

Együttműködő acél-beton öszvérhídszerkezetek

Bridges in Mixed Steel-Concrete Structure

Poduri în structură mixtă oțel-beton

Dr. KÖLLŐ Gábor¹, Dr. MOGA Petru¹, FENEȘAN Crina²

¹egyetemi tanár, ²doktorandusz
Kolozsvári Műszaki Egyetem

ABSTRACT

This paper presents the superstructure of a railway bridge having the span of 50 m. The bridge is designed in mixed steel-concrete structure. The bridge roadway is designed having Edilon Corchela fastening.

The bridge superstructure is calculated in three execution variants:

- *During the execution, within the structure, no stresses occur;*
- *The metallic structure is set on the support, after which the reinforced concrete road panel is executed (during execution stresses occur in the metallic structure);*
- *Initial stresses are introduced into the metallic beam, by the making of intermediary supports (the metallic beam is prestressed in the opposite direction to that which occurs during the exploitation period).*

The normal unitary stresses on section, in the three cases, and also the possibility to reduce the height of the construction are studied, through the reduction of the web height, for the third execution variant.

The conclusion that can be drawn from this study is that, for the case that initial stresses are introduced into the metallic beam, the reduction of the height of the bridge superstructure is possible. By using this method a material reduction can be realized.

BEVEZETÉS

Az utóbbi évtizedekben az öszvérszerkezeteket egyre nagyobb mértékben alkalmazzák. Sok fejlett országban az újonnan épült hidak nagyrésze öszvérhíd. Eleinte a közúti hidakat építették ebben a rendszerben, majd mind inkább teret nyertek a vasúti hidak építésénél is.

A vasúti sebesség növelése szükségsszerűvé teszi a felépítmény ágyazatának átvezetését a kis- és közép-fesztávú hidakon. Így szükségessé válnak olyan hídszerkezetek, amelyek megfelelnek az új követelményeknek.

Az öszvérhídszerkezetek alkalmazása vasúti hidaknál, ágyazatátvezetéses felépítményeknél előnyösebb a klasszikus acél vagy vasbeton és feszített beton szerkezetekkel szemben:

- anyagfelhasználás szempontjából előnyösebbek a klasszikus hídszerkezeteknél (acél vagy beton);
- építésük kevesebb faanyagot (zsaluzatot) igényel és gyorsabb, mint a vasbeton szerkezeteké;
- könnyebbek és szerkezeti magasságuk kisebb, mint a vasbeton meg a feszített betonszerkezeteké;
- az öszvérszerkezetek kisebb szerkezeti magasságúak, mint a szokásos acélszerkezetek, a szerkezet viszont merevebb és a dinamikus hatások szempontjából kedvezőbb;
- a vasúti pálya kisméretű korrekciója (oldalirányú eltolása, emelése stb.) nem ütközik nehézségekbe;
- az ágyazat átvezetése lehetővé teszi a feszített beton keresztaljak használatát a faaljak helyett;
- fáradás szempontjából kedvezőbb viselkedés

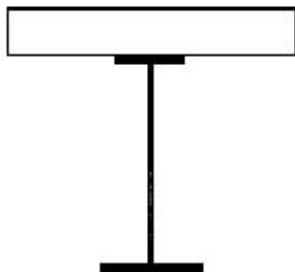
$$\varphi_{\text{össz}} = \frac{\sigma_{\text{min}}}{\sigma_{\text{max}}} > \varphi_{\text{acél}}$$

- az átvezetett ágyazat miatt a környezetre kisebb zajterhelés jut.

ÖSZVÉRTARTÓKBÓL KIALAKÍTOTT HÍDSZERKEZET

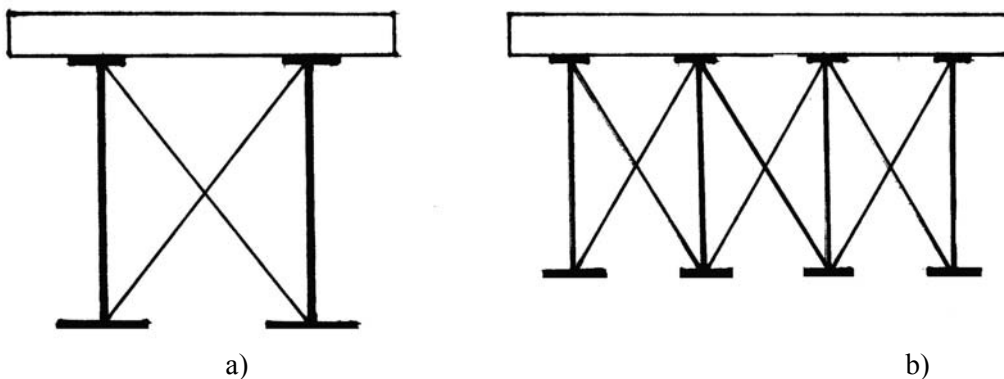
A következőkben az általunk megtervezett öszvértartót mutatjuk be, amely alkalmas korszerű hídfelépítmény összeszereléséhez.

A klasszikus kéttámaszú öszvértartó keresztmetszetét az 1. ábra mutatja be.



1. ábra

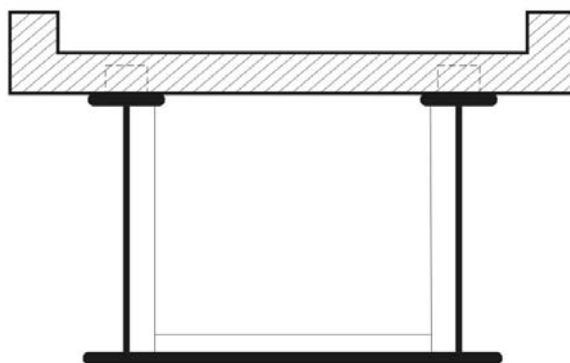
Az ilyen tartókból összeállított hídszerkezetek vázlatát a 2/a, b ábra mutatja be.



2. ábra

A 2/a, b ábrán bemutatott hídszerkezeteknél a betonlemez vastagsága jelentősen (≈ 25 cm) függ a tömör gerinclemezű acéltartók távolságától.

A 3. ábrán egy olyan öszvértartó látható, amelynél az acéltartó a betonlemezzel együtt zártkeresztmetű tartót alkot.

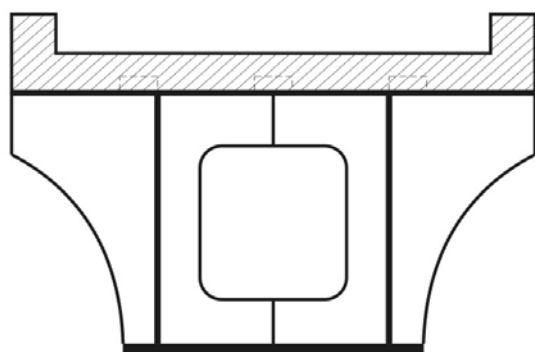


$b_v \approx 25-30$ cm

3. ábra

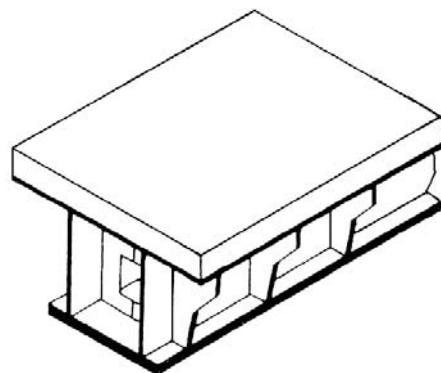
Az ilyen tartók viselkedése csavarással szemben sokkal kedvezőbb, mint az 1. ábrán bemutatott tartóké. A betonlemez ebben az esetben is 25-30 cm vastagságú.

Az általunk tervezett tartók abban különböznek az eddig bemutatott tartóktól (1., 3. ábra), hogy a fő alkotóelemük egy gerinclemezés zártkeresztmetszetű acéltartó, amelynek az alsó és felső öve különböző szélességű és vastagságú, amellyel egy kis vastagságú betonlemez dolgozik együtt. (4/a,b ábra).



$b_v \approx 12 \text{ cm}$

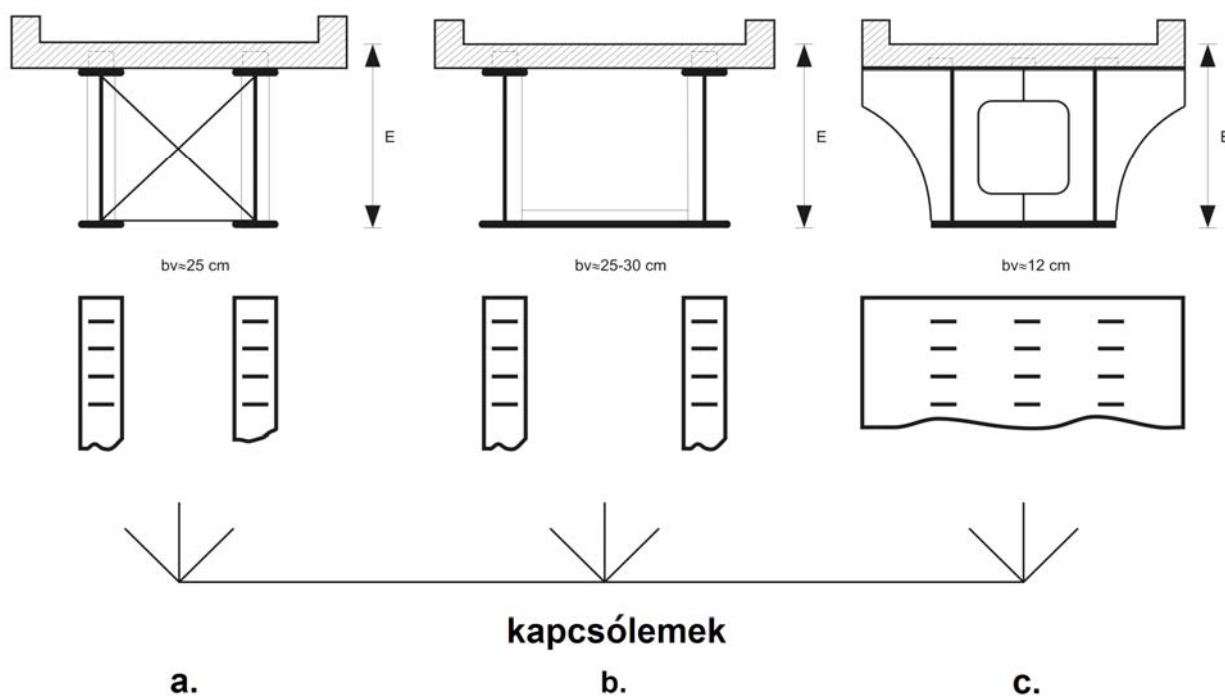
a)



b)

4. ábra

Az acéltartó felső öve szélesebb és vékonyabb, mint az alsó öv. Ez a széles felső öv biztosítja az együttdolgozást a lemez egész szélességében egy 12...16 cm vastagságú betonlemezzel. Így a kapcsolóelemeket több mint két sorban lehet elhelyezni ellentétben a keskeny felsőövű klasszikus tartókkal, ahol a kapcsolóelemek csak egy vagy két sorban helyezhetők el (5. ábra).



kapcsolóelemek

a.

b.

c.

5. ábra

Az együttdolgozást idomacélból kialakított rövid konzolok, csapos fogak vagy ún. folytonos kapcsolóelemek biztosítják.

Az 5c. ábrán bemutatott tartó nemcsak merevebb és a csavarónyomatékkal szemben igen ellenálló, hanem a vasbeton lemez kis vastagsága miatt sokkal könnyebb, mint a másik két változat (5a., 5b.).

Az 5c. ábrán bemutatott öszvértartó acéltartóját keresztirányban a belső részben üreges diafragmák teszik merevvé, a külső részben pedig külső merevítő lemezek találhatók. Ezeket a külső merevítő lemezeket hevederekkel összekapcsolva biztosítjuk a főtartók együttdolgozását. Az acéltartót hegesztett változatban készíthetjük.

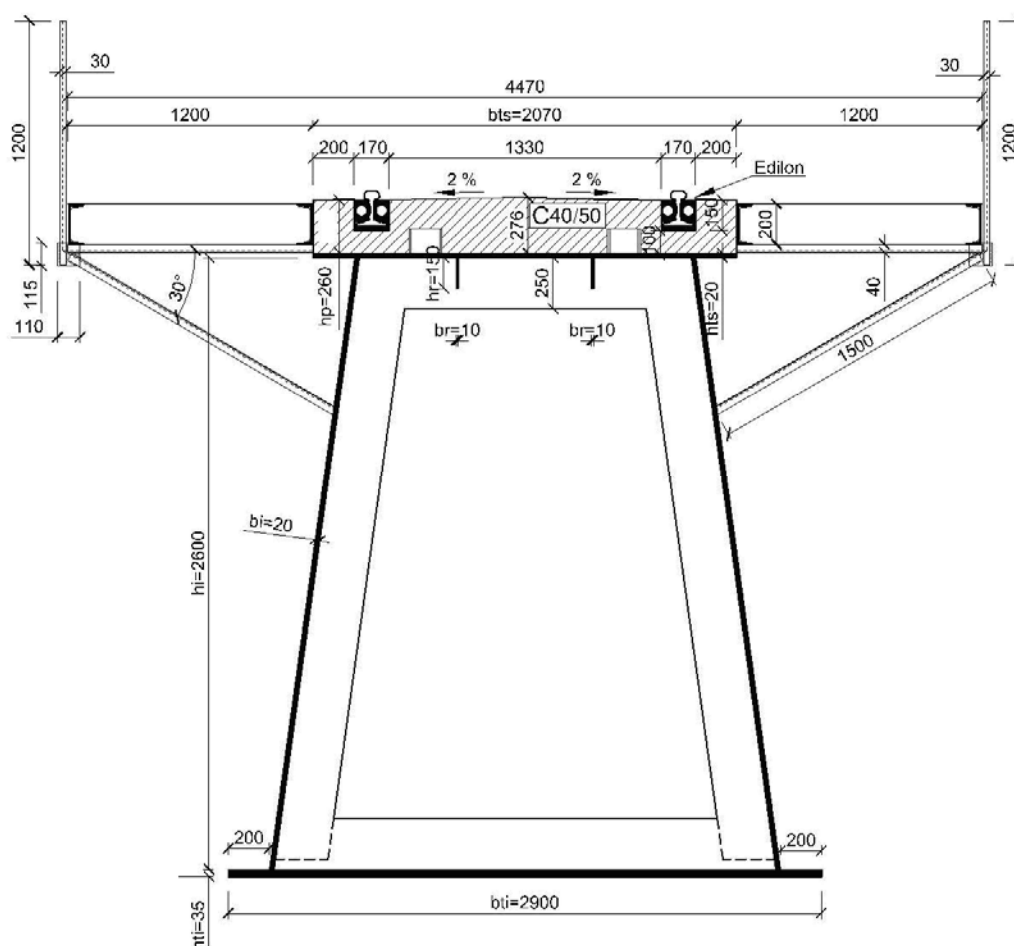
Ugyancsak a hossztartók együttdolgozását biztosítja a betonlemezek keresztirányú utófesztése csúszóbetétes kábelekkel.

A híd pálya szélességi méreteit elsősorban a hídhoz csatlakozó vasút (egy- vagy kétvágányú), út illetve autópálya keresztmetszévé határozza meg. A szükséges szélesség biztosításából következik a hídszerkezetet alkotó hossztartók méreteinek és számának a megválasztása.

A kapcsolóelemek számát és típusát úgy kell megválasztani, hogy az acéltartó és vasbeton lemez között a kapcsolat folyamatos legyen.

Ha nagyobb fesztávú vasúti hidakat tervezünk, akkor az ágyazat jelentős állandó többletterhet jelent. Éppen ezért olyan szerkezeteket kell tervezni, amelynél az állandó teher kisebb. Így tervezzük meg az 6. ábrán bemutatott hidat, ahol az állandó teher kisebb. Ez megoldható, ha a pályalemezről EDILONOS sínleerősítést alkalmazunk, folytonos beágyazással.

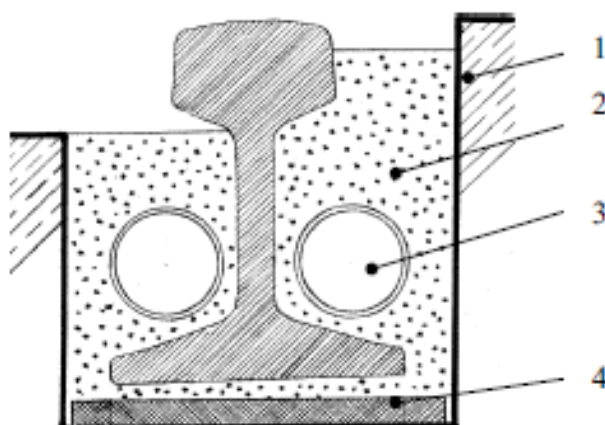
A következőkben az 6. ábrán bemutatott 50 m fesztávolságú hídfelépítmény keresztmetszetén fellépő normál feszültségek változását mutatjuk be, abban az esetben, amikor a felépítmény különböző kivitelezéssel készült.



6. ábra

$b_{ti}=2900 \text{ mm}$	$h_{ti}=35 \text{ mm}$
$b_i=2000 \text{ mm}$	$h_i=2600 \text{ mm}$
$b_{ts}=2070 \text{ mm}$	$h_{ts}=20 \text{ mm}$

A hídpálya és a sín csatlakozása a 7 ábrán látható.



7. ábra

1. Vasbeton csatorna
2. Edilon
3. Hosszanti rugalmas szalag
4. Rugalmas alaplemez

A tartó fontosabb geometriai jellemzői (1. Táblázat): $n = E_a / E_b$

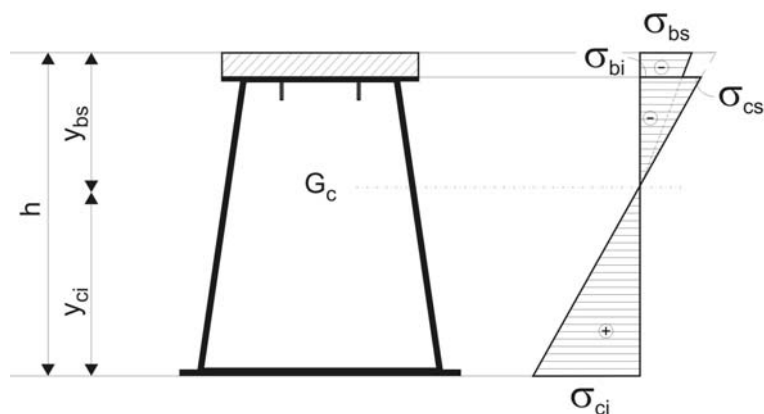
1. Táblázat

$h_i = 2600 \text{ (mm)}$	Acél keresztmetszet	Öszvérkeresztmetszet		
		$n = 6$	$n = 12$	$n = 18$
Keresztmetszet terület $A_o, A_{ci} \text{ (cm}^2\text{)}$	2511	3408	2959	2810
Súlypont helyzet $y_i, y_{ci} \text{ (cm)}$	103.64	149.66	130.14	122.24
Tehetetlenségi nyomaték $I_o, I_{ci} \text{ (cm}^4\text{)}$	$2.891 \cdot 10^7$	$4.918 \cdot 10^7$	$4.057 \cdot 10^7$	$3.709 \cdot 10^7$

Az I. tartó (I.T) esetében az acéltartóban nem keletkeznek feszültségek a híd építése során csak amiután kialakítjuk az öszvérkeresztmetszetet és a tartószerkezet végleges helyére kerül.

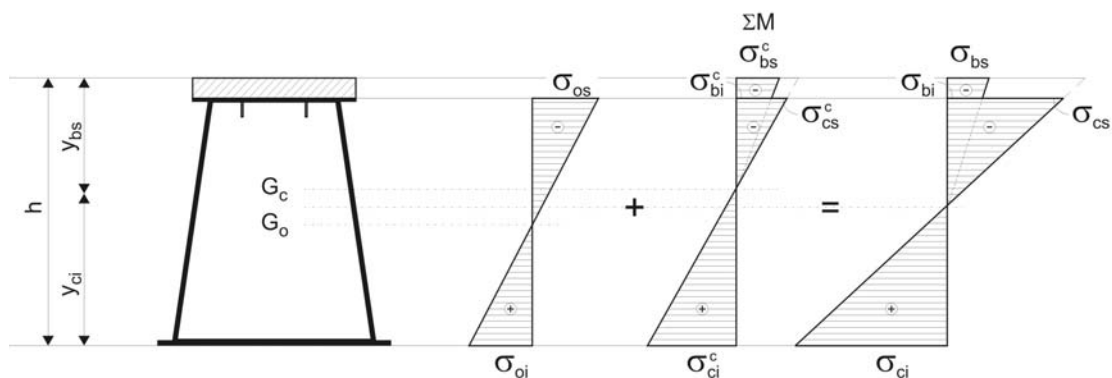
A II. tartó (II.T) kivitelezésekor az acéltartót a hídaléptítményre helyezik majd ezután történik a lemez betonozása. Ebben az esetben az acéltartóban igénybevételek keletkeznek már a zsámozás és a betonozás alatt.

A III. tartó (III.T) kivitelezésekor az acéltartót az aléptítményre helyezik, majd ezt követően a segédjárm segítségével egy, a hasznos teherrel ellentétes hajlítást idézünk elő (felső övben húzófeszültségek és az alsó övben nyomófeszültségek keletkeznek). Ezután következik a betonozás. A beton megszilárdulása után eltávolítjuk a segédjármokat.



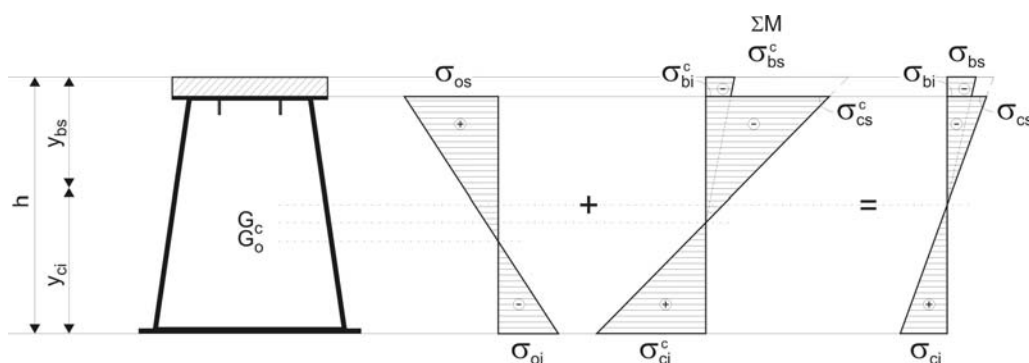
8. ábra

Normál feszültség I.T tartószerkezet keresztmetszetén



9. ábra

Normál feszültség II.T tartószerkezet keresztmetszetén



10. ábra

Normál feszültség III.T tartószerkezet keresztmetszetén

2. Táblázat

Normál feszültségek az acéltartó és a betonlemez szélső övében							
$h_i=2600$ (mm)	Normál feszültség (daN/cm ²)	Vonat teher P 10		Vonat teher LM 71		Vonat teher SW/2	
		Állandó teher +P10 Vonat	Állandó teher + ismétlődő teher P10	Állandó teher +LM71 Vonat	Állandó teher + ismétlődő teher LM71	Állandó teher +SW/2 Vonat	Állandó teher + ismétlődő teher SW/2
I.T	σ_{ci}	1448	1506	1305	1356	1505	1567
	σ_{cs}	-1268	-1616	-1157	-1459	-1312	-1679
	σ_{bi}	-163,18	-122,6	-144,72	-109,53	-170,57	-127,8
	σ_{bs}	-198,77	-145,9	-176,17	-130,31	-207,82	-152,14
II.T	σ_{ci}	1845	1904	1702	1753	1903	1964
	σ_{cs}	-1889	-2236	-1778	-2079	-1933	-2299
	σ_{bi}	-163,18	-122,6	-144,72	-109,53	-170,57	-127,84
	σ_{bs}	-198,77	-145,9	-176,17	-130,31	-207,82	-152,14
III.T	σ_{ci}	1312	1371	1169	1220	1370	1431
	σ_{cs}	-781.96	-1130	-671.2	-972.81	-826.32	-1193
	σ_{bi}	-263.87	-223.3	-245.42	-210.23	-271.27	-228.53
	σ_{bs}	-317.74	-264.87	-295.14	-249.29	-326.79	-271.11

A segédjármos módszerrel előfeszített tartó esetén, csökkentve a gerinclemez magasságát (20 cm) a III.T tartószerkezet esetében a következő eredményeket kapjuk. A tartó fontosabb geometriai jellemzői (3. Táblázat):

Csökkentett gerinclemezű hídkeresztmeteszet adatai.

3. Táblázat

$h_i=2400$ (mm)	Acél keresztmetszet	Öszverkeresztmetszet		
		n= 6	n=12	n=18
Keresztmetszet terület A_o, A_{ci} (cm ²)	2431	3330	2880	2730
Súlypont helyzet y_i, y_{ci} (cm)	95.01	139.07	120.55	113.21
Súlypont helyzet y_s, y_{cs} (cm)	150.49	132.43	150.95	158.29
Tehetlenségi nyomaték I_o, I_{ci} (cm ⁴)	$2.423 \cdot 10^7$	$4.181 \cdot 10^7$	$3.438 \cdot 10^7$	$3.137 \cdot 10^7$

4. Táblázat

Normál feszültségek az acéltartó és a betonlemez szélső övében							
$h_i=2400$ (mm)	Normál feszültség (daN/cm ²)	Vonat teher P 10		Vonat teher LM 71		Vonat teher SW/2	
		Állandó teher +P10 Vonat	Állandó teher + ismét- lő teher P10	Állandó teher +LM71 Vonat	Állandó teher + ismétlő teher LM71	Állandó teher +SW/2 Vonat	Állandó teher + ismétlő teher SW/2
III.T	σ_{ci}	1441	1509	1289	1344	1504	1575
	σ_{cs}	-859.89	-1243	-737.49	-1072	-907.98	-1312
	σ_{bi}	-281.27	-237.8	-260.87	-223.56	-243.51	-243.97
	σ_{bs}	-343.62	-285.78	-318.37	-268.57	-292.68	-293.23

Végkövetkeztetésképpen elmondható, hogy a segédjármos módszerrel kivitelezett tartók szerkezeti magassága csökkenthető, így anyagmegtakarítás és önsúlycsökkentés is elérhető.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] C. Avram, V. Bota: Structuri compuse oțel-beton, beton precomprimat–beton aramat. Editura Tehnică, București, 1975.
- [2] Dan Mateescu s.a. Construcții metalice pretensionate, Editura Academiei, București 1989
- [3] Köllő Gábor.: Nagy fesztávú közúti öszverhídyszerkezet, Közúti és mélyépítési szemle. Budapest 10 / XLVIII / 1998 október.
- [4] Köllő Gábor: Együttműködő acél-beton öszverhídyszerkezetek, Műszaki Szemle, 2000, nr. 9-10, pag. 17-25, ISSN 1454-0716.
- [5] Köllő Gábor: Considerații privind suprastructurile de deschidere mare pentru poduri rutiere din grinzi prefabricate având secțiunea mixtă oțel-beton., A VIII-a Conferință Internațională de Construcții Metalice, 25-28 septembrie 1997, Timișoara.
- [6] Köllő G., Moga P., Feneșan C.: Railway bridges in mixed steel-concrete structure. 7th International Conference on Bridges across Danube, 2010.