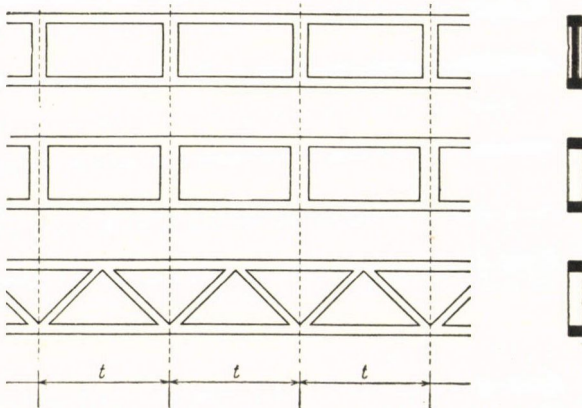


Prof. CSONKA PÁL, a műszaki tudományok doktora

## ELŐREGYÁRTOTT SZERKEZETI ELEMEK STABILITÁSA

### 1. Bevezetés

Az előregyártó építésmód egyik alapelve lehetőleg minél könnyebb tartóelemek alkalmazása. Ez a törekvés a vasbetonépítészetben eddig alkalmazott súlyos, vastos teherhordó szerkezetekkel szemben egyre inkább előtérbe helyezte a különféle könnyebb kivitelű szerkezeti elemeket: a lemezes, a hevederes és a rácsos tartókat. A szóbanforgó tartók könnyed kivitele miatt azonban a szilárdsági kérdések mellett egyre inkább előtérbe nyomulnak különféle stabilitási problémák is. Sok esetben meg kell tehát vizsgálni, hogy az említett szerkezetek kihajlással, kibicsaklással, kifordulással szemben eléggé biztonságosak-e. Ámde az előregyártó vasbeton építészetben használatos áttörtfalú szerkezeti elemek stabilitás-vizsgálata a technikai szilárdságtan szigorú módszereivel általában felette nehéz feladat. Ezért különleges érdeklődésre tarthatnak igényt az olyan közelítő módszerek, melyek az efféle tartók stabilitás-vizsgálatának lényeges egyszerűsítését teszik lehetővé [1—2]. Az alábbiak ilyen módszert ismertetnek.



1. ábra. „Prizmatikus” tartók

A bemutatandó eljárás — a *helyettesítési eljárás* — a vizsgálandó tartószerkezet helyett egyetlen oly rúddal dolgozik, melynek támasztási és terhelési viszonyai, nemkülönben szilárdsági tulajdonságai az adott tartóéhoz hasonlóak. Ezáltal lehetőség nyílik arra, hogy a vizsgálandó tartóra vonatkozó stabilitáskérdések a rudakra vonatkozó ismert képletek alapján legyenek elbírálhatók.

## 2. A prizmatikus tartó fogalma

*Rúdon* általában oly szerkezeti elemet értünk, melynek hosszmérete a vastagsági méreteknél tetemesen nagyobb. A legegyszerűbb rúdfajta: az egyenes tengelyű, hasáb alakú rúd. Ezt röviden *prizmatikus rúdnak* nevezzük. A prizmatikus rúdból egymástól egyforma távolságokban levő keresztmetszeti síkokkal kimetszett rúdszakaszok azonos alakúak.

Az előregyártó vasbeton építészetben gyakran találkozunk olyan tartókkal, melyek valamely egyenes vonal irányában egymás után sorozott azonos alakú részekből — *tartó szakaszokból* — állanak. Az efféle tartókat az alábbiakban — a szóhasználat némi kibővítésével — prizmatikus tartóknak fogjuk nevezni [15, 16]. Ezek néhány példáját az 1. ábra tünteti fel.

## 3. Igénybevételi alapesetek

A prizmatikus rúd szilárdságtanában a rúd egyes különleges igénybevételi módzatait *igénybevételi alapeseteknek* szokás nevezni. Ilyen esetek pl. a *tiszta húzás* (nyomás), a *tiszta hajlítás*, a *tiszta csavarás*. Ezekben az esetekben a prizmatikus rúd egyforma hosszúságú szakaszain az alakváltozási és feszültségi viszonyok azonosak.

A prizmatikus tartók körében szintén célszerű egyes különleges igénybevételi módzatokat *igénybevételi alapeseteknek* tekinteni [15, 16]. Ilyeneknek itt is azokat az eseteket nevezzük, melyekben a tartó minden azonos alakú szakaszán azonos alakváltozások, illetve azonos belső erők keletkeznek. A fenti értelmezéssel, prizmatikus tartók esetében is beszélhetünk pl. *tiszta húzásról* (nyomásról), *tiszta hajlításról*, *tiszta csavarásról*.

A *tiszta csavarás* esetével külön tanulmányban fogunk foglalkozni.

## 4. A merevség értelmezése

A prizmatikus rúd szilárdságtanában a rúdnak különféle igénybevételekkel szemben való merevségét az egységnyi fajlagos alakváltozást előidéző erőhatással szokás jellemezni. *Fajlagos alakváltozáson* tiszta húzás (nyomás) esetében a rúd fajlagos hosszváltozását, tiszta hajlítás esetében a rúd tengelygörbületét, tiszta csavarás esetében pedig a rúd fajlagos elcsavarodási szögét kell érteni.

Prizmatikus tartók esetében a *merevség* fogalmát a prizmatikus rúd merevségéhez hasonlóan értelmezhetjük [15, 16]. A különbség mindössze az, hogy a fajlagos alakváltozás helyébe a fajlagos alakváltozás átlagértékét kell tenni. Utóbbit úgy kapjuk meg, hogy a szakaszhosszon mért alakváltozást a szakaszhosszal elosztjuk. Ezek szerint

a) *tiszta húzás* (nyomás) esetében a prizmatikus tartó merevségét a

$$D = \frac{N}{\varepsilon}$$

hányados fejezi ki. Itt  $N$  a húzó (nyomó) erő nagysága,  $\varepsilon$  pedig a szakasz-hosszon mért hosszváltozásnak és a szakasz hosszának a hányadosa;

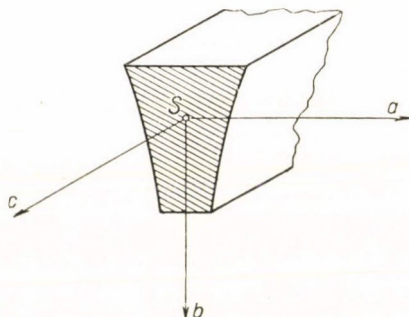
b) *tiszta hajlítás* esetében a keresztmetszet két főirányának megfelelően (2. ábra) a prizmatikus tartó merevsége

$$A = \frac{M_a}{\varkappa_a},$$

illetve

$$B = \frac{M_b}{\varkappa_b}.$$

A fenti képletekben  $M_a$ , illetve  $M_b$  az  $a$ , illetve  $b$  főtengelyre merőleges síkú hajlítóerőpárok nyomatékát,  $\varkappa_a$  illetve  $\varkappa_b$  pedig a rúdtengelynek az  $M_a$ ,



2. ábra. Az  $a$ ,  $b$ ,  $c$  főirányok

illetve  $M_b$  erőpárok-előidézte átlagos görbületét jelenti. Az átlagos görbületet úgy kapjuk meg, hogy a szakasz hosszát határoló két keresztmetszet közt mutatkozó viszonylagos szögforgást a szakasz hosszal elosztjuk.

c) *tiszta csavarás* esetében a prizmatikus tartó merevsége

$$C = \frac{M_c}{\vartheta}. \quad (4)$$

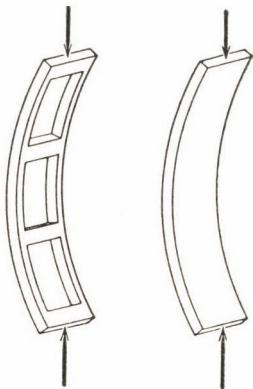
E képletben  $M_c$  a csavaró erőpár nyomatékát,  $\vartheta$  pedig az általa előidézett fajlagos elcsavarodás átlagértékét jelenti. Utóbbit oly módon határozzuk meg, hogy a szakasz hosszúságú rúddarab két végkeresztmetszete közt jelentkező viszonylagos elcsavarodás szögét a szakasz hosszal elosztjuk.

### 5. A helyettesítés elve

A prizmatikus tartó merevségi jellemzőit ismerve, a prizmatikus tartót az alakváltozások szempontjából oly prizmatikus rúddal helyettesíthetjük, melynek merevségi jellemzői a prizmatikus tartó merevségi jellemzőivel egyez-

nek [15, 16]. A helyettesítés során nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy a nyíróerők a hevederes és rácsos kerettartók alakváltozására döntő kihatással vannak. Olyankor tehát, midőn a nyíróerők számottevő értékűek, a nyíróerők okozta alakváltozások — a prizmatikus rúd esetével ellentétben — nem hanyagolhatók el.

A prizmatikus tartónak prizmatikus rúddal való helyettesítése természetesen csak akkor megengedett, ha a prizmatikus tartó alakváltozása a prizmatikus rúd alakváltozásával kellőképp jellemezhető (3. ábra). Olyan esetekben tehát, melyekben a prizmatikus tartó csak helyi alakváltozást szenved, tehát tengelye nem görbül meg, illetve síkja nem torzul el (4. ábra), a helyettesítés elve nem alkalmazható.



3. ábra. A prizmatikus tartó és az azt helyettesítő prizmatikus rúd



4. ábra. Helyettesítéssel nem tárgyalható kihajlási feladat

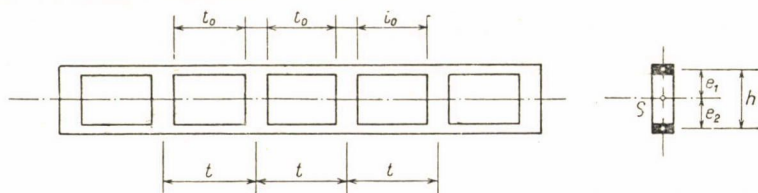
A helyettesítő módszer használata általában annál kisebb hibát eredményez, minél inkább hasonlít a helyettesítő rúd alakváltozása a helyettesített tartó alakváltozásához. Ezek szerint az elkövethető hiba szempontjából általában az a kedvező, ha a tartószakaszok száma nagy, illetve a szakasz-hossz a tartóhosszhoz viszonyítva kicsiny. Háromnál kevesebb szakasz esetében a helyettesítő módszer alkalmazása nem javasolható.

A helyettesítő módszer alkalmazása főleg akkor egyszerű, ha a prizmatikus tartó merevségi jellemzői ismereteseek, a prizmatikus tartót helyettesítő prizmatikus rúd stabilitás-problémája pedig megoldott. A számítások megkönnyítésére az alábbiakban bizonyítások mellőzésével közöljük a legfontosabb esetekre vonatkozó képletanyagot.

#### 6. A hevederes tartók merevségi jellemzői [16, 17]

Az itt közlendő képletek párhuzamos övű hevederes (Vierendeel) tartókra vonatkoznak. E tárgyalt tartók övei végig állandó keresztmetszetűek, hevederei pedig az övekre merőlegesek és szintén állandó keresztmetszetűek. Az övek és hevederek kapcsolata sarokmerv.

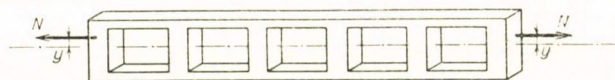
Feltesszük, hogy a tartó síkja függélyes, övei vízszintesek. A tartó felső, illetve alsó övének keresztmetszeti területe  $F_1$ , illetve  $F_2$ , a hevederek keresztmetszeti területe  $F_3$ . A felső öv merevsége a tartó síkjával párhuzamos, illetve arra merőleges hajlítással szemben  $A_1$ , illetve  $B_1$ , csavaró merevsége  $C_1$ , húzó (nyomó) merevsége  $D_1$ . Az alsó öv esetében ugyanezek a mennyiségek  $A_2, B_2, C_2, D_2$ , a hevederek esetében pedig  $A_3, B_3, C_3, D_3$ .



5. ábra. Prizmatikus hevederes tartó

a) *Tiszta húzás* (nyomás). Ebben az esetben a húzó(nyomó)erő a két öv együttesének  $S$  súlypontján átmenő tengelyben működik (6. ábra). A hevedereket, valamint az öveknek a hevederek folytatásába eső szakaszait tökéletesen mereveknek feltételezve, a tartó húzó(nyomó) merevsége :

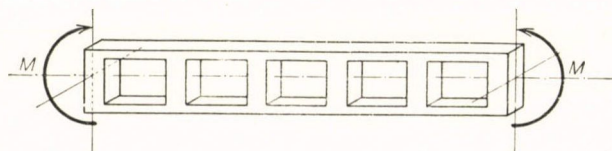
$$D = \frac{t}{t_0} (D_1 + D_2).$$



6. ábra. Tiszta húzás

b) *Tiszta hajlítás a tartó síkjával párhuzamosan* (7. ábra). A hevedereket és a folytatásukba eső övrészeket mereveknek tekintve, a tartó hajlító merevsége

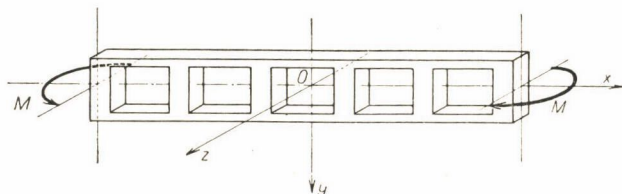
$$A = \frac{t}{t_0} (A_1 + A_2 + D_1 e_1^2 + D_2 e_2^2).$$



7. ábra. Tiszta hajlítás a tartó síkjával párhuzamosan

c) *Tiszta hajlítás a tartó síkjára merőlegesen* (8. ábra). A hevedereket és a folytatásukba eső övrészeket most is mereveknek tekintjük. Ez esetben a tartó hajlító merevsége

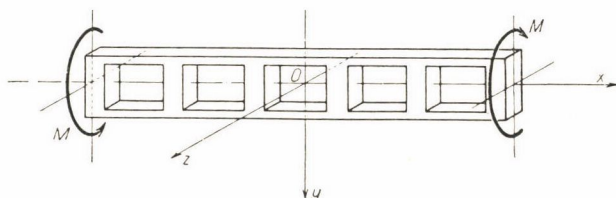
$$B = \frac{t}{t_0} (B_1 + B_2).$$



8. ábra. Tiszta hajlítás a tartó síkjára merőlegesen

d) *Tiszta csavarás* (9. ábra). Ebben az esetben, az előzőekkel ellentétben, a hevedereket és a folytatásukba eső övszakaszokat nem szabad mereveknek tekinteni. A tartó csavaró merevsége:

$$C = C_1 + C_2 + \frac{12 B_1 B_2 C_3}{12 B_1 B_2 h + (B_1 + B_2) C_3 t} \cdot \frac{h^2}{t}.$$

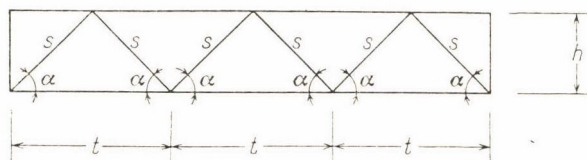


9. ábra. Tiszta csavarás

### 7. Rácsos tartók merevségi jellemzői [16, 18]

Az alant közlendő képletek párhuzamos övű, rácsos kerettartókra vonatkoznak. A tartó rácsozását a 10. ábra szemlélteti.

A tartó mindkét öve teljes hosszában állandó keresztmetszetű, a rácsrudak, a két szélső rácsrúd kivételével, azonos keresztmetszetűek és felváltva ellentett dőlésűek. A rudak kapcsolata sarokmerv.



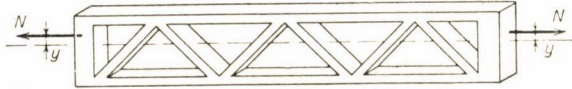
10. ábra. Prizmatikus rácsos kerettartó

Feltesszük, hogy a tartó síkja függőleges, övei vízszintesek. A rudak keresztmetszeti területét és merevségét ugyanúgy jelöljük, mint 6. alatt, a különbség mindössze az, hogy az  $A_3, B_3, C_3, D_3$  betűjelek ez esetben a ferde rácsrudak merevségi adatait jelölik.

Az alant közlendő merevségi értékek a tartóvégektől távolabb fekvő tartószakaszokra vonatkoznak.

a) *Tiszta húzás* (nyomás). Ebben az esetben (11. ábra) a húzó erőnek a tartó vízszintes középtengelye felett

$$y = \frac{D_1 - D_2}{D} \frac{h}{2}$$



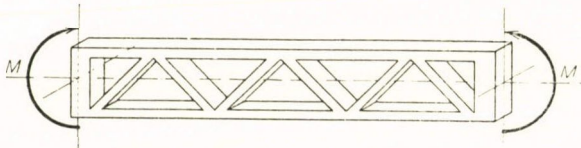
11. ábra. Tiszta húzás

távolságban kell működni. A tartó húzó (nyomó) merevsége :

$$D = D_1 + D_2 + \frac{12 A_3 D_3 s t}{12 A_3 t^2 + D_3 h^2 s^2}$$

b) *Tiszta hajlítás a tartó síkjával párhuzamosan* (12. ábra). Ez esetben a tartó hajlító merevsége :

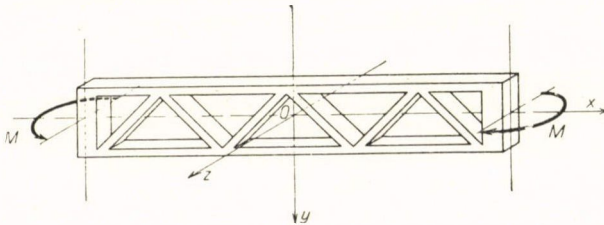
$$A = A_1 + A_2 + \frac{A_3 t}{s} + \frac{(D_3 h^2 s^2 + 12 A_3 t^2) D_1 D_2 + 3 A_3 D_3 (D_1 + D_2) s t}{(D_3 h^2 s^2 + 12 A_3 t^2) (D_1 + D_2) + 12 A_3 D_3 s t} h^2$$



12. ábra. Tiszta hajlítás a tartó síkjával párhuzamosan

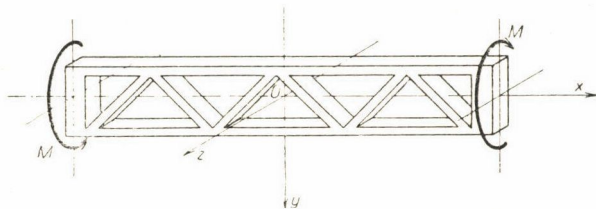
c) *Tiszta hajlítás a tartó síkjára merőlegesen* (13. ábra). Ilyenkor a tartó hajlító merevsége :

$$B = B_1 + B_2 + \frac{B_3 C_3 s t}{B_3 h^2 + C_3 t^2}$$



13. ábra. Tiszta hajlítás a tartó síkjára merőlegesen

d) *Tiszta csavarás* (14. ábra). Ezen igénybevételi esetben a tartó csavaró merevsége :



14. ábra. Tiszta csavarás

$$C = C_1 + C_2 + \frac{C_3 t (t^2 - h^2)}{s^3} + \frac{2 B_3 h^2 t}{s^3} + \frac{h a}{t b} c,$$

ahol

$$a = \frac{2 B_3 h t^2}{s^3} - \frac{C_3 h (t^2 - h^2)}{s^3},$$

$$b = 3 B_1 B_2 + \frac{4 B_3 t^4}{s^6} (B_3 t^2 + C_3 h^2) + \frac{(B_1 + B_2) t}{s^3} (4 B_3 t^2 + C_3 h^2),$$

$$c = 3 B_1 B_2 + 4 B_3 (C_3 - D_3) \frac{t^6}{s^6} + (B_1 + B_2) (2 B_3 + C_3) \frac{t^3}{s^3}.$$

### 8. Prizmatikus rudak stabilitásképletei

Az alábbiakban a prizmatikus rudak kihajlására, illetve kibicsaklására vonatkozó egyes fontosabb képleteket táblázatba foglaltuk. A szóbanforgó képletek birtokában az illető rudak igénybevételéhez hasonló módon igénybevett prizmatikus tartók stabilitás kérdései egyszerűen bírálhatók el.



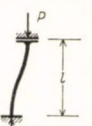


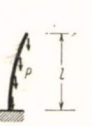
a) *Kihajlási esetek* [3—4]. Az idevonatkozó képletanyagot az 1. táblázat foglalja össze.

b) *Kibicsaklási esetek* [3—4]. Az ezekre vonatkozó képletek a 2. táblázatban találhatók.

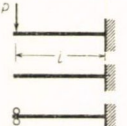
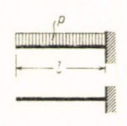
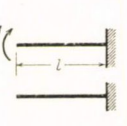
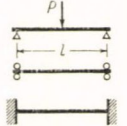
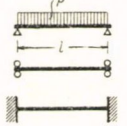
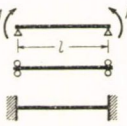
c) *Kifordulási esetek* [5—14]. A megfelelő képletanyagot a 3. táblázat tartalmazza. Ezek a képletek két végükön felfüggesztett tartókra vonatkoznak. Hasonló szerkezetű egyszerű képletek állíthatók fel a közbenső pontokon felfüggesztett kéttámaszú tartókra is [6, 8].

Meg kell jegyezni, hogy az  $a$ ,  $b$  és  $c$  alatti képletek kezdeti görbültség nélküli oly tartóelemekre érvényesek, melyek terhelése pontosan a tartó tengelyvonalában, illetve szimmetriasíkjában működik. Ha ezek a feltételek nincsenek teljesítve, akkor a tartó a terhelés hatására már kezdettől fogva meggömbül, illetve meglévő görbülete továbbfokozódik. Ilyen esetekben „kritikus” erőről nem is beszélhetünk, mert a tartó teherbíró képességét nem valamely indifferens egyensúlyi állapot elérése, hanem a bekövetkező alakváltozás veszélyes mértéke szabja meg. Épp ezért újabban, a szilárdságtan egyre növekvő figyelmet szentel a tartók teherbírását lényegesen befolyásoló

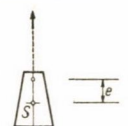
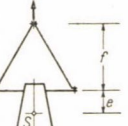
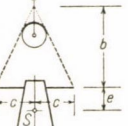
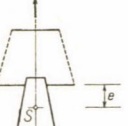


	$P_{kr} = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{B}{l^2}$
	$P_{kr} = \pi^2 \cdot \frac{B}{l^2}$
	$P_{kr} = \pi^2 \cdot \frac{B}{l^2}$
	$P_{kr} \approx \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{B}{l^2}$
	$P_{kr} = 4\pi^2 \cdot \frac{B}{l^2}$
	$(\rho l)_{kr} = \frac{\pi^2}{126} \cdot \frac{B}{l^2}$

1. táblázat. Kihajlási esetek

	$P_{kr} = 4,0 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$ $P_{kr} = 7,0 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$
	$(\rho l)_{kr} = 12,8 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$
	$M_{kr} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l}$
	$P_{kr} = 16,9 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$ $P_{kr} = 26,6 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$
	$(\rho l)_{kr} = 28,3 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$ $(\rho l)_{kr} = 48,8 \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l^2}$
	$M_{kr} = \pi \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l}$ $M_{kr} = 2\pi \cdot \frac{\sqrt{BC}}{l}$

2. táblázat. Kibicsaklási esetek

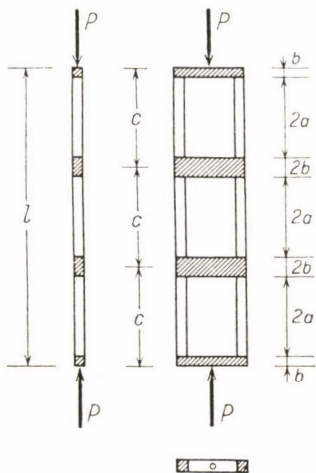
	$(\rho l)_{kr} = \frac{120AB}{A-B} \cdot \frac{e}{l^3}$
	$(\rho l)_{kr} = \frac{120AB}{A-B} \cdot \frac{e+f}{l^3}$
	$(\rho l)_{kr} = \frac{120AB}{A-B} \cdot \frac{be-c^2}{bl^3}$
	$(\rho l)_{kr} = \frac{120AB}{A-B} \cdot \frac{e}{l^3}$

3. táblázat. Kifordulási esetek

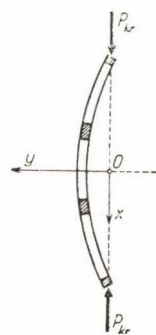
különbféle munkahibák és egyéb zavaró hatások tanulmányozására. A prizmatikus rudakra vonatkozó idevágó újabb kutatások eredményei, természetesen, célszerűen értékesíthetők prizmatikus tartók esetében is [12—14].

### 9. A helyettesítő eljárás pontosságának ellenőrzése

Alkalmazzuk a javasolt közelítő eljárást valamely olyan feladatra, melynek pontos megoldása is aránylag egyszerűen előállítható! E célra a 15. ábrán feltüntetett kihajlás feladatot választjuk. Az ábrán feltüntetett hevederes tartó tökéletesen rugalmas és tökéletesen merev részekből áll. (A merev részeket az ábrán csíkozás tünteti fel). A tartóvégek csuklósan vannak megtámasztva.



15. ábra. Merev és rugalmas rúdrészekből álló hevederes tartó



16. ábra. A 15-ábrán feltüntetett tartó kihajlása

a) *A pontos számítás.* A kritikus nyomóerő pontos értékének meghatározására a technikai szilárdságtanban szokásos módszert követjük. A tartót rugalmas és merev tartórészekre osztjuk. Az Euler-féle

$$y'' + \omega^2 y = 0$$

differenciálegyenletből indulunk ki, melyben

$$\omega^2 = \frac{P_k}{B(x)}$$

A rugalmas tartórészeken

$$B = B_1 + B_2 = \text{konst},$$

a merev tartórészeken

$$B = \infty.$$

A tartó a rugalmas tartórészeken szinuszvonal szerint görbül meg, a merev részekben a tartótengely egyenes marad (16. ábra). A megoldás során figye-

lembe kell venni azt a követelményt, hogy a görbe és egyenes részek határán a tartótengelyek végeinek érintőlegesen kell egymáshoz csatlakozniok. A számítás elvégezve azt találjuk [15], hogy kihajlás csak akkor lehetséges, ha

$$2\omega \cdot \sin \omega a (\cos 2\omega a - \omega b \cdot \sin 2\omega a) - (\cos 3\omega a - \omega b \cdot \sin 3\omega a) = 0. \quad (1)$$

Ha ezen egyenletből a legkisebb lehetséges  $\omega$  értéket — az  $\omega_{\min}$ -ot — meghatározzuk, a kritikus nyomóerő pontos értékét a

$$P_{kr} = \omega^2_{\min} (B_1 + B_2) \quad (2)$$

képlettel számíthatjuk.

b) *A közelítő számítás.* Ebben az esetben a tartó merevségének meghatározására a  $6c$  alatti

$$B = \frac{t}{t_0} (B_1 + B_2) \quad (3)$$

képletet használhatjuk, a kritikus nyomó erőt pedig az 1. táblázatból kivehető

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 B}{l^2} \quad (4)$$

képlettel állapíthatjuk meg.

c) *A pontos és közelítő számítás eredményének egybevetése.* Végezzük el az a), illetve b) alatt említett számításokat az

$$a = 0,9, \quad b = 0,1, \quad c = 1,0, \quad l = 6,0$$

esetre!

A pontos számítás szerint először az (1) egyenletet kell felírunk:

$$0,2\omega \cdot \sin 0,9\omega (\cos 1,8\omega - 0,1\omega \cdot \sin 1,8\omega) - (\cos 2,7\omega - 0,1\omega \cdot \sin 2,7\omega) = 0.$$

E trigonometriai egyenletnek megfelelő legkisebb  $\omega$  érték:

$$\omega_{\min} = 0,55165.$$

Ha ezt az értéket a (2) képletbe betesszük, a kritikus nyomóerőre a

$$P_{kr} = 0,3043 (B_1 + B_2) \quad (5)$$

értéket kapjuk [15].

A közelítő számítás során először a tartó átlagos merevségét kell kiszámítani a (3) képlet segítségével. Minthogy esetünkben  $t = 2,0$ ,  $t_0 = 1,8$ , a tartó hajlító merevsége:

$$B = \frac{2,0}{1,8} (B_1 + B_2).$$

Ezek után a kritikus nyomóerő a (4) képlettel állapítható meg. A számítás eredménye [15]:

$$P_{kr} = 0,3046 (B_1 + B_2). \quad (6)$$

Az (5) és (6) alatti értékek egybevetéséből látható, hogy az adott esetben a közelítő eljárás alkalmazása révén elkövetett hiba mindössze 0,1%-nyi. Ez a körülmény az alkalmazott közelítés jogos voltát igazolja.

## Összefoglalás

A tanulmány olyan eljárást ismertet, mely egyenes irányban egymás után sorozott, azonos alakú és tulajdonságú részekből összetett, síkbeli tartókra vonatkozó stabilitási feladatok, közelítő megoldására alkalmas. Az eljárás lényege: a tartónak egyszerű prizmatikus rúddal való helyettesítése. E célra oly rúdat kell alkalmazni, amelynek támasztása és terhelése, nemkülönben húzással (nyomással), hajlítással, illetve csavarással szemben való merevsége az eredeti tartóéval azonos.

A tanulmányt több táblázat és egy számpélda egészíti ki. Utóbbi lehetőséget nyújt a helyettesítő eljárás alkalmazásából származó hiba számszerű megállapítására. A vizsgált esetben az elkövetett hiba jelentéktelennek bizonyult.

## IRODALOM

1. Hencky, H.: Darmstadt (1920), Habilitationsschrift.
2. Schwertner, A.: Die Knickung im Lichte der Methode der elastischen Punkte. *Acta Technica* Ac. Sc. Hung. **12** (1955), pp. 245—273.
3. Roark, R. I.: Formulas for Stress and Strain. New York and London (1943), Mc. Graw-Hill Book Company, Inc.
4. Pflüger, A.: Stabilitätsprobleme der Elastostatik. Berlin (Göttingen) Heidelberg (1950) Springer Verlag.
5. Csonka P.: A végein felüggesztett négyszög-keresztmetszetű rúd stabilitása. Az *MTA Műsz. Oszt. Közleményei* **9** (1953), pp. 437—447.
6. Böleskei E.: Két ponton felfüggesztett egyenes tengelyű rúd stabilitása. *Mélyépítéstudományi Szemle* **3** (1953), pp. 433—437.
7. Lovass Nagy V.: Két végén szabadon felfüggesztett gerenda oldalirányú kihajlással szembeni stabilitásának vizsgálata. Az *MTA Alkalmazott Matematikai Intézetének Közleményei* **2** (1953), pp. 33—49.
8. Csonka, P.: Die Standsicherheit des an zwei Punkten aufgehängten Rechteckbalkens. *Bauplanung u. Bautechnik* **8** (1954), pp. 290—293.
9. Lovass Nagy V.: Két végén felfüggesztett gerenda stabilitásának vizsgálata a mátrix számítás segítségével. *A MTA Alkalmazott Matematikai Intézetének Közleményei* **3** (1955), pp. 49—63.
10. Csonka P.: Az egy ponton felfüggesztett négyszög-keresztmetszetű rúd stabilitása. Az *MTA Műsz. Oszt. Közleményei* **12** (1954), pp. 395—402.
11. Csonka P.: Az oldalirányú elmozdulásában gátolt kéttámaszú tartó stabilitása. Az *MTA Műsz. Oszt. Közleményei* **15** (1955), pp. 139—150.
12. Csonka, P.: Die Standsicherheit der aufgehängten Fertigbauteile. *Bauplanung u. Bautechnik* **9** (1955), pp. 355—360.
13. Böröcz I.: Kiviteli pontatlanságok hatása a végein felfüggesztett négyszögkeresztmetszetű rúd stabilitására. *Mélyépítéstudományi Szemle* **6** (1956), pp. 105—115.
14. Csonka, P.: La stabilité des éléments de construction préfabriqués suspendus. *Béton Armé* **1** (1957), pp. 45—56.
15. Csonka, P.: Substitution Method for the Approximate Analysis of Stability Problems of Plane-framed Trusses with Rigid Joints. *Acta Technica* Ac. Sc. Hung. (1958), pp. 405—414.
16. Csonka, P.: Ein Verfahren zur angenäherten Lösung von Stabilitätsproblemen rahmenartiger Fertigbauteile. II. Internationaler Kongress für „Montagebau mit Stahlbetonfertigteilen.“ Dresden (1957). Megjelenés előtt.
17. Csonka, P.: Stiffness Characteristics of Vierendeel Girders with Parallel Chords. *Acta Technica* Ac. Sc. Hung. **20** (1958), pp. 251—260.
18. Csonka, P.: Pure Bending of Lattice Trusses with Parallel Chords *Acta Technica* Ac. Sc. Hung **19** (1957) pp. 155—167.