



SZÉCHENYI
ISTVÁN
EGYETEM

Tartószerkezetek 1.

7. előadás

Hajlított-nyírt szerkezeti elemek viselkedése

Hajlított-nyírt fa tartók vizsgálata

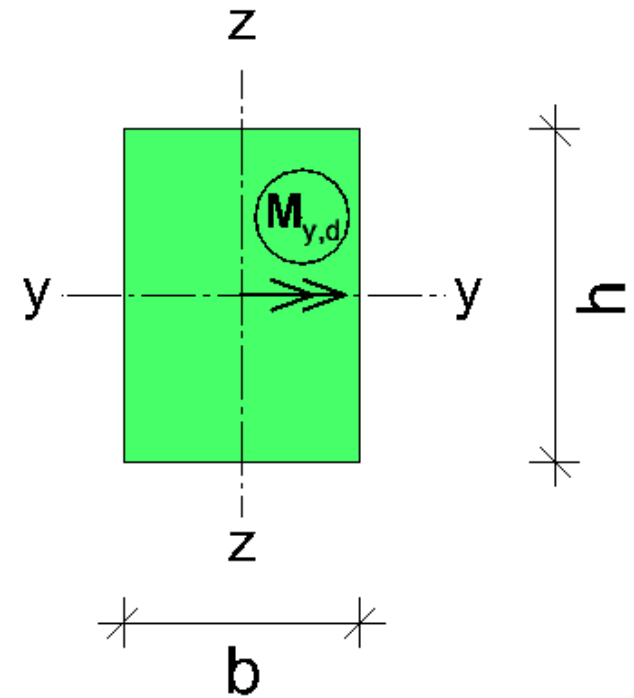
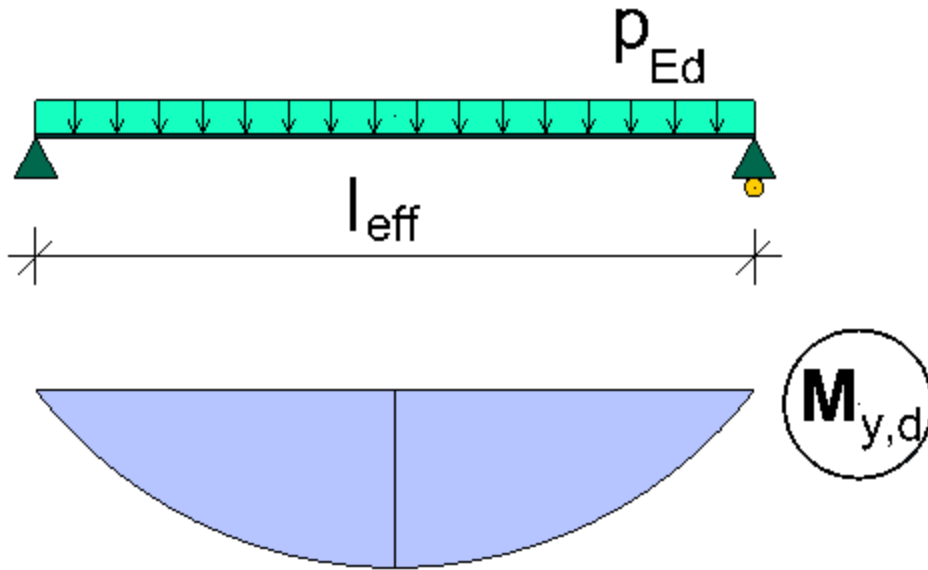
Szilárdság, stabilitás, alakváltozás

Építőmérnöki BSc hallgatók számára

Bukovics Ádám egy. adjunktus

Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék

Tiszta hajlítás

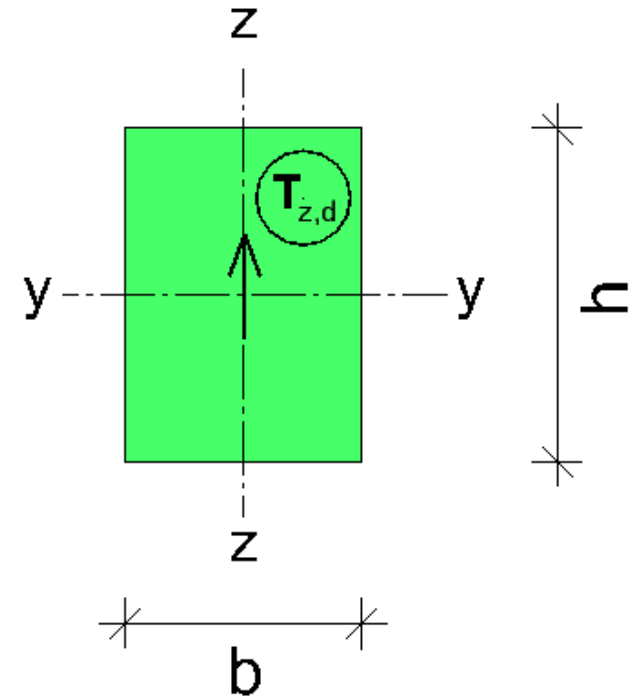
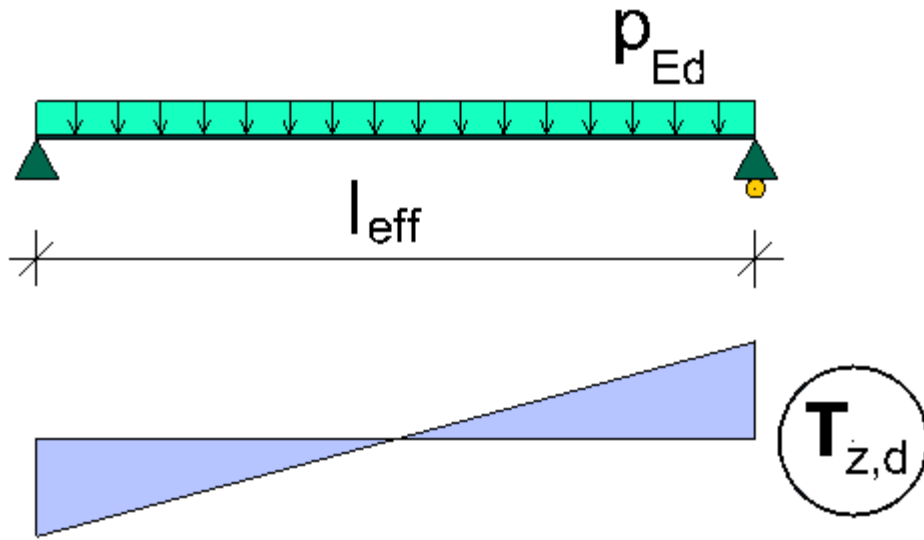


$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{I_y} \cdot z_{\text{max}}$$

$$f_{m,y,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{\text{mód}}}{\gamma_M}$$

$$\sigma_{m,y,d} \leq f_{m,y,d}$$

Tiszta nyírás



$$\tau_d = \tau_{x,z \text{ max}} = \frac{T_{z,d} \cdot S'_y}{I_y \cdot b}$$

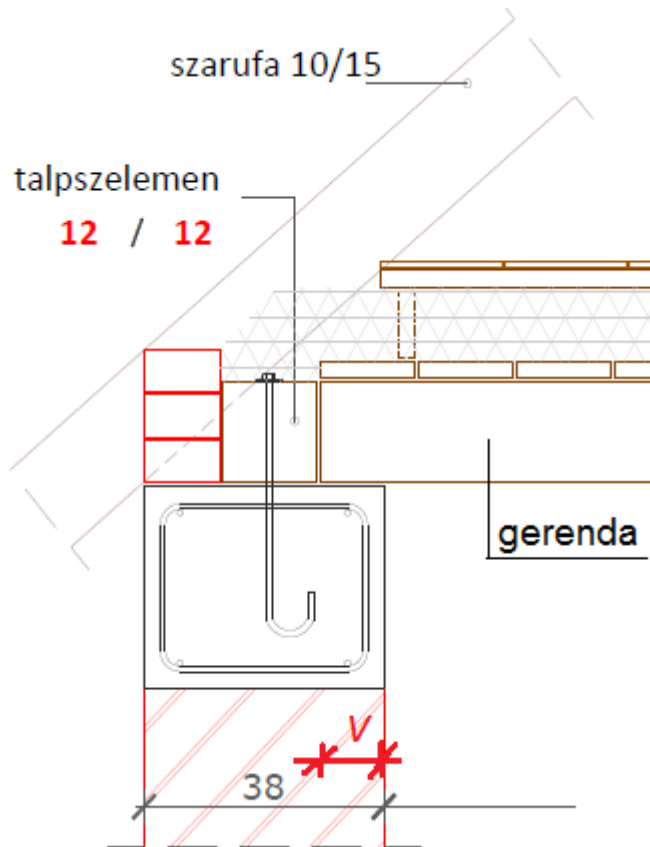
$$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \cdot k_{\text{mód}}}{\gamma_M}$$

$$\tau_d = \tau_{x,z \text{ max}} \leq f_{v,d}$$

Feltámaszkodási felület

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_d}{v \cdot b}$$



$$f_{c,90,d} = \frac{f_{c,90,k} \cdot k_{mód}}{\gamma_M}$$

$k_{c,90}$: teherelrendezést, a felhasadás lehetőségét és a nyomási alakváltozás mértékét figyelembe vevő tényező

Szakaszos támaszon felfekvő elemeknél:

Szerkezeti puhafa: 1,0

Szerkezeti puhafa ($l_1 \geq 2h$): 1,50

RRFa puhafa: 1,0

RRFa puhafa ($l_1 \geq 2h$): 1,75

b : gerenda szélessége

l_1 : a csatlakozási felületek közti távolság

h : a szerkezeti elem magassága

Hajlított gerendák kifordulása (1)

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

k_{crit} : a kifordulás miatt csökkent hajlítószilárdság figyelembe vételére szolgáló tényező

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{ha } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} & \text{ha } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{ha } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$k_{crit}=1,0$ ha a gerenda nyomott öve oldalirányban teljes hosszában megtámasztott és elfordulás ellen rögzített

Hajlított gerendák kifordulása (2)

Relatív karcsúsági tényező: $\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$

Hajlításból származó kritikus normálfeszültség:
(puhafa és tömör négyszögkeresztmetset esetén):

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

b : gerenda szélessége

h : gerenda magassága

l_{ef} : effektív (kifordulási) hossz

(pontosabb számítás hiányában az elcsavarodás ellen megtámasztott keresztmetszetek távolsága)

A szerkezeti (természetes) faanyagok szilárdsági tulajdonságai

		C14	C16	C18	C20
Szilárdsági tulajdonságok [N/mm²]					
Hajlítás	$f_{m,k}$	14	16	18	20
Rostirányú húzás	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12
Rostirányra merőleges húzás	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4
Rostirányú nyomás	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19
Rostirányra merőleges nyomás	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3
Nyírás	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6

A rétegelt-ragasztott fa szilárdsági osztályai

		Homogén rétegelt-ragasztott fa				Kombinált rétegelt-ragasztott fa			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Szilárdsági tulajdonságok [N/mm²]									
Hajlítás	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36	24	28	32	36
Rostirányú húzás	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
Rostirányra merőleges húzás	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Rostirányú nyomás	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
Rostirányra merőleges nyomás	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3	3,3	3,6	2,4	2,7	3	3,3
Nyírás	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
Merevségi tulajdonságok [kN/mm²]									
A rostirányú rugalmassági modulus középértéke	$E_{0,g,mean}$	11,6	12,6	13,7	14,7	11,6	12,6	13,7	14,7
A rostirányú rugalmassági modulus 5%-os kvantilise	$E_{0,g,05}$	9,4	10,2	11,1	11,9	9,4	10,2	11,1	11,9
A rostirányra merőleges rugalmassági modulus középértéke	$E_{90,g,mean}$	0,39	0,42	0,46	0,49	0,32	0,39	0,42	0,46
A nyírási rugalmassági modulus középértéke	$G_{g,mean}$	0,72	0,78	0,85	0,91	0,59	0,72	0,78	0,85
Sűrűség [kg/m³]									
A sűrűség alsó 5%-os kvantilise	ρ_k	380	410	430	450	350	380	410	430
A sűrűség középértéke (*)	ρ_{mean}	450	480	500	520	410	450	480	500
Stabilitási anyagjellemzők [-]									
Kihajlásvizsgálatnál a k_c tényező számításához	ψ_{Euler}	62,2	61,6	61,5	61,6	66,5	64,8	64,3	63,6
Kifordulásvizsgálatnál a k_{crit} tényező számításához	$\psi_{m,Euler}$	17,5	16,9	16,4	16,1	17,5	16,9	16,4	16,1
Példák a lamellák szilárdsági osztályaira		C24	C30	C40		C24	C30	C40	
						C18	C24	C30	

A rétegelt-ragasztott fa szilárdsági tulajdonságai

		Homogén rétegelt-ragasztott fa			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Szilárdsági tulajdonságok [N/mm²]					
Hajlítás	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Rostirányú húzás	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
Rostirányra merőleges húzás	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Rostirányú nyomás	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
Rostirányra merőleges nyomás	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3	3,3	3,6
Nyírás	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3

Használhatósági határállapot (lehajlás):

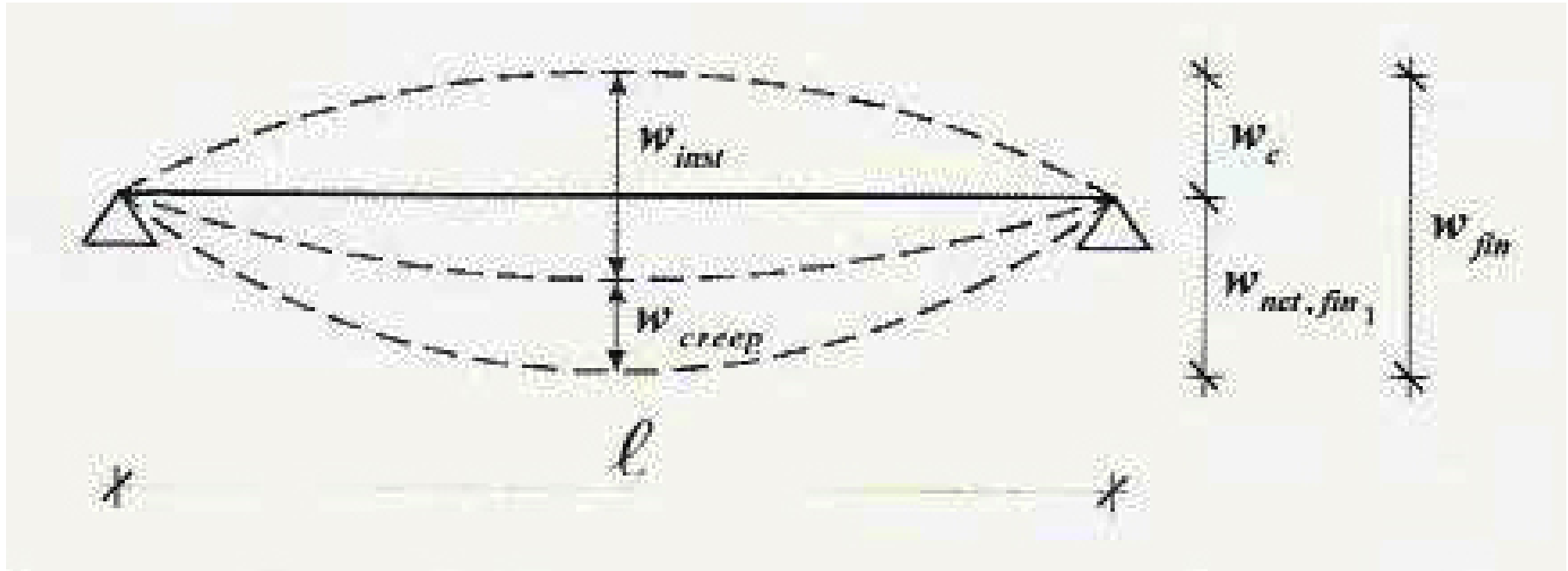
➤ kvázi-állandó kombináció):

$$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Qi} \leq w_{fin}$$

lehajlás végértéke (u_{fin}) \leq lehajlás határértéke (w_{fin})

Gerendák lehajlásának határértékei:



W_c

a túlemelés (ha van ilyen)

W_{inst}

a pillanatnyi lehajlás

W_{creep}

a kúszási lehajlás

W_{fin}

a teljes („végső”) lehajlás

$W_{net, fin}$

a nettó teljes lehajlás

A nettó teljes lehajlás értéke:

$$W_{net,fin} = W_{inst} + W_{creep} - W_c = W_{fin} - W_c$$

A lehajlási határértékek javasolt értékhatárai:

	W_{inst}	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Kéttámaszú tartó	$\frac{l}{300}$ -től $\frac{l}{500}$ -ig	$\frac{l}{250}$ -től $\frac{l}{350}$ -ig	$\frac{l}{150}$ -től $\frac{l}{300}$ -ig
Konzol	$\frac{l}{150}$ -től $\frac{l}{250}$ -ig	$\frac{l}{125}$ -től $\frac{l}{175}$ -ig	$\frac{l}{75}$ -től $\frac{l}{150}$ -ig

Végső lehajlás a terhek kvázi-állandó kombinációjából:

$$u_{fin,G} = u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def})$$

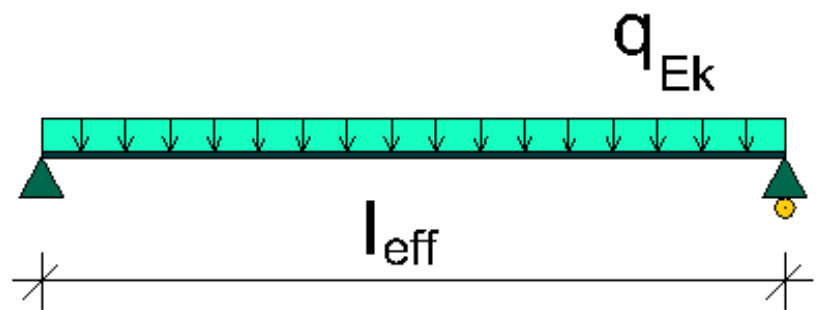
$$u_{fin,Q_i} = u_{inst,Q_i} \cdot (1 + \psi_{2,i} \cdot k_{def})$$

k_{def} értékei	Felhasználási osztály		
	1	2	3
szerkezeti (természetes) fa	0,60	0,80	2,00
rétegelt-ragasztott fa	0,60	0,80	2,00

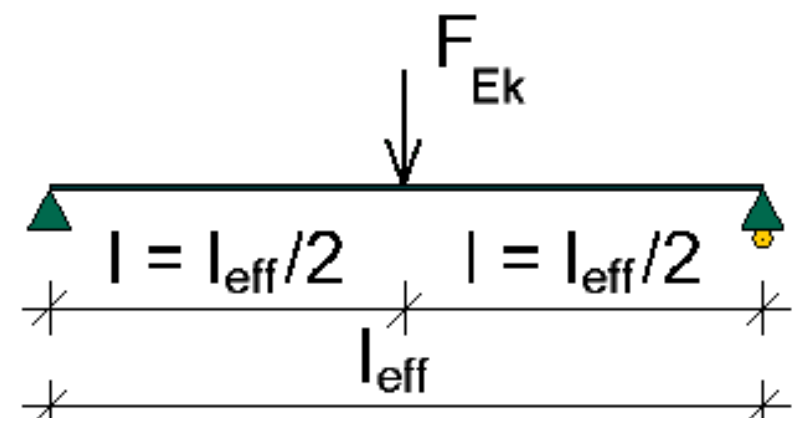
u_{inst} : lehajlás pillanatnyi (rugalmas) értéke terhek karakterisztikus értékéből!

k_{def} : lassú alakváltozás (kúszás) figyelembe vétele

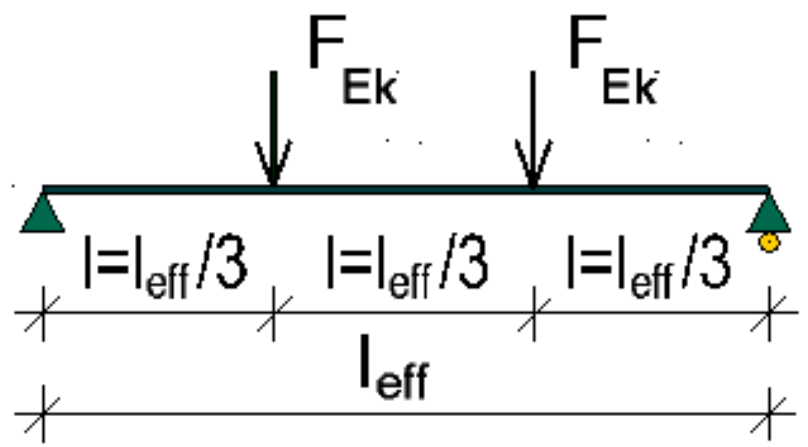
Pillanatnyi rugalmas lehajlás (alapesetek):



$$u_{inst} = e_{max} = \frac{5 \cdot q_{Ek} \cdot l_{eff}^4}{348 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y}$$

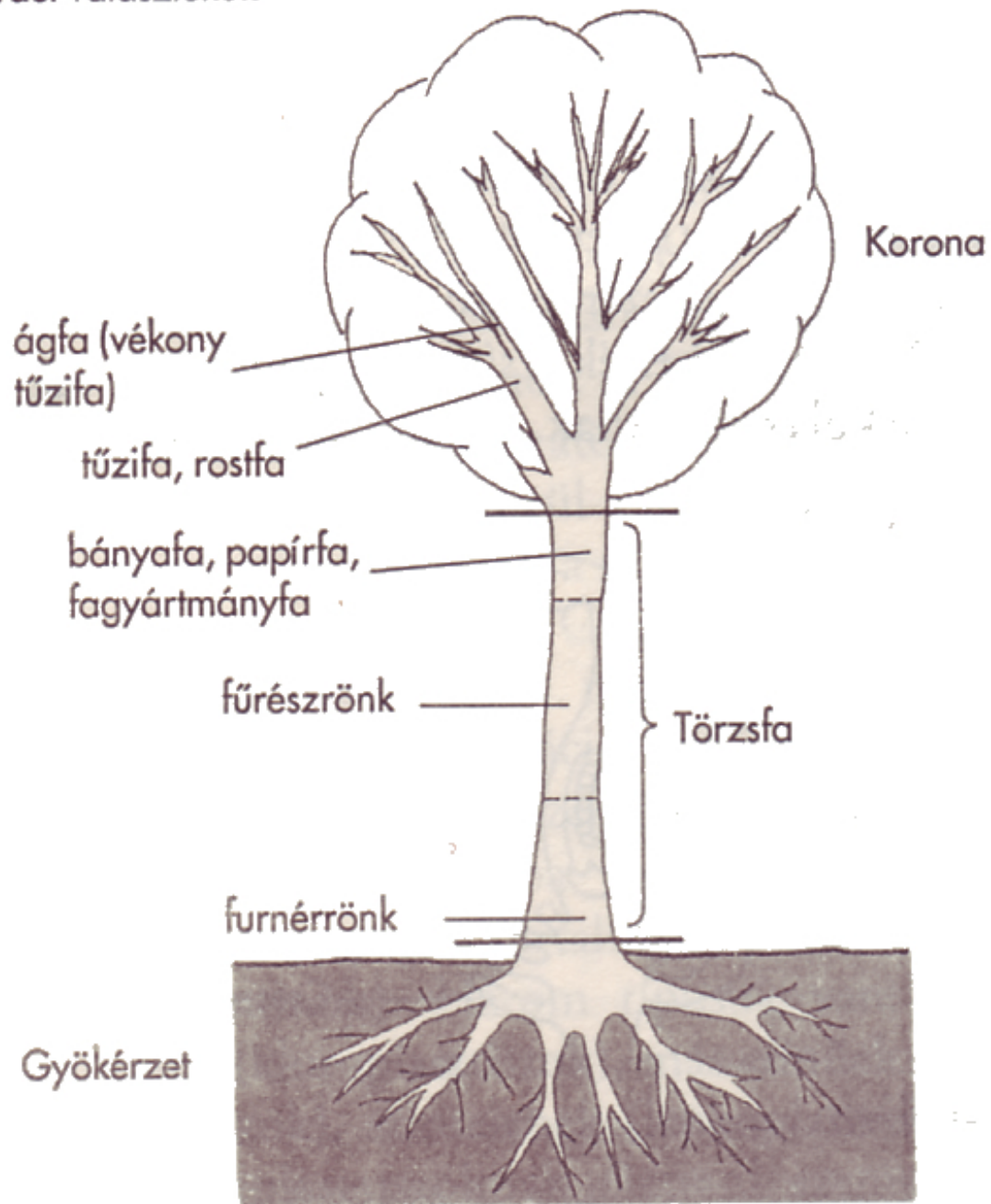


$$u_{inst} = e_{max} = \frac{F_{Ek} \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

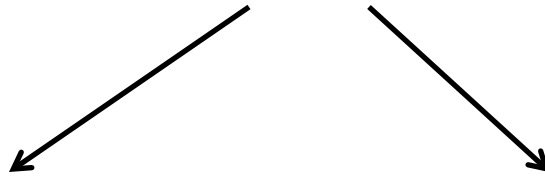


$$u_{inst} = e_{max} = \frac{23 \cdot F_{Ek} \cdot l^3}{648 \cdot E \cdot I_y}$$

Erdei választékok



ERDEI FAVÁLASZTÉK



fűrészrönk
furnérrönk
rost- és forgácsfa
bányafa
vezetékoszlop
papírfa
fagyártmányfa

tűzifa
minőségi: akác, tölgy,
bükk, gyertyán
egyéb: kőris, gyümölcsfák,
nyár, éger

Átlagos jellemzők vágásérett korban:

fafaj	kor	magasság [m]	mellmagassági átmérő [cm]
tölgy	100	23 – 36	36 – 55
akác	32	20 – 28	24 – 34
lucfenyő	70	22 – 30	28 – 36
cser	60	18 – 24	27 – 37
óriás nyár	30	26 - 33	52 - 65

Leggyakrabban előforduló rönkhosszak és felhasználásuk

	rönkhossz [m]	felhasználás
fenyő fűrészrönk	3,00	egyedi rendelésre illetve speciális fűrészipari választékok gyártásához
	4,00 5,00 6,00	építőiparban általánosan használt <i>fűrészárúk</i> gyártásához, állványzatok kialakításához, közvetlenül talaj és vízi építkezéshez, vezetékoszlopok és bányászati anyagok gyártáshoz
	7,00 8,00	<i>nagy távolságok áthidalására</i> alkalmas fűrészipari választékok előállításához, nagyméretű <i>állványzatok</i> építéséhez
	9,00 10,00	<i>magasépítéshez</i> használt fűrészipari választékok előállításához, <i>kilátók, templomok, kastélyok, nagyméretű közösségi épületek</i> , magas állványzatok építéséhez

ERDEI FAVÁLASZTÉK - FŰRÉSZRÖNK



A fenyő fűrészárak leggyakoribb méretei:

gerenda 10-30x10-30 cm min.100cm²
10/12/15/20 hossz: 3,00-6,50 m
tetőszerkezeti elem
(szarufa, szelemen, talpgerenda...)
födémgerenda,
könnyűszerkezetes faház vázszerkezete

palló 5/10, 5/15, 5/20, 7,5/15 cm
hossz: 3,00 4,00 (5,00) 6,00 m
felhasználás: fogópár, zsaluzás,
állványok, födémek járófelülete, szarufa



deszka

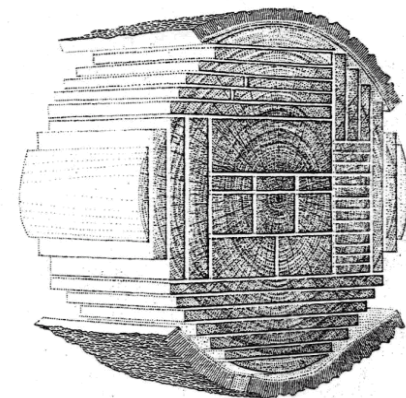
2,5 cm x 10/12/15 cm

1,00/1,25/2,05/3,00/4,00/6,00 m

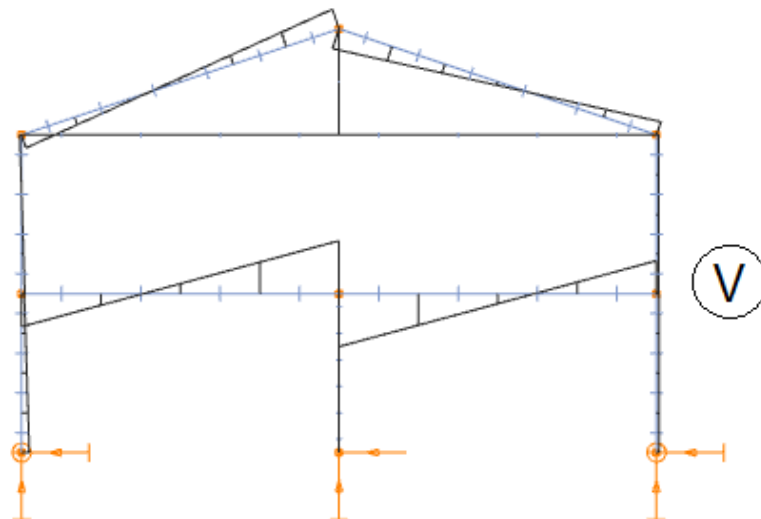
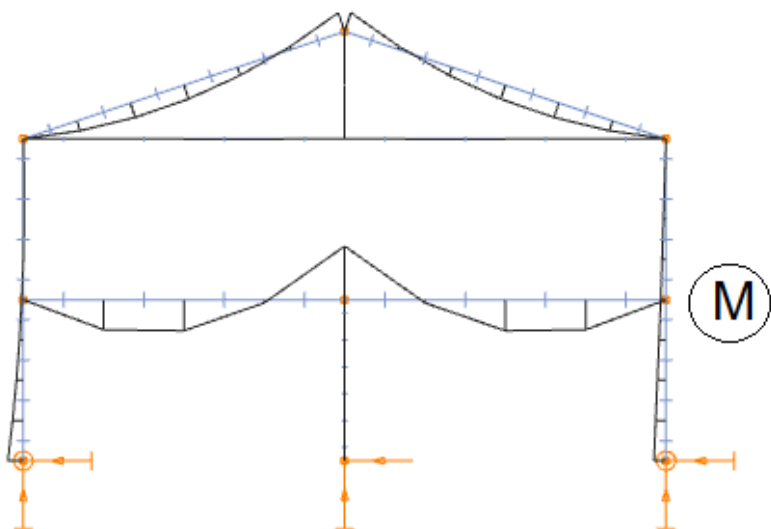
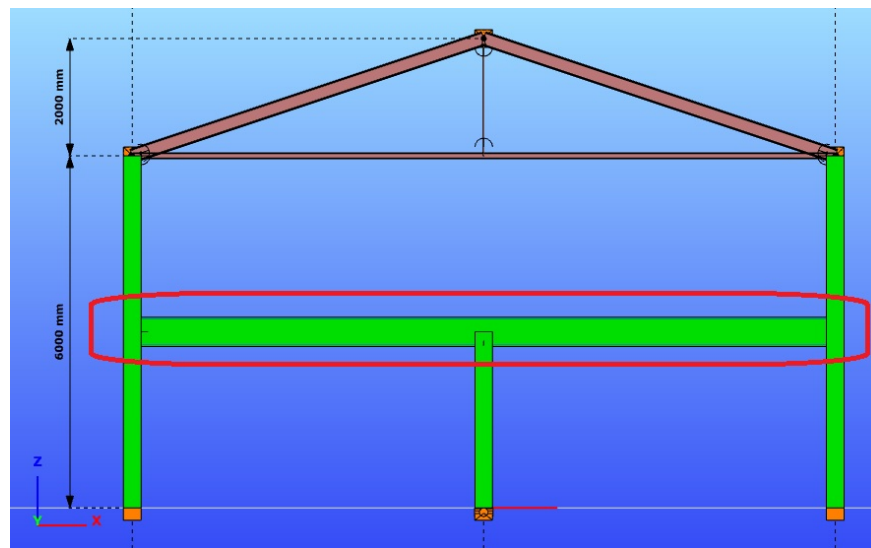
felhasználás: zsaluzat, tetődeszkázat,
járófelületek és burkolatok kialakítása***tetőléc***

2,5/5,0 cm x 3,00/4,00/6,00 m (normál)

3,0/5,0 cm x 3,00/4,00/6,00 m (Bramac tetőléc)

zárléc, lécs : kiegészítő, nem statikai célokra használják
pl. takarásra, alátétként stb.**V01, V02**

TERVEZÉSI FELADAT





SZÉCHENYI
ISTVÁN
EGYETEM

**Köszönöm a
figyelmet!**