



# Statikai méretezési eszközök (táblázatok, online kalkulátorok) háttére

# Vékonyfalú acél szelvények statikai méretezése

- Tartószerkezeti elemek, termékek
- Alapanyag és gyártástechnológia következményei
- Statikai viselkedés specialitásai
- Eurocode szerinti számítási módszer
- Swedsteel méretezési táblázatok
- Méretezés tűzállóságra

## Tartószerkezeti elemek, termékek

- Trapézlemezek födém céljára
  - Magasbordás trapézlemez
  - Alacsonybordás trapézlemez
  
- Z-/C-szelvényű rúdszerkezetek
  - Tipikusan másodrendű tartószerkezet (szelemen, falváz, fióktartó)

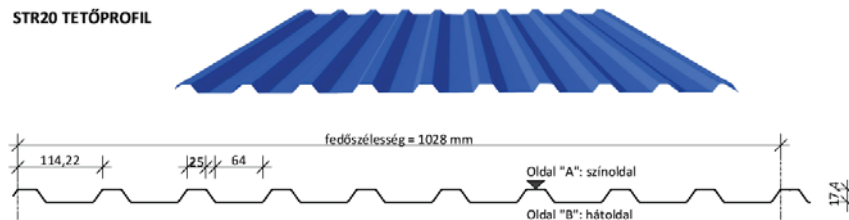


# Alacsonybordás trapézlemezek

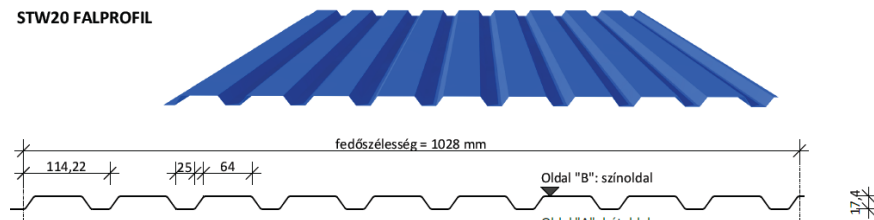
- **Alapanyag:**  
S250GD+Z275 (t=0,4/0,5/0,6mm); S350GD+Z275 (t=0,70mm)
- **Bevonatok:** PE25, MC35
- **Minősítés:** CE (EN14782) – tető- és falburkolati lemez funkcióra
- **Minősítés:** CE (EN1090-1) – teherhordó födémlemez funkcióra



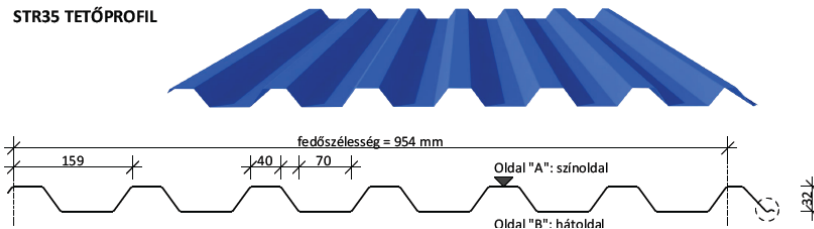
STR20 TETŐPROFIL



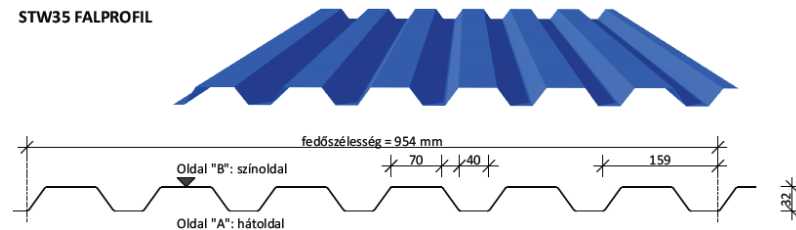
STW20 FALPROFIL



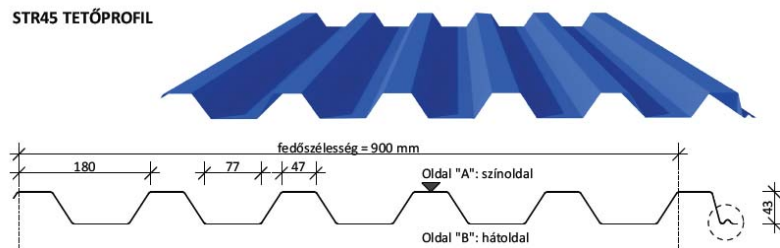
STR35 TETŐPROFIL



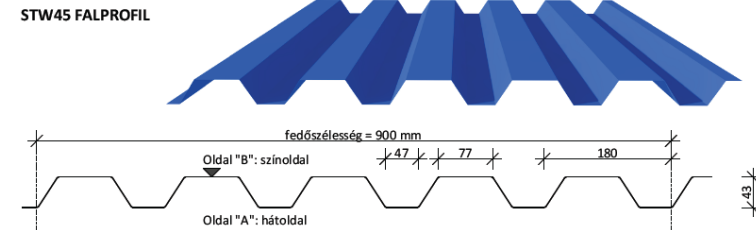
STW35 FALPROFIL



STR45 TETŐPROFIL

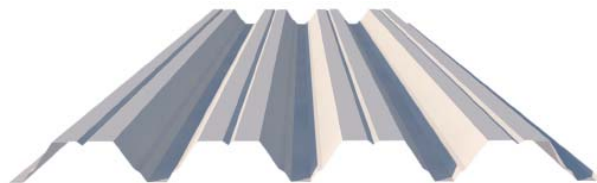


STW45 FALPROFIL



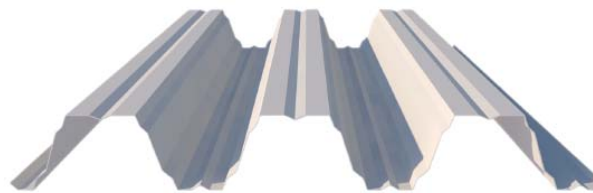
## Magasbordás trapézlemezek

- **Alapanyag:**  
S320GD+Z275,  $t=0,75...1,50$  (STR85, STR150)  
S350GD+AZ150, S420GD+Z275,  $t=0,70...1,20$  (STR128)
- **Bevonatok:** PE15 (beltéri), PE25 (kültéri)
- **Minősítés:** CE (EN1090-1)



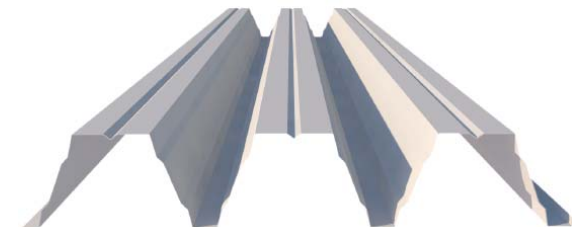
**STR85**

**$h= 83,0 / fsz=1120mm$**



**STR128**

**$h= 128,0 / fsz=930mm$**

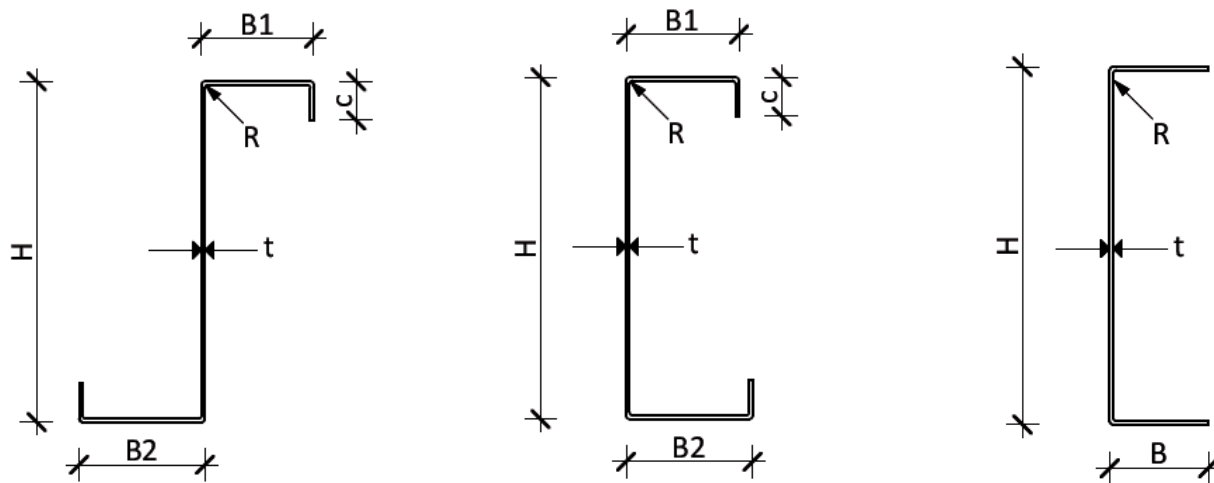


**STR150**

**$h= 153,0 / fsz=840mm$**

## Z-/C-/U-szelvények

- Alapanyag: S350GD+Z275
- Lemezvastagság:  $t=1,00...4,0\text{mm}$
- Profilmagasság:  $H=100...400\text{mm}$



## Z-/C-/U-szelvények

- **Modern, új gyártástechnológia**
- Piaci alkalmazásokhoz **optimált, széleskörű profilválaszték**
- **Lyukasztási lehetőségek (D11,D12,D14,D18 ; 12x20, 14x25, 18x30)**
- **Tekla szoftveres interface (fejlesztés alatt)**



NÉVLEGES MÉRET H (mm)	100	120	150	180 ECO	180	200 ECO	200	220	250	300	350	400	
	övméret (B1/B2)	42/48	42/48	42/48	52/58	66/74	42/48	66/74	66/74	66/74	86/94	96/104	110/118
1,0	✓	✓	✓										
1,2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
1,5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
2,0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
2,5		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3,0								✓	✓	✓	✓	✓	✓
4,0										✓	✓	✓	✓

Lemezvastagság



# Z-/C-/U-szelvények

- **Minősítés: CE (EN1090) – teherhordó acél szelvények**

## 7. A nyilatkozatban szereplő teljesítmények:

Lényeges tulajdonság	Teljesítményjellemző	Harmonizált ill. egyéb szabvány
Mérettűrések, alaktartás	Szabványnak megfelelő	MSZ EN 1090-2:2008+A1:2011 MSZ EN 10162:2003
Hegeszthetőség	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Törési szívósság, rideg töréssel szembeni ellenállás	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Teherbírás	Eurocode szerinti statikai számítással (megvalósítási osztály: EXC1, EXC2, EXC3)	MSZ EN 1993-1-3:2007 MSZ EN 1993-1-5:2012
Alakváltozás használhatósági határállapotban	Eurocode szerinti statikai számítással (megvalósítási osztály: EXC1, EXC2, EXC3)	MSZ EN 1993-1-3:2007 MSZ EN 1993-1-5:2012
Fáradási szilárdság	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Tűzállósági teljesítmény	NPD	MSZ EN 1993-1-2:2013 MSZ EN 13501-2:2007+A1:2010
Tűzvédelmi osztály	A1	MSZ EN 13501-1:2007+A1:2010
Kadmium és alkotó anyagainak kibocsátása	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Radioaktív anyagok kibocsátása	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Tartósság	Anyagminőség: S350GD+Z275 Lemezvastagság: 1,0/1,2/1,5/2,0/2,5/3,0/4,0 (tűrés: normál)	MSZ EN 10346:2015 MSZ EN 10143:2006

## Teljesítménynyilatkozat

Azonosító száma: SN-100825/ZCU

1. **A terméktípus egyedi azonosítója:** Tűzhorganyzott, hidegen hengerelt acél szerkezeti profilok (Z-, C-, CI- és U-szelvények 100-400mm profilmagassággal, 1,0-4,0mm lemezvastagsággal)
2. **Felhasználás célja(i):** Tartószerkezeti elemek (szelemen, falvázgerenda, falvázoszlop, fióktartó, keretszerkezet, rácsostartó, stb. elemei)
3. **Gyártó:** Swedsteel-Metecno Kft., 2051 Biatorbágy, Tormásrét u. 11.
4. **Meghatalmazott képviselő:** –
5. **A teljesítményállandóság értékelésére és ellenőrzésére szolgáló rendszer:** 2+ rendszer
6. **Harmonizált európai szabvány:** MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012 (EN1090-1:2009+A1:2011)  
**Bejelentett szerv:** Technicky a skusobny ustav stavebny (TSUS), n. o. Studena 3, 82104 Bratislava, Slovakia (Notified Body no. 1301)  
**Tanúsítvány száma:** 1301-CPR-1182

### 7. A nyilatkozatban szereplő teljesítmények:

Lényeges tulajdonság	Teljesítményjellemző	Harmonizált ill. egyéb szabvány
Mérettűrések, alaktartás	Szabványnak megfelelő	MSZ EN 1090-2:2008+A1:2011 MSZ EN 10162:2003
Hegeszthetőség	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Törési szívósság, rideg töréssel szembeni ellenállás	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Teherbírás	Eurocode szerinti statikai számítással (megvalósítási osztály: EXC1, EXC2, EXC3)	MSZ EN 1993-1-3:2007 MSZ EN 1993-1-5:2012
Alakváltozás használhatósági határállapotban	Eurocode szerinti statikai számítással (megvalósítási osztály: EXC1, EXC2, EXC3)	MSZ EN 1993-1-3:2007 MSZ EN 1993-1-5:2012
Fáradási szilárdság	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Tűzállósági teljesítmény	NPD	MSZ EN 1993-1-2:2013 MSZ EN 13501-2:2007+A1:2010
Tűzvédelmi osztály	A1	MSZ EN 13501-1:2007+A1:2010
Kadmium és alkotó anyagainak kibocsátása	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Radioaktív anyagok kibocsátása	NPD	MSZ EN 1090-1:2009+A1:2012
Tartósság	Anyagminőség: S350GD+Z275 Lemezvastagság: 1,0/1,2/1,5/2,0/2,5/3,0/4,0 (tűrés: normál)	MSZ EN 10346:2015 MSZ EN 10143:2006

A fent azonosított termék teljesítménye megfelel a bejelentett teljesítmény(ek)nek. A 305/2011/EU rendeletnek megfelelően e teljesítménynyilatkozat kiadásáért kizárólag a fent meghatározott gyártó a felelős.

A gyártó nevében és részéről aláíró személy:

  
Kotormán István  
Swedsteel-Metecno Kft.  
Műszaki és fejlesztési vezető

Biatorbágy, 2016.11.16.

Swedsteel-Metecno Kft.

Telephely: 2051 Biatorbágy, Tormásrét u. 11.

1/1

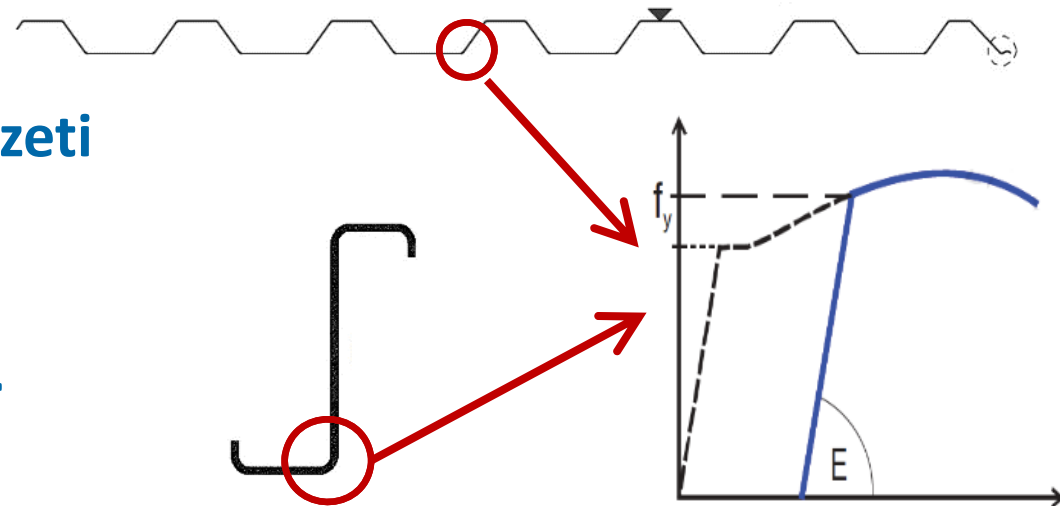
Honlap: www.swedsteel-metecno.com





## Az alapanyag és a gyártástechnológia következményei – 1.

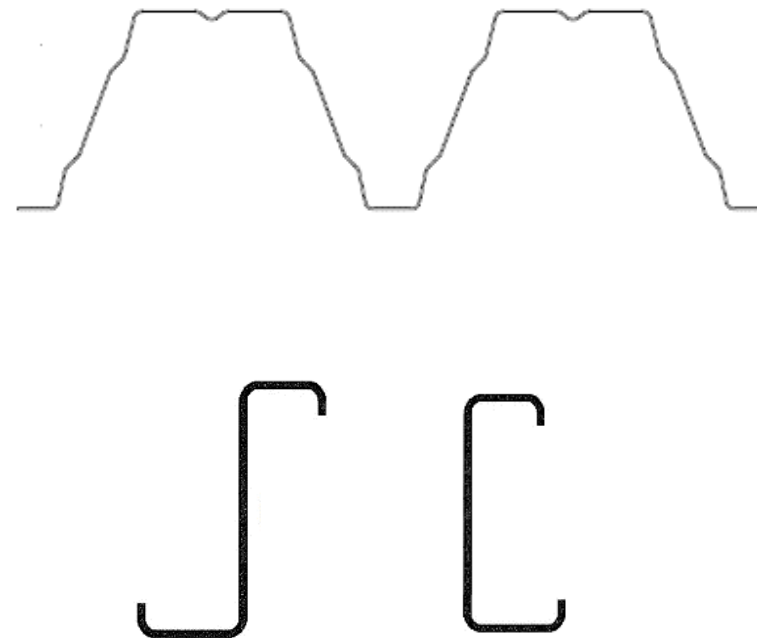
- Hossz mentén állandó keresztmetszet
- Rúdszerű és felületszerkezeti elemek, profilok
- Éleknél lekerekítési sugár
- Éleknél az acél felkeményedik



Forrás: Ádány-Dulácska-Dunai-Fernezelyi-Horváth-Kövesdi: Acélszerkezetek, Tervezés EC alapján

## Az alapanyag és a gyártástechnológia következményei – 2.

- **Vékonyfalú szelvények, nagy b/t-arány, karcsú alkotó lemezek**
- **Geometriai toleranciák (lemezvastagság, szelvény) jelentősége nagy**
- **Általában magas, nyitott szelvények (kis csavarási és gyenge tengely körüli hajlítási merevség)**



## Az alapanyag és a gyártástechnológia következményei – 3.

- Horganyzott alapanyag miatt további felületvédelmet nem igényel (általában)



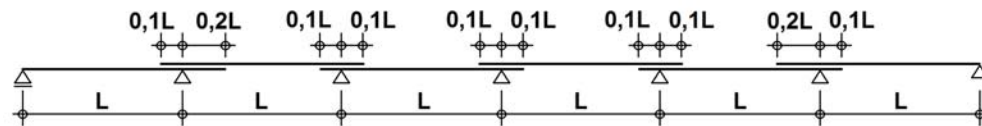
- Tipikusan mechanikus kapcsolatok, kötőelemek



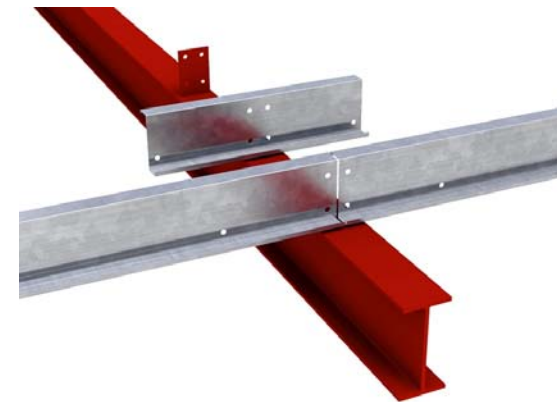
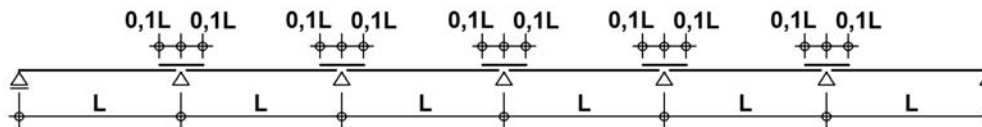
## Az alapanyag és a gyártástechnológia következményei – 4.

### ➤ Többtámaszúsítás:

- Átfedéses-átlapolásos



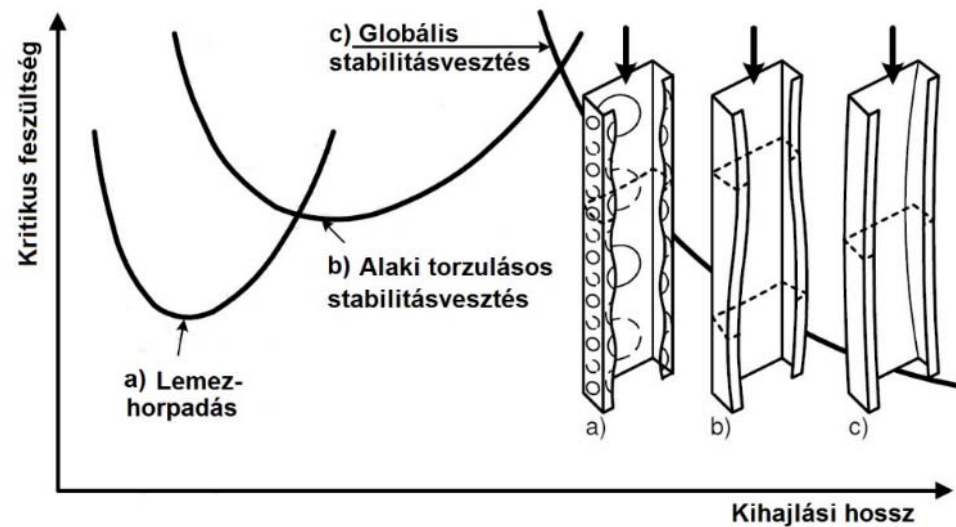
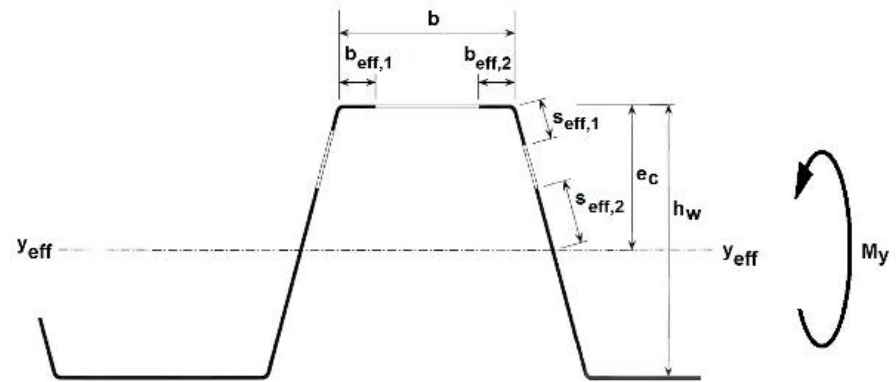
- Toldóelemes



Ábrák forrása: internet

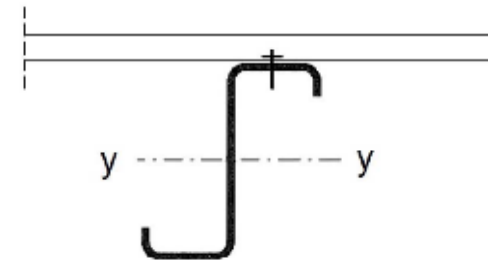
## Statikai viselkedés specialitásai – 1.

- **Érzékenység a stabilitásvesztésre**
- **Lemezhorpadás – effektív keresztmetszet**
- **Globális és alaki torzulásos stabilitásvesztési módok**

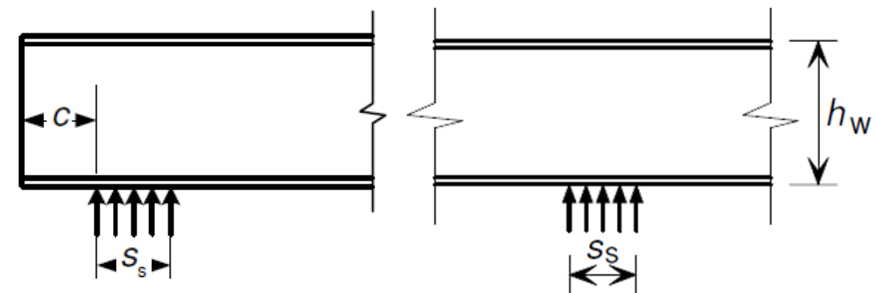


## Statikai viselkedés specialitásai – 2.

- Oldalirányú megtámasztások szerepe, fontossága



- Koncentrált keresztirányú teher hatása: beroppanás



- Gerinclemez nyírési horpadása

- Erős interakció a tiszta igénybevételek között

## Eurocode számítási módszer

➤ Szabványok: MSZ EN 1993-1-1, 1-3, 1-5

➤ Tervezési lemeztvastagság

- for sheeting and members:  $0,45 \text{ mm} \leq t_{\text{cor}} \leq 15 \text{ mm}$

- for connections:  $0,45 \text{ mm} \leq t_{\text{cor}} \leq 4 \text{ mm}$ ,

$$t = t_{\text{cor}} \quad \text{if } tol \leq 5\%$$

$$t = t_{\text{cor}} = \frac{100 - tol}{95} \quad \text{if } tol > 5\%$$

with  $t_{\text{cor}} = t_{\text{nom}} - t_{\text{metallic coatings}}$  where  $tol$  is the minus tolerance in %.

**NOTE:** For the usual Z 275 zinc coating,  $t_{\text{zinc}} = 0,04 \text{ mm}$ .

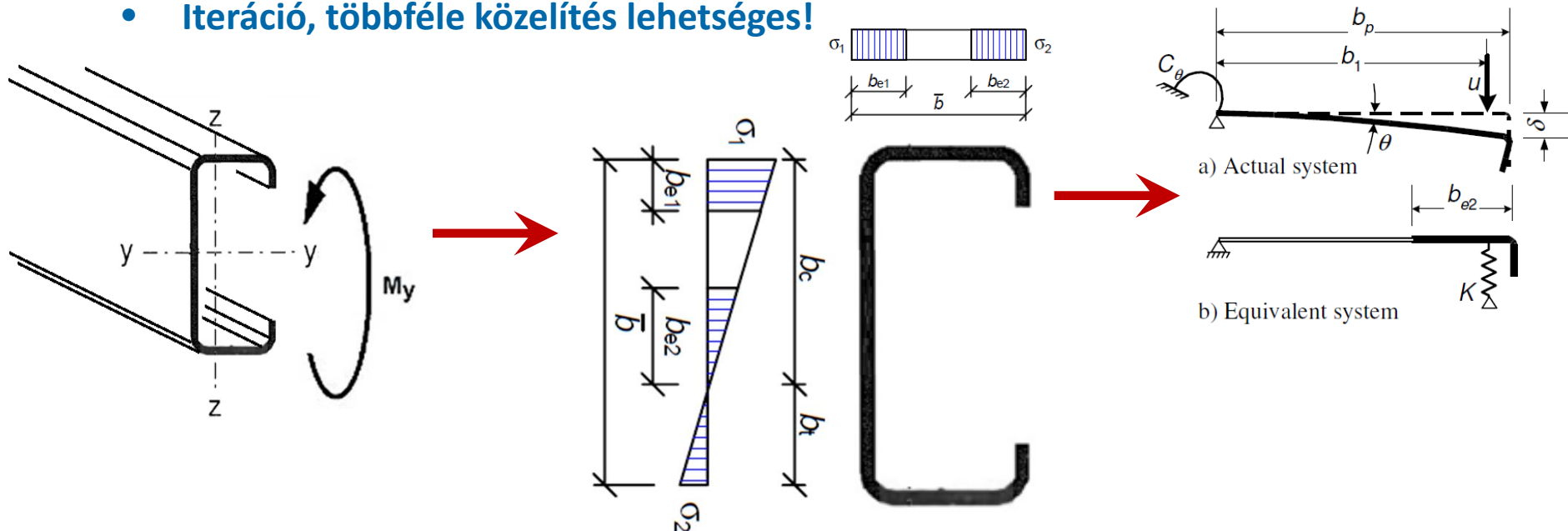
➤ Emelt (átlagos) folyáshatár a felkeményedés miatt

$$f_{\text{ya}} = f_{\text{yb}} + (f_{\text{u}} - f_{\text{yb}}) \frac{knt^2}{A_{\text{g}}} \quad \text{but} \quad f_{\text{ya}} \leq \frac{(f_{\text{u}} + f_{\text{yb}})}{2}$$

# Eurocode számítási módszer

## ➤ Effektív keresztmetszeti jellemzők számítása

- Hasonló a 4. km-i osztályhoz, de nem ugyanaz!
- **A lemezhorpadás és a torzulásos horpadás miatt**
- Lemezhorpadás → effektív szélesség
- Torzulásos horpadás → merevítő bordák kihajlása → effektív lemezvastagság
- Függ az igénybevételektől:  $N$ ,  $M$ ,  $N+M$
- **Iteráció, többféle közelítés lehetséges!**





# Eurocode számítási módszer

## ➤ Effektív keresztmetszeti jellemzők – 1. példa

### Trapézlemezek - statikai méretezési adatok

#### Megjegyzések:

Alkalmazott szabvány:

Eurocode  
EN1993-1-3:2007;  
EN1993-1-5:2006

Pozitív nyomaték (+):

Alsó öv húzott

Negatív nyomaték (-):

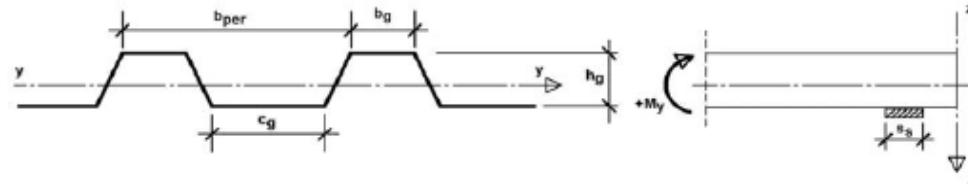
Felső öv húzott

ULS:

Teherbírási határállapot

SLS:

Használhatósági határállapot



#### Keresztmetszeti geometria

		STR20				STW20				STR35				
	tnom	mm	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
Névtelen lemezvastagság	tnom	mm	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
Szelvénymagasság	h <sub>g</sub>	(mm)	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	32	32	32	32
Felső öv szélessége	b <sub>g</sub>	(mm)	25	25	25	25	64	64	64	64	40	40	40	40
Alsó öv szélessége	c <sub>g</sub>	(mm)	64	64	64	64	25	25	25	25	70	70	70	70
Bordatávolság	b <sub>per</sub>	(mm)	114,22	114,22	114,22	114,22	114,22	114,22	114,22	114,22	159	159	159	159
Lekerekítési sugár	r	(mm)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

#### Anyagjellemzők

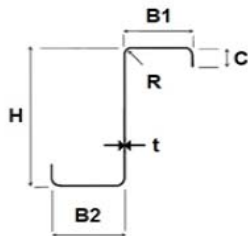
	EN10346	S250GD				S250GD				S250GD				
		MPa	250	250	250	350	250	250	250	350	250	250	250	350
Acél minősége	EN10346		S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD
Folyáshatár	f <sub>y</sub>	MPa	250	250	250	350	250	250	250	350	250	250	250	350
Szakítószilárdság	f <sub>u</sub>	MPa	330	330	330	420	330	330	330	420	330	330	330	420
Rugalmassági modulus	E	MPa	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Poisson-tényező	ν	--	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

#### Keresztmetszeti jellemzők

	tnom	mm	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
Névtelen lemezvastagság	tnom	mm	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
Tervezési lemezvastagság	t <sub>d</sub>	mm	0,33	0,44	0,54	0,63	0,33	0,44	0,54	0,63	0,33	0,44	0,54	0,63
Teljes keresztmetszeti terület	A <sub>g</sub>	mm <sup>2</sup> /m	375	499	612	713	375	499	612	713	391	521	639	745
Teljes keresztmetszeti inercianyomatéka (y)	I <sub>y</sub>	mm <sup>4</sup> /m	18 734	24 644	29 840	34 344	18 734	24 644	29 840	34 344	67 519	89 359	108 854	126 052
Teljes keresztmetszeti tényező (y <sub>min</sub> )	W <sub>y,min</sub>	mm <sup>3</sup> /m	1 695	2 242	2 730	3 160	1 695	2 242	2 730	3 160	3 687	4 894	5 980	6 946
Effektív keresztmetszeti terület	A <sub>eff</sub>	mm <sup>2</sup> /m	178	298	422	487	178	298	422	487	137	236	345	397
Effektív inercianyomaték (y <sub>+</sub> , ULS)	I <sub>y,eff+,U</sub>	mm <sup>4</sup> /m	15 216	21 988	28 337	32 501	11 349	16 519	22 204	25 378	44 316	69 939	91 071	105 068
Effektív keresztmetszeti tényező (y <sub>+</sub> , ULS)	W <sub>y,eff+,min</sub>	mm <sup>3</sup> /m	1 279	1 916	2 540	2 926	1 226	1 907	2 522	2 913	2 006	3 439	4 615	5 333
Effektív inercianyomaték (y <sub>+</sub> , SLS)	I <sub>y,eff+,S</sub>	mm <sup>4</sup> /m	16 637	24 068	29 840	34 344	12 585	18 879	25 173	28 808	52 113	76 150	98 503	113 638
Effektív inercianyomaték (y <sub>-</sub> , ULS)	I <sub>y,eff-,U</sub>	mm <sup>4</sup> /m	11 349	16 519	22 204	25 378	15 216	21 988	28 337	32 501	38 789	58 925	76 442	88 149
Effektív keresztmetszeti tényező (y <sub>-</sub> , ULS)	W <sub>y,eff-,min</sub>	mm <sup>3</sup> /m	1 226	1 907	2 522	2 913	1 279	1 916	2 540	2 926	2 027	3 338	4 486	5 179
Effektív inercianyomaték (y <sub>-</sub> , SLS)	I <sub>y,eff-,S</sub>	mm <sup>4</sup> /m	12 585	18 879	25 173	28 808	16 637	24 068	29 840	34 344	44 696	64 296	83 343	96 116

# Eurocode számítási módszer

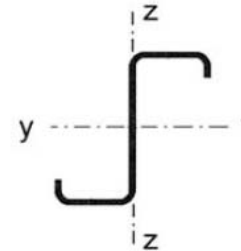
## ➤ Effektív keresztmetszeti jellemzők – 2. példa



Szabvány: Eurocode  
 MSZ EN1993-1-3:2007  
 MSZ EN1993-1-5:2012

Szelvénytípus: "Z"

R(mm)= 4



Kiindulási adatok:		Z180				Z200ECO				
Profilmagasság:	H	mm	180	180	180	180	200	200	200	200
Övszélesség (1):	B1	mm	66	66	66	66	42	42	42	42
Övszélesség (2):	B2	mm	74	74	74	74	48	48	48	48
Övmerevítő mérete:	C	mm	16,4	17,0	18,4	19,8	16,4	17,0	18,4	19,8
Névleges lemezvastagság:	tnom	mm	1,2	1,5	2,0	2,5	1,2	1,5	2,0	2,5
Tervezési lemezvastagság:	td	mm	1,16	1,46	1,96	2,46	1,16	1,46	1,96	2,46
Folyáshatár (alapanyag):	fyb	MPa	350	350	350	350	350	350	350	350
Folyáshatár (szelvény, átlagos):	fya	MPa	356,7	358,4	361,2	364,1	357,3	359,2	362,3	365,4
Szakítószilárdság:	fu	MPa	420	420	420	420	420	420	420	420
Rugalmassági modulus:	E	MPa	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Poisson-tényező:	v	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Keresztmetszeti jellemzők</b>										
Teljes keresztmetszeti terület:	Ag	cm <sup>2</sup>	3,95	4,98	6,67	8,43	3,61	4,54	6,11	7,69
Teljes inercianyomaték (y):	Iy,g	cm <sup>4</sup>	198,79	249,24	333,23	416,42	197,84	248,14	332,20	415,67
Teljes inercianyomaték (z):	Iz,g	cm <sup>4</sup>	40,80	51,36	69,66	88,27	12,92	16,23	21,97	27,77
Teljes keresztmetszeti tényező (y):	Wyg	cm <sup>3</sup>	22,24	27,93	37,44	46,92	19,90	25,00	33,56	42,09
Teljes keresztmetszeti tényező (z):	Wzg	cm <sup>3</sup>	5,93	7,50	10,24	13,09	2,95	3,73	5,11	6,54
Effektív keresztmetszeti terület (ULS):	Aeff	cm <sup>2</sup>	1,58	2,41	4,15	6,01	1,61	2,37	3,74	5,30
Effektív inercianyomaték (y,ULS):	Iy,eff	cm <sup>4</sup>	143,45	205,57	313,39	405,50	165,79	226,41	330,02	415,67
Effektív keresztmetszeti tényező (y,ULS):	Wy,eff,min	cm <sup>3</sup>	13,04	20,23	33,88	44,91	14,60	21,16	33,16	42,09
Effektív inercianyomaték (y,SLS):	Iy,eff,SLS	cm <sup>4</sup>	170,28	240,75	333,23	416,42	187,47	245,09	332,20	415,67

## Eurocode számítási módszer

### ➤ Keresztmetszeti ellenállások számítása – 1.

- Húzási ellenállás

$$N_{t,Rd} = \frac{f_{ya} A_g}{\gamma_{M0}}$$

- Nyomási ellenállás

$$N_{c,Rd} = A_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

- Hajlítási ellenállás

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

- Nyírási ellenállás

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} t f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$f_{bv}$ : Nyírási horpadási szilárdság, a relatív gerinckarcsúság és támaszkialakítás függvényében

## Eurocode számítási módszer

### ➤ Keresztmetszeti ellenállások számítása – 2.

- Keresztirányú lokális erővel szembeni ellenállás

Sok eset létezik az erő irányától, helyzetétől és a gerincek számától (1 vagy 2) függően

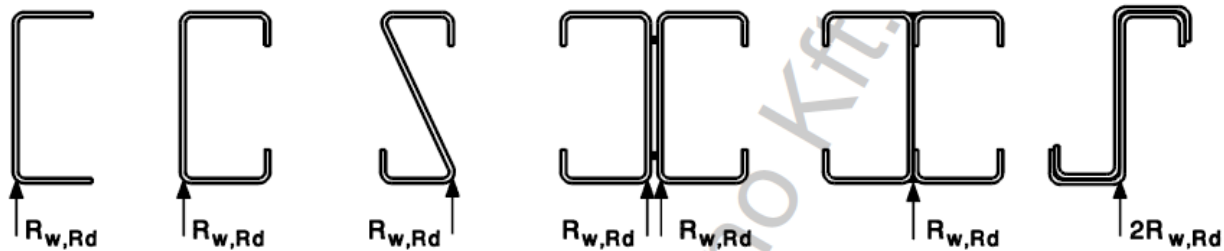
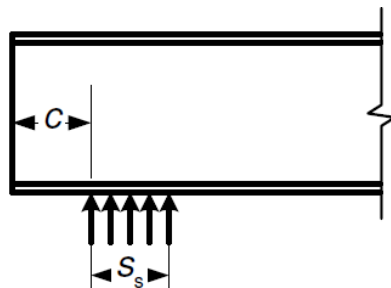


Figure 6.6: Examples of cross-sections with a single web

#### Például #1:



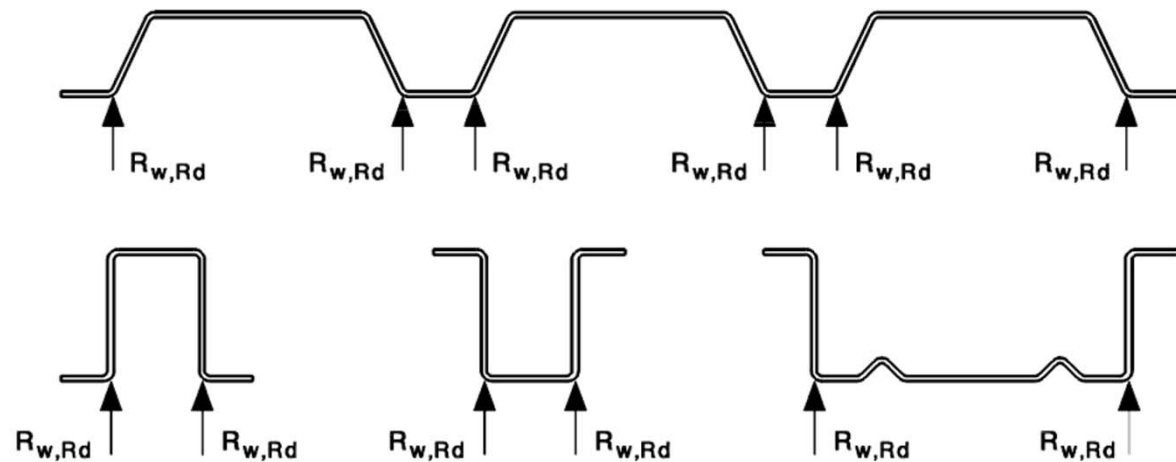
$$R_{w,Rd} = \frac{k_1 k_2 k_3 \left[ 9,04 - \frac{h_w / t}{60} \right] \left[ 1 + 0,01 \frac{s_s}{t} \right] t^2 f_{yb}}{\gamma_{M1}}$$

# Eurocode számítási módszer

## ➤ Keresztmetszeti ellenállások számítása – 2.

- Keresztirányú lokális erővel szembeni ellenállás

Sok eset létezik az erő irányától, helyzetétől és a gerincek számától (1 vagy 2) függően



**Például #2:**

Figure 6.8: Examples of cross-sections with two or more webs

$$R_{w,Rd} = \alpha_t^2 \sqrt{f_{yb} E} \left( 1 - 0,1\sqrt{r/t} \right) \left[ 0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t} \right] \left( 2,4 + (\phi/90)^2 \right) / \gamma_{M1}$$

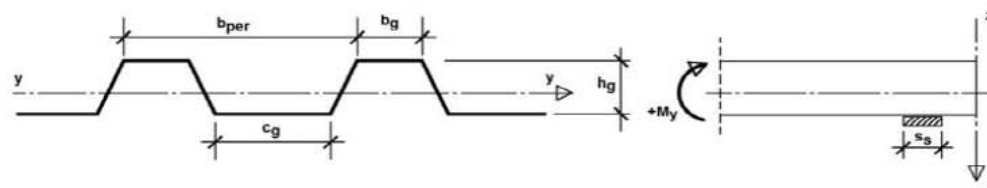
# Eurocode számítási módszer

## ➤ Keresztmetszeti ellenállások – 1. példa

### Trapézlemezek - statikai méretezési adatok

#### Megjegyzések:

Alkalmazott szabvány:	Eurocode EN1993-1-3:2007; EN1993-1-5:2006
Pozitív nyomaték (+):	Alsó öv húzott
Negatív nyomaték (-):	Felső öv húzott
ULS:	Teherbírási határállapot
SLS:	Használhatósági határállapot



#### Keresztmetszeti geometria

	tnom	mm	STW35				STR45				STW45			
			0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
Névleges lemezvastagság	hg	(mm)	32	32	32	32	43	43	43	43	43	43	43	43
Szelvénymagasság	bg	(mm)	70	70	70	70	47	47	47	47	47	47	47	47
Felső öv szélessége	cg	(mm)	40	40	40	40	77	77	77	77	47	47	47	47
Alsó öv szélessége	bper	(mm)	159	159	159	159	180	180	180	180	180	180	180	180
Bordatávolság	r=	(mm)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lekerekítési sugár														

#### Anyagjellemzők

	EN10346		S250GD				S250GD				S250GD			
			S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD	S250GD
Acél minősége	fy	MPa	250	250	250	350	250	250	250	350	250	250	250	350
Folyáshatár	fu	MPa	330	330	330	420	330	330	330	420	330	330	330	420
Szakítószilárdság	E	MPa	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Rugalmassági modulus	v	--	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Poisson-tényező														

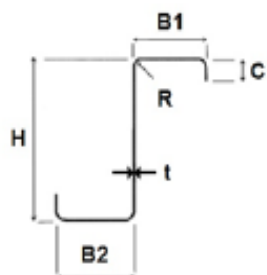
#### Keresztmetszeti ellenállások

		kN/m	STW35				STR45				STW45			
			93,0	123,8	151,8	225,2	97,6	130,0	159,4	236,5	97,6	130,0	159,4	236,5
Húzási ellenállás	Nt,Rd	kN/m	34,3	59,0	86,1	139,0	30,9	53,4	78,4	126,5	30,9	53,4	78,4	126,5
Nyomási ellenállás	My,Rd+	kNm/m	0,50	0,86	1,15	1,87	0,61	1,04	1,53	2,47	0,61	1,04	1,53	2,47
Nyomatéki ellenállás (y,+)	My,Rd-	kNm/m	0,51	0,83	1,12	1,81	0,61	1,06	1,50	2,43	0,61	1,06	1,50	2,43
Nyomatéki ellenállás (y,-)	Vz,Rd	kN/m	8,22	15,14	22,71	36,43	6,38	14,99	22,52	36,17	6,38	14,99	22,52	36,17
Nyírési ellenállás (z)	R,Rd,e	kN/m	1,82	3,14	4,61	7,28	1,64	2,83	4,16	6,58	1,64	2,83	4,16	6,58
Beroppanási ellenállás (végtámasz)	R,Rd,m,50	kN/m	6,37	10,73	15,48	24,10	5,75	9,68	13,98	21,76	5,75	9,68	13,98	21,76
Beroppanási ellenállás (közb.támasz, ss=50mm)	R,Rd,m,100	kN/m	8,42	14,06	20,17	31,25	7,60	12,70	18,21	28,22	7,60	12,70	18,21	28,22
Beroppanási ellenállás (közb.támasz, ss=100mm)														

# Eurocode számítási módszer

## ➤ Keresztmetszeti ellenállások – 2. példa

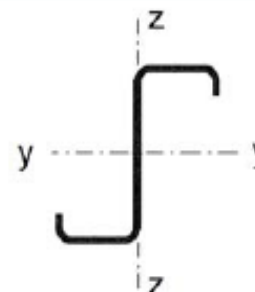
Szelvényadatok statikai számításhoz



Szabvány: Eurocode  
MSZ EN1993-1-3:2007  
MSZ EN1993-1-5:2012

Szelvénytípus: "Z"

R(mm)= 4



### Kiindulási adatok:

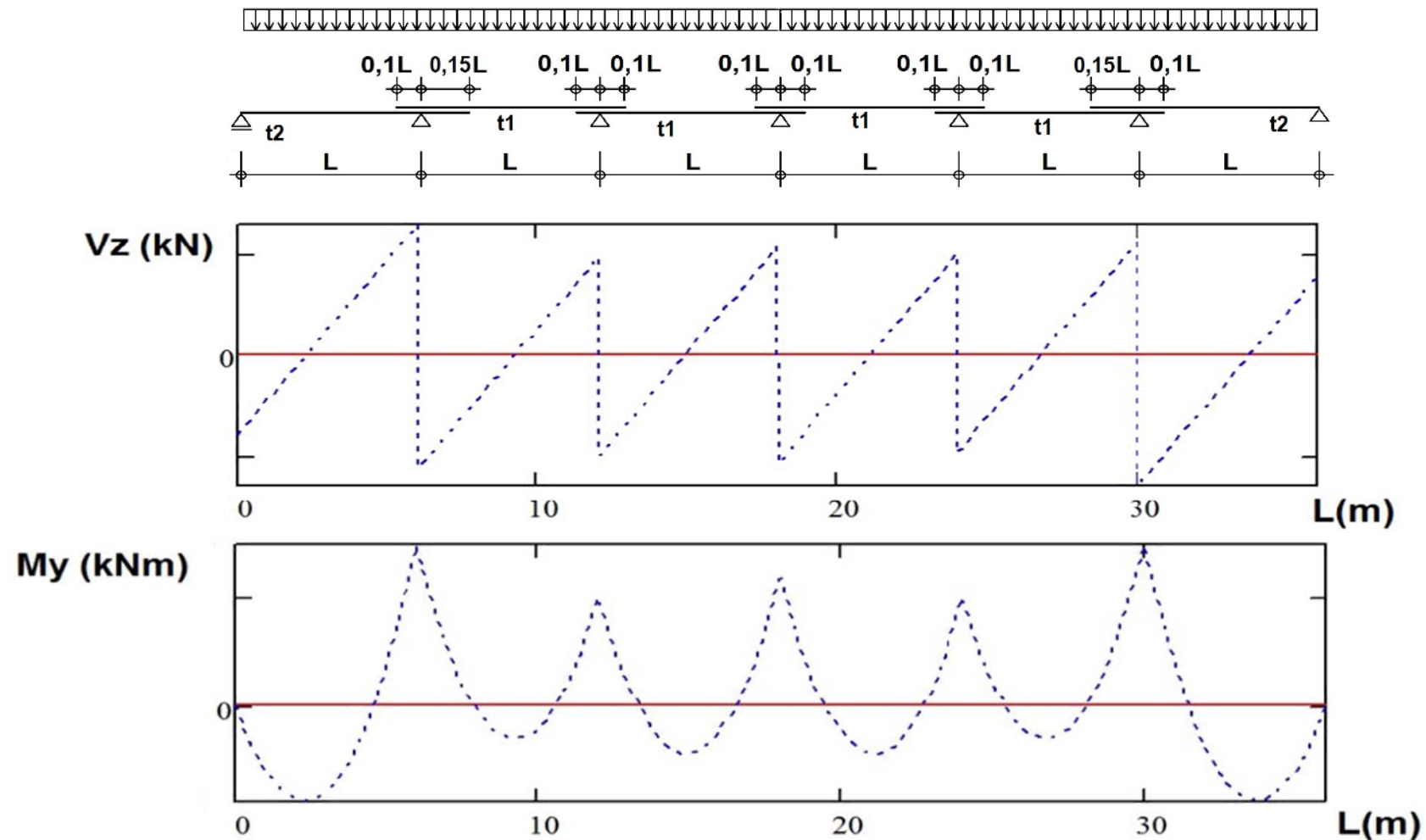
	Szelvény		Z250				Z300			
		mm								
Profilmagasság:	H	mm	250	250	250	250	300	300	300	300
Övszélesség (1):	B1	mm	66	66	66	66	86	86	86	86
Övszélesség (2):	B2	mm	74	74	74	74	94	94	94	94
Övmerevítő mérete:	C	mm	24,0	25,4	26,8	28,0	25,9	27,3	28,5	32,5
Névleges lemezvastagság:	t <sub>nom</sub>	mm	1,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	4,0
Tervezési lemezvastagság:	t <sub>d</sub>	mm	1,46	1,96	2,46	2,96	1,96	2,46	2,96	3,96
Folyáshatár (alapanyag):	f <sub>yb</sub>	MPa	350	350	350	350	350	350	350	350
Folyáshatár (szelvény, átlagos):	f <sub>ya</sub>	MPa	356,7	359,0	361,3	363,6	357,4	359,3	361,2	364,9
Szakítószilárdság:	f <sub>u</sub>	MPa	420	420	420	420	420	420	420	420
Rugalmassági modulus:	E	MPa	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Poisson-tényező:	ν	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

### Keresztmetszeti ellenállások

Húzási ellenállás:	N <sub>t</sub> ,R <sub>d</sub>	kN	187,61	252,33	317,29	382,13	306,29	385,01	463,62	625,02
Nyomási ellenállás:	N <sub>c</sub> ,R <sub>d</sub>	kN	94,34	159,23	229,19	303,08	158,79	240,25	327,06	517,41
Hajlítási ellenállás (y)	M <sub>y</sub> ,R <sub>d</sub>	kNm	10,86	18,09	25,89	33,27	22,21	33,07	44,80	63,75
Nyírési ellenállás (z), merevítetlen gerinc	V <sub>z</sub> ,R <sub>d</sub> ,unstif	kN	14,72	35,68	70,69	104,21	29,70	58,81	102,63	186,51
Nyírési ellenállás (z), merevített gerinc	V <sub>z</sub> ,R <sub>d</sub> ,stif	kN	25,35	45,69	71,98	104,21	45,69	71,98	104,21	186,51

# Eurocode számítási módszer

## ➤ Teherfelvétel és igénybevételek számítása (elsőrendű)





## Eurocode számítási módszer

### ➤ Keresztmetszeti (=szilárdsági+lokális stabilitási) ellenőrzések

- Ellenőrzés tiszta igénybevételekre (pl.  $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$ )
- Ellenőrzés összetett igénybevételekre, interakciós formulák

**N + My + Mz**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd,com}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd,com}} \leq 1$$

$$\Delta M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{Ny}$$

$$\Delta M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{Nz}$$

→ Effektív km. súlypontjának eltolódása

**N + My + Vz**

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \left(\frac{2 V_{Ed}}{V_{w,Rd}} - 1\right)^2 \leq 1,0$$

**My + Rw**

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} + \frac{F_{Ed}}{R_{w,Rd}} \leq 1,25$$

## Eurocode számítási módszer

### ➤ Stabilitási (globális) ellenőrzések (csak Z-/C-szelvényénél)

- **N: Síkbeli kihajlás**

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

- **N: Tisztán elcsavarodó kihajlás**  
(pontszimmetrikus nyitott szelvényénél)

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_o^2} \left( G I_t + \frac{\pi^2 E I_w}{l_T^2} \right)$$

- **N: Térbeli elcsavarodó kihajlás**  
(1x szimmetrikus nyitott szelvényénél)

- **M: Kifordulás**

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

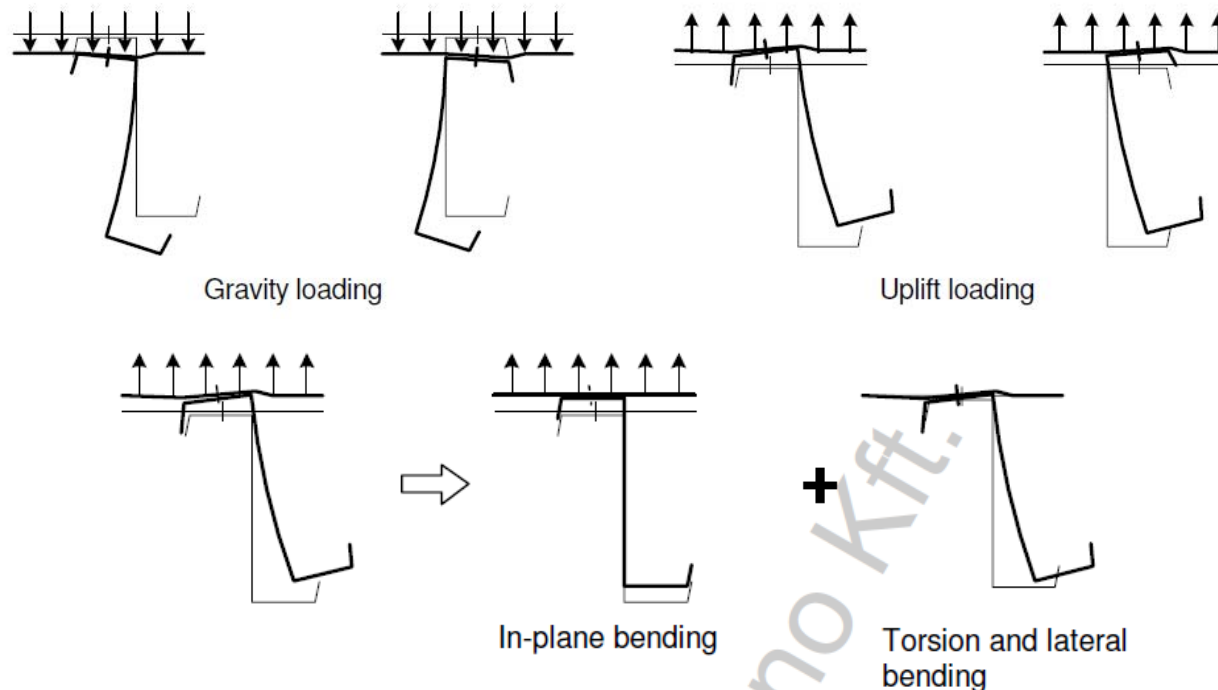
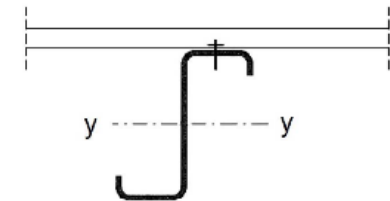
- **N+M: Interakció**

$$\left( \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \right)^{0,8} + \left( \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \right)^{0,8} \leq 1,0$$

## Eurocode számítási módszer

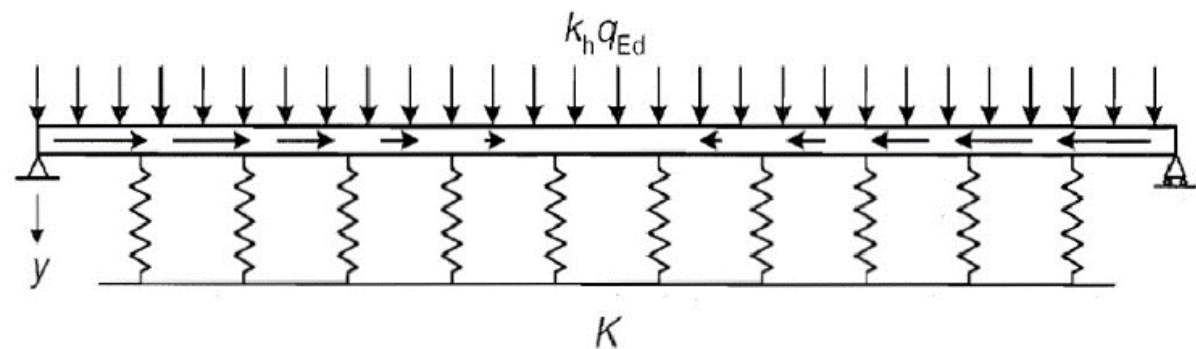
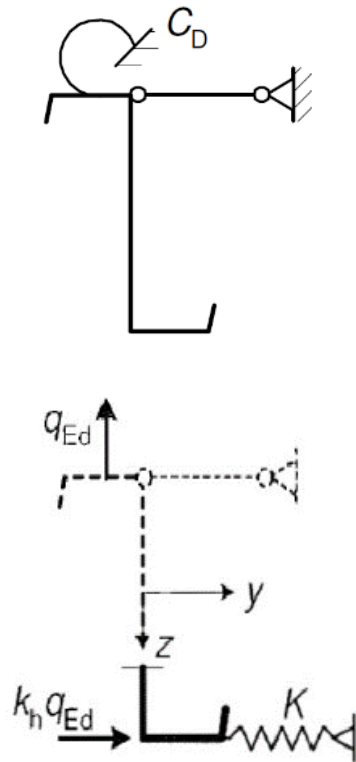
➤ **Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)**

- Csak gerinc síkjába eső terhekre és normál erőre!
- Felső öv megtámasztott, alsó öv szabad



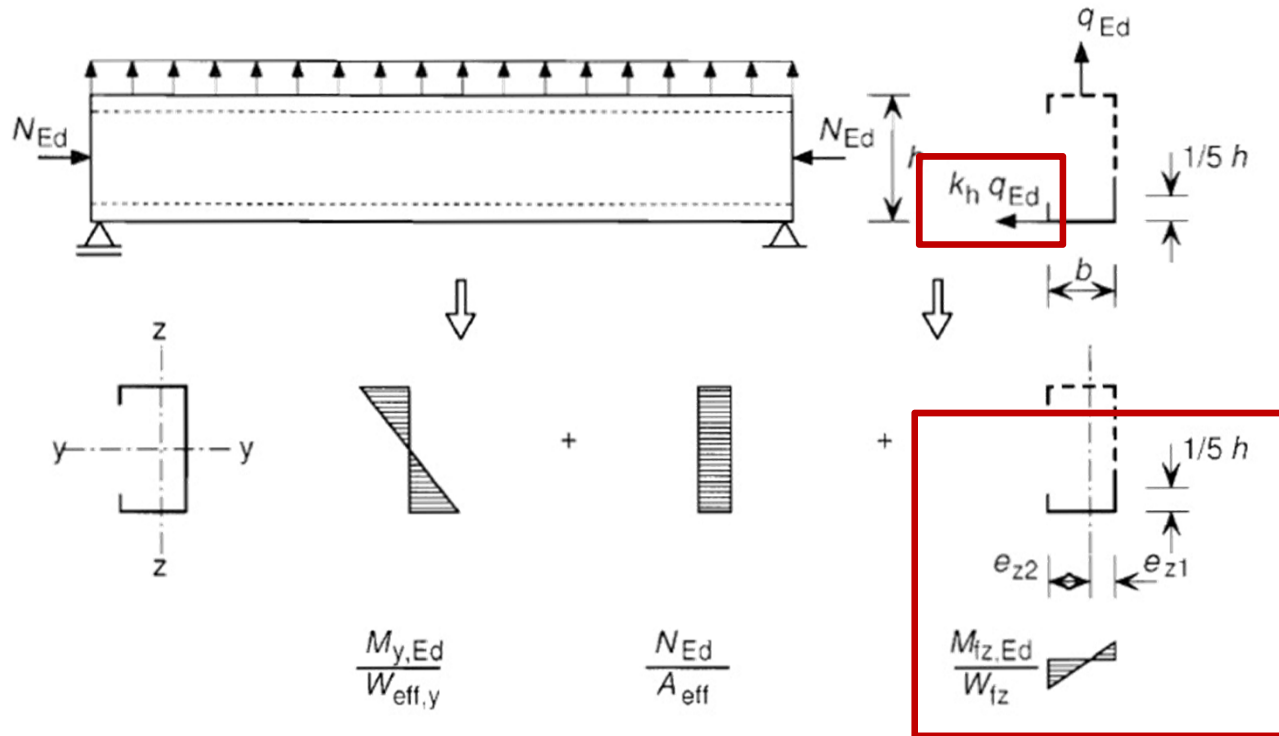
## Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)
  - Alsó öv modellje: rugalmas ágyazású gerenda



# Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)

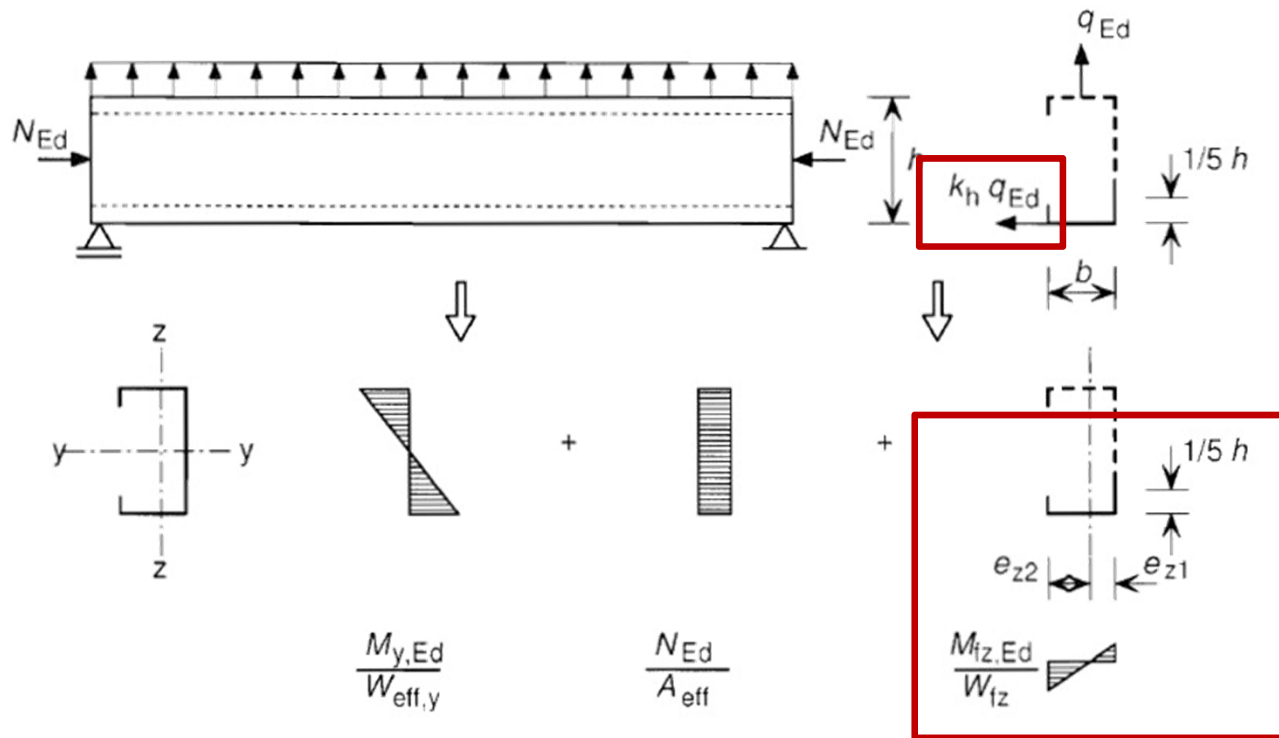


**Megtámasztott öv:**

$$\sigma_{\max,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{\text{eff},y}} + \frac{N_{Ed}}{A_{\text{eff}}} \leq f_y / \gamma_M$$

# Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)

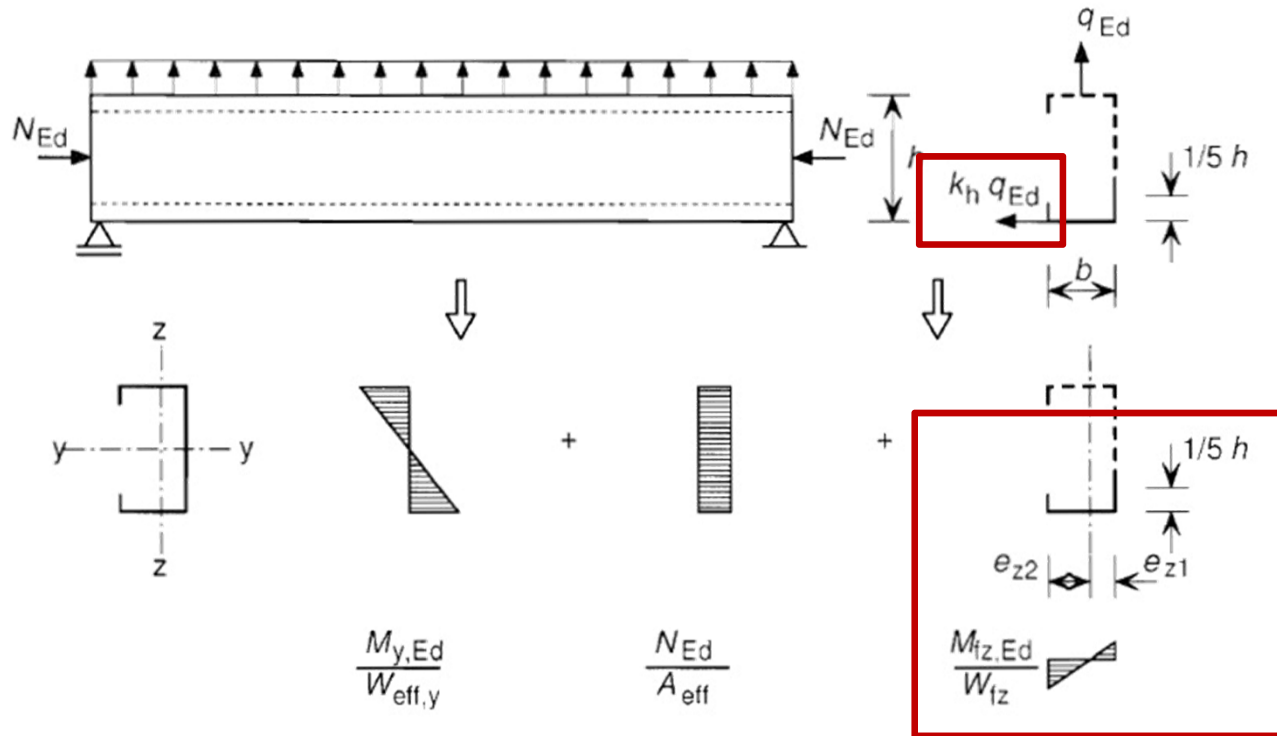


**Szabad öv, húzott:**

$$\sigma_{\max,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{\text{eff},y}} + \frac{N_{Ed}}{A_{\text{eff}}} + \frac{M_{fz,Ed}}{W_{fz}} \leq f_y / \gamma_M$$

## Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)



Szabad öv, nyomott:

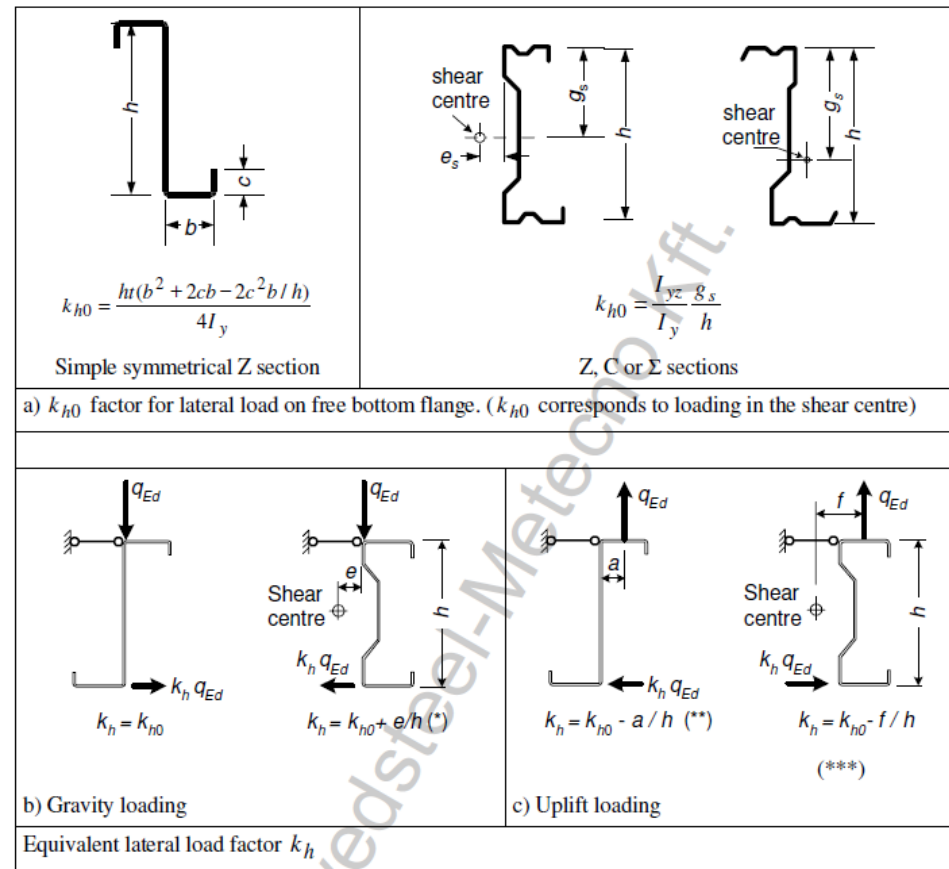
$$\chi_{LT} \left( \frac{M_{y,Ed}}{W_{eff,y}} + \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} \right) + \frac{M_{fz,Ed}}{W_{fz}} \leq f_{yb} / \gamma_{M1}$$

# Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)

- Szabad övre ható megoszló erő:  $k_h * q_{Ed}$

- Csavarásból és keresztirányú hajlításból származó hatás
- Keresztmetszeti geometriától függ
- Szabad öv kihajlási hosszát lehet csökkenteni függesztő/kitámasztó rudakkal!

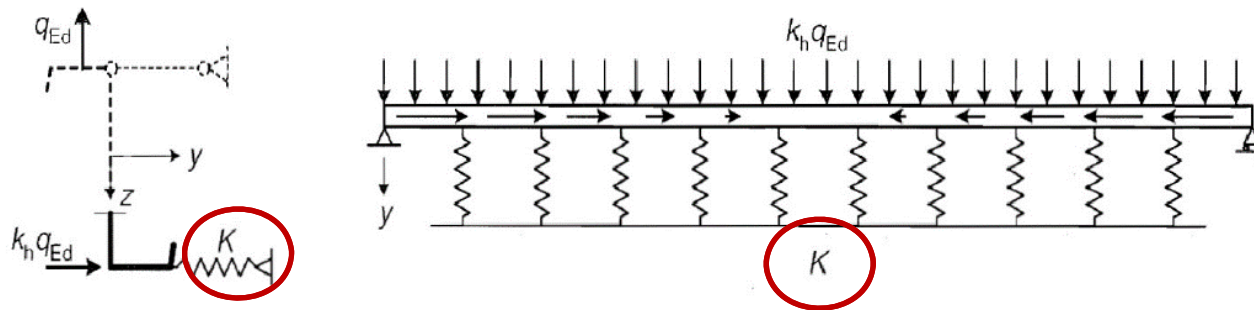




## Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)

- Rugómerevség meghatározása



$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_A} + \frac{1}{K_B} + \frac{1}{K_C}$$

$K_A$  – burkolat és szelemen közötti kapcsolat elfordulásából

$K_B$  – szelemen alakí torzulásából

~~$K_C$  – burkolat síkbeli merevségéből~~

## Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)

- Rugómerevség meghatározása

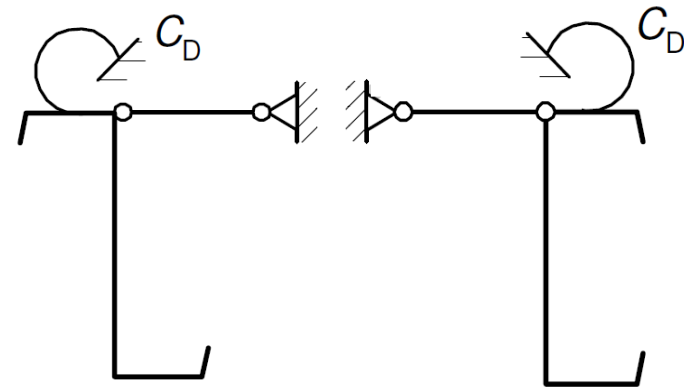
### 1) Számítással

$$\frac{1}{K} = \frac{4(1-\nu^2)h^2(h_d + b_{\text{mod}})}{Et^3} + \frac{h^2}{C_D}$$

$$C_D = \frac{1}{\left(1/C_{D,A} + 1/C_{D,C}\right)}$$

$C_{D,A}$  – kapcsolat elfordulási merevsége

$C_{D,C}$  – burkolati hajlítási merevsége

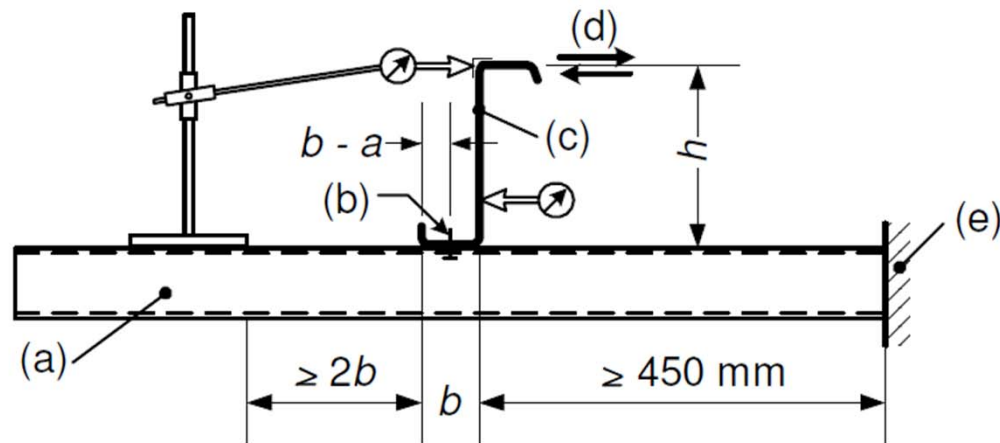


**Többféle alternatív képletet kínál az Eurocode...**

## Eurocode számítási módszer

- Speciális módszer egyik övén megtámasztott Z- és C-szelvény ellenőrzésére (EC3-1-3, 10.1 fejezet)
  - Rugómerevség meghatározása

### 2) Kísérlettel, laborvizsgálattal

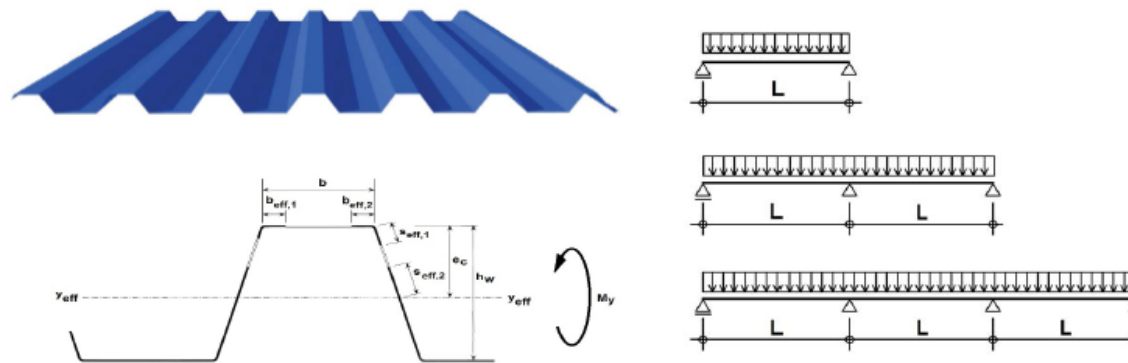


(a) sheeting, (b) fastener, (c) profile, (d) load, (e) clamped support

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Swedsteel trapézlemezek

### Swedsteel trapézlemezek statikai méretezési táblázatai Eurocode szerint



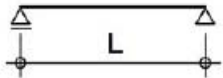
Keresztmetszeti jellemzők  
Keresztmetszeti ellenállások  
Terhelési táblázatok

# Teherbírási táblázatok

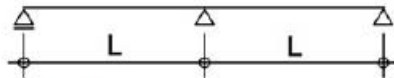
## ➤ Swedsteel trapézlemezek: STR/STW20,35,45

### A terhelési táblázatokban alkalmazott statikai vázák:

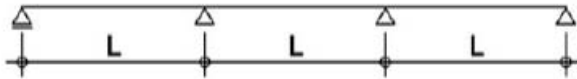
- Kéttámaszú tartó



- Folytatólagos háromtámaszú tartó, egyenlő támaszközzel



- Folytatólagos négytámaszú tartó, egyenlő támaszközzel



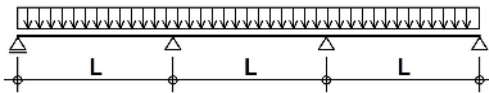
### A teherbírási táblázatok használata:

- A teherbírási értékek a trapézlemezek felületére merőleges irányú terhekre vonatkoznak, ezért a ható terheknek is a felületre merőleges komponensét kell képezni.
- Mértékadó teherkombinációk előállításához: teherbírási (ULS) határállapotban parciális (biztonsági) tényezővel, használhatósági (SLS) határállapotban azok nélkül, karakterisztikus értékekkel.
- SLS határállapotban a fesztáv 150-ed részével ( $L/150$ ) egyenlő lehajláshoz tartozó teher értéke van megadva tökéletes rugalmas anyag esetén. Ebből következően más lehajlási korláthoz tartozó teherkorlát meghatározása egyszerű lineáris arányosítással történhet (pl. az  $L/300$ -hoz tartozó teher a táblázatban szereplő érték fele).

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Swedsteel trapézlemezek – példa

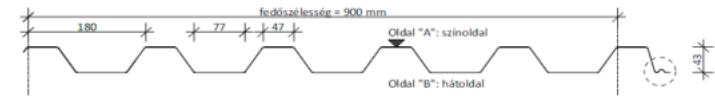
- Szelvény: STR45
- $t_{nom}=0,7\text{mm}$
- Négytámaszú
- $L=3000\text{mm}$
- Felfekvés: 50mm



- $qH, ULS=2,46\text{ kN/m}^2$
- $qH, SLS=1,46\text{ kN/m}^2$

STR45 tetőprofil statikai teherbírási táblázatok (kN/m<sup>2</sup>)

Szabvány: Eurocode (EN1993-1-3:2007; EN1993-1-5:2006)  
 Profil típus: Tetőprofil  
 Elhelyezés: Széles öv alul  
 ULS: Teherbírási határállapot (támaszélesség 50mm)  
 SLS: Használati határállapot (lehajlási korlát: L/150)  
 Teher iránya: Lefelé



Statikai váz	Vastagság (mm)	Folyáshatár (MPa)	ULS/SLS	Fesztáv (mm)									
				750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Kéttámaszú	0,4	250	ULS	4,37	3,28	2,63	2,17	1,59	1,22	0,96	0,78	0,65	0,54
	0,4	250	SLS	21,28	9,01	4,61	2,67	1,68	1,13	0,79	0,58	0,43	0,33
	0,5	250	ULS	7,58	5,65	4,53	3,72	2,73	2,09	1,65	1,34	1,11	0,83
	0,5	250	SLS	32,26	13,70	7,04	4,08	2,56	1,72	1,21	0,88	0,66	0,51
	0,6	250	ULS	11,11	8,33	6,67	5,46	4,00	3,07	2,42	1,96	1,62	1,26
	0,6	250	SLS	41,67	17,86	9,09	5,26	3,32	2,22	1,56	1,14	0,86	0,66
	0,7	350	ULS	17,54	13,16	10,53	8,77	6,45	4,93	3,89	3,16	2,61	2,09
	0,7	350	SLS	47,62	20,41	10,53	6,10	3,83	2,57	1,81	1,32	0,99	0,76
Háromtámaszú	0,4	250	ULS	4,81	3,15	2,23	1,67	1,30	1,04	0,85	0,71	0,60	0,52
	0,4	250	SLS	52,63	21,74	11,11	6,41	4,05	2,71	1,91	1,39	1,04	0,80
	0,5	250	ULS	8,20	5,38	3,82	2,86	2,22	1,78	1,46	1,22	1,04	0,89
	0,5	250	SLS	76,92	33,33	16,95	9,80	6,17	4,15	2,91	2,12	1,60	1,23
	0,6	250	ULS	11,77	7,69	5,46	4,08	3,18	2,55	2,08	1,74	1,47	1,27
	0,6	250	SLS	100,00	43,48	21,74	12,66	8,00	5,35	3,76	2,74	2,06	1,59
	0,7	350	ULS	18,52	12,20	8,62	6,49	5,05	4,05	3,32	2,78	2,36	2,02
	0,7	350	SLS	111,11	50,00	25,64	14,71	9,26	6,17	4,35	3,17	2,38	1,84
Négytámaszú	0,4	250	ULS	5,46	3,73	2,66	2,00	1,56	1,25	1,03	0,86	0,73	0,63
	0,4	250	SLS	40,00	17,24	8,85	5,10	3,22	2,15	1,51	1,10	0,83	0,64
	0,5	250	ULS	9,43	6,37	4,55	3,43	2,67	2,15	1,77	1,48	1,26	1,08
	0,5	250	SLS	62,50	26,32	13,51	7,81	4,90	3,29	2,31	1,68	1,27	0,98
	0,6	250	ULS	13,89	9,09	6,49	4,88	3,82	3,07	2,52	2,11	1,79	1,51
	0,6	250	SLS	83,33	34,48	17,54	10,10	6,33	4,26	2,99	2,18	1,64	1,26
	0,7	350	ULS	21,74	14,49	10,31	7,75	6,06	4,88	4,02	3,37	2,87	2,46
	0,7	350	SLS	90,91	40,00	20,00	11,63	7,35	4,90	3,45	2,51	1,87	1,46

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Swedsteel trapézlemezek – példa

- Teherfelvétel

### 2.1 Terhek karakterisztikus értéke:

Önsúly (kN/m <sup>2</sup> )	g <sub>1</sub> =	
Egyéb állandó teher (kN/m <sup>2</sup> )	g <sub>2</sub> =	
Hóteher (kN/m <sup>2</sup> )	p, <sub>s</sub> =	
Rendkívüli hóteher (kN/m <sup>2</sup> )	p, <sub>esl</sub> =	
Szélnyomás (kN/m <sup>2</sup> )	p, <sub>wp</sub> =	
Szélszívás (kN/m <sup>2</sup> )	p, <sub>ws</sub> =	
Tetőhajlás (fok)	α=	
	cos(α)=	

(kN/m <sup>2</sup> )	γ <sub>f</sub>	γ <sub>a</sub>	ψ <sub>0</sub>
0,08	1,35	1,00	
0,20	1,35	1,00	
1,00	1,50		0,50
2,00	1,00		0,00
0,15	1,50		0,60
-1,00	1,50		0,60

2,0
0,999

### 2.2 Mértékadó ULS teherkombináció (felületre merőleges komponens)

1) Kiemelt hóteher	q <sub>,ULS,1</sub> =	$\gamma_f \cdot (g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_p \cdot p_s \cdot \cos^2(\alpha) + \gamma_p \cdot \psi_0 \cdot p_{wp}$
	q <sub>,ULS,1</sub> =	2,01 kN/m <sup>2</sup>
2) Kiemelt szélnyomás	q <sub>,ULS,2</sub> =	$\gamma_f \cdot (g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_p \cdot \psi_0 \cdot p_s \cdot \cos^2(\alpha) + \gamma_p \cdot p_{wp}$
	q <sub>,ULS,2</sub> =	1,35 kN/m <sup>2</sup>
<b>Mértékadó nyomó jellegű</b>	q <sub>,ULS,ny</sub> =	max(q <sub>,ULS,1</sub> ; q <sub>,ULS,2</sub> )
	q <sub>,ULS,ny</sub> =	2,01 kN/m <sup>2</sup>
<b>Mértékadó szívó jellegű</b>	q <sub>,ULS,sz</sub> =	$\gamma_a \cdot g_1 \cdot \cos(\alpha) + \gamma_p \cdot p_{ws}$
	q <sub>,ULS,sz</sub> =	-1,42 kN/m <sup>2</sup>

### 2.3 Mértékadó rendkívüli hó teherkombináció (felületre merőleges komponens)

q <sub>,ELS</sub> =	$1,0 \cdot (g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + p_{esl} \cdot \cos^2(\alpha)$
q <sub>,ELS</sub> =	2,28 kN/m <sup>2</sup>

### 2.4 Mértékadó SLS teherkombináció (felületre merőleges komponens)

1) Kiemelt hóteher	q <sub>,SLS,1</sub> =	$(g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + p_s \cdot \cos^2(\alpha) + \psi_0 \cdot p_{wp}$
	q <sub>,SLS,1</sub> =	1,37 kN/m <sup>2</sup>
2) Kiemelt szélnyomás	q <sub>,SLS,2</sub> =	$(g_1 + g_2) \cdot \cos(\alpha) + \psi_0 \cdot p_s \cdot \cos^2(\alpha) + p_{wp}$
	q <sub>,SLS,2</sub> =	0,93 kN/m <sup>2</sup>
<b>Mértékadó nyomó jellegű</b>	q <sub>,SLS,ny</sub> =	max(q <sub>,SLS,1</sub> ; q <sub>,SLS,2</sub> )
	q <sub>,SLS,ny</sub> =	1,37 kN/m <sup>2</sup>
<b>Mértékadó szívó jellegű</b>	q <sub>,SLS,sz</sub> =	$g_1 \cdot \cos(\alpha) + p_{ws}$
	q <sub>,SLS,sz</sub> =	-0,92 kN/m <sup>2</sup>

## Teherbírési táblázatok

### ➤ Swedsteel trapézlemezek – példa

- Ellenőrzés

#### 3.1 Teherbírési határállapot - ULS

nyomó jellegű	$n, ULS =$	$q, ULS, ny/qH, ULS =$	<b>81,6%</b>	MEGFELEL!
szívó jellegű	$n, ULS =$	$q, ULS, sz/qH, ULS =$	<b>57,7%</b>	MEGFELEL!

#### 3.2 Rendkívüli határállapot - ELS

Rendkívüli hőteher	$n, ELS =$	$q, ELS/qH, ULS =$	<b>92,5%</b>	MEGFELEL!
--------------------	------------	--------------------	--------------	-----------

#### 3.3 Használati határállapot - SLS

nyomó jellegű	$n, SLS =$	$q, SLS, ny/qH, SLS =$	<b>94,0%</b>	MEGFELEL!
szívó jellegű	$n, SLS =$	$q, SLS, sz/qH, SLS =$	<b>63,2%</b>	MEGFELEL!



# Trapézlemezek

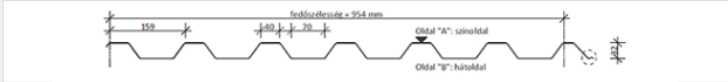

- Online statikai kalkulátor

**SWEDSTEEL TRAPÉZLEMEZEK - STATIKAI KALKULÁTOR EUROCODE SZERINT**

A kalkulátorral a gyakorlatban sűrűn előforduló eseteket lehet gyorsan méretezni. Ezekről eltérő adatok esetén kérje műszaki kollégáink segítségét: info@swedsteel.hu

**KIINDULÁSI ADATOK**

Profil	STR35	Tetőprofil: szélesöv alul
Lemezvastagság (mm)	0,5	
Statikai váz	Négytámaszú	
Fesztáv L(mm)	1500	Az adott termékhez a következő fesztávok között definiálhat: 750 és 3000 mm

**RÖGZÍTETT PARAMÉTEREK**

Acél folyáshatára (N/mm <sup>2</sup> )	250
Támasz szélesség (mm)	50
Lehajlási korlát	L/150

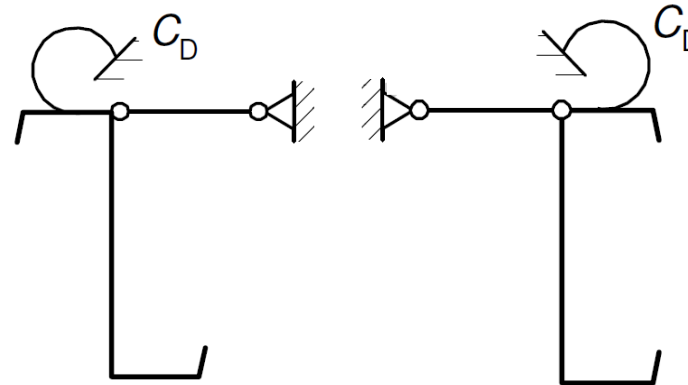
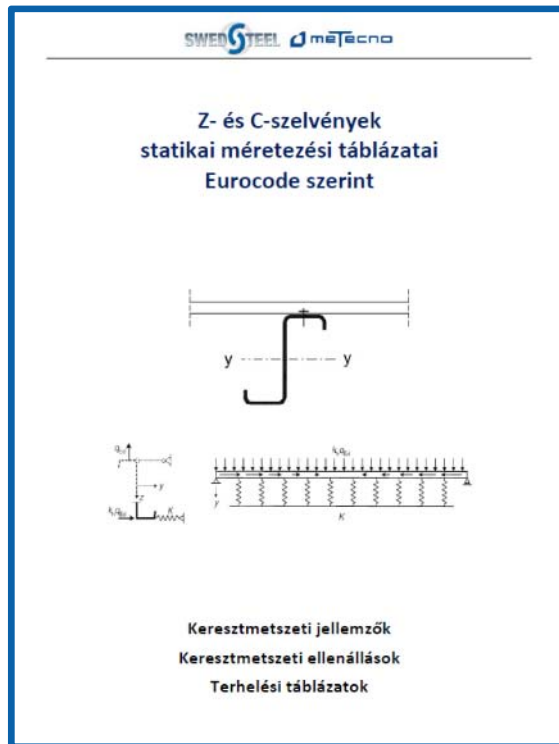
**EREDMÉNY: HATÁRTERHEK**

Határteher, ULS (kN/m <sup>2</sup> )	3,115	(Közéltő jelleggel a szívó jellegű terhekre is ezt vesszük figyelembe)
Határteher, SLS (kN/m <sup>2</sup> )	4,274	ULS: terherbírési határállapot SLS: használhatósági határállapot

<http://tudastar.swedsteel.hu>

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Z-/C-szelvények (szelemenek, falvázak, fióktartók)



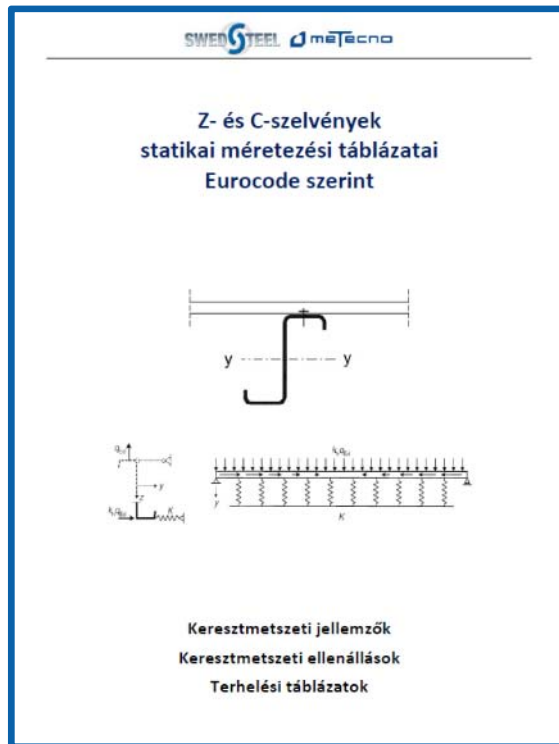
$$C_D = \frac{1}{\left(1 / C_{D,A} + 1 / C_{D,C}\right)}$$

$$C_{D,A} = 130p \text{ [Nm/m/rad]} \quad \mathbf{p=333mm}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{4(1-\nu^2)h^2(h_d + b_{\text{mod}})}{Et^3} + \frac{h^2}{C_D}$$

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Z-/C-szelvények (szelemenek, falvázak, fióktartók)

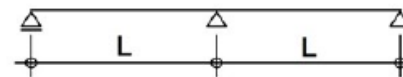


### A terhelési táblázatokban alkalmazott statikai vázak:

- Kéttámaszú tartó



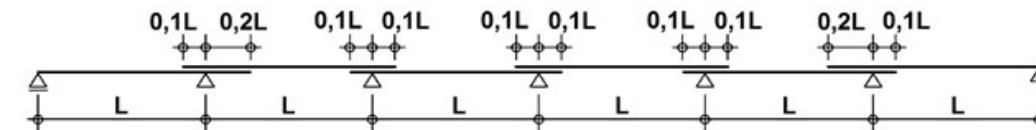
- Folytatólagos háromtámaszú tartó, egyenlő támaszközszel



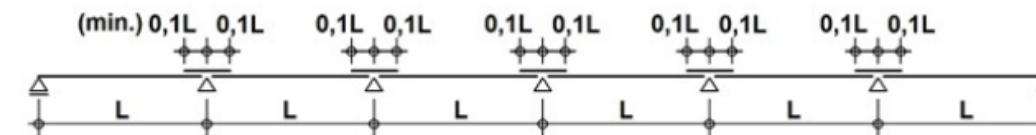
- Folytatólagos négytámaszú tartó, egyenlő támaszközszel



- Folytatólagos többtámaszú tartó, egyenlő támaszközszel, támaszok átfedésses-átlapolásos illesztéssel (csak Z-szelvények esetén)



- Folytatólagos többtámaszú tartó, egyenlő támaszközszel, támaszoknál toldóelemes illesztéssel (csak C-szelvény esetén)

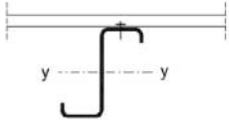
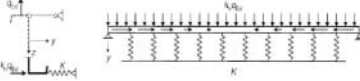


# Teherbírési táblázatok

## ➤ Z-/C-szelvények (szelemenek, falvázak, fióktartók)

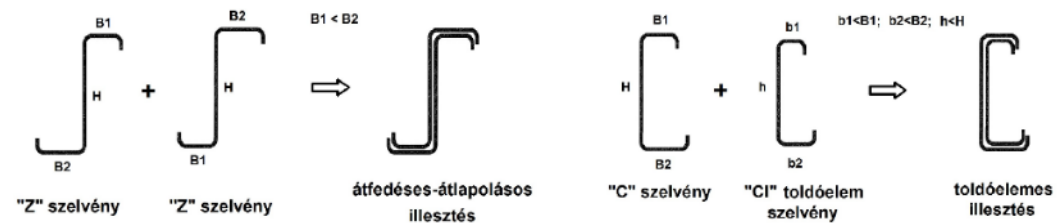
SWEDSTEEL meTECNO

Z- és C-szelvények  
statikai méretezési táblázatai  
Eurocode szerint

Keresztmetszeti jellemzők  
Keresztmetszeti ellenállások  
Terhelési táblázatok

### A Z- és C-szelvények toldása:



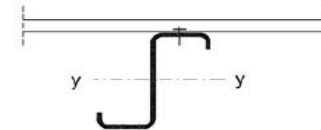
### A teherbírési táblázatok használata:

- A teherbírési értékek a gerendák hossz tengelyére merőleges, és gerinclemezsel egyező irányú terhekre vonatkoznak, ezért a ható terheknek is ezen komponensét kell képezni.
- Mértékadó teherkombinációk előállítás: teherbírasi (ULS) határállapotban parciális (biztonsági) tényezőkkel, használhatósági (SLS) határállapotban azok nélkül, karakterisztikus értékekkel.
- ULS határállapotban lefelé és felfelé ható terhelés esetén érvényes határértékek is szerepelnek.
- SLS határállapotban a fesztáv 200-ad részével ( $L/200$ ) egyenlő lehajláshoz tartozó teher értéke van megadva tökéletes rugalmas anyag esetén. Ebből következően más lehajlási korláthoz tartozó teherkorlát meghatározása egyszerű lineáris arányosítással történhet (pl. az  $L/300$ -hoz tartozó teher a táblázatban szereplő érték  $2/3$ -a).

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Z-szelemen – példa

Oldalirányú megtámasztás:  
 - felső öv: folyt. megtámasztott (csavarozás: 333mm-ként)  
 - alsó öv szabad  
 Támasz: csak nyírással, nincs felfekvés  
 Lehajlási korlát: L/200



- Szelvény: Z180ECO
- $t_1=2,0$ ;  $t_2=2,5$ mm
- Átfedéses 7-támaszú
- $L=5,00$ m
- Lehajlási korlát: L/300

- $q, ULS, le=3,448$  kN/m
- $q, ULS, fel=4,651$  kN/m
- $q, SLS, 200=5,208$  kN/m



- $q, SLS, 300=3,472$  kN/m

Szelvény	Övméret	statikai váz	t1 (mm)	t2 (mm)	sor	Távolság (m)								
						3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00			
Z180ECO	52/58	2-támaszú (1 nyílású)	1,2	---	ULS,le	3,125	1,972	1,791	1,032	0,764	0,585			
			1,2	---	ULS,fel	2,597	1,368	0,845	0,569	0,407	0,304			
			1,2	---	SLS (200)	4,878	2,062	1,055	0,611	0,384	0,258			
			1,5	---	ULS,le	4,310	2,717	1,901	1,420	1,110	0,873			
			1,5	---	ULS,fel	3,861	2,049	1,269	0,856	0,613	0,458			
			1,5	---	SLS (200)	6,410	2,710	1,87	0,802	0,505	0,338			
			2,0	---	ULS,le	6,173	3,891	2,225	2,037	1,592	1,285			
			2,0	---	ULS,fel	5,988	3,145	1,442	1,307	0,935	0,698			
			2,0	---	SLS (200)	8,547	3,623	1,855	1,073	0,676	0,452			
			2,5	---	ULS,le	7,576	4,785	3,256	2,500	1,957	1,580			
			2,5	---	ULS,fel	7,576	3,937	2,115	1,623	1,157	0,864			
			2,5	---	SLS (200)	10,753	4,525	2,115	1,340	0,845	0,566			
			Z180ECO	52/58	folytatólagos 3-támaszú (2 nyílású)	1,2	---	ULS,le	2,315	1,333	0,894	0,645		
						1,2	---	ULS,fel	3,155	1,988	1,193	1,040		
1,2	---	SLS (200)				11,765	4,975	2,445	1,471					
1,5	---	ULS,le				3,247	1,912	1,105	0,952					
1,5	---	ULS,fel				4,348	2,740	1,116	1,433					
1,5	---	SLS (200)				15,385	6,536	3,444	1,934					
2,0	---	ULS,le				4,717	2,809	1,446	1,435					
2,0	---	ULS,fel				6,211	3,922	2,447	2,053					
2,0	---	SLS (200)				20,833	8,696	4,664	2,584					
2,5	---	ULS,le				5,952	3,509	2,221	1,789					
2,5	---	ULS,fel				7,634	4,831	3,178	2,525					
2,5	---	SLS (200)				25,641	10,870	5,887	3,236					
Z180ECO	52/58	átfedéses 7-támaszú (6 nyílású) 10+20%				1,2	1,5	ULS,le	4,566	2,551	1,195	1,232	0,943	0,745
						1,2	1,5	ULS,fel	6,623	3,984	2,115	1,613	1,148	0,855
			1,2	1,5	SLS (200)	14,493	6,098	3,125	1,808	1,140	0,763			
			1,5	2,0	ULS,le	6,623	3,731	2,100	1,838	1,420	1,125			
			1,5	2,0	ULS,fel	9,174	5,780	2,116	2,451	1,739	1,294			
			1,5	2,0	SLS (200)	19,231	8,130	4,449	2,404	1,515	1,014			
			2,0	2,5	ULS,le	8,929	5,056	3,448	2,550	1,972	1,565			
			2,0	2,5	ULS,fel	11,628	7,353	4,651	3,077	2,179	1,618			
			2,0	2,5	SLS (200)	24,390	10,204	5,208	3,021	1,901	1,274			
			2,5	2,5	ULS,le	9,804	5,525	3,731	2,762	2,128	1,686			
			2,5	2,5	ULS,fel	11,905	7,519	4,808	3,185	2,247	1,667			
			2,5	2,5	SLS (200)	25,000	10,417	5,348	3,096	1,946	1,304			

# Teherbírási táblázatok

## ➤ Z-szelemen – példa

- Teherfelvétel

### 2.1 Terhek karakterisztikus értéke:

Szelemen önsúlya (kN/m)  
 Tetőburkolat súlya (kN/m<sup>2</sup>)  
 Egyéb állandó teher (kN/m<sup>2</sup>)  
 Hóteher (kN/m<sup>2</sup>)  
 Rendkívüli hóteher (kN/m<sup>2</sup>)  
 Szélnyomás (kN/m<sup>2</sup>)  
 Szélszívás (kN/m<sup>2</sup>)

g1=  
 g2=  
 g3=  
 p,s=  
 p,esl=  
 p,wp=  
 p,ws=

	$\gamma_f$	$\gamma_a$	$\psi_{f,0}$
0,06	1,35	1,00	
0,15	1,35	1,00	
0,10	1,35	1,00	
1,00	1,50		0,50
2,00	1,00		0,00
0,12	1,50		0,60
-0,82	1,50		0,60

Tetőhajlás (fok)

$\alpha$ =

12,0

$\cos(\alpha)$ =

0,978

Szelemenek kiosztása (m)

b=

1,50

### 2.2 Mértékadó ULS teherkombináció (felületre merőleges komponens)

1) Kiemelt hóteher

q,ULS,1=

$$\gamma_f \cdot g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot (\gamma_f \cdot (g_2 + g_3) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_f \cdot p, s \cdot \cos^2(\alpha) + \gamma_f \cdot \psi_{f,0} \cdot p, wp)$$

q,ULS,1=

2,89 kN/m

2) Kiemelt szélnyomás

q,ULS,2=

$$\gamma_f \cdot g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot (\gamma_f \cdot (g_2 + g_3) \cdot \cos(\alpha) + \gamma_f \cdot \psi_{f,0} \cdot p, s \cdot \cos^2(\alpha) + \gamma_f \cdot p, wp)$$

q,ULS,2=

1,92 kN/m

Mértékadó nyomó jellegű

q,ULS,ny=

$$\max(q, ULS, 1; q, ULS, 2)$$

q,ULS,ny=

2,89 kN/m

Mértékadó szívó jellegű

q,ULS,sz=

$$\gamma_a \cdot g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot (\gamma_a \cdot g_2 \cdot \cos(\alpha) + \gamma_f \cdot p, ws)$$

q,ULS,sz=

-1,57 kN/m

### 2.3 Mértékadó rendkívüli hó teherkombináció (felületre merőleges komponens)

q,ELS=

$$1,0 \cdot g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot (1,0 \cdot (g_2 + g_3) \cdot \cos(\alpha) + p, esl \cdot \cos^2(\alpha))$$

q,ELS=

3,30 kN/m

### 2.4 Mértékadó SLS teherkombináció (felületre merőleges komponens)

1) Kiemelt hóteher

q,SLS,1=

$$g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot ((g_2 + g_3) \cdot \cos(\alpha) + p, s \cdot \cos^2(\alpha) + \psi_{f,0} \cdot p, wp)$$

q,SLS,1=

1,97 kN/m

2) Kiemelt szélnyomás

q,SLS,2=

$$g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot ((g_2 + g_3) \cdot \cos(\alpha) + \psi_{f,0} \cdot p, s \cdot \cos^2(\alpha) + p, wp)$$

q,SLS,2=

1,19 kN/m

Mértékadó nyomó jellegű

q,SLS,ny=

$$\max(q, SLS, 1; q, SLS, 2)$$

q,SLS,ny=

1,97 kN/m

Mértékadó szívó jellegű

q,SLS,sz=

$$g_1 \cdot \cos(\alpha) + b \cdot (g_2 \cdot \cos(\alpha) + p, ws)$$

q,SLS,sz=

-0,95 kN/m

# Teherbírési táblázatok

## ➤ Z-szelemen – példa

- Ellenőrzés

### 3.1 Teherbírési határállapot - ULS

nyomó jellegű  
szívó jellegű

$n, ULS =$   $q, ULS, ny/qH, ULS, ny =$   
 $n, ULS =$   $q, ULS, sz/qH, ULS, sz =$

83,8%	MEGFELEL!
33,7%	MEGFELEL!

### 3.2 Rendkívüli határállapot - ELS

Rendkívüli hőteher

$n, ELS =$   $q, ELS/qH, ULS, ny =$

95,6%	MEGFELEL!
-------	-----------

### 3.3 Használati határállapot - SLS

nyomó jellegű  
szívó jellegű

$n, SLS =$   $q, SLS, ny/qH, SLS =$   
 $n, SLS =$   $q, SLS, sz/qH, SLS =$

56,7%	MEGFELEL!
27,4%	MEGFELEL!

# Z-/C-szelvények

- Online statikai kalkulátor

**SWEDSTEEL Z/C GERENDÁK - STATIKAI KALKULÁTOR EUROCODE SZERINT**

A kalkulátorral a gyakorlatban sűrűn előforduló eseteket lehet gyorsan méretezni. Ezekről eltérő adatok esetén kérje műszaki kollégáink segítségét: [info@swedsteel.hu](mailto:info@swedsteel.hu)

**KIINDULÁSI ADATOK**

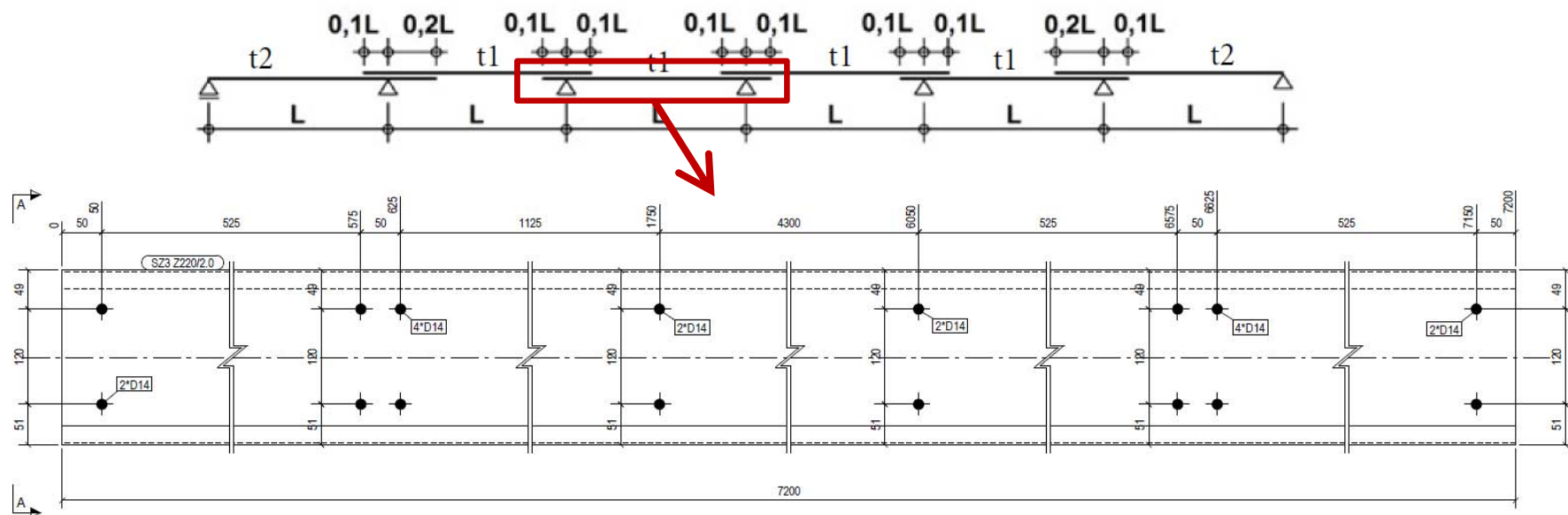
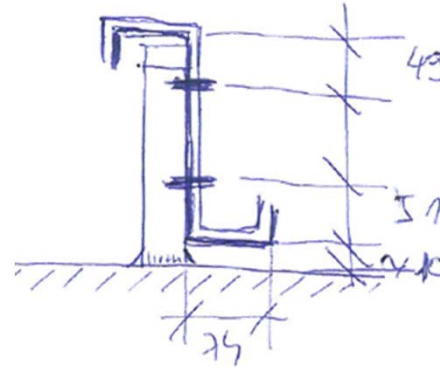
Tetőszeelement vagy falvázat tervezne?	<input type="text" value="Tetőszeelement"/>	
Gerenda típusa	<input type="text" value="Z gerenda"/>	
Acél folyáshatára (N/mm <sup>2</sup> )	<input type="text" value="350"/>	
Profil	<input type="text" value="Z220"/>	
Lemezvastagság (mm)	<input type="text" value="2,5"/>	Közbenső nyílásban lévő elemek vastagsága
Lemezvastagság a szélső nyílásokban	<input type="text" value="3,00"/>	
Statikai váz	<input type="text" value="Folytatólagos héttámaszú, átfedéses"/>	
Fesztáv L(mm)	<input type="text" value="6000"/>	Az adott termékhez a következő fesztávok között definiálhat: 3000 és 9000 mm
Lehajlási korlát	<input type="text" value="L/300"/>	

<http://tudastar.swedsteel.hu>



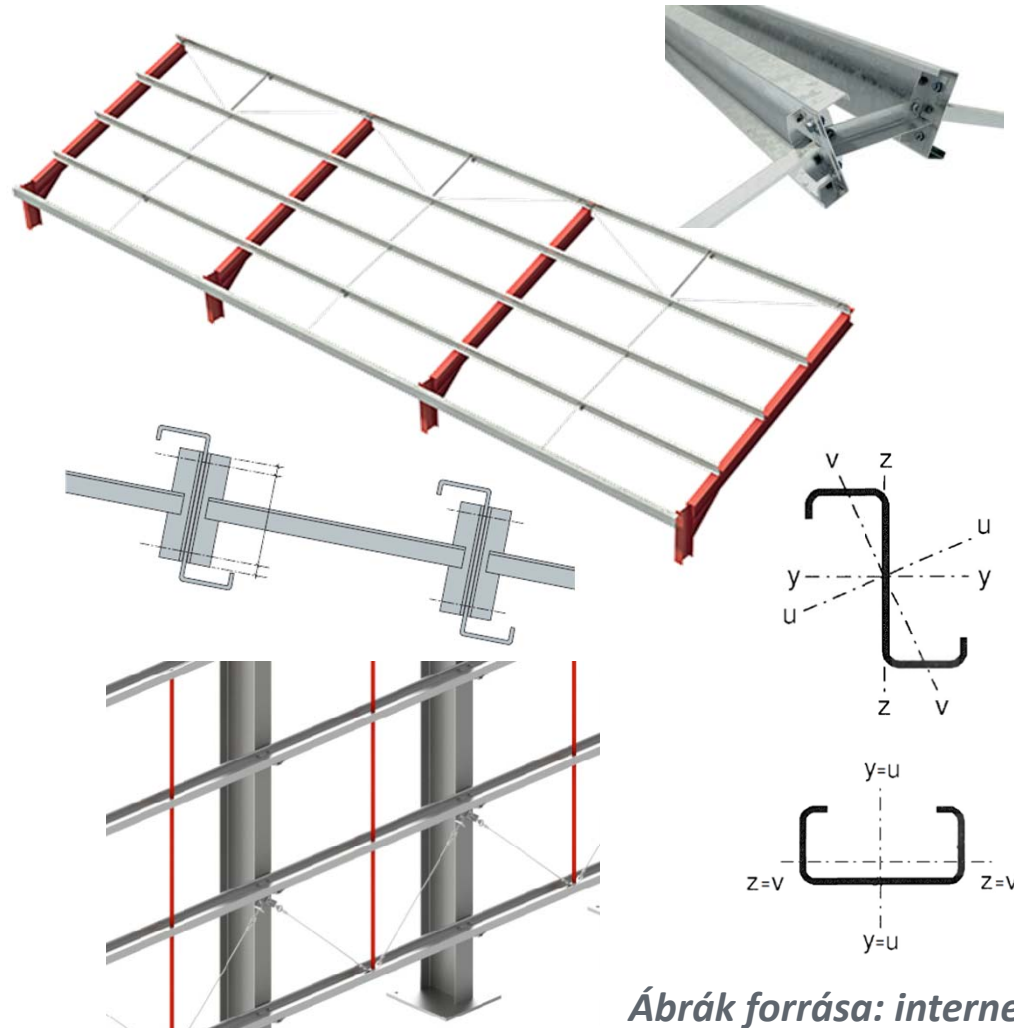
## Z-/C-szelvények – speciális témák...

- Végtagaszok kialakítása: szelemenbakok
- Szelemenlyukasztások optimálisan



## Z-/C-szelvények – speciális témák...

- Tetősíkba eső teherkomponensek felvétele: burkolat által vagy felfüggesztéssel
- Meredek tetőhajlás esete (15-20 fok felett)
- Oldalirányú felfüggesztések ill. megtámasztások a végtámaszok között
- Szerelési állapot



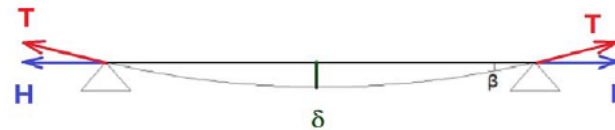
Ábrák forrása: internet

## Z-/C-szelvények

- **Mérnöki támogatás:**
  - tűzállósági igazolás (R15, R30) egyedileg, projektenként
  - EN1991-1-2, 1993-1-2
  - Tűzmodell
  - Hőmérsékleti analízis
  - Acél anyagmodell
  - Tűzzel egyidejű teher meghatározása
  - Szerkezeti modell
  - Mechanikai analízis

### Szelemen ellenőrzése R15 tűzállóságra

Kéttámaszú modellel, húzott kótel módszerrel



Egyensúlyi egyenlet:

$$\delta^3 - \frac{3}{8} \varepsilon_{\theta} L^2 \delta - \frac{3qL^4}{64E_{\theta}A} = 0$$

Mennyiségek:

$$\beta = \frac{4\delta}{L} \quad T = \frac{H}{\cos \beta} \quad H\delta = \frac{qL^2}{8} \rightarrow H = \frac{qL^2}{8\delta}$$

Gerenda szelvénye:

Acél hőmérséklete (15perc):

Fajlagos nyúlás hőm.vált.:

Folyáshatár normál:

Folyáshatár red. tényező tűz:

Folyáshatár tűz esetén:

Szakítószilárdság normál:

Szak.szil. red. tényező tűz:

Szakítószilárdság tűz esetén:

Rug.modulus:

Rug.mod. red. tényező tűz:

Rug. modulus tűz esetén:

Teljes km-i terület:

Fesztáv:

Egyenletes megoszló teher:

(EC szerinti rendkívüli kombináció tűz esetén)

Swedsteel Z220/66/74/2,0 (S350)

$\theta = 738,6 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\varepsilon(\theta) = 0,010804$

$f_y = 35 \text{ kN/cm}^2$

$k_y(\theta) = 11,0\%$

$f_y(\theta) = 3,85 \text{ kN/cm}^2$

$f_u = 42 \text{ kN/cm}^2$

$k_u(\theta) = 11,0\%$

$f_u(\theta) = 4,62 \text{ kN/cm}^2$

$E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

$kE(\theta) = 11,0\%$

$E(\theta) = 2310 \text{ kN/cm}^2$

$A_g = 7,7 \text{ cm}^2$

$L = 600 \text{ cm}$

$q = 0,0072 \text{ kN/cm}$

biztonság javára feltételezve  
EC3-1-2, 3.4.1.1., (3.1b)

EC3-1-2, Table E.1

EC3-1-2, Table E.1

EC3-1-2, Table 3.1

Lehajlás közepén:

$\delta = 39,01 \text{ cm}$

Vízszintes támaszerő:

$H = 8,30 \text{ kN}$

Támaszfordulás:

$\beta = 0,260 \text{ rad}$

Kötél erő (húzóerő):

$T = 8,59 \text{ kN}$

# Szakmai tudástár – Táblázatok, kalkulátorok helye

<http://tudastar.swedsteel.hu>



SWEDSTEEL meTecno ENG SZAKMAI TUDÁSTÁR Kapcsolat | Belépés

### A tervezői portálról

Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus non, auctor rutrum leo. Mauris posuere elit ipsum, eu tristique lorem accumsan vel. Sed malesuada turpis non diam consequat, et sagittis velit condimentum. Phasellus vel cursus mi.

### Belépés és regisztráció

Facebook E-mail

Google jelszó

Emélezz rám

Effejejttem a jelszavam

### Kérdezze a gyártót

Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus non, auctor rutrum leo. Mauris posuere elit ipsum, eu tristique lorem accumsan vel. Sed

### Szakmai tudástár

- Általános dokumentumok**  
Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus
- Katalógusok**  
Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus
- Csomópontok**  
Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus
- Statika**  
Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus
- Energetika**  
Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus
- Tűzvédelem**  
Amet, consectetur adipiscing elit. Sed urna felis, tincidunt sed posuere ac, malesuada in mi. Ut justo nisi, consequat non maximus

# Vége

