

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

---

Ing. НИКОЛА Л. ЦВЕЈИЋ

# ГЕОДЕЗИЈА

*Научна Књига*

БЕОГРАД, 1954

Актом Универзитетског одбора за уџбенике бр. 26 од 4 јула 1882 год. достављено да се штампа као стални уџбеник за студенте Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

Тираж: 1500 примерака

Штампа Графичко предузеће „АКАДЕМИЈА“ — Београд, Космајска ул. 28

## ПРЕДГОВОР

Овај уџбеник обухвата извесне делове врло обимног градива ниже геодезије. Избор градива извршен је тако да одговара настави на Пољопривредном факултету и практичном раду агронома. Имајући у виду примену Шахметрије, нивелмана и уређења ашара у воћарству, виноградарству, мелиорацијама и научно-истраживачком раду агронома, градиво у поглављима XIV, XV и XVIII изложено је опширније у поређењу с оним које се даје на предавањима и вежбањима. Иако се рачунања површина и деобе површина парцела с већом тачношћу ређе јављају у пракси агронома, и ова је материја изложена (у XII и XIII поглављу) колико је то потребно агроному.

Да би излагања била што јаснија, дат је већи број слика. На овај је начин у извесној мери смањен обим текста.

Осим примера датих ради објашњења градива, штампаних гармондом, већина примера штампаних пешишом намењена је вежбањима. Према томе, у овом уџбенику садржано је и градиво које спада у „геодешки практикум“.

При писању ове књиге користио сам нашу и инострану стручну литературу као и искуства стечена дугогодишњом праксом у области ниже геодезије.

Ова књига представља први уџбеник из геодезије за агрономе. Да би друго издање још боље одговорило намењеном циљу, свима онима који ће ми саопштити своје примедбе, унапред се захваљујем.

Земун, октобра 1951 г.

Ing. Никола Л. Цвејић

## САДРЖАЈ

	Страна
Предговор	1
<b>У В О Д</b>	<b>1</b>
<b>I. СИСТЕМИ МЕРА</b>	<b>2</b>
<i>Мере за дужине у метарском систему</i> — — — — —	2
<i>Мере за површине у метарском систему</i> — — — — —	2
<i>Мере за дужине и површине у хвајном систему</i> — — — — —	4
<i>Мере за запремину</i> — — — — —	8
<i>Мере за тежину</i> — — — — —	9
<i>Мере за углове</i> — — — — —	9
<i>Израчунавање дужине лука</i> — — — — —	12
<b>II. КОНТРОЛЕ РАЧУНАЊА</b>	<b>13</b>
<b>A. ДЕВЕТИЧНА ПРОБА</b>	<b>13</b>
<i>Сабирање</i> — — — — —	14
<i>Одузимање</i> — — — — —	15
<i>Множење</i> — — — — —	16
<i>Дељење</i> — — — — —	16
<b>B. ЈЕДАНАЕСТИЧНА ПРОБА</b>	<b>17</b>
<i>Сабирање</i> — — — — —	17
<i>Одузимање</i> — — — — —	17
<i>Множење</i> — — — — —	18
<i>Дељење</i> — — — — —	18
<b>III. ЛОГАРИТМАР</b>	<b>19</b>
ДОЊЕ ПОДЕЛЕ НА ЛОГАРИТМАРУ	21
ЧИТАЊЕ ПОДЕЛЕ НА ЛОГАРИТМАРУ	22
ОДРЕЂИВАЊЕ ЦЕЛИХ МЕСТА	25
РАЧУНАЊА ПОМОЋУ ЛОГАРИТМАРА	26
<i>Множење</i> — — — — —	26
<i>Рачунање целих места у производу</i> — — — — —	28
<i>Стејеновање</i> — — — — —	30
<i>Дељење</i> — — — — —	30
<i>Израчунавање другог корена</i> — — — — —	32
<i>Горња подела увлаке</i> — — — — —	32

	Страна
Поткорена количина већа од 1	32
Поткорена количина мања од 1	33
Дизање на квадрату	34
Израчунавање трећег корена	34
Дизање на куб	37
Кореновање корена	37
Комбиновано множење и дељење	38
Одређивање целих места помоћу привремене десималне зајеше	41
Множење	41
Вишеструко множење	42
Дељење	42
Дизање на квадрат	43
Дизање на куб	43
<b>IV. ГЕОДЕТСКЕ СПРАВЕ</b>	
	44
<b>A. ВИСАК</b>	
	44
Вертикалан и хоризонталан равни	45
Хоризонтална, вертикалан и коса права	45
Постављање равни у хоризонталан положај и праве управне на ту равни у вертикалан положај	45
Висинска разлика	47
Упошреба виска	47
Постављање звичке у вертикалан положај	47
Постављање аналитичке ваге у усправан положај	48
<b>B. ЗНАЧКА</b>	
	50
Упошреба значке	50
Означавање правих линија на терену	51
Означавање праве кад се крајње тачке догледају	52
Означавање праве кад се крајње тачке не догледају	53
Продужење праве	54
Пресек двеју правих	55
<b>V. ЛИБЕЛЕ</b>	
	56
<b>ЦЕВАСТЕ ЛИБЕЛЕ</b>	
	56
Слободне либеле	58
Упошреба цевасте либеле	61
Постављање конструкције рама вршнице у хоризонталан положај	61
Постављање постоља аналитичке ваге у хоризонталан положај	62
<b>ЦЕНТРИЧНЕ (КРУЖНЕ) ЛИБЕЛЕ</b>	
	62
Постављање постоља аналитичке ваге у хоризонталан положај	64
<b>ТРОУГЛАСТИ ЛЕЊИР С ВИСКОМ</b>	
	64
<b>Г. СПРАВЕ ЗА МЕРЕЊЕ ДУЖИНА</b>	
	65
<b>ЧЕЛИЧНЕ ПАНТЉИКЕ</b>	
	65
Пољске (велике) пантљике	65
Ручне пантљике	66

	VI
	Страна
Употреба челичних пантљика	67
Мерење дужина помоћу пантљика	67
Мерење дужина пантљиком положеном по терену	68
Записник мерења дужина	70
Мерење дужина пантљиком издигнутом изнад терена	71
<b>ЛЕТВЕ ЗА МЕРЕЊЕ ДУЖИНА</b>	<b>71</b>
Мерење дужина помоћу летва	72
Мерење дужина летвама положеним по терену	72
Мерење дужина летвама издигнутим изнад терена	72
Пантљике од влакна	72
Пољски шестар	73
Оштупања при мерењу дужина	73
Индиректно (посредно) одређивање дужина	74
Редукција на хоризонт косо мерених дужина	77
<b>РАВЊАЧА И ПОДРАВЊАЧА</b>	<b>81</b>
Одређивање висинских разлика помоћу равњаче и подравњаче	82
Мерење дужина равњачом и подравњачом	84
<b>Д. СПРАВЕ ЗА ОБЕЛЕЖАВАЊЕ УГЛОВА СТАЛНЕ ВЕЛИЧИНЕ</b>	<b>85</b>
<b>ПРИЗМЕ</b>	
Тросрана Призма	85
Испитивање призме подизањем управних	86
Примена подизање управних	88
Осивање мањих парцела за огледе	89
Обележавање загона	90
Спуштање управних	91
Примена спуштања управних	92
Снимање дешаља апсцисама и ординатама	92
Израда скице	94
Линије за снимање	94
Спуштање управних (ордината), мерење апсциса, ордината, фронтана и косих мерења	94
Оријентисање скице	97
Петострана (пентагоно Призма)	98
Двострука петострана Призма	98
Кружи висак	99
<b>КРСТ И ДОБОШ</b>	<b>100</b>
Крст	100
Добош	101
<b>V. РАЗМЕРЕ И РАЗМЕРНИЦИ</b>	<b>103</b>
<b>РАЗМЕРА</b>	<b>103</b>
<b>РАЗМЕРНИЦИ</b>	<b>106</b>
<b>VI. ТАХИМЕТАР (УНИВЕРЗАЛНИ ТЕОДОЛИТ)</b>	<b>109</b>
<b>СТАТИВ</b>	<b>110</b>
<b>ИНСТРУМЕНТ</b>	<b>111</b>

ВАЖНИЈИ ДЕЛОВИ ИНСТРУМЕНТА		111
ДОЊИ ДЕО ИНСТРУМЕНТА		111
Тројожац — — — — —		111
Тулац — — — — —		112
Хоризонтални лимбус — — — — —		113
ГОРЊИ ДЕО ИНСТРУМЕНТА		113
Адхидада — — — — —		113
Нониуси — — — — —		115
Податак нониуса — — — — —		115
Поделе на нониусима — — — — —		117
Читање поделе помоћу нониуса — — — — —		117
Насачи дурбина — — — — —		119
Дурбин — — — — —		119
Обртна осовина дурбина — — — — —		120
Либела на дурбини — — — — —		120
Вертикални лимбус — — — — —		121
Први и други положај дурбина — — — — —		121
Разлика између хоризонталног и вертикалног лимбуса — — — — —		121
Довођење лика кончанице на даљину јаснаг виђења — — — — —		121
Довођење лика предмета на даљину јаснаг виђења — — — — —		122
Визура и визирање — — — — —		123
Визура — — — — —		123
Визирање — — — — —		123
ИСПИТИВАЊЕ И РЕКТИФИКАЦИЈА ИНСТРУМЕНТА		123
Испитивање и ректификација цевасте либеле на алхидади — — — — —		124
Довођење равни лимбуса у хоризонталан положај — — — — —		126
Довођење равни лимбуса у хоризонталан положај помоћу две либеле — — — — —		127
Испитивање и ректификација централне либеле — — — — —		128
Напомена за испитивање либеле на алхидади — — — — —		129
Центрисање инструмента — — — — —		129
РЕПЕТИЦИОНИ ТАХИМЕТРИ		130
МЕЋУСОБНИ ПОЛОЖАЈ ВАЖНИЈИХ САСТАВНИХ ДЕЛОВА ТАХИМЕТРА		131
Примена тахиметра — — — — —		132
Обележавање међутачака — — — — —		132
Продужење праве — — — — —		133
Мерење хоризонталних углова — — — — —		134
СПРАВЕ ЗА МЕРЕЊЕ УГЛОВА		137
Дабош са паделом — — — — —		137
Призма и дабош без поделе као справе за одређивање углова — — — — —		138
VII. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ И КООРДИНАТЕ		139
ПРАВОУГЛИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ		139
Нови координатни системи — — — — —		140
Стари координатни системи — — — — —		142
Правоугле координате — — — — —		143
ПРОИЗВОЉНИ ПРАВОУГЛИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ		145

<b>VIII. ТРИГОНОМЕТРИСКА, ПОЛИГОНСКА И ЛИНИСКА МРЕЖА</b>	<b>149</b>
<i>Тригонометриска мрежа</i> — — — — —	149
<i>Полигонска мрежа</i> — — — — —	150
<i>Самостална полигонска мрежа</i> — — — — —	152
<i>Картирање Полигонских Шачака</i> — — — — —	153
<i>Линиска мрежа</i> — — — — —	155
<b>ТРИГОНОМЕТРИСКЕ, ПОЛИГОНСКЕ И МАЛЕ ТАЧКЕ</b>	<b>155</b>
<i>Тригонометриске тачке</i> — — — — —	155
<i>Полигонске тачке</i> — — — — —	157
<i>Мале тачке</i> — — — — —	159
<b>IX. КАРТЕ</b>	<b>160</b>
<i>Подела карата по садржини и по размери</i> — — — — —	160
<i>Крашак опис карте</i> — — — — —	161
<i>Прегледни лист</i> — — — — —	162
<i>Топографски знаци</i> — — — — —	162
<i>Изражавање рељефа земљишта помоћу изохијса</i> — — — — —	163
<i>Мерење дужина на картама</i> — — — — —	167
<i>Мерење дужина по изломљеној линији</i> — — — — —	168
<i>Сабирање дужина помоћу траке од хартије</i> — — — — —	168
<i>Сабирање дужина помоћу шестара</i> — — — — —	168
<i>Одређивање висинских разлика на картама</i> — — — — —	169
<i>Одређивање косих растојања на картама</i> — — — — —	171
<i>Одређивање нагиба земљишта на картама</i> — — — — —	172
<i>Одређивање нагиба земљишта у степенима рачунским путем</i> — — — — —	172
<i>Одређивање нагиба земљишта у степенима графичким путем</i> — — — — —	174
<i>Одређивање нагиба земљишта у процентима</i> — — — — —	177
<i>Одређивање нагиба земљишта мерењем на терену</i> — — — — —	178
<i>Одређивање нагиба земљишта помоћу падомера</i> — — — — —	178
<i>Ствтив</i> — — — — —	178
<i>Инструмент</i> — — — — —	178
<i>Одређивање нагиба земљишта на терену</i> — — — — —	179
<i>Испитивање и ректификација падомера</i> — — — — —	180
<i>Падомер једноставније конструкције</i> — — — — —	182
<i>Одређивање правца севера</i> — — — — —	184
<i>Начин одређивања помоћу бусоле</i> — — — — —	184
<i>Начин одређивања помоћу сунца и часовника (сата)</i> — — — — —	185
<i>Оријентација карте и одређивање тачке стајања</i> — — — — —	185
<i>Оријентација карте</i> — — — — —	185
<i>Оријентација карте по правцу севера</i> — — — — —	186
<i>Оријентација карте по рааним линијама</i> — — — — —	186
<i>Оријентација карте по правцима објеката</i> — — — — —	186
<i>Одређивање тачке стајања</i> — — — — —	187
<i>Тачка стајања се налази на месту неког објекта</i> — — — — —	187
<i>Одређивање тачке стајања пресецањем са стране</i> — — — — —	188
<i>Одређивање тачке стајања пресецањем назад</i> — — — — —	189
<i>Чишање карте</i> — — — — —	190



	Страна
<b>X. П Л А Н О В И</b>	194
Прегледни ситуациони планови — — — — —	195
Избор размере — — — — —	197
<b>XI. ИСПРАВЉАЊЕ МЕЂА</b>	199
Преношење исправљене међе с плана на терен — — — — —	203
<b>XII. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА</b>	204
<b>A. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ ДУЖИНА МЕРЕНИХ НА ТЕРЕНУ (ОРИГИНАЛНИХ МЕРА)</b>	207
Примена рачунања површина из оригиналних мера — — — — —	210
<b>B. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ КООРДИНАТА</b>	211
<b>B. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ МЕРА УЗЕТИХ СА ПЛАНА И ПОЛУГРАФИЧКИМ НАЧИНОМ</b>	211
1. Рачунање површина из мера узетих са плана — — — — —	212
Рачунања с мањом тачношћу — — — — —	212
Рачунања с већом тачношћу — — — — —	213
2. Рачунање површина полуграфичким начином — — — — —	215
<b>Г. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ПОМОЋУ ПЛАНИМЕТАРА ПОЛАРНИ ПЛАНИМЕТРИ</b>	217
Опис справе — — — — —	217
Рад Планиметром — — — — —	218
Читање поделе на цифренику и доботу — — — — —	220
Одређивање податка нониуса — — — — —	222
Одређивање податка нониуса помоћу контролног лењира — — — — —	224
Планиметар са променљивом дужином обилазног крака — — — — —	225
Планиметри са сталном дужином обилазног крака — — — — —	226
Поларни планиметри за тачнија рачунања површина — — — — —	227
Примена поларног планиметра — — — — —	227
<b>КОНЧАНИ (НИТНИ) ПЛАНИМЕТРИ</b>	230
Сабирање средњих линија — — — — —	233
Употреба милиметарске провидне хартије за рачунање површина — — — — —	235
<b>XIII. ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА</b>	237
<b>ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА ПРАВИЛНИХ ОБЛИКА</b>	237
Деоба површина парцела из оригиналних мера — — — — —	238
Деоба површина парцела из мера узетих са плана — — — — —	239
<b>ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА НЕПРАВИЛНИХ ОБЛИКА</b>	241
Деобе с мањом тачношћу — — — — —	241
Већа парцела има облик троугла — — — — —	241
Већа парцела има облик трапеза — — — — —	243
Већа парцела је врло неправилног облика — — — — —	244

	Страна
<i>Деобе с већом Тачношћу</i> — — — — — — — — — —	246
<i>Деоба рачунским Пућем</i> — — — — — — — — — —	247
<i>Парцела има облик троугла</i> — — — — — — — — — —	247
<i>Парцела има облик трапеца</i> — — — — — — — — — —	248
<i>Деоба рачунско-графичким Пућем</i> — — — — — — — — — —	249
<b>XIV. НИВЕЛМАН</b>	
<i>Опште најмене</i> — — — — — — — — — —	251
<b>ГЕНЕРАЛНИ И ДЕТАЉНИ НИВЕЛМАН</b>	
<i>Генерални нивелман</i> — — — — — — — — — —	251
<i>Репери</i> — — — — — — — — — —	252
<i>Детаљни нивелман</i> — — — — — — — — — —	253
<i>Површински нивелман</i> — — — — — — — — — —	253
<i>Линиски нивелман</i> — — — — — — — — — —	254
<b>СПРАВЕ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА</b>	
<i>Справе за одређивање висинских разлика</i> — — — — — — — — — —	255
<i>Цеви за одређивање висинских разлика</i> — — — — — — — — — —	255
<i>Одређивање висинских разлика помоћу призме</i> — — — — — — — — — —	257
<i>Анероиди</i> — — — — — — — — — —	258
<i>Равњача и подравњача</i> — — — — — — — — — —	258
<b>ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА</b>	
<i>Нивелманске летвџе</i> — — — — — — — — — —	259
<i>Читања на летви</i> — — — — — — — — — —	259
<i>Гвоздени подметач</i> — — — — — — — — — —	260
<b>УНИВЕРЗАЛНИ ТЕОДОЛИТ КАО НИВЕЛМАНСКИ ИНСТРУМЕНТ</b>	
<i>Испитивање и ректификација нивелманске либеле</i> — — — — — — — — — —	261
<i>Довођење равни лимбуса у хоризонталан положај</i> — — — — — — — — — —	262
<i>Одређивање осетљивости нивелманске либеле</i> — — — — — — — — — —	262
<b>ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА ТАЧАКА КОЈЕ СУ НА ЈЕДНАКОМ ОТСТОЈАЊУ ОД ИНСТРУМЕНТА (НИВЕЛАЊЕ ИЗ СРЕДИНЕ)</b>	
<i>Одређивање висинске разлике између блиских тачака</i> — — — — — — — — — —	263
<i>Одређивање висинске разлике између удаљених тачака</i> — — — — — — — — — —	265
<b>ВЕЗА НИВЕЛМАНА ЗА РЕПЕР</b>	
	270
<b>ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА ТАЧАКА КОЈЕ НИСУ НА ЈЕДНАКОМ ОТСТОЈАЊУ ОД ИНСТРУМЕНТА (НИВЕЛАЊЕ С КРАЈА)</b>	
	271
<i>Контрола висина детаљних тачака</i> — — — — — — — — — —	274
<i>Обележавање изохипса на терену</i> — — — — — — — — — —	274

	Страна
<b>ИСПИТИВАЊЕ ПАРАЛЕЛНОСТИ ОСЕ НИВЕЛМАНСКЕ ЛИБЕЛЕ И ВИЗУРЕ</b>	<b>275</b>
<i>Инструмент с реверзионом либелу</i>	275
<i>Инструмент с просту либелу</i>	276
<b>НИВЕЛМАНСКИ ИНСТРУМЕНТИ</b>	
<i>Испитивање и ректификација нивелманског инструмента</i>	279
<i>Инструмент с непокретним дурбином без елевационог завршња</i>	280
<i>Испитивање нивелманске либеле и довођење главне осе у вертикалан положај</i>	280
<i>Испитивање да ли је визура паралелна с осом нивелманске либеле</i>	280
<i>Инструмент с непокретним дурбином и елевационим завршњем</i>	280
<i>Инструмент с покретним дурбином и реверзионом либелом на дурбину</i>	281
<b>ИЗРАВЊАЊЕ НИВЕЛМАНА</b>	
<i>Изравњање у слепом нивелманском влаку</i>	281
<i>Изравњање нивелмана између двеју тачака (<math>R_1</math> и <math>R_2</math>) познатих висина</i>	281
<i>Примери изравњања</i>	282
<i>Одређивање висина везних тачака у уметнутом нивелманском влаку</i>	282
<i>Одређивање висина везних тачака у затвореном нивелманском влаку</i>	282
<i>Одређивање висина већег броја везних тачака уметнутих између почетне и завршне тачке нивелања</i>	284
<b>XV. ТАХИМЕТРИСКО СНИМАЊЕ ИЛИ ТАХИМЕТРИЈА</b>	
<i>Опште напомене</i>	286
<b>МЕЂУСОБНИ ПОЛОЖАЈ ВАЖНИЈИХ ДЕЛОВА ИНСТРУМЕНТА ЗА ТАХИМЕТРИСКО СНИМАЊЕ</b>	
	289
<b>ОДРЕЂИВАЊЕ ОТСТОЈАЊА И ВИСИНСКЕ РАЗЛИКЕ ОД СТАНИЦЕ ИНСТРУМЕНТА ДО ТАЧКЕ НА КОЈОЈ ЈЕ ПОСТАВЉЕНА ЛЕТВА</b>	
	291
<i>Визура је хоризонтална</i>	291
<i>Одређивање отстојања</i>	291
<i>Одређивање висинских разлика и висина</i>	292
<i>Одређивање мултипликационе и адicione константе</i>	293
<i>Одређивање отстојања и висинске разлике кад визура није хоризонтална</i>	294
<i>Израчунавање <math>D_{red}</math>, <math>H'</math> и висине тачке</i>	295
<i>Тахиметриске таблице</i>	295
<i>Тахиметриски логаритмар</i>	296
<i>Извођење једначина за <math>D_{red}</math> и <math>H'</math></i>	298
<i>Тахиметриски записник</i>	300
<b>ОПТИЧКО МЕРЕЊЕ ДУЖИНА ПОЛИГОНСКИХ СТРАНА И ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА</b>	
	302
<i>Дужина стране је мања од 130 метара</i>	302
<i>Дужина стране је већа од 130 метара</i>	303
<b>ОСНОВА ТАХИМЕТРИСКОГ СНИМАЊА</b>	
	304
<i>Случај кад постоје планови</i>	305
<i>Снимања с већом тачношћу</i>	305
<i>Снимања с мањом тачношћу</i>	306

	XIII
	Страна
Случај кад не постоје планови — — — — — — — — — —	305
Случај кад се подаци премеравања уносе само у карте — — — — —	306
<b>КАРТИРАЊЕ ТАЧАКА СНИМЉЕНИХ ТАХИМЕТРИСКИ</b>	<b>306</b>
<b>ИНТЕРПОЛОВАЊЕ ИЗОХИПСА</b>	<b>308</b>
<b>XVI. ИНСТРУМЕНТИ НОВИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ</b>	<b>310</b>
<b>XVII. ОСНИВАЊЕ ВОЊЊАКА И ВИНОГРАДА</b>	<b>313</b>
<i>Радови у равницама</i> — — — — — — — — — —	313
<i>Оснивање воњњака</i> — — — — — — — — — —	313
<i>Оснивање винограда</i> — — — — — — — — — —	317
<i>Радови у таласастим Шеренима</i> — — — — — — — — — —	320
<i>Радови у брежуљкастим и брдовитим Шеренима</i> — — — — — — — — — —	320
<b>XVIII. УРЕЂЕЊЕ АТАРА</b>	<b>321</b>
<i>Опште напомене</i> — — — — — — — — — —	321
<b>УРЕЂЕЊЕ АТАРА У РАВНИЦАМА</b>	<b>321</b>
<i>Преходни радови</i> — — — — — — — — — —	321
<i>Основни прегледни план</i> — — — — — — — — — —	321
<i>Исправљање границе атара</i> — — — — — — — — — —	322
<i>Подаци о типовима земљишта и о подземној води</i> — — — — — — — — — —	323
<i>Хидротехнички подаци</i> — — — — — — — — — —	324
<i>Геодетски радови</i> — — — — — — — — — —	326
<i>Израда основног пројекта новог стања</i> — — — — — — — — — —	327
<i>Преношење пројектом предвиђеног стања на Шерен</i> — — — — — — — — — —	328
<i>Преношење пројектом предвиђеног стања на терен с мањом тачношћу</i> — — — — — — — — — —	328
<i>Преношење пројектом предвиђеног стања на терен с већом тачношћу</i> — — — — — — — — — —	329
<b>УРЕЂЕЊЕ АТАРА У ТАЛАСАСТИМ ТЕРЕНИМА</b>	<b>332</b>
<b>УРЕЂЕЊЕ АТАРА У БРЕЖУЉКАСТИМ И БРЕГОВИТИМ ТЕРЕНИМА</b>	<b>332</b>
<b>ФОТОГРАМЕТРИСКО ПРЕМЕРАВАЊЕ</b>	<b>333</b>
<b>ТОПОГРАФСКИ ЗНАЦИ ЗА КАРТЕ</b>	<b>334</b>
<i>Знаци за предмете на земљишту</i> — — — — — — — — — —	334
<i>Знаци за комуникације</i> — — — — — — — — — —	335
<i>Знаци за дешање на комуникацијама</i> — — — — — — — — — —	336
<i>Знаци за воде</i> — — — — — — — — — —	336
<i>Знаци за мостове и прелазе</i> — — — — — — — — — —	337
<i>Знаци за превозе и прелазе преко реке</i> — — — — — — — — — —	338
<i>Знаци за дешање на рекама</i> — — — — — — — — — —	338
<i>Знаци за ограде</i> — — — — — — — — — —	339
<i>Знаци за насипе, јаруге и шеновите ошсеке</i> — — — — — — — — — —	339
<i>Знаци за границе и граничне предмете</i> — — — — — — — — — —	339

	Страна
Знаци за културе	340
Висински знаци	341
Знаци за установе-у насељу	341

**ТОПОГРАФСКИ ЗНАЦИ ЗА КАТАСТАРСКЕ ПЛАНОВЕ** 341

**ЛИТЕРАТУРА** 346

## У В О Д

Геодезија у ширем смислу је наука која учи како се врше премеравања изнад земљине површине, на земљиној површини и испод земљине површине и на који се начин на хартији израђује умањена слика-цртеж снимљене површине у хоризонталном и у вертикалном смислу.

Геодезију данас делимо на вишу геодезију и нижу геодезију — практичну геометрију.

У делокруг више геодезије спадају углавном радови који имају за циљ одређивање димензија и облика Земље, затим радови у циљу пренашања (пресликавања) сферних величина у раван са што мање деформацијама и радови помоћу којих се на површини Земље одређује тачан међусобни положај главних тригонометријских тачака (у хоризонталном смислу) и положај главних висинских тачака — нивелманских тачака (у вертикалном смислу) узимајући у обзир кривину земљине површине.

У делокруг ниже геодезије спадају премеравања код којих се кривина земљине површине не узима у обзир. Ова премеравања полазе од главних тригонометријских тачака одређених радовима више геодезије. На основу премеравања вршених по правилима ниже геодезије израђују се карте<sup>1</sup> и планови<sup>2</sup> већих и мањих површина Земље.

Примена ниже геодезије у практичном раду инжењера је велика. Тако на пример пројектовања и градње железничких пруга, тунела, путева, водовода, градских канализација, пловних канала, канала за одводњавање и за наводњавање, регулација река и потока, затим подизање водојажа, насипа за одбрану од поплаве, уређења атара итд. не могу се извршити без геодетских радова, пошто су они основ споме-нутог и пројектовања и извршења.

У овом уџбенику дато је оно градиво из ниже геодезије које је потребно у раду инжењеру агрономије.

<sup>1</sup> Цртеж који у смањеној размери претставља већи део земљине површине назива се карта.

<sup>2</sup> Под планом подразумева се цртеж који у смањеној размери претставља мањи део земљине површине (напр. план насељеног места или једног дела тог насеља, план атара неког села или једног дела тог атара, план појединих имања, парцела и слично).

## I. СИСТЕМИ МЕРА

Мерити неку величину (дуж, површину, запремину и слично) значи ту мерену величину упоредити с величином исте врсте која је узета као „јединица“ за мерење, тзв. „мерна јединица“.

### МЕРЕ ЗА ДУЖИНЕ У МЕТАРСКОМ СИСТЕМУ

Јединица за мерење дужина је метар (m). Десети део метра је десиметар ( $1 \text{ dm} = 0,10 \text{ m}$ ), стоти део метра је сантиметар ( $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$ ), а хиљадити део метра је милиметар ( $1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$ ).

Хиљадити део милиметра је микрон ( $1 \mu = 0,001 \text{ mm}$ ), а хиљадити део микрона је милмикрон ( $1 \text{ m}\mu = 0,001 \mu$ ).

Према томе:  $1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm} = 1\,000\,000 \mu = 1\,000\,000\,000 \text{ m}\mu$ .

Сто метара је хектометар ( $1 \text{ hm} = 100 \text{ m}$ ), а хиљаду метара је километар ( $1 \text{ km} = 10 \text{ hm} = 1000 \text{ m}$ ).

**Пример 1.** Ширина неког дворишта износи 18,50 m. Колика је ова ширина изражена у dm, cm и mm?

У десиметрима износи 185 dm, тј. 18,5 m по 10 dm за сваки метар; у сантиметрима износи 1850 cm, тј. 18,5 m по 100 cm за сваки метар; у милиметрима износи 18500 mm, тј. 18,5 m по 1000 mm за сваки метар.

### МЕРЕ ЗА ПОВРШИНЕ У МЕТАРСКОМ СИСТЕМУ

Јединица за мерење површина је квадратни метар ( $\text{m}^2$ , qm), сл. 1.

$$1 \text{ m}^2 = 10 \text{ dm} \times 10 \text{ dm} = 100 \text{ dm}^2$$

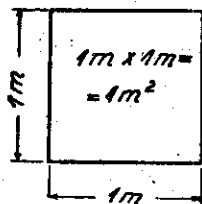
$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} = 10\,000 \text{ cm}^2$$

Сто квадратних метара чини један ар (1 a);

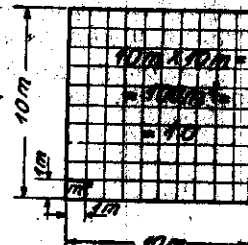
$$1 \text{ a} = 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2, \text{ сл. 2 и 3.}$$

Десет хиљада квадратних метара чини један хектар (1 ha);

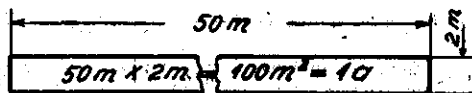
$$1 \text{ ha} = 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 10\,000 \text{ m}^2, \text{ сл. 4 и 5.}$$



Сл. 1



Сл. 2



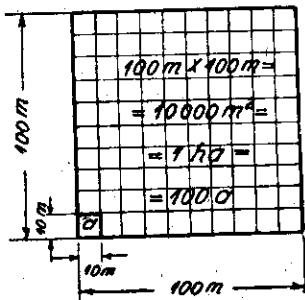
Сл. 3

Милион квадратних метара чини један квадратни километар ( $1 \text{ km}^2$ );  $1 \text{ km}^2 = 1000 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 1\,000\,000 \text{ m}^2$ , сл. 6 и 7.

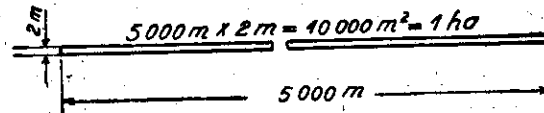
Метарски систем ( $\text{m}^2$ , а, ha) у употреби је у НР Србији (осим АП Војводине), НР Македонији, НР Црној Гори, НР Босни и Херцеговини, НР Словенији и у једном делу НР Хрватске.

Осим хектара, ара и квадратног метра, у НР Босни и Херцеговини као јединица употребљава се *дулум*, у НР Македонији *декар*, а у НР Црној Гори *рало*. Дулум и декар имају исту површину. Она

износи  $1000 \text{ m}^2$  тј. 10 а или 0,10 ha. Рало у НР Црној Гори има површину  $1820 \text{ m}^2$ , па према томе  $5 \frac{1}{2}$  рала чини 1 ha (тачније  $1820 \text{ m}^2 \times 5,5 = 10\,010 \text{ m}^2$ ).



Сл. 4

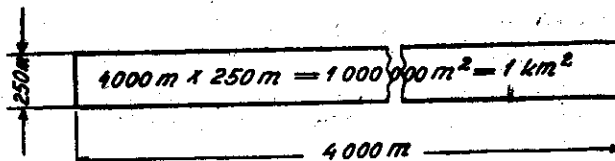
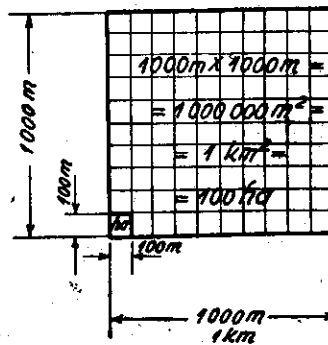


Сл. 5

Ако је извесна површина дата само у квадратним метрима, а потребно је њу изразити у кв. метрима, арима, хектарима и кв. километрима, прерачунавање се врши најједноставније на овај начин: број који означава само кв. метре подели се у групе од по две цифре почев од десималне запете на лево. Прва група претставља кв. метре, друга аре, трећа група хектаре, а четврта група претставља кв. километре ( $100 \text{ m}^2 = 1 \text{ a}$ ;  $100 \text{ a} = 1 \text{ ha}$ ;  $100 \text{ ha} = 1 \text{ km}^2$ ).

**Пример 2.** Површина атара неког села износи  $75\,026\,508 \text{ m}^2$ . Колика је површина тог атара изражена у хектарима, арима и кв. метрима?

Број  $75\,026\,508$  издељен у групе од по две цифре даје  $75\,02\,65\,08$ , тј.  $7502 \text{ ha}$ ,  $65 \text{ a}$  и  $8 \text{ m}^2$ . Површина  $7502 \text{ ha}$  издељена у групе даје  $75 \text{ km}^2$  и  $2 \text{ ha}$ , тј.  $75\,02 \text{ km}^2 \text{ ha}$



Сл. 6 и 7

Подела на групе показује нам начин на који се може сигурно и брзо прерачунати површина само у кв. метре кад је та површина изражена у кв. километрима, хектарима, арима и кв. метрима.



У примеру бр. 2, површина  $75\ 026\ 508\ m^2$  издељена у групе даје  $75\ km^2$ ,  $2\ ha$ ,  $65\ a$  и  $8\ m^2$ . Из овог се види да је приликом прерачунавања потребно прво написати број кв. километара, затим до њега удесно број хектара, па даље удесно број ари и на крају број кв. метара. При овом треба имати у виду да се број хектара, ари и кв. метара пише са две цифре и када је број хектара, ари и кв. метара мањи од 10. Тако напр. 2 хектара написане се  $02\ ha$ , 8 кв. метара  $08\ m^2$  и слично.

**Пример 3.** Површина групе њива износи 97 хектара, 8 ари и 6 кв. метара. Колика је ова површина изражена само у кв. метрима?

До броја 97 написаћемо 08 ари, а до њега 06 кв. метара, тј. написаћемо број 970806 који нам означава површину групе њива само у кв. метрима.

Ради вежбања наводе се још и ови примери:

$35\ ha, 72\ a, 5\ m^2 = 357205\ m^2 = 357\ 205\ m^2$ . Подељен у групе чини  $35\ | 72\ | 05$   
 $ha\ | a\ | m^2$

$4\ ha, 3\ a, 7\ m^2 = 40307\ m^2 = 40\ 307\ m^2$ . Подељен у групе чини  $4\ | 03\ | 07$   
 $ha\ | a\ | m^2$

$12\ km^2, 9\ ha, 2\ a, 88\ m^2 = 12090288\ m^2 = 12\ 090\ 288\ m^2$ . Подељен у групе чини  $12\ | 09\ | 02\ | 88$   
 $km^2\ | ha\ | a\ | m^2$

На овај је начин избегнуто засебно прерачунавање кв. километара, хектара и ари у кв. метре, а затим сабирање такв сачунатих кв. метара, тј. поступак који би напр. за  $12\ km^2, 9\ ha, 2\ a$  и  $88\ m^2$  изгледао овако:

12 km <sup>2</sup> по 1 000 000 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> дају . . . . .	12 000 000 m <sup>2</sup>
9 ha по 10 000 m <sup>2</sup> /ha дају . . . . .	90 000 m <sup>2</sup>
2 a по 100 m <sup>2</sup> /a дају . . . . .	200 m <sup>2</sup>
88 m <sup>2</sup> . . . . .	88 m <sup>2</sup>
	Свега . . . . . 12 090 288 m <sup>2</sup>

#### МЕРЕ ЗА ДУЖИНЕ И ПОВРШИНЕ У ХВАТНОМ СИСТЕМУ

Хватни систем код нас је још у употреби у већем делу НР Хрватске и у АП Војводини. Међутим, новим премером и на овим територијама завешће се метарски систем уместо хватног.

Јединица за мерење површина је квадратни хват ( $hv^2$ ,  $1\ \square^0$ ,  $khv$ ,  $čhv$ ,  $qhv$ ). Површина  $1\ hv^2$  изражена у  $m^2$  износи:  $1\ hv^2 = 1,896\ 483\ 84\ m \times 1,896\ 483\ 84\ m = 3,596\ 650\ 95\ m^2 \approx 3,60\ m^2$ , сл. 8. Већа јединица је катастарско јутро (1 kj, 1 j). Једно катастарско јутро има  $1600\ hv^2$  ( $1600\ \square^0$ ). Ова површина одговара површини квадрата са страном од  $40\ hv$ , сл. 9.

За прерачунавање метара у хвате, затим хектара, ари и кв. метара у јутра и кв. хвате и обрнуто, наводе се ови подаци:

$$1\ hv = 1,89648384\ m \approx 1,90\ m; 1\ m = 0,5272916\ hv;$$

$$1\ hv^2 = 3,59665095\ m^2 \approx 3,60\ m^2; 1\ m^2 = 0,278036431\ hv^2;$$

$$1\ kj = 0,5754641526\ ha = 5754,64\ m^2 \approx 0,58\ ha;$$

$$1\ ha = 2780,36431\ hv^2 = 1\ j; 1180,36431\ hv^2 = 1,737727\ kj \approx 1,74\ kj;$$

$$1\ ланац = 2000\ hv^2 = 1\ j; 400\ hv^2$$

На крају наводимо некоје јединице за дужине и површине које се употребљавају у Енглеској и САД.

$$1 \text{ inch (in)} = 25,399772 \text{ mm} = 0,025399772 \text{ m};$$

$$1 \text{ foot (ft)} = 12 \text{ in} = 30,4797264 \text{ cm} = 0,304797264 \text{ m};$$

$$1 \text{ yard (yd)} = 36 \text{ in} = 91439179 \text{ cm} = 0,914392 \text{ m};$$

$$1 \text{ mile} = 1609,3296 \text{ m};$$

$$1 \text{ square inch} = 645,14842 \text{ mm}^2 = 6,4514842 \text{ cm}^2;$$

$$1 \text{ square foot} = 929,01372 \text{ cm}^2 = 0,0929014 \text{ m}^2;$$

$$1 \text{ square yard} = 0,83611235 \text{ m}^2;$$

$$1 \text{ acre} = 4046,7838 \text{ m}^2.$$

Рад на прерачунавању у квадратне хвате површина изражених у јутрима и обратно олакшан је и убрзан употребом података наведених у табlici 1.

Ова таблица има 11 колона. У првом реду сваке колоне уписане су површине у јутрима на које се колона односи, на пример трећа колона се односи на површине од 21 ј до 30 ј. На левој страни сваке колоне уписан је број јутара, а на десној страни колоне у истом реду уписан је број квадратних хвати који одговара датом броју јутара, напр. површини од 25 ј одговара површина од 40 000  $h^2$ , а површини од 29 ј одговара површина од 46 400  $h^2$  (види трећу колону). Површина од 107 200  $h^2$  одговара површини од 67 ј (седма колона), а површини од 1 280 000  $h^2$  одговара површина од 800 ј (једанаеста колона).

#### Пример 4

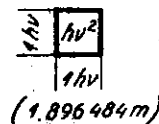
а) Површина воњњака износи 15 000  $h^2$ . Колика је ова површина изражена у јутрима и кв. хватима?

У табlici 1 површина 15 000  $h^2$  налази се између 9 ј и 10 ј. Површина 9 јутара у кв. хватима износи 14 400. Кад се од 15 000  $h^2$  одузме 14 400  $h^2$ , остаје 600  $h^2$ . Према томе, површина изражена у јутрима и кв. хватима износи: 15 000  $h^2 = 14 400 h^2 + 600 h^2 = 9 ј 600 h^2$ .

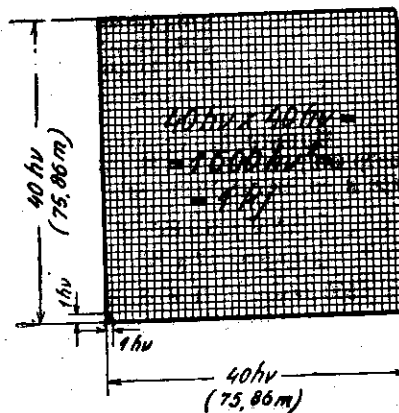
б) Површина пашњака износи 180 000  $h^2$ . Да бисмо ову површину изразили у јутрима и кв. хватима, поделићемо је на 160 000  $h^2 + 20 000 h^2$ . Површини 160 000  $h^2$  одговара 100 ј, а површини 19 200  $h^2$  одговара 12 ј (види табlici 1). Према томе 180 000  $h^2 = 160 000 h^2 + 19 200 h^2 + 800 h^2 = 100 ј + 12 ј + 800 h^2 = 112 ј 800 h^2$ .

в) Под огледима налази се површина од 24 ј 1040  $h^2$ . Колика је ова површина изражена само кв. хватима? Површини 24 ј одговара 38 400  $h^2$ . Према томе површина 24 ј 1040  $h^2$  изражена само у  $h^2$  износи: 38 400  $h^2 + 1040 h^2 = 39 440 h^2$ .

За прерачунавање кв. метара, ари и хектара у јутра и кв. хвате употребљавају се подаци табlice 2. Кад се ради о прерачунавању јутара и кв. хвати у кв. метре, ари и хектаре употребимо податке табlice 3. Примена табlice 2 и 3 показана је у следећим примерима.



Сл. 8



Сл. 9

ТАБЛИЦА 1

1 j до 10 j		11 j до 20 j		21 j до 30 j		31 j до 40 j		41 j до 50 j		51 j до 60 j		61 j до 70 j	
j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>
1	1600	11	17600	21	33600	31	49600	41	65600	51	81600	61	97600
2	3200	12	19200	22	35200	32	51200	42	67200	52	83200	62	99200
3	4800	13	20800	23	36800	33	52800	43	68800	53	84800	63	100800
4	6400	14	22400	24	38400	34	54400	44	70400	54	86400	64	102400
5	8000	15	24000	25	40000	35	56000	45	72000	55	88000	65	104000
6	9600	16	25600	26	41600	36	57600	46	73600	56	89600	66	105600
7	11200	17	27200	27	43200	37	59200	47	75200	57	91200	67	107200
8	12800	18	28800	28	44800	38	60800	48	76800	58	92800	68	108800
9	14400	19	30400	29	46400	39	62400	49	78400	59	94400	69	110400
10	16000	20	32000	30	48000	40	64000	50	80000	60	96000	70	112000

71 j до 80 j		81 j до 90 j		91 j до 100 j		100 j до 1000 j	
j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>	j	h <sup>v2</sup>
71	113600	81	129600	91	145600	100	1600000
72	115200	82	131200	92	147200	200	3200000
73	116800	83	132800	93	148800	300	4800000
74	118400	84	134400	94	150400	400	6400000
75	120000	85	136000	95	152000	500	8000000
76	121600	86	137600	96	153600	600	9600000
77	123200	87	139200	97	155200	700	11200000
78	124800	88	140800	98	156800	800	12800000
79	126400	89	142400	99	158400	900	14400000
80	128000	90	144000	100	160000	1000	16000000

**Пример 5.** Задатак: треба прерачунати површину воњњака 9 j 600 h<sup>v2</sup>, затим површину пашњака 112 j 800 h<sup>v2</sup> и површину под огледима 24 j 1040 h<sup>v2</sup> у хектаре, аре и кв. метре користећи таблицу 3.

a) 9 j 600 h <sup>v2</sup>	б) 112 j 800 h <sup>v2</sup>	в) 24 j 1040 h <sup>v2</sup>
9 j = 5 ha 17 a 92 m <sup>2</sup>	100 j = 57 ha 54 a 64 m <sup>2</sup>	24 j = 13 ha 81 a 11 m <sup>2</sup>
600 h <sup>v2</sup> = 21 a 58 m <sup>2</sup>	12 j = 6 ha 90 a 56 m <sup>2</sup>	1000 h <sup>v2</sup> = 35 a 97 m <sup>2</sup>
5 ha 39 a 50 m <sup>2</sup>	800 h <sup>v2</sup> = 28 a 77 m <sup>2</sup>	40 h <sup>v2</sup> = 1 a 44 m <sup>2</sup>
	64 ha 73 a 97 m <sup>2</sup>	14 ha 18 a 52 m <sup>2</sup>

**Пример 6.** Ради вежбања прерачунајемо неколико већих површина из метарског система у хватни систем и обратно применом споменутих таблица.

a) Дато: 4856 ha 24 a 95 m <sup>2</sup>	б) Дато: 128 752 ha 74 a 15 m <sup>2</sup>
Прерачунато:	Прерачунато:
4000 ha . . . . . 6950 j 1457,24 h <sup>v2</sup>	100 000 ha . . . . . 173 772 j 1231,0 h <sup>v2</sup>
800 ha . . . . . 1390 j 291,45 h <sup>v2</sup>	20 000 ha . . . . . 34 754 j 886,2 h <sup>v2</sup>
56 ha . . . . . 97 j 500,40 h <sup>v2</sup>	8 000 ha . . . . . 13 901 j 1314,5 h <sup>v2</sup>
24 a . . . . . 667,29 h <sup>v2</sup>	700 ha . . . . . 1 216 j 655,0 h <sup>v2</sup>
95 m <sup>2</sup> . . . . . 26,41 h <sup>v2</sup>	52 ha . . . . . 90 j 578,9 h <sup>v2</sup>
8437 j 2942,79 h <sup>v2</sup>	74 a . . . . . 1 j 457,5 h <sup>v2</sup>
-1600,00 h <sup>v2</sup>	15 m <sup>2</sup> . . . . . 4,2 h <sup>v2</sup>
8438 j 1342,79 h <sup>v2</sup> ≈	223 734 j 5127,3 h <sup>v2</sup>
≈ 8438 j 1343 h <sup>v2</sup>	- 4800,0 h <sup>v2</sup>
	223 734 j 327 h <sup>v2</sup>

Т А Б Л И Ц А 2  
за прерачунавање површина из метарског система у хватни систем

(1m<sup>2</sup> = 0,278036431 hv<sup>2</sup>; 1 ha = 1 j 1180,36431 hv<sup>2</sup>)

m <sup>2</sup>	hv <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	hv <sup>2</sup>	a	hv <sup>2</sup>	a	j	hv <sup>2</sup>	ha	j	hv <sup>2</sup>	ha	j	hv <sup>2</sup>	ha	j	hv <sup>2</sup>
1	0,2780	51	14,1798	1	27,80	51		1417,98	1	1	1180,36	51	88	998,58	100	173	1236,43
2	0,5561	52	14,4579	2	55,61	52		1445,79	2	3	760,73	52	90	578,94	200	347	872,86
3	0,8341	53	14,7359	3	83,41	53		1473,59	3	5	341,09	53	92	159,31	300	521	509,29
4	1,1121	54	15,0140	4	111,21	54		1501,40	4	6	1521,45	54	93	1339,67	400	695	145,72
5	1,3902	55	15,2920	5	139,02	55		1529,20	5	8	1101,82	55	95	920,04	500	868	1382,16
6	1,6682	56	15,5700	6	166,82	56		1557,00	6	10	682,18	56	97	500,40	600	1 042	1018,59
7	1,9462	57	15,8481	7	194,62	57		1584,81	7	12	262,55	57	99	80,76	700	1 216	655,02
8	2,2243	58	16,1261	8	222,43	58	1	12,61	8	13	1442,91	58	100	1261,13	800	1 390	291,45
9	2,5023	59	16,4041	9	250,23	59	1	40,41	9	15	1023,28	59	102	841,49	900	1 563	1527,88
10	2,7804	60	16,6822	10	278,04	60	1	68,22	10	17	603,64	60	104	421,86	1 000	1 737	1164,31
11	3,0584	61	16,9602	11	305,84	61	1	96,02	11	19	184,01	61	106	2,22	2 000	3 475	728,62
12	3,3364	62	17,2382	12	333,64	62	1	123,82	12	20	1364,37	62	107	1182,59	3 000	5 213	292,93
13	3,6145	63	17,5163	13	361,45	63	1	151,63	13	22	944,74	63	109	762,95	4 000	6 950	1457,24
14	3,8925	64	17,7943	14	389,25	64	1	179,43	14	24	525,10	64	111	343,32	5 000	8 688	1021,55
15	4,1705	65	18,0724	15	417,05	65	1	207,24	15	26	105,46	65	112	1523,68	6 000	10 426	585,86
16	4,4486	66	18,3504	16	444,86	66	1	235,04	16	27	1285,83	66	114	1104,04	7 000	12 164	150,17
17	4,7266	67	18,6284	17	472,66	67	1	262,84	17	29	866,19	67	116	684,41	8 000	13 901	1314,48
18	5,0046	68	18,9065	18	500,46	68	1	290,65	18	31	446,56	68	118	264,77	9 000	15 639	878,79
19	5,2827	69	19,1845	19	528,27	69	1	318,45	19	33	26,92	69	119	1445,14	10 000	17 377	443,10
20	5,5607	70	19,4625	20	556,07	70	1	346,25	20	34	1207,28	70	121	1025,50	20 000	34 754	886,2
21	5,8388	71	19,7406	21	583,88	71	1	374,06	21	36	787,65	71	123	605,87	30 000	52 131	1329,3
22	6,1168	72	20,0186	22	611,68	72	1	401,86	22	38	368,01	72	125	186,23	40 000	69 509	172,4
23	6,3948	73	20,2966	23	639,48	73	1	429,66	23	39	1548,38	73	126	1366,59	50 000	86 886	615,5
24	6,6729	74	20,5747	24	667,29	74	1	457,47	24	41	1128,74	74	128	946,96	60 000	104 263	1058,6
25	6,9509	75	20,8527	25	695,09	75	1	485,27	25	43	709,11	75	130	527,32	70 000	121 640	1501,7
26	7,2289	76	21,1308	26	722,89	76	1	513,08	26	45	289,47	76	132	107,69	80 000	139 018	344,8
27	7,5070	77	21,4088	27	750,70	77	1	540,88	27	46	1469,84	77	133	1288,05	90 000	156 395	787,9
28	7,7850	78	21,6868	28	778,50	78	1	568,68	28	48	1050,20	78	135	868,42	100 000	173 772	1231,0
29	8,0630	79	21,9649	29	806,30	79	1	596,49	29	50	630,56	79	137	448,78	200 000	347 545	862
30	8,3411	80	22,2429	30	834,11	80	1	624,29	30	52	210,93	80	139	29,14	300 000	521 318	493
31	8,6191	81	22,5209	31	861,91	81	1	652,09	31	53	1391,29	81	140	1209,51	400 000	695 091	124
32	8,8972	82	22,7990	32	889,72	82	1	679,90	32	55	971,66	82	142	789,87	500 000	868 863	1355
33	9,1752	83	23,0770	33	917,52	83	1	707,70	33	57	552,02	83	144	370,24	600 000	1 042 636	986
34	9,4532	84	23,3550	34	945,32	84	1	735,50	34	59	132,39	84	145	1550,60	700 000	1 216 409	617
35	9,7313	85	23,6331	35	973,13	85	1	763,31	35	60	1312,75	85	147	1130,97	800 000	1 390 182	248
36	10,0093	86	23,9111	36	1000,93	86	1	791,11	36	62	893,12	86	149	711,33	900 000	1 563 954	1479
37	10,2873	87	24,1892	37	1028,73	87	1	818,92	37	64	473,48	87	151	291,69	1 000 000	1 737 727	1110
38	10,5654	88	24,4672	38	1056,54	88	1	846,72	38	66	53,84	88	152	1472,06			
39	10,8434	89	24,7452	39	1084,34	89	1	874,52	39	67	1234,21	89	154	1052,42			
40	11,1214	90	25,0233	40	1112,14	90	1	902,33	40	69	814,57	90	156	632,79			
41	11,3995	91	25,3013	41	1139,95	91	1	930,13	41	71	394,94	91	158	213,15			
42	11,6775	92	25,5793	42	1167,75	92	1	957,93	42	72	1575,30	92	159	1393,52			
43	11,9556	93	25,8574	43	1195,56	93	1	985,74	43	74	1155,66	93	161	973,88			
44	12,2336	94	26,1354	44	1223,36	94	1	1013,54	44	76	736,03	94	163	554,24			
45	12,5116	95	26,4134	45	1251,16	95	1	1041,34	45	78	316,39	95	165	134,61			
46	12,7897	96	26,6915	46	1278,97	96	1	1069,15	46	79	1496,76	96	166	1314,97			
47	13,0677	97	26,9695	47	1306,77	97	1	1096,95	47	81	1077,12	97	168	895,34			
48	13,3457	98	27,2476	48	1334,57	98	1	1124,76	48	83	657,49	98	170	475,70			
49	13,6238	99	27,5256	49	1362,38	99	1	1152,56	49	85	237,85	99	172	56,07			
50	13,9018	100	27,8036	50	1390,18	100	1	1180,36	50	86	1418,22	100	173	1236,43			

ТАБЛИЦА 3

за прерачунавање површина из хватног система у метарски систем

(1 hv<sup>2</sup> = 3,59665095 m<sup>2</sup>; 1 kj = 0,5754641526 ha)

hv <sup>2</sup>	a	m <sup>2</sup>	hv <sup>2</sup>	a	m <sup>2</sup>	j	ha	a	m <sup>2</sup>	j	ha	a	m <sup>2</sup>
1		3,5966	51	1	83,4292	1		57	54,6	51	29	34	86,7
2		7,1933	52	1	87,0259	2	1	15	09,3	52	29	92	41,4
3		10,7900	53	1	90,6225	3	1	72	63,9	53	30	49	96,0
4		14,3866	54	1	94,2192	4	2	30	18,6	54	31	07	50,6
5		17,9832	55	1	97,8158	5	2	87	73,2	55	31	65	05,3
6		21,5799	56	2	01,4125	6	3	45	27,8	56	32	22	59,9
7		25,1766	57	2	05,0091	7	4	02	82,5	57	32	80	14,6
8		28,7732	58	2	08,6058	8	4	60	37,1	58	33	37	69,2
9		32,3699	59	2	12,2024	9	5	17	91,8	59	33	95	23,8
10		35,9665	60	2	15,7991	10	5	75	46,4	60	34	52	78,5
11		39,5632	61	2	19,3957	11	6	33	01,0	61	35	10	33,1
12		43,1598	62	2	22,9924	12	6	90	55,7	62	35	67	87,7
13		46,7565	63	2	26,5890	13	7	48	10,3	63	36	25	42,4
14		50,3531	64	2	30,1857	14	8	05	65,0	64	36	82	97,0
15		53,9498	65	2	33,7824	15	8	63	19,6	65	37	40	51,7
16		57,5464	66	2	37,3790	16	9	20	74,3	66	37	98	06,3
17		61,1431	67	2	40,9756	17	9	78	28,9	67	38	55	61,0
18		64,7397	68	2	44,5723	18	10	35	83,5	68	39	13	15,6
19		68,3364	69	2	48,1690	19	10	93	38,2	69	39	70	70,3
20		71,9330	70	2	51,7656	20	11	50	92,8	70	40	28	24,9
21		75,5297	71	2	55,3623	21	12	08	47,5	71	40	85	79,5
22		79,1263	72	2	58,9589	22	12	66	02,1	72	41	43	34,2
23		82,7230	73	2	62,5556	23	13	23	56,8	73	42	00	88,8
24		86,3196	74	2	66,1522	24	13	81	11,4	74	42	58	43,5
25		89,9163	75	2	69,7489	25	14	38	66,0	75	43	15	98,1
26		93,5129	76	2	73,3455	26	14	96	20,7	76	43	73	52,8
27		97,1096	77	2	76,9422	27	15	53	75,3	77	44	31	07,4
28	1	00,7062	78	2	80,5388	28	16	11	30,0	78	44	88	62,0
29	1	04,3029	79	2	84,1355	29	16	68	84,6	79	45	46	16,7
30	1	07,8995	80	2	87,7321	30	17	26	39,2	80	46	03	71,3
31	1	11,4962	81	2	91,3286	31	17	83	93,8	81	46	61	26,0
32	1	15,0928	82	2	94,9254	32	18	41	48,5	82	47	18	80,6
33	1	18,6895	83	2	98,5221	33	18	99	03,2	83	47	76	35,2
34	1	22,2862	84	3	02,1187	34	19	56	57,8	84	48	33	89,9
35	1	25,8828	85	3	05,7154	35	20	14	12,4	85	48	91	44,5
36	1	29,4794	86	3	09,3120	36	20	71	67,1	86	49	48	99,2
37	1	33,0761	87	3	12,9087	37	21	29	21,7	87	50	06	53,8
38	1	36,6728	88	3	16,5053	38	21	86	76,4	88	50	64	08,4
39	1	40,2694	89	3	20,1020	39	22	44	31,0	89	51	21	63,1
40	1	43,8661	90	3	23,6986	40	23	01	85,7	90	51	79	17,7
41	1	47,4627	91	3	27,2953	41	23	59	40,3	91	52	36	72,4
42	1	51,0594	92	3	30,8919	42	24	16	94,9	92	52	94	27,0
43	1	54,6560	93	3	34,4886	43	24	74	49,6	93	53	51	81,7
44	1	58,2527	94	3	38,0852	44	25	32	04,2	94	54	09	36,3
45	1	61,8493	95	3	41,6819	45	25	89	58,9	95	54	66	90,9
46	1	65,4460	96	3	45,2785	46	26	47	13,5	96	55	24	45,6
47	1	69,0426	97	3	48,8752	47	27	04	68,2	97	55	82	00,2
48	1	72,6393	98	3	52,4718	48	27	62	22,6	98	56	39	54,9
49	1	76,2359	99	3	56,0685	49	28	19	77,4	99	56	97	09,5
50	1	79,8326	100	3	59,6652	50	28	77	32,1	100	57	54	64,2

Наставак таблице 3

h <sup>v2</sup>	a	m <sup>2</sup>	j	ha	a	m <sup>2</sup>	j	ha	a	m <sup>2</sup>	j	ha	a	m <sup>2</sup>
100	3	59,66	100	57	54	64	6000	3452	78	49	300000	172639	24	58
200	7	19,33	200	115	09	28	7000	4028	24	91	400000	230185	66	10
300	10	79,00	300	172	63	92	8000	4603	71	32	500000	287732	07	63
400	14	38,66	400	230	18	57	9000	5179	17	74	600000	345278	49	16
500	17	98,32	500	287	73	21	10000	5754	64	15	700000	402824	90	68
600	21	57,99	600	345	27	85	20000	11509	28	30	800000	460371	32	21
700	25	17,66	700	402	82	49	30000	17263	92	46	900000	517917	73	73
800	28	77,32	800	460	37	13	40000	23018	56	61	1000000	575464	15	26
900	32	36,99	900	517	91	77	50000	28773	20	76				
1000	35	96,65	1000	575	46	42	60000	34527	84	92				
1100	39	56,32	2000	1150	92	83	70000	40282	49	07				
1200	43	15,98	3000	1726	39	24	80000	46037	13	22				
1300	46	75,65	4000	2301	85	66	90000	51791	77	37				
1400	50	35,31	5000	2877	32	08	100000	57546	41	53				
1500	53	94,98	6000	3452	78	49	200000	115092	83	05				
1600	57	54,64												

## Наставак примера 6

в) Дато: 5844 j 1208 h<sup>v2</sup>г) Дато: 78 426 j 835 h<sup>v2</sup>

Прерачунао:

5000 j = 2877 ha 32 a 08 m<sup>2</sup>

800 j = 460 ha 37 a 13 m<sup>2</sup>

44 j = 25 ha 32 a 04 m<sup>2</sup>

1200 h<sup>v2</sup> = 43 a 16 m<sup>2</sup>

8 h<sup>v2</sup> = 29 m<sup>2</sup>

3363 ha 44 a 70 m<sup>2</sup>

Прерачунао:

70 000 j = 40 282 ha 49 a 07 m<sup>2</sup>

8 000 j = 4 603 ha 71 a 32 m<sup>2</sup>

400 j = 230 ha 18 a 57 m<sup>2</sup>

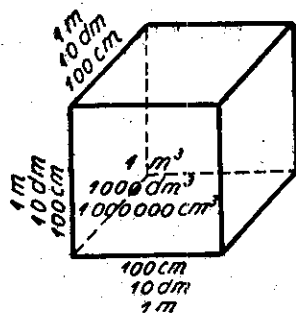
26 j = 14 ha 96 a 21 m<sup>2</sup>

800 h<sup>v2</sup> = 28 a 77 m<sup>2</sup>

35 h<sup>v2</sup> = 1 a 26 m<sup>2</sup>

45 131 ha 65 a 20 m<sup>2</sup>

## МЕРЕ ЗА ЗАПРЕМИНУ

Јединица мере за запремину (кубатуру) је кубни метар (m<sup>3</sup>), сл. 10.

Сл. 10

Кубни метар изражен у кубним десиметрима износи 1000 dm<sup>3</sup>, тј. 10 dm × 10 dm × 10 dm = 1000 dm<sup>3</sup>. Кубни метар изражен у кубним сантиметрима износи 1 000 000 cm<sup>3</sup>, тј. 100 cm × 100 cm × 100 cm = 1 000 000 cm<sup>3</sup>.

Запремина 1 dm<sup>3</sup> једнака је једном литру (lit, l), па према томе 1 m<sup>3</sup> садржи 1000 l.

100 l = 1 хектолитар (1 hl).

За врло велике запремине употребљава се кубни километар (km<sup>3</sup>); 1 km<sup>3</sup> = 1000 m × 1000 m × 1000 m = 1 000 000 000 m<sup>3</sup>.

$$1 \text{ cubic inch (cub. in)} = 16\,386,623 \text{ mm}^3;$$

$$1 \text{ cubic foot} = 0,02831608 \text{ m}^3;$$

1 cubic yard (cub. yd) = 0,764534 m<sup>3</sup>; 1 gallon = 4,543582 lit;

1 buchel = 8 gallon-a = 36,3487 l.

**Пример 7.** Парцела приказана на сл. 11 има површину 6 ha 88 a 00 m<sup>2</sup>. Треба срачунати запремину орнице дубине 0,25 m и запремину здравце (подорног слоја) дубине 0,5 m у m<sup>3</sup>, dm<sup>3</sup> и cm<sup>3</sup>.

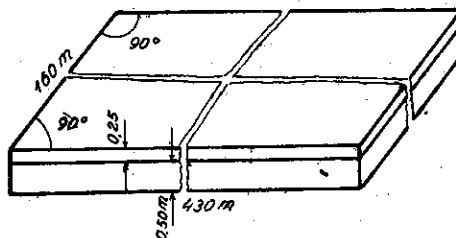
Запремина орнице ( $Z_{or}$ ) једнака је запремини призме с површином основице 68 800 m<sup>2</sup> (тј. 430 m × 160 m) и висином 0,25 m.

$$Z_{or} = 68\,800 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} = 17\,200 \text{ m}^3 = 17\,200\,000 \text{ dm}^3 = 17\,200\,000\,000 \text{ cm}^3.$$

Запремина здравце:  $Z_{zd} = 68\,800 \text{ m}^2 \times 0,50 \text{ m} = 34\,400 \text{ m}^3 = 34\,400\,000 \text{ dm}^3 = 34\,400\,000\,000 \text{ cm}^3.$

#### МЕРЕ ЗА ТЕЖИНУ

Јединица мере за тежину је килограм (kg). Тежина 1 dm<sup>3</sup>, односно 1 l дестиловане воде на температури +4°C износи 1 kg. 1 kg = 100 dkg (декаграма); 1 kg = 1000 g (грама); 0,001 g = 1 mg (милиграм); 0,000001 g = 1  $\mu$  (микrogram); 100 kg = 1 q (метарска цента, квинтал, товар); 1000 kg = 1 t (тона); 1 вагон = 10 000 kg = 10 t.



Сл. 11

**Пример 8.** У примеру 7 срачуната је запремина орнице дубине 0,25 m за површину земљишта 68 800 m<sup>2</sup>. За исту површину, а за дубину 0,5 m, срачуната је запремина здравце. Ове запремине износе:

$$Z_{or} = 17\,200 \text{ m}^3 = 17\,200\,000\,000 \text{ cm}^3; \quad Z_{zd} = 34\,400 \text{ m}^3 = 34\,400\,000\,000 \text{ cm}^3.$$

У природном склопу тежина 1 cm<sup>3</sup> суве орнице износи 1,30 g, а здравце 1,70 g. Треба израчунати тежину орнице и здравце за наведене запремине и то у тонама.

Тежина 1 cm<sup>3</sup> орнице износи 1,30 g. Пошто 1 m<sup>3</sup> има 1 000 000 cm<sup>3</sup>, онда тежина 1 m<sup>3</sup> орнице износи 1 000 000 cm<sup>3</sup> × 1,30 g/cm<sup>3</sup> = 1 300 000 g = 1 300 kg = 1,3 t. Према Шоме, *Тежина 1 cm<sup>3</sup> у грамама одговара тежини 1 m<sup>3</sup> у тонама.*

Тежина орнице износи: 17 200 m<sup>3</sup> × 1,30 t/m<sup>3</sup> = 22 360 t, а тежина здравце 34 400 m<sup>3</sup> × 1,70 t/m<sup>3</sup> = 58 480 t.

Ако узмемо запремину у cm<sup>3</sup> и тежину по 1 cm<sup>3</sup>, долазимо до истог резултата, напр. за орницу 17 200 000 000 cm<sup>3</sup> × 1,30 g/cm<sup>3</sup> = 22 360 000 000 g = 22 360 000 kg = 22 360 t.

#### МЕРЕ ЗА УГЛОВЕ

Из планиметрије је познато да се геометриски облик између две полуправе (ТА и ТВ, сл. 13) које полазе из исте тачке (Т) зове угао. Полуправе се зову краци, а тачка из које оне полазе — теме угла.

Претпоставимо да је кружна линија подељена на 360 једнаких делова и да су тачке те поделе спојене с центром те линије. На овај начин око центра ће се добити 360 једнаких средишних (централних) углова. Један такав угао одговара једном угаоном степену. Ако се саберу 360 угаоних степени добија се пун угао (360°). Број угаоних степена у углу показује величину обршања једног крака угла да би покложио други крак (сл. 13), тј. величину угла.

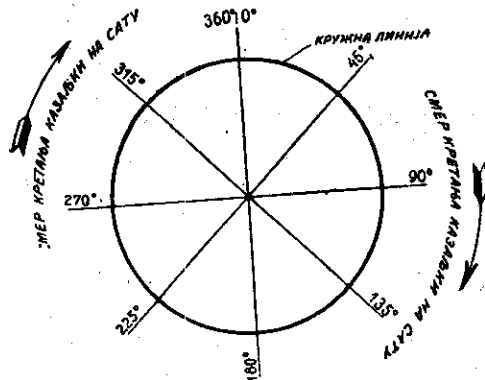
Подела пуног угла на 360° степени, која је код нас усвојена, зове се стара (сексагезимална) подела, сл. 12. Сваки степен подељен је на 60 минута, а сваки минут на 60 секунди.

За ову поделу усвојене су следеће ознаке: ° за степене; ' за минуте и '' за секунде. Ове се ознаке уписују са десне стране, горе, у виду индекса. Тако напр. угао од сто три степена, четрдесет четири минута и педесет секунди написаћемо 103° 44' 50''.

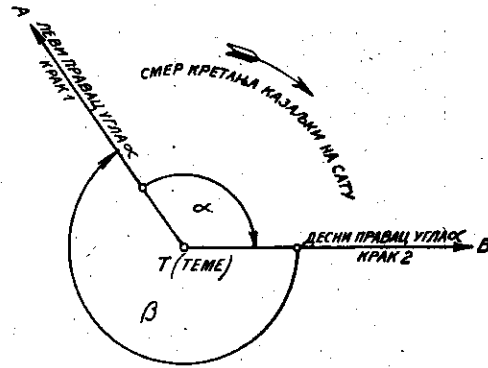
Ако је број минута мањи од 10, при писању уопште не пишу се две цифре, на пример 5' пише се 05', 9' пише се 09' итд. Ово важи и за писање секунди.

Подела на степене, минуте и секунде расте у смеру кретања казаљки на сату, сл. 12.

Величина неког угла (било у хоризонталној, било у вертикалној равни) добија се одузимањем левог крака (правца) од десног крака (правца) тога угла, сл. 13.

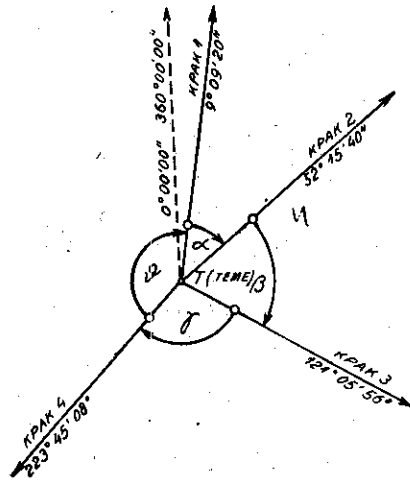


Сл. 12



Сл. 13

Посматрамо ли неки угао из његовог темена, тада је крак на десној страни десни правац тог угла, а крак на левој страни је леви правац тог угла. На сл. 13 за угао  $\alpha$  крак 2 је десни правац, а крак 1 је леви правац. За угао  $\beta$  крак 1 је десни, а крак 2 је леви правац.



Сл. 14

За мерење углова односно опажање правца употребљавају се геодетски инструменти за то подешени. Ови се инструменти називају теодолити.

Вредности кракова (праваца) изражене су у степенима, минутима и секундама. Начин срачунавања углова из датих тј. опажаних правца показан је у примеру 9.

Пример 9. Дата су четири правца са одговарајућим вредностима, сл. 14. Потребно је срачунати углове између тих правца.

Угао  $\alpha$ . Посматрамо ли угао  $\alpha$  из темена Т, десни правац тог угла је крак 2, чија вредност износи  $52^\circ 15' 40''$ , а леви правац је крак са вредношћу  $9^\circ 09' 20''$ . Кад од вредности десног правца одузмемо вредности левог правца, добијамо угао  $\alpha$ .

$$\begin{aligned} \text{Десни правац} & \dots 52^\circ 15' 40'' \\ \text{Леви правац} & \dots 9^\circ 09' 20'' \\ \hline \alpha & = 43^\circ 06' 20'' \end{aligned}$$

Угао  $\beta$

$$\begin{aligned} \text{Десни правац} & \dots 121^\circ 05' 56'' = 120^\circ 65' 56'' \\ \text{Леви правац} & \dots 52^\circ 15' 40'' = 52^\circ 15' 40'' \\ \hline \beta & = 68^\circ 50' 16'' \end{aligned}$$



Да бисмо од  $05'$  могли одузети  $15'$ , потребно је један степен изражен у минутима од вредности степена превести у минуте тако да вредност десног правца износи  $120^{\circ} 65' 56''$ .

$$\text{Угао } \gamma \text{ Десни правац} \dots 223^{\circ} 45' 08'' = 223^{\circ} 44' 68''$$

$$\text{Леви правац} \dots 121^{\circ} 05' 56''$$

$$\gamma = 102^{\circ} 39' 12''$$

$$\text{Угао } \delta \text{ Десни правац} \dots 9^{\circ} 09' 20''$$

$$\text{Леви правац} \dots 223^{\circ} 45' 08''$$

Вредност десног правца је мања од вредности левог правца. У таквом се случају ка вредности десног правца додаје  $360^{\circ} 00' 00''$ .

$$\text{Десни правац} \dots 369^{\circ} 09' 20'' = 368^{\circ} 69' 29''$$

$$\text{Леви правац} \dots 223^{\circ} 45' 08''$$

$$\delta = 145^{\circ} 24' 12''$$

Контрола срачунавања:  $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^{\circ}$

$$\alpha = 43^{\circ} 06' 20''$$

$$\beta = 68^{\circ} 50' 16''$$

$$\gamma = 102^{\circ} 39' 12''$$

$$\delta = 145^{\circ} 24' 12''$$

$$358^{\circ} 119' 60'' = 358^{\circ} 120' 00'' = 360^{\circ} 00' 00''$$

Осим старе поделе постоји и нова (центезимална) подела. Кружна линија се дели на 400 градуса (gr), сваки градус на 100 центезималних минута (с), а сваки центезимални минут на 100 центезималних секунди (сс), сл. 15.

$$1 \text{ gr} = 100 \text{ c} = 100^{\circ}; \quad 1 \text{ c} = 100 \text{ cc} = 100''$$

Осим начина мерења углова степенима, минутима и секундама постоји и други начин код кога се за меру узима однос лука  $l$  према радијусу  $r$ .

Из геометрије је познато да се дужина лука (сл. 16) према обиму кружне линије односи као одговарајући средишни (централни) угао према пуном углу ( $360^{\circ}$ ), тј.

$$l : 2r\pi = \alpha^{\circ} : 360^{\circ} \dots \dots \dots (1)$$

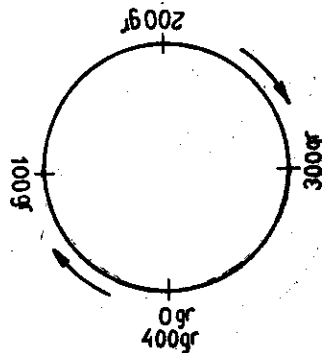
$$\text{Одавде је} \dots \frac{l}{r} = \frac{\alpha^{\circ} 2\pi}{360^{\circ}} = \frac{\alpha^{\circ} \pi}{180^{\circ}} = t \dots (2)$$

Из једначине (2) и сл. 16 се види да се само променом угла  $\alpha$  мења однос  $\frac{l}{r}$ ,

тј. ако се угао  $\alpha$   $n$ -пута повећа, повећа се  $n$ -пута и однос  $l:r$ , и обрнуто. Према томе, неименовани број  $l:r$  може се узети као мерни број угла. Тако на пример за пун угао добићемо број  $2\pi$ , јер је овде  $l = 2r\pi$ , а однос  $\frac{l}{r} = \frac{2r\pi}{r} = 2\pi$ ; за раван угао ( $180^{\circ}$ ) добија се број  $\pi$ , јер је сад  $l = r\pi$ ,

а однос  $\frac{l}{r} = \frac{r\pi}{r} = \pi$  итд. Овај неименовани број којим се мере углови зове се лучна мера угла.

Једначина (2)  $\dots t = \alpha^{\circ} \frac{\pi}{180^{\circ}}$  употребљава се за прелаз са степена на лучну меру (напр.  $\alpha^{\circ} = 30^{\circ}; t = \frac{30^{\circ}}{180^{\circ}} \pi = \frac{1}{6} \pi$ ).



Сл. 15

За обрнут прелаз употребљава се једначина  $\alpha^{\circ} = t \frac{180^{\circ}}{\pi} \dots (2')$

која следи из једначине (2) кад се иста реши по  $\alpha$ .

За јединицу мерења у лучној мери узима се угао за који је однос  $l:r=1$ , тј. угао чији је лук једнак радијусу, сл. 16. Такав угао зове се радијан и обично се означаје грчким словом  $\rho$ .

Вредност радијана у степенима израчунаћемо помоћу једначине (2')

$$\alpha^{\circ} = 1 \frac{180^{\circ}}{\pi} = \frac{180^{\circ}}{3,14159} = 57,2957^{\circ} = 57^{\circ} 17' 44,8'' \dots (3)$$

$$\text{Вредност радијана у минутима износи } \frac{180 \times 60'}{3,14159} = 3437,75' \approx 3438' (4)$$

Вредност радијана у секундама износи

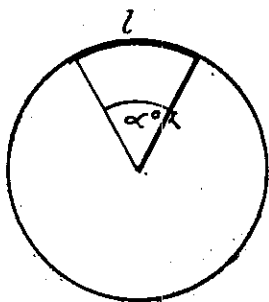
$$\frac{180^{\circ} \times 60' \times 60''}{3,14159} = 206\,264,81'' \approx 206\,265'' \dots (5)$$

(Према вредности радијана у степенима, пуи угао има  $\frac{360^{\circ}}{57,2957^{\circ}} \approx 6,28 \rho$ ).

#### ИЗРАЧУНАВАЊЕ ДУЖИНЕ ЛУКА

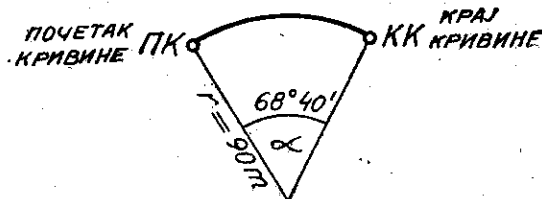
Дужина лука се може израчунати из једначине (1).

$$\text{Она износи } l = \frac{2r\pi\alpha^{\circ}}{360^{\circ}} = \frac{\alpha^{\circ}\pi r}{180^{\circ}} = \alpha^{\circ} r \frac{1}{\rho^{\circ}} = \frac{\alpha^{\circ} r}{\rho^{\circ}} \dots (6)$$



Сл. 16

**Пример 10.** На терену је обележена траса канала за наводњавање земљишта, сл. 17. Измерен је угао  $\alpha$  који износи  $68^{\circ} 40'$ . Радијус кривине је  $90 \text{ m}$ .



Сл. 17

Треба прорачунати дужиину кривине (лука) од почетка кривине до краја кривине.

Тражену дужиину срачунаћемо по једначини (6). Пошто немо угао  $\alpha$  изразити у минутима, то је потребно и вредност радијана  $\rho$  да изразимо у минутима.

Према томе, дужина кривине износи:

$$l = \frac{\alpha' r}{\rho'} = \frac{(68 \times 60 + 40)' \times 90 \text{ m}}{3438'} = \frac{4120' \times 90 \text{ m}}{3438'} = 108,0 \text{ m}$$

Практична употреба једначине (6) при срачунавању пада или пак успона терена између двеју тачака познате висине (датих на карти или на плану) биће показана доцније.

## II. КОНТРОЛЕ РАЧУНАЊА

### A. ДЕВЕТИЧНА ПРОБА

Приликом срачунавања није искључено да се и погрешно и уместо тачног резултата добија се погрешан. Тачност резултата контролише се деветичном пробом.

Пре него што пређемо на деветичну пробу потребно је да се упознамо с деветичним остацима. Познато је да је бројем 9 дељив сваки број (тј. без остатка) ако је збир цифара тог броја дељив бројем 9. Тако на пример број 135 је дељив бројем 9 (без остатка), јер је збир цифара тог броја дељив бројем 9. Збир цифара износи  $1+3+5=9$ ;  $9:9=1$ ;

$$\begin{array}{r} 135 : 9 = 15 \\ 45 \\ 00 \text{ остатак} \end{array}$$

Исто важи и за бројеве: 729, 8136, 4 509 315 и њима сличне.

729;  $7+2+9=18$ ;  $18:9=2$ ;  $729:9=81$ ; остатак је 0

8136;  $8+1+3+6=18$ ;  $18:9=2$ ;  $8136:9=904$ ; остатак је 0

4 509 315;  $4+5+0+9+3+1+5=27$ ;  $27:9=3$ ;  $4\ 509\ 315:9=501\ 035$ ; остатак је 0.

Према томе за наведене и сличне бројеве *деветични остатак је нула*, пошто је она *остатак* после извршеног дељења са 9 и датог броја и збира цифара тог броја. Из овога произлази да за бројеве чији збир цифара *није* дељив бројем 9, *деветични остатак није једнак нули*. Тако на пример *деветични остатак* броја 1382 није нула, јер збир цифара тог броја ( $1+3+8+2=14$ ) није дељив са 9. Збир цифара подељен бројем 9 даје остатак 5, тј.

$$\begin{array}{r} 14 : 9 = 1 \\ 5 \text{ остатак} \end{array}$$

Овај је *остатак уједно и деветични остатак* броја 1382, што се види из дељења броја 1382 бројем 9;

$$\begin{array}{r} 1382 : 9 = 153 \\ 48 \\ 32 \end{array}$$

5 . . . . остатак после дељења бројем 9, уједно и деветични остатак.

До деветициног остатака неког броја долази се на овај начин. Врши се сабирање појединих цифара тог броја и кад је збир појединих цифара већи од 9, од тог збира (цифара) одбија се 9. С добијеним остатком (изнад 9) наставља се сабирање осталих цифара датог броја и одузимање броја 9 и ова се радња продужује до последње цифре датог броја. При овом, збир који се добија с последњом цифром датог броја може да буде било мањи, било пак већи од 9. Ако је мањи од 9, тај је збир уједно и деветицини остатак датог броја, а ако је тај збир већи од 9, од њега се одбија 9, а остатак је деветицини остатак датог броја. Ако се међу цифрама датог броја налази и цифра 9, она се не узима у обзир и не улази у рачун, пошто  $9-9=0$ . Ово важи и за случај кад збир цифара износи 9. Нула не улази у збир цифара. Десетина заједно се не узима у обзир.

Деветични се остаци уписују с десне стране бројева у виду индекса, напр.  $729_0$ ;  $1382_5$ .

**Пример 11.** Треба срачунати деветичне остатке бројева: 484; 27 395; 912,58; 56,14; 0,054 048; 76 834; 1000; 4 и 80.

484;  $4+8=12$ ;  $12-9=3$ ;  $3+4=7$ ; . . . . .  $484_7$   
 27 395;  $2+7=9$ ; 9 не улази у рачун ( $9-9=0$ );  $3+5=8$ ; . . . . .  $27\ 395_8$   
 Између цифара 3 и 5 налази се цифра 9, која не улази у рачун.  
 912,58; цифра 9 не улази у рачун;  $1+2+5+8=16$ ;  $16-9=7$ ; . . . . .  $912,58_7$   
 56,14;  $5+6=11$ ;  $11-9=2$ ;  $2+1+4=7$ ; . . . . .  $56,14_7$   
 0,054048; нуле не улазе у рачун;  $5+4=9$ ;  $4+8=12$ ;  $12-9=3$ ; . . . . .  $0,054\ 048_3$   
 76 834;  $7+6=13$ ;  $13-9=4$ ;  $4+8=12$ ;  $12-9=3$ ;  $3+3+4=10$ ;  $10-9=1$ ; . . . . .  $76\ 834_1$   
 1000; деветични остатак је 1 . . . . .  $1\ 000_1$   
 4; деветични остатак је 4 . . . . .  $4_4$   
 80; деветични остатак је 8 . . . . .  $80_8$

Деветична проба се састоји у томе што се за бројеве који су узети у рачунање израчунају деветични остаци, а затим се с тим остацима врши иста рачунска радња као и са самим бројевима, осим код дељења. Ако је рачунање с бројевима тачно извршено, деветични остатак резултата рачунања (с бројевима) мора бити једнак деветичном остатку резултата добијеног истом рачунском радњом која је извршена само с деветичним остацима бројева.

#### САБИРАЊЕ

Збир бројева  $a$ ,  $b$ ,  $c$  итд. до броја  $n$  можемо да напишемо:

$a+b+c+\dots+n=\sum_a^n$ ;  $\sum_a^n$  значи збир бројева од  $a$  до  $n$ . Деветичне остатке бројева  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , . . . .  $n$  означићемо с  $d_a$ ,  $d_b$ , . . . .  $d_n$ . Збир деветициних остатака појединих бројева износи:  $d_a+d_b+\dots+d_n=$   
 $=\sum_{da}^{dn}$ .

**Проба.** Ако је сабирање бројева  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , . . . .  $n$  тачно извршено, деветични остатак  $\sum_a^n$  мора да буде једнак тзв. контролном деветицином остатаку тј. деветичном остатку  $\sum_{da}^{dn}$ .

## Пример 12

$a = 484_7$ ;  $d_a = 7$       Деветични остатак  $\sum^c$  је 7;  $(2+8=10; 10-9=1; 1+8=9;$   
 $b = 27395_8$ ;  $d_b = 8$        $9-9=0; 7$  остаје као деветични остатак, пошто последњу цифру  $\sum^c$ , девет, не узимамо у рачун. *Контролни деветични*  
 $c = 1000_1$ ;  $d_c = 1$       остатак тј. деветични остатак  $\sum^{dc}$  је 7 ( $1+6=7$ ). Сабирање је  
 $\sum^c = 28879_7$ ;  $\sum^{dc} = 16_7$       тачно извршено, јер је деветични остатак суме бројева једнак контролином деветичном остатку.

Уместо да рачунамо суму деветичних остатака (у нашем примеру  $7+8+1=16$ ) и да затим тражимо деветични остатак те суме, тј. контролни деветични остатак (у нашем примеру  $1+6=7$ ), може се већ при сабирању деветичних остатака израчунати *контролни деветични остатак*. У нашем примеру  $7+8=15; 15-9=6; 6+1=7$ .

## Пример 13

77,20 <sub>7</sub>	Контролни деветични остатак: $7+8=15;$
8,00 <sub>8</sub>	$15-9=6; 6+7=13; 13-9=4;$
1325,14 <sub>7</sub>	$4+8=12; 12-9=3; 3+3=6.$
17,00 <sub>8</sub>	Деветични остатак збира: $1+4+3+6=14;$
9,00 <sub>0</sub>	$14-9=5; 5+3+7=15; 15-9=6.$
0,03 <sub>8</sub>	
1436,37 <sub>8</sub>	

## ОДУЗИМАЊЕ

Поступићемо по ранијем правилу. Оно што се ради с бројевима, ради се и с њиховим деветичним остацима.

## Пример 14

а) Умањеник . . . . . 1423,68 <sub>8</sub>	б) 14,40 <sub>0</sub>	$0-0=0$
Умањитељ . . . . . 1370,00 <sub>8</sub>	<u>0,27<sub>0</sub></u>	
Разлика . . . . . 53,68 <sub>4</sub>	14,13 <sub>0</sub>	$1+4+1+3=9; 9-9=0$

Контролни деветични остатак у примеру 14а) јесте 4, тј.  $6-2=4$ , и једнак је деветичном остатку разлике 53,68 . . . . . ( $5+3+6=14; 14-9=5; 5+8=13; 13-9=4$ ).

Ако је деветични остатак умањеника мањи од деветичног остатка умањитеља, деветичном остатку умањеника се додаје 9 и онда се одузима деветични остатак умањитеља.

## Пример 15

а) 6336 <sub>0</sub>	Контролни деветични остатак је 1, тј. $(0+9)-8=1.$
<u>44<sub>8</sub></u>	Деветични остатак разлике $6+2+2=10; 10-9=1.$
6292 <sub>1</sub>	
б) 123,42 <sub>3</sub>	Контролни деветични остатак . . . $(3+9)-5=7.$
<u>92,75<sub>5</sub></u>	Деветични остатак разлике . . . . . $3+6=9; 9-7=7.$
30,67 <sub>7</sub>	

## МНОЖЕЊЕ

Множеник . . .  $12_3$       Контролни девет. остатак  $3 \times 7 = 21$ ;  $2 + 1 = 3$ .  
Множител . . .  $7_7$       Девет. остатак производа  $8 + 4 = 12$ ;  $12 - 9 = 3$ .  
Производ . . .  $84_8$

## Пример 16

- а)  $108,4_4 \times 22,3_7 = 2417,32_1$       Деветични остатак производа:  $(2+4+1+7=14$ ;  $14-9=-5$ ;  $5+3+2=10$ ;  $10-9=1$ ).  
Контролни деветични остатак:  $4 \times 7 = 28$ ;  $2+8=10$ ;  $10-9=1$ .
- б)  $42,7_4 \times 36_6 = 1537,2_0$        $(1+5+3=9$ ;  $7+2=9$ ).  
 $4 \times 0 = 0$
- в)  $528,2_8 \times 0,0032_5 = 1,69024_4$        $(1+6+2=9$ ;  $4=4$ ).  
 $8 \times 5 = 40$   
 $4+0=4$
- г)  $1,89648384_8 \times 1,89648384_8 = 3,5966509553811456_0$   
 $6 \times 6 = 36$ ;  $3+6=9$ ;  $9-9=0$   
 $(3+5+6=14$ ;  $14-9=5$ ;  $5+6=11$ ;  $11-9=2$ ;  $2+5+5=12$ ;  
 $12-9=3$ ;  $3+5+3=11$ ;  $11-9=2$ ;  $2+8=10$ ;  $10-9=1$ ;  
 $1+1+1+6=9$ ;  $9-9=0$ ).

## ДЕЉЕЊЕ

*Дељеник је дељив с делишељем.*

- а)  $88_7 : 2_2 = 44_8$       Деветични остатак дељеника . . . . . 7  
Контролни деветични остатак  $2 \times 8 = 16$ ;  $1+6=7$
- б)  $2030_5 : 35_8 = 58_4$        $8 \times 4 = 32$ ;  $3+2=5$ .

*Дељеник није дељив с делишељем*

- а)  $652,45_4 : 48_8 = 13,59_0$       Деветични остатак дељеника . . . 4  
 $\begin{array}{r} 172 \\ 284 \\ 445 \\ \hline 13 \end{array}$       Контролни девет. остатак:  
остатак после дељења      а) од производа девет. остатака  
делитеља и количника  $3 \times 0 = 0$  . . 0  
б) од остатка после дељења  
 $1+3=4$  . . . . . 4  
4
- б)  $83351_2 : 34_7 = 2451_8$       Деветични остатак дељеника . . . . . 2  
 $\begin{array}{r} 153 \\ 175 \\ 51 \\ \hline 17 \end{array}$       Контролни девет. остатак:  
а) од производа  $3 \times 7 = 21$  . .  $(2+1)=3$   
б) од остатка после дељења  $(1+7)=8$   
 $3+8=11$ ;  $11-9=2$

## Б. ЈЕДАНАЕСТИЧНА ПРОБА

Ова се проба примењује ретко.

Једанаестични остатак бројева 1 до 10 једнак је тим бројевима. Срачунавање једанаестичног остатка осталих бројева показано је у следећем примеру.

**Пример 17.** Треба срачунати једанаестичне остатке бројева: 11; 28; 98; 209; 998; 1 576; 6 235; 4 268; 12 079; 12 097; 97 120.

Код двоцифрених бројева од друге цифре одузима се прва; добијена разлика је тражени остатак. Ако је друга цифра мања од прве, другој цифри, пре одузимања прве цифре, додаје се 11.

$$\begin{array}{ll} 11_{(0)} & \dots\dots\dots 1-1=0 \\ 28_{(8)} & \dots\dots\dots 8-2=6 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} 98_{(10)} & \dots\dots\dots (8+11)-9=10 \end{array}$$

Код бројева са три и више цифара, после израчунате прве разлике, та се разлика на раније показани начин одузима од треће цифре и добија се друга разлика. С другом разликом наставља се рачунање као и с првом разликом све док се не добије последња разлика која је уједно и тражени једанаестични остатак. Рачунање једанаестичних остатака показано је у примеру 18.

## Пример 18

$$\begin{array}{ll} 209_{(0)} & (0+11)-2=9; 9-9=0; 209:11=19 \\ & \qquad \qquad \qquad 99 \\ & \qquad \qquad \qquad 00 \text{ једанаестични остатак.} \\ 998_{(8)} & 9-9=0; 8-0=8 \\ 1\,576_{(8)} & 5-1=4; 7-4=3; 6-3=3; 1\,576:11=143 \\ & \qquad \qquad \qquad 47 \\ & \qquad \qquad \qquad 36 \\ & \qquad \qquad \qquad 3 \text{ једанаестични остатак.} \\ 6\,235_{(6)} & (2+11)-6=7; (3+11)-7=7; (5+11)-7=9 \\ 4\,268_{(0)} & (2+11)-4=9; (6+11)-9=8; 8-8=0 \\ 12\,079_{(1)} & 2-1=1; (0+11)-1=10; (7+11)-10=8; 9-8=1 \\ 12\,097_{(8)} & 2-1=1; (0+11)-1=10; (9+11)-10=10; (7+11)-10=8 \\ 97\,120_{(1)} & (7+11)-9=9; (1+11)-9=3; (2+11)-3=10; (0+11)-10=1 \end{array}$$

## САБИРАЊЕ

$$\begin{array}{ll} 1\,576_{(8)} & \text{Једанаестични остатак збира остатака износи 1;} \\ 6\,235_{(8)} & (3+9+0)=12; 2-1=1. \\ 4\,268_{(8)} & \end{array}$$

$$12\,079_{(1)}$$

$$\begin{array}{ll} 11_{(0)} & 0+6+10+3+ \\ 28_{(8)} & +5+8=32; \\ 98_{(10)} & (2+11)-3=10 \end{array}$$

$$1\,576_{(8)}$$

$$5_{(5)}$$

$$12\,097_{(8)}$$

$$13\,815_{(10)}$$

## ОДУЗИМАЊЕ

$$\begin{array}{ll} 209_{(0)} & (0+11)-6=5 \\ 28_{(8)} & 8-1=7; (1+11)-7=5 \end{array}$$

$$181_{(6)}$$

## МНОЖЕЊЕ

$$42,7_{(6)} \times 36_{(8)} = 1537,2_{(6)}$$

$$3 \times 9 = 27$$

$$7 - 2 = 5$$

## ДЕЉЕЊЕ

$$652,45_{(4)} : 48_{(4)} = 13,59_{(6)}$$

$$172$$

$$284$$

$$445$$

13 остатак после дељења

## ПРОВА

$$4 \times 6 = 24 \dots \dots \dots 4 - 2 = 2$$

више једнаестични

остатак од 13

$$3 - 1 = \dots \dots \dots \quad \underline{2}$$

4

Једнаестични остатак дељеника износи 4.



### III. ЛОГАРИТМАР

Рачунања једнаке тачности можемо да вршимо обичним путем, помоћу логаритамских таблица са пет и више десимала, помоћу таблица за рачунање и машином за рачунање. При овом најбрже долазимо до резултата машином за рачунање. Међутим, ако се ради о *уштеди времена, а задовољавамо се* ограниченом тачношћу — до 4 цифре — употребљавамо логаритмар, помоћно средство за рачунање. У табlici 4 наведени су резултати множења и дељења извршених машином за рачунање и логаритмаром (дужине 25 cm), и они могу да послуже за упоређење тачности срачунавања.

Према различитим захтевима израђују се и разноврсни логаритмари, на пример логаритмари за хидротехничаре, електротехничаре итд. Ми ћемо се упознати с логаритмаром којим се могу вршити главне рачунске радње (множење, дељење и кореновање) и назваћемо га обичним логаритмаром.

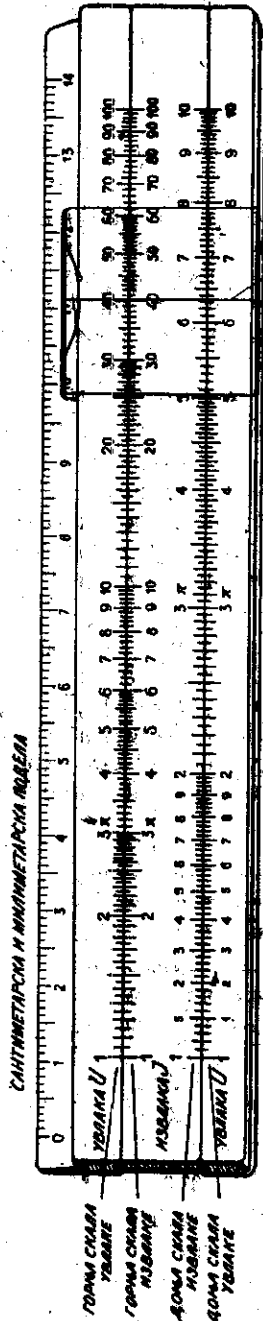
Логаритмари се понајчешће израђују од дрвета у комбинацији са целулоидом и различитих дужина: 12,5 cm, 25 cm и 50 cm, сл. 18 и 19. На сл. 18 приказан је обичан логаритмар дужине 12,5 cm, тзв. ципни логаритмар. Најчешће се употребљавају логаритмари дужине 25 cm, а за тачнија рачунања логаритмари дужине 50 cm. Поделе за читање логаритама израђене су на целулоиду и причвршћене су на дрвеној подлози.

ТАБЛИЦА 4

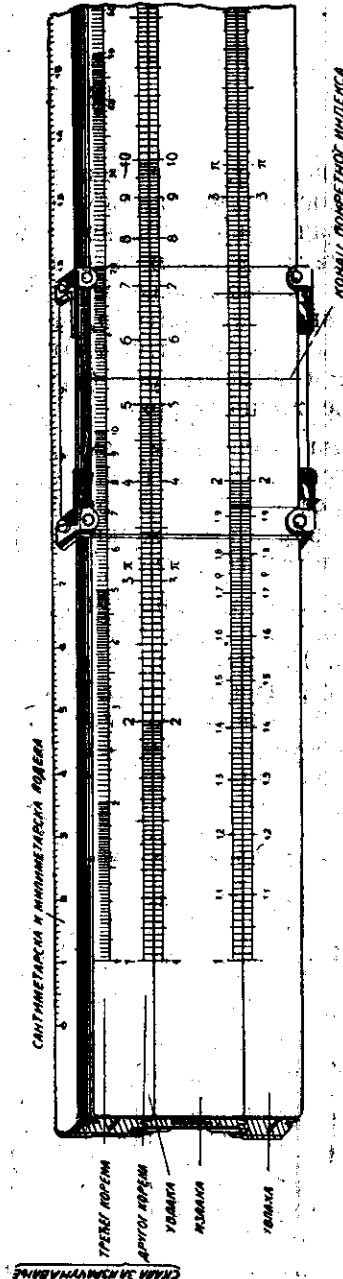
Множење и дељење	Срачунавања извршена	
	машином за рачунање	логаритмаром дужине 25 cm
$12,24 \times 5,85$	71,604	71,6
$126,34 \times 0,048$	6,06432	6,065
$1\ 245 \times 198$	246 510	246 500
$426 : 12,8$	33,2812	33,3
$1\ 850 : 436$	4,2431	4,24
$3,52 : 0,0086$	409,3	409

Саставни делови логаритмара су ови: непокретна увлака U, покретна извлака J и покретни индекс PJ, сл. 20.

Покретни индекс се састоји од металног рама и стаклене плочице која је у њему смештена. У плочици су урезане врло танке цртице (конци) — једна до три — под правим углом на линије поделе, сл. 18, 19 и 20.



Сл. 18



Сл. 19

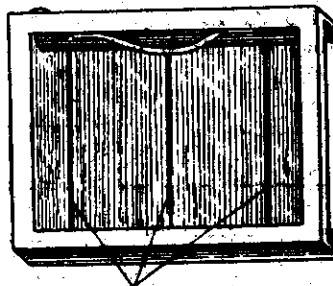
Увлака  $U$  има две поделе: доњу и горњу. Потребно је да се нагласи да се оне међусобно *очишћо разликују*, сл. 18 и 19. Извлака  $J$  има исте поделе као и увлака, доњу и горњу. Према томе између доње поделе увлаке и доње поделе извлаке нема разлике. Исто важи и за горње поделе увлаке и извлаке.

Упознаћемо се прво са доњом поделом увлаке и извлаке и рачунским радњама које могу да се изврше овим поделама, а тек доцније ћемо прећи на горње поделе.

При рачунању помоћу логаритмара извлака се помера удесно или улево. Ово померање треба тачно да се врши на начин који је описан код множења помоћу логаритмара.

#### ДОЊЕ ПОДЕЛЕ НА ЛОГАРИТМАРУ

Доње поделе увлаке и извлаке претстављају логаритме бројева изражене у дужинама у изабраној размери. У табlici 5 су уписани логаритми бројева 1 до 10.



КОНАЦ ПОКРЕТНОГ ИНДЕКСА

Сл. 20 — Покретни индекс

ТАБЛИЦА 5

$\log 1 = 0,00000$	$\log 6 = 0,77815$
$\log 2 = 0,30103$	$\log 7 = 0,84510$
$\log 3 = 0,47712$	$\log 8 = 0,90309$
$\log 4 = 0,60206$	$\log 9 = 0,95424$
$\log 5 = 0,69897$	$\log 10 = 1,00000$

Однос између вредности логаритама остаје непромењен ако их све помножимо једним бројем, напр. бројем 12,5, или бројем 25, или бројем 50 итд. За логаритмар дужине 12,5 cm, сл. 18, множићемо их бројем 12,5. На овај начин  $\log 10$ , графички изражен, претставља права дужине 12,5 cm, тј.  $1,00000 \times 12,5 = 12,5$  cm. Логаритму броја 9 одговара дужина праве  $0,95424 \times 12,5 = 11,928$  cm итд. У табlici 6 уписане су дужи које графички претстављају логаритме бројева 1 до 10 за логаритмаре дужине 12,5 cm и 25 cm.

ТАБЛИЦА 6

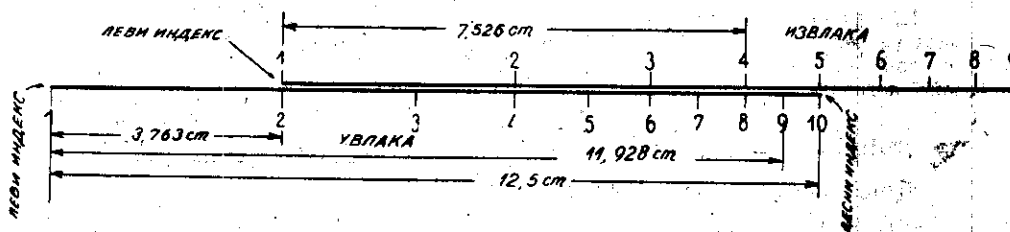
Логаритми бројева 1 до 10 претстављени графички

Логаритам броја	Дужина логаритмара	
	12,5 cm	25 cm
1	0,000	0,000
2	3,763	7,526
3	5,964	11,928
4	7,526	15,052
5	8,737	17,474
6	9,727	19,454
7	10,564	21,127
8	11,289	22,577
9	11,928	23,856
10	12,500	25,000

## ЧИТАЊЕ ПОДЕЛЕ НА ЛОГАРИТМАРУ

Основни услов за брзо и тачно рачунање помоћу логаритмара је исправно читање поделе на логаритмару. Понајчешће разлог нетачног резултата при рачунању логаритмаром лежи у неисправном читању поделе.

На сл. 21 графички (у дужинама) су приказани логаритми бројева 1 до 10 за логаритмар дужине 12,5 cm. Као свака подела на лењир тако и подела на увлаци и извлаци почиње нулом која у овом случају



Сл. 21

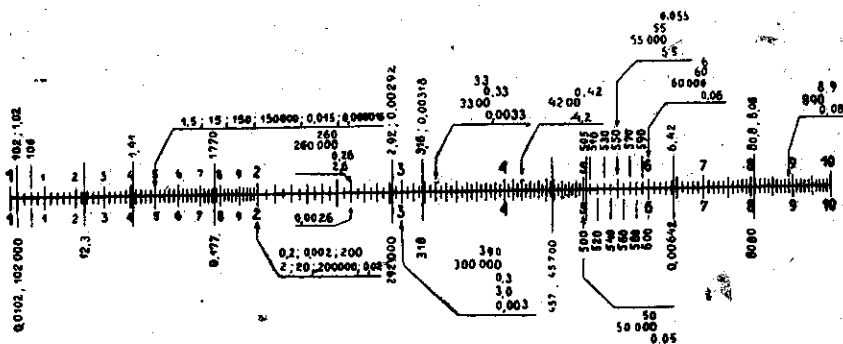
претставља логаритам броја 1 ( $\log 1 = 0$ ). Стога испод цртице која означава почетак поделе уписан је број 1. Ова је цртица уједно и тзв. „леви индекс“ поделе. Подела завршава цртицом означеном са 10 која обележава  $\log 10$ . Ова је цртица уједно и тзв. „десни индекс“ поделе.

Између левог и десног индекса, на одређеном растојању од левог индекса, налазе се цртице испод којих су уписани бројеви 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9, које обележавају тј. претстављају логаритме тих бројева. Тако напр. цртица која обележава логаритам броја 2 налази се на растојању 3,736 cm од левог индекса (сл. 21, таблица 6) за логаритмар дужине 12,5 cm. Код логаритмара дужине 25 cm ово растојање (дуж) износи 7,526 cm (види таблицу 6).

При рачунању, осим бројева 1 до 10, јављају се и други бројеви, па је потребно на доњим поделама увлаке и извлаке наћи дужи које одговарају логаритмима тих других бројева. Узмимо напр. бројеве 700, 70 000, 0,7 и 0,0007. На логаритмару свима овим различитим бројевима одговара само једна дуж и то она од левог индекса до цртице означене са 7, јер за читање на подели логаритмара нуле испред и иза десне заједно немају никаквог значаја. Слично је и за логаритме бројева 5; 5000; 0,5; 0,005 итд., јер дуж од левог индекса до цртице означене с 5 одговара логаритмима бројева 5000, 0,5 и 0,005. После овог објашњења лако можемо да нађемо растојања од левог индекса која одговарају тј. претстављају логаритме бројева 20; 0,002; 400; 400 000; 0,4; 60 и 0,00006, дакле цртице означене с 2, 4 и 6.

За логаритме бројева који се налазе између левог индекса и цртица означених с 1, 2, 3 . . . до 10, потребно је при читању повећати пажњу. Тако на пример растојање од левог индекса за логаритам броја 55 (сл. 18 и 22) налази се између цртица које обележавају логаритме бројева 50 и 60, јер се број 55 налази између бројева 50 и 60. То растојање важи напр. и за логаритме бројева 55 000; 5,5; 0,055, јер се број 55 000 налази између бројева 50 000 и 60 000, као што се и број 0,055 налази између бројева 0,050 и 0,060. Слично је и с растојањем које одговара

логаритму броја 260, сл. 22. То растојање од левог индекса налази се између цртица које обележавају логаритме бројева 200 и 300, јер се број 260 налази између бројева 200 и 300, сл. 22. Исто растојање одговара и логаритмима бројева 260 000; 0,26; 2,6; 0,0026 итд.



Сл. 22

Ради вежбања у читању на сл. 22 показане су цртице које означају растојања од левог индекса тј. графички претстављају логаритме бројева: 1,5; 15; 150; 150 000; 0,015; 0,000 015; 33; 0,33; 3 300; 0,0033; 0,42; 4 200; 4,2; 8,9; 890; 0,089.

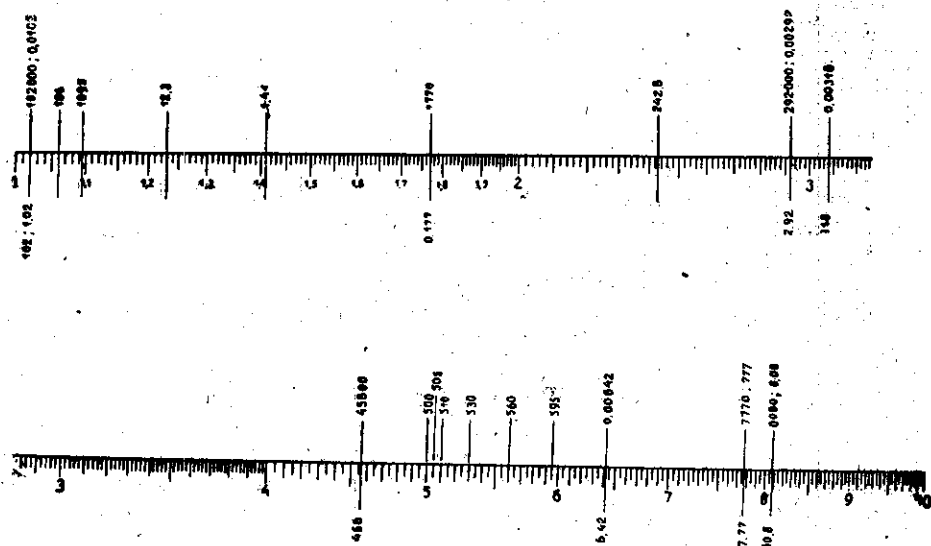
Како се види, растојање које напр. одговара логаритму броја 1,5 уједно одговара и логаритмима бројева 15; 150 000; 0,015; 0,000 015, и налази се између растојања која одговарају логаритмима бројева 1 и 2; 10 и 20; 100 000 и 200 000; 0,01 и 0,02; 0,000 01 и 0,000 02. И у овом се примеру види да нуле испред и иза десетине зајеште као и сама десетина зајешта немају никаквог значаја за читање, поделе на логаритмару, јер уместо бројева 150 000; 0,015 и 0,000 015 на подели се тражи цртица која обележава логаритам броја 15 без обзира на нуле иза цифре 5 и испред цифре 1 као и без обзира на десетину зајешту.

А где се налази цртица која одговара логаритму броја 505? Та цртица свакако лежи између оних које обележавају логаритме бројева 500 и 600. То је прво, грубо тражење цртице која графички претставља логаритам броја 505. Међутим, за тачно изналагање потребно је више се приближити цртици која означава логаритам броја 505, дакле пронаћи цртице које означају логаритме бројева 500 и 510, јер се број 505 налази између бројева 500 и 510. На подели логаритмара дужине 25 см (сл. 24) између цртица означених с 5 и 6 има девет дужих и десет краћих цртица. Дуже цртице претстављају логаритме бројева 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580 и 590, а краће цртице логаритме бројева 505, 515, 525, . . . 595 (сл. 24). Према томе на подели логаритмара дужине 25 см лако је наћи цртицу која графички претставља логаритам броја 505 (ради бољег разумевања број 505 може се написати 5-0-5).

А како је на подели логаритмара дужине 12,5 см? На овој подели (сл. 22 и 18) између цртица означених с 5 и 6 налазе се цртице које одговарају логаритмима бројева 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580 и 590. Према томе логаритам броја 5-0-5 није цртицом означен. Између цртица које означају логаритме бројева 500, 510 . . . 600

има десет поделака\*. Из овог произлази да се у првом подеоку (између цртица које означају логаритме бројева 500 и 510) налази растојање од левог индекса које одговара логаритму броја 505. Померајући покретни индекс, концем тог индекса, црвени одок означава средњу споменутог првог подеока тј. место које одговара логаритму броја 505. Напомиње се да при раду с покретним индексом који напр. има три конца треба употребљавати стално исти конач. Уколико ово није могуће треба водити рачуна о томе који је конач био употребљен.

Ради вежбања у читању поделе на логаритмару на сл. 22 означена су места на подели која одговарају логаритмима ових бројева: 102; 1,02; 0,0102; 102 000; 106; 12,3; 1,41; 0,177; 1 770; 2,92; 0,002 92; 292 000; 318; 0,003 18; 457; 45 700; 6,42; 0,006 42; 80,8; 8 080; 8,9; 890 и 0,089.



Сл. 23. и 24

Место на подели која одговара логаритму броја 102 (тј. 1-0-2) налази се између цртица које обележавају логаритме бројева 100 и 200 тј. између левог индекса који одговара логаритму броја 100 и цртице која одговара логаритму броја 200 (сл. 21 и 22). Између ових двеју цртица налази се још девет цртица означених с 1, 2, 3, . . . . 9. Почев од левог индекса прва цртица означена с 1 претставља логаритам броја 110. Отстојање између левог индекса и ове цртице подељено је на девет поделака. Према томе крај првог подеока претставља логаритам броја 102, крај другог подеока логаритам броја 104 . . . . , а крај четвртог подеока логаритам броја 108. Логаритам броја 101 (тј. 1-0-1) налази се на средини првог подеока. Слично је и са логаритмом броја 141 (сл. 22).

Да видимо где се на подели налази место које означава логаритам броја 177. Почев од левог индекса прва цртица означена са 7 претставља логаритам броја 170, а она иза ње, означена са 8, логаритам

\* Поделак је отстојање између две суседне цртице поделе, тј. најмањи део поделе.

броја 180. Између ове две цртице налази се *пеш* поделака. Крај *третег* подеока претставља логаритам броја 176, а крај *четвртог* подеока логаритам броја 178. Према томе на средини *четвртог* подеока налази се место које одговара логаритму броја 177 (тј. 1-7-7).

Још ћемо дати објашњење за место на подели које одговара логаритму броја 808 (тј. 8-0-8). Цртица испод које је написано 8 (сл. 21 и 22) претставља логаритам броја 800, а десно од ње цртица испод које стоји 9 одговара логаритму броја 900. Између ових цртица има *десети* поделака. Крај *првог* подеока претставља логаритам броја 810 (8-1-0), а на осмој десетини тог подеока, која се цени одока, налази се место које одговара логаритму броја 808.

Да бисмо упознали и поделу на логаритмару дужине 25 cm, на сл. 23 и 24 означена су места која одговарају логаритмима бројева означених на сл. 22. Осим тога на сл. 19 се види део логаритмара дужине 25 cm.

*Тачност читања на логаритмару ограничена је бројем цифара и њиховим саставом.* Тако на логаритмару дужине 25 cm можемо *тачно* да читамо на пример логаритме бројева 1265; 1995; 242,8 и слично, сл. 23, док на логаритмару дужине 12,5 cm *тачно* читање логаритама тих бројева није могуће. Међутим, на логаритмару дужине 25 cm *читање* логаритама бројева 109488, 242856, 45638, 7768,44 своди се на читање логаритама бројева 1095; 242,8; 456 и 777, сл. 23 и 24.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ЦЕЛИХ МЕСТА

При читању поделе на логаритмару видели смо да нуле иза и испред цифара 1 до 9 — без комбинације с тим цифрама — као и десетна запета не долазе у обзир. *Међутим, за одређивање целих места у резултату рачунске радње споменуће нуле и десетна запета имају одлучујући значај.* Исти значај имају цифре 1 до 9 које се налазе *испед* десетне запете.

За рачунање помоћу логаритмара поделићемо бројеве у две групе: на бројеве који имају позитивна цела места, и на бројеве с негативним целим местима. При одређивању целих места важи ово правило:

а) сваки број који је већи од 1 има онолико *позитивних целих места* колико цифара има тај број од десетне запете налево (тј. без децимала);

б) сваки број који је мањи од 1 има онолико *негативних целих места* колико нула има тај број од десетне запете надесно.

Тако напр. број 9003,06 има четири позитивна цела места, јер има *четири* цифре од десетне запете *налево*, а број 0,0003 има три негативна цела места, јер има *три* нуле *надесно* од десетне запете. Ради вежбања наводимо неколико примера у табlici 7.

Када смо се упознали с читањем доње поделе увлаке и извлаке

ТАБЛИЦА 7

Задати број	Број целих места: позитивних + негативних -
8 036 526,35 . . . . .	+7
400 000,00 . . . . .	+6
78 306,24 . . . . .	+5
9 003,06 . . . . .	+4
272,93 . . . . .	+3
20,50 . . . . .	+2
1,14 . . . . .	+1
0,74 . . . . .	0
0,02 . . . . .	-1
0,0045 . . . . .	-2
0,00037 . . . . .	-3
0,000082 . . . . .	-4
0,00000016 . . . . .	-7

као и с одређивањем целих места појединих бројева, можемо да пређемо на рачунске радње које се врше користећи те поделе. У даљем излагању градива рачунања помоћу логаритмара уместо дужи које одговара логаритму броја  $x$ , употребљаваћемо скраћено број  $x$  или пак вредност броја  $x$ .

### РАЧУНАЊА ПОМОЋУ ЛОГАРИТМАРА

Преимунство логаритмара лежи у томе што упрошћава рачунске радње. Уместо множења врши се сабирање, а уместо дељења врши се одузимање и слично.

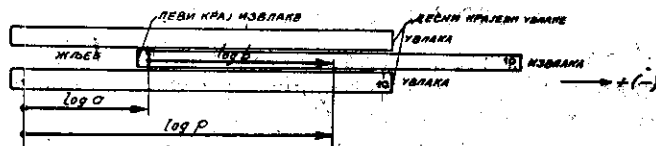
#### МНОЖЕЊЕ

Број  $a$  помножен бројем  $b$  даје производ  $p$ . Ова рачунска радња написана у облику једначине гласи:

$$a \times b = p \dots \dots \dots (7)$$

Срачунавање производа  $p$  логаритамским путем извршићемо по једначини (8)

$$\log a \times b = \log a + \log b = \log p \dots \dots \dots (8)$$



Сл. 25

Из једначине (8) произлази да множење прелази у сабирање, што се види и из сл. 25 на којој је приказано геометриско сабирање дужи  $\log a$  и  $\log b$ .

#### Пример 19

$$a = 2; b = 4; a \times b = 2 \times 4 = 8; \log a + \log b = \log 2 + \log 4 = \log 8$$

Сабирање дужи које одговарају бројевима 2 и 4 вршимо на следећи начин. На доњој подели увлаке налазимо број 2. Покретну извлаку померамо удесно толико да леви индекс дође поделе извлаке (почетак поделе на извлаци) дође тачно изнад броја 2 на увлаци<sup>3</sup>. Затим по-

<sup>3</sup> Тачно постављање левог индекса извлаке изнад вредности броја 2 на подели увлаке постиже се на следећи начин, сл. 25. Логаритмар поставимо на неку чврсту подлогу (напр. на сто). Грубо померимо извлаку удесно да њен леви индекс дође близу цртице којом је обележена вредност броја 2. При том се леви индекс налази лево од цртице броја 2. На десним крајевима увлаке палцем и кажипрстом држимо извлаку али тако да су палац и кажипрст прислоњени уз крајеве увлаке. Палац леве руке, који се налази у жљебу (сл. 25), прислоњен је уз леви крај извлаке. Да бисмо постигли врло лагано померање извлаке, а на тај начин и тражену тачност, при померању извлаке удесно, палцем леве руке доста снажно потискујемо извлаку удесно. Кажипрст и палац десне руке прислоњени су стално уз крајеве увлаке али тако да је омогућено врло

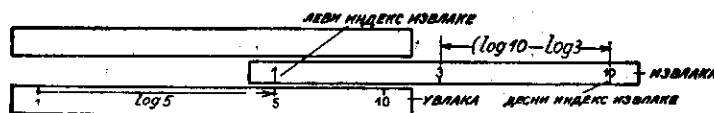


мерањем покретног индекса наместимо конач тог индекса тачно изнад броја 4 поделе извлаке. На овај смо начин извршили сабирање дужи које одговарају логаритмима бројева 2 и 4. Тачно испод логаритма броја 4 извлаке, на подели увлаке, конач покретног индекса показује логаритам броја 8, то јест логаритам траженог производа.

А како бисмо срачунали производе:  $200 \times 0,0004$ ;  $0,002 \times 40\,000$ ;  $20 \times 0,04$  и  $0,2 \times 0,4$ ? Логаритмаром је ово множење већ извршено, јер за читање поделе на логаритмару једна те исто цртица обележава логаритме бројева 200; 0,002; 20 и 0,2 као што и цртица која обележава логаритам броја 0,0004 означаује и логаритме бројева 40 000; 0,04 и 0,4. Према томе једно те исто растојање од левог индекса за производ претставља цифре производа добијене множењем горенаведених различитих бројева. До резултата множења долазимо тек после обрачуна целих места, што ћемо показати доцније.

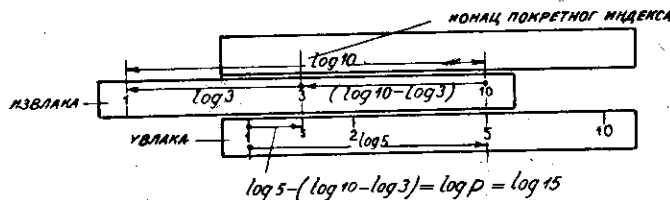
Помножићемо помоћу логаритмара још следеће бројеве:  $5 \times 3$ ;  $50\,000 \times 300$ ;  $0,005 \times 0,3$ ;  $0,5 \times 0,03$ .

Извлаку померамо удесно док леви индекс извлаке не дође изнад броја 5 на увлаци, сл. 26. Цртица броја 3 на извлаци пада изван увлаке (сл. 26), што значи да се померањем извлаке удесно не може



Сл. 26.

извршити множење датих бројева, односно сабирање логаритама на раније описани начин. Да бисмо извршили сабирање логаритама тј. множење, употребићемо десни индекс извлаке. Извлаку померамо улево док њен десни индекс не дође на увлаци изнад броја 5, сл. 27. Затим померимо покретни индекс да његов конач покрије број 3 на извлаци.



Сл. 27

лагано померање извлаке која се налази између њих. Ово померање је омогућено повременим стезањем и отпуштањем споменутих прстију. Ако при том леви индекс пређе цртицу којом је обележен број 2, тада се извлака потискује улево кажипрстом и палцем (десне руке), а врло лагано померање извлаке улево регулише се палцем леве руке који је стално у жљебу и којим се притискује леви крај извлаке.

Ако на пример желимо да поставимо десни индекс извлаке наспрам цртице броја 695 на доњој подели увлаке, употребићемо кажипрст и палац леве руке на левим крајевима увлаке, а палац десне руке, који ће се налазити у жљебу, биће прислоњен уз десни крај извлаке.

Цифре производа читамо на доњој подели увлаке. У нашем случају читамо цифре 1—5 на месту које је означено концем покретног индекса.

Како се види на сл. 27, до дужи која одговара логаритму производа  $p$  дошли смо на овај начин. Од дужи која одговара логаритму броја 5 одузели смо дуж која одговара разлици  $(\log 10 - \log 3)$ . Изражено једначином:

$$\begin{aligned} \log p &= \log 15 = \log 5 - (\log 10 - \log 3) = \log 5 - \log 10 + \log 3 = \\ &= \log 5 + \log 3 - \log 10 = \log \frac{5 \times 3}{10} \dots \dots \dots (9) \end{aligned}$$

$$\text{Одавде: } p = \frac{5 \times 3}{10} \dots \dots \dots (10)$$

Из једначине (10) се види да је тражени производ десет пута умањен, што нема никаквих рђавих последица за рачунску радњу, јер читањем цифара производа не одређује се и положај десималне зајеште то јест број целих места у производу.

**Рачунање целих места у производу.** — Множење извршено помоћу логаритмара је геометриско сабирање дужи које одговарају логаритмима множеника (а) и множитеља (b), а број целих места производа (p) добија се алгебарским сабирањем целих места множеника (а) и множитеља (b)<sup>3</sup>. Кад се множење изврши помоћу левог индекса извлаке, Шј. померајући извлаку удесно, онда се збиру целих места множеника и множитеља додаје -1 цело место. Ако је пак множење извршено помоћу десног индекса извлаке, Шј. померањем извлаке улево, не додаје се -1 цело место.

Према томе резултати множења раније наведених бројева су ови:

a × b	Извлака померана		Број целих места множеника и множитеља	Рачунање целих места резултата	Резултат
	удесно	улево			
2 × 4	једанпут (-1)		+1; +1	+1+1+(-1)=+1	8
200 × 0,0004	једанпут (-1)		+3; -3	+3+(-3)+(-1)=-1	0,08
0,002 × 40'000	једанпут (-1)		-2; +5	-2+5+(-1)=+2	80
20 × 0,04	једанпут (-1)		+2; -1	+2+(-1)+(-1)=0	0,8
0,2 × 0,4	једанпут (-1)		0; 0	0+0+(-1)=-1	0,08
5 × 3		једанпут 0	+1; +1	+1+1=+2	15
50'000 × 300		једанпут 0	+5; +3	+5+3=+8	15'000'000
0,005 × 0,3		једанпут 0	-2; 0	-2+0=-2	0,0015
0,5 × 0,03		једанпут 0	0; -1	0-1=-1	0,015

<sup>3</sup> Види једначину (8).

Ради вежбања наводе се следећи примери.

$a \times b$	Извлака померана		Број целих места множеника и множитеља	Рачунање целих места резултата	Резултат
	удесно	улево			
$105 \times 260$	једанпут (-1)		+3; +3	$+3+3+(-1)=+5$	27 300
$0,015 \times 0,00026$	једанпут (-1)		-1; -3	$-1+(-3)+(-1)=-5$	0,000 002
$458 \times 0,06$		једанпут	+3; -1	$+3+(-1)=+2$	27,50
$458 000 \times 6$		једанпут	+6; +1	$+6+1=+7$	2 750 000
$705 \times 18$		једанпут	+3; +2	$+3+2=+5$	12 690
$0,705 \times 0,18$		једанпут	0; 0	$0+0=0$	0,1269
$7 000 \times 0,14$	једанпут (-1)		+4; 0	$+4+0+(-1)=+3$	980
$0,007 \times 0,000014$	једанпут (-1)		-2; -4	$-2+(-4)+(-1)=-7$	0,000 000 098

Помоћу логаритмара можемо да извршимо и вишеструка множење не прекидајући рачунску радњу, на пример  $12 \times 4 500 \times 0,78$ . Померајући извлаку *удесно*, леви индекс извлаке поставимо изнад броја 12, затим конач покретног индекса поставимо на број 45 на извлаци. После тога, не померајући покретни индекс, померамо извлаку *улево* за толико да њен десни индекс дође тачно испод конач покретног индекса. Сада померамо покретни индекс *улево* све док конач покретног индекса не покрије број 78 на извлаци. Цифре производа читамо на подели увлаке испод конач покретног индекса, у нашем примеру 4-2-1-5.

Код вишеструког множења, при одређивању целих места у резултату, пошребно је водити рачуна о томе колико је пушта извлака померана *удесно*, што не значи бележити ова померања, јер се толико пута има додати -1 цело место алгебарском збиру целих места свих чинитеља да би се добио број целих места у резултату. У нашем примеру ( $12 \times 4500 \times 0,78$ ) алгебарски збир целих места чинитеља износи  $+2+4+0=+6$ . Пошто је извлака померана једанпут *удесно*, број целих места резултата износи  $+6+(-1)=+5$ . Према томе резултат је 41 250.

Ради вежбања наводе се следећи примери:

- а)  $160 \times 0,004 \times 80 = 51,2$ . Извлака померана једанпут *удесно*. Број целих места у резултату  $+3+(-2)+2+(-1)=+2$ .
- б)  $1,6 \times 400 \times 8000 = 5 120 000$ . Извлака померана једанпут *удесно*. Број целих места  $+1+3+4+(-1)=+7$ .
- в)  $222 \times 3,88 \times 9 \times 50,5 = 391 500$ . Извлака померана једанпут *удесно*. Број целих места  $+3+1+1+2+(-1)=+6$ .
- г)  $0,00222 \times 388 \times 0,9 \times 505 = 391,5$ . Извлака померана једанпут *удесно*. Број целих места  $-2+3+0+3+(-1)=+3$ .
- д)  $1,2 \times 21,4 \times 10,5 \times 0,30 = 80,8$ . Извлака померана трипут *удесно*.  $+1+2+2+0+(-3)=+2$ .
- ђ)  $120 \times 0,00214 \times 105 \times 30 = 808$ . Извлака померана трипут *удесно*.  $+3+(-2)+3+2+(-3)=+3$ .

У случају да заборавимо кад је при множењу потребно а кад није потребно додавање — 1 целог места, потсетићемо се на следећи начин. Помножићемо напр. број 2 с бројем 4 и број 3 с бројем 5. У првом случају знамо да је производ 8 и да смо извлаку померили удесно па према томе у производу долази до додавања — 1 целог места. Међутим, при множењу бројева 3 и 5 извлаку померамо улево, а производ 15, који знамо, показује да нема додавања — 1 целог места.

СТЕПЕНОВАЊЕ

Дизање на други и на трећи степен може да се врши непосредним начином који ће бити доцније показан. Уместо непосредног начина, ове рачунске радње могу се извршити множењем.

Пример 20

$12^3 = 12 \times 12 \times 12 = 1728$ . Извлака померана двапут удесно;  $+2+2+2+2+(-2) = +4$ .

$95^2 = 95 \times 95 = 9025$ . Извлака померана улево;  $(+2+2) = +4$ .

$0,012^3 = 0,000\ 001\ 728$ . Извлака померана двапут удесно;  $-1+(-1)+(-1)+(-2) = -5$ .

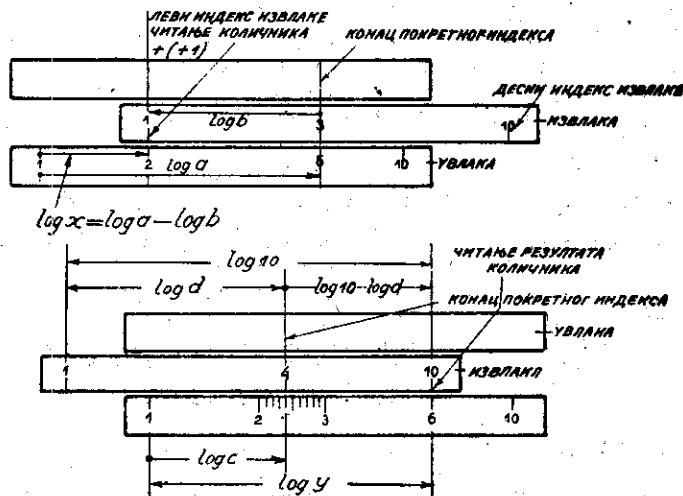
$0,95^2 = 0,9025$ . Извлака померана улево;  $0+0=0$ .

ДЕЉЕЊЕ

Посматрајмо количник  $x = \frac{a}{b}$ . Логаритмовањем овог израза добијамо:

$$\log x = \log a - \log b \dots \dots \dots (11)$$

Из једначине (11) произлази да дељење на логаритмару одговара геометриском одузимању дужи које претстављају логаритме бројева  $a$  и  $b$ . При овом имамо два случаја, сл. 28 и 29.



Сл. 28 и 29

## Први случај

$$x = \frac{a}{b}; \log x = \log \frac{a}{b} = \log a - \log b$$

У овом случају од дужи која одговара логаритму дељеника  $a$  (на подели увлаке) одузимамо дуж која одговара логаритму делитеља  $b$  (на подели извлаке) и добијамо дуж (на подели увлаке) која одговара логаритму количника  $x$  и то испод левог индекса „1“ извлаке.

## Други случај

$$y = \frac{c}{d}; \log y = \log c + (\log 10 - \log d) = \log c - \log d + \log 10 = \log \frac{c \times 10}{d} \quad (12)$$

У овом случају од логаритма дељеника  $c$  (на подели увлаке) одузимајући логаритам делитеља  $d$  (на подели извлаке) додајемо разлику која одговара  $\log 10 - \log d$  и испод десног индекса извлаке на увлаци читамо логаритам количника увећан 10 пута (види једначину 12).

У обадва случаја број целих места рачунамо на овај начин: од целих места дељеника одузимамо цела места делитеља; при том целим местима дељеника додајемо +1 цело место ако смо количник читали на првом индексу извлаке.

Рачунање изводимо овако: крај покретног индекса поставимо на увлаци тачно изнад вредности дељеника, а затим, померајући извлаку, доводимо вредност делитеља (на подели извлаке) тачно испод краја покретног индекса. Вредност количника читамо на подели увлаке било код левог било пак код десног индекса извлаке.

## Пример 21

а)  $x = \frac{a}{b}; a = 6; b = 3$ , сл. 28.

Цифру 2 количника читамо левим индексом извлаке па према томе при обрачуна целих места количника додајемо +1 цело место, тј.  $+1 - (+1) + 1 = +1$ . Према томе количник је 2.

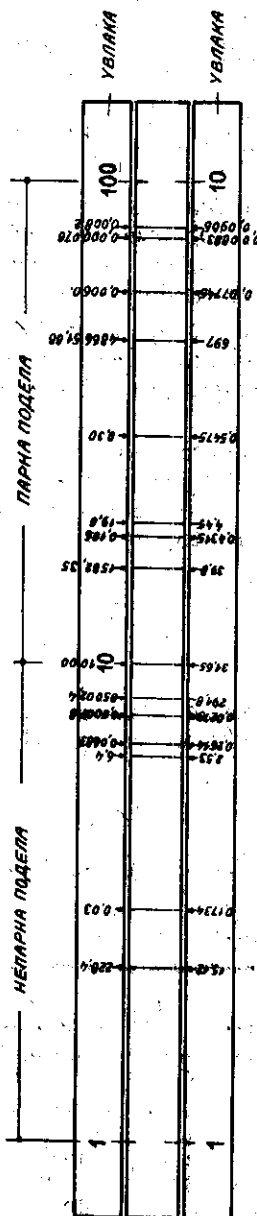
б)  $y = \frac{c}{d}; c = 2,4; d = 4$ , сл. 29.

Цифру 6 количника читамо десним индексом извлаке. Обрачун целих места даје  $+1 - (+1) = 0$ . Количник је 0,6.

Ради вежбања наводимо још неколико примера:

a : b	Читање количника извршено		Број целих места		Рачунање целих места количника	Количник (резултат)
	левим индекс.	десним индекс.	дељеника	делитеља		
6 : 3	+1		+1	+1	$+1 - (+1) + 1 = +1$	2
60 000 : 30	+1		+5	+2	$+5 - (+2) + 1 = +4$	2 000
0,00006 : 0,3	+1		-4	0	$-4 - (0) + 1 = -3$	0,000 2
4 : 5		0	+1	+1	$+1 - (+1) = 0$	0,8
4 000 : 0,05		0	+4	-1	$+4 - (-1) = +5$	80 000
0,0004 : 50		0	-3	+2	$-3 - (+2) = -5$	0,000 008
27 300 : 260	+1		+5	+3	$+5 - (+3) + 1 = +3$	105
0,0042 : 0,00082		0	-2	-3	$-2 - (-3) = +1$	5,12
0,46 : 56,4		0	0	+2	$0 - (+2) = -2$	0,008 16
7,48 : 3,25	+1		+1	+1	$+1 - (+1) + 1 = +1$	2,305

У случају да заборавимо кад се при дељењу додаје  $+1$  цело место, потсетићемо се на следећи начин. Поделићемо на пример број 6 с бројем 2 и број 40 с бројем 8. У првом случају знамо да је количник 3 и да смо његову вредност читали на левом индексу извлаке па према томе долази до додавања  $+1$  целог места. Међутим, при дељењу броја 40 с бројем 8 читање количника извршено је десним индексом, а количник, 5, који знамо, показује да нема додавања  $+1$  целог места.



Сл. 30

#### ИЗРАЧУНАВАЊЕ ДРУГОГ КОРЕНА

При срачунавању другог корена употребљавамо само горњу и доњу поделу увлаке. Према томе извлака нам није потребна па је на почетку рада, ради прегледности, потпуно издацимо.

**Горња подела увлаке.** — Ова је подела издељена на две једнаке дужи. На левој половини, тзв. „непарној“, главна подела је означена бројевима 1, 2, 3, 4 . . . . . 10, а на десној половини, тзв. „парној“, главна подела најчешће је означена бројевима 10, 20, 30 . . . . . 100. Збир дужи непарне и парне поделе тачно одговарају укупној дужи доње поделе увлаке.

Непозната  $x$ , коју желимо да израчунамо, једнака је другом корену из познате  $a$ . Непознату  $x$  израчунаћемо логаритамским путем једначинама (13) и (14).

$$x = \sqrt{a} \dots \dots (13) \quad \log x = \frac{1}{2} \log a \dots \dots (14)$$

Како свака од горњих подела увлаке, тј. непарна и парна, чине само половину дужи доње поделе увлаке, то по једначини (14) наспрам дужи горње поделе увлаке познате  $a$ , на доњој подели увлаке добијамо дуж која одговара логаритму непознате  $x$ . За постављање на одговарајућу вредност познате  $a$  на горњој подели као и за читање вредности непознате  $x$  на доњој подели, употребљавамо крајњи покретног индекса.

Пошто постоје две горње поделе увлаке, није свеједно коју ћемо да употребимо. Ради тога поткорену количину, која може да буде већа од 1 или пак мања од 1, делимо на групе од по две цифре.

**Поткорена количина већа од 1.** — Подела на групе се врши почев од десетне закрте налево. Последња група, идући од десетне закрте налево, одлучујућа је у вези постављања крајњег покретног индекса на горњој подели увлаке. Ако последња група има једну цифру, група је непарна, а ако има две цифре, група је парна.

Код непарне групе, конач покретног индекса поставља се на непарној горњој подели увлаке, а код парне групе, на парној горњој подели увлаке. Број целих места позитивних у резултату једнак је броју група од десетне зајеште налево без обзира на број цифара групе.

## Пример 22

Ради вежбања дато је неколико примера уписаних у следећој табlici (сл. 30).

Поткорена количина	Подела у групе	Последња група је парна или непарна	Намештање конач покретног индекса на горњој подели увлаке	Број група у складу с број целих места	Резултат	Примедба
$\sqrt{486\ 651,88}$	48 66 51,88	парна	парној	3	697	} Прва група је уједно и последња
$\sqrt{1\ 582,35}$	15 82,35	парна	парној	2	39,8	
$\sqrt{1\ 000,00}$	10 00,00	парна	парној	2	31,65	
$\sqrt{228,4}$	2 28,4	непарна	непарној	2	15,12	
$\sqrt{19,8}$	19,8	парна	парној	1	4,45	
$\sqrt{10,00}$	10,00	парна	парној	1	3,165	
$\sqrt{6,4}$	6,4	непарна	непарној	1	2,53	
$\sqrt{85\ 002,4}$	8 50 02,4	непарна	непарној	3	291,8	

Поткорена количина мања од 1.— Подела на групе се врши од десетне запете у десно при чему је за постављање конач покретног индекса одлучујућа прва група од десетне зајеште коју не сачињавају две нуле. Ако је у одлучујућој групи прва цифра нула, група је непарна, а ако је у тој групи друга цифра нула или 1 . . . . 9, група је парна. Конач покретног индекса поставља се као и раније. Број целих негативних места једнак је броју група састављених од две нуле.

## Пример 23

Ради вежбања дато је неколико примера уписаних у следећој табlici (сл. 30).

Поткорена количина	Подела у групе	Одлучујућа група је парна или непарна	Намештање конач покретног индекса на горњој подели увлаке	Број целих места	Резултат	У одлучујућој групи
$\sqrt{0,186}$	0,18 60	парна	парној	0	0,4315	нема нуле
$\sqrt{0,0883}$	0,06 83	непарна	непарној	0	0,2914	нула је прва цифра
$\sqrt{0,0082}$	0,00 82	парна	парној	- 1	0,0905	нема нуле
$\sqrt{0,006}$	0,00 00	парна	парној	- 1	0,07745	нула је друга цифра
$\sqrt{0,000\ 78}$	0,00 07 80	непарна	непарној	- 1	0,0279	нула је прва цифра
$\sqrt{0,000\ 078}$	0,00 00 78	парна	парној	- 2	0,00883	нема нуле
$\sqrt{0,000\ 007\ 8}$	0,00 00 07 80	непарна	непарној	- 2	0,00279	нула је прва цифра
$\sqrt{0,3}$	0,30	парна	парној	0	0,5475	нула је друга цифра
$\sqrt{0,03}$	0,03	непарна	непарној	0	0,1734	нула је прва цифра

## ДИЗАЊЕ НА КВАДРАТ

Раније је споменуто да се дизање на квадрат може извршити и непосредно. За овакво рачунање употребљавају се осим доње поделе увлаке још и непарна и парна подела увлаке које смо упознали при израчунавању другог корена.

Дизање на квадрат се врши на следећи начин.

Крај покретног индекса постави се на доњој подели на број који треба подићи на квадрат, а резултат се чита на горњој подели. Кад се читање изврши на непарној подели, резултат има  $2n - 1$  места, а при читању на парној подели,  $2n$  места. При овом  $n$  означава позитивна или пак негативна места основе степена. Тако на пример . . .  $2^2 = 4$ ;  $7^2 = 49$ . Основе степена 2 и 7 имају по једно место. Квадрат броја 2 прочитан је на непарној подели. Према томе број места у резултату износи . . .  $2n - 1 = 2 \times 1 - 1 = 1$ . Квадрат броја 7 прочитан на парној подели има  $2n$  места тј.  $2 \times 1 = 2$ . Дизање на квадрат бројева 2 и 7 може да послужи као потсетник за одређивање места у резултату.

Ради вежбања наводи се неколико примера.

$445^2 = 198\ 000$ . Читање резултата на парној подели. Број места у резултату . . .  $2n = 2 \times 3 = 6$ .  
 $291,8^2 = 85\ 000$ . Резултат на непарној подели. Број места . . .  $2n - 1 = 2 \times 3 - 1 = 6 - 1 = 5$ .  
 $0,0028^2 = 0,000\ 00788$ . Резултат на непарној подели. Број места . . .  $2n - 1 = 2 \times (-2) - 1 = -5$ .  
 $0,000\ 495^2 = 0,000\ 000\ 245$ . Резултат на парној подели. Број места . . .  $2n = 2 \times (-3) = -6$ .

## ИЗРАЧУНАВАЊЕ ТРЕЋЕГ КОРЕНА

$$x = \sqrt[3]{a} \dots \dots \dots (15) \quad \log x = \frac{1}{3} \log a \dots \dots \dots (16)$$

Начин рада сличан је извлачењу другог корена. Поткорена количина подели се у групе од по три цифре. Ако је поткорена количина већа од 1, подела у групе се врши улево од десетне запете, у противном случају удесно од десетне запете. Одлучујућа група има или једну, или две или три цифре. Према броју цифара одлучујуће групе крај покретног индекса се поставља у одговарајућу деоницу засебне поделе на логаритмичару која се употребљава за израчунавање трећег корена. Ова засебна подела, исте дужине као и доња подела увлаке, издељена је на три једнаке деонице: леву, средњу и десну деоницу. Одлучујућој групи с једном цифром одговара лева деоница, са две цифре средња деоница, а са три цифре десна деоница, сл. 31.

Ако је поткорена количина већа од 1, одлучујућа група је последња група од десетне запете улево. Број целих места (позитивних) у резултату једнак је броју група од десетне запете улево, без обзира на број цифара групе.

Ако је поткорена количина мања од 1, одлучујућа група је прва група од десетне запете удесно коју не сачињавају три нуле. Ако у одлучујућој групи прва цифра није нула, крај покретног индекса се поставља на десној деоници. Ако је у одлучујућој групи само прва цифра нула, наведени крај се поставља на средњој деоници и на крају, ако су у одлучујућој групи и прва и друга цифра нуле, крај покретног индекса се поставља на левој деоници. Број целих негативних места једнак је броју група састављених од три нуле.



**Пример 24**

Израчунавање трећег корена показано је у неколико примера уписаних у следећој табlici (сл. 31).

Поткорена количина	Подела у групе	Постављање конца покретног индекса у деовници	Број целих места	Резултат	Примедба
$\sqrt[3]{2\,250\,000,00}$	2 250 000,00	левој	+ 3	131	Прва група уједно је и последња
$\sqrt[3]{225\,000,00}$	225 000,00	десној	+ 2	60,8	
$\sqrt[3]{22\,500,00}$	22 500,00	средњој	+ 2	28,22	
$\sqrt[3]{10\,000,00}$	10 000,00	средњој	+ 2	21,58	
$\sqrt[3]{2\,250,00}$	2 250,00	левој	+ 2	13,1	
$\sqrt[3]{225,00}$	225,00	десној	+ 1	6,08	
$\sqrt[3]{22,5}$	22,5	средњој	+ 1	2,822	
$\sqrt[3]{2,25}$	2,25	левој	+ 1	1,31	
$\sqrt[3]{0,225}$	0,225	десној	0	0,608	
$\sqrt[3]{0,0225}$	0,022 5	средњој	0	0,2822	
$\sqrt[3]{0,00225}$	0,002 250	левој	0	0,131	
$\sqrt[3]{0,000\,225}$	0,000 225	десној	- 1	0,0608	
$\sqrt[3]{0,000\,0225}$	0,000 022 500	средњој	- 1	0,02822	
$\sqrt[3]{0,000\,00225}$	0,000 002 250	левој	- 1	0,0131	
$\sqrt[3]{0,000\,000\,225}$	0,000 000 225	десној	- 2	0,00608	
$\sqrt[3]{3,58}$	3,58	левој	+ 1	1,53	
$\sqrt[3]{0,5}$	0,500	десној	0	0,794	
$\sqrt[3]{12,96}$	12,96	средњој	+ 1	2,35	
$\sqrt[3]{0,07}$	0,070	средњој	0	0,412	
$\sqrt[3]{0,000\,4}$	0,000 400	десној	- 1	0,0736	
$\sqrt[3]{8\,482,00}$	8 482,00	левој	+ 2	20,4	

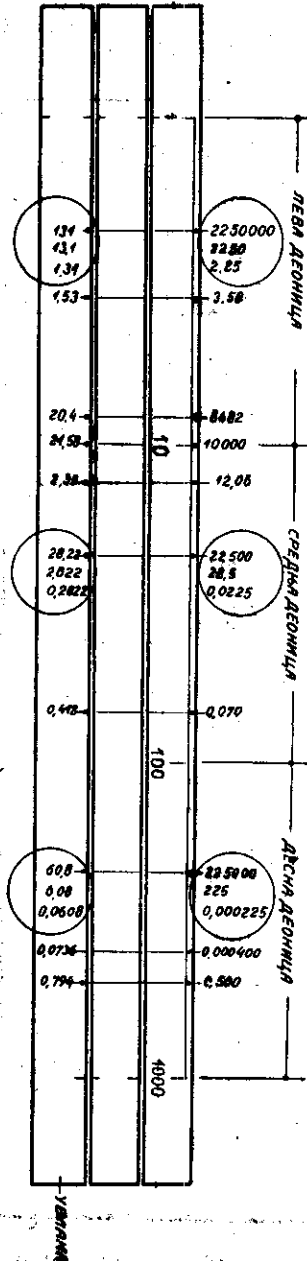
Кад логаритмар нема поделе за непосредно израчунавање трећег корена, до резултата се долази на следећи начин.

Поткорена количина подели се у групе и одреди број целих места у резултату како је раније показано.

У наставку рачунања треба разликовати ова три случаја.

## Одлучујућа група има једну цифру

„Крај“ (тј. крај покретног индекса) се намести на вредност поткорене количине и то на непарној подели увлаке. Затим се извлака помера, а једновремено се прате вредности бројева на горњој левој подели извлаке испод краја и вредности бројева које показује леви индекс извлаке на доњој подели увлаке. У тренутку кад се добије исти број (испод краја и наспрам левог индекса) рад логаритмаром је завршен. Цифре добијеног броја су и цифре траженог резултата.



Сл. 31

Ради бољег разумевања наводе се примери.

3

$\sqrt[3]{2250} = 13,1$ . На непарној подели увлаке крајем се означа број 225. Извлака се помера и тек кад се на њеној левој подели испод краја чита 1—3—1, ово се изједначаје с читањем наспрам левог индекса извлаке на доњој подели увлаке.

3

$\sqrt[3]{0,008800} = 0,2065$ . Ово значи да само при читању 2—0—6—5 испод краја на левој подели извлаке долази и до тог читања наспрам левог индекса извлаке на доњој подели увлаке.

Одлучујућа група има три цифре  
(тј. непаран број цифара)

Рад логаритмаром разликује се од рада у претходном случају само у томе што се уместо левог индекса извлаке улашребљава њен десни индекс.

Примери

3

$\sqrt[3]{115000} = 48,7$ . На левој подели увлаке крај се постави на број 115. Извлака се помера. Тек кад се на левој подели извлаке испод краја чита 4—8—7, до истог читања се долази и наспрам десног индекса извлаке на доњој подели увлаке. Ако би се употребила десна подела извлаке при читању 2—2—7 испод краја на тој подели, наспрам десног индекса извлаке а на доњој подели увлаке било би исто читање. Међутим, резултат би био погрешан, на што се овде упозорава.

3

$\sqrt[3]{0,000765} = 0,0915$

## Одлучујућа група има две цифре

Крај се намести на парној (десној) подели увлаке. Остали поступак је исти као у случају кад одлучујућа група има једну цифру (тј. употребити леву горњу по-

делу извлаке и њен леви индекс). Тако на пример  $\sqrt[3]{84800} = 43,9$ ;  
 $\sqrt[3]{0,000012300} = 0,0231$ .

Према изложеном, у сва три случаја употреба се лева (горња) подела извлаке.

ДИЗАЊЕ НА КУБ

Куб неког броја добија се кад се број три пута помножи самим собом како је то раније показао.

Брже се долази до резултата кад се употреби доња подела увлаке и подела (скала) за израчунавање трећег корена (сл. 19).

Начин рада је сличан дизању на квадрат с напоменом да се резултат чита било на левој, било на средњој било пак на десној деоници за израчунавање трећег корена (кубне поделе).

Кад се за читање резултата употреби лева деоница, резултат има  $3p-2$  целих места, напр.  $2^3=8$ ; број места  $\dots 3 \times 1 - 2 = 1$ . Ако се читање изврши на средњој деоници, резултат има  $3p-1$  места, на пример  $3^3=27$ ; број места  $\dots 3 \times 1 - 1 = 2$ . Кад се читање изврши на десној деоници резултат има  $3p$  места, на пример  $5^3=125$ ;  $3p=3 \times 1=3$ .

Наведени примери могу да послуже и као пошетишник при срачунавању целих места.

Ради вежбања наводи се још неколико примера.

$$13,5^3=2465. \text{ Број места } \dots 3p-2=3 \times 2-2=4.$$

$$0,0135^3=0,000\ 002465. \text{ Број места } 3p-2=3 \times (-1)-2=-3-2=-5.$$

$$36,4^3=48\ 300. \text{ Број места } \dots 3p-1=3 \times 2-1=5.$$

$$0,00364^3=0,000\ 000\ 0483. \text{ Број места } \dots 3 \times (-2)-1=-6-1=-7.$$

$$91,5^3=766\ 000. \text{ Број места } \dots 3p=3 \times 2=6.$$

$$0,0915^3=0,000\ 766. \text{ Број места } \dots 3p=3 \times (-1)=-3.$$

КОРЕНОВАЊЕ КОРЕНА

Логаритмаром се може да врши и извесно кореновање корена. Из алгебре је познато да је

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{\sqrt[p]{a}}} = \sqrt[n]{\sqrt[p]{\sqrt[m]{a}}} \dots \dots \dots (17)$$

Према томе:

$$\sqrt[4]{a} = \sqrt[2]{\sqrt[2]{a}} = \sqrt{\sqrt{a}}$$

$$\sqrt[6]{a} = \sqrt[3]{\sqrt[2]{a}} = \sqrt{\sqrt[3]{a}}$$

$$\sqrt[8]{a} = \sqrt[2]{\sqrt[2]{\sqrt[2]{a}}} = \sqrt{\sqrt{\sqrt{a}}}$$

$$\sqrt[9]{a} = \sqrt[3]{\sqrt[3]{a}} = \sqrt[3]{\sqrt[3]{a}}$$

## Пример 25

$$\sqrt[4]{15\,600} = \sqrt{\sqrt{15\,600}} = \sqrt{125} = 11,19$$

$$\sqrt[6]{823\,000} = \sqrt[3]{\sqrt[3]{823\,000}} = \sqrt[3]{907,5} = 9,68$$

$$\sqrt[8]{44\,500} = \sqrt{\sqrt{\sqrt{44\,500}}} = \sqrt{\sqrt{211}} = \sqrt{14,52} = 3,81$$

$$\sqrt[9]{0,0026} = \sqrt[3]{\sqrt[3]{0,0026}} = \sqrt[3]{0,1375} = 0,516$$

## КОМБИНОВАНО МНОЖЕЊЕ И ДЕЉЕЊЕ

Логаритмар може да се употреби за комбиновану рачунску радњу, на пример за срачунавање резултата разломка  $\frac{a \times b \times c}{d \times e}$  и слично. При срачунавању резултата прво се множе бројеви бројитеља, а затим, не истичући засебно производ добијен множењем тј. не прекидајући рачунску радњу, наставља се дељење с именитељем састављеним и од неколико бројева. Важно је, као што је раније наведено, водити евиденцију о томе колико је пута извлака при множењу померана удесно и колико је пута при дељењу употребљен први индекс извлаке. Цела места резултата рачунају се на следећи начин. Прво се саберу цела места бројева бројитеља и том се збиру дода по  $-1$  цело место онолико пута колико је пута извлака померана удесно. Затим се тако добијеном збиру дода по  $+1$  цело место онолико пута колико је пута употребљен први индекс извлаке при дељењу. Тако се долази до коначног броја целих места бројитеља. Одузимањем збира целих места именитеља од коначног броја целих места бројитеља, долази се до броја целих места резултата.

## Пример 26

а) Дневна норма трактористе за један дан рада нека износи 2,5 ха орања. Тракториста је за два дана узорао 6,2 ха. Колико радних дана добија за извршени рад? За два дана требало је да узоре  $2 \times 2,5$  ха, тј. 5 ха. Међутим, он је узорао 6,2 ха. Према томе:

на 2 дана отпада . . . . . 5 ха, а

на  $x$  дана отпада . . . . . 6,2 ха

$$x = \frac{2 \times 6,2}{5} = 2,48 \text{ радних дана.}$$

Ток рачунске радње. Извлаку померимо улево да десни индекс извлаке дође наспрам броја 2 увлаке. Покретни индекс померимо улево док његов крај не покрије вредност броја 6,2 извлаке. Множење  $2 \times 6,2$  је извршено. Не читајући производ и не померајући покретни индекс, померамо извлаку да број 5 извлаке дође испод краја покретног индекса. Дељење производа  $2 \times 6,2$  бројем 5 је извршено. Цифре резултата 2-4-8 читамо на подели увлаке испод десног индекса извлаке.

Обрачун целих места резултата. При множењу извлака није померана удесно, а при дељењу није употребљен леви индекс извлаке. Према томе нема ни додавања  $-1$ , нити додавања  $+1$  целих места при обрачуну коначног броја целих места бројитеља. Коначан број целих места бројитеља износи  $+1 + (+1) = +2$ . Именитељ има  $+1$  цело место. Број целих места резултата износи  $+2 - (+1) = +1$ . Према томе резултат је 2,48.

$$б) n = \frac{2 \times 4,5}{3,5} = 2,57$$

Обрачун целих места. При множењу  $2 \times 4,5$  извлака је померана једанпут удесно  $(-1)$ , а при дељењу први индекс извлаке употребљен је једанпут  $(+1)$ . Коначан број целих места бројитеља  $\dots +1+1+(-1)+(+1) = +2$ . Број целих места резултата  $\dots +2-(-1) = +1$ .

$$в) m = \frac{200 \times 45}{3,5} = 2570$$

Коначан број целих места бројитеља  $\dots +3+2+(-1)+(+1) = +5$ .  
Цела места резултата  $\dots +5-(-1) = +4$ .

$$г) p = \frac{200 \times 0,000\ 045}{0,000\ 35} = 25,7$$

Коначан број целих места бројитеља  $\dots +3+(-4)+(-1)+(+1) = -1$ .  
Цела места резултата  $\dots -1-(-3) = +2$ .

$$д) \frac{0,0065 \times 5,4 \times 120}{2200 \times 0,004 \times 31,2} = 0,01534$$

Ток рачунске радње у примеру 26д). Извлаку померимо улево да десни индекс извлаке дође наспрам броја 65 увлаке. Покретни индекс померамо улево да његов конач покрије број 54, а затим не читајући производ, извлаку померамо удесно  $(-1)$  за толико да леви индекс извлаке дође тачно испод конач покретног индекса. Сада померимо покретни индекс удесно да његов конач покрије вредност броја 12. Овим је множење  $65 \times 54 \times 12$  извршено, при чем је извлака померана једанпут удесно  $1 \times (-1)$ . Прелазимо на дељење. Не померајући покретни индекс, померимо извлаку да вредност броја 22 извлаке дође испод конач покретног индекса, затим померамо покретни индекс да његов конач покрије леви индекс извлаке  $(+1)$ , јер се десни индекс извлаке налази изван поделе увлаке. После тога померимо извлаку да вредност броја 4 извлаке покрије конач покретног индекса. Сада померимо покретни индекс да његов конач покрије десни индекс извлаке, јер се леви индекс извлаке налази изван поделе увлаке. Рачунска радња је при крају. Померимо извлаку да вредност броја 31,2 извлаке покрије конач покретног индекса. Читањем вредности резултата на увлаци наспрам левог индекса  $(+1)$  дељење је завршено, а цифре резултата су 1-5-3-4.

Обрачун целих места. При множењу  $65 \times 54 \times 12$  извлака је померана удесно једанпут  $(-1)$  што смо на крају множења забележили (са  $-1$ ). При дељењу, леви индекс извлаке употребљен је два пута  $2 \times (+1) = (+2)$ , што смо забележили (са  $+2$ ).

Коначан број целих места бројитеља  $\dots -2+1+3+(-1)+(+2) = +3$ .

Цела места именитеља  $\dots +4+(-2)+2 = +4$ .

Цела места резултата  $\dots +3-(-4) = -1 \dots \dots \dots 0,01534$ .

Резултат можемо да контролишемо засебним срачунавањем производа бројитеља и производа именитеља, а затим дељењем производа бројитеља производом именитеља добијемо резултат. У нашем примеру

$$\frac{0,0065 \times 5,4 \times 120}{2200 \times 0,004 \times 31,2} = \frac{4,215}{274,5} = 0,01534.$$

Код комбинованог множења и дељења у (примеру 26а) до 26г), где разломак има облик  $\frac{a \times b}{c}$ , рачунска радња се може извршити овим

редом. Прво се израчуна количник  $\frac{a}{c}$ , а затим се добијени количник помножи са  $b$ . На овај се начин смањује број померања извлаке.

За пример 26б)  $\dots \frac{2 \times 4,5}{3,5} = \frac{2}{3,5} \times 4,5 \dots$  поступак би био следећи. При дељењу  $2/35$  „конач“ (тј. конач покретног индекса) се постави на број 2 на доњој подели увлаке, а извлака се помера да број 35 на извлаци дође испод конач. Дељење  $2/35$  је завршено. Количник показује „десни индекс“ (тј. десни индекс извлаке) на подели увлаке,

па према томе нема додавања  $+1$  места. Вредност количника се не чита. Конац се помери изнад десног индекса тј. изнад вредности количника  $2/35$ . Да би добијени количник био помножен са 45, конац се помери улево (нема додавања  $-1$  места) изнад броја 45 на подели извлаке. Испод коца читају се цифре резултата . . . 257. При дељењу није употребљен леви индекс, а при множењу конац није померан у десно. Према томе нема додавања  $+1$  и  $-1$  места. Резултат  $2/3,5 \times 4,5$  има . . .  $+1 - (+1) + 1 = +1 - 1 + 1 = +1$  цело место тј. резултат износи . . . 2,57.

У примеру 26г) . . .  $200/0,000\ 35 \times 0,000\ 045$ , где рад с логаритмаром потпуно одговара малопре описаном, број целих места износи . . .  $+3 - (-3) + (-4) = +3 + 3 - 4 = +2$ . Резултат је . . . 25,7.

При израчунавању резултата  $2/3,5 \times 4,5$  померање коца изнад десног индекса може да се изостави и да се конац одмах после дељења постави изнад броја 45. Ако се овако поступи, онда треба водити рачуна да је при множењу било потребно конац померити улево од десног индекса до броја 45 што значи да нема додавања  $+1$  места. Оно лице које је потпуно увежбано у раду с логаритмаром, у другом примеру неће уопште употребити конац, јер вредности бројева 2, 35 и 45 означене су цртицама.

Ради вежбања наводе се још два примера.

$$s = 520/0,00318 \times 0,000\ 0494$$

Конац се постави изнад броја 52 (на увлаци). Извлака се помери да број 318 на њеној подели дође испод коца. Количник  $52/318$  показује леви индекс (дељење, дакле . . .  $+1$ ).

Множење са 494. Конац се премести да дође изнад броја 494 на увлаци. При множењу смер померања коца од количника до броја 494 је померање у десно, дакле  $+(-1)$ . Према томе додавање  $+1$  и  $-1$  места једнако је нули. Ово стање (тј. нула) може се забележити.

Испод коца на увлаци читају се цифре резултата . . . 8215. Број целих места резултата . . .  $+3 - (-2) + (-4) = +3 + 2 - 4 = +1$ . Резултат . . . 8,215.

$$t = \frac{0,0065 \times 5,4 \times 120}{2200 \times 0,004 \times 31,2} = \frac{0,0065}{2200} \times \frac{5,4}{0,004} \times \frac{120}{31,2}$$

Срачунавање резултата извршићемо на следећи начин.

Количник од  $65/22$ , који не читамо, показује леви индекс (што значи  $+1$  место, дељење). Ово није потребно да се бележи.

Да бисмо добијени количник помножили с 54, конац наместимо изнад левог индекса, померимо извлаку да десни индекс дође испод коца. Затим померимо конац улево (множење, нема додавања  $-1$ ) и наместимо га на број 54, тј. извршимо множење количника  $65/22$  са 54. Да бисмо добијени резултат, који не читамо, поделили са 4, извлаку померимо да број 4 на увлаци дође испод коца. Померањем коца до изнад десног индекса (дељење, нема  $+1$ ) завршена је рачунска радња  $65/22 \times 54/4$  са стањем целих места  $+1$ .

За множење овако добијеног резултата са 12, померимо извлаку да њен леви индекс дође испод коца и тај конац померимо у десно (множење, тј.  $-1$ ) на број 12. Рачунска радња  $65/22 \times 54/4 \times 12$  је завршена, а стање целих места је нула, тј.  $+1 + (-1) = 0$ . Ово се стање не бележи.

Не читајући резултат делимо га са 312 кад извлаку померимо да вредност броја 312 дође испод коца. На левом индексу (дељење,  $+1$ ) читамо цифре коначног резултата . . . 1534.

Стање целих места у вези с читањем на левом индексу (дељењем) и померањем коца (множењем) износи . . .  $+1$  место.

Цела места коначног резултата . . .  $+1 + (-2) - (+4) + 1 - (-2) + 3 - (+2) = +1 - 2 -$

Резултат је . . . 0,01534.

## ОДРЕЂИВАЊЕ ЦЕЛИХ МЕСТА ПОМОЋУ ПРИВРЕМЕНЕ ДЕСИМАЛНЕ ЗАПЕТЕ

Код досад изложеног начина одређивања целих места, при множењу узиман је у обзир смер померања извлаке удесно, а при дељењу читање резултата на левом индексу извлаке.

Међутим, постоји и други начин одређивања целих места, где се при множењу не узима у обзир смер померања извлаке удесно, а при дељењу не долази до изражаја леви индекс извлаке.

Овај начин показујемо засебно код множења и код дељења.

## Множење

Десималну запету множеника и множитеља преместимо привремено тако да испред привремене десималне зајеште у множителу и у множителу остане по једно цело место, на пример . . .  $45\ 800,0 \times 624,0 = 45\ 800,0 \times 6'24,0$ . Привременим премештањем десималне запете множеник смо поделили с 10 000, а множитељ са 100. Ако множеник с привременом десим. запетом желимо да вратимо на множеник с правом десим. запетом, помножићемо га са 10 000 тј. додаћи четири места. Према томе између привремене и праве десим. зајеште налазе се четири места са знаком +. Код множитеља између привремене и праве десим. зајеште има + 2 места. Из овога се види да код бројева већих од 1 број цифара између привремене и праве десим. зајеште прештавања број позитивних целих места.

Приближан производ с привременом десим. запетом тј.  $4'6 \times 6'2$  је двоцифрени број, тј. има два цела места, и износи око . . . 30'. множењем  $4'5800,0 \times 6'24,0$  помоћу логаритмара добијамо тачнији производ . . . 28'6. Раније је установљено да множитељ има + 4, а множеник + 2 цела места. Збир ових места износи + 6 и одговара нулама бројева 10 000 и 100. Према томе у производу 28'6 привремену десим. зајешту треба помаћи за 6 места удесно, тј. извршити множење са 10 000 и са 100. На овај начин добија се производ с правом десим. зајештом, тј. . . 28 600 000,0, јер је премештањем привремене десим. запете за 6 места удесно поништено раније помицање праве десим. запете улево за 4 и за 2 места.

У случају кад су множеник и множитељ мањи од 1, премештањем праве десим. запете удесно прво се врши множење множеника као и множитеља, а у производу с привременом десим. запетом дељењем се поништава раније премештање десим. запете. Тако на пример  $0,007 \times 0,000\ 014 = 0,007' \times 0,000\ 01'4 = 9'8$ . Множеник  $0,007'$  има — 3 цела места, јер толико места треба одузети множенику с привременом десим. запетом да би се добио множеник с правом десим. запетом. Слично је и с множитељем  $0,000\ 01'4$  који има — 5 целих места. У производу 9'8 с привременом десималном зајештом треба за  $-3 + (-5) = -8$  целих места преместиши ту зајешту улево да би се добио производ с правом десим. зајештом, тј. производ 0,000 000 098.

Ако је множеник већи, а множитељ мањи од 1 или обрнуто, привремену десим. запету одређујемо на раније показани начин. У производу с привременом десим. запетом њу померимо за разлику целих места множеника и множитеља с привременом десим. зајештом, на пример . . .  $47\ 200 \times 0,0082 = 47\ 200,0 \times 0,008'2 = 38'7$ . Множеник  $47\ 200,0$  има + 4 места, а множитељ  $0,008'2$  има — 3 места, па према томе производу 38'7 треба додати  $+4 - 3 = +1$  цело место, тј. привремену десим. зајешту треба помаћи за једно место удесно. Производ износи . . . 387.

**Напомена:** На крају се наводи да при срачунавању приближног производа с привременом десим. запетом, када се овај производ налази на прелазу једноцифреног у двоцифрени број, треба одмах употребити логаритмар (напр.  $1'67,0 \times 5'93,0 = 9'9$  и  $0,00017 \times 5'92,0 = 10'6$ ).

### Вишеструко множење

Код вишеструког множења прво се грубим множењем одреди број цифара у производу с привременом десим. запетом, а затим се установе и обрачунају цела места и одреди број места у производу с привременом десим. запетом.

После тога множењем помоћу логаритмара долази се до тачнијег производа с привременом десим. запетом, а затим према обрачунају целих места и до производа с правом десим. запетом. Тако на пример:

а)  $222 \times 3,88 \times 9 \times 50,5 = 2'22 \times 3,88 \times 9 \times 5'0,5$ . Грубим множењем добија се 350'. Број целих места (с обзиром на привремену и праву десим. запету) износи  $\dots +2+0++0+1 = +3$ . Множењем помоћу логаритмара добија се тачнији производ  $\dots 391'5$  с привременом десим. запетом. Кад се ова запета помакне за 3 места улево, долази се до производа с правом десим. запетом  $\dots 391'500$ .

б)  $0,00222 \times 388 \times 0,9 \times 505 = 0,002'22 \times 3'88 \times 0,9 \times 5'05$ . Грубим множењем добија се производ  $\dots 350'$ . Обрачун целих места  $\dots -3+2-1+2=0$ . Производ с привременом десим. запетом добијен помоћу логаритмара износи  $\dots 391'5$  и једнак је производу с правом десим. запетом.

в)  $120 \times 0,00214 \times 105 \times 30 = 1'20 \times 0,002'14 \times 1'05 \times 3'0$ . Грубим множењем добија се производ  $\dots 6'$ . Број целих места  $\dots +2-3+2+1 = +2$ . Тачнији производ с привременом десим. запетом је  $\dots 8'08$ , а с правом десим. запетом 808.

И код вишеструког множења важи раније наведена напомена с тим да у производу с привременом десим. запетом могу да буду две, три и више цифара.

### Дељење

До целих места количника долази се на овај начин.

Права десим. запета дељеника и делитеља премести се као и код множења. Ако је прва заокруљена цифра дељеника већа од прве заокруљене цифре делитеља, у привременом количнику, прочишћеном на логаритмару, привремена десимална запета долази иза прве цифре количника. У прочишћеном случају, испред прве цифре привременог количника долази нула. Затим се срачунају цела места дељеника и делитеља (с обзиром на привремену и праву десим. запету). Цела места количника се добију кад се од целих места дељеника одузму цела места делитеља. Премештањем привремене десим. запете у привременом количнику улево или пак улево, већ према срачунаштим местима количника, добија се количник с правом десим. запетом.

Ради вежбања наводи се неколико примера.

$60'000 : 30 = 6'0000,0 : 3'0,0 = 2'$ ; број целих места дељеника  $\dots +4$ , а делитеља  $\dots +1$ ; број целих места количника  $\dots +4 - (+1) = +3$ . Количник је  $\dots 2'000$ .

$0,0004 : 50 = 0,0004' : 5'0,0 = 0'8$ ; број целих места дељеника  $\dots -4$ , а делитеља  $\dots +1$ ; број целих места количника  $\dots -4 - (+1) = -5$ . Количник је  $\dots 0,000'008$ .

$0,46 : 56,4 = 0,4'6 : 5'6,4 = 0'816$ ; број целих места количника  $\dots -1 - (+1) = -2$ . Количник је  $\dots 0,00816$ .

$4000 : 0,05 = 4'000 : 0,05' = 0'8$ ; број целих места количника  $\dots +3 - (-2) = +5$ . Количник је  $\dots 80'000$ .

$0,0042 : 0,00082 = 0,004'2 : 0,0008'2 = 0'512$ ; број целих места количника  $\dots -3 - (-4) = +1$ . Количник је  $\dots 5,12$ .



**Дивање на квадрат**

Број целих места у резултату с привременом десим. запетом одређује се грубим множењем (и у случају кад се употреби непосредан начин израчунавања). И овде се упозорава на напомену дату код множења ( $312^2 = 3'12^2 = 9'7$ , и  $320^2 = 3'20^2 = 10'2$ ).

*Примери*

$445^2 = 4'45^2 = 4'45 \times 4'45 = 19'8$ ; број места . .  $2+2 = +4$ ; резултат . . 198 000.

$291,8^2 = 2'91,8^2 = 8'5$ ; број места . .  $+2+2 = +4$ ; резултат . . 85 000.

$0,0028^2 = 0,002'8^2 = 7'88$ ; број места . .  $-3+(-3) = -6$ ; резултат . . 0,000 00788.

$0,000 495^2 = 0,0004'95^2 = 24'5$ ; број места . .  $-4+(-4) = -8$ ; резултат . . 0,000 000 245.

**Дивање на куб**

Број целих места у резултату с привременом десим. запетом одреди се грубим множењем (углавном према кубу цифре испред привремене десим. запете). Резултат с привременом десим. запетом може да буде једноцифрени, двоцифрени и троцифрени број па према томе и овде важи напомена дата код множења ( $0,00215^3 = 0,002'15^3 = 9'5$ ;  $0,0218^3 = 0,02'18^3 = 10'3$ ;  $460^3 = 4'60^3 = 97'0$ ;  $470^3 = 4'70^3 = 104'0$ ).

*Примери*

$13,5^3 = 1'3,5^3 = 2'465$ ; број места . .  $+1+1+1 = +3$ ; резултат . . 2465.

$0,0135^3 = 0,01'35^3 = 2'465$ ; број места . .  $-2+(-2)+(-2) = -6$ ; резултат . . 0,000 002465.

$36,4^3 = 3'6,4^3 = 48'3$ ; број места . .  $3 \times 1 = 3$ ; резултат . . 48 300.

$0,00364^3 = 0,003'64^3 = 48'3$ ; број места . .  $3 \times (-3) = -9$ ; резултат . . 0,000 000 0483.

$91,5^3 = 9'1,5^3 = 766'$ ; број места  $3 \times 1 = 3$ ; резултат . . 766 000.

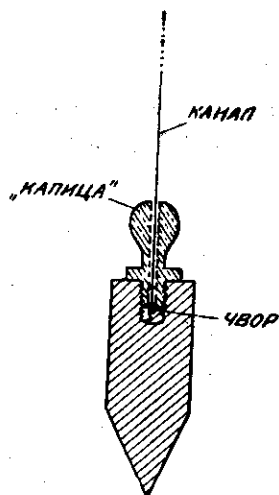
На крају се напомиње да се при рачунању помоћу логаритмара применом привремене десималне запете приликом множења и дељења могу употребити горње поделе увлаке и извлаке.

#### IV. ГЕОДЕТСКЕ СПРАВЕ

При извршењу геодетских радова на терену и у бироу употребљавају се различне справе и инструменти. У овом поглављу упознаћемо се с помоћним геодетским справама које се често употребљавају на терену, а то су: висак, значке (трасирке, техничке мотке), либеле, равњача и подравњача, пољске и ручне челичне пантљике, летве за мерење дужина, призме и добоши.

##### А. ВИСАК

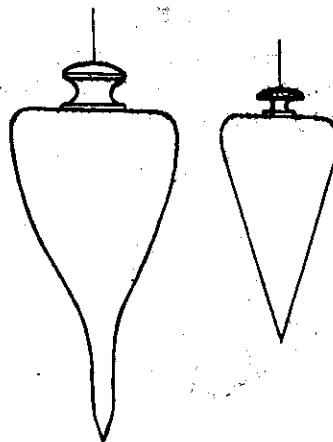
Висак је комад метала (железа, месинга и слично) понајчешће конусног облика, сл. 32, 33 и 34. У горњем делу виска налази се „капица“ која се може одвојити од осталог дела виска. Капица је пробушена и кроз отвор може се провући танак канап који се на доњем крају везује у чвор. На овај се начин канап може да привеже за висак.



Сл. 32



Сл. 33



Сл. 34

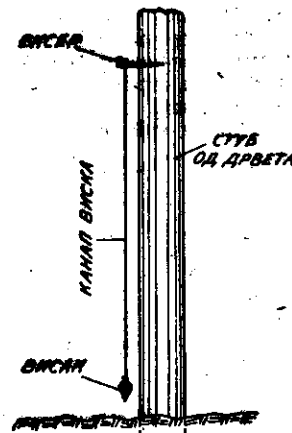
Када се канап са привезаним виском завеже напр. о ексер на начин приказан на сл. 35 да при том висак слободно виси, висак ће се после извесног клаћења потпуно умирити. Сада се канап виска налази у *вертикалном* положају који одговара правцу силе теже, правцу *вертикале*.

Ради што биљег разумевања градива о практичној примени виске и либоле при издитавању и ректификацији геодетских инструмената, затим при постављању неких пољопривредних машина у исправан положај, потребно је да освежимо градива о вертикалној и хоризонталној равни и о вертикалној и косој правој.

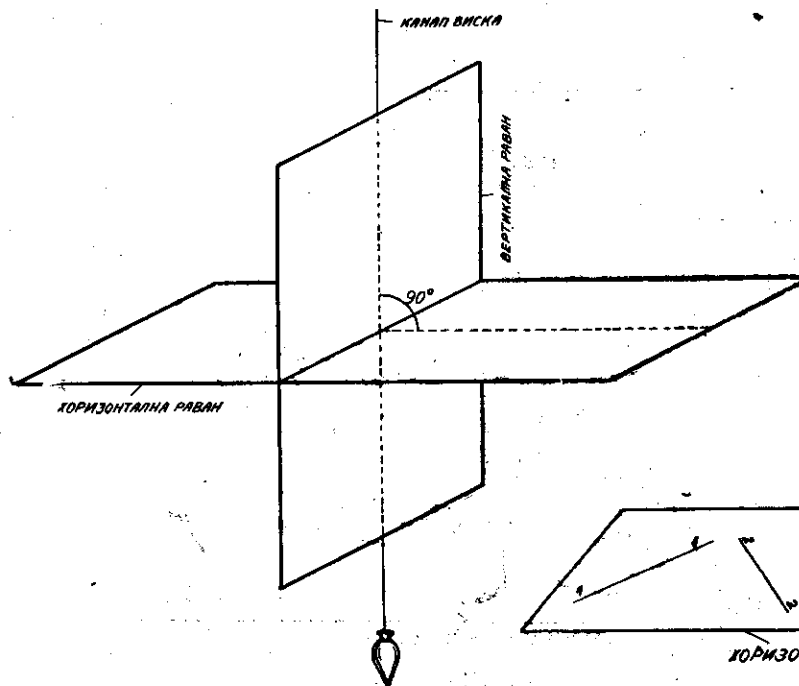
**Вертикална и хоризонтална раван.** — Раван која пролази кроз канап обешеног и умиреног виска, који слободно виси, јесте *вертикална раван*, а раван управна (окомита) на њу јесте *хоризонтална раван*, сл. 36. Тако напр. површина потпуно мирне воде у неком мањем језеру претставља хоризонталну раван. Напомиње се да се кроз једну тачку може положити само *једна* хоризонтална раван, док се кроз исту тачку може положити безброј вертикалних равни.

**Хоризонтална, вертикална и косо права.** — Свака права која лежи у хоризонталној равни налази се у хоризонталном положају (сл. 37, праве 1-1, 2-2, 3-3). Међутим, у вертикалном положају се налази *само* она права која лежи у пресеку двеју вертикалних равни (права 4-4, сл. 38 и 39). Према томе праве 5-5, 6-6, 7-7 и 8-8 (сл. 39) нису у вертикалном положају иако оне леже у вертикалној равни KLMN. Права 6-6 је у хоризонталном положају, а остале праве су у косој положају у односу према хоризонталној равни. На сл. 38 приказана је вертикална права 4-4 и хоризонтална раван EFGH у којој леже праве 9-9, 10-10, 11-11 и 12-12. Из слике се види да је права 4-4 управна на сваку праву која лежи у хоризонталној равни EFGH као и на праве које су паралелне с том равни.

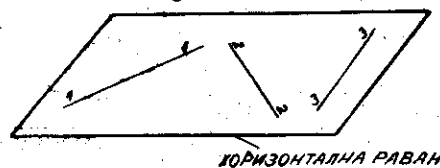
**Постављање равни у хоризонталан положај, и праве управне на ту раван у вертикалан положај.** — Дана је раван MNOP и права 13-13 која је *уравна* (окомита) на њу, сл. 40. Претпоставимо да је однос праве 13-13 према равни MNOP



Сл. 35



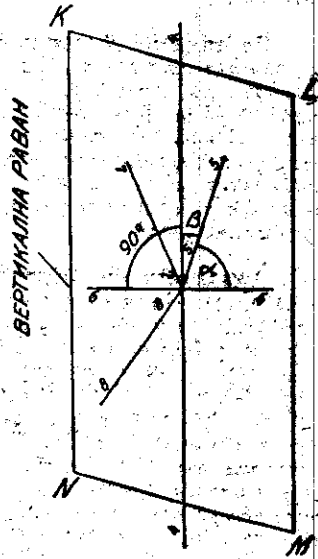
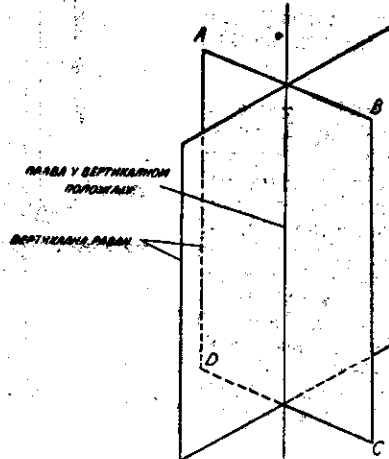
Сл. 36



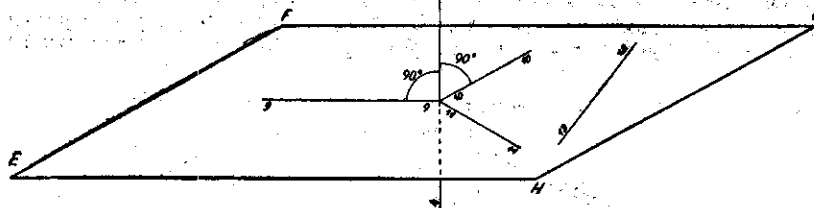
Сл. 37

непроменљив тј. да је права 13-13 причвршћена за раван MNOP. Променом положаја равни MNOP мења се и положај праве 13-13, при чем однос праве 13-13 и равни MNOP остaje стално исти. Права 13-13 је уједна на сваку праву која лежи у равни MNOP, без обзира на положај у којем се налази раван MNOP.

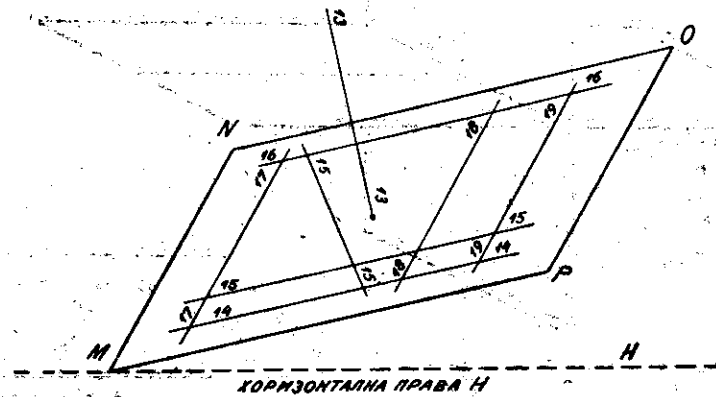
Нека су раван MNOP и права 13-13 у косом положају према хоризонталној равни положеној кроз хоризонталну праву MN. Ако страну MP равни MNOP (дакле не и стране MN и PO) доведемо у хоризонталан положај, тј. у положај праве MN, тада ће само праве које су паралелне са страном MP, било



Сл. 39



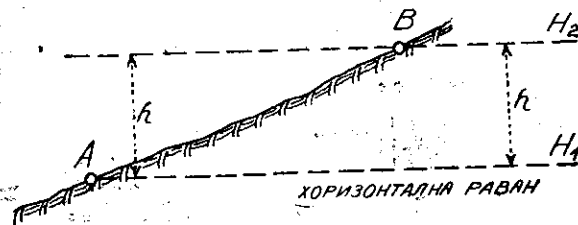
Сл. 38



Сл. 40

да леже у равни  $MNOP$  (напр. праве 14-14, 16-16) или изван ње, доћи у хоризонтални положај. Све остале праве у равни  $MNOP$  (напр. праве 17-17, 19-19) као и права 13-13 и раван  $MNOP$  биће у косом положају према хоризонталној равни положеној кроз праву  $MN$ . Тек довођењем страна  $PO$  в  $MN$  у хоризонтални положај, тј. у хоризонталну равни, праве које су паралелне са страном  $PO$  (напр. праве 17-17, 19-19) биће доведене у хоризонтални положај, а права 13-13 заузме вертикални положај.

**Висинска равлика.**— На сл. 41 приказан је пресек нагнутог (косог) терена с тачкама  $A$  и  $B$ . Положимо ли кроз тачке  $A$  и  $B$  хоризонталне равни  $H_1$  и  $H_2$ , вертикално растојање  $h$  између ових равни представља висинску разлику између тачака  $A$  и  $B$ .



Сл. 41

### УПОТРЕБА ВИСКА

Висак се употребљава код постављања у вертикалан положај значака<sup>4</sup> и сигнала<sup>5</sup> (за сигнаписање тачака на терену), затим при мерењу дужина, испитивању и поправљању (ректификацији) геодетских инструмената, узимању монолита земљишта и слично.

**Постављање значке у вертикалан положај.**— Значка се држи са два прста делимично или сасвим испружене руке, и то изнад половине дужине значке, тако да се значка налази у вертикалном положају.

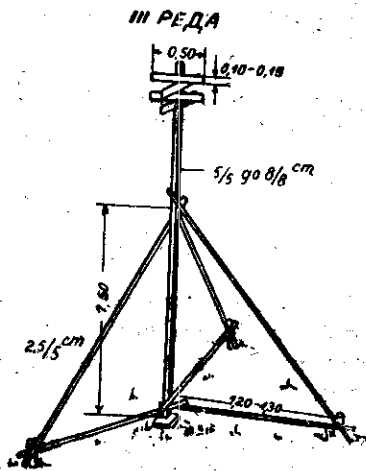
Значка се поставља у вертикалан положај на овај начин. Изнад белеге тачке  $A$ , на којој је потребно поставити значку, први радник држи значку у приближно вертикалном положају, сл. 43. Други радник (осматрач), који контролише положај значке, стане на 2 до 4 метра испред значке (I стајалиште) држећи у руци (са два прста) канап за који је привезан висак. Затим умири висак и гледа (осматра) да ли се средина значке поклапа са канапом виска, правцем вертикале. Ако се не поклапа, даје знак слободном руком раднику који држи значку да је полагаано нагиње у потребном правцу све док се њена средина не поклопи са канапом виска. При овом се шиљак значке налази стално у центру белеге. Сада се значка налази у вертикалној равни која пролази канапом виска и тачком  $A$ , при чем значка може бити нагнута у правцу ка I стајалишту осматрача или у супротном правцу (види положај правих 5—5 и 7—7, сл. 39). Да би значка била постављена у пресек двеју вертикалних равни, осматрач се постави на II стајалиште (сл. 43, угао  $S_1AS_2$  приближно  $90^\circ$ ). Уколико се сад значка не поклапа са канапом виска, она се на већ описан начин доводи у вертикалну равни која пролази тачком  $A$  и канапом виска. После тога се контролише и поправља положај значке са I стајалишта, а према потреби и са II стајалишта, све док значка не дође у пресек двеју вертикалних равни — у вертикалу изнад тачке  $A$ .

Ако је значка пободена у земљу, постављање значке у вертикалан положај може да изврши један радник.

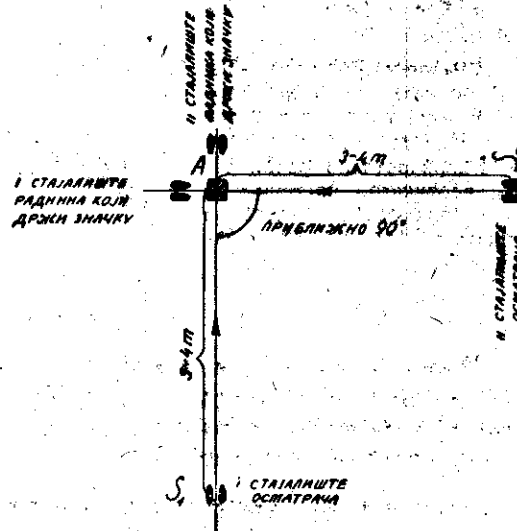
<sup>4</sup> Значка је права облица малог пречника дужине 2 до 4 метра са гвозденим шиљком на једном крају.

<sup>5</sup> На важнијим тачкама постављају се сигнали израђени од резане грађе како је показано на сл. 42.

**Постављање аналитичке ваге у исправан положај.**— За постављање аналитичке ваге у исправан положај понајчешће су ове ваге снабдевене малим виском који слободно висн. Висак је обешен о стуб-носач ваге. По фабричкој конструкцији оса стуб-носача ваге управна је



Сл. 42



Сл. 43

на раван постоља ваге; аналогно правој 13-13 у равни  $MNOP$ , сл. 40. Наспрам виску, на постољу ваге причвршћен је комад метала конусног облика тзв. „шиљак“, сл. 44. Кад је раван постоља ваге у хоризонталном положају, стуб-носач ваге се налази у вертикалном положају, а продужење канапа виска пролази тачно кроз шиљак. Према томе, постављање стуб-носача ваге у вертикалан положај саспоји се у постављању равни постоља у хоризонталан положај.

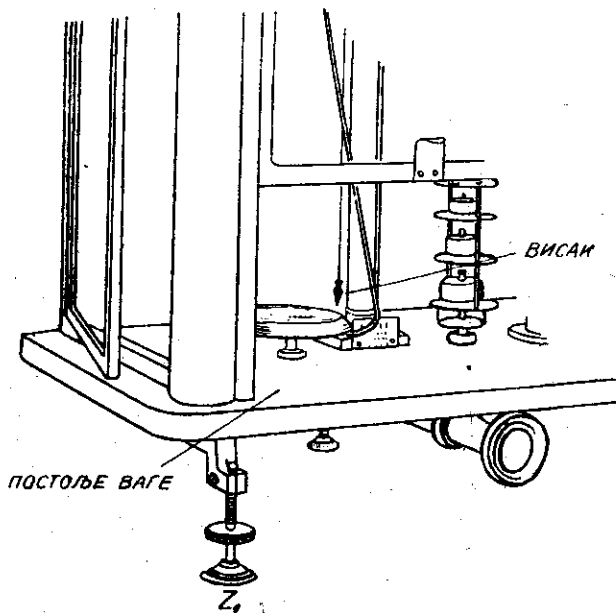
Постоље ваге има три ноге  $Z_1, Z_2, Z_3$ , сл. 45. Ноге  $Z_1$  и  $Z_2$  израђене су као положајни завртњи. Окретањем тих завртања мења се положај равни постоља.

Дејствујући завртњима  $Z_1$  и  $Z_2$  у супротном смеру мењамо положај равни постоља ваге, а тиме и положај осе стуб-носача ваге<sup>6</sup>. Кад продужење канапа виска сече праву  $n-s$  (сл. 45), онда је доведена у хоризонтални положај права која лежи у равни постоља ваге и спаја средишта завртања  $Z_1$  и  $Z_2$ . Овим су доведене у хоризонтални положај и све праве у равни постоља које су паралелне с правом  $Z_1-Z_2$  (слично довођењу правих 14-14 у хоризонтални положај, сл. 40). Оса стуб-носача ваге сада се налази у вертикалној равни која пролази кроз висак, шиљком и тачком  $n$ , сл. 45. Међутим, то још не значи да су доведене у хоризонталан положај права која пролази кроз тачке  $n-s$  и са њом паралелне праве у равни постоља.

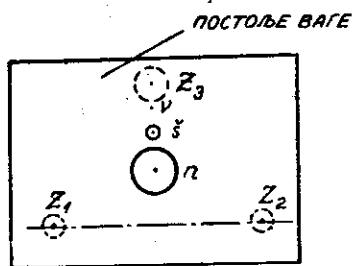
Једновременим дејствовањем завртњима  $Z_1$  и  $Z_2$  у истом смеру (сл. 48) доводимо врх виска тачно наспрам шиљка. Мање отступање

<sup>6</sup> Дејствовати завртњима  $Z_1$  и  $Z_2$  у супротном смеру значи завртати  $Z_1$  окретајући у смеру кретања казаљки на сату, а завртати  $Z_2$  у супротном смеру или обротно ( $Z_2$  окретајући у смеру кретања казаљки на сату а  $Z_1$  у супротном смеру, сл. 46 и 47).

виска од шиљка, односно од праве  $n-\check{s}$ , поправља се дејствујући завртњима  $Z_1$  и  $Z_2$  у супротном смеру. На овај начин доведене су у хоризонталан положај и права  $n-\check{s}$  и са њом паралелне праве у равни постоља (аналогно правима 17-17, 19-19, сл. 40). Према томе, доведена

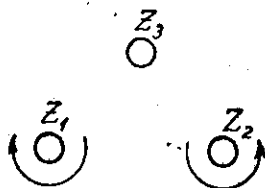


Сл. 44

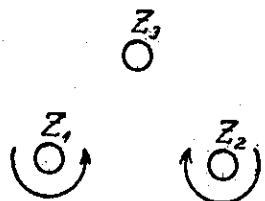


$n$ .....СРЕДИШТЕ СТУБ-НОСАЧА У РАВНИ ПОСТОЉА  
 $\check{s}$ .....ПРОЈЕКЦИЈА ШИЉКА У РАВНИ ПОСТОЉА  
 $v$ .....ПРОДУЖЕЊЕ КАНАПА ВИСКА

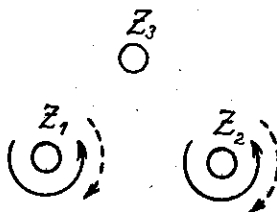
Сл. 45



Сл. 46



Сл. 47

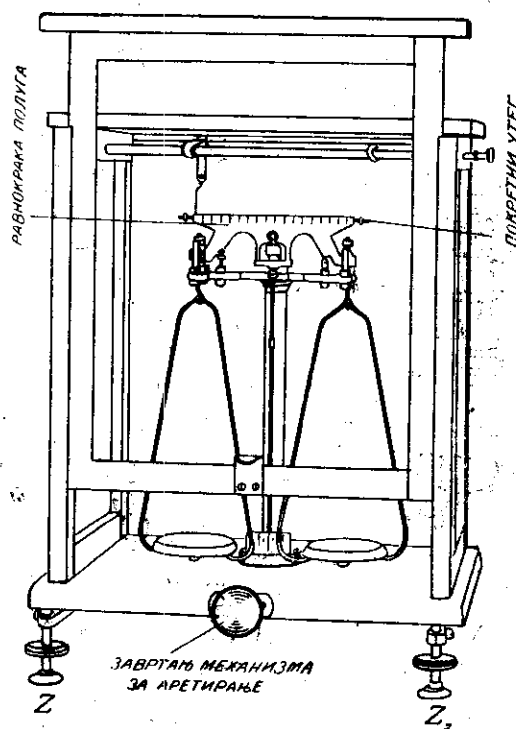


Сл. 48

је у хоризонтални положај раван постоља ваге, а с овим је доведена и оса стуб-носача ваге у положај вертикале.

При постављању равни постоља у хоризонталан положај завртањ механизма за аретирање је утегнут, дакле и казаљка (игла) је аретирана. Отпуштањем наведеног завртња биће отпуштена и казаљка која ће се после извесног времена да умири, а њен врх поклапаће се с нултом цртом скале, тј. казаљка ће заузети нулти положај. Уколико

се врх казаљке не поклапа с нултом цртом скале, потребно је лаганим померањем једног од покретних утега на равнокракој полуди довести на нулти положај. На овај начин доведена је у хоризонтални положај равнокрака полуга ваге, сл. 49.



Сл. 49

Начин на који се постоље ваге може довести у хоризонталан положај помоћу испитане и поправљене цевасте или пак центричне либеле наведен је у градиву о либелама.

Довођењем построја ваге у хоризонтални положај, стубна сача у вертикални и казаљке у нулти, ови су делови ваге доведени у исправни положај.

Као што поједини делови ваге пре почетка рада с њом треба да су у исправном положају, исто тако и делови геодетских справа и иструмената треба да су у исправном положају, јер од тога углавном и зависи тачност резултата извршеног рада. Стога се пре употребе справа и инструмента мора установиши да ли справа и инструменти „задовољава одређене услове”. Ако их не за-

довољава, треба извршити ректификацију (поправљање) тј. довести делове у исправан положај.

### Б. ЗНАЧКА

Значка (трасирка) је израђена од сувог и правог дрвета, понајчешће кружног пресека (окруклог облика), дебљине 2,5 до 4 сантиметра, дужине 2 до 4 метра, наизменично обојена црвеном и белом масном бојом. На једном крају значке (доњем) насађен је оштар гвоздени шиљак ради лакшег и бољег побадања значке у земљу, сл. 50 и 51.

За извесне радове уместо значака могу се употребити окречене летве дужине 1,5–2,0 метра. Овакве летве на пашицама и ливадама уочљивије су од значака. Извитоперене значке нису за употребу.

### УПОТРЕБА ЗНАЧКЕ

Значке се употребљавају за видно означавање (истацање, сигнализација) појединих тачака на терену, даље при мерењу дужина дужи, хоризонталних углова, обележавању правих линија на терену, постављању међутачака у праву линију између двеју сигнализаних тачака и слично.



**Означаване правих линија на терену.**— При трасирању пољских путева, канала за одводњавање и наводњавање, затим код деобе већих парцела на мање парцеле, код означавања правих линија за обрање и за сејање итд. долази до постављања међутачка које леже на правој линији између двеју крајњих тачака.

Разликујемо два случаја:

а) кад се са прве крајње тачке види друга крајња тачка, тј. кад се крајње тачке догледају;

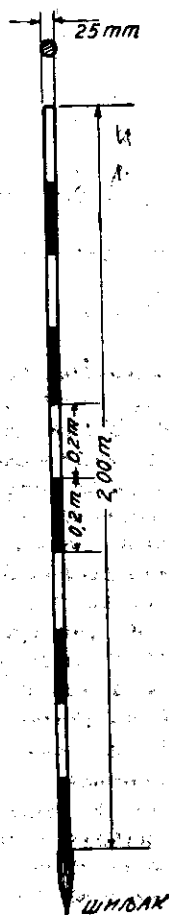
б) кад се са прве крајње тачке, услед конфигурације терена, не види друга крајња тачка, тј. кад се крајње тачке не догледају.

Растојање између крајњих тачака може да буде различно.

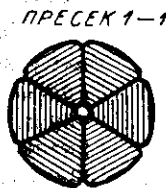
Ако растојање између крајњих тачака није велико (до 400 m), а задовољавамо се мањом тачношћу, међутачке постављамо „одока“. Ако се при овом растојању тражи већа тачност, међутачке постављамо помоћу инструмента.

У случају већег растојања (напр. 700 m) употребљавамо инструмент или пак двоглед (сл. 52) због тога што простим оком са прве тачке уопште не видимо значку на другој тачки, или је видимо сасвим нејасно, иако се тачке међусобно догледају.

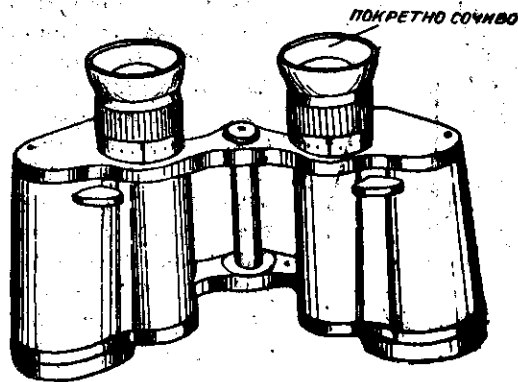
Да би крајња тачка била уочљивија, за горњи крај значке привеже се мања бело црвена застава.<sup>7</sup>



Сл. 50



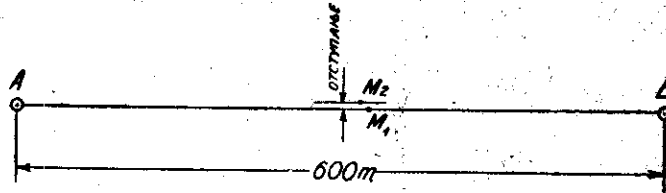
Сл. 51



Сл. 52

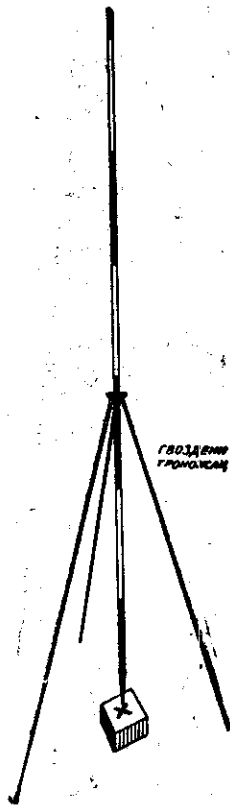
<sup>7</sup> Сигнал приказан на сл. 42 много је уочљивији од значке.

Упоредимо ли положај међутачке  $M_1$ , означене помоћу инструмента, и положај међутачке  $M_2$ , означене помоћу двогледа, видећемо да међутачка  $M_2$  мало отступа изван праве АВ (сл. 53). Према томе за већину радова ове врсте у агрономској пракси уместо инструмента може се употребити двоглед.



Сл. 53

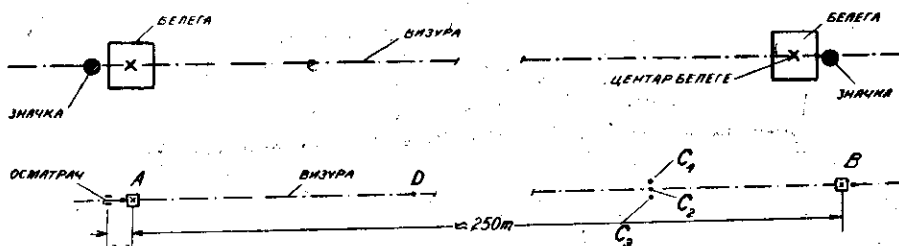
**Означавање праве кад се крајње тачке догледају.** — На крајњим тачкама А и В помоћу виска поставе се значке вертикално на начин приказан на сл. 55<sup>а</sup>. Затим се одреди приближан број међутачака (у нашем случају две међутачке С и D). Пре почетка рада потребно је да се уговоре знаци за кретање радника — фигуранта који на међутачкама поставља значке. Знаци се дају различним махањем, било десном било левом руком, већ према томе да ли се кретање има извршити удесно или улево од тзв. „визуре“ (сл. 56), да ли брже или спорије. Исто тако се уговори и знак за победање значке у земљу кад се она налази у правој линији између крајњих тачака, тј. у визури.

Сл. 54<sup>а</sup>

Постављање значака у правац за поједине међутачке почињемо од друге тачке идући ка првој крајњој тачки, у нашем случају од тачке В ка тачки А. Осматрач стане на 2 до 3 метра испред значке постављене на првој крајњој тачки (тачки А). Фигурант који носи значку (држи је приближно у вертикалном положају испред себе) нека се налази у тачки  $C_1$ , сл. 56. Осматрач, гледајући преко значке у тачки А на значку у тачки В, констатовао је да се значка у тачки  $C_1$  налази улево од визуре. Он даје фигуранту знак (десном руком) да иде удесно, брже или спорије. Кретање фигуранта, тј. померање значке, осматрач прати непрестано и у тренутку кад се значка налази у тачки  $C_2$  — у правој АВ — даје фигуранту обема рукама знак да значку пободне. Међутим, ако би при кретању фигуратна значка била у тачки  $C_3$ , даје фигуранту левом руком знак да лагано помера значку улево док значка не буде у тачки  $C_2$ . На исти се начин и на осталим међутачкама значке постављају у правац (сл. 57).

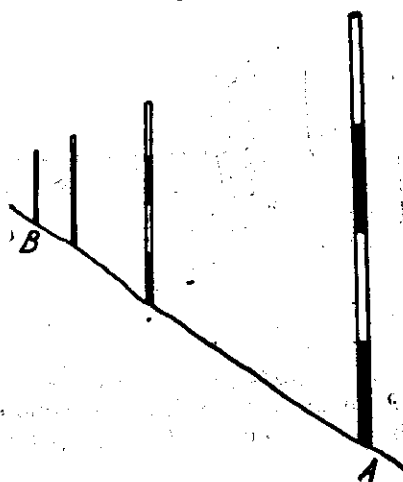
<sup>а</sup> За постављање значака изнад центара белега употребљавају се треношци, сл. 54.

**Означавање праве кад се крајње тачке не догледају.**—  
 Између крајњих тачака А и В налази се узвишица тако да се тачке А и В не догледају. У тачкама А и В поставе се значке вертикално.

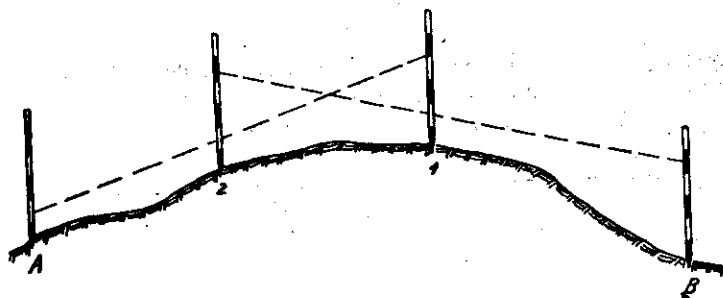


Сл. 55 и 56

Приближно у правцу праве АВ пободe се значка у тачки 1, сл. 58 и 59, али тако да се с тачке 1 види значка пободена у тачки А. Осматрач стане на 2 до 3 метра испред значке у тачки 1 и утера у правац 1-А (тј. у тачку 2) значку коју носи фигурант. При овом фигурант води рачуна о томе да се с тачке 2 догледа тачка В. Сад фигурант стане испред значке у тачки 2 и утера у правац 2-В (тј. у тачку 3) значку коју носи осматрач (значка с тачке 1). При избору тачке 3 осматрач води рачуна о томе да се с тачке 3 догледа тачка А. Затим се поступак наставља тј. значка постављена у тачки 2 утерује се у правац 3-А и поставља у тачку 4, затим значка постављена у тачки 3 поставља се у тачку 5 (правац 4-В) итд., све дотле док значке које носе осматрач и фигурант не буду постављене тако да их више не треба премештати (напр. у тачкама 8 и 9 које су у правој АВ).

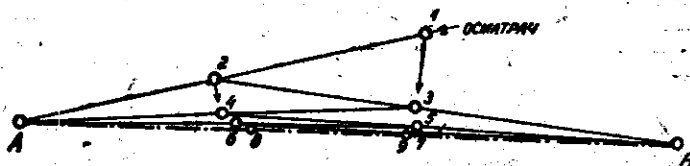


Сл. 57



Сл. 58

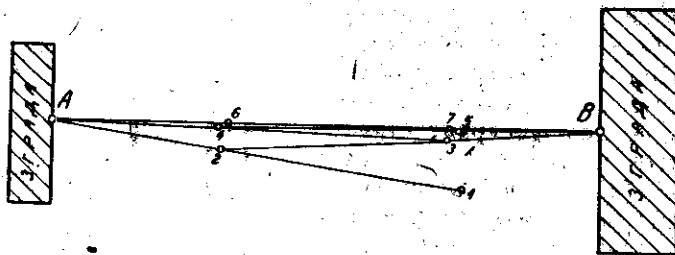
Ако је потребно обележити неколико међутачака на правој АВ, ово ће се извести на начин који је описан при постављању међутачака кад се крајње тачке догледају.



Сл. 59

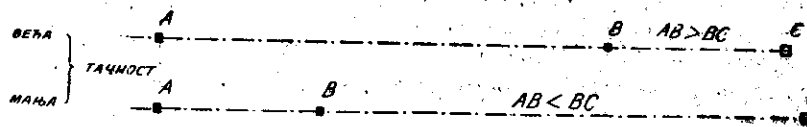
Обележавање праве између двеју тачака у соклу зграда показано је на сл. 60.

**Продужење праве.** — На крајњим тачкама А и В (сл. 61) поставе се значке вертикално. Осматрач стане испред значке у тачки



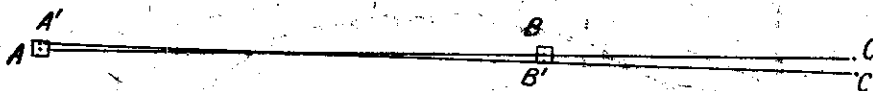
Сл. 60

А и у продужењу праве А — В утера у правац значку коју носи фигурант (тачка С). На тачност рада утиче однос између растојања крајњих тачака АВ и продужења праве ВС, сл. 61 и 62. Тачност про-



Сл. 61 и 62

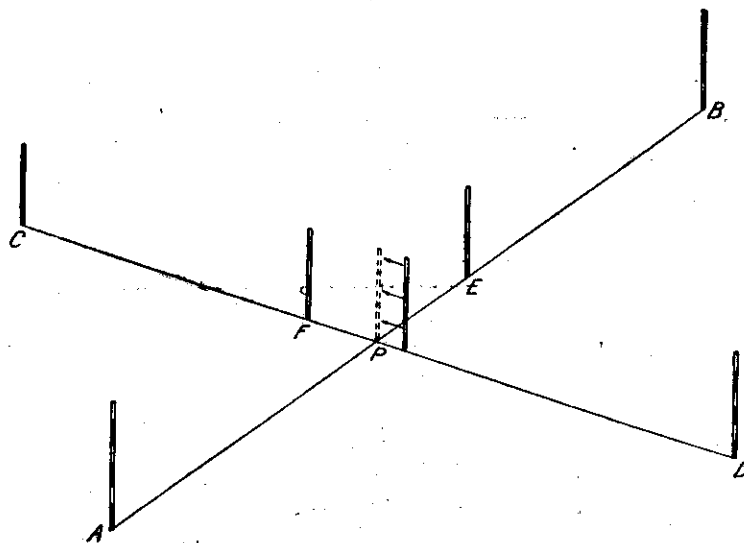
дужења праве већа је кад је АВ веће од ВС. Осим тога и ексцентричност постављених значака на крајњим тачкама смањује тачност рада.



Сл. 63

Из сл. 63 се види да се уместо тачке С добија тачка С' у продужењу праве која спаја тачке А' и В'.

**Пресек двеју правих.**— Поступак рада приказан је на сл. 64. Између крајњих тачака АВ и CD, чије се праве секу у тачки Р, поставе се значке на међутачкама Е и F. Осматрач који се налази испред



Сл. 64

значке постављене у тачки А, утерује у правац АЕ значку коју носи фигурант; при овом се фигурант помера тако да се значка коју он носи налази у продужењу праве CF. У тренутку кад се значка налази у правој АЕ, тј. у тачки Р, осматрач даје знак фигуранту да побегне значку.

Описани начин рада при означавању међутачака, продужењу праве и слично примењује се код мањих растојања између крајњих тачака.

Ако је растојање тако велико да рад „одока“ није могућ, уопштебљива се инструмент или пак двоглед. Рад с инструментом описан је на другом месту ове књиге, а овде се даје опис рада помоћу двогледа.

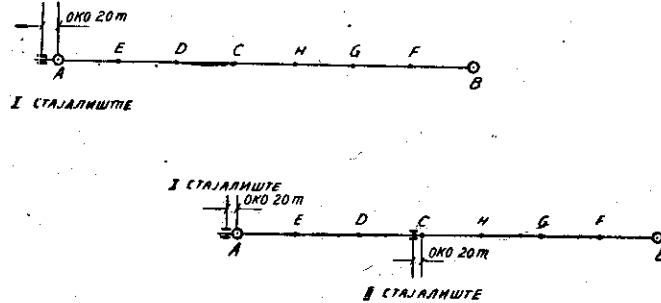
Прво је потребно подесити двоглед тако да се гледајући кроз њега јасно и оштро види значка (сигнал) на крајњој тачки. Ово се постиже увлачењем, односно извлачењем, покретног сочива двогледа (сл. 52) и осматрањем значке на крајњој тачки засебно за свако око.

У случају приказаном на сл. 65 (крајње тачке се догледају) помоћу двогледа прво ће се поставити значка у тачки С. Растојање између осматрача и фигуранта треба изабрати тако да фигурант може добро да види значке које му даје осматрач те да се по њима може тачно да креће. Ако је потребно, поставиће се помоћу двогледа још и значка у тачки D. Значка у тачки Е поставља се „одока“.

После тога с постављањем значака прелази се на преостали део праве С—В. Значке се постављају почев од тачке F према II стајалишту (сл. 66) и то у случају ако удаљеност СВ није превелика. У противном, помоћу двогледа поставиће се значка у тачки G, а затим одока у тачки H по правој GC и у тачки F по правој BG.

Приликом рада осматрач који гледа кроз двоглед треба да стоји испред значке на 20 до 25 метара.

Начин на који бисмо означили све међутачке по правој АВ (сл. 65) само са I стајалишта био би следећи. Растојање између тачака АВ нека износи око 1000 m. На овом растојању размештена су три радника. Први радник се налази на удаљености око 350 m од I стајали-



Сл. 65 и 66

шта, други радник око 300 m од првог радника, а на крајњој тачки налази се трећи радник. Први и други радник су веза између осматрача и трећег радника који на међутачкама поставља значке. На знаке осматрача које преносе први и други радник, трећи радник постави значку у тачки F, а затим у тачки G. При постављању значака у тачкама H и C, знаке осматрача преноси само први радник. За постављање значака у тачкама D и E веза није потребна.

У случају кад се крајње тачке не догледају (сл. 59), а налазе се на већем растојању, двоглед треба да има и осматрач и фигурант да би осматрач с тачке 1 видео значку на тачки А, а фигурант на тачки 2 помоћу двогледа видео значку у тачки В. И продужење праве (сл. 61), као и пресек двеју правих, код већег растојања крајњих тачака може се извести помоћу двогледа.

После ових објашњења успели бисте на терену да обележите праву између двеју крајњих тачака за орање тракторским плугом, сејање сејалицом, затим обележавање места садница при подизању воћњака као и обележавање привремене границе која дели површину већег пашњака на мање површине за испашу стоке итд.

### В. ЛИБЕЛЕ

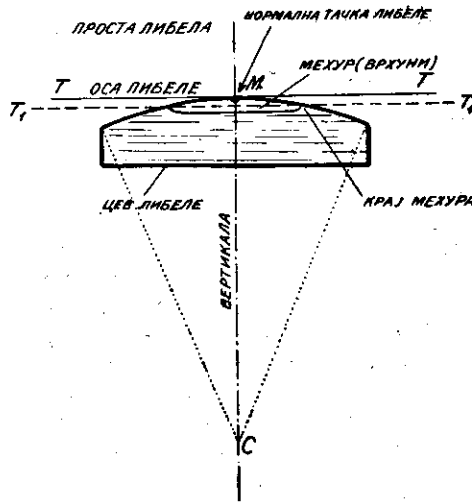
Либела је справа која се употребљава за довођење линија или пак равни у хоризонталан односно у вертикалан положај.

Либела има две врсте, цевастих и центрчних (кружних).

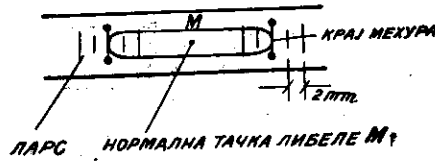
### ЦЕВАСТЕ ЛИБЕЛЕ

Цеваста либела је стаклена цев ваљкастог (цилиндричног) облика, херметички затворена, а испуњена алкохолом или етером (сл. 67 и 69). Пре затварања напуњена цев се загрева. Кад се цев и течност охладе, у цеви остаје мањи безваздушни простор који се назива мехуром либеле. Овај мехур увек заузима највише место у цеви, сл. 67, 69 и 70.

Унутрашња површина цеви је фино избрушена али тако да у подужном пресеку има облик дела кружне линије (сл. 67, линија К-К). У простих либела брушење је извршено на горњај, а у реверзионих (двојних) либела и на доњој страни (сл. 69). Код либела мање тачности уместо брушења, цев се савије.



Сл. 67



Сл. 68



Сл. 69

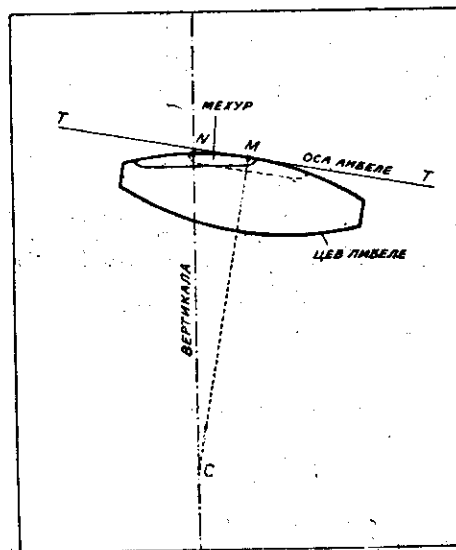
Тачка М на средини линије К-К зове се нормална тачка либеле (сл. 67, 68 и 70).

Тангента Т-Т (сл. 67) у нормалној тачки либеле назива се „осом либеле“. Замислимо да је та оса причвршћена за цев либеле и да се мења положај либеле. Из сл. 70 се види да променом положаја либеле једновремено се мења и положај њене осе.

Кад се променом положаја либеле мехур доведе да његови крајеви буду на једнаком отстојању од тачке М тј. и од праве МС (сл. 67), каже се да „мехур врхуни“. Кад мехур врхуни права  $T_1-T_1$  (сл. 67), која спаја крајеве мехура, налази се у хоризонталном, а права МС у вертикалном положају. Оса либеле доведена је у хоризонталан положај.

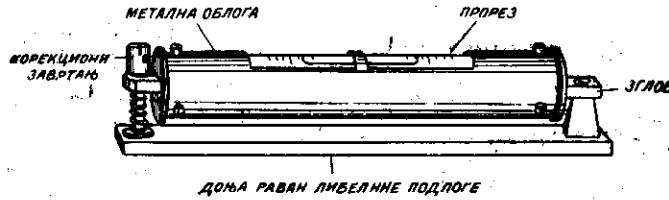
На сл. 70 приказан је положај либеле кад мехур не врхуни тј. кад је „мехур отступио“. Оса либеле није у хоризонталном положају. Величина отступања мехура (лук MN) види се на подели либеле.

За брзо и тачно довођење мехура да врхуни, служи подела



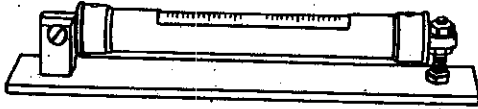
Сл. 70

урезана на спољашњој страни цеви и то симетрично према тачки М (сл. 68 и 69). Код либела које имају неколико црта поделе, за брже довођење мехура да врхуни употребљавају се две црте нарочито означене.



Сл. 71

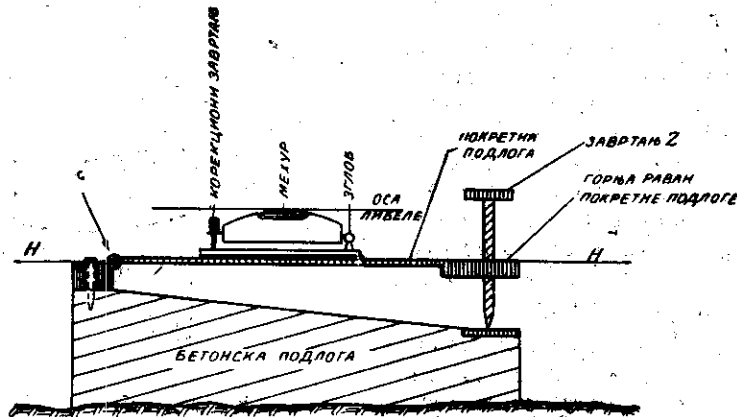
Либела се ставља у металну облогу ради заштите (сл. 71 и 72). Помоћу те облоге либела се може учврстити на разне делове геодетских инструмената. Да би се могло пратити кретање мехура, у металној облози налази се прорез и то у просте либеле на горњој страни, а у реверзионе и на доњој страни.



Сл. 72

**Слободне либеле.**— Либеле које нису учвршћене на инструментима зову се „слободне“ (покретне) либеле, сл. 71 и 72.

Услов који слободна либела треба да задовољи гласи: *оса либеле треба да је паралелна са доњом равни њене подлоге, сл. 71.* Испитивање овог услова може се извести напр. помоћу *покретне подлоге приказане на сл. 73.* Ова подлога на једном крају има шарку (S), а на другом завртњем (Z). Према потреби, помоћу завртња Z, покретна подлога се може спуштати и подизати.

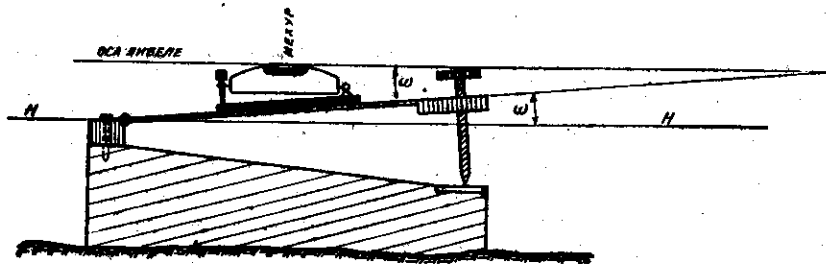


Сл. 73

Препоставимо да је тражени услов задовољен. Испитивање вршимо на овај начин. Поставимо либелу на покретну подлогу и дејствујући завртњем Z, *шј. спуштањем, односно подизањем покретне подлоге,*



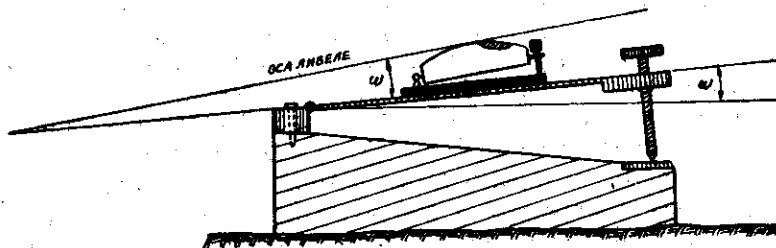
доведемо мехур либеле да врхуни. Сада је оса либеле у хоризонталном положају. Пошто је оса либеле паралелна с доњом равни подлоге либеле, и ова је раван у хоризонталном положају. У том положају је и горња раван покретне подлоге. Затим окренемо либелу за  $180^\circ$  тј. да зглоб и корекциони завртањ<sup>9</sup> либеле измењају места. И у овом положају либеле њен мехур врхуни, јер су и раван подлоге либеле и раван



Сл. 74

покретне подлоге у хоризонталном положају, дакле међусобно су паралелне, а паралелне су и с осом либеле. Положај који либела узима пре окретања за  $180^\circ$  назива се првим положајем, а после окретања за  $180^\circ$  другим положајем.

Прећиславамо да изражена услов није задовољен тј. да оса либеле није паралелна с доњом равни њене подлоге, сл. 74 и 75.



Сл. 75

Испитивање вршимо на раније описани начин. Либелу поставимо (на покретну подлогу) у први положај и дејствујући завршњем Z доведемо мехур либеле да врхуни. Сада је само оса либеле у хоризонталном положају. Пошто услов паралелности између осе либеле и равни подлоге либеле није задовољен, оса либеле и раван њене подлоге заклапају угао  $\omega$ . Исти угао ( $\omega$ ) заклапа и раван покретне подлоге с хоризонталном равни Н-Н која је положена кроз осовину шарке  $\hat{S}$ , сл. 74.

Затим окренемо либелу за  $180^\circ$  и поново је поставимо на покретну подлогу на исто место, сл. 75. Сад се либела налази у другом положају. Крајеви либеле изменили су места. Зглоб се налази на месту где је у првом положају либеле био корекциони завртањ, а корекциони

<sup>9</sup> Помоћу корекционог завртног спушта се или подиже цев либеле око свог зглоба.

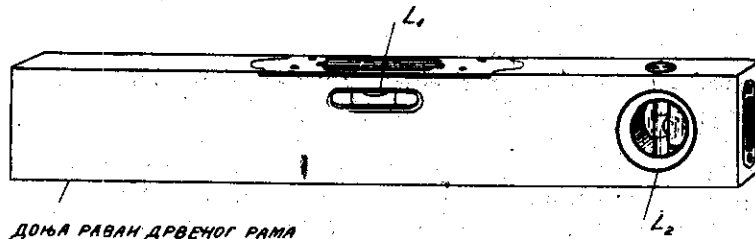
завртањ на месту где је био зглоб. Међутим, однос између положаја осе либеле и доње равни њене подлоге остао је исти, јер се положај цеви либеле према подлози либеле није мењао, тј. нисмо дејствовали корекционим завршњем либеле. Према томе, оса либеле и доња раван њене подлоге опет заклапају угао  $\omega$ , а оса либеле са хоризонталном равни Н-Н заклапа удвостручени угао  $\omega$ , тј. угао  $2\omega$ .

У I положају либеле (сл. 74) мехур је врхунио. У II положају либеле (сл. 75) мехур не врхунио и отступио је за двоструку вредност угла  $\omega$ . Према томе лук за који је мехур отступио претставља двоструку вредност угла  $\omega$ , двоструко отступање. Величина лука (отступања) види се на подели (парсевима). Дејствујући корекционим завршњем либеле, покрећемо цев либеле око зглоба за толико да се мехур приближи нормалној тачки либеле за половину отступања. Овим смо извршили прво померање мехура које одговара величини угла  $\omega$ . Сад оса либеле с доњом равни њене подлоге не заклапа угао, оне су међусобно паралелне, угао  $\omega$  раван је нули. Овај је извршена ректификација либеле. Међутим, мехур још не врхуни, јер није поништена друга половина отступања, тј. угао  $\omega$  између равни покретне подлоге и хоризонталне равни Н-Н. Спуштањем покретне подлоге, помоћу завршња Z доведемо мехур да врхуни (у нормалној тачки либеле), тј. померимо га за преосталу половину двоструког отступања (друго померање за величину угла  $\omega$ ).

Сад је оса либеле у хоризонталном положају. У том положају су и доња раван подлоге либеле и горња раван покретне подлоге, јер су те равни паралелне с осом либеле.

Понајчешће нећемо успети да померање мехура одмах тачно извршимо ( $2 \times \frac{1}{4}$  отступања) и стога је потребно описани поступак ректификације поновили неколико пута све док не постигнемо да мехур либеле врхуни и у првом и у другом положају либеле (угао  $\omega = 0$ ). У описаном случају испитивање и ректификација слободне либеле извршена је спуштањем и покретне равни и цеви либеле. Уместо спуштања може да дође до подизања и покретне равни и цеви либеле.

Либела у дрвеном раму.— Осим либеле с корекционим завртњем у металном раму с металном подлогом, употребљава се и либела без корекционог завршња смештена у дрвени раму, сл. 76. Оваква се либела



Сл. 76

испитује на раније описани начин. Ако доња раван дрвеног рама није паралелна с осом либеле  $L_1$ , у II положају либеле мехур ће отступити за двоструку вредност угла  $\omega$ . Поништавање мехуровог отступања помоћу завршња (дизањем односно спуштањем покретне подлоге заједно с либелом  $L_1$  у II положају) доведићемо раван покретне подлоге

у хоризонтални положај. Затим у истом положају и рама и либеле  $L_1$ , преосталу половину отступања мехура поништићемо било стругањем доње равни дрвоног рама или пак вађењем цеви либеле из дрвоног рама и поновним постављањем те цеви тако да мехур либеле  $L_1$  врхуни.

У дрвоном раму може да буде смештена и либела  $L_2$ , сл. 76. Кад мехур ове либеле врхуни, доња раван дрвоног рама се налази у вертикалном положају.

#### УПОТРЕБА ЦЕВАСТЕ ЛИБЕЛЕ

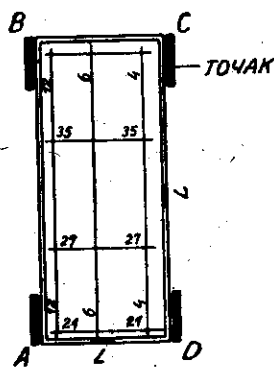
Цевасте либеле се употребљавају при испитивању и ректификацији геодетских инструмената, постављању извесних пољопривредних машина у хоризонталан положај, даље код монтажних радова као и радова у грађевинарству и слично.

**Постављање конструкције рама вршалице у хоризонталан положај.** — Ако конструкција рама вршалице није у хоризонталном положају, не могу исправно да раде бубањ, сита и сламотрес, а осим тога долази до неравномерног трења у лежиштима и до бржег абања. Претпоставимо да су либеле које је творница дала уништене, или неисправне или пак да их творница уопште није дала. У оваквом случају употребимо испитану цевасту либелу (напр. у дрвоном раму). Дрвени рам либеле нека је дугачак око 90 см.

Либелу поставимо на конструкцију рама у средини између тачака CD (сл. 77). Поткопавањем или подизањем тачкова вршалице доведемо мехур либеле да врхуни. Сад је не само оса либеле у хоризонталном положају, него су у том положају и праве у равни конструкције рама које су паралелне с осом либеле (праве 4-4, 6-6 итд., аналогно правама 14-14, 16-16, сл. 40). Довођењем страна CD и BA у хоризонтални положај нисмо поставили и стране AD и BC у хоризонтални положај тј. и праве 21-21, 27-27, 35-35 у равни конструкције рама које су паралелне са странама AD и BC (аналогно правама 17-17, 19-19, сл. 40). Да бисмо стране AD и BC поставили у хоризонталан положај, преместимо либелу и поставимо је између тачака AD тј. окренемо либелу за око  $90^\circ$ . Поткопавањем, односно подизањем тачкова вршалице, доведемо мехур либеле да врхуни тј. доведемо осу либеле у хоризонтални положај. Овим су доведене у хоризонтални положај и праве 21-21, 27-27, 35-35 у равни конструкције рама које су паралелне с осом либеле тј. са страном AD и BC.

Поновним постављањем либеле између тачака CD контролишемо положај те стране тј. положај правих 4-4 . . . 12-12. Ако мехур либеле не врхуни, доводимо га да врхуни на раније описани начин. Ради сигурности контролишемо и страну AD тј. праве 21-21 . . . 35-35.

И при постављању у хоризонталан положај конструкције рама селектора<sup>10</sup> употребљава се исправна цеваста либела. Начин рада је



Сл. 77

<sup>10</sup> Селектор је машина за пречишћавање семена.

исти као и код постављања конструкције рама вршалице у хоризонталан положај.

**Постављање постоља аналитичке ваге у хоризонталан положај.**— Помоћу исправне цевасте либеле може се поставити постоље аналитичке ваге у хоризонталан положај на овај начин. Либела се постави у правац положајних завртања  $Z_1$  и  $Z_2$  (сл. 45) и дејствовањем тим завртњима у супротном смеру доведе се мехур либеле да врхуни. Затим се либела окрене за око  $90^\circ$ , и ако мехур не врхуни, окретањем завртања  $Z_1$  и  $Z_2$  у истом смеру доведе се мехур да врхуни. После тога либела се поново постави у правац завртања  $Z_1$  и  $Z_2$  и мање отступање мехура поништава се дејствујући завртњима у супротном смеру, а затим се либела окрене за око  $90^\circ$ , и ако мехур не врхуни, окретањем завртања у истом смеру мехур се доведе до врхуњења.

*Из доцнијег излагања видеће се да је довођење равни хоризонталног лимбуса геодејског инструмента<sup>11</sup> у хоризонталан положај (помоћу исправне цевасте либеле) у основи исто што и постављање конструкције рама вршалице у хоризонталан положај.*

Код уређаја приказаног на сл. 73 уместо шарке могао би да буде завртањ, тако да би за промену положаја покретне подлоге служила два за то конструисана завртња. Рад са једним завртњем био би замењен радом двају завртања. Тако на пример у I положају либеле дејствовањем завртњима у супротном смеру (сл. 46 и 47) доводио би се мехур либеле да врхуни. У II положају либеле, половина *отступања* мехура поништавала би се опет дејствовањем тим завртњима у супротном смеру. Исто тако би се поступило и после окретања либеле за  $180^\circ$  итд.

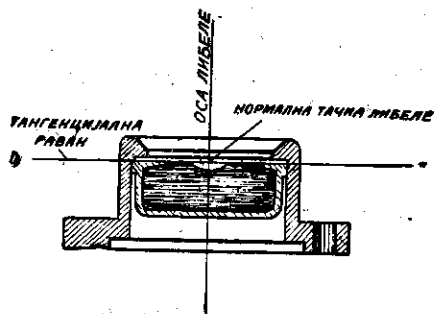
*Уређајем са два завртња ми бисмо се приближили стању на геодејским инструментима, што се овде нарочито наглашава.*

### ЦЕНТРИЧНЕ (КРУЖНЕ) ЛИБЕЛЕ

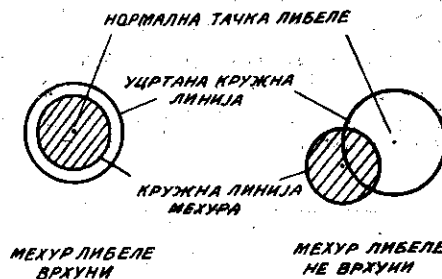
Центрична либела се састоји од стакленог суда цилиндричног облика који је потпуно затворен и смештен у метални оклоп тако да је откривена само горња површина суда, сл. 78. Горња унутрашња површина суда има облик лоптине калоте (једног дела површине лопте). Суд је испуњен етером или пак алкохолом. Мехур либеле је кружног облика. Кад мехур заузме највише место у либели тј. кад се средина мехура поклопи са највишом тачком калоте, нормалном тачком либеле (сл. 78), мехур „врхуни“. Да би се брже и тачније могао довести мехур либеле да врхуни, на горњој спољашњој површини суда уцртана је кружна линија. Пречник ове кружне линије нешто је већи од пречника мехурове кружне линије. Пошто се центар уцртане (гравиране) кружне линије поклапа са нормалном тачком либеле, у случају кад мехур либеле врхуни, круг мехура и уцртани круг су два концентрична круга, сл. 79.

<sup>11</sup> Основни услов за рад геодејским инструментом, у циљу одређивања висинских разлика, оптичког мерења дужина итд. јесте постављање равни хоризонталног лимбуса у хоризонталан положај.

Замишљена права која пролази кроз нормалну тачку либеле и центар лоптине калоте зове се оса либеле. Кад мехур либеле врхуни, тангенцијална раван, положена кроз нормалну тачку на лоптину калоту, је хоризонтална, а оса либеле се налази у вертикалном положају, сл. 78. На овом се и заснива практична примена центричне либеле.

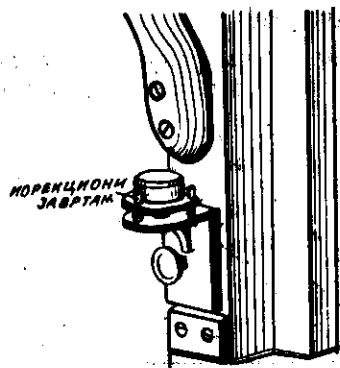


Сл. 78

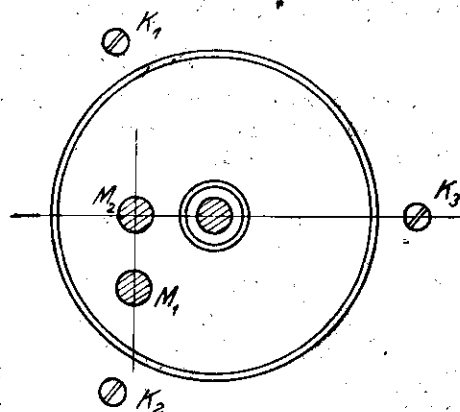


Сл. 79

Испитивање и ректификација центричне либеле која се употребљава при постављању значака, нивелманских летава<sup>12</sup>, подравњача<sup>12</sup> и слично у вертикалан положај изводи се на овај начин. Центрична либела се причврсти на летву (помоћу завртања и слично), а затим се помоћу виска летва постави што тачније у вертикални положај, сл. 80. Ако мехур либеле врхуни, значи да је права која пролази средином летве паралелна с осом либеле. Ако мехур не врхуни, потребно је извршити ректификацију помоћу корекционих завртања либеле (сл. 80 и 81) на следећи начин. Претпоставимо да се средина мехура налази



Сл. 80



Сл. 81

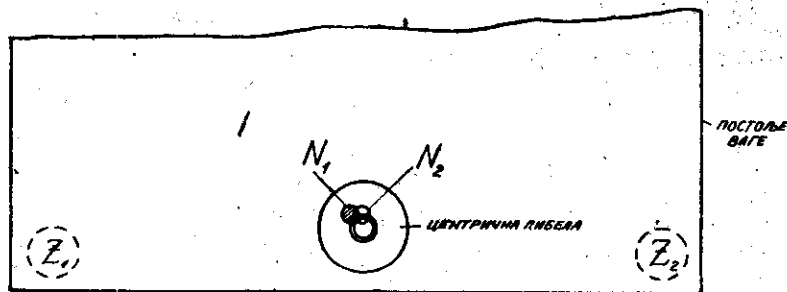
у тачки  $M_1$ , сл. 81. Дејствујући завртњима  $K_1$  и  $K_2$ , померимо средину мехура из тачке  $M_1$  у тачку  $M_2$  тј. у симетралу стране која спаја завртње  $K_1$  и  $K_2$ . Затим помоћу трећег корекционог завртња  $K_3$  дове-

<sup>12</sup> Нивелманска летва и подравњача су летве издељене на метре, десиметре и сантиметре. При раду оне се постављају у вертикалан положај.

демо мехур либеле да врхуни. Уколико се покаже отступање, поништавамо га дејствујући завртњима  $K_1$  и  $K_2$ , а према потреби и завртњем  $K_3$ .

Слободну центричну либелу, која се може постављати на хоризонталну раван а снабдевену корекционим завртњима, могли бисмо испитати помоћу покретне равни. Центричну либелу поставили бисмо на покретну раван која би била у хоризонталном положају. Ако при том мехур либеле не би врхунио, помоћу корекционих завртања  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  довели бисмо мехур да врхуни како је то напред описано.

**Постављање постоља аналитичке ваге у хоризонталан положај.**— Начин на који бисмо помоћу исправне центричне либеле довели у хоризонталан положај постоље аналитичке ваге био би овај. Либелу бисмо поставили на правац између завртања  $Z_1$  и  $Z_2$ , сл. 82.

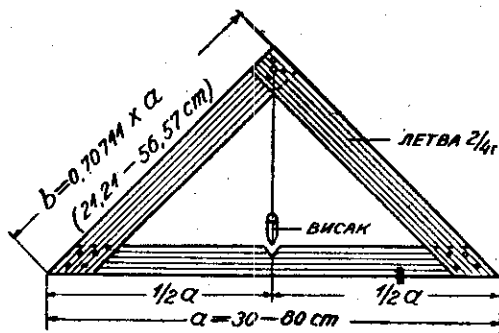


Сл. 82

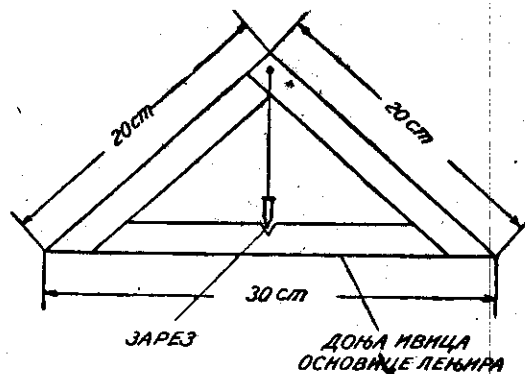
Средина мехура нека би се налазила у тачки  $N_1$ . Дејствовањем завртњима  $Z_1$  и  $Z_2$  у супротном смеру довели бисмо мехур у тачку  $N_2$ , а затим дејствовањем истим завртњима у истом смеру довели бисмо мехур да врхуни. Евентуално мање отступање мехура поништили бисмо дејствујући завртњима у супротном смеру, а затим у истом смеру

### ТРОУГЛАСТИ ЛЕЊИР С ВИСКОМ

Ако немамо либеле (у дрвеном или у металном раму), за извесне радове можемо да употребимо и равнокраки троугласти лењир с мањим виском (сл. 82а и 82б).



Сл. 82 а



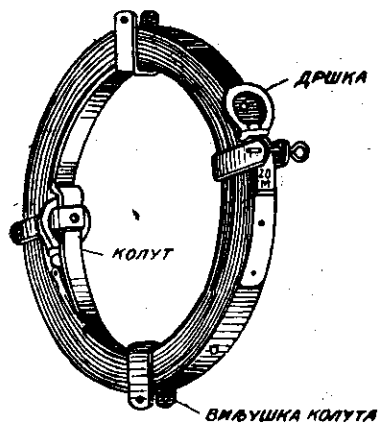
Сл. 82 б

Када врх виска погађа зарез, доња ивица основице лењира налази се у хоризонталном положају.

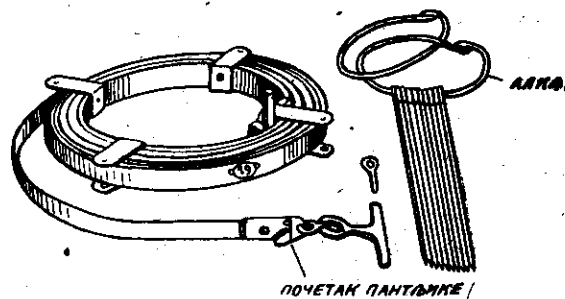
## Г. СПРАВЕ ЗА МЕРЕЊЕ ДУЖИНА

## ЧЕЛИЧНЕ ПАНТЉИКЕ

У геодетским радовима употребљавају се две врсте пантљика и то пољске пантљике и ручне пантљике. И једне и друге израђују се од челика. На сл. 83 и 84 приказане су пољске пантљике, а на сл. 85 ручна пантљика. Пантљике код којих је јединица за дужине метар зову се метарске, за разлику од хватних пантљика, код којих је јединица за дужине хват.

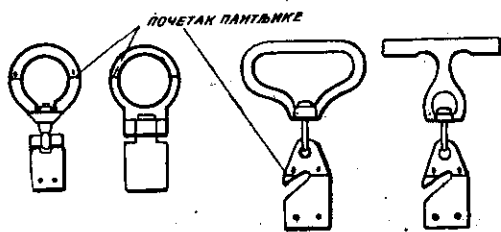


Сл. 83

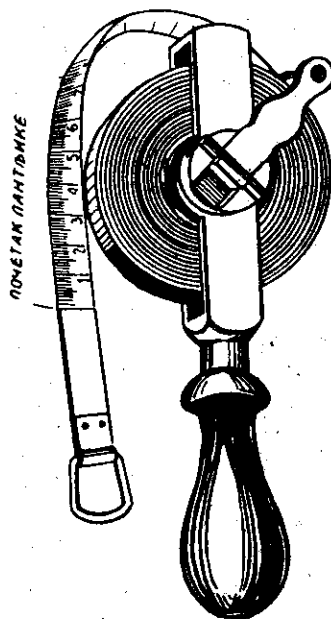


Сл. 84

**Пољске (велике) пантљике.**— Дужина ових пантљика понајчешће је 20 m и 50 m (у хватних 10 hv и 20 hv), ширина 20 mm, а дебљина 0,4 до 0,5 mm. Метарска пантљика почев од нулте црте (зареза, почетка пантљике) издељена је на метре, полуметре и десиметре, а хватна на хвате, полухвате и десете делове хвата. Нулта црта налази се или на дршци пантљике или на самој пантљизи, сл. 83, 84, 85 и 86. Метри и хвати су обележени причвршћеним већим плочицама од бакра или од месинга са утиснутим бројевима метара и хвати, полуметри и полухвати обележени су округлим мањим плочицама, а десети делови хвата означени су рупницама у средини пантљике, сл. 87. Пре

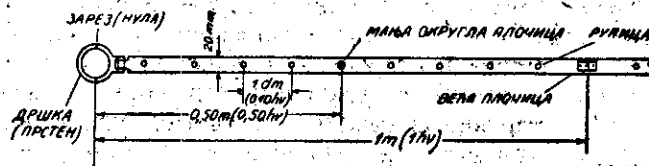


Сл. 86



Сл. 85

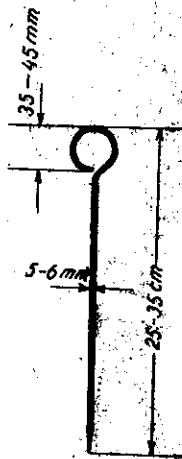
употребе пантљика је намотана на железни колут, сл. 83 и 84. За одвијање пантљике с колута потребна су два фигуранта. Први фигурант држи колут с намотаном пантљиком и не креће се, док други фигурант с дршком пантљике у руци удаљава се од првог фигуранта



Сл. 87

у правду у којем ће се мерење извести. При овом први фигурант окрене колут и омогућује одвијање пантљике. После одмотавања пантљике с колута, контролишу се бројеви на плочицама целих метара (хвати) које се већином налазе на обема странама пантљике. При контролисању потребно је утврдити да ли су све плочице на пантљизи, и ако нека недостаје, констатовати која плочица недостаје. Једновремено се контролише и правац у којем расте подела на пантљизи (напр. иза плочице с бројем 4 треба да буде плочица с бројем 5 итд.). Ако се на једној (горњој) страни пантљике налазе месингане плочице, на другој (доњој) су бакарне. Подела на доњој страни обично расте обрнуто од поделе на горњој страни. Тако напр. на пантљизи дужине 50 m, наспрам месингане плочице на горњој страни с ознаком 3 m, на доњој страни треба да буде бакарна плочица с ознаком 47 m итд. Пре почетка рада препоручује се контролисање дужине пантљике упоређењем с дужином тзв. „контролне пантљике“ која се употребљава само за ове сврхе. Ако има каквог отступања, оно се запише и улази у обрачун мерене дужине.

При раду на терену за обележавање целих пантљика употребљавају се клинци-бројачи, сл. 88 и 84. Осим тога помоћу ових клинаца контролише се број целих пантљика садржаних у мереној дужини. Понајчешће 10 клинаца и две алке (прстена, сл. 84) сачињавају једну гарнитуру клинаца. Употреба алки при мерењу биће доцније објашњена.



Сл. 88

Пољске пантљике употребљавају се за мерење већих дужина.

**Ручне пантљике.** — Дужина ових пантљика износи 10, 20 и 30 m (у хватних 5 и 10 hv), ширина око 10 mm, а дебљина 0,2 до 0,3 mm. Ове се пантљике намотавају у металне рамове (сл. 85) или су смештене у кутијама од коже или од јаче хартије. Метарске пантљике су често издељене до на сантиметре, а хватне до на стоте делове хвата с утиснутом поделом на једној страни пантљике (сл. 89). Међутим, боље су ручне пантљике с поделом као код пољских пантљика, јер је оваква подела трајнија у упоређењу с утиснутом поделом.

Ручне пантљике употребљавају се за мерење мањих дужина.



## УПОТРЕБА ЧЕЛИЧНИХ ПАНТЉИКА

## МЕРЕЊЕ ДУЖИНА ПОМОЋУ ПАНТЉИКА

Мерење дужина спада у оне геодетске радове који се често врше.

Тако напр. у приближно хоризонталном терену мерењем дужине и ширине неке парцеле правоугаоног облика долази се до података за срачунавање површине те парцеле. Ако се ова парцела подели на



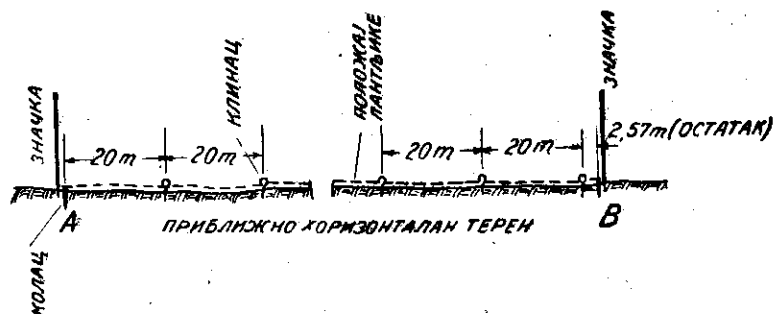
Сл. 89

неколико мањих парцела, преношење деобе на терен везано је с мерењем дужина. Ако се жели да изради план веће парцеле неправилног облика, при снимању на терену, између осталих радова, биће потребно мерење извесних дужина. Исто тако подизање винограда и воћњака, мањих и већих парцела за огледе и слично, скопчано је с мерењем дужина.

При мерењу дужина положај пантљике је или приближно хоризонталан или је кос - нагнути. То зависи од конфигурације терена и од начина на који се врши мерење дужина. Ако је пантљика у приближно хоризонталном положају, овакво мерење дужина називамо хоризонталним за разлику од косог мерења дужина, кад се пантљика налази у косом положају према хоризонталној равни.

Према овоме у приближно хоризонталном терену свако мерење дужина је хоризонтално мерење, при чем пантљика лежи по терену, сл. 90. Међутим, при мерењу дужина у косом терену, пантљика може, али не мора, да буде положена по терену. Ако је пантљика положена по косом терену, ради се о косом мерењу дужина по терену (сл. 91); ако је пантљика издигнута изнад косог терена и налази се у приближно хоризонталном положају, ради се о хоризонталном мерењу дужина (изнад терена), сл. 92.

## ХОРИЗОНТАЛНО МЕРЕЊЕ ДУЖИНА ПО ТЕРЕНУ

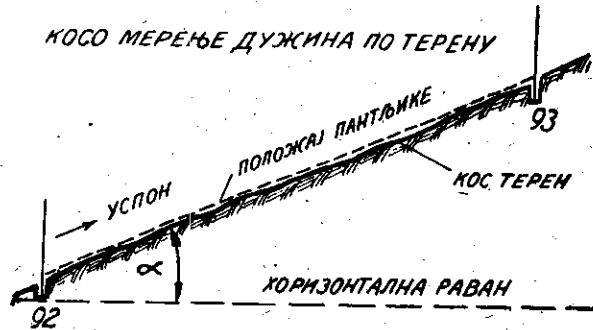


Сл. 90

Терен приказан на сл. 91 у сталном је успону од тачке 92 до тачке 93, и обрнуто, у паду је од тачке 93 до тачке 92. На сл. 93

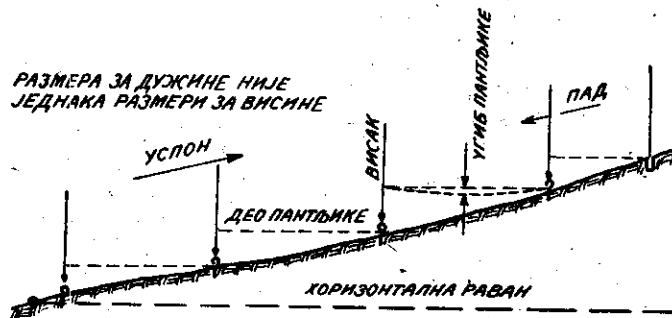
приказани терен делом је у паду, делом у успону, а делом је водораван. Тачке у којима се мења успон (пад), тј. тачке у којима се „Шерен ломи“, називамо преломним тачкама – преломима (тачке a, b, c, d, сл. 93).

**Мерење дужина пантљиком положеном по терену.** – Разликујемо два случаја: терен без преломних тачака и терен с преломним тачкама.



Сл. 91

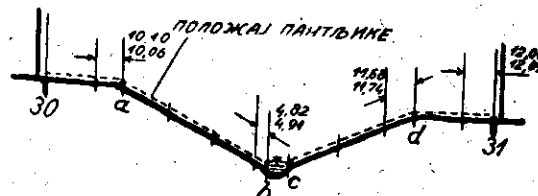
Тако напр. дуж између тачака 30 и 31 (сл. 93) састоји се од ових мањих дужи: 30 → a, a → b, b → c, c → d, d → 31 (види записник мерења дужи 30 – 31).



Сл. 92

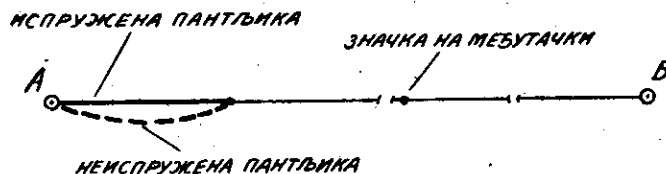
Описаћемо начин мерења између двеју крајњих тачака пантљиком положеном по Шерену (у приближно хоризонталном или пак у косом терену).

На почетној тачки А и завршној тачки В (крајњим тачкама) поставимо значке вертикално, сл. 90. Према потреби поставимо значке и на неколико међутачака по правој АВ. Затим са колуца одвијемо исправну пољску пантљику приближно у правцу дужи АВ. Растојање између фигураната одговара дужини пантљике. Први фигурант, који у руци држи дршку на крају пантљике, носи све клинце бројаче нанизане на алки, по потреби носи и значку. Други фигурант (код тачке А) држи у руци дршку



Сл. 93

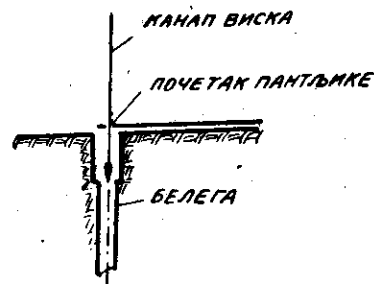
на почетку пантљике, празну алку, а по потреби и он има значку. Значку коју носи први фигурант, други фигурант утерује у правац АВ. Кад је значка утерана у правац АВ, потребно је да и пантљика буде по правој АВ и да буде потпуно испружена (сл. 94). После тога други фигурант командује „затежи”, на што први фигурант затегне пантљику. *Затезање*



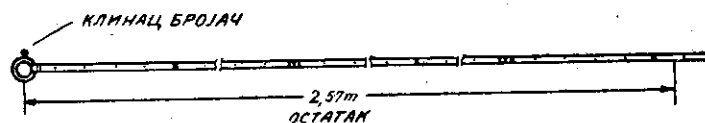
Сл. 94

Пантљике треба да је умерено, ни преслабо ниши прејакно, тако да не дође до трзања и померања пантљике. При овом други фигурант држи пантљику тако да почетак пантљике (зарез који означава нулу) буде тачно изнад центра белеге тачке А, и командује „боди”<sup>18</sup>. На ову команду први фигурант тачно на крају пантљике (где је зарез) пободу у земљу (вертикално) један клинац који је претходно скинуо с алке. После тога, пантљика се помера у правцу мерења према тачки В.

Испружена пантљика по правој АВ постави се тако да почетак пантљике (нула) буде тачно поред првог пободеног клинца, тј. тамо где је пре тога био крај пантљике. После затезања пантљике, на команду „боди”, први фигурант на крају пантљике пободу други клинац. Тек после тога други фигурант извади први клинац и натакне га на догле празну алку. Описани поступак се наставља све догле док отстојање између краја пантљике (последњег пободеног клинца) и крајње тачке мерене дужи не буде мање од дужине пантљике. Ово се отстојање назива „остатак”. Сад се пантљика помери, испружи и затегне на раније описани начин, а стручно



Сл. 95



Сл. 96

лице прочита на пантљизи изнад центра белеге тачке В дужину остатка до на сантиметар (које цени одока), напр. 2,57 m. Пре читања остатка треба проверити број целог метра испред и иза центра белеге крајње тачке (сл. 96).

<sup>18</sup> Ако је белега тачке испод површине терена, други фигурант помоћу виска постави почетак пантљике тачно изнад центра белеге (сл. 95) и тек онда командује „боди”.

Стручно лице води записник, прати и контролише рад и помаже у раду. После читања остатка, стручно лице контролише број целих пантљика забележених у записнику с бројем клинаца у другог фигу-

## ЗАПИСНИК МЕРЕЊА ДУЖИНА

ДУЖИНА		МЕРЕЊЕ	БРОЈ ЦЕЛИХ ПАНТЉИКА	ОСТАТАК	ОБ ПРЕЛОМА ДО ПРЕЛОМА	УКУПНА ДУЖИНА	УЗДУЖНИ ПРОФИЛ ТЕРЕНА	КАТ. ТЕРЕНА	ПРИМЕДБА
ОД	ДО								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	E	1	ж ж	2,57	—	202,57		I	Мерено ланцем пантљикам од 20м Мерено: 10-6-1948 Време: 20то Мерач: Н. Л.
B	A	2	ж ж	2,65	—	202,65			
30	31	1	I	10,66	30,06				
a	b		III	4,91	64,91				
b	c		—	—	8,74				
c	a		II	11,74	51,74				
a	31	1	I	12,06	32,06	187,54			
31	a	2	I	12,06	32,06				
d	c		II	11,68	51,68				
c	b		—	—	8,74				
b	a		III	4,82	64,82				
a	30	1	I	10,10	30,10	187,40			
C	D	1	ж ж	3,77	—	98,77	горизонтално	I	Мерено ланцем дужице 5м

ранта рачунајући и последњи пободени клинац (у нашем примеру 10 клинаца). Преостали клинци до укупног броја треба да су на алки код првог фигуранта (у нашем примеру ниједан клинац).

На описани начин завршено је прво мерење дужине АВ у приближно хоризонталном или пак у косом Шерену пантљиком Положеном по Шерену.

**Записник мерења дужина.**— Важнији подаци мерења дужина уносе се у записник (види записник мерења дужина). Записник треба да је јасан да га може користити и оно лице које није учествовало у раду на терену. Из записника се између осталог види које је лице извршило мерење, када, при каквом времену, с каквом пантљиком и у каквом терену. Положај у којем се при мерењу налази пантљика види се у уздужном профилу терена (8 стубац записника). У нашем примеру за дужину АВ у 8-ом ступцу уписано је „хоризонтално” што значи да је мерење изведено пантљиком положеном по приближно водоравном Шерену, без прејрека и без прелома. У случају косог мерења (види записник мерења дужи 30-31) црта се скица уздужног пресека терена. На овој скици положај пантљике означен је црткастом линијом, а преломи—уколико их има—означени су словима а, b, c и слично. Даље се у записник уписује почетна и завршна тачка дужи, што уједно показује и смер мерења, затим се уписује да ли је то прво или друго мерење, број целих пантљика садржаних у дужи, остатак и укупна дужина дужи. Ако се мерена дуж састоји од неколико мањих дужи, рачунање укупне дужине дужи контролише се деветичном пробом (види записник мерене дужи 30-31).

**Мерење дужина пантљиком издигнутом изнад терена.**— Уместо косог мерења пантљиком положеном по терену, мерење се може извести пантљиком која се налази изнад терена у приближно хоризонталном положају, сл. 92. Да ли је пантљика приближно хоризонтална цени се „одока“. За оваква мерења понајчешће се употребљавају ручне пантљике, јер су оне лакше, краће и боље се могу заштити него пољске пантљике, тако да су угиби пантљике незнатни, а тачност рада већа. При овом се мерена дуж издели на више делова. Збир дужина тих делова даје укупну дужину. Делови дужи тј. делови пантљике могу да буду различите дужине што зависи од конфигурације терена. Понајчешће се заокругују на цео метар, напр. 8 m, 10 m и слично. Ради сигурнијег рада пожељно је да делови дужи буду једнаки тако да се у записник уместо целих пантљика бележе једнаки делови дужи, а у примедби се упише дужина употребљеног дела пантљике.

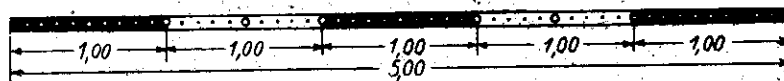
У 8-ом ступцу записника упише се „хоризонтално“, јер је пантљика приликом мерења била у том положају.

За обележавање делова дужи употребљавају се клинци-бројани, а преношење крајева делова дужи врши се помоћу виска, сл. 92. При овом се делови пантљике налазе на правој између крајњих тачака дужи.

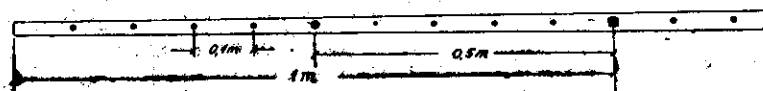
Јасно је да почетак рада сачињава сигнализација крајњих тачака и означавање потребних међутачака, а ако има прелома, и њихово обележавање помоћу кочића.

#### ЛЕТВЕ ЗА МЕРЕЊЕ ДУЖИНА

Ове се летве израђују од дрвета, правоугаоног или пак елиптичног пресека, понајчешће дужине 5 m, сл. 97 и 98. Летве су изделене на



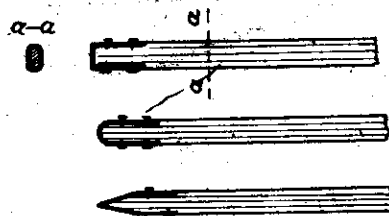
Сл. 97



Сл. 98

метре, полуметре и десиметре. Метри су означени већим плочицама, полуметри мањим плочицама, а десиметри месинганим клинцима (ексерима).

Једну гарнитуру сачињавају две летве исте дужине с том разликом што су код једне летве метри наизменично обојени црвено белом бојом, а код друге летве црно белом бојом. Крајеви летва оковани су на један од начина приказаних на сл. 99.



Сл. 99

## МЕРЕЊЕ ДУЖИНА ПОМОЋУ ЛЕТАВА

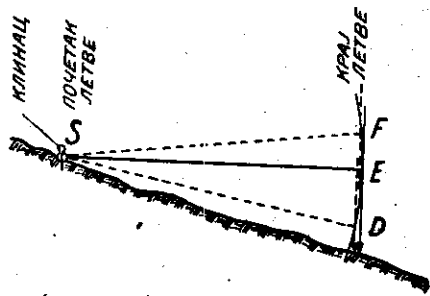
При мерењу дужина помоћу летава у хоризонталном терену, летве се полажу по терену (леже на земљи). У косом терену летве или леже на земљи или су изнад терена у хоризонталном положају. О сигна- лисању крајњих тачака, означавању међутачака и обележавању прелома важи раније наведено.

Мерење се изводи помоћу две летве исте дужине и то тзв. непар- ном летвом (обојеном црвено бело) и парном летвом (обојеном црно бело).

**Мерење дужина летвама положеним по терену.** — Положимо прву (непарну) летву по правцу дужи коју меримо тако да почетак летве буде тачно изнад почетне тачке мерене дужи. Ако је белега тачке испод површине терена, поступићемо на раније описани начин, сл. 95. Затим испред прве летве, а по правцу дужи, положимо другу (парну) летву. Придржавајући прву летву, полагамо померамо другу летву ка првој све дотле док почетак друге летве не додирне крај прве летве. После тога пренесемо прву, сада по реду трећу летву, положимо је по терену испред друге (парне) летве и утерамо у пра- вац мерене дужи. Придржавајући другу летву, лагано померамо трећу летву ка другој све док почетак треће летве не додирне крај друге летве. Овај поступак настављамо док једна од летава не пређе завршну тачку дужи. Тачно изнад центра белеге завршне тачке дужи прочитамо „остатак“ до на сантиметар. Приликом полагања сваке летве, у запи- снику (стубац 4) повучемо једну цртицу (види записник мерења дужи CD). Укупан број цртица у записнику даје укупан број целих летава. Кад се овом броју помноженом дужином летве дода остатак, добија се укупна дужина дужи првог мерења.

**Мерење дужина летвама издигнутим изнад терена.** — Посту- пак при мерењу дужина помоћу летава које су изнад терена у хори- зонталном положају исти је као и поступак при мерењу дужина пантљиком издигнутом изнад терена. У овом случају делови дужи су једнаки и одговарају дужини летве (напр. 5 m).

Да ли је летва у хоризонталном положају можемо проверавати на овај начин. Нека је *почетак летве средиште кружне линије* с полупреч- ником који је једнак дужини летве, сл. 100. Претпоставимо да се летва налази у положају SD. Са стално при- слоњеним канапом виска (који слобод- но виси) на крају летве, подижемо и спуштамо летву око средишта кружне линије (почетка летве). Крај летве опи- сује кружни лук, сл. 100, при чем се растојање од почетка летве до тачке у којој висак додирује терен стално мења. У тренутку кад је ово растојање нај- веће, летва се налази у хоризонталном положају.



Сл. 100

## ПАНТЉИКЕ ОД ПЛАТНА

За мерење дужина употребљавају се и ручне пантљике израђене од платна. Овакве се пантљике не препоручују за размаравања где се

тражи већа тачност (напр. поља за огледе и слично), јер се помоћу пантљика ове врсте, после дуже употребе, не могу постићи тачни резултати.

#### ПОЉСКИ ШЕСТАР

При размеревањима мање тачности (на пример у циљу привремене поделе пашњака за испашу) за мерење дужина употребљава се справа у облику шестара. Справа је израђена од дрвета. Кракови шестара, дужине по 1,70 m, на крају су оковани железним шиљцима. Величина отвора шестара може се регулисати и фиксирати. При мерењу отвор шестара треба да износи 1,90 m (1 hv) ако се дужина мери у хватима, или 2 m ако се дужина мери у метрима. Мерење се изводи доста брзо. Постигнута тачност углавном зависи од вичности радника који мери. Врло вичан радник може да постигне задовољавајуће резултате.

#### ОТСТУПАЊА ПРИ МЕРЕЊУ ДУЖИНА

Из података првог мерења унетих у записник срачуна се укупна дужина дужи добијена првим мерењем, напр. дужина АВ = 202,57 m (види записник мерења дужина). Иако је прво мерење изведено врло пажљиво и савесно, углавном ради контроле рада а и постигнуте тачности, *дуж се мери још једанпут (друго мерење) и то у супротном смеру од првог мерења* напр. дуж ВА. Изузетно, у терену с већим нагибом, кад се пантљика или летве налазе у хоризонталном положају, и први и други пут дуж се мери по паду терена.

Дужина дужи добијена првим мерењем не слаже се с дужином дужи добијеном другим мерењем. Између њих постоји разлика (отступање). Величина ове разлике је ограничена и установљена катастарским прописима. Она зависи од конфигурације (категорије, ранга) терена, од дужине употребљене пантљике и од дужине дужи коју меримо. Таблица 8 садржи највеће допуштене разлике „допуштена отступања” између два мерења исте дужи пантљиком од 20 m. Ако је употребљена пантљика од 50 m, допуштено отступање износи 2/3 од оног у табlici. Тако напр. првим мерењем дужине АВ добијено је 202,57 m (10 пантљика по 20 m више остатак 2,57 m), а другим мерењем 202,65 m. Разлика износи  $202,65\text{ m} - 202,57\text{ m} = 0,08\text{ m}$ . По подацима таблице 8 за терен I категорије и за дужину 202 m допуштена разлика износи 0,32 m (види таблицу 8, дужина d од 199 до 209 m). Према томе постигнута тачност у мерењу дужине задовољава.

Допуштено отступање 0,32 m вреди за терен I категорије. Овакав терен је раван или благо нагнут без прелома по коме се пантљика може затезати без икаквих препрека. У терену II категорије са средње повољним приликама за мерење, тј. у терену са преломима и мањим препрекама, допуштено отступање за исту дужину (202 m) износи 0,39 m. Ако би био терен неповољних прилика за мерење, тј. терен зарашћен, јако нагнут и испресецан, са више прелома — терен III категорије — за наведену дужину (202m) допуштено отступање било би 0,45m<sup>14</sup>.

<sup>14</sup>Допуштена отступања наведена у табlici 8 израчуната су по следећим једначинама:

$$\text{за терен I категорије } \Delta = 0,01 \sqrt{4d + 0,005 d^2} \quad \dots \dots \dots (18)$$

$$\text{за терен II категорије } \Delta = 0,01 \sqrt{6d + 0,0075 d^2} \quad \dots \dots \dots (19)$$

$$\text{за терен III категорије } \Delta = 0,01 \sqrt{8d + 0,01 d^2} \quad \dots \dots \dots (20)$$

У овим једначинама d означава мерену дужину дужи по терену, а  $\Delta$  допуштено отступање (и једно и друго изражено у метрима).

По прописима Главне геодетске управе из 1949 год. допуштена отстапања износе  $\frac{1}{3}$  од наведених (у табlici 8) при употреби пантљике од 20 м, а  $\frac{1}{4}$  од наведених при употреби пантљике од 50 м.

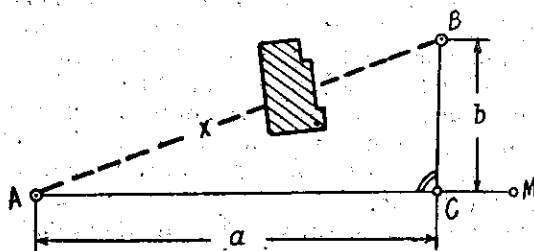
Мерење дужина са тачношћу по прописима из 1949 год. ( $\frac{1}{3}$  и  $\frac{1}{4}$ ) од наведених у табlici 8 долазе у обзир у случају ако ће се подаци премеравања употребити у кастарске сврхе. Иначе, у пракси агронома можемо се задовољити несмањеним отстапањима датим у табlici 8-ца и са већим, јер изражена тачност зависи од сврхе рада. Тако на пример при деоби веће парцеле на мање парцеле за огледе можемо се задовољити отстапањима наведеним у табlici 8. Ова је тачност сасвим довољна и код радова при подизању воћњака и винограда. За премеравања дужина у циљу срачунавања површине и количине летиве по јединици површине (напр. по 1 ha) исто тако задовољава тачност по подацима у табlici 8. Међутим, приликом привремене деобе пашњака на мање парцеле за редослед испаше, могу се допустити најпр. и учешворостручена отстапања из табlice 8, ца и већа.

#### ИНДИРЕКТНО (ПОСРЕДНО) ОДРЕЂИВАЊЕ ДУЖИНА

У изнетом градиву о мерењу дужина претпостављено је да између крајњих тачака дужи нема препрека које би онемогућавале директно мерење. Међутим, дешава се да директно мерење дужина онемогућују извесне препреке, на пример: зграда, шумарци, баре, мање реке и слично. У оваквим се случајевима дужине дужи одређују индиректним путем, како је показано у следећим примерима.

**Пример 27.** У правој између тачака А и В налази се напр. зграда, а потребно је одредити растојање  $x$  између тачака А и В, сл. 101.

Изабере се тачка М тако да права АМ на целој дужине буде приступачна. Помоћу призме или пак добоша спусти се управна (окомица, нормала) из тачке В на праву АМ<sup>15</sup> и одреди подножна тачка С. Измере се дужине  $a$  и  $b$  и израчуна тражена дужина  $x = \sqrt{a^2 + b^2}$ .



Сл. 101

Овај се задатак може решити и на следећи начин, сл. 102.

Изван дужине ВС, коју треба одредити, изабере се тачка А али тако да углови  $\beta$  и  $\gamma$  буду већи од  $30^\circ$ . Измере се стране  $b$  и  $c$  и угао  $\alpha$ <sup>16</sup>. Према тангентној теорему

$$\dots \frac{b+c}{b-c} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\beta - \gamma)} = \frac{\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\beta - \gamma)}; \text{ одавде } \operatorname{tg} \frac{1}{2}(\beta - \gamma) = \frac{b-c}{b+c} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

<sup>15</sup>Спуштање и подизање нормала описано је у градиву о призмама и добошима.

<sup>16</sup>Хоризонтални и вертикални углови се мере помоћу теодолита — геодетског инструмента.



ТАБЛИЦА 8

Допуштено отступање  $\Delta$  (разлика) двају мерења исте дужине пантљиком од 20 метара

Категорија терена				Допуштено отступање $\Delta$	Категорија терена				Допуштено отступање $\Delta$	Категорија терена				Допуштено отступање $\Delta$	
I	II	III	Мерења дужина d		I	II	III	Мерења дужина d		I	II	III	Мерења дужина d		
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
0	0	0	0	0,01	139	97	74	0,26	419	307	244	0,51			
1	0	0	0	0,02	148	104	80	0,27	431	317	252	0,52	995	762	626
2	1	1	1	0,03	158	111	85	0,28	443	326	260	0,53	1009	773	635
3	2	2	2	0,04	168	118	91	0,29	456	336	268	0,54	1063	817	672
5	3	3	3	0,05	178	125	97	0,30	468	346	276	0,55	1076	827	682
7	5	4	4	0,06	188	133	103	0,31	481	355	284	0,56	1199	926	766
10	7	5	5	0,07	199	141	109	0,32	494	365	292	0,57	1213	937	775
14	9	7	7	0,08	209	148	115	0,33	506	375	300	0,58	1336	1037	860
18	12	9	9	0,09	220	156	122	0,34	519	385	309	0,59	1350	1048	870
22	15	11	11	0,10	231	165	128	0,35	532	395	317	0,60	1475	1148	955
27	18	14	14	0,11	242	173	135	0,36	545	405	325	0,61	1488	1159	965
32	21	16	16	0,12	253	181	142	0,37	557	415	334	0,62	1613	1260	1051
37	25	19	19	0,13	264	189	148	0,38	570	425	342	0,63	1627	1271	1061
43	29	22	22	0,14	276	198	155	0,39	583	435	351	0,64	1752	1372	1148
50	34	26	26	0,15	287	207	162	0,40	596	445	359	0,65	1766	1383	1158
56	38	29	29	0,16	299	215	169	0,41	609	456	368	0,70	1891	1485	1245
63	43	33	33	0,17	310	224	176	0,42	661	497	402	0,75	1905	1496	1254
70	48	37	37	0,18	322	233	184	0,43	674	507	411	0,80	2030	1598	1342
78	53	41	41	0,19	334	242	191	0,44	727	549	446	0,85	2044	1609	1351
86	59	45	45	0,20	346	251	198	0,45	740	559	454	0,90	2170	1711	1439
94	65	50	50	0,21	358	260	206	0,46	793	601	490	0,95	2184	1722	1449
102	71	54	54	0,22	370	270	213	0,47	807	612	499	1,00	2310	1824	1537
111	77	59	59	0,23	382	279	221	0,48	860	655	535	1,10	2324	1836	1546
120	83	64	64	0,24	394	288	229	0,49	874	665	544	1,20	2450	1938	1635
129	90	69	69	0,25	406	298	236	0,50	927	708	580	1,30	2471	1955	1649
139	97	74	74		419	307	244		941	719	590				

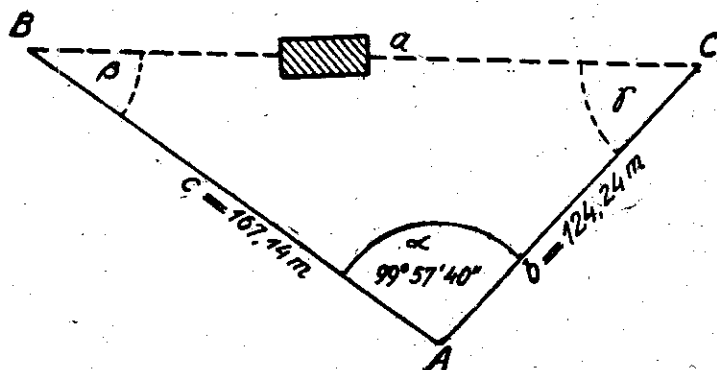
Из ове се формуле израчуна  $\frac{1}{2}(\beta - \gamma)$ . Вредност  $\frac{1}{2}(\beta + \gamma) = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$ . Углови  $\beta$  и  $\gamma$  израчунају се из једначина:

$$\beta = \frac{1}{2}(\beta + \gamma) + \frac{1}{2}(\beta - \gamma); \quad \gamma = \frac{1}{2}(\beta + \gamma) - \frac{1}{2}(\beta - \gamma).$$

По синусној теореми дужина стране ВС износи ...  $a = \frac{b \times \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c \times \sin \alpha}{\sin \gamma}$

При срачунавању полуразлике  $\text{tg } \frac{1}{2}(\beta - \gamma)$  треба имати у виду да она има знак + ако је  $b > c$ ; ако је  $b < c$ , она има знак -. У случају да полуразлика  $\frac{1}{2}(\beta - \gamma)$  има знак -, при срачунавању угла  $\beta$  од полузбира  $\frac{1}{2}(\beta + \gamma)$  одузима се полуразлика  $\frac{1}{2}(\beta - \gamma)$ , а при срачунавању угла  $\gamma$ , полузбиру  $\frac{1}{2}(\beta + \gamma)$  додаје се полуразлика  $\frac{1}{2}(\beta - \gamma)$ .

Ради вежбања наводи се бројни пример, сл. 102.



Сл. 102

$$\begin{aligned} b &= 124,24 \text{ m} & b + c &= 291,38 \text{ m} \\ c &= 167,14 \text{ m} & b - c &= -42,90 \text{ m} \\ \alpha &= 99^\circ 57' 40'' & \frac{\alpha}{2} &= 49^\circ 58' 50'' \end{aligned}$$

$$\text{tg } \frac{1}{2}(\beta - \gamma) = \frac{b - c}{b + c} \times \text{ctg } \frac{\alpha}{2} = \frac{-42,90}{291,38} \times 0,83976 = -0,12364$$

$$\frac{1}{2}(\beta - \gamma) = 7^\circ 02' 54''$$

$$\frac{1}{2}(\beta + \gamma) = 90 - \frac{\alpha}{2} = 89^\circ 59' 60'' - 49^\circ 58' 50'' = 40^\circ 01' 40''$$

Како је  $b < c$

$$\beta = 40^\circ 01' 10'' - 7^\circ 02' 54'' = 32^\circ 58' 16''$$

$$\gamma = 40^\circ 01' 10'' + 7^\circ 02' 54'' = 47^\circ 04' 04''$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 99^\circ 57' 40'' + 32^\circ 58' 16'' + 47^\circ 04' 04'' = 180^\circ$$

$$\text{Дужина } BC = a = \frac{b \times \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{124,24 \times 0,98493}{0,54422} = 224,85;$$

$$a = \frac{c \times \sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{167,14 \times 0,98493}{0,73216} = 224,84.$$

**Пример 28.** Тачке Е и F се догледају. Између њих се налази препрека која онемогућује директно мерење дужине EF, сл. 103. Треба одредити растојање EF.

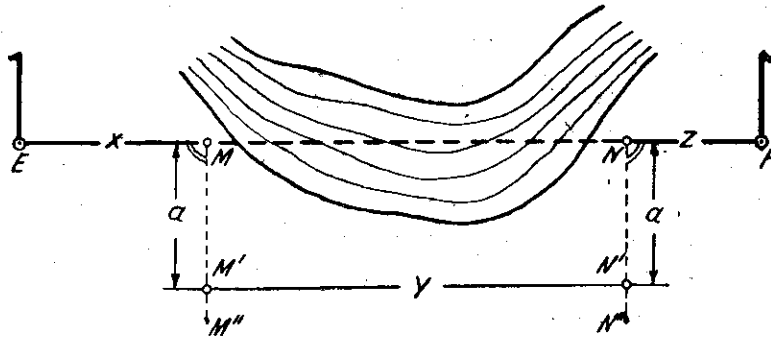
Изаберу се тачке М и N и с њих се (помоћу призме или добоша) подигну управне MM'' и NN''. Затим се на нормалама MM'' и NN'' одреде тачке М' и N' и то на једнаком отстојању од праве EF. Измере се дужине x, y, z. Тражена дужина EF = x + y + z.

Растојање EF, које на сл. 102 одговара растојању BC, може се одредити и применом синусне теореме. Изабере се тачка А, измере се углови  $\alpha, \beta, \gamma$ , и стране b и c. Збир  $\alpha + \beta + \gamma$  треба да износи  $180^\circ$ . Ако је  $\alpha + \beta + \gamma \geq 180^\circ$ , отступање f које је једнако  $\dots 180^\circ - (\alpha + \beta + \gamma)$ , тј. „Треба - Износи“, подједнако се подели на сва три угла. С поправљеним угловима, по синусној теореми, срачуна се дужина стране BC...

$$a = b \times \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = c \times \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

Срачунавање и подела отступања  $f$  показана је у бројном примеру.

$$\begin{aligned} \alpha &= 74^{\circ}42'20''; \beta = 56^{\circ}13'40''; \gamma = 49^{\circ}02'20''; \\ \alpha + \beta + \gamma &= 179^{\circ}58'20''. \text{ Грешка } f = 180^{\circ} - (\alpha + \beta + \gamma) = \\ &= 179^{\circ}59'60'' - 179^{\circ}58'20'' = +01'40'' = +100''. \end{aligned}$$



Сл. 103

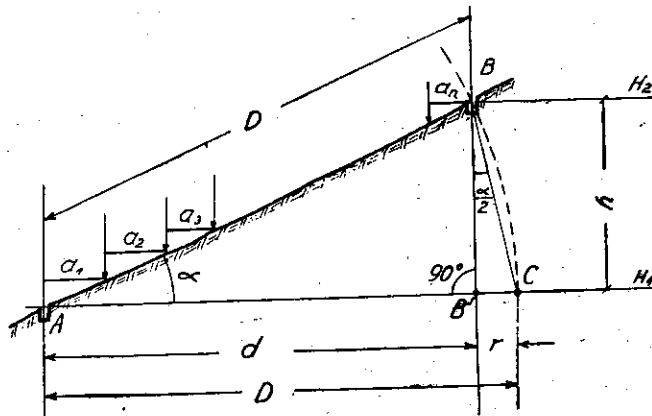
$$\begin{aligned} \alpha &= 74^{\circ}42'20'' + 34'' = 74^{\circ}42'54'' \\ \beta &= 56^{\circ}13'40'' + 33'' = 56^{\circ}14'13'' \\ \gamma &= 49^{\circ}02'20'' + 33'' = 49^{\circ}02'53'' \\ &\quad \underline{180^{\circ}00'00''} \end{aligned}$$

**РЕДУКЦИЈА НА ХОРИЗОНТ КОСО МЕРЕНИХ ДУЖИНА**

У терену с подједнаким успоном дате су тачке А и В, сл. 104. Стварно растојање тј. растојање по терену између ових тачака нека износи  $D$  метара. Положимо ли кроз тачке А и В хоризонталне равни  $H_1$  и  $H_2$ , вертикално отстојање између тих равни претставља висинску разлику  $h$  између тачака А и В.

Кад кроз тачку В положимо управну (окомицу) на хоризонталну раван  $H_1$ , та управна просеца раван  $H_1$  у тачки В'. Дужина  $AB'$  претставља хоризонталну пројекцију дужине  $AB$  тј. дужину  $AB$  редуковану на хоризонт. Из сл. 104 се види да је дуж  $AB'$  једнака дужи коју бисмо добили мерењем дужине  $AB$  пантљиком или лешвама у хоризонталном положају ( $AB' = a_1 + a_2 + \dots + a_n$ ). Из овог произлази да у нагнутом терену, мерењем косе дужи пантљиком или лешвама у хоризонталном положају добијемо ту дуж редуковану на хоризонт. У том случају ошпада потреба свођења (редуковања) на хоризонт.

Кад на сл. 104 шестаром пренесемо дужину  $AB$  (косо мерену по терену) на хоризонталну праву  $H_1$ , добијемо дужину  $AC$ . Како се види нередукована дужина  $AC$  већа је од редуковане дужине  $AB'$  за разлику (редукцију)  $r$ . Према томе редукована дужина  $d$  једнака је косо мереној дужини (по терену) смањеној за разлику  $r$



Сл. 104

$$d = (D - r) \dots \dots \dots (21)$$

Разлику  $r$  срачунаћемо из троугла  $BB'C$ . Наиме,  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{r}{h}$ , а

$$\text{одавде} \dots \dots \dots r = h \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (22)$$

Једначина (22) се употребљава за тачно срачунавање редуције  $r$ . Уместо једначине (22) за приближна срачунавања препоручује се једначина (23)

$$r = \frac{h^2}{2D} \dots \dots \dots (23)$$

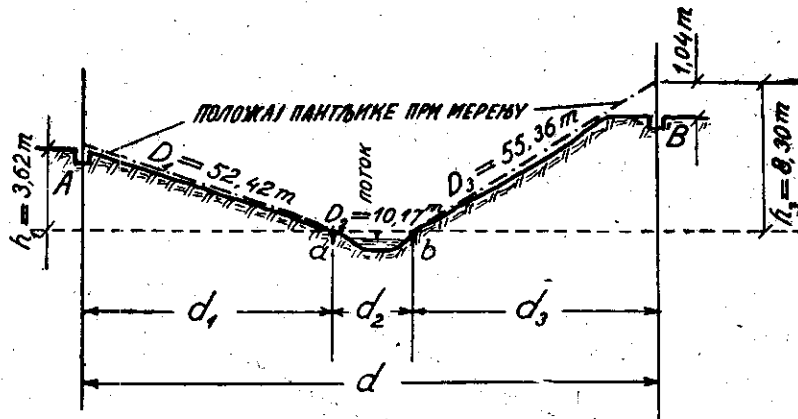
За тачнија срачунавања употребљава се једначина (24)

$$r = \frac{h^2}{2D} + \frac{r^2}{2D} \dots \dots \dots (24)$$

До једначина (23) и (24) долази се на овај начин. Према сл. 104 по Питагорином правилу  $d^2 = (D-r)^2 = D^2 - h^2$ ;  $D^2 - 2Dr + r^2 = D^2 - h^2$ ;  
 $-2Dr = D^2 - h^2 - D^2 + r^2$ ;  $2Dr = h^2 + r^2$ ;  $r = \frac{h^2}{2D} + \frac{r^2}{2D} \dots \dots (24)$ . Пошто

је  $\frac{r^2}{2D}$  врло мала величина, у једначини (24) она се може изоставити и на тај се начин добија једначина (23).

Из једначина (22), (23) и (24) се види да је за рачунање редуције осим косо мерене дужине  $D$  потребно знати и висинску разлику  $h$ . Ова се разлика одређује на терену помоћу равњаче и подравњаче, а чешће геодетским инструментима, што ће бити касније показано.



Сл. 105

**Пример 29.** Према подацима датим на сл. 105 треба срачунати дужину  $AB$  редуковану на хоризонт.

Дужине  $D_1$  и  $D_3$  мерене су косо по терену. Дужина  $D_2$  мерена је хоризонтално. Средње вредности двају мерења износе:  $D_1 = 52,42$  m;  $D_2 = 10,17$  m;  $D_3 = 55,36$  m. Висинске разлике:  $h_1 = 3,62$  m;  $h_2 = 8,30$  m.

Дужина  $AB$  редукована на хоризонт тј. дужина  $d$  износи:  $d = d_1 + d_2 + d_3 = (D_1 - r_1) + D_2 + (D_3 - r_3)$ .

По једначини (23)  $d = \left(D_1 - \frac{h_1^2}{2D_1}\right) + D_2 + \left(D_3 - \frac{h_3^2}{2D_3}\right) = \left(52,42 - \frac{3,62^2}{2 \times 52,42}\right) + 10,17 + \left(55,36 - \frac{8,30^2}{2 \times 55,36}\right) = (52,42 - 0,12) + 10,17 + (55,36 - 0,62) = 117,21 \text{ m.}$

Употребом једначине (24) добија се исти резултат.  
Рачунања су извршена логаритмаром дужине 25 см.

Једначина  $r = \frac{h^2}{2D}$  код мањих услона односно падова шерена даје

тачне резултате. Код нагиба шерена, почев од 20 m висинске разлике на 100 m косо мерене дужине, за тачна срачунавања редуције употреба се једначина (24). Иначе, за приближна срачунавања једначина (23) може се употребити и за веће нагибе од 20 m на 100 m косо мерене дужине. Тако напр. при висинској разлици 30 m на 100 m косо мерене дужине, редуција  $r$  износи:

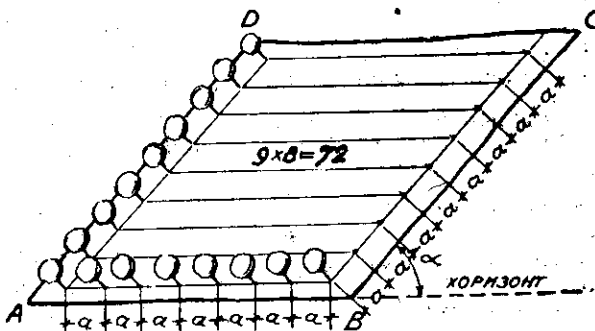
по једначини (22),  $r = h \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 30 \text{ m} \times \operatorname{tg} 8^{\circ}44' = 30 \text{ m} \times 0,1536 = 4,61 \text{ m,}$

по једначини (23),  $r = \frac{h^2}{2D} = \frac{(30 \text{ m})^2}{2 \times 100 \text{ m}} = 4,50 \text{ m,}$

по једначини (24),  $r = \frac{h^2}{2D} + \frac{r^2}{2D} = 4,50 \text{ m} + \frac{(4,50 \text{ m})^2}{2 \times 100 \text{ m}} = 4,60 \text{ m.}$

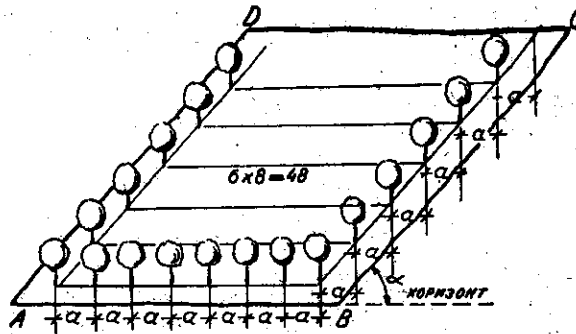
Ради оријентације наводе се резултати и за висинску разлику 40 m на 100 m косо мерене дужине. По једначини (22)  $r = 8,34 \text{ m}$ ; по једначини (23)  $r = 8,00 \text{ m}$ , а по једначини (24)  $r = 8,32 \text{ m.}$

У косом терену природа показује потребу свођења дужина на хоризонт. У таквом терену редуцијом на хоризонт косо мерених дужина долази се до података за прорачунавање површине неке парцеле корисне за пољопривреду (тј. до површине те парцеле у ортогоналној пројекцији на хоризонталну раван). Из сл. 106 се види да би напр. површина воћњака ABCD у косом терену била већа кад би воћке расле управно на кос терен. Међутим, воћке као и надземни органи биљака заузимају вертикалан положај шј. положеј управан на хоризонт, сл. 107. При одређеном растојању  $a$  између појединих воћака с повећањем нагиба шерена смањује се и број воћака у редовима паралелним страни AD као и површина парцеле корисна за пољопривреду. При једнакој дужини стране AD, а код разних нагиба те стране према хоризонталној равни, број воћака у редовима паралелним



Сл. 106

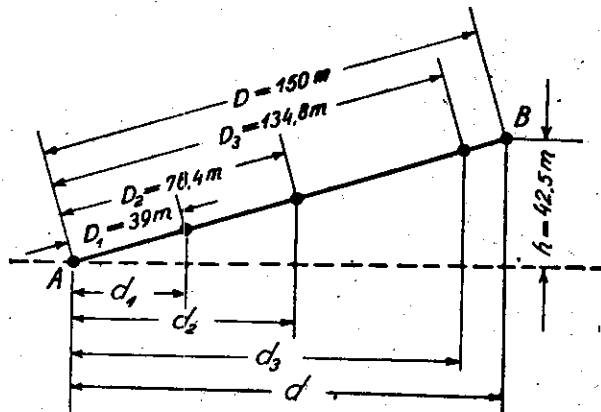
страни AD зависи од величине те стране редуковане на хоризонт. Међутим, у водоравним редовима, тј. редовима паралелним страни АВ



Сл. 107

с једнаким растојањем  $a$ , број воћака је исти без обзира на величину нагиба стране AD.

Дужине се редукују на хоризонт и зато да бисмо их могли унети у план који претставља слику снимљеног терена у хоризонталној равни.



Сл. 108

Кад је потребно у терену с подједнаким нагибом извршити свођење на хоризонт неколико дужи, напр.  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  (сл. 108), прво се израчуна редуција  $r$  за дуж  $D$  између крајњих тачака АВ. Делјењем редуције  $r$  с косо мереном дужи  $D$  добије се редуција за један метар косо мерене дужине дужи тј.  $k = \frac{r}{D}$ . Реду-

кција  $k$  за 1 метар помножена с  $D_1$  метара

косо мерене дужине дужи даје редуцију за ту дуж итд.

**Пример 30.** Дате су косо мерене дужи  $D$ ,  $D_1$ ,  $D_2$  и  $D_3$  у терену с подједнаким нагибом и висинска разлика  $h$ . Треба редуковати ове дужи на хоризонт. Подаци мерења уписани су на сл. 108.

$$\text{Редуција за дуж } D \dots r = \frac{h^2}{2D} = \frac{42,5^2}{2 \times 150} = 6,025 \text{ m}; \quad d = D - r = 150 \text{ m} - 6,02 \text{ m} = 143,98 \text{ m}.$$

$$\text{Редуција по 1 m дужи АВ} \dots k = \frac{1 \times r}{D} = \frac{1 \text{ m} \times 6,025 \text{ m}}{150 \text{ m}} = 0,0402 \text{ m} = 4,02 \text{ cm/m}.$$

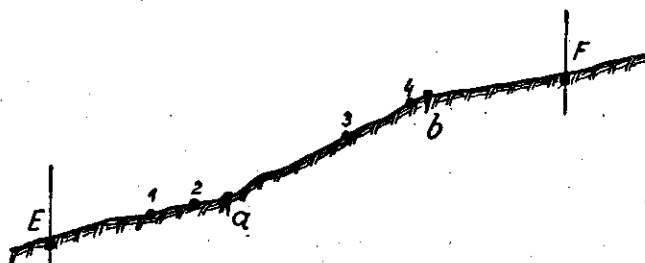
$$\text{Редуција за дуж } D_1 \dots r_1 = k \times D_1 = 4,02 \text{ cm/m} \times 39 \text{ m} = 157 \text{ cm} = 1,57 \text{ m}; \quad d_1 = 39 \text{ m} - 1,57 \text{ m} = 37,43 \text{ m}.$$

$$\text{Редуција за дуж } D_2 \dots r_2 = k \times D_2 = 4,02 \text{ cm/m} \times 78,4 \text{ m} = 315 \text{ cm} = 3,15 \text{ m}; \quad d_2 = 78,4 \text{ m} - 3,15 \text{ m} = 75,25 \text{ m}.$$

$$\text{Редуција за дуж } D_3 \dots r_3 = k \times D_3 = 4,02 \text{ cm/m} \times 134,8 \text{ m} = 540 \text{ cm} = 5,40 \text{ m}; \quad d_3 = 134,8 \text{ m} - 5,4 \text{ m} = 129,4 \text{ m}.$$

Рачунање изведено логаритмаром дужине 25 cm.

У случају приказаном на сл. 109 изврши се редукција на хоризонт дужина Е-а, Е-1, Е-2, затим дужина а-б, а-3, а-4 и б-Ф како је показано у примеру 30.

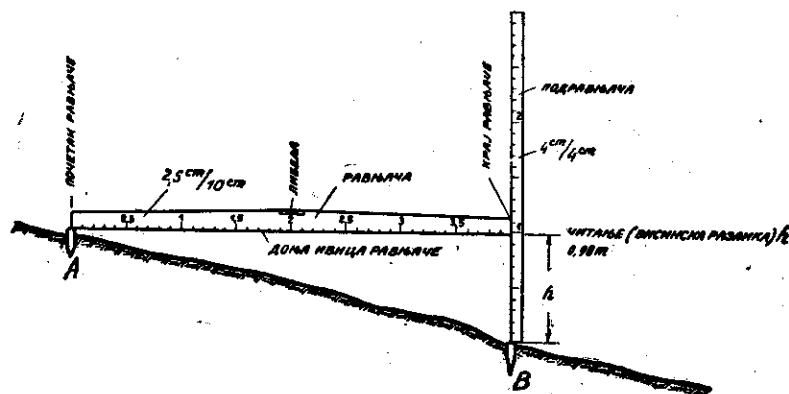


Сл. 109

### РАВЊАЧА И ПОДРАВЊАЧА

Равњача и подравњача употребљавају се за мерење растојања (редукованих на хоризонт) и одређивање висинских разлика (релативних висина) између појединих тачака на терену.

Равњача и подравњача су летве израђене од дрвета, сл. 110. Равњача, понајчешће дужине 4 m, издељена је на метре, полуметре и десиметре. На горњој ивици има цевасту либелу помоћу које се поставља у хоризонталан положај. Подравњача, дужине 2 или 3 m, издељена је на метре, десиметре и сантиметре. И она је снабдевана либелом за постављање у вертикалан положај. На подравњачи се читају висинске разлике. Ради заштите од оштећења, крајеви равњаче и подравњаче обложени су металом.



Сл. 110

Пре употребе равњаче треба испитати да ли је оса либеле на равњачи паралелна са равни доње ивице равњаче. Испитивање се врши на следећи начин. Равњачу поставимо између две обележене тачке А и В, па подизањем или пак спуштањем њеног краја изнад тачке В доведемо мехур либеле да врхуни, сл. 110. На подравњачи читамо висинску разлику  $h_1$  (напр. 0,98 m) између тачака А и В која одговара I положају равњаче. Затим окренемо равњачу за  $180^\circ$  (крајеви равњаче промене

места), и на већ описани начин (спуштањем или подизањем изнад тачке В) доведемо је у положај да мехур њене либеле врхуни. На подравњачи читамо висинску разлику  $h_2$  (која одговара II положају равњаче), напр. 0,98 m. Пошто смо добили исту висинску разлику ( $h_1 = h_2$ ) у *обадва* *положаја равњаче*, значи да је оса либеле паралелна са равни доње ивице равњаче, тј. да је испуњен услов паралелности осе либеле и доње ивице равњаче. Међутим, ако бисмо у II *положају равњаче* уместо 0,98 m читали напр. 1,08 m, значи да споменути услов паралелности није испуњен. У оваквом случају израчунамо средњу вредност  $h$  обеју висинских разлика  $h_1$  и  $h_2$ , у нашем случају (0,98 m + 1,08 m) : 2 = 1,03 m и *спуштањем краја равњаче изнад тачке В* *пошавимо равњачу* *шако да на подравњачи читамо израчунашту средњу вредност h*. При читању средње вредности висинске разлике  $h$ , у *хоризонталном* *положају* *се налази само раван доње ивице равњаче*. Оса либеле више није у хоризонталном положају; њен мехур не врхуни, јер је врхунио при читању висинске разлике  $h_1$  и висинске разлике  $h_2$ . Да бисмо и осу либеле довели у хоризонталан положај, потребно је да помоћу корекционог завртња либеле доведемо *цев либеле* у положај да њен мехур врхуни.

Ако либела нема корекционог завртња, либелу опрезно *извадимо из гипса* и *загипсујемо* је у положају кад мехур врхуни (при читању средње вредности висинске разлике). Ако се жели *избећи вађење либеле*, услов паралелности се може постићи *стругањем доње ивице равњаче*.

Ако немамо равњачу и подравњачу са ужљебљеним либелама (сл. 110), можемо употребити летве (одговарајућих димензија) и без оваквих либела. Летве треба да су издељене на метре и десиметре, а евентуално и на полудесиметре (сантиметре ценимо одока).

Равњача се поставља у водоравни положај помоћу либеле у дрвеном раму (сл. 76), а подравњача помоћу виска.

Важно је код равњаче да горња и доња ивица буду праве и међусобно паралелне, тј. да подужни пресек равњаче има облик правоугаоника. На овај начин оса либеле, која је паралелна с доњом равни дрвеног рама, биће паралелна и с доњом ивицом равњаче.

Ако не бисмо имали либелу, за довођење равњаче у хоризонталан положај, могли бисмо да употребимо троугласти лењир с виском (сл. 82а и 82б).

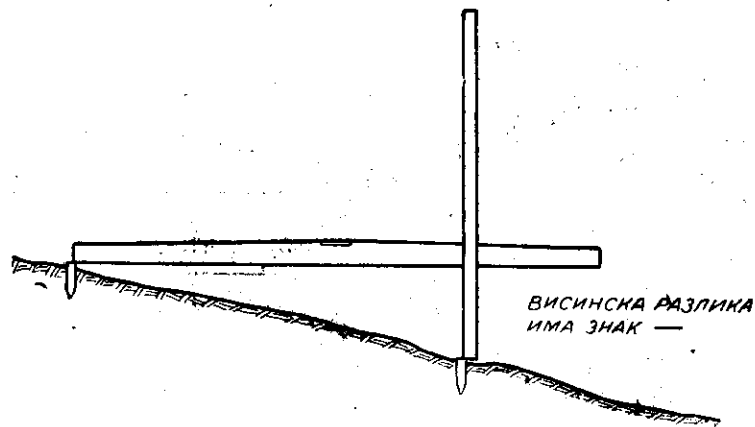
**Одређивање висинских разлика помоћу равњаче и подравњаче.**— При хоризонталном мерењу дужина помоћу равњаче и подравњаче понајчешће се одређују и висинске разлике (релативне висине) између појединих тачака.

Висинску разлику између двеју крајњих тачака сачињавају једна, две и више мањих висинских разлика. Број мањих висинских разлика зависи од хоризонталног растојања и висинског положаја крајњих тачака. Мање висинске разлике могу да буду позитивног и негативног знака, већ према томе да ли се при раду подравњача налази на почетку или на крају равњаче, имајући у виду смер мерења. *Ако се подравњача налази на почетку равњаче, мања висинска разлика има позитиван знак, што значи да је шерењ у правцу мерења у успону. Ако се подравњача налази на крају равњаче, мања висинска разлика добија негативан знак, што значи да је шерењ у паду у правцу мерења.*<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Образложење о значаја мањих висинских разлика дато је у градињу *ивелмана*.



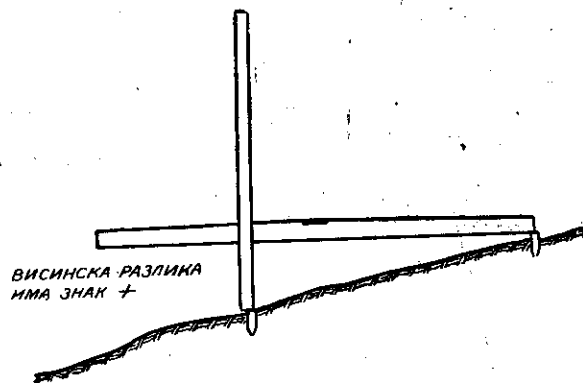
Доња ивица равњаче, и кад има облик приказан на сл. 110, треба да буде без угиба, јер се висинске разлике могу да одређују и на растојању које је мање од дужине равњаче, сл. 111 и 112.



Сл. 111

На сл. 113 показано је одређивање висинске разлике  $H$  између крајњих тачака  $M$  и  $N$ . Из слике 113 се види да је терен од тачке  $M$  до преломне тачке  $P$  у паду, а од тачке  $P$  до тачке  $N$  да је у успону.

Према томе, приликом мерења висинске разлике између тачака  $M$  и  $P$ , мање висинске разлике  $h_1, h_2, \dots, h_{10}$  имају *негативан знак*, јер је читање на подравњачи извршено на крају равњаче. Висинске разлике  $h_{11}$  до  $h_{16}$  имају *позитиван знак*, јер је читање извршено на почетку равњаче. Сабирањем мањих висинских разлика  $-h_1 \dots -h_{10}$  добијамо висинску разлику  $-H_1$  између тачака  $M$  и  $P$ , а сабирањем мањих висинских разлика  $+h_{11} \dots +h_{16}$  добијамо висинску разлику  $+H_2$  између тачака  $P$  и  $N$ . Пошто је  $-H_1$  веће од  $+H_2$ , висинска разлика  $H$  између тачака  $M$  и  $N$  имаће негативан знак, тј.  $H = -H_1 + (+H_2) = -H_1 + H_2 = -H$ .



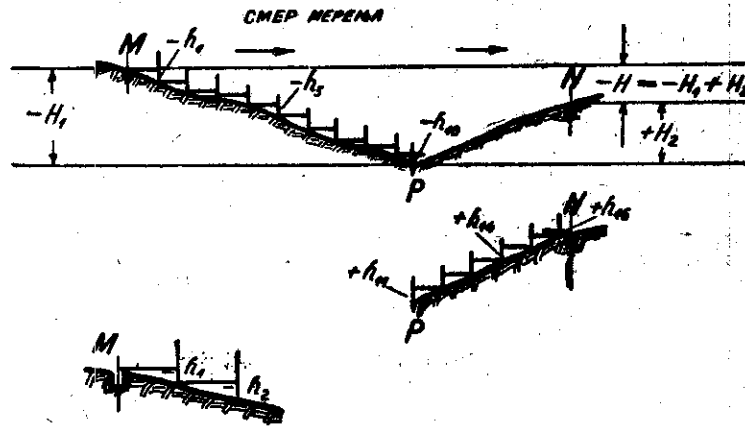
Сл. 112

**Пример 31.** Дате су висинске разлике  $h_1 \dots h_{16}$  (сл. 113). Треба срачунати укупну висинску разлику  $H$ .

$-h_1 = -1,65_8 \text{ m}$	$+h_{11} = +1,70_8 \text{ m}$
$-h_2 = -1,18_1 \text{ m}$	$+h_{12} = +1,96_7 \text{ m}$
$-h_3 = -0,77_5 \text{ m}$	$+h_{13} = +1,98_0 \text{ m}$
$-h_4 = -1,36_1 \text{ m}$	$+h_{14} = +1,67_5 \text{ m}$
$-h_5 = -1,58_5 \text{ m}$	$+h_{15} = +1,60_7 \text{ m}$
$-h_6 = -1,92_9 \text{ m}$	$+h_{16} = +0,82_1 \text{ m}$
$-h_7 = -1,55_2 \text{ m}$	$+H_2 = +9,73_1 \text{ m}$
$-h_8 = -0,80_6 \text{ m}$	
$-h_9 = -1,31_5 \text{ m}$	
$-h_{10} = -1,17_0 \text{ m}$	
$-H_1 = -13,29_8 \text{ m}$	

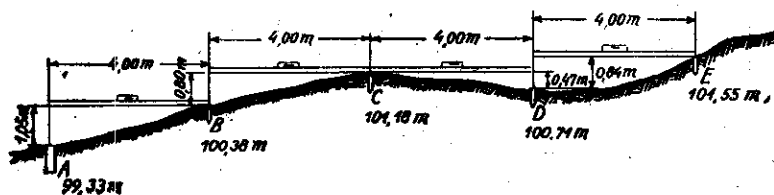
Укупна висинска разлика:  
 $H = -H_1 + H_2 =$   
 $= -13,29_8 \text{ m} + 9,73_1 \text{ m} = -3,56_7 \text{ m}.$

**Пример 32.** Дата је висина тачке А (напр. 99,33 м н.м.). Треба одредити висине међутачака В, С, D и висину крајње тачке Е, сл. 114. Међутачке се налазе у правој АЕ на растојању које одговара дужини равњаче. За одређивање висина употребити се равњача и подравњача код којих нису ужљебљене либеле.



Сл. 113

Крај равњаче поставимо на тачки В. Помоћу либеле у дрвеном раму доведемо равњачу у хоризонтални положај. На подравњачи, коју смо помоћу виска довели у вертикални положај, читамо висинску разлику, напр. + 1,05 м (подравњача је на почетку равњаче). Висина тачке В износи: 99,33 м н.м. + 1,05 м = 100,38 м н.м. На исти начин



Сл. 114

одредимо и висинску разлику између тачке В и тачке С. Она износи + 0,80 м. Висина тачке С . . . 100,38 м н.м. + 0,80 м = 101,18 м н.м. Висинска разлика између тачке С и D, која износи 0,47 м, има негативан знак, јер се при читању подравњача налазила на крају равњаче. Висина тачке D . . . 101,18 м н.м. - 0,47 м = 100,71 м н.м. Висинска разлика између тачке D и Е има позитиван знак и износи + 0,84 м. Према томе висина тачке Е . . . 100,71 м н.м. + 0,84 м = 101,55 м н.м.

**Мерење дужина равњачом и подравњачом.** — Равњача и подравњача употребљавају се при мерењу дужина<sup>18</sup> у косом терену. Ово се мерење разликује од раније описаног мерења помоћу летава у томе што се при мерењу равњачом и подравњачом уједно одређује и висинска разлика. На овај начин за друго мерење дужина може се употребити напр. ручна пантљика, а дужине измерене пантљиком положеном по терену треба редуковати на хоризонт.

<sup>18</sup>Ако се терен не ломи под дужином подразумева се отстојање између почетне и завршне тачке. Ако се терен ломи, под дужином се подразумева отстојање између почетне и прве преломне тачке, односно између последње преломне тачке и завршне тачке дужи, као и отстојање између двеју преломних тачака.

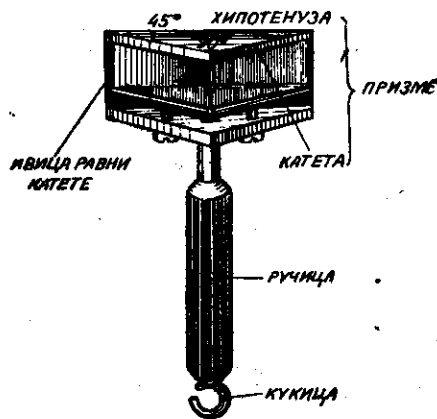
При мерењу дужина равњачом и подравњачом треба обратити пажњу на почетак и крај равњаче.

#### Д. СПРАВЕ ЗА ОБЕЛЕЖАВАЊЕ УГЛОВА СТАЛНЕ ВЕЛИЧИНЕ

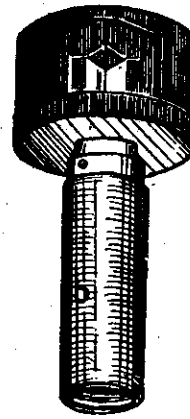
У ове справе убрајамо: призме, добоше и крстове. Оне се понајчешће употребљавају за спуштање и подизање управних (окомица) на неку праву на терену.

#### ПРИЗМЕ

Призме су израђене од стакла, а смештене су у металне оклопе. Разликујемо три врсте призми: тростране (сл. 115), петостране (пентагоне, сл. 116, 117 и 118) и двоструке петостране призме (сл. 119 и 120).



Сл. 115



Сл. 116

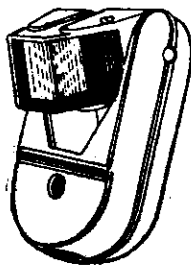


Сл. 117

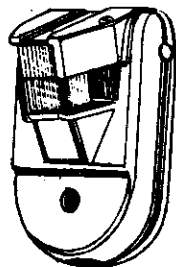
#### ТРОСТРАНА ПРИЗМА

Ова призма има облик правоуглог равнокраког троугла, сл. 115. Испод оклопа призме налази се ручица (дршка) која се обично завршава кукицом за коју се веже канап виска. У неких призми, уместо кукице, на крају ручице се налази рупица кроз коју се провуче канап виска.

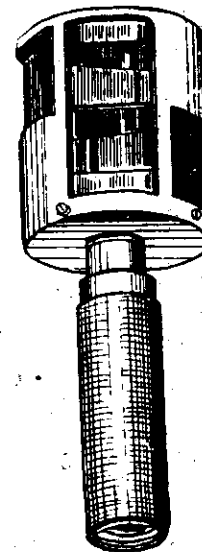
Катете призме су отворене, а хипотенуза прислоњена уз оклоп, премазана је амалгамом (као код огледала) ради одбијања зракова. На који се начин врши кретање зрака у призми тј. улазак, преламање, одбијање и излазак зрака види се из сл. 121 и 122. Важно је истаћи да код исправне призме излазни зрак  $Z_1$  с продуженим



Сл. 118



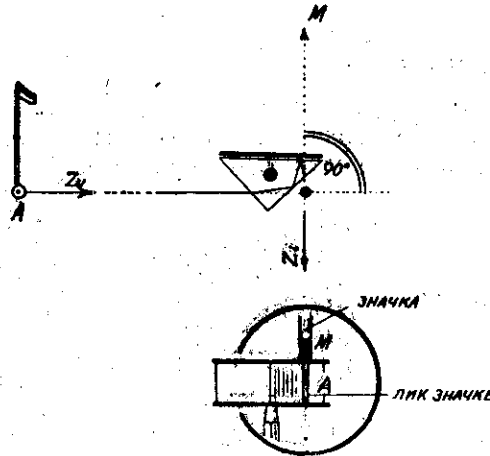
Сл. 119



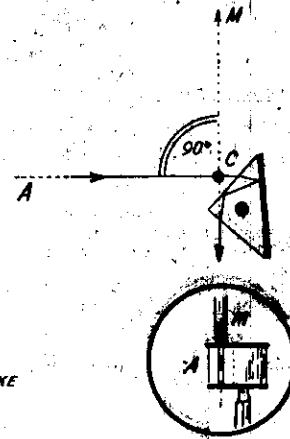
Сл. 120

улазним (убадним) зраком  $Z_1$  закљача угао од  $90^\circ$ . На овоме се и заснива примена призме при спуштању и подизању управних:

**Испитивање призме подизањем управних.** — На приближно хоризонталном терену изаберемо две тачке А и В на ошшојању од око 120 метара. На овим тачкама поставимо значке (вертикално). Тачно у

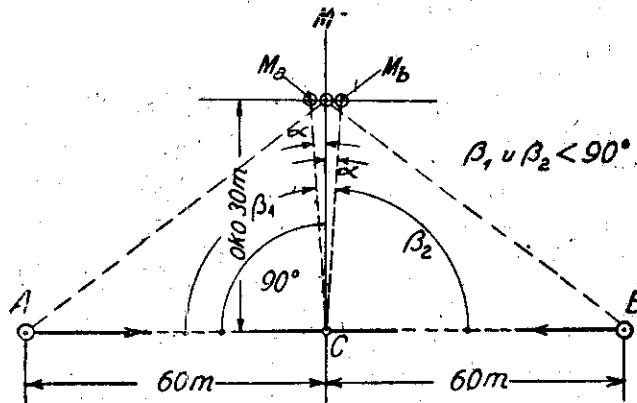


Сл. 121



Сл. 122

правој АВ и на половини растојања између ових тачака обележимо (кочићем) тачку С (сл. 123). За кукицу на ручици призме привезан је канап виска тако да кад се катете призме налазе у висини нашег ока, шиљак (врх) виска се налази неколико милиметара изнад главе кочића побијеног у тачки С. Држећи ручицу призме палцем и кажипрстом



Сл. 123

једне руке, поставимо се изнад тачке С тако да се канап обешеног и умреног виска налази у вертикалној равни која пролази кроз тачке АВ, а шиљак (врх) виска тачно изнад тачке С. Ручица призме се налази у вертикалном положају продужењу канапа виска. Хипотенуза правоуглог троугла призме може да буде или приближно паралелна или пак приближно

управна на праву АВ (сл. 121 и 122); у нашем случају нека је хипотенуза приближно паралелна, при чем су катете окренуте према нашем оку (напр. десном). Растојање између ока и призме је незнатно.

У призми се виде ликови (сlike) значака постављених у тачкама А и В. Лик леве значке, тј. значке постављене у тачки А, види се у

равни десне катете — на десној страни призме, а лик десне значке, на левој страни призме; оба се лика налазе у близини ивица равни катета, сл. 115 и 121.

При тражењу лика неке значке у призми треба имати у виду да се у призми могу да виде два лика те значке: помичан и непомичан. За обележавање управних употребићемо *непомичан лик*. Овај се лик распознаје по следећем: мање је јасан (осветљен), налази се близу ивице равни катете, а при лаганом окретању ручице (међу прстима) призме тј. окретању призме око њене вертикалне осе, лик остаје непомичан.

Фигурант који држи значку у вертикалном положају налази се око 30 m испред праве АВ, приближно у правцу управне коју подижемо, тј. недалеко од тачке М, сл. 123. Кад смо нашли непомичан лик леве значке (постављене у тачки А), гледајући поврх призме у правцу управне коју подижемо, дајемо фигуранту знак да значку креће лево или десно, брже или спорије према лику значке коју видимо у призми. У тренутку кад значка коју фигурант носи буде тачно изнад лика значке који видимо у призми (сл. 121), дајемо фигуранту знак да пободе значку (тачка  $M_a$ ). Кад је у тачки  $M_a$  пободена значка (вертикално), не померајући се с места, нађемо лик десне значке постављене у тачки В. Ако се лик ове значке (тј. десне значке) поклопи с постављеном значком у тачки  $M_a$ , призма је исправна, а ако се не поклопи, призма није исправна. Неисправна призма није добро изглачана; равни катета и равни хипотенузе не заклапају углове од  $90^\circ$  и  $45^\circ$ . У случају неисправне призме дајемо фигуранту знак да извади значку пободену у тачки  $M_a$  и да у рупу значке побије кочић. После тога, по нашим знацима, фигурант лагано помера значку све док се значка коју он носи не поклопи с ликом значке у призми која је постављена у тачки В. У тренутку кад се значка коју носи фигурант поклопи са ликом значке у призми, дајемо фигуранту знак за побадање значке (тачка  $M_b$ ). У нашем случају углови  $ACM_a$  и  $BCM_b$  су мањи од  $90^\circ$  па према томе праве  $M_aC$  и  $M_bC$  нису управне на дуж АВ.

По правилу су употребљиве само исправне призме. Имајући у виду да тачка С није означена помоћу инструмента, затим да се врх виска не налази тачно изнад тачке С и да има извесне разлике и у поклапању значке коју носи фигурант с ликовима значака у призми, могли бисмо дозволити да отстојање  $M_aM_b$  износи и до 5 cm. Ако је отстојање  $M_aM_b$  веће, кочићем обележимо тачку М која лежи у средини тог отстојања. Затим што тачније измеримо дужине АМ и МВ. Ако су ове дужи једнаке, значи да је права МС управна на дуж АВ и да су углови  $\beta_1$  и  $\beta_2$  једнаки. Уместо угла мањих од  $90^\circ$  (сл. 123), могу углови да буду и већи од  $90^\circ$  (сл. 124). У овом случају означимо тачку N. Ако су дужи АN и NВ једнаке, онда је права NС управна на дуж АВ, а углови  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  су једнаки.

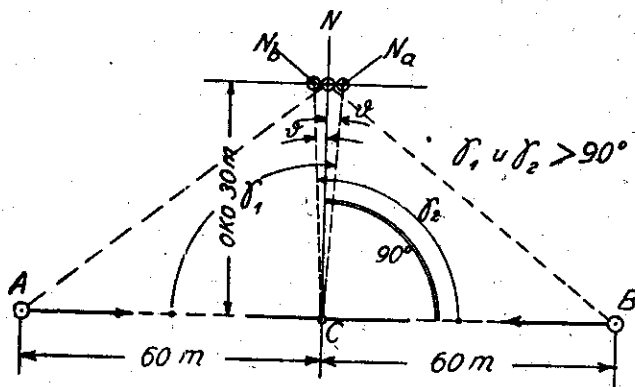
У недостатку исправне призме<sup>19</sup> можемо да употребимо и овако неисправну призму, али само за извесне радове: оснивање мањих вођњака, мањих парцела за огледе и слично.

Код врло тачног испитивања призме за означавање тачке С и претходно подизање управне СМ употребљава се теодолит<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> Ређе се дешава да је призма неисправна.

<sup>20</sup> Теодолит је геодетски инструмент за мерење хоризонталних и вертикалних углова.

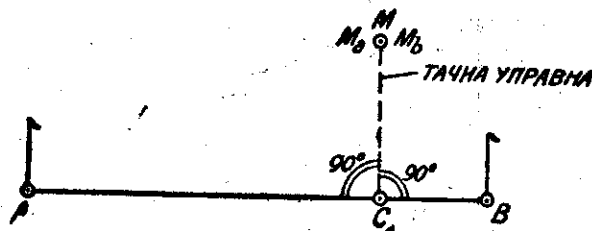
При испитивању призме (сл. 123 и 124) тачка  $C$  тј. подножна тачка из које је подигнута управна  $CM$  односно  $CN$  налазила се на истом растојању и од леве и од десне значке (тачке  $A$  и  $B$ ). Међутим, при подизању неколико управних, ова су растојања често неједнака, па се



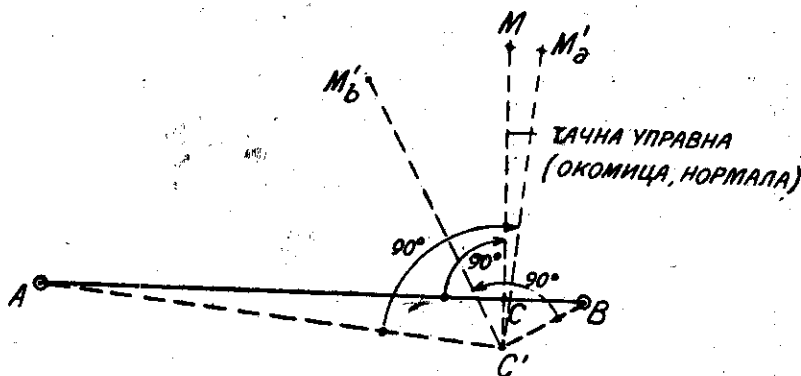
Сл. 124

поставља питање да ли је боље употребити лок удаљеније или лок ближе значке (под претпоставком да је призма исправна). Одговор на ово питање објашњен је на сл. 125 и 126. Ако продужење канапа виска пролази тачно кроз праву (напр. кроз тачку  $C$ , сл. 125), управна  $CM$  је тачно подигнута без обзира на величину растојања  $AC$  и  $CB$ . У про-

тивном случају (сл. 126, тачка  $C'$ ) висак и призма се налазе изван  $C'$ . Из слике 126 се види да је скретање управне  $C'M_a$  од тачне управне мање кад смо употребили лок удаљеније значке, од скретања управне  $C'M_b$  кад смо употребили лок ближе значке тј.  $M_aM < M_bM$ . Према томе, при подизању управних употребити лок удаљеније значке.



Сл. 125

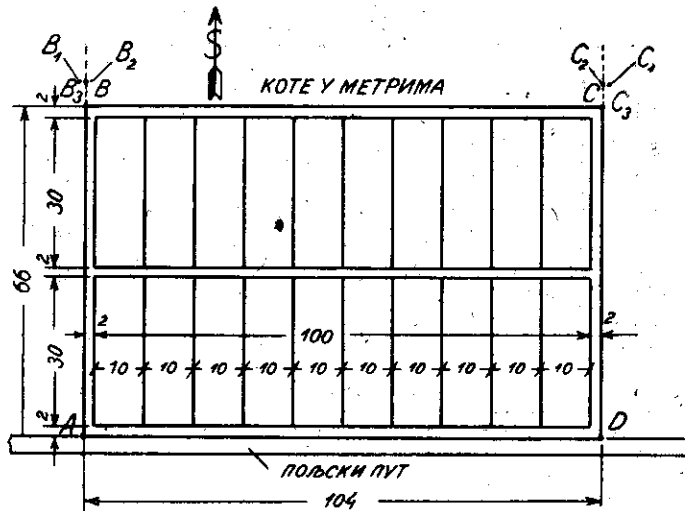


Сл. 126

#### ПРИМЕНА ПОДИЗАЊА УПРАВНИХ

До подизања управних (окомица, нормала) помоћу призме долази при оснивању мањих парцела за огледе, мањих воћњака, обележавању загона за орање и слично. Ради вежбања наводе се два примера.

Оснивање мањих парцела за огледе.— На сл. 127 је приказан пољски пут. Северно од овог пута, у приближно хоризонталном терену, треба обележити мање парцеле за огледе правоугаоног облика.

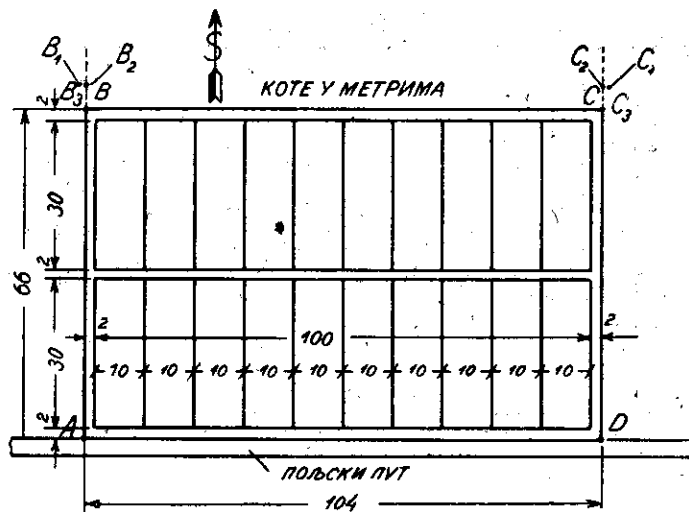


Сл. 127

Према броју, дужини и ширини мањих парцела, ширини стаза између њих и ширини заштитног појаса одреди се дужина AD и висина АВ основног (главног) правоугаоника ABCD. У нашем случају  $AD = 104$  m, а  $AB = 66$  m. Суштина задатка се састоји у обележавању штака В и С основног правоугаоника ABCD.

Пре изласка на терен или пак на терену израдимо скицу, сл. 128. На терену кочићима обележимо тачке А и D (тачно на растојању 104 m). На тачки D поставимо значку вертикално на начин показан на сл. 43. Фигурант који носи значку нека се налази у тачки В<sub>1</sub> на око 70 m од праве AD, приближно управно на њу (сл. 127). С призмом, о коју је обешен висак, сђанемо штачно изнад штачке А и на раније описани начин подигнемо управну АВ<sub>2</sub>. Затим по управној АВ<sub>2</sub> измеримо 66 m и значком обележимо тачку В<sub>3</sub>. На исти начин (помоћу значке у штачки А) обележимо значком и штачку С<sub>3</sub>. Овим је рад с призмом завршен. Измеримо дужину В<sub>3</sub>С<sub>3</sub>. Ако је она напр. већа од дужине AD, израчунамо разлику Δ. Затим смањмо дужину В<sub>3</sub>С<sub>3</sub> за половину разлике Δ, почев од тачке В<sub>3</sub>, у смеру В<sub>3</sub>С<sub>3</sub>, и обележимо тачку В. После тога смањивањем дужине С<sub>3</sub>В за половину разлике Δ, почев од тачке С<sub>3</sub>, у смеру С<sub>3</sub>В, и обележавањем овако смањене дужине, добијамо тачку С. Ако би пак дужина В<sub>3</sub>С<sub>3</sub> била мања од дужине AD, уместо смањивања извршили бисмо повећање дужине В<sub>3</sub>С<sub>3</sub> за израчунату разлику Δ. На овај начин добили бисмо тачке В и С. При употреби исправне призме, евентуална разлика Δ биће незнатна тако да померање тачака В<sub>3</sub> и С<sub>3</sub> није потребно, тј. тачке В<sub>3</sub> и С<sub>3</sub> биће уједно и тачке В и С. У недостатку исправне призме, може се употребити и неисправна призма код које се при подизању управних добија једнако отступање од управне (сл. 123 и 124).

**Оснивање мањих парцела за огледе.**— На сл. 127 је приказан пољски пут. Северно од овог пута, у приближно хоризонталном терену, треба обележити мање парцеле за огледе правоугаоног облика.



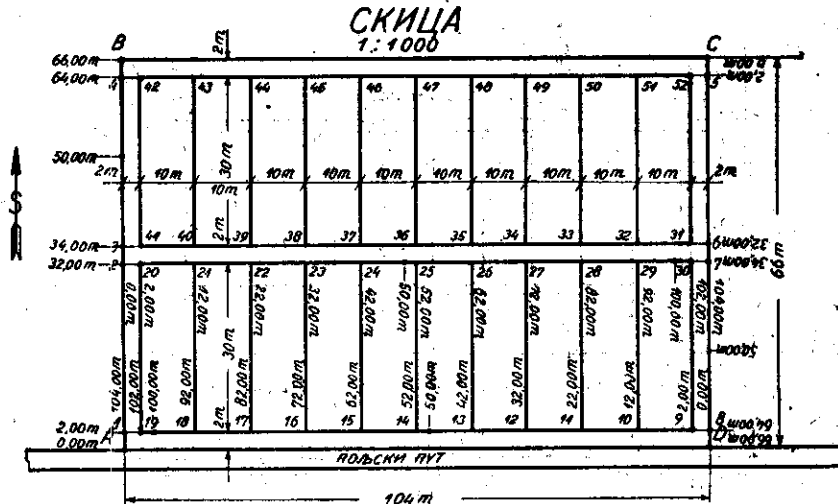
Сл. 127

Према броју, дужини и ширини мањих парцела, ширини стаза између њих и ширини заштитног појаса одреди се дужина  $AD$  и висина  $AB$  основног (главног) правоугаоника  $ABCD$ . У нашем случају  $AD = 104$  m, а  $AB = 66$  m. Суштина задатка се састоји у обележавању тачака  $B$  и  $C$  основног правоугаоника  $ABCD$ .

Пре изласка на терен или пак на терену израдимо скицу, сл. 128. На терену кочићима обележимо тачке  $A$  и  $D$  (тачно на растојању 104 m). На тачки  $D$  поставимо значку вертикално на начин показан на сл. 43. Фигурант који носи значку нека се налази у тачки  $B_1$  на око 70 m од праве  $AD$ , приближно управно на њу (сл. 127). С призмом, о коју је обешен висак, станемо тачно изнад тачке  $A$  и на раније описани начин подигнемо управну  $AB_2$ . Затим по управној  $AB_2$  измеримо 66 m и значком обележимо тачку  $B_3$ . На исти начин (помоћу значке у тачки  $A$ ) обележимо значком и тачку  $C_3$ . Овим је рад с призмом завршен. Измеримо дужину  $B_3C_3$ . Ако је она напр. већа од дужине  $AD$ , израчунамо разлику  $\Delta$ . Затим смањимо дужину  $B_3C_3$  за половину разлике  $\Delta$ , почев од тачке  $B_3$ , у смеру  $B_3C_3$ , и обележимо тачку  $B$ . После тога смањивањем дужине  $C_3B$  за половину разлике  $\Delta$ , почев од тачке  $C_3$ , у смеру  $C_3B$ , и обележавањем овако смањене дужине, добијамо тачку  $C$ . Ако би пак дужина  $B_3C_3$  била мања од дужине  $AD$ , уместо смањивања извршили бисмо повећање дужине  $B_3C_3$  за израчунату разлику  $\Delta$ . На овај начин добили бисмо тачке  $B$  и  $C$ . При употреби исправне призме, евентуална разлика  $\Delta$  биће незнатна тако да померање тачака  $B_3$  и  $C_3$  није потребно, тј. тачке  $B_3$  и  $C_3$  биће уједно и тачке  $B$  и  $C$ . У недостатку исправне призме, може се употребити и неисправна призма код које се при подизању управних добија једнако отступање од управне (сл. 123 и 124).

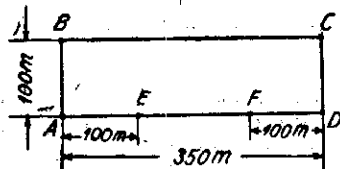


Поделу на мање парцеле извешћемо помоћу пољске пантљике, клинаца бројача, значака, кочића и секирице за побијање кочића. Редослед обележавања означен је на скици бројевима 1 до 52 (сл. 128).



Сл. 128

При већем растојању тачака А и D (на пример 350 m и више, сл. 129) у правој AD прво се обележе међутачке E и F. Затим помоћу значака постављених на тим тачкама, подигну се управне AB и DC.



Сл. 129

Ако имамо пешострану призму, дужина управних (AB и DC) може бити и 200 m, при чем се постижу добри резултати.

Из овог се примера види цео поступак рада. И ако основни правоугаоник ABCD има незнатну површину, ипак је упадљиво да нисмо почели с обележавањем мањих парцела да бисмо тек на крају рада дошли до основног право-

угаоника, тј. нисмо пошли „од мањег ка већем” него обратно „од већег ка мањем”. На овај се начин, полазећи од рада већег обима на рад мањег обима постиже непрекидна целина и жељена тачност у раду и избегава нагомилавање немитовних грешака које смањују тачност резултата рада.

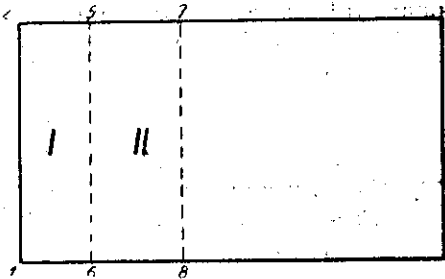
О потреби извођења геодетских радова „од већег ка мањем” још више ћемо се уверити код оснивања већих винограда и воћњака изложеног у поглављу о уређењу атара.

**Обележавање загона.**— Суштина задатка се састоји у томе да две стране загона међусобно буду паралелне (напр. стране 1-2 и 5-6, сл. 130 и стране 1-2 и 5-8, сл. 131). На овај начин, приликом орања (на разор) паралелно овим странама, неће доћи до образовања клина.

Обележавање загона је једноставно кад напр. парцела има облик квадрата и правоугаоника. У оваквом случају (сл. 130) дужи 1-2 и

5-6 првог загона биће међусобно паралелне ако су дужи 2-5 и 1-6 једнаке. Међутим, ако парцела има облик трапеза (сл. 131), потребно је напр. за I загон обележити праву 5-8 иако да она буде паралелна са правом 1-2 тј. да дужи 1-7 и 2-6 буду једнаке. Из слике 131 се види да праве 1-2 и 5-8 неће бити међусобно паралелне ако бисмо на терену измерили дужи 2-5 и 1-8 под условом да оне буду једнаке.

Рад призмом састоји се у подизању управне 1-С (сл. 131) у тачки 1 и управне 2-D у тачки 2. За подизање управних поставимо значке у тачкама А и В на правој 1-2.



Сл. 130

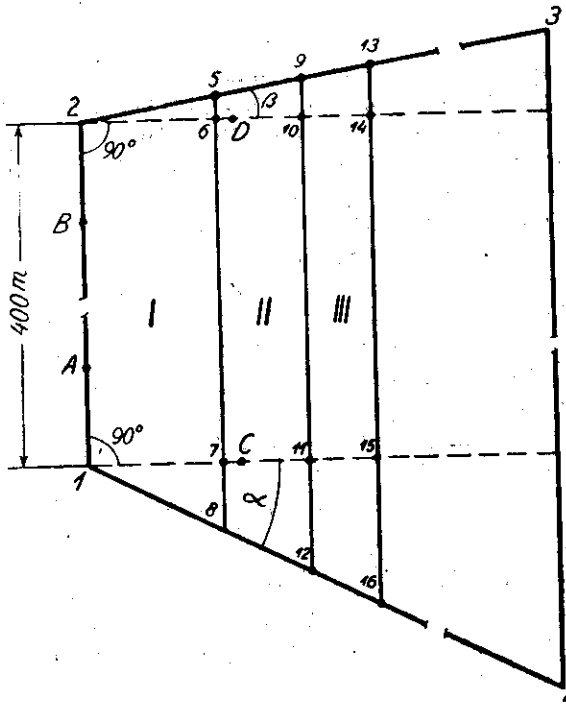
После подизања управних, измеримо раније одређену дужину 1-7 на управној 1-С и ту исту дужину одмеримо и на правој 2-D.

Кад смо обележили тачке 7 и 6, одредимо тачке 5 и 8 (пресеке праве 6-7 са правима 2-3 и 1-4).

Примена призме код посредног одређивања дужина подизањем управних показана је у примеру 28, сл. 103.

#### СПУШТАЊЕ УПРАВНИХ

Између подизања и спуштања управних постоји разлика иако је рад с призмом исти. Наиме, при подизању управних посматрач с призмом стајао је што тачније у правој АВ на истој тачки (сл. 123 и 124, тачка С), а фигурант који је носио значку кретао се изван праве АВ на одређеном растојању. Међутим, при спуштању управних, значка пободена у тачки К (сл. 132) остаје на месту, а посматрач за-

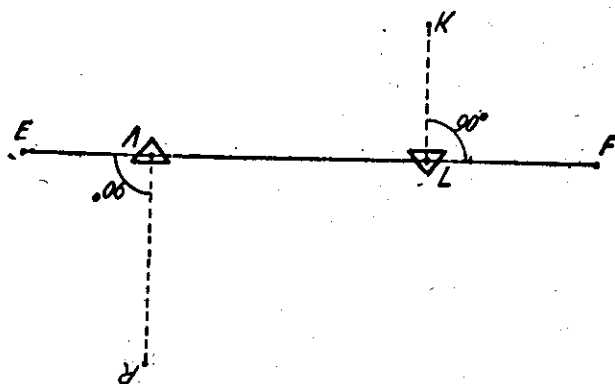


Сл. 131

једно с призмом креће се што тачније по правој ЕФ. У тренутку кад се лик удаљеније значке (постављене у тачки Е) у призми поклопи са значком постављеном у тачки К, врх виска на правој ЕФ налази се у подножној тачки L спуштене управне из тачке К на правој ЕФ. При спуштању управне из тачке R на праву FE, држали бисмо призму како је показано на сл. 132 и кретали бисмо се по правој FE све док се лик значке постављене у тачки F не би поклопио са значком постављеном у тачки R.

ПРИМЕНА СПУШТАЊА УПРАВНИХ  
СНИМАЊЕ ДЕТАЉА АПСЦИСАМА И ОРДИНАТАМА

Снимање детаља врши се на више начина. Избор начина снимања детаља зависи углавном од сврхе (циља) снимања и од конфигурације терена. Детаљ се снима у циљу израде карата, катастарских и регу-



Сл. 132

лационих планова, срачунавања површина група парцела и појединих парцела, затим у циљу експропријација, уређења атара, пројектовања и грађења железница и путева, пројектовања и извршења радова на регулацијама водотока, исушивању и наводњавању земљишта, снабдевању насеља водом, канализација насеља итд.

Пре него што пређемо на опис снимања детаља помоћу призме, пошребно је навести шта се подразумева под детаљом. Детаљ сачињавају објекти које треба снимити. Објекти снимања могу бити:

а) *Граничне линије* у које спадају: границе подручја народних одбора, аутономних области и покрајина, народних република и државе, затим међе државног, задружног и приватног сектора.

б) *Пољопривредне и шумске културе*, у које спадају све врсте тих култура, као што су: шуме, вртови и воћњаци, виноградни паркови, њиве (оранице), ливаде (сенокосе), пашњаци, мочваре, трстици и слично.

С агрономског гледишта детаљ могу да сачињавају и разни типови земљишта: черноземи, подзоли, заслањена земљишта и слично.

в) *Саобраћајни објекти*: железничке пруге и путеви заједно са осталим објектима који им припадају, прогони, стазе, телеграфски, телефонски и електрични водови и слично.

г) *Водене површине, воде, водени пушеви и грађевине на води*: морске обале, природна језера, вештачка језера – водојазе, природни и вештачки рибњаци, реке, потоци, вододерине, јаруге, водоплавни терени (инувдације), канали за одводњавање и наводњавање (пловни и непловни), насипи за одбрану од поплаве, црпне станице, уставе (шлајзе), степенице (каскаде), мостови и пропусти на каналима, акведукти, сифони, грађевине за каптирање (захватање) воде (цистерне, бунари, чесме) и слично.

д) *Зграде* (станбене, пољопривредне, индустријске и слично, које су изграђене у блоковима или се налазе осамљено).

ђ) *Улице и објекти на њима.*

е) *Ушврћења и војни објекти.*

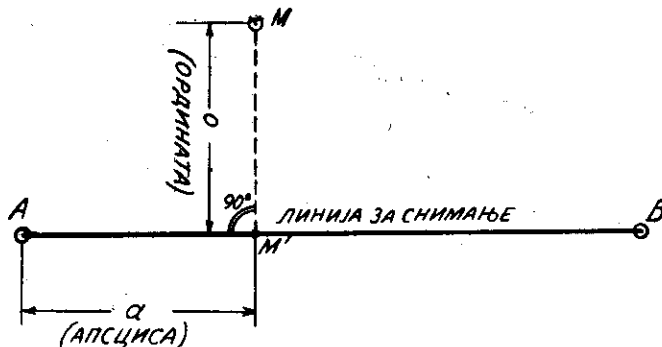
ж) *Мајдани и рудници.*

*Ортогонална метода*<sup>21</sup> (снимање детаља апсцисама и ординатама) понајчешће се примењује кад је пошребно да се снима какво насеље (град,

<sup>21</sup>Ортогоналан значи правоугли.

варошица, групасано село, зграде и двориште пољопривредног добра) или кад треба врло тачно снимити терен који је приближно водораван. Ова метода снимања није погодна за терен брежуљкаст, брдовит и испресецан увалама и јаругама.

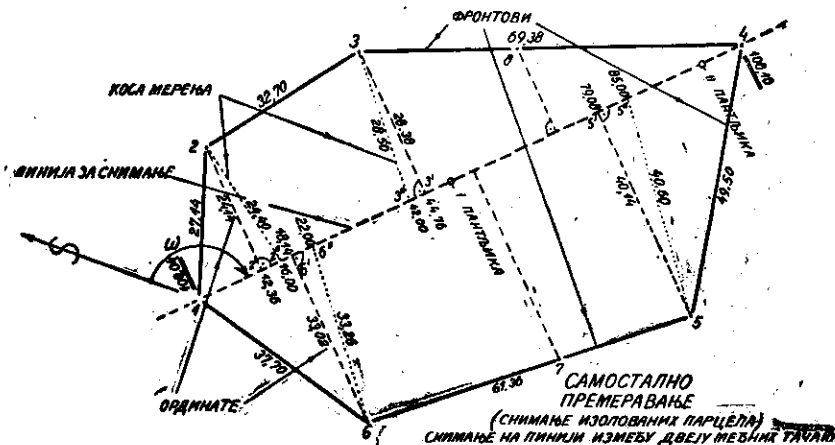
Снимање детаља ортогоналном методом састоји се у одређивању положаја објеката за снимање, односно карактеристичних тачака тих објеката на терену, у односу на једну или више правих линија. Овим се уједно долази и до међусобног положаја објеката. Из сл. 133 се види да је положај тачке  $M$  у односу на праву линију  $AB$  одређен дужинама  $AM'$  и  $MM'$ . Линија  $AB$  зове се линија за снимање. Дужина  $AM' = a$  је апсцисно ошстојање или апсциса тачке  $M$ , а дужина спуштене управне  $MM' = o$  је ординасно ошстојање или ордината тачке  $M$ . Тачка  $M'$  претставља подножну тачку спуштене управне  $MM'$ . Према катастарским прописима дужине ордината су ограничене и крећу се до 30 м, изнимно и до 50 м.



Сл. 133

Како се снима детаљ ортогоналном методом објаснићемо на једноставном примеру.

У приближно хоризонталном терену налази се мања парцела<sup>22</sup> ограничена међним белегама 1, 2 . . . . . 6, сл. 134.

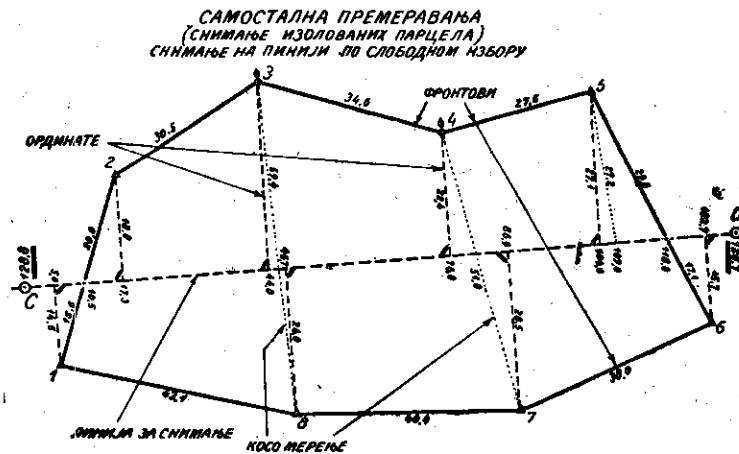


Сл. 134

<sup>22</sup> Парцела је део земљишта једнаке културе који припада истом сопственику у једној катастарској општини, а није просечен природним или вештачким објектом.

**Изrada скице.**— Пре снимања потребно је упознати се с детаљом који треба да се сними. Затим се детаљ скицира. Детаљ већег обима се обилази, скицира и снима по блоковима (групама) објеката (парцела, зграда), прво један блок, затим други итд. Скица треба да претставља умањену слику стања на терену.

**Линије за снимање.**— У нашем примеру (сл. 134) снимане се детаљ са једне линије за снимање која пролази приближно средином парцеле. Тачке 1 и 4 су крајње тачке те линије. Са изабране линије за снимање могу се снимити све детаљне тачке, при чему су дужине ордината мање од 50 m. Уместо линије за снимање, која пролази кроз тачке детаља 1 и 4, могли смо изабрати линију за снимање која не пролази ни кроз једну тачку детаља како је то показано на сл. 135 за парцелу ограничену међним белегама 1-2-3 . . . -8. На овај начин линија за снимање пролазила би приближно средином парцеле.



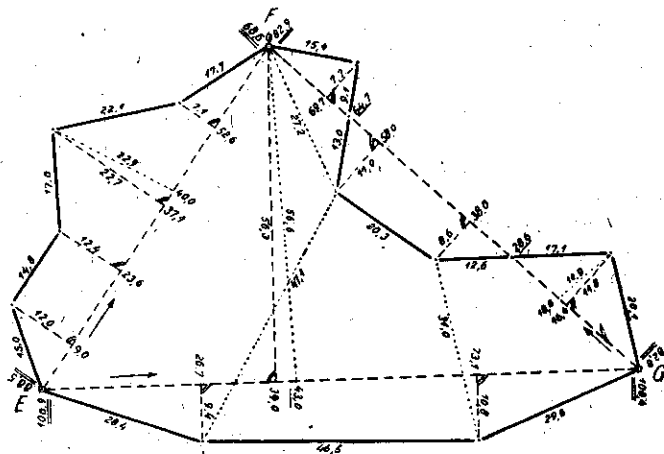
Сл. 135

У случају кад није довољна једна линија за снимање, снимање се изводи са неколико линија. На сл. 136 приказано је снимање детаља са три линије које затварају троугао EFG. Међутим, често нису довољне ни три линије за снимање. Једноставан случај са више линија за снимање види се на сл. 137. Троуглови ABC, BDC, . . . FHG претстављају ланац повезаних троуглова, а њихове стране линије за снимање. И поред већег броја страна троуглова, оне нису довољне да бисмо могли снимити целокупан детаљ обухваћен ланцем троуглова, тј. нисмо се довољно приближили извесном делу детаља који треба да снимимо. Стога се комбинују и споредне линије за снимање (a-b, c-d . . .) и на овај се начин добија мрежа линија за снимање, тзв. *линијска мрежа*. Вратимо се нашем примеру (сл. 134).

**Спуштање управних (ордината), мерење апсциса, ордината, фронтова и косих мерења.**— Крајње тачке (1, 4, сл. 134) линије за снимање (апсцисне осе) сигнализиремо вертикално постављеним значкама. Пољску пантљику (напр. дужине 50 m) положимо по правој 1-4. Кроз прстен на почетку и на крају пантљике провучемо комад јачег канапа.

На 20 до 30 см испред тачке 1 (тј. испред почетка пантљике) побијемо гвоздени клин. За њега вежемо канап али тако да се при затегнутој вантљизи њен почетак тачно подудара с центром белеге тачке 1. Затим

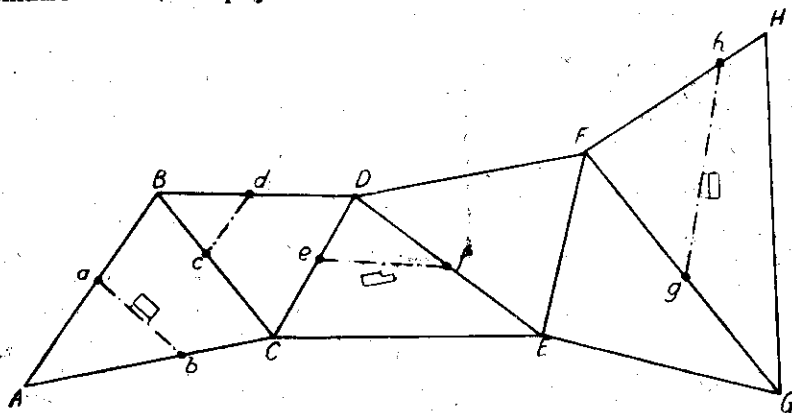
САМОСТАЛНО ПРЕМЕРАВАЊЕ  
СНИМАЊЕ СА ЛИНИЈА КОЈЕ САЧИЊАВАЈУ ТРОУГАО



→ СМЕР СНИМАЊА ДЕТАЉНИХ ТАЧАКА  
--- ЛИНИЈЕ ЗА СНИМАЊЕ  
- - - ОРДИНАТЕ  
..... КОСА МЕРЕЊА

Сл. 136

пантљику затегнемо и канапом њен крај привежемо за други гвоздени клин који смо побили 20—30 см иза краја пантљике; крај пантљике обележимо клинцем бројачем.



Сл. 137

Тачку 2 (сл. 134) сигналишемо значком. С призмом, о коју је обешен висак, станемо приближно (ценећи „одока“) изнад подножне тачке управне коју треба да спустимо из тачке 2 на линију снимања.

Затим у *призми* нађемо лик даље значке (постављене у тачки 4) и померамо се по правој 1—4 све док се лик значке не поклопи са значком постављеном у тачки 2. У том тренутку на пољској пантљици врх виска обележава подножну тачку 2' спуштене управне из тачке 2. Прочитамо дужину апсцисе  $\Gamma-2'$  (12,36 m).

Ручном пантљиком, која је у хоризонталном положају, измеримо дужину ординате 2—2' (24,14 m).

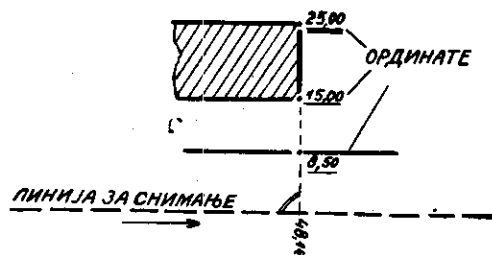
На целом метру пољске пантљике испред или иза подножне тачке 2' изаберемо тачку 2'' (у нашем случају на шеснаестом метру) и ручном пантљиком (која је у хоризонталном положају) измеримо дужину 2—2'' тј. дужину тзв. „косог мерења“ (24,40 m). Косо мерење се зове зато што је права 2—2'' (сл. 134) у косом положају према линији за снимање. Косим мерењима контролишемо дужине ордината (било рачунским путем или графички при изради плана снимљеног детаља). Уместо косог мерења од линије снимања можемо хоризонтално да измеримо отстојање између две детаљне тачке које су приближно једна наспрам друге. При том се једна тачка налази са једне, а друга са друге стране линије за снимање (тачке 4—7, сл. 135). Косим мерењем контролишу се ординате важнијих тачака.

Ако терен није приближно хоризонталан, дужине апсциса меримо или косо по терену или пак хоризонтално. У случају косог мерења пошребно је да узмемо и висинске подашке да бисмо могли косо мерене апсцисе редуковаћи на хоризонт. У косом терену са преломима потребно је измерити и апсцисе преломних тачака.

За разлику од апсциса, ордината и коса мерења увек меримо пантљиком у хоризонталном положају да бисмо избегли редуцију на хоризонт. Да ли је пантљика у хоризонталном положају, ценимо „одока“.

Тачност читања апсциса, ордината и косих мерења зависи од тачности коју желимо да постигнемо. Према томе читање вршимо било на сантиметар<sup>28</sup>, било на десиметар (сл. 134 и 135).

Начин на који се у скици уписују апсцисе, ординате и коса мерења види се на сл. 134, 135 и 136. Ако на једној управној има неколико ордината, уписујемо их како је показано на сл. 138.



Сл. 138

Мерењем апсциса, ордината и косих одмерања, рад на првој пантљици још није завршен. Пре померања прве пантљике, ради контроле апсциса, потребно је измерити „фронтове“ тј. отстојања између детаљних тачака 3—2, 2—1 и 1—6 (сл. 134). Фронтове меримо пантљиком (ручно) у хоризонталном положају да бисмо избегли редуцију на хоризонт. Помоћу фронтова контролишемо апсцисе

било рачунским путем, било графички при изради плана снимљеног детаља.

У нашем примеру (сл. 139) дужина апсцисе  $a_2$  добијена рачунским путем износи:  $a_2 = \sqrt{f_{1-2}^2 - o_2^2} = \sqrt{27,14^2 - 24,14^2} = 12,38$ . Дужину апсцисе

<sup>28</sup>Дужине меримо до на сантиметар приликом премеравања градова, варошица и слично.

$a_3$  контролишемо апсцисном разликом ( $a_3 - a_2$ ). По Питагорином правилу . . .  $(a_3 - a_2) = \sqrt{l_{2-3}^2 - (o_3 - o_2)^2} = \sqrt{32,70^2 - (28,38 - 24,14)^2} =$   
 $= \sqrt{32,70^2 - 4,24^2} = \sqrt{1051,31} = 32,42.$

Апсцисна разлика ( $a_3 - a_2$ ) добијена мерењем износи:  $44,76 - 12,36 = 32,40$ . Отступање између апсцисне разлике добијене рачунским путем и мерењем на терену (тј.  $32,42 - 32,40 = 0,02$ ) мање је од дозвољеног.

Тек мерењем фронтава 1 - 2, 2 - 3 и 1 - 6, рад на првој пантљици је завршен.

Сада померимо пољску пантљику по правој 1 - 4 тако да се почетак II пантљике подударе с крајем I пантљике. Затим снимимо остале детаљне тачке како је раније описано и измеримо фронтове. При чишћању апсциса на II пантљици, додајемо дужину I пантљике.

Ако је фронт дужи од 50 m, препоручује се уметање међутачака тако да дужина појединог фронта буде мања од 50 m (у нашем примеру тачке 7 и 8, сл. 134). Према томе за тачку 7 измерили бисмо апсцису и ординату, а фронт 6 - 5 (61,36 m) био би подељен на два дела (фронта).

Кад је рад на II пантљици завршен, померимо пољску пантљику на описани начин и чишћамо завршно мерење тј. апсцису крајње тачке 4 (108,10 m). Ради контроле завршног мерења, измеримо дужину 4-1 (108,04 m).

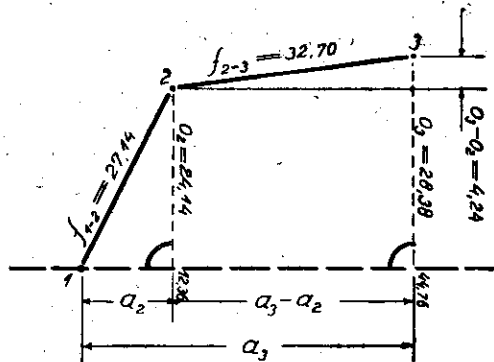
**Оријентисање скице.** - Ако је линијска мрежа повезана са важнијим тачкама државног премера (тригонометрским тачкама<sup>24</sup>), њен положај према правцу севера је тачно одређен.

Ако положај линијске мреже према правцу севера није одређен, потребно је бар приближно одредити угао који заклапа правац севера с једном линијом за снимање да би се помоћу тог угла могло извршити оријентисање плана при његовој изради (види угао  $\omega$ , сл. 134). Приближан правац севера може се одредити на неколико начина (бусолом, помоћу сунца, помоћу сунца и сата итд.), што ће доцније бити објашњено.

Мерењем апсциса, ордината, косих одмерања, фронтава и оријентационог угла дошли смо до свих података потребних за израду плана снимљеног детаља приказаног на сл. 134.

Примена призме код посредног одређивања дужина спуштањем управних показана је у примеру 27, сл. 101.

Начин на који се призма може да употреби и при одређивању хоризонталних углова описан је у градиву о тахиметру.



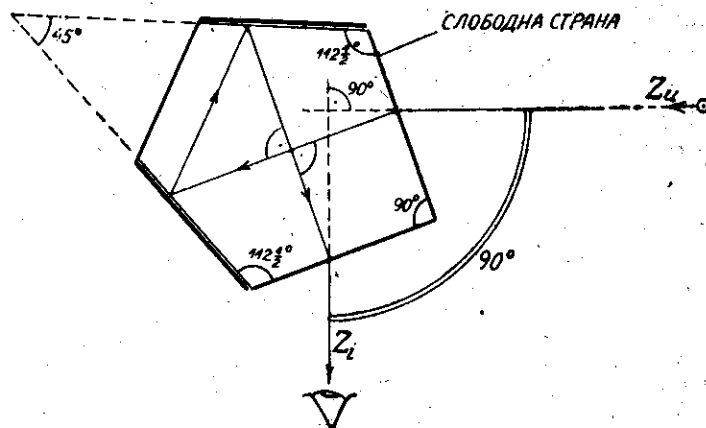
Сл. 139

<sup>24</sup> Тачке које служе као основа премера већих делова Земљине површине називају се тригонометрским тачкама. Положај ових тачака је тачно одређен. Оне су на терену обележене стубовима од природног камена или армираног бетона. Удаљеност тригонометрских тачака креће се од 1 km навише. Да бисмо се приближили детаљу који треба да снимимо, између тригонометрских тачака умећу се полигонске тачке у потребној густини. Положај ових тачака такође је тачно одређен (сл. 209 и 210).



## ПЕТОСТРАНА (ПЕНТАГОНА) ПРИЗМА

Облик ове призме приказан је на сл. 140. Три стране призме налазе се у оклопу, а две су слободне. Слободне стране заклапају угао од  $90^\circ$ , а две стране које су у оклопу једна наспрам друге и које су амалгамисане, заклапају угао од  $45^\circ$ .



Сл. 140

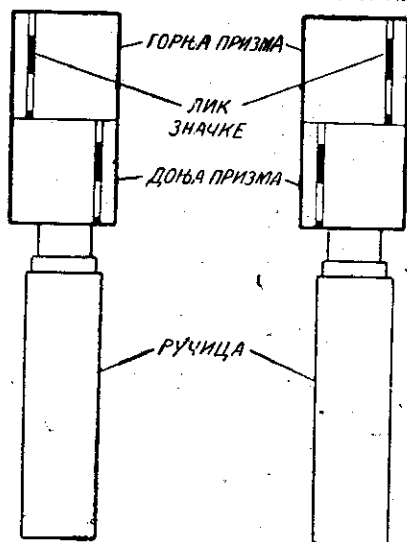
У поређењу с тространом призмом, петострана призма има то преимућство што је код ње много веће поље вида и што се добија само нејомичан лик предмета.

Петострана призма испитује се на исти начин као и тространа призма.

## ДВОСТРУКА ПЕТОСТРАНА ПРИЗМА

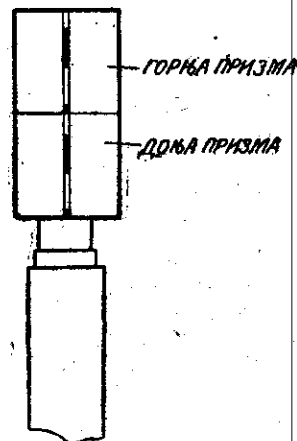
Две петостране призме (горња и доња) постављене једна на другу, како је показано на сл. 141, 142, 119 и 120, сачињавају двоструку петострану призму. Помоћу ове призме, осим подизања и спуштања управних, можемо означити међутачке на датој правој АВ без преш-

ЛИКОВИ ЗНАЧАКА СЕ НЕ ПОКЛАПАЈУ



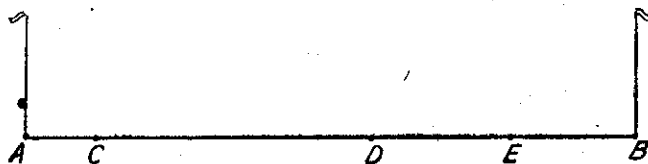
Сл. 141

ЛИКОВИ ЗНАЧАКА СЕ ПОКЛАПАЈУ



Сл. 142

ходног ушћеривања у правац било с тачке А или пак с тачке В. Тако напр. између сигналисаних тачака А и В, помоћу двоструке петостране призме (о коју је обешен висак), можемо означити међутачке С, D, E, које леже у правој АВ, сл. 143.

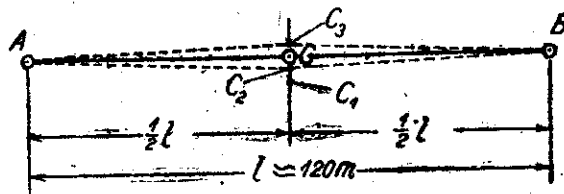


Сл. 143

Испитивање двоструке призме на  $90^\circ$  и на  $180^\circ$ .

Испитивање на  $90^\circ$  изводи се на начин описан код тростране призме.

Испитивање на  $180^\circ$  ради се на овај начин. На крајњим тачкама А и В поставимо значке вертикално, сл. 144. С двоструком призмом, о коју је обешен висак, станемо приближно у правац између тачке А и В напр. изнад тачке  $C_1$  али тако да се тачка А налази лево, а тачка В десно од нашег стајалишта. Лик леве значке (постављене у тачки А) видимо у горњој петостраној призми, а лик десне значке у доњој (сл. 141). Ови се ликови не поклапају (не коинцидирају), јер се врх виска налази изван праве АВ (сл. 141). Да бисмо постигли подударање ликова у призмама (горњој и доњој), крећемо се с призмом приближно управно на праву АВ, напред или пак назад све дотле док се у призмама ликови значака не поклопе (сл. 142). У тренутку поклапања ликова, врх виска се налази у тачки  $C_2$  (иако би требало да се налази у тачки С).



Сл. 144

Сада се заједно с призмом окренемо за  $180^\circ$  тако да се тачка В налази лево, а тачка А десно од нашег стајалишта. Нађемо ликове значака и померамо призму као раније у приближној управној док се ликови значака не поклопе. У тренутку поклапања ликова, врх виска нека се налази у тачки  $C_3$ . Ако отстојање између тачке  $C_2$  и  $C_3$  износи 2 до 3 см, двострука призма је исправна на  $180^\circ$ . У противном, призма није исправна на  $180^\circ$  и потребно је извршити међусобно померање горње и доње призме. Пошто ове призме немају корекционих завртања, наведено померање изводе радионице за прецизну механику.

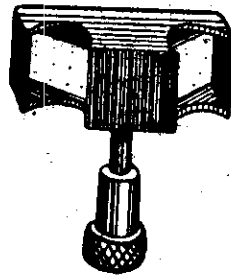
#### КРУТИ ВИСАК

Овај је висак израђен од метала у облику штапа и чврсто се може да споји са ручицом призме. При снимању детаља крути висак и ручица призме налазе се у вертикали подложју. Спуштање и подизање управних као и читање на апсолотној пивљници брже је кад је призма снабдевена крутим виском.

Призме с којима смо се упознали употребљавају се у водоравном и нешто нагнутом терену. У новије време неки конструктори подешавају призме тако да би се могле употребити и у брежуљастом терену (сл. 146).



Сл. 145



Сл. 146

### КРСТ И ДОВОШ

Подизање и спуштање управних у приближно хоризонталном терену можемо да извршимо и помоћу крста и добоша.

#### КРСТ

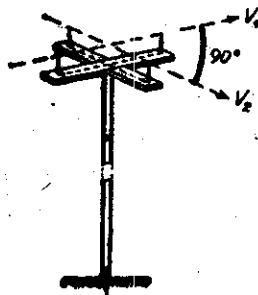
Крст се састоји од две укрштене летве са по два клина на свакој летви, сл. 147. Клинци се налазе на растојању 25–30 см. Шиљци клинаца служе за визирање. Праве које спајају по два наспрамна клина треба да се секу под углом од  $90^\circ$ .

Кад не бисмо имали лењир и прецизне троуглове за цртање, до правих које се секу тачно под правим углом дошли бисмо на овај начин. Узмемо парче равне хартије која још није била пресавијана и једанпут је пресавијемо по линији АС (сл. 148 и 149). Затим хартију пресавијемо још једанпут и то по линији GEB тако да се линија AG тачно поклапа с линијом GC (сл. 150). Кад после пресавијања хартију развијемо, линије AGC и BGE заклапају угао од  $90^\circ$  (сл. 148). Развијену хартију ставимо на даску одговарајуће величине и на растојању од 25–30 см укуцамо клинцѐ у линијама где је хартија била пресавијана.

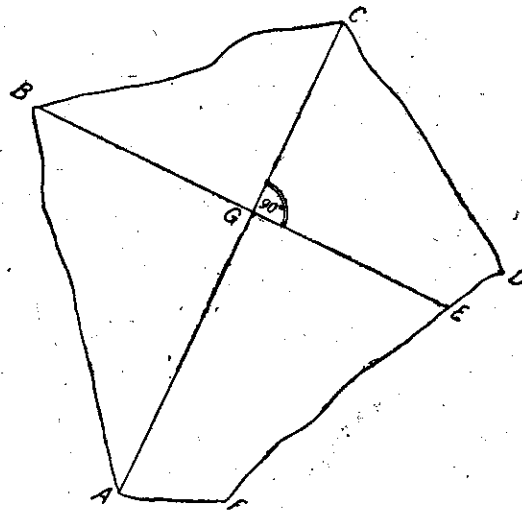
Подизање и спуштање управних врши се на следећи начин.

*Подизање управних.* – Поставља се задатак подићи управну АС, сл. 151.

На тачки В пободемо значку. Крст поставимо тако да се нога статива налази у вертикалном положају, а визиру  $V_1$  (сл. 147) у правој АВ. На удаљености АС пободемо значку тако да она буде у продужењу визиуре  $V_2$ .

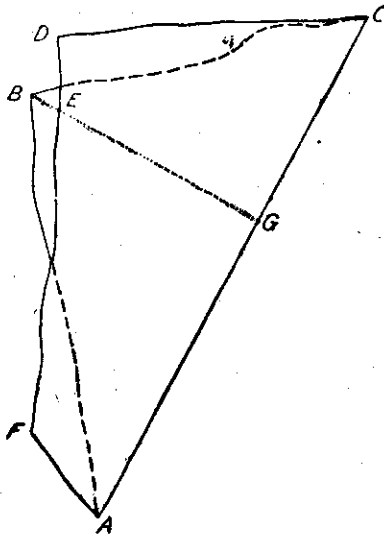


Сл. 147

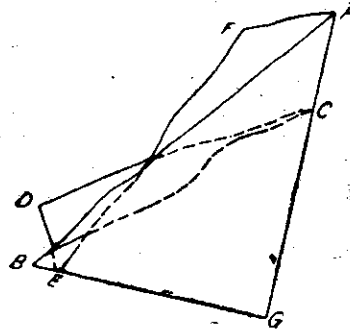


Сл. 148

**Спуштање управних.** – Из тачке D треба спустити управну на праву AB. Тачке A, B, D, сигналасмо значкама (сл. 152). Ценећи одока, поставимо крст на подножној тачки  $E_1$  управне  $D_1E_1$ . Тачка  $E_1$  и визура  $V_1$  се налазе у правој AB. Продужење визуре  $V_2$  треба да пролази кроз тачку D. Ако ово није случај, у продужењу визуре, а на удаљености ED тј. у тачки

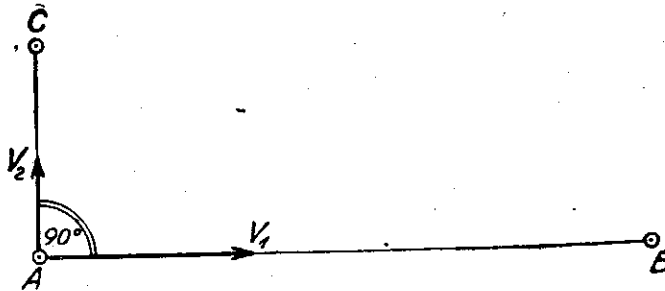


Сл. 149



Сл. 150

$D_1$  поставимо значку. Растојање  $D_1D$  показује нам величину и смер у којем треба да помакнемо крст (тј. растојање  $E_1E$ ). Пажљивим радом, помоћу крста постижу се добри резултати.

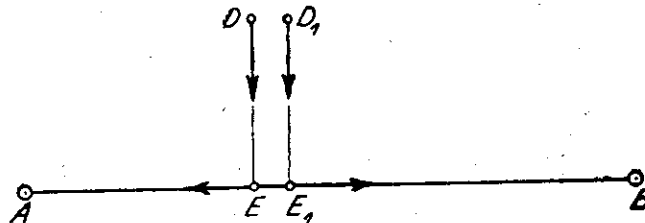


Сл. 151

**ДОБОШ**

Добош је шупаљ ваљак, призма, лопта или зарубљена купа израђена од метала са наспрамним отворима за визирање (сл. 153, 154 и 155). Из сл. 153 се види да се помоћу добоша, поред спуштања и подизања управних, могу обезбедити и углови од  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$  и  $315^\circ$ .

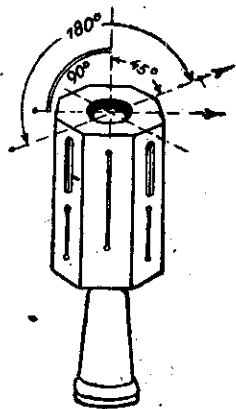
Пошребно је испитати да се добош може употребити и за косе (нагнуће) визуре. Добош у облику лопте или пак зарубљене купе омогућује и врло косе визуре (сл. 154). Према томе се добош може добро да употреби



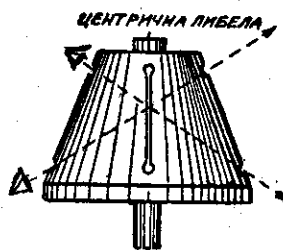
Сл. 152

при оснивању мањих винограда и воћњака у косим Шеренима, како је то описано у градиву о оснивању воћњака и винограда.

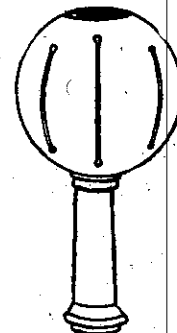
Рад помоћу добоша је сличан раду помоћу крста. Сматрамо да се опис начина рада може изоставити.



Сл. 153



Сл. 154



Сл. 155

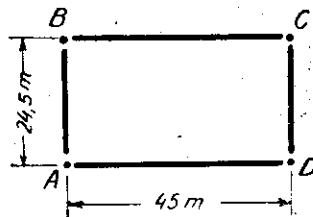
Начин на који се добоши приказани на сл. 153, 154 и 155 могу да употребе при одређивању хоризонталних углова описан је у градиву о тахиметру. У том градиву описан је и добош помоћу кога се могу да мере и обележавају хоризонтални углови различитих величина.

## V. РАЗМЕРЕ И РАЗМЕРНИЦИ

### РАЗМЕРА

Снимањем детаља долазимо до података потребних за израду плана који на хартији треба верно да претстави све оно што је на терену било снимљено. Према томе план претставља тачну слику стања на терену.

На сл. 156 приказан је облик парцеле ABCD. Дужине страна АВ и AD добијене мерењем на терену (пантљиком у хоризонталном положају) уписане су на истој слици. Да бисмо дужину стране AD могли претставити на хартији (плану), потребно ју је смањити. Ми је можемо смањити на пример 2000 пута, а можемо је смањити само 500 пута. Овим смањивањем утврдили смо однос између дужине AD на хартији (плану) према стварној дужини те стране на терену. Тај однос претставља размеру плана. У првом случају размера би била 1:2000, а у другом случају 1:500. План парцеле ABCD израђен у размери 1:2000 претстављао би ту парцелу 2000 пута смањену према стању у природи, а план израђен у размери 1:500 претстављао би ту парцелу само 500 пута смањену према стању у природи. План 1:2000 био би мањи, ситнији, од плана 1:500 који би био већи, крупнији. Према томе размера 1:2000 је ситнија од размере 1:500, или обрашно, размера 1:500 је крупнија од размере 1:2000.



Сл. 156

Размере планова су различите и углавном зависе од густине детаља. Планови гушћег детаља раде се у крупнијој размери (1:500; 1:1000), а планови ређег детаља у ситнијој размери (1:2000; 1:2500; 1:5000).

Досад наведено градиво о размери дато је у општим цртама, а детаљније ћемо се с њиме упознати у следећим задацима.

**Први задатак** се састоји у преношењу на план података добијених мерењем на терену.

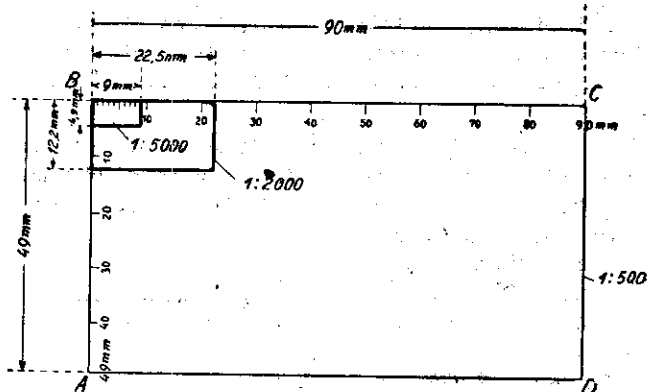
Да би се у размери 1:500 могао израдити план парцеле ABCD приказане на сл. 156, потребно је прорачунати колико метара односно колико милиметара на плану (хартији) у датој размери претстављају дужине страна AD и АВ измерене на терену. У природи, дужине страна (редуковане на хоризонт) износе:  $AD=45\text{ m}$ ,  $AB=24,5\text{ m}$ .

Дужину AD потребно је смањити 500 пута, тј. изделити је на 500 једнаких делова, а затим један пет стоти део тако издељене дужине AD

уцртати у план који претставља пет стотина пута смањену дужину у наравн. Пет стоти део дужине AD износи . . .  $45 \text{ m} : 500 = 0,09 \text{ m} = 90 \text{ mm}$ ; пет стоти део дужине AB износи . . .  $24,5 \text{ m} : 500 = 0,049 \text{ m} = 49 \text{ mm}$ . План парцеле ABCD у размери 1 : 500, тј. парцеле смањене 500 пута, приказан је на сл. 157.

За размеру плана 1 : 2000 страна AD износи . . .  $45 \text{ m} : 2000 = 0,0225 \text{ m} = 22,5 \text{ mm}$ , а страна AB . . .  $24,5 \text{ m} : 2000 = 0,01225 \text{ m} = 12,25 \text{ mm} \approx 12,2 \text{ mm}$ . План парцеле ABCD смањене 2000 пута нацртан је на сл. 157.

За размеру плана 1 : 5000 страна AD износи . . .  $45 \text{ m} : 5000 = 0,009 \text{ m} = 9 \text{ mm}$ , а страна AB . . .  $24,5 \text{ m} : 5000 = 0,0049 \text{ m} = 4,9 \text{ mm}$ . План парцеле се види на сл. 157.



Сл. 157

Из сл. 157 се види величина једне те исте парцеле нацртане у различитим размерима. У размери 1 : 500 парцела је већа-крупнија, а у размери 1 : 5000 парцела је мања-ситнија.

Код показаног начина срачунавања долази до дељења бројева. Међушим, практичнији је начин прерачунавања множењем бројева. Овај се начин састоји у следећем.

Срачуна се колико милиметара на плану одговара дужини једног метра у природи за одређену размеру плана. Ову величину означимо са  $x^{*25}$ . Та је величина изражена у милиметрима и она на плану (одређене размере) претставља један метар у природи. Ако дужина AB у природи износи  $a$  метара, та дужина претстављена на плану износиће  $a \times x \text{ mm}$ .

За размеру плана 1 : 5000, 1 mm на плану претставља 5000 mm или 5 m у природи, а  $x \text{ mm}$  на плану претстављаће 1 m у природи, тј.  $1 \text{ mm} : 5 \text{ m} = x \text{ mm} : 1 \text{ m}$ . Одавде . . .  $x \text{ mm} = \frac{1 \text{ mm} \times 1 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 1 \text{ mm} : 5 = 0,2 \text{ mm}$ .

Дужини 45 m у природи, за размеру плана 1 : 5000, одговараће на плану дуж 45 пута по 0,2 mm тј. 9 mm, а дужини 24,5 m одговараће . . .  $24,5 \times 0,2 \text{ mm} = 4,9 \text{ mm}$ .

За размеру 1 : 2000, 1 mm на плану претставља 2000 mm или 2 m у природи, а  $x \text{ mm}$  на плану претставља 1 m у природи, тј.  $1 \text{ mm} : 2 \text{ m} = x \text{ mm} : 1 \text{ m}$ . Одавде  $x \text{ mm} = \frac{1 \text{ mm} \times 1 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 0,5 \text{ mm}$ . Дужини 45 m у природи одговара на плану  $45 \times 0,5 \text{ mm} = 22,5 \text{ mm}$ , а дужини 24,5 m у природи одговара на плану  $24,5 \times 0,5 \text{ mm} = 12,25 \text{ mm}$ .

\*25 Вредности  $x$  за различите размере дате су у трећем ступњу таблице 10.

За размеру 1:500

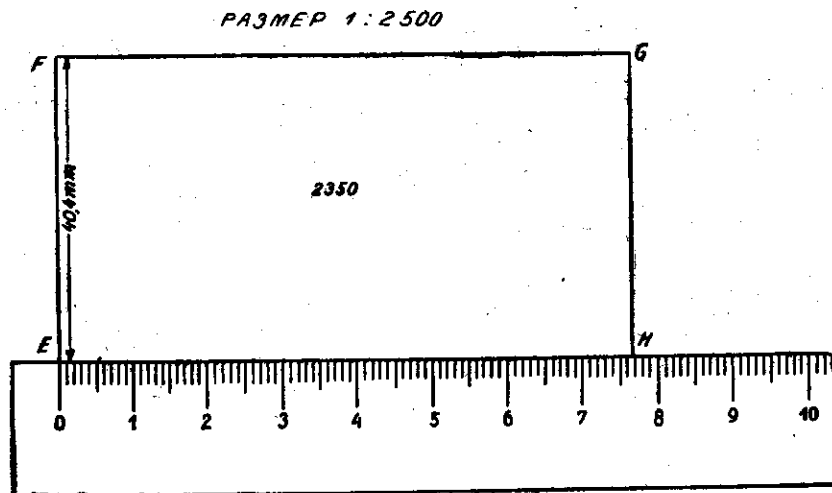
$$1 \text{ mm} : 0,5 \text{ m} = x \text{ mm} : 1 \text{ m}; x \text{ mm} = \frac{1 \text{ mm} \times 1 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 2 \text{ mm}$$

$$45 \times 2 \text{ mm} = 90 \text{ mm} \dots \dots \dots (\text{дужина } 45 \text{ m})$$

$$24,5 \times 2 \text{ mm} = 49 \text{ mm} \dots \dots \dots (\text{дужина } 24,5 \text{ m})$$

**Други задатак** се састоји у узимању података са плана.

На плану размере 1:2500 (сл. 158) налази се парцела бр. 2350. Треба одредити дужину и ширину ове парцеле на терену, не узимајући у обзир промену величине хартије<sup>26</sup>.



Сл. 158

Дужину и ширину установићемо помоћу лењира с милиметарском Поделом. Поставимо лењир тако да ивица лењира на којој је подела буде тачно поред дужи ЕН, а нулта црта (поделе на лењиру) да се тачно подудара с почетном тачком Е дужи ЕН. На подели читамо 76,8 mm. У размери 1:2500, 1 mm на плану одговара 2500 mm или 2,5 m на терену. Према томе 76,8 mm на плану претставља 76,8 mm по 2,5 m/mm = 192,0 m. Ширина парцеле износи: 40,4 mm по 2,5 m/mm = 101,0 m.

**Трећи задатак.**— За израду прегледне педолошке карте у размери 1:50 000 ископан је профил бр. 30 у потесу Градац, сл. 159. Поставља се задатак означити овај профил на карти.

Да бисмо дошли до података за картирање<sup>27</sup> овог профила на карти, потребно је да извршимо снимање профила (у геодетском смислу). Приликом кретања по терену стално смо упоређивали карту и

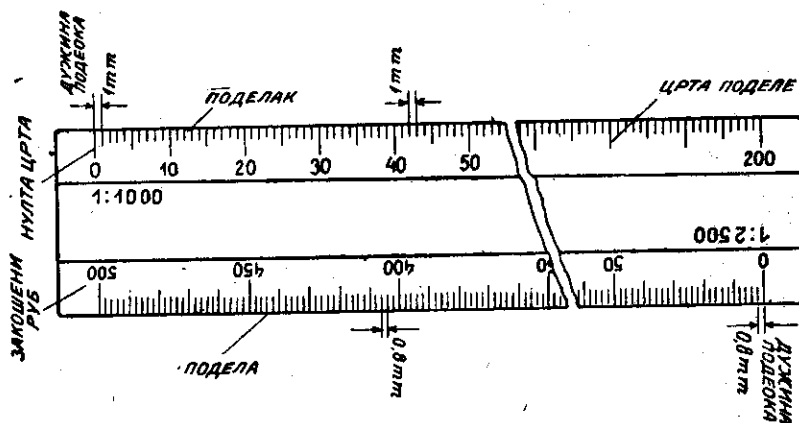
<sup>26</sup> У влажној средини хартија на којој је израђен план се растеже, а у сувој средини долази до скупљања, тзв. усуха, што је и најчешћи случај. Начин на који се ова промена узима у обзир показана је у градиву рачунања површина.

<sup>27</sup> Напошење снимљених тачака детаља на планове према подацима мерења назива се картирање.





На сл. 162 је приказана подела за размере 1 : 500, 1 : 2000, 1 : 5000, 1" : 40° и 1 : 2880.



Сл. 160

Врста размерника приказана на сл. 163 у пракси се често употребљава. Предност овог размерника је у томе што садржи шест различ



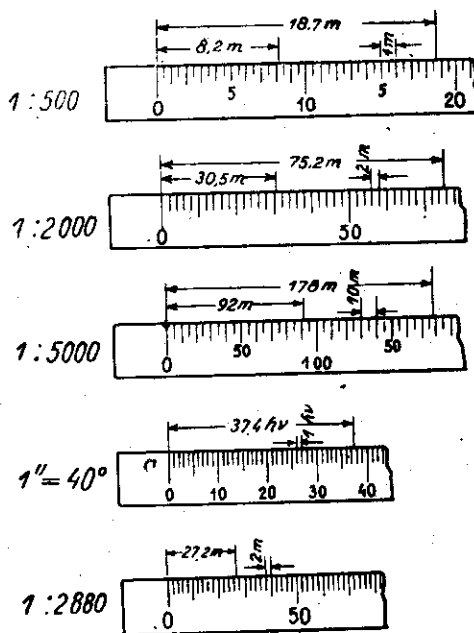
Сл. 161

размера. Тачност поделе на овом размернику потпуно задовољава. Дужина размерника износи 20, 30 и 50 см.

Део размерника од папира види се на сл. 164.

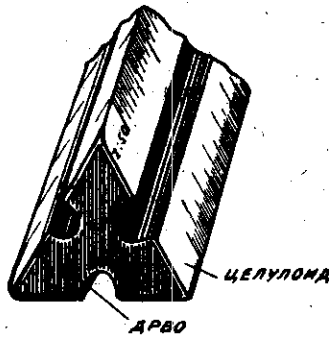
Катастарски планови новог премера раде се у мешарском систему у размери 1 : 2500, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 за разлику од старог премера израђеног у хвајном систему у размери 1" : 40° (један палац према 40 хвата) или 1 : 2880. На сл. 162 приказана је подела 1" : 40° и 1 : 2880. Дужина подеока за размеру 1" : 40° износи 0,658 m и у природи одговара дужини 1 хвата (1,896 m), а дужина подеока размере 1 : 2880 износи 0,694 m и у природи одговара дужини 2 m.

У недостатку размерника израђених у радионици, можемо и сами да израдимо размернике од хартије користећи податке дужина подеока датих у таблци 10.

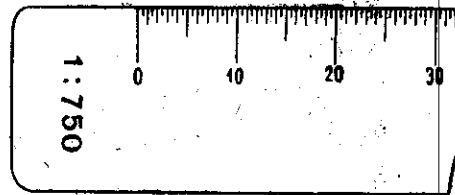


Сл. 162

Начин читања дужи на плану помоћу лењира с милиметарском поделом показан је на сл. 158. Кад уместо лењира употребимо размерник, ивица закошеног руба размерника треба да лежи тачно поред



Сл. 163



Сл. 164

праве која спаја тачке чије се отстојање тражи, а при том се нулта црта поделе тачно подудара с почетном тачком дужи.

## VI. ТАХИМЕТАР (УНИВЕРЗАЛНИ ТЕОДОЛИТ)

Инструмент који се на терену употребљава за мерење хоризонталних и вертикалних углова зове се теодолит. Теодолити, помоћу којих се осим мерења углова могу да одређују висинске разлике између тачака на терену као и растојања између инструмента и тачака удаљених од инструмента (до 130 метара), зову се универзални теодолити – тахиметри.

Примена тахиметра је многострука.

Помоћу овог инструмента могу се тачно обележити темена основних троуглова, квадрата и правоугаоника при оснивању воћњака и винограда без обзира на конфигурацију терена. Затим се могу постављати међутачке између крајњих тачака кад се ове догледају и не догледају, слично раду описаном при употреби двогледа. Користећи ређу мрежу тачака обележених на терену, чије су координате<sup>29</sup> израчунате, у могућности смо да постављамо међутачке у правој (у близини обележених тачака) између крајњих тачака које су удаљене и неколико километара без обзира да ли се крајње тачке догледају или се не догледају.

Приликом уређења атара, оснивања великих винограда и воћњака код преношења пројектом предвиђеног стања на терен врло добро се може да употреби универзални теодолит – тахиметар.

Снимања појединих мањих и већих парцела (и врло неправилног облика), група парцела, затим атара једног и неколико села итд. могу се извршити помоћу тахиметра.

Тахиметар се често примењује код премеравања ради пројектовања и извођења различитих инжењерских радова (одводњавања, наводњавања, снабдевања водом итд.).

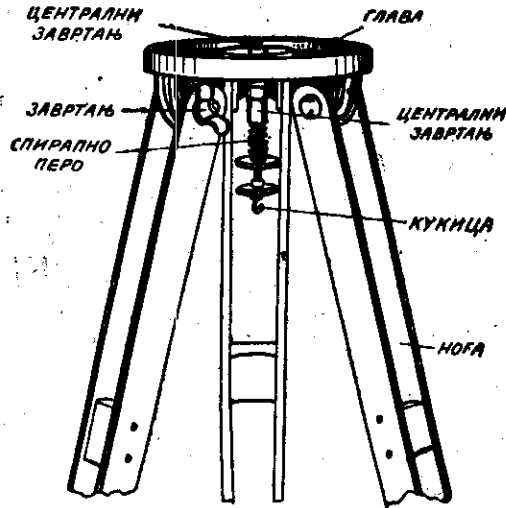
За педолошке радове (геодетска снимања главних и споредних профила, снимања граница типова земљишта, одређивања нагиба земљишта) врло добро би се могао да употреби тахиметар једноставне конструкције који се на терену може лако да преноси.

У даљем излагању упознаћемо се с универзалним теодолитом само у оном обиму који је потребан у пракси агронома.

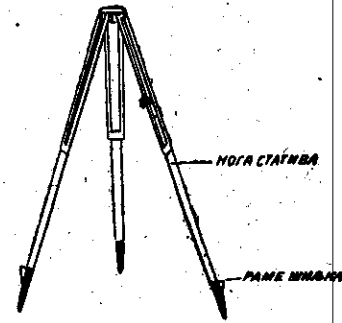
<sup>29</sup> Управна отстојања произвољне тачке од оса координатног система називају се координатама те тачке.

## СТАТИВ

Статив служи као чврсто постоље на којем је смештен инструмент за време рада. Статив се састоји из два дела: главе и ногу (ногара) статива, сл. 165, 166 и 167. Глава је израђена од метала, а ноге од дрвета. На горњем крају помоћу завртања ноге су спојене с главом статива, а на доњем крају ноге су оковане гвозденим шиљцима тако да се могу добро побости у земљу. Ако су



Сл. 165



Сл. 166

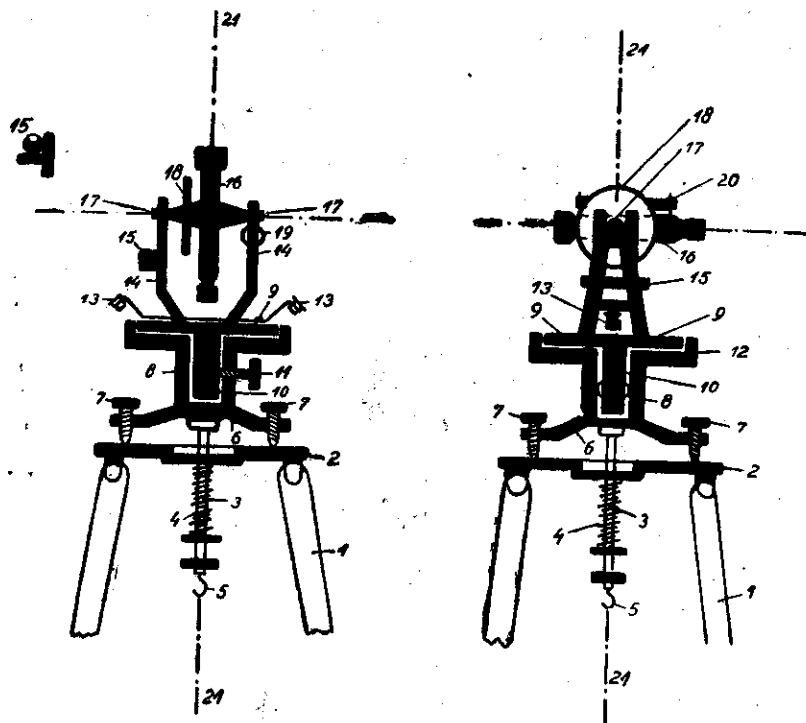
спојени између главе и ногу статива олабавили, потребно је притезањем завртања постићи чвршћу везу.

У средини главе се налази прорез (пречника неколико сантиметара) кроз који пролази централни завртањ. Овим се завртњем постиже веза између инструмента и главе статива. На централни завртањ натакнуто је јако спирално перо помоћу кога се инструмент може да притегне слабије или јаче ка глави статива. Кад је инструмент слабије притегнут, може се померати по глави статива у границама прореза, а кад је јаче притегнут, померање није више могуће; инструмент је чврсто везан за главу статива.

На крају централног завртња налази се кукица о коју се може да обеси висак.

На сл. 167 бројевима су означени главни делови инструмента.

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1 — нога статива       | 12 — хоризонтални лимбус                              |
| 2 — глава статива      | 13 — лупе (за повећање поделе на нониусима и лимбусу) |
| 3 — централни завртањ  | 14 — носачи дурбина                                   |
| 4 — спирално перо      | 15 — либела на носачу дурбина                         |
| 5 — кукица             | 16 — дурбин   |
| 6 — треножац           | 17 — обртна осовина дурбина                           |
| 7 — положајни завртањ  | 18 — вертикални лимбус                                |
| 8 — тулац              | 19 — притезач дурбина                                 |
| 9 — алхидада           | 20 — либела на дурбину                                |
| 10 — осовина алхидаде  | 21 — главна оса инструмента                           |
| 11 — притезач алхидаде |   |



Сл. 167

### ИНСТРУМЕНТ

За време рада инструмент се налази на стативу. Инструмент се преноси с једне станице на другу заједно са стативом; при том је потребно да инструмент буде довољно притегнут ка глави статива. Кад се инструментом не ради, инструмент је смештен у кутији (од дрвета или метала). *Пре вађења инструмента из кутије, потребно је да добро уочимо како је инструмент смештен и причвршћен у кутији да бисмо га после рада могли враћити на његово место.*

### ВАЖНИЈИ ДЕЛОВИ ИНСТРУМЕНТА

Тахиметар се састоји од доњег – теже покретног дела и горњег – лако покретног дела.

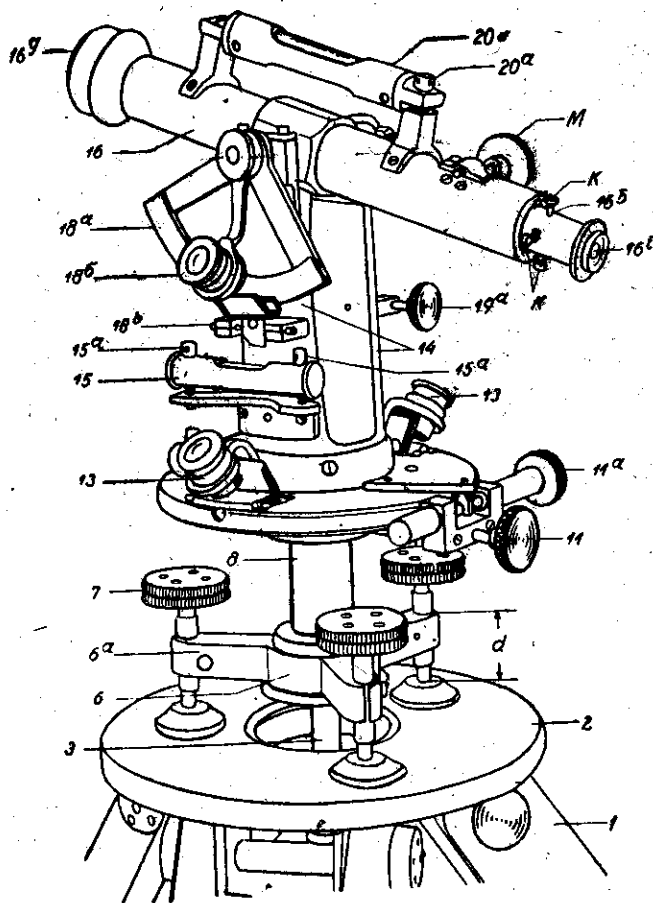
### ДОЊИ ДЕО ИНСТРУМЕНТА

Помоћу централног завртња постиже се веза између доњег дела инструмента и главе статива, сл. 167.

Доњи део инструмента сачињавају ови мањи саставни делови: треножац, тулац и хоризонтални лимбус.

**Треножац** има три крака (ноге) од метала. Кроз сваки крак пролази по један *положајни завршањ*. На овим завртњима почива цео инструмент, сл. 168.

Тулац сачињава метална цев кружног или конусног облика која је чврсто спојена с краковима треношца.



Сл. 168

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1 — нога статива                | 16д — сочиво објектива (објектив)   |
| 2 — глава статива               | 16ђ — кончаница   |
| 3 — централни завртањ           | К — корекциони завртањ кончанице  |
| 6 — треножац                    | М — завртањ за увлачење и извлачење цеви кончанице (довођење лика предмета на даљину јасног виђења) |
| 6а — крак треношца              | 18а — део (исечак) вертикалног лимбуса  |
| 7 — положајни завртањ           | 18б — лупа  |
| 8 — тулац                       | 18в — корекц. завртањ нониуса   |
| 11 — притезач алхидаде          | 19а — микрометарски завртањ   |
| 11а — микрометарски завртањ     | 20 — либела на дурбину  |
| 13 — лупе                       | 20а — корекц. завртањ либеле  |
| 14 — носачи дурбина             |   |
| 15 — либела на носачу дурбина   |   |
| 15а — корекциони завртањ либеле |   |
| 16 — дурбин                     |   |
| 16г — сочиво окулар (окулар)    |   |

**Хоризонтални лимбус** је плоча од метала, кружног облика, чврсто спојена са тулцем, сл. 167. Уместо плоче може да буде и метални котур с ребрима. Пречник лимбуса креће се обично између 110 и 180 mm. На ивици лимбуса налази се *подела*. Подела је изведена на  $360^\circ$ ; сваки степен издељен је било на 2, било на 3 или пак на 6 једнаких делова. Према томе *поделак*, *шј.* најмањи део поделе лимбуса износи било 30, било 20, било 10 минута.

*Подела на лимбусу расте у смеру кретања казаљки на сату и у овом се смеру и чита ова подела.*

Код инструмената новије конструкције лимбус је израђен од ста-кла пречника понајчешће 70 до 140 mm.

## ГОРЊИ ДЕО ИНСТРУМЕНТА

### АЛХИДАДА

Први мањи саставни део сачињава алхидада израђена од метала, кружног облика или облика полуге (лењира). Средиште алхидаде поклапа се са средиштем лимбуса.

Алхидада има осовину израђену од метала која лежи у тулцу, сл. 167. Око ове осовине можемо руком слободно да окрећемо алхидаду у смеру кретања казаљки на сату или обрнуто. Окретање алхидаде у хоризонталном смислу може да буде брзо (грубо), затим лагано и најзад врло лагано. Лежиште осовине алхидаде у тулцу тако је подешено да код окретања алхидаде не долази до трења између алхидаде и лимбуса.

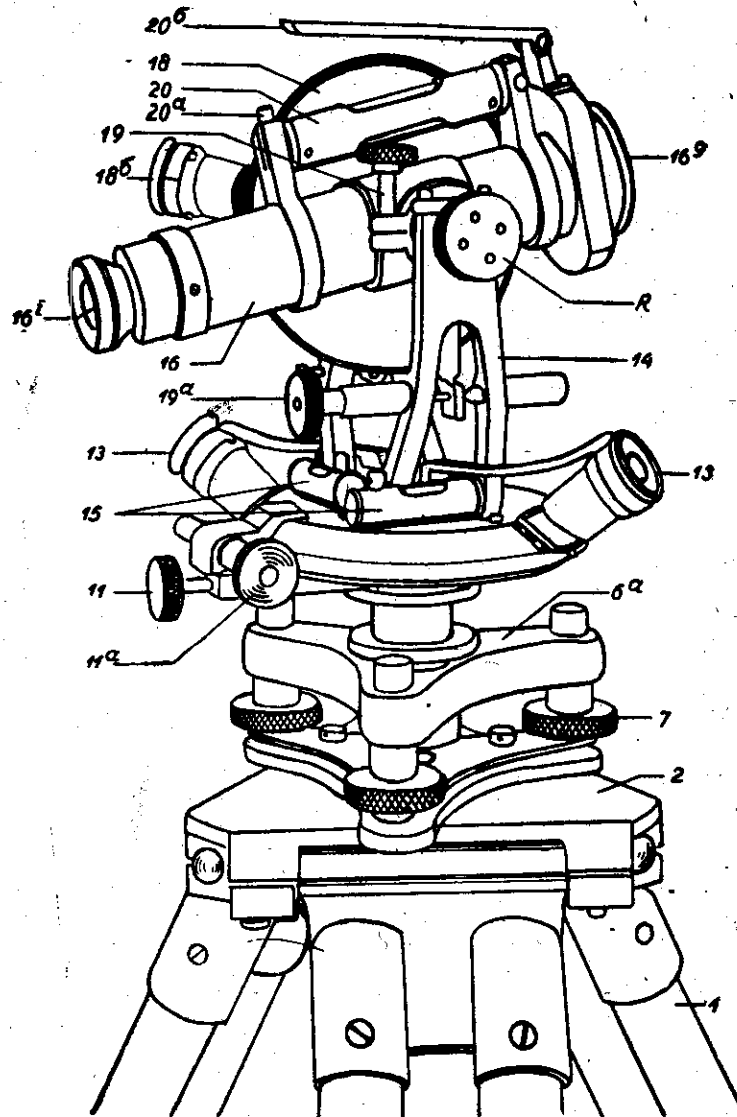
На алхидади се налазе два завртња: притезач алхидаде и микрометарски завртњак, сл. 167 и 168. Помоћу притезача алхидаду можемо да притегнемо за лимбус<sup>29/1</sup>. Кад је притезач алхидаде притегнут, није више могуће ни грубо ни лагано окретање алхидаде око њене осовине. Међутим, иако је алхидада притегнута, можемо да је окрећемо само врло лагано и то помоћу микрометарског завртња, сл. 168. Врло лагано окретање алхидаде могуће је само до извесне мере (за неколико степени поделе лимбуса, напр.  $8^\circ$ ).

Геометриска „оса алхидаде“ је замишљена права која пролази кроз средиште стварне осовине алхидаде. Ова је оса у сваком положају инструмента ујавна (окомишта) на раван хоризонталног лимбуса.

У већини случајева на алхидади је причвршћена проста цеваста либела, сл. 169. Ако се на алхидади налазе две прсте цевасте либеле, њихове осе заклапају угао од око  $90^\circ$ , сл. 169. На алхидади може да буде причвршћена и центрична либела. Помоћу ових либела се доводи оса алхидаде у *вертикалан положај*, *шј.* у *положај вертикале*.

<sup>29/1</sup> Напомиње се да притезач алхидаде не треба сувише притегнути, јер овакво притезање упропаштајује инструмент. Чим се осети да је притезач деловао треба престати са притезањем. Ово важи и за притезач дурбина.





Сл. 169

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1 — нога статива             | 16д — сочиво објект. (објектив) |
| 2 — глава статива            | R — завртањ за довођење ли-     |
| 6а — крак треношца           | ка предмета на даљину           |
| 7 — положајни завртањ        | јасног виђења                   |
| 11 — притезач алхидаде       | 18 — вертикални лимбус          |
| 11а — микрометарски завртањ  | 18б — лупа                      |
| 13 — лупе                    | 19 — притезач дурбина           |
| 14 — носачи дурбина          | 19а — микрометарски завртањ     |
| 15 — либеле на алхидади      | 20 — либела на дурбину          |
| (укрсне)                     | 20а — корекц. завртањ либеле    |
| 16 — дурбин                  | 20б — огледало за посматрање    |
| 16г — сочиво окулар (окулар) | мехура                          |

## НОНИУСИ

Нониуси се употребљавају за одређивање делова поделака на лимбусима геодетских инструмената, затим делова поделака на лењирима геодетских справа, на хипотенузама металних троуглова итд.

Дужине поделака (најмањих делова) споменутих подела у већини случајева су незнатне. Тако на пример код лимбуса пречника 120 mm кружног прстена на којој је израђена подела, дужина оног дела поделе која одговара једном степењу износи око 1 mm. Ако је степен такве поделе издељен на два дела (по 30 минута), дужина подеока ове поделе износи око 0,5 mm, а ако је степен издељен на три дела (по 20 минута), дужина подеока ове поделе износи око 0,33 mm. За читање (одређивање) једног минуша на оваквој подели лимбуса потребно је у првом случају одредити шездесети део, а у другом случају двадесети део дужине подеока лимбусове поделе. Јасно је да и помоћу лупе<sup>80</sup>, ценећи одока, нисмо у стању изделити поделак 0,5 mm на 30 једнаких делова као ни поделак дужине 0,33 mm на двадесет једнаких делова. За овакву ситну поделу употребљавају се нониуси.

Нониус, који служи за читање поделе израђене на правој линији (лењиру и слично), називамо линеарним нониусом за разлику од кружног (лучног) нониуса који се употребљава за читање поделе нанете на кружном прстену (лимбусу).

**Податак нониуса.**— На лењиру нанета је сантиметарска подела, сл. 170. Дужина подеока (најмањег дела) поделе на лењиру је 1 cm, што јесте на лењиру не постоје мањи подеоци. Кад узмемо  $(n-1)$  поделака на лењиру, на пример  $(10-1)$ , и кад дужину која одговара том броју поделака, тј. дужину  $(10 \text{ cm} - 1 \text{ cm}) = 9 \text{ cm}$ , нанесемо на комад другог лењира па је затим поделимо на  $n$  једнаких делова (у нашем случају на 10 делова) добијамо назадни линеарни нониус с одређеним податком нониуса. Према томе дужина девети поделака на лењиру једнака је дужини десети поделака на нониусу, сл. 170. Изражено једначином:

$$(n-1) \times L = n \times N \dots \dots \dots (25)$$

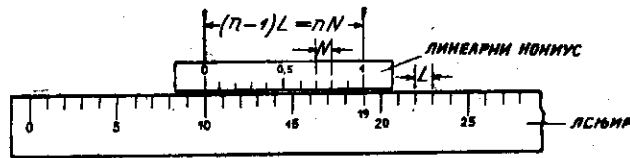
Из једначине (25) можемо срачунати разлику  $L - N$ .

$$nL - L = nN; nL - nN = L; n(L - N) = L; L - N = \frac{L}{n} = P \dots \dots \dots (26)$$

Лева страна једначине (26) претставља разлику између дужине подеока на лењиру  $L$  и дужине подеока на нониусу  $N$ . Ова се разлика назива податком нониуса и претставља најмањи, тј. најситнији део подеока који се може одредити помоћу нониуса при читању поделе на лењиру.

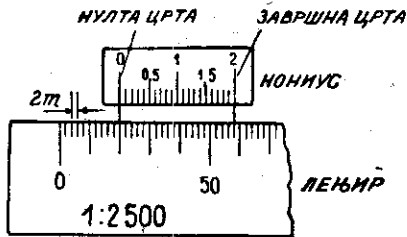
Начин срачунавања податка нониуса показује десна страна једначине (26). Наиме, поделак (најмањи део) на лењиру подељен укупним бројем поделака (најмањих делова) нониуса даје податак нониуса. У нашем при-

<sup>80</sup> Лупа се употребљава за повећање ситне поделе на нониусима и лимбусима, сл. 168 и 169.



Сл. 170

меру поделак на лењиру је  $1 \text{ cm} = L$ , а укупан број поделака на нониусу  $n = 10$ . Податак нониуса . . .  $P = \frac{L}{n} = \frac{1 \text{ cm}}{10} = 0,1 \text{ cm}$ . Према томе тачност читања у нашем примеру износи  $0,1 \text{ cm}$  тј.  $1 \text{ mm}$ .

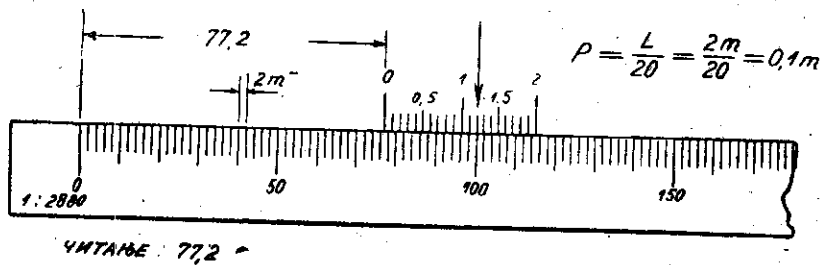


Сл. 171

На сл. 171, 172, 173, 174 и 175 приказани су назадни линеарни и кружни нониуси. Податак за сваки нониус израчунат је на раније показани начин. Пре срачунавања података нониуса дошребно је тачно установити вредности подеока на лењиру или на лимбусу ( $L$ ) и укупан број поделака на нониусу ( $n$ ).

Сл. 171. — Лењир с поделом за размеру 1:2500. Вредност подеока  $L$  на лењиру претставља у природи  $2 \text{ m}$ . Укупан број ( $n$ ) поделака на нониусу

20. Податак нониуса (тачност читања)  $P = \frac{L}{n} = \frac{2 \text{ m}}{20} = 0,1 \text{ m}$  тј.  $10 \text{ cm}$ .



Сл. 172

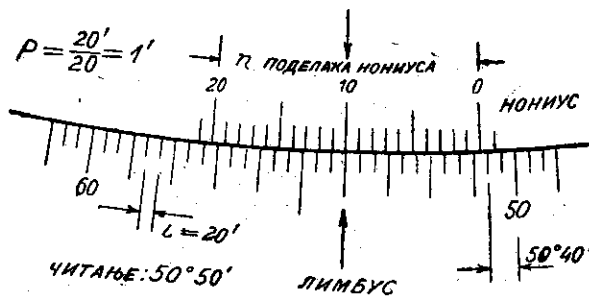
Сл. 172. — Размера 1:2880;  $L = 2 \text{ m}$ ;  $n = 20$ ;  $P = \frac{L}{n} = \frac{2 \text{ m}}{20} = 0,10 \text{ m}$ .

Сл. 173. — Поделак лимбуса  $L = 20'$  (20 минута). Укупан број поделака на нониусу  $n = 20$ . Податак нониуса, тј. тачност читања поделе лимбуса  $P = \frac{L}{n} = \frac{20'}{20} = 1'$ .

Сл. 174. —  $L = 20' = 20' \text{ по } 60'' = 1200''$ ;  $n = 40$ ;  $P = \frac{L}{n} = \frac{1200''}{40} = 30''$ .

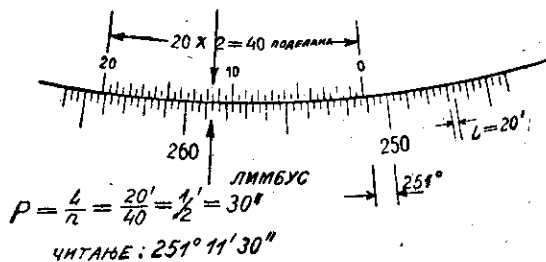
Сл. 175. —  $L = 10' = 10' \text{ по } 60'' = 600''$ ;  $n = 30$ ;  $P = \frac{L}{n} = \frac{600''}{30} = 20''$ .

Код тахиметра податак нониуса често служи и као његово обележје. Тако на пример тахиметар с поделом хоризонталног лимбуса која је приказана на сл. 175, претставља двадесетсекундни инструмент, а тахиметар с поделом приказаном на сл. 173 претставља минутни инструмент.



Сл. 173

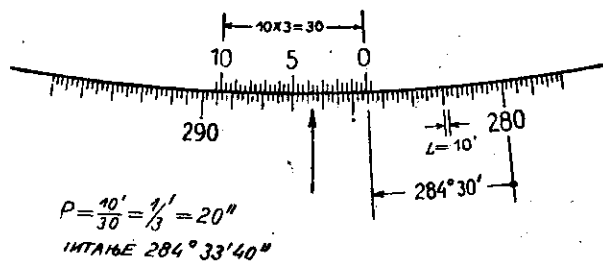
**Поделе на нониусима.** — Подела на нониусу почиње с нултом цртом, а свршава се завршном цртом. Прва је обележена нулом, а завршна бројем који означава величину подеока на лењиру или на лимбусу. Између ове две црте налазе се међуцрте; некоје од међуцрта могу бити означене бројевима. Подела на назадним линеарним нониусима расте у истом смислу као и подела на лењирима, а на кружним нониусима у смеру кретања казаљки на сату. Примери подела нониуса приказани су на сликама 170 — 175.



Сл. 174

Код линеарног нониуса за 1:2500 (сл. 171) бројевима су означене нулта црта и завршна црта. Број 2, којим је означена завршна црта, одговара величини подеока на лењиру, тј. дужини два метра у природи. На нониусу бројевима су означене још и међуцрте 0,5 m, 1 m и 1,5 m.

У кружног нониуса приказаног на сл. 175 поделу сачињава 30 поделака. Бројевима су означене нулта, петнаеста и тридесета (завршна)



Сл. 175

црта поделе и то петнаеста бројем 5, а завршна бројем 10. Овај број (шј. 10) одговара величини подеока поделе лимбуса, шј. подеока од 10 минућа. Како се види (сл. 175), између нулте и завршне црте има 10 већих делова поделе нониуса обележених дужним цртама. Сваки

већи део поделе означен дужом цртом представља један минућ, а састоји се од три подеока по 20'', означених крајним цртама. Према томе, како је напред наведено, између нулте и завршне црте поделе има укупно 30 поделака.

**Читање поделе помоћу нониуса.** — При читању ситних подела на лимбусима, а покаткад на лењирима, употребљавају се направе с оптичким сочивима за повећање поделе (лупе, микроскопи). Пре читања потребно је да посматрач за своје око подеси растојање између сочива и поделе на нониусу и лимбусу тако да црте поделе види пошћуно јасно и ошћро.

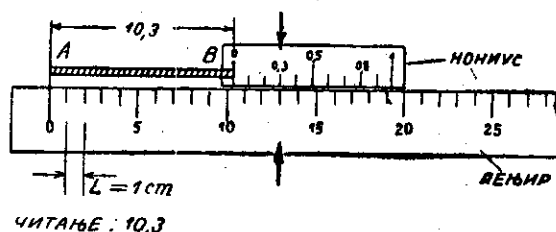
У даљем излагању послужићемо се примером.

На лењиру, сл. 176, нанета је само сантиметарска подела. Према томе  $L = 1$  cm. Нониус има укупно 10 поделака, тј.  $n = 10$ . Податак нониуса  $P = \frac{L}{n} = \frac{1 \text{ cm}}{10} = 0,1$  cm. Дужина (на лењиру) употребљена за

конструкцију нониуса према једначини (25) износи  $(n - 1) L = (10 - 1) \times 1 \text{ cm} = 9 \text{ cm}$ , сл. 170. Изнад поделе на лењиру поставимо нониус тако да се њихове ивнице додирују и да се нулта црта нониуса поду-

дара с полазном цртом поделе на лењиру, напр. с цртом обележеном са 10 (сл. 170). Осим нулте црте, подудара се још само завршна црта нониуса с цртом на лењиру обележеном са 19. Растојање између црта на лењиру обележених са 10 и са 19 износи 9 см и одговара дужини нониуса добијеној рачунским путем.

Померимо ли (лагано) нониус удесно за толико да се црта нониуса обележена са 0,3 поклопи са неком цртом на лењиру, нулта црта



Сл. 176

нониуса удаљила се од полазне црте означене са 10 за 0,3 см, тј. за дужину три податка нониуса ( $3 \times 0,1$  см). Између свих црта поделе нониуса сада се подудара само једна и то она означена са 0,3 с неком цртом поделе на лењиру, сл. 176. Удаљеност нулте црте нониуса од нулте црте лењира износи 10,3 см = АВ. Померимо ли нониус

удесно за толико да се црта поделе нониуса, означена са 0,8, поклопи с неком цртом поделе на лењиру, нулта црта нониуса удаљиће се од полазне црте на лењиру (означене са 10) за 0,8 см, тј. за дужину осам података нониуса ( $8 \times 0,1$  см = 0,8 см). Удаљеност нулте црте нониуса од нулте црте лењира сада износи 10,8 см. Кад се завршна црта нониуса поклопи с неком цртом поделе на лењиру, поклопиће се и нулта црта нониуса која се удаљила од полазне црте лењира тачно за један поделак  $L$  на лењиру, тј. за 1 см. Из овога се види да при померању нониуса удесно долази поступно до подударања прве, затим друге, па треће црте нониуса итд. са неком од црта на подели лењира; при том удаљеност нулте црте нониуса у дужини једног подеока на лењиру од полазне црте на лењиру одговара вредности црте нониуса која је доведена до подударања.

Према томе при читању помоћу нониуса потребно је: а) наћи место на којем нулта црта нониуса погађа поделу на лењиру или на лимбусу; б) на подели лењира или лимбуса прочитати све оно што се на тој подели може да чита до нулте црте нониуса; в) после тога извршити читање на нониусу и ово читање додати читању извршеном на подели лењира или лимбуса.

Ради вежбања наводимо неколико примера.

Сл. 172.— Лењир с поделом по два метра за размеру 1:2880 ( $L=2$  м). Нониус има укупно 20 поделака. Податак нониуса  $P = \frac{2\text{ м}}{20} = 0,10$  м. Читање:

на лењиру . . . . . 76,0 м (нулта нониуса налази се између црте 76 м и црте 78 м),  
на нониусу . . . . . 1,2 м (подудара се црта 1,2 м поделе нониуса с неком цртом поделе на лењиру).  
Завршно читање 77,2 м.

Сл. 173.— Лимбус с поделом  $20'$  ( $L=20'$ ). Нониус има укупно 20 поделака. Податак нониуса  $P = \frac{L}{n} = \frac{20'}{20} = 1'$ . Нулта црта нониуса на подели лимбуса се налази иза  $50^\circ$  и иза два подеока који имају вредност  $2 \times 20' = 40'$ . Према томе читање на лимбусу  $50^\circ 40'$ . На нониусу се подудара црта  $10'$  поделе нониуса с неком цртом поделе на лимбусу.  
Читање: на лимбусу . . . . .  $50^\circ 40'$ ,  
на нониусу . . . . .  $10'$ .  
Завршно читање . . . . .  $50^\circ 50'$ .

Сл. 174.— Поделак  $L$  на лимбусу износи  $20'$ . Број поделака нониуса  $20 \times 2 = 40 = n$ . Податак нониуса  $P = \frac{20' \text{ по } 60''}{40} = \frac{1200''}{40} = 30''$ . Нула нониуса се налази иза  $251^\circ$  приближно у половини првог подеока који има вредност  $20'$ . Према томе нула не прелази нити један поделак од  $20'$  и читање на лимбусу износи  $251^\circ 00'$ . На нониусу се подудара црта поделе  $11' 30''$ . Према томе завршно читање је:  $251^\circ 00' + 11' 30'' = 251^\circ 11' 30''$ .

Сл. 175.—  $L = 10'$ ;  $n = 10 \times 3 = 30$ ;  $P = \frac{10'}{30} = \frac{10' \text{ по } 60''}{30} = \frac{600''}{30} = 20''$ . Нула нониуса се налази иза  $284^\circ$  и три подеока по  $10'$ . Читање на лимбусу  $284^\circ 30'$ . На нониусу се подудара црта поделе  $03' 40''$ . Завршно читање је:  $284^\circ 30' + 03' 40'' = 284^\circ 33' 40''$ .

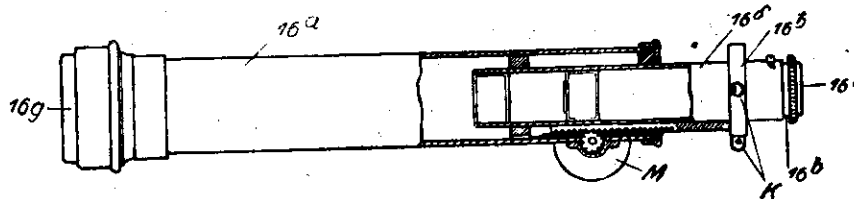
Тахиметри су понајчешће снабђени са два нониуса. Први (леви) нониус је онај који се налази налево од притезача алхидаде идући у смеру кретања казаљки на сату. Други (десни) се налази надесно од притезача алхидаде, сл. 168 и 169.

#### НОСАЧИ ДУРБИНА

С алхидадом су чврсто спојени носачи дурбина (сл. 167, 168 и 169). При окретању алхидаде окрећу се и носачи дурбина. Кад се на алхидади налази само једна либела, већином се на једном од носача дурбина налази друга либела.

#### ДУРБИН

Дурбин се састоји од цеви објектива, кончанице и цеви окулара. Међусобни положај ових цеви види се из сл. 177.



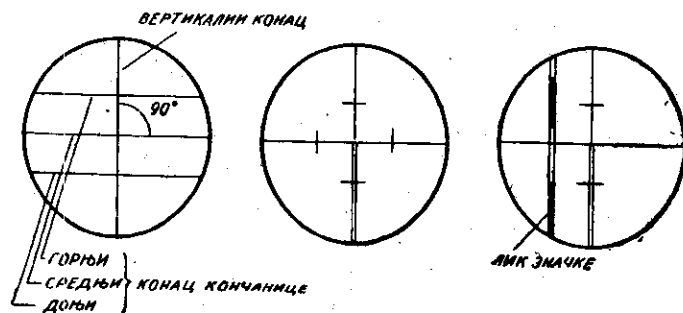
Сл. 177.

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 16a — цев објектива               | 16ђ — кончаница                                    |
| 16б — цев кончанице               | К — корекциони завртњи кончанице                   |
| 16в — цев окулара                 | М — завртањ за увлачење и извлачење цеви кончанице |
| 16г — сочиво окулара (окулар)     |  |
| 16д — сочиво објектива (објектив) |  |

У цеви објектива се налази цев кончанице, а у њој цев окулара. Помоћу завртња  $M$  може се цев кончанице заједно с цеви окулара да увлачи у цев објектива и из ње извлачи. При овом увлачењу, односно извлачењу, однос између цеви кончанице и цеви окулара остаје непромењен. Међутим, окретањем цеви окулара, она се било увлачи у цев кончанице или се из ње извлачи, већ према томе како се окретање врши (у смеру кретања казаљки на сату или супротно). Ово померање цеви окулара (увлачење и извлачење), дакле и сочива окулара је незнатно и креће се у границама од неколико милиметара.

На једном крају дурбина (на почетку цеви објектива) налази се сочиво објектива, сл. 168 и 177. Ово сочиво (објектив) ствара реалан, умањен и обрнут лик предмета према којем смо ујавили дурбин Шј. на који смо визирили. На другом (супротном) крају дурбина (на почетку цеви окулара) се налази сочиво окулара које повећава мали лик предмета; дакле, делује као лупа (повећало).

У цеви кончанице смештена је кончаница, сл. 168 и 177. Она се састоји од металног колута (прстена) преко кога су затегнути врло танки препарисани конци од паучине. У новије време конци се замењују танким цртицама урезаним у стакленој плочици. Кончаница има различних облика. Најчешће се примењују кончанице приказане на сл. 178.



Сл. 178

Вертикални конач кончанице са хоризонталним концем заклапа угао од  $90^\circ$ . Помоћу завртања К (сл. 168 и 177) може мало да се помера колут кончанице, дакле и кончаница, и то лево и десно, горе и доле.

**Обртна осовина дурбина.**— Цев објектива чврсто је спојена с обртном осовином дурбина израђеном од метала, сл. 167. Ова осовина лежи у лежиштима носача дурбина. Једно је лежиште тако конструисано да је помоћу завртања омогућено подизање или спуштање обртне осовине дурбина у том лежишту.

Око обртне осовине дурбин се може окрећати у вертикалном смислу и то брзо, лагано и врло лагано. На једном од носача дурбина налази се притезач дурбина и микрометарски завртањ дурбина (сл. 169). Кад притезач дурбина није притегнут, дурбин можемо руком да окрнемо брзо и лагано. Међутим, кад је притезач притегнут, дурбин можемо да окрнемо само врло лагано помоћу микрометарског завртања, али до извесне мере.

Окретањем алихаде око њене осовине окрећу се и носачи дурбина, а са њима и дурбин и то у хоризонталном смислу. Према томе, дурбин можемо да окрнемо брзо, лагано и врло лагано и у хоризонталном и у вертикалном смислу. На овај начин дурбин можемо да управљамо на разне објекте и сигнализане тачке.

**Либела на дурбину.**— Тахиметар има на дурбину просту или пак реверзиону либелу. Ове либеле су чврсто везане за цев објектива (сл. 167, 168 и 169). Либела се употребљава код испитивања тахиметра и код одређивања висинских разлика између појединих тачака на терену.

## ВЕРТИКАЛНИ ЛИМБУС

Вертикални лимбус је чврсто везан с обртном осовином дурбина тако да се при обршању дурбина око обршне осовине заједно с дурбином окреће и вертикални лимбус (сл. 167 и 169). Код тахиметра дурбин се може да обрне око обртне осовине за пуи круг или скоро за пуи круг.

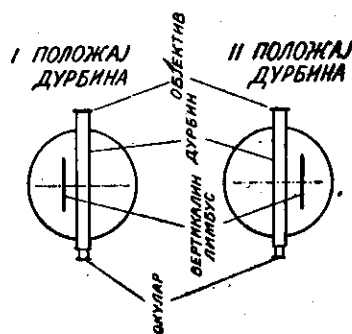
Вертикални лимбус подељен је на 360 степени, сваки степен је издељен на два до три подеока тј. на  $2 \times 30'$  односно  $3 \times 20'$ , ретко кад на  $6 \times 10'$ . На алхидади вертикалног лимбуса налазе се направе за читање поделе лимбуса (нониуси с лупама, сл. 168 и 169).

## ПРВИ И ДРУГИ ПОЛОЖАЈ ДУРБИНА

Разликујемо два положаја дурбина. За први положај дурбина сматра се онај положај код кога се вертикални лимбус налази налево од посматрача и окулар (сл. 168 и 179), а за други положај дурбина онај код кога се вертикални лимбус налази надесно од посматрача и окулара.

## РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ ХОРИЗОНТАЛНОГ И ВЕРТИКАЛНОГ ЛИМБУСА

Ова разлика лежи у следећем. Хоризонтални лимбус служи за мерење хоризонталних углова. Кад се инструментом ради, хоризонтални лимбус се налази у хоризонталном положају и непокретан је, а покретна је алхидада заједно са направама за читање поделе на лимбусу. Вертикални лимбус служи за мерење вертикалних углова. Кад се инструментом ради, вертикални лимбус се налази у вертикалном положају и покретан је, а непокретна је његова алхидада с нониусима и лупама. Читање поделе је исто као и на хоризонталном лимбусу.



Сл. 179

## ДОВОЂЕЊЕ ЛИКА КОНЧАНИЦЕ НА ДАЉИНУ ЈАСНОГ ВИЂЕЊА

Кад се дурбин управи на неку светлу површину, напр. према небу или светло обојеном зиду и кад се при том кроз окулар посматра лик кончанице, тај лик може, али не мора, да буде сасвим јасан и оштар. Покаткад се лик конача кончанице уопште не види, иако се конци кончанице налазе на свом месту и у исправном су стању. При посматрању кроз окулар посматрач треба око да приближи окулару толико да трепавицама додирује окуларно сочиво.

Да бисмо лик конача кончанице видели потпуно јасно и оштро, потребно је да размак између сочива окулара и конача кончанице подесимо према нашем оку. Приближавање или удаљавање сочива окулара од конача кончанице постижемо увлачењем или извлачењем окуларног сочива тј. цеви окулара све дотле док лик конача кончанице не видимо најјасније и најоштрије, тј. док не доведемо лик кончанице на даљину јасног виђења за наше око. Овај размак не мора да одговара оку неког другог посматрача. Према томе, сваки посматрач за своје око доводи лик конача кончанице на даљину јасног виђења.

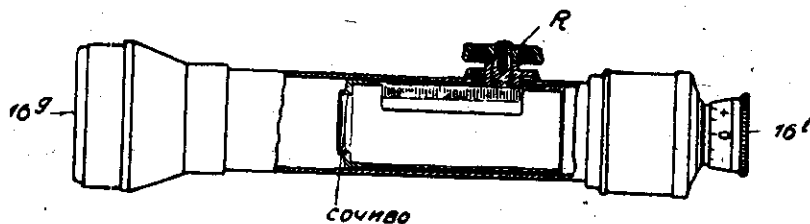


## ДОВОЂЕЊЕ ЛИКА ПРЕДМЕТА НА ДАЉИНУ ЈАСНОГ ВИЂЕЊА

Кад управимо дурбин на неки предмет (напр. на сигнал и слично) сочиво објектива даје стварни (реални) лик тог предмета (који је ситан). Гледајући кроз дурбин (окулар) ми видимо повећани привидни лик предмета на пример јасно и оштро као и лик конаца кончанице. Међутим, често се догађа да привидни лик предмета видимо мање јасно или да га уопште не видимо, иако се лик конаца кончанице види потпуно јасно. Кроз окулар у дурбину видећемо најјасније и најоштрије привидан лик предмета (на који смо управили дурбин) само онда ако се стварни лик предмета налази у равни конаца кончанице. Међутим, ако стварни лик предмета није у равни конаца кончанице<sup>51</sup>, потребно је да увлачењем или пак извлачењем цеви кончанице (заједно с цеви окулара) доведемо конце кончанице до поклапања са стварним ликом предмета. Цев кончанице се увлачи или пак извлачи помоћу завртња М (сл. 168) све дотле док се раван у којој леже конци кончанице не поклопи са равни стварног лика предмета. Јасно је да при овом увлачењу и извлачењу раније установљени размак између сочива окулара и конаца кончанице остаје непромењен, тј. лик конаца кончанице се стално налази на даљини јасног виђења.

На описани начин доводи се лик предмета на даљину јасног виђења код дурбина старе конструкције (сл. 177) при чем се извлачењем и увлачењем цеви кончанице заједно с цеви окулара мења дужина дурбина тј. растојање између објектива и окулара. Ако се предмет налази врло далеко од објектива, лик предмета у дурбину се види јасно кад је цев кончанице потпуно увучена. Ако се предмет налази на неколико метара од објектива, лик предмета се види јасно кад је цев кончанице скоро потпуно извучена. Међутим, ако је растојање између објектива и предмета мање од најмање дозвољеног, не види се лик предмета, иако је цев кончанице до краја извучена.

Код дурбина новије конструкције (дурбин са унутарњим фокусирањем, сл. 180), дужина дурбина је константна; цев кончанице се не



Сл. 180

може да помера. Начин довођења лика кончанице на даљину јасног виђења је исти као и код дурбина старије конструкције. За довођење лика предмета на даљину јасног виђења (поништавање кончаничне паралаксе) служи сочиво смештено у цеви објектива, сл. 180. Померањем овог сочива доводи се стварни лик предмета у раван конаца кончанице, а тиме и привидан лик предмета на даљину јасног виђења. Кретање сочива врши се завртњем R који је понајчешће смештен у близини обртне осовине дурбина (сл. 169).

<sup>51</sup> Размак између стварног лика предмета и конаца кончанице зове се „кончанична паралакса“.

## ВИЗУРА И ВИЗИРАЊЕ

**Визура.**— Права која пролази кроз оптички центар сочива објектива и пресек конача кончанице зове се визура. Под пресеком конача кончанице подразумева се тачка у којој вертикални конач кончанице сече средњи хоризонтални конач кончанице, сл. 178.

**Визирање.**— Визирати значи концима кончанице погодити значку, летву и слично на одређеном месту. Визирање се врши на следећи начин. Инструмент поставимо на главу статива и причврстимо га за њу. Притезач алхидаде и притезач дурбина притегнемо, а затим лик кончанице доведемо на даљину јасног виђења. После тога отпустимо споменуте притезаче и држећи једном руком за притезач алхидаде, а другом за цев објектива, окрећемо алхидаду око њене осовине док дурбин не дође у правац објекта који треба да навизирамо. При овом, већ према потреби, померамо (окрећемо) и дурбин око његове обртне осовине. *Пошто знамо који објект (сигнал) треба да навизирамо, оценимо удаљеност сигнала од инструмента. Према тој удаљености, увлачењем или пак извлачењем цеви кончанице доведемо кончаницу у положај да бисмо привидан лик објекта (сигнала) могли видети макар и сасвим нејасно.* Затим кроз нишан на дурбину нанишанимо на објект и то што тачније. Ако је дурбин без нишана, као нишан користимо либелу на дурбину. Чим смо нанишанли, погледамо кроз окулар да ли се у дурбину види лик објекта, макар и сасвим нејасно. Ако лик не видимо, лаганим кретањем алхидаде и дурбина, а евентуално и мањим увлачењем или извлачењем цеви кончанице, постижемо да видимо лик објекта. Ако видимо лик објекта како је показано на сл. 178, на пример значку коју држи фигурант, притегнемо алхидаду. У противном, алхидаду лагано померамо (окрећемо) да бисмо видели лик објекта како је показано на сл. 178 (лик значке) тј. мало улево од вертикалног конца кончанице. Затим притегнемо притезач алхидаде. После тога доведемо привидан лик објекта на даљину јасног виђења. Лаганим кретањем дурбина доведемо хоризонтални конач *приближно* до оног места на лику објекта где је то потребно. После тога притегнемо притезач дурбина. Микрометарским завртњем алхидаде врло лагано окрећемо алхидаду, а с њом и дурбин у хоризонталном смислу, тако да вертикални конач кончанице поклопи лик објекта по средини. Уколико је потребно, микрометарским завртњем дурбина, крећемо дурбин врло лагано да хоризонтални конач погоди одређену тачку или линију на објекту.

## ИСПИТИВАЊЕ И РЕКТИФИКАЦИЈА ИНСТРУМЕНТА

Тачност података које добијамо на терену приликом премеравања зависи и од тога да ли су се за време рада поједини важнији саставни делови инструмента налазили у одређеном положају:

*На првом месту потребно је да раван хоризонталног лимбуса буде у хоризонталном положају.*

Хоризонтални лимбус доводимо у хоризонталан положај помоћу просте цевасте либеле на алхидади или помоћу такве либеле на носачу дурбина<sup>32</sup>. За ову сврху на алхидади могу да буду смештене и две просте цевасте либеле (укрсне), сл. 169, или једна либела на алхидади,

<sup>32</sup> Тачније довођење лимбуса у хоризонталан положај постиже се помоћу либеле на дурбину.

а друга на носачу дурбина. Код инструмената снабдених централном либелом на алхидади, за довођење равни хоризонталног лимбуса у хоризонтални положај можемо да употребимо ту либелу.

У даљем излагању прештављамо да на инструменту, осим либеле на дурбину, има још само једна цеваста либела и то било на алхидади, било на носачу дурбина.

#### ИСПИТИВАЊЕ И РЕКТИФИКАЦИЈА ЦЕВАСТЕ ЛИБЕЛЕ НА АЛХИДАДИ

Да бисмо раван хоризонталног лимбуса могли довести у хоризонталан положај помоћу либеле на алхидади (или на носачу дурбина), потребно је да оса те либеле буде паралелна с равни лимбуса. Слично овоме је и постављање конструкције рама вршалице у хоризонталан положај. И тамо треба да буде испуњен услов да оса либеле буде паралелна с равни конструкције рама.

Према томе, пре довођења равни лимбуса у хоризонталан положај, претходи испитивање либеле на алхидади (или на носачу дурбина). Ако услов паралелности није испуњен, паралелност се постиже ректификацијом либеле.

Инструмент се налази на глави статива. Централни завртња је у средини прореза главе статива. Спирално перо је јако притегнуто.

Размакнуће ноге штатива потребно је добро побосити у земљу. При побадању сваке ноге статива, посматрач (или добро увежбан радник) прислони своју ногу (колени) на ногу статива, а затим постепено – али не нагло – притискује раме железног шиљака ноге статива, сл. 166. Побадање је потребно извршити тако да глава статива буде приближно у хоризонталном положају, што се цени одока. Затим се отпусти спирално перо до потребне мере да би окретање положајних завртња било олакшано. Да би и хоризонтални лимбус био приближно у хоризонталном положају, потребно је да отстојање  $d$  код сваког положајног завртња буде подједнако, сл. 168. Ово се постиже окретањем сваког положајног завртња (у смеру кретања казаљки на сату или у супротном смеру).

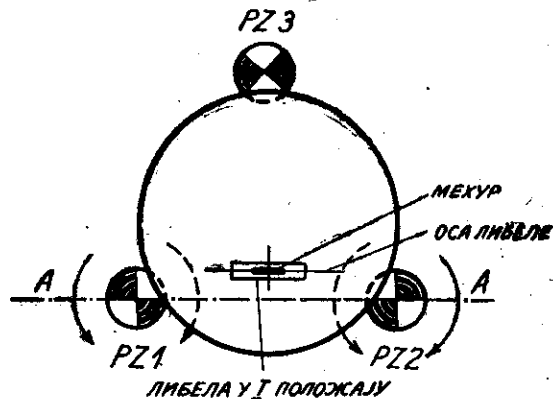
Либела на алхидади (или на носачу дурбина) испитује се на начин како је то већ објашњено у градиву о слободној либели. Дато објашњење надопуњује се следећим. Хоризонтални лимбус прештавља покретну подлогу. Положај покретне подлоге (лимбуса) може да се мења и то дејствујући положајним завртњима. С променом положаја лимбуса мења се и положај либеле. Међутим, положај либеле може да се мења још и спуштањем или подизањем цеви либеле помоћу корекционог завртња либеле (сл. 168), дакле независно од промене положаја хоризонталног лимбуса.

Либелу на алхидади испитујемо и ректификујемо на следећи начин.

Окретањем алхидаде доведемо либелу у први положај  $Ш_1$  у положају да њена оса и права  $A-A$  која спаја два положајна завртња буду приближно паралелне, сл. 181. Затим притегнемо алхидаду, извршимо читање на I нониусу и запишемо (напр.  $65^{\circ}00'00''$ )<sup>88</sup>. При том мехур либеле не врхуни, што значи да оса либеле није у хоризонталном положају.

<sup>88</sup> Микрометарским завртњем се подеси читање на цео степен поделе хоризонталног лимбуса.

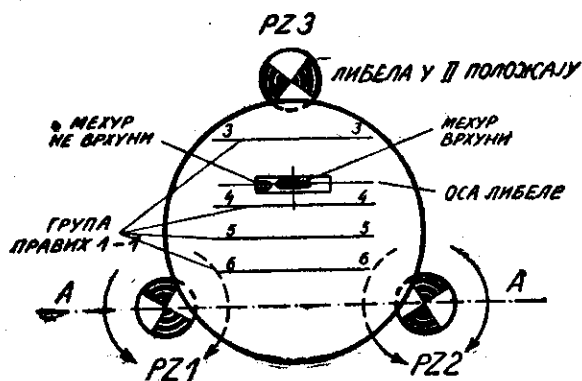
Подједнаким окрећањем положајних завртања 1 и 2 у супротном смеру (сл. 181) мењамо положај покретне равни, тј. положај хоризонталног лимбуса. Овим мењамо и положај либеле и тако доводимо мехур либеле да врхуни (аналогно довођењу мехура слободне либеле да врхуни покретањем покретне подлоге помоћу завртња Z, сл. 74). Сад се само оса либеле налази у хоризонталном положају. Она може, али не мора, да буде паралелна с покретном подлогом тј. с равни лимбуса. Ако оса није паралелна с равни лимбуса, она заклапа известан угао (слично стању приказаном на сл. 74, угао  $\omega$ ). Да бисмо испитали да ли је оса либеле паралелна с равни лимбуса, отпустимо



Сл. 181

притезач алхидаде и окренемо алхидаду приближно за  $180^\circ$  (сл. 182). Нулта црта I нионуса се налази близу црте на подели лимбуса која

означава  $245^\circ$  (тј.  $65^\circ + 180^\circ$ ). Притезач алхидаде притегнемо. Микрометарским завртњем алхидаде доведемо до подударанја нулту црту I нионуса са цртом поделе лимбуса која означава  $245^\circ$  (аналогно стању приказаном на сл. 75). Ако и сад мехур либеле врхуни, значи да је оса либеле паралелна с равни покретне подлоге тј. с равни хоризонталног лимбуса. Ако мехур не врхуни, оса либеле и равни лимбуса



Сл. 182

заклапају удвоспрудени угао  $\omega$ . Корекционим завртњем либеле спуштамо или подижемо цев либеле за толико да се мехур помери ка нормалној тачки либеле за половину отступања (за угао  $\omega$ ). Сада је оса либеле паралелна с равни лимбуса. Дејствујући положајним завртњима 1 и 2 (у супротном смеру) померамо равни лимбуса за угао  $\omega$ , дакле и либелу, све док мехур либеле не врхуни. Сад је не само оса либеле у хоризонталном положају, него су у том положају и све праве у равни лимбуса које леже у правцу положајних завртања 1 и 2, сл. 182.

Понајчешће одмах не успевамо да померање мехура извршимо тачно, па је потребно да проверимо наш рад на следећи начин. Отпустимо притезач алхидаде и алхидаду окренемо тачно за  $180^\circ$  (нулта црта нионуса се подударе са цртом на подели лимбуса која означава  $65^\circ$ ). Сад се либела налази у I положају. Ако њен мехур врхуни, значи да смо померање тачно извршили и да је оса либеле паралелна с равни лимбуса. Ако мехур не врхуни, половину отступања мехура поништите

корекционим завртњем либеле, а другу половину положајним завртњима 1 и 2 (доведемо мехур да врхуни). После тога окренемо алхидаду тачно за  $180^\circ$  и доведемо либелу поново у II положај, извршимо евентуалне исправке како је раније описано. *Овај поступак постављамо све дошле док не успемо да мехур либеле врхуни у два положаја либеле супрошна један другом за  $180^\circ$ , тј. док не постигнемо да оса либеле буде паралелна с равни лимбуса.*

Кад је оса либеле паралелна с равни лимбуса, онда је та оса ујавна и на осу алхидаде, јер је по конструкцији инструмента оса алхидаде ујавна на раван лимбуса<sup>84</sup>. Стога се и испитивање паралелности осе либеле с равни лимбуса понајчешће означава као испитивање да ли је оса либеле управна на осу алхидаде (испитивање првог услова).

#### ДОВОЂЕЊЕ РАВНИ ЛИМБУСА У ХОРИЗОНТАЛАН ПОЛОЖАЈ

Тек када смо испитали, а по потреби и ректификовали либелу на алхидади (или либелу на носачу дурбина), можемо помоћу такве либеле да доведемо раван хоризонталног лимбуса у водораван положај.

Претпоставимо да смо испитивање и ректификацију либеле извршили на једном месту и да постављање равни хоризонталног лимбуса у хоризонталан положај треба да извршимо на другом месту (удаљеном напр. 150 метара од првог места). Пре преношења инструмента са првог места на друго, притегнемо спирално перо централног завртња. Кад смо инструмент пренели на друго место, побјемо ноге статива у земљу; при том настојимо да глава статива буде приближно у хоризонталном положају. Растојање  $d$  (сл. 168) код сва три положаја завртња треба да буде подједнако.

Окретањем алхидаде доведемо либелу у правац два положаја завртња. Дејствујући тим завртњима (у супротном смеру) доведемо мехур либеле да врхуни. Сад је оса либеле у хоризонталном положају. Осим осе либеле, у хоризонталном су положају и *оне праве у равни хоризонталног лимбуса* које су паралелне с осом либеле тј. које су паралелне и с правом А—А, спојницом завртања 1 и 2, сл. 183. Ове праве означимо као групу правих 1—1. Ова група одговара правима 14—14 . . . 16—16 у равни MNOP, сл. 40 и правима 4—4, 6—6 . . . 12—12 у равни конструкције рама вршалице, сл. 77.

Међушим, питање је да ли су и све остале праве у равни хоризонталног лимбуса у хоризонталном положају, напр. група правих 2—2 које су управне на групу правих 1—1 (слично правима 17—17 . . . 19—19 сл. 40 и правима 21—21 . . . 35—35 сл. 77). Да бисмо ово испитали, окренемо алхидаду само за  $90^\circ$  (сл. 183) и *то приближно. Окретањем алхидаде окренули смо и либелу за око  $90^\circ$ , тј. учинили смо са либелом исто што је било урађено код постављања конструкције рама вршалице у хоризонталан положај*<sup>85</sup>. Ако мехур либеле врхуни, значи да је оса либеле у хоризонталном положају и да су у том положају и праве у равни хоризонталног лимбуса које су паралелне с осом либеле тј. праве из групе 2—2, сл. 183. Ако мехур либеле не врхуни, оса либеле није у хоризонталном положају као што нису у том поло-

<sup>84</sup> Ово значи да је оса алхидаде ујавна на раван лимбуса и при преношењу инструмента итд., тј. у сваком положају инструмента.

<sup>85</sup> Окретање либеле за  $90^\circ$  не треба мешати с окретањем за  $180^\circ$ , јер се овде не ради о испитивању либеле; она је испитана и ректификована.

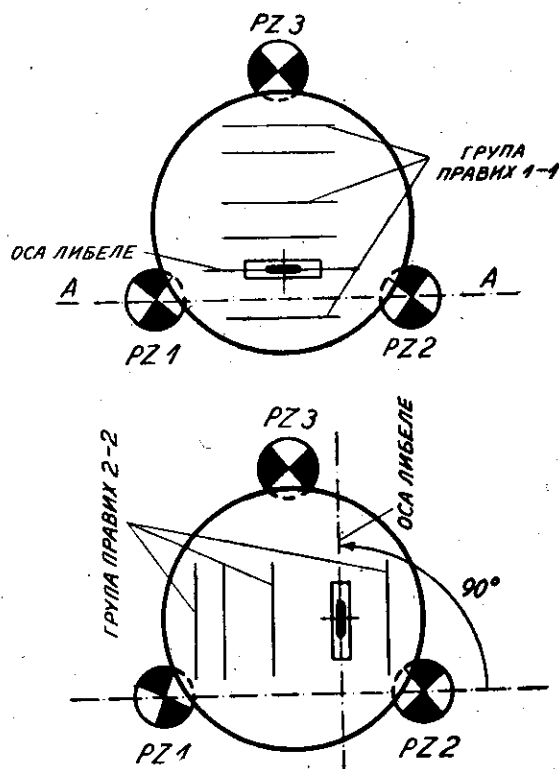
жају ни праве из групе 2-2. Дејствујући симо трећим положајним заврћњем, доведемо мехур либеле да врхуни тј. доведемо осу либеле у хоризонталан положај, а с овим доводимо у хоризонтални положај и све праве из групе 2-2 (слично правама 17-17 . . 19-19 сл. 40 и правама 21-21 . . . 35-35 сл. 77). Сада су у хоризонталном положају све праве у равни лимбуса, тј. равни лимбуса је доведена у хоризонтални положај, а оса алхидаде се налази у вертикалном положају. Ово је исти случај као кад смо довели равни MNOP у хоризонтални положај, а права 13-13 је дошла у положај вертикале, јер је та права управна на равни MNOP, сл. 40.

Да бисмо проверили тачност рада, окренемо алхидаду за  $90^\circ$  и доведемо либелу у правац прва два положајна заврћња (оса либеле паралелна с групом правих 1-1). Ако мехур не врхуни, дејствујући положајним заврћњима 1 и 2 доведемо га да врхуни. После тога окренемо алхидаду за  $90^\circ$  и евентуално мало отступање мехура понишtimo само трећим положајним заврћњем.

Кад је оса алхидаде доведена у вертикалан положај, при окретању алхидаде око њене осовине *оса алхидаде се налази стално у истом положају, у положају вертикале, а мехур либеле стално врхуни.*

**Довођење равни лимбуса у хоризонталан положај помоћу две либеле.**— Тахиметар има једну либелу на алхидади и једну на носачу дурбина. За испитивање, ректификацију и довођење равни лимбуса у хоризонталан положај изаберемо једну од тих либела, напр. ону на алхидади. *Приликом испитивања и ректификовања изабране либеле претпостављамо да друга либела (на носачу дурбина) не постоји.* На раније описани начин испитамо и према потреби ректификујемо изабрану либелу и помоћу ње доведемо равни лимбуса у хоризонтални положај. Тек сада долази у обзир друга либела. Ако мехур друге либеле не врхуни, значи да њена оса није у хоризонталном положају тј. није паралелна с равни лимбуса. Помоћу корекционог заврћња те либеле доведемо њен мехур да врхуни. Сада је и оса друге либеле у хоризонталном положају и паралелна је с равни лимбуса.

При довођењу осе алхидаде у вертикалан положај, при раду на осталим станицама, употребљавамо обадве либеле. Окренемо алхидаду



Сл. 183

и доведемо прву либелу ( $L_1$ ) у правац положајних завртања 1–2. Друга либела ( $L_2$ ) се већ налази у правцу трећег положајног завртња. Дејствујући завртњима 1–2 доведемо мехур либеле  $L_1$  да врхуни, а помоћу трећег завртња доведемо мехур либеле  $L_2$  да врхуни. При довођењу мехура либеле  $L_2$  до врхуњења може мехур либеле  $L_1$  да мало отступи. Ово отступање поништимо дејствујући завртњима 1–2. Ако би при том мехур либеле  $L_2$  нешто отступио, то отступање поништимо трећим завртњем.

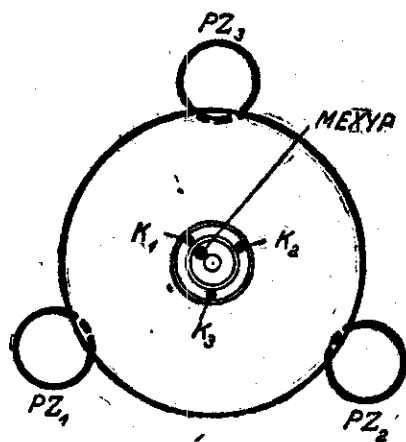
Уместо да испитујемо и ректификујемо само једну либелу ( $L_1$ ), а затим да помоћу ове либеле доводимо раван лимбуса у хоризонталан положај, можемо једновремено да испитујемо и ректификујемо обадве либеле на следећи начин.

Прва либела је у правцу положајних завртања 1–2, а друга либела у правцу положајног завртња 3. Алхидада је укочена. Извршимо читање на I нониусу. Мехур прве либеле доведемо до врхуњења завртњима 1 и 2, а мехур друге либеле само завртњем 3. Затим окренемо алхидаду тачно за  $180^\circ$ . Половину мехуровог отступања прве либеле поништимо положајним завртњима 1 и 2, а другу половицу корекционим завртњем те либеле. Половину мехуровог отступања друге либеле поништимо трећим положајним завртњем, а другу половицу корекционим завртњем те либеле. Звтим окренемо алхидаду тачно за  $180^\circ$ . Евентуална отступања поништавамо како је већ наведено. Поступак окретања алхидаде за  $180^\circ$  и поништавање отступања настављамо док не успемо да мехури обеју либела врхуне у два положаја либела различита за  $180^\circ$ . На овај начин испитивањем и ректификацијом обеју либела једновремено је доведена и раван лимбуса у хоризонталан положај.

#### ИСПИТИВАЊЕ И РЕКТИФИКАЦИЈА ЦЕНТРИЧНЕ ЛИБЕЛЕ

Центричне либеле употребљавају се за довођење равни лимбуса у хоризонталан положај. Ако су на инструменту и цеста и центрична либела, раван лимбуса доведемо у хоризонталан положај помоћу цесте либеле. Ако при том мехур центричне либеле не врхуни, дејствујући корекционим завртњима центричне либеле  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ , како је раније описано, доведемо мехур центричне либеле да врхуни.

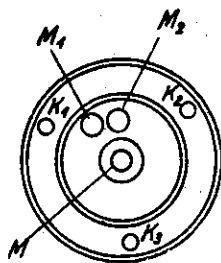
Ако је на инструменту само центрична либела, испитивањем и ректификацијом ове либеле једновремено се доводи и раван лимбуса у хоризонталан положај на овај начин. Окретањем алхидаде доведемо корекционе завртње  $K_1$  и  $K_2$  у правац положајних завртања  $Z_1 - Z_2$ , сл. 184. Притегнемо притезач алхидаде. Извршимо читање на I нониусу.



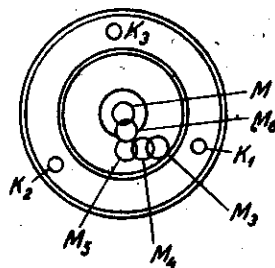
Сл. 184

Мехур либеле се налази напр. у тачки  $M_1$ , сл. 185. Дејствујући положајним завртњима  $Z_1 - Z_2$ , померимо мехур из тачке  $M_1$  у тачку  $M_2$ , а трећим положајним завртњем доведемо мехур либеле да врхуни (тачка  $M$ ). Откочимо алхидаду и на познати начин окренемо је тачно за  $180^\circ$ . Мехур либеле не врхуни и налази се на пример у положају  $M_3$  (сл. 186). Ово значи да тангенцијална раван није хоризонтална (оса либеле није вертикална). Дејствујући завртњима  $Z_1$  и  $Z_2$  доведемо мехур у тачку  $M_4$ . Корекционим завртњима  $K_1$  и  $K_2$  померимо мехур у положај  $M_5$ . Овим је поништено отступање у правцу завртања  $Z_1 - Z_2$ . Затим помоћу

завртња  $Z_3$  доведемо мехур у положај  $M_3$ , а корекционим завртњем  $K_3$  доведемо мехур да врхуни, тј. поништимо отступање у правцу завртња  $Z_3$ . Окренемо алхидаду тачно за  $180^\circ$ . Ако мехур не врхуни, отступање мехура поништавамо на описани начин (прво у правцу завртња  $Z_1 - Z_2$ , а затим у правцу завртња  $Z_3$ ). После неколико окретања алхидаде за  $180^\circ$  и поништавања отступања мехура успећемо да мехур врхуни и при лаганом окретању алхидаде за  $360^\circ$ .



Сл. 185



Сл. 186

**Напомена за испитивање либеле на алхидади.**— Пре испитивања либеле препоручује се довести раван лимбуса у приближно хоризонталан положај и то помоћу либеле коју је потребно испитати. На овај се начин убрзава рад на испитивању и ректификацији либеле. При овом се претпоставља да оса либеле није паралелна с равни лимбуса, али и да знатно не отступа.

#### ЦЕНТРИСАЊЕ ИНСТРУМЕНТА

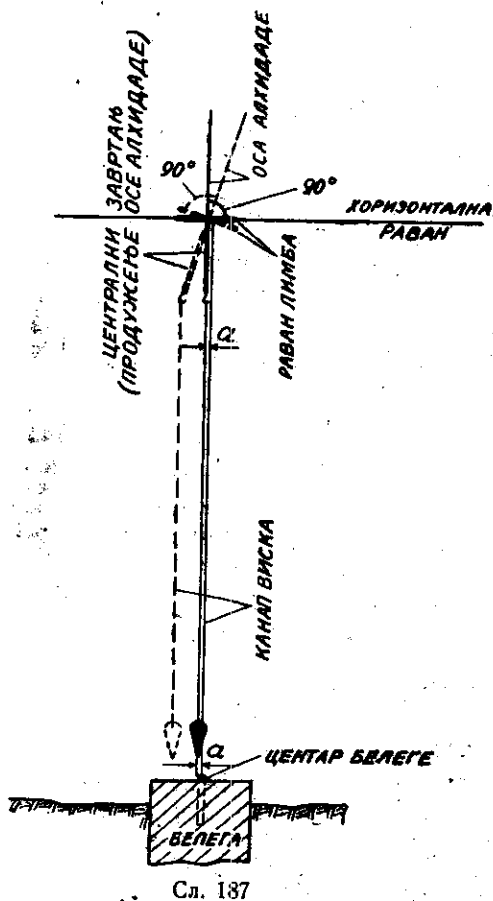
Код геодетских радова на терену често долази до центрисања тахиметра. Центрисање тахиметра изнад неке тачке састоји се у постављању тахиметра изнад центра белеге те тачке тако да *оса алхидаде пролази тачно кроз центар белеге те тачке*. При том се оса алхидаде налази у вертикалном положају, а њено продужење пролази кроз средиште централног завртња и кроз канап обешеног и умиреног виска.

Побадање ногу статива извршићемо на раније описани начин по могућности тако да врх обешеног и умиреног виска буде што ближе центру белеге. При том централни завртњак треба да пролази кроз средиште прореза главе статива. После пободања ногу статива попустимо спирално перо за толико да инструмент можемо померати по глави статива. Доведемо осу алхидаде у вертикалан положај. *Тек сада врх виска тачно показује шачку кроз коју пролази продужење осе алхидаде када је она у вертикалном положају*, сл. 187.

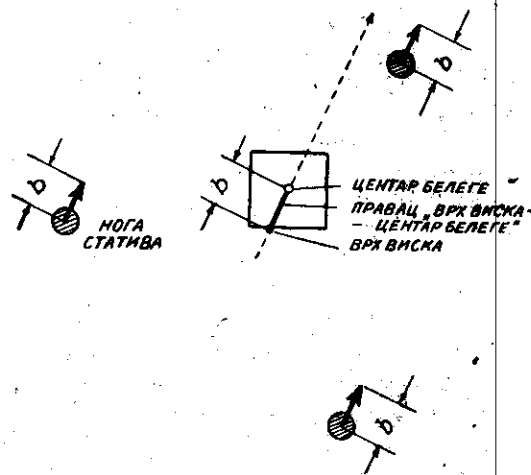
Ако је отстојање  $a$  између врха виска и центра белеге мање од полупречника  $r$  највеће кружне линије коју можемо да опишемо централним завртњем (у прорезу главе статива), померимо инструмент по глави статива да врх виска дође изнад центра белеге. Затим доведемо осу алхидаде у вертикалан положај. Уколико врх виска сада није изнад центра белеге, поново померимо инструмент по глави статива и поново доведемо осу алхидаде у вертикалан положај. Ако врх виска није изнад центра белеге, описани поступак настављамо док не постигнемо да врх виска буде изнад центра белеге.



Ако је отстојање  $a$  веће од полупречника  $r$  потребно је помати статив заједно с инструментом за отстојање  $b$  у правцу „врх виска – центар белеге“ како је показано на сл. 188. Пре померања статива, потребно је спирално перо добро притегнути. Централни завртањ пролази средиштем прореза. Извлачење из земље пободених шиљака статива, затим померање ногу за растојање  $b$  у правцу „врх виска – центар белеге“ и поновно пободање у земљу, врши се за сваку ногу *својива засебно*. После тога настављамо поступак како је већ описано.



Сл. 187



Сл. 188

### РЕПЕТИЦИОНИ ТАХИМЕТРИ

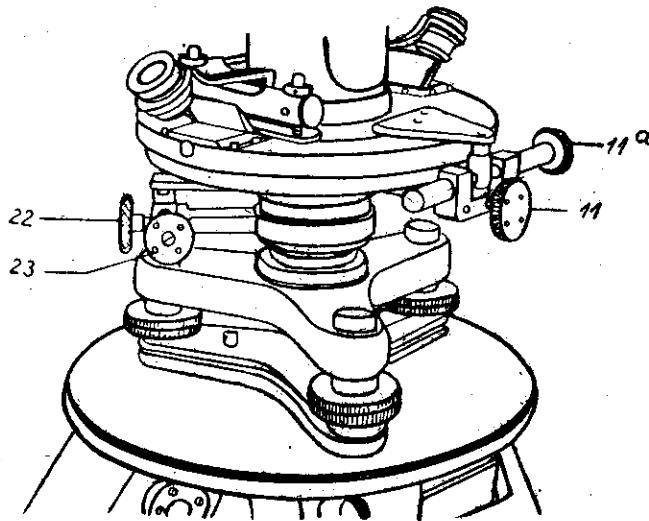
У изнетом градиву упознали смо се с тзв. обичним тахиметром помоћу кога се могу извршити сви радови у пракси агронома где је потребан теодолит – тахиметар.

Међутим, често наилазимо на репетиционе тахиметре. Код ових инструмената, осим притезача и микрометарског завртња алхиде, постоји и притезач и микрометарски завртањ хоризонталног лимбуса (сл. 189). Кад притезач лимбуса није притегнут, хоризонтални лимбус заједно с горњим делом инструмента може се окретати брзо и лагано. Кад је притезач лимбуса притегнут, лимбус заједно с горњим делом инструмента може се окретати само врло лагано, до извесне мере, и то помоћу микрометарског завртња лимбуса.

Ова кратка напомена о репетиционим тахиметрима дата је зато да бисмо пре почетка рада репетиционим тахиметром притегли притезач лимбуса, а микрометарски завртањ лимбуса смањили као да не постоји. На овај начин, иако имамо репетициони инструмент, ми ћемо радити њиме као обичним тахиметром.

## МЕЂУСОБНИ ПОЛОЖАЈ ВАЖНИЈИХ САСТАВНИХ ДЕЛОВА ТАХИМЕТРА

За све радове универзалним инструментом потребно је да раван хоризонталног лимбуса буде у хоризонталном положају (оса алхидаде да буде у вертикалном положају).



Сл. 189 22—притезач лимбуса 23—микрометарски завртањ лимбуса

Ово значи да на свакој станици где је постављен инструмент треба довести осу алхидаде у вертикалан положај. Јасно је да се оса алхидаде може довести у вертикалан положај помоћу испиштане и ректификоване либеле. Либелу не испиштујемо на свакој станици. Довољно је кад се либела испита, а према потреби и ректификује једанпут дневно.

За извесне геодетске радове потребно је да буду испуњени још и ови услови:

- а) да визура буде управна на обртну осовину дурбина;
- б) да ова осовина буде хоризонтална, тј. управна на осу алхидаде;
- в) да оса либеле на дурбину буде паралелна са визуром, и
- г) да читања на подели вертикалног лимбуса помоћу нониуса износе  $0^\circ$  и  $180^\circ$  кад мехур либеле на дурбину врхуни, тј. кад је визура у хоризонталном положају. Уместо читања  $0^\circ$  и  $180^\circ$  може напр. читање да износи  $90^\circ$  и  $270^\circ$  што зависи од начина на који је извршена подела на вертикалном лимбусу.

Међушим, за већину оних геодетских радова у пракси агронома код којих је потребан тахиметар довољно је да при раду само оса алхидаде буде у вертикалном положају. Кад је оса алхидаде у вертикалном положају, у могућности смо да помоћу тахиметра извршимо ове радове:

- а) Обележавање међутачака дужи кад се крајње тачке догледају и кад се не догледају; крајње тачке се налазе на мањем или пак на већем растојању (напр. на 1000 m).
- б) Продужење дужи кад се крајње тачке налазе на мањем или на већем отстојању.

в) Обележавање темења основних троуглова, квадрата и правоугаоника при подизању винограда и воћњака; обележавање основних правоугаоника при оснивању парцела за огледе и слично.

г) Мерење хоризонталних углова у циљу снимања детаља и израде планова (напр. многоугла чије стране могу да буду граница извесног типа земљишта).

д) Одређивање висина појединих тачака у циљу: планирања (уређења) терена за наводњавање, копања канала за одводњавање и наводњавање и слично<sup>96</sup>.

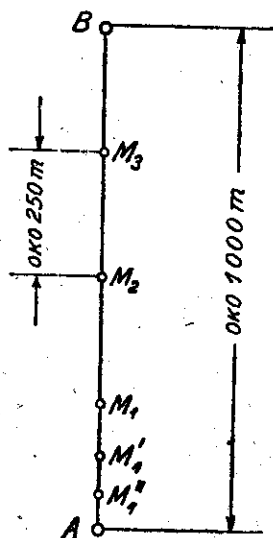
#### ПРИМЕНА ТАХИМЕТРА

**Обележавање међутачака.**— У приближно хоризонталном терену дате су тачке А и В на растојању од око 1000 m. Тачке А и В се догледају. Поставља се задатак обележити неколико међутачака у правој АВ помоћу тахиметра у циљу оснивања воћњака, означавања трасе пута, орања, сетве и слично.

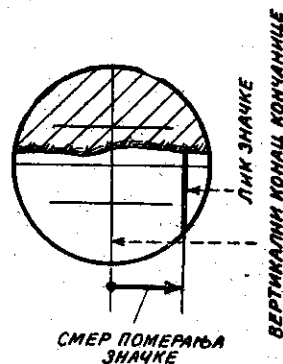
На тачки В је постављен сигнал (сл. 42) тако да главна гредица сигнала, која је у вертикалном положају, пролази кроз центар белеге тачке В. При постављању сигнала, вертикални положај главне гредице се одређује помоћу виска, слично постављању значке у вертикалан положај.

Изнад тачке А је центрисан инструмент. Спирално перо је притегнуто, а оса алхидаде је вертикална. Визира се на сигнал постављен на тачки В. Лик вертикалног конца кончанице погађа лик главне гредице сигнала. Прицезач и микрометарски завршањ алхидаде после визирања се више не дирају. Прицезач дурбина није притегнут.

Прву међутачку  $M_1$  поставићемо на удаљености око 250 m од тачке А у правцу тачке В (сл. 190). Да бисмо при том лик значке видели нешто јасније, помоћу завртња М (сл. 168) приближно подесимо положај цеви кончанице на ову удаљеност. Фигурант, који се налази на приближно 250 m од тачке А (у правцу тачке В), држи значку вертикално. Померајући дурбин (у вертикалном смислу) колико је то потребно и нишанећи преко дурбина у



Сл. 190



Сл. 191

<sup>96</sup> При одређивању висина појединих тачака, у већини случајева треба оса либеле на дурбину да буде паралелна с визуром.

правцу значке, према раније утврђеним знацима, дајемо фигуранту знак да значку помера лево или десно, брже, спорије или сасвим споро. Померање значке пратимо гледајући и кроз окулар. Дурбин придржавамо за цев објектива. У тренутку кад у дурбину угледамо лик значке, дајемо фигуранту знак да пободе значку, а притезач дурбина можемо да притегнемо. Затим доведемо лик значке на даљину јасног виђења. Према потреби отпустимо притезач дурбина и полако окренемо дурбин (око обртне осовине) толико да хоризонтални конач приближно погоди подножје (шиљак) значке. Притезач дурбина притегнемо и помоћу микрометарског завртња дурбина доведемо лик хоризонталног конача кончанице да погађа лик подножја значке.

Претпоставимо да се лик значке налази удесно од лика вертикалног конача кончанице како је показано на сл. 191. Значка ће бити у правој АВ кад њен лик буде у правцу визуре, тј. кад се њен лик буде поклапао с ликом вертикалног конача кончанице. Да бисмо довели до овог поклапања, фигурант треба да извади значку и да је врло полако помера удесно, како је показано на сл. 191. При овом померању значке, њен лик ће да се помера у супротном смеру (јер је лик обрнут), тј. приближаваће се лику вертикалног конача кончанице. Кад се лик значке поклопи с ликом вертикалног конача, треба на месту шиљка побити колац (вертикално).

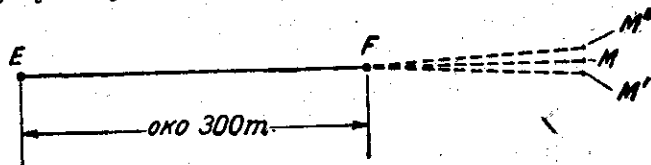
Побијање коца треба прекидати и контролисати да ли се средина коца налази у визури. Ако је положај коца тачан, лик вертикалног конача кончанице поклапаће се с ликом значке која је постављена (вертикално) на глави коца. Разлика се може поправити мањом променом положаја коца нарочито у почетку побијања кад је контрола и најпотребнија. Тиме је обележена међутачка  $M_1$ <sup>87</sup>.

На описани начин обележили смо прву међутачку  $M_1$ . Ако је потребно да се обележи још која тачка између тачака  $M_1$  и А напр.  $M_1'$ ,  $M_1''$ , ово ће се извршити на начин показан код обележавања међутачке  $M_1$ .

Остале међутачке  $M_2$  и  $M_3$  (на растојању око 250 m) обележиће се поступно. За обележавања тачке  $M_2$  инструмент се премести и центрише изнад тачке  $M_1$ . Кад је на раније описани начин обележена међутачка  $M_2$ , инструмент се пренесе и центрише на међутачки  $M_2$ , а затим се обележи међутачка  $M_3$ .

**Продужење праве.**— Тачке Е и F се догледају. Помоћу тахиметра треба продужити праву EF (сл. 192) до тачке М. Терен од тачке Е до тачке М је у паду.

Тахиметар центришемо изнад тачке F. Визирамо на значку постављену на тачки Е (лик вертикалног конача кончанице се поклапа с ликом значке). Дурбин се налази у I положају (сл. 179, вертикални лимбус је налево од дурбина).



Сл. 192

<sup>87</sup> Потребно је напоменути да после визирања на сигнал постављен на тачки В није више био диран ни притезач ни микрометарски завртњак алхидаде.

Продужења праве поспишемо кад дурбин окренемо око његове обршне осовине за око  $180^\circ$  и у правцу визуре обележимо једну тачку продужене праве. Објектив и окулар су изменили места (дурбин је на I положаја „преведен у II положај“). Да бисмо могли визирати, и ми променимо стајалиште за око  $180^\circ$  (пажљивим обиласком око ногу статива). На удаљености  $FM'$ , која је одређена за продужење праве, фигурант држи значку (вертикално). Не дирајући притезач и микрометарски завртањ алхидаде, у правцу визуре кочићем обележимо тачку  $M'$  тј. продужење праве (како је то показано код обележавања међутачке  $M_1$ ).

Права  $FM'$  биће у продужењу праве  $EF$  само у случају ако је визура управна на обртну осовину дурбина и ако је та осовина управна на осу алхидаде. Пошто ми не знамо да ли су ови услови испуњени, а да бисмо уклонили грешке у мерењу које услед овога могу да настану, ми ћемо продужење праве да извршимо радећи у два положаја дурбина.

Визирање односно продужење у I положају дурбина је извршено (тачка  $M'$ ).

Пошто се дурбин налази у II положају треба да визирамо на тачку  $E$  и у том положају дурбина. Отпустимо притезач алхидаде и окренемо је за око  $180^\circ$ . При том и ми променимо стајалиште за око  $180^\circ$ . Визирамо на значку у тачки  $E$ , окренемо дурбин око његове обртне осовине за око  $180^\circ$  (преведемо дурбин у I положај) и променимо своје стајалиште за око  $180^\circ$ . Не дирајући притезач и микрометарски завртањ алхидаде, у продужењу визуре обележимо тачку  $M''$  (сл. 192).

Кад располовимо растојање  $M' - M''$  добијамо тачку  $M$  кроз коју пролази тачно продужење праве  $EF$ .

Приликом рада на продужењу праве  $EF$  (у два положаја дурбина) добили смо две тачке,  $M'$  и  $M''$ . Ово је знак да постоји тзв. колимациона грешка (визура није управна на обртну осовину дурбина). Међутим, радом у два положаја дурбина постигли смо тачно продужење праве као кад би раније наведени услови били испуњени.

Отстојање  $M' - M''$  показује четвороструко отступање<sup>88</sup>.

При испитивању да ли је визура управна на обртну осовину дурбина, рад инструментом је исти као и код продужења праве  $EF$ . Уместо постављања значке у тачкама  $M'$  и  $M''$ , читају се отсечци у којима вертикални крај погађа поделу на летви која је положена на земљи 50 до 70 метара од тачке  $F$  у продужењу праве  $EF$  (летва је положена хоризонтално и приближно управно на продужење праве  $EF$ ). Ректификација се састоји у померању кончанице (тј. визуре) за  $1/4$  отступања прочитаог на летви и то помоћу хоризонталних завртања кончанице. Померање кончанице се врши поступно и опрезно, тј. за колико се један завртањ отпусти, за толико се други притоже (напр. за четвртину хода). Смер померања објаснићемо у примеру. Нека је прво читање износило 1090 мм, а друго 1248 мм. Четвороструко отступање је  $1248 \text{ мм} - 1090 \text{ мм} = 158 \text{ мм}$ ; четвртина овог износи 40 мм\*. Кончаницу, која се налази на другом читању (1248), треба померити на читање  $1248 \text{ мм} - 40 \text{ мм} = 1208 \text{ мм}$ .

**Мерење хоризонталних углова.** — У градиву о мерама за углове показано је да се величина угла добија кад се од вредности десног правца (крака) угла одузме вредност левог правца (крака) угла.

<sup>88</sup> Визура је према обртној осовини дурбина заузимала четири пута свој неуправан положај.

\* Дозвољава се 3—4 мм.

До вредности праваца долази се на овај начин.

Изнад тачке Т центришемо тахиметар (сл. 193). Лево од тачке Т се налази тачка А, а десно тачка В. Раван хоризонталног лимбуса је хоризонтална. Оса алхидеде је вертикална. Претпоставимо да је и визура управна на обртну осовину дурбина и да је та осовина управна на осу алхидеде (тј. у хоризонталном положају и паралелна с равни хоризонталног лимбуса).

Визирамо на сигнал постављен на тачки А. Пошто су побројани услови испуњени, окретањем дурбина (око обртне осовине) визура се креће у вертикалној равни. Ова равна пролази кроз центар белеге тачке А и тачке Т тј. кроз све тачке крака угла, од којих је тачка Т теме угла. Вертикална равна, у којој се креће визура, пролази и кроз поделу лимбуса и то напр. кроз  $99^{\circ} 09' 20''$ . Раван лимбуса је непокретна, а покретна је алхидеда. С њом је покретан и I нониус. Пошто не можемо да читамо ону поделу на лимбусу кроз коју пролази вертикална равна (визура), ми можемо да читамо поделу на лимбусу код I нониуса. Она је за  $90^{\circ}$  мања, тј.  $9^{\circ} 09' 20''$  (сл. 193). На II нониусу читамо  $189^{\circ} 09' 20''$ <sup>39</sup>.

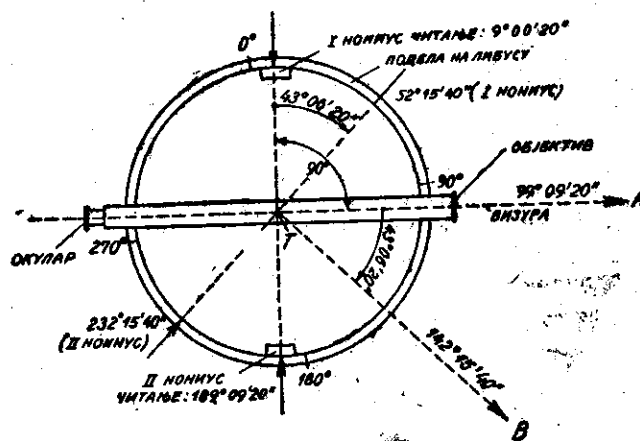
Затим визирамо на сигнал постављен на тачки В. Вертикална равна у којој се налази визура пролази кроз  $142^{\circ} 15' 40''$  поделе на лимбусу. На I нониусу читамо  $52^{\circ} 15' 40''$ , а на II нониусу  $232^{\circ} 15' 40''$ .

Угао  $\alpha$ , који затварају опажани правци са тачке Т на тачке А и В, износи:  $142^{\circ} 15' 40'' - 99^{\circ} 09' 20'' = 52^{\circ} 15' 40'' - 9^{\circ} 09' 20'' = 43^{\circ} 06' 20''$ .

Овде је показан случај кад се сваки део инструмента налази у оном положају у којем треба да се налази, тј. кад су сви услови испуњени. Правци су опажани у једном положају дурбина, а угао  $\alpha$  је тачно измерен.

Међутим, у стварности је тешко тачно испунити све услове па се стога код *шачних* мерења правци опажaju у два положаја дурбина. Сваки се угао дакле мери два пута (у I и у II положају дурбина, сл. 179). За дефинитивну величину се узима аритметичка средина.

Поставља се питање како треба поступити у пракси агронома? Одговор би био следећи. Кад меримо дужину, рачунамо неку површину и слично, у већини случајева радимо два пута, углавном ради контроле. Према томе, у већини случајева, и углове треба мерити два пута. Јасно је да на пример при мерењу граница педолошких типова или пак граница замочвареног земљишта, затим граница бонитета, сни-



Сл. 193

<sup>39</sup> Читање на II нониусу треба да се разликује за  $180^{\circ}$  од читања на I нониусу.

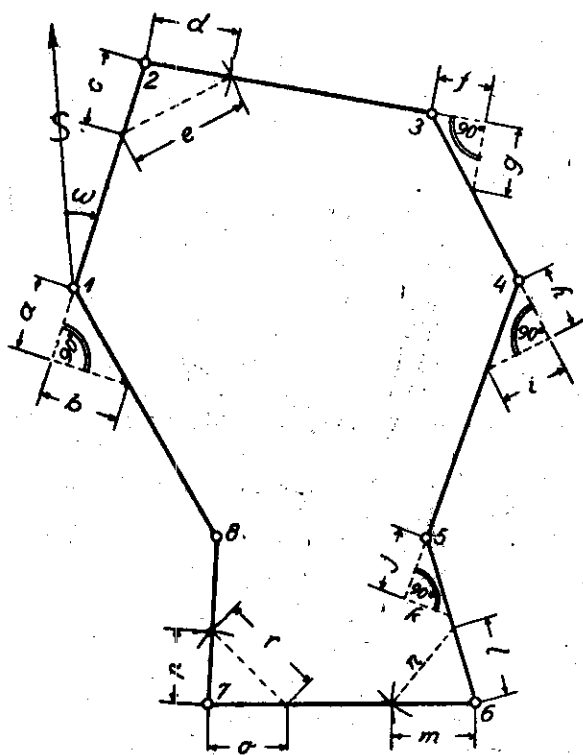
мању педолошких профила, сонди и слично сасвим је довољно кад се ради у једном положају дурбина (без обзира на величину податка нониуса). Међутим, код оснивања винограда, воћњака, преношења пројектом предвиђеног стања на терен и слично, саветно је радити у два положаја (податак нониуса по могућности 30" и мањи).

У случају ако инструмент има само један нониус, радићемо и оваквим инструментом.

Потребно је да се напомене још ово. Грешке које при мерењу углова настају услед тога што визиру није управна на обртну осовину дурбина и што та осовина није хоризонтална, потпуно се уклањају из резултата мерења кад се оно врши у два положаја дурбина. Овако не стоји с грешком која настаје услед тога што оса алхидаде није вертикална. Према томе, испитивању и ректификацији либеле помоћу које се оса алхидаде доводи у вертикалан положај као и споменутом довођењу треба обратити нарочиту пажњу. На тачност мерења углова имају још утицаја и центрисање инструмента, сигнаписање тачака, визирање и читање поделе на лимбусу.

Начин мерења углова показаћемо у следећем примеру, сл. 194.

Ради израде плана земљишта ограниченог тачкама 1, 2 . . 8 треба измерити дужине страна, унутрашње углове и оријентациони угао  $\omega$ .



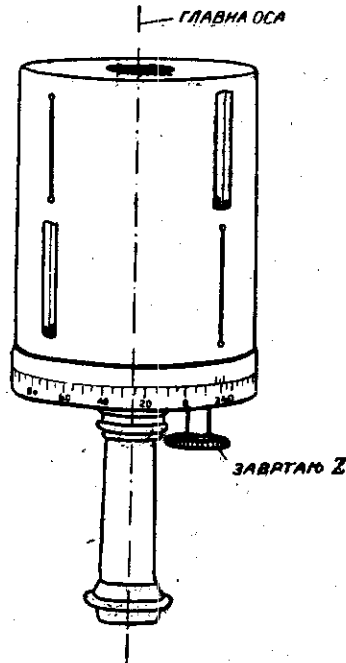
Сл. 194

Описаћемо мерење једног угла, напр. угла 4-3-2. Мерење је извршено дана 5-VI-1948 г. инструментом који је израдила радионица Штарке Камерер. Податак нониуса износи 1'. Тачке 2 и 4 сигналишемо значкама, а изнад тачке 3 центришемо инструмент. Дурбин је у I положају. Визирамо на значку постављену у тачки 4 (леви крак). На I нониусу читамо  $111^{\circ} 35'$ , а на II нониусу  $34'$  (на II нониусу се читају минути и секунди). Затим визирамо на значку постављену у тачки 2 (десни крак) и извршимо читање (види записник мерења угла,  $240^{\circ} 27'$ ). Срачунамо средине читања. Кад од десног правца ( $240^{\circ} 27' 00''$ ) одузмемо леви правац ( $111^{\circ} 34' 30''$ ), добијамо величину угла 4-3-2 тј.  $128^{\circ} 52' 30''$ .





у вертикалан положај (сл. 195); при том користимо отворе за визирање. Окретањем горњег дела, визира се на значку постављену на тачки 4. Изврши се читање и запише (леви крак угла). Окретањем горњег дела, кроз *исте* отворе кроз које је било визирано на тачку 4, визира се на значку постављену на тачки 2. Читање се запише (десни крак угла). На познати начин израчуна се измерени угао  $4-3-2$ . На овај начин измере се и остали углови (и угао  $\omega$ ).



Сл. 195

Помоћу угломера, троуглова за цртање и размерника, из мерених страна и углова можемо да израдимо план премереног замљишта.

#### ПРИЗМА И ДОБОШ БЕЗ ПОДЕЛЕ КАО СПРАВЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ УГЛОВА

У приближно хоризонталном терену, у недостатку тахиметра и добоша са поделом, може се употребити призма за одређивање углова (сл. 194). У брежуљкастом терену уместо призме употребити бисмо добоше приказане на сл. 154 и 155.

Да бисмо израдили план парцеле приказане на сл. 194, а да при том не меримо углове, потребно је на терену да узмемо оне податке помоћу којих можемо тај план да израдимо. Мерењем страна

1-2, 2-3 . . . 8-1 и дужина  $a, b, c, \dots, g$  добили смо потребне податке. Угао  $\omega$  ценимо одока.

Из слике 194 се види на који се начин помоћу размерника, троуглова за цртање и шестара може да изради план премерене парцеле. Израду плана треба почети нанашањем угла оријентације ( $\omega$ ), затим страна 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 и 1-8.

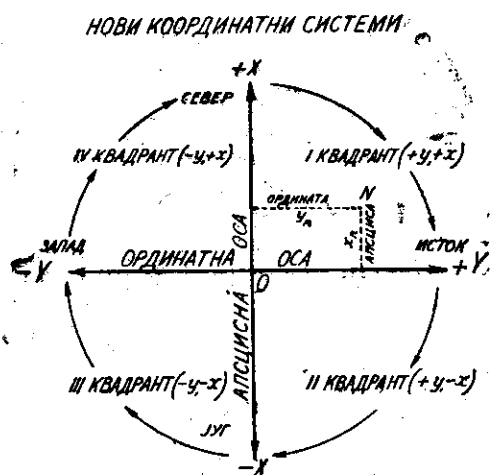
## VII. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

### И

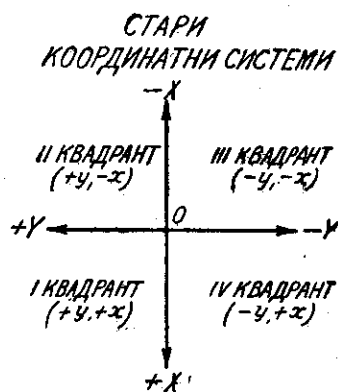
## КООРДИНАТЕ

### ПРАВОУГЛИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

Две праве управне једна на другу чине правоугли координатни систем. Праве су обележене словима  $Y$  и  $X$ . Права  $Y$  назива се ординатном осом, а права  $X$  апсцисном осом координатног система, сл. 196 и 197. Координатни почетак се налази у пресеку координатних оса и обележава се са  $O$ .



Сл. 196



Сл. 197

Једним координатним системом може се обухватити само одређена површина Земље с разлога да не дође до превелике деформације између положаја тачака у природи, које су премером обухваћене, и положаја тих тачака пренетих (пројецираних) на план (у раван) после извршеног премера. Стога, кад се ради о премеравању и изради планова веће површине земљишта где се кривина земљине површине узима у обзир, потребно је ту већу површину поделити на неколико мањих.

У ФНРЈ има више геодетских координатних система који се деле на нове и старе координатне системе. Код нових координатних система јединица за дужине је метар, а за површине  $m^2$ , а и  $ha$ ; код старих координатних система јединица за дужине је хват, а за површине кв. хват и кат. јутро.

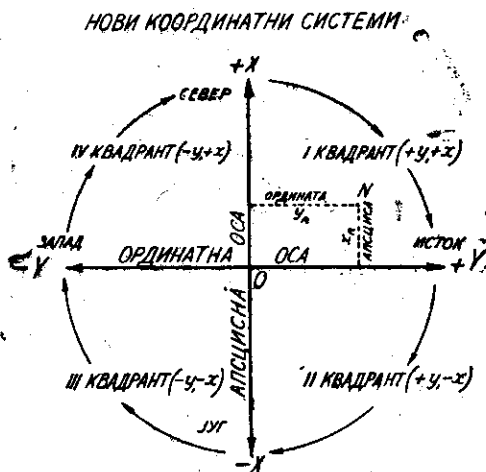
## VII. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

### И

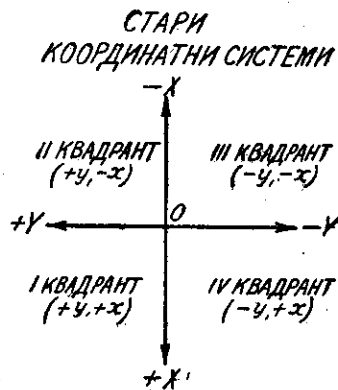
### КООРДИНАТЕ

#### ПРАВОУГЛИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

Две праве управне једна на другу чине правоугли координатни систем. Праве су обележене словима  $Y$  и  $X$ . Права  $Y$  назива се ординатном осом, а права  $X$  апсцисном осом координатног система, сл. 196 и 197. Координатни почетак се налази у пресеку координатних оса и обележава се са  $O$ .



Сл. 196



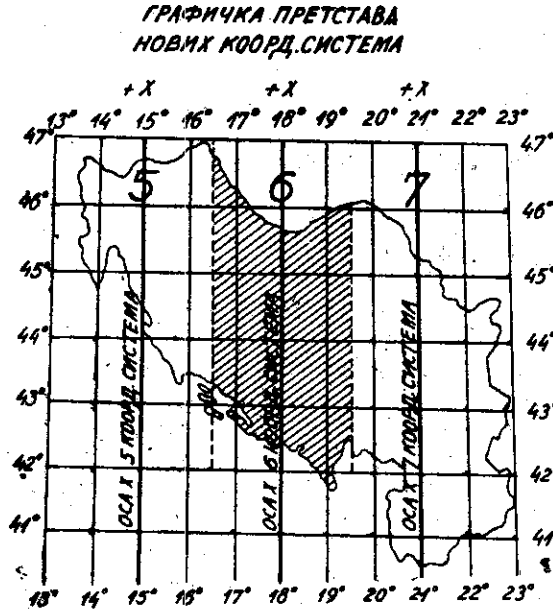
Сл. 197

Једним координатним системом може се обухватити само одређена површина Земље с разлога да не дође до превелике деформације између положаја тачака у природи, које су пречером обухваћене, и положаја тих тачака пренетих (пројецираних) на план (у равн) после извршеног пречера. Стога, кад се ради о пречеравању и изради планова веће површине земљишта где се кривина земљине површине узима у обзир, потребно је ту већу површину поделити на неколико мањих.

У ФНРЈ има више геодетских координатних система који се деле на нове и старе координатне системе. Код нових координатних система јединица за дужине је метар, а за површине  $m^2$ , а и  $ha$ ; код старих координатних система јединица за дужине је хват, а за површине кв. хват и кат. јутро.

## НОВИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

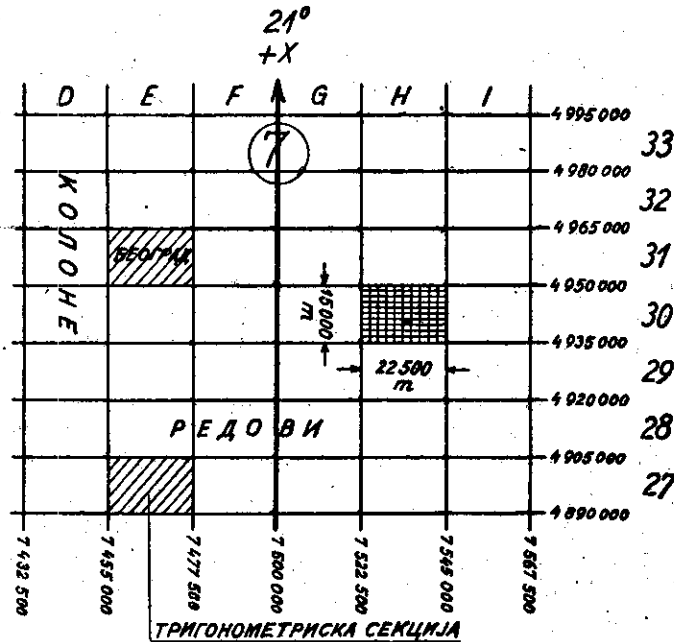
Цела територија ФНРЈ обухваћена је са три координатна система, сл. 198. Код ових система, географски меридијани  $15^{\circ}$ ,  $18^{\circ}$  и  $21^{\circ}$  источно



Сл. 198

од Гринича (тзв. главни меридијани) претстављају на пројекционим равнинама X-осе, а праве управне на њих у координатним почецима, претстављају Y-осе тих система. Почеци координатних система су пројекције тачака пресека меридијана  $15^{\circ}$ ,  $18^{\circ}$  и  $21^{\circ}$  са екватором. Ови су координатни системи означени бројевима 5, 6 и 7. Бројеви координатних система добијају се дељењем степени дужина главних меридијана са бројем 3, напр.  $15:3=5$ . Знаци координатних оса Y и X уписани су на сл. 196. Да би уочљивије била приказана површина коју може да обухвати један координатни систем, на сл. 198 шрафирана је површина коју захвата 6-ти координатни систем.

Кад се у сваком од ових координатних система повуку паралеле са Y-осом на растојању од  $15'000$  m (15 km), а са осом X на растојању



Сл. 199

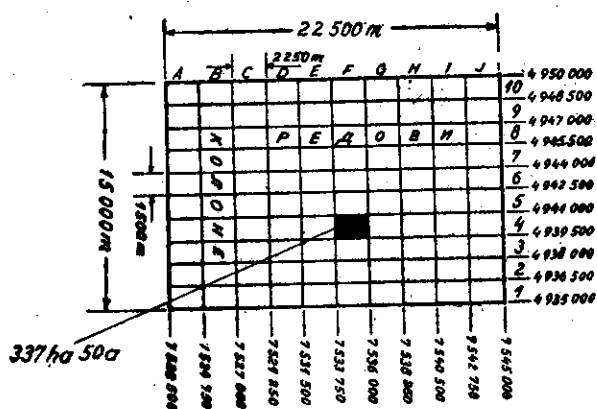
од 22 500 m (22,5 km), добијени правоугаоници претстављају *тригонометриске секције*, сл. 199. Положај сваке тригонометриске секције појединог координатног система одређен је колоном и редом у којима се секција налази. Колоне су означене словима А, В, С, D, Е итд., а редови бројевима 1, 2, 3, 4, . . . . 27, 28 итд. Тако на пример Београд се налази у 7-ом координатном систему у тригонометриској секцији која лежи у колони Е и реду 31. Површина тригонометриске секције износи . . .  $22\ 500\text{ m} \times 15\ 000\text{ m} = 337\ 500\ 000\text{ m}^2 = 33\ 750\text{ ha}$ .

Свака тригонометрирска секција подељена је на 10 колона (А, В, С . . . . Ј) и 10 редова (1, 2, 3, . . . . 10), сл. 200. На овај је начин добијено 100 листова (планова) *основне катастарске размере 1:2500*. То су листови (планови) *које ујошребљавамо у пракси*.

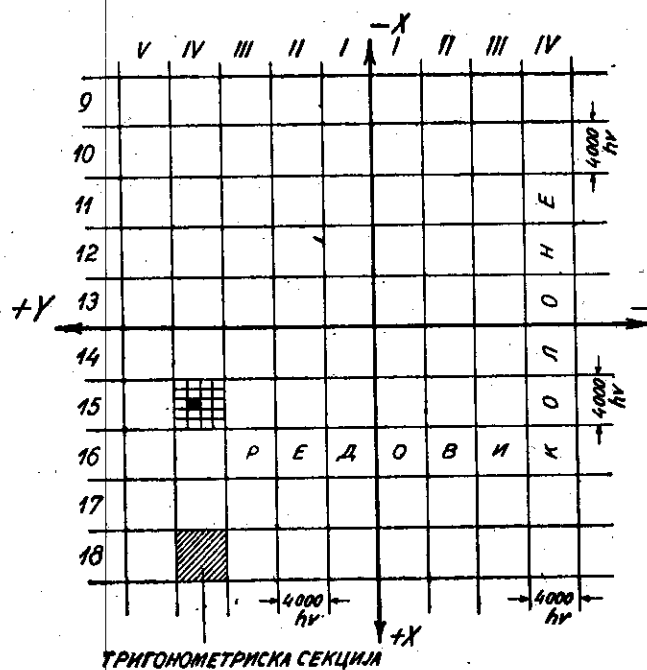
Површина листа износи . . .  $2250\text{ m} \times 1500\text{ m} = 337\text{ ha } 50\text{ a}$ .

У новом координатном систему досад су израђени катастарски планови премереног дела НР Србије (осим АП Војводине) и једног дела НР Македоније.

За израду основне државне карте у размери 1:5000 за целокупну територију ФНРЈ усвојени су нови координатни системи.



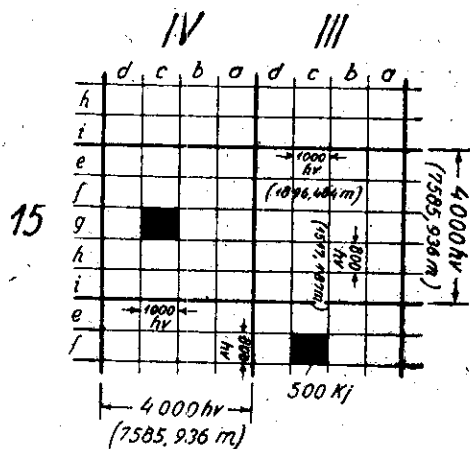
Сл. 200



Сл. 201

## СТАРИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

Ови координатни системи (сл. 197) обухватају територију НР Хрватске, НР Словеније, АП Војводине и мањи део НР Црне Горе. Називи координатних система узети су по тригонометрским тачкама које претстављају координатне почетке ових система. Тако напр. већи део НР Хрватске обухваћен је Иваничким системом<sup>41</sup> (сл. 201), а мањи део Будимпештанским.<sup>42</sup>



Сл. 202

Подела на тригонометриске секције приказана је на сл. 201 (паралеле са координатним осама положене су на једнаком растојању од 4000 хвати). Свака тригонометриска секција подељена је на 20 листова (катастарских планова), сл. 202. Површина једног листа износи 500 кв (1000 hv × 800 hv = 800 000 hv² = 500 кв, види таблицу 1). Планови су израђени у основној размери 1" : 40° (1 : 2880). У овим координатним системима, а у размери 1" : 40°, израђени су и катастарски планови АП Војводине (већим делом у Будимпештанском, а мањим делом у Иваничком координатном систему).

Тригонометриска тачка торањ цркве Св. Стевана у Бечу узета је као координатни почетак катастарског премера Далмације. Тригонометриска тачка Крим код Љубљане претставља координатни почетак катастарског премера Истре и већег дела НР Словеније. За мањи део НР Словеније узета је тригонометриска тачка Шекелберг (код Граца) као координатни почетак.

Подела на тригонометриске секције и катастарске планове извршеног премера Далмације, Истре и НР Словеније иста је као и код Иваничког и Будимпештанског система (сл. 201 и 202). Међутим, овде је јединица за дужине метар, а за површине m², а, ha, јер је извршено прерачунавање из кат. јутара и квадратних хвати у хектаре, аре и кв. метре.

Основна размера катастарских планова је 1 : 2880.

## ОСНОВНИ-ФУНДАМЕНТАЛНИ ЛИСТ

1	2	3	4	5	6	7	8
9	a	b	10	11	12		
		c	d				
	13		14		15		16

СЕКЦИЈЕ : 1, 2, 3, ..., 16

ЧЕТВРТИНЕ : a, b, c, d

ШЕСНАЕСТИНЕ : 1, 2, 3, 4

Сл. 203

<sup>41</sup> Торањ фрањевачке цркве у Клоштар-Иванићу (као тригонометриска тачка) претставља координатни почетак.

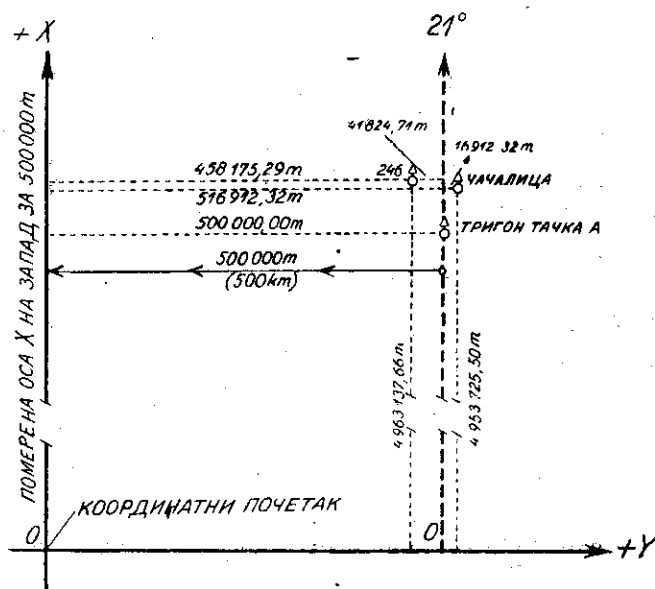
<sup>42</sup> Тригонометриска тачка Гелертеги у Будимпешти претставља координатни почетак.

На територији НР Босне и Херцеговине нема јединственог пројекционог система. Уместо тригонометриских секција овде су основни (фундаментални) листови. Фундаментални лист подељен је на 16 секција (сл. 203). Секција је подељена на 4 четвртине (a, b, c, d), а свака четвртина на 4 шеснаестине тако да један фундаментални лист има  $16 \times 4 \times 4 = 256$  шеснаестина. Шеснаестине тј. кат. планови, израђени су у размери 1 : 6250. Јединица за дужине је метар, а за површине дулуж ( $1000 \text{ m}^2$ ). Квалитет премера је слаб.

#### ПРАВОУГЛЕ КООРДИНАТЕ

Управно отстојање  $y_n$  произвољне тачке N од апсцисне осе јесте ордината, а управно отстојање  $x_n$  те тачке од ординатне осе јесте апсциса те тачке, сл. 196. За сваку тачку која је одређена у координатном систему познате су њене координате, тј. управна отстојања  $y$  и  $x$ . У метарском систему координате су изражене у метрима, а у хватном систему у хватима.

Из сл. 196 и 197 се види да координатне осе деле раван у 4 квадранта и да знаци координата  $y$  и  $x$  неке тачке зависе од квадранта у којем се та тачка налази. Тако напр. у Будимпештанском систему координате торња цркве у селу Бољевцима (у Срему) износе:  $y = -48\,836,85$ ;  $x = 161\,645,43$ , што значи да ова тачка лежи у IV квадранту и то  $48\,836,85 \text{ hv}$  источно од осе X и  $161\,645,43 \text{ hv}$  јужно од осе Y.



Сл. 204

Код нових координатних система (сл. 196 и 198) координате  $x$  свих тачака северно од осе Y имају знак + без обзира да ли тачке леже у првим или у четвртим квадрантима 5, 6 и 7 координатног система, тј. без обзира да ли се тачке налазе источно или западно од осе X наведених координатних система, сл. 196.

А како стоји са знацима координата у? Одговор који ћемо дати за 7-ми координатни систем у целисти важи и за 5-ти и 6-ти коор. систем. Према сл. 204 координате тачака које леже у I квадранту (источно од осе X) имају позитиван знак, а координате у тачака које се налазе западно од осе X (у IV квадранту) су негативног знака. Да би се избегао негативан знак, за изражавање координата у померена је оса X на запад паралелно самој себи за 500 000 m. На овај начин координате у свих тачака имају позитиван знак. Из овога произлази да су координате у тачака које леже западно од 21 меридијана мање од 500 000 m (сл. 204, тачка 246), а координате у тачака које леже источно од тог меридијана да су веће од 500 000 m (тачка Чачалица). Координате у свих тачака које се налазе на 21 меридијану износе +500 000,00 m уместо +0,00 m (тачка А, сл. 204).

Ради бољег објашњења наводимо следећи пример.

Координате кубета једне веће зграде у Београду (тачка 246) износе:  $y = +458\,175,29$  m;  $x = +4\,963\,137,66$  m. Ово значи да се та тачка налази западно од 21 меридијана за  $41\,824,71$  m =  $500\,000,00$  m –  $458\,175,29$  m, и  $4\,963\,137,66$  m северно од осе Y (екватора) сл. 204.

Да би се знало да тригонометриска тачка 246 лежи у 7-мом координатном систему, испред координате у уписује се цифра 7 тако да координата у те тачке износи: + 7 458 175,29.

По координатама тригонометриске тачке Чачалица ( $y = 7\,516\,912,32$ ;  $x = 4\,953\,725,50$ ) види се да се и ова тачка налази у 7-мом координатном систему и то  $16\,912,32$  m источно од 21 меридијана и  $4\,953\,725,50$  m северно од екватора.

У новим координатним системима вредности координата или се исписују потпуно или непотпуно, те се у том погледу координате могу да поделе на потпуне и на непотпуне. Тако напр. потпуне координате тригонометриске тачке 246 износе:  $y = +7\,458\,175,29$ ;  $x = +4\,963\,137,66$ , а непотпуне:  $y = +58\,175,29$ ;  $x = +63\,137,66$ . Непотпуно исписивање координата примењује се на пример за све тачке атара једног села кад се цело атар налази било источно, било западно од главног меридијана ( $15^\circ$ ,  $18^\circ$ ,  $21^\circ$ ). Ово важи и за координате једног и неколико срезова.

Деветични остаци већином се односе на непотпуне координате.

По начину на који се долази до координата, оне се могу да поделе у три групе:

а) координате добијене помоћу података мерења на терену и срачунавању у бироу;

б) координате добијене даљим срачунавањем помоћу координата наведених под а), дакле без теренских података (тзв. рачунске координате);

в) координате добијене мерењем дужи на плановима, тзв. графичке координате.

*Координате које на први поглед чине уписак безначајних бројева јесу драгоцени подаци. Њих можемо врло корисно да употребимо у многим инжењерским радовима, а нарочито код уређења атара, што је у најкраћем показано у шом поглављу.*



## ПРОИЗВОЉНИ ПРАВОУГЛИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

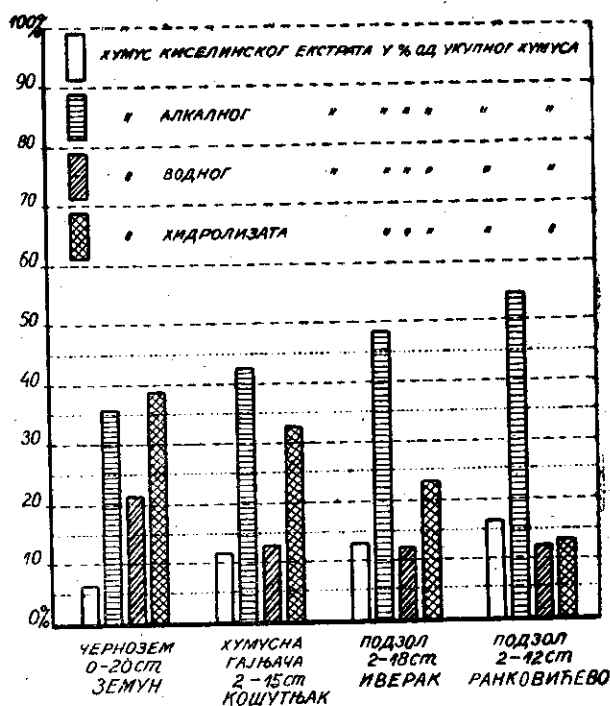
У раду агронома много већу примену од геодетских координатних система имају тзв. произвољни правоугли координатни системи који се употребљавају при изради разних графикана, дијаграма и слично. Бићна разлика између ових координатних система и координатних система примењених у геодезији лежи у томе што код произвољних координатних система сами одређујемо координатни почетак и што координате претстављају разноимене величине приказане у различитим размерама. Навешћемо неколико примера.

**Слика 205.** — На овој су слици графички приказани резултати испитивање квалитета хумуса<sup>48</sup> за чернозем у Земуну (дубина 0 до 20 cm), затим за хумусну гајњачу у Кошутњаку (дубина 2–15 cm) и подзоле у Иверку и Ранковићеву. Из графичког приказа, осим разнолике заступљености појединих квалитета хумуса у сваком земљишту, види се да је напр. хумус алкалног екстракта у сталном и бржем порасту него хумус киселинског екстракта почев од профила у Земуну до профила у Ранковићеву, а да је хумус хидролизата у нагом опадању итд.

**Слика 206.** — Кад се у правцу осе  $Y$  нанесе трајање вегетационе периоде за извесну биљку, а у правцу осе  $X$  количине воде које се у току вегетације испаре кроз надземне органе биљке, добија се графички приказ потрошње воде (транспирација) од стране биљке.

У исти графикон могу да се уцртају и количине воде које се испаре са површине земљишта, као и укупне количине испаравања.

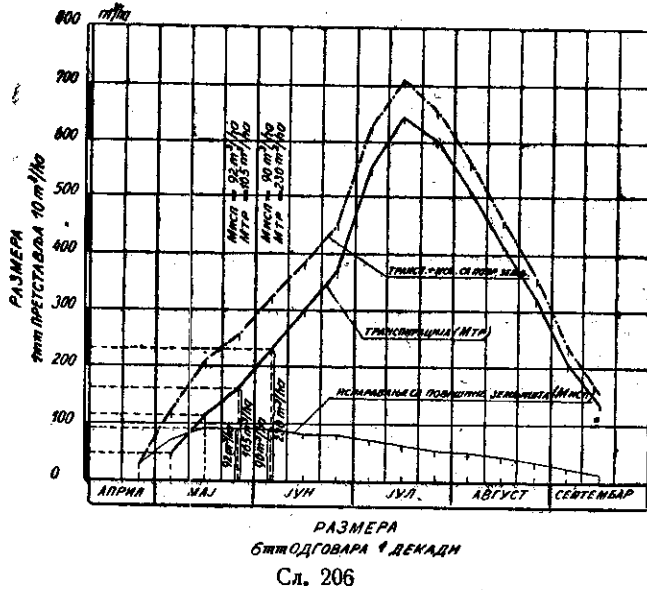
Из овог графичког приказа се види да координате у правцу осе  $Y$  претстављају временске размаке у декадама (декада = 10 дана), а координате у правцу осе  $X$  количину воде у  $m^3$  по 1 ha. Количина воде може се изразити и у процентима од целокупне количине воде по 1 ha. Напомиње се да се при изради графикона за доношење координата  $x$  (количина воде) узимају вредности координата у у средини декаде.



Сл. 205

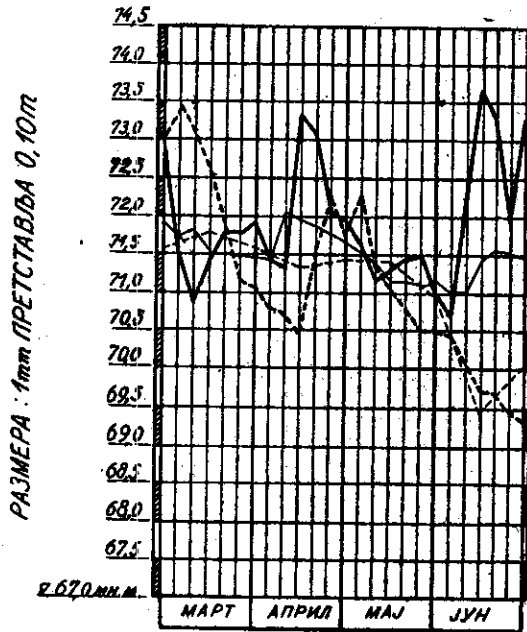
<sup>48</sup> Према подацима Ing. Милована Богдановића.

Слика 207. — На овој слици цртежом су приказана колебања нивоа воде у р. Сави и у бунару бр. 35 код села Бољеваца (Срем) у марту, априлу, мају и јуну 1948 и 1950 г.



Бунар се налази у заштићеном терену (иза одбранбеног насипа) око 300 m од обале р. Саве. Координате у правцу осе  $Y$  претстављају временске размаке у декадама, а координате у правцу осе  $X$  надморске висине површине воде у р. Сави и у бунару. На слици су дате мере за координате и објашњење за водостаје.

Кад пажљиво пратимо изломљену линију која претставља промену водостаја р. Саве од 1/III - 30/VI 1948, видимо да је у том раздобљу ниво воде р. Саве био највиши средином јуна (нешто изнад 73,5 m н. м.), а најнижи почетком јуна (око 70,7 m н.м.), дакле у размаку од свега 10 дана. Затим видимо да је у истом раздобљу и за исту годину највиши ниво воде у бунару био 10/IV, а најнижи између 5 и 10/VI (71 m н.м.), тј. у размаку од 55 дана. Разлика између највишег и најнижег водостаја у р. Сави (између 1/III и 30/VI 1948) износила је око 2,8 m, а у бунару око 1 m. Колебања нивоа у 1950 г. приказана су црткастим линијама.



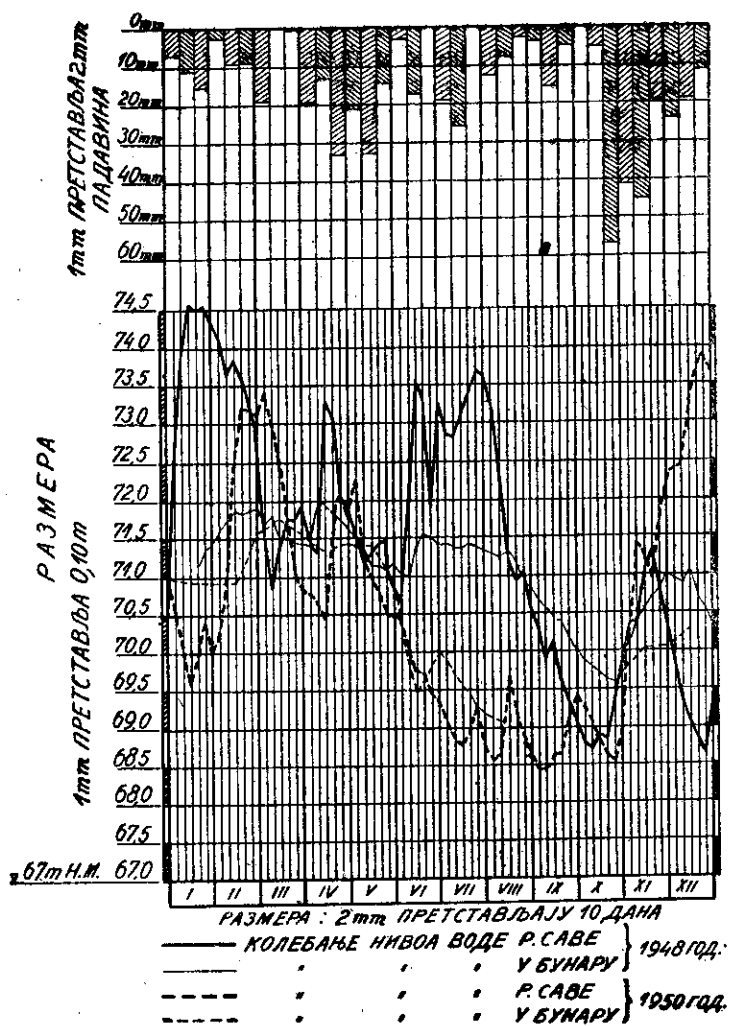
РАЗМЕРА : 4mm ПРЕТСТАВЉАЈУ 10 ДАНА

—	КОЛЕБАЊЕ НИВОА ВОДЕ Р. САВЕ	} 1948 ГОД.
- - -	У БУНАРУ	
—	Р. САВЕ	} 1950 ГОД.
- - -	У БУНАРУ	

Сл. 207

У даља разматрања графикана овде се не можемо да упуштамо. Наводимо само толико да се, између осталог, *чишњем графикона* добија прегледнија и уочљивија слика о колебању нивоа воде у р. Сави и у бунару и њиховом међусобном односу, него кад би пред нама била само таблица са уписаним надморским висинама приказаних колебања.

**Слика 208.** – Ова слика приказује колебања водостаја у р. Сави и у бунару бр. 35 (код Бољеваца) за *целу* 1948 и 1950 г. Приказани графикон се теже чита него графикон на сл. 207 с разлога што је овде размера за декаде ситнија. У овом графикону су дате и висине падавина за 1950 г. и то по декадама.



Сл. 208

Наводимо још један пример али без слике.

Кад бисмо у правцу осе X нанели дубине појединих слојева земљишта изражене у ст (у изабраној размери) до којих дойре коренов систем

једне биљке, а у правцу осе  $Y$  количину коренове масе  $\bar{m}$  биљке (у изабраној размери) изражену у процентиима тежине целокућне коренове масе, добили бисмо графички приказ распрострањености кореновог система по дубини за ту биљку. На истом цртежу ово бисмо могли учинити и за неку другу биљку, евентуално и за трећу. На овај начин добили бисмо врло прегледне и за упоређење врло уочљиве графичке приказе распрострањености кореновог система за три различите биљке.

Наведени примери спадају у једноставнија графичка приказивања. Ако су графичка приказивања сложенија, даје им се легенда за употребљене знаке, а према потреби уносе се и подаци у бројевима.

Добро смишљеним графичким приказом (у произвољном координатном систему) често се у знатној мери доприноси јасноћи, прегледности и бољем разумевању излаганог градива и поред података датих у таблицама с објашњењем у тексту.

## VIII. ТРИГОНОМЕТРИСКА, ПОЛИГОНСКА И ЛИНИСКА МРЕЖА

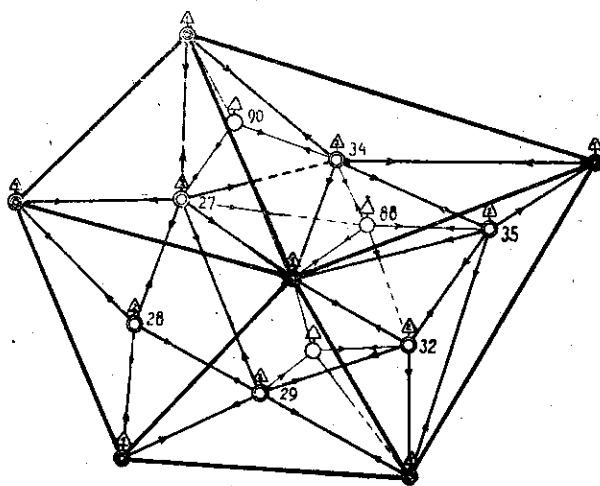
### ТРИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА

Геодетски радови изводе се по правилу „од већег ка мањем“. Ово значи да се од радова већег обима и веће тачности прелази на радове мањег обима и мање тачности. Једино се на овај начин постиже непрекидна целина и жељена тачност у раду и избегава нагомилавање неминовних грешака које смањују тачност резултата мерења.

Код премеравања већих површина Земље полази се од основних или главних шачака које по међусобном положају чине низ троуглова распоређених у облику мреже, сл. 209.

Међусобни положај темена троуглова, тј. положај главних тачака, изражен координатама, одређује се по правилима тригонометрије, па се стога главне тачке називају и тригонометриским тачкама. Отстојања између главних тачака износе просечно око 30 km. Према томе премеравање атара неког села не може се извршити само са главних тачака због превелике удаљености тих тачака од објеката снимања (путева, железничких пруга, потока, граница различитих култура итд.).

Да би наведена удаљеност била смањена, између главних шачака шј. тригонометрских шачака 1-ог реда, умећу се тригонометриске тачке 2-ог реда на отстојању од 9 до 25 km. И ове тачке по међусобном положају чине мрежу троуглова (сл. 209). Међутим, и при оваквој густини тригонометрских тачака удаљеност ових тачака од



- ▲ ТРИГ. ТАЧКА I РЕДА
- ТРИГ. ТАЧКА II РЕДА
- ТРИГ. ТАЧКА III РЕДА

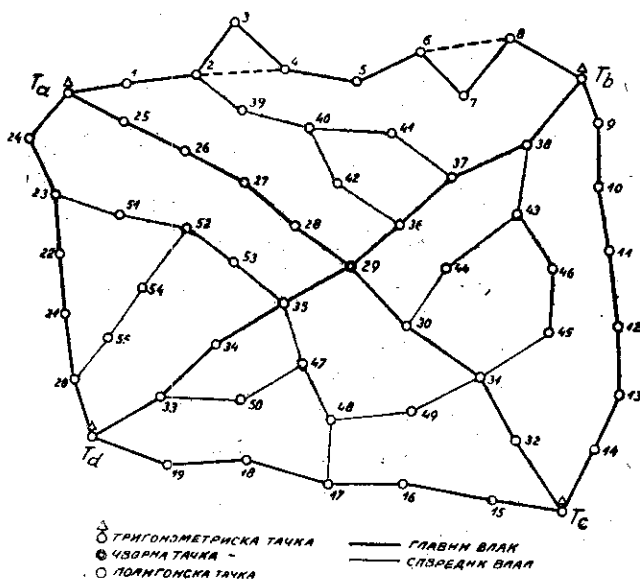
Сл. 209

објекта за снимање је превелика. Да би се постигла већа густина тригонометријских тачака, тј. да бисмо се са тригонометријским тачкама нешто више приближили детаљу који треба да се сними, наставља се уметање нових тригонометријских тачака. Између тачака 2-ог реда умећу се тачке 3-ег реда (на отстојању 3 до 13 km), а између тачака 3-ег, 2-ог и 1-ог реда умећу се тачке 4-ог реда (на отстојању 1 до 3 km). Даље уметање тригонометријских тачака се не врши.

Кад бисмо нацртали мрежу тригонометријских тачака, видели бисмо да се и поред довољне густине тригонометријских тачака са њих може снимити незнатан део детаља од оног који је обухваћен тригонометријском мрежом, и то само онај детаљ који се налази у близини појединих тригонометријских тачака.<sup>44</sup> Према томе, густина тригонометријских тачака није довољна ни за снимање (премеравање) границе атара неког села, а камо ли за снимање граничних линија воћњака, винограда, ливада, затим потока, путева, дворишта, станбених и других зграда итд.

### ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Да би се постигла она густина тачака и линија која је довољна за снимање већине детаља, између тригонометријских тачака умећу се нове, полигонске тачке, сл. 210. Међусобни положај полигонских тачака



Сл. 210

као и њихов положај према тригонометријским тачкама тачно је одређен. Уметањем полигонских тачака приближили смо се већини детаља на ону удаљеност са које се снимање може да изврши.

Полигонске тачке непосредно уметнуте између тригонометријских тачака чине главне полигонске влаке. Полигонске тачке уметнуте између тригонометријских и полигонских тачака, као и полигонске тачке уметнуте између двеју полигонских тачака, чине споредне полигонске

влаке, сл. 210. Полигонска тачка у којој се састају три и више полигонских влакова који долазе од тригонометријских тачака, назива се чворном тачком, сл. 210. Власти који се састају у чворној тачки, као и власти између двеју чворних тачака, спадају у главне полигонске влаке.

Сви полигонски влаци (главни и споредни) чине полигонску мрежу.

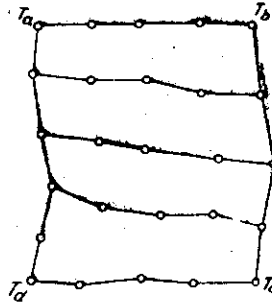
<sup>44</sup> Дужина ординате износи највише 50 m, а при снимању помоћу тахиметра дужина визиуре не треба да пређе 130 m.

Полигонски влаци нумеришу се оним редом по којем ће се рачунати координате полигонских тачака, односно по којем реду се могу картирати на план полигонске тачке само на основу углова и страна. Сваки влак добија свој број. Прво се нумеришу главни влаци, а затим споредни.

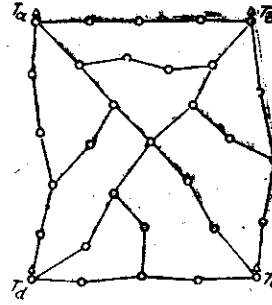
При развијању полигонске мреже потребно је имати у виду следеће:

а) Главни полигонски влаци по могућности треба да образују троуглове, сл. 211 и 212. Према томе полигонска мрежа приказана на сл. 212 боља је од мреже приказане на сл. 211.

б) Потребно је да полигонски влаци буду што више разеучени, тј. да полигонске тачке влака што мање отстапају од правих које спајају почетне и завршне тачке влакова. Уколико се, ово не може остварити, развија се изломљени влак. При срачуивању координата, односно картирању појединих тачака и без координата на основу измерених углова и страна, уместо изломљеног влака, треба узети у рад испружени влак. Тако напр. у влаку од  $T_a$  до  $T_b$  (сл. 210) прво се израчунају координате односно картирају тачке испруженог влака  $T_a-1-2-4-5-6-8-T_b$ , а затим долазе на ред полигонске тачке 3 и 7.

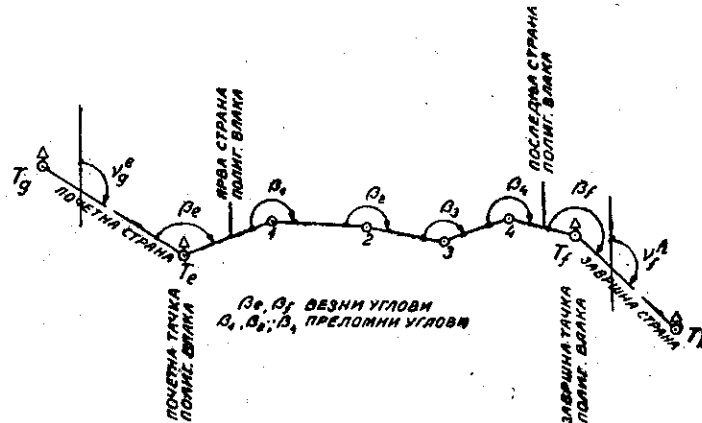


Сл. 211



Сл. 212

а) Дужине страна у полигонском влаку треба да су подједнаке и да се крећу око 250 m. Треба избегавати стране краће од 100 m и дужице од 300 m. Нарочито треба пазити да после кратке стране (напр. 80 m) не дође несразмерно дужа страна (напр. 240 m) тако да се дужине двеју суседних страна не разликују више него за двоструко.



Сл. 213

г) Места за стабилизацију (постављање) полигонских тачака по могућности треба тако одабрати да се углови могу измерити с потребном тачношћу, тј. да се са тачке на којој је постављен инструмент може визирати што ближе земљи на значке постављене на претходној и наредној полигонској тачки.

Да би положај полигонских тачака био што тачније одређен, поред изложеног под а), б), в) и г), треба обратити пажњу на мерење дужина полигонских страна, затим на сигнализацију тачака, центражање инструмента, визирање и читање на поделни лимбусу при мерењу аезних и преломних углова. За рачунање координата полигонских тачака једног влака треба да познајемо нагиба (дирекционе углове) почетне и завршне страна<sup>45</sup>, координате почетне и завршне тачке влака, везне и преломне углове и дужине страна, сл. 213.

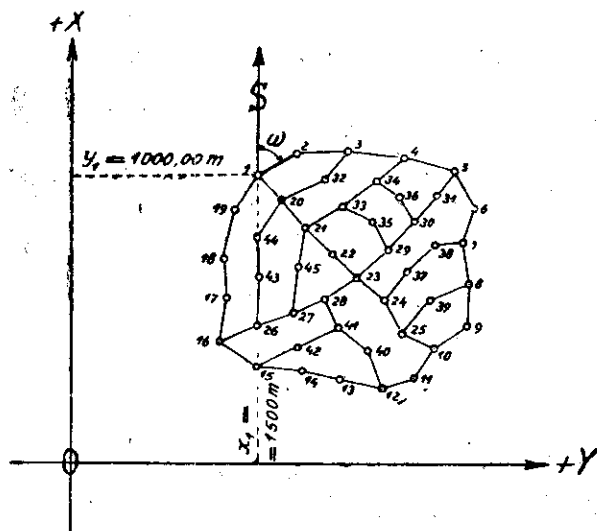
<sup>45</sup> Види углове  $v_g^e$  и  $v_k^h$  на сл. 213.

## САМОСТАЛНА ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Полигонска мрежа која је развијена не ослањајући се на тригонометријске тачке државног премера назива се самосталном полигонском мрежом. До развијања овакве полигонске мреже долази понајчешће у случају кад се ради о премеру мањих површина (до 150 ha) у крајевима где је постојећа мрежа тригонометријских тачака доста ретка. Ређа тригонометријска мрежа јавља се тамо где су белеге раније постављених и одређених тригонометријских тачака уништене као и тамо где још није дошло до развијања густе мреже тригонометријских тачака.

Осим премера за израду ситуационих, педолошких и агрохемиских планова, самостална полигонска мрежа развија се у циљу оснивања већих парцела за огледе, већих винограда и воћњака, заштим мањих одводњавања и наводњавања и слично.

Самосталну полигонску мрежу сачињава основни полигонски влак. Овакав влак почиње и завршава на истој тачки, сл. 214. Затворени



Сл. 214

полигонски влак положен је приближно по граници земљишта које треба да се сними. И у овом случају се развијају унутрашњи (споредни) влаци, уметнути између тачака основног влака ради приближавања детаљу који треба да се сними или обрнуто да се пројектом предвиђено стање пренесе на терен.

Унутрашње полигонске влаке у већини случајева развијамо тако да се једна полигонска тачка тих влакова може одредити као чворна тачка (сл. 214, тачка 23).

Углове и стране основног полигонског влака треба измерити што тачније. У случају кад је потребно израчунати координате тачака основног влака, углови се мере у два гируса. Ово се мерење састоји у следећем. После мерења у два положаја дурбина, отпусти се спирално перо. Доњи део инструмента се окрене по глави статива за око  $90^\circ$ . Затим се оса алхидаде доведе у вертикалан положај, контролише и евентуално поправи центрисање инструмента и поново доведе осу алхидаде у вертикалан положај. Притегне се спирално перо и поново се изврши мерење угла у два положаја дурбина. За коначну величину угла узима се аритметичка средина из свих мерења. Ако се мерење врши репетиционим тахиметром, после мерења у два положаја дурбина, отпусти се притезач лимбуса (завртањ 22, сл. 189). Притезач алхидаде је притегнут. Затим се лимбус заједно са горњим делом инструмента окрене за око  $90^\circ$ . Притезач лимбуса се притегне и настави се мерење угла.



Ради оријентације целокупне полигонске мреже треба на једној полигонској тачки основног влака одредити угао за који је потребно око изабране тачке полигонског влака окренути (у смеру кретања казаљки на сату) праву повучену кроз изабрану тачку у правцу севера<sup>46</sup> да заузме положај одређене стране полигонског влака (напр. угао  $\omega$ , сл. 214)<sup>74</sup>.

Кад се ради о рачунању координата полигонских тачака, положај осе X и осе Y самосталног координатног система треба тако изабрати да све полигонске тачке буду у једном квадранту (напр. у I квадранту).

У самостални полигонски влак се убраја и онај код којег су за почетну и завршну тачку узете уочљиве тачке на терену, напр. тачке у којима се међа нагло ломи и слично. Овакве се тачке лако проналазе на плану. Њихов положај на терену углавном одговара стању на плану\*.

#### КАРТИРАЊЕ ПОЛИГОНСКИХ ТАЧАКА

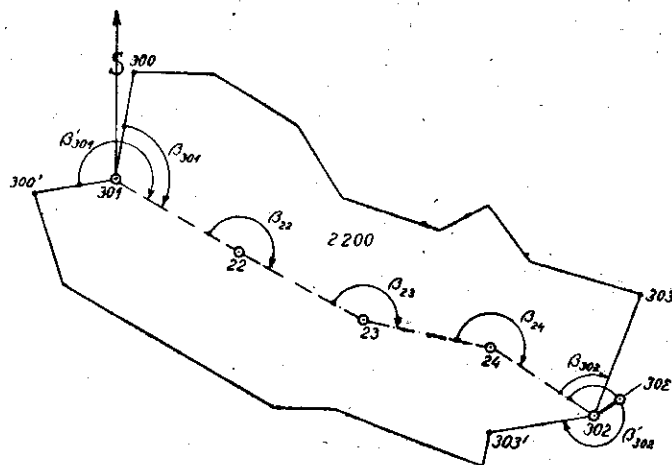
Наношење полигонских тачака на план (картирање) може да се врши помоћу координатографа, као и помоћу лењира, троуглова за цртање и угломера (транспортера).

Координатографи (справе за картирање) се употребљавају у случају кад су познате координате полигонских тачака.

Овде ћемо украјко описати начин картирања кад нису израчунаше координате полигонских тачака, тј. случај који се јавља у пракси агронома.

За картирање појединих полигонских тачака без координата потребно је да на плану имамо нацртану почетну и завршну страну влака и да знамо дужине полигонских страна, везне и преломне углове.

Остали рад објаснићемо у следећем примеру, сл. 215 и 216.



Сл. 215

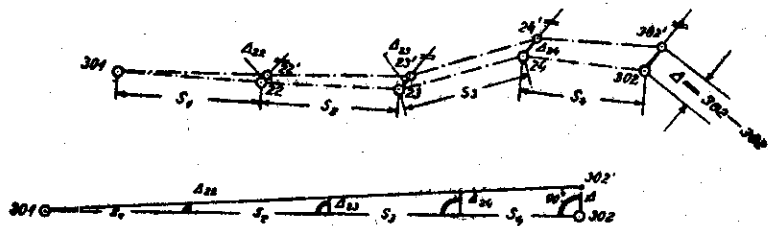
<sup>46</sup> Овај се правац приближно може одредити помоћу бусоле или помоћу сунца и сата како је то показано у градиву о картама.

<sup>47</sup> Ако би права повучена кроз тачку 1 била паралелна с осом X координатног система, угао  $\omega$  био би једнак нагибу  $v_1^2$  стране 1—2.

\* Пре развијања полигонског влака потребно је одмерањем од најближих карактеристичних тачака проверити да ли положај почетне и завршне тачке влака на терену одговара оном на плану и, ако не одговара, да ли констатовану разлику можемо допустити имајући у виду сврху рада и тачност коју желимо да постигнемо.

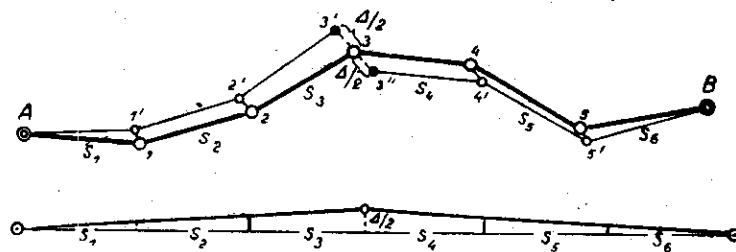
За снимање педолошких профила ископаних на Парцели бр. 2200 (која заузима већу површину) развијен је и самостални полигонски влак од граничне тачке 301 до граничне тачке 302. За почетну и завршну страну полигонског влака узете су стране 300-301 и 302-303. При картирању полигонских тачака, пошли смо од почетне тачке 301 полигонског влака, почетне стране 300-301 и везног угла  $\beta_{301}$ .

Помоћу транспортера нанесемо угао  $\beta_{301}$  и повучемо линију која са почетном страном затвара угао  $\beta_{301}$ . У размери плана, на повученој линији, одредимо полигонску тачку 22 према дужини стране 301-22. Рад настављамо све до завршне тачке 302.



Сл. 216

У случају да се завршна тачка добијена картирањем не слаже с тачком 302 која је на плану учртана, поделу отступања извешћемо на начин показан на сл. 216. Претпоставимо да смо картирањем добили ове тачке: 22', 23' и 24'. Отступање  $\Delta$  поделићемо пропорционално дужицима страна ( $s_1 \dots s_4$ ) како је показано на сл. 216. Кроз тачке 24', 23' и 22' повући ћемо линије паралелне са линијом 302'-302. На овим линијама, почев од тачака 24', 23' и 22', нанећемо одговарајућа отступања ( $\Delta_{24}$ ,  $\Delta_{23}$  и  $\Delta_{22}$ ) и тако ћемо помицањем тачака 24', 23' и 22' добити тачан положај полигонских тачака 24, 23 и 22.



Сл. 217

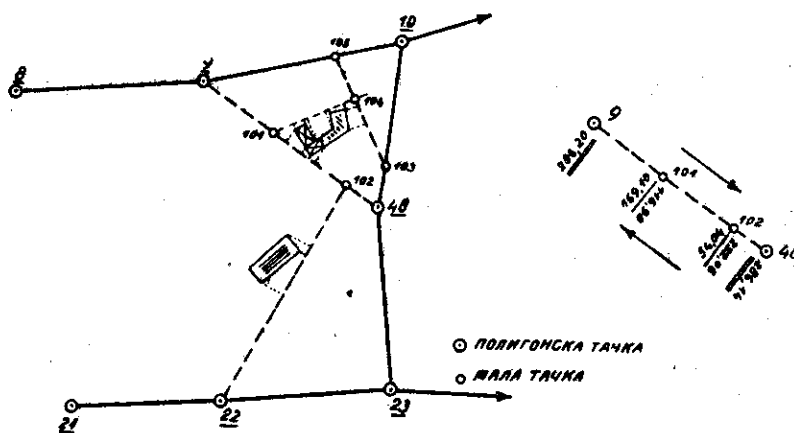
Код дужих полигонских влакова препоручује се картирање са почетне тачке према завршној и обратно, приближно до средине влака, сл. 217. На овај начин добијамо два положаја тачке 3, тј. тачке 3' и 3''. Начин поделе отступања и помицање тачака 1', 2', 3', 4' и 5' показан је на сл. 217.

Показани начин картирања полигонских тачака и подела отступања примењује се и код основног влака (затвореног) и код унутрашњих

влакова. Овај се начин може употребити и за картирање полигонског влака развијеног између двеју тригонометриских тачака у случају кад нису биле израчунате координате полигонских тачака.

### ЛИНИСКА МРЕЖА

У случају кад са полигонске мреже нисмо у могућности да снимимо све тачке детаља, између тригонометриских и полигонских тачака умећемо и низ нових тачака односно линија са којих можемо да снимимо гушћи и теже приступачни детаљ (насеље и слично). Овако уметнуте тачке називају се мале тачке, а мрежа линија добијена на овај начин, назива се линиска мрежа, сл. 218.



Сл. 218

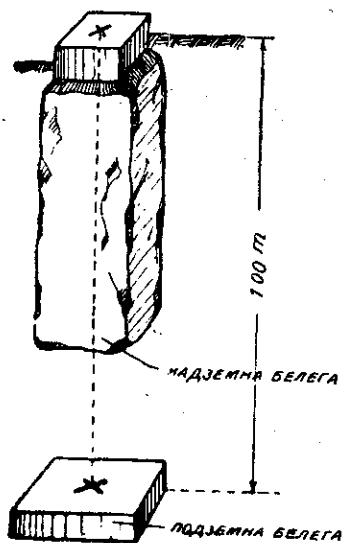
Из сл. 218 се види да се мале тачке картирају само на основу мерених дужина. Тако напр. малу тачку 101 картирали бисмо на отстојању 117,0 m од полигонске тачке 9 и то на правој у правцу полигонске тачке 48.

Излагање о тригонометриској, полигонској и линиској мрежи показују да тригонометриска мрежа не служи за непосредно снимање детаља, него за развијање полигонске и линиске мреже, шј. оних мрежа са којих се баш и врши снимање детаља.

### ТРИГОНОМЕТРИСКЕ, ПОЛИГОНСКЕ И МАЛЕ ТАЧКЕ

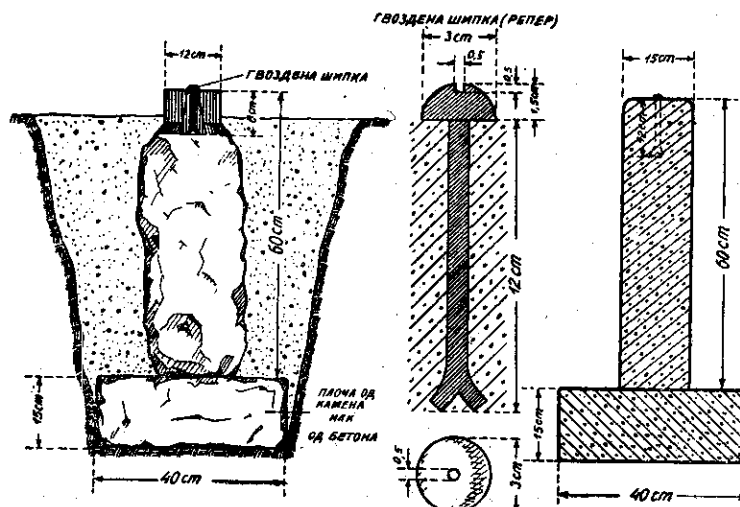
**Тригонометриске тачке.** — Ове се тачке употребљавају код премеравања у циљу израде планова и карата, затим код премера потребног при пројектовању и грађењу различитих објеката (путева, водојажа, канала итд.) као и у циљу уређења атара, шума и слично. Како се види, примена тригонометриских тачака је многострука. И одређивање међусобног положаја тих тачака скопчано је са обимним радовима на терену и у бироу. Све ово указује на то да тригонометриске тачке треба да буду очуване кроз дуги низ година.

Да би тригонометриске тачке могле да буду што дуже очуване, на терену их обележавамо (стабилизујемо) белегама израђеним од трајног материјала (камена, армираног бетона). На сл. 219 приказан је старији начин обележавања. У новије време уместо једне употребљавају се две подземне белеге, једна на већој, а друга на мањој дубини. При обележавању по могућности треба изабрати она места на терену на којима надземна белега неће сметати саобраћају, обрађивању земљишта и слично. Међутим, приликом уређења атара, углавном због промене старе мреже путева, надземне белеге неких тригонометриских тачака, које су раније биле незапажене, сада постају сметња обрађивању. У таквом случају потребно је преиначити постојећа обележавања и извршити нова одмерања.<sup>48</sup> У оваквим и сличним случајевима најбоље је обрађивати се најближој катастарској секцији. Напомиње се да белега може уједно да служи и као нивелмански репер тј. тачка чија је надморска висина врло тачно одређена<sup>49</sup> (сл. 220, 221 и 222).



Сл. 219

Свака тригонометриска тачка има број који се уписује у скице, планове и у све обрасце где се јављају тригонометриске тачке.



Сл. 220

Сл. 221

Сл. 222

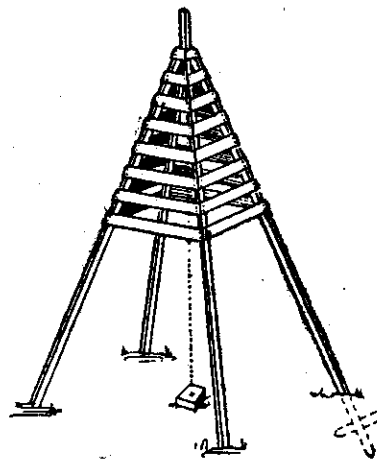
<sup>48</sup> Ради лакшег проналажења белеге, измере се отстојања од белеге до оближњих сталних објеката, прелома међа и слично. Подаци одмерања уписују се у обрасце (формуларе) предвиђене за ову сврху.

<sup>49</sup> Слике 220 и 222 приказују белеге полигонских тачака које служе и као нивелмански репери.

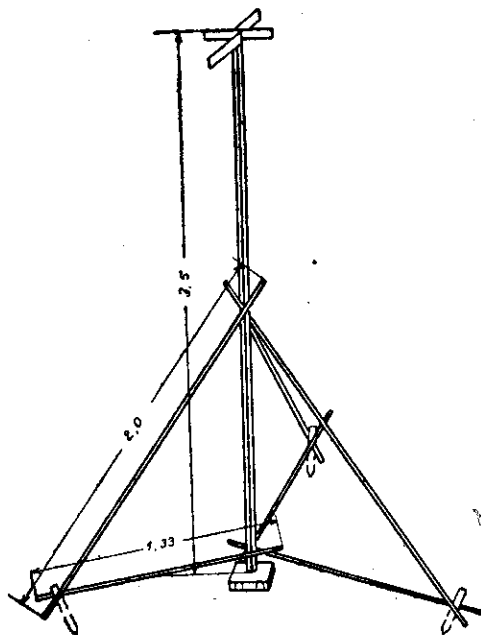
На тачкама 1-ог, 2-ог и 3-ег реда постављају се пирамиде различитих димензија (мања пирамида приказана је на сл. 223). Неке тачке 3-ег реда и тачке 4-ог реда сигналишу се на начин показан на сл. 224.

**Полигонске тачке.** — Помоћу полигонских тачака, добро распоређених, добија се довољно густа мрежа за снимање детаља (потока, путева, граница култура, граница појединих типова земљишта итд.).

Међушим, снимањем дешаља није завршена примена полигонских тачака. Ове се тачке могу врло корисно да употребе напр. за преношење на шере онот сјања које је шека пројекциом на плану предвиђено. Тако напр. на плану је израђен пројект нове путне мреже неког атара којим се предвиђа напуштање већине старих, на терену постојећих пољских путева, и оснивање нових пољских путева. Исто тако и при подизању већих винограда и воћњака, помоћу полигонских тачака могу се осим пројекта путне мреже пренети и предвиђена пројектована темена већих троуглова, квадрата и правоугаоника. И код преношења са плана на терен пројектом предвиђених објеката економских дворишта пољопривредних добара, полигонске тачке послужиће као главне тачке. У теренима са мање изразитим микрорељефом, канали за исушивање и наводњавање могу да се пројектују на плановима



Сл. 223



Сл. 224

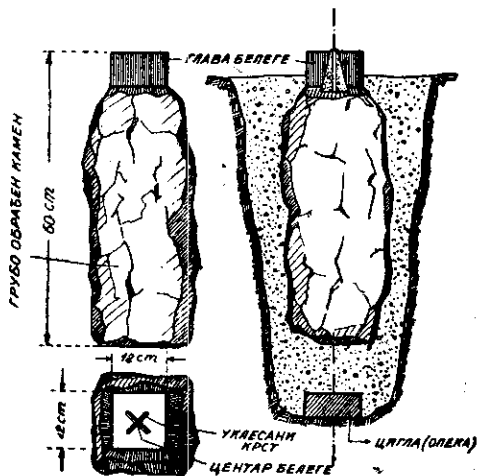
са изохипсама<sup>60</sup>. За преношење траса ових канала на терен, тј. за означавање места где ће се радити ови канали, користи се полигонска мрежа.

Код оваквих радова полигонске тачке су веза између шере на и плана. Наиме, полигонске тачке су на шереу обележене и тачно се зна где се оне налазе, а осим тога оне су координатама одређене и уцртане су на плану на којем је пројект израђен. Према томе кад на плану знамо међусобни положај пројектованих објеката и полигонских тачака (односно полигонских страна) у могућности смо помоћу полигонске мреже да и на терену тачно означимо положај пројектованих објеката. Начин на који се преноси стање са плана на терен биће доцније објашњен.

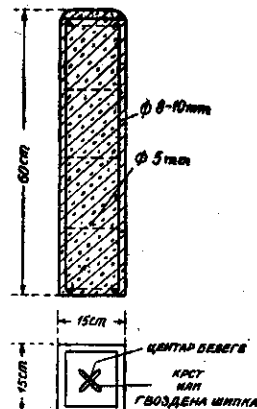
И полигонске тачке се обележавају белегама од трај-

<sup>60</sup> Изохипса је zamiшљена крива линија која спаја тачке исте надморске висине

ног материјала. На сл. 225 приказана је белега од природног камена, а на сл. 226 од армираног бетона. Центар надземне и подземне белеге налази се у истој вертикали. За подземну белегу може се употребити и полутача добро печене цигле. На сл. 227 показано је обележавање помоћу цеви и плочице од печене земље.

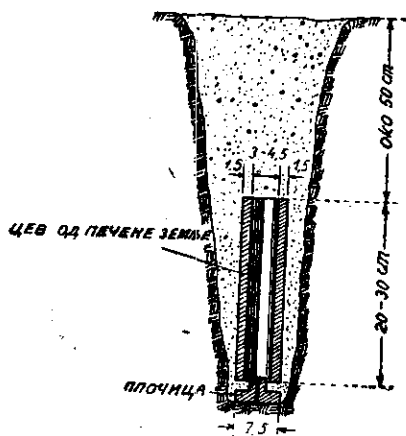


Сл. 225



Сл. 226

Битна разлика између обележавања приказаног на сл. 225 и на сл. 227 лежи у томе што обележавање помоћу цеви и плочица од печене земље не смећа обрађивању земљишта.



Сл. 227

Ово треба имати у виду при развијању полигонске мреже уопште, а нарочито код радова на уређењу атара где често стара путна мрежа и поштоно ишчезава. Уместо старе путне мреже оснива се нова која се по положају не слаже са старом. На овај начин надземне белеге полигонских тачака на напуштеним путевима, ако се благовремено не замене цевима, бивају повишене (понајчешће од стране пољопривредника). Стога се обележавање, како је приказано на сл. 225 и 226, може применити само у случају ако белеге не сметају саобраћају, обрађивању земљишта и слично. Ово нарочито важи за белеге које служе и као нивелмански репери (сл. 220 и 222).

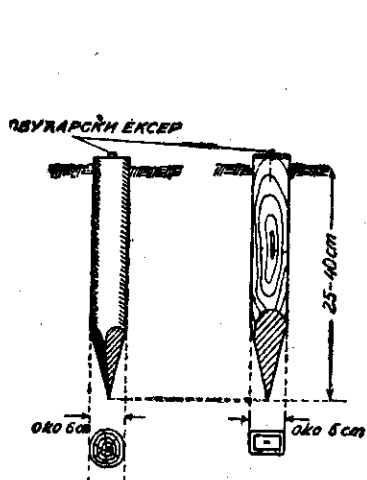
Начин на који се могу пронаћи подземне белеге полигонских тачака стабилованих помоћу цеви и без података одмерања описан је у XV поглављу.

При премеравању привременог карактера, за обележавање полигонских тачака употребљава се коље (сл. 228).

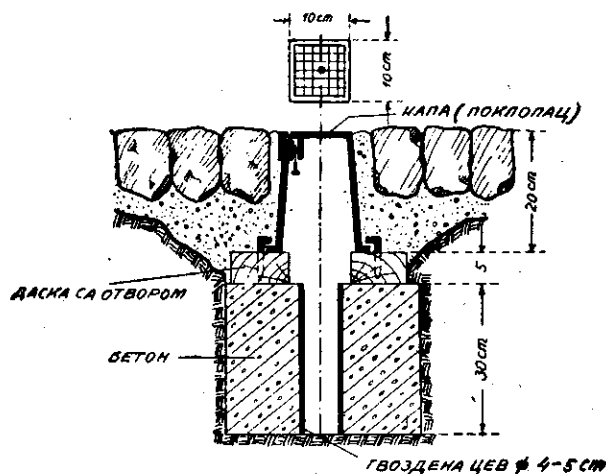
Један од начина обележавања полигонских тачака у градовима показан је на сл. 229.

Полигонске тачке се нумеришу по катастарским општинама.

За сваку полигонску тачку се саставља опис положаја о извршеној стабилизацији.



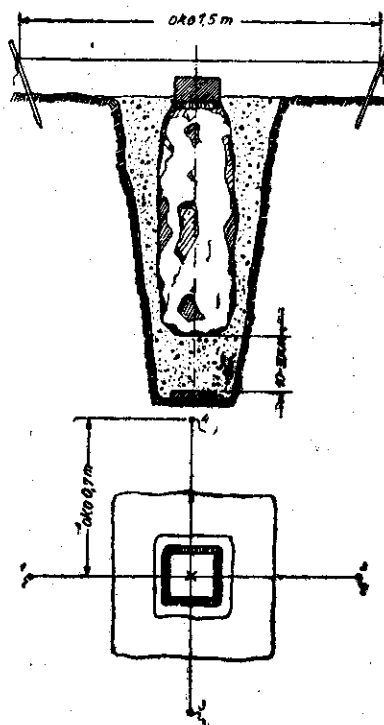
Сл. 228



Сл. 229

Радије је споменуто да се центар надземне и подземне белеге налази у истој вертикали. Приликом таквог обележавања тачака ово се постиже на следећи начин. На месту где ће се поставити белега полигонске тачке пободу се четири већа клинца (означена на сл. 230 бројевима 1, 2, 3 и 4) тако да не сметају копању рупе. За клинце 1 и 3 стално су привезани канапи. Канапи се затегну и провизорно привезу за клинце 2 и 4. У пресеку канапа налазе се центри белега и рупе коју треба ископати. Канапи се одвежу (са клинаца 2 и 4) и рупа се ископа. Кад је рупа ископана, канапи се затегну преко клинаца 2 и 4. Помоћу виска постави се подземна белега тако да центар те белеге буде тачно у вертикали пресека затегнутих канапа. После убацивања и пажљивог набијања слоја земље до потребне висине, постави се и надземна белега тако да центар и ове белеге буде у вертикали пресека затегнутих канапа. Око надземне белеге земља се набије (у танким слојевима) уз контролу положаја центра белеге.

**Мале тачке.** — Начин обележавања ових тачака зависи од сврхе и објеката премера. Код премера изван насеља мале тачке већином се обележавају кочићима димензија око  $4 \times 4 \times 30$  cm. Важније мале тачке се обележавају као и полигонске тачке.



Сл. 230

## IX. КАРТЕ

Под картом се подразумева цртеж израђен на хартији по устаљеним знацима који претставља смањену слику било целе Земљине површине или пак једног дела те површине (већег или мањег).

### ПОДЕЛА КАРТА ПО САДРЖИНИ И ПО РАЗМЕРИ

По садржини карте се могу да поделе на две групе: географске (генералне) и специјалне.

На географским картама помоћу устаљених знакова приказане су: воде (извори, лековите воде, потоци, реке, језера, мора, рибањаци, мочваре, канали); *неравнине Земљине површине* тј. рељеф (гребени, греде, косе, седла, долине, удоља, кланци, теснаци, јаруге, вртаче итд.); *вегетација* тј. растиње (шуме, шумарци, цбуње, усамљено дрвеће, дрвореди, паркови, воћњаци, виногради, баште, пашњаци, ливаде итд.); *комуникације* (железничке пруге, путеви, стазе итд.); *грађевине* (градови, села, засеоци, творнице, вијадукти, тунели, мостови, насипи итд.); *границе* (државне, републичке, обласне итд.); тригонометриске тачке, коте, називи итд. итд.

*Специјалне карте* (помоћу устаљених знакова) поближе приказују оно чему су намењене. У групу специјалних карата убрајамо ове карте: хидрографске, орографске, метеоролошке, геолошке, педолошке, геоботаничке, саобраћајне, статистичке итд. Тако на пример геолошке карте садрже геолошке податке о Земљи; педолошке карте приказују различите типове земљишта; на орографским картама дат је рељеф; хидрографске карте садрже воде итд.

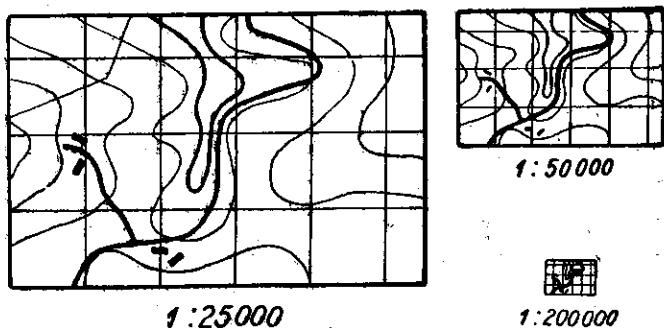
Из наведеног се види да географске карте садрже најважније елементе (хидрографију, орографију, вегетацију, комуникације и насеља), а ипак се за њих не може рећи да су универзалне.

По размери географске и специјалне карте могле би се поделити у ове групе: а) карте крупне размере (1 : 25 000, 1 : 50 000 и 1 : 100 000); б) карте средње размере (1 : 200 000, 1 : 300 000, 1 : 500 000); в) карте ситне размере (од 1 : 500 000 па навише, напр. 1 : 1 000 000 итд.).

Карте крупне размере су потпуније и детаљније од карата ситне размере. Ово нарочито важи за карте размере 1 : 25 000 које су најтачније и најпошпуније. Смањењем размере на карти се морају изоставити многи дешаљи да би се могло приказати оно што је за терен најкарактеристичније. Како се брзо смањује цртеж једне те исте површине терена, приказане у различитим размерама, показује слика 231 из које се види да је цртеж 1 : 25 000 крупан, а цртеж 1 : 200 000 ситан. Карте



крупне размере често се називају и *Топографским картама*, јер су оне резултат топографског премеравања<sup>51</sup> на терену, што не значи да оне не спадају у групу географских карата.



Сл. 231

Топографске карте употребљавају се *приликом стручних инжењерских објашњења и упутстава, при обиласцима терена итд.* Прве и грубе оријентације о неком *намераваном пројектовању* или пак *извођењу хидротехничких радова, недолошких испитивања и слично добијају се помоћу карте.* За израду разних основних *пројеката* (одводњавања, наводњавања, снабдевања водом, регулација река, искоришћења водених снага, уређења атара итд.) користе се карте одговарајуће размере. *Најзад, обилазак неког терена без карте јесте непоштан посао, јер много јаснију и далеко шрајнију слику и уписке оставља терен кад при обиласку имамо пред собом карту тог терена.*

Главна геодетска управа издала је *инструкције за израду основне државне карте у размери 1:5000 као и картографски кључ (топографске знаке) за ову карту.* Основна карта *замениће катастарске планове с том разликом што ће на њој бити приказана и орографија.* Међутим, за градове и терене од изванредног значаја, поред основне карте, *према потреби радиће се и планови у размерама 1:2000, 1:1000 и 1:500.*

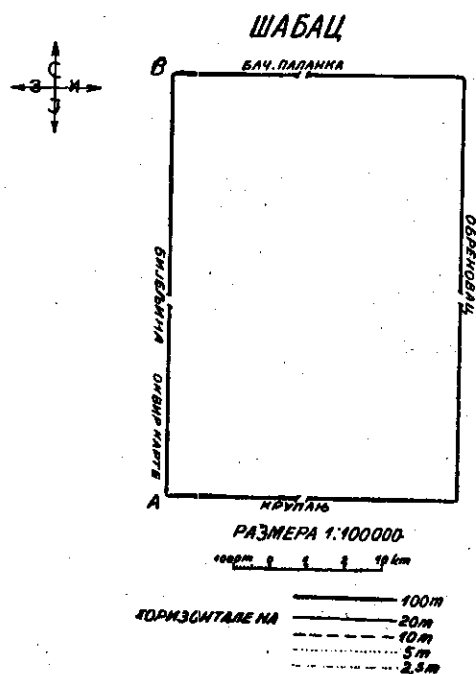
#### КРАТАК ОПИС КАРТЕ

Карте се израђују на доброј хартији величине око  $55,5 \times 39,5$  cm. Ради прегледности, јасноће и лакшег уочавања разних предмета на карти, карта се израђује обично у неколико боја. *Воде* (потоци, реке, језера итд.) *нацртане су плавом бојом.* *Релеф* је приказан помоћу *коризонтала (изохипса) израђених светлом смеђом бојом.* *Шуме, жбуње, Војединачно дрвеће* и слично, означени су *зеленом бојом.* *Остало је нацртано црном бојом.* На картама новијег издања *пушеви (цесте) I и II реда* означени су *црвеном бојом.*

Свака карта има свој назив, најчешће по највећем насељеном месту које се налази на њој, напр. карта Крагујевац, Шабац, Брод итд.

<sup>51</sup> Део геодезије који се бави проучавањем методе графичког снимања неког дела Земљине површине и претстављањем снимљене површине на хартији зове се топографија.

Назив карте налази се на северној страни карте. На јужној страни карте дата је размера (бројна и графичка) и објашњење за хоризонтале.<sup>52</sup>



Сл. 232

њим линијама секције 1:100 000, а испрекиданим линијама листови 1:50 000. Тако напр. у секцији Митровица 1:200 000 садржане су 4 секције 1:100 000 и то: Вуковар, Бач. Паланка, Бјељина и Шабац. Свака секција 1:100 000 издељена је на четири листа размере 1:50 000, напр. Вуковар 1, 2, 3 и 4 итд. Према томе за површину терена коју захвата једна секција 1:200 000 потребне су 4 секције 1:100 000 и 16 листова 1:50 000. Јасно је да је на пример дужина АВ западног дела оквира карте 1:50 000 измерена у сантиметрима једнака дужини оквира АВ у сантиметрима секције 1:200 000, не узимајући у обзир размере.

#### ТОПОГРАФСКИ ЗНАЦИ

Предмети који се налазе на земљишту на картама се означају топографским знацима. Ови су знаци слични код свих држава и доста су уштаљени. Ради лакшег изналажења знакова, топографски знаци су подељени у групе. У овој су књизи сви знаци црне боје, што не одговара стању на картама. Да би се добила тачнија слика знакова израђених у другој боји или у комбинацији боја, у опису знакова дато је објашњење. При овом је црна боја у већини изостављена, што треба разумети да део знака или цео знак, за који боја није наведена, на карти је црне боје.

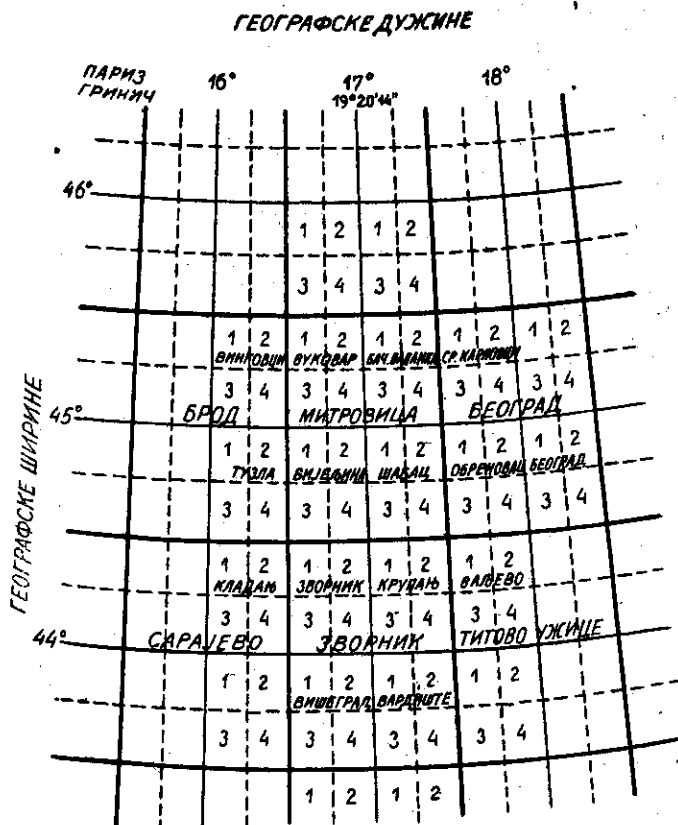
У једном углу јужне стране карте назначена је година кад је извршен премер и кад је карта репродукована. *Податак о извршеном премеру је важан, јер уколико је карта старија, утолико је графички приказ вештачких објеката непотпунији, тј. све мање веран стању на терену. Ради везе између појединих карата, на свакој карти у средини њеног оквира, на спољашњој страни, уписани су називи суседних карата исте размере, сл. 232.*

#### ПРЕГЛЕДНИ ЛИСТ

За сигурно и брзо изналажење карте (листа) која нам је потребна употребљава се прегледни лист. На сл. 233 приказан је део прегледног листа за карте размере 1:200 000, 1:100 000 и 1:50 000. Дебљим линијама означене су секције (правоугаоници) за размеру 1:200 000, та-

<sup>52</sup> Детаљније објашњење о хоризонталама дато је доцније.

Препоручује се добро проучити топографске знаке,<sup>58</sup> нарочито оне који најчешће долазе у пракси (знаци наведени под 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10 и 12). Сви знаци наведени у овој књизи важе за карте старог издања које су данас у употреби. За карте новог издања биће израђени и нови топографски знаци који ће се унеколико разликовати од старих.



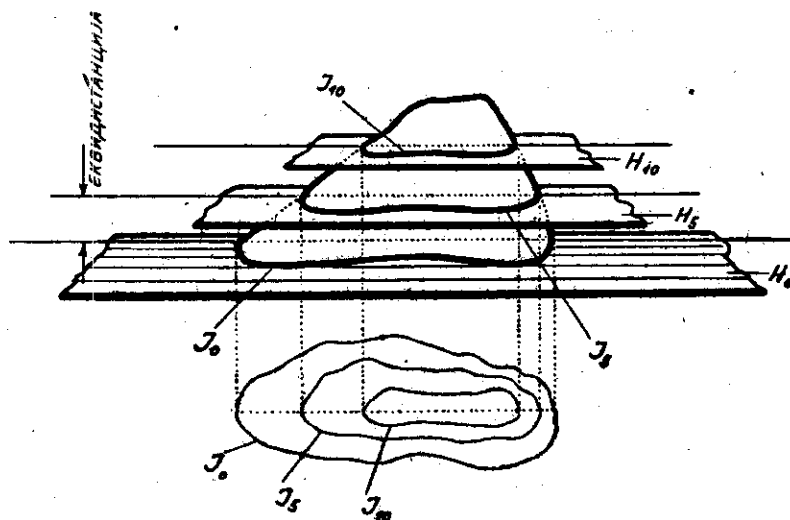
#### ИЗРАЖАВАЊЕ РЕЉЕФА ЗЕМЉИШТА ПОМОЋУ ИЗОХИПСА

Раније је назначено да су изохипсе замишљене криве линије које спајају тачке истих надморских висина. На картама помоћу изохипса се изражава рељеф. Ради бољег објашњења о изохипсама послужимо се следећим примером, сл. 234.

Претпоставимо у мору мало острво. Мирна површина воде, која одговара средњем водостају мора, додирује обале острва у затвореној кривој линији. Све тачке те затворене линије (изохипсе) на истој су висини и оне леже у једној хоризонталној равни  $H_0$ . Кад би се мирна

<sup>58</sup> Топографски знаци се налазе на крају књиге.

површина воде издигла за 5 m, вода би према конфигурацији терена острва додиривала острво по некој другој затвореној кривој линији ( $J_5$ ). И ова линија лежала би у једној хоризонталној равни ( $H_5$ ); све тачке те линије биле би на истој висини тј. 5 m изнад нивоа средњег водостаја мора. Хоризонтална раван  $H_{10}$  издигнута изнад првобитног нивоа воде за 10 m пресекала би стране острва, опет у затвореној кривој линији, (изохипса  $J_{10}$ ), а све тачке те линије биле би 10 m изнад средњег водостаја мора.



Сл. 234

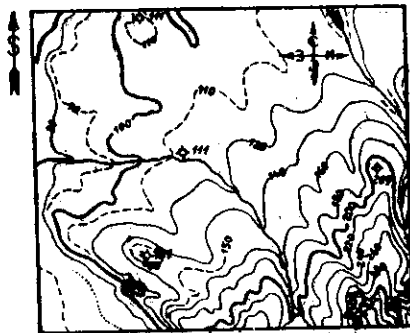
Када бисмо на хоризонталну раван  $H_0$  — на којој замишљамо да је нацртана изохипса  $J_0$  — спустили управне из низа тачака криве линије која је 5 m изнад нивоа средњег водостаја мора, добили бисмо ортогоналне пројекције тих тачака у равни  $H_0$ . Спајањем ових тачака добили бисмо криву затворену линију у равни  $H_0$ , изохипсу  $J_5$  у размери 1:1 чије су тачке у природи 5 m изнад средњег водостаја мора. На исти начин у равни  $H_0$  дошли бисмо и до изохипсе  $J_{10}$  чије су тачке у природи 10 m над морем. Када бисмо у хоризонталној равни  $H_0$  умањили изохипсе  $J_0$ ,  $J_5$  и  $J_{10}$  (напр. 2000 пута), а затим овако умањену слику пренели на хартију, добили бисмо *изохипсни план* размере 1:2000.

Вертикално растојање између равни појединих изохипса је *еквидистанција*. У нашем примеру еквидистанција између изохипса  $J_0$ ,  $J_5$  и  $J_{10}$  (сл. 234) износи 5 m. Обично се узимају ове еквидистанције: 2,5 m; 5 m; 10 m; 20 m; 50 m и 100 m. За мелиорационе радове у низијама еквидистанције су 0,50 m; 0,25 m и 0,20 m.

Изохипсе (хоризонтале) понајчешће називамо по висини коју представљају, напр. пета (5) тј. пет метара над морем, двадесета (20), сто педесета (150) итд.

Раније је наведено да је на картама, најчешће испод графичке размере, дато објашњење о изохипсама. На сл. 232 испод графичке размере 1:100 000 показане су линије изохипса секције Шабац. По овом објашњењу, изохипсе са еквидистанцијом 100 m извучене су на

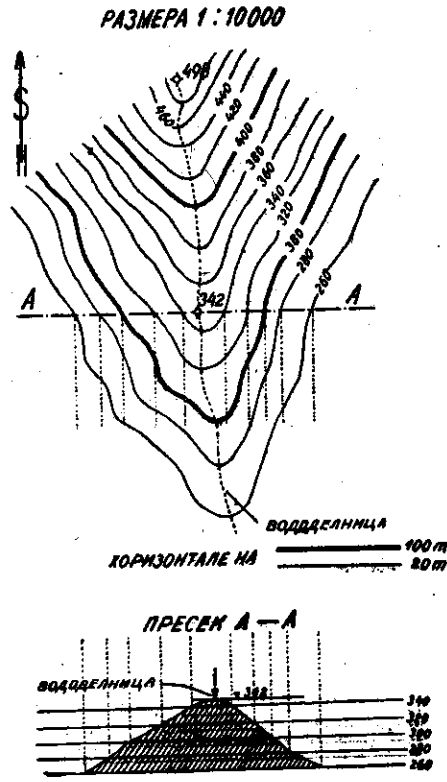
секцији дебљом линијом, а изохипсе с еквидистанцијом 20 m танком пуном линијом. Ово не значи да је напр. свака изохипса која је извучена дебљом линијом уједно и 100-ша изохипса, шј. у објашњењу о изохипсама нису даће и надморске висине. Према томе, и 100-та, и 200-та и 300-та изохипса извучена је дебљом линијом, а 120-та, 140-та, 160-та, 280-та, 320-та итд. изохипса извучена је танком линијом. Стога је потребно установити које надморске висине одговарају појединим изохипсама. За ово одређивање користимо тачке с познатом надмор-



1 : 100 000



Сл. 235



Сл. 236

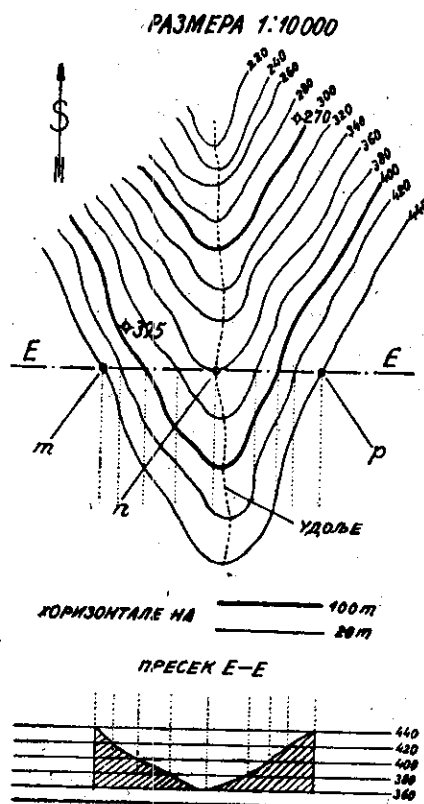
ском висином напр. коте, тригонометриске тачке итд. (види висинске знаке, 12 групу топографских знакова).

На сл. 235 приказан је рељеф извесног терена помоћу изохипса. Из даћих коша и објашњења о изохипсама, потребно је установити висине које одговарају појединим изохипсама. Кота 209 упућује на то да изохипса близу ње, извучена дебљом линијом, одговара изохипси 200, а да дебље извучена изохипса код коте 111, на северном крају слике, одговара изохипси 100. Тањом линијом означене су изохипсе на 20 m. Према томе, почев од изохипсе 200 у северозападном правцу долазе ове изохипсе: 180, 160, 140 и 120, а иза изохипсе 120 долази изохипса 110 извучена црткастом линијом. Од коте 209 према југу су ове изохипсе: 220, 240, 260, 280 и 300. На сл. 235 уписане су висине које претстављају горенаведене изохипсе.

Ради вежбања наводимо примере у којима је осим одређивања висина изохипса потребно установити шта је у погледу рељефа претстављено на тим сликама (сл. 236, 237, 238 и 239).

**Слика 236.** — Помоћу кота 342 и 498 као и ознака за изохипсе датих на слици, прво ћемо установити хоризонтале 300 и 400, а затим

горизонтале 280, 260, 320, 340 итд. Из сл. 236 се види да је терен од коте 342 у паду и источно и западно. Ово важи и за терен код коте



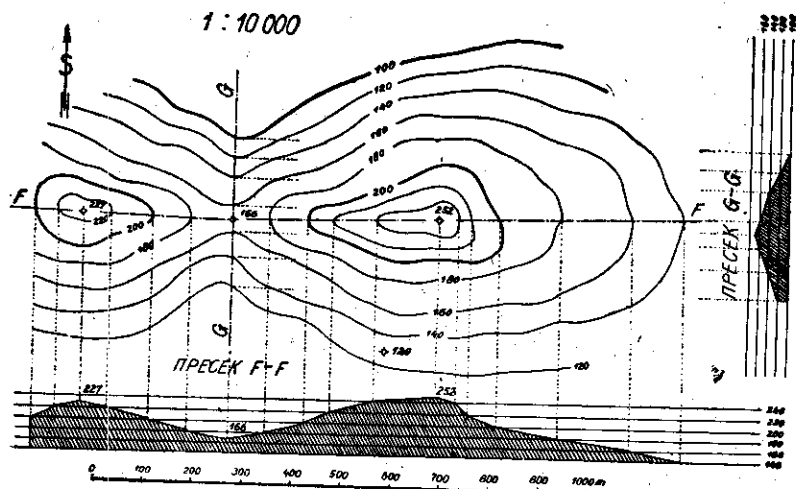
Сл. 237

вода би текла местима означеним испрекиданом линијом.

498. Како се види, испрекидана линија, која спаја коте 342 и 498, представља вододелницу. Од ове линије терен се спушта на обе стране. Већ према конфигурацији терена стране могу да буду различитих нагиба, почев од врло стрмих па до благих.

Кад кроз коту 342 положимо вертикалну раван А-А, она пресеца терен како је показано у попречном пресеку на сл. 236.

На сл. 237, која се на први поглед не разликује од сл. 236, изражен је рељеф терена. Да ли је на сл. 237 представљено испупчење или удубљење? Помоћу кота 395 и 270, као и ознака за изохипсе, утврдимо 400 и 300 изохипсу, затим остале. Из сл. 237 се види да је терен у паду према северу. Попречни пресек E-E показује нам да је западна тачка *m* тог пресека на висини 440, тачка *n* (у средини пресека) на висини 360, а тачка *p* на висини 440. И остали попречни пресеци, паралелни са пресеком E-E, показују сличан висински облик. Према томе *изохипсама је представљено удубљење*. Најниже тачке попречних пресека спојене су испрекиданом линијом. Ако би удољем протицао поток,

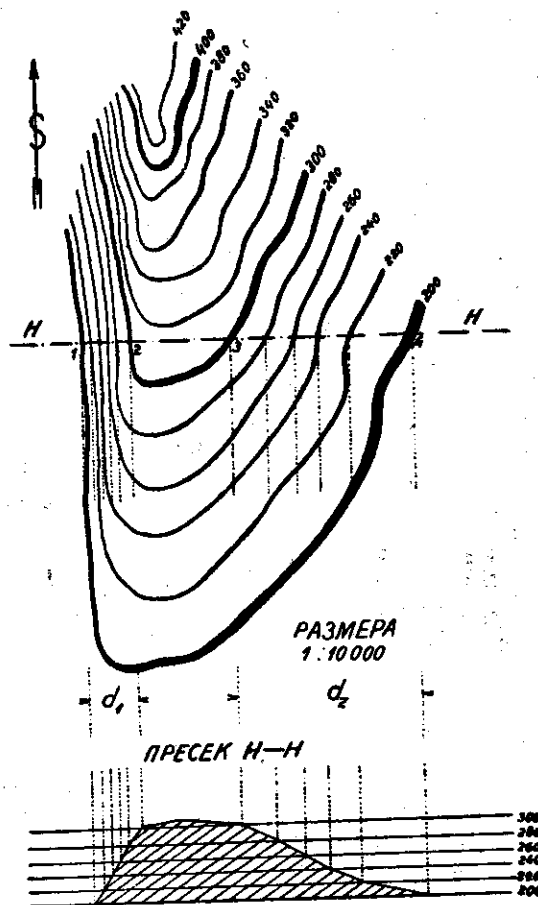


Сл. 238

Кад размотримо сл. 238 видимо да је од коте 252 и од коте 227 према коти 166 терен у паду. Исто тако и од коте 166 према северу и југу терен се спушта. Оваква конфигурација терена је обележје седла. Узвишење са котом 252 је купастог облика.

Из слике 239 се види да су изохипсе на северо-западној страни много гушће него на југоисточној. Према томе, разматрајући изохипсе на карти, можемо одмах закључити где се налазе земљишта с већим, а где са мањим нагибом. Исто тако при упоређивању двеју карата на којима су приказани терени из различитих крајева, а израђене у истој размери и са истим еквидистанцијама, према густини изохипса можемо просудити у којем су крају земљишта већих нагиба, а у којем мањих. Висинска разлика између тачака 1 и 2 (сл. 239) једнака је висинској разлици између тачака 3 и 4 (износи 100 m). Међутим, растојање  $d_1$  знатно је мање од растојања  $d_2$ . Из овога излази да је страна са гушћим изохипсама много стрмија од стране са ређим изохипсама. Ово се јасно види и из пресека Н-Н (сл. 239).

Вештина читања релефа на карти састоји се у томе да, разматрајући склоп изохипса, наша претстава терена израженог помоћу њих буде што вернија стварном стању у природи.



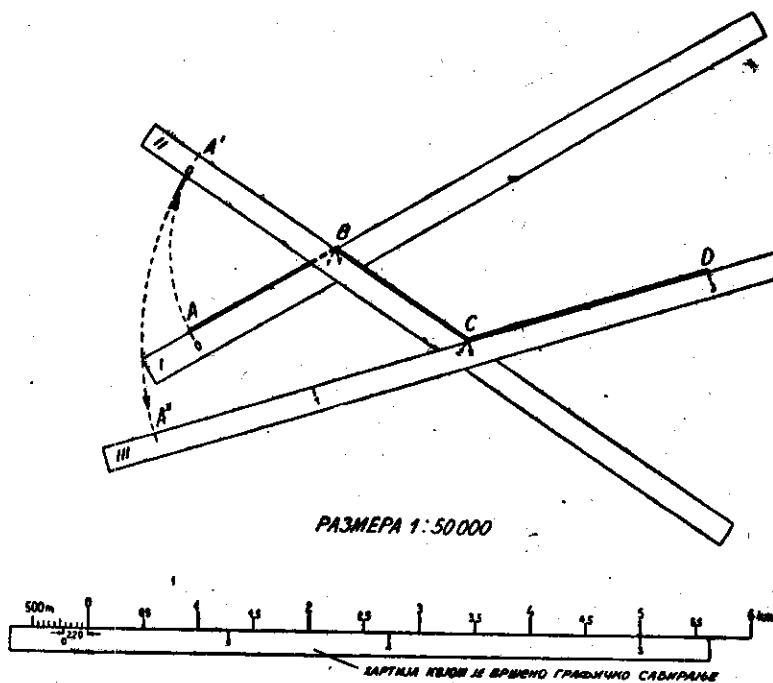
Сл. 239

#### МЕРЕЊЕ ДУЖИНА НА КАРТАМА

Свако растојање (дужина) узето са карте одговара растојању редукованом на хоризонт. За мерење растојања може се употребити размерник с поделом на милиметре имајући у виду податке наведене у 2-гом ступцу таблице 10. Кад немамо размерник, можемо користити графичку размеру која се налази на карти.

Најмањи део који се размерником с милиметарском поделом може измерити износи 0,1 mm, па према томе тачност мерења за различите размере није једнака. Тако на пример за размеру 1:50 000 тачност мерења износи 5 m (0,1 mm по 50 m = 5 m), а за размеру 1:25 000 ова тачност је 2,5 m.

**Мерење дужина по изломљеној линији.** — Кад је потребно измерити дужину (редуковану на хоризонт) између двеју крајњих тачака по изломљеној линији, која их спаја, на пример дужину  $AD$  по



Сл. 240

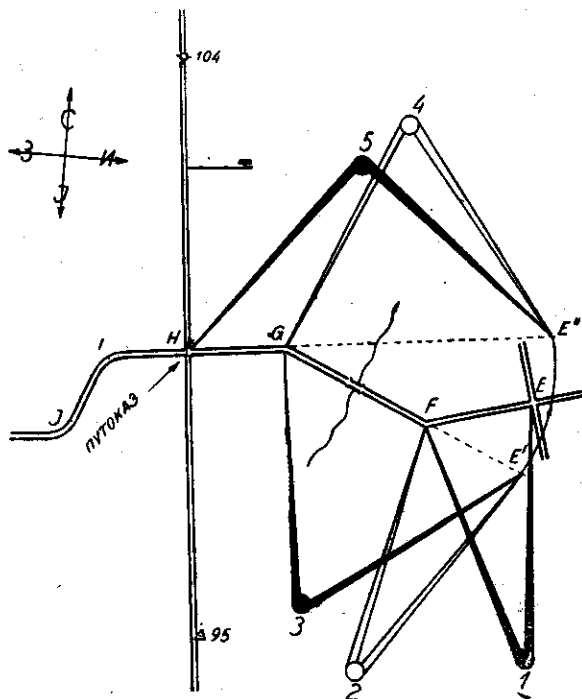
линији  $ABCD$  (сл. 240), саберу се дужине појединих деоница ( $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ) између преломних тачака и њихов збир даје тражену дужину. Показаћемо графичке начине сабирања помоћу хартије у облику траке и сабирање помоћу шестара.

**Сабирање дужина помоћу траке од хартије (сл. 240).** — Равну ивицу хартије положимо по линији  $AB$  (I положај хартије) и на ивици хартије танком цртицом обележимо растојање  $AB$  (0—1). Окренемо хартију око тачке  $B$  тако да њена ивица дође на линију која спаја тачку  $B$  с тачком  $C$  и танком цртицом на ивици хартије обележимо растојање  $BC$  (II положај хартије, растојање 1—2). При овом се цртица 1 тачно подудара с тачком  $B$ . Затим окренемо хартију око тачке  $C$  да њена ивица дође на линију  $CD$  (III положај хартије) и на ивици хартије обележимо растојање  $CD$  (растојање 2—3), а при том се цртица 2 тачно подудара с тачком  $C$ . Растојање 0—3 једнако је дужини  $AD$  по изломљеној линији. У размери 1:50 000 дужина  $AD$  у природи износи 5220 m (сл. 240).

**Сабирање дужина помоћу шестара.** — Уместо хартије често се употребљава шестар. Начин рада показујемо на сл. 241. У отвор шестара узмемо дужину  $EF$ . Затим шестар окренемо удесно око његовог левог крака тако да шестар дође у продужење праве  $GF$ , а шн-



љак десног крака у тачку  $E'$ . При окретању шестара удесно, шиљак левог крака налази се у тачки  $F$ . У отвору шестара садржана је дужина  $EF$ . Леви крак шестара развучемо до тачке  $G$ . Сада отвор шестара захвата дужину  $EG$ . После тога окренемо шестар улево око његовог левог крака, како је то већ описано, тако да шестар дође у продужење праве  $HG$ , а при том се шиљак десног крака налази у тачки  $E''$ . Развучемо леви крак<sup>54</sup> до тачке  $H$ . У отвору шестара садржана је дужина  $EH$  (по изломљеној линији  $EFGH$ ).



Сл. 241

Сабирање дужина помоћу шестара примењује се и при рачунању површина, што ће доцније бити објашњено.

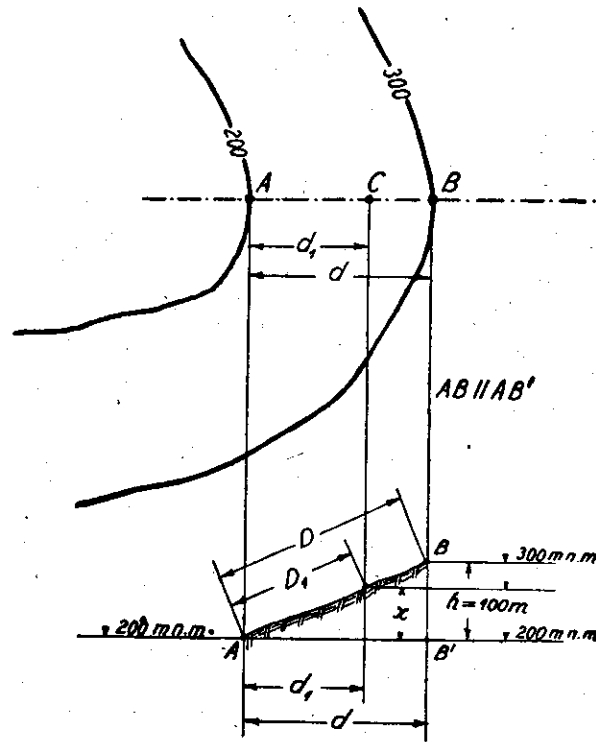
#### ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА НА КАРТАМА

За одређивање *косих* растојања и *нагиба* земљишта између појединих тачака на картама, осим хоризонталног растојања потребне су и висинске разлике између тих тачака.

Тачке између којих се траже висинске разлике, не налазе се увек на изохипсама. Висинску разлику  $x$  за тачку непознате надморске висине (тачку  $C$ ), која се налази између двеју тачака познатих висина (тачка  $A$  и  $B$ ), одређујемо из односа  $h : d = x : d_1$  (сл. 242) тј.  $x = \frac{h \times d_1}{d}$ . Однос  $h : d = x : d_1$  показује да су висинске разлике  $h$  и  $x$  сразмерне дужинама  $d$  и  $d_1$ . За приближно одређивање висинске разлике  $x$  довољно је да се оцени (одока) колика је дуж  $d_1$  према дужи  $d$ , напр.  $d_1 = \frac{1}{3} d$ , или  $d_1 = \frac{1}{2} d$ , или  $d_1 = \frac{2}{5} d$  нтд. Ако је напр.  $d_1 = \frac{2}{3} d$ , онда је и  $x$  једнако  $\frac{2}{3} h$ .

<sup>54</sup> На сл. 241 први, други и трећи положај шестара одговара датом опису рада, док се четврти и пети положај разликују за  $180^\circ$  од оног који је наведен у опису. Ово је учињено ради веће јасноће цртежа.

**Пример 33** (сл. 242). Дате су висине тачака А и В и хоризонтална растојања  $d$  и  $d_1$ . Треба одредити висинску разлику  $x$  између тачака С и А.



Сл. 242

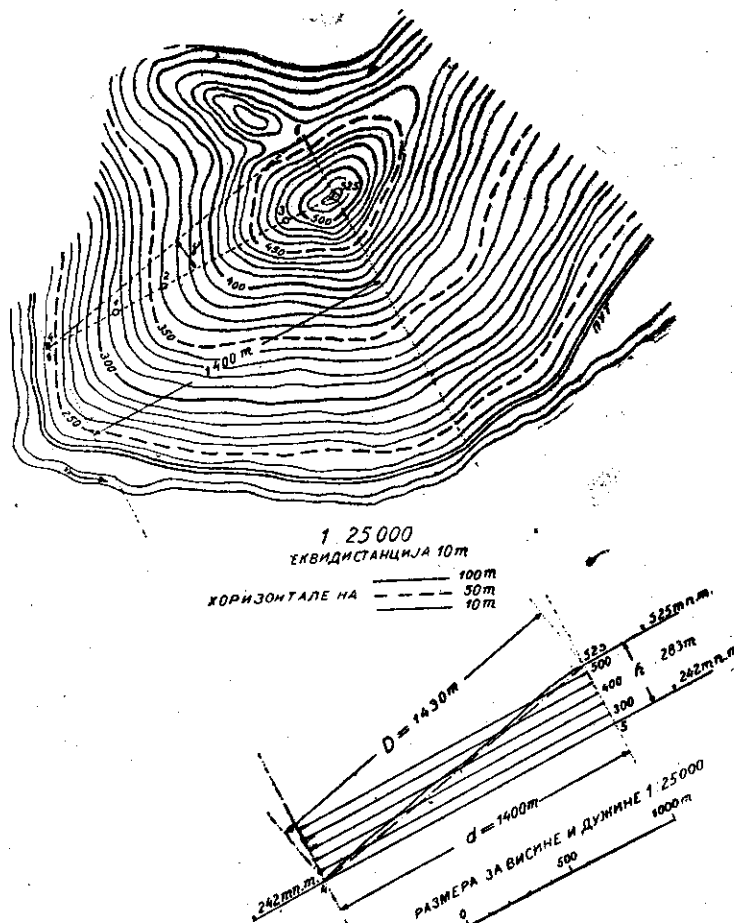
Висинска разлика  $h = V_B - V_A = 300 \text{ m н. м.} - 200 \text{ m н. м.} = 100 \text{ m}$ ;  $d = 600 \text{ m}$ ;  $d_1 = 400 \text{ m}$ . Висинска разлика  $x = \frac{100 \times 400}{600} = 66,66 \text{ m} \approx 66,50 \text{ m}$ . Ценаћн одока види се да дуж  $d_1$  износи око  $\frac{2}{3}$  дужи  $d$ , па према томе и висинска разлика  $x$  износи око  $\frac{2}{3} h$ , тј.  $\frac{2}{3} \times 100 \text{ m} \approx 66 \text{ m}$ .

**Пример 34** (сл. 243). Треба одредити приближне надморске висине тачака 1, 2 и 3 приказане на сл. 243.

Помоћу коте 525 и ознака за хоризонтале одредимо 500-ту, 450-ту, 400-ту, 350-ту и 300-ту хоризонталу. Тачка 1 налази се приближно на  $\frac{3}{5}$  дужине између хоризонтала 310 и 320. Према томе приближна висинска разлика износи  $\frac{3}{5} \times 10 \text{ m} = 6 \text{ m}$ . Висина тачке 1 је . . .  $310 \text{ m н. м.} + 6 \text{ m} = 316 \text{ m н. м.}$  Пошто се тачка 2 налази приближно на  $\frac{1}{5}$  дужине између 360-те и 370-те хоризонтале, њена висина износи  $362 \text{ m н. м.}$  Тачка 3, која се налази приближно на  $\frac{3}{5}$  дужине између хоризонтала 480 и 490, има висину  $486 \text{ m н. м.} \left( 480 + \frac{3}{5} 10 \approx 486 \right)$ .

ОДРЕЂИВАЊЕ КОСИХ РАСТОЈАЊА НА КАРТАМА

Коса растојања се одређују у теренима који су у нагибу. За одређивање косог растојања између двеју тачака, осим дужине редуковане на хоризонт, потребна је још и висинска разлика између датих тачака.



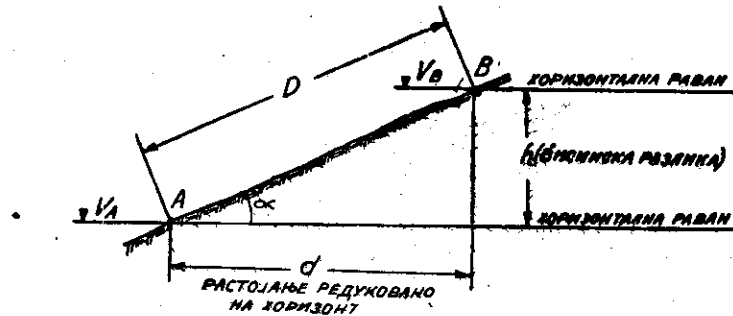
Сл. 243

На сл. 244 показано је хоризонтално растојање  $d$  између тачака А и В као и висинска разлика  $h$  између тих тачака. Косо растојање  $D$ , тј. отстојање у природи између ових тачака, срачунаћемо по Питагорином правилу . . .  $D = \sqrt{d^2 + h^2}$ . Висинска разлика  $h$  једнака је разлици између висине тачке В и висине тачке А, тј.  $h = V_B - V_A$ . Кад је терен између тачака А и В у неједнаком нагибу, дужина  $D$  између крајњих тачака је растојање по ваздушној линији, сл. 245.

**Пример 35.** Треба одредити растојање у природи између осамљених зграда и коте 525, сл. 243.

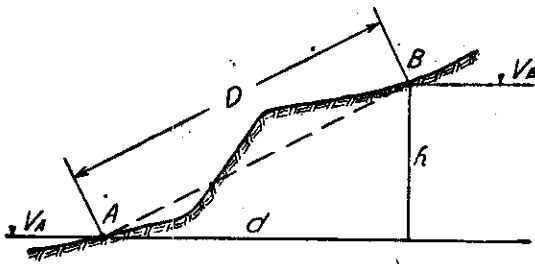
Хоризонтално растојање између зграда и коте 525 износи 56 m, што у размери 1 : 25 000 чини 56 m по 25 m/m = 1400 m. Висинска разлика  $h = 525 \text{ m} - 242 \text{ m} = 283 \text{ m}$ . Косо растојање  $D = \sqrt{1400^2 + 283^2} = \sqrt{2\,040\,000} = 1430 \text{ m}$ .

Коса отстојања се могу одредити и графичким путем како је показано на сл. 243. Хоризонтално отстојање претставља једну, а висинска разлика другу катету правоуглог троугла. Висинска се разлика односи



Сл. 244

у тачки која има већу висину. Дужина хипотенузе правоуглог троугла једнака је траженом косом растојању. При цртању, размера за обадве катете је иста. Међутим, она може да буде и крупнија од размере карте, јер се и не препоручује цртање на карти. Тачност овако одређеног косог растојања зависи од размере карте и тачности графичког рада.



Сл. 245

На сл. 243 једна катета је хоризонтално растојање (тачка 4 – кота 525), а друга је висинска разлика (кота 525 – тачка 5). Хипотенуза (тачка 4 – тачка 5) одговара траженом растојању.

До косих растојања на шерену долази се мерењем дужина по шерену како је то раније објашњено (помоћу пантљике и летава). Међутим, коса растојања на шерену се могу мерити и оптичким путем помоћу шахиметра и нивелманске лешве како ће то доцније бити објашњено.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ НАГИБА ЗЕМЉИШТА НА КАРТАМА

Нагиб земљишта може се изразити у степенима и у процентима, а одредити било рачунским било пак графичким путем.

**Одређивање нагиба земљишта у степенима рачунским путем.**— Из сл. 246 се види да угао  $\alpha$  претставља нагиб земљишта у степенима. Величину угла  $\alpha$  срачунаћемо из висинске разлике  $h$  крајњих тачака А и В и хоризонталног растојања  $d$  између тих тачака по једначини

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d} \dots \dots \dots (27)$$

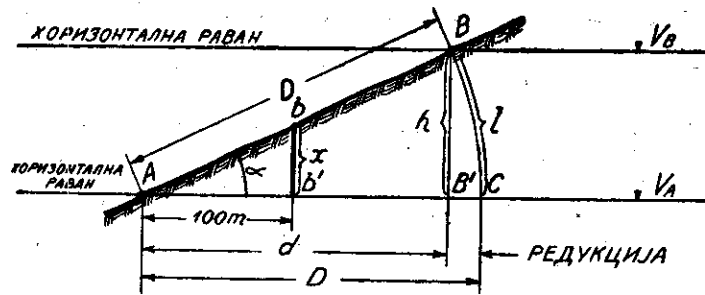
Величине угла  $\alpha$  које одговарају извесним вредностима тангенса дате су у таблица 9.

Т А Б Л И Ц А 9

вредност тангенса од  $0^{\circ}30'$  до  $50^{\circ}00'$  и од  $0,9\%$  до  $119,2\%$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{d}$	$\alpha$		%	$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{d}$	$\alpha$		%	$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{d}$	°	%
	°	'			°	'				
0,00873	0	30	0,9	0,23087	13	00	23,1	0,48773	26	48,8
0,01746	1	00	1,7	0,24008	13	30	24,0	0,50953	27	51,0
0,02619	1	30	2,6	0,24933	14	00	24,9	0,53171	28	53,2
0,03492	2	00	3,5	0,25862	14	30	25,9	0,55431	29	55,4
0,04366	2	30	4,4	0,26795	15	00	26,8	0,57735	30	57,7
0,05241	3	00	5,2	0,27732	15	30	27,7	0,60086	31	60,1
0,06116	3	30	6,1	0,28675	16	00	28,7	0,62487	32	62,5
0,06993	4	00	7,0	0,29621	16	30	29,6	0,64941	33	64,9
0,07870	4	30	7,9	0,30573	17	00	30,6	0,67451	34	67,4
0,08749	5	00	8,7	0,31530	17	30	31,5	0,70021	35	70,0
0,09629	5	30	9,6	0,32492	18	00	32,5	0,72654	36	72,6
0,10510	6	00	10,5	0,33460	18	30	33,5	0,75355	37	75,4
0,11394	6	30	11,4	0,34433	19	00	34,4	0,78129	38	78,1
0,12278	7	00	12,3	0,35412	19	30	35,4	0,80978	39	81,0
0,13165	7	30	13,2	0,36397	20	00	36,4	0,83910	40	83,9
0,14054	8	00	14,0	0,37388	20	30	37,4	0,86929	41	86,9
0,14945	8	30	14,9	0,38386	21	00	38,4	0,90040	42	90,0
0,15838	9	00	15,8	0,39391	21	30	39,4	0,93252	43	93,2
0,16734	9	30	16,7	0,40403	22	00	40,4	0,96569	44	96,6
0,17633	10	00	17,6	0,41421	22	30	41,4	1,00000	45	100,0
0,18534	10	30	18,5	0,42447	23	00	42,4	1,03553	46	103,6
0,19438	11	00	19,4	0,43481	23	30	43,5	1,07237	47	107,2
0,20345	11	30	20,3	0,44523	24	00	44,5	1,11061	48	111,1
0,21256	12	00	21,2	0,45573	24	30	45,6	1,15037	49	115,0
0,22169	12	30	22,2	0,46631	25	00	46,6	1,19175	50	119,2

Ако при руци немамо податке таблице 9, а хоћемо приближно да одредимо величину нагиба земљишта ( $\alpha^\circ$ ), употребићемо једначину (6),  $l = \frac{\alpha^\circ r}{\rho^\circ}$ . За приближна срачунавања можемо да узмемо да је  $r = D \approx d$ , а  $l \approx h$ . Уврстимо ли ове приближне величине у једначину,



Сл. 246

добијамо  $l = h = \frac{\alpha^\circ \times d}{\rho^\circ}$ ;  $h \times \rho^\circ = \alpha^\circ \times d$ , а одавде нагиб земљишта

$$\alpha^\circ = \frac{h}{d} \times \rho^\circ = \frac{h}{d} \times 57,3^\circ \approx \frac{h}{d} \times 55^\circ \dots \dots \dots (28)$$

**Пример 36.** Треба прорачунати нагиб терена између осамљених зграда и коте 525 (сл. 243).

По једначини (27),  $\text{tg } \alpha = \frac{h}{d} = \frac{283 \text{ m}}{1400 \text{ m}} = 0,2022$ . У таблици 9, вредности тангенса 0,2022 одговара угао  $11^\circ 25'$ .

По једначини (28) за приближна срачунавања, нагиб терена износи  $\alpha^\circ = \frac{h}{d} \times 55^\circ = \frac{283}{1400} \times 55^\circ \approx 11,1^\circ = 11^\circ 06'$ .

Ради вежбања наводи се још неколико примера.

$h = 16 \text{ m}$ ;  $d = 240 \text{ m}$ . Нагиб терена  $\alpha^\circ = \frac{h}{d} \times 55^\circ = \frac{16}{240} \times 55^\circ \approx 3,7^\circ = 3^\circ 42'$ . По једначини (27) за тачна срачунавања,  $\text{tg } \alpha = \frac{16}{240} = 0,0667$ ;  $\alpha = 3^\circ 49'$ .

$h = 16,5 \text{ m}$ ;  $d = 140 \text{ m}$ . Нагиб терена  $\alpha^\circ = \frac{16,5}{140} \times 55^\circ \approx 6,5^\circ = 6^\circ 30'$  (по једначини 27,  $\alpha = 6^\circ 43'$ ).

$h = 130 \text{ m}$ ;  $d = 290 \text{ m}$ . Нагиб  $\alpha^\circ = \frac{130}{290} \times 55^\circ \approx 24,7^\circ = 24^\circ 42'$  (по једначини 27,  $\alpha = 24^\circ 08'$ ).

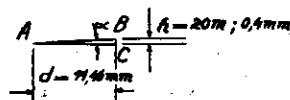
**Одређивање нагиба земљишта у степенима графичким путем.** При одређивању косог растојања графичким путем уједно се може одредити и нагиб земљишта. Угао који заклапа хипотенуза правоуглог троугла са катетом која одговара хоризонталном растојању, даје нагиб земљишта. Угломером (тзв. транспортером) се измери величина

угла. Ако је размера карте ситна, а висинска разлика мала, препоручује се хоризонтално растојање као и висинску разлику повећати напр. три, пет па и више пута. Овим се повећава тачност резултата рада.

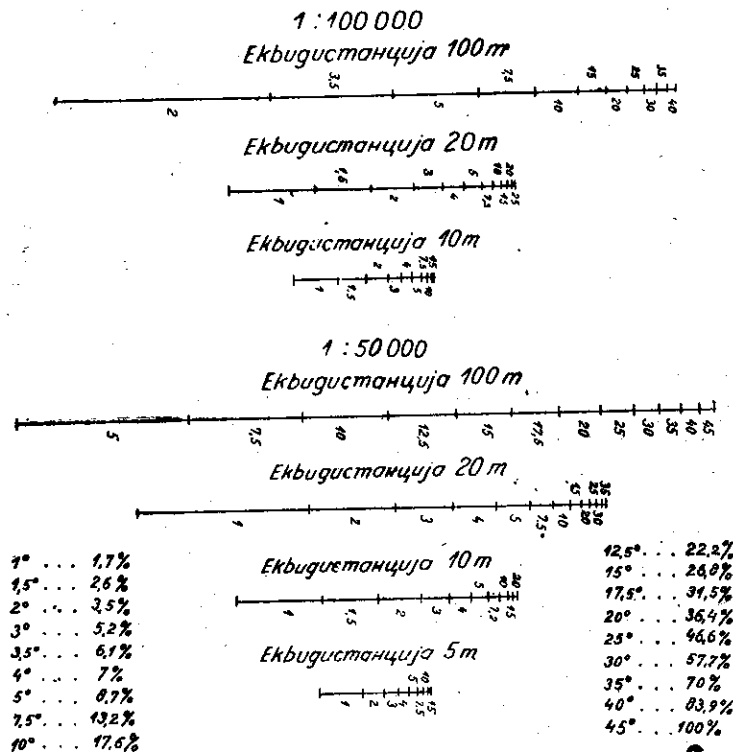
У примеру 36 нагиб земљишта, приказан на сл. 243, одређен рачунским путем износи  $11^{\circ}06'$ . На истој слици исти нагиб земљишта одређен графичким путем износи  $11^{\circ}00'$  (угао  $\alpha$ ).

У графички начин одређивања нагиба земљишта може се убројати и начин одређивања помоћу размерника који су израђени само за ту сврху. За једну размеру карте (напр. за размеру  $1:50\,000$ ) има неколико таквих размерника, јер за сваку еквидистанцију у истој размери карте пошребан је засебан размерник. Ако тражимо нагиб земљишта на карти размере  $1:50\,000$  између две изохипсе еквидистанције  $50\text{ m}$ , употребићемо размерник за ту еквидистанцију, а за изохипсе еквидистанције  $10\text{ m}$ , користићемо размерник који одговара еквидистанцији  $10\text{ m}$ .

На сл. 247а су приказани размерници за различите размере и еквидистанције. Подаци за израду ових размерника могу се добити на следећи начин. У размери карте нацртамо катету ВС правоуглог троугла АВС, сл. 247а. Ова катета претставља еквидистанцију, напр.  $20\text{ m}$ , и нацртана у размери  $1:50\,000$  износи  $0,4\text{ mm}$ . Угао  $\alpha$  претставља нагиб (пад или успон) земљишта. При истој еквидистанцији, променом нагиба земљишта мења се и угао  $\alpha$ . Променом угла  $\alpha$  мења се и хоризонтално

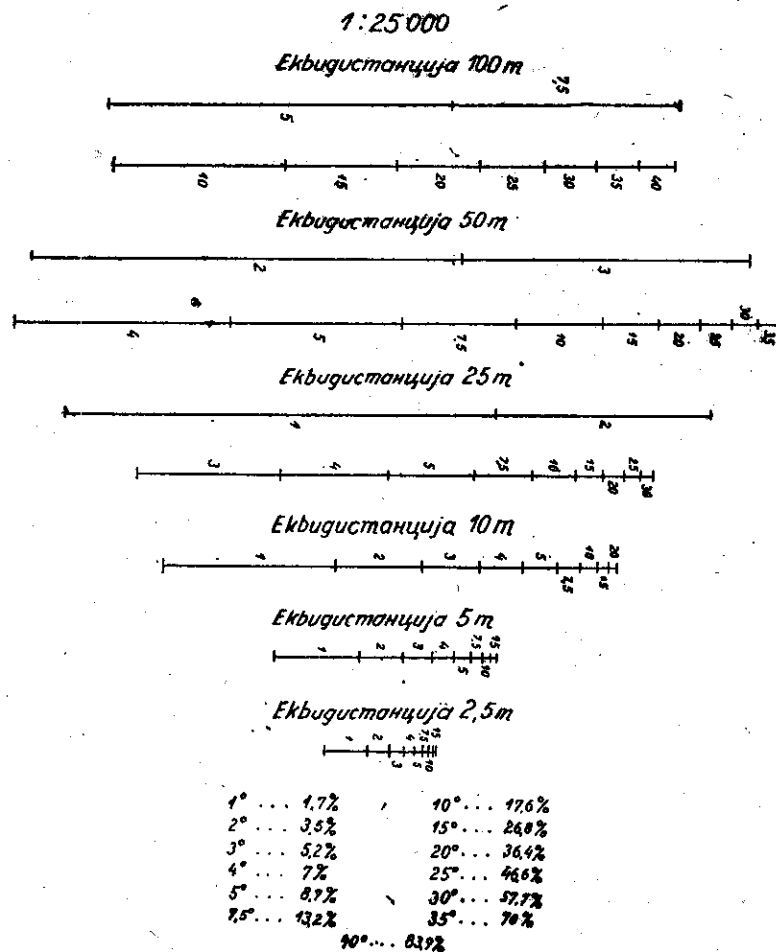


Сл. 247а



Сл. 247б

распојање  $d$ , тј. дужина друге катете  $AC$  коју можемо да узмемо са карте. Међутим, одређеном нагибу земљишта, напр. нагибу од  $2^\circ$ , при еквидистанцији 20 m, одговара и одређена дужина катете  $AC$ . За нагиб земљишта  $2^\circ$ , дужину катете  $AC = d$  (у милиметрима) можемо израчунати по једначини  $\dots \operatorname{tg} 2^\circ = \frac{h}{d} = \frac{0,4 \text{ mm}}{d \text{ mm}} = 0,0349$  (природна вредност тангенса  $2^\circ$  износи 0,0349). Одавде  $d \text{ mm} = 0,4 \text{ mm} : 0,0349 = 11,46 \text{ mm}$ .



Сл. 247 б

Из слике 247а се види да код исте еквидистанције повећањем нагиба земљишта (тј. угла  $\alpha$ ) смањује се дужина катете  $AC$  (тј.  $d$ ). Тако напр. за нагиб земљишта  $15^\circ$  природна вредност тангенса износи 0,268;  $d = 0,4 \text{ mm} : 0,268 = 1,49 \text{ mm}$ .

На показани начин за еквидистанцију 20 m и размеру карте 1:50 000 могли бисмо у милиметрима израчунаши дужину катете  $AC$  и за нагибе земљишта  $3^\circ$ ,  $4^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $35^\circ$ . Наношењем ових дужина (у милиметрима) на праву повучену на хартији добијамо размерник за изналажење нагиба земљишта између изохипса еквидистанције 20 m за размеру карте 1:50 000.

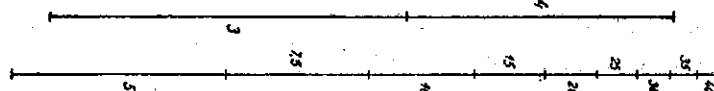


Из показаног начина рачунања се види да помоћу дужине катете AC, за одређену размеру карте и одређену еквидистанцију, можемо на одговарајућем размернику да одредимо пад или пак успон земљишта. Тако напр. на карти 1:50 000 између једне тачке на три стотине и двадесетој изохипси и друге тачке на три стотинитој изохипси до нагиба земљишта доћи ћемо на овај начин. На карти отвором шестара (или пак на комадићу хартије у облику врпце) обухватимо растојање  $d$  између изабраних двеју тачака и по размернику (за размеру 1:50 000 и еквидистанцију 20 m) тражимо којој дужини  $d$  на размернику одговара отвор шестара (сл. 247 б). Ако је отвор шестара већи напр. од дужине  $d$  која претставља нагиб  $15^\circ$ , значи да је пад мањи од  $15^\circ$ .

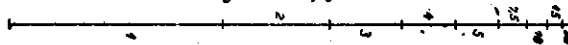
1° ... 1,7%	40° ... 83,9%
2° ... 3,5%	45° ... 26,8%
3° ... 5,2%	20° ... 36,4%
4° ... 7%	25° ... 46,6%
5° ... 8,7%	30° ... 57,7%
7,5° ... 13,2%	35° ... 70%

1 : 10 000

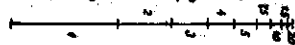
Еквидистанција 25 m



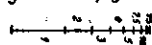
Еквидистанција 5 m



Еквидистанција 2,5 m



Еквидистанција 1,25 m



Сл. 247 б

Отвор шестара преместимо на дужину која претставља  $10^\circ$ , и ако је отвор шестара још увек већи, преместимо га на дужину за  $7,5^\circ$ . Сада је отвор шестара мањи, што значи да је пад земљишта већи од  $7,5^\circ$  и да се налази између  $7,5^\circ$  и  $10^\circ$ . Ако бисмо имали дужину и за нагибе  $8^\circ$  и  $9^\circ$ , јасно је да бисмо могли тачније да одредимо тражени нагиб.

Из овог се примера види да је одређивање нагиба земљишта помоћу размерника за ову сврху и једноставно и брзо, а може се применити кад се ради о приближном одређивању нагиба.

**Одређивање нагиба земљишта у процентима.** — Висинска разлика  $x$  између тачака  $b$  и  $b'$  (сл. 246) означава нагиб земљишта на

\* Величину нагиба ценимо одока већ према томе да ли је ближа ка нагибу  $7,5^\circ$  или пак  $10^\circ$ .

100 m хоризонталне удаљености, тј. *нагиб земљишта у процентима*. Овај нагиб земљишта срачунаћемо по једначини

$$x\% = \frac{h}{d} \times 100 \dots \dots \dots (29)$$

$$\left( \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d} = \frac{x}{100}; \text{ одавде } \frac{x}{100} = \frac{h}{d}; \text{ однос } x:100 = h:d, \text{ види сл. 246} \right)$$

Количник  $\frac{h}{d}$ , тј. вредност тангенса угла  $\alpha$ , помножена са 100 даје нагиб земљишта у процентима.<sup>55</sup> Ово је извршено у табlici 9, тако да је поред нагиба у степенима дат нагиб у процентима.

**Пример 37.** У примеру 36 прорачунате нагибе земљишта у степенима треба изразити у процентима.

Нагиб терена између осамљених зграда и коте 525 изражен у процентима износи  $\frac{h}{d} \times 100 = \frac{283}{1400} \times 100 = 20,22\%$  (у табlici 9 овај се нагиб налази између  $11^{\circ} 00'$  и  $11^{\circ} 30'$ ).

Нагиб терена за  $h=16$  m и  $d=240$  m. Нагиб  $x\% = \frac{16}{240} \times 100 = 6,67\%$  (у табlici 9 овај се нагиб налази између  $3^{\circ} 30'$  и  $4^{\circ} 00'$ ).

Нагиб терена за  $h=16,5$  m и  $d=140$  m. Нагиб  $x\% = \frac{16,5}{140} \times 100 = 11,79\%$  (у табlici 9 овај се нагиб налази између  $6^{\circ} 30'$  и  $7^{\circ} 00'$ ).

Према величини угла нагиба, земљишта би се могла поделити на земљишта благог нагиба, средњег, стрмог и врло стрмог нагиба.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ НАГИБА ЗЕМЉИШТА МЕРЕЊЕМ НА ТЕРЕНУ

На терену се нагиб земљишта може одредити помоћу универзалног инструмента (тахметра) и помоћу падомера.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ НАГИБА ЗЕМЉИШТА ПОМОЋУ ПАДОМЕРА

Падомер је врло једноставан геодетски инструмент који се употребљава за одређивање нагиба земљишта у природи. Приликом рада падомер је постављен на статив.

**Статив.** — Разликујемо две врсте статива: статив са три ноге и статив у облику штапа. Глава статива на коју се поставља непокретни (доњи) део инструмента, има конусни облик, сл. 248а. Према тежини инструмента, која је незнатна (око 0,5 kg), подешена је и тежина статива (око 1 kg). Из овога се види да при раду на терену један радник може да преноси инструмент, статив и летву за визирање (сл. 248б), тј. све што је потребно за одређивање нагиба земљишта у природи.

**Инструмент.** — Инструмент се састоји од непокретног и покретног дела, сл. 248а.

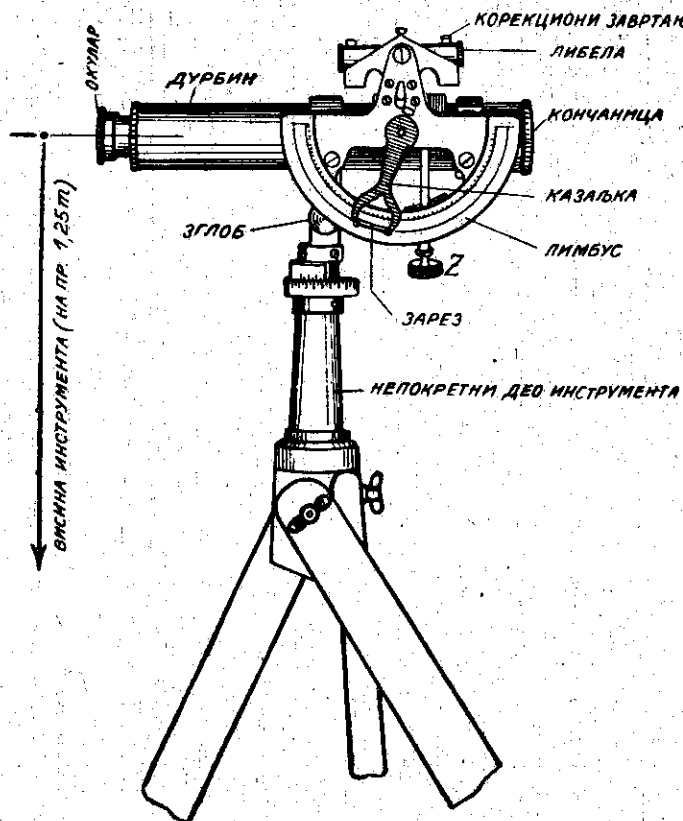
Помоћу непокретног дела инструмент се поставља на статив.

Покретни део инструмента сачињавају: дурбин, лимбус, казаљка која служи као нониус, либела и завртањ Z са механизмом за лагано кретање казаљке заједно с либелом.

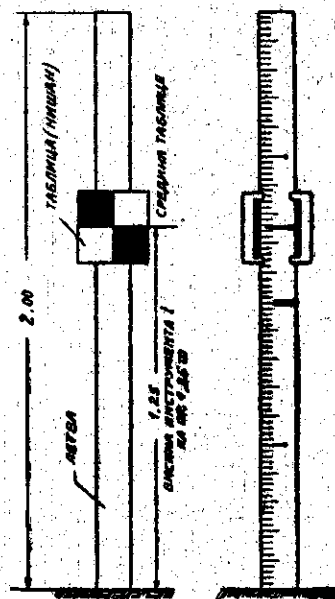
<sup>55</sup> Помножена са 1000 даје нагиб у промилима.

На једном крају дурбина налази се рупица која служи као окулар. На другом су крају укрштене две танке жице под углом од  $90^\circ$

које служе као кончаница. У дурбини се налази косо постављено огледалце. При визирању кроз дурбин, у огледалцу се види мехур либеле (сл. 249).



Сл. 248 а

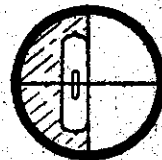


Сл. 248 б

За дурбин је чврсто везан лимбус. На лимбусу је чврсто угравирана подела у степенима, а често и у процентима, почев од нуле на једну и на другу страну. Помоћу казаљке на подели лимбуса се чита нагиб земљишта (напр. у степенима).

Изнад дурбина се налази реверзиона либела. Помоћу завртња  $Z$  може се лагано да покреће казаљка заједно са либелом.

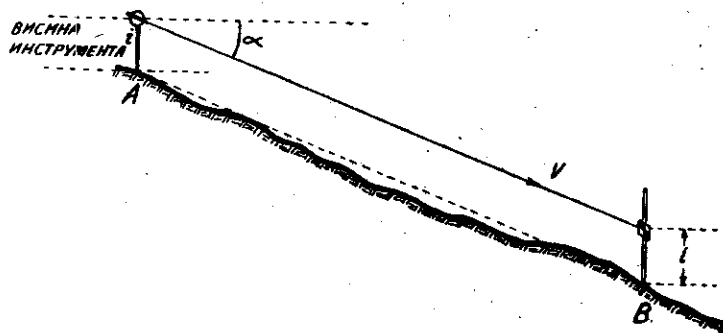
Дурбин се може да окреће и у хоризонталном и у вертикалном смислу. Покретањем дурбина креће се цео покретни део инструмента. Кад се дурбин не креће, не креће се ни лимбус. Међутим, нако се дурбин не креће, дејствовањем завртњем  $Z$  покрећу се казаљка и либела.



Сл. 249

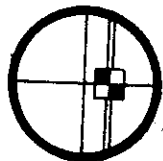
**Одређивање нагиба земљишта на терену.**— За одређивање нагиба земљишта између тачака  $A$  и  $B$  падомер се постави напр. изнад тачке  $A$ , сл. 250. Мањим померањем ногу статива, доведе се непокретни део инструмента у вертикалан положај (помоћу виска, слично

довођењу значке у вертикалан положај). Лаганим окретањем дурбина (у вертикалном смислу), доведе се мехур либеле да врхуни. Визура и оса либеле се налазе у хоризонталном положају, а средина мехура либеле у огледалцу се поклапа с хоризонталним концем кончанице; казаљка заузима вертикални положај, тј. зарез се поклапа с нултом цртом поделе лимбуса (све ово под претпоставком да је оса либеле паралелна са визуром). Померањем таблеце на летви за визирање подеси се да висина таблеце (њена средина) буде једнака висини инструмента, напр. 1,25 m, сл. 248 а и 248 б).



Сл. 250

На тачки В фигурант постави летву за визирање (вертикално, сл. 250). Сада се визира на таблецу (на летви) тако да хоризонтални крај кончанице погађа средину таблеце (сл. 251). При визирању, тј. покретању дурбина у вертикалној равни, заједно са дурбином покретао се цео покретни део инструмента (вертикални лимбус, казаљка, либела и завртањ Z за лагано кретање казаљке). Према томе нулта црта на казаљци поклапа се с нултом цртом поделе на лимбусу. Пошто визура није у хоризонталном положају, није више ни оса либеле хоризонтална. Мехур либеле не врхуни. Дејствујући заврћењем Z, доведе се либела у положај да њен мехур врхуни. При том је и казаљка променила



Сл. 251

положај. Лимбус је остао непомичан. Угао који заклапа оса либеле са визуром одговара нагибу земљишта између тачака А и В. Величину тог угла показује црта казаљке на подели лимбуса.

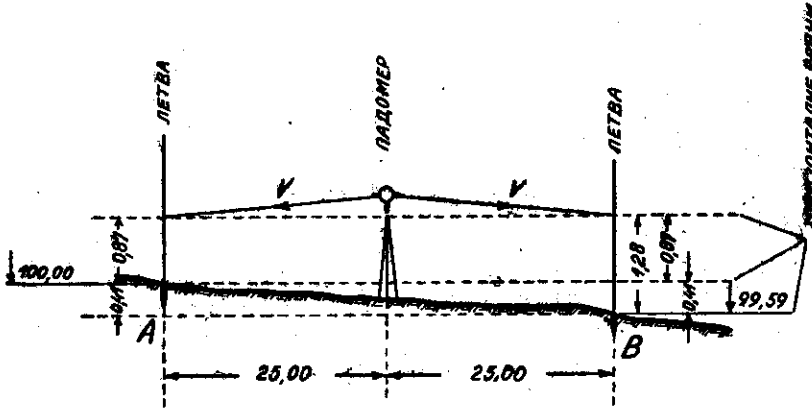
Ако нас интересује нагиб земљишта између тачке А и неке друге тачке (напр. тачке С), фигурант премести летву за визирање на ту тачку. Помоћу заврћења Z доведе се црпа казаљке до подударанја с нултом цртом поделе на лимбусу. Визирањем на средину таблеце, затим довођењем мехура либеле да врхуни и читањем на подели лимбуса одреди се тражени нагиб.

Како се види, при одређивању нагиба земљишта помоћу падомера, није потребно да се установи растојање између инструмента и тачке на којој је постављена летва за визирање.

**Испитивање и ректификација падомера.** — Пре одређивања нагиба земљишта помоћу падомера потребно је испитати да ли је оса либеле паралелна са визуром.

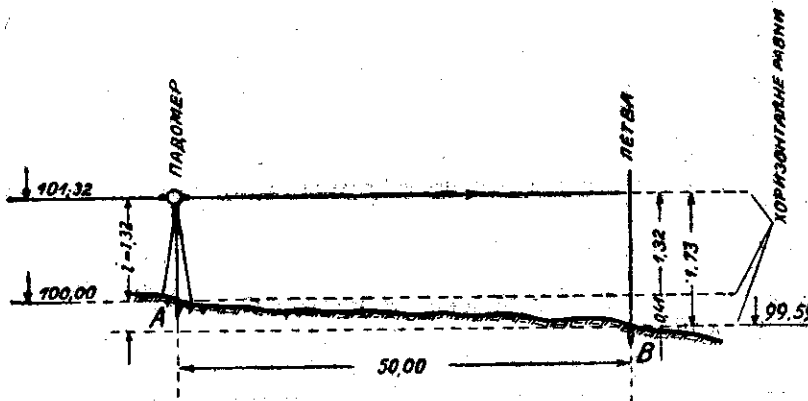
Испитивање и ректификација се врше на овај начин. На терену мањег нагиба изаберемо тачке А и В на растојању око 50 метара и обележимо их кочићима. Падомер

поставимо на једнаком растојању од тачака А и В (сл. 252). Дејствујући завртњем Z доведемо да се црта (зарез) на казаљци поклапа с нултом цртом поделе на лимбусу. Управимо дурбин према летви за визирање која је постављена (вертикално) на тачки А



Сл. 252

она глави кочића) тако да гледајући кроз дурбин видимо летву за визирање. Затим латаним окретањем дурбина (у вертикалном смислу) доведемо мехур либеле да врхуни. Фигурант који држи летву за визирање (вертикално), лагано помера таблицу (вишан) на сетви. Гледајући поред дурбина, а затим кроз дурбин, пратимо померање таблице. Кад се таблица појави у кругу објектива, упозоримо фигуранта да таблицу врло лагано помера. У тренутку кад средина таблице дође у висину визиуре, на њој понав фигурант престане са померањем таблице. Преклопним метром измеримо (у сантиметрима) размак између почетка летне и средине таблице.<sup>56</sup> Овај размак претставља читање настрг напред, 0,87 m). Затим фигурант постави летву за визирање на тачки В. На описани начин добијемо и читање напред (напр. 1,28 m). Пошто је читање настрг мање од читања напред, значи да је терен у паду од тачке А ка тачки В. Кад од читања настрг (+0,87 m) одузмемо читање напред, добијемо висинску разлику између тачака А и В [ $\Delta h = +0,87 \text{ m} - (+1,28 \text{ m}) = -0,41 \text{ m}$ ]. Претпостављајући да је висина тачке А 100,00 m н.м. (произвољно изабрвна), висина тачке В износи  $100,00 \text{ m н.м.} + (-0,41 \text{ m}) = 99,59 \text{ m н.м.}$  Ова се висина може да добије кад се од висине визиуре изнад тачке А одузме висина визиуре изнад тачке В, тј.  $100,00 \text{ m н.м.} + 0,87 \text{ m} - (+1,28 \text{ m}) = 100,87 \text{ m н.м.} - 1,28 \text{ m} = 99,59 \text{ m н.м.}$

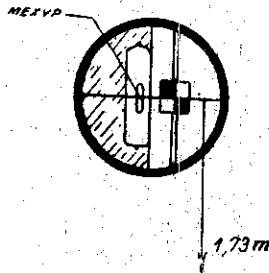


Сл. 253

<sup>56</sup> Мерење преклопним метром (цолштоком) није потребно ако је летна издељена на једној страни (види сл. 248б).

После тога пренесемо инструмент и поставимо га изнад тачке А. Окретањем дурбина доведемо мехур либеле да врхуни. Затим измеримо висину инструмента, напр. 1,32 m. Висина визиуре изнад тачке А је 100 m н.м. + 1,32 m = 101,32 m н.м. Како познајемо висину тачке В (99,59 m н.м.), при хоризонталној визири треба да читамо на летви за визирање постављеној на тачки В ... 101,32 m н.м. - 99,59 m н.м. = 1,73 m.

Средину таблице на летви поставимо на размак 1,73 m. Проверимо да ли се зарез на казаљци поклапа с нултом цртом на лимбусу, и ако се не поклапа, помоћу завртња Z отступање понишtimo. Управимо дурбин на летву за визирање постављену на тачки В. Лаганим окретањем дурбина доведемо мехур либеле да врхуни. Визирамо на летву за визирање. Ако хоризонтални конач кончанице не погађа средину таблице, значи да визира није хоризонтална. Да бисмо визиру довели у хоризонталан положај, лагано окретамо дурбин све док визира не погађа средину таблице. Мехур либеле је отступио. Корекционим завртњем либеле доведемо мехур да врхуни. При дотеривању мехура либеле, може да дође до незнатног окретања дурбина (у вертикалном смислу). Стога поново визирамо на средину таблице, сл. 254. Ако је мехур отступио, ово отступање понишtimo завртњем либеле. Мехур либеле врхуни, а хоризонтални конач кончанице пролази кроз средину таблице.



Сл. 254

Кретање на терену олакшава се кад се употреби краћа летва (напр. 1,5 m дужине). Ако немамо летву с таблицом, можемо на терену да направимо летву у облику слова Г или Г од комада обичне летве (2,5 × 4 cm) која се употребљава за израду кровне конструкције. У овом случају при мерењу нагиба земљишта на свакој станици треба подесити висину инструмента да буде једнака висини летве.

При испитивању и ректификацији инструмента, употребићемо обичну летву дужине око 2 m. До читања натраг доћи ћемо на овај начин. Један фигурант помераће например комад праве границе (у хоризонталном положају) по летви постављеној вертикално на тачки А све док се комад границе не поклопи с хоризонталним коначем. Ово место на летви фигурант ће да обележи (оловком). На исти начин обележиће се и читање напред. Разлика између обележених места на летви претставља висинску разлику између тачке А и тачке В.

Кад инструмент преместимо и поставимо изнад тачке А, измеримо висину инструмента. Збир висине инструмента и висинске разлике даје читање на летви постављеној на тачки В, тј. место на коме ће фигурант да држи комад границе. Окретањем дурбина доведешемо визиру у положај да се хоризонтални конач кончанице поклопи с комадом границе. У том положају дурбина треба и мехур либеле да врхуни. Ако мехур не врхуни, помоћу корекционих завртња доведемо мехур либеле да врхуни. Поновним визирањем испитаћемо да ли се при дотеривању мехура дурбин није незнатно окренуо, тј. да ли се хоризонтални конач поклапа с комадом границе (коју фигурант држи на одређеном месту). Уколико се не поклапа, поново визирамо на границу и мање отступање мехура понишtimo корекционим завртњима либеле. Ову операцију понављамо све докле док не постигнемо да мехур либеле врхуни кад је визира у хоризонталном положају, тј. кад се хоризонтални конач поклапа с комадом границе.

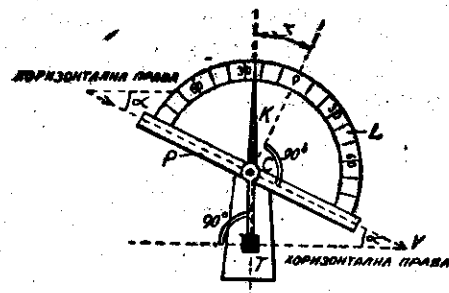
**Подомер једноставније конструкције.** — Полукружни угломер Л чврсто спојен с подлогом Р претставља лимбус (сл. 255а). Горња раван подлоге служи за визирање. У центру С полукруга налази се осовина око које се може да окрете подлога заједно са лимбусом. На осовини је смештена казаљка К коју мали тег држи у вертикалном положају. Кад се раван подлоге налази у хоризонталном положају, врх казаљке се поклапа с нултом цртом на подели. За време рада падомер се налази на стативу. Висину падомера претставља вертикално растојање од површине земљишта до осовине.

Да бисмо одредили нагиб земљишта између тачке А и тачке В (сл. 250), поставимо падомер изнад тачке А. Таблицу на летви за визи-

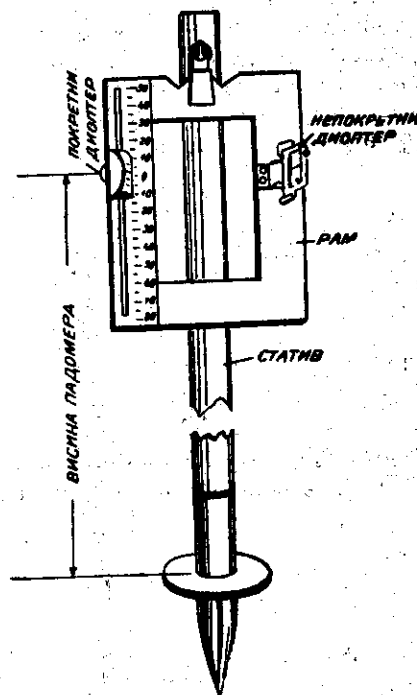
рађе померимо на висину падомера, а затим је поставимо на тачку В. Управимо подлогу у правцу летве за визирање. Пре визирања врх казаљке треба да се поклапа с нултом цртом поделе. Затим визирамо на средину таблице. Врх казаљке на подели показује нагиб земљишта.

Падомер приказан на сл. 255б има ту предност испред горе описаног (сл. 255а) што се визура аутоматски доводи у хоризонталан положај.

Конструкција падомера је једноставна. Падомер се састоји од металног рама на којем се налазе два диоптра, непокретни и покретни. На доњој страни рама додаје се плочица као тег да би вертикални



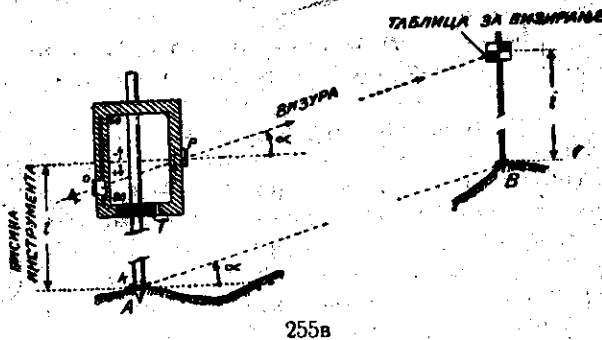
Сл. 255а



Сл. 255б

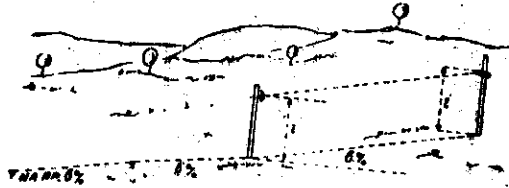
положај рама био стабилнији. Покретни диоптер има нониус за читање поделе нанете на спољашњој страни рама. Подела претставља величину  $100 \operatorname{tg} \alpha = 100 h/d$  тј. висинску разлику  $h$  у метрима између двеју тачака удаљених 100 метара.

Кад се нулта цртица нониуса подудара с нултом цртицом поделе, визура је хоризонтална. Померањем нониуса (покретног диоптра) визура се може довести у кос положај (сл. 255в) и то од  $+80\%$  до  $-50\%$ . Тако напр. ако при визирању на таблицу (сл. 255в) померањем покретног диоптра нулта цртица нониуса дође у положај да се на подели чита  $+28$ , то значи да је терен у успону  $28\%$  ( $28 \text{ m}$  на  $100 \text{ m}$ ). Према томе, ако знамо хоризонтално растојање од стајалишта до тачке на којој се налази таблица, можемо израчунати висинску разлику између стајалишта и тачке на којој се налази таблица, напр.  $140 \text{ m}$  по  $28 \text{ m}/100 \text{ m} = 1,4 \text{ hm} \times 28 \text{ m}/\text{hm} = 39,2 \text{ m}$ .



Нагиб земљишта на терену овим падомером одређује се као и падомером приказаним на сл. 248а с том разликом што се визира налази у хоризонталном положају иако је статив нагнут (при том се дуота пртица нониуса подудара с нултом пртицом поделе). Ипак, при одређивању нагиба земљишта статив треба да буде приближно у вертикалном положају да би висина падомера  $i$  била стална и одговарала средини висине таблице за визирање.

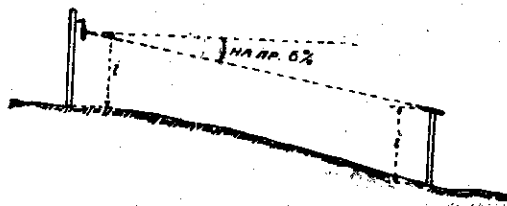
На сл. 255 г и 255 д показан је начин проналажења траге пољског пута у изабраном нагибу (напр. код оснивања деких водњака). Нижу



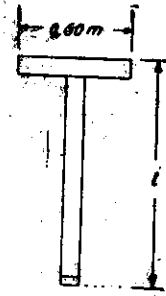
Сл. 255г

пртицу нониуса потребно је наместити да се подудара с пртицом поделе на рачу која показује пројектовани нагиб, напр.  $6\%$ . Таблица за визирање (или пак визурни крст, сл. 255д и 255ђ) премешта се по терену све дотле док визира не погађа средину таблице (или пак горњу ивицу визурног крста). Права

која спаја наше стајалиште с тачком на којој се налази таблица налази се у предвиђеном нагибу, у нашем случају у нагибу  $6\%$ .



Сл. 255д

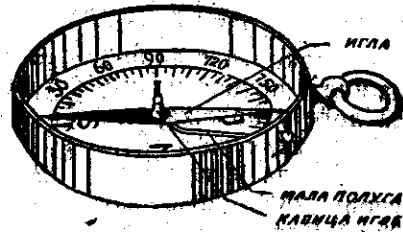


Сл. 255ђ

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ПРАВЦА СЕВЕРА

Приближан правац севера може се одредити на неколико начина. Навешћемо начин одређивања помоћу бусоле и помоћу сунца и часоцика (сата).

**Начин одређивања помоћу бусоле.** — Бусола (компас) је справа помоћу које се може одредити приближан правац севера. Бусолу сачињава кутија од месинга (бабра, алуминијума или пак дрвета), затим магнетна игла и мала полуга за коччење магнетне игле (аретир), сл. 256. Кутија бусоле одозго је затворена стаклом. У дну кутије се налази шиљак на који се помоћу капице игла поставља тако да се може лако окретати у хоризонталној равни кад је полуга „откочена“. Кад се бусолом не ради, полуга треба да је „укочена“ тако да се игла не може окретати, јер је њена капица приљубљена уз стакло кутије. На дну кутије нацртан је кружни прстен с поделом на  $360^\circ$ . Подела понајчешће расте у смеру суйрошном кретању казаљки на сату.

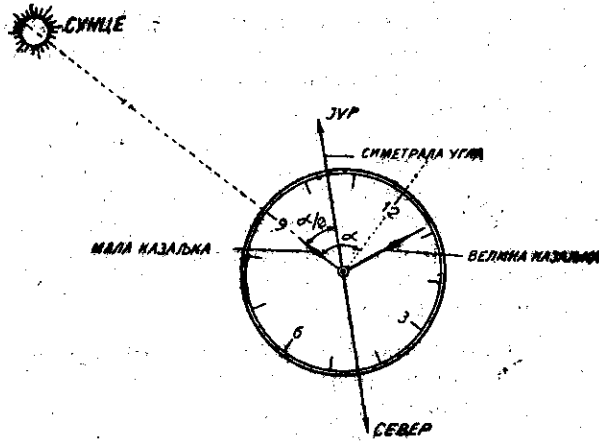


Сл. 256

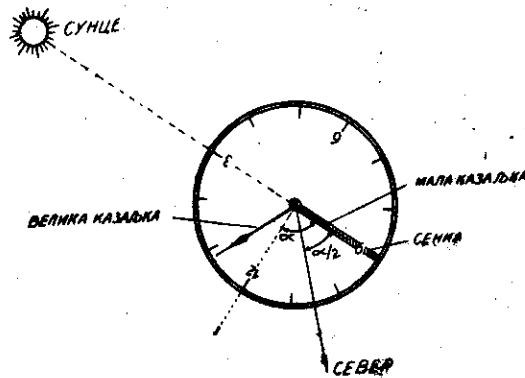


Кад је полуга откочена, а игла умирена, крак игле обојен тамно плавом бојом (или нарочито означен) показује правац магнетног севера. Овај правац код нас засада отступа за мали угао – деклинацију (око  $3^\circ$ ) од правца географског севера. За одређивање правца севера у агрономским радовима деклинација се засада не узима у обзир.

**Начин одређивања помоћу сунца и часовника (сата).**— Часовник се држи хоризонтално и окрене тако да мала казаљка дође у правац сунца (без обзира да ли се одређивање врши пре подне или по подне). Затим се преполови угао који заклапа мала казаљка и цртица броја дванаест на часовнику (на сл. 257 угао  $\alpha$ ). Симетрала угла показује правац југ – север. Нешто тачнији положај часовника може се одредити помоћу сенке. Часовник се држи хоризонтално, а шибица (игла, сламка) постави се вертикално изнад осовине казаљке. Окренемо часовник да сенка шибице падне по дужини мале казаљке, сл. 258. Угао  $\alpha$  преполовимо. Симетрала угла  $\alpha$  показује правац севера.



Сл. 257



Сл. 258

### ОРИЈЕНТАЦИЈА КАРТЕ И ОДРЕЂИВАЊЕ ТАЧКЕ СТАЈАЊА

Пре читања карте на терену, потребно је оријентисати карту [и на њој одредити тачку стајања, тј. место на којем се на терену налазимо.

#### ОРИЈЕНТАЦИЈА КАРТЕ

Оријентисати карту значи оставити карту иако да правац севера на карти (источни или западни оквир карте) буде у правцу севера у природи (сл. 232). У овом положају карте, линије које на њој означају путеве, границе култура, потоке и слично, приближно ће се поклапати с одговарајућим линијама на земљишту.

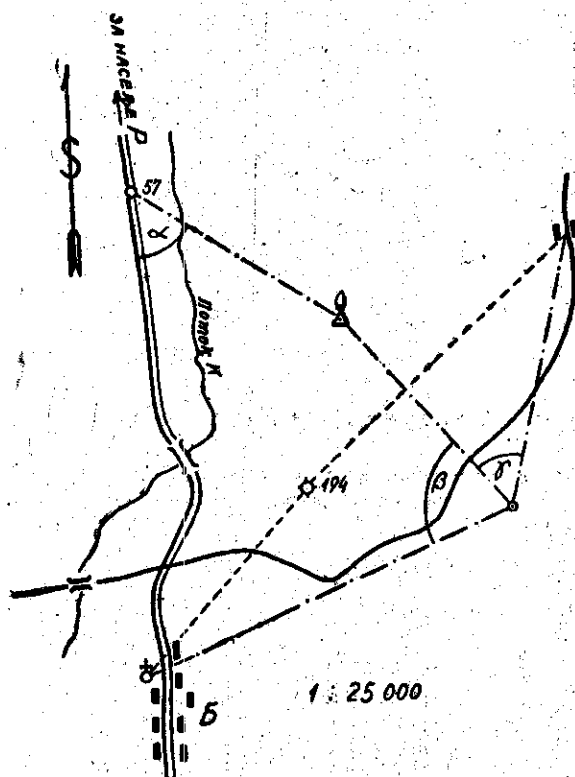
Оријентација карте може се извршити на неколико начина.

**Оријентација карте по правцу севера.**— Приближан правац севера на терену може се одредити помоћу бусоле или помоћу сунца и часовника. Кад је на терену одређен правац севера, лаганим окретањем карте треба њу довести у положај да источни или западни оквир дође у правац севера на терену. Тиме је извршена оријентација карте.

**Оријентација карте по равним линијама.**— Држећи карту у руци, поставимо је у положај да се правац погодног објекта (понајчешће пута, железничке пруге и слично) на карти подудара са правцем тог објекта на земљишту.

Претпоставимо да држећи карту у руци у приближно хоризонталном положају стојимо код путоказа, тј. на раскрсници путева (сл. 241). Окретањем карте поставимо је у положај да правац пушта, путоказ — кога 104, на карти дође у правац шога пушта на терену. У таквом положају карте подударале се и правац пута од тачке Н до тачке С на карти с правцем тог пута на терену, што све значи да смо извршили оријентацију карте.

**Оријентација карте по правцима објеката.**— Овим се начином постиже тачнија оријентација карте. Тачка на којој се на терену налазимо (тачка стајања) треба да је на карти што тачније одређена. Уколико је тачка стајања тачније одређена и уколико су објекти по којима ће се оријентација да изврши удаљенији од места стајања, утолико ће и оријентација карте бити тачнија. Начин рада показатељемо у следећем примеру, сл. 259.



Сл. 259

Ми се налазимо на месту које је означено котом 194. У околини тачке стајања (коте 194) погледом потражимо упадљиве објекте на терену и проверимо да ли су они учртани на карти. У нашем случају нашли смо три оваква објекта: цркву у насељу Б, дрво као знак тригонометриске тачке и осамљене зграде. Оријентацију карте извршићемо по најудаљенијем објекту, у нашем случају по осамљеним зградама.

Поставимо карту на неки предмет који може да послужи као постоље (ослонац) за карту тако да карта буде приближно у хоризонталном положају. На карти, поред знака тачке стајања (коте 194) и знака осамљених зграда тачно поставимо узан лењир (оловку или сличан предмет). Затим

карту (заједно са лењиром) окрећемо по постољу све дотле док у правцу постављеног лењира – као нишана – не угледамо осамљене зграде. Овим је извршена оријентација карте, јер се правац на карти, кота 194 – осамљене зграде, подудара са истим правцем на терену. Да бисмо наш рад проверили, преместимо лењир (не померајући карту) да дође у правац знака коте 194 и знака цркве у насељу Б. У продужењу овог правца треба на терену да видимо цркву у насељу Б. Оријентација се проверава зато да би се отклонила евентуална груба грешка у раду. До ње може да дође кад се при првом визирању уместо објекта који је означен на карти и поред чијег је знака положен лењир, погрешно нанишани неки сличан оближњи објект на терену.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ТАЧКЕ СТАЈАЊА

Одређивање тачке стајања (стајне тачке) на карти потребно је ради читања карте на земљишту као и ради других радова на терену који се изводе при употреби карте. Тачка стајања се одређује на неколико начина помоћу уочљивих објеката који се налазе на терену, а уцртани су на карти.

Претходно је потребно да се утврди на којем је делу карте земљиште где се налазимо. У највише случајева ово је познато, јер при кретању на терену стално упоређујемо карту и земљиште. Ако је упоређивање изостављено, потребни подаци се могу добити пропитивањем пролазника (мештана) који дотични терен добро познају. Уколико не могу да се добију потребни подаци, прво се изврши оријентација карте (помоћу бусоле или пак сунца и часовника), а затим се прелази на упоређивање карте са земљиштем. На карти и на земљишту траже се напр. већи висови, гребени и уочљиви објекти, прво у широј, а затим у ужој околини, све док се на карти не установи ближа околина још неодређене тачке стајања.

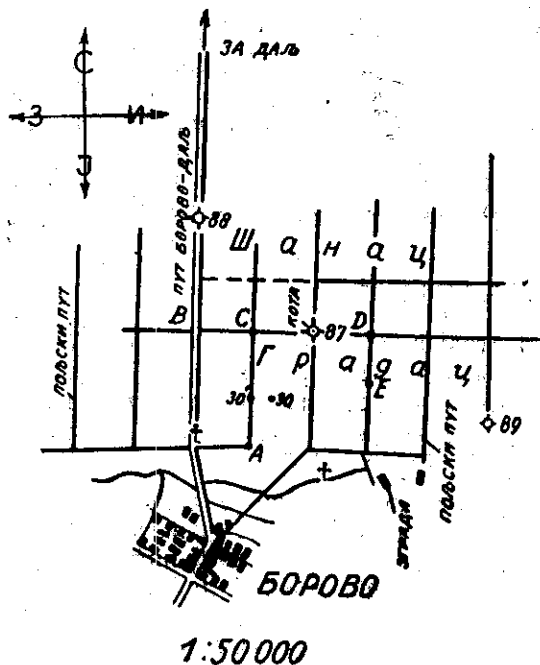
У даљем је излагању показано одређивање тачке стајања за разне случајеве.

**Тачка стајања се налази на месту неког објекта.** — Претпоставимо да смо напустили насеље Б (сл. 259) и да се налазимо на путу за насеље Р. Карта је оријентисана према линији пута по којем се крећемо. Кретањем по путу према мосту преко потока К тачка стајања се стално мења. На самом мосту се стајна тачка на карти подудара с објектом на терену.

У овакав начин одређивања тачке стајања може се уврстити и начин одређивања по тачкама које су на карти тачно одређене, а на терену се са сигурношћу могу да установе, иако нису обележене неким објектом. Тако напр. упоређујући карту са земљиштем, при кретању по пољском путу од раскрснице путева према осамљеним зградама (сл. 259), кад стигнемо у средину прве кривине пута можемо приближно да одредимо тачку стајања на карти, јер кривина није довољно оштра.

Исто тако са сигурношћу можемо на терену установити и тачку стајања В, сл. 259а, при кретању по путу Борово—Даљ. Претпоставимо да смо на том месту (код тачке В) променили правац кретања и да смо пошли пољским путем према коти 87. Кад стигнемо на прво укрштање пољских путева, налазимо се на месту означеном на карти тачком С.

Пођемо ли даље, кад стигнемо на идуће укрштање путева, то место одговара тачки стајања која је означена котом 87. Продужимо ли истим путем, доћи ћемо на место означено тачком D. Ако сад напр. скренемо пољским путем према југу (удесно од ранијег правца кретања) и при пешањењу бројимо кораке, знаћемо кад смо стигли на место означено тачком E, јер смо помоћу размерника пређено растојање на терену (прерачунато у метре) пренели на карту.



1:50 000

Сл. 259а

Кад би се радило о снимању на том делу земљишта, напр. у циљу израде педолошке карте, на овај начин могли бисмо на терену да одредимо потребан број полазних тачака. За одмерања на терену употребљиви бисмо пантљику или бисмо одмерања извршили помоћу пољског шестара или пак оптичким путем помоћу малог теодолита и нивелманске летве (тј. без употребе пантљике).

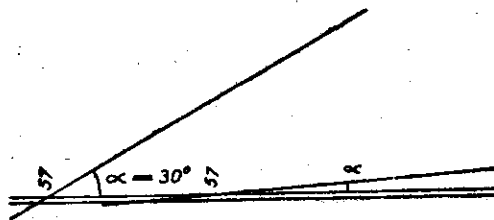
**Одређивање тачке стајања пресецањем са стране.** — Да бисмо овим начином одредили тачку стајања, потребно је да извршимо оријентацију карте по линији нашег кретања (путу и слично) или пак по правцу севера. Затим, на терену треба да нађемо уочљив објект који је учртан и на карти.

На оријентисану карту поставимо лењир (оловку или сличан предмет), али тако да ивица лењира пролази кроз средину знака објекта који на терену видимо. Нишањећи дуж ивице лењира, померамо један крај лењира око знака објекта да бисмо ивицу лењира довели у правац објекта на терену. При померању лењира положај карте се не мења, а ивица лењира стално пролази кроз средину знака. Кад смо померањем довели ивицу лењира у правац изабраног објекта на терену (тј. да тачно у продужењу ивице лењира видимо изабрани објект на терену), оловком повучемо танку линију дуж ивице лењира. Тачка у којој повучена линија (на карти) пресеца линију нашег кретања је тражена тачка стајања.

На тачност одређивања тачке стајања утиче величина угла  $\alpha$  што се види из слике 260. Овај угао не би требало да буде мањи од  $30^\circ$ .

Ради вежбања наводимо следећи пример. У циљу израде педолошке карте треба да се ископа профил покрај пута насеље Б — насеље Р, северно од моста на удаљености око 900 метара (сл. 259). На терену смо изабрали место за копање профила. Поставља се задатак да се и на карти одреди то место, тј. тачка 57.

Као објект изабрано је дрво као знак тригонометриске тачке. Карту смо оријентисали, а затим смо поставили лењир тако да његова ивица пролази кроз средину знака тригонометриске тачке. Нишањећи и померајући лењир око изабраног знака, довели смо ивицу лењира у правац тригонометриске тачке на терену и оловком смо повукли линију дуж ивице лењира. У пресеку ове линије и линије пута добили смо тачку 57, наше стајалиште.



Сл. 260

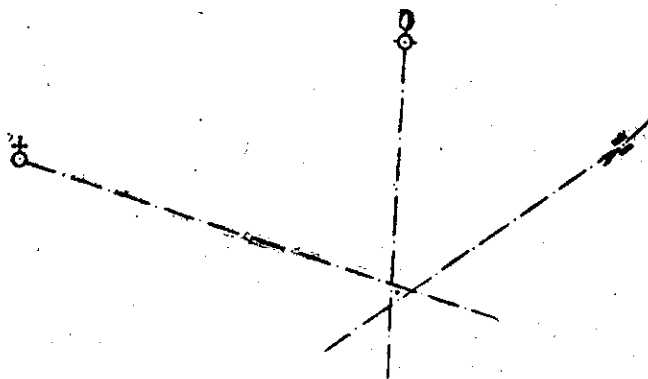
**Одређивање тачке стајања пресецањем назад.** – Овај се начин састоји у томе да повлачењем бар двеју линија на карти, у њиховом пресеку долазимо до тачке стајања. Из овог се види разлика између пресецања са стране и пресецања назад, јер на карти при пресецању са стране већ имамо једну линију (напр. линију пута и слично).

Ради сигурности одређивања тачке стајања (пресецањем назад) и постизање веће тачности препоручује се уместо две, употребити три линије.

**Начин рада објаснићемо у следећем примеру, сл. 259.**

Налазимо се североисточно од насеља Б на удаљености око 1000 метара. Треба да одредимо тачку стајања (на карти). Са стајалишта видимо цркву у насељу Б, осамљене зграде и дрво као знак тригонометриске тачке. На претходно оријентисану карту поставимо лењир тако да ивица лењира пролази тачно кроз знак цркве (на карти). Померањем лењира и нишањењем (визирањем) на начин описан код пресецања са стране, доведемо ивицу лењира у положај да у продужењу ивице лењира видимо цркву у насељу Б. Кад смо ово постигли, поред ивице лењира, почев од знака цркве повучемо (оловком) танку линију уназад. Не померајући каршу преместимо лењир и поставимо га тако да његова ивица пролази тачно по средини знака тригонометриске тачке на карти. Сада померамо лењир (око знака тригонометриске тачке) и визирамо дуж његове ивице. Кад у продужењу ивице лењира видимо дрво као знак тригонометриске тачке, повучемо танку линију како је већ описано. У пресеку ових двеју линија на карти добијамо нашу тачку стајања.

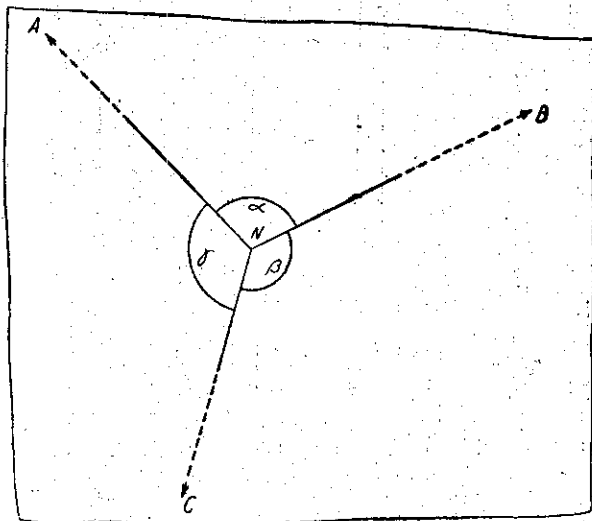
Ради контроле узима се још и трећа тачка (у нашем примеру осамљене зграде). На показани начин долази се до линије и са ове тачке (тзв. контролне визуре). Често се дешава да контролна визура не пролази тачно кроз пресек првих двеју линија (сл. 261) већ с њима затвара мали троугао (тзв. троугао грешке). У оваквом



Сл. 261

случају, у средини тог троугла налази се тачка стајања. Ако је троугао грешке већи, потребно је обновити цео рад.

Тачка стајања се може одредити и помоћу провидне хартије (паус-хартије). У овом случају није потребна претходна оријентација карте. Парче провидне хартије се постави на приближно хоризонталну подлогу и на њој се означи произвољна тачка  $N$ , сл. 262. Уз тачку се прислони ивица лењира. Померајући лењир око тачке  $N$  визира се на прву тачку (напр. на тачку  $A$ ) помоћу које се хоће да одреди тачка стајања.



Сл. 262

Кад је прва тачка навизирана, из тачке  $N$  се повуче танка линија (пored ивице лењира). Не померајући провидну хартију навизира се друга тачка (напр. тачка  $B$ ) и из тачке  $N$  се повуче танка линија (на провидној хартији). Кад је повучена линија и у правцу треће тачке, провидна хартија се постави на карту. Сад се провидна хартија полако окреће и помера по карти и тражи се онај положај провидне хартије при којем једновремено свака повучена линија тачно пролази кроз

средину одговарајућег знака на карти. Кад је ово постигнуто, убодом оловке кроз тачку  $N$  на карти се означи њен положај, тј. тачка стајања.

После одређивања тачке стајања, изврши се оријентација карте.

При избору тачака за пресецање (тачке  $A, B, C$ , сл. 262) треба настојати да оне буду повољно распоређене тако да се линије визирања секу под угловима између  $30^\circ$  и  $150^\circ$  (углови  $\alpha, \beta, \gamma$ , сл. 262).

#### ЧИТАЊЕ КАРТЕ

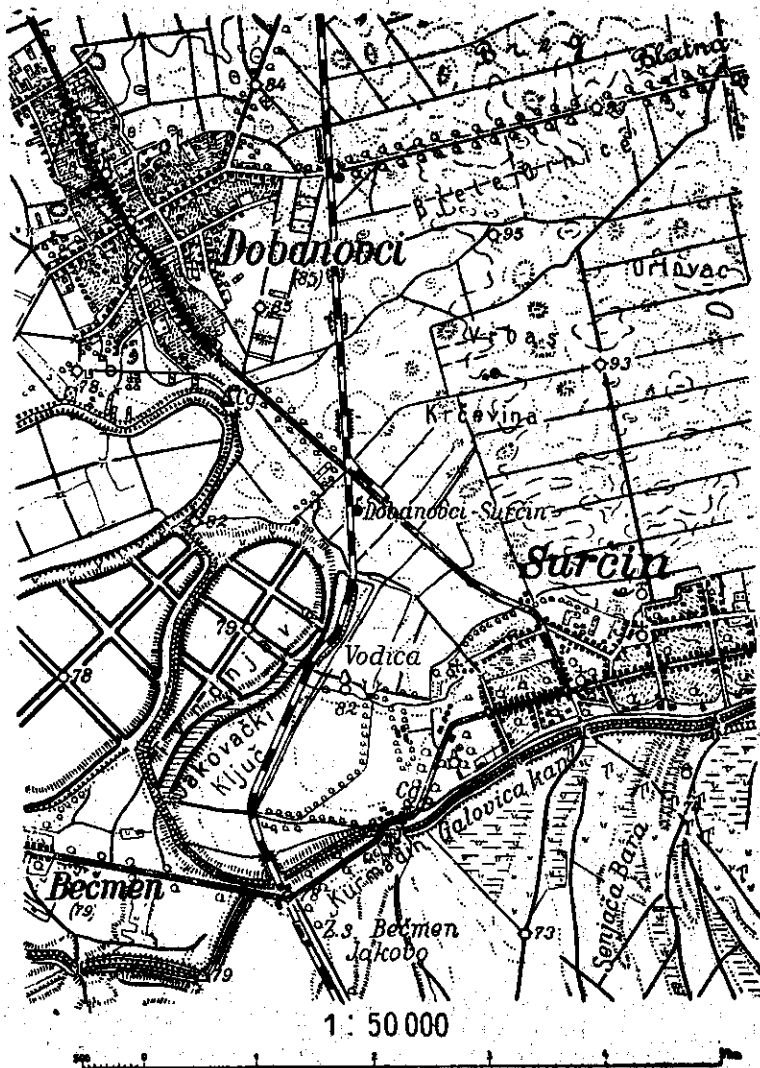
Читати карту на земљишту значи у природи пронаћи оно што је на карти претстављено и обрнуто, на карти пронаћи оно што се у природи налази. Поред доброг позивања топографских знакова потребно је и осећање рељефа израженог изохипсама.

Добро и тачно читање карте постиже се вежбањем. Прва вежбања у читању карата састоје се у тачном распознавању топографских знакова и у описивању рељефа претстављеног изохипсама. После тога препоручују се вежбања на терену.

На сл. 262<sub>a</sub> приказан је мали део секције Обреновац (види сл. 233) у размери  $1:50\,000$  (1 mm на карти одговара 50 m у природи). Ова је секција репродукована 1935 г. по картографском материјалу за карту размере  $1:100\,000$ .

На сл. 262а се види део насеља Сурчина, затим насеље Добановци и неколико зграда насеља Бечмена.

Саобраћај између ових села омогућен је и у позну јесен, јер су она повезана путевима II реда (на карти су ови путеви означени црвеном бојом, а на сл. 262а слабо су осенчени).



Сл. 262а

Село Добановци лежи у равници, просечно на 85 m н.м. (види број у загради испод слова *a* и *n* назива насеља). Иако је село доста велико, оно нема поштанске станице (види знак поштанске и телеграфске станице испод назива насеља Сурчин).

Површина насеља (зграде, дворишта, баште) износи око 325 ha [(20 mm + 13 mm) × 13 mm + 40 mm × 22 mm = 1309 mm<sup>2</sup>; 1309 mm<sup>2</sup>

по  $2500 \text{ m}^2/\text{mm}^2 = 3\,272\,500 \text{ m}^2$ ; због смањене слике, 1 mm не претставља 50 m]. Мањи део ове површине сачињавају дворишта, а већи део бањте.

У најдужој (главној) улици (око 2,75 km; 55 mm по 50 m/mm) налази се млин са парним погоном. Ако идемо том улицом у југоисточном правцу, доћи ћемо на раскршће где се налази једна од цркава тог насеља.

Пођемо ли према североистоку улицом која лежи приближно управно на главну улицу, после пређеног пута од око 1000 m (20 mm по 50 m/mm) стићи ћемо на место где се улица рачва. Продужимо ли даље у североисточном правцу, доћи ћемо на место означено котом 84. Пођемо ли од коте 84 југоисточним правцем, проћи ћемо поред мањег хришћанског гробља.

Кад стигнемо до првог пољског (колског) пута и продужимо улево (према истоку), наићи ћемо на нормалну железничку пругу с једним колосеком. Идући даље поред железничке пруге према југу, убрзо ћемо доћи до парцеле на којој се гаји хмељ. Ова парцела није мала, јер њена ширина износи скоро 50 m, а дужина око 300 m. Кад прођемо ову парцелу, доћи ћемо до места на којем се комуникације укрштају (пут и железничка пруга). Ту се налази постаја и кућа за чувара железничке пруге.

Пођемо ли широким колским путем према истоку (поред пута је дрворед), проћи ћемо коту 93 (број 93 означава апсолутну тј. надморску висину) и стићи ћемо до тригонометриске тачке.

Јужно од ове тачке налази се парцела на којој се гаји хмељ. На крају парцеле видимо две осамљене зграде.

Од тригонометриске тачке у југозападном правцу води бољи, а затим лошији пољски (колски) пут у потес Врбас. Претпоставимо да смо наставили кретање споменутим лошијим колским путем, да смо прошли оштру кривину (око  $90^\circ$ ) и да се крећемо према југу.

После пређеног растојања око 600 m (на карти око 12 mm) од споменуте кривине, дошли смо до колског пута који води ка коти 93. Око 350 m источно од наше стајне тачке налази се осамљена зграда и бунар (знак за бунар нацртан је плавом бојом).

Пођемо ли даље према југу, стићи ћемо у село Сурчин. Почетак насеља чини група зграда. Кад смо ушли у село, прошли прву раскрсницу улица и пошли према главној улици, надесно од нашег правца кретања (према гробљу) видећемо замочварено земљиште (на карти је то земљиште означено као проходно замочварено земљиште).

Продужимо ли даље према југу, проћи ћемо поред цркве и стићи ћемо до моста на каналу Галовици. Северна страна овог канала налази се у усеку, а јужну страну чини насип.

Иза моста виде се два колска пута; један у правцу групе бунара (са ћермовима), а други бољи према коти 73.

Већина земљишта јужно од насипа канала Галовице је проходно мочварно земљиште (са шеваром). Мрежа колских путева је неправилна.

Кад погледамо на карту, видимо да постоји разлика између терена (земљишта) северно и јужно од насеља Сурчин.

Земљиште северно од тог насеља налази се просечно 93 m н.м., а оно јужно од насеља просечно на 73 m н.м. Осим тога путна мрежа северно од насеља је много правилнија, нарочито у потесу Оривац



па све до самог села. Овде су пољски путеви међусобно паралелни и налазе се на подједнаком растојању од око 400 метара (на карти око 8 mm). Изохипсе показују да земљиште северно од насеља спада у равнице са мањим узвишењима и удубљењима (вртачама) и да се може обрађивати. Међутим, земљиште јужно од насеља није све за обраду, јер је делом замочварено.

Пођемо ли по насипу канала Галовице према југозападу, доћи ћемо до групе зграда где се налази циглана. Затим можемо да продужимо даље у истом правцу главним путем II реда поред потеса Курмадин све до коте 78. На том месту променићемо смер кретања и поћи ћемо према северозападу поред железничке пруге. Ту видимо да канал Галовица пролази удољем.

После прве кривине улазимо у шуму Јаковачки Кључ (на карти означена зеленом бојом). После подужег кретања поред пруге (око 2,5 km од споменуте кривине) стићи ћемо до постаје Добановци-Сурчин.

Затим можемо да се вратимо у село Добановце (путем II реда).

Кад у отвор шестара узмемо дуж од 10 mm, која на терену претставља 500 m, и измеримо описани пут (почев од млина у Добановцима), дужина тог пута износи око 24 km.

## Х. П Л А Н О В И

Геодетски план је тачна умањена слика свега оног што је на терену снимљено, израђена на хартији по устаљеним знацима, у изабраној размери.

Основне размере ових планова (1:2500, 1:2880) су врло крупне у поређењу са размерама карата (1:25 000, 1:50 000 итд.) те стога геодетски планови и садрже више детаља него ли карте. Иако је основна размера крупна, геодетски планови гушћег детаља (малих парцела за огледе, насеља, дворишта пољопривредних добара и слично) раде се у још крупнијим размерама напр. 1:1000, 1:500, 1":20" и слично. Међутим, за планове великих шума, пашњака, језера и слично, узима се размера 1:5000 па и 1:10 000.

На геодетским плановима основне размере, а по потреби и још крупније размере, детаљно је приказан положај (ситуација) оног што је снимљено, па се *ови планови често називају и ситуационим плановима*. На овим плановима претстављено је оно што је природа створила као и оно што је човек на земљишту подигао (напр. железничке пруге, путеви, канали, насипи, усеци, мостови, зграде итд.<sup>57</sup>).

Ситуациони план основне размере (1:2500, 1:2880) омогућује нам напр. да различите типове земљишта, па и подтипове који се јављају и на мањој површини, тачно на плану прикажемо (ограничимо) и израчунамо њихове површине довољно тачно, или пак да израдимо детаљан пројект каналске мреже за наводњавање и одводњавање и слично.

Геодетски планови (листови) груписани су по атарима појединих села, варошица и градова, односно по катастарским општинама. На сваком геодетском плану (листу) изван оквира плана уписани су: назив народне републике, среза (котара) и села, односно града на који се план односи, број плана и укупан број планова тог атара, размера плана, висинско отстојање изохипса (ако су учтране на плану) и време кад је извршено снимање, картирање и прегледање плана.

Ради бољег прегледа и бржег сналажења у распореду планова (листова) једног атара, израђен је преглед поделе листова. Осим тога на сваком се листу налази „шема везе“. На сл. 263 показана је шема везе за лист бр. 18 из које се види да се овај лист граничи са севера листом бр. 14, са истока листом бр. 19, са запада листом бр. 17 и са југа листом бр. 23. Ако би напр. на листу 18 неког већег атара (који има 30 листова), био претстављен и део ливаде која се простире на север, уколико би нас интересовао и тај део, на шеми везе се види да се тај део налази на листу 14.

<sup>57</sup> На плановима који су израђени пре II светског рата у већини случајева није приказан рељеф (конфигурација).

Код планова новог премера оквир листа (величине  $90 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ ) је издељен на десиметре. Подела на десиметре извршена је и унутар оквира тако да је план издељен на 54 квадрата који чине мрежу десиметарских квадрата. Ова се мрежа наноси на план помоћу координатографа (справе за картирање). Координатографом се картирају и све оне тачке за које су израчунате координате (тригонометриске, полигонске, мале па и детаљне тачке). Десиметарска мрежа се употребљава при одређивању промене величине хартије, графичких координата, при накнадном картирању и слично.

На плановима старог премера оквир листа издељен је краћим цртицама на отстојању од 40 хвата, а дужим на отстојању од 200 хвата. Сврха поделе је иста као и код планова новог премера.

	Д.Л.14	
Д.Л.17	Д.Л.18	Д.Л.19
	Д.Л.23	

Сл. 263

За добро читање геодетских планова потребно је познавање топографских знакова, слично као и код карата. Пошто се у пракси употребљавају копије геодетских планова израђене у једној боји (црној), између већег броја топографских знакова дати су само они који су најпотребнији у агрономској пракси. *Топографски знаци се налазе на крају књиге.*

У погледу изражавања рељефа земљишта помоћу изохипса, затим мерења дужина дужи, одређивања висинских разлика, косих отстојања, нагиба земљишта, правца севера, оријентације плана и читања плана углавном важи оно што је о овоме наведено у поглављу о картама.

Кретање на терену помоћу плана, за разлику од карте, може детаљно да се прати, нарочито у атару с мањим парцелама неправилног облика тако да се лако може установити тачка стајања. Ако се налазимо на већој парцели (не на њеној граници), за одређивање тачке стајања можемо да употребимо сигурно и лако уочљиве преломе међа.

*Овакве тачке (где се међе њива, ђушева и слично нагло ломе) могу добро да се користе за снимања с мањом тачношћу, јер се положај ових тачака на терену већином слаже с њиховим положајем на плану. Према томе, споменуће тачке могу да се употребе у смислу полигонских и малих тачака при снимању на терену и уцртавању у план, напр. подолошких профила, граница подолошких шипова, бонишета и слично. Наиме, треба имати у виду да су за обележавање полигонских тачака у већини употребљене цеве тако да белеге тих тачака нису видљиве. Њих је потребно откривати, што захтева више времена. Напомиње се да у крајевима где је извршен стари премер није лако пронаћи тригонометриску тачку, а проналажење полигонских тачака уопште не долази у обзир, јер су у већини биле стабилизване кољем.*

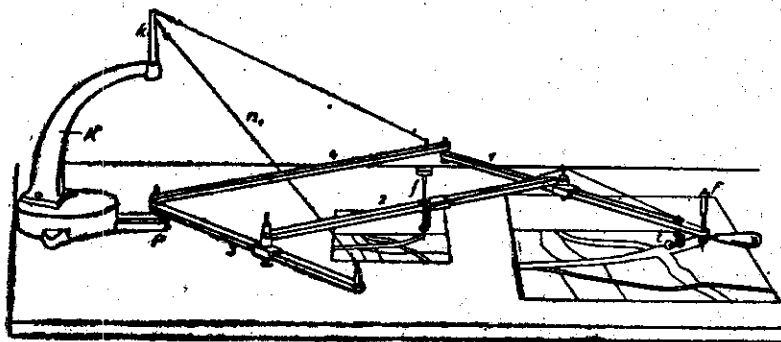
#### ПРЕГЛЕДНИ СИТУАЦИОНИ ПЛАНОВИ

Осим геодетских планова основне размере, у пракси се врло често употребљавају *прегледни ситуациони планови* ситнијих размера. Ови се планови добијају двоструким, троструким и четвороструким смањењем

геодетских планова основне размере (напр.  $1:2500 \times 4 = 1:10\ 000$ ;  $1:2880 \times 2 = 1:5760$  и слично) тако да на једном прегледном плану може да буде обухваћена целокупна површина пољопривредног добра, или пак атара једног села па и атара неколико суседних села, што зависи од величине површине и изабране размере прегледног плана.

Предност ових планова лежи у њиховој прегледности. Овакви се планови врло корисно могу да употребе: за уношење *педолошких података*, при пројектовању уређења атара (нове пошне мреже, пољопривредних шумских појаса, размештају плодореда, одводњавању, наводњавању и слично); за евиденцију *сејве, жетве, величине приноса, употребе разних ђубрива, калцификације* итд. Да не би један прегледни план био претрпан различитим подацима и због тога постао непрегледан, могу се израдити копије таквог плана на хартији за умножавање, у више примерака, и одредити шта ће се уносити у поједине примерке за сваку годину засебно. На овај начин, врло прегледно могу да буду приказани различити подаци у *шоку више година*, напр. на једном примерку прегледног плана могу да буду подаци о сетви, жетви, величини приноса појединих група парцела у 1949 г., а подаци истог карактера за 1950 г. могу да буду заведени на другом примерку прегледног плана итд.

За смањивање (и до двадесет пута) се употребљава пантограф. То је справа израђена од метала или пак од дрвета помоћу које се овај рад може брзо и доста тачно да изведе. На сл. 264 приказан је пантограф у раду. Главни саставни делови пантографа су ови: тег К, држач к,



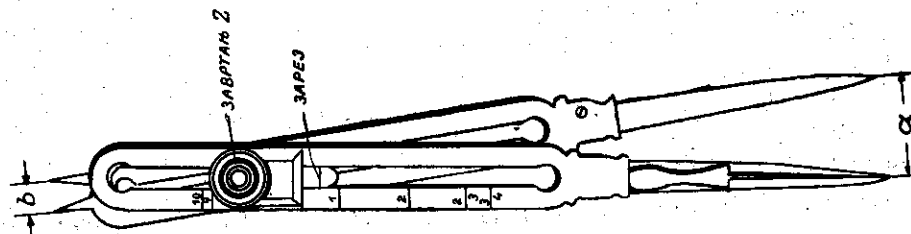
Сл. 264

жице  $p_1, p_2$ , штапови 1, 2, 3, 4, уређај  $f$  где се налази и оловка која црта смањену слику и уређај  $F$  са иглом водиљом за обилазак парцела на плану у циљу њиховог смањивања.

Кад се пантографом ради, штапови су придржавани жицама, а ослањају се на пол  $P$  и точкић  $t$  тако да је омогућено померање игле водиље и оловке. На штаповима 1, 2, 3 налази се подела помоћу које се подеси положај штапа 2 и уређаја  $f$  да би се постигло предвиђено смањивање плана. Рад овом справом је врло једноставан.

У недостатку пантографа, смањивање се може да изврши и мрежом квадрата. Овај начин и по брзини рада и постигнутој тачности *зостаје* за радом помоћу пантографа. За преношење смањених дужи

употребљава се редукциони шестар (сл. 265). Спој-кракова шестара се постиже завртњем  $Z$ , а може се извести на разним местима. Кад се завртањ  $Z$  налази у положају при којем се зарез поклапа с цртом означеном цифром 3, значи да мањи отвор шестара  $b$  одговара  $1/3$



Сл. 265

отвора шестара  $a$ . Смањивање се врши по појединим квадратима (сл. 231). Прво се преносе оне тачке у којима линије детаља секу стране квадрата, а затим тачке које се налазе у квадратима.

#### ИЗБОР РАЗМЕРЕ

Пре израде плана треба изабрати размеру у којој ће план да буде израђен. Размера плана зависи од густине детаља који је био снимљен и тачности плана којом се можемо задовољити. Тако на пример по густини детаља уочљива је разлика између центра већег града и атара неког села. Први је детаљ ситан и густ, а други је крупан и редак. За претставу ситног и густог детаља потребна је крупнија размера (1:500, 1:1000), а за претставу крупног и ретког детаља довољна је и основна катастарска размера (1:2500, 1:2880).

Према томе за израду ситуационих планова малих парцела за огледе, дворишта пољопривредних добара, канала и јазова за наводњавање и слично, изабрали бисмо крупну размеру (напр. 1:1000). Још крупнија размера дошла би у обзир напр. при изради плана стакларе, говедарника, живинарника, силоса, снабдевање водом сточарско-живинарске фарме и слично (размера 1:200, 1:100), а врло крупна размера употребила би се за детаље тих грађевина (размера 1:50, 1:20).

Кад се ради о ситуационом плану ређег детаља, напр. пројекту канала за одводњавање, педолошком плану где на сваких 2—3 хектара долази по неколико профила итд, била би довољна размера 1:2500 до 1:5000; при овом је узета у обзир и тачност плана којом се можемо задовољити.

Примена размере 1:10 000 довољно је објашњена у градиву о прегледним ситуационим плановима. Ситне размере (1:25 000, 1:50 000) долазе у обзир при изради карата, прегледног ситуационог плана мреже канала за одводњавање и за наводњавање (ирригацију), граница типова земљишта, снабдевања насеља водом и слично.

При избору размере плана могу се користити подаци наведени у табlici 10.

ТАБЛИЦА 10

Размера	Једном $m$ на плану одговара у природи	Једном $m$ у природи одговара на плану	Примедба
1	2	3	4
1:1	1 $m$	1 $m$	План у природној величини
1:10	0,01 $m$	1/10 $m = 1$ $dm$	Планови за детаљна техничка пројектовања (напр. зграде, мостови, уставе итд.)
1:50	0,05 $m$	1/50 $m = 2$ $cm$	
1:100	0,1 $m$	1/100 $m = 1$ $cm$	
1:200	0,2 $m$	1/200 $m = 5$ $mm$	
1:500	0,5 $m$	1/500 $m = 2$ $mm$	Планови за генерална техничка пројектовања, катастарски планови узиданих грађевинских рејона
1:1000	1 $m$	1 $mm$	
1:2000	2 $m$	0,5 $mm$	Катастарски планови атара (у метарском систему)
1:2500	2,5 $m$	0,4 $mm$	
1:5000	5 $m$	0,2 $mm$	Прегледни планови атара, планови шума, основна државна карта и специјалне карте
1:10 000	10 $m$	0,1 $mm$	
1:25 000	25 $m$	0,04 $mm$	Карте
1:50 000	50 $m$	0,02 $mm$	
1:75 000	75 $m$	0,01333 $mm$	
1:100 000	100 $m$	0,01 $mm$	
1:200 000	200 $m$	0,005 $mm$	
1" = 40°	1,52 $kv$	0,34722 $mm$	Катастарски планови старог премера (Словенија, Хрватска осим Далмације, Војводина)
1:2880	2,88 $m$	0,34722 $mm$	
1:6250	6,25 $m$	0,16 $mm$	Катастарски планови старог премера Босне и Херцеговине
1:2904,17	2,904 $m$	0,34433 $mm$	Катастарски планови старог премера Далмације

## XI. ИСПРАВЉАЊЕ МЕЂА

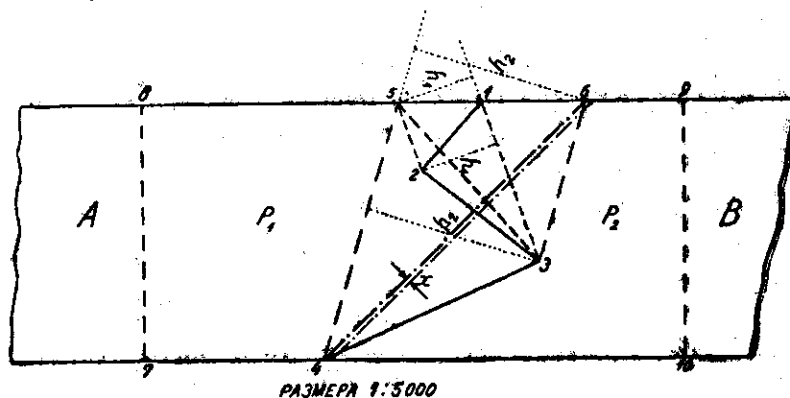
Разлози који доводе до исправљања неправилних међа могу да буду различити, напр. да се постигну погоднији облици парцела за обрађивање, да се изврши замена земљишта и слично.

Исправљање међа састоји се у томе да се неправилна међа у облику изломљене линије замени правом линијом, при чем површине с једне и друге стране исправљене међне линије у већини случајева остају исте.

Исправка међе може се извести рачунским и графичким путем. Рачунским путем, који је компликованији, постиже се већа тачност него једноставнијим, графичким путем. Међутим, тачност постигнута графичким путем у највише случајева задовољава. Јасно је да тачност исправљене међе на првом месту зависи од тачности графичког рада, а затим и од размере плана. Начин рада показатићемо у два примера.

### Пример 38

*Задатак.*— Између парцела А и В (сл. 266) треба исправити неправилну међну линију 1-2-3-4 под условом да површине парцела А и В остану непромењене.



Сл. 266

*Решење.*— Рад ћемо извести поступно. Изломљену међну линију 1-2-3 заменићемо правом линијом 5-3, а затим међну линију 5-3-4 заменићемо линијом 4-6.

Поступак рада је следећи. Спојимо тачке 1 и 3. Из тачке 2 повучемо паралелну линију с 1-3 до тачке 5. Спајањем тачака 5-3 исправили

смо изломљену линију 1-2-3, при чем су површине парцела А и В остале непромењене. Површина  $\Delta 1-3-2$ , пре исправке међе, припадала је парцели В. После исправке међе, парцели В припада површина  $\Delta 1-3-5$ . Површине ових троуглова су једнаке, јер троуглови имају ишту основицу (1-3), а због паралелности 1-3 и 2-5 имају и ишту висину ( $h_1$ ). Затим спојимо тачке 5 и 4. Из тачке 3 повучемо паралелну линију с 4-5 до тачке 6. Спајањем тачака 4 и 6 исправљена је изломљена линија 5-3-4. Пре исправке међе, парцели А припадала је површина  $\Delta 5-4-3$ , а после исправке међе припада јој површина  $\Delta 5-4-6$ . Ове су површине једнаке, јер  $\Delta 5-4-3$  и  $5-4-6$  имају ишту основицу (5-4) и ишту висину ( $h_2$ ).

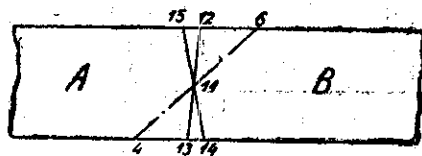
Тачност рада контролишемо на следећи начин. Повучемо произвољне линије 7-8 и 9-10. Планиметром<sup>58</sup> срачунамо површину многоугла 1-2-3-4-7-8-1 тј. површину  $P_1$  и површину многоугла 4-3-2-1-9-10-4 тј. површину  $P_2$  пре исправке међе. После исправке међе, површина  $P_1$  треба да је једнака површини четвороугла 4-7-8-6-4, а површина  $P_2$  треба да одговара површини четвороугла 4-6-9-10-4. Међутим, због нетачног цртања може да дође до промена у површинама  $P_1$  и  $P_2$  пре и после изравнања међе, напр. пре изравнања  $P_1 = 5$  ха 43 а 00  $m^2$ ,  $P_2 = 4$  ха 03 а 00  $m^2$ , а после изравнања  $P'_1 = 5$  ха 31 а 00  $m^2$ ,  $P'_2 = 4$  ха 15 а 00  $m^2$ . Разлика у површини  $\Delta p$  поништава се померањем изравнате међне линије паралелно самој себи. У нашем случају разлика  $\Delta p = P_2 - P'_2$  (тј. „Треба - Износи“) = 4 ха 03 а 00  $m^2 - 4$  ха 15 а 00  $m^2 = -1200 m^2 = -12$  а. Ову разлику треба одузети од површине  $P_2$  и додати је површини  $P_1$  померањем изравнате међне линије.

Величина померања  $x$  срачуна се из једначине  $x = \frac{\Delta p}{d}$ , где  $d$  значи дужину изравнате међе (4-6) у метрима, а  $\Delta p$  разлику површине у кв. метрима.

У нашем случају  $x = \frac{-\Delta p}{d} = \frac{-1200 m^2}{305 m} = -3,9$  м. Изравната међна линија помера се за величину  $x$  у парцелу са повећаном површином после исправљања међе, у нашем случају у парцелу  $P_2$ , сл. 266. Ако би биле употребљене површине  $P_1$  и  $P'_1$ , добио би се исти резултат, тј.  $\Delta p = 5$  ха 43 а 00  $m^2 - 5$  ха 31 а 00  $m^2 = +1200 m^2 =$  „Треба - Износи“. Према овом, површини  $P_1$  требало би додати 1200  $m^2$ , тј. ову разлику одузети од површине  $P_2$ .

Кад положај изравнате међне линије није повољан, он се може мењати, понајчешће под условом да површине  $P_1$  и  $P_2$  односно површине парцела А и В остану неизмењене. У нашем случају, то би могао да буде напр. положај 12-13 или пак 14-15 и слично (сл. 267, површина  $\Delta 6-11-12$  једнака је површини  $\Delta 4-11-13$ ).

На крају се напомиње да уместо изравнате међне линије 4-6 (сл. 266) може да дође у обзир и изравната међна линија 5-6 како је показано на сл. 268.



Сл. 267

<sup>58</sup> Планиметар је справа за рачунање површина.

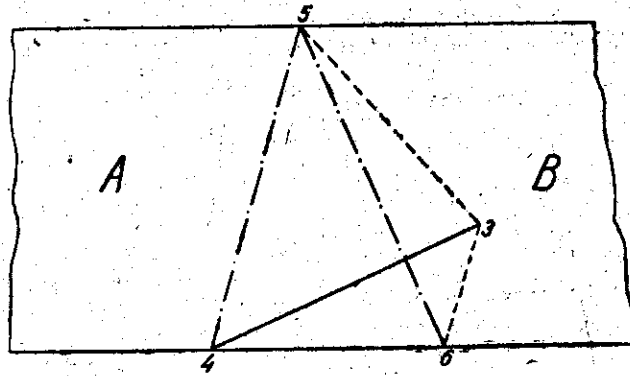


**Пример 39**

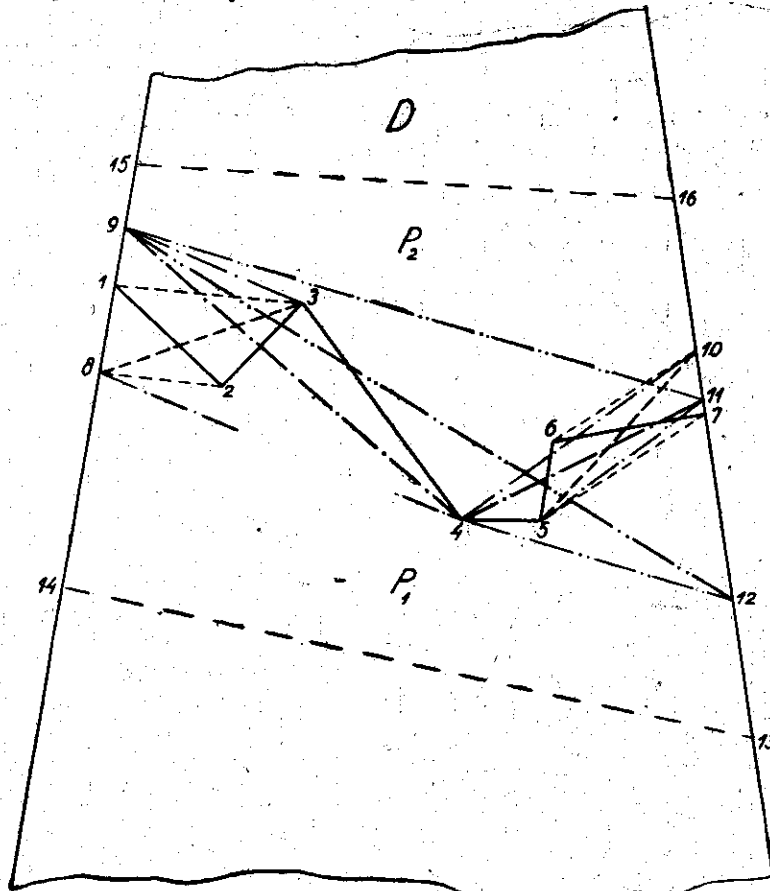
**Задатак.**— Треба исправити неправилну међну линију 1-2-3-4-5-6-7 између парцела С и D под условом да површине парцела С и D остану непромењене (сл. 269).

На раније показани начин међну линију 1-2-3 исправимо у линију 3-8, а међну линију 8-3-4 у линију 9-4. Затим исправимо међну линију 5-6-7 у линију 5-10, а међну линију 4-5-10 у линију 4-11. На крају исправимо међну линију 9-4-11 у линију 9-12. Рад контролишемо рачунањем површина  $P_1$

и  $P_2$  пре и после исправке међе. Евентуалну разлику отклањамо померањем исправљене линије 9-12 како је показано у претходном примеру.



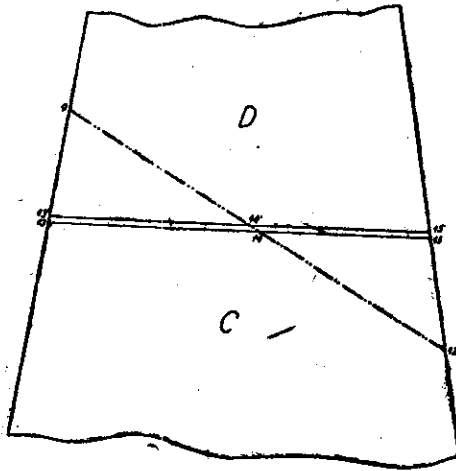
Сл. 268



Сл. 269

Ако је положај међне линије 9 – 12 неповољан, промена се може извести на начин приказан на сл. 270 поступним померањем повољне међне линије 13 – 15 све док површина  $\Delta 9 - 13' - 14'$  не буде једнака површини  $12 - 14' - 15'$ .

На сл. 271 приказана је површина неколико група парцела са врло неправилном међном линијом (1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-1).

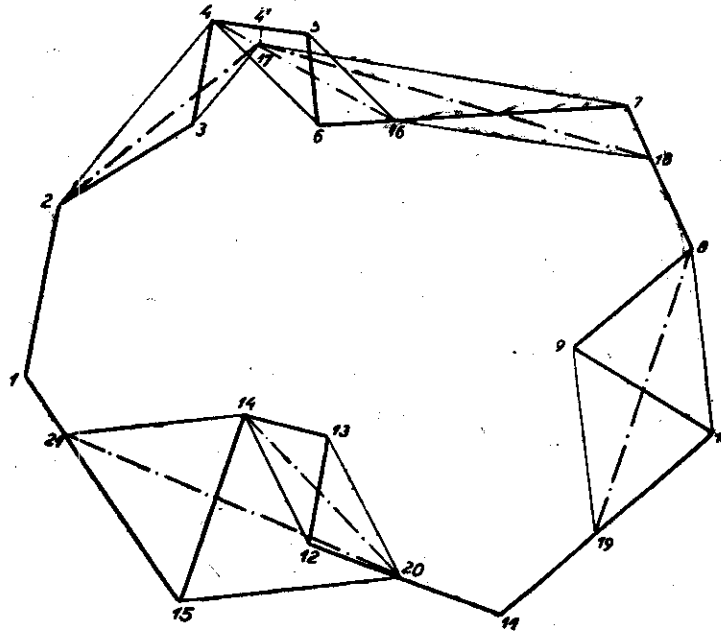


Сл. 270

Неправилна међна линија могла би се исправити како је показано на сл. 271 под претпоставком да оваквом исправљању међне линије нема никаквих сметњи.

Изостављајући описивање целокупног рада, овде се даје опис исправљања само дела неправилне међне линије 11-12-13-14-15-1. Површина  $\Delta 12-14-13$  пре исправке међе припадала је суседној групи парцела; после исправке, суседној групи парцела припада површина  $\Delta 12-14-20$ . После ове исправке, површина  $\Delta 20-14-15$  припада суседној групи парцела, а кад се изврши исправка, суседној групи парцела припада површина  $\Delta 20-21-15$ . На

Овај начин уместо неправилније линије 11-12-13-14-15-1 добија се исправљена линија 11-20-21-1.



1 : 25 000

Сл. 271

**Преношење исправљене међе с плана на терен.**— Када је завршен рад у бироу, прилази се преношењу података с плана на терен. Начин преношења показаћемо у примеру приказаном на сл. 271\*.

За преношење тачке 17 употребићемо ортогоналну методу. На плану прочитамо дужину 4-5, затим дужине апсциса 4-4' и 4'-5 и дужину ординате 4'-17. На терену измеримо дуж 4-5. Разлику између дужине 4-5 на терену и на плану пропорционално поделимо на дужине апсциса 4-4' и 4'-5 добијене са плана. Са овако поправљеним апсцисама и непоправљеном ординатом обележимо на терену тачку 17. Ако би ордината била дужа, за преношење ординате 4'-17 требало би узети у обзир промену величине хартије. Преношење тачака 18, 19, 20 и 21 са плана на терен извршили бисмо помоћу апсциса на начин на који је извршено преношење подножне тачке 4'.

\* За ову врсту рада размера 1:25 000 је ситна. Она је употребљена зато да би површина од неколико група парцела могла да буде приказана на малом цртежу. Према томе за рад у бироу употребили бисмо крупнију размеру (нпр. 1:5000; 0,1 mm на плану одговара 0,5 m у природи).

## XII. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА

Површине парцела се могу рачунати: 1) из мерених дужина на терену (оригиналних мера); 2) из координата граничних тачака; 3) из мера узетих са плана; 4) полуграфичким начином (комбинацијом начина наведених под 1 и под 3); 5) справама за рачунање површина (планиметрима).

Рачунање површина из оригиналних мера и из координата разликују се од осталих у томе што су при рачунању површина довољне и скице, дакле не планови, а осим тога на израчунату површину не могу имати утицаја промене величине хартије и грешке при изради плана.

При рачунању површина било којим од наведених начина полази се „од већег ка мањем“. Тако на пример кад се рачунају површине свих парцела једног атара, прво се рачуна површина целог атара, затим се израчунају површине група парцела, после чега се прорачунају површине појединих парцела у свакој групи. Јасно је да збир површина свих група треба да буде једнак површини атара, као што и збир површина парцела једне групе треба да даје површину те групе тако да на крају збир свих парцела даје површину атара.

У даљем излагању ограничићемо се на рачунање површина група и појединих парцела, тј. на оне случајеве који се јављају у пракси агронома.

Површина сваке групе и парцеле рачуна се двапут, али тако да подаци употребљени при првом рачунању по могућности не буду употребљени и при другом рачунању. При рачунању површине једне те исте групе, из координата, површина добијена првим рачунањем једнака је површини добијеној другим рачунањем. Према томе, друго рачунање површине је само контролно рачунање. Ово важи и за рачунање површине из оригиналних мера. Код овог начина, у случају мање разлике између површине првог и другог израчунавања, за коначну површину се узима аритметичка средина. Код осталих начина може да дође и до веће разлике између површине једне те исте парцеле или пак групе парцела добијене првим и другим рачунањем. По катастарским прописима добијена разлика треба да се налази у границама „допуштених отступања“. Ово значи да израчуната разлика треба да је мања или бар једнака оном отступању које се још допушта имајући у виду размеру плана и површину парцеле. Према томе, ако се разлика налази у границама допуштених отступања, површина је рачуната довољно тачно. За површину се узима аритметичка средина израчунатих површина, јер су обадва рачунања изведена једнаком пажњом и на исти начин. Ако



ТАБЛИЦА 12

допуштених отступања за површине за размере  
планова 1:2500 и 1:5000

Повр- шина	Отступање				Повр- шина	Отступање				Повр- шина	Отступање			
	1:2500		1:5000			1:2500		1:5000			1:2500		1:5000	
ха а	а	м²	а	м²	ха а	а	м²	а	м²	ха а	а	м²	а	м²
0 00					38 00					240 00				
0 01	00	10	00	20	40 00	06	32	12	64	245 00	15	65	31	30
0 04	00	30	00	60	42 00	06	48	12	96	250 00	15	80	31	60
0 09	00	40	00	80	44 00	06	63	13	26	255 00	15	96	31	92
0 16	00	50	01	00	46 00	06	78	13	56	260 00	16	13	32	26
0 25	00	70	01	40	48 00	06	92	13	84	265 00	16	28	32	56
0 50	01	00	02	00	50 00	07	06	14	12	270 00	16	43	32	86
1 00	01	22	02	44	55 00	07	42	14	84	275 00	16	58	33	16
1 50	01	41	02	82	60 00	07	74	15	48	280 00	16	74	33	48
2 00	01	58	03	16	65 00	08	06	16	12	285 00	16	88	33	76
2 50	01	73	03	46	70 00	08	36	16	72	290 00	17	03	34	06
3 00	01	87	03	74	75 00	08	66	17	32	295 00	17	18	34	36
3 50	02	00	04	00	80 00	08	94	17	88	300 00	17	32	34	64
4 00	02	12	04	24	85 00	09	22	18	44	305 00	17	46	34	92
4 50	02	24	04	48	90 00	09	48	18	96	310 00	17	60	35	20
5 00	02	34	04	68	95 00	09	74	19	48	315 00	17	74	35	48
5 50	02	45	04	90	100 00	10	00	20	00	320 00	17	87	35	74
6 00	02	55	05	10	105 00	10	24	20	48	325 00	18	02	36	04
6 50	02	64	05	28	110 00	10	49	20	98	330 00	18	17	36	34
7 00	02	74	05	48	115 00	10	72	21	44	335 00	18	30	36	60
7 50	02	83	05	66	120 00	10	96	21	92	340 00	18	43	36	86
8 00	02	92	05	84	125 00	11	17	22	34	345 00	18	57	37	14
8 50	03	00	06	00	130 00	11	39	22	78	350 00	18	70	37	40
9 00	03	08	06	16	135 00	11	64	23	28	355 00			40	00
9 50	03	16	06	32	140 00	11	84	23	68	400 00			42	42
10 00	03	32	06	64	145 00	12	04	24	08	450 00			44	72
11 00	03	46	06	92	150 00	12	23	24	46	500 00			46	92
12 00	03	60	07	20	155 00	12	47	25	94	550 00			49	00
13 00	03	74	07	48	160 00	12	65	25	30	600 00			51	56
14 00	03	88	07	76	165 00	12	85	25	70	650 00			52	92
15 00	04	00	08	00	170 00	13	05	26	10	700 00			54	78
16 00	04	12	08	24	175 00	13	25	26	50	750 00			56	58
17 00	04	24	08	48	180 00	13	43	26	86	800 00			58	32
18 00	04	36	08	72	185 00	13	60	27	20	850 00			60	00
19 00	04	48	08	96	190 00	13	77	27	54	900 00			61	66
20 00	04	69	09	38	195 00	13	95	27	90	950 00			63	26
22 00	04	90	09	80	200 00	14	14	28	28	1000 00			64	82
24 00	05	09	10	18	205 00	14	32	28	64	1050 00			66	34
26 00	05	29	10	58	210 00	14	48	28	96	1100 00			67	84
28 00	05	47	10	94	215 00	14	65	29	30	1150 00			69	30
30 00	05	65	11	30	220 00	14	83	29	66	1200 00			70	72
32 00	05	83	11	66	225 00	15	00	30	00	1250 00			72	12
34 00	06	00	12	00	230 00	15	16	30	32	1300 00			73	50
36 00	06	16	12	32	235 00	15	33	30	66	1350 00			74	80
38 00					240 00	15	50	31	00	1400 00				

ТАБЛИЦА 13  
допуштених отступања за површине за размеру  
плана 1:2880 ( $1'' = 40^m$ )

Повр- шина	Отсту- пање	Повр- шина	Отсту- пање	Повр- шина	Отсту- пање	Повр- шина	Отсту- пање	Повр- шина	Отсту- пање	Повр- шина	Отсту- пање	
kv hv	kv hv	j kvhv	kv hv	j kvhv	kv hv	j	kvhv	j	kv hv	j	j kv hv	
30	3	500	13	2	34	14	91	80	217	800	687	
40	4	600	15	2	400	38	15	94	90	230	729	
50	4	700	16	3	42	16	97	100	243	1000	769	
60	5	800	17	3	800	45	17	100	125	271	942	
70	5	900	18	4	49	18	103	150	297	2000	1086	
80	5	1000	19	4	800	52	19	106	175	320	1213	
90	6	1100	20	5	54	20	108	200	344	3000	1332	
100	6	1200	21	6	60	25	121	250	384	4000	1537	
150	7	1300	22	7	64	30	133	300	421	5000	1	117
200	9	1400	23	8	68	35	143	350	454	6000	1	254
250	10	1500	23	9	73	40	154	400	486	7000	1	431
300	10	1	24	10	77	45	163	450	516			
350	11	1	490	27	11	81	50	172	500	542		
400	12	1	800	30	12	84	60	188	600	595		
450	13	1	1200	32	13	88	70	203	700	641		

Поставља се питање да ли је у сваком случају потребно да се разлика налази у допуштеним границама и да ли при сваком рачунању треба одредити коначну (дефинитивну) површину. Одговор на ово питање био би овај: *шражена тачност рада зависи од сврхе рада. Тако напр. код привремене деобе пашњака на неколико мањих површина у циљу испаше стоке не би се узимала у обзир промена величине харштије, а могло би се дозволити напр. и четири пута веће отступање од доушћеног, имајући у виду сврху поделе, справе и прибор помоћу којих је деоба на плану изведена. Међушим, при подели веће парцеле на мање парцеле за извршење огледа, разлике између површина добијених првим и другим рачунањем треба да буду у границама доушћених отступања, а коначне површине одредиле би се с обзиром на промену величине харштије.*

Из примера деобе пашњака и деобе веће парцеле на мање парцеле за извршење огледа види се да рачунање површина начинима наведеним под 3), 4) и 5) треба поделити у две групе: рачунања с мањом тачношћу и рачунања с већом тачношћу (одређивање коначних површина).

#### А. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ ДУЖИНА МЕРЕНИХ НА ТЕРЕНУ (ОРИГИНАЛНИХ МЕРА)

За тачније одређивање површина потребне дужине треба на терену мерити два пута пантљиком или летвама с тачношћу до на десиметар (или пак до на сантиметар).

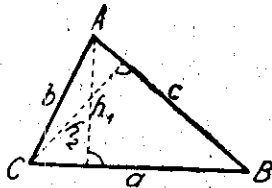
Ако би се радило о одређивању површина с мањом тачношћу, у недостатку пантљике или летва, мерење дужина на терену могло би се извести и пољским шестаром.

Међутим, кад би се при мерењу дужина пољским шестаром изоставило друго мерење дужина, површине одређене по подацима оваквог мерења спадале би у *приближно одређене површине*.

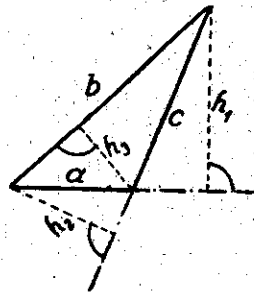
Из овог се излагања види да пре изласка на терен треба имати у виду сврху рада и према томе одлучити с каквом се тачношћу има да изведе рад на терену. Напомиње се да није редак случај да се после извесног времена констатује да је премеравање требало извести тачније и поново се излази на терен ради тачнијег мерења.

Рачунање површина из оригиналних мера примењује се углавном за парцеле правилнијег и простијег геометриског облика. На терену, приликом снимања, *пошребно је измерити оне дужине које улазе у рачунање површине*. Дужи које нису мерене пантљиком или лешвама у хоризонталном положају, уносе се у рачунање редуковане на хоризонт.

Парцела има облик троугла, сл. 272 и 273. На терену су измерене дужине страна (a, b, c) и висине  $h_1$  и  $h_2$  (управне из A и C) спуштене помоћу призме или пак добоша.



Сл. 272



Сл. 273

Површина првог рачунања . . .  $P_1 = \frac{1}{2} a h_1$  . . . . . (35)

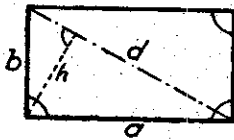
Површина другог рачунања . . .  $P_2 = \frac{1}{2} c h_2$  . . . . . (35)

Ако је  $P_1 \neq P_2$ , за коначну површину узете се аритметичка средина.

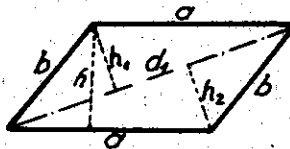
Површина троугла може се срачунати и по Хероновом обрасцу . . .

$$P = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}, \text{ где је } s = \frac{a+b+c}{2}.$$

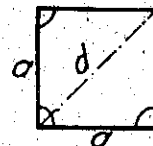
Парцела има облик правоугаоника, сл. 274. Измерено на терену: a, b, d, h;  $P = a \times b = d \times h$  . . . . . (36)



Сл. 274



Сл. 275



Сл. 276

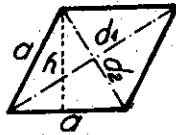
Парцела има облик паралелограма, сл. 275. Измерено на терену: a, b, h,  $d_1$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ;  $P = a \times h = \frac{1}{2} d_1 (h_1 + h_2)$  . . . . . (37)

Парцела има облик квадрата, сл. 276. Измерено на терену: a, d.  $P = a \times a = \frac{1}{2} d \times d$  . . . . . (38)

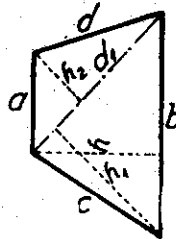


Парцела има облик ромба, сл. 277. Измерено на терену:  $a, h, d_1, d_2$ .  
 $P = a \times h = \frac{1}{2} \times d_1 \times d_2 \dots \dots \dots (39)$

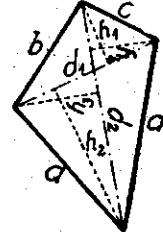
Парцела има облик трапеза, сл. 278. Измерено:  $a, b, c, d, h, d_1, h_1, h_2$ .  
 $P = \frac{a+b}{2} \times h = \frac{1}{2} d_1 (h_1 + h_2) \dots \dots \dots (40)$



Сл. 277



Сл. 278



Сл. 279

Парцела има облик неправилног четвороугла, сл. 279. Измерено:  $a, b, c, d, d_1, d_2, h_1, h_2, h_3, h_4$ .  
 $P = \frac{1}{2} d_1 (h_1 + h_2) = \frac{1}{2} d_2 (h_3 + h_4)$

Парцела има облик приказан на сл. 280. Измерено:  $a, b, c, d, e, f, g, m_1, m_2, m_3, m_4, h_1, h_2, h_3, h_4, h_5$ .

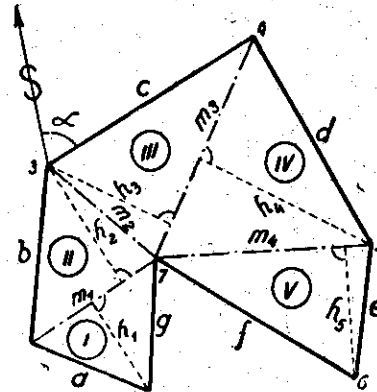
Површина парцеле  $P = \frac{1}{2} m_1 \times h_1 + \frac{1}{2} m_2 \times h_2 + \frac{1}{2} m_3 \times h_3 + \frac{1}{2} m_4 \times h_4 + \frac{1}{2} m_5 \times h_5 = \frac{1}{2} m_1 (h_1 + h_2) + \frac{1}{2} m_3 (h_3 + h_4) + \frac{1}{2} m_4 \times h_5$ .

По Хероновом обрасцу:

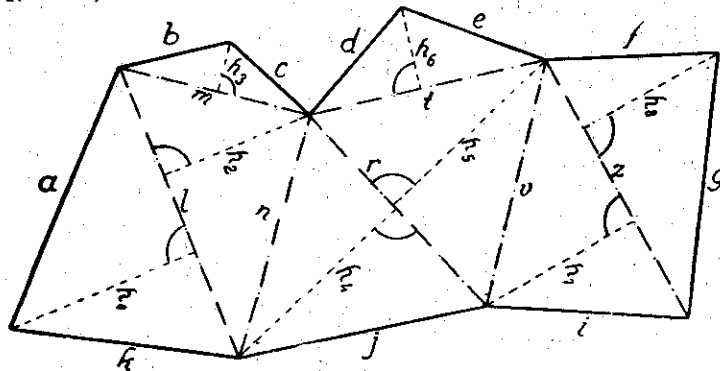
$$P = \sqrt{s_1 (s_1 - a) (s_1 - g) (s_1 - m_1)} + \sqrt{s_2 (s_2 - m_1) (s_2 - b) (s_2 - m_2)} + \sqrt{s_3 (s_3 - m_2) (s_3 - c) (s_3 - m_3)} + \sqrt{s_4 (s_4 - m_3) (s_4 - d) (s_4 - m_4)} + \sqrt{s_5 (s_5 - m_4) (s_5 - e) (s_5 - f)}$$

$$s_1 = \frac{a+g+m_1}{2}; s_2 = \frac{1}{2} (m_1 + b + m_2); s_3 = \frac{1}{2} (m_2 + c + m_3); s_4 = \frac{1}{2} (m_3 + d + m_4);$$

$$s_5 = \frac{1}{2} (m_4 + e + f).$$



Сл. 280



Сл. 281

И рачунање површине парцеле приказане на сл. 281 спада у овај случај.

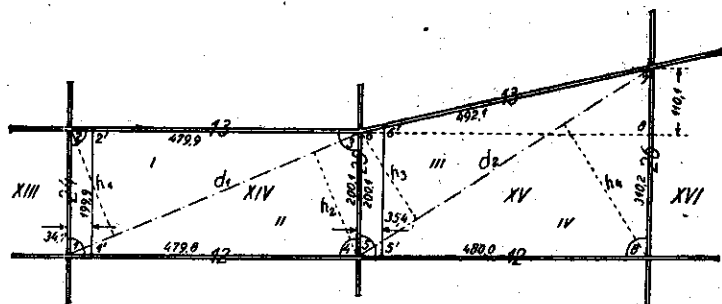
Из сл. 272 до 281 се види да је за рачунање површина из оригиналних мера потребно не само мерење дужина, него и спуштање управних. За спуштање управних употребљавамо призму или пак добош.

#### ПРИМЕНА РАЧУНАЊА ПОВРШИНА ИЗ ОРИГИНАЛНИХ МЕРА

Рачунање површина из оригиналних мера често се употребљава при евиденцији разних пољопривредних радова (радног учинка код орања, сетве, окопавања, косидбе итд.), затим при одређивању површина група у циљу уређења атара (преинаком пољских путева) и слично.

**Пример 40.** Приликом уређења атара неког села напуштени су стари пољски путеви и основани су нови, како је показано на сл. 282. Новоосиоивни путеви затварају и групе XIV и XV. На пут 12 управни су путеви 24, 25, 26; путеви 12 и 13 у групи XIV су паралелни. Треба срачунати површину групе XIV и групе XV у катастарским јутрима (из оригиналних мера).

Хватном пвнтяком (у хоризонталном положају) на терену измеримо дужи 4-1, 1-2, 2-3, 3-4, 5-8, 8-7 и 7-6. Средње вредности ових дужи из двају мерења (на десетину хвата) уписане су на сл. 282. Према овим подацима можемо да израдиимо план групе XIV и XV.



Сл. 282

Површина групе XIV ..  $P_{XIV} = \frac{1}{2} (479,8 + 479,9) \times \frac{1}{2} (199,9 + 200,1) = 479,85 \times 200,00 = 95\,970,0 \text{ hv}^2 = 94\,400 \text{ hv}^2 + 1570 \text{ hv}^2 = 59 \text{ j } 1570 \text{ hv}^2$  (види таблицу 1).

Површина групе XV ..  $P_{XV} = \frac{1}{2} (200,1 + 310,2) \times 480 = 255,15_0 \times 480,00 = 122\,472 \text{ hv}^2 = 76 \text{ j } 872 \text{ hv}^2$ .

Рачунања су контролисана деветичним пробама.

За контролно рачунање површина потребне мере можемо да узмемо са плана.  $P_{XIV} = \frac{1}{2} d_1 (h_1 + h_2)$ ;  $P_{XV} = \frac{1}{2} d_2 (h_3 + h_4)$ . Међутим, ово рачунање можемо извести помоћу Хероновог обрасца (под претпоставком да су измерене и дијагонале  $d_1$  и  $d_2$ ). Херонов образац употребимо у случају кад нам није потребан план премереног земљишта.

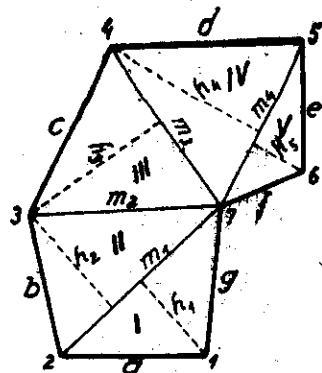
**Пример 41.** Тракторским плугом са три плужна гела, за 1 дан је узорана површина 1, 2, 2', 1' (сл. 282). Дуж 1-1' једнака је дужи 2-2' и износи 34,7 hv. Треба срачунати узорану површину P.

$$P = 199,9 \text{ hv} \times 34,7 \text{ hv} = 6920 \text{ hv}^2 = 6400 \text{ hv}^2 + 520 \text{ hv}^2 = 4 \text{ j } 520 \text{ hv}^2.$$

**Пример 42.** У терену с благим нагибом налази се ливада ограничена белегама 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (сл. 283). Потребно је срачунати површину те ливаде у хектарима, арима и кв. метрима из оригиналних мера.

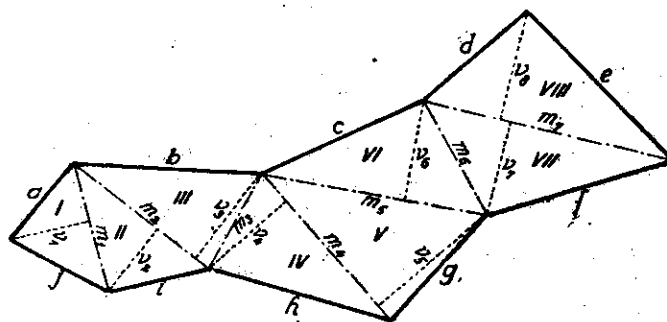
Пошто се тачке 7-2, 7-3, 7-4 и 7-5 догледају, изделимо површину ливаде на троуглове I, II... V како је показано на сл. 283. Метарском пантљиком (у хоризонталном положају) измеримо дужи  $a, b, c, d, e, f, g, m_1, m_2, m_3$  и  $m_4$  (с тачношћу на десиметар). Измерене дужи дају довољно података за израду плана ( $a = 193,0 \text{ m}$ ;  $m_1 = 290,0 \text{ m}$ ;  $g = 196,0 \text{ m}$ ;  $b = 188,7 \text{ m}$ ;  $m_2 = 256,2 \text{ m}$ ;  $c = 235,8 \text{ m}$ ;  $m_3 = 248,6 \text{ m}$ ;  $d = 261,9 \text{ m}$ ;  $m_4 = 286,0 \text{ m}$ ;  $e = 163,9 \text{ m}$ ;  $f = 118,9 \text{ m}$ ).

Површина ливаде једнака је збиру површина троуглова I, II... V. Ради вежбања срачунаћемо само површину I троугла (по Хероновом обрасцу). Полузбир страна  $s_1 = \frac{1}{2}(a + m_1 + g) = \frac{1}{2}(193,0 + 290,0 + 196,0) = 339,5$ ;  $(s_1 - a) = 339,5 - 193,0 = 146,5$ ;  $(s_1 - m_1) = 339,5 - 290,0 = 49,5$ ;  $(s_1 - g) = 339,5 - 196,0 = 143,5$ ;  $P_1 = \sqrt{339,5 \times 146,5 \times 49,5 \times 143,5} = \sqrt{352\ 800\ 000} = 18\ 800 \text{ m}^2 = 1 \text{ ha } 88 \text{ a } 00 \text{ m}^2$ . За рачунање употребљен је логаритмар дужине 25 cm. Срачунату површину контролисаћемо полуграфичким начином, како ће то бити приказано у наставку овог примера.



Сл. 283

На исти начин срачунали бисмо и површину парцеле приказане на сл. 284.



Сл. 284

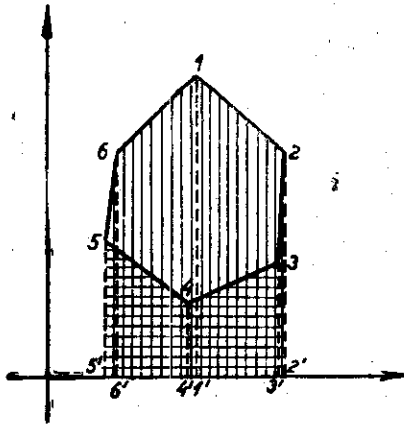
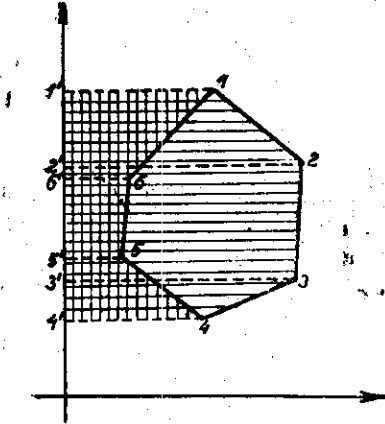
## Б. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ КООРДИНАТА

Рачунање површина из координата граничних тачака примењује се у случају кад се ради о врло тачном срачунавању површина (најчешће површина градилишта у већим градовима и слично). Облици парцела могу да буду и врло неправилни. Принцип рачунања показан је на сл. 285 и 286. Из координата граничних тачака 1, 2, 3, 4, 5, 6, првим рачунањем установи се разлика између површине 1, 2, 3, 4, 4', 1' и површине 1, 6, 5, 4, 4', 1', 1 (сл. 285), тј. срачуна се површина обележена граничним тачкама 1, 2, 3, 4, 5, 6. Другим рачунањем (сл. 286) долази се до исте површине. Она се јавља као разлика између површине 5, 6, 1, 2, 2', 5', 5 и површине 5, 4, 3, 2, 2', 5', 5.

## В. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ МЕРА УЗЕТИХ СА ПЛАНА И ПОЛУГРАФИЧКИМ НАЧИНОМ

Рачунање површина овим начином примењује се код парцела правилнијег и једноставнијег геометриског облика. Ако је парцела неправилног облика, поделимо је на неколико парцела једноставнијег облика, слично као и код начина рачунања из оригиналних мера (сл. 280, 283 и 284).

Оба два начина рачунања често се употребљавају у пракси, нарочито начин из мера узетих са плана.



Сл. 285

Сл. 286

Постигнута тачност израчунате површине је мања него код два раније описана начина, јер овде имају утицаја промена величине хартије, отступања при картирању и цртању плана и отступања при мерењу дужина на плану.

Разлика између ова два начина лежи у томе што се при рачунању површина из мера са плана сви подаци (мере) узимају с плана, а при рачунању полуграфичким начином узимају се с плана само оне мере за које недостају подаци с терена. Према томе, полуграфичким начином долази се до тачнијих површина у поређењу с рачунањем површина из мера узетих са плана.

Код оба два начина, рачунања с мањом тачношћу се разликују од рачунања с већом тачношћу у следећем: при рачунању с мањом тачношћу разлика између површина првог и другог рачунања може да буде већа од допуштене, а промена величине хартије се не узима у обзир. Према томе, површина једне парцеле израчуната с мањом тачношћу биће напр. мања од површине те парцеле израчунате с већом тачношћу, јер је при рачунању с већом тачношћу узето у обзир скупљање хартије. Међутим, ако хартија подлеже мањим променама, разлика између израчунате површине с мањом и већом тачношћу биће мања.

Рачунања с мањом тачношћу треба разликовати од приближног рачунања површина при којем се дужине на плану узимају на целе метре или пак хвате не водећи рачуна о промени величине хартије.

#### 1. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ИЗ МЕРА УЗЕТИХ СА ПЛАНА РАЧУНАЊА С МАЊОМ ТАЧНОШЋУ

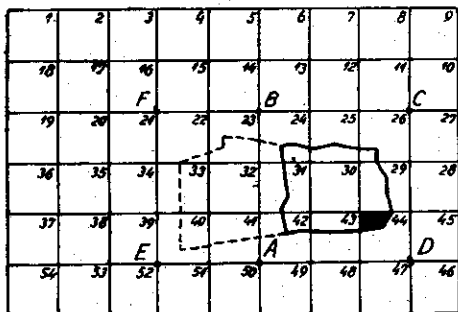
Поступак рада објаснићемо у следећем примеру (сл. 287 и 288).

**Пример 43.** На плану размере 1:2500 налази се већа парцела (бр. 2156) која заузима један десиметарски квадрат потпуно (квадрат 30), а осам десиметарских квадрата само делимично (квадрати 24, 25, 26, 29, 31, 42, 43 и 44).

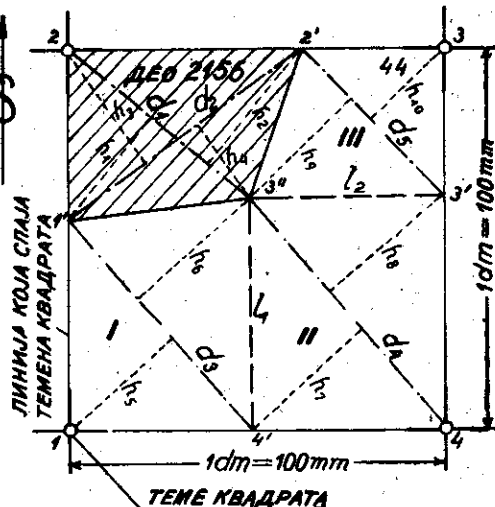
Површина једног десиметарског квадрата потпуно заузетог парцелом је позната, она је дата, јер знамо колико та површина треба да износи. Сваки десиметарски квадрат у размери 1:2500 претставља површину од 100 mm по 2,50 m/mm × 100 mm по 2,50 m/mm = 62 500 m<sup>2</sup> = 6 ha 25 a 00 m<sup>2</sup>.

Како се види ово срачунавање је једноставно и брзо. Међутим, рачунање дела површине парцеле бр. 2156 у десиметарском квадрату који није потпуно заузет том парцелом иде спорије. Начин рачунања показаћемо на десиметарском квадрату бр. 44 (сл. 288).

Добро заоштреном оловком помоћу лењира (по могућности металног) спојимо шанким линијама темена десиметарског квадрата. Део парцеле бр. 2156 има



Сл. 287



Сл. 288

облик четвороугла. Дијагоналама  $d_1$  и  $d_2$  поделимо тај четвороугао на два троугла и повучемо управне на  $d_1$  и  $d_2$  (из тачака 1' и 2' и из тачака 2 и 3").

Помоћу размерника 1 : 2500 узмемо са плана податке за рачунање дела површине парцеле бр. 2156 (у недостатку размерника употребили бисмо лењир с милиметарском поделом). Ту површину израчунамо два пута  $P_1 = \frac{1}{2} d_1 \times (h_1 + h_2)$ ;  $P_2 = \frac{1}{2} d_2 (h_3 + h_4)$ . Разлика између површина  $P_1$  и  $P_2$  треба да се креће у границама допуштених отступања. Уколико је разлика већа, сами ћемо одлучити да ли је потребно да се рачунање поново изврши (контрола мерења дужи помоћу размерника, уписивање тих мерења и контрола рачунске радње).

У нашем примеру, разлика између првог и другог рачунања нешто је већа од допуштене разлике. Аритметичка средина првог и другог рачунања дела површине парцеле број 2156 износи  $\frac{1}{2} (P_1 + P_2) = 14\,280 \text{ m}^2$ .

На исти начин израчунаћемо и делове површине парцеле бр. 2156 у осталим десиметарским квадратима који нису заузети парцелом бр. 2156.

Сабирањем делова површине парцеле у осам десиметарских квадрата непотпуно заузетих и површине једног десиметарског квадрата потпуно заузетог, добијамо површину парцеле бр. 2156 израчунату с мањом тачношћу.

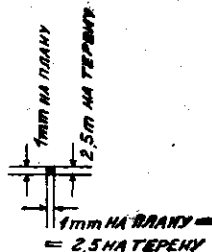
#### РАЧУНАЊА С ВЕЋОМ ТАЧНОШЋУ

Иако овај начин рачунања у пракси агронома ређе долази, сматрамо да га је потребно упознати. Поступак ћемо показати на одређивању површине парцеле бр. 2156.

За разлику од рачунања с мањом тачношћу, при рачунању с већом тачношћу одредићемо промену величине хартије као и површине у свих осам десиметарских квадрата које не припадају парцели бр. 2156.

Пошто су површине у свих осам десиметарских квадрата које заузима и које не заузима парцела бр. 2156 неправилног облика, поделићемо их на правилније облике. Тако у десиметарском квадрату 44 поделили смо површину која не припада парцели бр. 2156 на трапезе I, III и на правоугаоник II. Осим тога нацртали смо дијагонале  $d_1, d_4, d_5$  и висине  $h_5, \dots, h_{10}$ . Поделу на правилније облике (у свих осам десиметарских квадрата) извршили смо зато што за рачунање површина неправилних облика не можемо одговарајућег планиметра.

Пре него што пређемо на рачунање површина установићемо промену величине хартије. За парцелу бр. 2156 долази у обзир квадрат ABCD<sup>59</sup> (сл. 287). Измеримо (на плану) стране AD и BC и рачунамо аритметичку средину. Она износи 298,4 mm. Ово учинимо и са странама AB и DC (299,2 mm). Површина квадрата ABCD износи на плану 298,4 mm по 2,50 m/mm × 299,2 mm по 2,50 m/mm = 746,0 m × 748,0 m = 55 80 08 m<sup>2</sup>. Исту површину добијамо и на овај начин. 298,4 mm × 299,2 mm = = 89 281,28 mm<sup>2</sup>; површини 1 mm<sup>2</sup> на плану одговара површина 2,5 m × 2,5 m = 6,25 m<sup>2</sup> у природи (сл. 289); према томе површина квадрата износи 89 281,28 × 6,25 = 558 008 m<sup>2</sup>. Међутим, она треба да износи 9 × 62 500 m<sup>2</sup> = 562 500 m<sup>2</sup>. Разлика између „Треба“ и „Износи“ (тј. 562 500 m<sup>2</sup> - 558 008 m<sup>2</sup> = + 4492 m<sup>2</sup>) настала је услед скупљања хартије (усуха). На један десиметарски квадрат отпада 4492 m<sup>2</sup>; 9 × 499 m<sup>2</sup>.



Сл. 289

Рачунањем појединих делова десиметарског квадрата, не узимајући у обзир промену величине хартије, добили смо ове површине.

Аритметичка средина првог и другог рачунања дела парцеле бр. 2156 износи . . . . .	14 230 m <sup>2</sup>
Аритметичка средина површина трапеза I, III и правоугаоника II износи . . . . .	47 530 m <sup>2</sup>
Површина десиметарског квадрата по деловима (без утицаја стезања хартије) износи . . . . .	61 760 m <sup>2</sup>
Утицај промене величине хартије по једином десиметарском квадрату . . . . .	499 m <sup>2</sup>
Површина десиметарског квадрата с обзиром на стезање хартије . . . . .	62 259 m <sup>2</sup>

Разлика између површине 6 ha 25 a 00 m<sup>2</sup> и 6 ha 22 a 59 m<sup>2</sup> тј. 241 m<sup>2</sup> претставља отступање које смо добили при рачунању површине. Ако смо све радове нашег рачунања извршили довољно тачно, добијена разлика треба да је мања од допуштене. За размеру плана 1 : 2500 и површину 6 ha 25 a допушта се разлика 250 m<sup>2</sup>. Према томе површина дела парцеле бр. 2156, површине трапеза I, III и површина правоугаоника II су одређене са довољном тачношћу.

Коначне површине одредићемо кад разлику између површине коју треба да има десиметарски квадрат и површине коју смо рачунањем добили (тј. 62 500 m<sup>2</sup> - 61 760 m<sup>2</sup> = = 740 m<sup>2</sup>) пропорционално поделимо.

$$\text{На део парцеле бр. 2156 отпада } \frac{14230 \text{ m}^2 \times 740 \text{ m}^2}{61760 \text{ m}^2} = 171 \text{ m}^2.$$

$$\text{На трапезе I, III и правоугаоник II отпада } \frac{47530 \text{ m}^2 \times 740 \text{ m}^2}{61760 \text{ m}^2} = 569 \text{ m}^2.$$

Коначна површина дела парцеле бр. 2156 у десиметарском квадрату 44 износи . . . 14 230 m<sup>2</sup> + 171 m<sup>2</sup> . . . . . 14 401 m<sup>2</sup>

Коначна површина трапеза I, III и правоугаоника II у истом десиметарском квадрату износи . . . 47 530 m<sup>2</sup> + 569 m<sup>2</sup> . . . . . 48 099 m<sup>2</sup>

62 500 m<sup>2</sup>

На показани начин израчунали бисмо коначне површине и за остале десиметарске квадрате. Сабирањем коначних површина делова парцеле бр. 2156 у десиметарским квадратима 24, 25, 26, 29, 31, 42, 43, 44 и површине пуног десиметарског квадрата 30 добили бисмо тачнију површину парцеле бр. 2156.

<sup>59</sup> Ако би уместо парцеле бр. 2156 била у питању група парцела (види повећање површине парцеле бр. 2156 извучено црткастом линијом), при одређивању промене величине хартије узели бисмо правоугаоник EFCD.

Тачније рачунање површине парцеле бр. 2156 било би у знатној мери убрзано ако бисмо употребили прецизни поларни планиметар. У овом случају отпала би подела површина неправилних облика на површине правилнијих облика, а рачунање површина неправилних облика у појединим десиметарским квадратима извршило би се много брже, напр. површину  $1' - 3'' - 2' - 3 - 4 - 1 - 1'$  израчунали бисмо са два обласка те површине по њеној граници.

Напомиње се да у крајевима где су израђени катастарски планови за сваки атар постоји списак тачних површина свих парцела, и препоручује се да се према потреби користе.

У горњем примеру показан је начин рачунања површина на плану 1:2500 узимајући у обзир промену величине хартије. И при рачунању површина с већом тачношћу на плановима друкчије размере па и на картама, промену величине хартије треба имати у виду. Тако код прегледног плана 1:10 000 површина десиметарског квадрата треба да износи  $1000 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 100 \text{ ha}$ . Карте новије израде 1:25 000 имају четворосантиметарску квадратну мрежу. Површина квадрата треба да износи  $4 \text{ cm}$  по  $250 \text{ m/cm} \times 4 \text{ cm}$  по  $250 \text{ m/cm} = 100 \text{ ha}$ . И код карата размере 1:50 000 учртана је четворосантиметарска квадратна мрежа. У овом случају површина квадрата треба да износи  $400 \text{ ha} = 4 \text{ km}^2$ .

## 2. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ПОЛУГРАФИЧКИМ НАЧИНОМ

Да би се дошло до података за рачунање површина из оригиналних мера потребно је да се измере одређене дужице. Међутим, мерење извесних дужи може да буде и знатно отежано па се оваква мерења изостављају. У таквом случају потребно је на терену доћи до оних података помоћу којих се може израдити план премереног земљишта. Кад је план израђен, на плану се измере оне дужи које су потребне за рачунање површине, а на терену нису биле измерене. Према томе, при рачунању површина овим начином, у рачунање делимично улазе дужи измерене на терену, а делимично дужи мерене на плану. Ако се при мерењу дужина на плану узима у обзир промена величине хартије, израчунате површине биће тачније, у противном се постиже мања тачност.

**Наставак примера 42.** Треба извршити контролно рачунање површине троугла 1 из мерене стране  $m_1$  и одговарајуће висине  $h_1$  која је узета са претходно израђеног плана (напр. у размери 1:2500, сл. 283).

$$m_1 = 290,0 \text{ m}; h_1 = 129,5 \text{ m}$$

$$P_1 = 1/2 \times m_1 \times h_1 = 1/2 \times 290,0 \text{ m} \times 129,5 \text{ m} = 18780 \text{ m}^2 = 1 \text{ ha } 87 \text{ a } 80 \text{ m}^2.$$

Израчуната површина из оригиналних мера износи . . . 1 ha 88a 00m<sup>2</sup>.

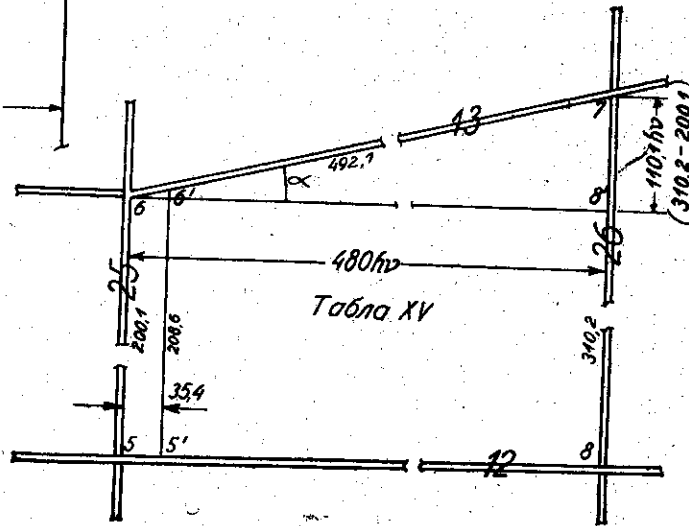
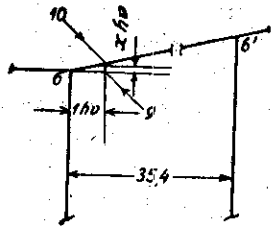
На исти начин контролисале би се срачунате површине и осталих троуглова. Висине узете са плана су ове:  $h_2 = 163,9 \text{ m}$ ;  $h_3 = 211,5 \text{ m}$ ;  $h_4 = 225,9 \text{ m}$  и  $h_5 = 76,5 \text{ m}$ .

**Пример 44.** Тракторским плугом за један дан узорана је површина коју претставља траpez 5-6-6'-5' (сл. 282 и 290, 5'-6' || 5-6). Дуж 5-5' (висина трапеза) измерена је на терену и износи 35,4 hv. Треба срачунати узорану површину.

На раније израђен план у размери 1'':40° нанесемо дуж 5-5' (35,4 hv). Повучемо 5'-6' || с 5-6. Дуж 5'-6' (једна од страна трапеза) на плану износи 208,6 hv (сл. 290). Узорана површина  $P = 1/2 (200,1 + 208,6) \times 35,4 = 204,35 \times 35,4 = 7234 \text{ hv}^2 = 4 \text{ ha } 834 \text{ hv}^2$ .

До дужи 5'-6' можемо доћи и рачунским путем. Из сличности троуглова 6-8'-7 и 6-9-10 (сл. 290 и 291) произлази однос . . . 480 hv : 110,1 hv = 1 hv : x hv; одавде  $x \text{ hv} = \frac{110,1 \times 1}{480} = 0,2295 \text{ hv}$  (однос  $\frac{110,1}{480} = \text{tg} \alpha$ ). Према томе, полазећи од тачке

5 ка тачки 8 (сл. 290), на сваки хват дужине повећава се дужина стране паралелна са 5-6 за 0,2295 hv. На растојању 5-5' тј. на растојању 35,4 hv ово повећање износи  $35,4 \times 0,2295 = 8,2$  hv. Према томе дужина стране 5'-6' (сл. 290) рачунским путем доби-

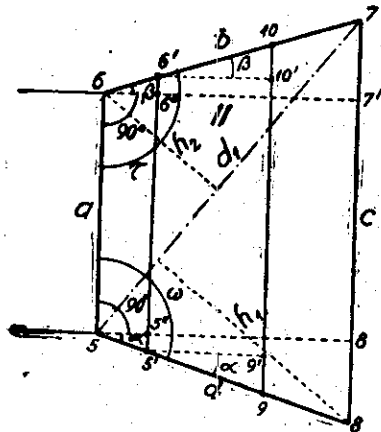


Сл. 291

Сл. 290

јена износи  $200,1 + 8,2 = 208,3$  hv (на плану прочитано 208,6 hv). Површина 5-6-6'-5' износи:  $P = 1/2 (200,1 + 208,3) \times 35,4 = 204,2 \times 35,4 = 7230 \text{ hv}^2 = 4 \text{ j } 830 \text{ hv}^2$ .

Ако би парцела имала облик трапеца показаног на сл. 292, препоручује се да се изради План из података добијених мерењем на Шерену (измерити стране a, b, c, d и једну дијагоналу, напр. d<sub>1</sub>). Површину парцеле треба срачунати из оригиналних мера (Хероновим обрасцем, површина троугла I више површина троугла II), а резултат рачунања контролисати полуграфичким начином  $P = 1/2 h_1 d_1 + 1/2 h_2 d_1 = 1/2 d_1 (h_1 + h_2)$ .



Сл. 292

Површина једног дела парцеле 5-6-7-8, напр. површина трапеца 5-6-6'-5' (сл. 292), може се одредити на неколико начина.

- а) Из дужина 5-6, 5'-6' и 5-5'' измерених на терену (тј. без података узетих са плана).
- б) Из дужина 5-6 и 5-5'' измерених на терену и дужине 5'-6' измерене на плану (претходним учртавањем висине трапеца 5-5'' у план).
- в) Из дужина 5-6, 5-5' и 6-6' измерених на терену и дужина 5'-6' и 5-5'' мерених на плану (претходним учртавањем дужина 5-5' и 6-6' у план).
- г) Из дужина 5-6, 5-5', 6-6' и углова  $\omega = 90^\circ + \alpha$  и  $\tau = 90^\circ + \beta$  измерених на терену.

За начине наведене под а, б и в сматрамо да нису потребна објашњења.

Начин наведен под г). Угао  $\alpha = \omega - 90^\circ$ , а угао  $\beta = \tau - 90^\circ$ . Однос дужи  $\frac{5'-5''}{5-5'} = \sin \alpha$ , а однос



дужи  $\frac{6'-6''}{6-6'} = \sin \beta$ . У таблицама природних вредности синуса и косинуса нађемо вредности  $\sin \alpha$  и  $\sin \beta$ , напр.  $\sin \alpha = 0,2622$ , а  $\sin \beta = 0,2658$ . Дуж  $5'-5'' = 5-5' \times \sin \alpha = 5-5' \times 0,2622$ . Дуж  $6'-6'' = 6-6' \times \sin \beta = 6-6' \times 0,2658$ . Дуж  $5'-6' = 5'-5'' + 5''-6''$  (тј.  $5-6$ ) +  $6''-6'$ . Висину трапеза  $5-5''$  срачунамо из односа  $\frac{5-5''}{5-5'} = \cos \alpha$  тј.  $5-5'' = 5-5' \cos \alpha$  (вредност  $\cos \alpha$  нађемо у таблицама, а дуж  $5-5'$  била је измерена на терену). На један од показаних начина могли бисмо израчунати и површину трапеза  $5'-6'-10-9$ .

### Г. РАЧУНАЊЕ ПОВРШИНА ПОМОЋУ ПЛАНИМЕТАРА

Помоћу планиметара најчешће се одређују површине парцела неправилних облика, доста брзо, и са задовољавајућом тачношћу.

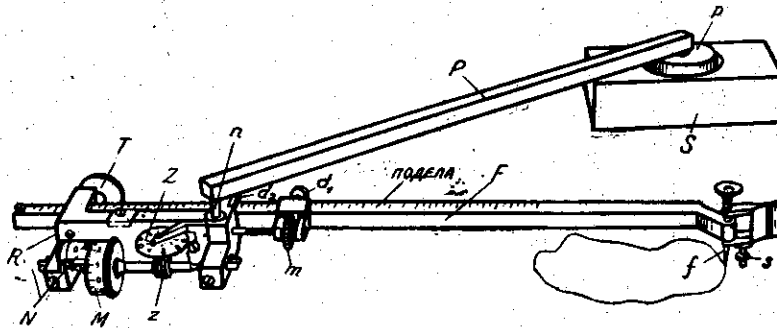
По конструкцији разликујемо поларне и кончане (нитне) планиметре.

#### ПОЛАРНИ ПЛАНИМЕТРИ

Ови се планиметри могу да поделе у две групе. У прву групу убрајају се обични планиметри, а у другу прецизни планиметри (са плочама и на точковима). Планиметри прве групе се употребљавају при одређивању површина с мањом тачношћу, а они из друге групе при одређивању површина с већом тачношћу.

У даљем излагању упознаћемо се с обичним планиметрима. *Напомињемо се да лице које је упознато с обичним планиметром знаће да ради и прецизним планиметром.*

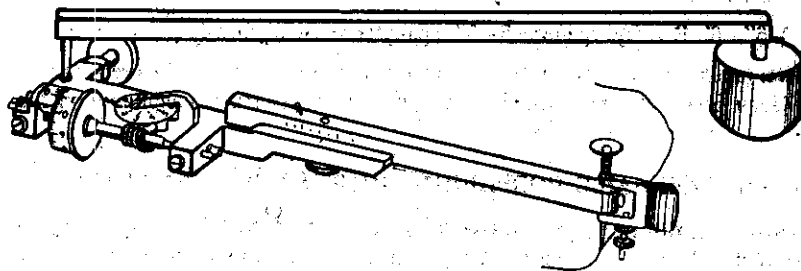
**Опис справе.** — На сл. 293 приказан је обичан поларни планиметар који се састоји углавном из три дела: тега  $S$ , крака пола  $P$  и обилазног крака  $F$ . На једном крају крака  $P$  налази се пол  $p$  који се ставља у отвор тега  $S$ . На другом крају крака пола налази се кратка



Сл. 293

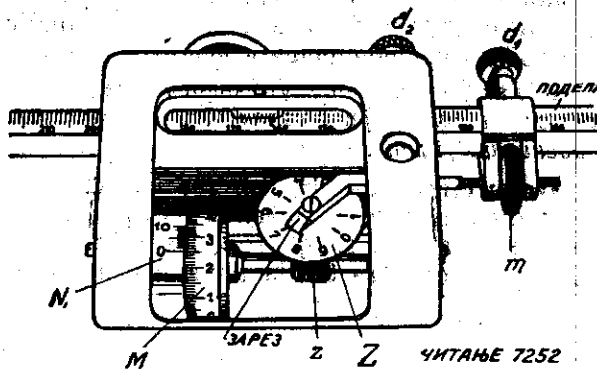
шипка  $p$  са кугластим завршетком која се ставља у отвор рама  $R$  крака  $F$ . За време рада тег  $S$  остаје непомичан. На обилазном краку  $F$  налази се игла водиља  $f$  са подупирачем  $s$ . Помоћу подупирача, незнатним издизањем игле водиље изнад хартије плана, спречава се при обиласку границе парцеле (фигуре) иглом водиљом оштећење (гребање) плана шиљком игле. Осим игле водиље, на краку  $F$  се налази рам  $R$  са механизмом који сачињавају: цифреник  $Z$ , добош  $M$  са понисом  $N$  и бескрајни завртањ  $z$ . Овај завртањ је веза између цифреника и добоша. На рам је причвршћен и точкић  $T$ .

Растојање од осе кратке шипке до игле водиље претставља дужину обилазног крака. Ова дужина или је фиксна (стална, сл. 294) или промен-



Сл. 294

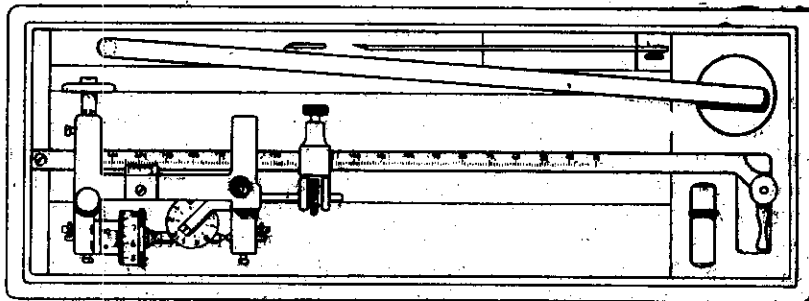
љива (сл. 293). Планиметри са променљивом дужином обилазног крака имају поделу на том краку да би се за различите размере плана могла употребити најгоднија дужина обилазног крака. При откоченим завртњима  $d_1$  и  $d_2$  (сл. 293 и 295), померањем рама механизма, мења се дужина обилазног крака  $d$ . Ово је грубо померање. Кад је завртањ  $d_1$  утегнут (закочен), рам се може лагано да помера помоћу точкића  $m$ . Ово померање је ограничено на извесан број поделака поделе обилазног крака (око 20 поделака), после чега се помоћу завртња  $d_2$  рам још боље фиксира (уколико је планиметар снабдевен и овим завртњем).



Сл. 295

#### РАД ПЛАНИМЕТРОМ

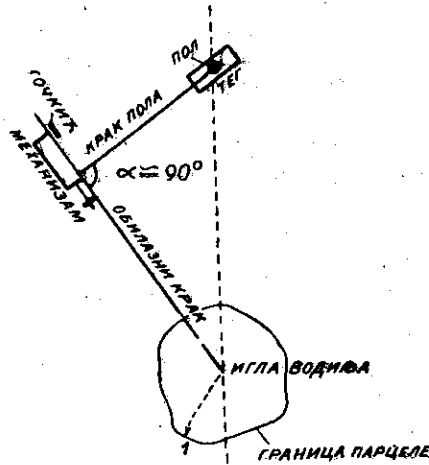
На сл. 296 показан је планиметар смештен у кутији. Пре вађења појединих делова планиметра из кутије потребно је да уочимо њихов



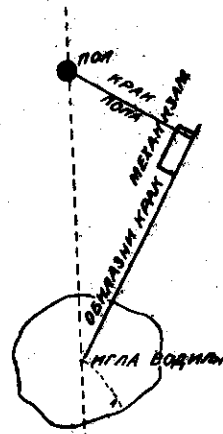
Сл. 296

положај у кутији: да бисмо их после рада могли поново ставити на раније место. Извађени делови планиметра поставе се на план на дасци за цртање која се налази у приближно хоризонталном положају. Стављањем кратке шипке у отвор рама постиже се веза између крака пола и обилазног крака. Планиметар постављен на план ослања се на подупирач игле водиле  $s$ , добош  $M$ , точкић  $T$  и тег  $S$ .

Пре почетка рада игла водилца треба да буде приближно у средини парцеле (фигуре, сл. 297 и 298), а кракови да закљупају угао око  $90^\circ$  (сл. 297). Ово се постиже померањем тега  $S$ , односно пола  $P$  (сл. 293



Сл. 297



Сл. 298

и 294). Затим се иглом водилом покуша да обиђе граница парцеле, а при том точкић и добош не треба да изађу изван оквира хартије плана. Ако се у овом не успе, значи да се одједном не може захватити цела парцела. У оваквом случају парцела се подели на једну или на неколико делова и засебно се израчунају површине појединих делова. Јасно је да се код великих парцела овај обилазак односи на одређивање приближне величине делова парцеле.

После тога се одабере почетна тачка на граници парцеле (тачка 1, сл. 297 и 298) и доведе шилјак игле изнад те тачке. Изврши се прво читање ( $N_1$ ) на цифренику, добошу и нониусу на начин који ће бити доцније објашњен. Читање се запише. Затим се тачно обиђе шилјком игле граница парцеле или граница захваћеног дела (у смеру кретања казаљки на сату) све до почетне тачке, па се изврши друго читање ( $N_2$ ) и запише. Срачуна се прва разлика читања  $R_1 = N_2 - N_1$  (од већег читања одузме се мање читање) која одговара обиласку с међусобним положајем кракова приказаних на сл. 297 (крак пола налази се напредно од обилазног крака). Затим се постави крак пола како је показано на сл. 298<sup>60</sup> (крак пола налази се лево од обилазног крака), изврши

<sup>60</sup> Сл. 298 не треба да уноси забуну. На њој је приказан планиметар са сталном дужином обилазног крака, уместо са променљивом дужином. И први и други обилазак границе парцеле врши се једним же истим планиметром. Променом положаја крака пола компензира се (уклања се) непаралелност осе обилазног крака и осе добоша. Стога се овакви планиметри зову компензациони планиметри.

прво читање, обиђе граница парцеле, изврши друго читање и срачуна разлика  $R_2$  (од већег читања одузме се мање читање). *Аритметичка средина* двеју разлика читања *пожњена вредности* *податка нониуса*  $K$  даје *шражену површину* парцеле.

$$\text{Изражено једначином} \dots P = \frac{1}{2} (R_1 + R_2) \times K = R \times K \dots \dots \dots (41)$$

#### Пример 45

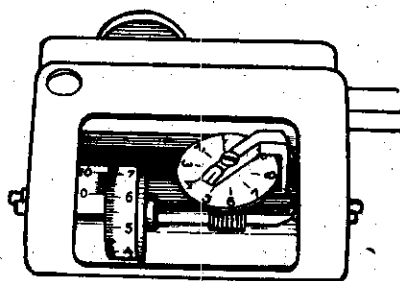
$$R = 322; K = 10a; P = 322 \times 10 a = 3220a = 32 \text{ ha } 20 a.$$

Кад се при обиласку границе парцеле иглом водилом посматра кретање добоша види се да се добош неко време окреће у смеру кретања казаљки на сату, затим да се уопште не окреће и да само клизи по хартији да би се после тога окретао у супротном смеру од кретања казаљки на сату. Према томе, приликом обиласка границе парцеле иглом водилом, добош завршио *превали извесан пут* и дужина тог пута изражена у хиљадитим деловима његове поделе претставља *разлику читања*.

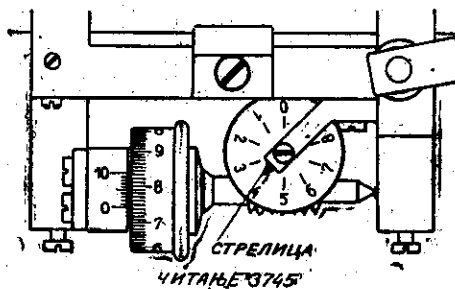
Из овог се види да се стање на добошу, који се окреће, мења. Окретање добоша преноси се бескрајним завртњем и на цифреник па се овим мења и стање на цифренику. Према томе, читања пре обиласка границе парцеле и после обиласка биће различита.

Из једначине (41) се види да величина површине зависи само од разлике читања и податка нониуса те је потребно да се с овим детаљније упознамо.

**Читање поделе на цифренику и добошу.**— Цифреник је цртицама издељен на подеке обележене цифрама 0, 1, 2, 3, . . . 9 (сл. 295). И на добошу се налази подела. Десет *већих поделака* добоша означени су цифрама 0, 1, 2, . . . . 9, а сваки већи поделак издељен је још на десет *мањих поделака* тако да се на добошу налазе *укупно 100 мањих поделака* (директне поделе добоша). За читање *десетих делова* мањих поделака добоша служи нониус. *Једном подеку* на цифренику *одговара десет већих поделака* на добошу.



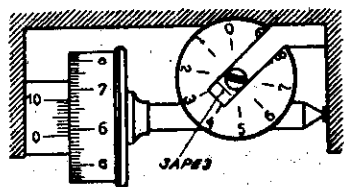
Сл. 299



Сл. 300

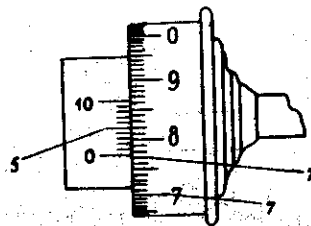
При читању поделе прво се чита једна цифра на цифренику, већ према месту на ком се налази стрелица или зарез. Тако напр. на сл. 295 на цифренику читали бисмо 7, на сл. 299 . . . . 4, а на сликама 300 и 301 читали бисмо 3.

Затим се чита подела на добошу и *што* наспрам места нулте црпе нониуса, најпре већи поделак, а затим мањи. Ради вежбања наводе се читања: на сл. 295 читање износи 25, на сл. 302 читали бисмо 77, а на сл. 303 . . . . 20.



ЧИТАЊЕ 3585

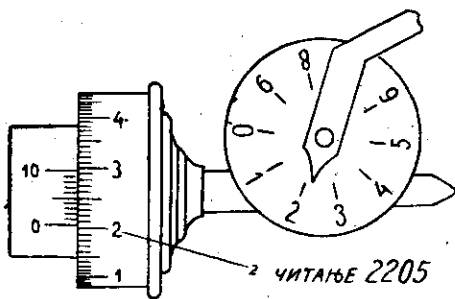
Сл. 301



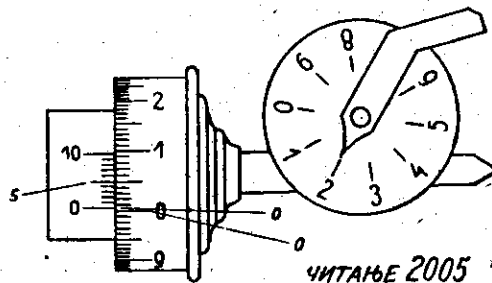
ЧИТАЊЕ 775

Сл. 302

На крају читања или се одока цене десети делови мањег подеока добоша наспрам нулте црте нониуса, или се ово читање изврши помоћу нониуса. На сл. 302 се јасно види да се нулта црта нониуса налази у средини осмог мањег подеока поделе добоша, тј. на  $\frac{5}{10}$  од цртице која означава 7-ми мањи поделак у смеру према цртици која означава 8-ми мањи поделак на добошу. Читање на нониусу било би . . . 5. То показује и стање на нониусу, јер се само *пета цршица нониуса* иза његове нулте цршице поклапа са једном од цртица поделе на добошу. Исто читање на нониусу (тј. 5) види се и на сл. 303 и 304. На сл. 305 поклапа се четврта цртица нониуса (иза нулте) са једном од цртица на добошу и читање би било . . . 4, а на сл. 306 читали бисмо (на нониусу) . . . 8.



Сл. 303



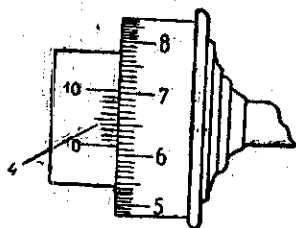
Сл. 304

Према изложеном, читањем се добија број од четири цифре (једна на цифренику, две на добошу и једна на нониусу).

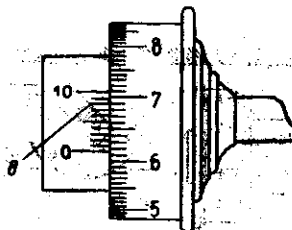
Ради вежбања после овог објашњења прочитајмо стање на цифренику, добошу и нониусу приказано на следећим сликама: сл. 295, читање 7252; сл. 299, читање 4608; сл. 300, читање 3745; сл. 301, читање 3585; сл. 303, читање 2205 и сл. 307, читање 4201.

При читању поделе на цифренику стрелица (зарез) не може увек да покаже тачно стање поделе што нарочито важи кад се *стрелица* налази код саме црпе поделе. Тако напр. на сл. 304 и 308 стрелица се поклапа са цртом поделе цифреника означеном цифром 2. Према томе у обадва случаја на цифренику читали бисмо . . . 2. Међутим, читање

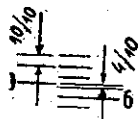
цифре 2 на цифренику *Тачно је у случају приказаном на сл. 304, а у случају који се види на сл. 308 треба да се чита нека цифра близу 2, а не 2. Шта ће у овом случају бити прочитано на цифренику, зависи од положаја нулте црте нониуса према подели на добошу. На сл. 304*



ЧИТАЊЕ 614



ЧИТАЊЕ 618

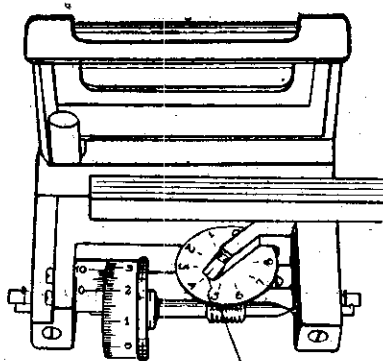


Сл. 305



Сл. 306

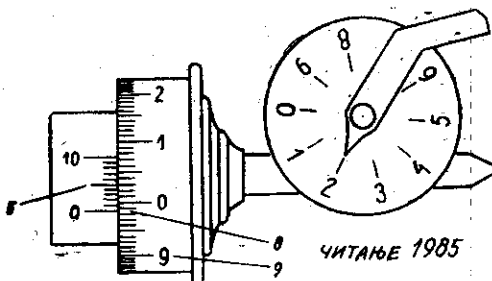
нулта црта нониуса се налази између веће поделе добоша означене цифрама 0 и 1, тј. *изнад црте означене цифром 0. Према томе стрелица на цифренику показује стање 20 . . . а не 10 . . . или 30 . . . На сл. 308 нулта црта нониуса се налази испод црте поделе добоша означене*



ЧИТАЊЕ 4201

ЗАРЕЗ

Сл. 307



ЧИТАЊЕ 1985

Сл. 308

*цифром 0, тј. између црта веће поделе добоша означених цифрама 9 и 0. У овом случају читање на добошу је 98, а са читањем на цифренику је 198 тј. близу подеока 2 на цифренику односно близу 200 подеока изравне поделе добоша, а не 298 тј. близу подеока 3 на цифренику.*

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ПОДАТКА НОНИУСА

*Вредности подеока нониуса зависи од конструкције планиметра, дужине обилазног краја и размере плана. Ове вредности даје фабрика која је израдила планиметар. Оне су уписане у табlici на унутрашњој*

страни поклопца кутије. У табелици 14 а) дати су подаци за планиметар са константном дужином обилазног крака, а у табелици 14 б) са променљивом дужином наведеног крака<sup>61</sup>.

ТАБЕЛИЦА 14  
(вредности података нониуса К)

а)		б)		
Планиметар са сталном дужином обилазног крака		Планиметар са променљивом дужином обилазног крака		
Размера	К у m <sup>2</sup>	Размера	К у m <sup>2</sup>	Индекс на поделу обилазног крака
1: 500	2,5	1: 500	2	267,3
1: 1000	10	1: 1000	10	333,8
1: 2000	40	1: 1250	10	214,2
1: 2500	62,5	1: 2000	20	167,6
1: 3000	90	1: 2500	40	214,2
1: 4000	160	1: 4000	80	167,6
1: 5000	250	1: 5000	100	134,4

зависи од размере плана. Тако напр. за размеру плана 1:2000, површини 1 mm<sup>2</sup> на плану одговара на терену површина од 1 mm по 2 m/mm × 1 mm по 2 m/mm = 4 m<sup>2</sup>, а површини десиметарског квадрата на плану одговара 10 000 mm<sup>2</sup> по 4 m<sup>2</sup>/mm<sup>2</sup> = 40 000 m<sup>2</sup> на терену<sup>62</sup>. За размеру плана 1:2500, површина 1 mm<sup>2</sup> на плану претставља на терену 1 mm по 2,5 m/mm × 1 mm по 2,5 m/mm = 6,25 m<sup>2</sup>, а 10 000 mm<sup>2</sup> по 6,25 m<sup>2</sup>/mm<sup>2</sup> претстављају 62 500 m<sup>2</sup> на терену. На исти начин долази се до површина које претставља десиметарски квадрат на терену и за друге размере плана (размера 1:10 000; 1 mm по 10 m/mm × 1 mm по 10 m/mm = 100 m<sup>2</sup>; 10 000 mm<sup>2</sup> × 100 m<sup>2</sup>/mm<sup>2</sup> = 1 000 000 m<sup>2</sup>; размера 1:50 000; 1 mm<sup>2</sup> претставља на терену 50 m × 50 m = 2500 m<sup>2</sup>, а 10 000 mm<sup>2</sup> претстављају на терену 25 000 000 m<sup>2</sup> итд.).

На раније описани начин обиђе се граница десиметарског квадрата, срачунају разлике читања R<sub>1</sub> и R<sub>2</sub> и средња вредност R. У једначину (42) уврсти се површина P за размеру плана или карте и средња вредност R. Дељењем P са R добија се K.

**Пример 46.** Планиметар са константном дужином обилазног крака. Читање пре обиласка десиметарског квадрата са краком пола лево од обилазног крака N<sub>1</sub> = 6157, и после обиласка N<sub>2</sub> = 7158. Разлика R<sub>1</sub> износи ... 7158 - 6157 = 1001. Читање при обиласку истог квадрата са краком пола десно од обилазног крака N<sub>1</sub> = 4336, N<sub>2</sub> = 5339, R<sub>2</sub> = 1003.

<sup>61</sup> Ови подаци важе само за оне планиметре за које су дати.

\*\*\* Ако не бисмо успели да нацртамо квадрат са дужином стране 100 mm, површину (у mm<sup>2</sup>) приближног десиметарског квадрата израчунаћемо из *мера пречишаних на плану* (до на десети део милиметра). У рачунање узећемо аритметичке средње супротних страна, напр. 1/2 (99,4 mm + 99,7 mm) × 1/2 (98,8 mm + 99,0 mm) = 99,55 mm × 98,9 mm = 9845,5 mm<sup>2</sup>.

<sup>62</sup> Ова се површина може срачунати и овако: 100 mm по 2 m/mm × 100 mm по 2 m/mm = 200 m × 200 m = 40 000 m<sup>2</sup>.

У случају кад није позната вредност податка нониуса (напр. таблица је уништена или нечитљива), можемо га сами да одредимо по једначини

$$K = \frac{P}{R} \dots \dots \dots (42)$$

Нацртамо парцелу правилног облика, напр. десиметарски квадрат у размери 1:1. Површина овог квадрата на плану износи 100 mm × 100 mm = 10 000 mm<sup>2</sup> и она је *сшална*\*\*\*. Међутим, ова површина (на плану) може да претставља на терену различите површине, што

Средња вредност читања  $R = 1/2 (1001 + 1003) = 1002$ . Размера плана 1:5000. У овој размери, десиметарском квадрату одговара на терену површина од  $250\,000\text{ m}^2$ . Податак нониуса  $K = \frac{R}{R} = \frac{250\,000}{1002} = 249$ . У табlici 14а) за ову размеру плана  $K = 250$ . За размеру плана 1:2500,  $K = \frac{62\,500}{1002} = 62,3$  (у табlici 62,5). Уместо два обиласка, боље је извршити четири обиласка; два са краком пола лево од обилазног крака, а два десно.

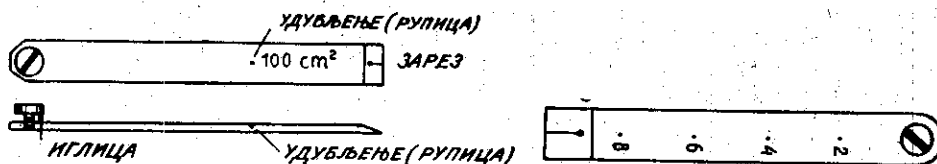
Срачунаша вредности податка нониуса вреди само за једну размеру плана (у нашем примеру  $K = 249$  за размеру 1:5000, или  $K = 62,3$  за размеру 1:2500) и одређену дужину  $d$  обилазног крака.

Према томе, код планиметра са сталном дужином обилазног крака ( $d$  конст., сл. 294) може се мењати само размера плана, тј. површина коју на терену претставља десиметарски квадрат, а с овим у вези мења се и вредност податка нониуса  $K$ . Међутим, разлика читања  $R$  (у примеру 46 разлика 1002), при обиласку десиметарског квадрата нацртаног у размери 1:1, остaje иста, јер је остала непромењена и површина десиметарског квадрата на плану и дужина обилазног крака без обзира на изабрану размеру плана (напр.  $R = 1002$  и за размеру 1:5000 и за размеру 1:2500 итд.).

Код планиметара с променљивом дужином обилазног крака ( $d_1, d_2, d_3$  итд.) при обиласку десиметарског квадрата и поред непромењене површине тог квадрата на плану ( $10\,000\text{ m}^2$ ) и исте размере плана, разлика читања може се мењати зашто, јер се може мењати дужина обилазног крака. Из овог следи да за исту размеру плана с променом дужине обилазног крака мења се разлика читања  $R$ , а с променом ове разлике, мења се и вредност податка нониуса  $K$ , па према томе за исту размеру плана с променом дужине обилазног крака може се постићи вредности податка нониуса која најбоље одговара. Ово се види и из табlice 14. За размеру плана 1:5000 за планиметар са сталном дужином обилазног крака  $K = 250\text{ m}^2$ , а за планиметар с променљивом дужином ( $d = 134,4$ )  $K = 100\text{ m}^2$ .

Јасно је да тачност рачунања површина на првом месту зависи од вредности податка нониуса и да је тачност већа ако је  $K$  мање (напр. код прецизног линеарног планиметра, сл. 312, за размеру 1:5000,  $K = 10\text{ m}^2$ ).

**Одређивање податка нониуса помоћу контролног лењерића.** — Уместо површине десиметарског квадрата може се узети површина круга одређеног пречника. Стога се уз сваки поларни планиметар



Сл. 309

Сл. 310

налази метални контролни лењерић, сл. 309 и 310. Код лењерића са једним удубљењем означена је површина круга у  $\text{cm}^2$  или пак у  $\text{mm}^2$  која се добија кад се лењерићем опише кружна линија са пречником који одговара растојању од иглице до удубљења (сл. 309). Понајчешће



површина круга износи  $10\,000\text{ mm}^2$ , тј. једнака је површини десиметарског квадрата.

За срачунавање податка нониуса по једначини (42), потребно је прерачунати површину круга у површину  $P$  коју она претставља на терену имајући у виду размеру плана на начин како је то раније показано (план 1:2000; површини  $10\,000\text{ mm}^2$  на плану одговара  $40\,000\text{ m}^2$  на терену итд.).

Код лењира са неколико удубљења покрај којих је означен пречник круга у  $\text{cm}$  (сл. 310), потребно је израчунати површину круга на плану ( $r^2\pi$ ) за пречник  $r$ , који је употребљен, а затим извршити прерачунавање површине круга у површину на терену према размери плана. Резултати ових рачунања дати су у табелици 15.

ТАБЛИЦА 15

Размера плана	Површина у $\text{m}^2$ на терену, која одговара површини $1\text{ mm}^2$ круга на плану	Површине кругова ( $r^2\pi$ ) у $\text{mm}^2$ на плану за различите пречнике $r$ кружних линија			
		$r = 80\text{ mm}$ 20 106,1898 $\text{mm}^2$	$r = 60\text{ mm}$ 11 309,7312 $\text{mm}^2$	$r = 40\text{ mm}$ 5 026,5472 $\text{mm}^2$	$r = 20\text{ mm}$ 1 256,6368 $\text{mm}^2$
		Површине на терену за различите размере плана у кв. м			
1	2	3	4	5	6
1 : 500	$0,5 \times 0,5 = 0,25$	5 026,55	2 827,43	1 256,64	314,16
1 : 1000	$1,0 \times 1,0 = 1$	20 106,19	11 309,73	5 026,55	1 256,64
1 : 1250	$1,25 \times 1,25 = 1,5625$	31 415,92	17 671,46	7 853,98	1 963,50
1 : 2500	$2,5 \times 2,5 = 6,25$	125 663,68	70 685,82	31 415,92	7 853,98
1 ; 5000	$5 \times 5 = 25$	502 654,72	282 743,28	125 663,68	31 415,92
1 : 10 000	$10 \times 10 = 100$	2 010 618,88	1 130 973,12	502 654,72	125 663,68
1 : 25 000	$25 \times 25 = 625$	12 566 368	7 068 582	3 141 592	785 398
1 : 50 000	$50 \times 50 = 2500$	50 265 472	28 274 328	12 566 368	3 141 592
1 : 100 000	$100 \times 100 = 10\,000$	201 061 888	113 097 312	50 265 472	12 566 368

Тако например за размеру плана 1 : 5000 површини  $1\text{ mm}^2$  на плану одговара површина  $25\text{ m}^2$  на терену. За исту размеру површини круга  $11\,309,7312\text{ mm}^2$  ( $r=60\text{ mm}$ ) одговара на терену  $282\,473,28\text{ m}^2$  итд.

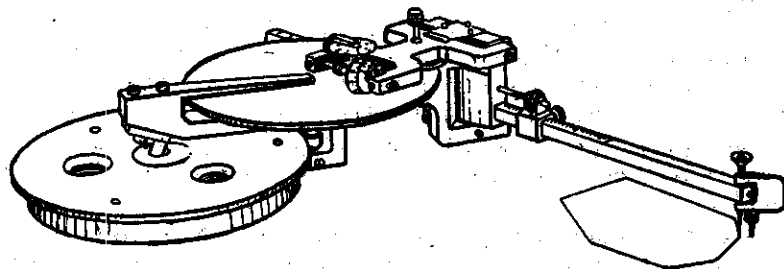
*Испитивање и одређивање подајка нониуса помоћу контролног лењира врши се на следећи начин.* На равну и хоризонталну даску или на плочу стола (израђену од меког дрвета) положи се хартија која се ексерчињима причврсти за даску односно плочу стола. Помоћу лењира на хартији се повуче (оловком) танка линија приближно 1,5 пута дужа од лењира.

На почетку линије иглица се убоде у хартију и даску, али тако да пролази кроз повучену линију. Планиметар се извади из кутије и са обилазног крака се скине подупирач  $s$  да не би сметао у даљем раду.

Планиметар са променљивом дужином обилазног крака.— Према подацима таблице на поклопцу кутије, на подели обилазног крака се намести дужина шог крака која одговара размери плана. Намештање се изврши прво grubим померањем рама, а затим лаганим, помоћу

точкиа  $m$ . После тога планиметар се постави како је показано на сл. 297; при том се игла водиља налази изнад центра кружне линије (иглице лењира). Затим се шиљак игле водиље стави у изабрано удубљење на лењирају. Умерено притискујући иглу водиљу (дакле и лењирају), доведе се лењирају у положај да се зарез на закошеном делу лењирају приближно подудара са раније повученом танком линијом. После мањег померања игле водиље заједно са лењирајем лево и десно од повучене линије, доведе се лењирају у положај тачног поклапања зареза и повучене линије. Овај положај лењирају означава почетну тачку кружне линије. Изврши се прво читање (на цифренику, добошу и нониусу), а затим се полагано иглом водиљом (око тачке убода лењирају као центра) обиђе кружна линија (зарез се поново подудара с повученом линијом). Изврши се друго читање. Срачуна се разлика  $R_1$ . Не померајући пол (тег), на описани начин дође се и до друге разлике  $R_2$  која треба да је једнака разлици  $R_1$  или да се од ње мало разликује. Премести се пол (тег), како је показано на сл. 298, и у овом се положају одреде разлике  $R_3$  и  $R_4$  које треба да су међусобно једнаке или да се мало разликују једна од друге. Разлика која улази у рачунање податка нониуса једнака је аритметичкој средини, тј.  $R = \frac{1}{4}(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$ . Из познате површине (која одговара изабраном пречнику кружне линије и размери плана) и разлике  $R$  срачуна се податак нониуса  $K$ . Овако срачунати податак треба да одговара податку који је одређен у фабрици за тај планиметар (за одговарајућу размеру плана и дужину обилазног крака). Ако се податак нониуса који смо ми добили не слаже са податком уписаним у табlici, добијени податак можемо усвојити и употребити при рачунању површина. Међутим, ако ми желимо да добијемо податак нониуса уписан у табlici, потребно је незнатно променити дужину обилазног крака. Овако промењеном дужином обилазног крака поновимо раније описани рад и срачунамо податак нониуса који одговара промењеној дужини обилазног крака. Овај рад потребно је наставити све дотле док не добијемо тражени податак нониуса. При овом пошребно је имати у виду да се повећањем дужине обилазног крака повећава податак нониуса (смањује се разлика  $R$ ) и обротно, смањивањем дужине обилазног крака смањује се податак нониуса.

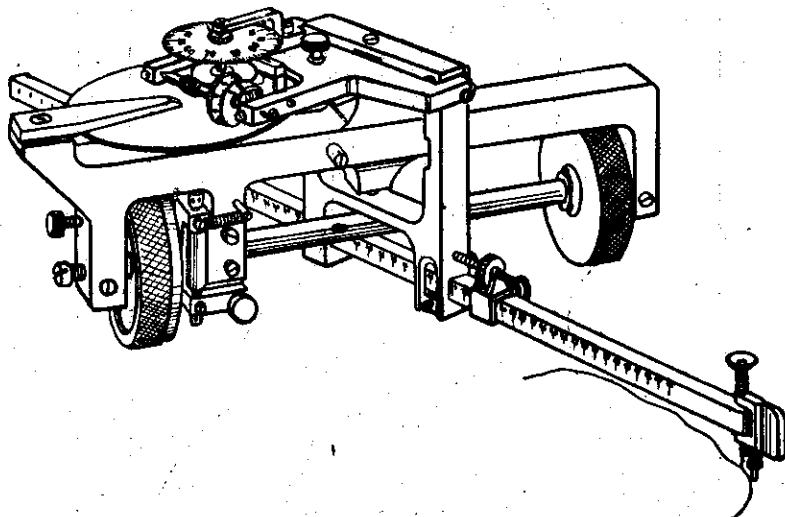
До промене дужине обилазног крака може да дође и у случају кад у кутији планиметра нема табlice, а ми желимо да уместо добијеног податка нониуса, на пример 98,76, добијемо 100 и слично.



Сл. 311

**Планиметри са сталном дужином обилазног крака.**— Поступак при испитивању и одређивању податка нониуса је исти као и код планиметра са променљивом дужином, с најоменом да не можемо мењати податак нониуса, јер не можемо мењати дужину обилазног крака.

**Поларни планиметри за тачнија рачунања површина.** — На сл. 311 приказан је планиметар са плочом, а на сл. 312 планиметар на точковима. Код ових планиметара на цифренику се читају две цифре. Начин рада је исти као и код раније описаних планиметара. Овим се планиметрима постиже већа тачност, јер су подаци нониуса мањи (напр. за размеру 1:2500, подаци нониуса код мањих планиметара су  $62,5 \text{ m}^2$  и  $40 \text{ m}^2$ , а код планиметра на точковима  $4 \text{ m}^2$ ).



Сл. 312

### ПРИМЕНА ПОЛАРНОГ ПЛАНИМЕТРА

**Пример 47.** На прегледном плану 1:10 000 ограничено је заслањено земљиште (сл. 313).

**Задатак.** Поларним планиметром треба срачунати површину коју заузима заслањено земљиште.

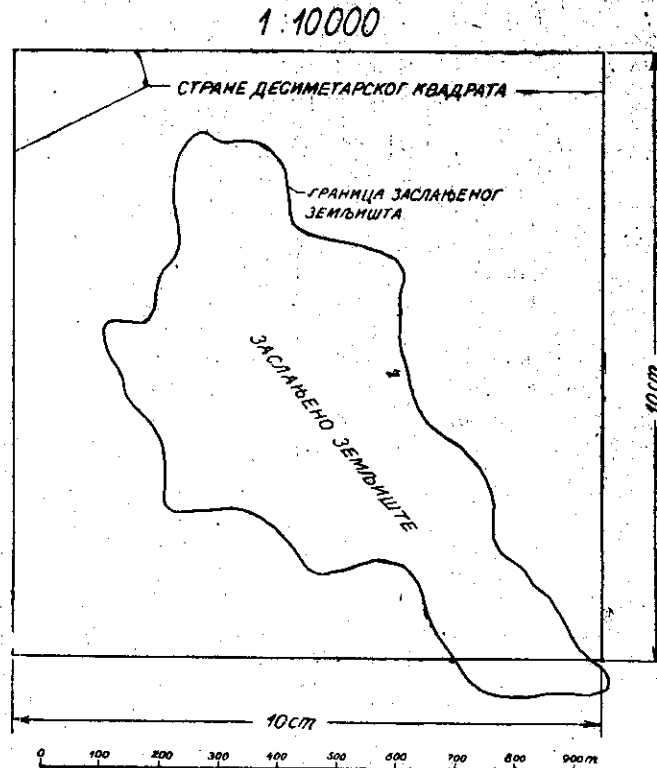
При решавању задатка употребљен је планиметар с променљивом дужином обилазног крака и подацима у табlici 146). Било помоћу десиметарског квадрата или помоћу контролног лежирића, одредимо податак нониуса за размеру 1:10 000. Ми смо употребили контролни лежирић с површином круга  $10\,025 \text{ mm}^2$ , што у размери 1:10 000 претставља површину  $10\,025 \text{ mm}^2$  по  $100 \text{ m}^2$  за  $1 \text{ mm}^2$ , тј.  $1\,002\,500 \text{ m}^2$  или  $10\,025 \text{ a}$ . Са дужином обилазног крака 333,8 обишли смо кружну линију 4 пута и добили средњу разлику читања  $R = 1/4(1004 + 1004 + 1001 + 1001) = 1002,5$ . Податак нониуса  $K = \frac{P}{R} =$

$\frac{10\,025 \text{ a}}{1002,5} = 10\text{a}$ . Иглом водиљом обишли смо два пута границу заслањеног земљишта и добили разлике читања  $R_1 = N_2 - N_1 = 4628 - 4305 = 323$ , и  $R_2 = 7818 - 7497 = 321$ . При одређивању  $R_1$  крак пола налазио се лево од обилазног крака, а при одређивању  $R_2$  овај је крак био десно од обилазног крака. Ово је постигнуто променом положаја тега S тј. пола, како је показано на сл. 314.

Ако не мењамо положај пола, потребно је да поступимо како је показано на сл. 297 и 298. Средња разлика  $R = 1/2(323 + 321) = 322$ . Површина заслањеног земљишта, без обзира на промену величине хартије, износи  $322 \times 10\text{a} = 32 \text{ ha}$  20 a.

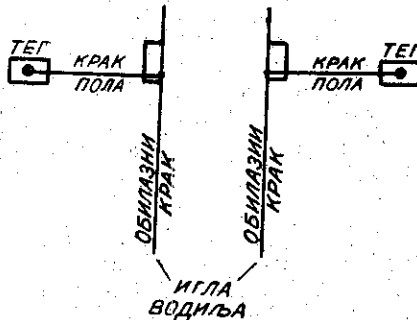
Да бисмо добили површину заслањеног земљишта с обзиром на промену димензије хартије, треба и ту промену да узмемо у обзир. Десиметарски квадрат у размери 1:10 000 треба на терену да претставља површину ...  $1000 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 1\,000\,000 \text{ m}^2 = 100 \text{ ha}$ . Међутим, површина десиметарског квадрата на плану износи:  $99,4 \text{ mm} \times 99,5 \text{ mm} = 9890,3 \text{ mm}^2$  што у размери 1:10 000 претставља на терену ...  $9890,3 \text{ mm}^2$  по  $100 \text{ m}^2/\text{mm}^2 =$

$= 989\,030 \text{ m}^2 = 98,903 \text{ ha}$ , дакле мању од  $100 \text{ ha}$ . Разлика између  $100 \text{ ha}$  и  $98,903 \text{ ha}$  (Треба—Износи), тј.  $1,097 \text{ ha}$ , претставља усух за површину  $98,903 \text{ ha}$  срачунату на плану. Да бисмо добили величину усуха за површину заслањеног земљишта срачунату на плану



Сл. 313

(тј. колико отпада да  $32,20 \text{ ha}$ ), потребно је да израчунамо усух на  $1 \text{ ha}$  површине. За ову површину усух износи  $\dots 1,097 \text{ ha} \times 1 \text{ ha} : 98,903 \text{ ha} = 0,0111 \text{ ha}$ . Према томе, на  $32,20 \text{ ha}$  отпада  $32,20 \times 0,0111 = 0,36 \text{ ha}$ . Површина заслањеног земљишта износи  $32,20 \text{ ha} + 0,36 \text{ ha} = 32,56 \text{ ha}$ .



Сл. 314

**Пример 48.** На сл. 315 приказан је дијаграм добијен динамографом за мерење вучног отпора. Дужина пређеног пута од  $192 \text{ m}$ , на дијаграму износи  $96 \text{ mm}$ . На осн X графички је претстављена величина вучног отпора. Изломљена линија на дијаграму показује варирање вучног отпора.

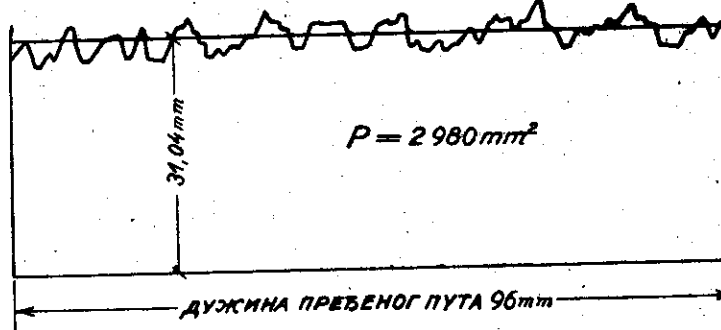
Задашак се састоји у томе да нађемо висину правоугаоника који има једнаку површину изражену у  $\text{mm}^2$ , а исту основицу као и и фигура неправилног облика.

Рачунање површине неправилног облика изведено је планиметром који је био употребљен у примеру 47. Дужина обилазног крака је остала непромењена ( $333,8$ ). Према томе, код површине круга  $10\,025 \text{ mm}^2$  (види пример 47) и средње вредности разлике читања  $1002,5$ , вредност податка нонуса у  $\text{mm}^2$  износи  $10\,025 \text{ mm}^2 : 1002,5 = 10 \text{ mm}^2$ . Фигуру неправилног облика обишли смо два пута, мењајући положај тега (пола) за око  $180^\circ$  и из читања (на цифренику, добошу и нонусу) пре и после обилазке срачунали смо средњу вредност разлике. Она износи  $\dots R = 1/2 (297 + 299) = 298$ . Фигура неправилног облика има површину  $298 \times 10 \text{ mm}^2 = 2980 \text{ mm}^2$ .

Правоугаоник површине  $2980 \text{ m}^2$  и дужине основице  $96 \text{ m}$  има висину  $2980 \text{ m}^2 : 96 \text{ m} = 31,04 \text{ m}$ . Даља примена висине правоугаоника спада у градиво експлоатације пољопривредних машина.

**Пример 49**, сл. 316. На карти 1:50 000 означени су разни типови земљишта. Треба срачунати површине појединих типова земљишта<sup>63</sup>.

**ДИЈАГРАМ  
ЗА МЕРЕЊЕ ВЕЛИЧИНЕ ВУЧНОГ ОТПОРА**



Сл. 315

За рачунање површина употребићемо планиметар са сталном дужином обилазног крака (види пример 46) под претпоставком да нам недостаје таблица о подацима нониуса (напр. таблица је раније уништена). Разлика у читању при обиласку десиметарског квадрата износи 1002. Површина десиметарског квадрата (у размери 1:1) износи  $10\,000 \text{ m}^2$ . У размери 1:50 000 површини једног  $\text{m}^2$  на плану одговара на терену површина од  $50 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2$ . Према томе површина десиметарског квадрата у размери 1:50 000 претставља  $10\,000 \text{ m}^2$  по  $2500 \text{ m}^2 / \text{m}^2 = 25\,000\,000 \text{ m}^2 = 2500 \text{ ha}$ . Податак нониуса

$$K = \frac{2500 \text{ ha}}{1002} = 2,49 \text{ ha}^{64}$$

При рачунању површина типова земљишта прво треба израчунати укупну површину свих типова (a, b, c, d, a), а затим израчунати површине појединих типова (I, II, III, IV) и то засебно за сваки тип земљишта. Границу I типа земљишта обично ћемо напр. почев од тачке f преко тачака k, g, l до полазне тачке f и из разлике читања срачунаћемо површину. Површину другог типа земљишта можемо израчунати на два начина. Обиласком границе, почев од тачке e преко тачака i, h, j до тачке e добијамо разлику читања R која одговара збиру површине II и I типа земљишта. Кад од овако срачунате површине одуземо површину I типа земљишта, добијамо површину II типа земљишта. До површине II типа дошли бисмо обиласком и сабирањем површине e, i, h, g, k, f, e и површине e, f, l, g, h, j, e.

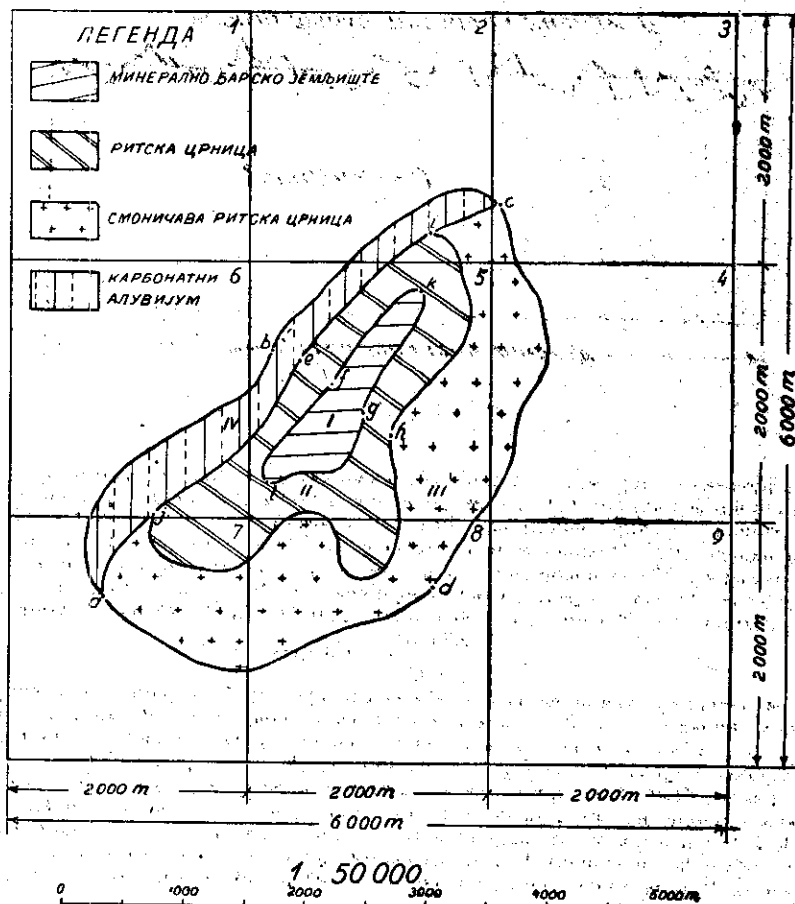
Кад смо засебно срачунали површине сва четири типа земљишта, збир ових површина треба да је једнак раније срачунатој укупној површини (a, b, c, d, a). Отступање између укупно срачунате површине и збира засебно израчунатих површина појединих типова земљишта поделићемо пропорционално на површине појединих типова.

<sup>63</sup> За означавање различитих типова земљишта на педолошким картама најбоље је употребити боје које имају извесну сличност са бојом дотичног земљишта у природи. У нашем случају боје нису биле употребљене да би штампање било упрошћено.

<sup>64</sup> Ако употребимо планиметар с променљивом дужином обилазног крака, а немамо таблице о подацима нониуса, тај податак одредимо или помоћу контролног лењирна или пак помоћу десиметарског квадрата. Дужину обилазног крака узелимо напр. 30, а за обилазак фигуре познате површине употребићемо контролни лењир с полупречником 80 m. Површина круга с овим полупречником износи  $20\,106,19 \text{ m}^2$ , а у размери 1:50 000 она претставља површину од  $5026,55 \text{ ha}$  (види таблицу 15). После обиласка кружне линије, из четири разлике читања, срачунаћемо дефинитивну разлику читања

$$R = 1/4 (2246 + 2247 + 2246 + 2247) = 2246,5. \text{ Податак нониуса износи: } K = \frac{5026,55 \text{ ha}}{2246,5} = 2,24 \text{ ha.}$$

На карти 1:50 000 уцртана је мрежа квадрата помоћу које можемо установити да ли постоји промена величине хартије. Поступак рачунања показан је у примеру 47. Напомиње се да се у овом случају не ради о десиметарском квадрату, већ о квадрату који треба да има дужину стране 3 пута по 2000 м и површину од 3600 ха, сл. 316.



Сл. 316

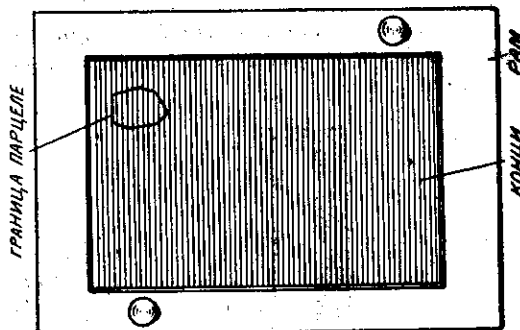
### КОНЧАНИ (НИТНИ) ПЛАНИМЕТРИ

Кончани планиметар се састоји из металног рама правоугаоног облика и свилених конаца (нити), сл. 317. Конци су затегнути између две супротне стране на растојању од 2 м или пак од 2,5 м и међусобно су паралелни. Конци су обојени црном, црвеном и жутом бојом. Растојања 2 м и 2,5 м у разним размерама претстављају различите ширине.

Кад преко фигуре (парцеле) поставимо кончани планиметар, конци планиметра деле парцелу на низ мањих парцела код којих су две супротне стране паралелне (тј. стране које претстављају конци). Мале парцеле у већини имају облик трапеца. Висине трапеца су *исте* и зависе од растојања конаца које смо употребили при рачунању. Површина

сваке мале парцеле једнака је производу између средње линије  $u$  и висине трапеза  $x$ , имајући у виду размеру плана. На сл. 318 приказан је планиметар који је преко целе парцеле постављен тако да једну страну парцеле (страну  $a-b$ ) покрива црни конач. Парцела се налази на горњој страни планиметра (сл. 317).

Површина парцеле једнака је збиру површина мањих парцела тј. збиру површина трапеза једнаке висине  $x$ , а средњих линија  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_{11}$ . Изражено једначином



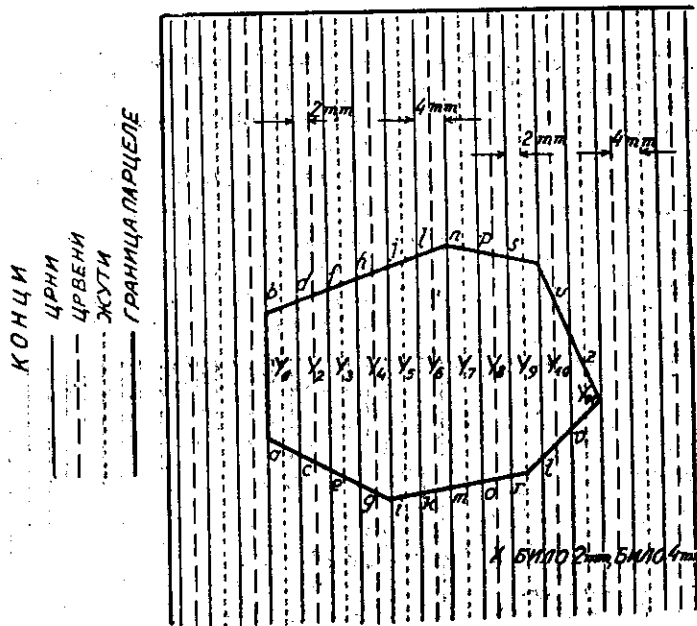
Сл. 317

$$P = xy_1 + xy_2 + xy_3 + \dots + xy_{11} = x(y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{11}) \dots \dots \dots (43)$$

Ради бољег објашњења дајемо пример.

**Пример 50, сл. 318.** Размера плана 1:10 000 тј. 1 mm на плану одговара 10 m у природи. Растојање конача, без обзира на боју, износи 2 mm. Према томе растојање конача црне боје износи  $2 \times 2 \text{ mm} = 4 \text{ mm} = x$ . За рачунање површине велике парцеле узели смо мале парцеле између црних конача, па према томе средње линије малих парцела означају црвени и жути конци. Збир средњих линија малих парцела добили

РАЗМЕРА ПЛАНА 1 : 10 000

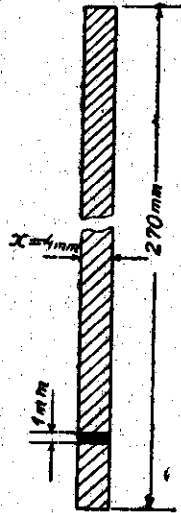


Сл. 318

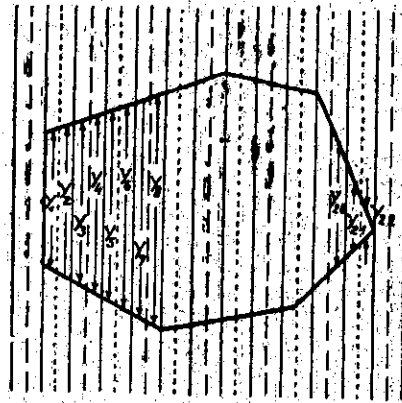
смо сабирањем дужина црвених и жутих конача између граница велике парцеле  $(a-b+c-d+e-f \dots +v-z)$ . Сабирање је извршено шестаром на начин који ће доцније бити објашњен. Сабирањем дужина средњих линија добили смо 270 mm. Површина парцеле  $\dots P = x(y_1 + \dots + y_{11}) = 4 \text{ mm по } 10 \text{ m/mm} \times 270 \text{ mm по } 10 \text{ m/mm} = 108\ 000 \text{ m}^2 = 10 \text{ ha } 80 \text{ a}$ .

Површину парцеле можемо срачунати и на овај начин. Једном милиметру средње линије, тј. 1mm одговара површина 4mm по 10m/mm × 1mm по 10m/mm = 400m². Збиром средњих линија (Σу) одговара површина 270mm по 400m² = 10ha 80a (сл.319).

Показани начин рачунања површина трапеза са висином која одговара двоструком растојању конача (без обзира на њихову боју) најчешће се употребљава.



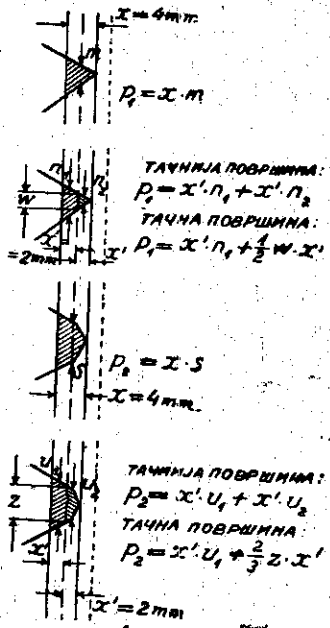
Сл. 319



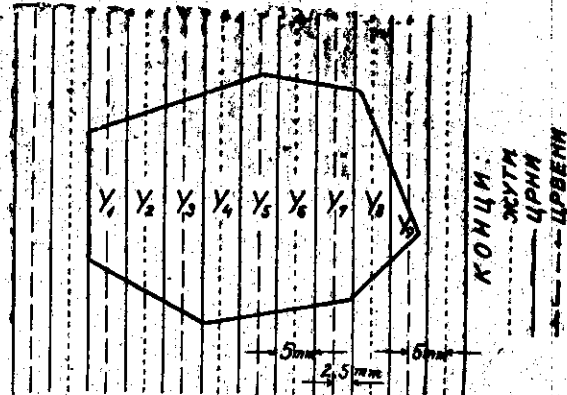
Сл. 320

При рачунању површине велике парцеле помоћу трапеза висине 2mm, узели бисмо средње линије  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_{22}$  приказане на сл. 320, а површина парцеле износила би  $P = x(y_1 + \dots + y_{22}) = 2 \text{ mm по } 10 \text{ m/mm} \times 538 \text{ mm по } 10 \text{ m/mm} = 107600 \text{ m}^2 = 10 \text{ ha } 76 \text{ a}$ .

Разлика у срачунатим површинама нисте парцеле, истим планиметром, али с различитом висином трапеза, не треба да нас буни. Површина срачуната с мањом висином трапеза је тачнија, јер је смањен



Сл. 321



Сл. 322

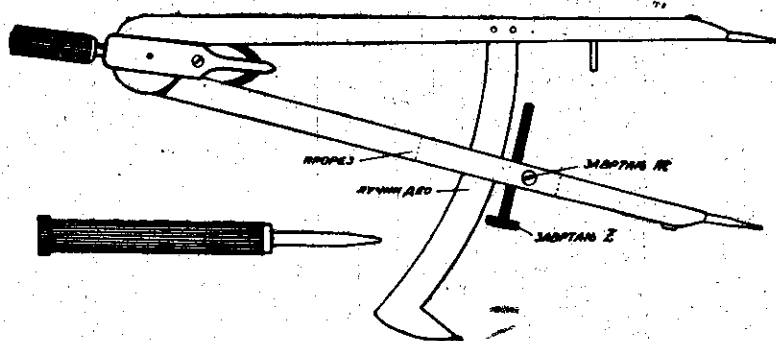


број малих парцела облика многоугла, а повећан број малих парцела облика трапеца. Ово важи и за површине малих парцела облика троугла и параболничног отсечка (сл. 321). Тако напр. при тачном рачунању површине (сл. 320) у збиру средњих линија не би била садржана и средња линија  $y_{32}$ , јер би се површина троугла  $P_{22}$  израчунала засебно.

Ако су конци планиметра на растојању 2,5 mm, принцип рада је исти.

**Пример 51**, сл. 322. Размера плана 1:10 000. Збир средњих линија  $(y_1 + y_2 + \dots + y_n) = 216$  mm. Висина трапеца између црних конаца  $x = 2$  пута по 2,5 mm = 5 mm. Површина парцеле . . .  $P = 5$  mm по 10 m/mm  $\times$  216 mm по 10 m/mm = 10 ha 80 a.

**Сабирање средњих линија.** — За сабирање средњих линија употребљава се шестар, сл. 323. У једном краку шестар има прорез који пролази лучни део причвршћен за други крак шестара. Помоћу



Сл. 323

завртња  $Z$  регулише се отвор шестара (напр. 75 mm). Завртња  $Z$  се не може окретати тј. отвор шестара се не може регулисати ако је завртња  $m$  притегнут. Отвор шестара, који одговара збиру средњих линија мањег или већег броја трапеца, потребно је тако регулисати да се множењем збира средњих линија тј. отвора шестара и висине трапеца добије површина која претставља округло број, напр. 2 ha, 3 ha, 50 a итд. имајући у виду размеру плана (карте).

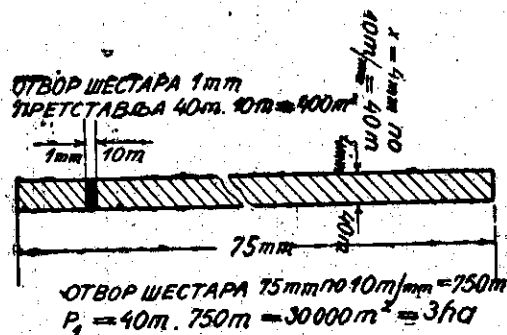
**Пример 52**, сл. 324. Планиметар с растојањем конаца 2 mm без обзира на њихову боју. Размера плана 1:10 000.

Треба наћи погодан отвор шестара за рачунање површине помоћу трапеца између црних конаца, тј. за растојање  $x = 2 \times 2$  mm = 4 mm.

Површина која одговара отвору шестара  $P_1 = x$  помножено отвором шестара =  $2 \times 2$  mm по 10 m/mm  $\times$  отвор шестара = 40 m  $\times$  отвор шестара. Узмемо ли површину 30 000 m<sup>2</sup>, отвор

$$\text{шестара } \frac{P_1 = 30\,000 \text{ m}^2}{x = 40 \text{ m}} = 750 \text{ m. У}$$

размери 1:10 000, отвору шестара (збиру средњих линија) 750 m одговара 75 mm.



Сл. 324

На овај начин срачунати су отвори шестара за планиметре с растојањем конаца 2 mm и 2,5 mm, а за размере 1:2500, 1:5000, 1:10 000, 1:25 000 и 1:50 000 (види таблицу 16)<sup>65</sup>.

ТАБЛИЦА 16

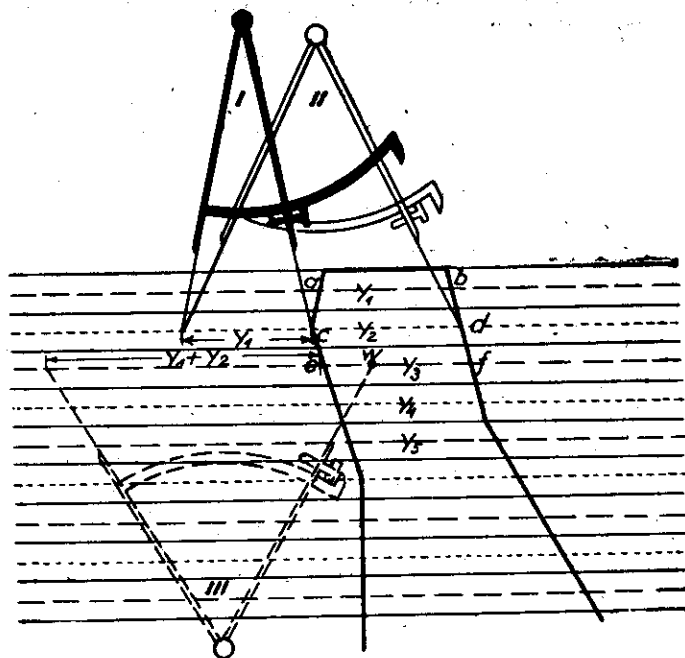
Размера	Планиметри с растојањем конаца 2 mm и 2,5 mm											
	Употребљени конци с растојањем											
	2 mm			4 mm			2,5 mm			5 mm		
	1 mm отвора шестара претстављен у m <sup>2</sup> .	Отвор шестара у mm	Површина коју претставља отвор шестара	1 mm отвора шестара претстављен у m <sup>2</sup> .	Отвор шестара у mm	Површина коју претставља отвор шестара	1 mm отвора шестара претстављен у m <sup>2</sup> .	Отвор шестара у mm	Површина коју претставља отвор шестара	1 mm отвора шестара претстављен у m <sup>2</sup> .	Отвор шестара у mm	Површина коју претставља отвор шестара
1:2500	12,5 m <sup>2</sup>	40	5 a	25 m <sup>2</sup>	40	10 a	15,625 m <sup>2</sup>	64	10 a	31,25 m <sup>2</sup>	64	20 a
	12,5 m <sup>2</sup>	64	8 a	25 m <sup>2</sup>	60	15 a						
1:5000	50 m <sup>2</sup>	50	25 a	100 m <sup>2</sup>	50	50 a	62,5 m <sup>2</sup>	64	40 a	125 m <sup>2</sup>	64	80 a
	50 m <sup>2</sup>	60	30 a							= 1,25 a		
1:10000	200 m <sup>2</sup>	75	1,5 ha	400 m <sup>2</sup>	75	3 ha	250 m <sup>2</sup>	40	1 ha	500 m <sup>2</sup>	40	2 ha
							= 2,5 a	60	1,5 ha	= 5 a	60	3 ha
1:25000	12,5 a	40	5 ha	25 a	40	10 ha	15,625 a	64	10 ha	31,25 a	64	20 ha
	12,5 a	64	8 ha	25 a	60	15 ha						
1:50000	0,5 ha	50	25 ha	1 ha	50	50 ha	62,5 a	64	40 ha	1,25 ha	40	50 ha
		60	30 ha				= 0,625 ha				60	80 ha

Према подацима таблице 16, за размеру напр. 1:25 000 и растојање конаца 2 × 2 mm, отвор шестара 40 mm претставља површину 10 ha, а за растојање конаца 2,5 mm, исту површину претставља отвор шестара од 64 mm.

Рад шестаром доказан је на сл. 325. У отвор шестара узме се дужина средње линије  $u_1$ , затим се крај шестара, који се налазио у тачки  $b$ , стави у тачку  $c$  и ослањајући други крак шестара (који се налазио у тачки  $a$ ) на план, отвори се шестар још за дужину средње линије  $u_2$  (у отвору шестара налази се дужина  $u_1 + u_2$ ). После тога, крај шестара, који се налазио у тачки  $d$ , стави се у тачку  $e$  и ослањајући други крак шестара на план, отвори се шестар до одређеног (пуног) отвора (према подацима таблице 16). Затим се шестар око шилка у тачки  $w$  окрене за  $180^\circ$  и узме се у шестар остатак дужине средње линије  $wf$ . Са овим остатком дужине настави се рад као што је био у почетку с дужином  $ab$  све до пуног отвора шестара и поновним окретањем шестара за  $180^\circ$  рад се даље наставља до краја. Број

<sup>65</sup> При састављању таблице 16 претпостављено је да највећи отвор шестара износи 75 mm.

шестара с пуним отвором бележи се на засебној хартији на начин како се бележи број целих летава при мерењу дужина дужи. Ово бележење је врло важно и потребно га је одмах учинити чим се шестар отвори до пуног отвора. Број пуних отвора шестара помножен површином која одговара пуном отвору више остатак у милиметрима помножен површином која одговара 1 mm отвора шестара даје површину фигуре.



Сл. 325

**Пример 53.** Треба срачунати површину парцеле приказане на сл. 318. Размера плана 1 : 10 000. Планиметар с растојањем конача 2 mm. Према подацима таблице 16, узмемо за пуи отвор шестара 75 mm. Употребићемо коначе с растојањем 4 mm. Пуном отвору шестара одговара површина од 3 ha, а 1 mm тог отвора претставља 400 m<sup>2</sup>. Резултат рада: 3 пуна отвора шестара по 3 ha више 45 mm остатка по 400 m<sup>2</sup> = 9 ha + 1 ha 80 a = 10 ha 80 a.

**Употреба милиметарске провидне хартије за рачунање површина.**— Кад немамо на расположењу ни поларни нити кончани планиметар, за рачунање површина с приближном тачношћу, употребићемо милиметарску провидну хартију. При раду оваквом хартијом узећемо податке из таблице 16 за планиметар с растојањем конача 2,5 mm и 5 mm.

У случају кад немамо ни провидне милиметарске хартије ниши шестара приказаног на сл. 323, ипак можемо да срачунамо површину неке парцеле на овај начин. На обичној провидној хартији нацртаћемо паралелне линије на међусобном растојању напр. 2 mm. Линије ћемо извући тушем или пак мастилом како је показано на сл. 318, тј. да се међусобно разликују (као црни, црвени и жути конци). Обичним шестаром, на раније описани начин, сабраћемо средње линије например у<sub>1</sub>,

$u_2$ ,  $u_3$  и  $u_4$ , сл. 318, и на лењиру с милиметарском поделом прочитаћемо колико милиметара износи њихов збир (I збир). После тога, помоћу шестара, сабраћемо средње линије  $u_5$ ,  $u_6$  и  $u_7$ , и добићемо II збир. На крају, сабраћемо средње линије  $u_8$ ,  $u_9$ ,  $u_{10}$  и  $u_{11}$  (III збир). Укупну дужину средњих линија ( $u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_{11}$ ), изражену у милиметрима, помножићемо с површином коју претставља 1 mm те дужине у размери плана (на пример за размеру плана 1:10.000, 1 mm претставља 200 m<sup>2</sup>, види таблицу 16). Добијени производ је тражена површина парцеле.

### ХИИ. ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА

До деобе површина већих парцела на мање долази приликом оснивања парцела за огледе, при одређивању површина за извршење разних пољопривредних радова (напр. орања, сетве, окопавања, косидбе, брања) и слично.

Деоба површина парцела може се извести помоћу координата, из оригиналних мера и из мера узетих само са плана. Тачност која при том треба да се постигне зависи од сврхе деобе (напр. тачна подела на парцеле за огледе, приближна подела пашњака за испашу и слично).

Приликом деобе веће парцеле на мање треба одредити облике мањих парцела, њих правац деобних линија, затим број и величине површина мањих парцела и по потреби осигурати прилаз свакој мањој парцели. Деобне линије (привремене или сталне) између мањих парцела већином су паралелне са једном од страна веће парцеле, сл. 326, 327 и 328. У највише случајева потребно је установити само ширине парцела добијене деобом (у метрима или пак у хватима).

После свршеног рада у бироу, подаци деобе преносе се на терен. При овом раду може да дође и до неслагања (отступања, разлика) између пројектованог стања у бироу и стања на терену. Да целокупно отступање не би ушло само у једну парцелу пројектованог стања, целокупно отступање се подели на све парцеле деобом добијене и то пропорционално њиховим ширинама, односно површинама. Поступак рада биће показан у бројним примерима.

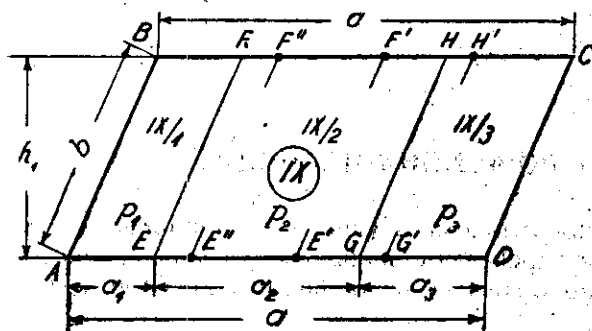
#### ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА ПРАВИЛНИХ ОБЛИКА

Деоба оваквих парцела се изводи рачунским путем. Брзо и тачно се долази до резултата ако се за рачунске радње употреби машина за рачунање. Међутим, рачунања се исто тако брзо могу извести и помоћу логаритмара, али мање тачно у поређењу с резултатима добијеним машином за рачунање.

У правилне облике парцела убрајају се: паралелограм, правоугаоник, квадрат и ромб.

На сл. 326 је приказана већа парцела (бр. IX) која има облик паралелограма. Површина ове парцеле износи . . .  $P = a \times h_1$ . Деобним линијама паралелним са страном  $b$ , површину веће парцеле треба поделити на пример на три мање парцеле IX/1, IX/2 и IX/3 површина  $p_1$ ,  $p_2$  и  $p_3$ . Мање површине износе:  $p_1 = a_1 \times h_1$ ;  $p_2 = a_2 \times h_1$ ;  $p_3 = a_3 \times h_1$ . Једначине за мање површине  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  и слика 326 показују да је висина  $h_1$  заједничка за мање парцеле IX/1 . . . IX/3, тј. да је она при подели површине веће парцеле линијама паралелним са страном  $b$  једнака и

непроменљива, иако су мање површине  $p_1, p_2, p_3$  променљиве. Из овога се види да се мање површине  $p_1, p_2, p_3$  мењају само променом ширина  $a_1, a_2$  и  $a_3$ . Ширине појединих мањих парцела срачунаће се из једна-



Сл. 326

чина за њихове површине, тј.:  $a_1 = p_1 : h_1$ ;  $a_2 = p_2 : h_1$ ;  $a_3 = p_3 : h_1$ . Ако је деоба тачно извршена, збир ширина свих мањих парцела треба да је једнак дужини веће парцеле тј.  $a_1 + a_2 + a_3 = a$ .

Ако су површине већих и мањих парцела изражене у хектарима, арима и кв. метрима, у једначине за срачунавање ширина мањих парцела површине се уносе у кв. метрима, а висине у мет-

трима. Ако су површине изражене у кат. јутрима и кв. хватима, у наведене једначине површине се уносе у кв. хватима, а висине у кватима.

Деоба се може извести и на овај начин. Срачуна се ширина парцеле за јединицу површине (напр. ширина  $x$  за  $1 \text{ a}^{66}$ ). Непозната ширина мање парцеле са  $n$ -пута већом површином, износиће  $n$ -пута више, тј.  $n \times x$  (на пример за површину  $450 \text{ a}$ , ширина ће износити  $450 \times x$ ).

Кад се површина веће парцеле правилног облика дели на неколико мањих парцела једнаких површина (напр. на 4), све мање парцеле имаће исту ширину, јер имају исту површину и исту висину. Према томе, поделом дужине веће парцеле на одређен број једнаких ширина мањих парцела (напр. на 4) извршена је деоба веће парцеле онако како је предвиђена.

Деоба парцеле правилног облика може се извршити на основу података добијених мерењем на терену (оригиналних мера) као и из података узетих са плана. Деоба из оригиналних мера захтева мање рада у бироу и на терену, него деоба из података узетих са плана.

#### ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА ИЗ ОРИГИНАЛНИХ МЕРА

**Пример 54.**— Површина веће парцеле IX (сл. 326) износи  $56 \text{ ha } 87 \text{ a } 00 \text{ m}^2$ . Дужине измерене на терену су ове:  $a=1100 \text{ m}$ ;  $b=565 \text{ m}$ ;  $h_1=517 \text{ m}$ . Већу парцелу треба поделити на три мање парцеле ових површина:  $IX/1=11 \text{ ha } 87 \text{ a}$ ;  $IX/2=28 \text{ ha}$ ;  $IX/3=17 \text{ ha}$ ; ( $11,87+28+17=56,87$ ). Правац деобних линија показан је на сл. 326. Пројектовано стање треба преузети на терену.

Ширине мањих парцела:

$a_1=118\,700 \text{ m}^2 : 517 \text{ m}=229,5 \text{ m}$ ;  $a_2=280\,000 \text{ m}^2 : 517 \text{ m}=542,0 \text{ m}$ ;  $a_3=170\,000 \text{ m}^2 : 517 \text{ m}=329,0 \text{ m}$ . Збир ширина износи:  $229,5 \text{ m}+542,0 \text{ m}+329,0 \text{ m}=1100,5 \text{ m}$ , а треба да буде  $1100,0 \text{ m}$ . До разлике је дошло због тога што је дељење изведено логаритмаром (дужине  $25 \text{ cm}$ ). Разлика „Треба—Износи“= $1100,0 \text{ m}-1100,5 \text{ m}=-0,5 \text{ m}$  подели се пропорционално на ширине  $a_1, a_2, a_3$ . На  $100 \text{ m}$  ширине отпада  $\frac{-0,5}{1100,5}$  стотина= $-0,0455 \text{ m}$  на  $100 \text{ m}$ .

<sup>66</sup> При деоби парцела у хватном систему за јединицу површине може се узети  $100 \text{ hv}^2$  или пак  $1000 \text{ hv}^2$ .

Дефинитивне ширине мањих парцела износе:

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 229,5 \text{ m} - 2,295 \times 0,0455 \text{ m}/100 \text{ m} = 229,50 \text{ m} - 0,10 \text{ m} \dots\dots\dots 229,40 \text{ m} \\
 a_2 &= 542,0 \text{ m} - 5,42 \times 0,0455 \text{ m}/100 \text{ m} = 542,00 \text{ m} - 0,25 \text{ m} \dots\dots\dots 541,75 \text{ m} \\
 a_3 &= 329,0 \text{ m} - 3,29 \times 0,0455 \text{ m}/100 \text{ m} = 329,00 \text{ m} - 0,15 \text{ m} \dots\dots\dots 328,85 \text{ m} \\
 &\hspace{15em} \underline{\hspace{10em}} \\
 &\hspace{15em} 1100,00 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Обележавање међних тачака Е и Г (на терену) може се извести на следећи начин. На тачки А се постави значка (вертикално), а на тачки Д сигнал или већа значка са заставицом. На раније објашњени начин, помоћу двогледа, поставе се значке на тачкама Г', Е' и Е'' тако да буду у правој АД. Затим се пантљиком измери дуж АЕ =  $a_1$ . Тачка Е се обележи већим коцем. Измери се дуж ЕГ =  $a_2$  и обележи тачка Г. Мерењем дужи ГД =  $a_3$  уједино се контролише тачност теренског рада. На исти начин обележите се и тачке F и H.

**Пример 55.** Површину веће парцеле бр. XV треба поделити на 4 мање парцеле (XV/1 . . . . . XV/4) једнаких површина деобним линијама паралелним са странеом с, сл. 327.

Како парцеле деобом добијене имају исту висину  $h_2$ , поделом дужине стране d на 4 једнаке дужи добијају се тражене ширине ( $1/4 \text{ d} = d_1 = d_2 = d_3 = d_4$ ;  $d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = d$ ).

Подаци: површина P веће парцеле XV износи  $84 \text{ j } 600 \text{ hv}^2 = 134\,400 \text{ hv}^2 + 600 \text{ hv}^2 = 135\,000 \text{ hv}^2$  (види таблицу 1); дужина  $c = 480 \text{ hv}$ ; ширина  $d = 300 \text{ hv}$ , висина  $h_2 = 450 \text{ hv}$ .

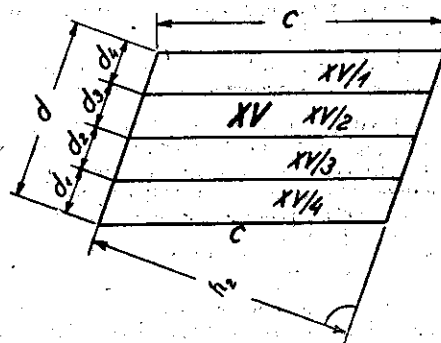
Ширина сваке мање парцеле износи:  $d : 4 = 300 \text{ hv} : 4 = 75 \text{ hv} = d_1 = d_2 = d_3 = d_4$ . Површина сваке мање парцеле једнака је  $135\,000 : 4 = 33\,750 \text{ hv}^2 = 21 \text{ j } 150 \text{ hv}^2$  (види таблицу 1). Контрола ширине мање парцеле . . .  $d_1 = \frac{33\,750 \text{ hv}^2}{450 \text{ hv}} = 75 \text{ hv}$ .

*Рачунање помоћу јединице површине.* Површина  $135\,000 \text{ hv}^2$  има ширину  $300 \text{ hv}$  (d). Површина  $1000 \text{ hv}^2$  има ширину  $x \text{ hv}$ ;  $x = \frac{1000 \text{ hv}^2 \times 300 \text{ hv}}{135\,000 \text{ hv}^2} = 2,222 \text{ hv}$ .

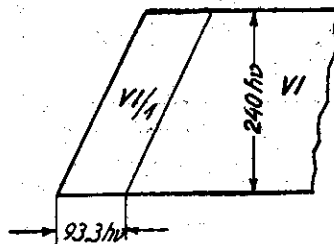
Ширина  $d_1$ , која одговара површини  $33\,750 \text{ hv}^2$  тј.  $37,750$  хиљада квадратних хвата износи . . .  $33,75$  по  $2,222 = 74,99 \text{ hv}$ .

**Пример 56.** Од веће парцеле VI (сл. 328) треба одвојати мању парцелу VI/1 површине  $14 \text{ j}$ . Висина  $h = 240 \text{ hv}$ .

Ширина мање парцеле износи . . .  $a_1 = \frac{14 \text{ j по } 1600 \text{ hv}^2 \cdot 22\,400 \text{ hv}^2}{240 \text{ hv}} = \frac{22\,400 \text{ hv}^2}{240 \text{ hv}} = 93,30 \text{ hv}$ .



Сл. 327.



Сл. 328

ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА ИЗ МЕРА УЗЕТИХ СА ПЛАНА

У примерима 54, 55 и 56 ушле су у рачунање „дате“ тј. оригиналне мере (дужине, висине) већих парцела које одговарају стању на терену.

У случају кад немамо оригиналних мера, а имамо план који одговара стању на терену и „дату“ тј. раније одређену тачну површину  $P_d$  веће парцеле, ту површину поделимо на предвиђени број мањих површина, тј. на дате мање површине  $p_{d1}, p_{d2} \dots p_{dn}$ . Затим израчунамо површину веће парцеле  $P_p$  из мера узетих са плана. Разлику

између „дате“ и израчунате површине веће парцеле пропорционално поделимо на дате површине мањих парцела (смањивањем или пак повећавањем датих површина мањих парцела). На овај начин добијамо поправљене површине мањих парцела  $pp_1, pp_2 \dots pp_n$ . Њихов збир треба да буде једнак израчунајој површини ( $P_{pl}$ ) веће парцеле. Из поправљених површина ( $pp_1, pp_2 \dots$ ) и висине веће парцеле узете са плана израчунамо ширине мањих парцела.

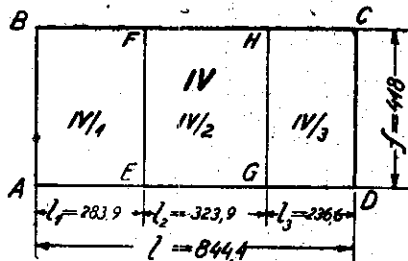
На терену, приликом преношења израчунатих ширина мањих парцела, измеримо дужину стране веће парцеле коју сачињавају израчунате ширине мањих парцела. Разлику између измерене стране и збира израчунатих ширина мањих парцела поделимо пропорционално на израчунаше ширине. Тек с овако поправљеним ширинама мањих парцела вршимо обележавање међних тачака.

**Пример 57** (сл. 329). Већа парцела бр. IV има површину 35 ха 70 а 00 м<sup>2</sup> (дата површина  $P_{IV} = P_d$ ). Осим плана и дате површине веће парцеле других података нема (не постоје скице премеравања нити су пре деобе веће парцеле на терену биле измерене дужи  $l$  и  $f$ ).

Деобним линијама паралелним са страном  $f$  треба поделити површину веће парцеле на три дела (парцеле) ових површина:  $P_{IV/1} = 12$  ха,  $P_{IV/2} = 13$  ха 70 а и  $P_{IV/3} = 10$  ха.

Помоћу размерника установили смо на плану дужине страна  $l_{pl}$  и  $f_{pl}$ ;  $l_{pl} = 844,4$  м,  $f_{pl} = 418,0$  м. Површина веће парцеле према подацима плана износи  $\dots P_{IVpl} = 844,4 \times 418,0$  м = 353 000 м<sup>2</sup>. Због усуха јавља се разлика између дате и израчунате површине. Она износи: 357 000 м<sup>2</sup> - 353 000 м<sup>2</sup> = +4000 м<sup>2</sup>, а требв да буде 0 м<sup>2</sup>. Отступање  $\Delta = \text{Треба} - \text{Износи}$  једнако је 0 м<sup>2</sup> - (+4000 м<sup>2</sup>) = -4000 м<sup>2</sup>. На 1 ха дате површине отпада  $\dots \frac{-4000 \text{ м}^2}{35,70 \text{ ха}} = -112 \text{ м}^2$ .

Дате површине мањих парцела смањене за отступање (-4000 м<sup>2</sup>) су ове:  $P_{IV/1pl} = 12$  ха - 12 ха по 112 м<sup>2</sup> = 118 655 м<sup>2</sup>;  $P_{IV/2pl} = 13$  ха 70 а - 13,70 ха по 112 м<sup>2</sup> = 135 465 м<sup>2</sup>;  $P_{IV/3pl} = 10$  ха - 10 ха по 112 м<sup>2</sup> = 98 880 м<sup>2</sup>.



Сл. 329

Ширине парцела које одговарају смањеним (поправљеним) површинама су следеће:

$$l_{1pl} = \frac{118\,655 \text{ м}^2}{418 \text{ м}} = 283,9 \text{ м}; \quad l_{2pl} = \frac{135\,465 \text{ м}^2}{418 \text{ м}} = 323,9 \text{ м}; \quad l_{3pl} = \frac{98\,880 \text{ м}^2}{418 \text{ м}} = 236,6 \text{ м}.$$

Збир ових ширина износи 844,4 м.

Код изласка на терен у циљу обележавања међних тачака Е, F, G, H (сл. 329), на терену измеримо дужине страна  $l_t$  и  $f_t$ ;  $l_t = 850$  м;  $f_t = 420$  м. Разлику између  $l_t$  и  $l_{pl}$  тј. 850 м - 844,4 м = +5,6 м поделићемо на ширине  $l_{1pl}$ ,  $l_{2pl}$  и  $l_{3pl}$  тако да целокупна разлика не припадне једној мањој парцели. На  $l_{1pl}$  отпада  $\frac{5,6 \times 283,9}{844,4} = 1,88$  м; на  $l_{2pl}$  отпада  $\frac{5,6 \times 323,9}{844,4} = 2,15$  м; на  $l_{3pl}$  отпада  $\frac{5,6 \times 236,6}{844,4} = 1,57$  м.

За обележавање мањих парцела добијамо ове ширине:

$$\begin{aligned} l_{1t} &= 283,9 \text{ м} + 1,88 \text{ м} = 285,78 \text{ м} \\ l_{2t} &= 323,9 \text{ м} + 2,15 \text{ м} = 326,05 \text{ м} \\ l_{3t} &= 236,6 \text{ м} + 1,57 \text{ м} = 238,17 \text{ м} \\ \hline &844,4 \text{ м} + 5,60 \text{ м} = 850,00 \text{ м} \end{aligned}$$

Рачунања су изведена логаритмаром дужине 25 см.



У примеру 57 показан је тачан начин деобе. Предвиђене односно дате површине мањих парцела одговарају стању на терену.

Ако би се радило о деоби мање тачности, одступање  $-4000 \text{ m}^2$  поделило би се приближено на мање парцеле  $P_{IV/1}$ ,  $P_{IV/2}$  и  $P_{IV/3}$ , на пример овако:  $-1500 \text{ m}^2$ ,  $-1500 \text{ m}^2$  и  $-1000 \text{ m}^2$ . Израчунате ширине мањих парцела биле би ове:  $l_{1pl} = \frac{120000 \text{ m}^2 - 1500 \text{ m}^2}{418 \text{ m}} = 283 \text{ m}$ ;  $l_{2pl} = \frac{137000 \text{ m}^2 - 1500 \text{ m}^2}{418 \text{ m}} = 324 \text{ m}$ ;  $l_{3pl} = \frac{100000 \text{ m}^2 - 1000 \text{ m}^2}{418 \text{ m}} = 237 \text{ m}$ .

Збир ових ширина износи  $844 \text{ m}$ . Разлика између дужине AD (сл. 329) измерене на терену и срачунатих ширина мањих парцела ( $850 \text{ m} - 844 \text{ m} = +6 \text{ m}$ ) поделила би се подједнако на ширине мањих парцела. Дефинитивне ширине биле би ове:  $283 \text{ m} + 2 \text{ m} = 285 \text{ m}$ ;  $324 \text{ m} + 2 \text{ m} = 326 \text{ m}$ ;  $237 \text{ m} + 2 \text{ m} = 239 \text{ m}$ .

Желимо ли да изоставимо рачунање и поделу разлике између даће површине  $P_{IVd}$  и израчунате површине  $P_{IVpl}$  (Шј.  $-4000 \text{ m}^2$ ) поделу можемо извести на овај начин. Дашу површину не узимамо у обзир, а површине  $P_{IV/1pl} \dots P_{IV/3pl}$  мањих парцела одредићемо само према израчунајој површини  $P_{IVpl}$  (из мера узетих са плана). Ширине мањих парцела срачунаћемо из површина  $P_{IV/1pl} \dots P_{IV/3pl}$  и висине веће парцеле узете са плана (тј.  $418 \text{ m}$ ).

Рад на терену је исти као и код тачне деобе.

Из ширина мањих парцела добијених на терену и мерење висине веће парцеле срачунаћемо деобом добијене површине мањих парцела.

У случају кад имамо само план веће парцеле, њену површину израчунаћемо из мера узетих са плана и ту површину делимо на мање површине. Рад на терену описан је у примеру 57.

### ДЕОБА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА НЕПРАВИЛНИХ ОБЛИКА

При деоби већих површина неправилних облика на мање површине, у већини случајева се употребљава план. Површине и већих и мањих парцела рачунају се различито, напр. комбинованим начином, из мера узетих са плана или пак помоћу планиметра. Рачунање површина помоћу планиметра се употребљава нарочито у случају кад су неправилног облика и мање парцеле на које се дели већа парцела.

Код деобе већих парцела правилних облика видели смо да је начин рада углавном исти било да се ради о деоби с већом или с мањом тачношћу. Међутим, код парцела неправилних облика постоји већа разлика у начину рада између деобе с већом и с мањом тачношћу, нарочито кад већа парцела има облик троугла и трапеза. Ради тога објаснићемо ове начине деобе засебно.

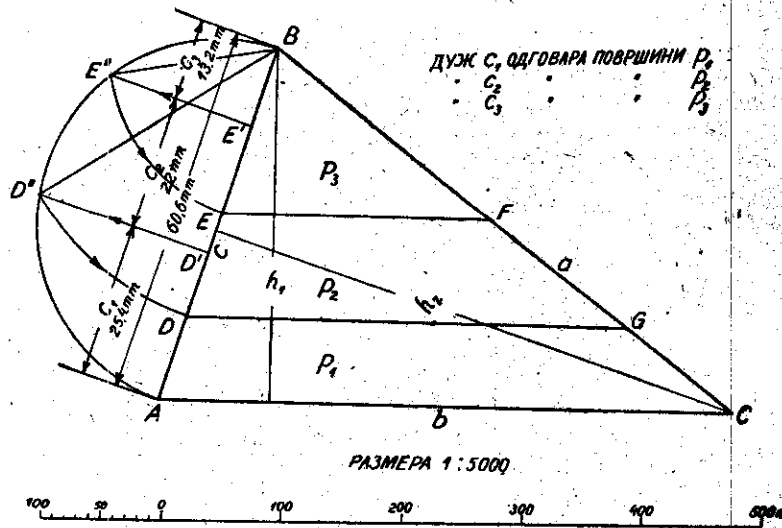
#### ДЕОБЕ С МАЊОМ ТАЧНОШЋУ

Већа парцела има облик троугла.— У случају кад имамо раније израђени план веће парцеле, њену површину израчунамо из података узетих са плана. Ако немамо план, ми га израдим на основу података добијених мерењем, а затим израчунамо површину из података узетих

с овако израђеног плана. Према Шоме не узимамо у обзир евентуално „дашу“ тј. раније тачно срачунашћу површину нишћу пак површину коју бисмо могли да израчунамо из података добијених мерењем на терену.

Површину веће парцеле, израчунату из података узетих са плана, поделимо на површине мањих парцела тако да збир површина мањих парцела даје површину веће парцеле (напр.  $p_1 + p_2 + p_3 = P$ ).

Изаберемо једну између страна троугла ABC (сл. 330) за правац деобних линија (у нашем случају страну  $b$ ). На плану измеримо дужину једне од преосталих страна (напр. дужину стране  $c$ ) и то у милиметрима. Затим срачунамо колико милиметара те дужине одговара јединици (напр. 1 ha) израчунате површине веће парцеле. После тога израчунамо колико милиметара од дужине стране  $c$  отпада на мање површине ( $p_1, p_2, p_3$ ). Страну  $c$  поделимо на овако изражене мање површине



Сл. 330

(дужи:  $c_1 = AD'$ ;  $c_2 = D'E'$ ;  $c_3 = E'B$ ). Изнад стране  $c$  опишемо полукружну линију, а из тачака  $D'$  и  $E'$  подигнемо управне на страну  $c$ . Управне секу полукружну линију у тачкама  $D''$  и  $E''$ . Из темена  $B$ , као средишта кружне линије, опишемо кружне лукове с пречницима  $BE''$  и  $BD''$  до стране  $c$ . У пресеку лукова са страном  $c$  добију се тачке  $D$  и  $E$ . Кроз ове тачке пролазе деобне линије паралелно са страном  $b$ . Ове линије деле површину  $P$  на мање површине  $p_1, p_2$  и  $p_3$ .

Кад смо нацртали деобне линије, ради контроле рада срачунамо површине  $p_1, p_2$  и  $p_3$  из мера узетих са плана. Разлике између мањих површина које су узете у деобу и површина тих парцела срачунатих из података са плана незнатно се разликују. Ако се покажу веће разлике, значи да је у раду учињена груба грешка.

Ради преношења података на терен, читамо на плану дужи  $AD, DE, EB, CG, GF$  и  $FB$ . На терену измеримо стране  $a$  и  $c$ , уколико их раније нисмо измерили. Разлику између измерене стране  $c$  и збира дужи  $AD, DE$  и  $EB$ , читавих на плану, пропорционално поделимо на те дужи.

С овако поправљеним дужинама обележимо тачке D и E. Ово извршимо и за страну  $a$  (дужи CG, GF и FB).

**Пример 58** (сл. 330). Површина  $P$  веће парцеле (у облику троугла) израчуната из података узетих са плана износи  $68\ 800\text{ m}^2 = 6\text{ ha } 88\text{ a}$ . Ову површину треба поделити на три мање површине:  $p_1 = 28\ 800\text{ m}^2$ ;  $p_2 = 25\ 000\text{ m}^2$  и  $p_3 = 15\ 000\text{ m}^2$ . Деобне линије треба да су паралелне са страном  $b$ .

Дужина стране  $c$  у милиметрима износи 60,6. Једном хектару површине  $P$  одговара  $1\text{ ha} \times 60,6\text{ mm} : 6,88\text{ ha} = 8,81\text{ mm}$ . Мањим површинама одговарају:  $2,88\text{ ha}$  по  $8,81\text{ mm} = 25,4\text{ mm} = c_1 = AD'$ ;  $2,50\text{ ha}$  по  $8,81\text{ mm} = 22\text{ mm} = c_2 = D'E'$ ;  $1,50\text{ ha}$  по  $8,81\text{ mm} = 13,2\text{ mm} = c_3 = E'B'$ . Контрола:  $25,4\text{ mm} + 22\text{ mm} + 13,2\text{ mm} = 60,6\text{ mm}$ .

На раније описани начин долази се до деобних линија DG и EF.

Контролни рачунањем из података узетих са плана добијамо ове површине:  $p_1 = \frac{480\text{ m} + 367\text{ m}}{2} \times 67,5\text{ m} = 28\ 800\text{ m}^2$ ;  $p_2 = \frac{367\text{ m} + 224\text{ m}}{2} \times 86\text{ m} = 25\ 400\text{ m}^2$ ;  $p_3 = \frac{1}{2} 224\text{ m} \times 135\text{ m} = 15\ 100\text{ m}^2$ . Према томе у раду нема грубих грешака.

Дужи потребне за преношење деобе на терен добијене помоћу размерника читањем на плану су ове:

$AD = 71,5\text{ m}$ ;  $DE = AE - AD = 162,0\text{ m} - 71,5\text{ m} = 90,5\text{ m}$ ;  $EB = AB - AE = 303,0\text{ m} - 162,0\text{ m} = 141,0\text{ m}$ . Контрола:  $71,5\text{ m} + 90,5\text{ m} + 141,0\text{ m} = 303,0\text{ m} = c = AB$ .

$CG = 112,5\text{ m}$ ;  $GF = CF - CG = 256,0\text{ m} - 112,5\text{ m} = 143,5\text{ m}$ ;  $FB = CB - CF = 481,5\text{ m} - 256,0\text{ m} = 225,5\text{ m}$ . Контрола:  $112,5\text{ m} + 143,5\text{ m} + 225,5\text{ m} = 481,5\text{ m} = a = CB$ .

Пре обележавања тачака D, E, G и F, на терену се измере дужине страна  $c$  и  $a$ , а затим се на познати начин обележе споменуте крајње тачке деобних линија.

**Већа парцела има облик трапеца.** – Поступак рада објаснићемо у следећем примеру.

**Пример 59.** Површину  $P$  веће парцеле треба поделити напр. на три мање парцеле истог облика, сл. 331.

Начин на који се долази до површине  $P$  и површина мањих парцела  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  описан је код деобе парцеле која има облик троугла.

Подаци узети са плана су ови:  $a = 257\text{ m}$ ;  $b = 520\text{ m}$ ;  $h = 220\text{ m}$ ;  $c = 236\text{ m}$ ;  $d = 284\text{ m}$ . Површина  $P = \frac{257\text{ m} + 520\text{ m}}{2} \times 220\text{ m} = 85\ 500\text{ m}^2$ . Повр-

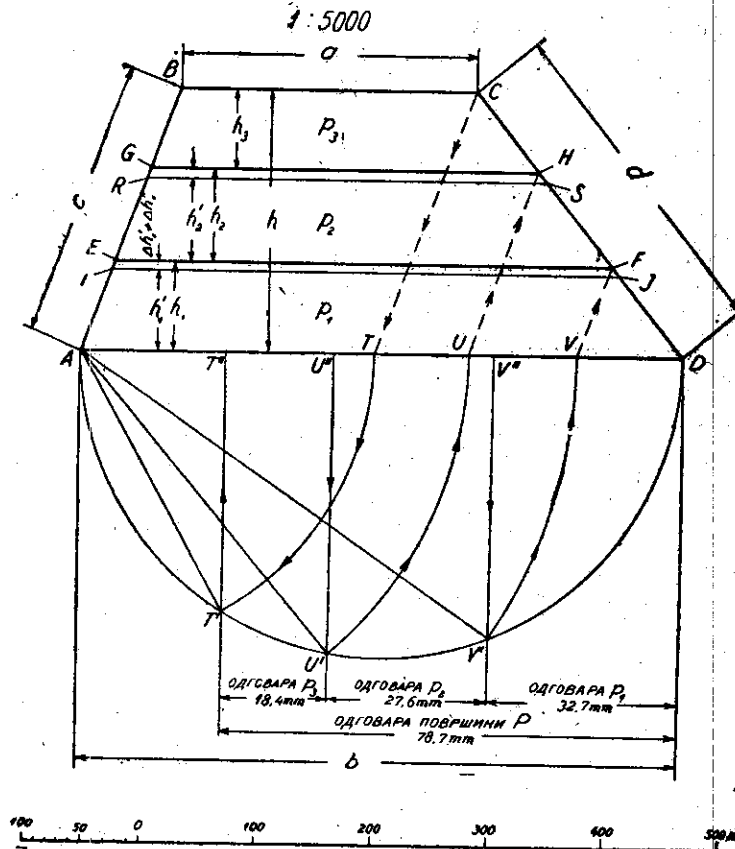
шине мањих парцела износе:  $p_1 = 35\ 500\text{ m}^2$ ;  $p_2 = 30\ 000\text{ m}^2$  и  $p_3 = 20\ 000\text{ m}^2$ . Збир површина  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  једнак је површини  $P$ .

На плану располовимо страну  $b$  и опишемо полукружну линију. Из тачке  $C$  повучемо праву  $CT$  паралелно са страном  $BA$ . Затим из тачке  $A$ , као центра кружне линије, опишемо кружни лук  $TT'$ , а из тачке  $T'$  спустимо управну на  $AD$  до тачке  $T''$ . Измеримо дужину дужи  $T''D$  у милиметрима. Она износи  $78,7\text{ mm}$  и одговара површини  $P$ , тј. површини  $85\ 500\text{ m}^2$ . Од ове дужи површини  $10\ 000\text{ m}^2$  одговара:  $78,7\text{ mm} \times 10\ 000\text{ m}^2 : 85\ 500\text{ m}^2 = 9,21\text{ mm}$ . Мањим површинама одговара:  $3,55\text{ ha}$  по  $9,21\text{ mm/ha} = 32,7\text{ mm}$ ;  $3\text{ ha}$  по  $9,21\text{ mm/ha} = 27,6\text{ mm}$ ;  $2\text{ ha}$  по  $9,21\text{ mm/ha} = 18,4\text{ mm}$ ;  $32,7 + 27,6 + 18,4 = 78,7$ .

На дуж  $DT''$  нанесемо дужи  $DV''$ ,  $V''U''$ ,  $U''T''$  (у милиметрима) које одговарају површинама  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ . Из тачака  $V''$  и  $U''$  спустимо управне до тачака  $V'$ ,  $U'$ , а затим пренесемо дужи  $AU'$  и  $AV'$  на страну  $AD$  до тачака  $U$  и  $V$  и из њих повучемо паралелне линије са страном  $AB$  до тачака  $F$  и  $H$ . Кроз тачке  $F$  и  $H$  повучемо деобне линије паралелно са страном  $AD$  до тачака  $E$  и  $G$ .

Рад контролишемо рачунањем површина  $p_1$ ,  $p_2$  и  $p_3$  из података узетих са плана ( $p_1 = \frac{520 \text{ m} + 430 \text{ m}}{2} \times 75 \text{ m} = 35650 \text{ m}^2$ ;  $p_2 = \frac{430 \text{ m} + 335 \text{ m}}{2} \times 78 \text{ m} = 29850 \text{ m}^2$ ;  $p_3 = \frac{335 \text{ m} + 257 \text{ m}}{2} \times 66,5 \text{ m} = 19680 \text{ m}^2$ ).

Пројектовано стање преносимо на терен како је показано код деобе парцеле облика троугла (пример 58).



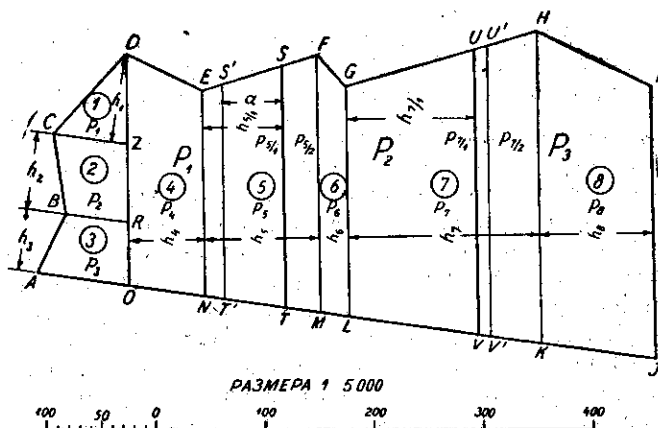
Сл. 331

Већа парцела је врло неправилног облика.— Површину парцела  $P$  приказану на сл. 332, а ограничену међним белегама  $ABCDEF$   $FGHIJA$ , треба поделити на три мање површине  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  деобним линијама које су паралелне са страном  $IJ$ . Осим плана парцела (у размери  $1:5000$ ) других података нема.

Прво је потребно израчунати површину  $P$ , а затим установити мање површине  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  под условом да збир површина  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  даје површину  $P$ . После тога треба на плану одредити деобне линије  $ST$  и  $UV$  и припремити податке за обележавање тих линија на терену.

Површина  $P$  се израчуна, напр. помоћу планиметра и установе се мање површине  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ .

Према величини површине  $P_1$ , ценећи одока ову површину на плану, повуче се деобна линија  $ST'$  и планиметром се одреди површина многоугла  $ABCDE S'T'A$ , тј. површина  $P'_1$ . Израчуната површина  $P'_1$  је напр. доста мања од предвиђене површине  $P_1$  (за  $P_1 - P'_1 = \Delta_1$ ). Ово значи да површину  $P'_1$  треба повећати за разлику површина  $\Delta_1$  (напр. 1 ha) и то помицањем деобне линије  $ST'$  према страни  $IJ$  паралелно самој себи за извесно растојање  $a$ . Под претпоставком да разлика површина  $\Delta_1$  има облик правоугаоника, помицање  $a$  претставља висину тог правоугаоника. Из познате разлике површина  $\Delta_1$  и основице  $ST'$



Сл. 332

(установљене помоћу размерника) тражено помицање  $a$  износи  $\frac{\Delta_1}{T'S'}$ .

Кад се израчунато помицање  $a$  пренесе на план, повуче се деобна линија  $ST$ . Ради контроле рада, помоћу планиметра се одреди површина  $ABCDE STA$ . Уколико би помицање  $a$  било веће, напр. 50 m и више површина  $ABCDE STA$  неће бити једнака раније установљеној површини  $P_1$ . Да ли ће се извршити још једно, шј. друго помицање деобне линије, зависи од тога каква се тачност у раду жели да постигне. Претпостављајући и тај случај тј. да је површина  $ABCDE STA$  мања напр. за  $1500 \text{ m}^2$ , ова се површина подели дужином  $ST$  као основицом и добије се величина другог, уједно и завршног помицања стране  $ST$ . Ако се разлика површина  $1500 \text{ m}^2$  не узима у обзир, друго помицање деобне линије неће се извести. Овде је описан поступак кад је површина  $P'_1$  била мања од површине  $P_1$ . У противном случају ( $P'_1 > P_1$ ), деобна линија  $S'T'$ , чији је положај одређен ценећи одока површину  $P_1$ , помаћи ће се тако да се израчуната разлика површина  $\Delta_1$  одузме од површине  $P'_1$ .

После тога, ценећи одока површину  $P_2$  на плану, повуче се деобна линија  $U'V'$ , израчуна површина  $SFG U'V'TS$  која би требало да буде једнака раније установљеној површини  $P_2$ . Укаже ли се превелика разлика површина  $\Delta_2$ , поступиће се на исти начин као и са разликом површина  $\Delta_1$ .

Преостала површина  $UHIJVU$  треба да је једнака површини  $P_3$ .

Ради преношења пројектоване деобе на терен, тј. обележавања тачака  $T, V, S$  и  $U$  на терену, помоћу размерника се установе дужине  $AT, TV, VJ, ES, SF, GU$  и  $UH$ . Збир дужина  $AT, TV, VJ$  на плану

треба да даје дужину  $AJ$  на плану. Исто тако треба и збир дужина  $ES$  и  $SF$  да даје дужину  $EF$ . Ово вредн и за дужи  $GU$ ,  $UH$  и  $GH$ . На терену се измери дуж  $EF$  и разлика, између ове дужи добијене мерењем на терену и оне добијене на плану, пропорционално се подели на дужи  $ES$  и  $SF$  одређене на плану. С поправљеним дужинама  $ES$  и  $SF$ , одмерањем дужи  $ES$  од тачке  $E$  у правцу тачке  $F$ , обележи се тачка  $S$ . Ради контроле измери се дужина  $SF$ . На исти се начин изврши и обележавање тачака  $U$ ,  $T$  и  $V$ .

Ако немамо планиметра, површина многоугла  $ABCDEFGHIIJA$  се подели на трапезе  $BCZR$ ,  $ABRO$ ,  $ODEN$ ,  $NEFM$ ,  $MFGL$ ,  $LGHK$ ,  $KHIJ$  и троугао  $CDZ$  (површине  $p_2$ ,  $p_3$ ,  $p_4$ ,  $p_5$ ,  $p_6$ ,  $p_7$ ,  $p_8$  и  $p_1$ ).

Из мера узетих с плана израчунају се површине  $p_1 \dots p_8$ . Збир ових површина даје површину  $P$ . После тога се одреде површине  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ . Како је површина  $P_1$  позната, а познате су и површине  $p_1 \dots p_5$ , види се да је површина  $P_1$  већа од збира површина  $p_1 \dots p_4$ , а да је мања од збира површина  $p_1 \dots p_5$ . Према томе деобна линија се налази у трапезу  $NEFM$  који има површину  $p_6$ . Израчуна се разлика  $R_1$  између површине  $P_1$  и збира површина  $p_1 \dots p_4$ . Ценећи одока површину  $R_1$  на плану, нацрта се деобна линија  $S'T'$ . Из података узетих са плана израчуна се површина  $NES'T'$ . Ова површина требало би да буде једнака површини  $R_1$ . Уколико је разлика  $\Delta_1$  између површине  $R_1$  и површине  $NES'T'$  превелика, треба помати деобну линију  $ST'$  како је раније било објашњено. Деобном линијом  $ST$  површина  $p_6$  подељена је на две мање површине  $p_{6/1}$  и  $p_{6/2}$ , од којих прва припада површини  $P_1$ , а друга површини  $P_2$ .

Да би се одредила деобна линија  $UV$ , може се поћи од површине  $P_3$  која је већа од површине  $p_6$ , а мања од збира површина  $p_6$  и  $p_7$ . Према томе деобна линија  $UV$  се налази у трапезу  $LGHK$ . Површина  $NKVU$  израчуна се одузимањем површине  $p_6$  од површине  $P_3$ , тј.  $R_2 = P_3 - p_6 = p_{7/2}$ , сл. 332. Начин који је био употребљен за одвајање површине  $R_1$  (тј. површине  $p_{6/1}$ ) применио би се и за одвајање површине  $R_2$  (тј. површине  $p_{7/2}$ ).

Ради контроле рада срачунале би се (из података узетих са плана) површине  $p_{6/2}$  и  $p_{7/1}$ , а збир површина  $p_{6/2}$ ,  $p_6$  и  $p_{7/1}$  требало би да даје површину  $P_2$ .

Деобна линија  $UV$  могла би се одредити полазећи и од површине  $P_2$  тј. сабирањем површина  $p_{6/2}$  и  $p_6$  и одвајањем површине  $p_{7/1}$  од површина  $p_7$ .

Пример 58 довољно указује да је деоба графичким путем једноставна, да није скопчана са опсежнијим рачунским радњама и да по постигнутој тачности у већини случајева задовољава. Јасно је да у случају деобе парцеле која има облик троугла или пак облик трапеза, *Тачност деобе у многоме зависи од тачности графичког рада.*

#### ДЕОБЕ С ВЕЋОМ ТАЧНОШЋУ

Овај се начин деобе у пракси агронома ређе јавља и стога се овде укратко излаже.

На почетку рада потребно је установити с каквим се подацима располаже да би се могао применити најгоднији начин деобе. Подаци могу да буду следећи:

- а) Скица парцеле и подаци мерења на терену.
- б) План парцеле и размера плана.
- в) Подаци наведени под б) и „дата“ површина  $P_d$  веће парцеле израчуната при изради плана узимајући у обзир промену димензије хартије.
- г) План, размера и површина парцеле  $P_d$  као и подаци добијени мерењем на терену.
- д) Скица парцеле, подаци мерења на терену и координате преломних тачака.

Описаћемо начине деобе за случајеве наведене под а, б, в и г.  
 Описивање начина деобе кад су познате координате преломних тачака изоставља се из разлога што се у овој књизи не излаже градиво о израчунавању координата и њиховој примени у различите сврхе. Напомиње се да начин деобе помоћу координата даје врло тачне резултате.

**ДЕОБА РАЧУНСКИМ ПУТЕМ**

Ако већа парцела има облик троугла, у свим побројаним случајевима њена се површина може поделити рачунским путем на неколико мањих парцела под условом да су деобне линије паралелне са једном од страна троугла. Рачунским путем се може поделити на два једнака дела и парцела која има облик трапеза.

**Парцела има облик троугла.**— До података потребних за преношење деобе на терен (сл. 333) долази се помоћу ових једначина:

$$x_3 = a \sqrt{\frac{P_4}{P}} ; y_3 = c \sqrt{\frac{P_4}{P}} \dots \dots \dots (44)$$

$$x_2 = a \sqrt{\frac{P_3+P_4}{P}} ; y_2 = c \sqrt{\frac{P_3+P_4}{P}} \dots \dots \dots (45)$$

$$x_1 = a \sqrt{\frac{P_2+P_3+P_4}{P}} ; y_1 = c \sqrt{\frac{P_2+P_3+P_4}{P}} \dots \dots \dots (46)$$

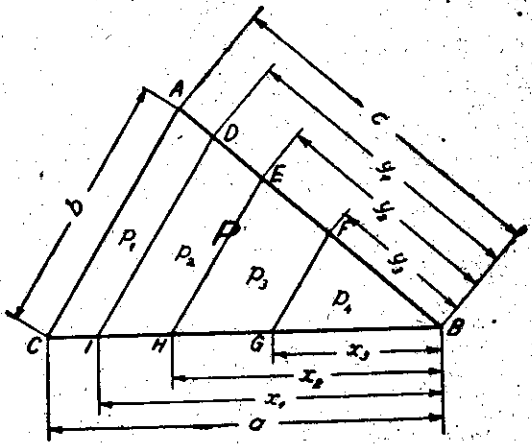
На терену одмерањем дужи  $x_3, x_2, x_1, y_3, y_2$  и  $y_1$  (почев од темења В) деоба је извршена.

У једначинама (44), (45) и (46)  $a$  и  $c$  су стране троугла АВС,  $P$  је површина тог троугла, а  $P_2 \dots P_4$  су површине мањих парцела. Када се рачунањ врше у метарском систему, у наведене једначине се уносе дужине страна у метрима, а површине у кв. метрима. Кад се ради у хватном систему, дужине се уносе у хватима, а површине у кв. хватима (дакле не у кат. јутрима и кв. хватима).

Ако имамо податке наведене под а), површину  $P$  троугла АВС израчунамо из података мерења. Затим изаберемо правац деобних линија, одредимо површине мањих парцела  $P_1 \dots P_4$  и у скици унесемо ознаке како је показано на сл. 333. Остали рад је већ описан.

Кад од података имамо само план и размеру у којој је израђен (тачка б), површину  $P_d$  израчунамо из података узетих са плана. У једначине (44), (45) и (46) уносимо дужине страна прочитане на плану. Пре обележавања граничних тачака, на терену измеримо страну  $a$  и  $c$  и разлику између ових дужина на терену и из плану пропорционално поделимо на дужине прочитане на плану.

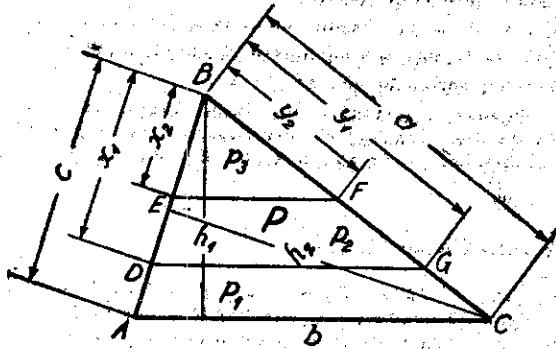
Уколико би осим плана и размере била позната и „дата“ површина  $P_d$  (подаци наведени под тачком в), површине мањих парцела  $p_{d1}, p_{d2} \dots p_{dn}$  одредимо према површини  $P_d$ . Разлику између површине  $P_d$  и површине  $P_{d1}$  добијене помоћу података



Сл. 333

узетих с плана поделимо на површине  $p_1, \dots, p_n$ . Овако установљене површине уносимо у једначине (44), (45) и (46). Преостали рад је исти као и у случају кад имамо само план веће парцеле.

На расположењу имамо податке наведене под тачком г). Рад у бироу описан је у претходном излагању. Поделу разлике између дужина мерењих на терену и добијених на плану извршимо у бироу. Према томе деоба на терену може се извести и без претходног мерења дужина веће парцеле.



ПОДАЦИ СА ПЛАНА :  $a = 481,5 \text{ m}$ ;  $b = 477,5 \text{ m}$ ;  $c = 303 \text{ m}$   
 $h_1 = 288 \text{ m}$ ;  $h_2 = 455 \text{ m}$

Сл. 334

$$x_1 = c \sqrt{\frac{P_2 + P_3}{P}} = 303 \sqrt{\frac{25000 + 15000}{68800}} = 303 \text{ m} \times 0,763 = 231,5 \text{ m}$$

$$x_2 = c \sqrt{\frac{P_3}{P}} = 303 \sqrt{\frac{15000}{68800}} = 303 \text{ m} \times 0,4675 = 141,7 \text{ m}$$

$$y_1 = a \sqrt{\frac{P_2 + P_3}{P}} = 481,5 \sqrt{\frac{25000 + 15000}{68800}} = 481,5 \text{ m} \times 0,763 = 367,5 \text{ m}$$

$$y_2 = a \sqrt{\frac{P_3}{P}} = 481,5 \sqrt{\frac{15000}{68800}} = 481,5 \text{ m} \times 0,4675 = 225,0 \text{ m}$$

Парцела има облик трапеца. — Објашњењем за поједине случајеве (побројане под тачкама а) ... г) већ су дата код описа деобе веће парцеле у облику троугла. Потребна рачунања показана су у следећем примеру.

Пример 61 (сл. 335). Површину парцеле ABCD треба поделити на два једнака дела деобном линијом паралелном са страном а. Подаци: добијени мерењем на терену су следећи:  $a = 257 \text{ m}$ ;  $b = 520 \text{ m}$ ;  $h = 220 \text{ m}$ ;

$$c = 236 \text{ m}; d = 284 \text{ m}. P = \frac{a+b}{2} \times h =$$

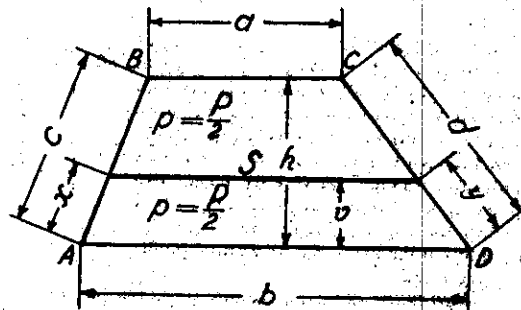
$$= \frac{257 \text{ m} + 520 \text{ m}}{2} \times 220 \text{ m} = 85500 \text{ m}^2; s =$$

$$= \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}} = \sqrt{\frac{257^2 + 520^2}{2}} = 411 \text{ m}; v =$$

$$= \frac{P}{b+s} = \frac{85500 \text{ m}^2}{520 \text{ m} + 411 \text{ m}} = 91,8 \text{ m}; x =$$

$$= \frac{v}{h} \times c = \frac{91,8 \text{ m}}{220 \text{ m}} \times 236 \text{ m} = 98,6 \text{ m}; y =$$

$$= \frac{v}{h} \times d = \frac{91,8 \text{ m}}{220 \text{ m}} \times 284 \text{ m} = 118,8 \text{ m}.$$



Сл. 335

Пример 60 (види пример 58). Рачунањем путем треба завршити деобу површине парцеле ABC приказане на сл. 330 и 334. Деобне линије су паралелне са страном b.

$P_{p1} = \frac{1}{2} \times b \times h_1 = \frac{1}{2} \times 477,5 \text{ m} \times 288 \text{ m} = 68750 \text{ m}^2$   
 $P_{p1'} = \frac{1}{2} \times c \times h_1 = \frac{1}{2} \times 303 \text{ m} \times 455 \text{ m} = 68850 \text{ m}^2$ . Коначна (усвојена) површина  $P_{p1} = 68800 \text{ m}^2$ . Предвиђене површине мањих парцела су ове:  $p_1 = 25000 \text{ m}^2$ ;  $p_2 = 25000 \text{ m}^2$ ;  $p_3 = 15000 \text{ m}^2$ .



## ДЕОБА РАЧУНСКО-ГРАФИЧКИМ ПУТЕМ

Кад се већа парцела не може да подели рачунским путем, што је код нас чест случај, употребљава се рачунско-графички начин деобе. Користећи податке мерења на терену, израдно план парцеле

Ако смо на Шерену узели *Шолико* *Подашана* да површину  $P_t$  веће *Варцеле* можемо да израчунамо из *Подашака* мерења, ми ћемо то да извршимо. Површину  $P_t$  расподелићемо на предвиђене површине мањих парцела  $p_1, p_2$  итд. Затим прелазимо на рачунање површине  $P_{p1}$  веће парцеле из података узетих са плана. Ако би ово рачунање било опсежно, употребимо прецизни планиметар. Кад смо израчунали површину  $P_{p1}$ , разлику између површина  $P_t$  и  $P_{p1}$  поделићемо на површине  $p_1, p_2$  итд. како је показано у примеру 57 (тачна расподела разлике  $-4000 \text{ m}^2$ ). С поправљеним површинама  $p_1, p_2$  итд., тј. с површинама  $p_{p1}, p_{p2}$  итд. настављамо рад на начин показан код деобе с мањом тачношћу кад већа парцела има врло неправилан облик (деоба *пашњака*, сл. 332). Пошто се овде ради о деоби веће тачности, деобну линију за сваку мању парцелу треба помицати све дотле док се на плану не добије предвиђена поправљена површина мање парцеле (тј.  $p_{p1}, p_{p2}$  итд.).

Преишоње деобе на терен описано је код веће наведене деобе *пашњака*. Разлику између дужина на плану и на терену можемо расподелити у бироу.

Кад немамо довољно *Подашака* с *Шерена* за рачунање површине веће *Варцеле*, израдно план веће парцеле и из података узетих са плана израчунамо површину  $P_{p1}$ . Ту површину поделимо на мање површине  $p_{p1}, p_{p2}$  итд. и наставимо рад како је то описано у случају кад је била израчуната површина  $P_t$  из података мерења. Уколико немамо довољно података за поделу разлике између дужина на терену и на плану, ову поделу извршићемо на терену.

*Имамо План Варцеле и размеру плана.* Рад је исти као у случају кад на терену нисмо узели довољно података за рачунање површине  $P_t$  (из података мерења на терену). Разлике између дужина на плану и на терену констатоваћемо мерењем на терену на према томе и поделу разлика извршићемо на терену.

*Поштоји План, размера Плана и даша Површина.* Деобу треба извршити на начин како је то описано за случај кад се површина може израчунати из података мерења на терену. При том дату површину треба сматрати као површину израчунату из података мерења на терену. Расподела разлика између дужина на терену и на плану извршиће се на терену.

Вежбања ради наводи се следећи пример.

**Пример 62** (сл. 331 и 336). Већа парцела има облик трапеца. Подаци узети са *Плана* су ови:  $a=257 \text{ m}$ ;  $b=520 \text{ m}$ ;  $h=220 \text{ m}$ ;  $c=236 \text{ m}$ ;  $d=284 \text{ m}$ .

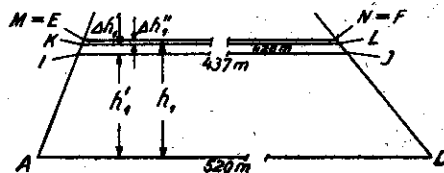
Површина  $P = \frac{1}{2} (257 \text{ m} + 520 \text{ m}) \times 220 \text{ m} = 85\,500 \text{ m}^2$ . Ову површину треба поделити на три мање површине:  $p_1 = 35\,500 \text{ m}^2$ ;  $p_2 = 30\,000 \text{ m}^2$  и  $p_3 = 20\,000 \text{ m}^2$ . Деобне линије су паралелне са страном  $b$ .

Висину  $h_1$  прве мање парцеле с површином  $p_1$  израчунамо приближно из једначине  $h'_1 = \frac{p_1}{b} = \frac{35\,500 \text{ m}^2}{520 \text{ m}} = 68,25 \text{ m}$ . При овом смо претпоставили да површина  $p_1$  има

облик правоугаоника. Израчунату висину  $h'_1$  навесемо на план (сл. 331 и 336) и нацртамо линију  $IJ \parallel AD$ . Из података узетих с плана срачунамо површину трапеца  $A I J D$ . Она износи:  $\frac{1}{2} (520 \text{ m} + 437 \text{ m}) \times 68,25 \text{ m} = 32\,700 \text{ m}^2$ . Разлику  $p_1 - \text{површина } A I J D$  ( $35\,500 \text{ m}^2 - 32\,700 \text{ m}^2 = 2\,800 \text{ m}^2$ ) потребно је додати површини  $A I J D$ , тј. повећати висину  $h'_1$  за  $\frac{p_1 - A I J D}{IJ} = \Delta h'_1 = \frac{2\,800 \text{ m}^2}{437 \text{ m}} =$

$= 6,41 \text{ m}$ . Пренесемо на план  $h'_1 + \Delta h'_1$  ( $68,25 \text{ m} + 6,41 \text{ m} = 74,66 \text{ m}$ ) и нацртамо линију  $KL \parallel AD$  (сл. 336). Срачунамо површину трапеца  $AKLD$ . Она износи:  $\frac{1}{2} (520 \text{ m} + 428 \text{ m} \times 74,66 \text{ m}) = 35\,400 \text{ m}^2$ . Уколико се ова површина разликује од површине  $p_1$ , разлику  $p_1 - \text{површина } AKLD$  поделимо с дужином стране  $KL$ , тј. срачунамо  $\Delta h''_1$ . У нашем примеру  $p_1 - \text{површина } AKLD = 35\,500 \text{ m}^2 -$

$= 35\,400 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^2 = \text{површини } KMNL$ . Повећање висине  $\Delta h''_1 = \frac{100 \text{ m}^2}{KL} = \frac{100 \text{ m}^2}{428 \text{ m}} =$



Сл. 336

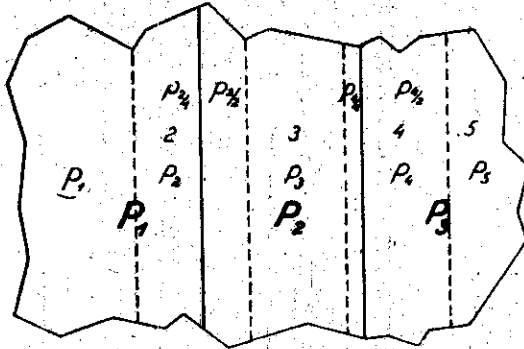
$= 0,23$  m. Висина  $h_1$  износи:  $h'_1 + \Delta h'_1 + \Delta h''_1 = 68,25$  m +  $6,41$  m +  $0,23$  m =  $74,89$  m. Ову висину нанесемо на план и срачунамо површину трапеца AMND. Ова ће површина одговарати површини трапеца AEPD.

На показани начин дошли смо и до висине  $h_2 = 78,78$  m.

Висина  $h_3$  износи:  $h - (h_1 + h_2) = 220$  m -  $(74,89$  m +  $78,78$  m) =  $66,33$  m.

Ради контроле треба срачунати и површину трапеца GBCH.

У случају приказаном на сл. 332, при деоби с већом тачношћу биће потребно што тачније одређивање висина  $h_{s/1}$  и  $h_{r/1}$ .



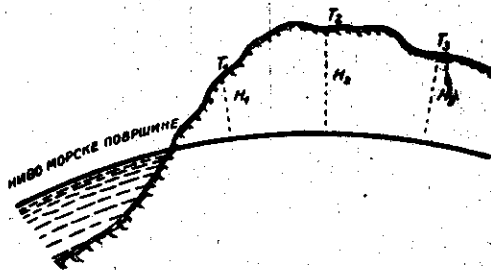
Сл. 337

Ако би већа парцела имала облик показан на сл. 337 (или њему сличан), за одређивање површина на плану препоручује се употреба прецизног планиметра уместо поделе веће парцеле на троуглове и трапезе и обрачунавање њихових површина. Да би се смањило број пробних рачунања као и помешања деобних линија, површину веће парцеле  $P$  треба изделити у неколико мањих површина ( $P_1, P_2, \dots, P_n$ ) како је извршено на сл. 337 испрекиданим линијама. Разлику између површине  $P$  и збира површина  $P_1, \dots, P_n$  потребно је поделити (сразмерно) на површине  $p_1, \dots, p_n$ . Остали рад на деоби је раније описан.

## XIV. НИВЕЛМАН

### ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

За претставу рељефа Земљине површине, осим међусобног положаја тачака у хоризонталној пројекцији, потребно је одредити и висине тих тачака од нивоа морске површине. На сл. 338 приказан је ниво морске површине продужен испод континента. Вертикална отстојања  $H_1$ ,  $H_2$  и  $H_3$  од тог нивоа јесу *надморске висине* (апсолутне висине, коте) тачака  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ . У нашој се земљи надморске висине рачунају од средњег нивоа Јадранског Мора.



Сл. 338

Висине тачака, односно висинске разлике између тачака, могу се одређивати на неколико начина напр. тригонометрским, барометарским, тахиметрским и геометриским нивелманом. У овом поглављу углавном је описан геометриски нивелман који обухвата све теренске и рачунске радове који се врше ради одређивања висина тачака помоћу нивелманског инструмента и нивелманске летве.

Нивелман има велику примену у пракси и спада у групу основних радова потребних при пројектовању и грађењу путева, железничких пруга, снабдевању пољопривредних добара пијаћом водом, одвођењу употребљених вода (спирница), изради дренаже, копању канала за одводњавање и наводњавање, планирању терена у сврхе наводњавања, претстави терена у вертикалном смислу на картама и плановима итд.

### ГЕНЕРАЛНИ И ДЕТАЉНИ НИВЕЛМАН

Нивелман се дели на генерални и детаљни.

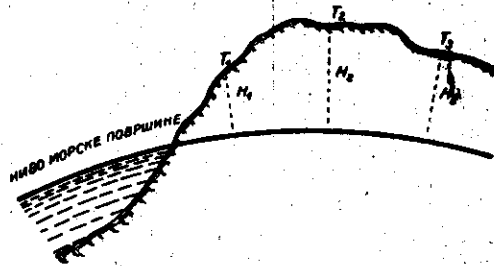
#### ГЕНЕРАЛНИ НИВЕЛМАН

Овим се нивелманом одређују апсолутне висине *појединих сталних тачака* (репера) које се налазе на растојању од 200 m па навише. Према томе, сталне тачке не могу да буду карактеристичне за претставу терена у висинском погледу. Међутим, оне служе као полазне или пак као завршне висинске тачке код горе побројаних радова.

## XIV. НИВЕЛМАН

### ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

За претставу рељефа Земљине површине, осим међусобног положаја тачака у хоризонталној пројекцији, потребно је одредити и висине тих тачака од нивоа морске површине. На сл. 338 приказан је ниво морске површине продужен испод континента. Вертикална отстојања  $H_1$ ,  $H_2$  и  $H_3$  од тог нивоа јесу *надморске висине* (апсолутне висине, коте) тачака  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$ . У нашој се земљи надморске висине рачунају од средњег нивоа Јадранског Мора.



Сл. 338

Висине тачака, односно висинске разлике између тачака, могу се одређивати на неколико начина напр. тригонометрским, барометарским, тахиметрским и геометриским нивелманом. У овом поглављу углавном је описан геометриски нивелман који обухвата све теренске и рачунске радове који се врше ради одређивања висина тачака помоћу нивелманског инструмента и нивелманске леве.

Нивелман има велику примену у пракси и спада у групу основних радова потребних при пројектовању и грађењу путева, железничких пруга, снабдевању пољопривредних добара пијаћом водом, одвођењу употребљених вода (спирница), изради дренаже, копању канала за одводњавање и наводњавање, планирању терена у сврхе наводњавања, претстави терена у вертикалном смислу на картама и плановима итд.

### ГЕНЕРАЛНИ И ДЕТАЉНИ НИВЕЛМАН

Нивелман се дели на генерални и детаљни.

#### ГЕНЕРАЛНИ НИВЕЛМАН

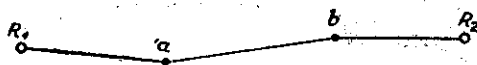
Овим се нивелманом одређују апсолутне висине *појединих сталних тачака* (репера) које се налазе на растојању од 200 m па навише. Према томе, сталне тачке не могу да буду карактеристичне за претставу терена у висинском погледу. Међутим, оне служе као полазне или пак као завршне висинске тачке код горе побројаних радова.

При одређивању надморских висина сталних тачака полази се „од већег ка мањем“ слично као и код одређивања координата тригонометриских тачака (сл. 209). Према томе понајпре се одређују висине репера нивелмана високе тачности, а затим висине репера прецизног нивелмана.

Пошто густина репера добијена на овај начин није довољна, наставља се одређивање висина репера техничког нивелмана повећане тачности и на крају висине репера техничког нивелмана. Тако се долази до потребне густине сталних тачака.

Влаци нивелмана високе тачности развијају се дуж главних железничких пруга и државних путева (са што мањим нагибима), а репери се постављају на међусобном растојању од око 7 km. Дуж споредних железничких пруга, путева и већих река, наслањајући се на репере нивелмана високе тачности, развијају се влаци прецизног нивелмана; репери овог нивелмана постављају се на отстојању око 3 km. На овај се начин добија ретка нивелманска мрежа у коју се умећу влаци техничког нивелмана да би се добила нивелманска мрежа довољне густине. Нивелмански влаци техничког нивелмана развијају се поред споредних путева, река и на приступачном терену<sup>67</sup>.

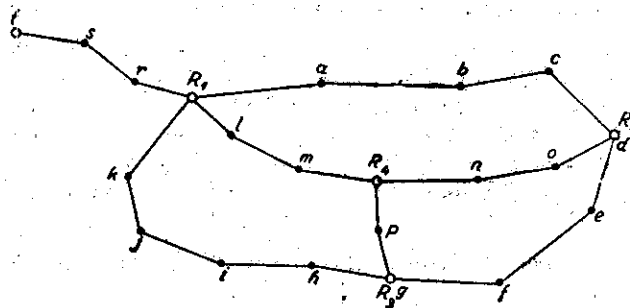
Нивелмански влак који полази од једног репера ( $R_1$ ) и завршава на другом реперу ( $R_2$ ) назива се уметнутим нивелманским влаком (сл. 339,  $R_1 - a - b - R_2$ ). Тачке  $a$  и  $b$  су везне тачке. Ако нивел. влак почиње и завршава на истој тачки (реперу), називамо га затвореним влаком (сл. 340,  $R_1 - a - b - c - d - e - f - g - h - i - j - R_1$ ). У случају веће дужине затвореног нивел. влака, неколико везних тачака стаби-



Сл. 339

лизују се као репери ( $R_2$  и  $R_3$ ). Нивелмански влак који полази од једног репера (полазног) а не завршава се на неком другом, а ни на полазном реперу, називамо слепим нивелманским влаком (сл. 340,  $R_1 - r - s - t$ ). Репер  $R_4$  је чворни репер.

лизују се као репери ( $R_2$  и  $R_3$ ). Нивелмански влак који полази од једног репера (полазног) а не завршава се на неком другом, а ни на полазном реперу, називамо слепим нивелманским влаком (сл. 340,  $R_1 - r - s - t$ ). Репер  $R_4$  је чворни репер.



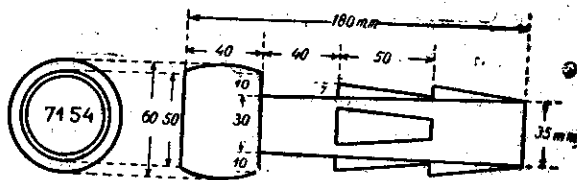
Сл. 340

**Репери.**— Нивелмански се репери повјечешће израђују од ливеног гвожђа (сл. 341) и усађују у зграде од тврдог материјала (соклове, сл. 342), затим у мостове, пропусте и слично, тј. у објекте који су

<sup>67</sup> Међусобно отстојање репера техничког нивелмана повећане тачности износи око 1,5 km, а техничког нивелмана оно је испод 1 km.

сигурни од слегања. У недостатку оваквих објеката репери се усађују у стубове од камена или пак армираног бетона (сл. 220 и 222).

Катастарским прописима предвиђени су образци у које се уносе подаци о постављеним реперима (број репера, народна република, срез, народни одбор, датум постављања, апсолутна висина репера, начин обележавања, опис и скица положаја и одмерања) тако да се на основу ових података репери на терену могу да пронађу.



Сл. 341

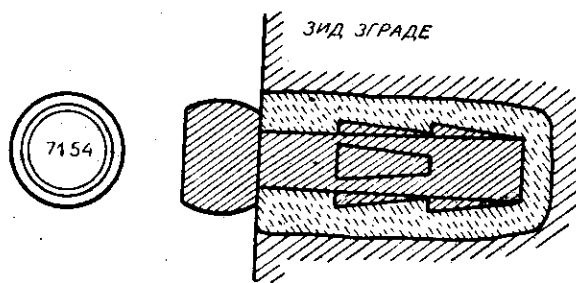
## ДЕТАЉНИ НИВЕЛМАН

Овим се нивелманом долази до висина низа тачака карактеристичних за претставу терена у вертикалним смислу.

Детаљни нивелман се дели на површински и линиски.

**Површински нивелман.**— Овим се нивелманом одређују висине низа детаљних тачака (већином расутих) на некој површини терена у циљу претставе тог терена на ситуационом плану или пак скици помоћу изохипса.

Ради бољег објашњења дата је сл. 342 на којој је приказан део полигонског влака развијеног у равничарском терену (полигонске тачке 10 и 11). Преломни углови и дужине полигонских страна измерени су раније.

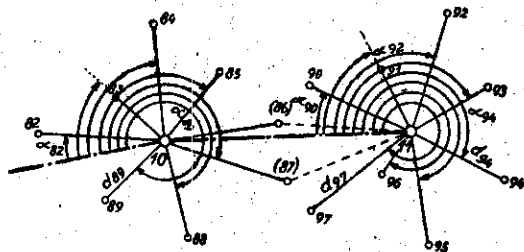


Сл. 342

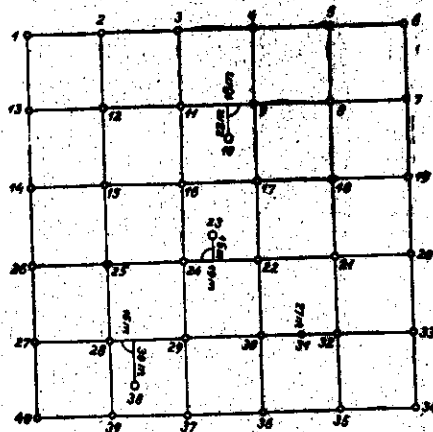
Исто тако генералним нивелманом раније су одређене и висине тих тачака. На свакој полигонској тачки, помоћу хоризонталних углова  $\alpha$  и дужина  $d$  (измерених оптичким путем, дакле не помоћу пантљике), одређен је положај сваке детаљне тачке

(82, 83 ... 96, 97) у хоризонталном смислу у односу на стране полигонског влака. При мерењу дужина оптичким путем (визура се налази у хоризонталном положају) једновремено су добијени подаци и за одређивање висина детаљних тачака полазећи од висина полигонских тачака. Ради контроле препоручује се да се две тачке одређене на једној станици инструмента (напр. на полигонској тачки 10 детаљне тачке 86 и 87) одреде и на наредној станици (на полиг. тачки 11). Подаци снимања уписују се у *Шахметриски записник* (објашњење о овом записнику дато је у XV поглављу). На основу теренских података и рачунања у бироу изради се план на којем су снимљене тачке приказане у хоризонталном смислу. Узимајући у обзир отстојања између снимљених тачака и њихове висине, на плану се конструишу (интерполују) изохипсе с изабраном еквидистанцијом.

Кад се ради о планирању терена за подизање стаја, оснивању пиринчаних поља као и контроли нивоа земљишта појединих касета (чекова) тих поља и слично, примењује се нивелман површина помоћу мреже квадрата или пак мреже правоугаоника. На сл. 344 приказана је мрежа квадрата. Темена квадрата и карактеристичних тачака унутар те мреже (снимљених ортогоналном методом) означене су бројевима 1, 2 .. 39, 40. Дужина стране квадрата зависи од изразитости рељефа и креће се почев од 20 m па навише. Нивелманом се долази до висина детаљних тачака. После тога конструишу се изохипсе с изабраном еквидистанцијом. Израчуна-



Сл. 343



Сл. 344

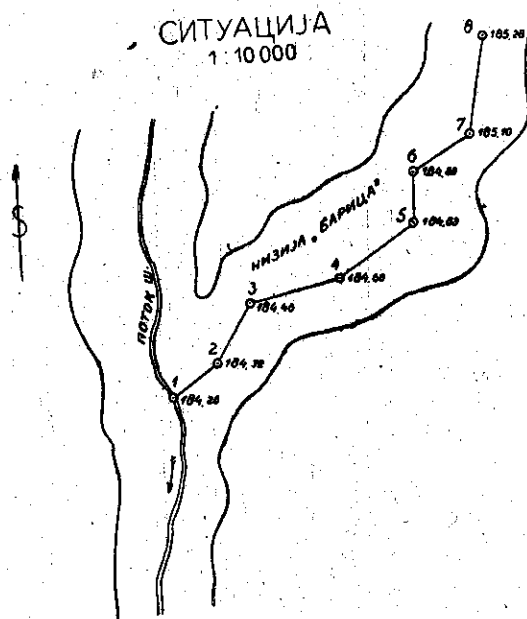
вање надморских висина темена и карактеристичних тачака или пак висина од произвољно изабраног хоризонта (нивоа) нису увек потребна. Тако на пример ако би се радило о планирању терена за подизање неке стаје и слично, поред бројева тачака снимљених у

висинском погледу, уместо висина, уписала би се само читања на нивелманској левти. Интерповолане криве линије показивале би тачке једнаког читања на левти, напр. крива линија 131,0 cm, 131,5 cm итд., што би било довољно за извршење планирања терена.

#### Линиски нивелман.

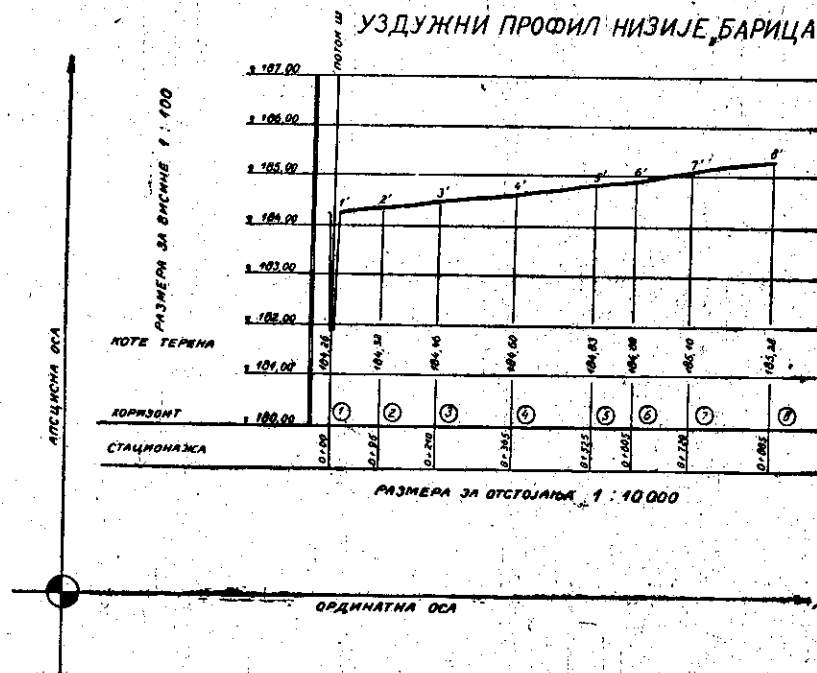
— Овај се нивелман примењује у циљу претставе терена у вертикалној пројекцији и то одређивањем висина тачака које леже на некој линији (напр. у уздужном или пак попречном профилу). На сл. 345 приказана је ситуација низије „Барица“. Из ове се ситуације види међусобни положај у хоризонталном

смислу најнижих тачака те низије (тачке 1 до 8), а уписане надморске висине показују положај тих тачака у висинском погледу.



Сл. 345

Кад у ситуацији спојимо тачке 1 и 2 добијемо праву 1—2 тј. линију у којој вертикална равна положена кроз те тачке сече површину терена. Пресек ове равни с површином терена приказује се у вертикалној пројекцији на начин показан на сл. 346. Из ове се слике види хоризонтално растојање између тачака 1 и 2<sup>68</sup> и њихов висински однос (тачке 1' и 2'). На исти је начин приказан висински однос између тачке 2 и тачке 3 (тј. тачка 2' и тачка 3'), затим тај однос између тачака



Сл. 346

3 и 4 итд. Линија 1'—2'—3'—4'—5'—6'—7'—8', као резултат линеиског нивелмана, представља прегледни уздужни профил најнижег Шерена низије Барица.

Тачке 2, 3 . . . 7 су взне тачке слепог нивелманског влакна 1—8.

Да би се добио детаљни уздужни профил, било би потребно уметнути и детаљне тачке између тачака 1 и 2, затим између тачака 2 и 3 итд. Начин на који се ово ради објашњен је у примеру 68.

#### СПРАВЕ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСНСКИХ РАЗЛИКА

Висинске разлике (релативне висине) између појединих тачака на терену могу се одређивати помоћу справа и инструмената.

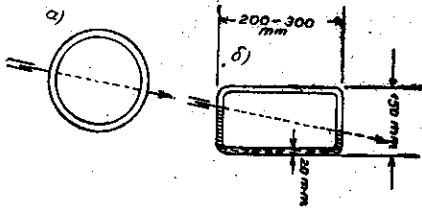
#### СПРАВЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСНСКИХ РАЗЛИКА

**Цеви за одређивање висинских разлика.**— Цев за одређивање висинских разлика може бити израђена од стакла или пак комбиновано од метала и стакла.

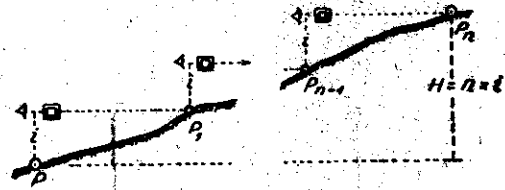
<sup>68</sup> Ово растојање узето са ситуационог плана износи 95 m, тј. 0 km+95 m мање 0 km+00 m.



Цев израђена од стакла је малих димензија, сл. 347. Она је делимично испуњена водом. Кад се цев налази у положају приказаном на сл. 347, права која спаја површине воде (визура) је хоризонтална по принципу спојених судова.

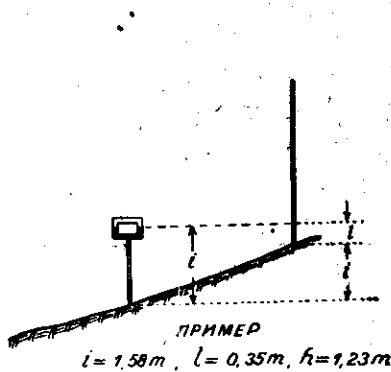


Сл. 347

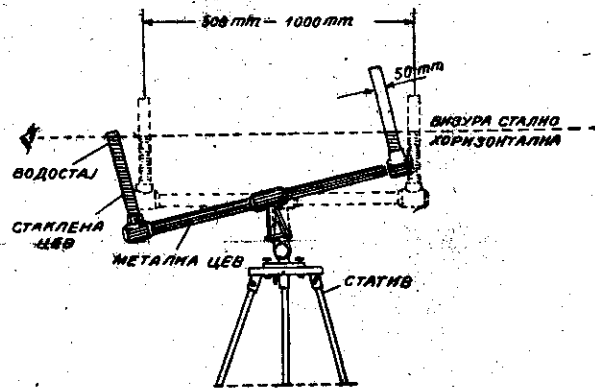


Сл. 348

Одређивање укупне висинске разлике  $H$  између тачака  $P$  и  $P_n$  помоћу ове справе показано је на сл. 348. Из ове се слике види да је висинска разлика  $H$  једнака висини визуре изнад терена  $i$  помноженој бројем станица осматрача, тј.  $n \times i$ . Да би висина  $i$  била иста, цев се



Сл. 349



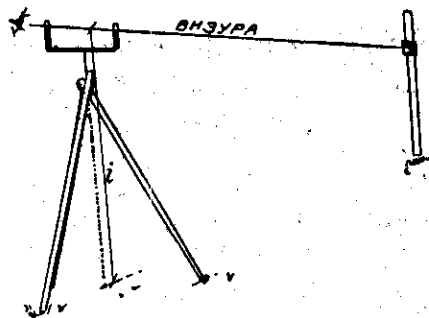
Сл. 350

поставља на статив (у облику штапа) који треба да буде приближно у вертикалном положају. Ако би висинска разлика  $h$  између последње станице рада (тачке  $P_{n-1}$ ) и тачке  $P_n$  (сл. 349) била мања од висине  $i$ , укупна висинска разлика  $H$  износила би  $\dots H = (n-1)i + (i-1)$ .

Цев израђена комбиновано од металала и стакла приказана је на сл. 350.

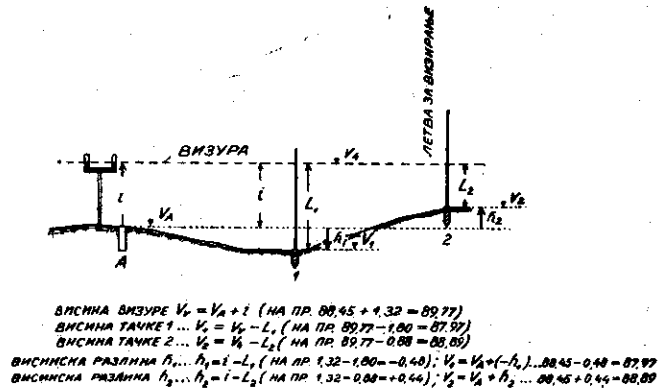
Начин рада види се на сл. 351, а рачунање висинских разлика и висина детаљних тачака објашњено је у тексту испод слике 352.

Ове се справе употребљавају за приближно одређивање висина. Висинска разлика између двеју тачака удаљених 50 m одређена помоћу цеви (сл. 347) разликује се од висинске разлике између истих тачака одређене нивелманским инструментом за око 5 см.



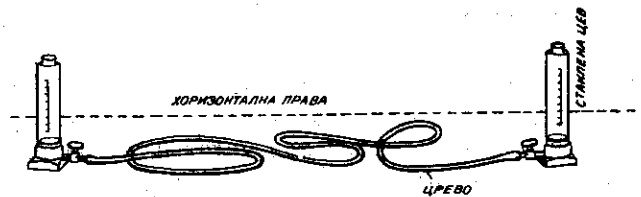
Сл. 351

На принципу спојених судова заснива се и справа показана на сл. 353 и 354. Она се састоји од две стаклене цеви спојене например гуменим или пак оловним цревом малог пречника (10 до 20 mm).



Сл. 352

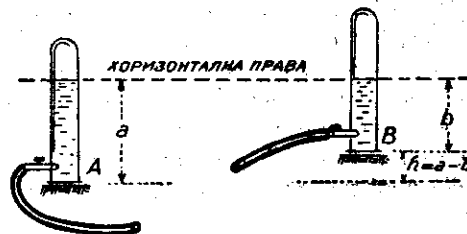
Дужина црева може да износи и више метара. Црево је потпуно испуњено водом, а стаклене цеви нешто испод подела (напр. милиметарских) означених на њима.



Сл. 353

Овом се справом може установити да ли су две тачке на истој висини, затим се може одредити мања висинска разлика између двеју тачака и слично. Тако напр. висинска разлика  $h$  између тачке А и тачке В износи  $\dots h = a - b$  ( $a$  и  $b$  се читају на подели). Уколико би висинска разлика била већа, потребно је да и стаклене цеви буду дуже.

У погледу тачности ова се справа може уштедијети и за најтачније радове.

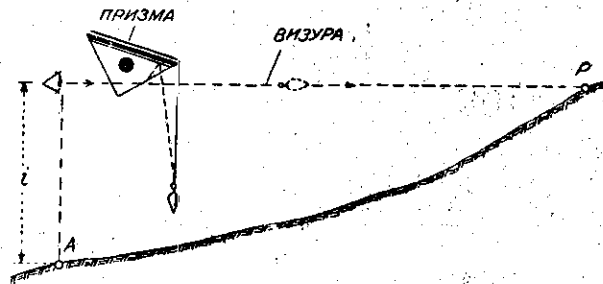


Сл. 354

**Одређивање висинске разлике помоћу призме.**— За грубо одређивање висинских разлика може се употребити троуглава призма. Она се држи у положају показаном на сл. 355 (ручица призме је хоризонтална, а канап виска се пребаци преко обложене стране. У призми се покаже „визура“ тј. слика виска и његовог канапа у водоравном

положају, па се помоћу тако добијене визуре може на терену одредити тачка  $P$  која лежи у висини  $i$  ока осматрача изнад тачке  $A$ . Укупна висинска разлика  $H$  одређује се као и са стакленом цеви (сл. 348).

**Анероиди.**— Помоћу ових справа могу се брзо одређивати било апсолутне, тј. надморске, или пак релативне висине (висинске разлике). Тачност и брзина одређивања зависи од конструкције анероида. У врло добре анероиде спадају анероиди (висински) система „Паулин“ (шведска израда).



Сл. 355

Предност анероида овог система састоји се у томе што врло брзо реагује и на мале промене ваздушног притиска, тј. и на мале промене у висинском погледу. Осим тога овај је анероид много боље компензиран у поређењу с компензираним анероидима других система, јер не само што

је код њега температурни коефицијент незнатан, него је вредност тог коефицијента врло устаљена и она се и после дугог времена не мења.

На промену и малих висинских разлика нарочито су осетљиви тзв. нивелмански анероиди система „Паулин“.

Мерење висинских разлика овим анероидима је једноставно.

Према изложеном, ове се справе врло добро могу да употребе у брежуљкастом и брдском терену код *педолошких радова при картирању на терену*, јер се висине појединих тачака могу да одреде брзо, а према сврси рада и са задовољавајућом тачношћу.

**Равњача и подравњача.**— Начин на који се помоћу ове справе одређују висинске разлике и висине појединих тачака приказан је у примеру 32 (сл. 114). Из овог се примера види да је при одређивању висинске разлике између тачке  $A$  и тачке  $B$  равњача била померена три пута. Ако би удаљеност између ових тачака износила напр. 120 метара, било би потребно померање равњаче и подравњаче најмање 29 пута. Овакав рад изискује више времена, а осим тога смањује и тачност одређивања висинске разлике (између крајњих тачака). Према томе равњача и подравњача за ову врсту рада употребљавају се у случају кад се крајње тачке налазе на мањем отстојању и кад се висинске разлике одређују с мањом тачношћу.

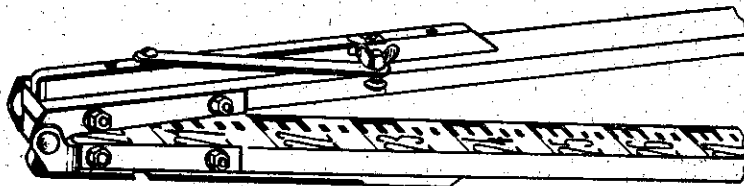
#### ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА

Тачно и доста брзо висинске разлике се могу одређивати помоћу инструмената и летава за нивелање. При том, у приближно хоризонталном терену, са једне станице (тј. не премештајући инструмент) може се одредити висинска разлика између двеју тачака које се налазе на растојању и до 250 метара па и више.

## НИВЕЛМАНСКЕ ЛЕТВЕ

Ове се летве израђују понајчешће од сувог јеловог дрвета, дужине 2 до 5 м, ширине 7 до 12 см и дебљине 2 до 4 см.

За радове мање тачности употребљавају се летве на преклоп (сл. 356), а за радове веће тачности летве из једног дела.



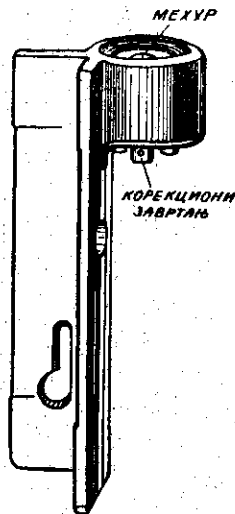
Сл. 356

На летвама је израђена подела на метре, десиметре и сантиметре. Метри и десиметри су обележени бројевима.

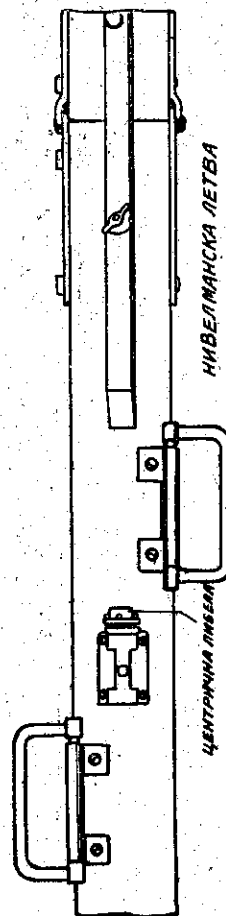
Када се нивела, при читању поделе на летви, она треба да се налази у вертикалном положају. Ово се постиже помоћу централне либеле која је причвршћена на задњој страни летве (сл. 357а и 357б). Да би се помоћу ове либеле летва могла поставити у вертикалан положај, потребно је да летва буде у том положају кад мехур либеле врхуни. Пре нивелања треба испитати да ли је испуњен овај услов. Испитивање се врши на следећи начин. Летва са причвршћеном централном либелом постави се тако да се горњим крајем ослања на неки чврст предмет (напр. на зид зграде или пак грану дрвета). Затим се летва помоћу виска доведе у вертикалан положај (на начин описан код довођења значке у вертикалан положај, померајући доњи крај летве). Кад је летва заузела вертикалан положај, треба и мехур либеле да врхуни. Уколико отстапа, потребно је да се помоћу корекционих завртања доведе до врхуни.

У недостатку либеле летва се може довести у вертикалан положај помоћу мањег виска обешеног о летву.

**Читања на летви.**— Иако је читање на летви једноставно, понајчешће разлог нетачног резултата нивелања лежи баш у нетачном читању поделе на летви. У оваква читања убрајају се и она код којих се

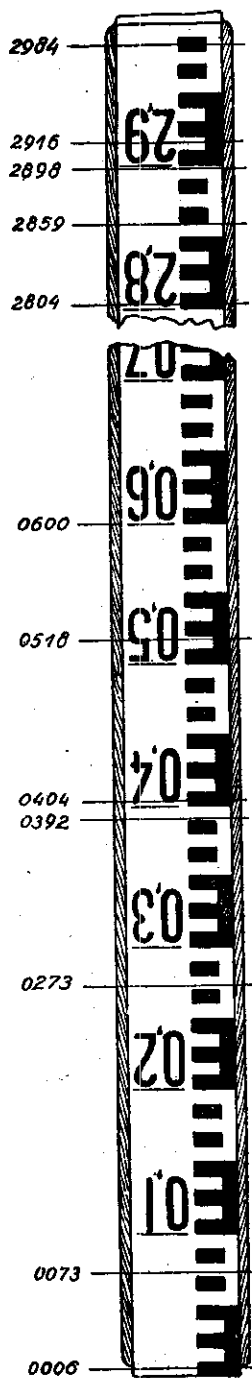


Сл. 357б



Сл. 357а

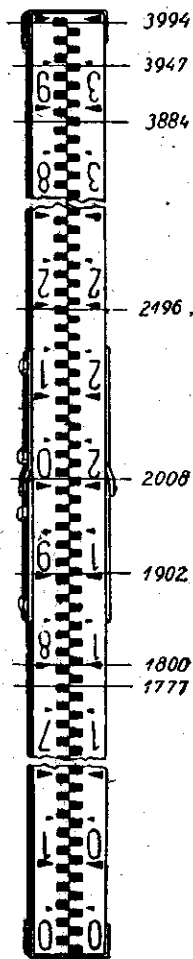
уместо средњег хоризонталног конца кончанице употреби горњи или доњи конач.



Сл. 358

*Чишање у нормалном положају летве врши се у оном смислу у којем расте подела на летви. Прво се читају миллиметри, и то ценећи од ока, затим метри, десиметри и на крају сантиметри. Према томе при оваквом читању добија се четвороцифрени број. При читању до на сантиметар (на детаљним тачкама) добија се троцифрени број. Неколико примера читања на летви показана су на сл. 358, 359, 360 и 361.*

**Гвоздени подметач.** — При нивелању летва треба да стоји на чврстој подлози. Код радова веће тачности, летва се поставља на главу кочића побијеног у земљу или пак на тзв. папучу (гвоздени подметач, сл. 362). У нормалном положају летве почетак поделе се налази на глави кочића или пак на кугластом делу подметача (сл. 363). Код радова мање тачности летва се поставља на земљу.



Сл. 359

#### УНИВЕРЗАЛНИ ТЕОДОЛИТ КАО НИВЕЛМАНСКИ ИНСТРУМЕНТ

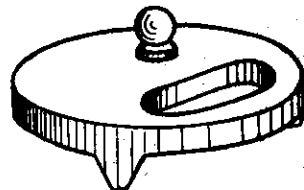
Овај се инструмент (сл. 168 и 169) употребљава за радове осредње тачности.

Нивелманска либела, проста или пак реверзиона, у највише случајева чврсто је везана за дурбин.

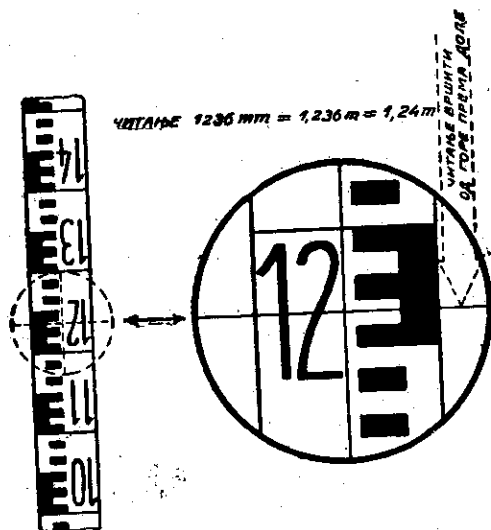
За одређивање висинских разлика између појединих тачака једнако удаљених од инструмента довољно је да се при окретању алхидаде (за  $360^\circ$ ) оса нивелманске либеле креће у хоризонталној равни. Да би се ово постигло, потребно је да оса нивел. либеле буде управна на осу алхидадину (тј. да буде паралелна с равни хоризонталног лимбуса) и да се затим

помоћу те либеле оса алхидадина доведе у вертикалан положај.

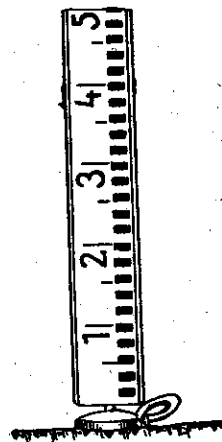
При одређивању висинских разлика између тачака које су на различитим ошћтојањима од инструменџа потребно је да се при крећању алхидаде, осим осе нивелманске либеле, и визура креће у хоризонталној равни, шј. потребно је да визура буде паралелна с осом нивелманске либеле.



Сл. 362



Сл. 360-361



Сл. 363

#### ИСПИТИВАЊЕ И РЕКТИФИКАЦИЈА НИВЕЛМАНСКЕ ЛИБЕЛЕ

Ова је либела осетљивија (тачнија) од либеле на алхидади (или пак на носачу дурбина). Према томе помоћу испитане нивелманске либеле оса алхидадина може се тачније довести у вертикалан положај него помоћу либеле на алхидади.

Нивелманска либела испитује се као и либела на алхидади, с напоменом да се уместо корекционог заврћња нивел. либеле употребљава микрометарски заврћња дурбина (заврћња 19а, сл. 168 и 169). Зашто се при овој ректификацији употребљава микрометарски заврћња дурбина, а не корекциони заврћња нивелманске либеле, биће објашњено нешто доцније.

Да би опис испитивања и ректификације нивел. либеле био што краћи, треба освежити градиво „испитивање и ректификација цевасте либеле на алхидади” и „довођење равни хоризонталног лимбуса у хоризонталан положај”.

Ноге штатива треба добости у земљу тако да глава штатива буде приближно у хоризонталном положају. Кад је раван лимбуса, помоћу ректификоване либеле на алхидади, доведена у хоризонтални положај, а дурбин у правац двају положајних заврћња (заврћњи 1 и 2, сл. 181), притезач алхидаде се притегне. Незнатним окретањем (помоћу микрометарског заврћња) доведе се нулта цртица једног нониуса до подударана с најближом цртом поделе лимбуса која означава цео степен (напр. 44°). Затим се попусти притезач дурбина. Окретањем дурбина око обртне осовине доведе се мехур нивел. либеле да приближно

врхуни. Притезач дурбина се притегне, а микрометарским завртњем дурбина доведе се мехур нивел. либеле да врхуни. Алхидада се окрене тачно за  $180^\circ$  (сл. 182). Ако сад мехур нивел. либеле не врхуни, половина отступања поништи се *микрометарским завртњем дурбина*, а преостала половина положајним завртњима 1 и 2. После тога алхидада се окрене тачно за  $180^\circ$ . Евентуално отступање мехура нивел. либеле поништи се на горенаведени начин. Поступак се наставља док се не постигне да мехур нивел. либеле врхуни у два положаја супротна један другом за  $180^\circ$ . *Сада је нивел. либела испитана и ректификована* (њена је оса паралелна с правама у равни лимбуса које су паралелне с том осом).

#### ДОВОЂЕЊЕ РАВНИ ЛИМБУСА У ХОРИЗОНТАЛАН ПОЛОЖАЈ

Кад је нивел. либела испитана и ректификована, не дирајући притезач нити микрометарски завртањ дурбина, помоћу *ше либеле* доведе се раван лимбуса у хоризонталан положај, тј. оса алхидадина у вертикалан положај, на исти начин на који се ово постиже помоћу либеле на алхидади (сл. 183).

После тога при окретању алхидаде за  $360^\circ$  мехур нивел. либеле стално врхуни, а њена се оса креће у хоризонталној равни. У даљем раду *притезач дурбина остаје стално притегнуто*.

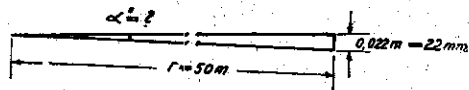
Уколико сад мехур либеле на алхидади (и на носачу дурбина) отступи, корекционим завртњем те либеле доведе се да врхуни.

Кад се инструмент пренесе на друго место (другу станицу, стацијаште), оса алхидаде се доведе *приближно* у вертикалан положај помоћу положајних завртања и либеле на алхидади (сл. 183), а затим тачно помоћу нивел. либеле. *После тога могу се тачно одређивати висинске разлике између шакака које су на истој удаљености од инструмента*.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ОСЕТЉИВОСТИ НИВЕЛМАНСКЕ ЛИБЕЛЕ

Код нивелманског инструмента осетљивост нивел. либеле, изражена у секундама, служи као обележје инструмента. Тако например за извршење техничког нивелмана може да се употреби инструмент с осетљивошћу нивел. либеле  $20''$ , а за детаљан нивелман с осетљивошћу  $30''$ . Међутим, оваквим инструментом не може се извршити прецизни нивелман, јер нивелманска либела није довољно осетљива.

Приближна осетљивост нивел. либеле може се одредити на овај начин. На чврстој подлози (побијеном кочићу) постави се нивелманска летва (вертикално) на удаљености  $d$  (напр. 50 m) од инструмента. Визир се на летву и средњим хоризонталним крајем (у пресеку с вертикалним крајем) прочита се отсечак,<sup>69</sup> напр. 1537; при том мехур нивелманске либеле врхуни (сл. 364). Затим се микрометарским завртњем дурбина помера



Сл. 364

дурбин, дакле и оса нивелманске либеле у вертикалном смислу, тако да један крај мехура отступи тачно за неколико поделака (парсева) либелине поделе (напр. за 3 парсе). Изврши се читање на летви, напр. 1559. Из разлике читања и удаљености летве од инструмента, помоћу једначине (6) израчуна се угао за који се нагнула визура, односно оса либеле, да би се положај мехура променио за неколико парсева, у нашем случају за 3 парсе. Величина угла (у секундама) подели се бројем парсева и добија се угао који одговара померању мехура односно осе нивелманске либеле за 1 парс. Овај угао претставља осетљивост нивелманске либеле.

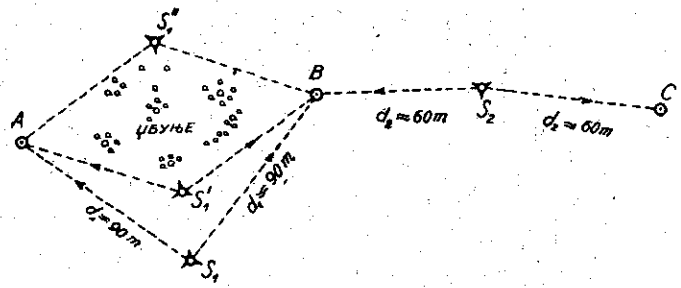
<sup>69</sup> Прочитати отсечак значи извршити читање на нивелманској летви на месту где хоризонтални крај (средњи) погађа летву.

У нашем случају . . .  $l = \frac{\alpha'' r}{\rho''}$ ;  $l \rho'' = \alpha'' r$ ;  $\alpha = \frac{l \rho''}{r} = \frac{l \rho''}{d} = \frac{(1,559 \text{ m} - 1,537 \text{ m}) \rho''}{50 \text{ m}}$   
 $= \frac{0,022 \text{ m}}{50 \text{ m}} \times 206\,265'' = 90,6''$ . Осетљивост либеле износи . . .  $90,6'' : 3 = 30,2'' \approx 30''$ .

**ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА ТАЧАКА КОЈЕ СУ НА ЈЕДНАКОМ ОТСТОЈАЊУ  
ОД ИНСТРУМЕНТА (НИВЕЛАЊЕ ИЗ СРЕДИНЕ)**

**ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКЕ РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ БЛИСКИХ ТАЧАКА**

На терену су означене тачке А, В и С на међусобном растојању око 140 m. Висина тачке А је позната. Треба одредити висинске разлике (релативне висине) између тих тачака и њихове висине (сл. 365).



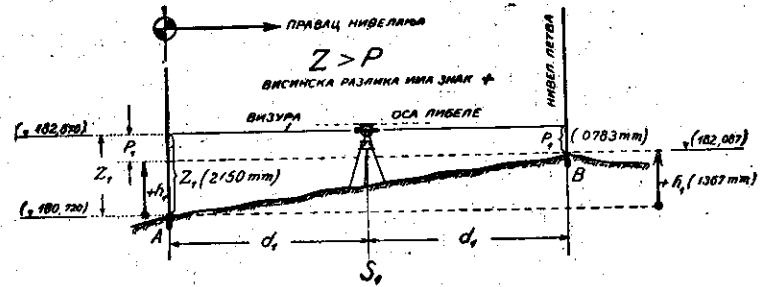
Сл. 365

Пошто се између тачке А и тачке В налази жбуње, нивелмански инструмент ће се поставити било на станици  $S_1$ , било пак на  $S_1'$  односно на  $S_1''$  тако да се може визирати на летве постављене на тачкама А и В. Једну од споменутих станица треба тако изабрати, да дужина и једне и друге визуре (напр.  $S_1A$  и  $S_1B$ ) буде мања од 100 m, а осим тога да те визуре буду једнаке (код тзв. техничког нивелмана допуштена разлика износи 3 m при чѐм је оса нивел. либеле паралелна с визуром).

Затим се оса алхидеде доведе у вертикалан положај.

Нивелманска летва се постави (вертикално) на тачки А (сл. 366).

Визира се на летву. Пре читања, на начин описан код испитивања осетљивости нивел. либеле, евентуално мало отступање мехура



Сл. 366

те либеле, поништи се микрометарским завршњем дурбина. Изврши се читање, напр.  $Z_1 = 2150 \text{ mm}$ . Затим се визира на летву постављену на тачки В и на описани начин изврши се читање напр.  $P_1 = 0783 \text{ mm}$ .



Сада се тачка А налази позади, а тачка В испред осматрача и стога читање  $Z_1$  претставља читање натраг, а  $P_1$  читање напред. Ово се још боље уочава при одређивању висинске разлике између тачака В и С са станице  $S_2$  (сл. 365).

Из сл. 366 се види да висинска разлика  $h_1$  између тачака А и В износи . . . . .

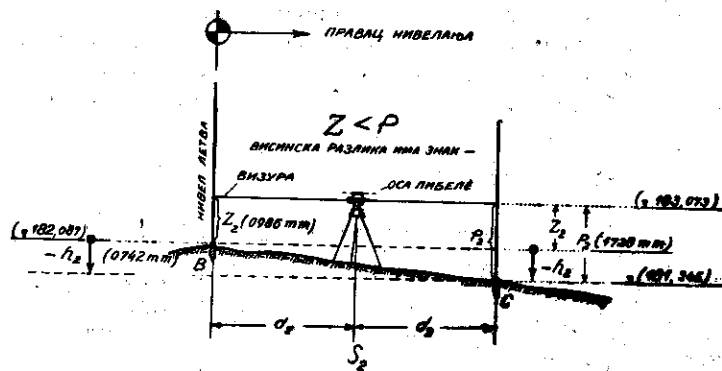
$$h_1 = +Z_1 - (+P_1) = Z_1 - P_1 \dots \dots \dots (47).$$

Наиме, оса либеле се налази у хоризонталној равни, а под претпоставком да је визура паралелна с осом нивел. либеле, и визура се исто тако налази у хоризонталној равни. Кад се кроз тачке А и В положи хоризонталне равни, управно отстојање између тих равни једнако је траженој висинској разлици  $h_1$ . Из сл. 366 се види да управно отстојање између хоризонталне равни положене кроз тачку В и равни визуре одговара читању напред и да се то читање преноси на летву постављену на тачки А. Међутим, на летви постављеној на тачки А извршено је читање натраг, те се према томе на тој летви указује разлика  $h_1$  између читања натраг  $Z_1$  и читања напред  $P_1$ . Ова разлика одговара управном отстојању тј. висинској разлици између хоризонталних равни које су положене кроз тачке А и В.

Једначина (47) показује да читање натраг има знак +, а читање напред знак -. Пошто се при рачунању висинске разлике од већег читања на летви одузима мање читање, јасно је да висинска разлика задржава знак већег читања ошечка. Према томе, у нашем случају висинска разлика има знак + ( $Z > P$ ) и износи  $h_1 = 2150 \text{ mm} - 0783 \text{ mm} = +1367 \text{ mm} = 1,367 \text{ m}$ .

Висина тачке А је позната (сл. 366), напр.  $180,720 \text{ m}$  н.м. Према томе висина тачке В износи . .  $180,720 \text{ m}$  н.м.  $+ 1,367 \text{ m} = 182,087 \text{ m}$  н.м. И сл. 366 показује да се додавањем висинске разлике  $+h_1$  ка познатој коти тачке А добија кота тачке В.

У случају приказаном на сл. 367, при одређивању висинске разлике између тачака В и С, читање напред  $P_2$  веће је од читања натраг



Сл. 367

$Z_2$ . Пошто висинска разлика задржава знак већег читања, то ће она сад да има знак - и да износи . . .  $+ 0986 \text{ mm} - 1728 \text{ mm} = - 0742 \text{ mm} = - 0,742 \text{ m}$ . Висина  $V_C$  тачке С . . .  $V_C = V_B - h_2 = 182,087 \text{ m}$  н.м.  $- 0,742 \text{ m} = 181,345 \text{ m}$  н.м.

Висина  $V_B$  тачке В израчуната је из понаше висине  $V_A$  тачке А ( $180,720 \text{ m}$  н.м.) на којој је извршено читање натраг, и висинске разлике  $h_1$ . Из сл. 366 се види да се додавањем читања натраг ( $+2,150 \text{ m}$ ) ка познатој коти тачке А добија висина визуре

на станици  $S_1$  ( $V_{V_1} = 180,720 \text{ m н.м.} + 2,150 \text{ m} = 182,870 \text{ m н.м.}$ ). Осим тога ова слика показује да се одузимањем читања напред ( $-0,783 \text{ m}$ ) од висине визуре  $V_{V_1}$  добија висина  $V_B$  тачке  $B$  ( $182,870 \text{ m н.м.} - 0,783 \text{ m} = 182,087 \text{ m н.м.}$ ). Изражено једначином:

$$V_B = V_A + Z_1 - P_1 = V_{V_1} - P_1 \dots \dots \dots (48)$$

На исти се начин може израчунати и висина  $V_C$  тачке  $C$  (сл. 367). Познатој висини тачке  $B$  дода се читање настраг и добија се висина визуре на станици  $S_2$

( $182,087 \text{ m н.м.} + 0,986 \text{ m} = 183,073 \text{ m н.м.}$ ). Од висине визуре ( $183,073 \text{ m н.м.}$ ) одузме се читање напред и добија се висина  $V_C$  тачке  $C$  ( $183,073 \text{ m н.м.} - 1,728 \text{ m} = 181,345 \text{ m н.м.}$ ).

Из овог се излагања види да читање настраг стално има знак  $+$ , а читање напред знак  $-$ .

Овакав начин срачунавања висина тачака тј. помоћу висине визуре употребљава се у детаљном нивелману, што ће ускоро бити објашњено.

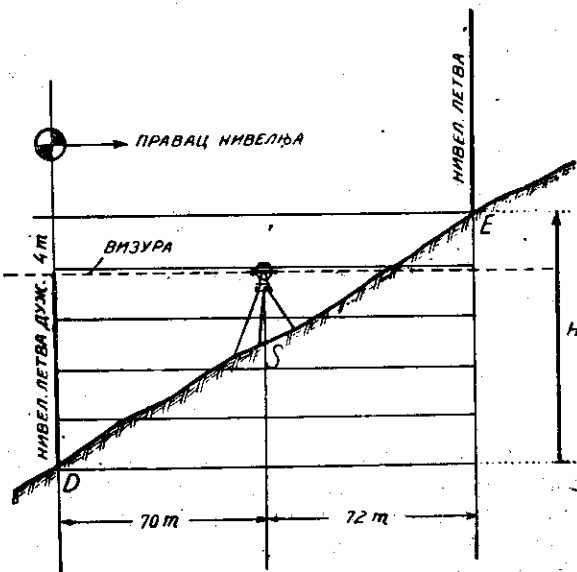
А како бисмо израчунали висинску разлику између тачке  $A$  и тачке  $B$  ако би њихове висине биле познате? Кад тражимо ову висинску разлику, за тренутак претпостављамо да је позната висина само оне тачке од које бисмо нивелањем пошли, у нашем случају висина тачке  $A$ . До висинске разлике долазимо кад од висине тачке на коју бисмо нивелањем дошли (Тачка  $B$ ) одузмемо висину тачке од које бисмо нивелањем пошли (Тачка  $A$ ), тј.  $h_{AB} = V_B - V_A = 182,087 \text{ m н.м.} - 180,720 \text{ m н.м.} = +1,367 \text{ m}$ .

Висинска разлика између тачке  $B$  и тачке  $A$ , према датом објашњењу, износи  $h_{BA} = V_A - V_B = 180,720 \text{ m н.м.} - 182,087 \text{ m н.м.} = -1,367 \text{ m}$ .

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКЕ РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ УДАЉЕНИХ ТАЧАКА

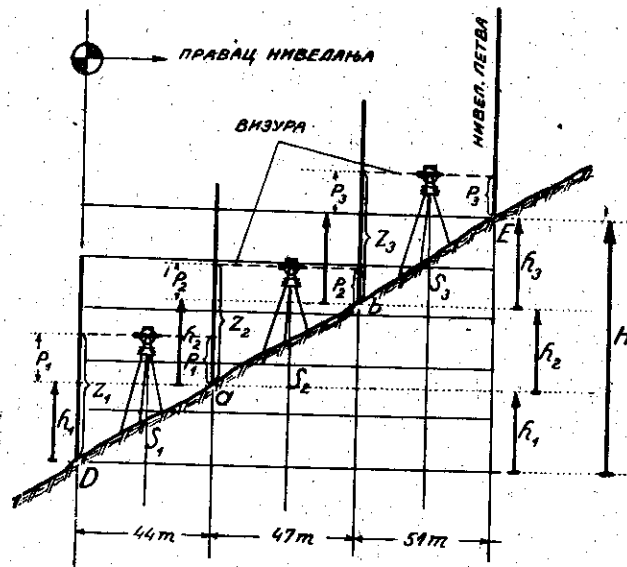
У примеру приказаном на сл. 366 удаљеност тачке  $A$  и  $B$  од инструмента (дужина визуре) је испод  $100 \text{ m}$ . Осим тога нагиб терена од тачке  $A$  до тачке  $B$  је такав да је омогућено читање отсечка на летви постављеној и на тачки  $A$  и на тачки  $B$ . Према томе висинска разлика између тачака  $A$  и  $B$  одређена је с једне станице. Ово важи и за одређивање висинске разлике између тачке  $B$  и тачке  $C$  (сл. 367).

Међушим, стање на терену није увек тако повољно. Узмимо случај приказан на сл. 368. Иако би дужина сваке визуре била испод  $100 \text{ m}$ , висинска разлика између тачака  $D$  и  $E$  не може се одредити геометриским нивелманом с једне станице, јер се не може извршити ни читање настраг нити читање напред (при хоризонталној визури). Да би се извршила читања на летви, потребно је неколико станица инструмента с крајим визурама (сл. 369).



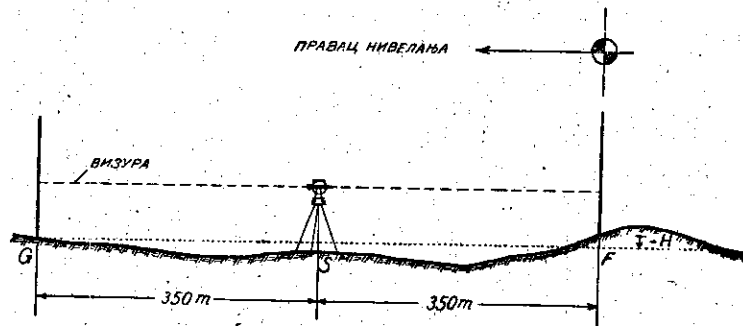
Сл. 368

И висинска разлика између тачака F и G не би се могла одредити с једне станице, јер би дужина визуре била око 350 m (сл. 370). На овој удаљености не бисмо уопште могли читати поделу на летви



Сл. 369

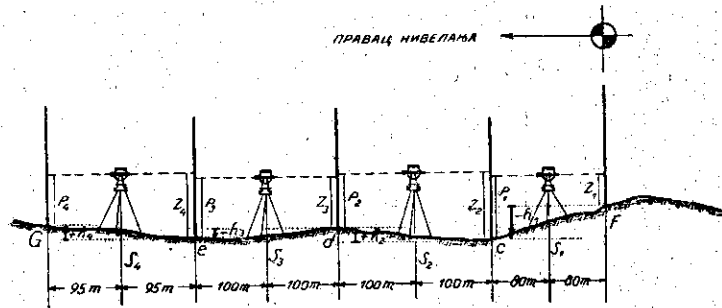
постављеној на тачки F, односно G, због тога што се повећањем дужине визуре смањује јасноћа поделе на лику летве. Како се види, и овде је потребно неколико станица инструмента (сл. 371).



Сл. 370

Према томе, кад се због веће удаљености (сл. 370) или пак због конфигурације терена (сл. 368) с једне станице не може одредити висинска разлика између крајњих тачака нивелања, постављају се међутачке, тзв. *везне шачке* (сл. 369 и 371, тачке a, b, c, d и e). При избору везних тачака (које се могу обележити напр. мањим кољем) треба имати у виду да је највећа дужина визуре одређена катастарским прописима (код техничког нивелмаиа дужина визуре до 100 m), а осим тога се не препоручује читање на летви мање од 0,300 m.

Досада смо се упознали с применом једначине (47) при одређивању висинске разлике између двеју блиских тачака нивелањем с једне станице. Међутим, једначина (47) употребљава се и при израчунавању висинске разлике између двеју удаљених тачака (напр. између тачака D и E, сл. 369 и између тачака F и G, сл. 371). Из слике 369 се види да је укупна висинска разлика H између тачака D и E једнака збиру



Сл. 371

мањих појединих висинских разлика  $h_1$ ,  $h_2$  и  $h_3$ , тј.  $H = h_1 + h_2 + h_3 = \Sigma h = [h] = (Z_1 - P_1) + (Z_2 - P_2) + (Z_3 - P_3) = Z_1 + Z_2 + Z_3 - P_1 - P_2 - P_3 = Z_1 + Z_2 + Z_3 - (P_1 + P_2 + P_3) = \Sigma Z - \Sigma P = [Z] - [P]$  . . . . . (49)

Ова једначина показује да се укупна висинска разлика H може израчунавати не само као збир појединих мањих висинских разлика, него и као разлика између збира свих читања напред и свих читања наред.

Према томе једначина (49) може да послужи и као контрола рачунања мањих висинских разлика  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ , јер ако се збир мањих висинских разлика [h] по величини или по знаку не слаже с резултатом [Z] - [P], значи да рачунање мањих висинских разлика, односно сабирање тих разлика, није тачно извршено или пак да [Z] - [P] није добро обрачуната.

Ради бољег објашњења срачунавања висинских разлика и висина везних тачака наводи се бројни пример.

### Пример 63

Слепи нивелмански влак с нивелањем у једном смеру.

**Задашак.**— Да би се могло пратити колебање нивоа подземне воде на парцели која се наводњава, избушен је бунар за осматрање (бунар 26, тачка F, сл. 371). Кота тачке од које се мери дубина воде у бунару 26 раније је одређена и износи . . . 188,240<sub>5</sub> m н.м. Повећањем површине за наводњавање, указала се потреба бушења још једног бунара у напред наведене сврхе (бунар 26/1, тачка G, сл. 371).

Да би се подаци опажања за бунар 26/1 могли користити, потребно је одредити надморску висину почетка заштитне цеви, тј. висину тачке од које се мери дубина нивоа воде у том бунару.

**Решење.**— На удаљености око 80 m од полазне тачке нивелања F (случај слепог нивелманског влака), приближно на правцу између тачака F и G, поставимо инструмент (станица S<sub>1</sub>). Осу алхидале доведемо у вертикалан положај. Визирамо на летву постављену на тачки F. Извршимо читање назад и запишемо ( $Z_1 = 0823$  m, види записник нивелања уз пример 63). Затим на истој удаљености од инструмента побијемо кочић или поставимо гвоздени подметач (везна тачка c). На њега поставимо летву, визирамо и читамо отсечак P<sub>1</sub> (1594 m, види записник уз пример 63). Тако смо дошли до података за одређивање висине везне тачке c.

После тога преместимо инструмент на станицу S<sub>2</sub> око 100 m од везне тачке c, опет приближно на правцу везна c → тачка G. Описаним начином долазимо до читања Z<sub>2</sub> (1691 m) за везну тачку (види записник нивелања уз пример 63).

Везну тачку d изаберемо тако да и та тачка буде приближно на правој S<sub>2</sub> → G, а на удаљености око 100 m од инструмента (станица S<sub>2</sub>). Побијемо кочић и на главу

кочића поставимо летву. Визирамо на летву и извршимо читање напред  $P_2$  (1335 mm). Сад имамо податке потребне за одређивање висине везне тачке  $d$ .

Преместимо инструмент на станицу  $S_3$ , извршимо читање натраг на летви постављеној на везној тачки  $d$  ( $Z_3=1260$  mm), а затим на везној тачки  $e$  ( $P_3=1454$  mm).

НИВЕЛМАНСКИ ЗАПИСНИК  
(уз пример 63)

Станица	Визура	Отстојање до летве у метрима	Читање на летви			Висинска разлика $h = Z - P$		Висина визура $V_V$	Коте тачака	ПРИМЕДБА
			натраг $Z$	на де-таљним тачкама	напред $P$					
						+	-			
$S_1$	F	80	0823 <sub>4</sub>					188,240 <sub>5</sub>	Нивелао 18-9-49. Инструмент фирме Најхефер бр. 8428. Време ветровито, неповољно за нивелање. Нивелао Н. Н.	
	с	80			1594 <sub>1</sub>		0771 <sub>8</sub>	187,469 <sub>8</sub>		
	с	76	1691 <sub>8</sub>							
$S_2$	d	76			1335 <sub>5</sub>		0356 <sub>5</sub>	187,825 <sub>4</sub>		
	d	100	1260 <sub>0</sub>							
$S_3$	e	98			1454 <sub>5</sub>		0194 <sub>5</sub>	187,631 <sub>8</sub>		
	e	95	1608 <sub>8</sub>							
$S_4$	G	95			1299 <sub>9</sub>		0309 <sub>9</sub>	187,940 <sub>2</sub>		
		700	5382 <sub>0</sub>		5682 <sub>2</sub>		0665 <sub>8</sub>	0965 <sub>2</sub>		
			[Z]		[P]		[+h]	[-h]		

Висинска разлика F-G износи:  $+5382_0 - 5682_2 = -0300_2 = +0665_8 - 0965_2$ .

Последњу станицу  $S_4$  изаберемо тако да она буде на подједнаком отстојању од везне тачке  $e$  и завршне тачке нивелања  $G$ . Читања добијена на станици  $S_4$  су ова . . .  $Z_4=1608$  mm (летва на везној тачки  $e$ ), а  $P_4=1299$  mm (летва на тачки  $G$ , на почетку заштитне цевн бунара 26/1).

Рачунање појединих висинских разлика по једначини (47) извршено је у записнику нивелања. Тако напр. висинска разлика 0771 mm добијена на станици  $S_1$  има знак  $-$ , јер је  $P_1 > Z_1$ , а на станици  $S_4$  знак висинске разлике 0309 mm је  $+$ , јер је  $Z_4 > P_4$ . Алгебарским сабирањем мањих појединих висинских разлика  $h_1 \dots h_n$  добија се укупна висинска разлика  $H_1$  тј.  $H_1 = +0365_5 \text{ mm} + 0309_9 \text{ mm} - 0771_8 \text{ mm} - 0194_5 \text{ mm} = +0665_8 \text{ mm} - 0965_2 \text{ mm} = -0300_2 \text{ mm}$ . Она се разлика контролише по једначини (49) . . .  $H_1 = [Z] - [P] = +5382_0 - 5682_2 = -0300_2$ .

Тек сада се прелази на рачунање висина везних тачака и висине крајње тачке нивелања, напр. висине везне тачке  $c$  . . .  $V_c = V_F + (Z_1 - P_1) = V_F + (-h_1) = 188,240_5 \text{ m н.м.} - 0,771_8 \text{ m} = 187,469_8 \text{ m н.м.}$  На исти начин долази и до висина тачака  $d, e$  и  $G$ .

Овако израчуната висина завршне тачке нивелања добија се и кад висини полазне тачке нивелања  $F$  додамо  $[Z] - [P]$  тј. . .  $V_G = V_F + H = 188,240_5 \text{ m н.м.} + (-0,300_2 \text{ m}) = 187,940_2 \text{ m н.м.}$

Рачунања су контролисана деветичним остацима.

Потребно је да видимо да ли се помоћу једначине (49) и деветичних проба контролише и тачност теренских података.

Претпоставимо овај случај. Уместо тачног читања напред 1594 на станици  $S_1$  (види записник нивелања уз пример 63) погрешно смо прочитали 1550 тј. читали смо напр. горњим, а не средњим концем кончанице. Рачунања у нивелманском записнику и с погрешним читањем сложила би се и не бисмо пронашли грешку у читању. Израчунате коте везних тачака и завршне тачке нивелања  $G$  не би одговарале стању на терену. *Према шоме контролном једначином (49) можемо само да проверимо тачност рачунских радњи, али не и тачност теренских података.*

Да бисмо контролисали и тачност теренских података, нивелањемо у *суврошном смеру* (од тачке  $G$  до тачке  $F$ ). Укупна висинска разлика добијена у овом смеру нивелања, означена са  $H_2$ , неће бити једнака укупној висинској разлици  $H_1$  добијеној нивелањем у смеру од тачке  $F$  до тачке  $G$ . Неслагање (отступање) између двеју висинских разлика треба да се креће у допуштеним границама.

За нивелман ове врсте допуштено отступање  $o$ , изражено у милиметрима, срачунаће се по једначини

$$o = \pm 48\sqrt{[d]} \dots \dots \dots (50)^*$$

у којој  $[d]$  значи укупну дужину визура (дужину нивелманског влака) изражену у километрима. Ако је добијено отступање мање од допуштеног, за дефинитивну тј. највероватнију висинску разлику  $H$  узмеће се *аритметичка средина* између  $H_1$  и  $H_2$ .

*И за отступање по једначини (50) важи раније правило да тражена тачност зависи од сврхе рада, па је на нама да оценимо можемо ли усвојити добијено отступање ако је оно веће од допуштеног.*

Тако на пример кад би нивелмански влак  $F \rightarrow G$  имао већу дужину од оне у нашем случају и кад би од њега полазила још два краћа слепа нивелманска влака, било би потребно да отступање  $H_1 - H_2$  буде у допуштеним границама, јер се ради о висинама тачака које служе за опажање колебања нивоа подземне воде при наводњавању земљишта у равничарском терену. Везне тачке влака  $F \rightarrow G$ , од којих полазе краћи слепи нивелмански влаци, биле би стабилизване као сталне висинске тачке.

Израчунавање дефинитивне висине завршне тачке нивелања у слепом нивелманском влаку (која није позната), показано је у наставку примера 63.

#### Наставак примера 63

*Слепи нивелмански влак с нивелањем у два смера.*

У примеру 63 показан је начин одређивања висине завршне тачке  $G$  слепог нивелманског влака нивелањем у једном смеру.

Нивелањем у смеру  $F \rightarrow G$  добијена висинска разлика  $H_1$  износи  $\dots -0300_s$  mm (види нивелмански записник уз пример 63).

Из података нивелања у *суврошном смеру* висинска разлика  $H_2$ , израчуната по једначини (49), износи  $\dots +0268_s$  mm. Како се види знак ове разлике је  $+$  и супротан је знаку висинске разлике  $H_1$  зато што је нивелано у супротном смеру.

Отступање  $o$  износи  $\dots H_1 - H_2 = 0300_s \text{ mm} - 0268_s \text{ mm} = 32_s \text{ mm}$ .

\* Допуштена отступања за уметнути и затворени нивелмански влак рачунају се по једначини

$$o = 36 \pm \sqrt{[d]} \dots \dots \dots (50)^*$$

По једначини (50) допуштено отстапање  $o$  износи  $\pm 0,48\sqrt{0,7} = \pm 40$  mm; у овој једначини 0,7 значи дужину свих визура нивелања у једном смеру изражену у километрима тј. дужину влака  $F-G$  (она износи  $700$  m  $= 0,7$  km; види нивел. записник уз пример 63). Како се види допуштено отстапање је веће од отстапања које смо добили (32 mm), па према томе нивелање је изведено с довољном тачношћу с обзиром на катастарске прописе.

Највероватнија висинска разлика  $H$  износи  $\frac{1}{2}(H_1 + H_2) = \frac{1}{2}(300$  mm  $+ 268$  mm  $) = 284$  mm, а тачна висина завршне тачке нивелања  $G$  једнака је  $\dots VG = VF + H = 188,240_5$  m н.м.  $+ (-0,284_5$  m  $) = 187,956_0$  m н.м.

При рачувању тачне висине тачке  $G$  пошло се од познате висине тачке  $F$ , па према томе и тачна висинска разлика  $H$  задржава знак висинске разлике  $H_1$ , добијене нивелањем у правцу  $F \rightarrow G$ .

Из наставка примера 63 се види да се висина крајње тачке нивелања у слепом нивелманском влаку може одредити рачунањем укупних висинских разлика  $H_1$  и  $H_2$  помоћу једначине (49) тако да не долази до израчунавања висина везних тачака  $c$ ,  $d$  и  $e$ . Висине ових тачака рачунају се у случају ако је то потребно и на начин показан у примеру 64.

#### ВЕЗА НИВЕЛМАНА ЗА РЕПЕР

Кад се на репер може поставити нивелманска летва, веза нивелмана за репер је једноставна (на постављеној летви изврши се читање натраг).

Начин везивања нивелмана за репер, на који се не може поставити нивелманска летва, показан је у следећем примеру.

**Пример 64.** Између претходних радова извршених у сврхе наводњавања веће парцеле изабрана су два бунара  $B_1$  и  $B_2$  за осматрање промене нивоа подземне воде. Међусобна удаљеност бунара износи око 500 метара.

**Задатак.**— Нивелањем из средине треба одредити надморске висине тачака од којих ће се мерити дубине воде у бунарима. Полазна тачка нивелања је репер  $R$  удаљен око 400 m од првог бунара ( $B_1$ ).

**Решење.**— По опису положаја пронашли смо репер (сталну тачку) на терену. Репер  $R$  узидан у зид зграде таквог је облика да се на њега не може поставити летва за нивелање. Да бисмо добили читање натраг (на тачки познате висине), наслонићемо летву на зид зграде и поставити је вертикално поред репера тако да можемо прочитати вертикално отстојање од почетка поделе на летви до репера, напр. 1450 mm. Пошто нам је позната апсолутна висина репера, напр. 85,733 m н.м., израчунаћемо висину тачке на којој је постављена летва, у нашем примеру 85,733 m н.м.  $- 1,450$  m  $= 84,283$  m н.м. Ако на месту где је узидан репер нема тротоара, поставићемо летву на главу добро побијеног коца. На овај смо начин одредили коту полазне тачке нивелања.

После тога наставимо рад (нивелањем из средине) како је описано у наставку примера 63, тј. нивеламо у два смера од  $R$  до  $B_2$  и натраг од  $B_2$  до  $R$ . При том почетак заштитне цевн првог бунара  $B_1$  је једна од везних тачака слепог нивелманског влака.

Затим израчунамо укупне висинске разлике (по једначини 49)  $H_1$  и  $H_2$  између репера  $R$  и бунара  $B_2$  добијене нивелањем у два смера ( $H_1$  у смеру  $R \rightarrow B_2$ , а  $H_2$  у смеру  $B_2 \rightarrow R$ ). Ради контроле укупне висинске разлике  $H_1$ , израчунамо све поједине висинске разлике  $h$  између везних тачака добијене нивелањем у смеру  $R \rightarrow B_2$ . Збир  $[+h]$  и  $[-h]$  мора да буде једнак укупној висинској разлици  $H_1$  израчунатој по једначини (49). На исти начин контролишемо и укупну висинску разлику  $H_2$ .

Ако се задовољавамо постигнутом тачношћу (отстапањем између  $H_1$  и  $H_2$ ), за дефинитивну укупну висинску разлику узећемо аритметичку средину између  $H_1$  и  $H_2$  и помоћу ње и познате висине репера  $R$  израчунаћемо тачну висину бунара  $B_2$ . При томе ће аритметичка средина добити знак укупне висинске разлике  $H_1$ .

На исти начин долазимо и до висине бунара  $B_1$  (у рачунање улазе укупне висинске разлике само између репера  $R$  и бунара  $B_1$  добијене нивелањем у два смера тј.  $R \rightarrow B_1$  и  $B_1 \rightarrow R$ ).

Уколико би нам биле потребне и висине осталих везних тачака, израчунали бисмо их било на начин показан у примеру 66 (одређивање висина везних тачака између двеју тачака познатих висина) или пак на начин показан у примеру 68. У нашем случају прва тачка познате висине је репер  $R$ , а друга тачка је бунар  $B_2$  чију висину смо одредили на горе описани начин. При рачунању дефинитивних висина везних тачака узели бисмо податке нивелања у смеру  $R \rightarrow B_2$ .

### ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА ТАЧАКА КОЈЕ НИСУ НА ЈЕДНАКОМ ОТСТОЈАЊУ ОД ИНСТРУМЕНТА (НИВЕЛАЊЕ С КРАЈА)

Нивелање с краја употребљава се код одређивања висина *детаљних тачака*. Висина сваке детаљне тачке одређује се по једначини (48), тј. одузимањем читања добијеног на левци постављеној на *детаљној тачки од висине визуре*. До висине визуре долази се на један од ова два начина.

а) Инструмент се постави тако да би с једне станице било могућно одредити висине и већег броја детаљних тачака. При том треба имати у виду да дужина визуре може да износи и до 200 m што зависи од конфигурације терена и тачности која се жели постићи. После постављања инструмента на изабраној станици  $S$  прво се изврши читање на траг  $Z$  на летви постављеној на тачки *познате висине*. Додавањем овог читања висини тачке  $A$  добија се висина визуре  $V_v$ .

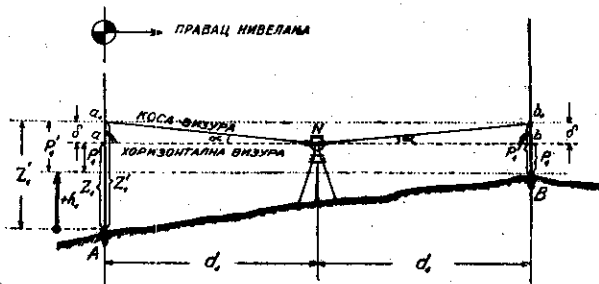
б) Покрај тачке  $A$  *познате висине* постави се инструмент тако да се може измерити висина инструмента  $i$ , тј. вертикално отстојање од тачке  $A$  до средине окуларног сочива. При мерењу мехур нивелманске либеле треба да врхуни. Кад се измерена висина инструмента  $i$  дода коти тачке  $A$ , добија се висина визуре  $V_v$ .

Како се види, начин рачунања висина детаљних тачака при нивелању с краја разликује се од начина рачунања висина везних тачака при нивелању из средине. Приликом нивелања из средине на летви се читају и милиметри, а код нивелања с краја сантиметри. Осим тога при нивелању из средине тражи се да визуре буду једнаке дужине, а ако нису, установљена је допуштена разлика. Међутим, при нивелању с краја дужине визуре могу да буду и врло различите. *Ако би при нивелању из средине дужине визуре биле једнаке* (на једној станици напр. по 72 m, на другој по 80 m, а на трећој по 56 m итд.) *тада не би било потребно да оса нивелманске либеле буде паралелна с визуром*. При нивелању с краја овај услов мора да буде задовољен баш зато што су дужине визуре неједнаке.

Ово се лепо види упоређујући сл. 366 са сл. 372, а затим са сл. 373. На сл. 366 показано је одређивање висинске разлике  $h_1$  између тачака  $A$  и  $B$  при хоризонталној визури, а из сл. 372 се види да се и при нагнутој визури добија иста висинска разлика између тих тачака. Слика 372 показује угао  $\alpha$  који заклапа хоризонтална и нагнута визура. Овај се угао не мења окретањем алхидаде; он је сталан све дотле док се не помери кончаница или пак цев нивелманске либеле. Према томе троугао  $aa_1N$  подудар се с троуглом  $bb_1N$ , јер код ових правоуглих троуглова дужина катете  $d_1$  је иста, а затим једнака су и два угла (прав угао и угао  $\alpha$ ). Према томе и стране  $aa_1$  и  $bb_1$ , тј. грешка  $\delta$  је иста. Уместо ранијег читања  $Z_1$  и  $P_1$ , сада су читања  $Z'_1$  и  $P'_1$ . По једначини (47) висинска разлика износи  $\dots h_1 = Z'_1 - P'_1 = Z_1 + \delta - (P_1 + \delta) = Z_1 + \delta - P_1 - \delta = Z_1 - P_1$ .



Међушим при нивелању с краја приказаном на сл. 373 грешка  $\delta$  се повећава повећањем дужине визуре. Тако на пример уместо вертикалног отстојања  $s - 22$  добија се отстојање  $s_1 - 22$ , а уместо отстојања  $g - 26$  добија се отстојање  $g_1 - 26$ . Према томе висине Шачака израчунаше из одсечака добијених нивелањем с краја при нагнутој визури нису тачне и не одговарају сјању на Шерену.

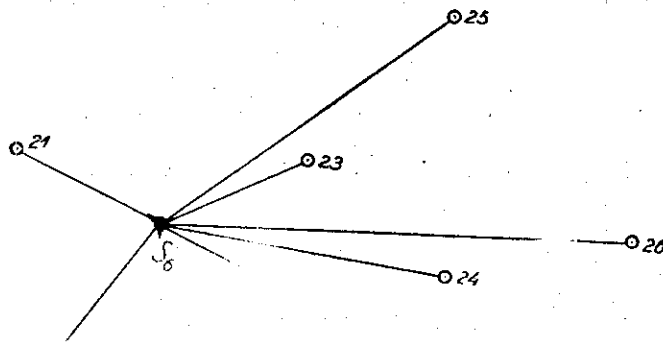
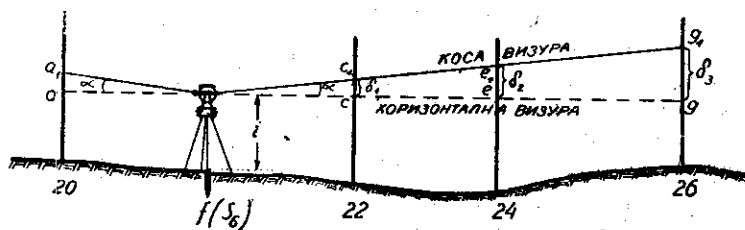


Сл. 372

С тога, при нивелању с краја визуре мора да буде паралелна с осом нивелманске либеле тј. кад мехур нивелманске либеле врхуни, оса тел

либеле је у хоризонталном положају, а визура, која је с њом паралелна, лежи у хоризонталној равни.

Начин испитивања и ректификације биће показан доцније.



Сл. 373

### Пример 65

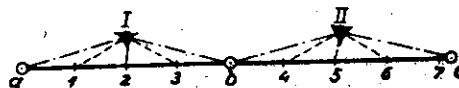
Одређивање висина дешаљних Шачака.

У циљу одводњавања замочвареног земљишта треба ископати краћи канал за одвођење сувишне воде. На сл. 374 приказана је ситуација трасе обележене на терену за копање канала. Станице инструмента означене су бројевима I и II, везне тачке, које

су уједно и профили, словима  $a, b, c$ , а остали профили (на растојању до 50 m) броје-  
вима 1, 2 . . . 6, 7.

**Задашак.**— Из отсецака прочитаних на летви, постављаној на везним и детаљним тачкама, треба израчунаати коте тих тачака.

**Решење.**— При нивелању из средине за одређивање висина везних тачака  $a$  и  $b$  на станици I прво је извршено читање натраг . . . 1350 у нормалном положају летве, сл. 374. Ради контроле овог читања фигурант је обрнуо летву и прочитано је . . . (2648). У обрнутом положају летве чита се у смислу у којем опада подела на летви. Збир ових читања треба да је једнак дужини летве . . .  $1350 + 2648 = 3998$  (летва је дугачка 4000 mm). Читање натраг . . . 1350, које улази у рачунање, је тачно, јер је разлика  $4000 \text{ mm} - 3998 \text{ mm}$  мања од 3 mm. На исти се начин изврши и читање напред на летви постављеној на тачки  $b$ .



Сл. 374

После тога, нивелањем с краја, изврше се читања (само у нормалном положају летве) на детаљним тачкама 1, 2 и 3. Пошто су овим све детаљне тачке на станици I изнивелисане, летва (у нормалном положају) се поново постави на везну тачку  $b$  и изврши тзв. контролно читање. Разлика између рајнјег читања и контролног не би требало да буде већа од 3 mm.

На исти начин извршено је нивелање из средине и с краја и на станици II. Подаци овог нивелања унети су у записник (уз пример 65).

НИВЕЛМАНСКИ ЗАПИСНИК  
(уз пример 65)

Станица	Визура	Одстојање до летве у метрима	Читање на летви			Висинска разлика $h = Z - P$		Висина визуре $V_v$	Коте тачака	ПРИМЕДБА
			натраг Z	на детаљним тачкама	напред P	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	a	98	(2648) 1350 <sub>0</sub>			0318 <sub>2</sub>			280,00 <sub>1</sub>	Нивелано 8-5-50, Инструмент фирме Штарке Камерер бр. 5102. Време погодно. Нивелао Н.Н.
	b	100			(2970) 1032 <sub>2</sub>			280,318 <sub>4</sub>		
	1			127 <sub>1</sub>				281,35 <sub>1</sub>	280,08 <sub>0</sub>	
	2			126 <sub>0</sub>					280,09 <sub>1</sub>	
	3			118 <sub>1</sub>					280,17 <sub>0</sub>	
II	b	100	(2464) 1533 <sub>2</sub>						280,318 <sub>4</sub>	
	c	97			(2602) 1398 <sub>2</sub>	0135 <sub>0</sub>			280,453 <sub>4</sub>	
	4			151 <sub>7</sub>				281,85 <sub>6</sub>	280,34 <sub>8</sub>	
	5			148 <sub>4</sub>					280,37 <sub>2</sub>	
	6			143 <sub>8</sub>					280,42 <sub>7</sub>	
7				141 <sub>8</sub>				280,44 <sub>0</sub>		

Висина полазне тачке  $a$  одређена је приближно из података узетих с карте (80,000 m н.м. Ка тој висини додато је 200,000 m да би се уочљиво показало да се не ради о апсолутној висини тачке  $a$ . Помоћу висинске разлике  $a \rightarrow b$  одређена је висина тачке  $b$ , а помоћу висинске разлике  $b \rightarrow c$  и висине тачке  $b$  добијена је висина тачке  $c$ .

До кога детаљних тачака станице I долази се на овај начин. Додавњем читања натраг (1,35 m) ка коти тачке  $a$  добија се висина визуре . . .  $280,00_1 + 1,35_0 = 281,35_1$ .

Одузимањем читања на летви, постављаној на појединим детаљним тачкама од висине визуре, долази се до кота тих тачака (на пример кота тачке 1 . . 281,35<sub>1</sub> - 1,27<sub>1</sub> = 280,08<sub>0</sub>). Исти начин рачунања употребљен је и за тачке станице II (на пример за коту тачке 4, висина визуре . . 280,32<sub>6</sub> + 1,53<sub>6</sub> = 281,85<sub>6</sub>; 281,85<sub>6</sub> - 1,51<sub>7</sub> = 280,34<sub>8</sub> итд.).

**Контрола висина детаљних тачака.** — Коте детаљних тачака контролишу се за сваку станицу засебно. На станици II израчунае су коте за четири детаљне тачке. Четири пута извршено је одузимање читања на летви од висине визуре да би се добиле четири коте. Према томе висина визуре узета четири пута једнака је збиру од четири коте детаљних тачака и четири читања на летви.

$$\begin{array}{r}
 4 \times 281,85_6 = \dots\dots\dots 1127,40_6 \\
 \text{Збир кота детаљних тачака} \dots 280,34_8 + 280,37_2 + 280,42_7 + 280,44_0 = 1121,57_7 \\
 \text{Збир читања на летви} \dots 1,51_7 + 1,48_4 + 1,43_8 + 1,41_6 = \dots 5,83_5 \\
 \hline
 1127,40_6
 \end{array}$$

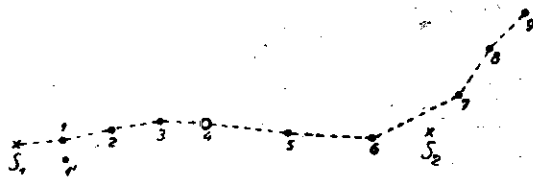
**Обележавање изохипса на терену.** — Једна од разних мера у борби против ерозије земљишта јесте и орање по правцима изохипса. Ова се мера примењује у теренима с мањим нагибима. Ако је нагиб земљишта већи, осим орања по правцима изохипса, долази до подизања земљаних насипа било по правцима изохипса или пак под оштрим углом на те правце. Растојање између насипа зависи од нагиба и педолошког састава земљишта, затим од величине и интензитета атмосферског талоба и димензија насипа. Кад с повећањем нагиба земљишта и ове мере нису довољне, примењује се терасирање. Терасе се подижу по правцима изохипса.

И подизање воћњака у теренима с нагибима треба вршити по правцима изохипса (тзв. рељефни или контурни систем).

Обележавање тачака на терену подједнаке висине, тј. обележавање изохипса, изводи се помоћу универзалног или пак нивелманског инструмента, нивелманске летве и окречених летава дужине 1 до 2 метра.

Начин обележавања је једноставан. На почетној станици  $S_1$  постави се *рекшификовани* инструмент и на висину инструмента (мехур нивел. либеле врхуни) подеси се средина таблеце на летви за визирање (сл. 248б). Фигурант постави летву за визирање на растојању око 30 m од инструмента, приближно у правцу изохипсе (тачка 1', сл. 375).

Осматрач визири на летву и констатује да се средина таблеце налази напр. приближно за 3 dm испод визуре (средњег хоризонталног конца кончанице). Ово значи да је тачка 1' приближно за 3 dm нижа од тачке где се налази инструмент. Махањем левом руком (три пута) осма-



Сл. 375

трач даје фигуранту знак да у висинском погледу треба узбрдо помаћи летву за визирање око 3 dm. При поновном визирању констатована је разлика око 1 dm што у погледу тачности, задовољава. На месту где је стајала летва за визирање побије се окречена летва (тачка 1). Рад летвом за визирање наставља се на тачкама 2 и 3. На последњој тачки 4, која се још обележава са станице  $S_1$ , тражи се већа тачност (разлика између средине таблеце и визуре може да буде око 3 сантиметра). Окречена летва побиће се на овој тачки тек кад инструмент и летва за визирање буду подешени за даљи рад.

Не померајући летву за визирање, премести се инструмент на станицу  $S_2$ , приближно по правцу делимично обележене изохипсе, на удаљености до 150 m од летве за визирање. Визира се на летву и по уговореним знацима намести се средина таблице (сл. 248 б) да буде у висини визуре. Ако не бисмо у овом успели, значи да је потребно променити *станицу инструмента*. Средина таблице намести се тачно на висину визуре и настави се са побијањем окречених летава у правцу према инструменту, а затим у супротном правцу као што је рађено на станици  $S_1$ .

Кад је на предвиђеној дужини обележена једна изохипса, прелази се на обележавање друге изохипсе на отстојању које углавном зависи од величине нагиба терена.

Ако је висинска разлика између изохипса које треба да се обележе напр. 1,50 m, са станице инструмента  $S_1$  могу се обележити и тачке 1, 2, 3, 4 друге изохипсе које леже за 1,50 m ниже од тачака прве изохипсе. Ово ће се извршити и на осталим станицама инструмента. Код овог рада употребиће се две летве, једна за обележавање тачака прве, а друга за обележавање тачака друге изохипсе.

Како се види, код овог рада није потребно одређивање надморских висина, веза с реперима и слично.

У примеру 65 висине детаљних тачака одредили смо нивелањем с краја под претпоставком да је визура била паралелна с осом нивелманске либеле. Исто тако и при обележавању изохипса на терену претпоставили смо да је визура била паралелна с осом нивел. либеле. Из слике 373 се види да ће висине детаљних тачака бити тачне само у случају ако је споменути услов паралелности испуњен. *И при нивелању из средине пожељно је да овај услов буде задовољен.* Начин на који се ово постиже описан је у следећем одељку.

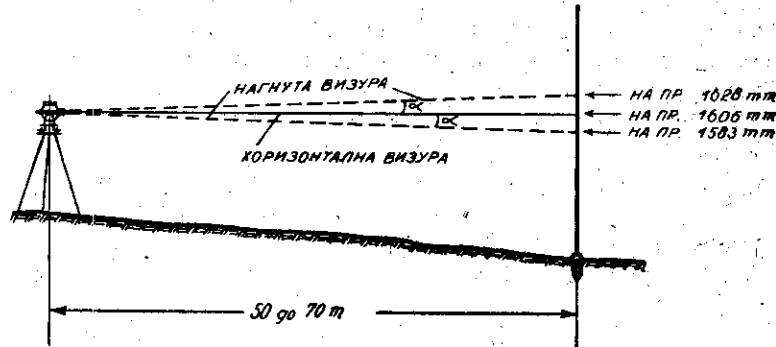
#### ИСПИТИВАЊЕ ПАРАЛЕЛНОСТИ ОСЕ НИВЕЛМАНСКЕ ЛИБЕЛЕ И ВИЗУРЕ

Начин испитивања овог услова зависи од тога да ли се на дурбину универзалног инструмента налази реверзиона или пак проста либела

#### ИНСТРУМЕНТ ИМА РЕВЕРЗИОНУ ЛИБЕЛУ

После испитивања нивелманске либеле, не померајући инструмент, помоћу те либеле доведе се оса алхидаде у вертикалан положај. На удаљености око 70 m од инструмента на чврстој подлози постави се нивелманска летва (вертикално). Визира се на летву. Мање отступање мехура нивел. либеле поништи се *микрометарским завршетком дурбина* (оса либеле је у хоризонталном положају). Затим се чита отсечак на летви (напр. 1628 mm). Дурбин се преведе у II положај (сл. 376) и изврши читање на летви (напр. 1583 mm); при том мехур нивел. либеле врхуни (оса либеле је у хоризонталном положају). Превођењем дурбина у II положај, однос између осе либеле и визуре није се изменио, јер није била померана ни кончаница, а ни цев либеле. Да је визура била паралелна с осом либеле, читања у обадва положаја дурбина била би једнака. Међутим, разлика између читања у нашем случају износи

1628 mm – 1583 mm = 45 mm, што значи да *шражени услов није испуњен*. Визура ће да буде у хоризонталном положају при читању аритметичке средине између два претходна читања, у нашем случају при читању



Сл. 376

$S = 1/2 (1628 \text{ mm} + 1583 \text{ mm}) = 1606 \text{ mm}$ . Дурбин се преведе у I положај и при оглуштеном притезачу дурбина окреће се дурбин око обртне осовине док читање на летви не износи приближно 1606 mm. Затим се притегне притезач дурбина, а микрометарским завртњем дурбина доведе се визура у хоризонтални положај тј. да се чита аритметичка средина између ранијих читања, у нашем случају 1606 mm. Мехур нивел. либеле сада не врхуни (он је врхунио при читању 1628 mm и 1583 mm). Целокупно отступање поништи се корекционим завртњем нивел. либеле (завртањ 20 а, сл. 168 и 169) тј. доведе се и оса либеле у хоризонталан положај. Испитивање треба проверити.

Када смо микрометарским завртњем померили дурбин, довели смо визуру из нагнутог у хоризонтални положај (читање 1606 mm). Пошто нисмо дејствовали положајним завртњима, нисмо мењали положај осе алхидадине. Она је била и остала у вертикалном положају. Међутим оса нивел. либеле из ранијег хоризонталног положаја дошла је у нагнути. Не мењајући положај осе алхидадине и визуре, осу нивел. либеле можемо сада довести у хоризонталан положај једино дејствујући њеним корекционим завртњем.

Овим је да~~то~~ објашњење зашто раније при испитивању и ректификацији нивел. либеле није био у~~по~~шребљен њен корекциони завртањ.

#### ИНСТРУМЕНТ ИМА ПРОСТУ ЛИБЕЛУ

Поступак рада сличан је оном који се употребљава при испитивању овог услова код падомера (сл. 252 и 253) па је потребно освежити тамо описано градиво.

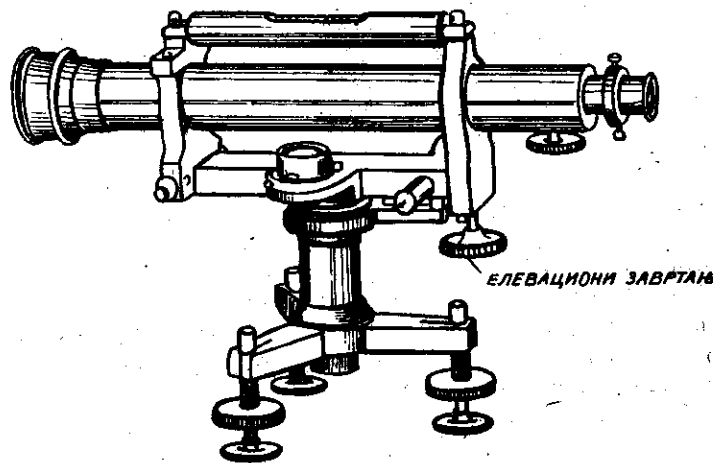
Кад се у чврстом и приближно хоризонталном или мирно нагнутом терену на растојању на пример 80 m кочићима обележе тачке А и В, тачно у средини између њих постави се инструмент. Затим се на описани начин (у овом поглављу) испита и ректифицикује нивел. либела и доведе оса алхидадина у вертикалан положај. Нивелањем из средине (читањем на летви у два положаја) одреди се висинска разлика између тачака А и В, напр.  $h = +0,426 \text{ m}$  (сл. 372). После тога инструмент се премести и постави покрај тачке В. Измери се висина инструмента  $i$

(вертикално отстојање од главе кочића до средине окулару у моменту кад мехур нивел. либеле врхуни, напр.  $i = 1358 \text{ mm}$ ). Претпоставимо да је висина тачке А . . .  $100,000 \text{ m}$  н.м. Висина тачке В је . . .  $100,000 \text{ m}$  н.м. +  $0,426 \text{ m} = 100,426 \text{ m}$  н.м., а висина визуре (код окулару) . . .  $100,426 \text{ m}$  н.м. +  $1,358 \text{ m} = 101,784 \text{ m}$  н.м. Ако је визура у хоризонталном положају при визирању с тачке В на летву постављену на тачки А (мехур нивел. либеле врхуни), треба у нашем случају да читамо отсечак  $101,784 - 100,000 = 1,784$ . Ако овај отсечак не читамо, дејствујући микрометарским завртњем дурбина доведемо визуру у хоризонталан положај, тј. да читамо отсечак  $1784$ . Целокупно отступање мехура нивел. либеле понишtimo њеним корекционим завртњем тј. доведемо и осу нивел. либеле у хоризонтални положај. Тачност извршене ректификације можемо контролисати нивелањем с тачке А. Висина инструмента нека износи  $1,488 \text{ m}$ . Висина визуре у нашем случају . . .  $100,000 + 1,488 = 101,488$ . На летви постављеној на тачки В треба да читамо . . .  $101,488 - 100,426 = 1,062$ . Ако разлика у читању износи до  $5 \text{ mm}$ , услов е задовољен.

### НИВЕЛМАНСКИ ИНСТРУМЕНТИ

У изложеном градиву о геометриском нивелману за одређивање висинских разлика употребљен је универзални инструмент. Међутим, овај се рад може извести и помоћу нивелманског инструмента, па је потребно да се у кратком излагању упознамо и с оваквим инструментом.

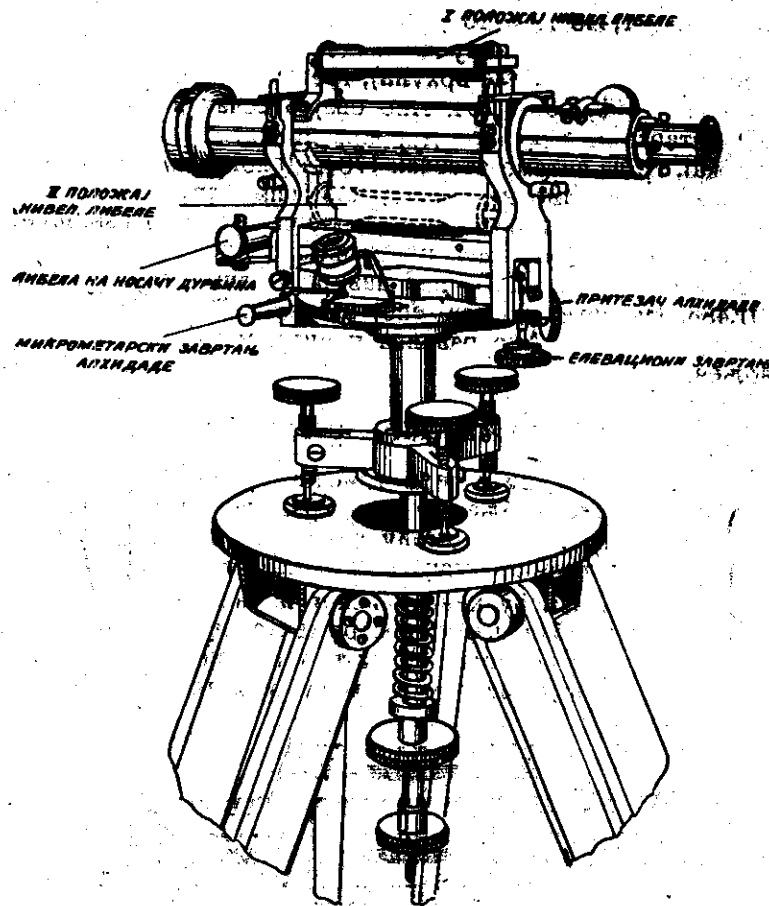
Главна разлика између нивелманског и универзалног инструмента лежи у томе што дурбин нивел. инструмента нема обртне осовине па се према томе дурбин не може обртати у вертикалној равни. Из овог следи да се нивел. инструментом не могу мерити вертикални углови



Сл. 377

и стога нивел. инструмент нема вертикалног лимбуса. Ако нивел. инструмент има елевациони завртањ (сл. 377 и 378), незнатно померање дурбина, тј. и визуре у вертикалној равни, постиже се тим завртњем, у противном ово се померање постиже једним од положајних завртања (напр. завртњем 1, сл. 379).

Дурбин може, али не мора, да буде везан за носач дурбина. У првом случају дурбин је непокретан (сл. 377) у односу на носач, а у другом случају је покретан (сл. 378).



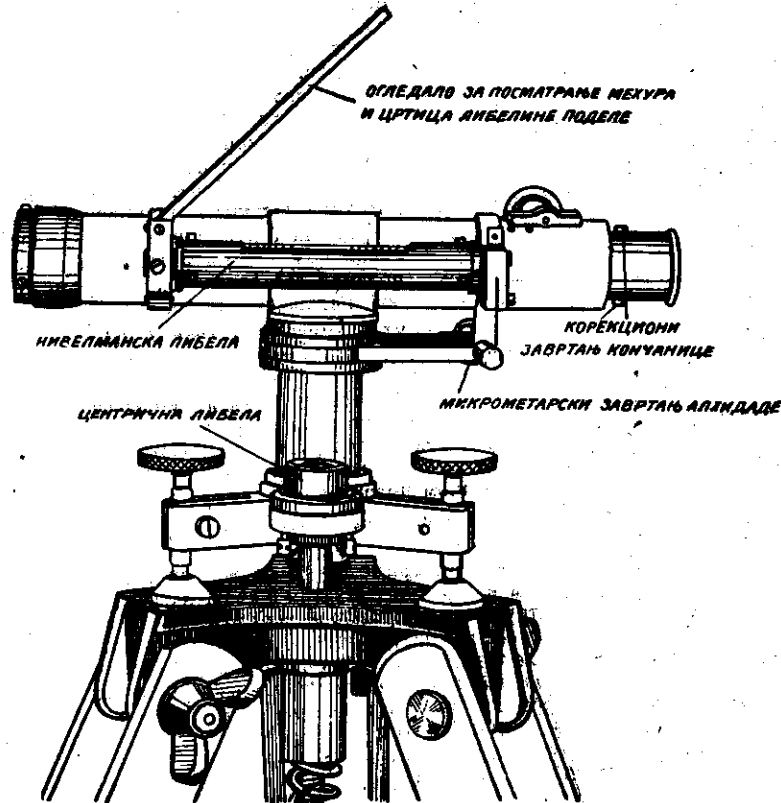
Сл. 378

Ако нивел. инструмент има хоризонтални лимбус, може се употребити за мерење хоризонталних углова само у приближно водоравном терену, јер се визура може да креће у вертикалној равни у незнатној мери. Тачност читања поделе понајчешће износи 1 минут. Оно се врши на једном месту (једним новиусом).

Нивелмански инструмент старије и новије конструкције има нивел. либелу<sup>70</sup>. Она је проста (сл. 377 и 379) или реверзиона (сл. 378). Помоћу ове либеле доводи се *оса алхидадина* (главна *оса инструмента*) у вертикалан положај. Нивел. либела је понајчешће везана за дурбин (сл. 377, 378, 379). Међутим, она може да буде везана за носач дурбина и најзад, ова либела може да буде слободна и да се само за време рада

<sup>70</sup> Нивелмански инструмент најновије конструкције нема нивел. либелу.

поставља на дурбин (тзв. јашућа либела). Нивелмански инструмент често има и центричну либелу која се употребљава за довођење главне осе приближно у вертикалан положај (сл. 377 и 379).



Сл. 379

Из овог се описа види да по конструкцији има неколико група нивелманских инструмената. Ипак се они могу да поделе у две главне групе:

- а) нивелмански инструменти с непокретним дурбином (сл. 377 и 379).
- б) нивелмански инструменти с покретним дурбином (сл. 378).

#### ИСПИТИВАЊЕ И РЕКТИФИКАЦИЈА НИВЕЛМАНСКОГ ИНСТРУМЕНТА

Као и код универзалног инструмента, тако и код нивелманског, на свакој се станици доводи главна оса (оса алхидадина) у вертикалан положај помоћу нивел. либеле. Да би се ово могло извршити, потребно је да оса нивел. либеле буде управна на главну осу. Кад се главна оса налази у вертикалном положају (сл. 377 а), оса нивел. либеле се налази у хоризонталном положају. Нивелмански инструмент је оспособљен за нивелацију из средине. Да би се могло нивелати с краја, потребно је да и визира буде у хоризонталном положају, тј. да буде паралелна с осом нивел. либеле. Препоручује се и при нивелацији из средине да буде испуњен овај услов, јер онда визуре могу да буду подједнаке дужине.

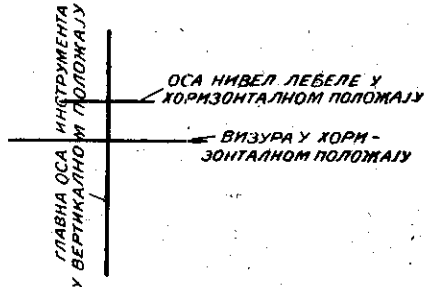
Овде ћемо у најкраћем описати ректификацију два основна типа нивелманских инструмената.



### ИНСТРУМЕНТ С НЕПОКРЕТНИМ ДУРБИНОМ БЕЗ ЕЛЕВАЦИОНОГ ЗАВРТЊА

При постављању инструмента глава статива треба да је приближно хоризонтална.

**Испитивање нивелманске либеле и довођење главне осе у вертикалан положај.**— Претходно се главна оса инструмента грубо доведе у вертикалан положај помоћу неиспитане нивел. либеле. Затим се поступи на исти начин на који се доводи



Сл. 377а

оса алхидадина у тај положај код универзалног инструмента помоћу једне либеле на алхидади. После тога, дурбин, дакле и нивел. либела (сл. 379), постави се у правац положајних завртања 1 и 2 и помоћу њих доведе се мехур да врхуни. Алхидада се окрене за око  $180^\circ$  (инструмент нема хоризонталног лимбуса). Ако сад мехур нивел. либеле не врхуни, половина отступања поништи се дејствујући завртњима 1 и 2, а преостала половина корекционим завртњем те либеле. Поступак се понавља све докле док мехур не врхуни у оба положаја либеле, тј. док њена оса не буде управна на главну осу.

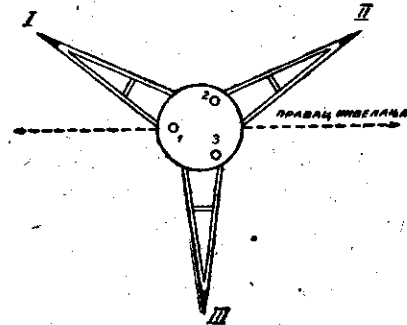
Затим се дурбин окрене за око  $90^\circ$ , отступање мехура се поништи 3-им Положајним завртњем; дурбин се врати у правац *Сим завртњима*. Овај се поступак наставља све док мехур не врхуни у наведена два различита положаја дурбина. Главна оса је сад у вертикалном положају и више се не дејствује положајним завртњима зато да би она и надаље остала у вертикалном ооложају.

Ако инструмент има центричну либелу, сад се мехур и те либеле доведе да врхуни (корекционим завртњима те либеле).

**Испитивање да ли је визура паралелна с осом нивелманске либеле.**— Овај се услов испитује нивелањем из средине, а затим с краја на начин описан у овом поглављу код универзалног инструмента с *Простом либелом на дурбину*, али с том разликом што се врло лагано кретање визуре уместо микрометарским завртњем дурбина овде постиже *Померањем хоризонталног краја кончанице*. Осу либеле не померамо, јер се она налази у хоризонталном Положају. Хоризонтални крај помера се опрезно помоћу вертикалних корекционих завртања кончанице. Један завртањ одвртнемо напр. само за четвртину хода, а други за толико завриемо. Тако доведемо визуру у хоризонтални положај тј. да читамо израчуinati отсечак (види испитивање овог услова код универзалног инструмента с простом нивел. либелом, читање 1784 mm, односно 1062 mm).

Кад је визура доведена у хоризонтални положај, микрометарским завртњем алхидаде лагано померамо дурбин око главне осе и посматрамо да ли стално имамо исто читање на летви, тј. *исцртајемо да ли је хоризонтални крај кончанице заиста хоризонталан*. Ако није, отсечке на летви треба читати у пресеку вертикалног и хоризонталног краја.

Кад се нивела овакавим инструментом, положај ногу статива (I, II, III) и положајних завртања (1, 2, 3) према главном правцу нивелања приказан је на сл. 379, да би се мало отступање мехура нивел. либеле пре читања на летви могло поништити положајним завртњем 1.



Сл. 379а

### ИНСТРУМЕНТ С НЕПОКРЕТНИМ ДУРБИНОМ И ЕЛЕВАЦИОНИМ ЗАВРТЊЕМ

Нивелманска се либела испитује и ректификује на начин описан код нивелманског инструмента без елевационог завртња с том разликом што се *Половина мехуровог отступања поништава елевационим завртњем, а не корекционим завртњем либеле*.

При испитивању паралелности низуре с осом нивел. либеле, које се врши на исти начин као и код универзалног инструмента с простом либелом на дурбину, уместо

микрометарског завртња дурбина употребљава се *елевациони завртња* (сл. 377). На крају се испитује да ли је хоризонтални конач заиста хоризонталан.

### ИНСТРУМЕНТ С ПОКРЕТНИМ ДУРБИНОМ И РЕВЕРЗИОНОМ ЛИБЕЛОМ НА ДУРБИНУ

Код овог инструмента (сл. 378), осим раније наведених услова, треба испитати да ли се механичка оса дурбина поклапа с визуром.

Прво се испита да ли је оса нивел. либеле управна на главну осу и то на исти начин као код нивелманског инструмента с непокретним дурбином и елевационим завртњем. При том се нивел. либела налази напр. у I положају, а окретање дурбина око *главне осе* за  $180^\circ$  може се тачно да изврши, јер инструмент има хоризонтални лимбус. Затим се доведе главна оса у вертикалан положај помоћу испитане и ректификоване нивел. либеле.

После тога се прелази на испитивање поклапања осе дурбинове са визуром. На удаљености око 50 m од инструмента на побијеној кочић постави се нивелманска летва. Нивелманска либела се налази у I положају (сл. 378). Визира се на летву и средњим хоризонталним концем чита се отсечак  $a_1$ , напр. 1523. Окрене се дурбин у његовим лежиштима око механичке осе за  $180^\circ$  (сада се нивел. либела налази у II положају) и изврши читање на летви  $a_2$  (на пример 1510 mm). У оном случају услов поклапања није испуњен. Вертикалним корекционим завртњима коначнице помери се хоризонтални конач на читање  $1/2 (a_1 + a_2)$ , у нашем случају на  $1/2 (1523 + 1510) = 1516$ . Сад се визура поклапа с механичком осом дурбина, што не значи да је визура паралелна и с осом нивел. либеле.

Да ли је оса нивел. либеле паралелна с визуром испитује се на исти начин као и код универзалног инструмента с реверзионом либелом. На већ употребљеној кочић поново се постави летва. Нивел. либела је у I положају. Елевационим завртњем доведе се њен мехур да врхуни и чита се отсечак  $l_1$ . Ово се изврши и у II положају нивел. либеле (читање  $l_2$ ). Ако је разлика између читања  $l_1$  и  $l_2$  већа од 5 mm, нивел. либела се доведе у I положај и помоћу *елевационог завртња* помера се дурбин да би се визура довела у хоризонталан положај, тј. да би се читало  $1/2 (l_1 + l_2)$ . Цело отступање мехура нивел. либеле поиншти се њеним корекционим завртњем.

На крају се испитује да ли је хоризонтални конач заиста хоризонталан.

При нивелању нивелманска либела се налази у I положају.

### ИЗРАВНАЊЕ НИВЕЛМАНА

Познато је да се код било којег мерења не могу избећи грешке у раду. Тако и код нивелмана.

Из података нивелања израчунате непоправљене висинске разлике једног нивелманског влака садрже извесне грешке. Изравнањем нивелмана долази се до поправљених висинских разлика и тек с овако поправљеним висинским разликама добијају се највероватније (усвојене, тачне) висине тачака.

**Изравнање у слепом нивелманском влаку.**— Начин изравнања при рачунању тачне висине завршне тачке слепог нивел. влака и једне везне тачке показан је у наставку примера 63 (бунари  $B_2$  и  $B_1$ ). Овај се начин изравнања примењује и у случају кад висине полазне и завршне тачке нивелања нису познате, с тиме да се висина полазне тачке може одредити приближно из података узетих с карте. У случају ако у близини полазне тачке имамо репер, препоручује се да се нивелањем од репера одреди висина полазне тачке нивел. влака и изврши изравнање на начин показан у примеру 64.

**Изравнање нивелмана између двеју тачака ( $R_1$  и  $R_2$ ) познатих висина.**— Из података *нашег* нивелања израчунамо укупну висинску разлику  $H'$  између полазне и завршне тачке нивелања ( $H' = h'_1 + h'_2 + \dots + h'_n = [Z'] - [P']$ ). Овако израчуната укупна висинска разлика  $H'$  неће бити једнака тачној укупној висинској разлици  $H = V_{R_2} - V_{R_1}$ .

Разлика  $H - H'$  даје отступање  $f$ . Ако је отступање мање или једнако допуштеном, односно оном које можемо прихватити, поделимо га на мање (поједине) *непоправљене висинске разлике*  $h'_1 \dots h'_n$  и то пропорционално дужинама визура. Тако добијемо поједине *поправљене висинске разлике*  $h_1 \dots h_n$  и помоћу њих, почев од висине полазије тачке нивелања, израчунамо висине свих везних тачака на начин показан у примеру 63.

На основу излагања које је досад дато у овом поглављу пољопривредни стручњак могао би да реши оне случајеве премеравања у висинском погледу који се већином јављају у његовом раду.

#### ПРИМЕРИ ИЗРАВНАЊА

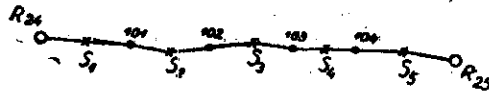
На крају се наводи још неколико примера рачунања висина тачака. Ови примери могу да послуже као упутство и подсметник при решавању и сложенијег примера у висинском погледу ако би се јавио у раду агронома.

##### Одређивање висина везних тачака у уметнутом нивелманском влаку

###### Пример 66

Да би се могло извршити наводњавање једне парцеле у равничарском терену, између осталих радова потребно је одредити висине тачака 101, 102, 103 и 104 нивелманског влака развијеног између репера  $R_{24}$  и  $R_{25}$ . Нивелмански влак развијен је по граници парцеле, сл. 380.

Нивелање је извршено у једном смеру, јер се ради о нивелману између два *деша репера*. Подаци нивелања уписани су у нивелманском записнику (на страни 283).



Сл. 380

Израчунају се поједине висинске разлике  $h'_1 \dots h'_5$ , збир појединих позитивних и негативних висинских разлика  $[+h']$  и  $[-h']$ , а затим  $[Z] - [P]$ . Укупна висинска разлика између  $R_{24}$  и  $R_{25}$  добијена нивелањем износи  $H' = \dots [+h'] + [-h'] = 0421_7 + (-1125_0) = -0704_2$ . По једначини (49)  $\dots H' = [Z] - [P] = 6510_2 - 7214_5 = -0704_2$ .

Ово значи да у рачунању нема грешке. Међутим, висинска разлика између репера  $R_{24}$  и  $R_{25}$  треба да износи  $\dots H = VR_{25} - VR_{24} = 114,718_4 - 115,452_0 = -0734_5$ . Отступање  $f$  износи  $\dots H - H' = -0734_5 - (-0704_2) = -30_3$ , а допуштено је  $\dots \Delta = \pm 36\sqrt{0,815} = \pm 32\text{mm}$  (дужина нивелманског влака 815 m).

Како је отступање  $f$  мње од допуштеног, значи да је нивелање изведено с тачношћу која се тражи по катастарским прописима. Отступање  $f$  подељено сразмерно дужинама визура даје поправке за поједине висинске разлике. Тако напр. за висинску разлику  $-0372$ , поправка  $v_1$  износи  $\dots f/d \times d_1 = -30\text{mm}/815\text{m} \times 182\text{m} = -7\text{mm}$ . Ове поправке, које сас у нашем примеру имају знак  $-$ , уписане су у записник изнад појединих непоправљених висинских разлика. Прва поправљена висинска разлика износи  $\dots -0372 + (-7) = -0379$ , а друга  $+0267 + (-5) = +0262$ . Рачунање појединих поправљених висинских разлика контролише се по једначини  $[h] = H$ , у нашем примеру  $+0262_1 + +0146_2 - 0379_1 - 0439_7 - 0324_0 = -0734_5$ . Помоћу појединих поправљених висинских разлика израчунају се висине везних тачака 101  $\dots$  104.

Применимо ли правило да тачност рада зависи од сврхе самог рада, у овом случају изравнање није потребно, јер је отступање  $f$  незнатно. Ако би пак био дужи нивелмански влак на који се ослањају још неки нивелмански влаци, изравнање би било потребно.

#### ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА ВЕЗНИХ ТАЧАКА У ЗАТВОРЕНОМ НИВЕЛМАНСКОМ ВЛАКУ

###### Пример 67

У циљу научно-истраживачког рада изабрана је парцела за огледе. Да би се могло извршити снимање у висинском погледу, одредиће се надморске висине тачака 1, 2  $\dots$  9, 10, сл. 381. Ове су тачке постављене на граници парцеле.

НИВЕЛМАНСКИ ЗАПИСНИК  
(уз пример 66)

Станица	Визура	Отстојање до летве у метрима	Читање на летви			Висинска разлика $h = Z - P$		Висина визуре $V_v$	Коте тачка	ПРИМЕДБА
			на- траг Z	на де- таљним тачкама	на- пред P	+	-			
S <sub>1</sub>	R <sub>24</sub>	90	1428 <sub>6</sub>					115,452 <sub>0</sub>	Нивелано 4-5-30. Инструмент фирме Штарке Камерер бр. 5102.	
	101	92			1800 <sub>0</sub>		0372 <sub>2</sub> 0379 <sub>1</sub>	115,073 <sub>8</sub>		
S <sub>2</sub>	101	70	1513 <sub>1</sub>						Време повољно. Нивелао Н.Н.	
	102	70			1246 <sub>2</sub>	0267 <sub>6</sub>		115,335 <sub>0</sub>		
S <sub>3</sub>	102	85	1190 <sub>2</sub>							
	103	86			1623 <sub>3</sub>		0433 <sub>1</sub> 0439 <sub>7</sub>	114,896 <sub>2</sub>		
S <sub>4</sub>	103	62	0935 <sub>8</sub>							
	104	60			1255 <sub>4</sub>		0320 <sub>5</sub> 0324 <sub>0</sub>	114,572 <sub>2</sub>		
S <sub>5</sub>	104	100	1444 <sub>4</sub>							
	R <sub>25</sub>	100			1290 <sub>3</sub>	0154 <sub>1</sub>		114,718 <sub>4</sub>		
		815	6510 <sub>3</sub>		7214 <sub>5</sub>	0421 <sub>7</sub>	1125 <sub>0</sub>			
			[Z]		[P]	[+h']	[-h']			

$$H' = +0421_7 - 1125_0 = 6510_3 - 7214_5 = -0704_2$$

$$H = 114,718_4 - 115,452_0 = -0734_5$$

$$f = -0734_5 - (-0704_2) = -30_3$$

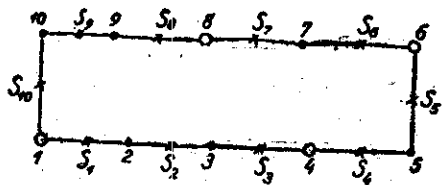
Први ће се одредити надморска висина тачке 1 нивелањем од најближег датог репера (у два смера) како је показано у наставку примера 63<sup>71</sup>. Репер ће се пронаћи према опису о његовој стабилизацији. На вањним тачкама употребиће се гвоздени подметак.

Ако би парцела била далеко од репера, онда би се, по подацима узетим са карте, одредила приближна висина тачке 1 (напр. 245,000 m н. м.). Овакав начин одређивања висине полазне тачке нивелања образложио би се у опису рада. Када не би био у питању научно-истраживачки рад, било би саветно ка приближној надморској висини тачке 1 додати, на пример 300 m да би се уочљиво назначило да се не ради о апсолутним висинама.

Висине тачака 2, 3 . . . 10 затвореног нивелманског влака одредиће се нивелањем из средине. Пошто је тачка 1 изабрана за полазну, она је уједно и завршна тачка нивелманског влака. Према томе, при изравњању тог влака, [Z] - [P] и збир појединих

<sup>71</sup> Ако би отступање између укупне висинске разлике добијене нивелањем од репера до тачке 1 и нивелањем у супротном смеру, тј. од тачке 1 до репера, било веће од допуштеног, одлучићемо да ли је потребно нивелати поново, или не.

непоправљених висинских разлика  $[h']$  треба да је једнак нули. Отступање  $f$  израчунаће се по формули  $f=0-[h']$ . Тако напр. ако би  $[h']$  тј.  $[Z]-[P]$  била  $+60$  mm, отступање износи  $\dots f=0-(+60 \text{ mm})=-60$  mm, а ако би  $[h']$  била напр.  $-56$  mm,  $f=0-(-56 \text{ mm})=+56$  mm. Поправке за поједине непоправљене висинске разлике, као и поједине поправљене висинске разлике, израчунаће се како је показано у примеру 66. При том све поправке задржавају знак који произлази из једначине  $f=0-[h']$ .



ТАЧКЕ 1, 4, 6 И 8 ОБЕЛЕЖЕНЕ СУ КОД РЕЛЕРИ

Сл. 381

Одређивање висина тачака у затвореном нивелманском влаку може се применити и код радова на одводњавању и наводњавању земљишта, осанвању воћњака и слично.

### ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНА ВЕЋЕГ БРОЈА ВЕЗНИХ ТАЧАКА УМЕТНУТИХ ИЗМЕЂУ ПОЧЕТНЕ И ЗАВРШНЕ ТАЧКЕ НИВЕЛАЊА

#### Пример 68

Недалеко од обале реке С налази се подводно земљиште (сл. 382). Ради одводњавања тог земљишта на терену су пронађене трасе канала бр. 1 и бр. 2. Ушће канала бр. 1 означено је тачком 1, а почетак тачком 44. Тачке 4, 10, 21, 29 налазе се на преломима трасе. Ове су тачке обележене већим кољем. Остале тачке канала бр. 1 (тачке 2, 3 . . . 42, 43), обележене мањим кољем, означају места попречних профила (на међусобној удаљености до 50 m, већ према конфигурацији терена). Главe побјејеног коља налазе се у нивоу површине земљишта. При нивелању на ово се коље поставља нивелманска летва (у нормалном положају), а код копања канала оно служи за мерење дубине ископа. Покрај сваког од ових кочних побие се још један кочни, али тако да глава буде изнад површине земљишта. Пре побиијања, на затесаној површини кочина упише се број профила и отстојање од ушћа канала (види сл. 346, отстојање 0 + 95, 0 + 210 итд.).

Нивелање почиње од полазне тачке 1 са станице 1. Прво се чита отсечак на летви постављеној на тачки 1, а затим на тачки 6 која је уједно и везна тачка (нивелање из средине). Затим долазе на ред тачке 2, 3, 4 и 5 (нивелање с краја), а после тога „контролно читање“ на тачки 6, дакле поступак описан у примеру 65. Рад се наставља на станицама 2, 3, 4 . . . 11. Ради контроле нивела се у супротном правцу (станице 12, 13, . . . 23) при чему се летва поставља само на везним тачкама (44, 41, 39 . . . 6, 1). Израчуна се висинска разлика  $H_1$  између тачке 1 и тачке 44 добијена нивелањем у једном смеру (једначина 49), а затим висинска разлика  $H_2$  између тих тачака добијена нивелањем у супротном смеру. Разлика  $\Delta$  између  $H_1$  и  $H_2$  треба да буде у границама допуштених отступања<sup>72</sup>. У тим границама треба да буду и висинске разлике између везних тачака, напр. висинске разлике између везних тачака 33 и 36 добијене нивелањем у два смера.

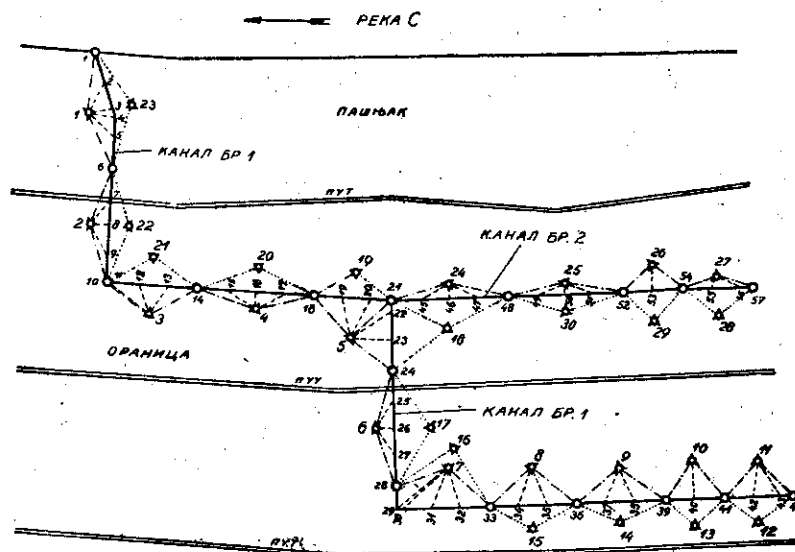
После тога се прелази на рачунање висина везних тачака почев од тачке 1 (под претпоставком да је надморска висина те тачке била раније одређена или пак да се на основу података узетих са карте уставио приближна висина и њој дода напр. 200 m). За дефинишивне висинске разлике између везних тачака узимају се аритметичке средине. Тако напр. висинска разлика између тачке 1 и тачке 6 у једном смеру нивелања нека износи  $+0268$  mm, а у супротном смеру  $-0275$  mm. Дефинитивна висинска разлика износи  $\dots \frac{1}{2}(268+275)=272$  mm. Она задржава знак + тј. знак ове висинске разлике добијене нивелањем од тачке 1 до тачке 44. Према томе, у случају показаном у овом примеру уместо појединачних поправљених висинских разлика узимају се аритметичке средине.

Висине детаљних тачака рачунају се на начин показан у примеру 65.

<sup>72</sup> При рачунању допуштеног отступања дужину влака претставља збир дужина визура нивелања (из средине) у смеру од тачке 1 до тачке 44 (види наставак примера 63).

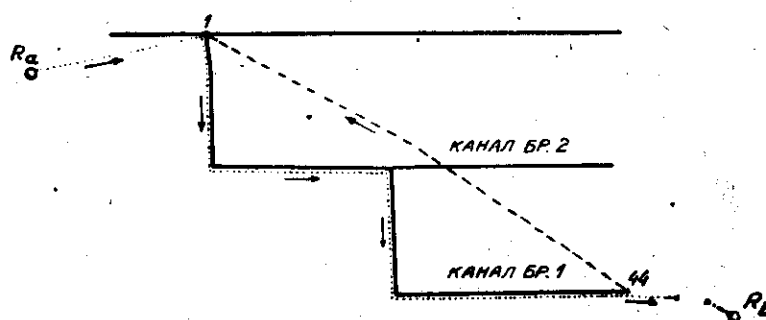
За канал бр. 2 полазна тачка нивелања је преломна тачка 21 канала бр. 1 чија је висина одређена у нивелману канала бр. 1.

При нивелању у супротном смеру за канал бр. 1, ради уштеде у времену, могло би се поћи најкраћим путем тј. изван трасе канала (сл. 383, црткаста линија 44 → 1), дакле, извршити нивелање у затвореном влаку. Висине везних тачака израчунале би се како је показано у примеру 67. Иако се ради о затвореном нивелманском влаку, у овом случају боље је поступити на начин приказан на сл. 382.



Сл. 382

Ако би канал бр. 1 био дужи, в у близини почетне и завршне тачке нивелања налазили би се реперн  $R_a$  и  $R_b$ , нивелали бисмо у једном смеру и то од репера  $R_a$  до полазне



Сл. 383

тачке 1, затим по траси канала и на крају од завршне тачке на траси до најближег репера. Рачунање висина везних тачака извршили бисмо на начин показан у примеру 66.

На крају поглавља о геометриском нивелману наводи се да се овај нивелман примењује у оним случајевима кад је потребно тачније одређивање висинских разлика. Ако се ради о одређивању висинских разлика с мањом тачношћу, уместо геометриског нивелмана примењује се тахиметрија с којом ћемо се упознати у следећем поглављу.

## XV. ТАХИМЕТРИСКО СНИМАЊЕ ИЛИ ТАХИМЕТРИЈА

### ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

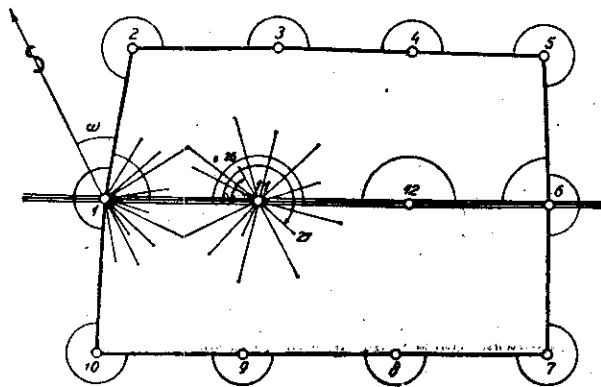
Тахиметрија значи брзо снимање.

Ради објашњења оваквог начина снимања послужићемо се примером (сл. 384).

На једној већој парцели, која лежи у брежуљкастом терену, вршиће се кроз време од неколико година педолошка, агрохемиска и друга истраживања да би се установило дејство различитих агротехничких мера (калцификације, ђубрења, промене плодореда итд.).

Поставља се задатак снимити границу парцеле, путеве, места на којима су узети педолошки профили и полупрофили као и потребан број тачака карактеристичних за претставу терена у вертикалном погледу.

На основу података добијених снимањем на терену и рачунањем у бироу треба израдити ситуациони план парцеле, на њему означити тачке односно места профила, полупрофила и тачака карактеристичних за рељеф, уписати висине свих тих тачака и конструисати изохипсе с изабраном еквидистанцијом. Користећи изохипсе и на плану означена места профила и полупрофила као и резултате лабораториских истраживања, треба на плану нацртати границе типова земљишта и израчунати њихове површине.



Сл. 384

Осим овог основног задатка не треба изгубити из вида да ће кроз одређени број година бити потребно копање нових полупрофила, евентуално и профила, да би се лабораториским испитивањима могле установити промене у земљишту. Места за копање нових полупрофила (евент. и профила) треба тако одредити да она буду у близини раније узетих полупрофила, али тако да се

са сигурношћу избегну места старих полупрофила где се хоризонталне налазе у поремећеном стању.

Да би се могао решити постављени задатак, после рекогносцирања терена, развиће се два полигонска влака (1, 2, 3 . . . . 10, 1 и 1, 11, 12, 6). Полигонске тачке стабилизоваће се стубовима (сл. 220). При мерењу дужина полигонских страна, преломне тачке обележиће се кољем. Испод података првог мерења дужине сваке стране, у записнику се неће остављати место за уписивање података другог мерења, јер ће се оно извршити, иако у супротном смеру од првог, као да прво мерење не постоји. Тек после тога, из ових података израчунаће се косо мерење дужине нередукване на хоризонт.

Висинске разлике, потребне за редукују косо мерених дужина и висине полигонских тачака, одредиће се нивелманом, а затим ће се извршити редукују косо мерених дужина (рачунање редукују не долази у обзир за дужине мерење хоризонтално).

Ако у близини парцеле нема датог репера, надморска висина почетне тачке затвореног нивелманског влака установиће се приближно из података узетих са карте. У опису извршених геодетских радова ово је *пошребно нагласити*.

Подаци мерења оријентационог угла ( $\omega$ ), везних и преломних углова *уписуће се у записник мерења углова*. Углове затвореног полигонског влака, као основног, треба мерити у два гируса.

Са досада описаним мерењима и израдом плана на основу тих мерења ми смо добро упознати.

Да бисмо видели у чему се састоји тахиметриско снимање *које ће се извршити после копања профила и полупрофила*, описаћемо у главним цртама рад на једној тахиметриској станици.

Пре почетка тахиметриског снимања изради се скица парцеле. Приближна размера изабере се тако да у скицу могу прегледно да се упишу бројеви снимљених тачака (напр. профили почев од 1 с ознаком пф., полупрофили почев од 1 с ознаком п.пф., а детаљне тачке почев од 1 без икакве засебне ознаке). При изради скице користе се дужине полигонских страна, оријентациони угао, везни и преломни углови.

После центрисања инструмента на полигонској тачки (напр. на тачки 11), измери се висина инструмента  $i$ . Визира се на *значку* (само у 1 положају дурбина) постављену на полигонској тачки 1 и у *шахиметриски записник* упишу се број тачке и читања на обадва хоризонтална нониуса (ако инструмент има два нониуса). Ради сигурности, описани рад се изврши и за полигонску тачку 12.

*Сад ошпочиће шахиметриско снимање*. Нивелманска летва постави се вертикално на чело оног профила или пак полупрофила који долази први по реду од правца  $o 11 \rightarrow o 1$  идући у смислу кретања казалици на сату, напр. на чело профила 26. У тахиметриски записник упише се број профила на који је визирано. Затим се визири на летву (вертикални крај погађа средину летве). Ако се при хоризонталној визири могу извршити читања у којима горњи, средњи и доњи крај кончанце погађа летву, она се запишу, а затим се прочитају и запишу стања на хоризонталним нониусима (која одговарају правцу визуре). Ако се пак услед конфигурације терена не могу извршити читања на летви визуром у хоризонталном положају, она ће се извршити при нагнутој визири. Да би се убрзало рачунање у бироу, микрометарским завртњем дурбина подеси се положај дурбина тако да горњи крај кончанце погађа летву напр. у првом метру (1000 mm) или пак у другом (2000 mm).



евентуално у полуметру или десиметру. Ако се не би могла постићи читања са сва три конца, потребно је читати са два конца (горњим и средњим или оредњим и доњим). У случају нагнуте визуре, у тахиметриски записник уписаће се и стање на нониусу вертикалног лимбуса.

У скици приближно се означи место снимљеног профила и упише се број профила (тачке).

Помоћу ових и рачунањем (у бироу) добијених података, може се на плану означити место где је био ископан профил 26. Осим тога може се израчунати и висина тачке на којој се налазила летва, иако је визура била нагнута.

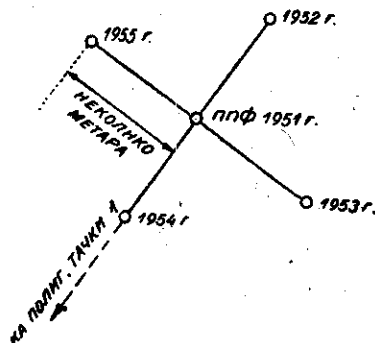
На описани начин снимаће се и други профил, односно полупрофил, који долази по реду идући у смислу кретања казаљки на сату.

Кад су сви профили и полупрофили, које је требало снимити на овој станици, снимљени, поново се визира на значку постављену на полигонској тачки 1. Средња вредност читања на хоризонталним нониусима може се разликовати од раније за три податка нониуса. На овај се начин контролише да ли се хоризонтални лимбус за време рада није померио.

Затим се наставља тахиметриско снимање граничних тачака и детаљних тачака карактеристичних за претставу рељефа и слично. Ако су снимљене и граничне тачке, тј. ако се полигонске стране не подударају с граничним линијама, потребно је ради контроле измерити дужине фронтова. Уколико се дужине фронтова не мере хоризонтално, висинске разлике потребне за редукацију израчунаће се из висина граничних тачака снимљених тахиметриски.

Увежбани осматрач неће засебно снимати профиле и полупрофиле, а затим остале тачке, него ће ова снимања спојити (идући у смеру кретања казаљки на сату почев од почетне тачке).

Тахиметриским снимањем, осим висина тачака, одређени су хоризонтални углови између почетног правца (у нашем случају ка полигонској тачки 1) и правца појединих профила, полупрофила и детаљних тачака као и удаљености тих тачака од станице инструмента (у нашем примеру од полигонске тачке 11). Помоћу тих података могу се поново означити места где су раније били ископани профили и полупрофили да би се близу њих могли копати нови профили и полупрофили где бедолошки хоризонти нису поремећени (сл. 385). Овај рад сачињава суштину задатка те према томе теренски подаци који се односе на профиле и полупрофиле морају бити и сигурни и што тачнији.



Сл. 385

Ка овоме треба додати да се у тежем терену и висинске разлике потребне за редукацију дужина полигонских страна и фронтова мерењих помоћу пантљанке (косо по терену) одређују тахиметриски, па шта више и саме дужине полигонских страна.

Према изложеном, за тахиметриска снимања може се употребити инструмент који има хоризонтални и вертикални лимбус (или пак само кружни исечак тог лимбуса), даље кончаницу са три хоризонтална конца и либелу на дурбину.

У овој књизи изостављен је тахиметар који нема либелу на дурбину као и ауторедукциони тахиметар којим се још брже долази до дужина и висинских разлика него код тахиметра са три конца.

#### МЕЋУСОБНИ ПОЛОЖАЈ ВАЖНИЈИХ ДЕЛОВА ИНСТРУМЕНТА ЗА ТАХИМЕТРИСКО СНИМАЊЕ

За тахиметриска снимања треба на инструменту да буду задовољени ови услови.

*Први услов.*— Оса либеле на алхидади хоризонталног лимбуса или на носачу дурбина треба да је паралелна с равни тог лимбуса, тј. управна на осу алхидадину. Начин на који се може задовољити овај услов описан је у VI поглављу.

Кад је овај услов испуњен, у могућности смо да на свакој станици инструмента доведемо осу алхидадину у вертикалан положај.

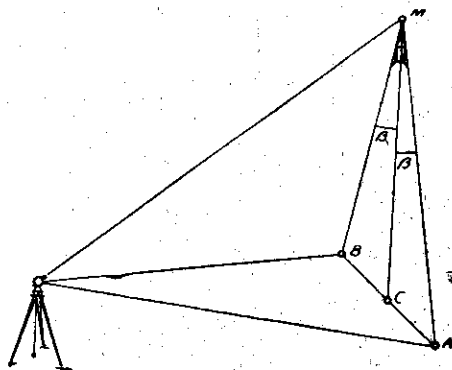
*Други услов.*— Визура треба да је управна на обртну осу дурбина. Начин испитивања овог услова показан је у VI поглављу (види опис продужења праве EF, сл. 192). Датом опису додаје се следеће. Центрисање инструмента изнад тачке F није потребно. Значку у тачки E може да замени напр. громобран на неком удаљеном фабричком димњаку и томе слично. Сматра се да је овај услов испуњен ако је четвороструко отступање мање од 5 mm. Према томе, ако се испитивањем овог услова указала потреба ректификације, јасно је да извршену ректификацију треба контролисати поновним испитивањем.

*Трећи услов.*— Обртна оса дурбина треба да је управна на осу алхидаде, тј. паралелна с равни хоризонталног лимбуса.

Кад је испуњен други услов, испитује се трећи (сл. 386). На отстојању 30 до 50 m, испред неког високог објекта (крст на торњу цркве, ивица димњака на некој високој згради и слично), постави се инструмент и што тачније се доведе оса

алхидадина у вертикалан положај (најбоље помоћу либеле на дурбину, види XIV поглавље). Навизира се изабрана тачка M, дурбин се обрне око обртне осовине и на земљи код изабраног објекта обележи се тачка коју погађа визура (напр. тачка A, сл. 386). Затим се дурбин преведе у II положај и на описани начин обележи се тачка B. У случају показаном на сл. 386 значи да трећи услов није испуњен, јер визура није погађала исту тачку. Пошто је у I положају дурбина визура погодила тачку која лежи надесно од вертикале тачке M, то значи да је управно

отстојање између обртне осе дурбине и равни хоризонталног лимбуса код десног лежаја осовине веће од таквог отстојања код левог лежаја осовине. Према томе, потребно

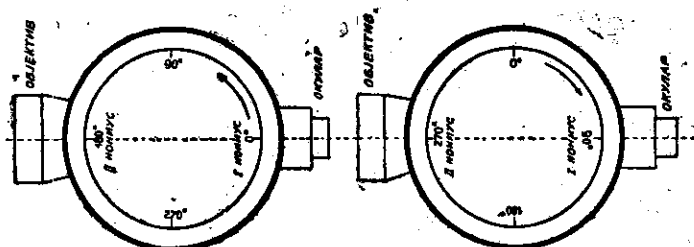


Сл. 386

је обртну осовину дурбина спустити у десном лежају или је пак подићи у левом. Спуштање, односно подизање, обртне осовине дурбина, треба вршити све док визура и у I и у II положају дурбина не попађа тачку С која лежи тачно у средини између тачака А и В. Терен између ових тачака треба да је хоризонталан. Сада ће се, при окретању дурбина око његове обртне осовине визура кретасти у вертикалној равни.

Код тахиметриског снимања испуњавање другог и трећег услова тражи се зато да би се избегло мерење хоризонталних углова у два положаја дурбина. Међутим, при снимању с мањом тачношћу (на пример педолошких профила и полупрофила кад се не ради о поновном одређивању места на којима су узети ти профили) може се допустити одступање веће од 5 мм код другог услова, а слично и код трећег услова.

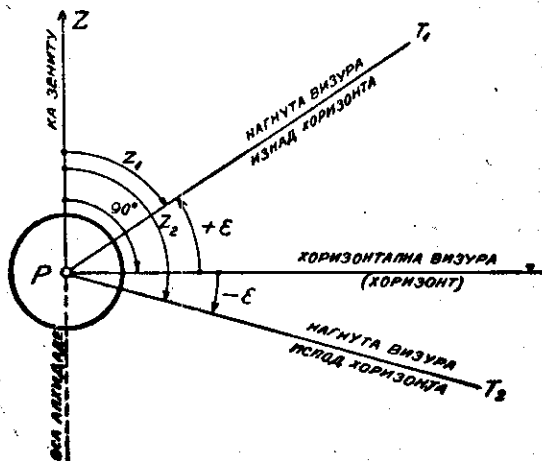
Четврти услов.— Оса либеле на дурбину треба да је паралелна с визуром. Начин на који се задовољава овај услов описан је у XIV поглављу.



Сл. 387

Сл. 388

Пети услов.— Кад се визура налази у хоризонталном положају, нулте цртице вертикалних нониуса треба тачно да се подударају с цртицама  $0^{\circ}$  и  $180^{\circ}$  поделе на вертикалиом лимбусу (сл. 387) или пак с цртицама  $90^{\circ}$  и  $270^{\circ}$  (ако је подела извршена на начин показан на сл. 388). Кад инструмент има један нониус, нулта цртица нониуса треба тачно да се подудара с цртицом  $0^{\circ}$ , односно  $90^{\circ}$ .



Сл. 389

Испуњавању овог услова прилази се тек кад су задовољени претходни услови. Оса алхидадина већ је доведена у вертикални положај помоћу либеле на дурбину (види XIV поглавље). Ако сад није испуњен пети услов, корекционим завртњима за померање вертикалних нониуса (напр. завртањ  $18^{\circ}$ , сл. 168) доведу се до подударања нулте цртице нониуса с цртицама  $0^{\circ}$  и  $180^{\circ}$ , односно  $90^{\circ}$  и  $270^{\circ}$  поделе на вертикалном лимбусу (већ према томе како је та подела извршена).

Неки инструменти уместо корекционих завртања имају микрометарски завртањ за врло лагано померање алхидаде тј. и нониуса за читање вертикалног лимбуса. У оваквом случају пошребно је обрашћи ишажњу да се овај завртањ не замени са микрометарским завршњем за врло лагано померање дурбина.

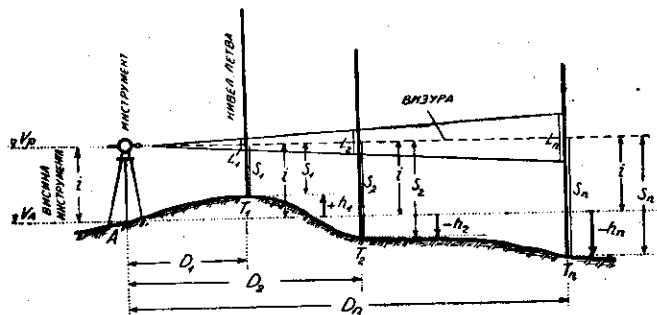
Да ли је задовољен пети услов, треба контролисати на свакој станици инструмента. Ради тога неки инструменти имају либелу на алхидади вертикалног лимбуса, тзв. контролну либелу. Кад је задовољен пети услов, мехур контролне либеле, помоћу њених корекционих завртања, доведе се да врхуни. После тога, чим се у току снимања примети да мехур ове либеле не врхуни, значи да треба извршити контролу петог услова тако да висински (вертикални) углови не би били погрешно измерени.

На сл. 389 тачка Р претставља пресек визуре с обртном осом дурбиновом. Из ове се слике види да вертикални углови  $\epsilon$  могу да буду позитивни и негативни. Зенитно отстојање или зенитни угао означен је са  $z$ .

**ОДРЕЂИВАЊЕ ОТСТОЈАЊА И ВИСИНСКЕ РАЗЛИКЕ  
 ОД СТАНИЦЕ ИНСТРУМЕНТА ДО ТАЧКЕ НА КОЈОЈ ЈЕ ПОСТАВЉЕНА ЛЕТВА**

ВИЗУРА ЈЕ ХОРИЗОНТАЛНА

**Одређивање отстојања.**— Изнад тачке А (сл. 390) центрисан је инструмент (тражени услови су задовољени, оса алхидаде налази се у вертикалном, а визура у хоризонталном положају).



Сл. 390

На тачки  $T_1$  постављена је иввелманска летва (вертикално). Визи-  
 рамо на летву и читамо отсечке (горњег, средњег и доњег конца кон-  
 чанице), напр.  $g \dots 1214 \text{ mm}$ ,  $s \dots 1334 \text{ mm}$ ,  $d \dots 1455 \text{ mm}$ . Описани  
 поступак се изврши и на тачки  $T_2$ .

Растојања  $D_1$  и  $D_2$  (сл. 390) израчунаћемо из једначине

$$D = KL + k \dots \dots \dots (51)$$

у којој  $D$  значи хоризонтално растојање од инструмента до летве,  $K$   
 мултипликациону,  $k$  адициону константу, а  $L$  разлику између читања  
 на летви горњим и доњим концем. Ако је  $K=100$  и  $k=0,30 \text{ m}$ , расто-  
 јање  $D_1$  износи  $\dots D_1 = 100 \times (1,455 \text{ m} - 1,214 \text{ m}) + 0,30 \text{ m} = 100 \times 0,241 \text{ m} +$   
 $+ 0,30 \text{ m} = 24,40 \text{ m}$ .

Мультипликациона или велика константа  $K$  понајчешће износи 100, ретко кад 50 или пак 200. Адациона или мала константа  $k$ , код обичних дурбина (сл. 177), креће се од 0,20 до 0,50 m.

Овакво одређивање удаљености појединих тачака од инструмента назива се оптичким.

Наведени пример показује да се оптичким начином брзо долази до *шраженог отстојања*. Овим се начином могу одређивати отстојања и до 200 метара.

Код инструмента с дурбином константне дужине (сл. 180),  $k = 0$ , па према томе отстојање  $D$  износи  $\dots D = KL \dots$  (51')

Према изложеном, за приближно одређивање удаљености од инструмента до летве, кад је визура хоризонтална или приближно хоризонтална, може се употребити и мали, лако преносни инструмент, који има на пример само дурбин (објектив, окулар и кончаницу са три конца, евентуално и либелу на дурбину). Често овакви мали инструменти имају и хоризонтални лимбус с једним нонусом, па су према томе врло погодни за снимања граница шипова земљишта, затим за места на којима су узети педолошки профили, граница замочвареног земљишта и слично, под условом да је терен приближно хоризонталан, с разлога што овакви мали инструменти немају вертикални лимбус.

**Одређивање висинских разлика и висина.**— Одређивање висина тачака  $T_1, T_2 \dots T_n$  и висинских разлика  $h_1, h_2 \dots h_n$  своди се на нивелање с краја (сл. 390).

Висина тачке  $T_1$  износи  $\dots V_{T_1} = V_A + i - s_1 = V_p - s_1 \dots$  (52), а висинска разлика  $h_1 = i - s_1 \dots$  (52')

Једначина (52) показује да се висина тачке  $T_1$  добија кад се од висине визуре  $V_p$  одузме читање  $s_1$  (на летви, средњим концем). Ако је  $i > s_1$  висинска разлика  $i - s_1$  има знак +, напр. за тачку  $T_1$ , у противном знак -, напр. за тачку  $T_2 \dots h_2 = i - s_2$ .

Висина инструмента  $i$  може да се одреди на следећи начин. Изнад тачке  $A$  (сл. 390) обележене кочићем центрише се инструмент. Оса алхидадина је вертикална, а визура хоризонтална. Либела у дрвеном раму (сл. 76) постави се на главу кочића. Помоћу летве измери се висина  $i$  (од доње равни рама либеле тј. главе кочића до средине окулара). Сада се измери отстојање  $x$  од кукице централног завртња до главе кочића. Разлика  $i - x = c$  даје отстојање од кукице до окулара које је за сваки инструмент константно. Према томе, висина инструмента  $i$ , на било којој станици, добија се сабирањем променљивог отстојања  $x$  и константног  $c$ .

Ради објашњења једначине  $D = KL + k$  наводи се следеће.

На сл. 391 приказана су три хоризонтална конца кончавице (горњи  $g$ , средњи  $s$  и доњи  $d$ ). Отстојање између тих конца је стално ( $y/2 + y/2 = y$ ).

Слика 392 приказује шематички пресек обичног дурбина и летве постављене вертикално на тачки до које се одређује отстојање.

$y \dots$  отстојање између горњег и доњег конца,

$f \dots$  жижна даљива објектива,

$d \dots$  отстојање од летве до предње жике објектива,

$D \dots$  отстојање од летве до осе алхидадине,

$\Delta \dots$  отстојање од оптичког центра објектива до средине обртне осовине дурбина,

$k$  . . . отстојање од предње жиже објектива до средине обртне осовине дурбина,  
 $\delta$  . . . угао под којим се секу зраци горњег и доњег конца кончанице,  
 $L$  . . . разлика између читања на летви (доњег и горњег конца).

Величине  $u$ ,  $\Delta$ ,  $f$  и угао  $\delta$  су константне за односи дурбин.

Из слике 392 се види да је  $\Delta NMF \sim pmF$ . Из односа

$$d : L = f : u \text{ може се израчунати } d, \text{ тј. } \dots d = \frac{f}{u} L \dots (53).$$

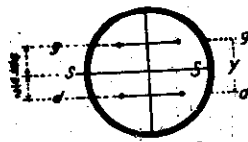
$$D = d + f + \Delta \dots (54)$$

$$\text{Кад у једначину (54) ставимо } d \text{ из једначине (53),}$$

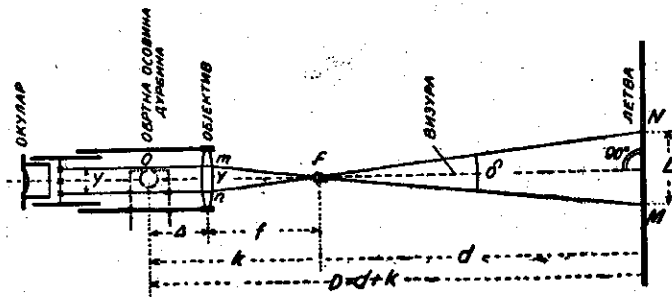
$$\text{отстојање } D \text{ износи } \dots D = \frac{f}{u} L + f + \Delta \dots (55).$$

Пошто су  $f$ ,  $u$  и  $\Delta$  константни, однос  $f/u$  означимо са  $K$ , а  $f + \Delta$  са  $k$ . После тога једначина (55) добија облик

$$D = KL + k \dots (51).$$



Сл. 391



Сл. 392

**ОДРЕЂИВАЊЕ МУЛТИПЛИКАЦИОНЕ И АДИЦИОНЕ КОНСТАНТЕ**

Мултипликациону константу  $K$  можемо да одредимо на следећи начин.

На равном, приближно хоризонталном и једноликном терену (напр. на пашњаку), поставимо инструмент, донедемо осу алхидадну у вертикални положај, обесимо и умиримо висак. Тачно испод врха виска побијемо кочић (тзв. полазни). На удаљености око 130 m од инструмента пободемо значку (вертикално). На правој кочић → значка, почев од полазног кочића, побијемо још неколико кочића *Тачно* на унапред одређеним удаљеностима  $D_1, D_2 \dots D_5$ . На овако побијеним кочићима постављамо нивелманску летву (вертикално), визирамо и при *хоризонталној визури* читамо отсечке од сва три конца (на милиметар).

Из дужина мерених пантљиком и прочитаних отсечака, користећи једначину (51), срачунамо константу  $K$ , напр. из  $D_5, D_1, L_5$  и  $L_1$ .

$$D_5 = KL_5 + k; D_1 = KL_1 + k;$$

$$D_5 - D_1 = KL_5 + k - (KL_1 + k) = KL_5 + k - KL_1 - k = K(L_5 - L_1);$$

$$K = (D_5 - D_1) : (L_5 - L_1) \dots (56)$$

Узмемо ли  $D_4, L_4, D_2$  и  $L_2$ , константа  $K$  износи . . .  $K = (D_4 - D_2) : (L_4 - L_2)$ .

**Пример 69**

$D_1 = 5$  m, читања на летви . . . g . . . 1316 mm, s . . . 1339 mm, d . . . 1362 mm;

$D_2 = 25$  m, читања на летви . . . g . . . 1214 mm, s . . . 1334 mm, d . . . 1455 mm

$k$  . . . отстојање од предње жиже објектива до средине обртне осовине дурбина,  
 $\delta$  . . . угао под којим се секу зраци горњег и доњег конца кончанице,  
 $L$  . . . разлика између читања на летви (доњег и горњег конца).  
 Величине  $y$ ,  $\Delta$ ,  $f$  и угао  $\delta$  су константне за односи дурбин.

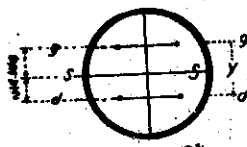
Из слике 392 се види да је  $\Delta NMF \propto \sin F$ . Из односа

$$d : L = f : y \text{ : у може се израчунати } d, \text{ тј. } \dots d = \frac{f}{y} L \dots (53).$$

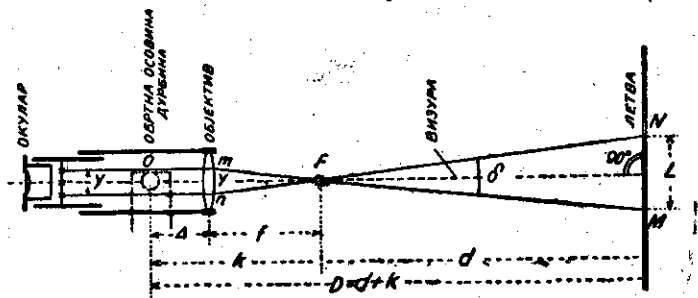
Отстојање  $D$  (сл. 392), које се тражи, једнако је . . .  
 $D = d + f + \Delta \dots (54)$

Кад у једначину (54) ставимо  $d$  из једначине (53),  
 отстојање  $D$  износи . . .  $D = f/y L + f + \Delta \dots (55)$ .

Пошто су  $f$ ,  $y$  и  $\Delta$  константни, однос  $f/y$  означимо са  $K$ , а  $f + \Delta$  са  $k$ . После тога једначина (55) добија облик  
 $D = KL + k \dots (51)$ .



Сл. 391



Сл. 392

**ОДРЕЂИВАЊЕ МУЛТИПЛИКАЦИОНЕ И АДИЦИОНЕ КОНСТАНТЕ**

Мултипликациону константу  $K$  можемо да одредимо на следећи начин.

На равном, приближно хоризонталном и једноликом терену (напр. на пашњаку), поставимо инструмент, доведемо осу алхидадину у вертикални положај, обесимо и умиримо висак. Тачно испод врха виска побијемо кочић (тзв. полазни). На удаљености око 130 m од инструмента пободемо значку (вертикално). На правој кочић → значка, почев од полазног кочића, побијемо још неколико кочића *Тачно* на унапред одређеним удаљеностима  $D_1, D_2 \dots D_5$ . На овако побијеним кочићима постављамо нивелманску летву (вертикално), визирамо и при *хоризонталној визури* читамо отсечке од сва три конца (на милиметар).

Из дужина мерених пантљиком и прочитаних отсечака, користећи једначину (51), срачунамо константу  $K$ , напр. из  $D_5, D_1, L_5$  и  $L_1$ .  
 $D_5 = KL_5 + k; D_1 = KL_1 + k;$   
 $D_5 - D_1 = KL_5 + k - (KL_1 + k) = KL_5 + k - KL_1 - k = K(L_5 - L_1);$   
 $K = (D_5 - D_1) : (L_5 - L_1) \dots (56)$

Уземо ли  $D_4, L_4, D_2$  и  $L_2$ , константа  $K$  износи . . .  $K = (D_4 - D_2) : (L_4 - L_2)$ .

**Пример 69**

$D_1 = 5$  m, читања на летви . . .  $g \dots 1316$  mm,  $s \dots 1339$  mm,  $d \dots 1362$  mm;  
 $D_2 = 25$  m, читања на летви . . .  $g \dots 1214$  mm,  $s \dots 1334$  mm,  $d \dots 1455$  mm

$D_3 = 55 \text{ m}$ ,  $g \dots 0992 \text{ mm}$ ,  $s \dots 1260 \text{ mm}$ ,  $d \dots 1528 \text{ mm}$ ;  
 $D_4 = 95 \text{ m}$ ,  $g \dots 0968 \text{ mm}$ ,  $s \dots 1430 \text{ mm}$ ,  $d \dots 1894 \text{ mm}$ ;  
 $D_5 = 115 \text{ m}$ ,  $g \dots 0812 \text{ mm}$ ,  $s \dots 1374 \text{ mm}$ ,  $d \dots 1934 \text{ mm}$ .

$$K = \frac{115 \text{ m} - 5 \text{ m}}{(1,934 \text{ m} - 0,812 \text{ m}) - (1,362 \text{ m} - 1,316 \text{ m})} = \frac{110 \text{ m}}{1,122 \text{ m} - 0,046 \text{ m}} = 102,2;$$

$$K = \frac{95 \text{ m} - 25 \text{ m}}{(1,894 \text{ m} - 0,968 \text{ m}) - (1,455 \text{ m} - 1,214 \text{ m})} = \frac{70 \text{ m}}{0,685 \text{ m}} = 102,2;$$

$$K = \frac{55 \text{ m} - 5 \text{ m}}{0,536 \text{ m} - 0,046 \text{ m}} = \frac{50 \text{ m}}{0,490 \text{ m}} = 102,0.$$

Средња вредност  $K = 102,1$ .

Адициону константу  $k$  можемо установити овако. Навизирамо неки врло далеки објект и размерником (с милиметарском поделом) измеримо отстојање од објектива до кончанице (напр. 195 mm), а затим отстојање од објектива до средине обртне осовине дурбина (напр. 85 mm). Збир ових отстојања даје адициону константу (напр. 195 mm + 85 mm = 280 mm = 0,28 m). У дурбина константне дужине (сл. 180) ова је константа једнака нули.

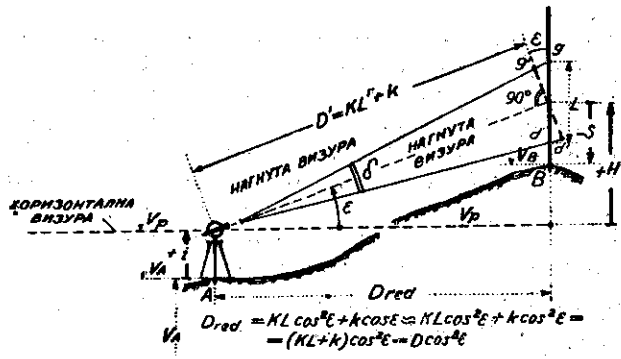
ОДРЕЂИВАЊЕ ОТСТОЈАЊА И ВИСИНСКЕ РАЗЛИКЕ  
КАД ВИЗУРА НИЈЕ ХОРИЗОНТАЛНА

Отстојање редуковано на хоризонт, између инструмента центрисаног изнад тачке А и летве постављене (вертикално) на тачки В (сл. 393), износи

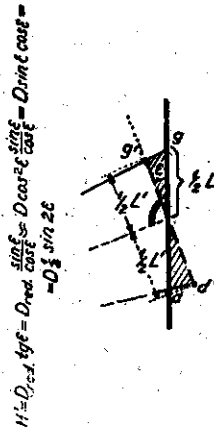
$$D_{red} = D \cos^2 \epsilon = (KL + k) \cos^2 \epsilon \dots \dots \dots (57)$$

Ако је  $k = 0$ , једначина (57) добија обли:

$$D_{red} = KL \cos^2 \epsilon \dots \dots \dots (57')$$



Сл. 393



Сл. 394

Слика 393 показује да се непозната висина тачке В, полазећи од познате висине тачке А, добија на овај начин. Познатој висини тачке А дода се висина инструмента  $i$ , затим висинско отстојање  $H'$  између обртне осовине дурбина и тачке у којој нагнута визура погађа летву, а од овог збира одузме се читање средњим концем  $s$  тј.

$$V_B = V_A + i + H' - s = V_p + H' - s \dots \dots \dots (58)$$



Висинска разлика између тачке А и В износи

$$V_{AB} = V_B - V_A = h = i + H' - s \quad (58')$$

Једначина (58) важи ако је шперен између тачке А и тачке В у успону.

За шперен у паду, непозната висина тачке С израчунаће се по једначини (59), сл. 395.

$$V_C = V_A + i - H' - s = V_p - H' - s \quad (59)$$

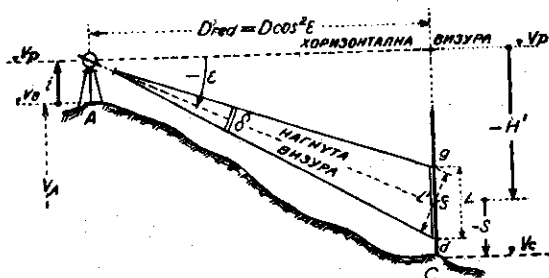
$$V_{AC} = V_C - V_A = h = i - H' - s \quad (59')$$

Висинско отстојање  $H'$  рачуна се по једначини (60).

$$H' = D^{1/2} \sin 2\varepsilon = (KL + k)^{1/2} \sin 2\varepsilon \quad (60)$$

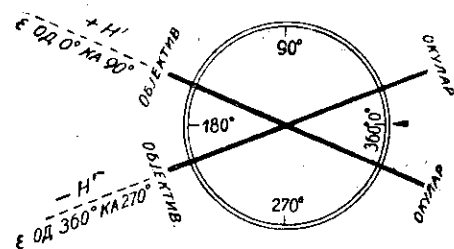
То отстојање има знак + ако је тачка на којој је постављена летва виша од стајалишта (сл. 393), у противном случају има знак - (сл. 395).

Из једначине 58, 58', 59, 59' и из сл. 393 и 395 се види да је важно одредити знак за  $H'$ . Висински угао  $\varepsilon$ , који показује нагнутост визуре, чита се на  $I$  вертикалном нониусу тј. на оном који је ближи окулару кад је дурбин у првом положају (вертикални лимбус налево од дурбина).



Сл. 395

Да би се из мереног угла  $\varepsilon$  знао знак за  $H'$ , окренемо дурбин да визура заузме напр. положај приказан на сл. 393;  $H'$  има знак +. На вертикалном нониусу видимо да се углови  $\varepsilon$  крећу од  $0^\circ$  ка  $90^\circ$  за поделу лимбуса показану на сл. 387 и 396. Затим окренемо дурбин да визура дође у положај приказан на сл. 395 и запишемо да се углови  $\varepsilon$  крећу од  $360^\circ$  ка  $270^\circ$ .



Сл. 396

ИЗРАЧУНАВАЊЕ  $D_{red}$ ,  $H'$  И ВИСИНЕ ТАЧКЕ

За израчунавање  $D_{red}$  и  $H'$  употребљавају се тахиметриске таблице (напр. Јорданове), тахиметриски логаритмар и графикони.

**Тахиметриске таблице.**— Ове су таблице састављене за отстојања почев од 10 m до 250 m и то за сваки метар засебно, а за вертикалне углове до  $30^\circ$ . Употребу таблица за срачунавање  $D_{red}$  и  $H'$  показаћемо у примеру.

Пример 70

Читање на летви . . . g . . . . .	2000 mm
. . . s . . . . .	2156 mm
. . . d . . . . .	2312 mm

Вертикални угао  $\epsilon \dots -10^{\circ} 18'$  (на I вертикалном визиусу прочитао  $349^{\circ} 42'$ ; подела изведена на начин показан на сл. 387 и 396; висински угао  $\epsilon = 359^{\circ} 60' - 349^{\circ} 42' = 10^{\circ} 18'$ ).

Константе инструмента  $\dots K = 102,1; k = 0,30 \text{ m}$ .

$L = 2,312 \text{ m} - 2,000 \text{ m} = 0,312 \text{ m}$

Растојање  $D = 102,1 \times 0,312 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 32,15 \text{ m}$ .

У таблицама најближа редукована дужина је  $32,00 \text{ m}$ . За ову дужину редукована дужина ( $32 \cos^2 \epsilon$ ) за угао  $10^{\circ}$  износи  $\dots 31,0 \text{ m}$ , а за угао  $10^{\circ} 30'$   $\dots 30,9 \text{ m}$ . Приближним интерполовањем добија се редукована дужина за угао  $10^{\circ} 18'$   $\dots 30,94 \text{ m}$ .

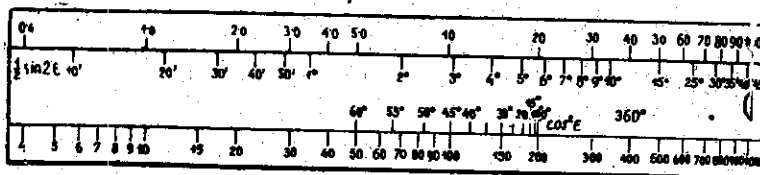
У нашем примеру уместо  $32,00 \text{ m}$ , имамо  $32,15 \text{ m}$  дакле *више* за  $0,15 \text{ m}$ , па према томе редукованој дужини  $30,94 \text{ m}$  (која одговара редукованој  $32,00 \text{ m}$ ) треба додати  $0,15 \text{ m}$ , тако да за наш случај редукована дужина износи  $\dots 30,94 \text{ m} + 0,15 \text{ m} = 31,09 \text{ m}$ .

$H'$ , које одговара углу  $10^{\circ} 18'$ , за редуковану дужину  $32 \text{ m}$  износи  $\dots 5,63 \text{ m}$ , а за редуковану дужину  $33 \text{ m}$  износи  $\dots 5,81 \text{ m}$ . Приближним интерполовањем, за редуковану дужину  $32,15 \text{ m}$  добија се  $H' \dots 5,66 \text{ m}$ .

Одмах овде треба напоменути да су овако тачна рачунања потребна само у случају кад се ради напр. о научно-истраживачким радовима у агрономији или пак кад се жели израдити тачан план снимљеног земљишта. За већину радова у агрономској пракси било би довољно да се, користећи *Таблице, Dred* и  $H'$  одреде приближно.

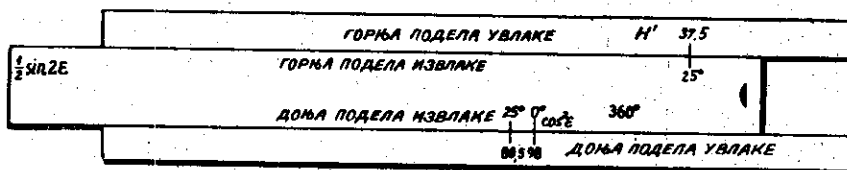
У нашем примеру приближна разлика између редуковане и редуковане дужине за  $32 \text{ m}$  износи  $1,00 \text{ m}$ , те према томе редукована дужина за  $32,15 \text{ m}$  износи  $31,15 \text{ m}$ . Слично и за  $H'$  узело би се  $5,65 \text{ m}$ .

**Тахиметриски логаритмар.**— Овај се логаритмар састоји из увлаке и извлаке, а често има и покретни индекс (сл. 397, 398 и 399).



Сл. 397

На доњој подели увлаке нанети су логаритми бројева  $10'$  до  $1000$ . Ова подела служи за намештање десног индекса доње поделе извлаке означеног са  $0^{\circ}$  на реду-



Сл. 398

ковану дужину израчунају по једначинама (51) и (51') као и за читавање редуковане дужине по једначинама (57) и (57').

**Горња подела увлаке** служи за читавање  $H'$  тј. висинске разлике између обртне осовине дурбина и отсечку у којем средњи (хоризонтални) крај кончанице погађа летву.

**Доња подела извлаке** почиње цртицом која претставља мултипликациону константу  $K$ . Ова је цртица означена са  $0^{\circ}$  и налево од ње нанете су вредности  $\log \cos^2 \epsilon$ .

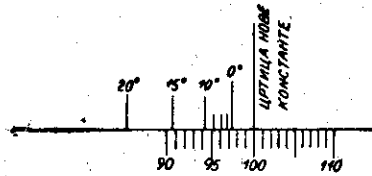
Отстојање између цртице  $0^{\circ}$  и  $10^{\circ}$  је мало и треба на поделу тог отстојања обратити пажњу (види сл. 399).

На горњој подели извлаке напети су  $\log \frac{1}{2} \sin 2\epsilon$ .

Као и код обичног логаритмара тако и код тахиметрског важно је упознати се с поделама тако да се не би грешило при читању (подела је прегледно приказана на сл. 397, а детаљно на сл. 399 и то на једином делу логаритмара; сл. 398 показује логаритмар у раду).

Употреба логаритмара се састоји у следећем (претпостављамо да је  $K=100$ ). Прво се израчуна нередуковано отстојање по једначини  $D=KL+k$  (напр. 98 m, сл. 398). Затим се померањем извлаке почетна цртица доње поделе извлаке (означена са  $0^{\circ}$ ) постави на доњој подели увлаке тако да одговара израчуаном отстојању  $D$  (цртица  $0^{\circ}$  наспрамна цртици 98 m). Померањем покретног индекса његов „конац“ се доведе на величину висинског угла на доњој подели извлаке (напр.  $25^{\circ}$ , сл. 398), а затим се испод коња на доњој подели увлаке чита редукована дужина (напр. 80,5, сл. 398). Не померајући извлаку, концем покретног индекса нађе се величина висинског угла  $\epsilon$  на горњој подели извлаке и изнад ње испод коња покретног индекса на горњој подели увлаке прочита се  $H'$  (напр. 37,5, сл. 398).

Раније је објашњено да висински углови могу бити позитивни и негативни (сл. 393, 395, 396). Према томе, кад је висински угао негативан (подела као на сл. 396) претходно га треба израчувати на начин приказан у примеру 70. Кад је константа  $K$ , тзв. нова константа, мања или пак већа од 100, извлака се помера тако да се цртица означена са  $0^{\circ}$  подудара с вредношћу нове константе на доњој



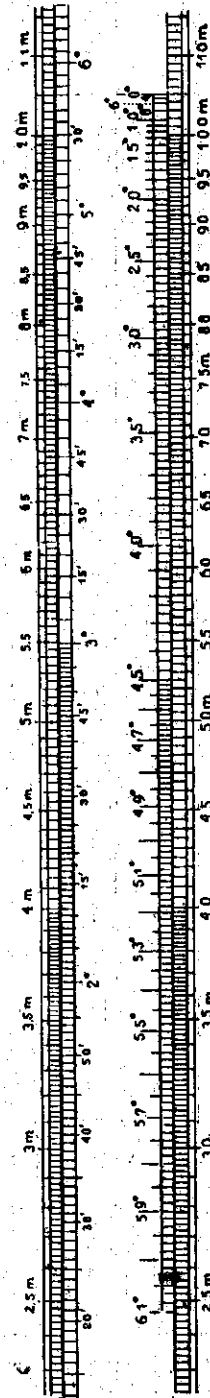
Сл. 400

подели увлаке. Затим се цртица на доњој подели увлаке, означена са 100, продужи (оловком) на извлаку. Тако повучена цртица на извлаци претставља нову константу и при рачунању та се цртица намешта на нередуковану дужину уместо цртице  $0^{\circ}$  (сл. 400; 97,3).

У недосташку тахиметрских таблица и тахиметрског логаритмара можемо и за тачна рачунања да уопштребимо податке из таблице 17. У овој табели за различите величине вертикалног угла  $\epsilon$  израчуната је редукција  $\Delta D$  и висинско отстојање  $H'$  за дужину  $D=100 \text{ m} = 1 \text{ hm}$ . Таблица је састављена по једначини  $\Delta D = (KL + k) - (KL + k) \cos^2 \epsilon = D - D \cos^2 \epsilon = 100 - 100 \cos^2 \epsilon = 100(1 - \cos^2 \epsilon) = 100 \sin^2 \epsilon$  и  $H' = 100 \times \frac{1}{2} \sin 2\epsilon$ .

Употреба таблице 17 показана је у следећем примеру.

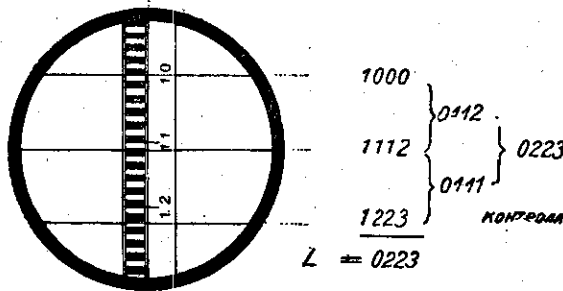
$$* 1 = \sin^2 \epsilon + \cos^2 \epsilon; 1 - \cos^2 \epsilon = \sin^2 \epsilon$$



Сл. 399

## Пример 71

Са полигонске тачке 4 снимљено је место где је био ископан педолошки полу-профил бр. 13. Надморска висина полигонске тачке 4 . . . 238,45 m н.м. Висина инструмента  $i$  . . . 1,31 m. Константа  $K=100$ , а  $k=0,24$  m. Подела вертикалног лимбуса као на сл. 387. Читања на летви . . .  $g$  . . . 1,000 m;  $s$  . . . 1,112 m;  $d$  . . . 1,223 m (сл. 401). Вертикални угао  $+e$  . . .  $12^{\circ} 40'$ .



Сл. 401

Треба израчунати отстојање редуковано на хоризонт од полигонске тачке 4 до полу-профила бр. 13 као и надморску висину тог полупрофила.

Растојање  $D=100 \times 0,223 \text{ m} + 0,24 \text{ m} = 22,54 \text{ m} = 0,225 \text{ hm}$  (разлика отсечака на летви  $L=1,223 \text{ m} - 1,000 \text{ m} = 0,223 \text{ m}$ ). За ово растојање редуција на хоризонт износи . . .  $0,225 \text{ hm} \times 4,81 \text{ m/hm} = 1,08 \text{ m}$  (види таблицу 17, са угао  $12^{\circ} 40'$  . . .  $\Delta D = 4,81$ ).  $D_{\text{red}} = 22,54 \text{ m} - 1,08 \text{ m} = 21,46 \text{ m}$ .

$H' = 0,225 \text{ hm} \times 21,39 \text{ m/hm} = 4,82 \text{ m}$  (види таблицу 17.  $H'$  . . . 21,39 са 1 hm и угао  $12^{\circ} 40'$ ).

Висина полупрофила бр. 13 по једначини (58) износи . . .  $V_{13} = V_4 + i + H' - s = V_p + H' - s = 238,45 \text{ m н.м.} + 1,31 \text{ m} + 4,82 \text{ m} - 1,11 \text{ m} = 239,76 \text{ m} + 4,82 \text{ m} - 1,11 \text{ m} = 243,47 \text{ m н.м.}$

## Наставак примера 71

При неком другом снимању употребљен је инструмент с овим константама:  $K=102,1$ ;  $k=0,30$  m. Висина инструмента  $i=1,36$  m. При визирању на неку детаљну тачку читања на летви износила су . . .  $g=2000$  mm,  $s=2156$  mm,  $d=2312$  mm, а читање на вертикалном лимбусу  $349^{\circ} 12'$  (подела на вертикалном лимбусу изведена како је показано на сл. 387).

Висински угао је негативан (сл. 395) и износи  $359^{\circ} 60' - 349^{\circ} 12' = -10^{\circ} 18'$ .

Разлика отсечака на летви  $L=2,000 \text{ m} - 2,312 \text{ m} = 0,312 \text{ m}$ .

Растојање  $D=102,1 \times 0,312 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 32,16 \text{ m} = 0,322 \text{ hm}$ .

Редуција  $\Delta D$  на 0,322 hm за угао  $10^{\circ} 18'$  износи . . .  $0,322 \text{ hm} \times 3,20 \text{ m/hm} = 1,03 \text{ m}$ .

$D_{\text{red}} = 32,16 \text{ m} - 1,03 \text{ m} = 31,13 \text{ m}$ .

$H'$  за 0,322 hm по 17,59 m/hm износи . . . 5,66 m.

Висина тачке ( $S_8$ ) на којој је био постављен инструмент . . .  $V_8 = 188,08 \text{ m н.м.}$

Висина детаљне тачке по једначини (59) износи . . .  $V_p - H' - s = 188,08 \text{ m н.м.} + 1,36 \text{ m} - 5,66 \text{ m} - 2,16 \text{ m} = 189,44 \text{ m} - 7,82 \text{ m} = 181,62 \text{ m н.м.}$

Међутим, ако би висински угао  $e$  био једнак нули (визура хоризонтална), а читања остала иста (тј. 2,000; 2,156; 2,312), растојање  $D$  било би  $102,1 \times 0,312 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 32,16 \text{ m}$ . Висинска разлика  $h$  износила би  $i - s = 1,36 \text{ m} - 2,16 \text{ m} = -0,80 \text{ m}$ . Висина детаљне тачке била би . . .  $V_8 + (-h) = 188,08 \text{ m н.м.} - 0,80 \text{ m} = 187,28 \text{ m н.м.}$ , или  $V_p - s = V_v - s = 189,44 \text{ m н.м.} - 2,16 \text{ m} = 187,28 \text{ m н.м.}$

Извођење једначина ва  $D_{\text{red}}$  и  $H'$ .— Из сл. 393 произлази

$$D_{\text{red}} / D' = \cos e; \quad D_{\text{red}} = D' \cos e = (KL' + k) \cos e \quad (61)$$

Слика 394 показује положај  $L'$  и  $L$  (разлике између читања на летви горњим и доњим концем). Прву разлику, тј.  $L'$ , добили бисмо ако би летва била нагнута и при том управна на нагнуту визуру. Друга разлика, тј.  $L$ , одговара *стварном* стању на терену (летва у вертикалијом положају). Из ове се слике види да је  $L' / L = \cos e$  односно  $L' : L = \cos e$ , а одавде . . .  $L' = L \cos e$  . . . . . (62).

Кад  $L'$  из једначине (62) уврстимо у једначину (61) добијамо

$$D_{\text{red}} = (KL \cos e + k) \cos e = KL \cos^2 e + k \cos e \quad (63)$$

При тахиметриском снимању висински углови  $e$  су мали. Осим тога и  $k$  износи највише 0,50 m. Према томе . . .  $k \cos e \approx k \cos^2 e$  (вредност косинуса малог угла је близу један), а разлика између  $k \cos e$  и  $k \cos^2 e$  износи неколико сантиметара. Кад имамо ово у виду, једначина (63), коју можемо да назовемо тачном, за практичну примену добија облик  $D_{\text{red}} \approx KL \cos^2 e + k \cos^2 e = (KL + k) \cos^2 e = D \cos^2 e$  . . . . . (57)

Из слике 393 се види да је  $H' / D_{\text{red}} = \tan e = \sin e / \cos e$  . . . . . (64)

ТАБЛИЦА 17

ε	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'
	m	m	m	m	m	m	m
0°	0,00 0,00	0,00 0,29	0,00 0,58	0,01 0,87	0,01 1,16	0,02 1,45	0,03 1,74
1°	0,03 1,74	0,04 2,04	0,05 2,33	0,07 2,62	0,08 2,91	0,10 3,20	0,12 3,49
2°	0,12 3,49	0,14 3,78	0,17 4,07	0,19 4,36	0,22 4,65	0,24 4,94	0,27 5,23
3°	0,27 5,23	0,30 5,52	0,34 5,80	0,37 6,09	0,41 6,38	0,45 6,67	0,49 6,96
4°	0,49 6,96	0,53 7,25	0,57 7,53	0,62 7,82	0,66 8,11	0,71 8,40	0,76 8,68
5°	0,76 8,68	0,81 8,97	0,86 9,25	0,92 9,54	0,97 9,83	1,03 10,11	1,09 10,40
6°	1,09 10,40	1,15 10,68	1,22 10,96	1,28 11,25	1,35 11,53	1,42 11,81	1,49 12,10
7°	1,49 12,10	1,56 12,38	1,63 12,66	1,70 12,94	1,78 13,22	1,86 13,50	1,94 13,78
8°	1,94 13,78	2,02 14,06	2,10 14,34	2,18 14,62	2,27 14,90	2,36 15,17	2,45 15,45
9°	2,45 15,45	2,54 15,73	2,63 16,00	2,72 16,28	2,82 16,55	2,92 16,83	3,02 17,10
10°	3,02 17,10	3,12 17,37	3,22 17,65	3,32 17,92	3,43 18,19	3,53 18,46	3,64 18,73
11°	3,64 18,73	3,75 19,00	3,86 19,27	3,97 19,54	4,09 19,80	4,21 20,07	4,32 20,34
12°	4,32 20,34	4,44 20,60	4,56 20,87	4,68 21,13	4,81 21,39	4,93 21,66	5,06 21,92
13°	5,06 21,92	5,19 22,18	5,32 22,44	5,45 22,70	5,58 22,96	5,72 23,22	5,85 23,47
14°	5,85 23,47	5,99 23,73	6,13 23,99	6,27 24,24	6,41 24,49	6,55 24,75	6,70 25,00
15°	6,70 25,00	6,84 25,25	6,99 25,50	7,14 25,75	7,29 26,00	7,44 26,25	7,60 26,50
16°	7,60 26,50	7,75 26,74	7,91 26,99	8,07 27,23	8,23 27,48	8,39 27,72	8,55 27,96
17°	8,55 27,96	8,71 28,20	8,88 28,44	9,04 28,68	9,21 28,91	9,38 29,15	9,55 29,39
18°	9,55 29,39	9,72 29,62	9,89 29,86	10,07 30,09	10,24 30,32	10,42 30,55	10,60 30,78
19°	10,60 30,78	10,78 31,01	10,96 31,24	11,14 31,47	11,33 31,69	11,51 31,92	11,70 32,14
20°	11,70 32,14	11,88 32,36	12,07 32,58	12,26 32,80	12,46 33,02	12,65 33,24	12,84 33,46
21°	12,84 33,46	13,04 33,67	13,23 33,89	13,43 34,10	13,63 34,31	13,83 34,52	14,03 34,73
22°	14,03 34,73	14,24 34,94	14,44 35,15	14,64 35,36	14,85 35,56	15,06 35,76	15,27 35,97
23°	15,27 35,97	15,48 36,17	15,69 36,37	15,90 36,57	16,11 36,76	16,33 36,96	16,54 37,16
24°	16,54 37,16	16,76 37,35	16,98 37,54	17,20 37,73	17,42 37,92	17,64 38,11	17,86 38,30
25°	17,86 38,30	18,08 38,49	18,31 38,67	18,53 38,86	18,76 39,04	18,99 39,22	19,22 39,40
26°	19,22 39,40	19,45 39,58	19,68 39,76	19,91 39,93	20,14 40,11	20,38 40,28	20,61 40,45
27°	20,61 40,45	20,85 40,62	21,08 40,79	21,32 40,96	21,56 41,12	21,80 41,29	22,04 41,45
28°	22,04 41,45	22,28 41,61	22,52 41,77	22,77 41,93	23,01 42,09	23,26 42,25	23,50 42,40
29°	23,50 42,40	23,75 42,56	24,00 42,71	24,25 42,86	24,50 43,01	24,75 43,16	25,00 43,30

$$\text{Одавде } H' = D_{red} \times \sin \epsilon / \cos \epsilon \dots \dots \dots (65)$$

Кад у једначину (65) уврстимо  $D_{red}$  из једначине (63) добијамо

$$H' = (KL \cos^2 \epsilon + k \cos \epsilon) \sin \epsilon / \cos \epsilon = KL \sin \epsilon \cos \epsilon + k \sin \epsilon \dots \dots \dots (66)$$

У пракси уместо једначине (66) употребљава се једначина

$$H' = D \cdot 1/2 \sin 2\epsilon \dots \dots \dots (67)$$

До ове се једначине долази на следећи начин.

$$H' = D_{red} \times \sin \epsilon / \cos \epsilon = D \cos^2 \epsilon \times \sin \epsilon / \cos \epsilon = D \sin \epsilon \cos \epsilon \dots \dots \dots (68)$$

Из тригонометрије је познато да је  $\sin 2\epsilon = \sin (\epsilon + \epsilon) = \sin \epsilon \cos \epsilon + \cos \epsilon \sin \epsilon = 2 \sin \epsilon \cos \epsilon$ . Према томе  $\sin \epsilon \cos \epsilon = 1/2 \sin 2\epsilon$ . Кад уместо  $\sin \epsilon \cos \epsilon$  у једначину (68) уврстимо  $1/2 \sin 2\epsilon$  добијамо једначину (67).

### ТАХИМЕТРИСКИ ЗАПИСНИК

Између различито комбинованих записника овде се даје записник кога вештији осматрач може и да преиначи.

Записник је подељен на два дела. Први, тзв. теренски, служи углавном за уписивање података добијених читањем на лимбусима и на летви, а други, тзв. канцелариски, испуњава се у бироу. Записник садржи 15 стубаца.

Подаци се уносе овим редом.

У 15 стубац уписују се подаци о инструменту и станици са које је снимано. Све дотле док се не употреби неки други инструмент, на осталим станицама може се уписати: инструмент као на станици 1. Затим се на свакој станици цртежом прикаже начин стабилизације станичне тачке. После центрисања инструмента измери се његова висина  $i$  и упише испод висине станичне тачке да би се израчунала висина обртне осовине дурбина  $V_p$ .

У 1 стубац упише се број станичне тачке и датум кад је снимање извршено.

У 2 стубац уписују се тачке на које је било визирано.

У 3, 4 и 5 стубац уписују се читања на летви. Ако се услед препрека није могло извршити читање горњим или пак доњим концем, уписују се читања само са два конца (напр. горњим и средњим). У оваквом случају, после првог читања на летви и вертикалном нониусу, помери се визура и ради контроле изврши се читање на летви и на вертикалном нониусу. Ова се читања упишу у нови ред. При срачунавању у 8 ступцу узима се *удвосмручена* разлика између читања на два конца.

У 6 и 7 стубац уписују се читања на 1 хоризонталном и на 1 вертикалном нониусу (у 1 положају дурбина). Ако је висински угао негативан ( $H'$  има знак  $-$ ), израчуната допуна до  $360^\circ$  уписује се у стубац 7<sub>a</sub>.

У бироу се израчуна отстојање између доњег и горњег конца и упише се у 8 стубац.

Затим се на познати начин израчунају удаљеност ( $D$ ) и редукована ( $D_{red}$ ) и упишу у ступце 9 и 10. У случају кад је визура хоризонтална ( $\epsilon = 0^\circ$ ),  $D = D_{red}$ .

После тога израчуна се  $H'$  (11 стубац).

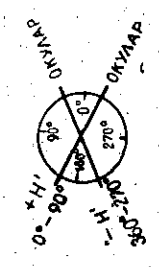
У 12 стубац препишу се из 5 ступца читања средњим концем  $s$  заокругљујући их на сантиметре.

ТАХИМЕТРИСКИ ЗАПИСНИК

а) теренски

б) канцелариски

Станица Датум	Визурна тачка	Читања на левој			Угао			Долуна вертикалног угла	Разлика читања на метри $L = d - g, у ст$	Одстојање $m$		$H = D \frac{1}{2} \sin 2\alpha$ у метрима	Читање средњим коцком у мет.	$H' - s$ у метрима		Висина тачке	Примедба
		горњи конца $g$	доњи конца $d$	средњи конца $s$	горизонт талин $\alpha$	верти- кални угао $\epsilon$	7а			прочитано $D = Kl + k$	ређуковано $D \cos^2 \epsilon$			расте +	опада -		
1	2	3	4	5	6	7	7а	8	9	10	11	12	13	14	15		
$S_2$	$S_1$	1000	2113	1557	345	30	355	30	111,3	111,54	110,8	-8,72	1,56	10,28	250,17	У нивел. запис. 250,15.	
26-V 1950	$S_2$	1000	1856	1428	182	51	3	12	85,6	85,84	85,6	4,79	1,43	3,36	263,81	У нивел. запис. 263,84.	
12	12	2000	2312	2156	91	25	349	42	31,2	31,44	30,4	-5,53	2,16	7,69	252,76	Инструмент фирме Најхефер бр. 8428.	
13	13	1000	1201	1101	93	44	350	55	20,1	20,34	19,8	-3,17	1,10	4,27	256,18	$K = 100$ $k = 0,24 m$	
14	14	1000	1200	1100	87	20	351	14	20,0	20,24	19,8	-3,05	1,10	4,15	256,30		
15	15	0500	1093	0796	102	33	5	39	59,3	59,54	59,0	5,83	0,80	5,03	265,48		
16	16	2500	2865	2683	123	05	5	24	36,5	36,74	36,4	3,44	2,68	0,76	261,21		
17	17	0938	1211	1075	140	58	.	.	27,3	27,54	27,5	.	1,08	1,08	259,37		
18	18	2080	2340	2210	167	22	.	.	26,0	26,24	26,2	.	2,21	2,21	258,24		
19	19	2990	3427	3209	208	55	.	.	43,7	43,94	43,9	.	3,21	3,21	257,24		
20	20	2104	2444	2274	282	45	.	.	34,0	34,24	34,2	.	2,27	2,27	258,18		



$V_{S_2} = 259,14$   
 $I = 1,31$   
 $Vp = 260,45$   
 $\nabla 259,14$



У 13 ступцу упише се обрачуната висинска разлика  $H' - s$  између обртне осовине дурбина и тачке на којој је била постављена лешва. Ако  $H'$  има знак  $+$ , од  $H'$  се одузме читање  $s$  (терен у успону, сл. 393). Ако пак  $H'$  има знак  $-$ , сабере се  $H'$  и  $s$  (терен у паду, сл. 395).

Пре прелаза на рачунање висина појединих тачака, у 13 ступцу изнад разлика  $H' - s$ , за сваку станицу упише се висина обртне осовине дурбина  $V_p$  израчуната у 15 ступцу. После тога сабирањем ( $H'$  има знак  $+$ ) или пак одузимањем ( $H'$  има знак  $-$ ) висинске разлике  $H' - s$  од висине обртне осовине дурбина ( $V_p$ ) долази се до висина појединих тачака (14 стубац)

У тахиметриском записнику, који је отштампан у овој књизи, унети су подаци снимања извршеног на станици  $S_2$ . Висина ове тачке износи 259,14 m н.м. и одређена је нивелманом. Висина инструмента  $i = 1,31$  m. Са станице  $S_2$  прво је визирано на станице  $S_1$  и  $S_3$ , а затим на тачке 12 . . 20.

Израчунавање  $D_{red}$  и  $H'$  извршено је помоћу података таблице 17 за тачке 12 . . 16 (визура је била нагнута). Тако напр. за тачку 14 допуна висинског угла износи  $-8^{\circ}46'$ . За овај угао у таблицу 17 редуција на 1 hm износи 2,32 m, а  $H' . . 15,06$  m. Нередукованој дужини 0,2024 hm одговара редуција . . 0,2024 hm по 2,32 m/hm = 0,47 m, а  $H' . . 0,2024$  hm по 15,06 m/hm = 3,05 m. Пошто  $H'$  има знак  $-$ , висинска разлика између обртне осовине дурбина и тачке 14 износи  $-H' - s = -3,05$  m  $- 1,10$  m =  $-4,15$  m. Висина тачке 14 . .  $V_{14} = V_{S_2} + i - H' - s = V_p - (H' + s) = 260,45$  m н.м.  $- 4,15$  m = 256,30 m н.м. (сл. 395, једначина 59). За тачку 15, при рачунању висинске разлике  $H' - s$ , потребно је од  $H'$  одузети  $s$ , јер је угао  $\epsilon$  позитиван ( $5,83$  m  $- 0,80$  m =  $5,03$  m). Висина тачке 15 износи . . 260,45 m н.м.  $+ 5,03$  m = 265,48 m н.м. (сл. 393, једначина 58). Висине тачака 17 . . 20 израчунате су по једначини (52), јер је визура била хоризонтална.

Рачунања допуна висинских углова, разлика  $L$  у читању на летви, редукованих дужина, затим  $H' - s$  и висина тачака треба контролисати деветичним пробама.

#### ОПТИЧКО МЕРЕЊЕ ДУЖИНА ПОЛИГОНСКИХ СТРАНА И ОДРЕЂИВАЊЕ ВИСИНСКИХ РАЗЛИКА

Овакав начин мерења углавном се примењује у брдовитом терену. Разликујемо два случаја.

**Дужина стране је мања од 130 метара.**— Узмимо случај показан на сл. 393. Дужина АВ (редукована на хоризонт) мери се два пута. Мерење у смеру АВ показано је на сл. 393. Висинска разлика између тачке А и тачке В има знак  $+$  и износи . .  $i + H' - s$ . При мерењу у супротном смеру, инструмент се налази на тачки В, а летва на тачки А, тј. случај показан на сл. 395. Висинска разлика између тачке В и тачке А ( $+i - H' - s$ ) имаће сад знак  $-$ , јер је мерење извршено у супротном смеру од АВ.

Јасно је да ће се измерене дужине и висинске разлике међусобно разликовати. Од величине тих разлика (отступања) и сврхе рада зависи да ли ће се поново мерити. Кад се ради о мерењу с већом тачношћу, отступање о између висинских разлика, изражено у метрима, не би



требало да буде већа од  $\pm 0,15 \sqrt{n}$  . . . . . (69)  
 У овој једначини  $n$  значи број висинских разлика. У нашем случају ради се о висинској разлици између две тачке, дакле о једној висинској разлици, па према томе, отступање по једначини (69) износи  $\pm 0,15$  m. У тежим теренима отступање  $o$  се повећава на  $\pm 0,15 \sqrt{n} + 50\%$  од  $\pm 0,15 \sqrt{n}$ .

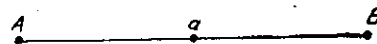
За усвојену дужину и висинску разлику узеће се аритметичка средина. При тој усвојеној висинској разлици задржава знак који је раније имала (од А до В знак +, од В до А знак -).

Када су у питању неколико дужина, на показани начин одредиће се и остале усвојене дужине и висинске разлике.

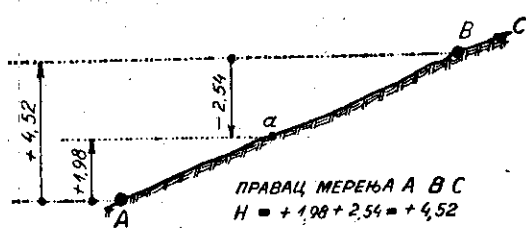
До дефинитивних висинских разлика долази се изравнањем. Тако напр. у затвореном полигону ABCDEFA у смеру мерења АВ . . . . FA неколико усвојених висинских разлика имаће знак +, а остале знак -. Збир  $[+h']$  треба да је једнак збиру  $[-h']$ . Међутим, ми смо на пример добили  $[+h'] = +4,22$  m, а  $[-h'] = -3,77$  m. Отступање  $o$  износи  $+4,22$  m -  $3,77$  m =  $+0,45$  m, а за лакше терене, у случају мерења с већом тачношћу, оно може да износи  $\pm 0,15 \sqrt{6} = \pm 0,37$  m. Пошто се не ради о снимању с већом тачношћу, добијено отступање се може усвојити. У изравнање улази отступање  $i = 0,00$  m -  $(+0,45$  m) =  $-0,45$  m, које се с овим знаком подели на усвојене висинске разлике у смеру мерења АВ . . FA и то пропорционално дужинама страна (види пример 66). Коначне висине тачака ВС . . F одредиле би се полазећи од познате висине тачке А.

Изравнање висинских разлика код уметнутог и слепог влака описано је у нивелману.

**Дужина стране је већа од 130 метара.**— У овом случају висинска разлика између тачке А и тачке В одредиће се уметањем тачке  $a$  по могућности приближно у средини на правој АВ (сл. 402). С тачке А на уметнуту тачку  $a$  визираће се двапут. Први пут напр. читањем горњим концем 1000, а други пут читањем истим концем напр. 1580. На овај начин добиће се два различита висинска угла, тј. дужина Аа и висинска разлика измерене су два пута. За усвојену дужину и висинску разлику узеће се аритметичка средина. Инструмент се премести на тачку В и на исти начин измери се дужина Ва и висинска разлика. Укупна дужина једнака је збиру усвојених дужина Аа и Ва. При срачунавању укупне висинске разлике АВ, усвојеној разлици Ва даје се супротан знак од добијеног, јер је  $a$  мерење извршено у супротном смеру од АВ.



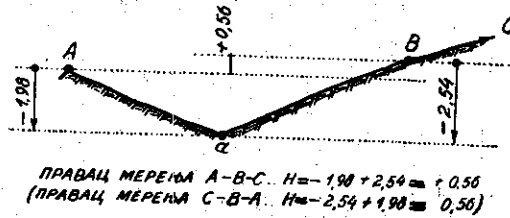
Сл. 402



Сл. 403

Пропратимо ово примерима. Нека је терен од тачке А до тачке В у подједнаком услоњу, сл. 403. Усвојена разлика Аа нека износи  $+1,98$  m, а Ва  $-2,54$  m. Висинска разлика АВ

биће  $\dots + 1,98 \text{ m} + 2,54 \text{ m} = + 4,52 \text{ m}$ . Кад би терен од тачке А до тачке В био у подједнаком паду, усвојена разлика Аа износила би  $- 1,98 \text{ m}$  а Ва  $+ 2,54 \text{ m}$ . Укупна висинска разлика АВ била би  $- 1,98 \text{ m} - 2,54 \text{ m} = - 4,52 \text{ m}$ . У случају да се у тачки



Сл. 404

а терен ломи и да је од тачке А терен у паду према тачки а, а од тачке а у услоњу до тачке В (сл. 404), разлика Аа износила би  $- 1,98 \text{ m}$ , а Ва  $- 2,54 \text{ m}$ . Висинска разлика АВ била би  $- 1,98 \text{ m} + 2,54 \text{ m} = + 0,56 \text{ m}$ . При срачунавању отступања о по једначини (69),  $n = 2$ , јер се ради о два висинским разликама (Аа и Ва).

Да би се постигла већа сигурност у раду, уместо једне међутачке а, боље је узети две међутачке а и б (сл. 405). Дужина стране АВ добија се два пута гј.  $AB = Aa + aB$  и  $BA = Bb + bA$ . Разлика између дужине АВ и ВА претставља отступање. Ако се добијено отступање може усвојити, за дефинитивну дужину узима се аритметичка средина гј.  $1/2 (AB + BA)$ . И висинска разлика између тачака А и В рачуна се два пута, први пут преко тачке а, затим преко тачке б. У случају мерења с већом тачношћу добијено отступање у лакшем терену може да износи  $\pm 0,15\sqrt{2}$ , а у тежем  $\pm 0,15\sqrt{2} + 50\%$  од  $\pm 0,15\sqrt{2}$ .



Сл. 405

Кад се ради о неколико висинских разлика (АВ, ВС итд.), изравнање је исто као у случају кад су дужине страна мање од 130 m. У једначини (69)  $n$  претставља укупан број висинских разлика (напр. 4 стране по 2 висинске разлике  $\dots n = 8$ ).

### ОСНОВА ТАХИМЕТРИСКОГ СНИМАЊА

При тахиметриском снимању основу сачињава полигонска мрежа (сл. 210, 213, 214 и 215). Развијање линиске мреже (сл. 218) долази у обзир за гушњи детаљ. Дужине полигонских страна могу се мерити пантљикама, а висине полигонских тачака могу се одређивати геометриским нивелманом. Мерење везних и преломних углова врши се при снимању детаљних тачака. У тежим теренима и у случају кад се не тражи већа тачност, висинске разлике између полигонских тачака као и дужине полигонских страна могу се одређивати тахиметриским путем.

Код мањих површина, уместо полигонских тачака, снимање се може извести и са темена троуглова распоређених у виду мреже (сл. 280, 281, 283 и 284). Из познатих страна, помоћу троугластих лењира, размерника и шестара може се нацртати мрежа троуглова. У оваквим случајевима у равничарском и брежуљкастом терену прво се измере дужине страна (пантљиком) и одреде висине темена (нивелманом), а затим се прелази на снимање детаља.

Приликом тахиметриског снимања углавном се јављају ови случајеви.

а) терен за који постоје катастарски планови, а резултати теренских радова уносе се у копије тих планова;

б) терен за који не постоје катастарски планови, а резултате премера треба приказати у крупнијим размерама (1:1000, 1:2000 и слично);

в) случај кад се подаци премера уносе само у карте одговарајуће размере (напр. 1:25 000).

#### СЛУЧАЈ КАД ПОСТОЈЕ ПЛАНОВИ

**Снимања с већом тачношћу.**— Оваква снимања треба извршити по могућности с полигонских тачака које су биле употребљене и при снимању у циљу израде планова. Ако су полигонске тачке стабилизоване помоћу цеви или ако су надземне белеге уништене, потребно је на терену пронаћи подземне белеге. Рад на проналажењу почиње од тригонометријских тачака. Он би се састојао у следећем (сл. 213). На тачки  $T_g$  постави се сигнал, а на тачки  $T_e$  центрише се теодолит. Визира се на сигнал, изврши читање на  $I$  хоризонталном вонису и ка томе читању се дода угао  $\beta_e$ . На овај се начин добије вредност читања на коју се окрене алидада и тако се визура доведе у правац полигонске тачке  $I$ . У том правцу измери се дужина прве стране полигонског влака (хоризонтално) и опрезним копањем пронађе се подземна белега полигонске тачке  $I$  (уколико и она није уништена). Теодолит се премести на полигонску тачку  $I$  и рад се наставља на исти начин. Откривање може да отпочне и од тачке  $T_f$  према тачки  $T_e$ . Подаци одмерања за проналажење тригонометријских тачака, затим величине углова  $\beta$  и дужине полигонских страна илазе се у катастарској управи. Ако су надземне белеге тригонометријских тачака уништене, откривање подземних белега извршиће геометар.

**Снимања с мањом тачношћу.**— У оваквим случајевима, који су и најчешћи у агрономским радовима, развијају се самостални полигонски влаци (сл. 214 и 215). При том се за почетне и завршне тачке полигонских влакова узимају карактеристичне тачке на терену (сигурнији преломи међа и путева, укрштање путева и слично). У недостатку карактеристичних тачака (напр. на пространим пашњацима, груписаним ливадама и слично) за почетне тачке полигонских влакова узимају се најближе тригонометријске тачке.

За картирање (уношење у план) полигонских и детаљних тачака могу се употребити обични угломери израђени напр. од целулоида. Начин поделе отступања у полигонским влацима показан је на сл. 216 и 217.

Ако су парцеле мањих површина, онда се за снимања, осим карактеристичних тачака прелома, могу да користе и граничне тачке мањих парцела. У оваквом случају није потребно развијање полигонских влакова. Снимање се може извести малим и лаким инструментом и лаком нивелманском летвом и кад се ради о већој површини (напр. снимање граница типова земљишта у једном атару). Ради сигурније оријентације на терену, препоручује се да радници (фигуранти) познају атар у којем се врши снимање. Осим тога на плановима (налепљеним на картонима) који се употребљавају на терену, треба на карактеристичним парцелама уписати имена и презимена поседника.

#### СЛУЧАЈ КАД НЕ ПОСТОЈЕ ПЛАНОВИ

Један од начина на који се долази до основе за тахиметриско снимање мањих површина описан је у почетку овог поглавља. Уместо затвореног полигонског влака може да послужи и мрежа троуглова (сл. 280, 281, 283 и 284). Ако би се радило о већој површини, онда је потребна сарадња геометра.

### СЛУЧАЈ КАД СЕ ПОДАЦИ ПРЕМЕРАВАЊА УНОСЕ САМО У КАРТЕ

За снимање ове врсте треба добро познавати градиво изнето у IX поглављу да би се кретање на терену са сигурношћу могло пратити на карти тако да се брзо може одредити тачка стајања. Кад је позната ова тачка, онда више нема тешкоћа да се сними нека друга тачка која се догледа, а налази се на удаљености и до 150 m од тачке стајања (снимање оптичким путем помоћу малог и лаког тахиметра и нивелманске летве).

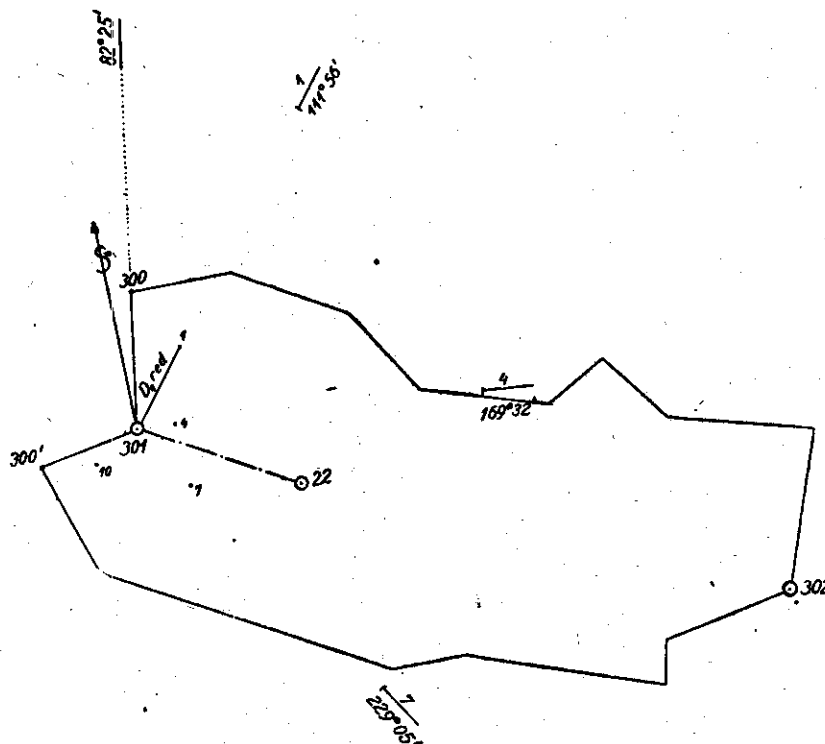
### КАРТИРАЊЕ ТАЧАКА СНИМЉЕНИХ ТАХИМЕТРИСКИ

За овај се рад могу употребити поларни координатограф са краком, кружни или пак полукружни транспортер.

Поларни координатограф долази у обзир код радова веће тачности (картирање детаља при изради катастарских планова и слично). Опис справе и начин употребе може се наћи напр. у књизи Нижа геодезија од проф. Дражића, издање 1948 г., страна 312.

За геодетске радове у агрономији, у највише случајева, можемо се задовољити оном тачношћу која се постиже употребом кружног или пак полукружног транспортера.

Кружни транспортер треба поставити на план тако да се не само његов центар подударе с тачком на којој је снимање извршено, него да и изнад почетног правца снимања (на плану линије снимања) подела

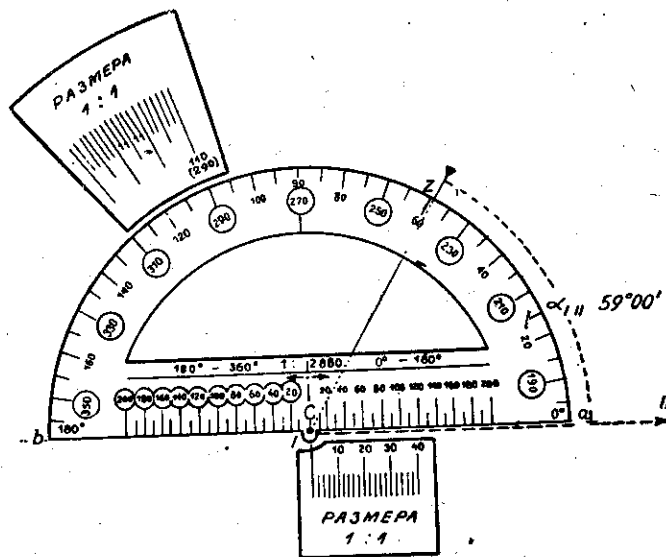


Сл. 406

на транспортеру одговара оном читању (на I хоризон. нониусу) које је добијено при визирању на почетну тачку снимања. На сл. 406 био је постављен транспортер тако да се његов центар подударе с почетном

тачком снимања 301. При том место на подели транспортера одговарало је читању на I нониусу ( $82^{\circ} 25'$ ) уписаном у тахиметриском записнику и то у продужењу почетне стране снимања 301—300. После постављања транспортера, он се више не помера. Наспрамно његовој подели, на плану се танким цртицама означе места која одговарају правцима осталих снимљених тачака према тахиметриском записнику (на сл. 406 за тачку 4 . .  $169^{\circ} 32'$ , за тачку 7 . .  $229^{\circ} 05'$  итд.). Кад су места свих праваца означена, транспортер се уклони. Помоћу размерника, почев од станичне тачке, за сваку детаљну тачку нанесе се одговарајуће  $D_{red}$  (из тахиметриског записника, напр.  $D_{1red}$  за тачку I на правцу  $111^{\circ} 56'$ ). На овај се начин на план пренесу све снимљене тачке.

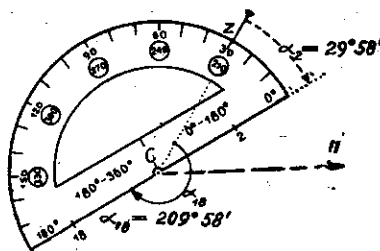
За важније детаљне тачке, ради контроле, били су измерени фронтови (отстојања између тих тачака). После доношења тих тачака на план, размерником се измере дужине фронта на плану. Отступања између мерених и на плану установљених дужина фронта треба да се крећу у границама које можемо да прихватимо.



Сл. 407

Полукружни транспортер приказан на сл. 407 и 408 је згоднији за рад од кружног транспортера зато што на правој ивици има размерник (напр. 1:2880). Надесно од центра С нанета је подела за редуковане дужине које одговарају правцима мањим од  $180^{\circ}$ , а на лево за правце веће од  $180^{\circ}$ . И на полукружној линији подела се дели на мању и на већу од  $180^{\circ}$ .

Помоћу танке игле кроз рупицу у центру С постави и причврсти се транспортер на станичној тачки, напр. тачки I, сл. 407. При визирању на тачку II било је прочитано на I хоризонталном нониусу



Сл. 408

напр.  $59^{\circ}00'$  (сл. 407). Ивица  $C - a$  постави се тачно у правац I - II, а на подели полукружне линије, танком цртицом  $z$ , наспрамно  $59^{\circ}00'$ , означи се почетак поделе хоризонталног лимбуса. При визирању на детаљну тачку 2 прочитано је на I хоризон. нониусу напр.  $29^{\circ}58'$  (сл. 408). Транспортер се окрене тако да се место на подели, које одговара  $29^{\circ}58'$ , подударе с цртицом  $z$ , а на ивици где је подела **размерника** оловком или пак иглом означи се тачка 2. Овај положај транспортера одговара и детаљној тачки 18 с читањем на I нониусу.  $209^{\circ}58'$ .

### ИНТЕРПОЛОВАЊЕ ИЗОХИПСА

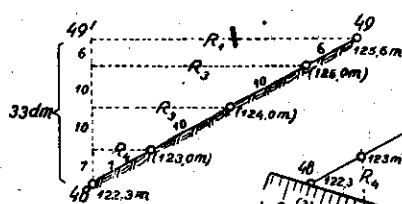
Картирањем тачака на ситуационом плану и уписивањем њихових висина (одређених тахиметриски или пак нивелманом) *не добија се јасна претстава о рељефу терена*. Да би се ово постигло, потребно је нацртати изохипсе с одређеним еквидистанцијама.

До тачака кроз које пролазе изохипсе долази се поступно и то *умешањем* (интерполовањем) *нових тачака* (које нису биле снимљене) између оних које су биле снимљене на терену. Један од начина интерполовања приказан је на сл. 409 и 410.

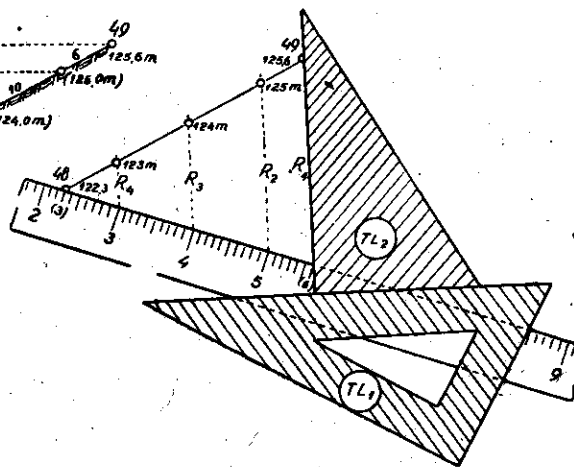
Детаљне тачке 48 и 49 снимљене тахиметриски, нацртане су на ситуационом плану (сл. 410) на којем су уписане и њихове висине.

Поставља се задатак да се на ситуационом плану означе тачке кроз које пролазе изохипсе са еквидистанцијом 1 m тј. изохипсе: 123 - на, 124 - та и 125 - та.

Из сл. 409 се види да се ради о подели растојања 48 - 49 у односу 7 dm : 10 dm : 10 dm : 6 dm. Ову поделу извршићемо помоћу **размерника**



Сл. 409

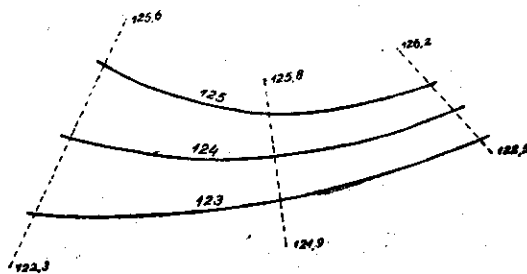


Сл. 410

$R$  (од хартије) и два троугласта лењира  $TL_1$  и  $TL_2$  како је показано на сл. 410. На ситуациони план положимо **размерник**  $R$  тако да се цртица 2,3 ст његове поделе (која одговара висини 122,3 m н.м.) подударе с тачком 48. Троугласти лењир  $TL_2$  положимо тако да ивица катете пролази тачно кроз тачку 49 и тачку на подели **размерника** која одговара висини 125,6 тј. 5,6 cm. После тога приложимо троугласти лењир  $TL_1$  како је

показано на сл. 410. У пресеку линије 48–49 и паралела с линијом 49–5,6 см (на размернику) повучених кроз тачке које одговарају пртицама поделе 5 см, 4 см и 3 см добијамо тачке које деле растојање 48–49 у односу  $7:10:10:6$ . Кроз овако добијене тачке пресека пролазе изохипсе: 125–та, 124–та, и 123–ћа.

На показани начин изврши се интерполовање и између других детаљних тачака. Спајањем тачака истих надморских висина добија се план изохипса с еквидастанцијом напр. 1 м (сл. 411).



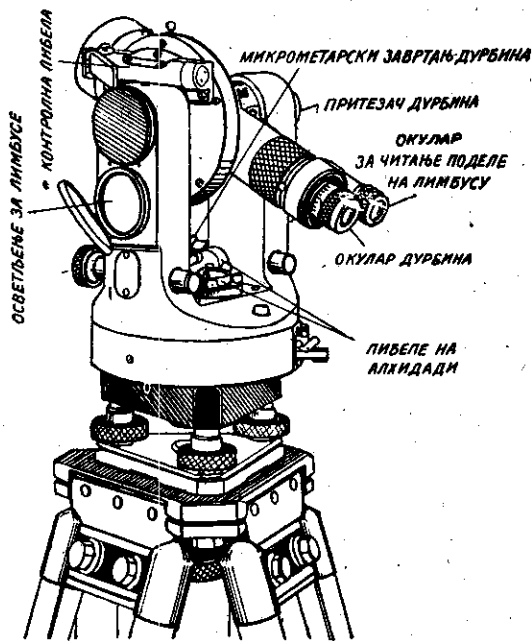
Сл. 411

## XVI. ИНСТРУМЕНТИ НОВИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Инструменти које смо досад упознали старије су конструкције (сл. 168, 169, 377, 378 и 379). Код ових инструмената многи саставни делови су видљиви и стога овакви инструменти врло су погодни за прво упознавање.

За разлику од инструмената старије конструкције, код инструмената новије конструкције већина саставних делова — а нарочито оних који су осетљиви — добро су заштићени. Осим ове промене извршене су и друге, далеко битије, између којих се наводе следеће.

Код *Шеодолишта - Шахмештра* (сл. 412) покрај окуларна на дурбину налази се окулар за читање поделе и на хоризонталном и на вертикалном лимбусу. Према томе, после визирања, само незнатним померањем ока читају се у једном окулару поделе на обадва лимбуса, што у многоме убрзава рад (сл. 413). Код неких инструмената може се прочитати и  $1/10$  секунде а да при том не долази до рачунања средње вредности читања на  $I$  и  $II$  нивојусу односно микроскопу, јер прочитана вредност уједно је и средња вредност.



Сл. 412

Осим ове најбитније промене, неки инструменти имају засебан окулар за центрисање оптичким путем. Поред веће тачности и брзине у раду овакав начин центрисања нарочито је погодан кад је време ветровито.

Код *нивелара* (сл. 414) у близини окуларна налази се лупа за нивел. либелу. Помоћу система призми омогућено је да, гледајући кроз ту лупу, мехур нивелманске либеле доведемо да врхуни и то врло тачно (сл. 415).

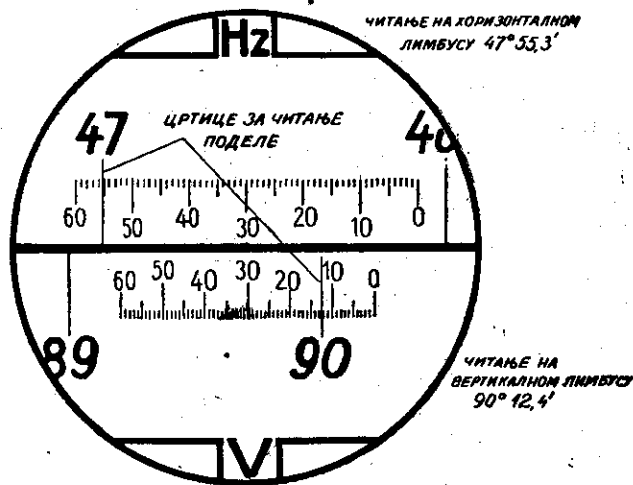
Најновији *нивелмански инструменти* (сл. 416) има то предност испред нивелманског инструмента новије конструкције што *нема нивелманске либеле*. Визура се доводи у *хоризонталан положај аутоматски* — компензатором — чим је оса алхидадина приближно вертикална (на принципу по којем се усправљају целоу-

идне фигуре — дечије играчке — које су при дну оптерећене оловом). Оса алхидадина се доводи у приближно вертикалан положај помоћу централне либеле. Уместо притезача алхидаде конструисана је стална кочница која је увек на истом месту. Завртањ за фино кретање алхидаде има две главе (налево и надесво од дурбина), тако да се померање може да изврши било десном било пак левом руком.



И на стативу су извршене промене које омогућују већу стабилност инструмента како у меком тако и у тврдом терену.

По тачности овај се инструмент може употребити и за прецизни нивелман. При нивелању постиже се знатна уштеда у времену (око 45%).

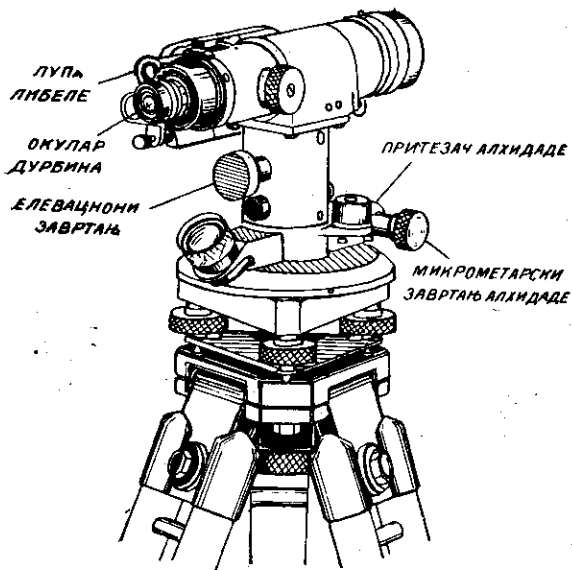


Сл. 413

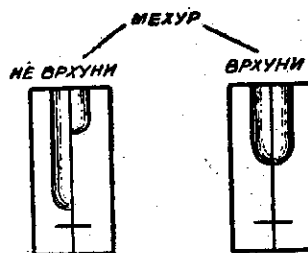
На крају потребно је напоменути да при једнакој тачности, која се може постићи инструментом старије и новије конструкције, инструмент новије конструкције је лакши и погоднији за преношење.

Јасно је да су, због знатних преимућстава испред инструмената старије конструкције, инструменти новије конструкције скупљи.

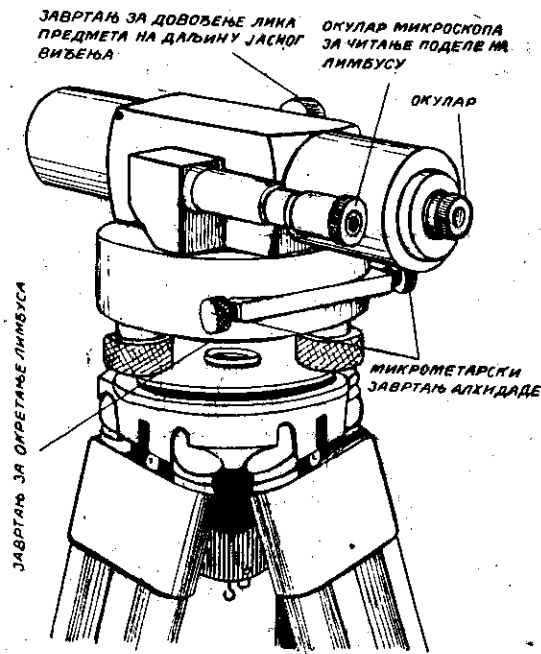
Оно лице које је уознашо с инструментом старије конструкције брзо ће овладати руковањем, испишивањем и ректификацијом инструмента новије конструкције.



Сл. 414



Сл. 415



Сл. 416

Када би се радило о избору инструмента за геодетске радове које изводи агроном, сматрамо да би најбоље одговарао мали универзални инструмент, дакле лак, са што осетљивијом нивелманском либелом (податак хоризонталног нониуса  $30''$ , а вертикалног  $1'$ ).

## XVII. ОСНИВАЊЕ ВОЊАКА И ВИНОГРАДА

У овом поглављу упознаћемо се с геодетским радовима при оснивању воњака и винограда.

Кад се ради о оснивању мањег воњака и винограда, довољно је ако се добро упозна стање на терену и облик парцеле. Затим се изабере размештај воњака (напр. квадратни) и растојање између места за поједине воњке, односно начин сађења и размак између чокота, а после тога се прелази на извршење геодетских радова.

Ако је у питању већи воњак или пак виноград, при детаљном упознавању стања на терену, саветно је да се има при руци копија катастарског плана парцела о којима се ради са околним парцелама. Међутим кад се ради о већим површинама, где осим оснивања нових воњака и винограда може да дође и до преуређења већ постојећих, приликом упознавања терена треба имати још и прегледни план са широм околином.

Од рељефа терена и величине парцеле (површине) зависи које ће справе и инструменти бити употребљени при извршењу геодетских радова на терену.

### РАДОВИ У РАВНИЦАМА

**Оснивање воњака.** — Облици парцела на којима се подижу воњаци често су правилног облика.

На сл. 417 приказана је ситуација парцеле правоугаоног облика (ABCD) на којој треба подићи воњак у квадратном систему. Да би слика била једноставнија, осим једног важнијег пута, нису обележени други путеви.

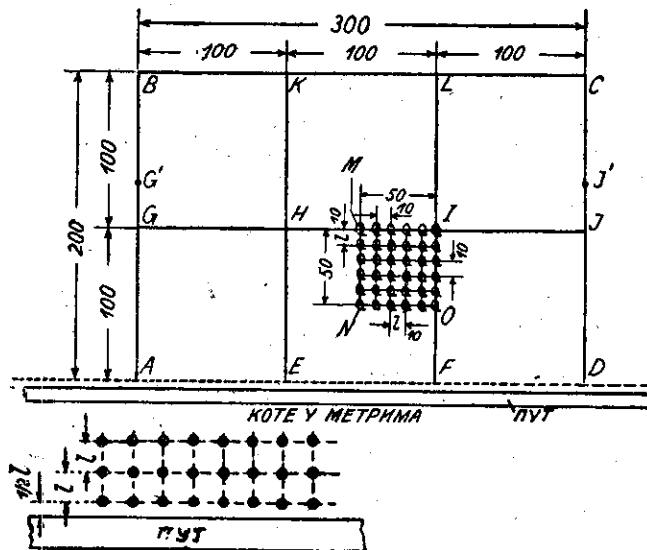
Пољопривредни стручњак, полазећи од постојећих путева на терену у близини будућег воњака, као и од његове величине, у скици ће предвидети потребне путеве и одредиће њихове ширине. После тога, већ према систему распореда и размака воњака, израчунаће дужине страна мањих четвороуглова (правоугаоника, паралелограма, ромба, квадрата), у нашем случају квадрата AGHE. Од броја мањих четвороуглова и дужина њихових страна зависиће дужине страна основног четвороугла, у нашем случају правоугаоника ABCD.

Из сл. 417 се види да се до темена мањих квадрата (напр. темена G, H, K, L) лако може доћи кад су одређена темена A, D, B, C, тј. кад је рад на основном правоугаонику завршен.

Положај темена B и C (на терену) може се одредити подизањем управних AB и DC, напр. помоћу инструмента или пак помоћу пето-

стране призме (како је то описано код оснивања мањих парцела за огледе).

Ако је употребљена призма, прво се могу подићи управне  $AG'$  и  $DJ'$  (сл. 417), а затим њиховим продужењем и мерењем дужина  $AB$  и

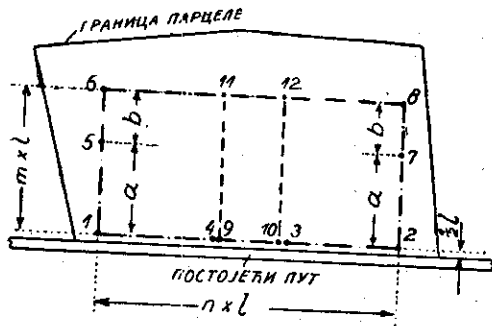


Сл. 417

Одредиће се темена  $B$  и  $C$ . Свакако, после одређивања темена  $B$  и  $C$ , ради контроле, измери се дужина  $BC$  (она треба да је једнака дужини  $AD$ ).

После тога, полазећи од већег ка мањем, долази се до темена мањих квадрата, а затим се прелази на обележавање места за поједине воћке.

Ако су дужине страна основног четвороугла мање, у недостатку призме, управне се могу подићи помоћу крста (сл. 418) на



Сл. 418

следећи начин. После обележавања тачака 1 и 2 (на израчунатом међусобном отстојању и отстојању од пута), сигналишу се међутачке 3 и 4 на правој 1-2. Затим се с тачке 1 употребом крста обележи тачка 5. За обележавање тачке 5 сигналише се тачка 4 (помоћу значке). У продужењу праве 1-5 обележи се тачка 6. На исти се начин обележе тачке 7 и 8. Када се ради крстом, ставив треба да буде у вертикалном положају, што се постиже помоћу виска.

Ради контроле измери се дужина 6-8 (она треба да је једнака дужини 1-2), а отстапање се подели на раније објашњен

начин (види оснивање мањих парцела за огледе). Тачке 6 и 8 се налазе на једнаком ошћојању ( $a+b$ ) од праве 1-2. После тога се обележе темена мањих четвороуглова. Места за сађење воћака у редовима паралелним са страном 1-2 (редови 13-13, 14-14 итд., сл. 419) означају се поступно. Прво се означе места на странама 1-6 и 9-11 мањег четвороугла 1-6-11-9, а затим се прелази на означавање места у редовима обухваћеним у мањем четвороуглу итд.

Места воћака које су изван четвороугла 1-6-8-2 означе се одмерањем на продужењу редова 1-2, 13-13, 14-14 итд., сл. 419.

Код веће парцеле штемена основног четвороугла означе се помоћу теодолита. За овај је рад довољно да на инструменту буде испуњен само први

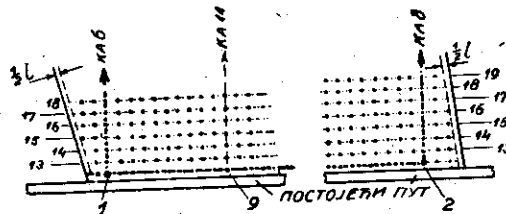
услов, тј. да оса либеле на алхидади буде паралелна с равни хоризонталног лимбуса, тако да се може приликом центрања инструмента оса алхидадина довести у вертикалан положај.

Означавање темена основног четвороугла помоћу теодолита ради се у два положаја дурбина (нониус који је био употребљен у I положају дурбина, употребиће се и у II положају). Начин рада описаћемо користећи сл. 417. Нека је инструмент центрисан изнад тачке А. Визира се на значку постављену у тачки D. Изврши се читање на првом нониусу (у I положају дурбина). Ка томе читању се дода  $270^\circ$ , напр.  $174^\circ 35' 00'' + 270^\circ = 444^\circ 35' 00''$ ;  $444^\circ 35' 00'' - 360^\circ = 84^\circ 35' 00''$ . Алхидада се окрене у смислу кретања казаљки на сату да се на првом нониусу тачно чита  $84^\circ 35' 00''$ . Сад је визура у правцу тачке В. На растојању нешто већем од АВ пободе се значка у правцу визуре. После тога дурбин се преведе у II положај. Визира се поново на значку у тачки D и прочита стање на првом нониусу. Добијеном читању се дода  $270^\circ$  и на израчунато читање окрене се алхидада. Ако раније пободена значка није сад у правцу визуре, она се извади, означе се њено место, а затим се поново пободе у правцу визуре. У средини између раније и поново пободене значке надази се тачка В' која спојена с тачком А даје управну на праву AD.

Користећи инструмент центрисан изнад тачке А, обележе се темена (тачке) F и E (дурбин се налази само у I положају). Тако на пример при обележавању тачке F прво се визира на значку постављену у тачки D, а затим се у близини места тачке F пободе значка на правцу визуре. Измери се растојање DF и у правцу визуре обележи се тачка F. На описани начин обележи се и тачка E. Овај се рад изврши и на правој AB' обележавањем тачака G и B у правцу од А ка В'. Кад је обележена тачка G, употребљена значка се уклони да не би била на сметњи у даљем раду.

Затим се инструмент премести на тачку D и изврше потребна обележавања.

После тога, помоћу инструмента центрисаног изнад тачке J, изврше се обележавања тачака H и I на правој GJ итд.



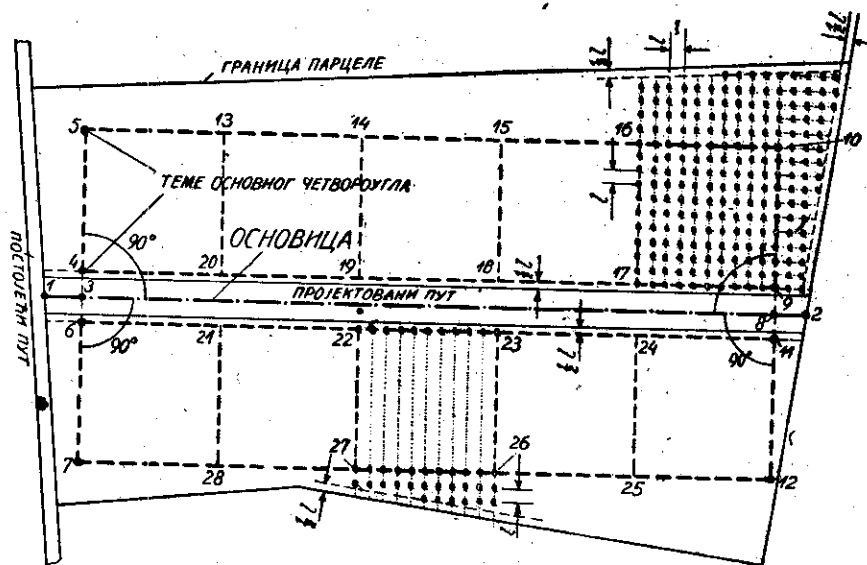
Сл. 419

Кад су темена мањих четвороуглова обележена, рад инструментом је завршен.

Ради уштеде времена у оваквом раду, препоручује се да дужине страна мањих четвороуглова буду око 150 метара.

Ако би дужина AD била већа и ако би се после визирања на сигнал постављен у тачки D указала потреба поновног визирања, јасно је да би пре тога пободене значке на правој AD требало уклонити.

Кад је у питању већа парцела неправилног облика, треба изабрати тзв. основицу и полазећи од ње обавити геодетске радове (сл. 420). Основица се обично узима у средњи парцеле.



Сл. 420

Да би се одредио положај основице, потребно је на копији плана парцеле израдити скицу новог стања (претпоставља се да план одговара стању на терену). При том треба узети у обзир путну мрежу, распоред воњака и отстојање између њих. На овај се начин долази до података за израду пројекта (тачније скице или пак плана новог стања).

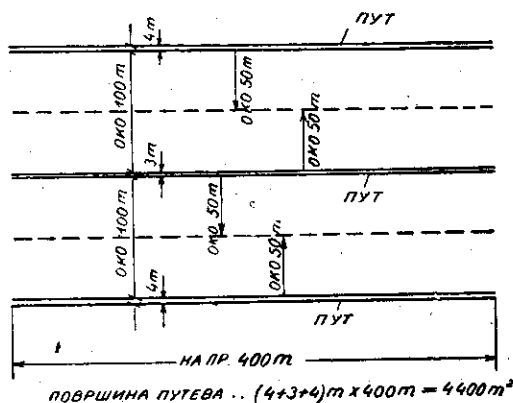
Када је пројекат израђен, на терену се обележи основица (тачке 1 и 2, сл. 420). Ово се обележавање може да изведе полазећи од граничних тачака парцеле. После тога, помоћу инструмента, на основици се сигналише неколико међутачака и обележе се важније тачке (у нашем примеру тачка 3; тачка 8 обележиће се доцније). Затим се обележе темена основних четвороуглова (у нашем случају темена 4, 5, 6 и 7; после тога се измери отстојање 3-8, обележи се тачка 8 и темена 9, 10, 11 и 12). Кад је рад на обележавању темена основних четвороуглова завршен (у нашем примеру темена 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12), прелази се на обележавање темена мањих четвороуглова (темена 13, 14, 15, 16, 17, 18 . . . 27, 28, сл. 420).

Места појединих воњака означају се поступно по појединим мањим четвороугловима, а места за воњке, које се налазе изван ових четво-

роуглова, одређују се продужењем одговарајућих правих. Ова се продужења раде одока (помоћу значака).

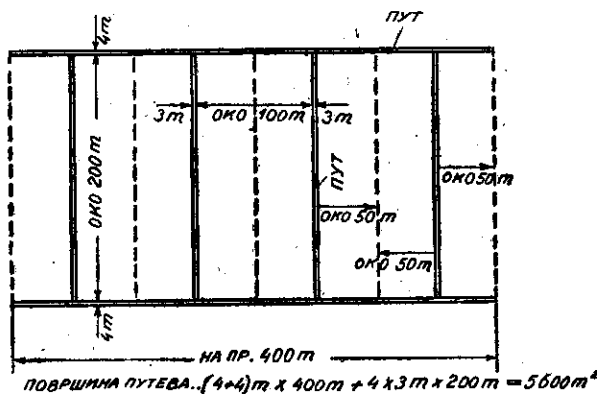
**Оснивање винограда.** — Геодетски радови код оснивања винограда на мањим и већим парцелама при распореду чокота у облику квадрата и правоугаоника углавном су исти као и код оснивања воћњака.

Ако се ради о групи већих парцела где долази и до комбинације воћњака и винограда (распоред чокоћа у облику квадрата и правоугаоника), треба се придржавати начела изнетих у поглављу о уређењу агара. Овде се може само толико да примети да у виноградима, где је путна мрежа гушћа, подужна мрежа путева (сл. 421) заузима мању површину од попречне (сл.422). Споредни путеви (за довожење ђубрива, одвожење грозђа и кљука, радови код прскања итд.) треба да су широки најмање 3 м, боље пак 4 м, а важнији путеви 4 м (не рачунајући евентуални јарак поред пута). При овој ширини важнијих путева на сваких 300 до 500 м треба проширити те путеве ради мимоилажења возила (у ширини од 10 м, а у дужини од око 20 м).



Сл. 421

Оснивање винограда у облику равностранних троуглова примењује се на мањим површинама. И овде се препоручује извођење геодетских



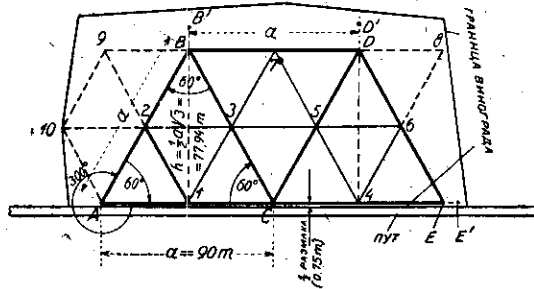
Сл. 422

радова „од већег ка мањем“. Ово значи да прво треба одредити темена основних равностранних троуглова, а затим према потреби у сваком основном троуглу образовати неколико мањих троуглова. Дужина стране мањег троугла може да буде различита. Она зависи од броја чокота садржаних у тој страни, растојања између њих, а донекле и од дужине жице, односно пантљике, која ће се употребити при размеровању.

На сл. 423 приказана је парцела мање површине. Мерењем дужине парцеле поред пута и просечне ширине установили смо да дужина стране основног равностраног троугла може да износи око 90 м. При

растојању 1,50 m између чокота, у дужини стране основног троугла садржано је 60 растојања (тј.  $90 \text{ m} : 1,50 \text{ m} = 60 = n$ ). Ово значи да ће на тој страни основног троугла да буде засађено  $n + 1$  чокот тј.  $60 + 1 = 61$  чокот.

Ако бисмо установили да дужина стране основног троугла може да буде око 77 m, онда би број растојања износио . . .  $77 \text{ m} : 1,50 \text{ m} \approx 51$ . Ми бисмо усвојили напр.  $2 \times 25$  растојања или пак  $3 \times 16$  растојања;



Сл. 423

при том броју растојања дужина стране основног троугла износила би . . .  $50 \times 1,50 \text{ m} = 75 \text{ m}$  односно  $48 \times 1,50 \text{ m} = 72 \text{ m}$ , а број чокота у тој страни био би . . .  $50 + 1 = 51$  односно  $48 + 1 = 49$ . Ако би растојање било 1,20 m, дужина стране 77 m садржавала би . . .  $77 \text{ m} : 1,20 \text{ m} \approx 64$  растојања. Ми бисмо усвојили на пример 60 растојања ( $2 \times 30$  растојања). Дужина стране основног

троугла била би . . .  $60 \times 1,20 \text{ m} = 72 \text{ m}$ , а број чокота . . .  $60 + 1 = 61$ .

Вратимо се нашем примеру приказаном на сл. 423. Усвојена дужина стране основног троугла износи 90 m, број растојања 60, а број чокота 61.

Примењујући правило „од већег ка мањем“ потребно је на терену обележити темења А, Е, С, а затим В и D.

Прећиславамо да имамо на располагању теодолит. Прво обележимо теме (тачку) А, а на тачки Е' пободемо значку. После тога центришемо теодолит изнад тачке А, визирамо на значку пободену у тачки Е' (дурбин у I положају). На отстојању 90 m од инструмента на правцу визуре обележимо тачку С (употребљену значку уклонимо). Затим обележимо тачку Е. После контролисања визуре АЕ извршимо читање на I нониусу (напр.  $305^\circ 12' 30''$ ) и ка том читању додамо  $300^\circ$ ; окренемо алхидаду (у смислу кретања казаљки на сату) да се на I нониусу чита израчуната вредност (напр.  $305^\circ 12' 30'' + 300^\circ = 605^\circ 12' 30''$ ;  $605^\circ 12' 30'' - 360^\circ = 245^\circ 12' 30''$ ). На удаљености око 90 m од инструмента пободемо значку на правцу визуре. Дурбин преведемо у II положај, визирамо на значку у тачки Е, извршимо читање на I нониусу и додамо му  $300^\circ$ . На израчунату вредност окренемо алхидаду. Ако пободена значка није у правцу визуре, извадимо је, а место где је била пободена обележимо кочићем. На отстојању око 90 m од инструмента, на правцу визуре пободемо извађену значку. На половини отстојања између кочића и ове значке налази се тачка В<sub>1</sub>. После сигнаписања и визирања на ту тачку, по правцу визуре измеримо дужину 90 m и обележимо теме В основног троугла АВС. Пренесемо инструмент на тачку С и на показани начин обележимо тачку D. На крају, ради контроле, измеримо дужине страна СВ, VD и DE.

Ако је на располагању призма, после обележавања темења А, Е и С, у средини стране АС основног троугла подигне се управна  $1 - B'$ , сл. 423. Затим се на правој  $1 - B'$  измери висина  $h$  основног троугла. У нашем случају  $h = \frac{1}{2} a \sqrt{3} = 1 - B = \frac{1}{2} AC \sqrt{3} = \frac{1}{2} 90 \text{ m} \times 1,7321 = 77,94 \text{ m}$ ;



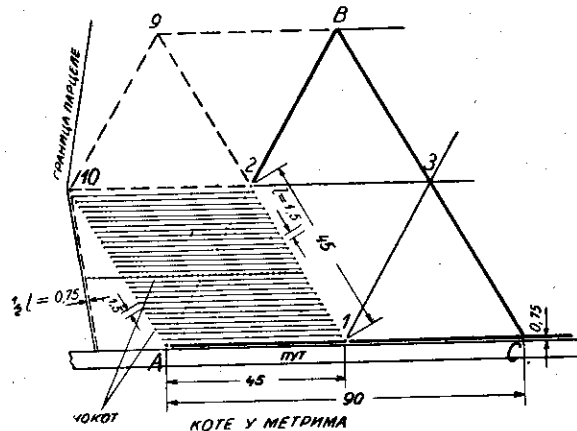
ако би дужина  $AC$  била  $72$  м, висина  $h$  износила би  $\dots \frac{1}{2} 72 \text{ м} \times \times 1,7321 = 62,36$  м. Тако се долази до темена  $B$ . Ради контроле измере се дужине  $AB$  и  $CB$ . Ове дужине требало би да буду једнаке. Уколико нису, помери се тачка  $B$  тако да овај услов буде испуњен. На исти начин обележи се и тачка  $D$ . Ради контроле измери се дужина стране  $DB$  ( $DB=DC=BC$ ).

Кад не бисмо имали призму, употребили бисмо крст. Управне  $1 - B'$  и  $4 - D'$  подигли бисмо на начин показан на сл. 418 (подизање управне  $1 - 6$ ).

Кад је рад на обележавању темена основних троуглова завршен, може се приступити означавању места за поједине чокоте. При том је саветно да се основни троугловни претходно поделе на неколико мањих троуглова (сл. 423, троуглови  $C-5-4$ ,  $4-5-6$  итд.). Дужине страна основних троуглова треба тако поделити да темена мањих троуглова буду уједно и места појединих чокоша. Тако напр. ако дужину стране основног троугла сачињава  $60$  растојања по  $1,50$  м (сл. 423), при подели могу се узети  $30$  растојања по  $1,50$  м (темена  $4, 5$  и  $6$ ). Ако би у дужини стране основног троугла била садржана напр.  $84$  растојања по  $1,20$  м (при обележавању основних троуглова употребљен је теодолит), та би се дужина могла поделити на  $3 \times 28$  растојања. Већи број мањих троуглова треба избегавати, јер се на тај начин уноси нејрегледност. Из овога се види да при избору дужине стране основног троугла, осим стања на терену и усвојеног растојања између чокоша, треба имати у виду и поделу на мање троуглове иа према томе изабрати дужину стране основног троугла.

Места за чокоте који се налазе изван троуглова могу се означити продужењем већ означених редова у основним троугловима и одмерањем изабраног растојања (напр.  $1,50$  м, сл. 424). Међутим, и овде се препоручује да се прво обележе темена мањих троуглова која још падају у парцелу на којој се подиже виноград (темена  $8, 9$  и  $10$ , сл. 423). Тако на пример теме  $10$  обележиће се у продужењу праве  $6-2$  на отстојању  $45$  м од темена  $2$ , а рад ће се контролисати мерењем стране  $A-10$  итд.

Када су обележена сва темена мањих троуглова, прелази се на означавање места појединих чокоша и то поступно, напр. прво у ромбу  $A-10-2-1$  (сл. 424). На страни  $A-10$ , почев од темена  $A$  означаће се места за чокоте. Ово ће се извршити и на странама  $A-2$  и  $2-1$ . После тога означаће се места за чокоте у редовима који су паралелни са страном  $A-1$ , а затим и места у



Сл. 424

продужењу тих редова на земљишту између стране А-10 и границе винограда. Кад је овај рад завршен, прелази се на означавање у ромбима 1-2-3-С, С-3-5-4, 4-5-6-Е, 6-5-Д-8, а после тога на земљишту које се налази између линије 8-6-Е и границе парцеле итд.

Потребни путеви добиће се изостављањем редова у оним правцима који су за то најповољнији (за ширину пута овде је довољно ако се изоставе два реда).

#### РАДОВИ У ТАЛАСАСТИМ ТЕРЕНИМА

Ови се радови разликују од претходних у томе што на извесним земљиштима може да дође до подизања воћњака и по правцима изохипса.

#### РАДОВИ У БРЕЖУЉКАСТИМ И БРДОВИТИМ ТЕРЕНИМА

У основи, при подизању воћњака и винограда треба имати у виду борбу против ерозивног дејства воде (која тече по површини земљишта углавном на правац изохипса). Према томе за подизање воћњака је најповољнији рељефни систем (по правцима изохипса).

Већина путева биће трасирана по правцима изохипса. Остали путеви биће положени под мање или више оштрим угловима на те правце, што зависи од нагиба земљишта и нагиба који ће се усвојити за такве путеве.

Код мањих винограда, уколико се не би применио рељефни систем, дужине страна основних четвороуглова, или пак троуглова, с повећањем нагиба земљишта биће све краће. При обележавању темена, пожељно је да се уместо добоса употреби теодолит. При том ће се радити у два положаја дурбина.

Све дужине потребно је мерити хоризонтално.

## XVIII. УРЕЂЕЊЕ АТАРА

### ОПШТЕ НАПОМЕНЕ

Пре излагања материје о уређењу атара напомиње се да се на овом месту не улази у уређење само појединих делова атара понаособ, односно уређења неколико дужи, већ се овде има у виду цео атар. Познавајући рад на уређењу целог атара, јасно је да се може с успехом решити лакши задатак тј. извршити уређење једног потеса.

Уређење атара није једноставан посао. Тај рад је важан, јер у добро уређеном атару могуће је мањом радном снагом и мањим бројем пољопривредних машина, оруђа и запрега обављати пољопривредну производњу у поређењу са неуређеним атаром.

Као и други рад, и уређење атара се изводи поступно. Прво се обављају претходни радови. Кад су они завршени, прелази се на израду пројекта новог стања и на крају на преношење одобреног пројекта на терен са израдом катастарског елабората.

Код уређења атара потребни су углавном ови стручњаци: пољопривредни, геодетски, хидротехнички, шумарски, саобраћајни и архитектонски.

Према рељефу терена радови на уређењу атара могу да се поделе углавном у две групе: уређење атара у равничарским и таласастим теренима и уређење атара у брежуљкастим и бреговитим теренима.

### УРЕЂЕЊЕ АТАРА У РАВНИЦАМА

Ређе се дешава да се уређење атара у равницама изводи без хидротехничких мелиорација. Свакако да је рад без хидротехничких мелиорација једноставнији и стога ћемо овде описати компликованији рад тј. онај кад се са уређењем атара изводе и хидротехничке мелиорације. Осим ових мелиорација долази и до извођења агропедолошких мелиорација тј. до спровођења мера у циљу облагорођавања земљишта.

### ПРЕТХОДНИ РАДОВИ

Ови се радови састоје у прикупљању и сређивању различитих података и у њиховом употпуњавању путем даљих истраживања да би се на овај начин могли донети закључци потребни за израду основног пројекта новог стања. Претходне радове могуће је и убрзати, јер се некоји између њих могу обављати једновремено. При том на пољопривредног и геодетског стручњака отпада највећи део посла.

**Основни прегледни план.**— Овај план, којим је обухваћен целокупан атар, треба да изради геодетски стручњак (смањивањем

катастарских планова напр. помоћу пантографа). *Размера плана обично је 1:10 000.* Од величине атара и његовог облика зависи да ли ће основни прегледни план бити подељен на неколико делова, напр. на северни и на јужни део и слично. Јасно је да ће се у оваквом случају, ради везе, на основном прегледном плану северног дела атара делимично приказати и његов јужни део.

*На основном прегледном плану треба приказати постојеће стање на почетку радова око уређења атара.* Ако је прегледни план раније израђен, њега треба прерадити и увести битније промене настале у времену од израде прегледног плана до почетка радова на уређењу атара.

При изради основног прегледног плана потребна је сарадња и осталих стручњака да би у план било унето и оно што је важно са њиховог гледишта.

Такав план не треба да буде претрпан, јер се тиме смањује његова јасноћа и прегледност. На првом месту треба да је означена граница атара и приближна граница између екстравилана и интравилана (насеља и површине која је у уској вези с њим), затим железничке пруге и прелази преко њих, сви путеви, мочваре, реке, потоци, канали за одводњавање и наводњавање, извори, артерски бунари, бунари у екстравилану, одбранбени насипи и рампе, црпне станице, сви мостови, пропусти као и прелази са државних путева у атар, пландишта за стоку, економска дворишта, индустријски објекти, осамљене зграде у екстравилану, шуме, воћњаци, виногради, расадници, хмељаници, ливаде, пашњаци, дрвореди, тригонометриске тачке, репери и слично (у интравилану треба да су приказане само важније зграде, затим улице, прогони, гробља, групе парцела где се налазе окућнице и слично). Из овог се описа види да основни прегледни план треба да садржи углавном оно што се уређењем атара неће мењати.

У основни прегледни план потребно је уцртати и оне објекте који ће у блиској будућности бити изведени (државни путеви, железничке пруге, приближно проширење постојеће индустрије и насеља и слично).

Најзад, на плану треба да је означена бројна и графичка размера као и легенда (тумач) употребљених топографских знакова.

Основни прегледни план се ради на провидној хартији (у тушу) да би се могао израдити потребан број копија за даље радове.

Осим основног прегледног плана, при извршењу претходних радова корисно ће послужити и фотографски снимци добијени фотограметрским снимањем.

**Исправљање границе атара.** — Полазећи од „већег ка мањем“ одмах се поставља питање да ли је потребно на извесним местима извршити промену границе атара да би се добио што повољнији облик и атара који се уређује као и оног који улази у замену земљишта. За ову промену доста добра оријентација се добија на карти 1:25 000. Тачније податке дају прегледни планови. У случају промене границе атара, потребно је ту промену образложити, а затим навести шта се даје и шта се прима. Ту, осим висинског положаја земљишта и везе са комуникацијама, одлучујући је педолошки састав и бонитет земљишта, а затим каквоћа и колебање нивоа подземне воде. До промене границе свакако ће доћи у случају кад се атару који се уређује припајају они делови који се налазе у суседним атарима.

При исправљању границе атара треба размотрити и положај насеља као и границу између екстравилана и интравилана. Насеље лежи углавном или центрично или пак ексцентрично према облику целог атара (овде се подразумевају ушорена насеља). Свакако да је приближно центричан положај насеља бољи, а ако такав није, тамо где је то могуће требало би га остварити. Тачније одређивање границе између екстравилана и интравилана као и евентуално исправљање границе атара спада у израду основног пројекта новог стања.

**Подаци о типовима земљишта и о подземној води.** — Постојеће педолошке податке треба искористити и допунити тако да буду довољни за предузети рад око уређења атара. Границе типова земљишта најбоље је уцртати у копију основног прегледног плана намењену за ову сврху, затим површине појединих типова нарочито обојити, напр. подзол – жуто (гумигути), оподзољена гајњача – жуто (окер), гајњача – светло мрко (печена сијена), чернозем – црнкасто (сепија), заслањена земљишта – љубичасто итд. На погодном месту треба дати легенду за све типове земљишта приказане на плану. При овом раду саветно је употребити благе растворе боја.

По питању подземне воде потребно је испитати њену каквоћу и то у појединим потесима тако да се добије тачна слика на којим се површинама налази слана вода и у којој мери, а на којима се налази вода која није слана. Осим испитивања каквоће те воде, треба установити и дубине нивоа испод површине земљишта, колебања тих нивоа и разлоге због којих до њих долази. При том треба имати у виду да од дубине нивоа слане воде у многоме зависи и њено штетно дејство на особине земљишта, нарочито од друге половине месеца јуна до средине августа кад је и испаравање са површине земљишта највеће (тзв. секундарно засољење). Од колике су важности ови подаци, довољно је напоменути да се напр. у целој Војводини последњих година осма трају колебања нивоа подземних вода. Тамо где је подземна вода слана, а њен ниво превисок, одређивању дубине снижавања нивоа такве воде потребно је обратити нарочиту пажњу.

Осим утврђених педолошких типова и њихових граница, потребно је извршити још и бонитирање (класирање) земљишта. Наведени подаци употребиће се при изради пројекта новог стања у којем ће осим плодореда бити назначена и расподела нових поседа. Већ приликом педолошких радова показале се да ли је за бонитирање и уцртавање (картирање) граница појединих разреда (класа) потребан план постојећег стања у размери 1:5000 са уцртаним границама парцела (и овај се добија смањивањем катастарских планова помоћу пантографа). Има случајева када се за ову врсту рада употребљавају копије катастарских планова (1:2500 или пак 1:2880).

Пре него што се приступи детаљном бонитирању земљишта, потребно је да се изврши оријентациони обилазак целог атара који се уређује. Споменути обилазак извршиће пољопривредни, шумарски, хидротехнички и геодетски стручњак заједно са добрим познаваоцима атара (земљорадницима). После тога, уз помоћ познавалаца атара одлучиће се о броју бонитетних разреда и њиховом међусобном односу (израженом напр. у површини). Напомиње се да је рад мањим бројем бонитетних разреда и на терену и у бироу прегледнији и бржи. Ипак не треба ићи у крајност и на пример од девет на терену пронађених

бонитетних разреда за њиве свести их рецимо на три; у овом случају могло би се извршити успешно бонитирање са пет до шест бонитетних разреда иако је при оријентационом обиласку било установљено девет. Бонитирање земљишта изводи се с пролећа или с јесени. На површинама засејаним правим (стрним) житима бонитирање се може извршити убрзо после жетве.

Како се на терену обележавају и снимају границе бонитетних разреда на њивама, ливадама и пашњацима описано је у геодетским радовима.

Осим пољопривредног и геодетског стручњака, на које при бонитирању отпада највећи део посла, у овим радовима учествоваће шумарски и хидротехнички стручњак.

Горе наведени подаци су врло важни, јер полазећи од њих разграничне се пољопривредна земљишта од шумских, затим ће се одредити земљишта која изискују одводњавање и агропедолошке мелиорације као и она која се могу одмах наводњавати. После тога установиће се земљишта која треба искоришћавати као воћњаке, винограде, ливаде и пашњаке тако да ће се добити довољно тачна слика о земљиштима која ће остати под ораницом, односно која се имају претворити у оранична земљишта. Осим тога ови подаци претстављају основу за израду пројекта хидротехничких мелиорација, јер пројекат који би био израђен не узимајући у обзир споменуте податке био би непотпун, а могао би да буде и погрешан.

**Хидротехнички подаци.** – Хидротехнички и пољопривредни стручњак констатуваће стање хидротехничких објеката и то детаљно.

Тамо где су већ извршене хидротехничке мелиорације, установиће се да ли оне задовољавају или не. У случају ако не задовољавају, потребно је образложити и предложити допуну и преиначење постојећег стања.

*Тако на пример у случају одводњавања:* појачање и повишење одбранбеног насипа, обезбеђење од даљег рушења обале на местима где се ова приближила одбранбеном насипу, попуњавање заштитног шумског појаса, умиривање па и потпуно спречавање опаснијих извора у вези с могућношћу продора насипа за време виших водостаја, делимично или пак потпуно напуштање канала који су погрешно били трасирани, повећање густине каналске мреже, продубљење канала у циљу већег снижавања нивоа шкодљиве подземне воде с евентуалним извођењем дубоке дренаже, појачање црпних постројења, боље захватање „туђих“ подземних вода продубљењем латералног канала, захватање сувишних туђих површинских вода у вишим теренима и слично.

*Кад се ради о наводњавању и ту може да се јави потреба преиначења и појачања објеката код захватања површинске и подземне воде, проширења каналске мреже, бољег спречавања инфилтрације воде из канала за наводњавање, тачнијег планирања терена ради смањења норми залевања и уштеде времена потребног за залевања и слично.*

Ако је израђена водопривредна основа, јасно је да се при овом раду (у погледу одводњавања и наводњавања) треба придржавати основних начела која су тамо утврђена.

Уколико у атару који треба да се уреди нису извршене хидротехничке мелиорације, а постоји водопривредна основа, при изради пројекта хидротехничких мелиорација и пројекта новог стања треба се придржавати оних мелиоративних мера које су предвиђене у тој основи.

Ако пак није израђена водопривредна основа, а на њу се не може чекати, онда питања одводњавања и наводњавања треба углавном решавати на следећи начин.

Осим података о типовима и бонитету земљишта као и о подземној води, у случају одводњавања треба испитати где се налазе реципијенти за одвођење сувишне воде и да ли су они довољно уређени да могу примити воде које се у њих доводе и то на време, нарочито с обзиром на благовремену пролећну сетву. Код овог рада може се десити да се такав реципијент налази и изван атара који се уређује па према томе с хидротехничке стране има се обухватити и онај део суседног атара кроз који би требало спровести главни канал за одводњавање. При том може да дође у обзир тзв. централизација или пак тзв. децентрализација вода то јест да ли се сувишне воде одводе у један реципијент на једном месту или на неколико места, односно у неколико реципијената. Површине које изискују одводњавања најбоље је установити на терену и њих означити на засебној копији основног прегледног плана (овај се рад често обавља при бонитирању земљишта).

На основу детаљног испитивања и утврђивања разлога замочва-рења, затим педолошких података (терейских и лабораториских), бонитета земљишта, података о подземној води, особина поднебља, култура које ће се гајити итд., пољопривредни стручњак у сарадњи с хидротехничким и шумарским стручњаком предложиће да ли се одводњавање има извести само отвореним каналима или ће бити потребно на извесним површинама применити дренажу. У обадва случаја пољопривредни стручњак установиће тзв. норму исушивања тј. висинску разлику између површине земљишта и нивоа подземне воде (коју би требало остварити после извршеног одводњавања) и то пред почетак вегетационе периоде, за време те пероде и после ње. Јасно је да норме исушивања неће бити једнаке. С овим у вези треба у трасама дубљих канала (сондама већег пречника или копањем јама) установити да ли подземна вода није под притиском, и ако јесте, за ове канале одредити још допуштену дубину.

Приликом проналажења траса канала за одводњавање треба имати у виду да конфигурација терена *тако рећи диктира места тих траса и да је њих могуће мењати само у извесним границама*. Из овог произлази да облици будућих група парцела (тзв. табла) *не могу бити одлучујући при утврђивању траса канала*. Напротив, баш с обзиром на *положај траса канала углавном треба и пројектовати нове пушеве* и при том настојати да се, колико је то могуће, добију облици табла повољни за обрађивање. Изникму у овом чине земљишта са врло слабо изразитим микрорелефом.

Кад се ради о наводњавању земљишта, пољопривредни стручњак установиће која се земљишта могу одмах наводњавати и на који начин (напр. браздама, вештачком кишом). Затим ће установити, макар доста приближно, најмање, средње и највеће количине воде потребне за

наводњавање (норме наводњавања) као и просечан број залевања (норме залевања). После тога, полазећи од норми залевања, израчунаће хидромодуле залевања (нето) и саставиће графикон хидромодула да би се видела потреба, распоред потрошње воде и колебање те потрошње (нето). По питању захватања воде за наводњавање може да дође у обзир подземна или пак површинска вода. Осим испитивања каквоће и једне и друге воде, за површинску воду потребно је установити количину, гранулометриски и хемиски састав наноса (муља). Уколико је једна и друга вода повољна, рачуном економичности доћи ће се до закључка да ли ће се употребити само једна између њих или обадве. У овом раду сарађиваће хидротехнички стручњак.

Нарочиту пажњу изискују већ заслањена земљишта. И ту ће се према резултатима испитивања ставити предлог у којој се мери ова земљишта могу одмах искоришћавати (на пример за гајење слатинске камилице), затим ће се – ако је то временски могуће с обзиром на завршетак радова око уређења атара – предложити начин поправљања слатина (мелиорацијом без наводњавања или пак наводњавањем). Најзад, треба установити да ли су заслањена земљишта погодна за гајење пиринча (испитивањем механичког састава, укупног садржаја соли, састава тих соли и рН-вредности земљишта) и ако јесу да ли постоје и остали услови (на пример довољна количина воде која по квалитету одговара за овакво наводњавање итд.).

На крају, пољопривредни стручњак установиће на којим земљштима и на који начин треба спровести агропедолошке мелиорације.

Пројект одводњавања и наводњавања израдиће хидротехнички стручњак у сарадњи са пољопривредним стручњаком.

**Геодетски радови.** — Да би се могла извести мања премеравања у вези са стањем пре уређења атара, затим снимања за основни пројект новог стања који ће се предложити на одобрење као и преношење усвојеног пројекта (дакле и са евентуалним изменама) на терен, потребна је тригонометрска и полигонска мрежа (стабилизована помоћу цеви) по целом атару. Нивелманска мрежа развиће се на оним деловима атара који су у вези са хидротехничким мелнорацијама.

Снимања граница типова земљишта и граница бонитетних разреда могу се извршити довољно тачно са карактеристичних тачака на терену, напр. са прелома граница парцела, прелома и укрштања путева, тачака изабраних на границама парцела и на путевима и слично. Према томе за овај рад полигонска мрежа долази у обзир на већим њивама, пашњацима, груписаним ливадама и слично. Код овог рада довољна тачност се постиже снимањем оптичким путем помоћу малог тј. лако преносног инструмента и статива, затим нивелманске летве дужине 3 метра. Нарочито је погодан инструмент који нема положајних завртања, вертикалног лимбуса, либеле на дурбину, а има хоризонтални лимбус с једним нониусом (податак нониуса може да буде и 10').

Границе појединих бонитетних разреда могу се обележити браздама (помоћу плуга).



У групу геодетских радова спада и утврђивање стања поседа у атару при његовом уређењу. За сваког поседника (СРЗ, ДПД итд.) који има земљишта обухваћена уређењем атара, потребно је између осталог установити укупну површину тих земљишта и површине појединих бонитетних разреда. Овај се рад обавља на почетку претходних радова.

Као и код бонитирања земљишта тако и приликом педолошких и хидротехничких радова, потребно је да осим стручњака учествују и врло добри познаваоци атара (земљорадници) који ће на основу вишегодишњих опажања, можда и не познавајући суштину рада, ипак допринети да се дође до добрих решења.

#### ИЗРАДА ОСНОВНОГ ПРОЈЕКТА НОВОГ СТАЊА

Прву скицу овог пројекта, уз сарадњу свих стручњака, израдиће пољопривредни стручњак.

Од облика и величине атара зависи да ли ће за овај рад бити употребљена копија основног прегледног плана или ће се израдити *Прегледни план* у ситнијој размери (смањивањем основног прегледног плана). И прегледни се план ради на провидној хартији (у тушу) да би се могао добити потребан број примерака.

Имајући у виду положај насеља, величину и облик атара, затим облик и број плодореда, земљишта за воћњаке, винограде, ливаде, пашњаке, шуме које ће се искрчити и које ће се подићи, државне путеве, железничке пруге и др., треба изабрати места за економска дворишта. После тога треба предвидети земљишта за окућнице и нова градилишта, а затим прећи на пројектовање нове путне мреже. Овом мрежом треба постићи по могућности повољне облике и површине будућих табла (група парцела) и остварити најрационалнију саобраћајну везу. За путеве треба користити најсигурнија земљишта (углавном и најбоља) те према томе свести на најмању меру путеве поред канала за одводњавање. Постојеће главне пољске путеве, мање мостове, пропусте, рампе, бунаре и слично треба имати у виду, што не значи да се сваки од ових објеката мора искористити. Мрежа постојећих пољских путева углавном служи за оријентацију, јер се ови већином напуштају. Јасно је да ће на овој скици бити означени пољозаштитни појаси, места поседа СРЗ, ДПД и др.

Прва скица претставља и прву варијанту. Иако је названа скицом, она се црта помоћу лењира и размерника, јер се тако добија тачнија претстава о дужинама и ширинама табла. Већим или пак мањим преицама и допунама ове скице (на засебној копији) на крају се долази до завршне скице новог стања. После тога, на основном прегледном плану геодетски стручњак израдиће основни пројект новог стања (с мањом тачношћу) који ће се предложити на одобрење. У овом пројекту означаће се и расподела појединих поседа.

Потребно је подвући да се до основног пројекта новог стања, који се предлаже на одобрење, долази помоћу података претходних радова и то после дужих размишљања и комбиновања. Пошто је у основном пројекту претстављена суштина свега оног што се жели постићи уређењем атара, претходне радове треба извести што боље,

а изради основног пројекта обратити највећу пажњу. Уколико је потребно, извесни делови основног пројекта новог стања израдиће се у размери 1:5000 (окућнице, нова градилишта и слично).

Да би пољопривредни стручњак, на кога отпада највећи и најодговорнији део рада при изради скице основног пројекта новог стања, могао што успешније да изврши постављени задатак, он треба између осталог да је добро упознат с атаром који се уређује. Стога приликом педолошких радова, бонитирања, утврђивања траса канала, обиласка атара у вези с установљавањем земљишта за воћњаке, винограде итд., пољопривредни стручњак треба да има копију основног прегледног плана (допуњену већим бројем карактеристичних парцела с подацима поседа) да би у њу уносио утиске добијене на терену и идеје које се при том јављају. Најзад, скицу основног пројекта новог стања најповзанији је да изради пољопривредни стручњак између свих осталих стручњака, јер он располаже оним знањем које је и најпотребније при овом раду.

Када је одобрен предложени основни пројект новог стања, а према евентуално траженим изменама и допунама, геодетски стручњак израдиће дефинитивни основни пројект новог стања (с мањом тачношћу).

#### ПРЕНОШЕЊЕ ПРОЈЕКТОМ ПРЕДВИЂЕНОГ СТАЊА НА ТЕРЕН

Ново стање може се пренети на терен било с већом или пак с мањом тачношћу.

Пре него што се приступи припремању података који су потребни за преношење на терен стања предвиђеног у дефинитивном основном пројекту, треба донети одлуку у погледу тачности која се жели постићи.

Посматрано с пољопривредног гледишта, преношење новог стања на терен у *екстравилану* могло би се извршити с мањом тачношћу.

**Преношење пројектом предвиђеног стања на терен с мањом тачношћу.**— Прво се изабере размера за израду планова новог стања (напр. 1 : 5000). Према подацима снимања на терену, полазећи од полигонске, а делимично и од линиске мреже, у планове новог стања картира се снимљени детаљ који се уређењем атара не мења (државни путеви, железничке пруге, постојећа задржана каналска мрежа, осамљене зграде у *екстравилану* итд.). Осим тога картира се и нова каналска мрежа (према подацима снимања). У овако добијене планове наставља се картирање оног детаља који на терену не постоји, а предвиђен је у дефинитивном основном пројекту (нова путна мрежа, споредна економска дворишта, пландишта за стоку итд.). Кад је картирање завршено, прелази се на рачунање површина полазећи од већег ка мањем. После срачунавања површина свих група парцела, путева, канала итд. изврши се подела на мање површине оних група које улазе у деобу по дефинитивном основном пројекту новог стања. Овај рад извршиће геодетски стручњак (помоћу координатографа, металних лењира, планиметра итд.).

Да би се стање приказано на *плановима* могло пренети на терен, треба израдити скице и у њих унети потребне податке одмерања. У скице се уцрта полигонска и линиска мрежа које служе као веза између плана и терена, јер се на терену тачно зна место сваке тригонометриске, полигонске и мале тачке као што се знају и места тих тачака

на плану. Затим се у скице упишу оригиналне мере оног детаља који је раније био снимљен (за потребе претходних радова). На крају се с планова узму и у скице упишу одмерања од полигонске и линијске мреже за онај детаљ који на терену не постоји, а на плановима је предвиђен (на пример апсцисе и ординате тачака у којима се укрштају путеви, преломне тачке граница економских дворишта итд.). Ако су скице раније биле израђене (у сврхе премеравања потребног за израду основног прегледног плана и основног пројекта новог стања), ове се скице надопуне одмерањима узетим с планова за онај детаљ који на њима није показан.

Преломне тачке границе атара (која се не мења) контролишу се на терену помоћу апсциса и ордината узетих са старих оригиналних планова у које се картира полигонска мрежа развијена приближно по граници атара (препоручује се да се ова контрола изведе још за време претходних радова).

Картирање тригонометријских и полигонских тачака на старим плановима и узимање података одмерања на старим и на новим плановима треба извршити с обзиром на промену димензије хартије.

При преношењу са плана на терен карактеристичних детаљних тачака (напр. пресека путева тј. граничних тачака група парцела, затим граничних тачака економских дворишта, мањих парцела итд.), потребно је ради контроле извршеног рада на терену измерити фронтоне и упоредити их са стањем на новим плановима (узимајући у обзир промену димензије хартије). Ако би разлике између стања на терену и на плановима биле веће од оних које се могу усвојити, контролише се рад извршен и у бироу и на терену.

Из овог се излагања види да се у случају преношења пројектом предвиђеног стања на терен с мањом тачношћу, снимање детаља изводи онако како је то прописано. Према томе, ако би се доцније указала потреба тачнијег рада у којемгод делу екстравилана, подаци снимљеног детаља могу се у целости искористити.

**Преношење пројектом предвиђеног стања на терен с већом тачношћу.**— Битна разлика између овог и претходног начина лежи у томе што су скоро све тачке снимљеног и пројектованог детаља у екстравилану изражене координатама. Овај начин рада је много тачнији, јер су на пример површина атара, затим површине група парцела, економских дворишта, канала, важнијих путева и слично израчунате помоћу координата тј. тачно. Осим тога нова путна мрежа, па према томе и облици група парцела на терену, тачно одговарају стању предвиђеном на плану, нарочито положај путева који су међусобно паралелни.

Преношење на терен карактеристичних тачака већином се врши поларном методом (слично тајметриском снимању) и то од најближих полигонских тачака, при чем се дужине мере помоћу пантљике.

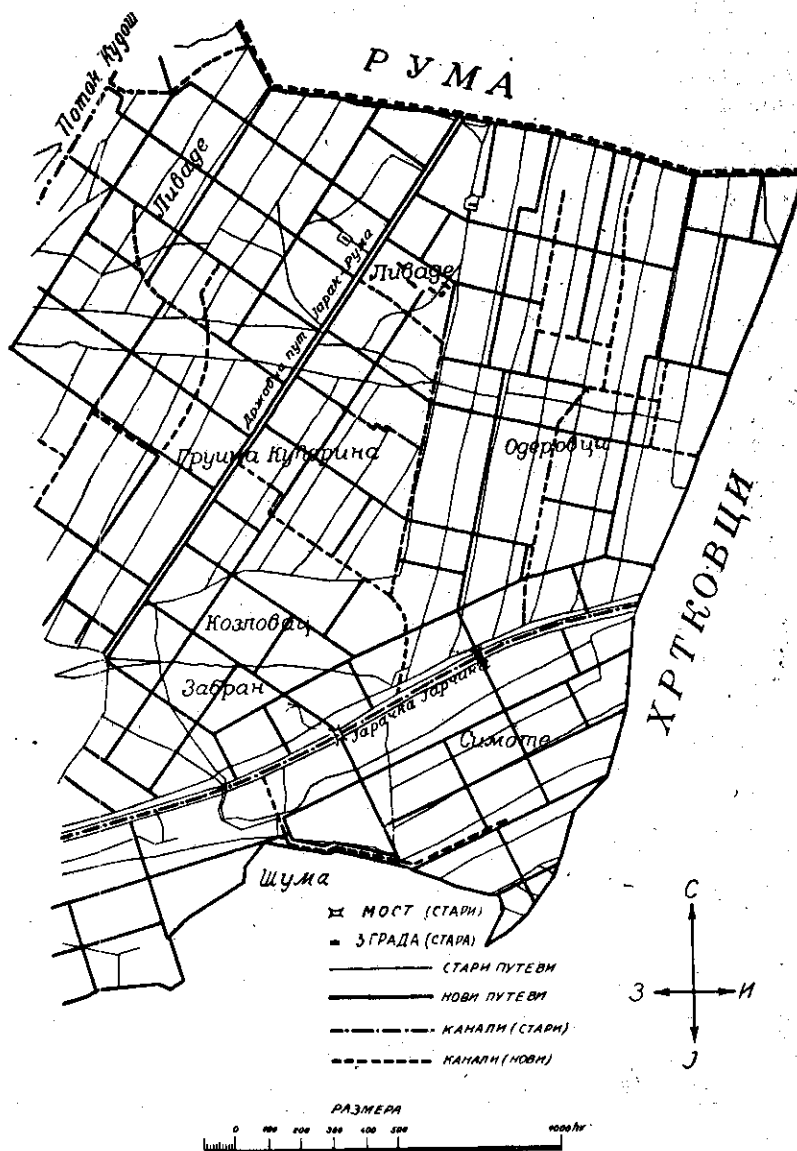
Рад с већом тачношћу изискује више времена у бироу па је стога и скупљи.

Кад је стање предвиђено у дефинитивном основном пројекту пренето на терен (с мањом или већом тачношћу), прелази се на састављање катастарског елабората.

## Пример 72

На сл. 425 показано је стање путне мреже пре и после груписања посела у једном делу атара села Јарка (на Сави у Срему)<sup>78</sup>.

Стара путна мрежа била је слабо повезана са главним државним путем Јарак—Рума. Подводна земљишта, која се пре груписања посела нису могла користити и отежавала су прилаз до обрадних земљишта, копањем канала за одводњавање добила су



Сл. 425

особине врло плодних и на време обрадивих земљишта. Тресе канала пронађене су у сарадњи с позиваоцима атара после извршеног бонитирања земљишта (без примене

<sup>78</sup> Рад је извршен 1933 и 1934 г.

површинског нивелмана). Обележавање траса изведено је окреченим летвама. Подаци за израду пројекта одводњавања (геодетски) и за његово извршење добијени су нивелманом траса.

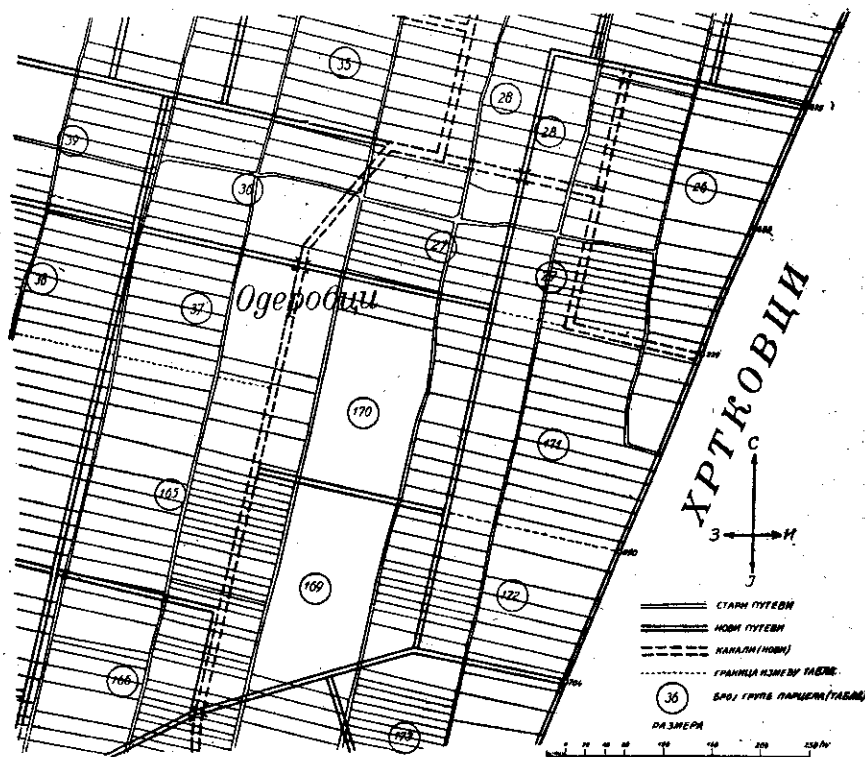
Мањи педолошки радови и детаљно боинтирање земљишта (шест бонитетних разреда) извршени су с јесени. Обележавање и снимање граница тих разреда изведено је на начин описан у геодетским радовима.

Прегледни план израђен је у размери  $1'' = 80 \text{ hv}$  (1:5760). Скица нове путне мреже за цео атар (око 5000 кат. јутара) израђена је на прегледном плану  $1'' = 200 \text{ hv}$  (1:14400).

При пројектовању путне мреже, приказане на сл. 425, узимајући у обзир каналску мрежу, реципијент Јарачку Јарчину<sup>74</sup> (са два већ изграђена моста) и главни државни пут Јарак—Рума, настојало се да облици група парцела буду што повољнији за обрађивање и да нови путеви буду добро повезани с насељем и главним путем Јарак—Рума. Осим ових главних смерница, при пројектовању нове путне мреже (од које зависе и величине група парцела) настојало се да и груписане парцеле поседника добију повољне облике за обрађивање.

Геодетски рад изведен је с већом тачношћу (помоћу координата).

Прејошење пројектом предвиђеног стања на терен извршено је с полигонских тачака, поларном методом. Ради контроле овог рада измерени су фронтови свих табла. При том је ковстатовано да просечна разлика између координатне дужине и одговарајуће дужине на терену износи  $0,05 \text{ hv}$  на  $100 \text{ hv}$  (допуштено отступање за I категорију терена на  $100 \text{ hv}$  износи  $0,21 \text{ hv}$ ).



Сл. 426

На сл. 426 детаљније је показано стање старе и нове путне мреже и нове каналске мреже у потесу „Одеровци“.

<sup>74</sup> Јарачка Јарчина (канал од Доњих Петроваца до Јарка) ископана је приближно пре 1700 година (за време Римљана) да би се одводиле воде фрушкогорских потока Међеша и Шелевренца у Саву и тако спречило разливање вода тих потока по Доњем Срему. Овај канал функционише и данас и употребљен је као реципијент код груписања посела изведеног у атару града Руме.

### УРЕЂЕЊЕ АТАРА У ТАЛАСАСТИМ ТЕРЕНИМА

Рад на уређењу атара у оваквим теренима не разликује се много од оних у равницама.

Конфигурација терена мањим делом је таква да се орањем по правцима изохипса спречава ерозивно дејство воде. Према томе при пројектовању нове путне мреже не може се постићи она правилност облика будућих табла као у равницама. Постојећи пољски путеви делимично се задржавају, а делимично се напуштају.

### УРЕЂЕЊЕ АТАРА У БРЕЖУЉКАСТИМ И БРЕГОВИТИМ ТЕРЕНИМА

Радови на уређењу атара у оваквим теренима разликују се од тих радова у равницама по томе што код ових терена треба стално имати у виду борбу против ерозије земљишта. Према томе, овде још више долази до изражаја разграничење између шумских и пољопривредних земљишта како по педолошким особинама тако и према величини нагиба земљишта па и удаљености од бољих пољских путева. И у великој групи пољопривредних земљишта, углавном према нагибу, установиће се земљишта погодна за воћњаке, затим земљишта за винограде, пашњаке и ливаде тако да се на крају види која земљишта могу да остану под ораницом, односно која би требало користити за оранична земљишта.

При изради скице новог стања било би потребно да основни прегледни план или пак план у размери 1:5000 буде снабдевен изохипсама (еквидистанција зависи од изразитости рељефа и размере плана). Постојећа путна мрежа је важна. С њом се треба добро упознати (и на терену и на плану). Важнији постојећи путеви понајчешће се задржавају пошто им нагиб није превелик. Код осталих путева може да дође до мање или пак до веће корекције као и до потпуног напуштања старих и усвајања нових путева. При том ће већи део да буде по правцу изохипса, а мањи под оштрим углом на тај правац. Стога и облици будућих табла у већини неће бити правилни, али могу да буду доста повољни за обрађивање и то у једном правцу (уздужно, по правцу изохипса). Овај начин обрађивања је довољан у борби против штетног дејства воде (која тече по површини земљишта) у терену с мањим нагибом (напр. до 3%). Ако је тај нагиб већи (напр. до 7%), штетно дејство воде може се спречавати комбинацијом раније наведеног орања и ниских земљаних насипа подигнутих по правцима изохипса. Приближно хоризонтално растојање између насипа може се израчунати (креће се од 12 до 50 m); оно зависи од нагиба и педолошких особина земљишта, затим од величине и интензитета атмосферског талога и висине насипа. Висинска разлика између насипа ретко кад је већа од 1,50 m. Нагиби страна ових насипа су врло благи тако да преко њих могу прелазити пољопривредне машине. Описани начин борбе може се применити и на земљишту са нагибом приближно до 12%. Кад је нагиб земљишта тако велик да би растојање између насипа било мало, прелази се на терасирање (под терасирањем подразумева се случај кад долази до премештања земљишне масе између насипа).

Јасно је да осим горенаведених мера треба спроводити и одговарајуће агротехничке мере. На овај се начин постиже не само конзервација земљишта него и конзервација тзв. зимске влаге, а осим тога

земљиште је способно за време вегетационе периоде да прими воду и једног обилатог талога (напр. до 45 mm) тако да не долази до површинског отицања воде.

Ако немамо плана с изохипсама, пројектовање нове путне мреже је отежано. Један од услова успешног рада јесте врло добро познавање и терена и постојеће путне мреже. При изради пројекта нове путне мреже треба почети од најважнијих путева по предлогу пољопривредног стручњака. Контролисање нагиба постојећих путева ове врсте, као и трасирање, може се извести помоћу падомера. Кад су установљени најважнији путеви, прелази се на главније, а затим на споредне путеве. У изради пројекта нове путне мреже учествоваће сви стручњаци, а сарадња познавалаца терена убрзаће рад. Највећи део рада отпада на геодетског и саобраћајног стручњака.

И у оваквим теренима може да се јави потреба хидротехничких радова. Тако на пример, осим снабдевања водом, може да дође до регулација потока, коришћења водене снаге, наводњавања, одводњавања на подзонастим земљиштима (плићим отвореним каналима на мањем растојању, односно браздама већих димензија и слично).

Свакако да и у овим теренима не треба изгубити из вида извршење агропедолошких мелиорација.

#### ФОТОГРАМЕТРИСКО ПРЕМЕРАВАЊЕ

До тачних планова постојећег стања на терену брзо се може доћи фотограметриским снимањем. Пошто овде није место да се улази ма и у краће описивање овог начина снимања, ради оријентације наводи се само следеће.

У мрежу тригонометријских тачака, према потреби, уметну се још и помоћне тачке (тзв. везне) на удаљености 200 до 500 метара. Све ове тачке морају бити обележене на површини земљишта. Ово се обележавање врши кречним малтером у облику крста или пак у облику квадрата и слично. Тригонометријске и везне тачке су одређене и у хоризонталном и у висинском погледу.

Фотографским снимањем из авиона долази се до снимака који приказују ситуацију терена. Снимци израђени на плочама од планпаралелног стакла стављају се у инструмент – аутограф. Посматрајући ове слике кроз два окулар, врло јасно и оштро се види ситуација и рељеф терена који је обухваћен на том снимку. Стручним руковањем аутографом долази се до планова са изохипсима.

Потребно је напоменути да се у равницама сличним начином снимања долази до планова само у хоризонталном смислу, а за претставу терена у висинском погледу примењује се нивелман.













Сматрамо да би код радова на уређењу атара фотографски снимци терена били од користи, а нарочито у брежуљкастим теренима кад на катастарским плановима није приказан рељеф помоћу изохипса.

## ТОПОГРАФСКИ ЗНАЦИ ЗА КАРТЕ

### 1) ЗНАЦИ ЗА ПРЕДМЕТЕ НА ЗЕМЉИШТУ







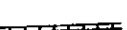


			Црква са једним торњем; црква са два или више торњева; капела
			Џамија са једним минаретом; џамија са два или више минарета; текија
			Синагога са једним кубетом; синагога са два или више кубета
			Замак већи; замак мањи
-			Усамљена зграда
---			Ред зграда
...			Група зграда
-шк			Школа
-пк			Планинска или туристичка кућа
~			Усамљени хотел или механа
~			Шумарева или ловачка кућа
+			Крст
			Споменик
			Веће и мање хришћанско гробље
			Веће и мање муслиманско гробље
			Веће и мање јеврејско гробље
			Фабрика
			Електрична централа са моторним погоном; хидроелектрана
			Барутана са парним погоном; барутана са воденим погоном
			Барутни магацин
			Млин са парним погоном; млин са воденим погоном
			Млин са воденим погоном на чамцима; млин-ветрењача
			Стругара са електричним погоном
			Стругара са парним погоном; стругара са воденим погоном



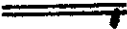

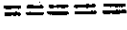


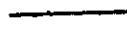

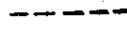
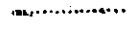
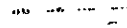
	Цг	Парна циглана; обична циглана
	Кр	Парна кречана; обична кречана
	М.у. М.к. М.п.	Мајдан иловаче; мајдан камена; мајдан песка (злата, гвожђа, бакра, соли итд.). Рудник
	Р.у.и.а	
	Р	Развалина
	К	Религиозни кип или икона
	К	Запис или икона на дрвету
	Т	Табла са називом места или другим објашњењем
	К	Километарски стуб
	П	Путоказ
	К	Колиба, појата
	В	Пећина са водом (извор нацртан плавом бојом); пећина без воде

## 2) ЗНАЦИ ЗА КОМУНИКАЦИЈЕ

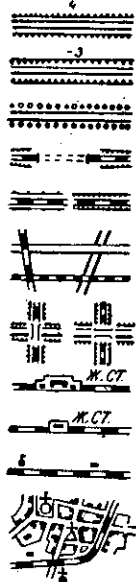
## а) Железничке пруге

	Нормална пруга са једним колосеком
	Нормална пруга са једним колосеком и доњим постројем за други колосек
	Нормална пруга са два колосека
	Пруга уског колосека од 0,76 m
	Пруга уског колосека испод 0,76 m
	Жичана железница
	Нормална пруга трасирана или у грађењу
	Уска пруга 0,76 m трасирана или у грађењу
	Уска пруга испод 0,76 m трасирана или у грађењу

## б) Путеви

	Пут I реда
	Пут II реда
	Пут I и II реда трасиран или у грађењу
	Широки колски пут
	Бољи сеоски пут
	Лошији сеоски пут
	Боља коњска стаза
	Лошија коњска стаза
	Пешачка стаза
	Пешачка стаза местимично неуочљива на земљишту

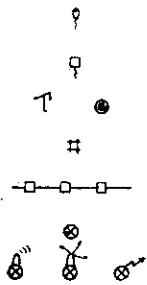
## 3) ЗНАЦИ ЗА ДЕТАЉЕ НА КОМУНИКАЦИЈАМА



- Насип  
 Усек  
 Дрворед поред пута (дрвеће нацртано зеленом бојом)  
 Тунел  
 Потпорни зид од камена; потпорни зид од дрвета  
 Укрштање комуникација  
 Подвожњак; надвожњак  
 Већа железничка станица  
 Мања железничка станица  
 Постаја; стражара  
 Комуникације кроз насељено место

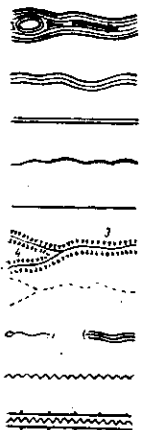
## 4) ЗНАЦИ ЗА ВОДЕ

## а) Пијаће



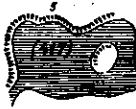
- Извор (нацртано плавом бојом)  
 Чесма (нацртано плавом бојом)  
 Бунар са ђермом; бунар без ђерма (нацртано плавом бојом)  
 Цистерна (има повремено пијаће воде)  
 Водовод (нацртано плавом бојом)  
 Долап за вађење воде (нацртано плавом бојом)  
 Црпка са парним погоном; црпка на ветар; црпка с електричним погоном (знаци нацртани плаво)

## б) Текуће



- Пловна река са спрудовима (нацртано: спруд светло смеђе, стрелица црно, остало плаво)  
 Већа река (нацртано плаво)  
 Канал ширине преко 5 m (нацртано плаво)  
 Мања река (нацртано плаво)  
 Канал ширине испод 5 m (нацртан плаво)  
 Поток са стрмим обалама (број означава висину обале у m изнад површине воде; нацртано: вода плаво, обале светло смеђе, бројеви црно)  
 Суви поток (нацртано плаво)  
 Понорница  
 Јаз или вада (нацртано плавом бојом)  
 Акведукт (нацртано: јаз плаво, остало црно)

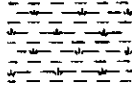
## в) Стајаће



Језеро (број у загради означаје апсолутну висину; нацртано: стрме обале светло смеђе, заграда и бројеви црно, вода плаво)



Проходно мочварно земљиште (нацртано плавом бојом)



Проходно мочварно земљиште са шеваром (нацртано: шевар црном бојом, остало плавом бојом)



Непроходно мочварно земљиште (нацртано плавом бојом)



Непроходно мочварно земљиште са шеваром (нацртано: шевар црно, остало плаво)



Тресет (нацртано: испрекидане линије плаво, остало црно)

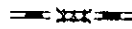


Живи песак (нацртано светло смеђе)

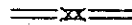


Тресет (нацртано: испрекидане линије плаво, остало плаво)

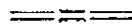
## 5 а) ЗНАЦИ ЗА МОСТОВЕ И ПРОПУСТЕ



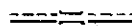
Гвоздени мост са стубовима



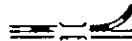
Гвоздени мост без стубова



Камени мост са стубовима



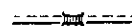
Камени мост без стубова



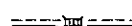
Мост за прелаз железнице, кола и пешака



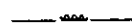
Дрвени мост са каменим стубовима



Дрвени мост са дрвеним стубовима



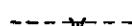
Дрвени мост без стубова



Мост на понтонима



Камени пропуст



Дрвени пропуст



Брвно

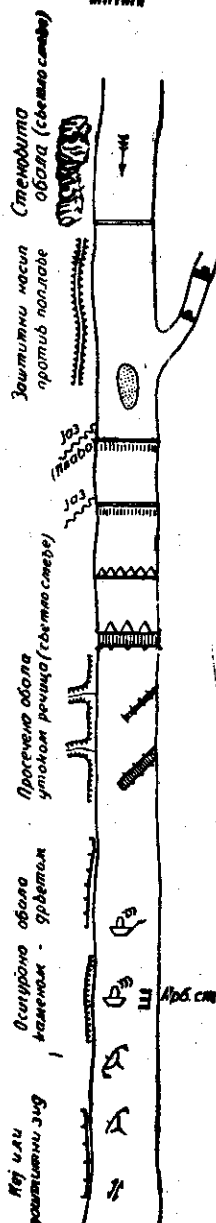


### 5 б) ЗНАЦИ ЗА ПРЕВОЗЕ И ПРЕЛАЗЕ ПРЕКО РЕКЕ

Железничка скела (трајект)

- Моторна скела
- Скела за превоз кола, стоке и људи
- Скела за превоз стоке и људи
- Скела за превоз људи
- Газ за кола
- Газ за стоку
- Газ за људе

### 6) ЗНАЦИ ЗА ДЕТАЉЕ НА РЕКАМА



Правец тока воде (стрелица нацртана црно, остало плаво)

Водопад (паралелне линије нацртане црно, остало плаво)

Камена устава (објект нацртан црно, остало плаво)

Дрвена устава (објект нацртан црно, остало плаво)

Спруд (нацртано светло смеђом бојом)

Камена брана (објект нацртан црно, остало плаво)

Дрвена брана (објект нацртан црно, остало плаво)

Ледобран

Ледобран код моста

Камени одбијач воде

Дрвени одбијач воде

Пловност реке за пароброде

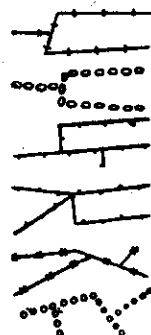
Паробродска станица

Пловност реке за мање лађе (узводно и низводно)

Пловност реке за мање лађе (узводно)

Пловност реке за сплавове

7) ЗНАЦИ ЗА ОГРАДЕ



Зидана ограда

Ограда од наслаганог камена

Ограда од дасака

Плот или врљика

Жичана ограда

Жива ограда (нацртано зеленом бојом)

8) ЗНАЦИ ЗА НАСИПЕ, ЈАРУГЕ И СТЕНОВИТЕ  
ОТСЕКЕ



Насип



Ров или усек



Јаруга у таласастом земљишту повремено са водом (нацртано: вода плаво, број црко, остало светло смеђе)



Јаруга у таласастом земљишту стално са водом



Јаруга у брдовитом и планинском земљишту (повремено са водом)



Јаруга у брдовитом и планинском земљишту (стално са водом)



Јаруга са стеновитим странама (нацртано светло смеђе)



Стеновити одсек (нацртано светло смеђе)

9) ЗНАЦИ ЗА ГРАНИЦЕ И ГРАНИЧНЕ ПРЕДМЕТЕ



Државна граница



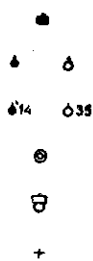
Републичка граница



Среска граница

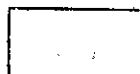


Граница МНО

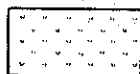


- Гранична караула  
 Гранични стуб од камена или пак од бетона; гранични стуб од дрвета  
 Нумерисани гранични стубови  
 Гранична хумка  
 Гранична табла  
 Крст као гранични знак (урезан у стену)

## 10) ЗНАЦИ ЗА КУЛТУРЕ



Њива



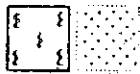
Ливада



Пашњак



Хмељ



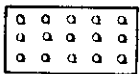
Виноград (стари и нови знак)



Пиричану поље (нацртано плавом бојом)



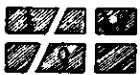
Башта (нацртано: оквир црно, остало зелено)



Воћњак (нацртано: оквир црно, остало зелено)



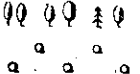
Парк (нацртано: дрвеће зелено, остало црно)



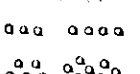
Уређена шума са просецима (нацртано: дрвеће црно, остало зелено)



Неуређена шума са пропланцима (нацртано: дрвеће црно, остало зелено)



Лако уочљиво дрвеће (нацртано црно)



Поједино дрвеће (нацртано зеленом бојом)



Ред дрвећа (нацртано зеленом бојом)



Група дрвећа (нацртано зеленом бојом)
















Жбуње (нацртано зеленом бојом)

Жбуње са одређеним границама (нацртано зеленом бојом)








### 11) ЗНАЦИ ЗА ДЕТАЉЕ НА МОРСКИМ ОБАЛАМА И У МОРУ

(Ова група знакова је изостављена)




### 12) ВИСИНСКИ ЗНАЦИ

	425	Нивелманска тачка
	578	Астрономска тачка
	872	Тригонометриска тачка
	482	Кота
	656	Дрво као кота
(123)		Апсолутна висина места
	648	Црква као тригонометриска тачка
	350	Цамија као тригонометриска тачка
	324	Синагога као тригонометриска тачка
	334	Капела као тригонометриска тачка
	400	Фабрика као тригонометриска тачка
	515	Млин-ветрењача као тригонометриска тачка
	905	Кућа као тригонометриска тачка
	510	Дрво као тригонометриска тачка
	5	Релативна висина за насипе
	-6	Релативна висина за удубљења

### 13) ЗНАЦИ ЗА УСТАНОВЕ У НАСЕЉУ

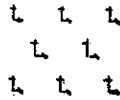
	Среско место
	Поштанска станица
	Телеграфска станица
	Пријемна радио станица
	Отправна радио станица
	Лековита вода за купање
	Лековита вода за пиће

### ТОПОГРАФСКИ ЗНАЦИ ЗА КАТАСТАРСКЕ ПЛАНОВЕ

	Црква
	Зграда од тврдог материјала
	Зграда од слабог материјала



Шуна, барака



Гробље



Млин на води



Камени крст, запис



Дрвени крст, запис



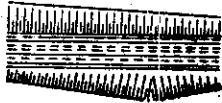
Таблица са опоменом



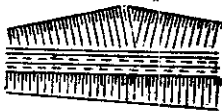
Путоказ



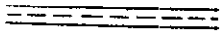
Окно у раду



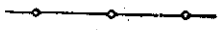
Железничка пруга са два колосека



Железничка пруга са једним колосеком



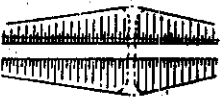
Ковска или индустриска железница



Жичана железница

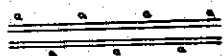


Пут у засеку

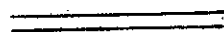


Пут на насипу са пропустом

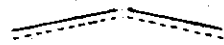




Пут с јарковима и дрвећем



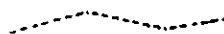
Пут без јаркова



Потески пут без јаркова



Коњска стаза



Пешачка стаза



Црпка



Бунар



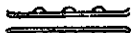
Јарак, вододерина (у којима тече вода)



Суви јарак или вододерина



Гвоздени мост



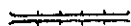
Камени мост



Дрвени мост



Понтонски мост



Пешачки мост



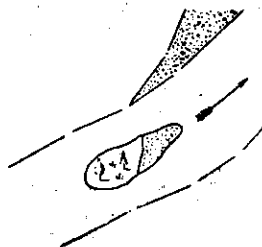
Скела



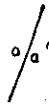
Зидана вада



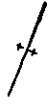
Вада од дрвета



Река са острвом и спирдом



Жива ограда



Дрвена ограда, плот



Жичана ограда



Гранични камен (правилног облика)



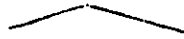
Гранични камен (неправилног облика)



Гранична хумка



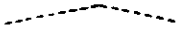
Гранично дрво



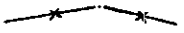
Граница сопствености



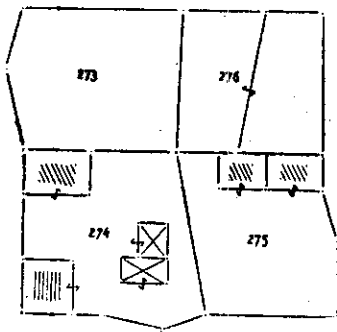
Спорна граница сопствености












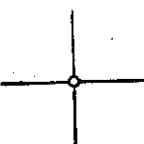
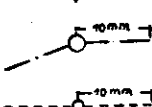
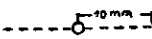

Променљива граница сопствености



Поништена граница сопствености



273, 274, 275 и 276 означавају бројева парцела; знацима припадности на плану се везују за суседну парцелу истог сопственика односно за парцелу на којој леже сва она земљишта и зграде која не добијају засебан број парцеле.

	Тригонометриска тачка 1 реда (188 означава број тачке)
	Тригонометриска тачка 2 реда (203 означава број тачке)
	Тригонометриска тачка 3 реда (157 означава број тачке)
	Тригонометриска тачка 4 реда (12 означава број тачке)
	Накнадна тригонометриска тачка (5 означава број тачке)
	Полигонска тачка (1356 означава број тачке)
	Мала тачка (79 означава број тачке)
	Чворна тачка (6 означава број тачке)
	Репер тј. тачка с тачно одређеном надморском висином (28 означава број репера)
	Крст за обележавање десиметарске мреже
	Стране полигонског влака
	Детаљне линије
	Изохипсе

## ЛИТЕРАТУРА

- Arsen B.: Logaritmičko računalo, Zagreb, 1946.
- Glavna geodetska uprava pri Vladi FNRJ: Instrukcija za izradu osnovne državne karte u razmeri 1 : 5000, I deo, Beograd, 1948.
- Дражић П. М.: Нижа геодезија (инструменти и методе мерења), Београд, 1948.
- Ђорђевић З. Ј.: Нижа геодезија (топографија), Београд, 1937.
- Ђорђевић З. Ј.: Читање карата, крокирање и панорамско снимање, Београд, 1938.
- Живковић И.: Геодетски планови и справе за њихову израду, Београд, 1949.
- Живковић И. и Живанчевић Б.: Инструменти за израду планова и рачунање површина (употреба и ректификација), Београд, 1933.
- Костић Л. А.: Ректификација и употреба геодетских инструмената, Београд, 1931.
- Костић Л. А. и Свечников С. Н.: Геодезија (Тригонометријска, полигона и линијска мрежа), Београд, 1932.
- Костић Л. А. и Свечников С. Н.: Нивелман, Београд, 1936.
- Костић Л. А. и Свечников С. Н.: Дозвољена отступања по правилицима о катастарском премеравању, Београд, 1930.
- Macarol S.: Praktična geodezija, Zagreb, 1948.
- Недељковић Ј. Ст.: Геодетска вежбања (инструменти и теревски радови), Београд, 1936.
- Недељковић Д. и Вучковић Г.: Земљомерство са цртањем, Београд, 1948.
- Недељковић Д.: Конструкција и употреба логаритмара, Београд, 1951.
- Neidhardt N.: Osnovi geodezije I (Uvod, elementarne справе i male izmjere), Zagreb, 1946.
- Neidhardt N.: Osnovi geodezije II (Optičko mjerenje dužina, mjerenje kutova), Zagreb, 1947.
- Neidhardt N.: Osnovi geodezije III (Trigonometrijska, poligonska i linijska mreža te snimanje detalja), Zagreb, 1950.
- Podrečan A.: Primenjena geodezija, Beograd, 1950.
- Ростислав Ј. Т.: Општа и практична картографија, Београд, 1949.
- Свечников Н.: Геодезија (Тригонометријска мрежа нижих редова и тригонометријски нивелман), Београд, 1950.
- Свечников Н., Живковић И. и Недељковић Д.: Геодезија (Основни појмови о инструментима, прибору и методама снимања), Београд, 1951.
- Свечников Н., Живковић И. и Недељковић Д.: Геодезија, Београд, 1949.
- Ћубранић, Neidhardt, Janković, Macarol.: Geodetski priručnik I, terenski instrumenti, Zagreb, 1948.
- Čihák V.: Geodesie ve stavební praxi, Praha, 1945.
- Jordan W.: Hilfstafeln für Tachymetrie, Stuttgart, 1939.
- Орлов П. М.: Курс геодезии, Москва, 1947.
- Ryšavý J.: Praktická geometrie (nižší geodesie), Praha, 1941.
- Volquardts G.: Das Feldmessen, Teil 1, Leipzig, 1941.
- Volquardts H.: Feldmessen, Teil 2, Leipzig, 1942.
- Weitbrecht W.: Praktische Geometrie, Stuttgart, 1925.

## ИСПРАВКЕ

Овај списак садржи оне исправке које треба извршити пре употребе књиге.

(5<sup>(6)</sup> значи на 5 страни 5<sup>1</sup> ред одозго, а 6<sub>(1)</sub> на 6 страни 1 ред одоздо).

Страна:	Стоји:	Треба да стоји:
5 <sup>(6)</sup> 6	91 439 179 cm	91,439 179 cm
6 <sub>(1)</sub> 7 <sub>(7)</sub> 11 <sup>(10)</sup> 22 <sup>(17)</sup> 24	223 734 } 58,2567 368° 69' 29'' 3,736 cm	223 737 } 58,2526 368° 69' 20'' 3,763 cm
29 <sup>(9)</sup> 29 <sup>(14)</sup> 31 <sub>(1)</sub> 36	0,000 002 41 250 +1-(+1)+1=-1	0,000 0039 42 150 +1-(+1)+1=+1
37 <sub>(8)</sub> 42 <sup>(4)</sup> 76 <sup>(18)</sup> 153 <sup>(6)</sup> 159 <sup>(6)</sup> 181	$\sqrt[n]{\frac{p}{V_a}}$ 10' 6 40° 01' 40'' 214) <sup>74</sup> Сл. 2	$\sqrt[n]{\frac{p}{V_a}}$ 10' 06 40° 01' 10'' 214) <sup>47</sup> Сл. 228
200		
201 207 <sup>(16)</sup> 216 225 <sup>(14)</sup> 229 <sup>(7)</sup> 243 <sup>(18)</sup> 256	6000 1 254 282 473,28 напр. 30 28 800	6000 1 280 282 743,28 напр. 80 28 600
257		
280 <sup>(9)</sup> 292 <sup>(25)</sup> 298 <sup>(21)</sup> и <sup>(20)</sup> 304	на сл. 379 h <sub>1</sub> -s 349° 12'	на сл. 379a h <sub>1</sub> -s <sub>1</sub> 349° 42'
322 <sup>(19)</sup>	артерски	артески

У табlici 1 у последњој колони треба код сваке површине изражене у hv<sup>2</sup> одбацити последњу нулу да се добију површине. 160 000, 320 000 . . . 1 600 000.

На сл. 23 уместо читања 318 и 0,00 318 треба да се чита 308 и 0,00 308,

На сл. 31 у средњој деоници уместо 12,06 треба да стоји 12,96.

Полазећи одозго, у 4—12 реду на почетку треба да стоји: (на глави ко-чића), окретањем, раит, летви, се, пре-стане, између и (напр. 0,87 m).

Полазећи одоздо, у 14-том реду треба да стоји P<sub>2</sub>, у 15-том P<sub>1</sub>, у 18-том P<sub>2</sub>, а у 23-ћем P<sub>2</sub> и P<sub>1</sub>.

На сл. 269 испод праве 13—14 треба уписати С.

На сл. 292 у троуглу 5—7—8 треба уписати I.

На сл. 349 испод ознаке l, уместо l треба да стоји h.

На сл. 352 као и у рачунским пода-цима испод те слике уместо V<sub>4</sub> треба да стоји V<sub>v</sub>.

На сл. 404 испод 0,56 где нема знака треба ставити знак —.

## Напомене:

Таблица 2 се налази на крају књиге.

У табlici 3 (страна 7) површине од 1 hv<sup>2</sup> до 100 hv<sup>2</sup> прерачунате су у кв. метре полазећи од површине 1 hv<sup>2</sup>=3,5966 51566 m<sup>2</sup> (Ružavý: Praktická geometrie), а не од површине 1 hv<sup>2</sup>=3,5966 5095 m<sup>2</sup>. Због тога се код мањег броја споменутих површина јавља разлика +0,000 1 m<sup>2</sup>. Ова разлика нема утицаја на употребу таблице.