



АНТРОПОМОРФНИ СИСТЕМИ МЕРА У АРХИТЕКТУРИ

Њихово интегрисање у композициске методе прошлости, посебно објашњено на неколико карактеристичних примера другостепене камене пластике Боке Которске, Корчуле и Дубровника

НАЧИН ПРЕМЕРАВАЊА АРХИТЕКТОНСКИХ ОБЈЕКТА ПРОШЛОСТИ

Приликом проучавања архитектонских дела прошлости намеће се, у првоме реду, утврђивање њихове величине у целини и величине делова који је сачињавају. Из тих разлога потребно је приступити мерењу објекта како би се прикупили подаци за исцртавање његових основа, пресека и изгледа у одређеним размерама, а на начин како то прописују правила нацртне геометрије и уобичајене конвенције техничког претстављања архитектонских објеката. Мерења у поменутој сврху врше се редовно помоћу метра. У опреми цртежа за штампу изостављају се, у већини случајева, мере из ручних скица са терена. Скоро сви аутори сматрају да је довољно означити размеру у којој је дат одговарајући цртеж, испод кога је, понекипут, та размера истакнута линеарним размерником. Сем у земљама где је још увек у употреби англосаксонски систем мера, најкурентније мере у метарском систему су 1 : 200, 1 : 100 и 1 : 50 за целине, 1 : 25, 1 : 20, 1 : 12,5, 1 : 10, 1 : 5, 1 : 2,5, 1 : 2 и 1 : 1 за детаље.

Мерење данашњом мером извесног објекта чије су димензије (коте) засноване на некој другој мерној јединици, било да је њена величина позната или не, није у суштини исправно. Оно је само онда довољно — а то се мора подвући — када је у питању генерални приказ објекта, и то без улажења у анализу композициских метода који су утицали или могли утицати на његов коначни склоп. Саживљавање са овим методима остаће проблематично ако не буде било могуће уочити намере које су, у крајњој линији, морале бити изражене, на основу једне специфичне мерне јединице и њених аликуотних делова, смишљеним котама у сва три просторна правца¹.

¹ Louis Hautecoeur, *Histoire de l'architecture classique en France*, T. I.: La formation de l'idéal classique — La Renaissance, Paris, 1943. — Аутор, приказујући личност Philibert Delorme-a (1515—1570) и његове књиге — «Le premier tome de l'architecture», Paris, 1567 — истиче да је овај чувени француски архитект проучавао правила композиције на римским старинама. Delorme износи дословно: «Estant à Rome du temps de ma grande jeunesse, je mesurois les édifices et antiquitez selon la toise et pied de roi, ainsi qu'on faict en France». Тек доцније, по савету једног римског племића из пратње доцнијег папе Марцела II — Messer Vincenzio Rotolano — одличног познаваоца књижевности и архитектуре, Delorme приступа мерењу римских старина помоћу римског палма, што му је омогућило да без тешкоће утврди величину римског грађевинског модула (стр. 230). Палм у римским архитектонским мерама износио је 7,39 см, делио се на 4 дигита (прста) и био је четврти део pes-a (стопе = 29,57 см), тј. 1 пес = 4 палма = 16 дигити (види: Friedrich Hultsch, *Griechische und römische Metrologie*, 2 изд. Berlin, 1882, стр. 700).

Карактеристично је за проницљивост Delorme-ову да се Palladio, чије је дело објављено 1570 год., тј. три године после Delorme-овог, служио вићентинском стопом

Стварне и практичне поуке, које се заснивају на једноставним бројним односима између појединих кота, имају свој дубоки корен у композицијским методама прошлости. О њима није расправљано у довољној мери из разлога што се веровало да они немају суштински значај, чак ни онда када се знало да су постојали. И данас још, скептицизам у том погледу преовлађује и мали је број научника и стручњака који се залажу за обнову студија из ове занемарене области, толико битне за правилно разумевање идејне суштине композицијског поступка.²

Сви ранији мерни системи, без изузетка, саздани су на антропоморфним елементима. Цели бројеви, као чиниоци одређене мерне јединице

при мерењу римских храмова: »Il piede Vicentino co'l quale sono stati misurati tutti i seguenti tempij, è nel Secondo Libro à numero 4«. Даље напомиње: »Tutto il piede si partisce in oncie dodici, e ciascun'oncia in quattro minuti«. Нацртана половина ове стопе износи 17,55 см, тј. 1 вићентинска стопа = 12 унција = 48 минута = 35,10 см, што се видно разликује од римске стопе (види: I quattro libri dell'architettura di Andrea Palladio, Venetia, 1570, IV књ., 10, II књ., 4).

Georges Jouven, Rythme et architecture (Les tracés harmoniques), Paris, 1951. — Писац препоручује да се пре него што се приступи анализи цртежа неке зграде проучи систем мера који је у доба грађења те зграде био у употреби. Писац поставља услов да француске класичне споменике треба мерити у тоазама и стопама. Као пример износи главне коте капеле Исусовачког колегијума у Bloix-у: 32,50/16,25 м, што преведено на стару француску меру чини 100/50 краљевских стопа.

Избор јасно заокружених бројева мерних јединица провлачи се кроз читаву историју архитектуре. Тако се, примера ради, у Старом завету наводи: »А дом што га зида цар Соломун Господу бијаше у дужину од шездесет лаката, а у ширину од двадесет лаката, а у висину од тридесет лаката«, а на другоме месту: »Сазида (Соломун) и дом из шуме Ливанске, сто лаката дуг и педесет лаката широк и тридесет лаката висок, на четири реда ступова кедровијех, с гредама кедровијем сврх ступова« (Прва књига о царевима, VI, 2 и VII, 2).

² Интерес за проблеме ове врсте почиње да се буди у заинтересованим круговима светске јавности. Тако је, крајем септембра 1951 год., у оквиру »IX Triennale« у Милану, одржан Први међународни конгрес о пропорцијама у уметности, на коме су учествовали истакнути претставници из области науке о хармонији, историје уметности, математике, филозофије, архитектуре и ликовних уметности. Повод овом састанку било је изванредно добро опремљено одељење »Lo studio delle proporzioni« на поменутој изложби. Учествовали су следећим редом са својим рефератима: Rudolf Wittkower (Енглеска), Matila Ghyka (Француска), James Ackermann (САД), Ch. Funk-Hellet (Француска), Cesare Bairati (Италија), Andreas Speiser, Hans Kayser и Siegfried Giedion (Швајцарска), Ernesto Rogers (Италија), Adrien Turel и Alfred Roth (Швајцарска), Le Corbusier (Француска), Max Bill (Швајцарска), G. Vantongerloo (Француска), G. Severini (Италија) и Carola Giedion Welcker (Швајцарска). Уређај изложбеног одељења: Carla Marzoli (види: Carla Marzoli e Francesco Gnechi, Lo studio delle proporzioni, Domus 261, IX/1951, Milano, стр. 14—16; Alfred Roth, Erster internationaler Kongress über die Proportionen in der Kunst (in Mailand am 27., 28. und 29. September 1951), »Werk« 11/1951, стр. 154—155).

У свом приказу Roth истиче да су се »први пут, у оквиру савремених стремљења, истакнути стручњаци најразличитијих дисциплина окупили око исте идеје како би се стекли јаснији појмови о њеној суштини и значају за архитектуру и уметност уопште. Ова идеја обухвата пропорције у архитектури и уметности, уз укључивање геометрије и математике као естетских фактора реда и облика. Да је већ неминовно стигао тренутак за такву једну заједничку дискусију о основним питањима данашње естетике не треба нарочито доказивати, и то баш с обзиром на велику несигурност која влада међу архитектурама и уметницима. Повод за овакво стање лежи добрим делом у непоштовању или багателисању ових питања о чијем значају и користи у великим временима чврстих начела није никада владала нејасноћа. Што су данас истакнути и талентовани појединци (напр. F. L. Wright и Le Corbusier у архитектури) сматрали од почетка као нешто само по себи разумљиво, треба уздићи, кроз светлост данашњице, на степен шире и свеопште важности«.

(или мерне подјединице), претстављали су основни предуслов за спровођење пропорциске усклађености делова међу собом и ових са целином.

*

Премеравање извесног архитектонског објекта прошлости може се спровести:

а) на досад уобичајени начин помоћу метарске јединице или енглеске стопе као мерне јединице, што је, како је напред изложено, довољно само онда када је у питању глобални приказ објекта;

б) помоћу савремене мерне јединице чија је величина позната и доказана на основу сачуваних оригиналних размерника (покретних или уклесаних) или докумената који допуштају претварање поменуте јединице у неку другу чија је величина већ утврђена;

в) помоћу метарске јединице посредним претварањем добијених мера у одговарајуће мере првобитног мерног система коришћењем таблице у коју су упоредо унете текуће вредности првобитног мерног система и њихове транспоноване вредности у децималним бројевима метарског система;

г) такође помоћу метарске јединице када величина првобитне мерне јединице није позната и коју би по могућству требало утврдити на основу мера оних архитектонских елемената за које би се, по аналогiji са сродним мерним системима, могло претпоставити да у себи садрже производ тражене мерне јединице и неког целог или разломљеног рационалног броја, с тим да евентуални разломак као чинитељ мерне јединице буде у складу са њеном поделом на унапред одређени број делова.

У погледу значаја савремених мера за правилнију оцену пропорциске структуре неког зиданог објекта, поступак по једној од горњих поставки (сем прве), биће од користи за познавање композициских метода старих градитеља. Треба имати на уму да су некада, 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.

Антропоморфне мерне јединице, у поређењу са апстрактном метарском мером (= 40-милионитом делу Земљиног меридијана), биле су свакако погодније у руковању и њихова деоба на 8, 12, 16 или 24 дела стоји у суштој супротности са ситном поделом метра на 100, па чак и на 200 делова. У оваквој подели (реч је о мерама у архитектури) која у практичном погледу произлази из механичког збира или разлике појединих кота, огледа се индиферентност према смислу бројева. 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.

ПРЕТВАРАЊЕ ИРАЦИОНАЛНИХ ВЕЛИЧИНА У РАЦИОНАЛНЕ ПРИБЛИЖНЕ ВРЕДНОСТИ

Чинитељ сваке мерне јединице мора бити рационалан број. Ирационални мерни бројеви заснивају се на конструкцији средње геометриске пропорционале. Осим у случајевима када је поткорени број квадрат неког целог броја или рационалног разломка (што у суштини значи да су у дотичној вредности садржане у исто време изванредне геометриске особине ирационалног и аритметичке рационалног броја), са практичне стране се неминовно намеће *транспоноване ирационалног броја у рационални разломак приближне вредности*:

$$\sqrt{2} = 1,4142\dots \approx \frac{7}{5} = 1 + \frac{2}{5} = 1,4;$$

$$\sqrt{3} = 1,7321\dots \approx \frac{7}{4} = 1 + \frac{3}{4} = 1,75;$$

$$\sqrt{5} = 2,2361\dots \approx \frac{9}{4} = 2 + \frac{1}{4} = 2,25;$$

$$\sqrt{6} = 2,4495\dots \approx \frac{5}{2} = 2 + \frac{1}{2} = 2,5;$$

$$\sqrt{7} = 2,6458\dots \approx \frac{8}{3} = 2 + \frac{2}{3} = 2,6;$$

$$\sqrt{8} = 2,8284\dots \approx \frac{14}{5} = 2 + \frac{4}{5} = 2,8;$$

$$\sqrt{10} = 3,1623\dots \approx \frac{16}{5} = 3 + \frac{1}{5} = 3,2;$$

$$\sqrt{11} = 3,3166\dots \approx \frac{10}{3} = 3 + \frac{1}{3} = 3,3;$$

$$\sqrt{12} = 3,4641\dots \approx \frac{7}{2} = 3 + \frac{1}{2} = 3,5;$$

$$\sqrt{13} = 3,6056\dots \approx \frac{18}{5} = 3 + \frac{3}{5} = 3,6;$$

$$\sqrt{14} = 3,7417\dots \approx \frac{15}{4} = 3 + \frac{3}{4} = 3,75;$$

$$\sqrt{15} = 3,8730\dots \approx \frac{31}{8} = 3 + \frac{7}{8} = 3,875, \text{ итд.}$$

Низ $\sqrt{1} = 1$, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4} = 2$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{6} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3}$, $\sqrt{7}$, $\sqrt{8} = 2\sqrt{2}$, $\sqrt{9} = 3$, итд.,

може се схватити као посебан низ геометриских средина неодређене јединице мере и низа природних бројева 1, 2, 3, 4, ... :

$$\sqrt{1 \cdot 1} = \sqrt{1} = 1, \sqrt{1 \cdot 2} = \sqrt{2}, \sqrt{1 \cdot 3} = \sqrt{3}, \sqrt{1 \cdot 4} = \sqrt{4} = 2, \sqrt{1 \cdot 5} = \sqrt{5}, \dots \text{ итд.}$$

Напоменућу овом приликом да се пропорционисање на основу ирационалних вредности у принципу ограничава на ирационалне бројеве $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ и $\sqrt{5}$ и на биномне комбинације које се могу склопити помоћу њих или њихових делова и целих или разломљених рационалних бројева, као напр.:

$$\sqrt{2} + 1; 1 - \frac{1}{\sqrt{2}}; \sqrt{3} - 1; \frac{\sqrt{3} + 3}{3}; \sqrt{5} - 1; \frac{\sqrt{5} + 1}{2}; \text{ итд.}$$

Транспонованье ирационалних бројева система ϕ (или „златног пресека“ или „непрекидне поделе“) у рационалне бројеве омогућено је на једноставан начин помоћу бројева Fibonacci-јевог низа 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, ... :

$$\phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1,618... \approx \frac{8}{5} \approx \frac{13}{8} \approx \frac{21}{13} \approx \dots$$

$$\phi^2 = 1 + \phi = 2,618... \approx \frac{13}{5} \approx \frac{21}{8} \approx \frac{34}{13} \approx \dots$$

$$\phi^3 = 1 + 2\phi = 4,236... \approx \frac{21}{5} \approx \frac{34}{8} \approx \frac{55}{13} \approx \dots$$

$$\phi^4 = 2 + 3\phi = 6,854... \approx \frac{34}{5} \approx \frac{55}{8} \approx \frac{89}{13} \approx \dots$$

$$\phi^5 = 3 + 5\phi = 11,090... \approx \frac{55}{5} \approx \frac{89}{8} \approx \frac{144}{13} \approx \dots, \text{ итд.}$$

Реципрочне вредности низа ϕ следе непосредно из горњег прегледа:

$$\frac{1}{\phi} = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0,618... \approx \frac{5}{8} \approx \frac{8}{13} \approx \frac{13}{21} \approx \dots$$

$$\frac{1}{\phi^2} = 2 - \phi = 0,382... \approx \frac{5}{13} \approx \frac{8}{21} \approx \frac{13}{34} \approx \dots$$

$$\frac{1}{\phi^3} = 2\phi - 3 = 0,236... \approx \frac{5}{21} \approx \frac{8}{34} \approx \frac{13}{55} \approx \dots$$

$$\frac{1}{\phi^4} = 5 - 3\phi = 0,146... \approx \frac{5}{34} \approx \frac{8}{55} \approx \frac{13}{89} \approx \dots$$

$$\frac{1}{\phi^5} = 5\phi - 8 = 0,090... \approx \frac{5}{55} \approx \frac{8}{89} \approx \frac{13}{144} \approx \dots, \text{ итд.}$$

Вредност напред наведених рационалних разломака тачнија је уколико расте нумеричка вредност Fibonacci-јевих бројева. Једна од битних одлика система ϕ је у томе што је могуће свести сваки виши степен од ϕ и $\frac{1}{\phi}$ на бином првог степена.³

³ Значај »златног пресека« изнет је у многим делима, иако је начин његове примене у архитектонској композицији — бар како га поједини аутори приказују — недовољно убедљив ако се посматра са специфичне тачке гледишта архитекте-проектанта. Међу мени доступним делима из те области истичем следећа:

- A. Zeising, *Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers*, Leipzig, 1854;
- H. E. Timerding, *Der goldene Schnitt*, Leipzig & Berlin, 1919;
- Jay Hambidge, *Dynamic Symmetry*, The Greek Vase, New Haven, 1920; The Parthenon, New Haven, 1924;
- Ernst Moessel, *Die Proportionen in Antike und Mittelalter*, München, 1926;
- Matila C. Ghyka, *Le nombre d'or*, t. I: Les rythmes, t. II: Les rites, Paris 1931;
- Ernst Neufert, *Bauordnungslehre*, Berlin, 1943;
- D. Néroman, *La leçon de Platon*, Paris, 1943;
- Le Corbusier, *Le modulor*, Boulogne (Seine) 1950;
- Georges Jouven, *Rythme et architecture*, Les tracés harmoniques, Paris, 1951;
- Ch. Funck-Hellet, *De la proportion*, L'équerre des maîtres d'oeuvre, Paris, 1951.

Међу горњим ауторима истиче се Le Corbusier, не толико као добар познавалац »златног пресека« колико као стваралац који у њему »открива« композициска правила од свеопште важности. На »Modulor« осврћу се критички другом приликом и на другом месту.

У студији: Улога непрекидне поделе или »златног пресека« у архитектонској композицији, »Преглед архитектуре«, Београд, 1954, изнео сам основне елементе непрекидне поделе на начин који треба да међу архитектурама-проектантама побуди живље интересовање за проблеме из области науке о пропорцијама.

Из $\phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ следи:

$$\sqrt{5} = 2\phi - 1 = \phi + \frac{1}{\phi} \approx \frac{13}{8} + \frac{5}{8} = \frac{18}{8} = \frac{9}{4} \text{ или пак}$$

$$\sqrt{5} = 1 + \frac{1}{\phi} + \frac{1}{\phi^2} + \frac{1}{\phi^3} \approx \frac{8+5+3+2}{8} = \frac{18}{8} = \frac{9}{4},$$

чиме је нарочито истакнута улога $\sqrt{5}$ у систему ϕ .

Поред једноставних геометриских односа ирационалног порекла долазе у обзир геометриске мере хармониских интервала и њихово прогресивно удвајање:

$$\begin{array}{cccccccc} \frac{1}{1} & \frac{9}{8} & \frac{5}{4} & \frac{4}{3} & \frac{3}{2} & \frac{5}{3} & \frac{15}{8} & \frac{2}{1} \\ & \frac{9}{4} & \frac{5}{2} & \frac{8}{3} & \frac{3}{1} & \frac{10}{3} & \frac{15}{4} & \frac{4}{1} \\ & \frac{9}{2} & \frac{5}{1} & \frac{16}{3} & \frac{6}{1} & \frac{20}{3} & \frac{15}{2} & \frac{8}{1} \\ & \frac{9}{1} & \frac{10}{1} & \frac{32}{3} & \frac{12}{1} & \frac{40}{3} & \frac{15}{1} & \frac{16}{1} \text{ итд.} \end{array}$$

Карактеристично је да постоји могућност „враћања“ горњих односа у систем ϕ (са незнатним отстапањима) помоћу бројева Fibonacci-јевог низа као напр.:

$$\frac{9}{8} = 1,125 = \frac{5+4}{8} \approx \frac{1}{\phi} + \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2} = 1,118...;$$

$$\frac{5}{4} = 1,250 = \frac{5}{8} + \frac{2}{8} \approx \frac{2}{\phi} = 1,236..., \text{ итд.}$$

Треба напоменути да се сви цели бројеви и њихове половине налазе у саставу система ϕ :

$$\phi + \frac{1}{\phi^2} = 2; \quad \phi^2 + \frac{1}{\phi^2} = 3; \quad \frac{\phi^3}{2} + \frac{1}{\phi^2} = \frac{5}{2}, \text{ итд.}$$

*

Незнатна разлика у вредности ирационалних и њихових приближних рационалних величина не мора бити узета у обзир, утолико пре што се она — као разлика у дужини — ни у ком случају не може распознати голим оком. Разумљиво је, с друге стране, да коте у неком плану за извођење, никада не би могле бити дате у виду ирационалних дужина, тј. да чинитељ основне мерне јединице буде ирационални број. Може се, према томе, закључити да несамерљивим подацима у склопу извесног пропорциског дијаграма чији су потези утврђени лењиром и шестаром морају у коначном цртежу, датом у одређеној размери, одговарати коте самерљиве величине у курентном мерном систему.

Предложени поступак за систематско отстрањивање несамерљивости ирационалних величина задовољава у пракси у потпуности и уједно је једино логично решење постављеног проблема.

Полазна и основна планиметријска слика којом се најјасније може изразити геометријски однос двеју величина јесте правоугаоник. Да би, међутим, тај однос — као количник два броја — дошао видније до изражаја, биће потребно да се једна страна правоугаоника, и то његова основица, изједначи са неодређеном јединицом мере, тј. са *модулом релативне разmere*. Тиме ће, непосредно, другом страном правоугаоника, бити изражен *мерни број* $k = h : a$ као однос величине h мерене по јединици мере $1 = a : a$.

Мерни број може бити сваки рационални, ирационални или трансцендентни број, тј. уопште сваки реални број.⁴

Потребно је истаћи да се специјални појам ирационалног мерног броја идентификује са геометријском пропорцијом која из њега непосредно следи:

$$\begin{aligned} 1 : \sqrt{2} &= \sqrt{2} : 2; \\ 1 : \sqrt{3} &= \sqrt{3} : 3; \\ 1 : \sqrt{4} &= \sqrt{4} : 4 \text{ или } 1 : 2 = 2 : 4; \\ 1 : \sqrt{5} &= \sqrt{5} : 5, \text{ итд.} \end{aligned}$$

или приближно (са изузетком рационалне пропорције, треће по реду):

$$\begin{aligned} 1 : \frac{7}{5} &\approx \frac{7}{5} : 2 \text{ или } 5 : 7 \approx 7 : 10; \\ 1 : \frac{7}{4} &\approx \frac{7}{4} : 3 \text{ или } 4 : 7 \approx 7 : 12; \\ 1 : \frac{9}{4} &\approx \frac{9}{4} : 5 \text{ или } 4 : 9 \approx 9 : 20, \text{ итд.} \end{aligned}$$

чиме су, за мерне бројеве, $\frac{\sqrt{2}}{1}$, $\frac{\sqrt{3}}{1}$ и $\frac{\sqrt{5}}{1}$, дата за сваки од њих два по вредности њима приближна рационална разломка:

$$\frac{7}{5}, \frac{10}{7}; \quad \frac{7}{4}, \frac{12}{7}; \quad \frac{9}{4}, \frac{20}{9}, \text{ итд.}$$

*

Пропорционисање на основу ирационалних мерних бројева ограничено је у области архитектуре (и уметности уопште) на три геометријска система:

1) на систем $\sqrt{2}$ или на т. зв. „квадратуру“ (кључне фигуре: квадрат и правилни осмоугао);

2) на систем $\sqrt{3}$ или на т. зв. „триангулатуру“ (кључне фигуре: квадрат, једнакоугао троугао и правилни шестоугао);

3) на систем $\phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ или на т. зв. „поделу по златном пресеку“ или на систем „непрекидне поделе“ (кључне фигуре: квадрат, правилни петоугао и правилни десетоугао).

Истовремено примена два или сва три пропорцијска система на истом објекту теориски није допуштена.⁵

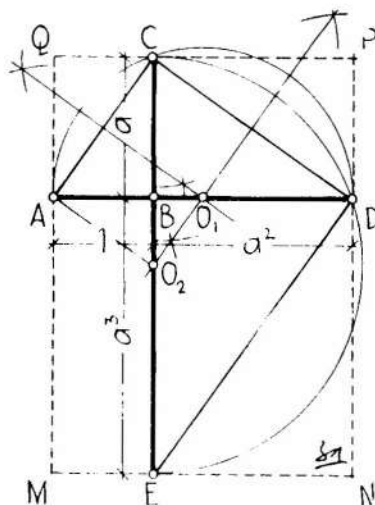
⁴ Matila C. Ghyka, op. cit., књ. I, стр. 25—26: »Однос $b:a$ је мера величине b ако величину a узмемо као јединицу упоређења. Мерни број (*nombre-mesure*) као напр.: $4:1=4$; $8:5=1,6$, је однос извесне величине мерене по јединици мере; у овоме смислу, сви бројеви, како цели тако и разломљени рационални, па чак и несамерљиви (ирационални) бројеви (алгебарски као $\sqrt{2}$ или трансцендентни као π), могу претстављати геометријске односе, тј. могу бити замишљени као мерни бројеви«.

⁵ Има, међутим, добрих примера где је то био случај. У том смислу, неоспорно, потребна су даља и исцрпнија проучавања.

СРЕДЊЕ ГЕОМЕТРИСКЕ ПРОПОРЦИОНАЛЕ У ВИДУ ЦЕЛИХ БРОЈЕВА НА
ОСНОВУ ДУПЛЕ ТЕТРАКТИСЕ

Познато је да је у Старом веку, нарочито код Грка, геометрија била основ свим осталим наукама и целокупном стваралаштву. Платон — у „Тимеју“ — на основу тврђења „да ништа од свега онога што личи на несавршено не би могло бити лепо“, дефинише далекосежну важност геометриске пропорције на следећи начин:

„Немогуће је спојити на добар (леп) начин две ствари без треће: потребна је, наиме, веза која их међусобно спаја. Нема боље од оне која од себе и од ствари које спаја чини једину и нераздвојиву целину. Ето, таква је пропорција која, на савршен начин, постиже тај циљ. Када се од било која три броја (или три масе, или три силе), први односи према средњем као овај према последњем, и када се, с друге стране, последњи односи према средњем као овај према првом — средњи постају први и последњи, а први и последњи постају два средња — тада све неминовно остаје као што је било и делови, налазећи се у сличним међусобним односима, чине целину као на почетку“.⁶



Сл. 1. Дијаграм почетна четири члана геометриског низа $1, a, a^2, a^3$

Fig. 1. Diagramme des quatre premiers membres de la série géométrique $1, a, a^2, a^3$

Практично спровођење геометриске пропорције у то доба почивало је у првome реду на основној претпоставци да *средња геометриска пропорционала* буде изражена *целим бројем*. Чланови непрекидне геометриске пропорције градили би тада, полазећи од јединице, непрекидни геометриски низ целих бројева, са другим чланом као количником низа.

У сл. 1 дато је графичко решење почетна четири члана овог низа где су

$$AB = 1, BC = a, BD = a^2, BE = a^3,$$

и где је тачка В асимптотска тачка геометриске спирале

$$\dots O_1, O_2, A, C, D, E \dots$$

Узимајући, према грчкој концепцији, за количнике прва два проста броја 2 и 3 у два одвојена низа (за Грке 1 није број)⁷, и то само прва четири члана (као што то логично произлази из дијаграма у сл. 1), добиће се:

1	2	4	8
1	3	9	27.

⁶ Oeuvres complètes de Platon, Timée (превод Dacier-a и Grou-a), књ. VI, Paris, 1869, стр. 183, 184.

⁷ Moritz Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, књ. I, Leipzig & Berlin, 1922, стр. 158: »Кроз векове је важило правило да је јединица извор и почетак свих бројева али да сама за себе није број«.

Сл. 2. Нумеричка
схема средњих ге-
ометриских про-
порционала за ко-
личнике 2 и 3, са-
стављена на осно-
ву дупле тетрак-
тисе, са допунском
схемом за колич-
ник 4

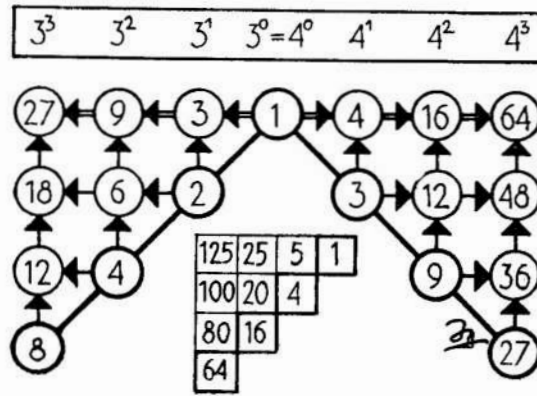


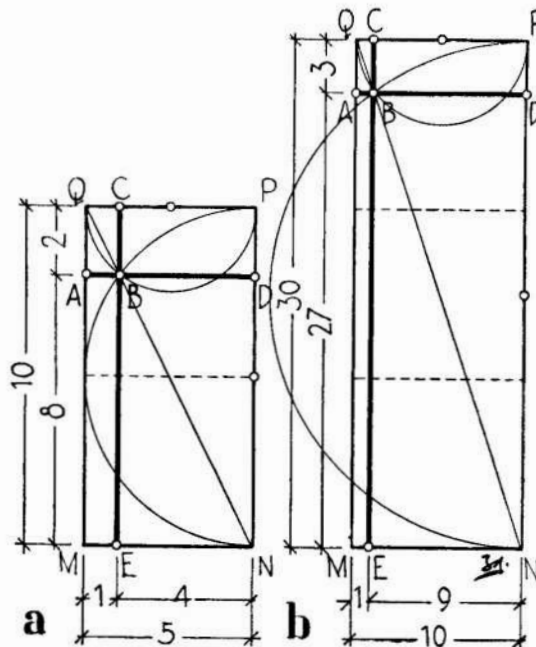
Fig. 2. Schéma nu-
mérique des mo-
yennes géométri-
ques pour les quo-
tient 2 et 3, com-
posé d'après la
double tetractys,
avec schéma com-
plémentaire pour
le quotient 4

Збир ових бројева (без понављања јединице), назван „дупла те-
трактиса“:

$$\begin{aligned} & 1 + (2 + 3) + (2^2 + 3^2) + (2^3 + 3^3) = \\ & = 1 + (2 + 3) + (4 + 9) + (8 + 27) = \\ & = 1 + 5 + 13 + 35 = 54, \end{aligned}$$

распоређен на начин како је то приказано у сл. 2, доказује како се
из низа са количником a поступним троуглим сабирањем по два члана
развија суседни низ са количником $(a + 1)$. Бројеви заступљени у овоме
прегледу и комбиновани као мерни бројеви омогућавају једноставно обра-
зовање реципрочних правоугаоних слика (сваки је број који се по своме
положају хоризонтално, вертикално или дијагонално граничи са два
суседна броја њихова геометријска средина).

Напомиње се да су бројевима који су развијени из дупле тетрактисе
карактерисани у античкој архитектури чинитељи одговарајуће антропо-
морфне мерне јединице или неког њеног аликвотног дела.



Сл. 3. Дијаграми
почетна четири
члана геометри-
јских низова 1, 2,
4, 8 и 1, 3, 9, 27

Fig. 3. Diagramme
des quatre premi-
ers membres des
séries géométri-
ques 1, 2, 4, 8 et
1, 3, 9, 27

Графичка претстава низова 1, 2, 4, 8 и 1, 3, 9, 27, заснована на дијаграму у сл. 1, дата је, одвојено за оба низа, у сл. 3. У описаним правоугаоницима

$$K(1, 2, 4, 8) = \frac{8+2}{1+4} = \frac{10}{5} = \frac{2}{1} \text{ (сл. 3, а) и } K(1, 3, 9, 27) = \frac{27+3}{1+9} = \frac{30}{10} = \frac{3}{1} \text{ (сл. 3, б)}$$

заступљене су карактеристике хармониских интервала октаве и дупле квинте (дуодециме). Поделом основице правоугаоника, у првом случају у односу 1 : 4 (на 5 делова), у другом у односу 1 : 9 (на 10 делова), утврђени су основни елементи декадног система.

Сл. 4. Основна тетрактиса $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ и планиметриски збир кубова њена четири члана у квадрату над основном тетрактисом: $1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 = 10^2 = 100$

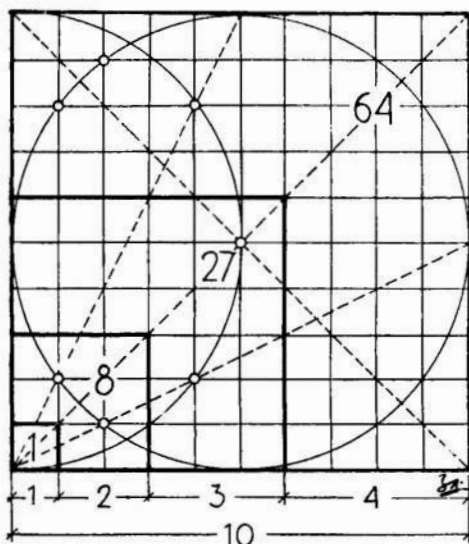


Fig. 4. Tetractys fondamentale $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ et somme planimétrique des cubes de ses quatre membres égale au carré de dix (somme de la tetractys fondamentale): $1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 = 10^2 = 100$

Веза између тетрактисе

$$1 + 2 + 3 + 4 = 10$$

и њеног квадрата

$$(1 + 2 + 3 + 4)^2 = 100$$

који одговара збиру кубова њена четири члана (сл. 4)

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 = 1 + 8 + 27 + 64 = 100$$

идентичан је збиру четири основне тетрактисе:

$1 + 2 + 3 + 4 = 10$	полазна,
$1 + 3 + 5 + 7 = 16$	непарна,
$2 + 4 + 6 + 8 = 20$	парна,
$1 + 5 + 13 + 35 = 54$	дупла тетрактиса,
$5 + 14 + 27 + 54 = 100$	декадна тетрактиса,

чиме је, у античком смислу, постигнуто залагчавање основних тетрактиса са декадним системом:

$$\begin{aligned} 16 + 54 &= 70 \\ 20 + 10 &= 30 \\ 36 + 64 &= 100 \end{aligned}$$

или

$$6^2 + 8^2 = 10^2 = 2^2 (3^2 + 4^2) = 2^2 \cdot 5^2$$

што упућује на основни питагориски тројброј 3, 4, 5.

Смисао античких спекулација бројевима најбоље се огледа у низу чији су бројеви заступљени у нумеричкој схеми сл. 2:

$$1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 16, 18, 27, 36, 48, 64.$$

Комбинације помоћу ових бројева имају примарни карактер. Допунска нумеричка схема, у сл. 2, даје за геометријски низ 1, 4, 16, 64 шест нових бројева:

$$5, 20, 25, 80, 100, 125.$$

Увршћавањем ових бројева у ранији низ, излучивањем простих бројева из проширеног низа и поступном деобом преосталих бројева са 2, 3 и 5, добијају се поделе које су својствене старим мерним системима, и то:

а) поделе са количником 2:

4	6	8	12	16	18	20	36	48	80	100
2	3	4	6	8	9	10	18	24	40	50
1		2	3	4		5	9	12	20	25
		1		2				6	10	
				1				3	5	

б) поделе са количником 3:

6	9	12	18	27	36	48
2	3	4	6	9	12	16
	1		2	3	4	
				1		

в) поделе са количником 5:

20	25	80	100	125
4	5	16	20	25
	1		4	5
				1

Оивичени вертикални низови претстављају основ за лодесну поделу мерне јединице од којих је несумњиво најзначајнија подела јединице на 48 делова, тј. на 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24 или 48 једнаких делова. Смањењем мерне јединице на 40 или повећањем на 50 делова уводи се децимална подела.⁸



Сл. 5. Теориска подела мерне јединице на 12, 16 и 20 делова

Fig. 5. Division théorique de l'unité de mesure en 12, 16 et 20 parties

Графички приказ теориски проширене мерне јединице, редуковане у пракси било на 12, 16 или 20 делова, дат је у сл. 5.

Као што се види, античка математика имала је видног учешћа у решавању основних проблема из области науке о хармонији и о пропорцијама у склопу практичне метрологије. Највише је томе допринело одлично познавање геометрије и зналачки разрађен систем одабраних бројева.

Став према неком архитектонском објекту прошлости не може бити објективан ако није извршена детаљна анализа мера и проверена, кроз

⁸ Ernst Neufert, op. cit. — У првом делу своје књиге, писац исцрпно износи анализу главних мерних система прошлости и њихових подела на одређен број делова.

Ова значајна књига, у преводу Владимира Поточњака, под насловом: Правила грађевинарства, објављена је 1952 год. у Београду.

њихову пропорциску заланчаност, композициска структура самог објекта. Минимална и неизбежна мерна отступања, која се појављују при снимању појединих величина одговарајућом старом мером, не долазе у обзир осим у случајевима када су била предмет посебних композициских спекулација, као напр. оптичке корекције у старогрчкој монументалној архитектури.⁹

МЛЕТАЧКИ СИСТЕМ МЕРА

Из свега што је досада изнето види се да је у прошлости ма која антропоморфна мерна јединица са њеним аликвотним деловима имала кључну улогу у композициском поступку који, а то се мора подвући, никада није био произвољан и субјективан.

У том погледу, каменарска пракса на нашем приморју, у примени скоро до краја XIX века, нарочито је поучна, поготово ако се узме у обзир начин димензионисања појединих каменарских елемената који се, кроз пуна четири века, претежно заснивао на млетачком систему мера.¹⁰

Млетачка стопа („нога“) дељена је на 12 унција („унча“) и, преведена у метарски систем, износила је 34,77 см.¹¹

У следећем табеларном прегледу (таб. I) изнете су редом вредности од 1" до 72" у см, што ће у знатној мери олакшати „враћање“ мера из метарског у млетачки систем.

п"	см	п"	см	п"	см	п"	см	п"	см	п"	см
1"	2,8975	13"	37,6675	25"	72,4375	37"	107,2075	49"	141,9775	61"	176,7475
2"	5,7950	14"	40,5650	26"	75,3350	38"	110,1050	50"	144,8750	62"	179,6450
3"	8,6925	15"	43,4625	27"	78,2325	39"	113,0025	51"	147,7725	63"	182,5425
4"	11,5900	16"	46,3600	28"	81,1300	40"	115,9000	52"	150,6700	64"	185,4400
5"	14,4875	17"	49,2575	29"	84,0275	41"	118,7975	53"	153,5675	65"	188,3375
6"	17,3850	18"	52,1550	30"	86,9250	42"	121,6950	54"	156,4650	66"	191,2350
7"	20,2825	19"	55,0525	31"	89,8225	43"	124,5925	55"	159,3625	67"	194,1325
8"	23,1800	20"	57,9500	32"	92,7200	44"	127,4900	56"	162,2600	68"	197,0300
9"	26,0775	21"	60,8475	33"	95,6175	45"	130,3875	57"	165,1575	69"	199,9275
10"	28,9750	22"	63,7450	34"	98,5150	46"	133,2850	58"	178,0550	70"	202,8250
11"	31,8725	23"	66,6425	35"	101,4125	47"	136,1825	59"	170,9525	71"	205,7225
12"	34,7700	24"	69,5400	36"	104,3100	48"	139,0800	60"	173,8500	72"	208,6200
1'		2'		3'		4'		5'		6'	

Таб. I. Претварање млетачких унција у см

Tab. I. Conversion d'onces vénitiennes en cm

⁹ Чак и онда, морала је постојати основна композициска схема, заснована на сагласности модула са курентним мерним системом. Тако је, по моме рачуну, доњи пречник стуба на Партенону износио тачно 6 грчких стопа или 24 палма, а исто толико износио је интерколумнијум у подножју два крајња стуба. Нормални интерколумнијум, међутим, износио је $7\frac{1}{2}$ стопа или 30 палмова (1 стопа = 4 палма = 16 прстију = = 31,776 см).

¹⁰ Види моје саопштење: Грађанска архитектура у Боки Которској у доба млетачке власти, Споменик САН САН, Београд, 1953, где је први пут указано на улогу коју је имала млетачка стопа при димензионисању корчуланске другостепене камене пластике.

¹¹ Principj d'aritmetica pratica, Venezia, 1823, II, 78. — Овде је за млетачку стопу дата тачнија вредност: 1' = 12" = 34,773485 см.

Мере камених „прагова“ који без изузетка уоквиравају све прозоре и врата на нашим приморским кућама следиле су првенствено као вишеструки износи модула од пола млетачке стопе ($6'' = 17,385$ см). Модулу је одговарала фронтална ширина „прагова“, и то без обзира на величину отвора.

Најкурентнија ширина прозорског отвора износила је три стопе ($3' = 36'' = 104,31$ см), што значи да се ширина „прагова“ према ширини отвора односила као $1 : 6$.¹²

Висина прозорског отвора, при ширини од $3'$, износила је:

$$4' = 48'' = 139,08 \text{ см}$$

$$4' \frac{1}{2} = 54'' = 156,465 \text{ см}$$

$$5' = 60'' = 173,85 \text{ см}$$

$$5' \frac{1}{2} = 66'' = 191,235 \text{ см}$$

$$6' = 72'' = 208,62 \text{ см.}$$

Најчешћа је мера за висину отвора $4'$, што у суштини претставља практичну примену питагорског троугла 3, 4, 5, где краћа катета одговара ширини отвора, дужа његовој висини и ширини оквира, а хипотенуза висини оквира. Карактеристично је још и то што је оквир састављен из четири „прага“ једнаке дужине ($4'$), и што мерним бројевима отвора ($4 : 3$) и оквира ($5 : 4$) одговарају хармониске размере кварте и терце.¹³

Графички приказ прозорског типа $4'/3'$ дат је у сл. 6, а, са главним kotaма у млетачком систему мера. Паралелно, ради веће прегледности, извршено је превођење ових kota у модуларне бројеве, и то полазећи логично од ширине отвора која је узета за модуларну јединицу, тј. за неодређену јединицу мере. А то је учињено из разлога како би се дијаграмом у сл. 6, б доказала сродност једноставних хармониских бројних односа са ирационалним односима система ϕ . Подударност дијаграма, сасвим разумљиво, не може бити потпуна јер су при једнакој ширини отвора све остале вредности у дијаграму система ϕ незнатно смањене.

¹² Vignole, *Traité élémentaire pratique d'architecture ou études des cinq ordres*, composé, dessiné et mis en ordre par J. A. Leveil, Paris, без год. (I изд. почетак XIX в.). — Допунска таб. LXXI, између осталог, приказује разне типове отвора код којих је, без разлике, ширина отвора подељена на 6 једнаких делова, са додатком од по једног таквог дела лево и десно за ширину оквира.

Однос $1:6$ спада међу класичне размере. Тако Palladio, говорећи о »орнаментима« врата и прозора (op. cit., књ. I, 55, 56), даје следећу препоруку: »L'Architrave gira intorno la porta, e deve esser grosso quanto sono le Erte, ouer le Pilastrate: le quali ho detto non douersi far meno della sesta parte della larghezza della luce, nè più della quinta: e da lui pigliano la loro grossezza il Fregio, & la Cornice«.

¹³ Занимљиво је да сам 1935 год. интуитивно, тј. у време када се још нисам бавио проблемима из области науке о пропорцијама и метрологије, применио на новом Народном дому у Бијелој (Бока Которска) горњи тип прозора с једином разликом што сам за јачину »прага« уместо $17,385$ см усвојио 20 см, а за ширину отвора 120 см, не придајући постигнутом односу $1:6$ неку нарочиту важност. Коначно усвојене и мени иначе присне димензије отвора $160/120$ см ($4:3$) нисам налазио за потребно да доводим ма у какву везу са димензијама оквира $(20+160+20)/(20+120+20)$ см $= 200/160$ см ($5:4$). Битно је било да ми се допадао облик таквог прозора и да су ми конвенирале његове димензије. Далеко сам био од помисли да сам постигао апсолутну планиметриску сличност свога прозора са најкурентнијим прозорским типом нашег приморја, утолико пре што је пројект за поменути дом рађен у Београду и што ми мере отвора на старијим приморским зградама тада успште нису биле познате.

Процентуално смањење у односу на неодређену јединицу мере износи

$$(1) \text{ за јачину „прага“ } 1,2\% \text{ тј. } \frac{1}{6} - \frac{1}{4\phi} \approx 0,166 - 0,154 = 0,012;$$

$$(2) \text{ за висину отвора: } 2,4\% \text{ тј. } \frac{4}{3} - \frac{\phi^2}{2} \approx 1,333 - 1,309 = 0,024;$$

$$(3) \text{ за висину оквира: } 4,8\% \text{ тј. } \frac{5}{3} - \phi \approx 1,666 - 1,618 = 0,048.$$

Дијаграм у систему ϕ има дубљи значај. У њему су изнети подаци који помоћу Фибоначи-јевих разломака (уvek са истим бројем у именитељу) допуштају непосредно претварање ирационалних вредности система ϕ у рационалне разломке приближне вредности, а да се притом не изгубе одлике непрекидне поделе — најеластичнијег пропорциског система уопште.

Претпоставимо да је дата сл. 6, b са задатком њеног „враћања“ у сл. 6, a.

Полазећи од $\phi^2 \approx \frac{8}{3}$; $\phi \approx \frac{5}{3}$; $\frac{1}{\phi} \approx \frac{2}{3}$, имаћемо:

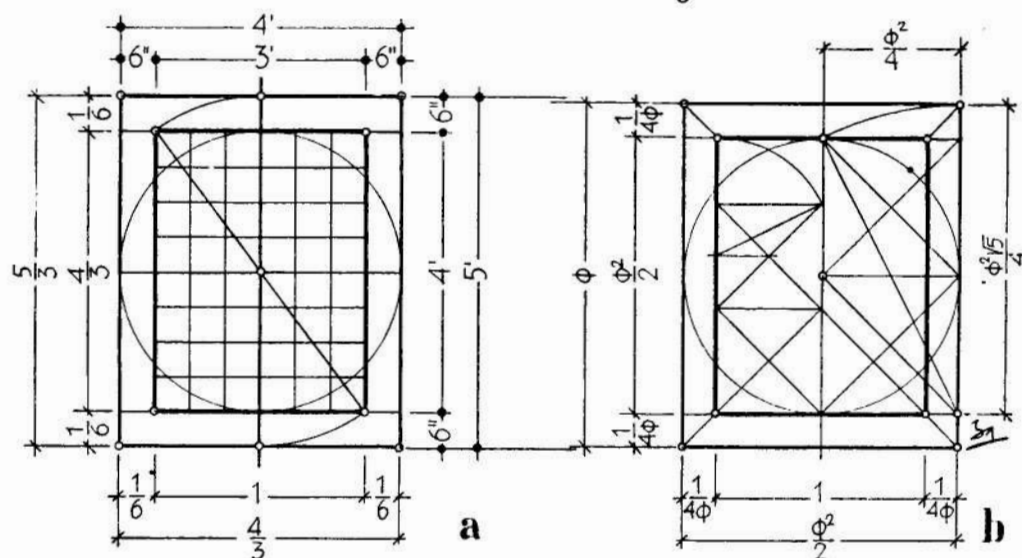
$$(1) \text{ висину отвора: } \frac{\phi^2}{2} \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{3} = \frac{4}{3};$$

$$(2) \text{ јачину „прага“: } \frac{1}{4\phi} \approx \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{6};$$

$$(3) \text{ висину оквира: } \frac{\phi^2}{2} + \frac{1}{2\phi} = \phi \approx \frac{4}{3} + \frac{1}{3} = \frac{5}{3}.$$

Ови резултати, као што видимо, идентични су онима у сл. 6, a.

У следећем табеларном прегледу (таб. II) изнете су, на основу дијаграма у сл. 6, b за тај прозорски тип, одговарајуће мере у млетачком систему које логично произлазе применом $\phi \approx \frac{8}{5}$, $\frac{13}{8}$ и $\frac{21}{13}$, док је напред већ доказано да су мере у сл. 6, a настале применом $\phi \approx \frac{5}{3}$.



Сл. 6. Пропорциски дијаграми на основу мера за прозорски тип 4'/3' у оквиру 5'/4' у млетачком систему, са праговима једнаке дужине (4')

Fig. 6. Tracés réguliers en mesures vénitienes pour un type de fenêtre 4'/3' dans un cadre de 5'/4' avec pièces d'encadrement de même longueur (4')

$\phi \approx$	$\frac{8}{5}$			$\frac{13}{8}$		$\frac{21}{13}$	
јачина „прага“	$\frac{1}{4\phi}$	$\frac{3}{20}$	6"	$\frac{5}{32}$	5"	$\frac{2}{13}$	6"
ширина отвора	1	1	40" = 3'4"	1	32" = 2'8"	1	39" = 3'3"
висина отвора	$\frac{\phi^2}{2}$	$\frac{13}{10}$	52" = 4'4"	$\frac{21}{16}$	42" = 3'6"	$\frac{17}{13}$	51" = 4'3"
висина оквира	ϕ	$\frac{8}{5}$	64" = 5'4"	$\frac{13}{8}$	52" = 4'4"	$\frac{21}{13}$	63" = 5'3"

Таб. II. Одређивање мера у млетачком систему на основу дијаграма у сл. 6, б применом Fibonacci-јевих разломака $\frac{8}{5}$, $\frac{13}{8}$ и $\frac{21}{13}$ у замену за ϕ
 Tab. II Détermination des mesures du système vénitien d'après le diagramme de la fig. 6, b par application des fractions de Fibonacci $\frac{8}{5}$, $\frac{13}{8}$ et $\frac{21}{13}$ en remplacement de ϕ

На основу израчунатих података у таб. II може се закључити:

(а) да су с обзиром на претпостављену константну јачину „прага“ од 6" само комбинације за $\phi \approx \frac{8}{5}$ и $\frac{21}{13}$ тј. за чисте мере отвора 52"/40" =

= 4'4"/3'4" и 51"/39" = 4'3"/3'3" прихватљиве, иако ове комбинације не показују ону лапидарну једноставност у мерама која је толико карактеристична за полазну комбинацију у сл. 6, а;

(б) да повећање димензије отвора у горњим двама комбинацијама за 3" и 4" односно за $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{3}$ стопе визуелно не мењају полазни облик прозора;

(в) да комбинација за $\phi \approx \frac{13}{8}$ намеће смањење јачине „прага“ за 1"

услед смањених димензија отвора 42"/32" = 3'6"/2'8";

(г) да је у свима комбинацијама избегнуто фракционисање унције;

(д) да се према Fibonacci-јевом разломку за $\phi \approx \frac{8}{5}$, $\frac{13}{8}$ и $\frac{21}{13}$ ширина отвора сукцесивно дели на 20, 32 и 13 једнаких делова са односом јачине „прага“ према ширини отвора као 3 : 20, 5 : 32 и 2 : 13;

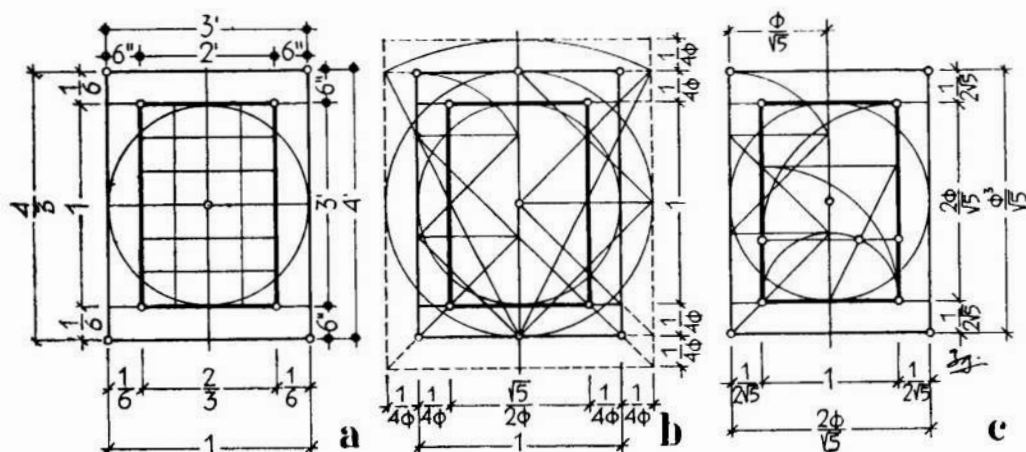
(ђ) да је модулarna мрежа у средњој комбинацији најгушћа, у последњој најређа;

(е) да свака даља комбинација, заснована на Fibonacci-јевим разломцима веће нумеричке вредности, практично не долази у обзир услед сувише велике густине модуларне мреже.

Једна даља занимљива комбинација прозорског типа настаје када се прозорском отвору вел. $4'/3'$ упише оквир јачине 6". Димензије новог отвора који се на тај начин добија износе $3'/2'$ (хармониска размера квинте), са једнаким праговима, дугим $3'$ (сл. 7, а).

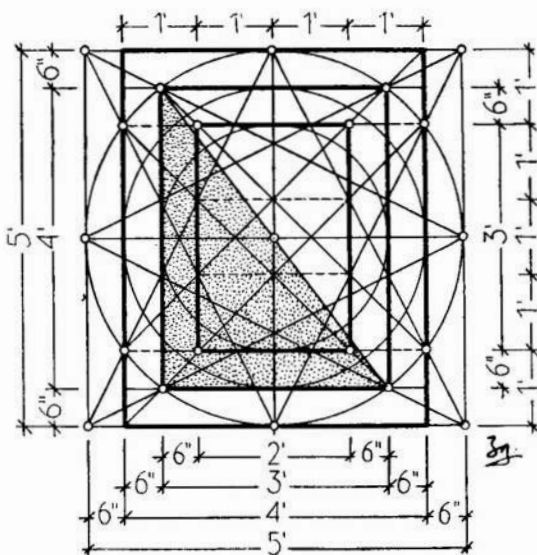
У сл. 7, б приказан је у систему ϕ прозорски тип из сл. 7, а. Задржана је неодређена јединица мере којој у сл. 6 одговара ширина отвора, а у сл. 7, а, б ширина оквира.

У сл. 7, с усвојена је, слично као у сл. 6, ширина отвора за неодређену јединицу мере; прерачунате вредности добијене су множењем са $\frac{2\phi}{\sqrt{5}}$ оних вредности које су означене у сл. 7, б.



Сл. 7. Пропорциски дијаграми на основу мера у млетачком систему за прозорски тип 3'/2' у оквиру 4'/3', са праговима једнаке дужине (3')

Fig. 7. Tracés régulatoires en mesures vénitiennes pour un type de fenêtre 3'/2' dans un cadre 4'/3' avec pièces d'encadrement de même longueur (3')

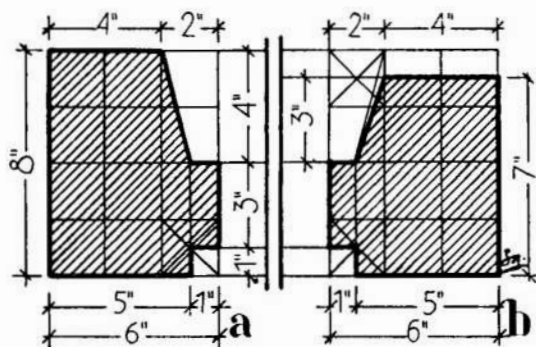


Сл. 8. Пропорциски дијаграм прозорских типова 4'/3' и 3'/2' у склопу основног питагориског троугла 3,4,5

Fig. 8. Tracé régulateur des types de fenêtre 4'/3' et 3'/2' relié à la concaténation structurale du triangle fondamental de Pythagore (3, 4, 5)

Сл. 9. Попречни пресек оквирног елемента и његово уписивање у правоугаоник 8''/6'' = 4:3, ређе 7''/6''

Fig. 9. Coupe transversale d'une pièce d'encadrement et son inscription dans un rectangle 8''/6'' = 4:3, plus rarement 7''/6''

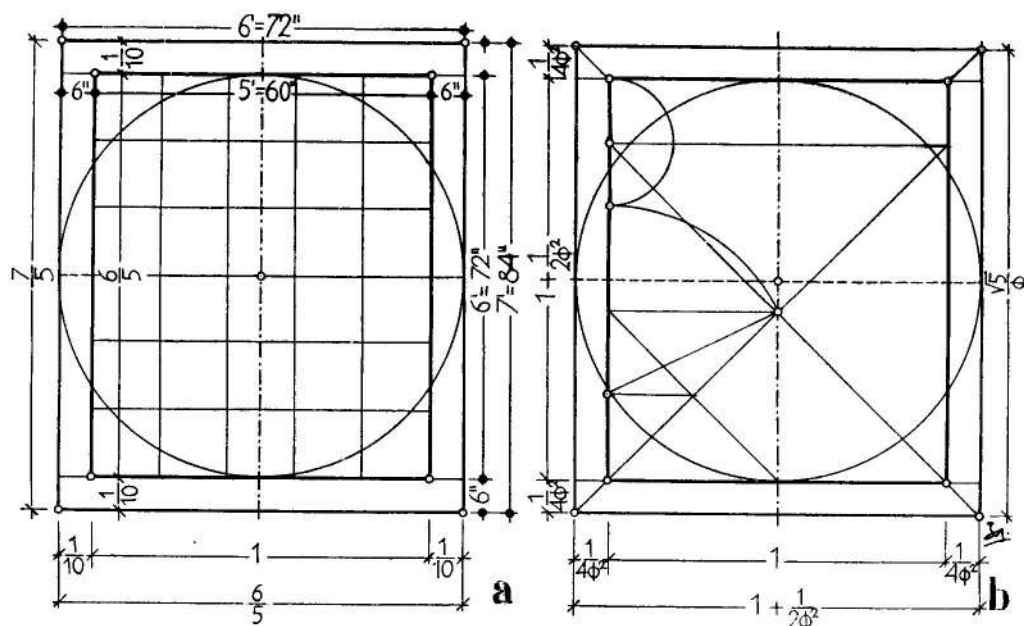


Конструкције пропорциских дијаграма у сл. 7, а, б подешене су према различитим дужинама неодређене јединице мере, по сличном поступку као што је то изнето у дијаграму сл. 6, б.

Треба напоменути да је овај прозорски тип био курентан у мањим одељењима грађанских кућа и веома чест као главни тип у станбеним просторијама скромнијих приобалних сеоских зграда.

*

Пропорциска структура прозорских типова са чистим отворима $4'/3'$ и $3'/2'$ и константном јачином прага од $6''$ почива на питагориском троуглу. Карактеристични пресеци, који утврђују положај еквиливантних правоугаоника $5'/4'$, $4'/3'$ и $3'/2'$ у интервалу од $6''$, произлазе из комбиноване конструкције питагориског троугла у склопу квадрата ($5'$) и три концентрична круга (пречници: $5'$, $4'$ и $3'$). У сл. 8 приказан је овај значајни пропорциски дијаграм.



Сл. 10. Пропорциски дијаграми на основу мера у млетачком систему за тип врата максималне величине $6'/5'$ у оквиру $7'/6'$, са праговима једнаке дужине ($6'$)

Fig. 10. Tracés régulateurs en mesures vénitiennes pour un type de porte de grandeur maxima $6'/5'$ dans un cadre de $7'/6'$, avec pièces d'encadrement de même longueur ($6'$)

Однос катета у питагориском троуглу $4:3$ имао је ширу примену. Тако је хоризонтални пресек каменог обрађеног прага био уписан у правоугаонику $8''/6'' = 4:3$ (сл. 9, а), а ређе у правоугаонику $7''/6''$ (сл. 9, б).¹⁴

Највећа дужина прага од корчуланског камена јачине $6''$ износила је $6' = 72'' = 208,62$ см. Пример врата чији је оквир састављен из прагова поменуте дужине приказан је у сл. 10, а.¹⁵

¹⁴ Делове разбијених прагова горњег облика нашао сам 1951 год. међу рушевинама пред палатом Верона на Прчању (Бока Которска). Усек од $1''/1''$ на углу прага сведочи да је прозор, уоквирен праговима таквог пресека, имао капке који су се отварали упоље.

¹⁵ Премерена врата на конобама неколико грађанских кућа у Доброти (Бока Которска).

Димензије отвора $72''/60'' = 6'/5' = 6:5$ (хармониска размера мале терце) и однос јачине прага према ширини отвора $6'' : 5' = 1:10$ претстављају на нашем приморју тип уоквирених врата максималног отвора.¹⁶

У сл. 10, b приказано је превођење рационалног дијаграма из сл. 10, а у одговарајући дијаграм система $\varnothing$.

Процентуално смањење у односу на неодређену јединицу мере износи:

$$(1) \text{ за јачину прага: } 0,45\% \text{, тј. } \frac{1}{10} - \frac{1}{4\varnothing^2} \approx 0,100 - 0,0955 = 0,0045;$$

$$(2) \text{ за висину отвора: } 0,9\% \text{, тј. } \frac{1}{5} - \frac{1}{2\varnothing^2} \approx 0,200 - 0,191 = 0,009;$$

$$(3) \text{ за висину оквира: } 1,8\% \text{, тј. } \frac{7}{5} - \frac{\sqrt{5}}{\varnothing} \approx 1,400 - 1,382 = 0,018.$$

*

Прозорски тип са отвором $3'6''/2'6'' = 42''/30'' = 7:5$ и јачином прага $6''$ тачно је интерполован између типова са отвором $4'/3'$ и $3'/2'$ (види сл. 6, а и 7, а) и праговима једнаке дужине ($3'6''$), изнет је у сл. 11, а. Он је утолико интересантан што мерни бројеви његовог отвора и оквира не спадају у ред хармониских размера. Сprovedена је, међутим, класична подела ширине отвора на пет једнаких делова од којих је један додат за јачину оквира.¹⁷

Пропорциски дијаграм у систему $\varnothing$ добијен је на сличан начин као и у ранијим примерима и дат је у сл. 11, b.

Вредности у систему $\varnothing$ су незнатно повећане. Процентуално повећање у односу на неодређену јединицу мере износи:

$$(1) \text{ за јачину прага: } 0,6\% \text{, тј. } \frac{1}{3\varnothing} - \frac{1}{5} \approx 0,206 - 0,200 = 0,006;$$

$$(2) \text{ за висину отвора: } 0,12\% \text{, тј. } \frac{\varnothing^3}{3} - \frac{7}{5} \approx 1,412 - 1,400 = 0,012.$$

Видели смо да је превођење рационалног дијаграма из сл. 11, а у ирационални сл. 11, b извршено без тешкоћа, нарочито у односу на висину

отвора: $\frac{7}{5} \approx \frac{\varnothing^3}{3} = 1,412$. што је, иако много мање познато, боља проти-

вредност него $\frac{7}{5} \approx \sqrt{2} = 1,4142$. Појава $\sqrt{2}$ упућује нас на систем квадра-

туре. Пропорциски дијаграм у сл. 11, c налази се у томе систему и, сасвим разумљиво, поставља се питање: који је од два пропорциска дијаграма у сл. 11, b, c по вредностима ближи дијаграму у сл. 11, а, и који је од њих системски исправнији?

Одговор у суштини није тежак.

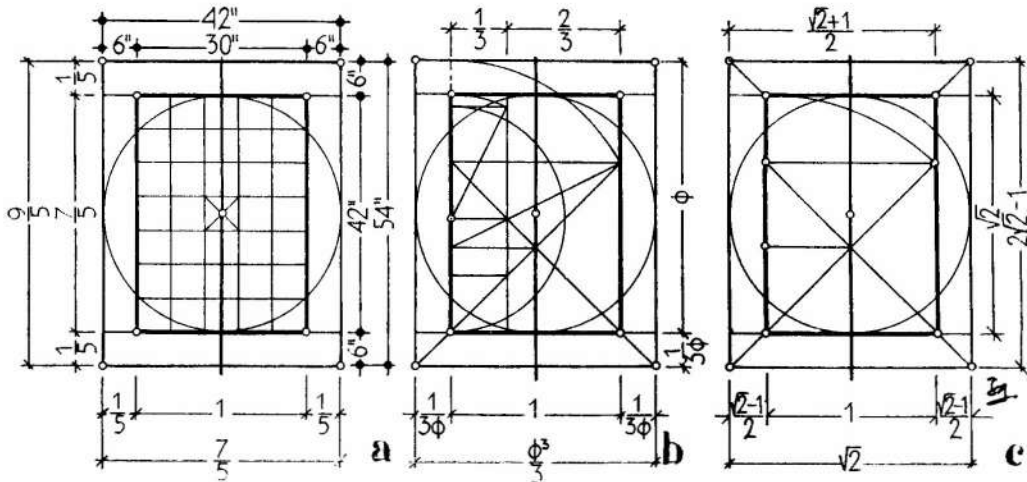
$$\text{Разлике } \sqrt{2} - \frac{\varnothing^3}{3} \approx 1,414 - 1,412 = 0,002$$

$$\text{и } \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3\varnothing} \approx 0,207 - 0,206 = 0,001$$

¹⁶ Треба рећи да је јачина прага према његовој дужини $6''/6' = 1:12$ гранични однос за његову чврстину у погледу опасности од ломљења при транспорту и намештању.

¹⁷ Palladio, између осталих теоретичара, истиче и ову поделу (види бел. 12).

толико су мале да се слободно може рећи да су дијаграми подударни. Дијаграм у систему $\sqrt{2}$ једноставнији је по своме склопу него онај система ϕ и, у овом специјалном случају, има привидну предност. Систем $\sqrt{2}$ као и систем $\sqrt{3}$ иако нарочито распрострањени у Средњем и донекле у Новом веку, не достижу ни издалека важност иначе слабо познатих одлика система ϕ који је не само еластичнији и богатији по својим комбинацијама, већ и уско спојен са системом хармониских размера. Досадашњи примери то уосталом јасно доказују.



Сл. 11. Пропорциски дијаграми на основу мера у млетачком систему за прозорски тип $42''/30'' = 7:5$ у оквиру $54''/42'' = 9:7$, са праговима једнаке дужине ($42'' = 3'6''$). Упоредни приказ ирационалних дијаграма у системима ϕ и $\sqrt{2}$

Fig. 11. Tracés régulateurs en mesures vénitiennes pour un type de fenêtre de $42''/30'' = 7:5$ dans un cadre de $54''/42'' = 9:7$, avec pièces d'encadrement de même longueur ($42'' = 3'6''$). Comparer l'exposé des diagrammes dans les systèmes irrationnels ϕ et $\sqrt{2}$

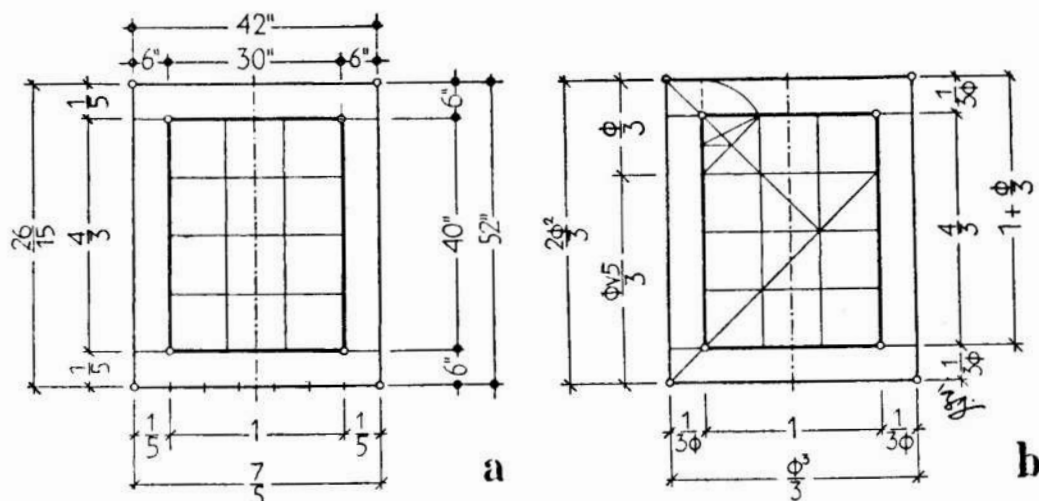
Пропорциски дијаграм у систему $\sqrt{2}$, приказан у сл. 11, с нема, према томе, шири значај. Доста је вероватно, међутим, да су некада градитељи — посвећеници цехова и масонских ложа — знали да конструишу овакав и њему сличне дијаграме помоћу шестара и троугла на основу строго чуваних и само усмено преношених правила квадратуре и триангулатуре.¹⁸

¹⁸ Троугли под 45° и 60° — којима се данас механички служимо — настали су деобом квадрата по дијагонали и једнакоугаоног троугла по висини. Ови троугли били су главно оруђе у рукама старих мајстора и симбол пропорциског принципа квадратуре и триангулатуре.

Велики шестар (са оштрим врховима) у шестарској кутији остао је у нашим данима ван употребе и изгледа сувишан: заборавило се, наиме, на његову улогу наизменичног меревања од тачке до тачке са отвором шестара који се повећавао или смањивао по планиметриским правилима одређеног пропорциског система.

Приликом разних археолошких ископавања наилазило се често на бронзане шестаре овог типа. Рећи је, али много значајнији, тип редукционог шестара са 4 оштра врха где тачка обртања дели краке у одређеној размери (види римске шестаре из Помпеја у Напуљу и Граца код Посушја у Херцеговини у Сарајевском музеју).

Навешћу, примера ради, да је са шестаром на радном столу (печ је о шестару са два оштра врха) приказан Лука Paciolo на слици Јасоро де Барбари-ја из 1495 год. и да је са шестаром у руци приказан Vignola (1507—1573) на бакорезу једног од доцнијих издања његових »Пет редова архитектуре«.



Сл. 12. Пропорциски дијаграми на основу мера у млетачком систему за прозорски тип $40''/30'' = 4:3$ у оквиру $52''/42'' = 26:21$, са праговима различите дужине ($40''$ и $42''$)

Fig. 12. Tracés régulatoires en mesures vénitiennes pour un type de fenêtre de $40''/30'' = 4:3$ dans un cadre de $52''/42'' = 26:21$, avec pièces d'encadrement de longueur différente ($40''$ et $42''$)

Прозорски тип вел. $40''/30'' = 3'4''/2'6'' = 4:3$, приказан у сл. 12, а, разликује се од претходног типа вел. $42''/30''$ (сл. 11, а) у висини отвора која је смањена за $2''$.¹⁹

Очевидно је да је незнатно смањење висине отвора спроведено с намером да се задржи курентни однос $4:3$ нормалног прозорског типа вел. $4'/3'$ (види сл. 6, а). Прагови немају једнаку дужину и висина отвора не поклапа се више са хоризонталним потезима модуларне мреже од $6''$.

Одговарајући дијаграм у систему $\odot$ приказан у сл. 12, б, одликује се једноставношћу својих потеза, поготово када се упореди са дијаграмом у сл. 11, б.

Процентуално повећање појединих вредности у односу на неодређену јединицу мере износи у систему

$$(1) \text{ за ширину оквира: } 1,2\% \text{ тј. } \frac{\phi^3}{3} - \frac{7}{5} \approx 1,412 - 1,400 = 0,012;$$

$$(2) \text{ за висину оквира: } 1,2\% \text{ тј. } \frac{2\phi^2}{3} - \frac{26}{15} \approx 1,745 - 1,733 = 0,012.$$

*

Додавањем заштитног венца изнад прозорског оквира извршен је један значајан композициски потез. Висина венца (или стрехе) на прозорском типу вел. $54''/36'' = 4'6''/3' = 3:2$ (сл. 13, а) изједначена је са јачином прага од $6''$. Веома је карактеристична, у овом специјалном случају, сличност прозорског отвора са контуром надвишеног оквира: $72''/48'' = 6'/4' = 3:2$.²⁰

Превођењем овог прозорског типа у систем $\odot$ (сл. 13, б) добијен је пропорциски дијаграм који по једноставности свог склопа превазилази све

¹⁹ Овај прозорски тип заступљен је на једној грађанској кући у Оребићу (Пељешан).

²⁰ Прозорски тип на II спрату палате Милошевић у Доброти (Бока Которска).

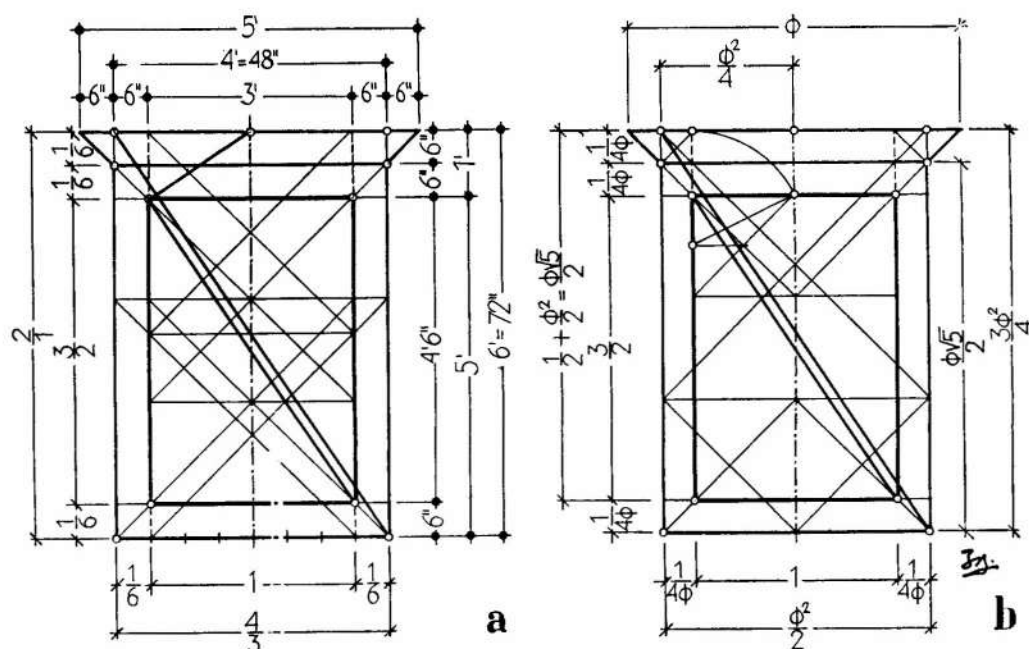
досада приказане дијаграме. И овде се, наиме, задржало понављање хармоничке мере квинте:

$$\frac{3\phi^2}{4} : \frac{\phi^2}{2} = 3 : 2$$

што је у знатној мери утицало на чистоту пропорцијских потеза.

Треба подвући да је на овом примеру постигнута аналогија облика на начин који је дефинисан од стране Thiersch-а у његовом познатом делу о пропорцијама у архитектури.²¹

Пропорцијски дијаграм у сл. 13, б добија у значају из разлога што је у њему спроведен принцип аналогије унутар граница система и што је пропорцијска заланчаност постигнута једним јединим шестарским потезом.



Сл. 13. Пропорцијски дијаграми на основу мера у млетачком систему за прозорски тип $54''/36'' = 3:2$ у оквиру $66''/48'' = 11:8$, а у оквиру надвишеним стрехом $72''/48'' = 3:2$ са праговима дужине $54''$ и $48''$

Fig. 13. Tracés régulatoires en mesures vénitiennes pour un type de fenêtre $54''/36'' = 3:2$ dans un cadre de $66''/48'' = 11:8$ et, surmonté d'un corniche, de $72''/48'' = 3:2$, avec pièces d'encadrement de longueur différente ($54''$ et $48''$)

Процентуално смањење главних вредности у односу на неодређену јединицу мере износи у систему ϕ :

(1) за висину оквира

$$\text{без висине венца: } 2,4\% \text{ тј. } \frac{11}{6} - \frac{\phi\sqrt{5}}{2} \approx 1,833 - 1,809 = 0,024;$$

(2) за висину оквира

$$\text{са висином венца: } 2,65\% \text{ тј. } \frac{2}{1} - \frac{3\phi^2}{4} \approx 2 - 1,9635 = 0,0365.$$

²¹ August Thiersch, Proportionen in der Architektur (Architektonische Komposition), Hdb. d. Arch. IV/I, 2, Leipzig, 1926 (I изд. 1885). У мноштву примера које аутор износи истичу се исечци са фасаде палата Rucellai и Pitti у Фиренци и виле Farnesina код Рима (стр. 74).

АУСТРИСКИ СИСТЕМ МЕРА

Сви досада изнети типови приморске другостепене камене пластике конциповани су у млетачком систему мера.

Наишао сам, међутим, у граду Корчули на доцније уметнута врата у фасадни зид разрушеног театра чије се мере не поклапају са млетачком.

Врата су по својој обради новијег порекла, са незграпно профилисаним венцем, и није било тешко претпоставити да врата потичу из доба аустриске власти (XIX в.), свакако пре званичног увођења метарског система. У обзир је долазила, према томе, бечка стопа ($1' = 12'' = 31,610236$ см).²²

У следећем табеларном прегледу (таб. III) изнете су у аустриском систему мера, редом од $1''$ до $16''$ и од $18''$ до $108''$ у интервалу од $6''$, одговарајуће вредности у см (усвојено је, ради боље дељивости: $1' = 31,6104$ см).

Величина отвора $72''/40'' = 6'/3'4'' = 189,7/105,5$ см = $9 : 5$ (сл. 14, а) поклапа се са незнатним отступањима од снимљених мера: $191/105,5$ см.²³

Имаћемо за овај случај:

(а) однос укупне висине према укупној ширини портала као $96'' : 56'' = 8' : 4'8'' = 12 : 7$;

(б) однос укупне висине према осном размаку од средине до средине бочних прагова као $96'' : 48'' = 8' : 4' = 2 : 1$;

(в) однос јачине прага према ширини отвора као $8'' : 40'' = 1 : 5$.

Процентуалне разлике срачунате у односу на неодређену јединицу мере износе у дијаграму система $\varnothing$ (сл. 14, б):

$$(1) \text{ за јачину прага: } -0,9\%, \text{ тј. } \frac{1}{2\varnothing^2} - \frac{1}{5} \approx 0,191 - 0,200 = -0,009;$$

$$(2) \text{ за висину венца: } +1,1\%, \text{ тј. } \frac{1}{\varnothing^3} - \frac{9}{40} \approx 0,236 - 0,225 = +0,011;$$

$$(3) \text{ за висину отвора: } +0,9\%, \text{ тј. } \frac{\varnothing\sqrt{5}}{2} - \frac{9}{5} \approx 1,809 - 1,800 = +0,009.$$

Лако је приметити да је за пример у сл. 12, при превођењу јачине прага у систем $\varnothing$ усвојено:

$$\frac{1}{5} \approx \frac{1}{3\varnothing} \text{ (разлика: } 0,206 - 0,200 = +0,006),$$

док је сада, за пример у сл. 14, усвојено:

$$\frac{1}{5} \approx \frac{1}{2\varnothing^2} \text{ (разлика: } 0,191 - 0,200 = -0,009).$$

²² Principj d'aritmética pratica, op. cit., II, 78. — Да је Аустрија приликом преузимања власти почетком XIX в. на Корчули желела да наметне своју меру сведочи невесто уклесана мера у бечким стопама на десном бочном прагу капије некадашње куће Gabrielli-Ismaelli у улици Giunio бр. 22. Размерник се састоји из два вертикална зареза у размаку од $2''$, у дужини од $96'' = 8' = 252,8$ см која је подељена на четири једнака дела од по $24'' = 2'$. Могло би се претпоставити да је размерник уклесан по наређењу тадашњег аустриског војног руководства.

Пажњу на овај уклесани размерник скренуо ми је др Фисковић 1951 год. приликом нашег сусрета у Корчули.

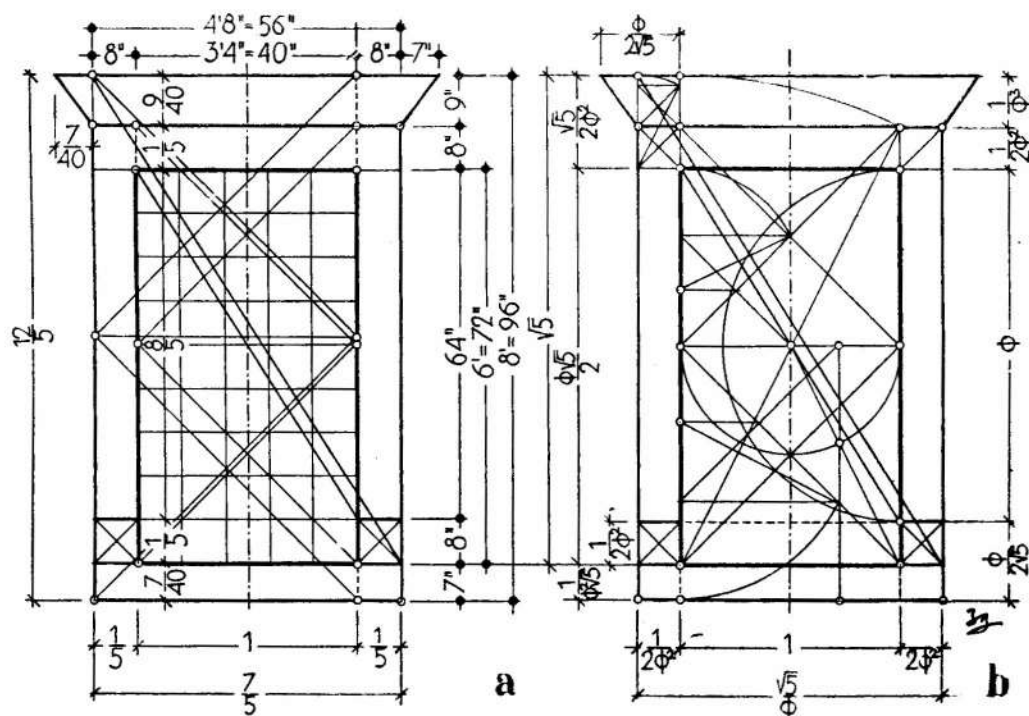
²³ Осетније отступање у висини отвора ($+1,3$ см) има се приписати јачини хоризонталних спојница и слегању улазног степена.

п	см	п	см	п	см	п	см
1"	2,6342	9"	23,7078	18"	47,4156	66"	173,8572
2"	5,2684	10"	26,3420	24"	63,2208	72"	189,6624
3"	7,9026	11"	28,9762	30"	79,0260	78"	205,4676
4"	10,5368	12"	31,6104	36"	94,8312	84"	221,2728
5"	13,1710	13"	34,2446	42"	110,6364	90"	237,0780
6"	15,8052	14"	36,8788	48"	126,4416	96"	252,8832
7"	18,4394	15"	39,5130	54"	142,2468	102"	268,6884
8"	21,0736	16"	42,1472	60"	158,0520	108"	284,4936

Таб. III. Претварање аустријских палаца (цолова) у см

Tab. III. Conversion de pouces autrichiens (pouce = Zoll) en cm

У првом случају наметала се тројна подела услед мерног броја отвора 4 : 3. У другом случају, међутим, мерни број отвора $\frac{9}{5} = \frac{5+4}{5} \approx 1 + \frac{\phi}{2} = \frac{\phi+5}{2}$ намеће двојну уместо тројне поделе.



Сл. 14. Пропорциски дијаграми на основу мера у аустријском систему за врата 72''/40'' = 9:5 у оквиру надвишеним стрехом 96''/56'' = 12:7

Fig. 14. Tracés régulateurs en mesures autrichiennes pour une porte de 72''/40'' = 9:5 dans un cadre, surmonté d'une corniche, de 96''/56'' = 12:7

ДУБРОВАЧКИ СИСТЕМ МЕРА

Поред млетачког система мера, који је, почевши од половине XV в., био у општој употреби за више од четири века на нашем приморју и поред старог аустриског система мера на који наилазимо веома често у току XIX в., сусрећемо понекад, нарочито на војним објектима страних завојевача, мере којима су се служиле њихове земље.

Стране мере, осим млетачке и аустриске, нису успеле да се одомаће.

Треба, међутим, нагласити да су сви наши градски центри имали још од старине своје локалне мере које је у првом реду млетачка власт постепено потискивала док их, у току своје дуге владавине, коначно није предала забору. Једино је Дубровачка Република успела да се својом сопственом мером — дубровачким лактом — супротстави, до последњег дана свог опстанка, курентној млетачкој стопи у употреби на целом подручју Истре, Далмације и Албаније.

Дубровачки лакат, дељен на 12 унча, тј.

$$1^c = 12'' = 51,2057374 \text{ cm},^{24}$$

суштински се разликовао од млетачког лакта:

$$1_{\text{ven}}^c = 20'' = 57,95 \text{ cm}.^{25}$$

²⁴ У рукописној књизи: *Notizie storiche e statistiche del circolo di Ragusa compilate dall'Ingegnere circolare Lorenzo Vitelleschi*, Дубровник, 1827, која се чува у Дубровачком држ. архиву изнето је у поглављу: *Raguaglio tra le misure Ragusee colle Austriache* (стр. 150):

1 дубровачки лакат = 0,269985 Klaftera (1 Klafter = 6 бечких стопа), што помножено са 6.31,610236 = 189,661416 см = 1 Klafter даје величину дубровачког лакта у метарском систему. Вредност која је овде изнета је тачнија него у мом саопштењу (ор. cit., бел. 10) јер је вредност за 1 Klafter дата са знатно већим бројем децимала. Горња вредност дубровачког лакта у односу на раније изнету ($1^c = 51,189$ см) повећана је свега за 0,0163 см.

Franz Petter (Dalmatien in seinen verschiedenen Beziehungen, Gotha, 1857, I, 283) и Valentino Lago (Memorie sulla Dalmazia, Venezia, 1869, I, LXXXI), позивајући се на: »Distinta dei Pesi e misure in uso in Dalmazia, in parti legali ed in parte abusive (Manuale Provinciale della Dalmazia, 1846), износе да је

1 дубр. лакат = 0,75 млет. лакта за вуну = 0,75.68,34 см = 51,23 см тј. за 0,0243 см већи од вредности према подацима по Vitelleschi-ју.

Lago износи даље:

Un passo di Ragusa, di 4 braccia ragusei, equivale a piedi di Vienna 6,486, тј.: 1 дубр. лакат = 1,6215 бечких стопа = 1,6215.31,610236 см = 51,255998 см = 51,256 см тј. за 0,05 см већи од вредности према подацима по Vitelleschi-ју.

Милан Решетар (Дубровачка нумизматика, Ср. Карловци, 1924) добија прерачунавањем, на основу податка по Di Pasi-у (121a): 100 млет. лаката вунене свите = 124 дубр. лакта, за 1 дубр. лакат = 55 см што свакако није тачно.

Решетар се позива на Petter-a (ор. cit.), прерачунава његове податке и добија: 1 дубр. лакат = 51,2 см. Решетар даље наводи рукопис О. Сара Пријевића (Seraphinus Cerva, 1686—1759) из 1744 год.: »Prolegomena in Sacrum Metropolim Ragusinam«, где је, између осталог, изнета основна подела дубровачког система мера:

1 Passus vulgaris (шежањ) = 4 Ulnae (лакта) = 6 Pes (нога) = 8 Palmi (педља) = 48 Unciae (унча) = 204, 8 см.

Показана су ми 1952 год. у Дубровнику (»Рупе«) два гвоздена дубровачка лакта у дужини 51 см, односно 51,25 см, први у дуодецималној и октаметарској подели, други само у октаметарској, са посебно означеном дужином ноге (Инв. бр. 392 и 393).

²⁵ Giuseppe Antonio Alberti, Trattato di aritmetica pratica, Venezia, 1752, I, 15, где су изнете млетачке линеарне мере, међу којима: 20. Oncie fanno un braccio.

У следећем табеларном прегледу (таб. IV) изнета је подела једног дубровачког сежња на 4 лакта, односно на 48 унча, уз одговарајуће вредности у см.

п"	см	п"	см	п"	см	п"	см
1"	4,26715	13"	55,47295	25"	106,67875	37"	157,88455
2"	8,53430	14"	59,74010	26"	110,94590	38"	162,15170
3"	12,80145	15"	64,00725	27"	115,21305	39"	166,41885
4"	17,06860	16"	68,27440	28"	119,48020	40"	170,68600
5"	21,33575	17"	72,54155	29"	123,74735	41"	174,95315
6"	25,60290	18"	76,80870	30"	128,01450	42"	179,22030
7"	29,87005	19"	81,07585	31"	132,28165	43"	183,48745
8"	34,13720	20"	85,34300	32"	136,54880	44"	187,75460
9"	38,40435	21"	89,61015	33"	140,81595	45"	192,02175
10"	42,67150	22"	93,87730	34"	145,08310	46"	196,28890
11"	46,93865	23"	98,14445	35"	149,35025	47"	200,55605
12"	51,20580	24"	102,41160	36"	153,61740	48"	204,82320
1с		2с		3с		4с	

Таб. IV. Претварање дубровачких унча у см
Tab. IV. Conversion d'onces ragusaines en cm

Изнећу као пример два улазна портала из Дубровника.

На порталу у сл. 15, а величина отвора $48''/26'' = 4с/2с2'' = 204,8/110,9 \text{ см} = 24 : 13$ поклапа се са незнатним отступањима од снимљених мера: $206,5/109,5 \text{ см}$.²⁶

Имаћемо за овај случај:

(а) однос јачине прага према ширини отвора као $5'' : 26'' = 5 : 26$, иако можда није искључено да се мислило на однос $5'' : 25'' = 1 : 5$;

Имаћемо, према томе, однос млет. ноге према лакту:

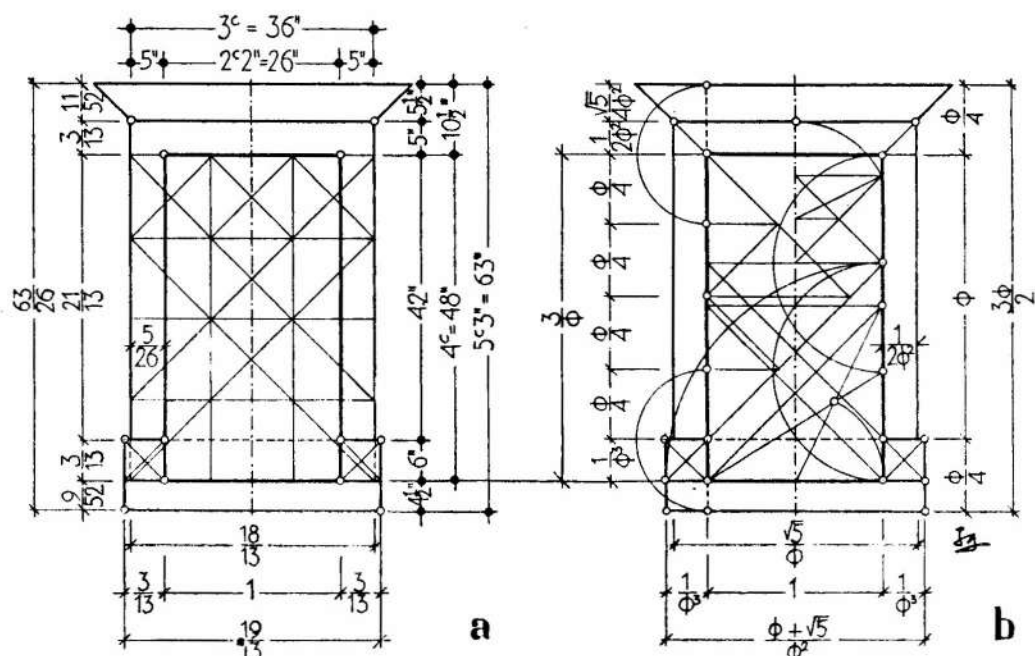
$$1'_{\text{ven}} : 1с_{\text{ven}} = 12'' : 20'' = 3 : 5$$

док је, као што је већ напоменуто, однос дубр. ноге према лакту:

$$1'_{\text{rag}} : 1с_{\text{rag}} = 8'' : 12'' = 2 : 3.$$

Да је у нашим крајевима млетачки лакат био у употреби приликом означавања мера неке зграде, сведочи одлука од 14 јуна 1755 год. о спору између Ива и браће Giurissa пок. Петра и Антона и браће Tutta пок. Мата, којом се последњима уступа на Прчању (Бока Которска) недавно подигнути магацин, у ширини од 5 и дужини од 19 млетачких лаката («... il magazzino nuovo ultimamente fabbricato... brazza Veneziane cinque di larghezza et brazza disnove di longhezza...»). — Препис ове одлуке Општинске управе на Прчању налази се у рукописној књизи Лода Ђуровића, где су сакупљена сва важнија документа у препису која се односе на Прчањску општину из Которског и Прчањског архива (последњи архив уништен је при крају Другог светског рата). Поменути преписи, сакупљени у две књиге, чувају се у Жупском уреду на Прчању.

²⁶ Треба подвући да је у Дубровнику висина улазних портала обично износила 1 сежањ = 4 лакта. — Отступања се имају приписати појачаној дебљини спојница, слегању улазног прага и, веома често, нетачном меревању предвиђених димензија.



Сл. 15. Пропорциски дијаграми на основу мера у дубровачком систему за врата $48''/26'' = 24:13$ у оквиру надвишеним стрехом $63''/36'' = 7:4$

Fig. 15. Tracés régulatoires en mesures ragusaines pour une porte de $48''/26'' = 24:13$ dans un cadre, surmonté d'une corniche, de $63''/36'' = 7:4$

(б) однос укупне висине према укупној ширини портала као $63'' : 36'' = 5^c3'' : 3^c = 7 : 4$;

(в) однос висине отвора према укупној ширини портала као $48'' : 36'' = 4^c : 3^c = 4 : 3$;

(г) однос висине гредног строја (архитрав + венац) = висини улазног прага (степена) + квадратног постоља према дужини бочних прагова по одбитку квадратних постоља као $10\frac{1}{2}'' : 42'' = 1 : 4$.

Процентуалне разлике срачунате у односу на неодређену јединицу мере износе у дијаграму система $\odot$ (сл. 15, б):

$$(1) \text{ за јачину прага: } -0,1\%, \text{ тј. } \frac{1}{2\phi^2} - \frac{5}{26} \approx 0,191 - 0,192 = -0,001;$$

$$(2) \text{ за висину венца: } +0,2\%, \text{ тј. } \frac{\sqrt{5}}{4\phi^2} - \frac{11}{52} \approx 0,213 - 0,211 = +0,002;$$

$$(3) \text{ за висину квадратног постоља } +0,5\%, \text{ тј. } \frac{1}{\phi^3} - \frac{3}{13} \approx 0,236 - 0,231 = +0,005;$$

$$(4) \text{ за висину отвора: } +0,8\%, \text{ тј. } \frac{3}{\phi} - \frac{24}{13} \approx 1,854 - 1,846 = +0,008.$$

Други пример — портал са натсветлом — одликује се својим изванредним пропорциским склопом (сл. 16, а).

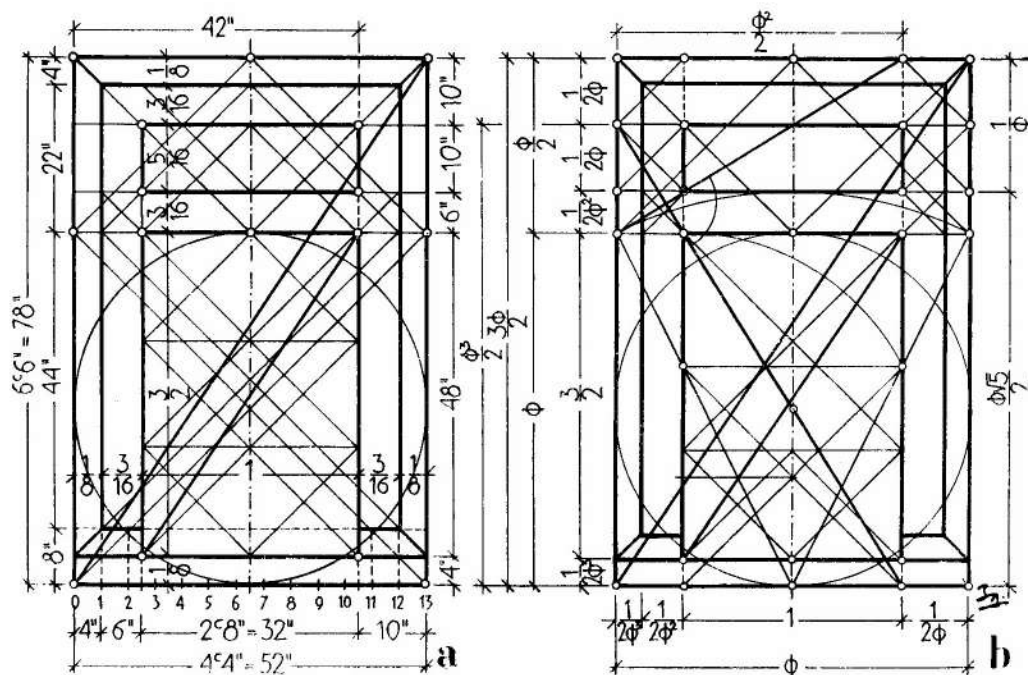
Главни отвор:

$$48''/32'' = 4^c/2^c8'' = 204,8/136,6 \text{ см (измерено } 206,5/137 \text{ см)} = 3 : 2$$

сличан је контури целог портала:

$$78''/52'' = 6^c6''/4^c4'' = 332,8/221,9 \text{ см (измерено } 330/222 \text{ см)} = 3 : 2.$$

Горњи отвор предвојен је од доњег архитравном гредом јачине 6''. Портал је двоструко уоквирен, тј. ниски (профилисани) венац (4'') опточиње основни оквир јачине 6'', тако да се у дну бочних прагова завршава у виду базиса.



Сл. 16. Пропорциски дијаграми на основу мера у дубровачком систему за врата $48''/32'' = 3:2$ са натсветлом $10''/32'' = 5:16$ у појачаном оквиру $78''/52'' = 3:2$

Fig. 16. Tracés régulatoires en mesures ragusaines pour une porte de $48''/32'' = 3:2$ avec imposte de $10''/32'' = 5:16$ dans un cadre renforcé de $78''/52'' = 3:2$

Имаћемо за овај случај:

- (а) однос појачане ширине оквира или висине горњег отвора према једнакој ширини оба отвора као $10'' : 32'' = 5 : 16$;
- (б) однос од горње ивице главног отвора до горње завршне ивице портала према његовој укупној ширини као $26'' : 52'' = 2^c 2'' : 4^c 4'' = 1 : 2$;
- (в) однос висина доњег отвора са одбитком висине базиса према збирној висини горњег отвора и две једнаке архитравне греде као $44'' : 22'' = 3^c 8'' : 1^c 10'' = 2 : 1$;
- (г) висина главног отвора са улазним прагом једнака је укупној ширини портала: $52'' = 4^c 4''$.²⁷

Ширина портала подељена је на 13 једнаких делова по $4''$ од којих 8 отпадају на ширину отвора и по $2 \frac{1}{2}$ на ширину појачаног оквира, из чега следи да су главни потези овог портала положени преко модуларног растера густине $2'' = 8,53$ см:

$$78'' : 52'' = 39 : 26.$$

Процентуалне разлике срачунате у односу на неодређену јединицу мере износе у дијаграму система ϕ (сл. 16, b):

- (1) за јачину архитрава: $+ 0,35\%$,

$$\text{тј. } \frac{1}{28^2} - \frac{3}{16} \approx 0,191 - 0,1875 = +0,0035;$$

²⁷ Услед издигнуте нивелете плочника смањена је видљива висина улазног прага на 13 см. Више је него вероватно да се његова стварна висина поклапала са курснтном висином камених степени: $4'' = 17,06$ см.

(2) за јачину опточеног венца: — 0,7%,

$$\text{тј. } \frac{1}{2\phi^2} - \frac{1}{8} \approx 0,118 - 0,125 = -0,007;$$

(3) за висину горњег отвора: — 0,35%,

$$\text{тј. } \frac{1}{2\phi} - \frac{5}{16} \approx 0,309 - 0,3125 = -0,0035.$$

У горњем дијаграму, поред већ поменуте аналогije засноване на мерном броју 3 : 2, истичу се реципрочни односи мерног броја ϕ :

$$\left(\phi + \frac{1}{2}\right) : \left(\frac{1}{2\phi} + 1\right) = \left(\frac{1}{2\phi} + 1\right) : \frac{\phi}{2}$$

$$\text{или: } \frac{\phi^3}{2} : \frac{\phi^2}{2} : \frac{\phi}{2} = \phi : 1 : \frac{1}{\phi} = \frac{1}{2} : \frac{1}{2\phi} : \frac{1}{2\phi^2},$$

чиме су, на јединствен начин, утврђене све реперне тачке пропорциског дијаграма изузев оне тачке која по истоветном односу, тј. по „златном пресеку“, дели појачану ширину оквира:

$$\frac{1}{2\phi^2} : \frac{1}{2\phi^3} = \phi : 1.$$

Порталом у сл. 16 закључујем серију примера другостепене камене пластике са нашег приморја. Истичући улогу старих мера на овим примерима, желео сам да подвучем утицај смишљено бираних мера на упрошћавање композициског поступка путем одређених једноставних бројних односа.

ЗАВРШНЕ НАПОМЕНЕ

Покушаћу на крају, да сажмем суштину својих излагања у неколико тачака:

- (1) Правилна анализа композициског поступка извесног архитектонског објекта прошлости у целини или у детаљу није могућа ако није познат систем мера на коме је он заснован.
- (2) Симултана примена октавне и додекадне поделе било које антропоморфне јединице мере дели ову систематски на половине, трећине, четвртине, шестине, осмине и дванаестине.
- (3) Биномна комбинација из одређеног броја јединица и делова јединице мере примењује се у оним случајевима када, из практичних (функционалних) разлога, није могуће изразити неки унапред усвојени однос искључиво целим бројевима поменуте јединице.²⁸
- (4) Транспонованњем вредности из система хармониских размера или уопште из система једноставних бројних односа у систем ϕ указано је, кроз његову ирационалну структуру, на пропорциску заланчаност рационалних односа у полазном дијаграму.
- (5) Присуство Фибоначи-јевих бројева или њихових садржатеља и аликвотних делова у полазном дијаграму допушта, у односу на

²⁸ Објаснимо то на једном примеру. Претпоставимо да у дубровачком систему мера треба димензионисати врата чија ће се висина према ширини односити по »златном пресеку«, тј.:

$$\phi \approx \frac{5}{3} \approx \frac{8}{5} \approx \frac{13}{8} \approx \frac{21}{13} \approx \frac{34}{21} \approx \frac{55}{34} = \dots \text{ итд.}$$

Полазна димензија биће логично најмања пролазна висина врата:

$$42'' = 3^c 6'' = 179,22 \text{ см.}$$

Имаћемо, већ према потреби, неколико основних комбинација:

једну неодређену јединицу мере, непосредно транспонованье Fibo-
passi-јевих разломака, са незнатним отступањима, у ирацио-
налне бројеве система ϕ и испољава се у изузетној једностав-
ности пропорциског дијаграма заснованог на тим бројевима.²⁹

- (6) Свака композициска комбинација у систему ϕ може се схватити
матичним дијаграмом за изналагање одговарајућих димензија ма
у ком систему мера када се неодређена јединица мере замени
одређеном и добро промишљеном полазном димензијом.³⁰
- (7) Транспонованье рационалних мера у ирационалне системе $\sqrt{2}$
и $\sqrt{3}$ спроводљиво је само у изузетним случајевима³¹, док је обр-
нута операција увек могућна.³²

$$\begin{aligned} 42''/26'' &= 3c6''/2c2'' = 179,22/110,95 \text{ см} = 21 : 13; \\ 45''/27'' &= 3c9''/2c3'' = 192,02/115,21 \text{ см} = 5 : 3; \\ 48''/30'' &= 4c / 2c 6'' = 204,82/128,01 \text{ см} = 8 : 5; \\ 52''/32'' &= 4c4''/2c8'' = 221,89/136,55 \text{ см} = 13 : 8; \\ 55''/34'' &= 4c7''/2c10'' = 234,69/145,08 \text{ см} = 55 : 34; \\ 56''/35'' &= 4c8''/2c11'' = 238,96/149,35 \text{ см} = 8 : 5; \\ 60''/36'' &= 5c / 3c = 256,03/153,62 \text{ см} = 5 : 3. \end{aligned}$$

За чест и веома омиљен однос висине према ширини отвора као 3:2 потребна
је дељивост броја унча за висину са бројем 3 како би и ширина отвора била изра-
жена целим бројем унча:

$$\begin{aligned} 42''/28'' &= 3c6''/2c4'' = 179,22/119,48 \text{ см} = \\ &= 45''/30'' = 3c9''/2c6'' = 192,02/128,01 \text{ см} = \\ &= 48''/32'' = 4c / 2c 8'' = 204,82/136,55 \text{ см} = \\ &= 51''/34'' = 4c3''/2c10'' = 217,62/145,08 \text{ см} = \\ &= 54''/36'' = 4c6''/3c = 230,42/153,62 \text{ см} = \\ &= 57''/38'' = 4c9''/3c2'' = 243,23/162,15 \text{ см} = \\ &= 60''/40'' = 5c / 3c 4'' = 256,03/170,69 \text{ см} = 3 : 2. \end{aligned}$$

Из горњег јасно произлази метод по коме се димензионише изврстан отвор
чији је мерни број условљен.

²⁹ Ова једноставност је нарочито изражена у пропорциским дијаграмима који
су изнети у сл. 6, 10, 12, 13 и 16.

³⁰ Претпоставимо да се у неком дијаграму система ϕ висина према ширини
врата односи као $\sqrt{5}:1 \approx 9:4$, што значи да ће бити целисходно да димензија за
ширину врата буде дељива са бројем 4 ако желимо да и димензија за висину буде
дата целим бројем мерних подјединица.

Нека је 120 см полазна димензија за ширину врата у метарском систему мера.
Имаћемо димензије врата у систему:

$$\begin{aligned} \text{(а) метарском:} & \quad 270,000/120,000 \text{ см;} \\ \text{(б) млетачком:} & \quad 90''/40'' = 7'6''/3'4'' = 260,775/115,000 \text{ см;} \\ \text{(в) аустријском:} & \quad 99''/44'' = 8'3''/3'8'' = 260,786/115,905 \text{ см;} \\ \text{(г) дубровачком:} & \quad 63''/28'' = 5c3''/2c4'' = 268,830/119,480 \text{ см.} \end{aligned}$$

Различите димензије које следе за горњи отвор у појединим системима дока-
зују да су отступања наниже за 0,5 до 4,1 см од полазне ширине од 120 см посредно
зависна од величине појединих јединица мере.

³¹ Види сл. 11, с.

³² Дијаграме из система $\sqrt{2}$ или $\sqrt{3}$ лако је превести у дијаграме рационалних
размера коришћењем разломака приближне вредности:

$$\frac{7}{5} \text{ и } \frac{10}{7} \text{ за систем } \sqrt{2}, \quad \frac{7}{4} \text{ и } \frac{12}{7} \text{ за систем } \sqrt{3}.$$

Комбинације у системима $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$ имају строг геометријски карактер и оне без
консеквентне употребе шестара, нису уопште остварљиве. Могуће је, међутим, заћи
у еластичну област система ϕ интуитивно, тј. без директног познавања геометријског
механизма непрекидне поделе, а што је апсурдно и помислити када су у питању
крути пропорциски системи типа $\sqrt{2}$ и $\sqrt{3}$.

- (8) Усклађеност извесне архитектонске целине или детаља која је карактерисана рационалним бројним односима међу појединим котама може се схватити да је настала „враћањем“ ирационалних у рационалне односе одређеног пропорциског дијаграма.
- (9) Не постоје докази или подаци по којима би се могло претпоставити да се знало за компаративни метод скоро подударних пропорциских дијаграма, али је више него извесно да је он могућан и да има изразити контролни карактер.
- (10) Од бројне вредности кота зависило је да ли ће се она сматрати аликвотним деловима или садржатељима извесне директивне величине у склопу курентног система мера.
- (11) Мерни сачинитељи веће бројне вредности могли су само изузетно бити прости бројеви.
- (12) Димензионисање било које целине помоћу њених делова вршено је на основу устаљених бројних вредности у традиционалном систему мера.

*

На најједноставнијим примерима другостепене пластике са нашег приморја тумачена је у главним потезима проблематика пропорциске законитости, засноване на одређеном антропоморфном систему мера. Искуство стечено спроведеним метролошким и пропорциским анализама такве је природе да је оно не само интересантно за истраживаче у области нашег културног наслеђа већ и за савремене ствараоце којима изношење заборављених или занемарених композицијских метода прошлости може бити од не мале користи приликом изналажења целисходнијег и динамичнијег композициског поступка у данас толико разгранатој области архитектуре и грађевинарства.

Подвучимо, коначно, да се на античким композицијским методима заснивају редом сви они методи који су вековима, у цеховима и масонским ложама преношени с колена на колено у највећој тајности, и да ће свако ново сазнање, стечено у том правцу, позитивно допринети расветљавању важног проблема мере и броја у композицији уопште.

Арх. Милан ЗЛОКОВИЋ

SYSTÈMES ANTROPOMORPHES DE MESURES EN ARCHITECTURE

Leur intégration dans les méthodes de composition du passé expliquées particulièrement sur quelques types caractéristiques de plastique secondaire en pierre des Bouches de Kotor, Korčula et Dubrovnik

M. ZLOKOVIĆ

L'auteur expose qu'à l'occasion de l'étude des oeuvres architecturales du passé s'impose la détermination de leur dimension totale ainsi que celle de la dimension des parties qui les composent; qu'il est nécessaire de mesurer l'objet, afin de recueillir les données nécessaires pour le dessin de son plan, des coupes et de son aspect dans des échelles déterminées; que les mesures effectuées dans ce but se font régulièrement avec le mètre; que dans la préparation des dessins pour la

presse on omet, dans la plupart des cas, les mesures des esquisses faites sur le terrain et qu'il suffit d'indiquer l'échelle à laquelle le dessin a été exécuté.

L'auteur considère qu'il ne convient pas de mesurer avec des unités métriques en usage aujourd'hui les objets dont les cotes sont basées sur quelque autre unité de mesure; qu'un tel procédé n'est suffisant que lorsqu'il s'agit d'une présentation générale du monument, sans qu'on entre en même temps dans l'analyse des méthodes de composition qui ont influencé ou auraient pu exercer quelque influence sur sa structure définitive; autrement, la familiarisation avec ces méthodes restera toujours problématique, si l'on ne parvient pas à entrevoir les intentions qui, en dernière ligne, ont dû être exprimées, à la base de quelque unité de mesure spécifique et de ses parties aliquotes, par des cotes conçues dans les trois dimensions spatiales.

L'auteur insiste sur le fait que les enseignements réels et pratiques, basés sur des relations numériques simples entre les diverses cotes, sont profondément enracinées dans les méthodes de composition du passé; qu'on n'en a pas suffisamment discuté, parce qu'on croyait qu'elles n'avaient pas d'importance essentielle, même alors qu'on n'ignorait pas leur existence; qu'aujourd'hui encore, le scepticisme prédomine à ce point de vue, et qu'il y a peu de savants et de spécialistes qui s'engagent pour le renouvellement des études dans ce domaine si négligé et pourtant si essentiel pour l'exacte compréhension de l'essence du procédé de composition; que tous les systèmes de mesure qui ont existé jusqu'à ce jour, sans exception, sont basés sur des éléments anthropomorphes, et que les nombres entiers comme facteurs de l'unité de mesure établie (ou de la sous-unité de mesure) représentait la condition primordiale pour l'adaptation proportionnelle des parties entre elles et de celles-ci avec le tout.

L'auteur expose ensuite dans cette étude que la mesure des dimensions d'un monument architectural du passé peut être effectuée:

- (a) à la manière habituelle jusqu'à présent avec l'unité métrique ou le pied anglais comme unité, ce qui, ainsi qu'il a déjà été dit, ne convient que lorsqu'il s'agit de la présentation globale de l'objet;
- (b) avec l'unité de mesure de l'époque, dont la valeur est connue et prouvée par des étalons de mesure originaux, mobiles ou fixes, et qui ont été conservés, ou par des documents qui permettent la transposition de l'unité dont il s'agit en quelque autre unité dont la valeur est déjà connue;
- (c) avec l'unité métrique par transposition indirecte des mesures obtenues en mesures du système originel à l'aide d'un tableau synoptique où sont marquées les valeurs courantes du système originel et transposées en nombres décimaux du système métrique;
- (d) enfin, à l'aide de l'unité métrique, quand la valeur de l'unité primitive n'est pas connue et qu'il faudrait si possible déterminer, en se basant sur les mesures d'éléments architecturaux dont on pourrait, par analogie avec des systèmes de mesure apparentes, supposer qu'ils contiennent le produit de l'unité de mesure cherchée et d'un chiffre entier ou d'une fraction, à condition que la fraction éventuelle comme déterminateur de l'unité de mesure concorde avec sa division en un nombre de parties préalablement déterminé.

L'auteur prend ensuite brièvement en considération le procédé de transposition des nombres irrationnels en fractions rationnelles de valeur approchante, en insistant à ce propos sur la division continue et la série de Fibonacci; il indique l'importance des rapports et proportions géométriques, et principalement des moyennes géométriques, exprimées d'après l'ancienne conception grecque en nombres entiers. En analysant la double tétractys (v. fig. 1, 2, 3 et 4) et la division de l'unité de mesure en 12, 15 ou 20 parties (fig. 5), l'auteur souligne à la fin la participation de la mathématique ancienne à la solution des problèmes fondamentaux du domaine de la science de l'harmonie et des proportions dans l'ensemble de la métrologie pratique.

D'après les faits cités ci-dessus, l'auteur conclut que, dans le passé, n'importe quelle unité anthropomorphe de mesure représentait incontestablement la clef dans les procédés de composition qui — et ceci doit être souligné — n'étaient jamais arbitraires ni subjectifs.

À ce point de vue, la pratique lapidaire sur le Littoral yougoslave, suivie presque jusqu'à la fin du XIX^e siècle, est particulièrement instructive, surtout si l'on prend en considération les dimensions données aux divers éléments lapidaires, pratique, qui pendant quatre siècles entiers, était principalement basée sur le système de mesure vénitien.

Le pied vénitien était divisé en 12 onces et, transposé dans le système métrique, il mesurait 34,77 cm. Dans le tableau I sont données une à une en cm les valeurs de 1" jusqu'à 72", ce qui facilitera notablement le « retour » au système vénitien.

Les mesures des éléments lapidaires qui sans exception encadrent les fenêtres et les portes des maisons sur le Littoral yougoslave ont suivi principalement comme valeurs multiples du module du demi-pied vénitien (6" = 17,385 cm). Au module correspondait l'épaisseur frontale des éléments d'encadrement et ce, sans considération de la grandeur de l'ouverture. La largeur la plus courante de la baie des fenêtres était de trois pieds (3' = 36" = 104,31 cm), ce qui veut dire que l'épaisseur du cadre par rapport à la largeur de l'ouverture était comme 1 : 6.

La hauteur de la baie de fenêtre, sur une largeur de 3', était:

4'	= 48" = 139,08 cm
4' 1/2	= 54" = 156,465 cm
5'	= 60" = 173,85 cm
5' 1/2	= 66" = 191,235 cm
6'	= 72" = 208,62 cm.

La mesure la plus fréquente pour la hauteur de la baie est de 4', ce qui représente au fond l'application du triangle de Pythagore 3, 4, 5 où le plus petit côté répond à la largeur de la baie, l'autre côté de l'angle droit à sa hauteur et à la largeur du cadre et l'hypothénuse à la hauteur du cadre. De plus il est caractéristique que le cadre est composé de 4 éléments d'encadrement de longueur égale (4'), et qu'aux nombres de mesure de l'ouverture (4 : 3) et du cadre (5 : 4) répondent les rapports harmoniques de la quarte et de la tierce.

Le graphique du type de fenêtre 4'/3' est donné dans la fig. 6 a, avec les cotes principales dans le système de mesures vénitien. Parallèlement, pour donner un aperçu plus vaste, on a transposé ces cotes en nombres modulaires, en partant logiquement de la largeur de la baie, prise comme unité modulaire c.-à-d. comme unité de mesure indéterminée. Et ceci a été fait afin de démontrer, à l'aide du diagramme donné dans la fig. 6 b, la concordance des rapports des nombres simples harmoniques avec les rapports irrationnels du système ϕ . Cette concordance entre les diagrammes ne peut pas, naturellement, être parfaite, puisque, la largeur de la baie étant restée la même, toutes les autres valeurs dans le diagramme du système ϕ ont été très légèrement diminuées.

Le diagramme dans le système ϕ a une signification plus profonde. Dans ce diagramme on trouvera des données qui, à l'aide des fractions de Fibonacci (avec toujours le même nombre comme dénominateur) rendent possible la transformation directe des valeurs irrationnelles du système ϕ en fractions rationnelles de valeur approchante, sans perdre de ce fait les caractéristiques de la série continue — système proportionnel le plus élastique.

Dans le tableau II on donne, en se basant sur le diagramme de la fig. 6 b, pour ce type de fenêtre, les mesures du système vénitien qui logiquement découlent de l'application $\phi \approx 8/5$, $13/8$ et $21/13$, tandis que ci-dessus il a déjà été établi que les mesures de la fig. 6 a ont été établies par application de $\phi \approx 5/3$.

Une autre combinaison intéressante de type de fenêtre se réalise quand dans une baie de fenêtre 4'/3' on inscrit un cadre de 6". Les dimensions de la nouvelle ouverture que l'on obtient de cette façon sont de 3'/2' (rapport harmonique de la quinte), avec les mêmes éléments d'encadrement, longs de 3' (fig. 7 a). Dans la figure 7 b, on présente dans le système ϕ le type de fenêtre de la fig. 7 a. On a conservé l'unité de mesure non déterminée à laquelle, dans la fig. 6, correspond la largeur de la baie, et dans les fig. 7 a et 7 b la largeur du cadre. Dans la fig. 7 c, on a adopté, de même que dans la fig. 6, la largeur de la baie comme unité de mesure indéterminée; les valeurs calculées ont été obtenues en multipliant par $2\phi/\sqrt{5}$ les valeurs désignées

dans la fig. 7 b. Les tracés régulateurs des fig. 7 a et b ont été obtenus d'après les longueurs inégales de l'unité de mesure indéterminée, par le même procédé qui a déjà été indiqué dans le diagramme de la fig. 6 b. Il faut signaler que ce type de fenêtre était courant dans les pièces de moindres dimensions des maisons d'habitation privées et excessivement fréquent comme type principal dans les pièces d'habitation des maisons villageoises côtières, plus modestes.

La structure proportionnelle des types de fenêtres à ouverture déterminée de $4'/3'$ et $3'/2'$ et une valeur constante de $6''$ de l'élément du cadre est basée sur le triangle de Pythagore. Les sections caractéristiques qui établissent la position de rectangles équidistants de $5'/4'$, $4'/3'$ et $3'/2'$ dans un intervalle de $6''$, proviennent de la construction combinée du triangle de Pythagore dans un carré ($5'$) et de trois cercles concentriques (diamètres $5'$, $4'$ et $3'$). Dans la fig. 8 on a présenté ce significatif tracé régulateur.

Le rapport entre les côtés de l'angle droit dans le triangle de Pythagore était d'une application plus vaste. Ainsi la section de l'élément du cadre se trouve inscrite dans un rectangle $8''/6'' = 4:3$ (fig. 9 a) et plus rarement dans un rectangle $7''/6''$ (fig. 9 b).

La plus grande longueur de l'élément du cadre $6''$ en pierre de Korčula était de $6' = 72'' = 208,62$ cm. L'exemple de la porte dont le cadre était composé d'éléments de cette longueur, est donné dans la fig. 10 a. La dimension de la baie $72''/60'' = 6:5$ (rapport harmonique de la tierce mineure) et la relation de l'élément du cadre par rapport à la largeur de la baie $1:10$ représentent le type de la baie maximale par ses dimensions sur le Littoral yougoslave. Dans la fig. 10 b, on donne la transposition du diagramme de la fig. 10 a en diagramme correspondant du système $\varnothing$.

Le type de fenêtre à ouverture $3'6''/2'6'' = 42''/30'' = 7:5$ et à cadre de $6''$ est exactement interposé entre les types à baie de $4'/3'$ et de $3'/2'$ (voir fig. 6 a et 7 a), et représenté avec les éléments du cadre de même longueur ($3'6''$) dans la fig. 11 a. Il est intéressant en ce sens que les nombres de mesure de sa baie et de son cadre n'entrent pas dans l'ordre des rapports harmoniques. On a, pourtant, effectué la division de la largeur de la baie en cinq parties égales dont une a été ajoutée pour le cadre.

Nous avons vu que la transposition du diagramme rationnel de la fig. 11 a en diagramme irrationnel de la fig. 11 b a été effectuée sans difficulté surtout par rapport à la hauteur de la baie: $\frac{7}{5} \approx \frac{\varnothing^3}{3} = 1,412..$ ce qui, quoique beaucoup moins connu, est une contre-valeur meilleure que $\frac{7}{5} \approx \sqrt{2} = 1,4142..$

L'apparition de $\sqrt{2}$ nous conduit au système de la «carrélation». Le tracé régulateur de la fig. 11 c se trouve dans ce système et, tout naturellement, la question se pose: lequel des deux tracés des fig. 11 b et c est plus proche par ses valeurs au diagramme de la fig. 11 a, et lequel d'entre eux est systématiquement plus exact?

La réponse, quand au fond, n'est pas difficile. Les différences entre $\sqrt{2} - \frac{\varnothing^3}{3} = 1,414 - 1,412 = 0,002$ et $\frac{\sqrt{2}-1}{2} - \frac{1}{3\varnothing} = 0,207 - 0,206 = 0,001$ sont tellement petites

qu'on peut dire légitimement que les diagrammes coïncident. Le diagramme dans le système $\sqrt{2}$ est plus simple par sa structure que celui du système $\varnothing$ et, dans ce cas spécial, présente un avantage apparent. Le système $\sqrt{2}$ et le système $\sqrt{3}$, quoique particulièrement répandus au Moyen âge et jusqu'à un certain point aux époques suivantes, n'atteignent pas même de loins à l'importance des propriétés, d'ailleurs peu connues, que présente le système $\varnothing$, qui non seulement est plus élastique et plus riche par ses combinaisons, mais aussi étroitement uni au système des rapports harmoniques. Les exemples donnés jusqu'à présent, le montrent clairement.

Le tracé régulateur dans le système $\sqrt{2}$, présenté dans la fig. 11 c, n'a donc pas une portée plus vaste. Il est toutefois probable, qu'autrefois les constructeurs — initiés des corps de métiers et des loges maçonniques — savaient construire un tel

diagramme et d'autres analogues à l'aide du compas et du triangle, en s'en tenant strictement aux règles de la carrélation et de la triangulation, jalousement conservées et transmises seulement par tradition orale.

Le type de fenêtre de $40''/30'' = 3'4''/2'6'' = 4:3$, présenté dans la fig. 12 a, diffère du type précédent (fig. 11 a) par la hauteur de la baie qui est réduite de 2''. Il est évident que cette légère réduction a été effectuée dans le but de conserver le rapport courant 4:3 du type normal de fenêtre 4'/3' (voir fig. 6 a). Les éléments du cadre n'ont pas une longueur égale et la hauteur de la baie ne coïncide plus avec les traits horizontaux du réseau modulaire de 6''. Le diagramme correspondant dans le système ϕ , présenté dans la fig. 12 b, se caractérise par la simplicité de ses traits, surtout quand on le compare avec le diagramme de la fig. 11 b.

La corniche de protection ajoutée au-dessus du cadre de fenêtre marque un important trait de composition. La hauteur de la corniche d'un type de fenêtre $54''/36'' = 4'6''/3' = 3:2$ (fig. 13 a) a été égalisée à la largeur du cadre de 6''. Ce qui est très caractéristique dans ce cas spécial c'est la similitude de la baie de fenêtre avec le contour du cadre surhaussé: $72''/48'' = 6'/4' = 3:2$. En transposant ce type de fenêtre dans le système ϕ (fig. 13 b), on obtient un tracé régulateur qui par la simplicité de sa structure surpasse tous les diagrammes présentés jusqu'à présent.

Ici aussi s'est maintenue la répétition du rapport harmonique de la quinte: $\frac{3\phi}{4} : \frac{\phi}{2} = 3:2$, ce qui a exercé une sensible influence sur la pureté des tracés régulateurs. Ce tracé régulateur gagne en importance du fait que le principe d'analogie y a été appliqué dans les limites du système ϕ et que la concaténation proportionnelle a été obtenue par un seul trait de compas.

Les types présentés jusqu'à présent de la plastique secondaire en pierre du Littoral yougoslave ont été conçus dans le système de mesures vénitien. L'auteur, cependant, a rencontré, dans la cité de Korčula, une porte incluse ultérieurement dans le mur de façade du théâtre, dont les mesures ne concordent pas avec les mesures vénitiennes. D'après son exécution, cette porte était d'origine plus récente et il n'a point été difficile de deviner qu'elle datait de l'époque de la domination autrichienne (XIX^e s.), assurément avant l'introduction officielle du système métrique. Il s'agissait donc du **pied viennois** ($1' = 12'' = 31,610236$ cm). Au tableau III on a donné, par ordre de 1'' à 16'' et de 18'' à 108'' dans un intervalle de 6'' du système de mesures autrichien, les valeurs correspondantes en cm. La baie est de $72''/40'' = 6'/3'4'' = 189,7/105,5$ cm $= 9:5$ (fig. 14 a), ce qui concorde, à quelques faibles écarts près, avec les mesures relevées: 191/105,5 cm. Le diagramme correspondant dans le système ϕ est donné dans la fig. 14 b.

À côté du système de mesures vénitien qui, à partir de la moitié du XV^e s., a été d'usage général pour plus de quatre siècles sur le Littoral yougoslave, et du vieux système de mesures autrichien que l'on rencontre très fréquemment au cours du XIX^e s., on rencontre parfois, surtout dans les constructions militaires des conquérants étrangers, des mesures qui étaient en usage dans leur pays. Les mesures étrangères, sauf les vénitiennes et vieilles mesures autrichiennes, n'ont pas réussi à pénétrer dans l'usage courant.

Toutefois, il convient d'indiquer que tous les centres urbains autochtones du Littoral yougoslave, munis d'une constitution locale, possédaient, de toute antiquité, leurs mesures locales propres, que les autorités vénitiennes refoulaient progressivement, jusqu'à ce qu'elles fussent tombées dans l'oubli. Seule la république de Dubrovnik (Raguse) a réussi, avec son unité propre de mesure — la coudée ragusaine — à s'opposer, jusqu'au dernier jour de son indépendance politique, à l'unité courante de mesure, le pied vénitien, en usage dans tout le domaine de l'Istrie, de la Dalmatie et de l'Albanie.

La coudée ragusaine était divisée en 12 onces c.-à-d.:

$$1_{rag}^c = 12'' = 51,2057374 \text{ cm},$$

et différait essentiellement de la coudée vénitienne:

$$1_{ven}^c = 20'' = 57,95 \text{ cm}.$$

Dans le tableau IV, on présente la division d'une toise ragusaine en 4 coudées, ou 48 onces, à côté de leur valeur respective en cm.

On donne en exemple deux portails d'entrée de Dubrovnik.

Sur le portail de la fig. 15 a, la dimension de la baie $48''/26'' = 4^c/2^c2'' = 204,8/110,9 \text{ cm} = 24 : 13$ coïncide, à quelques faibles écarts près, avec les mesures relevées: $206,5/109,5 \text{ cm}$. Il s'en suit: (a) que pour ce cas la relation du cadre par rapport à la largeur de la baie est comme $5'' : 26''$, quoiqu'il ne soit pas exclu, peut-être, qu'on ait pensé au rapport $5'' : 25'' = 1 : 5$; (b) que la relation de la hauteur totale par rapport à la largeur totale du portail est comme $63'' : 36'' = 5^c3'' : 3^c = 7 : 4 \approx \sqrt{3}$; (c) que la relation de la hauteur de la baie par rapport à la largeur totale du portail est comme $48'' : 36'' = 4^c : 3^c = 4 : 3$; (d) que la relation de l'entablement (architrave + corniche) = la hauteur du seuil d'entrée (degré) + la base carrée par rapport à la longueur des éléments latéraux du cadre après déduction des bases carrées est comme $10''1/2 : 42'' = 1 : 4$. Le diagramme correspondant dans le système ϕ est donné dans la fig. 15 b.

Le second exemple — portail avec imposte — est caractérisé par les proportions parfaites de sa structure (fig. 16 a). La baie principale $48''/32'' = 4^c/2^c8'' = 204,8/136,6 \text{ cm} = 3 : 2$ est analogue au contour du portail entier $78''/52'' = 6^c6''/4^c4'' = 3 : 2$. La baie du haut (l'imposte) est séparée de celle du bas par un linteau de $6''$. Le portail est doublement encadré c.-à-d. que la corniche basse (profilée) de $4''$ entoure le cadre fondamental de $6''$, de sorte que, au fond des éléments latéraux du cadre, il se termine sous forme de base. Pour ce cas, on peut conclure: (a) que la relation de la largeur renforcée du cadre ou de la hauteur de la baie supérieure, la largeur des deux baies étant la même, est comme $10'' : 32'' = 5 : 16$; (b) que la relation, à partir du bord supérieur de la baie principale jusqu'au bord terminal supérieur du portail, par rapport à sa largeur totale est comme $26'' : 52'' = 2^c2''/4^c4'' = 1 : 2$; (c) que la relation de la hauteur de la baie inférieure, déduction faite de la hauteur de la base, par rapport à la hauteur totale de la baie supérieure et des deux linteaux est comme $44'' : 22'' = 3^c8''/1^c10'' = 2 : 1$; (d) que la hauteur de la baie principale y compris le seuil d'entrée est égale à la largeur totale du portail: $52'' = 4^c4''$. La largeur du portail est divisée en 13 parties égales de $4''$, dont 8 pour la largeur de la baie et $2\frac{1}{2}$ de chaque côté pour le cadre renforcé, d'où il s'en suit que les tratis principaux de ce portail sont posés par dessus le réseau modulaire d'épaisseur $2'' = 8,53 \text{ cm}$: $78''/52'' = 39 : 26$. Dans le diagramme correspondant du système ϕ (fig. 16 b), à côté de l'analogie déjà mentionnée basée sur le nombre-mesure $3 : 2$, se signalent les rapports réciproques de ce nombre:

$$\left(\phi + \frac{1}{2}\right) : \left(\frac{1}{2\phi} + 1\right) = \left(\frac{1}{2\phi} + 1\right) : \frac{\phi}{2}$$

ou

$$\frac{\phi^3}{2} : \frac{\phi^2}{2} : \frac{\phi}{2} = \phi : 1 : \frac{1}{\phi} = \frac{1}{2} : \frac{1}{2\phi} : \frac{1}{2\phi^2},$$

par quoi sont établis de façon unique tous les points de repère du tracé régulateur, sauf un seul, à savoir celui par un rapport identique, c.-à-d. par la »section d'or« divise la largeur renforcée du cadre:

$$\frac{1}{2\phi^2} : \frac{1}{2\phi} = \phi : 1.$$

Avec le portail de la fig. 16, l'auteur termine la série d'exemples de la plastique secondaire en pierre sur le Littoral yougoslave. En montrant sur ces exemples le rôle des mesures anciennes, l'auteur a voulu souligner l'influence des mesures choisies à bon escient sur la simplification du procédé de composition, en se basant sur des rapports numériques simples déterminés.

Pour terminer, l'auteur a tenté de concentrer en quelques points l'essentiel de ses expositions:

- (1) Une analyse correcte du procédé de composition d'un monument architectural du passé, soit dans son ensemble, soit dans son détail, n'est pas possible si l'on ne connaît pas le système de mesures sur lequel il est basé.

- (2) L'application simultanée de la division octométrique et duodécimale de n'importe quelle unité de mesure anthropomorphe, la partage systématiquement en moitiés, tiers, quarts, sixièmes et douzièmes.
- (3) Une combinaison binaire d'un nombre déterminé d'unités et de parties de l'unité de mesure est appliquée dans les cas où, pour des raisons pratiques (fonctionnelles), il n'est pas possible d'exprimer un certain rapport préadopté exclusivement par des nombres entiers de ladite unité.
- (4) Par la transposition des valeurs du système des rapports harmoniques ou, de façon générale, du système des rapports numériques simples, dans le système $\varnothing$, on a indiqué, à travers la structure irrationnelle de ce système, la concaténation proportionnelle des rapports rationnels dans le diagramme de départ.
- (5) La présence des nombres de Fibonacci ou de leurs multiples et des parties aliquotes dans le diagramme de départ permet, par rapport à une unité de mesures indéterminées, la transposition directe des fractions de Fibonacci, à de faibles écarts près, en nombres irrationnels du système $\varnothing$ et se manifeste dans la simplicité exceptionnelle du tracé régulateur basé sur ces nombres.
- (6) Toute combinaison de composition dans le système $\varnothing$ peut être conçue comme diagramme fondamental pour l'établissement des dimensions dans n'importe quel système de mesure, quand on remplace l'unité de mesure indéterminée par une dimension de départ appropriée.
- (7) La transposition des mesures rationnelles en mesures irrationnelles des systèmes $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$ n'est réalisable que dans des cas exceptionnels, tandis que l'opération inverse est toujours possible.
- (8) La concordance des proportions d'un ensemble architectural ou d'un détail, caractérisé par des rapports numériques rationnels entre diverses cotes, peut être conçue comme le résultat d'un «retour» des rapports irrationnels d'un système de proportions déterminé.
- (9) Il n'existe pas de preuves ni de données qui permettraient de supposer qu'on connaissait une méthode comparative de tracés régulateurs presque concordants, mais il est plus que certain qu'elle est possible et qu'elle présente un précieux instrument de contrôle.
- (10) De la valeur numérique des cotes, il dépendait si elles étaient considérées comme des parties aliquotes ou comme des multiples d'une certaine mesure directrice dans la structure d'un système courant de mesures.
- (11) Les multiples de mesures d'une valeur numérique élevée ne pouvaient qu'exceptionnellement être des nombres premiers.
- (12) La détermination des dimensions de n'importe quel ensemble à l'aide de ses parties a été effectuée en se basant sur des valeurs numériques stabilisées dans le système traditionnel de mesures.

L'auteur a interprété, en traits généraux, sur les exemples les plus simples de plastique secondaire du Littoral yougoslave, les problèmes qui se posent à propos des lois des proportions, basées sur un système de mesures anthropomorphe déterminé. L'expérience acquise par des analyses métrologiques et de proportions est de nature telle qu'elle n'est pas intéressante seulement pour ceux qui s'occupent de recherches dans le domaine de l'héritage culturel et artistique, mais aussi pour les architectes contemporains, pour qui le rappel des méthodes oubliées ou négligées du passé peut être d'une très grande utilité dans l'établissement d'un procédé de composition plus partique et plus dynamique dans le domaine du bâtiment et de la construction si ramifié aujourd'hui.

En dernière ligne, l'auteur insiste sur le fait que c'est sur les méthodes de composition de l'antiquité que sont basées, l'une après l'autre, toutes les méthodes qui, pendant des siècles, dans les corporations professionnelles et les loges maçonniques ont été transmises de génération en génération dans le plus grand secret, et que toute nouvelle connaissance, acquise dans cette direction, contribuera de façon positive à l'éclaircissement du problème si important de la mesure et du nombre dans la composition en général.