



# Acélszerkezetek (I.)

## 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

Hagyományos technológiával (tégla falazat, vasbeton koszorú) készülő hőszigetelt épület tetőszerkezetének egy acél rácsos tartójának megtervezése, amely a koszorúk tetején lévő acél szerelvényhez csatlakozik.

A rácsos tartók tetején acél szelemen és profillemezes héjazatrendszer van, amelynek megtervezése nem része a beadandó feladatnak (a vázlatteven csak szematikusan kell ábrázolni).

A tervezési feladat során a tartalomjegyzékben megadott felépítés követendő.

# Tetőszerkezet rácsos tartójának tervezése – Tartalomjegyzék

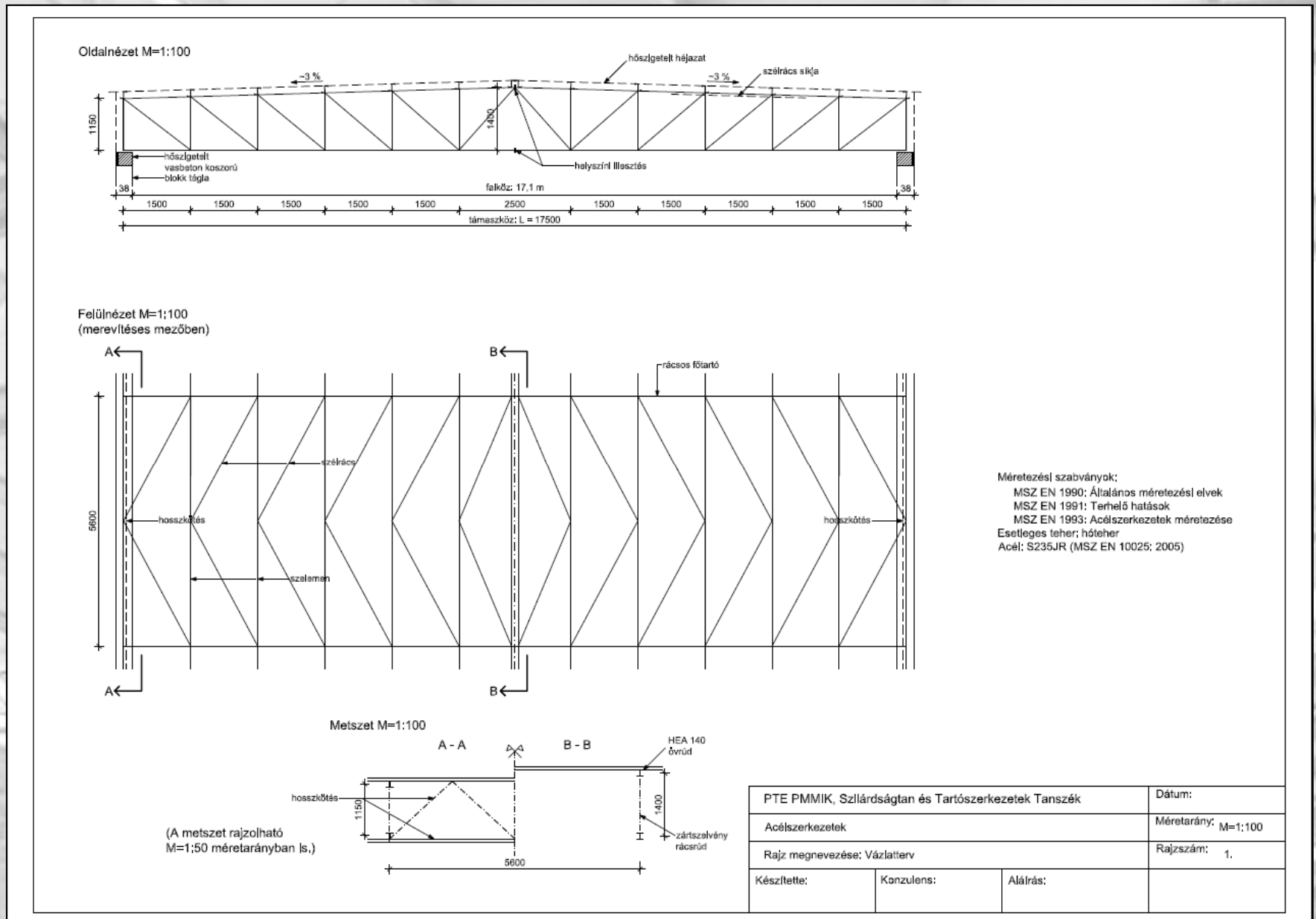


1. Kiindulási adatok
  - 1.1 Vázlatterv
  - 1.2 A számítás alapjául szolgáló szabványok
  - 1.3 Anyagminőségek, határfeszültségek
  - 1.4 Terhek, teherkombinációk
2. A héjazat méretezése (a feladat keretében nem végezzük el)
3. A szelemen méretezése (a feladat keretében nem végezzük el)
4. A rácsos tartó méretezése
  - 4.1 Statikai váz, hálózat
  - 4.2 A csomóponti terhek meghatározása
  - 4.3 A rúderők számítása
  - 4.4 A rúdszelvények teherbírás vizsgálata
    - 4.4.1 Felső övrúd
    - 4.4.2 Alsó övrúd
    - 4.4.3 Rácsrudak
  - 4.5 A bekötések és illesztések méretezése
  - 4.6 A lehajlás ellenőrzése
5. A merevítések ellenőrzése (a feladat keretében nem végezzük el)
6. Anyag kiválasztás
7. Részletrajz



# 1. Kiindulási adatok

## 1.1 Vázlatterv



1. ábra. Vázlatterv

## 1.2 A számítás alapjául szolgáló szabványok

Pontos címmel, évszámmal ellátva fel kell sorolni az alkalmazott szabványokat, mert egy későbbi ellenőrzés, áttekintés, 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
- MSZ EN 1991-1-3: 2005 1-3. rész: Hóteher
- MSZ EN 1993-1-1: 2005 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és épületek tervezésére vonatkozó szabályok
- MSZ EN 1993-1-8: 2005 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése. 1-8. rész: Kapcsolatok méretezése



### 1.3 Anyagminőségek, határfeszültségek

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 rácsos tartó önsúlya

Becsléssel meghatározott:

$$g[\text{kN/m}^2] = 0,01 \cdot L[\text{m}]$$

- Héjazat és szelemenek súlya

Súlyelemzéssel meghatározandó.

- A felfüggesztett terhek súlya (pl. gépészet, álmennyezet, stb.)

Súlyelemzéssel meghatározandó.

**A feladatban a rácsos tartó felett lévő részekből származó állandó teher karakterisztikus értéke a feladatlapon adott, ez már tartalmazza a rácsos tartó becsült önsúlyát is!**

$$q_a [\text{kN/m}^2]$$

Állandó teher biztonsági tényezői:  $\gamma_G = 1,35$

$$\gamma_G = 1,00$$

## 1.4.2 Esetleges terhek

### 1.4.2.1 Hóteher

A tető alakjától és hajlásszögétől függ.

A tetőre ható hóteher értéke:

$$s = \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

ahol:  $\mu_i$  – a hóteher alaki tényezője (15 foknál kisebb hajlású nyeregtető esetén értéke 0,8);

$c_e$  – a szél miatti csökkentő tényező, értéke általában 1,0;

$c_t$  – hőmérsékleti csökkentő tényező, értéke általában 1,0;

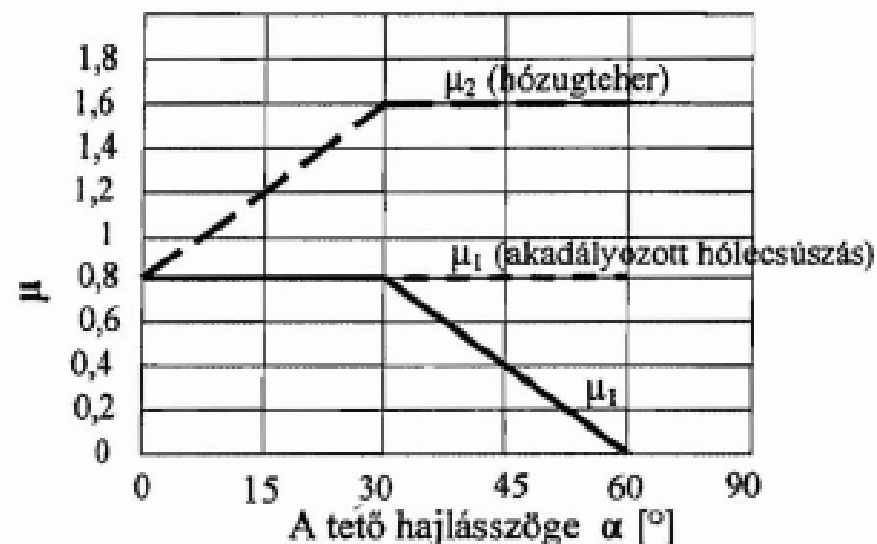
$s_k$  – a felszíni hóteher karakterisztikus értéke [kN/m<sup>2</sup>].

## Hóteher alaki tényezői félnyereg-, nyereg- és összekapcsolódó nyeregtetők esetén

Alaki tényező	A tető hajlásszöge ( $\alpha$ )		
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(2 - \alpha/30)$	0
	0,8 (akadályozott hólecsúszás <sup>(1)</sup> )		0 <sup>(2)</sup>
$\mu_2$	$0,8(1 + \alpha/30)$	1,6	-

<sup>(1)</sup>Az akadály lehet hófogó, tetősík fölé nyúló elem, attikafal stb.

<sup>(2)</sup>Az EC előírásai nem egyértelműek ebben a tekintetben. Az akadály meredek tetők esetén is megfogja a lecsúszni akaró havat, de az már elsősorban nem a tetőt, hanem az akadályt terheli.



## A felszíni hóteher Magyarországon

400 m tengerszint feletti magasságig:

$$s_k = 1,25 \quad [\text{kN/m}^2]$$

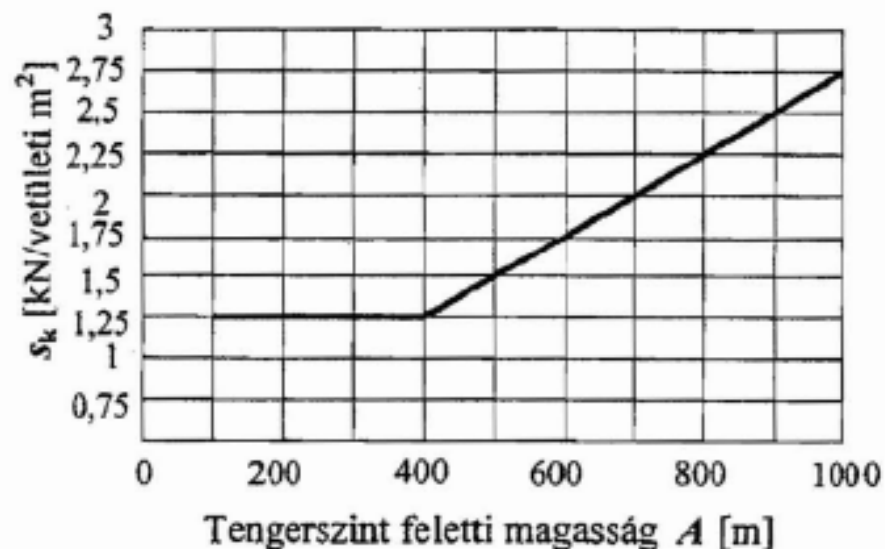
Az előbbieknél magasabb területeken:

$$s_k = 1,25 + \frac{A - 400}{400} \quad [\text{kN/m}^2]$$

ahol:  $A$  [m] a talaj felszínének magassága az Adria névleges tengerszintje felett,

$s_k$  a felszíni hóteher karakterisztikus értéke, mint függőlegesen lefelé mutató, vetületi négyzetméterre vonatkoztatott teher.

A megadott hóteher az 50 éves átlagos visszatérési periódushoz tartozó érték.



## 1.4.2.2 Szélteher

A 15 fok hajlás alatti nyeregtetőknél csak a szélszívást kell figyelembe venni, ami a hóteherrel ellentétes hatású, így nem vonjuk be a számításba.

## 1.4.2.3 Hasznos esetleges teher

(pl. daruteher, járható tetők használatából származó terhe)  
Jelen feladatban ilyen teherrel nem számolunk.

## 1.4.3 Teherkombinációk

Teherbírasi 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:

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

Alapfogalmak:

Határállapot: minden olyan állapot, amelyen túl a szerkezet nem alkalmas az adott határállapothoz tartozó teher viselésére.

Tehereset: azon terhek összessége, amelyeket egy adott vizsgálat során együttesen működőnek kell feltételeznünk (a különböző fajtájú terhek felsorolása pl. hasznos terhek esete, állandó terhek esete, meteorológiai terhek esete, stb.).

Teherkombináció: az egy adott teheresetben szereplő terhek együttes figyelembevételének leírása. Tartalmazza a teheresetet, valamint azokat a szabályokat, amelyek megmondják, hogyan kell az egyes terhek következményeit együttesen figyelembe venni.

Teherkövetkezmény: igénybevételek, alakváltozások, elmozdulások, feszültségek, reakcióerők, stb.

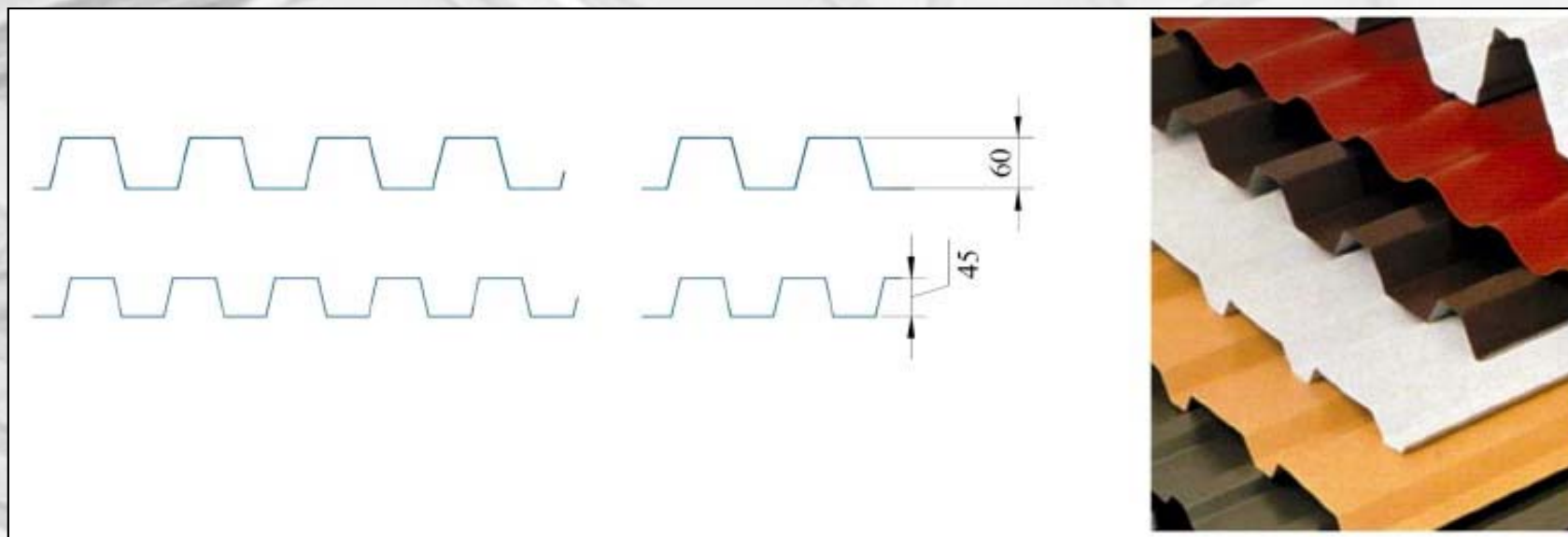


## 2. A héjazat méretezése

**A feladat keretében nem végezzük el!**

Néhány magyarországi trapézlemez gyártó: Lindab, METAB, Haironville, Rannila, Ruukki

A méretezést a gyártók által kiadott táblázatok segítik.

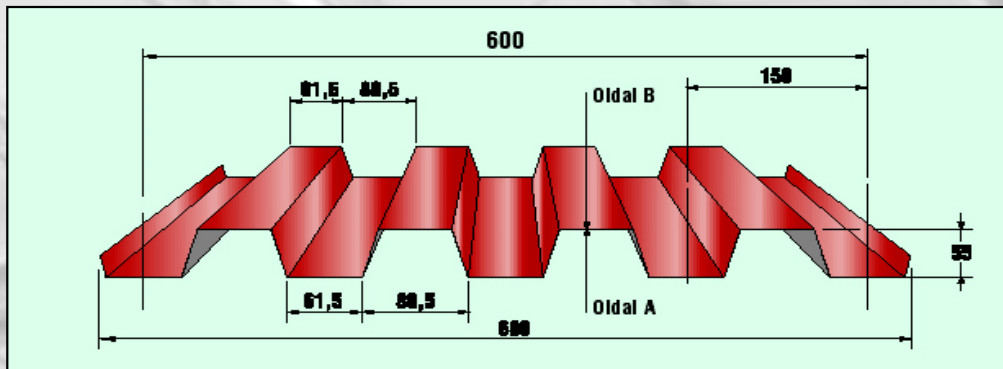


3. ábra. Héjazati trapézlemez kialakítása [Grün 2013]

Néhány magyarországi példa:

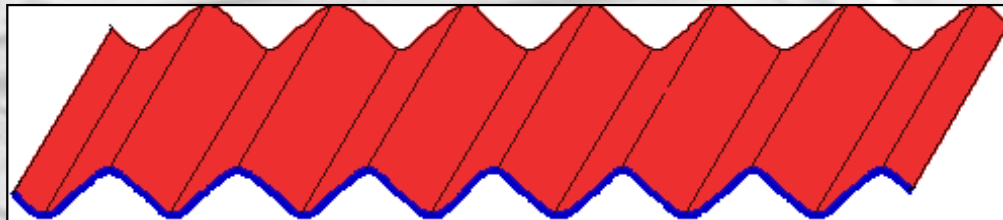
# Trapézlemezek típusai:

## Egyenletes osztású



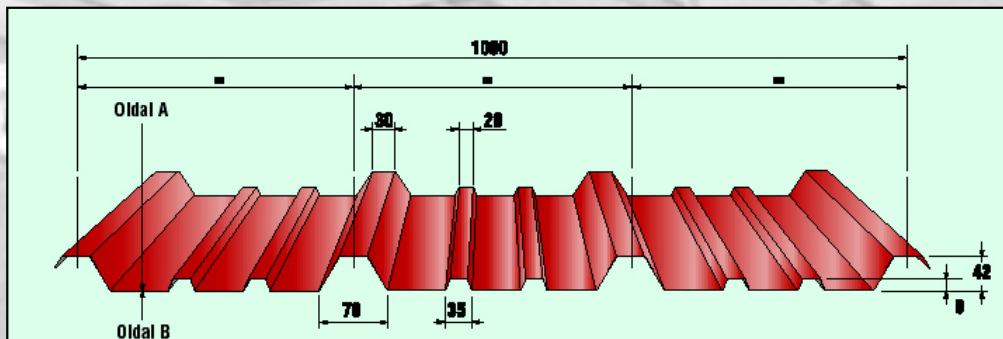
4. ábra. Egyenletes osztású trapézlemez

## Színusz hullámú



5. ábra. Színusz hullámú trapézlemez

## Változó osztású



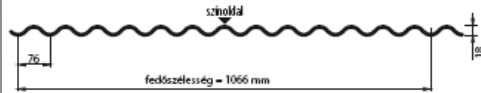
6. ábra. Változó osztású trapézlemez



# Lindab

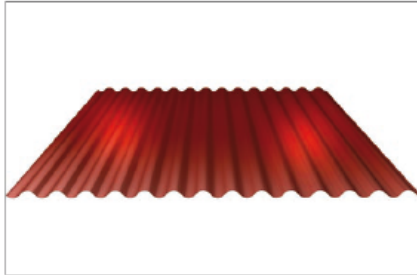


## SIN 18

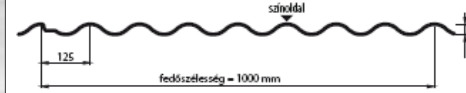


Vastagság	mm	0.50
Folyáshatár $f_y$	N/mm <sup>2</sup>	250
Tömeg	kg/m <sup>2</sup>	5.0

Gyártási hossz: 600-8000 mm

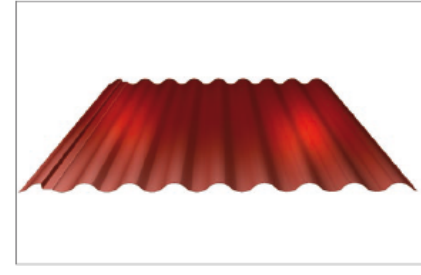


## SIN 26

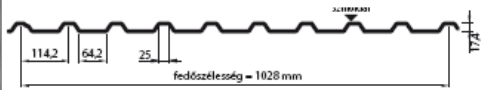


Vastagság	mm	0.50	0.60	0.70
Folyáshatár $f_y$	N/mm <sup>2</sup>	250	250	350
Tömeg	kg/m <sup>2</sup>	4.8	5.8	6.8

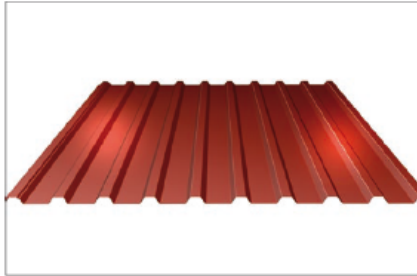
Gyártási hossz: 600-8000 mm



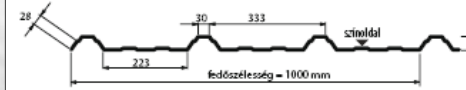
## LTP 20



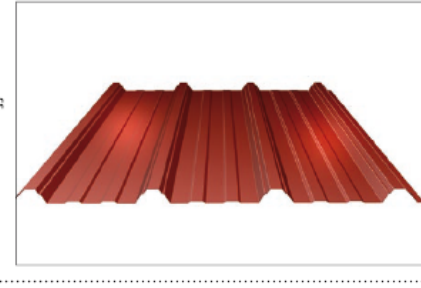
Vastagság	mm	0.40	0.50	0.60	0.70
Folyáshatár $f_y$	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	350
Tömeg	kg/m <sup>2</sup>	3.9	4.8	5.8	6.8
Gyártási hossz	min-max	210-8000	210-10000	210-10000	210-10000



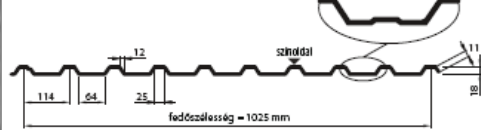
## TR 35



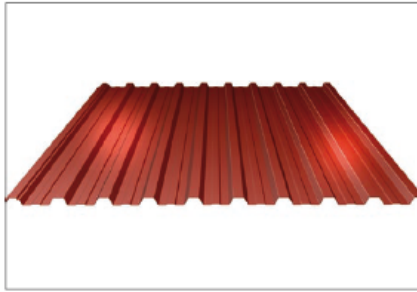
Vastagság	mm	0.50	0.60
Folyáshatár $f_y$	N/mm <sup>2</sup>	250	250
Tömeg	kg/m <sup>2</sup>	4.8	5.8
Gyártási hossz	min-max	500-8000	500-8000



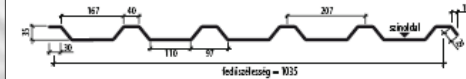
## LTP 20 DN



Vastagság	mm	0.40	0.50	0.60	0.70
Folyáshatár $f_y$	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	350
Tömeg	kg/m <sup>2</sup>	3.9	4.8	5.8	6.8
Gyártási hossz	min-max	210-8000	210-10000	210-10000	210-10000

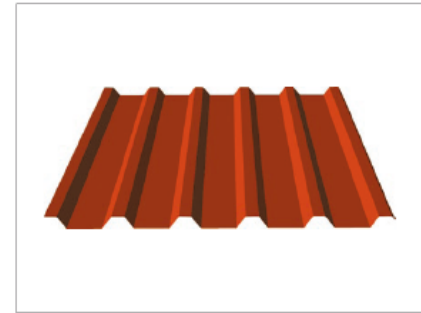


## LTP 35



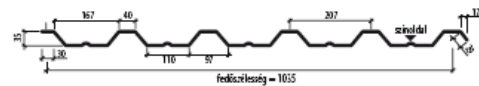
Vastagság	mm	0.50	0.60	0.70*	0.75
Folyáshatár $f_y$	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	250
Tömeg	kg/m <sup>2</sup>	4.83	5.80	6.76	7.25
Gyártási hossz	min-max	500-12000	500-12000	500-12000	500-12000

\*csak horganyzott kivételben kapható



7-8. ábra. Lindab trapézlemezek típusai [Lindab katalógus]

### LTP 35 Dn

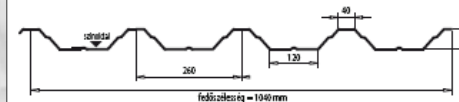


<b>Vastagság</b>	mm	0,50	0,60	0,70*	0,75
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	250
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	4,83	5,80	6,76	7,25
<b>Gyártási hossz</b>	min-max mm	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000

\*csak horganyzott kivételben kapható



### LTP 50Dn



<b>Vastagság</b>	mm	0,50	0,60	0,70*	0,75	0,80	1,00
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	250	250	250
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	5,10	6,12	7,14	7,65	8,16	10,20
<b>Gyártási hossz</b>	min-max mm	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000

\*csak horganyzott kivételben kapható



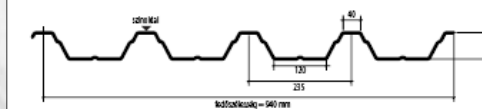
### LTP 45



<b>Vastagság</b>	mm	0,40	0,50	0,60	0,70
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	350
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	3,9	4,8	5,8	6,8
<b>Gyártási hossz</b>	min-max mm	210- 10000	210- 13000	210- 13000	210- 13000



### LTP 60Dn



<b>Vastagság</b>	mm	0,50	0,60	0,70*	0,75	0,80	1,00
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	250	250	250
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	5,64	6,76	7,89	8,46	9,02	11,28
<b>Gyártási hossz</b>	min-max mm	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000	500- 12000

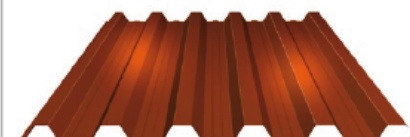
\*csak horganyzott kivételben kapható



### LTP 45 DN



<b>Vastagság</b>	mm	0,40	0,50	0,60	0,70
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	250	250	250	350
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	3,9	4,8	5,8	6,8
<b>Gyártási hossz</b>	min-max mm	210- 10000	210- 13000	210- 13000	210- 13000



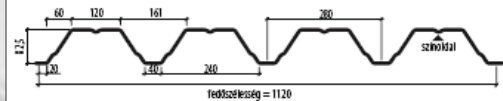
9-10. ábra. Lindab trapézlemezek típusai [Lindab katalógus]

# Lindab magasprofilok



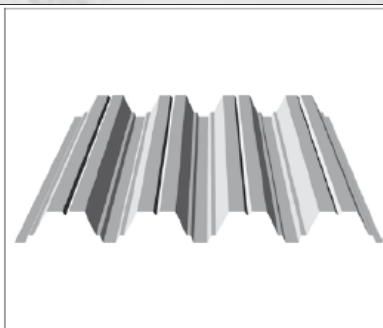
## LTP 85

csak PE bevonat: 15µm  
színek: RAL 9002, RAL 9010



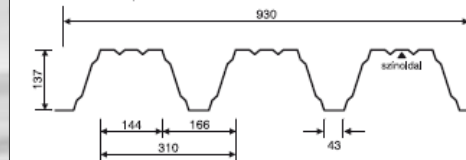
<b>Vastagság</b>	mm	0,75	0,88	1,00	1,25	1,50
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	320	320	320	320	320
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	8,04	9,43	10,71	13,39	16,07

Gyártási hossz: 2000-13500 mm



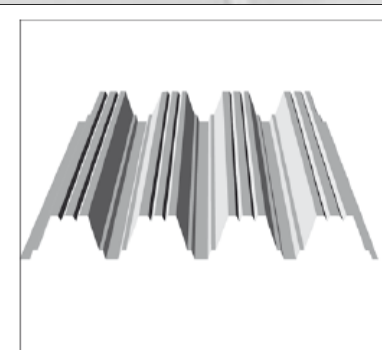
## LTP 135

csak PE bevonat: 15µm  
színek: RAL 9002, RAL 9010



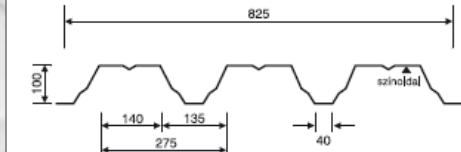
<b>Vastagság</b>	mm	0,75	0,88	1,00	1,25	1,50
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	320	320	320	320	320
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	9,74	11,40	13,00	16,20	19,50

Gyártási hossz: 2000-13500 mm



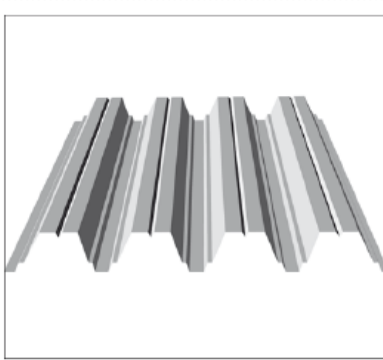
## LTP 100

csak PE bevonat: 15µm  
színek: RAL 9002, RAL 9010



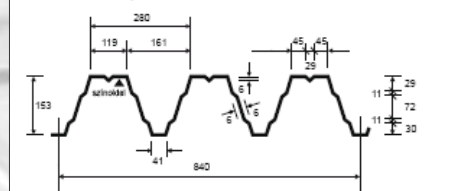
<b>Vastagság</b>	mm	0,75	0,88	1,00	1,25	1,50
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	320	320	320	320	320
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	9,00	10,60	12,00	15,00	18,00

Gyártási hossz: 2000-13500 mm



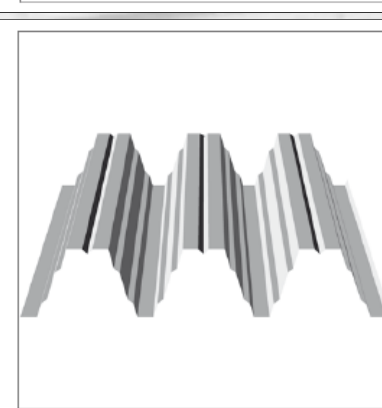
## LTP 150

csak PE bevonat: 15µm  
színek: RAL 9002, RAL 9010

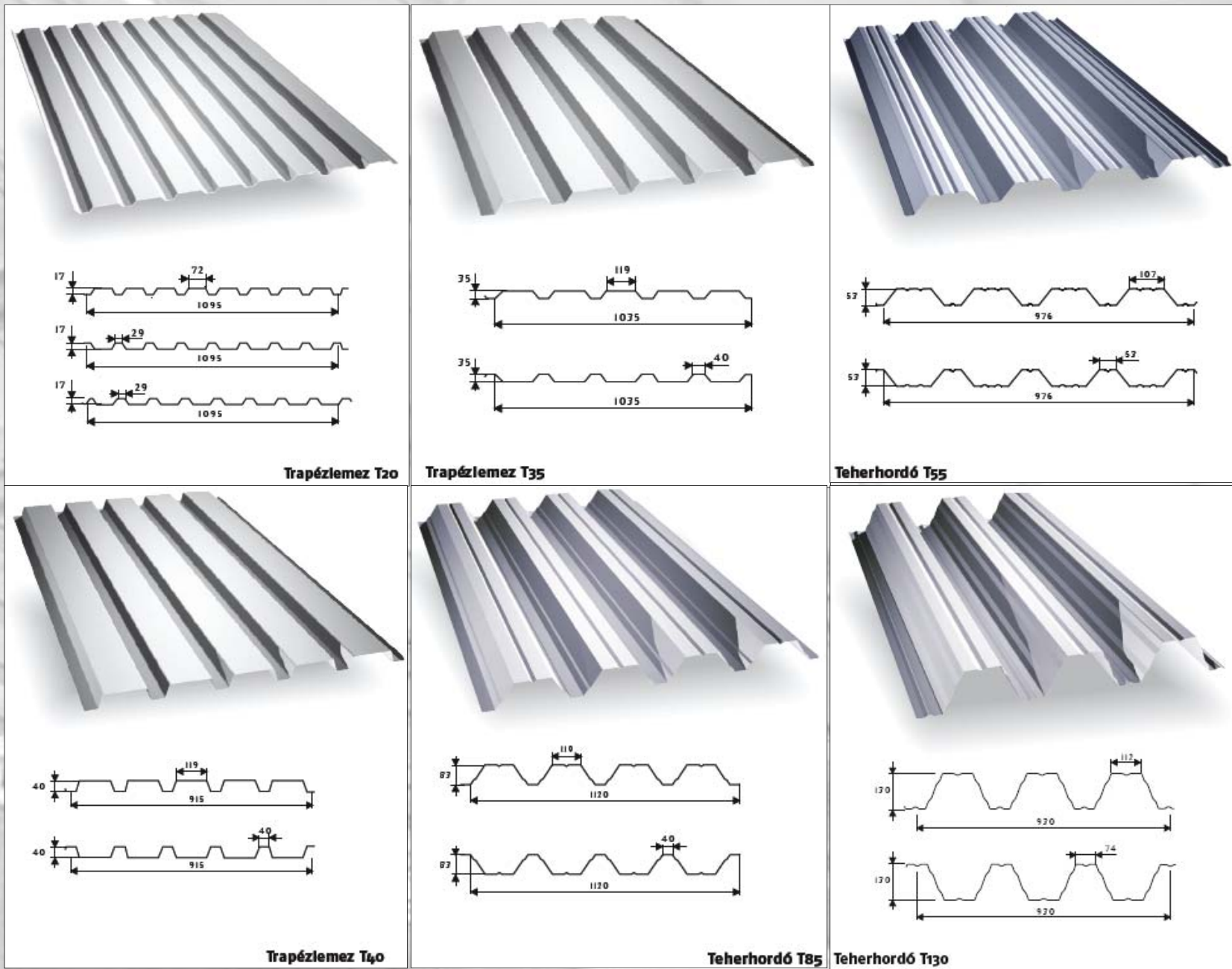


<b>Vastagság</b>	mm	0,75	0,88	1,00	1,25	1,50
<b>Folyáshatár <math>f_y</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	320	320	320	320	320
<b>Tömeg</b>	kg/m <sup>2</sup>	10,70	12,60	14,30	17,90	21,50

Gyártási hossz: 2000-13500 mm



11-12-13. ábra. Lindab magasprofilok típusai [Lindab katalógus]



14-19. ábra. Ruukki profillemezek tetőkre

[Ruukki Kft.: *Profillemezek tetőre és falra*. Ruukki Kft., Budapest, én.]

# Forgalmazó és gyártócégek



## **TRAPÉZKER Kft.**

1071 Budapest, Városligeti  
fasor 47-49.

tel.: 1/413-1971

fax.: 1/3352-9954

[www.trapezker.hu](http://www.trapezker.hu)

## **DUNAFERR Rt.**

2400 Dunaújváros, Vasmű  
tér 1-3.

tel.: 25/584-000

fax.: 25/584-001

[www.dunaferr.hu](http://www.dunaferr.hu)

## **RUUKKI Hungária Kft.**

1023 Budapest, Árpád  
fejedelem útja 26-28.

tel.: 1/346-3010

fax.: 1/346-3020

[www.rannila.hu](http://www.rannila.hu)

## **HOESCH Kft.**

1034 Budapest, Tímár u. 20.

tel.: 1/437-0014

fax.: 1/437-0013

## **HAIROVILLE Hungária Kft.**

1138 Budapest, Váci út 184.

tel.: 1/329-8091

fax.: 1/350-5466

## **LINDAB Kft.**

2051 Biatorbágy, Állomás út 1/a

tel.: 23/531-100

fax.: 23/310-703

## **TRIMO**

1119 Budapest, Fehérvári  
út 89-95.

tel.: 1/382-2130

fax.: 1/382-2131

[www.trimo.hu](http://www.trimo.hu)

## **CTW Hungária Kft.**

1115 Budapest, Bánk Bán u. 17.

tel.: 1/371-1655

fax.: 1/371-1655

[www.ctw.hu](http://www.ctw.hu)

## **METALUCON Kft.**

6330 Mindszent, Szabadság utca 92-94.

tel.: 62/225-652

fax.: 62/225-694

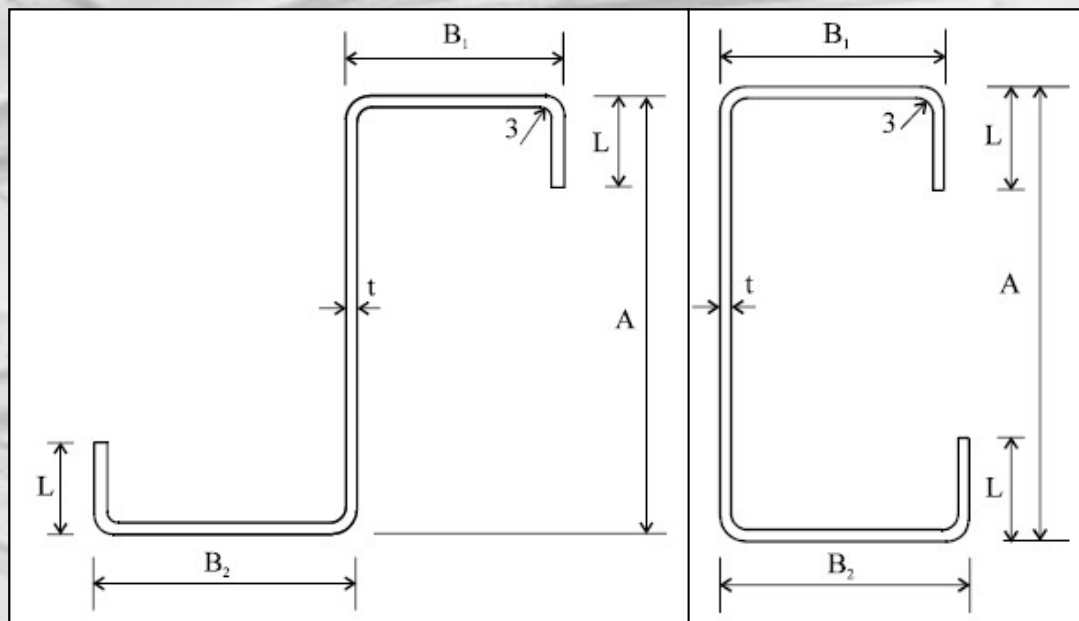
[www.tiszanet.hu/~metalucon/](http://www.tiszanet.hu/~metalucon/)



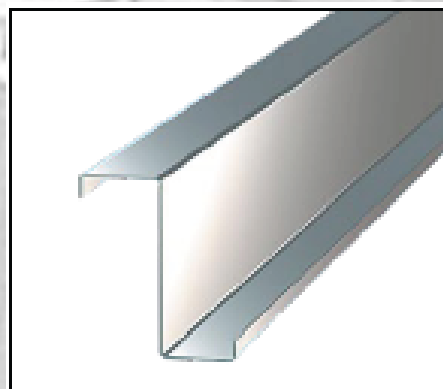
### 3. A szelemen méretezése

A feladat keretében nem végezzük el!

Régebben többnyire melegen hengerelt szelvényeket (I, U) alkalmaztak, ma már többnyire hidegen alakított szelvényeket (Z, C).

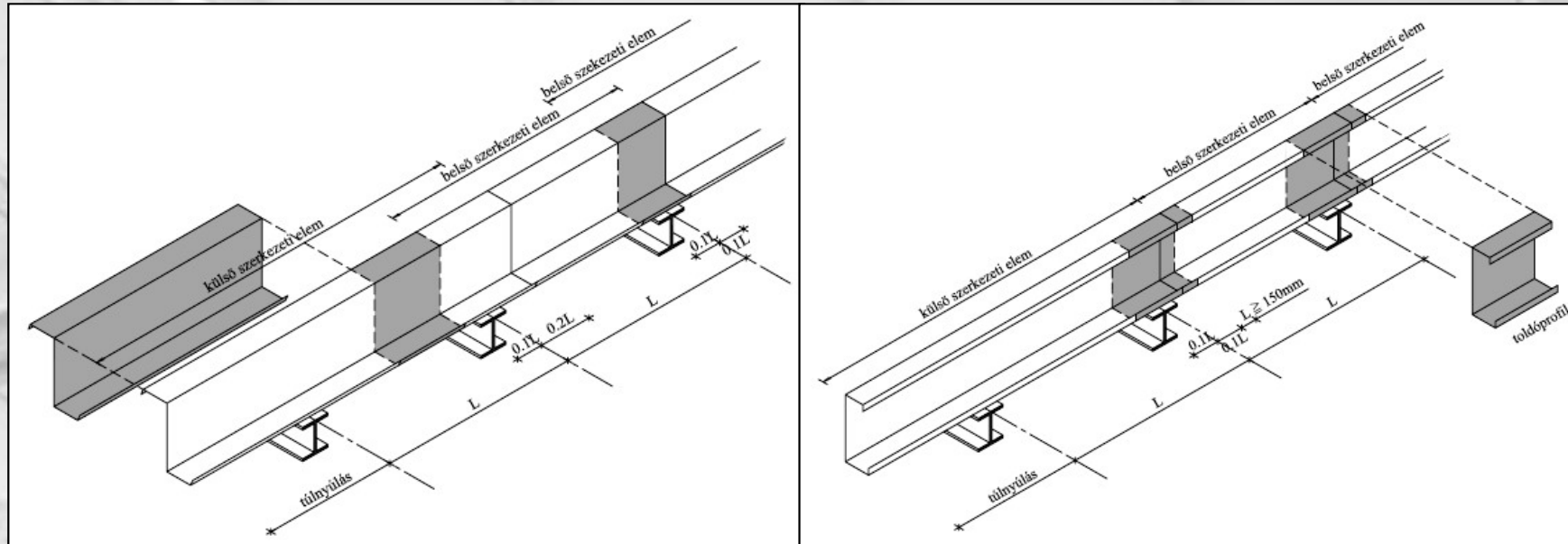


20-21. ábra. Lindab „Z” és „C” szelvények [Dunai, Ádány 1998]



22. ábra. „Z” szelvény kialakítása [Grün 2013]

# Illesztésük átlapolással történik:



23-24. ábra. "Z" és „C” gerendák átlapolással kialakított szerkezeti rendszere [Dunai, Ádány 1998]



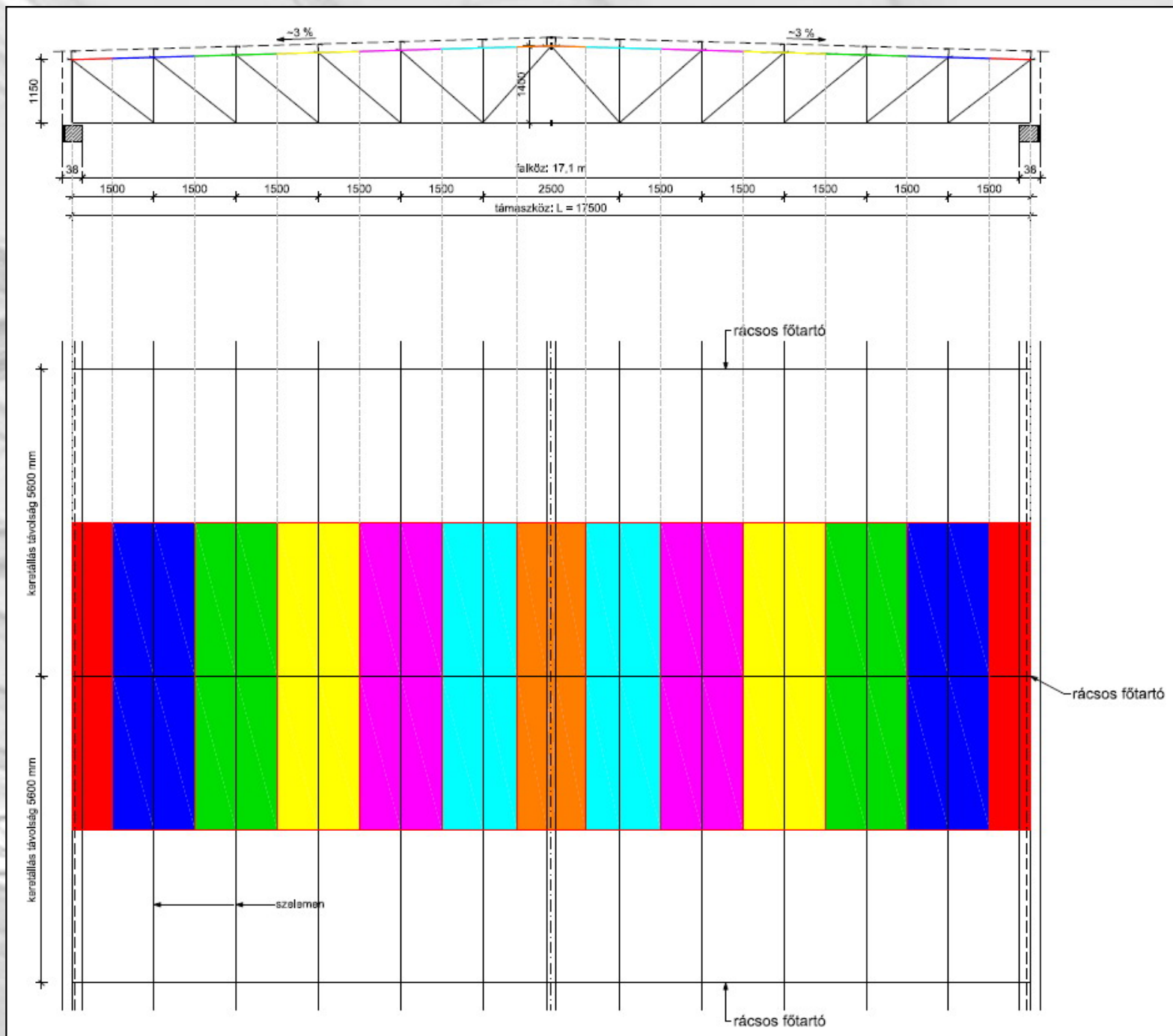


## 4.2 A csomóponti terhek meghatározása

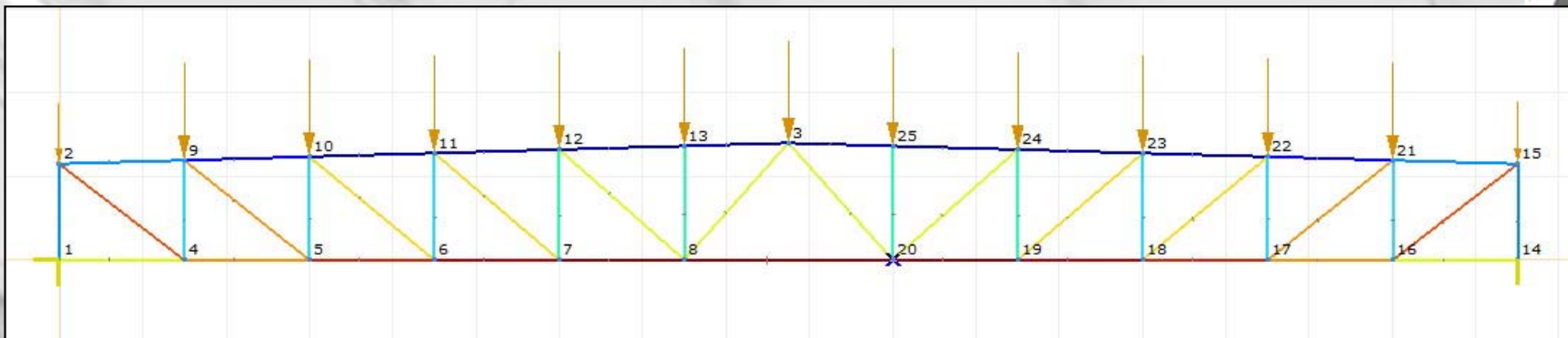
A csomóponti terheket a geometria (a rácsos tartó csomópontjainak távolsága, valamint a keretállás távolságok) alapján kell meghatározni. A 26. ábrán a különböző színek jelzik, hogy mely felületeken lévő terhek (önsúly és hóteher a biztonsági tényezőikkel szorozva) működnek csomóponti erőkként. A csomóponti erők természetesen nem mind azonosak, hiszen a felületek sem egyenlők.

A csomóponti erők meghatározása a felületek alapján úgy történik, hogy a feladatlapon megadott keretállás távolságot meg kell szorozni a rácsos tartó felső övében lévő csomópontok közötti távolsággal (ferde hossz), majd az így kapott felület értéket meg kell szorozni az önsúllyal, illetve a hóteherrel.

Ha a rúderők számítása Axis VM programmal történik, akkor lehetőség van arra, hogy a biztonsági tényezők a programban legyenek figyelembe véve.



26. ábra. Rácsos tartó csomóponti terheinek számítása



27. ábra. Rácsos tartó szerkezeti rendszere és a csomóponti terhek



### 4.3 A rúderők számítása

A rúderők számítása történhet kézi számítással, vagy vége-selemes program segítségével (pl. Axis VM).

Az eredmények dokumentálása:

- ábra, csomópontok számozása, csomóponti terhek, teherintenzitás,
- kézi számítás esetén a rúderőket a rudakra kell írni, gépi számítás esetén, normálerő ábra képként való kimentése és rúderő táblázat készítése szükséges.



## 4.4 A rúdszelvények teherbírás vizsgálata

Az alsó és felső övrúd melegen hengerelt „I” szelvény (javasolt HEA szelvény), míg a ferde rácsrudak és az oszlopok melegen hengerelt zártszelvények (javasolt RHS szelvény) legyenek.

A szelvények pontos megnevezését tartalmaznia kell a statikai számításnak!

Elegendő méretezni a legnagyobb rúderővel terhelt felső övrudat, alsó övrudat, oszlopot és ferde rácsrudat. (Nagy fesztávolságú rácsos tartóknál, amennyiben a rúderőkben jelentős eltérés mutatkozik érdemes szelvényváltást alkalmazni, hogy gazdaságos maradjon a szerkezet. A szelvényváltás azt jelenti, hogy egy–egy szerkezeti elem, – pl. a felső övrúd – nem ugyanolyan keresztmetszetű szelvényből készül a tartó teljes hosszában.) A feladatban nem kell szelvényváltást alkalmazni!

A méretezés során 80%-os kihasználtságra kell törekedni. A 80%-os kihasználtság azért ideális, mert így még van jelentős tartalék a szerkezetben, de ugyanakkor gazdaságos, nincs az indokoltnál nagyobb keresztmetszet, nincs túlméretezve a szerkezet.

#### 4.4.1 Felső övrúd

A felső övrúd nyomásra van igénybe véve, ezért a korábbiakban tanultak szerint nyomott rúdként méretezendő.

A méretezés lépései:

- a keresztmetszet adatainak feltüntetése, ábra,
- keresztmetszet osztályba sorolása (lehetőség szerint a keresztmetszet 1. vagy 2. osztályú legyen),
- a keresztmetszet nyomási ellenállásának meghatározása,
- karcsúságok meghatározása,
- viszonyított karcsúságok meghatározása,
- $\chi$  csökkentő tényező meghatározása,
- a nyomott rúd kihajlási ellenállásának meghatározása.

Mintapélda: AGYU 3.3 Példa, 3.4 Példa, 3.9 Példa, 3.10 Példa,  
3.11 Példa, 3.12 Példa

#### 4.4.2 Alsó övrúd

A alsó övrúd húzásra van igénybe véve, ezért a korábbiakban tanultak szerint húzott rúdként méretezendő.

A méretezés lépései:

- a keresztmetszet adatainak feltüntetése, ábra,
- a keresztmetszet húzási ellenállásának meghatározása.

Mintapélda: AGYU 3.1 Példa, 3.2 Példa

#### 4.4.3 Rácsrudak

A legnagyobb nyomóerővel terhelt oszlopot kell méretezni.

A méretezés lépéseit lásd a *4.4.1 pont* alapján.

A legnagyobb húzóerővel terhelt ferde rácsrudat kell méretezni.

A méretezés lépéseit lásd a *4.4.2 pont* alapján.

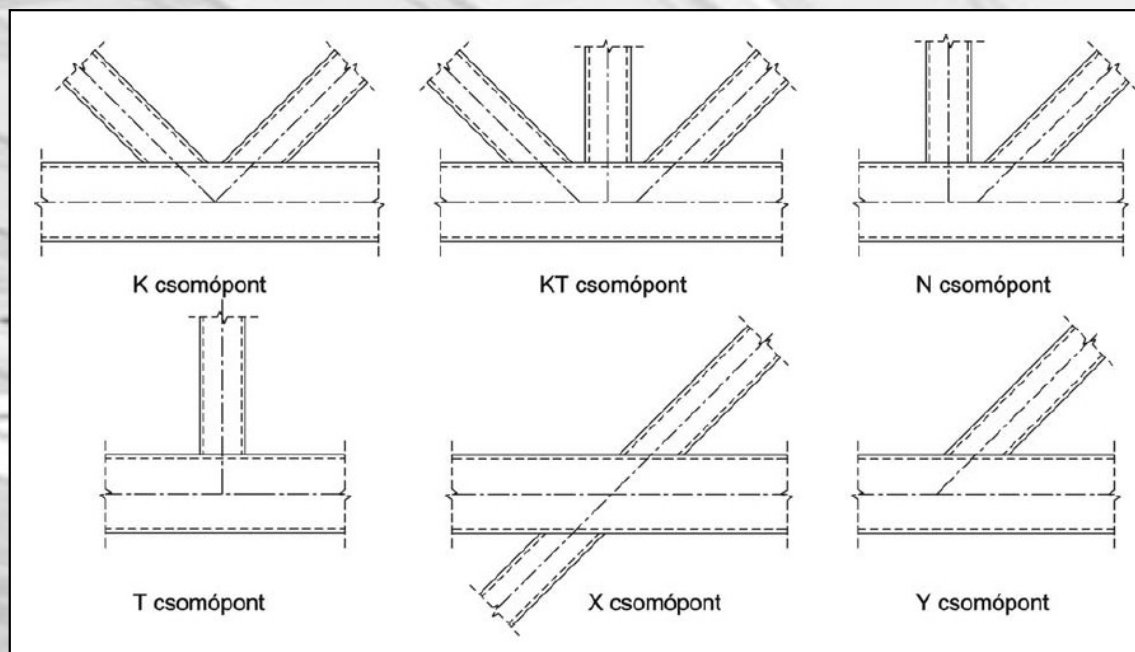
A későbbi számítás könnyítése miatt a ferde rácsrudak és az oszlopok keresztmetszete legyen azonos.

## 4.5 A bekötések és illesztések méretezése

### 4.5.1 Rúdbekötések

A következő számítások feltételei:

- az alkalmazott anyagok folyáshatára nem nagyobb  $460 \text{ N/mm}^2$ -nél,
- a falvastagság nem lehet kisebb 2,5 mm-nél,
- a nyomott rudak 1., vagy 2 osztályúak legyenek,
- a rácsrudak és az övek, valamint a csomóponthoz csatlakozó rácsrudak közötti szög nem lehet kisebb  $30^\circ$ -nál.



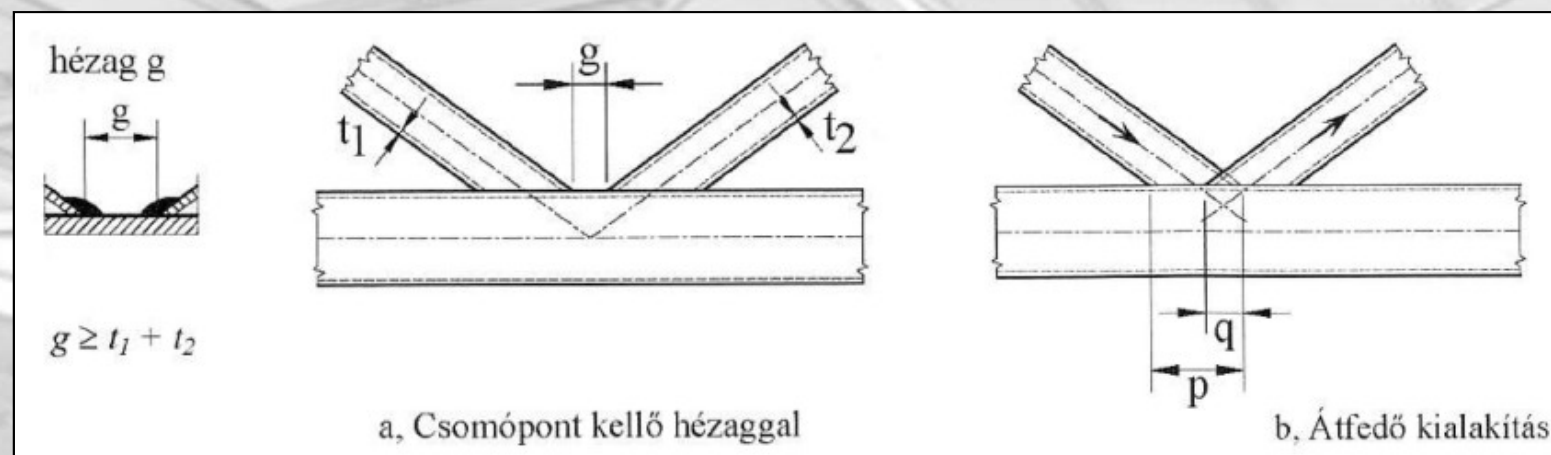
28. ábra. Rácsos tartók leggyakoribb csomópontjai [Dunai, Horváth 2007]





A csomópontok kialakításának általános elvei:

- a rudak súlyvonalát a hálózatra kell illeszteni,
- centrikus bekötést kell alkalmazni, amely azt jelenti, hogy a csomópontokban a rács- és övrudak súlyvonalai közös metszéspontban találkoznak,
- a bekötésnél hézagot kell hagyni, amely a hegesztési varrat elhelyezését biztosítja, továbbá biztosítja a kedvező viselkedést és az egyszerű méretezést,
- ha a geometriai viszonyok miatt nem alakul ki kellő nagyságú hézag, akkor vagy átfedő kapcsolatot alkalmaznak, vagy pedig széthúzzák a rácsrudakat a kellő hézag eléréséig, ilyenkor azonban külpontos bekötés alakul ki.

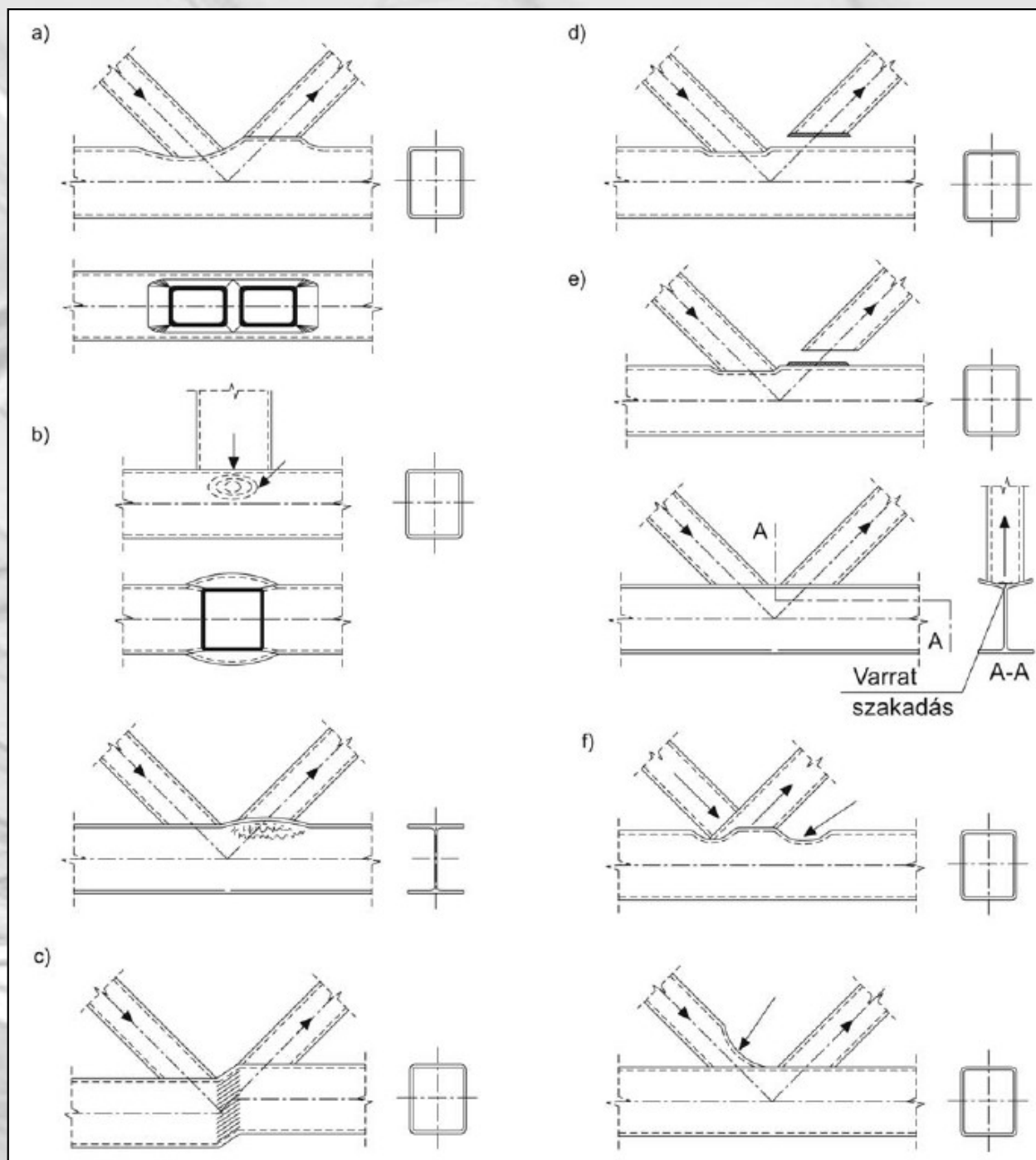


29. ábra. Csomóponti bekötések [Grün 2013]



## Csomópontok tönkremeneteli módjai:

- a) az öv felületének vagy keresztmetszetének képlékeny tönkremenetele (csak zárt szelvény öv esetén kell figyelembe venni),
- b) nyomott rácsrudak esetén a zárt szelvényű öv falának, vagy az I-szelvényű rudak gerincének helyi folyása, gyűrődése, horpadása vagy beroppanása,
- c) az öv nyírási tönkremenetele,
- d) a zárt szelvény övében repedés képződik, elnyíródik és a rácsrúddal együtt kiszakad az öv fala (I-szelvényű övnél nincs ilyen tönkremenetel),
- e) repedések keletkezhetnek a rácsrudakban vagy a rácsrudakat bekötő varratokban és a húzott rácsrúd kiszakad
- f) a nyomott rudak részeinek horpadása a csomópont környezetében.



30. ábra. Csomóponti bekötések tönkremeneteli módjai [Dunai, Horváth 2007]

Ugyanazon keresztmetszetű nyomott rúd ellenállása a kihajlás miatt általában kisebb, mint a húzási tervezési ellenállása, de ezt a körülményt nem érdemes figyelembe venni a varratméretezés során, azaz a két rúdra ugyanazt az  $a$  varratméretet célszerű alkalmazni. Fontos, hogy az  $a$  gyökméret ne legyen nagyobb, mint a szelvény falvastagsága.

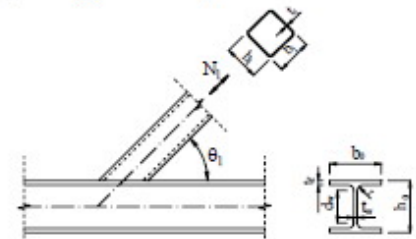
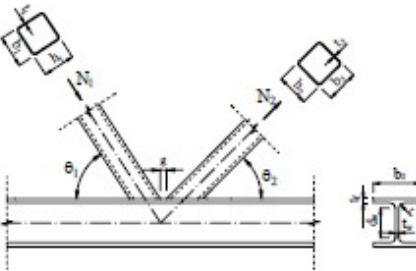
I-szelvényű öv és zártszelvényű övrúd esetén az *1. táblázat* tartalmazza azokat a geometriai követelményeket, amelyeket be kell tartani ahhoz, hogy a hegesztett kapcsolat ellenállása a megadott összefüggésekkel számítható legyen:

A csomópont típusa	Csomóponti paraméterek ( $i=1$ vagy $2$ )			
	$d_w / t_w$	$b_i / t_i$ és $h_i / t_i$		$h_i / b_i$
		Nyomás	Húzás	
X	1. osztály és $d_w \leq 400$ mm	1. osztály		$\geq 0,5$ de $\leq 2,0$
T vagy Y	2. osztály és $d_w \leq 400$ mm	és	$h_i / t_i \leq 35$	1,0
Hézagos K vagy N		$h_i / t_i \leq 35$	$b_i / t_i \leq 35$	

*1. táblázat.* Hegesztett csomópontok érvényességi tartománya RHS rács- és I- vagy H-szelvényű övrudakra [Dunai, Horváth 2007]

Az *1. táblázatban* szereplő jelölések magyarázata a *2. táblázat* ábráin látható.

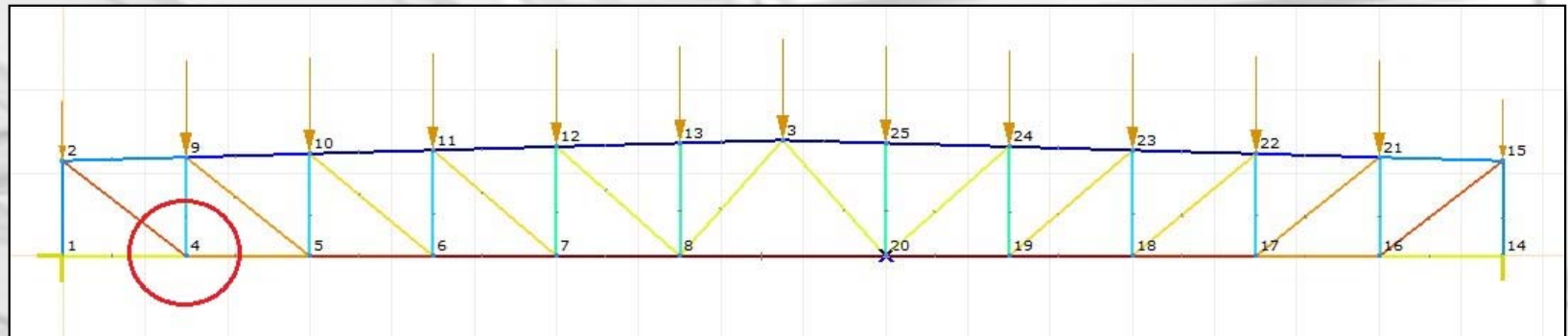
I-szelvényű öv és zártszelvényű övrúd esetén a csomópontok tervezési ellenállásának meghatározását mutatja a 2. táblázat:

A csomópont típusa	Méretezési ellenállás ( $i = 1$ vagy $2$ )
T, Y vagy X csomópont 	Az öv gerincének folyása
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1 \cdot \gamma_{M5}}$
	A rácsrúd tönkremenetele
	$N_{1,Rd} = 2 f_{yt} t_1 p_{eff} / \gamma_{M5}$
K és N csomópont 	Az öv gerincének folyása
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_i \cdot \gamma_{M5}}$
	A rácsrúd tönkremenetele
	$N_{i,Rd} = 2 f_{yt} t_1 p_{eff} / \gamma_{M5}$
	Az öv nyírási tönkremenetele
	$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i \cdot \gamma_{M5}}$ $N_{0,Rd} = \frac{(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{Ed} / V_{pl,Rd})^2}}{\gamma_{M5}}$
A képletekben szereplő paraméterek értékei: $A_v = A_0 - (2 - \alpha) b_0 t_f + (t_w + 2r) t_f; \quad \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + 4g^2 / 3t_f^2}}$ $b_w = \min \left[ \frac{h_1}{\sin \theta_i} + 5(t_f + r); \quad 2t_i + 10(t_f + r) \right]$ $p_{eff} = \min [t_w + 2r + 7t_f f_{y0} / f_{yt}; \quad b_i + h_i - 2t_i]$ $\gamma_{M5} = 1,0$ $V_{Ed} : \text{ az egyik rácsrúderő függőleges komponense}$ $V_{pl,Rd} = \frac{A_{v0} \cdot f_{y0}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} : \text{ az övrúd nyírási ellenállása, lásd 3.2.3 fejezet.}$	

2. táblázat. Négyzet alakú zárt szelvényű rácsrudak és I- vagy H-szelvényű övrudak közötti hegesztett csomópontok tervezési ellenállása [Dunai, Horváth 2007]

Az 1. és 2. táblázat megtalálható a segédlet (Dunai László, Horváth László, Kovács Nauzika, Varga Géza, Verőci Béla, Vigh L. Gergely: *Acélszerkezetek méretezése Eurocode 3 szerint, gyakorlati útmutató*. Budapest, 2007.) 163-165. oldalán.

A házi feladatban a 31. ábrán jelölt bekötés méretezendő „N” csomópontként:

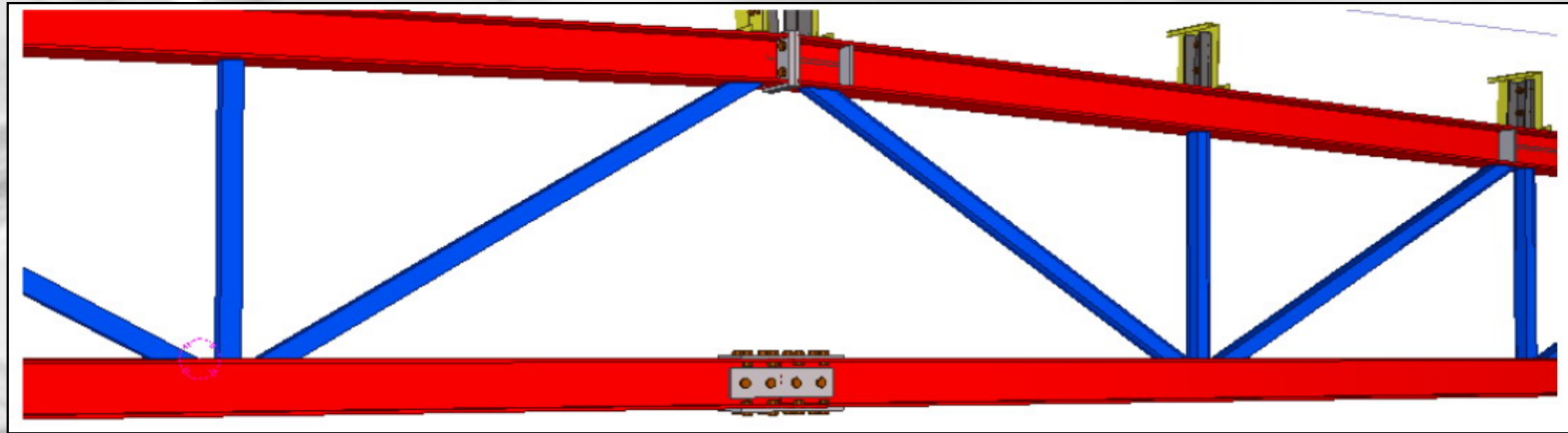


31. ábra. A méretezendő csomópont

Mintapélda: AGYU (2009-es verzió) 4.19 Példa (109. old.)

## 4.5.2 Illesztések

A helyszíni illesztések az alsó és felső övekbe kerülnek a vázlatterven jelölteknek megfelelően.



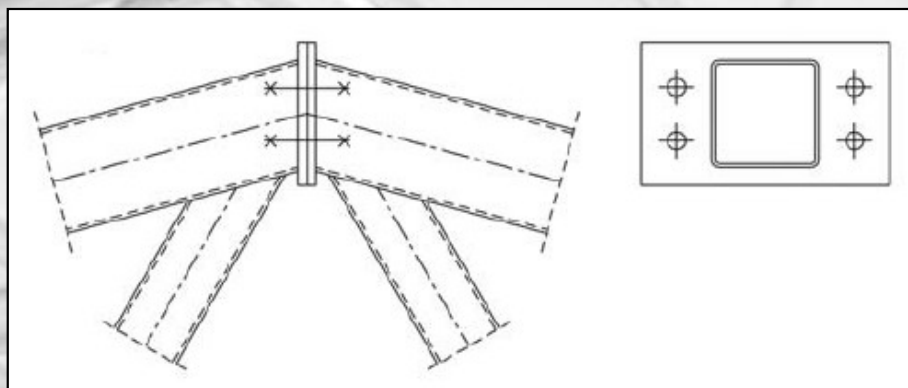
32. ábra. Az alsó és felső övek illesztése [Grün 2013]

### Felső (nyomott) öv:

A felső (nyomott) övben homloklemezcsavar kapcsolatot célszerű kialakítani. A homloklemez méreteit célszerű minél kisebbre választani, javasolt 4 darab M16-os csavart alkalmazni. Ügyelni kell a csavartávolságok betartására, valamint a csavarok elhelyezhetőségére.

Hegesztéssel akkor célszerű összekötni a két homloklemezt, ha a húzott övbe is hegesztett kapcsolat kerül, ezt azonban a házi feladat esetében kerülni kell.

A felső (nyomott) öv illesztését nem kell méretezni, de a csavarkiosztásról (csavarkép) kótázott ábrát kell készíteni.



33. ábra. A felső öv homloklemezes kapcsolata [Dunai, Horváth 2007]

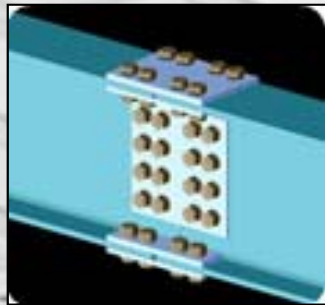
A 33. ábrához képest annyi az eltérés, hogy a feladatban „I” szelvényt kell alkalmazni az övben.



## Alsó (húzott) öv:

Az alsó (húzott) övben hevederes, nyírt csavarsoros kapcsolatot kell alkalmazni. Célszerű az öveknél egyszernyírt kapcsolat alkalmazása (ajánlott 8.8-as csavarok használata).

A csavarok kiosztásakor és a hevederek méretének meghatározásakor figyelemmel kell lenni a szelvény geometriájára (pl. a hengerlési sugár). A szükséges csavarszám megállapításához külön kell megtervezni az övek és a gerinc illesztését, mert a bennük lévő csavarok ellenállása általában nem azonos. A kapcsolat kialakítása a 32. és 34. ábrán látható.



34. ábra. Az alsó (húzott) öv illesztése [Consteel]

Mintapélda: AGYU 4.7 Példa

## 4.6 A lehajlás ellenőrzése

A rácsos tartó 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 csak a fenntartás céljából járt tetőkre általában:

$$\delta_{\max} = L/200 \text{ és } L/250$$

Kéttámaszú tartó esetében:

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

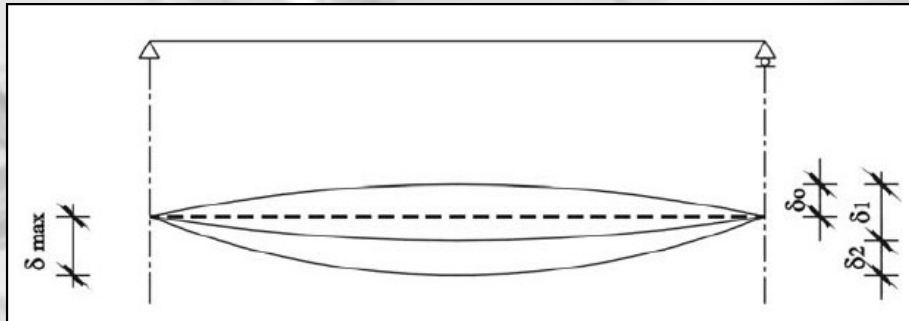
ahol:  $\delta_0$  – a túlemelés a tartó terheletlen állapotába (0. állapot);

$\delta_1$  – 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.



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

Egyszerűsített közelítő megoldásként a kéttámaszú, egyenletesen megoszló erővel terhelt gerenda lehajlásának számítására vonatkozó, a körülményeket figyelembe vevő (nem állandó tehetetlenségi nyomaték, koncentrált erők), kissé módosított képlet használható:


$$\delta = \frac{5,5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I_{\max}} = \frac{5,5}{48} \cdot \frac{M_{\max} \cdot L^2}{E \cdot I_{\max}}$$

ahol:  $q$  – a megoszló teher nagysága (önsúly és hóteher);

$L$  – támaszköz;

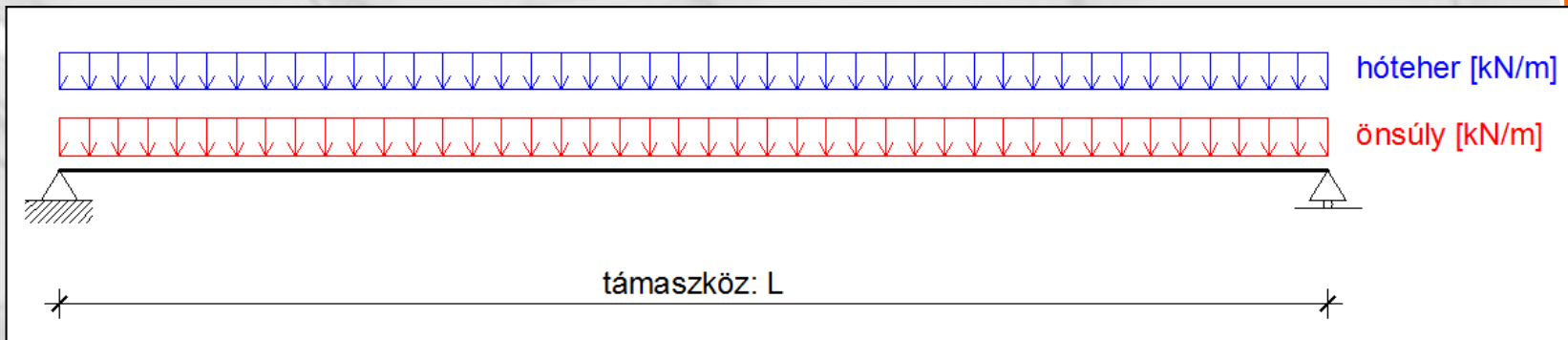
$E$  – rugalmassági modulus;

$I_{\max}$  – a keresztmetszetek tehetetlenségi nyomatékainak maximális értéke;

$M_{\max}$  – a legnagyobb nyomaték.


A tetőhajlás növekedésével a képlet egyre pontatlanabbá válik, de a feladatban alkalmazott alacsony tetőhajlás esetében elfogadható eltérést jelent.

Az  $M_{\max}$ -ot a biztonsági tényezővel nem szorzott terhekből kell kiszámítani úgy, hogy a rácsos tartót „helyettesítjük” egy kéttámaszú gerendával, s közelítésképpen feltételezzük, hogy az önsúly és a hóteher megoszló teherként hat rá (36. ábra).



36. ábra. Helyettesítő kéttámaszú tartó

Az önsúly értéke a feladatlapon megadott  $q$  önsúly érték és a keretállás távolság szorzata alapján kapható meg kN/m mértékegységgel, míg a hóteher a kiszámított hóteher és a keretállás távolság szorzataként kapható meg, szintén kN/m mértékegységgel. Az így kiszámított terhekből már egyszerűen meghatározható a maximális nyomaték értéke.



A képletben szereplő  $I_{max}$  közelítő értékét a rácsos tartó tömör tartóhoz viszonyított kisebb nyírási merevségének figyelembe vételével az alábbi összefüggés alapján lehet számolni:

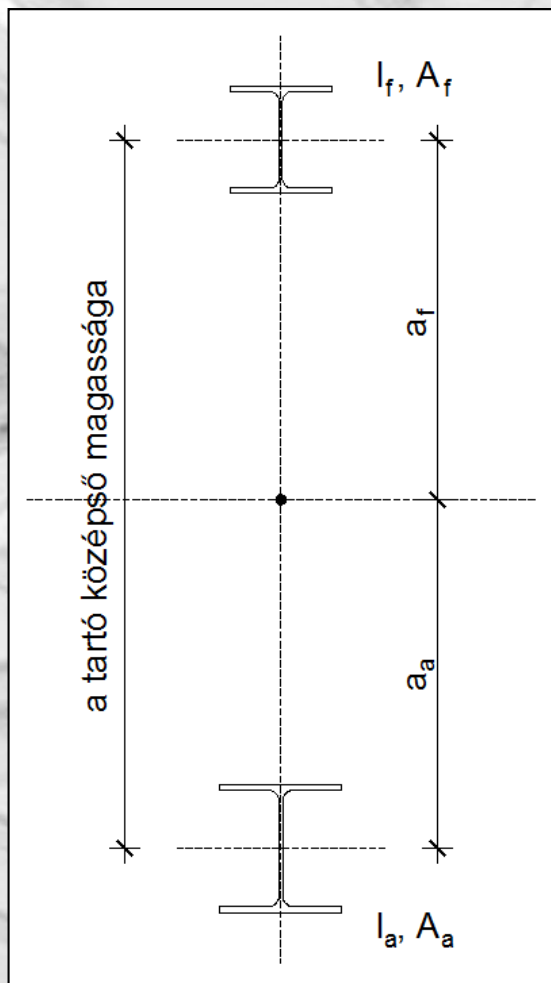
$$I_{max} \cong 0,8 \cdot (I_f + A_f \cdot a_f^2 + I_a + A_a \cdot a_a^2)$$

ahol:  $I_f, I_a$  – a felső és az alsó öv tehetetlenségi nyomatéka saját súlyponti tengelyére;

$A_f, A_a$  – a felső és az alsó övrúd keresztmetszeti területe;

$a_f, a_a$  – a felső és az alsó övrúd súlypontjának távolsága a középső keresztmetszetben az egész tartó súlypontjától.

Először természetesen ki kell számolni az összetett keresztmetszet pontos súlypontjának helyét. (Az alsó és felső öv általában más-más méretű szelvények.)



37. ábra. A rácsos tartó középső metszete



## **5. A merevítések ellenőrzése**

*A feladat keretében nem végezzük el!*

## **6. Anyagkiválasztás**

*A feladat keretében nem végezzük el!*

## **7. Részletraajz**







## Felhasznált irodalom

**DR. DUNAI LÁSZLÓ, ÁDÁNY SÁNDOR:** *Lindab Z/C – gerendák statikai méretezése. Tervezési útmutató.* Lindab Kft., Budapest, 1998

**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

<http://www.consteelsoftware.com>

Lindab katalógus

**RUUKKI KFT.:** *Profillemezek tetőre és falra.* Ruukki Kft., Budapest, én.