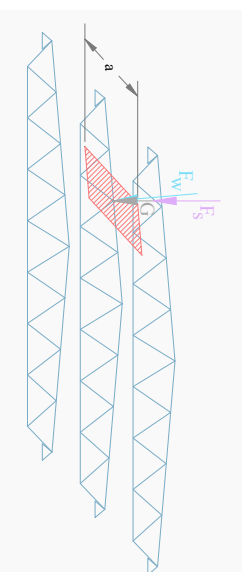


félèves feladat:

rácsos szaruzat tervezése



1

Elkészítendő feladatrészek

- Vázlatterv
- Terhek meghatározása
- Héjazat méretezése
- Szelemenek méretezése
- Rúderők számítása
- Rúdszelvények méretezése
- Illesztések tervezése
- Rúdbekötések ellenőrzése
- Alakváltozások vizsgálata
- Rácsos tartó kivitelei terve

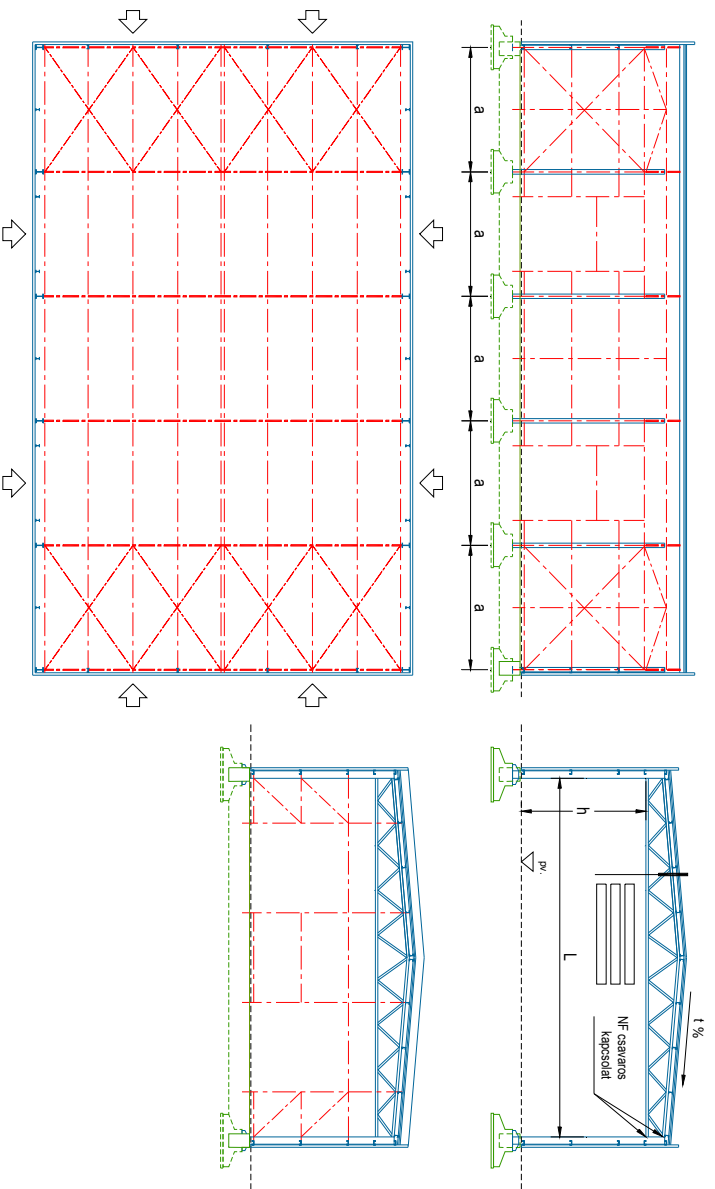
2

Kiindulási adatok

- Geometriai adatok (feladatkiírás szerint)
- Terhek
 - ◆ állandó terhek (súlyelemzés szerint);
 - ◆ esetleges terhek (csak meteorológiai terhek az MSZ EN 1991-1 szerint).
- Anyagminőség: „S 235”-es szilárdsági csoportból választandó.
- Felhasznált szabványok:
 - ◆ MSZ EN 1991-1
 - ◆ MSZ EN 1993-1 MSZ EN 1991

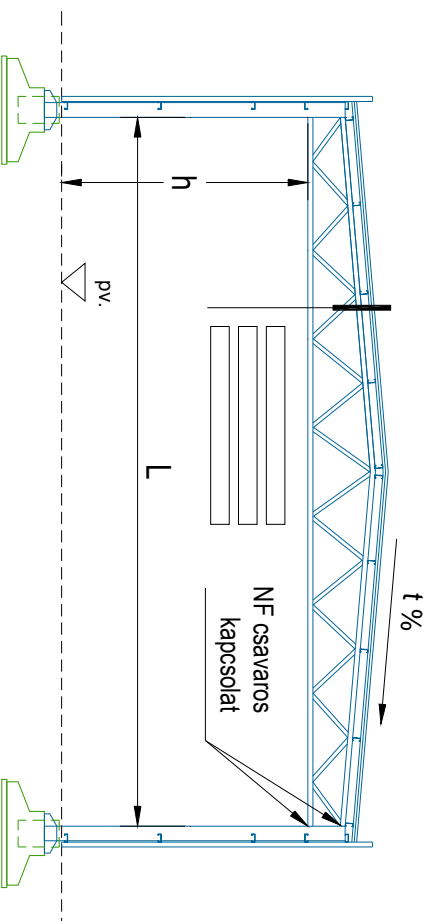
3

Vázlatterv



4

Keresztmetszet



5

A hőteher az EC1 szerint

- A felszíni hőteher Magyarországon

◆ 400 m-ig (A_t) $s_k = 1,25 \text{ kN} / \text{m}^2$

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

- A kivételes felszíni hőteher (rendkívüli teher) tervezési értéke*:

$$s_{Ald} = C_{est} \cdot s_k = 2,0 \cdot s_k$$

*: csak akkor mértékadó, ha $s \geq 0,7 g_k$

$$1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot s \leq$$

$$1,0 \cdot g_k + 2,0 \cdot s$$

$$s \geq 0,7 \cdot g_k$$

- Tetők hőterhének karakterisztikus értéke:

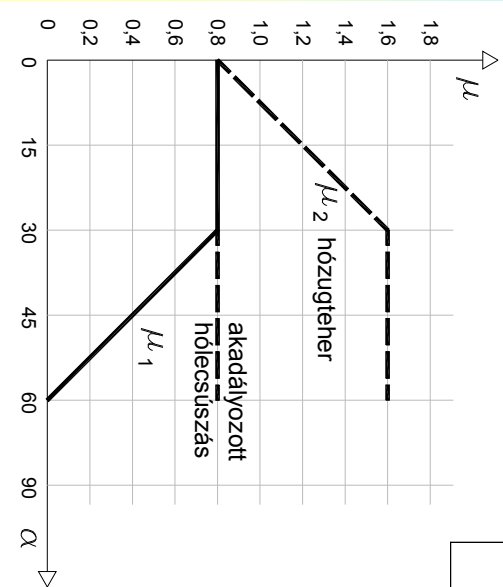
$$s = C_e \cdot C_t \cdot \mu_t \cdot s_k$$

C_e : a szél hatása	0,8	<u>1,0</u>	1,2
C_t : hőmérsékleti tényező		$\leq 1,0$	
μ_t : alaki tényező			

6

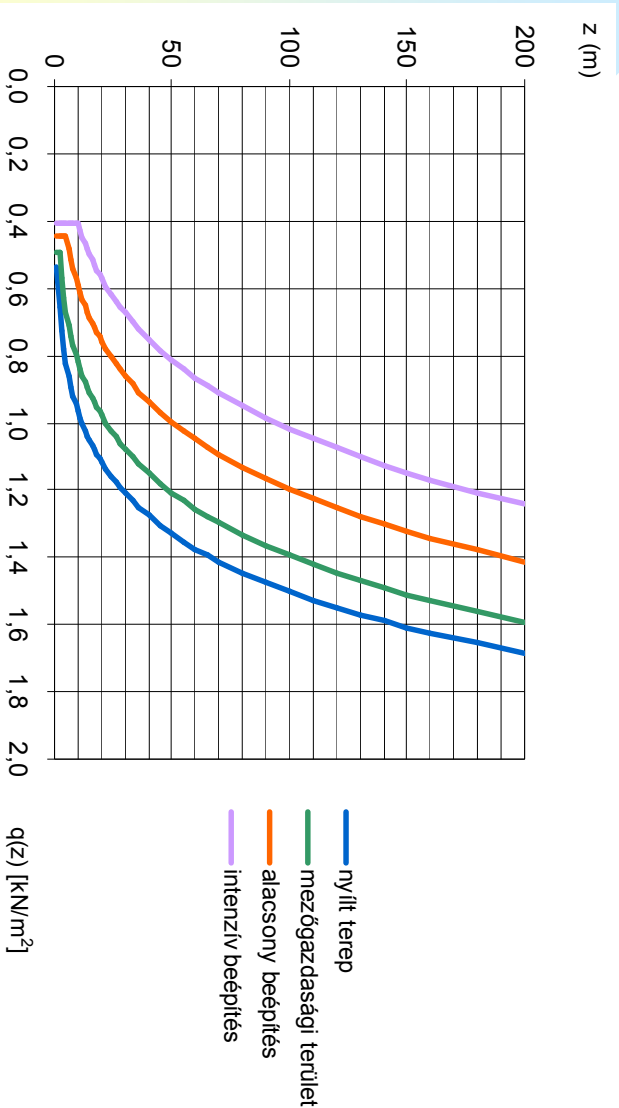
A hőteher alaki tényezői

Alaki tényező	A tető hajlásszöge (α)		
	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot (2 - \alpha/30^\circ)$	0
	0,8 (akadályozott hólecsúszás)		
μ_2	$0,8 \cdot (1 + \alpha/30^\circ)$	1,6	-



7

A szél torlónyomása



8

Terepszint feletti magasság z[m]	Beépítési kategória			
	I.	II.	III.	IV.
$q_p(z)$ [kN/m ²]				
1	0.54	0.50	0.44	0.41
2	0.66	0.50	0.44	0.41
3	0.73	0.57	0.44	0.41
4	0.78	0.63	0.44	0.41
5	0.83	0.67	0.44	0.41
6	0.86	0.71	0.48	0.41
7	0.89	0.74	0.51	0.41
8	0.92	0.77	0.54	0.41
9	0.94	0.80	0.57	0.41
10	0.97	0.82	0.59	0.41
11	0.99	0.84	0.61	0.43
12	1.01	0.86	0.63	0.45
13	1.02	0.88	0.65	0.47
14	1.04	0.89	0.67	0.48
15	1.05	0.91	0.69	0.50
16	1.07	0.93	0.70	0.52
17	1.08	0.94	0.72	0.53
18	1.09	0.95	0.73	0.54
19	1.11	0.97	0.74	0.56
20	1.12	0.98	0.76	0.57

A felületi szélnyomás és a szélsúrlódás meghatározása

- A szélhatás fajtái

◆ külső felületi szélnyomás

$w_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe}$

◆ belső felületi szélnyomás

$w_i = q_p(z_i) \cdot C_{pi}$

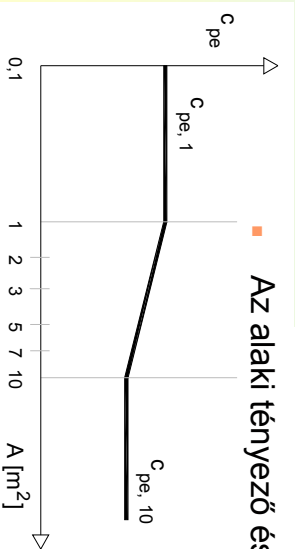
◆ összesített felületi szélnyomás

$w_{net} = q_p(z_e) \cdot C_{net}$

◆ szélsúrlódás

$w_{fr} = q_p(z_e) \cdot C_{fr}$

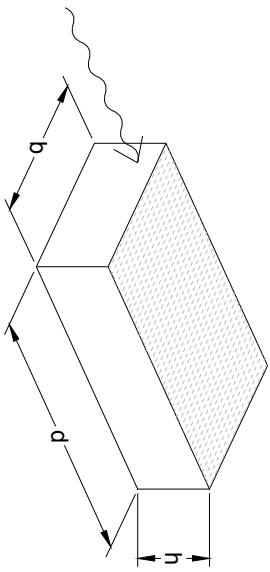
■ Az alakí tényező és a felület nagysága közötti kapcsolat:



$$C_{pe}(A) = C_{pe,1} - (C_{pe,1} - C_{pe,10}) \cdot \log_{10}(A)$$

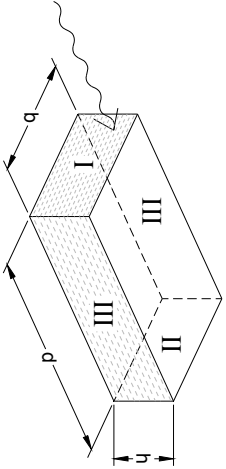
Külső nyomási tényezők egyszerűsített meghatározása

- Alkalmazási feltétel:
 - Kizárólag hasábszerű, síklappal határolt lapos vagy magastetős épületek;
 - ha $d > h$ vagy $d > b/2$ feltételek legalább egyike teljesül, akkor az [1] jelű táblázati oszlopok használhatók;
 - ha előbbiek nem teljesülnek, de a $d > h/2,5$ vagy $d > b/5$ feltételek legalább egyike teljesül, akkor a [2] jelű táblázati oszlopok használhatók.
- A táblázatokban a pozitív értékek szélnyomást, a negatívak pedig szél szívást jelentenek.



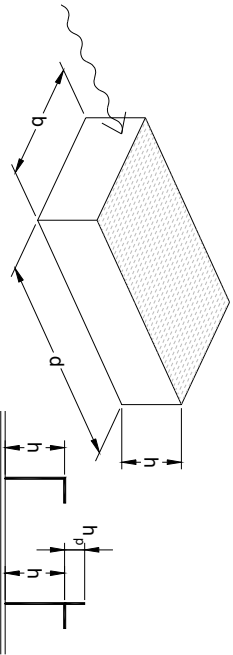
Függőleges falak alakai tényezői $C_{pe,10}$

h/d	Széltámadta oldalón (I)	Széltárvékos oldalón (II)	Széltárványra mérőlegesen (III)	
			[1]	[2]
≥ 5	+0,80	-0,70	-0,96	-1,20
1	+0,80	-0,50		
$\leq 0,25$	+0,70	-0,30		

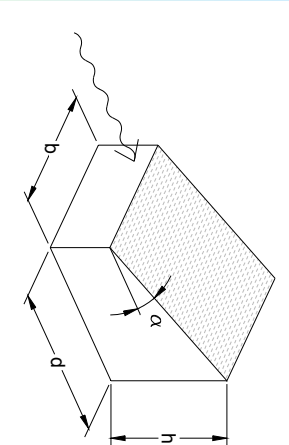


Lapostetők alaki tényezői $C_{pe,10}$

Tető típusa	Szélészívás		Szélnyomás
	[1]	[2]	
szögletes peremű	-0,80	-0,95	+0,20
attikafalas	$h_p/h = 0,025$	-0,78	
	$h_p/h = 0,050$	-0,74	
	$h_p/h = 0,100$	-0,72	

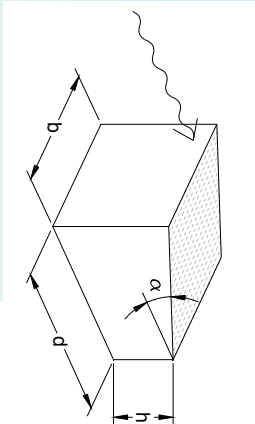


Ferde tetőfelületek alaki tényezői ($C_{pe,10}$) 1.



Tetőszik hajlásszöge (α)	Tetőszik a szélátáradta oldalon	
	[1]	[2]
5°	0	0
	-0,72	-0,90
15°	+0,20	+0,20
	-0,40	-0,55
30°	+0,46	+0,55
	-0,26	-0,35
45°	+0,62	+0,65
60°	+0,70	+0,70
75°	+0,80	+0,80

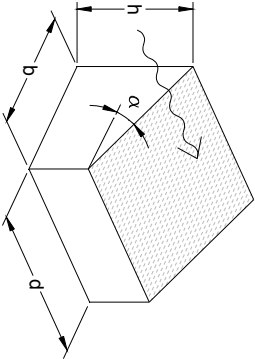
Ferde tetőfelületek alakí tényezői ($C_{pe,10}$) 2.



Tetőszík hajlásszöge (α)	Tetőszík a széláramyékas oldalon			
	Félnyereg-tetők		Nyereg-tetők	
	[1]	[2]	[1]	[2]
5°	-0,9	-1,05	+0,04	+0,10
			-0,60	-0,60
15°	-0,98	-1,10	-0,52	-0,70
30°	-0,80	-0,80	-0,42	-0,45
45°	-0,66	-0,60	-0,22	-0,25
60°	-0,50	-0,50	-0,22	-0,25
75°	-0,50	-0,50	-0,22	-0,25

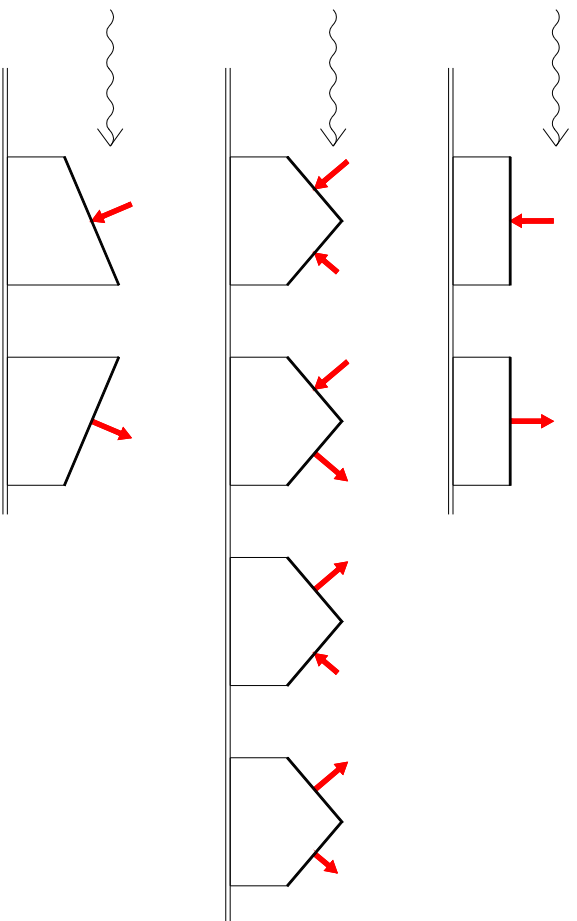
Ferde tetőfelületek alakí tényezői ($C_{pe,10}$) 3.

Tetőszík hajlásszöge (α)	Szélliránnyal párhuzamos tetőfelület			
	Félnyereg-tetők		Nyereg-tetők	
	[1]	[2]	[1]	[2]
5° - 75°	-1,10	-1,35	-1,04	-1,15



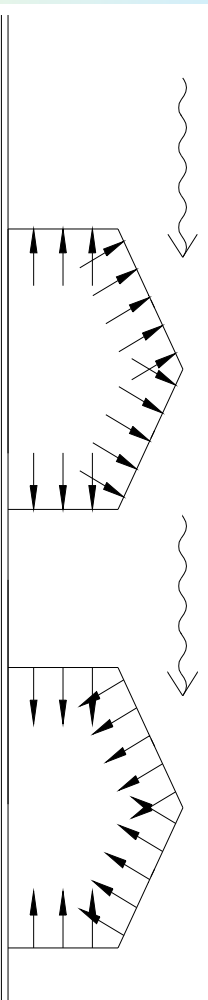
Tetők szélterhének figyelembe veendő terhelési esetei

- Lapostetők
- Nyeregtetők
- Félnyeregtetők



17

Belső felületek nyomási tényezői



$$c_{pi} = +0,2$$

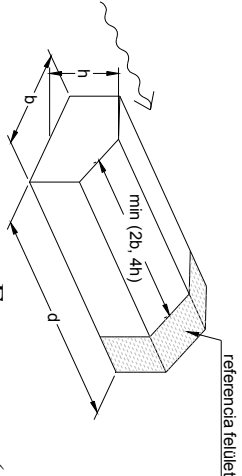
$$c_{pi} = -0,3$$

- Érvényes, ha az épületnek nincs domináns áttört oldala.
- A nyomás és a szívás közül a kedvezőtlenebbet kell figyelembe venni.

18

Felületi szélsúrlódás

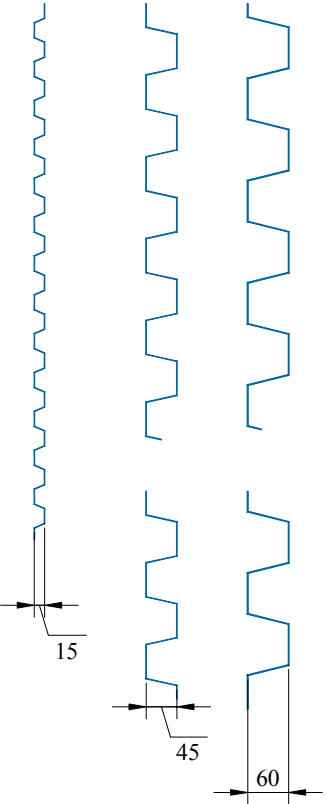
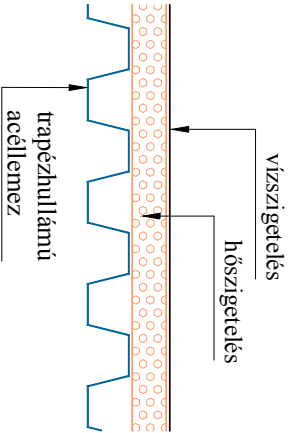
A felület jellege	c_{fr} alakí tényező
sima (acél, simított beton)	0,01
durva (nyers beton, kátránpapír)	0,02
igen durva (hullámos, bordás felület)	0,04



$$F_{w,fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_{ref}) \cdot A_{ref}$$
$$z_{ref} = h$$

A héjazat kialakítása

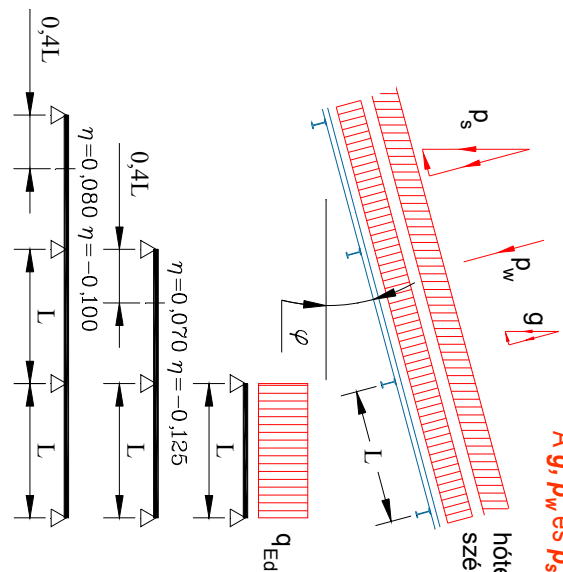
- Szerkezeti kialakítás elvi vázlata



- Trapézshullámú acéllemezek
 - $v=0,8 \dots 1,5$ mm.
 - Lemezhosszúság max. 3100 mm.

A héjazat méretezése - teherbírási határállapot

A g , p_w és p_s értékek itt 1 m szélességű sávra vonatkoznak!



hóteher
szélteher

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} = W_{el,eff} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} \approx W_{el} \cdot \sigma_H$$

$$q_{Ed} = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_g \cdot g \cdot \cos \phi + \gamma_s \cdot p_s \cdot \cos \phi + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot p_w \\ g \cdot \cos \phi + 2 \cdot p_s \cdot \cos \phi + \psi_{2,w} \cdot \gamma_w \cdot p_w \end{array} \right\}$$

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8}$$

$$\psi_{2,w} = 0$$

$$M_{Ed} = \eta \cdot q_{Ed} \cdot L^2$$

$$M_{Ed} = \eta \cdot q_{Ed} \cdot L^2$$

A σ_H határfeszültséget a lemezhorpadás szabja meg.

A hatások tervezési értékei teherbírási határállapotban

Tervezési állapot	Állandó hatások (G, P)		Esetleges hatások (Q)		Rendkívüli (A_1) vagy szeizmikus (A_E) hatások
	kedvezőtlen	kedvező	kiemelt (domináns)	az összes többi	
Tartós és ideiglenes	$\gamma_{G,sup} \cdot G_k$ $(\gamma_{P,unfav} \cdot P)$	$\gamma_{G,inf} \cdot G_k$ $(\gamma_{P,fav} \cdot P)$	$\gamma_{Qk1} \cdot Q_{k1}$	$\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qki} \cdot Q_{ki}$	-
Rendkívüli	G_k		$\psi_{11} \cdot \gamma_{Qk1} \cdot Q_{k1}$	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	A_d
Szeizmikus	G_k		-	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	A_{Ed}



Hatások parciális tényezői

A hatás	Jelölés	Számérték
Állandó hatás, ha kedvezőtlen	$\gamma_{G,sup}$	1,35 (1,10)
Állandó hatás, ha kedvező	$\gamma_{G,inf}$	1,00 (0,90)
Esetleges hatás, ha kedvezőtlen	γ_a	1,50
Esetleges hatás, ha kedvező	γ_a	0

A zárójeles értékek csak az állékonysági határállapot vizsgálatkor alkalmazhatók.



Hatások kombinációs tényezői

Hatás	Tényező számértéke		
	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Födém- és tetőteher			
A kategória (lakás)	0,7	0,5	0,3
B kategória (iroda)	0,7	0,5	0,3
C kategória (egyéb középület)	0,7	0,7	0,6
D kategória (áruház)	0,7	0,7	0,6
E kategória (raktár)	1,0	0,9	0,8
F kategória (könnyű járművel járt födém)	0,7	0,7	0,6
G kategória (közepesen nehéz járművel járt födém)	0,7	0,5	0,3
H kategória (közönsége tető)	0	0	0
Hőteher (átlalános eset)	0,5	0,2	0
Szélteher	0,6	0,2	0
Hőmérsékleti hatások (de nem tűzteher)	0,6	0,5	0

Szerkezeti szempontból ajánlott* alakváltozási határértékek

- ♦ A szerkezeti elemek alakváltozása ne károsítsa a csatlakozó nem-teherviselő elemeket.
- ♦ Gépi berendezéseknél a gyártó előírásait kell figyelembe venni.
- ♦ Darupályáknál általában: $w_{max} \leq L / 600$ ill. $w_{max} \leq 25\text{ mm}$
- ♦ Az alakváltozásokat a karakterisztikus kombinációból kell számítani.

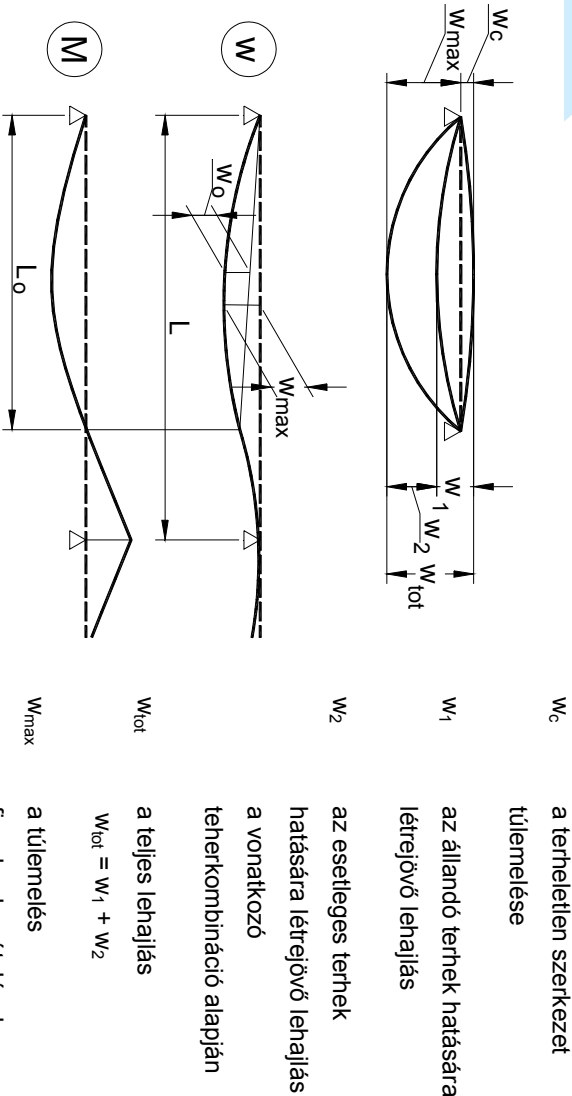
$$\sum_{j \geq l} G_{kj}'' + \sum_{k,l} Q_{k,l}'' + \sum_{i>l} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

*:MSZ ENV
1193-1-:1995

Feltételek	Határértékek	
	w_{max}	w_l
Csak fenntartás céljából járt tetők	L/200	L/250
Járható tetők	L/250	L/300
Födémek általában	L/250	L/300
Födémek és tetők, amelyek vakolatot vagy más rideg burkolatot vagy merev válaszfalat hordoznak	L/250	L/350
Oszlopokat meglámasztó födémek (amennyiben a lehajlások hatását a globális vizsgálatban nem vesszük figyelembe)	L/400	L/500

25

A függőleges lehajlások értelmezése



26

A lehajlás ellenőrzése (használhatósági határállapot)

L/w_{max} helyettesíthető L_0/w_0 -al

L_0 értékek

$$w_0 \leq \frac{L_0}{200}$$

Töbdtámaszú tartó szélső mezeje vagy egyik végén befogott kéttámaszú tartó	$L_0 = L/1,3$
Töbdtámaszú tartó közbelső mezeje vagy mindkét végén befogott tartó	$L_0 = L/1,5$
Pontokon megírtámasztott síklemez	$L_0 = L/1,2$
Konzol	$L_0 = 2L_K$

$$w_0 = \frac{5 \cdot q_{Ed} \cdot L_0^4}{384 \cdot EI}$$

$$q_{Ed} = g \cdot \cos \phi + p_s \cdot \cos \phi + \psi_{0,w} \cdot p_w$$

27

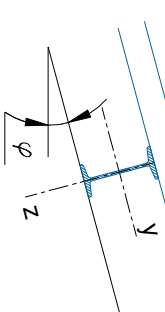
A szelemenekre ható erők

A g , p_w és p_s értékek itt a szelementávolsággal azonos szélességű sávra vonatkoznak!



$$q_{Ed,z} = (\gamma_g \cdot g + \gamma_s \cdot p_s) \cdot \cos \phi + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot p_w$$

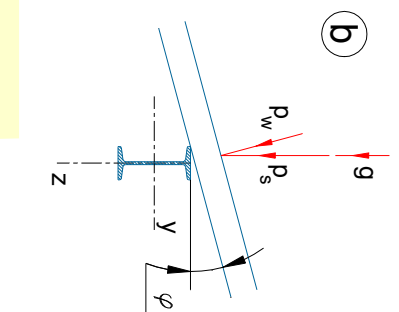
$$q_{Ed,y} = (\gamma_g \cdot g + \gamma_s \cdot p_s) \cdot \sin \phi$$



$$q_{Ed,z} = \gamma_g \cdot g + \gamma_s \cdot p_s + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot p_w \cdot \cos \phi$$

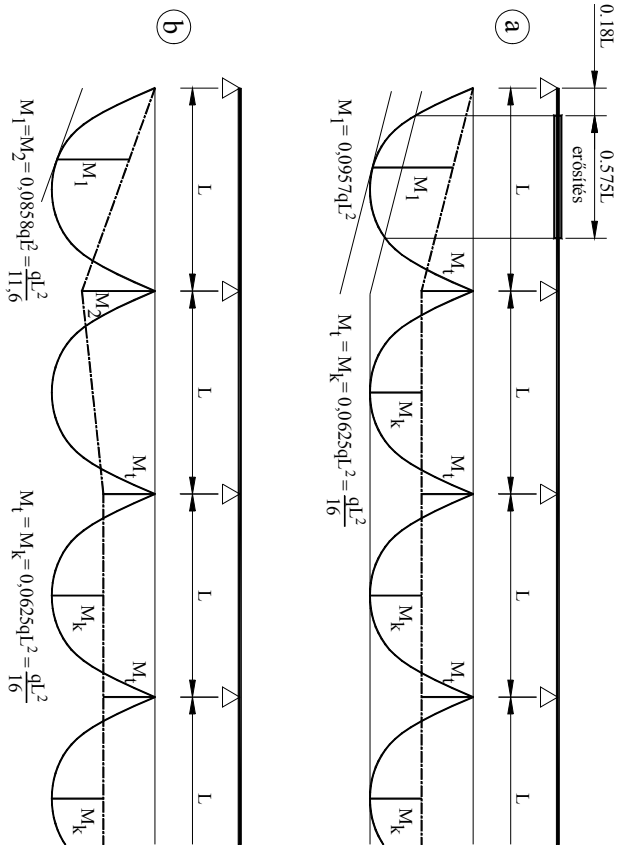
$$q_{Ed,y} = \alpha \cdot \gamma_w \cdot p_w \cdot \sin \phi$$

Javasolt
elrendezés



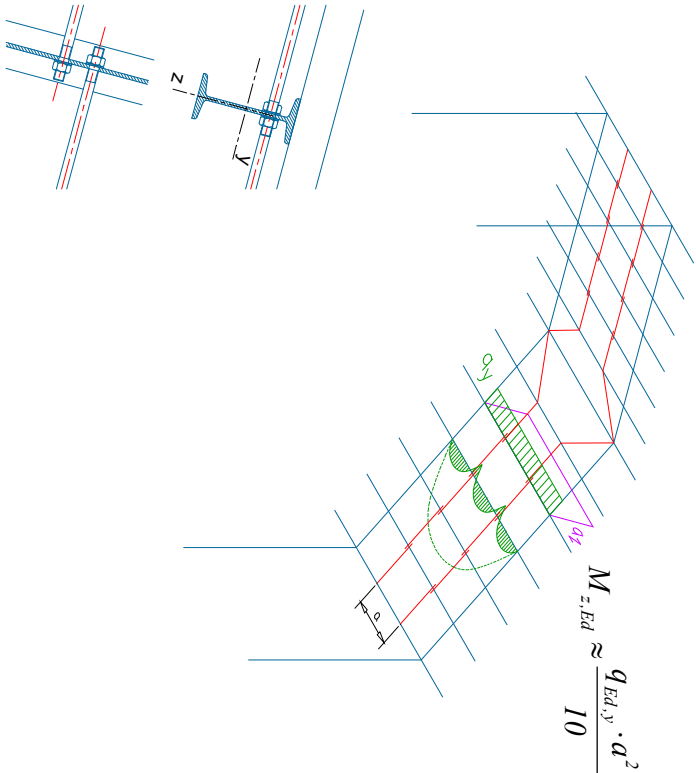
28

Folytatólagos többtámaszú szelemenek



$$q = q_{Ed,z}$$
$$M_l = M_{Ed,y}$$

Hajlítás a tető síkjában



A szelemen vizsgálatai

■ Teherbírási határállapot

◆ ferde hajlítás vizsgálata

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

1. és 2. osztályú keresztmetszetekre:

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

■ Használhatósági határállapot

◆ lehajlás ellenőrzése (csak a gerinclemez síkjában vizsgáljuk)

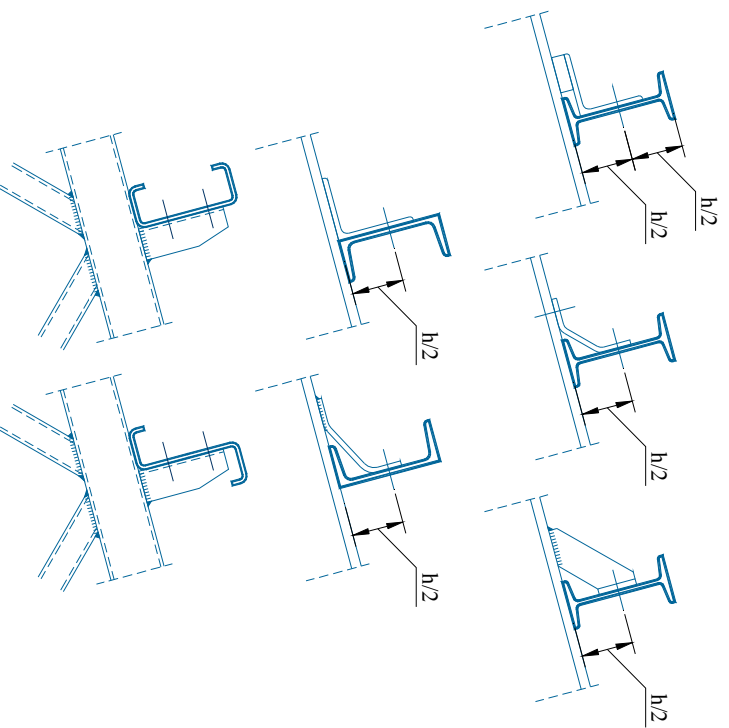
$$w_0 \leq \frac{L_0}{200} \quad L_0 = \frac{L}{1,3}$$

$$w_0 = \frac{5 \cdot q_{Ed,z} \cdot L_0^4}{384 \cdot EI}$$

$$q_{Ed,z} = g \cdot \cos \phi + p_s \cdot \cos \phi + w_{0,w} \cdot p_w$$

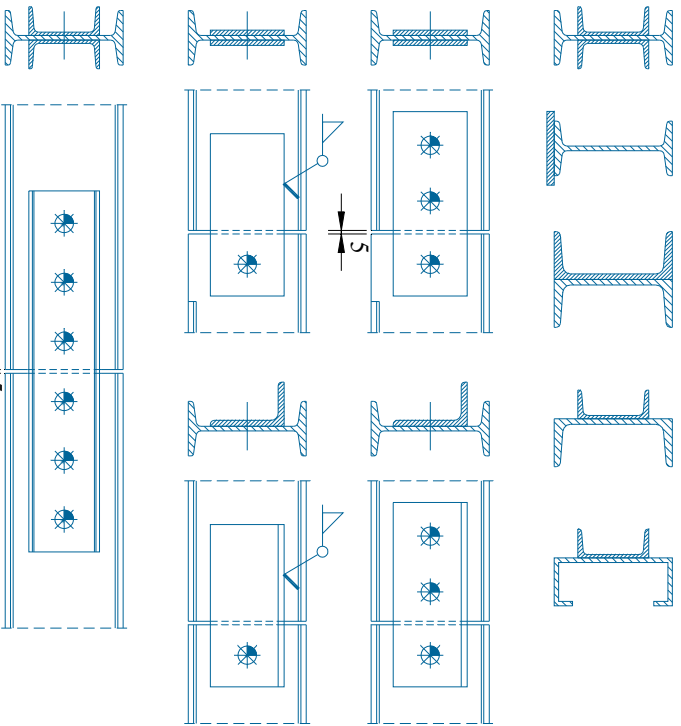
31

Szelemenek leerősítése



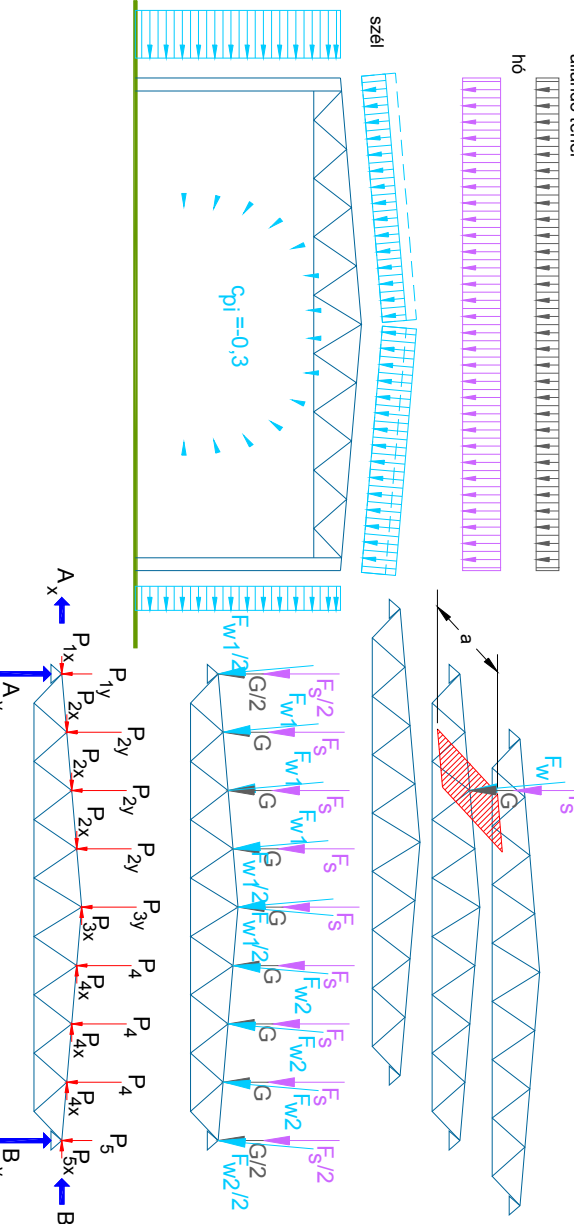
32

Erősítés, csuklók, illesztés



- Keresztmetszet-erősítés megoldásai
- Csuklók kialakítása
- Illesztés kialakítása

A szaruzat igénybevételei



állandó teher

szél

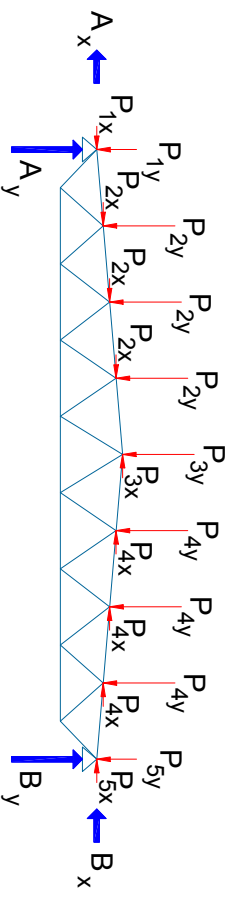
$c_{pi} = -0,3$

F_s , F_w , G , P , D , A_x , A_y , B_x , B_y

A mértékadó terhek (teherbírási határállapot)

$$\sum_{j \geq l} \gamma_{Gj} \cdot G_j + \gamma_{Ql} \cdot Q_{kl} + \sum_{i \neq l} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

$$\begin{aligned} \bar{P}_1 &= 1,35 \cdot \frac{\bar{G}}{2} + 1,5 \cdot \frac{\bar{F}_s}{2} + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \frac{\bar{F}_{wl}}{2} \Rightarrow P_{1x}, P_{1y} \\ \bar{P}_2 &= 1,35 \cdot \bar{G} + 1,5 \cdot \bar{F}_s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \bar{F}_{wl} \Rightarrow P_{2x}, P_{2y} \\ \bar{P}_3 &= 1,35 \cdot \bar{G} + 1,5 \cdot \bar{F}_s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \frac{\bar{F}_{wl} + \bar{F}_{w2}}{2} \Rightarrow P_{3x}, P_{3y} \\ \bar{P}_4 &= 1,35 \cdot \bar{G} + 1,5 \cdot \bar{F}_s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \bar{F}_{w2} \Rightarrow P_{2x}, P_{2y} \\ \bar{P}_5 &= 1,35 \cdot \frac{\bar{G}}{2} + 1,5 \cdot \frac{\bar{F}_s}{2} + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \frac{\bar{F}_{w2}}{2} \Rightarrow P_{5x}, P_{5y} \end{aligned}$$



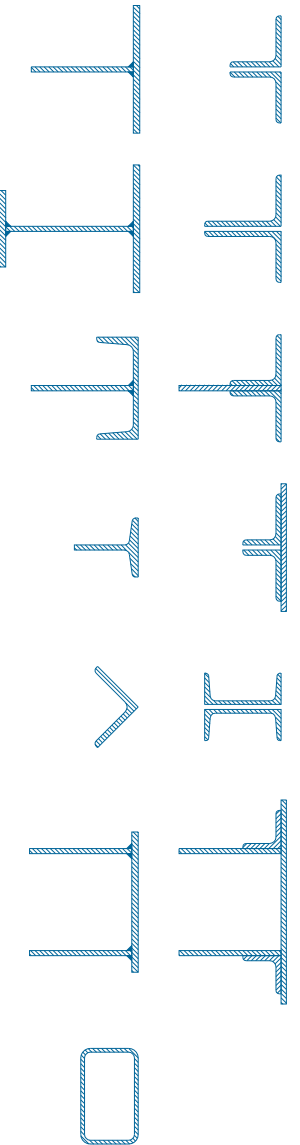
35

Vízszintes erőkre
határozatlan szerkezet

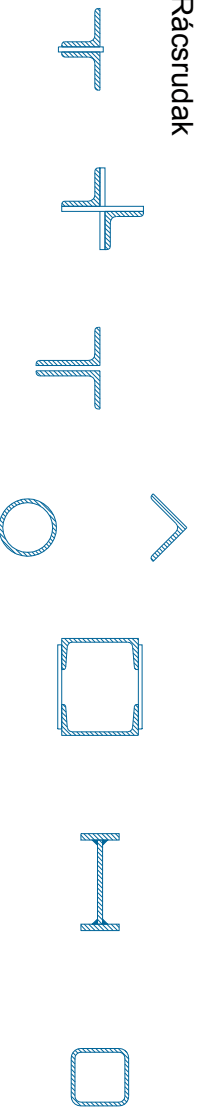
$$A_x \approx B_x = \frac{\sum F_{ix}}{2}$$

Rúdkeresztmetszetek

Övrudak



Rácsrudak



36

Kihajlási hossz rácsos tartókon

- Rácsos tartók esetén az övrudak mindkét irányú és a rácsrudak a tartó síkjára merőleges kihajlásnál a kihajlási hossz a szerkezeti hosszal (L) azonos, de az I és H szelvényű övrudak kihajlási hosszát a tartó síkjában $0,9L$ -re lehet felvenni. A szerkezeti hossz az oldalirányban megtámasztott csomópontok elméleti távolsága.

- A rácsrudak tartósíkbeli kihajlásánál – ha az övek és a rúdvégi kapcsolatok megfelelő befogást biztosítanak (hegesztett kapcsolat, vagy csavarozott kapcsolatnál legalább két csavar) – $0,9L$ kihajlási hosszal lehet számolni.

37

Zárt szelvényű rudak kihajlási hossza

- Zárt szelvényű övrúd kihajlási hosszát mind a tartó síkjában, mind arra merőlegesen **$0,9L$** -re kell felvenni.
- Végein csavarozott kapcsolatú, zárt szelvényű rácsrúd kihajlási hosszát mind a tartó síkjában, mind arra merőlegesen **$1,0L$** -re kell felvenni.
- Kerülete mentén zárt szelvényű övrúdkhoz hegesztett, el nem lapított és fel nem hasított végű zárt szelvényű rácsrúd kihajlási hossza mind a tartó síkjában, mind arra merőlegesen általában **$0,75L$** -re vehető.

38

A rudak karcsúsága

A rúd igénybevétele	Megengedhető legnagyobb karcsúság		
	általában	szélrácsokban és merevítésekben	rezgéshatásnak kitett szerkezetekben
Nyomott rúd	150	250	-
Húzott rúd	400	-	250

Rúdszelvények méretezése

- Célszerű sorrend:
 - ◆ nyomott övrudak,
 - ◆ húzott övrudak,
 - ◆ rácsrudak (először a nyomottak),
 - ◆ végoszlop, összekötő rudak.

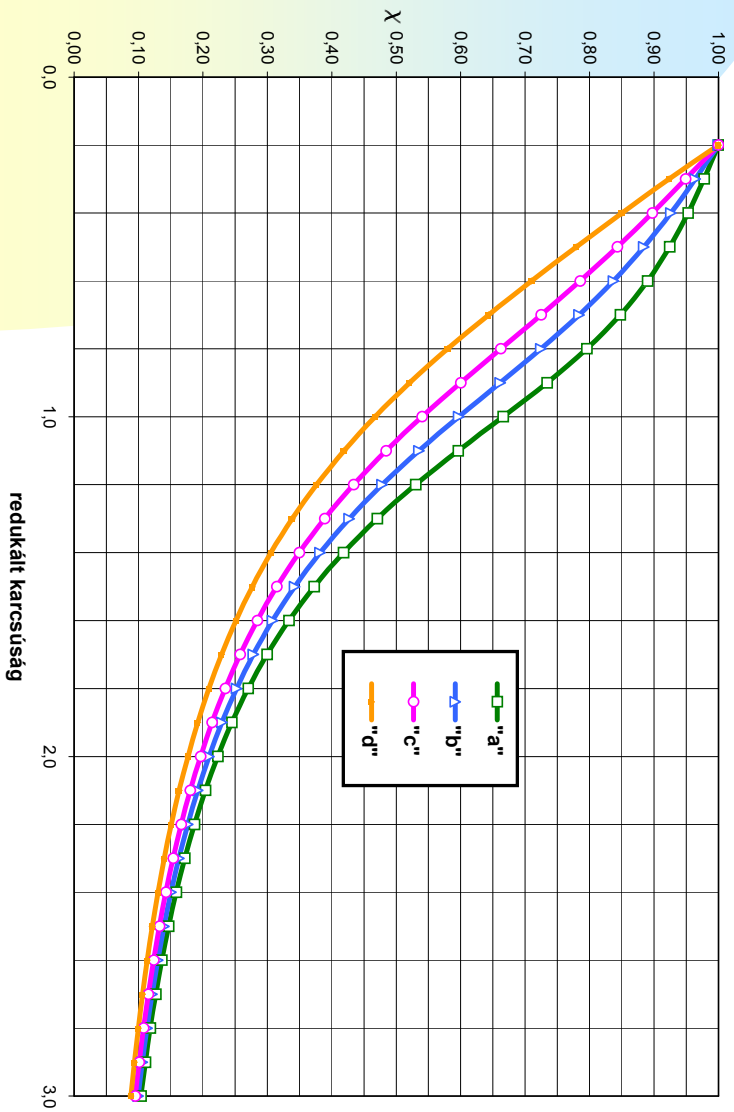
- Központosan húzott rudak

$$N_{Ed} \leq N_{Rd};$$
$$N_{Rd} = \min \left\{ N_{pl,Rd}, N_{u,Rd} \right\},$$
$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0};$$
$$N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

- Központosan nyomott rudak
 - ◆ A kinajást a tartó síkjában és arra merőlegesen is vizsgálni kell.

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd} = \chi \cdot \beta_A \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$
$$1., 2. és 3. oszt. km : \beta_A = 1$$
$$\bar{\lambda} \rightarrow \chi \rightarrow táblázatból$$
$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} \sqrt{\beta_A}; \lambda = \frac{\ell}{i}$$
$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon; \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

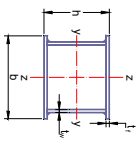
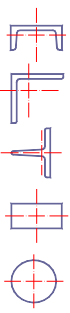
A kihajlási görbék



A kihajlási görbe kiválasztása

Keresztmetszet	Korlátozások	Kihajlási tengely	Kihajlási görbe
Hengerelt I szelvények	$h / b > 1,2$	y - y	a
	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	z - z	b
	$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y - y	b
		z - z	c
Hegesztett I szelvények	$h / b \leq 1,2$	y - y	b
	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	z - z	c
	$t_f > 100 \text{ mm}$	y - y	d
		z - z	d

A kihajlási görbe kiválasztása (folyt.)

Kereszmetszet	Korlátozások	Kihajlási tengely	Kihajlási görbe
Zárt szelvények 	melegen hengerelt	bármelyik	<i>a</i>
	hidegen alakított	bármelyik	<i>b</i>
	<i>f_y</i> helyett <i>f_{yk}</i> *	bármelyik	<i>c</i>
	hidegen alakított	bármelyik	<i>c</i>
Hegesztett zárt szelvények 	<i>f_y</i> helyett <i>f_{yk}</i> **	bármelyik	<i>b</i>
	átalakítva	bármelyik	<i>b</i>
U, L és tömör szelvények 	kívül: erős varratok és <i>b</i> / <i>t_f</i> < 30 <i>h</i> / <i>t_w</i> < 30	<i>y</i> – <i>y</i> <i>z</i> – <i>z</i>	<i>c</i> <i>c</i>

* A számításban *f_y* helyett, *f_{yk}* a síklemez folyáshatára veendő figyelembe.

** A számításban *f_y* helyett, *f_{yk}* átlagos folyáshatár veendő figyelembe.

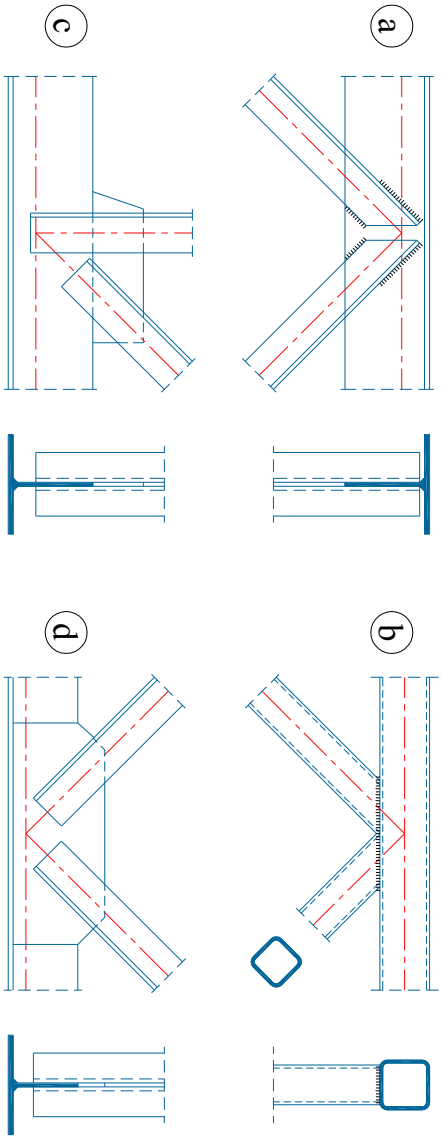
A *χ* csökkentő tényező értékei

redukált karcsúság	kihajlási görbe			
<i>λ</i>	„ <i>a</i> ”	„ <i>b</i> ”	„ <i>c</i> ”	„ <i>d</i> ”
0,2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,3	0,9775	0,9641	0,9491	0,9235
0,4	0,9528	0,9261	0,8973	0,8504
0,5	0,9243	0,8842	0,8430	0,7793
0,6	0,8900	0,8371	0,7854	0,7100
0,7	0,8477	0,7837	0,7247	0,6431
0,8	0,7957	0,7245	0,6622	0,5797
0,9	0,7339	0,6612	0,5998	0,5208
1,0	0,6656	0,5970	0,5399	0,4671
1,1	0,5960	0,5352	0,4842	0,4189
1,2	0,5300	0,4781	0,4338	0,3762
1,3	0,4703	0,4269	0,3888	0,3385
1,4	0,4179	0,3817	0,3492	0,3055
1,5	0,3724	0,3422	0,3145	0,2766

A χ csökkentő tényező értékei (folyt.)

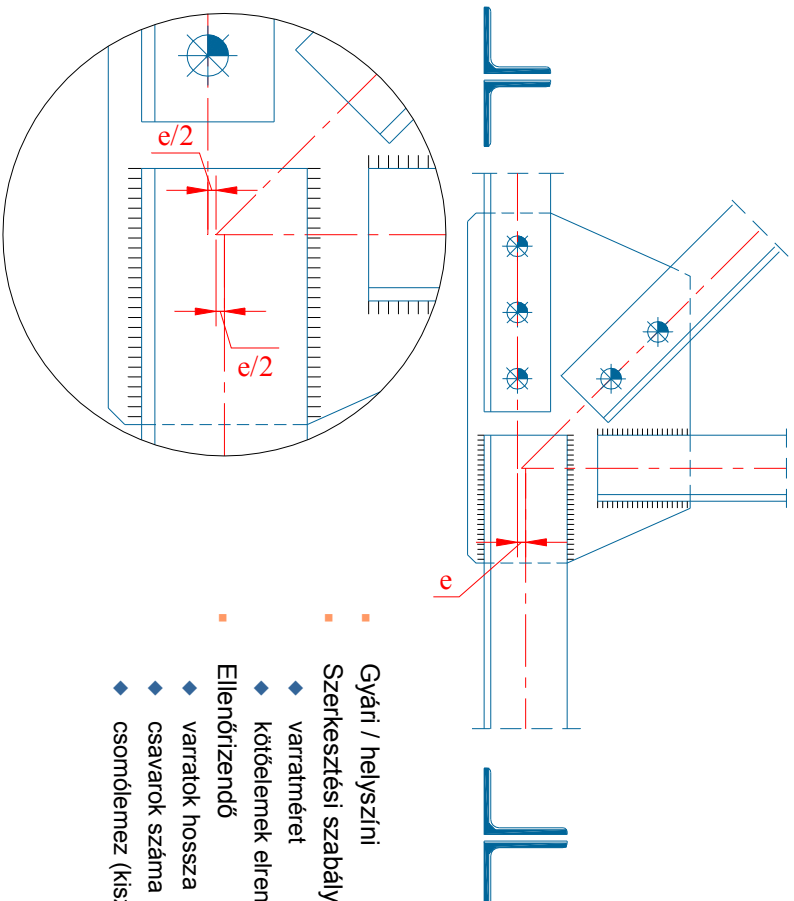
redukált karcsúság	kínajlási görbe			
	„a”	„b”	„c”	„d”
λ				
1,6	0,3332	0,3079	0,2842	0,2512
1,7	0,2994	0,2781	0,2577	0,2289
1,8	0,2702	0,2521	0,2345	0,2093
1,9	0,2449	0,2294	0,2141	0,1920
2,0	0,2229	0,2095	0,1962	0,1766
2,1	0,2036	0,1920	0,1803	0,1630
2,2	0,1867	0,1765	0,1662	0,1508
2,3	0,1717	0,1628	0,1537	0,1399
2,4	0,1585	0,1506	0,1425	0,1302
2,5	0,1467	0,1397	0,1325	0,1214
2,6	0,1362	0,1299	0,1234	0,1134
2,7	0,1267	0,1211	0,1153	0,1062
2,8	0,1182	0,1132	0,1079	0,0997
2,9	0,1105	0,1060	0,1012	0,0937
3,0	0,1036	0,0994	0,0951	0,0882

Csomópontok kialakítása



- a), b) csomólemez nélkül
- c) gerinchez hegesztett csomólemez
- d) kiváltó csomólemez

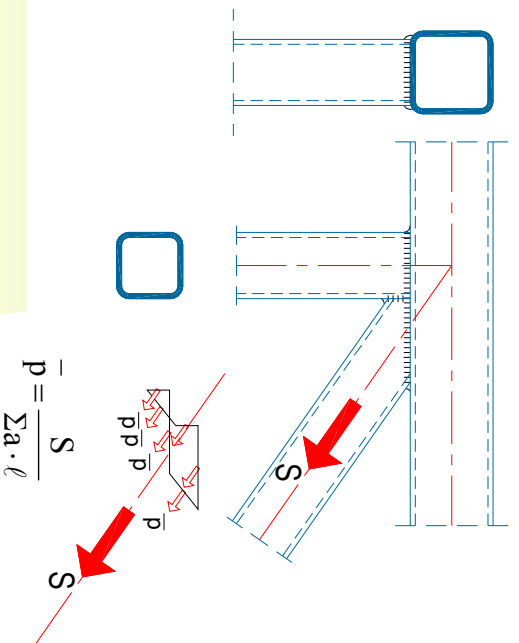
Bekötések és illesztések méretezése



- Gyári / helyszíni
- Szerkesztési szabályok
 - ◆ varratméret
 - ◆ kötőelemek elrendezése
- Ellenőrizendő
 - ◆ varratok hossza
 - ◆ csavarok száma
 - ◆ csomólemmez (kiszakadás)

47

Rúdbekötések ellenőrzése



Anyagminőség	β_w korrelációs tényező
S235	0,8
S275	0,85
S355	0,9
S420	1,0
S460	1,0

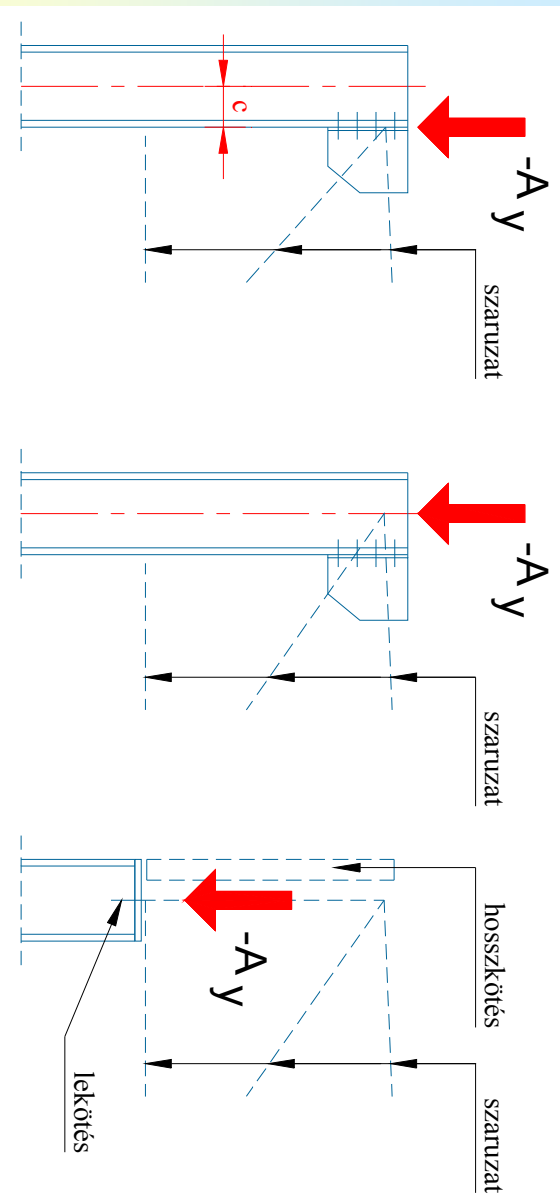
$$S_{E,d} \leq F_{w,Rd} = \sum a \cdot \ell \cdot f_{w,d}$$

$$f_{w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

48

Oszlop és szaruzat kapcsolata



Külpontosan terhelt oszlop, tisztán nyírt kapcsolat.

Központosan terhelt oszlop, hajlított-nyírt kapcsolat.

Központosan terhelt oszlop, az oszlop feletti hosszukötés szükséges.

49

Csavarozott kapcsolatok kategóriái

Nyírtcsavaros kapcsolatok

- ◆ **A** kategória: az erőátadás **palástnyomással és nyírással** történik. Minden csavarminőség használható, feszítés nem szükséges. Az egy csavarra ható erő tervezési értéke nem lépheti túl a csavar tervezési ellenállását, amely a nyírási és a palástnyomási ellenállás kisebbike;
 - ◆ **B** kategória: **feszített, használati határállapotban megcsúszásnak ellenálló** kapcsolatok, teherbírási határállapotban (ekkor már megcsúszhat) a csavarra ható erő tervezési értéke nem lépheti túl a csavar tervezési ellenállását;
 - ◆ **C** kategória: **feszített, teherbírási határállapotban megcsúszásnak ellenálló** kapcsolatok;
- Húzott csavaros kapcsolatok**
- ◆ **D** kategória: minden csavarminőség használható, **nem feszített**;
 - ◆ **E** kategória: **feszített, húzott** csavarok.



50

Csavarok nyírási ellenállása

- Egy nyírt síkra a csavar menet nélküli részén:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

- Egy nyírt síkra a csavar menetes részén:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

- ◆ α_v : a csavar anyagától függő módosító tényező:
 - ☞ 4.6, 5.6 és 8.8 minőségű csavaroknál **0,6**,
 - ☞ 4.8, 5.8 és 10.9 minőségű csavaroknál **0,5**,
- ◆ A_s : feszültség-keresztmetszet

51

Csavarok palástnyomási ellenállása

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot t \cdot d}{\gamma_{M2}}$$

- k_1 a csavarkép geometriájától függ:

szélső csavarsorra: $k_1 = 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7$ de $k_1 \leq 2,5$;

közbenső csavarsorra: $k_1 = 1,4 \cdot \frac{P_2}{d_0} - 1,7$ de $k_1 \leq 2,5$

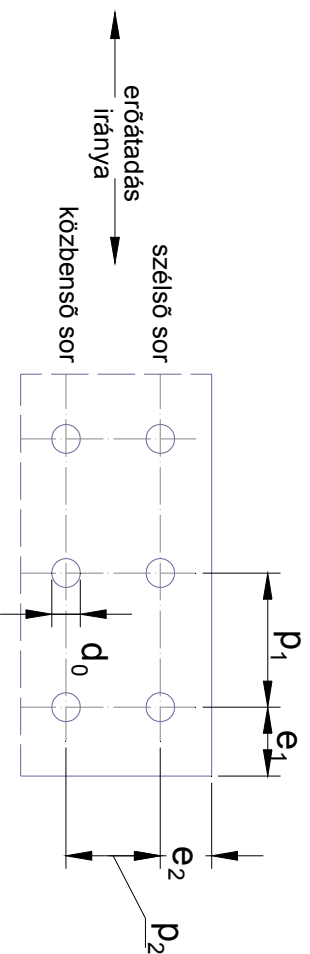
- α_b a következő négy érték legkisebbike:

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \quad \frac{P_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \quad \frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1.$$

A csavarkép kialakításával el lehet érni, hogy $k_1=2,5$ és $\alpha_b=1$ legyen.

52

Kötőelemek tengelytávolságának értelmezése

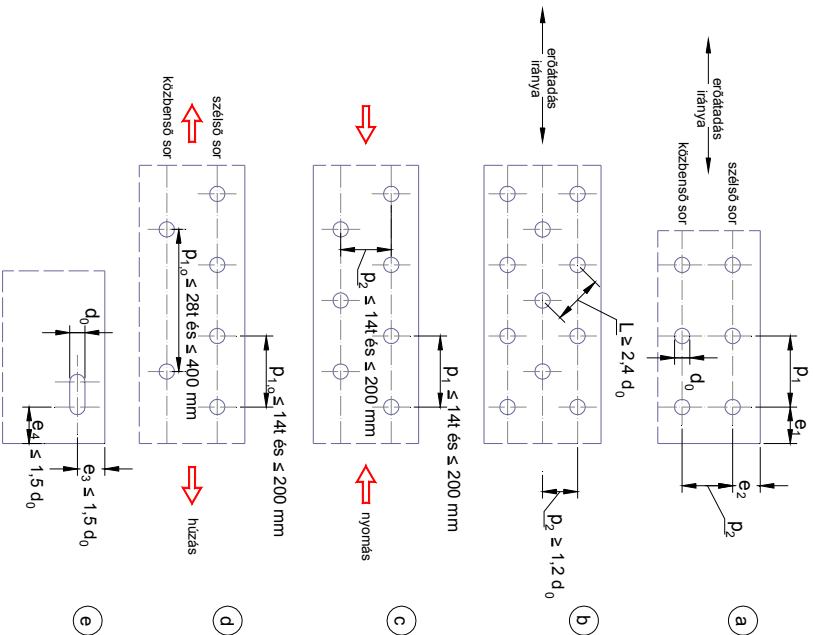


53

A csavarlyukak kiosztása

- Előírt maximális és minimális osztástávolságok a szabványokban:
 - ◆ maximális osztástávolság korlátozása a korrózió és a horpadás elkerülése érdekében,
 - ◆ minimális osztástávolság korlátozása a gyengített keresztmetszetek szakadásának elkerülése érdekében.

54



Furattávolságok

- „a” osztásköz jelölése;
- „b” osztásköz jelölése eltolt csavarképnél;
- „c” eltolt csavarkiosztás nyomott elemekben;
- „d” eltolt csavarkiosztás húzott elemekben;
- „e” hasítéklyukak távolsága az elemek szélétől

Osztás- köz ill. távolság	Minimum	Maximum ^{1) 2) 3)}	
		Az EN 10025 szerinti acélok az EN 10025-5 kivételével	Az EN 10025-5 szerinti acélok (időjárásálló acélok)
e_1	1,2 · d_0	4t + 40 mm	időjárásnak vagy egyéb korróziós hatásnak ki nem tett acélok
e_2			
e_3	1,5 · d_0		időjárásnak vagy egyéb korróziós hatásnak ki nem tett acélok
e_4			
p_1	2,2 · d_0	14t és 200 mm kisebbike	14t és 200 mm kisebbike
$p_{1,0}$		14t és 200 mm kisebbike	
$p_{1,i}$		28t és 400 mm kisebbike	
p_2 ⁴⁾		14t és 200 mm kisebbike	14t és 200 mm kisebbike

Furattávolságok az Eurocode 3 szerint

- 1.) A maximális távolságokra nincs korlátozás, kivéve:
nyomott elemekben a lokális kihajlás és a korrózió elkerülése érdekében;
húzott elemekben a korrózió elkerülése érdekében.
- 2.) Nyomott elemekben a kötélemek közötti kihajlás $0,6 p_1$ kihajlási hosszal számítható. Nem kell ellenőrizni a kötélemek közötti kihajlást, ha: $p_1/t < 9,6$.
- 3.) A táblázatban t a vékonyabb külső kapcsolt elem vastagságát jelenti.
- 4.) Eltoló kiosztás esetén a sorok közötti minimális távolság (p_2) $1,2 d_0$ lehet, ha bármely két kötélem közötti távolság nagyobb, mint $2,4 d_0$.

Feszített csavarok megcsúszási ellenállása

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,C}$$

k_s korrekciós tényező,

n a súrlódó felületek száma (1 vagy 2);

μ megcsúszási tényező;

$F_{p,C}$ a feszítő erő:

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

A k_s korrekciós tényező

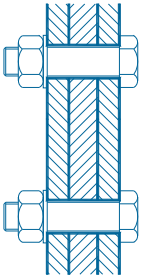
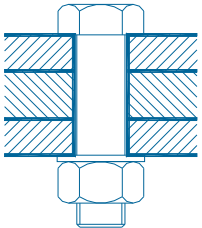
Leírás	k_s
Normál lyukban elhelyezett csavarok	1,0
Túlméretes- vagy az erőátadás irányára merőleges tengelyű rövid hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,85
Az erőátadás irányára merőleges tengelyű hosszú hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,7
Az erőátadás irányával párhuzamos tengelyű rövid hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,76
Az erőátadás irányával párhuzamos tengelyű hosszú hasítéklyukakban elhelyezett csavarok	0,63

A μ megcsúszási tényező

Felületi osztály	Megcsúszási tényező	Felületelőkészítés
A	0,5	sörétezett vagy szemcsefűtt felületek, minden rozsdá eltávolítva, nincs leváló rész; sörétezett vagy szemcsefűtt felületek alumínium fémszórással; sörétezett vagy szemcsefűtt felületek olyan cink alapú bevonat szórással fém-sítve, amely legalább $\mu=0,5$ megcsúszási tényezőt biztosít;
B	0,4	sörétezett vagy szemcsefűtt felületek 50 ... 80 μ m vastagságú alkáli-cink-szilikát festékbevonattal;
C	0,3	drótkéfézéssel vagy lángszórással tisztított felületek, minden rozsdá eltávolítva;
D	0,2	kezeletlen felületek.

Kötőelemek ajánlott méretei

Az elem vastagsága (mm)	2 – 5	4 – 8	6 – 12	8 – 14	12 – 20	> 20
A csavar mérete	M 12	M 14	M 20	M 22	M 24	M 27
A furat átmérője (mm)	13	15	22	24	26	30



Látvány szempontjából megengedett lehajlások

A szerkezet kialakítása	Igényszint		
	még nem érzékelhető	még nem zavaró	még nem kelt veszélyérzetet
Sima felület (pl. síklemez földén)	L/250	L/200	L/150
Látható egyenes bordák, élek	L/300	L/250	L/200

L/w_{max} helyettesíthető L_0/w_0 -al

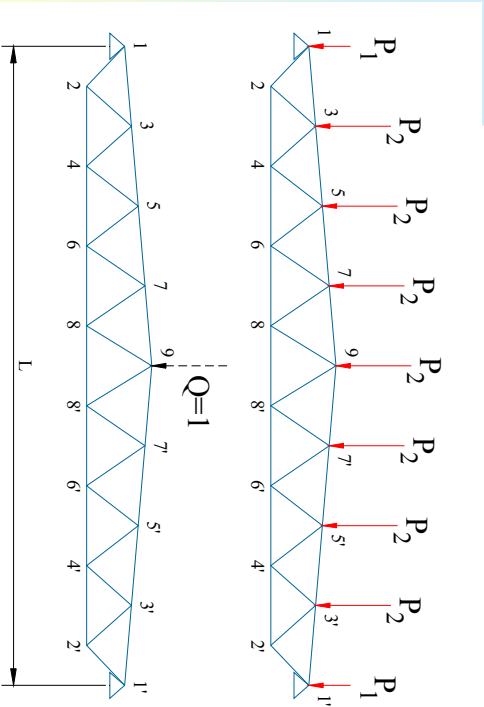
L_0 értékek

Többtámaszú tartó szélső mezejé vagy egyik végén befogott kéttámaszú tartó	$L_0 = L/1,3$
Többtámaszú tartó közbelső mezejé vagy mindkét végén befogott tartó	$L_0 = L/1,5$
Pontokon megámasztott síklemez	$L_0 = L/1,2$
Konzol	$L_0 = 2L_k$

- ◆ Az alakváltozást a kvázi-állandó kombinációból kell számítani.

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Alakváltozások vizsgálata (használatósági határállapot)



$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$\bar{P}_1 = \frac{\bar{G}}{2}$$
$$\bar{P}_2 = \bar{G}$$

$$e_g = \sum \frac{S_{P_i} \cdot S_{Q_i}}{EA_i} \cdot s_i \leq \frac{L}{300}$$

Szerkezeti acélok folyáshatára és szakítószilárdsága

Szabvány és acélminőség		Vastagság t [mm] *			
		$t \leq 40$ mm	$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm		
EN 1025	f_y	f_u	f_y	f_u	
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
	S 235	235	360	215	340
	S 275	275	430	255	410
	S 355	355	510	335	490
S 275 N/ML	275	390	255	370	
S 355 N/ML	355	490	335	470	
S 420 N/ML	420	540	390	520	
S 460 N/ML	460	570	430	550	
S 275 M/ML	275	380	255 ¹⁾	360 ¹⁾	
S 355 M/ML	355	470	335 ¹⁾	450 ¹⁾	
S 420 M/ML	420	520	390 ¹⁾	500 ¹⁾	
S 460 M/ML	460	550	430 ¹⁾	530 ¹⁾	
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550	
S 235 W	235	360	215	340	
S 355 W	355	510	335	490	

* : ¹⁾ : t az elem névleges vastagsága
¹⁾ : síkmez esetén 40 mm < t ≤ 63 mm

Csavarok

Csavar- mérték	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	10,9
f_{yb} [N/mm ²]	400	400	500	500	600	800	1000
f_{tw} [N/mm ²]	240	320	300	400	480	640	900

Csavarok ellenállásának számításához szükséges mennyiségek

	d átmérő	d_0 furatátmérő	A szárkereszt- metszet	A_s feszültség- kereszt- metszet
CSAVAR	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
M12	12	13	113	84,3
M14	14	15	154	115
M16	16	18	201	157
M18	18	20	254	192
M20	20	22	314	245
M22	22	24	380	303
M24	24	26	452	353
M27	27	30	573	459
M30	30	33	707	561