

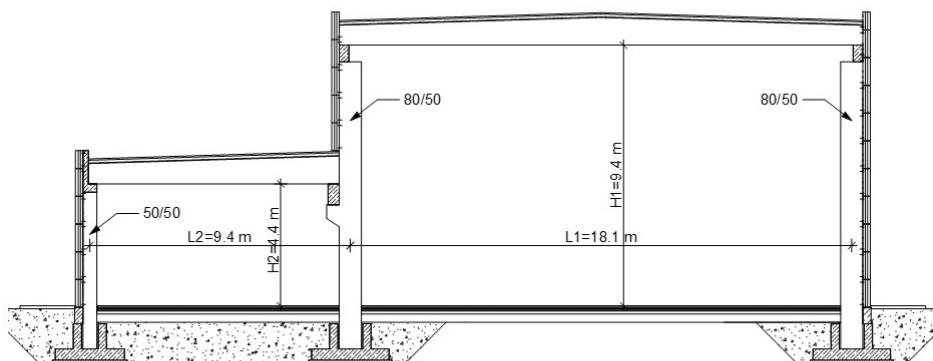
Tartók statikája

Az erőmódszer alkalmazása

állóteher, hatásábrák

Dr. Hortobágyi Zsolt

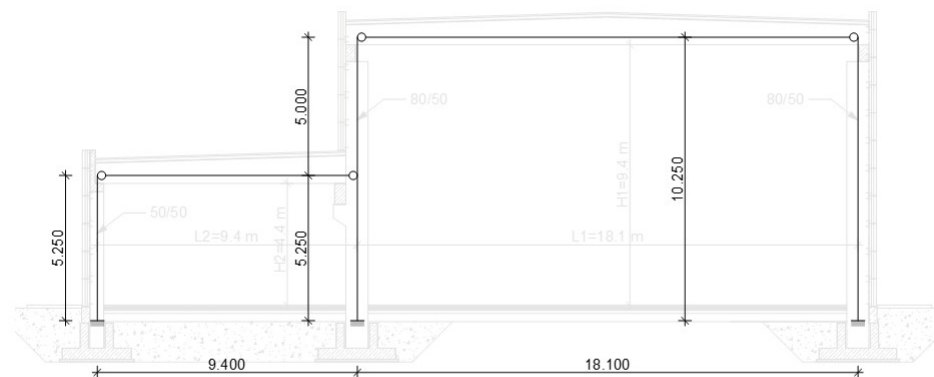
Keretszerkezet számítása



Rövid főtartós előregyártott vasbeton keretszerkezet

Erőmódszer

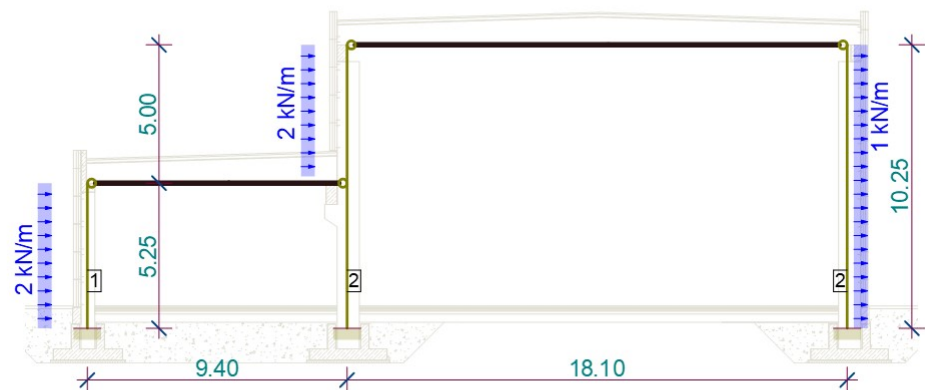
Keretszerkezet számítása



Statikai váz

Erőmódszer

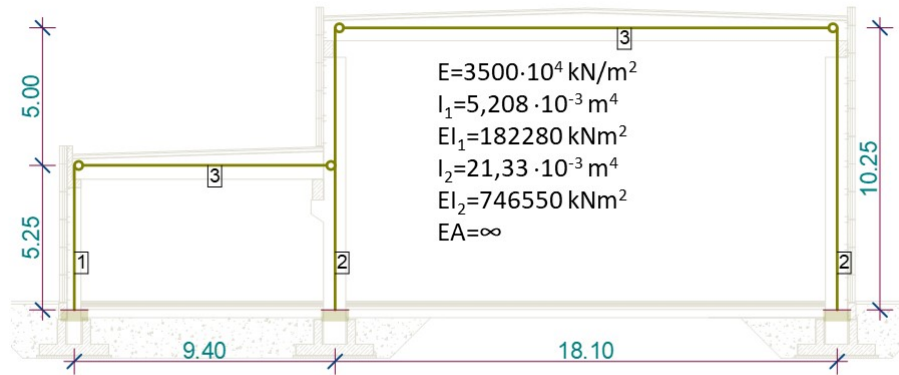
Keretszerkezet számítása



Külső teher

Erőmódszer

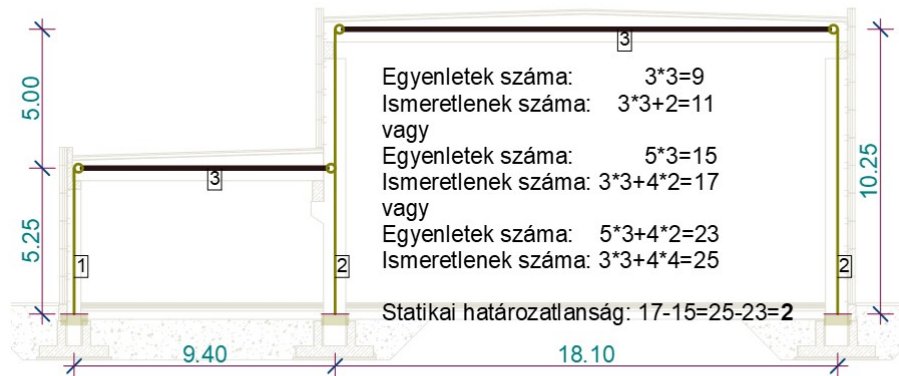
Keretszerkezet számítása



Keresztmetszeti és anyagjellemzők

Erőmódszer

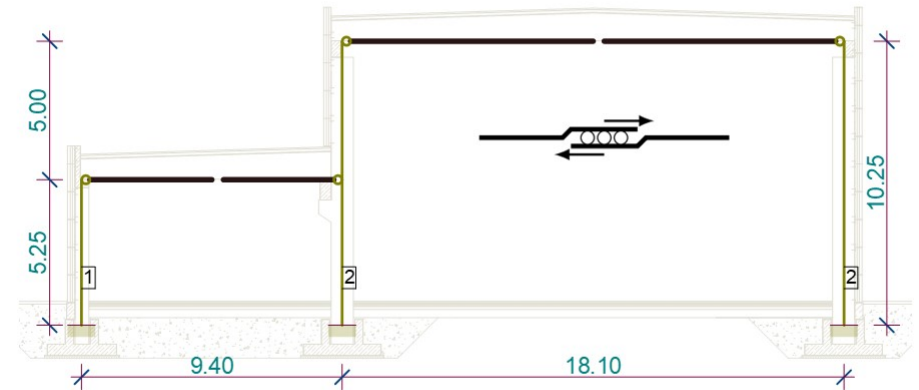
Keretszerkezet számítása



Statikai határozatlanság fokszáma = 2

Erőmódszer

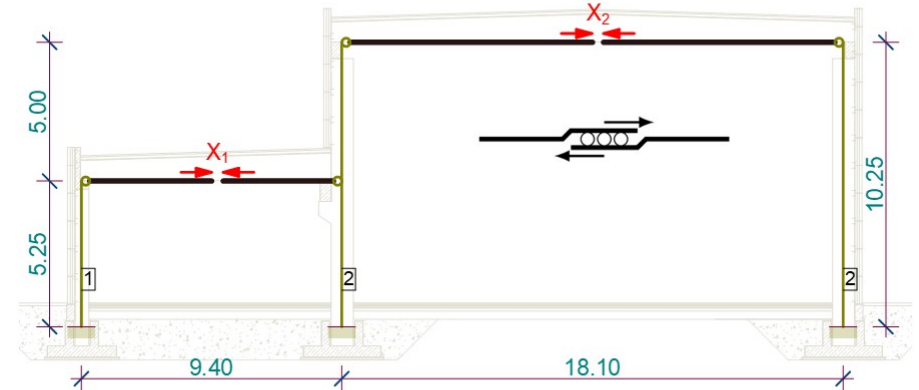
Keretszerkezet számítása



Törzstartó

Erőmódszer

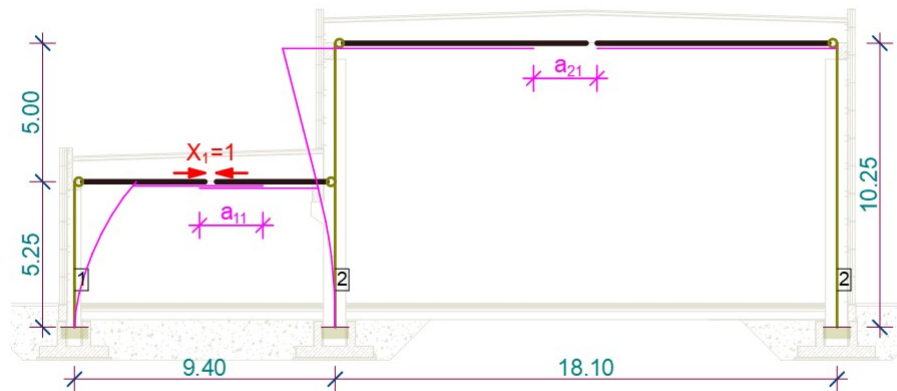
Keretszerkezet számítása



Redundánsok

Erőmódszer

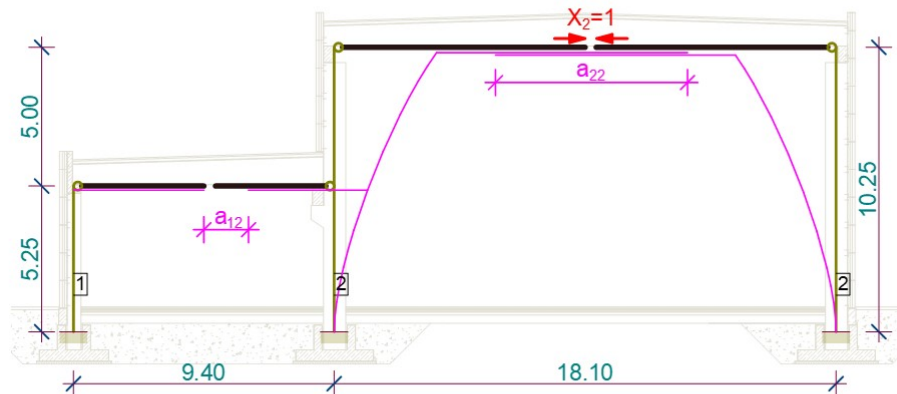
Keretszerkezet számítása



X_1 egységterő okozta eltolódási ábra

Erőmódszer

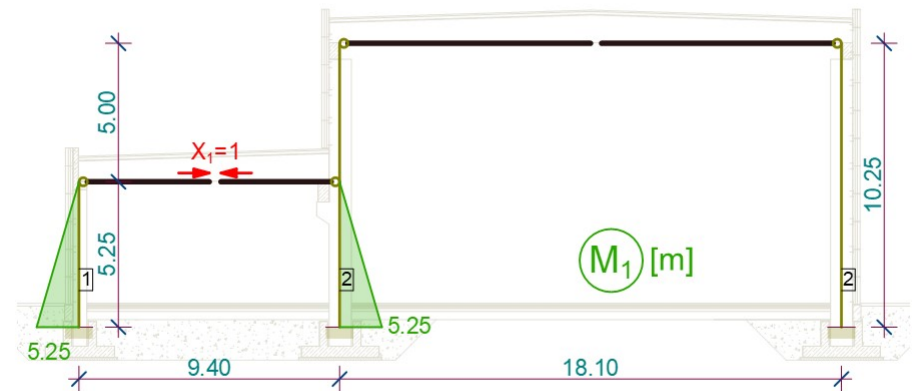
Keretszerkezet számítása



X_2 egységterő okozta eltolódási ábra

Erőmódszer

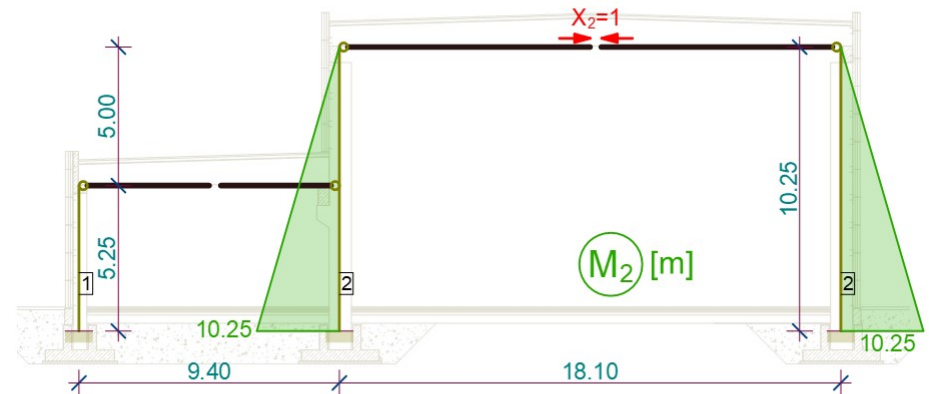
Keretszerkezet számítása



X_1 egységterő okozta nyomatéki ábra

Erőmódszer

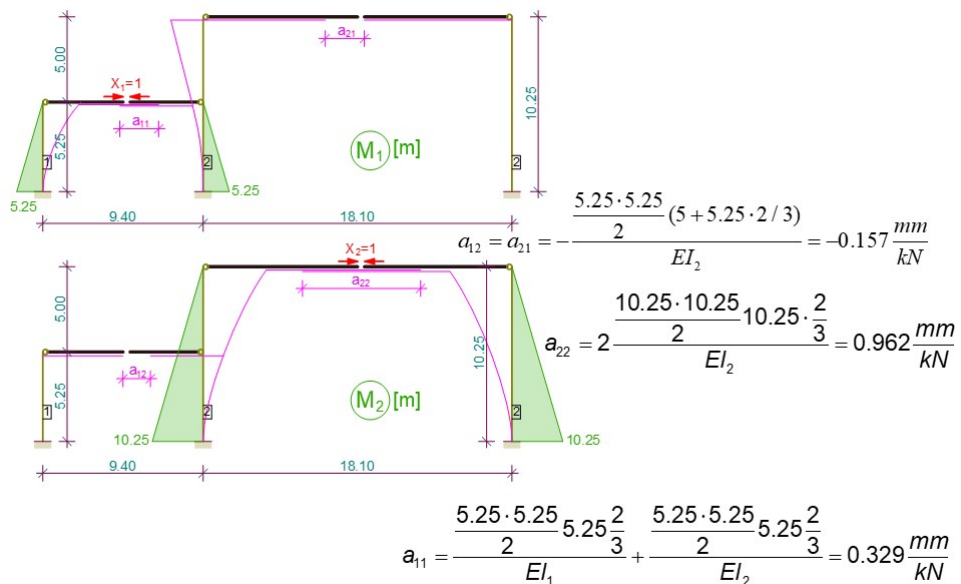
Keretszerkezet számítása



X_2 egységterő okozta nyomatéki ábra

Erőmódszer

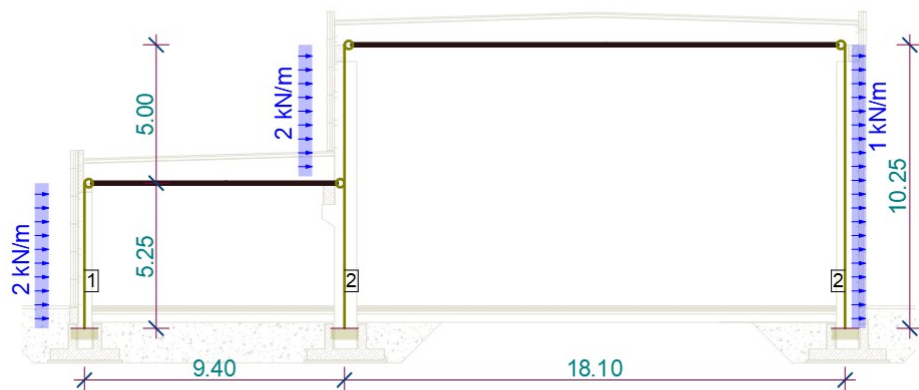
Keretszerkezet számítása



Egységtényezők meghatározása

Erőmódszer

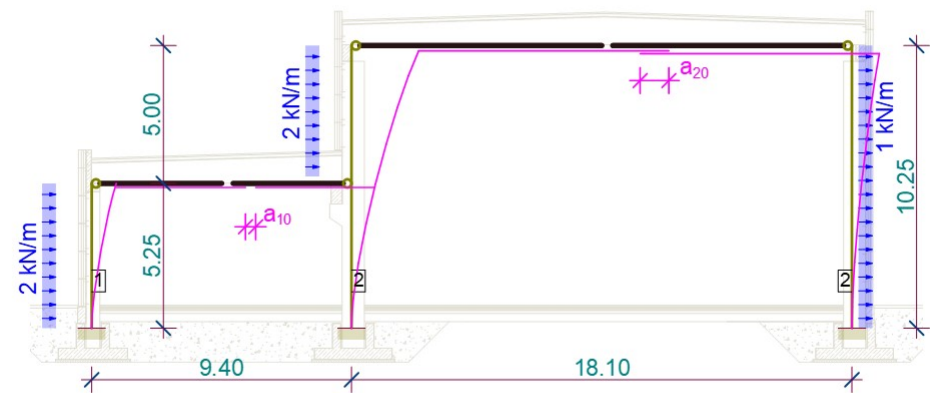
Keretszerkezet számítása



Külső teher

Erőmódszer

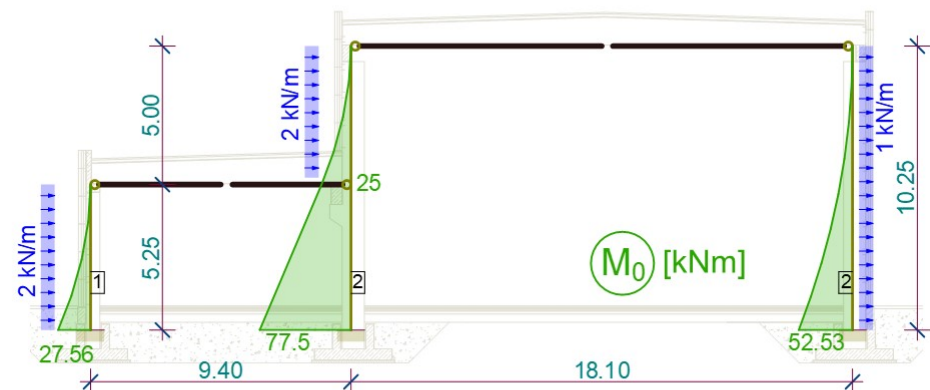
Keretszerkezet számítása



Külső teher okozta eltolódási ábra

Erőmódszer

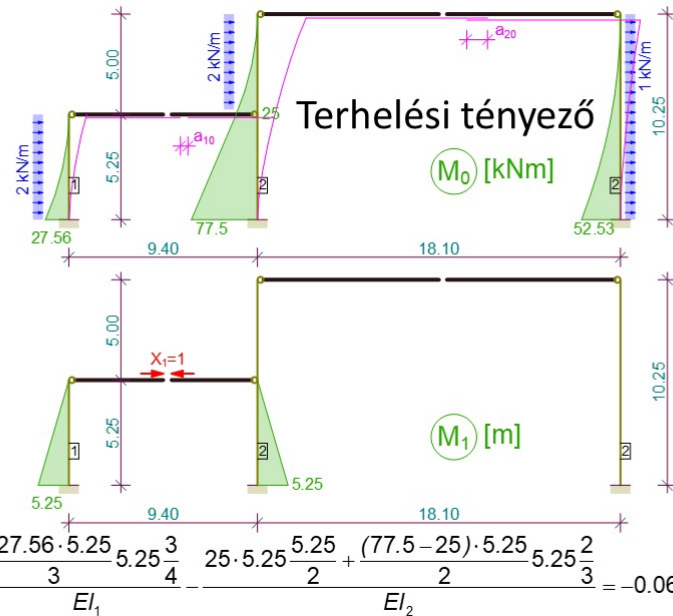
Keretszerkezet számítása



Külső teher okozta nyomatéki ábra

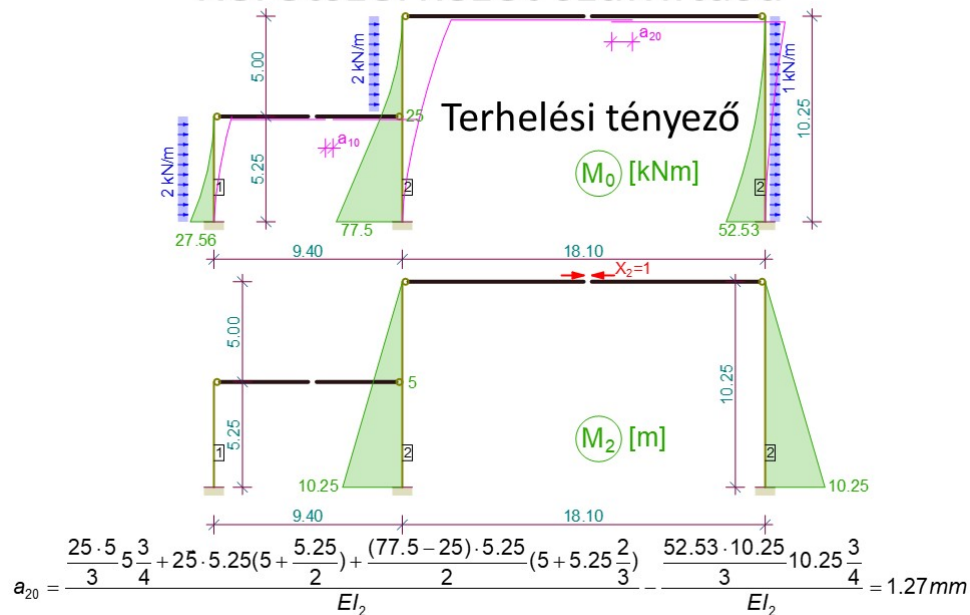
Erőmódszer

Keretszerkezet számítása



Erőmódszer

Keretszerkezet számítása



Erőmódszer

Keretszerkezet számítása

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{10} = 0$$

$$Ax + a_0 = 0$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{20} = 0$$

$$0.329 \frac{\text{mm}}{\text{kN}} \cdot X_1 - 0.157 \frac{\text{mm}}{\text{kN}} \cdot X_2 - 0.0658 \text{ mm} = 0$$

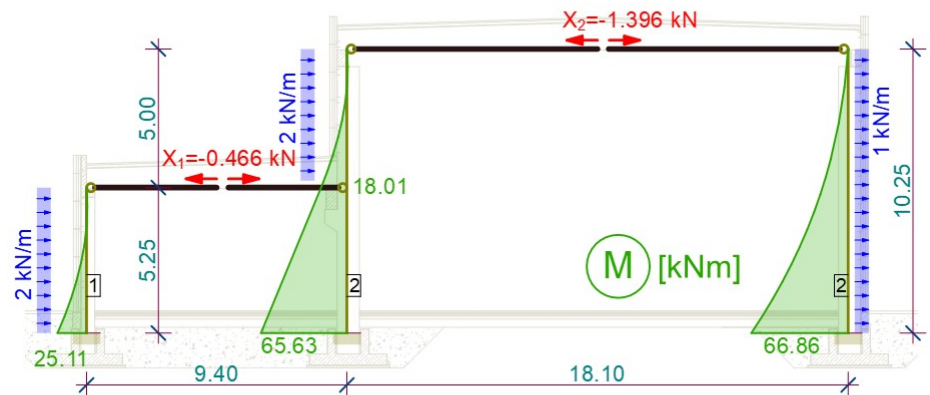
$$-0.157 \frac{\text{mm}}{\text{kN}} \cdot X_1 + 0.962 \frac{\text{mm}}{\text{kN}} \cdot X_2 + 1.27 \text{ mm} = 0$$

$$X_1 = -0.466 \text{ kN}$$

$$X_2 = -1.396 \text{ kN}$$

Erőmódszer

Keretszerkezet számítása



vagy

$$M = M_1 X_1 + M_2 X_2 + M_0$$

Erőmódszer

Álló teher <-> hatásábra

Teher	Álló teher	Mozgó egységerő
Törzstartó	Nincs különbség	
Egység tényező (tehertől független)	Skalár (a_{ij}) Nincs különbség	
Terhelési tényező	Skalár (a_{i0})	Hatásfüggvény $\eta(a_{i0})$ Elmozdulási hatásábra!
Redundáns (kapcsolati erő)	Skalár (X_i)	Hatásfüggvény $\eta(X_i)$
Keresztmetszet igénybevétele	Skalár (N_k, T_k, M_k)	Hatásfüggvény $\eta(N_k), \eta(T_k), \eta(M_k)$

Erőműdszer - hatásábra

Álló teher <-> hatásábra

$\eta(a_{i0})$: az i. kapcsolati helyen keletkező elmozdulás hatásfüggvénye (hatásábrája) a mozgó egységerőből.

Az $\eta(a_{i0})$ hatásábra azonos az egységnyi X_i kapcsolati erő hatására létrejövő függőleges eltolódási ábrával. (a teher pályájának!)

Álló teher

$$\begin{aligned}
 &a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{10} = 0 \\
 &a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{20} = 0 \\
 &\vdots \\
 &\mathbf{A} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \\ \vdots \end{bmatrix} = \mathbf{0} \\
 &\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \end{bmatrix} = -\mathbf{A}^{-1} \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \\ \vdots \end{bmatrix} = -\mathbf{Z} \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \\ \vdots \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Erőműdszer - hatásábra

Hatásábra

$$\begin{aligned}
 &a_{11}\eta(X_1) + a_{12}\eta(X_2) + \dots + \eta(a_{10}) = 0 \\
 &a_{21}\eta(X_1) + a_{22}\eta(X_2) + \dots + \eta(a_{20}) = 0 \\
 &\vdots \\
 &\mathbf{A} \begin{bmatrix} \eta(X_1) \\ \eta(X_2) \\ \vdots \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta(a_{10}) \\ \eta(a_{20}) \\ \vdots \end{bmatrix} = \mathbf{0} \\
 &\begin{bmatrix} \eta(X_1) \\ \eta(X_2) \\ \vdots \end{bmatrix} = -\mathbf{A}^{-1} \begin{bmatrix} \eta(a_{10}) \\ \eta(a_{20}) \\ \vdots \end{bmatrix} = -\mathbf{Z} \begin{bmatrix} \eta(a_{10}) \\ \eta(a_{20}) \\ \vdots \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Álló teher <-> hatásábra

Igénybevétel

$$C_K = C_{K0} + \sum_i C_{Ki} X_i$$

Igénybevételi ábra

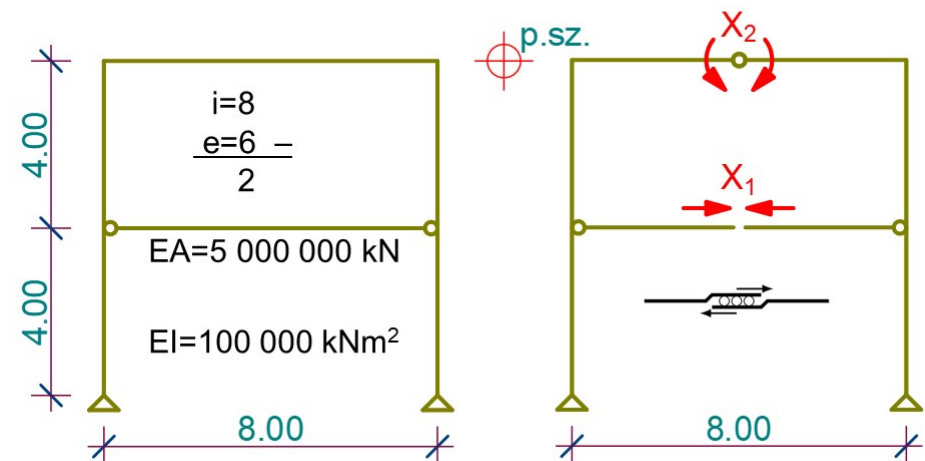
$$\bigcirc C_K = \bigcirc C_{K0} + \sum_i \bigcirc C_{Ki} X_i$$

Hatásábra

$$\eta(C_K) = \eta(C_{K0}) + \sum_i C_{Ki} \eta(X_i)$$

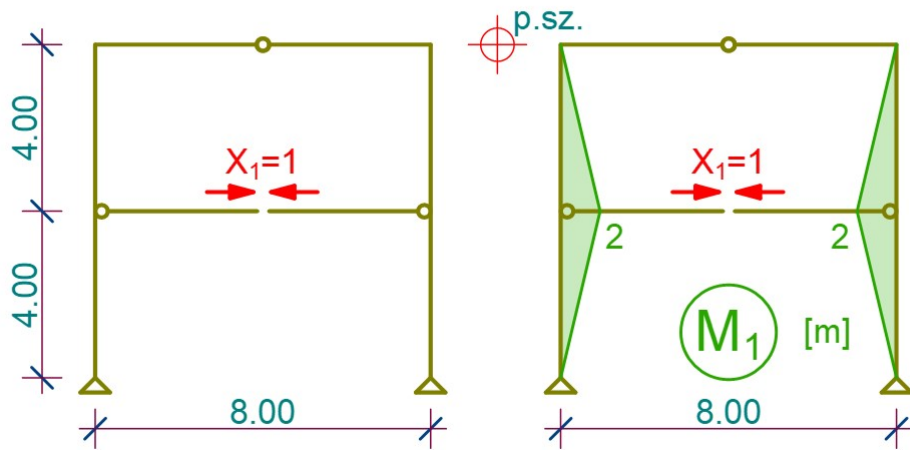
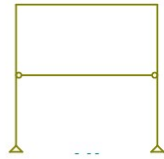
Erőműdszer - hatásábra

Hatásábra



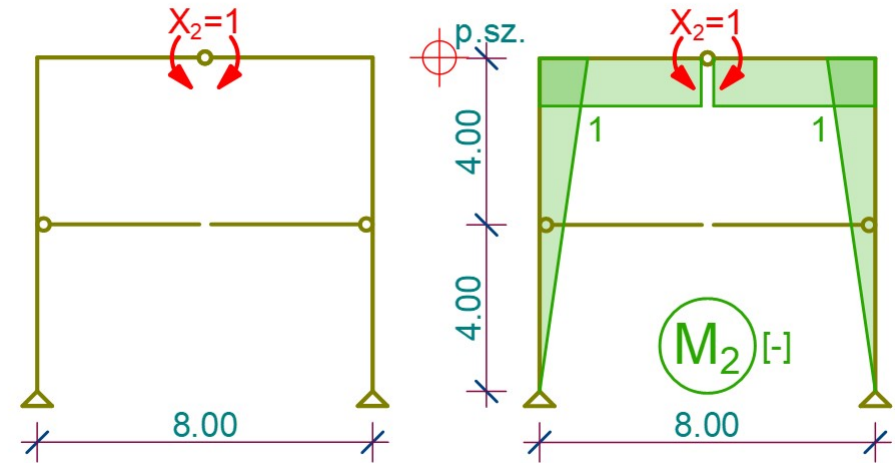
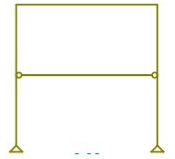
Erőműdszer - hatásábra

Hatásábra



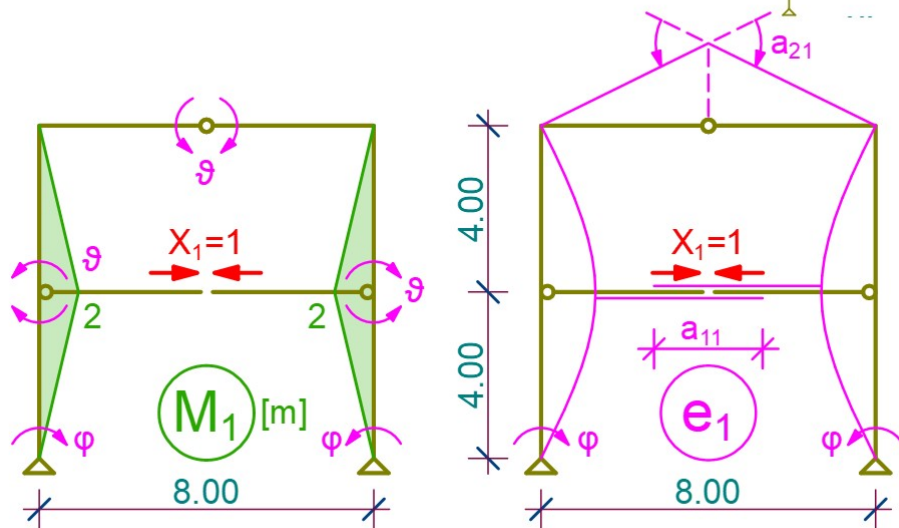
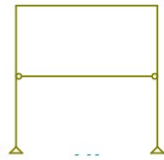
Erőműdszer - hatásábra

Hatásábra



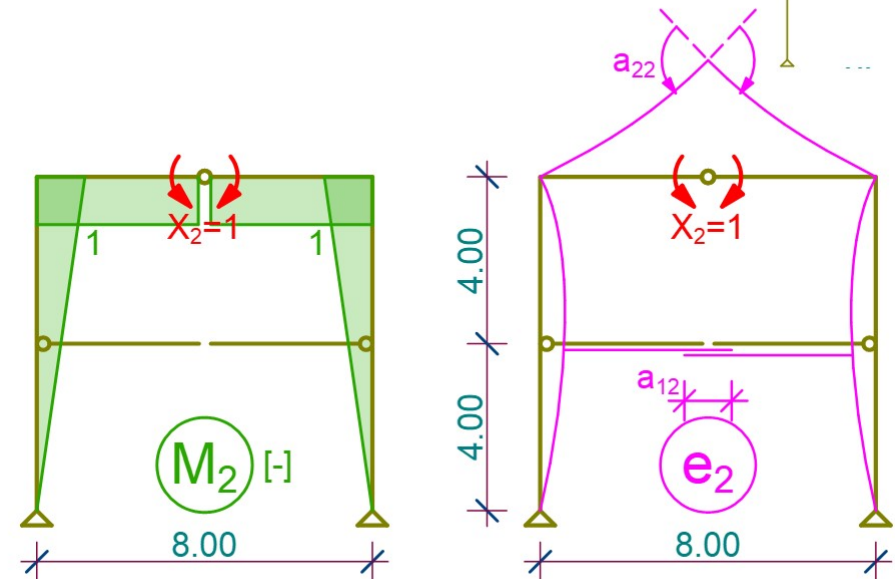
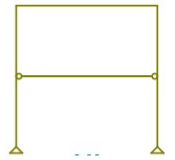
Erőműdszer - hatásábra

Hatásábra



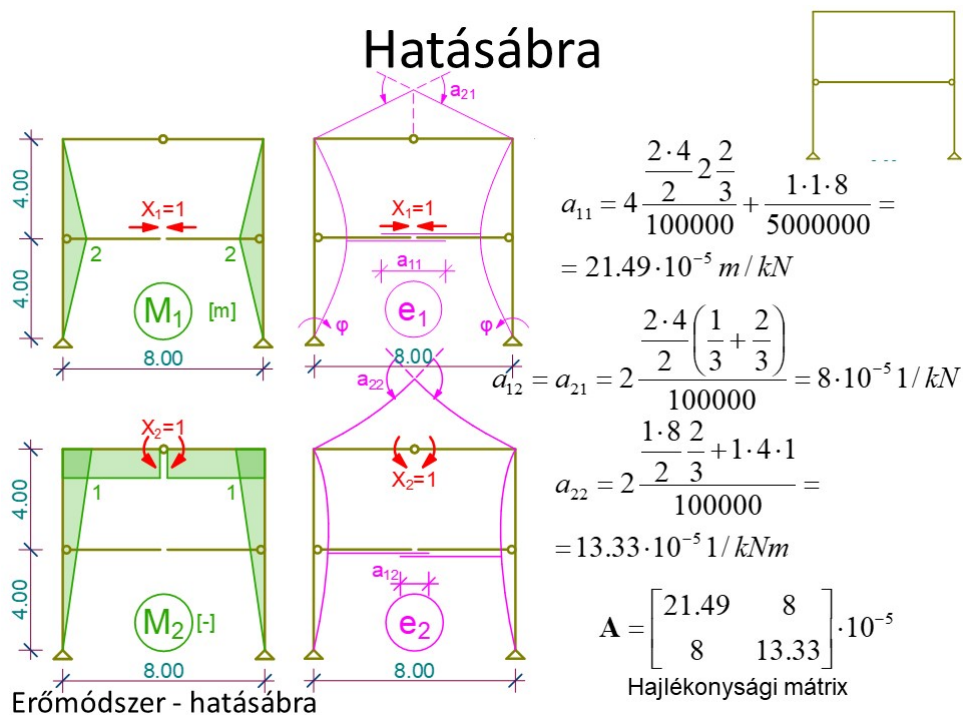
Erőműdszer - hatásábra

Hatásábra

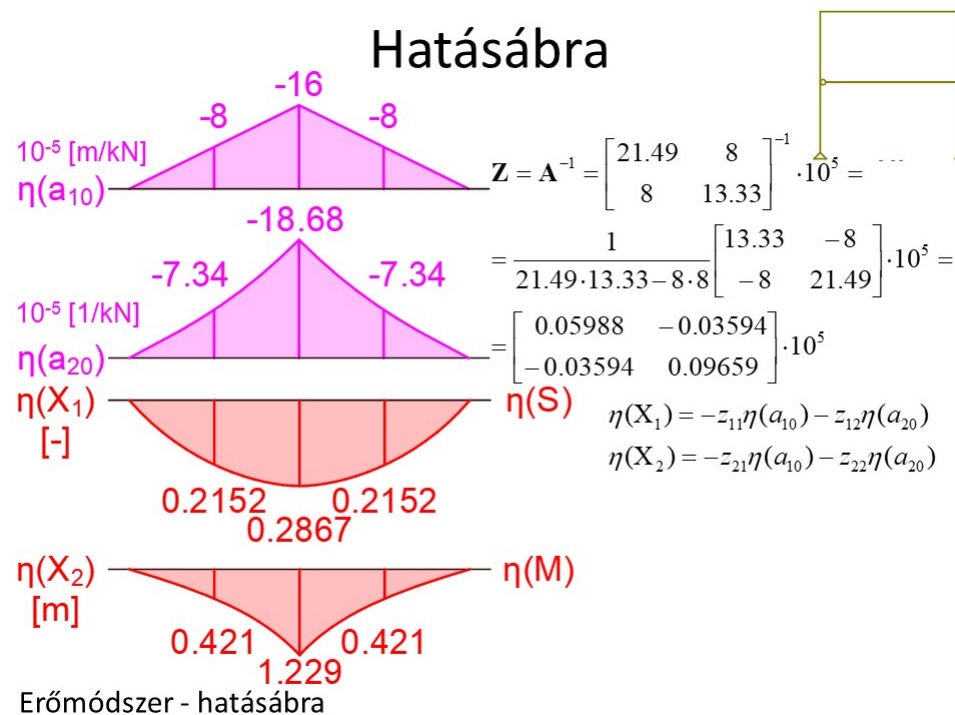


Erőműdszer - hatásábra

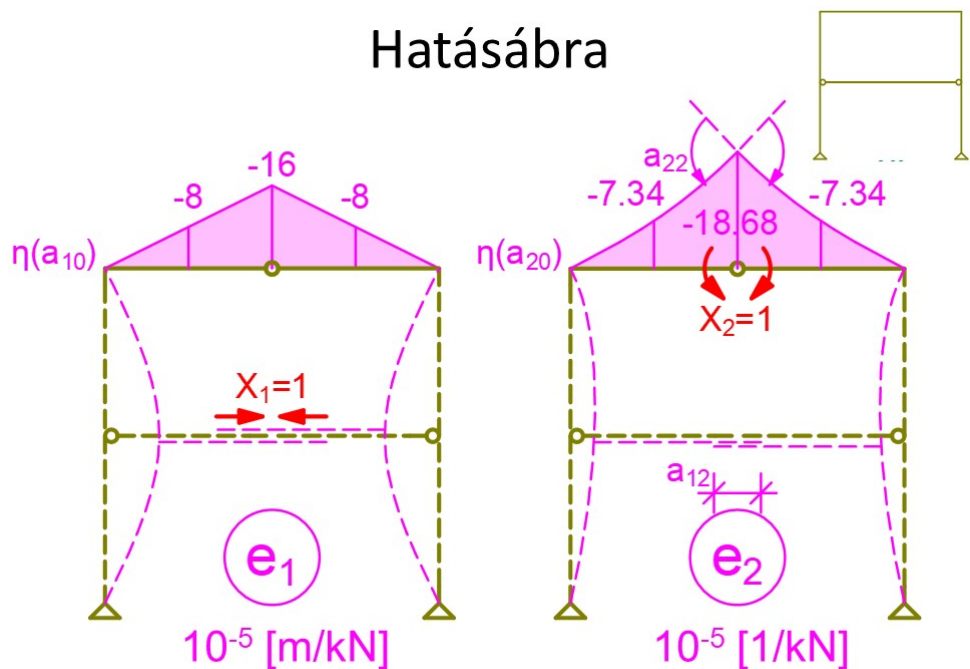
Hatásábra



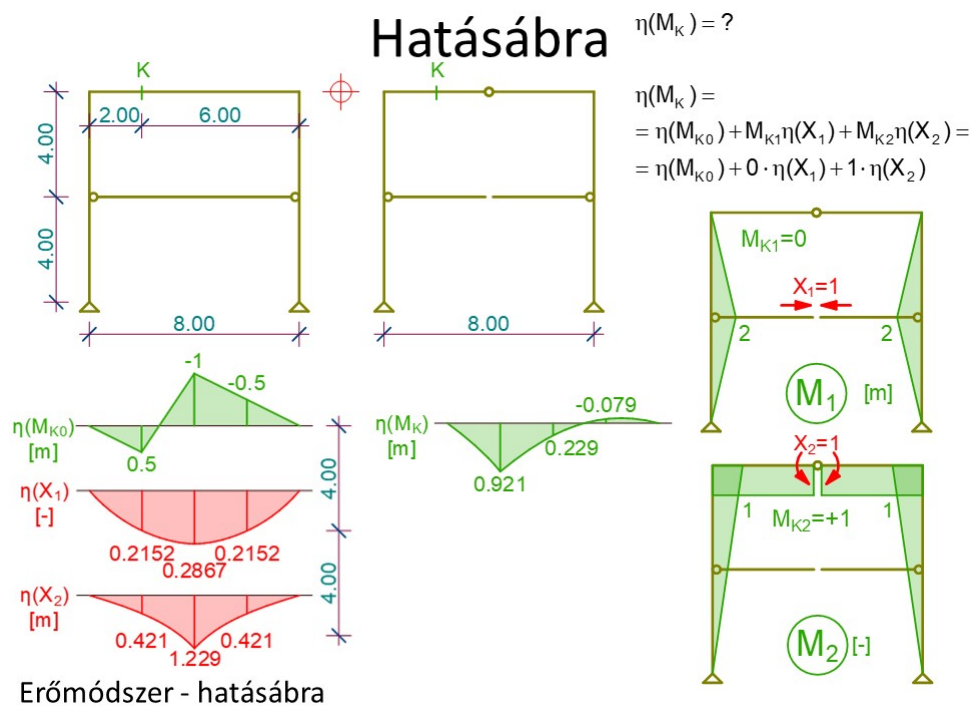
Hatásábra



Hatásábra



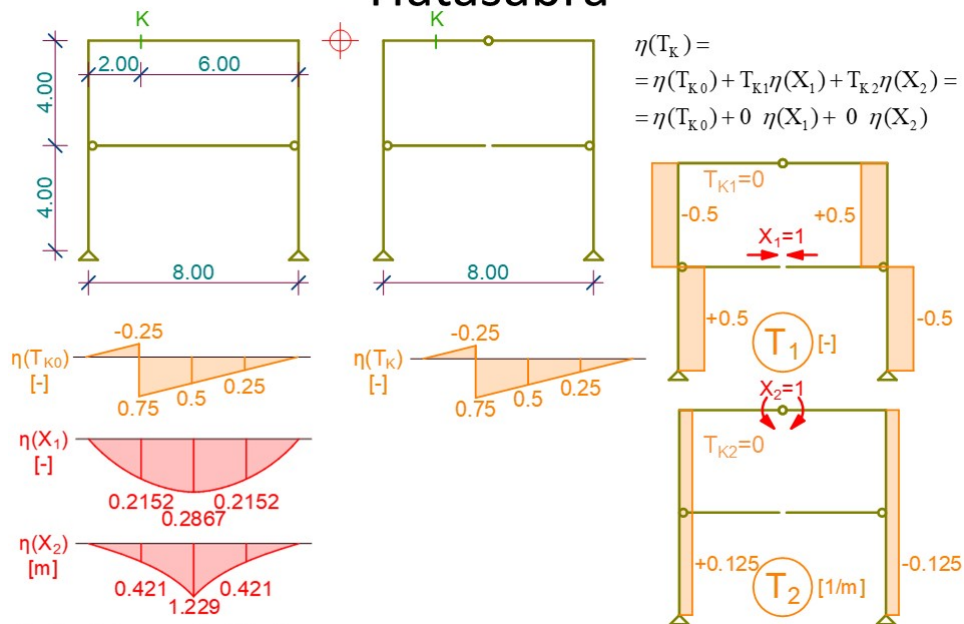
Hatásábra



Hatásábra

$$\eta(T_K) = ?$$

$$\begin{aligned}\eta(T_K) &= \\ &= \eta(T_{K0}) + T_{K1}\eta(X_1) + T_{K2}\eta(X_2) = \\ &= \eta(T_{K0}) + 0 \eta(X_1) + 0 \eta(X_2)\end{aligned}$$

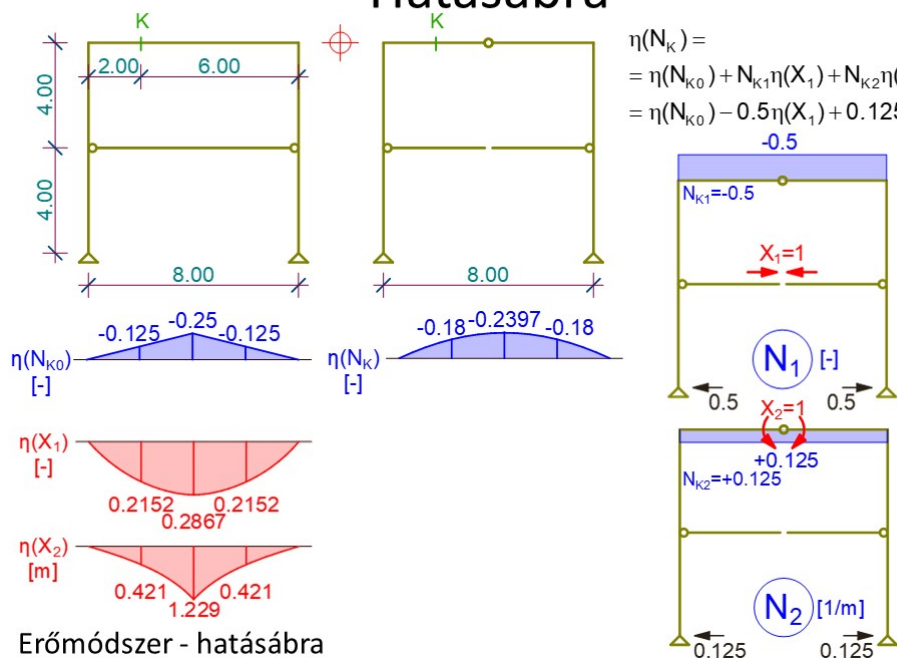


Erőmódszer - hatásábra

Hatásábra

$$\eta(N_K) = ?$$

$$\begin{aligned}\eta(N_K) &= \\ &= \eta(N_{K0}) + N_{K1}\eta(X_1) + N_{K2}\eta(X_2) = \\ &= \eta(N_{K0}) - 0.5\eta(X_1) + 0.125\eta(X_2)\end{aligned}$$

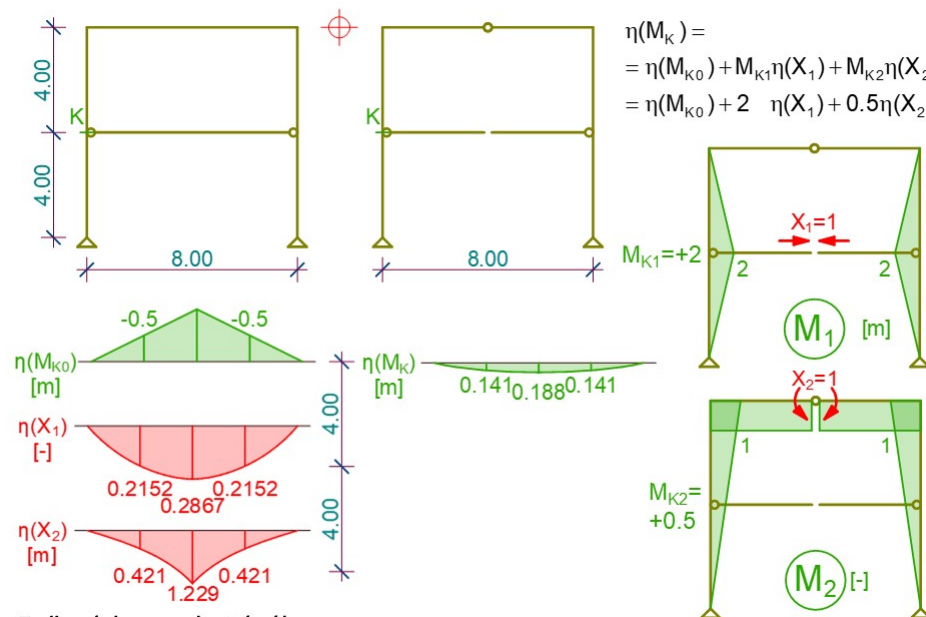


Erőmódszer - hatásábra

Hatásábra

$$\eta(M_K) = ?$$

$$\begin{aligned}\eta(M_K) &= \\ &= \eta(M_{K0}) + M_{K1}\eta(X_1) + M_{K2}\eta(X_2) = \\ &= \eta(M_{K0}) + 2 \eta(X_1) + 0.5\eta(X_2)\end{aligned}$$



Erőmódszer - hatásábra

VÉGE

Köszönöm a figyelmet!

Összeállította: Dr. Hortobágyi Zsolt
BME Tartószerkezetek Mechanikája TSZ