

## ГЕОМЕТАРСКИ И ГЕОДЕТСКИ ГЛАСНИК

Орган Удружења Геометара и Геодета Краљевине Југославије  
БЕОГРАД, Адмирала Гепрата 68

---

---

### СТРУЧНИ ДЕО

Инж. ЛАВ. СОПОЦКО  
професор

#### ПОСЛЕДЊА УСАВРШАВАЊА У КОНСТРУКЦИЈАМА НИВЕЛМАНСКИХ ИНСТРУМЕНАТА

Да би се могла добити јасна и исцрпна претстава о својствима неког дела земљине површине потребно је имати поред њеног ситуационог плана, тј. поред пројекције њених тачака на хоризонталну раван сведену на одређену размену, још и коте тачака, тј. њихове висине изнад нивоа — површине изабрате за поређење — које коте стварају појам о рељефу терена.

Познавање рељефа земљине површине тражи се у свим случајевима, где год је човечја делатност везана са неким делом те површине: трасирање путева, железничких пруга, насипа; искоришћавање хидрауличних снага, одржавање пловидбе, одбрана од поплава, натапање и осушивање, сваковрсне грађевине, нарочито за одбрану државе итд. Рационално искоришћавање земљишта у пољопривредне и индустријске сврхе може се замислити тек онда, кад се у обзир узима рељеф односног терена. Рељеф поседа и његов положај према странама света може много утицати на њену пољопривредну и новчану вредност. Зато би требало да сви планови, који су намењени за фискалне циљеве (катастарски) или за правни саобраћај некретнина (земљишно-књижни планови), претстављају терен не само у хоризонталном већ и у вертикалном смислу. То чак предвиђа и члан 6 Закона о катастру земљишта и при катастарском снимању се одређују висинске разлике тахеометријским начином. Али, на жалост, огроман материјал, који пружа податке неоцењиве вредности, остаје још и до сада „закопано благо“.

Још је важније одређивање апсолутних\*) висина теренских тачака за научне сврхе. Ево шта каже о томе Јеан

\*) Инж. А. Косић и инж. Н. Свечников. Нивелман. Београд 1936 год. стр. 4.

Vignal садашњи директор генералне нивелманске службе у Француској:\*\*) „... развијање нивелманске мреже на великој површини стално поставља питања огромног научног интереса“. „Тако побољшање тачности нивелманских начина и инструмената претставља предмет за непрестана претресања и истраживања.“

„С друге стране, поновним нивелманом истих предела могуће је одредити нагле промене нивоа терена, проузроковане земљотресом; а тачност, која се може постићи садашњим начином и инструментима, довољна је да буду запажена, у размацама времена од десетине година, лагана уздизања и спуштања земаљске коре која нису још доста позната а су међутим од велике важности за геологију. Може бити да ћемо чак успети да измеримо помоћу мерења, поновљених са највећом тачношћу, лагане и сићушне промене правца вертикале, које постоје у некојим местима земље и чије постојање за сада само су нагађања“.

Из овога се види зашто се нивелманска мерења толико нагло шире а нивелмански инструменти све више усавшавају.

Ово даје повода да се осврнемо на конструктивни напредак нивелманских инструмената у последњем деценију.

Како је познато, основни делови нивелманског инструмента су: 1) оптички систем (дурбин), који даје визирну осу помоћу окуларне кончанице и оптичког центра објектива; 2) либела везана са дурбином, помоћу које се визирна оса намешта у хоризонталан положај; 3) основа инструмента са вертикалном чауром за главну (вертикалну) осу инструмента и са три положајна завртња; 4) статив са главицом на коју се намешта инструмент и са направом за спајање главице са инструментом; 5) ректификациони завртњи.

Као помоћни делови нивелиринструмента служе: 1) либела за довођење вертикалне обртне осе инструмента у вертикалан положај; 2) завртања за кочење обртања инструмента око вертикалне осе; 3) елевациони завртањ помоћу којег се визурна оса може окретати у вертикалној равни око своје централне тачке; 4) микрометријски завртњи.

Оптички систем нивелир-инструмента, његов дурбин служи не само за визирање у правцу летве, него је намењен у првом реду за брзо и тачно читање на летви. Овај задатак се врши повећањем дурбинове јачине, тј. увећањем лика, који ствара оптички систем дурбина и осветљености лика.

Увећање  $u$  које даје дурбин зависи од сразмере између жијиних даљина објектива  $f_1$  и окулара  $f_2$ :

\*\*) *Jean Vignal Les réseaux modernes de nivellements. Annuaire pour l'an 1938 publié par le Bureau des longitudes. Paris. 1937. Notices, стр. В. 3.*



$$(1) \dots \quad u = \frac{f_1}{f_2}$$

Повећање жижине даљине  $f_1$  објектива изазива повећање дурбинове дужине од чега инструмент постаје гломазан и неудобан за манипулисање.

Тако су дурбини прецизних нивелир инструмената са окуларима за извлачење имали дужину од 40 cm до 55 cm: Фирма Керн је градила ове инструменте са увећањем дурбина од 30 до 42 пута и дужином од 32 до 42 cm; *Фенелови* прецизни нивелир-инструменти имају дужину дурбина од 46 cm са увећањем на 44 пута; *Брејтхауптов* нивелир система Зејбта имао је дужину 53 cm са увећањем 40 пута.

Да би се уклонила ова мана конструкције дурбина измишљени су неколико начина.

*Фенел* је у конструкцију дурбина свог призменог нивелир-инструмента уметнуо две призме, које су ломиле пут зракова пролазећих кроз објектив тако, да промени два пута свој правац унутар дурбина док не стигну до окулара. Ма да је при томе сумарна дужина зрачног пута одговарала жижиној даљини објектива, дужина самог дурбина била је много мања. У овом случају требало је повећати простор унутар дурбина, где би зраци могли без препреке ићи од једне призме до друге и од друге до окулара и зато је дурбинов облик добио форму кутије.

Много простији је био начин *унутрашњег фокусирања*, где се између објектива и окулар ставља покретно негативно сочиво, које ломи зраке пролазеће кроз сочиво, и приближава ка објективу место формирања лика. Померање негативног сочива уздуж оптичке осе дурбина премешта место лика и доводи га у жижину раван окулара. Пошто при томе објектив и окулар не мењају свој узајамни положај, то дурбин добија сталну дужину, што опет претставља своју предност у конструкцији инструмента.

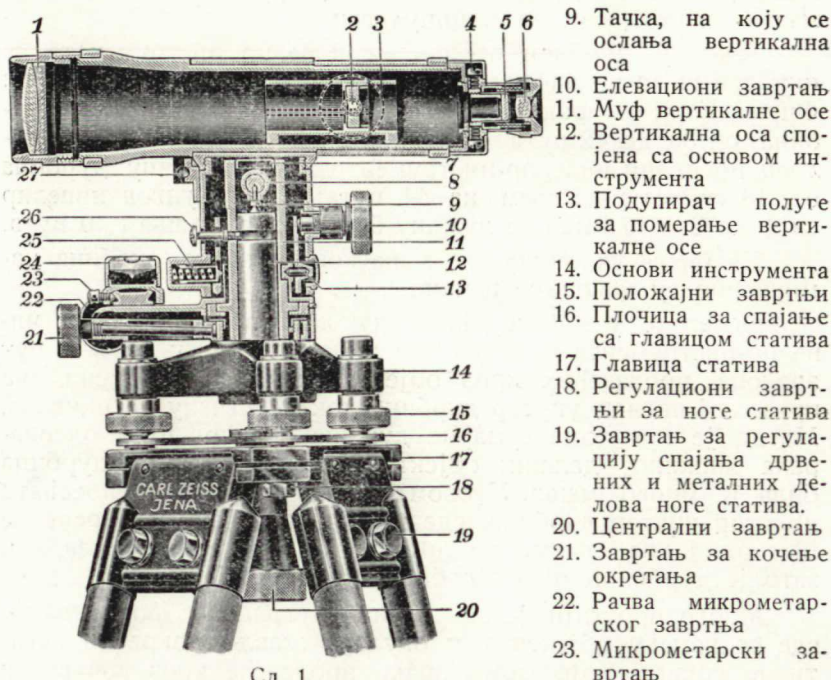
Пресек нивелир-инструмента са дурбином сталне дужине приказан је на слици 1. На њој (1) је објектив, (6) — окулар, (5) — раван кончанице, у коју се доводи лик предмета створен објективом и то помоћу померања негативног сочива (2). Главица завртња који помера негативно сочива унутар дурбина означена је са (3).

Сочиво за унутрашње фокусирање уведено је у конструкцију *Цајс-Вилдових* нивелир-инструмената и добило је ширу примену готово у свима геодетским инструментима.

Оно дозвољава скраћење дурбинове дужине и знатно олакшава целу конструкцију инструмента.

Тако су, на пример, *Фенелови* инструменти за прецизни нивелман другог реда са окуларом за извлачење тешки до

3,8 кг.; Брејтхауптови — од 2,8 до 3,3 кг. док Вилдов нивелир-инструмент са унутрашњим фокусирањем са истом тачношћу има тежину од 2 кг.



Сл. 1

- |                        |                        |                       |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1. Објектив дурбина    | урезаном кончани-      | 24. Центричка либела  |
| 2. Негативно сочиво    | цом                    | 25. Контрафедер за е- |
| 3. Главница завртња,   | 6. Окулар у окретном   | вациони завртњ        |
| који премешта нега-    | калуу са поделом       | 26. Завртњ на који се |
| тивно сочиво уну-      | у диоптријама          | наслања муф верти-    |
| тар дурбина            | 7. Поклопац за муф     | калне осе             |
| 4. Корекциони завртњи  | вертикалне осе         | 27. Дршка за окретање |
| за кончаницу           | 8. Оса за померање ви- | дурбина око опти-     |
| 5. Стаклена плочица са | зирне осе              | чке осе.              |

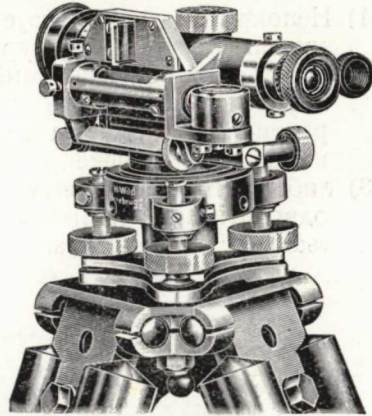
На сл. 2 приказан је мали нивелир-инструмент за техничко нивелисање са тачношћу  $\pm 5 \text{ mm}$  по километру чији дурбин има дужину свега 16 cm; тежина целог инструмента је 1,5 кг.

Кончаница у нивелир-инструментима за обично, техничко нивелисање обично је израђена у облику два конца, који се секу под правим углом. Један конач обично се намешта хоризонтално и служи за читање вертикалних отстојања на летви; други онда стоји вертикално и служи за навизирање летве. При прецизном нивелману потребно



је, за корекцију неједнаких отстојања инструмента од левава, знати ова отстојања са тачношћу до 0,1 м.; Зато су кончаници прецизних нивелир-инструмената додавани даљинарски конци. У новим нивелир-инструментима за технички нивелман исто се додају кончаници даљинарски конци а често се снабдевају хоризонталним лимбусом, претварајући на тај начин нивелир-инструмент у нивелир-тахиметар.

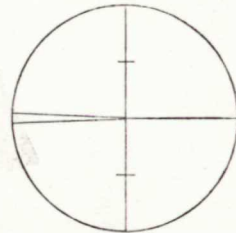
Даљинар у обичном техничком нивелир - инструменту служи при нивелисању попречних профила, кад исти пролазе кроз нивелманску станицу; онда се одмеравање отстојања од главне трасе до тачака попречног профила врши читањем даљинарских конаца на нивелманској летви. Осим тога читање сва три конца на летви при сваком нивелману даје сигурну контролу читања на средњем концу и повећава за један и по пута тачност читања.



Сл. 2

Облик нивелманске кончанице урезане на танку стаклену плочицу претставља сл. 3.

Многобројност типова нивелир-инструмената, која је постојала још пре десет година, своди се све више и више на два главна типа: на инструменте са *непокретним дурбином* и са дурбином, који има само једно слободно окретање око своје механичке, односно оптичке осе. Остали типови нивелир-инструмената са *покретним дурбином*, код којих се дурбин може vadити из својих лежишта и премештати се у њима у два положаја, кад место објектива у првом положају заузима у другом положају окулар, све мање долазе у обзир у практичним радовима. Ова конструкција олакшавала је и упрошћавала испитивање главног услова о паралелности оптичке осе дурбина са осом либеле, али је у исто време олакшавала и поремећај овог услова, јер се није могло спречити да при теренском раду прашина не уђе између лежишта и тела дурбина и да се услед тога не промени узајамни положај оса дурбина и либеле. Исту ману има и јашућа либела, кад прашина може доћи између ножица либеле и дурбинових прстена на који се оне ослањају.

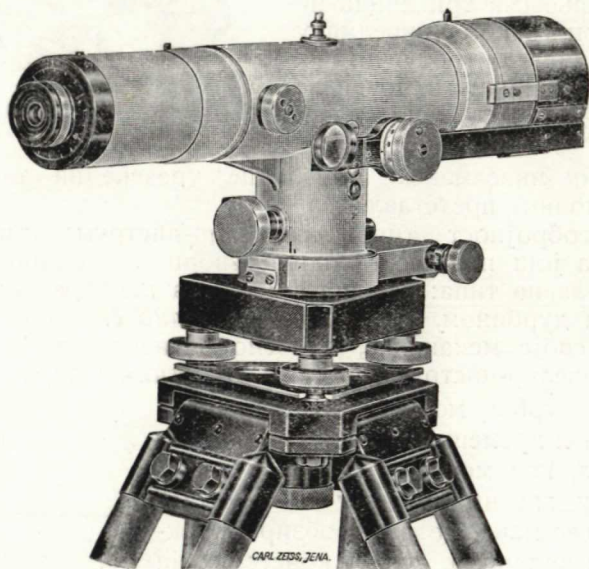


Сл. 3

У последњим конструкцијама прецизних нивелир-инструмената фирме Вилд и Цајс, које се са правом сматрају за најнапредније и најбоље у свету, искључиле су покретан дурбин и сву своју бригу сконцентрисале су на томе, да би спој између дурбина и либеле био што јачи и што стабилнији.

Ову тежњу оне мотивишу овим:

- 1) Непокретни дурбин даје у границама тачности прецизног нивелмана веће осигурање стабилности ректификације;
- 2) стабилност ректификације много је важнија за прецизан нивелман, него и потпуно елиминисање малих отступања ректификације, која се отстрањује лако малим поправкама за висинске разлике између крајних репера;
- 3) либелу на инструменту са непокретним дурбином лако је одвојити нарочитим металним оклопом од сваког спољашњег поремећаја.



Сл. 4

На сликама 4 и 5 су приказани типови прецизних нивелир-инструмената; први израде фирме Цајс, други — Вилда, последњих конструкција.

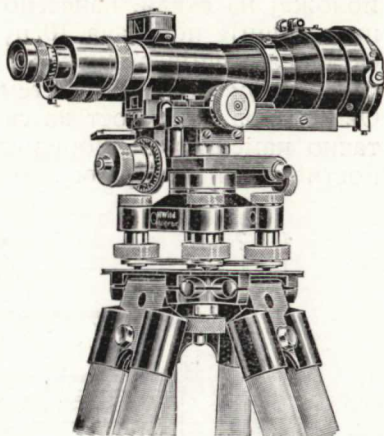
Да би се олакшала ректификација за услов паралелности, осе либеле са осом дурбина Вилд је у свом последњем моделу нивелир-инструмента NII, намењеног за технички нивелман високе тачности, увео место непокретног дурбина покретан, који се може обртати око своје



механичке, односно оптичке осе заједно са либелом, која у овом случају постаје риверзионом. Пошто се дурбин окреће заједно са либелом, то се узајаман положај оптичке, односно визирне осе дурбина и осе либеле неће мењати.

Сличан тип нивелир-инструмента (nivellier В) израдила је фирма Цајс (сл. 7): и он има дурбин, који се обрће заједно са либелом око механичке осе и може се употребити за технички нивелман високе тачности.

Усавршавање конструкције либеле, која је намењена за довођење визирне осе дурбина у хоризонтални положај, иде у правцу повећања тачности по начину коинциденције (поклапања) ликова од два краја либелиног мехура.

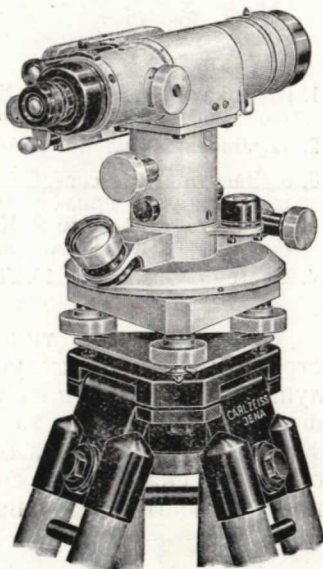


Сл. 5

Овај је начин уведен за конструкцију главне либеле нивелир-инструмента још пре рата 1914 г. од фирме Цајс, а

према пројекту инж. Вилда и готово је одмах усвојен од највећих светских фирми геодетских инструмената при грађењу прецизних нивелир-инструмената. После рата исти је начин искоришћен у многим угломерним инструментима при хоризонтирању положајне либеле вертикалног лимбуса.

Начин коинциденције се састоји, како је познато, у томе, да се (сл. 8) помоћу призама (4) слике крајева мехура, уздужно расечени напола, преносе у хоризонталном правцу ка оку опсерватора; ликови обе половине крајева мехура се налазе један поред другог и при промени нагиба либелне осе помичу се један поред другог у противном правцу; кад оба ова лика заузму такав узајамни положај да дају

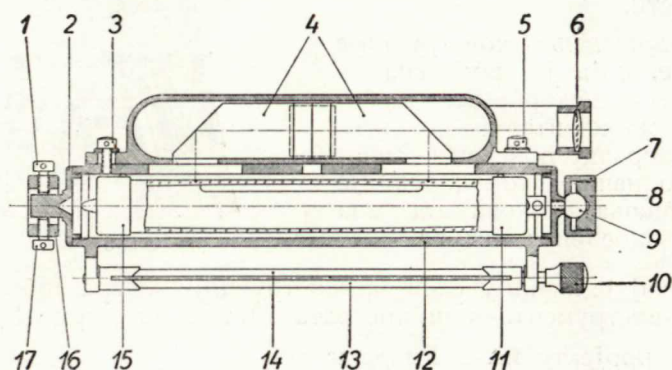


Сл. 7

утисак целог краја мехура, онда је положај мехура у либелиној цеви потпуно одређен и истоветан. Ректификацијом

либеле овај положај може одговарати хоризонталном положају либелине осе и удовољити основном услову нивелир-инструмента.

Према обичном начину довођења мехура у симетричан положај на скали, нанесеној на либелиној цеви, метода коинциденције повећава 10 пута тачност. Према томе можемо са либелом чија осетљивост је  $10''$  постићи исти ефекат као са либелом обичног система са осетљивошћу од  $2''-1''$ . Ово ствара могућност да се прецизно нивелисање изводи са тачно намештеном хоризонталном визуром, што је тешко постићи при употреби либеле велике осетљивости.



Сл. 8

- |  |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
| 1. Вертикални корекциони завртњи                                   | 6. Лупа за разгледање либелиног лика | стакленог рефлектора  |
| 2, 12. Либелин оклоп   | 7, 16. Огранци дурбина               | 11, 15. Металне навлаке на крајевима стаклене либелине цеви |
| 3, 5. Завртњи, који спајају кутију са призмама са либелним оклопом | 8. Затварач краја либелиног оклопа   | 13. Огледало за осветљење                                   |
| 4. Систем призама  | 9. Кугласти крај либелиног оклопа    | 14. Рефлектор од мат-стакла                                 |
|  | 10. Дугме за окретање                |   |

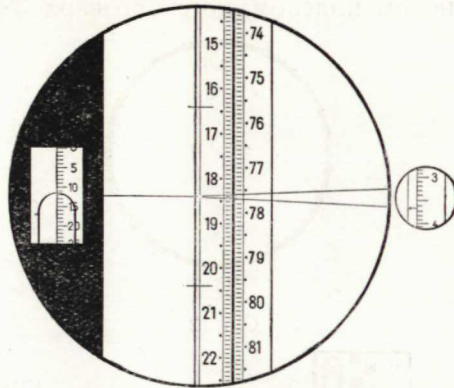
У последњим типовима нивелир-инструмената у конструкцији либеле су уведене следеће новине: додата је лупа (6) (сл. 8) са повећањем од 2 (Цајс) до 2,2 пута (Вилд), што повећава дупло тачност коинциденције; према подацима фирме Цајс либела са осетљивошћу од  $20''$  за 1 парс дужине од 2 мм, снабдевена системом призама и лупом, даје тачност намештења визирне осе у хоризонталан положај  $\pm 0,5$ .

Друго усавршавање конструкције састоји се у томе да се додаје накнадни систем призама, који доводи лик коинцидирујућих крајева либеле у жижину раван окулару; на тај начин опсерватор види истодобно положај мехура либеле,



односно положај визирне осе и летву. На сл. 9 се види с леве стране лик мехура у положају коинциденције, како то изгледа у жижиној равни окулара нивелир-инструмента за прецизни нивелман (модел А) фирме Цајс.

Пошто је овај модел нивелир — инструмента снабдевен либелом са осетљивошћу од  $10''$  за 1 парс, то довођење мехура до пуне коинциденције заузима више времена, то можемо дати предност читању са нешто нагнутом визирном осом, одређивању њеног нагиба помоћу либеле и рачунање поправке за читање на летви. Да би се могло задовољити и овом



Сл. 9

начину нивелања на цеви либеле је нанесена скала која се види на сл. 9. За непотпуну коинциденцију крајева мехура се изводи читање на скали десног  $n_d$  и левог  $n_l$  краја мехура. Разлика,

$$(2) \quad \Delta n = n_d - n_l$$

изражава у парсима нагиб либелине осе, односно нагиб визирне осе. Онда се поправка  $\Delta a$  читања на летви са одговарајућим предзнаком рачуна из обрасца:

$$(3) \dots \quad \Delta a = \frac{\Delta n \cdot p''}{s''} s,$$

где је  $p''$  вредност једног парса скале,  $s''$  константа = 206.265 и  $s$  - отстојање од инструмента до летве.

У осталим деловима најновије конструкције нивелир-инструмента донеле су само мање промене.

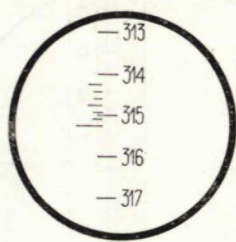
Тако су у нивелир-инструменту Цајса, модел В (сл. 7) осигурани од прашине нарочитим оклопом не само положајни завртњи, него и цео доњи део основе инструмента. У Вилдовом нивелир-инструменту НИИ (сл. 6) ово осигурање је изведено засебно за положајне завртње и засебно за доњи део основе.

На нивелир-инструментима који имају хоризонтални лимбус, врши се читање помоћу микроскопа простијих конструкција. Тако Цајсов нивелир-инструмент, модел D, има микроскоп са индексом (један танак конач). На сл. 10 се види поље вида микроскопа са ликом поделе лимбуса и индексом, чији положај одговара читању од  $20^{\circ} 26'$ .



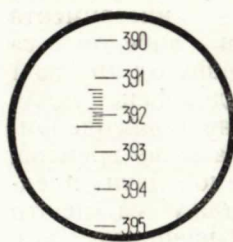
Сл. 10

У Вилдовим нивелир-инструментима се употребљавају микроскопи са скалом. На сл. 12 претстављено је читање на оваквом микроскопу на лимбусу са старом поделом, које одговара  $3150^{\circ} 16'$ ; на сл. 13 је слично читање на лимбусу са новом поделом, које одговара  $392^{\circ} 33'$



$315^{\circ} 16'$

Сл. 12

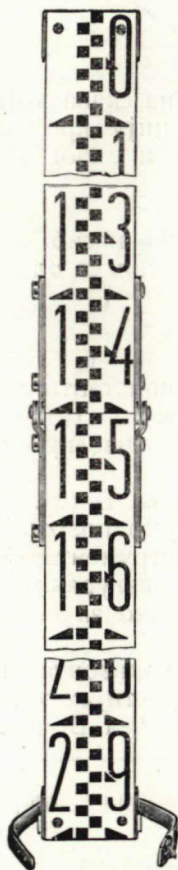


$392^{\circ} 33'$

Сл. 13

За техничко нивелисање употребљавају се летве са центиметарском поделом, чији се делови читавају на око помоћу хоризонталног конца кончанице, типа претстављеног на сл. 3. Ради контроле и повећања тачности читања на важнијим нивелманским владима читавају се и даљинарски конци.

Тип летве за технички нивелман се види на сл. 14. Летва је за склапање; начин склапања објашњава сл. 15. Подела је у центиметрима; сваки центиметар је обележен са белом и црном коцком: на белој коцки оштро отскаче црна црта хоризонталног конца а само читање се изводи на црној коцки. Крајеви десиметара су обележени црним угловима и означени њиховим бројем, рачунајући од нулте црте — почетка поделе. На полеђини летве налази се метална држаља и направа за ректификацију централне либеле, ако би ова била намештена на летви.



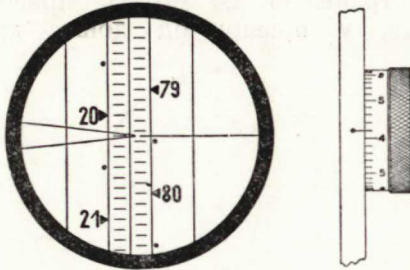
Сл. 14



Сл. 15

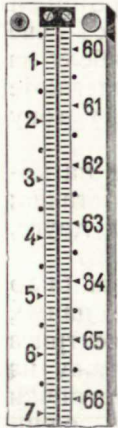


За тачно читавање летве при прецизном нивелману употребљава се план-паралелно стакло. План-паралелно стакло намешта се испред објектива а њено нагињање пре-



Сл 16

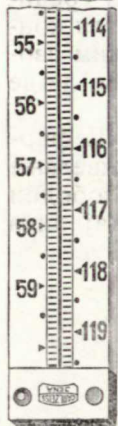
ма оптичкој оси објектива, и то окретањем око хоризонталне осе управне на оптичку осу, изазива померање у верти-



калном смислу лика летве у дурбину, тако да се хоризонтални конач кончанице може довести ма која (наравно, у извесним границама) тачка лика летве. Померање лика летве сразмерно је величини промена нагиба план-паралелног стакла. Ова промена нагиба изводи се системом полуга, везаних предњим својим делом са план-паралелним стаклом; на други задњи крај система полуга делује завртањ, чије окретање изазива померање полуга на једну или на другу страну; главица завртња има облик добоша са скалом, чија подела изражава линијску величину померања летвиног лика; сваки део поделе одговара померању летвиног лика са 0,5 мм.

Завртањ за план-паралелно стакло може се видети на сликама 4 и 5 мало ниже дурбина са десне његове стране.

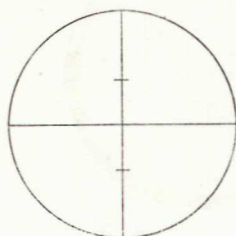
Читање на добошу се изводи према непомицном индексу у облику цртице, како се види са десне стране сл. 16, где читавање даје број 38.



За читавање нивелманских визура помоћу план-паралелног стакла служе летве нарочите конструкције, чије особине су следеће: да би што више смањили могућност свакојаким промена дужине летве под утицајем спољашњих фактора, — влаге, температуре итд., летвина подела се нанаша на узану (2,5 см.) и танку (0,7 мм.) инварну пантлику. Пантлика се причвршћује својим крајевима на дрвену летву (сл. 17). и намешта се уздуж летве у њеној средини. Пантлика лежи слободно на површини летве и има стално и непроменљиво нате-

Сл. 17

зање. Свака страна пантлике има своју засебну поделу у облику црта, дебљине од 1 мм., поређаних кроз сваких 0,5 сантиметара; подела са леве стране је померена према оној, са десне стране, за 2,5 мм. На дрвеном делу летве свака пета црта, у правцу од доњег краја ка гор-



Сл. 18

њем, означена је тачком, а свака десета редним бројем и троуглом. Ознака са десне стране иде од 1 до 59, а са леве од 60 до 119. На полеђини летва има центричну либелу за довођење летве у тачан вертикални положај и ручице, које заједно са два подупирача служе за држање летве у току нивелисања.

При нивелисању доводи се најближа црта летве на хоризонтални конач помоћу нагиба план-паралелног стакла; пошто постоје две поделе летве, независне једна од друге, читање се изводи два пута.

Да би намештање лика црте на хоризонтални конач било што тачније, овај конач има нарочити облик (сл. 18), наиме, са леве стране он се раздваја и ствара угао, чија бисектриса се поклапа са правцем десног дела конача. При читању на летви лик њене црте ставља се у простор угла симетрички према његовим странама (лева страна сл. 16), дакле, средином црте у правцу десног конача. Отвор угла коначанице је изабран тако, да он може обухватити једним својим делом лик црте на летви, без обзира на отстојање летве од инструмента.

Кончаница у прецизном нивелир-инструменту НИИ фирме Вилда има ту особину да се сва три конача за нивелање (сл. 16) пресецају у средњој тачци а остављају слободни простор кроз који се може тачније видети положај лика црте и десног конача.

Према слици 16 читање на летви даје:

	летва	202.
(4)...	добош	0,38
	Укупно	202,38

На инструменту фирме Цајса (сл. 4) намештена је са стране окулара испред добоша лупа, да би се олакша-



ло читање. На слици 9 са десне стране приказано је читање добоша кроз оваку лупу.



Сл. 19



Сл. 20



Сл. 21

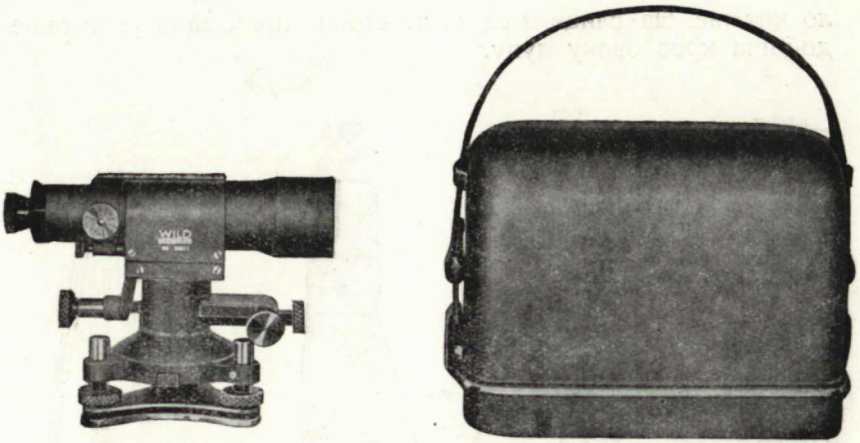
Целокупно читање на летви, које одговара сл. 9, биће:

	летва	18.4
(5)...	добош	364
	Укупно	<u>18,4364</u>

Статива за нивелир-инструменте има две врсте. За технички нивелман они поред стабилности морају да буду погодни за лако преношење и за брзо намештање на станици. Један од типова оваких статива има ноге за увлачење (сл. 19). У склопљеном стању он је релативно мали и погодан за ношење, поготово онда кад се користи нарочито паковање. Слика 20 претставља два облика оваког паковања.

За прецизни нивелман стативи за склапање не дају пуну гаранцију оне стабилности, коју захтева осетљивост прецизне либеле. Зато стативи за прецизни нивелман имају увек јаке ноге израђене од једне целине; ради веће лакоће оне се израђују од дрвета. Један од оваких статива се види на сл. 21.

Санцуци за паковање геодетских инструмената, уопште, и за нивелир-инструменте понаособ, све више се израђују од танког али чврстог (челик) плеха у облику звона, које затвара инструмент, постављен на металну плочу. Метална основа склапа се са звоном помоћу металних реза, кукица или завртњева веома једноставне конструкције и врло погодних за манипулисање.



Сл. 22

Kao пример може служити звоно (сл. 22) за нивелир-инструмент NII фирме Вилда. Звоно има кајиш за ношење или се употребљава нарочити ђонак за ношење инструмента на леђима.

Gj. Berković, civ. geometar

## RAČUNANJE POVRŠINA IZ KOORDINATA ODREDJENIH GRAFIČKI IZ PLANA

Pri svakoj deobi ili parcelaciji najpre se računa površina staroga stanja (obima) i upoređuje sa površinom iskazanom u katastarskom elaboratu.

U slučaju, kada je katastarski premer izvršen grafički (pomoću geod. stola) — bez numeričkih podataka, — a stare granice na terenu nisu stabilizovane, površine se mogu računati samo grafički iz plana. Ovo računanje vrši se na razne načine: planimetrija, iz odmeranja određenih grafički na planu, pomoću colovne mreže i pretvaranjem otsečaka u proste geometrijske figure i t. d. Dobiveni rezultat povećan za odgovarajući iznos usuha treba da odgovara datoj površini, ali se uvijek pojavljuje jedna razlika  $\Delta P$ , koja se, ako je u granicama dozvoljenog odstupaња proporcionalno podeli na nove parcele. Kod nepravilnih figura, ta mala razlika nije osetna; međutim, kada se parcelisanjem stvaraju pravilne figure, čija se površina lako može odrediti iz dužina i širina, iste se moraju korigovati (za izvesne male iznose)