



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

# Acélszerkezetek II.

## 1. gyakorlat

### A féléves feladat megoldásának menete

Szabó Imre Gábor

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék

# Szabványok áttekintése

## Az Eurocode 1. részei (Terhek és hatások):

- **Sűrűségek, önsúly és az épületek hasznos terhei (MSZ EN 1991-1-1)**
- Tűznek kitett tartószerkezeteket érő hatások (MSZ EN 1991-1-2)
- Hóteher (MSZ EN 1991-1-3)
- Szélhatás (MSZ EN 1991-1-4)
- Hőmérsékleti hatások (MSZ EN 1991-1-5)
- Terhek és terhelő alakváltozások a megvalósítás során (MSZ EN 1991-1-6)
- Rendkívüli hatások (MSZ EN 1991-1-7)
- Hidak forgalmi terhei (MSZ EN 1991-2)
- Daruk és gépi berendezések hatása (MSZ EN 1991-3)
- A silókat és tartályokat érő hatások (MSZ EN 1991-4)

## **Az Eurocode 3. kötetei (Acélszerkezetek méretezése):**

- **EN 1993-1 Általános és az épületekre vonatkozó szabványok**
- EN 1993-2 Acélhidak
- EN 1993-3 Tornokok, antennatornyok, kémények
- EN 1993-4 Silók, tartályok, csővezetékek
- EN 1993-5 Acélcölöpök
- EN 1993-6 Daru megtámasztó szerkezetek



## EN 1993-1 Általános és az épületekre vonatkozó szabványok

- **1-1 Acélszerkezetek tervezése: általános és épületekre vonatkozó szabványok**
- 1-2 Acélszerkezetek tervezése tűzterherre
- 1-3 Hidegen alakított elemek és burkolatok
- 1-4 Rozsdamentes acélok
- 1-5 Lemezszerkezetű elemek
- 1-6 Héjszerkezetek szilárdsága és stabilitása
- 1-7 Keresztirányban terhelt lemezszerkezetek szilárdsága és stabilitása
- **1-8 Kapcsolatok méretezése**
- 1-9 Acélszerkezetek fáradási szilárdsága
- 1-10 Acélműanyag kiválasztása a törési szívósság és a vastagság jellemzők figyelembevételével
- 1-11 Húzott acélszerkezetek méretezése
- 1-12 Kiegészítő szabványok nagy szilárdságú acélokra

## 0. Tervezési házi feladat

A házi feladat keretében egy ipari létesítmény pódiumának acélból készült fő- és fióktartóit kell megtervezni, méretezni és gyártási terveket készíteni. Az ipari létesítményeknél szokásos módon a pódiumot acél járórácscsal fedjük le. A rácsokat kb. 2-3 méterenként elhelyezett fióktartók támasztják alá (25 cm-re kerek kiosztással: 2,00 m; 2,25 m; stb.). A fióktartók melegen hengerelt szelvényből készülnek, kéttámaszú kialakításban. A fiók- és főtartók felső öve egy síkban van. A járórácscok a fióktartókat kifordulással szemben nem támasztják meg, ezért gondoskodni kell a szükséges oldalirányú megtámasztásokról (merevítés). Ezt például a járórácscok alá helyezett, a fióktartók felső övének alsó síkjára csatlakozó szögacélokból lehet kialakítani. A főtartó hegesztett kivitelű, nagyobb fesztávolságú tartó, amely az épület oszlopaira támaszkodik. Oldalirányban csak a fióktartók támasztják meg.

A tervezési feladat során a tartalomjegyzékben megadott felépítés követendő.

# Ipari épület acél gerendatartóinak és oszlopainak tervezése – Tartalomjegyzék



1. Kiindulási adatok
  - 1.1 Vázlatterv
  - 1.2 Alkalmazott szabványok
  - 1.3 Anyagminőségek, a mechanikai jellemzők karakterisztikus értékei
  - 1.4 Terhek, teherkombinációk
2. Fióktartók méretezése
  - 2.1 Statikai váz
  - 2.2 Terhek
  - 2.3 Igénybevételek számítása
  - 2.4 Szilárdsági vizsgálatok
  - 2.5 Stabilitási vizsgálatok – kifordulás
  - 2.6 Alakváltozási vizsgálatok – lehajlás ellenőrzése
3. Gerinclemezes főtartó méretezése
  - 3.1 Statikai váz
  - 3.2 Terhek
  - 3.3 Igénybevételek számítása
  - 3.4 Szilárdsági vizsgálatok – hajlítás, nyírás, kölcsönhatás
  - 3.5 Stabilitási vizsgálatok – kifordulás, gerinchorpadás
  - 3.6 Merevítőbordák méretezése
  - 3.7 Alakváltozási vizsgálatok – lehajlás ellenőrzése

## 4. Oszlopok méretezése (a feladat keretében nem végezzük el)

4.1 Statikai váz

4.2 Terhek

4.3 Igénybevételek számítása

4.4 Szilárdsági vizsgálatok – nyomás

4.5 Stabilitási vizsgálatok – kihajlás

## 5. Kapcsolatok tervezése

5.1 Fióktartó és főtartó csuklós kapcsolata

5.2 Főtartó és oszlop csuklós kapcsolata

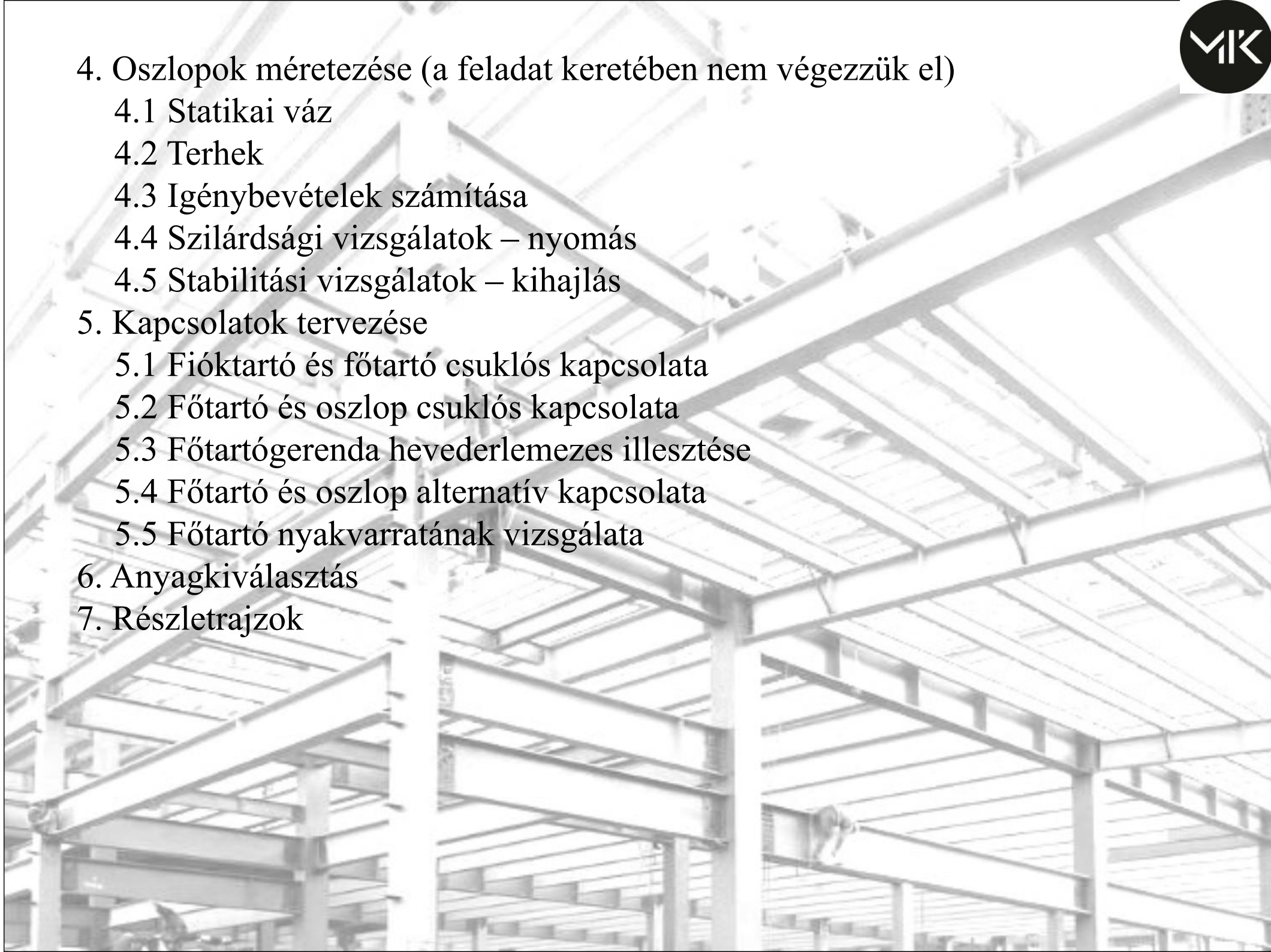
5.3 Főtartógerenda hevederlemezes illesztése

5.4 Főtartó és oszlop alternatív kapcsolata

5.5 Főtartó nyakvarratának vizsgálata

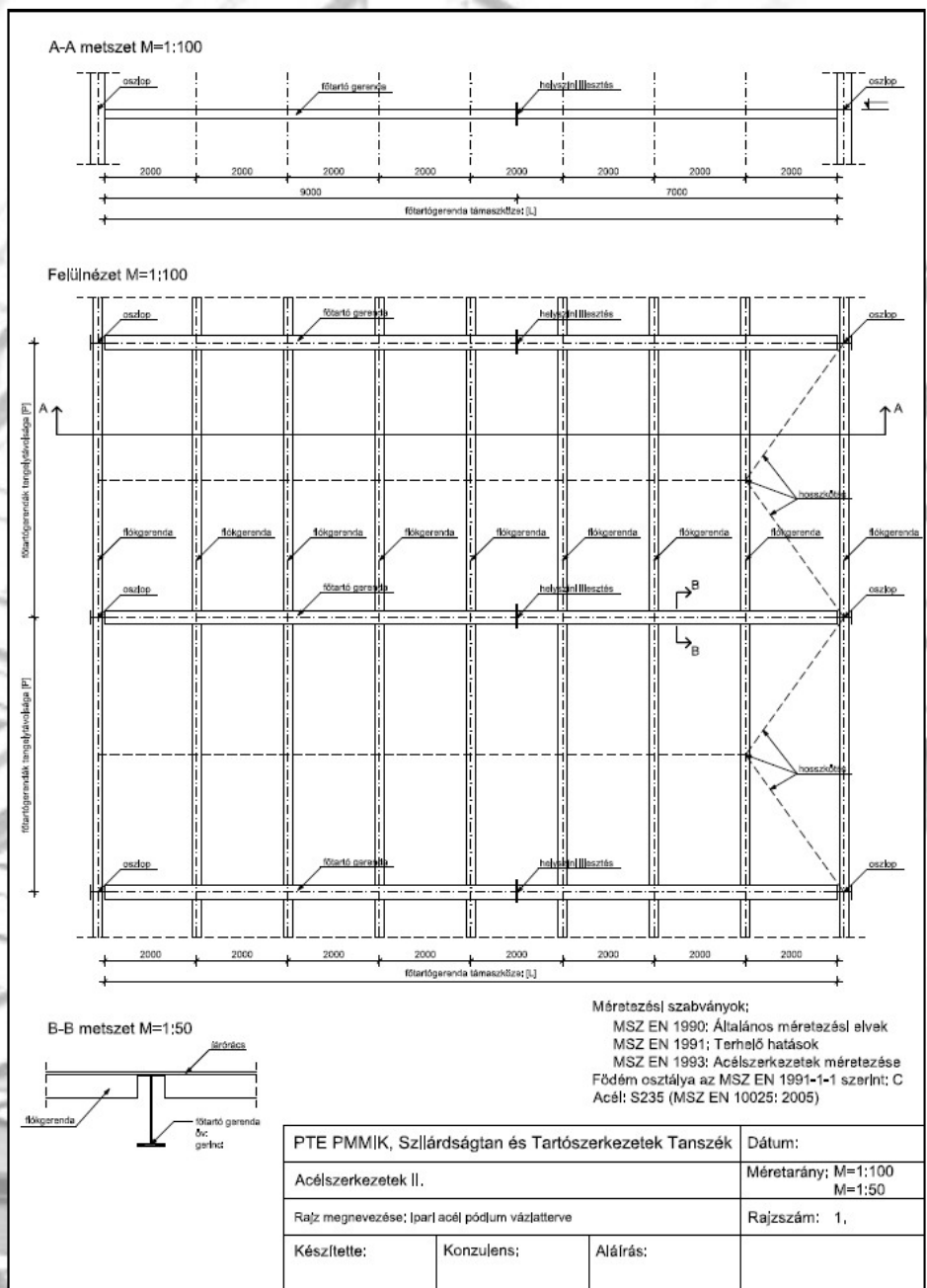
## 6. Anyag kiválasztás

## 7. Részletrajzok



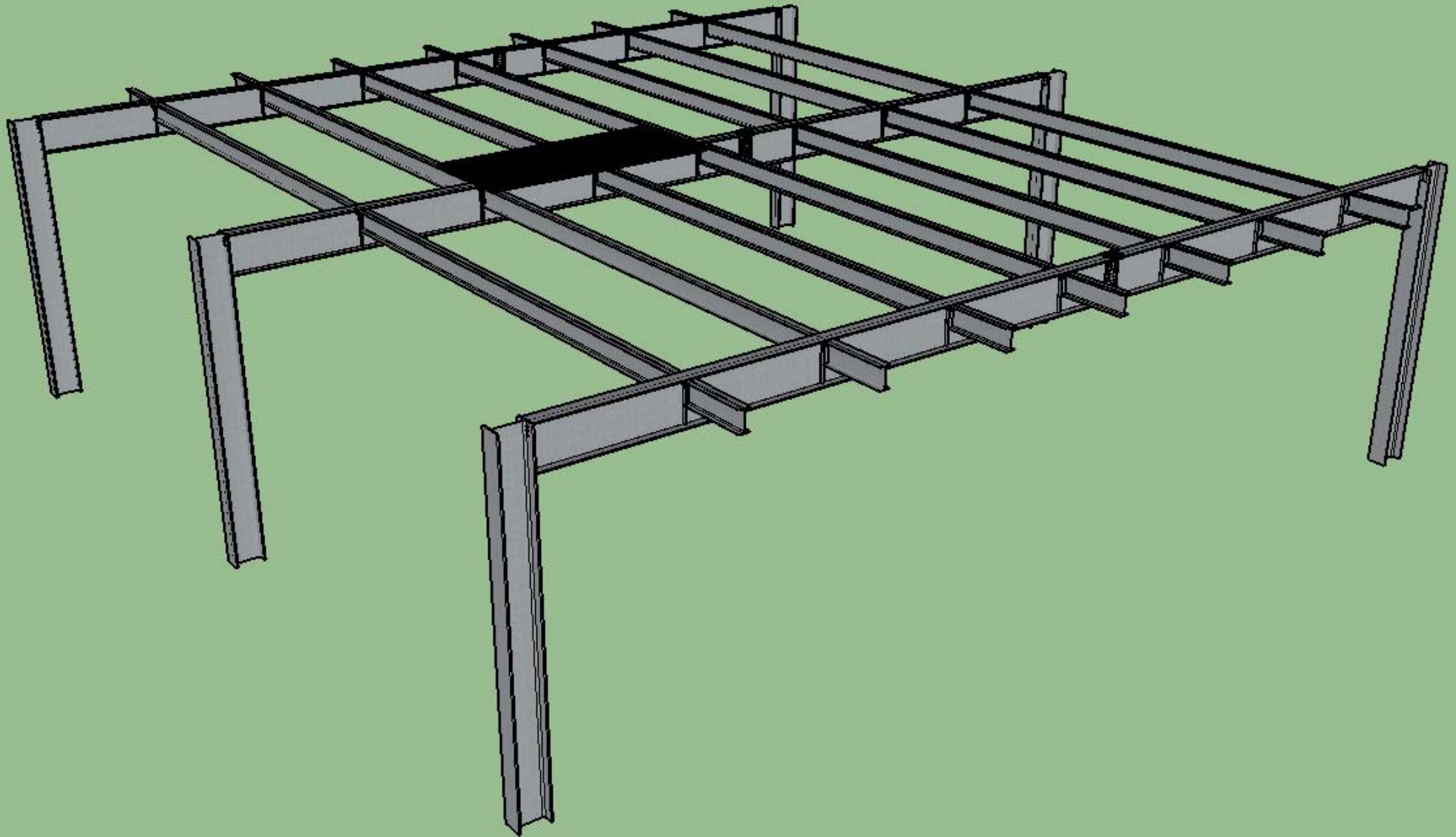
# 1. Kiindulási adatok

## 1.1 Vázlatterv



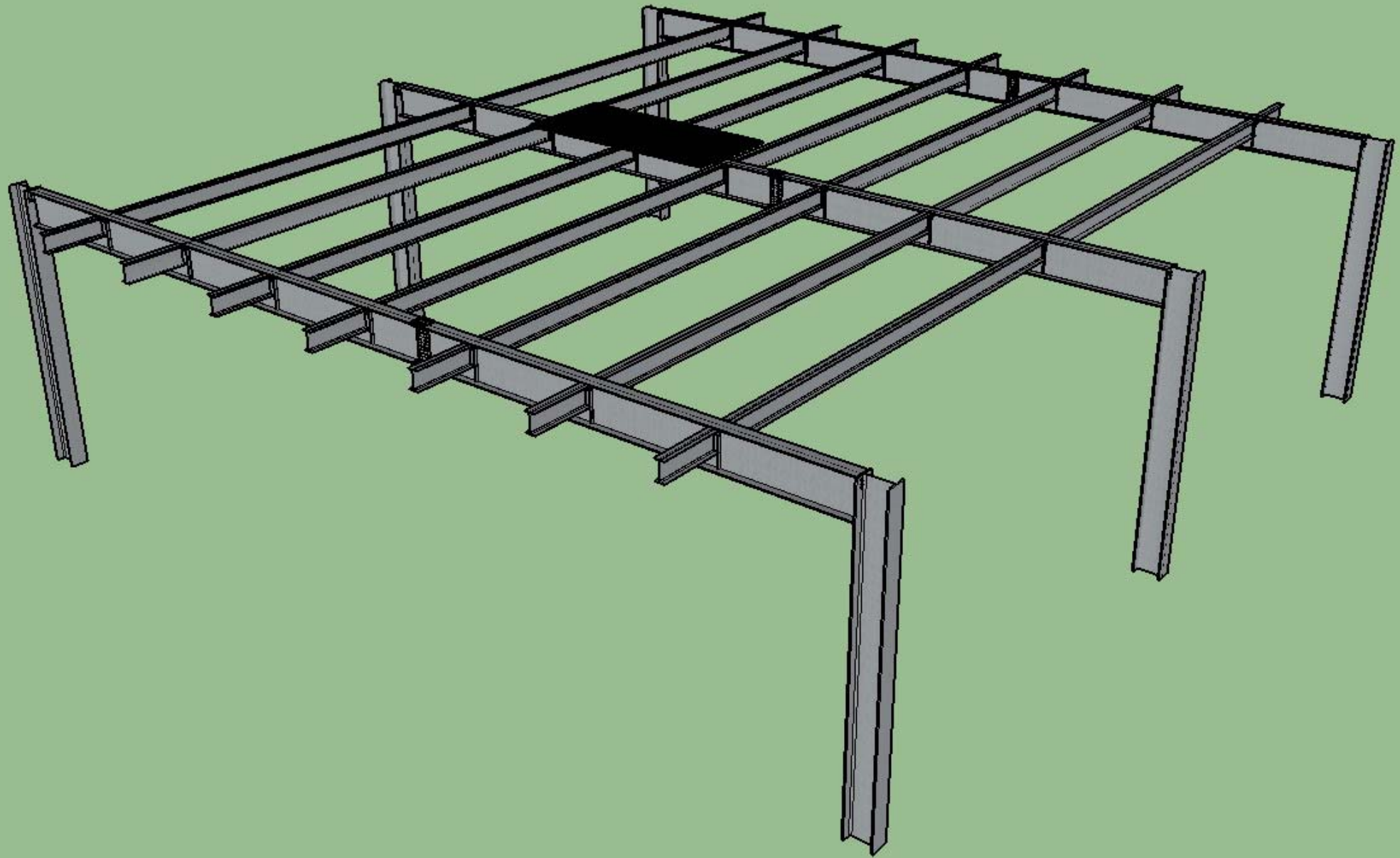
1. ábra. Vázlatterv





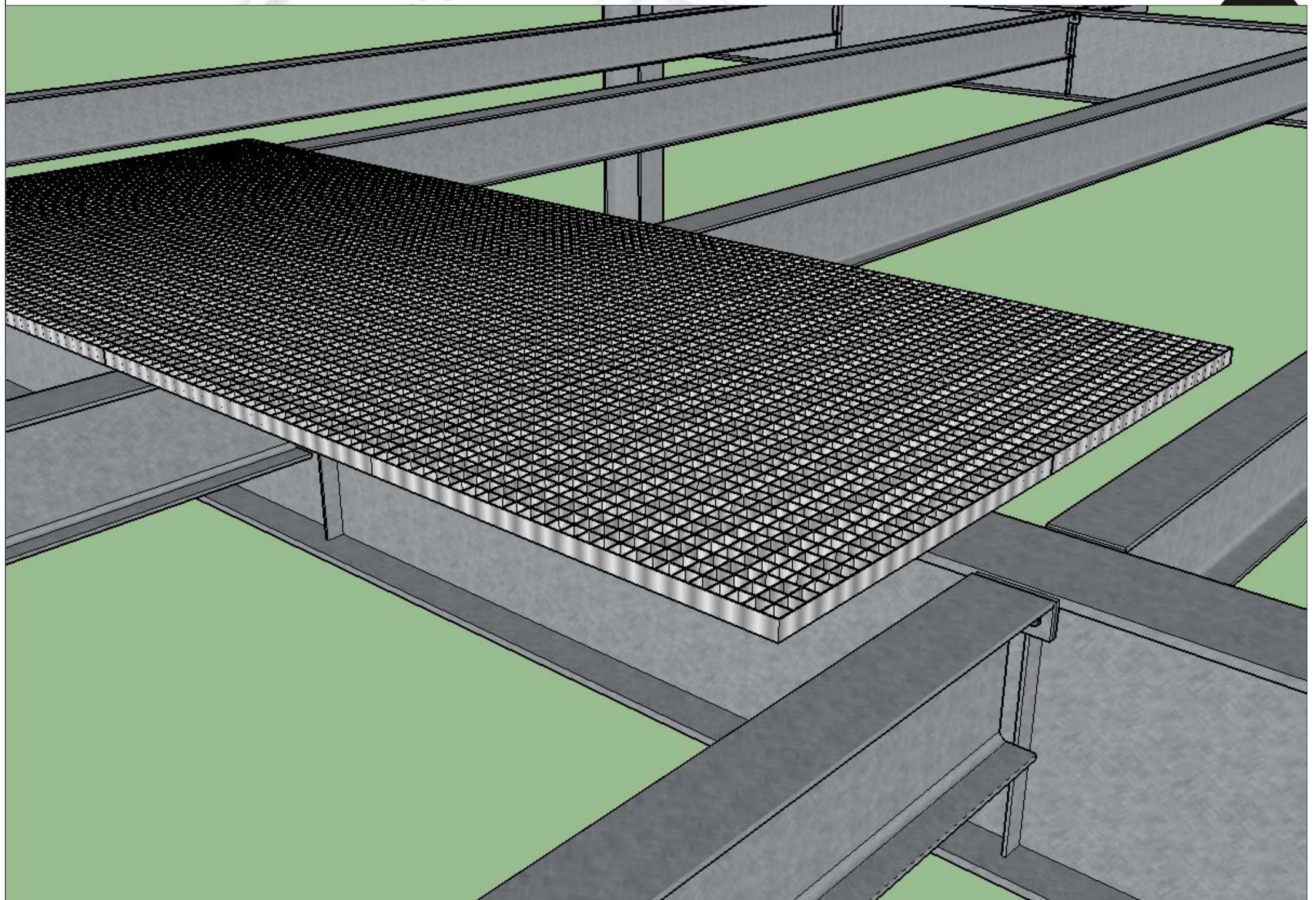
2. ábra. A pódium térbeli elhelyezkedése I.





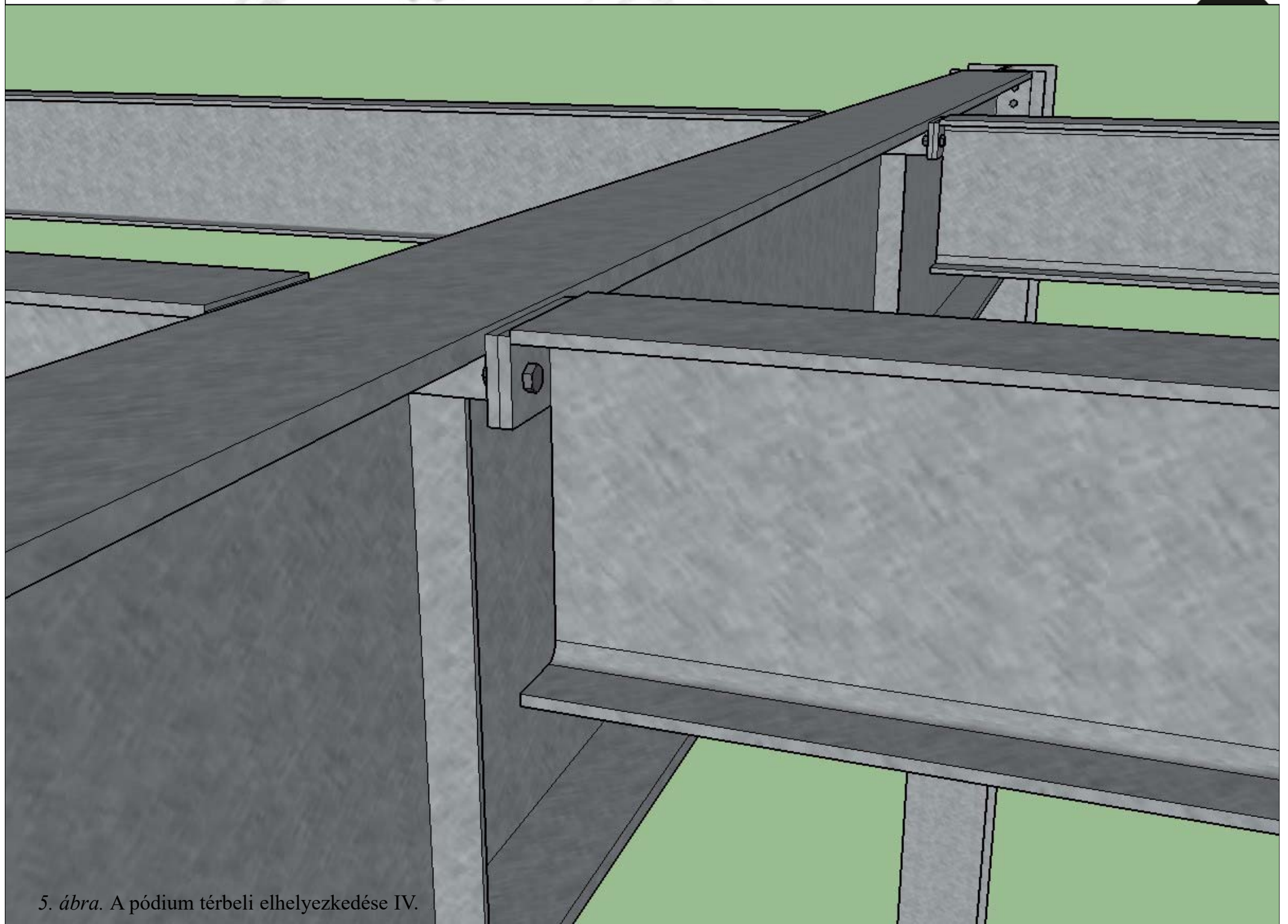
3. ábra. A pódium térbeli elhelyezkedése II.





4. ábra. A pódium térbeli elhelyezkedése III.





5. ábra. A pódium térbeli elhelyezkedése IV.



## 1.2 Alkalmazott szabványok

Pontos címmel, évszámmal ellátva fel kell sorolni az alkalmazott szabványokat, mert egy későbbi ellenőrzés, áttervezés, felújítás, stb. során ez ad pontos eligazítást a tervezőnek.

- MSZ EN 1990: 2005 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai
- MSZ EN 1991-1-1: 2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
- prEN 1993-1-1: 2004 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületek tervezésére vonatkozó szabályok
- prEN 1993-1-5: 2004 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-5. rész: Lemezekből összeépített szerkezetek szabályai
- prEN 1993-1-8: 2003 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-8. rész: Csomópontok tervezése



### 1.3 Anyagminőségek, a mechanikai jellemzők karakterisztikus jellemzői

A tervezés során alkalmazott szerkezeti acél és kötőelemek minőségének, valamint a számításhoz felhasznált anyagjellemzők értékeinek felsorolása.

**Az alapanyag minősége mindenkinek a feladatlapján adott!**

A pontos minőségi jelölés (pl.: S 355 J2 G3 + Z35) csak a szerkezet megtervezése után a vastagságok és állapot tényezők ismeretében adható meg.

Fizikai jellemzők:

( $E$ ,  $G$ ,  $\nu$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$ )

## 1.4 Terhek, teherkombinációk

### 1.4.1 Állandó terhek

- A szerkezeti elemek önsúlya
- A járórács önsúlya

**A feladatlapon adott érték 1 m<sup>2</sup>-re vonatkoztatva!**

### 1.4.2 Esetleges terhek

Meteorológiai terhek nincsenek, mivel a szerkezet belső térben helyezkedik el!

#### 1.4.2.1 A födém hasznos terhe

Az EUROCODE a födémeket „A-G” kategóriába sorolja, feladatlapon megadottak alapján mindenkinek a „C” kategóriát kell a feladatban figyelembe vennie.

A koncentrált terhekről feltételezzük, hogy a járórács már kellően elosztva továbbítja őket az alatta lévő acél tartókra, tehát nem mértékadóak, emiatt csak a megoszló födémterheket vesszük figyelembe.

Födémek és tetők függőleges hasznos terhei				
Az EN 1991-1-1 a hasznos terhek nagyságát általában egy alacsonyabb és egy magasabb érték közötti tartományként, továbbá egy kiemelt ajánlott értékkel adja meg. Az alábbi táblázatban a Nemzeti Melléklet által előírt minimális értékek szerepelnek. A megadott terhek vízszintes felületen ható (illetve vízszintes vetületen megoszló), függőlegesen lefelé mutató erőhatások. Vízszintes irányú hasznos terhekre a 7.5. szakasz ad tájékoztatást.				
Használati osztály	Funkció szerint besorolás	Felületen megoszló teher $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Pontszerű teher <sup>(1)</sup> $Q_k$ [kN]	
A	Háztartási és tartózkodási célra szolgáló területek (lakások és szállodák szobái, konyhák és mellékhelyiségek, kórtermek)	2,00	2,00	
	Padlások (nem rendszeres tartózkodás céljára)	1,50	2,00	
	Lépcsők, erkélyek	3,00	3,00	
B	Irodák	3,00	4,50	
C	C1 Asztalokkal berendezett helyiségek (iskolák és vendéglátó helyek, olvasótermek)	3,00	4,00	
	C2 Rögzített ülőhelyes termek (színház, mozi, előadó, templom, váróterem)	4,00	4,00	
	C3 Emberi mozgást nem akadályozó berendezésű födéme (múzeumok, kiállítóterem, középületek közlekedő területei)	5,00	4,00	
	C4 Összehangoltan mozgó tömegek által használt területek (tánc terem, színpad, tornaterem, sportpálya)	5,00	7,00	
	C5 Tömegrendezvények céljára szolgáló födémterületek (tánc terem, színpad, tornaterem, sportpálya)	5,00	4,50	
D	D1 Kiskereskedelem üzlethelyiségei	4,00	4,00	
	D2 Áruházak (pontosabb adatok hiányában)	5,00	7,00	
E	E1 Raktárak (pontosabb adatok hiányában)	7,50	7,00	
	E2 Ipari csarnokok közbenső födémei	technológustervező adatai alapján		
F	Könnyű gépjárművel járható födéme (személygépkocsi garázs, parkolóház $G_k \leq 30$ kN összsúlyú járművekkel)	2,50	20,00	
G	Nehézgépjárművel járható födéme (tehergépkocsi, autóbusz forgalom, tűzoltóautó útvonala $G_k \leq 160$ kN összsúlyú járművekkel)	5,00	90,00	
H	Nem járható tetők	$\leq 10^\circ$ hajlásszög	0,40	1,00
		$\geq 20^\circ$ hajlásszög	0,00	1,00*
		ha nincs külön héjalás	-	1,50
I	Járható tetők A-D használati osztályoknak megfelelő igénybevétellel	használati osztálynak megfelelően		
K	Különleges célokra kialakított tetők (pl. helikopter leszállóhelyként kialakított tető)	egydi adatszolgáltatás alapján (helikopterre lásd 7-7. táblázat)		
-	Tetőlétrák, tetőjárdák	0,40	1,00	
-	Tető vizsgálójárdák		1,50	
-	Menekülési útvonalak járdái	a menekülési úthoz tartozó födém szakasz használati osztályának megfelelő $q_k$ érték <sup>†</sup>		
-	Búvónyílások keret- és lefedőszerkezetei (az üvegezés kivételével), álmennyezetek függesztő szerkezetei	0,25	0,90	
-	Állattartási épületek helyiségei <sup>‡</sup>	kis állatok (állatsúly $\leq 0,25$ kN/db)	1,50	adatszolgáltatás alapján
		egyéb állatok	5,00	

1. táblázat. Födémek és tetők függőleges hasznos [Deák és társai 2006]





A hasznos födémteher jellemzője, hogy nagy felületen nem működik teljes intenzitásával. Ezt az  $\alpha_A$  csökkentő tényezővel vesszük figyelembe, amivel a feladatlapon megadott  $q_k$  födémteher értéket be kell szorozni.

Az  $\alpha_A$  csökkentő tényező meghatározása :

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \cdot \Psi_0 + \frac{10 \text{ m}^2}{A} \leq 1,0$$

de „C” és „D” födémosztályok esetén  $\alpha_A > 0,6$

ahol:  $\alpha_A$  – csökkentő tényező;

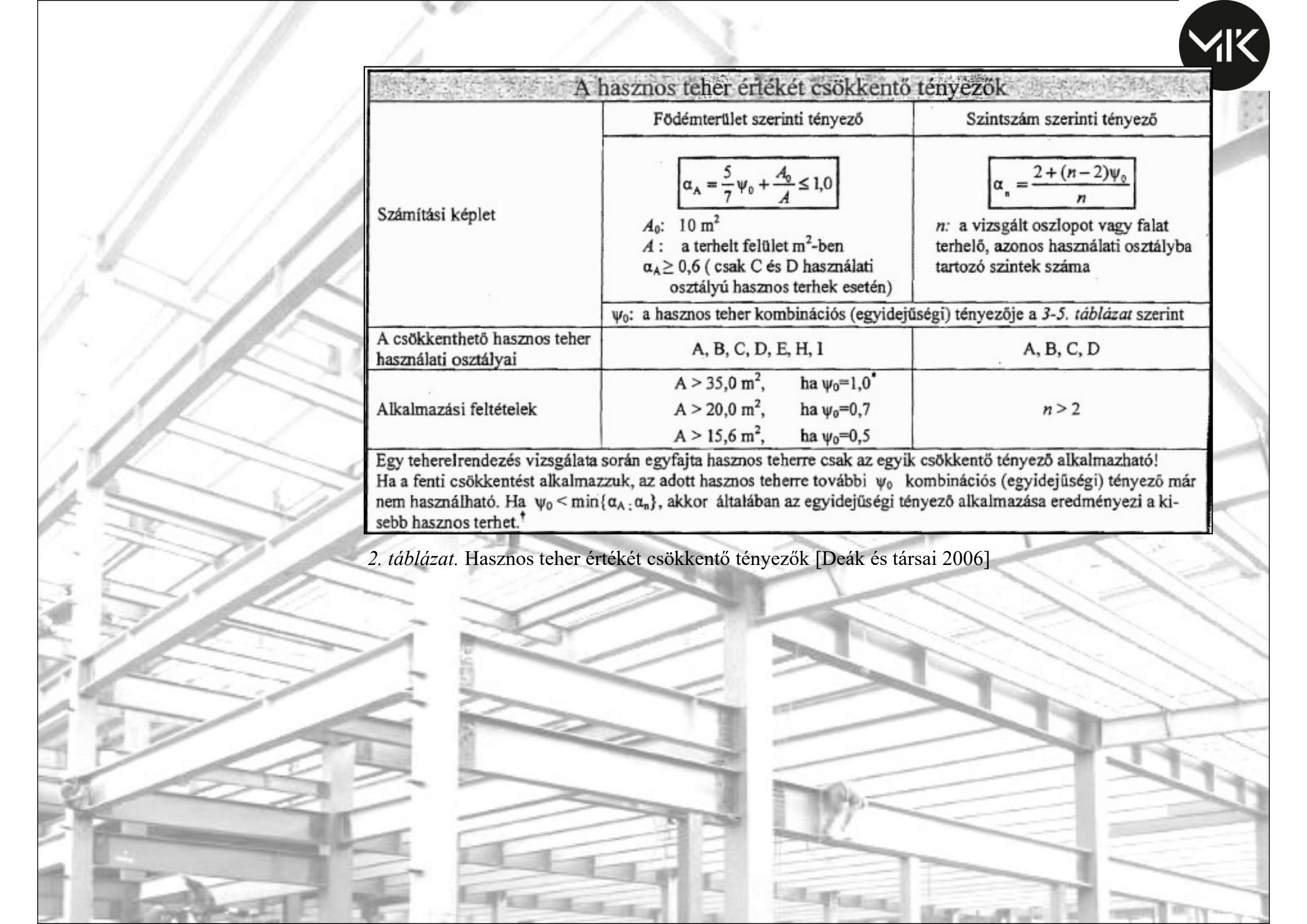
$\Psi_0$  – kombinációs tényező, értéke „C” osztály esetén 0,7;

A – a vizsgált tartót terhelő teljes födémterület  $\text{m}^2$  –ben;

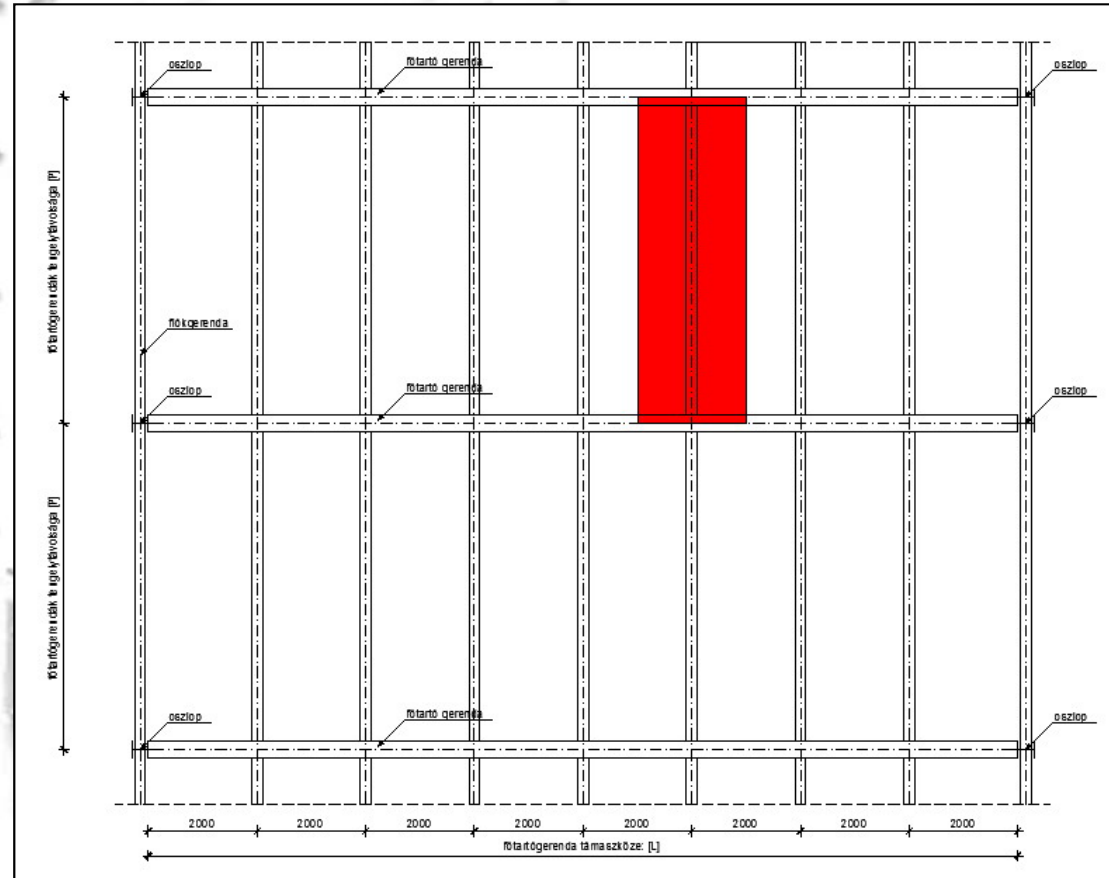
A hasznos teher intenzitásának értéke a vizsgált szerkezeti elemtől függően változó, ezért a feladatban külön kell meghatározni a fióktartókra, és a főtartókra.

A hasznos teher értékét csökkentő tényezők		
	Földemterület szerinti tényező	Szintszám szerinti tényező
Számítási képlet	$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$ <p> <math>A_0</math>: 10 m<sup>2</sup>  <math>A</math>: a terhelt felület m<sup>2</sup>-ben  <math>\alpha_A \geq 0,6</math> (csak C és D használati osztályú hasznos terhek esetén)                 </p>	$\alpha_n = \frac{2 + (n-2)\psi_0}{n}$ <p> <math>n</math>: a vizsgált oszlopot vagy falat terhelő, azonos használati osztályba tartozó szintek száma                 </p>
	$\psi_0$ : a hasznos teher kombinációs (egyidejűségi) tényezője a 3-5. táblázat szerint	
A csökkenthető hasznos teher használati osztályai	A, B, C, D, E, H, I	A, B, C, D
Alkalmazási feltételek	<p> <math>A &gt; 35,0 \text{ m}^2</math>, ha <math>\psi_0=1,0^*</math>  <math>A &gt; 20,0 \text{ m}^2</math>, ha <math>\psi_0=0,7</math>  <math>A &gt; 15,6 \text{ m}^2</math>, ha <math>\psi_0=0,5</math> </p>	$n > 2$
<p>Egy teherelrendezés vizsgálata során egyfajta hasznos teherre csak az egyik csökkentő tényező alkalmazható! Ha a fenti csökkentést alkalmazzuk, az adott hasznos teherre további <math>\psi_0</math> kombinációs (egyidejűségi) tényező már nem használható. Ha <math>\psi_0 &lt; \min\{\alpha_A; \alpha_n\}</math>, akkor általában az egyidejűségi tényező alkalmazása eredményezi a kisebb hasznos terhet.<sup>†</sup></p>		

2. táblázat. Hasznos teher értékét csökkentő tényezők [Deák és társai 2006]



➤ A födémteher értéke fióktartó esetén:



6. ábra. Fióktartó gerenda födémterhe

Ki kell számolni egy fióktartóra terhelő felület nagyságát, majd meg kell határozni a fióktartó gerendára vonatkozó  $\alpha_A$  csökkentő tényező értékét. Ezután az egy fióktartóra jutó hasznos födémteher már számolható.

A csökkentő tényező fióktartó esetén:

$$\alpha_A^{\text{fiók}} = \frac{5}{7} \cdot \Psi_0 + \frac{10 \text{ m}^2}{A} \leq 1,0$$

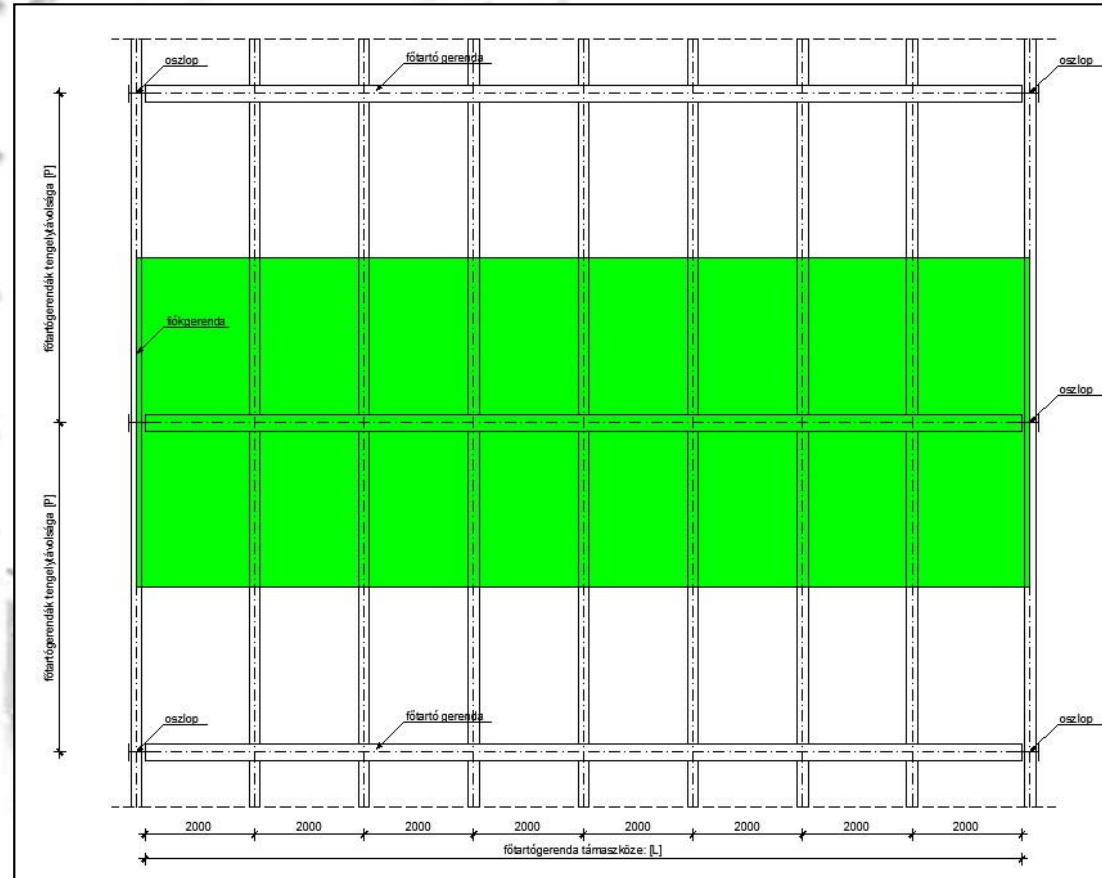
A födémteher értéke fióktartó esetén:

$$q_{\text{fiók}}^{\text{födém}} = \alpha_A^{\text{fiók}} \cdot q_k$$

ahol:  $\alpha_A^{\text{fiók}}$  – csökkentő tényező fióktartó esetén;

$q_k$  – a födémteher alapértéke.

➤ A födémteher értéke főtartó esetén:



7. ábra. Főtartó gerenda födémterhe

Ki kell számolni egy főtartóra terhelő felület nagyságát, majd meg kell határozni a főtartó gerendára vonatkozó  $\alpha_A$  csökkentő tényező értékét. Ezután az egy főtartóra jutó hasznos födémteher már számolható.

A csökkentő tényező főtartó esetén:

$$\alpha_A^{f\ddot{o}} = \frac{5}{7} \cdot \Psi_0 + \frac{10 \text{ m}^2}{A} \leq 1,0$$

A födémteher értéke főtartó esetén:

$$q_{f\ddot{o}}^{f\ddot{o}d\acute{e}m} = \alpha_A^{f\ddot{o}} \cdot q_k$$

ahol:  $\alpha_A^{f\ddot{o}}$  – csökkentő tényező főtartó esetén;

$q_k$  – a födémteher alapértéke.

### 1.4.3 Teherkombináció

Teherbírási határállapotban:

$$\sum_i \gamma_{Gi} \cdot G_{ki} + \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki} + \sum_{j \neq i} \Psi_{0j} \cdot \gamma_{Qj} \cdot Q_{kj}$$



állandó terhek biztonsági tényezővel szorzott (1,35) karakterisztikus értékei

a kiemelt esetleges teher biztonsági tényezőjével szorozva (1,50)

Az összes többi esetleges teher a biztonsági tényezők mellett a kombinációs tényezőikkel szorozva (0,6×1,50)

Használhatósági határállapotban:

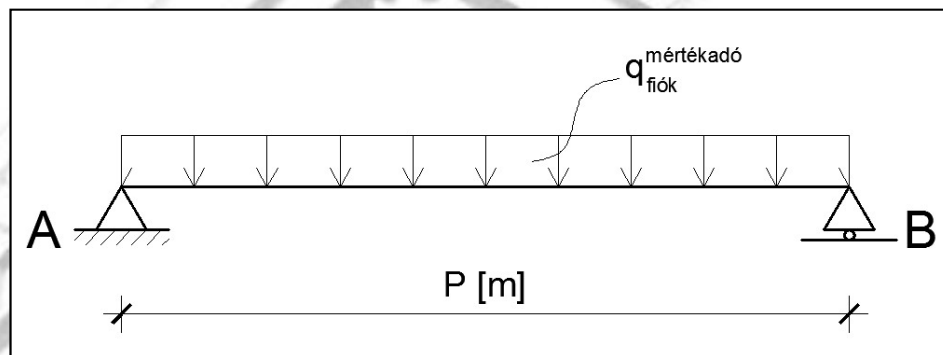
Karakterisztikus (ritka) kombináció:

$$\sum_i G_{ki} + Q_{ki} + \sum_{j \neq i} \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$$

## 2. Fióktartók méretezése

### 2.1 Statikai váz

Kéttámaszú tartó:



8. ábra. Fióktartó gerenda statikai váza

A gerenda magassága megközelítőleg:

$$h_w = L/15 - L/20$$

Az alacsony önsúlyra való törekvés és gazdaságossági szempontok miatt célszerű minél vékony lemezek alkalmazása, azonban 6 mm-nél vékonyabbat nem szokás alkalmazni.

Javasolt 1., 2. vagy 3. keresztmetszeti osztályok alkalmazása.



## 2.2 Terhek

### 2.2.1 Önsúly

- A fióktartó gerenda önsúlya [kN/m]

Célszerű IPE szelvény választása

- Járórács önsúlya [kN/m<sup>2</sup>]

**A feladatlapon adott érték, mindenkinél 0,47 kN/m<sup>2</sup>**

Önsúly összesítve: [kN/m]

$g_{\text{fiók}} = \text{fióktartó gerenda önsúlya} + (\text{járórács önsúlya} \times \text{a fióktartóra jutó teher sáv szélessége})$

### 2.2.2 Hasznos teher [kN/m]

$q_{\text{fiók}} = q_{\text{fiók}}^{\text{födém}} \times \text{a fióktartóra jutó teher sáv szélessége}$

### 2.2.3 Egy fióktartóra jutó mértékadó teher [kN/m]

$q_{\text{fiók}}^{\text{mértékadó}} = 1,35 \cdot g_{\text{fiók}} + 1,5 \cdot q_{\text{fiók}}$

## 2.3 Igénybevételek számítása

Nyíróerő tervezési értéke:

$$V_{Ed} = \frac{q_{fiók}^{mértékadó} \cdot P}{2}$$

Nyomaték tervezési értéke:

$$M_{Ed} = \frac{q_{fiók}^{mértékadó} \cdot P^2}{8}$$

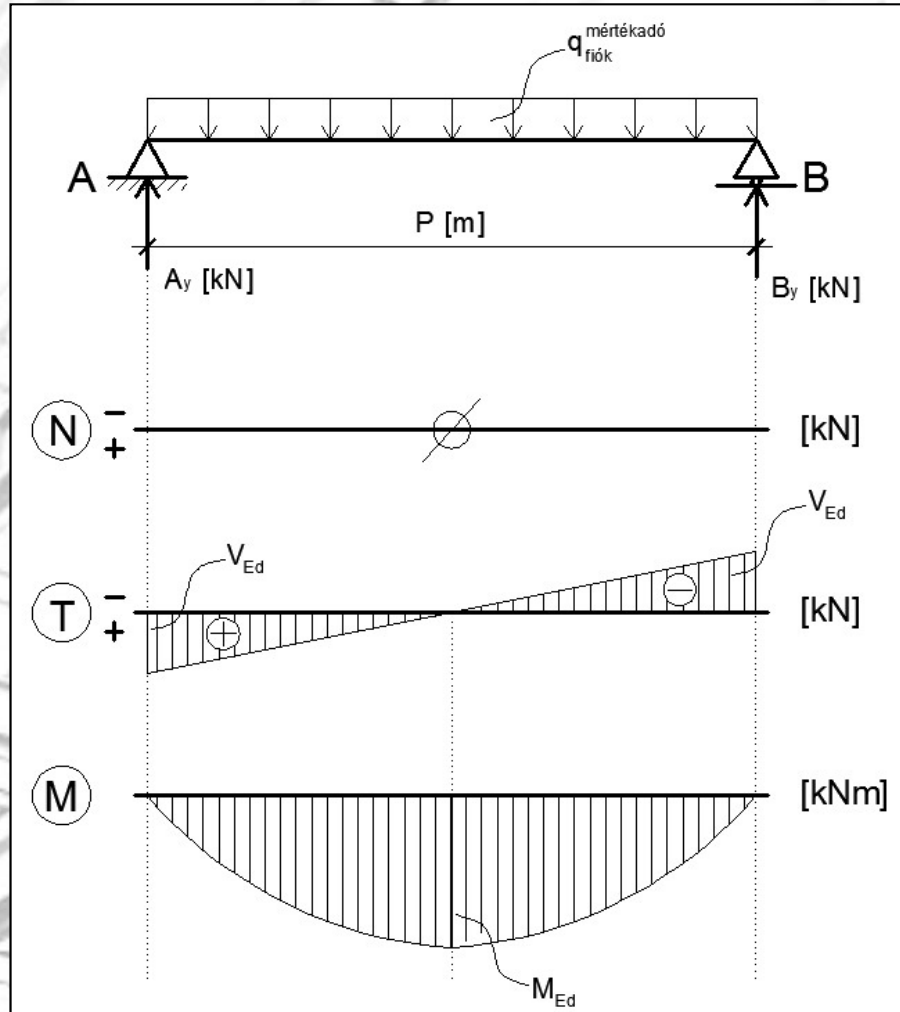
ahol:  $V_{Ed}$  – nyíróerő tervezési értéke;

$M_{Ed}$  – nyomaték tervezési értéke;

$q_{fiók}^{mértékadó}$  – egy fióktartóra jutó mértékadó teher;

$P$  – főtartógerendák tengelytávolsága, a fióktartó hossza.

# A fióktartó igénybevételi ábrái:



9. ábra. Fióktartó igénybevételi ábrái

## 2.4 Szilárdsági vizsgálatok

A keresztmetszet vizsgálatait a képlékeny méretezés szabályai szerint kell elvégezni. A szelvény keresztmetszeti besorolása után a hajlítási ellenőrzés alapján kell dönteni, hogy megtartjuk-e a választott szelvényt, vagy esetleg másik szelvényt választunk.

S235-ös anyagminőség esetén hajlítási szempontból jól kihasználható szelvény választható, jobb anyagminőség esetén (S355) azonban a szelvényméretnek a lehajlás szabhat határt. Lényeges szem előtt tartani azonban azt is, hogy mindkét esetben a kifordulás is korlátozza a teherbírást.

A nyírási vizsgálatot érdemes utoljára elvégezni, mert az esetek többségében nem az a mértékadó igénybevétel.

A méretezés lépései:

- a keresztmetszet adatainak feltüntetése, ábra,
- keresztmetszet osztályba sorolása (lehetőség szerint a keresztmetszet 1., 2. vagy 3. osztályú legyen),
- a keresztmetszet teherbírásának ellenőrzése hajlításra,
- a keresztmetszet teherbírásának ellenőrzése nyírásra,

- hajlítás és nyírás interakciójának ellenőrzése.

Mintapélda: AGYU 5.1 Példa, 5.2 Példa

## 2.5 Stabilitási vizsgálatok – kifordulás

Lényeges kérdés a hatékony oldalirányú megtámasztások elhelyezése. A járórács ilyen szempontból nem vehető figyelembe, ezért merevítések beépítéséről kell gondoskodni. Egy vagy két közbülső megtámasztást kell kialakítani a vázlatterven jelölt módon. A gerenda kifordulását ekkor csak a legjobban igénybevett gerendaszakaszra kell ellenőrizni, szükség esetén szelvényt változtatni.

A méretezés lépései:

- a keresztmetszet kritikus nyomatékának meghatározása,
- a kifordulási viszonyított karcsúság meghatározása,
- $\chi$  csökkentő tényező meghatározása,
- a gerenda kifordulási ellenállásának számítása.

Mintapélda: AGYU 3.13 Példa



## 2.6 Alakváltozási vizsgálatok – lehajlás ellenőrzése

Ki kell számítani az egyenletes megoszló erővel terhelt kéttámaszú hajlított tartó közepének lehajlását a mértékadó teherkombinációból valamint külön a födémteherből.

A gerenda közepének lehajlását használhatósági határállapotban kell vizsgálni, azaz a terhek biztonsági tényezők nélküli kombinációját kell alapul venni:

$$\sum_i G_{ki} + Q_{ki} + \sum_{j \neq i} \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$$

A függőleges lehajlás határértéke:

$$\delta_{\max} = \frac{L}{250}$$

$$\delta_2 = \frac{L}{300}$$

Várhatóan a teljes teherből számított lehajlás lesz a mértékadó.

Kéttámaszú tartó esetében:

$$\delta_{\max} = \delta_0 + \delta_1 + \delta_2$$

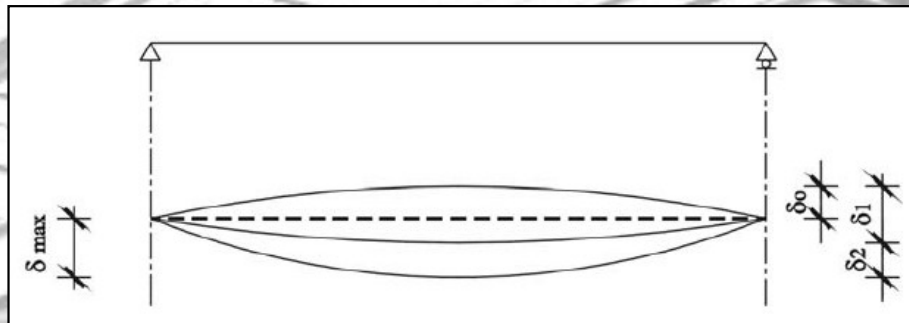
ahol:  $\delta_0$  – a túlemelés a tartó terheletlen állapotába (0. állapot);

$\delta_1$  – a tartó lehajlásának változása az állandó teher következtében, közvetlenül a terhelés után (1. állapot);

$\delta_2$  – a tartó lehajlásának változása az esetleges teher következtében plusz az állandó teherből adódó időfüggő deformációk (2. állapot).

Meg kell jegyezni, hogy acéltartó esetén időfüggő deformációval nem kell számolni!

A feladatban nem alkalmazunk túlemelést.



10. ábra. Kéttámaszú tartó lehajlási korlátja [Dunai, Horváth 2007]

Hasznos teherből:

$$\delta_{\text{födém}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\text{fiók}} \cdot L^4}{E \cdot I_y} < \delta_2 = \frac{L}{300}$$

ahol:  $q_{\text{fiók}}$  – a fióktartóra jutó hasznos megoszló födémteher nagysága biztonsági tényezők nélkül;

$L$  – a fióktartó hossza (a feladatlapon „P”-vel jelölve);

$E$  – rugalmassági modulus;

$I_y$  – a keresztmetszetek tehetetlenségi nyomatéka.

Teljes teherből:

$$\delta_{\text{teljes}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\text{teljes}} \cdot L^4}{E \cdot I_y} < \delta_{\text{max}} = \frac{L}{250}$$

ahol:  $q_{\text{teljes}}$  – a fióktartóra jutó hasznos megoszló födémteher nagysága biztonsági tényezők nélkül ( $g_{\text{fiók}} + q_{\text{fiók}}$ );

$L$  – a fióktartó hossza (a feladatlapon „P”-vel jelölve);

$E$  – rugalmassági modulus;

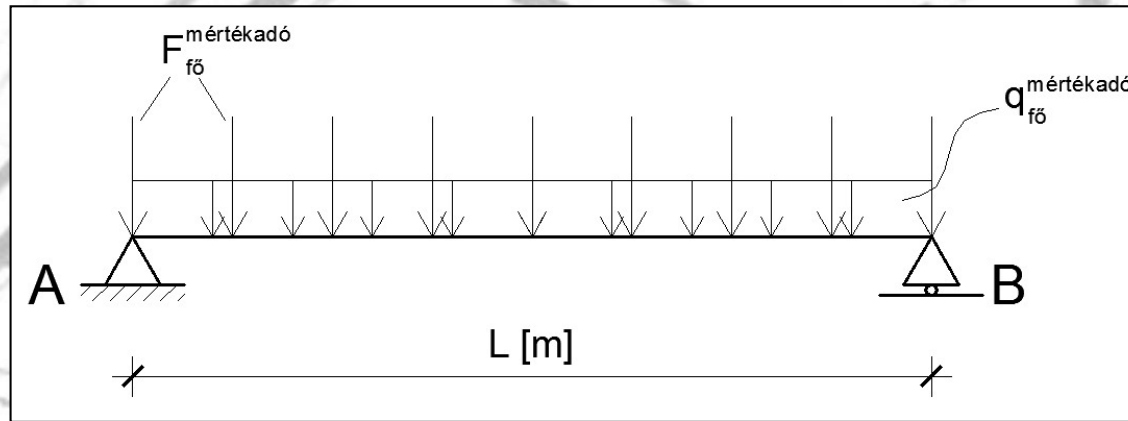
$I_y$  – a keresztmetszetek tehetetlenségi nyomatéka.



### 3. Gerinclemezes főtartó méretezése

#### 3.1 Statikai váz

Kéttámaszú tartó:



11. ábra. Főtartó gerenda statikai váza

A gerenda magassága megközelítőleg:

$$h_w = L/15 - L/20$$

Az alacsony önsúlyra való törekvés és gazdaságossági szempontok miatt célszerű minél vékony lemezek alkalmazása, azonban 6 mm-nél vékonyabbat nem szokás alkalmazni.

Javasolt 3. keresztmetszeti osztály alkalmazása, ebben az esetben rugalmas méretezést kell végrehajtani.



## 3.2 Terhek

A főtartó saját önsúlyát a vázlattevi méretek alapján, míg a járórács és a fióktartók önsúlyát a már véglegesített méretek alapján kell figyelembe venni.

### 3.2.1 Önsúly

➤ A fióktartó gerenda önsúlya [kN/m]  
Ez már a tényleges IPE szelvény önsúlya!

➤ Járórács önsúlya [kN/m<sup>2</sup>]

**A feladatlapon adott érték, mindenkinél 0,47 kN/m<sup>2</sup>**

➤ Főtartó gerenda önsúlya [kN/m]  
Hegesztett „I” szelvény önsúlya.

Önsúly összesítve: (koncentrált teher, a fióktartók támaszkodási pontjaiban): [kN]

$F_{\text{fiók}}$  = fióktartó gerenda önsúlya

Egy fióktartó teljes súlya kell, hiszen egy közbenső főtartóra egy pontban két fióktartó támaszkodik (balról és jobbról) fele-fele, tehát összesen egy egész fióktartó súlyával.

Önsúly összesítve: [kN/m]

$g_{f\ddot{o}} = \text{f\ddot{o}tart\ddot{o} gerenda \ddot{o}ns\ddot{u}lya} + (\text{j\ddot{a}r\ddot{o}r\ddot{a}cs \ddot{o}ns\ddot{u}lya} \times \text{a f\ddot{o}tart\ddot{o}ra jut\ddot{o} teher s\ddot{a}vsz\ddot{e}less\ddot{e}ge, ami nem m\ddot{a}s, mint a f\ddot{o}tart\ddot{o} gerend\ddot{a}k tengelyt\ddot{a}vols\ddot{a}ga (P))$

3.2.2 Hasznos teher [kN/m]

$q_{f\ddot{o}} = q_{f\ddot{o}}^{\text{f\ddot{o}d\ddot{e}m}} \times \text{a f\ddot{o}tart\ddot{o}ra jut\ddot{o} teher s\ddot{a}vsz\ddot{e}less\ddot{e}ge (P)}$

3.2.3 Egy f\ddot{o}tart\ddot{o}ra jut\ddot{o} m\ddot{e}rt\ddot{e}kad\ddot{o} teher [kN/m]

$q_{f\ddot{o}}^{\text{m\ddot{e}rt\ddot{e}kad\ddot{o}}} = 1,35 \cdot g_{f\ddot{o}} + 1,5 \cdot q_{f\ddot{o}}$

3.2.4 Egy f\ddot{o}tart\ddot{o}ra jut\ddot{o} m\ddot{e}rt\ddot{e}kad\ddot{o} teher [kN]

Fontos, hogy a koncentrált er\ddot{o}ként \ddot{a}tad\ddot{o}d\ddot{o} fi\ddot{o}ktart\ddot{o}k \ddot{o}ns\ddot{u}ly\ddot{a}t is szorozni kell az 1,35-\ddot{o}s biztons\ddot{a}gi t\ddot{e}nyez\ddot{o}vel!

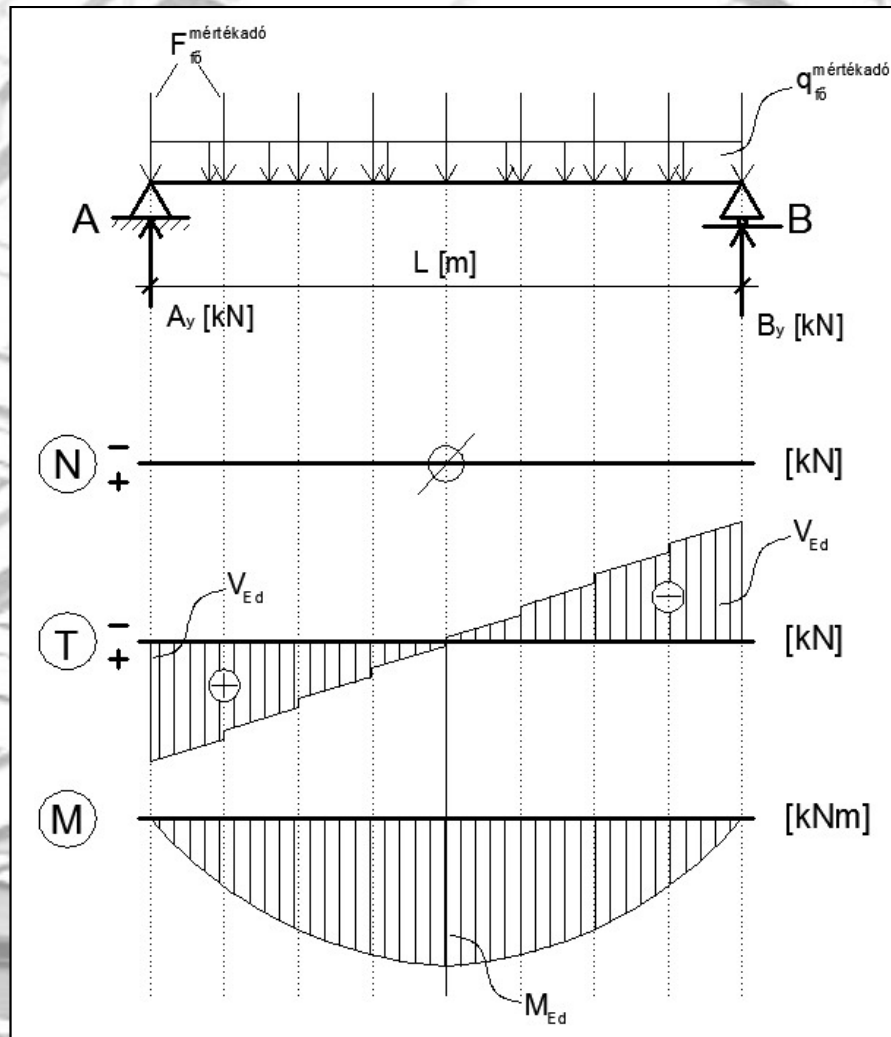
$F_{f\ddot{o}}^{\text{m\ddot{e}rt\ddot{e}kad\ddot{o}}} = 1,35 \cdot F_{f\ddot{o}k}$

### 3.3 Igénybevételek számítása

Nyíróerő tervezési értéke: ( $V_{Ed}$ )

Nyomaték tervezési értéke: ( $M_{Ed}$ )

A főtartó igénybevételi ábrái:



12. ábra. Főtartó igénybevételi ábrái

### 3.4 Szilárdsági vizsgálatok

A részletes vizsgálatok elvégzése előtt érdemes az alábbiakat átgondolni:

Az övlemezek elsősorban a hajlítónyomatékot, míg a gerinclemez a nyíróerőket veszi fel, ennek megfelelően vékony, magas gerincet, és erőteljesebb öveket kell használni.

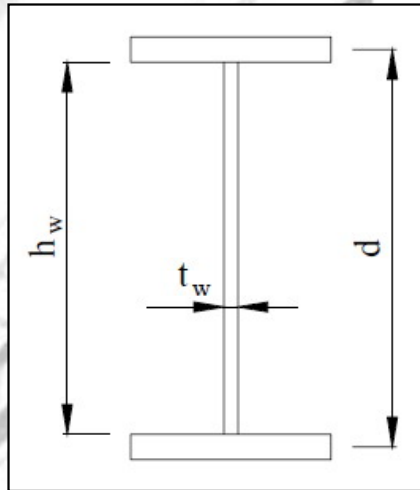
A már korábbiakban említettek szerint a gerenda közelítő  $h_w$  magassága a támaszköz 1/15–1/20-ad része legyen.

Célszerű vékony lemezek alkalmazása, azonban a korróziós veszély miatt általában 6 mm-nél kisebb vastagságot nem célszerű választani.

Érdemes 1., 2., vagy 3. keresztmetszeti osztályba sorolható keresztmetszetet alkalmazni.

Az övlemez méreteinek felvételét a horpadás mellett teherbírási és szerkezeti szempontok is befolyásolják.

A későbbi számítások megkönnyítése okán érdemes az alábbi egyszerű számításokat elvégezni:



13. ábra. Gereinclemezes tartó közelítő méretei [Dunai, Horváth 2007]

A szelvény szükséges keresztmetszeti modulusa:

$$W_{\text{szüks}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{f_y / \gamma_{\text{M0}}}$$

ahol:  $W_{\text{szüks}}$  – a teljes keresztmetszet szükséges keresztmetszeti modulusa;

$M_{\text{Ed}}$  – mértékadó nyomaték;

$f_y$  – az anyag folyáshatár értéke;

$\gamma_{\text{M0}}$  – parciális tényező keresztmetszeti osztályokra (értéke 1,00).



A keresztmetszeti modulus a gerincre és az övre jutó részből tehető össze, amiből a gerincre jutó rész ismert.

A gerinc rugalmas méretezése esetén:

$$W_{\text{ger}} = \frac{t_w \cdot h_w^2}{6}$$

A gerinc képlékeny méretezése esetén:

$$W_{\text{ger}} = \frac{t_w \cdot h_w^2}{4}$$

Az öv mindkét esetben:

$$W_{\text{öv}} = A_{\text{öv}} \cdot d$$

Az öv szükséges „hozzájárulása” és ebből a szükséges övterület számítható:

$$A_{\text{öv}} = \frac{W_{\text{szüks}} - W_{\text{ger}}}{d}$$

A képletekben szereplő jelölések értelmezése a *13. ábra* alapján.



Hegesztési szempontok miatt nem célszerű a gerincvastagság 3-szorosát meghaladó övvastagságot választani.

40 mm-nél vastagabb lemezek alkalmazása esetén speciális számítási szabályok érvényesek.

Az övlemezt célszerű a lehetőségek szerint szélesre kialakítani. Ez azért szükséges, mert a keresztmetszet kisebbik tengelyre vett inerciája így lesz a legnagyobb, ami az oldalirányú stabilitást (kihajlás, kifordulás) kedvezően befolyásolja. Továbbá a gerinclemezes tartókban a gyárthatóság és szállíthatóság szempontjait érvényesítve 12-14 méter hossz felett helyszíni illesztéseket kell alkalmazni, amelyet általában csavarozott kapcsolattal oldanak meg.

A méretezés lépései:

- a keresztmetszet adatainak feltüntetése, ábra,
- keresztmetszet osztályba sorolása (lehetőség szerint a keresztmetszet 1., 2. vagy 3. osztályú legyen),
- a keresztmetszet teherbírásának ellenőrzése hajlításra,
- a keresztmetszet teherbírásának ellenőrzése nyírásra,
- hajlítás és nyírás interakciójának ellenőrzése.





## 3.5 Stabilitási vizsgálatok

### 3.5.1 Kifordulás vizsgálata

A főtartó nyomott felső övét oldalirányban megtámasztják a fióktartók, ezért kifordulás csak a megtámasztások között jöhet létre. A vizsgálatot a legjobban igénybevett tartószakaszon, azaz a tartó közepén kell elvégezni.

Elegendő övmerevség vizsgálatot végezni.

Mintapélda: AGYU 3.13 Példa „c” része

### 3.5.2 Gerinclemez horpadási ellenőrzése

A gerinclemezt a fióktartók csatlakozásainál függőleges keresztirányú bordákkal merevítjük, a horpadásra legérzékenyebb gerinclemez-mező a támasz és az első fióktartó közötti, csökkentett övlemezekkel ellátott tartórész.

Mintapélda: AGYU 3.14 Példa „a” része



### **3.6 Merevítőbordák méretezése**

A vizsgálathoz a bordák méreteit előzetesen fel kell venni. Nem kell az övlemezek széléig érő bordákat választani. A gazdaságosságra törekedve csak a szükséges mennyiségű anyagot érdemes beépíteni. Elegendő lehet 50-60 mm széles laposacél borda elhelyezése a gerinc mindkét oldalán. A bordák vastagsága ne legyen nagyobb a gerinclemez vastagságánál.

Mintapélda: AGYU 3.14 Példa „b” része

### **3.7 Alakváltozási vizsgálatok – lehajlás ellenőrzése**

A 2.6 pontban leírtak szerint, annyi eltéréssel, hogy a koncentrált terheléseket is figyelembe kell venni. A terheléseket itt is biztonsági tényezők nélkül kell alkalmazni!



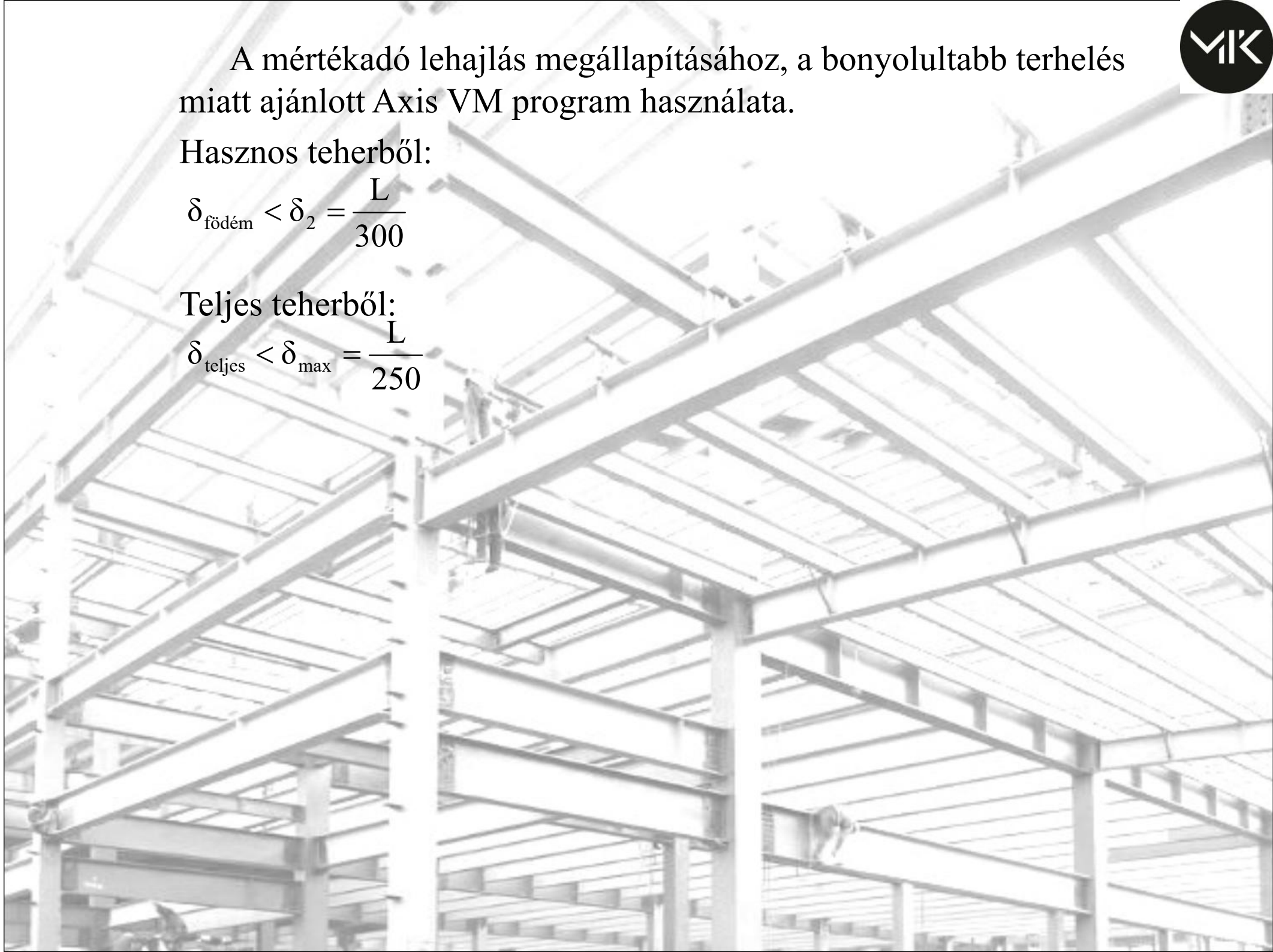
A mértékadó lehajlás megállapításához, a bonyolultabb terhelés miatt ajánlott Axis VM program használata.

Hasznos teherből:

$$\delta_{\text{födém}} < \delta_2 = \frac{L}{300}$$

Teljes teherből:

$$\delta_{\text{teljes}} < \delta_{\text{max}} = \frac{L}{250}$$





## 4. Oszlop méretezése (a feladat keretében nem végezzük el)

4.1 Statikai váz

4.2 Terhek

4.3 Igénybevételek számítása

4.4 Szilárdsági vizsgálatok – nyomás

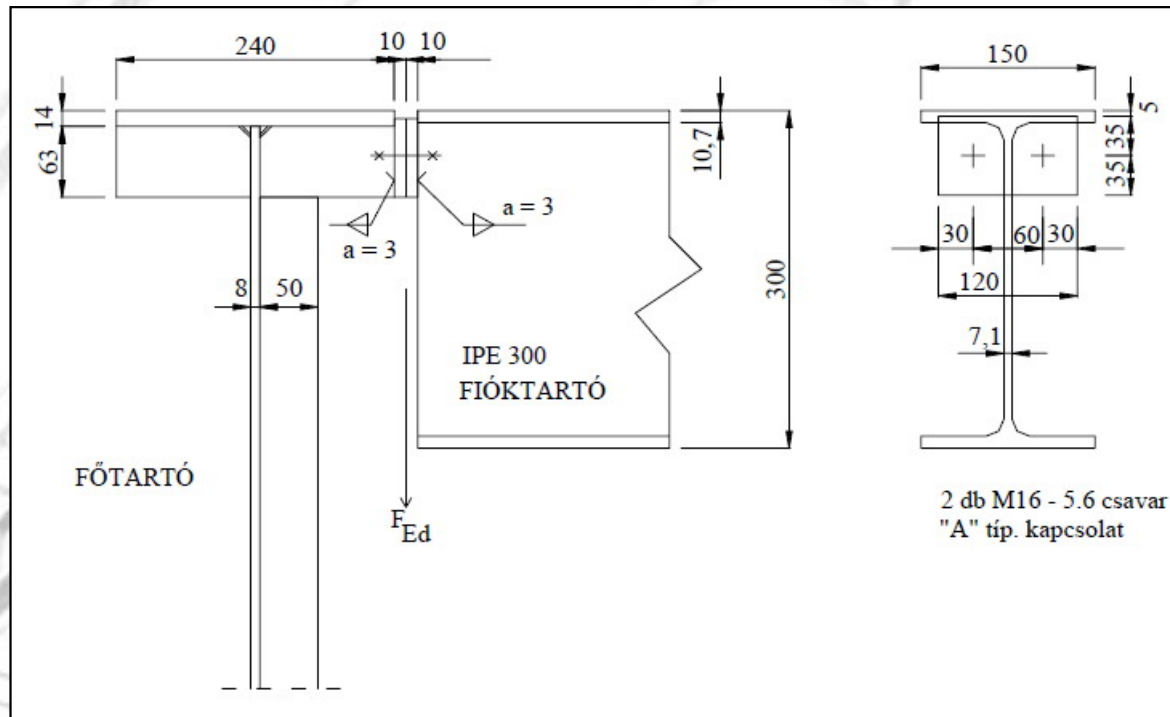
4.5 Stabilitási vizsgálatok – kihajlás

## 5. Kapcsolatok tervezése

### 5.1 Fióktartó és főtartó csuklós kapcsolata

A melegen hengerelt profilból készült fióktartókat csuklós kapcsolattal kötjük a hegesztett szelvényű főtartóhoz. A tartók felső övének színlelniük kell ahhoz, hogy rájuk fektethessük a járórácsot. A kapcsolatnak a fióktartó reakcióerejét kell továbbítania nyíróerő formájában. (10. ábra)

Mintapélda: AGYU 4.9 Példa

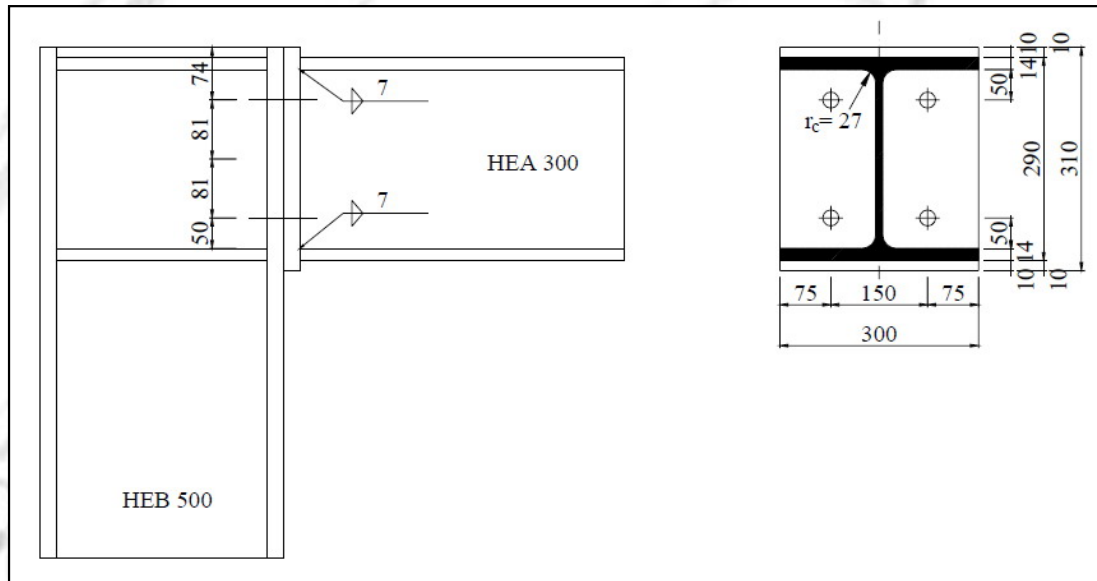


14. ábra. Fióktartó és főtartó csuklós kapcsolata [Dunai, Horváth 2007]

## 5.2 Főtartó és oszlop csuklós kapcsolata

A főtartó méretezése során csuklós megtámasztást tételezünk fel. Nyomatékbíró, merev homloklemezes kapcsolat kialakítása szükséges. A kapcsolatra ható nyíróerő a főtartó reakcióereje. Szükséges lehet hosszabb lemez és több csavar alkalmazása. (11. ábra)

Mintapélda: AGYU 4.10 Példa



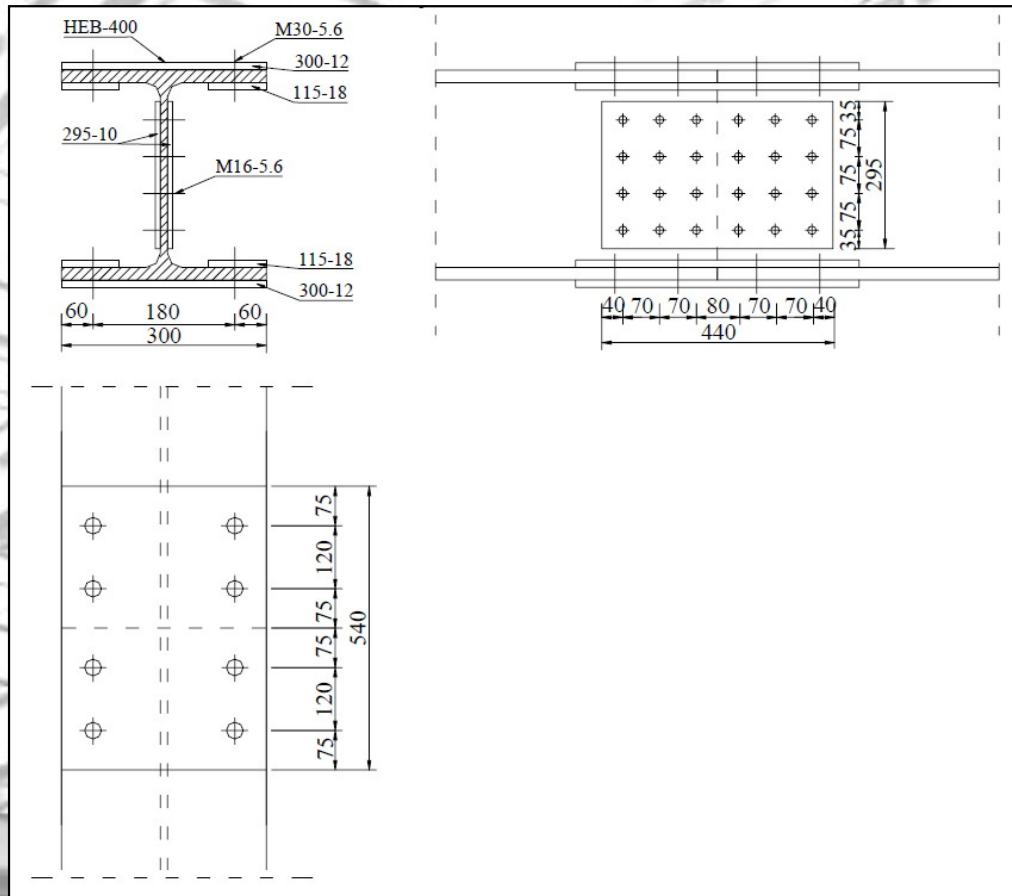
15. ábra. Főtartó és oszlop csuklós kapcsolata [Dunai, Horváth 2007]

### 5.3 Főtartógerenda hevederlemezes illesztése

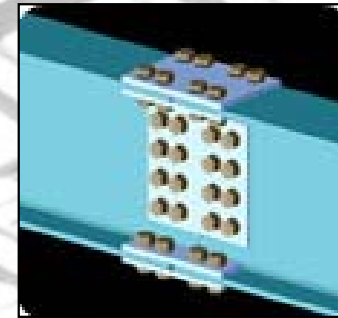
A főtartó gerendát a szállíthatóság miatt maximum 12 méter hosszúságú szállítási egységekben lehet csak legyártani. Helyszíni illesztésül hevederlemezes csavarozott kapcsolatot kell alkalmazni. Az illesztés elhelyezésénél tekintettel kell lenni a szelvényváltásra és a fióktartók becsatlakozására, kellő távolságot kell biztosítani mindegyiktől.

Az illesztés folytonos kapcsolat kell legyen, „egyenteherbírást” kell biztosítani, azaz a ténylegesen fellépő nyíróerőre, valamint a keresztmetszet nyomatéki ellenállására kell méretezni.

### Mintapélda: AGYU 4.8 Példa



16. ábra. Főtartó gerenda illesztése I. [Dunai, Horváth 2007]



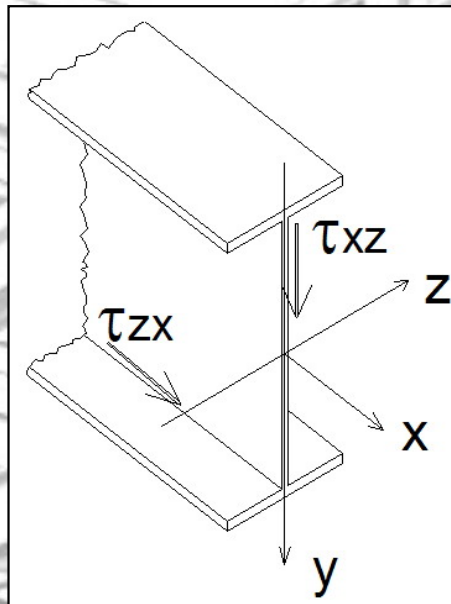
17. ábra. Főtartó gerenda illesztése II. [Consteel]

## 5.4 Főtartó és oszlop alternatív kapcsolata

A feladat keretében nem végezzük el.

## 5.5 Főtartó nyakvarratának vizsgálata

A gerinclemezt és az öveket összekötő varratokat a hajlítással egyidejű nyírásból keletkező csúsztató hatásra kell ellenőrizni. Célszerű kétoldali sarokvarratok használata, a minimálisan elegendő varratmérettel. Az ellenőrzést a támaszok környezetében fellépő maximális nyíróerőre kell elvégezni.



18. ábra. Főtartó gerenda varrat-vizsgálata





$V_{Ed}$  = a főtartó támaszereje

Célszerű a varratok vizsgálatánál megismert *általános eljárást* alkalmazni.

Részletes ismertetés:

Acélszerkezetek – 5. gyakorlat, Csavarozott és hegesztett kapcsolatok. 35-38 dia.

## 6. Anyag kiválasztás

A feladat keretében nem végezzük el.

## 7. Acélszerkezeti terv

Mintarajz:

Dunai László, Horváth László, Kovács Nauzika, Varga Géza, Verőci Béla, Vigh L. Gergely: *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató*. Budapest, 2007. 226. oldal.

# Felhasznált irodalom

**DEÁK GYÖRGY, ERDÉLYI TAMÁS, FERNEZELYI SÁNDOR, KOLLÁR LÁSZLÓ, VISNOVITZ**

**GYÖRGY:** *Terhek és hatások. Épületek tartószerkezeteinek tervezése az Eurocode alapján.*

Budapest, 2006

**DUNAI LÁSZLÓ, HORVÁTH LÁSZLÓ, KOVÁCS NAUZIKA, VARGA GÉZA, VERŐCI BÉLA, VIGH L.**

**GERGELY:** *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató.* Budapest,

2007

**DUNAI LÁSZLÓ, HORVÁTH LÁSZLÓ, KOVÁCS NAUZIKA, VARGA GÉZA, VERŐCI BÉLA, VIGH L.**

**GERGELY:** *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató.* Budapest,

2009

**GRÜN TAMÁS:** *Acélszerkezetek I. Teherfelvétel. Húzott rudak számítása. 2. gyakorlat.*

Elektronikus jegyzet, Pécs, 2013

**GRÜN TAMÁS:** *Acélszerkezetek I. Kapcsolatok méretezése. A kapcsolatok tervezési alapjai 6.*

*gyakorlat.* Elektronikus jegyzet, Pécs, 2013