

# Vasúti kocsik vázszerkezetének a felhasználhatósága kisebb nyílások áthidalására helyi érdekű közúti utakon

Dr. Köllő Gábor, Dr. Petru Moga,  
Ștefan Guțiu, Cătălin Moga

Kolozsvári Műszaki Egyetem

## Abstract

*This paper presents some modalities to perform provisional road bridge superstructures using the resistance structures of the out of use railway wagon platforms. The structure of these carriages is made up by a beam grid system which consists in two main girders with variable cross section, longitudinal stringers and cross girders. Some types of wagon carriages with different length and structure and two possibilities of use as road bridge superstructures are presented here. This paper also presents modalities of strengthening for these platforms so that they carry out the loads corresponding to class II according to Romanian norms. Thus road bridge superstructures at low costs and which take a short time to construct, can be performed.*

## 1. Bevezető

Az utóbbi évtizedben Romániában nagy számú vasúti teherszállításra használt kocsit vontak ki a forgalomból és ócskavasként hasznosították. Ezeknek a vasúti kocsiknak a legtöbb esetben nem a alvázszerkezete sérült, hanem a futóműve ütköző és kapcsolórendszere vagy az oldalvázszerkezete.

Az alvázszerkezetek elemzése – figyelembe véve ezen szerkezetek hosszát és kialakítását – egy olyan elképzeléshez vezetett, hogy ezek a szerkezetek felhasználhatók kis (nyílású) fesztávú hidak felépítményeként. Annak függvényében, hogy milyen műszaki osztályú utakon alkalmazzák ezeket a vázszerkezeteket több megoldás lehetséges:

- A szerkezetek minden megerősítés nélküli alkalmazása egy könnyű fapálya szerkezettel ideiglenes hidakként, helyi érdekű utakon.
- A szerkezet főtartóinak megerősítése (hegesztett gerinc és övlemezek hozzáadásával) megnövelve a főtartók tehetlenségi nyomatékát
- A szerkezet főtartóinak megerősítése (magnövelve a tehetlenségi nyomatékot) és átalakítása öszvérszerkezetté egy betonlemez helyszíni kivitelezésével.

Ebben a tanulmányunkban az első két megoldást fogjuk részletesen tárgyalni.

Ezen hídszerkezetek főleg mellékutakon valamint helyi érdekű utakon ideiglenes hidakként alkalmazhatók.

A következőkben összefoglalunk egy pár tudnivalót a vasúti teherkocsik vázszerkezetéről.

A teherhordó vázszerkezetnek valamennyi vasúti járműnél megtalálható főegysége az alváz, amelyhez a jármű rendeltetésétől, szerkezeti kialakításától függően kapcsolódik a másik főegység, a szekrény.

A terhelésekből – függetlenül azok jellegétől (statikus vagy dinamikus) vagy irányától (függőleges, vízszintes irányú) – az alvázra mindig jelentős, ill. teljes egész jut.

Az alváz kialakítását alapvetően befolyásolja a jármű típusa ill. rendeltetése.

## 2. Az alvázak

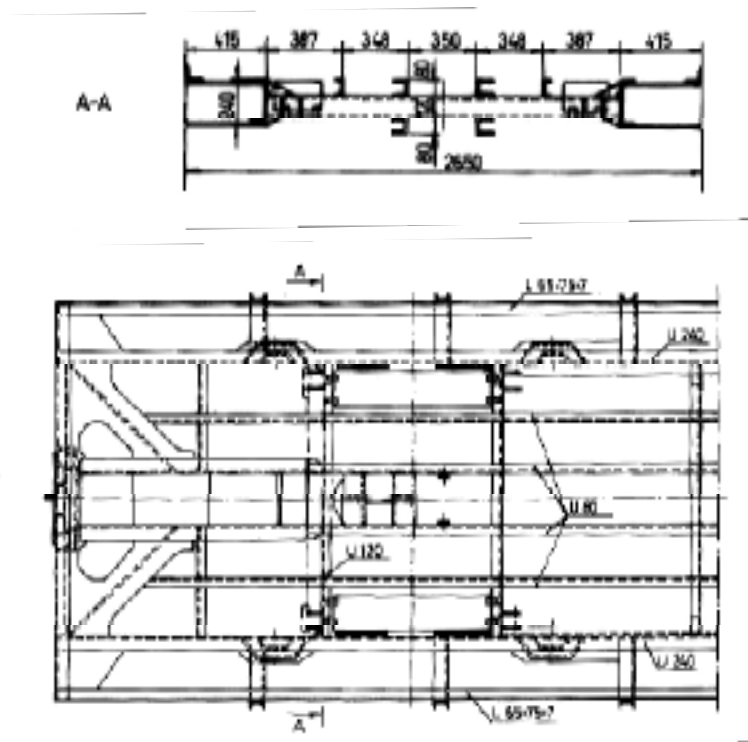
A klasszikus alváz hossztartókból, a két végén mellgerendákból összeállított, közbenső hossz, kereszt és átlós tartókkal merevített keret. Feladata a szekrény és az abban levő terhelés alátámasztása, fontosabb berendezések hordása, súlyuknak a hordműre való közvetítése, vízszintes erőhatások (vonzó és ütközőerők) felvétele.

A vontatott járművek alvázai – futóművek kialakításától függően – kéttengelyű vagy forgóvázas szerkezetekként csoportosíthatók.

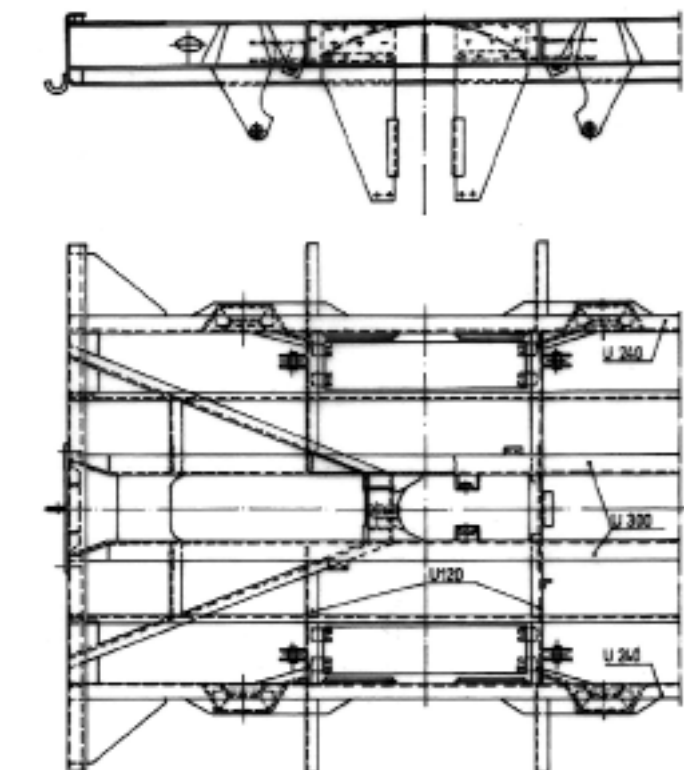
A kéttengelyű alvázakban két – általában hengerelt (U240...300), ritkábban lemezekből hajlított U szelvényű fő-hossztartó viseli a függőleges és a vízszintes terhelések legnagyobb részét.

A mellgerenda korábban azonos volt a hossztartókéval, hengerelt szelvényből készült. Az ütközőcsövek növekedése, a nem átmenő vonókészülékek elterjedése, az önműködő kapcsolókészülékek bevezetése miatt az alvázvégeket, főleg a mellgerendákat ma már többségében lemezből hajlított vagy hengerelt szelvényekből és lemezekből hegesztett magas-szelvényű (U350...400) tartókként alakítják ki.

Az alvázak hosszmeretének, tengelytávolságának növelése a szelvényméret növelését indokolná, ami azonban szerkezeti okokból (kerékátmérő, padló- és ütközőmagasság) nem engedhető meg. A szükséges keresztmetszetek megvalósítására inkább az alváz belső hossztartóinak számát, ill. méretét szokás növelni. Az 1. ábra két hossztartós, a 2. ábra négy hossztartós alváz-végkialakítást szemléltet.



1. ábra



2. ábra

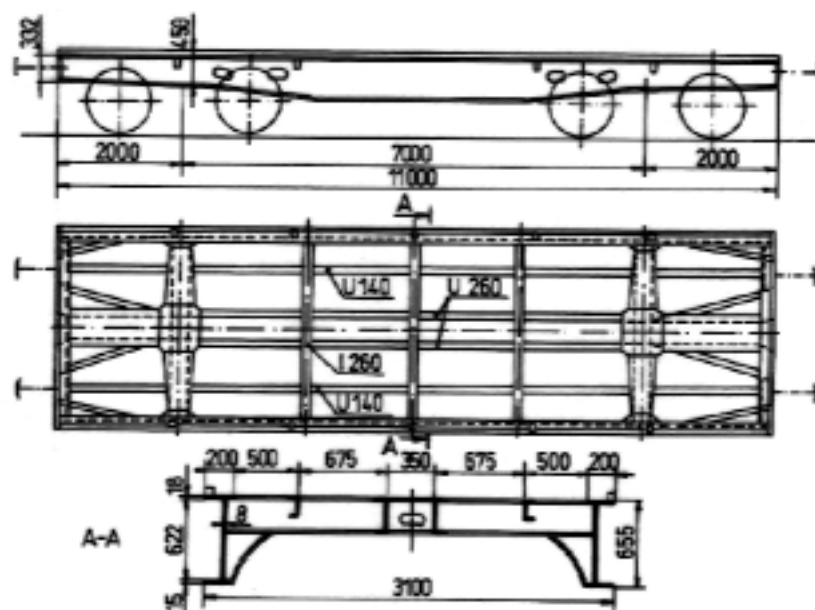
A hossztartó anyagának kihasználása akkor a legkedvezőbb, ha a konzolos, valamint az alátámasztások közötti részeken a hajlító-nyomatékok közel azonos értékűek. Amennyiben a vonó- és ütközőkészülék középvonala nincs a hossztartók mélyvonalában, a külpontosságból eredő hajlító és járulékos húzó-, nyomóerőket is figyelembe kell venni.

Növelt támaszközű járműveknél az alváz hossztartóját feszítőművel szokás merevíteni. A feszítőmű beépítését a nyomatéki zérus-helyen célszerű kialakítani. Méretezése a rácsos tartókéval azonos.

A forgóvázaz teherkocsialvázak néhány elemükben eltérnek az előbb tárgyalt kéttengelyű alvázaktól. Új elem az általában szekrényes kiképzésű 8...15mm vastag lemezekből hegesztett fő-kereszttartó. A forgóvasak ezeken át kapcsolódnak az alvázhöz.

A hossztartókat a növelt fesztávolság miatt szilárdsági és gazdaságossági megfontolásokból célszerű egyenszilárdságúra kiképezni. Ez egyrészt az övlemezek megerősítésével, másrészt a tartó gerincének fokozatos növelésével (halhastartó) valósítható meg.

Nagy raksúlyú, négytengelyű pórekocsi alvázat szemlélteti a 3. ábra.



3. ábra

A forgóalvázaz teherkocsik egyik jellegzetes alváz típusa a gerinctartós alváz, amely főleg az Egyesült Államokban és a volt Szovjetunióban terjedt el.

### 3. Szerkezeti anyagok és megengedhető feszültségek

A vázszerkezet tervezésekor, a várható igénybevételek, a gyártástechnológiai lehetőségek és járműjavítási adottságok figyelembevételével szükséges kiválasztani a megfelelő anyagot, a megengedhető feszültséget. Acélszerkezeteknél szinte kizárólagosan hegesztett kötések alkalmaznak.

A jó hegeszthetőség érdekében a vasúti járművek szilárdságilag igénybevett egységeit csillapított (szakítószilárdságtól függően 0,10...0,60% Si és min. 0,02% Al tartalmú, finomszemcsés, öregedésálló) acélból kell készíteni.

Az alváz acélszerkezete a DIN szabvány szerint (a 70-es évek szabványai):

1. táblázat

Anyagminőség	Sűrűség [daN/m <sup>3</sup> ]	Rugalmassági tényező E [daN/mm <sup>2</sup> ]	Szakító szilárdság [daN/mm <sup>2</sup> ]	Folyási határ [daN/mm <sup>2</sup> ]	Nyúlás [%]
St 34	7850	21000	34...42	22...19	31
St 37			38...47	24...22	25...27
St 42			42...52	26...24	23...25
St 50			50...62	28...26	19...21
RSt 37-2			37...65	24...22	26...25
RSt 37-3			37...65	24...22	26...25
RSt 46-2			45...55	30...28	24...23
St 52-3			52...62	36...34	22
Rozsdaálló acél	7880	20300	62	25	40

### Biztonsági tényezők

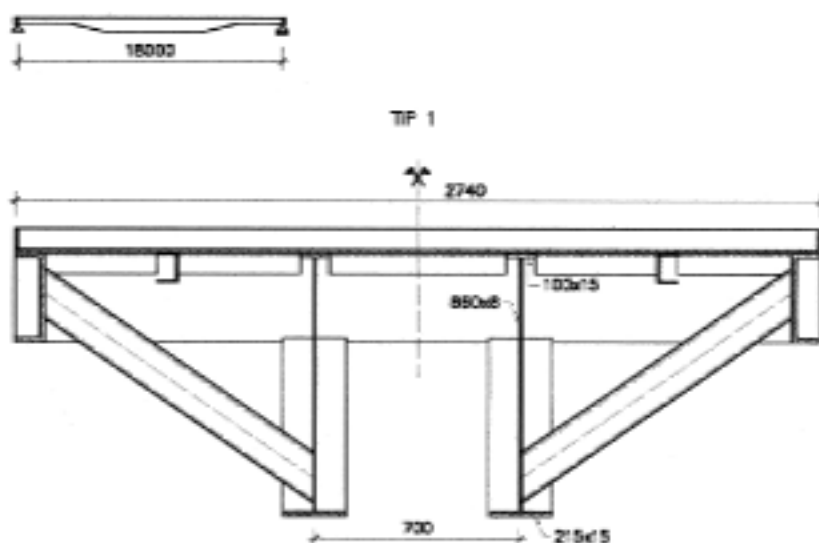
A fő és járulékos erők egyidejűsége esetén a következő biztonsági tényezőket kell alkalmazni:

- Szakítószilárdságra vonatkoztatva  $c=2,2$
- Folyáshatárra vagy  $\sigma_{0,2}$  határra  $c=1,5$
- Kifáradási határra, tartam és üzemi szilárdságra  $c=1,5$
- Ütközés és rugótörés esetére
  - szakítószilárdságra  $c=1,5$
  - folyáshatárra  $c=1,0$

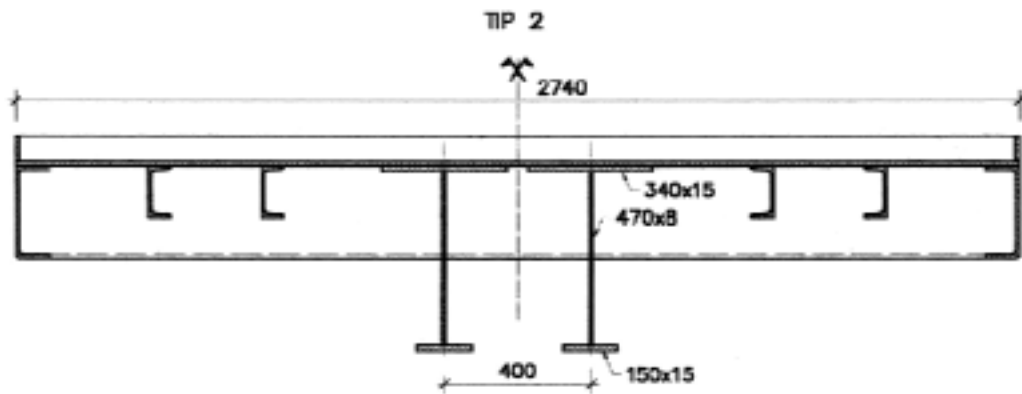
### 4. Két alvázszerkezet alkalmazhatósága mint közúti hídfelépítmény

A két alvázszerkezetet a 4. és 5. ábra mutatja be mind síkbeli mind keresztmetszeti kialakításban.

A 4. ábrán bemutatott alvázszerkezetet TIP 1 jelöléssel láttuk el míg az 5. ábrán láthatót TIP2 jelöléssel.



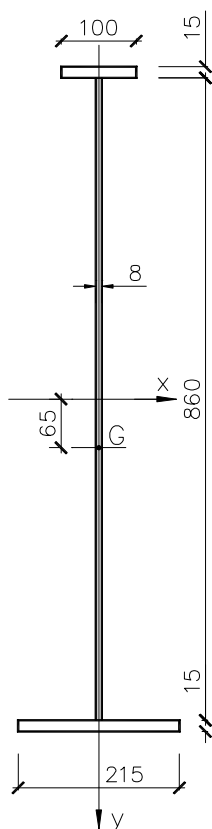
4. ábra



5. ábra

#### 4.1. A TIP 1 alvázszerkezet igénybevételének (teherbírásának) meghatározása

Elvégezve egy egyszerűsített szilárdsági számítást a két alvázszerkezettel, feltételezve, hogy a főtartók azok egyetlen teherbíró elemek, amelyek a teljes terhelést átveszik, a 6. ábrán látható keresztmetszetű tartóelemeket kapjuk.



6. ábra

Keresztmetszeti méretek:

Keresztmetszet területe:

$$\text{Gerinclemez területe: } A_i = 68.80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Övlemezek területe: } A_t = 47.25 \text{ cm}^2$$

$$-A_{ts} = 15.00 \text{ cm}^2$$

$$-A_{ti} = 32.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Összterület: } A = 116.05 \text{ cm}^2$$

Súlypont helyzete:  $y_G = 6.50 \text{ cm}$

Tehetlenségi nyomaték

$$\text{Gerinclemez } I_i = 42\,404 \text{ cm}^4$$

$$\text{Övlemezek } I_t = 85\,540 \text{ cm}^4$$

$$\text{A teljes keresztmetszet tehetlenségi nyomatéka} \\ I = 127\,944 \text{ cm}^4$$

Keresztmetszeti modulus (állandó):

$$W_G = I/51 = 2\,509 \text{ cm}^3$$

A két főtartó keresztmetszeti állandója:  $W = 2 \cdot W_G = 5\,018 \text{ cm}^3$ .

A legnagyobb forgatónyomaték amellyel a két főtartó terhelhető (igénybevehető):

$$M_{cap} = W \cdot \sigma_a = \begin{cases} 5\,018 \cdot 1\,300 = 65,23 \cdot 10^5 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 65,23 \text{ t} \cdot \text{m} \\ 5\,018 \cdot 1\,450 = 72,76 \cdot 10^5 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 72,76 \text{ t} \cdot \text{m} \end{cases}$$

Figyelembe véve, hogy ezek az alvászervezetek 2-3 évtizedig üzemben voltak, a megengedett normál-feszültséget 2 értékkel vesszük számításba:  $\sigma_a = 1450 \text{ daN/cm}^2$  és egy csökkentett  $\sigma_a = 1300 \text{ daN/cm}^2$  értékkel számolunk.

A TIP 1 alvászervezet önsúlyát egy 20 cm vastag fa pályaszervezettel számolva a teljes állandó terhelés  $g=1270 \text{ daN/m}$ .

Ebben az esetben az állandó terhelés által gerjesztett forgatónyomaték:

$$M_g = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{1,27 \cdot 18^2}{8} = 51,44 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Ebben az esetben a vászervezet még terhelhető egy olyan terheléssel, amely  $\Delta M$  forgatónyomatékot hoz létre:

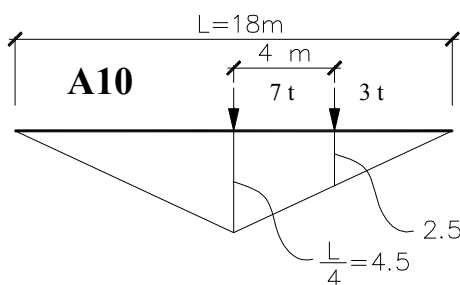
$$\Delta M = M_{cap} - M_g = 65,23 - 51,44 = 13,79 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Abban az esetben, ha a vászervezetet borító acéllemezt korrózió miatt eltávolítják a  $\Delta M$  forgatónyomaték:

$$M'_g = \frac{g' \cdot l^2}{8} = \frac{1,01 \cdot 18^2}{8} = 40,91 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$\Delta M' = M_{cap} - M'_g = 65,23 - 40,91 = 24,32 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Figyelembe véve egy 18 m tartó hatásábráját és az A10 jelű tehergépkocsit:



$$M = 7 \cdot 4,5 + 3 \cdot 2,5 = 39 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Az A10 jelű tehergépkocsi által gerjesztett forgatónyomaték nagyobb mint a terhelhető nyomaték ( $\Delta M$ ) abban az esetben is, amikor eltávolítottuk a felső megrozsdásodott acéllemezt:

$$M > \Delta M'$$

Az alvászervezet terhelhetőségét ( $\Delta M$ ) figyelembe véve, és a két általunk felvett megengedett feszültség ( $\sigma_a$ ) értéke függvényében a vászervezet mint hídfelépítmény megengedi a következő koncentrált erőket:

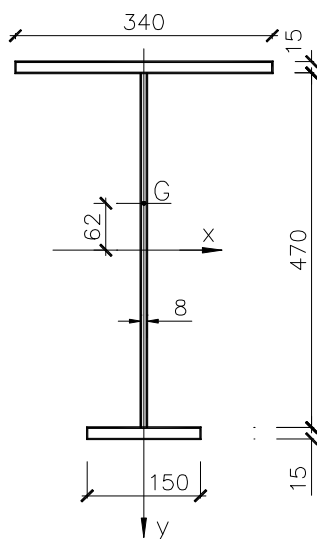
$$\sigma_a = 1300 \text{ daN/cm}^2 \quad P = 5,40 \text{ t};$$

$$\sigma_a = 1450 \text{ daN/cm}^2 \quad P = 7,08 \text{ t}.$$

Ugyanaz a számítás elvégezhető a TIP 2 alvászervezetre a következő eredményekkel:

$$g = 1328 \text{ daN/m}, \quad M_g = 53,86 \text{ tm}$$

A TIP 2 alvászervezet főtartója a 7. ábrán látható.



7. ábra

Keresztmetszeti méretek:

Keresztmetszet területe:

$$\text{Gerinclemez területe: } A_i = 37.60 \text{ cm}^2$$

$$\text{Övlemezek területe: } A_t = 73.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Összterület: } A = 111.10 \text{ cm}^2$$

Súlypont helyzete:  $y_G = 6.22 \text{ cm}$

Tehetlenségi nyomaték

$$I_i = 6\,921 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 38\,938 \text{ cm}^4$$

---


$$I = 45\,859 \text{ cm}^4$$

Keresztmetszeti modulus (állandó):

$$W_G = 1\,469 \text{ cm}^3$$

$M_{\max} < M_g$ . Ez a szerkezet sem terhelhető plusz erővel.

A számítási eredmények összefoglalását a 2., 3., 4. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

$\sigma_a$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	M [t·m]	
	TIP 1	TIP 2
1300	65.23	38.20
1450	72.76	42.60

3. táblázat

Az alváz szerkezete	M <sub>g</sub> [t·m]	
	TIP 1	TIP 2
Felső folytonos acéllemez.	51.44	53.86
Felső folytonos acéllemez nélkül	40.91	43.34

4. táblázat

$\sigma_a$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Az alváz szerkezete	$\Delta M$ [t·m]	P [t]
1300	Acéllemezzel	13.79	3.06
	Acéllemezzel nélkül	24.32	5.40
1450	Acéllemezzel	21.32	4.74
	Acéllemezzel nélkül	31.85	7.08

Látható, hogy ezeknek a vázszerkezeteknek (ilyen feltételek mellett: ( $\sigma_a$ , ezek a főtartók teherviselő)) nincs meg az a teherviselő képessége, hogy egy A10 jelű tehergépkocsit elbírnának, ezért javasolható a főtartók megerősítése.

Egy 18m nyílású szerkezet, amelynek igénybevételeit az A10 és S40 jelű terhelésekre a 5. táblázat tartalmazza. Feltételezett dinamikus tényező (A10):  $\Psi=1,2$ .

5. táblázat.

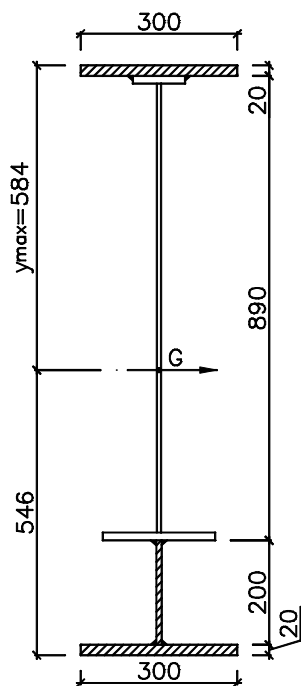
Legnagyobb nyomatékok meghatározása a TIP 1 és TIP 2 vázszerkezetek esetén (A10, S40).

Vázszerkezet M [tm]	TIP 1		TIP 2	
	A10	S40	A10	S40
M	62.50	160.00	62.50	160.00
$M_g$ , acéllemezzel	51.44		53.86	
$M'_g$ , acéllemezzel nélkül	40.91		43.34	
$M_g + \psi M$	126.44	211.44	128.86	213.86
$M'_g + \psi M$	115.91	200.91	118.34	203.34

#### 4. 2. A főtartó megerősíthetősége

Mivel Romániában a legkisebb terhelési osztályt az A10 és S40 (teherkocsi valamint lánctalpas kocsi) foglalja magába, a főtartók megerősítését erre a terhelési osztályra (II) terveztük.

A TIP 1 vázszerkezet főtartójának a megerősítését két változatban a 8. és 9. ábra tartalmazza.



$$I = 538\,389 \text{ cm}^4$$

$$y_{\max} = 58.39 \text{ cm}$$

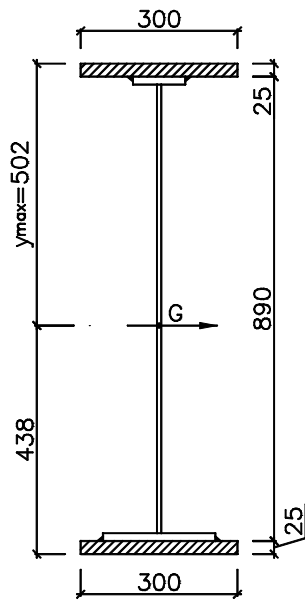
$$I_{\text{hidfelepitmeny}} = 2 \cdot I = 1\,076\,778 \text{ cm}^4 = I_{\text{hf}}$$

$$\sigma = \frac{M}{I_{\text{hf}}} \cdot y_{\max} = 1255 \text{ daN / cm}^2$$

– megerősítés

8. ábra






$$I=444\,749\text{ cm}^4$$

$$y_{\max}=50.20\text{ cm}$$

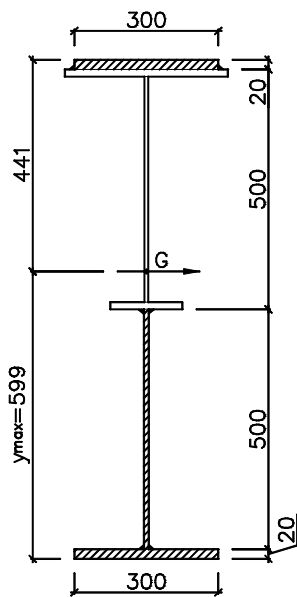
$$I_{hf}=2 \cdot I=889\,498\text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{M}{I_{hf}} \cdot y_{\max} = 1306\text{ daN/cm}^2$$

 – megerősítés

9. ábra

A TIP 2 vázszerkezet főtartójának a megerősítése (10. ábra)




$$I=490\,467\text{ cm}^4$$

$$y_{\max}=59.89\text{ cm}$$

$$I_{hf}=2 \cdot I=980\,934\text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{M}{I_{hf}} \cdot y_{\max} = 1305\text{ daN/cm}^2$$

 – megerősítés

10. ábra

A lehajlások meghatározása a két típusú vázszerkezetnél a következő összefüggéssel történt:

$$f = \frac{5.5 \cdot M \cdot l^2}{48 \cdot EI} \text{ megengedett lehajlás } f_a = \frac{l}{700}$$

Az eredményeket a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat

	I [cm <sup>4</sup> ]	M [t·m]	lehajlás f [cm]
TIP 1	538389	56.97	1.9
	444749		2.3
TIP 2	490467	58.18	2.1

### Következtetés

A vasúti kocsí alvázszerkezetek gazdaságos megoldást jelenthetnek bizonyos ideiglenes hidak felépítményének kivitelezésére. A vázszerkezetek könnyű megerősíthetősége lehetővé teszi ezek alkalmazását II. terhelési osztályú hidak felépítményeként.

Minden esetben, amikor ilyen vázszerkezetet alkalmazunk, fel kell mérni a szerkezetet, és egy részletes kivitelezési tervet kell készíteni.

### Felhasznált irodalom

- [1] Csére Béla. *A Vasúti Technika Kézikönyve I.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [2] Nechita M., Köllő G. *Căi Ferate*, Ed. IPC–N 1981.
- [3] Moga P. *Intretinerea și reabilitarea podurilor metalice.* UTCN, 2002
- [4] Moga P., Gutiu St. *Poduri metalice. Îndrumător de proiect.* UTCN, 2003