

## MJERNI TROKUT NA TROGIRSKOJ KRSTIONICI

Radovan Ivančević

UDK 73.034 (497.5 Trogir)  
Izvorni znanstveni rad  
Radovan Ivančević  
Filozofski fakultet u Zagrebu

Autor objavljuje dosad neuočeni istokračni trokut uklesan u zapadno pročelje trogirske krstionice - dovršene 1467. godine - i interpretira ga kao mjerni instrument što sadrži sve važnije mjerne jedinice od najveće trstike (206,5 cm) do stope i dlana. Ovaj javni mjerni trokut pokazuje vrijednost mjera za dužine u Trogiru u XV. stoljeću, a služio je vjerojatno za provjeru dužina građevnih elemenata u projektima Andrije Alešija i Nikole Firentinca: u dovršavanju gradnje same krstionice, kasnije i kapele Ursini, možda i retabla "oltara Pravde" u trogirskoj loži.

Pri dnu zapadnog pročelja trogirske krstionice uklesan je tankom crtom istokračni trokut jednostruke baze (hipotenuze), dvostrukih kateta i s naznakom visine.<sup>1</sup> Veliki arhitektonski nacrti na terasama nad bočnim brodovima trogirske katedrale odavno su poznati i stručno obrađeni,<sup>2</sup> pisalo se i o drugom znakovlju uklesanom na njenim zidovima,<sup>3</sup> no nacrt uklesan na krstionici prigradenoj na sjevernu stranu predvorja katedrale koji ovdje objavljujem dosad, koliko je meni poznato, nije bio interpretiran, pa ni spomenut u stručnoj literaturi.

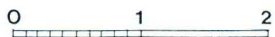
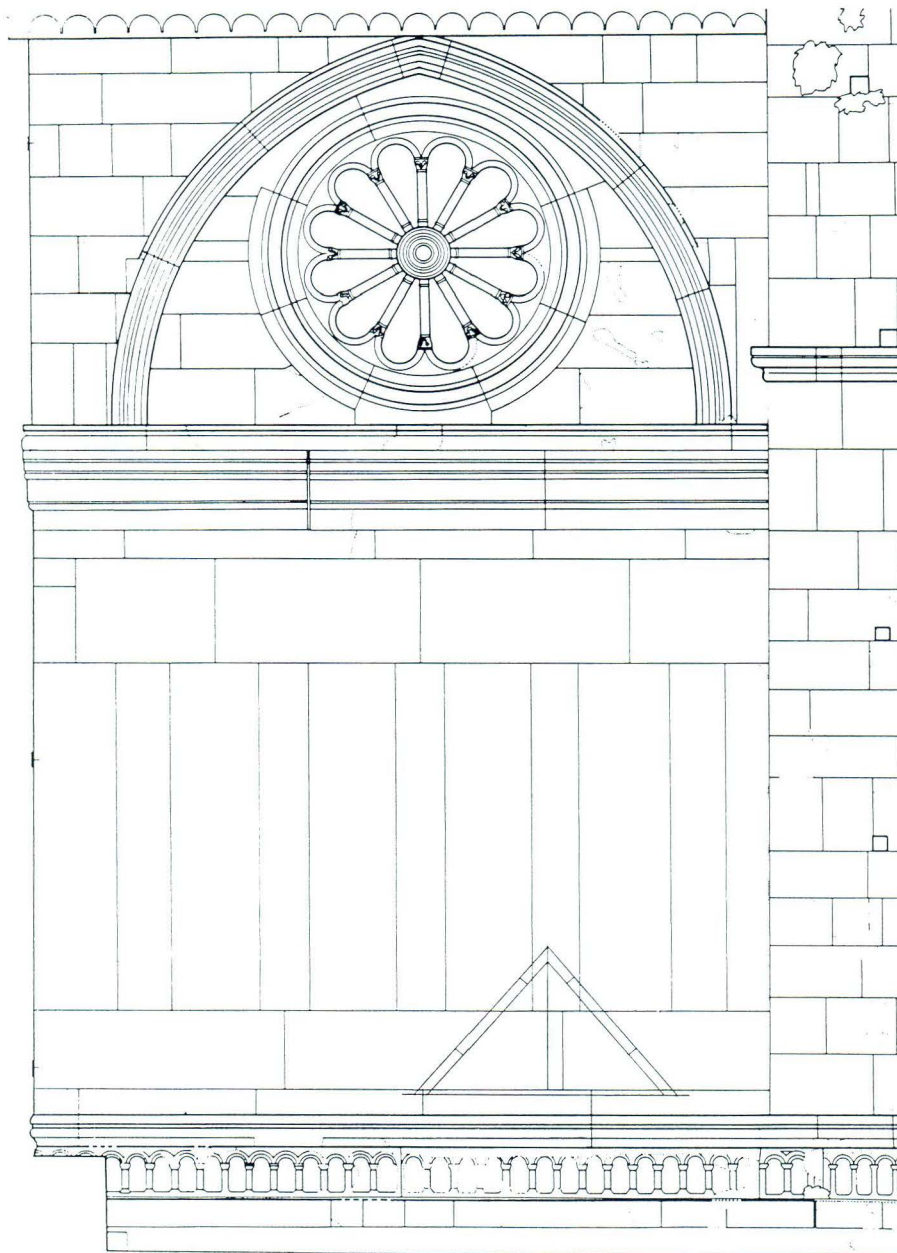
- <sup>1</sup> Uklesan je 36 cm sjeverno od fuge između zida predvorja katedrale i krstionice, a nekoliko centimetra iznad baze prvog reda kamenih blokova zapadne fasade krstionice.
- <sup>2</sup> O. Iveković, *Umjetnički spomenici Dalmacije*, Trogir, sl. 9; S. Gibson, B. Ward-Perkins, *The Architectural Drawings of Trogir Cathedral*, *The Antiquaries Journal*, London 1977, vol. LVII, part II, str. 289-311.
- <sup>3</sup> I. Babić, *Geometrijska potka majstora Radovana*, *Mogućnosti* 6-8, 1986, str. 569-573 upozorio je na strogu geometrijsku strukturu reljefa u luneti Radovanova portala i objavio podatak da je u kamenu uklesan čak i »križić, naznačen poput oznake, kote« u koju se mogao uložiti šestar ili drugi mjerni instrument za

Oštrina ureza i precizna pravocrtnost trokuta na zapadnoj fasadi trogirske krstionice izdvaja ga od većine znakova uklesanih na zidovima katedrale i nesumnjivo dokazuje da ga je klesao građevni majstor, a geometrijska pravilnost, raspodjela dužina i odnosi među njima sugeriraju da sadrži i prikazuje određene mjere. Mogao je služiti za jednokratnu provjeru nekih mjera - prijenos s arhitektonskog nacрта - ali vjerojatnija je bila pretpostavka da sadrži dužine standardnih jedinica mjera, kao što su pedalj, stopa, lakat, korak i slične te da je služio višekratno, odnosno trajno, za njihovu provjeru tijekom građevnih radova na samoj krstionici, na katedrali ili nekoj od kasnijih prigradnji.



Prikaz graditeljskog trokuta s viskom na vitraliu katedrale u Bauvaisu

određivanje odrednica kompozicija reljefa. Fiksirajući time na stanovit način »zavičajnost« jasnih mjera, omjera i proporcija u Trogiru već u doba romanike, Babić je upozoravao i na potrebu temeljitijeg »čitanja zidova« pišući u više navrata i o ostalom znakovlju uklesanom u zidove trogirske katedrale gonetajući im smisao.



Lokacija trokuta uklesanog na zapadnoj fasadi trogirске krsionice (1467)

Standardi mjera za dužine uklesani su na građevinama i na javnim mjestima u nizu dalmatinskih gradova: Dubrovniku,<sup>4</sup> Stonu,<sup>5</sup> Korčuli, Splitu, Šibeniku.<sup>6</sup>

Ugrebeni crtež trokuta na trogirskoj krstionici najvjerojatnije sadrži neke temeljne i izvedne mjere, što su na taj način bile trajno pristupačne i "priručne" tako da su se u toku gradnje mogle prenijeti šestarom ili ravnalom na neki kamen za obradu, precrtati na neko drugo mjesto ili se njima moglo provjeriti dimenzije nekog izvedenoga građevnog elementa.

Trokut je istokračan, na vrhu je kut od 81,5 stupnjeva, a na bazi kutovi od 49,25 stupnjeva.

Uz ravnalo, šestar i visak, trokut je temeljna mjerna naprava graditeljstva. Trogirski nacrt podsjeća na trokut kombiniran s viskom, što se koristio odvajkada u graditeljstvu kao što je prikazan, na primjer, na vitrailu katedrale u Beauvaisu.<sup>7</sup> Spomenimo da je i tzv. »pizun« - tj. »oko 1,5 m dugo šestilo s viskom u sredini, što je služilo za uravnavanje rebara broda«,<sup>8</sup> kada je bio rastvoren, svojom trokutnom konturom bio formalno nalik ovom trogirskom trokutu koji je i sličnih dimenzija jer mu je dužina katete 158 cm.

Neobičnost kuta koji zatvaraju katete - očekivali bismo da je pravi kut od 90° - navodi nas na to da nakon analize pojedinih označenih dužina istražimo i geometrijsku potku na temelju koje je trokut konstruiran.

Iako se sve pretpostavljene mjere što ih sadrži trogirski trokut mogu očitati direktno iz priloženog nacrtu u mjerilu 1:100, a dopisane su u centimetrima i uz pojedinu dužinu na nacrtu, navodimo ih pojedinačno da bismo lakše mogli istražiti kojemu mjernom sustavu pripadaju.

Visina trogirskog trokuta je 107 cm, baza (hipotenuza) 206,5 cm,<sup>9</sup> a baza je unutrašnjeg trokuta 185 cm. Katete su vanjskog trokuta dugačke 158 cm, unutrašnjeg 141 cm, a razmak među njima je 8,2 cm (na bazi je 11,2 cm).

Između paralelnih crta kateta unutrašnjeg i vanjskog trokuta na dva su mjesta uklesane poprečne linije, na istim razdaljinama lijevo i desno, koje daju nove mjere: od vrha vanjskog trokuta prema dolje 32,2 cm, a od dna prema gore 51 cm, tako da između ostaje dužina od 74,8 cm.

<sup>4</sup> M. Muljević, *Mjere i mjerenja u Dubrovačkoj Republici*, Anali Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Dubrovniku, sv. XXIX, 1991, str. 246.

<sup>5</sup> J. Lučić, *Dubrovački ljetopis*, Dubrovački horizonti 28, Zagreb 1988.

<sup>6</sup> F. Dujmović, *Šibenik*, Split 1966. - Osim mjera, što je češći slučaj, na bočnim fasadama župne crkve u Prčnju ucertani su 1790-ih nacrti pojedinih dijelova u naravnoj veličini. M. Zloković, *Građanska arhitektura u Boki Kotorskoj u doba mletačke vlasti*, Spomenik SANU CIII, Beograd 1953, str. 142-143, sl. 9 - Zbog vertikalnog položaja na fasadi ovi nacrti nisu mogli služiti za prethodnu provjeru montaže, nego samo kao trajni »priručni« nacrt za provjeru mjera i oblika.

<sup>7</sup> Vidi reprodukciju u J. Gimpel, *The Cathedral Builders*, New York 1983, str. 37.

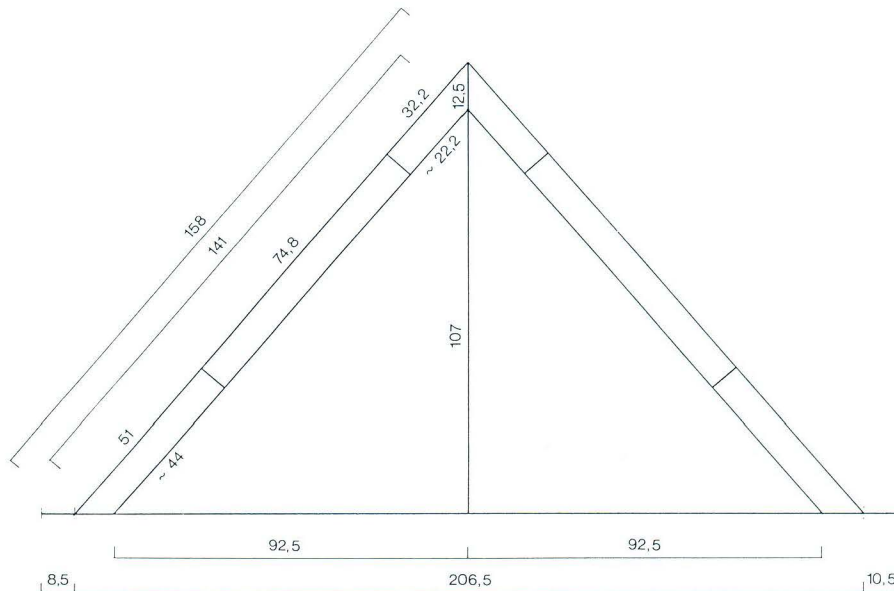
<sup>8</sup> M. Muljević, n. dj., str. 248.

<sup>9</sup> Vodoravna linija se produžuje izvan trokuta na lijevo 8,5 cm, a na desno 10,5 cm, što vjerojatno treba protumačiti tako da je najprije uklesana »odoka«, a onda je na nju precizno ucertana mjera baze vanjskog trokuta 206,5 cm, odnosno unutrašnjeg trokuta 184,7 cm.

Arhitektonske nacрте izradio je arhitekt Ivan Tenšek.

Počnemo li s najmanjom mjerom - razmakom između kateta 8,2 cm - ona bi mogla biti dlan, odnosno palm koji se dijeli na četiri prsta (digitum), koji bi dakle bili 2,05 cm, a pedalj bi odgovarao mjeri 16,4 cm.<sup>10</sup>

Usporedimo li najdužu mjeru trogirskog trokuta - bazu, odnosno hipotenuzu 206,5 cm - s mjerama u građevinarstvu, to bi mogao biti sežanj koji je dug 204,8 cm a sadrži 4 lakta od 51,2 cm (koliko je dug Orlandov lakat u Dubrovniku, na primjer).<sup>11</sup> Ako je trogirski sežanj 206,5 cm, a on se dijeli na 4 lakta, tada je lakat 51,62 cm, a svaka polovica baze trogirskog trokuta (raspolovljene visinom) duga je dva lakta.



Pre crt trokuta u mjerilu 1:20 s upisanim dužinama

No, dužina baze trogirskog trokuta (206,5 cm) također je bliza i mjeri hvata ili pertice, koja je iznosila 208 cm a dijelila se na 6 stopa, te je stopa bila duga 34,66 cm, što odgovara venecijanskoj stopi, koja varira između 34 i

<sup>10</sup> M. Zaninović-Rumora, Zadarske i šibenske mjere za dužinu kroz stoljeća, Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU 34, Zadar 1992, 109-121, smatra da su zadarske i šibenske mjere jednake i nepromijenjene stoljećima, da je pedalj 15 cm, stopa 30 cm, lakat 60, a kana ili motka 136. Prem tomu bi u Zadru i Šibeniku kontinuirano u upotrebi bila antička rimska stopa i lakat jer su srednjovjekovne i renesansne venecijanske mjere veće (stopa 34 cm). - Usput, iako se ponekad u pisanju o mjerama izjednačuju dlan i pedalj, smatram da ih treba razlikovati: *dlan* je doslovno dlan, dakle u širini četiri prsta na koje se i dijeli u rimskom mjernom sustavu (*palm* = 4 *digitum*), a antropometrijski iznosi otprilike 8 cm; *pedalj* odgovara širini dlana plus ispruženi palac, što je približno dvostruko, 15-16 cm.

<sup>11</sup> M. Muljević, n. dj., str. 246.

35 cm.<sup>12</sup> Stopa izvedena iz trogirskog hvata (206,5:6) bila bi duga 34,42 cm. Budući da je odlično očuvano izvorno popločenje trogirske krstionice, dovršene 1468. godine, kamenim pločama veličine stope 34,5 cm,<sup>13</sup> uklesani bi trokut na njenu zapadnom zidu izvana potvrđivao krajnjom preciznošću - budući da je urez doslovno tanak "kao nit" - da je trogirska stopa u XV. st. bila točno 34,42 cm.

Kao temeljnu mjernu napravu za mjerenje duljine u Dubrovniku spominje Muljević od XIII. stoljeća »brazolar« - braciolar - passus, »drveni prut duljine 1 ili 2 lakta... a za izmjeru zemljišta koristila se trstika, tzv. općinska palica, duljine 1 sežanj dakle 4 lakta«.<sup>14</sup> Trogirski mjerni trokut odgovara po dimenziji spomenutoj trstici, palici, »pertici« ili »motci« jer mu je sežanj - 4 lakta - baza i najduža mjera, a podijeljena je napola kao »brazolar« od dva lakta.

Međutim, uz sve to, vjerojatno ni jedna dužina, ni podjela nije ucrtana bez odgovarajućega mjernog razloga i značenja, pa tako ovaj mjerni instrument sadrži još nekoliko mjera za dužinu. Kateta vanjskog trokuta podijeljena je s dvije crte na tri dužine: donji odsječak je 51 cm, što odgovara dužini *lakta*, a gornji 32,2 cm, što odgovara mjeri (nešto manje) stope, dok u sredini ostaje 74,7 cm. Ukupna dužina kateta vanjskog trokuta od 158 cm približava se mjeri od tri lakta ( $51,2 \times 3 = 153,6$  cm), odnosno ako su to tri lakta, lakat bi bio 52,66 cm.<sup>15</sup>

No katetu možemo očitavati i na drugi način: korak je pet stopa, a podijelimo li katetu vanjskog trokuta sa pet (158:5) dobivamo 31,6 cm, što se približava antičkoj rimskoj stopi.

Dužina katete unutrašnjeg trokuta od 141 cm najbliža je kani ili motki koja je u Zadru i Šibeniku dugačka 136 cm.<sup>16</sup>

Činjenica da se javljaju neke veoma slične mjere, koje vjerojatno odgovaraju različitim dužinama stopa (manjoj od 32,2 cm i većoj 34,5 cm), mogla bi nas navesti na pomisao da je taj nacrt mogao služiti i kao javni mjerni instrument za usporedno očitavanje mjera, odnosno za njihovo preračunavanje: jednostavnim »uzimanjem mjere« moglo se provjeriti koliko neki predmet ima »malih« (recimo šibenskih) stopa, a potom kolika je razlika kad se ista dužina premjeri nešto dužim trogirskim stopama. Ili obratno, naravno.

Rezimirajmo, na kraju, dužine mjera koje sadrži trokut ucrtan na zapadnoj fasadi trogirske krstionice i time dokazuje njihovu vrijednost u posljednjoj trećini XV. stoljeća u Trogiru, a također i vjerojatnu primjenu u radionici Andrije Alešija i Nikole Firentinca.

<sup>12</sup> U Zadru je 34,77 cm, prema *I. Petricioli*, Umjetnička obrada drveta u Zadru, Zagreb 1972, str. 77.

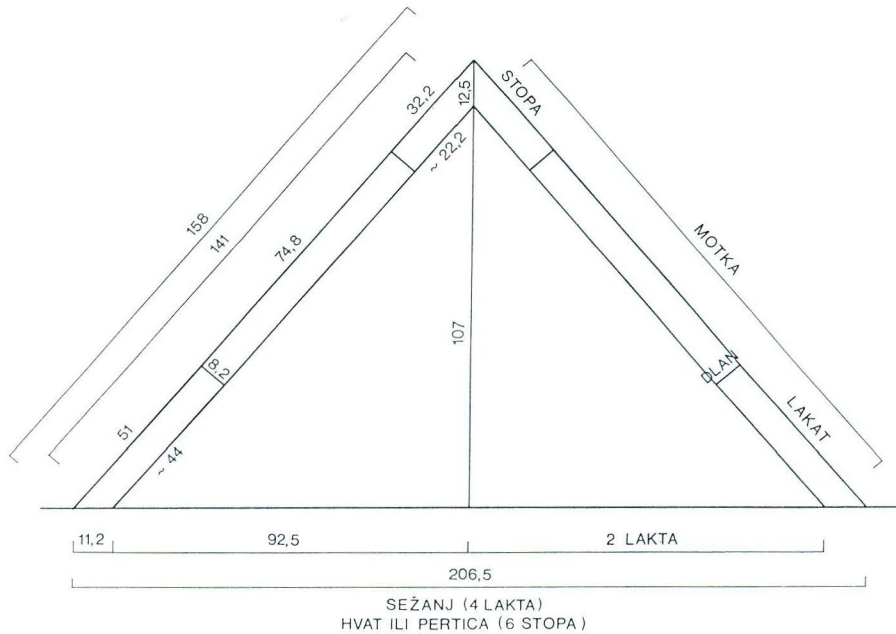
<sup>13</sup> Vidi: *R. Ivančević*, Trogirska krstionica (1467) i (metoda) montažne konstrukcije dalmatinske graditeljske škole, Prilozi povijesti umjetnosti u Dalmaciji 30, Split 1990, str. 149, bilj. 4.

<sup>14</sup> *M. Muljević*, n. dj., str. 248.

<sup>15</sup> Znamo da su mjere varirale i mijenjale se, pa je dubrovački lakat, na primjer, 1540. godine bio još duži: 55 cm. *M. Muljević*, n. dj., str. 247.

<sup>16</sup> *M. Zaninović*, n.dj.

PRST, PALAC (digitus) = 2,05 cm  
 DLAN (palm) = 4 prsta = 8,2 cm  
 PEDALJ = 16,4 cm  
 STOPA = 34,42 cm (ili 32,2 ili 34,66 cm)  
 LAKAT = 51 cm ili 51,62 cm  
 KORAK = 5 stopa = 158 cm (po rimskoj stopi 31,6 cm) ili 164 cm ili 172,1 cm  
 SEŽANJ = 4 lakta = 206,5 cm  
 MOTKA = 141 cm



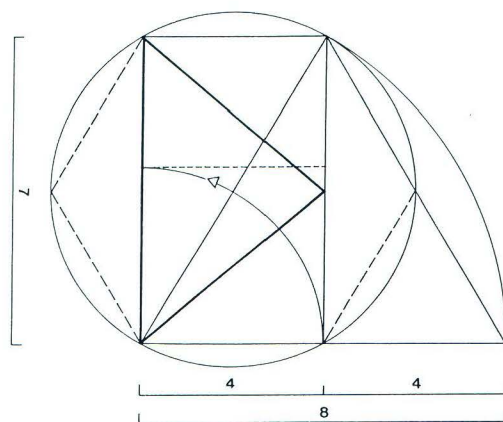
Pretpostavljene mjerne jedinice sadržane u trokutu

Različitim čitanjem mogla bi se identificirati, dakle dva ili čak tri niza različitih dužina za istu mjernu jedinicu. Jedne direktno očitavamo izmjerom dužina uklesanog trokuta ili izvodimo iz njih, a druge matematički izračunavamo proporcionalno. U računanju možemo poći od najmanje ili najveće mjere. Uzmemo li najdužu mjeru kao najpouzdaniju - budući da je pretpostavljena greška ili netočnost proporcionalno najmanja - pa iz nje izvedemo sve ostale, dobijemo ove matematičke egzaktne vrijednosti:

SEŽANJ (na trogirskom trokutu 206,5 cm) dijeli se na 6 stopa, STOPA je, dakle,  $206,5 : 6 = 34,42$  cm. LAKAT je stopa i pol, odnosno  $34,42 + 17,21 = 51,63$  cm, a KORAK je 5 stopa  $34,42 \times 5 = 172,1$  cm.

Izvedemo li dužine množenjem iz najmanje mjere dobivamo ove vrijednosti: DLAN = 8,2 cm; PALAC (UNČA) =  $1/4$  dlana = 2,05 cm; STOPA = 4 dlana = 32,8 cm; LAKAT = stopa i pol = 49,2 cm; KORAK = 5 STOPA = 164 cm.

Međutim, računski izvedene mjere teorijske su vrijednosti, dok su mjere uklesane na trogirskoj krstionici stvarne dužine koje su se mogle šestarom, užetom, ravnalom ili na neki drugi način preuzeti i prenijeti za praktičnu svrhu mjerenja. Njima su se, možda, odmjeravali i premjeravali kvadri ili kameni dijelovi klesani za tu istu Alešijevu krstionicu, za njene gornje dijelove, kao i za Nikolinu i Alešijevu kapelu koja je bila ugovorena (4. 1. 1468.) odmah po završetku krstionice. Možda su služile i za neke druge građevine i objekte u blizini, kao što je, na primjer, kameni reljefni retalb »oltara Pravde« ugrađen 1471. godine u susjednoj gradskoj loži.<sup>17</sup> Uklesani trokut mogao je služiti i za provjeru mjera za druge gradnje, pa i za potrebe mjerenja izvan graditeljstva.



Shema konstrukcije »trogirskog« trokuta iz šesterokuta upisanog u krug

Na prvi pogled neobični kut trogirskoga mjernog trokuta - za koji bismo očekivali da će biti  $90^\circ$ , a zapravo je  $81,5^\circ$  - postaje jasan kad se istraži njegovo geometrijsko porijeklo i način na koji je konstruiran. Riječ je o istokračnom trokutu upisanom u pravokutnik izveden iz pravilnog šesterokuta.<sup>18</sup> Šesterokut se konstruira pomoću šestara (otuda mu ime) raširenog na dužinu polumjera kruga, kojim se na kružnici može zacrtati šest ravnomjerno raspoređenih točaka. Kad se pomoću ravnala dvije i dvije nasuprotne točke spoje vertikalno i povežu horizontalama, nastaje pravokutnik kojemu je visina jednaka radijusu kruga u koji je upisan.<sup>19</sup> To je jedan od osnovnih likova za izvođenje omjera i ostvarivanje skladnih proporcija u srednjovjekovnom arhitektonskom projektiranju.

<sup>17</sup> Vidi: *R. Ivančević*, Trogirski loda: *TEMPLVM IVRIS ET ARA IVSTITIAE* (1471), Prilozi povijesti umjetnosti u Dalmaciji 31, 1991, 115-150.

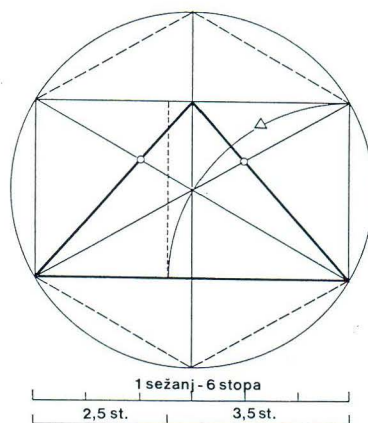
<sup>18</sup> Vidi: *M. Pejaković*, Starohrvatska sakralna arhitektura, Zagreb 1982, str. 10-19, 235-266.

<sup>19</sup> To znači da i visina trogirskog trokuta odgovara polumjeru kružnice unutar koje je upisan šesterokut iz kojeg je izveden pravokutnik s upisanim trokutom.



Mjere sadržane u trogirskom trokutu preuzete su, prenesene i »ugrađene« vjerojatno više puta u renesansne, a možda i kasnije građevine ovoga malog ali vrhunskim spomenicima bogatoga grada. Pogled na ovaj jedva primjetni uklesani trokut upućuje nas na kontemplaciju o mjeri, omjeru i proporciji kao temeljnim pretpostavkama strukturalnog jedinstva arhitektonskog djela i njegova sklada.

Uz to, nalaz trogirskog trokuta zanimljiv je i sam po sebi kao dokaz da u istraživanju i interpretaciji spomenika nema »dovršenog djela«. I onda kada vjerujemo da neko ostvarenje savršeno poznajemo, uvijek iznova možemo otkriti ne samo novu razinu značenja nego, kao što pokazuje ovaj primjer, čak i materijalno neka prije neuočena svojstva.



Odnos trokuta i temeljnih mjernih jedinica

Izložen na javnome mjestu, na prostoru najživljeg okupljanja - a ipak, nakon što je »izišao iz upotrebe«, stoljećima neuočen od nas neupučenih (ili »neposvećenih«), kao da je tajno pismo, pa sasvim slučajno otkriven<sup>20</sup> - trogirski projektantski i graditeljski geometrijski zapis zadivljuje kompleksnošću i jednostavnošću istodobno.

Sa zadovoljstvom ga objavljujem, jer smatram da i ovakav mali detalj obogaćuje dalmatinsku kulturnu baštinu i proširuje našu spoznaju povijesti arhitekture i graditeljstva u Hrvatskoj. Svjestan da je ovo tek prvi pokušaj njegova čitanja, a da vjerojatno ima i drugačijih, boljih i cjelovitijih mogućnosti interpretacije, sa zanimanjem ih očekujem.

<sup>20</sup> Pred zapadnim zidom krstionice proveo sam doslovno sate i sate promatrajući pomno tehniku klesanja svakoga kamenog bloka i svakog spoja analizirajući montažnu metodu o kojoj sam nedavno pisao. Pa ipak nisam bio uočio ovaj majstorski uklesani mjerni zapis, tanak kao nit konca. Tek nakon dva desetljeća intenzivnog proučavanja spomenika trogirске renesanse, ugledao sam ga jednoga podneva kad je bočna zraka zimskog sunca oštro ocrtala sjenom tanki urez na glatkoj površini zida.

## THE MEASURING TRIANGLE AT THE TROGIR BAPTISTERY

Radovan Ivančević

The author announces the discovery of an isosceles triangle inscribed at the base of the western facade of the baptistery that was built onto the Romanesque cathedral in Trogir in 1467. The author supposes this accurately inscribed triangle of relatively large dimensions (its base is 206.5 cm in length) to be an architectural measuring instrument which is divided into smaller lengths giving several units of measure. The triangle comprehends the lengths of all the more important units of measure from the longest perch (206.5 cm), through the pace (158 cm) and pole (141 cm), to the cubit (51 cm), foot (32.2 cm) and palm (8.2 cm). This public measuring instrument shows the units valid in 15th century Trogir, and was most probably used for the verification of the measurements in the architectural plans of Andrija Aleši (Andrea Alessi) and Nikola Firentinac (Nicolò di Giovanni Fiorentino). The triangle was possibly used in the finishing of the upper sections of the baptistery itself and later during the construction of Ursini's chapel, added to the northern side of the cathedral (according to a contract from 1468), also in the stone relieved retable of the "altar of Justice" in the Trogir loggia (1471) and perhaps too in other architectural and sculptural undertakings in the vicinity. The author further analyses other interpretations of this triangular form and leaves open the possibility of alternative explanations of its function.