

ÚJ TÍPUSÚ KÖZÚTI ÚTJELZŐ TÁBLÁK MÉRETEZÉSE

*Dr. Vas József, egyetemi adjunktus
ZMNE BJKMFK Természettudományi tanszék*

1.) Bevezetés

A hazai utak mellett látható deformálódott, kidőlt jelzőtáblák látványa inspirált bennünket arra, hogy kifejlesszünk egy kevés elemből álló, ugyanakkor nagy mérettartományban alkalmazható táblatípust. A konstrukciónál a gazdaságosság, egyszerűség, variabilitás voltak a fő tervezési szempontjaink.

A kifejlesztett táblatípus fő eleme a "fémmunkás" vállalat által gyártott ún. zugló-típusú profil volt.

Kialakítása olyan, hogy egymás után rakva síkfelület hozható létre. Az elemszám és az elemhossz szabadon változtatható, így különböző méretű táblákat kaphatunk. Négy oldalon végelemekkel fogható össze a tábla. Semmilyen egyéb kapcsolóelem, csavar nem kell. /1.ábra/

Kidolgozásra került a számítási - méretezési - módszer, mellyel az optimális oszlopszám és oszlopkiosztás is megadható.

Oszlopként a 2. ábrán vázolt oszlopot vettük számításba, de más meglévő acél vagy alumínium profil is szóba jöhet.

Fentiek szerint kialakított szerkezet mechanikai modellje: egy irányban teherviselő bordás lemez, illetve két vagy háromtámaszú konzolos tartó a 3. ábrán látható keresztmetszettel. Az ábrán c az MSZ 15028/1-76 szerint számított együttdolgozó lemezszélességet jelöli.

2.) A tábla és a tartóoszlop geometriai jellemzői

A táblák elmeinek kapcsolatánál kialakuló együttdolgozó keresztmetszetet, amely a teherviselésnél figyelembe vehető a 3. ábrán rajzoltuk meg.

Ennek keresztmetszeti adatai:

- területe:	$A = 1,67 \text{ cm}^2$
- a súlypont y koordinátája:	$s_y = 2,03 \text{ cm}$
- a súlypont x koordinátája:	$s_x = 0,1 \text{ cm}$
- az x tengelyre számított másodrendű statikai nyomaték:	$I_{xt} = 4,17 \text{ cm}^4$
- keresztmetszeti tényező:	$K_{xt} = 2,09 \text{ cm}^3$
- statikai nyomaték:	$S_{xt} = 0,695 \text{ cm}^3$

Az x, y tengelyekkel a keresztmetszet főtengelyei 6° -os szöget zárnak be. Ezen kis érték miatt és azért is, mert - mint az 1. pontban írtuk - a tálcák egymásba vannak fűzve, így köztük a ferde hajlítást akadályozó kényszererő lép fel: a 3. ábra szerinti tartókeresztmetszet igénybevétele: nyírás és x tengely körüli hajlítás.

A tartóoszlop geometriai jellemzői:

$$I_{x_0} = 298,56 \text{ cm}^4$$

$$K_{x_0} = 49,76 \text{ cm}^3$$

$$S_{x_0} = 29,25 \text{ cm}^3$$

3.) Az optimális támaszelhelyezések számítása két és háromtámaszú esetben

3.1. Kétoszlopos táblafelfüggesztés

A számítás mechanikai modellje és az igénybevételi ábrák a 4. ábrán láthatók.

A tábla méretezésénél a feszültségkorlátozási feltétel a mértékadó, tekintettel arra, hogy a táblák alakváltozására vonatkozóan nincs előírás, illetve a használhatóság sem tartalmaz megkötöttségeket.

A 4. ábráról látható, hogy a tartónak két veszélyes keresztmetszete van, amelyben

$$M_1 = \frac{qa^2}{2}$$

$$M_2 = \frac{ql^2}{8} - \frac{qa^2}{2}$$

Az optimális tartóméreteket, illetve támaszhelyezéseket abból a feltevésből kapjuk, hogy

$$|M_2| = |M_1| \quad / 1 /$$

melyből részletezés nélkül az adódik, hogy

$$1 = 2,83 \cdot a \quad / 2 /$$

A tartó teljes hossza (L) a konzolhosszal kifejezve

$$L = 4,83 \cdot a \quad / 3 /$$

Feszültségkorlátozási feltétel:

$$\sigma_H \geq \frac{q \cdot a^2}{2 \cdot K_{xt}} \quad / 4 /$$

ahol

$$q = p \cdot 0,299 \text{ /N/m/}$$

p = a szélteher /N/m²/ MSZ 15021/ 1-71 szerint.

0,299 m = a tálca szélességi mérete (lsd 1. ábra)

$$K_{xt} = 2,09 \cdot 10^{-6} m^3$$

$$\sigma_H = 1,37 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 \text{ /AlMgSi 25.20/}$$

$$\tau_H = 8 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2.$$

/ 4 / ből kapjuk, hogy

$$a \leq \frac{23,93}{\sqrt{q}} \text{ /m/} \quad / 5 /$$

Ellenőrzés nyírásra:

$$\tau_H \geq \frac{V \cdot S_{xt}}{I_{xt} \cdot v} = 2,2 \cdot q \cdot a \quad q \cdot a \quad / 6 /$$

amelyből azt kapjuk, hogy

$$a \leq \frac{3,64 \cdot 10^7}{q} \text{ /m/} \quad / 7 /$$

Az 5. és 7. összefüggések összevetéséből adódik, hogy az “a” konzolhossz számításánál a hajlításból adódó normálfeszültség a mértékadó.

Lehajlások

A kétoszlopos megtámasztásnál a konzolvég lehajlása

$$f_a = 3,83 \cdot 10^{-9} \cdot q \cdot a^4 \quad / 8 /$$

összefüggéssel,

a tartó középső pontjának lehajlása pedig az

$$f = 1,14 \cdot 10^{-8} \cdot q \cdot a^4 \quad / 9 /$$

összefüggéssel számítható. /q N/cm – ben, “a” cm-ben helyettesítendő./

3.2 Háromszlopos táblafelfüggesztés

A kétoszlopos megtámasztáshoz hasonlóan előírjuk, hogy a nyomatéki maximumok azonos értékűek $\frac{qa^2}{2}$ legyenek.

E feltételből kapjuk az optimális támaszelhelyezéseket. Részletezés nélkül adódik, hogy

$$l = 2,45 \cdot a \quad / 10 /$$

és

$$L = 6,89 \cdot a$$

/ 11 /

kell, hogy legyen.

Feszültségkorlátozási feltétel: teljes egészében megegyezik a kéttámaszú esetben meghatározottal,

Vagyis

$$a \leq \frac{23,93}{\sqrt{q}} \quad /m/$$

kell, hogy legyen.

Háromszlopos megtámasztásnál a konzolvég lehajlása az

$$f_a = 1,17 \cdot 10^{-9} qa^4 \quad / 12 /$$

két támasz közepén lévő pont lehajlása pedig az

$$f = 2,98 \cdot 10^{-9} qa^4 \quad / 13 /$$

összefüggéssel határozható meg.

3.3 Horpadási feltételek

Gerinc horpadási feltétele

$$\sqrt{2} \cdot \frac{3,65}{0,1} \leq 17,5 \cdot \sqrt{5,4} \quad /MSZ 15021/-1-71/ \quad \text{azaz}$$

$51,6 \leq 40,66$ nem teljesül, tehát a gerinc horpadásvizsgálatát el kell végezni.

Kiválasztva a $h = 3$ m, $L = 3,4$ m, $m = 1,5$ összetartozó paraméterhármast a horpadásvizsgálat az alábbiak szerint végezhető el.

1. $\sigma_1 = 5312 \quad N/cm^2$

$$\sigma_2 = -4382 \quad N/cm^2$$

2. $\sigma_A = 465 \quad N/cm^2$

$$\sigma_B = 4847 \quad N/cm^2$$

$$3. \quad \tau = 611 \quad \text{N/cm}^2$$

$$4. \quad \sigma_{red} = 5416 \quad \text{N/cm}^2$$

$$5. \quad \alpha > 1 \rightarrow k_A = 4$$

$$k_B = 28$$

$$k_\tau = 5,4$$

$$6. \quad k_{red} = 19,84$$

$$7. \quad \lambda_o = 27 \quad \bar{\lambda}_o = 0,46 \rightarrow \varphi_b = 1$$

$\sigma_{red} < 1 \cdot \sigma_H$, tehát a gerinc horpadással szemben kellő biztonsággal rendelkezik.

Övek horpadási feltétele

$$\sqrt{2} \cdot \frac{b}{v} \leq 8,3 \cdot \frac{\sigma_H}{\sigma} \quad \text{azaz}$$

$$29 \leq 13,3$$

nem teljesül.

A szerelési technológia miatt szükséges, hogy az öv mérete (hosszmérete) ne változzék. A horpadási feltétel nem teljesülése miatt javasolunk mérést. A mérési eredmények ismeretében dönthető el, hogy az esetleges horpadás milyen mértékben zavarja a konstrukció működését. Amennyiben igen – úgy az öv b méretét csökkenteni kell.

4. A tartóoszlop ellenőrzése

4.1. Feszültségkorlátozási feltétel

4.1.1. Kétoszlopos táblafelfüggesztés

$$\sigma_{Ho} \geq \frac{2,41 \cdot q \cdot a \cdot m \cdot / h - \frac{m}{2}}{0,29 \cdot q \cdot K_{xo}}$$

/ 14 /

ahol

$$\sigma_{Ho} = 2,34 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 \quad /AZ 4 G/$$

m = a tábla magassága

h = a tábla legfelső pontjának távolsága a talajtól.

(14) -ből kapjuk, hogy

$$m / h - \frac{m}{2} / \leq - \frac{1442,86}{q \cdot a} \quad /15/$$

A táblára (5) és az oszlopra (15) levezetett méretezési feltételek figyelembevételével elkészíthető egy a kiválasztáshoz szükséges nomogramm is.

A számítás lépései:

a.) A tábla felfüggesztési magasságának megválasztása (h)

b.) A szélteher értékének számítása (p) h magasságban.

$$p = \frac{h^2 + 80 \cdot h + 500}{h + 50} \cdot 1800 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 1,3 \quad \frac{N}{m^2}$$

(MSZ 15021/1-71/) ahol

1,2 biztonsági tényező

2 alaki tényező

1,3 dinamikus tényező

c.) A tábla magasságának (m) megválasztása

d.) (15)-ből a számítása

$$a \leq \frac{1442,86}{q / h - \frac{m}{2} / m}$$

e.) Ellenőrzés / 5 / felhasználásával

$$a \leq \frac{23,93}{\sqrt{q}}$$

f.) L számítása

$$L = 2,8284 \cdot a$$

4.1.2 Háromszlopos táblafelfüggesztés esete

$$\sigma_{Ho} \geq \frac{q \cdot 2,45a \cdot m / h - \frac{m}{2}}{0,299 \cdot K_{xo}}, \quad / 16 /$$

ahol a jelölések azonosak a 4.1.1 pontban alkalmazottakkal.

Ugyancsak a 4.1.1 pontban leírt számítási lépések felhasználásával elkészíthető az alkalmazáshoz segítséget nyújtó nomogramm.

4.2 Elmozdulásszámítás

Az oszlop felső pontjának elmozdulása a kéttámaszú megtámasztásnál az

$$f_o = 1,29 \cdot 10^{-5} \cdot q \cdot a \cdot m \cdot / h - \frac{m}{2} / ^3, \quad /m / \quad / 17 /$$

háromtámaszú megtámasztásnál pedig az

$$f_o = 1,31 \cdot 10^{-5} \cdot q \cdot a \cdot m \cdot / h - \frac{m}{2} / ^3, \quad /m / \quad / 18 /$$

összefüggéssel számítható.

5. Méretezési példa

A számítás lépéseit az alábbi példával mutatjuk be.

Legyen a feladat egy $L = 3$ m, $m = 2$ m méretű tábla egyéb paramétereinek meghatározása.

A fenti méretű tábla legfelső pontja a talajtól $h = 3,5$ m-nél magasabban nem lehet. az oszlopok távolsága a tábla széleiből $0,62 - 0,62$ m. (konzolhossz = $L/4,83$)

A tábla középső pontjának maximális elmozdulása $\approx 1/200$, azaz $\approx 0,53$ cm.

Amennyiben a $h = 3,5$ m-es felfüggesztési magasság kevésnek bizonyulna, úgy az $L = 3$ m, $m = 2$ m-es táblaméretekhez meghatározható a felfüggesztési magasság háromszlopos megtámasztáshoz.

Végül azt kapjuk, hogy $h = 4,25$ m lehet. A két szélső oszlopot a tábla szélétől $a = 0,435$ m távolságban kell elhelyezni.

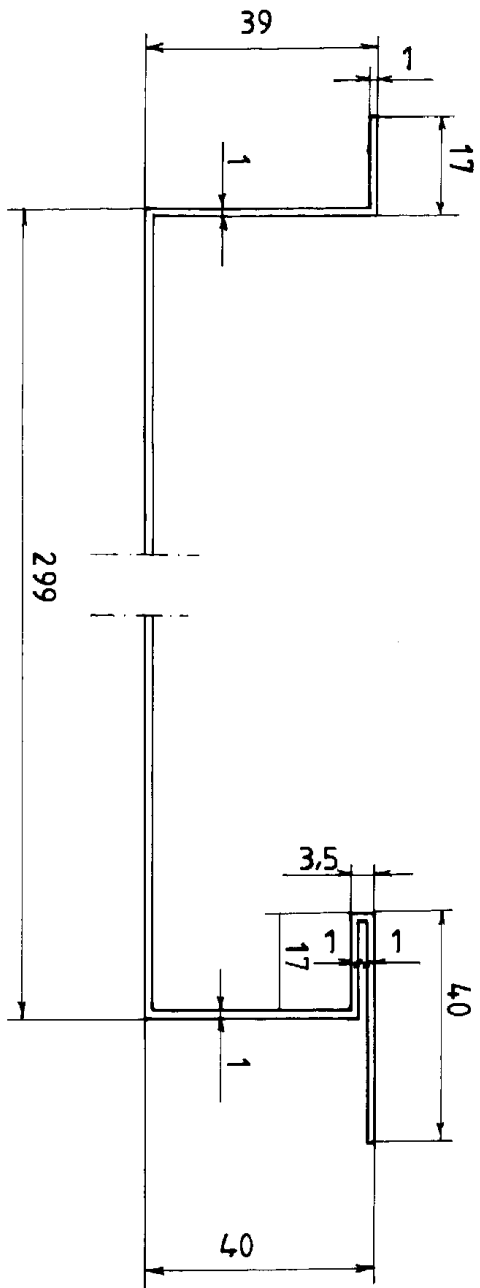
6. Összefoglalás, javaslatok

Ez a cikk a közúti útjelző táblák új típusának méretezésével kapcsolatos feladatokról ad összefoglalást.

Két és háromtámaszú felfüggesztés esetére a közölt képletek segítségével meghatározhatók a tábla egyéb paraméterei.

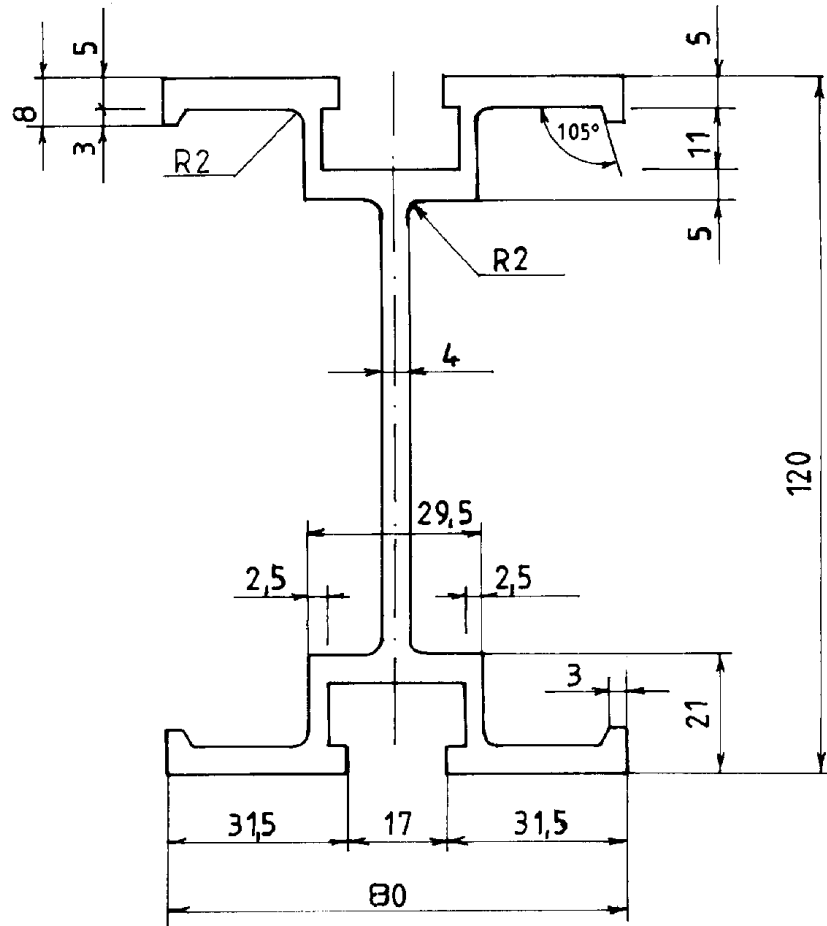
Számításaink szerint a táblaméretek (m , L) és felfüggesztési magasság (h) megválasztásában az oszlop statikai jellemzői a mértékadóak.

Végeztünk olyan ellenőrző gazdaságossági számításokat, amelyek azt mutatták, hogy bizonyos táblaméreteknel háromszlopos felfüggesztés helyett kétoszlopot alkalmazva - nagyobb keresztmetszeti területű oszloppal - kisebb összanyag felhasználású megoldás jöhetne létre.



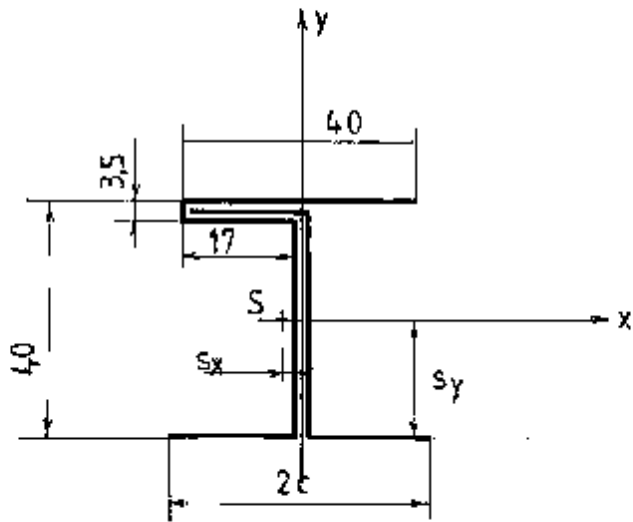
ZUGLÖ típusú burkoló elem

1. ábra



Tartóoszlop keresztmetszete

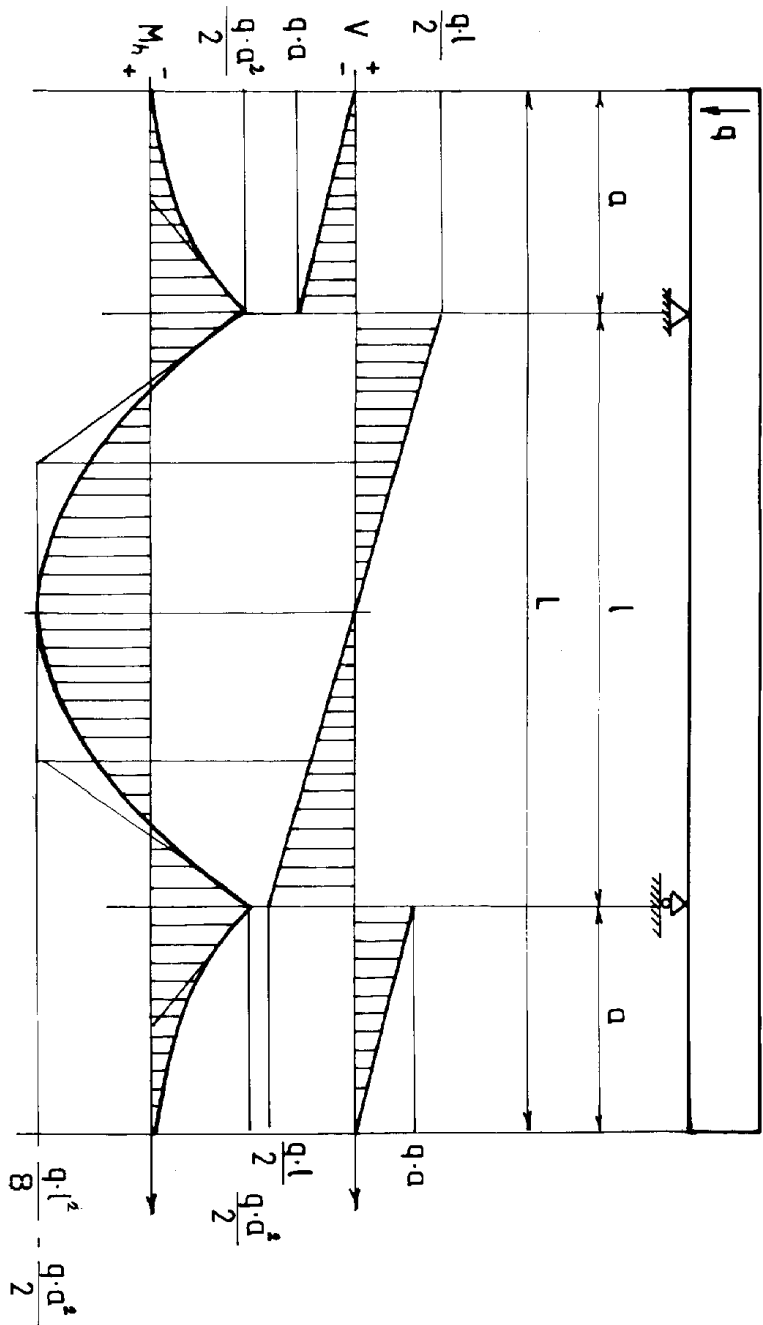
2. ábra



$c \cong 2 \text{ cm}$
 /MSZ 15023/1-76/

ZUGLÓ típusú burkoló elem együtt-
 dolgozó keresztmetszete

3. ábra



Kétoszlopos tábla-felfüggesztés statikai modellje

4. ábra