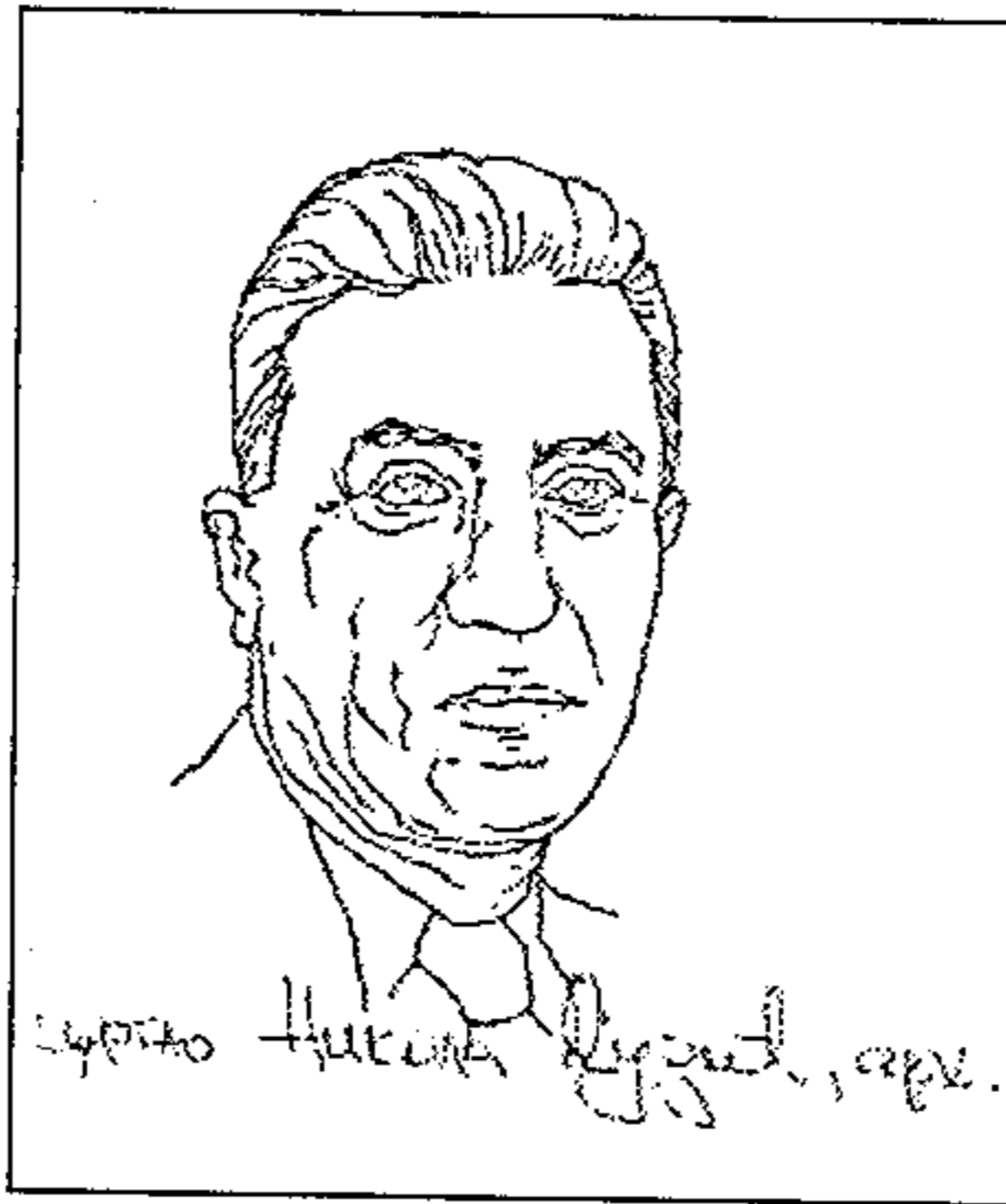


ПРОПОРЦИЈСКА АНАЛИЗА У ТЕКСТОВИМА АРХИТЕКТЕ МИЛАНА ЗЛОКОВИЋА (1946-1965)

*Ташијана Пурић-Зафировски**



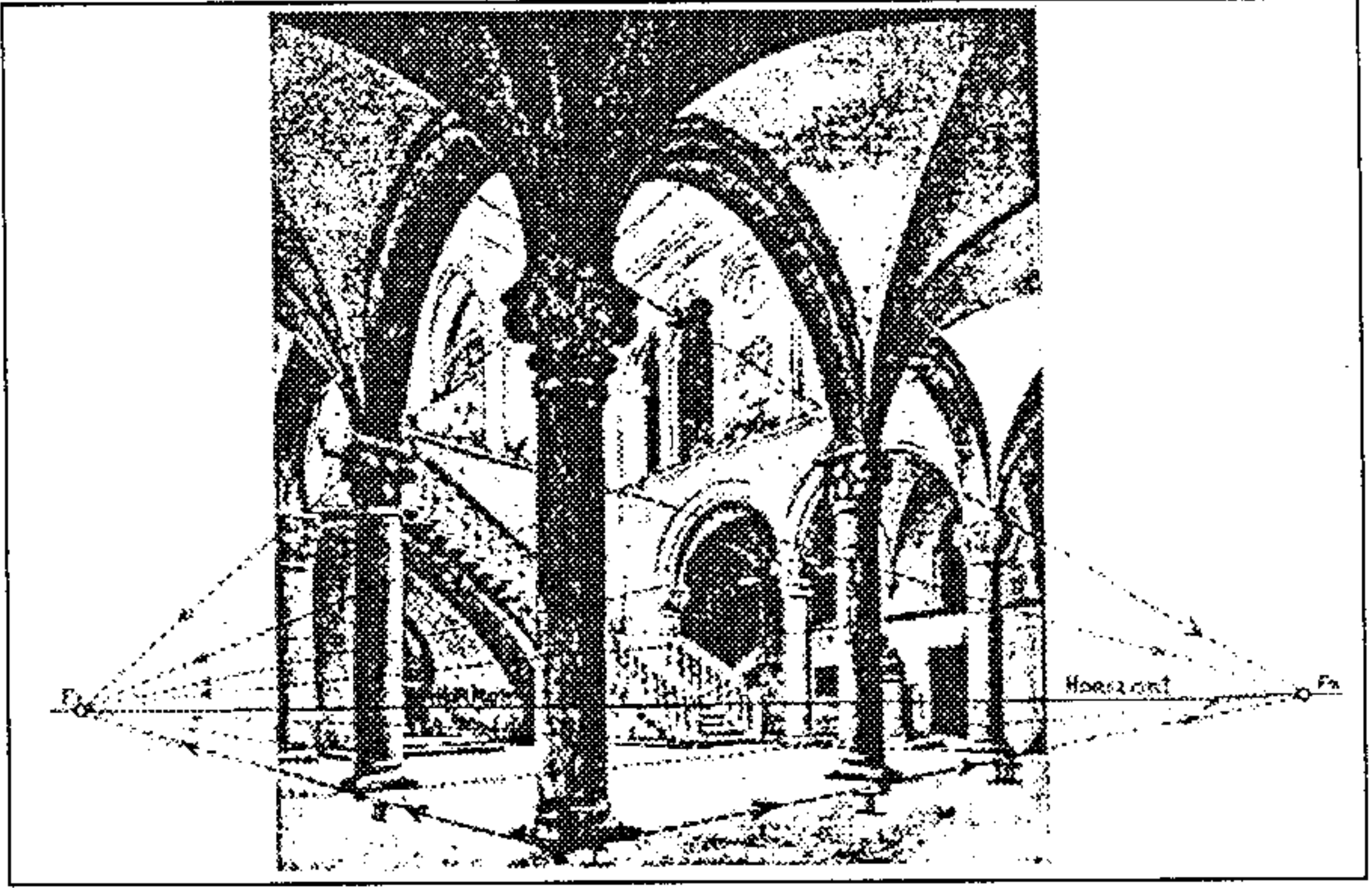
Милан Злоковић

„Човеков дух није задовољан објашњењем да је уметност само визија и чиста интуиција. Он истражује и математичке односе који нису случајни.“¹

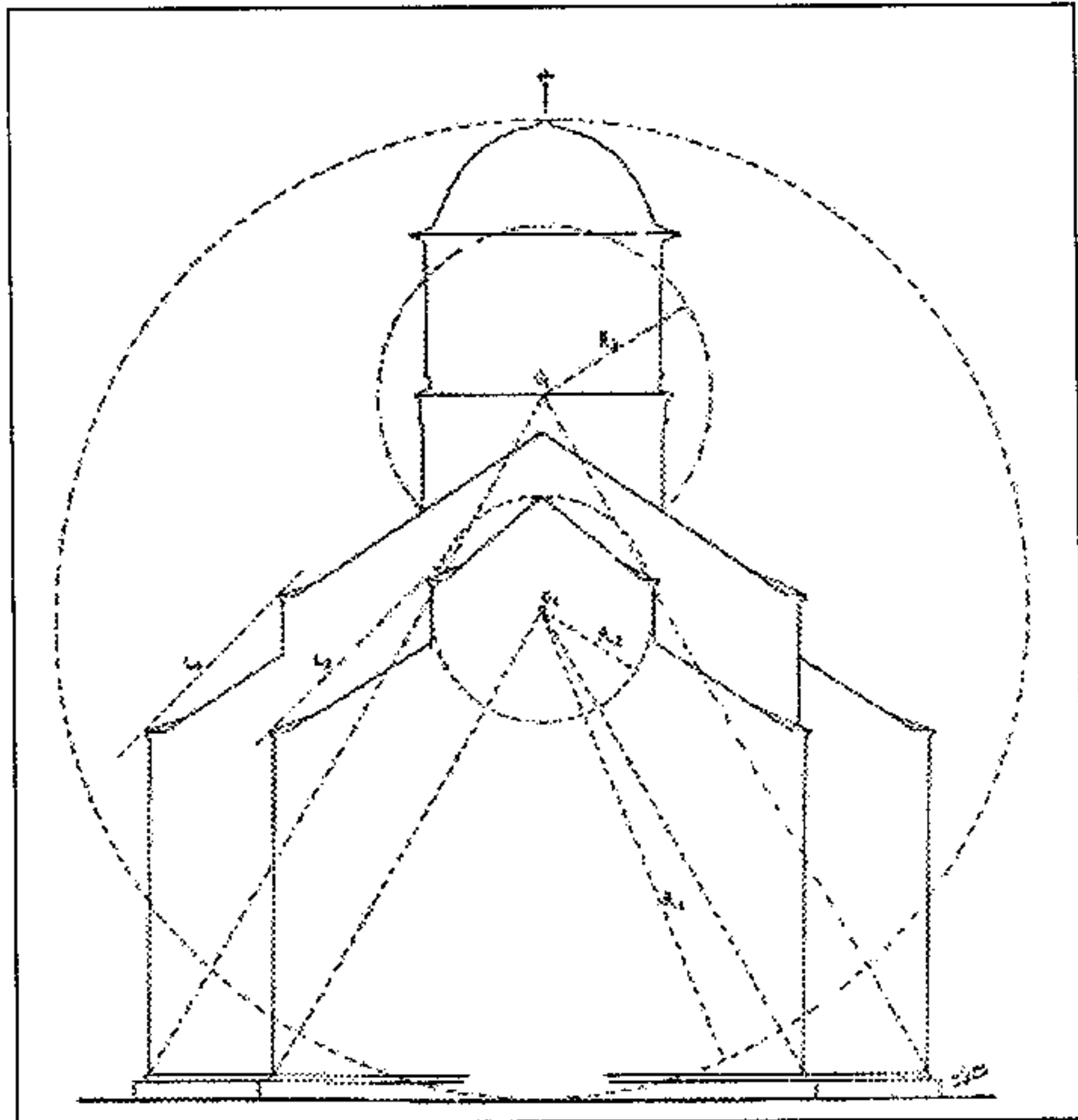
Кључне речи: пропорцијска анализа, пропорције, антропометрика, модул, модуларна координација, преферинцијалне мере

Не мали је број разлога због којих стваралац али и аналитичар архитектуре креће сложеним њишевима пропорционисања, нумеричких секулација, смишљених игара бројева. Разлог је свакако ирационалности коју грађење захтева али и неодвојив естетски момент. У овом тексту реч је о стваралачком процесу архитекте Милана Злоковића.

У српској науци у области мера и димензионалног усаглашавања може се уочити деловање мањег броја стручњака, чији су напори били превасходно усмерени, у старијој генерацији, ка остварењу и разумевању естетских основа архи-

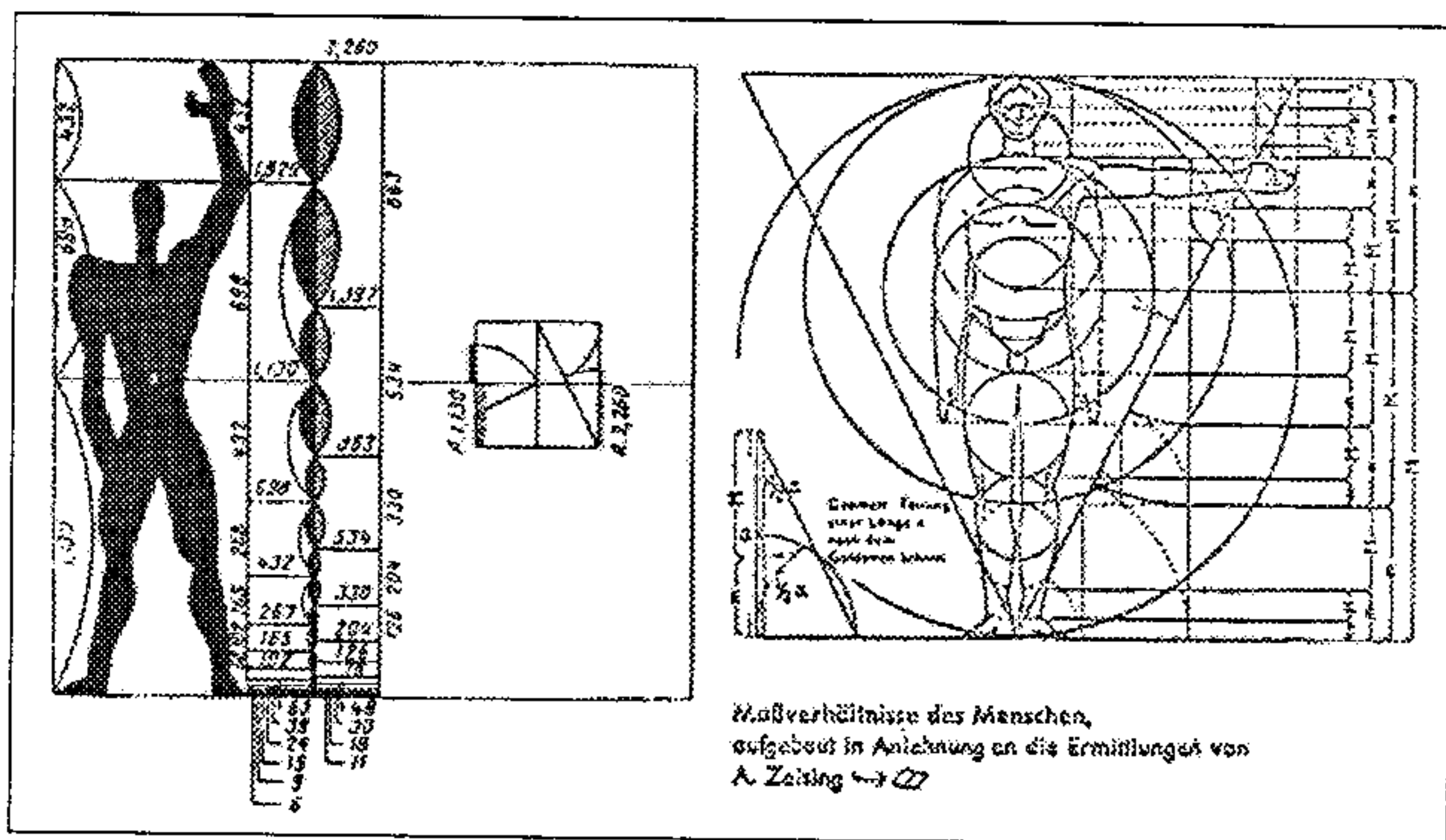


Двориште палате ректора у Дубровнику
(Перспективна анализа, по М. Борисављевићу)



Геометријско меревање западне фасаде цркве
манастира Дечани (по Ђ. Бошковићу)

тектуры. То су доприноси Милутина Борисављевића са оптичко-физиолошком теоријом, Петра Анагностија, потом Ђурђа Бошковића и најпотпуније Милана Злоковића. Злоковић је упоредо изучавао примену пропорција у архитектонском пројектовању и системе стандардних мера. Поступно развијање простора и међуодноса кроз јединство мере и смишљену употребу броја са потпуним улажењем у суштину архитектонског поступка, водило је архитекту Милана Злоковића неминовно и до решавања проблема организације грађења. У том правцу он је показао повезаност организације грађења са естетском компонентом архитектуре, која се у многим радовима из ове области запостављала.



Корбизијеов L'homme au bras levé
Der Mensch, das Mass aller Dinge по Цјазингу (по Т. Куренту)

Зачетник у области модуларног поступка, он је, са преко педесет штампаних радова² указао код нас на потребу увођења, у савременом смислу, научног приступа процесу пројектовања. Окупио је око себе малу групу студената, касније сарадника у истраживању пропорција и стандардних мера. У низу публикација појављују се следеће личности: Слободан Васиљевић, Бра-

нислав Миленковић, Ђорђе Злоковић, Војислав Кораћ, Невенка Петровић-Спремо, Милка Чанак-Медић и Ђорђе Петровић.³

Време објављивања првих Злоковићевих радова из области пропорција у архитектури је период непосредно после II светског рата. Та делатност наставила се све до његове смрти 1965. године. Може се претпоставити да је подстицај стигао из света, преко Нојфертовог *Окшамејтарсисџема* из 1943. године и Корбизијеовог Модулора из 1948. године, као две значајне теоријске новине тог времена. Не смемо заборавити ни широко образовање, добро познавање математике као и уметнички и научни потенцијал архитекте Милана Злоковића.

Хронолошки приказ џексџова

Период снажнијег занимања за модул и усаглашавање мера у Архитектонској композицији Милан Злоковић је најавио 1949. године студијом „Утицај пропорцијског система Блонделове капије ст. Дениа на недовољно расветљени проблем пропорција у архитектури”, у којој, у општим цртама, износи проблем пропорционисања онако како је могао бити тумачен, како у Француској у доба рационалног правца њене модерне класике тако и данас, у правцу нових стремљења.⁴

Славолук у част Луја XIV, француског архитекте Блондела из XVII века, изведен је са извесним одступањима од мера које су биле предвиђене модуларном поделом. До промене је вероватно дошло због неподесног облика правоугаоног поља над отвором капије, а не може се са сигурношћу утврдити да ли је Блондел прерадио свој модуларни систем или је измену остварио интуитивно.

Имајући пред собом пројектовано и изведено, као и градителеву „модуларну“ замисао, Милан Злоковић поставља упоредо модуларни склоп композиције и њен пропорцијски дијаграм, тј. геометријско тумачење пропорцијског система изведеног објекта.

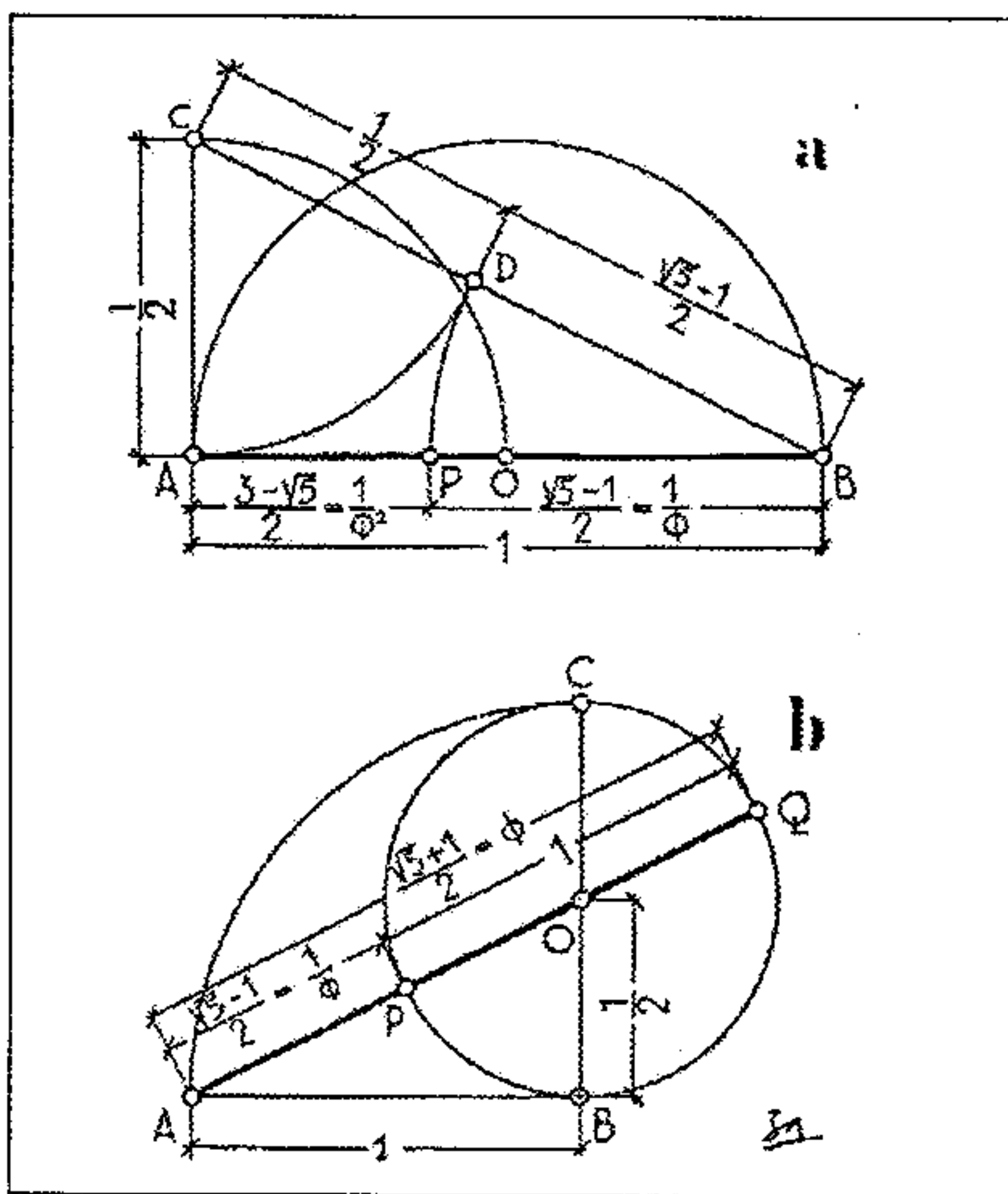
Пропорцијски односи могу се дакле изразити модуларним вредностима у виду рационалних бројева или пак повлачењем геометријских потеза који указују на пропорционалну повезаност појединих делова са целином. Оно без чега се овај поступак не може замислити су „осмишљени“ низови бројева којима се, на рационалан начин, представљају и сложенији пропорцијски кључеви. Тако Злоковић у даљем излагању прелази на математичку анализу геометријских средина, подвлачи њихов значај у пропорционисању и истиче овакав облик сразмера који и Блондел примењује.

Одговарајући на подстицаје из света - једногласна препорука представника 37 земаља о величини грађевинског модула од 10 cm односно 4" - студијом *О проблему модуларне координације мера у архитектонском пројектовању*⁵ Милан Злоковић по први пут код нас са естетских прелази на сасвим конкретне проблеме пројектовања и грађења. Треба се сетити да је реч о раздобљу послератне изградње када се покрећу питања економичности, брзине грађења, развоја грађевинске индустрије, усклађивања националних стандарда у овој области. Том приликом аутор истиче да је величина пројектног модула кључна мера пројекта и да њен коначни избор представља најодговорнији потез сваког архитекте у почетној фази његовог рада. Значај који припада овој изворној мери је, према томе, пресудан и за остале мере пројекта, а све оне, по могућству, требало би да буду изражене целим бројевима - са чинитељима грађевинског, односно стандардног модула.

Милан Злоковић закључује да ће, када су пројектантске мерне јединице у питању, величина грађевинског модула бити само онда правилно постављена ако заиста буде у функционалној зависности од једне полазне антропоморфне пројектантске мерне јединице, односно од такве јединице чија ће се величина сми-

шљено заснивати на мерама човека, односно да се она ни у ком случају не поистовећује са апстрактном метарском јединицом.

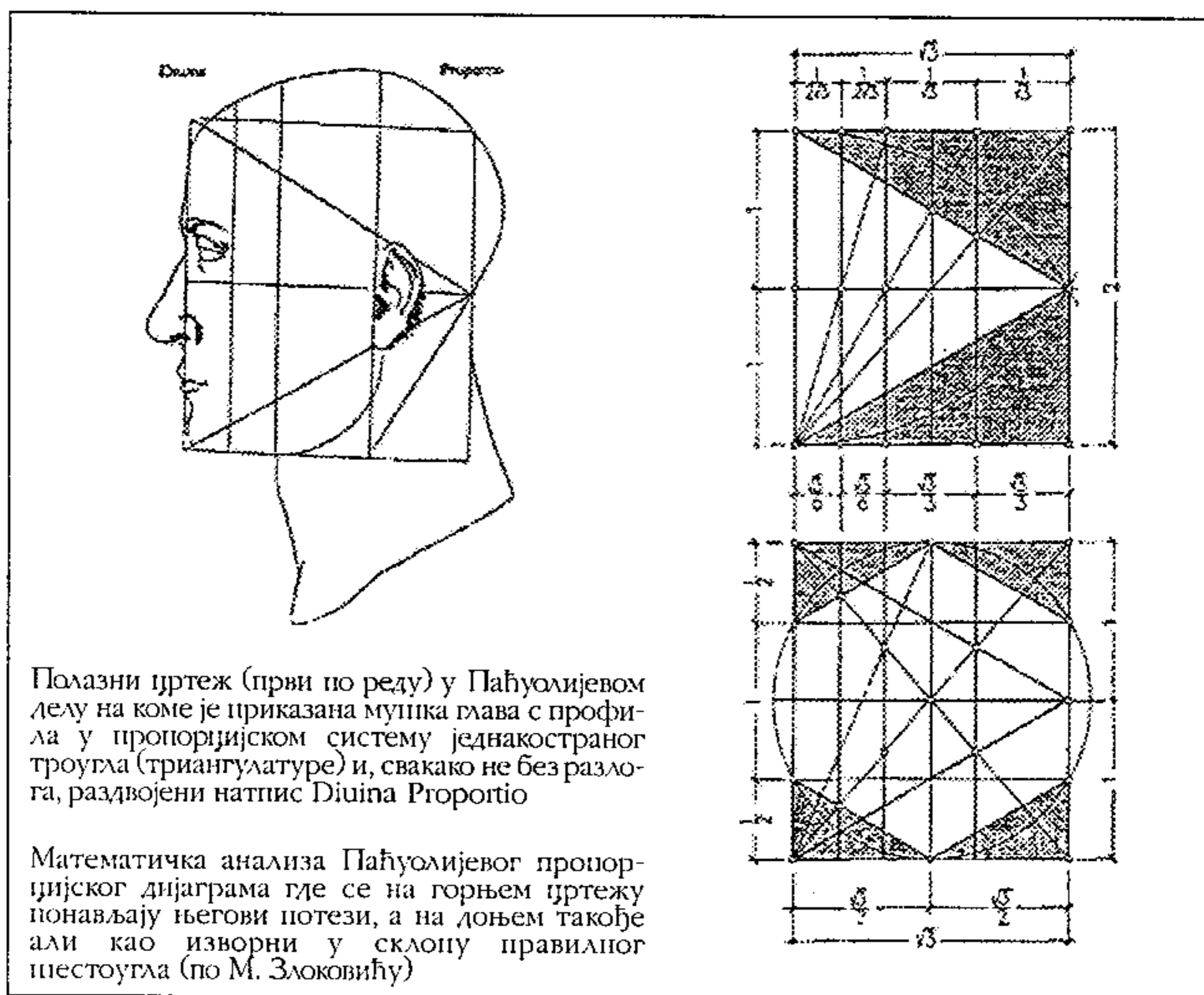
Шездесетих година века, када модуларна координација постепено заузима средишње место у његовом теоријском и стваралачком деловању, Злоковић се и даље, упоредо са тим, бавио и проучавањем пропорцијских система. Начин на који је то чинио каткад је изненађујући јер се богатством мисли надовезује на



Конструкција „златног пресека“ (а) кад дату дуж треба поделити на минор и мајор; (б) кад је датом дужи замишљен мајор и кад је потребно одређивање минора. (по М. Злоковићу)

познато и отвара пред нама обиље нових, мање познатих могућности. Тако се најпре бави хармонијским пропорцијама⁶ анализирајући систем музичке аналогije који се задржао до данашњих дана као опробано средство за стварање хармонских размера које се могу утврдити на различитим облицима архитектуре.

Након тога своју пажњу усмерава на најприроднији систем пропорција - златни пресек или непрекидну поделу - једини пропорцијски систем у који уметник може ући интуитивно⁷. Бавећи се овим проблемом и анализирајући га са становишта математике, историје уметности и архитектуре као и са становишта могуће примене у савременој архитектури Злоковић је настојао да нашим архитектама прикаже и протумачи једно од најважнијих поглавља науке о пропорцијама и његову појаву и примену у композицији.



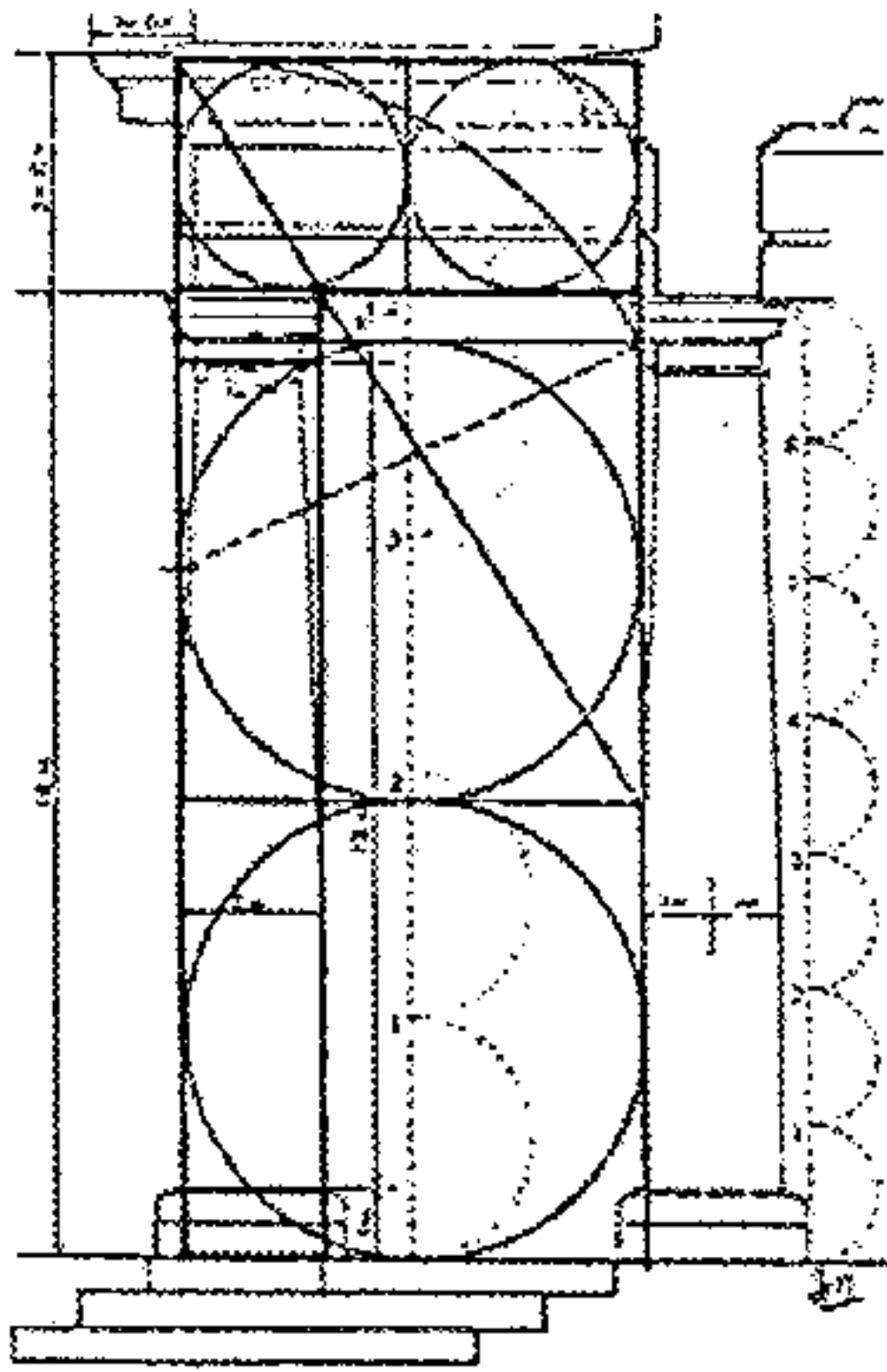
Стари Грци су познавали тајне непрекидне поделе и овладали су њима о чему говоре споменици који су остали до наших дана. У доба ренесансе и барока једноставни бројчани односи, засновани у првом реду на хармонијским размерама били су и

омиљени и обавезни у композицији. У то доба златни пресек је имао више теоријски него практичан значај. Закључујући ово Милан Злоковић је имао на уму, пре свега, дело које је под насловом *De Divina Proportione* објавио Фра Лука Паћуоли у Млецима 1509. године. Годину дана након студије о непрекидној подели Злоковић је у једној другој, под насловом *Divina Proportio ≠ sectio aurea*⁸ показао да је говорећи о божанској пропорцији Фра Лука мислио на триангулатуру (систем $\sqrt{3}$) а не на златни пресек, како су то тврдили многи истраживачи из ове области анализирајући, вероватно површно, наведено дело.

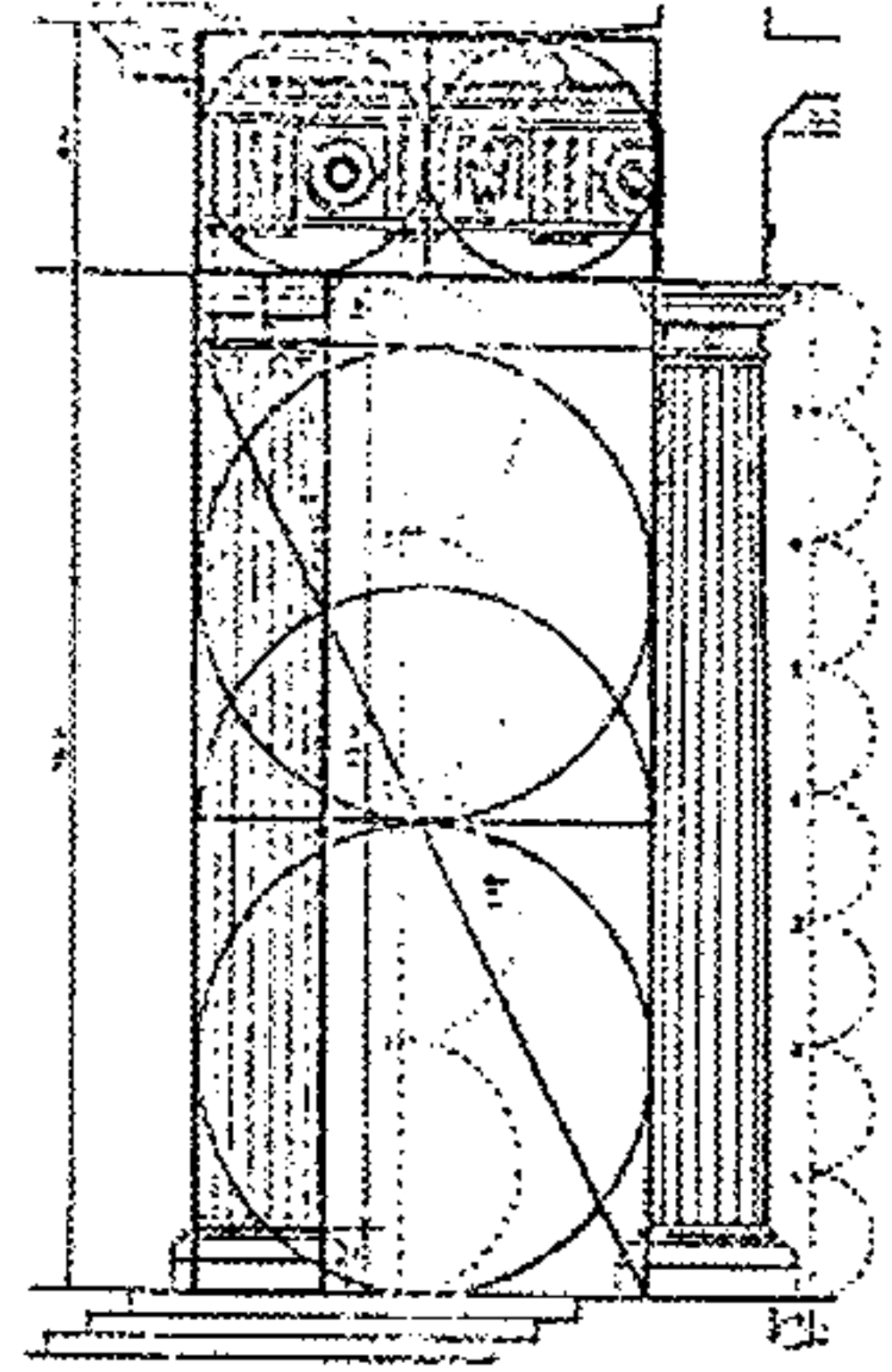
Након теоријског дела обилно пропраћеног математичким доказима Злоковић је изложио примере из прошлости са приказом компоновања по начелу непрекидне поделе.

Структуру класичних редова архитектуре анализирао је у студији *Геометријска анализа пропорцијског склопа архитектонских редова по Вињоли*.⁹ Пропорционисање архитектонских елемената извођено је некада претежно помоћу целих и разломљених бројева - чинитеља неодређене линеарне јединице, изједначене, према Витрувију, са пречником или полупречником стуба одређеног архитектонског реда. Велики број теоретичара архитектуре ренесансе и барока бавио се утврђивањем најприкладнијих размера којима треба да буду одређени поједини класични редови. Једно од најраспрострањенијих свакако је Вињолино дело које се 1562. године појавило у Риму.

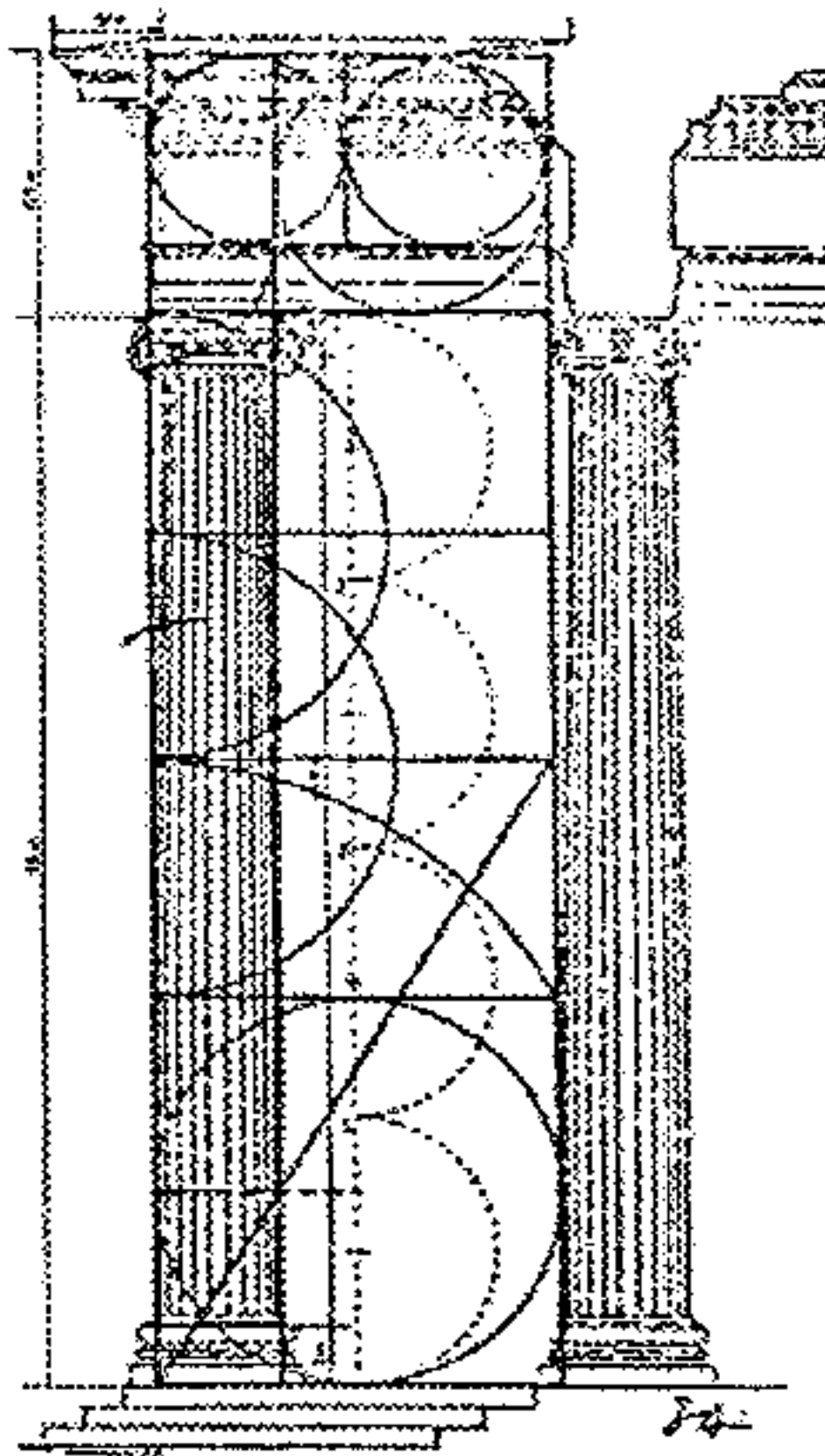
Вињолини модуларни бројеви којима су утврђене пропорције појединих редова имају емпиријски карактер, јер је он очигледно имао богато практично искуство у раду са античким споменицима на подручју Рима. Пропорцијском анализом Вињолиних редова Милан Злоковић је показао да је он емпиријским путем и на интуитиван начин успео да саобрази свој систем модуларних бројева тада недовољно објашњеном принципу непрекидне поделе.



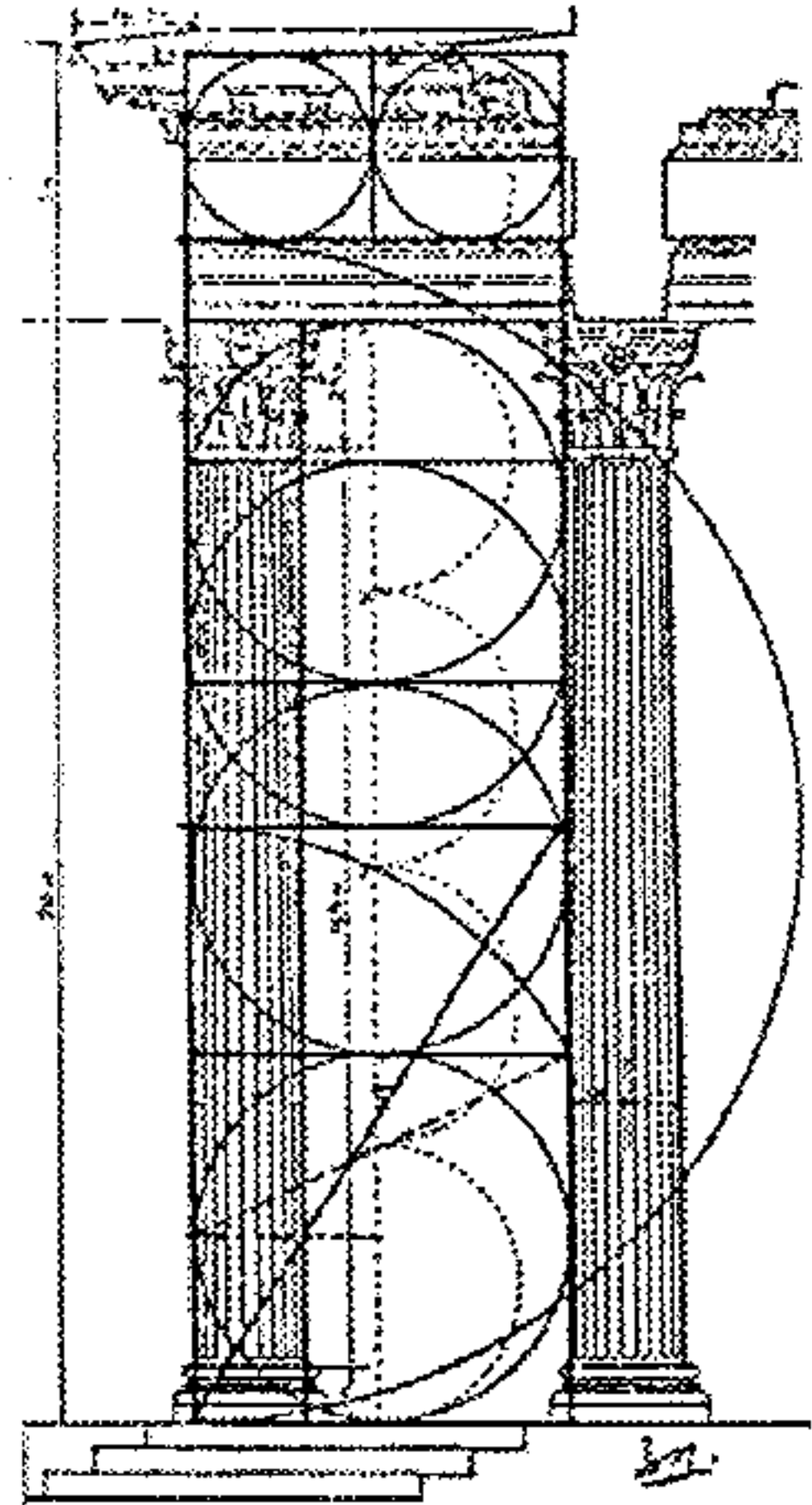
ТОСКАНСКИ - TOSCANO
 Пропорцијски дијаграм тосканског реда у систему \emptyset осни размак: $a = 1$
 (по М. Злоковићу)



ДОРСКИ - DORICO
 Пропорцијски дијаграм дорског реда у систему \emptyset осни размак: $a = 1$
 (по М. Злоковићу)



ЈОНСКИ - IONICO
 Пропорцијски дијаграм јонског реда у систему \emptyset осни размак: $a = 1$
 (по М. Злоковићу)



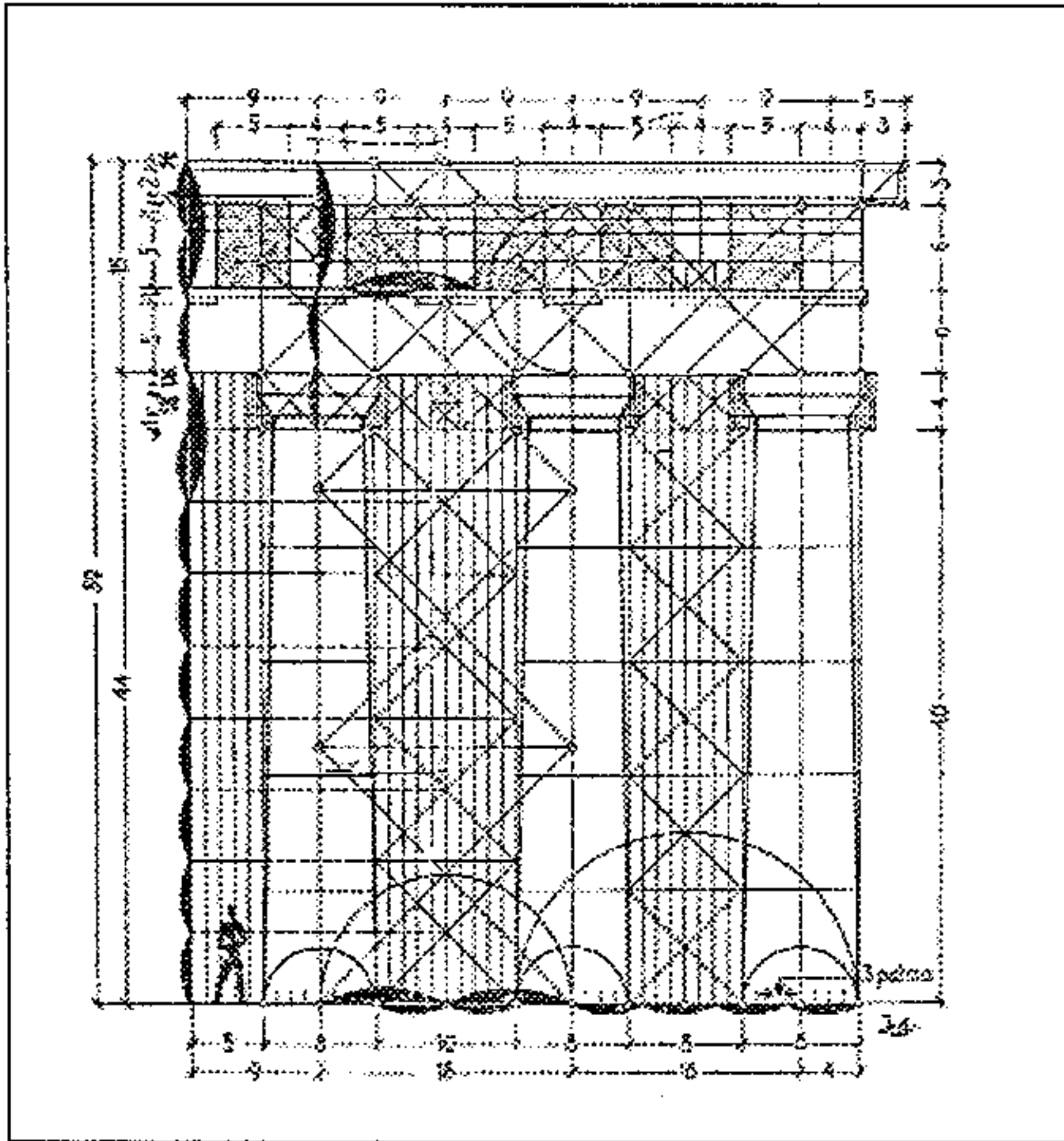
КОРИНТСКИ - CORINZIO
 Пропорцијски дијаграм коринтског реда у систему \emptyset осни размак: $a = 1$
 (по М. Злоковићу)

мере коришћене у време када је објекат грађен. „Треба имати на уму да су некад, при заснивању зграде, њене главне мере биле увек добро промишљене. С обзиром на величину зграде водило се строго рачуна о броју оса, о величини осног размака, о димензијама отвора и о мерама истакнутијих елемената другостепене пластике. Притом није се никада губила из вида логична веза између појединих мера, веза која је могла бити постигнута на прост начин помоћу неке дате антропоморфне модуларне јединице - палма, стопе, лакта, аршина итд. ...Стваралачка снага која је у њима садржана може доћи до изражаја само у оним случајевима када је међусобни однос бројева заснован на поставкама математичке законитости.“¹¹

Може се закључити да правилна анализа композицијског поступка архитектонског објекта из прошлости у целини или у детаљима није могућа ако није познат систем мера на коме је он заснован. Димензионисање било које целине помоћу њених делова вршено је на основу устаљених бројних вредности у традиционалном систему мера.

У теоријском раду Милана Злоковића време од 1955. до 1960. године је обележено наглашеним занимањем за модуларну координацију мера. У послератној Европи, проблем становања је био један од оних друштвено и економски најтеже решивих. Изгледало је да би једини начин на који би овај хитан проблем могао бити решен било увођење нових метода и техничких поступака који би омогућили да се дотадашња производња, претежно занатске природе, замени индустријском. Усвајање модуларног система, као базе за стандардизацију грађевинских елемената, представљало је основни услов за индустријализацију производње. Технички комитет (ТС 59) Међународне организације за стандардизацију (ISO) састао се јуна 1959. године у Паризу и том приликом једногласно је прихваћен модул од 10 cm

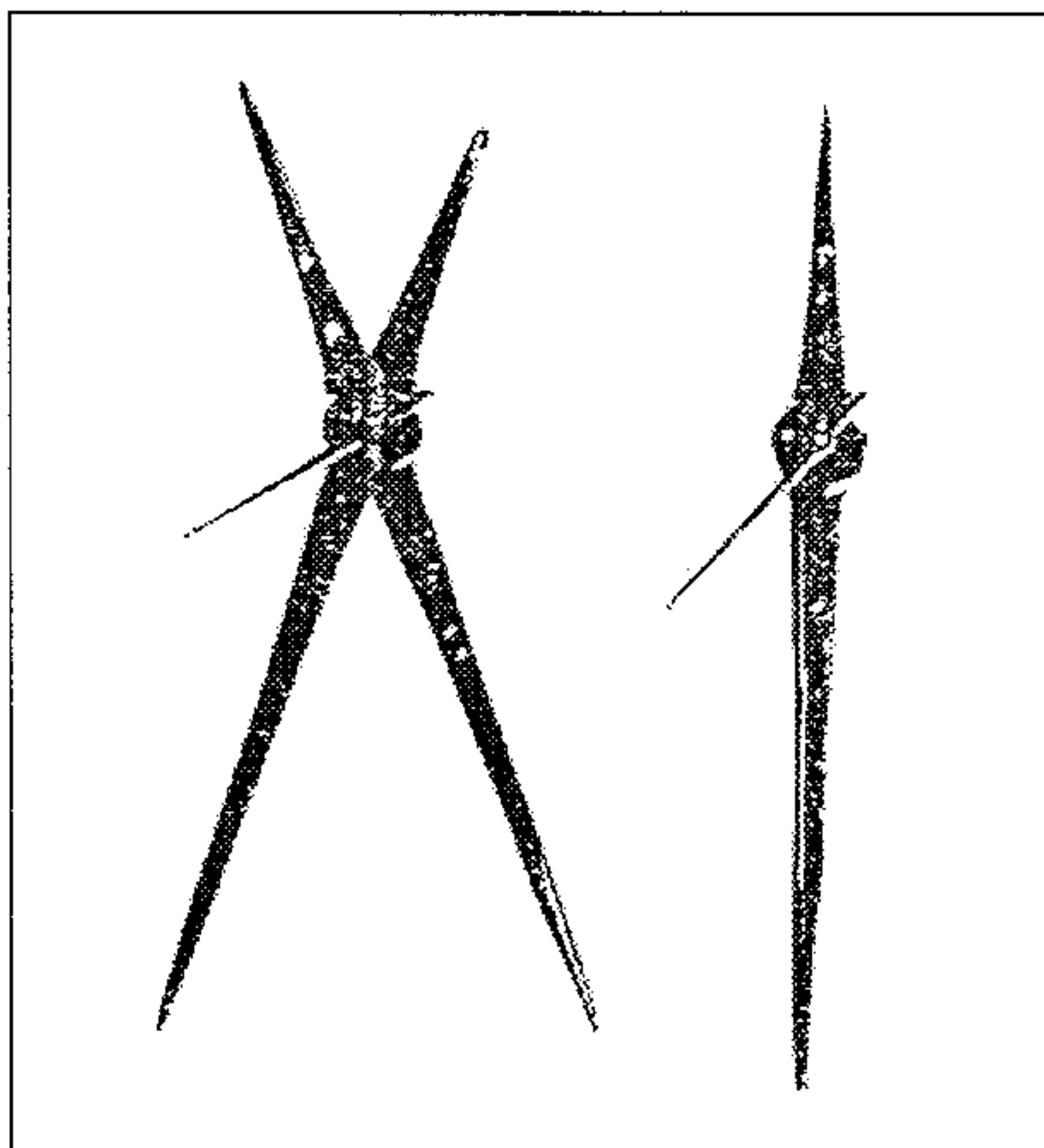
односно 4" као међународни основни грађевински (стандардни) модул. На иницијативу Савезног завода за продуктивност рада и Савезне грађевинске коморе у Београду је 1958. године одржано Прво саветовање о модуларној координацији у грађевинарству уз учешће знатног броја југословенских и страних стручњака из ове области (Ернест Скарум, Ханс Фромхолд, Игор Блуменау,



Почетна геометријска схема дорског реда Партенона конструисана пропорцијским шестаром размере 9:5 (по М. Злоковићу).

Ђузепе Цирибини, Ленард Бергвал, Стјепан Гомбош, Леон Скаберне, Владо Каменаровић, Бранислав Миленковић, Тине Курент, Слободан Васиљевић и Ђорђе Злоковић). Излагање Милана Злоковића на поменутом саветовању односило се на утицај модуларне координације на естетску компоненту у архитектури.¹²

Рад Милана Злоковића о пропорцијским шестарима¹³ објављен је 1960. године. Како је сам аутор на почетку нагласио, повод за израду ове студије била је репродукција цртежа бронзаног шестара који је 1892. године откопан у римском налазишту



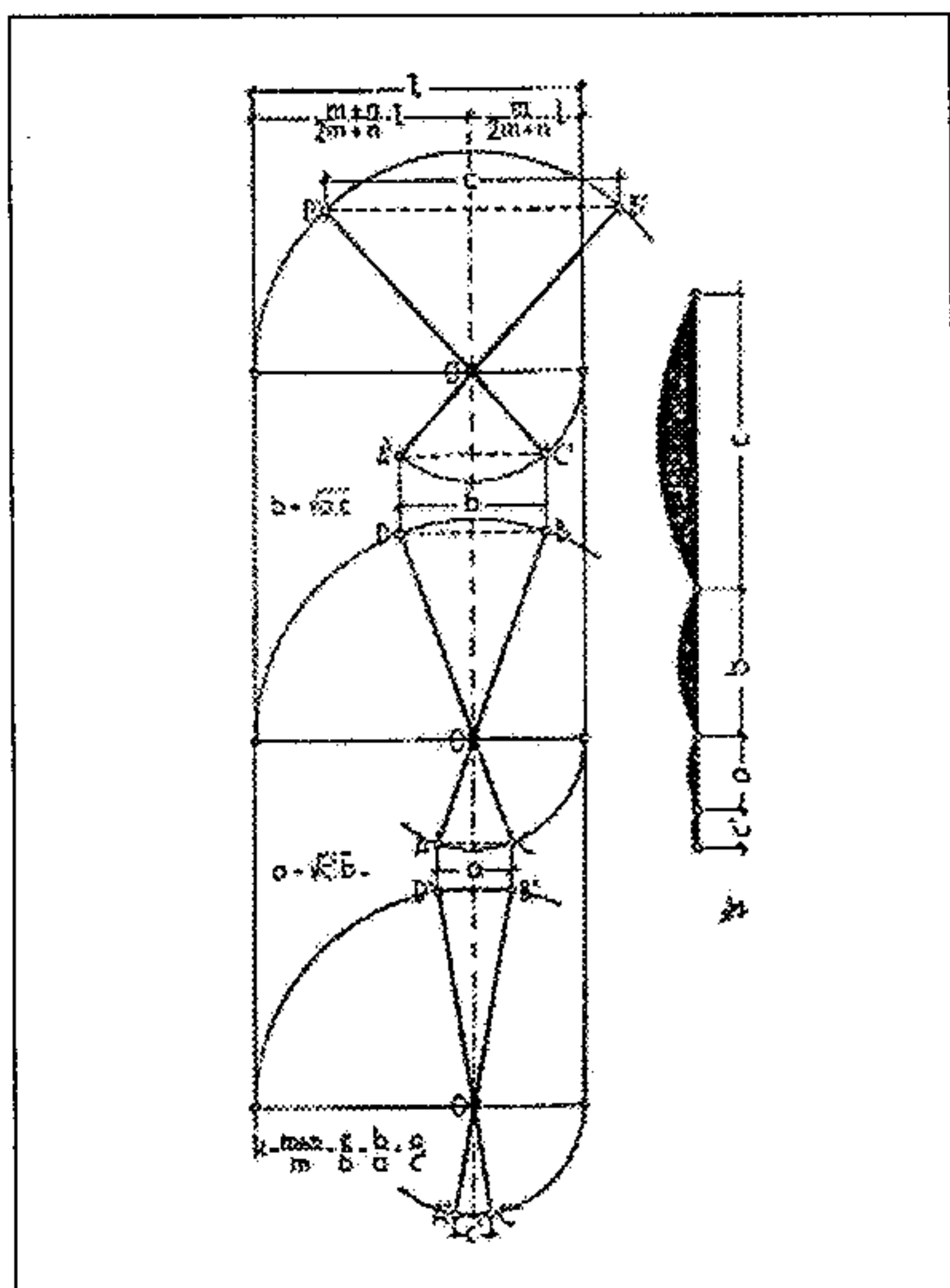
Римски пропорцијски шестар из налазишта Градац код Посушја у Херцеговини, размера 9:5

Градац код Посушја у Херцеговини. Прегледавши 1954. године овај шестар, који се чувао у Земаљском музеју у Сарајеву, Злоковић је утврдио да дужина износи 18,76 cm, при чему је дужи крак 12,06 cm, а краћи 6,70 cm што даје вредност шестарске размере:

$$\frac{12,06 \text{ cm}}{6,70 \text{ cm}} = 1,8 = \frac{9}{5}$$

Утврђена шестарска размера, њен значај за композицијске методе антике, као и претпоставке о начину на који су пропорцијски шестари били коришћени, свакако су разлози који су аутора

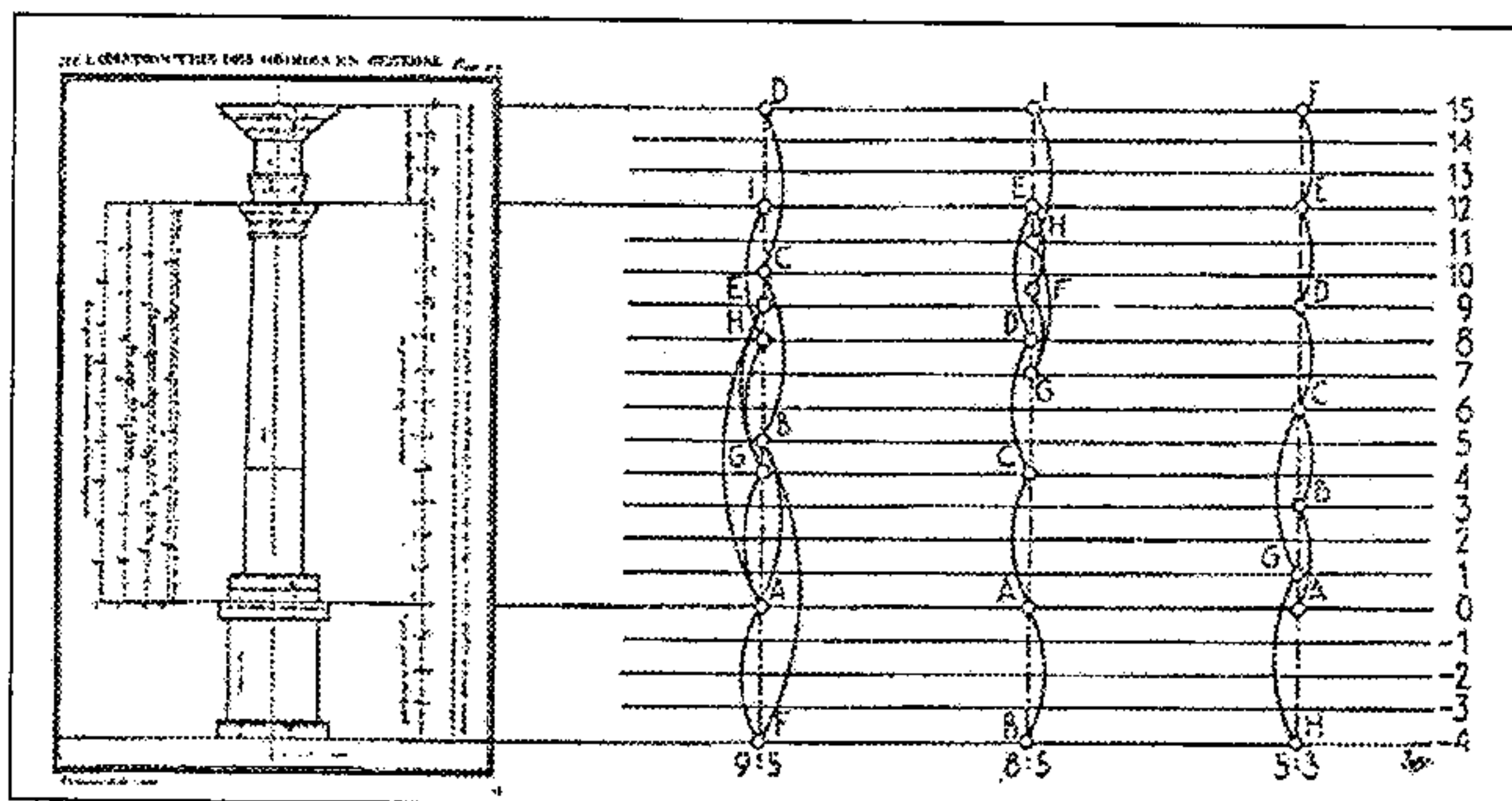
навели на детаљније проучавање. Студија се бави утврђивањем порекла размере 9:5, њеним поређењем са другим познатим шестарским размерама и провером њеног удела у основним пропорцијским структурама извесног броја одабраних античких споменика.



Поступно конструисање одређене геометријске пропорције уз помоћ пропорцијског шестара чији краји се налазе у рационалном односу $\frac{m+n}{n}$; m, n цели бројеви (по М. Злоковићу)

До тада је истицано да су пропорцијски шестари у суштини редуциони шестари који служе да се, у зависности од шестарске размере, конструише увећана или умањена слика у односу на дату. Може се рећи да је тиме њихова основна улога у ликовним композицијама прошлих времена остала необјашњена.

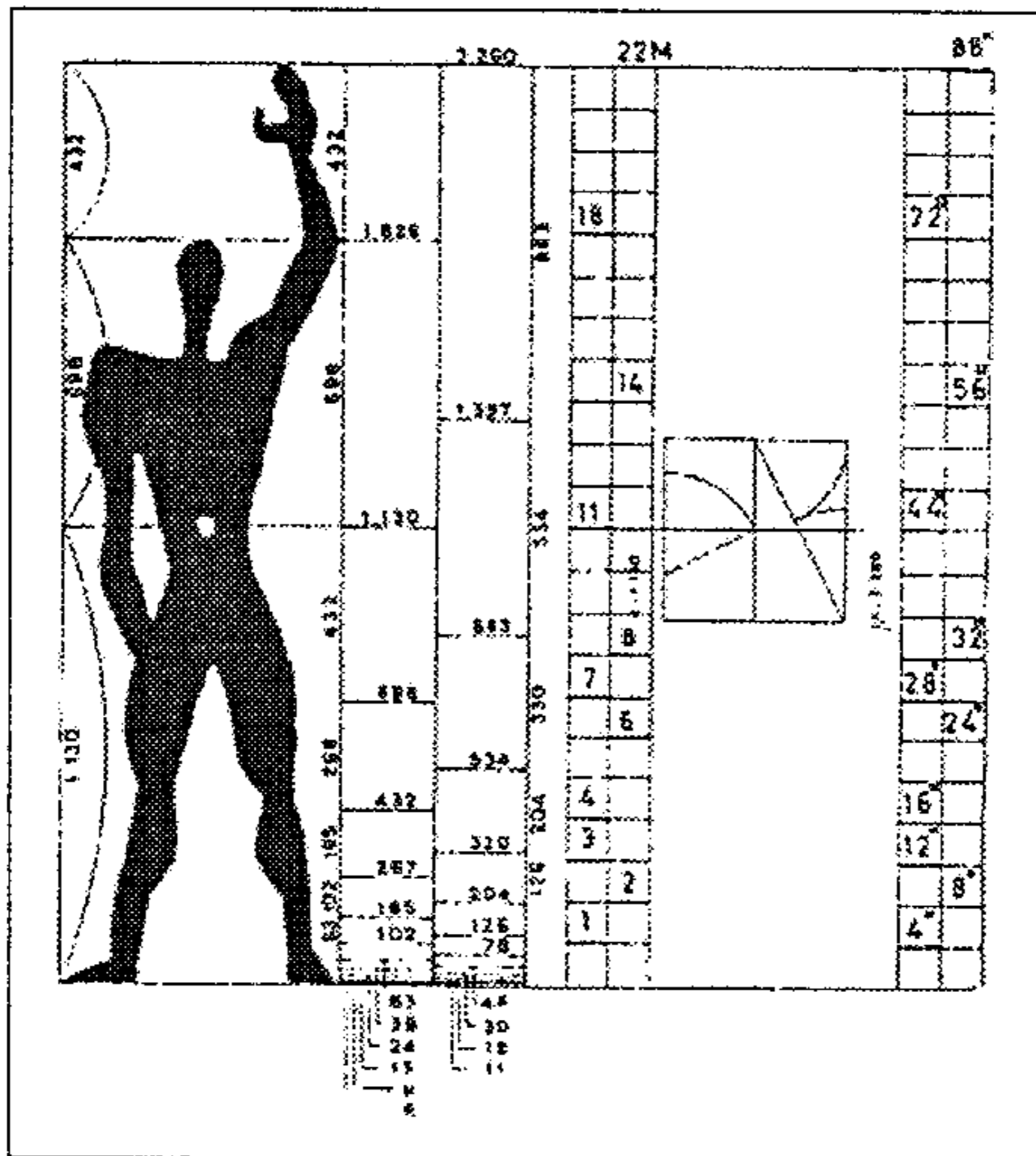
Познато је да се пропорцијском анализом знатног броја античких споменика налази на елементе златног пресека; никада до сада, међутим, нисмо били у стању да утврдимо технички поступак којим је то могло да буде постигнуто. Чињеница је да немамо никаквих сачуваних докумената о томе. Чак ни Еуклидов задатак у *Елементима* не показује да је таква конструкција била примењивана у пракси, поготово у уметничким и занатским круговима и да је могла бити схваћена као основа за један пропорцијски систем.



Примена шестарских размера на нормиране редове (по М. Злоковићу)

Милан Злоковић је, након исцрпне анализе, утврдио да се пропорцијским шестарима руковало при стегнутом зглобу, односно, без увећавања или умањивања двојног шестарског отвора. Геометријски поступак се састојао искључиво од сабирања и одузимања условљених дужина у једној и две димензије. Показало се да се могу поготово шестарском размером 9:5 (градачки шестар) конструисати на брз и једноставан начин најразличитији геометријски односи који припадају било ком познатом пропорцијском систему.

Још једним својим текстом у овој области Милан Злоковић привлачи пажњу. Расправе о основном грађевинском модулу као и његово усвајање 1957. године значајно су утицали на даља догађања. У новом светлу анализирају се и неке раније значајне студије каква је свакако и Модулор-Корбизијеа. Интегрисањем Модулора у међународни модуларни систем Злоковић се бавио 1960. године.¹⁴



Корбизијеов дијаграм човечје фигуре у који су уписане мере „црвеног“ и „плавог“ низа паралелно са модуларним мерама заснованим на рекурентном низу $r(3/1)$ и њиховом удвајању уз истицање ових мера у инчима (по М. Злоковићу).

Познато је да суштина Модулора почива на два међу собом преплетена низа дужинских мера заснована на подели по златном пресеку. Корбизије је узео висину човека за полазну меру (6 енглеских стопа = 72"=1,829m) и користио бројеве Фибона-

чијевог низа што му је омогућило да ирационалне бројеве система \emptyset преведе у рационалне, њима веома блиске по вредности. Поставља се питање колико су заиста применљиви „плави“ и „црвени“ низ када се има у виду усвојени основни грађевински модул. Милан Злоковић много логичнијом полазном мером у метарском систему сматра висину човека од 18 dm и на основу ње формира црвени и плави низ. Тако котни бројеви Модулора постају непосредни коефицијенти базичног модула $1M = 1 dm \approx 4''$ па се Модулор без тешкоће укључује у дециметарски модуларни систем. На тај начин се ови веома корисни осмишљени низови бројева преведе у облик који омогућава њихову примену у процесу индустријске производње елемената за грађевинарство. Немогућност њихове примене при стандардизацији и типизацији елемената представљала је и један од основних недостатака Модулора.

Након 1960. године Милан Злоковић се у својим текстовима углавном бавио практичном применом модуларне координације у пројектовању у чему значајно место заузимају учитељска школа у Призрену и туристичко насеље у Улцињу. Тих година дошло је, слободно можемо рећи, до „институционализације“ појмова модул и модуларна координација. Већи део тих активности одигравао се у оквиру Комисије за модуларну координацију при Савезној грађевинској комори чији је члан био и Милан Злоковић.

Закључак

Средишња личност послератних истраживања у области пропорција и модуларне координације код нас свакако је био архитекта Милан Злоковић, не само због броја објављених радова већ пре свега због широког поља истраживања, разноликости обрађених тема и критичког односа према делима и студијама

ове врсте. И док се за његову предратну теоријску делатност, када су објављени радови у питању, не може рећи да је тематски усмерена, за послератно аналитичко бављење архитектуром Милана Злоковића сасвим сигурно можемо рећи да је довело до формирања целовитог опуса у области система мера, модуларне координације, димензионалног усаглашавања, пропорција. Он је промишљање проблема у овој области поставио на потребно широку основу - схватио је неопходност повезаности разматрања о јединици мере, антропометријским системима, модулу, „осмишљеним“ низовима бројева, преференцијалним мерама, системима пропорција.

Период најзначајнијих догађања у домену пропорција у нас, крај пете и шесту деценију овог века, обележио је управо Милан Злоковић својом личношћу и делом. Током рата, када је свака градитељска активност била практично немогућа, он је посветио теоријском раду. Резултати тог рада угледали су светлост дана у времену послератне изградње. Обзиром да је тада предавао на Архитектонском факултету у Београду а иза себе имао значајан градитељски и теоријски опус, Злоковић је умео да своје студенте и сараднике заинтересује за рационалне методе у процесу пројектовања. Неприхватајући интуитиван приступ он је у први план истакао број, меру, однос, пропорцију.

Иако су се они који су следили идеје професора Милана Злоковића кретали различитим путевима у духу сопствених интересовања, његов утицај био је значајан јер је у процес едукације и развоја будућих градитеља вратио заборављено искуство, старо неколико хиљада година. Тако су се пред генерацијама које су долазиле отвориле бројне стране литературе настале на ову тему.

НАПОМЕНЕ

1. Ђ. Петровић, *Теоретичари пропорција*, Београд 1967, 8.
2. О томе в. З. Маневић, *Злоковић*, Београд 1989.
3. О томе в. Б. Миленковић, *Речник модуларне координације*, Последипломске студије-Архитектонски факултет, Београд 1977, стр. 12.
4. М. Злоковић, *Ушцај пропорцијског система Блонделове кације сн. Дени-а у Паризу на недовољно расветљени проблем пропорција у архитектури*, „Годишњак Техничког факултета Универзитета у Београду 1946-1947“, Београд 1949.
5. М. Злоковић, *О проблему модуларне координације мера у архитектонском пројектовању*, „Техника“ 2, Београд 1954.
6. М. Злоковић, *Ушцај реципрочне залања хармонијских размера на пропорцијски склоп извесног фасадног система*, „Техника“ 6-7, Београд 1954.
7. М. Злоковић, *Улога непрекидне поделе или „златног пресека“ у архитектонској композицији*, „Преглед архитектуре“ 1-3, Београд 1954-1955.
8. М. Злоковић, *Divina proportio sectio aurea*, „Преглед архитектуре“ 4-5, Београд 1956.
9. М. Злоковић, *Геометријска анализа пропорцијског склопа архитектонских редова по Виньоли*, „Зборник Архитектонског факултета Универзитета у Београду 1953-1956“, Београд 1956.
10. М. Злоковић, *Антироморфни системи мера у архитектури*, „Зборник заштите споменика културе“ IV-V/1953-1954, Београд 1955, 182-183.
11. Исти, нав. дело, 183.
12. М. Злоковић, *Ушцај модуларне координације на естетску композицију у архитектури*, „Саветовање о модуларној координацији у грађевинарству“, Савезни завод за продуктивност рада, Београд 1958.
13. М. Злоковић, *За улогу и значење на пропорционитет шестари во композициски метод на античка ликовна уметност*, „Зборник Техничког факултета у Скопљу“, 1957-1958, Скопље 1960.
14. М. Злоковић, *Интеграција „Модулор“-а у интернационални модуларни систем*, „Архитектура - урбанизам“ 6, Београд 1960.

* Саобраћајни институт ЦИП, Завод за архитектуру, Немањина 6, Београд. Примљено јуна 2000; прихваћено октобра 2000.

PROPORTION ANALYSIS IN STUDIES OF ARCHITECT MILAN ZLOKOVIĆ

*Tatjana Purić Zefiroski**

Key words: proportion analysis, proportions, anthropometric, modul, modular coordination.

Architect Milan Zloković studied the application of proportions in architectonic planning in parallel with the systems of standard measures. His activity was turned to combination of aesthetic component of architecture with organization of construction. His analytical approach to architecture lead to the formation of a completed opus in the field of the system of measures, modular co-ordination, dimensional harmonization and proportions. He laid the elaboration of problems in this field onto a sufficiently broad base. In other words, he realized the necessity of parallel considerations of the measure unit, anthropometric systems, module, thought-out series of numbers and systems of proportion.

Milan Zloković parallels the modular structure of a composition and the diagram of its proportions, i.e. the geometric interpretation of the proportion system of the constructed object. He defines the series of numbers which also rationally represent the more complicated proportion keys. He also performs a mathematical analysis of geometric means, underlines their significance in proportioning and emphasizes such a form of proportions which Blondel applies. He also studied harmonic proportions, analysing the system of musical analogy which remained until the present day as a proved means for creation of harmonic proportions which can be found on various architectural forms He also pays attention to the most natural system of proportions, i.e. to medial (golden) section or continuous division.

In relation to the architectonic measure units, he came to the conclusion that the magnitude of building module will be properly defined only in a complete functional dependence on an initial anthropomorphic planning measure unit, i.e. on such a unit which, with respect to its magnitude, will be intentionally based on human measures. Obviously, such a unit will by no means be identifiable with the abstract metric unit.

* Institute of Transportation CIP, Dept. of Architecture, Nemanjina 6, Belgrade.
Received: Jun 2000, accepted: October 2000.