

*Ing. Сиркс.*

*За Библиотеку удружења цивилних  
инженера - геодета.*

Поштарина плаћена у готову.

Год. 17.

БЕОГРАД — мај и јуни 1936.

Св. 3

# ГЕОМЕТАРСКИ И ГЕОДЕТСКИ ГЛАСНИК

Орган Удружења Геометара и Геодета Краљевине Југославије

Адмирала Гепрата 68

**БЕОГРАД**

Адмирала Гепрата 68

Уредништво и  
администрација  
Гепратова ул. 68

Власник за Гл. управу  
МИЛАН МРАВЉЕ н. посланик.  
Уредник ДИМИТРИЈЕ МИ-  
ЛАЧИЋ, геометар

Излази у два ме-  
сеца једанпут.  
Поједини број  
10.— дин.

Ing. Аркадије Сиркс

## Употреба рачунских машина за рачунање координата полигоних тачака.

Полигона мрежа заузима врло важно место у низу геодетских радова, јер служи за прелаз од сложених геодетских радова, наиме од триангулација, ка најпростијим: ка снимању детаља. Али ако смо рекли да је снимање детаља најпростији геодетски рад тиме није речено да је тај рад мање важан. Напротив, ово снимање је сврха свих теоретских рачунања и низа различитих геодетских радова, који су се изводили пре тога. Тек после снимања детаља задовољен је један део задатка који се поставља геометру: дати веран план онога, што се налази на терену. Међутим тиме још задаћа геометра није испуњена, јер он мора створити такав план, који не само даје приказ онога што је геометар на терену затекао, већ може и мора бити подлога будућим геодетским радовима. Законом о катастру земљишта одређена је прецизно сврха и циљ премера и оснивања катастра, који „служи као подлога за праведно опорезивање земљишта а истовремено за израду баштинских књига“. У чл. 5 истог закона законодавац наређује шта се све има предузети „да би се катастарски премер као и сви остали јавни премери земљишта могли истовремено употребити у свим

управним и судским пословима, који су у вези са тереном и земљиштем“, а члан 6 истог закоа одређује што све мора да да геометар премером. „како би подаци премера могли да служе и за све техничке и привредне циљеве.“

Све ове многоструке и сложене задаће геодетски рад може да задовољи ако да као свој резултат 1) добру, стабилизовану на терену полигону мрежу, која ће служити за даље развијање нумеричких радова, и 2) веран план терена. Ове две ствари допуњују једна другу. План без полигоне мреже (на пример у крајевима са графичким пореклом плана, израђеним геодетским столом без стабилованих стаалишта за снимање и без стабилованих међа) претвара се у помагало за нужду, не дајући ону прецизност и сигурност коју захтевамо од геодетског рада са данашњим прецизним нумеричким методама, које примењујемо у геодезији. Развијањем и стабиловањем полигоне мреже стварамо костур на који наслањамо детаљ; стварамо подлогу за будуће радове за техничке и привредне циљеве (на пример за комасацију пољопривредних земљишта, за регулационе планове, за израду пројеката за градњу железница и т. д.); стварамо „полазне тачке за идентификацију, за које смо сигурни да између ове на плану и оне на терену постоји потпуна подударност. Све ово објашњава сву ону пажњу коју морамо посветити полигоној мрежи почевши од рекогносцирања и развијања и до избора методе за рачунање координата.

Сваки већи геодетски рад захтева полигону мрежу, ослоњену на државну триангулацију. Ако такве триангулације у близини немамо, геометар мора сам да развија тригонометријску мрежу. Закон је поставио 150 ха као границу код које сваки премер мора бити ослоњен на државну или бар слободну триангулацију, али често и код мањих комплекса, код којих премер није и не мора бити ослоњен на триангулацију, ипак развијамо слободну полигону мрежу, узимајући повољну полигонч тачку за почетак координатног састава, у којем рачунамо координате полигоних тачака. Ово чинимо јер предност полигоне мреже, која се састоји у апсолутној сигурности релативног положвја тачака мреже, остаје и код слободне полигоне мреже неокрњена.

Код сваког већег геодетског рада, где имамо можда стотине и хиљаде полигоних тачака мреже, није свеједно

какову ћемо методу употребљавати за рачунање координата полигоних тачака. Рачунање логаритамским таблицама има својих предности и мана: предност је у томе, да рачунање можемо вршити одмах на терену, без икаквих других инвестиција, а мана је у томе, да је овај начин рачунања спор. Употребом рачунских машина рад на рачунању координата полигоних тачака иде брже бар за 50%, а осим тога машински се рад лакше контролише, није тако заморан за рачунацију, и искључују се честе грешке које настају због погрешно преписаних или извађених бројева из логаритамских таблица (понављамо да претпостављамо рачунање  $\text{ep mase}$ ).

Рачунске машине данас су толико усавршене, да смо у стењу решавати доста компликоване проблеме не само брзо, већ и без оног психичког замора, који обично прати вишесатни непрекидан рад на математичким рачунањима. Али рачунска машина није само сретство за добијање координатних разлика као продукта природних вредности  $\text{Sinus}'a$  и  $\text{Cosinus}'a$  нагиба и дужине полигоне стране у тригоном. обрасцу бр. 19, како се то обичава радити и у већим геодетским биро'има, јер код ових рачунских операција машину за рачунање може са истим успехом и са истим ефектом да замене какве прегледне таблице за множење, и кад бисмо се ограничили само на множење машином за рачунање, свакако не бисмо искористили све могућности које пружа један савремени модел рачунске машине. Дајући овде један практичан поступак за употребу рачунских машина из своје геодетске праксе, код кога се максимално искоришћује рад рачунске машине за добијање координата полигоних тачака, приказаћемо прво шематски саму конструкцију рачунских машина и увешћемо терминологију, коју ћемо даље употребљавати у својим разлагањима.

Код сваке рачунске машине разликујемо унутрашњи део (механизам, о којем нећемо овде говорити), мотор, који може да замењује код многих модела и са ручним погоном, и вањски део (види шему на сл. 1 и слике 2, 3 и 4 на којима су приказане разне моделе машине „Madas“ фирме Egli из Цириха). Овај последњи има поставни, окретајни и продуктни факторе (често са контролним прозорима). Број поставног фактора пута број окретајног фактора дају број који се јавља у прозору или на тастатури продуктног фактора. Ако рачунска машина има уређај за аутоматско мно-

жење (види сл. 3 и сл. 4), онда окретајни фактор има још посебну полуку за стављање машине у покрет након што је намештен поставни фактор на поставној тастатури и окретајни фактор на тастатури за намештање другог фактора. Простим притиском на ову посебну полуку стављамо машину у покрет, која онда аутоматски избацује резултат множења на тастатури или у прозору продуктног фактора. Сва три прозора, односно тастатуре (поставни, окретајни и продуктни) имају брисаче, т. ј. полуге за брисање непотребних бројева, које увек притискујемо пре прелаза на нову рачунску операцију. Посебне полуге „деоба-множење“ односно „збрајање-одбијање“ намештају се према томе коју операцију намеравамо да вршимо на машини. Контролни прекидач са ознаком „Stop“! служи за моментано кочење машине за време аутоматске деобе, а којим се служимо ако је потребно спречити непотребан рад машине на избацавању сувишних децималних бројева. Полуге за помак целе тастатуре на једно, односно на више места служе за премештање тастатуре поставног фактора, ако вршимо множење ручним погоном, односно ако се жели променити неку цифру окретајног фактора, који је рецимо погрешно постављен, односно промењен. Контролно звоно даје знак да више немамо места у машини за избацавање наредних децималних бројева, односно код прелаза од позитивних на негативне бројеве. Ако у продуктном фактору наместимо пре множења неки број (рецимо координату почетне тачке полигоног влака), а после извршимо множење двају бројева (рецимо  $\sinus$ 'а нагиба и дужине полигоне стране) које намештамо на поставном и окретајном факторима, онда парциални продукт ових фактора аутоматски се прибараја координати почетне тачке полигоног влака и у прозору продуктног фактора непосредно читамо координату наредне тачке полигоног влака, без да смо рачунали и бележили одговарајућу координатну разлику почетне и прве тачке полигоног влака. Пошто природна вредност  $\sinus$ 'а односно  $\cosinus$ 'а нагиба може имати знак  $+$  или  $-$ , полука „одбијање-збрајање“ намешта се на одговарајућу страну, а овим је без даљнега обезбеђено да у оба случаја даља рачунска операција буде у свему идентична без обзира на знак  $\sinus$ 'а или  $\cosinus$ 'а.

Да бисмо механизирали које рачунање препоручује се увођење посебног, нешто измењеног обрасца бр. 19 за рачу-

нање координата полигоних тачака машином за рачунање, у којем су испуштене рубрике за рачунање координатних разлика и за контролно рачунање тих разлика, а у рубрикама 8, 9, 11 и 12 додана су још по два хоризонтна ретка за привремене координате и за поправку, тако да дефинитивна координата, коју уписујемо у одговарајућем доњем трећем хоризонтном ретку алгебарски претставља зброј привремене координате и поправке у првим и другим хоризонтним ретцима. Да бисмо спречили забуну и замену привремене и дефинитивне координате, ову последњу исписујемо црвеном тинтом.

Поступно израчунавајући привремене координате полигоних тачака иписујемо одмах сваку у одговарајући горњи хоризонтни редак рубрике 8 или 9. Неизбеживе грешке проузрокују разлику између привремене координате завршне тачке полигоног влака, коју смо добили рачунањем и дефинитивне координате, коју смо били уписали у образац још пре почетка рачунања. Дефинитивне координате мање привремене координате завршне тачке дају линеарно одступање  $f_y$  односно  $f_x$ . Пошто за рачунање величине  $q=1$  и  $\varphi$  потребне су према правилничким обрасцима  $[\Delta y']$  односно  $[\Delta x']$ , срачунавамо те суме координатних разлика као диференције између привремених координата завршне тачке полигоног влака и координата почетне тачке, а срачунавши диференције дефинитивних координата завршне и почетне тачке имамо контролу досадашњег рада, пошто алгебарска разлика срачуната између разлике дефинитивних (заданих) координата завршне и почетне тачке полигоног влака и разлике привремених координата завршне и дефинитивних (заданих) координата почетне тачке, мора да је једнака одговарајућем линеарном одступању. Алгебарски горња се реченица изражава формулама:

$$\left. \begin{aligned} & y_e - y'_e = f_y \\ [\Delta y] - [\Delta y'] &= (y_e - y_a) - (y'_e - y_a) = f_y \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} & x_e - x'_e = f_x \\ [\Delta x] - [\Delta x'] &= (x_e - x_a) - (x'_e - x_a) = f_x \end{aligned} \right\} (2)$$

У 18 рубрици срачунавамо  $\varphi$ , па ако је  $|\varphi| < 0,0003$ , вршимо расподелу линеарног одступања према горњим обрасцима у заглавку рубрика 8, 9 и 11, 12. У ту сврху израчу-

навамо  $\frac{fy}{[d]}$ , односно  $\frac{fx}{[d]}$ , а у одговарајућем средњем хоризонталном ретку предвиђеном за поправке координата, тј. испод уписаних привремених координата срачунавамо поправке. Пошто целокупно линеарно одступање износи  $fy$ , односно  $fx$ , и пошто поделу тог одступања вршимо сразмерно дужинама полигоних страна, следи да сваку привремену координату поправљамо за

$$\frac{fy}{[d]} \cdot [d_1 + d_2 + \dots + dn], \text{ односно}$$

$$\frac{fx}{[d]} \cdot [d_1 + d_2 + \dots + dn],$$

где је  $n = 1$  за прву поправку,  $n = 2$  за другу поправку,  $n = 3$  за трећу поправку и т. д. За прву, другу, трећу итд. полигоне тачке влака за рачунање у смеру од почетне до завршне тачке полигоног влака. Код овог поступка убацивши у машину на поставни фактор  $\frac{fy}{[d]}$ , односно  $\frac{fx}{[d]}$ , стављамо машину у покрет док на окретајном фактору, односно у прозору окретајног фактора не добијемо  $d_1$ , тј. прву дужину полигоне стране између почетне тачке полигоног влака и прве полигоне тачке, а број који се од тога јавља у прозору продуктног фактора једнак је поправци одговарајуће привремене координате прве половине тачке. Не дирајући брисач продуктног фактора, где према томе остаје недирнута дотична поправка (за наш пример ова поправка би била за ординату прве полигоне тачке  $\odot 837$  првог приложеног нумеричког примера — 0,03 као продукт  $\frac{fy}{[d]}$  и  $d_1$ ).

Дакле  $\frac{fy}{[d]} \times d_1 = -0,000224 \times 134,87 = -0,03$ , бришемо факуор 134,87 на окретајној тастатури или контролном прозору окретајног фактора, и после стављамо машину у покрет, који заустављамо тек када се у прозору окретајног фактора појави  $d_2 = 155,67$ . Пошто је у прозору продуктног фактора остала прва поправка — 0,03, а парциални продукт бројева  $\frac{fy}{[d]} = -0,000224$ , који још увек стоји на тастатури поставног фактора и дужине  $d_2 = 156,67$ , коју смо добили на прозору окретајног фактора износи

$\frac{f_y}{[d]} \times d_2 = -0,000224 \times 155,67 = -0,03$ , а тотална сума, која се аутоматски појављује у прозору продуктног фактора, и која је једнака

$$\frac{f_y}{[d]} \times [d_1 + d_2] = -0,000224 \times [134,87 + 155,67] = -0,03 + (-0,03) = -0,06$$

даје нам поправку привремене координате друге полигоне тачке у влаку ( $\odot$  536), и испод њене привремене ординате — 43 447,77 уписујемо ту добивену поправку — 0,06. Тако се наставља даље до последње тј. завршне тачке полигоног влака, код које поправка привремене ординате мора износити тачно линеарно одступање  $f_y$ , пошто за завршну тачку полигоног влака поправка износи

$$\frac{f_y}{[d]} [d_1 + d_2 + \dots + d_n] = f_y, \text{ јер за завршну тачку полигоног влака } [d_1 + d_2 + \dots + d_n] = [d]. \quad (3).$$

Овде према томе не исказујемо код сваке полигоне тачке одговарајући део одступања припадајући координатној разлици поделом линеарног одступања, као што чинимо код рачунања координата полигоних тачака у обрасцу бр. 19 за рачунање координата логаритамским таблицама и таблицама за множење, већ код сваке полигоне тачке исказујемо у средњем хоризонталном ретку одговарајућу тоталну суму поправака координатних разлика од почетка полигоног влака до дате тачке. Коначно алгебарски сабирамо привремене координате и одговарајуће поправке, добивајући на тај начин дефинитивне координате полигоних тачака.

Контролно рачунање координата вршимо исто тако рачунском машином, само сада полазимо од завршне тачке полигоног влака према почетној, према томе и у прозору продуктног фактора намештамо одговарајућу дату координату завршне тачке, а полугу „одбијање — збрајање“ постављамо на обратну операцију, тј. ако смо код рачунања у првом смеру имали знак код  $\sinus$ 'а односно  $\cosinus$ 'а нагиба  $+$ , овде ћемо имати знак  $-$  и обратно, што је сасвим у складу са теоретском променом, јер у овом случају нагиб се је променио за  $180^\circ$ . У прозору продуктног фактора појављиваће се контролне привремене координате полигоних тачака. Ово рачунање контролних привремених координата у обрасцу за рачунање машином замењу контролно рачу-

нање координатних разлика (које се обичава вршити помоћу Клутових, Гаусових или каквих других нарочитих таблица). Ради контроле и овде можемо срачунати —  $[\Delta y']$  и —  $[\Delta y]$  и —  $f_y$ , односно —  $[\Delta x']$ , —  $[\Delta x]$  и —  $f_x$ . затим срачунавамо нове поправке контролних привремених координата, а алгебарски зброј контролних привремених координата и нових поправака мора опет дати дефинитивне координате полигоних тачака (види рубрике 11 и 13 влака бр. 3 тј. првог приложеног нумеричког примера). Истичемо одмах да се привремене координате полигоних тачака рачунате у једном и другом смеру разликују за исти износ, наиме за износ одговарајућег одступања по дотичној осовини. Ова чињеница дозвољава да се подела линеарног одступања у рубрикама 11 и 12 изостави (види рубрике 11 и 12 другог приложеног нумеричког примера), јер ако смо добили контролним обрачунавањем у другом смеру нове привремене координате полигоних тачака које се све за исти износ (за линеарно одступање по дотичној осовини) разликују од привремених координата срачунатих у првом смеру, можемо тврдити да нема грешке у рачунању, односно у преписивању координата из прозора продуктног фактора у горњи хоризонтални редак рубрика 8, 9 и 11, 13. Према томе поделу линеарног одступања, односно рачунање поправака координата вршимо само једанпут, и то у рубрикама 8 и 9, а као контрола добре поделе мора нам служити двоструко рачунање самих линеарних одступања према формулама (1) и (2) и упоређење добивених поправака координата завршне тачке (на пример за § 9 првог горе споменутог нумеричког примера ове поправке су — 0,12 и + 0,3) са одговарајућим линеарним одступањима  $f_y = -0,12$  и  $f_x = +0,03$ , који се морају потпуно слагати.

Стрелице које су смештене у рубрикама 8, 9, 11 и 12 потсећају на смер рачунања, који одлучује какав знак мора имати *sinus*, односно *cosinus* нагиба, а дакле и какав положај мора заузети полуга за добијање парциалног продукта („збрајање — одбијање“).

За случај ако смо у рубрици 18 добили да је  $|\varphi| > 0,0003$  (види други приложени нумерички пример), поделу линеарног одступања вршимо према обрасцима у доњем делу заглавка рубрика 8 и 9, односно 11 и 12, а све то према прописаним обрасцима II дела правилника о катастарском



премеравању за рачунање величина „ $e$ “ и „ $\Sigma$ “ у рубрици 18. За овај случај координатне разлике у рубрикама 13 и 14, које требамо само за рачунање величина „ $e$ “ и „ $\Sigma$ “, добијамо из привремених координата рубрика 8 и 9. Нумерички пример рачунања у триг. обрасцу бр. 19 за рачунање машином за случај ако је  $|\varphi| > 0,0003$  узели смо из II дела катастарског правилника (види стр. 69 примера приложеног катастарском правилнику и упутству за рад у триг. обр. бр. 19). На тај начин уштедели смо на количини прилога овом нашем разлагању, а уједно омогућили смо прегледно употређење срачунатих полигоних влакова начином логаритамским таблицама или множењем природних вредности  $\sinus$ 'а и  $\cosinus$ 'а са дужином полигоне стране и рачунањем координатних разлика и овде описаним директним рачунањем координата полигоних тачака, јер за шест година од свог постанка катастарски правилник постао је неопходним приручником сваког геодетског надлештва, и нашој геодетској јавности довољно познат.

За случај ако је  $|\varphi| > 0,0003$  поправка привремене координате састоји од три дела, и то за ординату поправка  $e_0 = e. dn. \sin V_n + \Sigma. z. dn. \cos V_n + g. p. 0$ , а за апсцису поправка  $a = e. dn. \cos V_n - \Sigma. z. dn. \sin V_n + g. p. a$ ; где под изразима „ $g. p. 0$ “ и „ $g. p. a$ “ разумевамо „досадашњу поправку ординате“ и „досадашњу поправку апсцисе“, јер и овде у поправку сваке привремене координате морају ући не само опадајући део од поделе линеарног одступања на дату полигону страну од претходне додате полигоне тачке, већ и тотална сума свих досадашњих поправака од почетне тачке полигоног влака до дате тачке. Напр. за тачку  $\odot 408$  другог нумеричког примера поправка привремене ординате износи

$e. dn. \sin V_n =$	— 0,06	
$\Sigma. z. dn. \cos V_n =$	+ 0,01	(види досадашњу поправку ординате за претходну тачку $\odot 407$ ).
$g. p. 0 =$	— 0,23	
рекапитулација	+ 0,01	
	— 0,29	
укупна поправка ординате	= — 0,28	

Поступак је видљив на приложеном нумеричком примеру.

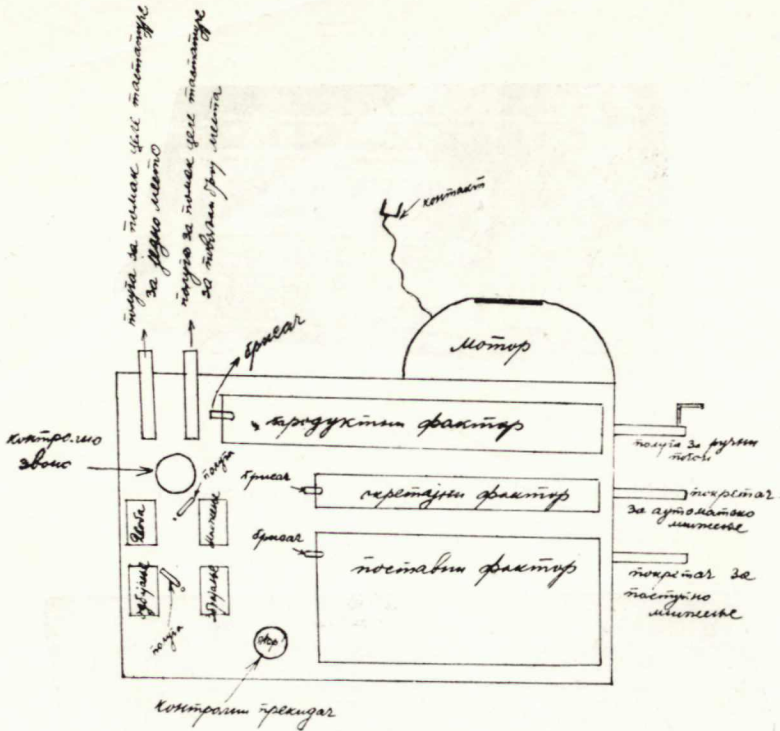
Специални модел рачунске машине, такозвана дво-

струка рачунска машина (види слику бр. 5) омогућује још брже рачунање овде описаним начином координата полигоних тачака, јер двоструке машине имају два продуктна фактора (за намештање ординате и апсцисе почетне тачке полигоног влака), два поставна фактора (за природну вредност  $\sinus'a$  и  $\cosinus'a$ ) и један окретајни фактор (за дужину полигоне стране). Двострука машина даје једним множењем одмах две привремене координате, а посебне полуге омогућују додавање односно одбијање парциалних продуката од тоталне суме, која овде значи одговарајућу привремену координату. Подела линеарног одступања и код двоструке машине врши се на горе описани начин.

Покусним обрачунавањем истих полигоних влакова обичним и овде описаним начином рачунања координата полигоних тачака постизали смо уштеду времена за око 75%, а мислим да можемо тврдити да је код тога рачунција уштеђивао још бар 50% своје енергије, пажње и уопште физичких и психичких напора.

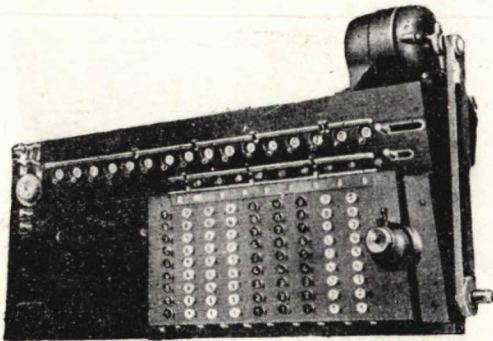
Једина мана овде описаног начина састоји се у потреби инвестиције саме рачунске машине, али ова инвестиција свакако ће се исплатити код првог већег геодетског рада, не говорећи већ о томе да се данас један већи геодетски биро уопште не да замислити без рачунске машине.

Овде приложени нумерички примери израђени су помоћу таблица природних вредности гониометријских функција са четири децимала. Употреба таблица које дају природне вредности  $\sinus'a$  и  $\cosinus'a$  са пет, шест и више децималих омогућује добијање на машини координата са три децимала, тј. до на 1 mm. тачности на потпуно исти начин, без икаквог повећања рачунског рада, што долази у обзир код специјалних прецизних радова, на пример у градовима и варошицама.



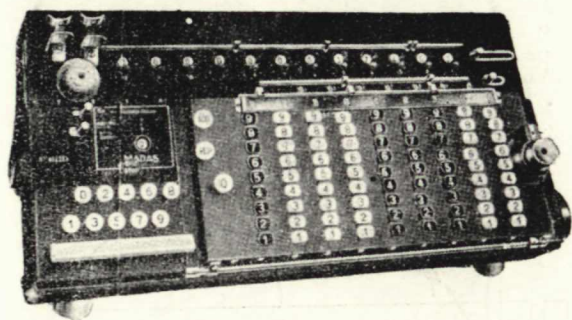
Вањски део рачунске машине.

Шема бр. 1



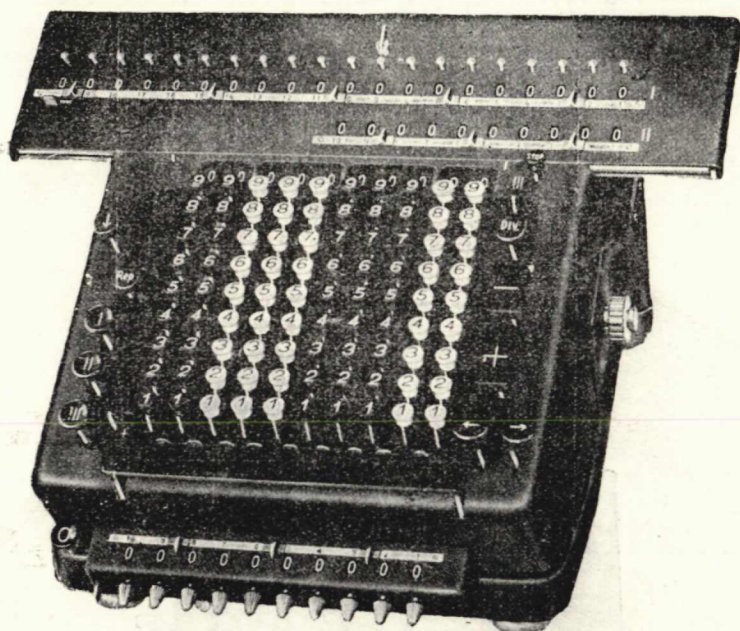
Машина „Madas“ за електрични и ручни погон

Слика 2.



Слика 3.

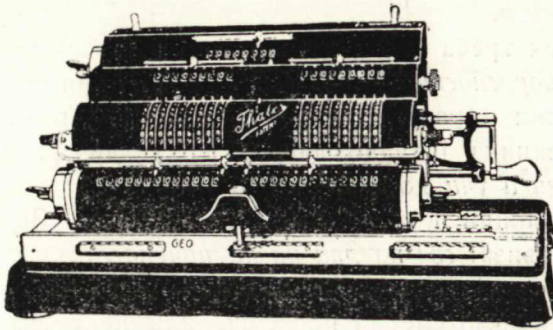
Машина „Madas“ са аутоматским множењем



Машина „Madas“ модел ХХА са капацитетом  $10 \times 10 \times 20$

Слика 4.





Слика 5.

Ing. M. X. Видојковић

### Принципи

Као асистент на Техничком факултету Универзитета у Београду за катедру Геодезије код г. инж. Др. М. Андоновића, редовног професора још 1922 године забележио сам извесне принципе. Сматрам да исте треба објавити, те их стога, захваљујући увиђавности данашњег уредништва Геометарског гласника, пуштам у штампу.

Овде није уписано све, али је добар део регистрован. Надам се, да ће (нарочито млађима) служити, бар у неколико, као кратак потсетник на оне дисциплине које му морају бити тако блиске да постају самодисциплине. Ти, симболи техничара гласе:

1) Први мотив у техници је: *економија*. Оно што ће други учинити за два динара, ми ћемо извршити само за један динар, и то много брже и боље.

2) Техничар је увек за *слободну конкуренцију*, а не за монопол.

3) Прво што је, то је *систем* у раду.

4) Нема: после! Има само: *одмах!*

5) Добар техничар се одликује тиме што увек своје послове сврши *тачно и — на време*.

6) Техничар иде до оне тачности, која му у даном