



2. ELŐADÁS

Az ábrák forrása:

- [1] Dr. Németh György: Tartószerkezetek III., Acélszerkezetek méretezésének alapjai
- [2] Halász Ottó - Platthy Pál: Acélszerkezetek
- [3] Ádány Sándor - Dulácska Endre – Dunai László – Fernezelyi Sándor – Horváth László: Acélszerkezetek, 1. Általános eljárások, Tervezés az Eurocode alapján
- [4] Dr. Csellár Ödön – Szépe Ferenc: Táblázatok acélszerkezetek méretezéséhez

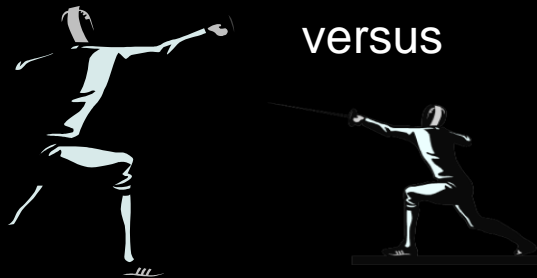
A szerkezeti acél előnyös tulajdonságai I. :

- a nagy szilárdság és szívósság,
- a rugalmasság és a nagy rugalmassági tényező,
- nagy képlékenység,
- az egyenletes minőség,
- a szilárdsági és alakváltozási tulajdonságok tág határok közötti szabályozhatósága,
- a könnyű alakíthatóság (kovácsolható, hengerelhető, sajtolható, húzható, önthető),

A szerkezeti acél előnyös tulajdonságai II. :

- ❑ a könnyű megmunkálhatóság (fúrható, vágható, fűrészselhető, forgácsolható, hegeszthető, pácolható),
- ❑ húzásra-nyomásra igénybe vehető,
- ❑ az ütésekkel és ismételt igénybevételekkel szembeni nagy ellenállóképesség.

ACÉL



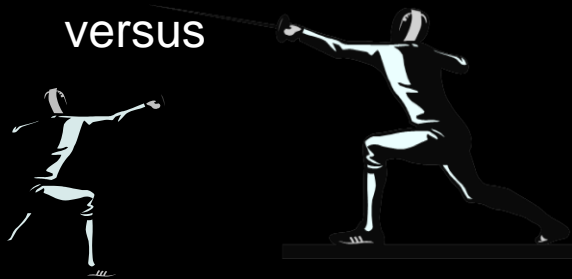
versus

**BETON, VASBETON,
TÉGLA, KŐ**

- azonos teherbírásnál könnyebb
- kisebb szerkezeti magasság
- nagyobb fesztáv
- képlékeny tartaléka miatt jobban bírja a földrengést
- gyártása automatizálható, gépesíthető
- könnyen átalakítható, bővíthető, áthelyezhető
- könnyen megerősíthető
- könnyen bontható és újrahasznosítható
- könnyen előregyártható, gyorsan szerelhető, kevés állványt igényel

ACÉL

versus

BETON, VASBETON,
TÉGLA, KŐ

- ❑ az acél rozsdásodik (korrózióvédelem)



átlagos körülmények 0,1-0,2 mm/év,
kedvezőtlen esetben 1 mm/év



- ❑ az acélszerkezetek nem tűzállóak (600-700 C°



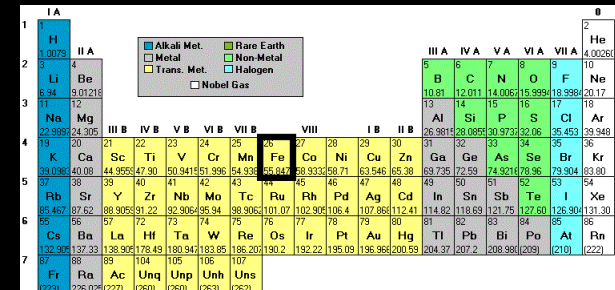
- ❑ az acél viszonylag drága építőanyag



A vas különböző vegyületek formájában a földkéreg 4-5 %-ára terjed ki.

A kémiaailag tiszta vas (Fe = ferrum)

- kékesfehér színű, fémes fényű,
- könnyen oxidálódó,
- jól nyújtható és kovácsolható,
- nem nagyon kemény,
- csak kis mennyiségben, laboratóriumi körülmények között állítható elő
- akkor tekintjük tisztának a fémeket, ha bennük az idegen anyag 0,0005 %-nál kevesebb



Legend:

- Alkali Met.
- Metal
- Trans. Met.
- Rare Earth
- Non-Metal
- Halogen
- Nobel Gas

Az ipar nem tiszta vasat, hanem **ipari (technikai) színvasat** valamint **vasötvözetet** használ.

Ipari színvas

- kékesfehér színű, fémes fényű,
- az előállítástól függően 99,90-99,99 % tisztaságú,
- mechanikai tulajdonságai gyakorlatilag azonos a kémiaailag tiszta vaséval,
- főleg az elektotechnikában használják

Vasötvözet

- ❑ több mint felerészben vasból állnak, de vastartalmuk nem éri el az ipari színvasaknál megkövetelt szintet,
- ❑ sokféle vasötvözet ismert,
- ❑ a nagy tömegben előállított ipari vasötvözetek a kémiaileg tiszta vas mellett legalább 0,6 %-ban (legtöbbször lényegesen nagyobb mennyiségben) egyéb anyagokat is tartalmaznak,
- ❑ szilárdsági és technológiai tulajdonságaik tekintetében jelentősen eltérnek a színvasaktól.

Acél

- *Az acél vasból, szénből és egyéb anyagokból (ötvözők, szennyezők) álló kohászati termék.*
- *Melegen hengerelhető, kovácsolható ipari vasötvözet.*
- **Rendszerint az 1,7 %-nál kisebb széntartalmú, gyengén ötvözött anyagok megfelelően magas hőmérsékleten kovácsolhatók, azaz acélnak tekinthetők (széntartalma általában a 0,3 %-ot sem éri el).**
- *Az „acél” tehát egy pontosan nem körülhatárolható gyűjtőfogalom.*

Az acéllal szemben megkövetelt tulajdonságok

- jó megmunkálhatóság
- melegen kovácsolható, hengerelhető, vágható, forgácsolható legyen
- szívós és képlékeny legyen
- nagy szilárdságú legyen (minőségét a vegyi összetétel döntően befolyásolja)

ÖTVÖZŐK ÉS SZENNYEZŐK:

□ Szennyezőként leggyakrabban előforduló kémiai elemek:

oxigén, nitrogén, hidrogén, kén, foszfor, réz,
(sok szén), (sok szilícium)

□ Ötvözőként leggyakrabban előforduló kémiai elemek:

Szén, mangán, szilícium, nikkel, króm,
wolfram, molibdén, vanádium, titán

SZENNYEZŐK:

OXIGÉN

- főleg vegyületek formájában fordul elő

- Csökkenti a szilárdságot,
- Csökkenti a nyúlóképességet,
- Csökkenti a szívósságot,
- Csökkenti a kovácsolhatóságot
- Növeli az ötvözet izzó állapotban előforduló törékenységi hajlamát (vöröstörékenység)
- Növeli a ridegtörési hajlamot



SZENNYEZŐK:

NITROGÉN

- felkeményíti az acélt a képlékenység és a szívósság rovására
- fokozza az öregedési hajlamot
- növeli az acél 300 C° körüli hőmérsékleten előálló törékenységet (kéktörékenység)



- mikroötvözésnél, mint ötvöző szerepel



SZENNYEZŐK:

HIDROGÉN

- gyakran repedést okoz,
- elridegíti az acélt,
- porózussá teszi az acélt



AZ EGYIK LEGKÁROSABB SZENNYEZŐ !!!

SZENNYEZŐK:

KÉN

- csökkenti a képlékenységet,
- csökkenti a korrózióval szembeni ellenállást,
- hegesztett szerkezeteknél gyakran repedéseket okoz



- javítja a forgácsolhatóságot



SZENNYEZŐK:

FOSZFOR

- növeli a ridegséget
- növeli a ridegtörési hajlamot
- növeli a kéktörékenységet
- foszfor + hidrogén
foszfor + kén



hegesztett szerkezeteken
repedéseket idéznek elő !



- növeli a szilárdságot,
- növeli az önthetőséget,
- növeli a korrózióval szembeni ellenállást



SZENNYEZŐK:

RÉZ

csökkenti a képlékenységet



növeli az acél szilárdságát



növeli a korrózióval szembeni ellenállást

- néha a korrózióval szembeni védelem céljából tudatosan viszik be a gyártás során (ötvözés)

ÖTVÖZŐK:

SZÉN

A SZÉNTARTALOM NÖVEKEDÉSÉVEL

NŐ AZ ACÉL :

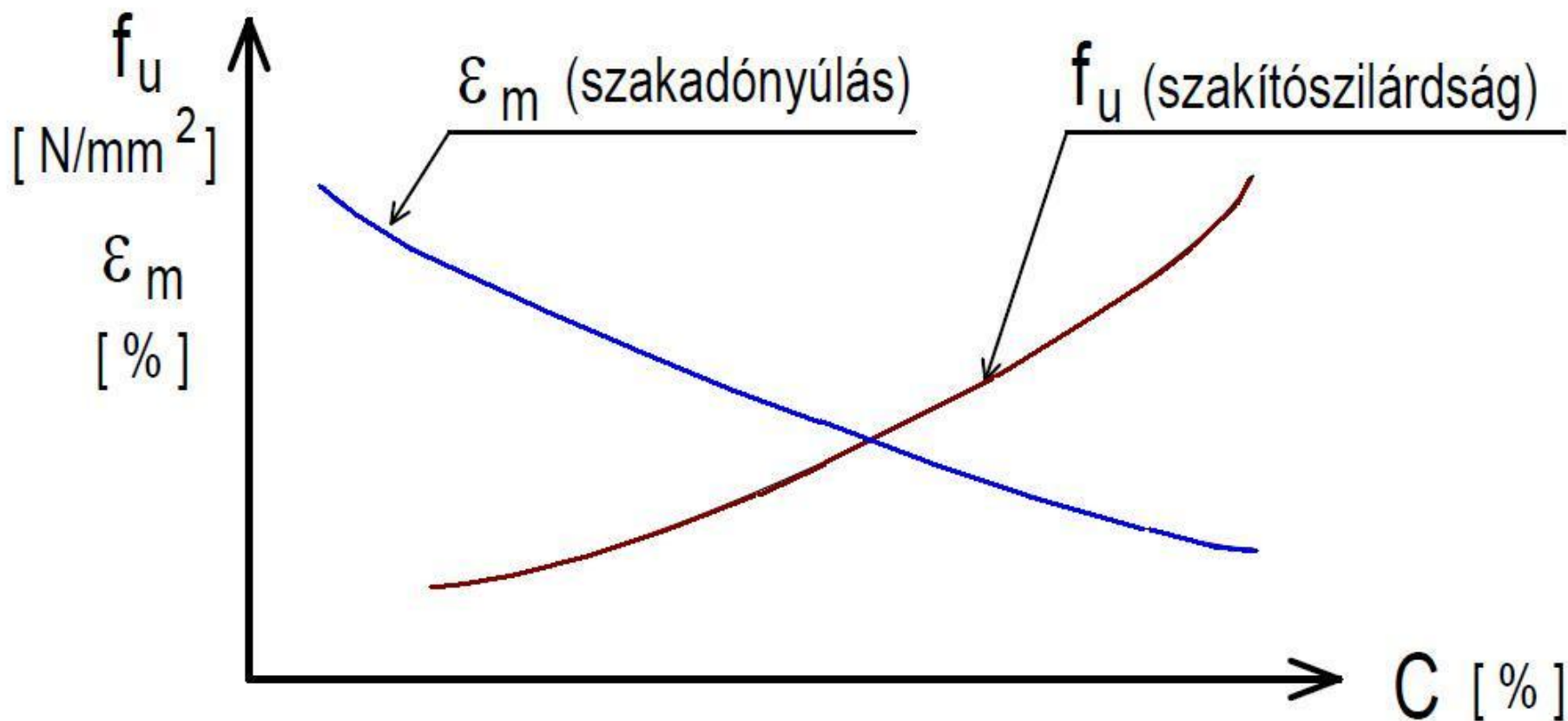
- szilárdsága,
- keménysége,
- kopásállósága,
- edzhetősége.



CSÖKKEN AZ ACÉL :

- képlékenysége,
- a hideg- és melegalakíthatósága,
- a hegeszthetősége,
- a forgácsolhatósága,
- a korrózióval szembeni ellenállása.





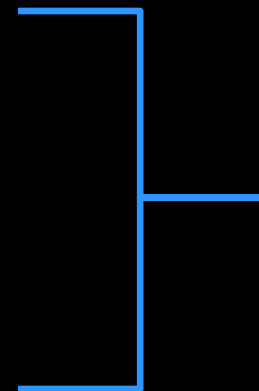
A széntartalom hatása az acél tulajdonságaira

ÖTVÖZŐK:

MANGÁN



- növeli az acél szilárdságát,
- növeli a kopásállóságát,
- növeli korrózióval szembeni ellenállását
- csökkenti a kén okozta vöröstörékenységi hajlamot

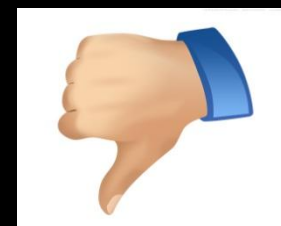


közben nem

változik a

képlékenység

- rontja a forgácsolhatóságot



ÖTVÖZŐK:

SZILICIUM



NŐVELI AZ ACÉL:

- keménységét,
- kopásállóságát,
- rozsdállósságot
- savállósságot,
- tűzállóságát.



CSÖKKENTI AZ ACÉL:

- a képlékenységet,
- az alakíthatóságot,
- a forgácsolhatóságot,
- a hegeszthetőséget.

□ Ötvözetlen acélok (szénacélok):

C + maximum 1,65 % ötvöző

□ Ötvözött acélok:

□ Közepesen ötvözött acélok

C + 1,65 – 5,00 % ötvöző

□ Erősen ötvözött acélok

C + 5,00 % -nál több ötvöző

□ Mangánötvöztetés:

Széntartalom 0,2 % alatt

$$f_y = 220-260 \text{ N/mm}^2$$



$$f_y = 350 \text{ N/mm}^2$$

MIKROÖTVÖZÉS:

mangán + néhány század % egyéb ötvözőelem
(a hegeszthetőség nem romlik, de a szilárdság nő)

- mangán + nitrogén + nitriddképző fém (pl: alumínium, titán)
elősegíti a nitriddképződést (finomszemcsés nagy szilárdságú szövetszerkezetet eredményez)

bórral való ötvözés

mangán + nitriddképzők + kis mennyiségű króm, nikkel és molibdén + 0,002 – 0,006 % bór

$$f_y = 500 - 700 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{nemesítéssel: } f_y = 800 - 1000 \text{ N/mm}^2$$

HENGERELT TERMÉKEK:


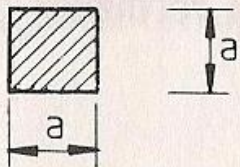

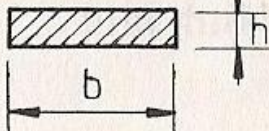
- melegen hengerelt termékek
 - rúdacélok,
 - idomacélok,
 - hengerhuzalok,
 - síklemezek és szalagok,
 - hengerelt csőszelvények,
 - egyéb hengerelt termékek.

- hidegen hengerelt termékek



RÚDACÉLOK

- további feldolgozásra gyártják (intermedierek)
- hosszú egyenes darabok
- betonacél, gépészeti nyersanyag, csavarok, huzalok

Magnevezés és alak	Méret [mm]			
	Legkisebb		Legnagyobb	
Köracél 	a		a	
	7		180	
Négyzetacél 	a		a	
	6		60	
Hatszögacél 	a		a	
	10		48	
Laposacél 	b	h	b	h
	10	3	140	50

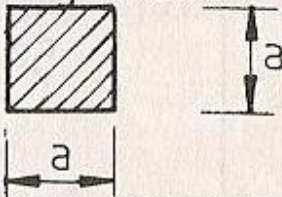
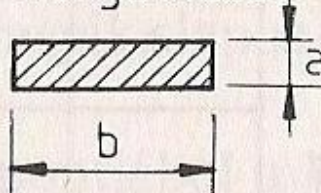
Fontosabb rúdacélok [2]

HENGERHUZALOK

➤ további feldolgozásra gyártják (intermedierek)

➤ betonacél, szög, huzal, kábel

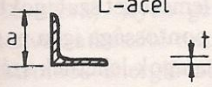
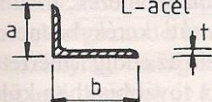
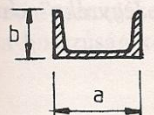
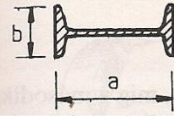
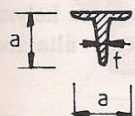
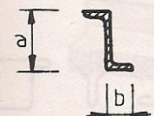
➤ felcsévélve, tekercsben szállítják

Megnevezés és alak	Méret [mm]			
	Legkisebb		Legnagyobb	
Kör keresztmetsztű hengerhuzal 	a		a	
	5,5		15	
Négyzetes hengerhuzal 	a		a	
	6		11	
Lapos hengerhuzal 	a	b	a	b
	10	4	20	12

Fontosabb hengerhuzalok [2]

IDOMACÉLOK

- a hagyományos km.típusok a hegesztés elterjedésével veszítettek jelentőségükből
- elterjedtek a szélestalpú hengerelt szelvények (pl: HEA400) (importárú)

Megnevezés és alak	Méret [mm]				Szabvány száma		
	Legkisebb		Legnagyobb				
Egyenlőszárú L-acél 	a	t	a	t	MSZ 328		
	20	3	200	20			
Egyenlőtlen szárú L-acél 	a	b	t	a	b	t	MSZ 329
	25	40	4	100	150	14	
U-acél 	a	b	a	b	MSZ 326		
	50	38	300	100			
I-acél 	a	b	a	b	MSZ 325		
	80	42	400	155			
Magasgerincű T-acél 	a	t	a	t	MSZ 324		
	20	3	75	8			
Z-acél 	a	b	a	b	MSZ 4311		
	30	15	60	50			

Hagyományos idomacélok [2]

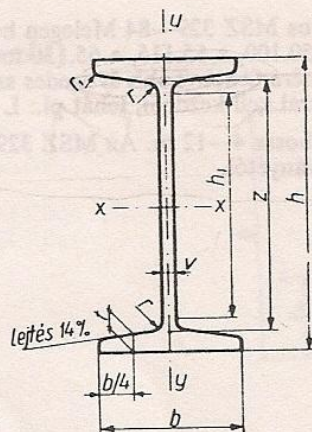
I-szelvény

MSZ 325—51

Megnevezés:

Pl. a 260 mm magas I-szelvény
megnevezése:

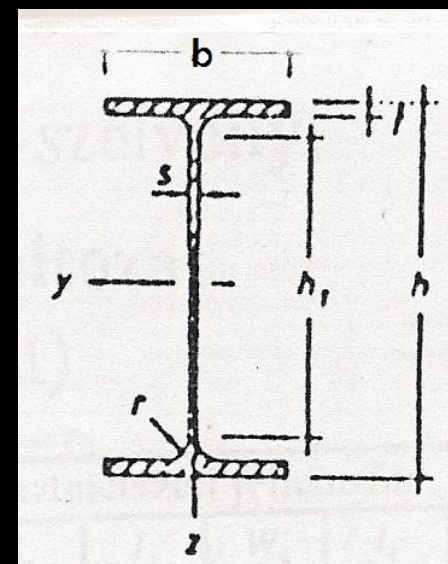
I 260 MSZ 325



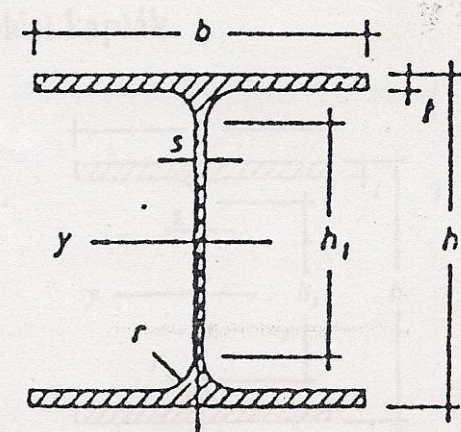
S_x a félszelvény statikai nyomatéka az $x-x$ súlyponti tengelyre.
 $z = J_x / S_x$ a belső erők karja, a nyomó- és húzófeszültségek eredőinek távolsága.

Méretek						A	G	x—x tengelyre				
h	h ₁	b	v=r	t	r ₁			J _x	W _x	i _x	S _x	z
mm						cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm
80	59	42	3,9	5,9	2,3	7,57	5,94	77,8	19,3	3,20	11,4	6,8
100	76	50	4,5	6,8	2,7	10,6	8,34	171	34,2	4,01	19,9	8,5
120	92	58	5,1	7,7	3,1	14,2	11,1	328	54,7	4,81	31,8	10,3
140	109	66	5,7	8,6	3,4	18,2	14,3	573	81,9	5,61	47,7	12,0
160	126	74	6,3	9,5	3,8	22,8	17,9	935	117	6,40	68,0	13,7
180	142	82	6,9	10,4	4,1	27,9	21,9	1 450	161	7,20	93,4	15,5
200	159	90	7,5	11,3	4,5	33,4	26,2	2 140	214	8,00	125	17,2
220	176	98	8,1	12,2	4,9	39,5	31,1	3 060	278	8,80	162	18,9
240	192	106	8,7	13,1	5,2	46,1	36,2	4 250	354	9,59	206	20,6
260	209	113	9,4	14,1	5,6	53,3	41,9	5 740	442	10,4	257	22,3
280	225	119	10,1	15,2	6,1	61,0	47,9	7 590	542	11,1	316	24,0
300	242	125	10,8	16,2	6,5	69,0	54,2	9 800	653	11,9	381	25,7
320	258	131	11,5	17,3	6,9	77,7	61,0	12 510	782	12,7	457	27,4
340*	274	137	12,2	18,3	7,3	86,7	68,0	15 700	923	13,5	540	29,1
360	290	143	13,0	19,5	7,8	97,0	76,1	19 610	1090	14,2	638	30,7
380*	307	149	13,7	20,5	8,2	107	84,0	24 010	1260	15,0	741	32,4
400	323	155	14,4	21,6	8,6	118	92,4	29 210	1460	15,7	857	34,1

IPE	mérések						statikai adatok										g kN/m
	h mm	b mm	s mm	i mm	r mm	h ₁ mm	A cm ²	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _z cm ⁴	W _z cm ³	i _z cm	S _y cm ³	s _y cm		
80	80	46	3,8	5,2	5	59	7,64	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	11,6	6,90	0,060	
100	100	55	4,1	5,7	7	74	10,3	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	19,7	8,68	0,081	
120	120	64	4,4	6,3	7	93	13,2	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	30,4	10,5	0,104	
140	140	73	4,7	6,9	7	112	16,4	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	44,2	12,3	0,129	
160	160	82	5,0	7,4	9	127	20,1	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	61,9	14,0	0,158	
180	180	91	5,3	8,0	9	146	23,9	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	83,2	15,8	0,188	
200	200	100	5,6	8,5	12	159	28,5	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	110	17,6	0,224	
220	220	110	5,9	9,2	12	177	33,4	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	143	19,4	0,262	
240	240	120	6,2	9,8	15	190	39,1	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	183	21,2	0,307	
270	270	135	6,6	10,2	15	219	45,9	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	242	23,9	0,361	
300	300	150	7,1	10,7	15	248	53,8	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	314	26,6	0,422	
330	330	160	7,5	11,5	18	271	62,6	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	402	29,3	0,491	
360	360	170	8,0	12,7	18	298	72,7	16270	904	15,0	1040	123	3,79	510	31,9	0,571	
400	400	180	8,6	13,5	21	331	84,5	23130	1160	16,5	1320	146	3,95	654	35,4	0,663	
450	450	190	9,4	14,6	21	378	98,8	33740	1500	18,5	1680	176	4,12	851	39,7	0,776	
500	500	200	10,2	16,0	21	426	116	48200	1930	20,4	2140	214	4,31	1100	43,9	0,907	
550	550	210	11,1	17,2	24	467	134	67120	2440	22,3	2670	254	4,45	1390	48,2	1,06	
600	600	220	12,0	19,0	24	514	156	92080	3070	24,3	3390	308	4,66	1760	52,4	1,22	



IPBI IE-A	Méretek						Keresztmetszeti jellemzők										g kN/m
	h mm	b mm	s mm	t mm	r mm	h ₁ mm	A cm ²	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _z cm ⁴	W _z cm ³	i _z cm	S _y cm ³	s _y cm		
100	96	100	5	8	12	56	21,2	349	72,8	4,06	134	26,8	2,51	41,5	8,41	0,167	
120	114	120	5	8	12	74	25,3	606	106	4,89	231	38,5	3,02	59,7	10,1	0,199	
140	133	140	5,5	8,5	12	92	31,4	1030	155	5,73	389	55,6	3,52	86,7	11,9	0,247	
160	152	160	6	9	15	104	38,8	1670	220	6,57	616	76,9	3,98	123	13,6	0,304	
180	171	180	6	9,5	15	122	45,3	2510	294	7,45	925	103	4,52	162	15,5	0,355	
200	190	200	6,5	10	18	134	53,8	3690	389	8,28	1340	134	4,98	215	17,2	0,423	
220	210	220	7	11	18	152	64,3	5410	515	9,17	1950	178	5,51	284	19,0	0,505	
240	230	240	7,5	12	21	164	76,8	7760	675	10,1	2770	231	6,00	372	20,9	0,603	
260	250	260	7,5	12,5	24	177	86,8	10450	836	11,0	3670	282	6,50	460	22,7	0,682	
280	270	280	8	13	24	196	97,3	13670	1010	11,9	4760	340	7,00	556	24,6	0,764	
300	290	300	8,5	14	27	208	113	18260	1260	12,7	6310	421	7,49	692	26,4	0,883	
320	310	300	9	15,5	27	225	124	22930	1480	13,6	6990	466	7,49	814	28,2	0,976	
340	330	300	9,5	16,5	27	243	133	27690	1680	14,4	7440	496	7,46	925	29,9	1,05	
360	350	300	10	17,5	27	261	143	33090	1890	15,2	7890	526	7,43	1040	31,7	1,12	
400	390	300	11	19	27	298	159	45070	2310	16,8	8560	571	7,34	1280	35,2	1,25	
450	440	300	11,5	21	27	344	178	63720	2900	18,9	9470	631	7,29	1610	39,6	1,40	
500	490	300	12	23	27	390	198	86970	3550	21,0	10370	691	7,24	1970	44,1	1,55	
550	540	300	12,5	24	27	438	212	111900	4150	23,0	10820	721	7,15	2310	48,4	1,66	
600	590	300	13	25	27	486	226	141200	4790	25,0	11270	751	7,05	2680	52,8	1,78	
650	640	300	13,5	26	27	534	242	175200	5470	26,9	11720	782	6,97	3070	57,1	1,90	
700	690	300	14,5	27	27	582	260	215300	6240	28,8	12180	812	6,84	3520	61,2	2,04	
800	790	300	15	28	30	674	286	303400	7680	32,6	12640	843	6,65	4350	69,8	2,24	
900	890	300	16	30	30	770	321	422100	9480	36,3	13550	903	6,50	5410	78,1	2,52	
1000	990	300	16,5	31	30	868	347	553800	11190	40,0	14000	934	6,35	6410	86,4	2,72	



SZÉLESTALPÚ I SZELVÉNY (HEA)

LEMEZEK és SZALAGOK

- a lemezeket sík elemként, a szalagokat pedig felcsévált állapotban szállítják
- a lemezek vastagsága (t) 3 és 60 mm között, szélessége (s) pedig 500 és 2500 mm között változhat

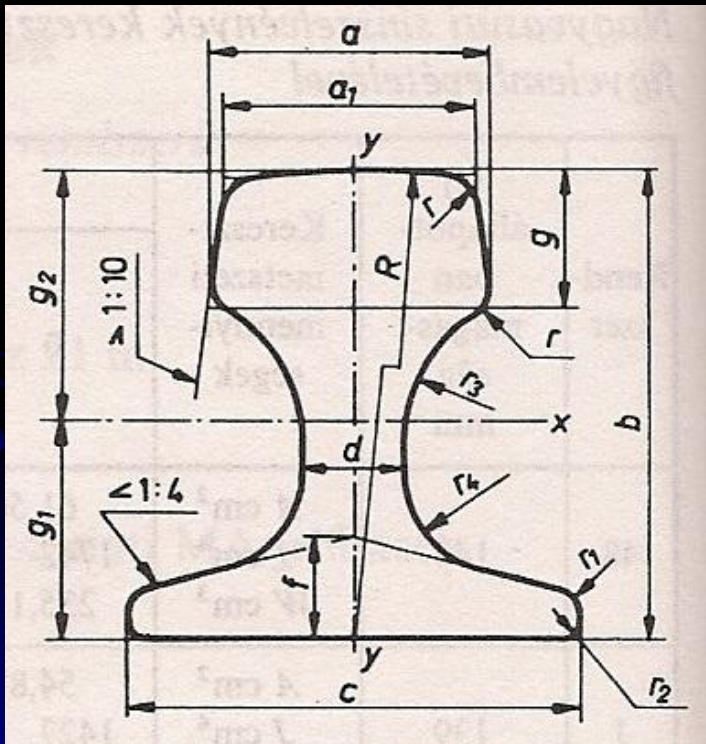
Lemezek csoportosítása:

finom lemez	$t < 3$ mm	$s = 10 - 140$ mm	(laposacél)
közepes lemez	$t = 3 - 7$ mm	$s = 150 - 500$ mm	(szélesacél)
durva lemez	$t > 7$ mm	$s = 500 - 2000$ mm	(lemez)

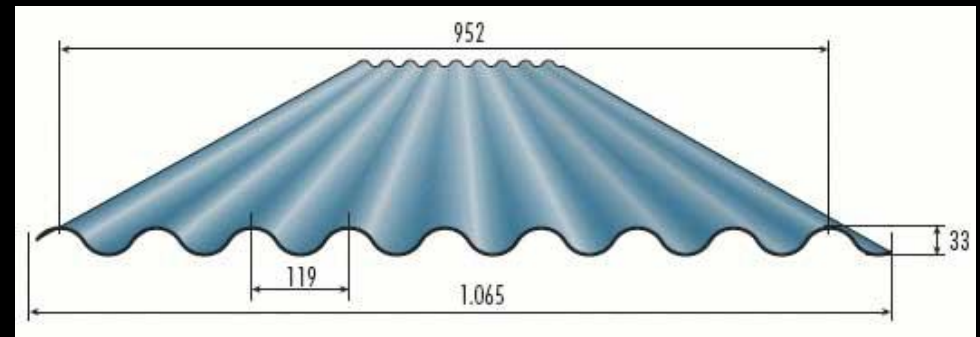
Szalagok csoportosítása:

keskeny szalag	$s < 60$ mm
széles szalag	$s > 60$ mm

EGYÉB HENGERELT SZELVÉNYEK



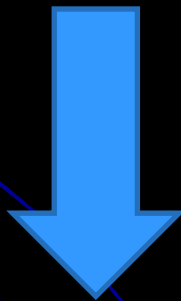
Darupályasin [4]



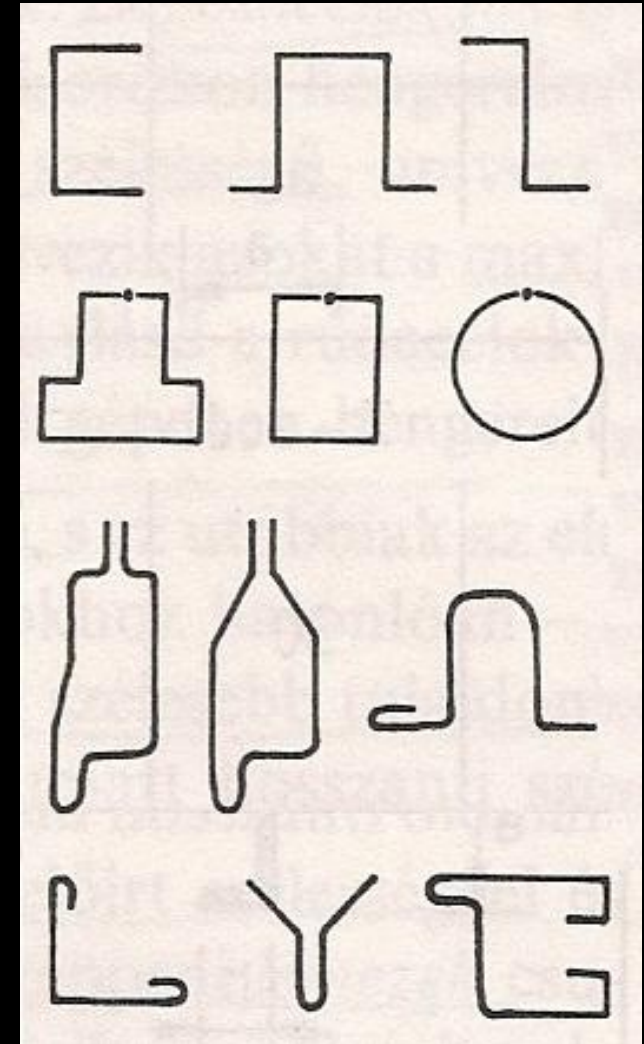
Hullámlemez

HIDEGEN HENGERELT SZELVÉNYEK

- ha különleges alakú szelvény
- vékony falvastagságú szelvény



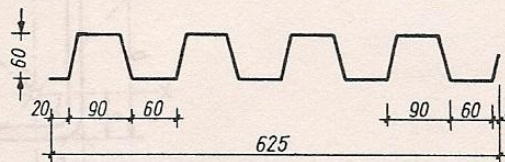
Kis széntartalmú lemezsávokból vagy szalagokból hideghajlítással állítják elő



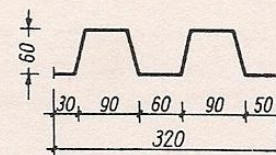
Vékonyfalú szelvények [2]

Trapéz hullámú acéllemez [4]

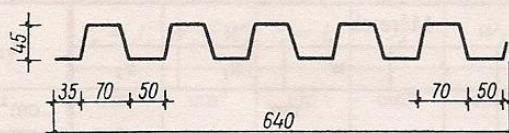
DV-1-HT jelű



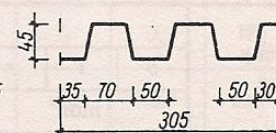
DV-1/2-HT jelű



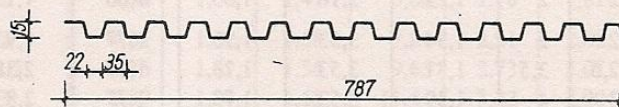
DV-2-HT jelű



DV-2/2-HT jelű

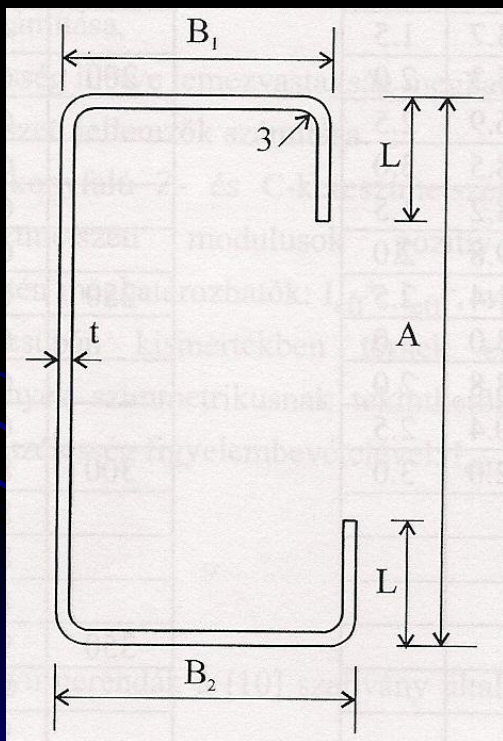


DV-5-HT jelű

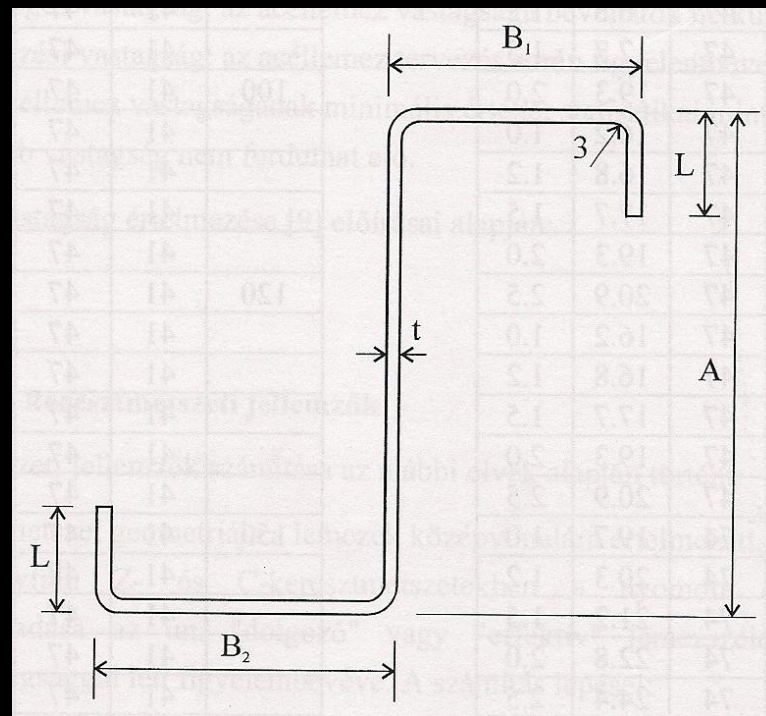


Jelölés	t	A	G	J	W	σ_H
	mm	cm ² /m	kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ³ /m	N/mm ²
DV-1-HT	0,8	13,20	10,36	77,5	25,4	78
	1,0	16,50	12,95	96,9	31,7	95
	1,25	20,63	16,19	121,3	39,6	107
	1,5	24,75	19,43	137,0	44,8	110
DV-2-HT	0,8	13,28	10,42	41,1	17,9	92
	1,0	16,60	13,03	51,4	22,3	106
	1,25	20,75	16,29	64,3	27,9	115
DV-5-HT	0,5	6,75	5,30	2,40	3,38	112
	0,75	10,13	7,95	3,97	5,41	120
	1,0	13,50	10,60	4,84	6,76	120

LINDAB vékonyfalú C- és Z-szelvényű gerendák

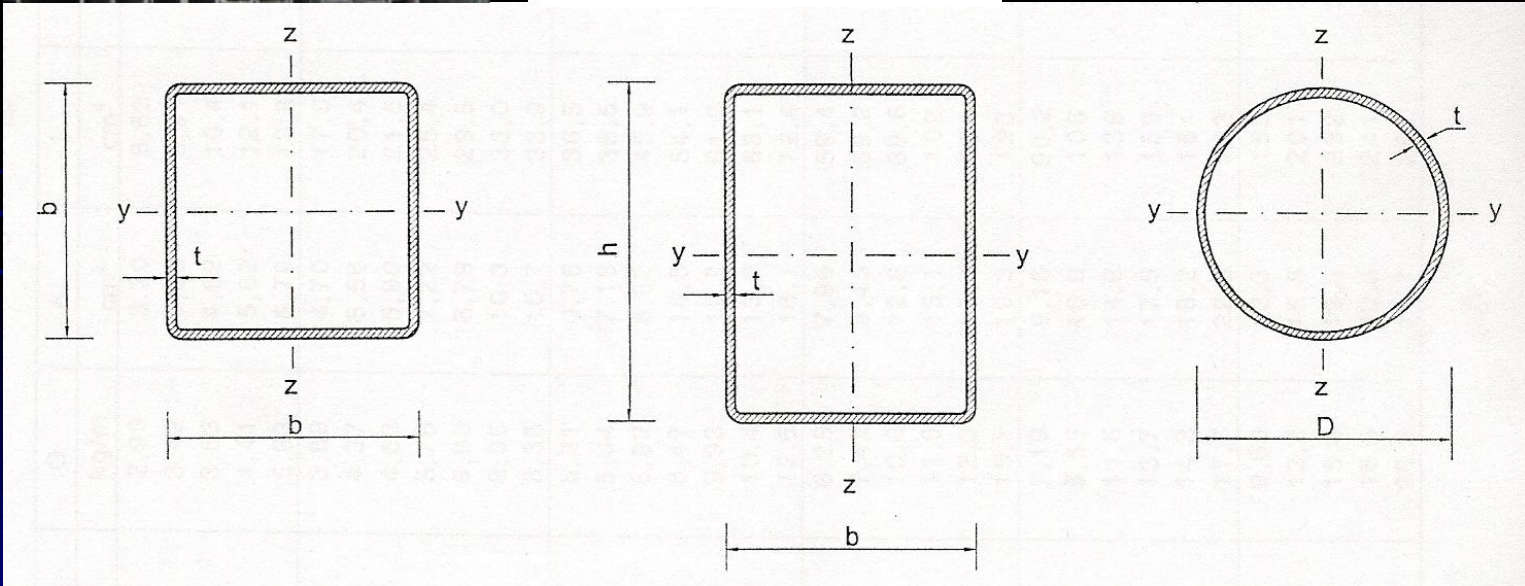


C-szelvény



Z-szelvény

EUROPAI ZÁRT SZELVÉNYEK



SHS

RHS

CHS