობისა. ფართობის ზრდასთან ერთად მატულობს აგრეთვე გაზომვის სიზუსტეც, რომელიც აღწევს თავის უდიდეს მნიშვნელობას და ჩერდება. ფართობის შემდგომ ზრდას, განსაკუთრებით იმ ზომამდე, როდესაც პლანიმეტრის გამოყენება გაძნელებდა იმის გამო, რომ იქმნება ბერკეტებს შორის მახვილი ან ბლაგვი კუთხე, მოსდევს სიზუსტის საგრძნობლად შემცირება. ცდებით დადგენილია, რომ ხელსაყრელ პირობებში, თუ განაზომი ფართობია  $12,9 \text{ სმ}^2$  და მეტი, ზღვრული შეცდომა შეადგენს გაზომილი ფართობის დაახლოებით  $1 : 400$  ნაწილს. საზოგადოდ კი მიღებულია, რომ იგი არ აღემატება გაზომილი ფართობის  $1 : 200$  ნაწილს.

ნ. ვოლკოვისა და ა. მასლოვის მიერ ჩატარებული ცდებით დადგენილია, რომ ფიგურის კონტურზე წვეტანის შემოტარება და პლანიმეტრის მექანიკური შეცდომები რთულ დამოკიდებულებაშია გამოსათვლელი ფართობის ოდენობასთან, ფიგურის სახესთან, გამოსათვლელი ფიგურისადმი პლანიმეტრის მდებარეობასთან, რუკის მასშტაბთან და ქალაქის ხარისხთან (მდგომარეობასთან). როგორც აღვნიშნეთ, ამ მიზეზების გამო პლანიმეტრის სიზუსტე ნაკლები სტაბილურობით ხასიათდება და ამ მიზეზებით არ არის რეკომენდებული  $10-15 \text{ სმ}^2$  ნაკლები ფართობების, და საერთოდ, ზოლური ფიგურების მქონე ფართობების პლანიმეტრით განსაზღვრა. გაზომვები უნდა ვაწარმოოთ ისე, რომ ბერკეტებს შორის იყოს ყოველთვის დაახლოებით  $90^\circ$ . რუკაც უნდა იყოს წესიერულად გაშლილი და დამაგრებული.

ნ. ვოლკოვის გამოკვლევების თანახმად, ფიგურაზე ოთხჯერ წვეტანის შემოტარების შედეგად პლანიმეტრის დანაყოფებში მისი ფართობის გამოთვლის საშუალო კვადრატული  $m$  შეცდომა პლანიმეტრის  $n$  დანაყოფებში გამოთვლილი უნდა იქნეს შემდეგი ფორმულით:

$$m = \pm (0,38 + 0,044 \sqrt{n_1 - n_2}). \quad (9.6.2.40)$$

მაგალითად,  $n = n_2 - n_1 = 1600$  ფართობის ამ ფორმულით გამოთვლილი  $m = 1,8$  დანაყოფს.

ა. მასლოვის წინადადებით  $k$  ნაწილად დაყოფილი ფიგურის გაზომილ საერთო ფართობსა და იმავე ფიგურის ზუსტად გაზომვის ან გამოთვლის შედეგებს შორის ზღვრული  $W_{\text{მა}}$  გამოთვლილი უნდა იქნეს ფორმულით

$$\text{ზღვ } W_{\text{მა}} \leq \pm \left( 0,7C\sqrt{k} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{w_{\alpha}} \right), \quad (9.6.2.41)$$

სადაც  $M$  არის რუკის რიცხვითი მასშტაბის მნიშვნელი.

ხელშემწყობ პირობებში გაზომვების დროს ზღვრული ფართობითი შეცდომა ახლოს არის გამოსათვლი ფართობის 1:400 ნაწილთან.

ზემოხსენებული (40) და (41) ფორმულებით შეუქვრელობის შესახებ მსჯელობა შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც პლანიმეტრით გაზომილი ფართობებისათვის წინასწარ ცნობილია მათი ნაძვლილი ოდენობა; მაგალითად, თუ გვექნება შეკრული პოლიგონი, რომლის ოდენობა განსაზღვრულია მისი წვეროების ცნობილი კოორდინატებით; ან კიდევ ფიგურების ფართობების ჯამი წარმოადგენს ქალაქზე დახაზული რომელიმე წესიერი ფიგურის ფართობს. ამგვარ ფიგურებთან გვექნება საქმე. მაგალითად, გვემანუ, რომელიც კოორდინატთა ბადის საშუალებით დანაწილებულია დეციმეტრულ კვადრატებად, ან კიდევ სააგვეგვო ცხრილებზე, რომლის ფართობი შეიძლება აღრევე იყოს გამოთვლილი.

ვთქვათ, ოთხ დეციმეტრულ კვადრატში მოთავსებულია ათი ფიგურა, რომელთა ფართობი უნდა იყოს განსაზღვრული პლანიმეტრით. სიმარტაეისათვის დაეუშვათ, რომ განხილავი ფიგურების ფართობების ოდენობები ურთიერთობილია და ყოველი მათგანი მოიცავს 40 სმ<sup>2</sup>-ს. ცალკეული ფართობის ზღვრული შეცდომა დაახლოებით იქნება  $\pm 0,15$  სმ<sup>2</sup>, ხოლო ფართობების ჯამის ზღვრული შეცდომა იქნება  $\pm 0,15\sqrt{10} = \pm 0,50$  სმ<sup>2</sup>. თუ ფართობების შეუქვრელობა არ აღემატება მიღებულ ოდენობას, იგი შეიძლება განაწილებულ იქნეს ფიგურათა შორის მათი ფართობების პროპორციულად, ე. ი. განხილად შემთხვევაში თანაბრად.

შეიძლება მოხდეს, რომ გვემის სხვადასხვა ადგილას ფიგურების შეუქვრელობა აღემატებოდეს ზღვრულ დასაშვებ ოდენობას, მაგრამ შეუქვრელობათა ნიშანი მეტწილად იყოს ერთნაირი. ეს გარეობება იმის ნიშნავს, რომ არის სისტემატური შეცდომა, რომელიც გამოწვეული იქნება ინსტრუმენტის უწესიერობით ან კიდევ ქალაქის დეფორმაციით. სისტემატური შეცდომა ფართობის პროპორციულია, ამიტომ მიღებული შეუქვრელობები შეიძლება განაწილდეს ჩვეულებრივი გასწორადების ხერხით. მაგრამ, თუ შეუქვრელობათა სისტემატური ხასიათი ცხადად არ აშკარავდება, მაშინ ამის მიზეზი უნდა ვეძებოთ დამკვირვებლის უყურადღებობაში ან ცალკეულ ტლანქ შეცდომებში. ამ შემთხვევაში გაზომვები უნდა გავიმეოროთ.

ფართობების შეერთება (შეკვრა) და თვით შეუქვრელობების ანგარიში უნდა შესრულდეს პლანიმეტრის დანაყოფებში. შეუქვრელობის გასწორადების შემდეგ კი ფიგურები შეიძლება გამოისახოს ჰექტარებში ან კვადრატულ მეტრებში.

## X. ფართობის განითვლა ქალაქის დეფორმაციის შემთხვევაში

როგორც ცნობილია, დროთა ვითარებაში ქალაქი განიცდის დეფორმაციას (მით უმეტეს მაშინ, როცა ის დაწებებულია ტილოზე), რის გამო იკვლება აგრეთვე ფიგურების ფართობები გეგმაზე. ამიტომ თუ გეგმა არ წარმოადგენს უცვლელ ზედაპირს, ანუ თუ იგი არ არის დაკრული კარგი ლიზების პლანშეტზე, მაშინ წინასწარ უნდა დავრწმუნდეთ იმაში, რომ ხომ არ არის „მომჯდარი“ ქალაქი, ე. ი. ხომ არ შეკუმშულა იგი. ამ მიზნით კარგად შემოწმებული მასშტაბით შეამოწმებენ კილომეტრული ბადის გვერდების სიგრძეებს გეგმის სხვადასხვა ადგილას.

დეფორმაციის არსებობის შემთხვევაში შეიძლება მოვიქცეთ ორნაირად: გეგმის სხვადასხვა ადგილას აღებული საკოორდინატო ბადის კვადრატების სშუალებით განვსაზღვრავთ პლანიმეტრის საფასურს; ან ვისარგებლებთ პლანიმეტრის საფასურით, რომელიც განსაზღვრული იქნება მასშტაბის მიხედვით აგებული კვადრატის დახმარებით; მაგრამ ამ შემთხვევაში საჭიროა განსაზღვრული იყოს ფართობის გაფართოების კოეფიციენტი და ყველა განაზომში შეტანილ იქნეს შესაბამისი შესწორება.

ზემოხსენებული კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის უნდა ვაიზომოს იმ კვადრატის გვერდები, რომლის ფარგლებშიაც არის მოქცეული გამოსათვლელი ფარგი. აღნიშნოთ ამნაირად განსაზღვრული კვადრატის ფართობი  $ა'$  ასოთი, ხოლო იმავე ფიგურის კუშმარიტი (ნამდვილი) ფართობი  $ა$  ასოთი. მაშინ გაფართოების კოეფიციენტი იქნება

$$\frac{ა - ა'}{ა} = a. \quad (9.6.2.42)$$

აღნიშნული კვადრატის ფარგლებში მოქცეული ყველა ფიგურის ოდენობაში შეტანილი უნდა იქნეს  $ა$  შესწორება, რომელშიც  $ა'$  წარმოადგენს პლანიმეტრით გაზომილ ფართობს; შესწორება ალგებრულად უნდა მიემატოს მიღებულ გამონათვალს.

მაგალითი 9.6.2.3. გამოყენებული პლანიმეტრის  $C$  საფასური განსაზღვრული იყო ან საკონტროლო შიშით, ან კვადრატის დახმარებით, რომელიც ზუსტად იყო აგებული მასშტაბის მიხედვით. ასეთი პლანიმეტრით გაზომილი იყო ორი ფიგურის ფართობი და მივიღეთ ასეთი შედეგები:

$$ა_1 = 46,54 \text{ ჰა}, \quad ა_2 = 37,81 \text{ ჰა}.$$

გეგმაზე მოცემული მასშტაბით გაზომილი იმ კვადრატის გვერდი, რომლის ფარგლებში მოქცეულია ზემოხსენებული ფიგურები, უდრის 996,5 მეტრს. საჭიროა ქალაქის დეფორმაციის გამო შესწორებები შეტანილ იქნეს გაზომილ ფართობებში.

1) განსაზღვროთ კვადრატის  $ა_1$  ფართობი გაზომვით და მისი კუშმარიტი ოდენობა  $ა$ .

$$ა' = (996,5)^2 = 99,3012 \text{ ჰა},$$

$$ა = (1000)^2 = 100 \text{ ჰა}.$$

2) ქალაქის გაფართოების კოეფიციენტი (37) ფორმულით იქნება

$$\frac{100 - 99,3012}{100} \approx +0,0070.$$

3) შესწორებები:

$$\omega_1 - \text{სათვის} \quad 46,54 \times 0,0070 = +0,33 \text{ პა.}$$

$$\omega_2 - \text{სათვის} \quad 37,81 \times 0,0070 = +0,27 \text{ პა.}$$

4) გასწორადებული ფართობები იქნება

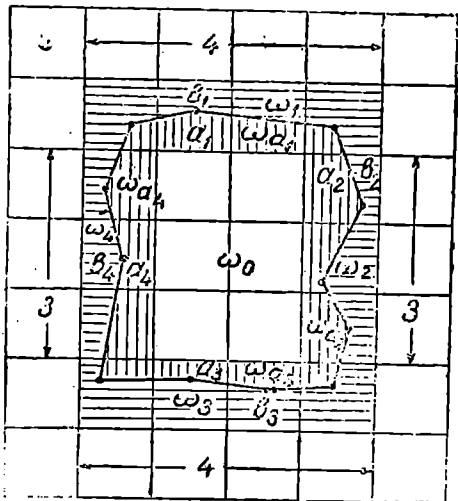
$$\omega_1 = 46,54 + 0,33 = 46,87 \text{ პა.}$$

$$\omega_2 = 37,81 + 0,27 = 38,08 \text{ პა.}$$

იმ შემთხვევაში, თუ ქალაქის დეფორმაცია გვემის სხვადასხვა ნაწილში ერთნაირი არ აღმოჩნდა და ამავე დროს გასაზომი ფართობი დიდი (აღმატება 400 სმ<sup>2</sup>), მაშინ გამოყენებული უნდა იქნეს სავიზიტის მიერ მოწოდებული მეთოდი.

XI. პლანიმეტრით ფართობების განსაზღვრა სავიზიტის მეთოდით

როგორც აღვნიშნეთ, პლანიმეტრით ფართობების განსაზღვრის დროს აკადემიკოს სავიზიტის მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც ვეგმის სხვადასხვა ნაწილის დეფორმაცია არის სხვადასხვა. აქ ხდება ქალაქის დეფორმაციის მექანიკურად გათვალისწინება. აგრეთვე ამ მეთოდს წარმატებით იყენებენ მიწათსარგებლობისათვის გამოყოფილი დიდი სივრცეების მომცველი ფიგურების (400 სმ<sup>2</sup>. ზე მეტი) ფართობების ოდენობების პლანიმეტრით რაც შეიძლება ზუსტად განსაზღვრისათვის. გარდა აღნიშნულისა, ამ მეთოდის გამოყენებისას მცირდება წვეტიანით შემოსატარებელი ფართობების ოდენობები, რითაც იზრდება გაზომვების სიზუსტე.



ნახ. 9.6.2.16.

განხილავი მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფიგურის  $\omega_0$  ფართობი (ნახ. 16), მოქცეული მთლიანი კვადრატების სივრცეზე, განისაზღვრება მათი რაოდენობის დათვლის შედეგად (მაგალითად, (16) ნახაზის მიხედვით  $\omega_0 = 6$  დმ<sup>2</sup>); ხოლო პლანიმეტრით შემოკუთვლით ამ კვადრატების მოსაზღვრე სექციის (14 კვადრატის) შიგა  $a_1, a_2, a_3, a_4$  შეეუღლად დაშტრიხულ და გარე  $b_1, b_2, b_3, b_4$  თარაზულად დაშტრიხულ ზოლს, რომლებიც იქნებიან ფართობები, გამოსახული პლანიმეტრის დანაყოფებში. მაგალითად, ზედა სექციაა  $a_1$  და მისი სრულ კვადრატებამდე დამატებაა  $b_1$  (ნახაზზე მას ოთხი კვადრატი შეესაბამება); მარჯვენა სექციაა  $a_2$  და მისი დამატებაა სრულ კვადრატამდე  $b_2$  (ნახაზზე სამი კვადრატი შეესაბამება);



ქვედა სექციაა  $a_3$  და მისი დამატებაა სრულ კვადრატამდე  $b_3$  (ნახაზზე ოთხი კვადრეტი შესაბამედა) და მარცხენა სექციაა  $a_4$  და მისი დამატებაა სრულ კვადრატამდე  $b_4$  (ნახაზზე სამი კვადრეტი შეესაბამება). ყოველი სექციის როგორც შიგა  $a_i$ , ისე გარე  $b_i$  ოდენობების განსაზღვრა ხდება წვეტანის (პოლუსი მარჯვნივ და პოლუსი, მარცხნივ) ორ-ორჯერ შემოტარებით, რის შედეგად შესაბამისი ფართობები გამოისახება პლანიმეტრის დანაყოფებში.

ეთქვათ, ოთხივე სექციის განხილადი კონტურის შიგა ფართობი ჰექტარებში  $a_1, a_2, a_3, a_4$ , შესაბამისად, არის  $w_{a_1}, w_{a_2}, w_{a_3}, w_{a_4}$ , ხოლო  $w_1, w_2, w_3, w_4$  ასობით აღენიშნოთ  $(a_i + b_i)$  ოდენობების შესაბამისად (ანუ კვადრატების) ფართობები ჰექტარებში.

ვინაიდან ჰექტარებში გამოსახულ ფართობებსა და პლანიმეტრის დანაყოფებში იმავე ფართობს შორის პირდაპირი პროპორციულობა არსებობს, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\frac{w_{a_1}}{a_1} = \frac{w_1}{a_1 + b_1}; \quad \frac{w_{a_2}}{a_2} = \frac{w_2}{a_2 + b_2}; \quad \frac{w_{a_3}}{a_3} = \frac{w_3}{a_3 + b_3}; \quad \frac{w_{a_4}}{a_4} = \frac{w_4}{a_4 + b_4},$$

საიდანაც

$$w_{a_1} = \frac{w_1}{a_1 + b_1} \cdot a_1; \quad w_{a_2} = \frac{w_2}{a_2 + b_2} \cdot a_2; \dots \quad (9.6.2.43)$$

(43) ფორმულებით ისაზღვრება გამოსათვლელი ფიგურის შიგა სრულ კვადრატებსა და კონტურს შორის მოქცეული სექციების ფართობები. ამავე დროს მხედველობაში უნდა გვქონდეს, რომ (43) დამოკიდებულებებში:

$$\frac{w_1}{a_1 + b_1} = C_1, \quad \frac{w_2}{a_2 + b_2} = C_2, \dots \quad (9.6.2.44)$$

არის კერძო საფასურები, რომელთა შორის განსხვავების ფარდობითი ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს მათ 1:400 ნაწილს; რის შემდეგ გამოითვლება საშუალო:

$$C = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{4}. \quad (9.6.2.45)$$

ცხადია, ეს ოდენობა იქნება უფრო საიმედო და  $a_i$  გამონათვლებიც ითვლება ზუსტ ოდენობებად.

კონტროლის მიზნით უნდა შევადაროთ  $(a_i + b_i) C_i$  ნამრავლები სექციის სრული კვადრატების რაოდენობას. სექციებს შორის ამ ოდენობების ურთიერთგანსხვავებების ფარდობითი ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ასევე 1:400 ნაწილს.

მთელი ფიგურის ფართობის ოდენობა ჰექტარებში იქნება

$$w = w_0 + w_{a_1} + w_{a_2} + w_{a_3} + w_{a_4}. \quad (9.6.2.46)$$

განხილადი მეთოდი გამოსათვლელი ფიგურის კონტურზე ან მის ნაწილებზე წვეტანის შემოტარების მეთოდთან შედარებით მით მეტ საზუსტეს იძლევა, რაც უფრო მეტი იქნება მთელი კვადრატების შესაბამისი ფართობი გამოსათვლელი ფიგურის ფართობთან შედარებით. მაგალითად, თუ მთელი კვადრატების საერთო  $w_0$  ფართობი იქნა გამოსათვლელი ფიგურის ფართობის ნახევარი, საიჩინს მეთოდით განსაზღვრული ფართობის სიზუსტე 3—4-ჯერ

მეტი იქნება, ვიდრე ფიგურის კონტურზე წვეტანის ჩვეულებრივი ხერხით შემოტარების დროს. იმ შემთხვევაში, როცა ფიგურის ძირითადი ნაწილი მოქცეულია კილომეტრული ბადის კვადრატებში, მაშინ საფიჩის მეთოდით მიღწეული სიზუსტე უთანაბრდება ანალიზური ხერხით ფართობების განსაზღვრის სიზუსტეს.

(4) სქემაში მოყვანილია 1 : 10 000 მასშტაბიანი გვემის მრუდკონტურიანი დიდი ფიგურის ფართობის საფიჩის მეთოდით განსაზღვრის ნიმუშები.

1) მთელი კვადრატების რაოდენობა არის ექვსი ანუ 6 კექტარი, რომლის ფართობის ოდენობა ცნობილია ზუსტად კილომეტრული ბადის მიხედვით;

2) კონტურის შიგა და გარე სექციების პოლუსი მარჯვნივ (პმჯ) და პოლუსი მარცხნივ (პმც) წვეტანი შემოტარებულია ორ-ორჯერ, რომელთა; შესაბამისი ანათელები სექციების მიხედვით ჩაწერილია სქემის მე-3 სვეტში

3) ანათელებს შორის სხვაობათა სხვაობების ურთიერთგანსხვავება (სქემის მეოთხე სვეტი) დასაშვებია და მათი საშუალო ჩაწერილია სქემის მეხუთე სვეტში; მათი საშუალო კი იქნება სექციების ფართობები პლანიმეტრის დანაყოფებში, რომლებიც ჩაწერილია სქემის მეექვსე სვეტში;

ს ქ ე მ ა 9.6.2.4

პლანიმეტრი № 122  $R=134.9$

სქემა	სექციის აღნიშვნა	ანათელები პლანიმეტრზე	ანათელებს შორის სხვაობები	სხვაობებს შორის საშუალოები	ფართობები პლანიმეტრის დაბეჭდვებში	სექციების მთლიანი კვადრატების ფართობები (კა)	პლანიმეტრის დანაყოფის $\sigma$ ხაფანგის (კა)	სექციების ფართობები (კა)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ზედა	ა <sub>1</sub>	პმჯ							
		1215							
		2833	1618	1619					
		4453	1620		1618,8			130,52	
		პმც							
		6883	1617						
		8500	1620	1618,5					
	0120					400	0,08063		
	ბ <sub>1</sub>	პმჯ							
		1319							
		4661	3342	3341,5					
		8002	3341		3342,2				
		პმც							
		9211	3345	3343					
2556		3341							
5897				4961,0					
	ა <sub>1</sub> + ბ <sub>1</sub>								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
მარჯვენა	ა <sub>1</sub>	პშჯ							
		0833	2065						
		2898	2065	2065					
		4963				2066,2			
		პშც							
		8219	2069						
		0288	2066	2067,5					
		2354							
							300	0 08067	166,68
	ბ <sub>2</sub>	პშჯ							
4475		1654							
6129		1653	1653,5						
7782					1652				
პშც									
5421		1652							
7073		1651	1651,5						
8724									
						3718,7			
ა <sub>2</sub> +ბ <sub>2</sub>									
მარჯვენა	ა <sub>1</sub>	პშჯ							
		2825	1847						
		4672	1844	1845,5					
		6516				1847			
		პშც							
		0730	1850						
		2580	1847	1848,5					
		4427							
							400	0,08065	148,96
	ბ <sub>2</sub>	პშჯ							
4410		3114							
7524		3112	3113						
0636					3113				
პშც									
2417		3111							
5528		3115	3113						
8643									
						4960			
ა <sub>2</sub> +ბ <sub>2</sub>									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
მარცხენა	$a_i$	ჰმჯ							
		1435							
2957		1522		1523,5					
4482		1525							
ჰმც					1524				
2417									
3941		1524		1524,5					
5466		1524							
						300	0,08071	123,00	
	$b_i$	ჰმჯ							
		1408							
		3604	2196		2194				
		5796	2192						
		ჰმც				2193			
		4410							
		6602	2192		2192				
		8794	2192						
$a_i + b_i$					3717				
					შიგა სექციების ფართობების ჯამი 7056,0		საშუალო $C$ 0,08066	შიგა სექციების ფართობების ჯამი 569,16	

შთლიანი კვადრატების ფართობების ჯამი 600,00  
განხილადი ფიგურის ფართობი 1169,16 კა

4) ყოველი  $a_i$  და  $b_i$  სექციის შესაბამისი მთელი კვადრატების შესაბამისი ფართობი ჰექტარებში ჩაწერილია სქემის მეშვიდე სვეტში, რომელთა ოდენობების გაყოფით სათანადო  $(a_i + b_i)$  ჯამზე (44) ფორმულით ისაზღვრება  $C_i$

საფასური, მაგალითად, პირველი სექციის  $C_1 = \frac{400}{4961} = 0,08063$ , რომელიც ჩა-

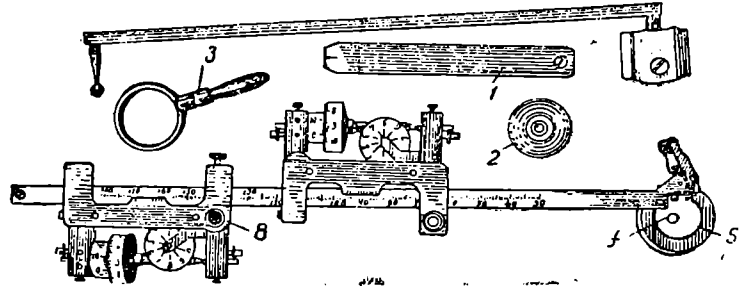
წერილია სქემის მერვე სვეტში;

5) (20) ფორმულით  $C_1 = 0,08063$  მრავლდება მეექვსე სვეტში შტანის  $a_1 = 1618,8$ -ზე და ვიღებთ შიგა ზედა  $a_1$  სექციის ფართობს 130,52 კა, რომელიც ჩაწერილია სქემის მეცხრე სვეტში. მასასადამე, სავიჩის მეთოდში  $C_i$  საფასურები და მათი საშუალო, რომელიც ჩაწერილია სქემის მერვე სვეტის ბოლოში, განსაზღვრულია მეტად სიმედიდოდ კილომეტრული ბადის კვადრატების ფართობების საშუალებით. მაგალითად, სქემის მეექვსე სვეტის ბოლოში ჩაწერილი 7056,0 გამრავლებული საშუალო  $C = 0,08066$ -ზე (მერვე სვეტი)

არის 569,14 პეკტარი, ე. ი. განსხვავება სქემის მეცხრე სვეტის ბოლოში ჩა-  
 წევილი 569,16 პა არის დასაშვები; თვით  $\frac{C_{max} - C_{min}}{C_{სა}} = \frac{0,08071 - 0,08063}{0,08066} =$   
 $= \frac{0,00008}{0,08066} \ll \frac{1}{1008}$ .

XII. ა. მასლოვის მიერ გაუმჯობესებული ამსლერ-კორადის ცვლადბერკეტის პოლარული კომპენსაციური პლანიმეტრი (ნახ. 17)

ფიგურის კონტურზე პლანიმეტრის შემოტარების რაოდენობის შემცირების, ბორბლის ჩვენების კონტროლის, მექანიკური და სხვა სახის ინსტრუმენტული შეცდომების შემცირების მიზნით, ა. მასლოვმა ამსლერ-კორადის ცვლადბერკეტის პოლარული კომპენსაციური პლანიმეტრის შემომვლელ ბერკეტს, გარდა ძირითადი ამთვლელი მექანიზმისა (მარჯვნივ), შებრუნებულად დაუყენა დამატებითი ამთვლელი მექანიზმი, აგრეთვე ნაცვლად წვეტანისა დაყენებულია მინა 5 შემოსატარებელი  $f$  წერტილით, რომელიც მინას ქვემოთ აქვს გამოხვეწილი. (17) ნახაზზე, გარდა პლანიმეტრისა, გამოსახულია: საკონტროლო შიშაშიწვესიერულ მდგომარეობაში მოსაყვა-



ნახ. 9.6.2.17.

ნი წრე 2, რომელსაც უყენებენ პლანიმეტრს ნაცვლად შემოსატარებელი მინისა 5 პლანიმეტრის გამოკვლევისა და შესწორების დროს; ლუბა 3. შემომვლელი წვეტანის ნაცვლად შემომვლელი მინის 5 დაყენება საშუალებას იძლევა დაყაყინოთ და თვალი ვადევნოთ კონტურის ზემოდან და არა გვერდიდან, რაც ხდება წვეტანის კონტურზე შემოტარების დროს.

განხილადი პლანიმეტრის თეორია იგივეა, რაც ამსლერ-კორადის პლანიმეტრისა და ფართობების გამოთვლა ხდება (20) და (22) ფორმულებით.

შემომვლელი ბერკეტის  $R$  სიგრძე შემომვლელი  $f$  წერტილიდან  $b$  სახსრამდე (შემომვლელი და საპოლუსო ბერკეტის საერთო წერტილამდე) საერთოა ორივე (ძირითადად დამატებითი) ამთვლელი მექანიზმისათვის; მაშასადამე, ორივეს  $C$  საფასური იქნება ტოლი, თუ ბორბლების ფოსოების დიამეტრები ანუ პლანიმეტრის  $r$  დანაყოფები იქნა ურთიერთტოლი; მაგრამ ზუსტად ტოლი დიამეტრების მქონე ფოსოების დამზადება ფაქტობრივად შეუძლებელია, ამიტომ ორივე მექანიზმებისათვის თანადროულად საზღვრავენ საფასურებს და ანგარიშობენ მათ საშუალო  $C$  საფასურს. (5) სქემაში მოყვანი-

ლია № 95 - 144,  $R = 151,2$  პლანიმეტრის  $C$  საფასურის განსაზღვრის ნიშნებში. აქ გამოყენებულა  $1:10\,000$  მასშტაბიანი გეგმის სამი კვადრატული დეციმეტრი, ე. ი.  $\omega = 300$  სმ<sup>2</sup>.

სქემა 9.6.2.5

ანათვლის ძირითად ნიშნე	ანათვლების სტატიები	ანათვლების სტატიების საშუალო	ანათვლები და მატებითი ნიშნე	ანათვლების სტატიები	ანათვლების სტატიების საშუალო	ძირითადი და მატებითი ნიშნების საშუალო
1	2	3	4	5	6	7
პმც			პმც			
0734	3340		5179	3366		
4074	3338	3339	8545	3365	3365,5	3352,2
7412			1910			
პმქ			პმქ			
6015	3341		3750	3364		
9356	3342	3341,5	7114	3367	3365,5	3353,5
2698			0481			
საშუალო		3340,2	საშუალო		3365,5	3352,8

მაშასადამე,

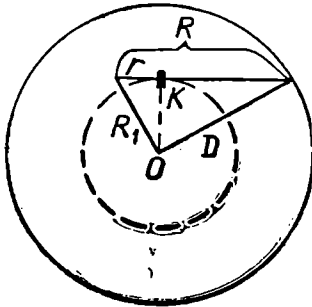
$$C = \frac{300 \text{ სმ}^2}{3353} = 0,08947 \text{ სმ}^2.$$

(5) სქემიდან ჩანს, რომ ძირითადი მექანიზმის ჩვენება (3340,2) ნაკლებია დამატებითი მექანიზმის ჩვენებაზე (3365,5), ე. ი. პირველი ბორბლის დისკოს დიამეტრი მეტია, ვიდრე მეორისა.

თანამედროვე ქარხნებში მიადწიეს იმას, რომ ორივე ბორბლის დისკოების დიამეტრებს შორის სხვაობა მცირეა; ამის გამო ყოველ 1000 დანაყოფზე ანათვლებს შორის სხვაობა გამოდის 3 დანაყოფამდე.

შემომვლელ ბერკეტზე ძირითადი ამთვლელი მექანიზმი რომ გადავადგილოთ, ამით შეიცვლება შემომვლელი ბერკეტის  $R$  სიგრძე, რის გამო, თანახმად (16) ფორმულისა, ორივე ასათვლელი მექანიზმის დანაყოფის  $C$  საფასურის ოდენობა შეიცვლება  $R$  ოდენობის პროპორციულად, ხოლო დამატებითი მექანიზმის გადაადგილებით შემომვლელი ბერკეტის  $R$  სიგრძე არ შეიცვლება. მაშასადამე, ორივე მექანიზმის საფასურის  $C$  ოდენობა არ შეიცვლება. დამატებითი მექანიზმის დაყენების დროს უნდა ვეცადოთ, რომ მანძილები ორივე მექანიზმის ბორბლის დისკოებსა და სახსარს შორის იყოს ტოლი, ე. ი. უნდა ვეცადოთ, რომ დაცული იყოს ტოლობა  $r = r'$ , რითაც თითქმის სრულიად გამოირიცხება შეცდომა, წარმოშობილი შემომვლელი წვეტიანის საწყისი  $f$  წერტილის და შემომვლის შემდეგ ბოლო წერტილის ერთ,  $f$

წერტილში ურთიერთშეთავსებლობის გამო. გარდა აღნიშნულისა, შემომვლელ ბერკეტზე ამთვლელი მექანიზმის წარმოდგენილი განლაგება კონტროლის საშუალებას იძლევა იმ მხრივ, რომ ზემოხსენებული მცირედი შეუთავსებლობა  $f$  წერტილში იძლევა ურთიერთგანსხვავებულ დიდ განსხვავებას პოლუსი



ნახ. 9.6.2.18.

მარჯვნივ და პოლუსი მარცხნივის დროს. მეორე  $Q$  მუდმივი რიცხვი განხილად პლანიმეტრს აქვს ორი, რადგანაც აღმრიცხველი მექანიზმები მოთავსებულია ბერკეტის სხვადასხვა მხარეზე და არაერთნაირ მანძილებზე. ამიტომ ძირითადი მექანიზმის  $Q$  მუდმივი რიცხვი (11) ნახაზის შესაბამისად ცნობილი წესით ისაზღვრება (27) ფორმულით, სადაც

$$L^2 = R_1^2 + R^2 + 2Rr.$$

დამატებითი მექანიზმისათვის, თანახმად (18) ნახაზისა,

$$D^2 = (R-r)^2 + (R_1^2 - r^2) = R_1^2 + R^2 - 2Rr.$$

მაშასადამე,

$$Q = \pi D^3 = \pi (R_1^2 + R^2 - 2Rr). \quad (9.6.2.47)$$

აქ იცვლის მუდმივი, რომ  $r = r'$ .

ვთქვათ,  $R = 15$  სმ,  $R_1 = 20$  სმ,  $r = 3$  სმ, მაშინ (41) ფორმულით  $Q = 3,14 (20^2 - 15^2 - 2 \cdot 15 \cdot 3) = 1679,9 \approx 1680$  სმ<sup>3</sup>. როცა  $C = 0,1$  სმ<sup>2</sup>, თანახმად

$$(19) \text{ ფორმულისა, } q = \frac{Q}{C} = \frac{1680 \text{ სმ}^3}{0,1 \text{ სმ}^2} = 16800 \text{ დანაყოფს.}$$

ძირითადი მექანიზმის გადაადგილებით იცვლება შემომვლელი ბერკეტის  $R$  სიგრძე და დამატებითი მექანიზმის  $r$  მანძილი სახსრიდან ბორბლის დისკომდე, ამიტომ (11) და (47) ფორმულებით იცვლება  $Q$  ან  $q$  მუდმივი რიცხვი ორივე ამთვლელი მექანიზმისათვის; ხოლო დამატებითი მექანიზმის გადაადგილებით შემომვლელი ბერკეტის სიგრძე არ იცვლება, მაგრამ იცვლება მისი  $r$  სიგრძე, რის შედეგად იცვლება  $Q$  ან  $q$  რიცხვი მხოლოდ დამატებითი მექანიზმისა.

განხილადი პლანიმეტრის შემოწმება და შესწორება ხდება ისევე, როგორც ამსლერ-კორადის პლანიმეტრისა.

ცლებით დადგენილია, რომ განხილადი პლანიმეტრით ორჯერ მცირდება კონტურზე შემოვლის  $Q$  რაოდენობა ჩვეულებრივ პლანიმეტრთან შედარებით, ხოლო მექანიზმების ანათვლების ურთიერთშესაბამისობა არის გაზომვების საიმედო კონტროლი.

იმისათვის, რომ შემოტარების სიზუსტის გაზრდისათვის ვისარგებლოთ საკონტროლო შიშვით 1 (ნახ. 17), შემომვლელ მინას 5 ცვლიან წესივრულ მდგომარეობაში მოსაყვანი წრით 2, რომელსაც ცენტრში აქვს ნემსი საკონტროლო შიშვის ნახევრეტში ჩასადგმელად. ორივე ასათვლელ მექანიზმს ამოწმებენ თანადროულად, ხოლო ასწორებენ თავიანთი შემასწორებელი ხრახნებით.

შემოწმებასა და შესწორებას ასრულებენ (6) სქემის მიხედვით.

ძირითადი შექანიზმი		დამატებითი შექანიზმი	
ანათლებლები	ანათლებლების სხვაობები	ანათლებლები	ანათლებლების სხვაობები
პმც		პმც	
6335		1961	
7452	1117	3094	1133
8570	1118	4228	1134
პმჯ			
9748		1744	
0872	1124	2870	1126
1996	1124	3994	1124
შესწორების შეზღვევა			
პმც		პმც	
7530		0745	
8651	1121	1874	1129
9771	1120	3002	1128
პმჯ			
4783		3259	
5903	1120	4387	1128
7023	1120	5516	1129

### XIII. ფართობების შეკვრა (შეტანა, ჩართვა, შეწინწკვლა) და გასწორადება

რომელიმე შეკრული პოლიგონის ფარგლებში სიტუაციური ან შესაფასებელი კონტურების მქონე ფართობების გამოთვლისას შეიძლება გვექონდეს ორი შემთხვევა: 1) ცნობილ იქნეს მთელი მრავალკუთხედის ფართობი, გამოთვლილი მისი წვეროების კოორდინატების მიხედვით ან 2) ასეთი ფართობი უცნობია.

მეორე შემთხვევაში მთელი ფართობი უნდა იქნეს გამოთვლილი პლანიმეტრით. თუ ფიგურა დიდი ზომის არის და კალალდი განიცდის დეფორმაციას, მაშინ მთლიანი ფართობის გამოსათვლელად უნდა გამოვიყენოთ საეიჩის მეთოდი.

როდესაც უკვე ცნობილია მთელი ფართობი, დაყოფენ მას ნაწილებად, რომლებშიც მოქცეული იქნება სიტუაციური ფარგები და პლანიმეტრით ზომავენ მათ პოლუსის ორ მდგომარეობაში. ამნაირად, გამოთვლილი



ფართობების  $\Sigma \omega_i$  ჯამი უნდა უდრიდეს მთელი პოლიგონის  $\omega$  ფართობს. ანუ მოითხოვება დაცულ იქნეს ტოლობა  $\sum_{i=1}^n \omega_i - \omega = 0$ . ფაქტობრივად გვაქვს

$$\sum_{i=1}^n \omega_i - \omega = W \quad (9.6.2,48)$$

ტოლობა.

$W$  შეუქვრელობის ოდენობის შემცირების მიზნით, როცა დანაყოფი ფართობების ჯამს ვადარებთ მთელი პოლიგონის ფართობს ან სავიზიტის მეთოდის გამოყენების დროს შიგა სექციების ფართობების ჯამს, ვიწრო ზოლურ და შეკრულ (ჩართულ, შეწინწყლულ) ფართობებს მოაქცევენ მეზობელი სავარგულების ან იმ სავარგულების ფართობებში, რომლებშიც ისინი არიან შეკრული (შეტანილი, შეწინწყლული). იმ შემთხვევაში, როცა დაცულია ტოლობა:

$$\text{დასაშვები } W = \pm \frac{\omega}{500}, \quad (9.6.2.49)$$

ასრულებენ (7) სექციის ზემო ნაწილში მოყვანილი ფართობების შესაბამისად გასწორადებას შებრუნებული ნიშნით, ამის შემდეგ ასრულებენ სიტუაციის ვიწრო ზოლური (გზები, მდინარეები და სხვ.) და შეკრული (შეწინწყლული) ფარგების ფართობების გაზომვებს. სექციის პირველ სვეტში ვიწრო ზოლურ და შეკრულ (შეწინწყლულ) ფარგებს უწერენ იმ სავარგულის ნომერს, რომელშიც ისინი არიან შეკრული (შეტანილი, ჩართული)  $a, b, c, \dots$  ინდექსების მიწერით. მაგალითად, (7) სექციის მეორე სვეტში ნაჩვენებია, რომ 3 ნომრით აღნიშნულ სახნავ სავარგულში შეტანილია სათიბი, გუბურა და გზა, რომელთაც სექციის პირველ სვეტში შესაბამისად მიწერილი აქვთ 3a, 3b, 3c ნომერები; მათი ფართობებია მეთე სვეტში (6,22 ჰა, 0,33 ჰა, 0,21 ჰა) და შედის მეცხრე სვეტში ნაჩვენებია სახნავის 18,96 ჰა ფართობში, ხოლო მეთერთმეტე სვეტში ნაჩვენებია მათ (შეწინწყლული ფართობების) გარეშე სახნავის ფართობი 12,20 ჰა. მეცხრე და მეთერთმეტე სვეტების ჯამები უნდა იქნენ ურთიერთ ტოლი.

არსებობს დასაშვები შეუქვრელობის გამოსათვლელი ემპირიული ფორმულა:

$$W_{\text{დას}} = 0,7C\sqrt{n} + 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{\omega}, \quad (9.6.2.50)$$

სადაც  $C$  არის პლანიმეტრის დანაყოფის საფასური;  $n$  — პლანიმეტრის შემოტარებული სიტუაციის კონტურების რაოდენობა;  $M$  — გვეგმის მასშტაბის მნიშვნელი;  $\omega$  — სექციების საერთო ფართობი. განხილად შემთხვევაში (50) ფორმულით მივიღებთ:

$$W_{\text{დას}} = 0,7 \cdot 0,08755 \sqrt{7} + 0,05 \frac{10000}{10000} \sqrt{335} \approx 1,08 \text{ ჰა.}$$

მიღებული შეუქვრელობა კი ტოლია — 0,57 ჰა, რომელიც შესწორებების კოეფიციენტების ცხრილის საშუალებით სექციის მეშვიდე და მერვე სვეტებში

გასწორებული შებენიერი ნიშნით და შედეგი მიღებულია მეცხრე სექტორში (334,71).

გამოთვლის პროცესში აღგენენ კონტურების კალკას, რომლებსაც აწერენ ნომრებს და ფართობების ოდენობებს. აგრეთვე აღგენენ ექსპლიკაციას ანუ საეარგულთა შემადგენლობასა და მათ ფართობებს შემდეგი ცხრილის სახით (იხ. ცხრ. 9.6.2.1):

ექსპლიკაციის ცხრილი 9.6.2.1

საეარგულთა დასახელება (6) სქემის მიხედვით	ფართობების ამონაწერი (6) სქემის მეთერთმეტე სექტიდან (კა)
სახნავი	198,62
ბუჩქნარი	13,35
სითიბები	39,34
გუბე	0,33
გზები და სხვა	3,65
საძოვარი	55,03
ფოთლოვანი ტყე	4,73
კარმიდამო	16,16
შენიშვნები	3,50
<b>სულ</b>	<b>334,71</b>

(7) სქემიდან ექსპლიკაციის შედგენის დროს ყოველ ამონაწერს აღნიშნავენ სხვადასხვა ფერის ფანქრით, რომ არ გამოჩნდეს და აეროფოტოსიტირებაში შემავალი ფართობები.

შენიშვნა- (7) სქემის თავში მოყვანილი შესწორებების კოეფიციენტები ეკუთვნის 1: 10 000 მასშტაბის იმავე სქემაში მოყვანილ ფართობებს. იმისათვის, რომ მივიღოთ შემასწორებელი კოეფიციენტები 1: 5 000 მასშტაბიანი ფართობებისათვის, საჭიროა 1: 10 000 მასშტაბისათვის მიღებული ფართობები შევამოცროთ ოთხჯერ; ხოლო 1: 50 000 მასშტაბისათვის შემასწორებელი კოეფიციენტები ჰქონდება თუ 1: 25 000 მასშტაბის ფართობებს გადავადებთ ოთხჯერ.

პლანიმეტრი  $N = R = 146,8; C = 0,08755$  კა.

სქემა 9.6.2.7

შესწორებების კოეფიციენტები

1-დან 3 სმ <sup>2</sup> -მდე . . . 1	26-დან 35 სმ <sup>2</sup> -მდე . . . 7	87-დან 98 სმ <sup>2</sup> -მდე . . . 13
3 " 5 " " " 2	35 " 45 " " " 8	98 " 110 " " " 14
5 " 8 " " " 3	45 " 55 " " " 9	110 " 123 " " " 15
8 " 15 " " " 4	55 " 65 " " " 10	123 " 136 " " " 16
15 " 20 " " " 5	65 " 76 " " " 11	136 " 150 " " " 17
20 " 26 " " " 6	76 " 87 " " " 12	150 " 165 " " " 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
სახელწოდება	ანთიყვები პლანიმეტრზე	ანთიყვების სტაბილიზაცია	სტაბილიზაციის სწორება	ფართობები (კა)		შესწორების კოეფიციენტი	გასწორებული ფართობები (კა)	შეკრული კონტურების ფართობები (კა)	საეარგულთა ფართობები (კა)	
1	სახნავი	2824 3344 3863	520 519	519,5	45,48	9	+0.09	45,57	—	45,57

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2	ბუნება- რი	1938 2098 2242	151 153	152	13,31	4	+0,04	13,35	—	13,35	
3	სახნავე	5934 6150 6366	216 216	216	18,91	5	+0,05	18,96	—	12,20	
3ა	სათიბი	1223 1295 1365	72 70	71	—	—	—	—	6,22	6,22	
3ბ 3ც	გუბე გზა	ფართობი გამოთვლილია სერსეროთით					—	—	0,33	0,33	0,21
4	საძოვარი	1817 2443 3072	626 629	627,5	54,94	9	+0,09	55,03	—	55,03	
5	სახნავე	1019 2691 4361	1672 1670	1671	146,30	17	+0,17	146,47	—	140,85	
5ა	ფოთლო- ვანი ტყე	1249 1303 1357	54 54	54	—	—	—	—	4,73	4,73	
5ბ	გზა	1783×5			—	—	—	—	0,89	0,89	
6	სათიბი	5219 5596 5974	377 378	377,5	33,05	7	+0,07	33,12	—	33,12	
7	კარმიდ- მო	9945 0197 0451	252 254	253	22,15	6	+0,06	22,21	—	16,16	
7ა 7ბ	შენობები გზები და სსე.	1750×20 1217×15+665×11			—	—	—	—	3,50	3,50	
					—	—	—	—	2,55	2,55	
		სულ ფართობი			334,14	57	+0,57	334,71	—	334,71	
		კორინტებში გამოთვლილი			334,71						
		შეუკერებლობა			-0,57						
	დასაშვები შეუკერებლობა (50) ფორმულით				1,08						

### 9-6-3. რუკებისა და გეგმების გაანალიზება-კორექტირება და ფართობების ოდენობების განსაზღვრება

#### ა. რუკებისა და გეგმების დაკვეთება და მათი გაანალიზების პერიოდები

როგორც ცნობილია, რუკებსა და გეგმებზე აღიბეჭდება აგეგმვის პერიოდში აღვიღებ არსებული სიტუაციის წელიწადები, რაც დროთა ვითარებაში

რებასო გეგმის შექმნის მომენტიდან გასულ ღრის ზრდის შესაბამისად შინაარსობრივად თანდათან ძველდება.

რუკებისა და გეგმების დაძველების ძირითადი მიზეზებია:

1) ადამიანის მიერ დედამიწის ფიზიკური ელემენტების ექსპლუატაციასთან და ეკონომიური ელემენტების შექმნასთან დაკავშირებული სისტემატური ზემოქმედების შესაბამისად დედამიწის ნამდვილი სახის და მასზე განლაგებული სანახების ცვალებადობა;

2) დედამიწის და დედამიწაზე მოძრაობებისა და გეოლოგიური მოვლენების შედეგად დედამიწის ნამდვილი სახის ცვალებადობა;

3) ტექნიკური პროგრესის შესაბამისად სისტემატური ზრდა რუკებისა და გეგმების შედგენის მოთხოვნილი სიზუსტისა და სრულყოფილობისა, გაფორმების მაღალი დონისა და სხვ.

სახალხო მეურნეობის სწრაფი ტემპით განვითარების მიხედვით განსაკუთრებით სამთო, ჰიდროტექნიკურ და სოფლის მეურნეობის მართვის საქმესთან დაკავშირებით სულ მოკლე დროში (3—5 წელი) საჭირო ხდება ერთი და იმავე ადგილის განმეორებით აგეგმვა-კორექტირება.

ამ მდგომარეობის გამო აუცილებელია ნებისმიერი მეურნეობის განკარგულებაში არსებული სივრცეების სახეცვალებადობასთან დაკავშირებული რიცხობრივი მაჩვენებლების დადგენა, დროთა ვითარებაში რუკებისა და გეგმების კორექტირება, რაც გულისხმობს არსებულ რუკებსა და გეგმებში ადგილზე ახლად შექმნილი სანახებისა და საეარგულების შეტანას, ნაცვლად გაუქმებული სანახებისა და საეარგულებისა.

ვიწინიდან რუკებისა და გეგმების გაახლება-კორექტირებას შედარებით დიდი მასშტაბით და სისტემატურად იყენებენ სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგებისა და სამთო-ტექნიკური ამოცანების ამოხსნის დროს სამარკული დოკუმენტაციის კომპლექტში, სისტემატურად უნდა იქნეს შეტანილი ახალი სანგრევეების მდებარეობები, ახლად აღმოჩენილი გეოლოგიური მონაცემები, რელიეფისა და სიტუაციების ცვალებადობა და სხვ. მაშასადამე, მარკული დარის ერთ-ერთი უპირატესად საპასუხისმგებლო სამუშაოა გეოდეზისტებისა და ტოპოგრაფების მიერ სამთო წარმოებისათვის შედგენილ რუკებსა და გეგმებში სისტემატურად აწარმოოს შევსება-კორექტირება, ამიტომ განხილადი საკითხების გაშუქებისათვის გამოვიყენებთ აღნიშნული დარგების მასალებს. მაგალითად, სასოფლო-სამეურნეო რუკებისა და გეგმების დაძველების ხარისხი მიზანშეწონილად ითვლება განისაზღვროს მათი კორექტირება-გაახლების ღირებულების მიხედვით, რაც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია კორექტირებისათვის საჭირო სამუშაოების მოცულობაზე. მაშასადამე, კორექტირების ღირებულება იქნება დამოკიდებული:

1) რუკისა და გეგმის დაძველების ხარისხზე;

2) კორექტირების მეთოდზე — ფიზიკურ ზედაპირზე აგეგმვებით თუ აეროაგეგმვებით;

3) კორექტირებული რუკის ან გეგმის სახეობაზე; იგი შედგენილია ფიზიკურ ზედაპირზე აგეგმვის თუ აეროაგეგმვის შედეგად (ე. ი. შტრიხებიან თუ ფოტოაგეგმას ვიყენებთ);

4) ასაგეგმი ტერიტორიის სირთულის კატეგორიაზე.

კორექტირების ღირებულება, ძირითადად, დამოკიდებულია საველე სამუშაოების მოცულობაზე, ამავე დროს მისი ოდენობა მერტა მიწაზე

აგვეგვების შესრულების დროს, ვიდრე აეროსურათების გამოყენების დროს.

საველე სამუშაოების მოცულობა განისაზღვრება სხვადასხვა ზეთოდით. მაგალითად, თავის მხრივ, საველე სამუშაოების მოცულობა განისაზღვრება ძველი გვეგების შეცვლასთან დაკავშირებული გადასაღები კონტურების სიგრძეების და საავეგმვო სვლების სიგრძეების შესაბამისად. ამიტომ რუკებისა და გვეგების დაძველების ძირითადი მაჩვენებელი იქნება გადასაღები კონტურების  $L$  სიგრძისა და მთელი (ძველი და ახალი) კონტურების  $L$  სიგრძის ფარდობა პროცენტებში:

$$\lambda \% = \frac{l}{L} \cdot 100. \quad (9.6.3.1)$$

ეს ღონისძიება, გარდა იმისა, რომ საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ რუკებისა და გვეგების კორექტირების სამუშაოთა ღირებულება, აგრეთვე საშუალებას იძლევა შედარებით ობიექტურად და ერთმნიშვნელოვნად განვსაზღვროთ ფაქტობრივად შესრულებული სამუშაოები. შედარებით ნაკლებ კარტოგეტიკულ სამუშაოებს მოითხოვს რუკებისა და გვეგების კორექტირებისათვის (1) ფორმულის ნაცვლად გამოვიყენოთ შემდეგი ფორმულა:

$$\lambda \% = 100 \cdot \sqrt{\frac{w'}{w}}, \quad (9.6.3.2)$$

სადაც  $w'$  არის გადასაღები ფართობების ოდენობა;

$w$  — მთელი (ძველი და ახალი) ფართობების ოდენობა.

(1) და (2) ფორმულები სანახების სისტემატური ცვლილების გამო რუკებისა და გვეგების დაძველებასთან დაკავშირებული გრაფიკული და სტატისტიკური მასალების საფუძველზე საშუალებას იძლევა გარკვეული რაიონებისათვის საშუალოდ დადგინდეს რუკებისა და გვეგების ყოველწლიური პროცენტი. აგრეთვე ზემოსენებულ ფორმულების საშუალებით მიღებული მაჩვენებლები რუკებისა და გვეგების დაძველებისა და მათი კორექტირების ღირებულების ოდენობების შესაბამისად დადგენილ იქნას ადგილის I, II, III კატეგორიის სირთულეების მიხედვით რამდენი პროცენტი შეიძლება მოვანდომოთ კორექტირებას მიწიდან და აეროავეგმვების მეთოდებით რუკების და გვეგების განახლების დროს. მაგალითად, მიწიდან რომ ვაწარმოთ კორექტირება, საჭიროა I და II კატეგორიების სირთულის მქონე ადგილებში სიტუაცია იყოს შეცვლილი 50%, III კატეგორიისას — 40%; ხოლო აეროავეგმვების საშუალებით კი რუკების კორექტირება დასაშვებია, როცა I კატეგორიის დაბრკოლების ადგილის სიტუაცია შეცვლილია 30%, II კატეგორიისას — 20% და III კატეგორიისას — 10%.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ ნებისმიერი სახის სამთო წარმოების გრაფიკული დოკუმენტაცია, როგორცაა: გეოდეზიური და ტოპოგრაფიული ავეგმვების შედეგად შედგენილი რუკები და გვეგები; სამთო გამონამუშევრების ნახაზები; გეოლოგიური და სამთო გეოლოგიური გრაფიკული მასალები; საპროექტო გვეგები, პასპორტები, სქემები და სხვა ნახაზები — მარკ-შეიღერების მიერ სისტემატურად და უდიდესი ყურადღებით უნდა ახლდებოდეს და უკეთესდებოდეს კორექტირება.

**ბ. საბჭოთა მუშაერთობისა და კოლმუშაერთობისა რუკები და გეგმები, როგორც კორექტირება საპრო. კორექტირების სიზუსტე და მისი დადგენის მეთოდი**

შედარებით მოხერხებულია კორექტირება მიწის პირველი აგეგმვების შედგენის მიღებული გეგმებისა, რომლებიც აგებულია გამჭვირვალე პლასტიკური მასალებისაგან (ასტროლონი, ვინიპროზი და სხვ.) შექმნილ ფირფიტებზე. ასეთ საფუძველზე შედგენილი გეგმების დეფორმირება ფაქტობრივად არ ხდება; ადვილად შეიძლება მათგან დაძველებული, არასაკმარის კონტურების მოშორება და მათ ნაცვლად ახლად აგებული კონტურებისა და ობიექტების გეგმაში შეტანა. აგრეთვე მათგან ადვილად ხდება ასლების გადაღება კორექტირებული გეგმიდან.

იმ შემთხვევაში, როცა არა გვაქვს ზემოხსენებულ ფირფიტებზე გადაღებული გეგმები, კორექტირებას ახლენ დახაზული ფოტოგეგმიდან რეპროდუქციით მიღებულ ფოტოასლებზე ან სხვა რომელიმე სააგეგმვო-კარტოგრაფიულ მასალებზე, რომლებიც დამზადებულია ხისტ საფუძველზე. აგრეთვე, კორექტირებისათვის იყენებენ გამოუხაზავი ოპტიკური გეგმიდან გადაღებულ ფოტოასლებს, ძველ (წინა წლების) აეროსურათებს, ანუ საველე კორექტირების დროს, როგორც საყრდნობი, განიხილებულ იქნეს ადგილის შეუცვლელი (მყარი) კონტურები იმ შემთხვევაში, როცა ადგილზე არ მოიპოვება ადგილზე დამაგრებული გეოდეზიური პუნქტები საკმარის სიზუსტით. გარდა ამისა, რუკებისა და გეგმების კორექტირების დროს იყენებენ: მიწათსარგებლობის საზღვრების ასლებს, ამოღებულს სახელმწიფო საკარტო-ექტო გეგმიდან; მიწების კერძოდ სარგებლობის საზღვრების ასლებს; მიწათსარგებლობის წიგნიდან რეგისტრაციის ამონაწერს მიწის მუდმივად სარგებლობის შესახებ, ცნობებს სხვათა მიწის სარგებლობის შესახებ, ცნობებს გზების სივანის შესახებ, არსებული გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების განლაგების სქემას; ქურნალებიდან, კატალოგებიდან, კროკებიდან და სხვა საკმარის გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიულ მონაცემებს.

კორექტირების შემსრულებელთა წინაშე ისმის ამოცანა — შეარჩიონ ისეთი მეთოდი, რომ კორექტირების შესრულების შედეგად არ შემცირდეს რუკებისა და გეგმების სიზუსტე. კორექტირებით არ შეიძლება გამოსწორდეს ცუდად შედგენილი გეგმა, ხოლო ცუდი მეთოდით შესრულებული კორექტირებით შეიძლება კარგი ხარისხის გეგმა გადაიქცეს უვარგისად.

კორექტირებული და საკორექტირო რუკები და გეგმები ითვლება ტოლზუსტად, თუ მათი სიზუსტის მაჩვენებლები ერთმანეთისაგან არ განსხვავდება 10%-ით. მაგალითად, თუ განხილავთ გეგმის კონტურის წერტილი ხასიათდება 0,4 მმ შეცდომით და კორექტირების შემდეგ მივიღებთ მისი შეცდომა 0,44 მმ, ჩათვლება, რომ კორექტირებამდე და კორექტირების შემდეგ მიღებული გეგმა არის ტოლზუსტი; მაშასადამე, ითვლება, რომ კორექტირებული გეგმის სიზუსტე ხასიათდება 10% კრიტერიუმის შესაბამისად.

ზემოხსენებულთან გამომდინარეობს, რომ თუ განხილავთ გეგმის კონტურის წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა არის  $m$ , კორექტირებული იმავე გეგმის წერტილების საშუალო კვადრატული შეცდომა იყოს  $1,1m$ . მაშასადამე, იმისათვის, რომ დაცული იყოს კორექტირებამდე და კორექტირების შემდეგ 10% განსხვავების პირობა, ანუ ტოლზუსტობა, გა-

ნაზომების საშუალო კვადრატული  $m_{განახ.ი}$  შეცდომა უნდა იყოს წინა ორ კომპონენტთან შემდეგ დამოკიდებულებაში:

$$(1,1m_i)^2 = m_i^2 + m_{განახ.ი}^2 \quad (9.6.3.3)$$

საიდანაც

$$m_{განახ.ი} = 0,46m_i \quad (9.6.3.4)$$

ე. ი. კორექტირებული რუკის ან გეგმის განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა ( $m_{განახ.ი}$ ) უნდა უდრიდეს დაახლოებით 0,5 საკორექტივო გეგმის წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატულ ( $m_i$ ) შეცდომას.

გეგმის კორექტირების სიზუსტე დიდად არის დამოკიდებული კორექტირებისათვის საჭირო გეოდეზიური საფუძვლის ხარისხზე. კორექტირებისათვის აგეგმვების გეოდეზიური საფუძველი შეიძლება იყოს:

1) გეოდეზიური ქსელების პუნქტები (ტრიანგულაცია, ტრილატერაცია, პოლიგონომეტრია) და საზღვრების მოსახვევი (სასაზღვრო) წერტილები, რომელთა კოორდინატები ცნობილია;

2) მყარი კონტურების წერტილები ანუ ის წერტილები, რომლებიც კარგად არიან შენახულნი კონტურებიდან ადგილზე გარკვევით. ასეთ წერტილებად შეიძლება ჩაითვალოს: გზებისა და არხების გადაკვეთის წერტილები, როცა ეს გადაკვეთები ხდება არახაკლებ 40° და არა უმეტეს 140°-ისა; სახნავი სავარგულების კუთხეები, ჰეხი და სხვა ნაგებობები და წერტილები, რომლებიც მიღებულია სწორხაზოვანი კონტურების გაზომვების შედეგად. ამ დროს წერტილების უკეთ გამოცნობისათვის სჯობს ვისარგებლოთ აეროსურათებით.

შედარებით მარტივად და სიზუსტის შენარჩუნებით ხდება გეგმის კორექტირება, როცა მისი კორექტირების დროს გეოდეზიურ საყრდენად გამოყენებულია სახელმწიფო გეოდეზიური პუნქტები საჭირო სიხშირით (1 : 10 000 მასშტაბით აგების დროს არა უმეტეს 3—4 პუნქტებს შორის). ამიტომ ტერიტორიების უზრუნველყოფა საყრდენი პუნქტებით და მოვლა-მეთვალყურეობა არის ერთ-ერთი უაღრესად დიდი საზრუნავი საქმე. ამ დროს აგეგმვები სრულდება თეოლოღიტური ან მენზულური აგეგმვების მეთოდებით.

როცა საკონტროლო გეგმების შესაბამის ტერიტორიებზე არ მომხდარა მნიშვნელოვანი ცვლილებები, კორექტირება სრულდება მხოლოდ მარტივი მანძილსაზომი ხელსაწყოებით და ეკერით.

სახელმწიფო გეოდეზიურ საყრდენ ქსელზე ცნობილი წესით ხდება თეოლოღიტური და მენზულური სელებისა და აგეგმვების შესრულება, ხოლო როცა ასეთი არ არსებობს, მაშინ იძულებული ვნდებით რუკებისა და გეგმების გაახლება-კორექტირება შევასრულოთ მყარი კონტურული წერტილების გამოყენებით. ამიტომ ქვემოთ საგანგებოდ იქნება განხილული ეს საკითხი.

საერთოდ, რუკებისა და გეგმების კორექტირება სრულდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

- 1) მოსამზადებელი კამერული სამუშაოები;
- 2) ადგილის დაზვერვა-რეკოგნოსიცირება ანუ საველე დეშიფრირება ახალი აეროსურათების ახალი კონტურებისა და მათი შედარება საკორექტირო გეგმებთან;
- 3) გეგმიდან ამოღება (გაუქმება) მომსპარი კონტურებისა;
- 4) სააგეგმო საფუძვლის გახშირება, სადაც ეს საჭიროა;
- 5) ახალი კონტურების აგეგმვები;

6) ანაგეგმი და დემიფირებული სანახების, სავა.გულების შეტანა საკორექტივო გეგმაში; აგეგმვის პერიოდში სისტემატურად სრულდება შესრულებული სამუშაოების კალკის შედგენა;

7) კორექტირების შედეგის კონტროლი და გაფორმება, როგორცაა: კორექტირებული გეგმებისა და კალკის საბოლოოდ გამოყვანა (გაფორმება), მოხსენებითი ბარათის შედგენა ან ტექნიკური ანგარიშის შედგენა, დოკუმენტების შეკვრა, წესრიგში მოყვანა და შეკვრა სქემების, ცნობების, საველე ურნალების, აბრისების, კროკების გამონათვალი უწყისების. ცხრილებისა და სხვ.

### **C. გეგმების კორექტირება მხარე კონტრულ შიდაიღებზე დახარჯებით**

როგორც წინა მუხლში იყო აღნიშნული, აქაც ხაზგასმით აღვნიშნავთ, რომ გეგმების კორექტირებისათვის მყარი კონტურული წერტილების გამოყენების დროს გეგმარების უდიდესი გულმოდგინებით მუშაობა, რათა არ იყოს დარღვეული გეგმის კორექტირებად და კორექტირების შემდეგ ურთიერთ-ტოლფუნქციონირება. ამ მიზნით საზღვრავენ მყარი კონტურული წერტილების მდებარეობებს აეროსურათების გამოყენებით. მაგალითად, ერთმანეთს აღარებენ აღნიშნული წერტილების მდებარეობებს აეროსურათებისა და საკორექტირო გეგმაზე ან უშუალოდ ადგილზე განაზომებს და მათ მდებარეობებს გეგმაზე. მიღებულია, რომ წერტილის მდებარეობის შეცდომა გეგმაზე დასაშვებია 1 მილიმეტრამდე. ასე რომ, თუ მყარი კონტურების წერტილების მდებარეობის შეცდომა აღემატება ზღვრულ ოდენობას, ანუ 1 მილიმეტრს, ამ წერტილს გეგმის კორექტირების დროს საყრდენად არ იყენებენ. მაგალითისათვის გამოვიყენოთ საერთოდ გავრცელებული 1:10 000 და 1:25 000 გეგმების კორექტირების მეთოდები, როგორცაა: I. პოლარული მეთოდი მყარი კონტურული წერტილიდან თეოდოლიტისა და მენზულის გამოყენებით; II. პერპენდიკულარების ხერხი იმ ხაზის მიმართ, რომელიც ეყრდნობა მყარ კონტურულ წერტილებს; III. პერპენდიკულარებისა და პოლარული ხერხი იმ ხაზის მიმართ, რომელიც ეყრდნობა შემდეგი სახის მყარ კონტურულ წერტილებს:

1. თეოდოლიტურ სელას მიმხრობის კუთხეების გარეშე;
2. მენზულურ სელას;
3. ქორდიო-კუთხეობითი სელა;
4. გასწვრივობით სელა.

ყველა ზემოხსენებული ღონისძიება გამოიყენება გეგმებისა და რუკების კორექტირებისათვის და თუ არის საშუალება ვისარგებლოთ გეგმისა და ადგილზე არსებული საყრდენი გეოდეზიური პუნქტებით, ამით გაიზრდება კორექტირების სიზუსტე მყარ კონტურულ წერტილების გამოყენებასთან შედარებით.

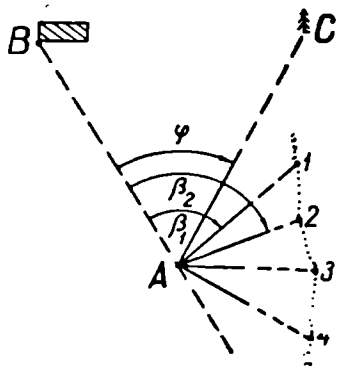
### **I. პოლარული მეთოდით აგეგმვა მყარი კონტურული წერტილებიდან თეოდოლიტითა და მენზულით**

(1) ნახაზზე თეოდოლიტის ან მენზულის სადგურს წარმოადგენს საკორექტირო გეგმის მყარი (ხისტი) კონტურის A წერტილი, საიდანაც გეგმაზე გადატანილი უნდა იქნეს ახალი 1, 2, 3, ... კონტურები საწყის ხისტ B წერ-



ტილზე მიმართებასთან  $\beta$ , კუთხეებისა და  $A-1, A-2, \dots$  რადიუს-ვექტორების მანძილშობის საშუალებით გაზომვის შედეგად.

აგეგმვის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს თეოდოლის ჰორიზონტული ლიშბის ან მენზულის პლანშეტის ორიენტირებას  $AB$  ხაზის მიმართებასთან, რომლის  $B$  წერტილი აგრეთვე წარმოადგენს მყარი კონტურის წერტილს. ეს გაფრთხილება იმით არის განპირობებული, რომ ორიენტირების საშუალო კვადრატული  $m_{\alpha}$  შეცდომა, განსაზღვრული (5) ფორმულით, რეგლამენტებულია



ნახ. 9.6.3.1.

ზის მიმართებასთან, რომლის  $B$  წერტილი აგრეთვე წარმოადგენს მყარი კონტურის წერტილს. ეს გაფრთხილება იმით არის განპირობებული, რომ ორიენტირების საშუალო კვადრატული  $m_{\alpha}$  შეცდომა, განსაზღვრული (5) ფორმულით, რეგლამენტებულია

$$m_{\alpha} = \frac{m_i}{S} \cdot \rho', \quad (9.6.3.5)$$

სადაც  $m_i$  არის საკორექტირო ორიგონალზე წერტილის მდებარეობის დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის ოდენობა უნდა იყოს 0,4 მმ;  $C$  არის  $A$  და  $B$  წერტილებს შორის ჰორიზონტული მანძილი, რომლის ოდენობა გეგმაზე საჭიროა იყოს

30 სმ;  $\rho' = 3438'$  — რადიანი მინუტებში. მაგალითად, ამ მონაცემებით ორიენტირების დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$m_{\alpha} = \frac{0,4 \text{ მმ}}{300} \cdot 3438' \approx 5'.$$

მაშასადამე, ორიენტირების შეცდომა ფაქტობრივად მიღებულ ოდენობაზე მეტი თუ გამოვიდა, ის გამოიწვევს ახლად აგეგმილი კონტურის დაუშვებელ შებრუნებას გეგმაზე.

გამოვიყვანოთ გადასაღები (ასაგეგმი) კონტურის 1-ლი წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატული  $m_{x_1}$  შეცდომის გამოსათვლელი ფორმულა, რომელიც, ცხადია, გავრცელდება კონტურის დანარჩენი წერტილების მიმართაც. (1) ნახაზის მიმართ დირექციული  $\alpha_1$  კუთხეების გამოყენებით დაწვრილ:

$$x_1 = x_A + \Delta x_{A1} = x_A + S_{A1} \cos \alpha_{A1},$$

$$y_1 = y_A + \Delta y_{A1} = y_A + S_{A1} \sin \alpha_{A1}.$$

მიღებულ გამოსახულებათა გადიფერენციალებითა და (3.4.1.16) გამოსახულების თანახმად, მივიღებთ

$$dx_1 = dx_A + \cos \alpha_{A1} dS_{A1} - S_{A1} \sin \alpha_{A1} d\alpha_{A1},$$

$$dy_1 = dy_A + \sin \alpha_{A1} dS_{A1} + S_{A1} \cos \alpha_{A1} d\alpha_{A1}.$$

გადავიღეთ საშუალო კვადრატულ შეცდომებზე და გამოვიყენოთ (3.4.1.17) ფორმულა

$$m_{x_1}^2 = m_{x_A}^2 + \cos^2 \alpha_{A1} m_{S_{A1}}^2 + S_{A1}^2 \sin^2 \alpha_{A1} m_{\alpha_{A1}}^2,$$

$$m_{y_1}^2 = m_{y_A}^2 + \sin^2 \alpha_{A1} m_{S_{A1}}^2 + S_{A1}^2 \cos^2 \alpha_{A1} m_{\alpha_{A1}}^2.$$

მიღებული ტოლობების შეკრებისა და (3.4.1.6), (3.7.2.19) ფორმულების გამოყენებით განვსაზღვრავთ 1-ლი წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის  $m_{A_1}$  საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელ ფორმულას

$$m_{A_1}^2 = m_{t_A}^2 + m_{S_{A_1}}^2 + S_{A_1}^2 m_{\alpha_{A_1}}^2 \quad (9.6.3.6)$$

სადაც  $m_{t_A}$ ,  $m_{S_{A_1}}$ ,  $m_{\alpha_{A_1}}$  შესაბამისად, არის მყარი  $A$  წერტილის მდებარეობის,  $A-1$  ხაზის გაზომვისა და იმავე ხაზის დირექციული კუთხის საშუალო კვადრატული შეცდომა;  $S_{A_1}$  არის  $A-1$  ხაზის სიგრძე. როგორც ცნობილია,  $m_{t_A} = 0,4$  მილიმეტრს გეგმაზე და რომ დაცული იქნეს საკორექტირო გეგმის სიზუსტე ანუ კორექტირებელი გეგმა იყოს მისი ტოლფასი, საჭიროა, თანახმად (4) ფორმულისა,  $\sqrt{m_{S_{A_1}}^2 + S_{A_1}^2 m_{\alpha_{A_1}}^2}$  სიდიდის ოდენობა არ გადასცილდეს

$$0,46 m_{A_1} \text{ ანუ } 0,46 \cdot 0,4 \text{ მმ} = 0,184 \approx 0,18 \text{ მმ გეგმაზე.} \quad (a)$$

$A-1$  ხაზის გაზომვის საშუალო კვადრატული  $m_{S_{A_1}}$  შეცდომის წყაროა ორი:

1) ძაფებიანი მანძილზომით  $A-1$  მანძილის გაზომვის შეცდომა; ის უდრის გაზომილი  $A-1$  ხაზის სიგრძის 1 : 300, რომლის ოდენობა 1 : 10 000 მას-შტაბში ხაზის დასაშვები სიგრძიდან (250 მ) ტოლი იქნება

$$\frac{250\,000}{300 \cdot 10\,000} \approx 0,08 \text{ მმ გეგმაზე;}$$

2) გაზომილი მანძილის გეგმაზე გადაზომვის შეცდომა, რომელიც ტოლია 0,08 მმ. მაშასადამე,

$$m_{S_{A_1}} = \sqrt{0,08^2 + 0,08^2} = 0,11 \text{ მმ.} \quad (b)$$

(a) და (b) გამოსახულებების მხედველობაში მიღებით, თანახმად (6) დამოკიდებულებისა, განვსაზღვრავთ  $S_{A_1} m_{\alpha_{A_1}}$ :

$$S_{A_1} m_{\alpha_{A_1}} = \sqrt{0,08^2 + 0,11^2} = 0,14 \text{ მმ.} \quad (c)$$

როგორც ცნობილია,  $A-1$  ხაზის  $\alpha_{A_1}$  დირექციული კუთხე გამოითვლება ფორმულით (ნახ. 1)

$$\alpha_{A_1} = \alpha_{AB} - \beta_1 \quad (d)$$

მაშასადამე,

$$m_{\alpha_{A_1}}^2 = m_{\alpha_{AB}}^2 + m_{\beta_1}^2 \quad (9.6.3.7)$$

მიღებულ ტოლობაში  $\beta_1$  კუთხის გაზომვის  $m_{\beta_1}$  საშუალო კვადრატული შეცდომის წყაროებია: 1)  $\beta_1$  კუთხის გაზომვის შეცდომა, რომელიც ლიშპზე ანათელის 5'-მდე დამრგვალების შემთხვევაში უდრის 3'; 2) გეგმაზე ტრანსპორტირით კუთხის აგების შეცდომა, რომელიც ტოლია 7'. მაშასადამე,

$$m_{\beta_1} = \sqrt{3^2 + 7^2} = 7,62 \approx 8'. \quad (e)$$

ამიტომ (7) დამოკიდებულებიდან

$$m_{AB}^2 = m_{\alpha_{A1}}^2 - m_{\beta_1}^2. \quad (9.6.3.8)$$

მაგრამ, ვინაიდან (C) დამოკიდებულების მიხედვით უნდა იყოს დაცული

$$S_{A1} m_{\alpha_{A1}} \leq 0,14 \text{ მმ}$$

უტოლობა, ვიღებთ მხედველობაში იმას, რომ 1 : 10 000 მასშტაბში სიგრძე (250 მ) გეგმაზე იქნება 25 მმ, მივიღებთ

$$m_{\alpha_{A1}} = \frac{0,14}{25} 3438' = 19,25 \approx 19'. \quad (9.6.3.9)$$

მაშინ (9) და (ε) ტოლობის გამოკლებით მივიღებთ

$$m_{\alpha_{AB}} = \sqrt{19^2 - 8^2} = 17,23 \approx 17'. \quad (9.6.3.10)$$

თეოდოლიტის ჰორიზონტული ლიშების ან მენზულის პლანშეტის ორიენტირებას რომ მივალწვიოთ ასეთი სიზუსტით, როცა  $m_{\alpha_A} = m_{\alpha_B} = m_{\alpha} = 0,4$  მმ,

თანახმად (5) ფორმულისა, მივიღებთ

$$S_{AB} = \frac{m_{\alpha}}{m_{\alpha'}} \cdot \rho' = \frac{0,4 \cdot 3438'}{17'} = 80,89 \approx 81 \text{ მმ},$$

ანუ მისი ოდენობა დაახლოებით სამჯერ მეტი გამოდის, ვიდრე  $S_{A1}$

$$(S_{AB} : S_{A1} = 81 : 25 \approx 3).$$

ზემოთ მოყვანილი განაგარიშებები ერთნაირად ეხება როგორც თეოდოლიტით, ისე შენჯულით გეგმების კორექტირებას.

მაშასადამე, მყარია კონტურების წერტილებზე დაყრდნობით პოლარული ხერხით გეკმების კორექტირების დროს თეოდოლიტის ლიშების ან მენზულის პლანშეტის ორიენტირება აუცილებელია შესრულდეს მყარ წერტილებს შორის ხაზებით, რომელთა სიგრძეებში სამჯერ მეტი უნდა იყოს ინსტრუმენტებიდან სალარტყო წერტილებამდე დასაშვებ მანძილებზე.

თეოდოლიტით გეგმის კორექტირების დროს ზომავენ ფ კუთხეს AC და AB მიმართებებს შორის საკონტროლოდ, ხოლო მენჯულით აგეგმვის დროს AC ხაზით აკონტროლებენ პლანშეტის ორიენტირებას (ცხადია, AC მიმართებასთან A—1, A—2, ... მიმართებები უნდა ემთხვეოდეს ალრე AB-ს მიმართ გატარებულ იმავე მიმართებებს).

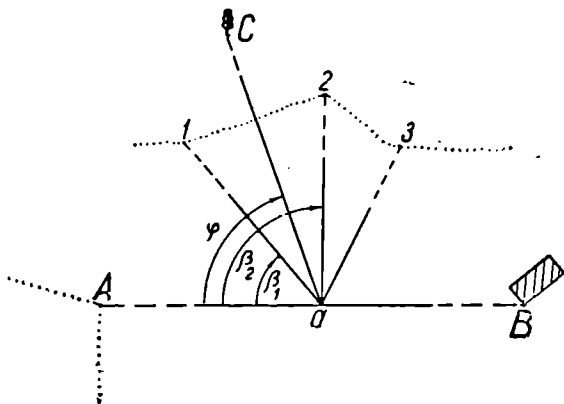
ფ კუთხის ადგილზე განაზომ და გეგმაზე ანუ სხვაობებით გამოთვლილ ოდენობებს შორის Δf სხვაობა გამოითვლება (5) (3.4.1.5) ფორმულების მიხედვით:

$$\Delta f = \frac{\Delta l \cdot 3438'}{S} \sqrt{2}, \quad (9.6.3.11)$$

სადაც  $\Delta t$  არის მყარი კონტურის წერტილის მდებარეობის ზღვრული შეცდომა, რომლის ოდენობა გვემაზე უდრის  $\Delta t = 3m_1 = 3 \cdot 0,4 = 1$  მმ;  $S$  — კუთხის გრძელი გვერდის სიგრძე გვემაზე მილიმეტრებში.

რაც შეეხება პლანშეტის ორიენტირების კონტროლს, მოითხოვება, რომ საკონტროლო  $C$  წერტილზე მიმართულება არ ასცდეს ადგილზე მის მიმართულებას 1,5 მმ მეტი ოდენობით ან რაც იგივეა, მასთან შედგენილი მიმართულებები არ უნდა გადასცილდეს  $AB$  ხაზთან შედგენილ მიმართულებას 1,5 მმ მეტი ოდენობით.

თეოდოლიტისათვის ან მენზულისათვის (2) ნახაზე ნაჩვენები საღურის მდებარეობა პოლარული ხერხით აგეგმვების შესასრულებლად შეიძლება



ნახ. 9.6.3.2.

დინიშნულ იქნეს მყარი კონტურის ორ  $A$  და  $B$  წერტილის შორის, რისთვისაც ადგილზე ზომივენ  $Aa$  მანძილს და მას გადაზომივენ გვემაზე პასშტაბის შესაბამისად.

ამ შემთხვევაში  $a$  საღურის მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა გამოითვლება შემდეგი წესრიგით:

$$x_a = x_A + S_{Aa} \cos \alpha_{AB} = x_A + S_{Aa} \frac{x_B - x_A}{\sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}};$$

$$y_a = y_A + S_{Aa} \sin \alpha_{AB} = y_A + S_{Aa} \frac{y_B - y_A}{\sqrt{(y_B - y_A)^2 + (x_B - x_A)^2}}.$$

ვინაიდან მიღებული გამოსახულებების მარჯვენა ნაწილის წევრები ურთიერთდამოუკიდებელი სიდიდეებია, თანახმად განაზომთა შეცდომების თეორიაში მიღებული წესისა, შეიძლება მიღებული გამოსახულებები გავალიფერენციალურად  $x_A, y_A, x_B, y_B, S_{Aa}$  ცვლადებით და გარდავქმნათ, მივიღებთ

$$dx_a = \left( 1 - \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \sin^2 \alpha_{AB} \right) dx_A + \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \sin \alpha_{AB} \cos \alpha_{AB} dy_A + \dots$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \sin^2 \alpha_{AB} dx_B - \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \sin \alpha_{AB} \cos \alpha_{AB} dy_B + \cos \alpha_{AB} dS_{Aa}; \\
dy_a &= \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \sin \alpha_{AB} \cos \alpha_{AB} dx_A + \left( 1 - \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \cos^2 \alpha_{AB} \right) dy_A - \\
& - \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \sin \alpha_{AB} \cos \alpha_{AB} dx_B + \frac{S_{Aa}}{S_{AB}} \cos^2 \alpha_{AB} dy_B + \sin \alpha_{AB} dS_{Aa}.
\end{aligned}$$

გადავიღეთ საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე და მივიღოთ აღნიშვნა:

$$\frac{S_{Aa}}{S_{AB}} = K;$$

$$\begin{aligned}
m_{x_a} &= (1 - K \sin^2 \alpha_{AB})^2 m_{x_A}^2 + K^2 \sin^2 \alpha_{AB} \cos^2 \alpha_{AB} m_{y_A}^2 + K^2 \sin^2 \alpha_{AB} m_{x_B}^2 + \\
& + K^2 \sin^2 \alpha_{AB} \cos^2 \alpha_{AB} m_{y_B}^2 + \cos^2 \alpha_{AB} m_{S_{Aa}}^2; \\
m_{y_a} &= K^2 \sin^2 \alpha_{AB} \cos^2 \alpha_{AB} m_{x_A}^2 + (1 - K \cos^2 \alpha_{AB})^2 m_{y_A}^2 + \\
& + K^2 \sin^2 \alpha_{AB} \cos^2 \alpha_{AB} m_{x_B}^2 + K^2 \cos^2 \alpha_{AB} m_{y_B}^2 + \sin^2 \alpha_{AB} m_{S_{Aa}}^2.
\end{aligned}$$

მიღებული ტოლობები შევკრიბოთ, აგრეთვე დავეშვათ, რომ  $m_{x_i} = m_{y_i}$  და გამოვიყენოთ (5) ტოლობა, მივიღებთ

$$m_{i_a}^2 = \left( 1 - K + \frac{1}{2} K^2 \right) m_{i_A}^2 + \frac{1}{2} K^2 m_{i_B}^2 + m_{S_{Aa}}^2. \quad (9.6.3.12)$$

როდესაც  $m_{i_A} = m_{i_B} = m_i$ , მაშინ გვექნება

$$m_{i_a}^2 = (1 - K + K^2) m_i^2 + m_{S_{Aa}}^2. \quad (9.6.3.13)$$

იმ შემთხვევაში, როცა  $K=0$  და  $K=1$ , მაშინ  $(1 - K + K^2)$  თანამართაველი (13) ფორმულაში უდრის ერთს, ხოლო მის ექსტრემიალურ მნიშვნელობას მინიმუმის სახით მივიღებთ, თუ მას გავაწარმოებთ  $K$ -თი და გავუტოლებთ ნულს

$$\frac{\partial (1 - K + K^2)}{\partial K} = -1 + 2K = 0,$$

საიდანაც

$$K = \frac{1}{2}.$$

მაშასადამე,  $\alpha$  საღებურის მდებარეობის შეცდომა (თუ არ გავუწევთ ანგარიშს  $m_{S_{Aa}}$  შეცდომას) არის მინიმუმი, როცა ის დასმულია მყარი კონტურის  $A$  და  $B$  წერტილების გასწვრივობის შუა მანძილზე.  $(1 - K + K^2)$  თანამართავლის

სამუდლო მნიშვნელობა ( $K_{\text{სა}}$ ), როცა  $a$  წერტილის მოხვედრა  $A$  და  $B$  წერტილებს შორის ნებისმიერ ადგილზე ტოლალბათურია, გამოითვლება აღნიშნული თანამამრავლის ინტეგრებით:

$$K_{\text{სა}} = \int_0^1 (1 - K + K^2) dK = 0,83. \quad (9.6.3.14)$$

მაშასადამე, (13) ფორმულით მივიღებთ

$$m_{\text{სა}}^2 = 0,83 m_i^2 + m_{S_{Aa}}^2. \quad (9.6.3.15)$$

სადაც, სიმცირას გამო,  $a$  წერტილის  $A$  და  $B$  წერტილებს გასწვრივობაში მოხვედრის შეცდომა მხედველობაში არ არის მიღებული;  $m_i$  კი ტოლია  $0,4$  მმ.

$m_{S_{Aa}}$  საშუალო კვადრატული შეცდომის წყაროებაა: 1) ადგილზე მანძილმზომით ან სხვა საზომებით გაზომვის შეცდომა, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს  $0,1$  მმ გეგმაზე, და 2) გეგმაზე წერტილის გადატანის შეცდომა  $0,08$  მმ, მაშინ

$$m_{\text{სა}} = \sqrt{0,83 \cdot 0,4^2 + 0,1^2 + 0,08^2} = 0,39 \text{ მმ}. \quad (9.6.3.16)$$

როგორც ვხედავთ, (2) ნახაზე დანიშნული გასწვრივობის  $a$  წერტილის შეცდომა, როცა ვზომავთ  $Aa$  მანძილს, არ აღემატება მყარი კონტურის წერტილის გეგმაზე მდებარეობის  $m_i = 0,4$  ოდენობას და ამიტომ იგი გეგმის კორექტირების დროს შეიძლება გამოყენებულ აქნეს სადგურად თეოლიტიის ან მენზულის დაყენებისათვის. იმ შემთხვევაში, როცა  $AB$  ხაზი არის ინსტრუმენტიდან სალარტყო წერტილამდე გასამკეცებულ ოდენობაზე ნაკლები, ლიძბის ან პლანშეტის ორიენტირებისათვის იყენებენ შორეულ  $C$  წერტილს (ნახ. 2) და  $AB$  ხაზით კი ორიენტირების კონტროლს აწარმოებენ.

$a$  წერტილის მდებარეობის სიზუსტე მნიშვნელოვნად იზრდება, როცა, გარდა  $Aa$  მანძილისა, იზომება  $Ba$  მანძილიც და იგი გადაიზომება  $B$  წერტილიდან. ამ შემთხვევაში  $a$  წერტილის მდებარეობა გეგმაზე ორ ჩანახველტს შორის იქნება.

პოლარული მეთოდით სიტუაციის გეგმის კორექტირებისათვის თეოლიტიის ან მენზულის სადგურად  $a$  წერტილი შეიძლება დანიშნულ იქნეს მყარი კონტურული  $A$  და  $B, C$  და  $D$  წერტილებს შორის გასწვრივობაში შესაბამისი ხაზების გადაკვეთის შედეგად (ნახ. 3). გამოკვლევებით დადგენილია, რომ იმ შემთხვევაში, როცა  $ABCD$  ფიგურა კვადრატია,

$$m_{\text{სა}} = 0,71 m_i \approx 0,3 \text{ მმ}, \quad (9.6.3.17)$$

სადაც

$$m_i = m_{i_A} = m_{i_B} = m_{i_C} = m_{i_D} = 0,4 \text{ მმ}.$$

მაშასადამე, ამ შემთხვევაში შედარებით მეტ სიზუსტეს ვაღწევთ.

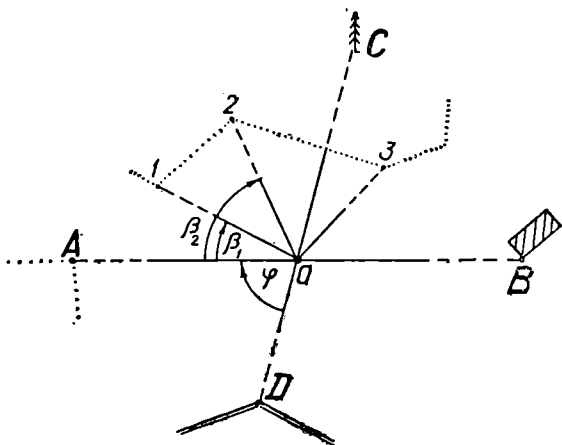
როდესაც  $ABCD$  ფიგურა მართკუთხედის ფორმისაა, რომლის გრძელ და მოკლე გვერდს შორის ფარლობა არის  $2,4$ , მაშინ

$$m_{\text{სა}} = m_i. \quad (9.6.3.18)$$

მაშასადამე, აქ სიზუსტე ნაკლები იქნება.

ლიბის და მენზულის პლანშეტის ორიენტირების კონტროლი სრულდება იმავე წესით, რაც ზემოთ იყო მოხსენებული (ყ კუთხით ან სხვა ხერხით).

უნდა ვერიდოთ  $\alpha$  წერტილის მდებარეობის დანიშვნას ერთ მაგი ან კუთხური ხაზოვანი გადაკვეთის ხერხით, რადგანაც გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ამ ხერხით  $\alpha$  წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის სიზუსტე



ხაზ. 9.6.3.3.

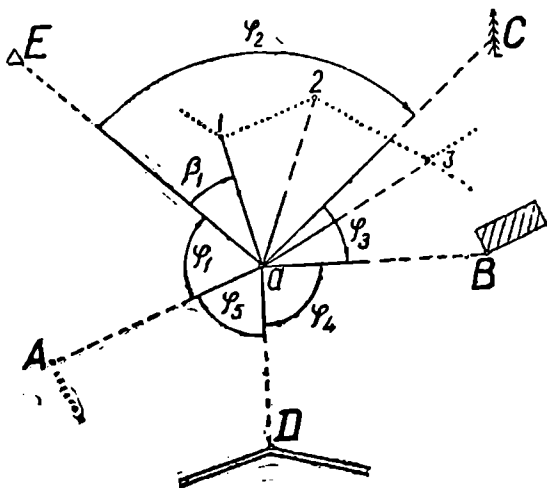
1,5—2-ჯერ მცირეა იმ წერტილებს სიზუსტესთან შედარებით, საიდანაც სრულდება გადაკვეთა.

იმისათვის, რომ მიღწეულ იქნეს (17) ტოლობით მოთხოვნილი სიზუსტე, საჭიროა მრავალჯერადი გადაკვეთით  $\alpha$  წერტილის დანიშვნა, მაგალითად, არანაკლებ ოთხი მიმართულებით, რაც მოითხოვს მრავალი საღგურისა და ხაზის გაზომვებს.

წერტილის მდებარეობა შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს მრავალჯერადი შებრუნებული გადაკვეთით, არანაკლებ ოთხი მიმართულებიდან (ხაზ. 4). ამისათვის აგეგმვების დროს ზომიერად  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$  კუთხეებს, რომელთაც ხაზივე ცვლულაზე და მას ამოძრავებენ გეგმაზე, ვიდრე ხუთივე დახაზული მიმართულება არ შეუთავსდება ადგილზე იმავე მიმართულებებს (ბოლოტოვის ხერხი), ამ მიმართულებათა გადაკვეთის  $\alpha$  წერტილს ჩაჩხვლეტენ გეგმაზე და მიუწერენ  $\alpha$  ასოს. ცხადია, რომ მენზულით აგეგმვის დროს ცვილულაზე მიმართულებები აიგება კიბრეგელით მყარ  $A, E, C, B, D$  წერტილებზე მიზნების შესაბამისად.

ამ ხერხის გამოყენების დროს უნდა ვეცადოთ საქმენი  $\alpha$  წერტილი მოხვდეს ასაგეგმი ფიგურის კონტურის შიგნით და აგრეთვე მოსაზღვრე მიმართულებებს შორის კუთხეებუ იყოს არანაკლებ  $40^\circ$  დი არაუმეტეს  $140^\circ$ . ლიბის ან პლანშეტის ორიენტირებას აკეთებენ ყველაზე უგრძესი მიმართულების მიხედვით.

დიდი ტერიტორიების საკორექტივო აგეგმვების დროს მყარ კონტურულ წერტილებზე ასობენ სარებს (არ აქცევენ ყურადღებას ადგილის მუდმივ საგ-



ნახ. 9.6.3.4.

ნებს), რომელთაც იყენებენ თეოდოლიტის ან მენზულის სადგურების შესარჩევად ზემოთ მოყვანილი ნახაზების შესაბამისად.

## II. პერპენდიკულარების ხერხით აგეგმვა იმ ხაზის მიმართ, რომელიც ეურდნობა მყარ კონტურულ წერტილებს

განხილადი მეთოდით აგეგმვა სრულდება მანძილების საზომი ხელსაწყოებითა და ეკერით. ამ მეთოდით სიტუაციის აგეგმვა შეიძლება (1)–(4) ნახაზებზე ნაჩვენები *A, B, C, D, E* მყარ კონტურულ წერტილებს შორის, ნებისმიერი მონაკვეთის მიმართ, რომლის ერთი სანიმუშო შემთხვევა მოცემულია (5) ნახაზზე. ამ ნახაზზე ყოველი პერპენდიკულარის ფუძის გეგმაზე გადატანის საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა, გამოთვლილი (15) ფორმულით, ტოლია  $0,39 \approx 0,4$  მმ. მყარი *AB* ხაზიდან გადასალები 1, 2, 3, ... კონტურის წერტილების მდებარეობის შეცდომების ზუსტად გაანგარიშების შესრულებისათვის ამ შეცდომას უნდა დაემატოს გადასალები წერტილის ფუძის მიმართ მდებარეობის  $m_1$  საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის წყაროები იქნება:

1) ადგილზე პერპენდიკულარის აგების შეცდომა

$$m_1 = \frac{\delta'}{3438'} \cdot S, \quad (a)$$

სადაც *S* არის პერპენდიკულარის სიგრძე;  $\delta'$  — ადგილზე ამ პერპენდიკულარის ეკერით აგების შეცდომა ( $\delta \approx 7'$ );



2) პერპენდიკულარის სიგრძის გაზომვის შეცდომა, რომელიც არ უნდა გადასცილდეს 0,1 მილიმეტრს გეგმაზე;

3) გეგმაზე პერპენდიკულარის აგების შეცდომა, გამოთვლილი (ა) ფორმულით;

4) გეგმაზე პერპენდიკულარის გადაზომვის შეცდომა, რომელიც არ უნდა გადასცილდეს 0,08 მილიმეტრს გეგმაზე.

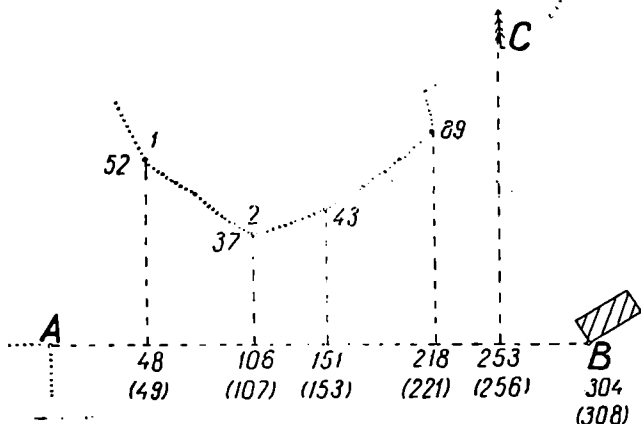
თუ გამოიყენებთ ტოლი გაცილების პრინციპს და მივიღებთ ზემოთ მოყვანილი ყოველი შეცდომის ოდენობას 0,1 მმ გეგმაზე, მივიღებთ

$$m_2' = 0,1\sqrt{4} = 0,2 \text{ მმ.} \quad (9.6.3.19)$$

მაშასადამე, ასაკები კონტურული წერტილის საშუალო კვადრატული  $m_1$  შეცდომა იქნება

$$m_1 = \sqrt{0,39^2 + 0,2^2} = 0,44 \text{ მმ.} \quad (9.6.3.20)$$

შეცდომის მიღებული ოდენობა არ გამოდის 10%-ზე მეტი საკორექტირო და კორექტირებული გეგმის ტოლზუსტობის კრიტერიუმიდან. მაშასადამე



ნახ. 9.6.3.5.

ჭე, კორექტირებული გეგმისა და საკორექტირო იმავე გეგმის სიზუსტეები ტოლია.

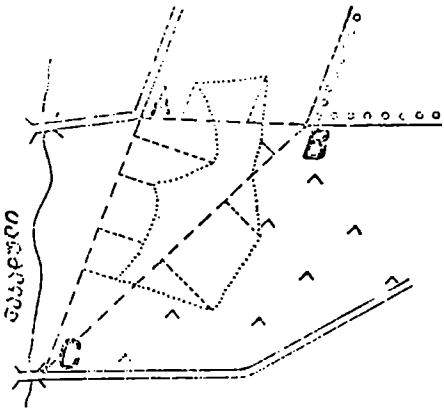
ზემოაღნიშნული საფუძველს იძლევა, მაგალითად, ერთის მხრივ, 1:10000 მასშტაბიან გეგმის კორექტირების დროს განაზომები დავამრგვალოთ 1 მეტრით (ნახ. 5); მაშასადამე, ამ შემთხვევაში დამრგვალების საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება დაახლოებით  $1:3=0,3$  მ. მეორე მხრივ, 20 მეტრამდე პერპენდიკულარები ავაგოთ თვალით; 50 მეტრამდე — შემოწმებული ნაბიჯ-მთვლელით (ნახაზი 7.2.1.1), ხოლო 200 მეტრამდე — ხის ფარგლით.

აბრისზე დანიშნული ანაგეგმების გეგმაზე გადატანის დროს საყრდენ ხისტ ხაზსა და გეგმაზე მის ოდენობას შორის სხვაობა დასაშვებია 1 მილიმეტრამდე: წინააღმდეგ შემთხვევაში AB ხაზი, როგორც საყრდენი, არ შეი-

ძღება გამოყენებული იქნეს. მყარი კონტურული  $A$  და  $B$  წერტილების მე-  
 დარებით ადვილად გამოცნობის მიზნით აგეგმვაში შეაქვეთ საკონტროლო მყა-  
 რი წერტილები, რომელთა მდებარეობა გეგმაზე აგეგმვის შემდეგ გეგმაზე არ-  
 სებულ იმავე წერტილის მდებარეობიდან არ უნდა იქნეს გადაცილებული 1  
 მილიმეტრზე მეტი ოდენობით. (5) ნახაზზე ასეთია  $C$  წერტილი. ზემოაღნიშ-  
 ნული მოთხოვნები თუ შესრულებულია, პერპენდიკულარების ფუძეებთან ანა-  
 თველბს ასწორადებენ მათი ოდენობების პროპორციულად. მაგალითად, (5)  
 გეგმაზე ფრჩხილებში ნაჩვენებია  $A$  წერტილიდან პერპენდიკულარების ფუძე-  
 ებამდე მანძილები (49), (107), (153), (221), (256), (308), ხოლო მათი გასწო-  
 რადებული ოდენობები კი არის 48, 106, 151, 218, 253, 304 მ. (6) ნახაზზე  
 ნაჩვენებია  $A$ ,  $B$ ,  $C$  კონტურული ხისტი წერტილების მიმართ ხაზების საზო-  
 ძი ხელსაწყოთი და ეკერიით პერპენდიკულარების საკორექტირო აბრისის  
 აგეგმვის ნიშნები.

**III. აგეგმვა იმ სააგეგმვო სვლების მიმართ, რომლებიც ეყრდნობიან  
 მყარ კონტურულ წერტილებს (ნახ. 6)**

ზოგჯერ სათანადო სიხშირის მყარი წერტილების არარსებობის გამო სა-  
 კირო ხდება სააგეგმვო სვლის აგება, რომელიც დაყრდნობილია აღნიშ-  
 ნულ მყარ საკონტურო  $A$  და  $B$  წერტილებზე; იმის გამო, რომ ამ გამოსავა-  
 ლი წერტილების სი-  
 ზუსტე დაბალია, არ  
 ანგარიშობენ სვლის  
 წვერობების კოორდინა-  
 ტებს და ამ სვლასა  
 და აგეგმვებს პირდაპირ  
 გრაფიკულად აგებენ.



ნახ. 9.6.3.6.

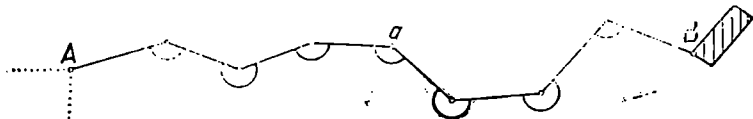
სვლის წერტილე-  
 ბის დანიშვნა-დამაგრე-  
 ბა ხდება თხრილის  
 გარშემო პალოების შე-  
 მოვლებით, რათა ისინი  
 შემდეგში გამო-  
 ეიყენოთ საკონტრო-  
 ლოდ. აქლდაგვარი  
 სვლის სიგრძე გეგმაზე  
 შეიძლება აღწევდეს 15  
 სმ, ხოლო ხაზოვანი  
 შეუქვეყნობა დასაშვებია 1 მმ. სვლის გასწორადება ხდება პარალელური ხა-  
 ზების ხერხით.

აღნიშნული სააგეგმვო სვლის გვერდებისა და წერტილების მიმართ სი-  
 ტუაციის აგეგმვა როცა სრულდება თეოდოლიტით ან მენზულით, მაშინ იგი  
 წარმოებს მართობების, პოლარული და ზოგჯერ კუთხური გადაკვეთის მეთო-  
 დებით. კონტროლის მიზნით აწარმოებენ დამატებითი მყარი წერტილების  
 აგეგმვას. როგორც აღვნიშნეთ, ამ სახის აგეგმვა სრულდება შემდეგი სახის  
 მეთოდებით:

## 1. თეოდოლიტური სვლა მიმხრობის კუთხეების გარეშე (ნახ. 7)

განხილად მეთოდში მიმხრობის კუთხეები არ იზომება, რადგანაც თვით საყრდენი ხისტი კონტურის  $A$  და  $B$  წერტილებს შორის მიმართულებები ხასიათდება დიდი შეცდომებით. ამ სვლაში გვერდები იზომება მანძილების გასაზომი იმ ხელსაწყოებით, რომლებიც ხაზის გაზომვის შესაძლებლობას იძლევა 1:1000 სიზუსტით (მაგალითად, რულეტი).

შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მანძილმზომები ორმხრივი ლარტყებით, რომელთა მერე გვერდი შესაბამება  $C=110$  კოეფიციენტს. ლარტყაზე ორი-



ნახ. 9.6.37.

ვე გვერდის მიხედვით გამონათვალ მანძილებს შორის ანათვლების სხვაობები არ უნდა აღემატებოდეს გაზომილი სიგრძის 1:100.

კუთხეები უნდა გაიზომოს ერთი ილეთით და კონტროლდებოდეს მაგნიტური აზიმუტებით.

განხილად სვლას (ნახ. 7) გაზომილი გვერდების სიგრძეებისა და კუთხეების საშუალებით გვერდის მასშტაბში გამოხაზავენ ცვილულაზე; შემდეგ, ცვილულას საწყის  $A$  წერტილს შეუთავსებენ გვერდის  $A$  წერტილს და თუ ცვილულასა და გვერდის  $B$  წერტილებს შორის შეუკვრელობა გამოვიდა დასაშვები, ცვილულაზე სვლას გაასწორადებენ, ბოლოს ამ გასწორადებულ სვლას გადაიტანენ საკონტროლო გვერდაზე. თვით ცვილულა უნდა ინახებოდეს როგორც ტექნიკური დოკუმენტი.

სვლის აგება შედარებით მაღალი სიზუსტით ხდება რუმბებით, რომელთაც ანგარიშობენ გაზომილი კუთხეების საშუალებით ისე, რომ საწყის რუმბებს იღებენ ნებისმიერს. სააგვეგვო სვლის გვერდაზე აგების შემდეგ მასზე დაყრდნობით მიღებული სიტუაცია გვერდაზე გადაიტანება ჩვეულებრივი ხერხით.

მყარ წერტილებს შორის გასწორადებულ სვლაზე სადგურის  $a$  წერტილის (ნახ. 7) მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა გამოითვლება  $A$  და  $B$  წერტილების მდებარეობებთან შედარებით

$$m_{i_{aA}}^2 = m_{i_A}^2 + m_1^2, \quad (9.6.3.21)$$

$$m_{i_{aB}}^2 = m_{i_B}^2 + m_2^2,$$

სადაც  $m_1$ ,  $m_2$  არის  $A$  და  $B$  წერტილის მიმართ  $a$  სადგურის მდებარეობის შეცდომა, რომელიც არის შედეგი სვლის ხაზების, კუთხეების გაზომვისა და მათი გვერდაზე აგების შეცდომებისა; ეს შეცდომები გამოითვლება ტოლგვერდებიანი ვაკუუმული სვლისათვის გამოყვანილი ფორმულით:

$$m^2 = m_S^2 n + \frac{n+0,5}{3} \left( \frac{m_B}{\rho} \sum S \right)^2, \quad (9.6.3.22)$$

სადაც  $n$  არის სვლაში გვერდების რაოდენობა;  $m_s$  — ადგილზე ხაზის გაზომვისა და გეგმაზე მისი გადატანის საშუალო კვადრატული შეცდომა;  $m_p$  — კუთხის გაზომვისა და გეგმაზე მისი აგების საშუალო კვადრატული შეცდომა.

$$(22) \text{ ფორმულის მარჯვენა ნაწილის მამრაველში დაიწერება } \frac{n+1,5}{3}$$

იმ შემთხვევაში, როცა სვლაში გაზომილია მიმხრობის კუთხეებიც.

იმ შემთხვევაში, როცა გეგმაზე სვლას ვაგებთ გამოთვლილი რუკებით, მაშინ სვლის აგების შეცდომის გავეუნა მისი უკანასკნელი წერტილის მდებარეობის შეცდომაზე გამოითვლება ფორმულით:

$$m^2 = m_s^2 n + \frac{1}{n} \left( \frac{m_r}{\rho} \sum S \right)^2, \quad (9.6.3.23)$$

სადაც  $m_r$  არის რუკების აგების საშუალო კვადრატული შეცდომა.

სვლის გასწორადების შემდეგ  $a$  სადგური შეიძლება ჩავთვალოთ  $A$  და  $B$  წერტილებისადმი განსაზღვრული მისი ორი მნიშვნელობის საერთო საშუალო ართმეტიკულად ანუ წონით საშუალოდ, რომლის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

$$m_{ia} = \frac{m_{iA} m_{iB}}{\sqrt{m_{iA}^2 + m_{iB}^2}}. \quad (9.6.3.24)$$

იმ შემთხვევაში, როცა  $m_{iA} = m_{iB} = 0,4$  მმ;  $m_s^2 = 0,08^2 + 0,08^2$ ;  $m_p^2 = 1^2 + 7^2$ ;  $n = 4$ ;  $\Sigma S = 800$  მ (სვლის საერთო სიგრძეებიდან 1600 მ, თითო ხაზი 200 მეტრი),  $1 : 10\,000$  მასშტაბისათვის ზემოხსენებული ფორმულით მივიღებთ

$$m_{ia} = 0,36 \text{ მმ}. \quad (9.6.3.25)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ სვლის გრაფიკულად გასწორადებისა და ცვილულადან გეგმაზე მისი გადატანის შეცდომებს, მივიღებთ

$$m_{ia} = \sqrt{0,36^2 + 0,08^2 + 0,08^2} \approx 0,39 \text{ მმ}. \quad (9.6.3.26)$$

დაახლოებით ასეთივე სიზუსტით ხასიათდება სვლის დანარჩენი წერტილები. ზემოხსენებულის საფუძველზე დავასკენით, რომ სვლების შუალედი წერტილები დაახლოებით ისეთივე ოდენობის სიზუსტით ხასიათდება, როგორც აქეთ ხისტი კონტურების წერტილებს, რომელთაც სვლა ეყრდნობა. ამიტომ, თუ მათ გამოვიყენებთ კორექტირების დროს სადგურებად (საყრდენებად), კორექტირებული გეგმის სიზუსტე ამით არ შემცირდება.

## 2. ნენზულური სვლა

ნენზულური სვლები აიგება პლანშეტზე, როცა მას ვაგებთ დახურულ და ნახევრად დახურულ ადგილებში. დიდი ყურადღებით უნდა შესრულდეს სვლის ორიენტირება, განსაკუთრებით კი საწყისი გვერდის ორიენტირება,

ორნელიც ორიენტირებული უნდა იქნეს სვლის სიგრძეზე ორჯერ უგრძეს მანძილზე მდებარე პუნქტის მიმართ. პლანშეტის დაცენტრირის  $e$  შეცდომა უნდა შეესაბამებოდეს

$$e \leq \frac{S}{1700} \quad (9.6.3.27)$$

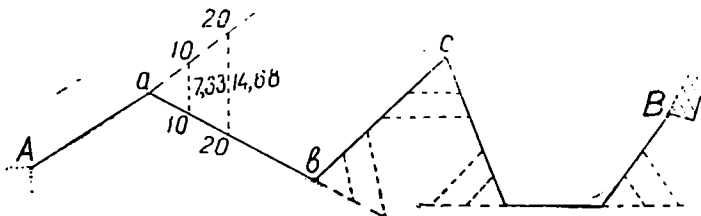
უტოლობას, სადაც  $S$  არის სვლის კუთხის მცირე გვერდის სიგრძე; მაგალითად, როცა  $S=150$  მ, პლანშეტის დაცენტრირა სრულდება დაახლოებით 0.1 მეტრის შეცდომით.

როცა 150 მეტრზე მოკლე ხაზებია, მაშინ ბუსოლით საიმედოდ ორიენტირებულ პლანშეტზე აგებენ ბუსოლურ სვლას. პლანშეტის დაცენტრირა კი სრულდება მასშტაბის სიზუსტის შესაბამისად. სვლის წერტილების მდებარეობის სიზუსტის გაანგარიშება სრულდება (24) ფორმულით.

### 3. ქორღით კუთხზომითი სვლა ხაზოში ხელსაწყოს დახმარებით

განხილავთ სვლა სრულდება მხოლოდ სიგრძის საზომი ხელსაწყოს საშუალებით. საკორექტირო აგეგმვების შესასრულებლად აგებენ ქორღით კუთხზომით სვლას, სადაც, თეოდოლიტური სვლებისაგან განსხვავებით, სვლის კუთხეები იზომება მათი მომქიმავე ქორღებით.

ამ მიზნით კუთხის წვეროდან მისი გვერდების გასწვრივ ან მათ გაგრძელებაზე (უკან) გადაზომავენ 10 და 20 მეტრიან რადიუსებს (ნახ. 8); ამ წერ-



ნახ. 9.6.3.8.

ტილებს გვერდების გასწვრივობაში რკინის ჩხირებით დაამაგრებენ. აღნიშნული რადიუსების ბოლოებს შორის ქორღებს გაზომავენ 1 სმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში. განსხვავება 20 მეტრიანი რადიუსის ქორღის სიგრძესა და ორჯერ 10 მეტრიანი რადიუსის ქორღის სიგრძეს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 5 სანტიმეტრს.

წინააღმდეგ შემთხვევაში წერტილების დაამაგრებასა და ქორღების გაზომვებს იმეორებენ.

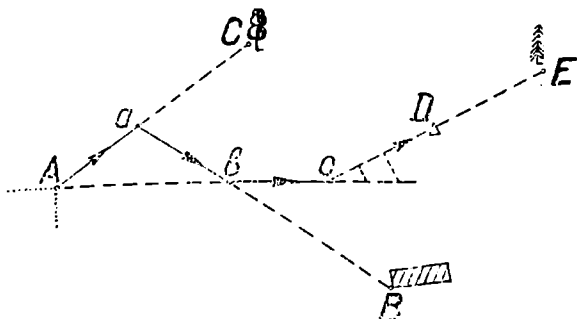
სვლის კუთხეების ქორღების საშუალებით აგების სქემები შეაქვთ აბრიკებში ან უურნალებში. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ამ მეთოდით კუთხეების აგების საშუალო კვადრატული შეცდომა არ აღემატება 5' და რაც უფრო მცირეა ასაგები კუთხე, მით მეტ სიზუსტეს ვაღწევთ მისი აგების დროს.

ისევე, როგორც მიმხრობის კუთხეების გარეშე თეოდოლიტური სვლის აგების დროს, აქაც სვლას აგებენ ცვილულაზე 20 მეტრიანი რადიუსებისა და

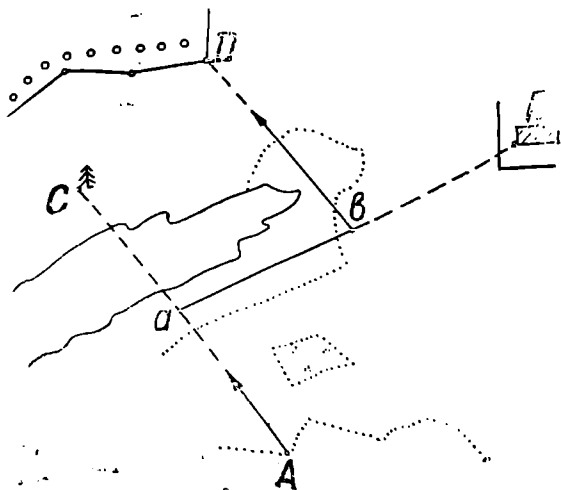
სათანადო ქორდების საშუალებით 1:200 მასშტაბში. ქორდებით კუთხეების აგება ტრანსპორტირით მათ აგებასთან შედარებით უფრო ზუსტია, ამიტომ საეროდ დასაშვები შეცდომა კუთხეების ქორდებით აგების დროს შეიძლება მივიღოთ 7'. კუთხეების დასაშვები შეუქვერლობა სწორდება ცვილულაზე; ბოლოს ყოველივე გადაიტანება გეგმაზე ისევე, როგორც ეს შესრულდა თეოდოლიტური სვლების აგების დროს. წერტილების მდებარეობის სიზუსტის ვანგარიშება სრულდება (23) ფორმულით.

#### 4. გახწვივობით სვლა ხაზოში ხელსაწყოთ დახმარებით

გახწვივობით სვლა წარმოდგენილია (9) ნახაზე  $AabcD$ . ამ სვლის ასაგებად მყარ კონტრუქტურ  $B$  და  $C$  წერტილებზე თვალზომით დაეასობთ სარებს, რათა უზრუნველვეყოთ მათი ხილვადობა აგებული სვლის წერტილები.



ნახ. 9.6.3.9.



ნახ. 9.6.3.10.

დან. სანამ სვლას გავზომავდეთ მოთხოვნილი 1:1000 სიზუსტით, გასწვრივობის  $a$ ,  $b$ ,  $c$  წერტილებზე თვალზომით ასობენ სარებს. გასწვრივობის უკანასკნელ  $c$  წერტილზე აგებენ (ზომავენ) ქორდების ხერხით კუთხეს ან სვლას აბაჟენ (აკავშირებენ) გარდა  $D$  საყრდენი წერტილისა,  $E$  მყარ წერტილთანაც, რითაც საშუალება ეძლევათ გეგმაზე სვლის აგების კონტროლის, პარალელური ხაზებით სვლის გასწორადების სისწორისა და მის შემდეგ გეგმაზე წერტილების სწორად გადატანის შემოწმებისა. ხშირად გასწვრივობით სვლას ასრულებენ კუთხეების ქორდების ხერხით აგებასთან ერთად.

გასწვრივობის სვლას აგებენ და ასწორადებენ უშუალოდ საკორექტირო გეგმაზე გასწვრივობის მიმართულებებსა და წერტილებს შორის გაზომილი მანძილების საშუალებით. იმ შემთხვევაში, როცა გასწვრივობითი სვლა ეყრდნობა საყრდენ სახელმწიფო გეოდეზიურ პუნქტებს, ის შეიძლება დამუშავდეს მათემატიკურად, რისთვისაც წინასწარ ვწყვეტთ შებრუნებულ გეოდეზიურ ამოცანებს გასწვრივობის წერტილების კოორდინატების გამოყენებით. გასწვრივობის სკალასთან ახლო სიტუაციის საკორექტირო აგებმვის ნიმუშია (10) ნახაზზე.

სვლის წერტილების მდებარეობის სიზუსტე მის გასწორადებამდე იანგარიშება (12) ფორმულით, ხოლო გასწორადების შემდეგ — (23) ფორმულით.

#### **D. რუკებისა და გეგმების კონომტიკების დროს ახალი ამროგებმვის ამროსუკათმვის გამროსმნება**

კორექტირების დროს ახალი აეროგეგმვის აეროსურათების გამოყენება ეფექტურია; ამგეგმავი თავისუფლდება ამგეგმვებთან დაკავშირებული სავლე სამუშაოებისაგან; იზრდება შრომის ნყოფიერება და მცირდება შესაძლებლობა სიტუაციაში მომხდარი ცვალებადობის გეგმაში შეტახის გამოტოვების შესახებ. ამავ დროს საჭიროა ამგეგმავი იყოს დახლოვებული და იცოდეს ფოტოგრაფმეტრია და აეროსურათების გომეტრიული თვისებები.

კორექტირებისათვის სარგებლობენ საკორექტირო გეგმის მასშტაბამდე გადიდებული აეროსურათებით ან აეროგეგმებით, რომელთა მასშტაბია საკორექტირო გეგმის მასშტაბზე ორჯერ წერილი.

საკორექტირო გეგმის აეროსურათებთან სავლე დეშიფირებით მიღებული კონტურების კამერულად შედარების შემდეგ საჭიროა აეროსურათებიდან გადატანილ იქნეს საკორექტირო გეგმაზე სიტუაციის ახალი კონტურები, რომელთა საფუძველს წარმოადგენს აეროსურათებზე და საკორექტირო გეგმაზე გაიგივებული მყარი კონტურული წერტილები; ხოლო ის კონტურები, რომლებიც არ არის ნაჩვენები აეროსურათებზე, უნდა იყოს გადაღებული წინა მუხლებში აღწერილი მიწისპირული აგებმვებით.

აეროსურათების გადატანა საკორექტირო გეგმაზე ხდება ოპტიკურ-მექანიკური და გრაფიკული ხერხით.

#### **1. ოპტიკურ-მექანიკური მეთოდები**

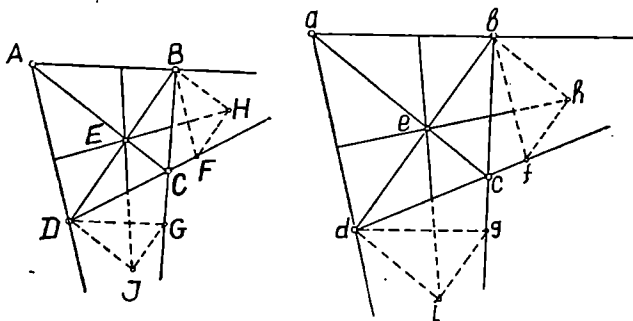
განხილავი მეთოდი ეფექტურია, როდესაც დეშიფირებული სიტუაციის გადატანა აეროსურათებიდან საკორექტირო გეგმაზე ხდება პროექტორით (სპროექციო აპარატით) რომლითაც მიიღება გადაღებული ობიექტის გამოსახვა გასაზომად, და საგანგებო სტრუქტურით, რომელიც ანგარიშში იღებს

აეროსურათისა და საკორექტირო გეგმის მანძილზე. იმ შემთხვევაში, როცა საკორექტირო გეგმა წარმოადგენს ხისტ საფუძველზე გადატანილ ფოტოგეგმას, მაშინ ფოტოგეგმას და აეროსურათს ოთხი იდენტური ხისტი კონტურული წერტილის მიხედვით უკუებენ ტრანსფორმირებას (გარდაქმნას) და შემდეგ ერთიან მონტაჟს (შედგენენ) ფოტოგეგმალ.

## 2. გრაფიკული მეთოდი

იმ შემთხვევაში, როცა აეროსურათზე გამოსახულების დამახინჯება შეიძლება უგულვებლევოთ, გრაფიკულ ტრანსფორმირებას აწარმოებენ აეროსურათზე (ან ფოტოგეგმაზე) და საკორექტირო გეგმაზე საპროექციო ბადის აგებით ((11) და (12) ნახაზი) შედგენიარად:

ვთქვათ, აეროსურათზე და საკორექტირო გეგმაზე  $A, B, C, D$  და  $a, b, c, d$  წერტილები არის შესაბამისად იდენტურები. მათ მიერ შექმნილ ოთხ-



ნახ. 9.6.3.11

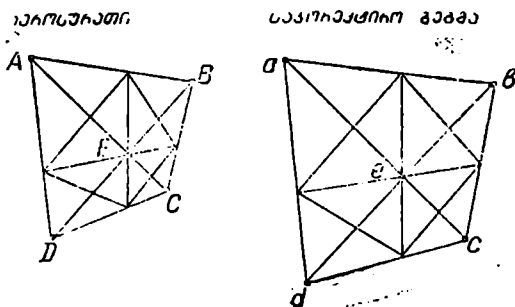
კუთხედებში ატარებენ დიაგონალებს, რომელთა გადაკვეთით შესაბამისად იღებენ  $E$  და  $e$  წერტილებს. ოთხკუთხედის  $AB, DC$  და  $ab, dc$  გვერდებს აგრძელებენ;  $B, D$ , ასევე  $b, d$  წერტილებიდან, შესაბამისად, ატარებენ  $AD, AB, ad, ab$  გვერდების პარალელურ ხაზებს (ანალოგიური პარალელური ხაზები შეიძლება გატარებულ იქნეს  $C$  და  $c$  წერტილებიდან), რის შედეგად იღებენ  $F, G, f, g$  წერტილებს;  $B, F, D, G$  და ასევე  $b, f, d, g$  წერტილებიდან ატარებენ  $AC, BD, ac, bd$  დიაგონალების პარალელურ ხაზებს, რომელთა გადაკვეთებით, შესაბამისად, იღებენ  $H, I, h, i$  დამხმარე წერტილებსა და  $EH, EI$ , და  $eh, ei$  მიმართულებებს მსგავს (შეერთების) წერტილებზე. ამ მიმართულებებს ატარებენ განხილადი ოთხკუთხედების შიგ, რის შედეგად ისინი იყოფიან თითო დიაგონალის მქონე ოთხ ოთხკუთხედად.

შემდეგ ყოველ ოთხკუთხედში ატარებენ მეორე დიაგონალს (ნახ. 12) და ზემოთ აღწერილი წესით მათაც ყოფენ ოთხ-ოთხ თითო დიაგონალის მქონე ოთხკუთხედად. კიდევ ატარებენ მეორე დიაგონალს და იღებენ ერთ დიაგონალიან უფრო მცირე ოთხკუთხედებს; და ასე შემდეგ გრძელდება ოთხკუთხედების დაყოფა, სანამ არ მიიღებენ სასურველი ოდენობის მცირე ოთხკუთხედებს.



პოლუს ამ ოთხკუთხედების გამოყენებით დემონსტრირებულ სიტუაციას გადაიღებენ აეროსურათებიდან საკორექტირო გეგმაზე.

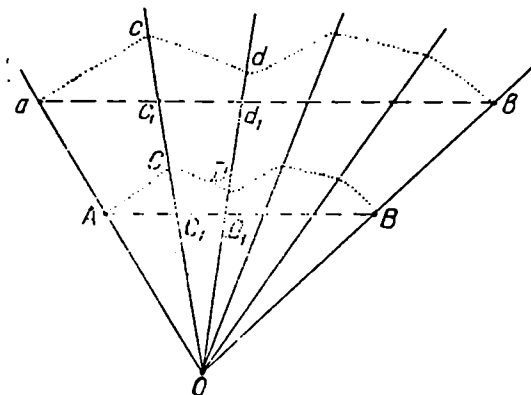
ჩვეულებრივ ოთხკუთხედების დაყოფას გეგმაზე აგრძელებენ, სანამ საშუალო გვერდების სიგრძე არ ვახდება 0,5 სმ. ამ ოთხკუთხედების ფარ-



ნახ. 9.6.3.12.

გლებში სიტუაცია ნაწილობრივ გადაიქვთ თვალით და ნაწილობრივ სარგებლობენ პროპორციული ფარგლით (ნახაზი 9.5.1.1). ზემოხსენებული გრაფიკული სამუშაოები უნდა შესრულდეს დიდი მონდომებითა და სიზუსტით.

როდესაც საჭიროა აეროსურათსა და საკორექტირო გეგმაზე გარკვევით დემონსტრირებული აეროსურათიდან  $A$  და  $B$  წერტილებს შორის კონტურის



ნახ. 9.6.3.13.

გადატანა საკორექტირო გეგმაზე  $a$  და  $b$  წერტილებს შორის (ნახ. 13), აეროსურათის ( $A, C, D, \dots, B$ ) კონტურის ასლს იღებენ ცვილულაზე და ნებისმიერი  $O$  წერტილიდან. რომელიც ცვილულაზე ინიშნება რაც შეიძლება ახლო, აეროსურათების მთავარი ცენტრალური წერტილისადმი ატარებენ  $A, B$  და სიტუაციის კონტურის ყველა ტეხილობის წერტილებზე საზებს. შემდეგ

აღნიშნულ ცვილულას აუარებენ საკორექტირო გეგმას. ისე, რომ  $CA$  და  $OB$  სხივებმა შესაბამისად გაიაროს საკორექტირო გეგმის  $a$  და  $b$  წერტილებზე; ეთქვას გეგმის  $ab$  ხაზი იყოს აეროსურათის  $AB$  ხაზი და ცვილულაზე  $OA$  და  $OB$  სხივების გაგრძელებაზე ნიშნავენ  $A$  და  $B$  წერტილებს; შემდეგ საზღვრავენ  $Cc_1, Dd_1, \dots$  ოდენობებს  $\frac{Aa}{AO} = \frac{Bb}{BO} = \frac{Cc_1}{CO} = \frac{Dd_1}{DO} \dots$  პროპორციე-

ბიდან, რომელთაც თანამიმდევრობით გადაზომავენ  $C, D, \dots$  წერტილებიდან და ცვილულაზე მიღებულ  $c_1, d_1, \dots$  წერტილებს ჩხველებს საკორექტირო გეგმაზე. ბოლოს პროპორციით გამოთვლილ  $c_1, d_1, \dots$  მონაკვეთებს გადაზომავენ  $c_1, d_1, \dots$  წერტილებიდან და წერტილოვანი ხაზებით აერთებენ საკორექტირო გეგმაზე სიტუაციის  $c, d, \dots$  წერტილებს. უფრო ზუსტ შედეგს მიიღებენ, როდესაც იყენებენ ორზე მეტ მყარი კონტურის წერტილებს. განხილული წესით შეიძლება გადაღებული იქნეს ნებისმიერი სახის კონტური.

### E. კორექტირება გეგმაზე ფართობების გამოთვლა

კორექტირებულ რუკებსა და გეგმებზე ფართობების გამოთვლა ხდება ნაწილობრივ.

ემპირიულად დადგენილია, რომ ფართობების ნაწილობრივი გამოთვლა მიზანშეწონილია, თუ საკორექტირო გეგმაზე სიტუაცია შეცვლილია 30%-მდე. იმ შემთხვევაში, როცა სიტუაცია შეცვლილია დადგენილ პროცენტზე მეტი ოდენობით, უფრო ხელსაყრელია კორექტირებული გეგმის (რუკის) ფართობების მთლიანად ახლად გამოთვლა ცნობილი წესით, რისთვისაც საჭიროა ძველი უწყისიდან ახალში გადაიწეროს შეუცვლელი კონტურების გასწორადებული ფართობები (ამის შესახებ ახალ უწყისს უნდა მიეწეროს შენიშვნაში) და ამ ფართობებში არ უნდა იქნეს შეტანილი შეწორებები ახლად გადაღებული სიტუაციის გასწორების დროს.

კორექტირებულ გეგმაზე ნაწილობრივ ახლად აგეგმილი ფართობების გამოთვლისათვის აწარმოებენ ცნობებს დაზუსტებას მიწათსარგებლობისა და სავარგულების ფართობების შესახებ, რისთვისაც იყენებენ: 1) კონტურების ფართობების გამონათვალ ძველ უწყისზე; 2) კონტურების დანომრებისა და ფართობების წარწერიან ძველ კალკას; 3) მიწათსარგებლობის კორექტირებულ გეგმას; 4) კორექტირებით შედგენილ კონტურების კალკას.

პირველ რიგში ერთმანეთს გულდასმით ადარებენ კონტურების ახალ (კორექტირებულ) კალკას ძველს (კორექტირებამდე) და აღგენენ კონტურების ახალ კალკას, რომელზეც ახალ კონტურებსა და პირობით აღნიშვნებს უჩვენებენ წითელი ტუშით, ხოლო გაუქმებულ სიტუაციაზე გადაუსვამენ ხაზებს წითელი ტუშით. ძველი კალკიდან გაუქმებული კონტურების ნომრებს წერენ ახალი უწყისის მრიცხველში, მის ფართობს კი — მნიშვნელში.

ის სავარგულები, რომლებიც კორექტირების დროს ფართობებისა და კონტურების შეუცვლელად შეიცვალა ახალი სახელწოდების სავარგულით, ახალ უწყისში შეაქვთ ძველი ნომრითა და ფართობით, ძველ უწყისში წითელი ტუშით მას დაეწერება ახალი სავარგულის სახელი (ძველი სახელი კი გაუქმდება ტუშით).

კორექტირების დროს, თუ რომელიმე სავარგულის კონტურის ნაწილიდან მთლიანად შეუერთდა მეზობელ სხვა სავარგულის კონტურს, ძველი ნომ-

კონტურების №№	სივარგულს დასაყულება	ანათლებლები პლანიმეტრზე	ანათლებლების სხვაობები	ანათლებლების სხვაობების საშუალო	ფართობები (კა)	შესწორებების კოეფიციენტები	შესწორებები	განზიარებული ფართობები (კა)	შეკრული კონტურების ფართობები (კა)	სივარგულს ფართობი (კა)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
46ა	ორმოები	გამოთვლილია სერსეროთით			0,76	—	— 0,01	0,75	0,07	0,07	
53 (53)		სახნაე			0,48	—	— 0,01	0,47	—	0,75	
55 (54)		სათიბი			სულ	1,24	—	— 0,02	1,22	—	1,22
		55 კონტურის ნასენი მიწების ძველი ფართობი			1,22						
		შეუკვრელობა დასაშვები შეუკვრელობა			0,02						
		ფორმულით $0,1 \frac{M}{10000} \sqrt{w}$			0,11						
56 (54)	სათიბი	გამოთვლილია სერსეროთით			0,30	—	—	0,30	—	0,30	
56 (53)	სახნაე	1782 1894 2004	112 110	111	11,10	4	— 0,07	11,17		10,87	
56 (53); 56	გზა ბუჩქნარი	2916 2960 3003 5529 3610 5691	44 43	43,5	4,35	2	+ 0,04	4,39	0,30	4,39	
		600×5	81 81	81	8,10	4	+ 0,07	8,17		8,17	
		სულ			23,85	10	+ 0,18	24,03		24,03	
		კონტურის ბუჩქნარის ძველი ფართობი			24,03						
		შეუკვრელობა დასაშვები შეუკვრელობა			— 0,18						
		ფორმულით $0,1\sqrt{3} + 0,06\sqrt{24}$			0,46						
53	სახნაე	2212 2352 2489	140 137	138,5	13,85	4	— 0,05	13,80		13,62	
53ა	გზა	360×5							0,18	0,18	
53 (54)	სათიბი	გამოთვლილია სერსეროთით			0,35	—	—	0,35		0,35	
		სულ			14,20	4	— 0,05	14,15		14,15	
		53 კონტურის — სახნაეის ძველი ფართობი			14,15						
		შეუკვრელობა დასაშვები შეუკვრელობა			+ 0,05 0,32						

მერი რჩება იგივე, მხოლოდ გვერდით ფრჩხილებში მიეწერება იმ სავარგულის კონტურის ნომერი, რომელსაც შეუერთეს ძველი კონტური.

კორექტირებულ გვემაზე საზღვრავენ ძველი სავარგულების ნაწილების ფართობებს და შეაქვთ მათი ნომრები და ფართობები ახალ უწყისში. ამ ნაწილების ფართობებს ასწორადებენ ძველი მთლიანი კონტურების ფართობების მიხედვით.

იმ შემთხვევაში, როცა სავარგულთა კონტურებიდან ზოგი დარჩა და ზოგი კი შეუერთდა სხვა, მეზობელ სავარგულს, როგორც ითქვა, დარჩენილის ნომერი იგივე იქნება, ხოლო სხვა სავარგულზე შეერთებულის კი იწერება ძველი და მის გვერდით ფრჩხილებში მიეწერება ახალი (მეზობელი) სავარგულის ნომერი. ყოველივე იწერება უწყისში, ისილეთ (1) სქემა. კონტურების ნაწილების ჯამის გასწორადება ხდება მათი ძველი კონტურების ჯამის მიხედვით.

თუ კორექტირების დროს გამოვლინდა, რომ დიდი სივრცეებია შეცვლილი, მაშინ აწესებენ სექციებს და მათ საზღვრებს, რომელთა ფართობებს არ საზღვრავენ და მას იღებენ მასში შემავალი სავარგულების ფართობების შეჯამებით.

კონტურების ჯამის ან სექციის დასაშვებ შეუქვრელობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$W_{\text{დასაშ.}} = C\sqrt{n} + 0,06 \frac{M}{10\,000} \sqrt{w}, \quad (9.6.3.28)$$

სადაც  $C$  არის პლანიმეტრის  $\tau$  დანაყოფის საფასური;  $n$  — პლანიმეტრის შემოტარებული სიტუაციის კონტურების რაოდენობა;  $M$  — გვემის მასშტაბის მნიშვნელი;  $w$  — კონტურების ან სექციების საერთო ფართობი.

ძველ უწყისებში წითელი ტუშით გადაიხაზება გვემიდან ამოღებული და შეცვლილი ძველი კონტურები და ფართობები, რომელთაც დაეწერებათ ახალი გასწორადებული სავარგულების ნომრები და ფართობები. სანიმუშო მაგალითი განხილულია (1) სქემაში.

#### 9.6.4. რაიონებისა და ოლქების ფართობების განსაზღვრა

რაიონის ფართობის განსაზღვრა სრულდება სხვადასხვა მეთოდებით, რომელთა შერჩევა ხდება რაიონის საგეგმო-კარტოგრაფიული მონაცემების შესაბამისად. თუ ხელთა გვაქვს მთელი რაიონის მიწათსარგებლობის გეგმები და შესაფერისი მასალები, მაშინ მისი სრული ფართობი იქნება განხილული რაიონის ცალკეული ფართობების ჯამი. ამისათვის კი საჭიროა გექონდეს საიმედოდ ანაგეგმი სივრცეები და ადგილზე მათი კონტურები და საზღვრები სათანადოდ დამაგრებული. ცხადია, საერთო რუკა იქნება ჯამი საიმედოდ შედგენილი სავარგულებისა და უბნების გეგმებისა. მაგრამ ემპირიულად დადგენილია, რომ რაიონების რუკების შედგენის დროს ვინაიდან ხდება მიწათსარგებლობის სივრცეების საზღვრების გეომეტრიულად მსგავსების დარღვევა, მიწათსარგებლობის მრავალ სივრცეზე გვაქვს ფართობების გამოთვლის დროს ტლანქი შეცდომა. მაგალითად, ამ მიზეზით მდინარეების აუზების, ტყეების, სახნავ-სათესი სივრცეებისა და სხვა დიდი სახელმწიფო მნიშვნელობის სავარგულთა ფართობების ოდენობებს ვიღებთ ათეული და ასეული პექტარით

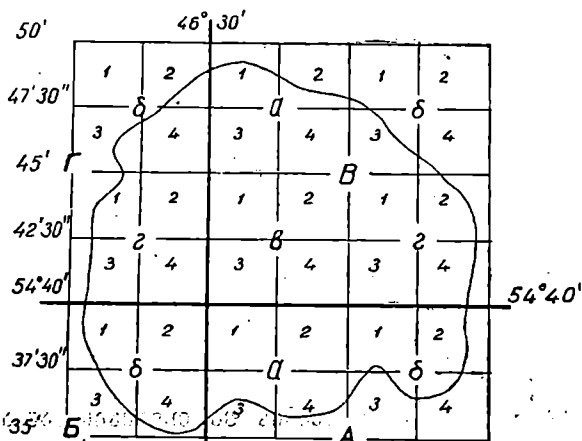
შეცლომებით. ასეთი შეცლომები ბაღებს უნდობლობას ჩატარებული აგეგმვითი სამუშაოების მიმართ და საექვოლ მიიჩნევა საკითხი რაიონის მიწების აღრიცხვის სისწორის შესახებ. ზემოხსენებულის გამო საგანგებოდ მოითხოვება, რომ რაიონის მიწათსარგებლობის ფართობები უდრიდეს რაიონის ფართობს ან დასაშვები შეცლომის ფარგლებში განსხვავებულდეს რაიონის მთელი ფართობისაგან.

#### 4. რაიონის ფართობის განსაზღვრა ტრაპეციების საშუალებით

რაიონის ფართობის განსაზღვრა საკმარისი სიზუსტით შეიძლება მსხვილ მასშტაბიანი სახელმწიფო ან საუწყებო აგეგმვებისათვის შექმნილი ტრაპეციების გამოყენებით. ამ ტრაპეციების ფართობებს საზღვრავენ (2.5,6) პარაგრაფში გამოყენებული ა. ვიროვეცისა და ბ. რაბინოვიჩის მიერ შედგენილი და 1954 წელს გამოქვეყნებული მართკუთხა კოორდინატების გარდაქმნის

N-38-45

N-38-46



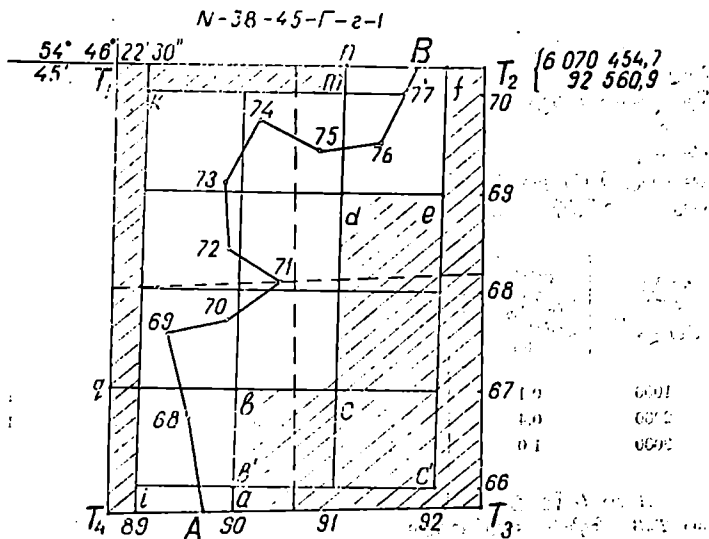
22'30" 26'15" 46'30" 33'45" 37'30" 41'15" 45'00"

N-38-47

N-38-48

ანუ ამ დროს უნდა იქნას დადგინებული საზღვრები რაიონის ფართობის განსაზღვრის მიზნით. ამ საზღვრების დადგენისას უნდა იქნას გათვალისწინებული ის ფაქტორები, რომლებიც ახსნის რაიონის ფართობის ცვლილებას. ან გეოდეზიკის მიერ 1942 წელს გამოცემულ გეოდეზიკურ რის კოორდინატების ცხრილებით. ამ ტრაპეციების ცხრილებზე გულდასმით გადავქეთ რაიონის საზღვრები მათი მოხვევის წერტილებს (წერტილების) კოორდინატების საშუალებით. ამ მიწათსარგებლობის აგეგმვიდან გადაღებულ ცვილულადან გრაფიკულად, რისთვისაც იყენებენ ტრაპეციებზე გამოცნობილ საზღვრო წერტილებს. ამ საზღვრო წერტილებს უნდა იქნას დადგინებული ტრაპეციებზე რაიონის საზღვრების დაწინაურების შემდგომ შემოღობვის მიზნით. ცხრილების დახმარებით საზღვრავენ რაიონის საზღვრის შიგნით (ნახსენებულ მოქცეული ტრაპეციების ფართობების ჯამს, ხოლო ტრაპეციების ნაწილების ფართობების ჯამს საზღვრავენ ანალიზურად ან კლანიმეტრის საშუალებით).

ანალიზური ხერხით რაიონის საზღვრების შიგ მოქცეული ტრაპეციის ნაწილის გამოსათვლელად იყენებენ  $A, 68-77, B, T_2, T_3$  წერტილების კოორდინატებს (ნახ. 2). 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 იღებენ, ამიტომ სარგებლობის შესაბამისი უწყისებიდან; ტრაპეციის  $T_2, T_3$  წვეროების კოორდინატებს იღებენ ზემოხსენებული ცხრილებიდან, ხოლო რაიონის საზღვრისა



და ტრაპეციის ჩარჩოს გადაკვეთის  $A$  და  $B$  წერტილების კოორდინატებს საზღვრავენ უმოკლესი  $T_4A$  და  $T_2B$  მანძილებით, რომლებიც აღებული არიან გეგმიდან გრაფიკულად და ტრაპეციის წვეროებიდან ბაზოვანი მინტერპოლაციის საშუალებით შემდეგი ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} x_A &= x_{T_4} + \frac{T_4A}{T_4T_2} (x_{T_2} - x_{T_4}) \\ y_A &= y_{T_4} + \frac{T_4A}{T_4T_2} (y_{T_2} - y_{T_4}) \\ x_B &= x_{T_2} - \frac{T_2B}{T_1T_2} (x_{T_1} - x_{T_2}) \\ y_B &= y_{T_2} - \frac{T_2B}{T_1T_2} (y_{T_1} - y_{T_2}) \end{aligned} \right\} (9.6.4.1)$$

სადაც  $T_1T_2$  და  $T_4T_2$  არის ტრაპეციის ჩარჩოს ზომები; ამოღებულია ეიროვეციის და ბ. რაბინოვიჩის ზემოხსენებული ცხრილებიდან; გაუსის პროექციების სიბრტყეზე გადატანის გამო სათანადო შესწორებებით; მათი ოდენობები-

შეიძლება გამოთვლილი იყოს ტრაპეციის წვეროების კოორდინატებით შემდეგი ფორმულებით:

$$\left. \begin{aligned} T_1 T_2 &= \sqrt{(x_{T_2} - x_{T_1})^2 + (y_{T_2} - y_{T_1})^2} \\ T_4 T_3 &= \sqrt{(x_{T_3} - x_{T_4})^2 + (y_{T_3} - y_{T_4})^2} \end{aligned} \right\} \quad (9.6.4.2)$$

მიღებულ ოდენობებში არ არის საჭირო რაიმე შესწორებების შეტანა.

წერტილები, რომელთა კოორდინატებს ესაზღვრავთ ხაზოვანი ინტერპოლაციით, თუ მდებარეობს დასავლეთ ან აღმოსავლეთ ჩარჩოზე, ისაზღვრება შეღარებით ზუსტად; ხოლო, როცა აღნიშნული წერტილები მდებარეობს ჩრდილო ან სამხრეთ ჩარჩოებზე ისე, როგორც ეს განიხილად შემთხვევაშია, ისინი წარმოადგენენ რკალებს, რომლებიც არ შეიძლება წრფეებად მივიღოთ და ამიტომ (1) ფორმულებით გამოთვლილ აბსცისებში საჭიროა (1) ცხრილში მოყვანილი შესწორებების შეტანა მ ი ნ უ ს ნ ი შ ნ ი თ.

ცხრილი 9.6.4.1

ტრაპეციის წვეროდან უმოკლესი მანძილი (მ)	აბსცისის შესწორება ხაზოვანი ინტერპოლაციის შედეგად (მ)	ღირექციული კუთხის შესწორება	ტრაპეციის წვეროდან უმოკლესი მანძილი (მ)	აბსცისის შესწორება ხაზოვანი ინტერპოლაციის შედეგად (მ)	ღირექციული კუთხის შესწორება
1000	0,1	0,3	4000	1,8	1,5
2000	0,4	0,7	5000	2,8	1,9
3000	1,0	1,1	6000	4,0	2,3

$A$  და  $B$  წერტილების კოორდინატები შეიძლება გამოთვლილ იქნეს  $T_1 A$  და  $T_2 B$  ხაზების ღირექციული კუთხეებით, რომელთა ოდენობები იქნება მერიდიანთა შეახლოების შესწორებული ტრაპეციის ჩარჩოს აზიმუტები. მაგალითად,  $T_2 B$  ხაზის  $\alpha_{T_2 B}$  ღირექციული კუთხე გამოითვლება ფორმულით

$$\alpha_{T_2 B} = A_{T_2 B} - \gamma_{T_2} = 270^\circ - (1^\circ 10', 3) = 268^\circ 49', 7,$$

ხოლო  $B$  წერტილის კოორდინატები იქნება

$$x_B = x_{T_2} + T_2 B \cos \alpha_{T_2 B} = 6070454,7 + 814 \cos 268^\circ 49', 7 = 6070438,1 \text{ მ},$$

$$y_B = y_{T_2} + T_2 B \sin \alpha_{T_2 B} = 92560,9 + 814 \sin 268^\circ 49', 7 = +91747,1 \text{ მ}.$$

იმის გამო, რომ ტრაპეციის ჩრდილო და სამხრეთი ჩარჩო წარმოადგენს რკალებს და მათი ღირექციული კუთხეების ოდენობები იცვლება ტრაპეციის წვეროებიდან მანძილების ცვალებადობის შესაბამისად,  $B$  წერტილის გამოთვლილ  $x_B = 6070438,1$  მ აბსცისას პლუს ნიშნით ვუმატებთ (1) ცხრილიდან ამოღებულ  $0,1$  მ შესწორებას:

$$x_B = 6070438,1 \text{ მ} + 0,1 \text{ მ} = 6070438,2 \text{ მ}.$$

ამ აბსცისის რიცხვითი მნიშვნელობა შეიძლება მივიღოთ ამ შესწორების გარეშეც, თუ (1) ცხრილის მიხედვით ღირექციულ კუთხეში წინასწარ შევიტანთ შესწორებას უარყოფითი ნიშნით, როცა ხაზი მიიმართება აღმოსავლეთით.

საელეთისაკენ, და დაღებოთ ინიშნით, როცა ხაზი მიიმართება დასაელეთისაკენ.

იმ შემთხვევაში, როცა ტრაპეციის წვეროდან წერტილი მდებარეობს 500 მეტრზე ნაკლებ მანძილზე, მის კოორდინატებს საზღვრავენ გეგმიდან გრაფიკულად.

(2) ნახაზზე წარმოდგენილი  $N-38-45-I-2-1$  ტრაპეციის  $A68-77$   $T_1, T_2, A$  ნაწილის (9.6.1.5) და (9.6.1.4) დამოკიდებულებებით (წვეროების კოორდინატების მიხედვით) ფართობის გამოთვლა მოუყვანილია (1) სქემაში. ეგ მანქანაზე გამოთვლების გამარტივების მიზნით კოორდინატები გაუყავით 1000-ზე, ე. ი. ისინი გამოვსახეთ კილომეტრებში. იმისათვის, რომ აღმოჩენილ იქნეს ტლანჩი შეცდომები, ფართობებს საზღვრავენ პლანიმეტრით.

ს ქ ე მ ა 9.6.4.1

წვეროების №-ები	x	y	$x_i \times y_{i+1} (კმ)^2$	$y_i \times x_{i+1} (კმ)^2$
		$\bar{I} \quad \quad \quad \bar{II}$		
	6 065 759	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	—	544661,41
68	066 623	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	543267,57	543408,63
69	067 334	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	543405,62	543493,40
70	067 603	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	545635,34	545698,92
71	068 041	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	547407,00	547479,18
72	068 403	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	545280,23	545372,87
73	069 072	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	544960,79	545074,57
74	069 670	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	547005,45	547047,09
75	069 534	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	551229,22	551222,04
76	069 591	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	554330,54	554377,20
77	070 045	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	555810,65	555888,21
B	070 438	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	556908,41	556946,03
$T_2$	070 455	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	561885,81	561458,08
$T_3$	065 817	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	562464,07	562028,96
A	065 759	$\swarrow \quad \quad \quad \nwarrow$	544589,05	—
		$\bar{II} \quad \quad \quad \bar{I}$		

$\Sigma = 7704179,75$

$\Sigma = 7704156,59$

(9.6.1.4) დამოკიდებულებებით:

$$2\omega = 7704179,75 - 7704156,59 = 23,16,$$

ხოლო  $\omega = 11,58$  კმ<sup>2</sup> = 1158 ჰა.

ვინაიდან გამოთვლილი ფართობი განსაზღვრულია გაუსის კოორდინატე-



ბოთ, მისი ოდენობა ნამდვილზე მეტია, ამიტომ მასში უნდა შევიტანოთ შესწორება ფორმულით

$$\Delta a = a \left( \frac{y}{R} \right)^2 \quad (9.6.4.3)$$

სადაც  $y$  არის ფიგურის სიმძიმის ცენტრის ორდინატი;  $R$  — დელამიწის, როგორც სფეროს, რადიუსი.

განხილად შემთხვევაში

$$\Delta a_{გაა} = 1158 \left( \frac{91,2}{6371} \right)^2 \approx 0,24 \text{ პა.}$$

მაშასადამე, შესწორებული ფართობი იქნება:

$$a_{გაა} = 1158 - 0,24 = 1157,76 \text{ პა.}$$

იმ შემთხვევაში, როცა რაიონის საზღვრები გადატანილია გეგმაზე არა კოორდინატებით, არამედ გრაფიკულად, მაშინ ფართობებს საზღვრავენ საავიზის ხერხით, ანუ პლანიმეტრის წვეტანას შემოატარებენ რაიონის ფართობებში შემავალ და ტრაპეციის შევსებამდე ფიგურებს. ამ ორი გამოანათვალის ჯამს ასწორადებენ ცხრილებიდან ამოღებულთ შესაბამისი ტრაპეციების ფართობებს; შედარების შესაბამისად, როცა ასეთი ცხრილები არა გვაქვს, მაშინ ანგარიშობენ ტრაპეციის წვეროების კოორდინატების საშუალებით მათ ფართობს და სავიზის ხერხით გამოთვლილ ორ ჯამს მას აღარებენ. მაშასადამე, (9.6.1.4) ფორმულით

$$2a_{გაა} = (x_{T_1} y_{T_2} + x_{T_2} y_{T_3} + x_{T_3} y_{T_4} + x_{T_4} y_{T_1}) - (y_{T_1} x_{T_2} + y_{T_2} x_{T_3} + y_{T_3} x_{T_4} + y_{T_4} x_{T_1})$$

მიღებული ტოლობა დავალაგოთ (2) სქემაში და განვსაზღვროთ შესაბამისი ფართობი.

სქემა 9.6.4.2

წეროების №№	$x$	$y$	$x_i \times y_{i+1} \text{ (კმ)}^2$	$y_i \times x_{i+1} \text{ (კმ)}^2$
$T_1$	6 070 374,1	88 536,8	—	537 458,63
$T_2$	070 454,7	92 560,9	561 879,29	561 457,47
$T_3$	065 816,9	92 656,0	562 464,05	562 026,85
$T_4$	065 736,2	88 627,7	537 599,40	538 003,29
$T_1$	070 374,1	88 536,8	537 040,87	—
			$\Sigma = 2198983,61$	$\Sigma = 2198946,24$

(2) სქემის ნიხედვით

$$2a_{გაა} = 2198983,61 - 2198946,24 = 37,4 \text{ კმ}^2$$

$$a_{გაა} = 18,7 \text{ კმ}^2 = 1870 \text{ პა.}$$

ქამსასადამე. (3) ფორმულის შესაბამისად ტრანპეციის შესწორებელი ფაქტორი იქნება

$$w_{ტრან} = 1870 - 1870 \left( \frac{90,6}{6371} \right)^2 = 1870 - 0,38 = 1869,62 \text{ მ.}$$

(5.6.2.50) ფორმულით დასაშვები შეუქცევლობა იქნება

$$\begin{aligned} \text{დასაშვ. } W_{ტრან} &= 0,7 \cdot 0,08755\sqrt{2} + 0,05 \frac{10000}{10000} \sqrt{1870} = \\ &= 0,09 + 2,16 = 2,25 \text{ მ.} \end{aligned}$$

მიღებული ოდენობა მოქცეულია დასაშვებ საზღვრებს შორის, რომლებიც გამოითვლება უტოლობით:

$$+ \frac{w_{ტრან}}{500} + w_{ტრან} \left( \frac{y}{R} \right)^2 > W_{დასაშვ.} > - \frac{w_{ტრან}}{500} + w_{ტრან} \left( \frac{y}{R} \right)^2. \quad (9.6.4.4)$$

განხილად შემთხვევაში

$$\begin{aligned} + \frac{1870}{500} + 1870 \left( \frac{90,6}{6371} \right)^2 &> 2,25 > - \frac{1870}{500} + w_{ტრან} \left( \frac{90,6}{6371} \right)^2 \\ + 3,74 + 0,38 &> 2,25 > - 3,74 + 0,38: \\ + 4,12 &> 2,25 > - 3,36. \end{aligned}$$

(2) ნახაზზე დაშტრიხული ფარგების პლანიმეტრით განსაზღვრის შემცირების მიზნით მიმართავენ წვეროების კორდინატებით ცალკეული კონტურების განსაზღვრას, რისთვისაც ესარგებლობთ  $a, f, i, n$  წერტილების ცნობილი ორდინატებით (მაგალითად,  $y_a = 90\,000,0$  მ;  $y_f = 92\,000,0$  მ,  $y_i = 89\,000,0$  მ;  $y_n = 91\,000,0$  მ), ხოლო აბსცისებს საზღვრავენ წერტილის აბსოლუტურად წვეროდან ინტერპოლაციით ზემონსენებული წესით

$$aT_1 = \frac{y_a - y_{T_1}}{\cos \gamma_{T_1}} = \frac{90\,000,0 - 88627,7}{\cos 1^\circ 07',3} = \frac{1372,3}{0,999808} = 1372,6 \text{ მ.}$$

$$fT_2 = \frac{y_{T_2} - y_f}{\cos \gamma_{T_2}} = \frac{92\,560,9 - 92\,000,0}{\cos 1^\circ 10',3} = \frac{560,9}{0,999791} = 561,0 \text{ მ.}$$

$$iT_1 = \frac{y_i - y_{T_1}}{\cos \gamma_{T_1}} = \frac{89\,000,0 - 88627,7}{\cos 1^\circ 07',3} = \frac{372,3}{0,999808} = 372,4 \text{ მ.}$$

$$nT_2 = \frac{y_{T_2} - y_n}{\cos \gamma_{T_2}} = \frac{92\,560,9 - 91\,000,0}{\cos 1^\circ 10',3} = \frac{1560,9}{0,999791} = 1561,2 \text{ მ.}$$

ფორმულებში  $\gamma$  ინდექსები არის მერიდიანთა შეახლოების კუთხეები, მიღებული იქნა მონიშნული ცხრილებიდან.

დასაველეთ და აღმოსავლეთ ჩარჩოზე მდებარე წერტილების აბს-

ცისეპი ცნობილია, ხოლო ორდინატებს საზღვრავენ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულებით გამოთვლილი მანძილებით

$$qT_1 = \frac{x_f - x_{T_1}}{\cos \gamma_{T_2}} = \frac{6066000,0 - 6065736,2}{\cos 1^\circ 10' 3} = \frac{263,8}{0,999868} = 263,9 \text{ მ.}$$

ანალოგიურად ისაზღვრება აღნიშნულ ჩარჩოზე მდებარე მანძილები. ჩარჩოებზე წერტილების კოორდინატების ინტერპოლაციისათვის ტრაპეციების წვეროების მიმართ წერტილების მანძილები პრაქტიკულად ისაზღვრება წერტილების ორდინატების ან აბსცისების სხვაობებით, მაგალითად, ნაცვლად ზემოთ გამოთვლილი ოდენობებისა, საკმარისია:

$$aT_1 = y_a - y_{T_1} = 1372,3 \text{ მ; } fT_2 = y_{T_2} - y_f = 560,9 \text{ მ;}$$

სქემა 96.4.3

წვეროების №-ბ	x		y	$x_i \times y_{i+1}$	$y_i \times x_{i+1}$
$T_3$	6065816,9		92656,0	—	562029,4
a	665763,4		90	545923,5	545940,0
b	666		90	545918,7	545940,0
c	666		92	558072,0	558478,9
f	070423,2		92	558072,0	558481,8
$T_2$	070454,7		92656,0	561883,8	561457,5
$T_3$	6065816,9		92656,0	562464,1	561457,5
			$\Sigma = 3332334,1$	$\Sigma = 3332327,6$	

$$2a_1' = 3332334,1 - 3332327,6 = 6,5 \text{ კმ}^2.$$

$a_1' = 3,25 \text{ კმ}^2 = 325 \text{ ჰა}$ , რომელსაც ვუმატებთ 400 ჰა, ე. ი.

$$a_1' = 725 \text{ ჰა.}$$

გაუისის პროექციების მხედველობაში მიღებით

$$a_1 = 725 - 725 \left( \frac{91,5}{6371} \right)^2 = 725 - 0,15 = 724,85 \text{ ჰა.}$$

$$2a_2' = 5,6 \text{ კმ}^2 = 560 \text{ ჰა; } a_2' = 280 \text{ ჰა.}$$

გაუისის პროექციების მხედველობაში მიღებით

$$a_2 = 280 - 280 \left( \frac{89,5}{6371} \right)^2 = 280 - 0,06 = 279,94 \text{ ჰა.}$$

$$iT_1 = y_i - y_{T_1} = 372,3 \text{ მ; } nT_2 = y_{T_2} - y_n = 1560,9 \text{ მ;}$$

$$qT_1 = x_q - x_{T_1} = 263,8 \text{ მ და ა. შ.}$$

(3) სქემაში განსაზღვრულია კოორდინატების ხერხით  $T_3ab'c'fT_2T_3$  დაშტრიხული ფართობის ოდენობა, რომელსაც ვმატებთ დაშტრიხული ოთხი კვადრატული დეციმეტრის შესაბამისი ოთხასი ჰექტარი, ე. ი.

$$a_1' = 325,0 + 400 = 725,0 \text{ ჰა.}$$

წვეროების №№	$x$		$y$	$x_i \times y_{i+1}$	$y_i \times x_{i+1}$
$T_1$	6070374,0		88536,8	—	537457,6
$n$	070443,5		91	552404,0	552370,0
$m$	070		91	552410,4	552370,0
$k$	070		89	540230,0	539851,2
$i$	065743,6		89	540230,0	539850,5
$T_4$	065736,2		88627,7	537592,9	538003,3
$T_1$	070374,0		88536,6	537040,9	
				32599008,2	-3259902,6

(4) სქემაში კი გამოთვლილია  $T_1, n, m, k, i, T_4, T_1$  ფართობი  $\omega_2' = 280,0$  ჰა. გაუსის პროექციების მხედველობაში მიღებით

$$\omega_1 = 725,0 - 725 \left( \frac{91,5}{6371} \right)^2 = 724,85 \text{ ჰა,}$$

$$\omega_2 = 280,08 - 280 \left( \frac{89,5}{6371} \right)^2 = 279,94 \text{ ჰა.}$$

ტრაპეციის დაუსტრიხავი ნაწილი  $\omega_3$  იქნება

$$\begin{aligned} \omega_3 &= \omega_{\text{გრაპეციის}} - (\omega_1 + \omega_2) = 1869,62 - (724,85 + 279,94) = \\ &= 1869,62 - 1004,79 = 864,83 \text{ ჰა.} \end{aligned}$$

ტრაპეციის დაუსტრიხავი ნაწილის გამოთვლის შემდეგ პლანიმეტრის წვეტანას ოთხ-ოთხეჯერ შემოატარებენ წვეტანას მიმართ პოლუსი მარჯვნივ და მარცხნივ მდებარეობის შესაბამისად ცალ-ცალკე, საზღვრიდან მარჯვნივ და მარცხნივ დაუსტრიხავ სივრცეებს. მასლოვის მიერ მიღებული პოლუსი მარჯვნივ  $n_1 = 4643$  დანაყოფი, ხოლო პოლუსი მარცხნივ  $n_2 = 4680$  დანაყოფი. მაშასადამე,

$$\omega_{n_1} = \frac{\omega_3}{n_1 + n_2} \cdot n_1 = \frac{860,87}{9323} \cdot 4643 = 0,09234 \cdot 4643 = 428,73 \text{ ჰა.}$$

გამოთვლების კონტროლი: 1)  $\frac{\omega_3}{n_1 + n_2} = \frac{860,87}{9323} = 0,09234$ ;  $C$  საფასურის მიღებული ოდენობა არ უნდა განსხვავდებოდეს ადრე განსაზღვრული მისი ოდენობისაგან 1:400 მეტი ოდენობით; 2)  $\omega_{n_1} + \omega_{n_2} = \omega_{n_1} + \frac{\omega_3}{n_1 + n_2} \cdot n_2 = \omega_3$ . მაშასადამე, ტრაპეციის ფარგლებში შემავალი რაიონის ფართობია:

$$\omega_{\text{რაიონის}} = \omega_1 + \omega_{n_1} = 724,85 + 428,73 = 1153,58 \text{ ჰა.}$$

რაიონების ფართობების დადგენისას ზემოთ აღწერილი წესრიგით ხდება ოლქებისა და სხვა დიდი ფართობების განსაზღვრა, მხოლოდ აქ სარგებლო-

ბეს ფართობების განსაზღვრის მექანიკური ხერხით და იყენებენ შედარებით წვრილმასშტაბიანი (1:25000, 1:50000, 1:100000) ტოპოგრაფიული რუკები-სა და გეგმების ტრაპეციებს.

თ ა ვ ი VII

## გეგმური საინჟინრო-გეოდეზიური საქრდენი სპეციალური კსელეზი

### 9.7.1. საინჟინრო-გეოდეზიური საქრდენი კსელეზის აბეზის კლასეზი, სქეზი და კუნტეზის სისიზი

საინჟინრო გეოდეზიის მერვე ტოშში განხილულა საკითხი სსრ კავშირის გეგმური 1-ლი, მე-2, მე-3, მე-4 კლასეზის ტრიანგულაციის, პოლიგონომეტრიის, ტრილატერაციისა და სასიმალო I, II, III, IV კლასეზის სანიველო ქსელეზის შესახებ, რომლეზიე წარმოადგენენ საყრდენს გამახშირებელი ანუ ადგილობრივი მნიშვნელოზის გეგმური და სასიმალო გეოდეზიური ქსელეზისას, როგორიე არის 1-ლი, მე-2 თანრივის ტრიანგულაციის განხორბის (ძველი გამოთქმით ანალიზური), პოლიგონომეტრიული და ტექნიკური ნიველოზის ქსელეზი. თავის მხრივ, ეს ქსელეზია საყრდენი: მსხვილმასშტაბიანი (1:5000—1:500) გეგმური (პირდაპირი, შებრუნებული, კომბინირებული, თეოდოლიტური, ტაქომეტრიული, მენზულური სკელეზი) და სასიმალო დახრილი და თარაზული სახით ნიველოზის) ქსელეზისათვის სპეციალურ ანუ საინჟინრო (საქალაქო, სამრეწველო, სასოფლო, მიწისქვეშა კომუნიკაციეზის, პიდრო- და ენერგეტიკული, საგზაო, მეტრომშენებლოზის, სამთო-გეოლოგიური და სხვა) ნაგებობათა, სავარგულთა და დანადგართა მიმოკვლეეზის, დაპროექტეზის, მშენებლოზისა და ექსპლოატაციის დროს. განხილად და შემდეგ თავში საგანგებოდ იქნება განხილული ეს უქანასკნელი ანუ სპეციალური (საინჟინრო) საყრდენი და სააგეგმო (გეგმური და სასიმალო) ქსელეზის საკითხი.

ქვეენის კარტოგრაფიერების მიღებული წესის შესაბამისად, საქალაქო და მსხვილ სამრეწველო რაიონებში, სადაც მუშავდება ნედლეული და ექსპლოატაციას უწევენ სასარგებლო ნამარხებს, მთავარ გეოდეზიურ საყრდენს წარმოადგენს 1-ლი, მე-2, მე-3, მე-4 გეგმური და I, II, III, IV სასიმალო საფუძველი. საგანგებო ინსტრუქციით მითითებულია, რომ, როცა ქალაქეზის ტერიტორიებზე სრულდება მე-3 კლასის მთლიანი ტრიანგულაცია, დაუსახლებელ სივრცეებზე დანიშნული უნდა იქნეს ყოველ 15 კმ<sup>2</sup> ერთი პუნქტი, ხოლო დასახლებულ ადგილებში — ერთი პუნქტი 5 კმ<sup>2</sup>-ზე.

იმ შემთხვევაში, როცა განხილად ტერიტორიაზე არ არსებობს მე-4 კლასის მთლიანი ქსელი, მე-3 კლასის ქსელს გაახშირებენ საჭირო რაოდენობის პუნქტეზის ჩასმით; რისთვისაც საჭიროა ვიხელმძღვანელოთ 1:500,

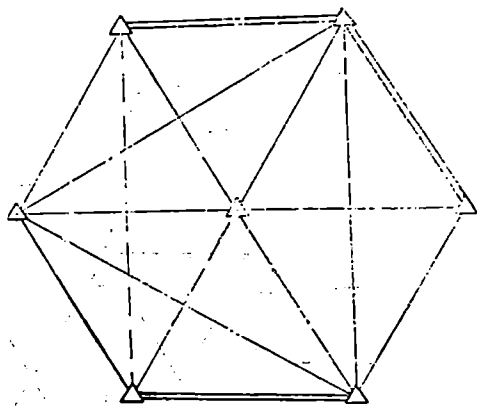
1:1000, 1:2000, 1:5000 მასშტაბებიანი აგეგმვებისათვის 1972 წელს გამოქვეყნებული ძირითადი დებულებებით და 1973 წელს გამოქვეყნებული ინსტრუქციით.

საჰირობისამებრ აღნიშნული მითითებებითა და ინსტრუქციების შესაბამისად ხდება გახშირება მე-3, მე-4 კლასებისა 1-ლი, მე-2 თანრიგების ტრიანგულაციის, პოლიგონომეტრიის, ტრილატერაციისა და სააგეგმვო პუნქტებით. როგორც ცნობილია, პუნქტების კოორდინატებს საზღვრავენ გაუსის პროექციების შესაბამისად, ხოლო სიმაღლეებს — ბალტიის სისტემის მიხედვით.

ქალაქებისა და სხვა სამრეწველო-საქარხნო და სასარგებლო ნიჰარბთა ექსპლოატაციისა და დამუშავების სიერეებზე საჰირო აგეგმვები უნდა ეყრდნობოდეს ადრე მიღებულ გეგმურ და სასიმალო საფუძველს. 1-ლი, მე-2, მე-3, მე-4 კლასების ტრიანგულაციის გეოდეზიური საფუძვლის სიზშირის შესახებ, თანახმად ინსტრუქციისა, მიღებულია შემდეგი ნორმატიული მოთხოვნები: *ა.* 1:5000 მასშტაბში ასაგეგმი ტერიტორიის ყოველ 20—30 კმ<sup>2</sup> სიერეზე უნდა მოდიოდეს ტრიანგულაციის ერთი პუნქტი და 10—15 კმ<sup>2</sup> — ერთი სასიმალო (რეპერი) პუნქტი. *ბ.* 1:2000 მასშტაბში ასაგეგმი ტერიტორიის ყოველ 5—15 კმ<sup>2</sup> სიერეზე უნდა მოდიოდეს ტრიანგულაციის ერთი პუნქტი, ხოლო ყოველ 5 კმ<sup>2</sup> — ერთი სასიმალო პუნქტი. ეს უკანასკნელი მოთხოვნა ეხება დასახლებულ ტერიტორიას.

იმ რაიონებში, სადაც სრულდება გეოლოგიაკიული მშენებლობა, საჰიროა ყოველ 4 კმ<sup>2</sup>-ზე ერთ-ორი სასიმალო პუნქტის აგება.

როგორც ცნობილია, ქსელის გახშირება ხდება ზოგადიდან კერძოზე გადასვლის მეთოდით, ანალოგიურია 1,2 თანრიგებზე და სააგეგმვო ქსელებზე გადასვლა.



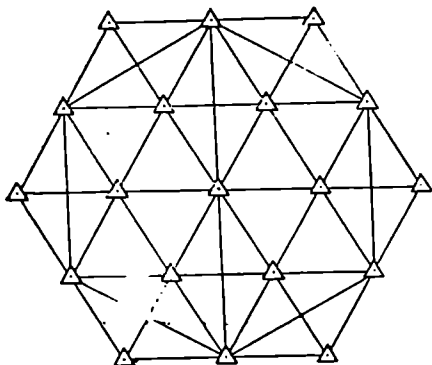
ნახ. 9.7.1.1.

როცა ტერიტორიაზე არსებობს გეოდეზიური საფუძველი, მაშინ, ინსტრუქციების თანახმად, ხდება დამუშავებული საგანგებო საფუძვლის შექმნა ტრიანგულაციის ან ტრილატერაციის სახით.

შედარებით მცირე ტერიტორიაზე გეომეტრიული ჩარისხისა და პუნქტების კოორდინატების შედარებით მაღალი სიზუსტით განსაზღვრის შესაძლებლობის გამოსახებენ: (1) ნახაზზე მოცემულია და გონჯლებითა: გ და ა ბ მ უ ლ ტ რ ლ გ ვ ე ზ დ ჯ ა ს ა მ ქ უ თ ხ ე დ ე ბ ის ა გ ა ნ შ ე დ გ ე ნ ი ლ ს რ უ ლ ა ც ე ნ ტ რ ა ლ უ რ ი ს ს ე ტ რ ი მ ს გამომსახველს ქვეყნის კოორდინატების სისტემის მიხედვით ტერიტორიაზე აგებენ: (2) ნახაზზე გამოსახული ცენტრალური სიხე

ტემებისაგან შედგენილ მთლიან ტრიანგულაციას. ტრიანგულაციის თავისუფალ ქსელში იზომება არანაკლებ ორი ბაზისისა.

როგორც ცნობილია, ტრიანგულაციის გეომეტრიული ფორმა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პუნქტების განსაზღვრის სიზუსტეზე.



ნახ. 9.7.1.2.

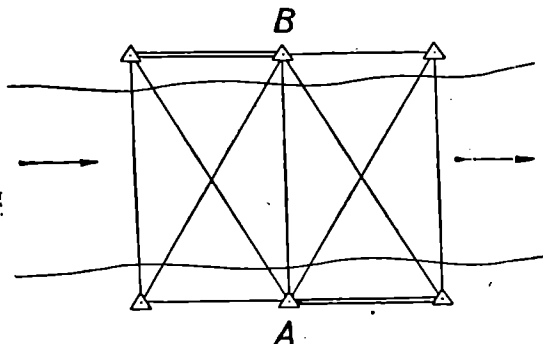
ცდებით დადგენილია, რომ ორი მიმართულების გადაშვებით დიაგონალური მიმართულებების აგებით კოორდინატების განსაზღვრის სიზუსტე არ იზრდება.

ხილვების მშენებლობისათვის შედარებით მიზანშეწონილი გეოდეზიური საფუძვლის სქემას წარმოადგენს ორი მოსაზღვრე სრული გეოდეზიური ოთხკუთხედი, რომელიც წარმოდგენილია (3) ნახაზზე.

შედარებით რთული გეოდეზიური საფუძვლის

სქემა დგება პილროტეჟნიკური კვანძების მშენებლობისათვის და იყენებენ ნაგებობათა კონსტრუქციული ელემენტების დაკვალვისათვის (4\* ნახაზი) და უკვე აგებული ნაგებობების ძვრებზე დაკვირვებებისათვის (4\* ნახაზი).

(4) სქემები მიღებულია ინსტრუქციების მითითებების საფუძველზე. საერთოდ, მშენებლობისათვის გეოდეზიური საფუძვლის სქემების შექმნა ძირი-



ნახ. 9.7.1.3.

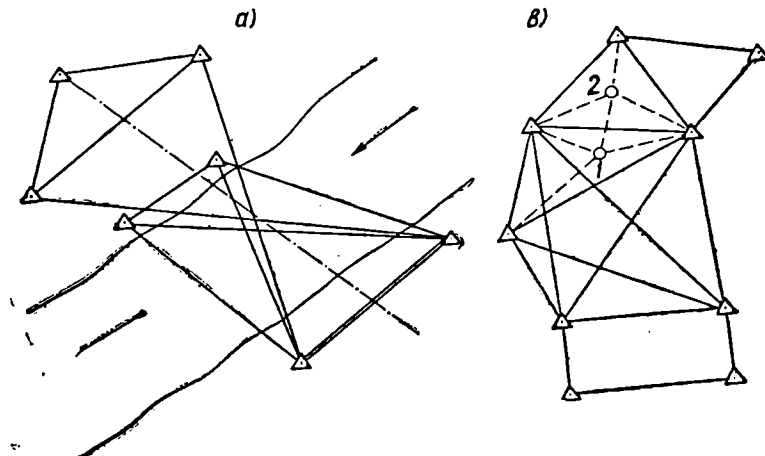
თადად დამოკიდებულია რელიეფზე, კომუნალური და სხვა სახის მომსახურების ობიექტურ პირობებზე და მშენებარე ობიექტის თავისებურებებზე.

მეტროს მშენებლობის დროს, როცა საჭიროა ორი მოსაზღვრე პორტალის (კარიბჭის) შეერთება, საიდანაც შემხვედრი სანგრევებით იწყება გვირა-

ბის აგება, ქმნიან მოსაზღვრე ობიექტებისაგან შედგენილ ჯაქეს (5) ნახაზზე ნაჩვენები სქემით.

გვირაბის ტრასის (ღერძის) გასწვრივ, როგორც წესი, აგებენ ერთთანრივიან ტრიანგულაციას, რომელსაც პორტალის უბნებში ახშირებენ შედარებით დაბალი სიზუსტის პუნქტებით.

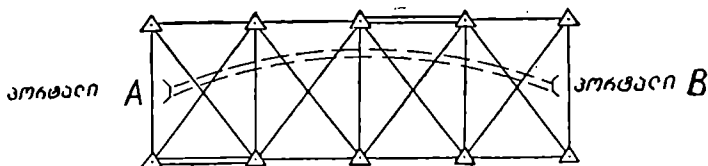
როცა საჭირო ხდება დაკვალვითა ან საორიენტირო სამუშაოების შესასრულებლად ტრიანგულაციის გახშირება, აგებენ ძირითად პოლიგონომეტ-



ნახ. 9.7.1.4.

რიულ სელებს. იმ შემთხვევაში, როდესაც გვირაბის სიგრძე არ აღემატება ერთ კილომეტრს, ძირითად პოლიგონომეტრიულ სელას იღებენ, როგორც პირველად გეოდეზიურ საფუძველს.

საინჟინრო-გეოდეზიური დაკვალვით სამუშაოებისათვის გეგმური საინჟინრო საფუძველი, როგორც წესი, იგება თავისუფალი ქსელების სახით ისე-



ნახ. 9.7.1.5.

თი ნაგებობებისათვის, როგორც არის საფაბრიკო-საქარხნო მშენებლობის მსხვილი კომპლექსები; მსხვილი საინჟინრო და უნიკალური ნაგებობები; საგანგებო სპეციალური და სამეცნიერო-საწარმოო ნაგებობები; დიდი სიგრძის (განუწილობის) ავტომატური და მიმმართველი ხაზები; დიდი სიგრძის მალეების მქონე ხიდები; ჰიდრონაგებობათა კომპლექსები და მაღალწნეებიანი კაშხალები; სხვადასხვა დანიშნულების გვირაბები მეტროპოლიტენების გვირაბე-



ბის ჩართვით; სპეციალური დანიშნულების ნაგებობები; სხვადასხვა სახის მი-  
გაყვანილობანი და სხვ.

კოორდინატების განსაზღვრის სიზუსტის ამაღლების მიზნით სპეციალურ  
ქსელებში ნიშნავენ და ზომავენ ორ საბაზისო გვერდს ან ქმნიან ორ საბაზი-  
სო ქსელს და საზღვრავენ გამოსასვლელი გვერდების სიგრძეებს. ამ უკანას-  
კნელ შემთხვევაში ქსელი ითვლება თავისუფალ ქსელად და გამოსასვლელი  
გვერდი ითვლება უშუალოდ გაზომილად, რის გამო გაწონასწორების დროს  
თანადროულად საზღვრავენ როგორც კუთხეების, ისე ბაზისების შესწორე-  
ბებს. ამ შემთხვევაში ქსელის მიბმა სახელმწიფო გეოდეზიურ პუნქტებზე, სა-  
დაც ეს საჭიროა, სრულდება მხოლოდ ორიენტირებისათვის და საერთო სა-  
ხელმწიფოებრივი გამოსავალი კოორდინატების მისაღებად.

სამრეწველო ტერიტორიის ათვისების ანუ განხილად ტერიტორიაზე  
მშენებლობის დაუბრკოლებლად წარმოებისათვის, როგორც ცნობილია, აგე-  
ბენ სამშენებლო ბაღს, რომლის კვადრატების ზომებს, რელიეფისა და მშე-  
ნებლობის პირობების შესაბამისად იღებენ 50—400 მეტრამდე. ზღემა გამო-  
ყენება ირიბკუთხა სამშენებლო ბაღისა.

სამშენებლო ბაღსთან დაკავშირებული თავისებურებანი განხილული იქ-  
ნება ქვემოთ კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტის დროს.

მთლიანი შენობებისა და ნაგებობებისათვის განხილად ტერიტორიებზე  
გეოდეზიური საფუძვლის სახით საძირკვლებს ზემო ფილაზე აგებენ მოკლე-  
გვერდებიან ტრილატერაციას, მიკროტრილატერაციის პუნქტების ცენტრებს  
აპროექტებენ ვერტიკალებით იარუსების ზემოთ, სადაც სრულდება დაკვალ-  
ვითი და სამონტაჟო სამუშაოები.

## 9.7.2. გეგმური გეოდეზიური საფუძვლის აგების მეთოდები

საინჟინრო გეოდეზიის მერვე ტომში ზოგადად განხილულია საკითხი  
ტრილატერაციის თანამედროვე გამოყენების შესახებ, რაც ძირითადად და-  
კავშირებულია სინათლის მანძილზომების გამოყენებასთან.

აქ საგანგებოდ განიხილება საკითხი დასახლებულ, საქარხნო-სამრეწვე-  
ლო და სხვა ანალოგიურ ადგილებში დაბრკოლებებისა და მათი გადალახვის  
ლონისძიებების შესახებ.

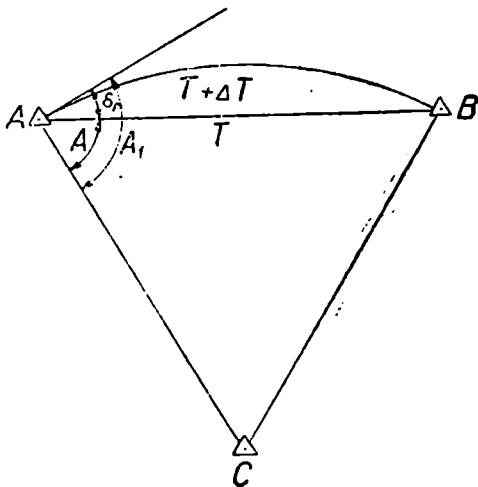
ცლებით დადგენილია, რომ გეოდეზიური საფუძვლის სისტემის შერჩე-  
ვის დროს ტრიანგულაცია მეტად მგრძობიარეა გარემო პირობებით გამოწვე-  
ული მავნე გავლენებისა. მაგალითად, ქალაქებისა და სამრეწველო-საქარხნო  
ტერიტორიებზე იქმნება თავისებური მიკროკლიმატი სწრაფცვალებადი ტემ-  
პერატურული ველით. დასახლებული კვარტალების ჰაერს გამწვანებული და  
წყლიანი ზედაპირების ჰაერთან შედარებით აქვს სხვა ოდენობის ტემპერატურ-  
ა და დაკვირვების დროს ზღემა დამიზნების სხივების გამრუდება გვერდითი  
რეფრაქციის გამო. როცა დაკვირვების მიმართულების ერთ მხარეზე  $T$  და  
მერეზე  $T + \Delta T$  ტემპერატურაა, დამიზნების ღერძი გადაიხრება იქით, საბ-  
ოც შეტანა ტემპერატურასა და ნაცვლად  $A$  კუთხისა მივიღებთ  $A_1$  კუთხეს,  
რომლის ოდენობა  $A_1$  კუთხისაგან განსხვავდება  $\epsilon$ , კუთხით (1 ნახაზი). გამო-  
კვლევებით დადგენილია, რომ ქალაქებში  $\epsilon$ , რეფრაქციის  $\epsilon$  კუთხის ოდენობა  
აღწევს  $3\epsilon$ ; ხოლო ისეთ ადგილებში, სადაც დნობა გვერდითი ტემპერატურუ-  
ლი გრადიენტის რღვეობაში, გვერდითი რეფრაქციის  $\epsilon$  კუთხეები აღწევს

10". გერჯერობით არ არსებობს გვერდითი რეფრაქციის კუთხეების შესუსტების საშუალებები. ამჟამად მიმდინარეობს ცდები რეფრაქციაში მომენტების გამოყენების შესახებ, რის შედეგად უნდა ველოდეთ განაზომ კუთხეებზე გვერდითი რეფრაქციის გავლენის შემცირებას.

გვერდითი რეფრაქციის გავლენის მოსპობას შეიძლება მივაღწიოთ ტრიანგულაციის ნაცვალ ტრილატერაციის გამოყენებით. მაგრამ ტრილატერაცია ხასიათდება სხვა სახის არსებითი უარყოფითი მხარეებით. მაგალითად, ტრილატერაცია ხასიათდება განაზომთა ხარისხის შესახებ არაამომწურავი ინფორმაციულობით. სამკუთხედში ყველა გვერდის გაზომვით ვერ ხერხდება კონტროლი, მაშინ

როდესაც ყველა კუთხის გაზომვით საშუალება გვაქვს განაზომი კუთხეების სიზუსტის შესახებ მსჯელობისა.

მაგალითად, რვა სამკუთხედისაგან შედგენილ მწყრივში რომ გაიზომოს ყველა 17 გვერდი, არ წარმოიშობა ფიგურის არც ერთი პირობა და შედეგი იქნება უკონტროლო, მაშინ როდესაც ტრიანგულაციის დროს წარმოიშობა ფიგურის (სამკუთხედის) რვა პირობა, რთაც ხდება შესრულებული სამუშაოს სიზუსტის შეფასება.



ნახ. 9.7.2.1.

გეოდეზიურ ობიექტებში ტრიანგულაციის დროს შედგება 4 პირობითი განტოლება, ხოლო ტრილატერაციაში კი, სადაც გაზომილია ოთხი გვერდი და ორი დიაგონალი, იქმნება ერთი პირობითი განტოლება. (9.7.1.1.) ნახაზზე გამოსახული სქემის ტრიანგულაციაში გვაქვს 14 პირობითი განტოლება, ხოლო ტრილატერაციაში, სადაც გაზომილია 6 გვერდი და 3 დიაგონალი, წარმოიშობა ოთხი პირობა. უფრო რთულ სქემებში ზემოხსენებული განსხვავება უფრო მეტად ვლინდება, რაც ადასტურებს იმას, რომ უფრო მეტი ინფორმაციის მომცემია ტრიანგულაცია, ვიდრე ტრილატერაცია (იხილეთ ტრილატერაციის შესახებ საინჟინრო გეოდეზიის VIII ტომი).

ქალაქებსა და სამრეწველო ტერიტორიებზე სინათლის მანძილშომებით მანძილების გაზომვის სიზუსტე საგრძნობლად მცირდება იმის გამო, რომ ტემპერატურა, როგორც საშუალო, მიღებული მიმდებ-გადამცემსა და ამრეკლავს შორის, შეიძლება განსხვავდებოდეს სინათლის დინების საშუალო ინტეგრალური ტემპერატურისაგან 5°C ოდენობით.

ჰაერის ტემპერატურის შეცვლით იცვლება ჰაერში სხივის გარდატეხის კოეფიციენტი და სინათლის ნაკადის სიჩქარე, რის შედეგად  $n$ . ლებედვეის მიერ დადგენილია, რომ სინათლის მანძილზომებით გაზომილ  $S$  მანძილებში ტემპერატურული შესწორების  $m_s$  საშუალო კვადრატულ შეცდომის ოდენობა შეიძლება გამოთვლილ იქნეს შემდეგი მიახლოებითი ფორმულით:

$$m_s = \frac{S}{10^6} \Delta T, \quad (9.7.2.1)$$

სადაც  $\Delta T$  არის იმ ტემპერატურის გაზომვის შეცდომა, რომელშიც გადის სინათლის ნაკადი; მაგალითად, როცა  $\Delta T = 5^\circ\text{C}$  და  $S = 5$  კმ, მივიღებთ, რომ  $m_s = S : 200000$ ,  $m_s = 2,5$  სმ.

ხილვისა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობებისათვის სამუშაოების შესრულებისას წყლების სივრცეებზე სინათლის მანძილზომებით ზაზების გაზომვის დროს სინათლის ნაკადზე ტემპერატურის გავლენას მხედველობაში ვერ ვიღებთ, ამიტომ მანძილების გაზომვების სიზუსტე კიდევ უფრო დაბალია.

ტრილატერაციის არსებითი ნაკლია ის, რომ გაზომილი გვერდებით განსაზღვრული გეოდეზიური საფუძვლის კუთხეები არატოლზუსტია. მაგალითად, რაც უფრო მახვილია კუთხე, ის უფრო ზუსტად განისაზღვრება გაზომილი გვერდებით.

ვთქვათ, სამკუთხედის ყველა გვერდი არის გაზომილი ურთიერთტოლი სიზუსტით. ამ შემთხვევაში შეიძლება ვისარგებლოთ (8.4.2) პარაგრაფში მოყვანილი მეთოდის შესაბამისად პ. კარაევის მიერ გამოყვანილი შემდეგი ფორმულით:

$$m_A = \rho \frac{m_s}{s} \sqrt{2} \sqrt{\text{ctg}^2 B + \text{ctg}^2 C + \text{ctg} B \text{ctg} C}. \quad (9.7.2.2)$$

სამკუთხედში, როცა  $A = 90^\circ$ ;  $B = 60^\circ$  და  $C = 30^\circ$ , (2) ტოლობიდან

$$\left. \begin{aligned} m_A &= 2,9 \rho \frac{m_s}{s} \\ m_B &= 2,4 \rho \frac{m_s}{s} \\ m_C &= 0,8 \rho \frac{m_s}{s} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.2.3)$$

მიღებული დამოკიდებულებებიდან ნათლად ჩანს, რომ  $30^\circ$ -იანი კუთხე სამსახეარჯერ უფრო ზუსტად ისაზღვრება, ვიდრე  $90^\circ$ -იანი კუთხე.

გეოდეზიური საფუძვლის საგანგებო ქსელებში საერთოდ გვერდების სიგრძეები შედარებით მცირეა, მაშასადამე, შეიძლება მივიღოთ, რომ ეს გვერდები მათი სიგრძეების მხედველობაში მიღების გარეშე გაზომილია ტოლი სიზუსტით. ამ შემთხვევაშიც კიდევ უფრო ელინდება ზემოხსენებული ფაქტი იმის შესახებ, რომ გაზომილი გვერდებით გამოთვლილი კუთხეები გაწონასწორების შედეგად არატოლზუსტი გამოდის და უფრო ზუსტია გამოთვლილი მახვილი კუთხეები. ეს ფაქტი ტრილატერაციაში იწვევს ქსელების გაწონასწორების დროს კუთხეების დამახინჯებას, რის შედეგადაც ხდება ნაგებობათა

აღგილზე დაკვალვებისათვის საჭირო ელემენტების დამახინჯებები. გარდა აღნიშნულისა, ტრილატერაციაში ჭარბი განაზომები მაინცდამაინც გაწონასწორებების დროს არ ზრდის სიზუსტეს. მაგალითად, გეოდეზიურ ოთხკუთხედში გაწონასწორებული გვერდების საშუალებით გამოთვლილი კუთხეების საშუალო კვადრატული შეცდომა პ. კარაევის

$$m_{\text{კუთხ. გან}} = 0,82 \rho \frac{m_s}{s} \sqrt{2} \quad (9.7.2.4)$$

ფორმულით გამოდის 18%-ით ნაკლები, ვიდრე ტოლგვერდებიან სამკუთხედში გვერდების გაწონასწორებამდე, რასაც შეესაბამება ფორმულა

$$m_{\text{კუთხ. გან}} = \rho \frac{m_s}{s} \sqrt{2}. \quad (9.7.2.5)$$

ასევე, ცენტრალურ სისტემაში შემავალი გაწონასწორებული ტოლგვერდებიანი სამკუთხედების გვერდებით გამოთვლილი კუთხის საშუალო კვადრატული შეცდომაა

$$m_{\text{კუთხ. გან}} = 0,99 \rho \frac{m_s}{s} \sqrt{2}. \quad (9.7.2.6)$$

(6) ფორმულის (5) ფორმულასთან შედარებით, გამოდის, რომ გაწონასწორების ხარჯზე სიზუსტე გაიზარდა მხოლოდ 1%.

ზემონათქვამის საფუძველზე შეგვიძლია გეოდეზიური საყრდენი ქსელის აგების დროს ტრიანგულაციას უპირატესობა მივანიჭოთ ტრილატერაციასთან შედარებით; მაგრამ არ უნდა დაგვაიწიწდეს ტრიანგულაციაში იმ მავნე გავლენის შესახებ, კუთხეების გაზომვების დროს რასაც იწვევს გვერდითი რეფრაქცია და რის შედეგად პუნქტების გამოთვლილი კოორდინატები შეიძლება არ იქნეს სათანადო სიზუსტის.

გასაზომ კუთხეებზე გვერდითი რეფრაქციის გავლენის გამოვლინებისა და მხედველობაში მიღებისათვის საიმედო ღონისძიებას წარმოადგენს გვერდების გაზომვებიც, ე. ი. უნდა გაიზომოს ყველა კუთხე და ზოგიერთი გვერდი.

ხილების, გვირაბების, პიდროტექნიკური და სხვა ნაგებობებისათვის საჭირო საფუძვლის შედგენის დროს, როცა ობიექტური პირობების გამო ქსელი იქმნება მნიშვნელოვნად ურთიერთგანსხვავებული სამკუთხედებისაგან, ზომავენ ყველა გვერდს.

იმ შემთხვევაში, როცა კუთხეების გაზომვებზე არ არის მოსალოდნელი გვერდითი რეფრაქციის გავლენა და აგრეთვე კუთხეების გაზომვის პირობებზე ხელსაყრელია, უფრო ზუსტ შედეგს იძლევა უშუალოდ განაზომი კუთხეები, ვიდრე გაზომილი და გაწონასწორებული გვერდებით განსაზღვრული კუთხეები. მაგალითად, როცა ხაზის გაზომვის სიზუსტეა  $m_s:r=1:200\,000$ , მაშინ სამკუთხედში გაზომილი გვერდებით გამოთვლილი კუთხეების  $A=90^\circ$ ,  $B=60^\circ$ ,  $C=30^\circ$  შეცდომები იქნება

$$m_A = 3",0;$$

$$m_B = 2",5;$$

$$m_C = 0",8.$$

ინავე პირობებში, ბოლო ტოლგვერდა სამკუთხედებში მიიღება

$$m_A = m_B = m_C = \rho \frac{m_s}{s} \sqrt{2} = 1'',4.$$

საერთოდ, სასურველია ქსელები აიგოს რაც შეიძლება ახლო ტოლგვერდებიან სამკუთხედებისაგან.

3. კარაგვის შივრ მიღებულია ფორმულა ტოლგვერდა სამკუთხედებისაგან შედგენილ ქსელებში განაზომი კუთხეების და გვერდების შედგევით გაწონასწორებული კუთხის საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელად

$$m_{კუთხ.გან} = \rho \frac{m_s}{s} \cdot \sqrt{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 3 \left(\frac{m_s}{s}\right)^2 \left(\frac{\rho}{m_{კუთხ.}}\right)^2}}$$

ვთქვათ, კუთხის უშუალოდ გაზომვის (გაწონასწორებამდე) საშუალო კვადრატული შეცდომა  $m_{კუთხ.} = 2'',0$ . გვერდის გაზომვის სიზუსტეა  $m_s = 1 : 200\,000$ . მაშინ (7) ფორმულით გაწონასწორებული კუთხის საშ. კვად. შეცდომა  $m_{კუთხ.გან} = \pm 1'',1$ .

საერთოდ, ასეთი საკითხების გადაწყვეტის დროს კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების წონების ანალიზი და მხედველობაში მიღება აუცილებელია.

### 9.7.3. გეოდეზიური საფუძვლის ტექნიკური მაჩვენებლები

სახელმწიფო ტრიანგულაციის ძირითადი ტექნიკური სავალდებულო რიცხობრივი მაჩასიათებლები მოყვანილია (1) ცხრილში, სადაც კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომების დაშვებები ემყარება ქსელის ყოველი სამკუთხედის ფაქტობრივი (ჰეშმარიტი) შეუკერელობებით გამოთვლილ საშუალო კვადრატულ შეცდომებს ანუ ფერეოს (3.4.1.12) ფორმულას

$$m_{\alpha} = \pm \sqrt{\frac{[\omega^2]}{3n}}, \quad (9.7.3.1)$$

სადაც  $\omega$  არის სამკუთხედების კუთხური შეუკერელობები;

$n$  — სამკუთხედების რაოდენობა.

ცხრილი 9.7.3.1

ტრიანგულაციის კლასი	ფერეოს (3.4.1.12) ფორმულით გამოთვლილი კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა	გამოსასვლელი (საზომის) გვერდის სიზუსტე	გვერდების სიგრძეების ოდენობები
1	0'',7	1 : 400 000	არანაკლებ 20 კმ
2	1,0	1 : 300 000	7—10 კმ
3	1,5	1 : 200 000	5—7 .
4	2,0	1 : 150 000	2—5 .

შედარებით მცირე ტერიტორიაზე იზოლირებით აგებული მსხვილმასშტაბიანი მთლიანი საყრდენი ქსელის სამკუთხედების რაოდენობა, ჩვეულებრივ, მცირეა.

მე-4 კლასის ტრიანგულაციის შემკველი მე-4 კლასის პოლიგონომეტრისა და 1-ლი და მე-2 თანრიგის პოლიგონომეტრის სავალდებულო ტექნიკური რიცხობრივი მახასიათებლები მოყვანილია (2) ცხრილში, სადაც კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომების დაშვებები მოცემულია სვლასა და პოლიგონში ფაქტობრივად მიღებული შეუკერვლობებით გამოთვლილი საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელი ფორმულით

$$m_p = \pm \sqrt{\frac{\left[ \frac{W_p}{n} \right]}{N}}, \quad (9.7.3.2)$$

სადაც  $n$  არის სვლაში ან პოლიგონში კუთხეების რაოდენობა;  
 $N$  — პოლიგონებისა და სვლების საერთო რაოდენობა.

ცხრილი 9.7.3.2

რიგითი №	დაშვებების დასახელება	მე-4 კლასი	1-ლი თანრიგი	მე-2 თანრიგი
1	სვლის ზღვრული სიგრძე (კმ), რომელიც: ა. ეყრდნობა ორ საყრდენ პუნქტს, ნ. მდებარეობს საყრდენ პუნქტსა და საკვანძო წერტილს შორის, ხ. მდებარეობს ორ საკვანძო წერტილს შორის	10	5	3
		7	3	8
		5	2	1,5
2	პოლიგონის ზღვრული პერიმეტრი (კმ)	30	15	9
3	გვერდების სიგრძეები სვლებში (მ) ა. უდიდესი . . . . . ნ. უმცირესი . . . . . ხ. საშუალო . . . . .	2000	800	350
		250	120	80
		500	300	200
4	სვლაში გვერდების რაოდენობა, არაუმეტესი . . . . .	15	15	15
5	სვლის დასაშვები (ზღვრული) სიზუსტე	1 : 25000	1 : 10000	1 : 5000
6	კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა (2) ფორმულით . . . . .	2"	5"	10"
7	სვლაში ან პოლიგონში დასაშვები კუთხური შეუკერვლობა, სადაც $n$ არის კუთხეების რაოდენობა . . . . .	$5''\sqrt{n}$	$10''\sqrt{n}$	$20''\sqrt{n}$

პოლიგონომეტრის მე-4 კლასისა და 1-ლი და მე-2 თანრიგის ქსელებს აპროექტებენ ცალკეული სვლის ან სვლების სისტემის სახით, რომლებიც ეყრდნობიან მაღალი კლასის პუნქტებს. მე-4 კლასის პოლიგონომეტრის დროს პოლიგონომეტრიული ქსელების გაბშირებისას არ უნდა დაეშვათ სვლე-

ბის ურთიერთპარალელურობა, როცა სელებს შორის მანძილია 2,5 კმ. აქვე აღვნიშნავთ, რომ სინათლის მანძილზომებით გვერდების გაზომვის დროს (2) ცხრილით მოყვანილი მოთხოვნები შეიძლება გაიზარდოს.

ხშირად ტექნიკურად და ეკონომიურად მიზანშეწონილია 1, 2 თანრიგის პოლიგონომეტრია შეეცლილ იქნეს იმავე თანრიგების ტრიანგულაციით, რის შესახებ დასაშვები რიცხვითი მაჩვენებლები მოყვანილია (3) ცხრილში, სადაც, (1) ცხრილის ანალოგიურად დაშვებები გამოთვლილია ფერეროს (1) ფორმულით.

ცხრილი 9.7.3.3

რაფიო №	დასახელება	დაშვებები	
		1-ლი თანრიგი	მე-2 თანრიგი
1	სამკუთხედების გვერდების სიგრძეები, არა უნეტეს (კმ)	5,0	3,0
2	კუთხის დასაშვები მინიმალური ოდენობა; ა. მთლიან ქსელში . . . . . ბ. სამკუთხედების ჯაჭვში . . . . . გ. ჩასმების (გახშირების) დროს . . . . .	20° 30° 10°	20° 30° 30°
3	სამკუთხედების რაოდენობა გამოსასვლელ (საბაზისო) გვერდებს შორის ან გამოსასვლელ და საყრდენ პუნქტებს შორის, არანაკლებ . . . . .	10	10
4	გამოსასვლელი გვერდის მინიმალური სიგრძე . . . . .	1 კმ	1 კმ
5	ფერეროს ფორმულით გამოთვლილი საშუალო კვიდრატული შეცდომა, არა უნეტეს . . . . .	5"	10"
6	სამკუთხედში დასაშვები კუთხური შეუკერელობა . . . . .	20"	40"
7	გამოსასვლელი (საბაზისო) გვერდის სიზუსტე . . . . .	1 : 50 000	1 : 20 000
8	ქსელში არასამედიოლ განსაზღვრული გვერდის სიზუსტე	1 : 20 000	1 : 10 000

როგორც ცნობილია, გეოდეზიური საფუძველი, შექმნილი ტრიანგულაციისა და პოლიგონომეტრიის 1-ლი, მე-2, მე-3, მე-4 კლასებითა და 1-ლი, მე-2 თანრიგით, შემდგომში ხშირდება და იქმნება სააგეგმო (გეგმური და სასიმალო) საფუძველები; ამ უკანასკნელის პუნქტების რაოდენობა და სახე კი დამოკიდებულია გათვალისწინებული მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვების მოთხოვნებზე.

ხშირად ასაგეგმი საფუძველები იქმნება თეოდოლიტური სვლებით ან ანალიზური ქსელებით და სხვ. სადაც თეოდოლიტურ სვლებში იქმნება აგეგმვებისათვის პუნქტები. კოორდინატების შეუკერელობის სიზუსტის მხრივ არის

ორი თანრივი. პირველ თანრიგში მოითხოვება, რომ დაცულობ იყოს უტო-  
ლობა

$$\frac{W}{\Sigma S} = \frac{\sqrt{W_x^2 + W_y^2}}{\Sigma S} \leq \frac{1}{2000}$$

და მეორეში

$$\frac{W}{\Sigma S} \leq \frac{1}{1000}$$

ორ საყრდენ პუნქტს შორის სვლის ზღვრული სიგრძე საერთო სავალდებ-  
ულო ინსტრუქციით ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ ზღვრული შეცდომები  
მალაო კლასის პუნქტებს შორის, გასწორადებული თეოდოლიტური სვლის  
პუნქტებისა სახელმწიფო საყრდენი გეოდეზიური ან გამაზშირებელი პუნქტე-  
ბის მიმართ, გაშლილ და დასახლებულ ადგილებში არ აღემატებოდეს 0,2 მმ  
გეგმაზე, ხოლო დახურულ და ტყიან ადგილებში — 0,3 მმ.

ერთეული თეოდოლიტური სვლისათვის დადგენილი სავალდებულო რი-  
ცხობრივი მახასიათებლები მოცემულია (4) ცხრილში.

ცხრილი 9.7.3.4

აგეგმვების მასშტაბები	$m_S=0,2$ მმ		0,3 მმ	
	$\frac{1}{T} = \frac{1}{2000}$	$\frac{1}{T} = \frac{1}{1000}$	$\frac{1}{T} = \frac{1}{2000}$	$\frac{1}{T} = \frac{1}{1000}$
1 : 500	0,6 კმ	0,3 კმ	—	—
1 : 1000	1,2 „	0,5 „	1,5 კმ	1,0 კმ
1 : 2000	2,0 „	1,0 „	3,0 „	1,5 „
1 : 5000	4,0 „	2,0 „	6,0 „	3,0 „

საკვანძო წერტილებსა და საყრდენ წერტილებს შორის და საკვანძო  
წერტილებს შორის (3) ცხრილში მოცემული ზღვრული მანძილები შეიძლება  
გაიზარდოს დაახლოებით 30%-ით, თუ შევამცირებთ საფუძვლის შექმნის ორ-  
სტადიურობას ერთ სტადიამდე თეოდოლიტურ სვლებში, რაც მიზანშეწონი-  
ლია როგორც ტექნიკურად, ისე ეკონომიურად.

ინსტრუქციით დასაშვებია დახურულ და მჭიდროდ დასახლებულ ადგი-  
ლებში სააგეგმვო ქსელები მხოლოდ ერთი ბოლოთი მიაბან საყრდენ წერტილს  
ანუ შექმნან კიდული ან თავისუფალი ქსელები. ამავე დროს ინსტრუქციით  
მიღებულია აგეგმვების მასშტაბების შესაბამისი სვლის დასაშვები სიგრძეები  
და გვერდების რაოდენობა, რაც მოცემულია (5) ცხრილში.

ცხრილი 9.7.3.5

აგეგმვების მასშტაბები	თავისუფალი თეოდოლიტური სვლის სიგრძე		გვერდების რაოდენობა	
	მჭიდროდ გაშენ- ბულ ადგილებში	გაუშენებელ ადგილებში	მჭიდროდ გაშენ- ბულ ადგილებში	გაუშენებელ ადგილებში
1 : 500	100 მ	150 მ	4	3
1 : 1000	150 „	200 „	4	3
1 : 2000	200 „	300 „	4	3
1 : 5000	350 „	500 „	4	3



თეოდოლიტურ სკლებში ან ჩაკეტილ პოლიგონებში დასაშვები კუთხური შეუკერელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$W_{\beta} = 1' \sqrt{n}, \quad (9.7.3.3)$$

სადაც  $n$  არის სკლაში ან ჩაკეტილ პოლიგონში კუთხეების რაოდენობა.

ღია ადგილებში სააგეგმვო საფუძველი იქმნება ტრიანგულაციის მეთოდით, რისთვისაც აგებენ რამდენიმე მარტივ, მთლიან ქსელს სამკუთხედებისას, სამკუთხედების ჯაჭვს ან აწარმოებენ პუნქტების ჩასმებს გადაკეთებით. ამ შემთხვევაში საყრდენ გვერდებად შეიძლება მიღებულ იქნეს გახშირების-გვერდებიანი 1:5000 სიზუსტის მქონე ბაზისები.

სამკუთხედების ჯაჭვის ჩამკეტი დიაგონალების სიგრძეები მიღებულია ისეთივე სიგრძის, რაც მიღებულია თეოდოლიტურ სკლებში, ისინი მოყვანილია (4) ცხრილში.

ერთი ბოლოთი დაყრდნობილი ანუ სამკუთხედების კიდული ჯაჭვი დაუშვებელია. ორ საყრდენ გვერდზე ან პუნქტზე დაყრდნობილი ჯაჭვის სამკუთხედების საჭირო რაოდენობა ინსტრუქციის მიხედვით მოყვანილია (6) ცხრილში.

ცხრილი 9.7.3.6

აგეგმვის მასშტაბი	საყრდენ გვერდებს ან პუნქტებს შორის საჭირო სამკუთხედების რაოდენობა	აგეგმვის მასშტაბი	საყრდენ გვერდებს ან პუნქტებს შორის საჭირო სამკუთხედების რაოდენობა
1:500	10	1:2000	17
1:1000	15	1:5000	20

სამკუთხედებში კუთხეები არ უნდა იყოს 30°-ზე ნაკლები, ხოლო გვერდები არაუმეტეს 150 მეტრისა. სამკუთხედების კუთხური  $W_{\beta}$  შეუკერელობა კი არ უნდა აღემატებოდეს

$$W_{\beta} = 1',5. \quad (9.7.3.4)$$

სტერეოტოპოგრაფიული მეთოდებით აგეგმვების დროს გეოდეზიური სააგეგმვო საფუძვლის პუნქტების საჭირო სიმჭიდროვე (სიხშირე) და განლაგება დგინდება აგეგმვების ტექნოლოგიისა და გამოსაცნობი ნიშნების მიხედვით პრაქტიკის მიხედვით.

ხანგრძლივი დროის ნიშნებით დამაგრებული გეგმური და სასიმალო სააგეგმვო საფუძველი სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელებისა და გახშირების ქსელების ჩართვით უნდა უზრუნველყოფდნენ 1:5000 მასშტაბიანი აგეგმვის ყოველ პლანშეტს არანაკლებ სამი საყრდენი პუნქტით, ხოლო 1:2000 მასშტაბიან ყოველ პლანშეტს კი არანაკლებ ერთი საყრდენი პუნქტით.

დასახლებულ ტერიტორიებზე აგეგმვების წარმოების დროს საყრდენი საფუძვლის სიმჭიდროვე (სიხშირე) დამოკიდებულია რელიეფზე, დასახლების სიმჭიდროვესა და კონფიგურაციაზე.

დასახლების ტუჩებში, როგორც წესი, აგებენ 1-ლი თანრიგის თეოდოლიტურ სკლებს, ხოლო მასზე აყრდნობენ მე-2 თანრიგის თეოდოლიტურ სკლებს, რომლებიც აგებულნი არიან შიგაკავარტალური სივრცეების ასაგეგმავად.

როდესაც ტუჩები დიდი სიგანისა და შუაში მოწყობილია გაზონები ან ხეივანი, საჭიროა შენობების ფასადების წინ ახლოს, გაყვანილი იქნეს 1-ლი

თანრიგის ორი, დაახლოებით, პარალელური თეოდოლიტური სვლა, რომლებიც ქუჩების გადაკვეთაზე უნდა იქნენ შეერთებული ზღუდარებით, ხოლო, როცა გასავალს არ გააჩნია გაზონები და ხეივანი, მაშინ ქუჩის ღერძზე ატარებენ თეოდოლიტ-ტაქომეტრიულ ან ტაქომეტრიულ სვლას და ფასადების აგეგმვებს აწარმოებენ მანძილშომების გამოყენებით.

იმ რაიონებში, სადაც არის მჭიდრო კაპიტალური დასახლება. ქუჩებზე გაჰყავთ მაღალი სიზუსტის თეოდოლიტური სვლები

$$\frac{W}{\Sigma S} \leq \frac{1}{3000} \quad (9.7.3.5)$$

სიზუსტი. აღნიშნულის გამო მეტად ადვილდება სააგეგმო საფუძვლის გაწონასწორებით სამუშაოების შესრულება და იზრდება ქუჩების ახლო დასახლებული ადგილების ძირითადი სიტუაციის აგეგმვების სიზუსტე.

ამჟამად ახლად შექმნილ დასახლებებზე და არსებული ქალაქების ახალ სამშენებლო ტერიტორიებზე იყენებენ არაკვარტალურ დაგეგმარების მეთოდს, რის გამო იქმნება სელშემწყოში პირობები სააგეგმო გეოდეზიური საფუძვლის ერთთანრიგიანი თეოდოლიტური სვლების სახით მთელ ტერიტორიაზე განვითარებისა, რაც მოქცეული იქნება გეოდეზიური განშირების ერთი შეკრული პოლიგონის სივრცეებზე.

დადგენილია, რომ გეოდეზიური საყრდენი საფუძვლის შექმნის მრავალსაფეხურიანი (მრავალთანრიგიანი) მეთოდის გამოყენებით თანდათან გროვდება გამოსავალი შეცდომები, რაც ცუდად მოქმედებს საყრდენი პუნქტების მდებარეობის დადგენაზე. მაშასადამე, სამშენებლო დანიშნულებისათვის საჭირო საინჟინრო-გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის დროს უნდა ვერიდოთ საფუძვლის შექმნას სტადიების სახით.

გეოდეზიური საფუძვლის შექმნისათვის გათვალისწინებული სქემების შესაბამისი სიზუსტეები მოცემულია (7) სქემაში, რომელიც შედგენილია (2) და (4) ცხრილების მასალების საფუძველზე.

ცხრილი 9.7.3.7

კლასები და თანრიგები	საშუალო სიზუსტეები	დასაზერი სიზუსტეები	K
ტრიანგულაცია მე-3 კლასის	1:15 000	1:75 000	3,0
პოლიგონომეტრია მე-4 კლასის	1:50 000	1:25 000	2,5
პოლიგონომეტრია 1-ლი თანრიგის	1:20 000	1:10 000	2,0
პოლიგონომეტრია მე-2 თანრიგის	1:10 000	1:5 000	2,5
თეოდოლიტური სვლა 1-ლი თანრიგის	1:4 000	1:2 000	

(7) ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის შესაბამისი საფეხურების სიზუსტის შემცირების K კოეფიციენტი ცვალებადობს 2,0 და 3,0 შორის.

სიმცირის გამო უგულებელსაყოფი შეცდომების კრიტერიუმის შესაბამისად გამოკვლევებით დადგენილია, რომ გამოსავალი (საყრდენთა) შეცდომებით გამოწვეული შეცდომები მიიღება უგულებელსაყოფი ოდენობებით, თუ სა-

ფეხურების სიზუსტის შემცირების  $K$  კოეფიციენტის ოდენობა მეტია 2,2-ზე. აღნიშნულის გამო მიიღეს, რომ იმ შემთხვევაში, როცა ერთი და იმავე სივრცის სხვადასხვა, ვთქვათ, 1-ლი და მე-2 თანრიგის პოლიგონომეტრიაში ფაქტობრივი შეუკერელობები თუ მივიღეთ ზღვრული ოდენობების, მათი გაწონასწორება ხდება თანადროულად (ერთად).

ნ. ლებელევის მიერ შედგენილია  $K$  კოეფიციენტის გამოსათვლელი ფორმულა

$$K = \sqrt[n]{\frac{T_H}{T_K}}, \quad (9.7.3.6)$$

სადაც  $n$  არის გეოდეზიური საფუძვლის შექმნისათვის ნაგულისხმები სტადიების რაოდენობა;

$T_H$  — გამოსასვლელი საფუძვლის (საწყისი სტადიის) სიზუსტის მნიშვნელი;

$T_K$  — ბოლო საფუძვლის (სტადიის) სიზუსტის მნიშვნელი;

$K$  კოეფიციენტი საშუალებას იძლევა გამოვითვალოთ საფუძვლის შექმნის ყოველი სტადიისათვის მოთხოვნილი სიზუსტის ოდენობა. მაგალითად, როცა  $T_H = 75000$  (მე-3 კლასის ტრიანგულაციაში),  $T_K = 2000$  (1-ლი თანრიგის თეოდოლიტურ სვლაში) და  $n = 3$ , მივიღებთ

$$K = \sqrt[3]{\frac{75000}{2000}} = \sqrt[3]{37,5} = 3,35.$$

$K$  კოეფიციენტის მიღებული ოდენობა მისაღებია, რადგანაც ის მეტია 2,2-ზე.  $K = 3,35$  ოდენობის შესაბამისად ყველა სტადიისათვის გამოვითვალოთ მოთხოვნილი მაქსიმალური სიზუსტეები

$$\text{I სტადიისათვის } \frac{1}{T_1} = \frac{3,35}{75\,000} \approx \frac{1}{22\,000};$$

$$\text{II } \quad \quad \quad \frac{1}{T_2} = \frac{3,35}{22\,000} \approx \frac{1}{6\,600};$$

$$\text{III } \quad \quad \quad \frac{1}{T_3} = \frac{3,35}{6\,600} \approx \frac{1}{2\,000}.$$

მიღებული რიცხვითი მახასიათებლები მიგვიჩვენებს იმის შესახებ, რომ I სტადიად III კლასის ტრიანგულაციის ნაცვლად უნდა მივიღოთ IV კლასის ტრიანგულაციის გაზომვები, რადგანაც ამ სტადიისათვის მოთხოვნილი სიზუსტის მაქსიმალური მნიშვნელობა არის 1 : 220 000. ამის შემდეგ კი, ვტოვებთ რა მარაგად გარკვეული ოდენობის სიზუსტეს, II სტადიაში ვასრულებთ 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიას (1 : 10 000). მაშასადამე, მე-2 თანრიგის პოლიგონომეტრიის შესრულება საჭირო არ არის.

იმ ტერიტორიებზე, სადაც საჭიროა შესრულდეს მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვები და საყრდენი გეგმური საფუძველი კი არ არსებობს, საჭირო სტადიების განვითარების შესრულების და ყოველ სტადიაში მოთხოვნილი სიზუსტის განსაზღვრის მიზნით შეიძლება მივიღოთ უკანასკნელი სტადიის 0,9 კი-

ლომეტრით ურთიერთდაშორებული ორი წერტილის მდებარეობის საშუალო კვადრატული შეცდომა; მისი ოდენობა, თუ მხედველობაში მივიღებთ წინა სტადიების შესრულების დროს დაგროვილი შეცდომების გავლენას, იქნება 0,2 მმ გეგმაზე.

ორი წერტილის ურთიერთმდებარეობის განსაზღვრის შეცდომა, როცა მათ შორის მანძილია 0,9 კმ, განვითარების  $i$  სტადიისათვის გამოითვლება 6. ლებდევის ფორმულით:

$$m_i = \frac{MK^{i-1}}{\sqrt{1+K^2+K^4+\dots+K^{2(n-1)}}} \quad (9.7.3.7)$$

სადაც  $M$  არის გეოდეზიური საფუძვლის განვითარების უკანასკნელ სტადიაში ორი წერტილის ურთიერთმდებარეობის ჯამური საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომელიც მიმზრობილია 0,9 კმ მანძილზე;

$K$  — გეოდეზიური საფუძვლის განვითარების ყოველი (შემდეგი) მომიჯნავე სტადიის სიზუსტის შემცირების კოეფიციენტი;

$n$  — სტადიების რაოდენობა.

(7) ფორმულით მიღებული გამონათვლები, როცა  $K=2,2$ , მოყვანილია (9) და (10) ცხრილებში.

ცხრილი 9.7.8.9

გეოდეზიური საფუძვლის განვითარების სტადიების №№	გარკვეული სტადიებისათვის ტრიანგულაციის ყველაზე არასაიმედო გვერდის სიგრძის განსაზღვრის საშუალო სიზუსტე, შესრულებულ სტადიების შესაბამისად		
	$n=2$	$n=3$	$n=4$
1	1: 22 000	1: 48 000	1: 107 000
2	1: 10 000	1: 22 000	1: 48 000
3	—	1: 10 000	1: 22 000
4	—	—	1: 10 000

ცხრილი 9.7.3.10

გეოდეზიური საფუძვლის განვითარების სტადიების №№	გარკვეული სტადიებისათვის პოლიგონომეტრიის ან თეოდოლიტური სელის ზღვრული დასაშვები შეუკერელობა		
	$n=2$	$n=3$	$n=4$
1	1: 4 400	1: 9 500	1: 21 000
2	1: 2 000	1: 4 400	1: 9 500
3	—	1: 2 000	1: 4 400
4	—	—	1: 2 000

საგვირაბო ტრიანგულაციის თანრიგები და ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია (11) ცხრილში.

გვირაბის სიღრმე, კმ	ტრიანგულაციის თანრიგი	ტრიანგულაციის გვირაბის სიგრძე (კმ)	გაზომული კუთხის საშუალო კვადრატული შეცდომა (0)	გმინისსეკული (სიბაზისი) გვირგნის საშუალო სიგრძე	არასიამოვნო გვირგნის განსაზღვრების საშუალო სიზუსტე	გვირგნის დიანეტრიკული კონსტანტის არასიამოვნო გვირგნის ოდენობის საშუალო კვადრატული შეცდომა
8 მეტი	1	4—10	0,7	1: 400 000	1: 200 000	1",5
5 დან 8-მდე	2	2—7	2,0	1: 300 000	1: 150 000	2,0
2 „ 5 „	3	1,5—5	1,5	1: 200 000	1: 120 000	3,0
1 „ 2 „	4	1—3	2,0	1: 150 000	1: 70 000	4,0

იმ შემთხვევაში, როცა არსებობს შუალედი ჰაუზრები ან შტოლნები, რომელთა საშუალებით ხდება მიწისქვეშა მოძრაობა, ტრიანგულაციის თანრიგის საზღვრავებს გვირაბის ეკვივალენტური სიგრძით, რომლის ოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$L_{\text{ავ}} = \sqrt{Ll}, \quad (9.7.3.8)$$

სადაც  $L$  არის გვირაბის საერთო სიგრძე;

$l$  — მიწისქვეშა საშუალოების ფრანტის გახსნის მოსაზღვრე წერტილებს შორის საშუალო მანძილი.

ძირითადი პოლიგონომეტრია, რომელიც სრულდება გვირაბების მშენებლობის დროს, როგორც პირველადი საფუძველი ან ტრიანგულაციის პუნქტების გახშირებისათვის უნდა ხასიათდებოდეს შემდეგი რიცხობრივი მახასიათებლებით: კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს 3"; 0,5 კილომეტრზე უგრძესი გვირაბების დასასვეები ფარდობითი შეუქვრელობა ანუ სიზუსტე უნდა იყოს 1: 30 000, ხოლო 0,5 კმ ნაკლები სიგრძეების გვირაბებში — 1: 20 000.

ხიდეზის მშენებლობისათვის სრულდება ერთთანრიგიანი ტრიანგულაცია. ამ დროს კუთხეები იზომება 1—2" სეკუნდის სიზუსტით.

საერთოდ, ხიდეზის ტრიანგულაციაში კუთხეების გაზომვისათვის საჭირო მოთხოვნები დგინდება ტრიანგულაციის პროექტის წინასწარი შეფასების შედეგად. მაგალითად, (9.7.1.3) ნახაზზე გამოხატული სქემისათვის, როცა გადასასვლელი 1 კილომეტრია, შებრუნებული  $P_F$  წონიდან კვადრატული ფესვი უნდა უდრიდეს 0,5 სმ/სეკ, ანუ

$$\sqrt{1: P_F} = 0,5 \text{ სმ/სეკ.} \quad (9.7.3.9)$$

თუ მივიღებთ პირობას, რომ  $B$  წერტილის მდებარეობა  $A$  წერტილის მიმართ იქნეს განსაზღვრული არაუმეტეს  $m_F = 1$  სმ, მაშინ, თანახმად (4.4.10.3) ფორმულისა,

$$\eta = \frac{m_F}{\sqrt{\frac{1}{P_F}}} = \frac{1}{\sqrt{0,5}} = 1",4, \quad (9.7.3.10)$$

სადაც  $\eta$  არის ერთეული წონის საშუალო კვადრატული შეცდომა, მიღებული გაწონასწორებით. კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას საზღვრავენ ფორმულით

$$m_{\text{კუთხ.}} = \eta \sqrt{\frac{\pi}{K}}, \quad (9.7.3.11)$$

სადაც  $K$  არის აუცილებელი განაზომების რაოდენობა;  $\pi$  — განაზომი კუთხეების რაოდენობა. (9.7.1.3) ნახაზისათვის, როცა  $K=9$  და  $n=18$ ,

$$m_{\text{კუთხ.}} = 1'',4 \sqrt{\frac{18}{9}} = 2'',0.$$

#### 9.7.4. პოლიგონომეტრიულ და თიოლოლიტურ სვლაში კუთხეებისა და გვირაღების გაზომვების მოთხოვნილი სიზუსტის განაზოგება

შექმნილი მდგომარეობის გამო საინჟინრო გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის დროს ხშირად ხდება ვადახრა საეალღებულო ინსტრუქციებდღან. მაგალითად, იძულებით საკირო ხღება პოლიგონომეტრიული ან თეოლოლიტური სვლის მეტი სიგრძით მიღება, ვიდრე ეს მითითებულია ინსტრუქციაში. მაშასადამე, ამ შემთხვევაში საკირო ხღება შესაბამისად გაიზარღოს სვლაში კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების სიზუსტეები ან კიდევ საფაბრიკო-საქარხნო მშენებღობის ტერიტორიებზე ნორმალური სიგრძით სვღების პირობებში, თანახმად ნაგებობათა და დანადგართა ტექნიკური მოთხოვნებისა, შეიძღება საკირო განღღეს კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების სიზუსტის ამაღღება ინსტრუქციით ამ შემთხვევების დროს მითითებებთან შეღარებით.

ყველა ზემოხსენებული და სხვა ანალოგიური მდგომარეობის გამო საკირო ხღება უკვე გარკვეული პირობების შესაბამისი გეოდეზიური საფუძვლის კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების სასურველი ოღენობით სიზუსტის გაზრღდის მიღწევა გეოდეზიური სვღების სათანადოდ ვადაანგარიშების (შემცირების) შეღევად. მივიღოთ აღნიშვნები:

$T$  — სვღის დასაშვები ზღვრული სიზუსტის მნიშვნელი ანუ მნიშვნელი ზღვრული დასაშვები ფარღობითი შეუკვრეღობისა;

$T_{\text{სა}}$  — სვღის საშუალო სიზუსტის მნიშვნელი ანუ მნიშვნელი სვღის საშუალო ფარღობითი შეუკვრეღობისა;

$T_{\beta}$  — სვღის საშუალო სიზუსტის მნიშვნელი ანუ მნიშვნელი სვღის საშუალო ფარღობითი შეუკვრეღობისა, რაც გამოწვეულია კუთხეების გაზომვების შეცღომებით;

$T_{\text{გ}}$  — სვღის საშუალო სიზუსტის მნიშვნელი ანუ მნიშვნელი სვღის საშუალო ფარღობითი შეუკვრეღობისა, რაც გამოწვეულია ხაზოვანი გაზომვების შეცღომებით.

დავეშვათ, რომ

$$T_{\text{სა}} = 2T. \quad (9.7.4.1)$$

თუ ვაანგარიშებღს შევასრუღებთ ტოლი ვაღღენის პრინციპის შესაბამისად, შეგვიძღლია დავწეროთ:

$$T_{\beta} = T_{\text{გ}} = T_{\text{სა}} \sqrt{2}. \quad (9.7.4.2)$$

$T, T_{სა}, T_{\beta}, T_S$  — სიდიდეების ინსტრუქციით მითითებული რიცხვითი ოდენობები მოყვანილია (1) ცხრილში.

ცხრილი 9.7.4.1

სელების აგების თანრიგი	სელის ზღვრული ფარდობითი შეუკვრელობა (სიზუსტე) $W_S :  S _{ზღვ.}$	$T$	$T_{სა}$	$T_{\beta} = T_S$
პოლიგონომეტრია 4 კლასის	1 : 25 000	25 000	50 000	70 000
„ 1 თანრიგი	1 : 10 000	10 000	20 000	28 000
„ 2 თანრიგი	1 : 5 000	5 000	10 000	14 000
თეოდოლიტური სელა 1 თანრიგი	1 : 2 000	2 000	4 000	5 600
„ 2 თანრიგი	1 : 1 000	1 000	2 000	2 800

პოლიგონომეტრიული ქსელების ან თეოდოლიტური სელების დაპროექტების დროს განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს საკვანძო წერტილის მდებარეობის დადგენის მოსალოდნელი შეცდომის განსაზღვრა. საყრდენ და საკვანძო წერტილებს შორის დასაშვებ მანძილებს საზღვრავენ ფორმულით

$$L_{საყ.} = M \cdot T_{სა} \cdot \sqrt{n}, \quad (9.7.4.3)$$

სადაც  $M$  არის საკვანძო წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის საშუალო კვალირატული შეცდომა;

$n$  — საკვანძო წერტილში მოხვედრილი სელების რაოდენობა;

$T_{სა}$  — სელის საშუალო ფარდობითი შეუკვრელობის მნიშვნელი.

მაგალითი 9.7.4.1. საჭიროა შედგეს 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიის მთლიანი ქსელი. ამ შემთხვევაში (1) ცხრილით  $T=10\,000$ ,  $T_{სა}=20\,000$ . მივიღოთ, რომ  $M=0,2$  მმ გეგმაზე ანუ 1:500 მასშტაბში ადგილზე იქნება 0,1 მეტრი და ვთქვათ, რომ ერთ კვანძში გადის  $n=3$  სელა. მაშინ (3) ტოლობით

$$L_{საყ.} = 0,1 \cdot 20\,000 \sqrt{3} = 3464 \text{ მ} \approx 3,5 \text{ კმ.}$$

იმ შემთხვევაში, როცა საკვანძო წერტილში თავს იყრის  $n=4$  სელა, მაშინ  $L_{საყ.}=4$  კმ; მაშასადამე, 4 კმ მეტი სიგრძის 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიული სელა დაუშვებელია.

იმ შემთხვევაში, როცა სელა ეყრდნობა თავითა და ბოლოთი მაღალი კლასის საყრდენ პუნქტებს და სელა ერთეულია, მაშინ სელის დასაშვებ სიგრძეს ანგარიშობენ ფორმულით

$$L = 2\sqrt{2} T_{სა} \cdot M \text{ მ.} \quad (9.7.4.4)$$

ზემოაღნიშნული პარამეტრები

$$L = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 20\,000 \cdot 0,1 \text{ მ} = 5657 \text{ მ} \approx 5,7 \text{ კმ.}$$

იმ შემთხვევაში, როცა პირველად გეოდეზიური საფუძველი იგება მთლიანი პოლიგონების ქსელების სახით, ყოველი საკვანძო წერტილის მდებარეობა

პარეობის განსაზღვრის შეცდომა იანგარიშება მომიჯნავე საკვანძო წერტილების მიმართ, რომლებიც თვით არიან განსაზღვრულები; მაშასადამე, ამ შემთხვევაში ყოველი საკვანძო წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის შეცდომის დადგენის დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული გამოსავალი შეცდომების ოდენობები.

როცა პოლიგონომეტრიული სვლები მთლიანია და სვლის გვერდები წარმოადგენს სინათლის მანძილზომებით გაზომვის შედეგს, ყოველი საკვანძო წერტილის მდებარეობის მოსალოდნელი შეცდომა შედარებით ახლო მდებარე საკვანძო წერტილის მიმართ შეიძლება გამოვითვალოთ ფორმულით:

$$M = \frac{L}{T_{სა} \sqrt{n-1}}, \quad (9.7.4.5)$$

რომლის პარამეტრები იმავე მნიშვნელობებისაა, რაც (3) ფორმულაში.

აღსანიშნავია, რომ პოლიგონომეტრიული სვლის განაპირა პუნქტები ისაზღვრება შედარებით ნაკლები სიზუსტით, ვიდრე ცენტრალური პუნქტები. ნ. ლებდევის მითითებით, დასაშვები სვლის ოდენობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$L = M \cdot T_{სა} \cdot \sqrt{n-1}, \quad (9.7.4.6)$$

ხოლო აგების თანრიგის მხედველობაში მიღებით მოთხოვნილი სიზუსტით კუთხეების გაზომვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას ანგარიშობენ ფორმულით

$$m_{\beta} = \frac{1}{\sqrt{2} T_{სა}} \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{12}{n+3}}, \quad (9.7.4.7)$$

სადაც  $n$  არის სვლაში გვერდების რაოდენობა.

1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიული სვლის კუთხეების გაზომვის სიზუსტეს ანგარიშობენ შემდეგნაირად: გამოიღიან შედარებით არახელსაყრელი შემთხვევიდან. ეს კი არის მაშინ, როცა სვლას აქვს ინსტრუქციის მითითებით გვერდების მაქსიმალური რაოდენობა  $n=15$ . ამ დროს, თუ  $T_{სა}=20\,000$ , (7) ტოლობით

$$m_{\beta} = \frac{1}{2000\sqrt{2}} \cdot 206265 \sqrt{\frac{12}{18}} = 6'', 0$$

ინსტრუქციის მიხედვით, სადაც გათვალისწინებულია მარაგი  $m_{\beta}=5''$ . ახლა დავუშვათ, რომ 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში, სადაც  $n=15$  გვერდს, განხილავი სვლის პუნქტიდან მაღალი სიზუსტით დაკვალვების წარმოებისათვის სვლის დასაშვები სიზუსტეა  $1:15\,000$ , ე. ი.  $T=15\,000$  და  $T_{სა}=30\,000$ , მაშინ

$$m_{\beta} = \frac{1}{30\,000\sqrt{2}} \cdot 206265 \sqrt{\frac{12}{18}} \approx 4'', 0.$$

იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა სვლებში ხაზების გაზომვებით წარმოშობილი შეცდომების დადგენა, მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება, რომ განაზომები ურთიერთდამოუკიდებელი შემთხვევითი შეცდომებით ხასიათდება და გროვდება სვლაში გვერდების რაოდენობიდან კვადრატული ფესვის პროპორციულად.

მთელი ქსელისათვის ხაზოვანი განაზომების შესაბამისი საშუალო სიზუს-



ტის ანუ საშუალო ფარდობითი შეცდომის გაანგარიშების დროს უნდა ვისა-  
გებლოთ სელაში გვერდების არა მაქსიმალური რაოდენობით, არამედ მათი  
საშუალო რაოდენობით.

ხაზოვანი გაზომვების დასაშვები საშუალო სიზუსტის გამოსათვლელად,  
როცა ქსელში საშუალოდ დაახლოებით ურთიერთტოლი გვერდებია და შეც-  
დომების რიგი ურთიერთდამოუკიდებელი და შემთხვევითი ხასიათისაა, ვსარ-  
გებლობთ შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{m_S}{S} = \frac{\sqrt{n}}{T_{\text{საშ}} \sqrt{2}}, \quad (9.7.4.8)$$

სადაც  $m_S$  არის ხაზის გაზომვის ყოველი ცალკეული საშუალო კვადრატული

(შემთხვევითი) შეცდომა;

$S$  — ხაზის (გვერდის) სიგრძე;

$n$  — სელაში ხაზების (გვერდების) რაოდენობა.

1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიის სელაში ხაზების (გვერდების) საშუ-  
ალო რაოდენობად მივიღოთ 8. მაშინ (8) ფორმულით

$$\frac{m_S}{S} = \frac{\sqrt{8}}{20000 \sqrt{2}} = \frac{1}{10000}.$$

აქედან, როცა გვერდის სიგრძე მიღებულია ოპტიმალური  $S=300$  მ, შესაბა-  
მისი საშუალო კვადრატული შეცდომა  $m_S=0,030$  მ=30 მმ, ხოლო როცა  
გვერდი მინიმალურია, ანუ როცა  $S=120$  მ, მაშინ  $m_S=12$  მმ.

$\mu$  შემთხვევითი გავლენის კოეფიციენტი გამოითვლება (3.4.1.14') ფორ-  
მულით

$$\mu = \frac{m_S}{\sqrt{S}}, \quad (9.7.4.9)$$

ანუ განხილად შემთხვევაში

$$\mu = \frac{0,030}{\sqrt{300}} = 0,0017.$$

1-ლი თანრიგის თეოდოლიტურ სვლებში, სადაც ხაზების რაოდენობა  $n=4$ ,  
(1) ცხრილის მონაცემების (8) ფორმულაში შეტანით მივიღებთ

$$\frac{m_S}{S} = \frac{\sqrt{4}}{4000 \sqrt{2}} = \frac{1}{2800},$$

ხოლო, როცა  $S=100$  მ, მაშინ  $m_S = \frac{100}{2800} = 36$  მმ.

იმ შემთხვევაში, როცა განაზომების რიგი, გარდა შემთხვევითი შეცდო-  
მებისა, ხასიათდება სისტემატური შეცდომებითაც, ხაზოვანი განაზომების სი-  
ზუსტის შეფასებას აწარმოებენ ფორმულით

$$\frac{\sigma_S}{S} = \frac{\sqrt{n}}{Q \cdot T_{\text{საშ}} \cdot \sqrt{2}},$$

$$Q = \sqrt{1 + \frac{L}{K^2}} \quad (9.7.4.10)$$

და

$$K = \frac{\mu}{\lambda},$$

სადაც  $L$  არის სელის სიგრძე (კმ); $\mu$  — შემთხვევითი შეცდომების გავლენის კოეფიციენტი; $\lambda$  — სისტემატური შეცდომების გავლენის კოეფიციენტი.

ვთქვათ, 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიულ სელაში შედის  $n=8$  ხაზი, რომლის გვერდის ოპტიმალური სიგრძე  $S=300$  მეტრს, ხოლო  $L=2,4$  კმ.

ინვარული მავთულებით განაზომების საშუალებით დადგენილია  $K = \frac{\mu}{\lambda} = 40$ .

მაშინ (10) ფორმულებით

$$Q = \sqrt{1 + \frac{2400}{40^2}} = 1,6;$$

$$\frac{\sigma_S}{S} = \frac{\sqrt{8}}{1,6 \cdot 20000 \cdot \sqrt{2}} \approx \frac{1}{16000}.$$

როცა  $S=300$  მ, მაშინ  $\sigma_S=19$  მმ.

მთელ სელაზე სისტემატური შეცდომების  $\sigma$  დაგროვება გამოითვლება ფორმულით:

$$\sigma = \frac{\sigma_S \sqrt{S}}{K}. \quad (9.7.4.11)$$

განხილად შემთხვევაში, ანუ როცა  $\sigma_S=0,019$  მ;  $S=300$  მ;  $K=40$ ,

$$\sigma = \frac{0,019 \sqrt{300}}{40} = 8,2 \text{ მმ},$$

საიდანაც სისტემატური გავლენის კოეფიციენტი იქნება

$$\lambda = \frac{\sigma}{S} = \frac{8,2 \text{ მმ}}{300000} \approx \frac{1}{3700}, \quad (9.7.4.12)$$

ანუ  $\lambda=0,000027$ .

მაშასადამე, განხილად შემთხვევაში ყოველი ხაზის ფარგლებში შემთხვევითი შეცდომების გავლენა არ უნდა აღემატებოდეს 0,0017, ხოლო სისტემატური შეცდომების გავლენა 0,000027.

ახლა განვიხილოთ ხაზის გაზომვის მოთხოვნილი სიზუსტის საკითხი თეოლოლიტურ სელებში. ამ შემთხვევაში ვგულისხმობთ ხაზების გაზომვას ფოლადის ბაფთათ, რომლის დროსაც შეიძლება მივიღოთ  $K=30$ . ვთქვათ, განსახილველია მოკლე სელები 4 ხაზით, თითო საშუალოდ 100 მ, მაშინ (10) ფორმულით

$$Q = \sqrt{1 + \frac{400}{900}} = 1,2.$$

(10) ფორმულით და (1) ცხრილით

$$\frac{\sigma_S}{S} = \frac{\sqrt{4}}{1,2 \cdot 400 \cdot \sqrt{2}} \approx 1:3400 \quad \text{ანუ} \quad \sigma_S = \frac{100}{3400} = 29 \text{ მმ.}$$

ახლა თუ მივიღებთ  $\sigma_S = m_S$  ოდენობებს, მაშინ (9) ფორმულით

$$\mu = \frac{0,029}{\sqrt{100}} \approx 0,003.$$

(11) ფორმულით

$$\sigma = \frac{29 \cdot \sqrt{100}}{30} = 9,7 \text{ მმ.}$$

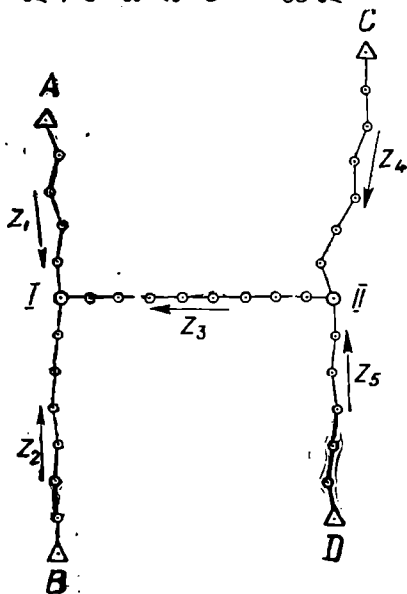
ხოლო (12) ფორმულით

$$\lambda = \frac{\sigma}{S} = \frac{9,7}{100000} \approx 0,0001.$$

როცა ხაზები იზომება მოკლებასისანი ხერხით ან ოპტიკური მანძილ-მზომებით, ხაზის ფარგლებში შემთხვევითი და სისტემატური გავლენის კოეფიციენტები ითვლება ტოლად.

### 9.7.5. პოლიგონომეტრიული და თეოდოლიტური სვლების პროექტის შეფასება

საინჟინრო გეოდეზიის მერვე ტომში ზოგადად განხილულია საკითხები სახელმწიფო გეოდეზიური საფუძვლის პროექტის სანდობის შემოწმების



შესახებ. აქ განვიხილავთ იგივე საკითხს მაგალითის სახით, საქალაქო და სამრეწველო—საქარხნო დასახლებების დაპროექტება-შენებლობასთან დაკავშირებით.

პოლიგონომეტრიული ქსელის პროექტის შეფასების შედარებით მარტივ მეთოდს წარმოადგენს თანამიმდევრობითი მიახლოების მეთოდი. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა დავადგინოთ ყოველი საკვანძო წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის მოსალოდნელი საშუალო კვადრატული შეცდომა არა საყრდენი წერტილების მიმართ, არამედ მომიჯნავე საკვანძო წერტილების მიმართ.

(1) ნახაზზე A, B, C, D,

წერტილები საყრდენი პუნქტებია, რომელთა მდებარეობის განსაზღვრის შეცდომები მივიღოთ ნულის ტოლად.

პირველი მიახლოების დროს სვლების სისტემები საყრდენი წერტილებიდან, რომლებიც თავს იყრიან I და II საკვანძო წერტილებში, მივიღოთ ურთიერთდამოუკიდებელ სისტემებად. მაშასადამე,  $\xi_1, \xi_2, \xi_3$  სვლების სისტემების საყრდენ (გამოსავალ) პუნქტებს წარმოადგენენ A, B და II წერტილები, ხოლო  $\xi_4, \xi_5, \xi_6$  სვლების სისტემებისას კი — C, D, I წერტილები, რომელთა მდებარეობის განსაზღვრის შეცდომა ზემოთ მივიღეთ ნულად.

ყოველი სვლის ბოლო წერტილის მდებარეობის შეცდომებს საზღვრავენ (8.4.8.12) ფორმულით ღია სვლებისათვის

$$M_{\xi_i}^2 = m^2 S^2 n + \frac{(m_{\beta})^2}{\rho} [S]^2 \frac{n+3}{12} \quad (9.7.5.1)$$

და ტეხილი სვლებისათვის:

$$M_{\xi_i}^2 = m^2 S^2 n + \left(\frac{m_{\beta}}{\rho}\right)^2 \sum_{v,i} D^2 \quad (9.7.5.2)$$

ფორმულით.

(1) ფორმულა რომ ტეხილი სვლისათვისაც გამოვიყენოთ, რაც მეტად მოხერხებული და ადვილია, შედეგს მივიღებთ ცოტა მეტს, ვიდრე მივიღებდით (2) ფორმულით, რაც (1) ფორმულით სარგებლობის უფლებას იძლევა როგორც გაჭიმული, ისე ტეხილი სვლების პუნქტების შეფასების დროს. ამით შეიქმნება სიზუსტეების რეზერვი. სვლებში ხაზების (გვერდების) რაოდენობა და სვლების სიგრძეები მოცემულია (1) ცხრილში.

ცხრილი 9.7.5.1

სვლების დასახელება	სვლაში ხაზების რაოდენობა	სვლის სიგრძე (მ)
$\xi_1$	11	2,6
$\xi_2$	12	2,9
$\xi_3$	7	1,7
$\xi_4$	10	2,4
$\xi_5$	6	2,0

რეკოგნოსტირების (დაზვერვის) შედეგად ხაზის (გვერდის)  $S_{\text{საა}}$  საშუალო სიგრძე გამოვიდა 240 მ. I და II საკვანძო წერტილის მდებარეობის შეფასებისათვის საჭირო სიდიდეები (1) ნახაზის შესაბამისად მივიღოთ:

$$m_S = \pm 15 \text{ მ} \text{ და } m_{\beta} = \pm 5'', 0.$$

სვლების ბოლო წერტილების მდებარეობის განსაზღვრის მოსალოდნელი  $M_{\xi_i}$  საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობების გამოთვლა (1) ფორმულის შესაბამისად მოცემულია (1) სქემაში.

(1) სქემის გამოყენების დროს გამოყენებულია (1) ცხრილი. სვლის  $S_i$  სიგრძეები გამოსახულია მილიმეტრებში და  $\rho = 206000''$ . მაგალითად, მესამე სვეტის

სველების დისახელება	$m_{S_i}^2$	$\left(\frac{m_{S_i}}{r}\right)^2 \frac{n+3}{12} [S]^2$	$M_{S_i}^2$	$M_{S_i}$ (გმ)	$\frac{M_{S_i}}{[S]}$
1	2	3		4	5
$z_1$	2 480	4 650	7 130	84	1 : 31 000
$z_2$	2 700	6 200	8 900	94	1 : 31 000
$z_3$	1 580	1 420	3 000	55	1 : 31 000
$z_4$	2 250	3 680	5 930	77	1 : 31 000
$z_5$	1 350	1 770	3 120	56	1 : 36 000

პირველი სტრიქონი მიღებულა  $\frac{5^2 \times (11+3)}{(0,206 \times 10^6) \times 12} \times (2,6 \times 10^6)^2 = \frac{25}{0,0424} \times \frac{14}{12} \cdot 6,76 = 4650$ ,

შემდეგი სტრიქონი იქნება  $\frac{25}{0,0424} \times \frac{15}{12} \times 8,41 = 6200$  და ა. შ.

$z_1, z_2, z_3$  სველების მიხედვით I საკვანძო წერტილის წონები გამოითვლება (3.5.4.1) ფორმულით

$$p_{z_1} = \frac{\eta^2}{M_{z_1}^2}; \quad p_{z_2} = \frac{\eta^2}{M_{z_2}^2}; \quad p_{z_3} = \frac{\eta^2}{M_{z_3}^2}, \quad (9.7.5.3)$$

სადაც  $\eta^2$ , ანუ ნამდვილი, ფაქტობრივი განაზომების ერთეული წონის საშუალო კვადრატული შეცდომის კვადრატი მივიღოთ, რომ ტოლია 100 000. თუ ვისარგებლებთ (1) სქემის 4 სვეტის ჩანაწერებით, დავწერთ

$$p_{z_1} = \frac{100\,000}{7130} = 14; \quad p_{z_2} = \frac{100\,000}{8900} = 11; \quad p_{z_3} = \frac{100\,000}{3000} = 33,$$

ხოლო I საკვანძო წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის საერთო წონა (3.7.10.8) ფორმულით იქნება

$$(P_I)_{\text{მახ}} = p_{z_1} + p_{z_2} + p_{z_3} = 58 \quad (9.7.5.4)$$

და პირველი მიახლოების საშუალო კვადრატული შეცდომა იგივე (3.5.4.1) ფორმულის მიხედვით იქნება

$$(M_I)_{\text{მახ}} = \sqrt{\frac{\eta^2}{(P_I)_{\text{მახ}}}} = \sqrt{\frac{100\,000}{58}} \approx 42 \text{ გმ}. \quad (9.7.5.5)$$

II საკვანძო წერტილისათვისაც ანალოგიურად მივიღებთ

$$p_{z_4} = \frac{100\,000}{3000} = 33; \quad p_{z_5} = \frac{100\,000}{5930} = 17; \quad p_{z_6} = \frac{100\,000}{3120} = 32,$$

ხოლო საერთო წონა  $(P_{II})_{\text{მახ}} = 33 + 17 + 32 = 82$ . შესაბამისი საშუალო კვადრატული შეცდომა კი იქნება

$$(M_{II})_{\text{მახ}} = \sqrt{\frac{100\,000}{82}} = 35 \text{ გმ}. \quad (9.7.5.6)$$

I წერტილის მდებარეობის განსაზღვრის შეცდომის მეორე მიახლოების— $M_{\Sigma}^I$  გამოსათვლელად  $M_{\Sigma}$  და  $(M_{II})_{I \text{ მიახლ.}}$  საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები უნდა ჩავთვალოთ საყრდენი (გამოსავალი) მონაცემების შეცდომებად. მაშასადამე, I საკვანძო წერტილისათვის (1) ცხრილის მეხუთე სვეტიდან და (6) ფორმულიდან

$$M_{\Sigma_1}^I = 84 \text{ მმ}; \quad M_{\Sigma_2}^I = 94 \text{ მმ}; \quad M_{\Sigma_3}^I = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + (M_{II})_{I \text{ მიახლ.}}^2} = \\ = \sqrt{55^2 + 35^2} = 65 \text{ მმ.}$$

მეორე მიახლოებისათვის სვლების მიხედვით წონები I საკვანძო წერტილისათვის იქნება

$$p_{\Sigma_1} = \frac{100\,000}{7130} = 14; \quad p_{\Sigma_2} = \frac{100\,000}{8900} = 11; \quad p_{\Sigma_3}^I = \frac{100\,000}{65^2} = 24.$$

$$(P_{II})_{I \text{ მიახლ.}} = p_{\Sigma_1} + p_{\Sigma_2} + p_{\Sigma_3} = 14 + 11 + 24 = 49;$$

$$(M_{II})_{I \text{ მიახლ.}} = \sqrt{\frac{100\,000}{49}} = 45 \text{ მმ.}$$

იგივე შესრულდება II საკვანძო წერტილისათვის:

$$M_{\Sigma_3}^{II} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + (M_{II})_{II \text{ მიახლ.}}^2} = \sqrt{55^2 + 42^2}; \quad M_{\Sigma_1} = 77 \text{ მმ}; \quad M_{\Sigma_2} = 56 \text{ მმ}$$

და

$$p_{\Sigma_1}^{II} = \frac{100\,000}{69^2} = 21; \quad p_{\Sigma_2} = \frac{100\,000}{77^2} = 17; \quad p_{\Sigma_3} = \frac{100\,000}{56^2} = 32,$$

ხოლო

$$(P_{II})_{II \text{ მიახლ.}} = p_{\Sigma_1}^{II} + p_{\Sigma_2} + p_{\Sigma_3} = 21 + 17 + 32 = 70;$$

$$(M_{II})_{II \text{ მიახლ.}} = \sqrt{\frac{100\,000}{70}} = 38 \text{ მმ.}$$

ზემოთ მოყვანილი გამოთვლები შეიძლება შესრულდეს (2) სქემის სახით. ვინაიდან მესამე მიახლოების შემფასებელი რიცხობრივი მაჩვენებლები ახლოა მეორე მიახლოების შედეგებთან, საჭირო არ არის შემდეგი მიახლოების შესრულება.

ცალკეულ სვლებზე ფარდობითი მოსალოდნელი შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

$$\frac{M_{\text{მოსალოდნელი}}}{L} = \frac{\sqrt{M_{\text{გამოსახ.}}^2 + M_{\Sigma}^2}}{L},$$

სადაც

$$M_{\text{გამოს.}} = \sqrt{\frac{M_{\text{საწყისი}}^2 + M_{\text{ბოლო}}^2}{2}}$$

(9.7.5.3)

$M_{\text{საწყ.}}$  არის სვლის საწყისი წერტილის მდებარეობის მოსალოდნელი შეცდომა;  $M_{\text{ბოლო}}$  — სვლის ბოლო წერტილის მდებარეობის მოსალოდნელი შეცდომა. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ (3) ფორმულაში არ არის გათვალისწინებული  $M_{\text{გამოს.}}$  და  $M_{\Sigma}$  შეცდომებს შორის დამოკიდებულება.



განხილული მაგალითისათვის სვლების ზიხედვით (3) ფორმულით მოსალოდნელი ფარდობითი შეცდომის გამოთვლის ნიმუში მოცემულია (3) სქემაში.

სქემა 9.7.53

სვლები	სვლის სიზიხე (კმ)		წერტილების ნუმერაცია	$M_{სანჯისი}^2$ სკ.	$M_{წილი}^2$ სკ.	$M_{გამოსასვლ}^2$ (ა) ფორმ	$M_{ს}^2$ (2) სკ.	$M_{გოალირანდი}^2$ (3) ფორმ.	$M_{გოალირანდი}^2$ (გ)	$\frac{M_{მოსალოდნ.}}{I}$	$\frac{2M_{მოსალოდნ.}}{I}$
	საწყისი	ბოლო									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$s_1$	2.6	A	I	0	2040	1020	7130	8150	90	1:28900	1:14450
$s_2$	2.9	B	I	0	2040	1020	8900	9920	100	1:29000	1:14500
$s_3$	1,7	II	I	1720	2040	1020	3000	4020	63	1:27300	1:13650
$s_4$	2,4	C	II	0	1720	860	5930	6790	82	1:29300	1:14650
$s_5$	2,0	D	II	0	1720	860	3120	3980	63	1:32000	1:16000

### 9.7.6. ტრიანგულაციის პროექტის შეფასება

საქალაქო და სამრეწველო-საქარხნო მიმოხილვების დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლოატაციისათვის საჭირო გეოდეზიური სამუშაოების პროექტის განხილვის დროს განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა შემოწმდეს პროექტის გეომეტრიული კავშირის სუსტი ადგილები.

იმის მიხედვით, თუ როგორია პროექტის აგებულების გეომეტრიული ხასიათი, მის შეფასებას ასრულებენ სხვადასხვა მეთოდებით.

როცა პროექტის გეომეტრიული აგებულება თავისუფალი ქსელის სახის არის ან იგი დაკავშირებულია მცირე რაოდენობის საყრდენ პუნქტებთან, იყენებენ გაწონასწორების კორელაციების მეთოდს, ხოლო შეფასებას ამ დროს ახდენენ წონითი ფუნქციების მეთოდით ანუ ადგენენ განაზომთა განტოლებებს მათი წონების განსაზღვრის მიზნით.

როცა გეოდეზიური საფუძველი იქმნება ქსელებში პუნქტის ან პუნქტების ჩასმით, მაშინ გაწონასწორებას ასრულებენ პარამეტრული ხერხით, ხოლო პროექტის შეფასებისათვის იყენებენ წონითი კოეფიციენტების გამოყენების მეთოდს. ზემოხსენებულთან დაკავშირებული საკითხები ვრცლად არის განხილული საინჟინრო გეოდეზიის მეხუთე და მერვე ტომებში.

არსებობს პროექტების შეფასების მთავრობითი და მკაცრი მეთოდები.

მაგალითი 9.7.6.1. (1<sup>ა</sup>) ნახაზზე აგებული ტრიანგულაციის პროექტი შეფასასოთ მიხსლოებითი ხერხით.

(1<sup>ა</sup>) ნახაზი გავამარტივოთ II—V—S<sub>1</sub>' და VI—IV—S<sub>2</sub>' დიაგონალების მოშორებით, რომელთაც შემდგომში მივიღებთ მხედველობაში: გამარტივებული ქსელია (1<sup>ა</sup>) ნახაზზე.

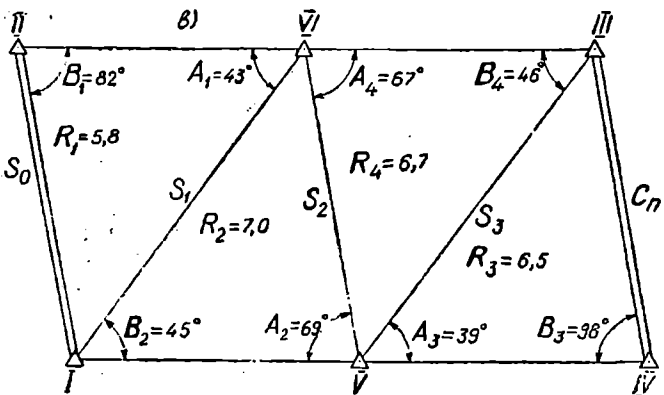
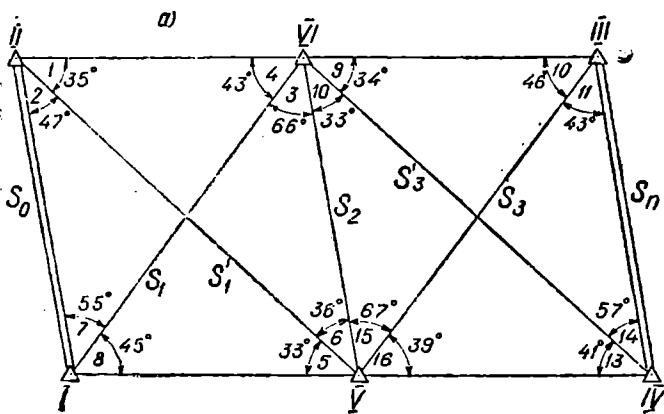
ქსელის გამოსასვლელი (S<sub>2</sub>) გვერდიდან  $n$  რაოდენობის სამკუთხედებით



დაშორებული გვერდის ლოგარითმის მოსალოდნელ საშუალო კვადრატულ შეცდომას ანგარიშობენ (8.4.2.20) და (8.4.2.22) ფორმულებით

$$M_{\lg \sigma_n}^2 = m_{\lg \sigma_n}^2 + \frac{2}{3} m_{\beta}^2 \sum_{i=1}^n (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B) = m_{\lg \sigma_n}^2 + \frac{2}{3} m_{\beta}^2 \sum_{i=1}^n R, \quad (9.7.6.1)$$

სადა  $\delta_A$  და  $\delta_B$  არის  $A$  და  $B$  დამაკავშირებელი კუთხეების ერთი სეკუნდით შეცვლის შესაბამისი ამ კუთხეების ლოგარითმების შეცვლის ოდენობები.



ნახ. 9.7.6.1.

$R = \delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B$  სიდიდე წარმოადგენს ქსელში სამკუთხედების გეომეტრიულ კავშირის შეცდომას, რომელსაც ვიღებთ (8.4.2.5) ცხრილიდან. ამ

ცხრილიდან ამოღებული ოდენობები ჩაწერილია (1<sup>ბ</sup>) ნახაზის სამკუთხედებში:  $R_1=5,8$ ;  $R_2=7,0$ ;  $R_3=6,5$  და  $R_4=6,7$ .

თუ უგულებელვყოფთ გამოსასვლელი  $b_1$  გვერდის ლოგარითმის საშუალო კვადრატულ შეცდომას და მივიღებთ, რომ კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა  $m_\beta=2''$ , (1) ფორმულის მიხედვით განესაზღვრავთ V—VI გვერდის სიგრძის განსაზღვრის მოსალოდნელი გეომეტრიული კავშირის ჯამურ შეცდომას  $S_0$  გვერდის მიმართ

$$M_{1g S_0} = 2 \sqrt{\frac{2}{3} \cdot (5,8 + 7,0)} = 5,8,$$

$S_*$  გვერდის მიმართ

$$M_{1g S_*} = 2 \sqrt{\frac{2}{3} (6,5 + 6,7)} = 5,9.$$

მაშასადამე, გამოსასვლელი შეცდომების უგულებელყოფით  $S_2$  გვერდის ლოგარითმის შეცდომა, როგორც წონითი საშუალო, იქნება

$$M_{1g S_2}^2 = \frac{M_{1g S_0}^2 \times M_{1g S_*}^2}{M_{1g S_0}^2 + M_{1g S_*}^2}, \quad (9.7.6.2)$$

ე. ი.

$$M_{1g S_2}^2 = \frac{5,8^2 \times 5,9^2}{5,8^2 + 5,9^2} = 17, \quad (9.7.6.3)$$

ანუ  $M_{1g S_2} = \pm 4,1$  ლოგარითმის შეეკვსე ნიშნის ერთეულებს.

ლოგარითმებში მიღებული ოდენობა რომ გამოვსახოთ ნატურალური რიცხვებით, საჭიროა  $M_{1g S_2}$  გავყოთ  $M_{10} = 0,4343$  ათობითი ლოგარითმების მოდულზე ან გაეამრავლოთ 2,3 და მიღებული ოდენობა მივეწეროთ ნულს შეეკვსე ათწილადის სახით:

$$M_{S_2} = 4,1 : 0,434 = 4,1 \times 2,3 = 0,0000094. \quad (9.7.6.4)$$

ეს უკანასკნელი, გამოსახული ფარდობითად, იქნება

$$\frac{M_{S_2}}{S_2} = \frac{0,0000094}{10^6} \approx \frac{1}{106400}.$$

იმ შემთხვევაში, როცა საჭირო იქნება გამოსასვლელი  $S_0$  გვერდის  $M_{1g S_0}$  შეცდომის გათვალისწინება, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ (8.4.2.21) ფორმულით ანუ (2)-ის მხედველობაში მიღებით დაიწერება

$$M_{S_2}^2 = \frac{M_{1g S}^2}{2} + M_{1g S_2}^2 = \frac{M_{1g S}^2}{2} + \frac{M_{1g S_0}^2 \times M_{1g S_*}^2}{M_{1g S_0}^2 + M_{1g S_*}^2}, \quad (9.7.6.5)$$

სადაც  $M_{1g S}$  არის  $S_0$  და  $S_*$  გამოსასვლელი გვერდების ლოგარითმების შეცდომების საშუალო ოდენობა.

აქვე შევნიშნავთ, რომ განხილად მაკალითში დამუშავებულია, რომ გამოსასვლელი გვერდები ( $S_0$  და  $S_*$ ) მოცემულია 2,5-ჯერ უფრო დიდი სიზუს-

ტი, ვიდრე ამას იღებენ საერთოდ განხილადი ქსელების გვერდების გამოთვლის დროს, რის გამო მათ შეცდომებს მხედველობაში არ ვიღებთ.

როგორც ვხედავთ, მოსალოდნელი ფარდობითი შეცდომების ოდენობა განსაზღვრულია იმ შემთხვევაში, როცა ქსელი გამარტივებულია  $S_1'$  და  $S_2'$  დიაგონალების მოხსნის გამო. აღნიშნულის გამო საკურო იქნება მივიღოთ სათანადო შესწორება, რასთვისაც (4) ფორმულით განსაზღვრული ოდენობა უნდა გადავამრავლოთ  $q$ -ზე

$$\left. \begin{aligned} M_{S_2'} &= q M_{S_2} \\ q &= \frac{K}{N} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.6.6)$$

სადაც  $N$  არის შესაფასებელ ქსელში გაზომილი კუთხეების რაოდენობა;  
 $K$  — გამარტივებულ ქსელში გაზომილი კუთხეების რაოდენობა.

განხილად მაგალითში  $N=16$ ,  $K=12$ . მაშასადამე,  $M_{S_2'} = \frac{12}{16} \cdot 9,5 = 7,1$  მძიმიდან მეექვსე ნიშინი ანუ ფარდობითად

$$\frac{M_{S_2'}}{S_2'} = \frac{0,0000071}{10^6} = \frac{1}{140\,000} \quad (9.7.6.7)$$

ნებისმიერი დამაკავშირებელი გვერდის დირექციული კუთხის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$M_{\alpha_n}^2 = M_{\alpha_0}^2 + \frac{2}{3} M_{\beta}^2 \cdot n \quad (9.7.6.8)$$

ჯერჯერობით უგულებელვყოთ გამოსასვლელი გვერდის დირექციული კუთხე, ვისარგებლოთ ამ ფორმულით და განვსაზღვროთ  $S_2$  გვერდის დირექციული კუთხე  $S_0$  გვერდიდან, ე. ი.  $n=2$ .

$$\left. \begin{aligned} M_{\alpha_2}^2 &= \frac{2}{3} \times 2^2 \times 2 = 5'',3 \\ M_{\alpha_2} &= 2'',3 \end{aligned} \right\} \quad (9.7.6.9)$$

ხოლო, შეფასების დროს თუ მივიღებთ მხედველობაში მოხსნილ დიაგონალებს, მივიღებთ:

$$M_{\alpha_2}' = \frac{K}{N} \cdot M_{\alpha_2} = \frac{6}{8} \times 2'',3 = 1'',7 \quad (9.7.6.10)$$

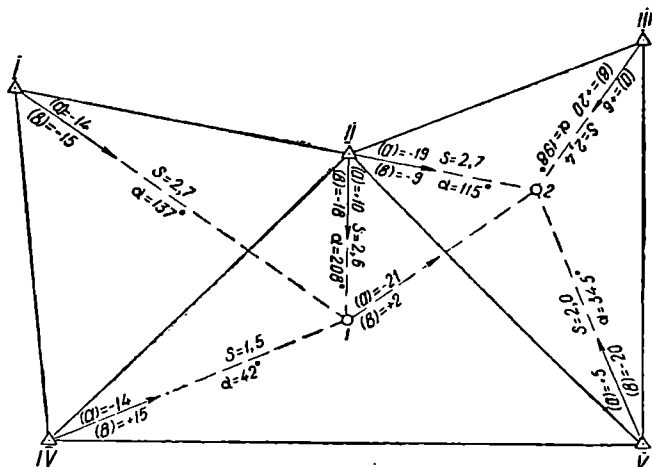
ახლა მხედველობაში მივიღოთ, რომ ორ გამოსასვლელ დირექციულ კუთხეს შორის განხილადი ჯაჭვის  $S_2$  გვერდი სამკუთხედების მიმართ სიმეტრიულად მდებარეობს, მაშინ დაეწერთ

$$M_{\alpha_2}'' = \frac{M_{\alpha_2}'}{\sqrt{2}} = \frac{1'',7}{\sqrt{2}} = 1'',2 \quad (9.7.6.11)$$

ბოლო თუ მხედველობაში მივიღებთ გამოსასვლელი გვერდის ზეცდომას, დავწეროთ  $M_{\alpha_{გაგ}} = M_{\alpha} = 1'',5$ ,

$$M_{\alpha}^2 = \frac{(M_{\alpha_0})^2}{2} + (M_{\alpha}'' )^2 = \frac{(1'',5)^2}{2} + (1'',2)^2 = 2'',56. \quad (9.7.6.12)$$

მაგალითი 9.7.6.2. (2) ნახაზზე მოცემული რიცხვითი მაჩვენებლების მიხედვით შევაფასოთ ტრიანგულაციის მე-4 კლასის ქსელში ორი წერტილის ჩასმის პროექტი მიახლოებითი მეთოდით.



ნახ. 9.7.6.2.

ყოველი მიმართულებით  $X$  აბსცისის განსაზღვრის წონა აღენიშნოთ  $a^2$ -ით და  $Y$  ორდინატის კი  $b^2$ -ით.  $a$  და  $b$  სიდიდეების გამოსათვლელი ფორმულებია:

$$\left. \begin{aligned} a &= - \frac{p \sin \alpha}{s} \\ b &= + \frac{p \cos \alpha}{s} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.6.12)$$

არსებობს ცხრილები, სადაც  $(a)$ ,  $(b)$  შესწორებების ოდენობები მოცემულია ყოველი  $s=1$  კილომეტრისათვის დეციმეტრებში  $(\text{დმ})$ ,  $a$  და  $b$  ოდენობებს საზღვრავენ (2) ნახაზიდან ამოწერილი  $(a)$ ,  $(b)$  და  $s$  ცნობილი პარამეტრების ქვემოთ მოყვანილ ფორმულებში ჩასმით

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{(a) \text{ დმ}}{s \text{ კმ}} \\ b &= \frac{(b) \text{ დმ}}{s \text{ კმ}} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.6.13)$$

(13) ფორმულებით  $a$  და  $b$  ოდენობების განოთვლა ნაჩვენებია (1) სქემაში.

სქემა 9.7.6.1

სადგური, პუნქტები	პუნქტებზე მიმართულებები	მიმართულებები	შანძილები	(ა)	(ბ)	$a$	$b$
1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	137	2,7	-14	-15	-5,2	-5,6
	2	115	2,7	-19	-9	-7,0	-3,3
II	1	208	2,6	+10	-18	+3,8	-6,9
	2	198	2,4	+6	-20	+2,5	-8,3
III	2	42	1,5	-14	+15	-9,3	+10,0
IV	1	345	2,0	+5	+20	+2,5	+10,0
V	I	317	2,7	+14	+15	+5,2	-5,6
	II	28	2,6	-10	+18	-3,8	+6,9
	2	85	3,2	-21	+2	-6,6	+0,6
	IV	222	1,5	+14	-15	+9,3	-10,0
1	II	295	2,7	+19	+9	+7,0	+3,3
	III	18	2,4	-6	+20	-2,5	+8,3
	V	165	2,0	-5	-20	-2,5	-10,0
	1	265	3,2	+21	-2	+6,6	-0,6

პირველი მიახლოების დროს შესაფასებელი ქსელის ყველა პუნქტს თვლიან როგორც მქარს უშეცდომო კოორდინატებით.

ცალკეული მიმართულებების მოსალოდნელ შეცდომებს ანგარიშობენ (3.5.4.1) ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} m_{x_i}^2 &= \frac{m_{\beta}^2}{a_i^2} \\ m_{y_i}^2 &= \frac{m_{\beta}^2}{b_i^2} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.6.14)$$

ბოლო ჯამური მოსალოდნელი შეცდომა, სადაც მხედველობაში იქნება მიღებული ყველა მიმართულება, (3.7.10.8) ფორმულის მიხედვით დაიწერება

$$\left. \begin{aligned} M_{\Sigma a}^2 &= \frac{m_{\beta}^2}{2 \Sigma a^2} \\ M_{\Sigma b}^2 &= \frac{m_{\beta}^2}{2 \Sigma b^2} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.6.15)$$

სადაც მნიშვნელში  $\Sigma a^2$  და  $\Sigma b^2$  ჯამების წინ კოეფიციენტები (2) იქნება, როცა დაშიზნებებს ვახდენთ ყველა წერტილს შორის წინ და უკან, ანუ როცა კუთხეები იზომება ყველა გამოსავალ და განსასაზღვრელ პუნქტზე.

მეორე მიახლოების შესრულების დროს ითვალისწინებენ პირველი მიახლოების დროს პუნქტების კოორდინატების განსაზღვრის მოსალოდ-

ნელ შეცდომებს, რისთვისაც საზღვრავენ  $A$  და  $B$  კოეფიციენტებს ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{m_x^2}{m_{x_i}^2} \\ B &= \frac{m_y^2}{m_{y_i}^2} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.9.16)$$

პირველი მიახლოება მოცემულია (2) სქემაში, მეორე კი — (3) სქემაში. მესამე მიახლოების შესრულება საჭირო არ გახდა, რადგანაც მეორე მიახლოების შეფასებები დაემთხვა პირველი მიახლოების შეფასებების ოდენობებს. მიახლოებითი შეფასების შედეგად მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

$$\begin{aligned} m_{x_1} &= 11 \text{ მმ}; & m_{y_1} &= 11 \text{ მმ}; \\ m_{x_2} &= 14 \text{ მმ}; & m_{y_2} &= 11 \text{ მმ}; \\ M_1 &= \sqrt{m_{x_1}^2 + m_{y_1}^2} = 16 \text{ მმ}; \\ M_2 &= \sqrt{m_{x_2}^2 + m_{y_2}^2} = 18 \text{ მმ}. \end{aligned}$$

განხილად მაგალითში  $m_{\beta} = 2''$ .

ზშირად მიახლოებითი და მკაცრი მეთოდის შეფასების შედეგები ემთხვევა ერთმანეთს, ამავ დროს მიახლოებითი მეთოდი გაცილებით ეკონომიურია და მოხერხებულია.

სქემა 9.7.6.2

I მიახლოება

მიმართულება	x			y		
	a	a <sup>2</sup>	m <sub>x<sub>i</sub></sub> <sup>2</sup> (ღმ) <sup>2</sup>	b	b <sup>2</sup>	m <sub>y<sub>i</sub></sub> <sup>2</sup> (ღმ) <sup>2</sup>
გ ა ნ ს ა ს ა ზ ღ რ ე ლ ი 1 პუნქტი						
I-1	-5.2	27.04	0.1479	-5.6	31.36	0.1276
II-1	+3.8	14.44	0.2770	-6.9	47.61	0.0840
2-1	+6.6	43.56	0.0918	-0.6	0.36	11.1111
IV-1	-9.3	86.49	0.0462	+10.0	100.00	0.0400
		Σa <sup>2</sup> =171,53			Σb <sup>2</sup> =179,33	

გ ა ნ ს ა ს ა ზ ღ რ ე ლ ი 2 პუნქტი

II-2	-7.0	49.00	0.0816	-3.3	10.89	0.3673
III-2	+2.5	6.25	0.6400	-8.3	68.89	0.0581
V-2	+2.5	6.25	0.6400	+10.0	100.00	0.0400
I-2	-6.6	43.56	0.0918	+0.6	0.36	11.1111
		Σa <sup>2</sup> =105,06			Σb <sup>2</sup> =180,14	

$$(M_x)_{I \text{ მიახლ}}^2 = \frac{4}{210,12} = 0,0190;$$

$$(M_y)_{I \text{ მიახლ}}^2 = \frac{4}{360,28} = 0,0111;$$

$$(M_x)_{I \text{ მიახლ}} = 0,14 \text{ ღმ};$$

$$(M_y)_{I \text{ მიახლ}} = 0,11 \text{ ღმ}.$$

მიმარ- თულება	x				y			
	$m^2_{x_i}$	$m_{x_i}$ გამოსახ	$(m^2_{x_i})_{II}$ შიხლ	$A^2$	$m^2_{y_i}$	$m^2_{y_i}$ გამოს	$(m^2_{y_i})_{II}$ შიხლ	$B^2$

გ ა ნ ს ა ს ა ზ ღ ვ რ ე ლ ი 1 პ უ ნ კ ტ ი

I-1	0,1479	—	0,1479	27,05	0,1276	—	0,1276	31,35
II-1	0,2770	—	0,2770	14,44	0,0840	—	0,0840	47,62
2-1	0,0918	0,0190	0,1108	36,10	11,1111	0,0111	11,1222	0,36
IV-1	0,0462	—	0,0462	86,58	0,0400	—	0,0400	100,00

$$\Sigma A^2 = 164,70$$

$$\Sigma B^2 = 179,33$$

$$(M_{x^2})_{II \text{ შიხლ}} = \frac{4}{329,40} = 0,0121$$

$$(M_{y^2})_{II \text{ შიხლ}} = \frac{4}{358,66} = 0,0112$$

$$(M_x)_{II \text{ შიხლ}} = 0,11 \text{ ლმ}$$

$$(M_y)_{II \text{ შიხლ}} = 0,11 \text{ ლმ}$$

გ ა ნ ს ა ს ა ზ ღ ვ რ ე ლ ი 2 პ უ ნ კ ტ ი

II-2	0,0816	—	0,0816	49,08	0,3673	—	0,3673	10,89
III-2	0,6400	—	0,6400	6,25	0,0581	—	0,0581	68,85
V-2	0,6400	—	0,6400	6,25	0,0400	—	0,0400	100,00
II-2	0,0918	0,0121	0,1039	38,50	11,1111	0,0112	11,1223	0,36

$$\Sigma A^2 = 100,08$$

$$\Sigma B^2 = 180,10$$

$$(M_{x^2})_{II \text{ შიხლ}} = \frac{4}{200,16} = 0,0200;$$

$$(M_{y^2})_{II \text{ შიხლ}} = \frac{4}{360,20} = 0,0111;$$

$$(M_x)_{II \text{ შიხლ}} = 0,14 \text{ ლმ};$$

$$(M_y)_{II \text{ შიხლ}} = 0,11 \text{ ლმ}$$

### 9.7.7. ქალაქებისა და მსხვილ ნაგებობათა გზენაგებობის გეგმური გეოდეზიური საფუძვლისათვის საჭირო ტრიანგულაციის თავისებურებები

ტრიანგულაციის ან ტრილატერაციის მეთოდით ქალაქებისა და სხვადასხვა მსხვილი ნაგებობებისათვის საჭირო დაკვირვებების წარმოება გაშლილ და ტყიან სივრცეებთან შედარებით უფრო რთული და ძნელია.

პროექტის შედგენის დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ საჭირო არ იყოს კუთხეების გარეცენტრული და რედუქციის შესწორებით გაზომვები. ამ მიზნით არსებობს კუთხსაზომი ინსტრუმენტისა

და საპიზნე ნიშნების დაცენტრის დროს დასაშვები  $m_e$  საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელი ფორმულა

$$m_e = \frac{0,1 \times m_{\text{მინ}} \times S_{\text{მინ}}}{\rho}, \quad (9.7.7.1)$$

სადაც  $m_{\text{მინ}}$  არის მიმართულების დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომა;

$S_{\text{მინ}}$  — ტრიანგულაციის ქსელში უმოკლესი გვერდის სიგრძე (კმ).

$\rho \approx 200\ 000''$  — რადიანი.

(1) ცხრილში მოცემულია (1) ფორმულით გამოყვანილი კუთხსაზომი ინსტრუმენტისა და საპიზნე ნიშნების დაცენტრის დროს დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები მე-4 და მე-3 კლასის ტრიანგულაციის შესრულების დროს. იქვეა მოცემული კუთხის გაზომვის დასაშვები  $m_{\beta}$  საშუალო კვადრატული შეცდომები.

ცხრილი 9.7.7.1

ტრიანგულაციის კლასები	$m_{\text{მინ}}$ (")	$S_{\text{მინ}}$ (კმ)	$m_e$ (კმ)	$m_{\beta}$ (")
4	1,4	2	1,4	20
3	1,6	3	1,6	15

დაცენტრის  $\theta$  კუთხური ელემენტის გაზომვის დასაშვები  $m_{\theta}$  საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელად კი მიღებულია ფორმულა:

$$m_{\theta} \leq \frac{0,1 \times m_{\text{მინ}} \times S_{\text{მინ}}}{e}, \quad (9.7.7.2)$$

სადაც  $e$  არის დაცენტრის ხაზოვანი ელემენტი.

მაშასადამე, დაცენტრის კუთხური ელემენტის დასაშვები (მოთხოვნით) საშუალო კვადრატული შეცდომა უკუპროპორციულია მისი  $e$  ხაზოვანი შეცდომის ოდენობისა.

(2) ფორმულაში თუ გამოვიყენებთ (1) ცხრილში მიღებულ ოდენობებს, დაწერათ სამუშაო ფორმულებს:

მე-4 კლასის ტრიანგულაციისათვის  $m_{\theta} \leq \frac{280}{e},$

მე-3 „ „ „ „  $m_{\theta} \leq \frac{330}{e}, \quad (9.7.7.3)$

სადაც  $e$  უნდა გამოისახოს მეტრებში.

მაგალითად, მე-4 კლასის ტრიანგულაციაში თუ ინსტრუმენტი პუნქტის ცენტრიდან გადაადგილებულ იქნა  $e=2$  მ, მაშინ დაცენტრის შესწორების მისაღებად მისი ოდენობა უნდა იყოს გაზომილი არაუმეტეს შემდეგი ოდენობის საშუალო კვადრატული შეცდომით:

$$m_{\theta} = \frac{280}{2} = 140'' \approx 2'3.$$



როცა ჯოგარის დამიზნების ღერძის დახრა  $2^{\circ}$ -ზე მეტია, მე-4 კლასის ტრიანგულაციის დროს თეოდოლიტის მთავარი ღერძის არავერტიკალობის მხედველობაში მიღება საჭიროა ჯოგარის ბრუნვის ღერძზე დაყენებული თარაზოს ბუშტულით ანათვლების საშუალებით.

სახელმწიფო გეოდეზიური საყრდენი საფუძვლების ქსელების გაწონასწორებითი სამუშაოები სრულდება კრასოვსკის ელიფსოიდის ზედაპირზე და შემდეგ ხდება მათი რედუცირება გაუს-კრუგერის პროექციებში სიბრტყის ექვს ან სამკრადუსიან ზონებზე.

(7.2.2) პარაგრაფის (7.2.2.19) ნახაზის შესაბამისად, დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირზე მიღებული განაზომი ხაზები, სადაც მხედველობაშია მიღებული ბაფთის კომპარირების, ტემპერატურისა და დაქვივის გავლენა, დაიყვანება საშუალო ნიშნულის დონეზე, რომლის ოდენობა გამოითვლება (7.2.2.29) ფორმულით

$$L_0 = L \cos \nu,$$

სადაც  $L_0$  არის ფიზიკურ ზედაპირზე განაზომი ხაზის ან ხაზების პროექცია ერთ დონეზე.

შემდეგ მიღებული  $L_0$  სიგრძე დაიყვანება კრასოვსკის ელიფსოიდის ზედაპირზე (7.2.2.38) ფორმულით

$$S = L_0 \left( 1 - \frac{H}{R} \right),$$

სადაც  $S$  არის გეოდეზიური ხაზის სიგრძე კრასოვსკის ელიფსოიდზე;

$H$  — ამ ზედაპირისაღმე  $L_0$ -ის საშუალო სიმაღლე;

$R$  — საუკეთესოდ შერჩეული რადიუსის სიგრძე.

დაყვანის შესწორება კი იქნება

$$\epsilon_H = -L_0 \frac{H}{R}. \quad (9.7.7.4)$$

ნიშნისა  $L_0$ -სა და  $L$ -ს შორის განსხვავების უგულებელყოფით დაწერით:

$$\frac{\epsilon_H}{L} = \frac{H}{R}.$$

კუთვით, ხაზის გაზომვის მოთხოვნილი სიზუსტეა არა 1:10 000, რაც დავეუშვით (7.2.2.41) ფორმულაში, არამედ საინჟინრო გეოდეზიაში გამოყენებული მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვების შესაბამისად 1:50 000. მაშინ მივიღებთ

$$\frac{\epsilon_H}{L} = \frac{1}{50\,000} = \frac{H}{R},$$

საიდანაც

$$H = \frac{6400}{50000} \approx 128 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, კრასოვსკის ელიფსოიდის ზედაპირიდან  $H=128$  მეტრზე ნაკლები გეოდეზიური სიმაღლის მქონე განაზომ ხაზებში შესწორების შეტანა საჭირო არ არის, ე.ი. დასაშვებია  $L_0 = L = S$ .

როგორც ვიცით (იგივე პარაგრაფი, ნახაზი, და ფორმულა), კრასოვსკის ელიფსოიდის ზედაპირიდან სიბრტყეზე გაუს-კრტვერის პროექციებში ქსელუბის რედუციების დროს ყოველი სიგრძე იზრდება (7.2.2.42) დამოკიდებით

$$\epsilon_S = S \frac{y_0^2}{2R^2} \quad (9.7.7.4)$$

მაშასადამე, თუ მივიღებთ იმავე ოდენობის მოთხოვნილ სიზუსტეს, მივიღებთ:

$$y_0 = \left( \frac{2 \times 6400^2}{50000} \right)^{1/2} \approx 40 \text{ კმ.}$$

მაშასადამე, ელიფსოიდის ზედაპირიდან სიბრტყეზე გაუსის პროექციებში ხაზების დაყვანა არ არის საჭირო, როცა ხაზი ზონის ღერძა მერიდიანიდან დაშორებულია 40 კმ (იმ შემთხვევაში, როცა სიზუსტე მოთხოვნილია 10000, მაშინ 90 კმ-მდე იცვლება  $y_0$  ოდენობა), ე.ი. თუ სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის პუნქტები აღემატა  $y_0 = 40$  კმ, მაშინ ქსელის ერთ-ერთ პუნქტზე ატარებენ პირობით ღერძა მერიდიანს.

ჩვეურობით ელიფსოიდის ზედაპირის ქსელის გადატანისა და სიბრტყეზე გაუსის პროექციებში რედუციების გამო შესწორებები იწვევს ქსელის გვერდების ისეთ დამახინჯებებს, რომ ყველგან არ გვეძლევა შესაძლებლობა გამოვიყენოთ კატალოგიდან ამოწერილი სახელმწიფო გეოდეზიური საფუძვლის კოორდინატები მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვებისა და საინჟინრო დაკვლევების დროს. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ისიც, რომ პირველი შესწორებით მცირდება და მეორით იზრდება ყოველი განაზომი გვერდის სიგრძე, რის შედეგად ღერძა მერიდიანიდან  $y_0$  დაშორებისა და  $H_0$  საშუალო გეოდეზიური სიმაღლის მქონე წერტილის გარკვეული მნიშვნელობებისათვის ხდება კომპენსაცია და კატალოგიდან ამოღებული ამ წერტილის სახელმწიფო კოორდინატები საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნეს ქსელი როგორც მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვებისათვის, ისე ნაგებობების დაკვლევებისათვისაც.

ნებისმიერა ზონის ღერძა მერიდიანიდან რომელიმე მხარეზე  $y_0$  ორდინატის გამოსათვლელად იყენებენ ქვემოთ მოყვანილ ფორმულას.  $y_0$  ორდინატის გამოთვლილი მნიშვნელობის დროს გვერდების დამახინჯება კატალოგიდან ამოღებული სახელმწიფო კოორდინატების შესაბამისად გამოიწვევს 1:50 000 ფარდობითოს შეცდომას ან სიზუსტეს:

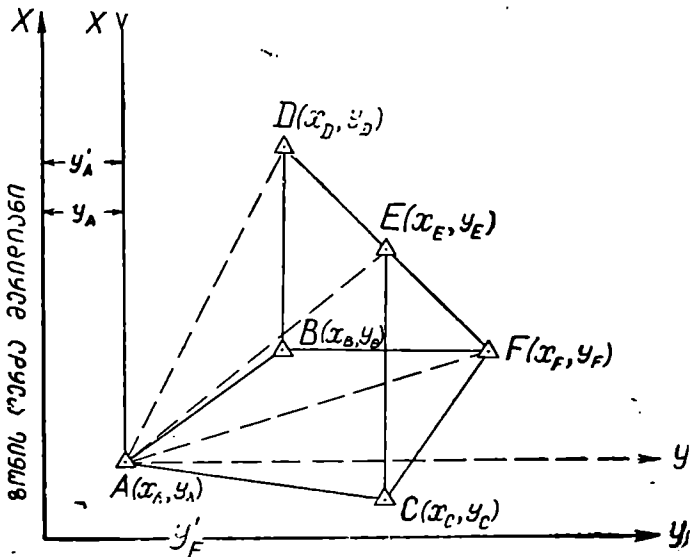
$$y_0 = \sqrt{12700 H_0 \pm 1600} \quad (9.7.7.5)$$

სამუშაო ტერიტორიის  $H_0$  საშუალო სიმაღლეს იღებენ წვირილმასშტაბიანი რუკიდან, ხოლო (5) ფორმულით ანგარიშობენ ღერძა მერიდიანიდან რომელიმე მხარეზე წერტილის მაქსიმალურ მანძილს, რომლის შესაბამისი გვერდების დამახინჯება გამოიწვევს კატალოგიდან ამოღებულ კოორდინატების იმ ოდენობებს, რომლებიც დააკმაყოფილებენ ზემოთ მოთხოვნილ სიზუსტეს.

(5) ფორმულის საფუძველზე შედგენილია  $y_0$  საშუალო ორდინატების (2) ცხრილი.

H <sub>0</sub>	დასაშვები დამახინჯების ფარგლებში ზონის ლერძო მერიდიანიდან პუნქტის ზღვრული დასაშვები მანძილები			
	დასავლეთისაკენ		აღმოსავლეთისაკენ	
	ყ <sub>0</sub> -დან (კმ)	ყ <sub>1</sub> -მდე (კმ)	ყ <sub>0</sub> -დან (კმ)	ყ <sub>1</sub> -მდე (კმ)
100	0	-54	0	+54
200	-31	-64	+31	+64
300	-47	-73	+47	+73
400	-59	-82	+59	+82
500	-69	-89	+69	+89
600	-78	-96	+78	+96
700	-85	-102	+85	+102
800	-92	-109	+92	+109
900	-99	-114	+99	+114
1000	-106	-119	+106	+119

იმ შემთხვევაში, როდესაც პუნქტების გეგმური კოორდინატები აღემატება ზონის ლერძო მერიდიანიდან გადახრის დასაშვებ ზღვრულ ოდენობებს, საჭიროა სახელმწიფო კატალოგიდან ამოწერილი კოორდინატები გადავიყვანოთ რომელიმე პირობით სისტემაში და შემდეგ გამოვიყენოთ ისინი მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვებისა და საინჟინრო დაკვალვებისათვის.



ნახ. 9.7.7.1.

ამ მიზნით განხილავი ქსელის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში შევარჩევთ პირობითი სისტემისათვის ერთ პუნქტს საწყისად (ასეთი იქნება A პუნქტია, ნახ.1). კატალოგიდან ამოვიწეროთ ყველა წერტილის კოორდინატებს, რომელთა საშუალებით განვსაზღვრავთ შესაბამის ნაზრდებს A წერტილის მიმართ, მაგალითად, (1) ნახზის მიხედვით

$$\Delta x_B = x'_B - x'_A; \Delta x_C = x'_C - x'_A, \dots, \Delta x_F = x'_F - x'_A;$$

$$\Delta y_B = y'_B - y'_A; \Delta y_C = y'_C - y'_A, \dots, \Delta y_F = y'_F - y'_A;$$

ბოლოს გამოითვლება ყველა პუნქტის კოორდინატები

$$\left. \begin{aligned} x_A &= 0, y_A = 0 \\ x_B &= \Delta x_B + \frac{H_0}{R_0} \Delta x_B - \frac{y_0^3}{2R_0^2} \Delta x_B \\ y_B &= \Delta y_B + \frac{H_0}{R_0} \Delta y_B - \frac{y_0^2}{2R_0^2} \Delta y_B \\ x_C &= \Delta x_C + \frac{H_0}{R_0} \Delta x_C - \frac{y_0^2}{2R_0} \Delta x_C \\ y_C &= \Delta y_C + \frac{H_0}{R_0} \Delta y_C - \frac{y_0^3}{2R_0^2} \Delta y_C \\ &\dots \dots \dots \\ x_F &= \Delta x_F + \frac{H_0}{R_0} \Delta x_F - \frac{y_0^3}{2R_0^2} \Delta x_F \\ y_F &= \Delta y_F + \frac{H_0}{R_0} \Delta y_F - \frac{y_0^2}{2R_0^2} \Delta y_F \\ y_0 &= \frac{y'_A + y'_F}{2} \end{aligned} \right\} (9.7.7.6)$$

სადაც  $y'_A$  და  $y'_F$  არის ღერძა მერიდიანიდან უახლოესი და უშორესი პუნქ-

ტის კატალოგიდან ამოწერილი ორდინატები;

$H_0$  — განხილადი ტერიტორიის საშუალო ნიშნული;

$y_0$  — " " " საშუალო ორდინატი;

$R_0$  — " " " საუქეთესოდ შერჩეული რადიუსი.

### 9.7.8. კოლიგონომეტრიული მსელების დაპროექტების თავისებურებები

საქალაქო და სამრეწველო ტერიტორიებზე პოლიმეტრიული მეთოდით კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების თავისებურებანი გარკვეულ გავლენას ატენს პუნქტების განსაზღვრაზე.

პოლიგონომეტრიული მსელების დაპროექტების დროს საჭიროა მხედველობაში იქნეს მიღებული ის, რომ გამოსასვლელი გვერდის საწყისი დირექციული კუთხეებით და კოორდინატებით გაწონასწორებულ ტოლგვერდებიან ვაკიშულ პოლიგონომეტრიულ სელაში გვერდების  $M_\alpha$  დირექციული კუთხეების შეცდომები ყველა გვერდისათვის შეიძლება ჩაითვალოს ერთნაირად, რაც ისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$M_\alpha = m_3 \sqrt{\frac{n_1^3 - 4n_1}{16(n_1^2 - 1)}} \quad (9.7.8.1)$$

სადაც  $n_1$  არის გვერდების რიცხვი სელაში.

ილია: როცა  $n_1=15$ , მაშინ დირექციული კუთხის  $M_\alpha$  შეცდომა ახლოა კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატულ  $m_\beta$  შეცდომასთან; როცა  $n_1=10$ , მაშინ  $M_\alpha=0,8m_\beta$  და როცა  $n_1=20$ , მაშინ  $M_\alpha=6,0m_\beta$ .

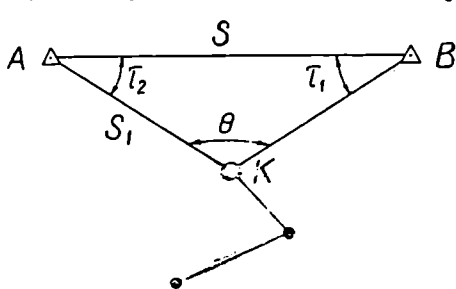
გამოსასვლელი დირექციული კუთხეებისა და კოორდინატების პირობებით გაწონასწორებულა ტოლგვერდებიანი გაკიმული სვლის შუა ნაწილის წერტილის მოსალოდნელი განივი  $M_n$  ძვრა ისახვრება ფორმულით

$$M_n = \frac{m_\beta}{\rho} S \sqrt{\frac{(n_1^2-1)(n_1^2+3)}{192 n_1}} \quad (9.7.8.2)$$

როცა გვერდის საშუალო სიგრძე  $S=206$  მ და გვერდების რიცხვი  $n_1=11$ , მაშინ (2), ფორმულით  $M_n=2,7m_\beta$ , როცა  $n_1=15$ , მაშინ  $M_n=4,2m_\beta$ , ხოლო როცა  $n_1=19$ , მაშინ  $M_n=6m_\beta$ .

დირექციული კუთხის სვლის შუაში გადაცემა უმნიშვნელო გავლენას ახდენს განივი ძვრის გადაადგილების შემცირებაზე.

დასაპროექტებელი სვლის მიზმისათვის არსებული პოლიგონომეტრიული



ნახ. 9.7.8.1

სვლის ან ტრიანგულაციის ურთიერთ ძნელად სახილავ პუნქტებზე იყენებენ გაკიმულ  $ABK$  სამკუთხედს, სადაც იზომება  $\tau_1$ , და  $\tau_2$  კუთხეები, თითოეული არა უმეტეს  $3^\circ$ ;  $S_1$ ,  $S_2$  გვერდები და მათ შორის  $\theta$  კუთხე (ნახ. (1)) ამ შემთხვევაში  $\tau_1$  და  $\tau_2$  კუთხეები საჭიროა კატალოგიდან ამო-

ღებულ კუთხეზე მიზმისათვის  $ABK$  სამკუთხედის ამოხსნის შესაბამისად.  $\tau_1$  კუთხის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

$$m^2 \tau_1 = 2\tau_1^2 \left(\frac{mS}{S}\right)^2 + \left(\frac{S_1}{S}\right)^2 m^2 \theta \quad (9.7.8.3)$$

ნებისმიერი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში ფაქტობრივი დაკვირვებებით დადგენილია, რომ (3) ტოლობის შარჯენა მხარის პირველი წევრი მეორე წევრთან შედარებით ნაკლებია, ამიტომ ის შეიძლება უგულვებელყოფილ იქნეს:

$$m \tau_1 = \frac{S_1}{S} \cdot m_\theta \quad (9.7.8.4)$$

თუ დასაპროექტებელი სვლის  $K$  წერტილი მდებარეობს  $AB$  გვერდის შუა წერტილის პირდაპირ, მაშინ  $\tau_1$  კუთხის განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოდის ორჯერ ნაკლები  $\theta$  კუთხის გაზომვის  $m$  საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე.

გაკიმული სამკუთხედის ზემოაღნიშნული თვისება უნდა გამოვიყენოთ როცა ნაგებობებიდან წერტილების ჩამოტანის დაპროექტების დროს დასახლების გამო ძნელი ხდება საჭირო სიგრძის ბაზისების შერჩევა. ასეთი სქემა მოცემულია (2) ნახაზზე.

პოლიგონომეტრიული სვლის ტრიანგულაციის იმ პუნქტებზე მიბმის დროს, რომელზედაც აწინებულა სიგნალი ტრიანგულაციის სხვა პუნქტების ხილვისათვის, შეიძლება პუნქტის ცენტრის მაგიდულაზე დაგეგმილების შეცდომამ მიაღწიოს 5 მილიმეტრს, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული. მიმზრობის კუთხეების სიგნალის მაგიდულაზე 5'' სიზუსტით გაზომვისათვის მისაბმელი პოლიგონომეტრიული სვლის მიმზრობის გვერდის სიგრძე უნდა იყოს 200 მეტრი.

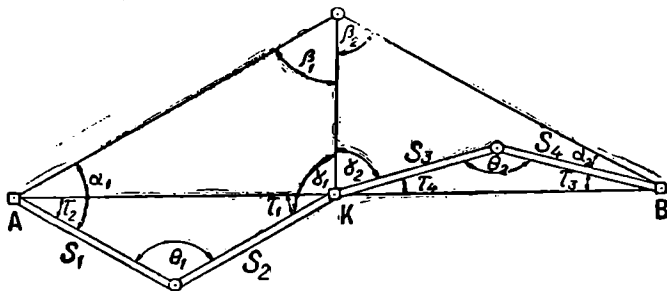
### 1. კუთხეების გაზომვის თავისებურებანი

როგორც ცნობილია, პოლიგონომეტრიულ სვლებში კუთხეების გაზომვის სიზუსტეზე გავლენას ახდენს: 1. ინსტრუმენტული; 2. რედუქციის; 3. დაცენტრის; 4. კუთხის საკუთრივ გაზომვის; 5. გარემო პირობათა კომპლექსით გამოწვეული შეცდომები და 6. კუთხეების გარეცენტრული (ცენტრგარეშე) გაზომვის რედუქციების შეცდომები.

ტოლი გავლენის პრინციპის შესაბამისად შეცდომის ყოველი წყარო არ უნდა აღემატებოდეს

$$m_i = \frac{m_B}{\sqrt{6}} \quad (9.7.8.3)$$

1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში  $m_i = 2''$ . ინსტრუმენტული შეცდომის ძირითად წყაროს წარმოადგენს: ინსტრუმენტის კუთხური შებრუნების, მასასაღამე, ლიბისაც კუთხის გაზომვისათვის აღიდადის მოძრაობის დროს და



ნახ. 9.7.8.2.

მთავარი ღერძის არავერტიკალობა. პირველი სახის წყარო ძლიერ მცირდება, თუ პირველი და მეორე ნახევარი იღეთის შესრულების დროს წრედ-აღიდადას ვაბრუნებთ სულ ერთი და იმავე (სათის ისრის მოძრაობის) მიმართულებით. მეორე სახის ინსტრუმენტული შეცდომის წყარო მოქმედებს მაშინ, როცა იზომება ღიდი დახრისკუთხეებიანი რელიეფის პორიზონტული კუთხეები. ეს შეცდომა კიდევ უფრო ღიდ გავლენას ახდენს ნაგებობიდან წერტილების ჩამოტანისათვის საჭირო კუთხეების განაზომებზე. ამ შეცდომის წყაროს გავლენის შემცირების მიზნით, როცა 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში ხაზების დახრა მეტია 5°-ზე, იყენებენ ჰოჯარის ბრუნვის ღერძზე დასაყენებელ თარაზოს.

გაზომულ კუთხეზე რედუქციის შეცდომის გავლენის ოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$m_{\text{კვრ}} = \frac{\epsilon_1}{S} \cdot p, \quad (9.7.8.4)$$

სადაც  $\epsilon_1$  არის რელექციის ხაზოვანი ელემენტი.

იმისათვის, რომ 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში  $m_{\text{კვრ}}$  ოდენობა არ აღემატებოდეს 2", საჭიროა რელექციის  $\epsilon_1$  ხაზოვანი ელემენტი არ აღემატებოდეს 1 მმ.

გაზომილ კუთხეზე დაცენტრის შეცდომის გავლენის ოდენობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$m_{\text{ცენტრ}} = \frac{\epsilon}{S} \cdot p \sqrt{2}, \quad (9.7.8.5)$$

სადაც  $\epsilon$  არის დაცენტრის ხაზოვანი ელემენტი.

იმისათვის, რომ  $m_{\text{ცენტრ}}$  არ აღემატებოდეს, 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში დასაშვებ შეცდომას, საჭიროა  $\epsilon = 0,7$  მმ მაშასადამე, დაცენტრება უნდა მოხდეს ოპტიკური შვეულით. რელექციის ელემენტები, როცა კუთხე იზომება ცენტრის გარეთ დაყენებული ინსტრუმენტით, საჭიროა გაიზომოს შემდეგი სახის საშუალო კვადრატული შეცდომებით:  $m_{\epsilon_1} = 0,7$  მმ, კუთხური ელემენტისათვის კი  $m_{\theta} = 7,0''$ .

გარემოს პირობათა კომპლექსის გავლენის შესამცირებლად კუთხეების გაზომვის დროს საჭიროა შესრულდეს შემდეგი სახის ღონისძიებები:

1. დაკვირვებების დროს სამიზნე ღერძი უნდა გადიოდეს კედლიდან არაუახლოეს 1 მეტრის დაშორებით; 2. კუთხეები უნდა იზომებოდეს მოღრუბლულ ამინდში ან იმ დროს, როცა პოლიგონომეტრიული სელის პარალელურად განლაგებული გვერდები არის ჩრდილში; 3. უნდა ვერიდოთ კუთხეების გაზომვებს, როცა ვიწყოფებით სითბოს გავლენის ქვეშ, მაგალითად, როცა მუშაობს ძლიერი ვენტილიატორები და მანქანები და სხვა; 4. ინსტრუმენტებისა და სამიზნე მარკების შტატივების დაყენების დროს აუცილებელია ფეხების დაყენების ადგილზე მოეაშროთ ბელტი ან კიდევ თუ ასფალტზე ხდება შტატივის დაყენება, საჭიროა ასფალტი ამოიკრას ფეხების დაყენების ქვეშ, ზაფხულის მზიან ამინდში ეს ადგილები საჭიროა დაცულ იქნეს მზის სხივებისაგან; 5. იმ ადგილებში, სადაც ტრანსპორტის ან სხვა რაიმე დანადგარების გავლენა მოსალოდნელია, საჭიროა ინსტრუმენტებისა და სამიზნეების შტატივები განსაკუთრებული გულისყურით იქნეს დამაგრებული, აგრეთვე სისტემატურად უნდა შემოწმდეს დაცენტრის მდგომარეობა და თარაზოს ბუშტულის მდებარეობა; 6. ძლიერი ქარების დროს არ უნდა გაიზომოს კუთხეები; 7. კუთხეების გაზომვების დროს ინსტრუმენტი და სამიზნეები დაცული უნდა იქნეს მზის სხივებისაგან ქოლგით; 8. სამიზნეები მარკის მთელი ფართობი განათებული უნდა იქნეს თანაბრად; 9. კუთხური გაზომვები უნდა შესრულდეს მშვიდი და მკაფიო გამოსახულებების დროს.

განხილად ობიექტზე პოლიგონომეტრიის ერთი და იმავე თანრიგის ყველა კუთხის გაზომვის შემდეგ საზღვრავენ კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას ფორმულით

$$m_{\theta} = \left[ \frac{W_{\theta}}{n} \right] \frac{1}{N}, \quad (9.7.8.6)$$

სადაც  $W_{\beta}$  არის კუთხური შეუკერელობა სელაშე ან პოლიგონში;

$n$  — კუთხეების რაოდენობა;

$N$  — სკლების ან პოლიგონების რაოდენობა.

(6) ფორმულით გამოთვლილი კუთხის ყოველი ცალკეული გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა უნდა შევადაროთ ინსტრუმენტით დაშვებულ ოდენობას.

### **B კიდული საზომი ხელსაწყოებით საზომის გაზომვის დროს თავისებურებები და დაშვებები**

(7.2.2) პარაგრაფში ვრცელდება განხილული ბათის ხაზების უშუალოდ გაზომვებისა და მასთან დაკავშირებული შემთხვევითი და სისტემატური შეცდომების წყაროებისა და დაშვებების საკითხები.

კიდული ხელსაწყოების შესაებად ძირითადად იგივე ითქმის ზოგიერთი დამატებებით. როგორც აღრე, ამჟამად აღნიშნით შემთხვევითი შეცდომების წყაროები  $\Delta$  ასოთი, ხოლო სისტემატური კი  $\sigma$ -თი. განხილადი შეცდომების წყაროები იქნება: 1. საზომი ხელსაწყო კომპარირების ( $\sigma_1$ ); 2. ხაზის დასარების ( $\sigma_2$ ); 3. მავთულის დაკომვის ( $\sigma_3$ ); 4. ქარის გავლენის ( $\Delta_4$ ); 5. დახრილი ხაზის გაზომვის დროს შეცდომა ( $\Delta_5$ ); 6. ტემპერატურის გავლენის ( $\sigma_6$ ); 7. საზომის ბოლოების ფიქსაციის ( $\Delta_7$ ); 8. საკუთრივ გაზომის ( $\Delta_8$ ); 9. შტატივების არამდგრადობის ( $\Delta_9$ ); 10. ქალაქურ დასახლებებში დამატებითი კუთხეების გაზომვების ( $\Delta_{10}$ ); 11. ქალაქურ დასახლებებში დამატებითი ხაზების გაზომვების ( $\Delta_{11}$ ).

განხილად შემთხვევაში გვაქვს შეცდომების 7 შემთხვევითი და 4 სისტემატური ურთიერთდამოუკიდებელი წყარო.

ჩატარებული კვლევითი სამუშაოების შედეგად დადგენილია, რომ 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში ხაზების გაზომვის დროს შემთხვევითი შეცდომათა ჯამური ოდენობის ფარდობითი შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს 1:16000, ხოლო სისტემატური 1:37 000. მაშასადამე, თუ ხაზის სიგრძე იქნება საშუალოდ 300 მეტრი, შემთხვევითი ჯამური დასაშვები ოდენობა იქნება:  $300\ 000:16000 \approx 18,8$  მმ; სისტემატური ჯამური შეცდომის დასაშვები ოდენობა კი იქნება  $300\ 000:37000 \approx 8,1$  მმ. თუ გამოვიყენებთ როგორც შემთხვევითი, ისე სისტემატური ჯამური შეცდომების მიმართ ტოლი გავლენის პრინციპს, მაშინ აღნიშნული ხაზის ერთი 24-მეტრიანი მალის გაზომვის დასაშვები შემთხვევითი შეცდომის ოდენობა იქნება:

$$\frac{18,8}{\sqrt{300:24} \times \sqrt{7}} = \frac{18,8}{3,54 \times 2,65} \approx 2,0 \text{ მმ} \quad (9.7.8.7)$$

და სისტემატურისა კი

$$\frac{8,1}{12,5 \times 4} = 0,16 \text{ მმ.} \quad (9.7.8.8)$$

როგორც ვხედავთ, თანაბარი გავლენის პრინციპის მიხედვით 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრის ხაზის კიდულად გაზომვის დროს ყოველი 24-მეტრიანი მალის გაზომვის შემთხვევითი შეცდომის წყარო არ უნდა აღემატებოდეს 2 მმ, ხოლო სისტემატურისა კი  $\pm 0,16$  მმ.



განვიხილოთ საზომი მავთულებისათვის შეცდომების ყოველი წყარო. ამისათვის საჭიროა ვისარგებლოთ (7.2.2) პარაგრაფით.

### 1. საზომი მავთულის კომპარირების შეცდომა ( $\sigma_1$ )

ამ სახის შეცდომების წყაროს აქვს სისტემატური ხასიათი. მაშასადამე, 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში საზომი მავთულის ყოველ სიგრძეში მისი ოდენობა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ უტოლობას:

$$\sigma_1 = |n_{\text{თეორ.}} - l_{\text{კომპ.}}| \leq \pm 0,16 \text{ მმ.} \quad (9.7.8.9)$$

### 2. ხაზის დასარგვის შეცდომა ( $\sigma_2$ )

(7.2.2.23) ფორმულის მიხედვით შეცდომა:

$$\sigma_2 = \frac{K_i^2}{l}$$

მაშასადამე, თუ გამოვიყენებთ (8) ფორმულას, დავწერთ:

$$0,16 = \frac{K_i^2}{2l}, \quad (9.7.8.10)$$

საიდანაც 24-მეტრიანი მავთულის ბოლოს დასაწვები გადახრა იქნება;

$$K_i = \sqrt{0,16 \times 2 \times l} = 88 \text{ მმ.} \quad (9.7.8.11)$$

### 3. მავთულის გაჭიმვის შეცდომა ( $\sigma_3$ )

ვისარგებლოთ (7.2.5.9) ფორმულით:

$$\Delta l_0 = \left( \frac{\sigma}{q} S + \frac{q^2}{p^3} \cdot \frac{S^2}{12} \right) \Delta P, \quad (9.7.8.12)$$

სადაც  $S$  არის მავთულის სიგრძე დაჭიმვის გარეშე;

$\sigma$  — ერთი მეტრი მავთულის სიგრძის წაგრძელება მისივე წონით;

$q$  — ერთი მეტრი მავთულის სიმძიმე ანუ მასა;

$P$  — მავთულის დაჭიმვის ძალა;

$\Delta l_0$  — მავთულის დაჭიმვის  $\Delta P$  შეცდომებით გამოწვეული მავთულის ქორდის სიგრძეში შეცდომა.

ეთქვათ,  $S = 24$  მ,  $\sigma = 00051$  კმ;  $q = 0,0173$  კგ/მ;  $P = 10$  კმ. მაშასადამე

$$\Delta l_0 = \left( \frac{0,00051 \times 24}{0,0173} + \frac{(0,0173)^2 \times 24^3 \times 1000 \text{ მმ}}{10^3 \times 12} \right) \times \Delta P = (0,71 + 0,36) \Delta P = 1,07 \Delta P \text{ (მმ) (მ).}$$

მაგრამ, თანახმად (ზ) ფორმულისა,  $\Delta l_0 = 0,16$  მმ. მაშასადამე.

$$\sigma_3 = \Delta P = \frac{0,16}{1,07} \approx 0,2 \text{ კგ.}$$

როგორც ვხედავთ, მავთულის გაჭიმვის ძალის აღრიცხვის დროს შეცდომის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს დაახლოებით 200 გრამს.

4. ქარის გავლენის შეცდომა (ა)

ვერდიით ქარები იწვევს დაკიდებული მავთულის გადახრას კორიზონტულ სიბრტყეზე მისი გეგმილისაგან. მავთულის  $s$  რკალის სიგრძე გამოისახება ფორმულით:

$$s = l \left( 1 + \frac{8}{3} \frac{f^2}{l^2} \right), \quad (9.7.8.13)$$

სადაც  $l$  არის ქორდის სიგრძე;  
 $f$  — ჩალუნვის ისარი.

მაშასადამე, ქარის გავლენით გამოწვეული შეცდომა იქნება

$$\Delta l = s - l = \frac{8}{3} \frac{f^2}{l}. \quad (9.7.8.14)$$

თანხმად (7.2.5.5) ფორმულისა,

$$f = \frac{q}{8} \cdot \frac{l^2}{P}, \quad (9.7.8.15)$$

სადაც  $q$  არის ქარის კორიზონტული დაწოლის ინტენსივობა, კგ/მ;

$P$  — დამჭიმავი ტვირთის წონა.

აეროდინამიკიდან ცნობილია, რომ

$$q = \delta \cdot \frac{v^2}{8}, \quad (9.7.8.16)$$

სადაც  $\delta$  მავთულის სისქეა (დიამეტრი) (მმ);

$v$  — ქარის დაწოლა ანუ სიჩქარე, მ/სეკ.

(16) დამოკიდებულებების (15)-ში შეტანით და შედეგის (14) დამოკიდებულებაში შეტანით, მივიღებთ:

$$\sigma_1 = \Delta l = \frac{1}{24} \delta^2 \frac{v^4 l^2}{64 P^2}. \quad (9.7.8.17)$$

ეთქვათ,  $\delta = 1,7$  მმ,  $P = 10$  კგ, მაშინ

$$\sigma_1 = \Delta l = \frac{1}{24} (1,7)^2 \frac{v^4 l^2}{64} = 0,188 \cdot 10^{-18} v^4 l^2 (2) = 0,188 \cdot 10^{-7} \cdot v^4 l^2 \text{ მმ}. \quad (9.7.8.18)$$

6. ლებედევის მიერ (18) ფორმულის საფუძველზე შედგენილია (1) ცხრილი.

ცხრილი 9.7.8.1.

ჩ(ს.ს.ს.)	$\Delta_1 = \Delta l$ (მმ)	$v$ მ/სეკ	$\Delta_1 = \Delta l$ მ/სეკ.
1	0,00	7	0,62
2	0,00	8	1,06
3	0,02	9	1,71
4	0,07	10	2,60
5	0,16	11	3,81
6	0,34		

(1) ცხრილიდან ჩანს, რომ ქარის სიჩქარე თუ აღმატა 5 მეტრს სეკუნდში, 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიის გვერდების გაზომვებში უნდა შეჩვენდეს

რღეს, რადგანაც მიღებული შეცდომის ოდენობა გადასცილდება დასაშვებ  $\pm 0,16$  მმ.

### 5. ხაზოში ხელსაწყოთა დახრით გამოწვეული შეცდომები ( $\Delta_5$ )

(7.2.2.33) ფორმულის შესაბამისად დახრილი მალის პორიზონტზე დაყენა გამოითვლება ფორმულით:

$$\Delta_5 = \sum h = \frac{h^2}{2l}$$

$h$  აღმატების მიხედვით ამ ფორმულის გადიფერენციალებისა და შემდეგ საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით დავწერთ:

$$m_{\Delta_5} = \frac{h}{l} m_h$$

ერთი მალისათვის  $m_{\Delta_5}$  შეცდომის ოდენობა არ უნდა გადასცილდეს  $\pm 2,0$  მმ. მაშასადამე,

$$m_h = m_{\Delta_5} \cdot \frac{l}{h} = 2,0 \frac{l}{h} \quad (9.7.8.19)$$

ვთქვათ,  $h = 2$  მ,  $l = 24$  მ, მაშინ (19) ფორმულით მივიღებთ

$$m_h = \frac{2,0 \times 24}{2,0} = \pm 24 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, როცა გასაზომი ხაზის საშუალო დახრის კუთხე არ აღემატება  $5^\circ$ , ყოველ მალს შორის აღმატებები უნდა განისაზღვროს  $\pm 24$  მმ საშუალო კვადრატული შეცდომის დაშვების ფარგლებში. ხოლო როცა დახრები მეტია, მაშინ საჭიროა კიდევ უფრო ზუსტად განისაზღვროს აღმატებები.

### 6. ტემპერატურის გავლენის შეცდომები ( $\Delta_6$ )

თანხმად (7.2.5.19) ფორმულისა, განხილავი შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta_6 = \Delta l_t = \alpha(t - t_0) + \beta(t^2 - t_0^2) \quad (9.7.8.20)$$

სადაც  $\alpha$  და  $\beta$  არის მათეზის მთელ სიგრძეზე  $1^\circ\text{C}$  შესაბამისი ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტები.

როგორც ცნობილია (7.2.3. პარაგრაფი), ინვარული მათეზების ზემოხსენებულ კოეფიციენტებს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა (ცვალებადი) ოდენობები და ტემპერატურის განსაზღვრის სავალდებულო სიზუსტის დადგენა ძლიერ რთულია. მაგრამ ეს კოეფიციენტები საერთოდ მცირე ოდენობების არის და თუ შევქმლით  $5^\circ\text{C}$  ფარგლებში ტემპერატურის აღრიცხვა, რაც ადვილი შესასრულებელია, საკითხი დამაკმაყოფილებლად მიიჩნევა ყველა მათეზისათვის.

### 7. ხაკუთრივ გაზომვების შეცდომები ( $\Delta_7$ )

როგორც ცნობილია, ანათვლების აღება ხდება ორ სკალაზე. ამავე დროს, როგორც შემთხვევითი ხასიათის შეცდომების წყარო, ყოველ ჯერზე წყვილი

ანათვალის ალების დროს არ უნდა გადასცილდეს  $\pm 2$  მმ მაშასადამე, ერთ სკალაზე ანათვალი უნდა იქნეს აღებულა

$$\Delta_7 = \pm \frac{2 \text{ მმ}}{\sqrt{2}} = \pm 1,4 \text{ მმ.} \quad (9.7.8.21)$$

ასეთი მოთხოვნა მიიღწევა, როცა მავთულის ორივე ბოლოზე თანადროულად ხდება ანათვლების ალება და ამავე დროს მავთული დამშვიდებულ მდგომარეობაშია. კონტროლის მიზნით სჯობს სამი წყვილი ანათვლის ალება.

#### 8. ხაზომის ბოლოების ფიქსაციის შეცდომები ( $\Delta_8$ )

როგორც ვიცით, ხაზებს ზომავენ პოლიგონომეტრიულ ნიშნებზე წინასწარ დაყენებულ ლოტ-აპარატებს შორის. ცდებით დადგენილია, რომ შედარებით მოკლე ხაზის (100 მეტრის) ფარგლებში ერთ ერთი სახის შემთხვევითი ჯამური შეცდომის ოდენობა არ უნდა გადასცილდეს  $\pm 3,5$  მმ, ე.ი. ერთი ლოტ-აპარატის დაყენების შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს:

$$\Delta_8 = \frac{3,5 \text{ მმ}}{\sqrt{2}} \approx \pm 2,5 \text{ მმ.} \quad (9.7.8.22)$$

#### 9. შტატივების არამდგრადობის შეცდომები ( $\Delta_9$ )

როგორც ცნობილია, კიდულად ხაზების გაზომვების დროს ყოველი შუალედი შტატივი წარმოადგენს ჯერ წინა და შემდეგ უკანა შტატივს. ამიტომ საჭიროა დიდი ყურადღება მიექცეს უკანა და წინა მალის დამაკავშირებელი შუალედი შტატივების მდგრადობას.

უკანა და წინა მალის გაზომვის პერიოდში შტატივების არამდგრადობით გამოწვეული შეცდომა არ უნდა გადასცილდეს დასაშვებ ოდენობას, ანუ  $\pm 2$  მმ. მაშასადამე, 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიული სვლის დროს უკანა და წინა მალის გაზომვის პერიოდში თითო შტატივის მდგრადობა უნდა იქნეს დატული შემდეგი ოდენობით:

$$\Delta_9 = \pm \sqrt{2} = \pm 1,4 \text{ მმ.} \quad (9.7.8.23)$$

შტატივების მოთხოვნილი მდგრადობის დაცვა შეიძლება, როგორც იყო აღნიშნული, თუ შტატივის ფეხბეჭევი ნიადაგს ავაკლით ბელტს, ასფალტს ამოვკრით შტატივის ფეხბეჭევი, ქოლგით დავიცავთ შტატივის დაყენების ადგილს მზისაგან და სხვა.

$\Delta_{10}$  და  $\Delta_{11}$  შემთხვევითი შეცდომები ზემოხსენებული შეცდომების ანალოგიურია, რაც გამოწვეულია გასაზომი გვერდის ოდენობის დასადგენად სხვა, მასთან დაკავშირებული ელემენტების გაზომვებით.

მე-4 კლასის პოლიგონომეტრიული ხაზები იზომება ორი ინვარული მავთულით ერთი მიმართულებით;

1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიის ხაზები იზომება წინ და უკან ერთი ინვარული ან ერთი ფოლადის მავთულით, ან ერთი მიმართულებით ორი საზომი ხელსაწყოთი;

მე-2 თანრიგის პოლიგონომეტრიული ხაზები კი იზომება ერთი მიმართულებით ერთი ინვარის ან ერთი ფოლადის მავთულით.

9.7.9. პარალაქსური პოლიგონომეტრია. ხაზების გაზომვის მოკლებაზინიანი და განსწვრივი მოკლებაზინიანი პარალაქსური მეთოდი

პარალაქსური პოლიგონომეტრია ვრცელად არის განხილული საინჟინრო გეოდეზიის მერვე ტომის მეთორმეტე თავის მეოთხე პარაგრაფში. ასევე, მხოლოდ მოკლე გაშუქებული მოკლებაზინიანი პოლიგონომეტრიის საკითხები. ამიტომ აქ უფრო ვრცელად განვიხილავთ ხაზების გაზომვის შემდეგ ორ მეთოდს.

1. მოკლებაზინიანი პარალაქსური მეთოდი (ნახ. 1)

ვსტაროდებოვის მიერ მიღებული (8.12.4.8) და (8.12.4.9) ფორმულების ანალოგიური ფორმულები მიღებულია ა. ფილონენკოს მიერ, როგორცაა:

$$S = \frac{l \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \sin(\gamma + \varphi)}{2 \sin \varphi}, \quad (9.7.9.1)$$

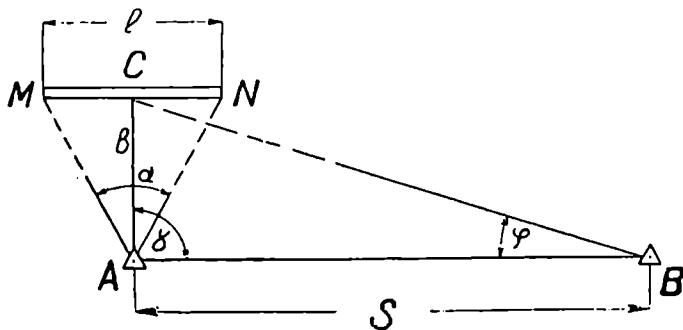
სადაც  $S$  არის განსასაზღვრელი ხაზის პორიზონტული მანძილი;

$l$  — ცნობილი ბაზისის სიგრძე ( $2-3$  მ);

$\gamma$  — განსასაზღვრელი (დამატებითი)  $b$  ბაზისის  $S$  ხაზთან დახრის კუთხე;

$\alpha$  — ცნობილი  $l$  ბაზისის შესაბამისი პარალაქსური კუთხე, რომელიც მიიღება  $A$  წერტილში დაცენტრილი თეოდოლიტით;

$\varphi$  — განსასაზღვრელი ან დამატებითი  $b$  ბაზისის შესაბამისი პარალაქსური კუთხე, რომელიც იზომება  $B$  წერტილში დაცენტრილი თეოდოლიტით.



ნახ. 9.7.9.1.

როგორც ვიციით, დასახლებულ ადგილებში, სადაც მანძილზომებით ძნელია მუშაობა და ამავე დროს გასაზომი მანძილები დიდი არ არის (არ აღემატება 200 მეტრს), მიმართავენ მოკლებაზინიანი ხერხით მანძილების გაზომვებს, რისთვისაც იქმნება პარალაქსური  $ABC$  რგოლი და  $AMCN$  ქსელი, სადაც  $l$  ბაზისი არ იზომება; იგი ტოლია  $2-3$  მეტრისა და მისი შესაბამისი კუთხის გამოყენებით ისაზღვრება დამხმარე  $b = AC$  ბაზისი, რაც

შესაბამის კუთხეებთან ერთად საშუალებას იძლევა (1) ფორმულით განესაზღვროთ  $S$  მანძილი ადგილზე (ნახ. 1).

პოლიგონომეტრიული  $A$  პუნქტის ერთ-ერთი მხარის  $C$  წერტილში დაყენებულ შტატივზე ამარაგებენ 2—3 მეტრის სიგრძის ბაზისს, რომელიც წარმოადგენს  $MN=l$  ლარტყას ბოლოებში სამიზნეებით. ლარტყა უნდა იყოს დაყენებული ლარტყის შუა  $C$  წერტილის  $A$  წერტილთან შემაერთებელი ხაზის პერპენდიკულარულად (ნახ.1).

$\alpha$  და  $\varphi$  კუთხეების გაზომვის მათხოვნილი სიზუსტის დადგენის მიზნით (1) ტოლობა გავადიფერენციალოთ და გადავიღოთ საშუალო კვადრატულ შეცდომებზე (ნახ.1), მივიღებთ  $S$  ხაზის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოსათვლელ ფორმულას:

$$\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_e}{l}\right)^2 + \left(\frac{b}{l}\right)^2 \left(\frac{m_a}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{S}{b}\right)^2 \left(\frac{m_\varphi}{\rho}\right)^2. \quad (9.7.9.2)$$

მიღებულ ტოლობაში  $\frac{b}{l}$  და  $\frac{S}{b}$  კოეფიციენტები, შესაბამისად, წარმოადგენენ  $l$  მოკლე ბაზისიდან დამხმარე  $b$  ბაზისზე და დამხმარე  $b$  ბაზისიდან  $S$  სიგრძეზე გადასვლის დროს გამადიდებლობის გამომსახველ სიდიდეებს, რომელთა ოდენობებს აღნიშნავენ  $K_1$  და  $K_2$  სიმბოლოებით. მაშასადამე,

$$\frac{b}{l} = K_1; \quad \frac{S}{b} = K_2. \quad (9.7.9.3)$$

(3) აღნიშვნების (2) ტოლობაში შეტანით მივიღებთ:

$$\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_e}{l}\right)^2 + K_1^2 \left(\frac{m_a}{\rho}\right)^2 + K_2^2 \left(\frac{m_\varphi}{\rho}\right)^2. \quad (9.7.9.4)$$

გეომეტრიული თვალთახედვით საუკეთესო რგოლად ითვლება ის, სადაც დაცულია  $K_1 = K_2 = K$ . ამავე დროს, თუ  $m_a = m_\varphi$ , მივიღებთ:

$$\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_e}{l}\right)^2 + 2K^2 \left(\frac{m_a}{\rho}\right)^2. \quad (9.7.9.5)$$

ადგილზე საუკეთესო ფორმის რგოლის შესაქმნელად იყენებენ შემდეგ ფორმულას:

$$b = \sqrt{lS}. \quad (9.7.9.6)$$

განსასაზღვრელი  $S$  ხაზის  $b$  ბაზისის მიახლოებით გამოთვლას აწარმოებენ სქემაზე. მაგალითად,  $S \approx 200$  მ ხაზის გაზომვის დროს, როცა მივიღოთ ბაზისი  $l=2$  მ. რგოლის კარგი ფორმა მიიღება, თუ მივიღებთ  $b = \sqrt{200 \times 2} = 20$  მეტრს.

ადგილზე მოკლე  $l$  ბაზისის დაყენების  $C$  წერტილის ისე ირჩევენ, რომ დამხმარე ბაზისის  $S$  გასაზოვი გვერდისადმი დახრის  $\gamma$  ოდენობა იყოს  $70-110^\circ$ -ის ფარგლებში.

ცნებითა და გაანგაზრებით დადგენილია, რომ (1) ნახაზე გამოსახული რგოლით შეიძლება ვისარგებლოთ 1 თანრიგის პოლიგონომეტრიაში 200 მეტრამდე და 11 თანრიგის კი 300 მეტრამდე მანძილების გასაზომავად.

იმისათვის, რომ  $l$  მოკლე ბაზისი იქნეს დამატებითი  $b$  ბაზისისაღმე მემეტრიული და მართობული, მოკლე  $l$  ბაზისის  $C$  წერტილში პერპენდიკულარულად უყენებენ ოპტიკურ მოწყობილობას, რათა  $l$  ბაზისი დაეაყენოთ  $CA=b$  დამატებითი ბაზისის მართობულად ისე, რომ ბაზისის მიმართულებების შეცდომა არ აღემატებოდეს  $60''$ . ბაზისის სიგრძეს ადგენენ ოპტიკურ მექანიკური კომპარატორზე. იმისათვის, რომ შემცირდეს  $\alpha$  კუთხის გაზომვის სისტემატური გავლენის შეცდომა, მოკლე ბაზისის  $l$  სიგრძე სჯობს დადგინდეს 24, 48, ან 120 მეტრიან საველე კომპარატორზე.

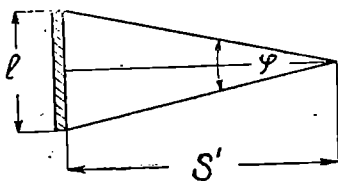
2 მ მოკლე ბაზისის კომპარირებას აღწევენ 50 მკმ=0,05 მმ ოდენობის საშუალო კვადრატული შეცდომით. აგრეთვე, ემპირიულად დადგენილია, რომ  $\alpha$  და  $\varphi$  პარალაქსური კუთხეების გაზომვას აღწევენ  $1'',0$  სიზუსტით. მაშასადამე, თუ მივიღებთ  $m_\alpha = \pm 0,05$  მმ,  $m_\alpha = m_\beta = \pm 1'',0$ , ანუ

$$\frac{m_\alpha}{l} = \frac{0,05 \text{ მმ}}{2000 \text{ მმ}} = \frac{1}{40000}, \quad m_\alpha = 1'',0.$$

$S=200$  მ სიგრძის ხაზისა და  $K=10$  მიხედვით (5) ფორმულით მივიღებთ

$$\left(\frac{m_S}{S}\right) = \sqrt{\left(\frac{1}{40000}\right)^2 + 2 \cdot 10^2 \left(\frac{1'',0}{206265''}\right)^2} \approx \frac{1}{13300}. \quad (9.7.9.7)$$

ლარტყის კომპარირების შეცდომა, როცა იგი არ აღემატება 0,05 მმ. გვერდების გაზომვის სიზუსტეზე უმნიშვნელოდ მოქმედებს.



ნახ. 9.7.9.2

ამ შემთხვევაში შეგვიძლია დავწეროთ, რომ მარტივ პარალაქსურ რგოლში (ნახ.2) გვექნება ტოლობა:

$$\frac{m_{S'}}{S'} = 2K \frac{m_\alpha''}{\rho}. \quad (9.7.9.8)$$

მაშასადამე,  $S'$  ხაზის გაზომვის სიზუსტე მით მეტია, რაც დიდი იქნება  $K$  კოეფიციენტი. მაგრამ  $K$  კოეფიციენტის გაზრდით მცირდება სამუშაოს წინსვლა. ამიტომ დადგენილია, (2) ნახაზის სახის სვლაში  $K$  ავიღოთ ათთან ახლოს.

სამუშაოს წინსვლა და სიზუსტე შედარებით კარგად მიიღწევა (3) ნახაზით გამოსახულ რგოლში, სადაც დამხმარე  $AC=b$  ბაზისი დაახლოებით გასაზომი ხაზის შუაშია შერჩეული.

ასეთ რგოლში თუ  $\gamma_1$  და  $\gamma_2$  არ იქნა გადახრილი  $90^\circ$ -დან ერთ მინუტზე მეტი ოდენობით,  $AB=S$  გამოითვლება ფორმულით

$$S = \frac{l}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} (\operatorname{ctg} \varphi_1 + \operatorname{ctg} \varphi_2). \quad (9.7.9.9)$$

ხაზის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა კი გამოითვლება ფორმულით:

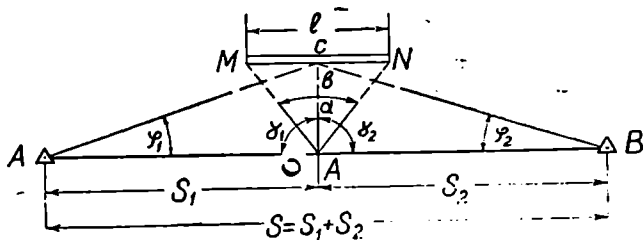
$$\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_l}{l}\right)^2 + K_1^2 \left(\frac{m_\alpha}{\rho}\right)^2 + \frac{1}{8} K_2^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2. \quad (9.7.9.10)$$

(3) ნახაზზე გამოსახული რგოლი შეიძლება იქნეს გამოყენებულა 1-ლი

თანრივის პოლიგონომეტრიაში 400 მეტრამდე სიგრძის ბაზების გასაზომად. აგრეთვე გასაზომი  $AB$  ხაზის გასწვრივობაში  $A$  წერტილის დაყენების შეცდომა არ უნდა გადასცილდეს  $0,1$  მ.

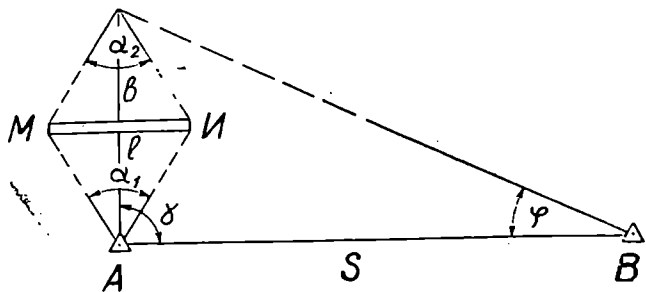
ასეთი რგოლის საუკეთესო სახედ ითვლება რგოლი, როცა მისი დამხმარე  $b$  ბაზისის ოდენობა გამოთვლილია

$$\left. \begin{aligned} b &= 0,6\sqrt{S} \\ \text{ხოლო, როცა } b &= 2 \text{ მ, მაშინ} \\ b &= 0,8\sqrt{S} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.9.11)$$



ნახ. 9.7.9.3.

წარმოებაში შედარებით ღივალ გამოიყენება (4) ნახაზზე გამოსახული რგოლი. თუ  $\gamma$  კუთხე არ იქნა გადახრილი  $90^\circ$ -დან ერთ მინუტზე (მეტად,  $S$  მანძილი გამოითვლება ფორმულით



ნახ. 9.7.9.4.

$$S = \frac{l}{2} \left( \operatorname{ctg} \frac{\alpha_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\alpha_2}{2} \right) \operatorname{ctg} \varphi. \quad (9.7.9.12)$$

ხოლო გვერდის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით

$$\left( \frac{m_S}{S} \right)^2 = \left( \frac{m_l}{l} \right)^2 + \frac{1}{8} K_1^2 \left( \frac{m_\alpha}{\rho} \right)^2 + K_2^2 \left( \frac{m_\varphi}{\rho} \right)^2. \quad (9.7.9.13)$$



რგოლის საუკეთესო ფორმა კი იქნება, როცა დამხმარე  $b$  გვერდი გამოივლება ფორმულით

$$b = 1,7\sqrt{S}$$

ხოლო როცა  $l = 2$  მ, მაშინ

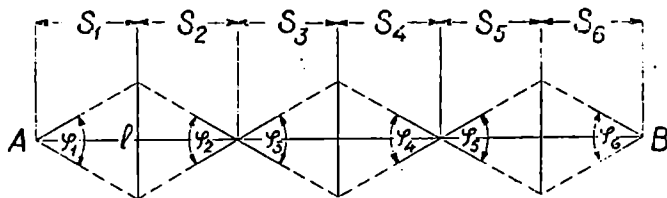
$$b = 2,4\sqrt{S}$$

$$\left. \begin{array}{l} b = 1,7\sqrt{S} \\ b = 2,4\sqrt{S} \end{array} \right\} \quad (9.7.9.14)$$

1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში ასეთი ფორმის რგოლით შეიძლება გაიზომოს მანძილი 400 მეტრამდე, თუ პარალაქსური  $\alpha$  და  $\varphi$  კუთხეები გაიზომება არა უმეტეს ერთი მიწის შეცდომით, ე.ი. დაცული უნდა იყოს ტოლობა  $m_\alpha = m_\varphi = 60''$ .

როგორც წესი,  $\alpha$  და  $\varphi$  პარალაქსური კუთხეები იზომება ოპტიკური ანაგანმეორებითი მბრუნავი ლიბებით  $T_2$  თეოდოლიტით.

იმისათვის, რომ აღნიშნული კუთხეები გავზომოთ  $1''$  სიზუსტით, საჭიროა განვახორციელოთ ხელშემწყობი ღონისძიებები, ჩავალითად, ვინაიდან ეს კუთხეები მცირე ოდენობების არის, მათ ვსაზღვრავთ ნახევარი ილეთებით, რის შედეგად კუთხის გაზომვაზე მცირდება გარემო პირობების გავლენა; აგრეთვე აწარმოებენ ლიბების გამოკვლევას, რისთვისაც ყოველ  $3''$ -ზე არაკვევენ რენის ოდენობას სამ-სამჯერ. თუ განსაზღვრული რენის ოდენობები მთელ ლიბზე უცვლელი არის, ეს იმას ნიშნავს, რომ ლიბს აქვს დანაყოფების



ნახ. 9.7.9.5.

შეცდომები. შედეგ ლიბზე შეარჩევენ  $10''$  ინტერვალს და საზღვრავენ რენს, თუ ეს უკანასკნელი ახლო იქნება მთელ ლიბზე მიღებულ რენების საშუალოსთან, ლიბის ან ნაწილს გამოიყენებენ პარალაქსური კუთხეების გასაზომად.

პარალაქსური კუთხეები იზომება ვერტიკალური წრედის მხოლოდ ერთ ( $R$  ან  $L$ ) მდგომარეობაში ოთხი ნახევარი ილეთით, ყოველ ნახევარ ილეთს შორის ლიბის  $2'$ , 5 გადაადგილებით.

### B. გასწვრივი მოკლდებაზისიანი პარალაქსური მეთოდი

განხილად მეთოდს წარმოებაში ხშირად იყენებენ. ამ მიზნით გასაზომ ხაზს წინასწარ ყოფენ დაახლოებით 50 ან 60 მეტრიან უბნებად, რომლებსაც ზომავენ ზემოთ განხილული მარტივი მოკლდებაზისიანი რგოლების მეთოდით (ნახ.5).

ხაზის საერთო  $AB$  სიგრძე წარმოადგენს გაზომილი ხაზების ჯამს:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 \quad (9.7.9.15)$$

ყოველი მონაკვეთის სიგრძეს საზღვრავენ ფორმულით:

$$S_i = \frac{l}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2}. \quad (9.7.9.16)$$

სიზუსტეს კი საზღვრავენ ფორმულით

$$\left( \frac{m S_i}{S_i} \right)^2 = \left( \frac{m_1}{l} \right)^2 + \left( \frac{S_i}{l} \right)^2 \left( \frac{m_\varphi}{\rho} \right)^2 \quad (9.7.9.17)$$

ანუ

$$m S_i = S_i \sqrt{\left( \frac{m_1}{l} \right)^2 + \left( \frac{S_i}{l} \right)^2 \left( \frac{m_\varphi}{\rho} \right)^2}. \quad (9.7.9.18)$$

$AB=S$  ხაზის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა კი გამოითვლება ფორმულით

$$m_S = m S_i \sqrt{n}, \quad (9.7.9.19)$$

სადაც  $n$  არის მონაკვეთების რაოდენობა, განხილად შემთხვევაში  $n=6$ .

6. ლებედვის მიერ (19) ტოლობა წარმოდგენილია საერთო სახით ასე:

$$m_S = \frac{m_\varphi}{\rho} \frac{S^2}{l \sqrt{n}}. \quad (9.7.9.20)$$

ხაზების გაზომვის გასწვრივი მოკლებაზისიანი პარალაქსური მეთოდის უპირატესობა მდგომარეობს შემდეგში:

1.  $AB=S$  ხაზის უზნებლად დაყოფით იზრდება პარალაქსური კუთხეების ოდენობები, რითაც იზრდება ყოველი მონაკვეთის ფარდობითი სიზუსტე;

2. დაახლოებით ტოლი და მოკლე მანძილების გამო ზუსტად ხდება  $l$  ლარტყის სამიზნეებზე დამიზნება იმის გამო, რომ ზუსტად ნიშნავენ სამიზნეებზე შტრახის ისეთ სისქეს, რომ იგი შეესაბამებოდეს ძაფთა ბადის ბისექტორის სისქეს. ცდებით დადგენილია, რომ სამიზნეების შტრახის ფარავს ძაფთა ბადის ხილული ბისექტორის 0,9. მიზნების საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება:

$$m_G = \frac{7,5''}{G}, \quad (9.7.9.21)$$

სადაც  $G$  არის ჰოგრის გამადიდებლობა.

3. იმის გამო, რომ ხაზის გაზომვის შემთხვევითი შეცდომები გროვდება მონაკვეთების რაოდენობიდან კვადრატული ფესვის პროპორციულად, მთელი ხაზის  $m_S$ -ს ფარდობითი შეცდომა მეტი იქნება ყოველი ცალკეული მონაკვეთის  $m_{S_i}$ -ს ფარდობით შეცდომაზე.

### 9.7.10. არაპირდაპირი ხერხით ხაზების გაზომვის სქემები

დასახლებულ ადგილებში ხშირია შემთხვევა, რომ პოლიგონომეტრიული სვლის კუთხეები ვაზ-შილია, მაგრამ თვით ხაზის გაზომვა რაიმე ახალი დაბრკოლების გამო უშუალოდ ვერ ხერხდება, რის გამო იქნელებული ვხდებით უშუალოდ გაიზომოს ამ გვერდთან დაკავშირებული ელემენტი და შემდეგ მისი საშუალებით გამოთვლილ იქნეს განხილადი ხაზის სიგრძე, ე.ი. გამოვიყენოთ არაპირდაპირი ხერხით ხაზების გაზომვების სქემები.

1.  $AB=S$  ხაზის ნაკვალად პოლიგონომეტრიის თანრიგის მოთხოვნილი სიზუსტის შესაბამისად იზომება  $AC=S_1$ ;  $BC=S_2$  ხაზები და  $\alpha$  და  $\beta$  კუთხეები (ნახ.1). ხაზის სიგრძე გამოითვლება ფორმულით:

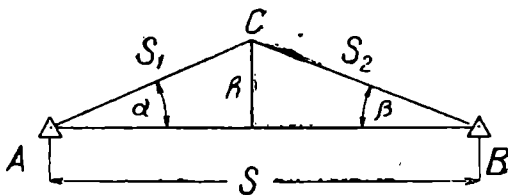
$$S = S_1 \cos \alpha + S_2 \cos \beta. \quad (9.7.10.1)$$

$\alpha$  და  $\beta$  კუთხის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა ისაზღვრება ფორმულით:

$$m_\alpha = m_\beta = \frac{(m_S)_\Delta \cdot p}{h\sqrt{2}}, \quad (9.7.10.2)$$

სადაც  $(m_S)_\Delta$  არის ხაზის გაზომვის დროს ერთ-ერთი შემთხვევითი წყაროს დასაშვები ოდენობა.

იმ შემთხვევაში, როცა ხაზის გაზომვის დროს ერთ-ერთი შემთხვევითი შეცდომის ფარდობითი დასაშვები შეცდომაა 1:37 000, მაშინ  $S=300$  მეტრის



ნახ. 9.7.10.1

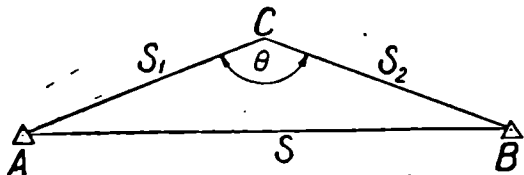
სიგრძის ხაზისათვის ერთ-ერთი შემთხვევითი შეცდომის ოდენობა იქნება 8,1 მმ ანუ

$$(m_S)_\Delta = \frac{300 \times 1}{37000} = 0,008108 = 8,1 \text{ მმ}. \quad (9.7.10.3)$$

იმ შემთხვევაში, როცა  $h=10$  მ, მაშინ (2) ტოლობაში (3) სიდიდისა და  $h$ -ის ოდენობის შეტანით მივიღებთ

$$m_\alpha = m_\beta = 119'' , 3 \approx 2'. \quad (9.7.10.4)$$

2. იმ შემთხვევაში, როცა  $AB$  ხაზის გასწვრივობაში ხილვადობა არ არის,



ნახ. 9.7.10.2.

მაშინ  $C$  წერტილში იზომება  $Q$  კუთხე (ნახ.2) და  $\theta$  კუთხის გაზომვის დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით.

$$m_{\theta} = \frac{(m_S) \Delta \cdot \rho''}{h} \quad (9.7.10.5)$$

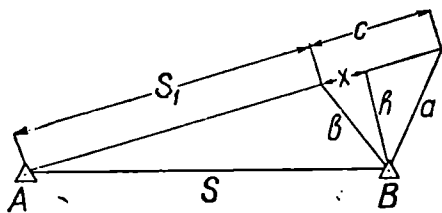
1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში, როცა  $h=10$  მ, გვიქნება

$$m_{\theta} = \frac{8,1 \cdot 206265''}{10^4} = 167'', 1 \approx 1' \quad (9.7.10.6)$$

3. შეიძლება  $AB=S$  ნაცვლად გაიზომოს  $S_1$  სიგრძე, რომლის გასწვრივ (გაგრძელებაზე) გადაიზომება  $c$  მონაკვეთი და გაიზომება  $a$  და  $b$  გვერდი 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიის დაშვების  $m_a = a_s = m_c = \pm 6$  მმ შესაბამისად. ცხადია,

$$\left. \begin{aligned} S &= \sqrt{(S_1 + x)^2 + h^2} \\ \text{სადაც} \\ x &= \frac{b^2 - a^2 + c^2}{2c} \\ \text{და} \\ h &= \sqrt{b^2 - x^2} \end{aligned} \right\} \quad (9.7.10.6)$$

4. დასახლებულ ადგილებში ხშირად პოლიგონომეტრიულ პუნქტებს ამაგრებენ ნაგებობათა კედლებში ისე, როგორც სანიველო რეპერებს (ნახ.4).

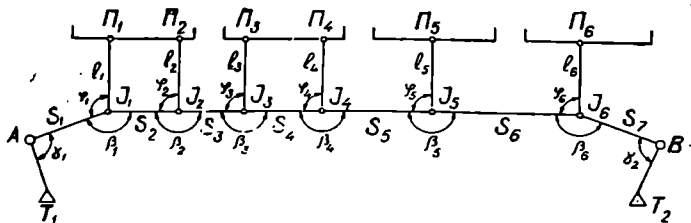


ნახ. 9.7.10.3

ამ შემთხვევაში არ არის  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_6$  პუნქტებზე თეოდოლიტის დაცენტრის შესაძლებლობა.

პოლიგონომეტრიის დროებით დამაგრებულ პუნქტებს წარმოადგენენ  $I_1, I_2, I_6$  წერტილები, რომელთა შემაერთებელი ხაზისადმი უნდა იქნეს მართობები  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_6$  პუნქტებიდან დაშვებული  $I_1, I_2, \dots, I_6$  მონაკვეთები. უშუალოდ იზომება  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_6$  წერტილები, მიმზრობის  $\gamma_1, \gamma_2$  კუთხვები და  $S_1, S_2, \dots, S_7$  გვერდები, რომელთა

ნქტებიდან დაშვებული  $I_1, I_2, \dots, I_6$  მონაკვეთები. უშუალოდ იზომება  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_6$  წერტილები, მიმზრობის  $\gamma_1, \gamma_2$  კუთხვები და  $S_1, S_2, \dots, S_7$  გვერდები, რომელთა



ნახ. 9.7.10.4

გასწორადების შემდეგ ისახლვრება  $I_1, I_2, \dots, I_6$  დროებითი პუნქტების კოორდინატები.  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_6$  პუნქტების კოორდინატების განსაზღვრის მიზნით

იზომება  $\varphi, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_k$  კუთხეები და  $l_1, l_2, \dots, l_k$  მონაკვეთები. როგორც შევნიშნეთ, აღნიშნული მონაკვეთები უნდა იყოს სვლის მართობები.

ობტიკური თეოლოლიტურ  $I_i$  წერტილებზე პოლიგონის  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  კუთხეების გაზომვის შემდეგ იზომება  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_k$  მიბმის კუთხეები, ხოლო რულეტით ზომავენ  $l_1, l_2, \dots, l_k$  მონაკვეთებს, რაც შეიძლება ზუსტად. მაგალითად, მიბმით  $\varphi_i$  გაზომვის დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 20''$ , ხოლო  $l_i$  მონაკვეთები  $\pm 1$  მმ.

შემდეგი გამოყენებისათვის კატალოგებში შეაქვთ  $\Pi_i$  პუნქტების კოორდინატები.

$\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_k$  კედლის მეზობელი პუნქტების ცენტრებს შორის მანძილების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომელიც გამოწვეულია დროებითი  $I_1, I_2, \dots, I_k$  პუნქტებიდან კედლის პუნქტებზე კოორდინატების გადატანის შეცდომებით, გამოითვლება ფორმულით

$$m_{\Sigma} = \sqrt{2} \cdot l \cdot \frac{m_{\beta}}{\rho} \quad (9.7.10.7)$$

მაგალითად, როცა  $l = 10$  მ,  $m_{\beta} = 20''$ , მაშინ (7) ფორმულით მივიღებთ

$$m_{\Sigma} = \frac{1.4 \cdot 10^4 \text{ მ} \cdot 20''}{206265''} \approx \pm 1,4 \text{ მმ.}$$

კვლისნიშნებიანი პოლიგონომეტრიის გვერდების დირექციული კუთხეების განსაზღვრის შეცდომა, რომელიც გამოწვეულია  $l_i$  მონაკვეთების გაზომვებით, გამოითვლება ფორმულით

$$m_{\alpha} = \sqrt{2} \cdot \rho \cdot \frac{m_l}{S} \quad (9.7.10.8)$$

როცა  $S_{\min} = 120$  მ, 1-ლი თანრიგის პოლიგონომეტრიაში  $m_l = 1$  მმ. მაშასადამე, (8) ფორმულით

$$m_{\alpha} = 1,4 \times 206265'' \cdot \frac{1 \text{ მმ}}{12 \times 10^4 \text{ მ}^2} \approx \pm 2'',4.$$

### 9.7.11. სასიმალო საინჟინრო გეოდეზიური საფუძვლავი

#### A. საეტიკური სასიმალო საფუძვნი ძველადი დანიშნულება, მათი კლასიფიკაცია და სიზუსტეების რიცხობრივი მაჩვენებლები

საქალაქო, სამრეწველო-საქარხნო და საერთოდ დედამიწის ბუნებრივი ელემენტების ექსპლოატაციის ტერიტორიებზე სასიმალო საფუძველს წარმოადგენს I, II, III, IV კლასების სახელმწიფო საინჟინრო ქსელები, რომელთა ძირითადი მახასიათებლები I კლასის გამოკლებით, მოყვანილია (1) ცხრილში. როგორც ცნობილია (იხ. საინჟინრო გეოდეზია VIII ტ.), გარდა ზემოხსენებული კლასებისა, ნიველობის საინჟინრო-ტექნიკური და დაკვლვითი სამუშაოების შესრულების დროს გამოიყენება ტექნიკური ნიველობა. ამ შემთხვევაში მოითხოვება:

$$W_N \leq 50 \text{ მმ} \sqrt{L_{\text{კმ}}} \text{ მმ.} \quad (9.7.11.1).$$

ინსტრუქციით მიღებული რელიეფის შესაბამისი კვეთის სიმაღლეების

ნიველობის კლასები	სვლის სიგრძეები, კმ		71 კმ საშუალო კვა- დრატული შეცდომა 1 კმ სვლის საშუალო ილმატებაზე (მმ)	საბიზნე სხეის სიგრძე (მ)	დასაშვები შეუკერელობები კილომეტრზე საღებრების მიხედვით	
	გამოსავალ პუნქტებს შორის	საკეანძო წერტილებს შორის			15-ზე ნაკლე- ბი	15-ზე მეტი
					$W_H = (A)_{15} - (A)_{10}$ (მმ)	$W_H = (A)_{15} - (A)_{10}$ (მმ)
II	40	10	0,84	65	5	6
III	15	5	1,68	75	1	2,6
IV	—	—	6,68	100	20	5,0

მიხედვით ტექნიკური ნიველობის; სვლების დასაშვები სიგრძეები მოყვანილია (2) ცხრილში.

სვლების №№	პუნქტები, რომლებსაც ვერძნობა ტექნიკური ნიველობის სვლების ბოლოები	სვლების ზღვრული სიგრძეები ქვემოთ მოყვანილი კვეთის სიმაღლეების შესაბამისად		
		0,25 მ.	0,5 მ	1 მ და მეტი
1	უფრო მაღალი კლასის პუნქტები	4,0 კმ	8,0 კმ	16,0 კმ
2	ერთი ბოლოთი საყრდენი პუნქტი, მეორეთი-საკეანძო წერტილი	3,0	6,0	12,0
3	განსისაზღვრელო საკეანძო წერტილები	2,0	4,0	8,0
4	კიდული სვლა	1,0	2,0	4,0

ტოპოგრაფიული აგეგმვების დროს შეიძლება ვაწარმოოთ ნიველობა როგორც თარახული, ისე დახრილი სხივის სიშუალებით. ამ შემთხვევაში სვლების ან პოლიგონების დასაშვები შეუკერელობები ისაზღვრება

$$W_{|k|} \leq 0,04 S_{\text{საშ}} \sqrt{n}, \quad (9.7.11.2)$$

სადაც  $S_{\text{საშ}} = \frac{[S]}{n}$  არის ნიველირსავალის საშუალო სიგრძე. გამოსახული

ასეულ მეტრებში;

$n$  — სვლაში ან პოლიგონში ნიველირსავალის ხაზების რაოდენობა.

სახელმწიფო საყრდენი გეოდეზიური ქსელების მარკებისა და რეპერების მიმართ სააგეგმვო საფუძვლის წერტილების ნიშნულების საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები ვაკე ადგილებში არ უნდა აღემატებოდეს რელიეფის გეგმისათვის შერჩეული კვეთის სიმაღლის 1:10, მთაგორიან ადგილებში კი—1:8.

1:5000 მასშტაბში აგეგმვისათვის ყოველ პლანშეტზე უნდა მოდიოდეს საყრდენი გეოდეზიური და სააგეგმვო ქსელის ორი პუნქტი, ხოლო 1:2000 მასშტაბიანი აგეგმვისათვის კი—ერთი პუნქტი.

დაუსახლებელ ადგილებში II კლასის ნიველობის ქსელების სვლის ყოველ 5 კმ ამარგებენ არანაკლებ ერთ მარკას ან რეპერს, ხოლო დასახლებულში კი ყოველ 2 კილომეტრზე.

საქალაქო და მსხვილი მრეწველობის მშენებლობის რაიონებში II და III კლასის ნიველობის ქსელებს იყენებენ, როგორც საფუძველს ნაგებობათა

ადგილზე დაკვალვისათვისა და სამთო გამონამუშევართა ძვრებსა და დეფორმაციებზე დაკვირვებებისათვის. მკვიდროდ დასახლებულ ადგილებში გზებზე და გადასასვლელებში პუნქტებს კედლის რეპერებისა და მარკების სახით ამაგრებენ ყოველ 200 მეტრზე, ხოლო ნაკლებად დასახლებულ ადგილებში ყოველი 400—800 მეტრზე.

უნიკალური და მსხვილი საინჟინრო ნაგებობების მშენებლობასა, დანადგართა მონტაჟსა და დეფორმაციებზე დაკვირვებებისათვის აგებენ ადგილობრივი მნიშვნელობის ლოკალური აგებულების ქსელებს. ამ შემთხვევაში ნიველობის მოთხოვნილი სიზუსტე დგინდება სპეციალური მითითებებისა და ინსტრუქციის საფუძველზე.

დაუსახლებელი ადგილების მსხვილმასშტაბიანი აგებმეებისათვის II, III კლასის ნიველობის სქემები ვითარდება ინსტრუქციით მიღებული სქემის მიხედვით (იხ. საინჟინრო გეოდეზია, VIII ტომი). ამ ადგილებში მიისწრაფვიან, რომ III კლასის სანაველო სვლები შეუთავსონ ტრიანგულაციის ან პოლიგონომეტრიის სქემებს, ხოლო IV კლასის სვლებს უთავსებენ სააგეგმეო თეოდოლიტურ სვლებს.

დასახლებულ ადგილებში აგებენ III კლასის სანაველო ქსელებს მთლიანი ჩაკეტილი პოლიგონური ქსელების სახით, რომლებიც ეყრდნობა II კლასის სანაველო პუნქტებს. ეს უკანასკნელები დასახლებულ ტერიტორიაზე უფრო ხშირია, ვიდრე დაუსახლებელზე.

IV კლასის მთლიან სანაველო ქსელებს დასახლებულ ადგილებში არ აგებენ. IV კლასის ცალკეულ სვლებს აყრდნობენ II ან III კლასის რეპერების ნიშნულებს და იყენებენ ნაგებობათა დეფორმაციებისა და სამრეწველო ნაგებობის სასიმალო დაკვალვებისათვის.

## B. სანიველო ძხელების პროექტის ხარისხის შემსახება

მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული აგებმეებისათვის და მასობრივი სამოქალაქო-საცხოვრებელი, მსხვილი სამრეწველო-საქარხნო კომპლექსების დაკვალვითი სამუშაოებისათვის შედგენილი პროექტის ხარისხის შემსუბუქების სამუშაოებს ხშირად არ აწარმოებენ, თუ პროექტში დატულია ინსტრუქციის მითითებები სვლების სიგრძეებისა და სასიმალო პუნქტების სიშორის შესახებ.

დადგენილია, რომ IV კლასის ნიველობა წარმოადგენს პირველადს საფუძველს მაღალი კლასების გახშირებისა და ნებისმიერი კვეთის სიმაღლის მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგრაფიული აგებმეების შესრულებისათვის.

მრავალნაირი საინჟინრო ნაგებობების დაკვალვითი სამუშაოებიდან შედარებით მაღალი სიზუსტის სიმაღლითი გეოდეზიური საფუძვლის შექმნა და დაკვალვა საჭირო ხდება მსხვილი დიამეტრის მქონე თვითდინებითი მიღგავანილობის დაგების დროს. ამ შემთხვევაში მოითხოვება: მინიმალური კანობი იყოს  $0,0005$  ( $i_{\min} = 0,0005$ ) ანუ ყოველ კილომეტრზე 1-ელ და მე-2 წერტილს შორის აღმატება იყოს  $0,5$  მ ( $h_{1,2} = 0,5$  მ); აგრეთვე მოითხოვება, რომ  $h_{1,2}$  აღმატების საშუალო კვადრატული შეცდომა იყოს  $0,1$   $h_{1,2}$  ანუ

$$m_{1,2} < 50 \text{ მმ.}$$

(9.7.11.3)

სამშენებლო დაკვალვითი სამუშაოების ზემოთ მოთხოვნილ სიზუსტეს სრულად აკმაყოფილებს IV კლასის ნიველობა.

აშენებულ და მშენებარე ტერიტორიებზე სისტემატურად ხდება ნაგებობათა დაჯდომა (დეფორმაცია), ამის მიზეზია ქვაბურების გაოხრები, მიწის-ქვეშა საშენებლო სამუშაოების შესრულება, გრუნტის წყლების დონეების ცვალებადობა და დატვირთვების ცვალებადობა.

იმისათვის, რომ უნიკალური მშენებლობები უზრუნველყოფილი იყოს ნაგებობათა ზუსტად დაკვალვითა და დეფორმაციების ზუსტად აღრიცხვით, ზშირად საჭირო ხდება გადაუხვიოთ არსებულ ინსტრუქციებს მოთხოვნილი სიზუსტის ამაღლების თვალთახედვით. ამ შემთხვევაში საჭირო ხდება სანიველო ქსელების პროექტის ხარისხის შემოწმება.

ზშირად საკმარისია განვსაზღვროთ საკვანძო წერტილების მოსალოდნელო საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობები. ზოგჯერ შეიძლება განისაზღვროს საკვანძო წერტილებს შორის მდებარე საყრდენი წერტილების მოსალოდნელო საშუალო კვადრატული შეცდომა. თუ საჭირო გახდა აპროექტებენ ერთი კლასის სპეციალურ სანიველო ლოკალურ ქსელს.

(8.7) თავში დაწვრილებით არის აღწერილი ნიველობის ყოველი კლასების დაპროექტების, რეკონსტრუქციებისა და წინასწარი შეფასების საკითხები. აქ მოვიყვანთ მხოლოდ საქალაქო და სამრეწველო მშენებლობასთან დაკავშირებულ ზოგიერთ სპეციალურ შემთხვევებს ნიველობის პროექტის წინასწარი შეფასების შესახებ, რომლისთვისაც შეიძლება ვისარგებლოთ საინჟინრო გეოდეზიის მე-4 ტომში მოყვანილი კლასიკური, პოპოვისა და მერიმანის მეთოდებით.

4.7.2 პარაგრაფში განხილული არის კლასიკური ხერხით პოლიგონების (პოლიგონომეტრიული და სანიველო) სისტემის ქსელების გაწონასწორების და სიზუსტის შეფასების საკითხები, სადაც გამოყენებულია გაუს-დულიტლის სქემები.

დაპროექტებული სქემების წინასწარ შეფასებისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ ნებისმიერი სქემის, ვთქვათ, 4.7.3.1 სქემის  $K_1, K_2, K_3, K_4$  კორექტივისა და წონით ფუნქციის  $\Phi$  და  $\Sigma$  სვეტები. ასე, რომ განაზომებისა და მაშასადამე,  $W$  თავისუფალი წევრების (შეუქვრელობების) გამოყენება აქ საჭირო არ არის. როგორც  $\Phi$  და  $\Sigma$  სვეტიდან ჩანს, წონითი  $\Phi$  ფუნქციის შებრუნებული წონა  $q_{\Phi} = \frac{1}{P_{\Phi}} = 0,324$  ან  $P_{\Phi} = 3,09$ . აღნიშნულ და შემდგომ

(4.7.3) პარაგრაფში განხილული არის ვ. პოპოვისა და მ. მერიმანის ხერხით ნახაზების, შესაბამისად, კორექტივის განტოლებების შედგენა და დამატებითი კონტროლი, ამასთან დაკავშირებით საჭიროა (4.7.3) პარაგრაფში მიღებული თანამიმდევრობით შესრულდეს ყოველივე.

ვთქვათ, საჭიროა დაეადგინოთ (1) ნახაზზე წარმოდგენილი პროექტის სუსტი (ნაკლები წონის) საკვანძო წერტილი:

1. პირობითი ტოლობების აუცილებელი რაოდენობა (4.7.2.1) ფორმულით

$$r = P + M - 1 = 4 + 2 - 1 = 5, \quad (9.7.11.4)$$

სადაც  $P$  არის ურთიერთდამოკიდებული გეომეტრიული პირობის შესაბამისი ჩაკეტილი (შეკრული) პოლიგონების რაოდენობა;

$M$  — მყარი (საყრდენი) პუნქტების რაოდენობა.



იმავე პასუხს მივიღებთ (4.7.2.2) ფორმულით:

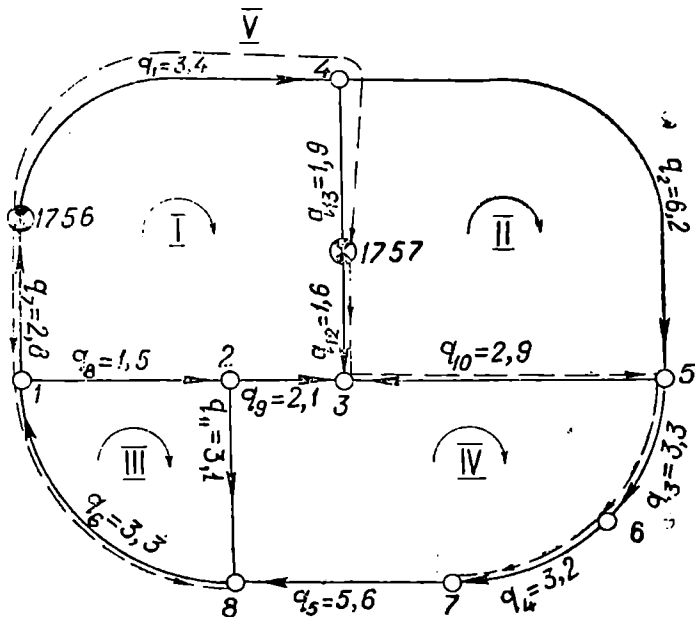
$$r = N - n = 13 - 8 = 5, \quad (9.7.11.5)$$

სიღაც  $N$  არის ყველა განაზომთა რაოდენობა;

$n$  — ურთიერთდამოკიდებული უცნობების (აუცილებელი განაზომების) რაოდენობა.

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია სელები აღმატებების დადებითი, შესაბამისად, მანძილები ამოღებულია ტოპოგრაფიული რუკიდან გრაფიკულად.

2. (1) ნახაზზე რომელი ციფრებით აღნიშნულია ოთხი ნამდვილი და ერთი ფიქტიური პოლიგონი, რადგანაც ვიცით, რომ საჭიროა შედგეს ხუთი პირობითი განტოლება.



ნახ. 9.7.11.1

3. ყოველ ჩაკეტილ I, II, III, IV პოლიგონს აქვს ცენტრიდან ერთნაირი (საათის ისრის მოძრაობის შესაბამისი) მიმართულება. ფიქტიურ V პოლიგონსაც აქვს მოცემული (ნებისმიერი) მიმართულება პუნქტირებით.

4. თანახმად (3.5.2.11) და (3.5.2.12) ტოლობებისა, ნებისმიერი  $K$ - $i$  სექციის  $[h]$  აღმატების წონა

$$P_{[h]i} = \frac{1}{n_{i1}} \quad (9.7.11.6)$$

აბ

$$P_{[h]i} = \frac{1}{L_{i1}} \quad (9.7.11.7)$$

სადაც  $L_i$  არის სექციის ანუ პუნქტებს შორის ნიველირსავალის სიგრძე. შებრუნებული  $q$  წონები კი იქნება:

$$P_{(h)k} = n_k$$

ან

$$q_{(h)k} = L_k$$

(1) ნახაზზე ამ ტოლობით გამოსახული შებრუნებული წონები წაწერილია ყოველი სექციის ზემოდან.

5. ვ. პოპოვის ხერხით შევადგინოთ კორელატების ნორმალური განტოლებების სისტემა (1) ნახაზის მიხედვით:

$$\left. \begin{aligned} 1. & (q_1 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} + q_{12})K_1 - (q_{12} + q_{13})K_2 - q_8 K_3 - q_9 K_4 + \\ & \quad + (q_1 + q_{13})K_5 + W_1 = 0; \\ 2. & -(q_{12} + q_{13})K_1 + (q_2 + q_{10} + q_{11} + q_{13})K_2 - q_{10}K_4 - \\ & \quad - q_{13}K_5 + W_2 = 0; \\ 3. & -q_8 K_1 + (q_6 + q_8 + q_{11})K_3 - q_{11}K_4 + W_3 = 0; \\ 4. & -q_9 K_1 - q_{10}K_2 - q_{11}K_3 + (q_3 + q_4 + q_5 + q_9 + q_{10} + q_{11})K_4 + W_4 = 0 \\ 5. & + (q_1 + q_{13})K_1 - q_{12}K_2 + (q_1 + q_{13})K_5 + W_5 = 0 \end{aligned} \right\} (9.7.11.8)$$

შევადგინოთ შესწორებათა პირობითი განტოლებების სისტემა:

$$\left. \begin{aligned} 1. & e_1 + e_7 + e_8 + e_9 + e_{12} + e_{13} + w_1 = 0 \\ 2. & e_2 + e_{10} - e_{12} - e_{13} + w_2 = 0 \\ 3. & e_6 + e_8 + e_{11} + w_3 = 0 \\ 4. & e_3 + e_4 + e_5 + e_9 - e_{10} - e_{11} + \\ & \quad + w_4 = 0 \\ 5. & e_1 + e_{13} + w_5 = 0 \end{aligned} \right\} (9.7.11.9)$$

7. მ. პერიმანის ხერხით განვსაზღვროთ შესწორებები:

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= q_1(K_1 + K_5); \quad e_2 = q_2 K_2; \quad e_3 = q_3 K_4; \quad e_4 = q_4 K_4; \\ e_5 &= q_5 K_4; \quad e_6 = q_6 K_3; \quad e_7 = q_7 K_1; \quad e_8 = q_8(K_2 - K_1); \\ e_9 &= q_9(K_4 - K_1); \quad e_{10} = q_{10}(K_2 - K_4); \quad e_{11} = q_{11}(K_3 - K_4); \\ e_{12} &= q_{12}(K_1 - K_2); \quad e_{13} = (K_1 - K_2 + K_5). \end{aligned} \right\} (9.7.11.10)$$

8. მიღებული ოდენობები შევიტანოთ (9) სისტემაში; ამის შედეგად მივიღებთ ვ. პოპოვის ხერხით შედგენილ კორელიტების ნორმალურ განტოლებათა (8) სისტემას.

9. დამატებითი კონტროლისათვის შევადგინოთ სანიველო სვლის ზომის ერთეულზე  $e'$  შესწორება (4.7.3.4) დამოკიდებულების შესაბამისად

$$\frac{e_i}{q_i} = e'_i, \quad (9.7.11.11)$$

10. შევიტანოთ (11) დამოკიდებულებაში (10) დამოკიდებულებებიდან  $e_i$ -ის მნიშვნელობები, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} e'_1 &= K_1 + K_5; \quad e'_2 = K_2; \quad e'_3 = K_4; \quad e'_4 = K_4; \quad e'_5 = K_4; \quad e'_6 = K_3; \\ e'_7 &= K_1; \quad e'_8 = K_2 - K_1; \quad e'_9 = K_4 - K_1; \quad e'_{10} = K_2 - K_4; \quad e'_{11} = K_3 - K_4; \\ e'_{12} &= K_1 - K_2; \quad e'_{13} = K_1 - K_2 + K_5. \end{aligned}$$

11. „მიღები წელით“ წესის შესაბამისად ყოველი პუნქტისათვის შევადგინოთ დამოკიდებულებები  $[e'] = 0$  ტოლობის მოთხოვნით, რისთვისაც ვისარგებლოთ წინა მუხლის დამოკიდებულებებით:

1-ლი პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_6 - e'_7 - e'_8 = K_3 - K'_1 - K_3 + K_1 = 0;$$

მე-2 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_8 - e'_9 - e'_{11} = K_3 - K_1 - K_4 + K_1 - K_3 + K_4 = 0;$$

მე-3 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_9 + e'_{10} + e'_{12} = K_4 - K_1 + K_2 - K_4 + K_1 - K_2 = 0;$$

მე-4 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_1 - e'_2 - e'_{13} = K_1 + K_6 - K_3 - K_1 + K_2 - K_6 = 0;$$

მე-5 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_2 - e'_3 - e'_{10} = K_2 - K_4 - K_3 + K_4 = 0;$$

მე-6 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_3 - e'_4 = K_4 - K_4 = 0;$$

მე-7 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_4 - e'_5 = K_4 - K_4 = 0.$$

მე-8 პუნქტისათვის

$$[e'] = e'_6 - e'_8 + e'_{11} = K_4 - K_3 + K_3 - K_4 = 0.$$

როგორც ვხედავთ, ვ. პოპოვის ხერხით შედგენილი კორელატების ნორმალური განტოლებების (8) სისტემის სისწორე დადასტურებულია მ. მერიანის ხერხით და დამატებითი კონტროლით.

12. (8) ტოლობებიდან ამოვიწეროთ კორელატების კოეფიციენტები: აგრეთვე წონით ფუნქციად მივიღოთ ფიქტიური V პოლიგონი

$$[qaa] = q_1 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{12} + q_{13} = 3,4 + 2,8 + 1,5 + 2,1 + 1,6 + 1,9 = 13,3;$$

$$[qab] = -q_{12} - q_{13} = -1,6 - 1,9 = -3,5;$$

$$[qac] = -q_8 = -1,5;$$

$$[qad] = q_1 + q_{13} = 3,4 + 1,9 = 5,3;$$

$$[qbb] = q_2 + q_{10} + q_{11} + q_{13} = 6,2 + 2,9 + 1,6 + 1,9 = 12,6;$$

$$[qbc] = -q_{10} = -2,9;$$

$$[qbd] = -q_{13} = -1,9;$$

$$[qcc] = q_8 + q_9 + q_{11} = 3,3 + 1,5 + 3,1 = 7,9;$$

$$[qcd] = -q_{11} = -3,1;$$

$$[qdd] = q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_{10} + q_{11} = 3,3 + 3,2 + 5,6 + 2,1 + 2,9 + 3,1 = 20,2;$$

$$[qa\phi'] = q_1 + q_{13} = 3,4 + 1,9 = 5,3;$$

$$[qb\phi'] = -q_{13} = -1,9;$$

$$[qc\varphi'] = 0;$$

$$[qd\varphi'] = 0;$$

$$[q\varphi\varphi'] = q_1 + q_{13} = 3,4 + 1,9 = 5,3;$$

$$[q\varphi'\Sigma] = 5,3 - 1,9 + 5,3 = 8,7.$$

(1) ნახაზზე პუნქტირებით დაენიშნოთ წონითი ფუნქციები მოკლე მანძილების შესაბამისად:

$$H_6 = H_{1757} + h_{12} - h_{10},$$

რომელსაც შეესაბამება:

$$[qa\varphi^V] = +q_{12} = +1,6;$$

$$[qb\varphi^V] = -q_{10} - q_{12} = -2,9 - 1,6 = -4,5;$$

$$[qc\varphi^V] = 0$$

$$[qd\varphi^V] = +q_{10} = +2,9;$$

$$[q\varphi^V\varphi^V] = q_{10} + q_{12} = 2,9 + 1,6 = 4,5;$$

$$[q\varphi^V\Sigma] = 1,6 - 4,5 + 2,9 + 4,5 = 4,5;$$

$$H_6 = H_{1757} + h_{12} - h_{10} + h_3, \quad \text{რომელსაც შეესაბამება:}$$

$$[qa\varphi^{VI}] = +q_{12} = +1,6;$$

$$[qb\varphi^{VI}] = -q_{10} - q_{12} = -2,9 - 1,6 = -4,5;$$

$$[qc\varphi^{VI}] = 0; [qd\varphi^{VI}] = +q_3 + q_{10} = 3,3 + 2,9 = 6,2;$$

$$[q\varphi^{VI}\varphi^{VI}] = q_3 + q_{10} + q_{12} = 3,3 + 2,9 + 1,6 = 7,8;$$

$$[q\varphi^{VI}\Sigma] = 1,6 - 4,5 + 6,2 + 7,8 = +11,1;$$

$$H_7 = H_{1757} + h_{12} - h_{10} + h_3 + h_4, \quad \text{რომელსაც შეესაბამება:}$$

$$[qa\varphi^{VII}] = +q_{12} = 1,6;$$

$$[qb\varphi^{VII}] = -q_{10} - q_{12} = -2,9 - 1,6 = -4,5;$$

$$[qc\varphi^{VII}] = 0;$$

$$[qd\varphi^{VII}] = q_3 + q_4 + q_{10} = 3,3 + 3,2 + 2,9 = 9,4;$$

$$[q\varphi^{VII}\varphi^{VII}] = q_3 + q_4 + q_{10} + q_{12} = 3,3 + 3,2 + 2,9 + 1,6 = 11,0;$$

$$[q\varphi^{VII}\Sigma] = +1,6 - 4,5 + 9,4 + 11,0 = +17,5;$$

$$H_8 = H_{1756} - h_6 - h_7, \quad \text{რომელსაც შეესაბამება:}$$

$$[qa\varphi^{VIII}] = -q_7 = -2,8;$$

$$[qb\varphi^{VIII}] = 0; [qc\varphi^{VIII}] = -q_6 = -3,3; [qd\varphi^{VIII}] = 0; [q\varphi^{VIII}\varphi^{VIII}] = q_6 + q_7 = 3,3 + 2,8 = 6,1;$$

$$[q\varphi^{VIII}\Sigma] = -2,8 - 3,3 + 6,1 = 0.$$

მევიღოთ საყრდენად მე-3 პუნქტი და განვსაზღვროთ მე-7 პუნქტი, დაიწერება:

$$H_7 = H_3 - k_{10} + h_3 + h_4,$$

რასაც შეესაბამება:

$$[qa\varphi^{3-7}] = 0; [qb\varphi^{3-7}] = +q_{10} = -2,9; [qc\varphi^{3-7}] = 0;$$

$$[qd\varphi^{3-7}] = q_3 + q_4 + q_{10} = 3,3 + 3,2 + 2,9 = 9,4;$$

$$[q\varphi^{3-7}\varphi^{3-7}] = 3,3 + 3,2 + 2,9 = 9,4; [q\varphi^{3-7}\Sigma] = -2,9 + 9,4 + 9,4 = 15,9.$$

(1) სქემაში ყოველი  $\varphi$  და  $\Sigma$  ჯამებს შორის განსხვავების მიზეზია გე-

№№	$\frac{1}{\sigma_0} \frac{\partial \sigma_0}{\partial \sigma_0}$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$\varphi'$	$\Sigma$	$\varphi^V$	$\Sigma$
1	$a$	13,30	-3,50	-1,50	5,30	5,30	18,90	1,60	15,20
2	$E_1$	-1	0,263	0,113	-0,398	-0,398	-1,421	-0,120	-1,143
3									
4	$b$		12,600	-2,900	-1,900	-1,900	2,400	-4,500	-0,200
5	$E_1 \cdot a_2$		-0,920	-0,396	+1,393	+1,393	+4,974	+0,420	+4,000
6	$b \cdot 1$		11,630	-3,296	-0,507	-0,507	+7,374	-4,080	+3,800
7	$E_2$		-1	+0,282	+0,043	+0,043	-0,631	+0,349	-0,325
8									
9	$C$			7,900	-3,100	0	0,400	0	0,400
10	$E_1 \cdot a_2$			-0,170	+0,597	+0,597	+2,132	+0,180	+1,715
11	$E_2 \cdot b \cdot 1_1$			-0,929	-0,142	-0,142	+2,080	-1,150	-1,071
12	$C \cdot 2$			6,809	-2,645	0,455	4,612	-0,970	+3,186
13	$E_3$			-1	+0,388	-0,066	-0,677	+0,142	-0,478
14									
15	$d$				20,200	0	20,050	2,900	22,950
16	$E_1 \cdot a_1$				-2,109	-2,109	-7,531	-0,636	-6,058
17	$E_2 \cdot b \cdot 1_1$				-0,022	-0,022	+0,320	-0,177	+0,165
18	$E_3 \cdot C \cdot 2_1$				-1,026	+0,175	+1,791	-0,376	+1,264
19	$d \cdot 3$				17,043	-1,956	14,630	1,711	18,321
20	$E_4$				1	+0,115	-0,858	-0,100	-1,075
						+5,300	+8,700	+4,500	+4,500
						-2,109	-7,531	-0,192	-1,829
						-0,022	+0,320	-1,424	+1,326
						-0,030	-0,308	-0,138	+0,464
						-0,225	+1,689	-0,171	-1,839
						2,914	2,870	2,575	2,622
						$q\varphi^I$	$q\varphi^I$	$q\varphi^V$	$q\varphi^V$

$\Delta VI$	$\Sigma$	$\varphi^{VII}$	$\Sigma$	$\varphi^{VIII}$	$\Sigma$	$\varphi^{IX}$	$\Sigma$
1 60	15,20	1,60	15,20	-2,80	10,80	0	13,60
-0,120	-1,143	0,120	-11,43	+0,211	-0,812	0	-1,023
-4,500	-0,000	-4,500	-0,200	0	4,300	-2,900	+1,400
+0,420	+4,000	+0,420	+4,000	-0,738	+2,842	0	+3,580
-4,080	+3,800	-4,080	+3,800	-0,738	+7,142	-2,900	+4,980
+0,349	-0,325	+0,349	-0,325	+0,063	-0,611	+0,248	-0,426
0	0,40	0	0,400	-3,300	-2,900	0	+0,400
+0,180	+1,715	+0,180	+1,715	-0,317	+1,218	0	+1,535
-1,150	+1,071	-1,150	+1,071	-0,208	+2,014	-0,817	+1,404
-0,970	+3,186	-0,970	3,186	-3,825	0,332	-0,817	+3,339
+0,142	-0,478	+0,142	-0,478	+0,562	-0,049	+0,120	-0,490
6,200	26,250	9,400	29,450	0	20,050	9,400	29,900
-0,636	-6,058	-0,636	-6,058	+1,118	-4,304	0	-5,422
-0,177	-0,165	-0,177	+0,165	-0,032	+0,310	-0,126	+0,216
-0,376	+1,264	-0,376	+1,264	-1,486	-0,130	-0,317	+1,296
5,011	21,621	8,211	24,821	-0,400	16,186	8,957	25,990
-0,294	-1,269	-0,482	-1,456	+0,023	-0,950	-0,526	-1,523
+7,800	+11,100	+11,000	+17,500	+6,100	0	+9,400	+15,900
-0,192	-1,829	-0,192	-1,829	-0,591	+2,274	0	0
-1,424	+1,326	-1,424	+1,326	-0,046	+0,451	-0,719	+1,235
-0,138	+0,464	-0,138	+0,464	-0,150	+0,187	-0,098	+0,400
-1,473	-6,359	-3,958	-11,955	-0,009	+0,380	-4,711	-13,659
4,753	4,702	5,288	5,466	3,304	3,292	3,872	3,876
$q_{\varphi}^{VI}$	$q_{\varphi}^{VI}$	$q_{\varphi}^{VII}$	$q_{\varphi}^{VII}$	$q_{\varphi}^{VIII}$	$q_{\varphi}^{VIII}$	$q_{\varphi}^{IX}$	$q_{\varphi}^{IX}$

გმიდან სექციის სიგრძეების გრაფიკულად ტლანქად გაზომვა და გამოთვლების დროს რიცხვების ღამრგვალება. ამიტომ საბოლოო ვიღებთ ყოველი წყვილის საშუალოებს:

$$q_{\Phi}^I = \frac{2,914 + 2,870}{2} = 2,89; \quad q_{\Phi}^{VI} = \frac{2,575 + 2,622}{2} = 2,60;$$

$$q_{\Phi}^{VI} = \frac{4,753 + 4,702}{2} = 4,73; \quad q_{\Phi}^{VII} = \frac{5,288 + 5,466}{2} = 5,38;$$

$$q_{\Phi}^{VIII} = \frac{3,304 + 3,292}{2} = 3,30; \quad q_{\Phi}^{3-7} = \frac{3,672 + 3,876}{2} = 3,87.$$

შესაბამისი წონები იქნება.

$$P_{\Phi}^I = \frac{1}{2,89} = 0,35; \quad P_{\Phi}^{VI} = \frac{1}{2,60} = 0,38; \quad P_{\Phi}^{VI} = \frac{1}{4,73} = 0,21;$$

$$P_{\Phi}^{VII} = \frac{1}{5,38} = 0,19; \quad P_{\Phi}^{VIII} = \frac{1}{3,30} = 0,30; \quad P_{\Phi}^{3-7} = \frac{1}{3,87} = 0,26.$$

მაშასადამე, დაპროექტებული ქსელის მე-7 რეპერის ნიშნული მოსალო-  
დნელია, რომ განისაზღვროს სხვა რეპერთან შედარებით სუსტად.

ქსელის პროექტის შეფასება შეიძლება პარამეტრული (არაპირდაპირგა-  
ნაზომთა) ხერხით ანალოგიური სქემების გამოყენებით.

ნიველობის ყველა მეთოდი განხილულია VIII ტომში.

## თ ა გ ი VIII

### საინჟინრო ნაგებობების პროექტი და ნორმალური დოკუმენტები. გენერალური გეგმების სახეები. საგეგმელო ბადე. სამრეწველო ნაგებობებისა და აგროგატების აგეგმვები

სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის გეოდეზიური მომსახურების წესრიგი დამოკიდებულია როგორც მშენებლობის მოცულობისა და ნაგებობათა სპეციფიკაზე, ისე საექსპლუატაციოდ მისი გადაცემის მოთხოვნილ ვადაზე. ამის შესაბამისად საინჟინრო გეოდეზიურა, საპროექტო-ძიებითი და მშენებლობის მომსახურება მუდამ ურთიერთკონტაქტში უნდა იმყოფებოდეს და მტკიცედ შეთანხმებული გეგმით მოქმედებდნენ.

მსხვილ მშენებლობებზე მშენებლობის სამმართველოში არსდება საინჟინრო გეოდეზიური, საინჟინრო გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური სექტორები. ასევე, დიდი მოცულობის რკინიგზებისა და საავტომობილო გზების მშენებლობისათვის არსდება გეოდეზისტების საჯარო ჯგუფები, რომლებშიც გაერთიანებული არიან საჯარო მშენებლობის სპეციალისტები; მცირე მოცულობის სარკინიგზო და საავტომობილო მშენებლობას კი მომსახურებას

უწევნ გეოდეზისტების ჯგუფები. გეოდეზისტთა ჯგუფს ან სექტორს ხელმძღვანელობს უფროსი, რომელსაც მშენებლობის მთავარ გეოდეზისტს უწოდებენ. იგი უმთავრესად ემორჩილება სამმართველოს მთავარ ინჟინერს. სამმართველოს გეოდეზიურ სექტორს ემორჩილება რაიონების ანალოგიური სექტორების ან ჯგუფების ხელმძღვანელები. მეტროპოლიტენებისა და პილროტექნიკური მშენებლობის გეოდეზიური მომსახურების საქმისათვისაც არსდება ზემოხსენებული სექტორები.

მშენებლობის სამმართველოს გეოდეზიური სექტორი ასრულებს მიმოხილვითს, ძიებითს და ტრასირების სამუშაოებს, მსხვილმასშტაბიან ავეგმებებს, ქმნის სასიმალო საფუძველს, სამშენებლო ბაღეს, აწარმოებს გენერალური და მშენგეგმის შედგენას, ასრულებს დაკვალვითი და ნაგებობათა ელემენტების გეომეტრიულად სწორად შენების საკონტროლო სამუშაოებს, ადგენს შესრულებითსა და პერსპექტიულ გენერალურ გეგმას.

### 9.8.1. პროექტი და მისი შინაარსი

ნებისმიერი ნაგებობის პროექტი განპირობებულია მასთან დაკავშირებული მიმოხილვითი სამუშაოების მასალებით, ამის შესაბამისად საზღვრავენ მომავალი ნაგებობებისათვის ადგილს, ადგენენ სქემებს, კონსტრუქციების ძირითად პარამეტრებს და სხვ.

ყოველი პროექტი შედგება სამშენებლო, ტექნოლოგიური და ეკონომიკური ნაწილისაგან.

სამშენებლო ნაწილში განხილული უნდა იყოს ნაგებობათა მოხდენილად განლაგების, კონსტრუქციების შერჩევისა და მათი ზომების, მშენებლობის ორგანიზაციისა და სხვა საკითხები, რომლებიც საჭიროა მშენებლობის სრულყოფილად წარმართვისათვის.

ტექნოლოგიური ნაწილში დამუშავებული უნდა იყოს მშენებლობის ტექნოლოგიისა და ორგანიზაციის, საჭირო მოწყობილობების, მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის საკითხები.

ეკონომიკური ნაწილში დასაბუთებული უნდა იყოს განხილადი ნაგებობის მიზანშეწონილობის საკითხი, შედგენილი უნდა იქნეს ხარჯთაღრიცხვა, რომელიც წარმოადგენს პროექტის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების საფუძველს და მოიცავს ნაგებობის სრულ ღირებულებას ყველა მასთან დაკავშირებული ხარჯებით (მოსაზრადებელი სამუშაოები, მშენებლობისა და სხვა, სანამ ნაგებობის ექსპლუატაცია დაიწყებოდეს).

როგორც ცნობილია, ხარჯთაღრიცხვა წარმოადგენს ნაგებობების მშენებლობის ფინანსირებისა და სახელმწიფო თანხების ხარჯვის კონტროლის ძირითად დოკუმენტს.

პროექტს ადგენს საგანგებო საპროექტო ინსტიტუტები სხვადასხვა სახელმწიფო ორგანიზაციების შეკვეთით იპის შემდეგ, რაც ზემდგომი ორგანოების მითითების საფუძველზე შედგენილი იქნება ტექნიკურ-ეკონომიკური და საბუთება (ТЭО-ტელ) და გახსნილი იქნება ფინანსირების წყაროები.

მსხვილი ნაგებობების ან ნაგებობათა კომპლექსის ტელ უნდა პასუხობდეს კითხვას როგორია როლი და მნიშვნელობა განხილადი ნაგებობისა და კომპლექტური იქნება თუ არა ახლად აშენებული ნაგებობა ძველად აგებულ ნაგებობებთან ერთად. ამათგან, აქ უნდა დასაბუთდეს საპროექტო და ტექნიკური ამონახსნები. მოყვანილ იქნას ცნობები კაპიტალური დაბანდებების გამოყენების



ეფექტურობის შესახებ. საერთოდ, (ტ ე ლ) უნდა მოიცავდეს განმარტებითს ბარათს გაანგარიშების, ცხრილებისა და სქემების თანდართვით.

სახალხო მეურნეობის განვითარებადი დარგებისათვის უნდა დასაბუთდეს საკითხი მშენებლობის განვითარების პერსპექტივის შესაბამისი ტერიტორიის დამატებით გამოყოფის შესაძლებლობის შესახებ, ამის მიხედვით ადრევე უნდა იქნეს დამატებული მომავლისათვის საჭირო ტერიტორია (პერსპექტიული გენგეგმა).

როგორც ცნობილია, ნაგებობათა დაპროექტება სრულდება ორ სტადიად: ტექნიკური პროექტი და სამუშაო ნახაზები ან ერთ სტადიად-ტექნიკურ სამუშაო პროექტის სახით.

ნებისმიერი სახის დაპროექტება ემყარება საპროექტო მოცემულობის მასალებს, სადაც ნაჩვენებია უნდა იყოს რაიონი და ადგილი ასაშენებელი ნაგებობისა, ნაგებობის ძირითადი პარამეტრები, კაპიტალური დაბანდლებების ოდენობა, კომპლექსური ნაგებობების რიგი სათანადო დასაბუთებით, მშენებლობის უზრუნველყოფა ნედლეულითა და სამშენებლო მასალებით, წყლით, სათბობით (საწვავი მასალით), ელექტროენერჯითა და სხვ.

როგორც ითქვა, ტექნიკური პროექტის შედგენის საფუძველს წარმოადგენს დამტკიცებული ზემოხსენებული საპროექტო მოცულობა. მას უნდა ახლდეს გენერალური გეგმა. პროექტში უნდა იყოს გადაწყვეტილი და შეფასებული საარქიტექტორო გეგმარებითი, საკონსტრუქტორო და საინჟინრო მოწყობილობების და პროექტის ტექნოლოგიური ნაწილის საკითხები. აგრეთვე გადაწყვეტილი უნდა იყოს საკითხები მშენებლობის უზრუნველყოფისა ინდუსტრიული სამშენებლო ნაწარმებით, მშენებლობის ორგანიზაციის შესახებ; შედგენილი უნდა იქნეს ხარჯთაღრაცხვა ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით და დასაბუთებით ნაგებობის მშენებლობის შესაძლებლობისა და მიზანშეწონილობის შესახებ.

საძირწველი მშენებლობისა და ცალკეული საცხოვრებელი ან საზოგადო ნაგებობების ტექნიკური პროექტი ნაგებობათა სპეციფიკურობის გათვალისწინებით და სათანადო ინსტრუქციით ძირითადად ზემოხსენებულის ანალოგიურად სრულდება.

სამუშაო ნახაზები სრულდება დამტკიცებული ტექნიკური პროექტის საფუძველზე და განკუთვნილია ყველა სახის სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების დამტკიცებული პროექტის შესაბამისად უშუალოდ შესრულებისათვის.

განვიხილოთ სამუშაო ნახაზების სტადიაში მყოფი საცხოვრებელი სახლის პროექტი, რომელიც უნდა მოიცავდეს:

1. საერთო ნაწილს, რომელშიაც გაშუქებული უნდა იყოს ძირითადი ცნობები პროექტისა და მისი დაკომპლექტების შესახებ; განმარტებით ბარათს, რომელშიაც უნდა იყოს აღწერილი სამშენებლო კონსტრუქციები, საინჟინრო მოწყობილობების ვაწყობა-განლაგებები და მათი საქსპლუტაციო მაჩვენებლები; სამუშაო წარმოების შესახებ მითითებები და სხვა;

2. არქიტექტურულ-სამშენებლო ნაწილს, რომელშიც უნდა იყოს ფასადისა და ფრაგმენტების ნახაზები; ფუძე საძირკვლების გეგმები და მათი კრიონები; კარკასის სამონტაჟო სქემა; სართულშორისო გადახურვებისა და სახურავის გეგმები; ნაგებობის მახასიათებელი ადგილების კრიონები; კიბე-

ებისა და ლიფტის სამშენებლო ნაწილი; საინჟინრო კომუნიკაციისთვის ვენტრიაციის სისტემები და არხები; ინდუსტრიული სამშენებლო ნაწარმის ნაკრები სპეციფიკაცია;

3. ნახაზებსა და სპეციფიკაციას: გათბობა-ვენტილაციის; წყალმომარაგებისა და კანალიზაციის; გაზით მომარაგების; სანიტარულ-ტექნიკური მოწყობილობების სისტემის ავტომატიზაციის; ელექტრომომარაგების; სუსტი დენის (რადიო, ტელევიზორი, ტელეფონი) მოწყობილობების;

4. არატიპური დეტალებისა და კვანძების ნახაზებს; 5. პროექტის ხარჯთაღრიცხვას; 6. სამუშაოს ორგანიზაციის და წარმოების პროექტს.

ტექნიკურ-სამუშაო პროექტს ადგენენ იმ შემთხვევაში, როცა ვიყენებთ ტიპურ ან უკვე გამოყენებულ ეკონომიურ და ტექნიკურ თვალთახედვით არართულ ინდივიდუალურ პროექტს.

ამჟამად მრავალჯერადად გამოიყენება ტიპური პროექტები ერთგვაროვანი ტიპის ნაგებობათა მშენებლობის დროს. ტიპური პროექტი შედგება სამუშაო ნახაზების კომპლექტისაგან; ხარჯთაღრიცხვისა და ახსნა-განმარტებითი ბარათისაგან. ამ პროექტების ადგილზე კონკრეტული გამოყენებისათვის საჭირო ხდება ნახაზებში ისეთი შესწორებების შეტანა, როგორცაა ორიენტაცია, გრუნტების თვისებები, რელიეფი, მიწის წყლები და სხვ; ამის მიზეზია ადგილობრივი პირობები. პროექტში ასეთი სახის შესწორებების შეტანას უწოდებენ პროექტის მიმზას.

დაპროექტების ყველა სტადიის შესრულების დროს სარგებლობენ სათანადო გეოდეზიური მონაცემებით, როგორცაა მსხვილმასშტაბიანი გეგმები (გეოსაფუძველი), ადგილზე პროექტის დაკვალვისათვის ანალიზურად შემზადება, გეოდეზიური სამუშაოების სპეციალური პროექტი (ПІПР—გ ს ს პ).

## 9. 8. 2. დაპროექტებისათვის ნორმატიული დოკუმენტები

ნაგებობების დაპროექტება უნდა შესრულდეს მშენებლობის დარგში საერთო-საკავშირო, რესპუბლიკური ან საუწყებათაშორისო მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტებსა შესაბამისად.

ძირითადი საკავშირო ნორმატიული დოკუმენტებია ოთხი ნაწილისაგან შემდგარი სამშენებლო ნორმები და წესები (СНІП—ს ნ და წ).

ყოველი ნაწილი იყოფა ცალკე თავებად, რომელსაც სცემენ ცალ-ცალკე და მოიცავენ კონკრეტული სამუშაოების შესაბამის მოთხოვნებს. ნაწილი ალინიშნება რომელიღაც ციფრით და თავი—არაბული ციფრით, მაგალითად, III—4—75 ჩანაწერი ნიშნავს მესამე ნაწილის მეოთხე თავს, დაქტიციებულია 1975 წელს.

ნაწილი პირველი—„საერთო დებულებები“ შედგება ხუთი თავისაგან. იგი მოიცავს ნორმატიული დოკუმენტაციის სისტემას; სამშენებლო ტერმინოლოგიას; ნაგებობების და შენობების კლასიფიკაციას; მოდულური ზომების (სვეტების ძირის რადიუსები ან დიამეტრები) დანიშვნის წესებისა და მშენებლობის დროს დაშვებების დადგენას.

ნაწილი მეორე—„დაპროექტების ნორმები“ შედგება 108 თავისაგან და მოიცავს მოთხოვნებს დაპროექტებისათვის: საერთო საკითხებიდან, როგორცაა სამშენებლო კლიმატოლოგია და გეოფიზიკა, ეცესლანაა-ლმდგომ ნორმები, სამშენებლო თბოტექნიკა, დატვირთვები და ზემოქმედებები და სეისმურ რაიონებში მშენებლობები და სხვ; ფუძე-საძირკვლების;

სამშენებლო კონსტრუქციების; საინჟინრო მოწყობილობებისა და გარე ქსელების; ტრანსპორტის ნაგებობების (გზატკეცილები და რკინიგზები); კავშირგაბმულობის შენობებისა და ნაგებობების; რადიომაუწყებლობისა და ტელეხელის; ჰიდროტექნიკური და ენერგეტიკული ნაგებობების; ქალაქების, სასოფლო და ნებისმიერი დასახლებების, საზოგადო შენობებისა და ნაგებობების, საწარმო და დამხმარე ნაგებობების, სამრეწველო ნაგებობების, სასოფლო-სამეურნეო შენობებისა და ნაგებობების, საწყობებისა და სხვა სათავსოთა დაგეგმარება-გაშენების შესახებ მითითებები.

ნაწილი მე-10 — „სამუშაოების წარმოებისა და მიღების წესი“ შედგება 45 თავისაგან, სადაც გაშუქებულია მოთხოვნები: მშენებლობის ორგანიზაციის საერთო საკითხებიდან; უშიშროების ტექნიკაში მიწის სამუშაოების შესრულებისა და მიღების დროს, ფუძე-საძირკვლის მშენებლობის დროს, სხვადასხვა საშენებლო კონსტრუქციების მშენებლობის დროს, სატრანსპორტო, ჰიდროტექნიკური, ენერგეტიკული, კავშირგაბმულობის, რადიომაუწყებლობის, ტელეხელისა და სხვადასხვა საწარმოო და სამრეწველო ნაგებობების მშენებლობის, მოწყობილობათა დამონტაჟების და გარე ქსელების აგების დროს. იქვეა მოთხოვნები აშენებულ ნაგებობების საექსპლოატაციოდ მიღების შესახებ.

განხილავი (ამავე) ნაწილის მეორე თავშია მოყვანილი მშენებლობის დროს რეგლამენტირებული გეოდეზიური სამუშაოების საკითხები, როგორცაა მოთხოვნები გეოდეზიური დაკვალვებისათვის საჭირო საფუძვლის შესახებ; დაკვალვითი სამუშაოების შესრულების შესახებ; სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების სიზუსტის გეოდეზიური კონტროლის შესახებ; ნაგებობათა გადაადგილებასა და დეფორმაციებზე გეოდეზიური დაკვირვებების შესახებ. იქვეა მოცემული საჭირო პირობები გეოდეზიური გაზომვების სათანადო დონეზე შესრულების შესახებ.

ნაწილი მე-11 — „ხარჯთაღრიცხვის ნორმები და წესები“ შედგება 16 თავისაგან, სადაც მითითებულია: კალკულაციის შესახებ; სამშენებლო საქმეში ელემენტარული და გამსხვილებული სახარჯთაღრიცხვო ნორმების შესახებ; მოწყობილობების მონტაჟის დროს სახარჯთაღრიცხვო ნორმების შესახებ; მოწყობილობების, მასალების, სამშენებლო მასალების ექსპლოატაციის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებისა და ლიზიტირებული დანახარჯების ნორმების დადგენის შესახებ; მშენებლობის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების შესახებ. იქვეა (დამატებაში) სხვადასხვა სახის მშენებლობის შესახებ სახარჯთაღრიცხვო ნორმების კრებული.

ზემოხსენებული საკავშირო ძირითადი ნორმატიული დოკუმენტების გარდა არსებობს სხვადასხვა საეალღებულო ინსტრუქციები, რომლებითაც საჭაროა ვისარგებლოთ. მაგალითად, საეალღებულოა СН—212—73 ინსტრუქციით ვინელმძღვანელოთ სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო, საქალაქო და სასოფლო დასახლებების მიმოკვლევითი სამუშაოებისათვის საჭირო გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიული სამუშაოების შესრულების დროს.

### 9.8.3. სამშენებლო ნახაზების კითხვა. გენერალური გეგმა

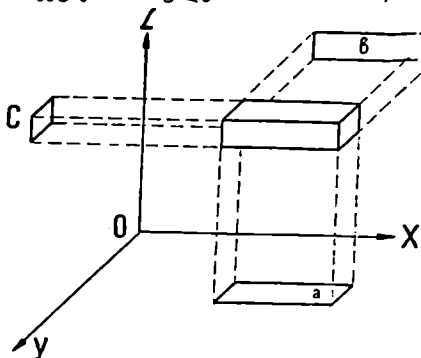
როგორც ვნახეთ, ნაგებობების მშენებლობისათვის საჭირო მიმოკვლევითი, საღაზვერგო და გეოდეზიური დაკვალვების საყრდენ დოკუმენტებს წარმოადგენს

საერთოდ დაპროექტებისა და პროექტის სამუშაო ნახაზები. მაშასადამე, საინჟინრო ამოცანების ამოხსნისა და ნაგებობების მშენებლობისათვის სრულყოფილად გეოდეზიური მომსახურებისათვის საჭიროა გეოდეზისტი დაუფლებული იყოს სახალხო მეურნეობის მრავალი სახის საინჟინრო სამშენებლო ნახაზების კითხვას. ამ პარაგრაფში მოკლედ განვიხილავთ სამშენებლო ნახაზების გეოდეზიური გამოყენების საკითხებს.

ობიექტების სამშენებლო ნახაზების გამოსახვას ძირითადად აწარმოებენ ორთოგონალური ან პერსპექტიული პროექციებით. მაგალითად, (1) ნახაზზე მოყვანილ პარალელპიპედის ორთოგონალურ პროექციას  $xy$  სიბრტყეზე ეწოდება გ ე გ მ უ რ ი,  $z$ -ს —  $xy$  სიბრტყეზე ფ რ ო ნ ტ ა ლ უ რ ი და  $c$ -ს —  $yz$  სიბრტყეზე გ ვ ე რ დ ი თ ი.

პერსპექტივაში სიბრტყეზე ობიექტის სახეს ვიღებთ ხილვის ამორჩეული წერტილიდან ანუ ცენტრალური პროექციების საშუალებით (იხ. 2. 3. 3. 6).

ნებისმიერი პროექტის გაცნობისათვის პირველ რიგში საჭიროა შტამპისა და შენიშვნების წაკითხვა. შემდეგ უნდა გავეცნოთ ნახაზების კიდეებზე მოყვანილ ცნობებს, როგორცაა პირობითი აღნიშვნები, სამუშაოთა მოცულობების ცხრილები, ექსპლიკაცია (ანუ ცხრილი, სადაც მოყვანილია პროექტის ყველა ობიექტის სახელწოდება), სპეციფიკაცია და სხვ. შემდეგ ვეცნობით თვით ნახაზს, რომლის დროსაც სის-



ნახ. 9.8.3.1.

ტმატურად ვსარგებლობთ პირობითი აღნიშვნებით და ექსპლიკაციით.

შტამპი წარმოადგენს ნახაზის იურიდიულ ნაწილს. შტამპის გარეშე ნახაზი არ მიიღება მშენებლობაზე. მასზე მოყვანილია საპროექტო ინსტიტუტის სახელწოდება, სახელოსნო, შემკვეთი ორგანიზაციისა და ობიექტის სახელწოდება, ნახაზის სახელწოდება, გვარები და ხელმოწერები პასუხისმგებელი პირებისა და ნახაზის უშუალოდ შემსრულებლისა, დაპროექტების სტადია, ნახაზის გამოშვების თარიღი, შიფრი, რომლითაც საპროექტო ინსტიტუტის არქივში ინახება პროექტის მასალები, მასშტაბი, შეთანხმების ხელმოწერა და სხვ. შტამპის ნიმუში მოყვანილია (2) ნახაზზე.

შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს გამოსავალი მასალები, რომლის საფუძველზე დამუშავებულია ნახაზი; ამ ნახაზის შესახებ სათანადო ორგანიზაციებთან შეთანხმების ცნობა; განხილადი ნახაზის პროექტის სხვა ნახაზებთან კავშირის სახით; მოყვანილი უნდა იქნეს ობიექტის შესახებ საერთო ცნობები და აღინიშნება ნახაზის შინაარსისა და მიღებული პროექტის შედგენის სპეციფიკის შესახებ ცნობები.

ექსპლიკაციაში ნაჩვენებია ობიექტის რიგითი ნომერი, რომელიც ეწერება ზემოდან ობიექტის ნახაზზე დატანილი მ მ მ დიაგნოსის მქონე წრეს,

რის შედეგად ადვილად დგინდება ნახაზზე სად რომელი ნაგებობაა გამოსახუ-  
ლი.

სპეციფიკაციაში მოყვანილია მასალებისა და დეტალების სია, რომლებიც საჭიროა ცალკეული კვანძებისა და კონსტრუქციების ელემენტების მოსაწყობად. ამ სიაში მოყვანილი მასალები და ელემენტების სახელწოდებები, მარკები და რაოდენობა უნდა შეესაბამებოდეს სახელმწიფო სტანდარტისა და ტექნიკური დოკუმენტაციის მონაცემებს.

სამშენებლო ნახაზებზე იყენებენ სახელმწიფო სტანდარტის მიერ მიღ-  
ბულ პირობით აღნიშვნებს და სახელწოდებებს, რომლებიც, გარდა (2. 7. 1. 1)  
და (2. 7. 1. 2) ცხრილისა, მოყვანილია პირობითი აღნიშვნების ცხრილში  
(ნახ. 3).

გეოდეზიური დაკვალვებისა და მშენებლობის დროს ღიდალ გამოიყენება

სახელოსნოს უფროსი		თბილისი	ობიექტი № 1
სახელოსნოს მთ. კონსტრუქტორი			21
პროექტის მთ. ინჟინერი			მარკა ფურცელი
აპტორი არქიტექტორი			
კვლევის ხელმძღვანელი		თბილისი	
უფროსი ინჟინერი		სახელოსნო № 1	სანიკუნფორი №
		თბილისის მხედრულ- მეცნიერული ქარხანა	12
		სასწავლო სახლი	თარიღი
შუთანხმებულია			1975 წ. XII
აღმასრულებელი მთ. არქიტექტორი		დაკვალვითი	სტადია მასშტ.
კატონის კაპიტალური უფრ. მანქანების, უფროსი		ნახაზი	შ.ს. 1:500

ნახ. 9.8.3.2.

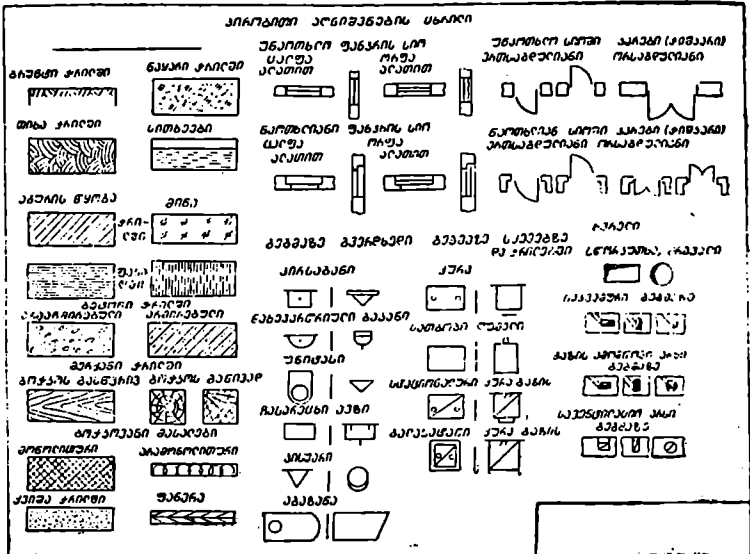
ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმა; შენობებისა და საინჟინრო ნაგებობების  
სატიტულო სია; ნაგებობათა გეგმები და კრილები; ობიექტის გენერალური  
გეგმა; ვერტიკალური დაგეგმარებისა და მიწის სამუშაოების კარტოგრაფია;  
მიწისქვეშა (მიწაში) კომუნიკაციების გეგმები და პროფილები; შენობის გენ-  
გეგმა და სხვ.

ტოპოგრაფიული გეგმა წარმოადგენს პირველადს (საყრდენს)  
დოკუმენტს მშენებლობის მთელი პროექტის შედგენისათვის. ინსტრუქციის  
მიხედვით სამუშაო ნახაზების შედგენის სტადიის დროს ტოპოგრაფიულ გეგმას  
აღგენენ 1:500 მასშტაბში. ობიექტის დაპროექტებისათვის საჭირო ტოპოგრა-  
ფიულ გეგმაზე განსაკუთრებული სისრულით უნდა იქნეს ნაჩვენები მიწისქვე-  
შა კომუნიკაციის ქსელები, როგორცაა გარე ელექტრო, წყალსადენის, კანა-  
ლიზაციის, გაზის, ტელეფონის, გათბობის და სხვა ქსელები.

ნაგებობათა სატიტულო სიას აღგენენ დასაპროექტებელი ნაგებობის ექს-  
პლათაციის ტექნოლოგიური სქემის შესაბამისად. მასში ჩამოთვლილი უნდა  
იყოს: განხილად ობიექტზე ასაშენებელი ყველა ნაგებობა; მათი გეგმებისა და  
კრილების ესკიზები კონსტრუქციული გადაწყვეტის ტექნიკური მონაცე-  
მებით; პროექტის შემდგენი ორგანიზაციის სახელწოდება. მშენბანკი არ აფი-  
ნანსებს იმ ნაგებობებს, რომლებიც არ არიან სატიტულო სიაში შეყვანი-

ლი. მამასადაძე, ასაშენებელი ობიექტისათვის სატიტულო სია არის პირველი (საყრდენი) საფინანსო დოკუმენტი.

ნაგებობის კონსტრუქციულ აგებულებას იძლევიან გეგმებზე და ქრილებზე, რომლებიც შედგენილი უნდა იქნეს მსხვილ 1:100, 1:200 მასშტაბში. ყოველი ნაგებობისათვის უნდა შედგეს ქებაურის, ფუძე-საძირკლის, სუფთა იატაკის ნიშნულზე ტიპური საართულისა და სახურავის გეგმა. გეგმებზე ზომები გამოსახული უნდა იყოს სანტიმეტრებში ან მილიმეტრებში. აბსოლუტური ნიშნუ-



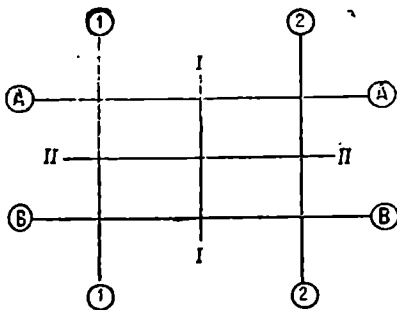
ნახ. 9.8.3.3.

ლები (პირობითის გამოყენება აკრძალულია), რომლებიც ათელილია სუფთა იატაკის ნიშნულებიდან ანუ შენობის მიწისქვეშა ნაწილის ბეტონით გადახურვის ზედაპირიდან, ან პირველი საართლის იატაკის ბეტონის ზედაპირიდან, გამოსახული უნდა იქნეს მეტრებში სანტიმეტრებამდე ან მილიმეტრებამდე დამრგვალებით. ზომის რიკები უნდა დაიწეროს ზომის ხაზებზე. გეგმის შიგნით ზომები გვიჩვენებს თითოეული სათავის სიგრძესა და სიგანეს, აგრეთვე კედლებისა და ტიხრების სისქეებს. გარეთა ზომები უნდა იძლეოდეს კარებისა და ფანჯრების სიღრმის სიგანეების ოდენობებს, კაპიტალური კედლების ან სვეტების ღერძებს შორის მანძილებისა და განაპირა ღერძებს შორის მანძილების ოდენობებს. ზოგადად, ნაგებობების განივი ღერძები აღინიშნება წრეებში ჩასმული არაბული ციფრებით, ხოლო გრძივი ღერძები—წრეებში ჩასმული ასოებით. ნაგებობების ურთიერთმართობ სიმიეტრიის ღერძებს ეწოდება მთავარი ღერძები და აღინიშნება რომაული ციფრებით, ნაგებობების ფორმისა და საერთო გაბარიტის მახასიათებელ გრძივ და განივ ღერძებს ეწოდება ძირითადი ღერძები, ხოლო დანარჩენი ღერძები არის დასაკვალავი ანუ საბუ-

შო ღერძები. (4) ნახაზზე ნაჩვენები მთავარი ღერძებია I და II, ხოლო ძირითადი — A და B გრძივი და 1 და 2 განივი ღერძები.

ჭრილებზე ნაჩვენები უნდა იყოს კონსტრუქციის ჭრილების ზომები და ყველა მახასიათებელი ღონის ნიშნულები. კვანძები იხაზება მსხვილ (1:10) მასშტაბში და აღინიშნება წრეებით.

(5) ნახაზზე გამოსახულია ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლის ფასადი



ნახ. 9 8.3.4.

(ნახ. 5<sup>ა</sup>), გეგმა (ნახ. 5<sup>ბ</sup>), ჭრილი (ნახ. 5<sup>გ</sup>) და ძასზე წრეში ჩასმული პი-1 კვანძის დეტალი (ნახ. 5<sup>დ</sup>).

გეგმაზე B და 4+480 არის მთავარი ღერძები, A და B. 1 და 8 ძირითადი ღერძებია, ხოლო 2,3,4,5,6,7—დასაკვალავი ღერძები (დამხმარე, საძეშაო).

ცნობილია გენერალური გეგმის შემდეგი სახეები:

1. მრეწველობის ამა თუ იმ სახის საწარმოს გენერალური გეგმა (რეალური), რომელშიც შეაქვთ სამშენებლო ტერიტორიაზე

არსებული მუღმივი სამრეწველო შენობები და ნაგებობები, სატრანსპორტო, მიწისზედა და მიწისქვედა საინჟინერო ქსელები.

2. მშენებგეგმა (მშენებლობის გენერალური გეგმა), რომელშიც, გარდა მრეწველობისათვის საჭირო ახლად ასაშენებელი ძირითადი შენობებისა და ნაგებობებისა, შეაქვთ: დროებითი და დამხმარე საწარმოო შენობებისა და ნაგებობების კომპლექსი (ბეტონის, წიდაბეტონის, რკინაბეტონის ნაკეთობებისა და სხვა ქარხნები); ფართო და ვიწრო ლიანდაგიანი რკინიგზისა და საავტომობილო გზების ქსელები; დროებითი საინჟინერო ქსელები (წყალსადენის, კანალიზაციის, გათბობის, ელექტრო და კავშირგაბმულობის, გაზისა და სხვა ხაზები); დროებითი შენობები (საწყობები, აღმინისტრაციულ-სამეურნეო შენობები და სხვ.);

3. შეთავსებული გენერალური გეგმა, რომელიც წარმოადგენს ერთ ფურცელზე ზემო ორი სახის გეგმის შეთავსებას. ასეთი გეგმა გარკვევით გვიჩვენებს თუ როგორ არის ურთიერთგანლაგებული მუღმივი და დროებითი ნაგებობები;

4. საცხოვრებელი დასახლების განლაგების გენერალური გეგმა, რომელშიც შეაქვთ ქუჩები, მაგისტრალები, მოედნები, გაზონები, საცხოვრებელი კვარტალები, მანქანების სადგომები, რომელზეც დართულია საინჟინერო ქსელები (რკინიგზისა და საავტომობილო ტრანსპორტის, წყალსადენის, კანალიზაციის, გათბობისა და სხვ.);

5. დაბის საცხოვრებელი სახლების დეტალურად განლაგების გენერალური გეგმა, რომელშიც ნაჩვენებია ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტი;

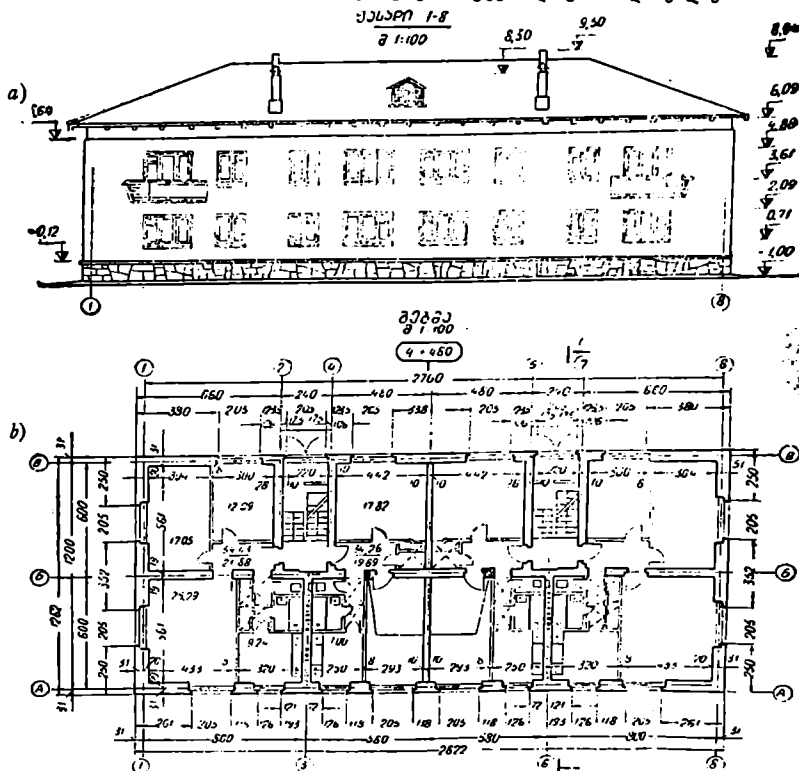
6. საბოლოო—შესრულებითი გენერალური გეგმა, რომელშიც შეაქვთ საექსპლოატაციოდ ჩასაბარებელი შენობები და ნაგებობები. აქ ყოველმხრივად წარმოდგენილი შესრულებული სამშენებლო სამუშაოების შედეგები. ამ გეგმაში ზემდგომი ორგანოების მიერ სათანადო შესწავლისა და დადგენილების საფუძველზე დატანილი უნდა იქნეს განხილადი სამრეწველო, სასწავლო ან

სხვა დიდმნიშვნელოვანი ობიექტის გაზრდის (პერსპექტივის) შესაბამისად გაფართოებისათვის დამატებული სივრცეები წითელი ხაზებით.

როგორც ვხედავთ, გენერალური გეგმით ისაზღვრება ცალკეული შენობის ნაგებობის, ტრანსპორტის, ელექტრო-თბო-გაზისა და სხვა კომუნიკაციების რაციონალური განლაგება. იგი შეიძლება შედგეს მთელი სამშენებლო მოედნისათვის ან ცალკეული ობიექტის მიხედვით.

#### 9. 8. 4. გენერალური გეგმის შედგენა. საშენებლო ბაღე

ობიექტის გენერალური გეგმა იქმნება სამშენებლო ტერიტორიის ტოპოგრაფიულ გეგმაზე, რისთვისაც საჭიროა სატიტულო სიის, დასაპროექტებელი ნაგებობების ექსპლოატაციის ტექნოლოგიისა და ქალაქის დი-

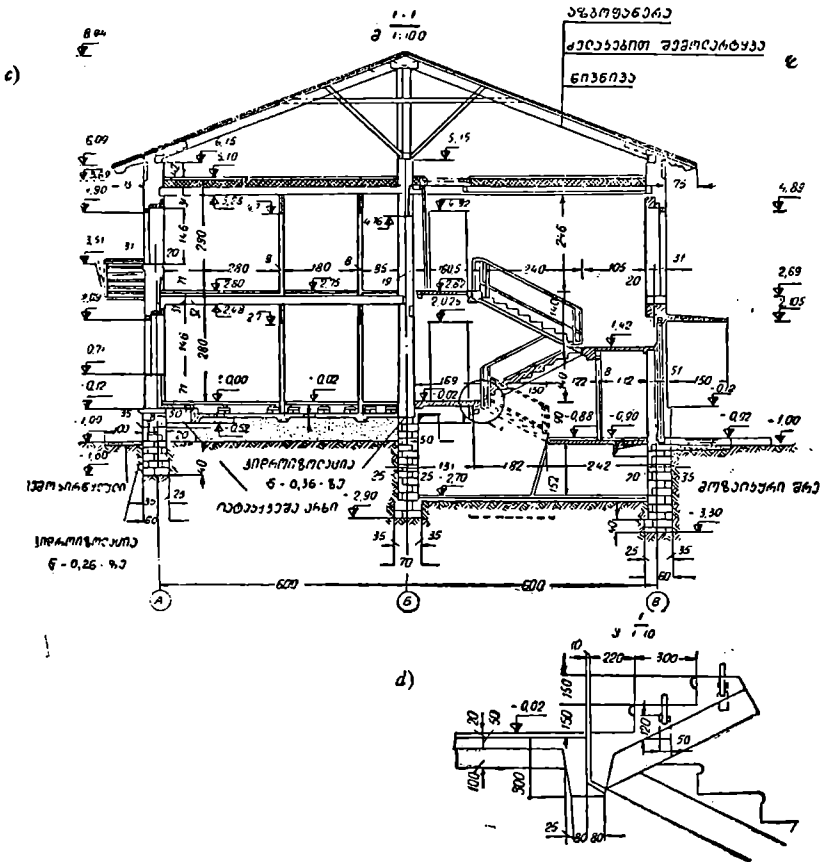


ნახ. 9 8.3.5, ა, ბ.

რითადი საკანძო ადგილების გულდასმით შესწავლა და მხედველობაში მიღება როგორც ითქვა, სამშენებლო ტერიტორიის შეთავსებულ გენერალურ გეგ-



მაზე უნდა იყოს განლაგებული ასაშენებელი ობიექტის ყველა ნაგებობა, დასაპროექტებელი მისასვლელები, შიგა მოედნებზე საავტომობილო მისასვლელი და სადგომები, ლობები, გაზონები, წყალმიძღებები, პილრანტები და სხვ. არსებობს გენერალური გეგმის დაპროექტების გრაფიკულ-ანალიზური და



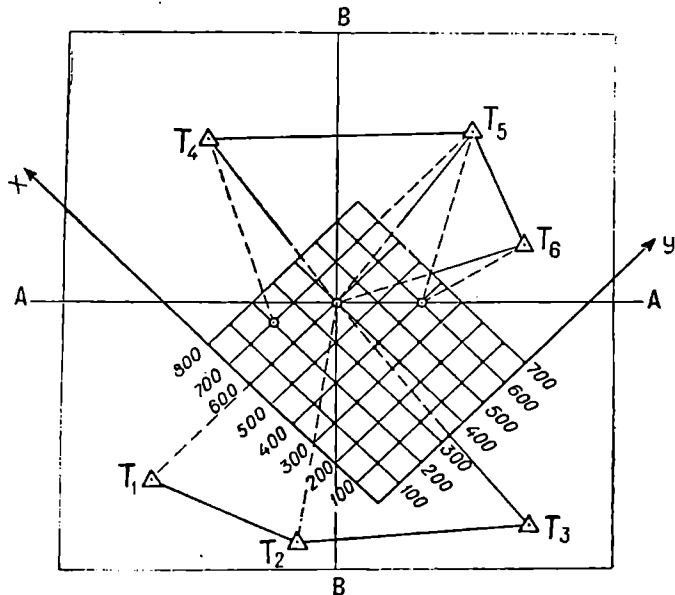
ნახ. 9.8.35, ც, დ.

ანალიზური მეთოდები. პირველ შემთხვევაში ობიექტის ცალკეულ ნაგებობებს შორის მანძილებს საზღვრავენ უშუალოდ გეგმიდან გრაფიკულად, ხოლო ანალიზური მეთოდით დაპროექტების დროს ეს მანძილები ინიშნება დაპროექტების შესაბამისი ნორმებით.

ტოპოგრაფიულ გეგმაზე გენერალური გეგმის დაპროექტება იწყება ტოპოგეგმაზე სამშენებლო საკოორდინატო ბადის აგებით, რომლის კვადრატების გვერდების ზომებს იღებენ რელიეფისა და ასაგები ნაგებობების ზომების შესაბამისად 50 — 400 მეტრამდე. სამშენებლო ბადის ორიძები გეოდეზიური

$x, y$  სისტემისაგან განსხვავებით აღინიშნება A და B ასოებით. სამშენებლო საკოორდინატო ბაღე წარმოადგენს ძირითადს (საყრდენს) ობიექტის მშენებლობისათვის ყველა სახის საპროექტო დაკვალვითი საშუალებისათვის. სამშენებლო საკოორდინატო ბაღე საშუალებას იძლევა სწრაფად და მარტივად განესაზღვროთ გენგეგმაზე დაპროექტების დროს ნაგებობათა კუთხეების კოორდინატები.

სამშენებლო ბაღის ღერძების მიმართულებას საზღვრავენ არსებული ობიექტის ნაგებობების, გზებისა და სხვა ელემენტების განლაგების ადვილად დაკავშირების შესაბამისად. ეს კი მიიღწევა, თუ შევძლებთ ბაღის ღერძები დავალაგოთ ნაგებობათა ღერძების პარალელურად. ზემოხსენებულის შედეგად ხშირად ხდება, რომ სამშენებლო ბაღის ღერძები არ ემთხვევა სახელმწიფო გეოდეზიური საფუძვლის  $x, y$  ღერძებს და მათ მიმართ A და B სამშენებ-

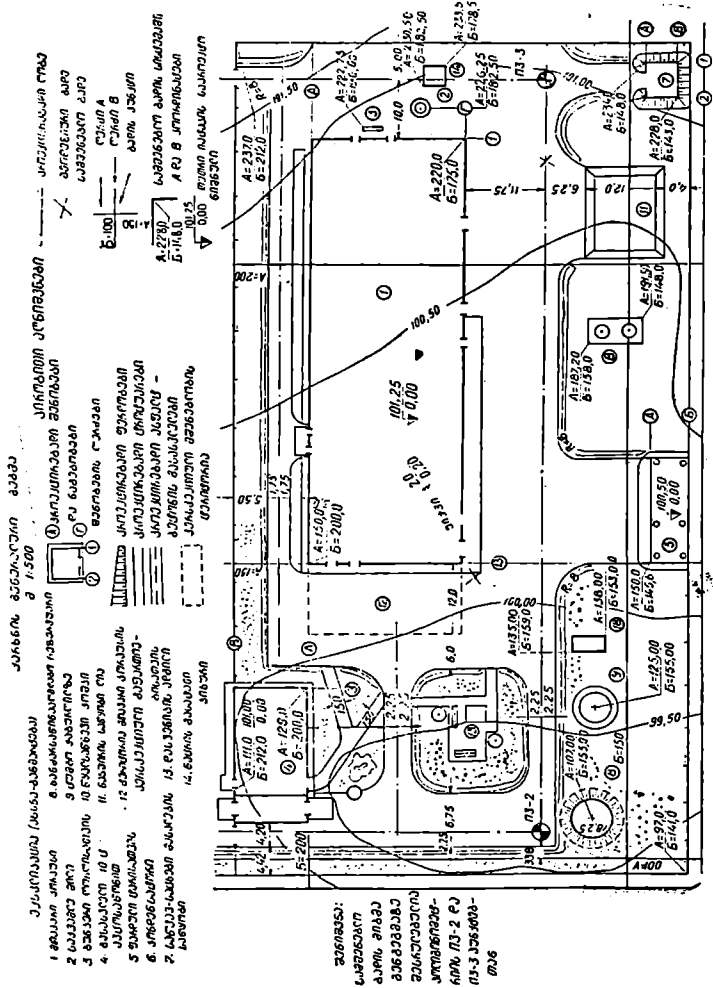


ნახ. 9.8.4.1.

ლო ბაღის ღერძები გარკვეული კუთხით შებრუნებული გამოდის (იხ. ნახ. 1). სამშენებლო ბაღის კვადრატის ყოველი წვეროდან სხვადასხვა მიმართულებით უნდა ჩანდეს არანაკლებ 4 წვეროსი. საერთოდ, სამშენებლო ბაღე დიდი გულისყურით უნდა იქნეს დანიშნული ტოპოგეგმაზე. ამ დანიშნის შეცდომა არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 მმ. სასურველია, ნაგებობები მოთავსდეს ბაღის კვადრატების ფარგლებში. ბაღის კუთხეების ზუსტად ტრიანგულაციის  $T_1, T_2, \dots$  პუნქტებზე მიზმისა და გულდასმით შემოწმების შემდეგ განხილავი ქსელი დაიკვალება. ადგილზე. ნაგებობათა ძირითადი ღერძების გადაკვეთების კუთხეების კოორდინატების ჩვენების გარდა გენგეგმაზე ნაჩვენები უნდა იქნეს

სუფთა იატაკის ნიშნულები და მიზნების მონაცემები, რომლის ნიმუშია ქარხნის გენერალური გეგმა (ნახ. 2).

ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტი ღებვა გენერალური გეგმის საფუძველზე. ვერტიკალური დაგეგმარებით იქმნება პროექტი ბუნებ-



ნახ. 9.8.4.2.

რივი რელიეფის ხელოვნური შეცვლის შესახებ, რითაც უნდა დაკმაყოფილდეს ობიექტის მშენებლობისა და ექსპლუატაციის საპირო მოთხოვნები, როგორი-

ცა ტერიტორიაზე ნალექების ნორმალურად დინების, გაზონებისა და მანქანების შესასვლელების, დადგომის მოედნების შექმნის, გაზონების გაშენებისა და სხვა. ვერტიკალური დაგეგმარების პროექტის მოხერხებულად რეალიზაციისათვის, როცა იყენებენ მიწის სათხრელ მანქანებს, ცდილობენ, რომ მოსაშენდაკებელი რელიეფი წარმოქმნან ცალკეული გამაფორმებელი სიბრტყეებით. საპროექტო რელიეფი შეიძლება მოცემულ იქნეს საპროექტო ნიშნულებით, გამაფორმებელი სიბრტყეების ქანობების ოდენობებით და მიმართულებების ჩვენებით ან საპროექტო იზოჰიფსებით, რომლებიც ცალკეული გამაფორმებელი სიბრტყეებით წარმოიდგინება წრფივი პარალელური ხაზებით.

გეგმაზე საპროექტო იზოჰიფსებს შორის მანძილები ისაზღვრება ფორმულით:

$$a = \frac{h_{\text{საა}}}{iM}, \quad (9.8.4.1)$$

სადაც  $h_{\text{საა}}$  არის საპროექტო კვეთის სიმაღლე

$i$  — სიბრტყის საპროექტო ქანობა;

$M$  — გეგმის რიცხვითი მასშტაბის მნიშვნელი.

ორი გამაფორმებელი სიბრტყის საზღვარზე წრფივ პარალელურ იზოჰიფსებს აქვთ გარდატეხა. საპროექტო იზოჰიფსების კვეთის სიმაღლე ინიშნება 0,1 — 0,5 მეტრამდე მოედნის რელიეფის მიხედვით.

ვერტიკალური დაპროექტების პროექტზე უჩვენებენ ნაგებობების სუფთა იატაკის ნიშნულებს; ნაგებობების კუთხეების საპროექტო და არსებულ ნიშნულებს; გასაგლის ღერძის ქანობის ოდენობას და მიმართულებას.

სამრეწველო ობიექტის ვერტიკალური დაპროექტების ნიმუში, სადაც იზოჰიფსების კვეთის სიმაღლე შეჩვენებულია 0,1 მეტრი, წარმოდგენილია მე-3 ნახაზზე.

მიწისქვეშა კომუნიკაციის გეგმა და პროფილი იქმნება გენერალური გეგმისა და ვერტიკალური დაპროექტების პროექტის საფუძველზე არსებული მიწისქვეშა კომუნიკაციის მხედველობაში მიღებით.

ქალაქების, დაბებისა და სამრეწველო საწარმოების მიწისქვეშა ქსელები და ნაგებობები იყოფა სამ ძირითად ჯგუფად: მიღგაყვანილობები, კაბელების ქსელები და კოლექტორები.

მიღგაყვანილობის ჯგუფში შედის წყალსადენის, კანალიზაციის, გაზის, გათბობის, წყალსადინარისა და ღრენაჟის ქსელები; ამავე ჯგუფს ეკუთვნის ტექნოლოგიური პროდუქტების გაყვანილობები: ნავთის, გაზის, მაზუთის, სალიარკის, ორთქლის, ნაცრისა და სხვ.

მიღგაყვანილობები აგრეთვე იყოფა თვითდინებით (წყალსადინარის, ღრენაჟის, კანალიზაციის) და დაწნევიით (წყალსადენი, გაზი, გათბობა) ჯგუფად.

წყალსადენების ქსელებში შედის: წყალსატარები, რომლის მიღების დიამეტრებია 800—1600 მილიმეტრამდე; მაგისტრალური ხაზები, მიღების დიამეტრები 100—900 მმ; მანაწილებელი ქსელი, მიღების დიამეტრი 200—400 მმ და მომხმარებელთან შემყვანი ქსელი მიღების დიამეტრი 50 — 200 მმ. გარდა უკანასკნელი ჯგუფისა, წყალსადენის მიღები არის თუჯის; ხოლო მსხვილსამრეწველო ობიექტებზე შეიძლება იყოს აზბესტ-ცემენტის ან რკინაბეტონის. წყალსადენის განშტოების ადგილებში

აწყობენ სათვალერებელ კებს, რომლებშიც დამონტაჟებულია ურდულეები, ცეცხლსაქრობი ჰილრანტები და სხვა არმატურა.

ქანალიზაციის ქსელები მოიცავს: სამრეწველო, სამეურნეო, საყოფაცხოვრებო (ფეკალურ) და სანიტარო გაყვანილობებს. აქ

კაპიტალური შეკეთებების გზამკვლევი რამდენიმე სართული

შენიშვნა:

შენიშვნა: შენობის და ნაგებობის კაპიტალური (გამა-გამაგამა) მოსაწოდო კონსტრუქციული ნაგებობა

საკონსტრუქციო კონსტრუქციები:

სანთის რიგითი კონსტრუქციები  
 შენობის მოსაწოდო ნაგებობები  
 საკონსტრუქციო ინჟინერული ნაგებობები  
 ნაგებობის სარკვევი ნაგებობები

შენიშვნა: კონსტრუქციის ნიშნები:

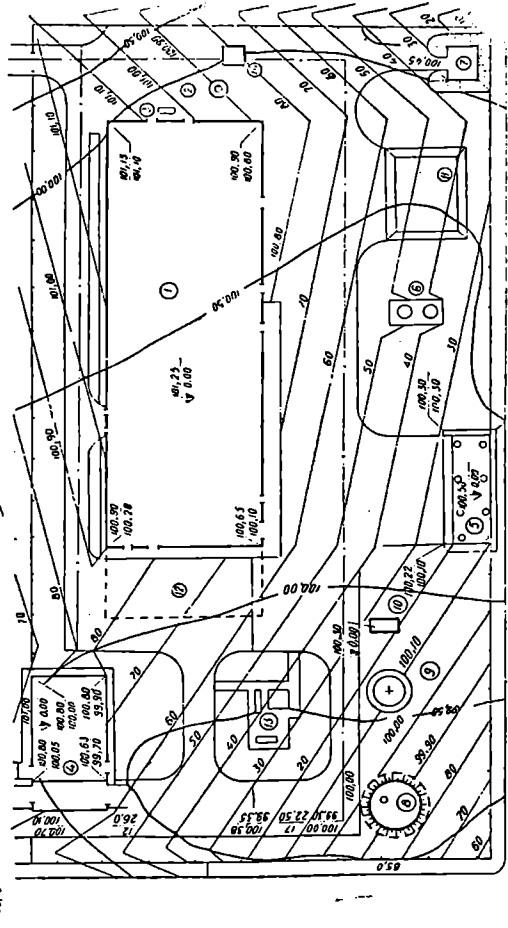
საკონსტრუქციო (ნაგებობა)

საკონსტრუქციო

საკონსტრუქციო

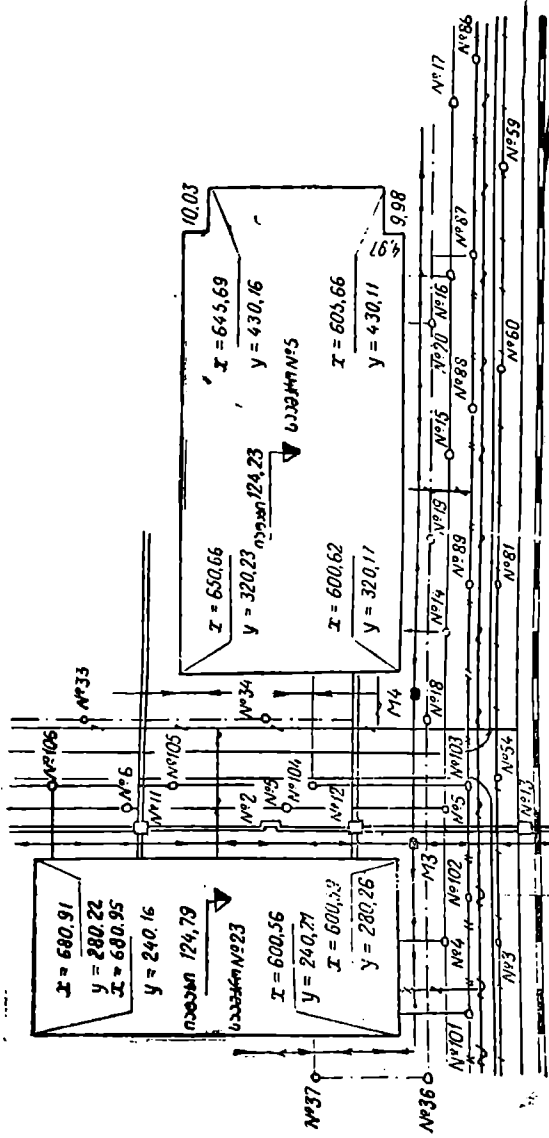
საკონსტრუქციო

საკონსტრუქციო



ნახ. 9.8.4.3.

იყენებენ რკინაბეტონის, კერამიკულ და აზბესტბეტონის მილებს. ძირითადად ქანალიზაციის მილგაყვანილობა თვითდინებადია. ქანობების მინიმალური დასაშვები ოდენობებია  $\Phi 150$  მმ დიამეტრის მილები-სათვის 0,007;  $\Phi 200$  მმ—0,005;  $\Phi 1250$  მმ და მეტი ზომისათვის—0,0005



$x = 650.66$   
 $y = 320.23$

$x = 645.69$   
 $y = 430.16$

$x = 600.62$   
 $y = 320.11$

$x = 605.66$   
 $y = 430.11$

10.03  
 4.97  
 9.98

$x = 680.91$   
 $y = 280.22$   
 $x = 680.95$   
 $y = 240.16$

$x = 600.56$   
 $y = 240.27$   
 $x = 600.37$   
 $y = 280.26$

124.23  
 124.79

სანაგავი №5  
 სანაგავი №23

პროექტის საბუთები

- სანაგავი - სანაგავი
- სანაგავი - სანაგავი
- სანაგავი - სანაგავი
- სანაგავი - სანაგავი

$x = 569.84$   
 $y = 436.26$

ს. 9.8.4.4.

ქანალიზაციის ქსელის ყოველ 50—100 მეტრზე, განსტობების ადგილებზე და ქანობების შეცვლის ადგილებზე აწყობენ სათვალე რეზერვუარებს.

გათბობის ქსელები იგება საგანგებო კოლექტორების სახით ან ფოლადის მილებით საგანგებო ღარებში. ამ ქსელებში შედის: მაგისტრალური, მილების შიგა დიამეტრები 400 — 1200 მილიმეტრამდე; სარიგებელი, შიგა დიამეტრი 200 — 350 მილიმეტრი, და მომხმარებელთან შემოყვანილი მილები  $\Phi$  32 — 200 მმ. თბოგადამტანების ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად მილების დეფორმაციის ჩაქრობისათვის აწყობენ სარბლო კომპენსატორებს. იმ ადგილებში, სადაც საჭიროა დაიდგას მარგულირებელი და საკონტროლო-საზომი აპარატურა და საჩობო კომპენსატორი, აწყობენ სათვალე რეზერვუარებს.

კაბელის ქსელები მოიცავს მაღალი ძაბვის ელექტროქსელებს, განმანათლებელ და სუსტი დენის ხაზებს (ტელეფონის, რადიო-მაუწყებლობის, ტელეგრაფის და სხვ.). კაბელს აგებენ საკაბლო ტრანშეაში, სუსტი დენის კაბელებს კი მრგვალი ან მართკუთხედის ღარებში. ყოველ წრფივ 200 — 250 მეტრზე და განსტობებზე შენდება სათვალე რეზერვუარი.

კოლექტორები დიდი დიამეტრის ნაგებობებია, რომლებშიც ეწყობა სხვადასხვა მილგაყვანილობები და სხვადასხვა დანიშნულების კაბელები.

საპროექტო გეგმებზე ნაჩვენებია უნდა იყოს მილგაყვანილობის ღერძების საპროექტო მდებარეობა, სათვალე რეზერვუარი, ქანობები, მილების დიამეტრები. საპროექტების პროცესში ადგენენ მიწისქვეშა კომუნიკაციების ცალკეული ქსელებისა და ნაკრებ გეგმებს. მიწისქვეშა კომუნიკაციების ნაკრები გეგმის ნიმუშია (4) ნახაზი.

ყოველი მიწისქვეშა ქსელისათვის ადგენენ პროფილს, რომელზეც ნაჩვენებია ჰეობის მანძილები და ქანობები, მილების დიამეტრები, სათვალე რეზერვუარების სიღრმეები და მათ შორის მანძილები, საპროექტო ნიშნულები მილებისა და სათვალე რეზერვუარების ლიუკებისა (სახურავის), ყველა ერთიერთგადაკვეთილი გაყვანილობები, მათი ნიშნულები და სხვ.

შენების გენგეგმა (მშენებება, სამუშაო, შეთავსებული), როგორც წინა პარაგრაფში განვმარტეთ, წარმოადგენს სამშენებლო სამუშაოების ორგანიზაციის პროექტის ერთ-ერთ ძირითად დოკუმენტს. მასზე უნდა იყოს ნაჩვენები სამშენებლო მექანიზმების განლაგების ადგილები, სამშენებლო მასალების დაწყობის ადგილები, მშენებლობის პერიოდში საჭირო დროებითი სათავსები, დროებითი სამაქანო გზები. საერთოდ, შენების გენგეგმა საჭიროა სამშენებლო ტერიტორიაზე რაციონალურად მშენებლობის ორგანიზაციისათვის. ამიტომ ერთი და იმავე ობიექტის ან მასში შემავალი ნაგებობისათვის ხშირად დგება რამდენიმე მშენებება შენების სხვადასხვა პერიოდების შესაბამისად. გეოდეზისტს გადააქვს ადგილზე განხილადი გენგეგმის მონაცემები და ირჩევს ადგილს გეოდეზიური საყრდენი წერტილებისას იმ ანგარიშით, რომ ისინი დაცული იყვნენ მშენებლობის პერიოდში.

მშენებების (შეთავსებული) გაფორმების ნიმუშია (5) ნახაზი.

განვითარების დიდი პერსპექტივის მქონე განსაკუთრებული მნიშვნელობის ობიექტებისათვის საჭიროა დამატებულ იქნეს მშენებლობის მიმდებარე ტერიტორია და შედგეს აღნიშნული ობიექტისათვის პერსპექტიული განვითარების გენგეგმა. ამ ღონისძიებით სახელმწიფო დიდ ეკონომიას მიიღებს განხილადი ობიექტის დამატებულ ტერიტორიაზე დაუბრკოლებლივ მშენებლობის გაფართოების შესაძლებლობის გამო.





## 9.8.5. სახალხო მუშაობის საგანგებო ნაბიჯებისა და აგრძობის აზომების საკითხისათვის

წინა თავებში განხილულია საკითხი საგანგებო სვლებისა და აგებულების მრავალსახეობათა შესახებ.

ამ თავში საგანგებოდ განიხილება მრეწველობის სპეციალიზებული ობიექტების აგებულების საკითხები.

საერთოდ, სახალხო მუშაობის მრეწველობა სხვისთან ერთად მოიცავს: სასარგებლო ნამარბთა ექსპლოატაციისა და მათ გადამამუშავებელ საწარმოებს. პირველი საწარმოს ობიექტები მუდამ ვითარდება სასარგებლო ნამარბების მოპოვების სივრცეებზე; ხოლო მეორე საწარმოსათვის საჭირო ობიექტების ადგილს კი ირჩევენ ეკონომიკური, ტრანსპორტის, დასახლების, დამხმარე მასალებით მომარაგების, მუშა ხელით უზრუნველყოფისა და სხვა მრავალი ნიშანთვისების მიხედვით.

სასარგებლო ნამარბთა ექსპლოატაციის საწარმოების გეოდეზიური მომსახურება მინდობილი აქვს მარკშიდერებს, რომელთა სავალდებულო საქმიანობის შესახებ საჭირო ცნობები განხილულია მარკშიდერიის სახელმძღვანელოებში.

როგორც ცნობილია (იხ. I ტომი), მეორე, ანუ სასარგებლო ნამარბთა გადამამუშავებელი მრეწველობის საწარმოებს მომსახურებას უწევს საინჟინრო გეოდეზია.

გადამამუშავებელი საწარმოების ძირითად ობიექტებსა და დანადგარებს წარმოადგენს: 1. ადმინისტრაციულ-საჟურნეო დანიშნულებისა და საყოფაცხოვრებო მომსახურების შენობები (ქარხნის მმართველობის, გასაშვები პუნქტების, დაცვის, საცხოვრებელი, სასადილოების, სახანძრო დეპოს, სამედიცინო პუნქტის, პოლიკლინიკის, საბავშვო ბაგის და სხვ.); 2. ძირითადი საამქროები (წარმოების ნახევრადფაბრიკებისა და მზანაწარმის საამქროები, მაგალითად, შავი მეტალურგიის ძირითად საამქროებს წარმოადგენს ბრძმელები, ფოლადსადნობი და საგლინავი საამქროები, რომელთა პროდუქცია სახალხო მეურნეობის მრავალი დარგისათვის ნახევარფაბრიკათა; მანქანათსაშენებელ ქარხნებში ძირითადი საამქროებია სასხმელი, სამკედლო-საწნები, მექანიკური, მექანიზმების ამწყობი და სხვ.); 3. დამხმარე საამქროები, რომლებიც ძირითად საამქროებს უწევს მომსახურებას (ინსტრუმენტალური, სარემონტო და სხვ.); 4. ენერგეტიკული მოწყობილობების ობიექტები (ელექტროსადგური, თბოელექტროსადგური, საქვაბე, გაზგენერატორის, სტრანსფორმატორო ქვესადგურის, საკომპრესორო და სხვ.); 5. სასაწყობო მეურნეობის: ძირითადი საწყობი, სადაც ინახება მასალების ძირითადი მარაგი და მზა პროდუქცია; საამქროები, სადაც ინახება მიმდინარე წარმოებისათვის საჭირო მასალები (ნედლეულის, სათბობის, საზეთავი და ქიმიური მასალების, სამარაგო მოწყობილობების, ტარის, წარმოების ნარჩენების, რემონტებისათვის საჭირო სამშენებლო მასალების მთავარი საწყობი და სხვ.); 6. სტრანსპორტო მეურნეობის ნაგებობების (ნ.ორმალური და ვიწროლიანდაგიანი რკინიგზის, საავტომობილო გზების, ბაგირგზების, კონვეიერების, ესკალატორების და სხვ.); 7. მიწისქვეშა და ზედა საინჟინრო-ტექნიკური ქსელები (ელექტრომომარაგებისა და კავშირგაბმულობის ხაზები, წყალსადენის, კანალაზაციის, გათბობის, გაზის და სხვ.); 8. საწარმოს ტერაქტორიის კეთალოწყობათვის საჭირო

სათავსები (მოედნები, ტროტუარები, კიოსკები, პავილიონები, გაწვეანება და სხვ.).

ზოგიერთი ქარხნები, განსაკუთრებით კი შავი მეტალურგიის ქარხნები, ხასიათდება დიდი განფენილობის სათავსებით, რის შედეგად მეტად რთული ხდება გენერალური გეგმების შედგენა და საერთოდ, გეოდეზიური სამუშაოების შესრულება. მაგალითად, 4 მარტენის ღუმლის, 2 მილიონი ტონა თუჯის გადასამუშავებელი და საკლინავი საამქროების და 2,5 მილიონი ტონა ფოლადის ნაყოფიერების მომცემი ქარხანა ხასიათდება შემდეგი მონაცემებით:

ქარხნის ტერიტორია . . . . .	500 ჰა
შენობების რაოდენობა . . . . .	300-400
საამქროს მაქსიმალური სიგრძე . . . . .	1000 მ
ელექტროენერჯის სიმძლავრე . . . . .	150000 კილოვატამდე
დღე-ღამეში წყლის ხარჯი . . . . .	1 მლნ. მ <sup>3</sup>
საერთო ტვირთბრუნვა წელიწადში . . . . .	20 მლნ. ტონა
რკინიგზის ლიანდაგების კსკლის საერთო სიგრძე . . . . .	150-200 კმ.

იმისათვის, რომ შევადგინოთ ასეთი სახის საწარმოს 500 ჰექტარი ტერიტორიის გეგმა 1:500 მასშტაბში დასჭირდება 20 კვ. მ ქალაქის ფურცელი, ხოლო 1:1000 მასშტაბში 5 კვ. მ. მაგრამ იმისათვის, რომ სწორად გოვაწყოთ გეოდეზიური მომსახურება ქარხნის ექსპლუატაციის პროცესში, რომლის ტერიტორია ვადატვირთულია სხვადასხვა შენობებით, ნაკვებობებით და კომუნიკაციებით, საჭიროა ხშირად გეგმის შედგენა 1:500 და უფრო ხშირად კი ტერიტორიის ცალკეულ ნაწილებში 1:2000 მასშტაბში. ამ დროს მოთხოვნილი სიზუსტე შეიძლება იყოს ნაკლები იმაზე, რაც შეესაბამება ასეთ მსხვილმასშტაბიან გეგმებს.

#### A. ტოპოგრაფიული გეგმების სიზუსტე, დეტალურობა და ხისრულა

ტოპოგრაფიული გეგმების ღირსებას ადგენენ მასზე გამოსახული წყლის-ლაღების (სიტუაციისა და რელიეფის) სიზუსტისა, დეტალურობისა და ხისრულის მიხედვით.

განხილავთ ტოპოგრაფიული გეგმის სიზუსტეს წარმოადგენს მისი გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტების მიმართ საგნებისა, კონტურებისა და რელიეფის მდებარეობის ჯამური შეცდომები. სხვადასხვა მეთოდის მსხვილმასშტაბიანი გეგმებისათვის ამ შეცდომების საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა დაახლოებით ერთნაირია და მრავალი გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ მისი ოდენობა აღწევს  $\pm 0,3-0,4$  მმ გეგმის მასშტაბში. იმავე ოდენობის საშუალო კვადრატული შეცდომაა დაშვებულ სიტუაციის ცალკეულ საგნების გეგმაზე ურთიერთდაშორებისათვის. მაგალითად, 1:1000 მასშტაბიანი გეგმისათვის საგნებს შორის ადგილზე ურთიერთდაშორების დასაშვები ოდენობა მინიმუმი გამოდის 0,3-0,4 მ, ხოლო 1:500 მასშტაბიანი გეგმისათვის კი 0,15-0,2 მ. რაც უფრო მსხვილია აგეგმვის მასშტაბი, მით ნაკლები იქნება მისი აგების დასაშვები შეცდომების ოდენობები ნატურაში. მაშასადამე, თუ მივიღებთ საგნებს შორის ადგილზე დაშორების  $m_{ად}$  დასაშვებ საშუალო კვადრატულ შეცდომას გეგმაზე გამოსახაზე საგნებისას და გავითვალისწინებთ გეგმის აგებისათვის  $m_{გგ}$  საშუალო კვადრატულ შეცდომას, შევძლებთ დავადგინოთ აგებისათვის საჭირო მასშტაბის ოდენობა. მა-

გალითად, როცა  $m_{აგ} = \pm 0,3$  მ და  $m_{აბ} = \pm 0,35$  მმ, მაშინ აგეგმვის მასშტაბის მნიშვნელი განისაზღვრება:

$$\frac{m_{აგ} - m_{აბ}}{1 მმ - M} \text{ ანუ } \frac{0,35 \text{ მმ} - 300 \text{ მმ}}{1 \text{ მმ} - M}$$

პროპორციით. აქედან მასშტაბის მნიშვნელი  $M$  იქნება

$$M = \frac{300 \text{ მმ} \times 1 \text{ მმ}}{0,35 \text{ მმ}} \approx 1000 \text{ მმ}$$

და მივიღებთ გეგმის შესაღვენ მასშტაბს:

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{\frac{m_{აგ}}{m_{აბ}}} = \frac{1}{\frac{300 \text{ მმ}}{0,35 \text{ მმ}}} \approx \frac{1}{1000} \quad (9.8.5.1)$$

ტოპოგრაფიული გეგმის დეტალურობას ახასიათებენ მასზე გამოსახული ადგილის კონტურების მსგავსების ანუ გენერალიზაციის (განზოგადების) ხარისხის მიხედვით. მაგალითად, რაც უფრო მსხვილია აგეგმვის მასშტაბი, მით მალაღია გამოსახულებათა დეტალურობა და ნაკლებია გენერალიზაცია (განზოგადება). ინსტრუქციით მიღებულია, რომ მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვების დროს მკაფიო კონტურების გენერალიზაციის შეცდომის წილი არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 0,5$  მმ გეგმის მასშტაბში. ამ საზღვრებში ხდება შენობების, კონტურების, საზღვრების გამრუდებული ნაწილების გასწორახაზებულად გამოსახვა.

ტოპოგრაფიული გეგმის სისრულე გამოიხაზება საგნების სიმაღლური ზომებით ან გეგმაზე გამოსახაზე ნაგებობებს შორის მანძილებით. ტერიტორიის დასახლებულ ნაწილებში გეგმის სისრულის მოთხოვნები განმსაზღვრელია აგეგმვების მასშტაბის შერჩევის დროს. მჭიდრო კომუნიკაციისა და სხვა ნაგებობების აგეგმვების დროს, რომლებიც განლაგებულნი არიან სხვადასხვა დონეებზე და აქვთ მცირე ჰორიზონტული პროექციები (ხშირად  $l_{აგ} = 0,5$  მ და უფრო ნაკლებიც), რომ შეეძლოთ გეგმაზე გადატანა მათ ღერძებს შორის  $l_{აბ} = 1$  მმ მინიმალური დაშორებით, აგეგმვის მასშტაბი სათანადო პროპორციით დადგინდება:

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{\frac{l_{აგ}}{l_{აბ}}} = \frac{1}{\frac{500 \text{ მმ}}{1 \text{ მმ}}} = \frac{1}{500} \quad (9.8.5.2)$$

ადგილის შესახებ შედარებით უფრო სრულყოფილი ცნობების მიღება შეიძლება ფოტოაგეგმების საშუალებით.

რელიეფის გამოხაზვის სიზუსტე, დეტალურობა და სისრულე უმთავრესად დამოკიდებულია შერჩეული კვეთის სიმაღლეზე. ვაკე ადგილების მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვების დროს ძირითად კვეთის სიმაღლედ იღებენ  $0,5-1,0$  მ, მთაგორიან ადგილებში კი  $1-2$  მ, ხოლო ზოგჯერ აგეგმვების მასშტაბისა და დაპროექტების მოთხოვნის შესაბამისად იღებენ  $5$  მეტრსაც.

თანახმად ინსტრუქციისა, I-IV კლასის პუნქტების მიმართ სასიმალო საფუძვლის პუნქტების ზღვრული შეცდომები დასაშვებია  $1:10$  შერჩეული  $h$  კვეთის სიმაღლისა ანუ  $0,1 h$ ; ხოლო პოლიგონებში და სკლებში ზღვრული  $W_1$  შეუკერელობები არ უნდა აღემატებოდეს ამ შეცდომების გაორკეცებულ

ოღენობას. გვემაზე რელიეფის გამოსახვის სიზუსტე უნდა იყოს ისეთი, რომ ამ გვემაზე იზოპიფსების საშუალებით ნიშნულების განსაზღვრის შეცდომები არ აღემატებოდეს ვაკე ადგილებში  $\frac{1}{2} h$ , როცა  $h=0,5$  მ, და  $\frac{1}{3} h$ , როცა  $h=1$  მ ანუ ნიშნულების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომები შესაბამისად არ აღემატებოდეს  $\pm 0,12$  და  $\pm 0,16$  მ.

მაშასადამე, რაც უფრო მსხვილია აგვემის მასშტაბი და მცირეა რელიეფის კვეთის სიმაღლე, მით მეტი იქნება ადგილის გამოსახულების დეტალურობა და სისრულე და აგრეთვე მცირე იქნება წერტილთა კოორდინატებისა და სიმაღლეების აბსოლუტური შეცდომები ანუ მით მეტი იქნება გვემის სიზუსტე, მაგრამ მით მეტი დრო და სახსრები იხარჯება აგვემითი საშუაოების შესასრულებლად. ამიტომ უაღრესად საჭიროა გვემის შედგენის მასშტაბისა და რელიეფის კვეთის სიმაღლის შერჩევა სათანადო დასაბუთების შესაბამისად.

#### 4. გვემების მასშტაბები

მიმოხილვითი გვემის მასშტაბის შერჩევისათვის ძირითადი ფაქტორებია: დაპროექტების სტადია; გვემაზე ამოსახსნელი დაპროექტების ამოცანები; სიტუაციისა და რელიეფის სირთულე; გვემაზე არსებული ნაშენების პროექტში გამოყენების პირობები და სხვ. ამავე დროს მხედველობაში იღებენ გვემის სიზუსტეს, ადგილის დეტალურობისა და სისრულის შესახებ ინფორმაციას; დაპროექტებისა და მის ადგილზე დაკვალვის მეთოდსა და სიზუსტეს; პროექტის თვალსაჩინოებისა და ადვილად კითხვის შესაძლებლობას.

როგორც ცნობილია, დაპროექტება სრულდება სტადიების შესაბამისად, სადაც თანდათან ხდება შედგენილი პროექტის დაზუსტება და დეტალიზაცია. ამასთან დაკავშირებით სტადიიდან სტადიაზე გადასვლის შესაბამისად ხდება ტოპოგრაფიული საფუძველსადაში მოთხოვნები, რის შედეგად მსხვილდება აგვემის მასშტაბის ოღენობა. ასეთი გვემები, როგორც ვიცით, ყოველი სტადიის პერიოდში წარმოადგენს მშენებარეების (შეჯავებული გვემის) შედგენის საფუძველს. ასეთ გენგვემას იყენებენ მშენებლობის საერთო სიმჭიდროვის საკითხებისა და ნაგებობათა ტექნოლოგიური სქემების ამოსახსნელად.

დაუსახლებელ ან მცირეფასიანი დასახლება ნაგებობებით დასახლებულ ადგილებში არ მოითხოვება ზუსტი კავშირის დადგენა გენგვემის ელემენტებსა და სიტუაციას შორის. ამიტომ ტოპოგრაფიული გვემის მიმართ აყენებენ სიზუსტისა, დეტალურობისა და სისრულის მზარე შედარებით მცირე მოთხოვნებს, ამის შესაბამისად იყენებენ წვრილ მასშტაბს. ასეთ შემთხვევაში ტექნიკურ პროექტს ადგენენ 1:2000—1:5000, ხოლო სამუშაო ნახაზებს კი 1:1000 მასშტაბიან ტოპოგვემებზე. იმ შემთხვევაში, როცა მოითხოვება პროექტის თვალსაჩინოება, მაშინ უბრალოდ ირჩევენ აგვემის მსხვილ მასშტაბს და ტექნიკური პროექტისათვის იყენებენ 1:1000—1:2000, ხოლო სამუშაო ნახაზებისათვის კი 1:500 მასშტაბიან ტოპოგვემას.

თანამედროვე ინსტრუქციების შესაბამისად პრაქტიკაში მიმოკვლევითი სამუშაოებისათვის იყენებენ შემდეგ გვემებს;

1. მაგისტრალური ტრასების მიმართულებების შესარჩევად და სამშენებლო მოედნების ადგილმდებარეობის დასადგენად; მშენებლობის რაიონის სიტ-

უაციური გეგმების შესადგენად; წყალსაცავების ფართობებისა და მოცულობის დასადგენად და წინასწარი დაპროექტებისათვის ვაკე ადგილებში იყენებენ 1:10000 მასშტაბიან გეგმას რელიეფის კვეთის სიმაღლით 1—2 მ, ხოლო მთაგორიან ადგილებში კვეთის სიმაღლეს ზრდიან 5 მეტრამდე;

2. საყრდენი გეგმების, ქალაქებისა და მრეწველობის კომბინატების გენერალური გეგმების შესადგენად; ტერიტორიის საინჟინრო შემზადების პროექტის და პირველ რიგში ასაშენებელ და ზოლურ ნაგებობათა დაპროექტებისათვის ვაკე ადგილებში იყენებენ 1:5000 მასშტაბიან გეგმის კვეთის სიმაღლეს 1 მ, ხოლო მთაგორიან ადგილებში კვეთის სიმაღლეს ზრდიან 2 მეტრამდე;

3. მრეწველობის ჰიდროტექნიკური, სატრანსპორტო ნაგებობების ტექნიკური პროექტის შესადგენად, საინჟინრო ქსელების, სხვადასხვა დასახელებათა გენგეგმების შესადგენად, ქალაქების დეტალურად დაპროექტებისათვის და გეგმების წითელი ხაზების დასაკვალავად იყენებენ 1:2000 მასშტაბისა და 1—0,5 მ კვეთის სიმაღლის ტოპოგეგმებს;

4. დაუსახლებელი და მცირედ დასახლებული სამშენებლო ტერიტორიების ობიექტების სამუშაო ნახაზებისა და მიწისქვეშა კომუნიკაციის დეტალური პროექტის შესადგენად იყენებენ 1:1000 მასშტაბიან გეგმებს კვეთის სიმაღლით 0,5 მ;

5. კომუნიკაციების ხშირი ქსელების მქონე კაპიტალური განაშენიანების ქალაქურ დასახლებათა და სამრეწველო ნაგებობათა სამუშაო ნახაზების შესადგენად იყენებენ 1:500 მასშტაბის ტოპოგეგმას კვეთის სიმაღლით 0,5 მეტრი, ხოლო როცა ტერიტორია არის მოშანდაკებული, კვეთის სიმაღლე შეიძლება იყოს 0,25 მ.

როგორც ითქვა, ხშირად საპროექტო ამოხსნის გაადვილების, თვალსაჩინოებისა და არასიზუსტის გაზრდის მიზნით მოითხოვება ნახაზების შესადგენად მსხვილმასშტაბიანი გეგმები, რის გამო ტოპოგეგმების შედგენას უშვებენ 1:500, 1:1000, 1:2000 მასშტაბებში, იმ დროს, როცა მათი საყრდენის სიზუსტე შესაბამისად შესრულებულია 1:1000, 1:2000, 1:5000 მასშტაბიანი აგეგმვებისათვის.

## ბ. კვეთის სიმაღლე

სამშენებლო მოედნის ან ტრასის შერჩევაზე, ნაგებობათა საერთო განლაგება-დაპროექტებასა და საინჟინრო ქსელების დაპროექტებაზე სამშენებლო ტერიტორიის რელიეფი უდიდეს გავლენას ახდენს, რის გამო საინჟინრო-ტოპოგრაფიული აგეგმვების შესრულების დროს ადგილის რელიეფის სრულყოფილად გამოსახვას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა. ადგილის რელიეფის მხედველობაში მიღებით საზღვრავინ ნაგებობათა საპროექტო ნიშნულს, გზებისა და მილგაყვანილობების ქანობებს; აქედან იღებენ სამშენებლო მოედნის ვერტიკალური დაგეგმარებისა და მოშანდაკების პროექტს.

გეგმაზე იზოპიფსებით რელიეფის შედარებით ზუსტად გამოსახვის მიზნით განსაკუთრებით გულისყურით შერჩეულ მახასიათებელ სალარტყო წერტილების ნიშნულების საფუძველზე ირჩევენ რაც შეიძლება მცირე ოდენობის კვეთის სიმაღლეს. როგორც ვხედავთ, გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს რელიეფის აგეგმვის მიღებულ სიზუსტეს. ამ უკანასკნელის შეფასებისათვის არსებობს მრავალი ფორმულა, რომლებიც ითვალისწინებენ აგეგმვის მასშტაბს, კვეთის სიმაღლეს და ადგილის ხასიათს.

იზოჰისტების მიხედვით წერტილთა ნიშნულების განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობებიდან, რომლებიც დადგენილია გეოდეზიური და ფოტოგრამეტრიული მეთოდებით გაღებულ მსხვილმასშტაბიანი გეგმების მრავალი საეულ გამოკვლევების შედეგად, მოიყვანთ ზოგიერთს:

1. როცა მასშტაბია 1:500 და კვეთის სიმაღლე 0,5 მ,  $m_H = \pm 0,08 - 0,12$  მ;
2. " " 1:1000—1:2000 " " 1 მ,  $m_H = \pm 0,15 - 0,20$  მ;
3. " " 1:5000—1:10000 " " 2 მ,  $m_H = \pm 0,4 - 0,50$  მ.

ვაქე ადგილებში  $m_H = \pm \frac{1}{4} - \frac{1}{5}$  ჰ. მაშასადამე, ძირითადი კვეთის სიმაღლე უნდა იყოს 4—5-ჯერ დიდი  $m_H$ -ზე.

შედარებით მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვებისათვის თუ მივიღებთ  $m_H = \pm 0,10$  მ, გამოვა, რომ მინიმალური კვეთის სიმაღლე  $h$  უნდა იყოს 0,5 მ, ხოლო მოშანდაკებულ ტერიტორიებზე, როგორცაა სავარჯიშო მოედნები, საქალაქო და საქარხნო მოასფალტებული მოედნები, შეიძლება კვეთის სიმაღლე შევარჩიოთ 0,25 მ.

აეროფოტოგრამეტრიული მეთოდებით აგეგმვების დროს რელიეფის იზოჰისტებით გამოსახვის სიზუსტე დამოკიდებულია ფოტოგრაფირების  $H$  სიმაღლეზე და საშუალოდ ტოლია  $H/3000 - H/4000$ . მაშასადამე,

$$h = \frac{H}{3000} \cdot 4 \div \frac{H}{4000} \cdot 4 \approx \frac{H}{700} \div \frac{H}{1000} \quad (9.8.5.3)$$

რელიეფის კვეთის სიმაღლის შერჩევის დროს, გარდა გამოსახულების სიზუსტისა, ყურადღება ექცევა დაპროექტებისა და ანგარიშების შესრულების დროს გეგმის გამოყენების ნოხერხებულობას. ამიტომ სასურველია, რომ დიდი დაქანების მქონე ადგილებში იზოჰისტებს შორის ქვედებულები იყოს 3—5 მმ, ხოლო ვაკე ადგილებში 15—200 მმ.

როგორც ცნობილია, 1:  $M$  მასშტაბში შედგენილი გეგმის იზოჰისტებს შორის  $a$  ქვედებული გამოითვლება ფორმულით

$$a = \frac{h}{M \cdot i} \quad (9.8.5.4)$$

ანუ

$$h = a \cdot M \cdot i \quad (9.8.5.5)$$

თუ მივიღებთ შედარებით დიდი დაქანების ადგილებისათვის  $i = 0,2$  და  $a = 5$  მმ, 1:500 მასშტაბის გეგმებისათვის (5) ფორმულით მივიღებთ:

$$h = 5 \times 500 \times 0,2 = 0,5 \text{ მ.}$$

1:1000 გეგმისათვის კი იქნება 1 მ.

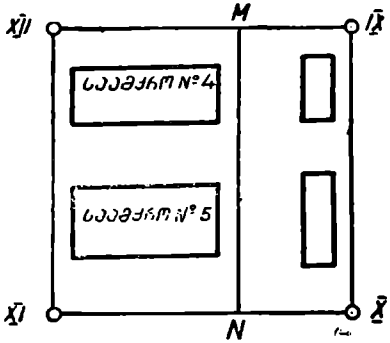
ვაქე ადგილებში ატარებენ ძირითადი კვეთის სიმაღლის ნახევარ და მეოთხედ კვეთის სიმაღლის დამატებით იზოჰისტებს.

### 9.8.6. სამრეწველო ობიექტების შემზადება ასაგეგმავად

სამრეწველო საწარმოების მოედნების გეოდეზიური პუნქტებით უზრუნველყოფის მეთოდის რამდენადმე განსხვავდება საქალაქო ტერიტორიის ანა-

ლოგიური პუნქტებით უზრუნველყოფის მეთოდიკისაგან. მაგალითად, სამრეწველო სიწარმოთა ნაგებობებისა და შენობების აგებვა-დაკვალებასათვის იყენებენ სამშენებლო ბადის საფუძვლებების პუნქტებს, ხოლო საქალაქო გასასვლელებისა და შიგა კვარტალური მოედნების აგებვებისათვის ეყრდნობიან სათანადოდ შერჩეული თეოდოლიტური სვლების პუნქტებს. აგრეთვე ურთიერთგანსხვავებული მეთოდებით სრულდება ობიექტების აგებვებიც. მაგალითად, საქალაქო დასახლების მიწისქვეშა კომუნიკაციების აგებვები სრულდება გარეგანი ნიშანთვისების (ჭების) მიხედვით და აგეკვიის მიზანია მიწისქვეშა კომუნიკაციის ტრასების გეგმური და სასიმალო განლაგების დადგენა. სამრეწველო მოედნებზე იმავე მიწისქვეშა ტრასების აგებვების დროს დამატებით მოითხოვება აღწერილი იყოს წყალსადენის პიდრანტები, მათი ტიპები, მასალები, რითაც დამზადებულა მილები; ჭებში ქუროების რაოდენობა, კაბელური გაყვანილობები და სხვ.

სამრეწველო მოედნებზე ნატურაში არსებული კვადრატებისა და მართკუთხედებისაგან შედგენილი პოლიგონომეტრიული სვლები მსხვილმასშტაბიან აგებვებს მთლიანად ვერ აკმაყოფილებს პოლიგონომეტრიული საყრდენი პუნქტების უმარისობის გამო. პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ საჭირო ხდება საყრდენი პუნქტების გაზზობება, რისთვისაც კვადრატების გვერდების პარალელურად ატაოებენ დამატებით გვერდებს, რომელთაც უწოდებენ გასწვრივ სააგეგმვო ხაზებს. ეს ხაზები შეესაბამება ქალაქურ დასახლებულ ადგილებში საჭირო თეოდოლიტურ სვლებს. გასწვრივობის ხაზების უპირატესობა თეოდოლიტურ სვლებთან შედარებით გამოიხატება იმაში, რომ იქ არ ხდება



ნახ. 9.8.6.1.

კუთხეების გაზომვები, აგრეთვე გასწვრივობის ხაზოვანი გაზომვები კონტროლდება, რადგანაც პოლიგონომეტრიული კვადრატების გვერდების სიგრძეები ცნობილია. გარდა აღნიშნულისა, ძლიერ მარტივდება გამოთვლები, მაგალითად, გასწვრივობის ხაზზე ხებისმიერი წერტილის კოორდინატები ისაზღვრება მიმატება-გამოკლებების შედეგად.

გასწვრივი სააგეგმვო ხაზების აგება ხდება შემდეგი წესრიგით (ნახ. 1): ვთქვათ, საჭიროა №4 და №5 საამქროების მშენებლობის კუთხეების აგებვა, რომლე-

ბიც მდებარეობენ სამშენებლო ბადის IX, X, XI, XII კვადრატის პოლიგონომეტრიულ პუნქტებს შორის. ამ მიზნით, პირველ რიგში XII—IX და XI—X გვერდის გასწვრივობაში დანიშნავენ M და N წერტილებს ისე, რომ MN ხაზი იყოს რაც შეიძლება ახლო ასაგეგმავი საამქროების AB შეზღვის ხაზთან. შემდეგ XII პუნქტზე აყენებენ თეოდოლიტს, IX-ზე კი—საზს, მათ გასწვრივობაში ინსტრუმენტის საშუალებით ზუსტად ნიშნავენ M წერტილს, ბაფთით ზომავენ IX—M ხაზს, კონტროლისათვის კი ზომავენ M—XII დამატებას ცნობილ XII—IX გვერდის სიგრძესთან. ამ ორ განაზომ მონაკვეთის

ჯამსა და ცნობილი XII—IX გვერდის სიგრძეს შორის სხვაობა არ უნდა იღუ-  
მატებოდეს ცნობილი XII—IX გვერდის სიგრძის 1 : 2000. მონაკვეთების ად-  
ვილად გაზომვის მიზნით სჯობს IX—M მონაკვეთი მოიცავდეს მთელი მეტ-  
რების რაოდენობას.

ანალოგიური თანამიმდევრობით ინიშნება ადგილზე N წერტილი, მხო-  
ლოდ საჭირო X—N მონაკვეთი ტოლი იყოს IX—M მონაკვეთის. მოითხოვე-  
ბა, რომ ადგილზე დანიშნული MN ხაზის სიგრძესა და სამშენებლო ბადის  
კვადრატის სიგრძეს შორის სხვაობა არ აღემატებოდეს კვადრატის სიგრძის  
1 : 2000; ასეაღტით მოპირკეთებულ ზედაპირზე გასწვრივობის M და N წერ-  
ტილებს ნიშნავენ ნაქედი ლურსმებით, ხოლო ბეტონის ზედაპირზე კი ლი-  
თონის მანჭვალით, რომლებსაც ამაგრებენ ადრე გაბურღულ ნახვრეტში (უქე-  
დურეს შემთხვევაში შეიძლება ფერადი საღებავის ან ცარცის გამოყენება).  
ნახვრეტში შეიძლება ჩამაგრებულ იქნეს მილის ნაჭრები. ჩვეულებრივ გრუნ-  
ტებში კი შეიძლება გამოყენება ხის პალოებისა შებლზე ლურსმნით.

გასწვრივობის სააგეგმო ხაზების ადგილზე დანიშნასთან ერთად უნდა  
შედგეს აბრისი, რომელზეც გადატანილი იქნება ყველა გრაფიკული ჩანახაზი  
და რიცხვითი მონაცემები. გარდა ამისა, საჭიროა განმარტებითი პირობითი  
აღნიშვნების მაქსიმალურად გამოყენება, რითაც ვისარგებლებთ გეგმის საბო-  
ლოდ გაფორმების დროს.

### 9.8.7. აგეგმვის მეთოდები

საინჟინრო-ტოპოგრაფიული აგეგმების შედგად ხდება შენობებისა  
და ნაგებობების გეომეტრიული მოყვანილობებისა და მათი ცალკეული ნაწი-  
ლების ზუსტი ზომების გადაღება. ამავე დროს აგეგმვის პერიოდში ხდება  
კოორდინატების განსაზღვრა: ძირითადი შენობებისა და ნაგებობების კუთხე-  
ებისა; მიწისქვეშა კომუნიკაციის (წყალსადენის, კანალიზაციის, გაზი, ელექტ-  
რო კაბელი) საკვანძო კებისა; სამიმოსვლო გზათა მოხვევის წვეროებისა და  
მიმხრობის წერტილების და სხვ.

არსებობს შემოხსენებული გეგმების შედგენის ორი ძირითადი მეთოდი:  
აეროაგეგმვისა და გეოდეზიური.

#### A. მსხვილმასშტაბიანი აეროაგეგმვა

მიმოხილვითი გეგმების შედგენის ერთ-ერთ პროგრესულ მეთოდად ითვლე-  
ბა მსხვილმასშტაბიანი აეროფოტოაგეგმვა მაღალი კლასის სიზუსტის უნივერ-  
სალური სტერეოფოტოგრაამეტრიული ხელსაწყოების გამოყენებით. თანამედ-  
როვე მიღწევებით შექმნილია აეროაგეგმვის ისეთი საშუალებები, რომ მნიშ-  
ნელოვნად ძვირდება აერო მასალების დეფორმაციები და გამოსაზღუდების  
დამახინჯებები.

1 : 500—1 : 1000 მასშტაბიანი ტოპოგრაფიული გეგმების მიღებისათვის  
საჭიროა შესრულდეს შესაბამისი აერო აგეგმვები 1 : 2000—1 : 4000 მასშტბში,  
ხოლო 1 : 2000—1 : 5000 ტოპოგეგმების მისაღებად უნდა შესრულდეს აერო  
აგეგმვა 1 : 7000—1 : 12000 მასშტაბებში; ორივე შემთხვევაში შესაბამისად  
უნდა გამოყენებულ იქნეს აერო ფოტოკამერა 100—200 მმ მთავარი საფოკუს-  
სო მანძილებით.

კვარტალების შუა და მათი ძირითადი კონტურების ხაზების პარალელუ-  
რად მარშრუტების ღერძების განლაგებით აეროგეგმას გულმოდგინედ აგეგმი-



ლებენ. იმისათვის, რომ ავირჩიოთ სტეოეოწყვილი ძიხვანებელი განლაგებით გამოსაცნობი ნიშნებისადმი და კაპიტალური ნაშენებისათვის, რაც შეიძლება შუა ადგილში გრძივ გადაფარვებს აწესებენ 70-80 %.

ზემონსენებულ ღონისძიებათა გამო მალღდება აეროაგეგმვების რენტაბელობა და სტერეომოდელზე წერტილების გვეჭური და სასიმალო მდებარეობის განსაზღვრის სიზუსტე.

აეროაგეგმვების შესრულების ხელშემწყობ დროდ ითვლება ადრეული გაზაფხული (სანამ ძალახა და ტყის ფოთლები გამოვიდოდეს) და შემოდგომა, როცა ფოთლები ცვივა, თოვლის მისვლამდე). დასახლებული ადგილების აეროაგეგმვები სჯობს დღის იმ პერიოდში, როცა ნაგებობათა ჩრდილებით დაფარულია რაც შეიძლება მკირე სივრცეები (მზიან ამინდში შუადღეზე და ღრუბლიან ამინდში მთელი დღე).

აეროაგეგმვების დაწყებამდე ახდენენ ნიშანდებას (მარკირებას) გეოდეზიურ პუნქტებზე, გამოსაცნობ ნიშნებზე, საორიენტაციო წერტილებზე და იმ ნაგებობების წერტილებზე, რომელთა კოორდინატების განსაზღვრა არის საჭირო. როცა სიტუაცია არის რთული, უნდა მოხდეს აეროაგეგმვების სრული მიზმა (მისადაგება).

სტერეო წვილის დამუშავებას ახდენენ უნივერსალურ ხელსაწყოებზე და ადგენენ გრაფიკულ გეგმებს (პლასტიკიან საფუძველზე) ან ორტოფოტოგეგმებს. იმ შემთხვევაში, როდესაც ხელსაწყოში არის მოწყობილი სარეგისტრაციო მოწყობილობა, ახდენენ ფოტოგრამმეტრიული კოორდინატების მნიშვნელოვანი წერტილების ჩვეულებრივი ჩანაწერების და პერფორენტის ფიქსაციას. ელექტროგამომთვლელი მანქანით ხდება ამ კოორდინატების გადაყვანა გეოდეზიურ კოორდინატებზე, რომლებიც გამოიყენება შემდგომი მუშაობისათვის და პროექტების, ადგილზე მისი გადატანისა და გამოუსახავი ობიექტების საველე აგეგმვებისათვის.

ქარხნებისა და ქალაქების ტერიტორიებზე, სადაც მოითხოვება აგეგმვის სიზუსტის გაზრდა, იყენებენ ანალიზური ფოტოგრამმეტრიის მეთოდს. ამ მეთოდის შესრულების დროს განსაკუთრებული სიზუსტის სტერეოკომპარატორზე ანგარიშობენ და ფიქსაციას უკეთებენ მოდულის წერტილების კოორდინატებს, რომელთა გამოყენებით კოორდინატოგრაფზე პროგრამული მართვის შედეგად იღებენ მსხვილმასშტაბიან გეგმებს. ასეთი გეგმების სიზუსტე დაახლოებით ორჯერ აღემატება ჩვეულებრივი გეგმების სიზუსტეს.

მსხვილმასშტაბიანი აეროაგეგმვეს უადრესად მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს ობიექტის საველე დემონსტრირება და გამოუსახავი ობიექტების გადაღება, რაც სრულდება ხიატ საფუძველზე დაწებებულ გეგმის ასლზე. საქარხნო ტერიტორიებზე ამდაგვარი სამუშაოები შეიძლება აღწევდეს სამუშაოების საერთო მოცულობის 30-40 %.

იყენებენ რა გეოდეზიურ საფუძველს და ნიშანდებულ წერტილებს, რომელთა ანალიზური კოორდინატები განსაზღვრულია ფოტოგრამმეტრიული დამუშავების დროს, გადაზომვისა და გადაკვეთის ხერხით იღებენ მიწისქვეშა კომუნიკაციას და გამოუსახავი ობიექტებს; აზუსტებენ თუ რამდენად სწორად არის გადაღებული შენობების ფუძე-საძირკველი (ცოკოლი), სახურავისა და კარნიზების შევრილები; აღნიშნავენ ნაშენის მასალას, გზების მოპირკეთების სახეს, გასასვლელების დასახლებას და სხვ.

აეროაგეგმვების მასალების გამოყენებით შეიძლება შედგენილ იქნეს მსხვილმასშტაბიანი გეგმები დიფერენციალური მეთოდით. მაგრამ ასე-

თი გეგმების სიზუსტე ნაკლებს იქნება უნაკერსაღუნო მეთოდით შექმნილ გეგმებთან შედარებით.

ზოგჯერ იყენებენ კომბინირებულ მეთოდს სუსტა კონტურის მქონე ტერიტორიებისას, მდინარეების სივრცეებისას, მკვიდროდ დასახლებულ ტერიტორიების მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვების დროს. ამ დროს გეგმის კონტურულ ნაწილს იღებენ ფოტოგრაფმეტრიული მეთოდით, ხოლო ფოტოგეგმაზე რელიეფის ხატვის და დემიფირირებას ასრულებენ ველზე.

### B. ვიზისზედა სტერეოფოტოგრაფიული აგეგმვა

მთაგორიანი რაიონების მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვებს ასრულებენ მიწისზედა სტერეოფოტოგრაფიული მეთოდით. ამ შემთხვევაში სავსელე სამუშაოები იწყება ბაზისების შერჩევით, საიდანაც ფოტოთეოლოგიით უნდა იქნეს გადაღებული მთელი ტერიტორიამკვდარი სივრცეების, განწყვეტილი ადგილებისა და კარბი გადახურვების გარშემ; ამავე დროს უნდა მივიღოთ გეგმაზე შორეული საგნებისა და კონტურების გამოსახულებები მოთხოვნილი სიზუსტით. ბაზისებს ირჩევენ გადასაღები უბნის საერთო მიმართულებით იმ მოსაზრებით, რომ შეიძლებოდეს გეოდეზიურად მათი მიზმა.

მიღებულია აგეგმვის შემდეგი მაქსიმალური მანძილები:

- 1: 5000 მასშტაბისათვის 2 კმ
- 1: 2000 " 1 კმ
- 1: 1000 " 0,6 კმ
- 1: 500 " 0,3 კმ

ფოტოგრაფირების ბაზისის სიგრძეს საზღვრავენ ფორმულით

$$B = \frac{y \cdot m_p}{\left(\frac{m_y}{y}\right) \cdot f_k} \quad (9.8.7.1)$$

სადაც  $y$  არის აგეგმვის დროს მაქსიმალური ჩამორჩენის ოდენობა;

$m_p$  — ჰორიზონტული პარალაქსების განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა ( $m_p = \pm 0,005$  მმ);

$\frac{m_p}{y}$  — ჩამორჩენის განსაზღვრის ფარდობითი შეცდომა 1: 1000 — 1: 2000);

$f_k$  — კამერის მთავარი საფოკუსო მანძილი.

ბაზისის სიგრძე მერყეობს  $y/2 - y/4$  ოდენობამდე ანუ გადაკვეთის კუ-

თხე იცვლება 3—16°-მდე. ბაზისის სიგრძეს საშუალოდ იღებენ  $B = \frac{y}{10}$ .

ბაზისის სიგრძე იზომება პარალაქსური მეთოდით ორმეტრიანი კვერთხის გამოყენებით სიზუსტით 1: 3000—1: 5000.

ადგილის ფოტოგეგმვას აწარმოებენ ბაზისის მარცხენა და მარჯვენა წერტილებიდან, როცა კამერის ოპტიკური ღერძია ნორმალურად მარცხნივ ან მარჯვნივ თანაბრად გადახრილი. ადგილის გადაღების სამი სურათის (მარცხნივ, პირდაპირ და მარჯვნივ) მთელი კუთხე აღწევს 105°. თანადროულად მარცხენა საღურის აბაშენ გეოდეზიურ საფუძველს, ბაზისიდან პირდაპირი გადაკვეთით საზღვრავენ 3—4 საკონტროლო წერტილს (თვალსაჩინო ადგილობრივი საგნები ან საგანგებოდ დაყუბებული სამიზნეები). რომლებიც ვახლავებული იქნებიან ახლო და შორ მანძილებზე.

ანაგეგმი მასალები მუშავდება სტერეოავტოგრაფზე. განხილადი მეთოდის სიზუსტე არის საკმარისი მსხვილმასშტაბიანი აგეგმვებისა და 0,5 მ კვეთის სიმაღლის დროს.

## С. გეოდეზიური მეთოდებით აგეგმვაში

ისევე, როგორც კაპიტალური განაშენიანების საქალაქო ტერიტორიის აგეგმვების დროს, საქარხნო ტერიტორიების აგეგმვაში, როგორც წესი, სრულდება ანალიზური მეთოდებით (მართკუთხა კოორდინატების, პოლარული, ბიპოლარულ-კუთხური ან ხაზოვანი გადაკვეთა, ასაგეგმი გასწვრივობის ხაზებისადმი გაზომების ხერხი). ქარხნების ტერიტორიების აგეგმვების დროს სიმარტივისა და სიზუსტის გამო დიდად გამოიყენება გასწვრივობის ხაზებისადმი მართკუთხა კოორდინატების გამოყენების ხერხი, რასაც ქვემოთ მაგალითის სახით განვიხილავთ. ამ შემთხვევაში, როგორც ითქვა, შენობებისა და ნაგებობების ფასადების, სიტუაციის, გასასვლელების, საქალაქო დასახლებების აგეგმვებს ასრულებენ თეოდოლიტური სელების მიმართ მართკუთხა კოორდინატების ან ხაზოვანი გადაკვეთის ხერხით საპირობებისა-მებრ ოპტიკური მანძილზომების გამოყენებით. გასასვლელების რელიეფს იღებენ გასწვრივ განივი გეომეტრიული ნიველობით, ხოლო შიგა კვარტალურ სიტუაციას და რელიეფს—ტაქეომეტრით.

იყენებენ აგრეთვე კომბინირებულ ხერხს, რომლის დროსაც კვარტალებისა და ნაგებობათა კუთხეების კოორდინატებს საზღვრავენ სააგეგმვო სვლის შექმნის თანდროულად. ეს წერტილები ცნობილი კოორდინატებით გადააქვთ  $1 : 500$  მასშტაბთან გეგმაზე და შემდეგ მათ მიმართ მენზულით იღებენ გადაულეველ საქ.რო წელიადებს (სიტუაციისა და რელიეფს). მცირედ დასახლებულ ტერიტორიის გადაღებას აწარმოებენ ტაქეომეტრიული სვლებით და აგეგმვებით. მანძილების გასაზომად შეიძლება გამოიყენებულ იქნეს ოპტიკური მანძილზომები.

გეგმაზე გაზომილი მანძილები არ უნდა განსხვავდებოდეს ნატურაში მათი საკონტროლო განაზომებისაგან შემდეგი ოდენობებით: გასასვლელებში  $\pm 0,3 \text{ მმ} \times M$  და შიგა კვარტალებში  $\pm 0,5 \text{ მმ} \times M$ , სადაც  $M$  არის გეგმის მასშტაბის მნიშვნელი.

ვაკე ადგილების რელიეფის გადაღებას აწარმოებენ გეომეტრიული ნიველობით, ხოლო მთაგორიანი რელიეფისას კი—ტრიგონომეტრიული ნიველობით. სალარტო წერტილებს შორის მანძილი გეგმაზე არ უნდა აღემატებოდეს  $2 \text{ სმ}$ .

კაპიტალური შენობებისა და ნაგებობების კუთხეების, მოხვევის წვეროების, გზების გადაკვეთის და მიმხრობის კუთხეების, მიწისქვეშა კომუნიკაციის კუბის ცენტრების ანალიზური კოორდინატები განსაზღვრული უნდა იქნეს, როგორც მეთოდითაც არ უნდა ვაწარმოებდეთ აგეგმვებს. ტრასების მოხვევების შემთხვევაში საპირობა განისაზღვროს მრუდის ელემენტები. აწარმოებენ ლიანდაგის რელსებისა და გზის კიდებების, საწყობების, სათავსების, მოედნების, შენობებისა და ტაყებისა და შემონაკირწყლების, ღარებისა და კუბის სახურავების, მიწის ნაგებობების ფუძეების ნიველობას და ნიშნულების განსაზღვრას.

გეგმებზე ნაჩვენებია უნდა იქნეს: ყველა საინჟინრო-გეოლოგიური გამონამუშევრები, მათი ნაპირების ნიშნულებით, წყალსაზომი სადარაჯოები, ჰიდროლოგიური და მორფომეტრიული გასწვრივობები; წყალსადენების დონის ნიშნულები, დინების სიჩქარეები. სიღრმეების გაზომვების შედეგად აწარმოებენ მდინარის ფსკერის რელიეფის გამოსახვას.

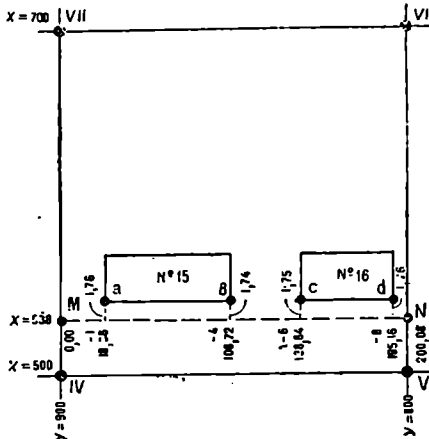
განსაკუთრებული გულისყურით უნდა იყოს აღნიშნული გეგმაზე გეო-

ლოგიურად არასაიშვლო ადგილები. მაგალითად, კარსტული ძაბრები მათი ძირის ნიშნულის ჩვენებით; მეწყერიანი ადგილები კონტურების, მისი ზედა და ქვედა ნაწილის ნიშნულების, გადაადგილების მიმართულების და მიწის წყლების გამოსვლის ჩვენება; აგრეთვე გეგმაზე ნიშნავენ დაქაობებულ ადგილებს და სხვ.

მაგალითი 9.8.7.1. განისაზღვროს ადგილზე აგებული სამშენებლო ბაღის გამოყენებით №15 და №16 შენობების ფასადის ხაზზე კუთხეების კოორდინატები (ნახ. 1).

განხილად შეკბევაში სჯობს გამოვიყენოთ სამშენებლო ბაღის IV, V, VI, VII კვადრატში ცნობილი წესით გატარებული გასწვრივობის MN ხაზის მიმართ მართკუთხა კოორდინატების ანუ მოკლედ გასწვრივობაში გაზომების ხერხი. მაშასადამე, სამშენებლო ბაღის IV—VII და V—VI ხაზებზე დაენიშნავთ MN გასწვრივობის ხაზს იმ ანგარიშით, რომ მისი დაშორება შენობების ფასადის ხაზიდან ნაკლები იყოს 2 მეტრზე. ამით შესაძლებლობა გვექნება, თანადროულად გამოვიყენოთ ფოლადის ბაფთა და ხის 2 მეტრიანი კათეტის მქონე მართკუთხა სამკუთხედი.

გასწვრივობის ხაზს გულდასმით დავსარავთ. უკანა დამხმარე ბაფთის ნულს შევუთავსებთ M წერტილს და წინა მუშის ვაძლევთ მიმართულებას, რომ მან ბაფთის მეორე ბოლო გაქიმოს MN ხაზს გასწვრივობაში. ხის სახაზავის საშუალებით № 15 შენობის a წერტილიდან დავუშვებთ მართობს ხაზზე და თუ სა-



ნახ. 9.8.7.1.

ხაზავის კათეტი დანაყოფებიანია, ავიღებთ ანათვალს ბაფთაზე—კერძო ორდინატს (ნაზრდს), ვთქვათ 18, 36 მ და სახაზავზე—კერძო აბსცისს (ნაზრდს), ვთქვათ 1,76 მ. როცა სახაზავის კათეტი არ არის დანაყოფებიანი, ვიყენებთ მოკლე რულეტს ან ზონარს. ანალოგიურად ვიქცევით შენობების ფასადების b, c, d წერტილების კერძო კოორდინატების განსაზღვრისათვის. კონტროლისათვის მოითხოვება, რომ განაზოში კერძო ორდინატების ჯამსა და პოლიგონომეტრიული MN ხაზის სიგრძეს შორის სხვაობა არ აღემატებოდეს ამ ხაზის 1 : 2000. ვთქვათ, აღნიშნული ორდინატების ჯამია 200,08 მ. მაშასადამე, სიზუსტე იქნება:

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{200,08 - 200}{200} = \frac{1}{2500}$$

შეუკვრელობის გასწორადებას გვიჩვენებს კერძო ორდინატებზე (ნაზრდებზე) წარწერილი მანძილების პროპორციულად გამოთვლილი და -1, -4,

—6, —6 სმ ციფრები, გასწორალების შემდეგ ანგარიშობენ №15 და №16 შენობების კუთხეების კოორდინატებს შემდეგნაირად: №15 შენობებისათვის:

$$\begin{aligned}x_a &= 538,00 + 1,76 = 539,76 \text{ მ.} \\y_a &= 900,00 + 18,35 = 918,35 \text{ ,,} \\x_b &= 538,00 + 1,74 = 539,74 \text{ ,,} \\x_b &= 900,00 + 108,68 = 1008,68 \text{ ,,}\end{aligned}$$

№16 შენობისათვის:

$$\begin{aligned}x_c &= 538,00 + 1,75 = 539,75 \text{ მ.} \\y_c &= 900,00 + 138,78 = 1038,78 \text{ ,,} \\x_d &= 538,00 + 1,76 = 539,76 \text{ ,,} \\y_d &= 9000,00 + 195,08 = 1095,08 \text{ ,,}\end{aligned}$$

როგორც ვხედავთ, მოყვანილი გამოთვლები მარტივია და ამიტომ მათი მიღება შეიძლება ველზე გაზომვების თანადროულად.

იმ შემთხვევაში, როცა შენობების ავეგმილი კუთხები გარკვევით არ ჩანს, ასობენ ლურსმენებს ან აღნიშნავენ საღებავით.

როგორც ითქვა, განხილულ ხერხს მოკლედ უწოდებენ გასწვრიობაში ვაზომვების ხერხს, რაც მართკუთხა კოორდინატების კერძო შემთხვევას წარმოადგენს.

ცხადია, გასწვრივობის ხაზის მიმართ შეიძლება გადაღებულ იქნეს როგორც მიწისზედა სიტუაციისა და კომუნიკაციის, ისე მიწისქვეშა კომუნიკაციების საჭირო წერტილები და კვანძები.

ეს ხერხი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ავეგმებისათვის მოხერხებულ ძირითადი ხაზების (არა სამშენებლო ბადის) პარალელური ხაზების მიმართაც.

საჭიროებისამებრ შეიძლება ავეგმვა ვაწარმოოთ სამშენებლო ბადის კვადრატის ნებისმიერი გვერდის პარალელური გასწვრივობის ორი ხაზის მიმართ. გასწვრივობაში გაზომვების ხერხის გარდა (იმ შემთხვევაში, როცა ნაგებობის ფასადი გასწვრივობის ხაზის პარალელური არ არის) იყენებენ პარალელური და კუთხური გადაკვეთების ხერხს. 1:500 ან 1:1000 მასშტაბის ავეგმვების შესრულებისას ხაზები იზომება ბაფთით ან ოპტიკური მანძილზომებით, ხოლო კუთხეები—თეოდოლიტით. მანძილები არ უნდა აღემატებოდეს 50 მეტრს, ხოლო გადაკვეთის კუთხეები უნდა იყოს 30° და 120° შორის. კოორდინატები ანალიზურად ისაზღვრება. ხაზოვან გადაკვეთას იყენებენ შედარებით ნაკლებად საპასუხისმგებლო ობიექტების ასავეგმავად (გაზონები, დროებითი ნაშენები).

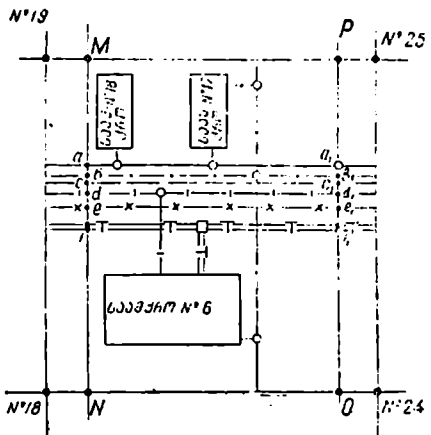
მაგალითი 9-8.7.2. მოედანზე აგებულია  $MN$  და  $PQ$  გასწვრივობის ხაზები, რომლებიც ეყრდნობიან სამშენებლო ბადის №18—№24 და №19—№25 გვერდებს. ბადის კვადრატის 18, 19, 14, 25 წვეროების კოორდინატები განსაზღვრულია  $MN$  და  $PQ$  გასწვრივობის ხაზების აგების დროს. საჭიროა აივეგმოს მიწისქვეშა კომუნიკაციის ხაზები.

$MN$  ხაზის გულდასმით დასარკისა და ზონარით ადგილზე მისი დანიშვნის შემდეგ ბაფთით აწარმოებენ მის გაზომვას.  $MN$  ხაზის გაზომვის მიმართებით ადგილზე დაინიშნება ამ ხაზისა და მიწისქვეშა კომუნიკაციის გადაკვეთის  $a$ ,

b, c, d, e, f წერტილები, რომლებიც წარმოადგენენ სამეურნეო სასმელი წყლის, საწარმოო წყლის, სამეურნეო ფეკალური კანალიზაციის, საწარმოო კანალიზაციის, მიწისქვეშა წყალსადინარის და გათბობის ხაზებისა და გასწვრივობის M, N ხაზის გადაკვეთის წერტილებს. ვაძენთ მონაკვეთების ჯამის შედარებას წარედ ცნობილ 18—19 და 24—25 ხაზების სიგრძეებთან და დამაკმაყოფილებელი შედეგის შემთხვევაში სიგრძეების პროპორციულად ვაწარმოებთ გასწორაღებას. ბოლოს, საინჟინრო ქსელის სხეულზე წერტილებს ვამაგრებთ ადგილზე სათანადო ნიშნებით.

ანალოგიურად ხდება PQ გასწვრივობის ხაზის დანიშვნა და a', b', c', d', e', f' წერტილების ადგილზე დანიშვნა. მიღებულ წერტილთა შეერთებით მივიღებთ aa', bb', cc', dd', ee', ff' მიმართებებს და მათ გასწვრივობაში ვაწარმოებთ კვების კოორდინატების განსაზღვრას შენობის კუთხეების კოორდინატების განსაზღვრის (1) მაგალითში შესრულებული წესით.

იმ შემთხვევაში, როცა კვების ცენტრები გადასცდება ადგილზე დანიშნულ aa', bb', ... ხაზებს, მაშინ მათი მდებარეობა განისაზღვრება მართობების ხერხით. კვების ცენტრების კოორდინატები შეიძლება გასინჯულ იქნეს შენობების ფასადების ან რომელიმე გასწვრივობის ხაზების მიმართ.



- სამუშაო სასაბურთო წყალსადინარი
- სასაბურთო წყალსადინარი
- სამუშაო შუალეობი კანალიზაცია
- სასაბურთო ადგილობრივი
- x-x- მიწისქვეშა წყალსადინარი
- == ბათიათბობის ხაზი

ნახ. 9.8.7.2.

შენობების ფასადების ან რომელიმე გასწვრივობის ხაზების მიმართ.

### მ.ს.ს. შენობებისა და ნაგებობების გაუმჯობესება მათი აგებმეთაღის დროს

შენობებისა და ნაგებობების კუთხეების განსაზღვრის გარდა კონტროლის მიზნით საჭიროა აღნიშნულ კუთხეებს შორის მანძილების ანუ მთელი პერიმეტრის გაზომვები. მოითხოვება, რომ ფასადის განაზომსა და კოორდინატებით მის განსაზღვრულ სიგრძეებს შორის სტოაბა არ უნდა აღემატებოდეს უკანასკნელის 1:2000. იმ შემთხვევაში, როცა ფასადის სიგრძე ნაკლებია 50 მეტრზე და ამავე დროს რთულ ტეხილ ხაზს წარმოადგენს, შეიძლება საკონტროლო ნორმა მიღებულ იქნეს სიგრძის 1:500. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭირო იქნება ფასადის განმეორებით. გაზომვა და კუთხეების კოორდინატების გამოთვლის კონტროლი.

შენობის პერიმეტრის გაზომვების დროს იზომება: შევრილები, ნიშნები, შესასვლელ-გამოსასვლელები, მიწისქვეშა ქსელების შეწყვენიები და გამოსაშვები და სხვ. ყველა განაზოში უნდა იყოს ერთი და იმავე წერტილთან, მაგალითად, შენობის კუთხესთან დაკავშირებულში. ბაფთის ნულის ნშირი გადაადგილებით გროვდება შეცდომები და აკრეთვე ირღვევა გაზომვების მიღებული წესრიგი. ნატურაში შენობის განაზომები საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ნაშენთა ფართობი და მოცულობა ანუ სამშენებლო კუბატურა, რომელიც წარმოადგენს შესრულებული სამუშაოების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან დოკუმენტს და გამოიყენება სამრეწველო საწარმოს შესრულებითი გენგეგმის შესადგენად.

გენერალური გეგმის სქემის მიხედვით შენობათა დანომრვას იღებენ გეოდეზიური აგეგმვების წარმოების დროსაც; ასევე აკეთებენ ვრცელ ახსნა განმარტებას ანუ ექსპლიკაციას გამოყენებული პირობითი აღნიშვნების შესახებ და აწარმოებენ შენობებისა და ნაგებობების დაჯგუფებას საწარმოო პროცესების ნიშან-თვისების შესაბამისად, რაც სანიმუშოდ მოცემულია (1) ცხრილში.

ცხრილი 9.8.8.1

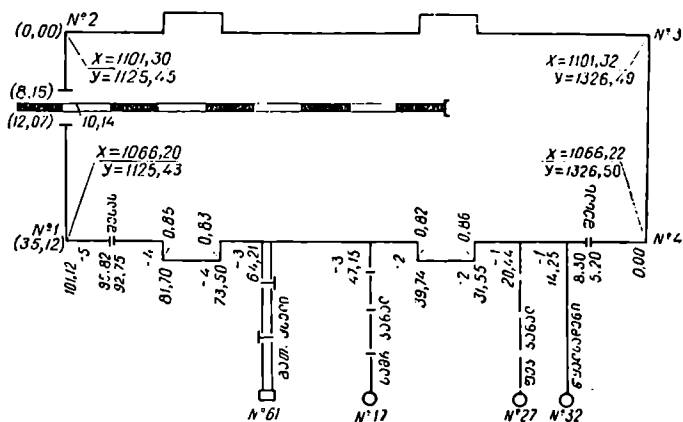
აგეგმვის სქემის მისდები შენობების №№	შენობებისა და ნაგებობების დასახელება	შენობების რაოდენობა	კედლების მასალა	ფართობი (მ <sup>2</sup> )	მოცულობა (კუბატურა) (მ <sup>3</sup> )	საწარმოო პროცესის ჯგუფი	შენიშვნა
7	სარემონტო შექანიერო საამქრო	1	აგური	3464	29744	დამხმარე საამქროების	ორსართულიანი საყოფაცხოვრებო სადგომები
38	ავტობაზა 100 მანქანისათვის	1	აგური	1500	7300	რგვე	
138	საქეაბე	1	აგური	1850	12950	ენერგეტიკული მოწყობილობებისათვის	სანსართულიანი საყოფაცხოვრებო სადგომები

მაგალითი 9.8.8.1. შესრულებულ იქნეს ფასადის დაწვრილებითი აგეგმვა და მისი პერიმეტრის გაზომვები (ნახ. 1.)

როგორც (1) ნახაზიდან ჩანს №1—№4 ფასადის საწყის წერტილად მიღებულია შენობის №4 კუთხე, რომელსაც უნდა შეეუთავსოთ ბაფთის ან რულეტის ნული. პირველი ანათვალა აიღება შესასვლელის მარჯვენა მხრის შესაბამისად (5,20 მ), შემდეგ მარცხენა მხრის შესაბამისად (8,30 მ). შენობაში წყალსადენის შესაყვანი მილის შესაბამისი ანათვალა 14,25 მ, საბურთალო ფეკალური კანალიზაციისა კი 20,44 მ. კედლის სვეტის (პილიასტრის) მდებარეობის შესაბამისი ანათვალა 31,56 და 39,74 მეტრი, სისქე კი არის 0,86 მ (მარჯვენა) და 0,82 მ (მარცხენა). ანალოგიური გზით არის (1) ნახაზზე წარწერილი ზომები.

საერთოდ, ყოველთვის სჯობს მიწისქვეშა კომუნიკაციის აგეგმვა მანამ, სანამ მას მიწა დაეყრებოდეს.

იმ შემთხვევაში, როცა აგეგმვა სრულდება კომუნიკაციის მიწით დაფარვის შემდეგ, საჭიროა ფასალზე კომუნიკაციის შეყვანა-გამოყვანის ადგილები დიანშონის ფასალისაღმის კუბიდან დაშვებული პერპენდიკულარების საშუალებით. პირველი კუთხის შესაბამისი განაზომია 101,12 მ, ხოლო №1 და №4 კუთხეების კოორდინატების (4—1) სიგრძეა 101,07 მ, ე. ო. შეუქცევლობა +0,05 მ, რაც დასაშვებია და განაზომების სიგრძეების მიხედვით გასწორდება შებენიერი ნიშნით (-1, -1, -2, -2, -3, -3, -4, -4, -5, -5) წარწერილია (1) ნახაზის ფასალის განაზომის ზემოთ. ანალოგიურად



ნახ. 9.8.8.1-

ხდება შენობის მეორე ფასალისა და მარჯვენა და მარცხენა ტორსების გაზომვები.

ანალოგიურად იღებენ (ზომავენ) დაზიანებულ შენობას, მხოლოდ ამ დროს აღგენენ აბრისს დამატებითი ცნობებით: შენობის რომელი ნაწილია დანგრეული ან დაზიანებული; როგორ მდგომარეობაშია სახურავი, სართულთშორისი გადახურვები, იატაკი, კედლები, კიბეები და სხვ. თვალსაჩინოებისათვის კარგია შედგენილი იქნეს სქემატური ჩანახაზები.

შენობების კუთხეები, რომელთა კოორდინატები ცნობილია და ადგილზეც აღნიშნულია, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შენობის ახლო არსებული წვლილადების გადასაღებად.

იმ შემთხვევაში, როცა სირთულის გამო ფასალის უშუალოდ გაზომვები რთულია, იყენებენ დამატებით გასწვრივობის ხაზს, რომელიც ფასალიდან ხის სამკუთხედის კათეტზე ნაკლები მანძილით იქნება დაშორებული და ცნობილი წესით იღებენ ფასალის ზომებს.

### 9.8.9. ხამრეწველო მოედნების სიმაღლითი აზომვები

იმისათვის, რომ სამრეწველო მოედნის გეგმა გამოვიყენოთ საწარმოს ექსპლოატაციის პერიოდში საჭირო რეკონსტრუქციისათვის, აგრეთვე იმ წარმოებისათვის საჭირო ახალი შენობებისა და ნაკვობების ასაშენებლად, აუცი-



ლებელია, გარდა სიტუაციისა. გეგმაზე იყოს მაბასიათებელ წვოტილთა და ობიექტთა ნიშნულები, რაც საშუალებას მოგვცემს, გარდა რელიეფის იზოჰიფსებით გამოსახვისა, აპოქსნათ წარმოების ტექნოლოგიასთან დაკავშირებული ამოცანები და ვერტიკალური დაპროექტების საკითხები. ამისათვის კი საჭიროა მივიღოთ ნიშნულები: შენობების კუთხეების; სუფთა იატაკის; შემონაკირწყლის; შესასვლელების; გამოსასვლელების; მიწისქვეშა ქსელების, ჰების; რკინიგზის ლანდაგის რელსების თავების; საავტომობილო გზების მოკირწყელის ზედაპირის; სხვადასხვა არხებისა და თანაორმოების ფსკერის; შენობების საძირკვლებისა; ცოკოლებისა და სხვა. ზემოხსენებული ნიშნულები უნდა იყოს განსაზღვრული გეომეტრიული ნიველობით, რომელიც დაეყრდნობა დანიველებული სანშენებლო ბადის წვეროს და სასივალლო საფუძვლების რეპერების ნიშნულებს. როგორც ცნობილია, დასაშვები შეუქვრელობა განსაზღვრება ფორმულით

$$IV = \pm 30\sqrt{L} \text{ მმ,} \quad (9.8.9.1)$$

სადაც  $L$  არის ნიველირსავლის სიგრძე კილომეტრებში.

სვლის შეუქვრელობა თუ დასაშვები იქნა, მის გასწორადებას ახდენენ სვლაზე თანაბრად.

ნიველობის დაწყებამდე განხილადი მოედნის გეგმიდან იღებენ ასლს, რომელზეც დატანილი იქნება ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მახასიათებელი წერტილი და საგანი სათანადო დანომვრით. ამ აბრისს უმატებენ კიდევ წერტილებს იმ ანგარიშით, რომ დანიველებულ წერტილებს შორის მანძილი ნატურაში არ აღემატებოდეს 20 მეტრს. აგეგმვების პროცესში განხილადი აბრისი შეიძლება შეივსოს საჭირო განივებით. დანიველებული წერტილები გადაიტანება კალკაზე, რომელსაც იყენებენ უკვე ტუშით გამოხაზული გეგმის საკონტროლოდ. გეგმაზე გადატანილი ნიშნულების მიხედვით ტარდება იზოჰიფსები. 1 : 500 მასშტაბიანი გეგმის შედგენისათვის კვეთის სიმაღლეს იღებენ 0.5 მ ან 0,25 მ.

დაუსაზღვრელი ტერიტორიების ვერტიკალური აგეგმვა შეიძლება მენზულით, ტაქომეტრით ან კვადრატების მეთოდით.

#### 9.8.10. მიწისქვეშა კომუნიკაციის აბეზოგები

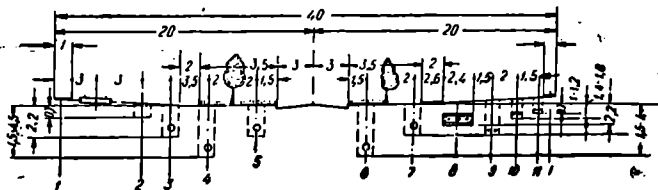
როგორც ცნობილია, ვერტიკალურად განლაგების თვალთახედვით საინჟინ. რო-ტექნიკური ქსელები იყოფა მიწისქვეშა, მიწისზედა და საჰაერო კომუნიკაციებად. მიწისქვეშა კომუნიკაციები ღრმა (ერთ მეტრზე მეტი) და მცირე სიღრმეში განლაგებისაა (1 მეტრზე ნაკლები). ღრმა განლაგების ქსელებს ეკუთვნის: წყალსადენი, კანალიზაცია, გაზის გაყვანილობა, ყანგბადისა და აცეტონის გაყვანილობა, დრენაჟი, საგანგებო ქსელები (ნავთობის, მაზუთის და სხვ.). მცირე სიღრმეში განლაგების ქსელებია: ვათობის, სუსტი დენის, ელექტრომომარაგების, ტელეფონისა და სხვ. ხშირად ყველა ამ ხაზისათვის აშენებენ 0,5 მეტრის სიღრმის ლარებს (ტუნელებს), რომელშიც ათავსებენ ხსენებულ მცირე სიღრმის ქსელებს.

იმ შემთხვევაში, როცა საჭირო ხდება აღდგენილ იქნეს ან ახლად შედგეს მიწისქვეშა კომუნიკაციების დოკუმენტაცია, იყენებენ შემდეგს: 1. გარე ნიშანთვისების მიხედვით აგეგმვა (აღწერენ სამზერ კაურებს, გაყვანილობათა განშლის კარადებს და სხვ.), ხშირად მიმართავენ შურფების გაკრებს; 2. მი-

წისქვეშა გაყვანილობების შესრულებით ნახაზებს; 3. სამზერი ჰაერების დეტალურად აღწერებს; 4. მიწისქვეშა ქსელების დროს ანაგვემებს; 5. მიწისქვეშა ქსელების ინვენტარიზაციის მასალებს; 6. ახალი ქსელების გაყვანის ნებართვის ბარათებს და სხვ.

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია შენობის ფარლიატის ორივე მხარეში, მათ შორის გასასვლელებს შორის მიწისქვეშა კომუნიკაციის განლაგების შემდეგი სქემა:

1—საძირკველის თარა, 2—ძლიერი დენის კაბელი, 3—საშუალო წნევის გაზგაყვანილობა, 4—სამეურნეო ფეკალური კანალიზაცია, 5—სამეურნეო-სასამელო და ხანძარსაწინააღმდეგო წყალსადენი, 6—სანიაღვრო კანალიზაცია,



ნახ. 9.8.10.1.

7—საწარმოო წყალსადენი, 8—გათბობისა და ჰაერსაწმენდი გაყვანილობა, 9—აცეტილენისა და ჟანგბადის გაყვანილობა, 10—ტელეფონების კაბელი და 11—სუსტი დენის კაბელი.

შენობებისა და ნაგებობების ნორმალური ექსპლოატაციისათვის, რეკონსტრუქციისა და წარმოების გაფართოებისათვის აუცილებელია გვექონდეს ზუსტი გეგმები, რომლებშიც გამოსახული იქნება, დღიდან აშენებისა, ყოველგვარი ცვლილება. მაგრამ ფაქტობრივად ხშირად შესრულებით გენგეგმას აღგენენ მიწისქვეშა კომუნიკაციებზე მაწის დაყრის შემდეგ, რის შედეგად მეტად რთულდება მიწისქვეშა აგეგმვები და საჭირო ხდება სხვადასხვა მეთოდებისა და ხელსაწყოების გამოყენება.

(9.8.4) პარაგრაფში ნათქვამია, რომ მიწისქვეშა კომუნიკაციები იყოფა სამ ჯგუფად, როგორცაა მილგაყვანილობები, კაბელის ქსელები და კოლექტორები. საქალაქო და სამრეწველო ტერიტორიებზე ამ ქსელებს ძირითადად იღებენ 1:500 მასშტაბით. არსებობს მიწისქვეშა კომუნიკაციის აგეგმვის სხვადასხვა მეთოდები.

### 1. მიწადატყურელი კომუნიკაციის მეთოდი

როგორც ითქვა, ყველაზე მარტივი, ზუსტი და სანდოა მიწისქვეშა ჩალაგებულ (გაყვანილი) კომუნიკაციის აგეგმვა მანამ მას მიწას დააყრიდნენ და თხრილებს ამოავსებდნენ. ამ სახის აგეგმვის შესახებ წინა პარაგრაფში და მაგალითებში მოყვანილია საჭირო ცნობები.

### 2. მსხვილმასშტაბიანი აეროგეგმვის მეთოდი

იმ ტერიტორიებზე, სადაც არ შესრულებულა ვერტიკალურად მოშანდაკება, მაგალითად, სამშენებლო მოედნების მისადგომები, ნავთობისა და გაზის საბადოების, წყალსადენების, კანალიზაციის და სხვა, კომუნიკაციის აგეგმვის

კარგ შედეგს იძლევა მსხვილმასშტაბიანი აეროგეგმა. წინასწარ, ნატურაში აწარმოებენ ნიშანდებს ყველა აღმოჩენილ ჰურზე, ქსელების გამოსასვლელზე და სხვ. სტერეოსკოპით შეისწავლება მიღებული აეროსურათები, რომლებზეც აწარმოებენ კომუნიკაციის ცალკეული ხაზების მიკვლევას. საძებნი გაყვანილობების დემასკირების (გამოცნობის) ნიშანთვსებას წარმოადგენს: თხრილების გასწვრივ გრუნტის ღრმულები ან ყრილი; თხრილების ამონავსებ გრუნტსა და გარემო გრუნტს შორის განსხვავება; მცენარეების განსხვავება შეკვებულ თხრილებსა და გარემო გამოწვანებას შორის და სხვა.

### 3. შურფების მეთოდი

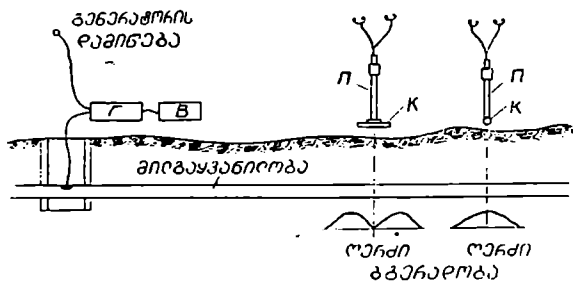
იმ საქარხნო ტერიტორიებზე, რომლისათვისაც არ არსებობს შესრულებული სამუშაოების დოკუმენტაცია, არსებული კომუნიკაციის დასადგენად აწარმოებენ შურფების ამოთხრებს, რომელთა შესაბამისად მათ შორის ატარებენ თხრილებს.

ეს მეთოდი ძვირი ჯდება, აგრეთვე არ იძლევა იმის გარანტიას, რომ არ დაუშვებთ შეცდომებს და საჭირო წერტილები არ გამოგვრჩება.

განსაკუთრებით დიდ სიძნელეს წარმოადგენს უჭარბო მიწისქვეშა მონვევის აღვილების აგეგმვები.

### 4. მიღებისა და კაბელების მაძებრების გამოყენების მეთოდები

დამარხული ქსელების ასაგეგმად ამჟამად გამოიყენება საგანგებო კონსტრუქციის მიღებისა და კაბელების მაძებრები, რომელთაც მოკლედ უწოდებენ ტრასის მაძებრებს. ეს ხელსაწყო შედგება შემდეგი სახის სამი ძირითადი კვანძისაგან (ნახ. 2).



ნახ. 9.8.10.2.

დაბალი სიხშირის (1000—2000 ჰერცი) გენერატორი; B—კვების წყარო; II—მიმღები მოწყობილობა. K—მაძებარი კონტურით ნავარაუდევია ლითონის მიღებისა და კაბელების გეგმური და სიღრმითი მდებარეობის დადგენისათვის.

უჭრო გავრცელებულია ელექტრომაგნიტური ინდუქციის პრინციპზე დაყრდნობილი ტრასის მაძებარი. ამუშავებული გენერატორის მიღაკანონობაზე ჩარავით ამ უქანსკენლის გარშემო იქმნება ცვალებადი მაგნი-

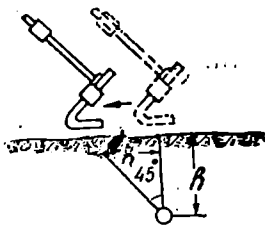
ტური ველი, რომელსაც იჭერს დამკვირვებლის მიერ გადაადგილებული მიმ-  
ლები მოწყობილობა.

მიმღებ მოწყობილობაში შედის მაძებარი კონტური, გამაძლიერებელი  
ხმოვანი ინდიკაცია (მთავარი ტელეფონი) და ხილული ინდიკაცია (მიკრო ამ-  
პერმეტრი).

იმ შემთხვევაში, როცა მაძებარი კონტური განლაგებულია საძებნი ხაზის  
მართობულად, მისი გეგმური მდებარეობა დგინდება მაქსიმალური  
სიგნალის (ბგერის) ნიშანთვისების მიხედვით. ამ შემთხვევაში კონტროლისა  
და სიზუსტის გაზრდისათვის მაძებარ კონტურს აყენებენ საძებნი ხაზის პარა-  
ლელურ მდებარეობაში და განმეორებით აღგენენ მის გეგმურ მდებარეობას  
მინიმალური სიგნალის (ბგერის) მიხედვით.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ კომუნიკაციის განლაგების სიღრმე, მა-  
ძებარ კონტურს აყენებენ მისი ლერძის მართობულად, პორიზონტის მიმართ  
მას დახრიან  $45^\circ$  და გადაადგილებენ გვერდზე მანამ, სანამ არ გაქრება ან  
ძლიერ დასუსტდება სიგნალი (ბგერა). მონახულ წერტილსა და კომუნიკაციის  
ლერძებს შორის  $h$  მანძილი იქნება კომუნი-  
კაციის განლაგების სიღრმე (ნახ. 3).

კონტაქტის მეთოდით ანუ გენერა-  
ტორის ჩართვის საშუალებით უმთავ-  
რესად ისაზღვრება მილგაყვანილობების ქსე-  
ლების მიწისქვეშ განლაგება. ჩვეულებრივ  
ნაგებობებს ქებში უერთებენ გენერატორს  
შემაერთებელი ელექტრომაგვით, აგრე-  
თვე უერთებენ დამამიწებელსაც, რომელიც  
ხაზისადმი არის პერპენდიკულარულად  
 $10-20$  მეტრ მანძილზე. გენერატორის გა-  
დართვის გარეშე შეიძლება მივიღოთ დამაკმაყოფილებელი ხარისხის ანაგეგმი  
მასალა  $1-2$  კმ მანძილზე.



ნახ. 9.8 10.3.

მომქმედი საკაბელო ხაზების აღმოჩენა თავის მაგნიტური ველის გამო  
ხდება გენერატორის ჩართვის გარეშე მიმღები მოწყობილობებით.

იმ ადგილებში, სადაც  $1-2$  მეტრის სიღრმეზეა განლაგებული ხშირი  
კომუნიკაცია და არის მოხეტიალე ღუნები, გენერატორის ჩართვის გარეშე  
ხდება მათი აღმოჩენა მხოლოდ ერთი მიმღები მოწყობილობით.

იმ შემთხვევაში, როცა მცირეა დაბრკოლებები და პირობები ხელშემწ-  
ყობია, ცდებით დადგინდა, რომ მილგაყვანილობისა და კაბელების გეგმური  
განლაგების საშუალო კვადრატული შეცდომა აღწევს  $\pm 10-15$  სმ. ასეთივე  
ოღენობის შეცდომებს ვიღებთ სიღრმითი განლაგებისათვის, როცა გაყვანი-  
ლობების სიღრმე არ აღემატება  $1-2$  მეტრს. ზემოთ მოყვანილი შეცდომები  
დიდ სიღრმეებზე იზრდება სიღრმის  $1/10$  ოდენობამდე.

იმ ადგილებში, სადაც დიდი მოცულობის მიწისქვეშა გაყვანილობებია,  
ძლიერ იზრდება დაბრკოლებები და აგეგმვის სიზუსტე მნიშვნელოვნად  
მცირდება. ამ შემთხვევაში კონტაქტური (გენერატორის ჩართვის) ხერხით აუ-  
გეგმავი რჩება კომუნიკაციის ზოგიერთი ხაზი, რადგანაც ძლიერ ძნელია  
ურთიერთ ახლო პარალელური ხაზების ერთმანეთისაგან გარჩევა. მაგალითად,  
როცა დიდი რაოდენობის კომუნიკაციის სივრცეები არსებობს, მაშინ უმრავ-

ლეს შემთხვევაში ხდება არა ცალკეული ხაზის, არამედ ხაზების ერთობლიობის ზოლის აღმოჩენა. ამიტომ ასეთ საეჭვო სივრცეებზე იყენებენ შურფების მეთოდს.

არალითონური მილების (ბეტონის, აზბესტის, კერამიკული და სხვ.) ტრასის მაძებრებით აღმოჩენა ხდება იმ შემთხვევაში, თუ მილსადენებში გავატარებთ მავთულს ან წყალს დავემატებთ ისეთ ნივთიერებას, რომ იგი გადაიქცეს ელექტროლიტად.

ტრასის მაძებრების გამოყენებას საგანგებო მომზადების სპეციალისტები სჭირდება, რომლებმაც უნდა შეასრულონ დიდი, შრომატევადი სამუშაოები, როგორცაა: მიწისქვეშა კომუნიაკაციების სქემების შედგენა არსებული სამაროექტო დაკვალვითი სამუშაოების გამოყენებით, სპეციალისტების მითითებები და სხვ. გულდასმით უნდა იქნეს დათვალიერებული ყველა ჭა და გამოსასვლელ-შესასვლელი; ცალკეული სელების გეგმების, გეოდეზიურ მიბეჭდვების და სხვ. შედგენა.

როგორც ვხედავთ, ტრასის მაძებრების გამოყენებით სრულიად ვერ კმაყოფილება საკითხი მიწისქვეშა კომუნიაკაციების აგეგმვების შესახებ და ჯერ-ჯერობით უტყუარ და საიმედო მეთოდად რჩება მშენებლობის დროს და კომუნიაკაციებზე მიწის დაყრამდე შესრულებითი აგეგმვების მეთოდი.

#### 4. წყალსადენის აგეგმვა

სასმელი და სამეურნეო წყალსადენების შეერთება აკრძალულია. ჩვეულებრივი წყალსადენის მილგაყვანილობა გაჰყავთ გრუნტის გაყინვის დონის ქვემოთ. წყალსადენის ხაზები უმთავრესად განლაგებულია გასასვლელებში სწორ-ხაზოვნად და ნაშენების პარალელურად იმ ვარაუდით, რომ ჰიდრანტიან ჰებს მიუღწევენ ცეცხლმაშველი რაზმების მანქანები. შენობების პარალელურად განლაგებული წყალსადენების მილების მანძილების ოდენობები დამოკიდებულია შენობის საძირკვლების კონსტრუქციებზე, გზების ტიპებსა და მილგაყვანილობის დიამეტრზე და სხვ. მაგალითად, თანამედროვე ნორმების მიხედვით წყალსადენის მილები უნდა იყოს დაშორებული: 1. ახლო მდებარე რკინიგზის ლიანდაგის ტერიტორიიდან 4 მეტრამდე, ხოლო არანაკლებ ყრილის ძირიდან თხრილის სიღრმემდე მანძილისა; 2. საავტომობილო გზების ბორღიურების ქვებიდან 1,5 მეტრზე, ხოლო 1 მეტრზე კიუვეტის ნაპირიდან და ყრილის ძირიდან; 3. შენობის აგების ხაზიდან 5 მეტრზე; 4. გაზგაყვანილობიდან: დაბალი წნევის ხაზამდე 1 მ, საშუალო წნევის ხაზამდე 1,5 მ და მაღალი წნევის ხაზამდე 2 მ.

როგორც წესი, წყალსადენის ხაზი გაჰყავთ 0,4 მ ზემოთ კანალიზაციის ხაზიდან, აგრეთვე გეგმაზე წყალსადენისა და ელექტრო და კავშირგაბმულობის გადაკვეთის ადგილას წყალსადენის ხაზი გადაკვეთის წერტილიდან მაღლა უნდა გადიოდეს 0,5 მ, ვიდრე ელექტრო და კავშირგაბმულობის ხაზები. გეგმაზე წყალსადენის ხაზის რკინიგზის ლიანდაგთან გადაკვეთის ადგილას წყალსადენის ხაზი უნდა იქნეს რკინიგზის ლიანდაგის ძირიდან მილის ზემო ნაწილამდე 1 მეტრით ქვემოთ, ხოლო საავტომობილო გზისა და მილის გადაკვეთის ადგილას ბალასტის ვარცლიდან მილის ზემო ნაწილამდე 0,5 მ ქვევით.

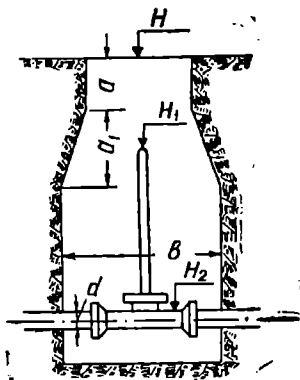
საცეცხლე ჰიდრანტებს აყენებენ გზებისა და გასასვლელების გასწვრივ ერთმანეთისაგან არაუმეტეს 100 მეტრის დაშორებით და შენობის კედლიდან

არაუახლოეს 5 მეტრისა, აგრეთვე არაუშორეს 22 მეტრისა გზის საველი ნაწილის ნაპირიდან.

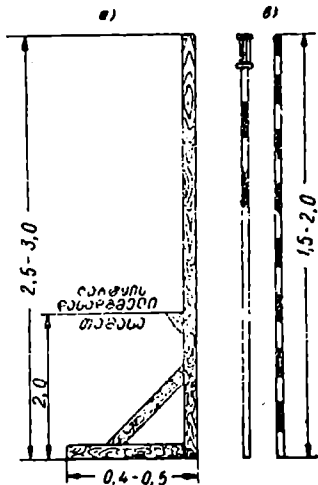
წყალსადენის აგეგმვისათვის მთავარია მისი კუბის დაწვრილებით გამოკვლევები და ნიველობა. ამავე დროს ადგენენ კუბის მასალას, მის შიგა ზომებს და დანიშნულებას (საცეცხლე ჰიდრანტია თუ არა, როგორია ურდული და სხვ.). ისაზღვრება მილის დიამეტრი, კის სახურავი და გზის საველი სახე.

(4) ნახაზი წარმოადგენს სათვალთვალო კის სქემას, რომლის მახასიათებლებია:  $H$ —კის სახურავის ნიშნული;  $H_1$ —ჰიდრანტის თავის ნიშნული;  $H_2$ —მილის ზემო მხარის ნიშნული;  $a$  და  $a_1$ —კის ვიწრო ნაწილის ზომები სიმაღლეში;  $b$ —კის მსხვილი ნაწილის დიამეტრი;  $d$ —მილის გარე დიამეტრის ზომა.

მილის დიამეტრი ისაზღვრება მისი ზემო და ქვემო მხარის ნიველობით, რისთვისაც ვიყენებთ გონიოს (კუთხედს) (ნახ. 9ა.). ნიველობის მონაცემები შე-



ნახ. 9.8.10.4.



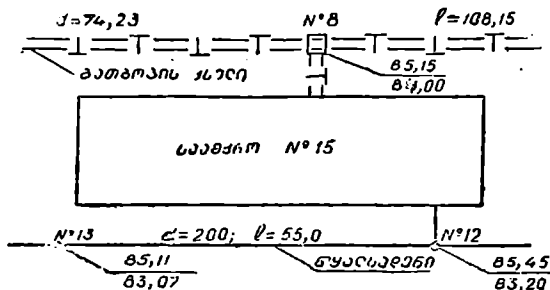
ნახ. 9.8.10.5

აქვთ სანიველო ქურნალში. შენობებთან ჰიდრანტების მიერთებები განისაზღვრება წყალსადენის მილების მიმართების საშუალებით, რომელიც გადააქვთ გეგმის ასლზე. კუბის მდებარეობა და დანიშნულება; განისაზღვრება საკოორდინატო მარკებით, რომლებიც მიმაგრებულნი არიან კუბიდან მართობულად შენობების კედლებზე ან საგანგებო მაჩვენებლებზე.

ჰიდრანტებიანი სახანძრო კუბის აგეგმვების დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ ისინი შეიძლება იყვნენ ერთმანეთის გასწვრივ და მაგისტრალისაგან დაშორებით. იმ შემთხვევაში, როცა კის სახურავი გასწვრივობიდან გადაადგილებულია, მის ოდენობას ზომევენ და გადააქვთ აბრისზე. შენობაში წყალსადენის შეუვანის ადგილს განსაზღვრავენ კედლის მარკებით, რომლებიც, ჩვეულებრივ, დაყენებულია წყალსაზომებთან.

წყალსადენის ხაზის გარე ორიენტირების ელემენტების თარაზულ აგეგმვებს და ნიველობას აწარმოებენ შენობის აგეგმვის თანადროულად.

საველე მასალის დამუშავების შემდეგ ადგენენ წყალსადენის სქემას (ნახ. 6), რომელზეც ნაჩვენებია ძირისა და სახურავის ნიშნულები და სხვ.



ნახ. 9.8.10.6.

### ბ. კანალიზაციის გაყვანის პირობები

როგორც ცნობილია, სამრეწველო ობიექტებიდან გაუქუყიანებულ წყლის აცილების საშუალებას წარმოადგენს კანალიზაცია.

გამდინარი წყლები იყოფა სამეურნეო-ფეკალურ, სამრეწველო და ატმოსფერულ სახეებად. იმ შემთხვევაში, როცა სამრეწველო წყალი მეტად გაუქუყიანებულია და საჭიროებს გაწმენდას, აგებენ სამივე სახეს ცალ-ცალკე.

კარგ ღონისძიებად ითვლება კანალიზაციის გაყვანა თვითღონებით. მაგრამ, ვაკე ადგილებში ამისათვის საჭირო ხდება დიდ სიღრმეზე კანალიზაციის ხაზის გაყვანა. აღნიშნულის გამო ვაკე ადგილებში კანალიზაციის ხაზის რაციონალურად დაპროექტების საკითხს განსაკუთრებული ყურადღებით ეპყრობიან. საერთოდ, სხვა სახის მიწისქვეშა გაყვანილობასთან შედარებით. კანალიზაციის ხაზი ორჯერ უფრო ღრმად გაყავთ. გეგმაში შენობებიდან, ნაგებობებიდან, გზებიდან და სხვა ნაშენებიდან პარალელურად აგებული კანალიზაციის დაშორების მანძილის ოდენობა დამოკიდებულია ნაშენების საძირკვლების კონსტრუქციაზე, გზების ტიპებსა და ხაზების განლაგების სიღრმეზე, დიამეტრზე და სხვ. მაგალითად, ახლობელი რკინიგზის ლიანდაგის ღერძიდან სამეურნეო-ფეკალურ კანალიზაციაში მანძილი არ უნდა იყოს ნაკლები 4 მეტრზე, უკიდურეს შემთხვევაში არანაკლებ თხრის სიღრმისა; საავტომობილო გზის ბორდიურის ქვიდან არანაკლებ 1,5 მეტრზე ან კიუვეტის პირიდან ან ყრილის ძირიდან 1 მეტრამდე. შენობების გაწმენების ხაზიდან არანაკლებ 5 მეტრისა, როცა გაგვყავს წნევითი კანალიზაციის ხაზები, ხოლო 3 მეტრზე, თუ გაგვყავს დაბალი წნევის ხაზები; დაბალი წნევის გაზგაყვანილობიდან მანძილი კანალიზაციის გაყვანილობამდე საჭიროა 1,0 მ, საშუალო წნევის ხაზამდე 1,5 მ, ხოლო მაღალი წნევის გაზგაყვანილობამდე 2 მეტრამდე.

გეგმაზე რკინიგზის ლიანდაგისა და კანალიზაციის გადაკვეთის წერტილების ადგილას რელსის ძირიდან კანალიზაციის ბუდეში მანძილი უნდა იყოს არანაკლები 1 მეტრისა, საავტომობილო გზის შემთხვევაში ეს მანძილი გზის ვარცლიდან მილის ზემო მხარეში უნდა იყოს არანაკლებ 0,5 მეტრისა, ხო-

ლო ელექტროკაბელთან გადაკვეთისას ეს მანძილი არ უნდა იყოს ნაკლები 0,5 მეტრზე.

შენობებიდან კანალიზაციის ხაზის გამოშვებულობის ანუ შენობის გარე კედლებიდან სათვალთვალო ჰეების ცენტრამდე მანძილები ინიშნება მილგაყვანილობების მიხედვით. მაგალითად, 50—75 მმ დიამეტრის მქონე მილების შემთხვევაში კანალიზაციის ხაზის გამოშვებულობის სიგრძე მიღებულია, რომ არ აღემატებოდეს 10 მეტრს; 100 მმ დიამეტრისათვის კი არაუმეტეს 15 მეტრისა, ხოლო 100 მმ მეტი დიამეტრის შემთხვევაში არა უმეტეს 20 მეტრისა.

შენობის სამეურნეო-ფეკალური კანალიზაციის მიმართ, გარდა ზემოთ მოყვანილი ღონისძიებებისა, საჭიროა დაცული იყოს ხაზების ქანობების შემდეგი ოდენობები:

1.	მილების 125 მმ დიამეტრის	დ.რ.ს	0,010	ქანობა;
2.	„ 150 „ „ „	„	0,007	„
3.	„ 200 „ „ „	„	0,005	„
4.	„ 1250 „ „ „	„	0,0005	„

მცირე დიამეტრის მილგაყვანილობას იყენებენ სამეურნეო-ფეკალური კანალიზაციის აგებისას: 1) გზებზე 200 მმ; 2) შიგა კვარტალებში 150 მმ; 3) გზების წყალსადენების ხაზების დიამეტრები არ უნდა იყოს ნაკლები 250 მმ.

მანძილი სათვალთვალო ჰეებს შორის ინიშნება მილგაყვანილობის დიამეტრის მიხედვით. მათ შორის მანძილი უნდა იყოს წრფივი. დიამეტრების მიხედვით მათი განლაგება უნდა იყოს შემდეგი: 1) 125 მმ შემთხვევაში არა უმეტეს 40 მეტრისა; 2) 150—600 მმ-დე—50 მ; 3) 600—1400 მმ—75 მეტრი; 4) 1400 მმ და მეტი—250 მ.

მილგაყვანილობის გვერდით ხაზებს უერთებენ კოლექტორებს არანაკლებ 90° კუთხისა. ჰეები შეიძლება იყოს წრიული ან მართკუთხედის კვეთისა. პირველის შიგა (მუშა) დიამეტრის იღებენ 1000—1200 მმ. მართკუთხედის კვეთის ზომებს იღებენ სიგრძეს 1000 მმ, ხოლო სიგანეს 900 მმ.

ჰეების ღარების მინიმალურ სიღრმეს იღებენ მასში შემავალი უდიდესი დიამეტრის მქონე მილის ტოლს.

### ც. კანალიზაციის ბაზის გამოსვლვა და აბიშვა

კანალიზაციის ჰეების გამოკვლევისათვის ადგენენ: ჰეების დანიშნულებას, მასალას და ზომებს; მათ რაოდენობას; შესასვლელი და გამოსასვლელი მილების მასალასა და ზომებს და კანალიზაციის წყლის დინების მიმართულებას. აგრეთვე გამოკვლევის ღროს ადგენენ ჰის ცენტრის მიმართ სახურავი გადაადგილებულია თუ არა, როცა მილების დიამეტრები მცირეა და ჰეები არ არის ღრმა, სახურავის გადაადგილების დასადგენად იყენებენ შვეულს და გადაადგილების ოდენობას განსაზღვრავენ რულეტით (ნახ. 7). ნახაზიდან სახურავის გარეცენტრულობის ოდენობა:

$$OO_1 = r_2 - r_1, \quad (9.8.10.1)$$

სადაც  $O$  არის ჰის ცენტრის პროექცია;

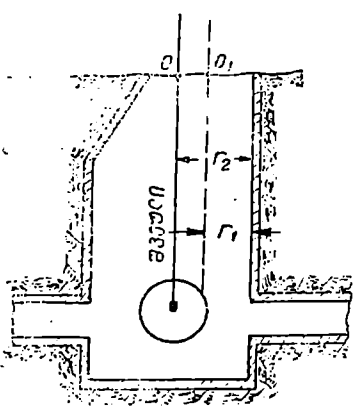
$O_1$  — ჰის სახურავის ცენტრი;

$r_1$  — ჰის შიგა რადიუსი;

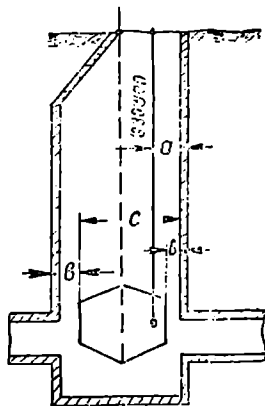
$r_2$  — ჰის სახურავის რადიუსი.



იმ შემთხვევაში, როცა კანალიზაციის კოლექტორები დიდა, ჰის სახურავის გარეცენტრულობის ოდენობას ზომავენ ჰის შიგნით, რისთვისაც იყენებენ შვეულს ან მცირე სიგრძის ფოლადის რულეტს და ვა-



ნახ. 9.8.10.7.



ნახ. 9.8.10.8.

ტერპასს (ნახ. 8). ნახაზის მიხედვით სახურავის გარეცენტრულობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$O_1 O_2 = \frac{1}{2}(b + c) - a, \quad (9.8.10.2)$$

სადაც  $O_1$  არის ჰის ცენტრის პროექცია;

$O_2$  — ჰის სახურავის ცენტრი (აღვილზე მისი დანიშვნა ხდება სახურავის დიამეტრის ტოლი ხის რგოლის წმინდა მათეულით გადაკეთილი დიამეტრების წერტილში შვეულის დაკიდებით);

$b$  და  $c$  — ჰის წრფივი გვერიდან მანძილი კოლექტორის გარე კედლებამდე;

$a$  — იმავე გვერიდან მანძილი სახურავის  $O_2$  ცენტრზე დაკიდებულ შვეულამდე.

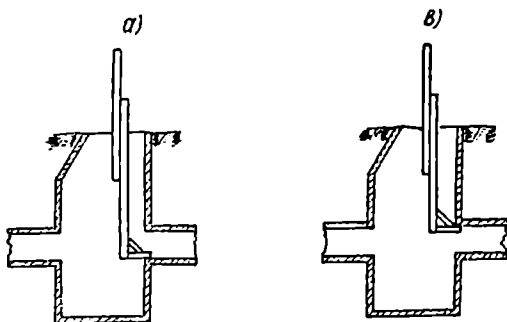
$b$ ,  $c$  და  $d$  არის უშუალოდ განაზომი სიდიდეები.

კანალიზაციის ქვების ნიველობის დროს საზღვრავენ: მილები და რბების, ჰის ძირის, მილები სიმსხოს, სახურავისა და ჰის ახლო ნიდაგის ან გზის ფენილის ნიშნულებს.

მილები და რბების ნიველობას ასრულებენ ხის ან ლითონის გონიოს გამოყენებით, რომლის ერთი კვადრატის სიგრძეა 2,5—3,0 მეტრი (ნახ. 9). ამ მიზნით, გონიოს მოკლე კათეტის ქვემო მხარეს ადებენ მილის დარის ქვემო მხარეს (ნახ. 9<sup>ა</sup>). იღებენ ანათვალს ლარტყაზე, რომელიც მიედგმება აღნიშნული გონიოს გრძელი კათეტის გამონაშეერს (ნახ. 5<sup>ა</sup>) ისე, რომ ლარტყა და ეს კათეტი წარმოადგენდნენ ერთი მეორის წრფივ გაგრძელებას (გამონაშეერის სიმაღლეა 1,5—2,0 მეტრი). სანიველო ლარტყაზე ადებულ ანათვალ-

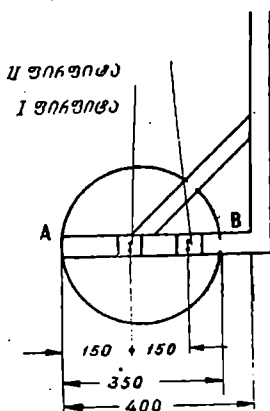
ემატება ქუსლიდან გამონაშვების სიმაღლე (1,5—2,0 მ). იმ შემთხვევაში, როცა ჭაში არის ღარები, პირდაპირ ლარტყით ან რულეტით იღებენ შესაბამის ანათვალს. ჭა თუ არის ძლიერ გაჭუჭყიანებული, იყენებენ საცეცს.

შილების დიამეტრების განსაზღვრას ასრულებენ იგივე გონიოთი, რისთვისაც გონიოს მოკლე კათეტის ქვემო მხარეს ადებენ მილის ქვემო მხარეს (ნახ. 9<sup>ა</sup>) და შემდეგ კი იმავე კათეტის ზემო მხარეს ადებენ მილის ზემო მხ-

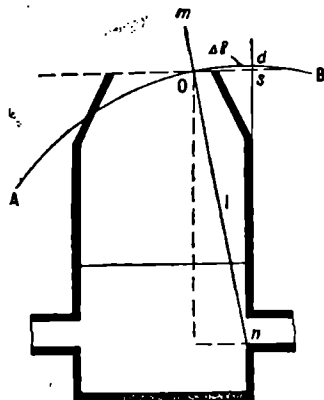


ნახ. 9.8.10.9.

რეს (ნახ. 9<sup>ბ</sup>). ორივე შემთხვევაში იღებენ გონიოს გრძელი კათეტის გამონაშვებზე მიყრდნობილ ლარტყაზე ანათვალს. მილის დიამეტრის ოდენობა იქნება I და II ანათვლების სხვაობას დამატებული მოკლე კათეტის სისქე. ღრმა ჭაურის ნივლეობის შესრულების დროს დამხმარე იმყოფება ჭაურ-



ნახ. 9.8.10.10.



ნახ. 9.8.10.11.

ში, ხოლო არაღრმა ჭაურებში შილების დიამეტრების განსაზღვრისათვის დამხმარე ჭაურში არ უშვებენ. ამ დროს შილების დიამეტრების დადგენისათვის იყენებენ გონიოს, რომლის მცირე კათეტს შიის ბოლოდან 150 და 300 მმ დაკრული აქვს ალუმინის I და II ფირფიტა (ნახ. 10). ამ ღონისძიებას აწარ-

შომებენ სტანდარტული 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 და ა. შ. საკანალიზაციო მილების დიამეტრების დადგენისათვის. მაგალითად, ნახაზზე მილის AB დიამეტრი მეტია 300 ზმ და ნაკლებია 400 მმ; მაშასადამე, სტანდარტის მიხედვით განხილავთ ზილის დიამეტრი უნდა იყოს 350 მმ.

როგორც ითქვა, როცა კა გაჭუჭყიანებულია და წყლია ჩალვრილი, მის ნიველობას აწარმოებენ საცეცით, რომელიც წარმოადგენს დანაყოფების მქონე ხის ლატანს. ამ მიზნით საცეცით მოსინჯავენ რამდენიმეჯერ კის ძირს და იღებენ ზომებს კის სახურავამდე ან კის კოდის ზემოდან განდაგან მდებარე ლარტყის ქვემო ნაპირამდე.

კაში შემავალი და გამომავალი ლარების ნიშნულების დასადგენად იყენებენ იმავე საცეცს ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (11) ნახაზზე. ნახაზის მიხედვით:

$$ns = l - \Delta l = l - \frac{(OS)^2}{2l}, \quad (9.8.10.3)$$

სადაც  $n$  არის ლარიდან კის სახურავის ცენტრამდე დასადგენი მანძილი ვერტიკალური მიმართულებით;

$l = On - mn$  — საცეცით გაზომილი დახრილი მანძილები;

OS — რულეტით გაზომილი საცეცის გადახრის მანძილი;

AB — ს-რადიუსის შესაბამისი რკალი.

კანალიზაციის კების ყველა განაზომი შეაქვთ (1) სქემაში.

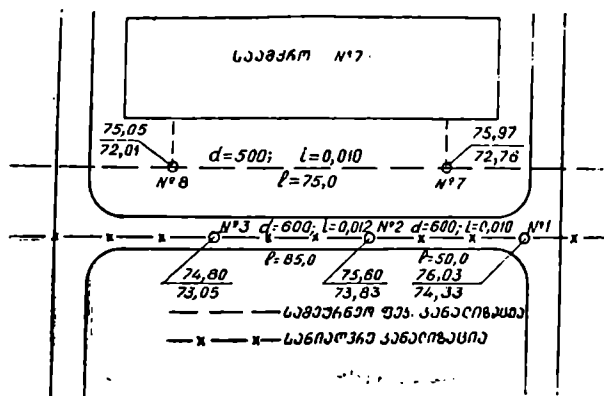
ცხრილი 9.8.10.1.

დახაზვები წერტილები	ანათლები ლარტყაზე		წითელ და შავ გვერდზე ანთულებს სტაობები	აღმატება (მმ)	შავი და წითელი გვერდის ანთულებს მის მიხედვით ინსტ. რეგენტის კორი- ზონტი (მ)	აბსოლუტური ნიშნულები	
	უკანა, წინა და შუალედი					შავი გვერ- დის მიხედ- ვით (მ)	წითელი გი- გვერდის მი- ხედვით (მ)
	შავი	წითელი					
№245 რეპერი	946	1258	312	+45	24,792	23,846	23,846
№5 შენობის ცოკო- ლი (ზედირაკველი) ანუ საშუშაო რეპერი	901	1213	312	+45	25,104	23,391	23,891

სათვალთვალო საკანალიზაციო კა წრიული კვეთის  $d=1,07$  მ.

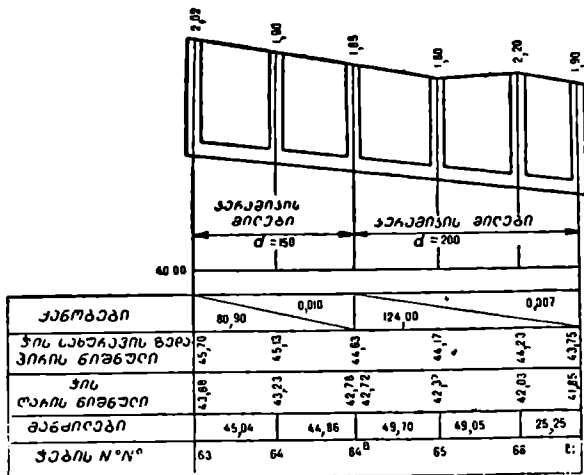
ქუაფენილი	1420	1733	313	—	—	23,372	23,371
სახურავი	1460	1773	313	—	—	23,332	23,331
კის ფსკერი	3950	4260	310	—	—	20,842	20,844
ბეტონის მილის ლა- რე: შესასვლელი 0,40 მ	3638	3948	310	—	—	21,154	21,156
გამოსისვლელი $d=0,4$ მ	3656	3968	312	—	—	21,136	21,136

კანალიზაციის მილგაყვანილობის ნიველობის დროს საჭიროა განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს, არის თუ არა დაცული მილგაყვანილობის სავალდებულო ქანობი, ამ მიზნით ორი მოსაზღვრე ქვის მილების ღარებზე დაყ-



ნახ. 9.8.10.12.

ნებული ლარტყების ანათელებს ადარებენ ერთმანეთს, ხოლო ინსტრუმენტის სხვადასხვა ადგილებზე დგომის დროს ადარებენ ურთიერთმოსაზღვრე ქვების მილების ღარების აბსოლუტურ ნიშნულებს. თუ ქანობები საჭირო



ნახ. 9.8.10.13.

ოღენობით არ მივიღეთ, საჭიროა კანალიზაციის ნიველობა განმეორებით.

კანალიზაციის ქსელის გეგმის გაფორმების ნიმუშს წარმოადგენს ნახაზი 12. ქვებს მიეწერება: №1, №3, ...; სახურავის ზედაპირის და ლარის ძირის ნიშ-

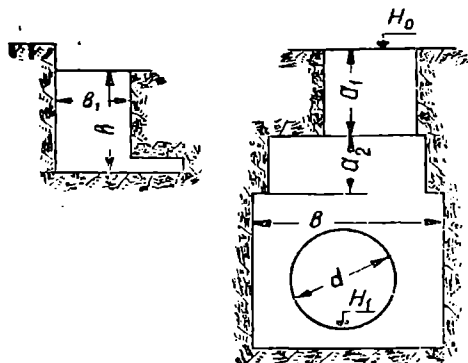
ნულები  $\left(\frac{75,60}{73,83}\right)$ ; კებს შორის მანძილები  $l = 50$  მ; მილების დიამეტრები

$d = 600$  მმ და კანოზები  $i = 0,010$ .

კანალიზაციის შესრულებითი გრძივი პროფილია ნაჩვენები მე-13 ნახაზზე.

### D. სანიტარული კანალიზაცია

სამრეწველო და ქალაქური დასახლებების ტერიტორიებზე სანიტარული კანალიზაციის მილგაყვანილობას ატარებენ სამეურნეო კანალიზაციისა და წყალსადენის გაყვანილობაზე მაღლა. სანიტარული კანალიზაციის მოწყობილი აქვს ნალექებს მიმღებები და სათვალთვალო კები. ნალექების მიმღებები იღებენ სანიტარული წყლებს გასასვლელების ღარებიდან ვისოსებთან კების საშუალებით. სათვალთვალო კებს აშენებენ ისეთივე ტიპისას, როგორც შენდება სამეურნეო კანალიზაციისათვის და მათი აგებმვა სრულდება ამ უკანასკნელის ანალოგიურად. ვინაიდან სანიტარული კანალიზაციის უმთავრესად აგებენ გზის სავალი ნაწილის ქვეშ, მათ აგებმვას და სახურავების ნივლეობას აწარმოებენ გასასვლელების აგებმვების თანადროულად.



ნახ 9.8.10.14.

სათვალთვალო კებისა და ნიღვრის მიმღებების გამოკვლევის დროს იღებენ დამატებით ცნობებს, როგორცაა (ნახ. 14);  $H_0$  არის

ქის სახურავის ნიშნული;  $H_1$ —ქის ღარის ნიშნული,  $a_1$  და  $a_2$ —სიმაღლეების ზომები;  $b$ —ქის გაფართოებული ნაწილის დიამეტრი;  $d$ —კოლექტორის შიგა დიამეტრი;  $b_1$ —ნალექების მიმღების დიამეტრი;  $h$ —ნალექების მიმღების სიმაღლე.

სანიტარული კანალიზაციის ანაგებმების გაფორმება მოცემულია მე-12 ნახაზზე.

### 9.8.11. გათბობის ქსელები

ყველა სახის სამრეწველო საწარმოს გათბობა ხდება ორთქლით ან ცხელი წყლით, რომელსაც იძლევა მხოლოდ თბოენერჯის გამომუშავებული ცენტრალური საქვებუ ან თანადროულად ძალური და თბოენერჯის გამომუშავებული თბოელექტროცენტრალი.

თბოელექტროცენტრალის ორთქლის ქსელი, ჩვეულებრივ, შედგება ორი მილისაგან, როგორცაა: პირდაპირი (საკუთრივ ორთქლის) და შებრუნებული (კონდენსაციური).

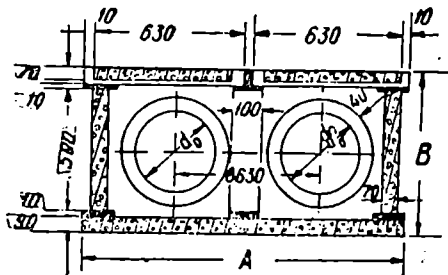
წყლით გათბობის ქსელიც შედგება ორი მილისაგან: პირდაპირი, რომლითაც ხდება ცხელი წყლის მიწოდება თბოელექტროენერგალიდან მობმარებლებზე და, შებრუნებული, რომლითაც გაციებული წყალი უბრუნდება თბოელექტროენტრალს.

მთავარი მაგისტრალის მილების დიამეტრებია 25—500 მილიმეტრამდე. გათბობის ქსელებს აგებენ: კიდულად (პაერში—ანქებზე, საყრდენებზე ან სვეტებზე); მიწისქვეშ (გასასვლელი ან გაუვალი არბებით); მიწის ქვეშ უარხოდ.

შედარებით უფრო გავრცელებულია გათბობის მიწისქვეშა გაუვალი არხებიანი ქსელები, რომელსაც აქვს მცირე გაბარიტული ზოვები.

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია ორმილიანი გაუვალი მთლიანად ბრტყლად გადაჭრული არხი.  $A$  სიგანისა და  $B$  სიმაღლის ოდენობები დამოკიდებულაა მილების დიამეტრებზე.

არხებში მილები ჩაწყობილია თავისუფლად ცალმხრივი დაქანების ურიკაზე ანუ კარეტაზე ან ჩამოკიდებულაა სახურაზე. არხების სიღრმეს ანუ მიწის ზედაპირიდან არხის ზედაპირამდე მანძილს იღებენ 1,0—1,2 მეტრს.



ნახ. 9.8.11.1.

#### A. ზიზი

მილების დათვალიერებისა და საკონტროლო-საზომი მოწყობილობების დასაყენებლად და სხვ. გათბობის ქსელებში აწყობენ მართკუთხედის კვეთის კებს ერთი ან მეტი სახურავით, რომლებიც უმთავრესად არ ემთხვევიან ჰვის და თბოგაყვანილობების ცენტრებს.

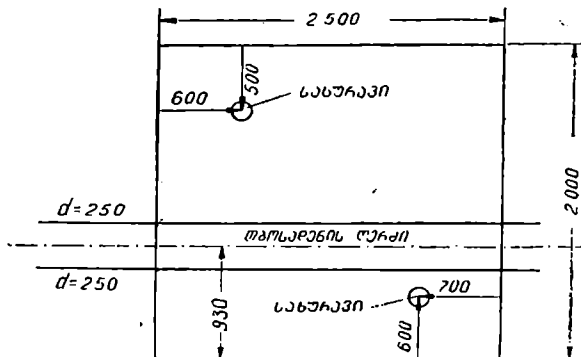
თბოგაყვანილობის გეგმურ და სიმაღლურ განლაგებას აღგენენ კების საშუალებით, რომლებიც ზუსტად უნდა იქნეს აგებული თარაზულად და ვერტიკალურად.

ამ მიზნით აბრისზე გულდასმით გადააქვთ ჰვის სახურავებისა და მილების მდებარეობები; ჩაიწერენ მათ დიამეტრებსა და მანძილებს ერთ-ერთი სახურავის ცენტრიდან, რომელიც შვეულით დაგვეგილებული იქნება კამერის კედლებამდე და კედლიდან თბოხაზის ღერძამდე (ნახ. 2). თანადროულად არკვევენ და იხაზავენ აბრისში თბოხაზის კონსტრუქციას, განივ კვეთილობებს, ჰაში სხვა მოწყობილობების განლაგებებს (ურდულები, კომპესატორები და სხვ.); შემდეგ ანიველებენ ჰვის სახურავის ცენტრს, კვათენილს, მილგაყვანილობების ზემო ნაწილს და ჰვის ძირს.

ანძებსა და საყრდენებზე კიდული თბოქსელებიც საჭიროებს აგვეგვებს, რისთვისაც ისაზღვრება საყრდენების გეგმური მდებარეობები, მიწის ზედაპირიდან თბოხაზის მილების ქვედა და ზედა პირის სიმაღლეები, აგვეგილებენ მიწის ზედაპირზე თბოსადენ ხაზს და საზღვრავენ ღერძის მდებარეობას.

რეობას საყრდენების ღერძების მიმართ; ყოველივე შეაქვთ აბრისში. მილების დიამეტრებს ადგენენ შესრულებითი ნახაზების საშუალებით, რადგანაც იზოლაციამ შეიძლება ხელი შეგვიშალოს ნატურაში მილების დიამეტრების დადგენის დროს.

საველე მასალის სრულყოფილად დამუშავების შემდეგ ადგენენ თბოქსე-



ნახ. 9.8.11.2.

ლების გვემას. მასზე კოორდინატების საშუალებით გადააქვთ გათბობის ძირითადი ელემენტები (ჭები, კომპენსატორები და სხვ.).

### B. კაბელების აგეგმვა

კაბელების გაყვანილობებში შედის: მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი კაბელები (35 კვ, 10 კვ, 6 კვ); ძალური კაბელები; დაბალი ძაბვის (განათების მიზნით) კაბელები; კავშირგაბმულობის კაბელები; სახანძრო სიგნალიზაციის კაბელები; რადიო ტელეხედვის და საგანგებო დანიშნულების კაბელები.

კაბელების მიწისქვეშ გაყვანის სიღრმე არ არის დამოკიდებული გრუნტების გაყინვის სიღრმეზე და საერთოდ მიღებულია, რომ კაბელები მიწის ქვეშ იყოს 0,7—1,1 მ სიღრმეზე მიწის ზედაპირიდან.

მაღალი ძაბვის (35 კვ) ელექტროგადამცემის ხაზი აუცილებელია იყოს არანაკლებ 2 მეტრით დაშორებული სხვა ხაზის მიწისქვეშა გაყვანილობების ხაზებიდან.

კაბელების გადაკვეთა დასაშვებია ისე, რომ გვემაზე გადაკვეთის წერტილში ამ კაბელებს შორის მანძილი არ უნდა იყოს ნაკლები 0,25 მეტრზე.

კაბელების გაყვანილობის ადგილმდებარეობას ადგენენ ჭების საშუალებით, რომელთა შორის წრფივი მანძილი უნდა იყოს არანაკლებ 150 მეტრისა; აგრეთვე ჭები ეწყობა როგორც ერთნაირი, ისე სხვადასხვა მიწისქვეშა გაყვანილობების გადაკვეთის ადგილებში, ხაზის მოხვევის კუთხეებში და განშტოებებში.

ხშირად კაბელების განლაგების აგეგმვების დროს მიმართავენ შურფე-

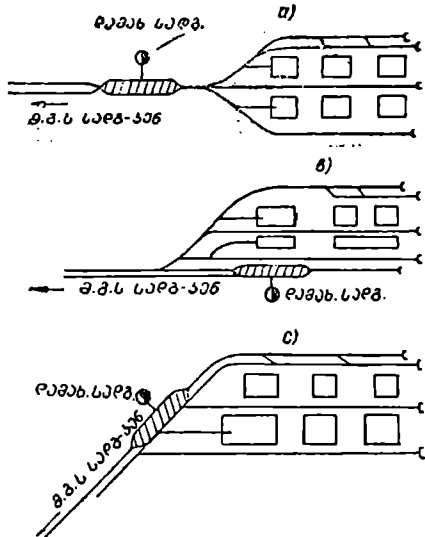
ბის მეთოდს, რომლის დროს იყენებენ შესრულებით ნახაზებს. შურფებს აგებენ წრფივ გაყვანილობაზე არანაკლებ 100 მ მანძილებზე მოხვევის, განშტოებების და გადაკვეთების ადგილებში. საველე მასალის შედეგად აღგენენ კაბელის ქსელების გეგმას, რომლის დროსაც იყენებენ პირობით აღნიშვნებს. გეგმაზე უჩვენებენ ჰების ნომრებს, სახურავის ზემო ნაწილის ნიშნულებს, არხის ზემო ნაწილის ნიშნულებს, ჰების შორის მანძილებს.

ყველა სხვა სახის მიწისქვეშა ქსელები, როგორცაა გაზგაყვანილობა, ნავთობსადენი, უანგბადგაყვანილობა და სხვა, იგეგმება ისე, როგორც ზემოთ განხილული წყალსადენის, კანალიზაციის თბოქსელებისა და კაბელების ქსელები.

### 9.8.12. შიგა საქარხნო რკინიგზის ლიანდაგის სქემის არხი

შიგა საქარხნო რკინიგზის სქემა დამოკიდებულია: ტერითბრუნვის ოდენობაზე; ქარხნის საამქრობებსა, საწყობებსა და სხვა შენობებზე, რომლებიც საჭიროა უზრუნველყოფილი იყოს რკინიგზის ხაზებით; მანევრირების მოცულობის დახარისხების სამუშაოებზე და სხვა.

შედარებით გავრცელებული სქემებია: 1. ჩიხური; 2. გამჭოლი მაგისტრალური ქსელისადმი ცალმხრივი ან ორმხრივი მისაღვით; 3. სხვადასხვა ტიპის რგოლური; 4. შერეული. სხვადასხვა პირობების შესაბამისად ჩამოთვლილი ტიპის სქემებს შეიძლება ჰქონდეს თავისებური სახის შემადგენელი ელემენტები. მაგალითად, 1-ლ ნახაზზე გამოსახულ ჩიხურ სქემას შეიძლება ჰქონდეს: (1<sup>ა</sup>) სახე, სადაც დამახარისხებელი სადგური განლაგებულია შიგა საქარხნო ლიანდაგების თანამიმდევრულად; (1<sup>ბ</sup>) სახე, სადაც დამახარისხებელი სადგური განლაგებულია აღნიშნული ლიანდაგების პარალელურად და (1<sup>გ</sup>) სახე, სადაც დამახარისხებელი სადგური განლაგებულია ისრებიან ქუჩაზე.



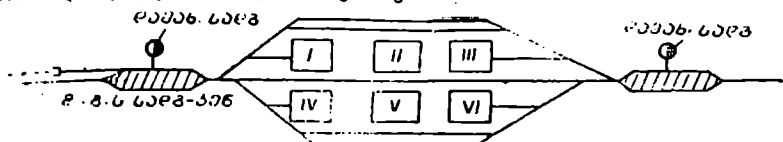
ნახ. 9.8.12.1.

გამჭოლი სქემის ნიმუშს წარმოადგენს მე-2 ნახაზი. იგი ემსახურება I, II, III, IV, V, VI საამქროებს.

რგოლური გამართივებული სქემის ნიმუშია წარმოდგენილი (3) ნა-



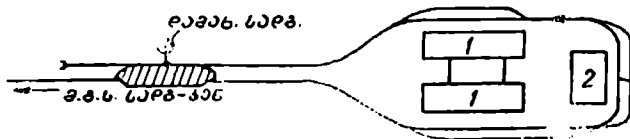
ხაზზე, რომელიც უზრუნველყოფს ტვირთის მიწოდებას ძირითადი 1 საამქროსა და შემდეგ დამხმარე 2 საამქროზე.



ნახ. 9.8.12.2.

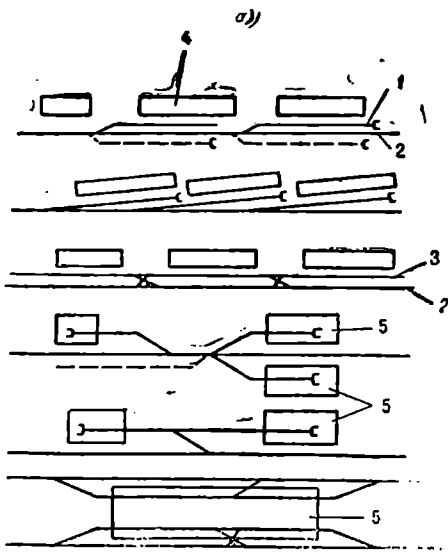
ყველა სქემა ითვალისწინებს მიმართებას შიშოსელის გზათა სამინისტროს სადგურისაკენ (მგს სოფ-კენ).

ამგეგმავმა უნდა იცოდეს ლიანდაგის საამქროებისადმი და საწყობების-



ნახ. 9.8.12.3.

სადმი განლაგების ტაბური სქემები და ქარხნის დამხარისხებელი სადგურების ძირითადი სქემები. განსაკუთრებული ყურადღებით უნდა ვიყოთ რკინიგზის



ნახ. 9.8.12.4.

ლიანდაგიდან შენობების, ნაგებობების, საყრდენი სვეტების, ამწეების, ესტაკადების ქვეშ, საამქროების შიგნით და სხვა ნორმებით გათვალისწინებული მანძილების დაცვის საქმისადმი.

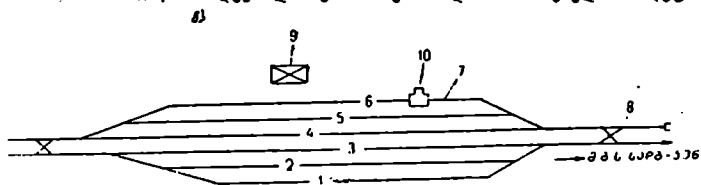
დანიშნულების მიხედვით შიგა საქარხნო რკინიგზის ლიანდაგების ერთ-ერთი მარტივი ტიპი წარმოდგენილია (4) ნახაზზე: 1—სასაწყობო საამქროს ლიანდაგი; 2—სასელო (შემაერთებელი); 3—დასატვირთავი და გასატვირთავი; 4—საწყობები და 5—საამქროები.

მცირე ტვირთბრუნვის წარმოებას

შეიძლება არ ჰქონდეს დასახარისხებელი სადგური და დახარისხების სამუშაოები შეიძლება შესრულდეს საერთო რკინიგზისადმი მიმართილ რომელიმე სა-

დგურზე. მაგრამ საშუალო და დიდი ტერიტორიების ქარხნებასათვის აუცილებელია ერთი ან რამდენიმე დასახარისხებელი სადგური. ამ სადგურებს ზშირად აქვთ რთული სქემა, რაც დეტალურად უნდა აიგეგმოს.

(5) ნახაზზე წარმოდგენილია ერთპარკიანი დასახარისხებელი სადგურის



ნახ. 9.8.12.5.

სქემა: 1, 2, 3 არის მიმღებ-გასაზღავნი ლიანდაგები; 4, 5—დასახარისხებელი ლიანდაგები; 6—სასკლო ლიანდაგი; 7—სასწორის ლიანდაგი; 8—სამანევრო ვაჭიმვის ლიანდაგი; 9—მომსახურებათა შენობა; 10—ვაგონების სასწორი.

### 9.8.13. მრეწველობის რკინიგზის სადგურის აგებვა

არის შემთხვევები, როცა ლიანდაგების ქსელებით აღჭურვილი რკინიგზის სადგურის ტერიტორია იმყოფება სამრეწველო ტერიტორიის საზღვრებს გარეთ და არ შედის ქარხნისათვის აგებულ გეოდეზიური სამშენებლო ბაღის ფარგლებში და საერთოდ არ ეყრდნობა ქარხნის გეოდეზიურ საფუძველს, რითაც რთულდება აგეგმვითი სამუშაოების შესრულება, რადგანაც აღნიშნული რკინიგზის სადგურის ტერიტორიის აგეგმვისათვის საჭირო ხდება საგანგებო გეოდეზიური საფუძვლის შექმნა. გარდა ამისა, ამ შემთხვევაში აგეგმვის მეთოდით განსხვავდება სამშენებლო ბაღზე დაყრდნობით აგეგმვისაგან, სადაც ფართოდ გამოიყენება გასწვრივობის საღმისი გავლენების მეთოდი.

ასაგეგმავი ტერიტორიის ფართობი და აგეგმვის მასშტაბის დადგენა ხდება ტექნიკური მოთხოვნების შესაბამისად. განვითარებული ლიანდაგების ქსელის მქონე სადგურის დეტალურ გეგმას პრაქტიკულად ადგენენ 1:1000—1:500 მასშტაბში; ორივე მასშტაბისათვის კვეთის სიმაღლეს იღებენ 0,5 მ. განხილავი სადგურის ტერიტორიის ტოპოგრაფიული გეგმის შედგენის საველე სამუშაოებია: 1. სამუშაო გეოდეზიური საყრდენების აგება; 2. ლიანდაგის განლაგების ფარგლებში პიკეტაჟისა და განიავების დაკვალი; 3. თარაზული აგეგმა დეტალურად; 4. ხელოვნური ნაგებობების ჩახაზვები; 5. ნიველობა; 6. დამატებითი მონაცემების შეკრება.

სამუშაო საყრდენის შექმნისათვის, ასაგეგმი ტერიტორიის ოდენობისა და ლიანდაგების ქსელის განლაგების შესაბამისად, შეიძლება იქნეს გამოყენებული: 1. საბაზისო სვლები; 2. შეკრული პოლიგონი; 3. მავისტრალიური სვლები; 4. ცალკეული სააგეგმვო სვლები (არაკიდული); 5. დიაგონალური სვლები.

იმ შემთხვევაში, როცა ძირითადი ლიანდაგი არის წრფივი, ძირითად ბაზისის ირჩევენ მის ღერძზე. თუ სადგურის ფარგლებში ძირითადი ლიანდაგი მრუდხაზოვანია, მ.შ. იქმნება ტების ბაზისი, რომლის ელემენ-

ტები, შესაბამისად, პარალელური იქნება მთავარი ლიანდაგის მრუდის ქორღებისა ისე, რომ ეს ტეხილი ბაზისი აგეგმვების დროს მონერგებულად გამოიყენებოდეს. შერჩეული ქორღები უნდა იყოს მაქსიმალური სიგრძის, რადგანაც სჯობს ბაზისის ვარდატეხების რაოდენობა იყოს მცირე. როცა რთული სქემის ლიანდაგების მქონე სადგურის აგეგმვა საჭირო, მის ტერიტორიას ყოფენ რამდენიმე უბნად და ყოველ უბანზე ატარებენ პარკების ლიანდაგების პარალელურ დამოუკიდებელ ბაზისებს.

მიუხედავად იმისა, რომ შეიძლება გექონდეს ასაგეგმი ტერიტორიის ობიექტების სახელმწიფო საყრდენების კოორდინატები, მაინც სადგურის ტერიტორიას გეგმავენ პირობით კოორდინატებში. კოორდინატთა სათავედ იღებენ ბაზისისა და მგზავრთა შენობის ღერძების გადაკვეთის წერტილს. ორდინატთა  $y$  ღერძად იღებენ ბაზისის ხაზს, ხოლო აბსცისათა  $x$  ღერძად მგზავრების შენობის ღერძს, რომელიც წარმოადგენს აღნიშნული შენობის ფასადის შუა წერტილზე გატარებულ ბაზისისადმი მართობ ხაზს. იმ შემთხვევაში, როცა სადგური არის მხოლოდ სამრეწველო მომსახურების და არა აქვს მგზავრთა შენობა,  $x$  ღერძად შეიძლება მივიღოთ ტერიტორიაზე არსებული ნებისმიერი შენობის ღერძი (ფასადის შუა წერტილზე გატარებული ბაზისისადმი მართობი ხაზი), ხოლო როცა სადგურის ტერიტორია უზრუნველყოფილია სამშენებლო ბადით, მაშინ აღნიშნული ღერძები იქნება სამშენებლო ბადის გვერდების პარალელური.

იმისათვის, რომ სადგურის მიღებული პირობითი კოორდინატები გადანგარიშებულ იქნეს საერთო სახელმწიფო სისტემაში, საჭირო იქნება სადგურის სამუშაო საყრდენი პუნქტები მიბმულ იქნეს საერთო სახელმწიფო პუნქტებზე.

შეკრულ პოლიგონებს, ჩვეულებრივ, აგებენ ასაგეგმი ტერიტორიის საზღვრებზე.

მაგისტრალურ თეოდოლიტურ სვლებს აგებენ ლიანდაგებს შორის და იყენებენ განივების ადგილზე დანიშნისათვის.

ცალკეულ სააგეგმვო სვლებს აგებენ სასირე ქუჩებზე, რათა აწარმოონ სადგურის წვლილადების დეტალების აგეგმვა.

დიაგონალურ სვლებს იყენებენ, გამოყენებული მასშტაბის შესაბამისად, არსებული გეოდეზიური საფუძვლის გაზომვებისათვის და შეკრული პოლიგონების საკონტროლოდ.

სამუშაო საფუძვლის ბაზისებისა და მაგისტრალური ხაზების ყოველ 50, უფრო მეტად 20 მეტრზე (სიტუაციის სიზშირის მიხედვით) ნიშნავენ პიკეტებს. პიკეტის წერტილებზე ატარებენ განივებს ბაზისების მართობულად. დაკვალვის აწარმოებენ თეოდოლიტით, ხაზებს კი ზომავენ ფოლადის ბადით. განივებზე აღნიშნავენ ყველა გადაკვეთილი ლიანდაგის ღერძებს, ბაჰნებს, შენობებს, ბალასტის კიდეებს, კიუეცებს და სხვ.

განივების ნიველობა ეყრდნობა, შეძლებისამებრ, მაგისტრალური ხაზების გასწვრივ მდებარე შენობების რეპერებს, რომლებიც საჭიროა ერთმანეთისაგან იყოს დაშორებული არანაკლებ 2 კმ. ნიველობა სრულდება ერთეული შეკრული სვლით.

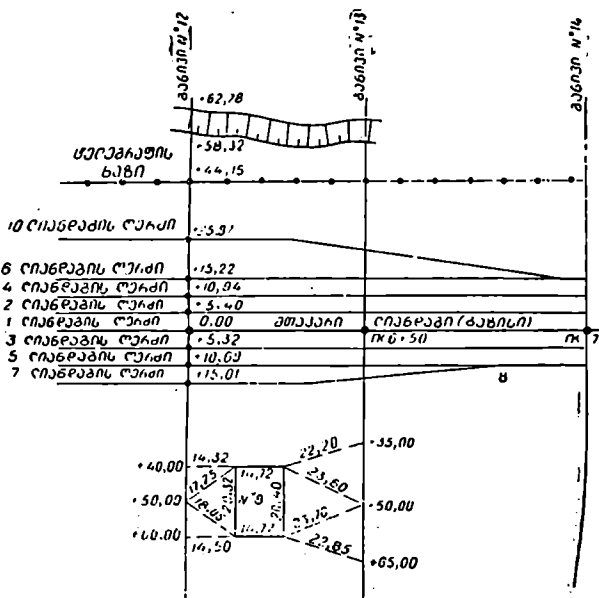
აგეგმვების საზღვრებზე არსებულ თეოდოლიტურ სვლებს საჭიროა განივების ბოლოები მიებას. ლიანდაგების ქსელების განვითარების ადგილებზე განაგები ინიშნება საღებავებით რელსებზე ან შპალებზე დაქედებული ლურს-

მნებით, ხოლო ლიანდაგის ფარგლებს გარეთ განივებს ამგარებენ ხის პალეობით.

ბაფთით განივების ხაზების გაზომვების დროს საჭიროა დაეცვათ შემდეგი წესრიგი:

1. შეცდომების დაგროვების აცილების მიზნით არ უნდა ეაწარმოთ ლიანდაგებს შორის ცალ-ცალკე მანძილების გაზომვები; გაზომვები შესრულებული უნდა იქნეს მთავარი ლიანდაგიდან (ბაზისიდან) (ნახ. 1), პიკეტების შესაბამისად, გადაკვეთილი ლერძების ჩვენებით;

2. ლიანდაგის ლერძის ადგილმდებარეობის დასადგენად უნდა გაიზომოს ლიანდაგის რელსების თავის შიგა კიდეებს შორის მანძილები და ადგილზე აღინიშნოს განივისა და ლიანდაგის ლერძის გადაკვეთის წერტილი. (1) ნახაზ-



ნახ. 9.8.13.1.

ზე მანძილები გადაზომილია მთავარი ლიანდაგიდან. მაგალითად, 2 ლიანდაგის +5,4 მ მანძილს უნდა დაეუქატოთ ბაფთით განაზომი 4 ლიანდაგის ზემოხსენებული წესით დანიშნულ ლერძის წერტილამდე და იქნება +10,94 მ.

3. გაზომვები უნდა შესრულდეს ბაფთით ან რულეტის სათანადოდ გაკიშვის საშუალებით. გადაკვეთილი ლიანდაგის ნოჟერი ინიშნება განმკარგულებელი ტექნიკური აქტის შესაბამისად.

4. უნდა შედგეს აბრისი, ხოლო ლიანდაგებს შორის სივრცეები არ უნდა გადაიტვირთოს სხვადასხვა წვლილადებით, როგორცაა: ჰიდროლოგანები,



სადღურის დეტალური აგეგმვა ხდება წვლილადების აგეგმვის ყველა ცნობილი წესით (იხ. 9.1.7 პარაგრაფი). საღურის ყველა ნაგებობა აგეგმილი უნდა იქნეს ინსტრუქციაში მოთხოვნილი წესრიგით. საჭიროა განისაზღვროს დიდი ნაგებობების ოთხი კუთხის კოორდინატები, ხოლო მცირე ნაგებობებისა—არანაკლებ ორი კუთხისა. აგრეთვე საჭიროა განისაზღვროს პილდრონკანის; ქვეითად მოსიარულეთა ხილების საყრდენების, მობრუნების წერტილების ცენტრების, სახანძრო ანძების კოორდინატები. საჭიროა ყველა მოსაზღვრე ლიანდაგის ღერძებიდან გაიზომოს მანძილი შენობების კედლამდე და შედგეს შენობების ესკიზები. ისეთი ელემენტების, როგორცაა სიმაფორები, შუქნიშნები, დისკოები, საჩიხე ლიანდაგების საბრჯენები, კოორდინატები, არისაზღვრება, მაგრამ სავალდებულოა ყველა ისინი მიხედვით იქნეს საყრდენ პუნქტებზე; კიდული ხაზები, როგორცაა სინათლის, ტელეფონის, ტელეგრაფის, მაღალი ძაბვისა და სხვა, უნდა მიებას ლიანდაგების ღერძებს. საჭიროა გაიზომოს ხაზის დაკიდების სიმაღლე და გადაკვეთის კუთხე კიდული ხაზისა და ლიანდაგის გადაკვეთის წერტილის შესაბამის ადგილას.

მიწისქვეშა ქსელების აგეგმვები ხდება ცნობილი წესებით. გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ელემენტების აგეგმვისა, საჭიროა განისაზღვროს კოორდინატები საღურის სამგზავრო შენობებისა, დეპოსი, სახელოსნობის, სასწორების არხების, ბაქნების, წყალსაცავი შენობების, ესტაკადებისა და სხვ. აგრეთვე უნდა აიგოს საღურის ტერიტორიაზე არსებული სიტუაცია.

ხელოვნური ნაგებობების აგეგმვების შედეგად საჭიროა მივიღოთ შემდეგი მონაცემები: 1. ხერხები; 2. ბურჯების სიმაღლეები საძირკვლების თარიღებიდან რელსის ძირამდე; 3. წამწის კვედის ნიშნულები; 4. ფერების საანგარიშო მაღები; 5. ნაგებობათა ღერძების განლაგების პიკეტაჟი; 6. ფერების ღერძებს შორის სიგანეები; 7. ბურჯების სიგანეები; 8. გზაგამტარებისათვის—ქვედა ლიანდაგის რელსის ძირიდან ან სააეტომობილო გზის ფენილის ზედაპირიდან მანძილი ფერმის ძირამდე და რელსის ძირამდე ან ხიდის ფენილის ზედაპირამდე; 9. მიწებისათვის—სიგარე, სიგანე, სიმაღლე და ფორმა მიღებისა.

ეს მონაცემები შეაქვთ ნაგებობის ესკიზური ჩანახატების რეკულში, რომელთაც გამოსაზავენ გეგმაში ან საერთო სახით; ხილებისა და მილების ესკიზებზე უჩვენებენ მდინარის უდაბლეს და უმაღლეს პორიზონტს; უჩვენებენ კალაპოტის გამაგრების ღონისძიებებს და სხვ.

ხელოვნურ ნაგებობათა გაცნობის შედეგად ჩანახატებზე აწერენ ნაგებობის მღვობარეობის შესახებ ცნობას და ხერხების ოდენობას.

## 9.8.16. მრეწველობის რკინიგზის საღურის ნიველოზა

სადღურის ტერიტორიისა და შენობა-ნაგებობების ვერტიკალური აგეგმვა სრულდება გეომეტრიული ნიველოზით სათანადო ინსტრუქციების შესაბამისად. იმ შემთხვევაში, როცა რელიეფი არ არის მშვიდი, ლიანდაგების ქსელების ტერიტორიაზე შეიძლება შესრულდეს ტაქიმეტრიული ნიველოზა.

ნიველოზას აწარმოებენ ბაზისის ღერძისა და განივების (გასწვრივ-განივი) გასწვრივობაში, რომლის დროსაც საზღვრავენ რელსების თავების ნიშნულებს; ყველა გადაკვეთის შესაბამისი წერტილების ნიშნულებს; ბაქნების ახლოს მიწის ზედაპირის და ზემო ნაწილების ნიშნულებს; შენობებისა და ნა-

გებობების ცოკოლების ნიშნულებს; მობრუნების წრეების ცენტრების ნიშნულებს; მიწისქვეშა კომუნიკაციების ჰეების ზემო ნაწილის ნიშნულებს; მდინარეებისა და ნაკადულების წყლის კიდეების ნიშნულებს; წყალსარიანი თხრილების პირებისა და ძირების ნიშნულებს; შენობების სუფთა იატაკისა და სხვა ელემენტების ნიშნულებს.

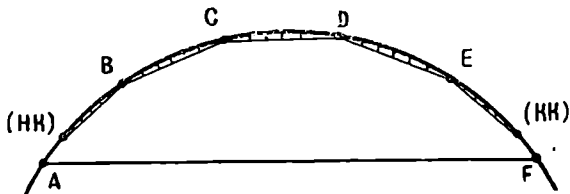
როცა ლიანდაგი გადის მიწაყრილში ან ჰრილში, საჭიროა განისაზღვროს ბალასტის პირისა, მიწის ზედაპირისა და კიუვეტების ძირის ნიშნულები. თუ განივი ნიველობისათვის საჭიროა ერთ სადგურზე მეტი, მაშინ აუცილებელია ნიველობა იყოს ჩაკეტილი ლიანდაგის პიკეტზე (რელსზე) ან მიეზას ადრე განსაზღვრული ნიშნულის მქონე რომელიმე ელემენტს. იმ შემთხვევაში, როცა ერთი სადგურიდან შეიძლება რამდენიმე განივის გადაღება, წერტილების ნომრების გრაფაში საჭიროა წერტილების ადგილმდებარეობის ჩაწერა. იმ შემთხვევაში, როცა განივის დაკვალვა სცილდება სადგურის ტერიტორიას, საჭიროა ყველა დაკვალული პიკეტის ნიველობა, რათა სრულყოფილად იყოს რელიეფი აგეგმილი.

მრუდების ნიველობის დროს საჭიროა მრუდის ყველა პიკეტის, მიბმული პიკეტებისა და მრუდის ელემენტების ნიშნულების გადაღება.

საჭიროებისამებრ ხდება ინსტრუქციის შესაბამისად პიკეტების გახშირება. ყოველი სანიველო სვლა საჭიროა მიბმული იყოს სასიმაღლო გეოდეზიურ საფუძველზე. ნიველისაველის შეუტყვერობა იანგარიშება (9.8.9.1) ფორმულით.

### 9. 8. 10. მრუდების აბეგმვაში. ისრული გადაწყვეტების აბეგმვაში

როგორც ცნობილია, ლიანდაგის წრფივი უბნების აგეგმვა ხდება განივებიდან, ხოლო მრუდების ამ მეთოდით გადაღება შეუძლებელია. მრუდების აგეგმვის დროს საჭიროა დადგენილი იყოს ყველა მისი ელემენტი, როგორცაა მოხვევის კუთხე, რადიუსი; ტანგენსი, ბისექტრისა, მრუდის საწყისი და ბოლო. ამისათვის კი საჭიროა არსებულ ლიანდაგზე სპეციალური თეოდოლიტური სვლის აგება. ხანგრძლივი ექსპლოატაციის პერიოდში რკინიგზის



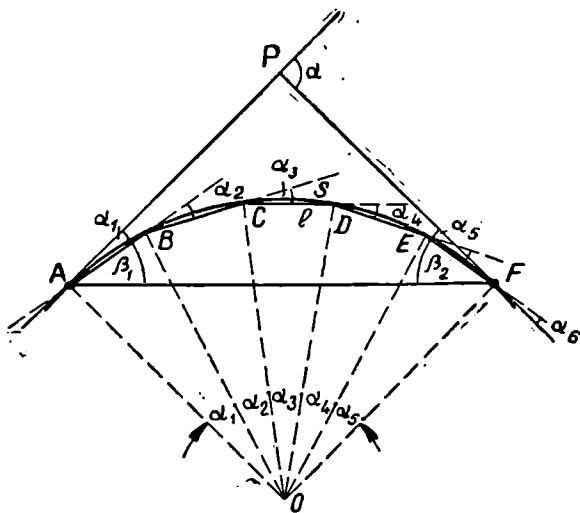
ნახ. 9.8.16 1.

მოძრავი შემადგენლობის მოძრაობის დროს გვერდითი ძალების გამო ირღვევა ექსპლოატაციისას მრუდი ლიანდაგის გეომეტრიული ფორმა. ცდებით დადგენილია, რომ აღნიშნული ძვრების ოდენობები აღწევს 20 სანტიმეტრამდე ამის გამო აგეგმვების შესრულების დროს საჭიროა ამ ძვრების დადგენა და მრუდი ლიანდაგის ფორმის აღდგენა.

A. ვთქვათ, საჭიროა R რადიუსის მქონე რკინიგზის ABCDEF მრუდის (ნახ. 1) აგეგმვა.

ამ მიზნით მრუდის ხილული საწყისიდან ( $HK$ ) და ბოლოდან ( $KK$ ) მის წრფივ ნაწილებზე სვლის საწინააღმდეგოდ და სვლის მიმართულებით გადაზომავენ 20 - 30 მეტრის მონაკვეთებს, რის შესაბამისად ადგილზე ასობენ  $A$  და  $F$  პალოებს.

იმის მიხედვით, თუ როგორია მრუდის რადიუსი, არჩევენ მონაკვეთს, მაგალითად, მცირე რადიუსიანი (180—500 მ) მრუდებისათვის ირჩევენ 10 მ მონაკვეთს, ხოლო სამრეწველო რკინიგზებზე მაგისტრალური ლიანდაგების შემთხვევაში მონაკვეთი შეიძლება 20 მეტრის სიგრძისა იყოს. ეს მონაკვეთი გამოიყენება ქორდებად, რაც ბაფთით ან რულეტით გადაიზომება  $A$  წერტილიდან  $F$  წერტილისაკენ ლიანდაგის ღერძზე (რელსების შივა ნაპირების საშუალო ხაზი.) აღნიშნული ქორდა (10—20 მეტრი) საუგულევბელო შეცდომით შეიძლება მივიღოთ შესაბამისი რკალის სიგრძედ. ლიანდაგის ღერძზე ყოველი ათი ქორდის ანუ 60 მეტრის შესაბამისად  $A$ -დან  $B$ -საკენ ასობენ  $B, C, D, E$  და  $F$  პალოებს. ცხადია, ადრე დასობილი  $F$  შეიძლება გადაადგილო წინ ან უკან იმ მოსაზრებით, რომ  $E$  და  $F$  წერტილებს შორის დაეტოს ათმეტრიანი მონაკვეთების სრული რაოდენობა. მიღებული  $A, B, C, D, E, F$  გამოიყენება თეოდოლიტურ სვლად.  $A$  საწყის და  $F$  ბოლო პუნქტებს აბამენ მაღალი კლასის გეოდეზიურ საფუძველს.



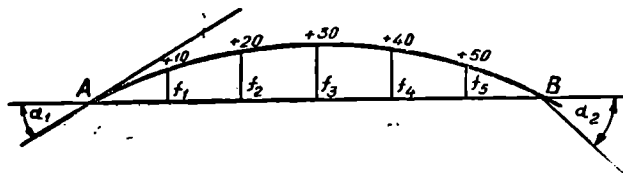
ნახ. 9.8.16.2.

თეოდოლიტურ  $A, B, C, D, E, F$  პუნქტებს შორის იზომება მონაკვეთების სიგრძეები და  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  მოხვევის კუთხეები, რომლებიც ყოველ ჯერზე მიიღება  $180^\circ$  და სვლის მარჯვენა  $B, C, D, E$  წერტილებში აღებულ კუთხეების სხვაობებით (ნახ. 2). საკონტროლოდ  $A$  და  $F$  წერტილებში იზომება  $\beta_1$  და  $\beta_2$  კუთხეები. (2) ნახაზის მიხედვით საკონტროლო ფორმულაა:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 = \beta_1 + \beta_2. \quad (9.8.16.1)$$

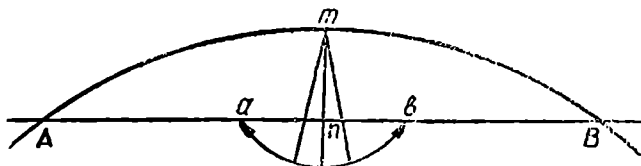


როცა  $AF$  კვეთის მიმართულებით არ არის ხილვადობა, შეიძლება იგი შეიცვალოს ორი გამკვეთით კუთხის გაზომვის კონტროლის ზემოთ მოყვანილი მეთოდის შესაბამისად (ჯერადი მრუდების წესის მიხედვით). გეგმაზე მრუდის ნამდვილი მდებარეობის დასადგენად ყოველი ათმეტრიანი მონაკვეთის ბოლოში იზომება  $AB$  ქორდისადმი ჩაღუნვის  $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5$  ისრების სიგრძეები (ნახ. 3)  $AB, BC, CD, \dots$  ქორდები, რომ არ ასცდეს გასწვრივობას, მათ



ნახ. 9.0.16.3.

თეოდოლიტით უაგებენ და გასწვრივობის წრფეზე წერტილებზე ასობენ პალოებს ყოველ 20 მეტრზე. შემდეგ გასწვრივობის წერტილებს შორის კიმავენ ზონარს და ფოლადის რულეტით ზომავენ ზემოხსენებულ  $f_1, f_2, f_3, \dots$  ჩაღუნვის ისრებს მრუდის ღერძსა და გაკიმულ ზონარს შორის. ანათვლების აღების დროს რულეტის ნულს ზუსტად უთავსებენ მრუდის ღერძზე დასობილი პალოების  $m$  ცენტრს (ნახ. 4), ხოლო რულეტის იმ მხარეს, რომელ-



ნახ. 9.8.16.4.

ზეც აიღება ანათვლები, გადასწევენ  $a$  და  $b$  გასწვრივობის წერტილებს შორის ისე, რომ ზონარით მივიღოთ რულეტზე ყველაზე მცირე  $n$  ანათვალი.

ზემოთ მიღებული საველე განაზომების საფუძველზე შესაძლებელია განვსაზღვროთ განხილავი მრუდის რადიუსი და მასთან დაკავშირებული მრუდის ყველა ელემენტი.

როგორც ვიცი,  $A$  და  $F$  წერტილები მდებარეობს წრფეებზე და არა მრუდზე (ნახ. 1); ამიტომ მრუდის რადიუსის დასადგენად შეიძლება შუა ცენტრალური  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  მოხვევის კუთხეების გამოყენება. მაგალითად, 2 ნახაზის  $COD$  სექტორის მიხედვით, როცა ცნობილია  $CD$  რკალი და  $\alpha_3$  ცენტრალური კუთხე, რადიუსი გამოითვლება ფორმულით:

$$R = \frac{CD}{\alpha_3} \cdot \rho = \frac{S}{\alpha_3} \cdot \rho, \quad (9.8.16.2)$$

სადაც  $S$  არის  $\alpha_3$  ცენტრალური კუთხის შესაბამისი რკალის სიგრძე;

$\rho$  — რადიანი.

ცხადია თუ მრუდი წარმოადგენს სწორ გეომეტრიულ ხაზს, მაშინ ცენტრალური  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$  კუთხეები, რომლებიც ახასიათებენ მიღებულ მრუდს, იქნება ტოლი. სინამდვილეში მრუდის გადაადგილების გამო  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$  კუთხეები გამოდის რამდენიმე მინუტით ურთიერთგანსხვავებულს. ამის გამო,  $R$  რადიუსის დაზუსტების მიზნით, იღებენ საშუალო კუთხეს:

$$\alpha_{საშ} = \frac{\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{3} \quad \text{და} \quad R_{საშ} = \frac{S}{\alpha_{საშ}} \cdot \rho. \quad (9.8.16.3)$$

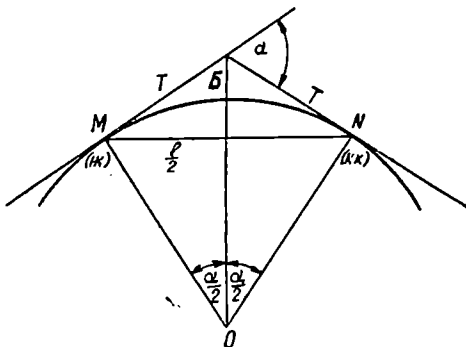
მრუდის  $R$  რადიუსის დასადგენად არსებობს სხვა ფორმულაც (ნახ. 5).

როგორც ვიციოთ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DE$  ქორდები ცნობილია (ნახ. 2). აგრეთვე (5) ნახაზის მეხედვით ზოგადად ქორდას  $l$  სიგრძე იქნება:

$$l = 2R \sin \frac{\alpha_{საშ}}{2}, \quad (9.8.16.4)$$

საიდანაც

$$R = \frac{l}{2 \sin \frac{\alpha_{საშ}}{2}}. \quad (9.8.16.5)$$



ნახ. 9.8.16.5.

$\alpha_{საშ}$  და  $R$  განსაზღვრის შემდეგ ჩვეულებრივი

ფორმულებით (იხ. 8.8.3.9—8.8.3.13 ფორმულები) განისაზღვრება:

$$T = R t g \frac{\alpha_{საშ}}{2}; \quad K = \frac{\alpha_{საშ}}{\rho} \cdot R; \quad B = R \left( \sec \frac{\alpha_{საშ}}{2} - 1 \right), \quad (9.8.16.6)$$

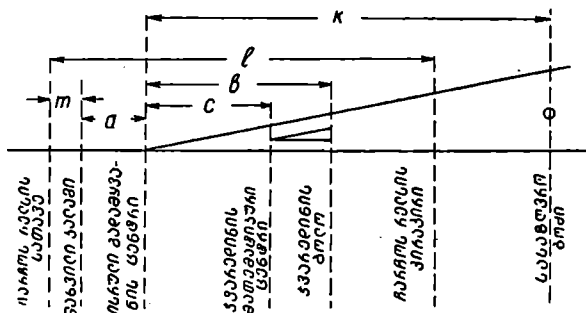
სადაც  $K$  არის მრუდის სიგრძე;  $B$  — ბისექტრისა,  $T$  — მრუდის ტანგენსი.

$B$ . ზემოხსენებული წესით რკინიგზის ლიანდაგის ავეგმვების დროს, გარდა მრუდის ელემენტების ავეგმვისა, საჭიროა ანალოგიურად განისაზღვროს ისრული გადაწყვანების ცენტრების, მოხვევის კუთხეების წვეროებისა და ჩიხების მდებარეობები ანუ მათი კოორდინატები.

ამ წერტილებს ადგილზე ამაგრებენ ნიშნებით, შემდეგ მათ უკავშირებენ თეოდოლიტურ სელებს და გეოდეზიური საფუძვლების პუნქტებს. მოხვევის კუთხეების წვეროების მდებარეობა უმრავლეს შემთხვევაში შეიძლება განისაზღვროს ლიანდაგის წრფივი ნაწილების გაგრძელების ურთიერთგადაკვეთებით, ხოლო ისრული გადაწყვანების მოხვევის კუთხეების წვეროების ადგილზე განსაზღვრისათვის, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ადგილზე განისაზღვროს ამ გადაწყვანების ცენტრები, რომლებიც შეიძლება აღდგეს შემდეგნაირად (ნახ. 6):

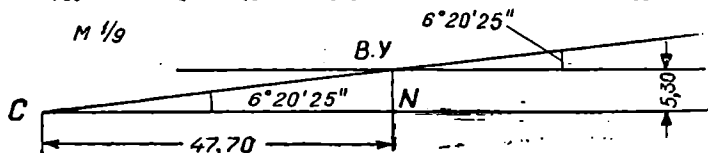
ჯვარედინის მარკაზე წარწერილი წილადის მნიშვნელს ამრავლებენ ფართოლიანდაგის სიგანეზე — 1524 მმ (ჯვარედინზე გაფართოება მიღებულია ნულის ტოლად. ამჟამად ლიანდაგის სიგანედ მიღებულია 1520 მმ) და მიღებულ  $\epsilon$  მონაკვეთს ჯვარედინის მათემატიკური ცენტრიდან გადაზომ-

ვენ ჩარჩორელის სათავისაკენ ლიანდაგის წრფივი ნაწილის ღერძის მიმართულებით (ნახ. 6); მაგალითად, შედარებით გავრცელებული ჭვარედინის მარკა იყო 1:9, რომლის მიხედვით  $\epsilon = 9 \times 1,524 = 13,72$  მ; თვით ჭვარედინის მათემატიკური ცენტრი მიიღება ჭვარედინის წახნაგებზე გაჭიმული ძაფების გადაკვეთით. საისრე კუთხის წვერო კი მიიღება ძირითადი ლიანდაგის ღერძის მიმართულებითი ისრული გადაყვანის ცენტრიდან სასაზღვრო ზომის მიმართულებით ჭვარედინის მარკის მნიშვნელისა და ლიანდაგების ღერძებს შორის ნამრავლის შესაბამისი  $K$  მონაკვეთის გადაზომვით (ნახ. 6):



ნახ. 9.8.16.6.

შემდეგ  $N$  წერტილიდან (ნახ. 7) აღმართავთ ლიანდაგებს შორის შესაბამის მონაკვეთს. მაგალითად, როცა მარკა არის 1:9 და ლიანდაგებს შორისაა 5,30 მ, გადასაზომი მანძილი  $CN = 9 \times 5,30 = 47,7$  მ;  $N$  წერტილში ავავსოთ მართობი და მასზე მოვზომოთ 5,30 მ, სადაც მიიღება  $BY$  საისრე კუთხის წვერო, რომლის ოდენობა იქნება  $6^{\circ} 20' 25''$  (ნახ. 7). იმავე მონაკვეთს



ნახ. 9.8.16.7.

მებით 1:11 მარკისათვის საისრე კუთხის ოდენობა გამოდის  $5^{\circ} 11' 40''$ .

შედარებით გავრცელებული ისრული გადაყვანები იყო 1:9 და 1:11 მარკის, რომელთა ძირითადი ზომები ფართოლიანდაგიანი (1524 მმ) რკინიგზისათვის (7) ნახაზის შესაბამისად მოყვანილია (1) ცხრილში.

ჩიხების მდგომარეობას ადგილზე ამავრებენ ლიანდაგის ღერძზე წერტილების დასმით, რომელთა დასმა სრულდება რელსების თავზე შაბლონის უშუალოდ დაყენებით.

როგორც ვნახეთ, რკინიგზის მრუდე ლიანდაგების აგებვა სრულდება შემდეგი თანამიმდევრობით: 1. აწარმოებენ ლიანდაგების აღდგენასა და ძირითადი წერტილების დამავრებას; 2. შერჩეული ინტერვალების მრუდის ღერძებზე აწარმოებენ დაკვალვას და ინტერვალების ჭგუფების შესაბამისი

მარკა		1:9		1:11	
გადასაყვანის ელემენტები	რელსის ტიპი	P-38 (მ)	III-a (მ)	P-38 (მ)	III-a (მ)
	m		0,89	0,84	0,89
a		11,94	11,37	12,17	11,99
b		15,41	15,31	18,97	18,69
l		33,25	40,02	32,03	44,02

წერტილების ქორდების ანუ რკალების ადგილზე დამაგრებას; 3. აწარმოებენ თეოდოლიტური სელების შესაბამისად ავეგმებებს; 4. მიღებული მასალის მიხედვით საზღვრავენ მრუდის საჭირო ელემენტებს პიკეტაჟის შესაღვენად.

შრომა უფრო ნაყოფიერია, როცა თანადროულად ხდება ლიანდაგის წრფივი და მრუდი ღერძების ავეგმვები. საერთოდ კი, ავეგმვების ცნობილი მეთოდებით უნდა ვისარგებლოთ რაციონალურად, რათა დამაკმაყოფილებელი შედეგები მივიღოთ.

### 9. 8. 17. სადგურის ავეგმვის დროს საჭირო კამერული სამუშაოები

შესრულებითი ანუ ჯამლური გენერალური გეგმის სრულყოფილად შედგენისათვის, გარდა ზემოთ მოყვანილი ავეგმვით მიღებული მასალისა, საჭიროა დამატებითი მასალის შეკრება. ეს მასალა შეტანილი უნდა იყოს გეგმაზე დართულ ახსნა-განმარტებითს ბარათში. დამატებითი მასალის ძირითადი სახეებია: 1. სადგურის ლიანდაგების რელსების ტიპები; 2. ლიანდაგებისა და მიწის საფარის მდგომარეობა; 3. ლიანდაგების რაოდენობა; 4. დეპოში სადგურების რაოდენობა; 5. სამგზავრო მოწყობილობების (ბაქნების, საწყობების და სხვ.) დანიშნულება; 6. რაიონის მეტეოროლოგიური და კლიმატური მონაცემები; 7. სადგურის შენობებისა და ნაგებობების შესახებ მონაცემები; 8. სადგურის მიწისქვეშა და მიწისზედა ნაგებობების შესახებ ცნობები.

როდესაც საჭიროა სადგურის რეკონსტრუქცია, მაშინ დადგენილი უნდა გვექონდეს ცნობები ადგილობრივი მასალების (ქვა, ქვიშა, ხრეში, ბალასტი, აყალი მიწა და სხვ.) შესახებ; დადგენილი უნდა იყოს განიხილად სადგურიდან ამ კარიერებამდე მანძილი, ტრანსპორტის გამოყენების სახეობების საკითხი და სხვა.

სადგურის ავეგმვასთან დაკავშირებული კამერული სამუშაოებია: 1. მოხვევის წვეროების, საისრე გადასაყვანების ცენტრებისა და ჩიხების კოორდინატების განსაზღვრა; 2. სადგურის გეგმის აგება; 3. დეტალური გრძივი პროფილის აგება მთავარი ლიანდაგის, მისასვლელებისა და განშტოებების ღერძების მიმართულებით; 4. განივი პროფილების შედგენა; 5. ნებისმიერი გეგმის დამატებითი ცნობების უწყისის შედგენა.

სადგურის გეგმის მასშტაბი უნდა იქნეს ისეთი, როგორც მიღებულია გენერალური გეგმის შესაღვენად (ჩვეულებრივ, 1:500 — 1:1000).

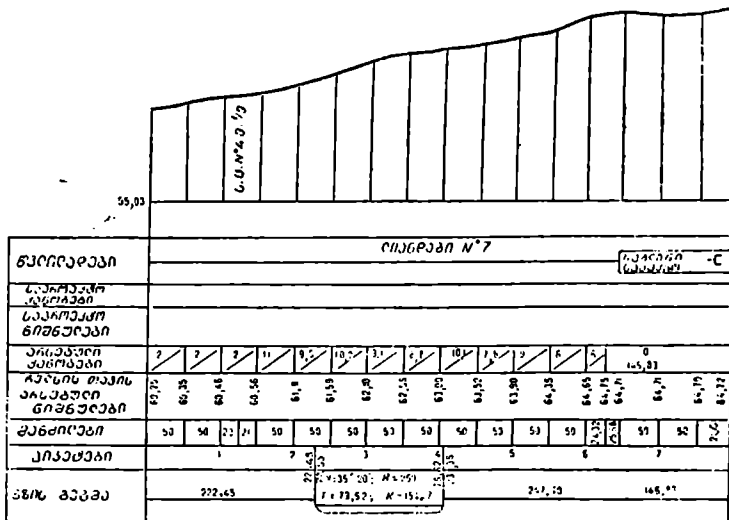
როცა სადგურის გეგმას წარმოების გეგმისაგან დამოუკიდებლად ადგენენ, მისი შედგენა მიმდინარეობს შემდეგი თანამიმდევრობით: 1. სახაზავ ქალაქულზე აგებენ კოორდინატთა ბადეს და მასზე, ცნობილი წესით, კოორდინატებით გადააქვთ გეოდეზიური საფუძვლის პუნქტები და სხვა წერტილები, როგორცაა ისრების გადასაყვანების ცენტრები, კუთხეების წვეროები, შენობების კუთხეები და სხვა; 2. შემდეგ მასზე აგებენ ველზე განაზომ განივ პროფილებს. განივი პროფილების მიძართულებებს აგებენ გეგმაზე და ამ ხაზებზე გადააქვთ პიკეტაჟის განივი მანძილები სათანადო წარჩევებით; 3. შემდეგ აგებენ ლიანდაგების ქსელებს და საზღვრავენ ლიანდაგების სასარგებლო სიგრძეებს; 4. მოსაზღვრე ლიანდაგების ღერძების კარგად გაშლის ჩვენების მიზნით ცელოლოიდის სახაზავზე უნდა დაინიშნოს ჯვარედინის მარკები 1:9 და 1:11; 5. გეგმაზე გადაღებულ განივებს აწერენ მათ სიგანეს; 6. კონტროლინათვის აღარებენ განაპირა ლიანდაგების ღერძებს შორის მანძილებს, გეგმაზე დატანილი ლიანდაგების ღერძებს შორის მანძილების ჯამს; 7. ლიანდაგებს ნომრავენ ტექნიკურ-განმარკულელები 'აქტის შესაბამისად; 8. მთავარი შენობები, როგორცაა მგზავრების შენობები, დეპო, სახელოსნოები და სხვ., გადააქვთ გეგმაზე ველზე განაზომი პირობითი კოორდინატებით, კუთხეებით და კონტურების განაზომებით; 9. როცა ლიანდაგები შედის ნაგებობაში, იზომება მათი სიგრძეები შენობაში და მათ შორის მანძილები შენობის საწყისში და შუა ადგილას; აგრეთვე გეგმაზე ნიშნავენ მანძილს შენობის შიგა კედლიდან განაპირა ლიანდაგის ღერძამდე (9. 8. 13. 2 ნახაზზე 5,14 მ); 10. ხელოვნური ნაგებობების (გასასვლელების, მგზავრების შენობები და სხვ.) ღერძები აღინიშნება პიკეტაჟით მთავარი ლიანდაგის მიმართულებით.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი წვლილადებისა, გეგმაზე გადააქვთ: 1. სადგურის ტერიტორიის საზღვრები; 2. გეოდეზიური ნიშნები; 3. ისრების გადასაყვანების ნომრები და ჯვარედინების მარკები; 4. ცენტრალიზებული ისრები; მთავარი ლიანდაგის პიკეტები; 6. წყალსადენის თხრილები; 7. დრენაჟები; 8. მილები; 9. ხიდები; 10. გზაგამტარები; 11. ქვეითად მოსიარულეთა ხიდები; 12. სადგურის ტერიტორიაზე არსებული ლიანდაგების ქსელის ფარგლებში არსებული ყველა შენობა ნომრებით; 13. გამწვანება; 14. მოკირწყლული საავტომობილო გზები; 15. ღობეები; 16. ყველა (გადახურული და გადაუხურავი) ბაქანი; 17. სხვადასხვა ესტაკადები და ბუნკერები; 18. წყალსაწნევი სათავსები; 19. სახანძრო და წყალსახარჯი ონკანები; 20. მიწისქვეშა ყველა საინჟინრო გაყვანილობა (ქების ჩვენებით); 21. მიწისზედა ქსელები (სვეტებისა და გაყვანილობის ჩვენებით); 22. საწყობები; 23. სხვადასხვა ბაქები; 24. ვაგონების სასწორები; 25. საგაბარიტო ჰიშკარი; 26. ლიანდაგის საბჭენები; 27. სემანტორები; 28. შექნიშნები და სხვა სიგნალები.

სადგურის ტერიტორიის ზემომოყვანილი ლიანდაგების ღერძებისა, განივებისა და სხვა მასასათებელ წერტილთა ნიველობის შედეგად 0,5 მ კვეთის სიმაღლით ახდენენ რელიეფის იზოპიფსებით გამოსახვას. აგრეთვე, ნიველობის მასალებით ადგენენ ლიანდაგების ღერძებისა და განივების მიმართულებით პროფილებს.

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია გრძივი პროფილის ნიმუში, რომელიც გამოდგება როგორც მთავარი ლიანდაგის, ისე სარეკონსტრუქციო ლიანდაგისათვის. პროფილის მასშტაბებს იღებენ: ჰორიზონტულს 1:1000—1:2000, ხოლო შვეულს შესაბამისად 1:100 — 1:200. განივ პროფილებზე უჩვენებენ: 1. რელსებისათ-

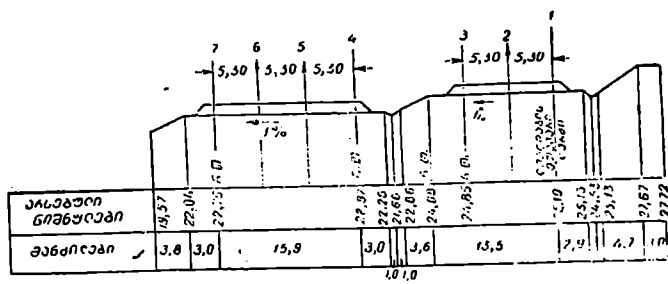
ვის არსებულ ნიშნულებს; 2. ლიანდაგების ღერძების მდებარეობას და მათ შორის მანძილებს; 3. განივი ქანობების ოდენობებს (ნახ. 2). განივების მანძილების გადაზომვებს ასრულებენ მთავარი ლიანდაგიდან (აგეგმვის ბაზისის



ნახ. 9.8.17.1.

ღერძიდან). განივის როგორც ჰორიზონტულ, ისე ვერტიკალურ მასშტაბს იღებენ 1:100 — 1:200. ვერტიკალურ ხაზებს ზემოდან აწერენ ლიანდაგის ნომრებს (ნახ. 2).

გეგმაზე რეინიგზების ლიანდაგების მრუდების გადატანისათვის პირველ რიგში გადააქვთ ქორდების ბოლოები, რომლებიც წარმოადგენენ თეოლოლი-



ნახ. 9.8.17.2.

ტური სელის გვერდებს. პირიბით აბსცისათა ღერძად იღებენ PQ ქორდას, ორინაბთა ღერძად იღებენ ჩალუნვის  $cc_1$  ისარს. მათი გადაკვეთის  $c_1$  წერტილი იქნება კოორდინატთა სათავე. ქორდის ფარგლებში მრუდის ელ-

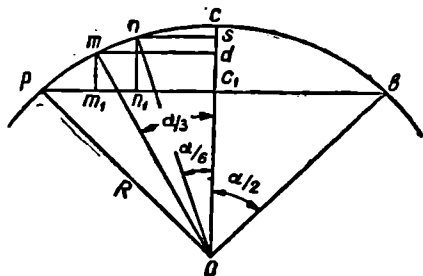
მენტები გადაიტანება გეგმაზე მართკუთხა პირობითი კოორდინატებით (ნახ. 8). ამ შემთხვევაში ორდინატები იქნება  $c_1, n_1, m_1$ , მრუდის ჩაღუნვის ისრები, აბსცისები კი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\left. \begin{aligned} c_1 n_1 &= ns = R \sin \frac{\alpha}{6} \\ c_1 m_1 &= md = R \sin \frac{\alpha}{3} \end{aligned} \right\} \quad (9.8.17.1)$$

მაშასადამე, საშუალება გვეძლევა ქორდის ყოველი 10 მეტრის შესაბამისად გეგმაზე დაენიშნოთ მრუდის წერტილები.

ტოპოგრაფიულ მონაცემთა გარდა საჭიროა გვექონდეს ექსპლიკაცია და სხვადასხვა უწყისები, რომელთაგანაც ზოგი ეწერება უშუალოდ გეგმას ნაპირებზე, ზოგი კი გეგმას თან ერთვის; ასეთებია:

1. პოლიგონების მოხვევის კუთხეებისა და სხვა პუნქტების კოორდინატების უწყისი;
2. შედარებით მნიშვნელოვანი შენობების კუთხეების კოორდინატების უწყისი;



ნახ. 9.8.17.3.

3. ისრების გადასაყვანების ცენტრების უწყისი, სადაც შეტანილი უნდა იქნეს ისრების ნომრები, ისრების გადასაყვანების ტიპები, ჯვარედინების მარკები, ისრების გადასაყვანების ცენტრების ურთიერთდაშორება.

4. ლიანდაგების ექსპლიკაცია, რომელშიც შეაქვთ ლიანდაგის (გზის) დასახელება, რელსების ტიპები, ლიანდაგის მთელი და სასარგებლო სიგრძე;

5. ისრების ექსპლიკაცია, სადაც უჩვენებენ რელსების ტიპებს, ჯვარედინის მარკებს, ისრების ნომრებს და მათ ტიპებს (მარცხენა, მარჯვენა) და რაოდენობას;

6. მრუდების უწყისი, სადაც ნაჩვენებია უნდა იქნეს წვეროების ნომრები, კუთხეების ოდენობები, რადიუსები, ტანგენსები და მრუდების სიგრძეები;

7. შენობების უწყისი, რომლებიც დანომრილია ისე, როგორც ეს მიღებულია გენგეგმაში, მათი რაოდენობა და ფართობი. ცალკეულ შემთხვევაში უწყისში შეაქვთ: სართულების რაოდენობა, სამშენებლო მასალების სახეები; სახურავის მასალა, შენობის მდგომარეობა, კედლების სიმაღლეები, საძირკვლების სახეები;

8. რეპერების ნიშნულების უწყისი მათი ნომრების ჩვენებით, მათი ესკიზური ჩანახატებითა და ადგილმდებარეობის მოკლედ აღწერით.

## 9. 8. 18. სამრეწველო ტერიტორიაზე საავტომობილო გზების

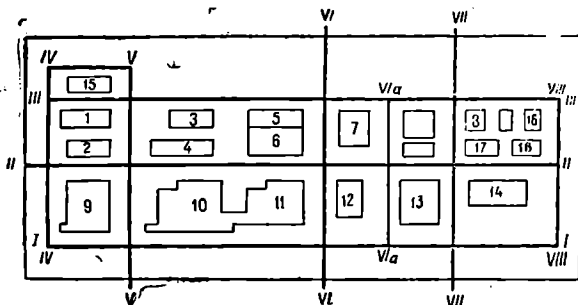
### აპეკვება

მრეწველობის ტერიტორიაზე საავტომობილო გზების სქემის შექმნის ძირითადი ფაქტორებია სამრეწველო პროცესებისა და ხანძარსაფინანსაღმდეგო

მოთხოვნები. აღნიშნულის გამო საავტომობილო გზების სქემა ვითარდება მრეწველობის მთელ ტერიტორიაზე. ტერიტორიის კეთილმოწყობისა და დიდი მოცულობის ტვირთბრუნვის გამო შიგა საწარმოო საავტომობილო გზების მოკირწყვლას ასრულებენ ასფალტით, ბორდიურებით, ტროტუარებით და გაზონებით, ისე როგორც ეს ხდება საქალაქო გასასვლელების კეთილმოწყობის დროს.

შედარებით უფრო განვითარებულია მართკუთხედის სახის სქემა, რაც განპირობებულია საქარხნო ტერიტორიებზე მართკუთხა-პარალელური განაშენიანების სისტემის განხორციელებით. არქიტექტურული გაფორმებისა და ფართობების რეზერვებად დატოვება-გამოყენების თვალთახედვით მართკუთხა დასახლება ითვლება შედარებით რაციონალურ ღონისძიებად.

ორთქლმავალსაშენებელი ქარხნის ტერიტორიის მართკუთხა სქემის ნიმუში მოცემულია (1) ნახაზზე, რომელზეც განლაგებულია:



ნახ. 9.8.18.1.

1 — სამკედლო საამქრო; 2 — რესორების საამქრო; 3 — პრესის საამქრო; 4 — თერმული და ჩარჩოების საამქრო; 5 და 6 — ფოლადის ჩამოსასხმელი საამქრო; 7 — თუჯის ჩამოსასხმელი საამქრო; 8 — სპილენძის ჩამოსასხმელი საამქრო; 9 — საინსტრუმენტო საამქრო; 10 და 11 — ამწყობი საამქროები; 12 — საარმატურო საამქრო; 13 — ტენდერის (მისაბმელების) საამქრო; 14 — საქვაბე საამქრო; 15 — სარემონტო საამქროების ბლოკი; 16 — მოდელების საამქრო; 17 — მთავარი მაღაზია; 18 — მოწყობილობების საწყობი.

საავტომობილო გზების აგებმებს უმთავრესად ასრულებენ გასწვრივობების მიმართ გაზომვების მეთოდით, სადაც ჩვეულებრივი ხერხით იღებენ ყოველ დეტალს.

საავტომობილო გზის მრუდის ელემენტების აგებმისათვის  $AC$  და  $DC$  ტანგენტების გაგრძელებით აღვიღებთ ინიშნება მოხვევის კუთხის  $C$  წვერო და იზომება ტანგენტებს შორის კუთხე, რითაც ისაზღვრება მოხვევის კუთხე და  $B = CE$  ბისექტრისა (ნახ. 2).  $B$  ბისექტრისის გამოსათვლელი (8. 8. 3 .11) ფორმულით ისაზღვრება მრუდის რადიუსი:

$$R = \frac{B}{\left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1\right)} \quad (9.8.18.1)$$

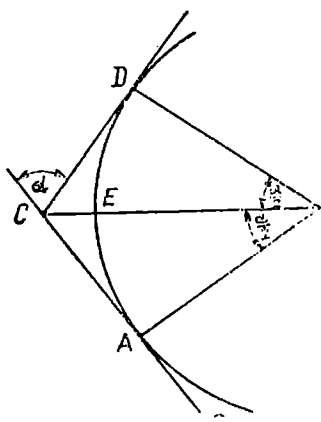


ცნობილი  $R$ -ითა და  $\alpha$ -თი გამოითვლება  $AC=CD=T$  ტანგენსის სიგრძე (8. 7. 3. 9) ფორმულით.

$$T' = R \lg \frac{\alpha}{2}. \quad (9.8.18.2)$$

საავტომობილო გზების აგებმვის დროს იღებენ ლერძის კოორდინატებს, მაგრამ ადგილზე გზის ლერძი არ არის დანიშნული, რის გამო მათი მდებარეობა დგინდება ბორდიურებს შორის ან ბალასტის შრის კიდეებს შორის მანძილების საშუალებით.

ხელოვნური ნაგებობების ანაგვემებს ემატება დამატებითი ჩანახაზები აღწერებით ისე, როგორც ამას რკინიგზის ლიანდაგების ხელოვნური ნაგებობების აგებმების დროს ვასრულებთ. გზების და ტროტუარების მოკირწყვლის



ნახ. 9.8.18.2.

ტიპების შესახებ დგება შესრულებითი ნახაზები (გეგმები და კრილები). ნიველოზა სრულდება სანიველო ლერძის სათანადოდ შემზადების შემდეგ, სადაც ინიშნება განივები. მაშასადამე, სრულდება გასწვრივ-განივი ნიველოზა. საყურადღებოა, რომ ამ შემთხვევაში ტრასა ინიშნება გზის ერთ-ერთი ბორდიურის ან ბალასტის შრის ერთ-ერთი კიდის მიმართ; აგრეთვე, როცა გზას აქვს ცალმხრივი დაქანების განივი პროფილი, მაშინ ტრასას ვირჩევთ გზის დაბალი ღარის მიმართულებით, ხოლო როცა პროფილი არის ორმხრივი დაქანების, მაშინ გასწვრივ ტრასას ვირჩევთ ერთ-ერთი, ვთქვათ, მარჯვენა ღარის მიმართულებით, ხოლო განივებისას ვირჩევთ მარცხენა ღარს.

ტრასაზე პიკეტებს ნიშნავენ ყოველ 50 მეტრზე და გასწვრივი ტრასის ნუმერაციას აწარმოებენ სამშენებლო ბაღის  $y$  ლერძის მიმართულებით მარცხნიდან მარჯვნივ, ხოლო განივების ნუმერაცია იქნება ლერძის გასწვრივ ქვევიდან ზემოთ. გარდა ამისა, საჭიროა რელიეფის მახასიათებელი წერტილები და გზების გადაკვეთის წერტილების ნიველოზისათვის ადგილზე დანიშვნა. ყოველ პიკეტზე და მახასიათებელ წერტილებზე აიღება განივები გარკვეული ზოლის შესაბამისად. დასახლებული დასახლებების ფარგლებში განივების ბოლო წერტილები მაგრდება ადგილზე ლურსმნებით, ხოლო დაუსახლებელ ადგილებში დამაგრება ხდება ხის პალოებით. გზების გადაკვეთის წერტილები ადგილზე ინიშნება რკინის მილებით ან ლითონის მანჭვლებით, რადგანაც ისინი ნიველოზის დროს წარმოადგენენ საკვანძო წერტილებს.

პიკეტაჟის ყველა მონაცემი შეაქვთ საპიკეტაჟო ჟურნალში, რომელიც წარმოადგენს გზის გეგმიდან ამოღებულ ასლს.

გზების (დასასვლელების) ნიველოზის დროს საჭიროა შესრულდეს ნიველოზა: 1. ტრასის პიკეტებისა და განივების; 2. წყალსადენის სამეურნეო და

ნალექების კანალიზაციის სათვალთვალო ჰეების სახურავების, წყალსადენის გისოსების, შემონაკირწყლების, გეოდეზიური ნიშნების და სხვ.

ტექნიკური ნიალობა სრულდება ორთა ლარაკებით, ხოლო, როცა ლარაკა ცალდაა. მაშინ ნივლობა უნდა შესრულდეს პორიზონტის შეკვლით. აგრეთვე ტრასა უნდა იყოს მიბმული რიპერებზე. შუალელი წერტილების ნიალობა სრულდება ლარაკის შავ გვირდზე ერთჯერ ანათელის აოვებით და ნიშნოვები გამოთავლება პორიზონტის გამოყენებით (იხ. საინჟინრო გეოდეზიის V:II ტომის VIII თავი).

გრძივი პროფილი იქმნება ტრასის გასწვრივობის მიმართებით, რომლის მასშტაბია: პორიზონტული (1:1000—1:2000), ვერტიკალური (1:100—1:200). განივების მასშტაბია: პორიზონტული და ვერტიკალური (1:100—1:200).

სააერომობილო გზის პროთილი არსებულ ნიშნოვებს იძლევა გზის ორძის მიმართულებით და თანხობულია საპროექტო ნიშნულებისა და ჩანების სტრიქონებით, რითაც იგი ანალოგიურია რკინიგზის სადგურის ლიანდაგის (9. 8. 17. 1) პროთილისა. ამ სტრიქონებს იყენებენ გრძივი პროფილის პროექტის შედგენისა, გზის რეკონსტრუქციისა და დაჯდომის განსაზღვრის დროს.

ჩვეულებრივ, ყველა გასასვლის ნუმირაცია გენგამაზე ინიშნება რომელი ციფრებით, გრძივი გასასვლილობის ნუმერაცია იზრდება ქვევიდან ზევით. ხოლო განივების — მარჯნიდან მარჯნივ ანუ სამშენებლო ბადის ვერტდების სწვრივად (იხ. 9. 8. 18. 1).

სააერომობილო გზების აგებმის შედეგად საჭიროა მივილოთ: 1. გასასვლილების გეგმა; 2. გასასვლილებისა და პიკეტაჟის სქემა; 3. მოკირწყლის განივი კონსტრუქციული პროფილები; 4. ხელოვნური ნაგებობების გეგმები და ჩრილები; 5. აბრისები; 6. საპიკეტო და სანიილო ეურნალები; 7. გამოთვლების უწყისები; 8. გზის გასწვრივ-განივი პროფილი.

ჩამოთვლილი მონაცემებიდან გენერალურ გეგმაზე გადაიტანება გასასვლილების გეგმები.

## **9. 8. 19. კეთილმოწყობის ელემენტებისა და მცირე არქიტექტურული ფორმების აბეგვები**

სექსპლოატაციო ტერიტორიების კეთილმოწყობის ელემენტებს წარმოადგენს გამწვანება (სკვირები, გაზონები და სხვ.) და ლობები, ხოლო მცირე არქიტექტურული ფორმებია: წყლის შადრევნები, სკულპტურული ძეგლები და სხვ.

კაბიტალური ლობების აგეგმების დროს, როცა იგი სრულდება 1:500 მასშტაბში, სავალდებულოა აგეგმოს დარის ყოველი დეტალი (გამონამუშევრები, ცოკოლები, სვეტები და სხვ.). საჭიროა აგრეთვე ვალდებულ იქნეს ჭიშკრები და გასასვლები; მასალა (ხის, ქვის, რკინის და სხვ.). საჭიროა ლობის ყოველი მანასათებელი წერტილის კორდინატების განსაზღვრა. გამწვანების კონტურების ვალდებულება ხდება ჩვეულებრივი მეთოდებით; ხოლო კონტურებში მოქცეული ხეები არ იგეგმება ინსტრუმენტით; ისინი ვალდებულ კონტურებში თვალზომით, მხოლოდ მათი რაოდენობა უნდა იყოს იმდენი, რაც სინამდვილეშია აღბილზე. ველზე აგეგმვის შედეგად აღგენენ გამწვანების გეგ-

მებს, სადაც შეტანილია გაზონები, სკეერები, ხეები მათი ჭიშებისა და ხნოვა-ნების წარწერებით.

მცირე არქიტექტურული ფორმების გადაღება ხდება მათ ახლო მდებარე წერტილებიდან, რომელთა კოორდინატები არის ცნობილი. ნიშნულების გადატანა ხდება ტექნიკური ნიველობის მეთოდებით. ობიექტების დახასიათება ხდება მათი მოკლე აღწერილობის შესრულებით.

### 9. 8. 20. პარიერების აგებმეზი

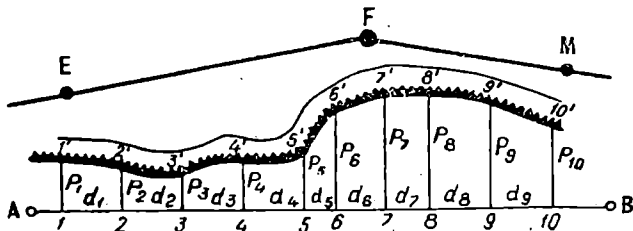
ამ პარაგრაფში განიხილება არამადნეული სამშენებლო მასალების (ქვიშა, ხრეში, ქვა და სხვ.) აგეგმვის ძირითადი მეთოდები.

არამადნეული სამშენებლო მასალების (ქვიშა, ხრეში, ქვა და სხვ.) საერთოდ, კარიერების აგეგმვის ძირითადი დამახასიათებელი და განსხვავებული თვისებები მდგომარეობს იმაში, რომ სასარგებლო ნაპარხთა სისტემატური ექსპლოატაციის გამო დროთა ვითარებაში იცვლება მისი სახე ანუ იცვლება ელემენტების სივრცობრივი მდებარეობები.

იმის მიხედვით, თუ როგორია სამთო წარმოების მეთოდისა და გეოდეზიური საყრდენი სამუშაო ქსელით უზრუნველყოფა, კარიერების აგეგმვისას იყენებენ: ორდინატების, პროფილის, ტაქომეტრიულ, მენზულურ ან ფოტოთეოდოლიტურ მეთოდს. გარდა პირველი ორი მეთოდისა, სრულყოფილად გამოიყენება ყველა დანარჩენი მეთოდი ტაქომეტრიული გეგმის შესადგენად, რაც ვრცლად არის განხილული წინა თავებში. ამ განიხილება ორდინატებისა და პროფილის მეთოდებით.

#### A. ორდინატების მეთოდით პარიერების აგებმეზი (ნახ. 1)

კარიერის საფეხურის დაახლოებით პარალელურად ადგილზე ატარებენ ხაზს, რომელსაც შემდეგ იყენებენ ჩაკეტილი ან ღია პოლიგონის ერთ-ერთ ხაზად. აგეგმვის მოთხოვნილი დეტალურობის შესაბამისად  $AB$  ხაზზე გადაზომავენ  $d_1, d_2, d_3, \dots$  მონაკვეთებს და 1, 2, 3, ... წერტილებიდან კარიერის საფეხურის ნაპირებამდე ეკერით გადაზომავენ და ბაფთით ან რულეტით გაზო-



ნახ. 9.8.20.1.

მავენ მანძილებს 1, 2, 3, ... წერტილებამდე. საჭიროებისამებრ ეკლიმეტრიით ზომავენ 1—1', 2—2', 3—3', ... ორდინატების დახრის კუთხეების ოდენობებს, რათა მათში შეეიტანოთ შესწორება დახრილობისათვის. შესრულებული სამუშაოების მოცულობის გამოსათვლელად აწარმოებენ 1, 2, 3, ... და 1', 2', 3',

... წერტილების ნიველობას. საფეხურის დადებულ ნაწილ ანალოგიურ ხერხით გადაიღება პოლიგონის  $EF, FM, \dots$  გვერდების მიმართ. აგეგმვების დროს ღებება აბრისი, რომელშიც შეაქვთ ყველა რიცხობრივი მონაცემი.

განხილავი ხერხით გვერდის შედგენის დროს არ სრულდება გამოთვლილი სამუშაოები, გარდა ორდინატების დახრების გამო საჭირო შესწორების გამოთვლისა. თეოდოლიტური სვლის  $A, B, E, F, M$  წერტილები გვერდზე გადააქვთ კოორდინატებით. ორდინატები და აბსცისები კი — აბრისში შეტანილი მონაცემებით.

ეს მეთოდი ადვილად გამოსაყენებელია, თუ კარიერის საფეხურები თარაზულია. ამ მეთოდის ნაკლია ის, რომ მისი გამოყენება შეზღუდულია საფეხურების არათარაზულობით, სადაც საჭირო ხდება შესწორების შეტანა; აგრეთვე, აქ ყოველი საფეხურისათვის საჭიროა სამუშაო საფუძვლის შექმნა.

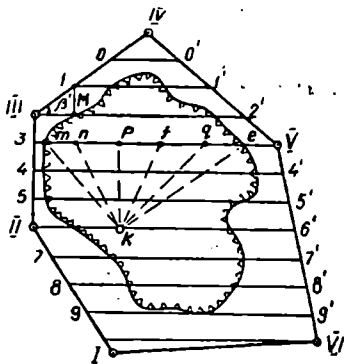
### B. საპროფილო ხაზების მეთოდით კარიერების აგება (ნახ. 2)

განხილავი მეთოდს იყენებენ შედარებით მცირე ოდენობისა და არათვლილი მოყვანილობის კარიერების ასაგეგმად. კარიერის კიდებზე შემოავლებენ I, II, III, ... VI ვერტიკულ პოლიგონს. ამ ფიგურის შიგნით კარიერის კონფიგურაციის მიხედვით შერჩეულ  $d$  მანძილზე ურთიერთდაშორებით პარალელურად ადგილზე ატარებენ  $0-0', 1-1', 2-2', III-2', 3-V, \dots$  პარალელურ ხაზებს, რომელთა ბოლოების ადგილზე მდებარეობა შეიძლება გამოვიტვალოთ, ვთქვათ III და I წერტილებისა III M 1 სამკუთხედიდან ფორმული

$$III - 1 = \frac{d}{\sin \beta'}, \quad (9.8.20.1)$$

სადაც  $\beta'$  ისახლება III — IV და III — 2' მიმართებების ღირებულებული კუთხეების სხვაობით. აგეგმვის მიზნით, საჭიროებისამებრ, ძირითადი პოლიგონის წერტილებზე ან საპროფილო ხაზებზე, ვთქვათ,  $K$  წერტილზე ვცენტრავთ თეოდოლიტს. ამავე დროს გულდასმით დაისარება საპროფილო ხაზი, ვთქვათ 3—V, და მასზე გასწვრივობაში დაინიშნება  $m, n, p, f, q, e$  წერტილები, რომლებზეც თანამიმდევრობით იდგმება ლარტყა და მანძილშობით აიღება  $S_i$  მანძილები და დახრის  $v_i$  კუთხეები. ანალოგიურად ხდება აგეგმვა და ნარჩენი საპროფილო ხაზების წერტილებისა. საჭიროებისამებრ შეიძლება სადგური გადავიტანოთ სხვა წერტილზე. აგეგმვის დროს ადგენენ აბრისს ან კროკსა და უჩრნას.

ანაგეგმვის კამერულად დამუშავება ხდება შემდეგი წესრიგით: 1. ისახლება პოლიგონის წვეროებისა და თეოდოლიტის დგომის წერტილების



ნახ 9.8.20.2.



კოორდინატები; 2. ტაქნომეტრიულად განისაზღვრება პროფილის წერტილების აღმატებები და ხიშხულეები; 3. გეგმაზე გადააქვთ ძირითადი I, II, ... VI პოლიგონი და K სადგური (1:2500 — 1:1500) იასიციასი. K სადგურიდან სალარტო წერტილებად ცნობილი მანძილებისა და პროფილის იასის გადაკვეთებით გეგმაზე იიიიეა III, II, ..., K სალარტო წერტილების მდებარეობები, რომელთაც წაეწერებათ ხიშხულეები; 4. ხიშხულეების მხედვით ატაობენ იზოიფებს. საკიოებისსამებრ ხეხებულ წერტილებზე ტაობება გაიიეები და კრილები.

**9. 8. 21. შისარულეობითი ანუ ვაჟმალური გენერალური გეგმების შედგენა**

როგორც ცნობილია, გენერალურს უწოდებენ გეგმას, რომლის ტერიტორია შემოსაზღვრულია წითელი ხაზებით და გააკუთვილია სახელმწიფოს სახალხო მეურნეობის გარკვეული დარგებისათვის საკიო მშენებლობისა და დედამიწის ტაოგრაფიული ელემენტების ექსპლოატაციისათვის; საერთო გეგერალურ გეგმაში შეიილება გაიყოფილ იქნეს სხვადასხვა დარგებისათვის საკიო გეგერალური გეგმები. მაგალითად, ამა თუ იმ ქალაქის მშენებლობის გეგერალურ გეგმაში შეიილება შედიოდეს: კერძო გეგერალური გეგმა მისი რაიონებისა ახ სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებისათვის; ობელიმე ჰიდროტექნიკური შენობებისა და ნაგებობების მშენებლობისათვის ან რომელიმე საბრეველო დარგისათვის საკიო მშენებლობისათვის გაყოფილი ტერიტორიის გენერალური გეგმა, რომლებშიც შეიილება შედიოდეს მათი სხვადასხვა ქარხნებისა და ფაბრიკების მშენებლობისათვის ტერიტორიების გეგერალური გეგმები და სხვ.

შინაარსის მხედვით გენერალური გეგმებია: რ ე ა ლ უ რ ი და პ ე რ ს პ ე ქ ტ ი უ ლ ი. რეალურს ვუწოდებთ გეგერალურ გეგმას, რომელიც წარმოადგენს გამოყოფილ ტერიტორიაზე არსებული წვლილადების აგეგმვის შედეგს. აქ იგულისხმება, რომ ამ გეგმის საზღვრებში ყოველგვარი პერსპექტიული განვითარების გათვალისწინების გარეშე უნდა შედგეს შეთავსებული ანუ ს ა მ შ უ ა ო გ ე ნ ე რ ა ლ უ რ ი გეგმა, რომელშიც შევა, გარდა ასაშენებელი კაპიტალური შენობებისა და ხელოვნური ნაგებობებისა, მიწაზე, მიწაში და ჰაერში ასაშენებელი საინჟინრო ქსელები და აგრეთვე მშენებლობისათვის საკიო ყოველგვარი დამხმარე ნაგებობები, რომლებიც მშენებლობის დამთავრებისთანავე უნდა დაინგრეს და გეგმიდან უნდა იქნეს ამოშლილი. შე ს რ უ ლ ე ბ ი თ ი ა ნ უ ჯ უ მ ლ უ რ ი ეწოდება გეგერალურ გეგმას, რომელიც მშენებლობის პროექტში ან მისი დამთავრების შემდეგ შეიტანება სამუშაო (შეთავსებული) გენერალური გეგმით გათვალისწინებული და აშენებული დედამიწა ეკონომიკური ელემენტები.

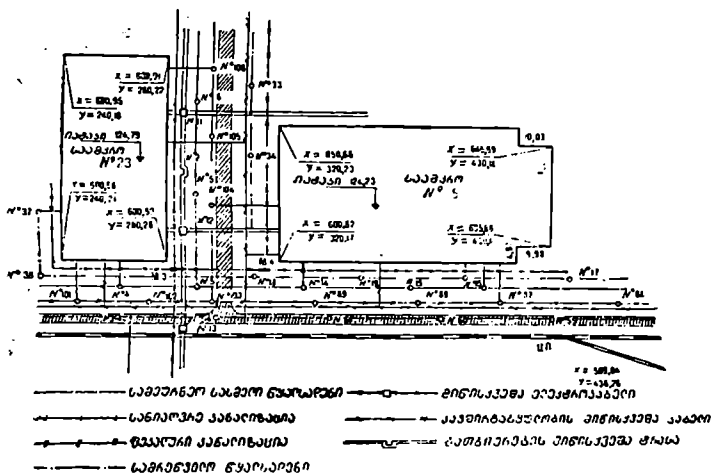
პერსპექტიულია გენერალური გეგმა იმ შემთხვევაში, როცა ის ითვალისწინებს არა მარტო სამუშაო (შეთავსებული) გენერალური გეგმისათვის საკიო ტერიტორიას, არამედ იმ ტერიტორიის წითელ ხაზებში მოქცევას, რომელიც დღესდღეობით არ არის საკიო, მაგრამ გარკვეულ პერიოდში იგი საკიო იქნება განხილადი დარგის განვითარების გამო. მაგალითად, უნივერსიტეტების, ინსტიტუტების, ქარხნების, მეცხოველეობის, მეფრინველეობის და სხვა დარგების პერსპექტიული განვითარებისათვის საკიოა გე-

ნერალური გეგმით დამაგრდეს ტერიტორიები, წინააღმდეგ შემთხვევაში, დროთა ვითარებაში, მომავალი თაობა იძულებული გახდება ემბოს ახალი ტერიტორიები.

საერთოდ, გეგმებს იღებენ 1:500 — 1:1000 მასშტაბში ხისტ საფუძველზე 50 X 50 სმ ზომის პლანშეტებზე ან ხისტ ქვეჩარჩოზე 100 — 100 სმ და მეტი ზომისაზე.

შენიშვნების პროცესში სამუშაო (შეთავსებულ) გენერალურ გეგმაში შეტანილი ყოველგვარი კორექტირების შედეგად აღვილად ღგება შესრულებითი გენერალური გეგმები და მათ შედეგად კი — საერთო გენერალური გეგმები.

ვინაიდან შესრულებით გენერალურ გეგმაზე მათი მრავალფეროვნებისა და მოცულობის გამო არ შეიძლება გადატანილ იქნეს სრული მასალა, მას ურთავენ დანართებს, რომელთაგანაც საგულისხმოა შემდეგი: 1. მთელი წარმოების საერთო გენერალური გეგმა; 2. სიმაღლეების გენერალური გეგმა;



ს.ბ. 9.8.21.1.

3. კოორდინატების კატალოგი; 4. გენერალური გეგმის ცალკეული დეტალების ნახაზები. (1) ნახაზზე მოცემულია მრეწველობის სამშენებლო ტერიტორიაზე ორი სამშენებლო შენობების გენერალური გეგმის ნიმუში.

საერთო გენერალურ გეგმას ადგენენ 1:500 — 1:2000 მასშტაბებში იმის მიხედვით, თუ როგორია გამოყოფილი ტერიტორიის ფართობი. გეგმის გარშემო ნაპირებზე აწერენ: ქართა სქემას; შენობებისა და ნაგებობების შემოკლებულ უწყისს; ძირითადი მაჩვენებლების უწყისს; შენიშვნას. შემოკლებულ უწყისში შეაქვთ შენობებისა და ნაგებობების დასახელება, ნომრები და ფართობები კვადრატულ მეტრებში. ძირითად მაჩვენებლებში შეაქვთ: დასახლების ფართობი, რომელიც უკავია საწყობებს და საწარმოო სათავსებს; მოკირწყვლილი მოედნები; გამწვანებების ფართობები; სარეზერვო ტერიტორიები.

გარდა ამისა, უნდა იყოს ნაჩვენები პროცენტული თანაფარდობა გამოყენებული და გამოყოფილი ტერიტორიებისა; საერთო სიგრძე დაკავებული ტერიტორიის კილომეტრებში ნაგებობების ცალკეული სახეების მიხედვით საინჟინრო ქსელების მიერ თითოეულ ჰექტარზე. ს ი მ ა ლ ე ე ბ ი ს გ ე ნ ე რ ა ლ უ რ გეგმაში მოცემული უნდა იყოს გეოდეზიური საყრდენი პუნქტების ნიშნულები; შენობების იატაკების ნიშნულები; ნიშნულები ჭების სახურავებისა და ძირის; საპაერო კომუნიკაციების საყრდენების საძირკვლების ნიშნულები. რკინიგზისა და საავტომობილო გზების შემთხვევაში საჭიროა ყოველი გადაკვეთის და საყურადღებო პიკეტების ნიშნულების ჩვენება. გეგმა რომ არ გადაიტვირთოს, საჭირო ნიშნულთა ერთობლიობას უჩვენებენ ცალკე გეგმაზე. კოორდინატების კატალოგებში შეაქვთ პოლიგონომეტრიის, გასწვრივობის სააგეგმო პუნქტებისა და თეოდოლიტური სვლების პუნქტების კოორდინატები. ნ ა გ ე ბ ო ბ ა თ ა კოორდინატები შეაქვთ ასეთი თანამიმდევრობით: შენობების, რკინიგზების, საავტომობილო გზების; მიწისქვეშა და მიწისზედა საინჟინრო ქსელების. გენერალური გეგმის ცალკეული რთული ადგილები ცალკე გამოიყოფა; როგორცაა კვანძების ნახაზები ჭრილებით და პროფილებით. მათ მასშტაბს იღებენ 1:100 — 1:200. ასეთ გეგმაზე უჩვენებენ მილგაყვანილობას, კაბელებისა და გვირაბების ნიშნულებს; მიწისქვეშა მილების დიამეტრებს, საინჟინრო ქსელებს შორის მანძილებს. იმის გამო, რომ მიწაში მდებარე გაყვანილობები იყოს დაკავშირებული მიწისზედა გაყვანილობებთან, საჭიროა გეგმაზე გადატანილი იყოს გასასვლელები, რკინიგზები, საავტომობილო გზები, ტროტუარები, გამწვანება და სხვ., სადაც ნაჩვენები იქნება მანძილები და ნიშნულები. ასეთი უნდა იყოს სხვა საჭირო კვანძების დახასიათება.

საერთოდ, ყოველივე უნდა შესრულდეს არსებული ინსტრუქციების მოთხოვნათა შესაბამისად.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Бакапова В. В. и другие, Практикум по геодезии, Недра, М., 1973.
2. Гиршберг М. А., Геодезия, ч. I, Недра, М., 1967.
3. Гальшин В. К., Коськов В. И., Хренов Л. С., Справочное руководство по крупномасштабным съемкам, М., Недра, 1969.
4. Закатов П. С. и другие, Инженерная геодезия, Недра, М., 1976.
- 4'. Маслов А. В. и другие, Геодезические работы при землеустройстве. Недра, М., 1976.
5. Павлов Ф. Ф. и Мепуришвили Г. Е., Геодезия, Недра, М., 1968.
6. თევზაძე ნ., მანძილშომები, ტექნიკა და შრომა, თბილისი, 1957.
7. თევზაძე ნ., განაზომთა შეცდომების თეორია, ტექნიკა და შრომა, თბილისი, 1957.
8. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია I, განათლება, თბილისი, 1974.
9. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია II, განათლება, თბილისი, 1974.
10. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია VI, განათლება, თბილისი, 1975.
11. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია VII, განათლება, თბილისი, 1977.
12. თევზაძე ნ., საინჟინრო გეოდეზია VIII, განათლება, თბილისი, 1979.
13. თევზაძე ნ., უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, ცოდნა, თბილისი, 1964.
14. თევზაძე ნ., განაზომთა აღზომების თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა, ცოდნა, თბილისი, 1960.
15. Хвйфец Б. С., Данилевич Б. Б., Практикум по инженерной геодезии, Недра М., 1973.
16. Чеботарев А. С., Геодезия, Геодезиздат, М., 1962.
17. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР, Недра, М., 1966.
18. Инструкция по топогеодезической съемке в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500, Недра, М., 1973.
19. Руководство по топогеодезическим съемкам в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500, высотные сети, Недра, М., 1976.
20. Шилов П. И., Геодезия, Госгеолтехиздат, М., 1963.
21. Коськов В. И., Справочное руководство по съемке городов, Недра, М., 1968
- 21'. Справочник геодезиста под редакцией В. Д. Большакова и Г. П. Левчука, М., Недра, 1966.
22. Маслов А. В. и другие, Геодезия, Недра, М., 1972.
24. Левчук Г. П., курс Инженерной геодезии, М., Недра, 1970.
25. Глозов Г. Ф., Геодезия в строительстве, М., из-во геодезической литературы, 1958.
26. Лебедев Н. Н. и другие, практикум по курсу прикладной геодезии, М., Недра, 1977.
27. Лебедев Н. Н., Курс Инженерной геодезии, М., Недра, 1974.
28. Егоров А. П., Геодезические работы при геодезических разведках, М., Недра, 1966.
29. Большаков В. Д., Обобщение рельефа при съемках в крупных масштабах 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500, труды МИИГА и К, выпуск 3, М., Геодезиздат, 1958.
30. Хренов Л. С. и другие, Инженерная геодезия, Недра, М., 1968.



Теввадзе Николай Артемьевич

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

IX

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

(на грузинском языке)

ИБ № 1370

რედაქტორი პ. ლაბარტყავა  
შხატვული რედაქტორი ო. შეხიძი  
ტექნიკური რედაქტორი მ. ოსიტაშვილი  
უფროსი კორექტორი მ. ამირანაშვილი  
კორექტორი მ. გონაშვილი  
გამომშვები ლ. გაბარაშვილი

გადაეცა წარმოებას 16/V-1980. ხელმოწერილია დასაბეჭდად  
20/XII-1980. ქაღალდის ზომა 70×108 1/16, საბეჭდი ქაღალდი  
№ 1 პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 41,3. სააღრიცხვო-საგამომცემ-  
ლო თაბახი 31,72

უც 00452

ტირაჟი 3000

შეკვეთა №1188

შპს 1 შ.გ. 60 კა.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ. 5.  
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Марджанишвили 5.

1980

სპი-ს სტამბა, თბილისი, ლენინის ქ. 69  
Типография ГПИ, Тбилиси, ул. Ленина, 69