

Encyel. 0.

52

101.

STAMPFEL-FÉLE  
ANYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

125.

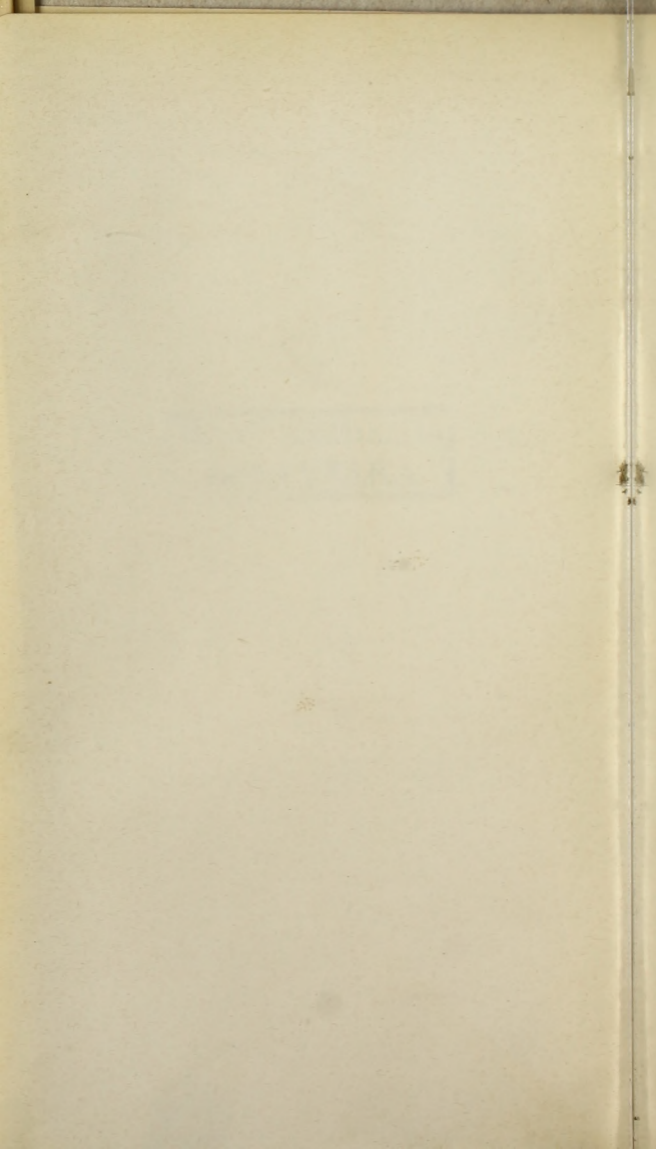
Lechner Jenő

Építési enciklopédia

I. rész: Kőszerkezetek

Ára 60 fill. • 30 kr.

POZSONY-BUDAPEST  
KIADJA  
STAMPFEL K.



STAMPFEL-FÉLE  
TUDOMÁNYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

— 125. —

# ÉPÍTÉSI ENCIKLOPEDIA.

IRTA

LECHNER JENŐ

MŰÉPÍTŐSZ.

ELSŐ RÉSZ:

KÖSZERKEZETEK.

86 ÁBRÁVAL.



POZSONY, 1903. BUDAPEST.

STAMPFEL KÁROLY KIADÁSA.

# TARTALOM.

<i>Bevezetés</i> . . . . .	3
----------------------------	---

## I. Fejezet.

<i>Teherviselő kőszerkezetek</i> . . . . .	4
A) Mesterséges kőből készült falazatok . . . . .	4
a) Tömör falak téglakötése . . . . .	6
b) Üreges falak téglakötése . . . . .	9
c) Kémények falazása . . . . .	10
d) Kötőanyagok . . . . .	15
B) Természetes kőből készült falazatok . . . . .	19
C) Öntött falazat . . . . .	23
D) Vegyes falazatok . . . . .	24
Görbült falak . . . . .	28
Állványozás . . . . .	28
Támfalak . . . . .	29
Szárnyfalak . . . . .	31
Falak méretezése . . . . .	32
Boltövek . . . . .	44
Falnyílások . . . . .	50

## II. Fejezet.

<i>Befödő kőszerkezetek</i> . . . . .	54
A) A boltozat alakja . . . . .	54
B) A boltozás módja . . . . .	58

## III. Fejezet.

<i>Lépcsők</i> . . . . .	73
--------------------------	----

## IV. Fejezet.

<i>Alapozás</i> . . . . .	79
---------------------------	----

## BEVEZETÉS.

Az építés történetének kezdete a praehistorikus idők homályába vész. Eltekintve azon mondáktól, melyek történetének bölcsőjét körülállják, bizton állíthatjuk, hogy az ember első lakóhelye az éghajlati viszonyoknak megfelelően csak barlang és lombátor lehetett, a hol pedig már az ember első megjelenésének tényleg nyomaival találkozunk, ott a kezdetleges építés maradványait is megtaláljuk. Az őskori emberek első építményei a vallási szertartásokra, temetkezésekre szolgáló kultuszhelyék voltak. Ilyenek az u. n. *kelta emlékek*, a mesterséges halmok, — *tumulusok* — az óriási faragatlan kősziklákból, primitív módon összeállított *megalithművek*, a *dolmenek*, *menchirek* stb. Az emberi műveltség bölcsőjeül a hagyomány Elő-Ázsia vidékét tartja, s a mesopotamiai fensíkon felásott épületomladékok jelölik is az első épületek helyeit. Az itt lakott népek romokban heverő műemlékei közül az assyr építkezés némi maradványai nyújtanak legelőször példát a falazatok különböző nemeire, a polygon vagy kyklopfalra, a rétegzetes falazatra, a boltozatra, mely az őket megelőző kaldeusok *áboltozatával* szemben már a boltozatépítés törvényeinek érzésével épült, a kupolatetőre, az oszlopokra, mint koncentrált terhek támasztó szerkezetére, itt találjuk a szerkezeti és díszítési elemeknek egész kis gyűjteményét. Ez elemeket a későbbi népeknél fontos szerkezeti részekké látjuk az építéstörténet folyamán alakulni, fejlődni, s az anyagok egymástól eltérő alakíthatóságának és különböző célra alkalmazásának megfelelőleg más és más formákat, illetőleg konstrukciókat hoznak létre.

Az épületrészek e szerkezeti kialakulásának ismertetése a művészettörténelem feladata, mert szorosan az ember szépjérzékének kielégítésére irányuló tevékenységével karöltve látjuk kifejlődni.

Hogy a műszaki tudományok mai állapota mellett miképen czélszerű építkeznünk, arra az *építéstan* tanít. Ez foglalkozik azon szabályokkal, melyek a gyakorlati és kísérleti uton szerzett tapasztalatok alapján a természet által nyújtott anyagok czélszerű alakítására vezetnek, hogy azokat építőszerkezetekké kössük össze s így velök oly konstrukciókat létesítsünk, melyek a szilárdság és tartósság körülményeinek megfelelőjenek. E szerkezetek czélszerű összeillesztéséből alakul a valamely czélt szolgáló *építmény* (pl. gát, töltés, partvéd stb.), mely, ha ember, vagy állat lakóhelyéül, termények, áruk, stb., elhelyezésére szolgál, *épületnek* nevezetik.

Az építés legfontosabb anyagai a *kövek*, a *fa* és a *vas*.

## I. FEJEZET.

### Teherviselő kőszerkezetek.

Az épület legfontosabb része a mesterséges vagy természetes kőből, kötőanyaggal, bizonyos vastagságban megépített szerkezet, mely tért határol körül, vagy terhet hord, a *fal*. A kőfalazat lehet :

- A) *mesterséges* (tégla, vályogfal)
- B) *természetes* (faragott vagy faragatlan bányakő)
- C) *öntött* (beton) és végül
- D) *vegyes falazat* (kő és tégla, stb.).

#### A) Mesterséges kőből készült falazatok.

A mesterséges kőfalazat legjobb anyaga az *égetett tégla*. A tégla gyártásához agyagot ( $2Al_2O_3 \cdot SiO_2 + 2H_2O$ ) használunk, mely víztartalmú alumíniumszilikát, s a földpátot tartalmazó kőzetek elmállásakor keletkezik a levegő és víz széndioxidjának oldó hatására. Az agyag sohasem tisztán, hanem az el nem mállott anyakőzet alkatrészeivel keverve marad vissza. Így több-kevesebb meszet, homokot és vasoxidot tartalmaz, melyek technológiai tulajdonságait nagyban befolyásolják. Mész tartalma változó, s ha igen nagy százalékát teszi (40%), úgy márgának nevezzük, s mint ilyen inkább a cementgyártásra alkalmas. A vasoxid a téglának égetés után vörös színt ad, míg sárgára a vasoxidcalcium festi, tehát a világos sárga tégla több

meszet tartalmaz. Ez a szín különben a téglát jól kiégetettnek jelzi. Az agyag becses tulajdonsága a képlékenység; száradás alkalmával azon arányban a hogy vizét veszíti, térfogata csökken, s egyenlőtlenül száradván, repedezik; a homoktartalom melyet mesterségesen is növelhetünk benne, soványító anyagul szolgál, s e száradás okozta deformációkat némileg megakadályozza.

A friss agyagot mechanikai úton készítik elő a téglagyártáshoz. Hengerművekkel aprítják, áztatják, s ha ártalmas anyagokkal kevert, úgy iszapolásnak is alávetik. A pépszerű anyagot homokkal keverve formába vetik, vagy géppel alakítják, szárítják és kiégetik. Égetése alatt, mely a Hoffmann-féle körkemenczében történik, térfogata csökken, a szerves anyagok kiégnek belőle, képlékenysége megszűnik, chemiailag kötött vizét elveszti és soha többé fel nem veszi, szilárd, kemény anyaggá válik. *Tűzálló téglák*: több alumíniumszilikátot és minél kevesebb olvadó anyagot, (bázisokat) tartalmazó agyagnemekből égettetnek.

A *keramittéglák*: főleg mint burkoló anyag használatnak járdák, udvarok stb., borítására, de erős pilléreket is építhetünk velök. Nagy elterjedtségének oka állandóan nagy szilárdságában, fagyállóképességében s aránylag olcsó előállíthatóságában rejlik, ugyanis beláthatatlan időig javítás nélkül ellentáll mindenmí külső behatásnak, az időnek más anyagokat szétmállasztó változatosságának, stb. Az absolute vízmentes anyag gyártása a természetben végbemenő alakulási processusnak mesterséges utánzása, az elmállás útján fejlődött anyag nagy hő és nyomás mellett való visszaalakítása.

A *nem égetett* mesterséges kövek közül a *vályog-tégla* közönséges földes agyagból készül, de csak napon száríttatik keményre. Egyenlőtlen száradásakor való összeropedezésének meggátlására szecskát, szalmát, pozdorját stb., keverünk hozzá, s gyakran 4—6% oltott mésszel elegyítjük. A *mész-tégla* sajtolt és napon szárított mészhabarcs (oltott mész) homokkeveréke, szilárdabb a vályognál s így építésre alkalmasabb.

A *tégla méretei* meg vannak határozva, hogy tartós téglakötéseket nyerhessünk. A téglatest magassága ugy aránylik szélességéhez és ez hosszához, mint 1:2:4. Tekintetbe veendő még a habarcsköz, a kötő-

anyag vastagsága, mely körülbelül 1 cm. Ha a habarcsköz vastagsága  $x$ , úgy a téglaméretek:

$$h = 2sz + x = 4m + 3x$$

$$sz = \frac{h - x}{2} = 2m + x$$

$$m = \frac{h - 3x}{4}$$

A téglalakja Ausztria-Magyarországon  $290^{m/m}$   $h$ ,  $140^{m/m}$   $sz$ , és  $65^{m/m}$   $m$ . (Németországban pl:  $250 \times 120 \times 65^{m/m}$  a normális téglalak mérete.) E normális méretnél ugyan a téglalak égetés után kisebbé válik, de vakolattal együtt rendszeresen ismét megüti a normál értékeket. Megkülönböztetünk *közönséges falitéglat*, *ékalakú boltozattéglat*, csatornának, kéménynek való téglát, továbbá szárazon sajtolt, homlokzatok burkolására szolgáló u. n. *nyers* téglát, és *idom*, vagy *alak* téglát. Könnyű falak építésére használjuk a *lyukacsos* téglákat is.

A téglalak keresztben felére metszve adja a *fél* téglát, hosszában ketté metszve az u. n. *fejelő*-téglát. A fél téglalak kettémetszve *negyed* téglákat képez. Használjuk még a *háromnegyed* és az u. n. *hornyolt*-téglát.

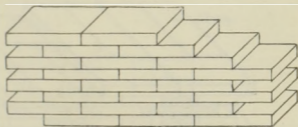
### a) Tömör falak téglakötése.

A téglákat a falak felépítésekor, vastagságának megfelelőleg különböző elrendezésben rakjuk egymásra és egymás mellé. A *téglakötés* olyan legyen, hogy a fal egy összefüggő, szilárd szerkezetté váljék. A téglákat vízintes rétegekben helyezzük el, hogy a falban működő vertikál erők merőleges ellenállásra találjanak. Szem előtt tartandó, hogy két egymás felett futó téglaréteg *állóhézagai* sohase essenek egymásra, azaz állóhézag mindenkor téglatesttel fedessék be, mert a téglák ezáltal kötik egymást. A falzatban minél több legyen az *egész* téglalak, melyek a fal hosszában egymást középig átfogják. Az egyes rétegekben a téglák hol a fal irányában, hosszában futnak, hol a fal külszínére merőlegesen fekvő az átkötik. Az előbbieket a *futók*, az utóbbiak a *kötő*-téglák, s ha a külső falszín futókat mutat, az egész réteget futórétegnek nevezzük, a másik esetben a réteg kötőréteg. A falak végein, nyílásoknál, stb., a keletkezett *csorbázat* kiegészítésére szükségesek a fél, negyed, háromnegyed és fejelőtéglák.



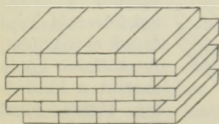
A függőleges, álló-hézagok csoportosítása adja a különböző kötéseket. Így van *kémény-kötés*, *bekötő-kötés*, *kétsorú-kötés*, *kereszt-kötés*, *lengyel* v. *gót-kötés*, *hollandi-kötés*, *átlós-kötés*, *mintás-kötés*, *pillér- és oszlop-kötés*.

A *kémény-kötést* (1. ábra) csupa futó téglasorok képezik, s oly falaknál alkalmazzuk, melyek terhet nem hordanak, csupán választófal-ként szerepelnek és csak féltégla vastagságúak, ( $15\text{ cm}$ ). Az ilyen fal *csorbázata* kétféle lehet, *fogas*, vagy *lépcsős*. Ablak- és ajtókereteknél az előbbit hagyjuk, s azok elhelyezése után egészítjük ki darab-téglákkal, míg az utóbbi alkalmazása akkor czélszerű, ha régi, üllepedett falhoz csatlakozólag újat építünk. Hátránya, hogy nagy falterületet foglal le.

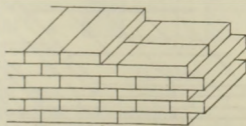


1. ábra.

Egész-téglavastag falak *bekötő* kötéssel (2. ábra) épülhetnek, melynek rétegei csak kötőkből állanak. A téglák, úgy mint a kéménykötésnél is, egymást fél szélességben fedik.



2. ábra.



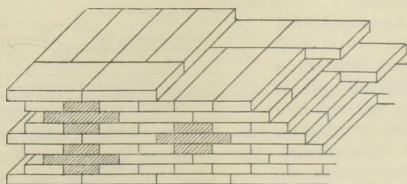
3. ábra.

Sokkal jobb a *kétsorú-kötés* (3. ábra) rétegenként felváltva futó és kötősorokkal, mert a hézagok nem nyílnak ki oly könnyen, mint a bekötőkötésnél, mivel a futók egy egész és két fél kötőtéglat fognak át. Ez a legelterjedtebb kötés minden falvastagságnál, s ha ez a  $30\text{ cm}$ -t meghaladja, úgy a fal színén vannak csak futók, belsejében mindkét réteg téglái kötők.

A *kereszt-kötés* (4. 5. ábra) szintén futó és kötőrétegek váltakoznak, ép úgy mint fent, de egy-egy réteg a másik felett negyedtéglányira el van

A *kereszt-kötés* (4. 5. ábra) szintén futó és kötőrétegek váltakoznak, ép úgy mint fent, de egy-egy réteg a másik felett negyedtéglányira el van

tólva s így a hé agok téglatesttel fedetnek. Nevét a fal színén ily módon keletkező kereszt-idomoktól nyerte, melyeket szinezett téglákkal tehetünk feltünővé s így a

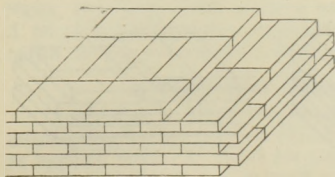


4. ábra.

falmezőt téglanyaggal díszíthetjük. A kereszt-kötésnél falmegszakítás esetén a *többszörös csorbázat* áll elő.

A *lengyel* vagy *gót-kötés*nél futók és kötők ugyan-

azon rétegben váltakoznak s itt szintén a hézagok félretolásával érünk el jó kötést. A *hollandi* kötés szerint a kötőréteg téglái mint kötők, a futórétegei felváltva kötők és futók.



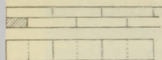
5. ábra.

Vastag várfal-  
lagnál, vagy föld-

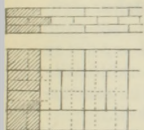
rengés ellen védendő falak építésekor alkalmazzák az *átlós-kötést*, melynek 6-féle rétegét különböztetjük meg. Kivülről kereszt-kötést mutat, de belül a négy középső rétegben a téglák  $45^\circ$  irányban vannak fektetve.

A *mintás-kötést* nyers falazat díszítése céljából használjuk. A kötés módja lehet a fentemlítették bármelyike, s a fal színét különböző színűre égetett, vagy mázas téglákkal tapetaszerűen kirakjuk.

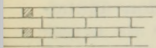
Ha a falat függélyes síkkal metszük, nem csorbázatot, hanem *falvéget* nyerünk. Itt alkalmazzuk a  $\frac{3}{4}$  és  $\frac{1}{4}$  (6. 7. ábra) téglákat, ha pedig a falvastagság egész téglahosszal osztható (30, 60, 90<sup>cm</sup>, stb.) úgy a fejelő téglákkal is falazhatunk. (8. ábra).



6. ábra.



7. ábra.



8. ábra.

Az ablakok, ajtók faszerkezetét *kávákba* (horony) illesztjük, melyek  $7\frac{1}{2}$  cm-nyire nyúlnak a falba. (9. ábra.)

Igen fontos a falsarkok helyes kötése is. (10. ábra) Lehet hegyes, derék- vagy tompaszögű, de a falazás principiuma minden esetben az, hogy hol az egyik réteg, hol a másik réteg tégláit vezetjük a fal színéig rendes téglakötésben a másik réteg felett. Ily módon a rétegek egymást átfogják.

Hegyes és tompaszögű falaknál a téglák faragásával érünk csak cél, ez esetekben a fal szí-

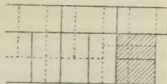
nére lehetőleg nagy tégladarabokat helyezünk.

A *pillérek* úgy falaztatnak (11. ábra) mint a falvégek, téglamértékben kifejezhető, négyszögű pillérek fél és  $\frac{3}{4}$  téglával, körszelet vagy poligonális alapú pillérek *idomtégla*kkal. Közönséges megfaragott téglákból is építhetők, de ez esetben felszíneket vakolnunk kell.

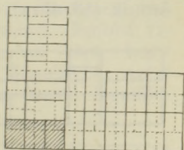
A kör alakú *oszlopok* (12. ábra), a mennyiben nem kőből készülnek, czélszerű, ha idomtégla-kkal falaztatnak. Széles átmérőjű ilyen téglaszlopok a gothikában gyakran fordulnak elő.

### b) Üreges falak téglakötése.

Üreges falat ott építünk, a hol nagy hideg vagy nagy meleg ellen akarjuk óvni a helyiségeket, (pl.: exponált helyen épült villa, jégverem), vagy pedig a



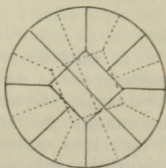
9. ábra.



10. ábra.



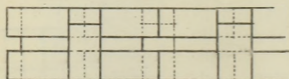
11. ábra.



12. ábra.

nagy megterhelést kerülendő, könnyű falazatra van szükségünk. Az első esetben *elszigetelő légréteget* építünk a faltestbe, a második esetben *üreges* vagy *lyukas* téglákkal falazunk. (Zárt erkélyek.)

Elszigetelő légréteg keletkezik, ha két 15<sup>cm</sup> vastag falat egymástól negyedtéglányi távolban emelünk, melyeket helyenkint átkötő téglákkal egymáshoz erősítünk (13. ábra). Készülhet az ilyen fal két, sőt több



13. ábra.

légréteggel is, de az elégséges kötésről feltétlenül gondoskodnunk kell.

Az üreges vagy lyukas téglák iszapolt agyagból kétféle módon állítat-

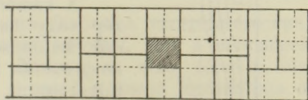
nak elő. Az üreges téglá úgy készül, hogy az agyaghoz sejtquarcot (infusoria föld), vagy könnyen égő szerves anyagokat (fűrészpor, szecska) kevernek, melyek a téglá égetésekor elégnak, s helyökben lukacsok maradnak. Használtabbak a lyukas téglák, melyek hosszú, henger- vagy hasábalakú csatornákkal gyártatnak. Hogy a homlokfalon akár futó, akár kötősorban, de mindig zárt oldalával szinelőleg helyezhessük el, azért a lyukas téglák kétféleképp készülnek, a téglá hosszára merőleges és parallel csatornákkal. Olcsóságuk, könnyűségük mellett, nagy szilárdságuk teszi használatukat előnyössé, s a fal természetes ventilációját is növelik.

### c) Kémények falazása.

A faltestbe nyílásokat kell készítenünk, melyek segítségével a lakosztályok tűzhelyeinek füstanyagát elvezessük. Gyakran légvezető csatornákat is kell építenünk, melyekkel a helyiségeket ventiláljuk. E függélyes csatornák a huzat segítségével az égést elősegítik, másrészt romlott levegő eltávolítását is szolgálhatják, illetőleg külső friss levegőt szívatunk be velök. Működésök a közlekedő edények törvénye szerint történik, ugyanis a kémény meleg, könnyebb légoszlopa egyensúlyi helyzetbe iparkodik jutni a külső környezet hidegebb, s ennél fogva nehebb légoszlopával, e hőmérséklet-kiegyenlítődés hozza létre a kémény léghuzatát.

Legjobb ha az égéstermékek közel 300° C. mellett

hagyják el a kéményt ( $273^{\circ} + 2 \times$  a külső temperatura), a léghuzam még ezenkívül a légnyomás, levegő nedvessége, szélirány és egyéb körülmény függvénye. Lakóházaknál minderre tekintettel nem lehetünk, s a célnak, mint a gyakorlat mutatja, tökéletesen megfelel a keskeny kéménynyílás, melyet már másfél-tégla vastag falba helyezhetünk. Ugyanis egy kályha füstjének elvezetésére kb.  $60\text{ cm}^2$  keresztmetszetű cső kell. A csatorna lehet  $\bigcirc$  vagy  $\square$  alakú. Építési viszonyaink mellett leggyakoribb az az eset, hogy három kályha füstjét vezetjük egy kéménybe, azért négyszög keresztmetszet alkalmazása esetén legalább  $15\text{ cm}$  odalhosszú, s körkeresztmetszet alkalmazása esetén  $24\text{--}28\text{ cm}$  átmérőjű legyen a füstcsatorna.

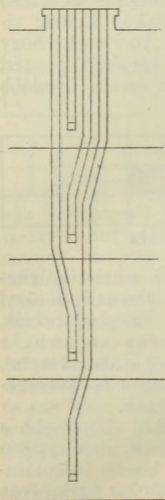


14. ábra.

Régen  $45\text{ cm}$  átmérőjű u. n. *mászható kémények* voltak divatban s több emelet kályhafüstjét vezették ki a szabadba; ma, midőn az építésügyi szabályzatok rendszerint szigorúan meghatározzák, hogy minden emeletről külön kémény vonandó, s egy kéménybe csupán 3 kályha füstjét szabad vezetni, a mászható kémények ritkán, sőt magas építkezéseknél úgyszólván sohasem alkalmaztatnak.

A füst eltávolítása szempontjából előnyösebb a körkeresztmetszet, de készítése nehezebb, a mennyiben csak fahenger segélyével, s csupán kisebb tégladarábokkal falazható körül. Minthogy falainkat úgyszólván kizárólag téglából építjük s minthogy a téglaméretei megállapítvák, legcélszerűbb, ha a  $15\text{ cm}$  nyílású négyszögű kéményeket alkalmazzuk. Falazásuk a  $\frac{3}{4}$ -tégla felhasználásával (14. ábra) igen egyszerű téglakötésekkel létesíthető. Ha a fal vastagsága a  $15\text{--}30\text{ cm}$ -t meg nem haladja, úgy a kémények számára megfelelő kiugrást készítünk, hogy a kémény fala legalább féltégla nyi legyen. A kémények minden emeleten a padozat felett  $30\text{--}60\text{ cm}$  magasságban kezdődnek, itt lent vasbádog-ajtócskával bírnak, melyen át tisztításkor a korom eltávolítható, a kályhák füstcsövei magasabban metsződnek bele. Célszerű, hogy minden kályha lehetőleg egyenlő távol legyen a füstcsatornától. Ez utóbbi két körülmény egyeztetése az emeletes épületek

beosztását nagyban komplikálná, azonban a kémények ferde elvezetésével célt érünk. A 15. ábra egy ilyen kéménycsoport egymás mellett való felvonulását mutatja be, ahogy annak gyakorlati kivitele szokásos. Ily elrendezés mellett minden emelet kályhái ugyanazon helyen nyerhetnek elhelyezést s a füstcsatornába vezető csöveik egy függélyes tengelybe esnek. A



15. ábra.

csatornák azután felváltva jobbra és balra ferdén elvezettetnek, de megjegyzendő, hogy e félrevezetés csupán  $60^\circ$ -ig eszközölhető, különben az égéstermékek surlódása legyőzhetetlenné válnék.

A kémények lehetőleg a közép vagy határfalakba helyezendők, különösen azért, mert a tető *taréjvonalán*  $50\%$ -nyire célszerű túlvezetnünk, különben a szél lecsapja a füstöt. Ugyanez ajánlatos tűzbiztonsági szempontból is. A homlokzati falakon így magasra felnyuló kémény architektonikus kiképzése nehezebb, de főként labilis, és így külön megerősítést igényel. A francia renaissance az ablakok közé helyezett kandallóinak kéményét vezette rendszerint így a szabadba. Napjainkban gyakori, hogy a barock építés mintájára a lapos tetőkön csak igen kis magassága van a kéménynek, hogy alulról látható ne legyen. Az ilyen el-

rendezés egészen elvetendő.

A legkisebb méretű  $15\%$  átmérőjű u. n. orosz kéménybe 2 közönséges tüzelésnél és egy  $23\%$  átmérőjű kéménybe 3 közönséges tüzelésnél többet csoportosítani nem tanácsos. A füstcsövek akként torkoljanak a kéménycsatornába, hogy a kéménynyílást ne szűkítsék. Maga a kémény tömören és tűzbiztosan építendő, s minden szerkezeti gyülékony anyagtól legalább  $15\%$  távolságban kell állania. Így pl. a középfalon felvezetett kémény a tetőszerkezet gerendáiba ütközhetik, ezért gyakran a padlásürben ferdén félrevezetjük, de figyelemmel

legyünk arra, hogy a kéménypillér súlyvonala a kémény talpterületének belső harmadába essék, e határ túllépésekor a ferde pillér aláfalazandó.

A kémény legczélszerűbben a tetőn kívül nyers téglaburkolást nyer, mert a vakolatot a hőmérsékülönbözlet hamar lepattogtatja. Ha felül oldalnyílásokat alkalmazunk, növeljük szívóképességét, vagy pedig toldalékot, u. n. *süveget*, vagy *sisakot* helyezünk reá, mely szellőzőszerkezet a levegő áramlása folytán szintén növeli a kémény szívóerejét, de inkább rossz huzatú kéményeknél alkalmazzuk.

A kémény lefedése vagy álló téglasorral történik, vagy lejtővel és vízzel ellátott 8—10<sup>cm</sup> vastag kölemezzel.

Ha a kémény nem füstgázok elvezetésére épül, de szellőző csatornaként szerepel, úgy a helyiségekben 2 nyílása van. Nyáron az alsó, télen a felső nyílás van nyitva, a mint a szoba légáramlata az évszakok szerint változik a külső temperaturával szemben. Az ilyen csatorna lehetőleg kémény közepében építendő, hogy télen mellette átmelegedvén, szívóereje növekedjék.

A kémények tisztogatása czéljából a fedélen járdát készítünk kátrányos pallódeszkából, melyet kovácsolt vaslábakkal erősítünk a fedélszékekhez. Korlátul 0·80—1·0<sup>m</sup> magasságban húzott vassodrony szolgál.

Minél magasabb a kémény, annál nagyobb a szívóereje. Ezért a nagy üzemű gépek kazánjainak füstjét elvezető kéményeket igen magasra kell építenünk. Minthogy nagyobb nyomást gyakorolnak az alsóbb rétegekre, mint a többi épületfalak, ezért az egyenlőtlen üllepedés elkerülése szempontjából különállóan építendőek. Az ilyen kémények, melyek 3<sup>m/2</sup>-t meghaladó fűtőfelületű kazánok tűzhelyeinek égéstermékeit vezetik el, *gyárkéményeknek* minősítetnek. Nem kazántüzelés esetén a tűzhelyen óránként elégett szénmennyisége mérvadó, s ha ez a 20<sup>%</sup>-ot eléri, az égéstermékeket elvezető kémény gyárkéményként szerepel. Az ilyeneknek a körülöttük 50<sup>m</sup> távolban levő épületek tetőgerinczét legalább 3<sup>m</sup>-el meg kell haladniok, s ha később a megjelölt környezetben magasabb épület emeltetnék, a kéményt az említett magasságra utólag is fel kell építeni.

A gyárkémények építésénél már tekintetbe vesszük mindazon tényezőket, melyek a fűtés technikájá-

nál szerepet játszanak. A gyakorlatban empirikus formulákkal határozzák meg a kémény méreteit.

Igy *Darcet* képletei abból indulnak ki, hogy  $10^m$  magas kéménynél  $0.1^{m/2}$  keresztmetszetre óránként  $3^{1/9}$  szén elégeése számítható, mivel  $10^m$  magas kéményben a füstgázok sebessége  $v_1$ , úgy aránylik a kéménynek  $0.1^{m/2}$  keresztmetszetéhez, illetőleg annak  $10^m$  magasságához, mint egy más kéményben áramló füstgázok  $v_2$  sebessége annak a kéménynek  $F$  keresztmetszetéhez, illetve  $H$  magasságához. Így tehát

$$v_2 F = 0.01 \frac{n}{3} v_1 \text{ és } \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{H}{10}}$$

a hol  $n$  az óránként elégetendő szén mennyisége  $^{1/9}$ -okban. A keresztmetszet ezek szerint kiszámítható:

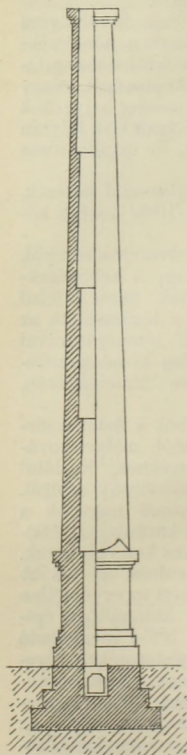
$$F = 0.01054 \frac{n}{\sqrt{H}}.$$

Rendesen a kémény legkisebb keresztmetszete a tüzelő rostély felületének  $1/4 - 1/6$ -a, ha a magasság a legkisebb keresztmetszetnek 25-szöröse, de minimum 18 méter.

Egy más formula szerint  $F = d + 0.017 H$ , a hol  $d$  a legkisebb keresztmetszet, és  $H$  a kémény magassága a kéményszéktől.

A kémények súlya igen nagy ( $2 - 3000 \text{ } ^{1/9} \text{ } ^{m/2}$ -enként), ezért szélesen alapozandók, hogy a legalsó rétegek  $\text{cm}^2$ -ére maximum  $7 - 8 \text{ } ^{1/9}$  essék.

A gyárkémények legczélszerűbben  $\bigcirc$  keresztmetszettel épülnek, idomtégglák felhasználásával, nyersfalazással. Így legkisebb kerülettel legnagyobb belső keresztmetszetet nyerhetünk s a kisugárzás kisebb felületre szoríttatik; ugyane szempontból gyakran elszigetelő légréteggel is építjük. Gyakori a  $\square$  és 8-



16. ábra.



szögű kémény is. Dimenzióit azonban statikai szempontok is korlátozzák. A falazat lefelé lépcsőzetesen vastagítandó, mert a súly lefelé fokozatosan növekedik. (A külső hajlás 50 : 1 — 30 : 1.)

Veszélyes keresztmetszet akkor adódik, mikor egyoldalú szélnyomás hat a kémény falára. A légmozgás s így a szélnyomás törvényeit nem ismerjük, azért csak hozzávetőleges számítás útján állapítjuk meg adatainkat. Négyszögméterenként a szélnyomás nagysága tapasztalat szerint 120—300  $\frac{1}{10}$ . Surlódás következtében lent a nyomás kisebb. Az egyes magasságokban átlag felvehetjük a következő adatokat:

$m/2$	20m/ig	20—30m/	30—40m/	40—45m/
Szélnyomás $\frac{1}{10}$ -ban	150	160	170	180

A szélnyomás hengerfelületre kisebb, mint sík lapra. A szilárdsági viszonyok s kémény talapzata felé mind rozszabodnak, s grafostatikai vizsgálatok eredményeképpen mondhatjuk, hogy a kéményfalazat dimenziói megfelelnek, ha maximális szélnyomás esetén a veszélyes keresztmetszet síkjában a kémény falterületének legalább  $\frac{2}{3}$ -a van nyomásra igénybe véve. Ezen igénybevétel minősége és a vizsgálandó veszélyes keresztmetszet helye grafikus szerkesztésekkel állapítható meg.

A kémény legfelső falvastagsága minimum féltégelányi. A füstgázokat az u. n.: *rókatörök* vezeti a kazánból a kéménybe.

#### d) Kötőanyagok.

A téglakötés felsorolt szabályainak legszigorúbb betartásával épített fal sem lesz elegendő szilárd és teherbíró, ha részei egymáshoz szorosan nem tapadnak, azért a hézagokat oly anyaggal töltjük ki, mely a szerkezet részeit szorosan összefüggő, tömör egészszé teszi. A kötőanyag alkalmazását már a legrégebbi időkben, minden népnél feltaláljuk; kivételt képeznek a görögök, kik finoman csiszolt márványköveiknél habarcsot nem használtak, nagy tömegű falaik rétegei pedig roppant súlyoknál fogva a kötőanyagot nélkülözhetővé tették.

A híg, pépszerű kötőanyagok rövidebb-hosszabb idő alatt megkeményedve megszilárdulnak s a fala-

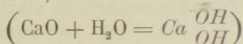
zatot egy tömeggé teszik. Ilyen anyag a kőfalaknál a *habarcs*.

Ugyanezen anyagot a falak külső vakolására is használjuk, mely esetben a falat megelőzőleg száradni kell hagyni, s ott, a hol építési szabályzatok ellenőrzik az építkezéseket, a vakolást a faltest felépítése után bevárando bizonyos időhöz is kötik. A vakolás legtanácsosabb ideje tavasszal van, midőn a téli hideg a vakolatlan falat már jól kiszáritotta.

Többféle habarcsot készíthetünk, van:

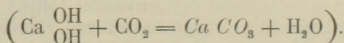
1. *közönséges mészhabarcs*
2. *cementhabarcs* (vízben kötő)
3. *agyaghabarcs*
4. *gypshabarcs*
5. *aszfalt* (elasztikus kötőanyag).

1. A *közönséges mészhabarcs* mészből, vízből és soványító homokból áll. A meszet a mészkő ( $Ca\ CO_3$ ) égetése által nyerjük, midőn szénsav távozása után calciumoxid, azaz *égetett mész* marad vissza ( $Ca\ CO_3 = Ca\ O + CO_2$ ). Az *égetett mész* vízzel való *oltással* calciumhydroxiddá, azaz *oltott mészsze* alakul



s homokkal keverve adja a közönséges habarcsot. A homok durva-szemcsés quarchomok legyen, legjobb a kikutort folyami homok, melyben kevés a szerves anyag; az oltáshoz használt víz pedig szénsavtól lehetőleg mentes legyen (esővíz).

A mészhabarcs száraz helyen alkalmazható. A levegő szénsava bediffundál a calciumhydroxidba, s az onnan lassan távozó víz helyét foglalva el, visszaalakítja azt szénsavas mészsze, s mint ilyen ismét kőkeménynyé *válik*, mint vakolat pedig kemény réteget képez a falon:



A közönséges mészhabarcs úgy készül, hogy a meszet annyi homokkal, a mennyit a mész megköt-het, vízzel egyenletes, nehezen folyó péppé kavarjuk. Minél több a homok, annál inkább bírja a nyomást, szívóssága ellenben csökken. Alapfalak, boltozatok, párkányok falazásához soványabb habarcs kell, mint álló falakhoz.

*Manger* szerint a keverés aránya átlag 1 : 3, földalatti építkezéseknél 1 : 4 legyen.

2. A *cementhabarcs* vízben igen megszilárdul, mert a vizet chemiailag képes lekötni, de fontos, hogy fölös mennyiségben ne adjuk hozzá.

Azon meszek, melyek hevítés alkalmával a fejlődő gőz feszítő ereje folytán finom porrá omlanak szét, a *sovány meszek*, azok, melyek még darabosan sem hullanak szét, a *márgák* (40%-os agyagtartalmú mész). Ez utóbbiak égetéséből nyerjük a cementeket. A porrázúzott márga égetés által széndioxidját veszíti, a mész megbontja az agyagot ( $Al_2O_3$  és  $SiO_2$ ), és mésztimföldszilikátot alkot, de még tartalmaz kovasav által le nem kötött meszet is ( $CaO$ ), ez a *román cement*, mely szürkés-sárga színét a benne levő vasoxidcalciumtól nyeri. Ha a márgát zsugorodásig hevítjük, akkor összes mésztartalmát leköti a kovasav, s a nagyobb szilárdságú *portland-cementet* nyerjük, melynek színe zöldes-szürke a kovasavas vasoxidultól, mely a magas hőn a vasoxidcalciumból keletkezett.

A cementet vízzel és homokkal keverve alkalmazzuk habarcs gyanánt. Egy rész cement, 2—4 rész homok változó vízmennyiséggel alkalmaztatik, de ügyelnünk kell arra, hogy piszkos, agyagos homokkal elronthatjuk a legjobb cementet is. A keverékhez annyi cement kell, hogy a homokszemek mintegy cementbe legyenek ágyazva. A homokra vizet öntve s ugyanazt szárazon is megmérve, a súlykülömbözet adja a szükséges víz mennyiségét.

A száradással növekedik a habarcs szilárdsága, mely általában a keverési arány és az idő függvénye. A románcement gyorsan köt, a lassan kötő portland-cement szilárdsága azonban idővel amazét fölülmulja. Az arány lehet még 1 : 5—6, sőt 7—8 is, de a szilárdság még jobban növekedik, ha ez arányokhoz fehér mészhabarcsot adunk. E *mészcementhabarcsok* jóval olcsóbbak s a célnak ép úgy, sőt némely esetben még jobban megfelelnek. A cement a vizet chemiailag képes lekötni, anélkül, hogy maga a vízben oldható volna (*hydraulikus* anyag), sőt a vízben épen ezen tulajdosságánál fogva rendkívül megszilárdul, azért a kötés ideje alatt nedvesen tartandó, s ha ez nincs módunkban, úgy a félhydraulikus mészcementhabarcs még jobb eredményt biztosít, a mennyiben a kemé-

nyedés ideje alatt a cement a mészből felszabaduló hidratvizet érvényesíti, u. i. elősegíti annak lekötését.

<i>Tankó</i> szerint:	oltott meszet	cementet és homokot	
1 <sup>m/3</sup> álló falra . . . . .	0·055 <sup>m/3</sup>	0·06 <sup>m/3</sup>	0·3 <sup>m/3</sup>
1 <sup>m/3</sup> boltozatra . . . . .	0·1 <sup>m/3</sup>	0·12 <sup>m/3</sup>	0·45 <sup>m/3</sup>
1 <sup>m/2</sup> falfelület vakolásához	0·003 <sup>m/3</sup>	0·003 <sup>m/3</sup>	0·012 <sup>m/3</sup>

vegyünk.

Cementhabarcsból csak annyit készítsünk, a mennyi 1—2 óra alatt elhasználható, mert még alkalmazása előtt megmerevedik és hasznavehetetlenné válik.

A fal magasságának  $\frac{1}{300}$  részével szokott üllepedni, ez üllepedés nagyban csökkenthető a cementhabarcs alkalmazásával, miért is nagy megterhelés mellett, vagy kis keresztmetszetű pilléreknél (földszínten, hol a tér igen kihasználható s keskeny pillérek hordják az emeleti faltömeget), feltétlenül cementhabarcs alkalmazandó. A megengedhető megterhelés különben adott keresztmetszet mellett meghatározza a kötőanyag minőségét, mert tudjuk, hogy míg téglafal közönséges habarccsal  $\frac{1}{m^2}$ -ként csak 7—8  $\frac{h}{g}$ -nyira vehető igénybe, addig ugyane területre a cementhabarcs 11—14  $\frac{h}{g}$ -ot enged meg. Faragott kővel burkolt, tehát vegyes falazatnál is cementhabarcs alkalmazása ajánlatos, mert a kőrétegek kevésbé üllepednek s így az üllepedés egyenlőtlené válnék.

Ha a megterhelés már igen nagy, pl. gyárkémenynél, toronynál stb., úgy fenti okból célszerű azokat egymástól egészen elkülönítve építenünk s egymáshoz a falakat esetleg horonnyal kapcsolhatjuk. Az ó-keresztény templomépítkezés a harangtoronyokat (campanile) rendszeren egészen különállóan építette.

3. A *gyps*, mint kötőanyag kevésbé fontos, s inkább díszvakolásnál jó alkalmazásba, rendkívüli képlékenysége ép ezen célra előnyössé is teszi. A gypset ( $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) 100—120°-nál való égetés után, midőn víztartalmának 15—16%-át eltávolítottuk, porrá őröljük, mely vízzel hígítva pépet képez, formában hamar megszilárdul, térfogata nő s így a formát jól kitölti. Szabad ég alatt kerülendő a használata, mert a víz a gypset oldja, s az esővíz károsan hat a fal színére.

4. Az *agyaghabarcsot* vályogfalaknál, stb., nem annyira kötőanyagul, mint inkább hézagok kitöltésére használjuk. Legjobb a közönséges, vízzel lágyított vörös agyag (fazekasagyag).

5. Az *aszfalt*, mint kötőanyag ott szerepel, hol a falazat nagy rázkódtatásoknak van kitéve, mint pl. gépek alapozásánál. A kátrányhoz közelálló, mind-éddig ismeretlen összetételű, bitumentartalmú anyagot *elasztikus* tulajdonsága teszi becsessé, mely tulajdonsága valószínűleg a kéntartalom befolyása. Az asfalttal készített falazat tehát elasztikussá válik.

A habarcsrétegek a téglarétegek oldalt és egymás felett való eltolódását megakadályozzák és rétegről rétegre párnaszerűen elosztva adják tovább ugy a vertikális, mint a ferdeirányú erők nyomását. A habarcsréteg magassága függ az érintkező felületek minőségétől. Minél síkabbak ezek, annál vékonyabb lehet a habarcsköz. A habarcs azonban az igen síma felületű téglát nem jól fogja, azért jobb ha érdes a felület. A vaskohók salakjából kísérletképen gyártott tűzálló téglák épen ezen síma felületöknél fogva nem bizonyultak használhatóknak. A fekvőhézag rendszeren  $12-13^{m/m}$ , vastagságának növekedésével a nyomó szilárdság csökken; az állóhézag  $10^{m/m}$  vastagságú.

A falazás vízszintmérő libellával, ellenőrző zsinórral és léczekkel történik, lehetőleg mindig egyenlő magasságokban.

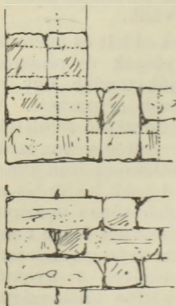
## B) Természetes kőből készült falazatok.

A természetes kőből készült falazat fontosabb anyagai a következők: a *kovasavas* építőkövek közül a *gránit*, mely földpát, quarc és csillámból álló kemény és nagy szilárdságú kőzet. Nagy keménysége, mely miatt nehezen munkálható és szürkés színe diszitőkövek faragására alkalmatlanná teszik, de út, pillér, stb., építésnél czélszerűen használhatjuk. Puhább fajtái jól meg is dolgozhatók és csiszolhatók. A *homokkő* agyagos mészszel összetapasztott quarchomokszemekből áll. Az *agyagos* homokkő becses tűzállóanyag, vízépítésre is alkalmas, a *meszes* homokkő nagyobb keménységű, de savak hatására *kivirágzik* és szétmállik, a *quarcos* homokkő nagy keménysége folytán ezek közül legalkalmasabb az építésre.

Az *agyagos* építőkövek közül a *bazalt* a legfontosabb. Ez egy augit és szarucsillám kristályyaiból álló, óriási hordképességű és állékonyságú kőzet, nagy megterhelésű alapzatokra alkalmas anyag. A bazaltta

rokon *trachit* is igen jól felhasználható oszlopok, párkányok faragásához.

A *szénsavas mész* tartalmú építőkövek könnyen megdolgozhatók, közülök legértékesebb a *márvány*, mely finoman csiszolható s alkalmas díszes részletek



17. ábra.

kidolgozására. Legalkalmasabb építőkövek a *tömör mészkő*, mely agyaggal és homokkal kevert szén-savas mészből áll, és a *szemcsés mészkő*.

A kövek tartóssága részben egyes alkatrészeiktől is függ, de főleg víz és fagyálló képességük szabja meg értéküket. Minél kevesebb vizet képes felvenni magába valamely kőzet, annál tartósabb.

A természetes kőből készült falazat lehet: 1. *terméskőfal* és 2. *faragott kőfal*. Az előbbinél a kövek úgy alkalmaztatnak, a hogy a bányából kikerülnek, csupán

az építés színhelyén lesznek durván megfaragva. Itt is arra kell törekednünk, hogy czélszerű kötésekkel a falazatot szilárd, összeálló egészszé tegyük. A kötés az anyag természetéhez és ellenálló képességéhez alkalmazkodik s figyelembe veendő a hely is, melyben a kő felhasználatik. A köveket nem jó azonnal felhasználni, mihelyt azok a bányából kikerültek, hanem egy esztendei hevertetéssel szárításnak kell alávetni, hogy az u. n. bányanedvet magokból kiadják. A kövek lehetőleg oly elhelyezést nyerjenek a falban, mint a hogy azok a bányában feküdtek.

A termékőfalazat lehet: a) *rétegzetes* és b) *nem rétegzetes*.

a) A *rétegzetes* falazat egyes rétegei szintén a teljes hézagzárás elvével helyezendők egymás fölé s egy-egy rétegben a kövek magassága lehetőleg egyenlő legyen. (17. ábra.) Az ilyen falazat a jó téglafalnál sokkal gyengébb, a durva felület miatt a kötőhabarcsréteg néha a 2, sőt 3<sup>cm</sup>-t is meghaladja.

Már a görögök és rómaiak is használták a falazás ilyen módját. Az *opus isodomum* egyenlő magas kőrétegekből, az *opus pseudoisodomum* váltakozóan magasabb és alacsonyabb rétegekből készült, s készült

ma is. Mindkettő állhat csupán futókból, vagy kötőkkel váltakozó futókból. A kövek magassága átlag 15—40<sup>cm</sup> s hosszuk egyenlő a magasság 2—4-szeresével, e méretek egyébként függenek az anyag szívósságától is.

b) A *nem rétegzetes* kőfal ismét kétféle:

a) a kőkötés szabályainak szem előtt tartásával készült falazat, és

β) a poligonfalazat (kyklopfal).

Az első esetben is kyklopfallal van dolgunk, (18. ábra) de a szabálytalan sokoldalú

poligonkő-rétegeket újabb vízszintes poligonkő-rétegekkel váltjuk fel, a második esetben (19. ábra) a szögletes poligonális kövek

csak oldallapjaikkal illeszkednek egymáshoz a fal egész magasságában. Az ilyen falak falazásánál a szögeket csuklós alakozó szer számmal mérik, hogy a megfelelő szögű köveket kiválogathassák. A gyenge hordképességű falazás ezen egyszerű módja már magában rejti a boltozási

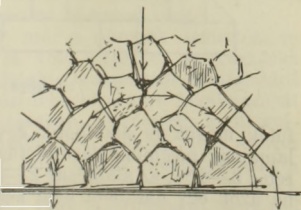
principium csiráját: az egyes kődarabok ferde síklapjaikkal egymásnak támaszkodva, szabálytalanul ugyan, de egymásnak adják át és lefelé elosztják a felülről jövő megterhelést. E falazás módot a rómaiak *opus incertum*nak nevezték, s már a pelazgok és etruskok előtt is ismeretes volt.

2. A *faragott kőfal* rajz és pontos méretek alapján kifaragott kőkoczkákból épül. A koczkák leginkább homok- és mészkőből készülnek, de lehetnek keményebb anyagból is, noha ezek megmunkálása igen nehéz. A kövek hordképessége változó: puha kő 40—100<sup>kg</sup>-ot, kemény kő 100—600<sup>kg</sup>-ot, márvány 300—1100, gránit 1000—2000<sup>kg</sup>-ot bír <sup>cm</sup><sup>2</sup>-kint.

A kövek alkalmazása függ a megterheléstől és



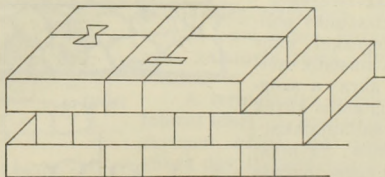
18. ábra.



19. ábra.

egyéb körülményektől. Teljes vastagságában faragott kőfalakat ritkán építünk, leggyakoribbak keskeny, erős megterhelésű földszinti pilléreknél s oszlopoknál, melyek koncentrált terhelést vesznek át. A kőquaderek aránya puha kőnél 1 : 1 : 2, középkemény kőnél 1 : 2 : 4, kemény kőnél 1 : 2 : 6, sőt hossza általában a keménységgel még növekedhetik.

A kőkoczkák legcélszerűbb kötése a téglakötésnél is előforduló gótkötés, melynél kötők és futók váltakoznak egy és ugyanazon körétegben. (20. ábra.) A kövek azonban nem meghatározott alakúak, hanem méret után megfaraghatók, s így pl.: a gótkötésnél a



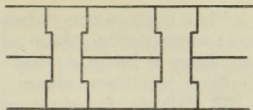
20. ábra.

futók maguk is átköthetik egymást. A kő érintkező lapjainak megmunkálásától függően a fekvő habarcsréteg 3—8<sup>m</sup>/<sub>m</sub>, az állóhézag 2—4<sup>m</sup>/<sub>m</sub> lehet. Oszlopoknál, ha azok egy darabból nem készülhetnek, azaz *monolithok* nem lehetnek, az egyes kődobok finoman kell hogy egymáshoz simuljanak, mert a vastag vízszintes réteg zavarólag hat az oszloptörzs folytonosságára. Ezt megkönnyítendő, a kődobok egyszerüen csak peremükön csiszoltatnak meg, a többi felület gyengén bemetsződik s a homorú üreg habarccsal töltetik ki. Közepén azonban mindkét esetben kő, esetleg kovácsolt vas-czövekekkel merevítették helyzetében. A méretezést az utóbbi esetben a habarcs minősége befolyásolja, ugyanis az oszlop teherbirását csökkenti.

Kovácsolt vaskapcsokat a falazatok kőkoczkáinál is célszerű alkalmaznunk. E kapcsok 25—40 % hosszúak s a rozsa ellen kátrányozva vannak vagy horganyozottak. A hézagot cementtel, esetleg ólommal öntjük ki, igen használatos a *kettős él* szintén kovácsolt vasból, vagy kőből, sokkal jobb azonban a követ *eresztésekkel* rögzíteni. A gótkötésnek ilyen köeresztését a



21. ábra mutatja. Egy-  
más felett elhelyezett  
kövek elmozdulását a  
*kőcsap* akadályozza meg.  
Ilyen kőcsapokkal ékel-  
jük a kőballuszttereket  
is a talp-, illetve kö-  
nyökkövekbe.



21. ábra.

### C) Öntött falazat.

Az öntött falazat anyaga a *beton*, mely kötőrmelék vagy érdes folyami kavicsnak oly mennyiségű habarcskeveréke, mely mennyiség az egyes darabok összekötésére szükséges. A betonkeverék szabálytalan illeszkedésű alkatrészeiből összeálló falazat keményedés után egy szilárd tömböt képez, miáltal a falazatban működő erőket minden egyéb falazatnál egyenletesebben osztja el s huzás elleni szilárdsággal is bír. Ez okból csekélyebb méretezést is enged meg.

A falazás e nemét már a rómaiak ismerték, és használata széltében el volt terjedve, az évszázak viharával daczoló, napjainkig fennmaradt sziklaszilárd romok tanuskodnak óriási teherbirásáról. Alkalmazását nagy szilárdságán, tartósságán, olesóságán kívül száradás előtti idomíthatósága teszi előnyössé, s értékét növeli azon körülmény, hogy száraz és nedves helyen alkalmazva, a követelményeknek egyaránt megfelel.

A románcementből, vagy a szilárdabb portland cementből készült beton kétféle módon alkalmazható: mint *öntött* és mint *döngölt* beton. Az előbbi vizalatti építkezéseknél gyakori (alapozás, csatornák, kikötőgátak, stb.), az utóbbi száraz építésnél előnyösebb.

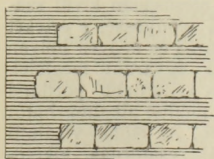
A keveréshez használt homok tiszta, agyagmentes száraz quarchomok legyen, a kötőrmelék legjobb anyaga pedig az átnedvesített mészkő, ezek savaktól mentes lehetőleg *lágú* vízzel kevertessenek; a kellő víztartalomról a sulykoláskor győződünk meg. A keverés aránya függ a céltól, melyet a betonanyag felhasználása által el akarunk érni. A normálbeton sűrűségét oly arány adja, melynél a habarcs épen kitölti a zuzott kövek vagy kavicsok közötti hézagokat. (1 rész cement, 2—3 r. homok, 4—6 r. kavics.) Ha több a habarcs, *kövérébb* a beton s szilárdsága is növekedik. A vizet ugyanis chemiailag köti le,

a nélkül hogy maga vízben oldható lenne, sőt rendkívül megszilárdul. Azon általában elterjedt hit azonban, hogy a beton a vizet absolute át nem bocsátja, merőben tévedésen alapul.

A falazás faszekrények segítségével történik. E szekrények 3 méteres deszkákból állanak, hevederekkel és ékekkel kapcsolhatók és merevithetők, a fal megkeményedése után pedig szétszedhetők. A betont rétegenként, 10—20, legfeljebb 30 % magasságban terítjük szét a szekrénybe, mely a fal méretében van rögzítve s a szükséges formában, néha a legkomplikáltabb alakban állítatik fel, és a rétegeket sulykokkal addig döngetjük, csömöszöljük, míg a beton vizet nem ver ki. Angliában a falazás céljára vasszekrényeket is használnak. A beton gyártása kézi vagy gépi erővel történhetik, a kettő közül az első mód ajánlatosabb és biztosabb.

#### D) Vegyes falazatok.

Említettük, hogy teljes vastagságban ritkán épül a fal faragott kőből, hanem rendszerint csak *burkoljuk* faragott kővel, vagy más jobb minőségű anyaggal. Az ilyen falazat *vegyes falazatnak* neveztetik.



22. ábra.

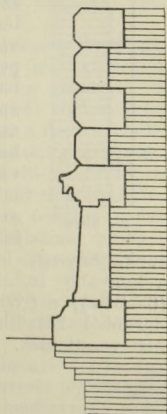
A vegyes falazat ismét többféle: állhat a) rétegenként különböző anyagból, pl.:  $\frac{1}{3}$ -ában téglából,  $\frac{2}{3}$ -ában terméskőből, felében téglá, felében kőből, stb. Jobb ha több a téglá, mert jobban köthető, a falak sarkai pedig mindenkor feltétlenül teljesen téglával falazandók (22. ábra), legfeljebb igen nagy kőkoczkákkal; b) a *burkolt falazat* közepes minőségű fal-

nak jobb minőségűvel való burkolásával áll elő. Ez is lehet 4-féle, úgy mint:

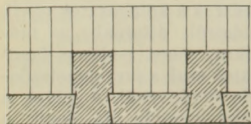
- a) faragott kővel burkolt téglafalazat,
- β) faragott kővel burkolt terméskőfalazat,
- γ) téglával burkolt terméskőfalazat, végül
- δ) jobb minőségű téglával burkolt téglafalazat.

Az első és utolsó eset a használatban leggyakoribb, s a kővel burkolt falazat esetén figyelemmel kell lennünk arra, hogy a téglafalazat jobban üllepedik mint a kőburkolat. A kőrétegek magas-

sága bizonyos számú téglaréteg magasságával legyen egyenlő, hogy a fekvő kőhézag mindig téglahézaggal essék egy síkba. Rendesen 6—8 téglaréteg felel meg egy-egy kőrétegnek, melynek magassága 40—60 $\%$  s mely lehetőleg sok kötőkővel birjon. A rétegeket kétféleképen helyezhetjük el, vagy rétegenként kötők és futók képezik a burkolatot, vagy egyazon rétegben váltakoznak kötők és futók. A bekötés legalább 15 $\%$  legyen, a futók mélysége pedig a fal-szintől ne legyen kisebb 25 $\%$ -nél. A kiálló párkányzatok kövei, vagy olyanok, melyek terhet hordanak, pl. erkélyfedlapokat alátámasztó konzolok, kiugró párkányt hordó gyámkövek stb., erősebb bekötést igényelnek. A bekötés mérvét a rájuk ható külső erő, illetve teher, vagy önsúlyok nagysága határozza meg s hogy annak ellensúlyozására milyen faltömeg szükséges, az a téglafal fajsúlyának ismeretével könnyen kiszámítható. Ha a fe-



23. ábra.



24. ábra.

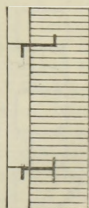
lette álló faltömeg a szükségelt sulynak nem felel meg, *vashorgonyzással* kapcsolunk nagyobb faltömeget hozzá ellensúlyozó megterhelésül. Ez esettel különösen az épület koronázó párkányánál találkozunk,

hol reája csupán a tetőszerkezet nehezedik, vagy néha még az is ettől független leköttést nyer. Itt szabály az, hogy a párkánykövek bekötése legalább olyan nagy legyen mint azok kiugrása.

Az épületsarkokat lehetőleg nagy kövekkel képezük ki. A vaskapsok és kőeresztések alkalmazása itt

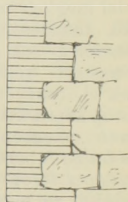
is jó, a gót-kötésnél gyakori a 24. ábrán feltüntetett fecskefarkalaku beeresztés. Az egyes kövek mindig egy parallelepipedon-alakból faragtatnak ki, melynek magasságát, hosszát és mélységét a kő legnagyobb méretei adják.

A falsík burkolása *kőlemezekkel* (márványlapok) is eszközölhető. Ezek inkább a fal védelmére szolgálnak s alkalmazásuk csak kisebb magasságokban cél-



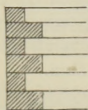
25. ábra.

szerű, mert noha eresztéssel egymáshoz, kovácsolt vaskapcsokkal pedig a falhoz erősítetnek, kötőkövek hiányában a többi falazattól könnyen elválhatnak. E lemezekkel való burkolás akkor is történhetik, ha már az egész épület fel-

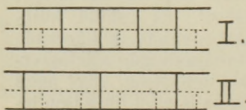


26. ábra.

falazásával elkészülünk. Egy-egy lemez vastagsága 10—15<sup>cm</sup>, de lehet vékonyabb is, különösen lábazatok burkolásánál, (6—8<sup>cm</sup>); e 0.80—1.00<sup>m</sup> magas kőlemezek még egy darabból készülhetnek, s valamivel a járda színe alá vezettetnek. Rendszeresen ezekbe metsződnek bele



a pinceablakok. Ha a lábazat tagozva lesz, úgy több kőből készül, s ily esetben az alsó réteg és a felső kiugró párkányréteg szolgálnak bekötésül. Kőlemezburkolás esetén is a sarkokon kockaköveket helyezünk el.



27. ábra.

A sarok kiképzése két-féle lehet. Leggyakoribb és szebb az a megoldás, hogy az egymásután következő rétegek keresztezik egymást, s a kötőtagozatok egyik oldalról átfutnak a másikra, vagy pedig a tagozatok csak a sarkig metsződ-

nek, s így az épület-sarok éle érvényesül. A kövek a sarkon erősebben benyúlnak, legjobb, ha egyik a másikat  $\frac{3}{4}$ -ében fedi.

A mi a kőquaderek külső felületét illeti, rendszeren finoman szemcsézettek, vagy simára csiszoltak, de ha erős árnyékhatásra törekszünk, vagy nagy horderő kifejezését célozzuk, úgy a követ csak kerületén csiszoljuk meg s a keletkező tükröt aztán vagy szemcsézzük, vagy vagdaljuk, vagy épen durván, megdolgoztatlanul hagyjuk (*rustica*). A kövek ezenkívül

különféleképen profilírozhatók: van párnametszés gyémántmetszés, stb., stb.

A téglával burkolt terméskőfalnál (26. ábra) az elrendezés hasonló, a sarkokat mindig téglákkal kell kifalaznunk.

Ha a téglafalazat burkolása *jobb minőségű téglával*, az u. n. *burkoló* téglával történik, úgy a fal külszínét csorbázottan hagyjuk, s ebbe utólag fektetjük a téglákat, melyek szárazon, agyagporból hidraulikus sajtolással készülnek s égetéskor őket a deformációkban megakadályozandó, gyakran üregesen gyártatnak. A kirakás kétféleképpen történik (27. ábra), vagy a futók készülnek fejlődőből s féltéglákkal kötünk be, (I.) vagy a futók negyedtéglák s a bekötés egész téglákkal eszközöltetik (II); a fal külszíne mindkét esetben kétsorú kötést mutat. Színes, mázas téglákkal mintázott falfelületet is állíthatunk elő.

Az ilyen nyers falazatnál nagy szerepe van a csinos és észszerű *hézagolásnak*. A hézag 3 féle: vízszintes vagy *fekvő*, függélyes vagy *álló* és *sugaras*. A fekvő hézag vastagsága téglafalnál  $1-1.2\%$ , az állóé  $1\%$ . A hézag *teljes*, ha a habarcs a téglaszínéig kitölti a nyílást, nyers falazatnál alkalmazzák; *nyílt*, ha még kitöltetlen hézag marad a téglaszinen belül, czélszerű vakolandó falaknál, mert a vakolat becsapásakor a nyílt hézagokba kapaszkodik s a falhoz jobban tapad. A teljes hézagot nyers falazatnál kisimítják s nem ritkán profilírozzák is vagy befelé homorúan, vagy, ami czélszerűtlenebb, kifelé domborodóan. Sugaras hézagok a boltozatok és övek falazásánál, görbült falaknál fordulnak elő, s a hézagvonalak egy vagy több középpont felé irányítvák.

Burkolhatjuk a falat még *terracotta* vagy *majolika lapokkal* is, melyek  $2-2.5\%$  vastagságú lemezekből készülnek s szeggel vagy vaskampóval erősíttetnek a falhoz.

A vegyes falazatok közül az u. n. *emplecton* alkalmazása, hol a falnak csak két homloka áll kőkoczkákból s belsejét kötörmelék, vagy betonszerű öntött anyag tölti ki, a két homlokfalat pedig vastagságában itt-ott kötőkövek kötik át, korunkban már nem szokásos.

### Görbült falak.

Görbe irányú falak (kutak, boltozatok, gyárkémények) téglakötése ugyanolyan, mint az egyenes falaké, azonban az állóhézagok mindig merőleges helyzetűek a fal hosszára s így a hézagok ékalakúak. Az ékalakú hézag nyílásának maximuma 3‰, azért nagyobb görbületű, vagy igen vastag falak czélszerűen csak idomtégglákkal falazhatók. Vastag, nagy kanyarulatú falakat több gyűrűben is falazhatunk ki. Kutak kifalazásánál futókat sohasem alkalmazunk, a falvastagság csupán 30‰.

Ha a görbült falat kőből építhetjük, úgy méretek alapján magát a követ ékalakúra faragjuk, miáltal a felszínre merőleges hézagok egész hosszukban egyenlő vastagok maradnak.

### Állványozás.

Az épületfalak felépítéséhez a munkásoknak szükségük van ideiglenes faállványokra, hogy azokon a különböző magasságokban biztonságban dolgozhassanak, s rajtuk a szükséges építőanyagokat is fel szállíthassák.

*Ácsolt*, azaz megdolgozott, gondosan megduccolt négyzetes keresztmetszetű gerendákból összeállított állványt csak ott használunk, a hol — pl. kőből építendő falaknál — nagy megterhelés eshetősége forog fenn. Ezek az u. n. *elhelyező* állványok, melyek bizonyos magasságban járdával vannak ellátva, melyen a munkások a rajta elhelyezett, sineken tolható *mozgódarút* kezelhetik, s segítségével a köveket felemelhetik. Az emelődarú egy alsó és egy felső kocsiból áll, az egyik a fal hosszával parallel, a másik arra merőlegesen mozgatható s így a darú bármely pontra beigazítható. A csigát emberi erővel hajtják, míg a kövek közvetlen emelése a *kabalával* történik, melyet a kövekbe ékalakúan vájt nyílásba (*kada*) illesztenek s az u. n. bél- és sasszegekkel kimozdíthatlanná tesznek, miáltal vele a kő felemelhető.

Közönséges téglaeépületeknél leggyakrabban alkalmazzuk az *árboczos állványozást*. Az épület falától kb. 3<sup>m</sup> távolban göbolyü fenyősudarakat ásunk 1<sup>m</sup> mélyre a földbe, ezeket emelet-magasságonként, de minimum 5—5 méternyre vízszintes gerendákkal merevítjük, melyek kisebb, hozzákapcsolt gerendákra és ászokkal a falba kapcsoltatnak. Az ily állványok

felállításánál különös gond fordítandó arra, hogy az életbiztonság ne veszélyeztessék s a nyilvános közlekedés az elkerülhetlenül túl ne gátoltassék. Ez okból a járda színétől az állvány talaja  $2\cdot5^m$  magasra fektetendő s  $4\%$ -es pallódeszkákból, kettős padozattal úgy készítendő, hogy építési anyag, törmelék stb., azon át ne hullhasson. Az állványok a külső oldalon  $1^m$  magas mellvéddel látandók el.

Különböző magasságokat az emeletek között *bakállványok* segítségével érnek el, melyek egymástól  $2-3^m$  távolban hordják a reáfektetett pallózatot.

Épületek vakolásánál alkalmazzuk a *létrás* állványokat is. A  $15-18^m$  hosszú, egymástól  $3-4^m$ -nyire a homlokzatra merőlegesen állított létrák fokai tartják a padlóul szolgáló deszkákat.

Kisebb homlokzati munkálatok teljesítésekor jó szolgálatot tesznek a *vendégállványok*. Csak ablak- vagy ajtónyílásba helyezett gerendákból állanak, melyek az épület belsejében megerősítetnek, s melyekre deszkapadlózatot fektetnek.

Végül az ú. n. *kömvíves hidak*, a padlás ablakokon vagy a tetőzetten egyebütt elhelyezett és megerősített kiálló gerendákon, kötélén függő állványok, melyek 2 csigakerék segítségével magáról az állványról kézi erővel különböző magasságra felhuzhatók és lebocsáthatók, homlokzatjavítás és festés alkalmával használtatnak.

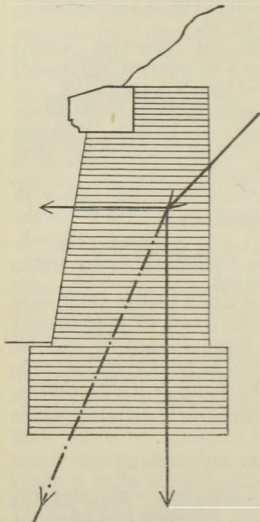
### Támfalak. (Véd- és borítófalak.)

Földmunkáknál, ott, hol térhiány, vagy szépségi s egyéb okok folytán a frissen feltöltött föld pázsittal borított rézsüvel nem készülhet, támasztó falat kell építenünk. Az ilyen falak csupán oldalnyomásnak vannak kitéve, s *tám-* vagy *védfalaknak* neveztetnek, a szerint a mint azok feltöltött földanyagot tartanak, vagy bevágásokat földcsuszás ellen védenek. Lehetnek függélyes, vagy lejtős, sőt görbült ívalakúak is, falazás-módjukat illetőleg készülhetnek *száraz* és *habarcsolt* falazással. Méreteiket az építési anyag szilárdsági viszonyain kívül a megtámasztott földtest magassága  $m$ , és az esetleges túltöltés  $t$  határozzák meg. Befolyással van ezenkívül a talajnem is, így laza, csuszamló föld erősebb megtámasztást igényel a keményebb, összeállóbb földanyagnál. Ha a támfal silány talajon áll vagy a víz kimosással fenyegeti, úgy megfelelően,

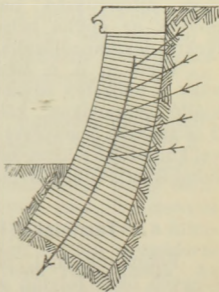
alapozandó s a gyakorlatban gyakran van szükség a legkomplikáltabb alapozási módok alkalmazására.

Azon falak, melyek csak arra szolgálnak, hogy a feltöltésnél az anyagot külső káros behatásoktól megóvják, vagy csupán egyenletes borításul építtetnek, de oldalnyomásuk nincs, *föd-* vagy *borítófalaknak* nevezetnek.

A támfaloknak földtestek megtámasztására horizontális erők ellenében kifejthető ellentállással, illetőleg szilárdsággal kell bírniok. Az összes terhelő erők eredőjének a talpvonalon, még pedig annak belső



28. ábra.



29. ábra.

harmadán kell áthatolnia, és a horizontális és vertikális erőkből alkotott két nyomaték egymással egyenlő tartozik lenni; de ez csak abszolút szilárd anyagnak felel meg, a minővel nem rendelkezünk. Érdeklünkben áll a támfal súlyvonalát hátrább tolni, legjobb azonban a falat kellő méretezéssel ellenállóvá tenni. A téglarétegek merőlegesen álljanak az erők eredőjére, s itt nagy szerepet játszik az u. n. : *surlodási szög*. Vízszintes rétegek a ferde erők hatása alatt ugyanis bizonyos határon túl egymás felett eltolódnának, s ez esetben legjobb, ha ferdén falazunk. Leghelyesebb a támfal görbe vonalú alakítása, midőn az eredő erőknek



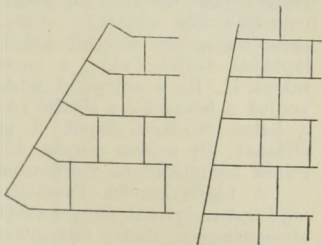
rétegenként megkeressük támadási pontját, e pontok összekötve egy görbült vonalat alkotnak. Így falazva, minden réteget deréklő irányban találunk az erők. A gyakorlati kivitel azonban komplikált, s a hó, víz beszivárgásának meggátlására is czélszerűbb a vízszintes falazás.

Gyakori, hogy csak külszínen merőlegek a téglák.

A támfalak kőlapokkal nyerjenek lefedést, vagy ha ez költséges, úgy állótéglassorral zárassanak le.

Faragottkő támfalak *könyökkövekkel* épülnek, ha a rézsű igen kicsiny,

elég a vízszintes rétegeket a falszinig vezetni s a könyökköveket mellőzhetjük.



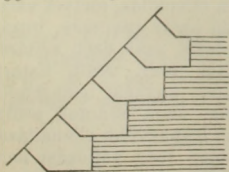
30. ábra.

### Szárnyfalak.

Ha valamely földfeltöltést átjáró, vizelvezetés, vagy bármily ok miatt meg kell szakítanunk, úgy falvéget kell hogy építsünk, mely a földnyomást felfogja s mely rendszerint egyuttal az áthidalás szerkezetének (fa-, vas- vagy kőhid) alapzatául (*hidfő*) szolgál. A szárnyfalak a feltöltés rézsűjét fogják fel, vagy azok végét jelző *töltési kúpokat* borítják s az ellenfalhoz csatlakoznak. Vasút-és vízépítésnél van fontos szerepök.

Alakjuk lehet többféle. Az ellenfal rendszeren az áthidalt vízfolyás vagy út tengelyével parallel s a szárnyfalak különféle elrendezésben épülnek hozzá. Lehet *egyenes* és *ferde*, továbbá mindkettő lehet *függélyes* és *nemfüggélyes*, készülhetnek *rézsűvel* és *a nélkül*.

*Egyenes* akkor, ha a szárnyfal merőleges a földtest tengelyére, más esetben *ferde*; *függélyes*, ha a fal síkja a pályatestre vertikális helyzetű, legfeljebb csekély hajlású rézsűvel bír; ha a hajlásszög nagy,



31. ábra.

úgy a szárnyfal *nem függélyes*. Ezen elrendezések *négy*-féle kombinációban a *függélyes—egyenes, függélyes—ferde, egyenes—nem merőleges, ferde—nem merőleges* szárnyfalakat adják. Ha a szárnyfal téglából épül, úgy a sarkokat czélszerű könyökkövekkel részben vagy egészben (31. ábra) kiépítve, erősíteni, de fedhetjük álló téglasorral vagy kölemezekkel is. Ha egész tömegében faragott kőből épül, úgy vagy kölapokkal fedjük, vagy a sarkokat könyökkövekkel rakjuk ki. Ha a szárnyfal ferde, úgy csupán kívül vonjuk a hézagokat a legalsó kő élével párhuzamosan, a hátsó érintkező lapok a szárnyfalra merőleges állásúak. Ily módon csupán a könyökkövek szükségelnek komplikáltabb szerkesztésű rajzokat.

A hidszerkezetek felvételére az u. n.: *szerkezeti talpkövek* szolgálnak, melyek a szerkezettől függően *ferde támasztólappal*, illetve *vízszintes fedőlappal* birnak.

### Falak méretezése.

Gazdasági szempontokból kívánatos, hogy a falak csak azon mérettel készüljenek, mely mellett a terhet teljes biztonsággal elbirják s a mellett a védelmi szempontoknak megfelelnek. A falazatok dimenzioit első sorban rendeltetésök szabja meg. Vannak: 1. *szabadon álló falak*, melyek semminemű megterhelést nem szenvednek s így csupán önsúlyuk és a szél-nyomásnak elviselésére elegendő vastagságuk vizsgálendő, 2. *támfalak*, melyek mérekszámításánál már az önsúlyon kívül oldalnyomásuk is tekintetbe veendő, 3. *tértbekerítő falak*, ezek rendszerint nagyobb és többféle megterheléssel birnak s méreteiket több körülmény befolyásolja, végül 4. *gyámfalak*, melyek a támfalakhoz hasonlóan oldalnyomásnak (boltövek) vannak kitéve, azonkívül rendszerint vertikális terhelést is hordanak.

Az anyag *szilárdsága* azon ellenállás, melyet valamely megterhelés vagy külső hatás (nyomás, huzás stb.) ellenében kifejt. A méreteket csak ezen szilárdságok ismeretével állapíthatjuk meg. Azon határt, melyen belül a ható erők a test anyagát nem módosítják, *töréshatárnak* nevezzük, azon számok pedig, melyek a test anyagának azon legnagyobb ellenállását fejezik ki, melynél az belsőleg még változást nem szenved, az anyag *teherbirását* mérik. Hogy a gyakorlatban a szerkezet tartósságát, biztonságát fokozzuk,

e teherbirás értékének csak bizonyos részét vesszük igénybe, ez a *megengedhető igénybevehetőség*, s az ezen terheléssel szemben létrejövő ellenállás az anyag *megengedhető feszültsége*.

A szilárdságnak megfelelő méreteket számítás útján határozhatjuk meg, melyben főszerepet játszik tehát az anyag minősége, illetőleg teherbirása. A számítás eredményeivel közelítőleg egyeznek az u. n.: gyakorlati adatok, empirikus, kísérleti szabályok, minőket különösen *Rondelet* készített a különböző falalakzatokra és falnemekre.

1. A *szabadon álló falak* udvarok, kertek, stb., bekerítésére szolgálnak. Ezek méreteire vonatkozólag *Rondelet* a következőket ajánlja:

erős falak	vastagsága	$v = \frac{1}{8} m$ (= magasság)
középerős falak	»	$v = \frac{1}{10} m$
gyengébb falak	»	$v = \frac{1}{12} m$ , de csak addig,

míg a fal hossza nem nagyobb magasságának kétszeresénél. Ha ezt meghaladja, úgy vagy helyenként pillérekkel erősítjük, vagy a következő szerkesztéssel élünk: a 32. ábrán  $ab$  a fal hosszával,  $bc$  a fal magasságával egyenlő; ha  $e$  két méretből derékszögű háromszöget alkotunk, s a magasságot a szerint a mint erős, középerős vagy gyenge falat építünk 8, 10 illetve 12 részre osztjuk, úgy a legfelső osztásból  $ca$ -ra körivet vonva lemetszük  $d$ -t, s  $d$ -ből  $cb$ -vel vont parallel vonal a fal másik síkja,  $ce$  a keresett vastagság. Számítás útján

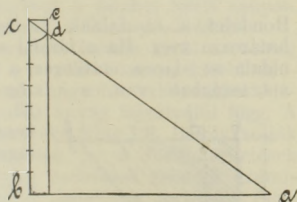
$$v = \frac{hm}{n \sqrt{h^2 + m^2}}$$

hol  $n = 8 - 10 - 12$ ,  $h$  a fal hossza,  $m$  a magassága.

Köralakú falaknál szabályos 12-szöget rajzolunk s  $\frac{1}{4} R$  a fal hossza, evvel fenti szerkesztéssel nyerjük a vastagságot. Számítással

$$v = \frac{Rm}{n \sqrt{R^2 + m^2}}$$

Szabadon álló falaknál nem hagyható figyelmen kívül a szélnyomás, melynek a fal súlyával alkotott



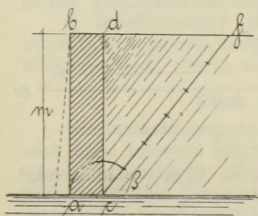
32. abra.

erőparallelogramjából nyert eredője irányadó a legalsó keresztmetszet területnagyságára nézve. Ha  $A$  a  $10^\circ$  alatt működő szélnyomás, úgy a horizontális szélnyomás nagysága  $B = A \cos 10^\circ$ .

2. A *támfal* vastagsága, ha szárazon egymásra fektetett kövekből épült, kísérleti adatok szerint

$$v = 1^m + \frac{\text{magasság}}{6}.$$

Rondelet a támfalnak vastagságát is szerkezéssel határozza meg. Ha a támfal mind külső, mind belső oldala az alapra merőleges, a feltöltés a fallal egyenlő magasságban van, s  $\beta$  szög alatt csuszlik, úgy a



33. ábra.

33. ábrán feltüntetett szerkezéssel nyerjük a vastagságot.

$$v = \frac{1}{6} \sqrt{2m^2} = 0.236 \times m, \\ \text{ha } \beta = 45^\circ.$$

Ha a külső falszin  $n$  rézsűvel bír, úgy  $cf$  9 részre osztandó s felül  $\frac{1}{9} cf$  adja a vastagságot, míg alul

$$v = \frac{1}{9} cf + n \cdot m.$$

A fal rézsűje,  $n$  száraz falaknál  $\frac{1}{6} - \frac{1}{3}$ , vakolt fa-

laknál  $\frac{1}{12} - \frac{1}{5}$  között ingadozik. *Osthoff* számításai szerint az  $\frac{1}{5}$  rézsűvel bíró támfal vastagsága

$$v = 0.44 + 0.3m - 0.1m \left(1 - \frac{M}{3m}\right)^2,$$

a hol  $M$  a földfeltöltés magassága.

*Védfalak* koronavastagsága, ha a bevágás magasságában vagy annál  $1.25^m$ -ig alacsonyabban építetnek:

$$v = 0.292 + 0.17m$$

illetőleg, ha a föld felettök magas rézsűvel emelkedik:

$$v = 0.292 + 0.27m - 0.1m \left(1 - \frac{M}{3m}\right)^2.$$

*Föd-* vagy *borítófalak* kisebb méretűek lehetnek, közönségesen  $\frac{1}{6} m$  rézsűvel épülnek.

$$1 - 2^m \text{ magasságig a felső vastagság} = 0.40^m$$

$$2 - 6^m \text{ » » » } = 0.60^m$$

$$6 - n^m \text{ » » » } = 0.70^m.$$

3. A *térbekerítő falak* az emeletes építkezésnél előforduló szerkezeti és választófalak. Ezek nem ké-

szülhetnek egész magasságukban egy vastagsággal, mert a falazatok súlya, helyenkint a födémelek önsúlyával és megterhelésével lefelé mindjobban növekedik. Ha azt akarjuk, hogy az egyes keresztmetszetekben az igénybevétel egyenlő legyen, a falakat lefelé fokozatosan vastagítani kell, így falazva a két falik egy-egy görbe vonal alakját venné fel, melyek lefelé mindjobban eltérnének a függélyestől. A falazás egyszerűsítése szempontjából a falakat lefelé csupán emeletenként vastagítjuk, ez a falak *ponkolása*.

A falak méreteit rendeltetésökön kívül az anyag minősége befolyásolja, így erősebb anyag kisebb méretek mellett is a falnak nagyobb szilárdságot biztosít. A falazat önsúlya az anyag fajsúlyától függ. A téglafal fajsúlya 1·6, a köveké átlag 1·8. Befolyásolják a falat a terhelő szerkezetek is. A födémterhelések önsúlyukon kívül *esetleges terheléssel* veendő számításba. A födém önsúlya ismét az anyagtól függ, melyből készül.

Borított gerendafödém súlya feltöltéssel

négyszetméterenként . . . . .	240—250 $\frac{kg}{m^2}$
Ugyanaz téglalaburkolattal . . . . .	280—300 »
Csapos gerendafödém feltöltéssel (40 $\%$ ) . . . . .	360—400 »
Csapos gerendafödém vastartók között . . . . .	300 »
Vastartók közötti téglalaboltozat . . . . .	480 »

Az esetleges terhelést pedig a helyiségek rendeltetése szerint gyakorlatilag állapíthatjuk meg:

Padlás terhelése négyszetméterenként . . . . .	200 $\frac{kg}{m^2}$
Lakóhelyiségekben . . . . .	320 »
Iskolákban, hivatalos helyiségekben . . . . .	400 »
Táncztermekben . . . . .	500 » stb.

A szerkezeti *főfalak* ezenkívül a fedélszék súlyát is hordják, mely négyszetméterenként átlag 200—300  $\frac{kg}{m^2}$ -ra tehető, a szerint, amint az könnyebb vagy nehezebb héjalást hordoz. A falakat csak bizonyos magasságig lehet építeni. Az oly magasra falazott fal, melynek legalsó rétege a megengedhető igénybevételig van megterhelve, elérte a *terhelési magasságot*. Téglafalazat csupán 43·75  $m$  magasságra építhető, magasabb fal önsúlya a legalsó téglaréteg anyagát veszélyeztetné. (U. i.: egy 10.000  $\%$  magas 1  $m^2$  alapú téglapillér súlya 1600  $\frac{kg}{m^2}$ , akkor  $1600 : 10.000 = 7 : x$ ;  $x = 43·75 \frac{m}{m}$ .)

A szélnyomás tekintetbe vételével e magasság jóval alászáll. A szélnyomás tért bekerítő falaknál azonban kevésbé fontos, mert a falak egymást mere-

vítek s azonkívül kovácsolt, nagy húzófeszültséggel bíró szalagvasakkal is erősítettnek egymáshoz.

A terhelést, melyet az anyagok törési határánál jóval kisebbre veszünk, az anyag megengedhető igénybevételével határozzuk meg. Az anyagok törési határértékeire *Nagy Dezső* műegyetemi tanár értékes kísérleti adatokat bocsát rendelkezésünkre:

Habarcs minősége	Tégla minőség	Száradási idő	Törési határ
Román cement	kézi	35 nap	66—113 $\frac{kg}{cm^2}$
» »	gép	35 »	96—115 » »
Portland »	kézi	35 »	108—115 » »
Mészhabarcs	kézi	35—117 nap	51—61 » »
» »	gép	35—105 »	71—78 » »

A kövek teherbirása nagyobb:

Sóskuti kő . . . . .	40—81	Besztercebányai	
Kalázi kő . . . . .	236—620	homokkő . . . . .	370—690
Sütői kő . . . . .	376—482	Márvány . . . . .	300—1100
Biai kő . . . . .	39—268	Gránit . . . . .	1000—1600
		Bazalt . . . . .	1200—2000

kilogrammot bir négyzetcentiméterenként. Ezzel szemben a megengedhető igénybevétel jóval csekélyebb. Budapest szabályrendelete értelmében az igénybevétel téglafalnál:

közönséges mészhabarcs alkalmazása esetén	7—8
ugyanannál vízálló mészhabarcs alkalmazásával	11
ugyanannál portland cementhabarcs alkalmazásával	15
homokköveknél	13—30
mészköveknél	30—50
gránitnál	50—60
bazaltnál	80—120
betonból öntött falnál	5—15

kilogrammnál négyzetcentiméterenként nagyobb nem lehet. A kövek hajlítás elleni szilárdsága *Bauschinger* szerint az említett nyomószilárdságoknak  $\frac{1}{6}$ -ával egyenlő.

A falak vastagságára nézve irányadó lehet még azok egymástóli távolsága (traktusmélység) és az emelet magassága. Hosszu, keskeny, magában álló falat itt-ott pillérekkel erősíthetünk meg, az épületek homlokis főfalainak rögzítéséhez pedig az említett kötőszalag-

vasakon kívül a födémszerkezetek, vastartók, választófalak, stb., nagy mértékben hozzájárulnak.

Említettük a falak rendeltetésének fontosságát a méretekre. Rendeltetése szerint a tértbekerítő fal sokféle (34. ábra); vannak:

a) *főfalak*, ezek lehetnek *külsők*, még pedig utcai (homlokfalak) *a*, és udvari főfalak *b*, továbbá *közép-főfalak c*; ezek hordják a födémeket s azért *szerkezeti falaknak* is nevezetnek;

b) *határ- vagy tűzfalak d*, melyek a szomszéd telek határán zárják az épületet; udvari szárnyak külső főfalaiul is szerepelhetnek, födémsúlyt visznek, s ez esetben mint főfalak méreteztetnek, *e*;

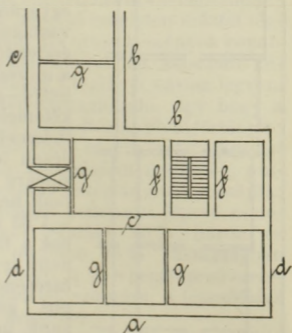
c) *oromfalak*, melyek a határfalak felett a padlásürt zárják a szomszéd telek felől; a szabadon álló nyeregtető oldalfala is oromfal;

d) *lépcsőházfalak f*, melyek méreteit a lépcsőszerkezet szabja meg; végül

e) *választófalak g*, melyek egyes helyiségek elválasztására szolgálnak, semminemű terhet nem viselnek, s így méretezésök csekélyebb mérvű.

A szerkezet módja szerint *vau teli fal*, nyílás nélkül, *áttört fal*, ajtó- és ablaknyílásokkal, ivéken vagy oszlopokon nyugvó *lebegő fal*, elszigetelő légréteggel vagy lyukas téglával épült *üreges fal*, továbbá *burkoló fal*, és kötőanyag nélkül épült *száraz fal*. A méretezést illetően ez osztályozás csekély jelentőségű, de fontos a falak csoportosítása anyaguk szerint. *Terméskő fal*, *faragott kőfal*, *tégla*fal, *vegyes fal*, *vályog fal*, *favázás fal*, *vert fal* egymástól eltérően méretezendők.

Tégla falak vastagságának egységi méretei vakolatlan állapotban, tekintettel a téglák normál méreteire, a számítás egyszerűsítése végett kerek számban állapítatnak meg; tervzetekben azonban czélszerű mindenkor vakolattal együtt vett vastagságukban bejegyezni azokat.

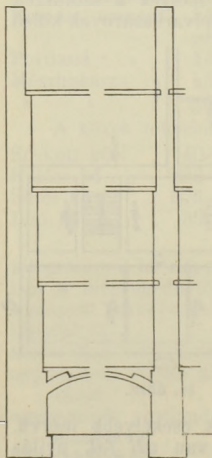


34. ábra.

	Vakolatlan v. színfal	1 oldalt vakolt fal	2 oldalt vakolt fal
$\frac{1}{2}$ téglányi fal vastagsága	15	16·5	18 $^{\circ}m$
1 » » »	30	31·5	33 »
$1\frac{1}{2}$ » » »	45	46·5	48 »
2 » » »	60	61·5	63 »
$2\frac{1}{2}$ » » »	75	76·5	78 »
3 » » »	90	91·5	93 »

A téglaréteg magassága a habarcsréteggel együtt  $7\cdot5$   $^{\circ}m$ , s ennek többszöröse = 22·5 — 30 — 37·5 stb.

A falak *ponkolása*, mint említve volt, emeletenkint



35. ábra.

történik. Az alap-, pincze- és földszinti falak (fő- és határfalak egyaránt) minden esetben  $15$   $^{\circ}m$  vastagsági méretkülönbözettel építendőek, míg az emeleti falak a mi rendes szobaméreteink mellett ( $4-6$   $m$ ) elég, ha lefelé csupán kétemeletenkint vastagodnak. A födémek gyakorlatunkban rendszeren téglákkal átboltozott vas-sinekre fekszenek fel, melyek csak helyenkint, egymástól  $0\cdot80-1\cdot20$  méter távolban eresztetnek a falba s annak szilárdságát nem veszélyeztetik. Ha azonban fagerendákból készült, u. n. csapos gerendafödémeket alkalmazunk, úgy a falakat emeletenkint kell vastagítanunk. Megjegyzendő azonban, hogy a ponkolás ez esetben sem szilárdsági okokból történik, de a gerendák egymás mellett a fal egész szélességében kívánnak felfekvést, a fal vesze-

delem nélkül ily mértékben ki nem véshető, s ezért alattuk a fal a felfekvés méretével vastagítandó.

*Redtenbacher* kísérleti adatai szerint a főfalak vastagságát a legfelső emeleten a következő képlet határozzák meg:

$$v = \frac{M}{40} + \frac{m}{25}$$

a hol  $M$  az épületszakasz mélysége,  $m$  az emelet magassága; az alatta levő emeletfal vastagsága:

$$v = \frac{M}{40} + \frac{m + m_1}{25}$$

a hol  $m_1$  az alsó emelet magassága. A minimális



falméreteket rendszerint mechanikai számítás és szilárdságtani próbák útján építésügyi szabályzatok állapítják meg. A budapesti építésrendőri törvények szerint a falméretek a következők:

a) a földszinti épületeknél, vagy a legfelsőbb emeleten az utcai és udvari *főfalak* 6·5 méternél kisebb belső mélység mellett, 1·5 téglányi, 6·5—8·5 méternyi ürmélység mellett 2 téglányi, 8—10 méterig terjedő ürmélység mellett 2·5 téglányi vastagságban építendőek. E méretek mészhabarccsal falazott téglafalakra vonatkoznak. E főfalak lefelé a födémszerkezettől függően egy, vagy két emeletenként vastagítandók;

b) a *középfőfal* is a legfelső emeleten másfél téglányi vastagságban építhető. Ha orosz kémények vonatnak itt fel, úgy legalább kéttéglányi, ha mászható kémények építtetnek, legalább 2·5 téglányi vastag legyen. A középfőfal lefelé szintén vastagítandó, úgy hogy a vastagítás kétoldalt negyed-negyedtéglányival történjék;

c) *határfalak*, a mennyeiben mennyezetszerkezetet nem hordanak, egy téglavastagságban építhetők, pinczében és az alapnál ezeket is féltéglányival erősítjük;

d) *lépcsőházfalak* kétoldalt befalazott lépcső esetében kétemeletes épületnél legalább 30%, három és négyemeletes épületnél legalább 45% vastagságban építendőek, míg szabadon függő, u. n. lebegőlépcső esetében tekintet nélkül az emeletek számára, a lépcsőfalak legalább 45% vastagok legyenek;

e) *oromfalak* 7 méter magasságig  $\frac{1}{2}$  téglavastagságban emelhetők, a fedélszékekhez vaskapcsokkal kötendőek, s 3 méterenként falpillérekkel erősítendőek;

f) *választófalak*, mivel csupán emeletenként, rendszerint egymástól függetlenül, külön vassíneken nyugosznak, szerkezetet nem hordanak, megterhelésük nincs s önsúlyuk aránylag csekély, féltéglavastagra építhetők. Bolthelyiségek elválasztására azonban 30%<sup>m</sup> vastag fal szolgáljon.

Vegyes falazatok már 5 métert meghaladó ürmélység és 4 métert meghaladó magasság mellett a fentemlített méreteknél féltéglányival erősítendőek.

Nagyobb belső mélységű épületek szerkezeti falainak méreteiről a tervező által hordképességi kimutatók készítendőek. A falszerkezetek statikai számítás útján való dimenzionálásánál is az anyag minősége játszik fontos szerepet, mert ez szabja meg a maximális igénybevétel nagyságát, mely a számítás alapjául

szolgál. Magát a maximális igénybevétel nagyságát gyakorlati kísérletekkel állapítják meg, többnyire államilag ellenőrzött intézetek. Legtöbb idevágó kísérletet *Bauschinger* müncheni tanár végzett, s az eredmények azt mutatják, hogy a falazatok szilárdsága kisebb magának az anyagnak szilárdságánál. A különbség 44—63% között ingadozik s közelebbről általában a habarcsréteg minősége és vastagsága határozzák azt meg (tégla megengedhető igénybevehetősége 10—12, téglafalazaté csak 6—8, köveké 30—80, míg természetesen kőfalaké 10—15, faragott kőfalaké 15—25  $\frac{1}{g}$   $\frac{cm^2}{m^2}$ -ként). A szilárdságtani vizsgálat eredményeit nem alkalmazhatjuk közvetlenül, hanem *biztonsági faktorral* szorozzuk azokat, mely 0·1—0·2 között változik. (A vasnál pl. ily nagy faktorra nincs szükség, mert a mai gyártás tökéletessége folytán az sokkal egyenletesebben teherbíró s a követelményeknek megfelelő szilárdsággal állítható elő).

Azonkívül a falazatok csupán nyomó feszültséggel bírnak s vigyáznunk kell, nehogy oly irányú megterhelést konstruáljunk, mely a falat huzásra venné igénybe, mert ez ellen csupán a habarcs tapadó ereje küzd.

Fentebbiek szerint lakóházaink és középületeink falpillérvastagságát egyik méretében már a gyakorlat és tapasztalat állapították meg, s a vizsgálat rendszeren csupán azon falpillérekre szorítkozik, melyek nagy igénybevétellel szemben térszűke miatt csak csekélyebb keresztmetszettel bírhatnak. Így igen fontos a használható anyag minőségének megállapítása azon esetben, midőn a falnyílások szélesebbek, mint az ablakpillérek. Legfontosabb az a földszinti pilléreket illetőleg, mert ott a mai viszonyok mellett többnyire igen kihasználják a teret s kis keresztmetszetű pillérek óriási faltömegeket támasztanak alá. A faltömeget az egyik nyílás (ablak) tengelyétől a másik nyílás tengelyéig vesszük számításba s bevonva az ablaknyílások beépítetlen kubaturáját, rendszeren a két tengely közötti faltest képezi egy-egy pillér terhelését. Ezenkívül tekintetbe veendő emeletenkint a földtartók által átvitt megterhelés, mely az épület mélységében a traktus közepéig eső és az axisvonalak által határolt területről adódik át, végül a földszék megterhelése, mely a szerint, a mint középfalra támaszkodó, vagy az épület egész szélességében átfekvő (két végén alátámasztott szerkezetű), az épületmélység negyedére,

illetőleg felére eső, fent körülírt területről esik a számítandó pillér terheléseire.

A felszerelő (fa-, ablak stb.) szerkezetek elenyésző csekély súlyát ily számításoknál figyelmen kívül hagyhatjuk. A földterhelésbe fel kell azonban venni a földemek által hordozott és a falazatra átvitt esetleges megterheléseket, melyek a helyiségek rendeltetésének megfelelően változók. Rendszerint hatóságilag megállapított adatok állanak rendelkezésünkre, így a Budapesten érvényben levőket az imént küzöltük.

Ha ismerjük a terhelést  $s$  az anyag igénybevehetőségét úgy  $\sigma = \frac{P}{F}$  képletből, hol  $P$  az összes súly kilogrammokban  $s$   $\sigma$  az igénybevetőség, a szükséges keresztmetszeti terület  $F$  négyzetcentiméterekben kiszámítható. A mennyeiben a számítás eredménye nem volna kedvező, vagy jobb anyagot, vagy nagyobb keresztmetszetet veszünk fel, melyet, ha vastagságban nem, úgy szélességben növelhetünk. A falban működő erők grafikus szerkesztésekkel állapíthatók meg,  $s$  eredményünk akkor kielégítő, ha az erők eredővonala a legalsó réteg keresztmetszetének u. n. *magván* megy keresztül. Ugyanis valamely keresztmetszetre meghatározhatjuk azon szélső pontokat, melyeken az erők eredővonala belül hatva csupán nyomást idéz elő az egész keresztmetszetben  $s$   $e$  pontokkal határolt idom azon terület *keresztmetszetének magva*. Fa és vaspl. ennek meghatározását nem igénylik oly mértékben, mint a kőfalazatok, mert azok nagy húzó szilárdsággal is bírnak  $s$  általában a szilárdságok különböző nemére nézve nem annyira érzékenyek. A négyszögű pillérek keresztmetszet- magva a terület belső harmadában van, köralap keresztmetszeti magvának sugara  $r_1 = \frac{1}{4}r$ . Ez uttóbi oszlopoknál fordul elő  $s$  a legkedvezőbb azon eset, midőn a támadóerők eredője az oszlop súlyvonalába esik.

A statikai számítás eredményeit grafikusán ábrázolhatjuk, ha a szerkesztés útján nyert számbel-eredményeket arányos hossz mértékben fejezzük ki  $E$  grafikummal bebizonyítható, hogy ha a megterhelés egyenletesen oszlik el,  $s$  így az eredő a súlyponton halad át, a nyomás a keresztmetszet minden pontján egyenlő. Ha az eredő átdőfési pontja a súlyponttól a magpont határain belül eltávolodik, a grafikon egyenlőtlen eloszlású nyomást jelez, mihelyt azonban az eredő  $e$  határon túllép, a keresztmetszet

egy része húzásra lesz igénybe véve. Minthogy azonban a habarcs húzás ellen elegendő szilárdságot nem fejt ki, hézag esetén az itt megnyílik, s azt mondjuk, hogy azon keresztmetszeti rész *nem dolgozik*. A nyomó terhelés eloszlása szűkebb keresztmetszetre szorúl s az anyag állékonyságát veszélyezteti, azért a szilárdsági állapotok ez esete lehetőleg kerülendő.

Ilyenkor az igénybevétel mértékét, ha vajjon az nem nagyobb-e a megengedhetőnél, a következő képlettel vizsgáljuk :

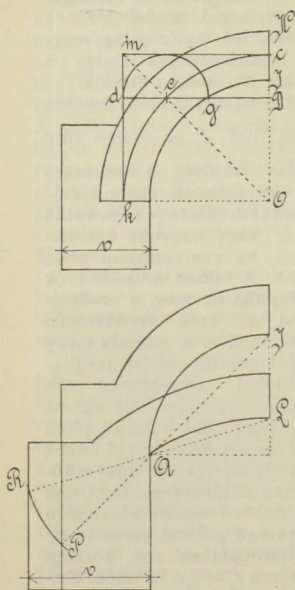
$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{P \cdot \eta \cdot e}{I},$$

a hol  $\eta$  az eredő támadópontjának,  $e$  a falazat hátlapjainak távolsága a középponttól,  $I$  pedig azon keresztmetszeti terület *tehetetlenségi* (inertia) *nyomatéka*. (Lásd III. rész.) A + és - jelek alkalmazása szerint két értéket nyerünk, melyek közül a nagyobbikat hasonlítjuk össze megengedhető értékeinkkel.

A falak szilárd összetartását kovácsolt vasból, tehát nagy húzó feszültséggel bíró *falkapcsok* alkalmazásával biztosítjuk. Ezek 40—50<sup>m</sup>/<sub>m</sub> széles, 6-8<sup>m</sup>/<sub>m</sub> vastag szalagvasakból készülnek, végükön a

kikovácsolt gyűrűbe *toló vasakat* illesztünk, melyek a faltesthez támaszkodva a szalagvasakat megfeszítve tartják. A mennyezet vas- és fagerendáit is felhasználhatjuk falkötésre. E célra ezek végeihez szalagvasdarabokat erősítünk, melyek tolóvasal kapcsolva mint falkapcsok szerepelnek a helyiségek mélységirányában. Rendesen az ablakok közötti pilléreket kötik meg.

4. *Gyámfalak* mint tértbekerítő falak is szerepelnek és mint pl.: pinczékben, vertikális terhelések mellett



36. ábra.

még boltozatok oldalnyomását fogják fel s közvetítik az alapzatra. Ha ismerjük a boltvállakon át adódó vállnyomás helyét és nagyságát, vagyis a boltozatban működő támasztó erők eredőjét, úgy ezt a vertikális erők eredőjével összegezve, egy újabb eredőhöz jutunk, és az előbb körülírt szilárdsági vizsgálatnál ezen eredő helyzete válik irányadóvá.

Szerkesztési módokat ugyancsak *Rondelet* ajánl a gyámfalak méretezéséhez (36. ábra):

a) a boltozat félkör, úgy a boltozatot vastagságában koncentrikus körvonallal (*ck*) felezzük s *km*, *cm* érintőket meghuzva, azok *m* pontban metszik egymást; *m* összekötve *o*-val lemetszi *e*-t s *e* pontból *ed* sugarú kör kimetszi *g*-t. A vastagság ebből a következő képlettel adódik:  $v = 0.5g D + HI$ ;

b) a boltozat szegmentszerű, ez esetben a gyámfal-vastagságot megszerkesztjük ugyanily nyílású félkörű boltozathoz, (fenti szerkesztéssel), azután a két záradékpontból, *I* és *L*-ből egyaránt *A*-n át egyenest húzunk, a kimetszett *AP*-vel körivet vonva *R*-hez jutunk, melyen át húzott függélyes a gyámfal keresett vastagságát adja.

Mindezen szerkesztésekhez biztonság kedvéért ajánlatos a nyert eredmények  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{6}$ -át adni. Ezenkívül 3 métert meghaladó magasságú gyámfalak vastagságát tanácsos a magasság  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ -ával erősíteni.

\*

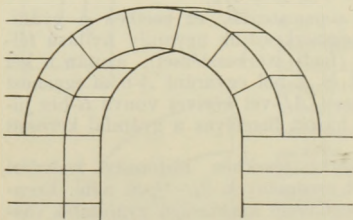
Az épület költségvetésekor ismernünk kell a beépítendő anyag mennyiségét, illetőleg a faltömegek köbtartalmát. Nálunk az *elszámoló szabályzat* értelmében a falak köbtartalmának kiszámításakor a faltömegek emeletenkint külön árak szerint csoportosíttassanak, még pedig úgy, hogy a magasságok a padozatok alatt 15<sup>o</sup><sub>m</sub>-el alábbi szinttől hasonló szintig, illetőleg falvékonyodások szerint számíttassanak. Tornyok, gyárkémények, teremfalak s általában nagyobb magasságban felvezetett épületrészek legfeljebb 6.00 méter magasságú részekre osztandók. Ferde síkkal határolt falak középvastagságukkal, téglából falazott oszlopok, görbe falak, pillérkötegek és egyéb tagozott idomu falak tömege a féltégla méretű négyzetes hálózatra kiegészített idom szerint számíttatnak.

Lépcsőfokok, vastartók, gerendák falbanyuló részei a fal köbtartalmából nem, nagyobb faragott kőalkatrészek, falburkolatok ellenben a falak köbtartal-

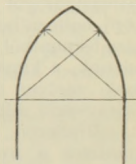
mából levonatnak. A falakban előforduló  $4\cdot0^{m/2}$  és ezt meghaladó nyílások, boltvállig mért tömegükkel levonandók, az ennél kisebbek, valamint a  $0\cdot45^{m/}$ -nél nem mélyebb mellvéd-fülkék telefal gyanánt számoltassanak el. Légaknák, kémény-nyílások, ha azok  $0\cdot25^{m/2}$  alapterületnél nem nagyobbak, szintén tömör falnak számitandók.

### Boltövek.

Falnyílások lefedése, ha a nyílás kicsiny, átfekvő kögerendával történhetik. Mihelyest azonban a kögerenda hajlításra vételnék igénybe, a befedés ezen módja elvetendő. A kögerenda 2 végén, az alátámasztott felületeken ható reakeoerők és a vertikális terhelő erő következtében létrejövő erőpár a követ középen



37. ábra.

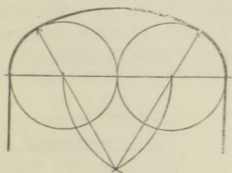


38. ábra.

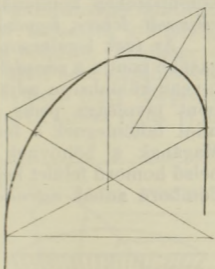
eltörné, mivel a kő hajlítás elleni szilárdsága sokkal kisebb nyomás elleni szilárdságánál. Falnyílások áthidalására ez esetben egy önmagát támasztó, s a terhelést elosztó téglavagy kőszerkezet, az u. n.: *boltövezet* szolgál, melynek egyes boltcikkelyeire az eredő erővonal mindenhol deréklő irányban hat. (37. ábra)

Az *ívezet*et tetszésszerű görbületű vonal alkotja. Van *vízszintes ív*, igen lapos, kis görbületű profillal, *félkörű ív*, teljes félkörű görbülettel. Ez utóbbi a római, renaissance és a román építés legkedveltebb ívezete. A *körselet ív* (segment-romanat ív) a körív egy húrral leszelt része, különböző magassága szerint lehet *laposabb*, vagy *magasabb*. Két egymást metsző körselet ív alkotja a *csúcsívet*, a goth építést jellemző ívezetet. Szerkezetétől függően igen számos alakú lehet, ilyenek különösen a *hegyes*, *nyomott* csúcsívek és az u. n. *tudor-ív*. Az elsőt úgy kapjuk, hogy ha a

körseletek középpontját a vállpontokon kívül, a másodikat, ha azt a vállpontokon belül vesszük fel, legszebb az ívgörbület ha a középpontok a vállpontokkal összeesnek (38. ábra). A tudor-ív egy komplikáltabb szerkezetű nyomott csúcsív, melyet az angol gothika kedvelt. Mindezen ívek lehetnek *emelték* is, ha a középpontokat a vállpontokat összekötő egyenes felett vesszük fel. Külö-



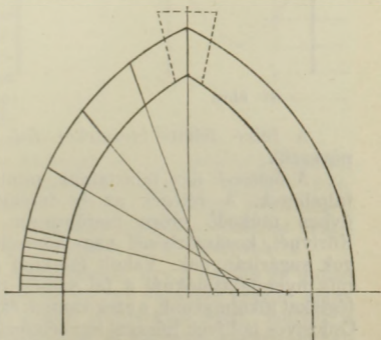
39. ábra



40. ábra.

nösen fontos a félkör alakú ívek középpontjának emelése, mert perspektivikus hatása máskülönben ellyptikus lenne.

A *szamárhátalakú* ív kétszer görbült, s négy középponttal bír, kedvelt formája volt a késői gothikának. Az ellyptikus *kosárív* (39. ábra) szintén több középpontból nyeri szerkesztését, a melyeket úgy is kombinálhatunk, hogy *hattyúnyakalakú*

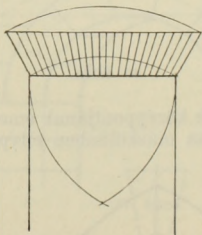


41. ábra.

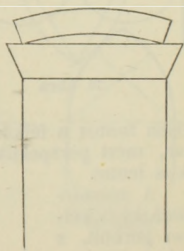
*ívet* nyerjük. (40. ábra.) Lépcsők alátámasztásánál nagy szerepet játszik s a lépcsőkar emelésével együtt felemelt vállpontok vezettek a kosárív ilyen formájára.

Igen előnyös volna statikai szempontokból a *parabolikus* ívezet, közönségesen nem fordul elő, ellenben alagutak építésénél igen gyakori is. A *patkóalakú* ívezet az arab építés sajátja, lehet félkörű és csúcsíves. A felsorolt ívezeteket a különböző építészeti irányok különbözőképp kombinálták e így keletkeztek a *karélyozott, lóhere, legyező*, stb. alakú ívek.

Az ívek legalacsonyabb pontja a *vállpont*, legmagasabb pontja a *záradékpont*. A váll- és záradék pontok niveau-különbsége adja az ív *magasságát*, a két vállpont távolsága pedig az *ívközt* méri. A boltövnek, mint faltömegnek a fenti ívformák profilját képezik. Magának a boltövnek felfekvő lapjai a *vállapok*, a belső homorú felület képezi a boltöv *intradósát*, a külső domború annak *extradósát*.



42 ábra.



43. ábra

A fülke feletti ívezeteket *fal-* vagy *helyíveknek* nevezzük.

A *boltövek* úgy falaztatnak, mint a négyszögalapú falpillérek. A rétegek az ív deréklője irányában az övben működő erőre merőlegesen helyezendők el. Körívnel, kosárgörbénél vagy körszeletíveknél a hézagok sugárirányúak. Vakolt falaknál a hézag ékalakú, míg nyersfalazatoknál a fal színén rendszerint idomtégelákat alkalmazunk, s ezek vannak ékalakúan készítve. Csúcsíves boltívek hézagai legcélszerűbben a 41. ábrán feltüntetett módon különböző középpontokba futnak. Az ívköz felét a hézagszámok arányában felosztjuk egyenlő részekre, melyek a fekvő hézagsíkoknak alulról felfelé, a legkülső osztáspontból indulva szolgálnak középpontokul. A záradékhézag középpontja az ívköz elezójébe esik. A záradékot azonban statikai szem-



pontokból czélszerű erősebben megterhelni, s ezért *zárókő* alkalmazása ajánlatos.

Vízszintes boltívek többféleképp falazhatók. Vagy egy körszeletívet képzelünk boltozatunk helyébe rajzolva (42. ábra), melynek sugara egyenlő a nyílásközzel, s ennek megfelelőleg sugárárányban falazunk, vagy kétoldalú ferde falazással haladunk a középig, hol ékalakú téglával zárjuk a boltövet. Minthogy a boltozat záradékában üllepedik, azért nem vízszintesen, de törtvonal alakjában építjük meg, hogy üllepedés után vízszintes helyzetű legyen. Ugyanezt érvük el az extrados-felület ív alakú falazásával.

A vízszintes ívek fölé, ha a terhelő erőt nem bírják, de vízszintes lezárásra van szükségünk, gyakran teherhárító körszeletívet falazunk. (43. ábra.)

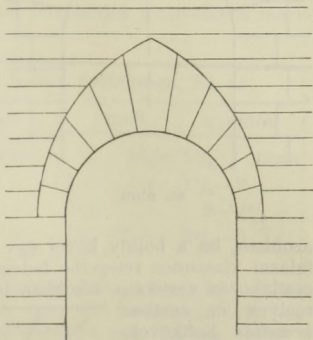
A boltövek téglakötése olyan mint a pilléréké. Vastagabb keresztmetszetű boltövek sugárirányú hézagai igen megnyílnának, s minthogy

a  $3\%$ -t meg nem haladhatják, ily esetben egymástól függetlenül több boltgyűrűt építünk egymás fölé. A boltövek falazása  $30^\circ$ -nyi hajlásig vízszintesen történik, vagyis a falazatból kilépőleg *boltláb* készítenk. A falazás így gyorsabb és állékonyabb is.

Ha a boltöv kőből készül, úgy a boltláb az utolsó vízszintes köréteggel együtt egy darabból készül. Maga a boltöv páratlan számú boltövekből épül, melyek a boltvállakra támaszkodnak, s hézagaik sugárirányban egy vagy több középpontba futnak.

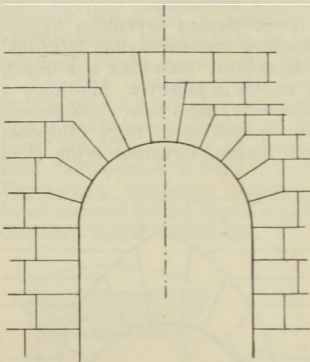
A boltkövek elrendezése háromféle lehet:

1. az intrados *koncentrikus* az extradossal
2. az intrados *nyomottabb* és
3. az intrados *emeltebb* az extradosnál.



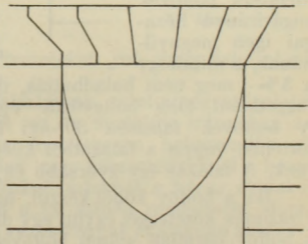
44. ábra.

Az első eset a leggyakoribb, bár a vízszintes rétegek csatlakozásánál hegyes szögek keletkeznek, a második, noha szilárdságtanilag indokolt, mert a



45. ábra.

boltöv u. n. támasztóvonalára a vállaknál leginkább tér el az intrados görbületétől, esztétikai szempontból, nyomott hatása folytán ritkán nyer alkalmazást. (Budai alagút.) A harmadik elrendezés az u. n. *flórenczi ív*, mely a XV. században a toscanai építkezéseknél divott. Gyakran az intrados félkör, az extrados pedig csúcsív, (44. ábra) miáltal a csatlakozó kövek hegyes szögeit némileg tompíthatjuk. Legzélyszerűbb azonban, ha a boltöv kövei úgy faragatnak, hogy a falazat vízszintes rétegeibe belemetsződnek, miáltal a csatlakozás vertikális síkokban történik. A boltkövek melyek ez esetben *keresztelt* boltköveknek neveztetnek, kétféle elrendezésűek lehetnek (45. ábra): vagy egyenlő magas vízszintes rétegekből indulnak ki, s akkor a kövek a záradék felé mind merészebb emelkedésűek, vagy pedig a boltkövek az irányadóak s határozzák meg a vízszintes rétegek magasságát. Ez utóbbi elrendezés ma már ritkább, de a renaissanceban gyakori volt. Vízszintes boltozatoknál a hézagok sugárirányúak, s gyakran horonylyal ellátottak.



46. ábra.

A boltövek falazása alakozó ívek segélyével történik. A boltöv intrados-görbéjének megfelelően megfaragott, s élökre állított pallódeszkákból készült mintáiv két végén faoszlopokra támaszkodik. Ha az öv 30<sup>o</sup>/<sub>m</sub>-nél vastagabb, több ívet helyezünk el, s azokat rövid deszkákkal aképen fedjük, hogy a boltöv tégláit rajta elhelyezhessük.

A boltöv *méretezése*, nevezetesen vastagsága, függ az ív alakjától, az anyag minőségétől és a megterheléstől. Minél kisebb a boltív magassága, annál erősebbre építendő, így körszeletöv vastagsága nagyobb, mint ugyanoly ivközű félkörbaltöv. Lakóházaknál, közönséges épületeknél felvehetjük a következő méreteket:

Ivköz	A boltöv vastagsága, ha az		
	félkör	emelt	nyomott
1·75 <sup>m</sup>	1 téglá	1/2 téglá	1 1/2 téglá
1·75—3 <sup>m</sup>	1 1/2 >	1 >	1 1/2—2 >
3—5·75 <sup>m</sup>	2 >	1 1/2 >	2—2 1/2 >
5·75—8·50 <sup>m</sup>	2 1/2 >	1 1/2—2 >	2 1/2—3 >

Nagyobb ivközű boltöveknél a vastagság az ivköz  $\frac{1}{15}$  —  $\frac{1}{15}$ -ével legyen egyenlő. Vastagságának számítás utján való megállapítása úgy történik, mint a boltozatoké; ezekről későbbben szólnak.

A boltövet gyámolító fal méretezéséről már tetünk említést, s pótlólag megjegyzendő, hogy ha a gyámfal magasabb, vagyis a boltöv záradéka fölé emelkedik, úgy a méretezés kisebb lehet; ez áll akkor is, mikor a gyámfalat erős szerkezetek terhelik. Célszerű azonban, ha a boltöv azon esetben is merev ellentállásra talál a gyámfalban, ha a terhelő szerkezeteket eltávolítjuk, vagy a gyámfalat a boltvállig szabaddá teszszük. Ha több, egyenlő ivközű boltöv épül egymás mellé, úgy a gyámpillérek csupán vertikális terhelések elviselésére méretezendők, mert a boltövek oldalnyomásai egymás hatásait kölcsönösen lerontják, illetőleg ellensúlyozzák. Ha egy gyámfalhoz egyfelől nagyobb, másfelől kisebb boltöv csatlakozik, úgy a kisebb ív vállapja statikai szempontokból lehetőleg magasabbra helyezendő.

### Falnyílások.

Falnyílások alatt általában azon szabályos határolású *ablak-* és *ajtónyílásokat* értjük, melyeknek rendeltetésök a helyiségekbe szükséges levegőmennyiséget és világosságot vezetni, illetőleg az épületben a közlekedést közvetíteni. E nyílások azonban tetszés szerint elzárhatók és kinyithatók legyenek. Az ablak-szerkezet elhelyezésére szolgáló nyílás nagyságát a helyiségek rendeltetése határozza meg, méreteit a megvilágítandó és szellőzendő helyiség méretei szabják meg. Az ablakterület a megvilágított helység padóterületének legalább  $\frac{1}{8}$ -a legyen, egyébként a megvilágítandó tér alapterülete és az ablaknyílás közötti viszony  $\frac{1}{5} - \frac{1}{2}$  is lehet. A mi a nyílás elhelyezését illeti, czélszerű azt a szoba falának közepére helyezni, hogy lehetőleg nagy területet világítson meg közvetlenül. Szélesebb szobáknál két vagy több ablaknyílást készítünk.

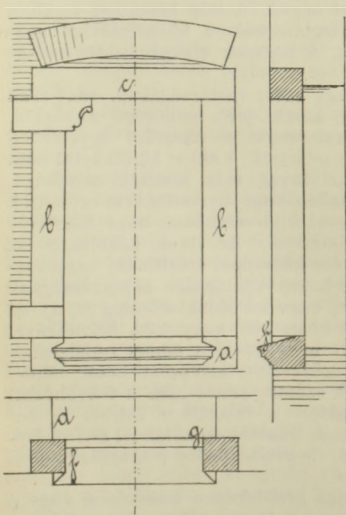
Az ablaknyílás rendszeren derékszögű négyszög alakkal bír, magassága szélességének kétszerese. Lakóházaknál a szélesség többé-kevésbbé 0·90—1·20<sup>m</sup> között változik, de leggyakrabban 1<sup>m</sup>. Az ablak lezárása különböző ívekkel is történhetik, s e szerint az épület stílje is lehet irányadó a nyílás magasságát illetőleg. Szűk utczában, kedvezőtlen világítási viszonyok mellett a fél szélességből s ennek négyszereséből alkotott paralelogramma átlóját veszik magasságul, szükség esetén 1 : 2 arányú paralelogramma átlója szerepel magassági méretül, ez azonban (kivéve a goth stílusú építkezéseket) a maximum. Magassága különben lehet kisebb is, így földszinten gyakoriak a nyomott arányú ablakok, pinczénél meg éppen fél szélesség is adhat megfelelő magasságot.

Az ablaknyílás csak oly magas lehet, hogy fölötte még boltív vagy vassín segélyével lehetséges legyen a födém alátámasztása. A kerek lezáródású ablak magassága is változó, de szép arányokat csak úgy érünk el, ha vagy  $1\frac{1}{2}$ , vagy 2, vagy maximum  $2\frac{1}{2}$  körívből szerkesztjük meg. A csúcsíves és román építés egészen kerek ablakokat is alkalmaz (ablakrózsa), melyeket áttört geometriai formákkal (mérművekkal) gazdagon díszít.

Vannak pincze, földszinti, emeleti és padlásablakok, továbbá utcai és udvari ablakok. Az ablak díszítése is függ az elrendezéstől. Így külső, utcai

ablak kerete erősebb tagozású lehet, míg udvari ablakoknál hasonló tagozás az amúgy is gyér világosságot nagyban csökkentené. A keretet azonban minden esetben célszerű jobb minőségű anyagból készíteni, pl. kőből, vagy sajtolt téglából; maga az ablakkeret díszítése is ennek eredménye.

Az ablakkeret (45. ábra) részei: az *ablaktalp* *a*, az *ablakfél* *b* és az *ablaksüveg* *c*. A *külső*



47. ábra.

*részü* *f*, az esővíz levezetésére szolgál, a *belső részü* *d* (bélésfal) gyakran ferde, s a világosság szétosztódását segíti elő, az ablak fa, vagy vasszerkezete pedig az *ablakhoronyba* *g*, (káva) nyer elhelyezést és megerősítést. Belül még a nyílás szélességében *könyökfalat* is kell építenünk a padlótól az ablaktalp magasságáig. Az ilyen *könyök*- vagy *mellvéd*fal a homlokfalnál rendszeren keskenyebb (30-45%) s magassága a padozattól 0.85—1.00<sup>m</sup> legyen.

Az *ablaktalp*, minthogy két végén az ablakfélfák nyomását viseli, az esetben ha kőből van, középen az eltörés veszélyének van kitéve, még pedig annál inkább, minél hosszabb, azért célszerű 2, vagy 3 kőből készíteni. Az esővíz levezetésére részüvel kell birnia, hogy pedig az esővíz a falsíktól is elvezetést nyerjen, célszerű a *könyök-kőből* kiugró párkányt készíteni, ez által meggátoljuk az esővizet abban, hogy a homlokfalon végig folyhasson.

Ha a párkány kiugrása igen nagy, konzolszerű alá-támasztást nyerhet. A renaissance az ablaktalp és mellvédfal kiképzésében a keretezéssel együtt rendkívül gazdag.

Kapcsolt kettős (ikerablak), vagy hármas ablaknál a talpkövet 2—5, sőt több darabból is készítjük. Úgy egyes ablaknál, midőn egy kőből, mint ikerablaknál, midőn több kőből készül, közvetlen alatta hézagot hagyunk, mely az ablakfél súlyedésével leszálló ablaktalpkőnek helyet enged. A talp készülhet téglából is, rendesen álló téglasorból, s idomtégglákkal gazdagon tagozható is. A hézagok vízmentesítése bádogfedéssel történik.

Az *ablakfél* vagy egész vastagságában, vagy csak a homlokfal színén készül jobb minőségű anyagból. Kővel burkolt falazat esetén a rétegeket egyszerűen az ablaknyílásig vezethetjük, s ekkor külön keret nem szükséges, mert az anyag már maga jó minőségű, téglafal esetén azonban vagy nyerstéglával egészítjük ki a csorbázatot, gyakoribb azonban, hogy függélyes kőoszlopokat alkalmazunk. Az ilyen kőablakfél az alsó ablak talpkövébe kőcsappal erősítették, vagy vas-kapocscsal köttetik hozzá. Vastagsága a magasságnak rendesen  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{12}$ -e, vagy az ablakszélesség  $\frac{1}{6}$ -a; ez utóbbi esetben azonban két, vagy több bekötőkövet kell alkalmaznunk, melyeknek a német renaissance építés különösen művészi kiképzést adott. Minél több a bekötőkövek száma, annál több a fekvőhézag, melyeken az ablakfél a falazathoz kötjük. A bekötőkövek magassága legalább az ablak fél szélességével legyen egyenlő, bekötése pedig magassági méretét meg ne haladja.

A keret tagozása kétféleképen lehetséges, vagy a falsíkból kilépően, vagy bemetszőleg. Az utóbbit a román és goth építés, az előbbit a renaissance építkezés fejlesztette ki.

Az *ablaksüveg* vagy boltozat, vagy kögerenda. A sík, szegment, köralakú stb., boltozat épülhet téglából és kőből. Ha kögerenda képezi a süveget, úgy föléje teherhárító ívet kell falaznunk, hogy az a fölülről jövő nyomást két oldalt az ablakpillérek felé szétoszssa. Rendesen két ilyen tehermentesítő ív épül, a külső a kögerenda felett kisebb, mint a belső, mely az ablak belső nyílását hidalja át. Ha a kögerenda igen hosszú, szabad hosszát csökkenthet-

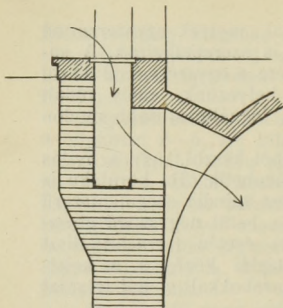
jük konzolkövek beiktatásával, melyek egyszersmind az ablakfél bekötőköveiként is szerepelhetnek. A süveg fölé az esővíz elvezetésére s egyszersmind diszül gyakran *szemöldökpárkányt* helyezünk, mely oldalt pillérekkel, oszlopokkal stb., legváltozatosabb módon képezhető ki.

Ha a süveg nyerstéglából készül, úgy a nyílás lefedése csak boltövvvel történhetik. Ha kör alakú is a külső lezárás, a belső iveret mindig szegmentszerű s az ablak asztalosmunkája belül négyszögű elrendezésű. Gazdagabb keretezés esetén terracotta-diszt ékelhetünk a boltöv idomtéglaí közé, s a keletkezett üreget belül tégladarabokkal s habarccsal töltjük ki.

Az *ablakmellvéd* mint falmező, alkalmas ornamentális disz befogadására, rendesen balluszterszerű diszítést nyer.

Az *ajtónyílások* a helyiségekbe való szabad közlekedést vagy annak elzárhatását célozzák. Falazása ugyanolyan, mint az ablaké, de az épület belsejében ritkán nyer jobb anyagból keretezést, mert az ajtók fatokját deszkaprémézzel látjuk el. Ha monumentális építésnél, vagy külső bejárati és erkélyablakoknál kőből vagy nyers téglából falazzuk ki, úgy kiképzése az ablakéval egyezik azon módosítással, hogy a talp az ajtónál mint *küszöb* szerepel, s nem az ajtófél alá fekszik, hanem a két ajtófél közé szorúl. A belső padozat rendszerint magasabb a külsőnél s ilyenkor a küszöb mint lépcsőfok szerepel, ez határozza meg egyszersmind magasságát is, mert az ember lépéséhez kell alkalmazkodnia. A küszöbök bekötése mélyebb lehet mint az ajtófél vastagsága, hogy az ajtózár a kő lapjába ereszhető legyen. Ütközőhorony készítése czélszerűtlen, a ki s bejáró könnyen elbotlik rajta.

A pinczék világítására szolgáló kisebb méretű ablakokat rendszerint az épület lábzatába metszük s a pinczeboltozatába vágott u. n. fiókboltozat engedi a fényt a pinczeterbe hatolni. Ha a földszint padozata igen alacsony, úgy *fekvő pinczeablakot* alkalmazunk, aknaszerű nyílással (46. ábra), mely fölé vasrácsot, esetleg öntöttvaslépcsőt helyezünk, vagy igen vastag üvegezéssel látjuk el. Sokszor, ha a pinczehelyiség rendeltetése nagyobb világosságot igényel, czélszerű az ablak elé, mely ez esetben a talaj színe alá is épül-



48. ábra.

het, vasráccsal fedett *világító aknát* építeni. Az akna falvastagsága 30—45 cm legyen, s gondoskodni kell az esővíz levezetésére szolgáló, földbevezető csatorna-nyílásról.

A *padlásablakok* vagy a tető ferde síkján nyerne elhelyezést, vagy a faltestbe metsződnek, s ilyenkor a padlásürt határoló *szék-* vagy *térfal*ba épülnek.

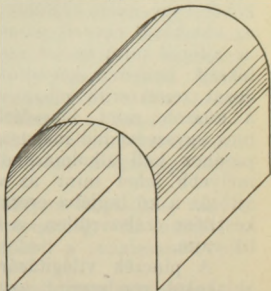
## II. FEJEZET.

### Befődő kőszerkezetek.

#### A) A boltozat alakja.

Ha egész helyiségek falközeit hidaljuk át sűrűn egymás mellé képzett boltövekkel úgy *boltozat* áll elő, mely kőből, téglából épül, ritkán cementből öntött. Minden boltozat áll:

1) magából a boltozattól és 2) az azt alátámasztó szerkezetből. Ez utóbbi a gyámfal, de lehet gyámpillér, sőt gyámoszlop is. A gyámfal és boltozat érintkező lapját *boltlábnak*, *bolttalpnak* nevezzük. Úgy, mint a boltöveknek, a boltozatnak is van megfelelő kezdővonala, vállapja, illetve záradék- vagy gerincz vonala, extradosa és intradosa, ívköze és ívmagassága. A szabad vége a boltozat *homloka* (bütü). A bolt tengelylyel parallel futó hézagok a *fekvő hézagok*, a merőleges lapok az *ütköző hézagok*.

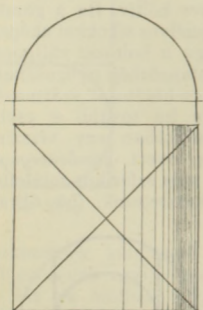


49. ábra.

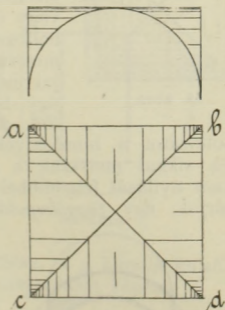
Két, egymással párhuzamos gyámfalat köt össze a *dongaboltozat* (49. ábra), melynek intradosa lehet bárminő ivalakú (félkörű, szegment, csúcs-



íves stb.) Ha a homlok merőleges a tengelyre, a boltozat *egyenes*, ha szöget zár be vele, úgy *ferde*, melynek falazása igen komplikált s ezért a leg-ritkább esetben épül. Lehet a dongaboltozat *vízszintes* és *emelkedő*, a szerint a mint tengelye vízszintes vagy ahhoz szög alatt hajló. Lehet a dongaboltozat tengelye *görbevonalú* is, (gyűrű alakú), s szintén vízszintes vagy emelkedő; ez utóbbi félkörű lépcsők fedésénél nem ritkán fordul elő, s az ilyen boltozat tengelyvonala, kezdő- és záradékvonalai csavarmeneteket alkotnak.



50. ábra.

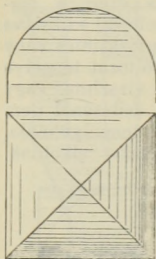


51. ábra.

Ha a négyzetes alpra épült dongaboltozatot a két átló irányában egy-egy függélyes sikkal metsszük (50. ábra), a metszetek 2—2 átellenese egymással egyenlő lesz. A homlokfal felőli részek *süvegeknek*, a vállakra támaszkodók *vaknegyedeknek* nevezetnek.

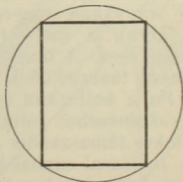
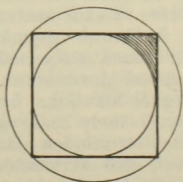
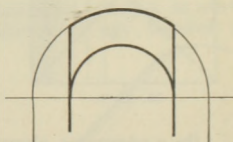
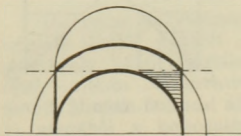
Ha a boltozatot csupa süvegből alkotjuk, úgy a *keresztboltozathoz* jutunk (51. ábra), mely csak egyes pontokra támaszkodik s a befedett tér minden oldalán íves nyílással szabaddá van téve; első szerkesztése a római építésnek legnagyobb diadalát képezi. A *római keresztboltozat* süvegeinek záradékvonalai vízszintesek, a *román keresztboltéi* ívesek. Az *ad* és *cb* vonalak a boltozat *gerinczvonala*it alkotják. Ha a gerinczvonalakon kívül a keresztboltozat boltmezőit is *bordák*kal osztjuk, úgy *csillagboltozathoz*, még sűrűbb *bordázattal háló-boltozathoz* juthatunk. Ha a gerinczvonalakot a vállpontokon emelt függélyes tengelyek

körül forgatva képzeljük, úgy azok, kehelyalaku boltmezőkkel, *legyező* boltozatot képeznek, mely az angol építés sajátja.



52. ábra.

Több vaknegyed egy közös csúcsponttal a *kolostorboltozatot* képezi (52. ábra), mely minden oldalán zárt helyiség fölé emelkedik. Ha az alaprajz végtelen sok oldalú, azaz kör, vagy ellyptikus görbe vonal, úgy a *kupolabolt* (gömbboltozat) áll elő. Metszete félkör, ellyptikus, szegment, vagy csúcsíves boltív. Ha a gömbboltozatot függélyes síkokkal aképen metszük, hogy a boltozat vállpontjai még az alapgörbén nyugosznak, úgy belőle csehboltozat származik (53. ábra), s ha tovább e csehboltozatot a homlokívek záradékában egy vízszintes síkkal metsszük s az így nyert *gömbfüveg*boltozat nyílását félgömbbel vagy más szferikus felülettel zárjuk, úgy *függőkupolát* szerkesztettünk. (54. ábra.)

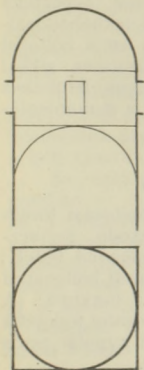


53. ábra.

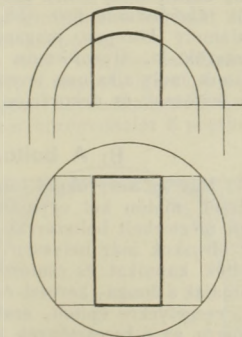
54. ábra.

A keletkezett gömbháromszögeket *csegelyeknek* (pendentif) nevezzük; e csegelyek segélyével a köralapból könnyű átmenetet nyerünk bármely polygonális alakzatra. A függő kupola és a csegelyek közé egy hengeralaku falazat, a *dob* (tambura) épülhet

(55. ábra), mely azután az ablaknyílások felvételére is szolgálhat. A félgömb megvilágítása a *lám্পás* (laterna) segélyével történhetik, mely a kupola-



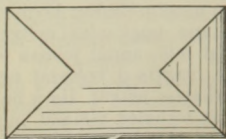
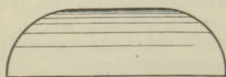
55. ábra.



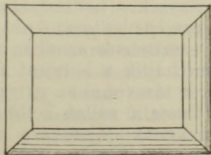
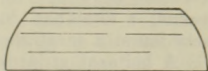
56. ábra.

szerkezetnek kisméretű ismétlése, s a kupola külső befejezésének egyik legszebb megoldását képezi.

Ha az említett függélyes metszés úgy történik, hogy a vállpontokat a sferikus felület



57. ábra.



58. ábra.

egy vízszintes síkba eső pontjai képezik, a *csehsüveg-boltozat* keletkezik. (56. ábra.)

Ha egy négyzetalapú kolostorboltozatot hossz- tengelye irányában kétfelé szakítunk, s közéjük donga- boltozatot illesztünk úgy *teknőboltozatot* képeztünk (57. ábra), mely lehet csúcsíves is. A teknőboltozat- ból *tükörboltozat* lesz (58. ábra), ha azt a boltozat valamely közepes magasságában vízszintes síkkal metszük le. Ilyenformán egy vizirányos felülethez jutunk, mely alkalmas tereül kinálkozik a monumentá- lis festésnek és dekorációnak.

## B) A boltozás módja.

Már az assyroknál találkozunk a boltozási törek- véssel, midőn két egymásnak támaszkodó, gerincz- ben megterhelt boltszárral a nyílást szabaddá tették; az etruskok már helyesen megszerkesztett boltozattal fedték kapukat és csatornáikat (*cloaca maxima*). A rómaiak a donga-, kereszt- és kupolaboltozatot fejlesztik ki, csegelyekre épített, szabadon függő kupolát pedig először az ó-keresztények konstruáltak.

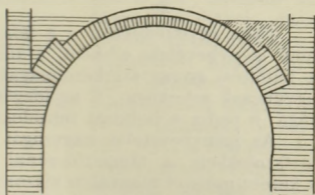
a) **Az egyenes dongaboltozat.** Az extradados és in- tradados felület egyaránt hengerfelületet képeznek, s épüljön kőből vagy téglából, a fekvőhézagok mindig deréklőirányúak, s úgy az extradost, mint az intra- dost alkotó-vonalban metszik. A téglák elhelyezése és kötése ugyanúgy történik mint a falaknál és bolt- öveknél s általában függ a boltozattal vastagságától, mely ismét a megterhelésnek és anyagnak függvénye.

A boltozat szilárdsági vizsgálatánál elv az, hogy a boltozatban működő erők eredő vonala, az ú. n.: *támasztó-vonal*, mely a megterhelé ekkel arányos hossz- méretek segélyével grafikusán megszerkeszthető, benn- tartassék a bolttest középvonalában. Kis ívmagasságú szegment boltozatoknál ez igen megközelítőleg kivihető. A szerkesztés azonban azt mutatja, hogy minél mélyeb- ben hajlik a boltozat a támfal felé, annál jobban lép ki a támvonal az extradadosból, vagyis a boltozat nem áll meg a vállak kellő megterhelése nélkül. Ha a bolt- anyagnak fajsúlyára redukált terhelés vonalát meg- szerkesztjük, azt találjuk, hogy az a vállak felé emel- kedik, vagyis a szükséges megterhelés erre fokoza- tosan nagyobbodik. Az *erőábrának* nevezett grafikon- ban a terhelés nagyságát a súlyokból alkotott verti- kális és a boltozatban működő támasztó erők eredőivel parallel vonalak metszékei mérik, félkörű boltozatvállá-

nál e vonalak egymással párhuzamosak, tehát egymást a végtelenben metszik, a mely végtelen nagyságú terhelést jelent. Világos, hogy ez a gyakorlatban elérhetetlen, miért is a boltváll felé a boltozatnak vastagodnia kell. E vastagodás féltéglánként történik, még pedig az extradados-felületről kilépőleg.

A *boltfészkeknek* 30°-ig való vízszintes falazásával a boltozatot szegmentszerűvé is tesszük, mert így megfelelhetünk azon szilárdságtani követelménynek, hogy a bolt támvonala a boltozat középvonalát 3 pontban, — de csakis 3

pontban — messe át. A támasztó vonal az intradoshoz legközelebb a boltfészkek felett halad el s azért itt van a boltozat u. n.: *törési hézaga*, azaz veszélyes keresztmetszete, továbbá a záradékban, a hol megfordítva, az ex-



59. ábra.

tradadoshoz halad közel a görbe s így az intrados záradékában nyílnak meg könnyen a hézagok. Gothikus, csúcsíves dongaboltozatnál a gerinczvonalon erős megterhelést kell adnunk, mert csak ezen megterhelés módosítja olyképp az erőábrát, hogy a támasztóvonal a boltozatban marad. A nagyobb boltozatok szilárdságának biztosítása végett azok vállát még tömör falazattal terheljük, mely a nyomási görbének parabolyszerű alakját előnyösen módosítja. Az ilyen *hátfalazat* rendszeren téglából készül s a bolthajtás és gyámfal között a törési hézag vonaláig ér fel, mely a bolt magasságának körülbelül felső harmadában van.

A dongaboltozat hátán 1—2·50 méternyi közökben *erősítő boltöveket* készítünk, úgy hogy ezen távolságokban a boltozatot 30—45‰ vastagra falazzuk. A boltozat vastagsága egyébként a mi normális terhelési körülményeinket véve alapul 4·50<sup>m</sup>/ ívköz 15‰, 4·5—7<sup>m</sup>/ ívköz 30‰, 7<sup>m</sup>/ ívköz 15‰, a vállaknál 30‰, 7<sup>m</sup>/ ívköz 15‰-nél nagyobb ívköz esetén a vastagság záradékban az ívköz 1/36-a, ponkolásszerű átmenettel a vállaknál kétszer akkora. E méreteket befolyásolja a boltozat alakja is; közelebbi adatok a záradékvastagságokra:

A záradék vastagsága,	félkör-alaku,	csúcsíves,	szegmentalaku dongánál.
1.75—3 <sup>m/</sup> -ig	1 téglányi	0.5 t.-nyi	1.5 téglányi
2 —3.5 »	1.5 »	1 »	1.5—2 »
3.5 —5.5 »	2 »	1.5 »	2 —2.5 »
5.5 —8.5 »	2.5 »	1.5—2»	2.5—3 »

A záradékvastagságot *Menzel* szerint a következőképpen is meghatározhatjuk:  $v = A - \sqrt{A^2 - B}$ , a hol

$$A = \frac{2n - ms^1 - S}{2s} - r \text{ és } B = \frac{2r}{s} (ms^1 + S)$$

Ezen egyenletekben  $n$  a falazó anyag megengedhető igénybevétele  $m^2$ -ként,  $s$  annak sulya  $m^3$ -ben,  $m$  a feltöltési anyag szerkezetmagassága,  $s^1$  annak sulya ugyancsak  $m^3$ -ekben,  $S$  az idegen megterhelés nagysága,  $r$  pedig a boltozat intradosának sugara.

Az igénybevételek nagyságát a veszélyes keresztmetszetekben, a támasztó-vonal támadási pontjának a keresztmetszet magvához viszonyított helyzete szerint ugyanazon két képlet alapján ellenőrizzük, mint a falazatoknál.

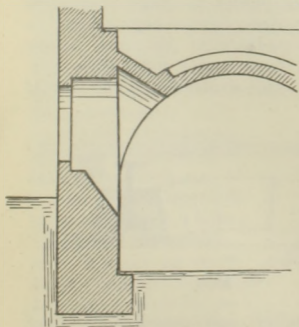
A gyámfal vastagságát 6<sup>m/</sup> ívközéig 60‰-re vehetjük, magasabb épületeknél, hol rendszeren csak a pincze boltozata támaszkodik a falra, a felmenő falak sulya következtében a gyámfal nagyobb ellenállású, s azért ennek pontos méretszámítására ritkán kerül a sor. Ha a felmenő falazat nem magasabb, mint a záradék-vonal, úgy elegendő tudnunk, hogy

félkörű boltivnél a vastagság az ívköz	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ -e
emelt	»
nyomott	»
	$\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ -a
	$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ -e.

A gyámfal stabilitása alapfeltétele a boltozat megállhatásának, mert ha az az oldalnyomásnak enged, a boltozat beomlik; a magas gyámfalak pedig rugékonyságuknál fogva könnyen kihajolnak s azért ezeknél czélszerű, ha méretszámításokat eszközölünk. Ugyanezen czélt szolgálják a *boltozatkapocsvasak* is, melyek összetartván a gyámfalakat, a boltozat vízszintes nyomását ellensúlyozzák. Legczélszerűbben a vállaknál volnának alkalmazandók, de ez nem mindenkor áll módunkban, s ezért magasabbra helyezük, de a bolttesten magán keresztül visszük, s ferdén vezetett szalagvasakkal (a boltozat lehajlása irányában) a boltfészek táján lekötjük.

Az erősítő boltöveket az intradosból kilépőleg is készíthetjük s ilyenkor azokat kiugró falpillérekre vezetjük; velök egyszersmind a boltfelület tagozását, díszítését segítjük elő. A felület ezen tagozását még fokozhatjuk azáltal, hogy nemcsak a homlokívvvel parallel, de a hengeralkotók irányában is készítünk erősítő sávokat. Ily módon az u. n. *kaszettás* boltozatot nyerjük, mely könnyebb, mivel a sávok között afalazás igen vékony lehet.

A boltozat ékalakú hézagai az extradós-felületen habareskiöntést nyerjenek. A boltozat anyaga lehet kő is, de ez nem előnyös, mert igen nehéz; ilyenkor az



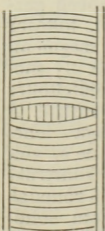
60. ábra.

Ha a boltozatba nyílásokat kell törnünk, pl. pinczeablak és ajtó számára, úgy e nyílások befedése kisebb, u. n. *süveg-* vagy *fiókboltozatokkal* történik. (60. ábra.) E fiókboltozatok szegment- vagy félkörívalakú dongák, s lehetnek vízszintes vagy emelkedő gerincvonalúak; rendszeren két erősítőboltöv közé támaszkodnak. A két boltozat áthatási vonalát erős téglakötéssel kell biztosítanunk, a részük alakításánál pedig a világító sugarak akadálytalan bejutására kell ügyelnünk. Ilyen fiókboltozatok nagyobb méretben templom-, folyosó stb., boltozatoknál fordulhatnak elő s az architektúrában előnyös változatosságot hoznak létre. A keresztboltozat maga is fiókboltozatszerűen több egymagasságú donga áthatásának tekinthető, s az áthatási görbék alkotják a gerinceket. A süveg- vagy fiókboltozat vastagsága 15<sup>cm</sup>.

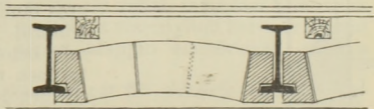
egyed-boltkövek rajz szerint ékalakúan megfaraghatók. Kőben gazdag vidékeken, töltések áthidalásakor szegmentíveket falaznak ily módon, mert a földfeltöltés erős támfalul szolgál. A boltozat anyaga lehet még beton is, de ez voltaképpen nem konstruktív megoldás; a rómaiak óriás dimenziójú boltozatai készültek ilyen öntött falazattal.

A boltozatok csak akkor építendőek, mikor az épület már fedél alatt áll.

Ha a dongaboltozat kis ívmagasságú, s a 3 méter ívközt meg nem haladja, úgy *poroszsüvegboltozat* elnevezéssel a hengeralkotókra merőleges állású téglákkal falazható minden állványozás mellőzésével, állandóan féltéglányi vastagságban. Az ívmagasság legcélszerűbben az ívköz  $\frac{1}{6}$ -e. A boltöveket, melyek közé e poroszsüvegeket feszítjük, gyakran vasgerendák pótolják; földemeink rendszerint ilyen vassínekre támaszkodó poroszsüvegboltokból állanak (62. ábra), mivel nagy felületeket kevés anyaggal, csekély magassággal s nagy biztonsággal boríthatunk. A vastartók tengelytávola 0.80—1.20<sup>m</sup>, s az épület fő- vagy szerkezeti falaira támaszkodnak. Az egész menyezet vastagsága feltöltéssel, padlózattal és alsó síma elvakolással együtt nem több 40<sup>cm</sup>-nél. A menyezet alul drótszalagokkal kötött



61. ábra.



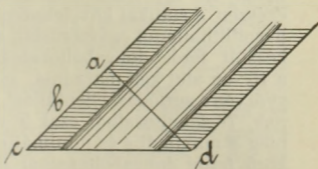
62. ábra.

s *nádalo szegekkel* felerősített *nádfonadék* segélyével vakolható vízszintesre, de a vassín helye később piszkos sávokban válik feltünővé, mert a korom, stb. a hidegebb felületekre rakódik le. Ezt meggátolhatjuk, ha az u. n. *hornyolt téglákat* használjuk, melyek a vastartók alsó övlemezét körülfogják, ferde lapjaikkal pedig a poroszsüvegboltozatoknak boltfészekül szolgálnak. Ha a vastartók távolsága 1.20 méternél nagyobb, úgy már nem nyerhetünk vízszintes menyezetet, mert az ív magassága nagyobb lévén, az nem tüntethető el pusztán bevakolással. Maguk a téglák, hogy a boltozás állványozás nélkül legyen kivihető, lapjaikkal fekszenek ferdén egymásra, s míg egy-egy öv lezárva nincs, a vakolat tartja őket. Alaprajzban megtört vonalakat vagy szegmentíveket képeznek (61. ábra), a középben keletkező nyílást azután tégladarabokkal, töltjük ki. A vastartók elhelyezése a falak felépítésével egyjűdűleg történik, míg boltozni csak az épület tető alá jutása után kezdhetünk.



Az *emelkedő dongaboltozat*  $30^{\circ}$ -nyi hajlásszögig a vízszinteshez hasonlóan falazható, nagyobb hajlás esetén azonban az ilyen falazás nem engedhető meg, mivel a hajlás nagyobb lévén a surlódási szögnél, a rétegek egymás felett elcsuszognának. A boltozatot ilyenkor övekre osztjuk, melyek középpontjai fokozatosan emelkednek; az övek falazása maga olyan mint a vízszintes dongáé, illetve, mint egy-egy boltövé. Hogy az alsó felületet hengerfelületté alakítsuk, a boltövek éleit letompítjuk s a még maradó egyenlenségeket habarcsolással tüntetjük el. Hátránya ez eljárásnak, hogy a boltozat szilárdságát csökkenti.

b) **A ferde dongaboltozat.** Vasút- és vízepítkezéseknél gyakran előfordul, hogy oly boltozatot kell építenünk, melynek homlokíve nem merőleges a bolt-tengelyre. Ezek nem boltozhatók úgy, mint az egyenes dongaboltozatok, mert, mint a 63. ábra mutatja, az *a*, *b*, *c* pontokból induló boltövek a *c—d* vonalon nem nyerne



63. ábra.

lokívvel lemetesződnek. A hogy az emelkedő dongaboltozatnál sávokra, övekre osztottuk a boltozatot, úgy itt is czélt érhetünk vele, a boltozat azonban nem szép s a feladat konstruktíve megoldatlan. De míg fent más módszer nem állott rendelkezésünkre, addig a ferde dongaboltozat alkalmas hézagszerkezettel a szilárdsági követelményeknek megfelelőleg falazható. Képzeljük a boltozatot végtelen sok keskeny boltövre felosztottnak, melyek mindegyikében a fekvőlap merőleges helyzetű a nyomási görbére, mely a boltsávokban működik; a végtelen sok keskeny sáv fekvő hézagai folytonos görbe vonalakat alkotnak, melyek, az extradason úgy, mint az intradason megszerkesztve, torzfelületeket határolnak, mely felületek mint fekvő hézaglapok azon tulajdonsággal bírnak, hogy minden pontjuk a nyomási görbére deréklő irányú. Hogy e görbék megszerkeszthetők legyenek, a boltozatot véges vastagságú sávokra osztjuk, s minél sűrűbb ez osztás, annál pontosabb lesz az eredmény; a szerkesztés maga az ábrázoló geometria egyszerű feladata.

Bármily pontosan eszközöljük is azonban a szerkesztést, a boltozás igen körülményes marad, mert a kövek torzfelületekkel határoltak, s igen nehezen faraghatók a megkívánt pontossággal, azért az ilyen boltozáshoz a legritkább esetekben fordulunk.

Azért is, hogy az eljárást egyszerűsítsük, azért is, hogy a boltozat téglával is falazható legyen, alkalmazzuk az *állandó hézagszöggel* való szerkesztést. Ez esetben a fekvőhézagélek a térben csavarvonalakat képeznek, míg az intrados-felület leforgatásával annak felületén egymással parallel vonalakat alkotnak. Az egyes kövek így, a homlok- és vállköveket kivéve, mind hasonlók lesznek egymáshoz, egy modell után faraghatók és a téglá is megfelelő boltozási anyag, míg a homlokot és vállakat ez esetben is kövekből faragjuk, mivel a csatlakozás igen hegyes szög alatt történik. Az így falazott boltozat ugyan nem felel meg egészen a statikai követelményeknek, de mindenesetre hasonlíthatlanul egyszerűsíti a boltozás módját. Kőből készült ferde dongaboltozatnál a hézagszögeltérésnek a  $10^{\circ}$ -on alul kell maradnia, máskülönben a kövek, legyőzvé a surlódási ellentállást, egymás felett elcsuszánának. Téglaboltozatnál csak  $5^{\circ}$ -nyi eltérést engedhetünk meg a maximális és minimális hézagszögtől, tehát félkörű ferde dongaboltozatnál a *ferdeségi szög*nek nem szabad  $10^{\circ}$ -nál nagyobbak lenni, mert a maximális hézagszög  $10^{\circ}$ , a minimális  $0^{\circ}$ , s így  $5^{\circ}$ -nak véve az állandó hézagszöget,  $5^{\circ}$  lesz az eltérés maximum és minimum között. Kőrszelet esetén a boltozat ferdesége nagyobb is lehet. Előfordulhat azonban, hogy a boltozat annyira ferde, hogy az eltérés még kőrszeletalak esetén is meghaladja az  $5^{\circ}$ -ot, akkor csak úgy építhetjük helyesen, hogy két állandó hézagszöget veszünk fel, a záradék felé nagyobbat, a vállak felé kisebbet s a boltozatba a törési hézagvonal táján alkotó irányában ékalakú köveket iktatunk, melyek egyik oldala az egyik, másik oldala a másik hézagszög szerint van megfaragva.

A dongaboltozatok csupán *mintaállványok* segítségével építhetők. Ezek az intradosnak megfelelően alakított deszkaívekből készülnek melyek egymástól ca  $1-1 \text{ m}$  távolságban duczokkal, kifeszített gerenda szerkezetekre fekszenek. A deszkaívekre lécezést, vagy pallóborítást alkalmazunk, s ezekre fektetjük a boltozatot. Ferde dongaboltozat falazásakor a pallózatot

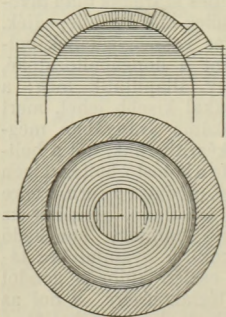
papirossal borítjuk, melyre előzőleg felrajzoljuk a fekvő hézagéleket, hogy a kövek elhelyezése lehetőleg pontos legyen. A mintaállványok eltávolítása után a boltozat behajlása csak megközelítőleg határozható meg s függ a boltozat gondos kivitelétől, a mintaállvány szerkezetétől és a vakolat száradási körülményeitől. Közönséges mészvakolattal falazott boltozatoknál a mintaállványok az időjárástól függően 14—27 nap alatt eltávolíthatók, — (száraz időben hamarabb, nedves időben később) — míg cementvakolatú boltozat alól azok hamarabb lebonthatók. Fő elv, hogy csak teljes száradás után távolítsuk el, hogy a boltozat lehetőleg már ne üllepedjék.

c) A **kolostorboltozat** egyes vaknegyedeinek boltozása épen úgy történik, mint a dongaboltozatoké, a bolt vastagsága is épen úgy állapíttatik meg; a gyámfalak mérete azonban sokkal kisebb lehet, mert a megterhelés a gyámfalak száma arányában megszlik. Fiókboltozatokat itt is készíthetünk, sőt a bolttest könnyítését érjük el velök. Ha a kolostorboltozat igen kicsiny, úgy poroszsüvegboltozat módjára a gerinczekre merőleges irányú téglákkal is falazható, ilyenkor az egyes csúcsív alakú boltrétegek (mintegy emelkedő záradék-vonalú csúcsíves fiókok) a gyámfalakra támaszkodnak. Rendes falazás esetén különös gondot kell fordítanunk a gerinczek téglakötésére, a hol az egyes téglák egymásba kapaszkodnak; készíthetjük e gerinczet egyébként faragott átkötő könyökkövekkel is, sőt az egész boltozat anyaga lehet faragott kő. A középre *zárókövet* illesztünk. Egészen hasonló a **teknőboltozat** falazási módja is, s ép úgy, mint a dongaboltozatok, a kolostor- és teknőboltozatok is falazáskor mintáivekre fektetendők. A gerinczeknek megfelelőleg okvetlen kell megduczolt mintáiveket állítanunk, melyekhez azután egymástól 1—1 méter távolságban simuló mintáivék csatlakoznak, melyek azonban elegendő, ha csupán a szelemengerendákra támaszkodnak. A fiókboltozatok külön kis mintáivékekkel utólag falaztatnak, s e kis mintáivéket gyakran az intrados-felületnek megfelelően homokból készített modell is pótolhatja.

d) A **tükörboltozat** falazási módja annyiban különbözik fentiektől, hogy itt egy vízszintes menyzetet külön, kis magasságu teknő-, vagy poroszsüvegboltozat módjára kell kifalazunk, mely vakolással vízszintes felületté legyen alakítható. Az ilyen boltozat

igen nagy oldalnyomást gyakorol a gyámfalakra s azért egyszerűbb, ha magát a tükröt vastartók közé boltozva mintegy külön felfüggesztjük. Ily módon azután a tükör felülete is nagyobb méreteket ölthet, ugyanis nagyobb vastartók közé kisebbeket iktatva, a tükörfelületet poroszsüveggel átboltozzuk úgy, mint a födémeket. A tükörbolt térhatását oldalán alkalmazott fiókboltozatok rendkívül előnyösen növelik.

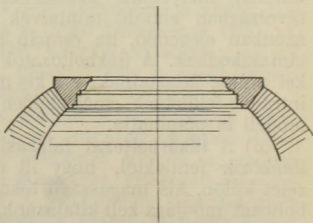
e) **Gömb- és kupolaboltozatok.** A gömbboltozat minden oldalon zárt helyiség fölé emelkedik s általában



64. ábra.

egy végtelen sok oldalú kolostorboltozatnak tekinthető. Ha köralapon épül, úgy a fekvőlapok csonkakúpalakúak, mely kúpok csúcspontjai összeesnek a boltozat középpontjával. Az állóhézagok is sugárirányban ugyane középpont felé futnak, mert a középponton átmenő függélyes síkokban fekszenek, melyek meridiánokban metszik a gömbkupolát. Minden egyes téglavagy kőréteg egy-egy gyűrűt alkot s a fellépő *gyűrűfeszültség*

teszi lehetővé, hogy e boltozatok minden állvány nélkül falazhatók. Bárhol hagyjuk abban a falazást, a boltozat szilárdan összefüggő marad, s mint olyan megáll. E gyűrűfeszültség teszi lehetővé az *opeion* — felülvilágító nyílás (65. ábra) — készítését is, s ez esetben czélszerű a nyílás peremét kőből készíteni. Olaszországban, hol az éghajlati viszonyok megengedik, gyakori az ilyen nyitott kupola: egyike a legmerészebbeknek a római Pantheon, melynek *opeion*-nyílása 9 méter átmérőjű. Ugyancsak a gyűrűfeszültség engedi meg az *opeion*-



65. ábra.

nyílásnak az említett laternával való lezárását. A kupola záradéka, ha opeionnyílás nincsen, legcélszerűbben egy darab kőből készül, téglával nehezen falazható, miért is ez esetben kis átmérőjű kolostorboltozattal fejezzük azt be.

A boltozat vastagsága:

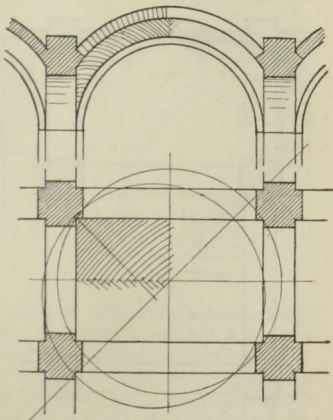
$4^m$	ívközig a záradékban	0·5,	a vállnál	0·5	tégla vast.
4—6 <sup>m</sup>	»	»	1,	»	1
6—8 <sup>m</sup>	»	»	1,	»	1·5
8—10 <sup>m</sup>	»	»	1,	»	2

10<sup>m</sup>-nél nagyobb ívköznel  $\frac{1}{30}$ -a, »  $\frac{1}{15}$ -e a kupola mélységének veendő vastagságul.

A *függőkupola* boltozása a homlokívek záradékpontjáig vízszintesen történik, innen úgy folytatandó, mint a gömbboltozaté. A gyámfalak úgy a tömör alépitményü, mint a függő kupoláknál körülbelül felével vehetők vékonyabbakra a megfelelő méretű dongaboltozatok gyámfalainál.

#### f) Csehboltozat.

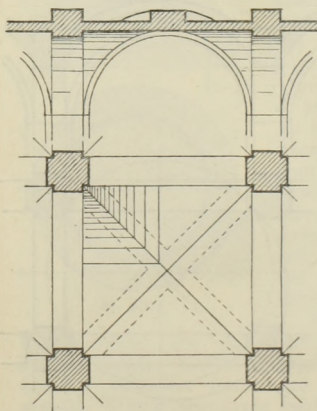
Alakjára nézve nem egyéb függő kupolánál, csupán a falazás egy előnyösebb módjában különbözik attól. Itt ugyanis a rétegek fekvőlapjai nem kúpfelületek, hanem síkok s a boltot alkotó szferikus felületnek oly síkokkal való metszéseinél származnak, melyek a boltozat egy, a pillérek által bezárt zög felezőjére merőleges átmérőjének vetületén haladnak keresztül. A 66. ábrán feltüntetett átmérő körül képzeljük tehát a középpontból szerkesztett kör síkját alulról felfelé haladóan forgatva, akkor a boltfelülettel való metszés vonalak adják a fekvő-hézag-ékeket, melyeket ily módon könnyen megszerkeszthetünk. Ugyanigy boltozzuk a **csehsüvegboltozatot** is, mert ha



66. ábra.

képzetileg teljes csehboltozattá egészítjük ki, úgy azt egy ennek felületéből kiszakított résznek tekinthetjük. A boltozatban működő nyomás nagyobb részben a boltozat sarkai felé irányul, részben azonban a homlokíveket alkotó boltövekre is kiterjed. A csehboltozat vastagsága  $5^m$  ívközéig  $15^m$ ,  $7^m$ -ig a záradéokban  $15$ , a vállaknál  $30^m$ . Csehsüvegboltozat egészen mintáállvány nélkül falazható ki, azonban nagy gondot kell fordítanunk egyes boltzikkelyek találkozásánál az egymást metsző téglasorok szilárd kötésére.

g) **Keresztboltozatok.** Egyenlő magas dongaboltozatok áthatása képezi

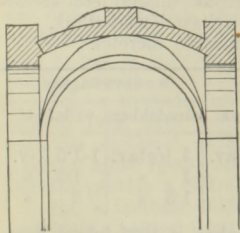


67. ábra.

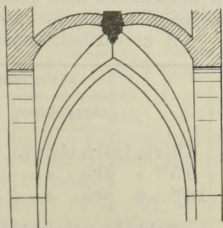
a római keresztboltozatot. (67. ábra.) Az áthatási vonalak alkotják a gerinczeket, melyek kifalazása a legfontosabb, mert minden, a boltozatban működő erő e gerinczeken át koncentrálódik az alágymolító pillérekre. Az egyes süvegek falazása egészen olyan, mint a dongaboltozatoké; a gerinczek a záradék felé emelkedve az egyes boltövek vállnyomásait átveszik, a komlokívek semmiféle megterhelésre nincsenek igénybe

véve. A boltozat gerinczében az egyes téglarétegek a találkozáskor egymásba kapcsoltnak s hogy a gerincz megfelelő szilárdsággal vezesse a falsarokra, illetőleg pillérre a boltterhet, erősítő boltövet építünk föléje. Az erősítő boltövet magából a boltozat anyagából építjük, de nem szerves összefüggésben a boltozattal. Készíthetjük az egész gerinczet faragott könyökkövekkel is. A süvegek vastagsága  $15^m$ , a gerinczeké legalább  $30^m$ . A boltozat záradékában üllepedik, azért czélszerű a középpontot a magasság  $\frac{1}{30}$ -ával magasabbra felemelni.

A román keresztboltozatnál (68. ábra) e záradék-magasság szemmel láthatólag emelt. Leggyakoribb az az eset, hogy a boltozat gerincze félkörű, a záradékpont tehát annyival emeltebb a mennyi a homlokívek radiusának és a diagonálisok felének a különbsége. A boltsüvegek itt emelkedők s a szilárdsági állapotokat annyiban változtatják, hogy az oldalnyomások egy része a homlokívekre hárul. A falazás vagy úgy történik, mint a csehboltozatnál, vagy úgy mint a római keresztboltozatnál. A római keresztboltozatnál a gerinczekbe ékelt erősítő boltív itt magával a boltozattal



68. ábra.



69. ábra.

szerves összefüggésben készül, kifalazása a boltozat tégláinak felhasználásával történik; készülhet e gerinc az intradosból kilépőleg is, s ilyenkor *borda* a neve melynek kiszökellése mértékét az ívköz nagysága és az anyag minősége szabják meg. Készülhet idom téglából vagy faragott kövekből. Ha kőből készül, úgy a köveket hornyolással látjuk el, hogy a süveg tégláit legyen mire támasztanunk. A gerincz ily módon egy önmagában megálló boltövszerkezet, s a süvegek, melyek 10 méter ívközig csak 15<sup>cm</sup> vastagok, utólag falazhatók ki.

Az ilyen kilépő bordák különösen a *gothkeresztboltozatoknál* (69. ábra) játszanak szerepet, s minthogy a csúcsíves boltozatok a záradékban erős megterhelést kívánnak, ennél fogva a zárókő kiképzése igen fontos. Megkülönböztetünk *kereszt, átlós* és *simuló* bordákat. A beboltozandó teret keresztbordákkal előbb négyzetes területekre osztjuk, az egyes négyzetek fölé épült keresztboltozatok gerinczeit képezik az átlósbordák. A bordák rendszerint gazdagon profilozottak, miért

is az átlós és keresztbordák a vállaknál egymásba metsződnek; a záradékbán az átlósbordák egymást keresztezik, s ez összemetszések néha igen nehéz munkát adnak a kőfaragónak. A vállaknál az összefutó bordák egymásra vízszintesen fekvő kövekből egy darabban faragtatnak ki, s csak a hol a borda tagozásai egymástól elválva, egészen szabadon, teljes keresztmetszetükben lépnek ki, készülnek sugárirányú fekvőlappal, külön-külön kövekből. A záradéknál vagy megszerkesztjük a bordaprofilok áthatását, vagy egy díszített záradékkővel markirozzuk azt, esetleg gyűrűalakúan több kőből készítjük, miáltal felül szellőzésre alkalmas opeionszerű nyílást létesítettünk.

A keresztboltozatnál előforduló méretek:

	süvegvastagság		bordavastagság	
	záradékbán	vállaknál	záradékbán	vállaknál
6 <sup>m</sup> /ív. ig	0·5 téglav.	1 téglav.	1 téglav.	1-1·5 t.-v.
9·5 <sup>m</sup> / »	0·5 »	1 »	1 »	1·5 »
18 <sup>m</sup> / »	0·5 »	1 »	1·5 »	2 »

Sokkal célszerűbb azonban a 10<sup>m</sup>/ ívközt meghaladó boltozat falát 22·5<sup>o</sup>/<sub>m</sub>-es, külön e célra gyártandó téglával készíteni, mert a 30<sup>o</sup>/<sub>m</sub>-es falazás a boltsüveget igen nehezé teszi.

h) **A csillag- és hálóboltozatok** falazása egészen hasonló. Ezeknél is csupán a bordák képezik a szerkezetet, s előnyük, hogy óriási területeket boríthatunk 15<sup>o</sup>/<sub>m</sub> vastag, a bordarendszerre támaszkodó kis terjedelmű boltmezőkkel. A bordák mérete 6<sup>m</sup>/ ívközig 15<sup>o</sup>/<sub>m</sub>, azontúl 24—40<sup>o</sup>/<sub>m</sub> a vastagság.

A kereszt- és csillagboltozatok méretszámítása épen úgy történik mint a dongáé. A boltsüvegeket boltövekre osztottaknak képzeljük, mindegyik öv magában dongaként szerepel s bizonyos (könnyen kiszámítható) terhet ad át a gerinczekre, melyek ismét mint boltövek, illetve dongaboltozatok szerepelnek. A süvegek két oldalról adják a terhelést, egymás oldalnyomását lerontják s így a bordákra csak vertikális megterhelés adódik át. E gerinczekben működő támasztó erők tovább adódnak, a támasztó pillérben koncentrálódnak, s keresnek megfelelő ellentállást: tehát a támpillérek méretszámítása itt igen fontos. Gyakorlatban e pillér koncentrált terhelését azon dongaboltozat összes váll-



nyomásával veszszük egyenlőnek, melynek záradékvonala a két egymás melletti boltozat záradék pontjainak összekötő egyenese, és vállvonala a vállponton áthaladó, amazzal parallel és egyenlő hosszú egyenes.

Ha a pillér a vállnyomás elviselésére gyenge, úgy a homlokívek vállpontjait kovácsolt vas-vonórudakkal kötjük egymáshoz, s e rudat gazdagon tagozhatjuk is. Sokkal jobb azonban s konstruktive megoldottabb a feladat, ha a gyámfalat kifelé lépcsőzetesen vastagodó falpillérrel erősítjük: ez a román és csúcsíves építésben rendszeren előforduló u. n. *contrefort*. Nagy templomoknál a falak nem lehetnek oly óriási méretűek, mint azt a nagy magasságokban épülő boltozatok oldalnyomása megkívánná, miért is ott, a hol a boltozat bordái a nyomást egy csomópontba vezetik, erős ellenívvel támasztják a falakat, s velők a nyomást mintegy ellensúlyozzák. E nagy méretű ívek nem rejthetők a tetőzet alá, azért a gothikus építészet gazdagon díszítve és kombinálva, a falazat külső részén szervesen kiképezve, alkalmazza. (Kiváló példája a Notre Dame Párisban.)

Ha a boltozat fölött emeletsor épül, úgy annak padlózata a bolttest felett egyengetett *feltöltési anyagra* fektettetik. A feltöltés anyaga lehet az épület alapozásakor kiemelt föld is, mely ez esetben a költséges elfuvarozás helyett legalább részben felhasználható; azonban feltétlenül száraznak kell lennie s mentesnek különösen az u. n. házigomba (merulus lacrimans) csírától, mert a hol ez csak csírájában is megvan, ott kipusztíthatlanná válik, a falazatot állandóan nedvesen tartja s a faszervezetek (padló, stb.) inkrusztáló anyagát felemésztve, azokat elkorhasztja. Feltöltésül szolgálhat ezenkívül a szerves anyagoktól mentes homok, kavics, agyag és faltörmelék. Jó feltöltő anyag a kohók és tüzelők salakja is.

\*

Úgy, mint a falazatoknál, a boltozatoknál is szükségünk van az anyagszükséglet ismerete céljából azok köbtartalmára. Bolthajtások köbtartalmának számításakor figyelmen kívül hagyjuk a bolttestbe nyúló fiókboltozatnyílásokat, ajtó-, ablaknyílásokat stb., míg azok a  $4^{m/2}$  területet meg nem haladják. A dongaboltozatnál komplikáltabb alakú bolthajtások, tekintettel az építésökkal járó nagyobb munkára, ahhoz arányban, a ténylegesnél nagyobb köbtartalommal számíttatnak.

*Dongaboltozatnál*  $k = h \cdot s \cdot v$ , a hol  $h$  a bolthajtás hossza,  $s$  a bolthajtásnak kiterített ívgörbülete és  $v$  a bolthajtás átlagos vastagsága. A következő képletekben  $h$  a záradékvonalak hosszát jelöli  $s$  a köbtartalomba beleszámíttatik a vállak töréshézagig való felfalazása is. *Csúcsíves dongánál*  $s$  egyenlő mind a két boltszár külön kiterített ívgörbületének hosszával.

$$s = 2a + 2b + v' + v'' + v'''.$$

Az erősítő boltövek külön számítandók. *Hattyúnyak* alakú boltozatnál  $s = f + i + v' + \frac{v''}{2}$ , itt  $f$  a falköz az ív emelkedésének irányában, a nyílmagasságot  $i$ , pedig e falköz felezőjében emelt függélyesen mérik.

*Keresztboltozatok* övei és homlokíveinek köbtartalma ugyanúgy számíttatik, mint fent, a süvegek köbtartalma pedig oly dongának köbtartalmával vétetik egyenlőnek, melynek hossza a süveg záradékvonalának  $\frac{5}{8}$ -ával egyenlő.

*Kolostorboltozatban* minden vaknegyed köbtartalma egyenlő oly donga köbtartalmával, melynek hossza a vaknegyed kezdővonalának  $\frac{7}{8}$ -a.

*Teknőboltozat* köbtartalma a donga és kolostorboltozatnak, melyből alakul, megfelelően számítandó.

*Tükörboltozatban* az alapsokszög minden oldalának megfelelő boltozatrész köbtartalma:

$$h = \left( a + \frac{b}{2} + \frac{v'}{2} + \frac{v''}{2} \right) \frac{3}{4} h' \frac{v' + v''}{2}.$$

*Kupolaboltozatban*  $k = F \cdot v$ , a hol  $F$  a közepes felület nagysága,  $v$  a közepes vastagság.

*Gömbboltozatokban*:

$$F = 3 \cdot 75 \left[ \left( r + \frac{v'}{2} \right)^2 + \left( i + \frac{v''}{2} \right)^2 \right], \text{ a hol } v = \frac{v' + v''}{2};$$

$$\text{gömbszelet esetén: } F = 3 \cdot 75 (D + v') \times \left( i + \frac{v''}{2} \right)$$

a hol  $D$  az átmérővel egyenlő; *ellyptikus* alapú kupolánál:

$$F = 3 \cdot 75 \left[ \left( r + \frac{v'}{2} \right) \left( r' + \frac{v'}{2} \right) + \left( i + \frac{v''}{2} \right)^2 \right].$$

*Cseh* és *csehsüveg* boltozatnál a köbtartalom

$$k = h \cdot s \cdot v, \text{ a hol } h = h' + s \cdot 0 \cdot 16$$

$$s = f + 2v' + i + v'', \text{ végül}$$

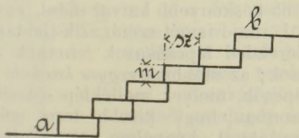
$$v = \frac{v' + v''}{2}; \text{ e képletekben}$$

$i$  a homlokív nyílmagassága,  $f$  annak szélessége.

## III. FEJEZET.

## Lépcsők.

A különböző niveauban fekvő helyiségekbe *lépcső* segítségével juthatunk. Az elérendő magasságokat ugyanis lépcsőfokokkal egy-egy lépésnek megfelelő kisebb magasságokra osztjuk s az épület azon helyiségét, hol az emeletre felvezető ezen lépcsőfokokat elhelyezzük, *lépcsőháznak* szoktuk nevezni. A mi építési típusunk szerint rendszeren egy lépcsőház közvetíti a közlekedést az összes emeletek között. A lépcsőnek kényelmesnek kell lennie és szerkezetének a teherhordásra megfelelő szilárdsággal kell bírnia. Hogy az első feltételnek mennyiben felelhetünk meg, az a rendelkezésünkre álló terület nagyságától és ugyanakkor az emelet magasságától függ, az utóbira csupán a választott anyag van befolyással, feltéve hogy szerkezetünk helyes és stabilis. Építhetjük a lépcsőt kőből, vasból és fából.



70. ábra.

Építésrendőri törvényeink a fővárosban csupán kő- és vaslépcsőket engedélyeznek, s csupán mellék-helyiségekben, szűkebb körű használatra alkalmazhatók a falépcsők. Ezuttal csupán a kőlépcsőkről szólunk.

A lépcső *szélessége* egyenlő egy-egy fok hosszával, a *fok szélességét* pedig a *lépcsőkar* irányában mért dimenzió adja. Több lépcsőfok megszakítatlan egymásutánja képezi a kart, az első lépcsőfok a *fellépő* (a), az utolsó a *lelépő* (b). A kart a *pihenők* (podeszt), vízszintes térségek, rövidebb részekre osztják, azaz a hosszú lépcsőkart meg-megszakítják, vagy ott alkalmazzuk a hol a kar iránya megváltozik.

A lépcsők lehetnek *külsők* és *belső*k. Az előbbieket rendszeren mint előlépcsők szerepelnek az épület bejárata előtt s a földszinti magasságra vezetnek; a belsők az emeletre közvetítik a közlekedést. Szerkezete szerint a lépcső lehet *szabadon függő* (lebegő), mely csak egy oldalán van befalazva s az egyes fokok felfelé egymásnak szolgálnak támaszul, vagy falazattal, boltövével, boltozattal, vasgerendával stb., *gyámolított*

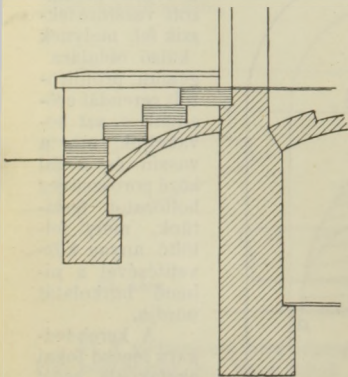
karú lépcső. Alakjára nézve lehet *egyeneskarú*, *kerekedkarú*, *vegyeskarú* és *csigalépcső*. Az egyeneskarú lépcső középvonala egy folytonos egyenest képez; ily lépcsők monumentális épületeknél alkalmaztatnak. Különösen indokolt és czélszerű színházaknál vagy hasonló helyiségeknél, hol a veszély esetén való tömeges kitódulás ellenében kerülendő minden szeglet és fordulat. Többkarú lépcső középvonala egyenesekből álló tört vonalat képez. A kombinációnak azután nagy tere kínálkozik. Leggyakoribbak a két- és háromkarúak, háromnál több karúak csak szélesebb, nagyrészt szabálytalan idomú lépcsőházban épülnek. Az ötkarú lépcső igen diszes (budapesti Vigadó), rendszeren egy közös széles lépcsőkarral indul és 2—3-felé ágazó keskenyebb mellékkarok vezetnek az emeletre, vagy fordítva két vagy több keskenyebb karral indul, egy széles karban egyesül, majd ismét szétágazik (budapesti Dalszínház), stb. Kerekded lépcsőkarok lehetnek *egészben* vagy *részben* azok; az utóbbiak *vegyes karúak*. Ilyenek a patkóalakú lépcsők, melyek melléklépcsőknél gyakoriak, a mellett azonban, hogy kisebb teret igényelnek az egyeneskarúaknál, kényelem szempontjából hátrább állanak. Csigalépcsők igen kis téren épülhetnek, de vigyáznunk kell, hogy egy-egy fordulat alatt oly magasságot érzünk, hogy alatta kényelmesen feljárhassunk. A fokok itt ékalakúak és közös középpont felé irányítottak.

Az építésügyi szabályzatok rendszeren 1·30 méterben állapítják meg a főlépcsőkar szélességének minimumát, melléklépcsőnél a minimum 0·95<sup>m</sup>. A fokok magassága és szélessége egymással meghatározott viszonyban vannak: minél szélesebb a fok, annál alacsonyabb. A fokméretek helyes megválasztása a következő képlet alapján történik:  $2 \times m + sz = 64$ , a hol  $m$  a fok magassága,  $sz$  annak szélessége. Ezek szerint:

$m$	$sz$		$m$	$sz$		$m$	$sz$	
12	40	dísz-	15	34	főlépcsők	18	28	melléklépcsők
13	38	lépcsők	16	32		19	26	
14	36		17	30		20	24	

Legczélszerűbb és legkényelmesebb a 15—14<sup>cm</sup> fokmagasság. Nagy, nyilvános épületeknél, palotáknál a fokmagasság és szélesség aránya 1:3 legyen. Melléklépcsőknél, noha teherhordásra szánvák s azért itt kellene leginkább a járás megkönnyítésére tekin-

tettel lennünk, helyszüke miatt a fokokat rendszerint magasabbra vesszük, a 20‰ magasságot azonban nem czélszerű tullepnünk. A pihenők úgy méretezendők, hogy a kényelmes járás egymásutánjában meg ne zavarják a fellépőt, azért szélességök legyen egy lépésnek megfelelőleg 64‰, vagy ennek többszöröse, az utolsó lépcsőfok szélességét is hozzámérve. A lépcső emelkedéséből meghatározható a fokok száma és ebből a lépcsőház nagysága. Miután a legfelső fok egyúttal



71. ábra.

az elérendő magassági síkban fekszik, ennél fogva egy  $x$  karu lépcső vízszintes vetületének hossza  $H = f(n-x)$ , ahol  $f$  a fok szélessége és  $n$  a fokok száma. A fokok kemény kőből, rendszeren márványtömbökből gyalugép segítségével készülnek, de készülhetnek márványlemezekből is.

A *külső* vagy *előlépcsők* a bejárat előtt épülnek, s néha, középületeknél, igen monumentális hatásúak. (Nemzeti

Muzeum, Budapesten.) Utczára nem engedélyezhető az ilyenek építése, mert a közlekedést akadályozzák, de villaépítkezéseknél gyakoriak és szépek is. Vagy csak néhány fokból állanak, melyek két végükön kiugró alapzatra támaszkodnak, vagy ha magasabbak, korláttal ellátva 2—3-karúak is lehetnek s a legkülönb-féleképen kombinálhatók.

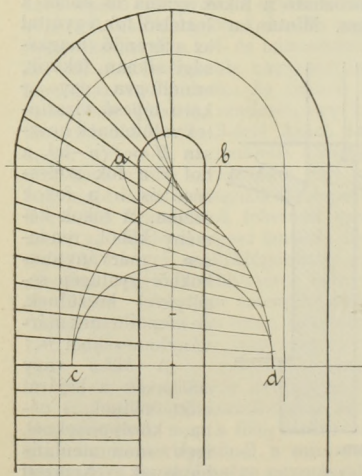
a) A *belső lépcsők*, ha *szabadon függenek*, úgy 1·50‰-nél szélesebbek nem lehetnek, s a fokok 15‰-nyire befalazandók. A gyakorlat igazolta a lebegő lépcsők jogosultságát s bár megállásának statikai törvényei előttünk ez ideig ismeretlenek, igen nagy magasságokra veszély nélkül vezethetjük fel őket. Az egyes fokok háromoldalú hasábok, s az 73. ábra mutatja azok czélszerű egymásra metsződését s a felfekvés

méreteit. Az alsó sík bevakolása czélszerűtlen, hacsak nem durva szemcsés kőből való, mely a vakolatot jól fogja; a márványfokoknál szebb, ha azok csupán lecsiszoltatnak. A pihenők is márványlapokból készülhetnek s ezek 2, esetleg 3 oldalon vannak befalazva 15—15<sup>cm</sup>-nyire. Ha több darabból állanak, jó a csatlakozást hornyolással ellátni. Gyakori és olcsóbb berendezés,

hogy az utolsó fok 2 végén befalazott vassínrefekszik fel, melynek külső oldalára gyalult, profilírozott gerendát erősítünk s azt bevakoljuk, míg a vassín és a fal közé poroszsüveg boltozatot feszítünk, mely feltöltő anyag közvetítésével a pihenő burkolatát hordja.

A kerekdedkarú lépcső fokai ékalakúak, ezért a fokszélesség itt nem a középvo-

nalra mérendő fel, de a faltól

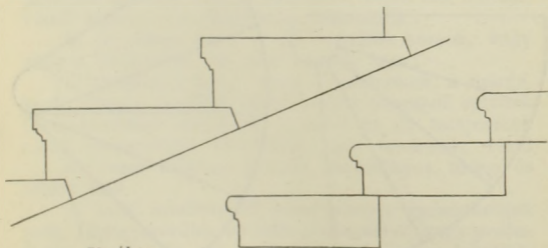


72. ábra.

0,40<sup>m</sup>-nyire húzott s a fallal parallel haladó vonalra. Vegyeskarú lépcsőknél a fokok elrendezése az u. n.: *számárhátívű szerkezéssel* állapítható meg, mert a kar hirtelen kanyarulatánál a fokok keskenyedése a lépcsőt hasznavehetetlenné tenné. A szerkesztés a következő (72. ábra): az egyenes kar hosszát 4 részre osztjuk s a végpontokból két, illetve egy osztással félköröket vonunk, a melyek által kimetszett *a*, *b*, *c*, *d* pontok a számárhátívnek középpontokul szolgálnak. Az ívet annyi egyenlő részre osztjuk fel, mint a hány lépcsőfokot mértünk a faltól 0,40<sup>m</sup>-nyire húzott s a fallal parallel vonalra; a megfelelő pontok összekötései adják a lépcsőfokok éleit. Ily módon a

fokok a kanyarulat felé nem hirtelen, de átmenetesen keskenyednek s a fordulatnál is még megfelelő szélességgel bírván, könnyebben járhatók.

A fokok peremét tagozással látjuk el, ezáltal növeljük a fokszélességet is. A tagozás átfordulhat a fok külső oldalára is, s ilyenkor a kovácsolt vagy öntött vaskorlát magára a fellépő-síkra erősíthető, ellenkező esetben a korlát oldalt nyer megerősítést, nehogy a kar szélességéből ezáltal veszítsen. Kőkorlát igen nehéz s ezért csupán gyámolított karú lépcsőknél jöhet alkalmazásba.



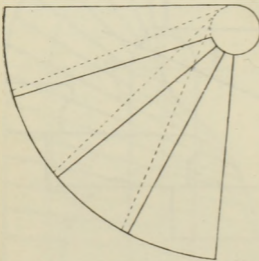
73. ábra.

74. ábra.

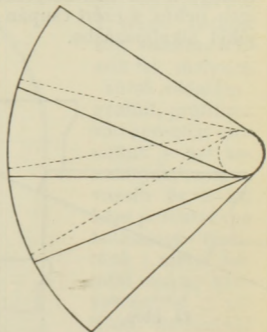
b) A *gyámolított karú* lépcsők nagyobb szélességben képezhetők ki, ha a fokok szükséges alátámasztására gondot fordítunk. A gyámolítás történhetik *telő fallal*, de szebb, perspektivikus hatást idézünk elő, ha a falat megnyitjuk s az alátámasztást *boltövekre* bizzuk, melyek viszont pillérekre támaszkodnak. A boltövet egyszerű vassín is pótolhatja. A karok legnagyobb szélessége ez esetben  $2^m$ , mert a fokok csak két végükön, esetleg még egy élükön támaszkodnak. A fokok alul simára, összefüggő síkká csiszoltassanak, de lehetnek alul is lépcsőzetesek (74. ábra), ha négyszögű hasáboknak hagyjuk meg őket, ez azonban nem tesz kedvező benyomást. Ha az alátámasztás *boltozattal* történik, úgy a lépcsőfokok a boltozat felett egész alsó lapjukon feltöltési anyagra fekszenek, alsó lapjuk egészen megdolgozatlanul maradhat, s ez esetben a kar szélessége sincsen korlátozva. A boltozat lehet emelkedő donga-, kereszt- vagy csehboltozat. A korlát lehet tömör kőfal is, de szebb ha áttörött. A ballusz-

terek, melyek a korlát párkányát hordják, vagy egyenként, esetleg párosával állanak a fokok végein, vagy egy közös alépitményt (talpat) nyernek, s a fokok számától függetlenül osztatnak ki. Lehet a korlát vasból is.

c) A *csigalépcsők* körben, vagy ellyptikus alakban csavarodnak fel, a lépcsőfal alaprajza azonban lehet négy, sőt többszögletes is. A fokok ékalakúak s egy középpont felé futnak; középen az *orsó* lehet *üres* vagy *tömör*. Az első eset-



75. ábra.



76. ábra.

ben körkarú lebegő lépcsővel van dolgunk, a második esetben gyámolított karúval, az alátámasztást a fokok maguk végzik, ugyanis az orsót maguk a fokok keskenyebb s egymásra fekvő lekerekített végei képezik. Az ábrák mutatják az orsó kétféle kiképzését. Vastagsága minimum  $30^m$ . A 75. ábra elrendezése szerint a megmunkálás nehezebb ugyan, de a fokok szélességökben nyernek; alaprajzban a fokok ez elrendezés szerint középpont felé futó vonalakat mutatnak, a másik elrendezés szerint (76. ábra) e vonalak az orsóhoz érintő irányúak. Az orsó belül üres karikájába rögzítő vasrudat erősítünk. A fokok kiosztásánál, s magasságuk megállapításakor ügyelnünk kell arra, hogy egyszeri fordulattal a lépcső alatt még kényelmes közlekedésre elegendő magasságot biztosítsunk; e magasság minimuma  $2 \cdot 20^m$ .



## IV. FEJEZET.

**Alapozás.**

Az épületek falait hordképes talajon nyugvó alapfalazattal kell ellátnunk. Hogy tehát szilárd megállása biztosítva legyen, először is megvizsgálandó a talajréteg minősége, anyagi összetétele, vastagsága és a rétegezés iránya.

Az *alapozási talaj* lehet :

a) *igen jó talaj*, ilyen a tömör szikla, kavicsréteg, száraz agyag, nagyszemű homok, ha tisztán, vagy agyaggal keverve vastag rétegekben fordul elő, nincsen víztől átjárva s a réteg nem csuszamlik ;

b) *jó talaj*, ilyen a jól összeálló homok, vagy akár a futóhomok, ha nem nagyon laza ;

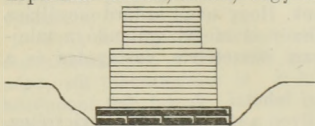
c) *középszerű talaj*, ilyen a futóhomok, a márga, kerti-, szántó- és rétföld. Ezek a rájok nehezedő súlynak többé-kevésbbé engednek, s azért az ily talajnemek előző mesterséges tömörítése igen tanácsos ; végül

d) *rossz talaj* az iszapos, ingoványos, tőzeg- és töltött föld.

A talaj minőségéről többféleképen győződhetünk meg. Legegyszerűbb, ha több *próbagödröt*, vagy *próba-kutat* ásunk, de ezt csak száraz helyeken tehetjük, vagy, vízépítési munkák alapozásakor, sekélyebb vizekben. Ily módon közvetlenül történik a vizsgálat, míg 2—4 méter mélységben *kémlővással* vizsgálódunk. A hosszú, hegyesvégű vasrudakat a földbe süllyesztjük, s egyrészt az ellenállás mértékéből, ismerve a sulykoló erőt, másrészt a vasrúdra tapadt anyagokról következtetünk a talaj minőségére. A *próba-czölöpök* segítségével szintén a talaj ellenállását ítélni lehetjük meg. Vizsgálhatjuk a talaj hordképességét *próbatérheléssel* is, nagyobb mélységekben azonban, különösen a rétegek vastagságának megítélésében *talajfúrásokra* vagyunk utalva. Nagy számban vannak *útve és forogva működő* földfúró szerszámok, melyek czélszerű megválasztását a talaj minősége állapítja meg.

Az alapozás : a) *egyszerű*, ha a teherbíró talajra az épület alapfalait egyszerűen csak ráfektetjük, b) *mesterséges*, ha a talaj nem teherbíró, s czölöpözés, farácsozás, betontöltés stb. közvetítésével építjük alapfalazatunkat, miáltal a terhet szélesebb területre egyengetjük el. A talaj hordképessége maga is javítható mesterséges sűrítés, összenyomás, betonöntés, rácsozatok, stb. által.

1) Az *összenyomás* építés előtt, mesterséges, sulykolt czölöpsűrítéssel történik, s javítjuk az által is, ha az összenyomható talaj és a falazat között erős réteget képezünk homok, beton, vagy törmelékből.



77. ábra.

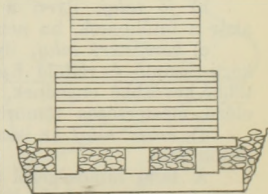
25—30 nap múlva csak vésővel megdolgozható keménységű.

3) A *rácsozatok* 3-félék:

a) a *deszka-* vagy *pallórács*, közepszerű talajnál alkalmaztatik. Lehet egyszeres, vagy kétszeres (77. ábra); utóbbi esetben  $1.0-1.3^m$  távolban  $8-10^cm$ -es keresztpallókra is fektethetjük a pallódeszkákat, s azokat egymáshoz erősítjük;

b) a *gerendarács*  $16/24-24/31^cm$  vastag gerendákból

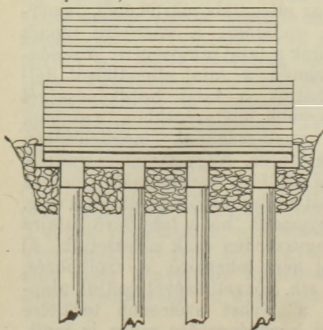
áll, melyek  $1.0-1.5^m$  távolban, részint az alapzat irányában, részint keresztben haladnak s egymáshoz



78. ábra.

lapolással vannak rögzítve. (78. ábra.) A rácsközök törmelékkal töltenek ki s gyakran  $8-10^cm$ -es pallódeszkázattal is boríttatnak.

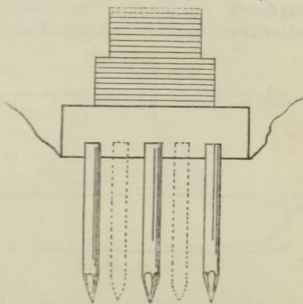
c) Ott, hol a talaj igen laza, a talajbíró földréteg pedig igen mélyen van, legegyszerűbb mód a hordképesség fokozására, illetőleg a tehernek egyszersmind nagyobb területre való elosztására s így az épület süllyedésének megaka-



79. ábra.

dályozására az alapfalnak *czölöprácsozatra* fektetése. (79. ábra.) Az épület súlyával arányos hosszúságú czölöpöket súlyesztünk a földbe, úgy, hogy azok a fallal parallel és arra merőlegesen álló sorokat képezzenek; a rajtuk fekvő gerendázat és ráfektetett pallózat hordja azután a falazatot. Lehet a czölöpökre betonréteget is önteni (*betonczölöprács*, 80. ábra), mely egyúttal a gerendarácsot pótolja. A czölöpök fejeikkel minimum 15<sup>o</sup>/<sub>m</sub>-nyire súlyesztessenek a betontöltésbe.

A czölöp maga 20—30<sup>o</sup>/<sub>m</sub> átmérőjű, kerek, ritkábban szögletes, háncsától megfosztott, illetve gyalult fatörzs, — többnyire tölgy, jegenye, lucz vagy vörös fenyő, — alsó, vékonyabb végén meg van hegyezve, s hogy leveréskor meg ne sérüljön *saruval* szokták megvasalni, felső végére vaskarikát erősítenek, hogy a leverőkos ütéseitől szét ne forgácsolódjék.



80. ábra.

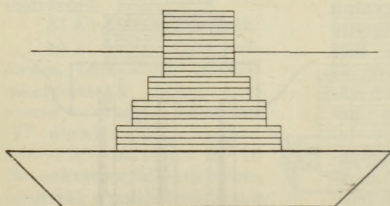
Az ilyen czölöpök leverése vagy kézi, u. n.: *gyalogcsulyokkal* történik (50<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-os tölgy, vagy vastuskó), melyet 3—4 ember kézi erővel emel, vagy *vonó, motollás* és *gőzcsulyokkal* eszközölhető. A vonós csulyok csigán mozog, s több munkás a kötélhez erősített istrángokkal emeli fel s egyszerre lebocsátja. A kos 250—500<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, melyből egy-egy munkásra legfeljebb 15<sup>o</sup>/<sub>o</sub> essék. A motollás csulyok kötele egy motolla dobjára csavarodik, s gépi erővel emeltetik. Az 500—800<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-os súly 8—10<sup>m</sup> magasra emelhető, miért is ott czélszerű, a hol a czölöpökre igen nagy ütésekkel kell mérni. A gőzcsulyok gőzgépi erővel működik, s többféle szerkezetű (Nasmyth-, Lewicki-féle stb.), főlőnye az ütések roppant ereje, s főként gyorsasága. A hanyagul eszközölt czölöpözés végzetes következményekkel járhat az építményre nézve, azért fontosabb czölöpözéseket a legmesszebb menő, megbízható felügyelet mellett kell végrehajtani.

A czölöpök legnagyobb megterhelése  $24\text{‰}$  átmérővel  $3000\text{ kg}$ ,  $32\text{‰}$  átmérővel  $6000\text{ kg}$ . Az egyes czölöpök igénybevétele kiszámítható:

$$W (\text{kg-okban}) = \frac{P^2}{P + p} \cdot \frac{h}{s},$$

ahol  $P$  az ütőkos súlya,  $p$  a czölöp súlya,  $h$  az emelési magasság,  $s$  a sülyedési magasság egy-egy ütés után.

Mindezen faalkotmányú alapzatok csupán magas talajvízállás mellett alkalmazhatók, s fontos, hogy a farészek mindenkor a talajvíz alatt maradjanak, ellenkező esetben elkorhadásuk az épület sülyedését



81. ábra.

vonná maga után. 4. A *homoktöltés* (81. ábra) a rácszatok helyett gyakran jó alkalmazásba.  $1\cdot0$ — $2\cdot0\text{ m}$  vastagságban készítjük oly módon, hogy  $0\cdot10\text{ m}$ -res rétegben hordjuk fel a homokot s nedvesítve lebunkózzuk. Tapasztalás szerint  $1\text{ m}^2$ ,  $1\cdot7\text{ m}$  vastag homokréteg  $30,000\text{ kg}$  megterhelés mellett a legcsekélyebb sülyedést sem engedi észlelnünk.

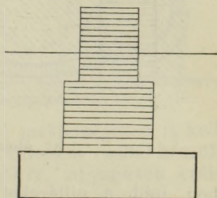
*Talajjavítás* alatt értjük még azon, vizek elvezetésével kapcsolatos műveleteket, melyek a nedves föld hordképességének megjavítására irányulnak. A talajvíz felszivárgásának meggátlására legegyszerűbb mód az alaprétegben 2—3 réteg vastag *kátrány-papírlémez*t alkalmaznunk. *Alagsövezés* esetén a falazat körül csőhálózatot fektetünk, a cserépcsővek összeillesztése helyén beszívárog a víz, melyet csekély lejtésük nyílt árokba, patakba, esetleg csatornázatba stb., vezet le. Körülépíthetjük az épület falát vízgyűjtő és elvezető *aknával* is, ez azonban igen költséges.

Az épület egyenletes sülyedése nem lévén veszélyes, nedves talajra építendő épület legczélszerűbben egész területén vastag betonréteggel alapozható. Oldalról jövő víz ellenében vékony ( $30\text{‰}$ ) agyagréteg alkalmazása is elegendő védelmet nyújthat.

A falazat még fagyás ellen is védendő, mely a földbe  $1^m$  mélyig hat le, miért is az alapfalak minden esetben legalább  $1^m$  mélyen építendők a felszíntől.

Az alapfalazat lehet *felépített* vagy *súlyesztett*. Mindkét esetben az alapfalban működő erők merőleges irányúak legyenek a rétegekre, erő és fekvőlap egymáshoz a surlódási szögnél ( $18^\circ$ ) kisebb szög alatt ne hajoljanak. Az alapzat területmérete függ a talaj hordképességétől s a reá fektetendő teher nagyságától. A teher átvitele a falazat fokozatos szélesítése, ponkolása útján történik, mely kiszélesedés  $60^\circ$ -nál kisebb sohase legyen. Igen jó talajnak  $10-5 \frac{h}{g}$ , jó talajnak  $5-3.5 \frac{h}{g}$ , közepes talajnak  $3.5-2 \frac{h}{g}$  az igénybevehetősége  $\%m^2$ -ként.

Az alapfal számára *alapárok* készítendő. Ha a talaj elég szilárd, úgy az alapárok függélyes falakkal határolható, omladékony, laza anyag esetén a falakat rézsűvel készítjük, vagy az árok megfelelő kiduczolásáról gondoskodunk. Ez gerendák segítségével történik, melyekkel az árok oldalát borító deszkázatot rögzítjük.

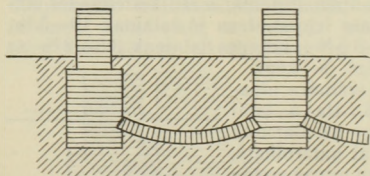


82. ábra.

A) *Fölépített alapzatok*. Az alapfal fölépített, ha az alapárok talpa fölé épül; legegyszerűbben csak a fal kiszélesítése képezi az alapot, melynek mértékét a talaj  $\%m^2$ -ként való igénybevehetősége ismeretével könnyen kiszámíthatjuk. A külső főfalakat rendszeren csak befelé szokás ponkolni, mert kívül a visszamaradó hézag szilárd kitömése körülményes. Célyszerű alapfalanyag a mészkö, de leggyakoribb a téglá. A kötőanyag lehet mészhabarc, de nedves talaj esetén határozottan ajánlatos a cementhabarc. Gőzgépek alapozásánál kitűnő kötőanyagul szolgál az elasztikus aszfalt.

A felépített alapzatokhoz tartoznak a már említett beton- és homoktöltéses alapzatok. Itt a kiszélesítést a beton, illetve homok eszközli, míg a falazat kiszélesítésének mértékére a beton, illetve homok teherbírása lesz irányadó. A homok az épület súlyát  $45^\circ$  alatt viszi át a talajra, a beton kisebb szög alatt, miért is kiugrása elég, ha a töltés magasságának  $\frac{3}{4}$ -e. Készíthetünk fordított trapezalakú homoktöltést is,

mely széles alapon hidalja át a talaj egyenetlenségeit. Ide sorozhatók a palló- és gerendarácsra épített alapfalak is. Laza talajnál a falakat fordított boltózatokkal (donga- vagy csehboltozat) kötjük egymáshoz, miáltal elérjük azt, hogy a nyomások az egyes falak felé egyenletesen eloszthatnak, másrészt széles alapterületre vezetnek. Ha a hordképes talaj igen mélyen van, úgy csak helyenkint építünk pilléreket (84. ábra) a szükséges mélységig, azokat boltövekkel áthidaljuk, s ezekre fektetjük a falazatot. Itt az építmény egész terhe ezen

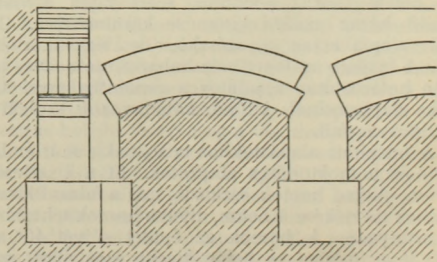


83. ábra.

pillérekre-koncentrálódik, azért ez alapozási mód csak az esetben engedhető meg, mikor az alapréteg szilárdsága s így üllepedése is egyenletes. Ellenkező eset-

ben jobb a pilléreket alul is fordított boltövekkel (85. ábra) — *ellenívvel* — kötni, vagy fordított *fenékboltozattal* egymáshoz kapcsolni. (86. ábra.)

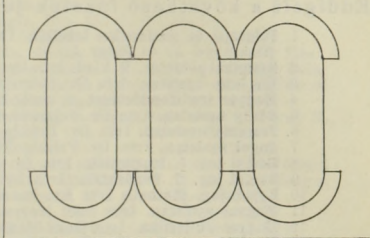
B) *Súlyesztett alapzatok*: azok, melyek az alapárok talpa alá épülnek. Ezekhez sorozhatók a czölöprácson nyugvó alapfalazatok. A *súlyesztő kutakkal* való alapozás nem egyéb nagyobb szabású pilléralapozásnál.



84. ábra.

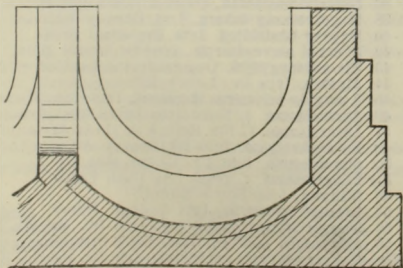
A hengerfalazat talpa alá ékalakú fakoszorút helyezünk; a kútban folyik a földkotrás, egészen a hordképes talajig, míg fent a süllyedéshez mérten tovább folyik a felfalazás. A hengerek azután kötörmelékkel és betonnal kitöltve pilléreket alkotnak, a melyek fölé

épített boltövekre jó a tulajdonképeni alapfal. Az ilyen kútalpozás különösen homogén szerkezetű talajon előnyös, hol azok egyenletes süllyesztésének mi sem áll útjában. Gyakoriban, hogy a süllyedést mesterségesen is kell segítenünk; ekkor jobb ha a kúthenger vasból készül, melylyel, üregét betonnal kitöltve, ugyanazon czélt érjük el.



85. ábra.

Víz alatti építkezéseknél (hídpillérek) a kútalpozáshoz hasonló *pneumatikus* alpozás szokásos. A falazat egy vaslemezekből összeszögecselt buvárharang fölött épül (munkakamara, caisson) s a szilárd réteg elérésekor a kamara a feljáró aknacsővel együtt betonkitöltést nyer.



86. ábra.

# Stampfel Károly kiadásában Pozsonyban

megjelent és tőle, valamint minden hazai könyvtárustól megszerezhető:

## „Tudományos Zseb-könyvtár“

Minden egyes füzet 30 kr. = 60 fillér.

Eddigelé a következő füzetek jelentek meg:

1. **Földrajzi és statisztikai tabellák.** Összeállította Hickmann A. és Péter J.
2. **Számítási példatár.** 2. kiad. Irta Dr. Lévay Ede.
3. **Kis latin nyelvtan.** Irta Dr. Schmidt Márton.
4. **Magyar irodalomtörténet.** 2. kiad. Irta Gaal M.
5. **Görög nyelvtan.** Irta Dr. Schmidt Márton.
6. **Francia nyelvtan.** Irta Dr. Pröhle Vilmos.
7. **Angol nyelvtan.** Irta Dr. Pröhle Vilmos.
8. **Római jog. I. Institutiók.** Irta Dr. Bozoky A.
9. **Római jog. II. Pandekták.** Irta Dr. Bozoky A.
10. **Egyházjog. (Kathol.)** Irta Dr. Bozoky Alajos.
11. **Magyar nyelvtan.** Irta Gaal Mózes.
12. **Magyar stilsztika.** Irta Gaal Mózes.
13. **Magyar retorika.** Irta Gaal Mózes.
14. **A sík trigonometriája.** Irta Dr. Lévay Ede.
15. **Római régiségek.** Irta Dr. Schmidt Márton.
16. **Magyarország oknyomozó története.** 2. kiad. Irta Cseh L.
17. **Kereskedelem története.** Irta Dr. Stirling S.
- 18–20. **Egyetemes irodalomtörténet.** Irta Hamvas J.
21. **Nemzetközi jog.** Irta Dr. Gratz Gusztáv.
22. **Magyar poétika.** Irta Gaal Mózes.
23. **Planimétria példatárral.** Irta Dr. Lévay Ede.
24. **A római nemzet irodalom története.** Irta Márton J.
25. **Német nyelvtan.** Irta Albrecht János.
26. **Oszmán-török nyelvtan.** Irta Dr. Pröhle Vilmos.
- 27–30. **Áruisme-lexikon.** Irta Dr. Koós Gábor
- 31–34. **Magyar magánjog.** Irta Dr. Katona Mór.
35. **Számítási.** Irta Dr. Lévay Ede.
36. **Logarithmustáblák.** Összeállította Polikeit K.
- 37–38. **Magyarország őskora.** Irta Darnay Kálmán.
- 39–40. **Magyar büntetőjog.** Irta Dr. Atzél Béla.
- 41–42. **Bűnvádi perrendtartás.** Irta Dr. Atzél Béla.
43. **Kis növénygyűjtő.** Összeállította Dr. Cserey A.
44. **Algebra.** Irta Dr. Lévay Ede.
45. **A magyar helyesírás törvényei.** Irta Gaal Mózes.
46. **Ábrázolástan. I. füzet** Irta Dr. Kolbai Arnold.
47. **Ábrázolástan. II. füzet.** Rajzok az ábrázolástanhoz
- 48–49. **Növényhatározó.** Irta Dr. Cserey Adolf.
50. **Stereometria.** Irta Dr. Lévay Ede.
51. **Világtörténet. I. rész.** Irta Cseh Lajos.
- 52–53. **Stilisme.** Irta Boros Rudolf.
54. **Levelező gyorsírás.** Irta Bódogh János
55. **Magyar közigazgatási jog.** Irta Dr. Falcsik D.
56. **Alkotmányi politika.** Irta Dr. Gratz Gusztáv.
- 57/57a. **Magyar pénzügyi jog vázlat.** Irta Dr. Bartha B.
58. **Általános földrajz.** Irta Hegedüs István
59. **Ethika.** Irta Dr. Somló Bódogh.
60. **Ásványhatározó.** Irta Dr. Cserey Adolf.
61. **Zeneműszótár.** Összeállította Goll János.
62. **A görög irodalom története.** Irta Márton Jenő.



- 63-64. **A zománcz.** Irta Mihalik József.  
 65. **Vita-gyorsírás.** Irta Bódogh János.  
 66. **A magyar váltójog.** Irta Dr. Berényi Pál.  
 67. **Világtörténelem.** II. rész. Irta Cseh Lajos.  
 68-69. **A rajzolás vezérfonala.** Irta és rajzolta Boros R.  
 70-72. **Mythologia.** Irta Dr. Losonczy Lajos.  
 73. **Általános zenetan.** Irta Goll János.  
 74. **Államszámviteltan.** Irta Dr. Berényi Pál.  
 75. **Jogbölcsélet.** Irta Dr. Somló Bódog.  
 76. **Rovargyűjtő.** Irta Dr. Cserey Adolf.  
 77. **Szervetlen chemia.** Irta Schwicker Alfréd.  
 78. **Mechanika.** Irta Dr. Lévay Ede.  
 79. **Sociológia.** Irta Dr. Somló Bódog.  
 80. **Logika.** Irta Dr. Schmidt Márton.  
 81. **Akustika. Optika. Hőtan.** Irta Dr. Lévay Ede.  
 82. **Áruüzleti szokások.** Irta Dr. Matavovszky Béla.  
 83. **A német irodalom vázlata.** Irta Albrecht János.  
 84. **Kereskedelmi jog.** Irta Dr. Berényi Pál.  
 85. **Elektromosság és mágnesség.** Irta Dr. Lévay E.  
 86. **Kosmografia.** Irta Dr. Bozóky Endre.  
 87-89. **Lepkehatározó.** Irta Dr. Cserey Adolf.  
 90-91. **A testgyakorlás alapelemei.** Irta Dr. Ottó József.  
 92. **Kis physikai földrajz.** Irta Dr. Bozóky Endre.  
 93. **Szerves chemia.** Irta Schwicker Alfréd.  
 94. **Világtörténet.** III. rész. Irta Cseh Lajos.  
 95. **Analytikai síkmértan.** Irta Dr. Lévay Ede.  
 96-98. **Bogárhatározó.** Irta Dr. Cserey Adolf.  
 99. **Meteorologia.** Irta Dr. Bozóky Endre.  
 100. **A magyar művelődés története.** Irta Dr. Bartha J.  
 101. **Astronomia.** Irta Dr. Wonaszek A. Antal.  
 102. **Bevezetés a jog- és államtudom.** Irta Dr. Kun B.  
 103. **Banktechnika.** Irta Juhász Kálmán.  
 104. **Kereskedelem-isme.** Irta Dr. Berényi Pál.  
 105. **Gyakorlati olasz nyelvtan.** Irta Dr. Cs. Papp J.  
 106. **Fotografálás.** Irta Sajóhelyi Béla.  
 107. **Dramaturgia.** Irta Rakodeczay Pál.  
 108. **Anthropologia.** (Embertan) összeállit. Lósy J.  
 109. **Lélektan.** Irta Dr. Schmidt Márton.  
 110. **Physikai zsebkönyv.** Irta Dr. Bozóky Endre.  
 111. **Német helyesírás.** Irta Albrecht János.  
 112. **Mathematikai szünórák.** I. füz. Irta Mikola S.  
 113. **Aesthetika.** Irta Dr. Bartha József.  
 114. **Mathematikai szünórák.** 2. füz. Irta Mikola S.  
 115. **Algebrai példatár.** 2. kiad. Irta Dr. Lévay Ede.  
 116. **Görög régiségek.** Irta Dr. Schmidt Márton.  
 117-118. **Az állatok fejlődése.** I. rész. Irta id. Dr. Perényi J.  
 119-120. **Protestáns egyházjog.** Irta Hörk József.  
 121-123. **Gombaisme.** Irta Dr. Cserey Adolf.  
 124. **Az állatok fejlődése.** II. rész. Irta id. Dr. Perényi J.  
 125. **Építési enciklopédia.** I. füz. Irta Lechner Jenő.

A „Tudományos Zseb-könyvtárban“ legközelebb, de időhöz nem kötötten, a következő kötetek megjelenése van tervbe véve :

<b>Egészségtan</b>	<b>Keresk. földrajz</b>	<b>Otvösségtan</b>
<b>Fogalmazványok</b>	<b>Keresk. számtan</b>	<b>Paedagógia</b>
<b>Földrajz (politikai)</b>	<b>Könyvviteltan</b>	<b>Pénzügytan</b>
<b>Földtan</b>	<b>Közjog</b>	<b>Polg. perrendtartást.</b>
<b>Galvanoplastika</b>	<b>Művészet története</b>	<b>Statisztika</b>
<b>Galvanostegia</b>	<b>Nemzetgazdaságtan</b>	<b>Természetrájz :</b>
<b>Geológia</b>	<b>Népisme</b>	<b>Állattan</b>
<b>Jogtörténet</b>	<b>Oktat. módszertan</b>	<b>Növénytan</b>
<b>Képzőműv. története</b>	<b>Orosz nyelvtan</b>	<b>Ásványtan</b>

**Minden egyes szám 60 fillér.**

Stampfel Károly kiadásában Pozsonyban  
megjelent és tőle, valamint minden hazai könyvárustól  
megszerezhető:

## *Földrajzi és statisztikai Zseb-atlász.*

Ezen zseb-atlaszt mindenki élvezettel fogja tanulmányozni,  
mert közérdekű dolgok oly sokaságát közli világos előadás-  
ban, mint a mennyi ily alakban eddigelé egyáltalában  
még nem került nyilvánosságra.

Ára díszes vászonkötésben 5 korona.

---

## *Nemzetünk nagy költői.*

*Szerkeszti Gaal Mózes.*

Ezen vállalatban a magyar szellem kiválóbb képviselői-  
nek: a költőknek, a regény- és drámaíróknak élvezetesen  
és érdekesen megírt jellemképeik, műveiknek az életrajz  
keretébe foglalt esztétikai fejtegetései fognak megjelenni.  
Eddig megjelentek: Tompa Mihály, Petőfi Sándor, Arany  
János, Balassa Bálint, Gyöngyösi István, Zrinyi Miklós,  
Csokonai V. Mihály, Berzsenyi Dániel, Kazinczy Fe-  
rencz, Kölcsey Ferencz, Kisfaludy Sándor, Kisfaludy  
Károly, Vörösmarty Mihály, Szigligeti Ede, Katona  
József, Madách Imre, Jósika Miklós, Eötvös József,  
Jókai Mór, Kemény Zsigmond élete és költészete.

A csinosan és izléssel kiállított füzetek ára egyenkint 40 fillér.

---

## *Életpályák.*

Útmutató minden pályára, az arra előkészítő összes tan-  
intézetek, tanfolyamok és vizsgálatok ismertetésével  
különös tekintettel a katonai nevelő- és képzőintézetekre,  
az ipari kereskedői és általában kevésbé ismert pályákra.

Összeállította

*Ferenczy István.*

Ára füzve 4 korona, díszes kötésben 5 korona.

