

Encycl. O.

54.

105

STAMPFEL-FÉLE
ANYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

129.

Lechner Jenő

Építési enciklopedia.

III. rész: Vasszerkezetek

Ára 60 fill. - 30 kr.

POZSONY-BUDAPEST
KIADJA
STAMPFEL R.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

STAMPFEL-FÉLE
TUDOMÁNYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

— 129. —

ÉPÍTÉSI ENCIKLOPEDIA.

IRTA

LECHNER JENŐ

MŰÉPÍTÉSZ

HARMADIK RÉSZ:

VASSZERKEZETEK.

31 ÁBRÁVAL.

MAGY. TUD. AKADEMIA
KÖNYVTÁRA



POZSONY, 1903. BUDAPEST.

STAMPFEL KÁROLY KIADÁSA.

TARTALOM.

I. Fejezet.

1) <i>A vas technológiája</i>	3
2) <i>Szilárdságtani tételek</i>	6
3) <i>A vasalkatrészek alakja</i>	15

II. Fejezet.

A) Vaskötések	17
B) Egyszerű vasszerkezetek	23
C) Vasszerkezetek alkalmazása	52
D) VASFEDÉLSZÉKEK	57
E) Vaslépcsők	64

I. FEJEZET.

1) A vas technológiája.

A kőhöz és fához, ezen évezreken át kipróbált építőanyagokhoz a XIX. században egy új anyag sorakozott, a *vas*, melynek számos tulajdonságaival amazok versenyezni nem képesek s mely eddig megoldhatatlannak vélt feladatok megoldását tette lehetővé. A modern társadalmi élet fejlődésével fokozódó igények az építés terén is mutatkoztak. Ez igényeket az üzleti élet lebonyolítására szolgáló nagyarányú üzlet és raktárhelyiségek, a vasútépítés nagyméretű hídszerkezetei, a közlekedés csarnokai, pályaudvarok, stb., csak oly anyag igénybevételével elégíthették ki, mint a minő a vas, melyet a szükséghez mért szilárdságú előállíthatósága tesz becsessé, sőt ma már nélkülözhetlenné.

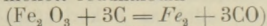
A vasat ősrégi idők óta ismeri az ember. Már a Kr. előtti VIII. századból (hallstatti korszak) vannak emlékeink, ezek tehát az őskori művelődés legutolsó korszakából maradtak reánk. A vaskulturának úgy e gyermekeibeiben, mint az e kort követő évszázakon át csak kisebb jelentősége volt, felhasználásában az ember csak házi eszközeinek és fegyverszükségletének kielégítésére szorítkozott. Bár a vasanyag termelése, előállítása és technikai kezelése rohamos lépésekkel haladt előre, mégis építőanyagul való felhasználása csak egészen új keletű. Ez összefügg előállításának nagyobb arányaival és megdolgozásának gyorsaságával, melyek a tömeggyártás lehetőségével az anyagot költség szempontjából versenyképesé tették a már eddig felhasznált építőanyagokkal. (A vajda-hunyadi olvasztókemencze átlag 400,000 *q* nyers vasat termel évenként.)

Vas nélkül építeni ma már alig tudnunk s már arra törekszünk, hogy e nagyszabású technikai fejlődéssel technológiai tulajdonságainak megfelelő stíluszerű alakítása is lépést tartson.

A vas (*Ferrum*) kémiai tisztaságában lágy, ezüstfehér, levegőn gyorsan változó, teljesen hasznavehetetlen anyag. Tiszta állapotban a meteorvasban fordul

elő, a földön egyébként nem is található s csak oxigénnel, kénnel, szilíciummal, mangánnal, foszforral, szénnel stb. keverve különböző ásvány alakjában lelhető. A vas fontos műszaki tulajdonságait ép e tisztátalanságoknak köszönhetjük és pedig kiváltképen a szénnel (*Carbonium*), mely 0.05% — 6.0% -ig változhatik benne, hogy iparilag felhasználható legyen. Többé-kevésbé fontos anyagok a szilícium, a mangán (mindkettőnek nagy szerepe van az előállításban) és az aluminium is, viszont a kén, foszfor és réz a vasat jó tulajdonaiban megromtják, miért is belőle gyártás alkalmával eltávolítandók. A legfontosabb vasérczek: a *Siderit* (vaspát, Fe_2CO_3), a *Hämatit* (vörösvasércz, Fe_2O_3), a *Limonit* (barnavasércz, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$), a *Magnetit* (mágnesvaskő, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) és a *Pyrit* (FeS_2).

A vasérczek feldolgozásának első stádiuma az érczek kiválogatása, ez a *mechanikai előkészítés*; a *chemiai előkészítés* a kiválasztott érczek *pörköléséből* áll, mely alatt a Limonit víztartalmát, a Siderit szénsavát, a Pyrit kéntartalmát nagyrészt elvesztvén, az olvasztáshoz alkalmasabbakká lesznek. A vas ezután a nagyolvasztóba kerül, a hol szénnel és salakképző anyagokkal rétegezve hevítik. A vas a magas hőmérséklet mellett redukálódik



és az olvasztómedence alján olvadt állapotban összegyűlik. A kohó alsó harmadában kezdetét veszi a *szénítés*, a szilárd szén, cyangázok és szénhydrogének behatására. Az ily módon, alul lecsapolt, szénnel dúsan ötvözött vasat *nyersvasnak* nevezzük. A további eljárás most már abból áll, hogy a vas széntartalmát a szükséghez mérten csökkentjük, a szerint, a minő célokra óhajtjuk felhasználni. Műszaki tulajdonságainak ugyanis legfontosabbika épen az, hogy széntartalmának ily változtatásával szükség szerint keménynyé, vagy lágygyá, nyújthatóvá, hegeszthetővé, önthetővé, vagy rugalmassá tehetjük.

Van *fehér* és *szürke nyersvas*, az előbbit az olvadt, tüzesen folyó vasnak gyors, az utóbbit lassú lehűtésével nyerjük. A fehér nyersvasban a szén nagyrészt vegyileg kötve 3.5 — 5.5% mennyiségben amorf alakban van jelen, ezenkívül kevés szilíciumot, mangánt, ként, stb. tartalmaz; igen rideg, kemény s kalapácsütésre törik. Olvadáspontja 1000 — 1200° körül

van, de nehezen ömlik s így öntésre nem alkalmas, hanem aczélgyártásra használják fel. A szürke nyersvas ugyanannyi szenet tartalmaz, de amorf alakban csak 1—1·5%-ot, a többit mechanikailag elkeverve, grafit alakjában, ezért szemcsés szerkezetű, azonban nem oly rideg és így könnyebben megmunkálható; 1100°-nál olvad és igen alkalmas az öntésre, ezért *öntővasnak* is nevezik.

A legkevesebb szenet tartalmazó (0·5%) *kovácsvas* igen lágy, két darabja fehér izzón *összeheseszthető*, azaz kalapálással szilárdan összeforró egészet alkot. Csak igen magas hőn olvad (1600°) s azért öntésre nem alkalmas. A rozsa és savak leghamarább támadják meg. A kovácsvas, melyből lemezeket, szalag- és szögvasakat hengerelnek s melyek összeszegeccseléssel legkitűnőbb vasszerkezeteinket adják, többféle úton állítható elő a nyersvasból. Az eljárás lényege abból áll, hogy széntűz fölött megolvasztva, levegőt fujtatnak hozzá, a szén részben elég, az idegen anyagok oxidálódnak és salakot képezve különválnak a vastól. Ez oxidacio a *frissítő*, *kavaró* és a *Bessemer-féle* eljárásokkal történhetik.

Az *aczél* 0·6—1·9% chemiailag lekötött szenet tartalmaz, ép úgy könnyen megmunkálható és hegeszthető s bár szintén csak magas hőn olvad (1400°), mégis higabb és öntésre is alkalmas. Vörös izzásig hevítve, hideg vízben hirtelen lehűtve üveghőmérsékűvé lesz; ez az aczél *edzése*. Az ily megedzett aczelat utólag 2—300° meleg fémfürdőben hevítve *megereszthetjük*, miáltal keménységéből veszít és *rugalmassá* lesz. Az aczél simára csiszolható és az oxidálásnak jobban ellentáll. Előállítása elve ugyanaz, csupán széntartalma nagyobb a kovácsvasénál.

A *Thomas-féle* eljárással foszfortartalmú vasat is feldolgozhatunk, a *Martin-aczél* gyártási módja pedig abból áll, hogy a nyersvasat vashulladékkal összeolvasztva, széntartalmát higitással csökkentjük; végül a *cementaczél* úgy készül, hogy kovácsvasat szénporba ágyazva hevítünk, mialatt a vas diffúzió útján addig vesz fel szenet, míg aczéllá alakul.

A vas tartósságát s így szilárdságát legjobban veszélyezteti a *rozsa* (vasoxidhidrát, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$), mely szénsav és nedvesség hozzájutásával keletkezik és a vasat chemiailag átalakítja ($\text{Fe} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 + \text{H}_2$). A szénsav és víz hatására keletkező

szénsavas vasoxidulra a levegő szén-savának és víz-tartalmának egy-egy molekulája úgy hatnak, mint egy szén-sav-hydrát és keletkezik belőle kettős szén-savas vas, melynek bomlásterméke a rozsdá. E mellett szén-sav és víz is szabadulnak fel ($2\text{Fe H}_2(\text{CO}_3)_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2$) s innen magyarázható, hogy a rozsdásodás a vas minden külső praeparálása daczára, ha egyszer hozzáfért, belsejében szakadatlanul folyik tovább, mert a képződéséhez szükséges víz és szén-sav mindig regenerálódnak. A rozsdá a vas szilárdságát csökkenti, ezért a vasszerkezetek alkalmazásuk előtt gondosan lecsiszolandók s hogy a levegő nedvessége és szén-sava hozzájuk ne férhessen, védőanyaggal vonandók be. Ilyen bevonó anyag az u. n. *vaslak*; a vasat 300°C -ra felmelegítve forró *kőszénkátrányba* mártjuk, vagy *lenmagolajjal* kenjük be s megszáradás után fényes mázzal bevonjuk. Az előbbi nedves helyen elhelyezett, utóbbit a levegő hatásának kitett vasalkatrészeknél alkalmazzuk inkább. Ha a szerkezet a levegő nedvességének, esővíznek és erős napnak egyaránt ki van téve, akkor a vasalkatrészeket *ólomminiummal* (Pb_3O_4) vonjuk be, s csak azután mázoljuk olajfestéssel, hogy a miniumréteget megvédelmezzük a sérüléstől. Az olajfesték-mázoláshoz lenmagolajban feldolgozott bármilyen ásványfesték alkalmas, legjobbak azonban az ólom és horganyvegyületek, melyeknek fehér színét különféle hozzákevert festékekkel változtathatjuk. Az ilyen miniumbevonást leginkább vasfedélhéjazatoknál, szabadban álló vasszerkezeteknél, kerítéseknél, stb. alkalmazzuk.

2) Szilárdságtani tételek.

Minden építőanyagok közül a vasszerkezetek dimenzió-meghatározása a legkényesebb, mert nem csak súlyánál s drágaságánál fogva, de czélszerűség szempontjából is fölösleges méreteket meg nem tűnhetünk. Ezért, bár úgy a kő, mint a faszervezeteknél (I. és II. füzet) gyakran hivatkoztunk szilárdságtani tételekre, e helyen azoknak rendszerebb rövid tárgyalását nem mulaszthatjuk el.

Tudjuk, hogy a szilárd testek, ha részeiket egymástól el akarjuk távolítani, nagy ellentállást fejtenek ki, melyet a testek *szilárdságának* nevezünk. A külső

erők támadása szerint valamely testnek lehet *húzás* elleni (abszolút) szilárdsága, mely elszakítását gátolja, *nyomás* elleni (relatív) szilárdsága, mely az összezúzástól védi, *hajlítás* elleni szilárdsága, mely akkor lép fel, ha egy végén megerősített, vagy két végén támasztott testre valamely külső erő hat, *összetörés* elleni szilárdsága, mely hosszú oszlopokat a hosszirányban működő nyomóerő hatása alatt kigörbülés és törés ellen véd, *nyírás* elleni szilárdsága, mely akkor keletkezik, ha egymáshoz közel fekvő, párhuzamos, de ellentétes irányú erők a testet elmozdítani igyekeznek, végül *csavarás* (torzio) elleni szilárdsága, midőn egy tengelyben működő csavaró erők ellenében fejt ki a test ellenállást.

Építőszervezeteink többnyire húzás, nyomás, hajlítás és összetörésre vannak igénybe véve s hogy ez igénybevételnek megfelelő szilárdsággal bírjanak, bizonyos megállapított méretekkel kell bírniok. A méretek meghatározására általában használt gyakorlati szabályok is szilárdságtani elvekből és számításokból folynak, de nem mindenkor elégitenek ki; így vas-szerkezeteknél mindig statikai számításokat kell végeznünk. A számítás módszereivel foglalkozik a *szilárdságtan*.

A számítás alapjául a *szilárdsági tényező* szolgál, s ez alatt értjük azon erőt, mely az egységkeresztmetszetű test elszakításához (H), összenyomásához (N), illetőleg eltöréséhez szükséges. A keresztmetszet egysége rendszerint 1 cm^2 , az igénybevétel nagyságát pedig $\frac{1}{10}$ -ban szoktuk kifejezni. E szilárdsági tényező az igénybevétel neme szerint változó, s azt a különféle anyagokra vonatkozólag kísérletek útján szokás megállapítani.

A támadó erők a testet deformálják, ha azonban e deformáció rendkívül csekély s az erő hatásának megszűntével a test részecskéi eredeti helyzetükbe igyekeznek jutni, a testet *rugalmasnak* mondjuk. Azon legkisebb erő, mely az egységnyi keresztmetszetű testen már *állandó* alakváltozást idéz elő, a *rugalmasság határát* jelzi, azon erőt pedig, mely az ugyancsak 1 cm^2 keresztmetszetű testet egész hosszával megnyújtaná, a *rugalmasság tényezőjének* nevezzük (E). Ez egy képzelt szám, mert a rugalmasság előbb említett határa (R) az ily mértékű megnyúlást lehetlenné teszi. A különféle vasnemekre vonatkozó rugal-

massági tényezőket, a rugalmasság határait és a szilárdsági tényezőket a következő táblázatban adjuk:

A vas neve	Rugalmassági tényező	A rugalm. határa		Szilárdsági tényezők	
		huzásra	nyomásra	huzásra	nyomásra
	E	R	R'	H	N
Rúdvas	2000000	1650	1650	3800	3000
Kemény aczél	2000000	4000	4000	6500	7900
Közepes aczél	2000000	3400	3400	5500	6700
Lágy aczél	2000000	2800	2800	4500	5500
Öntöttvas	1000000	600	1600	1300	7800

Hogy az erősen igénybevett anyag ne deformálódjék, a terhelésnek a rugalmassági határt sem szabad elérnie, ezért a szilárdsági tényezőnek csak egy bizonyos hányadával, a *biztonsági tényezővel* szabad dolgoznunk, mely vasszerkezeteknél a szilárdsági tényezőnek $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ -e; az ennek megfelelő terhelés az anyag *megengedhető igénybevétele*, mely a különböző vasnemekre a következő:

A vas neve	Megengedhető igénybevétel $1\text{ cm}^2\text{-re}$	
	huzásra	nyomásra
Kovácsvas	750 $\frac{kg}{cm^2}$	750 $\frac{kg}{cm^2}$
Öntöttvas	260 »	500 »
Aczél	3000 »	3000 »

Ha egy testet valaminő P erő kinyújt, vagy összenyom, úgy bárhol a test keresztmetszetének 1 cm^2 -ére a fellépő *feszültséget* megkapjuk, ha a ható erőt a kérdéses keresztmetszet területével (F) osztjuk:

$f = \frac{P}{F}$; ha $f = H$ -val, vagyis a feszültség eléri a

szilárdsági tényező értékét, a test elszakad, vagy ha $f = N$, úgy a test a nyomás következtében összezúzódik. Számításba kell vennünk a test saját súlyát is, mely sok esetben jelentékenyen növeli a P erőt. A test azon keresztmetszetét, a hol a feszültség maximális, *veszélyes keresztmetszetnek* nevezzük, mely többnyire a test legkisebb területű szelvénye; nyomás

esetén annak rendszerint legalsó keresztmetszetét tekintjük veszélyes keresztmetszetnek.

A hajlító terhelésű gerenda alsó szálai húzásra, felső szálai nyomásra vannak igénybe véve. A húzott és nyomott rétegek határán, a gerenda középvonalában kell lennie egy *semleges rétegnek*, melynek szálai sem húzva, sem nyomva nincsenek s így a réteg hosszváltozást sem szenved. A rugalmasság határán belül e réteg a keresztmetszet súlypontját tartalmazza. A gerenda legkülső szálaiban lép fel a legnagyobb húzó, illetve nyomó feszültség, melyek a különböző keresztmetszetekben sem állandóak, nevezetesen a gerenda végei felé a feszültségek csökkennek.

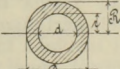
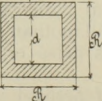
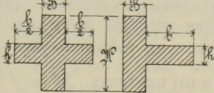
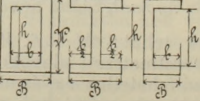
Bármely rétegben a feszültséget (f') úgy nyerjük, hogy a külső rétegben fellépő feszültséget (f) megszorozzuk a másik rétegnek a semleges rétegtől való távolságával (z) s a szorzatot a legkülső réteg távolságával (e) elosztjuk, vagyis: $f' = \frac{f}{e} z$.

E képlet a keresztmetszet felületegységére vonatkozik, miért is az egész jobboldali részt a terület mérőszámával megszorozzuk.

A hajlító erőnél fontosabb a *hajlító nyomaték*, melyet a ható erőnek a karjával, vagyis támadási pontjának az alátámasztás helyétől mért távolságával való szorzata határoz meg. Minél távolabb támad az erő a befalazástól, vagy alátámasztástól, annál nagyobb lesz a hajlító nyomaték s annál hamarabb törik a gerenda. A gerenda meghajlított állapotban csak akkor lesz egyensúlyban, ha a külső és belső erők nyomatékainak algebrai összege $= 0$.

Ha a hajlító nyomatékot M betűvel jelöljük, I alatt a keresztmetszet *tehetetlenségi* (inertia) *nyomatékát*, vagyis az egyes rostrétegek keresztmetszetének összegét, megszorozva a semleges rétegtől való távolságaik négyzetével értjük, akkor az előbbi képlet így is írható: $M = \frac{f}{e} I$, vagy, a mi ugyanaz, $M = f \frac{I}{e}$.

Az $\frac{I}{e}$ tagot az *ellentállás nyomatékának* nevezzük és W -vel jelöljük, képletünk tehát: $M = f \cdot W$. A leggyakrabban előforduló keresztmetszeti alakoknak a vízszintes tengelyre vonatkozó tehetetlenségi és ellentálló nyomatékait mellékelt táblázatban foglaltuk össze.

A keresztmetszet alakja	Tehe- tetlenségi nyomaték (<i>I</i>)	Ellentálló nyomaték (<i>W</i>)
	$\frac{1}{12} b h^3$	$\frac{1}{6} b h^2$
	$\frac{1}{12} h^4$	$\frac{1}{6} h^3$
	$\frac{1}{12} b (H^3 - h^3)$	$\frac{1}{6} \frac{b}{H} (H^3 - h^3)$
	$\frac{1}{36} b h^3$	$\frac{1}{24} b h^2$
	$\frac{1}{4} \pi r^4$	$\frac{1}{4} \pi r^3$
	$\frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$	$\frac{\pi}{4} \frac{(R^4 - r^4)}{R}$
	$\frac{R^4 - a^4}{12}$	$\frac{1}{6} \frac{R^4 - a^4}{R}$
	$\frac{B H^3 + b h^3}{12}$	$\frac{B H^3 + b h^3}{6 H}$
	$\frac{B H^3 + b h^3}{12}$	$\frac{B H^3 + b h^3}{6 H}$

Hajlítás alkalmával a törés akkor áll be, ha a gerenda rostszálai a felső rétegben összezúzódnak, illetve az alsóban elszakadnak. Ha a keresztmetszet nem szimmetrikus, úgy szakítás esetében $M = \frac{H}{e} I$, összezúzás esetén $M = \frac{N}{e} I$ képletet kell használnunk, s hogy a felső réteg zúzódik-e össze, vagy az alsó réteg szálai szakadnak-e el hamarább, az az $\frac{e'}{e}$ és $\frac{N}{H}$ egymáshoz való arányától függ. Szimmetrikus keresztmetszet esetén $e' = e$ -vel, minek folytán $\frac{e'}{e} = 1$, tehát az elszakadás, illetve összezúzódás ideje csak attól függ, vajjon az anyag húzás elleni szilárdsága, vagy nyomás elleni szilárdsága nagyobb-e. Ebből az következik, hogy valamely hajlított gerenda méretszámításakor, ha a keresztmetszet szimmetrikus, a nyomás és húzás elleni szilárdsági tényezők közül a kisebbikkel kell a számítást eszközölnünk.

Mindezen képletek a törési szilárdságot határozzák meg. Számításainkból azonban az anyag teherbírását akarjuk megismerni, miért is a szilárdsági tényező helyett a megengedhető igénybevétel nagyságát (σ) vezessük képletünkbe, mely így a következő alakot nyeri:

$$M = \frac{\sigma}{e} I = \sigma W.$$

Ezen σ értékeit a különböző vasnemekre fentebb közzöltük s e szerint a kovácsolt vas megengedhető igénybevétele $\frac{cm^2}{m^2}$ -ként 750 $\frac{kg}{cm^2}$, mely a törési határnak ötszörös biztonságából adódik; épületszerkezeiteinknél azonban a négyszeres biztonság is megfelelő, tehát σ értékét átlag 1000 $\frac{kg}{cm^2}$ -ra vehetjük fel.

Ha egy négyzetes keresztmetszetű gerenda egyik végén be van falazva, szabad végén pedig P erő működik, saját súlya S , úgy a megengedhető terhelés

$$P = \frac{\sigma W}{l} - \frac{S}{2} \text{ kilogrammokban,}$$

a hol l a P erő emeltyűkarja. A meghajlás után l megrövidül, ha azonban a megterhelés a σ értékét nem haladja meg, a meghajlás igen csekély lesz s e rövidülés elhanyagolható kicsiny értékű. Fenti képletből a keresztmetszet is kiszámítható mert:

$$W = \frac{(2P + S)}{\sigma} \cdot \frac{l}{2},$$

W pedig $\frac{1}{6} b \cdot h^2$ -tel egyenlő, behelyettesítés útján

$$h = \sqrt{\frac{3l}{\sigma b} (2P + S)}.$$

A mennyiben a P teher nem a gerenda végén működik, hanem annak felületén egyenletesen van elosztva, képletünk alakja lesz:

$$Q = 2 \times \frac{\sigma W}{l} - S.$$

Ha a gerenda két végén van alátámasztva, szabad hossza l , P pedig a középén működik, a képlet alakja:

$$P = 4 \times \frac{\sigma W}{l} - \frac{S}{2};$$

egyenletes tehereloszlás esetén pedig:

$$Q = 8 \times \frac{\sigma W}{l} - S;$$

a veszélyes keresztmetszet mindkét esetben a gerenda közepén van, ha azonban P erő nem a középén támad, hanem a középtől x távolságra, a képlet következőleg alakul át:

$$P = \frac{4 \cdot l \cdot \sigma \cdot W}{(l^2 - 4x^2)} - \frac{S}{2}$$

és a veszélyes keresztmetszet helye bizonytalanná válik. Megkeresése számítás útján körülményesebb, azért egyszerűbb grafikus szerkesztésekkel határozzuk meg. A szilárdan befalazott, kimozdúlhatlan végű gerendák teherbírása közel 1.5-del haladja meg a szabadon felfekvőket s bár épületeinknél a gerendák rendszerint befalaztatnak, a ráfekvő faltömeg nem elegendő ahhoz, hogy az ágyazást teljesen szilárdnak vehessük, számításainkban a gerendákat mindenkor végeiken szabadon felfekvőknek tekintjük.

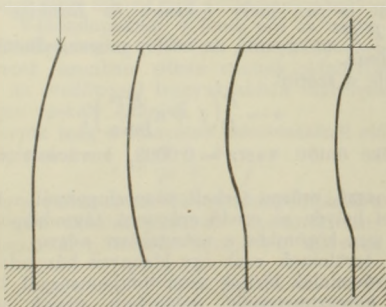
Födémterheléseinket a födém alátámasztó vasgerendák méretszámításainál rendszerint egyenletesen elosztottnak tekintjük. A maximális nyomoték a középén

van és $M_{max.} = \frac{Ql}{8}$; de minthogy $\frac{M_{max.}}{\sigma} = \frac{I}{e}$

vel, tehát az egyes gerendák hosszát s a rájuk eső födémönsúlyt és esetleges terhelést ismerve a megengedhető igénybevétel értékének (σ) alkalmazásával megkapjuk az ellenállás nyomotékát, a melyből a szükséges keresztmetszelyterület kikombinálható; rendszerint a terhelésünknek s gerendánk hosszának meg-

felelő méretű vasgerendát egyszerűen leolvassuk egy táblázatról, melyet a vasgyárak rendelkezésünkre bocsátanak.

Ha egy függőleges helyzetű oszlopot terhelünk meg, kihajlással fenyegetett dereka összetörés ellen fejt ki ellentállást. Az oszlop teherbirása függ az oszlop végeinek megerősítése módjától. A megerősítés lehető négyféle esetét az 1. ábra tünteti fel. Az első esetben az oszlop alsó vége szilárdan meg van erősítve; a terhelés elmozdulhat; másodikban az oszlop



1. ábra.

mindkét vége szabad, de a terhelés helyét nem változtathatja; harmadikban a terhelés helyzete ugyanilyen, de az oszlop alsó vége szilárdan rögzített; végül negyedikben az oszlop mindkét vége kimozdíthatatlanul be van kötve. Gyakorlatban leggyakoribb a harmadik eset, egymás fölé épített vasoszlopoknál ellenben legtöbbször a második esetet vesszük számításainkhoz.

Tudjuk, hogy a megengedhető megterhelés $P = \frac{T}{m}$, a hol T az anyag teherbirása, m a biztonsági fok. A teherbirás pedig: $T = c \frac{E I_{min.}}{l^2}$, a hol c az oszlop végeinek megerősítésétől függő tényező $= 2.5, - 10, - 20$, illetve 40 -el, a szerint, a mint az említett első, második, harmadik, illetve negyedik esettel van dol-

gunk; E a rugalmassági modulus, melynek értékeit a különféle vasnemekre már ismerjük; $I_{min.}$ a keresztmetszet legkisebb tehetetlenségi nyomatéka, l pedig az oszlop hossza.

T értékét már most behelyettesítve:

$$P = \frac{c}{m} \cdot \frac{E I_{min.}}{l^2};$$

$I_{min.}$ értéke öntött vasra $= 8 P l^2$, a hol P tonnákban, l pedig méterekben kifejezett értékek.

Igen hosszú nyomott oszlopoknál fenti képletek nem elégítenek ki. Tekintetbe kell venni a hajlítás faktorát is (n), mely *Schwarz* és *Rankine* szerint $1 + \alpha \frac{F l^2}{I_{min.}}$ -al egyenlő, az oszlop megengedhető igénybevétele e szerint:

$$\sigma = \frac{P}{F} \left(1 + \alpha \frac{F l^2}{I_{min.}} \right);$$

α értéke öntött vasra $= 0.0002$, kovácsolt vasra $= 0.0001$.

Hosszú, erősen terhelt vasoszlopoknál a keresztmetszet helyén az eredő erővonal támadáspontjának helye sem közömbös a méretezésre nézve.

A területnek csak egy bizonyos hányadán belül ható erővonalak bírnak azon tulajdonsággal, hogy az egész keresztmetszetet nyomásra veszik igénybe, míg e határon kívül támadók húzó feszültségeket is hoznak létre. E határt a *keresztmetszet magvának* nevezzük s a tehetetlenségi nyomatékok ismeretével kiszámítható, grafikai úton is megszerkeszthető. Parallelogramma keresztmetszeti magva a terület belső harmadában van, körkeresztmetszeté annak belső negyedében. Belül üres négyszögnek, vagy körgyűrűnek keresztmetszet-magva nagyobb, a mi statikailag igazolja azon, már az ősrégi időkben gyakorlatilag felismert tényt, hogy a belül üres, csöves fémszerkezetek nagyobb hordképességgel és szilárdsággal bírnak a tömöreknél.

A míg tehát a területen fellépő erők e mag keretén belül hatnak, az egész terület nyomás alatt áll, noha a nyomófeszültségek az egyes helyeken nem egyformák, kivéve, ha a támadópont a középpontban van, a mikor a nyomófeszültségek eloszlása *egyenletes*. A mag határán kívül működő eredőerők, mint említettük, a keresztmetszetben részben húzófeszültségeket támasztanak. Mivel a vasoszlopok öntővasból készülnek,

s így húzó szilárdságuk aránylag kicsiny, a rostok ilyen természetű igénybevétele nem tanácsos, noha a vasanyag a szilárdság különböző nemeire nézve nem oly érzékeny, mint például a falazat. A mi az eredő erővonal irányát illeti, mindaddig, míg az a surlódás határán túl nem lép, azaz a míg a függélyestől mérve, *maximum* 30°-ot meg nem halad, a felbontott erőnek csupán vertikális komponensét vesszük figyelembe, a másik a horizontális surlódást úgy sem képes legyőzni s így számításon kívül hagyható. E tétel főleg falazatokra fontos, mert ezek rétegekből építvük fel, melyek ferde irányú erők felléptével oldaltelmozdulhatnak. Vasoszlopoknál e ferde erő az oszlop oldalt kigörbülését, esetleg eltörését eredményezheti, vas-szerkezetek azonban ritkán vannak oldalnyomásnak kitéve, az eredővonal leggyakrabban függélyes, vagy attól igen csekély eltérésű.

Ismerjük még a falazatok méretezésénél előfordult ama képletet:

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

melyben η -val az eredő erő támadáspontjának a középponttól való távolát jelöltük. Excentrikusan terhelt vasoszlopoknál η helyébe írjunk h -t, melynek értéke

$$h = \frac{c}{1 - \frac{Pl^2}{8EI}},$$

mely formulában c a megadott excentricitás.

3) A vasalkatrészek alakja.

A nyers vasanyagot a hengerlő és öntőműhelyek különféle alakban bocsátják forgalomba, mely elemi szerkezeti részek czélszerű kombinációjával a tervező tetszése szerint állíthatja össze a vaskonstrukciót. *Hengerléssel* készülnek a lapos *lemez*ek, 10—700^{mm} szelvény szélességgel, 3—10^{mm} vastagsági határok között; a különböző keresztmetszetű, négy-, hat-, nyolcszögletes, lapos és kerek *vasrudak* 5—150^{mm} között változó vastagsággal, illetve átmérővel, továbbá az *idom*-, *alak*-, vagy *façonvasak*, nevezetesen a szalag vagy I-vasak, a szöglet-, vagy L-vasak, az egyszerű T-vasak, a kettős I-vasak, az U-vasak, az S-vasak, a Z-vasak, a Zoresvasak (—○—) és a 'quadrans-

(negyedlő- )-vasak. Tartóvasak gyanánt helyenkint az olcsóbban beszerezhető, vasúti használatból ki-selejtezett, de igen nagy teherbirású hengerelt *vasúti síneket* is alkalmazzák. A felsorolt vasalkatrészek egészen 10^m hosszig rúdalakban állítatnak elő, ezen kívül a vasat vékony és nagy szélességű *bádog* alakjában is készítik. A *közönséges vasbádog* $0.5-2.5^m$ széles, $1.0-10.0^m$ hosszú és $0.25-25.0^{m/m}$ vastagságú; a *hullámlemez* $0.9-3.0^m$ hosszú, $0.9-1.6^m$ szélességű, $3-6^{m/m}$ vastag; a hullámok szélessége $87-230^{m/m}$ között, magasságuk pedig $27-75^{m/m}$ között ingadozik. E hullámos vaslemezek igen nagy hordképességgel bírnak s azért födémül és fedélhéjalásul előnyösen alkalmazhatók.

Vasszerkezetek összeállításánál főszerepet a szalag, szöglet és a többi alakvasak játszanak. A szöglet-, vagy egyszerűen szögvas egymáshoz derékszög alatt álló szárainak szélessége $15-160^{m/m}$, a szárak gyakran különböző szélességgel is bírnak, vastagságuk $3-20^{m/m}$ között változik. Az egyszerű -vasak övének szélessége $20-200^{m/m}$, gerinczének magassága $20-140^{m/m}$, vastagsága pedig mindkettőnek $3-16^{m/m}$ lehet. A kettős -vasaknak, melyek leggyakrabban szerepelnek mint vasgerendák, alsó és felső övlemezének szélessége $s = 42-185^{m/m}$, ezek vastagsága $v = 5.9-27^{m/m}$, a gerincz vastagsága $v' = 3.9-18^{m/m}$, míg az egész tartó szelvénymagassága $m = 80-500^{m/m}$. Ugyanezen méretek -szelvényű vastartóknál a következők: $m = 30-300^{m/m}$, $s = 33-100^{m/m}$, $v = 7-16^{m/m}$, végül $v' = 5-10^{m/m}$.

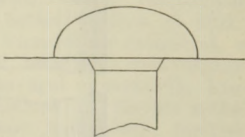
Öntővasból formába *öntéssel* készülnek a különféle alakú és keresztmetszetű vasoszlopok, oszloptalpak, sarúk, stb., általában főleg az oly szerkezeti részek, melyek nyomásra vannak igénybe véve. Az öntvényeket az öntőműhelyek szükséges méreteikkel, az esetleges diszítéssel együtt, adott rajzok nyomán állítják elő. Ha a tagozások erősek, jobb azokat a szerkezeti részekre külön ráerősíteni, mert hűlés alkalmával az egymástól igen eltérő vastagságokban a szerkezet állékonyságának rovására egyenlőtlen feszültségek lépnek fel.

II. FEJEZET.

A) Vaskötések.

Vaskötés alatt a vasszerkezeti részeknek nem hegesztés és öntés által eszközölt, hanem *mechanikai összekötését* értjük. Ilyen mechanikai kötő-alkatrészek a szegecsek, a kapcsok, vagy ékek, a csavarok és a vassarúk.

A *szegecsek* hengeralakúak és vagy félgömb-, vagy kúpalakú fejjel bírnak. Minden szegecsnek két feje van, az egyiket már a szegecs előállításakor készítik el, ez a *tartófej*, a másikat a szegecselés alkalmával úgy készítik, hogy a szabad tűzön izzított szegecs-henger kiálló végét szegecselő kalapáccsal leduzzasztják. (2. ábra.) A szegecselés *oldhatlan* kötés, mert az összeszegecselt tárgyak, lemezek stb. csak a kötőelemnek elrontásával bonthatók szét. A szegecselési módok közül építőszerkezetknél csak az u. n. *erősségi* szegecselést használjuk. A szegecsek nyírásra vétetnek igénybe, a mi azt jelenti, hogy az erők a szegecs-testet elválasztani igyekeznek. Ha ρ az illető anyag megengedhető legnagyobb nyírási igénybevétele $\%m^2$ -enként, F pedig a keresztmetszet, akkor e keresztmetszet legnagyobb megterhelése: $P = F \rho$. Megkülönböztünk *egynyírású* és *kétnyírású* kötést, a szerint, a mint az erő a szegecs szárát egy, vagy két síkban támadja meg.

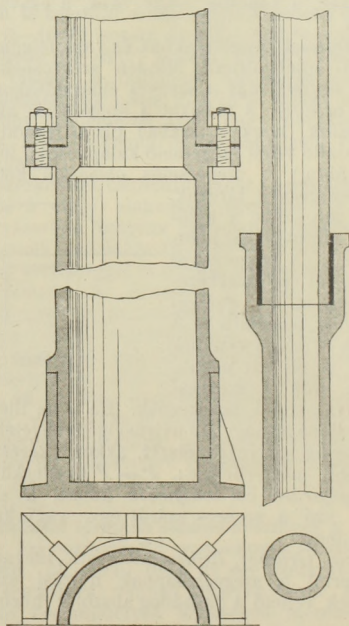


2. ábra.

Morin, Grashof, Redtenbacher, stb., idevágó számításai szerint a szegeccsapnak nyírási szilárdsága egyenlőnek vehető a vasbádoggal abszolút (húzó) szilárdságával.

Ha a szegecs szárának vastagsága d , akkor a szegecsfej átmérője $D = 2d$, magassága pedig $H = 0.8d$. (2. ábra.) A szárvastagság $d = 1.8 - 3.0 \%m$, míg hosszának határa $h = 4d$; ha ennél hosszabb szárú szegecsre volna szükségünk, akkor célszerűbb, ha szegecselés helyett vascsavarokat alkalmazunk. Ha az összekötendő lemezek egymástól távolabb tartandók, akkor az a szegecsek szárát burkoló csődarabokkal történik.

Míg az összeszegecselt vasrészek egymástól el nem távolíthatók, vagyis a kötés nem bontható szét, addig a *kapcsok*, vagy *ékek* által eszközölt hasonló kötés a szerkezet rongálása nélkül bármikor szétbontható. Az ék négyszögletű keresztiszelvényével bír, melynek területmérete akkora mint a szögecsszáráké.



3. ábra.

Ugyancsak oldható vaskötést érünk el *csapszögek* és *csavarok* alkalmazásával is. A *csavarorsó* egyik végén szilárdan megerősített fejjel bír, másik végén a *csavaranya* szükséghez mérten megszorítható.

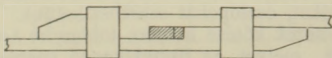
Vasrészeknek falhoz, kőhöz való erősítése *kapcsolóvassal* történik, melynek orsójához egy négyzetes

keresztmetszetű, lefelé szélesedő vascsövek tartozik, s azt a fal, vagy kő hasonlaku nyílásába eresztve, ólommal vagy cementtel bekötjük.

A *vassarúk* alakja igen különböző lehet, a szerint a mint más és más elrendezésben találkoznak a kötendő vasrészek. Anyagukat illetőleg rendszerint öntővasból készülnek.

Ha öntött vaslemezeket kötünk egymással, akkor az összekötés helyén szélük karimába szökik, s az egymásnak fektetett felhajló szalagok vascsavarokkal szoríttatnak össze. Az érintkezés felülete sima legyen, s hogy nagy nyomás esetén az esetleges egyenetlenségeket kiegyengessük, czink- vagy ólomlemezeket iktatunk közéjük. Lehet a kötést fányszerű félhornyolással is készíteni s akkor is a lapolt felületeket csavarral szorítjuk egymáshoz. Öntött vasoszlopok megtoldása is ilyen *karimás kötéssel* történik. (3. ábra.) A vasvascsöveket, ha azok vízvezetésre szolgálnak, a kötés helyén tömítenünk kell, hogy a víz átszivárgását megakadályozzuk. Tömítő anyagul ólomgyűrűk, kaucsuk, bőrlemezek, stb., szolgálnak. A tömítés sokkal tökéletesebb, ha *tokos kötéssel* használunk, melynél az egyik cső kiszélesedő tokjába beilleszthető a másik cső vége, s a keletkező hézagot kátrányos kócczal tömjük és ólommal, vagy cementtel öntjük ki. Földalatti vízvezetékeknél rendszerint ezeket a tokos csöveket használjuk.

A kovácsolt vasrudak kötése igen hasonló a fagerendák kötéséhez s lehet szilárd, vagy csuklósan elmozdítható. Szilárd kötéssel nyújt az egyenes, vagy



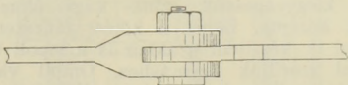
4. ábra.

ferde, egyszerű, vagy fogas *rálapolás*, a lapolt részeket azonban csavarral, vagy gyűrűkkel rögzítjük egymáshoz. Ha a rúd keresztmetszeti méretét a fogas lapolás helyén megnöveljük, éket is szoríthatunk a horoglapok közé. (4. ábra.)

A rudak hossza a kötés helyén szabályozhatóvá lesz, illetőleg a vasrúd, ha mint vonórúd szerepel, megfeszíthetővé válik, ha a kötés helyén a rúdfejek

ellentétes irányú csavarmenetekkel láttatnak el. Az ezekre húzott karmentyű közös anyacsavarként működik s a rudakat így tetszésünk szerint egymáshoz közelebb hozhatjuk, illetőleg azokat egymástól eltolíthatjuk.

Az összekötendő vasrudak fejei villaszerűen egymásba is kulcsolódhatnak s ebből *csuklós* vaskötés lesz, ha azok csak egy csavarral köttetnek össze, mely az elmozdulás tengelyéül szolgál (5. ábra). Csavarok nélkül úgy készítünk csuklós kötést, hogy az egyik rúd fejét kapocsalakúvá, a másikat gyűrűformára



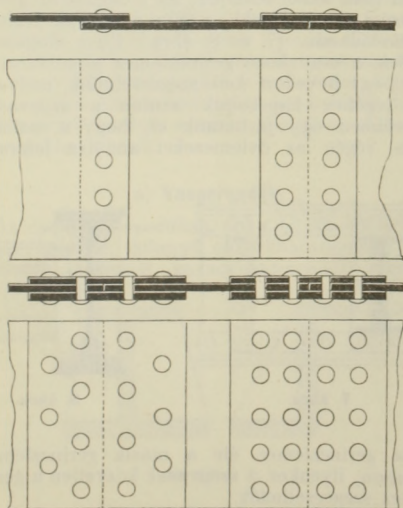
5. ábra.

kovácsoljuk ki s őket egymásba kulcsoljuk. Fedél-székeknél fordul elő, hogy húzásra igénybevett vasrudakat közbeiktatott *vasbádogg-hevederrel* — *csomópontlemez* — kötünk. A hevederek és rúdvasak csavarokkal vannak összekötve. E kötést főleg a vasvonórudas fedél-székekben szereplő, több, egymást szét húzó rúd összehalálkozása helyén alkalmazzuk.

Vasszerkezeteinknél leggyakrabban előforduló kötés a már említett *szegecselés*, mely a hengerelt vasalkatrészeknek, lemez- és alakvasaknak az említett szegecsekkel való szilárd egybekapcsolása. A hengerelt alak és lemez-vasakból ily módon különféle alakú és erősségű tartókat, oszlopokat szerkeszthetünk.

A lemezek kötése helyére többnyire *hevederlemez* helyezünk, melyet az összekötendő vasrészek mindegyikéhez hozzászegecselünk. A szegecselés lehet *közön-séges*, *félíg* és *egészen súlyesztett*, a szerint, a mint a szegecsfejek egészen kiállanak a lemezek síkjából, félíg, vagy egészen besúlyesztetnek azokba. A heveder vastagsága rendszerint nagyobb, mint az összekötött lemezeké, hossza igen változó lehet (0.6—1.0 méter), s függ attól, vajjon a szerkezet tartóssága hány szegecs-et igényel. Ez az igénybevétel ismeretével statikai úton kiszámítható s minthogy a szegecs minimális távolsága is meghatározott, a szegecs száma egyúttal megszabja a heveder méreteit.

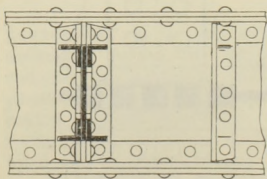
Az *egyszerű*, vagy *egysorú szegecselés* heveder nélkül való, s csak egy sor szegecsfejet mutat. A szegecs tengelytávola a lemezek végétől $b = 1.5 d$, ha d a szegecsszár vastagsága. A *kétsorú*, vagy *láncszegecselésnél* a szegecselési varrásnak a hosszára két szegecs esik, minél fogva nyírási szilárdsága változik, ez esetben is $b = 1.5 d$, a szögecssorok közötti távolság pedig $= 2 d$ -vel.



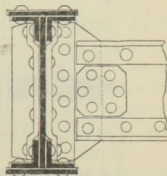
6. ábra.

Ha a kötés hevederrel történik, az összekötött lemezek egy síkban maradnak. Egysorú kötésnél a hevederen ugyan két szegecssor van, de egy-egy lemeznek csak egy-egy szegecssor szolgál kötésül. Építési vasszerkezeteknél rendszerint hevederkötéseket alkalmazunk, míg a fenti heveder nélküli kötések gőzkazánoknál, vagy egyébütt használatosak. Vasgerendáknak, alakvasaknak *megtoldásához* mindig

heveder közvetítésére van szükségünk; Γ és Π tartóknál vagy csak a gerinczlemezeket fogják át a hevederek, vagy ezenkívül az övlemezek fölé is keskeny hevedert szegecselünk. Ha az ilyen alakvasból készült gerendák egymással egy síkban találkoznak, azaz *keresztelik* egymást, úgy az egyik gerenda gerinczlemezéhez a másiktól az ütközés helyén a sarkokba szegecselt egy-egy szögvasal erősítjük hozzá. Ezt azonban csak akkor tehetjük, ha a csatlakozó gerenda magassági mérete kisebb, s így a másiknak övlemezei közé ékelődhetik. (7. és 8. ábra.) Ha a magasságok egyenlők, a csatlakozó gerinczlemez mindkét oldalához egy-egy hevedert kell szegecselnünk, melyeknek kiálló végéhez kapcsoljuk azután a szögvasakat. Egyszerűbben úgy járhatunk el, hogy a csatlakozó gerenda végén az övlemezeket annyira lefaragjuk,



7. ábra.



8. ábra.

hogy a gerinczlemez éle a másik gerinczlemezéig nyúlhasson, ilyenkor a szögvasak közvetlen a gerinczlemezhez szegecselhetők.

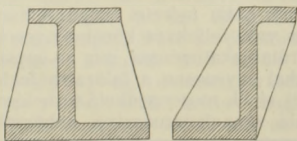
Az alakvasaknak különböző keresztmetszetű gerendatartókká való összeállításának igen sok módja van. Egy-egy lemez és több szögvas összeszegecselésével *szegecselt* Γ , Π , $\square$, $+$, $\sqsubset$ stb. alakú tartókhoz, juthatunk; több lemez-, $\square$ és szögvas kombinációjával szekrényalakú tartókat, quadrans és Zoresvasakkal oszlopokat állíthatunk össze. Egy következő fejezetben részletesebben foglalkozunk velök.

B) Egyszerű vasszerkezetek.

Egyszerű vasszerkezetek alatt értjük az öntött vagy hengerelt *vasgerendákat* és az öntött és hengerelt vasból készült *oszlopokat*. Említettük, hogy az öntővasnak nagy ugyan a nyomó szilárdsága, de húzó és hajlító feszültsége csekély. Ezért gerendákat ma már ritkán, oszlopokat azonban igen gyakran készítünk belőle. A kovácsvas húzó és hajlító szilárdsága, szívóssága igen nagy lévén, különösen alkalmas vasgerendák készítéséhez, minthogy azonban nyomás elleni szilárdsága sem kisebb az öntővasénál, gyakorta állítunk össze hengerelt alakvasakból is oszlopokat, különösen akkor, ha vízszintesen csatlakozó kovácsvasgerendákat kell hozzáerősítenünk, a mi az öntöttvas oszlopoknál nehézségekbe ütközik.

a) Vasgerendák.

Az *öntöttvasgerendákat*, noha hajlításra nem igen vehetők igénybe, könnyű előállíthatóságuk folytán a szilárdabb hengerelt kovácsvasgerendák még nem



9. ábra.

szorították le egészen a használat teréről. Keresztmetszetekben ugyanoly alakokkal bírhatnak, mint a hengereltek, a hajlítás okozta feszültségeket azonban leginkább kiegyenlítik a **T** és **I** alakú tartók. Lemezvastagságuk a keresztmetszet egyéb méreteihez aránylag igen nagy, ennek daczára az öveket a gerinczhez ca. 10 méternyi közökben még 3—4‰ vastag bordák merevítik. (9. ábra.). Ennélfogva az öntöttvasgerenda nemcsak méreteihez aránylag gyengébb, de egyuttal drágább is, mivel a vasat súly szerint fizetik.

Épületek szerkezeteiben ma már csaknem kizárólag a *hengerelt kovácsvasgerendákat* használjuk, melyeknek

nagy húzó és hajlító feszültsége csekélyebb méretek mellett is nagyobb szilárdságot nyújt a szerkezetnek.

A használatos tartók lehetnek:

1. vasúti *sínek*,
2. *hengerelt vastartók*,
3. szegecselt, u. n. *bádogtartók*,
4. *szelekrény*tartók és
5. *rácsos* tartók.

1. A *vasúti síneket* olcsóság szempontjából alkalmazzuk akkor, ha a traktus, melyet átfedünk csekély mélységű. A vasúti használatra már alkalmatlan, kisselejtezett sínek építési célokra még felhasználhatók, mert tetemes szilárdsággal bírnak, mint azt az alábbi táblázat is mutatja. A sínfej magassága 0·27—0·30 méter legyen, gerinczének vastagsága pedig minimum 0·10—0·12 méter; az első szám mindenütt acél, a második vassínekre vonatkozik. E méreteknél kisebb szelvénynyel bíró sínek földm és egyéb terhek viselésére nem alkalmasak. A síneket *egyszerűen és kettősen* használják. A kettős síngerenda úgy helyezkedik el a szerkezetekben, hogy az átlag 8·4—10·5 cm széles sín-talpak egymáshoz csavaroltatnak. Az ilyen kettős, összekötött síngerenda háromszor nagyobb szilárdságú az egyszerűnél, noha méretei csupán kétszer akkorák, csak a falra való felfekvés körülményesebb, ugyanis öntöttvas sarútalpakat igényel, míg az egyszerű síneket csak talpaikkal egyenesen a falazatra fektetjük.

A vasúti sínek megengedhető terhelése, ha mindkét végén alá vannak támasztva, a következő:

	A sín magas- sága	Megengedhető terhelés 1 méter fal- közre	Tehetetlen- ségi nyoma- ték (I) cm^4	Az ellenállás nyomatéka (W) cm^3
Egyszerű sínek	10·4 cm	5112·8 kg	474·7	91·3
	11·7 »	6490·4 »	681·5	115·9
	13·0 »	7856·8 »	912·0	140·3
Kettős- sínek	10·4 cm	15120·0 kg	2810·0	270·0
	11·7 »	19297·6 »	4052·9	344·6
	13·0 »	23542·4 »	5465·9	420·4

E táblázatról a tehetetlenségi és ellenállási nyomatékok is leolvashatók s ha ismerjük a sínek folyóméterének súlyát (átlag $26-28 \frac{kg}{m}$), úgy a megengedhető egyenletes eloszlású terhelés kiszámítható. Minthogy azonban a kiselejtezett ócska sínek szilárdsága mégis csekélyebb, σ értéke csupán $700 \frac{kg}{cm^2}$ -ra veendő.

2. A *hengerelt vastartók* keresztmetszelve nye különböző lehet, leggyakrabban használt az Γ vagy $\sqcap$ -alakú, de előfordul az egyszerű T alakú is.

Födém tartókul, falak kiváltására, nyílások fölötti faltestek hordására majdnem mindig a Γ kettős tartókat használjuk, még pedig övlemezükkel fekve meg a falat, vagyis oly helyzetben, hogy a gerinczlemez állása függélyes legyen. Így a vízszintes tengely a gerendát két egyenlő részre osztja. Hajlításakor a felső szálak nyomásra, az alsók húzásra vannak igénybe véve s minthogy a kovácsvasnak úgy húzó, mint nyomó szilárdsága nagy, a két félben létrejövő feszültségek körülbelül egyenlőek. E tartók a hajlítást a legkevesebb anyag felhasználása mellett a legnagyobb ellentállással küzdik le. A vasgyárak csak bizonyos profilokkal hengerlik s ha M -mel jelöljük az egész tartó magasságát, S -sel az övlemez szélességét, akkor a rendes arányok 0.16 méter magasságig $S = 0.4M + 20 \frac{mm}{m}$, az övlemez vastagsága $v = 0.03M + 1.6 \frac{mm}{m}$, 0.16 méter magasságon túl $S = 0.3M + 36 \frac{mm}{m}$, $v = 0.04M$; míg az övek vastagsága átlag $= 1.5 v$ -vel.

Az igénybevétel számításakor a teherből, mely ráhelyeztetik, továbbá a vastartó önsúlyából, mely szintén igen jelentékeny, adódik ki. A számítás módját ismerjük, de szükségünk van az önsúlyra és az ellenállás nyomatékának (W) nagyságára. Minthogy azonban a hengerművek, mint említettük, csak bizonyos szelvényeket állítanak elő, azért az építész feladata rendszerint csak a kiszámított terhelésnek megfelelő méretű gerenda kiválasztásából áll. Ha a már ismert képletek segélyével meghatároztuk az ellenállás nyomatékát ($W = \frac{I}{e}$), az annak megfelelő szelvényű gerendatartót a vasgyáraknak előállított tartóikról rendelkezésünkre hcsátott táblázatából ki-

kereshetjük, mely táblázatokban minden szükséges adatot, u. m. szelvény-terület nagyságát, folyó méterenkénti súlyt, stb., megtalálunk.

A szelvény száma rendszerint egyúttal a vasgerenda szelvénymagasságát jelzi.

Ha a szabadon felfekvő vasgerendák hordképességét a következő képlettel számítjuk ki:

$$\frac{Ql}{8} = \frac{1}{6} \left[SM^2 - (S - v) \frac{m^3}{M} \right] \sigma$$

a hol M a tartó legnagyobb külső, m pedig az övek közötti magasságát jelenti, az öv szélessége S , a gerinczlemez vastagsága v , l a milliméterekben kifejezett szabad nyílásköz, végül σ a c/m^2 -ként megengedett igénybevétel, úgy a hordképességet 1—10 méterig terjedő nyílásközig a mellékelt táblázatból olvashatjuk le, mely a magyar mérnök- és építészegylet szabványai szerint készült. E táblázathoz kiegészítésül alább közöljük a táblázatban megjelölt szelvényekhez tartozó ellenállási nyomatékokat:

Szelvény szám	$W = \frac{I}{c/m^3}$	Szelvény szám	$W = \frac{I}{c/m^3}$
8	24·02	23	352·37
10	41·16	24	394·23
12	64·77	24a	477·29
13	79·78	25	439·28
14	93·19	26	487·65
15	100·89	28	602·12
16	132·10	28a	728·28
18	182·87	30	724·68
20	240·20	32	862·87
21	272·88	35	1111·75
22	308·38	40	1615·84

A felvett biztonság amaz említett táblázat adataira nézve négyszeres, megjegyzendő azonban, hogy ez adatok csak egyenletes elosztású terhelés esetében használhatók, míg ha a gerendák közepén vannak terhelve, a hordképesség 50%-kal csökken.

A tartóknak méretezésénél tekintettel kell lennünk arra is, hogy a megterhelés okozta behajlásnak egy bizonyos mértéken alul kell maradnia. A behajlás kiszámítására szolgál a következő képlet:

$$E = \frac{1}{16} \frac{I}{E} = \frac{H^2}{M},$$

melyben H a tartó hossza, M pedig magassága. A behajlás maximuma a nyílásköz $\frac{1}{400}$ -a.

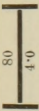
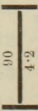
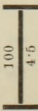
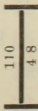
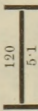
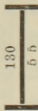
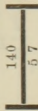
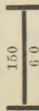
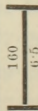
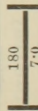
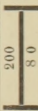
Az $\sqcup$ alakú tartók szintén gyakran előfordulnak, (erkélyeknél, falak mellett, lépcsőknél stb.). A gerinczelem rendszerint függélyes irányban helyezkedik el. Keresztszelvényének rendes arányai a fent is alkalmazott betűzés szerint: $M = 60 - 300^{m/m}$, $S = 0.25 M + 25^{m/m}$, $v = 0.025 M + 4^{m/m}$, míg az övek vastagsága ugyancsak $1.5 v$ -vel egyenlő.

A méretszámítás menete ugyanaz, mint mindazon gerendáknál, melyek hajlító terhelés alatt állanak. A vasgyárak ugyancsak táblázatban közlik az előállított $\sqcup$ -szelvényekre vonatkozó adatokat. A táblázat ki egészítésére álljanak itt a táblázatban közölt szelvényeknek megfelelő ellenállási nyomatékok feltüntető adatok:

Szelvény szám	$W = \frac{I}{e}$ cm^3	Szelvény szám	$W = \frac{I}{e}$ cm^3
6	15.84	20	215.23
8	28.64	22	267.31
10	44.60	24	333.66
12	67.31	26	402.—
14	93.31	28	487.87
16	127.98	30	574.63
18	165.95		

Táblázat a hengerelt I-gerendákról a

Szelvény-szám	Folyó méter súlya kilo- grammokban	Átmetszet c_m^2	Tehetetlenégi nyomaték c_m^4	Szabadon fekvő I-vas						
				T á m a s z k ö z						
				1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
				Hordképesség						
8	7.0	9.0	96.1	1920	1280	960	768	640	549	480
9	7.1	9.1	118.0	2200	1460	1100	880	730		
10	9.6	12.3	205.8	3300	2200	1650	1320	1100	943	825
11	9.6	12.4	241.0	3680	2450	1810	1470	1230	1050	920
12	11.1	14.3	331.0	4630	3080	2350	1850	1540	1320	1130
13	14.4	18.5	518.6	6390	4260	3195	2556	2130	1826	1598
14	14.3	18.4	579.0	6800	4530	3400	2720	2270	1940	1700
15	16.0	20.5	743.0	8320	5540	4160	3260	2770	2370	2080
16	19.6	25.1	1056.8	10570	7046	5285	4228	3523	3050	2642
18	24.1	30.9	1645.9	14630	9754	7315	5852	4877	4180	3658
20	28.9	37.1	2402.0	19220	12814	9610	7688	6407	5492	4805
22	34.3	44.0	3392.2	24670	16446	12335	9868	8223	7048	6168
24	40.1	51.4	3730.7	31540	21026	15770	12616	10513	9012	7885
24a	46.2	59.2	5727.5	38180	25454	19090	15272	12727	10908	9545
26	46.3	59.4	6339.4	39010	26006	19505	15604	13003	11146	9752
28	52.9	67.9	8429.7	48170	32114	24085	19268	16057	13762	12042
28a	60.9	78.1	10196.0	58260	38840	29130	23304	16420	16646	14565
30	60.1	77.0	10870.2	57980	38654	28990	23192	19327	16566	14495
32	67.7	86.8	13805.9	69030	46020	34515	27612	23010	19722	17257
35	79.8	102.3	19455.6	88940	59294	34470	35576	29647	25412	22235
40	102.3	131.2	32316.8	129260	86174	64630	51704	43087	36932	32315

52	46	60	54	58	72	66	70	84	90	96
										
8. sz.	9. sz.	10. sz.	11. sz.	12. sz.	13. sz.	14. sz.	15. sz.	16. sz.	18. sz.	20. sz.

A táblázathoz a szelvényminták is mellékelve vannak, melyek úgy az **I**, mint az **□**-alakú tartók összes szükséges méreteit, a lemezvastagságot, az övlemezszélességét, vastagságát stb. tüntetik fel. Az

mérnök- és építészegylet szelvényei szerint.

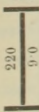
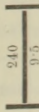
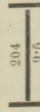
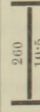
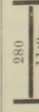
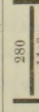
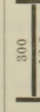
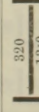
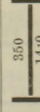
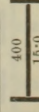
egyenletes teherelosztásánál

méte r e k b e n

4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10

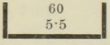
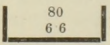
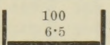
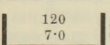
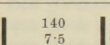
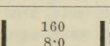
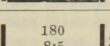
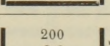
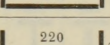
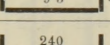
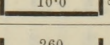
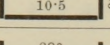
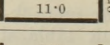
kilogrammokban

733	660										
1030											
1420	1278	1162	1065	983	913						
1510	1360										
1850	1660	1510									
2349	2114	1922	1762	1626	1510	1410	1321				
3251	2926	2660	2438	2251	2090	1951	1829	1721	1626		
4271	3844	3495	3203	2958	2746	2563	2403	2261	2136	2032	1922
5482	4934	4485	4112	3795	3524	3290	3084	2902	2741	2597	2467
7009	6308	5735	5257	4853	4506	4205	3942	3711	3504	3320	3154
8484	7636	6942	6363	5874	5454	5091	4773	4492	4242	4019	3818
8669	7802	7093	6502	6002	5573	5201	4876	4589	4334	4106	3901
10704	9624	8758	8028	7411	6881	6423	6021	5667	5352	5070	4817
12947	11652	10593	9710	8963	8323	7768	7283	6854	6473	6133	5826
12884	11596	10542	9663	8920	8283	7731	7248	6821	6442	6103	5798
15340	13806	12551	11505	10620	9861	9204	8629	8121	7670	7266	6903
19765	17788	16171	14823	13683	12706	11859	11118	10463	9882	9362	8894
28724	25852	23302	21543	19886	18466	17235	16157	15207	14362	13606	12926

102	108	135	115	120	150	126	132	141	153
									
22. sz.	24. sz.	24a sz.	26. sz.	28. sz.	28a sz.	30. sz.	32. sz.	35. sz.	40. sz.

L-vasakra közölt, ugyancsak a magyar mérnök- és építészegylet szabványai szerint készült táblázat a hordképességeket ugyanazon képlet szerint számítva nyújtja, mint az **I**-tartókra vonatkozó táblázat.

A hengerelt -vasak táblázata a mérnök-

Szelvény-szám	Átmetszeti méretek milliméte- rekben	Súly folyóméter- ben	Keresztmetszet $\frac{e}{m}$ 2-ben	Tebetetlenségi nyomaték $\frac{e}{m}$ 4-ben	Szabadon fekvő				
					S z a b a d				
					1	1·5	2	2·5	3
					Hordképesség				
6		6 9	8·82	47·5	1270	850			
8		9·2	11·82	114·5	2290	1530	1150	920	
10		11·5	14·77	224·0	3580	2390	1790	1430	1190
12		14·4	18 48	403 9	5390	3590	2700	2160	1800
14		17·2	22·05	653·2	1460	4970	3730	2980	2490
16		20 7	26·48	1023 8	10240	6830	5120	4100	3410
18		23·9	30·68	1493·5	13280	8850	6640	5310	4430
20		27·9	35·82	2152 3	17220	11480	8610	6890	5740
22		31·7	40·64	2940 4	21380	14250	10690	8550	7130
24		36·3	46·50	4003·9	26690	17790	13350	10680	8900
26		40 5	51 95	5226·0	32160	21440	16080	12860	10720
28		45·6	58·52	6830·2	39030	26020	19520	15610	13010
30		50·4	64·59	8619·4	45970	30650	22990	18390	15320

és építész-egylet szabványai szerint.

L-vasak egyenletes megterhelés mellett

k ö z m é t e r e k b e n

8·5 4 4·5 5 5·5 6 6·5 7 7·5 8 8·5 9 9·5 10

kilogrammokban

1020	900												
1540	1350	1200	1080	980									
2130	1870	1160	1450	1360	1240	1150	1070	990					
2920	2560	2280	2050	1869	1710	1580	1460	1370	1280	1200	1140	1080	1020
3510	3320	2950	2660	2140	2210	2040	1900	1770	1660	1560	1480	1400	1330
4920	4310	3830	3440	3130	2870	2650	2460	2300	2150	2030	1910	1810	1720
6110	5350	4750	4280	3890	3660	3390	3050	2850	2670	2520	2380	2250	2140
7630	6670	5930	5340	4850	4450	4110	3810	3560	3340	3140	2970	2810	2670
9190	8040	7159	6430	5850	5360	4950	4590	4290	4020	3780	3570	3390	3220
11150	9760	8670	7810	7100	6510	6000	5580	5200	4880	4590	4340	4110	3900
13130	11490	10220	9190	8360	7060	7070	6570	6130	5750	5410	5110	4810	4600

Az **I** és **II**-tartóknál sokkalritkábban használjuk az egyszerű **T**-tartókat. Az ilyen tartók magassága (M) és talpszélessége (S) közötti viszony leggyakrabban $= 1:1$, de lehet az arány $2:1$, vagy $1:2$ is. A **T**-tartók keresztmetszésvényeinek maximális méretei $M = 250^{m/m}$, $S = 150^{m/m}$, ha azonban az arány $1:1$, akkor $S = 210^{m/m}$ is lehet. A talp- és gerinczvastagság rendszerint egyenlő.

A magyar mérnök- és építészegylet által jóváhagyott alábbi szabvány-táblázatban a szelvénytér a e_m -ben kifejezett talpszélességnek felel meg. A tehetetlenségi nyomaték az övlemezre merőleges tengelyre vonatkozik:

Szelvény szám	Gerincz magasság m/m	Kereszt- metszet területe e_m^2	Folyó- méterenkénti súly kg	Tehetetlen- ségi nyomaték (I)	Ellenállás nyomatéka I $W = \frac{I}{e}$
5	39	5.04	3.95	6.19	2.48
6	46	7.01	5.50	12.5	4.15
7	54	9.38	7.37	22.6	6.46
8	62	12.10	9.50	38.0	9.50
9	69	15.06	11.82	60.1	13.4
10	77	18.46	14.49	90.7	18.1
12	92	26.15	20.52	185.2	30.9
15	116	40.42	31.73	445.2	59.3

3. *Szegecselt bádógtartókat* akkor kell alkalmaznunk, ha nagyobb megterhelésű s 10 méter szabad nyílás-közt átfedő vasgerendákra van szükségünk, a minőknek előállítási költségei egyszerű vastartók alakjában aránytalanul nagyok volnának. Nem minden esetben kell azonban mindjárt szegecselt tartókhoz folyamodnunk. Használhatunk esetleg több egymás mellé helyezett egyenlő magas hengerelt gerendatartót is, melyek a terhelést egymás között megosztják, mint például falak kiváltásánál; ha azonban ez nincs módunkban, kénytelenek vagyunk a szegecselt tartók közül választani, melyeket szintén bizonyos méretekkel készen kapunk, de a mellett tervezhetünk és megrendelhetünk bármily keresztmetszetűeket.

A szegecselt gerenda *gerinczlemeze* szögvasakkal van a *felső*, illetve *alsó övlemez*hez erősítve. A gerincz-

lemez a két övlemez szilárdan összetartja, míg a hajlító nyomatékoknak ellentállásul a szögvasak és a hozzájuk szegecselt övlemezek szolgálnak. A keresztmetszet alakja rendszerint a kettős **I**, igen ritkán a **└** alak is előfordul, midőn a felső övnél az egyik, az alsó övnél a másik oldalon marad el a szögvas, az övlemez pedig egészen mellőzzük. Az **I** alakú bádoggerendák ellentálló nyomatéka változó, a szerint, a mint a tengelytől egy bizonyos távolságban kisebb, vagy nagyobb tömegeket helyezünk el, változik tehát az által, hogy egy, két, vagy több övlemez szegecselünk a szögvasakhoz, vagy azt csekély igénybevétel mellett esetleg egészen elhagyjuk. A gerenda teherbírása fokozódik, ha az alsó övlemez szélessége a szögvasak által képezett talp szélességét meghaladja.

A szegecselt gerenda leglényegesebb alkotórészei a derékszögben meghajlított egyenlő hosszú szárú szögvasak. A száruk hossza $6\cdot5$ — $9\cdot0$ cm, hídskonstrukciókban gyakran 10 — 12 cm, vastagságuk átlag 1 cm. A gerincz-bádog vastagsága $0\cdot5$ — $2\cdot5$ cm között változik, szélességének határa $1\cdot5$ méter, de ezek igen ritkán s csak vasúti hidaknál használatosak, s ha magasépítésnél volna magas gerendákra szükségünk, célszerűbb a rácsos tartókat alkalmaznunk. A bádoggerincz, ha igen magas, könnyen kigömbülhet, miért is helyenként ($1\cdot25$ — $2\cdot5$ méternyi közökben) függélyes helyzetű szögvasak hozzászegecselésével merevítjük ki.



10. ábra.

Az övlemezek vastagsága olyan, mint a gerincz-lemezé s a szögecsék tengelytávola e vastagságnak körülbelül 10-szeresével egyenlő. A szegecsék méreteiről már fentebb szólottunk, a számításához szükséges adatokról pedig a mellékelt táblázat tájékoztat. Megjegyezzük, hogy úgy ezen, mint az előbbi táblázatokban is a méretek milliméterekben vannak kifejezve, mint a hogy az a vasszerkezeteknél általában szokásos.

A szegecselt I-szelvények keresztmetszeti tényezői:

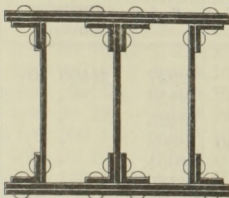
H cm	W cm^3	A keresztmetszet méretei mm		
		v	övszögvasak	öblemezek (egy övben)
25	371	8	60.60.8	—
	463	10	70.70.9	—
	564	10	80.80.10	—
	845	10	80.80.10	1(180.10)
30	476	8	60.60.8	—
	542	8	70.70.8	—
	644	10	70.70.10	—
	724	10	80.80.10	—
	898	10	90.90.12	—
	1077	10	80.80.10	1(180.10)
	1331	10	90.90.12	1(200.12)
35	588	8	60.60.8	—
	670	8	70.70.8	—
	796	10	70.70.10	—
	894	10	80.80.10	—
	987	10	90.90.10	—
	1321	10	80.80.10	1(180.10)
	1632	10	90.90.12	1(200.12)
	1771	10	80.80.10	2(180.10)
	2217	10	90.90.12	2(200.12)
40	707	8	60.60.8	—
	804	8	70.70.8	—
	956	10	70.70.10	—
	1073	10	80.80.10	—
	1185	10	90.90.10	—
	1575	10	80.80.19	1(180.10)
	1713	10	90.90.10	1(190.10)
	1946	10	90.90.12	1(200.12)
	2092	10	80.80.10	2(180.10)
	2265	10	90.90.10	2(190.10)
	2616	10	90.90.12	2(200.12)

H $\frac{c}{m}$	W $\frac{c}{m}^3$	A keresztmetszet méretei $\frac{m}{m}$		
		v	övszögvasak	övolemezek (egy övben)
45	834	8	60.60.8	—
	946	8	70.70.8	—
	1125	10	70.70.10	—
	1261	10	80.80.10	—
	1392	10	90.90.10	—
	1839	10	80.80.10	1(180.10)
	2000	10	90.90.10	1(190.10)
	2270	10	90.90.12	1(200.12)
	2422	10	80.80.10	2(180.10)
	2623	10	90.90.10	2(190.10)
	3025	10	90.90.12	2(200.12)
50	1303	10	70.70.10	—
	1458	10	80.80.10	—
	1608	10	90.90.10	—
	1787	10	90.90.12	—
	2112	10	80.80.10	1(180.10)
	2296	10	90.90.10	1(190.10)
	2603	10	90.90.12	1(200.12)
	2762	10	80.80.10	2(180.10)
	2995	10	90.90.10	2(190.10)
	3446	10	90.90.12	2(200.12)
60	1685	10	70.70.10	—
	1879	10	80.80.10	—
	2067	10	90.90.10	—
	2287	10	90.90.12	—
	2686	10	80.80.10	1(180.10)
	2918	10	90.90.10	1(190.10)
	3300	10	90.90.12	1(200.12)
	3470	10	80.80.10	2(180.10)
	3757	10	90.90.10	2(190.10)
	4316	10	90.90.12	2(200.12)
70	2333	10	80.80.10	—
	2560	10	90.90.10	—
	2822	10	90.90.12	—
	3435	10	80.80.10	1(200.10)
	3575	10	90.90.10	1(190.10)
	4201	10	90.90.12	1(220.12)
	4494	10	80.80.10	2(200.10)
	4558	10	90.90.10	2(190.10)
	5561	10	90.90.12	2(220.12)

H $\frac{c}{m}$	W $\frac{c}{m}^3$	A keresztmetszet méretei $\frac{m}{m}$		
		v	övszögvasak	övolemezek (egy övben)
80	2822	10	80.80.10	—
	3088	10	90.90.10	—
	3391	10	90.90.12	—
	4098	10	80.80.10	1(200.10)
	4267	10	90.90.10	1(190.10)
	4992	10	90.90.12	1(220.12)
	5312	10	80.80.10	2(200.10)
	6552	10	90.90.12	2(220.12)
	6951	10	100.100.13	2(210.13)
90	3649	10	90.90.10	—
	3994	10	90.90.12	—
	4542	10	100.100.13	—
	4993	10	90.90.10	1(190.10)
	5819	10	90.90.12	1(220.12)
	6267	10	90.90.10	2(190.10)
	6315	10	100.100.13	1(210.13)
	6903	10	100.100.10	2(210.10)
	7579	10	90.90.12	2(220.12)
	8045	10	100.100.13	2(210.13)
100	4630	10	90.90.12	—
	5248	10	100.100.12	—
	6680	10	90.90.12	1(220.12)
	7246	10	100.100.13	1(210.13)
	8641	10	90.90.12	2(220.12)
	9175	10	100.100.13	2(210.13)
110	5301	10	90.90.12	—
	5989	10	100.100.13	—
	7575	10	90.90.12	1(220.12)
	8211	10	100.100.13	1(210.13)
	9737	10	90.90.12	2(220.12)
	10339	10	100.100.13	2(210.13)

4. *Szekrényalakú tartókat* akkor alkalmazunk, ha vagy igen széles faltestet kell alátámasztanunk, mely tehát igen nagy súlylyal bír, vagy ha az át-hidalt helyiség nagyon széles s az egyszerű szege-cselt bádogtartók méretei nem elégítenek ki. Egyéb-ként csak annyiban különböznek az egyszerű bádog-gerendáktól, hogy két, három, vagy több gerinczlemezzel

bírnak, melyek a gerenda magasságának felével, vagy harmadrészével állanak egymástól távol. Főelőnyük az, hogy míg 2—3, esetleg 4 bádógtartót helyezve egymás mellé, azoknak, ha igen magasak, egymáshoz való merevítéséről kell gondoskodnunk, a szekrénytartókat egész szélességben átfogó közös övlemezek azt itt feleslegessé teszik. (12. ábra.) A két-, illetve három gerinclemezzel bíró szekrénytartók ellenállási



11. ábra.

tényezőjéről is közlünk egy-egy táblázatot, melyekből a keresztmetszet egyes méretei szintén leolvashatók.

1. Szekrénytartók 2 gerinclemezzel :

H cm	W cm^3	A keresztmetszet méretei mm		
		gerincz- lemezek	övszögvasak	övlemezek (egy övben)
30	1511	2(300 . 10)	4(70 . 70 . 10)	1(300 . 10)
	1728	»	4(80 . 80 . 10)	1(350 . 10)
	1878	»	4(80 . 80 . 10)	1(400 . 10)
	2091	»	4(90 . 90 . 10)	1(450 . 10)
	2450	»	4(90 . 90 . 12)	1(500 . 12)
	3524	»	4(80 . 80 . 10)	2(500 . 10)
35	2109	2(350 . 10)	4(80 . 80 . 10)	1(350 . 10)
	2459	»	4(80 . 80 . 10)	1(450 . 10)
	2569	»	4(80 . 80 . 12)	1(400 . 12)
	2790	»	4(100 . 100 . 10)	1(500 . 10)
	3293	»	4(90 . 90 . 12)	1(550 . 12)
	4351	»	4(100 . 100 . 10)	2(500 . 10)
40	2509	2(400 . 10)	4(80 . 80 . 10)	1(350 . 10)
	2709	»	4(80 . 80 . 10)	1(400 . 10)
	3007	»	4(90 . 90 . 10)	1(450 . 10)
	3283	»	4(80 . 80 . 12)	1(450 . 12)
	3500	»	4(100 . 100 . 10)	1(550 . 10)
	3877	»	4(90 . 90 . 12)	1(550 . 12)
	5084	»	4(100 . 100 . 10)	2(500 . 10)

H c/m	W c/m^8	A keresztmetszet méretei m/m		
		gerincz- lemezek	övszögvasak	övlemezek (egy övben)
45	2927	2(450.10)	4(80.80.10)	1(350.10)
	3152	»	4(80.80.10)	1(400.10)
	3493	»	4(90.90.10)	1(450.10)
	3802	»	4(80.80.12)	1(450.12)
	4054	»	4(100.100.10)	1(550.10)
	4480	»	4(90.90.12)	1(550.12)
	5730	»	4(90.90.10)	2(500.10)
	6287	»	4(100.100.10)	2(550.10)
50	3363	2(500.10)	4(80.80.10)	1(350.10)
	3613	»	4(80.80.10)	1(400.10)
	3997	»	4(90.90.10)	1(450.10)
	4343	»	4(80.80.12)	1(450.12)
	4377	»	4(100.100.10)	1(500.10)
	5102	»	4(90.90.12)	1(550.12)
	6487	»	4(90.90.10)	2(550.10)
	7110	»	4(100.100.10)	2(550.10)
55	4092	2(550.10)	4(80.80.10)	1(400.10)
	4520	»	4(90.90.10)	1(450.10)
	4899	»	4(80.80.12)	1(450.12)
	4942	»	4(100.100.10)	1(500.10)
	5741	»	4(90.90.12)	1(550.12)
	7255	»	4(90.90.10)	2(500.10)
	7949	»	4(100.100.10)	2(550.10)
60	4587	2(600.10)	4(80.80.10)	1(400.10)
	5059	»	4(90.90.10)	1(450.10)
	5473	»	4(80.80.12)	1(450.12)
	5525	»	4(100.100.10)	1(500.10)
	6397	»	4(90.90.12)	1(550.12)
	8044	»	4(90.90.10)	2(500.10)
	8807	»	4(100.100.10)	2(550.10)
70	5629	2(700.10)	4(80.80.10)	1(400.10)
	6189	»	4(90.90.10)	1(450.10)
	6671	»	4(80.80.12)	1(400.12)
	6743	»	4(100.100.10)	1(550.10)
	7761	»	4(90.90.12)	1(550.12)
	9675	»	4(90.90.10)	2(500.10)
	10574	»	4(100.100.10)	2(550.10)

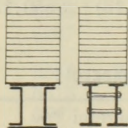
H $\frac{c}{m}$	W $\frac{c}{m}^3$	A keresztmetszet méretei $\frac{m}{m}$		
		gerincz- lemezek	övszögvasak	övlemezek (egy övben)
80	6739	2(800.10)	4(80.80.10)	1(400.10)
	7388	»	4(90.90.10)	1(450.10)
	8031	»	4(100.100.10)	1(500.10)
	9196	»	4(90.90.12)	1(550.12)
	9986	»	4(100.100.13)	1(550.13)
	11372	»	4(90.90.10)	2(500.10)
	12412	»	4(100.100.10)	2(550.10)
	15034	»	4(100.100.13)	2(550.13)

2. Szekrénytartók 3 gerinczlemezzel:

H $\frac{c}{m}$	W $\frac{c}{m}^3$	A keresztmetszet méretei $\frac{m}{m}$		
		gerincz- lemezek	övszögvasak	övlemezek (egy övben)
30	2991	3(300.10)	8(90.90.10)	1(550.10)
35	3660	3(350.10)	8(90.90.10)	1(550.10)
40	3964	3(400.10)	8(80.80.10)	1(500.10)
	4863	»	8(90.90.12)	1(550.12)
45	4631	3(450.10)	8(80.80.10)	1(500.10)
	5940	»	8(90.90.12)	1(600.12)
50	5887	3(500.10)	8(80.80.12)	1(500.12)
	6807	»	8(90.90.12)	1(600.12)
55	6674	3(550.10)	8(80.80.12)	1(500.12)
	7698	»	8(90.90.12)	1(600.12)
60	7489	3(600.10)	8(80.80.12)	1(500.12)
	8617	»	8(90.90.12)	1(600.12)
70	9193	3(700.10)	8(80.80.12)	1(500.12)
	10535	»	8(90.90.12)	1(600.12)
80	11598	3(800.10)	8(90.90.12)	1(500.12)
	13742	»	8(100.100.13)	1(600.13)

A szegecselt tartókra vonatkozó ezen táblázatokban H a szelvénymagasságot jelenti s az övlemezek vastagsága *nincsen* hozzászámítva.

Tudjuk, hogy a keresztmetszet méretei összefüggésben vannak a tehetetlenségi nyomaték nagyságával. Egy-egy tehetetlenségi nyomaték értékének azonban számos keresztmetszet felelhet meg s ha itt is azt mondjuk, hogy a legalkalmasabbat ezek közül a tervezőnek kell kikombinálnia, tudnunk kell azt is, hogy milyen szempontok korlátoznak bennünket a szelvényalak megválasztásában. Minél magasabb a tartó, annál kevesebb s minél alacsonyabb, annál több övlemezre van szükségünk ugyanazon I értékének megfelelő keresztmetszeti terület nyerésére, minthogy



12. ábra.

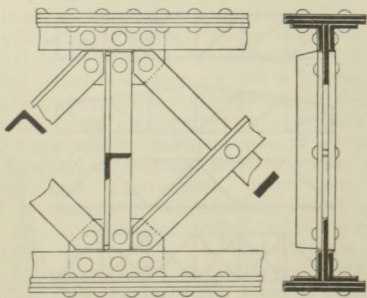
I értéke a tömegeknek a tengelytől való távolításával növekedik. Az alacsony tartó több övlemeze a tartó súlyát jelentékenyen növeli s így azt drágítja, azért ebből a szempontból előnyösebb a magas tartó. Ha azonban az épület egyéb szerkezetei a magas tartó elhelyezését meg nem enged-

dik, kénytelenek vagyunk az alacsonyabb s drágább szerkezetet választani. Azért ha takarékoskodnunk kell, a tervezéskor erre már eleve figyelemmel legyünk.

5. Bár egészen $1\frac{5}{8}$ -nyi magas gerinczbádoggal bíró tartókat is készíthetünk még, anyagtakarítás szempontjából is célszerűbb, ha már a $0\frac{80}{100}$ magasság körüli tartókat szalag- és szögvasakból összekombinált *rácsostartó* alakjában használjuk. A bádogerincz szerepe ugyanis nem más, mint hogy a gerenda alsó és felső övét, melyek a külső erők okozta hajlító nyomatéknak ellentállanak, helyzetében szilárdan rögzítse s a keresztmetszetben fellépő függőleges erőket kiegyenlítse. Ha tehát a gerinczlemezt oly rácsrudazattal helyettesítjük, mely ezen kettős célt szolgálni képes, úgy a súlyos és könnyen kihajló, külön merevítendő vaslemezt feleslegessé tettük. A határoló *övrudakat* a bádoglemezt helyettesítő *rácsrudak* megtört vonalak alakjában kötik össze. Az övek és rácsrudak találkozásánál *csomópont* keletkezik s a rudak e helyen hevederszerű, u. n. *csomópontlemez*zel köttetnek egymáshoz. (13. ábra.) Az egyes rudakban, melyek a függélyes irányú terheléseket két-két rácsrúd irányának megfelelő komponensekre bontják szét, ha a tartó csak a csomópontokban van megterhelve,

csupán húzó- vagy nyomófeszültségek lépnek fel, hajlító feszültség sohasem; ezért, ha menyezetekben alkalmazzuk mint mestergerendát, a keresztirányban hozzáerősített földémtartó-gerendák a csomópontokat feküdjék meg, vagy általában ezekhez csatlakozzanak.

A rácsos tartók osztályozása többféle. Osztályozhatók pl. a szerint, a minő erőket visznek át a falra. A magas falazatok vertikális irányban nagy mértékben terhelhetők, de már igen kicsiny ferdeirányú erő is tetemes vastagítást igényel. E szerint megkülönböztünk *gerendarendszerű* és *ívrendszerű* rácsos tartókat.

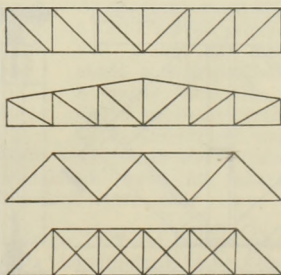


13. ábra.

Hogy a felfekvés helyén fellépő reakció-erők vertikális irányúak legyenek, kell, hogy a tartó csak egyik oldalán legyen lekötve, a másik oldalon csuklón támaszkodjék s a csukló hengereken elmozdulhasson. Ily berendezés mellett az íves tartók is csak vertikál terhelést adnak át a falazatnak. Ha ilyen szerkezetünk nincs, akkor az íves rendszerű tartót csak akkor alkalmazhatjuk, ha a merev csuklók a földbe süllyesztett alapfalazaton nyugosznak s így a falat elhajlással nem fenyegetik.

Feloszthatjuk még a tartókat *statikailag határozott* és *statikailag határozatlan tartók* csoportjára. Statikailag határozottak azok, melyeknél a reakcióerők a többi külső erőkből egyszerű nyomatéki egyenletek alapján, vagy grafikus úton teljes pontossággal meg-

határozhatók s így a keletkező feszültségek mértéke is biztosan megállapítható, míg statikailag határozatlanok azok, melyeknél a reakciók s így a belső erők is csak a rugalmassági elmélet alapján, közelítő feltevések segélyével határozhatók meg. A magas építkezésnél leggyakrabban előforduló kéttámaszú tartó statikailag határozott, mert három statikai egyenletünk is van a két ismeretlen reakció-erő kiszámítására. A többtámaszú tartókra csak két ilyen egyenletünk van, ezért ezek statikailag határozatlanok. Ilyen a két támaszú rácsos tartó is, ha többszörös rácsozással bír.



14. ábra.

Többtámaszú tartók méretezésénél úgy járunk el, hogy a középső alátámasztási pontokat alátámasztatlanoknak vesszük fel s ha ez tényleg beállana, a tartó ott besülyedne. E besülyedés mértékét azonban meg tudjuk határozni s így kiszámíthatjuk azon erők nagyságát, melyek a tartót eredeti helyzetébe visszaszorítanak. Ez erők a kérdéses pontokon működő reakcióerőkkel egyenlőek.

Ujabbán az erőtanilag határozatlan tartók alkalmazását lehetőleg kerüljük s több nyílás esetén vagy minden egyesre külön-külön kéttámaszú tartót alkalmaznak, vagy a *konzoltartós* szerkezethez folyamodnak, mely a két elrendezés előnyeit egyesíti s oly módon létesül, hogy a kéttámaszú tartók közé csuklóval összekötött tartókat függesztenek fel. E szerkezetet

nemcsak rácsos, de hengerelt és szegecselt tartóknál is alkalmazhatjuk. Ha annyi csuklót alkalmazunk, mint a mennyi az alátámasztások száma, a feladat mindenkor statikailag határozott.

Vannak *párhuzamos övű* és *nem párhuzamos övű* rácsostartók. A rácsrudak helyzete szerint lehet a tartó *szimmetrikus-* vagy *ferde rácsozású*, melyben fel és alászálló rácsrudak felváltva követik egymást, lehet *oszlopos rácsozású*, midőn a rácsrudak felváltva ferdek és függélyes irányúak, végül *átlós rácsozású* a tartó, ha a függélyes rácsrudak között mindkét átló irányában halad egy-egy rácsrúd. (14. ábra.)

Az ívrendszerű tartók, a melyek mozgó csuklóval nem bírnak, gyámfalaikra a nyílásból kifelé irányuló ferde nyomást gyakorolnak, azokat eldönteni, helyükből eltolni igyekeznek. Az ilyen ívtartó csak hídszerkezeteknél lehet czélszerű, a hol a hídfőpillér ezen horizontális nyomásnak megfelelő ellenállással bírhat. Az ívtartók vagy talpajjukkal a gyámfalra támaszkodnak, vagy végeik csuklóval vannak ellátva, azonkívül a középben is csuklószerkezettel bírnak. Az előbbi statikailag igen határozatlan, mert nem vagyunk képesek a reakcióerő fellépésének helyét sem megjelölni, míg a második esetben feladatunk annyira határozottá válik, hogy a reakcióerőket pusztán statikai összefüggésekből is meg tudjuk határozni.

Minthogy a vasgerendák többé-kevésbbé nagy megterheléseket közvetítenek a gyámolító falazatra, fontos a tartók felfekvése is, melynek hibátlansága összefüggésben van a tartó helyes működésével. Egyszerű földémtartó gerendák csak pusztán a falba kötnek, a felfekvés méretének minimumát pedig a következő egyenlet szabja meg:

$$\sigma = \frac{\frac{P}{2}}{ab},$$

a hol P a koncentrált terhelés, a és b a felfekvés lapjának mérete, σ pedig a gyámfal anyagának igénybevehetőségét jelzi. A túl nagy felfekvésnek nincsen értelme. Gyakorlatban a gerendákat magasságuknak másfélszeresével szokás felfektetni, a mi azonban a kelletténél jóval több.

Ha a falazat anyagának teherbirása nagyobb teherelosztást igényel, akkor a felfekvés szélességi

méretét kell megnagyobbítanunk, vagyis vassarút kell a felfekvő talp alá helyezni. A saruk, vagy *talp*-, illetve *vánkoslemez*ek többnyire öntött vasból készülnek, s hosszuk arányban legyen vastagságukkal, nehogy a terhelés következtében a szabadon túllépő rész letörjék. A vánkoslemez keresztmetszeti alakja többnyire trapéz s vastagsága

$$v = \frac{1}{9} \sqrt{\sigma \cdot e},$$

a hol σ a talplemez alatt levő anyag igénybevehetősége, e pedig a lemeznek a terhet átadó felületen tulnyúló perem-szélessége. Ez utóbbi méreteit az alatta levő anyag igénybevehetősége szabja meg.

Empirikus formula szerint $v = 15 + \frac{1}{20} m$, a hol m a felfekvő vasgerenda szelvénymagassága.

A vánkoslemezt csappal, vagy bordával bekötjük a falba, nehogy helyéből kimozdulhasson. Ha a fal szilárdsága kicsiny, akkor a sarú alá vánkoskövet helyezünk, mely még nagyobb falterületre osztja el a tartó nagy nyomását. Ilyenkor a talplemezt egész felfekvésében 2—3 cm -nyire besűlyesztjük a vánkoskö felületébe.

Nehogy a meghajló gerenda a falponk élet a felfekvésnél letördelje, a vánkoslemez felső lapját kissé domborúan készítjük, melyen a gerenda akadálytalanul végezheti apró gördülő mozgásait. Kovácsvasból ritkán készítünk vánkoslemezt s ha igen, úgy hasonló berendezések mellett a vastagsági méreteket félakkorára vehetjük.

A gyakorlatban előforduló nagyobb tartók, akár gerenda-, akár ivrendszerűek, egyik végükkel hengerekre fektetendők fel, hogy a szükséges mozgásokat (hő okozta tágulás, fedélszékeken a szélviharok alkalmával fellépő nagyobb nyomás, mozgó terhelések stb. okozta deformációk) el tudják végezni. E mozgó sarukról a fedélszékek tárgyalása keretében szólunk.

b) Vasoszlopok.

Az oszlopok arra szolgálnak, hogy a falakat helyettesítve, vagyis kiváltva, a terhelést összpontosítsák, ha a falak által elfoglalt térre szükségünk van.

Nagy termeken átvezetett mestergerendatartókat is vasoszlopokkal támogatunk alá.

A vasoszlopok készülhetnek *öntött* és *kovácsolt* vasból. Az öntött alkalmasabb, mert egyrészt nagy nyomási szilárdsággal bír, másrészt az épület stíljének megfelelő formákkal állítható elő és adott esetekben oly alakot adhatunk neki, a minő leginkább megfelel a reája ható külső erőknek. Sok esetben azonban előnyösebb a kovácsoltvas szerkezetű, alakvasakból összeszegecselt oszlop.

Az *öntött vasoszlopok* keresztmetszete rendszerint kör s lehet *tömör* vagy belül *üres*. Régi gyakorlati tény és *Hodkinson* számos kísérleteinek eredményéből is kitűnik, hogy az üres hengeralakú oszlopok teherbírása sokkal nagyobb az ugyanoly térfogatú tömör, vagy sokszögű, csillagalakú keresztmetszettel bíró oszlopokénál. Ma tudjuk már, ez összefügg az ellenállás nyomatékával, mely körgyűrűterületre nagyobb, mint körlapra. Az oszlopnak *feje* átveszi a terhet, *törzse* közvetíti, *lába* pedig az alapfalazatra vezeti át. Kisebb oszlopok egészen egy darabból vannak öntve, nagyobb oszlopok azonban, az öntéssel járó nehézségek folytán több darabból készülnek. Rendszerint a fej és törzs egy darabból való, a láb pedig külön készül, mert ennek elhelyezése amúgy is a legkényesebb. Ha az oszlop törzse is több részből áll, az egyes szakaszok kiszökő karimakötéssel függenek össze, a mi azonban nem szép s azért kerülik is.

Az oszlop *fejének* alakja mindig a teher átvezetésnek módjától függ, a gerendavégek felvételére síklappal, boltózatok támogatására ferde válllappal kombinálva készítendő, hogy pedig a felfekvés méreteit nagyobbíthassuk, kiszökő bordákkal látjuk el. Az oszlop *lába* az oszlop terhelését átadja az alapfalnak, ezért kiszélesedő alappal kell bírnia. Legegyszerűbb a négyzetes *alaptábla*, melyből kiszökő hüvely az oszlop testébe nyúlik s azt helyzetében biztosítja. A talplemez területe akkora legyen, hogy a falazat anyagának megfelelőleg a $\frac{1}{4}$ -kint megengedettnél nagyobb terhet ne adjon át. Ez okból a talplemez alá többnyire vánskövet helyezünk s a talplemezt kapcsolócsavarral kötjük hozzá. Ha a lemez szélességét számításunk igen nagynak eredményezi, merevítő bordákkal látjuk el, melyek 4—12-szeresével, egyenkint 1,5—2 $\frac{1}{4}$ vastagságban csatlakoznak az oszlop

tövéhez. Hogy az oszlop a talppal tökéletesen érintkezzék, ólomgyűrűket kell közéjük iktatnunk. Ha két, vagy több oszlop sorakozik közvetlenül egymás mellé, akkor talpok közös is lehet, az oszloptörzseket pedig helyenkint, különböző magasságokban egymáshoz erősítjük.

A kiszélesedő lábazat méreteit számítás útján határozzuk meg. A talpszélesség

$$a = \sqrt{\frac{P}{\sigma} + \frac{d^2 \pi}{4}},$$

a hol σ az alapfalazat megengedhető igénybevétele, d pedig a talp alján, öntéstechnikai okokból hagyott nyílás átmérője. A kiszélesedő talp vastagságát

$$v = \frac{1}{9} \sqrt{\sigma \cdot e}$$

már ismert képlettel állapítjuk meg. Bordázott talp méretei:

$$v = \frac{1}{22} \sqrt{\sigma \cdot l},$$

a hol l a bordák közötti távolságot jelenti, a borda magassága pedig

$$m = \frac{1}{6.6} \sqrt{\frac{f \cdot \sigma \cdot e}{b}};$$

itt f az egy-egy bordára eső sarufelület, b a borda vastagsága, melyet $\frac{3}{4} v$ -vel veszünk egyenlőnek, ne-

hogy, mint már említettük, az egymástól igen különböző vastagságok folytán a vas hűlésekor egyenlőtlen feszültségek lépjenek fel.

Az oszlop törzsének falvastagsága mindenhol egyenlő legyen, nehogy az anyagban egyenlőtlen feszültségek lépjenek fel. A megterhelésnek centrikusnak kell lennie s azért az oszlopokon előforduló díszek, gyűrűk, tagozatok legjobb, ha külön erősítettnek rá, nehogy a teherhordásban részt vegyenek. A törzs esztétikai szempontból felfelé vékonyodik (enthasis), a mi statikailag is indokolt, mert ez fokozza az oszlop kihajlás elleni szilárdságát.

Az oszlop falvastagsága 10—40^{m/m}-ig terjedhet, átmérője pedig 80—400^{m/m}-ig. Az igénybevételt $\frac{1}{m} 2$ -ként csak 500[‰]-ra vesszük fel, a tehetetlenségi nyomatéknak megfelelő méreteket pedig a következő táblázatban adjuk:

Egész átmérő m/m	Falvastag- ság v/m	I^{cm}	Kereszt- metszet te- rülete cm^2	Egész átmérő m/m	Falvastag- ság v/m	I^{cm}	Kereszt- metszet te- rülete cm^2	Egész átmérő m/m	Falvastag- ság v/m	I^{cm}	Kereszt- metszet te- rülete cm^2
80	10	137	21·99	160	15	1815	68·33	240	20	8432	138·23
	12	153	25·64		20	2199	87·96		25	9889	168·86
	15	170	30·63		25	2498	106·03		30	11133	197·92
100	12	377	33·18	180	15	2668	77·76	260	25	12885	184·57
	15	373	40·06		20	3267	100·53		30	14578	216·77
	20	427	50·27		25	3751	121·74		35	16035	247·40
120	12	601	40·72	200	15	3754	87·18	280	25	16435	200·27
	15	696	49·48		20	4637	113·10		30	18573	235·62
	20	817	62·83		25	5369	137·45		35	20625	269·39
140	15	1167	58·91	220	20	6346	125·66	300	25	20586	215·99
	20	1395	75·40		25	7399	153·15		30	23472	254·47
	25	1564	90·32		30	8282	179·07		35	26021	291·38

Az öntött vasoszlopok elhelyezésekor figyelemmel kell lennünk arra, hogy a nyomás eloszlása a talplemezen egyenletes legyen, falazott alapzatra az oszloplábazat alá 10^o/_m vastag cementréteget, faalapzatnál 3^m/_m vastag ólomlemez fektetünk, ha pedig az oszlop vasszerkezetre állítatik, úgy az ágyazás ne legyen szilárd, hanem a felfekvés lapja domborúra készítendő, hogy az oszlop akadálytalanul végezhesse a szükséghez mért ingó mozgásokat. Az egyoldalú megterhelés kerülendő, mert az oszlop derekának kihajlását eredményezheti. Adott esetekben, a mérekszámítást a már ismert képletekkel végezzük, előbb azonban megállapítjuk, hogy a kihajlás okozta deformációk említett négy esete közül melyikkel van dolgunk.

Az oszloptörzs méretezéséhez számos gyakorlati képletet is használnak, melyek közül legmegbízhatóbb Love következő, tömör hengeralakú oszlopra vonatkozó képlete:

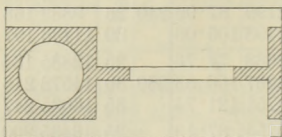
$$T = \frac{750d^4}{1.85d^2 + 0.0043m^2};$$

T a terhelés kilogrammokban, m az oszlop magassága, d pedig az átmérője. A biztonsági tényező 10-szeres.

Ha öntött vasoszlopok törzséhez vízszintes szerkezeteket kell hozzáerősíteni, úgy vagy ráöntött, vagy hozzá csavarolt gyámolító sarúkkal szereljük fel.

Olyan öntött vasoszlopok, melyek középben 1.5—2-szer olyan vastagok, mint végükön, $\frac{1}{8}$ -dal

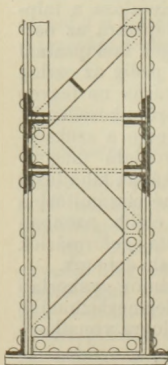
többet bírnak, mint az ugyanoly súlyú, hengeralakú oszlopok. Ilyen középén vastagodó gyámolítószerkezetek a *szárnyas gyámok*, melyeknek vízszintes metszete keresztalakú. Az ilyen oszlopokat akkor alkalmazzuk, ha azokat falazattal eltakarjuk. Hasonló gyámszerkezet



15. ábra.

a négyszögű keresztmetszettel bíró *üreges pillér*. Oszlopok helyett régen igen használatosak voltak s ma is még előfordulnak az egyszerű **T** és kettős **I** alakú gyámok, melyeket *öntött vasfalaknak* is neveznek. (15. ábra.) Keresztmetszeti alakjuk egyébként

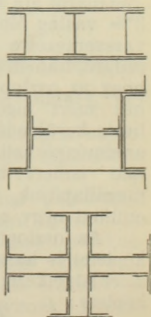
még igen különböző lehet s minthogy igen szélesek, különösen főfalak kiváltását eszközölő vastartók alágyámolítására alkalmasak. A vasfal oldalát függélyes



16. ábra.

bordák merevítik s e bordák között nyílásokkal van áttörve, egyrészt hogy könnyebb legyen, másrészt, hogy anyagot takarítsunk meg. Gyakran a szélső bordákhoz üreges pillérek öntvék hozzá, melyek a mellett, hogy az architektonikus kiképzést is lehetővé teszik, a gyámszilárdságához is nagyban hozzájárulnak.

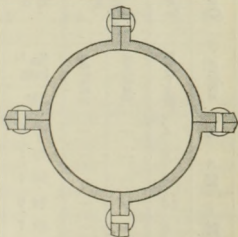
Az alakvasakból összeszegecselt *kovácsvas-oszlopok* ma már majdnem kiszorítják az öntővasból



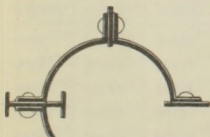
17. ábra.

készülteket, mert szívósságuknál, rugékonyságuknál fogva rázkódtatásoknak jobban ellentállanak s így gyári épületeknél különösen előnyösen alkalmazhatók. Noha készítésük több munkát igényel, a kovácsvas nagyobb hordképességénél fogva nagy az anyagmegtakarítás. Legczélszerűbbek a hengerelt quadrans és

Zoresvasakból összeszegecselt oszlopok, melyeknek talpa és feje hevederlemezekből és szögvasakból kombinálódik s a célnak megfelelőleg esetről esetre tervezendő meg. Egyszerű **I** tartók, esetleg párosával alkalmazva, oszlopokként is szerepelhetnek s kedvező keresztaszelvénnyel bírnak a szekrénytartók módjára összeszegecselt vasoszlopok is. Az övlemezeket itt szalagvasakból készült rácsozat is pótolhatja, (16. ábra) s általában a kombinációnak igen tág tere van (17. ábra); néha adott terhelés mellett a szükséges tehetetlenségi nyomaték elérésére hosszantartó próbálgatások és számítások adják csak meg a célszerű keresztmetszetet. E szempotból legelőnyösebb a tisztán vasoszlopok képzésére gyártott quadransvasak (18. ábra) alkalmazása, melyekre vonatkozó adatokat



18. ábra.



19. ábra.

a vasgyárak táblázatokban készen bocsátják rendelkezásunkra. Az oszlophordképessége fokozódik, hogyha a quadransok összeszegecselése helyén szalagvasakat (betétlemezek) iktatunk közbe. A keresztmetszet megnagyobbítható, ha e betétek helyett **I** vasakat, vagy szegecselt bádogtartókat ékelünk

a quadransok közé (19. ábra) stb. Ha hordképességét az oszlop centrális terhelése mellett a következő képlettel számítjuk ki:

$$P = \frac{F \cdot \sigma}{1 + \frac{Fl^2}{I}}$$

a hol σ az igénybevétel cm^2 -ként, l pedig az oszlop magassága méterekben kifejezve, a mellékelt táblázat adja a megjelölt magassági méretekre vonatkozó hordképességeket kilogrammokban. A táblázat a magyar mérnök- és építészegylet szabványai szerint állítottatott össze.

Kovácsolt vasoszlopok terhelését is kiszámíthatjuk Love formulájával, mely kovácsvasra a következőkép alakul át:

$$T = \frac{250d^4}{1.97d^2 + 0.00064m^2}$$

Körnegyedes (Quadrans) vasoszlopoknak

Oszlopvas		Vastagság		Vaslap betét <i>m/m</i> -ben		Haszon metszet		Tétlenségi nyomatek		Oszlop súlya <i>m/-</i> ként		Szabad		
szám	<i>m/m</i> -ben	széles	vastag	<i>c/m</i> 2.	<i>c/m</i> 4.	<i>h/g</i> -	hord-							
				ben	ben	ban	F	I	G	3·0	3·5	4·0		
10	4	—	—	27·0	573	23·4	13800	12400	11100					
"	8	—	—	44·1	901	37·5	22400	20000	17900					
15	6	—	—	50·4	2046	42·9	30400	28500	26400					
"	10	—	—	74·6	2957	62·8	45000	42000	39100					
20	8	—	—	81·7	5434	68·9	53600	51100	48800					
"	12	—	—	112·7	7395	94·0	73900	70500	67100					
25	10	—	—	120·6	11970	101·0	82400	79900	77100					
"	14	—	—	158·7	15591	131·6	108500	105100	101500					
30	12	—	—	167·7	23206	139·6	117600	114900	112000					
"	18	—	—	235·0	32283	194·0	164800	161100	157000					
10	5	44	10	42·1	1083	37·1	22600	20500	18600					
"	8	"	"	59·1	1385	51·2	31200	28200	25300					
15	6	50	10	67·6	3108	58·5	41800	39300	36800					
"	10	"	"	91·8	3979	78·4	56100	52600	49000					
20	8	60	10	102·5	7530	87·6	67800	65000	62100					
"	12	"	"	133·5	9429	112·7	88000	84300	80400					
25	10	70	10	145·1	15612	122·8	99800	96900	93700					
"	14	"	"	183·1	14144	153·4	125700	122000	117900					
30	12	80	10	195·7	29009	164·6	137800	134800	131590					
"	18	"	"	263·0	37905	219·0	184900	180900	176400					
10	5	80	10	56·5	2043	48·4	33300	30900	28600					
"	8	"	"	73·8	2313	62·5	42200	38900	35600					
15	6	90	10	83·6	4848	70·9	53600	51000	48200					
"	10	"	"	107·8	5676	90·8	68300	64600	60900					
20	8	100	10	118·5	10163	100·1	79800	77000	74000					
"	12	"	"	149·5	12004	125·2	100100	96400	92400					
25	10	120	10	165·1	20474	138·4	114900	112000	108800					
"	14	"	"	203·1	23918	169·0	140900	136300	133100					
"	12	130	10	215·7	35481	180·2	152800	149800	146500					
30	18	"	"	283·0	44227	232·6	200000	195900	191400					

(kovácsolt vas) hordképességi táblázata.

oszlop-magasság méterekben

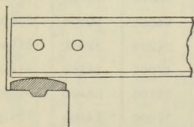
4·5	5·0	5·5	6·0	6·5	7·0	7·5	8·0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

képesség kilogrammokban

9900	8800	7800	7100	6300	5700	5200	4700
15900	14200	12700	11400	10200	9200	8300	7500
24500	22600	20800	19200	17700	16300	15100	13900
36100	33400	30700	28300	26700	24000	22100	20500
46100	43600	41100	38700	36400	34200	32000	30000
63600	60100	56700	53300	50100	47000	44100	41400
74200	71200	68200	65100	62100	59100	56300	53500
97600	93700	89700	85700	81700	77800	74000	70400
108800	105500	101900	98500	94400	91300	87700	84200
152500	147800	144600	138000	133000	127900	123000	118000
16700	15100	13600	12200	11100	10000	9200	8300
22700	20400	18300	16500	14900	13400	13600	11100
34400	31900	29600	27400	25400	23500	21800	20200
45600	42200	39100	36100	33100	30800	28500	26400
59100	56000	53000	50000	47200	44400	41800	39400
76400	72400	68400	64600	60800	57200	53900	50600
90400	86900	83400	79900	77000	76900	69500	66200
113700	109200	104800	100200	95700	91400	87000	82700
127900	124200	120300	110300	112300	108200	104200	100200
171500	166500	161200	155800	150400	144800	130300	133800
26300	24100	22100	20300	18600	17100	15700	14400
32500	29700	27100	24600	22100	20500	18800	17200
45500	42700	40000	37400	35000	32700	30500	28500
57100	53500	49900	46500	43300	40300	37100	35000
70800	67600	64400	61100	58000	54900	52000	49200
88300	84000	79800	75700	71700	67700	64000	60400
105400	101800	98100	94400	90700	86900	833000	79700
128700	124200	119500	114900	109700	105500	100509	96500
142900	139100	135200	131100	126900	122700	118400	114200
186600	181400	176100	170500	164900	159200	153600	147900

C) Vasszerkezetek alkalmazása.

A vasszerkezetek közül a vastartók és vasrudak alkalmazásáról kell szólnunk. Épületeinkben a vastartók főleg mint födémviselő, faltestek kiváltását, erkélyek és lépcsők gyámolítását eszközlő szerkezetek alkalmaztatnak. A födémviselő tartók, úgy mint a fafödémek gerendasora, egymástól bizonyos távolságban a falakba illeszkednek s e vasgerendasor hordja azután a ráfüggesztett födémszerkezetet, mely igen sokféle lehet. Leggyakoribb a tartók közé feszített téglaboltozat, melynél a tartók egymástól $0.80-1.10$ m/-nyire helyezhetők el. Daczára annak, hogy a tartó-



20. ábra.

végék hatósági rendelet értelmében magasságuk másfélszeresével befalazandók, statikailag nem tekinthetők egyenkint kétoldalt befalazott tartóknak, mert a rájuk nehezedő faltest nem képvisel ahhoz elegendő megterhelést. Ily értelemben befalazott tartónak csak az olyan tekinthető, melyet

középen elmet szve, mindkét fél önsúlyát elviselő szilárdsággal vízszintes helyzetében megmarad. Egyszerű födém tartók felfekvő lapja alá semmiféle vánkoscő, vagy talplemez nem szükséges, nagyobb szekrénytartókat, vagy oly szegecselt bádoggerendákat azonban, melyek a falazat felületegységeként megengedett igénybevételét meghaladó terhet közvetítenek, teherelosztó vas-, esetleg kölemezzel ágyazunk alá.

Ha a helyiség egyszerű hengerelt tartókkal már át nem hidalható mélységű, még nem használunk szegecselt gerendasort, hanem a helyiséget a szükséghez mérten egy-, vagy több bádog, illetve szekrénytartóval kisebb mezőkre osztjuk s e felületeket a szegecselt tartók közé iktatott egyszerű vasgerendák segélyével fedjük át. Ha a helyiség rendelkezése megengedi, vasoszlopokkal gyámolított mestergerendát is alkalmazhatunk, így a drága szegecselt tartókat mellőzhetjük s a födémszerkezetet olcsóbbá tehetjük.

A vasgerendák a mestergerendához vagy kétoldalt hevederkötéssel szakaszonként külön-külön darabokból csatlakoznak, vagy a mestergerendára fekszenek fel s több szakaszon megszakítatlanul haladnak át. Utóbbi

esetben az egyes tartók *több támaszú* tartók s ezek méretezésére a berendezés ezen módja csak előnyös, a mennyiben ugyanoly megterhelés mellett csekélyebb méretekkel bírhatnak. Rendszerint azonban ép oly dimenziókkal készítjük a többtámaszúakat is, mint a két végén alátámasztottakat. A felső gerendasorra nézve e szerint statikai szempontból mindegy, melyik elrendezést választjuk. Nem mindegy azonban a mestergerendára nézve, mert a folytatólagos födémtartók a kéttámaszú tartóknak mintegy $\frac{5}{4}$ -ével nagyobb terhet képviselnek. A mennyiben a támaszközök nem egyenlő nagyok, vagy az egyenletesen elosztottnak tekintett esetleges terhelés mellett pl. oszlopokkal átvezetett koncentrikus terhelések is vannak, ezek is figyelembe veendőek. Hosszú, oszlopokkal alátámasztott mestergerendának legtakarékosabb berendezése a már említett csuklósan beakasztott tartókkal kombinált *konzolttartós* szerkezet.

Szegecselt bádóg és szekrénytartók igen nagy megterhelés esetén több övlemezzel kell hogy bírjanak s hogy súlyát a minimumra redukáljuk, ez övlemezeket csupán a nyomatékknak a tartó közepe felé növekedése arányában szegecseljük fel.

A nyomatékokat az egyes keresztmetszetekben meg tudjuk állapítani. Ha az egy övlemező keresztmetszet ellenállási nyomatékát K_1 -el $\left(\frac{I_1}{e_1} = K_1\right)$, a két övlemezzel bíró keresztmetszetét K_2 -vel $\left(\frac{I_2}{e_2} = K_2\right)$, stb., jelöljük, úgy a keresztmetszetnagyoobbítás helyét, illetve az egy-egy új övlemeznek hozzászögecselését igénylő keresztmetszet távolát a felfekvéstől a következő képlettel számítjuk ki:

$$x = \frac{l}{2} - \sqrt{\frac{l^2}{4} - \frac{2 \sigma_{max} \cdot K}{p}};$$

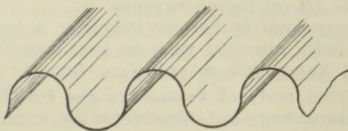
a szerint a mint K_1 , K_2 , K_3 , stb. értékeket helyettesítjük be, x_1 , x_2 , illetve x_3 , stb., távolságokat nyerjük, a mi azt jelenti, hogy ezen távolságokban 1, 2, illetve 3, stb., övlemezre van szükségünk. A képletben p a négyzetméterenkénti terhelés. Ugyane célra grafikus szerkesztési módszerrel is bírunk.

Táblázat a hullámlemezek megengedhető igénybevételéről és ellenállási nyomatékairól:

A hullám szélessége		A hullám magassága	A lemez vastagsága m/m -ben	A lemez			1 $\frac{m}{2}$ lemez súlya ha $v = 1 \frac{m}{m}$	Ellenállás nyomatéka $W_{c_{ms}^3}$	A négyzetméterenkint megengedhető egyenletesen megoszló terhelés $\frac{h}{g}$ -ban, ha a falköz					
m/m -ben				hullámainak száma	leg-nagyobb	leg-nagyobb			$\frac{h}{g}$	1.5 $\frac{m}{m}$	2.0 $\frac{m}{m}$	2.5 $\frac{m}{m}$	3.0 $\frac{m}{m}$	3.4 $\frac{m}{m}$
					m/m -ben	hossza				szélessége				
75	25	0.6—1.5	12	2500	900	9.5								
100	30	0.6—1.5	9	»	900	9.2								
125	35	0.7—1.5	7	»	875	8.3								
150	40	0.8—2.0	6	»	900	8.8								
90	45	0.8—2.0	7	3000	630	13.0	1835	650	370	230	160	130		
90	60	0.8—2.0	6	»	540	15.0	2445	870	490	340	220	170		
90	70	0.8—2.0	5	»	450	16.0	3130	1150	630	400	280	220		
100	80	1.0—2.0	5	»	500	17.0	4050	1330	730	470	320	250		
100	90	1.0—2.0	5	»	500	18.5	4850	1550	870	560	385	300		
120	90	1.0—2.0	4	»	480	16.5								
120	110	1.0—2.0	4	»	480	18.5								

Ha a tartók nem téglaboltozattal boríttatnak át, hanem más anyaggal, akkor is a gerendák elhelyezése ugyanolyan, legfeljebb egymástól távoluk változik. Így az újabban igen elterjedt dróthálózatra öntött, vagy vasbetétes beton (vasbeton) födémek alkalmazásánál a tartók 2–3^m-nyire is lehetnek egymástól.

Tisztán vasszerkezetű födém a vastartók közé fektetett *hullámos lemezből* (21. ábra) álló menyezet. Ha a helyiség mélysége nem több 3 méternél, a nagy hordképességű hullámlemezeket vastartók mellőzésével egyenesen a falponkokra fektethetjük, úgy, hogy a bordák a falközöket közvetlenül áthidalják. A 3 métert meghaladó szobamélység esetén vasgerendasort alkalmazunk



21. ábra.

s az egymástól maximum 3 méternyire fekvő tartók alsó öveire fektetjük a hullámlemezeket, úgy, hogy a bordák a tartóra merőleges helyzetűek legyenek. Minthogy a lemezek fölé feltöltő anyagot hordunk, az egymáshoz csatlakozó lemezek érintkezési vonalát (rendszerint a két szélső borda fedi egymást) agyaggal, vagy aszfalttal kenjük be, nehogy a feltöltő anyag a hézagokon áthulljon. A padozat vánkosfáit vagy beágyazzuk a feltöltő anyagba, vagy a bordaközökbe ékeljük, miáltal a födémszerkezet magassága csekélyebb lesz. Alul hasonló módon beékelt keskeny gerendák felszögezett deszkaborítást hordanak, mely nádazás segélyével bevakolható.

Az épület homlokfalából kiszökő *erkélyek* kölemezei, minthogy a kőgyámok drágák, leggyakrabban szintén vasgerendákra fektettetnek, melyek kőgyámot utánzó gypsöntvényű konzolokkal takartatnak el. A berendezés kétféle: vagy a homlokfalon átvezetünk néhány födém tartót s e kiálló végekre fektetjük a fedőkölemezt, vagy a födémgerendáktól független vasgyámokat készítünk. Ez utóbbiak egy oldalon befalazott tartók s hogy a reájok nehezedő faltömeg a terhe-

léssel egyensúlyt tartson, ki kell számítanunk a befalazás mértékét. A falban egy felfelé és egy lefelé irányuló reakció-erő lép fel, előbbi a külső, utóbbi a belső falsík közelében. E reakció-erők helyét meghatározandó, az említett helyeken vassarukat alkalmazunk, melyek domboruan készített felületükkel szorulnak a tartó alsó, illetve felső övéhez. Nagy igénybevétel esetén ide vánkoskövet is iktatunk, ha pedig az egyensúlyozáshoz nagyobb faltömeg szükséges, a saruk helyébe keresztbe fektetett s így nagyobb faltestet átfogó tartókat alkalmazunk.

A faltestnek csak e tartó övlemez-síkjától trapézalakban kiszélesített tömege vehető számításba és ha ennek súlya S , s az ellenében fellépő erő B , akkor S legalább $2B$ -vel legyen egyenlő.

Erkélyajtóknál és hasonló helyeken, a hol egyensúlyzó terhelés nincsen, vagy az igen csekély, *lehorgonyzással* kapcsoljuk a szükséges faltestet hozzája. A horgonyrúd, melynek vastagsága $d = 1.8 \sqrt{B}$, hozzácsavarolt saru, vagy tartó segélyével köti a faltömeget.

Ha a földémtartók meghosszabbítása képezi az erkélyt alátámasztó gyámokat, akkor a befalazásnál fellépő negatív maximális nyomatékra is figyelemmel kell lennünk.

A *falak kiváltása* vasgerendákkal ott történik, a hol nyílások fordulnak elő, a nyílás áthidalása boltövével igen magas és körülményes szerkezetet adna; így pl. rendes szobaméreteink mellett az ablaknyílás záradéka és a mennyezet között nincs mindig hely boltöv készítéséhez. Ilyenkor egymás mellé helyezett kisebb dimenziójú vastartókat (esetleg vasúti síneket) használunk s végeiket a falpillérekbe 30—40‰-nyire befalazzuk. Ezek közül azonban nem mindegyik tartónak van ugyanazon szerepe, a legbelső vastartó ugyanis a mennyezet hordásában is részt vesz, tehát ez a szerint méretezendő. Ha gördülő redőnyös (esslingeni) ablakot tervezünk, úgy a két belső tartó magasabban fekszik, hogy a redőny fiókja alatta elhelyezhető legyen s akkor rendszerint a földémtérhelést e két tartóra hárítjuk, ezek tehát nagyobb szelvény számmal bírnak. Ha a nyílás nagyobb (2—3 méter) s vasúti sínekkel váltjuk ki a falat, a vas-szerkezet fölé teherhárító ívet falazunk, a sínek fölött pedig üreges téglával töltjük ki a boltövig terjedő hézagot. A teherhárító ív vékony lehet, mert a vas-

sínek végére tolóvasakat erősítünk, melyek az ablakpilléreket kimerevítik.

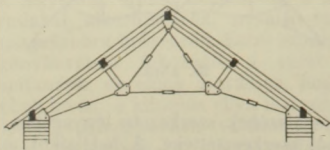
Olyan válaszfalak, melyek a tervezetből kifolyólag aláfalazva nem lehetnek, ugyancsak vastartókra fekszenek fel. Egy-egy téglavastag fal egyszerű, két téglavastag fal kettős hengerelt tartóra fektetendő s a falak kiváltása, ha egymás felett több emeleten ismőtlődnek is, emeletenkint megújítandó. A tartók, ha két-, vagy többszörösen helyezvük egymás mellé, helyenként csavarokkal összekötendő s a befelé dőlés meggátlására a csavarszárat burkoló vascsődarabot iktatunk közbe.

A vasat még a falak merevítésére is felhasználjuk *falkötővasak* alakjában. Ezek lapos szalagvasak, a melyek kikovácsolt gyűrűs végébe *tolóvasat* ékelünk, mely a falnak támaszkodva, a kötővasat megfeszítve tartja. E kötő- és tolóvasak átlag 10—16^{m/m} vastagsággal és 40—80^{m/m} szélességgel állítatnak elő nagy húzófeszültségű kovácsolt vasból.

Boltozatok vállait összekötő *vonórudak* vastagsága $d = 1.8 \sqrt{(H \cdot a)}$; H a boltozat vízszintes nyomása, a az egy-egy vonórúdra eső boltest szélessége.

D) Vasedélszékek.

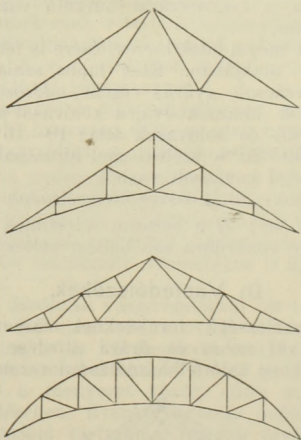
Nagy szélességű területeknek faserkezetekkel való rendkívül nehéz és drága átfedése a vasnak a fedélszékekben való felhasználására vezetett. Eleinte



22. ábra.

a fát és vasat együttesen használták, oly módon, hogy a nyomott rudakat fából, a húzásra igénybevett és igen rövid nyomott rudakat vasból készítették. Ezek közül leginkább alkalmazták *Polonceau* francia mérnök szerkezeteit, melyek típusát a 22. ábra mutatja be. A kettős vonallal jelölt rudak fagerendák, a nyomásra igénybevett rudak öntővasból, a húzott

rudak kovácsolt vasból valók. Ma már e szerkezeteket a tisztán vasból összeállított fedélszékek mindjobban kiszorítják, mert a faalkatrészek hamarabb korhadván, idővel kicserélendőek, az ilyen szerelés pedig rendkívül költséges. A tisztán vasból szerkesztett fedelek e mellett azon előnnyel is bírnak, hogy úgyszólván tűzmentesek s minthogy ma már csaknem kizárólag kovácsvasból hengerelt alkatrészekből állítatnak össze, a mi anyagmegtakarítást jelent, nem csak fentartásuk, hanem előállításuk is olcsóbb.



23. ábra.

A vasfedélszékek szerkezete lényegében ugyanaz, mint a fából szerkesztetteké. A fedélsíkok mindenféle tetőalakra formálhatók, leggyakoribb azonban a nyereg és íves fedélalak, mert ezek a szerkezetet igen megegy-szerűsítik.

Az *egyszerű nyeregfedél* a szarugerendákból, a kötőgerenda helyébe iktatott vonórúdból és a székoszlopot helyettesítő kötőrúdból áll; utóbbi azonban nem terheli a vonórudat, hanem azt az áthajlás ellen biztosítja. A vonórúd, középen megtörten, két darabból is állhat. E fedélszék csupán 6—7 méternyi falközöket

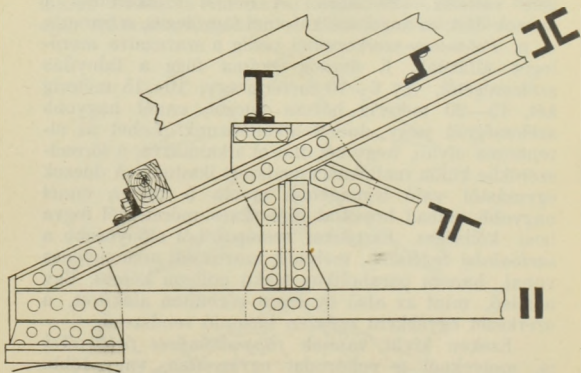
fedhet át; ha a falnyílás nagyobb, a szarukat duczokkal kimerevítjük, mely duczokban nyomófeszültségek fognak fellépni. Ha e duczok többszörösen iktattatnak közbe, akkor egy rácsos tartót szerkesztettünk, melynek működését a reá ható erők ellenében már ismerjük.

Van *német*, *angol* és *francia* vasfedélszék. Lényegében mindhárom megegyező, csupán a duczok helyzete változik. (23. ábra.) A német szerkezetnél a duczok dült, az angol szerkezetnél függőleges, a francia u. n. *Polonceau*-szerkezetnél pedig a szaruzatra merőleges állásúak. E duczok száma függ a falnyílás szélességétől, így 6—10 méterig egy, 10—15 méterig két, 15—20 méterig három duczot, ennél nagyobb szélességnél négy duczot alkalmazunk. Lehet az elrendezés olyan, hogy két duczot alkalmazva, a főrendszerekbe külön mellékduczrendszert iktatunk. A duczok egymástól való legnagyobb távolsága 5 méter, ennél nagyobb szabad hosszal bíró szaru méreteinél fogva igen költséges. Esztétikai szempontból előnyösebb a *sarlóalakú* fedélszék, melynek szaruzatát nem egyenes vonal, hanem parabolikus alakú poligon képezi. Úgy a felső, mint az alsó öv ilyen görbülten alakított, a szerkezet egyébként egészen hasonló rendszerű.

Ezekén kívül vannak *függesztőműves fedélszékek* is, melyeknél a vonórudat egyszerűen, vagy többszörösen a szaruzatra felfüggesztjük. Itt a duczok mindig dőlt helyzetűek. A függesztőrudak annál erősebbek legyenek, minél hosszabbak s hogy a túl-hosszú rudakat elkerülhessük, az alsó vonóövezetet középen magasabbra helyezzük. Ezzel azonban a vonórudak igénybevétele fokozódik s ezért erősebbre dimenzióándó, de előny marad az, hogy a duczok is rövidebbek levén, a kihajlás ellen biztosítva lesznek.

Mindezen vasfedélszékek voltaképen kéttámaszú rácsostartók, melyeknek öv- és rácsrudai csomópontokban találkoznak s csomóponti lemezekkel vannak egymáshoz szegezelve. Ha a rudak némelyike nem alakvasakból összeállított, hanem körkeresztmetszetű vasrúdból áll, úgy a találkozás helyén csapszeggel, illetve csuklóval van a többivel összekapcsolva. Bármilyen irányú legyen a fedélszék megterhelése, a rudakban csupán nyomó és húzó feszültségek fognak fellépni, ha a hégjalást hordó vasléczezés, vagy másminő gerendázat csak a csomópontokat terheli.

Egy más szerkezet az, midőn a szaruzatot *ív-bordázat* képezi. Ezek a megterhelés minőségére nézve érzékenyek, mert ha pl. egyoldalú a terhelés (szél-nyomás), akkor az az ívbordákban hajlító feszültségeket hoz létre. Az ívbordák végei ugyancsak vonórudakkal vannak összekötve, hogy a gyámolító falazat csupán vertikális terhelést szenvedjen. A vonórúd függőrudakkal többszörösen az ívbordához van kötve s hogy



24. ábra.

a függesztők túlhosszúak ne legyenek, a vonórúd nem vízszintes, hanem iránya bizonyos mértékig követi az ívborda emelkedését.

A szarugerendát az igénybevételtől függően vagy egyszerű **T**, vagy kettős **I**-alakú tartó képezi, ha du-czok hozzá nem csatlakoznak. Ha a szerkezet komplikáltabb s így csomóponti lemezek közbeszegecselésére kell módot nyújtanunk, a szarú szögvaspárból álljon, vagy nagyobb terhelésnél két, háttal egymásnak forduló **I**-vas is képezheti.

A vonórudakat régen tényleg rúdalakban készítették s csuklókkal kötötték a csomóponti lemezekhez, ma azonban ezeket is hengerelt alakvasakból szegecseljük össze. A húzott rudak egyszerű szalagvasakból is állhatnak, a nyomott rudakat ellenben a kihajlás

ellen merevítendő, csak szög- és  vasakból állíthatjuk össze. (24. ábra.)

A héjjalást szelemengerendák hordják, melyek, mint már említve volt, úgy helyezendők el, hogy csak a csomópontokat terheljék. Ha ezek igen távol vannak, közbe is iktathatunk szelemeneket, de ilyenkor a szarúöveket hajlításra is kell méreteznünk, illetve a fellépő hajlító és nyomó feszültségek közül a méreteket a nagyobbiknak megfelelőleg kell megszabnunk.

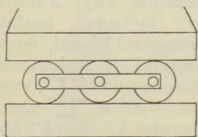
A szaruzatok 4—5 méter távolságra állanak egymástól, ezért a szelemenek is legcélszerűbben vasból készülnek, de állhatnak kisebb keresztmetszetű fagerendákból is, melyekre azután vagy egymástól kisebb távolságokra külön faszaruzatot fektetünk s így különféle héjjazatokkal boríthatjuk, vagy a héjjazatot, ha az pl. deszkaborítással (facement, aszfalt, bádoffedél stb.), vagy hullámos lemezzel készül, egyenesen a szelemenekre is fektethetjük. A szelemenek megerősítése igen sokféle. A vasszelemeneket , vagy  tartók képezhetik, legjobbak azonban a  alakú tartók s a szerint a mint faszaruzatot készítünk vagy nem, a szaruzatra függélyes vagy ferde helyzetben erősítjük fel őket. Utóbbi esetben a vízszintes irányú övlemezekre a faszarúk egyszerűen ráhorgoltatnak. A szelemen alátámasztása úgy történik, hogy a csomópontlemezt kiugratjuk, reá vízszintesen szögvasakat szegecselünk, melyekre a szelement fektetve, lecsavaroljuk. Ferde helyzetű szelemenek alsó övlemezei egyszerűen rácsavarolhatók a szaruzatra.

Ha a szelemeneket fagerendák alkotják, azokat csavarokkal erősítjük a vasszaruzathoz és a csavarok igénybevételét csökkentjük az által, hogy az alsó ferde gerendalapot leszegecselt rövid szögvasal támasztjuk alá.

Az egyes szaruzatokat az oldalt való dőlés megakadályozására egymást keresztező szögvasakból álló *vihar kötél* párosával egymáshoz erősítjük.

A vASFedeleket menyezetekkel soha sem konstruálják egybe. Ha a helyiség nagy és mégis sík menyezettel borítandó, ez külön rácsostartó rendszerű szerkezetre függesztendő fel, míg a tető héjjalását egy külön u. n. *izzótető* szerkezet hordja. Az alsó menyezetnek a fedélszerkezethez való kötése azonban nincsen hatóságilag megtiltva, mint a lakóházak fából készült fedélszerkezeteinél.

Az építész rendszerint csupán a terhelési adatokat s az elrendezéseket közli, míg a vasfedélszerkezet megtervezése és méretszámítása mérnöki munkáját a vasgyárakban végzik. A mi azonban az építész fontos feladata, az a vasszerkezet felfekvési elrendezésének megállapítása. A vasszerkezet a hó okozta kitágulások folytán, továbbá a tetősíkra ható szélnyomások következtében a falazatra ferde irányú terhelést adna át, ha azt mozgó vassarukra nem helyeznők. Kisebb fedélszékek mindkét oldalon helytálló sarukkal is bírhatnak, a nagyobbak azonban egy oldalukon helytálló, másik oldalon hengereken gördülő sarúval látandók el. Az igen nagy fedélszékeket, csarnok tetőket, vasuti pályaudvarok, kiállítási helyiségek vas-



25. ábra.

fedeleit ma már úgy készítik, hogy a sarúk a föld színéhez közel támasztatnak meg, mert a magas alátámasztás még mozgósaruk alkalmazásánál is igen labilissá válhat. A saru *felső része* a vasszerkezettel szoros összefüggésben áll, azzal együtt mozog, a saru *talp* pedig szilárd összeköttetésben van a falazattal és így nem mozoghat. A mozogható és mozdulatlan rész vagy csak egy csuklóval van összekötve s a tartó csak e csukló körül végezhet mozgásokat (behajlás okozta deformacio), ez a *helytálló saru*, vagy pedig a csukló-szerkezetet 2—3, egymással összekötött szabadon mozgó henger közvetíti a talppal, ezek a kiterjedés vagy összehúzódás okozta mozgásokat akadálytalanul engedik végezni (25. ábra); e *gördülő hengersoros saru* bádogg szekrényben helyezendő el, hogy a por, piszok be ne lepje. Kisebb fedélszékeknél a hengereket egyszerű csuszólapok pótolhatják. A saru *talp* alapterülete a falazat igénybevehetőségétől függnek s ennek ismeretével a terhelés nagyságából kiszámíthatók.

A fedélszékek megterhelése ép úgy, mint a fasszerkezetűeké, a födélhíjjalás súlyából, a fedélvas-szerkezet önsúlyából, a hó- és szélnyomás okozta terhelésekből adódik ki. Ezeket a befedett alapterület 1 m^2 -ére a fedélszék önsúlya nélkül körülbelül így vehetjük számításba :

1:1·5	hajlású kettős cserépfedésnél	300 $\frac{h}{g}$
1:1·5	» egyszerű cserép-, vagy pala- fedésnél	250 »
1:2	» cserép-, vagy palafedésnél	225 »
1:2	» fém- és kátrányfedésnél	185 »
1:4	» fém- és kátrányfedésnél	150 »

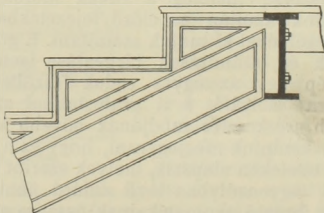
mely adatokhoz a vasszerkezet önsúlyát az alapterület $1^{m/2}$ -jeként könnyű szerkezetnél $14\text{—}20 \frac{h}{g}$, nehéz szerkezetű vasfedeleknél $20\text{—}30 \frac{h}{g}$ -mal számítjuk hozzá.

Hogy vajjon az egyes rudakban fellépő erők húzó, avagy nyomó erők-e, azt grafostatikai szerkesztésekkel állapíthatjuk meg, ugyanoly módon nyerjük az erők nagyságát is s a megismert igénybevételnek megfelelő keresztmetszetet, illetőleg a rudak méreteit az így nyert adatok alapján az előző fejezetekben tárgyalt képletek segítségével ki tudjuk számítani. E grafostatikai vizsgálatok és számítások tárgyalása igen messzire vezetne, ép úgy az egyes rudak feszültségének kiszámítására szolgáló s a grafostatikai számításnál egyszerűbb szerkesztés módjának bővebb kifejtése is s csak azt kívánjuk megjegyezni, hogy ez a Ritter-féle nyomaték tételeken alapszik, melyek szerint az egy síkban fekvő, egyensúlyban levő szilárd pontokra ható külső erők forgató nyomatékainak összege egy tetszőszerinti, de ugyanazon síkban fekvő pontra vonatkozólag 0-sal egyenlő. Hogy pedig az egyes rács- és övrudakban a feszültségeket megállapítsuk, a szerkezetet a vizsgálandó rudak elmetszésével ketté választottnak tekintjük s a jobboldali elmetszett rész statikai hatását oly erőkkel helyettesítjük, melyek a vizsgált rudak irányában működnek s a szerkezetet egyensúlyban tartják. Forgáspontul mindig a vizsgálandó rudon kívül elmetszett másik két rúd metszési pontját tekintjük, mert ezeknek forgató nyomatéka e pontra nézve = 0-sal; így egyenletünk csak egy ismeretlent fog tartalmazni s ez lesz a rúd feszültsége. Ha a nyomaték az óramutató járásának irányában forgat a pont körül, akkor a nyomaték előjele pozitív, ha ellenkező irányban, úgy negatív. A szerint, a mint az egyenlet ismeretlene $+$, vagy $-$ előjelű lesz, a kérdéses rúd húzásra, illetőleg nyomásra van igénybevéve.

A Ritter-féle nyomatéktétel alapján készült ezen szerkesztéseket *Cremona* olasz matematikus neve után *Cremona-erőterveknek* nevezzük.

E) Vaslépcsők.

A vaslépcsőket ép úgy, mint a falépcsőket, a gyakorlatban inkább csak magánhasználatra, egyes helyiségekbe (üzletek, magánlakások) való közlekedés céljából alkalmazzák, noha a tűzálló lépcsőszerkezetekhez tartoznak s így főlépcsőül való használatuk hatóságilag meg van engedve. Készülhetnek mindenféle alakban, egy- és többkarú, egyenes- és kerekdedkarú, vagy csigalépcsők alakjában, anyaguk pedig lehet akár öntött, akár kovácsolt vas. A kovácsolt vas természetesen sokkal biztosabb és tartósabb szerkezetet ad, mint az öntött, de minthogy sok esetben



26. ábra.

az alakvasakból összegecselt lépcsőváz nem igen illeszthető bele stylszerűen a többé kevésbbé díszes kiképzésű helyiségbe, sokkal gyakrabban találkozunk a mintázott külsejű öntött vaslépcsőkkel, mert ezek díszítése külön költségeket nem igen okoz, míg a kovácsolt vas-szerkezeteknek sajtolt cinkdiszítványai, melyekkel a vázat borítani szoktuk, a lépcsőket felette megdrágítják.

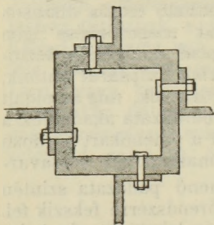
Az *öntöttvas* lépcsők lehetnek oldalas és lebegő lépcsők. Az *oldalal lépcsők* (26. ábra.) oly módon készülnek, hogy a lépcsőkar szélességében, egymástól maximum 1.25 méternyire két, egyenkint 2.5—3^{cm} vastag és a lejtővonalra merőlegesen mérve 18—20^{cm} széles öntött vashevedert állítunk fel, melyeknek felső élei a lépcső fokainak megfelelő nyergeket képeznek, ezekre a 8—12^{mm} vastag fellépő lemezeket ráfektetve, csavarokkal leszorítjuk. Ha a lépcsőkar szélessége a fent jelzett méretet meghaladja, a lemez-

fokokat középen is a szélességhez mértén egyszer, vagy többször alá kell gyámolítanunk, a mi ugyancsak öntött hevederekkel történik. Az oldalak díszesen áttöröttek is lehetnek, a mi a könnyűség látszatát adja a lépcsőnek. Az öntés technikája egyébként megengedi, hogy a heveder látható oldala díszesen tagozott is legyen. Az oldalak megerősítése igen fontos arra nézve, hogy a lépcső szilárdsága biztosítottassék. Alsó végeikre ez okból talpsarút öntünk, mely az aláfalazáshoz hozzá erősítetik, míg az oldalt való elmozdulást maga a sarú bordázata akadályozza meg. Az oldalak felső végeikkel a pihenőkart hordozó **I**, vagy más alakú tartóhoz támaszkodnak s csavarral vannak összekötve. A pihenő padozata szintén vaslemezekből készül s vastartórendszerre fekszik fel. E vastartók egyszerű **T** tartók is lehetnek, oly helyzetben, hogy a lemezek az övlemezre csavarszegekkel leszoríthatók legyenek, egyszersmind a lépcsőkart tartó **I** vasakat az oldalnyomás ellen is kimerevítik. Ezen **I** tartó mérete nem csupán attól függ, hogy minő a megterhelése, hanem attól is, vajjon magassága elegendő-e ahhoz, hogy a lépcsőkarok hozzá csatlakozhassanak. Másod sorban tehát ezt kell megállapítanunk, mert e szerkezeti magasságnál kisebb vastartó esetleg elegendő szilárdsága dacára sem alkalmazható.

A fokok lemezei, hogy a használattól hamarosan síkosakká ne váljanak, felületükön reczések, vagy szemcsézettek legyenek, sőt gyakran fordulnak elő egészen áttörött felületűek is. Ugyanigy áttöröttnek készítjük a fokok között levő mellső nyílást elfedő *homloklemezeket* is, melyek elég ha 6—10[‰] vastagok, különben tömörek is lehetnek, de minthogy jelen esetben semmi statikai szerepük nincs, esetleg egészen el is maradhatnak. Hogy a fellépő lemezek idővel síkosakká ne váljanak, azt végképen meggátolni nem vagyunk képesek, ez okból azokat gyakran más anyagból, így különösen fából készítjük. Az ilyen, legalább 4[‰] vastag pallódeszkákból összeállított lépcsőkar alá azonban bádogborítást kell erősítenünk, hogy legalább alulról tűzbiztossá tegyük. Készülhet a lépcsőfok égetett agyag-, vagy cementlemezekből is, sőt ha a lépcsőszerkezetet elegendő szilárdra tervezzük, kőlemezeket is használhatunk. Ezen természetes és metserséges kőborítások alá bordázott öntöttvaskeretet

fektetünk, melyeknek felhajló szélei a burkolatot körül-fogják.

A lépcső korlátja többnyire szintén öntött vas s az oszlopok az egyes fokok széleire erősítetnek. A karfát alakozott vaslécz is pótolhatja, de jobb, ha gyalult és csiszolt fából készül.

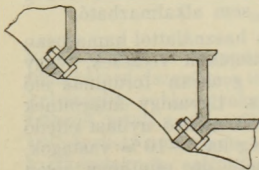


27. ábra.

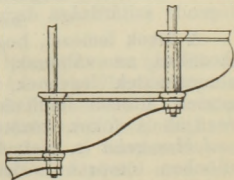
Három, vagy többkarú lépcsőknél a pihenőnek alátámasztására vasoszlopokat használunk, melyeket, ha a lépcső több emeleten vonul át, a kellő magasságra meg-megtoldunk. E megtoldások, mint tudjuk, nem szépek s ezért ott készítjük, a hol egy-egy kar összecsatlakozik s így kevésbé feltűnő. E helyen külön *csatoló részt* iktatunk az oszloptörzsek

közé, mely rendszerint négyzetes keresztmetszettel bír, s melynek oldalaihoz csavarokkal erősítetnek a lépcső hevederei. (27. ábra.) Csavarodó lépcsőnél a csatoló rész is körkeresztmetszetű, s a fokok füles végeikkel a csavarodás helyén egyenesen ide erősítetnek.

Csigalépcsőknél az oldal több darabból öntött, de



28. ábra.



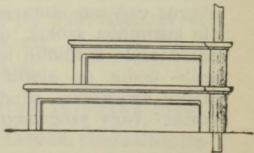
29. ábra.

lehet az orsó egyszerű vasoszlop is, a foklemezek pedig közvetlenül hozzá erősítetnek.

Lebegő lépcsőkar esetén a lépcsőoldalak egészen elmaradnak s az egyes fokok már úgy vannak öntve, hogy egymáshoz csavarral erősítve egy szilárd szerkezetet képeznek. A szerkezet kétféle lehet. Az egyik elrendezés szerint a fokok egészen egy darabból öntöttek, a fellépő lemez hátulsó éle, valamint a homloklemez alsó éle könyökbe van törve oly módon, hogy a fokok e kihajló élekkel egymásnak támaszkodhatnak s így

csavarral mereven egymáshoz erősíthetők. A fokok deformálásának meggátlására a fellépő lemez és homlok lemez alul összekötő bordázattal van ellátva. (28. ábra.) Az ily módon összezsavarolt lépcsőkar alsó és felső végén ugyanúgy erősítendő meg, mint az oldalas lépcsők hevederei. A másik elrendezés szerint a lépcsőfokok nincsenek egybeöntve, hanem egyenkint három-három részből állanak. (29. ábra.) Az egyik rész a nyereg, melynek végein csavarok számára való hüvelyek vannak. A nyergeket oly módon helyezzük egymásra, hogy a hüvelyek egymás fölé kerüljenek s csapszegekkel összeköthetők legyenek; a csapszeget alulról anyacsavarral szorítjuk meg. Az így összeállított lebegő lépcsőkar nyergeire most már a fokok második különálló részét, a fellépő lemezeket fektetjük s azokat oly módon erősítjük meg, hogy a csapszegeknek megfelelő lyukakon át eresztjük a hüvelyekbe, miáltal a fellépő lemezek helyükből többé el nem mozdulhatnak. A harmadik különálló része egy-egy foknak a homlok-lemez, mely két végével a hüvelyekbe metszett horonyba illesztve erősítetik meg. A csapszegeket a lépcső szabadon lebegő oldalán czélszerűen kombinálhatjuk a korlát oszlopaival, azonban ezeken kívül még több oszlopot is kell közbeiktatnunk, máskülönben az oszlopok állása igen ritka volna.

A nyergek vastagsága legalább 2 cm legyen, magasságuk pedig keskenyebb végükön se legyen kevesebb $6\text{--}8\text{ cm}$ -nél. A lépcsőkar felső végének megerősítése kívánja, hogy a vastartó, melyre támaszkodik, szintén csavarnak megfelelő hüvellyel bírjon.



30. ábra

Ez az utóbbi lebegőlépcső egyszerű szerkezeténél fogva különösen csiga- és általában kerekdedkarú lépcsőknél sokkal czélszerűbb az előbbi rendszerűnél.

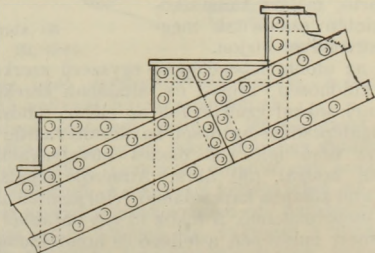
Csigalépcsőnél az orsót kovácsolt vasrúd képezi, mely az orsó felé eső összes hüvelyeknek közös tengelyül szolgál. (30. ábra.) Átmérője legalább 5 cm legyen, alul kőlapba kapcsolandó, felül szintén alkalmas módon megerősítendő. A fokok itt egy darabból vannak öntve, mert másképen a fellépő és homloklemeznek az orsóhoz való erősítése körülményessé válnék.

Kovácsolt vasból a lépcsőt akkor szerkesztjük, ha

igen nagy az esetleges terhelése, mely mellett az esztétikai szempontoknak háttérbe kell szorulniok. A szerkezet mindig *oldalal* s az oldalakat szalagvasakból összeszegecselt váz képezi, mely vasbádoglemezzel boríttatik be. A váz két, a lépcsőkar irányában emelkedő, egymással párhuzamos szalagvasból áll, ezekhez függélyes és vízszintes alakvasakat erősítünk oly módon, hogy azok nyergeket képezzenek. (31. ábra). A vízszintes vas szögvas is lehet s egyik szára a fellépő vaslemez vagy deszka alátámasztására szolgál. A borító bádogot nem kívülről szegecseljük a szerkezethez, hanem úgy, hogy a két párhuzamos szalagvas kívül, a nyergeket képező alakvasak pedig belül erősíttetnek meg.

Ha a lépcsőkör szélessége 1.25 méternél nem nagyobb, rövid lépcsőkarnál 6^{m/m} vastag és 5^{m/m} széles szalagvasak elegendő erős szerkezetet adnak. Ha a megerősítés nagyobb s a kar is hosszabb, akkor a szalagvasak helyébe szögvasakat alkalmazzunk. A lépcsőkarok alsó és felső megerősítése a körülményektől függően változó, a kovácsolt vasgerendák összekötése egyébként mindig igen egyszerű.

A kovácsolt vas csigalépcső hasonló szerkezetű az öntöttvasból készült lebegő csigalépcsőhöz. A szerkezet lényege abból áll, hogy a homloklemezek hüvelylyé alakított végei egy orsórúdba kapaszkodnak, míg a nyereg egészen elmarad. A homloklemez alsó és felső éle karimába szökik, úgy, hogy egy-egy fellépő lemez hátsó széle a fölötte levő homloklemez alsó, mellső széle pedig az alatta levő homloklemez felső pereméhez erősíthető. Mindkét megerősítés alá még külön szalag- vagy szögvasat szegecselünk.



31. ábra.

Stampfel Károly kiadásában Pozsonyban

megjelent

és tőle, valamint minden hazai könyvárustól megszerezhető:

Tudományos Zseb-könyvtár.

Minden egyes füzet 30 kr. = 60 fillér.

A „Tudományos Zseb-könyvtár“ időhöz nem kötött, 60 filléres kis füzetekben jelenik meg s a tudományok minden ágára kiterjeszkedik.

A „Tudományos Zseb-könyvtár“ idővel mindazt felöleli, ami az általános műveltség körébe tartozik. A csinos külsejű füzeteket, rendkívüli olcsóságukra való tekintettel, bárki könnyen megszerezheti, aki pedig a hasznos tudnivalók ismeretét a legkényelmesebb módon akarja elsajátítani, az föltétlenül vegye meg a „Tudományos Zseb-könyvtárt“. A jó magyarsággal és eleven stilussal megírt füzetek főbb vonásokban világos képet adnak az illető tudományról és megismertetik az olvasót mindazzal, amit az illető szakmából okvetetlenül tudnia kell.

Eddigelé a következő füzetek jelentek meg:

1. Földrajzi és statisztikai tabellák. Összeállította Hickmann A. és Péter J.
2. Számtani példatár. 2. kiad. Irta Dr. Lévy 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. Bozóky A.
9. Római jog. II. Pandekták. Irta Dr. Bozóky A.
10. Egyházjog. (Kathol.) Irta Dr. Bozóky Alajos.
11. Magyar nyelvtan. Irta Gaal Mózes.

12. Magyar stilisztika. 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. kiadás.
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 poetika. Irta Gaal Mózes.
23. Planimetria példatárral. Irta Dr. Lévay Ede.
24. A római nemzet irodalomtört. Irta Márton J.
25. Német nyelvtan. Irta Albrecht János.
26. Oszmán-török nyelvtan. Irta Dr. Pröhle Vilmos.
- 27—30. Áruisse-Lexikon. Irta Dr. Koós Gábor.
- 31—34. Magyar magánjog. Irta Dr. Katona Mór.
35. Számtan. 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. Bünvádi 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 M.
46. Ábrázolástan. I. füzet. Irta Dr. Kolbaí Arnold.
47. Ábrázolástan. II. f. 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 vázlata. Irta Dr. Bartha B.
58. Általános földrajz. Irta Hegedűs István.
59. Ethika. Irta Dr. Somló Bódog.
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. Barta J.
101. Astronomia. Irta Dr. Wonaszek A. Antal.
102. Bevezetés a jog- és államtudományokba. 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. Lévy E.
116. **Görög régiségek.** Irta Dr. Schmidt Márton.
- 117—118. **Az állatok fejlődése.** I. r. Irta id. Dr. Perényi J.
- 119—120. **Protestáns egyházjog.** Irta Hörk József.
- 121—123. **Gombaisme.** Irta Dr. Cserey Adolf.
124. **Az állatok fejlődése.** II. Irta id. Dr. Perényi J.
125. **Építési enciklopedia.** I. füz. Irta Lechner J.
126. **Az állatok fejlődése.** III. rész. Irta id. Dr. Perényi J.
127. **Építési enciklopedia.** II. füz. Irta Lechner J.
128. **Kis ásványtan.** Irta Dr. Cserey Adolf.
129. **Építési enciklopedia.** III. füz. Irta Lechner J.

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

Egészségtan	Nemzetgazdaságtan
Fogalmazványok	Népisme
Földrajz (politikai)	Oktatási módszertan
Földtan	Orosz nyelvtan
Galvanoplastika	Ötvösségtan
Galvanostegia	Paedagógia
Geológia	Pénzügytan
Jogtörténet	Polgári perrendtartástan
Képzőművelődés története	Statisztika
Kereskedelmi földrajz	Természetrajz:
Kereskedelmi számtan	Állattan
Könyvviteltan	Növénytan
Közjog	Ásványtan.
Művészet története	

Minden egyes szám 60 fillér.

