Uticaj recipročnog zalančavanja harmoniskih razmera na proporciski sklop izvesnog fasadnog sistema, II

(Nastavak iz „Tehnike" br. 6/1954)

Ing. arh. **MILAN ZLOKOVIĆ**

D. K. 72.012 = 861

9) PRAKTIČNA PRIMENA RECIPROČNOG ZALANČAVANJA HARMONISKIH RAZMERA

Primena ovakvog načina zalančavanja moći će se najbolje prikazati na izvesnom fasadnom sistemu, razvijajući pri tome recipročnost polazne pravougaone slike koliko u horizontalnom toliko i u vertikalnom pravcu. A to je šematski izneto u dijagramu sl. 17, gde je pretpostavljeno da polaznom pravougaoniku odgovara pravougaonik RP, njegovoj prvoj recipročnoj slici pravougaonik SP, a drugoj pravougaonik TP. Time su stranama ova tri zalančana pravougaonika neposredno utvrdjena prva četiri člana geometriskog niza sa količnikom $k = \frac{m}{n}$ (m, n, celi brojevi) tj.:

$$AP : BP : CP : DP = 1 : k : k^2 : k^3 = 1 : \frac{m}{n} : \left(\frac{m}{n}\right)^2 : \left(\frac{m}{n}\right)^3$$

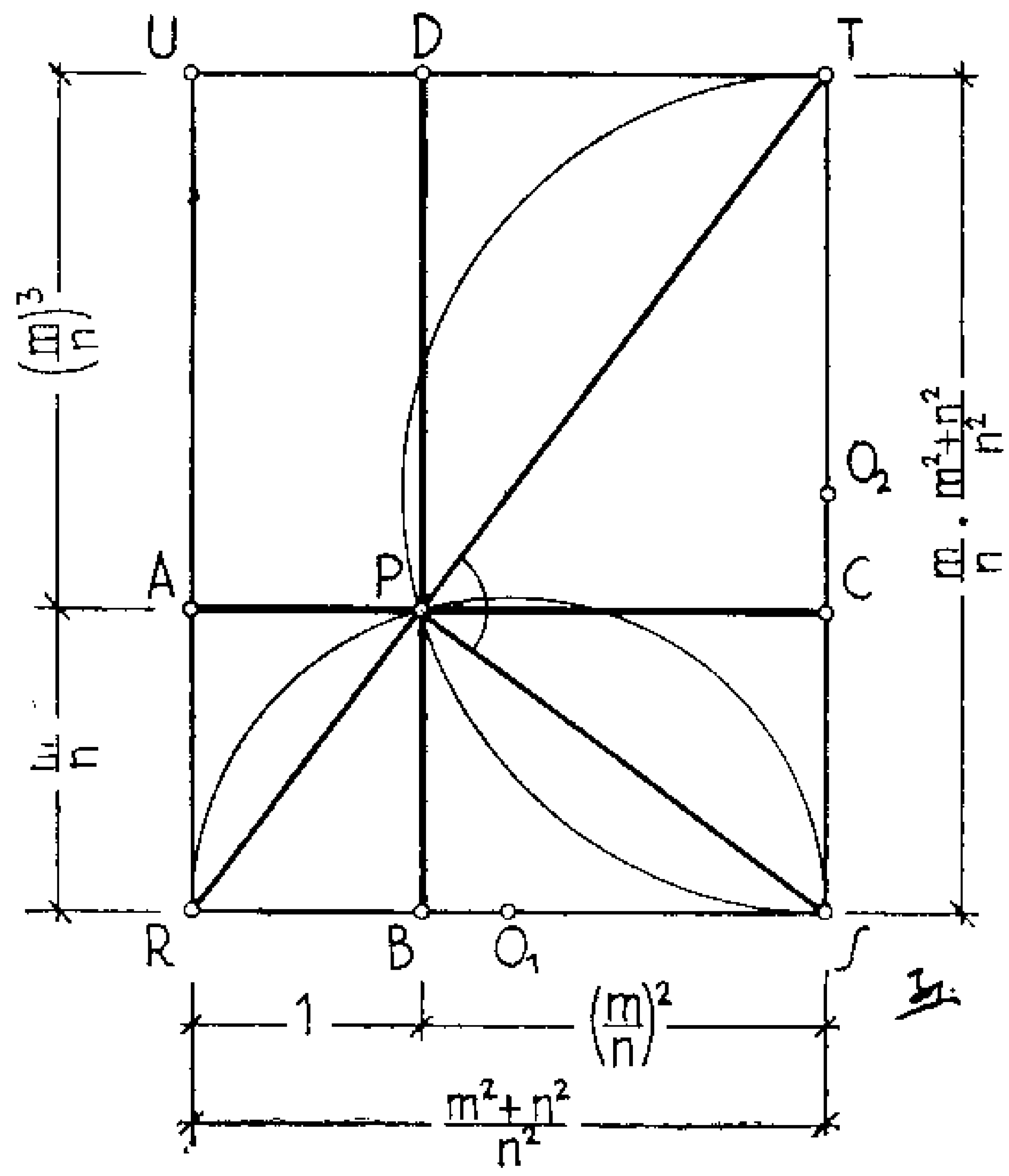
Opisanim pravougaonikom RT dobijen je dijagram kojim treba da budu regulisani potezi na osnovu specifične zalančanosti po srednjoj geometriskoj proporcionali.

Postavlja se pitanje: na kakav način koristiti u arhitektonskoj kompoziciji ovaj dijagram kada je mernim brojem $k = \frac{m}{n}$ izražen ekvivalent odredjene harmoniske razmere?

Na sl. 18 dat je na praktičnom primeru neposredan odgovor na ovo pitanje. Zamišljen je jednospratni fasadni sistem (suteren, prizemlje i sprat) zgrade neodredjene namene, sa promišljenim polaznim merama u oktametarskom sistemu 1 M = 12,5 cm.[3])

Pretpostavljena je harmoniska razmera kvarte $k = \frac{m}{n} = \frac{4}{3}$ kojom je definisan oblik prozorskog otvora (dvokrilnog prozora) u prizemlju zgrade. S obzirom na broj 3 u imenitelju harmoniske razmere (odnosno mernog broja) usvojena je za širinu otvora mera deljiva ovim brojem: 9 M = 112,5 cm, a pomoću koje je neposredno utvrdjena i visina samog otvora: 12 M = 150 cm.

Dalje mere su strogo uslovljene (sl. 17). Tako sada neposredno slede neodredjene veličine osnog razmaka i visine sprata iz $1 + k^2 = \frac{n^2 + m^2}{n^2} = \frac{9 + 16}{9} = \frac{25}{9}$ i



Sl. 17 — Polarni raspored prva četiri člana geometriske progresije sa količnikom m/n (m, n, celi brojevi)

$\left(\frac{m}{n}\right)^2 = \frac{64}{27}$, što prevedeno u oktametarski sistem utvrdjuje osnovne mere fasadnog elementa:

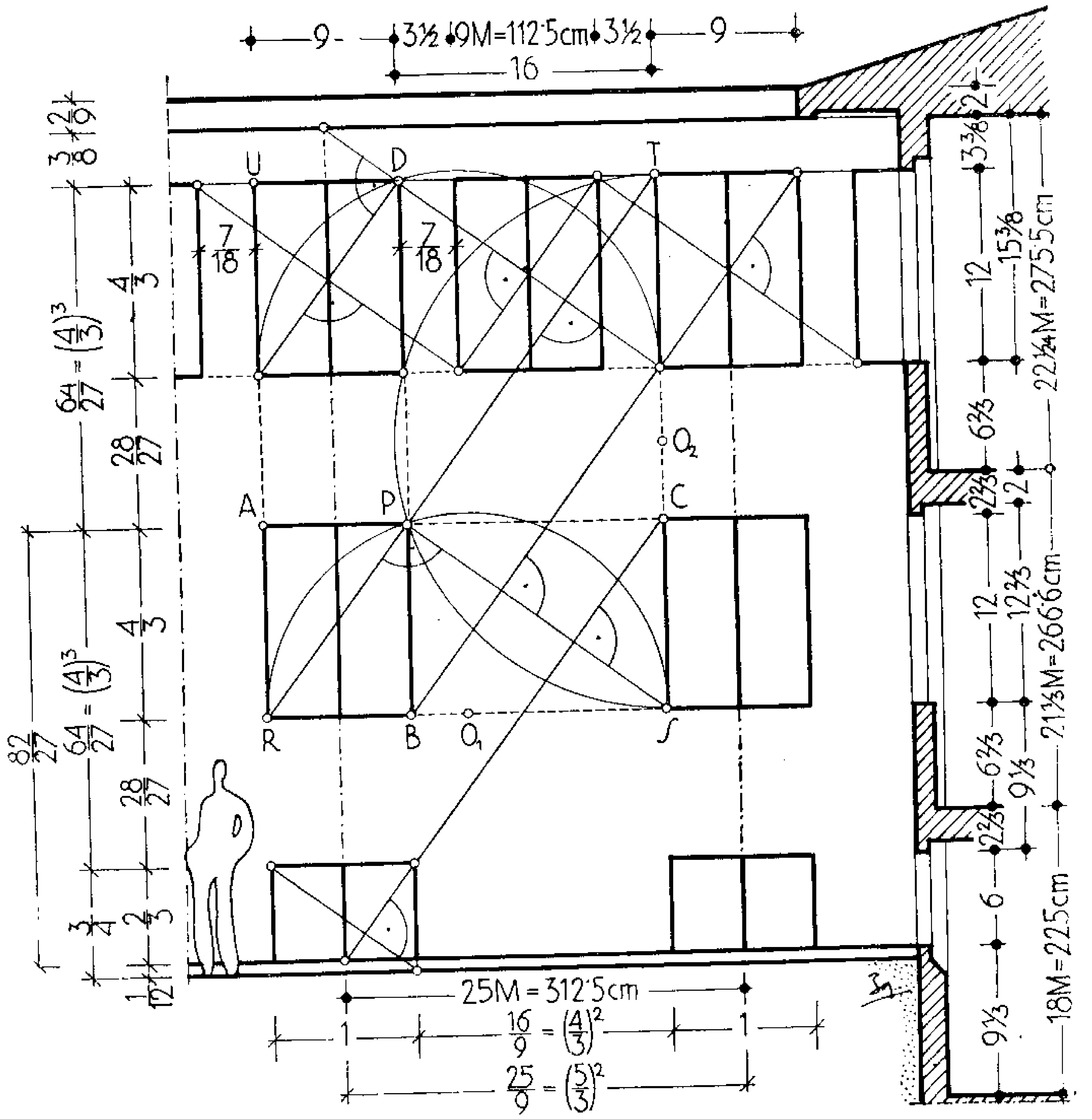
$$a = 25\ M = 312{,}5\ cm;$$

$$h = \frac{64}{3}\ M = 21\frac{1}{3}\ M = 266{,}6\ cm.$$

Potrebno je, pre nego što se pristupi daljem radu, proveriti da li su gornje mere, funkcionalno vezane za dimenzije otvora, zaista i u funkcionalnoj zavisnosti od bitnih zahteva samog gradjevinskog programa? Tek ako jesu, treba pristupiti sklapanju fasadnog dijagrama kao što je to uradjeno na sl. 18, a služeći se u celosti podacima koji su prethodno precizirani u dijagramu sl. 17. Radi veće jasnoće ponovljene su oznake tačaka iz sl. 17 na sl. 18 i time ukazano na specifični položaj osnovnog proporciskog dijagrama u sklopu zamišljenog fasadnog sistema.

Adresa autora: Ing. arh. Milan Zloković, redovan profesor i dekan Arhitektonskog fakulteta TVŠ, Beograd

[3]) Vidi moju prethodnu studiju u „Tehnici" 2 (1954): „O PROBLEMU MODULARNE KOORDINACIJE MERA U ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU"



Sl. 18 — Fasadni sistem, zasnovan na harmoniskoj razmeri kvarte (k = 4/3), uz neposrednu primenu dijagrama RT iz sl. 17. Širina otvora kao neodredjena jedinica mere. Kote u oktametarskom sistemu. Zidovi i tavanice dimenzionisani na osnovu standardnih mera elemenata „Durisol"

Polazni prozorski tip zastupljen je i na spratu. Suterenski prozor, medjutim, smanjen je na polovinu polazne prozorske visine. Raspored prozora u prizemlju odgovara dijagramu na sl. 2 d, a onaj na spratu, usled interpolovanog prozora, dijagramu na sl. 3.

Visina od gornje ivice spratnih prozora do donje ivice strehe uključena je u osnovni proporciski dijagram: $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{k} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$, čime je znatno povećana visina sprata u odnosu na relativno malu visinu prizemlja.

Ovim su iznete glavne karakteristike fasadnog sistema na sl. 18. Treba podvući da su, bez izuzetka, svi potezi na kojima je zasnovan proporciski dijagram ovog fasadnog sistema strogo potčinjeni postavljenom principu konsekventnog zalančavanja po srednjoj geometriskoj proporcionali. Napomenuću uzgred da se u pomenutom sistemu, zahvaljujući ovoj specifičnoj pogodbi, nazire baš ona izrazita vrsta proporciske uskladjenosti koju veoma često susrećemo u mnogim arhitektonskim ostvarenjima prošlosti.[4])

Drugi primer, zalančan po istom proporciskom principu, iznet je na sl. 19 i zasnovan je, ovog puta, na harmoniskoj razmeri kvinte: $k = \frac{m}{n} = \frac{3}{2}$. Po broju spratova, zadržano je, kao i u prethodnom sistemu — podrum, visoko prizemlje i sprat.

Polazeći od veličine prozorskog dvokrilnog otvora, usvojeno je za njegovu širinu: $a_o = 8\,M = 100$ cm, za visinu: $h_o = \frac{3}{2}\,a_o = 12\,M = 150$ cm.

Analogno slede dalje:

1) osnovni osni razmak

$$a = (1 + k^2)\,8\,M = \frac{13}{4} \cdot 8\,M = 26\,M = 325\text{ cm};$$

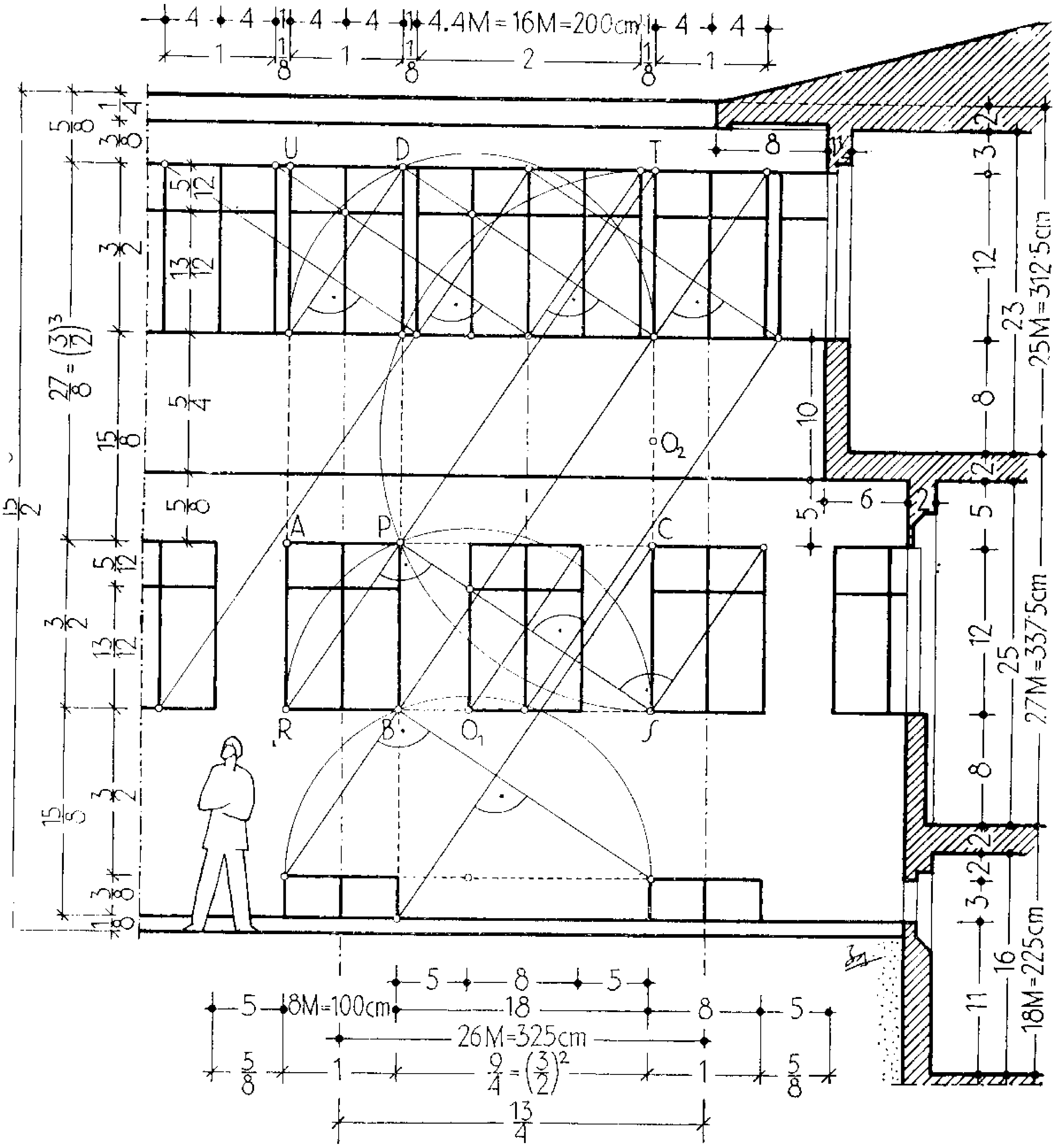
2) visina prizemlja

$$h = k^3 \cdot 8\,M = \frac{27}{8} \cdot 8\,M = 27\,M = 337{,}5\text{ cm}.$$

Na osnovu gornjih mernih podataka, direktno vezanih za dijagram sl. 17, složen je fasadni sistem u koji su uklopljene kombinacije iznete na sl. 10 i 11 i to: prema sl. 10 za raspored prozora u prizemlju $\left(\frac{a}{2} = 13\,M = 162{,}5\text{ cm}\right)$, prema sl. 11 za kontinualni prozorski niz na spratu.

Dobijeni fasadni sistem je posledica smišljenog rukovanja potezima unapred utvrdjenog proporciskog dijagrama. Primenjeni dijagram odlikuje se u ovom kon-

[4]) Na sličan način zalančavanja naišao sam proučavajući profanu kamenu arhitekturu našeg južnog primorja u razdoblju od XVI do XIX veka. Verujem da je pojava recipročnih mernih odnosa na mnogim gradjevinama ipak samo posledica nasledjenih i mehanički prenošenih receptura čije poreklo treba tražiti u srednjevekovnim cehovima i u još daljoj prošlosti — u kompoziciskim metodama antičkog doba.



Sl. 19 — Fasadni sistem, zasnovan na harmoniskoj razmeri kvinte (k = 3/2), uz ponovljenu primenu dijagrama R1 iz sl. 17, inače u svemu prema napomenama iz prethodne slike

kretnom slučaju kristalnom jasnoćom i doprinosi na najdosledniji način vizuelnom utisku uskladjene celine postignute pomoću delova koji je sačinjavaju.

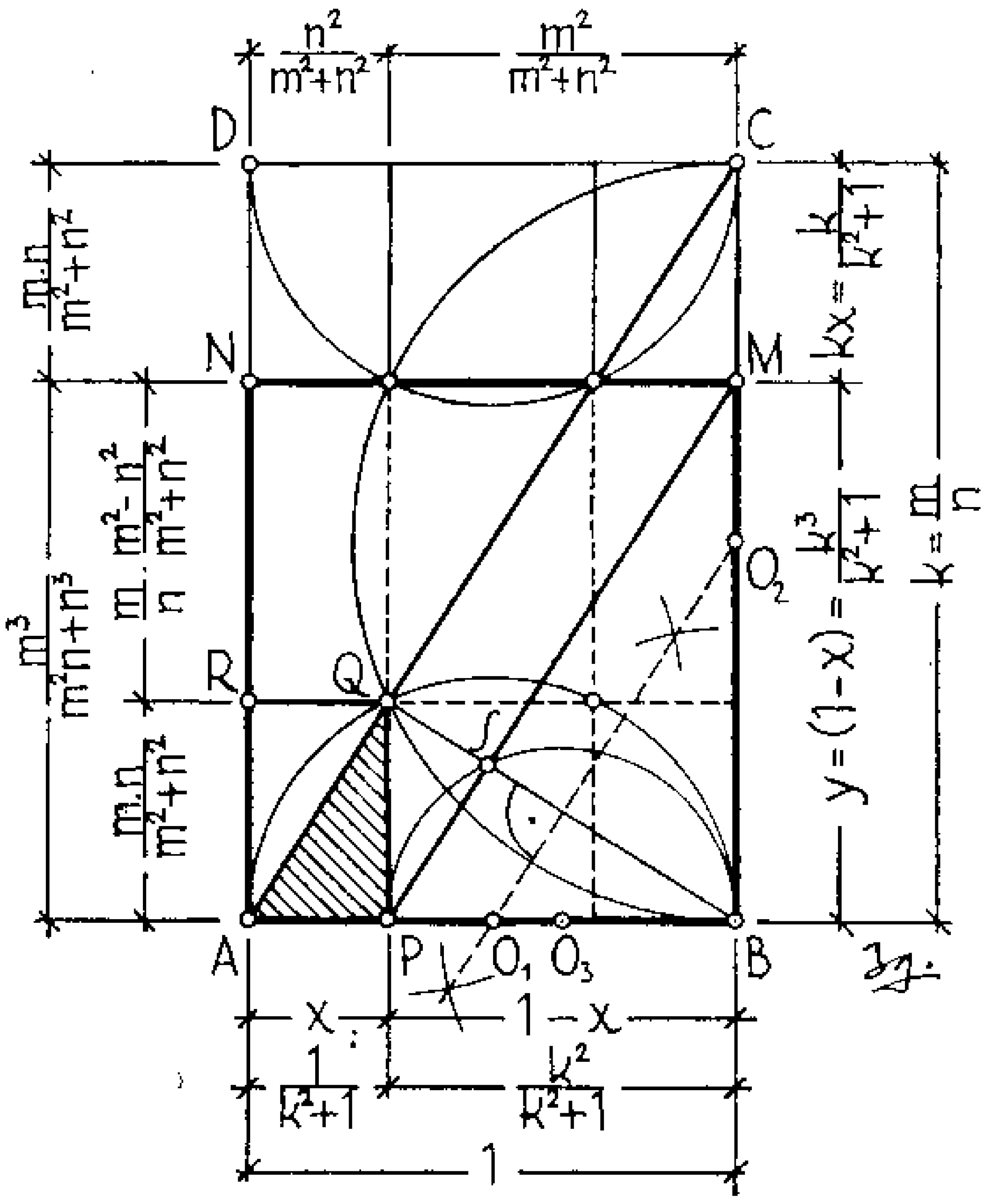
Sistem na sl. 19, u poredjenju sa onim na sl. 18, ističe se još i jednostavnošću svojih mera dobijenih na osnovu neodredjene jedinice mera, izjednačene sa širinom dvokrilnog prozora, čime je bilo omogućeno da pri njihovom prevodjenju u oktametarski sistem, sve imenovane mere od reda budu iskazane kotama u **celim** modularnim brojevima. Od toga, prema sprovedenom načinu zalančavanja, čine jedino izuzetak utvrdjene visine donjih i gornjih krila prizemnih i spratnih prozora u medjusobnom odnosu $\frac{26}{3}M : \frac{10}{3}M = 13 : 5 \approx \varnothing^2$, a što, sasvim razumljivo, ne isključuje i drugi mogući medjusobni odnos: $\frac{24}{3}M : \frac{12}{3}M = 8\,M : 4\,M = 2 : 1$. Takav odnos, a to treba reći, ne bi svakako bio u neskladu sa predloženim fasadnim rešenjem ako se uzme u obzir da je on jedanput već sproveden izmedju visine parapetnog pojasa spratnog ispada i prizemnog natprozorskog pojasa do donje ravni ovog ispada tj. $10\,M : 5\,M = 2 : 1$.

Od naročitog je interesa pojava brojeva Fibonaccijevog niza 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 ... u merama predloženog rešenja, čime je jasno nagoveštena srodnost ovog harmoniskog proporciskog sistema sa elastičnim iracionalnim sistemom $\varnothing$ tj. sa sistemom „zlatnog preseka" ili neprekidne podele.

Ako sada obratimo pažnju na estetsku stranu predloženih kombinacija (sl. 18 i 19), onda se naročito kod ove poslednje ne bi mogla poreći postignuta stilska srodnost sa tipičnim primerima drvenih skeletnih gradjevina balkanskog područja.

Fasadni sistem na sl. 19 projektovan je takodje bez neke unapred utvrdjene programske namene. Ipak se može reći da bi se namena zgradi, s obzirom na povoljne dimenzije osnog razmaka i visine pojedinih spratova, mogla lako naći kao npr. za administrativne, upravne, vaspitne ili zdravstvene ustanove.

Konačno — postavlja se pitanje: zašto je u izneta dva fasadna sistema otstupljeno od osnovnog principa da se neodredjenom jedinicom mere obeleži osni razmak, a mernim brojem visina sprata? I da li je uopšte moguće prilagoditi zalančavanje po geometriskoj proporciji, uslovljavajući pritom neku odredjenu razmeru koja će se sem za jedinstven slučaj $k = \sqrt{\varnothing} = \sqrt{\frac{\sqrt{5}+1}{2}}$, bezuslovno razlikovati od datog mernog broja?[5] Odgovor nije težak ako se dopusti zavisnost visine sprata od datog osnog razmaka i od date razmere kao mernog broja otvora i u isto vreme i količnika geometriskog niza. U tom slučaju poslužićemo se dijagramom koji je iznet na sl. 17 i preradjenog, sa izmenjenim oznakama, vidimo ga ponovo na sl. 20.



Sl. 20 — Polarni dijagram iz sl. 17 sa promenjenim oznakama: izjednačavanje osnog razmaka sa neodredjenom jedinicom mere uz datu, utvrdjenu razmeru kurentnog otvora

Iz sl. 20 sledi:

da je dato: $AB = 1$ .... osni razmak;

$\frac{BC}{AB} = \frac{PQ}{AP} = \frac{k}{1} = k = \frac{m}{n}$ .. merni broj otvora i količnik geometriskog niza;

da se traži: $AP = x$ ...... širina otvora;

$BM = y$ ...... visina sprata i ujedno merni broj fasadnog polja spratnog elementa.

Rešenje:

$$k^2 . x^2 = x(1 - x); \quad x = \frac{1}{k^2+1} = \frac{n^2}{m^2+n^2};$$

$$1 - x = \frac{k^2}{k^2+1} = \frac{m^2}{m^2+n^2};$$

$$y = k(1 - x) = \frac{k^3}{k^2+1} = \frac{n^3}{m^2 n + n^3}.$$

Pretpostavimo sada, kontrole radi, da nam je, prema primerima na sl. 18 i 19, dat osni razmak i odgovarajuća razmera otvora.

Imaćemo, dosledno gornjoj vrednosti za y kojom se utvrdjuje merni broj fasadnog elementa i to konkretno prizemnog sloja:

1) za slučaj na sl. 18:

$$k = \frac{4}{3}; \quad y = \frac{64}{16 \cdot 3 + 27} = \frac{64}{75} \text{ tj } y = \frac{64}{27} \cdot \frac{9}{25} = \frac{64}{75};$$

2) za slučaj na sl. 19:

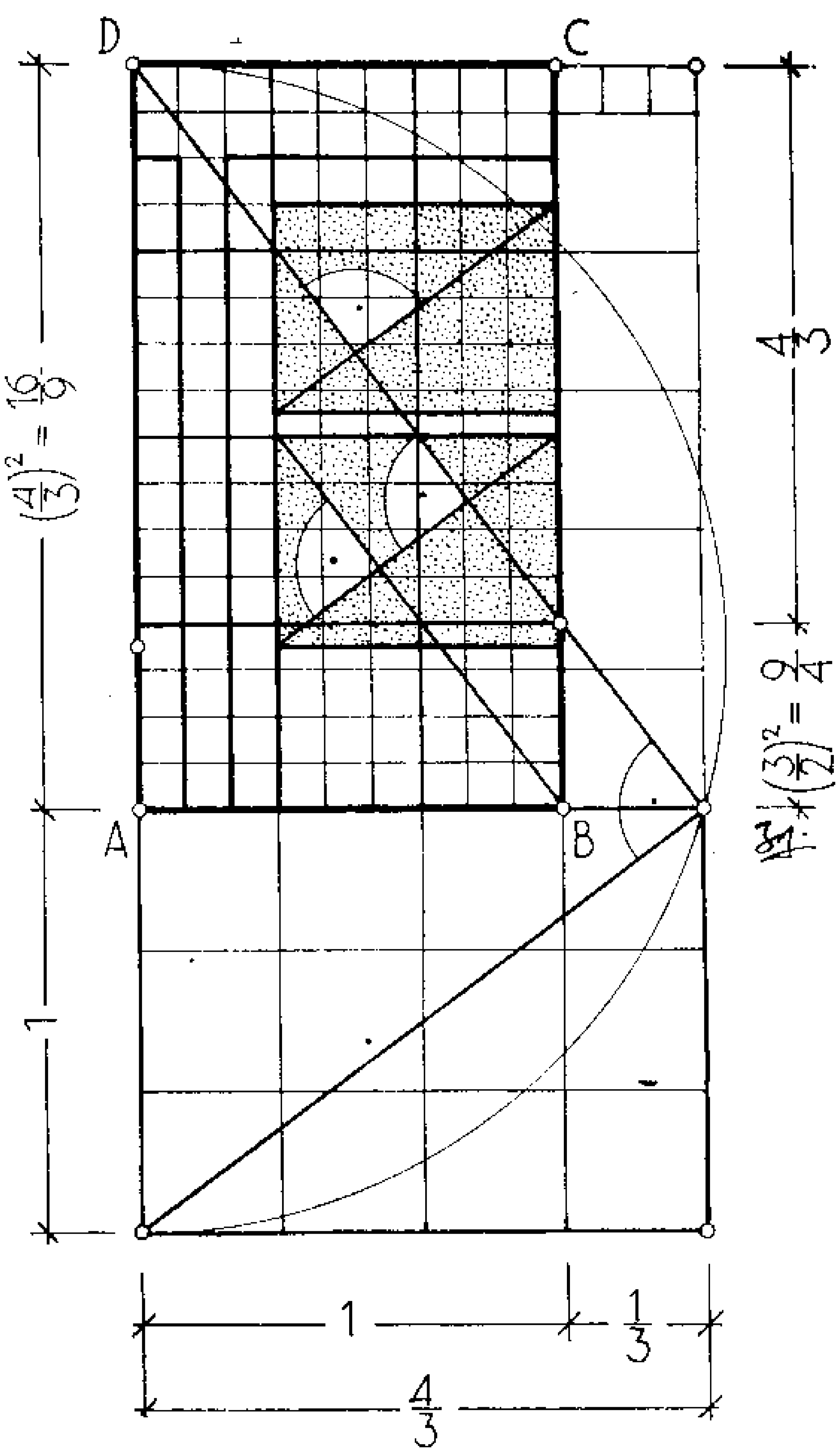
$$k = \frac{3}{2}; \quad y = \frac{27}{9 \cdot 2 + 8} = \frac{27}{26} \text{ tj. } y = \frac{27}{8} \cdot \frac{4}{13} = \frac{27}{26}.$$

Nalazim da je gornjim izlaganjem u dovoljnoj meri objašnjen i istaknut kompozicioni postupak oko proporcionisanja po srednjoj geometriskoj proporcionali na osnovu nekog datog geometriskog ili, u užem smislu, harmoniskog odnosa kojim je odredjen oblik glavnih otvora zamišljenog fasadnog sistema.

10) DRUGI STEPEN HARMONISKE RAZMERE KAO MERNI BROJ FASADNOG ELEMENTA

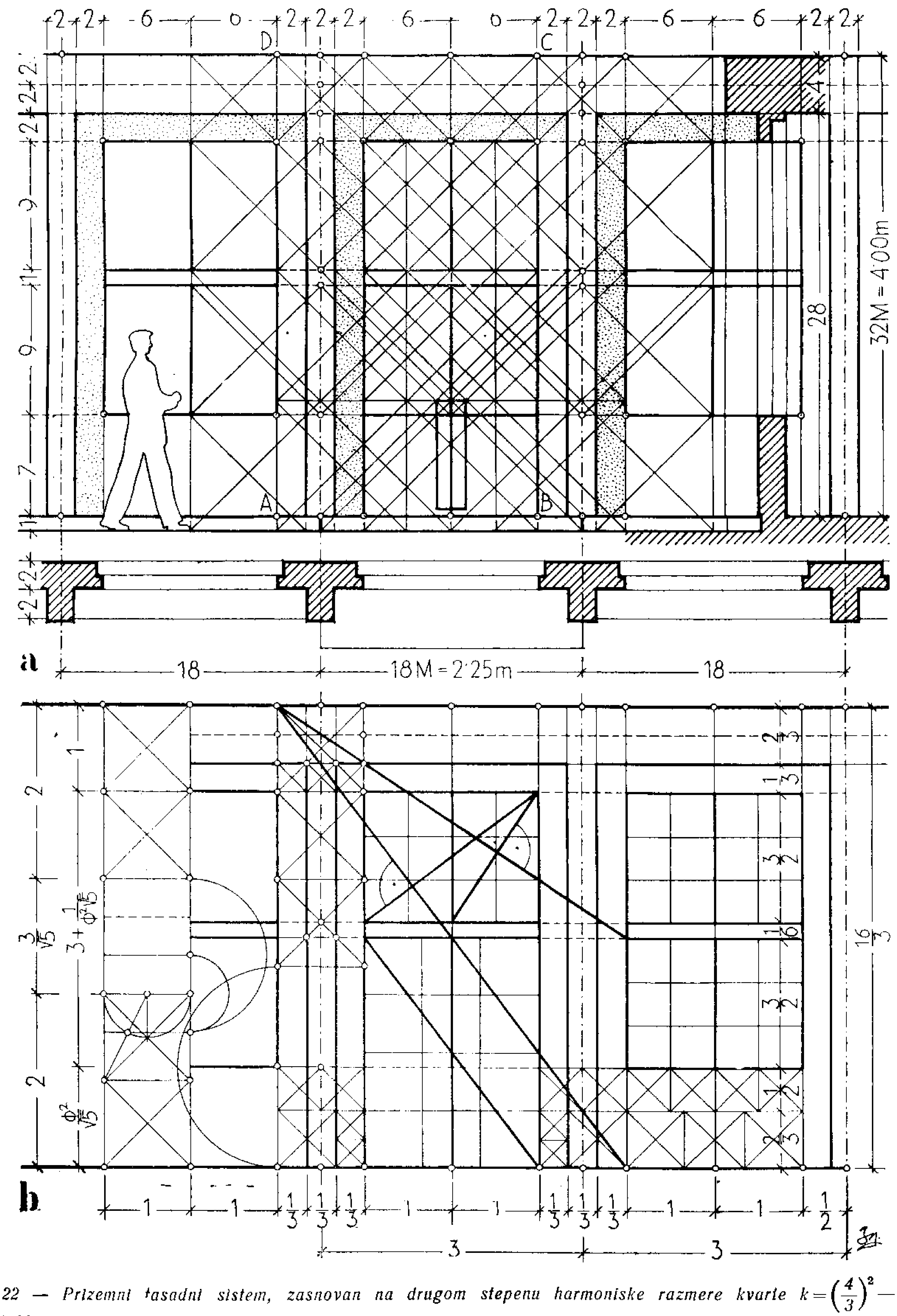
U okviru ove studije smatrao sam za potrebno da na kraju skrenem pažnju na značaj mernog broja fasadnog elementa kada se njegova vrednost poklapa sa drugim stepenom (kvadratom) izvesne harmoniske razmere:

$$k = \left(\frac{m}{n}\right)^2; \quad m > n; \quad m, n \ldots\ldots \text{ celi brojevi.}$$



Sl. 21 — Prikaz mernog broja $k = \left(\frac{m}{n}\right)^2 = \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{16}{9}$, *čiji su koren i njegova recipročna vrednost bili osnov kod utvrdjivanja glavnih poteza fasadnog dijagrama ABCD*

[5] O izvanrednoj i izuzetnoj važnosti mernog broja $k = \sqrt{\varnothing} = 1{,}272$ biće govora u posebnoj studiji



Sl. 22 — Prizemni fasadni sistem, zasnovan na drugom stepenu harmoniske razmere kvarte $k=\left(\frac{4}{3}\right)^2=\frac{16}{9}=\frac{32\ M}{18\ M}=\frac{400\ cm}{225\ cm}$*, u punoj saglasnosti sa dijagramom na sl. 21. Horizontalni odnos mase prema otvoru:* $\frac{d}{a_0}=\frac{6\ M}{12\ M}=\frac{75\ cm}{150\ cm}=\frac{1}{2}$*. Uskladjenost sistema paralelno je objašnjena pomoću „metode kvadrata“, metode „upravnih dijagonala“ i prevodjenja visina u sistem neprekidne podele*

Da bih pokazao vezu koja postoji izmedju harmoniske razmere i njenog kvadrata kada je ovaj zamišljen kao merni broj fasadnog elementa, poslužio sam se opet praktičnim primerom i pretpostavio $k = \left(\frac{m}{n}\right)^2 = \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{16}{9}$. U dijagramu na sl. 21, u sklopu dva u vertikalnom pravcu postavljena recipročna pravougaonika za $k = \frac{4}{3}$ (sl. 2 b i d), izdvojio sam polje koje odgovara pretpostavljenoj kombinaciji. Osnom razmaku odgovaraju tri razmaka osnovne mreže $3 \cdot \frac{1}{3} = 1$; deobom ovog razmaka na dalja tri jednaka dela, podeljen je osni razmak konačno na 9 delova i, u vezi s tim, visina fasadnog elementa na 16 delova.

Imajući u vidu spratni element neke zgrade za koju se nameće povećana spratna visina, usvojio sam, pridržavajući se gornje pretpostavke $\left(k = \frac{16}{9}\right)$, sledeće, u oktametarski sistem uvršćene mere:

$a = 18\,M = 225$ cm, osni razmak;

$h = 32\,M = 400$ cm, visina sprata;

$d = 6\,M = 75$ cm, širina mase medju otvorima;

$a_o = 12\,M = 150$ cm širina otvora;

$h_p = 7\,M = 87{,}5$ cm, visina parapeta;

$h_m = 6\,M = 75$ cm, visina mase nad otvorima;

$h_o = 19\,M = 237{,}5$ cm, visina prozorskog otvora;

$h_k = 4\,M = 50$ cm, jačina medjuspratne konstrukcije;

$d' = 2\,M = 25$ cm, širina istaknutih stubaca (pilastera).

Time su utvrdjene glavne mere fasadnog elementa. Podela prozora izvršena je po širini na 2 jednaka dela ($a_o = 2 \cdot 6\,M = 12\,M$), a po visini, umetanjem ojačene prečage koja razdvaja gornje od donjeg krila tačno njenom sredinom, opet na 2 jednaka dela tj. $h_o = (9 + 1 + 9)\,M = 19\,M$

U pogledu namene, mere ovog fasadnog sistema nalaze se veoma često, napr. na istaknutijim upravnim i poslovnim zgradama, na bolnicama[6]), čitaonicama, restoranima itd., i to sasvim razumljivo sa različitom obradom detalja. Vodjeno je računa da prolazna visina ulaznih (ili balkonskih) vrata bude dovoljna: $(7 + 9)\,M = 16\,M = 200$ cm.

Na osnovu gornjeg fasadnog dijagrama (sl. 21) prikazan je na sl. 22a, u razradjenijem obliku, fasadni sistem jednog prizemnog objekta, u celim oktametarskim kotama. Postignuta uskladjenost pojedinih delova medju sobom i sa celinom pokazana je pomoću „metode kvadrata".[7])

Da bi se uskladjenost ove kompozicije što vidnije istakla, podvučena je na sl. 22b njena proporciska struktura kroz sistem lamela čija širina, kao neodredjena jedinica mere, odgovara trećini osnog razmaka tj. širini mase medju otvorima ili polovini širine otvora.

Uskladjenost se dokazuje:

1) pomoću metode „upravnih dijagonala" planimetrískih kombinacija zasnovanih na recipročnosti harmoniskih razmera kvarte i kvinte (4/3 i 3/2);

2) pomoću prevodjenja visina u sistem neprekidne podele[8]):

$$\frac{\varnothing^2}{\sqrt{5}} \approx \frac{21}{8} \cdot \frac{4}{9} = \frac{7}{6} \text{ (visina parapeta);}$$

$$\frac{1}{\varnothing^2}\frac{}{\sqrt{5}} \approx \frac{3}{8} \cdot \frac{4}{9} = \frac{1}{6} \text{ (visina ojačane prozorske prečage);}$$

$$4 + \frac{3}{\sqrt{5}} \approx 4 + \frac{3 \cdot 4}{9} = \frac{16}{3} \text{ (visina fasadnog elementa).}$$

Jednakost mernog broja fasadnog elementa sa drugim stepenom izvesne harmoniske razmere pretstavlja, kako se to vidi iz gornjeg primera, činjenicu od znatnog uticaja na estetsku sadržinu odgovarajuće fasadne kombinacije.

11) ZAVRŠNE NAPOMENE

Kompoziciske metode, zasnovane na recipročnoj zalančanosti harmonskih razmera, imale su nekada dalekosežni uticaj na arhitektonsko uobličavanje. Iz primera, iznetih u ovoj studiji i koncipovanih slobodno, prema današnjim potrebama i novim konstruktivnim mogućnostima, može se zaključiti da kompoziciske metode, podredjene napred istaknutom proporciskom principu, nisu ni najmanje u opreci sa formalnim nedovoljno prečišćenim tendencijama kojima su prožeta stremljenja u savremenoj arhitekturi.

Primena ovakvih kompoziciskih metoda sužava u izvesnoj meri broj mogućih kombinacija ali njihov broj, s druge strane, ostaje još uvek toliko velik da se izbor jedne od njih ni u kom slučaju neće pretvoriti u mehaničku radnju i time dovesti u pitanje princip slobodnog stvaralaštva.

Pravilan kompoziciski postupak u arhitekturi zahteva promišljen izbor odredjenih kompoziciskih elemenata. Njihovo **svesno** povezivanje u celinu biće sprovodljivo samo na osnovu neke jasno unapred definisane proporciske zakonitosti. U ovoj studiji, ona se ispoljila u igri recipročno zalančanih harmoniskih razmera.

---

[6]) Napominjem da sam se kod projektovanja bolnica, posle svestrane analize bolesničke sobe sa 4 ili 6 postelja, konsekventno pridržavao pomenutih mera smatrajući ih optimalnim za naše prilike i tehničke mogućnosti.

[7]) FRANÇOIS BENOIT, L' ARCHITECTURE. L'Occident Médieval romano-gothique et gothique, Paris, 1934, 303. — Tumačeći mogućnost primene raznih proporciskih sistema na istu kompoziciju (kao primer je uzet glavni izgled katedrale Notre-Dame u Parizu), autor iznosi, medju četiri varijante, kao prvu onu koja je omogućena pomoću „metode kvadrata" (ostale tri varijante počivaju na „harmoniji zasnovanoj na sličnosti slika" i na „ritmu po zlatnom preseku").

[8]) Napominjem da je prevodjenje fasadne lamele u sistem neprekidne podele sprovedeno analogno načinu iznetom u nekoliko primera moje već citirane studije.