

# TEHNIKA

ORGAN SAVEZA  
INŽENJERA I TEHNIČARA FNRJ

GODINA IX — 1954

BEOGRAD

BROJ 2

Milan Zloković

## **O problemu modularne koordinacije mera u arhitektonskom projektovanju**

Le problème de la coordination modulaire  
dans la composition architecturale



# O PROBLEMU MODULARNE KOORDINACIJE MERA U ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU

Ing. arh. MILAN ZLOKOVIĆ

D. K. 72.012.3 = 861

## 1) O VELIČINI GRADJEVINSKOG MODULA

Naši stručnjaci, kojima je povereno unapredjenje kvalitativne proizvodnje u građevinarstvu sprovođenjem promišljene standardizacije pojedinih građevinskih elemenata, pokrenuli su zaista krupno i neodložno pitanje njihove tzv. modularne koordinacije na osnovu jedne stalne i definitivne merne jedinice nazvane *građevinski modul*. Pitanje je do danas ostalo otvoreno i nerešeno. Propisivanje zakonske *veliĉine* građevinskog modula kome sistematski treba podvrgnuti mere svih sastavnih delova zgrade kroz proces industrijske prefabrikacije, predstavlja ozbiljan i odgovoran poduhvat iz razloga što će tada neminovno svi ostali standardi biti zasnovani na ključnom standardu o veličini modula koji im, sasvim razumljivo, mora logično prethoditi.

Uzimajući u obzir da se naša građevinska industrija nalazi tek u svojoj početnoj razvojnoj fazi, problem modularne koordinacije mera moći će se sprovesti svakako bez svih onih teškoća sa kojima su se sukobljavale zemlje sa jako razvijenim industrijskim potencijalom. Prve su bile SAD koje su na osnovu predloga A. B. M. i S. A. usvojile i ozvaničile građevinski modul od  $4'' = 10,16 \text{ cm}$  što je mnoge zemlje sa metarskim sistemom mera navelo da kratkim postupkom usvoje građevinski modul od 10 cm tj. *desetnu podelu metra*, na prvi pogled najlogičnije rešenje jer se zadržavaju odnosno ne remete odlike i preimущества decimalne podele. Konačno je, na III Kongresu međunarodnog udruženja arhitekata, koji je održan septembra 1953 g. u Lisabonu, doneta jednoglasna preporuka predstavnika 37 zemalja (uključivši SAD i SSSR) o veličini građevinskog modula od 10 cm odnosno  $4''$ <sup>1)</sup>

Time bi se moglo smatrati da je pitanje optimalne veličine građevinskog modula u načelu rešeno.

Moje je mišljenje, međutim, da to nije slučaj i da je odluka, koja je u suštini doneta pod dobronamernim pritiskom industrijskih krugova, samo paliativne prirode. Nije, naime, vodjeno dovoljno računa o pravilnom odnosu građevinskog prema *projektantskom* modulu.

Pod *projektantskim modulom* treba razumeti otstojanje mereno u osnovi izvesnog građevinskog objekta od sredine do sredine dve oslone tačke, u praksi nazvano: *osni razmak*.

Optimalna *veliĉina* projektantskog modula je ključna mera projekta i njen konačni izbor predstavlja najodgovorniji potez svakog arhitekta u početnoj fazi njegovog rada. Značaj koji pripada ovoj izvornoj meri je, prema tome, presudan i za ostale mere projekta. A sve one, po mogućstvu, trebalo bi da budu izražene celim brojevima — sa činiteljima građevinskog odnosno standardnog modula. Ovom prilikom korisno je podvući konciznu američku definiciju modula:

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

„Standardni modul je jedinica od  $4''$ , upotrebljena kao standardni merni dodatak u razmaku standardne mreže. Standardna mreža predstavlja prostorni (tridimenzionalni) ortogonalni koordinatni sistem na koji se nadovezuju sve građevinske mere, glavne i detaljne“<sup>2)</sup>

## 2) PROJEKTANTSKE MERNE JEDINICE

Veličina građevinskog modula biće samo onda pravilno postavljena ako zaista bude u punoj funkcionalnoj zavisnosti od jedne polazne antropomorfne projektantske merne jedinice, odnosno od takve jedinice čija će se veličina smišljeno zasnivati na merama čoveka. Jasno je pri tome da ona ni u kom slučaju neće moći da se identifikuje sa apstraktnom metarskom jedinicom. Dovoljno je da se osvrnemo na razne sisteme mera u prošlosti, u mnogim zemljama i danas još u važnosti, pa ćemo konstatovati da su svi ti sistemi, bez razlike, antropomorfnog tipa. U svima njima nailazimo na merne kombinacije koje, prevedene na metarski sistem, prelaze metarsku jedinicu za oko 20 do 30%.

U zemljama gde je u upotrebi anglo-saksonski ili engleski sistem mera, zapažamo da veličina polaznog projektantskog modula nije  $4'' \cdot 10 = 40'' = 101,6 \text{ cm}$  nego  $4'' \cdot 12 = 48'' = 121,92 \text{ cm}$ , čime se već, u samom početku, indirektno iskazuje da građevinski modul od 10 cm treba ustvari shvatiti kao *dvanaesti* deo polaznog projektantskog modula od 120 cm. Zanimljivo je ovom prilikom izneti da je i kod nas, u studentskim projektima za prefabrickovane zgrade za stanovanje, usvojena polazna projektantska modularna mreža sa modulom od 1,20 m a ne od 1,00 m, što predstavlja dokaz više o nepodesnosti jednometerske jedinice u projektovanju.

Osvrnimo se sada na *osmičnu* podelu metra ili na tzv. *oktometarski* sistem po E. Neufert-u<sup>3)</sup> i na moguću građevinski modul od 12,5 cm koji iz nje proizilazi. Ovaj modul

<sup>1)</sup> Integralni tekst preporuke IUA (International Union of Architects) iznet je u „THE BUILDER“-u, London, 1953, vol. CLXXXV, 702.

<sup>2)</sup> AMERICAN STANDARD BASIS FOR THE COORDINATION OF DIMENSIONS OF BUILDING MATERIALS AND EQUIPMENT (A 62.1 - 1945); 2. 1. 7. Standard Module, 2. 1. 8. Standard Grid.

<sup>3)</sup> ERNST NEUFERT, BAUORDNUNGSLEHRE (BOL), Berlin, 1943. Ova knjiga, u prevodu Vladimira Potočnjaka, objavljena je pod naslovom PRAVILA GRAĐEVINARSTVA 1952 g. u Beogradu.

Pisac daje ubedljive i iscrpne dokaze o celishodnosti osmične podele metra. Knjiga, po mome shvatanju, predstavlja dragocen prilog akutnom problemu modularne koordinacije u građevinarstvu (industrijskom i stanbenom). Manje je uspela primena osmične podele u savremenom projektovanju, verovatno iz razloga što je, u doba kada je knjiga pisana i izdata, arhitektura u Nemačkoj bila pod stegom izopačenih umetničkih strujanja.



-- s obzirom na nesumnjiva preimućstva decimalne podele -- možemo shvatiti kao *deseti* deo polaznog projektantskog modula od 125 cm  $\approx 5''$ :

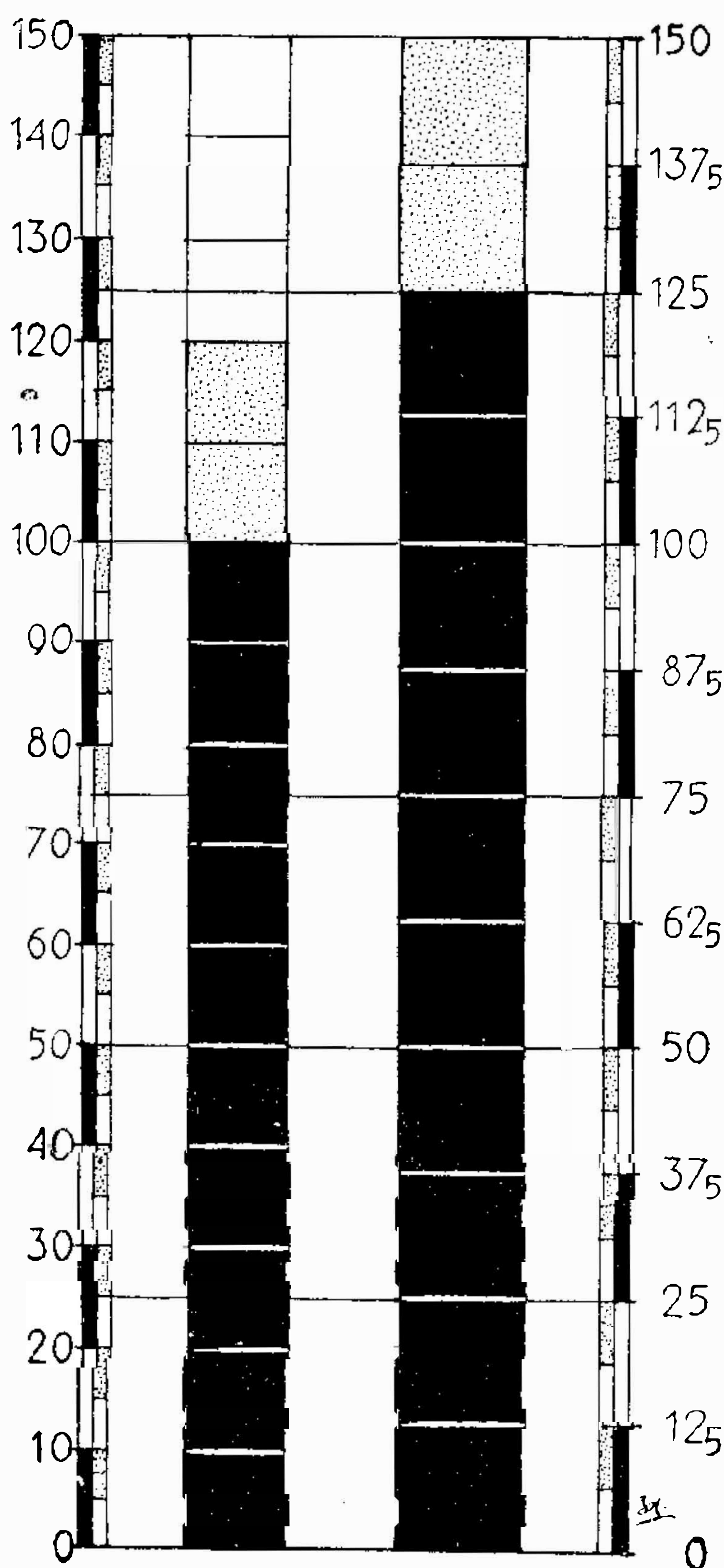
$$\frac{125 \text{ cm}}{10} = 12,5 \text{ cm} \approx 5''.$$

A to u suštini znači povećanje dosadašnje metarske jedinice za 25%. Ona -- ovako povećana i decimalno podeljena -- predstavljaće, pod imenom „modulmetar“, nov i važan metrološki pojam u arhitektonskom projektovanju.

### 3) UPOREDNI PREGLED DOSAD IZNETIH VELIČINA GRADJEVINSKOG MODULA

Izvršićemo poredjenje pojedinih veličina gradjevinskog modula, i to sa sledećim oznakama:

- (a)  $1 \bar{M}' = 4'' = 10,16 \text{ cm}$  Bemis-ov modul;
- (b)  $1 M = 5'' = 1,25 \bar{M}' = 12,7 \text{ cm}$  za mogući petčrtvrtinski Bemis-ov modul;
- (c)  $1 M' = 10 \text{ cm}$  za modul po desetnoj podeli metra;
- (d)  $1 M = 12,5 \text{ cm}$  za Neufert-ov modul po osmičnoj (oktametarskoj) podeli metra.



Sl. 1 — Dijagram uporedne podele metarske jedinice na 10 i 8 podelaka, odnosno dužine od 150 cm na 15 i 12 podelaka

Uzimajući Neufert-ov modul kao polazni, vezu između napred izneta četiri gradjevinska modula možemo iskazati na sledeći način:

$$1 M = \left(1 + \frac{25}{100}\right) M' = \frac{5}{4} M' = 1,25 M' = 12,5 \text{ cm}$$

ili

$$1 M \approx 5'' = 1 \frac{1}{4} M' = 1 M = 5 \cdot 2,54 \text{ cm} = 12,7 \text{ cm}.$$

Neznatna razlika od 2 mm između  $1 M$  i  $1 \bar{M}$ , sa projektanske tačke gledišta, nije bitna.<sup>4)</sup>

### 4) POLAZNI PROJEKTANTSKI MODULI

Indeksom u oznaci polaznog projektantskog modula iskazan je zbirni broj odgovarajućih gradjevinskih modula. Imaćemo, prema tome:

- (a)  $1 M'_{12} = 12 M' = 121,92 \text{ cm}$ ;
- (b)  $1 M_{10} = 10 \bar{M} = \frac{50}{4} \bar{M}' = 127 \text{ cm}$ ;
- (c)  $1 M'_{12} = 12 M' = 120 \text{ cm}$ ;
- (d)  $1 M_{10} = 10 M = 12 \frac{1}{2} M' = 125 \text{ cm}.$

Imajući u vidu metarski sistem, kod nas dolaze u obzir polazni projektantski moduli dekadnog sistema duodecimalnog tipa:

$1 M'_{12} = 1,20 \text{ m}$  i oktametarskog sistema decimalnog tipa  $1 M_{10} = 1,25 \text{ m}.$

Poredjenjem:  $1 M_{10} - 1 M_{10} = 125 \text{ cm} - 127 \text{ cm} = -2 \text{ cm}$  i  $1 M_{10} - 1 M'_{12} = 125 \text{ cm} - 121,92 \text{ cm} = +3,08 \text{ cm}$  možemo lako zaključiti da bi se usvajanjem

$(1 \bar{M}_{10} = 125 \text{ cm}) = (1 \bar{M}_{10} = 50'')$  postiglo povoljnije rešenje, i to utoliko pre što bi i odstupanje u njihovoj veličini bilo znatno manje nego kada bi se izravnale veličine  $1 M_{10} = 1 M'_{12}.$

### 5) POREDJENJE DUODECIMALNE PODELE POLAZNOG PROJEKTANTSKOG MODULA $M_{12} = 120 \text{ cm}$ SA DECIMALNOM PODELOM MODULMETRA $M_{10} = 125 \text{ cm}$

Deljivost broja 12 sa 2, 3, 4 i 6 prema broju 10 sa 2 i 5 ide u prilog duodecimalnoj podeli koja je, kao što je poznato, imala znatnog uticaja na kompozicijske metode prošlosti. S druge strane, prednosti decimalne podele merne jedinice nemoguće je poreći.

Uporedimo međusobni odnos podelaka za projektantske module od 120 i 125 cm koji su prikazani na sl. 1. Imaćemo, polazeći od podele metra na 10 i 8 delova, dve modularne skale, i to:

|      |    |      |    |      |    |      |     |    |        |
|------|----|------|----|------|----|------|-----|----|--------|
| 10   | 20 | 30   | 40 | 50   | 60 | 70   | 80  | 90 | 100 cm |
| 12,5 | 25 | 37,5 | 50 | 62,5 | 75 | 87,5 | 100 |    |        |

Oktametarski sistem, međjutim, dopušta smišljeno zalančavanje decimalne sa duodecimalnom podelom.

Oktametarska podela metra, produžena sa 2 M, daje decimalni modulmetar:  $10 M = M_{10} = 125 \text{ cm}$ , a ovaj produžen za dalja 2 M, daje produženi modulmetar duodecimalnog tipa:  $12 M = M_{12} = 150 \text{ cm}.$

Odluke produženog modulmetra duodecimalnog tipa leže u njegovoj deljivosti sa 2, 3, 4 i 6 iz koje proizilaze modularne dužine od 75, 50, 37,5 i 25 cm. Projektantski modul  $M'_{15} = 15 M' = 150 \text{ cm}$ , naprotiv, deljiv je samo sa 3 i 5, što odgovara modularnim dužinama od 50 i 30 cm.

<sup>4)</sup> Ipak je, iz praktičnih razloga, na kongresu IUA — 1953 podvučeno da razlika između metarskog i engleskog sistema mera predstavlja „stalno rastuću prepreku u razmeni informacija i gradjevinskih produkata“. Doneta je preporuka da se IUA obrati UNESCO-u kako bi se započele studije u pravcu donošenja međunarodne konvencije o izravanju pomenute dve mere:  $10 \text{ cm} = 4''.$



Samo mere u oktametarskoj skali imaju izrazit antropomorfni karakter.

Tako su, po E. Neufert-u<sup>5)</sup>, prosečne mere čoveka sledeće:

(1) po visini:

- (a) u stojećem stavu . . . . . 175 cm = 14 M;  
(b) u sedećem stavu . . . . . 137,5 cm = 11 M;

(2) po širini:

- (a) odeven s lica . . . . . 62,5 cm = 5 M;  
(b) neodeven s lica . . . . . 50 cm = 4 M;  
(c) odeven s profila . . . . . 37,5 cm = 3 M;  
(d) neodeven s profila . . . . . 25 cm = 2 M.

Gornji pregled nekoliko, za projektovanje karakterističnih mera čoveka, jasno pokazuje da je decimalna podela metarske jedinice, iako u odnosu na osmičnu podelu iste dužine sa dva podeoka više, anti-antropomorfna, i da bi tek interpolovanjem polumodularnih veličina postala praktično prihvatljiva. A to ustvari predstavlja osetno smanjenje građevinskog modula od 10 na 5 cm tj. podelu metarske jedinice čak na 20 delova, što je u suštini suprotnosti sa zahtevom da svestrano proverena veličina građevinskog modula bude po mogućnosti što veća.

Grublja podela metarske jedinice na 8 delova, međutim, ne zahteva neposredno uvođenje polumodularnih veličina kao što je to slučaj kod decimalne podele metra.

Ukoliko se, u posebnim slučajevima, bude ukazala potreba deobe građevinskog modula 1 M = 12,5 cm na 2 jednaka dela tj. deoba metra na 16 jednakih delova, onda će, u granicama metarske jedinice, interpolovane veličine biti sledeće:

$$\begin{array}{cccccccc} 6,25 & 18,75 & 31,25 & 43,75 & 56,25 & 68,75 & 81,25 & 93,75 \text{ cm} \\ \frac{1}{2} & 1\frac{1}{2} & 2\frac{1}{2} & 3\frac{1}{2} & 4\frac{1}{2} & 5\frac{1}{2} & 6\frac{1}{2} & 7\frac{1}{2} \text{ M.} \end{array}$$

Napominjemo da primena četvrtinskih i tričetvrtinskih delova centimetra — inače je u građevinarskoj praksi uobičajeno da se za najmanju meru uzima polovina centimetra — ne otežava njihovo odmeravanje čim se ono vrši pomoću modulmetarskog razmernika.

## 6) PROJEKTANTSKI MODULI OKTAMETARSKOG TIP:

Optimalni projektantski modul može biti:

(a) višestruki iznos modulmetra kao napr.:

$$M_{20} = 2,50 \text{ m}; M_{30} = 3,75 \text{ m}; M_{40} = 5,00 \text{ m}; M_{50} = 6,25 \text{ m itd.}$$

(b) višestruki iznos građevinskog modula  $n \cdot M = n \cdot 0,125 \text{ m}$  za  $n > 10$  kao napr.:

$$\begin{array}{l} M_{12} = 1,50 \text{ m}; M_{14} = 1,75 \text{ m}; M_{15} = 1,875 \text{ m}; M_{16} = 2,00 \text{ m}; \\ M_{18} = 2,25 \text{ m}; M_{21} = 2,625 \text{ m}; M_{22} = 2,75 \text{ m}; M_{24} = 3,00 \text{ m}; \\ M_{32} = 4,00 \text{ m}; M_{42} = 5,25 \text{ m}; M_{48} = 6,00 \text{ m}; M_{56} = 7,00 \text{ m} \text{ itd.} \end{array}$$

U svakom projektantskom modulu tj. u meri kojom je utvrđen osni razmak od sredine do sredine nosećih konstruktivnih elemenata (a ponekad i pregradnih), broj modularnog indeksa mora predstavljati zbir dve modularne kote od kojih jedna od njih otpada na jačinu mase medju dva otvora ili na širinu samog otvora. Treba reći da time nije izričito uslovljena neka neposredna deljivost modularnog indeksa koji može biti i prost broj kao napr.:

$$M_{13} = (3 + 10) M \text{ ili } 1,625 \text{ m} = (0,375 + 1,25) \text{ m}$$

a što iskazano rečima znači da su predviđeni otvor širine 1,25 m i stubac (ili stub) medju otvorima jačine (ili prečnika) od 0,375 m. Sve su ove mere, bez razlike, arhitektonske mere.

## 7) VERIŽNI BROJ OSNOG INTERVALA

Ako obeležimo, u intervalu osnog razmaka  $a$ , sa  $a_0$  širinu otvora, sa  $d$  širinu mase medju otvorima, onda je geometriskim odnosom

$$k_0 = \frac{d}{a_0} = \frac{d}{a-d} = \frac{a-a_0}{a_0} = \frac{p}{q} \quad (p, q, \text{ celi brojevi}),$$

definisan veržni broj osnog intervala  $a = a_0 + d$ .

Broj jednakih podelaka, na koji se deli osni interval, biće označen sa

$$s = p + q$$

gde  $p$  i  $q$  predstavljaju brojeve bez zajedničkog činioca tj. njihov geometriski odnos pojavljuje se u vidu prostog razlomka.

Evo nekoliko primera, uz pretpostavku jednake krilne širine dvokrilnog prozora  $2 \cdot 5 M = 10 M = 1,25 \text{ m}$ :

$$M_{12} = (2 + 10)M = 1,50 \text{ m}; k_0 = \frac{0,25 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}; s = 6;$$

$$M_{13} = (3 + 10)M = 1,625 \text{ m}; k_0 = \frac{0,375 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{3}{10}; s = 13;$$

$$M_{14} = (4 + 10)M = 1,75 \text{ m}; k_0 = \frac{0,50 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}; s = 7;$$

$$M_{15} = (5 + 10)M = 1,875 \text{ m}; k_0 = \frac{0,625 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}; s = 3;$$

$$M_{16} = (6 + 10)M = 2,00 \text{ m}; k_0 = \frac{0,75 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}; s = 8;$$

$$M_{17} = (7 + 10)M = 2,125 \text{ m}; k_0 = \frac{0,875 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{7}{10}; s = 17;$$

$$M_{18} = (8 + 10)M = 2,25 \text{ m}; k_0 = \frac{1,00 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}; s = 9;$$

$$M_{19} = (9 + 10)M = 2,375 \text{ m}; k_0 = \frac{1,125 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{9}{10}; s = 19;$$

$$M_{20} = (10 + 10)M = 2,50 \text{ m}; k_0 = \frac{1,25 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{10}{10} = 1; s = 2;$$

$$M_{21} = (11 + 10)M = 2,625 \text{ m}; k_0 = \frac{1,375 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{11}{10}; s = 21;$$

$$M_{22} = (12 + 10)M = 2,75 \text{ m}; k_0 = \frac{1,50 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}; s = 11;$$

$$M_{24} = (14 + 10)M = 3,00 \text{ m}; k_0 = \frac{1,75 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{14}{10} = \frac{7}{5}; s = 12;$$

$$M_{25} = (15 + 10)M = 3,125 \text{ m}; k_0 = \frac{1,875 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}; s = 5;$$

$$M_{26} = (16 + 10)M = 3,25 \text{ m}; k_0 = \frac{2,00 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{16}{10} = \frac{8}{5}; s = 13;$$

$$M_{28} = (18 + 10)M = 3,50 \text{ m}; k_0 = \frac{2,25 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{18}{10} = \frac{9}{5}; s = 14;$$

$$M_{30} = (20 + 10)M = 3,75 \text{ m}; k_0 = \frac{2,50 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{20}{10} = 2; s = 3;$$

$$M_{32} = (22 + 10)M = 4,00 \text{ m}; k_0 = \frac{2,75 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{22}{10} = \frac{11}{5}; s = 16;$$

$$M_{34} = (24 + 10)M = 4,25 \text{ m}; k_0 = \frac{3,00 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{24}{10} = \frac{12}{5}; s = 17;$$

$$M_{35} = (25 + 10)M = 4,375 \text{ m}; k_0 = \frac{3,125 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{25}{10} = \frac{5}{2}; s = 7;$$

$$M_{36} = (26 + 10)M = 4,50 \text{ m}; k_0 = \frac{3,25 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{26}{10} = \frac{13}{5}; s = 18;$$

$$M_{40} = (30 + 10)M = 5,00 \text{ m}; k_0 = \frac{3,75 \text{ m}}{1,25 \text{ m}} = \frac{30}{10} = 3; s = 4.$$

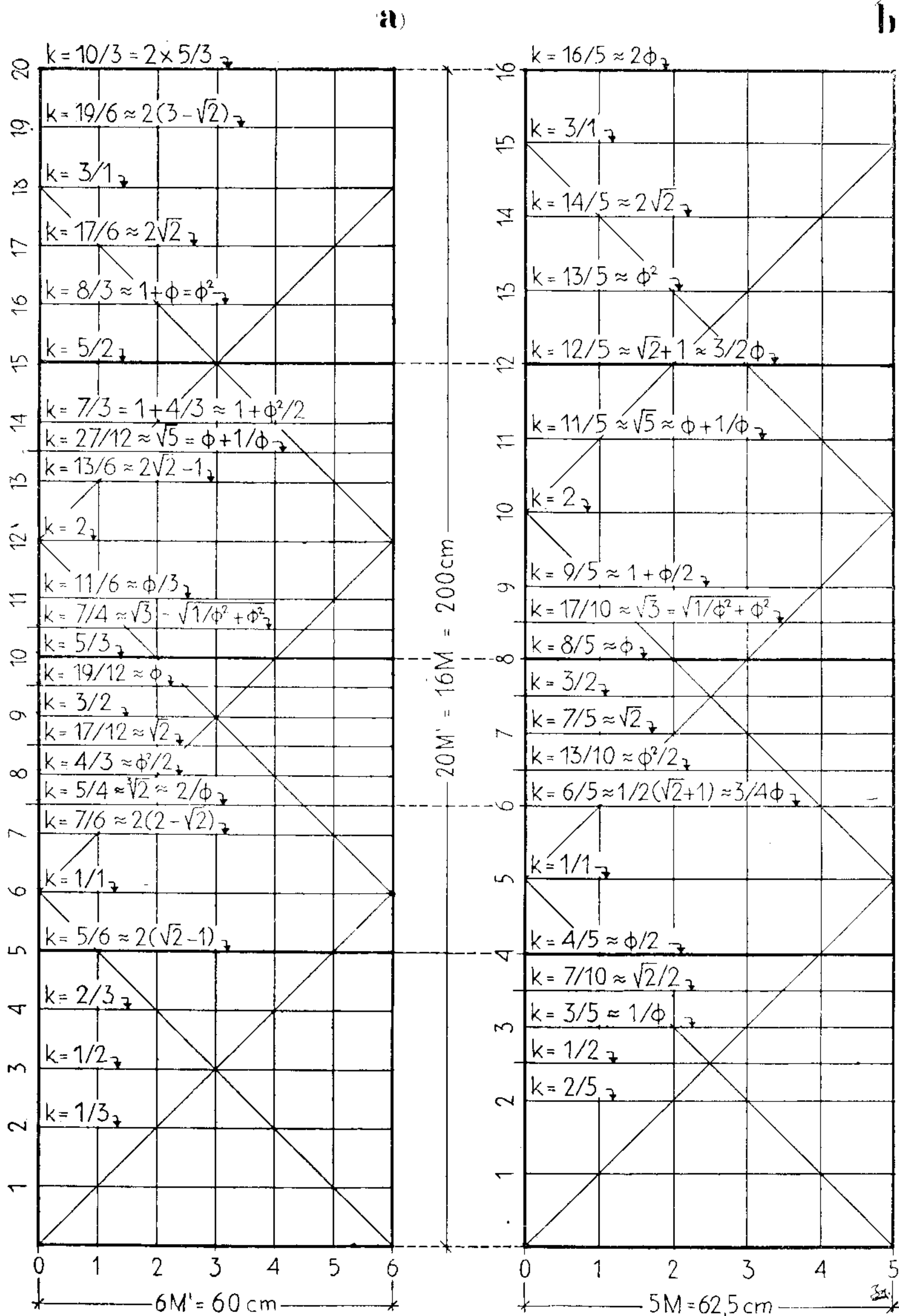
Iz gornjih primera može se zaključiti:

(a) zbir apsolutnih brojnih vrednosti geometriske razmere, kojom je definisan veržni broj, određuje gustinu modularne mreže zasnovane na građevinskom modulu 1 M = 0,125 m;

(b) najmanji razmak modularne mreže izjednačuje se sa građevinskim modulom samo u onim slučajevima kada

<sup>5)</sup> Op. cit., 34.





Sl. 2 — Uporedni dijagrami krilnih elemenata širine  $6M' = 60$  cm (duodecimalna podela osnovice) i  $5M = 62,5$  cm (decimalna podela osnovice), sa jednakom visinom elementa  $20M' = 16M = 200$  cm. U podelke oba modularna rastera upisani su odgovarajući merni brojevi, a u nekim i karakteristična bliska protivvrednost iracionalnih proporciskih sistema  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$  ili  $\phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$



su modularni brojevi otvora i mase među njima bez zajedničkog činitelja:  $M_{13} = (3 + 10) M$ ;  $M_{17} = (7 + 10) M$ ;  $M_{19} = (9 + 10) M$ ;  $M_{21} = (11 + 10) M$ , itd.;

(c) verižni brojevi mogu biti izraženi kao harmonijske razmere:

$$\frac{1}{1}, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, \frac{2}{1}, \dots \text{ili recipročno};$$

(d) verižni broj može biti geometrijski odnos dva broja Fibonaccijevog niza: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...;

(e) verižni broj, po potrebi, može se shvatiti kao transponovana približna vrednost izvesnog iracionalnog broja kao napr. u nekim od gornjih primera:

$$M_{18}: k_0 = \frac{4}{5} \approx \frac{\phi}{2} \left( \text{za } \phi = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \right)$$

$$M_{24}: k_0 = \frac{7}{5} \approx \sqrt{2}$$

$$M_{26}: k_0 = \frac{8}{5} \approx \phi$$

$$M_{28}: k_0 = \frac{9}{5} \approx 1 + \frac{\phi}{2}$$

$$M_{34}: k_0 = \frac{12}{5} \approx \frac{3\phi}{2} \approx 1 + \sqrt{2}$$

$$M_{36}: k_0 = \frac{13}{5} \approx \phi^2, \text{ itd.}$$

Pretpostavimo, međutim, da izvestan osni interval, sa stalnom širinom mase među otvorima, raste postupnim davanjem jednog krilnog elementa.

Imaćemo, ako je  $d = 2 M$ ,  $a_0 = 5 M$ ,  $10 M$ ,  $15 M$ ,  $20 M$  i  $30 M$ .

$$M_7 = (2 + 5) M = 0,875 m; k_0 = \frac{0,25 m}{0,625 m} = \frac{2}{5}; s = 7;$$

$$M_{12} = (2 + 10) M = 1,50 m; k_0 = \frac{0,25 m}{1,25 m} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}; s = 6;$$

$$M_{17} = (2 + 15) M = 2,375 m; k_0 = \frac{0,25 m}{1,875 m} = \frac{2}{15}; s = 17;$$

$$M_{22} = (2 + 20) M = 2,75 m; k_0 = \frac{0,25 m}{2,50 m} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}; s = 11;$$

$$M_{32} = (2 + 30) M = 4,00 m; k_0 = \frac{0,25 m}{3,75 m} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15}; s = 16.$$

Napred navedenih pet slučajeva odnose se na otvore sa 1, 2, 3, 4 i 6 krilnih elemenata jednake širine. Kao što je poznato, najčešći je prozorski tip sa 2, 3 i 4 krila.

Širina krilnog elementa, koji se otvara oko jedne vertikalne ose, kreće se između  $4 M = 50 \text{ cm}$  i  $6 M = 75 \text{ cm}$ .<sup>6)</sup> Modularna širina dvokrillnog otvora iznosiće, prema tome, 8, 10 i 12 M, a redje 9 i 11 M.

Antropomorfna mera krilnog elementa širine  $6 M = 75 \text{ cm}$  naročito je podesna kod onih krilnih elemenata koji su predviđeni kao delovi balkonskih ili ulaznih vrata. Ali i kod običnih prozora, mera od 6 M po krilu, u poredjenju sa onom od 5 M, ističe se povećanom čistom širinom staklenog polja.

## 8) MERNI BROJ KRILNOG ELEMENTA PREMA DESETNOJ I OSMIČNOJ PODELI METRA

Visina krilnog elementa je neposredno zavisna od pretpostavljene visine sprata, debljine (jačine) međuspratne (tavanske) konstrukcije i visine zupčastog natprozornika ili nadvratnika, a promenljiva u užem smislu u odnosu na visinu parapeta ili zidne ispune (od gotovog poda do donje

<sup>6)</sup> Znamo iz prakse da svaki projektant po nahođenju određuje širinu svojih otvora koju proizvoljno bira između 50 i 80 cm u neodređenim razmacima.

ivice prozora). Visina krilnog elementa dostiže svoj maksimum u prolaznim poljima (krilni elementi ulaznih i balkonskih vrata). Donja i gornja ivica krilnog elementa podređene su, sasvim razumljivo, horizontalnim potezima fasadne modularne mreže.

Uporedimo, pre definitivnog prelaska iz desetne u osmičnu podelu metra, krilne elemente u širini od  $6 M' = 60 \text{ cm}$  i od  $5 M = 62,5 \text{ cm}$ . Njihov uporedni dijagram dat je na sl. 2, sa jednakom visinom elementa od 2,00 m za oba slučaja:

$$k' = \frac{2,00 m}{0,60 m} = \frac{20 M'}{6 M'} = \frac{10}{3} \quad \text{i} \quad k = \frac{2,00 m}{0,625 m} = \frac{16 M}{5 M} = \frac{16}{5}.$$

Modularnom i mestimičnom polumodularnom skalom utvrđene su za pojedine visine krilnih elemenata njihovi odgovarajući merni brojevi koji se kao racionalne vrednosti, ukoliko se ne podudaraju sa harmoniskim razmerama, usko približavaju iracionalnim vrednostima sistema  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$  i  $\phi$ .

Dijagram na sl. 2 a zasnovan je na duodecimalnoj podeli osnovice, a onaj na sl. 2 b na decimalnoj. Zamenom osnovne mere od  $6 M' = 60 \text{ cm}$  sa  $6 M = 75 \text{ cm}$  biće omogućeno logično uključivanje duodecimalne podele u okta-metarski sistem.

Apstraktna metarska jedinica, podelom na 8 umesto na 10 jednakih delova, postaje antropomorfna i — kako je već pokazano — dopušta primenu duodecimalne podele, ne remeteći pritom osnovne karakteristike metarskog sistema.

## 9) SPRATNI ELEMENT

Zgrada u vidu pravouglog paralelepipeda sastavljena je iz jednog ili više spratnih slojeva jednake ili različite visine. Po dužini, ona se obično deli na jednake delove koji odgovaraju meri usvojenog osnovnog intervala (osnovnog razmaka). Time se svaki spratni sloj rastavlja na jednake spratne elemente pravouglog paralelepipednog oblika.

Spratni element definisan je trimom svojim dimenzijama, i to: dubinom trakta (odnosno dubinom zgrade) =  $b$ , osnim intervalom ili osnim razmakom =  $a$  i visinom sprata (spratnog sloja) =  $h$ .

Prema tome, spratni element je određen:

- (a) osnovom elementa  $a, b$ ;
- (b) spratnim poprečnim presekom ili profilnim elementom  $b, h$ ;

- (c) čeonim izgledom ili fasadnim elementom  $a, h$ .

Dubina jedne zgrade zavisna je u prvom redu od nameće same zgrade. U većini slučajeva nameće se, koliko iz funkcionalnih toli i iz konstruktivnih razloga, deoba dubine zgrade na traktne pojaseve kojima je, u suštini, predodređen traktni sistem.

Na sl. 3 prikazan je, primera radi, troslojni sistem neke zgrade gde su mere osnovnog intervala i spratne visine konstantne, a mera dubine zgrade promenljiva. A to znači da podužni fasadni sistem (sl. 3 a) povećavanjem dubine zgrade (sl. 3 b do f) ne menja svoj izgled.<sup>7)</sup>

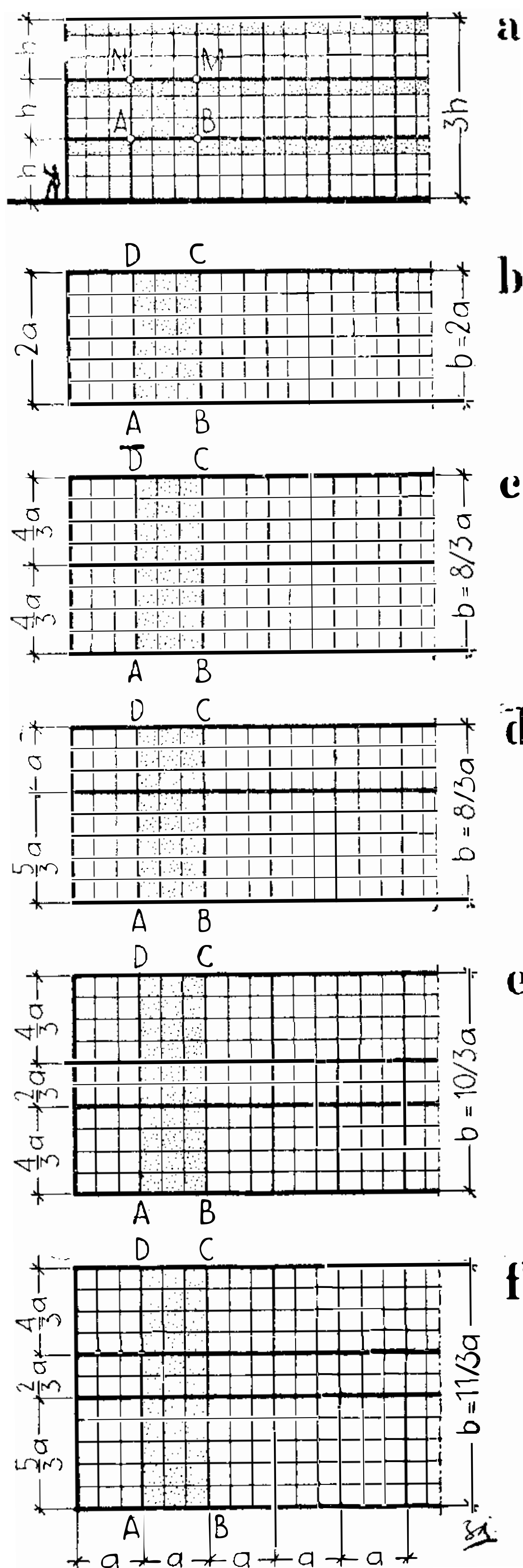
Spratni element definisan je u svim iznetim kombinacijama njegovom osnovom ABCD ( $AB = a$ , stalna, i  $AD = b$ , promenljiva mera) i stalnom slikom fasadnog elementa ABMN.

Prikazani tipovi traktnih profila, prema sl. 3, jesu: jednostruki (b), dvostruko simetrični (c), dvostruko asimetrični (d), trostruko simetrični (e) i trostruko asimetrični (f), čime su, ustvari, utvrđene njihove najkurentnije kombinacije.

Treba napomenuti da će se kvadratna modularna mreža, kojom se regulišu potezi osnove, moći neprekidno položiti preko fasadnog sistema samo u onim retkim i izuzetnim slučajevima kada je spratna visina deljiva bez ostatka sa razmakom modularne mreže. Inače je mreža isprekidana i karakterisana interpolovanim spljoštenim modularnim pojasevima u svakom spratnom sloju ponaosob, a na način kako je to prikazano na sl. 3 a. Visina ovih interpolovanih pojaseva biće dosledno višestruki iznos građevinskog modula.

<sup>7)</sup> Samo po sebi se razume da dubina višeslojne (višespratne) zgrade ima svojih određenih granica kod lateralnog osvetljavanja prostora i neposredno je zavisna od usvojene visine spratova.





Sl. 3 — Iseči zgrade položeni preko određene modularne mreže (pretpostavka:  $a = 3 M_{10} = 30 M = 3,75 m$ ). Osni razmak i visine spratnih slojeva su konstantni, a dubina trakta i konstruktivni sklop promenljivi, što se uopšte ne odražava na fasadi

# 10) RAZLAGANJE FASADNOG SISTEMA NA VERTIKALNE LAMELE I NA HORIZONTALNE POJASEVE

Svaki ritmizovani fasadni sistem sastavljen je iz određenog broja vertikalnih lamela jednake širine koja odgovara osnom intervalu  $a = n_1 \cdot M$  ( $n_1$ , ceo broj). Najmanja visina lamele poklapa se sa visinom jednog spratnog sloja:  $h = n_2 \cdot M$  ( $n_2$ , ceo broj).

Označićemo sa:

$N'$  — broj elemenata u jednom spratnom sloju;

$N''$  — broj spratnih slojeva;

$N = N' \cdot N''$  — zbirni broj spratnih elemenata izvesnog fasadnog sistema pravougaonog tipa; zbirnim brojem  $N$  iskazan je ujedno ukupni broj fasadnih elemenata iz kojih je sastavljen svaki od dva podužna fasadna sistema;

$A' = n_1 \cdot n_2 \cdot M^2$  — modularna površina fasadnog elementa;  
 $A = N \cdot A' = N \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot M^2$  — modularna površina podužnog fasadnog sistema pravougaonog tipa.

Podelu na horizontalne pojaseve izvršićemo deleći spratnu visinu  $h$  na četiri karakteristična pojasa, i to sledećim logičnim redom:

(1) na pojas visine  $h_p$  tj. na parapetni pojas ili na pojas zidne ispune pod otvorima; za  $h_p = 0$  sledi da je otvor spušten do nivoa gotovog poda; prozor se u takvim slučajevima pretvara u vrata;

(2) na pojas visine  $h_k$  tj. na pojas kojim je označena pretpostavljena ili utvrđena debljina (jačina) međuspratne konstrukcije;

(3) na pojas visine  $h_m - h_k$  tj. na pojas čija visina odgovara visini zupčastog natprozornika ili nadvratnika, merenoj od gornje ivice otvora do gotove plafonske ravni; za  $h_m - h_k = 0$  odnosno  $h_m = h_k$  gornja ivica otvora leži u plafonskoj ravni;

(4) na pojas visine  $h_0 = h - (h_p + h_m)$  tj. na preostali pojas kojim je određena visina otvora koja je — kako se lako može zaključiti — neposredno zavisna od visinskih elemenata  $h$ ,  $h_p$  i  $h_m$ .

Visine svih pojaseva treba izraziti modularnim brojevima oktametarskog sistema. Gornje postavke objasnićemo najbolje na praktičnom primeru.

Pretpostavimo, prema sl. 4, da nam je dat isečak izvesnog fasadnog sistema u dva spratna sloja jednake visine.

Imaćemo:

$AB = CD = a = n_1 \cdot M$  — osni interval;

$AC = CE = h = n_2 \cdot M$  — visina svakog spratnog sloja;

$ABDC = CDFE = n_1 \cdot n_2 \cdot M^2$  — površina fasadnih elemenata;

$BG = DH = h_p = n_3 \cdot M$  — visina parapeta tj. visina zidne ispune pod prozorom;

$ID = JF = h_k = n_4 \cdot M$  — debljina međuspratne konstrukcije;

$KI = LJ = h_m - h_k = n_5 \cdot M$  — visina zupčastog natprozornika ili nadvratnika, merena od gornje ivice otvora do plafonske ravni;

$GK = HL = h_0 = h - (h_p + h_m) = n_6 \cdot M$  — visina otvora;

$KH = h_m + h_p = (n_5 + n_3) M$  — vertikalno otstojanje između dva prozorska pojasa.

Brojeve  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$  treba birati među celim modularnim brojevima koji samo u izuzetnim i opravdanim slučajevima mogu biti i prepolovljeni.

Predjimo sada na utvrđivanje modularnih kota oslanjanjući se pritom na opšte oznake iznete u dijagramu sl. 4, uz pretpostavku da njegovi potezi rezultuju iz optimalnih mernih podataka za neku administrativnu ili upravnu zgradu.

Neka su dati:

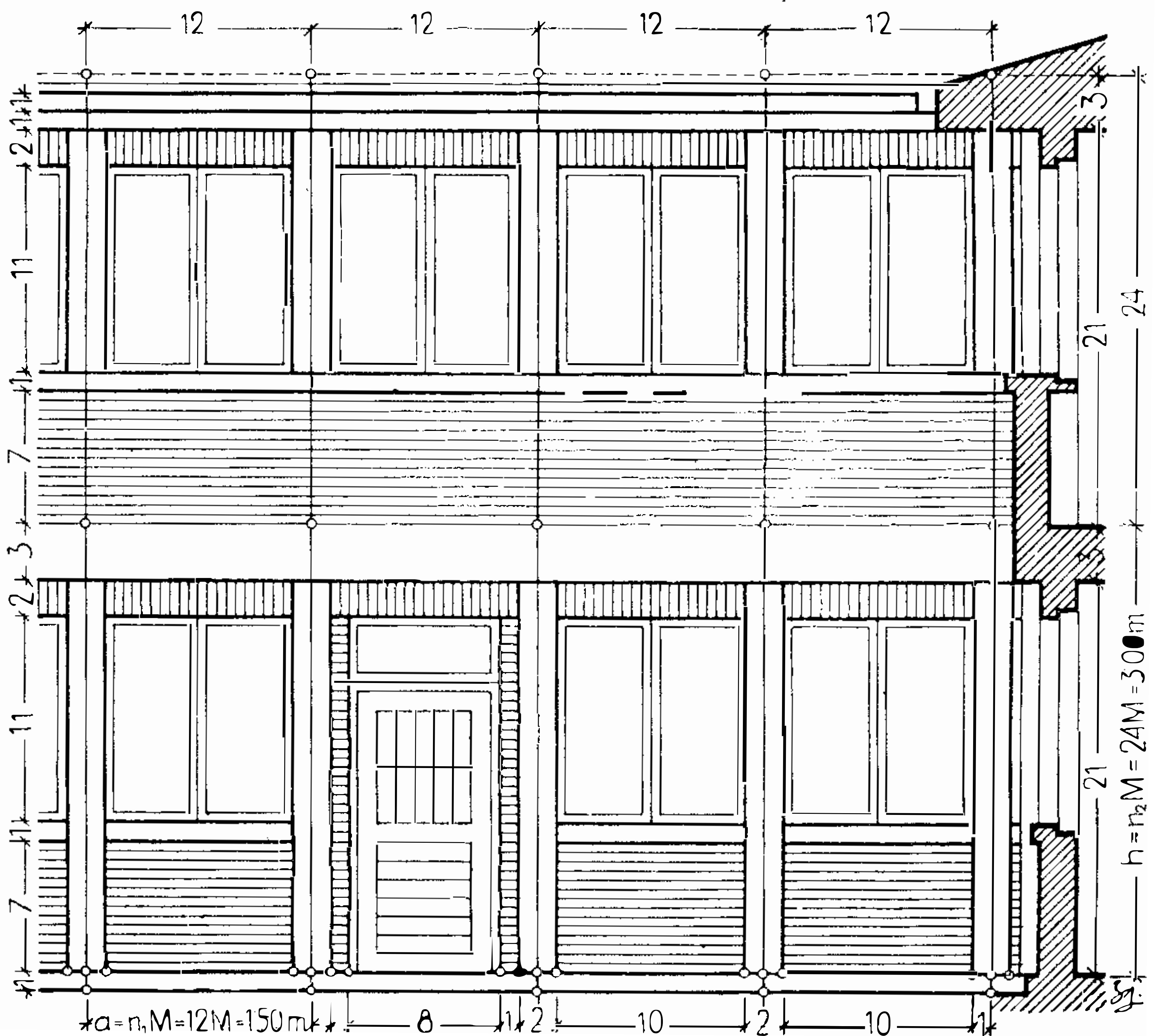
(1) osni razmak  $a = 12 m = 1,50 M$  i verižni broj  $k_0 = \frac{d}{a_0} = \frac{2 M}{10 M} = \frac{1}{5}$ , što će reći da se predviđaju dvokrilni prozori širine  $a_0 = 10 M = 1,25 m$ , razdvojeni konstruktivnim stupcima  $d = 2 M = 0,25 m$ ;

(2) spratna visina  $h = 24 M = 3,00 m$ , čime se utvrđuje merni broj fasadnog elementa  $k = \frac{24 M}{12 M} = \frac{2}{1}$  (interval oktave);









Sl. 5 — Jedno od mogućih rešenja fasade prema shemi na sl. 4

pošlo je i on sam — svojim fizičkim sklopom — integrisan u taj sistem.<sup>9)</sup>

#### 11) PUNA DELJIVOST OSNOG INTERVALA SA RAZLIČITIM ŠIRINAMA KRILNOG ELEMENTA

Neka su širine krilnih elemenata  $5 M = 62,5 \text{ cm}$  i  $6 M = 75 \text{ cm}$ . Najmanji osni interval, koji dolazi u obzir da bude deljiv koliko sa  $5 M$  toliko i sa  $6 M$ , iznosi  $a = 30 M = 3,75 \text{ m}$  (najmanji zajednički sadržatelj). A to je, uzgred rečeno, mera koja se veoma često uzima za osni interval u zgradama za individualno i kolektivno stanovanje, u poslovnim zgradama itd. Mera od  $30 M$  odnosno od  $3$  modula ima optimalni karakter (vidi modularnu mrežu na sl. 3).

Pod pretpostavkom da je u svakom fasadnom elementu predviđen po jedan otvor sa  $4$  krilna elementa, nacrtani su, na sl. 6 a i 7 a, fasadni iseći neke prizemne zgrade, sa sledećim zajedničkim merama:

$$a = 30 M = 3,75 \text{ m}; h = 23 M = 2,875 \text{ m}; k = 23 : 30 = 0,7\dot{6};$$

<sup>9)</sup> Dobar arhitekt, koji je naviknut da komponuje „po osećaju“ ili „od oka“, retko će zapasti u oblast sistema  $\sqrt{2}$  ili  $\sqrt{3}$ . U vezi s tim treba napomenuti da su ova dva sistema, koja su inače strogo podvrgnuta geometrijskim spekulacijama, u suštini jednolična, nedovoljno elastična, a ponekad i suviše kruta.

$$h_k = 3 M = 0,375 \text{ m}; h_p = 8 M = 1,00 \text{ m}; h_m = 5 M = 0,625 \text{ m};$$

$$h_0 = h - (h_p + h_m) = (23 - 13) M = 10 M;$$

$$h_p + h_0 = 18 M = 2,25 \text{ m} \text{ (visina prolaznog krila).}$$

Gornje dve kombinacije razlikuju se, međutim, po podeli fasadnog elementa na vertikalne lamele.

Imaćemo, usled toga:

$$\text{prema sl. 6 a: } d = 10 M = 1,25 \text{ m}; a_0 = 20 M = 2,50 \text{ m}; k_0 = \frac{1}{2};$$

$$\text{prema sl. 7 a: } d = 6 M = 0,75 \text{ m}; a_0 = 24 M = 3,00 \text{ m}; k_0 = \frac{1}{4}.$$

Fasadna dispozicija na sl. 7 a, upoređena sa onom na sl. 6 a, ima izvesna funkcionalna i estetska preimućstva koja se sastoje:

- (a) u jače i ravnomernije osvetljenim prostorijama;
- (b) u udobnijoj (većoj) širini prolaznog krila;
- (c) u vedrijem izgledu fasadnog platna usled smanjene širine mase među otvorima;

(d) u prijatnijem obliku prozorskog krila  $h_0 : \frac{a}{5} = \frac{5}{3}$  (interval sekste, približan odnosu po „zlatnom preseku“) umesto  $h_0 : \frac{a}{6} = \frac{2}{1}$  (interval oktave).

Ukoliko se, kao što je to nagovešteno na sl. 6 a i 7 a,



predviđa poprečni sistem konstruktivnih zidova, utoliko će se njihove čeonu strane, provučene kroz sredinu mase među otvorima, moći plastično izraziti na fasadi, u širini koja odgovara debljini poprečnog konstruktivnog zida. Visina zidnog ispada ovakve vrste logično se proteže do plafonske ravni, a ne — kao što se to često vidja — do gornje ravni otvora, čime se nepotrebno, neki put čak i štetno, smanjuje upadni svetlosni ugao (dopušteno jedino u posebnim slučajevima kada je u pitanju efikasnija zaštita od sunca).

Obe fasadne dispozicije (sl. 6 a i 7 a) odlikuju se sličnim pravougaonim poljima. Pojava upravnih dijagonala u izvesnim poljima dokazuje delimičnu proporcisku zalančanost po srednjoj geometrijskoj proporcionalni.

Medjutim, proporcisku zalančanost gornjih fasadnih dispozicija, koje su komponovane na osnovu celih modularnih

brojeva, treba tražiti — što je uostalom već napomenuto — u oblasti proporciskog sistema neprekidne podele. A to je učinjeno pomoću fasadnih dijagrama na sl. 6 b i 7 b, gde su, radi lakšeg poredjenja, širine odgovarajućih krilnih elemenata izjednačene sa neodređenom jedinicom mere.

Imaćemo, za svaku fasadnu dispoziciju i njen proporciski dijagram:

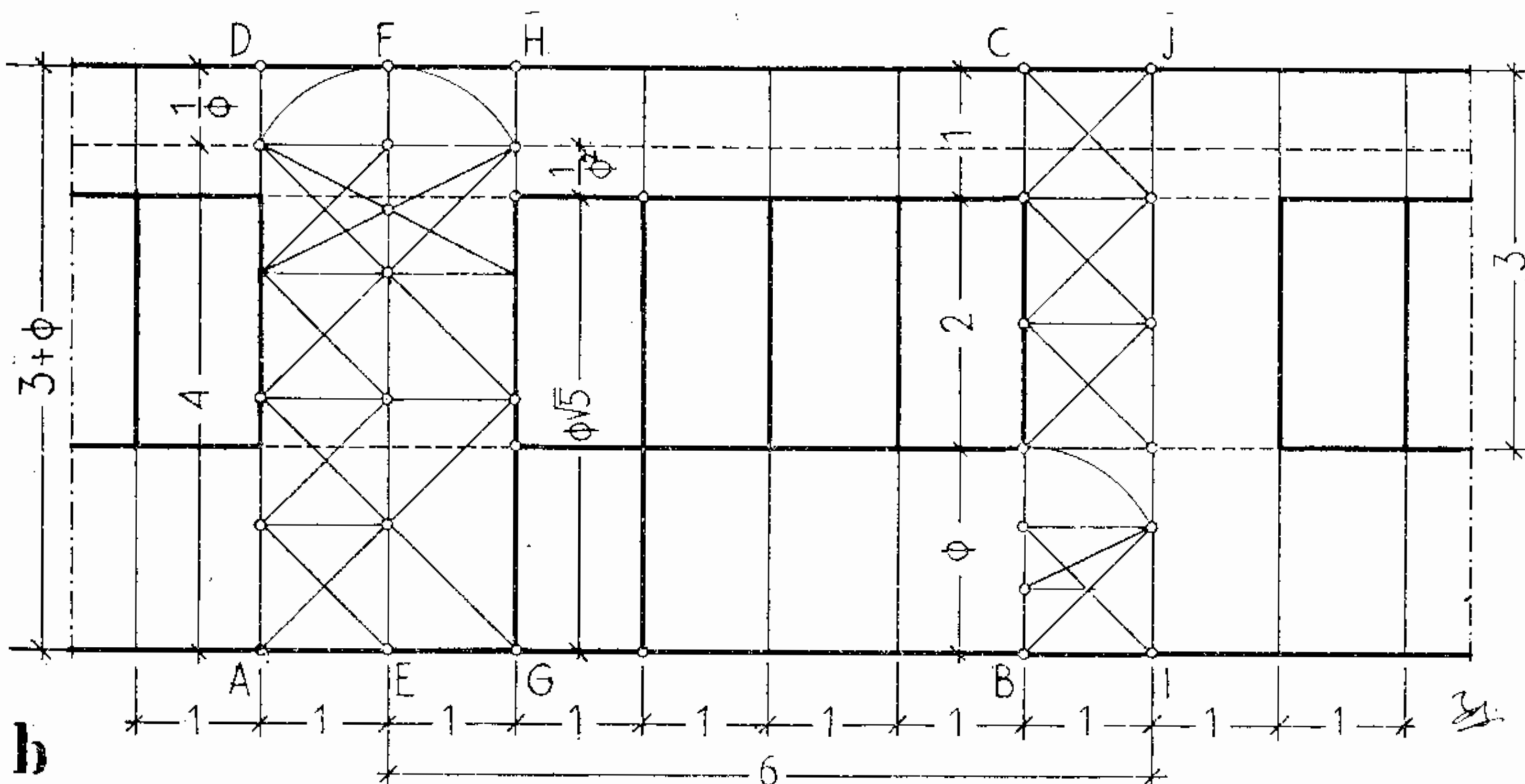
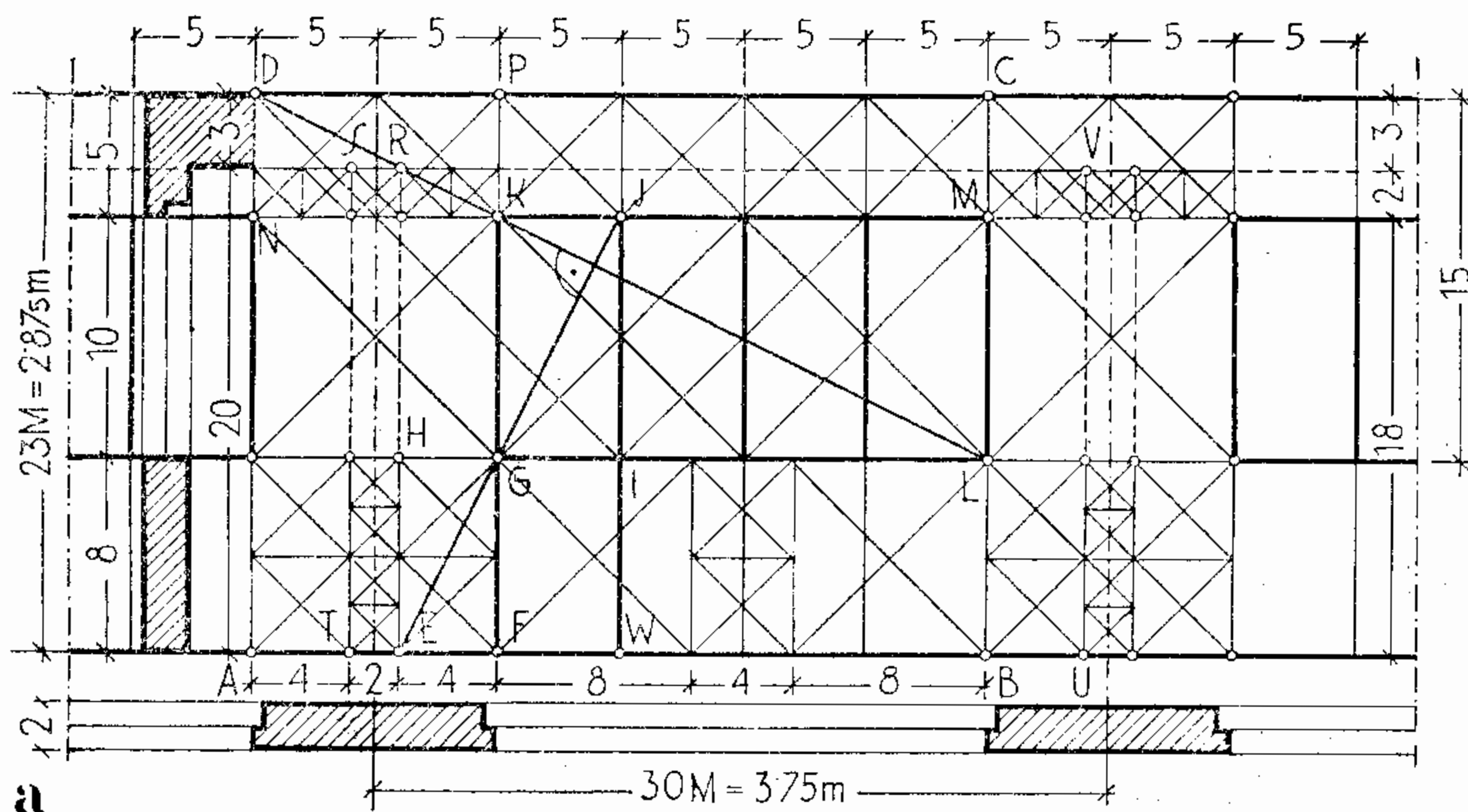
(1) na sl. 6 a i 6 b:

$$h : a/6 = 23/5 = 4,6 \approx 3 + \varnothing = 4,618 \quad ;$$

$$h_0 : a/6 = 10/5 = 2;$$

$$h_p : a/6 = 8/5 = 1,6 \approx \varnothing = 1,618 \quad ;$$

$$h_m : a/6 = 5/5 = 1;$$



Sl. 6 — Fasadni dijagram prizemne zgrade  $\left(k = \frac{h}{a} = \frac{23M}{30M} = \frac{2,875m}{3,75m}\right)$ . Puna deljivost osnog intervala sa širinom krilnog elementa:  $\frac{a}{6} = \frac{30M}{6} = 5M = 62,5 \text{ cm}$ . U posebnom dijagramu izneta je srodnost mernog broja krilnog elementa sa odgovarajućim iracionalnim odnosom sistema  $\varnothing : h \cdot \frac{6}{a} = \frac{23}{5} = \frac{10+13}{5} \approx 2 + \varnothing^2 = 3 + \varnothing$







krilo deli na dva polja koja su obično različite visine. Pri određivanju visine donjeg prozorskog krila vodjeno je računa o dovoljnoj visini prolaznog krila;  $17M = 2,125m$ .

Fasadni dijagram na sl. 8 b prikazuje transpoziciju modularnih brojeva u sistem neprekidne podele, slično načinu na sl. 7 b.

Promene koje su nastupile su sledeće;

$$h : a/5 = 26/6 = 4,3 \approx \frac{\phi^3}{2} = 4,236 \dots$$

$$h_0 : a/5 = 13/6 = 2,16 \approx \frac{\phi^3}{2} = 2,118 \dots$$

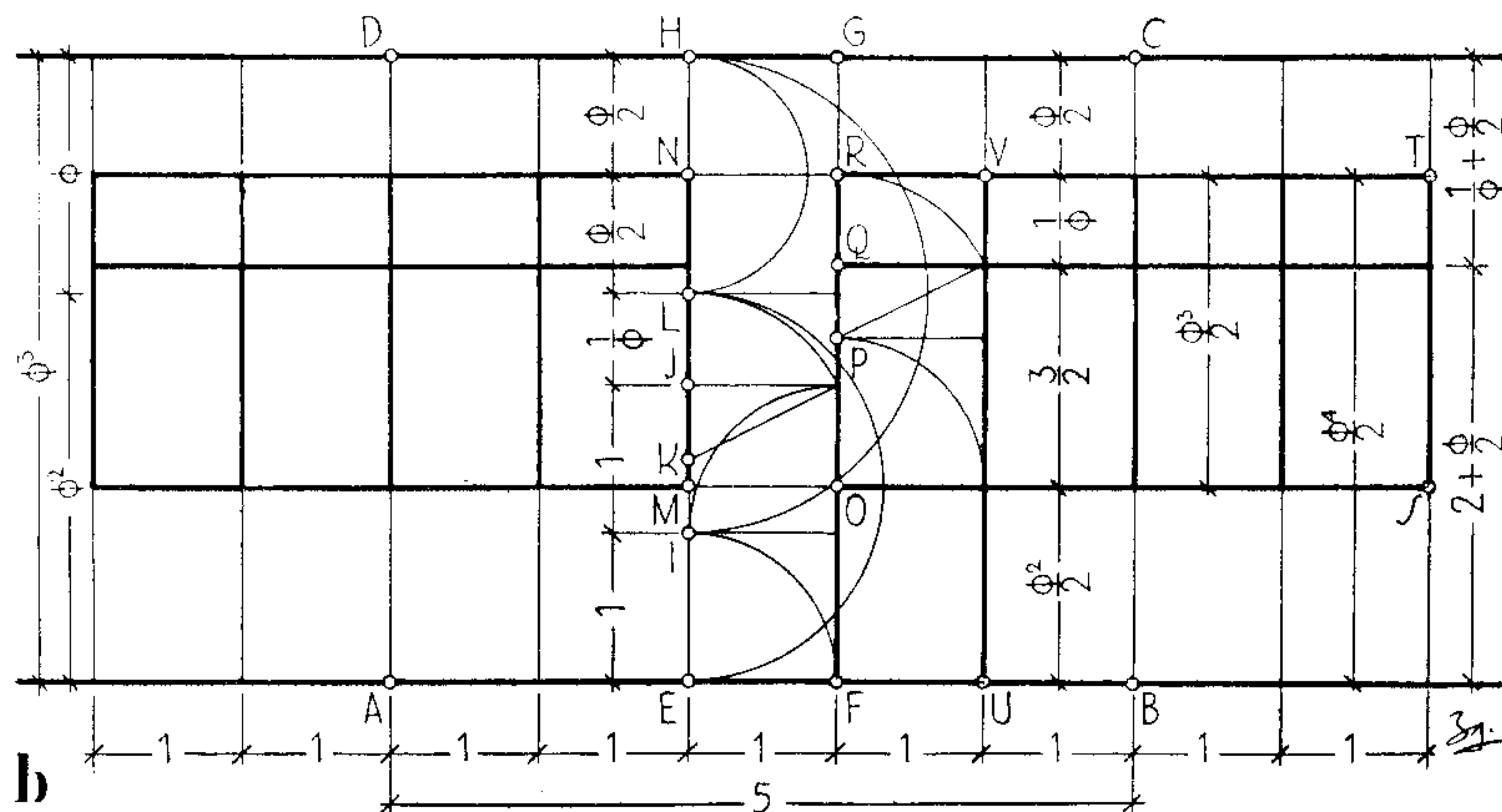
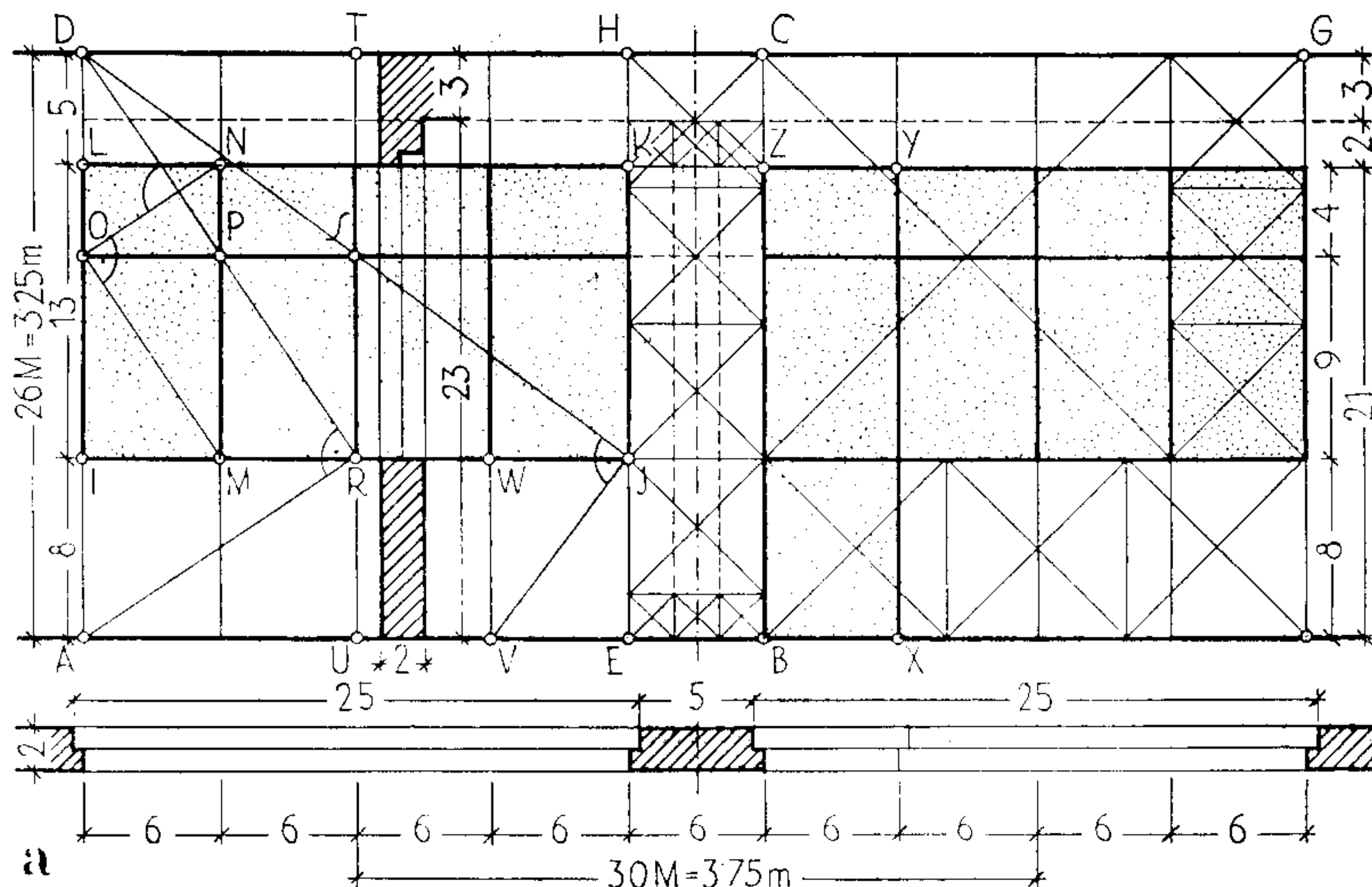
Imaćemo dalje, ako sa  $h'_0$  i  $h''_0$  označimo visine donjeg i gornjeg prozorskog krila:

$$h'_0 : a/5 = 9/6 = \frac{3}{2} = 1,5;$$

$$h''_0 : a/5 = 4/6 = \frac{2}{3} = 0,6 \approx \frac{1}{\phi} = 0,618 \dots$$

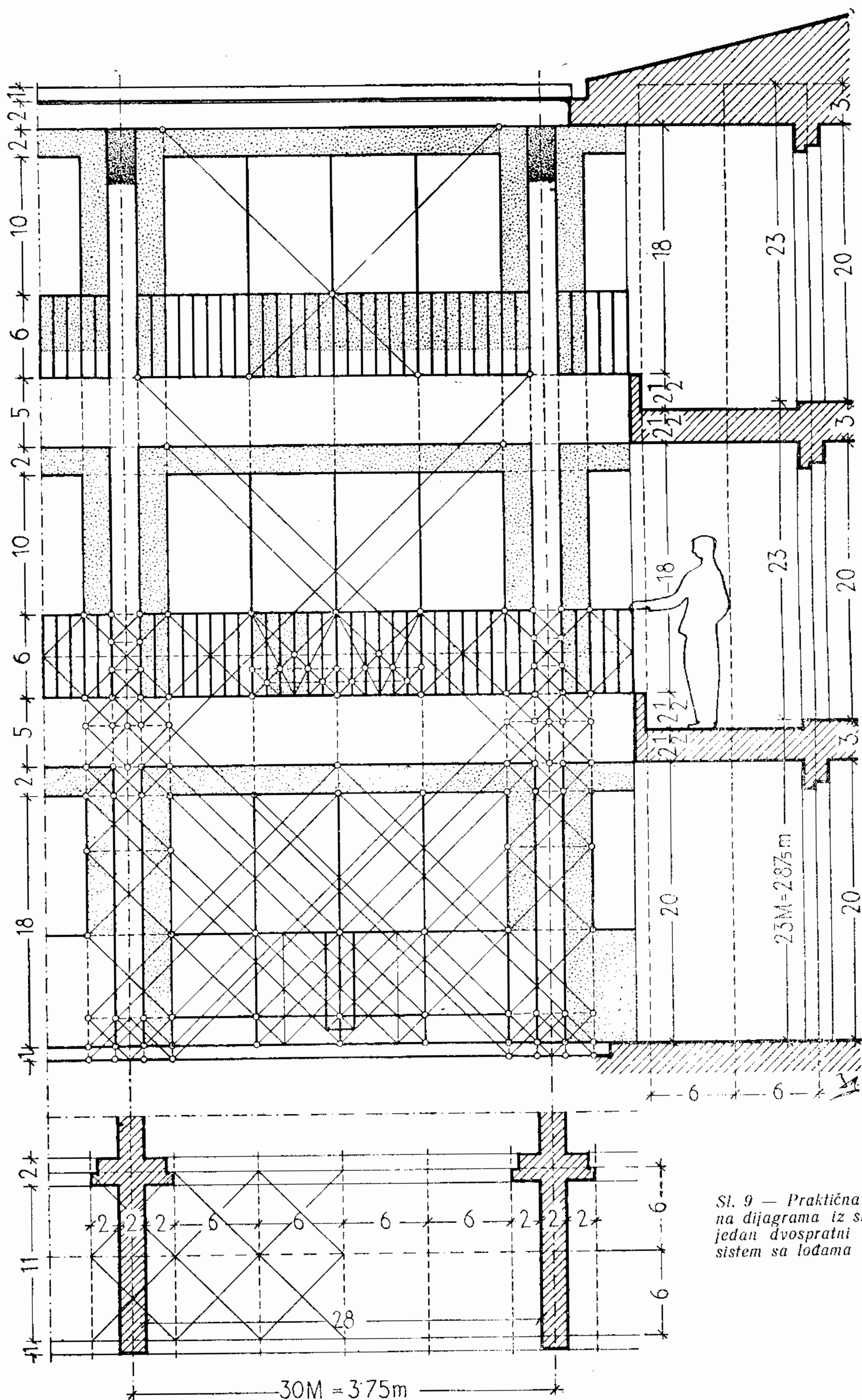
Odnos ovih dveju visina:

$$h'_0 : h''_0 = 9 : 4 \approx \sqrt{5} : 1$$



Sl. 8 — Visina fasadnog elementa (sl. 7) povećana je za  $3M$  tj.  $k = \frac{26M}{30M} = \frac{3,25m}{3,75m} = \frac{13}{15}$  i logično je povećana samo visina prozora. Srodnost sa sistemom  $\phi$  iskazana je odnosom:  $h \cdot \frac{5}{a} = \frac{26}{6} = \frac{13}{3} \approx \phi^3$





Sl. 9 — Praktična prime-  
na dijagrama iz sl. 7 na  
jedan dvospratni fasadni  
sistem sa lođama



ne isključuje i sledeće izraze;

$$h'_0: a/5 \approx \frac{\varnothing^2 \sqrt{5}}{4} = 1,4635 \dots; h''_0: a/5 \approx \frac{\varnothing^2}{4} = 0,6545 \dots$$

$$\text{koji su dobijeni iz: } h = x (\sqrt{5} + 1) = x \cdot 2\varnothing = \frac{\varnothing^3}{2}$$

Uporedimo, na kraju, odnose izmedju  $h_m$ ,  $h_p$  i  $h_0$ :

(1) prema sadašnjem primeru na sl. 8 b:

$$h_m : h_p : h_0 = \frac{\varnothing}{2} : \frac{\varnothing^2}{2} : \frac{\varnothing^3}{2} = 1 : \varnothing : \varnothing^2 \approx \\ \approx 1 : \frac{8}{5} : \frac{13}{5} = 5 : 8 : 13;$$

(2) prema prošlom primeru na sl. 7 b:

$$h_m : h_p : h_0 = \frac{\varnothing}{2} : \frac{\varnothing^2}{2} : \varnothing = 1 : \varnothing : 2 \approx \\ \approx 1 : \frac{8}{5} : 2 = 5 : 8 : 10.$$

Odnosi koji su dobijeni deobom spratne visine na tri osnovna pojasa imaju, u oba gore iznesena slučaja, poseban antropomorfni karakter. Tako je Le Corbusier, u svom „Modulor-u“, koristio baš ove odnose prilikom utvrđivanja „crvene“ i „plave“ skale.<sup>11)</sup>

### 13) SLAGANJE SPRATNIH ELEMENATA PO VISINI

Da bi se pokazao način na koji se slažu spratni elementi po visini, korišćen je u celosti fasadni dijagram iz sl. 7 a. Zamišljena je troslojna (dvospratna) zgrada hotelskog tipa prema modularnim merama u pomenutom dijagramu, smatrajući ih pritom optimalnim. Usvojen je sistem poprečno postavljenih konstruktivnih zidova pomoću kojih su, ispred osnovne fasadne ravni, obrazovane lodje pojedinih hotelskih soba.

Takav fasadni sistem iznet je na sl. 9. Za dubinu lodja usvojeno je  $12 M = 1,50 m$ . Čeone strane poprečnih konstruktivnih zidova i međuspratnih konstrukcija, zajedno sa parapetnim nadzirkom, čine prednju fasadnu ravan. U prizemlju naglašena su ulazna dvokrilna vrata u četvorodelnoj staklenoj pregradi.

Svoje naročito arhitektonsko obeležje dobile su lodje na spratovima projektovanom gvozdenom ogradom, visine  $3/4 h_p = a_0/4 = 6 M = 75 cm$ , sa šipkama u razmaku od  $1 M = 12,5 cm$ . Pravilno deluje jednaka širina mase oko četvorodelnih otvora u dnu lodja ( $d/3 = 2 M = 25 cm$ ) čime je postignut utisak *uokvirenih* otvora.

Spoljni odnos visine lodja u prizemlju prema visini otvora lodja na spratovima (bez postavljenih gvozdenih ograda):

$$(h - h_k) : [h - (h_k + h_p/4)] = 20 M : 18 M = 10 : 9$$

postaje određeniji kada se spoljna (vidljiva) visina otvora lodje računa od gornje ivice gvozdene ograde do plafona:

$$(h - h_k) : [h - (h_k + h_p)] = 20 M : 12 M = 5 : 3$$

i ponavlja se recipročno u odnosu visine gvozdene ograde (= širini krilnog elementa) prema visini prozora:

$$3/4 h_p : h_0 = a_0/4 : h_0 = 6 M : 10 M = 3 : 5.$$

Visina ograde odnosi se prema čistoj visini otvora lodja na spratovima kao ova prema širini četvorodelnog prozora:

$$6 M : 12 M = 12 M : 24 M = 1 : 2,$$

a visina četvorodelne ulazne pregrade u prizemlju prema njenoj širini:

$$18 M : 24 M = 3 : 4,$$

i najzad tri karakteristične visine otvora lodja odnose se prema osnom razmaku kao:

<sup>11)</sup> Paris, 1950. — Vidi takodje: MODULOR, Sistema di misura di Le Corbusier, beleške Jerzy Soltan-a u „Domus“-u, br. 228, 1948, 2—5.

$$\frac{20 M}{30 M} = \frac{2}{3}; \quad \frac{18 M}{30 M} = \frac{3}{5}; \quad \frac{12 M}{30 M} = \frac{2}{5}.$$

Gornji merni odnosi (a izneti su samo glavni) potvrđuju da se postignuta proporciska zalančanost arhitektonskih elemenata u ovom fasadnom sistemu očevidno zasniva na jednostavnim brojnim odnosima harmoniskih intervala (vizuelna primena muzičkih odnosa na jedan određen arhitektonski problem).

### 14) UTICAJ MANJIH PROMENA U MODULARNIM KOTAMA NA PROPORCISKI SKLOP NEKOG VEĆ UTVRĐJENOG FASADNOG SISTEMA

Poprečni konstruktivni zidovi, koji se pojavljuju u fasadnom sistemu iznetom na sl. 9, zamišljeni su od opeke u jačini od  $2 M = 25 cm$ . Kada bi, međutim, ovi zidovi bili zamišljeni u kamenu, onda bi njihovu jačinu, empirički, trebalo povećati na  $4 M = 50 cm$ . Povećanje od  $2 M$  u jačini zida svakako nameće i povećanje predviđenog osnog razmaka od  $30 M$  na  $32 M$ .

Prema tome, dosadašnji merni broj fasadnog elementa

$$k = \frac{23 M}{30 M} = 0,7\bar{6} = \frac{1}{6} \cdot \frac{13+10}{5} \approx \frac{1}{6} (\varnothing^2 + 2) = \\ = \frac{1}{6} (3 + \varnothing) = \frac{1}{2} + \frac{\varnothing}{6} = 0,770 \dots$$

menja se i glasi:

$$k = \frac{23 M}{32 M} = 0,71875 = \frac{1}{4} \cdot \frac{13+10}{8} \approx \frac{1}{4} \left( \varnothing + \frac{2}{\varnothing} \right) = \\ = \frac{\varnothing}{4} + \frac{1}{2\varnothing} = 0,7135 \dots$$

Menjaju se jedino još odnosi tri karakteristične visine otvora lodja prema povećanom osnom razmaku:

$$\frac{20 M}{32 M} = \frac{5}{8} \approx \frac{1}{\varnothing}; \quad \frac{18 M}{32 M} = \frac{9}{16} = \left( \frac{3}{4} \right)^2 = \left( \frac{3 \cdot 2}{8} \right)^2 \approx \left( \frac{2}{\varnothing^2} \right)^2; \\ \frac{12 M}{32 M} = \frac{3}{8} \approx \frac{1}{\varnothing^2}.$$

Ostali odnosi, karakteristični za sistem na sl. 9 mogu se, ali se ne moraju menjati.

Pretpostavimo ipak, primera radi, povećanje visine fasadnog elementa za  $1 M = 12,5 cm$ .

Merni broj takvog fasadnog elementa imaće određeniji oblik:

$$k = \frac{24 M}{32 M} = \frac{3}{4} = 0,75 \approx \frac{2}{\varnothing^2}.$$

Za  $1 M$  povećava se visina prozora od  $10 M$  na  $11 M = 137,5 cm$  ili izuzetno, ako se — pretpostavimo — predviđaju drvene roletne, zupčasti natprozornik od  $2 M$  na  $3 M = 37,5 cm$ .

Ovim povećanjem, bez obzira da li se ono odnosi na visinu prozora ili zupčastog natprozornika, menjaju se svi dosad postavljeni proporciski odnosi. Zato je potrebno da se svaka i najmanja promena u dimenzijama fasadnog elementa proveriti ne samo grafički već i analitički i tako što objektivnije utvrde potezi proporciskog dijagrama. Konačne modularne kote ne smeju se ni u kom slučaju podređivati formalističkim razlozima koji se, skoro uvek, nalaze u latentnom sukobu sa osnovnim funkcionalnim i konstruktivnim postavkama građevinskog programa.

### 15) ZAVRŠNE NAPOMENE

Metoda uskladjivanja arhitektonskih elemenata u celini na osnovu antropomorfne modularne jedinice  $1 M = 12,5 cm$  karakterisana je primenom *celih* modularnih brojeva. Istaknut je značaj projektantskih mernih jedinica o kojima je, prilikom raspravljanja o celishodnoj veličini građevinskog modula, vodjeno malo računa, pa je usled toga i došlo do



prenagljene preporuke IUA da njena konačna veličina bude  $10\text{ cm} \approx 4''$ , a ne  $12,5\text{ cm} \approx 5''$ . Nekoliko napred izloženih praktičnih primera potvrđuju pozitivne osobine osmične podele metra, njenu opravdanost sa specifične tačke gledišta projektanta i njena preimućstva nad decimalnom podelom metra. Treba reći, međutim, da je moguće prilagoditi, bez težih posledica, oktametarske mere  $37,5\text{ cm} = 3\text{ M}$ ,  $62,5\text{ cm} = 5\text{ M}$ ,  $87,5 = 7\text{ M}$ ,  $112,5 = 11\text{ M}$ , itd. zaokružavanjem decimalnim merama  $40\text{ cm} = 4\text{ M}'$ ,  $60\text{ cm} = 6\text{ M}'$ ,  $90\text{ cm} = 9\text{ M}'$ ,  $110\text{ cm} = 11\text{ M}'$ , ali nikako oktametarske mere  $25\text{ cm} = 2\text{ M}$ ;  $75\text{ cm} = 6\text{ M}$ ;  $125\text{ cm} = 10$  itd., višestrukim merama decimalne jedinice. Nije teško zaključiti da je IUA preporučila ustvari građevinski modul od  $5\text{ cm} \approx 2''$  tj. podelu metra na 20 delova.

Problem modularne koordinacije mera u arhitektonskom projektovanju duboko zadire u delokrug arhitekata-projektanata. Njihovo je pravo, a i dužnost, da znalački i dokumentovano utvrde njima najpodesniju veličinu građevinskog modula i da je tek tada predlože za internacionalnu modularnu jedinicu u arhitekturi i građevinarstvu.

Kompoziciski postupak iznet u ovoj studiji zasniva se na osmičnoj podeli metra. Na osnovu iscrpnih ispitivanja koja već godinama vršim u oblasti teorije projektovanja, sa posebnim osvrtom na uticaj raznih antropomorfnih sistema

mera na kompoziciske metode prošlosti, došao sam do sledećih zaključaka:

(1) da je oktametarski sistem pogodniji od metarskog i da, nasuprot predloženom građevinskom modulu od  $1\text{ M}' = 10\text{ cm} \approx 4''$ , treba usvojiti modularnu jedinicu od  $1\text{ M} = 12,5\text{ cm} \approx 5''$  zbog njene veće vrednosti i njenih specifičnih antropomorfnih osobina;

(2) da se decimetar može bez teškoća uvrstiti u oktametarski sistem ako se  $1\text{ M}$  podeli na 5 jednakih delova tj.

$$1\text{ M} = \frac{5}{5}\text{ M} = 12,5\text{ cm} \approx 5'' \text{ i u vezi s tim: } 1\text{ M}' = \frac{4}{5}\text{ M} =$$

$10\text{ cm} \approx 4''$ , čime bi u suštini bile eliminisane suprotnosti koje prividno postoje između  $1\text{ M}$  i  $1\text{ M}'$ ;

(3) da dosadašnji način kotiranja treba zameniti novim i kote u planovima upisivati isključivo u modulima (neimenovanim modularnim brojevima), a razmeravanja na gradištu vršiti modulmetarskim razmernikom koji je podeljen na tri različito istaknute podele i to:

$$1\text{ M}_{10} = 10\text{ M} = 20 \frac{\text{M}}{2} = 50 \frac{\text{M}}{5}.$$

Milan Z l o k o v i ć

#### LE PROBLÈME DE LA COORDINATION MODULAIRE DANS LA COMPOSITION ARCHITECTURALE

D. K. 72.012.3=861

Contrairement aux recommandations, stipulées par le Congrès de l'UIA en 1953 à Lisbonne, pour la codification internationale d'un module de construction de  $10\text{ cm} \approx 4''$ , l'auteur se déclare pour le système octométrique, proposé par E. Neufert, consistant dans la partage du mètre en 8 parties égales, prenant une de celles comme module ou unité de mesure, c'est-à-dire:  $12,5\text{ cm} \approx 5''$ .

Comparant les possibilités d'application de ces deux modules, l'auteur insiste sur l'unité métrique de composition, comportant à peu près 4 pieds  $\approx 10\text{ cm}$ .  $12=120\text{ cm} \approx 12,5\text{ cm}$ .  $10=125\text{ cm}$ , et démontrant d'ailleurs les avantages d'un partage anthropomorphe du mètre, qui correspond à la série 12,5, 25, 37,5, 50, 62,5, 75, 87,5 et 100 cm, et qui ne pourrait jamais être issu d'une série purement décimétrique.

En exposant l'importance du choix des mesures fondamentales d'un élément d'étage, établi d'avance par la profondeur du bâtiment, la distance entre deux axes voisines, la hauteur de l'étage et le rapport entre la baie et le support qui sépare deux baies adjacentes, l'auteur coordonne toutes ces mesures à un système de multiples du module  $1\text{ M}=12,5\text{ cm}$ , illustrant l'application raisonnée de cotes, exprimées en nombres entiers, sur quelques exemples partiques. L'apparition évidente de rapports simples rapproche les tracés régulateurs respectifs aux tracés harmoniques, et, en première ligne, à la section d'or.

En concluant, l'auteur propose la conversion du module courant en  $1\text{ M}' = 10\text{ cm} = \frac{4}{5}\text{ M}$ , et un nouveau étalon de mesure d'une longueur de 125 cm, dénommé „module-mètre”, divisé de la même façon que l'étalon métrique en usage.