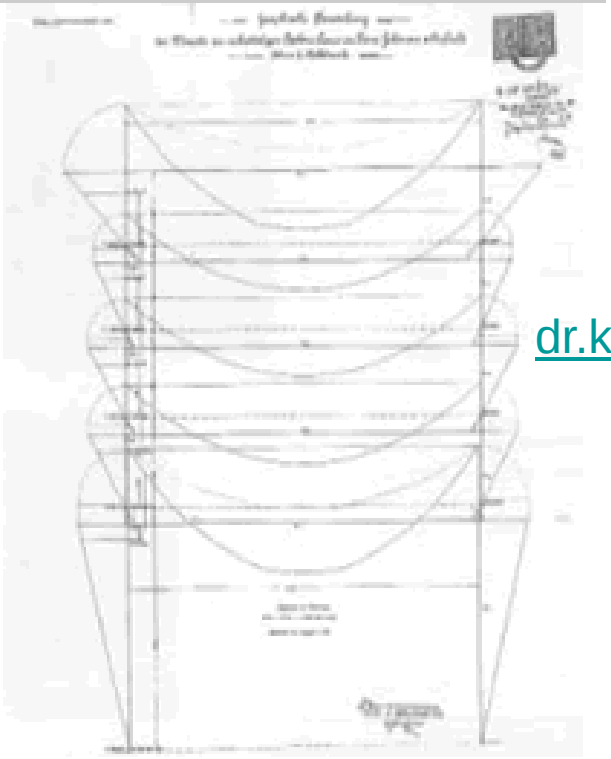
Reinforced Concrete Structures III.

VI.

Vasbetonszerkezetek III.

- Vasbeton keretszerkezetek közelítő számítása II. -



Dr. Kovács Imre PhD
tanszékvezető
főiskolai tanár

E-mail:
dr.kovacs.imre@gmail.com

Mobil:
06-30-743-68-65

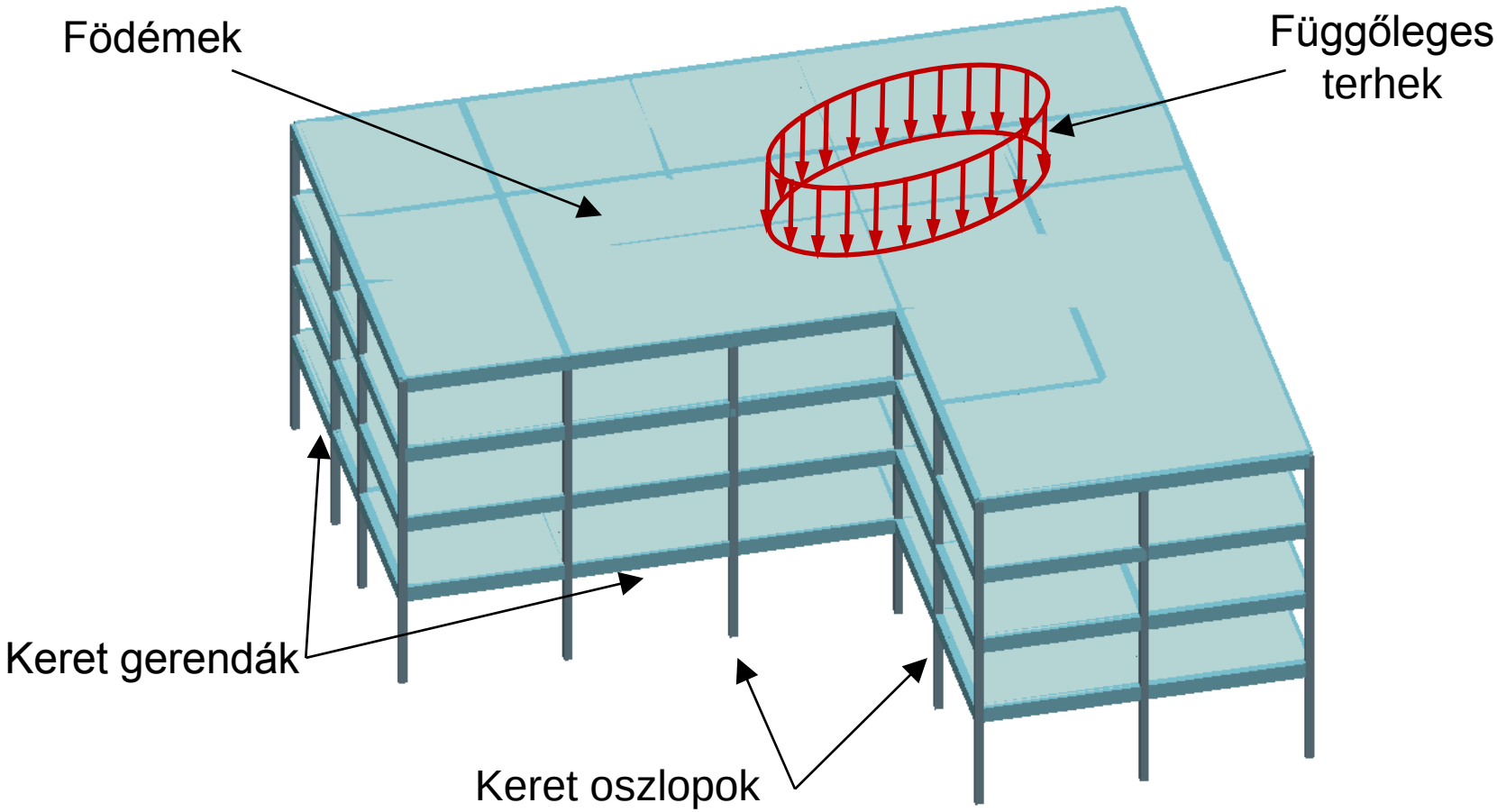
Iroda:
06-52-415-155 / 77764

WEB:
www.epito.eng.unideb.hu

Dr. Kovács Imre PhD © Minden jog fenntartva!!!

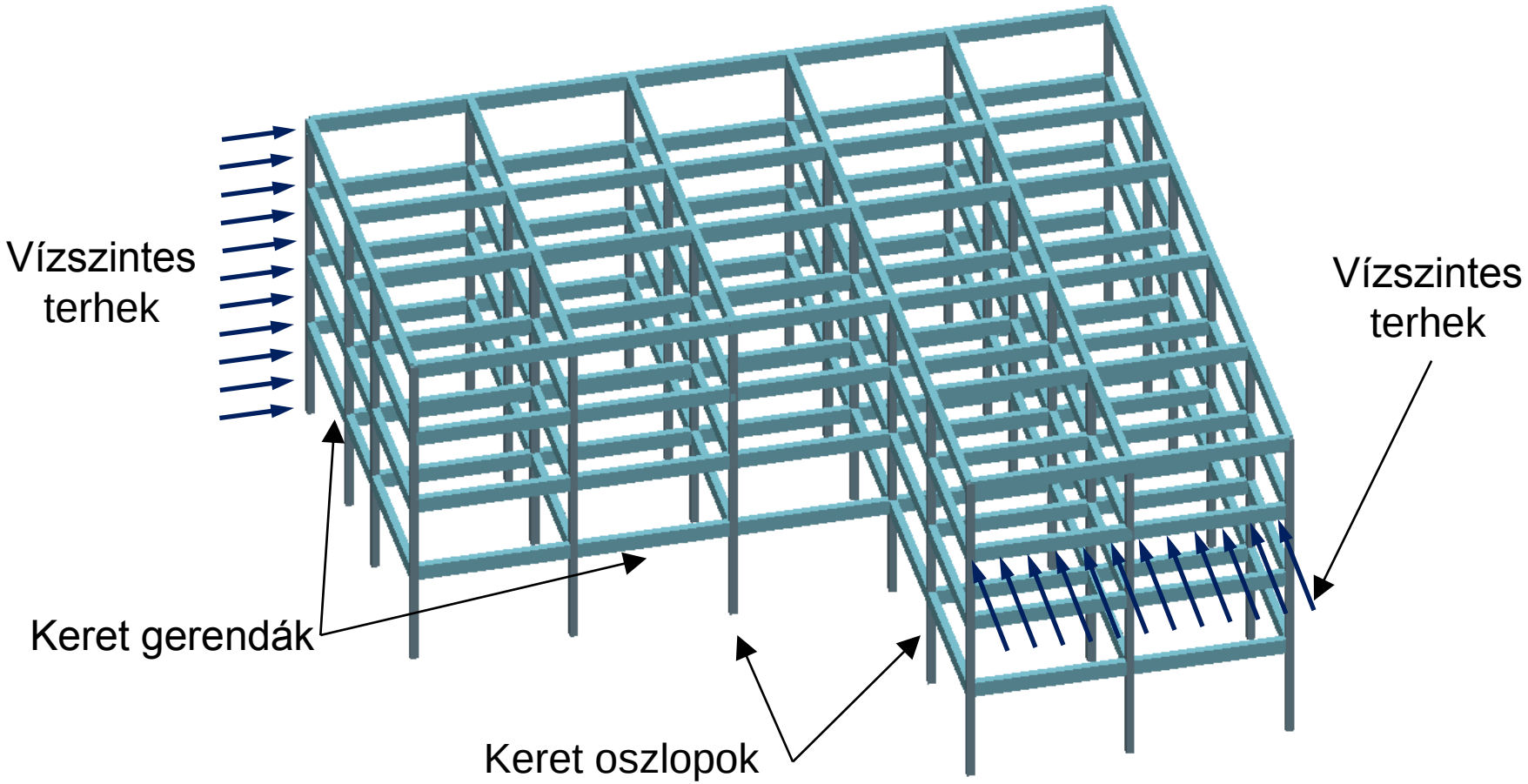
Reinforced concrete frame building

Vasbeton keretszerkezetű épület



Reinforced concrete frame building

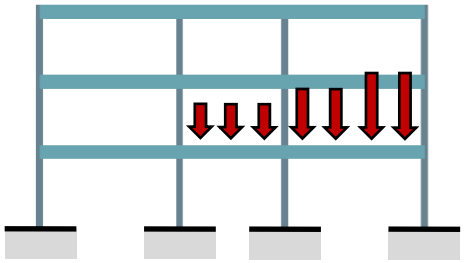
Vasbeton keretszerkezetű épület



Load of reinforced concrete frame

Vasbeton keretszerkezet terhei

Függőleges terhek



Állandó terhek:
szerkezetek, válaszfalak, rétegrend, gépészet, villamosság, álmennyezet, technológia, stb.

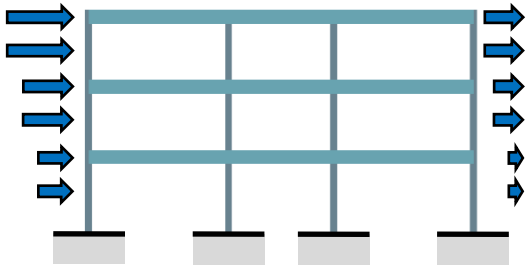
Födémek hasznos terhei:
funkciótól függő hasznos teher, zárófödémek hasznos terhei (járható, nem járható esetek), szerelési teher, stb.

Födémek meteorológiai terhei:
zárófödémek hóterhe

Szeizmikus terhek:
függőleges gyorsulásból származó földrengésteher

Rendkívüli terhek:
robbanások, ütközések függőleges terhei

Vízszintes terhek



Állandó terhek:
geometriai imperfekciókból (ferdeségből) származó vízszintes terhek

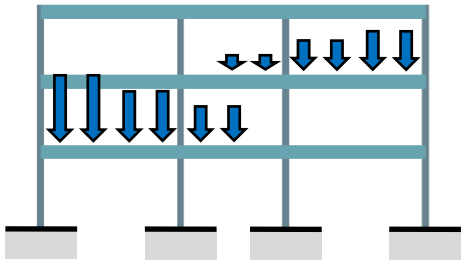
Meteorológiai terhek:
szélnyomás szélszívás, szélsurlódás

Szeizmikus terhek:
vízszintes gyorsulásból származó szeizmikus (földrengés) teher

Rendkívüli terhek:
robbanások, ütközések vízszintes terhei

Vertical loads: Ultimate limit state (ULS)

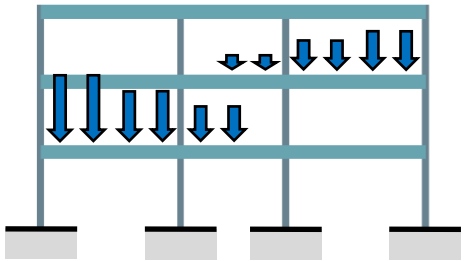
Függőleges terhek : Teherbírási határállapot



Tervezési helyzet	Állandó hatások		Független esetleges hatások		Rendkívüli vagy szeizmikus hatások
	Kedvezőtlen	Kedvező	Domináns	Többi	
Tartós, ideiglenes	$\gamma_{G,\sup} \cdot G_k$	$\gamma_{G,\inf} \cdot G_k$	$\gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$	$\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	-
Rendkívüli	G_k		$\psi_{11} \cdot Q_{k1}$	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	A_d
Szeizmikus	G_k		-	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	A_{Ed}

Vertical loads: Serviceability limit state (SLS)

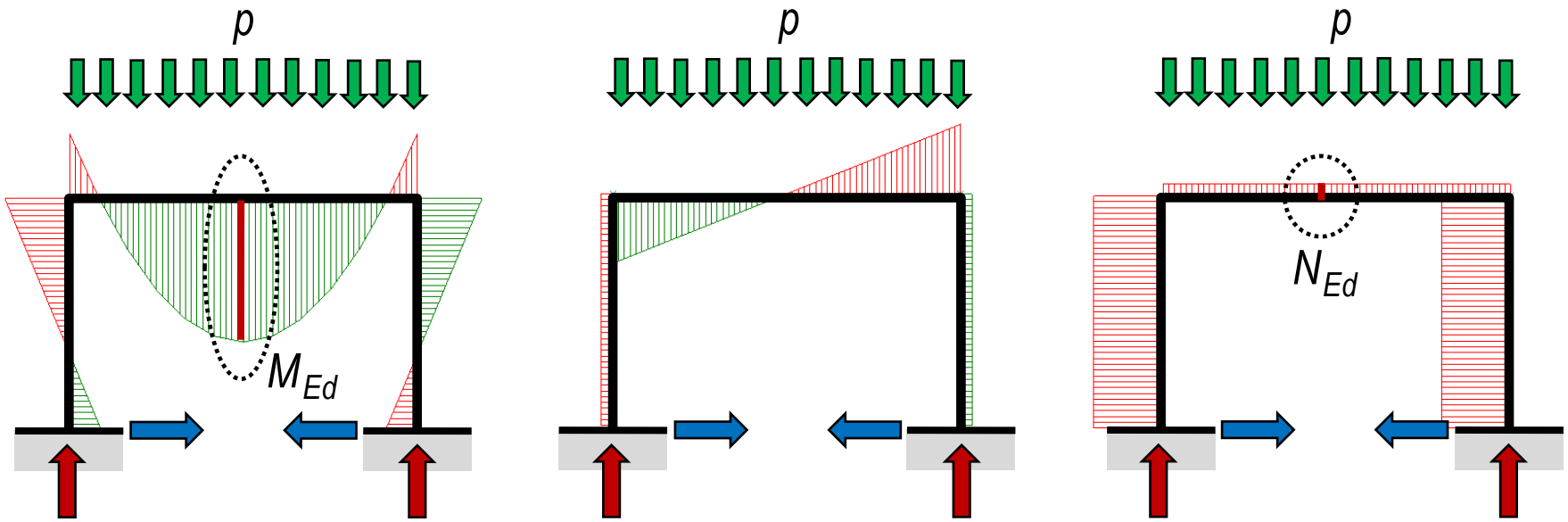
Függőleges terhek : Használhatósági határállapot



Hatáskombináció	Állandó hatások	Független esetleges hatások	
		Domináns	Többi
Kvázi-állandó	G_{kj}	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	
Gyakori		$\psi_{11} \cdot Q_{k1}$	$\psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
Karakterisztikus		Q_{k1}	$\psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

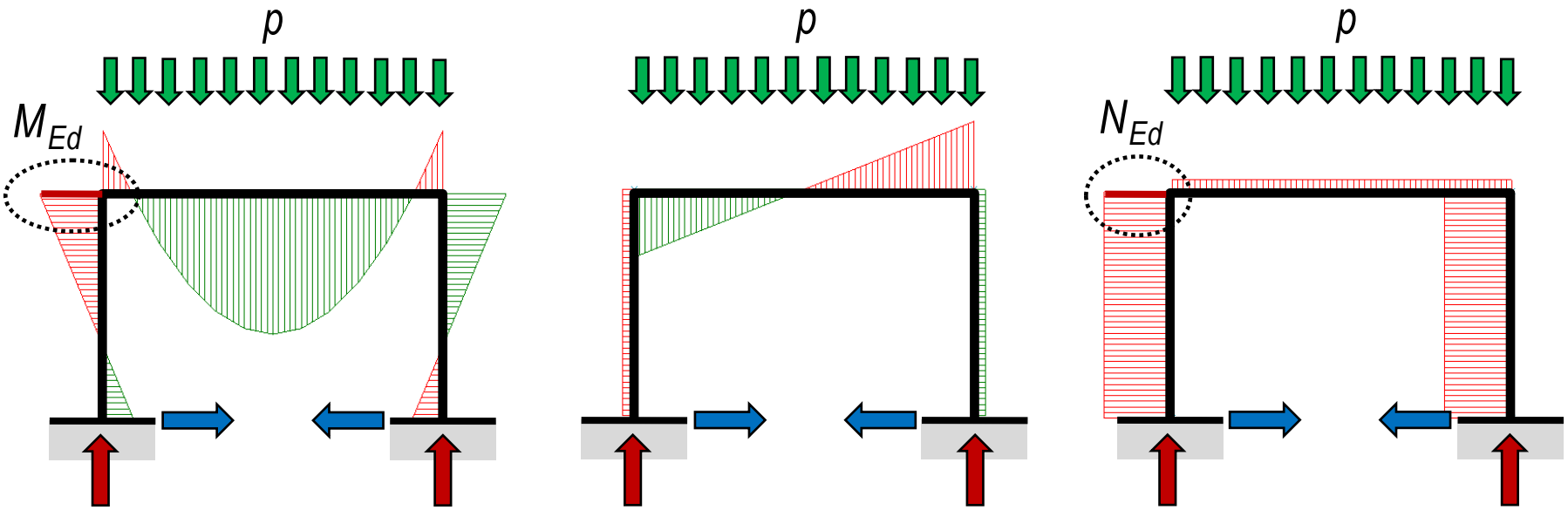
Vertical force acting on beam – Fix frame

Gerendára működő függőleges megoszló teher – Befogott keret



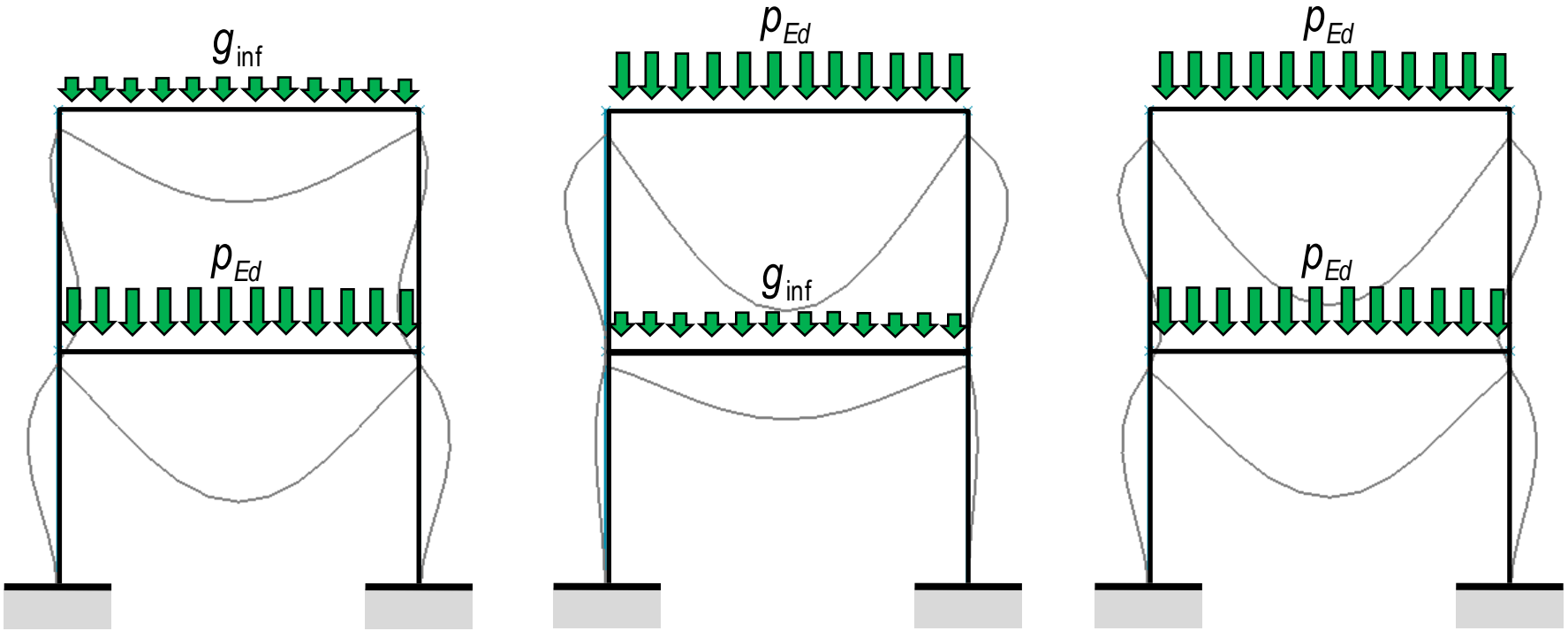
Vertical force acting on beam – Fix frame

Gerendára működő függőleges megoszló teher – Befogott keret



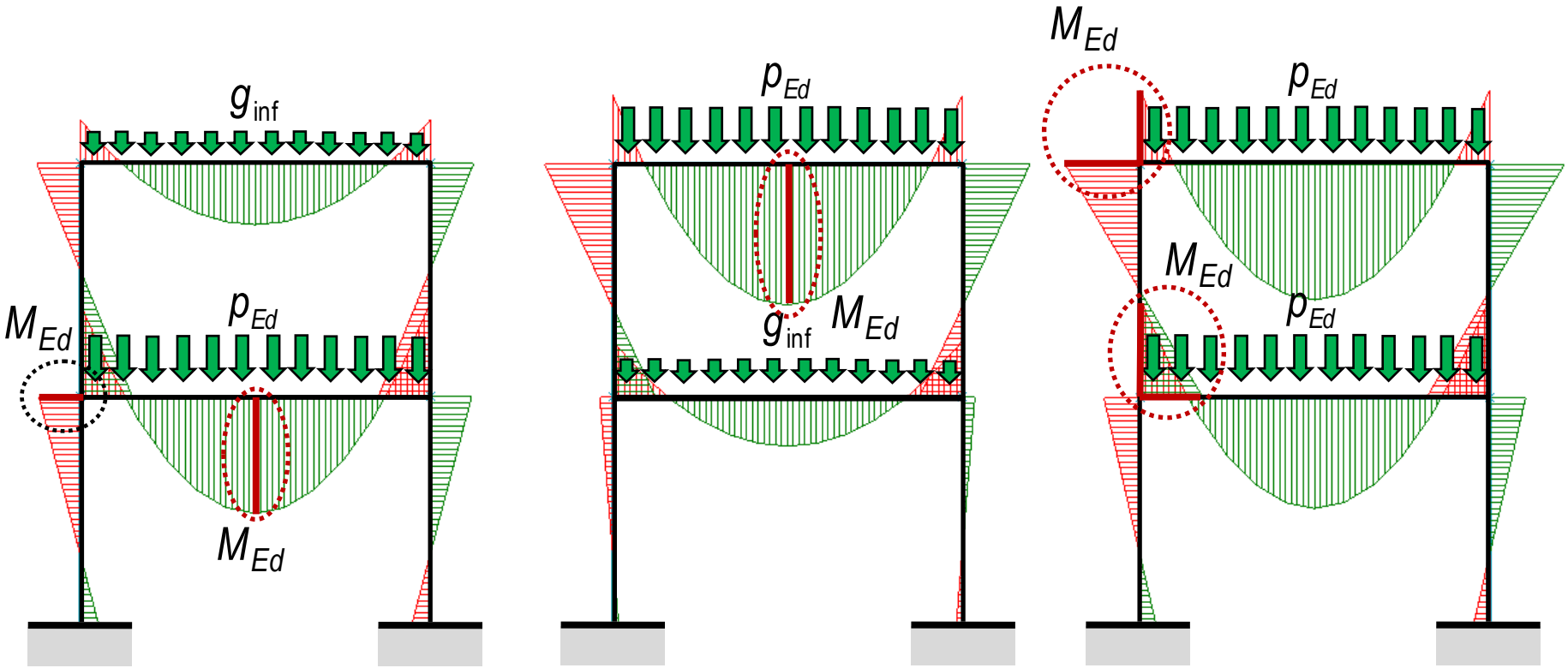
Two-storey simple fix frame – Deformation curves

Kétszintes befogott egyszerű keret – Alakváltozások



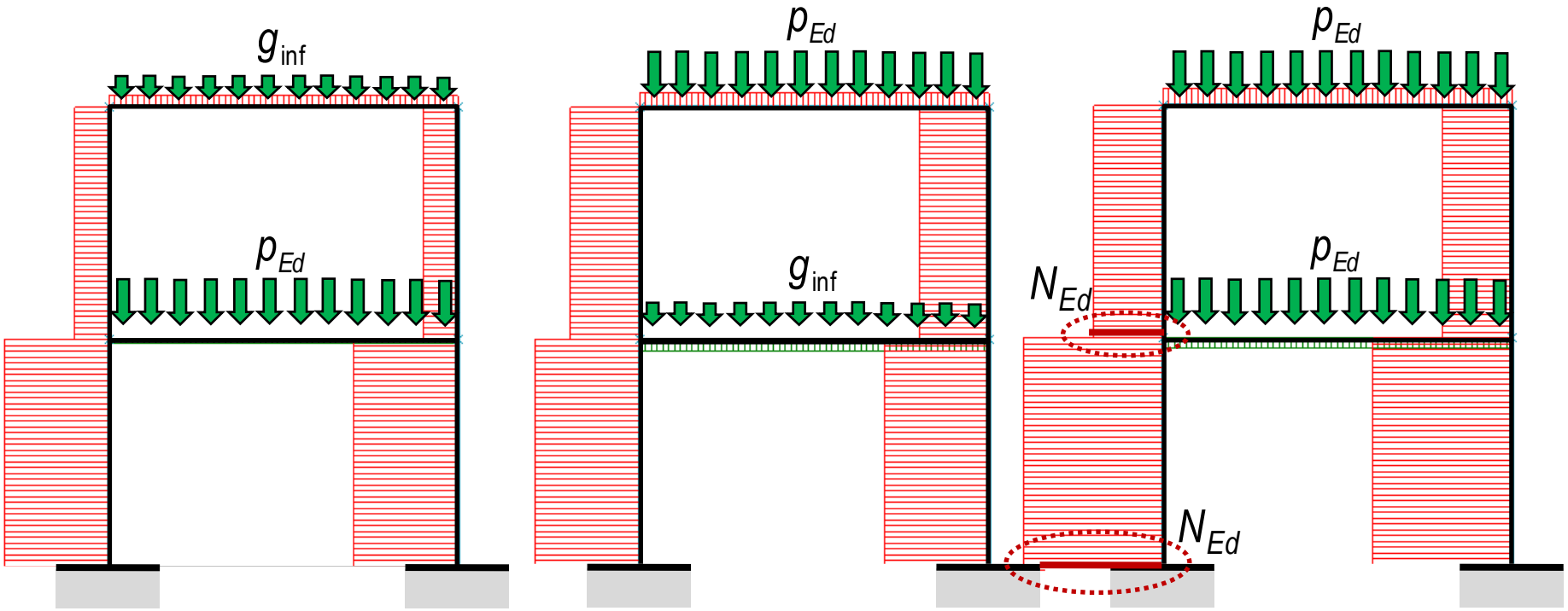
Two-storey simple fix frame – Bending moment curves

Kétszintes befogott egyszerű keret – Hajlítónyomatékok



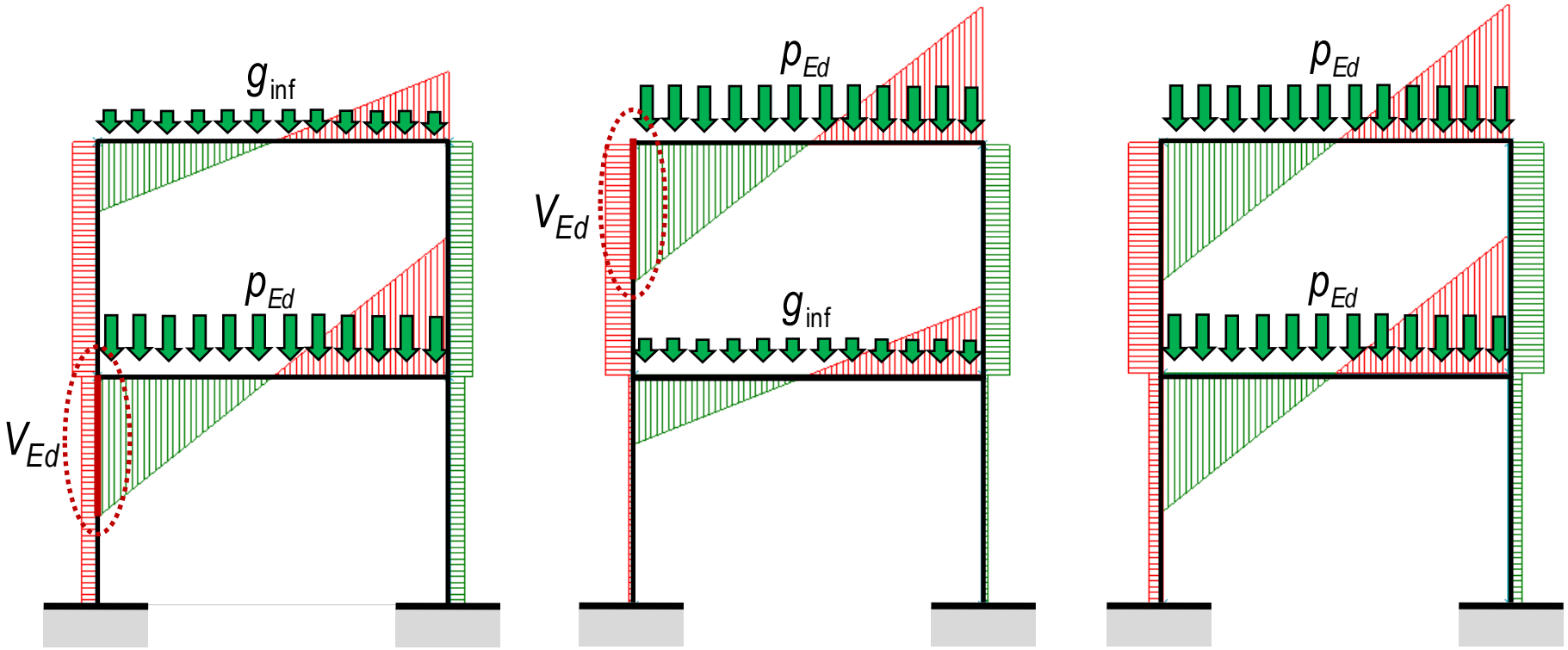
Two-storey simple fix frame – Normal forces

Kétszintes befogott egyszerű keret – Normálerők



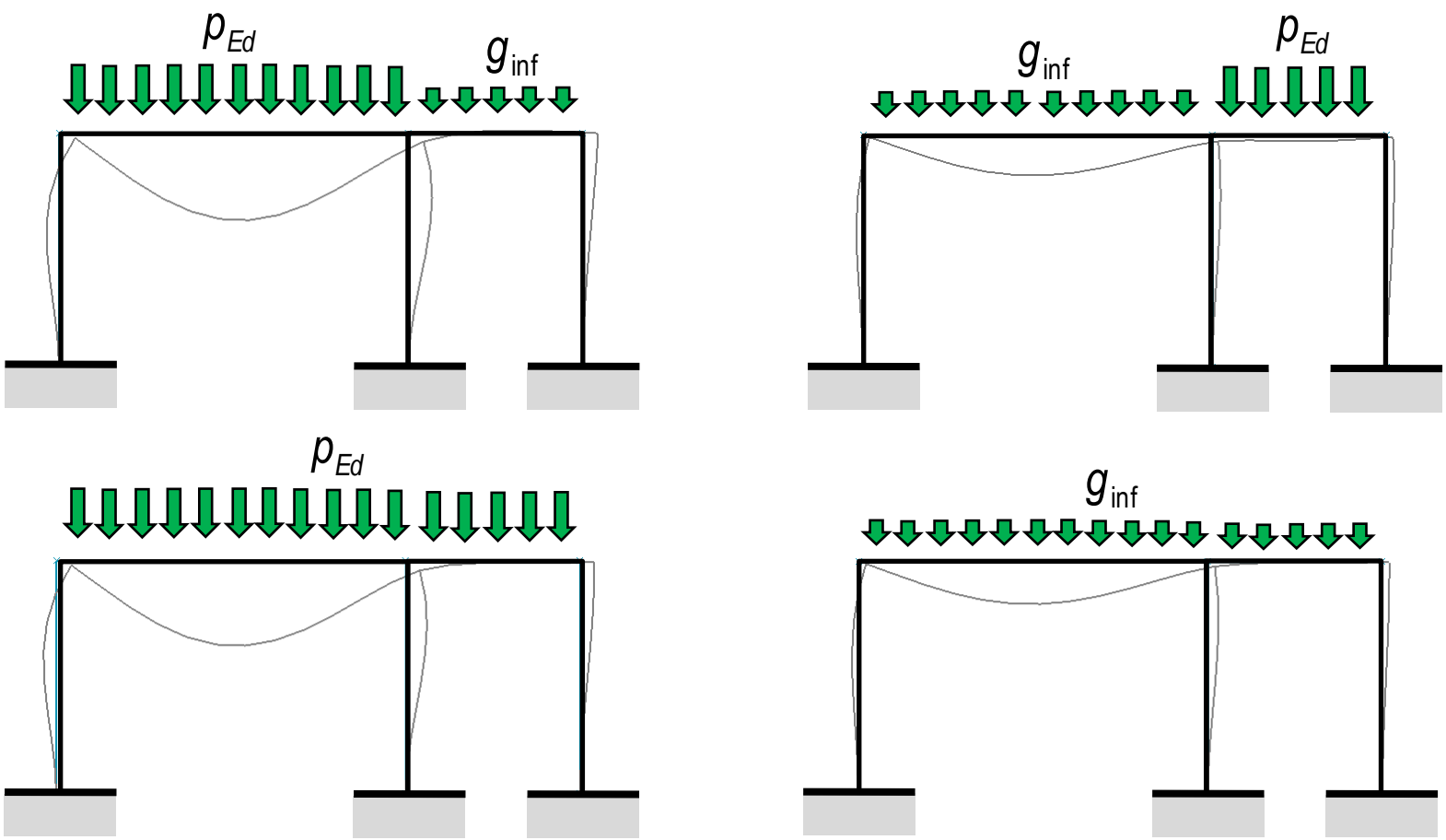
Two-storey simple fix frame – Shear forces

Kétszintes befogott egyszerű keret – Nyíróerők



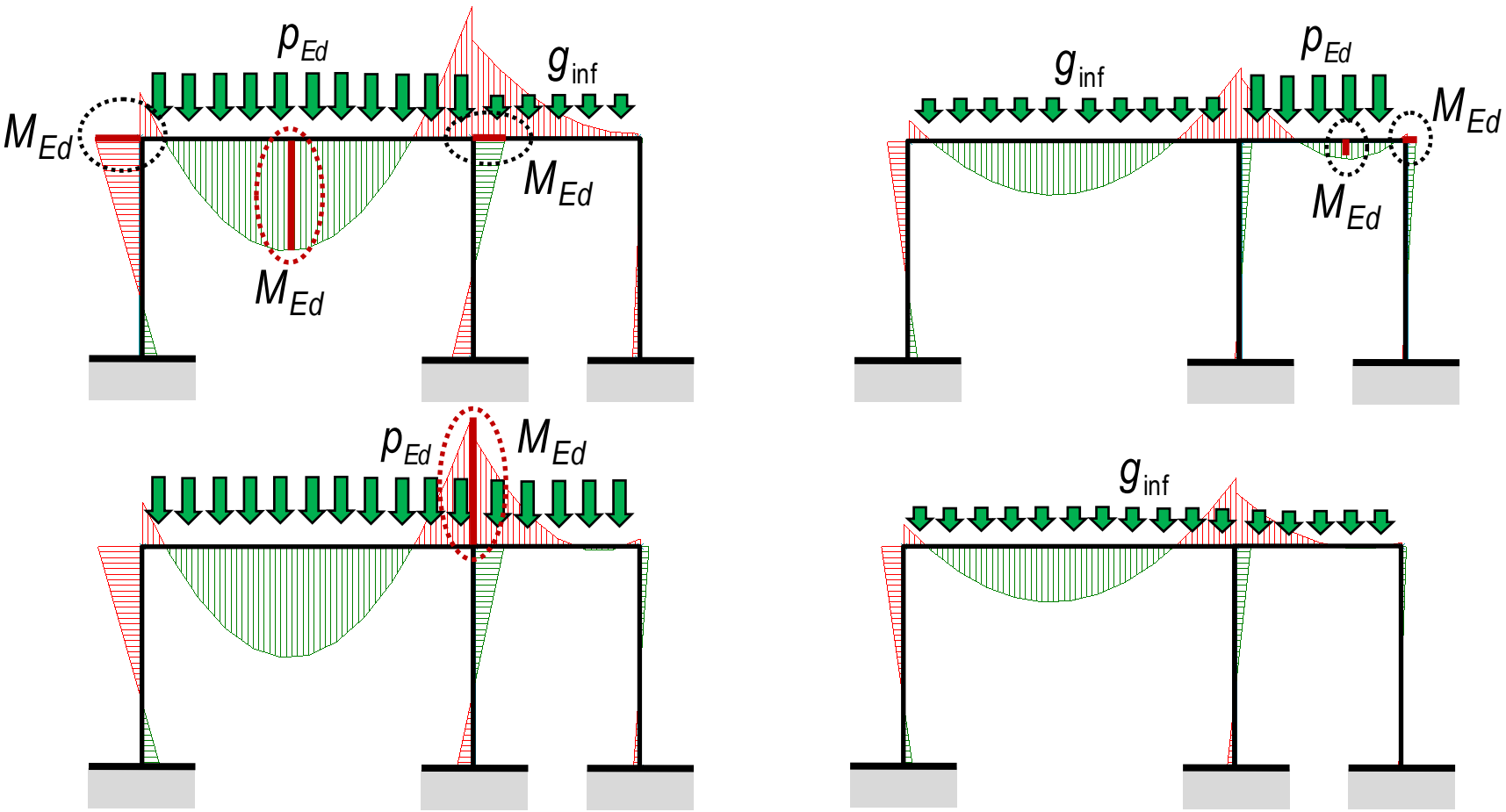
Two-hall fix frame – Deformation curves

Egyszintes befogott kétnyílású keret – Alakváltozások



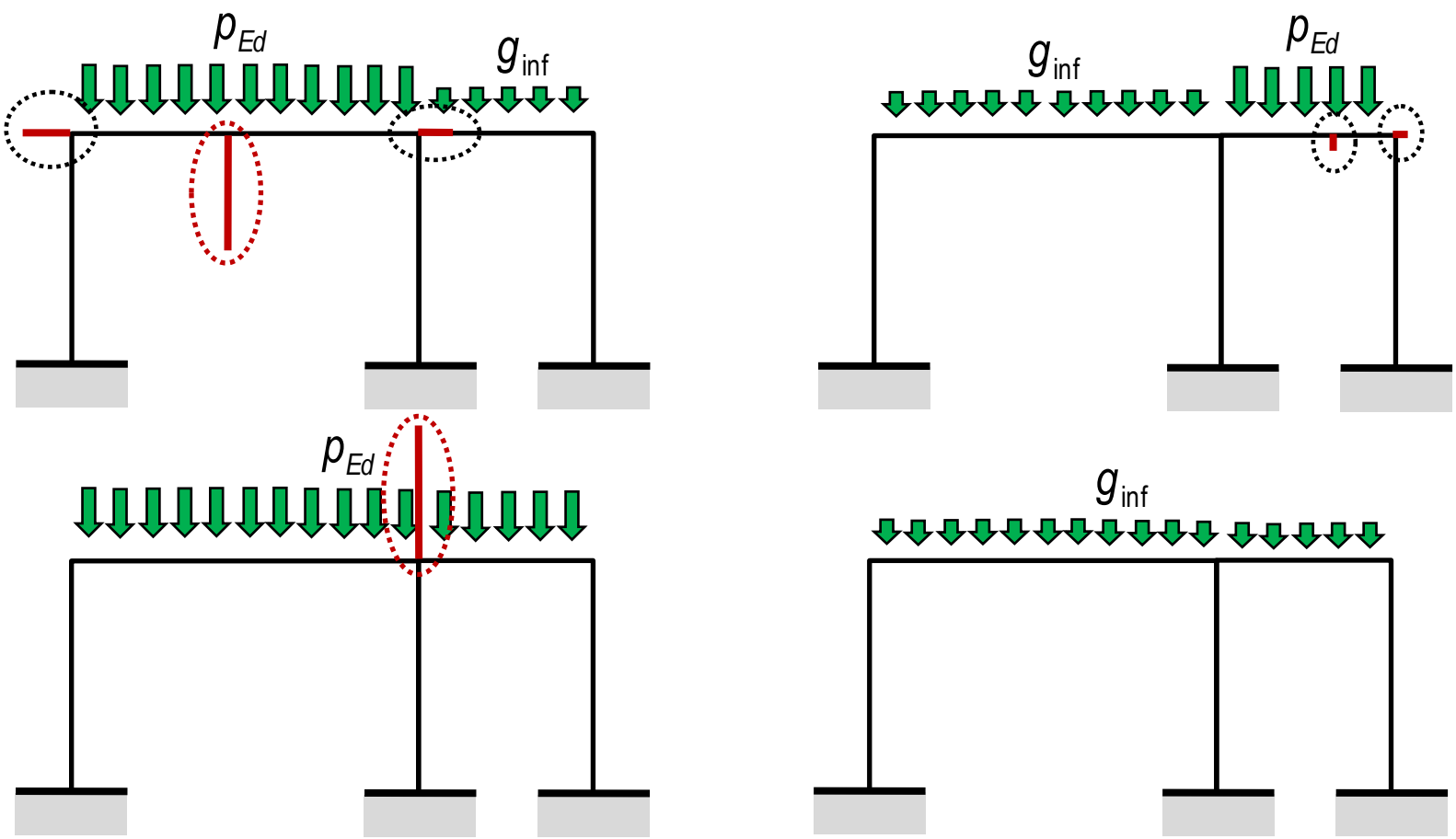
Two-hall fix frame – Bending moment curves

Egyszintes befogott kétnyílású keret – Hajlítónyomatékok



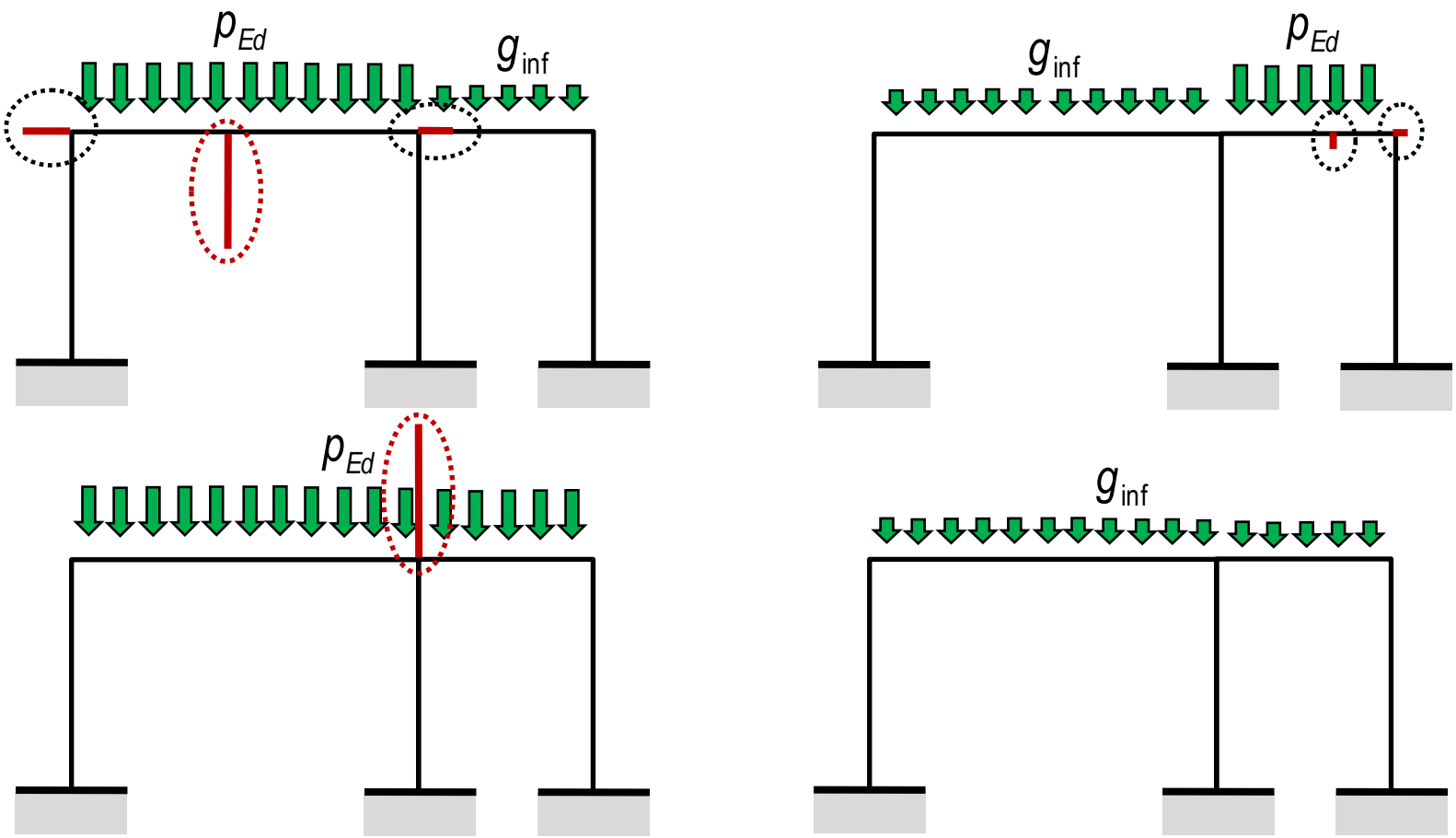
Two-hall fix frame – Normal force curves

Egyszintes befogott kétnyílású keret – Normálerők



Two-hall fix frame – Shear force curves

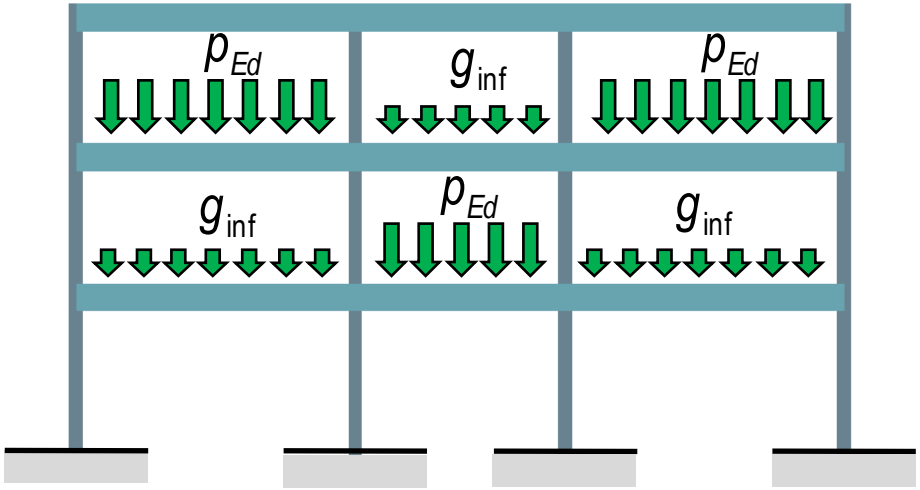
Egyszintes befogott kétnyílású keret – Nyíróerők



Precise solution for vertical loads

Pontos megoldás függőleges terhekre

Hogyan oldjuk meg pontosan?



?

Elmozdulás módszer

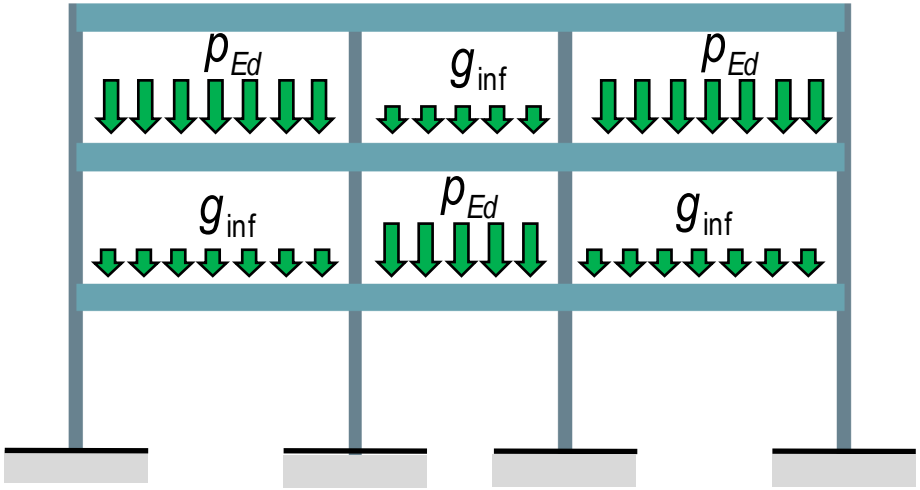
- kilendülő keret (merevítetlen keret)
(12 csomópont × 2 szabadságfok - 3 statikai egyenlet = 21)
- fix keret (merevített keret)
(12 csomópont × 1 szabadságfok - 3 statikai egyenlet = 9)

VEM (numerikus megoldás)

Precise solution for vertical loads

Pontos megoldás függőleges terhekre

Hogyan oldjuk meg pontosan?



?

Elmozdulás módszer
- kilendülő keret (merevítetlen keret)
(12 csomópont × 2 szabadságfok - 3 statikai egyenlet = 21)
- fix keret (merevített keret)
(12 csomópont × 1 szabadságfok - 3 statikai egyenlet = 9)

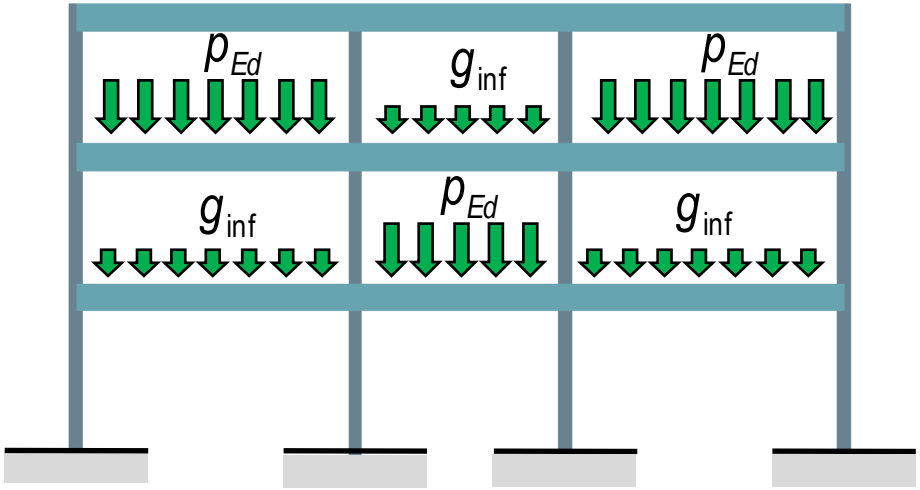
VEM (numerikus megoldás)

Terhelési esetek felvétele???!!!

Precise solution for vertical loads

Pontos megoldás függőleges terhekre

Hogyan oldjuk meg pontosan?

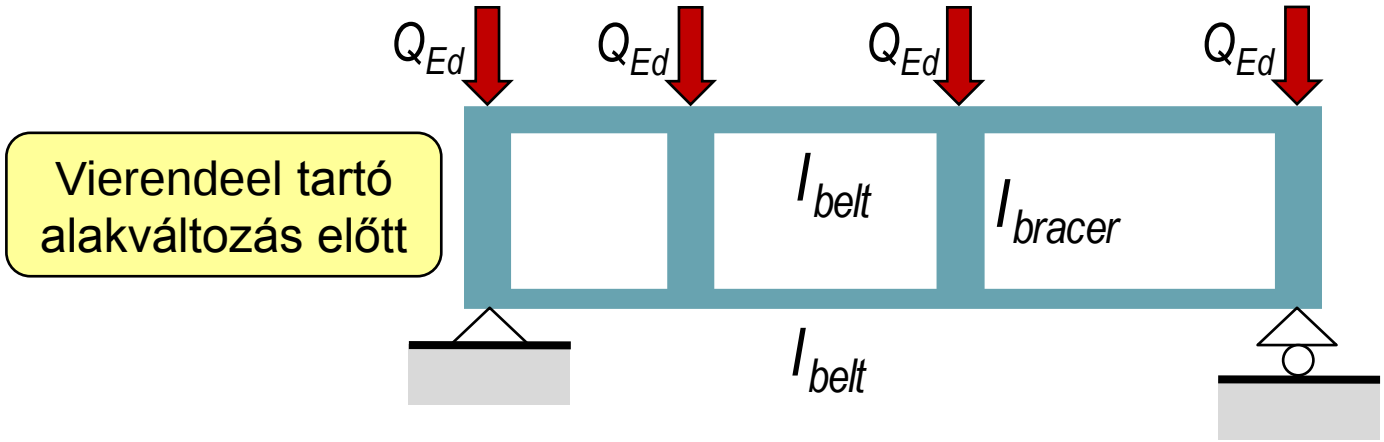


Maximális hajlítónyomatékok (*Mmax*) és ezekkel **egyidejű normálerők (*N*)** meghatározása a gerendák és pillérek jellemző keresztmetszeteiben

Maximális normálerők (*Nmax*) és ezekkel **egyidejű hajlítónyomatékok (*M*)** meghatározása a gerendák és pillérek jellemző keresztmetszeteiben

Vierendeel type girder – Vertical load

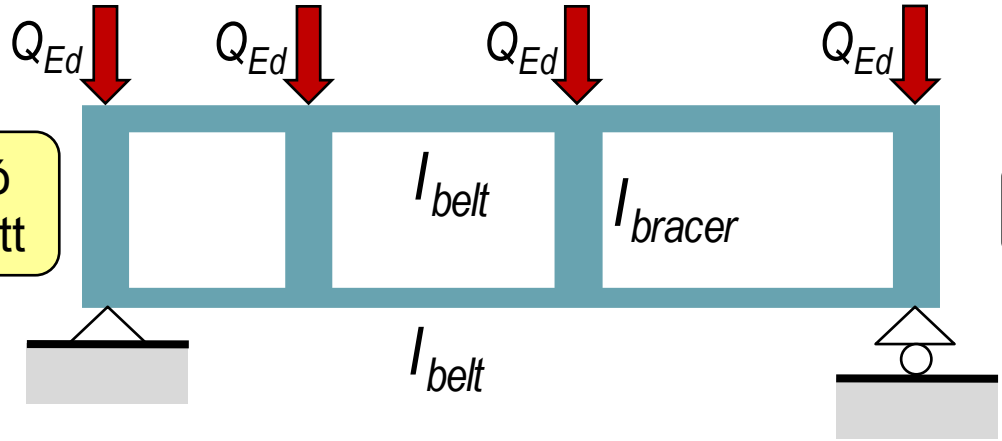
Vierendeel tartók közelítő számítása – Függőleges terhek



Vierendeel type girder – Deflection

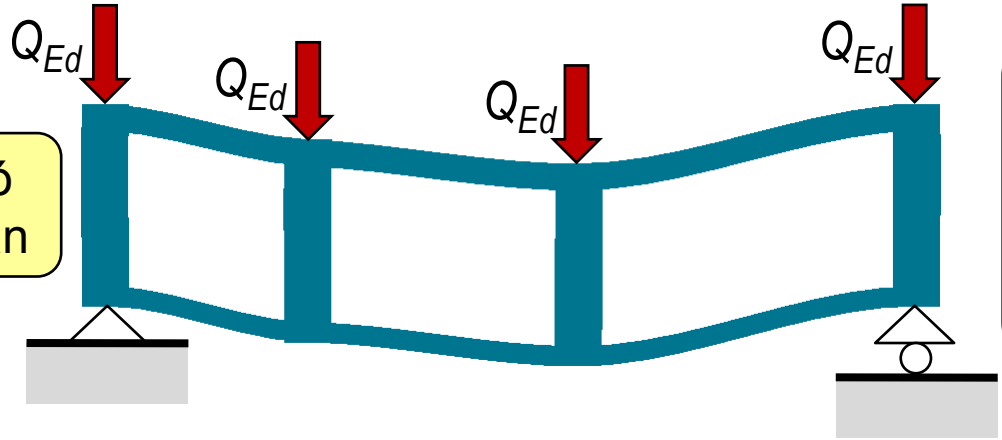
Vierendeel tartók közelítő számítása – Alakváltozás

Vierendeel tartó alakváltozás előtt



$I_{belt} << I_{bracer}$

Vierendeel tartó alakváltozás után

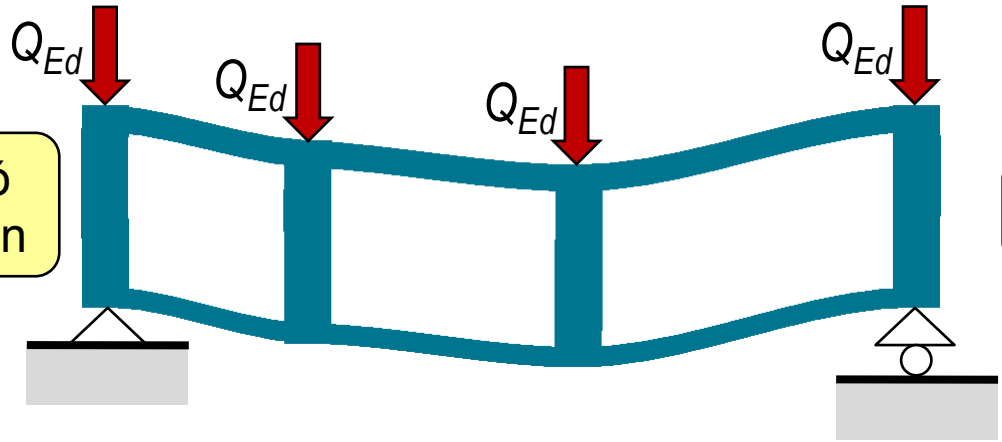


A hevederek (bracer) lényegesen nagyobb hajlítási merevsége miatt a hevederek deformációja elhanyagolható az övek (belt) deformációihoz képest.

Vierendeel type girder – Behavior of belts

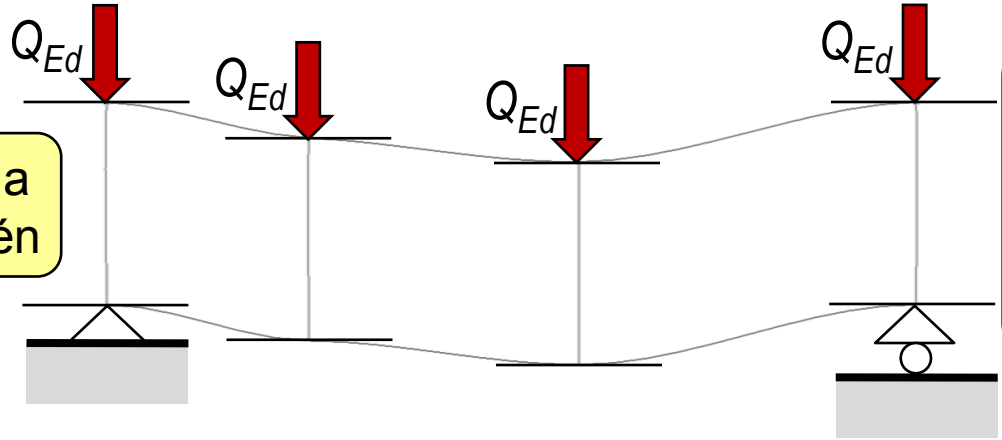
Vierendeel tartók közelítő számítása – Övek viselkedése

Vierendeel tartó alakváltozás után



$I_{belt} << I_{bracer}$

Inflexiós pontok a gerendák közepén



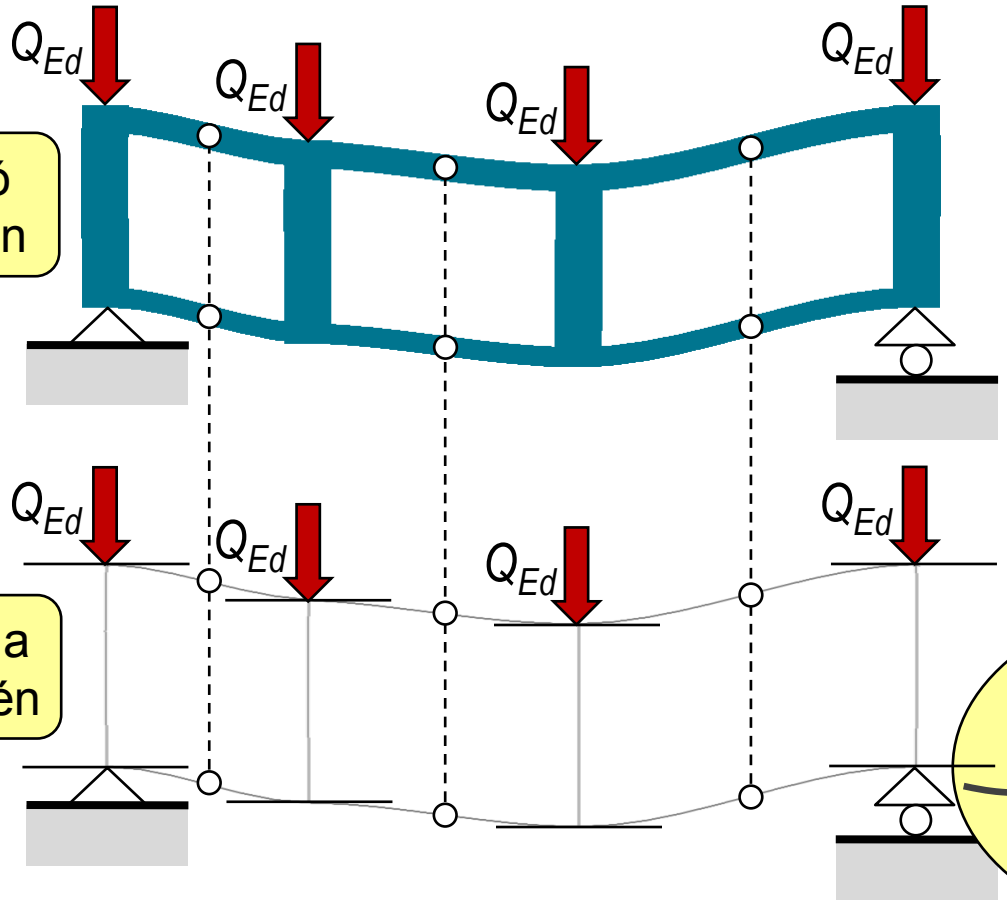
A hevederek közötti övszakaszok deformált alakjai a hevederek alsó és felső keresztmetszeteiben merőlegesek a hevederekre.

Vierendeel type girder – Behaviour of belts

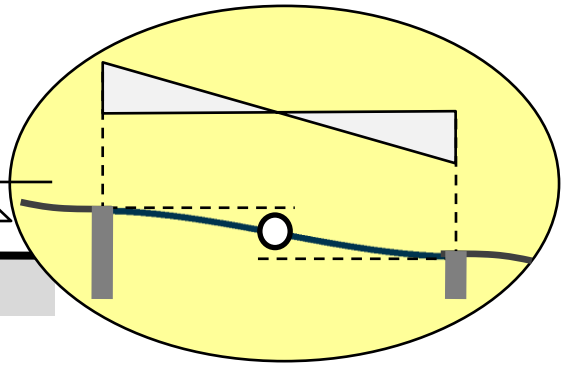
Vierendeel tartók közelítő számítása – Övek viselkedése

Vierendeel tartó alakváltozás után

Inflexiós pontok a gerendák közepén



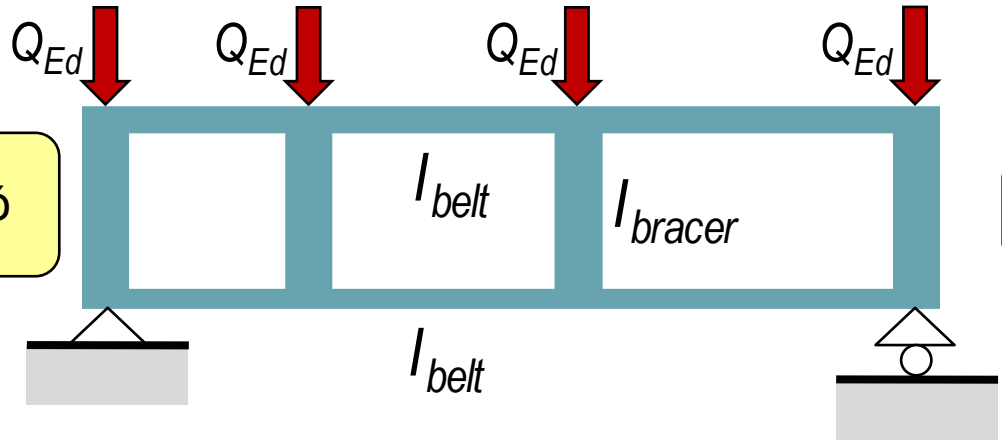
Az oszlopszakaszok deformációs alakjainak közepén inflexiós pont alakul ki, így itt zérus a hajlító nyomaték, ami olyan, mintha az oszlop középső keresztmetszetében egy csuklót iktatnánk be. A keret statikai vázát így módosíthatjuk.



Vierendeel type girder – Modifield statical frame

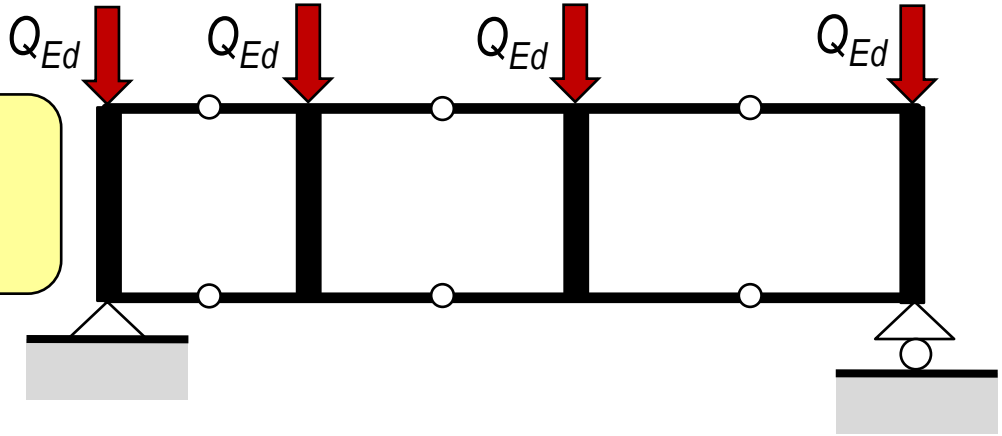
Vierendeel tartók közelítő számítása – Új statikai váz

Vierendeel tartó



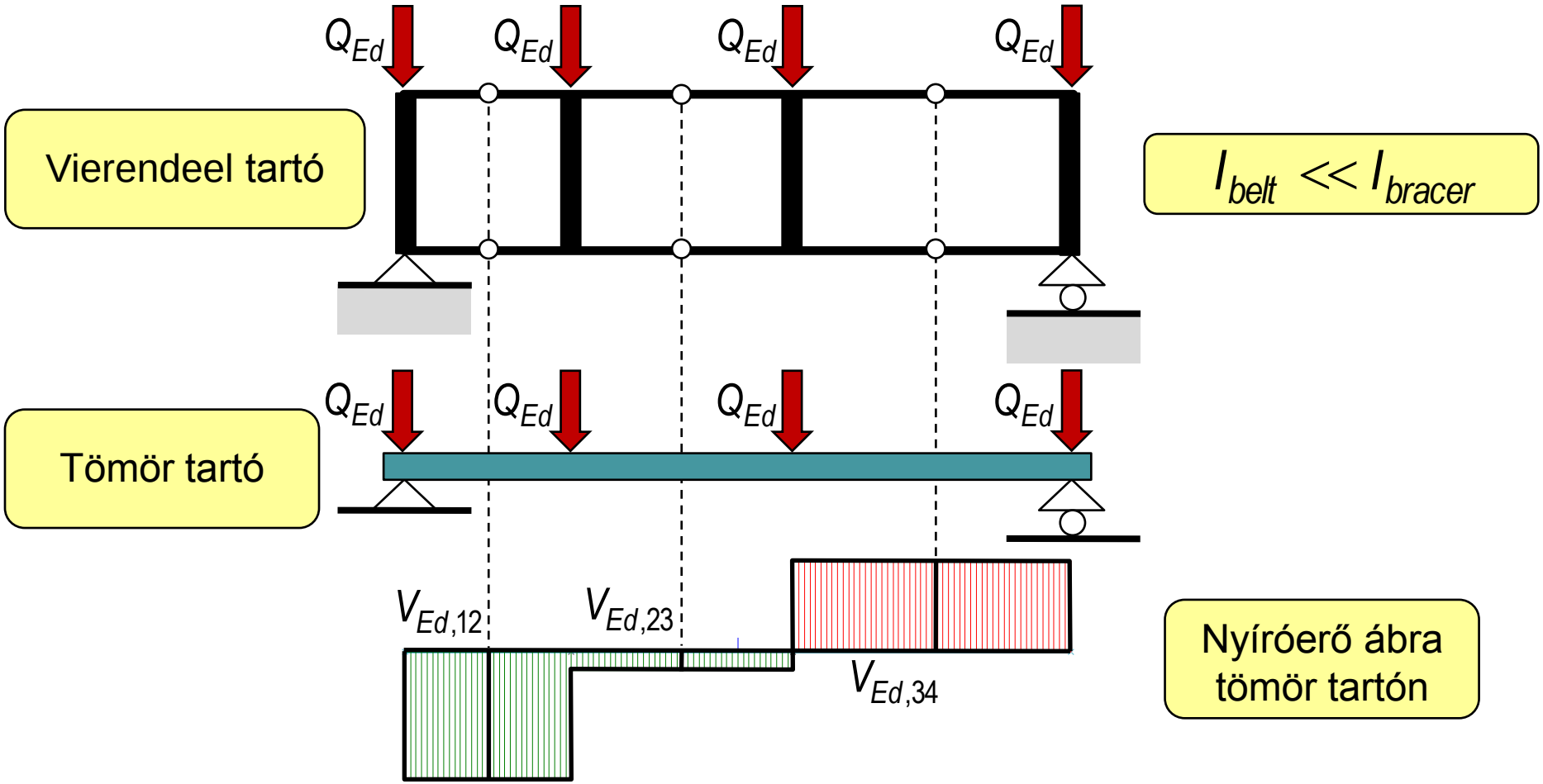
$I_{belt} << I_{bracer}$

Vierendeel módosított statikai váza



Vierendeel type girder – Beam analogy

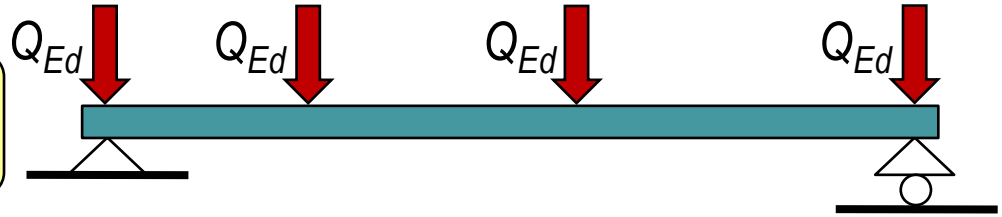
Vierendeel tartók közelítő számítása – Tömör tartó analógia

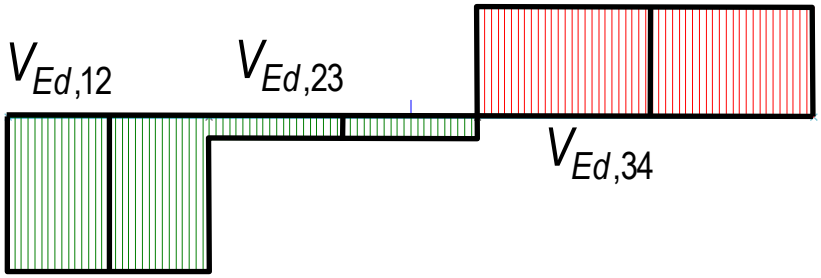


Vierendeel type girder – Shear force of belts

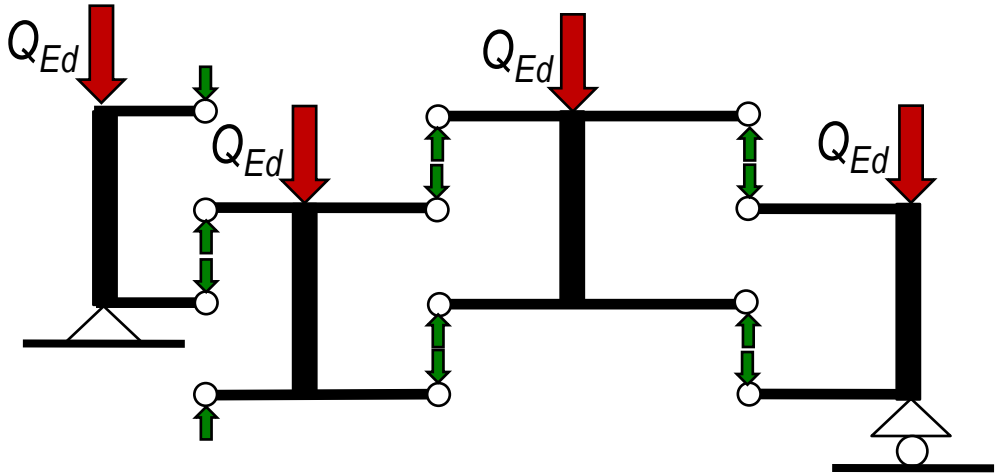
Vierendeel tartók közelítő számítása – Nyíróerők az öveken

Tömör tartó





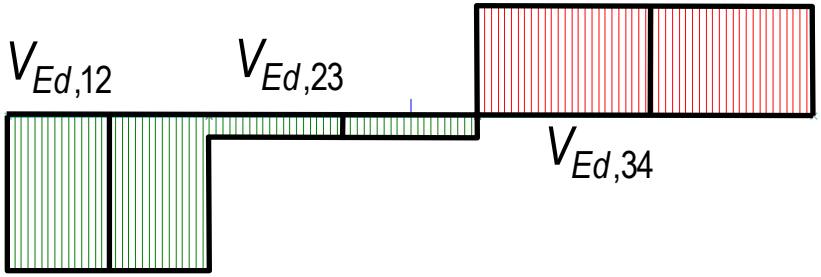
Nyíróerő ábra tömör tartón



Nyíróerők a felső és alsó öveken

Vierendeel type girder – Shear force of belts

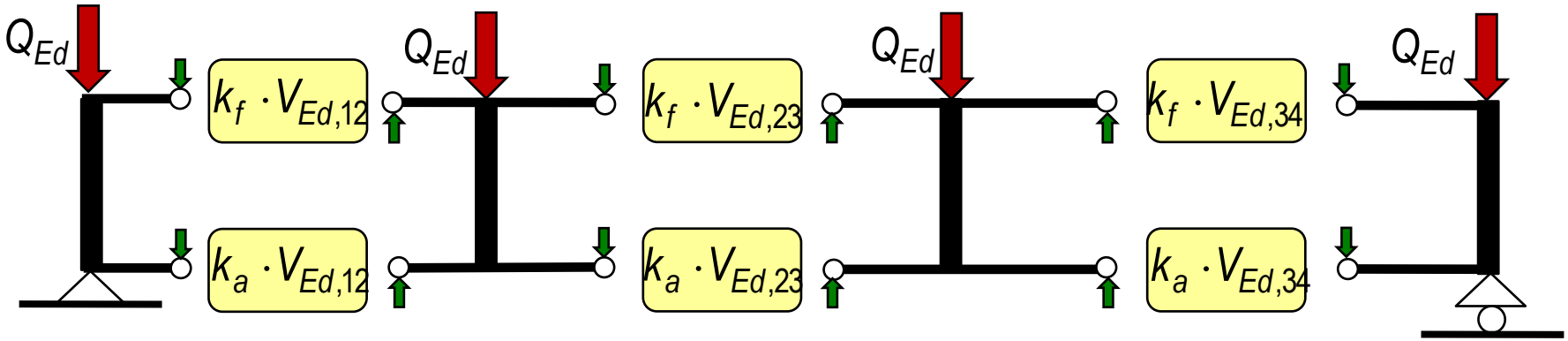
Vierendeel tartók közelítő számítása – Nyíróerők az öveken



Nyíróerő ábra tömör tartón

Nyíróerők a felső és alsó öveken

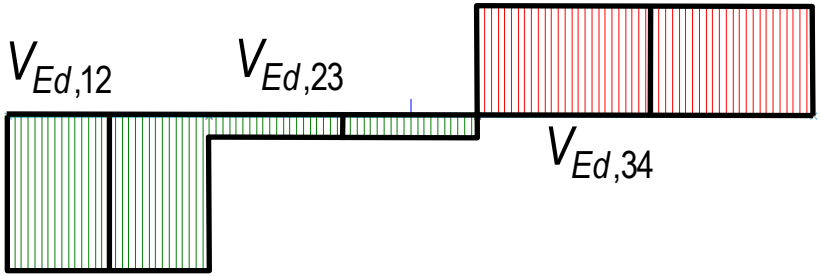
$$k_f = \frac{I_f}{I_f + I_a}$$



$$k_a = \frac{I_a}{I_f + I_a}$$

Vierendeel type girder – Bending moments of belts

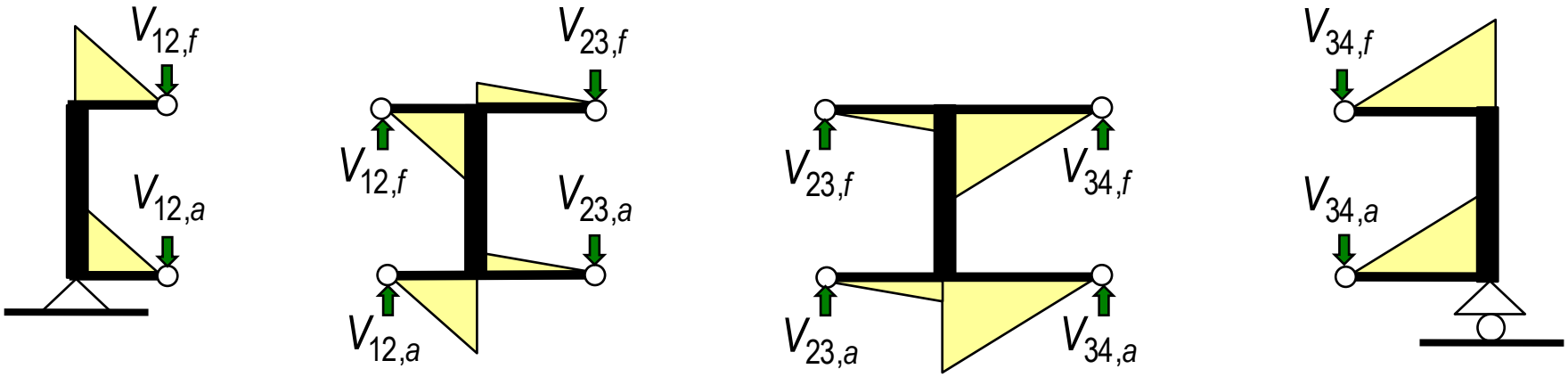
Vierendeel tartók közelítő számítása – Övek hajlítónyomatékai



Nyíróerő ábra tömör tartón

Nyomatékok a felső és alsó öveken

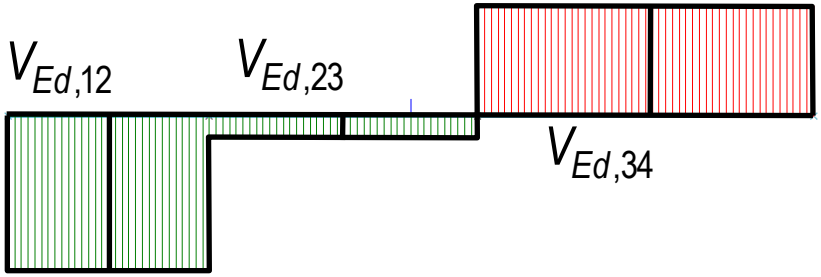
$$k_f = \frac{I_f}{I_f + I_a}$$



$$k_a = \frac{I_a}{I_f + I_a}$$

Vierendeel type girder – Bending moments of bracers

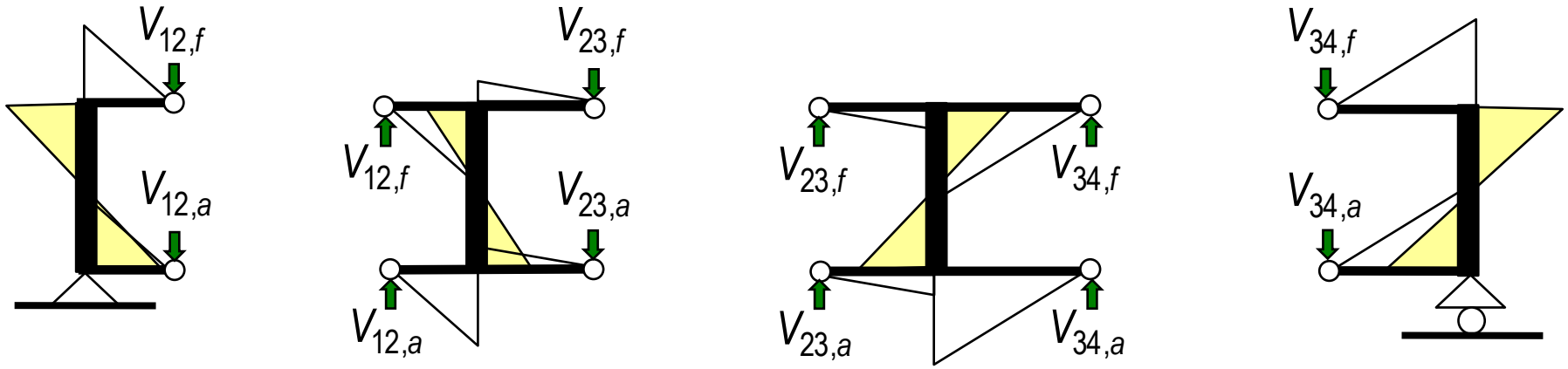
Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek hajlítónyomatékai



Nyíróerő ábra tömör tartón

Nyomatékok a hevedereken

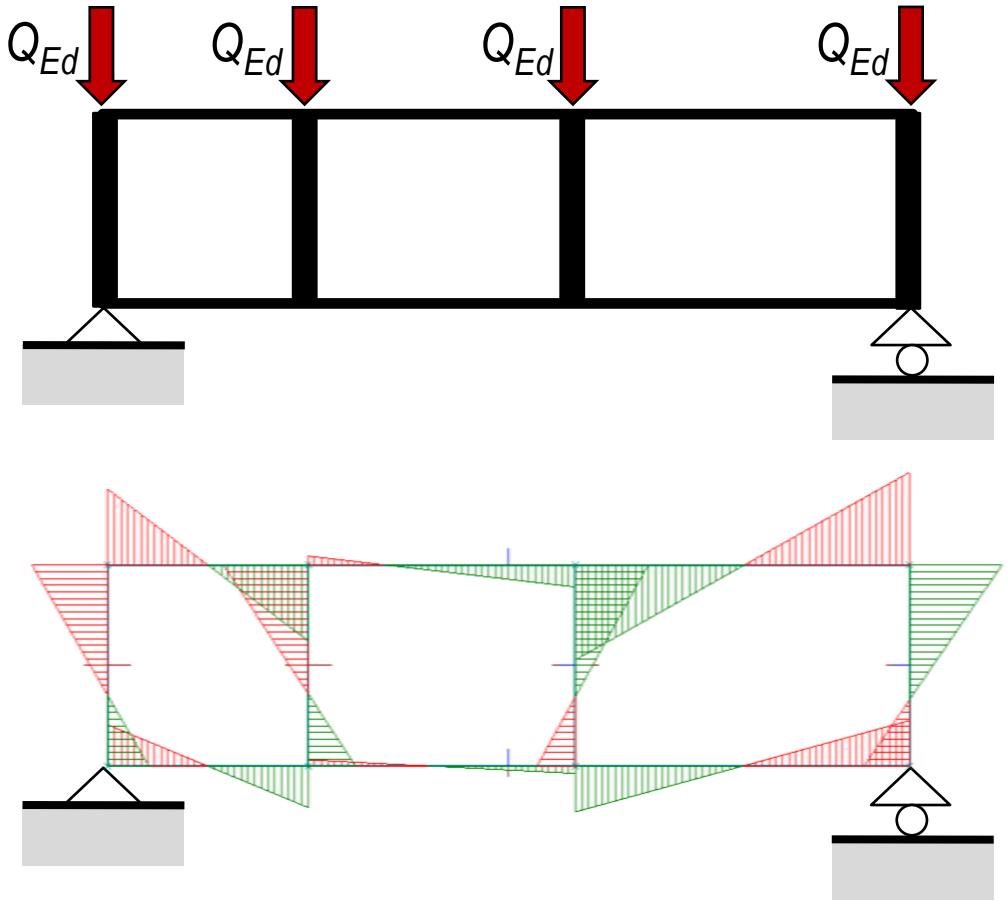
$$k_f = \frac{I_f}{I_f + I_a}$$



$$k_a = \frac{I_a}{I_f + I_a}$$

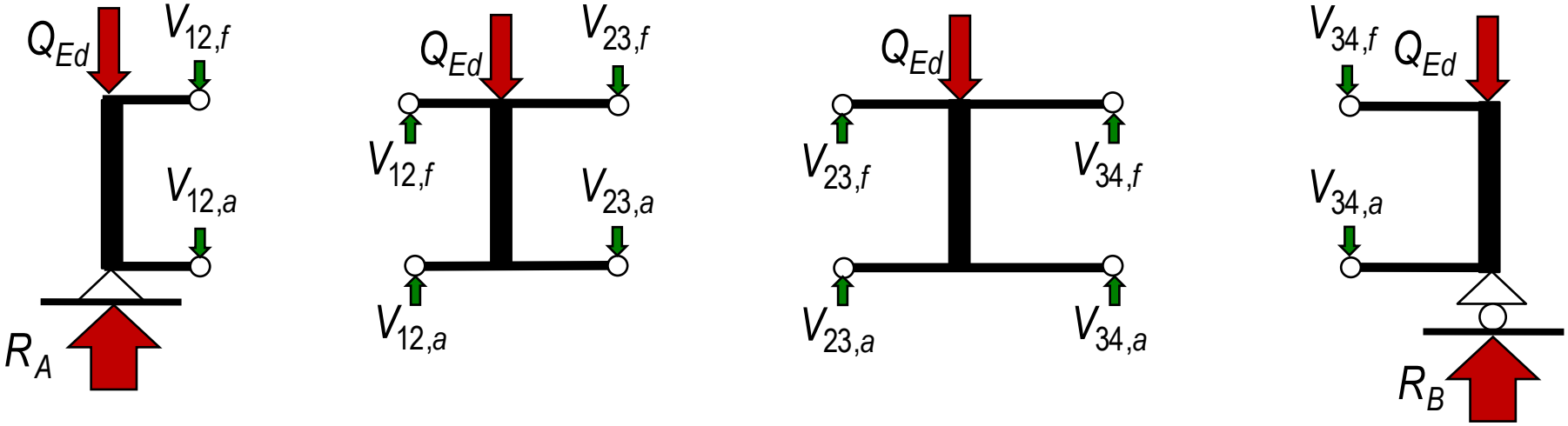
Vierendeel type girder – Bending moment curve

Vierendeel tartók közelítő számítása – Nyomatéki ábra



Vierendeel type girder – Normal force of belts

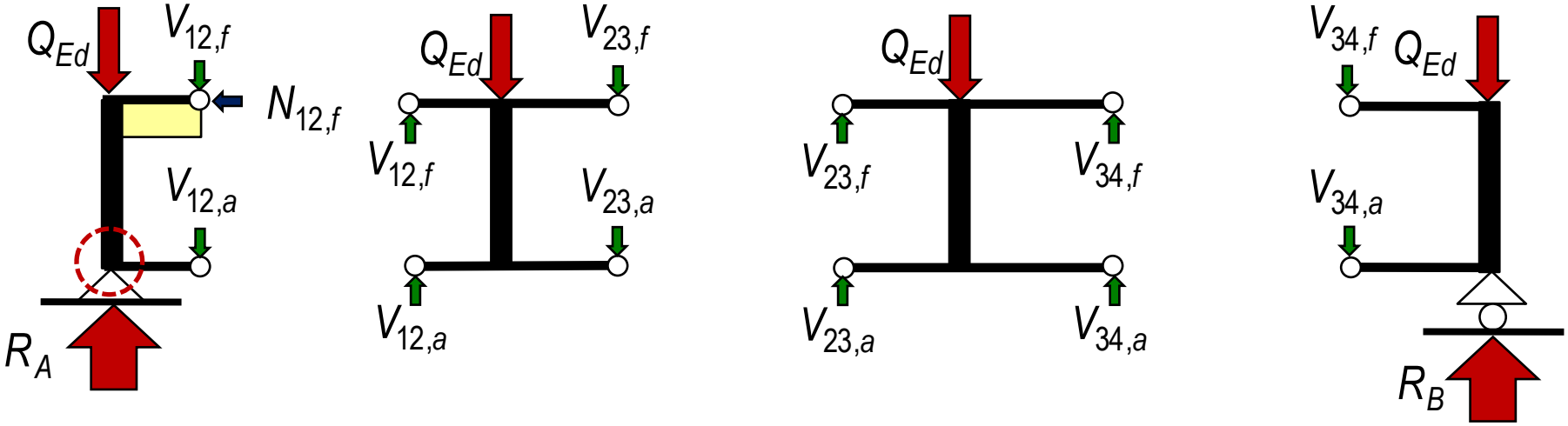
Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők



Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

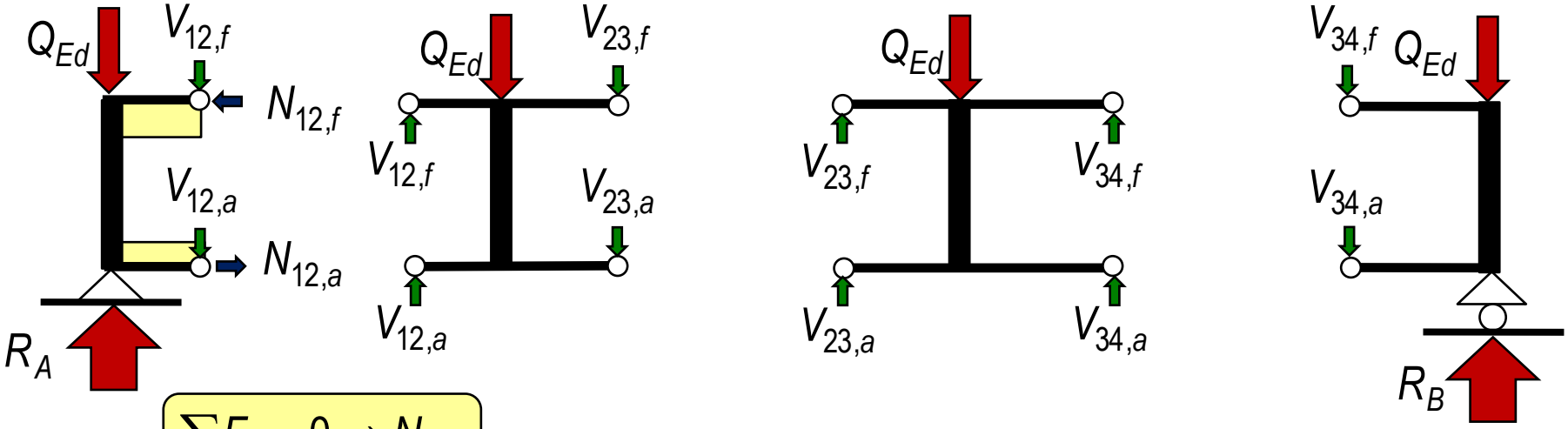
$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$



Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

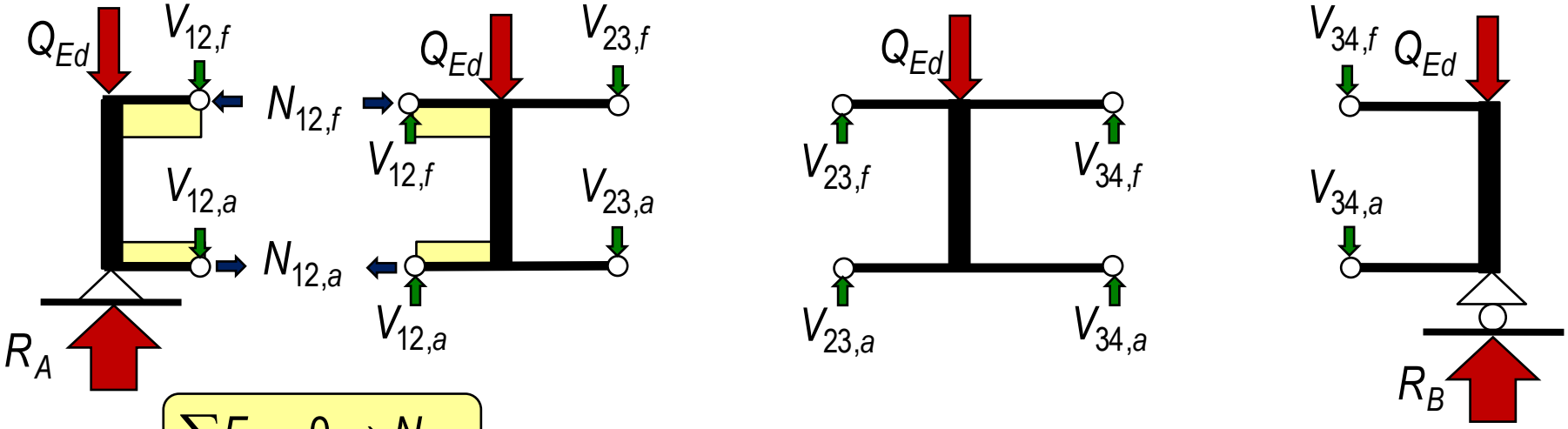


$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$



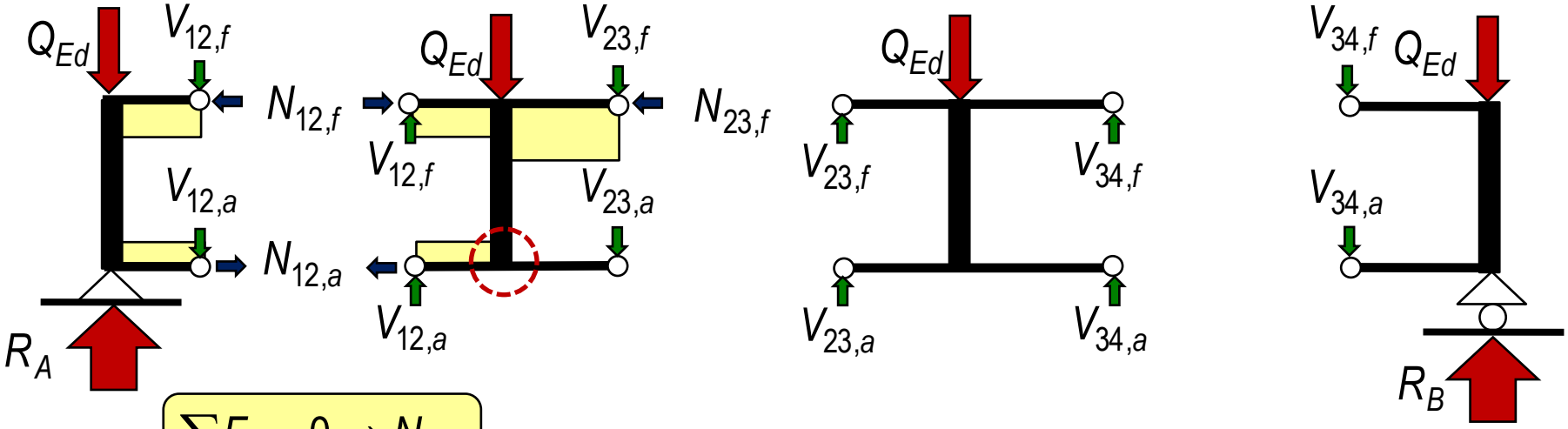
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow N_{23,f}$$



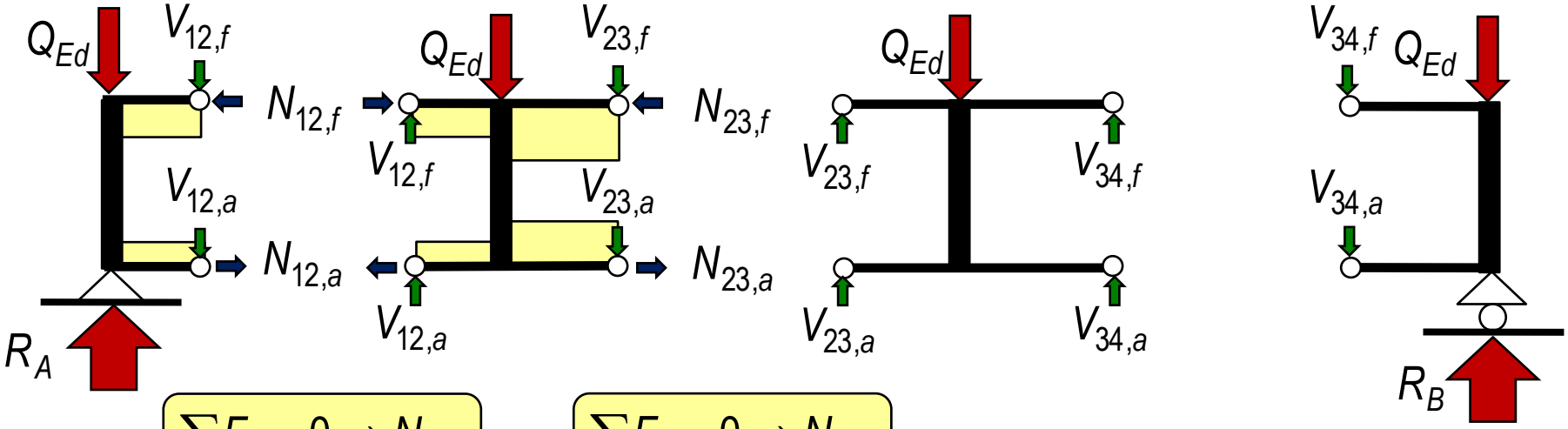
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow N_{23,f}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

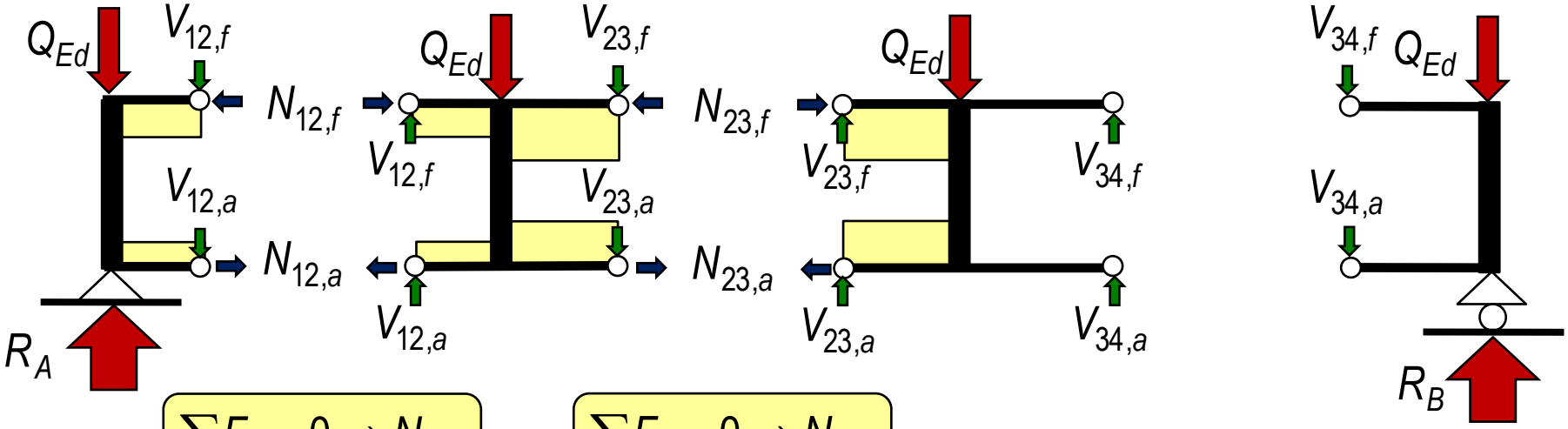
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{23,a}$$

Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow N_{23,f}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{23,a}$$

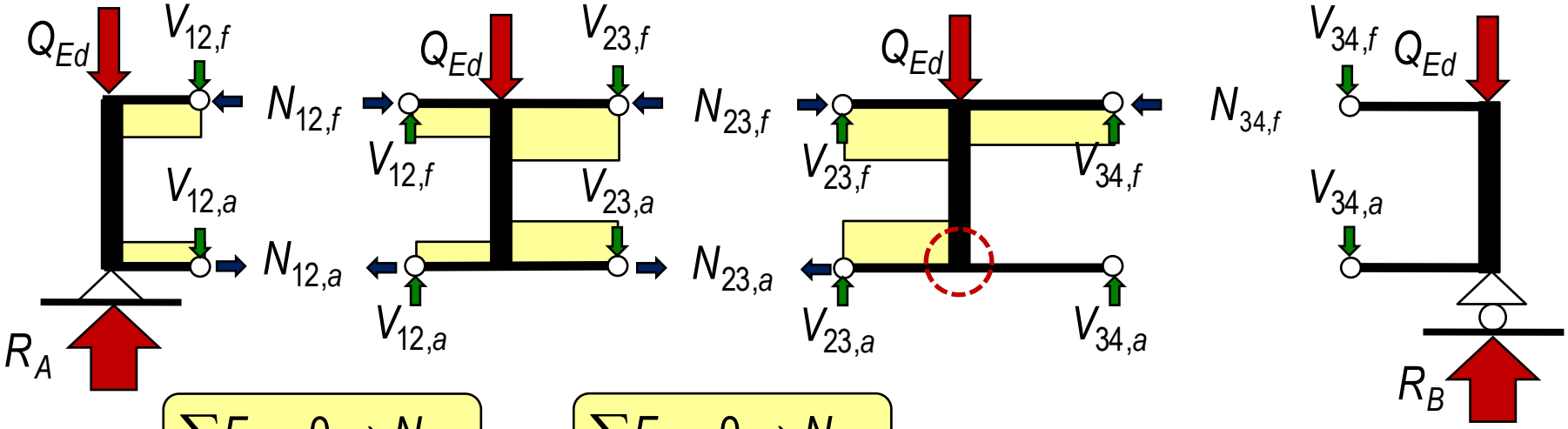
Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow N_{23,f}$$

$$\sum M_3 = 0 \Rightarrow N_{34,f}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{23,a}$$

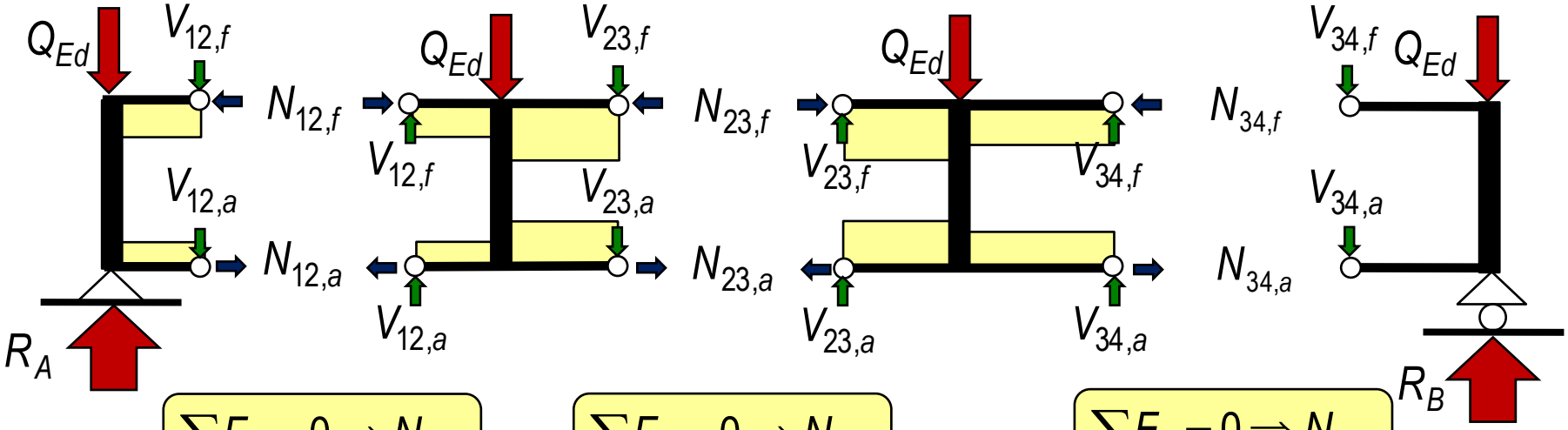
Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow N_{23,f}$$

$$\sum M_3 = 0 \Rightarrow N_{34,f}$$



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{23,a}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{34,a}$$

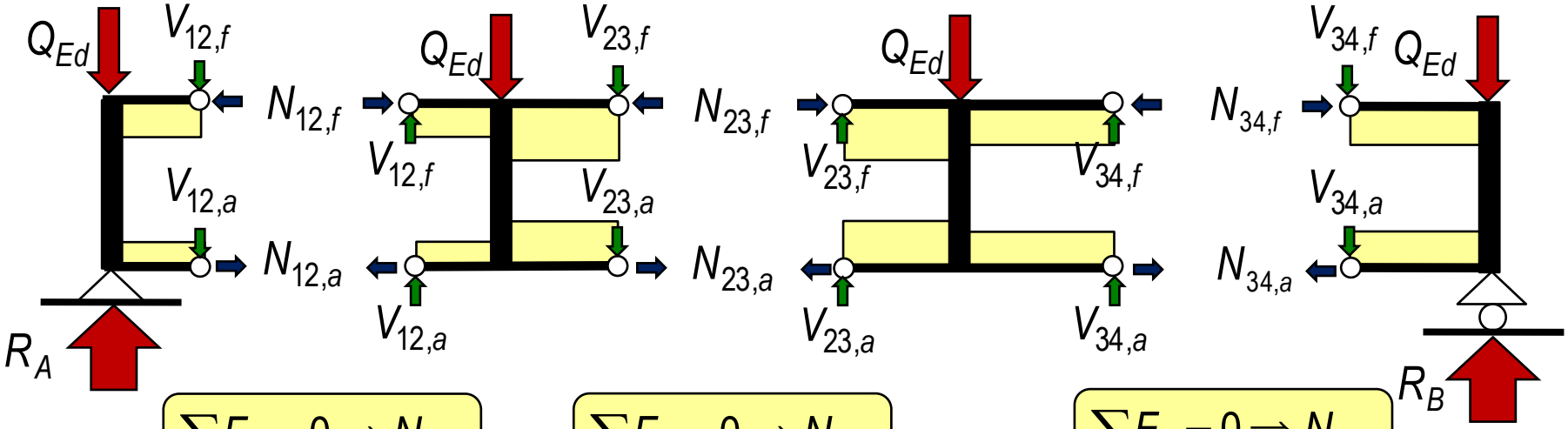
Vierendeel type girder – Normal force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Överők

$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow N_{12,f}$$

$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow N_{23,f}$$

$$\sum M_3 = 0 \Rightarrow N_{34,f}$$



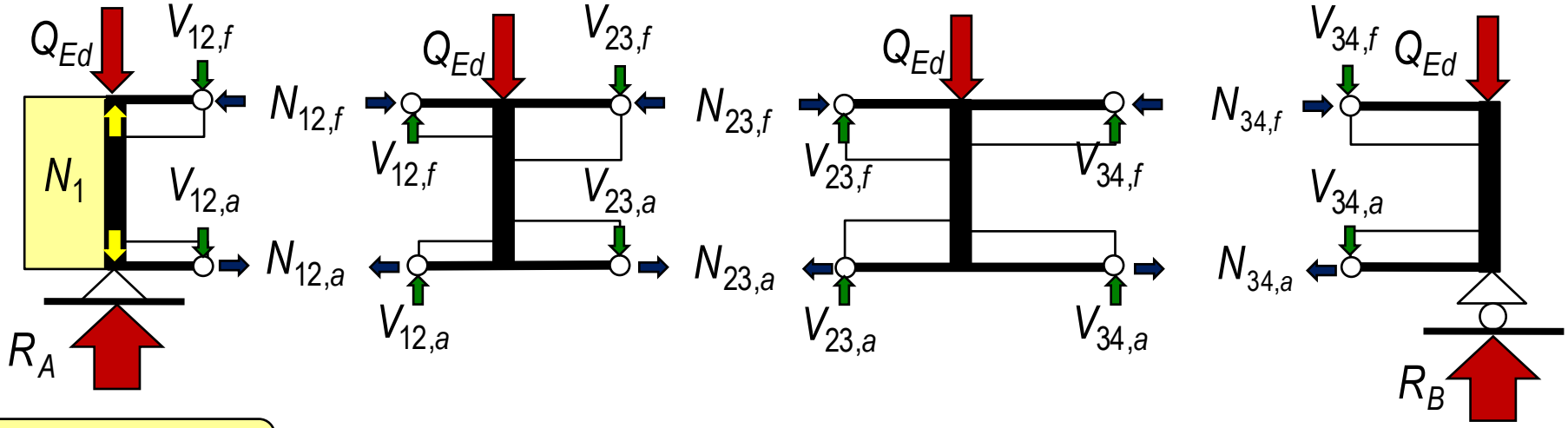
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{23,a}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{34,a}$$

Vierendeel type girder – Normal force of bracers

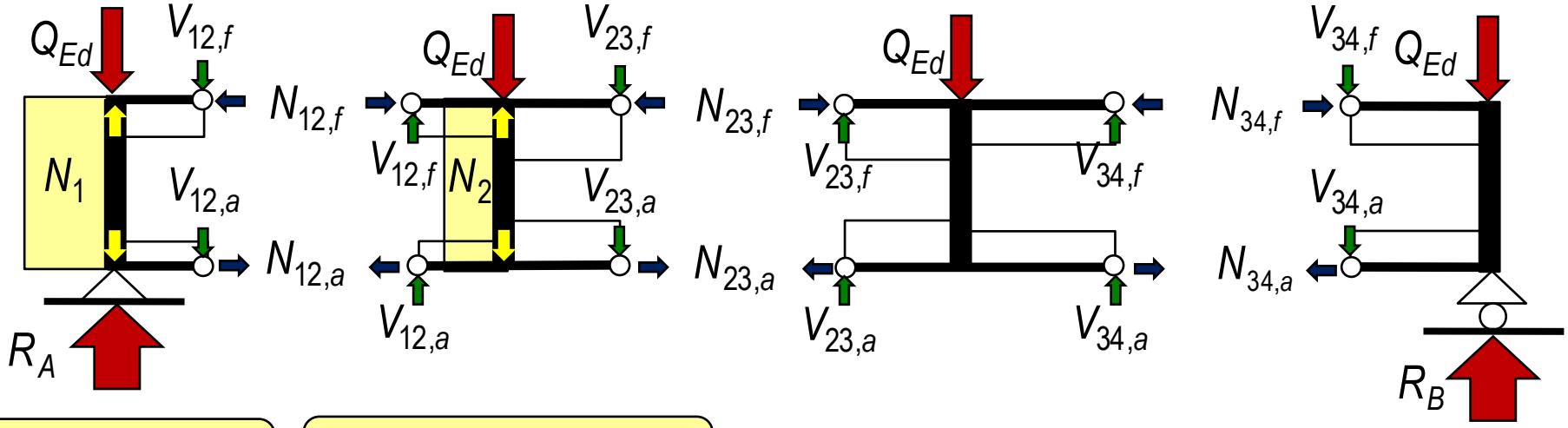
Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek normálerői



$$N_1 = Q_{Ed} + V_{12,f}$$

Vierendeel type girder – Normal force of bracers

Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek normálerői

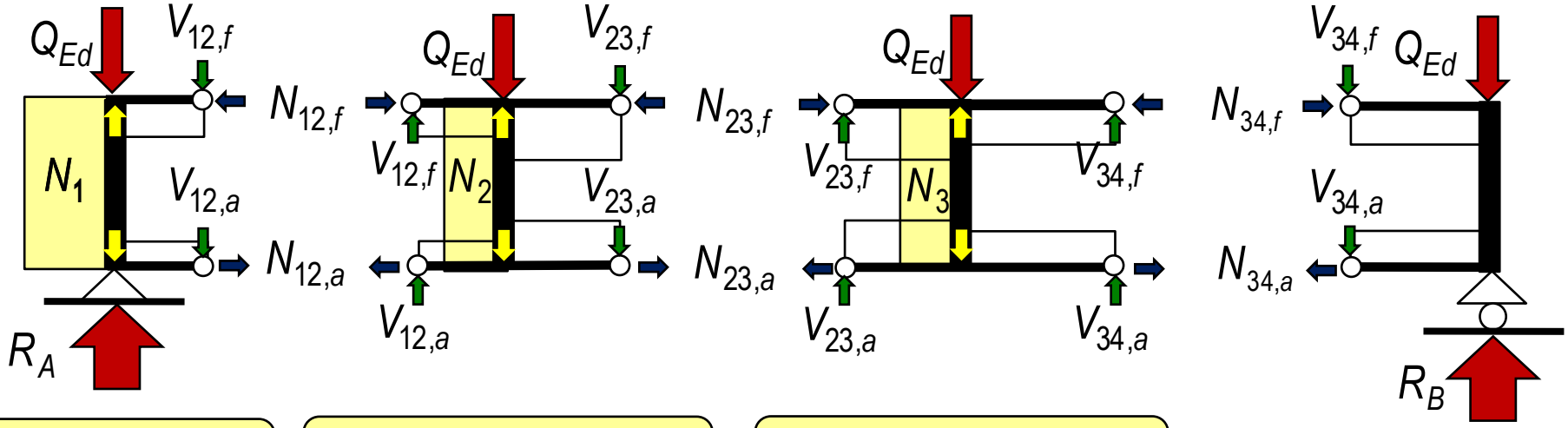


$$N_1 = Q_{Ed} + V_{12,f}$$

$$N_2 = Q_{Ed} + V_{23,f} - V_{12,f}$$

Vierendeel type girder – Normal force of bracers

Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek normálerői



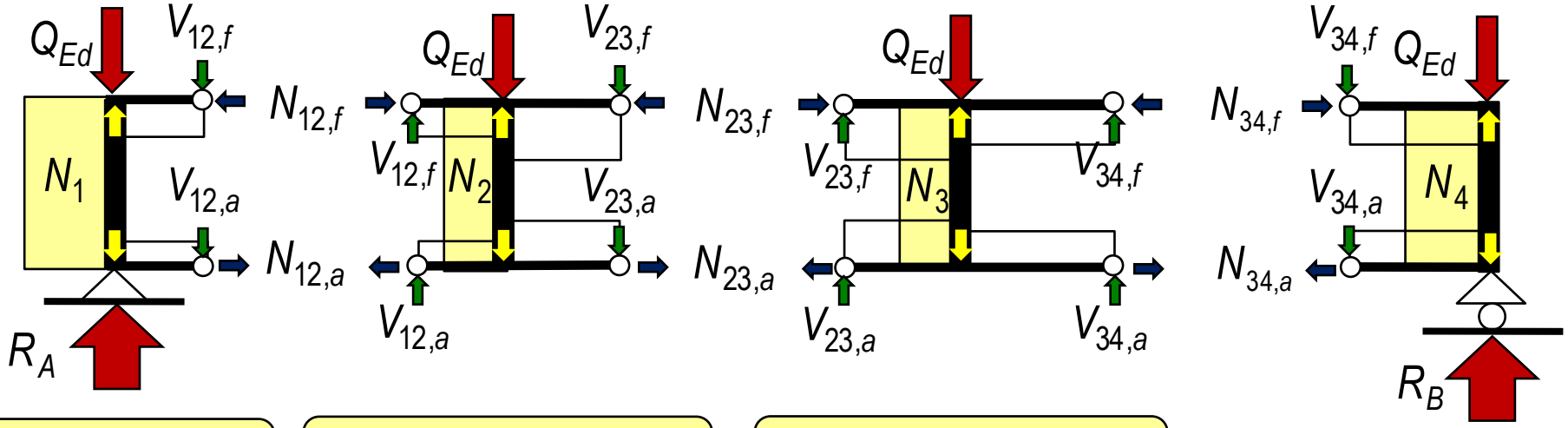
$$N_1 = Q_{Ed} + V_{12,f}$$

$$N_2 = Q_{Ed} + V_{23,f} - V_{12,f}$$

$$N_3 = Q_{Ed} - V_{23,f} - V_{34,f}$$

Vierendeel type girder – Normal force of bracers

Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek normálerői



$$N_1 = Q_{Ed} + V_{12,f}$$

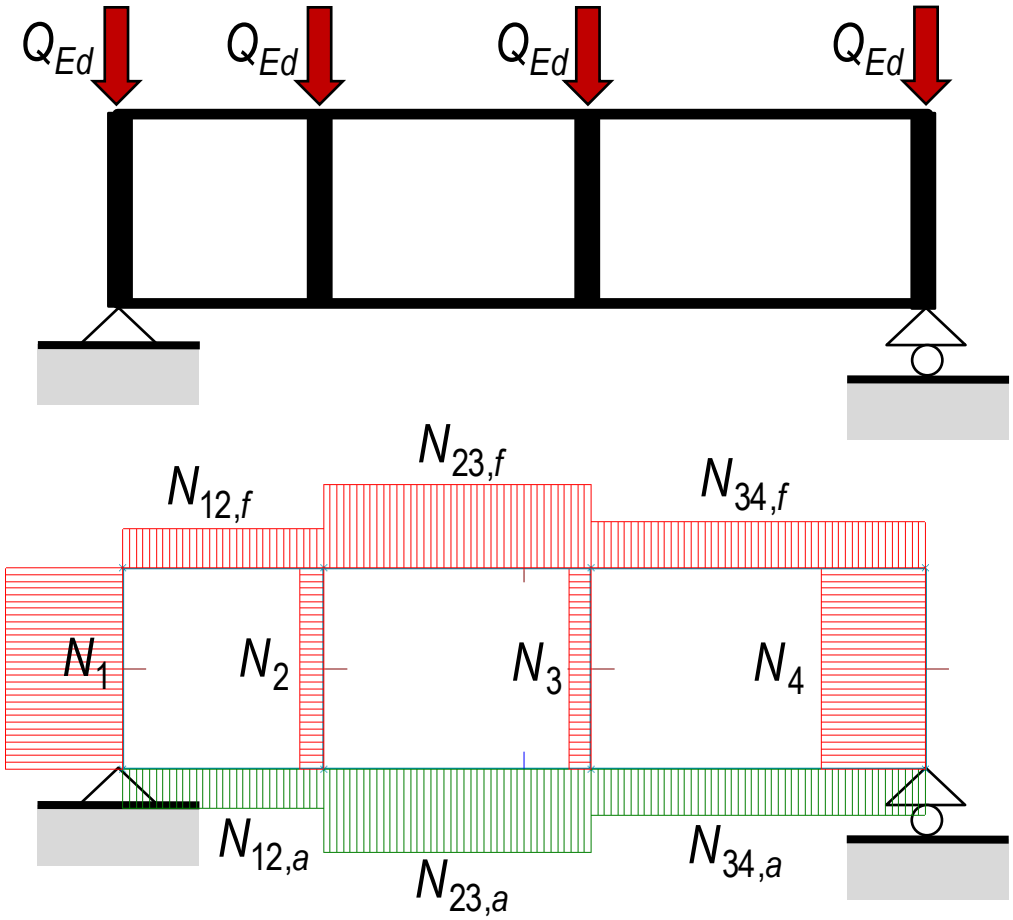
$$N_2 = Q_{Ed} + V_{23,f} - V_{12,f}$$

$$N_3 = Q_{Ed} - V_{23,f} - V_{34,f}$$

$$N_4 = Q_{Ed} + V_{34,f}$$

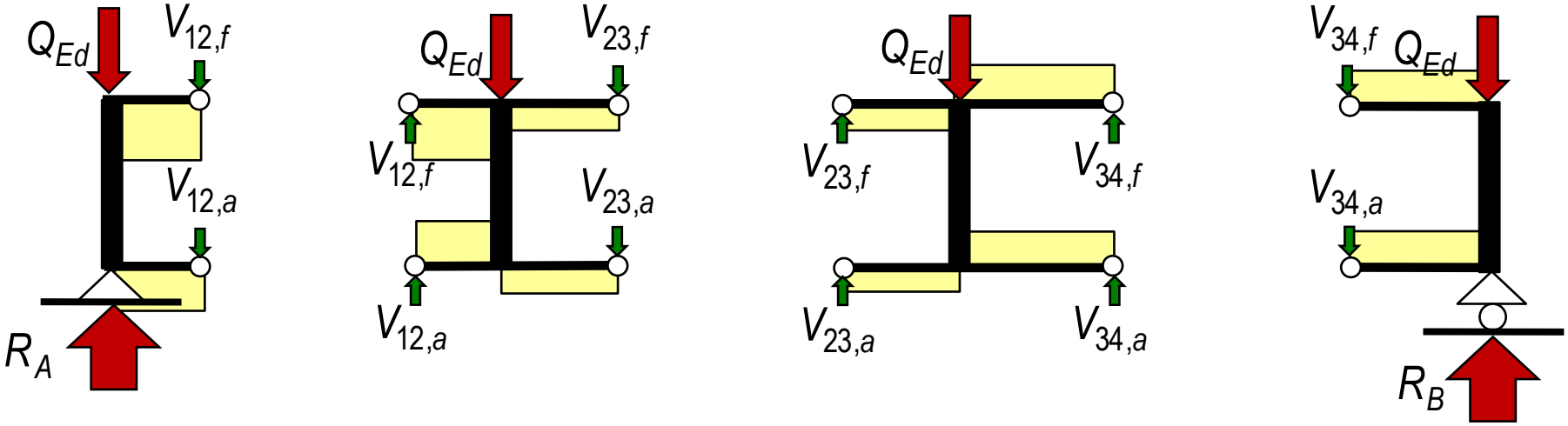
Vierendeel type girder – Normal force curve

Vierendeel tartók közelítő számítása – Normálerő ábra



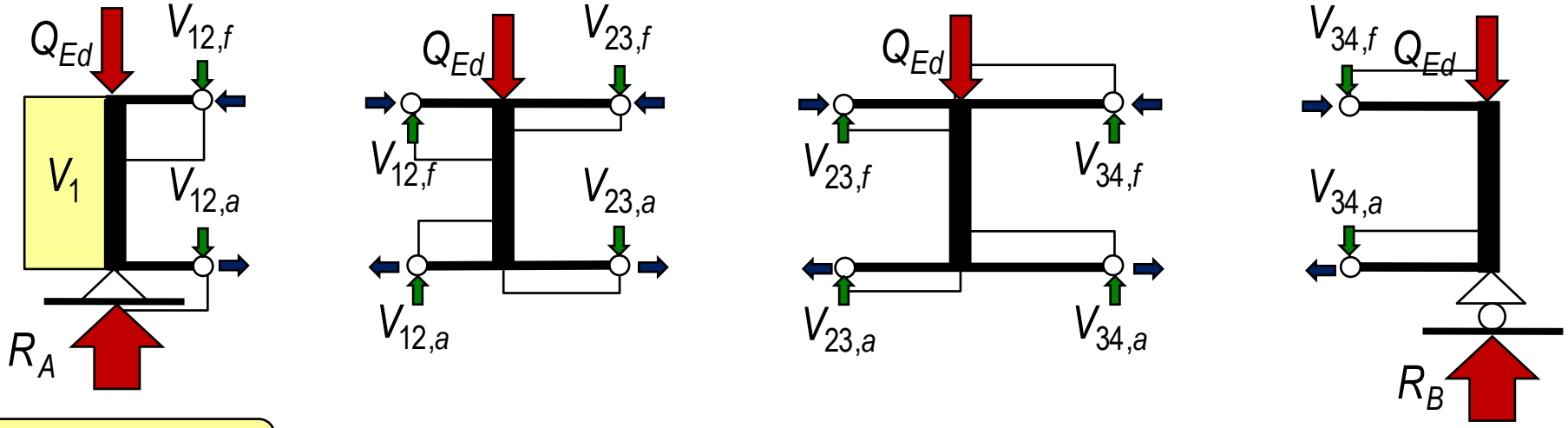
Vierendeel type girder – Shear force of belts

Vierendeel tartók közelítő számítása – Övek nyíróerői



Vierendeel type girder – Shear force of bracers

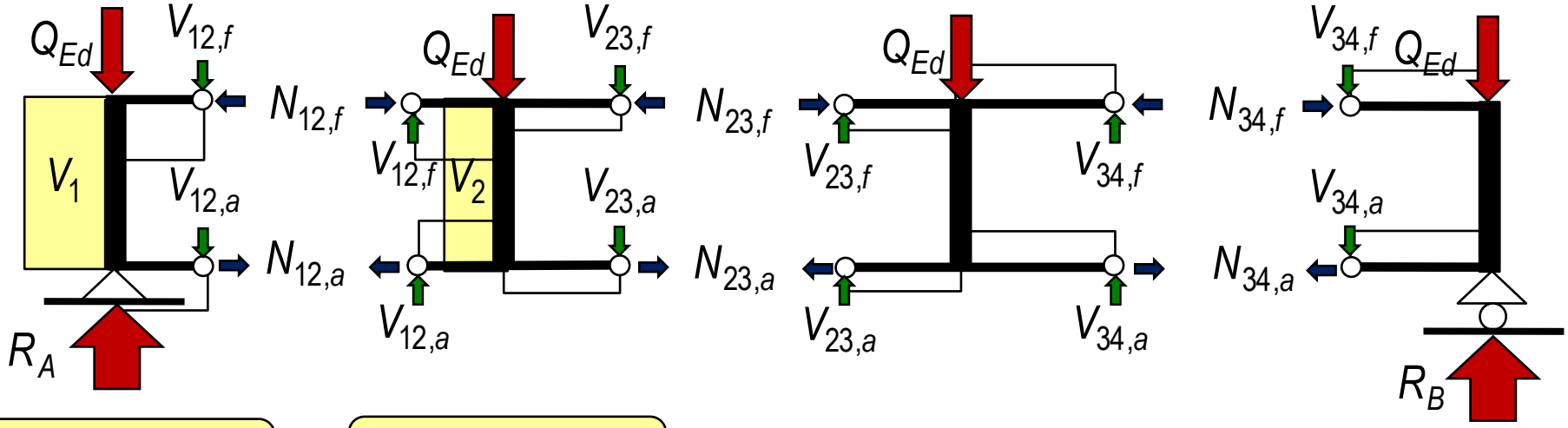
Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek nyíróerői



$$V_1 = N_{12,f} = N_{12,a}$$

Vierendeel type girder – Shear force of bracers

Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek nyíróerői

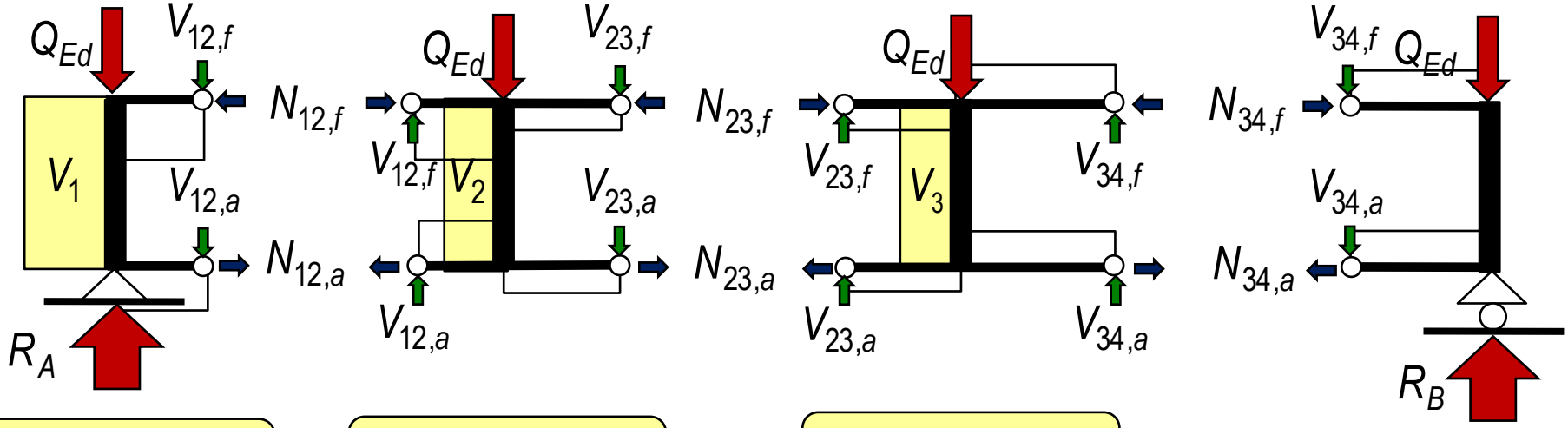


$$V_1 = N_{12,f} = N_{12,a}$$

$$V_2 = N_{23,f} - N_{12,f}$$

Vierendeel type girder – Shear force of bracers

Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek nyíróerői



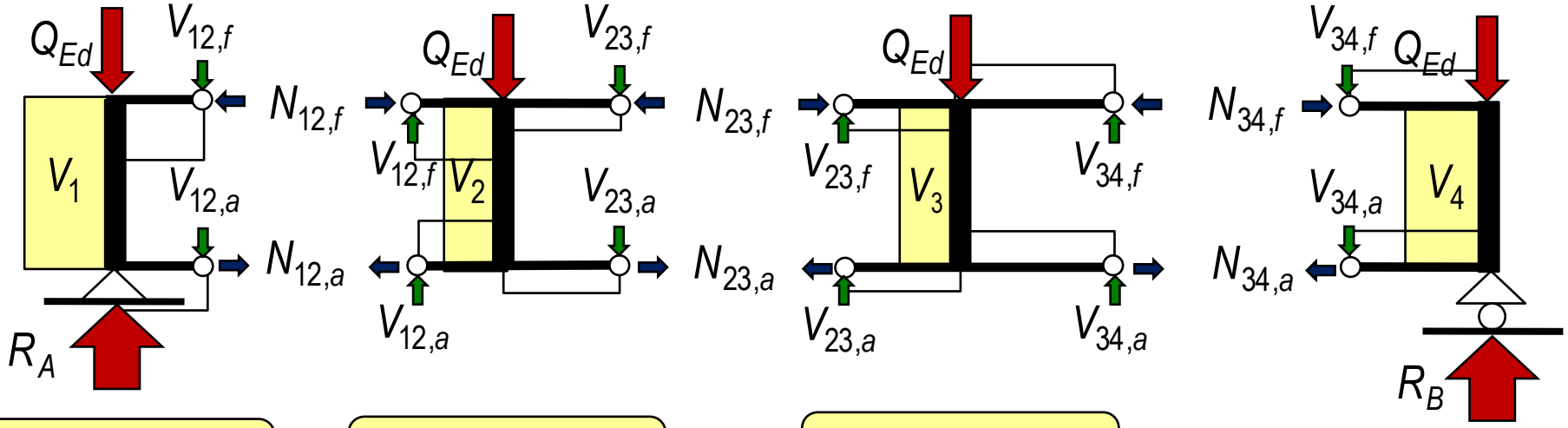
$$V_1 = N_{12,f} = N_{12,a}$$

$$V_2 = N_{23,f} - N_{12,f}$$

$$V_3 = N_{23,f} - N_{34,f}$$

Vierendeel type girder – Shear force of bracers

Vierendeel tartók közelítő számítása – Hevederek nyíróerői



$$V_1 = N_{12,f} = N_{12,a}$$

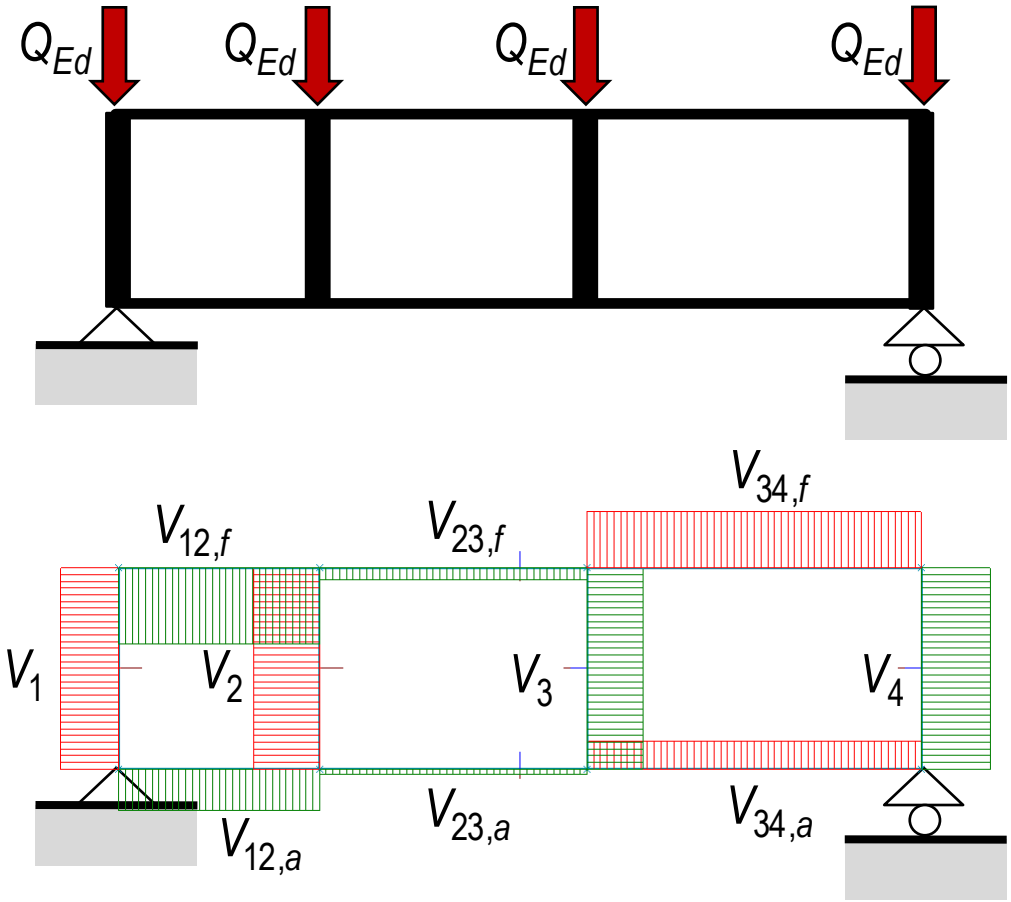
$$V_2 = N_{23,f} - N_{12,f}$$

$$V_3 = N_{23,f} - N_{34,f}$$

$$V_4 = N_{34,f} = N_{34,a}$$

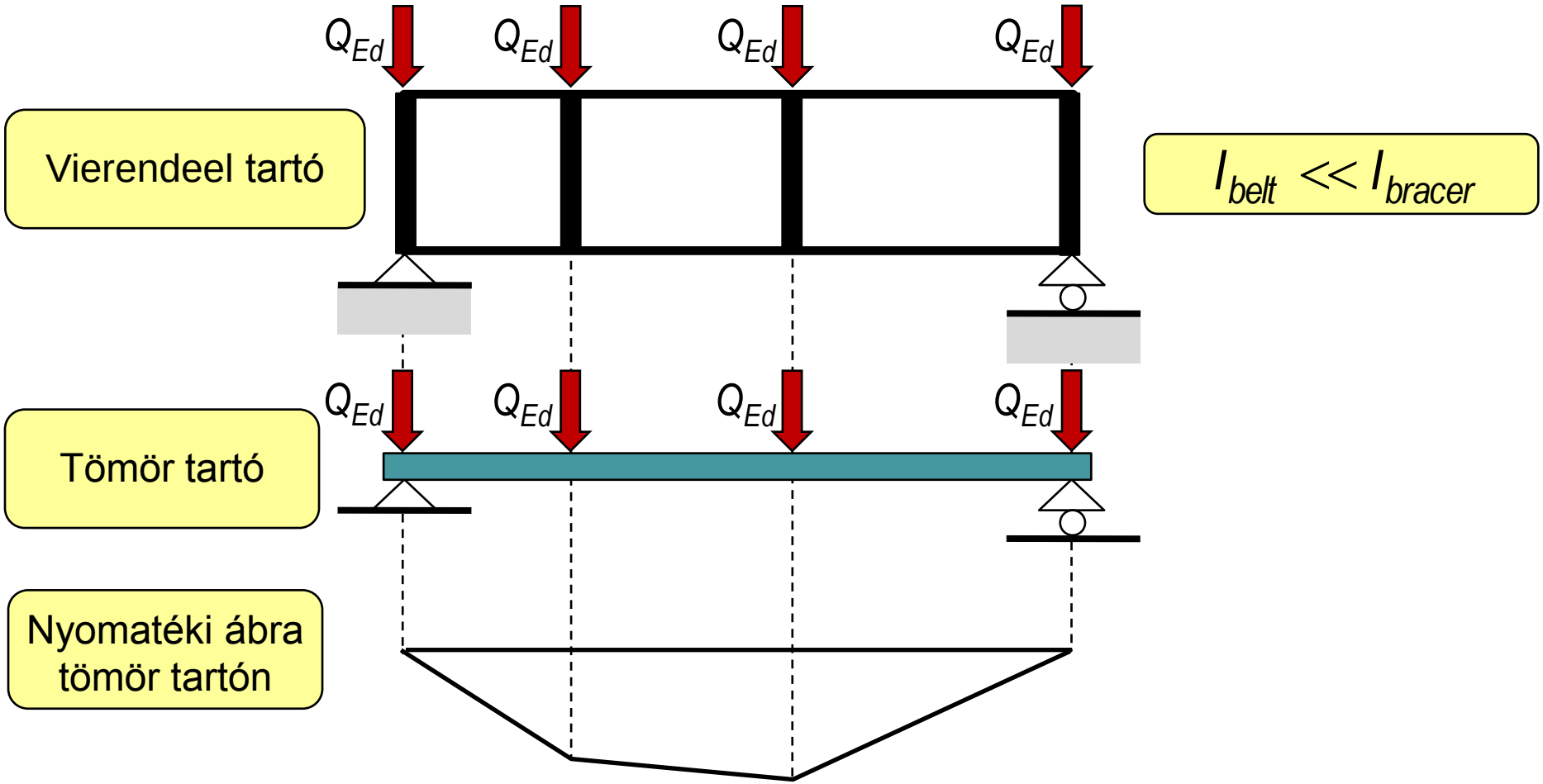
Vierendeel type girder – Shear force curve

Vierendeel tartók közelítő számítása – Nyíróerő ábra



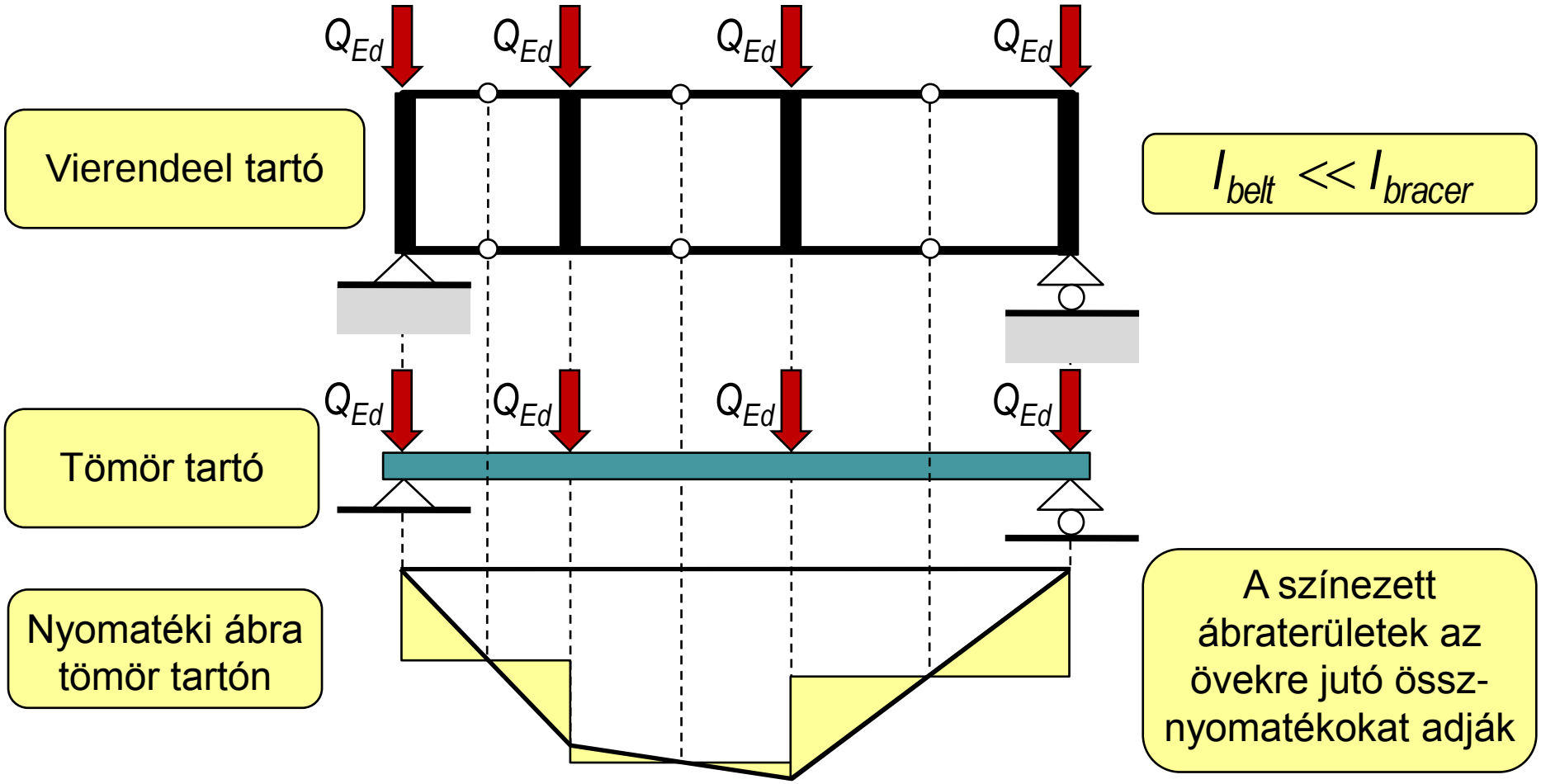
Vierendeel type girder – Beam analogy

Vierendeel tartók közelítő számítása – Tömör tartó analógia



Vierendeel type girder – Beam analogy

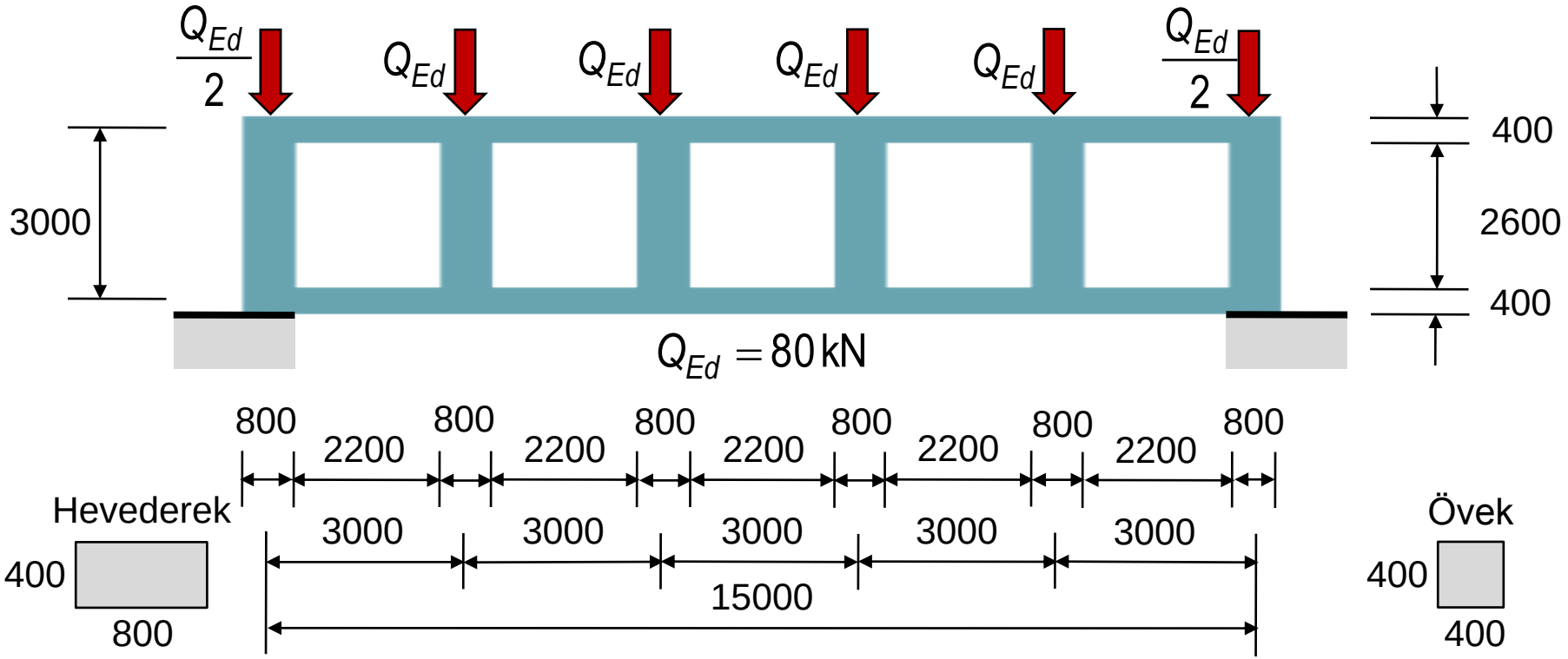
Vierendeel tartók közelítő számítása – Tömör tartó analógia



Example 1: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

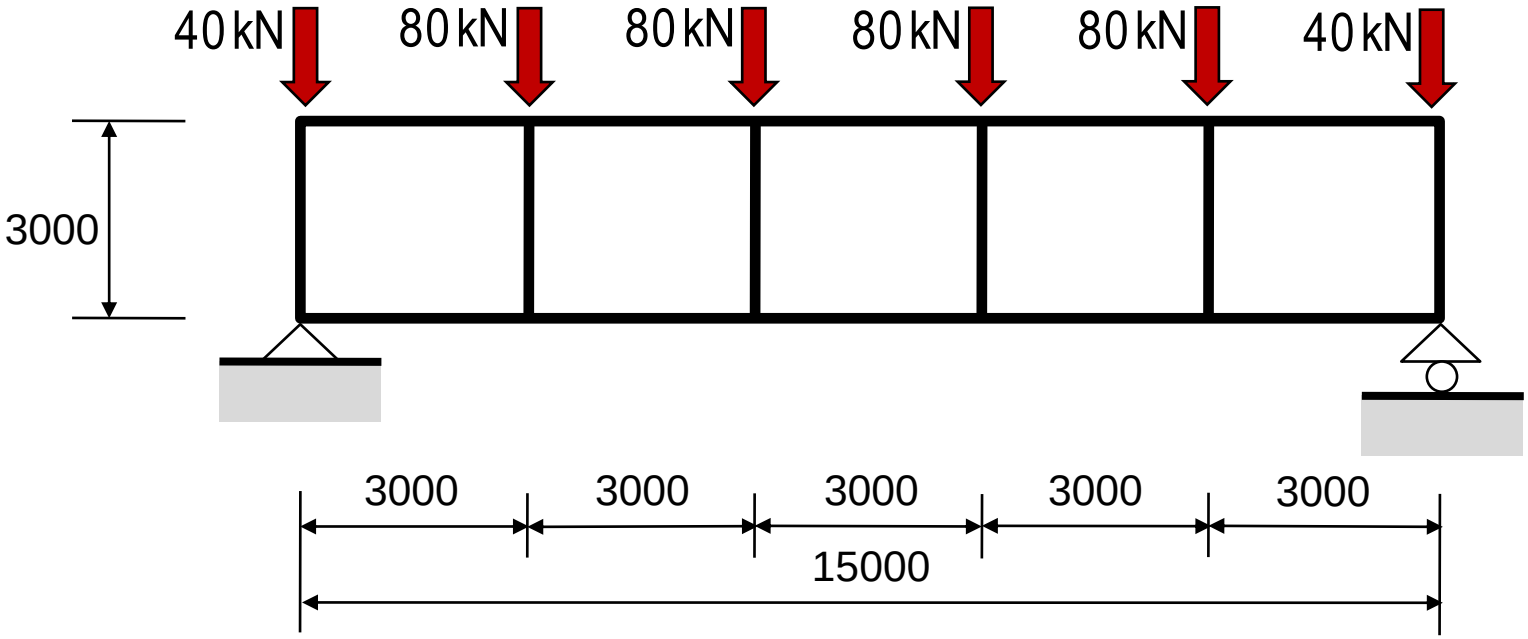
Határozzuk meg a vázolt kialakítású, kéttámaszú Vierendeel tartó igénybevételeit (hajlítónyomaték, normálerő, nyíróerő) közelítő számítással!



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

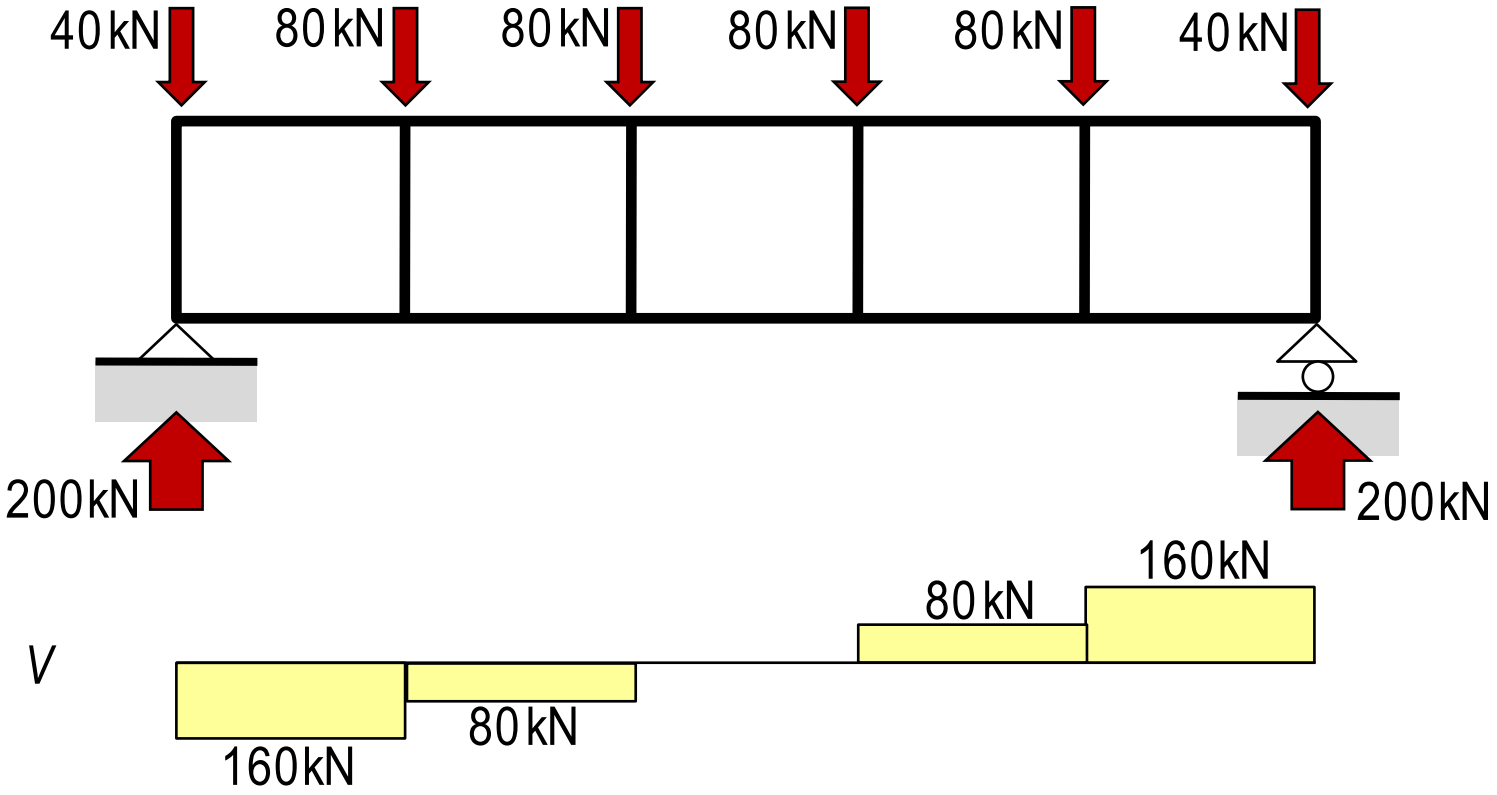
1. Vierendeel tartó statikai váza



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

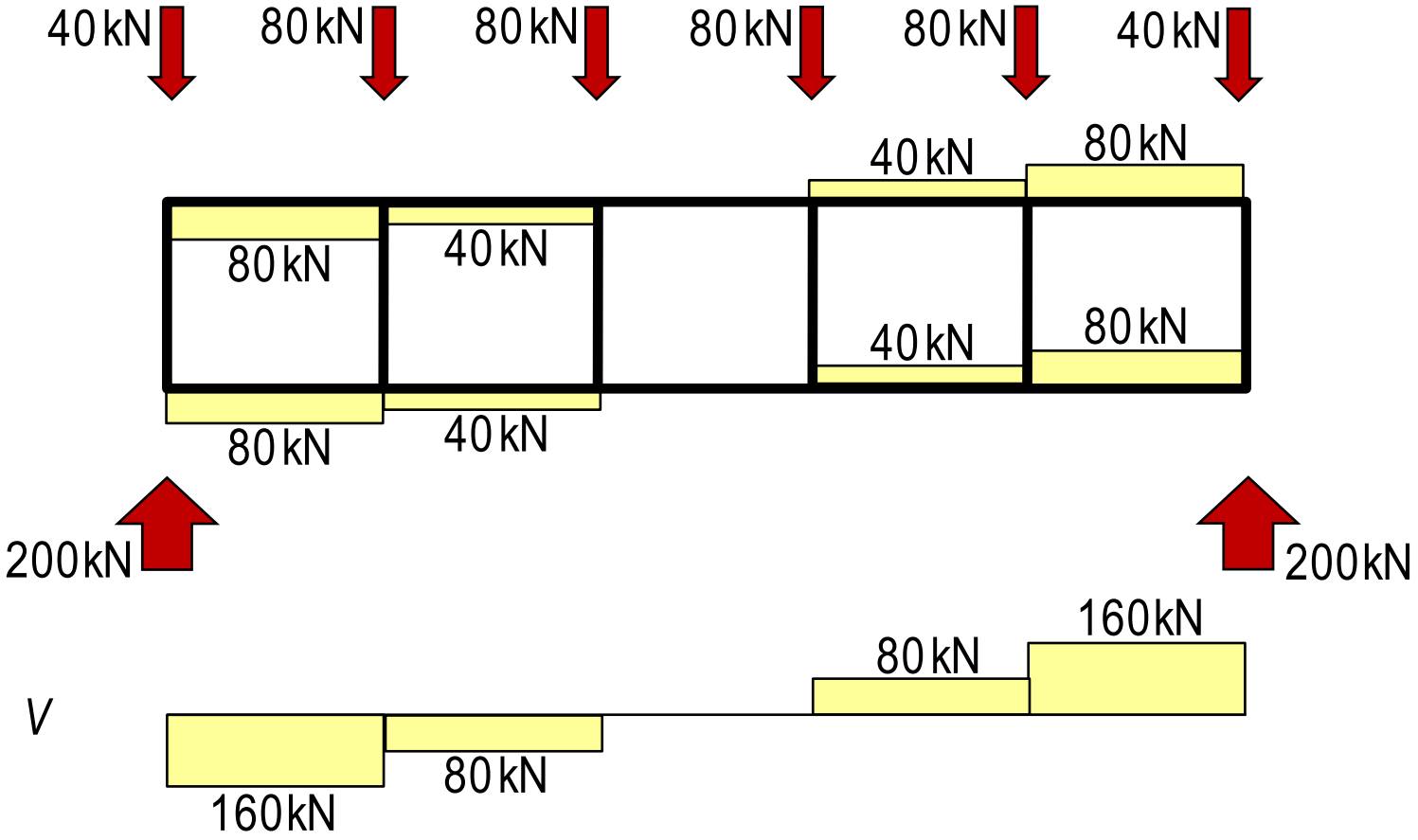
2. Nyíróerő ábra tömör tartón



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

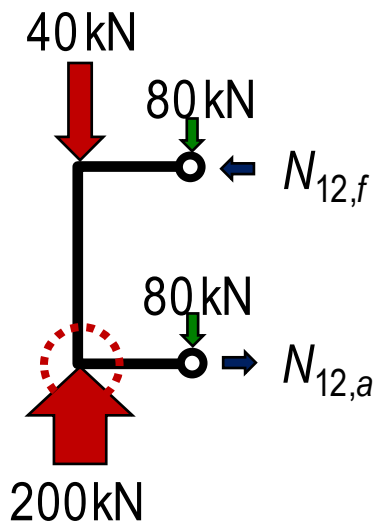
3. Övek nyíróerői



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

4. Övek normálerői



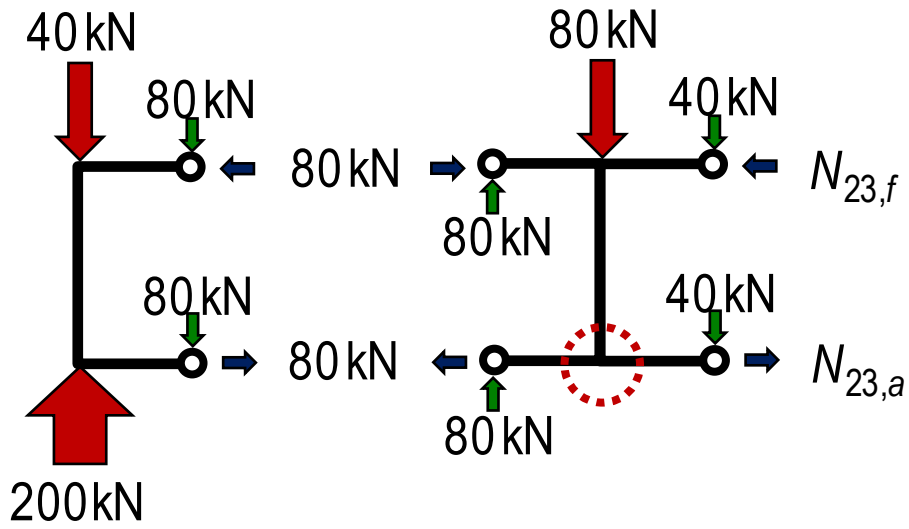
$$\sum M_1 = 0 \Rightarrow 80 \cdot 1{,}50 + 80 \cdot 1{,}50 = N_{12,f} \cdot 3{,}00 \Rightarrow N_{12,f} = 80\,\text{kN}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{12,a} = N_{12,f} = 80\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

4. Övek normálerői



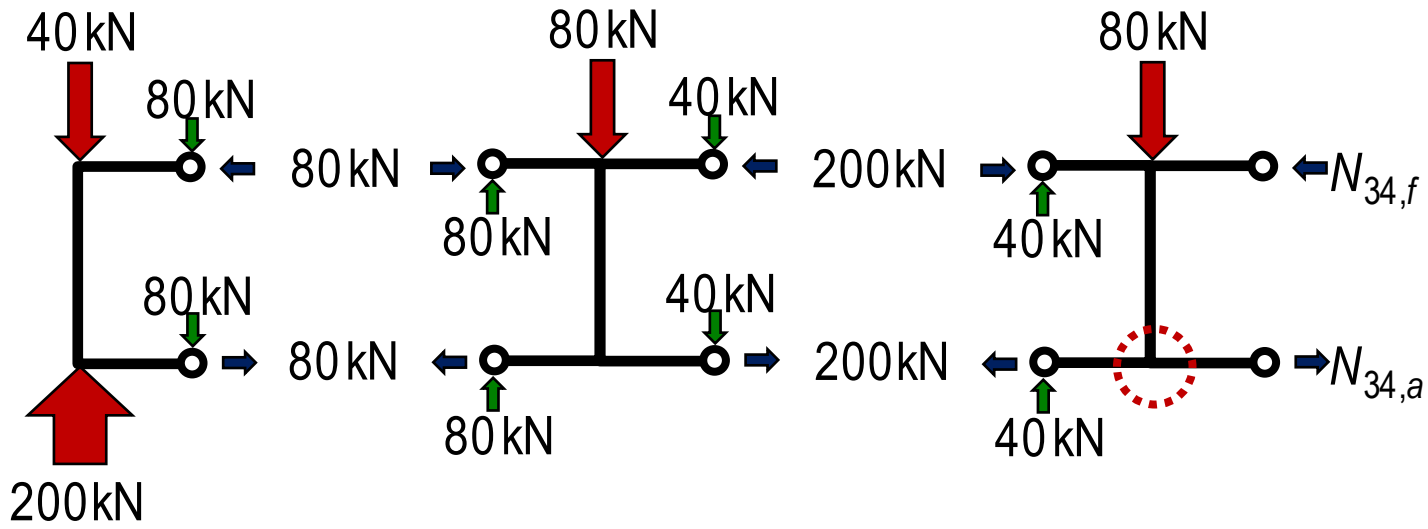
$$\sum M_2 = 0 \Rightarrow 80 \cdot 1{,}50 + 80 \cdot 1{,}50 + 80 \cdot 3{,}00 + 40 \cdot 1{,}50 + 40 \cdot 1{,}50 - N_{23,f} \cdot 3{,}00 = 0 \Rightarrow N_{23,f} = 200\,\text{kN}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{23,a} = N_{23,f} = 200\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

4. Övek normálerői



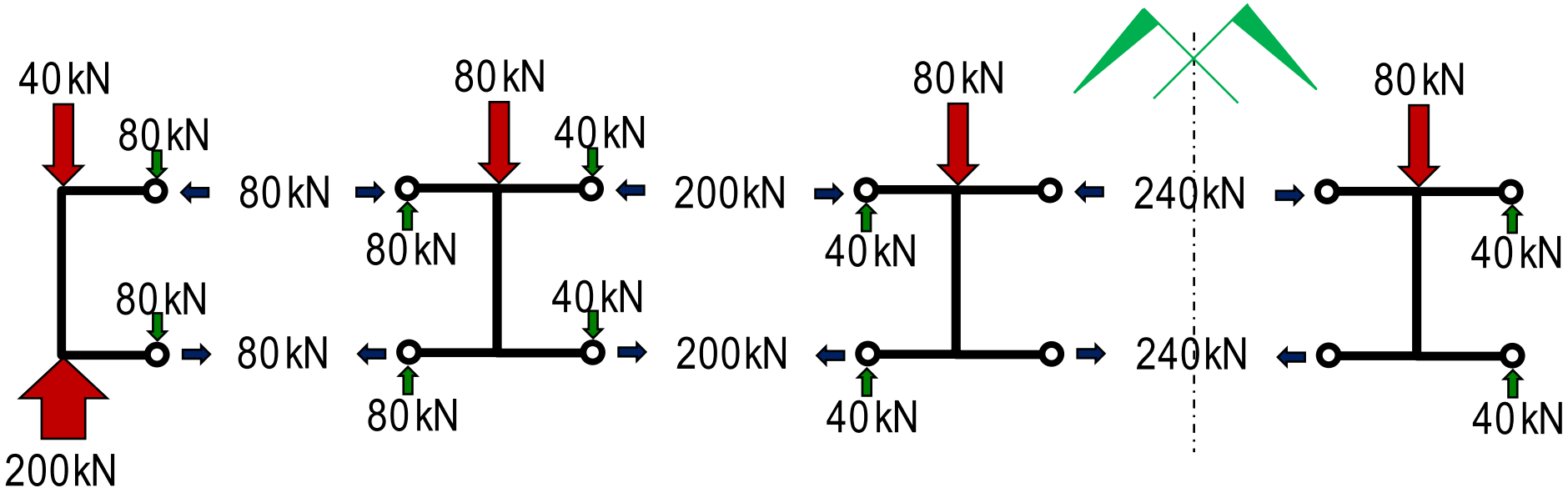
$$\sum M_3 = 0 \Rightarrow 40 \cdot 1{,}50 + 40 \cdot 1{,}50 + 200 \cdot 3{,}00 - N_{34,f} \cdot 3{,}00 = 0 \Rightarrow N_{23,f} = 240\,\text{kN}$$

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow N_{34,a} = N_{34,f} = 240\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

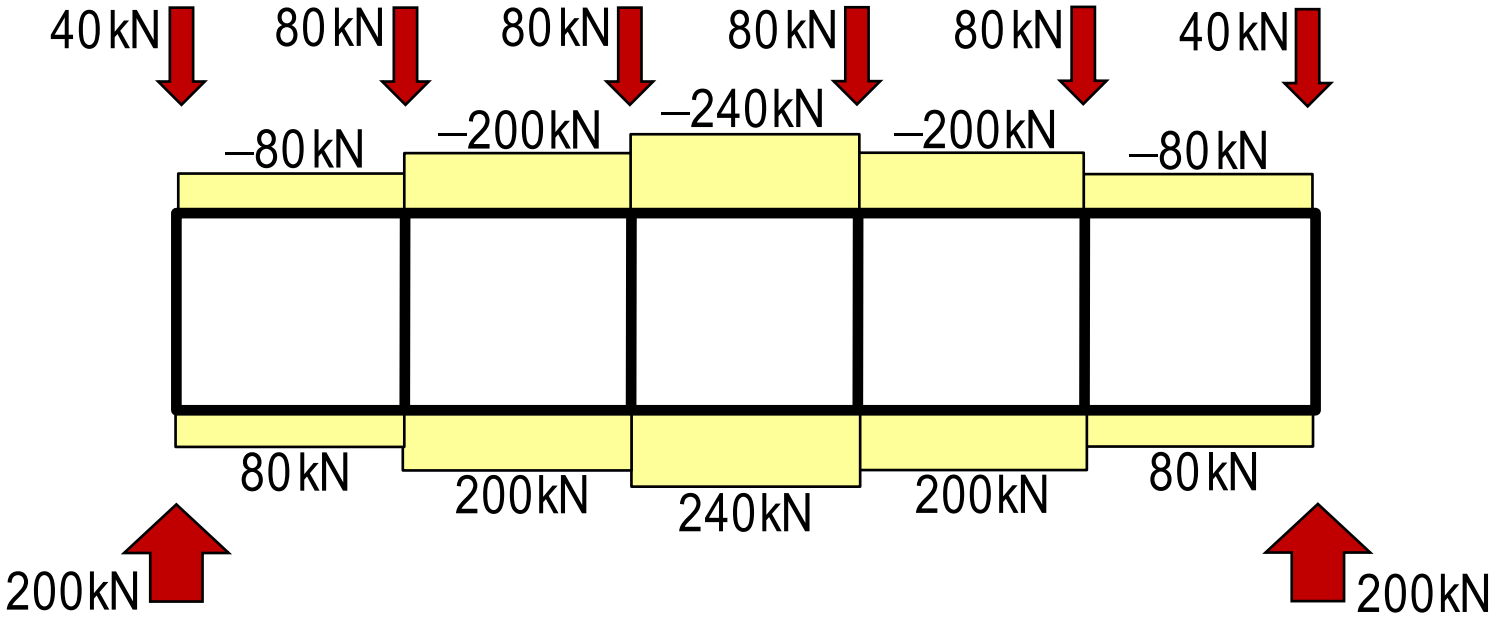
4. Övek normálerői



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

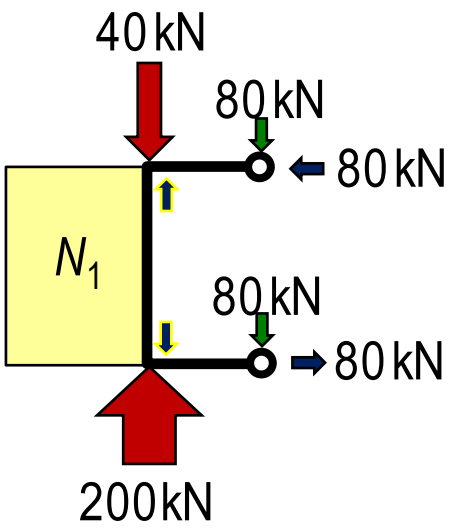
4. Övek normálerői



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

5. Hevederek normálerői

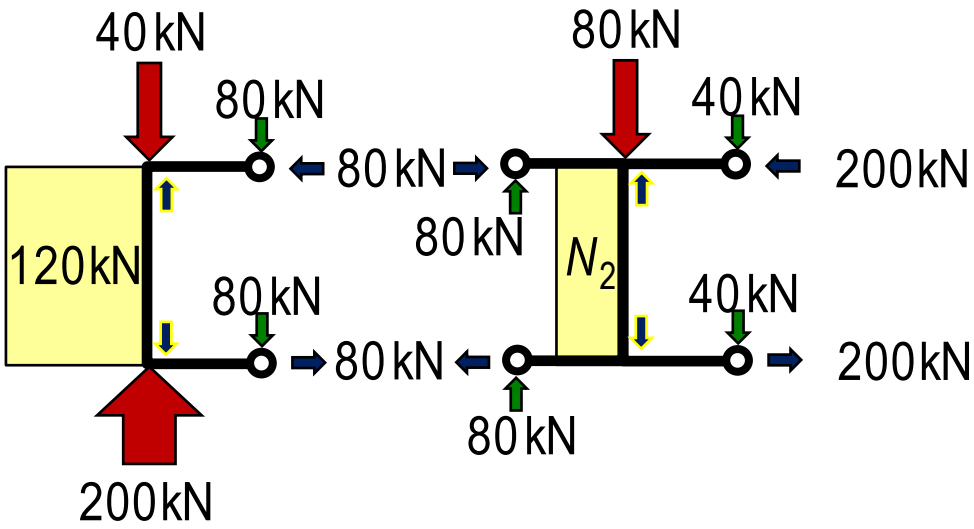


$$N_1 = 40 + 80 = 120\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

5. Hevederek normálerői

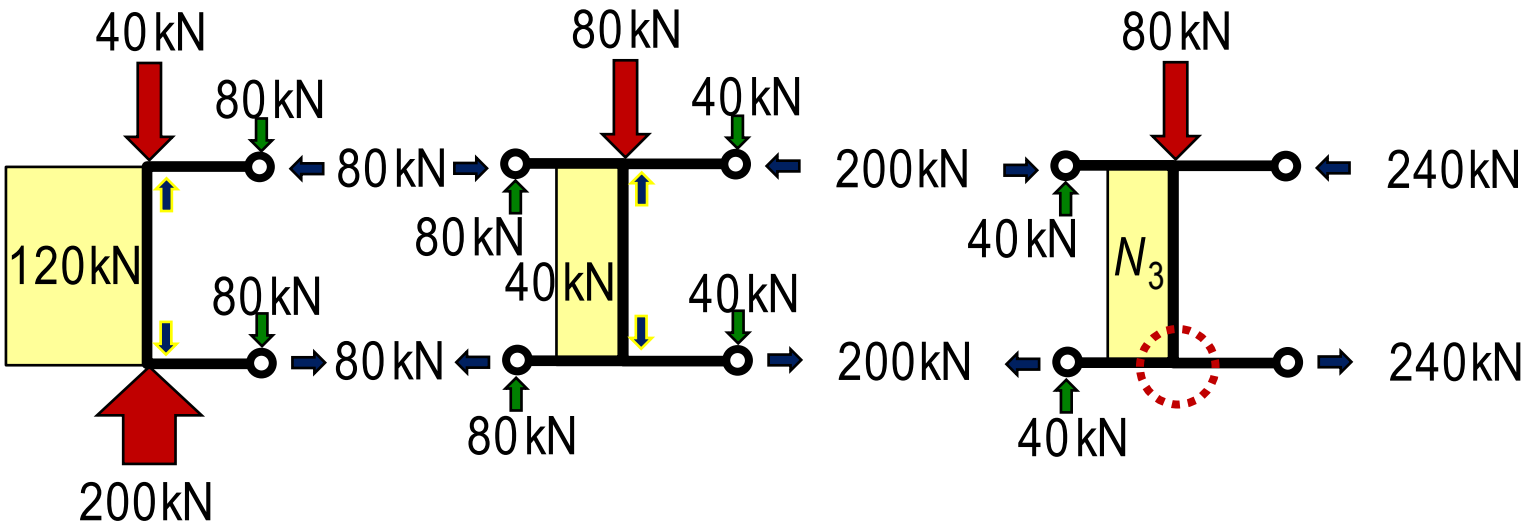


$$N_2 = 80 + 40 - 80 = 40\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

5. Hevederek normálerői

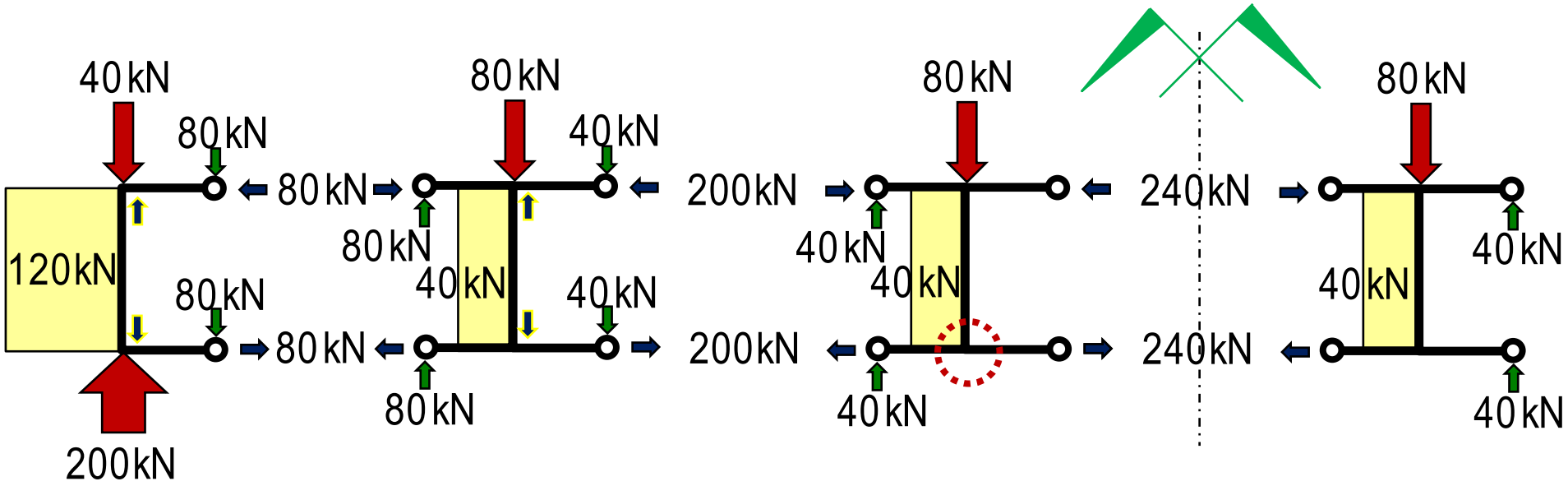


$$N_3 = 80 - 40 = 40\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

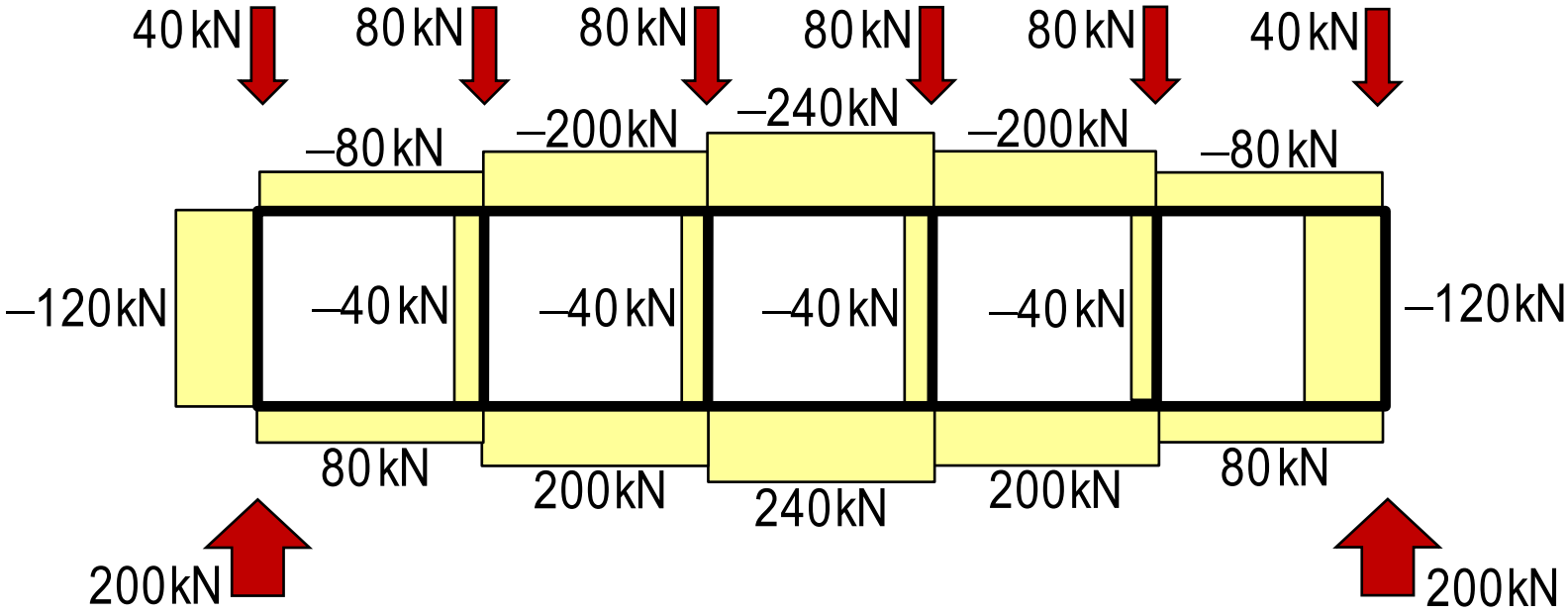
5. Hevederek normálerői



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

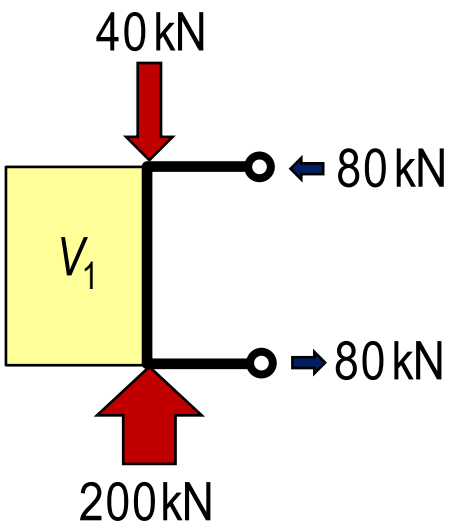
6. Vierendeel tartó normálerő ábrája



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

7. Hevederek nyíróerői

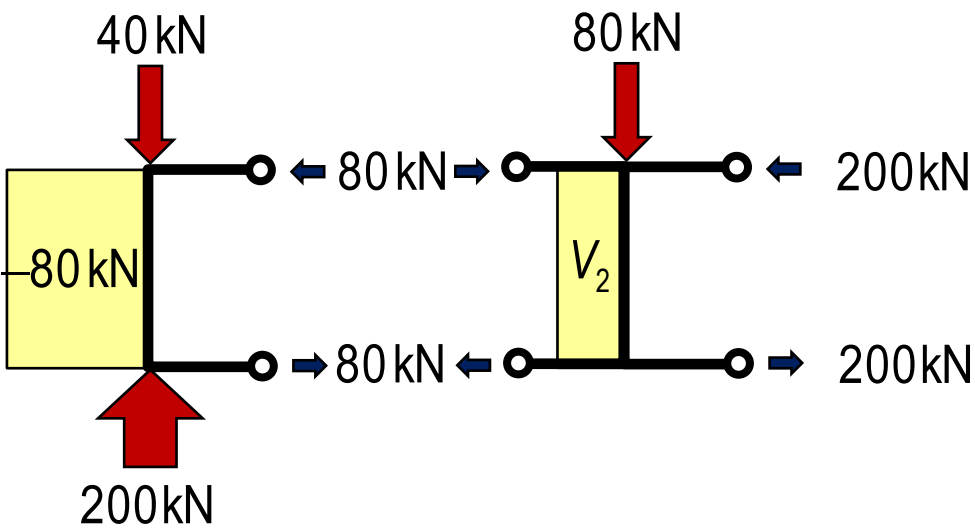


$$V_1 = -N_{12,f} = -N_{12,a} = -80\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

7. Hevederek nyíróerői

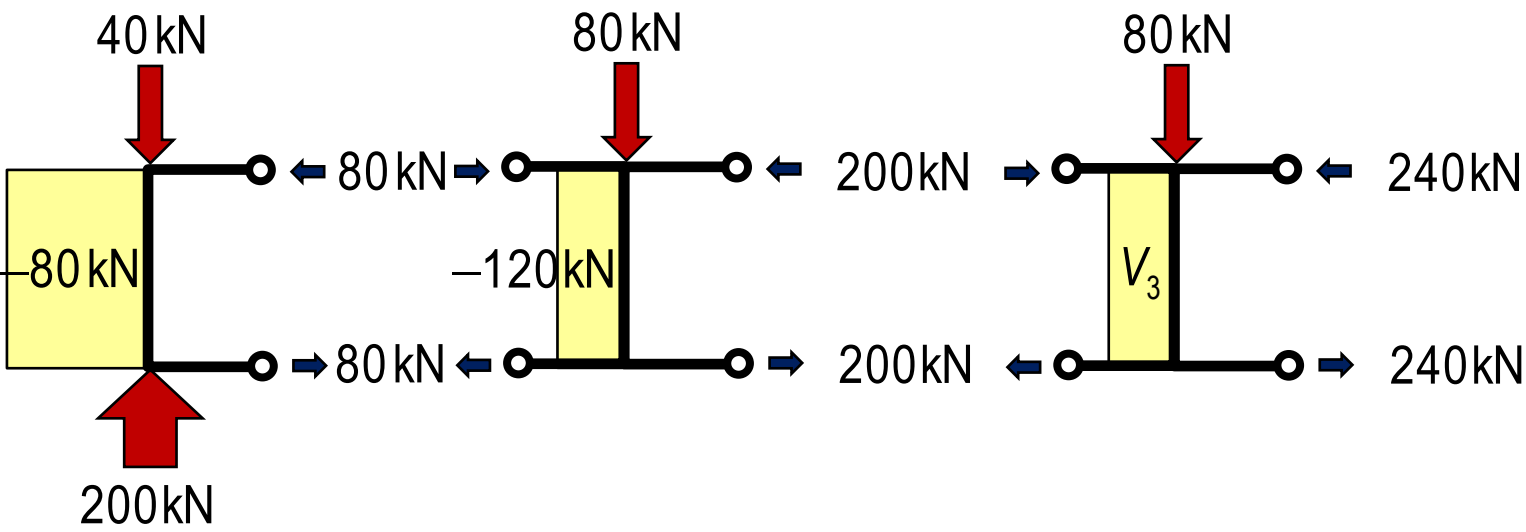


$$V_2 = +N_{12,f} - N_{23,f} = 80 - 200 = -120\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

7. Hevederek nyíróerői

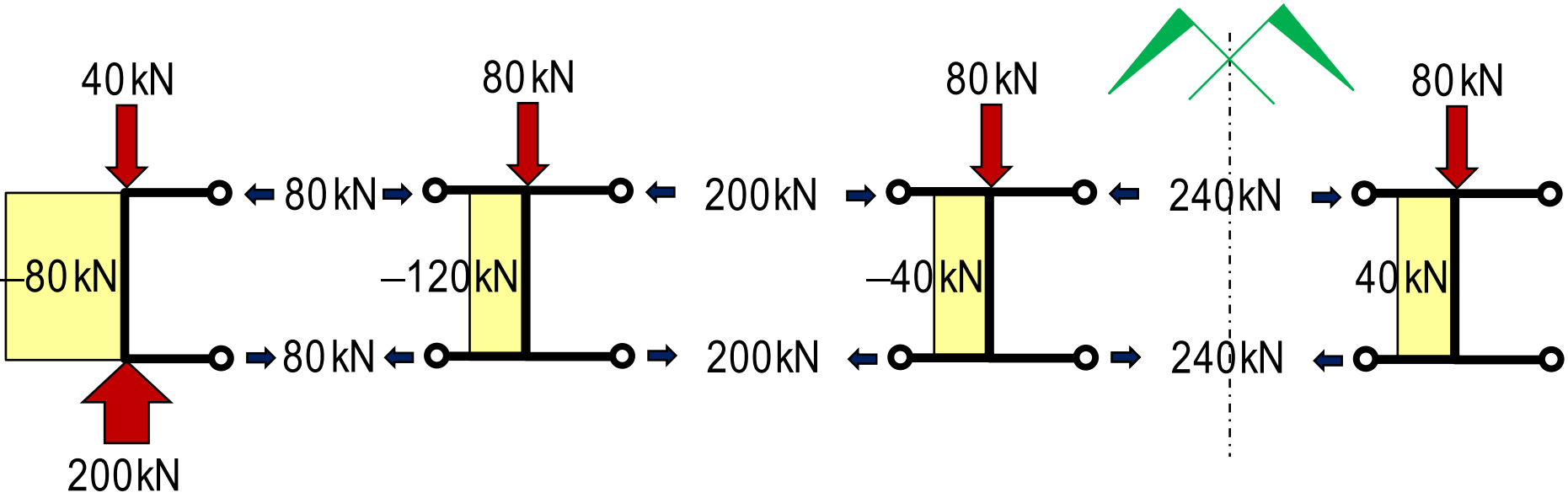


$$V_3 = +N_{23,f} - N_{34,f} = 200 - 240 = -40\,\text{kN}$$

Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

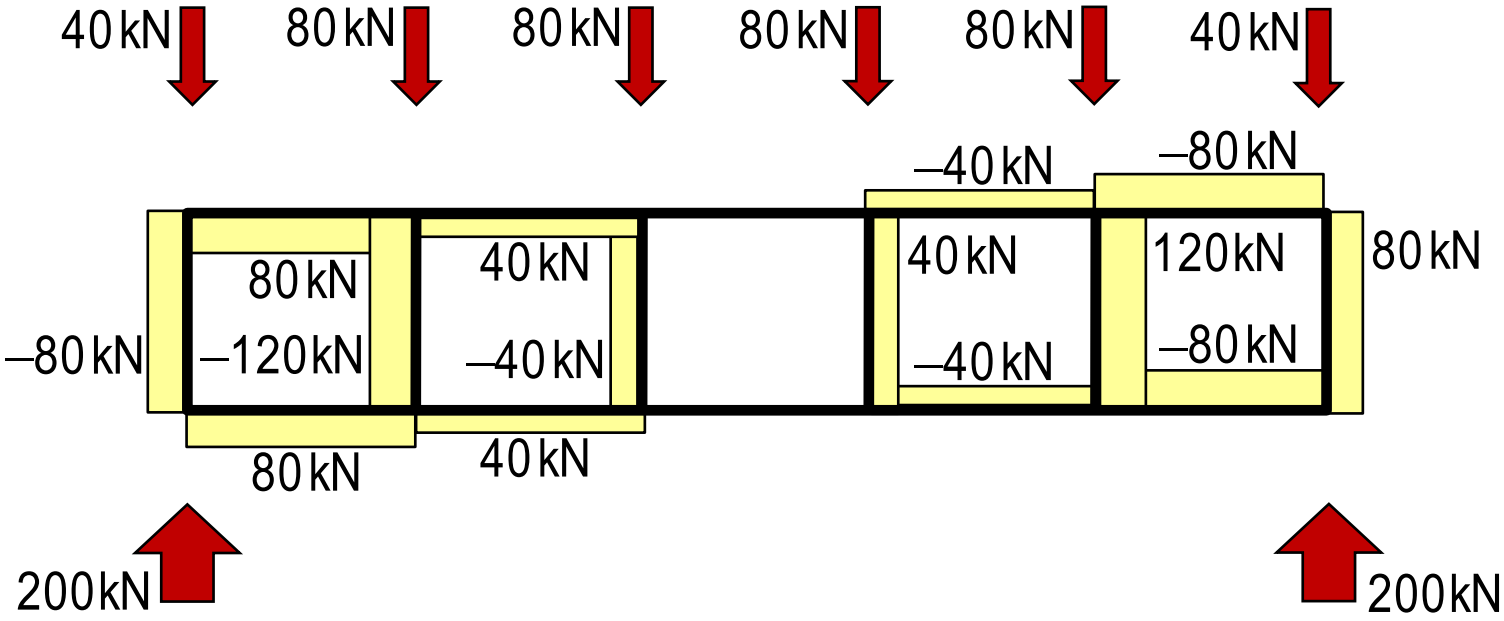
7. Hevederek nyíróerői



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

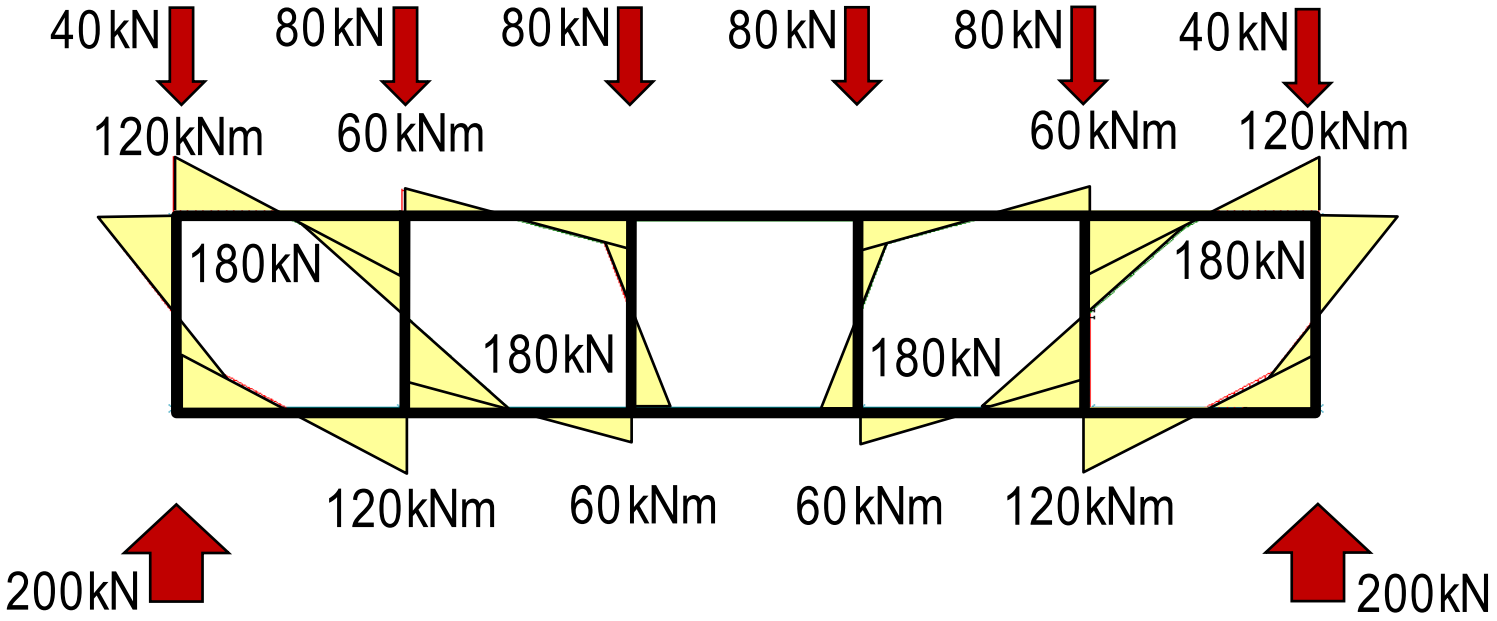
8. Vierendeel tartó nyíróerő ábrája



Example 1.: Analysis of Vierendeel type girder

1. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

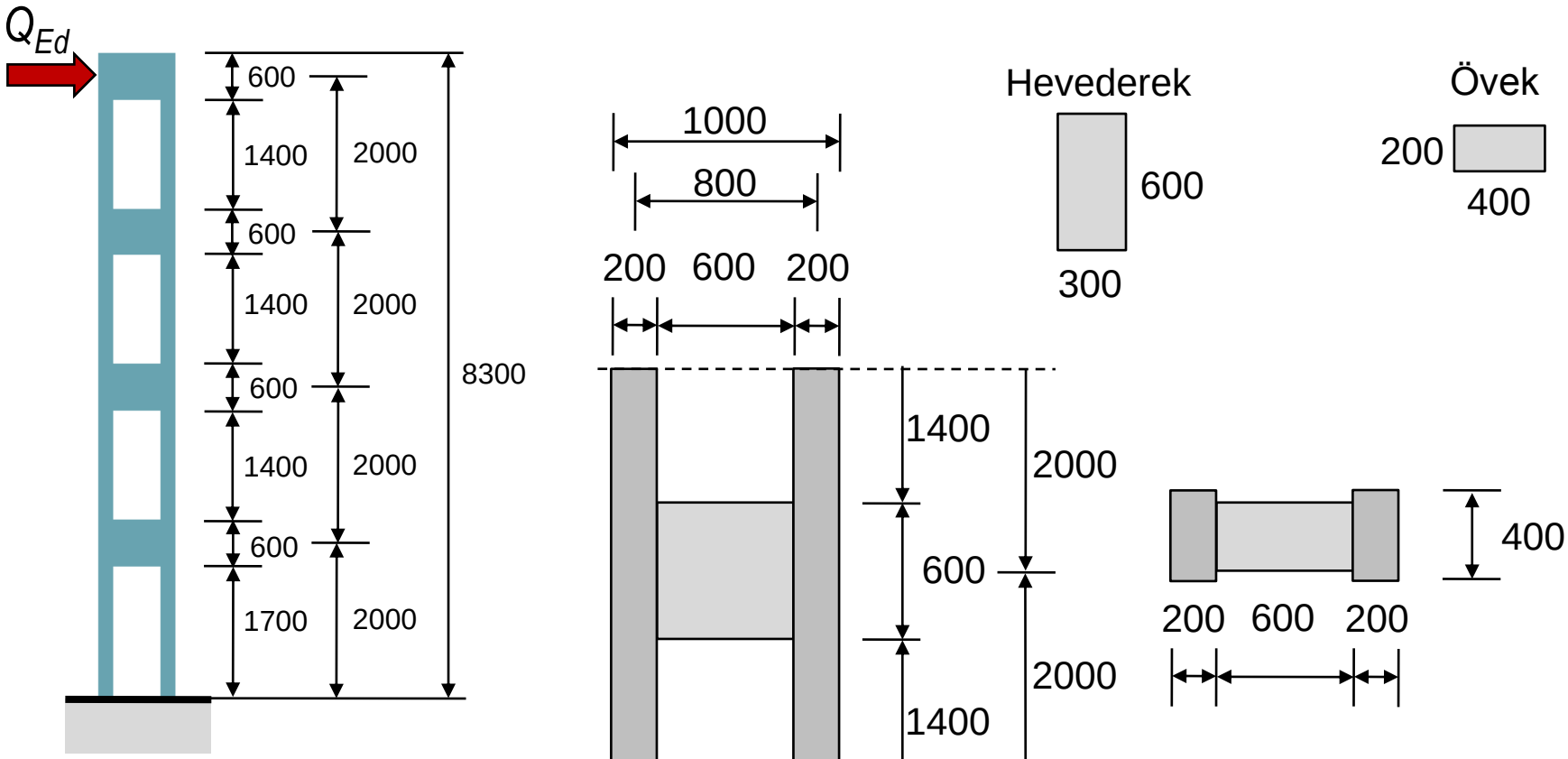
9. Vierendeel tartó nyomatéki ábrája



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

Határozzuk meg a vázolt kialakítású és terhelésű Vierendeel oszlop igénybevételei!

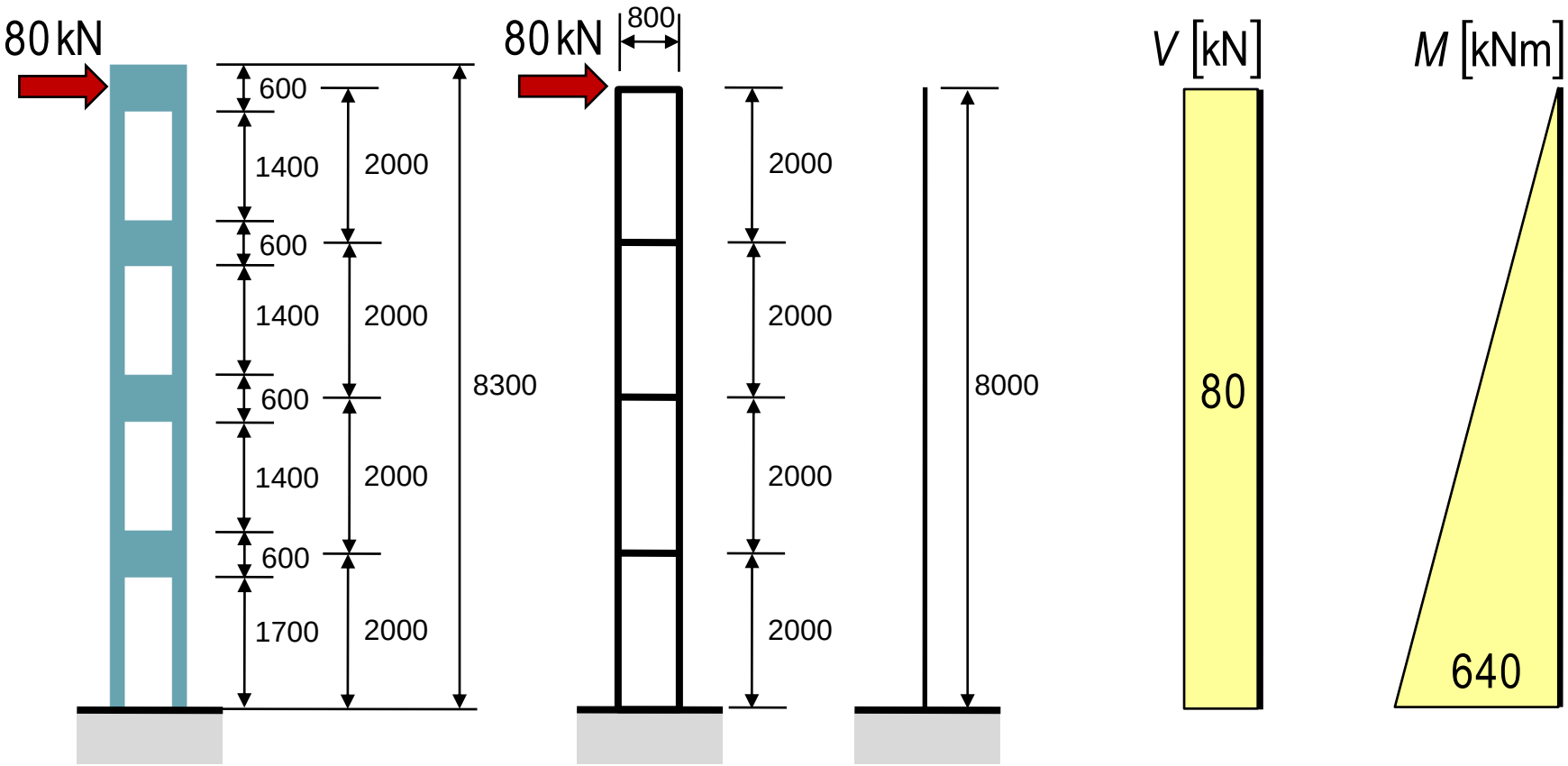


$Q_{Ed} = 80\,\text{kN}$

Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

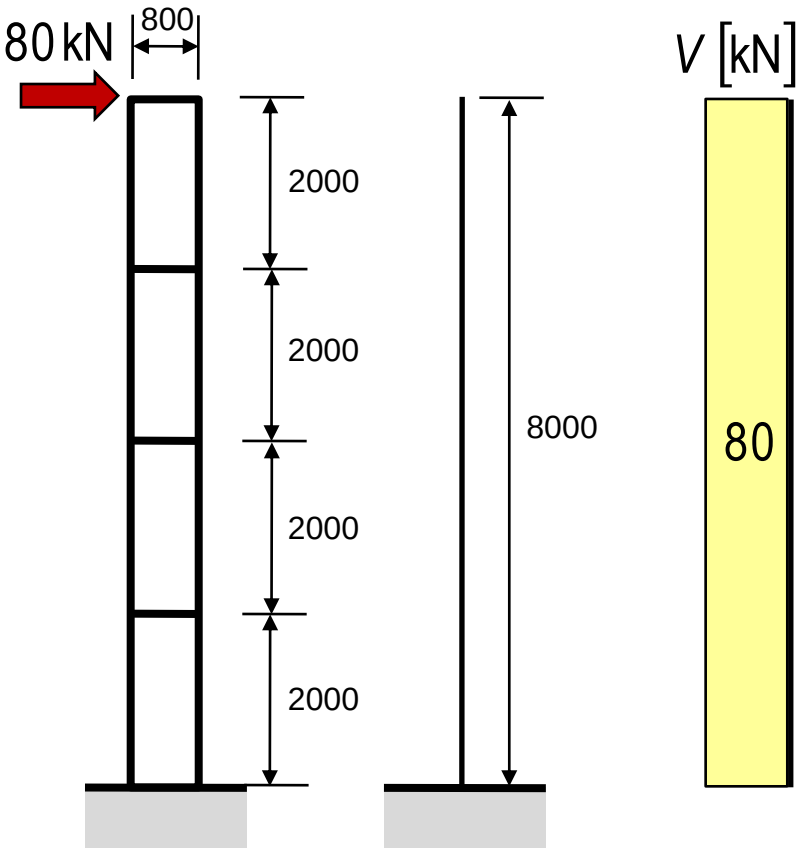
1. Statikai váz és a helyettesítő konzol igénybevételei



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

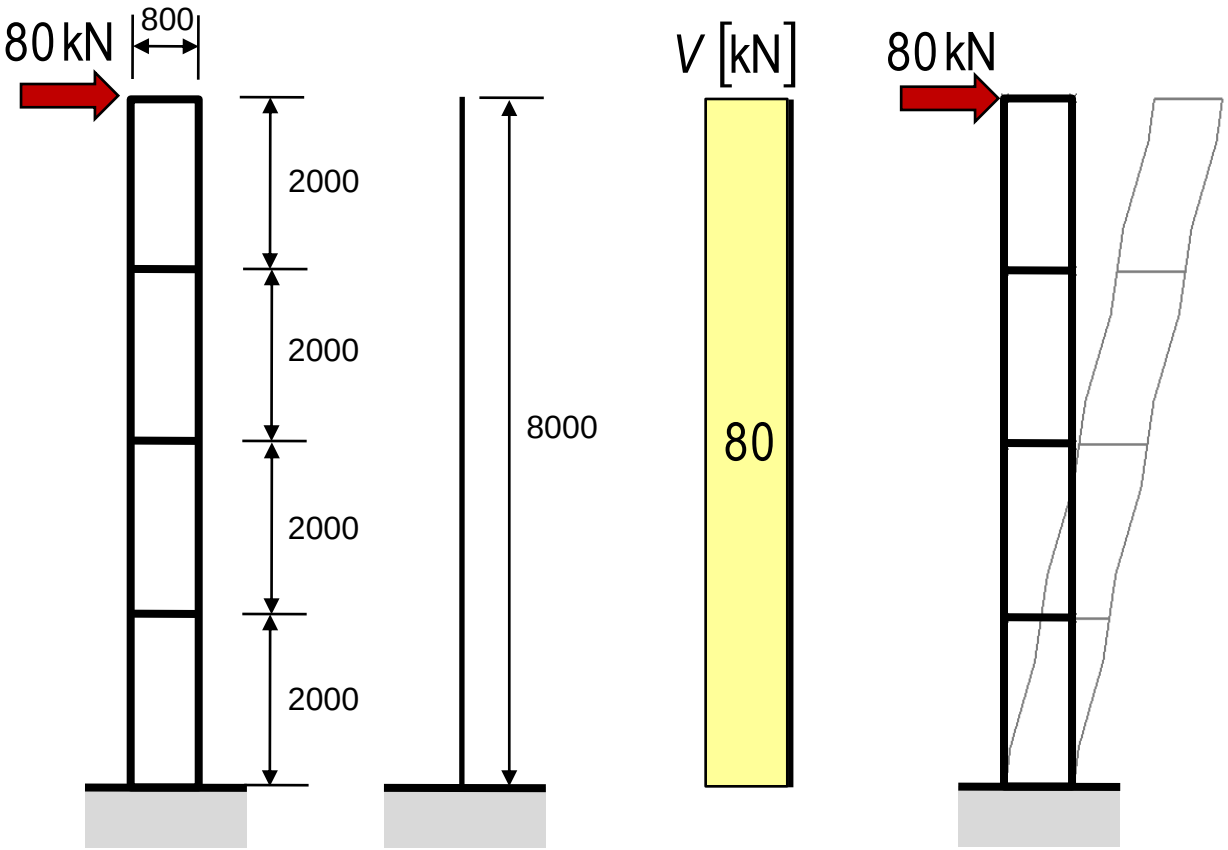
2. Övek nyíróerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

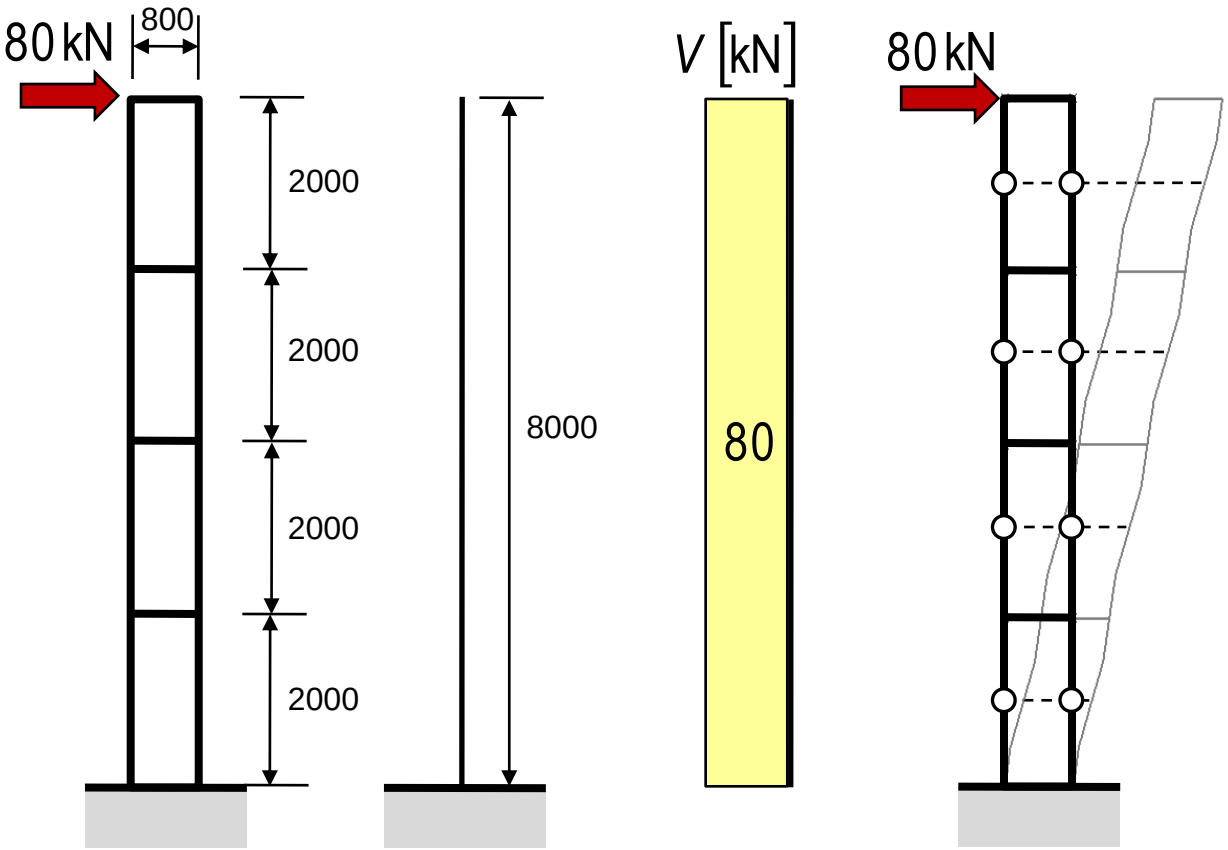
2. Övek nyíróerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

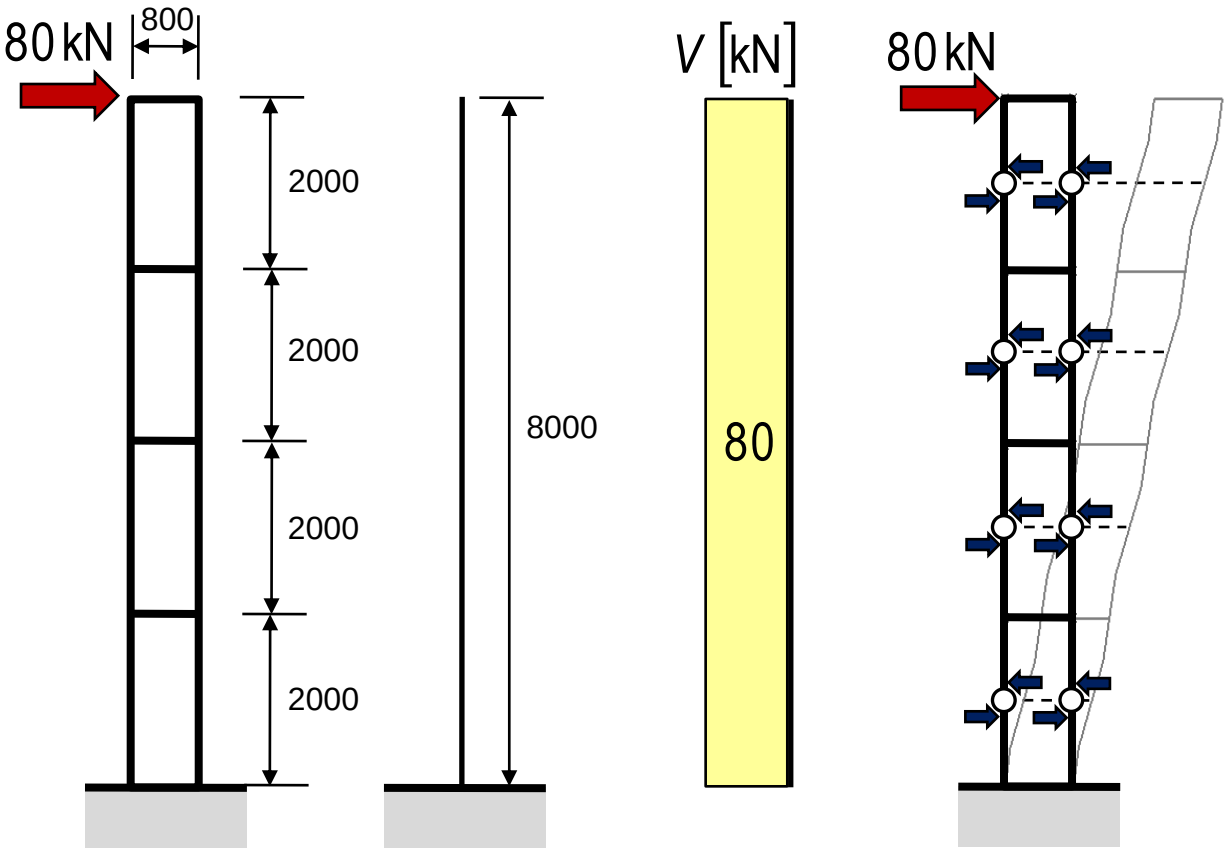
2. Övek nyíróerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

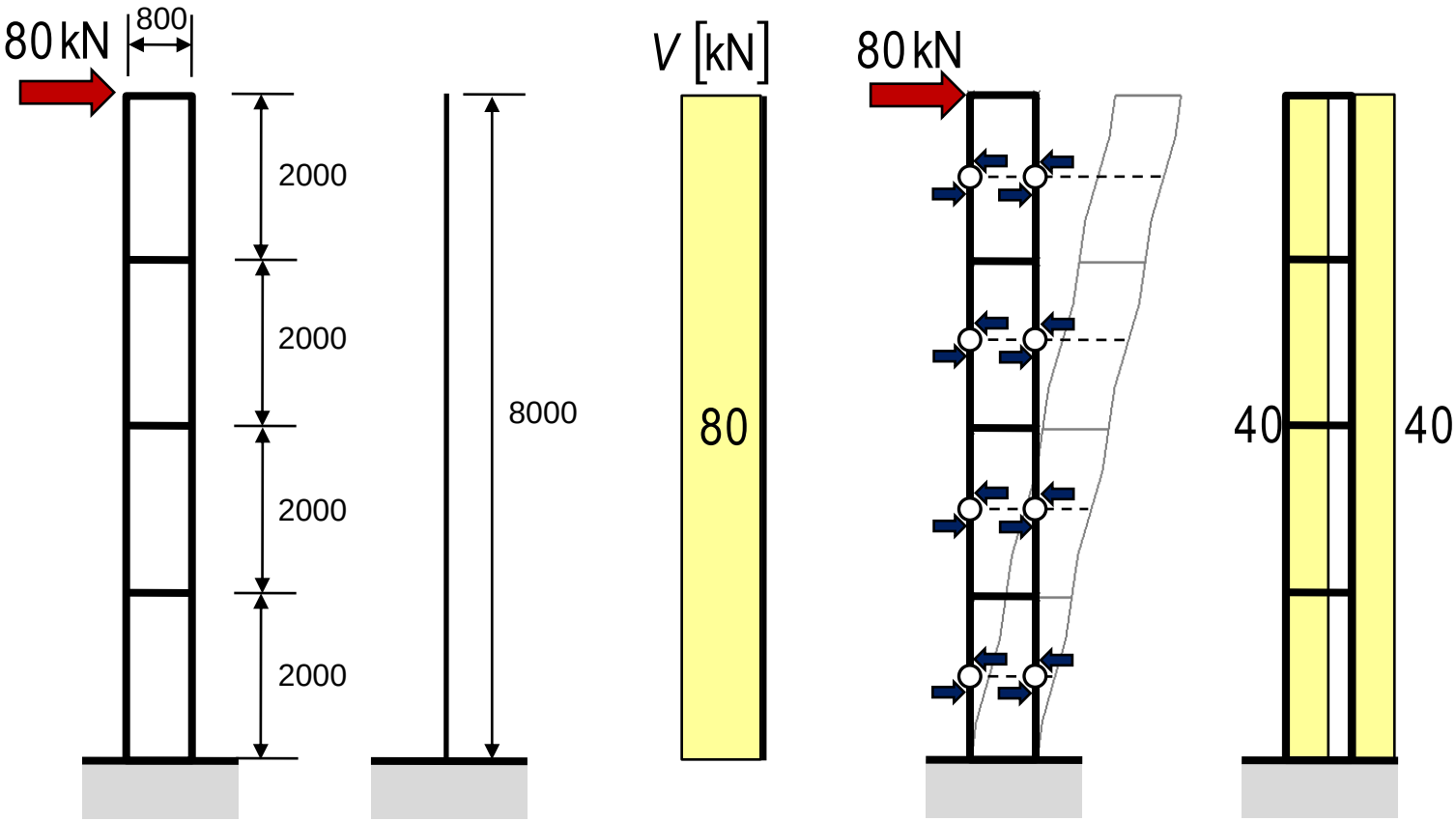
2. Övek nyíróerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

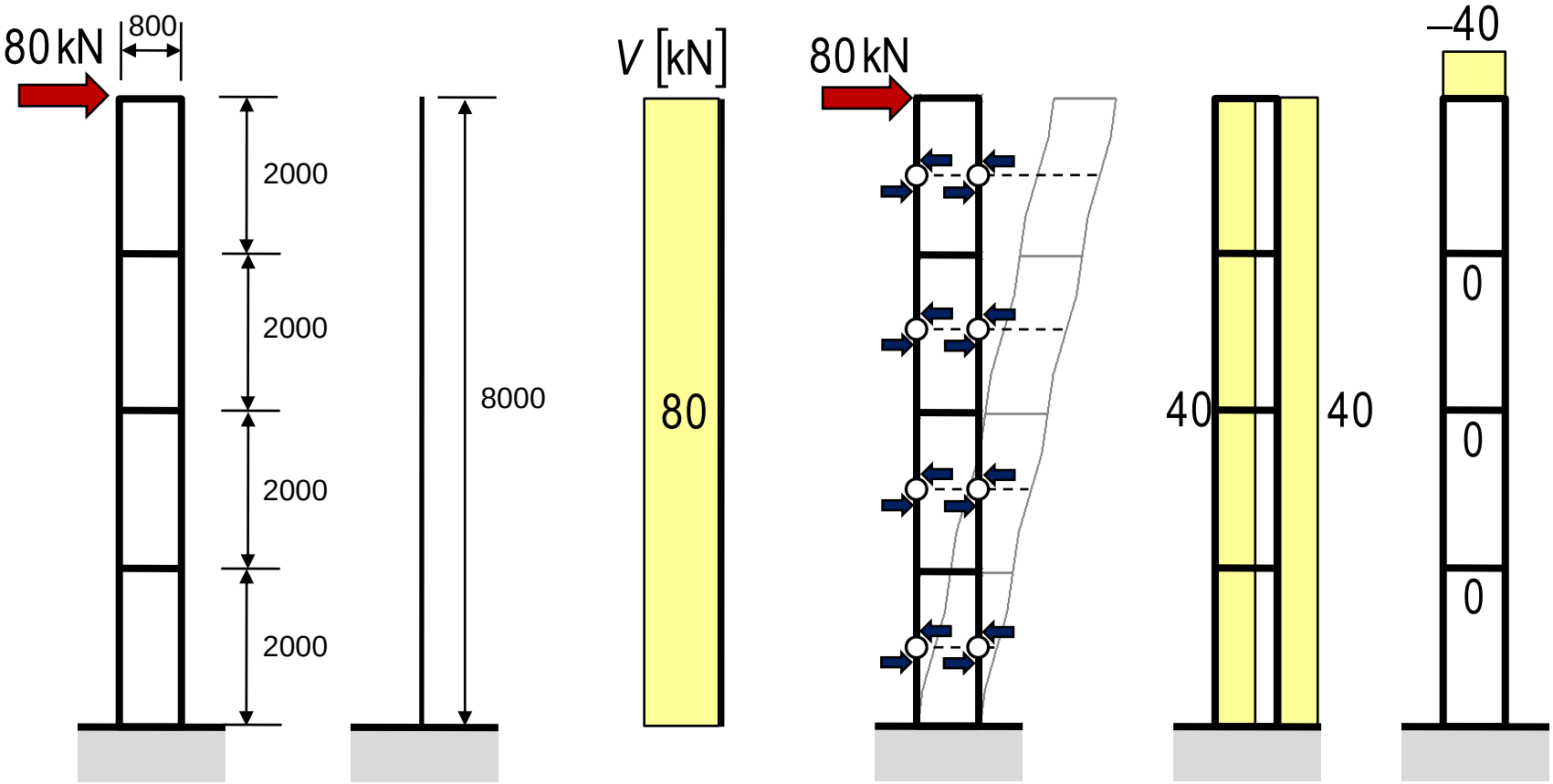
2. Övek nyíróerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

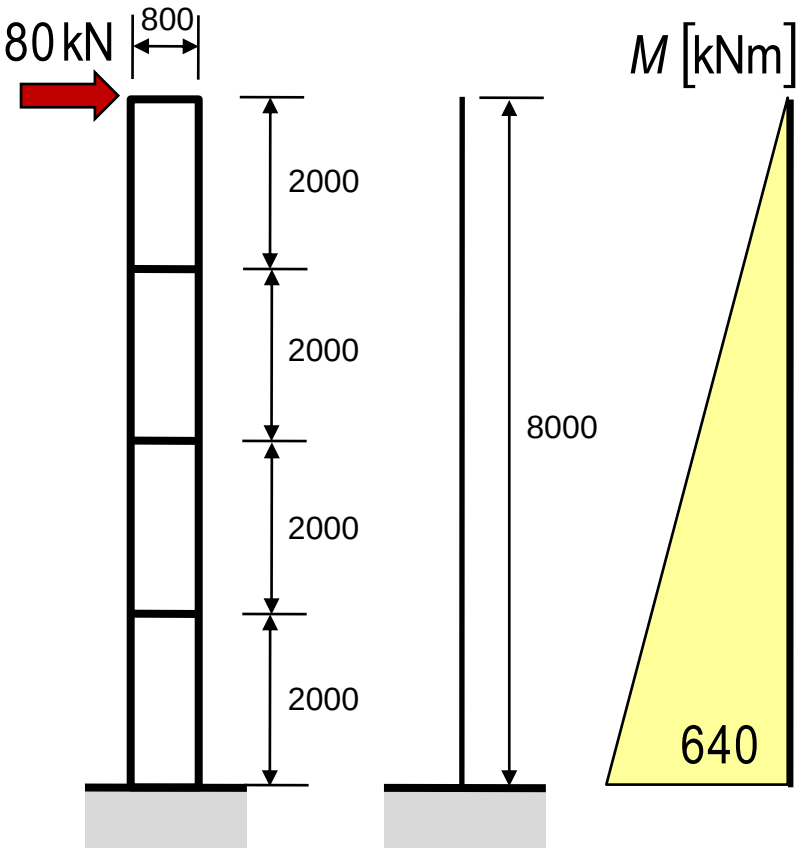
3. Hevederek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

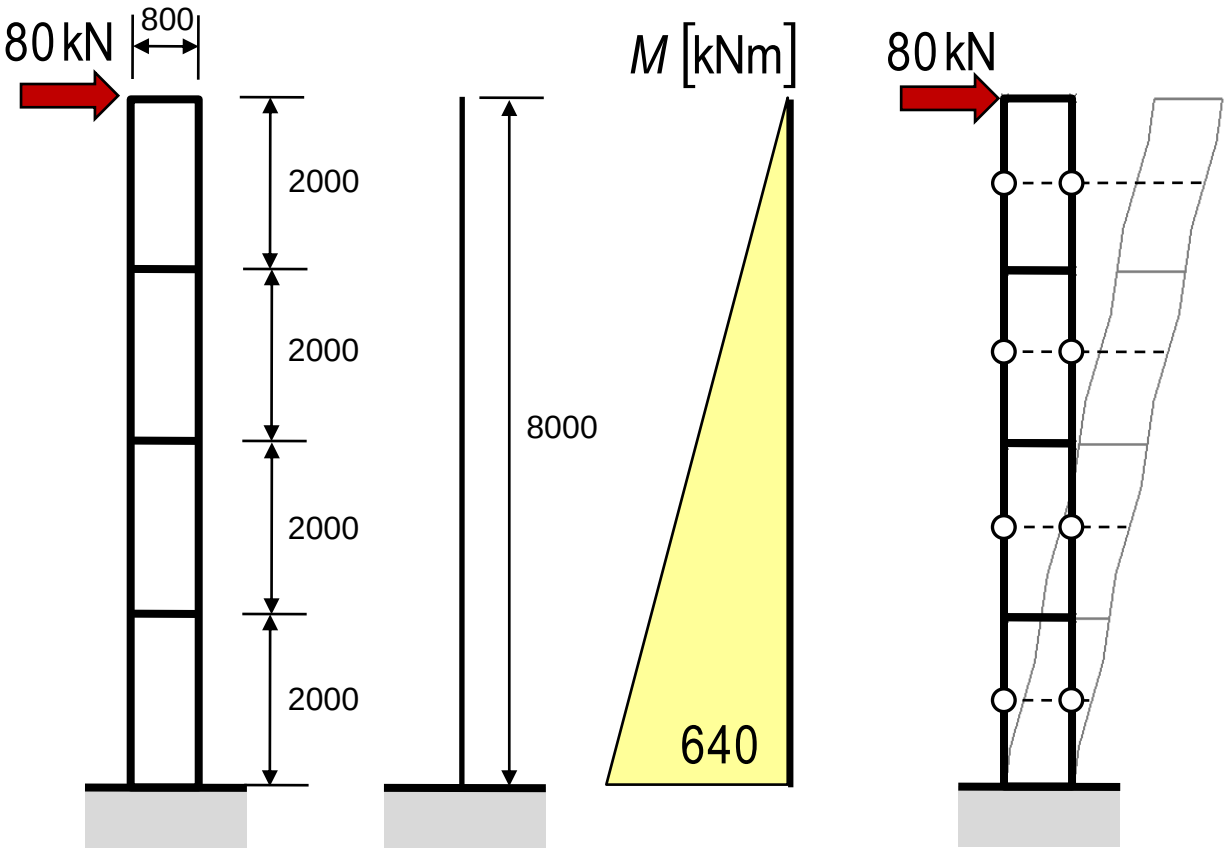
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

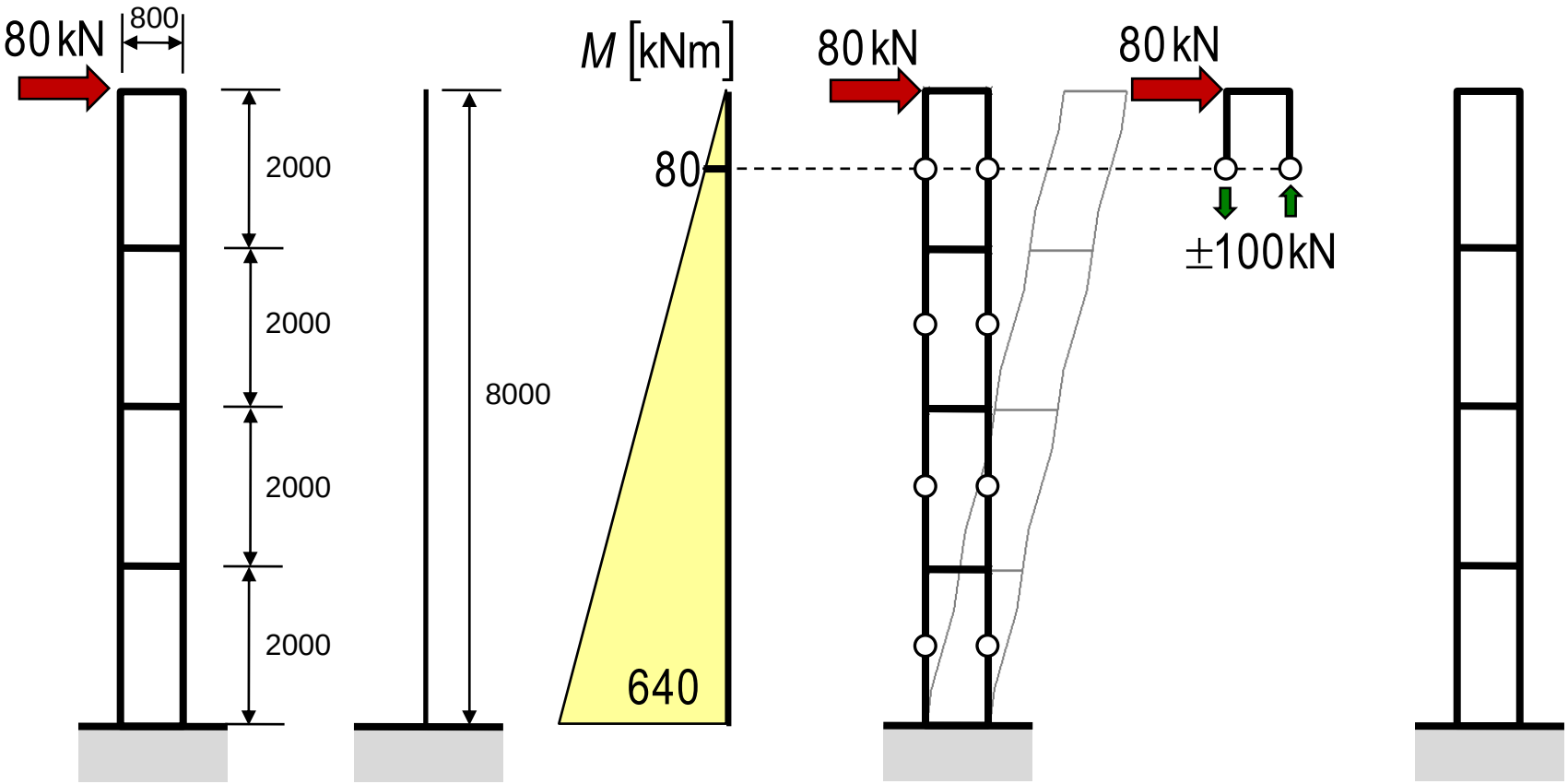
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

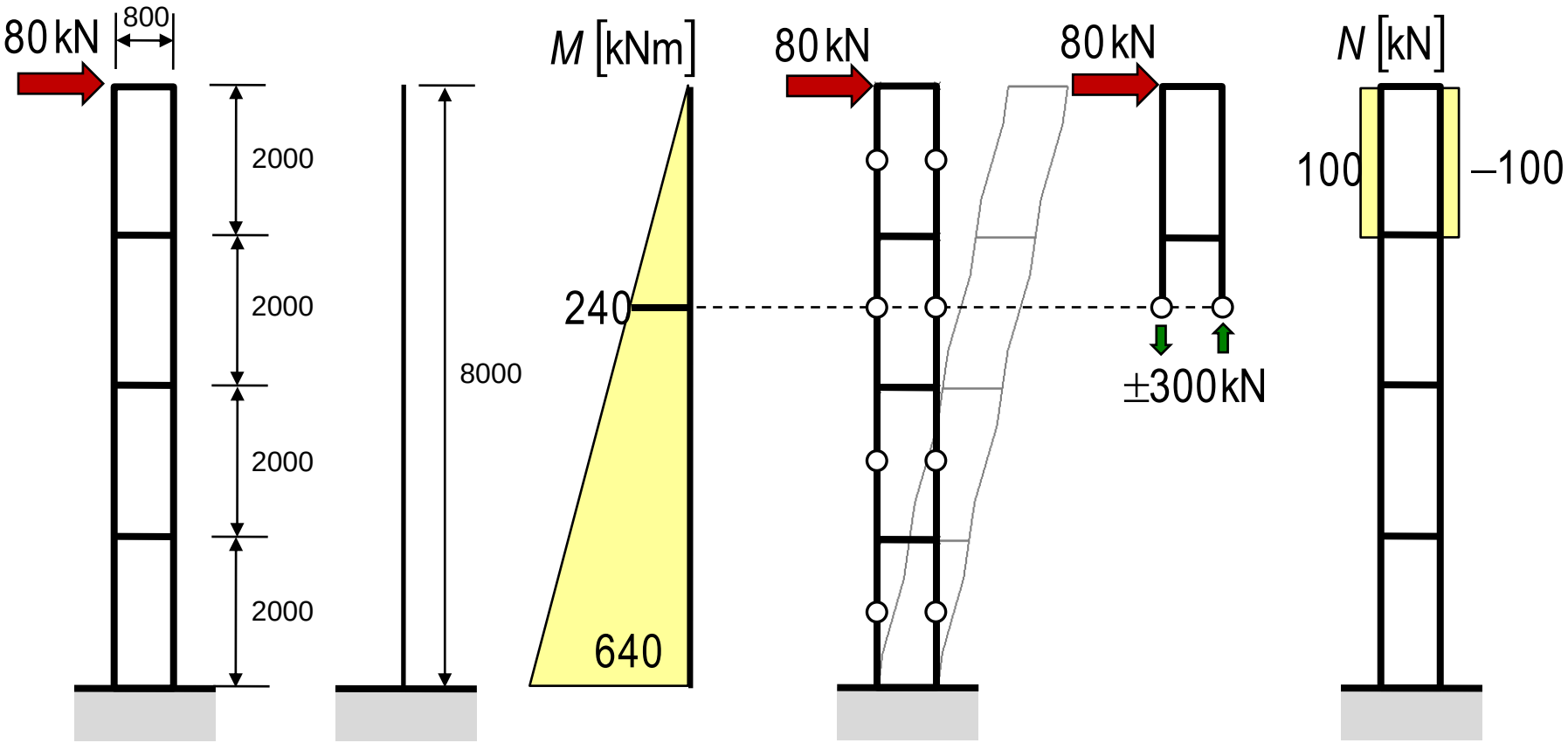
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

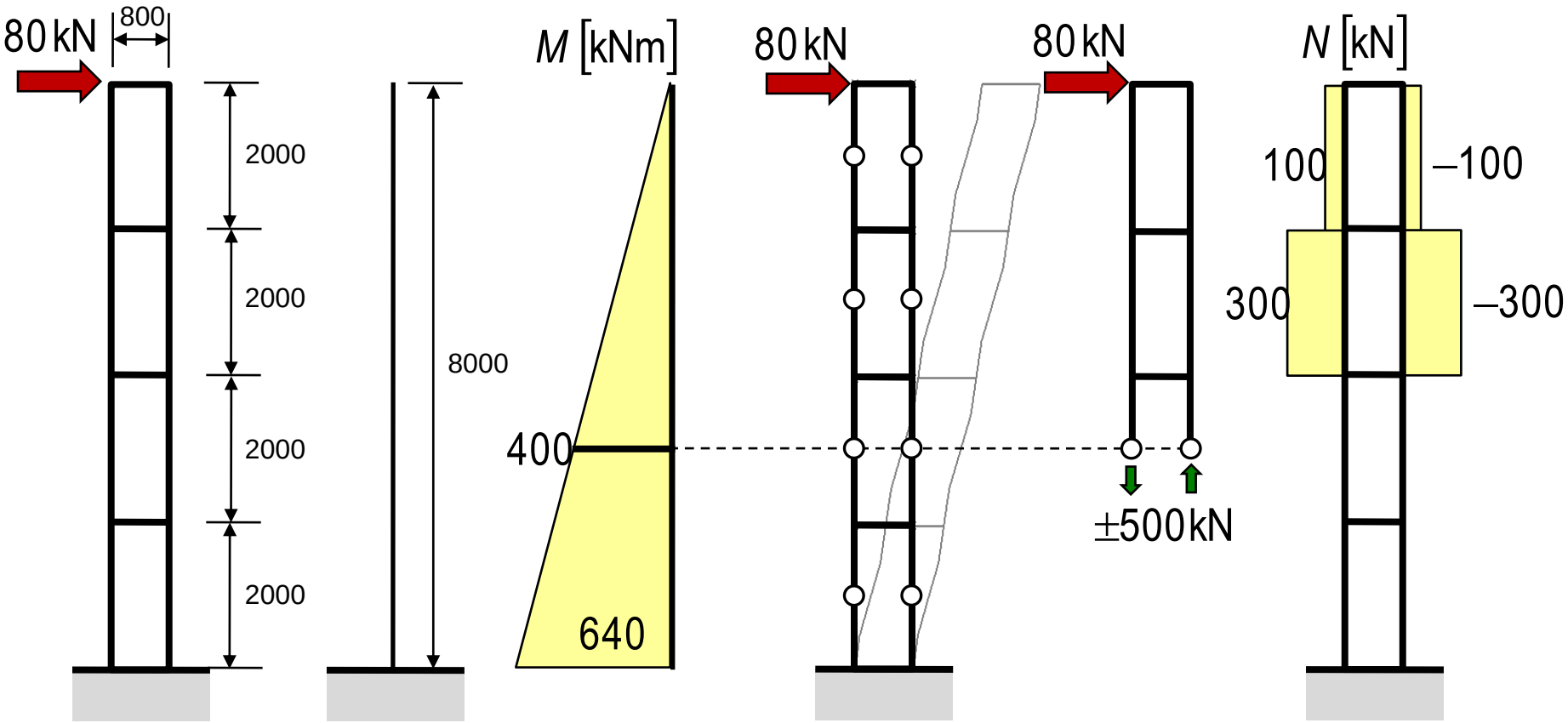
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

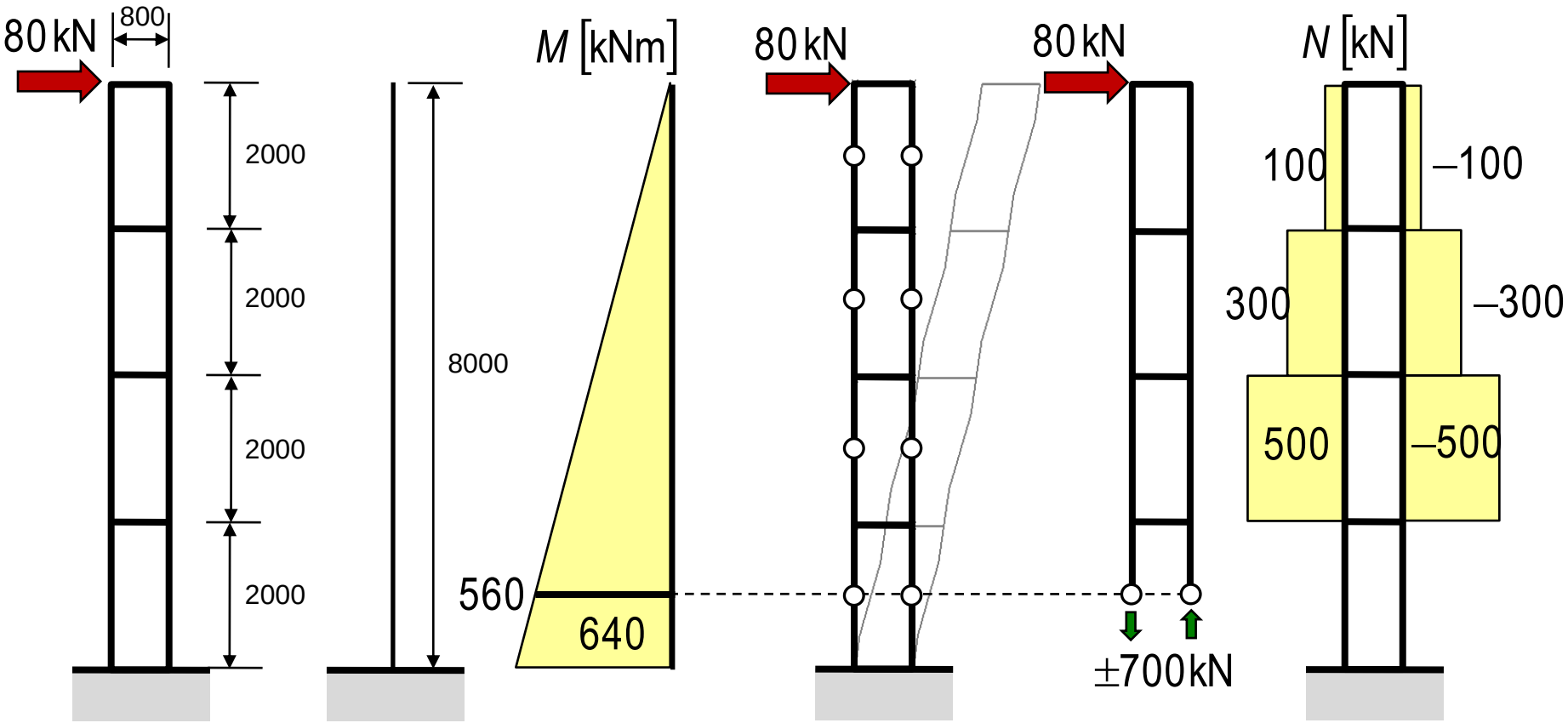
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

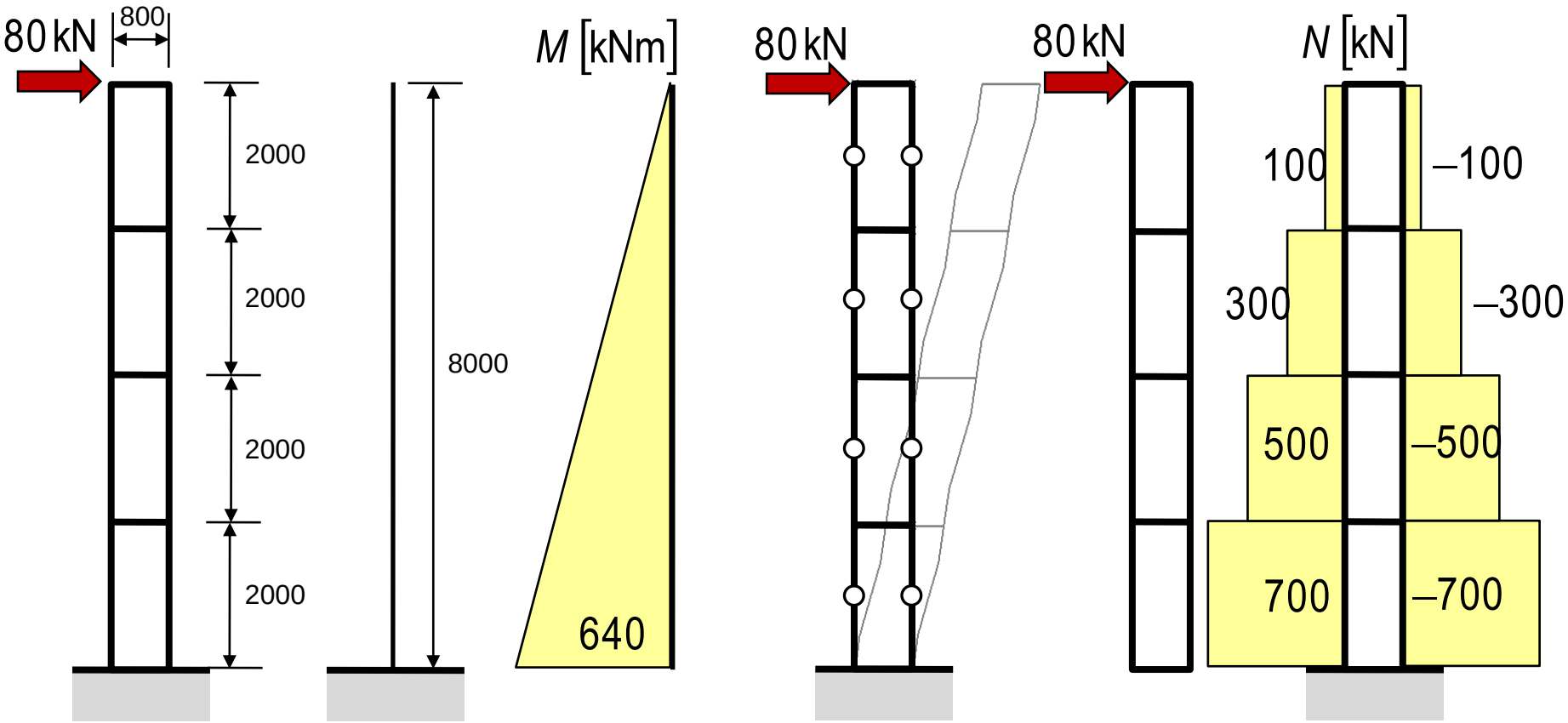
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

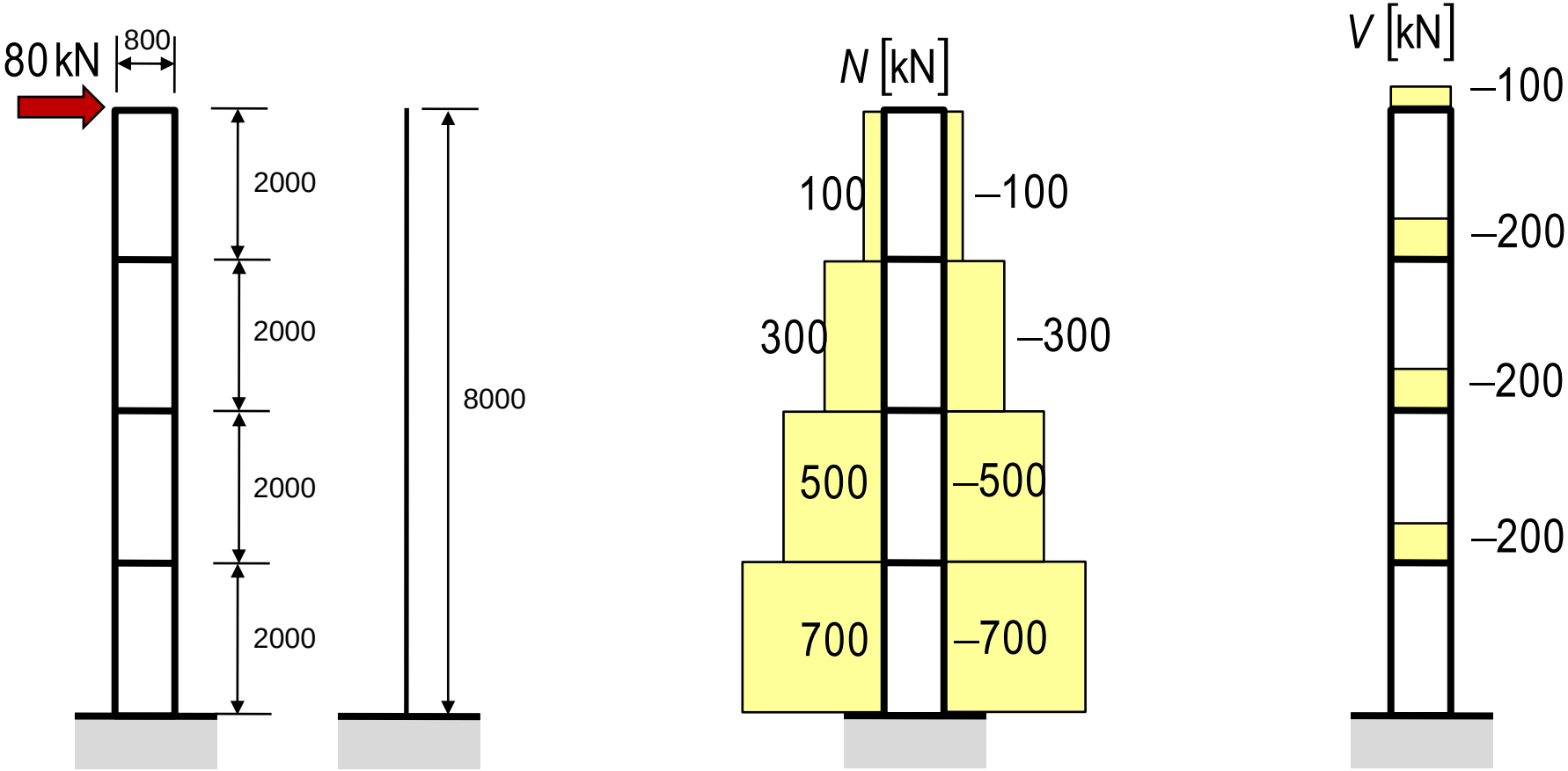
4. Övek normálerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

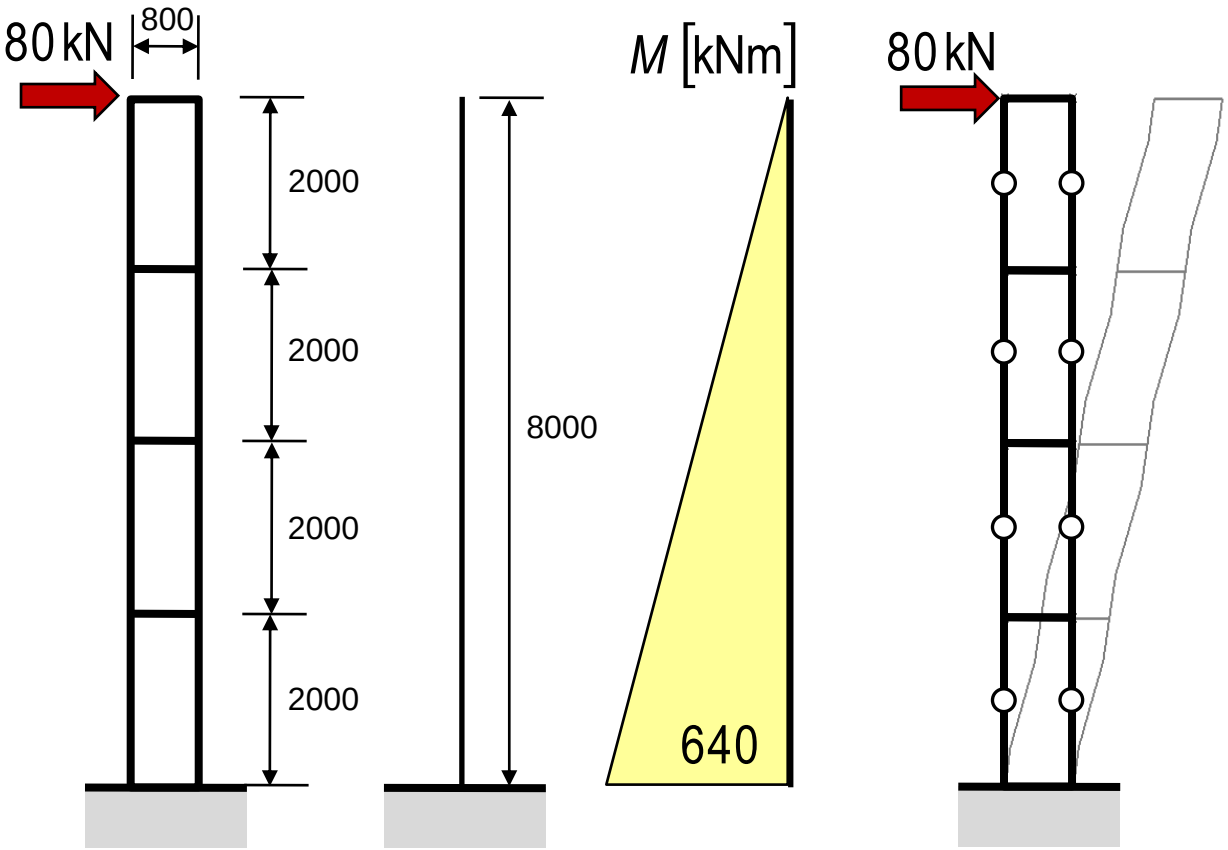
5. Hevederek nyíróerői



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

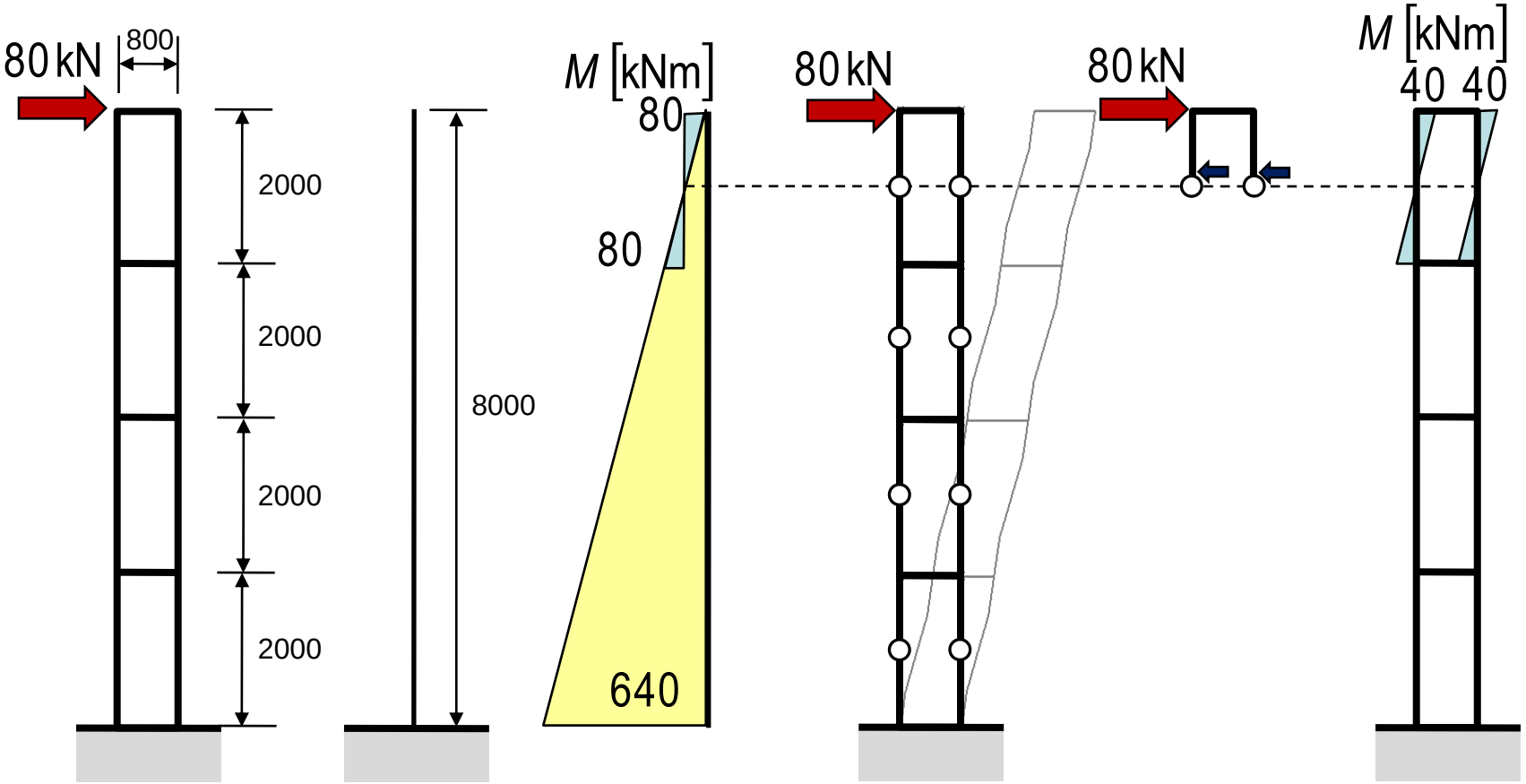
6. Övek nyomatékai



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

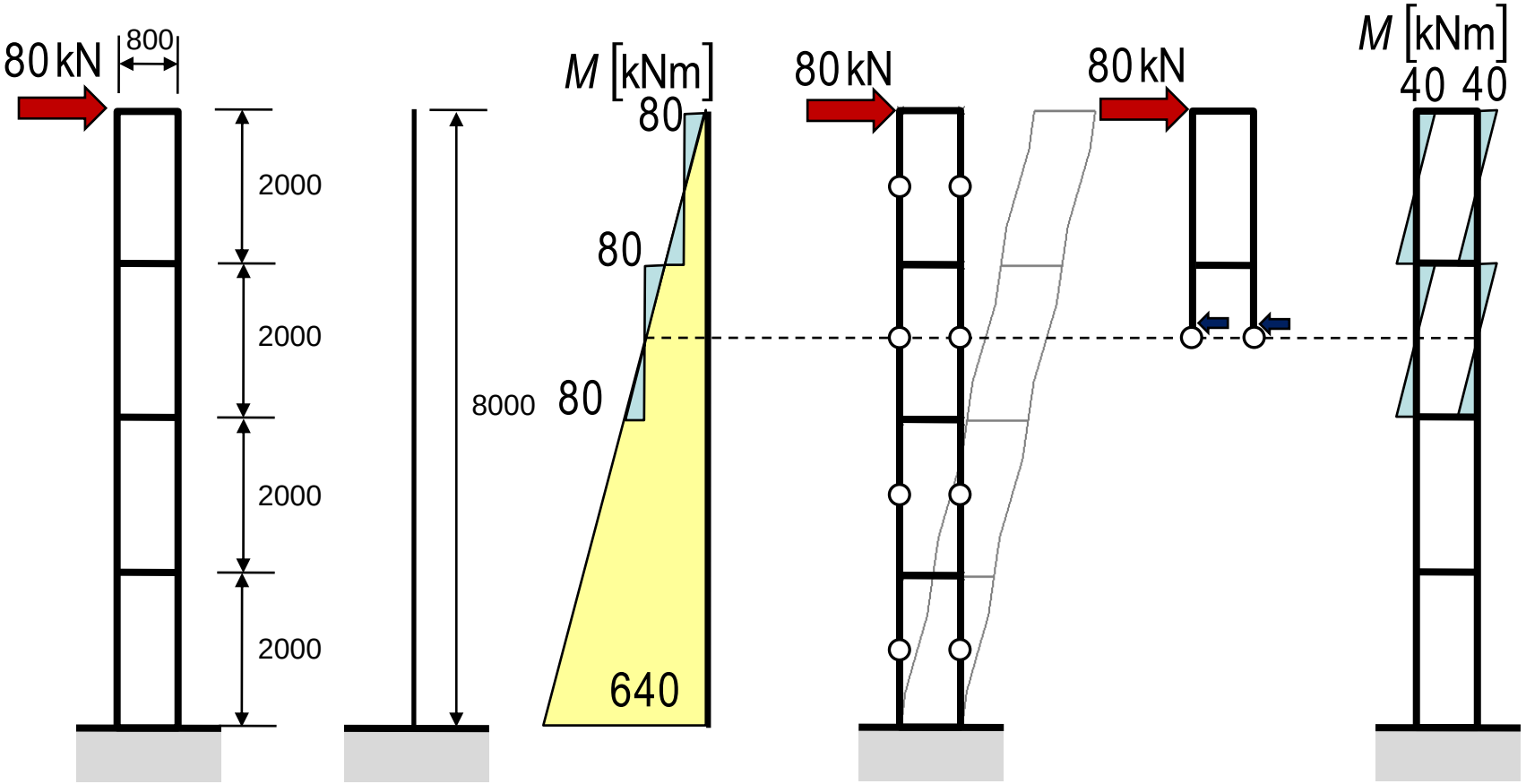
6. Övek nyomatékai



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

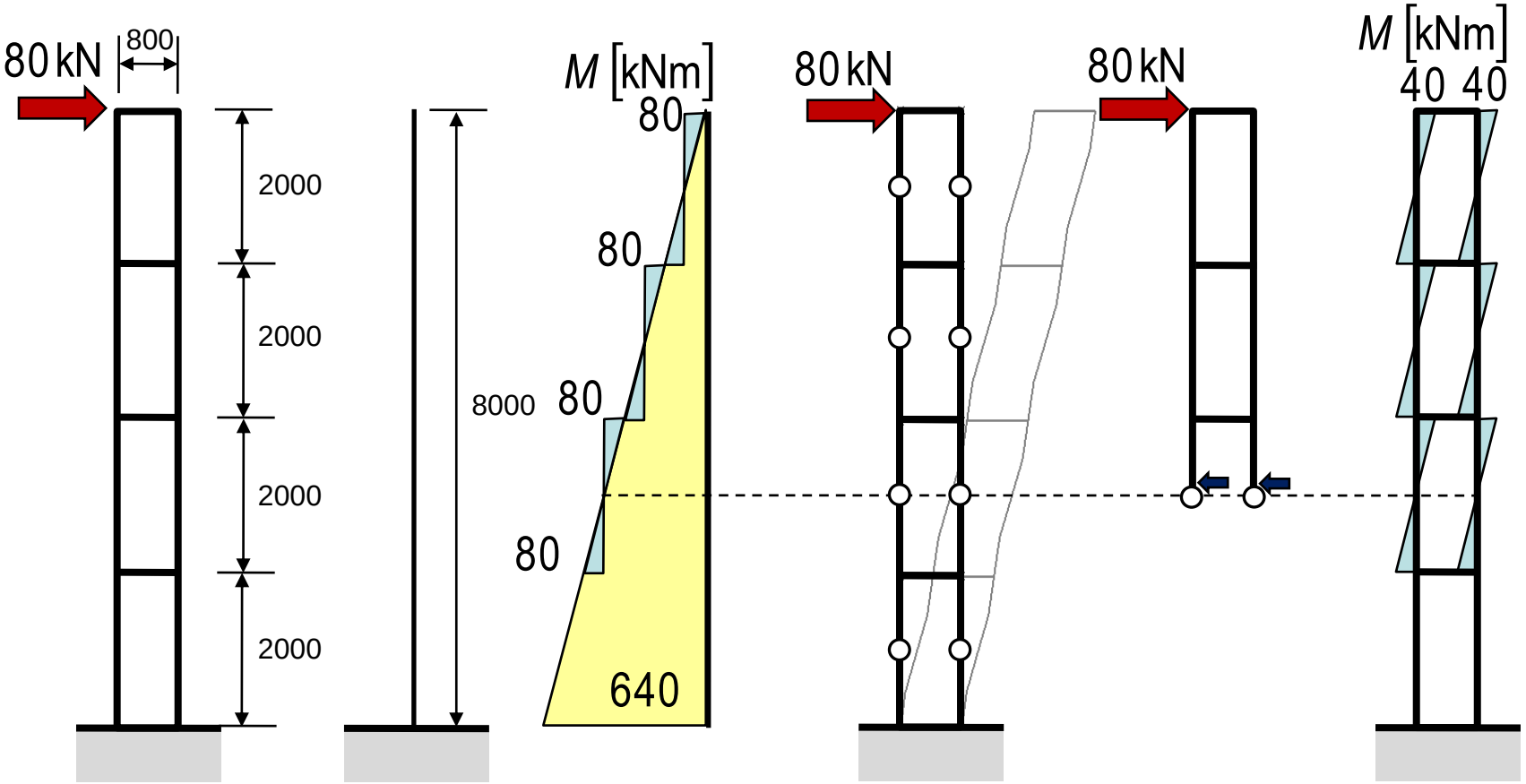
6. Övek nyomatékai



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

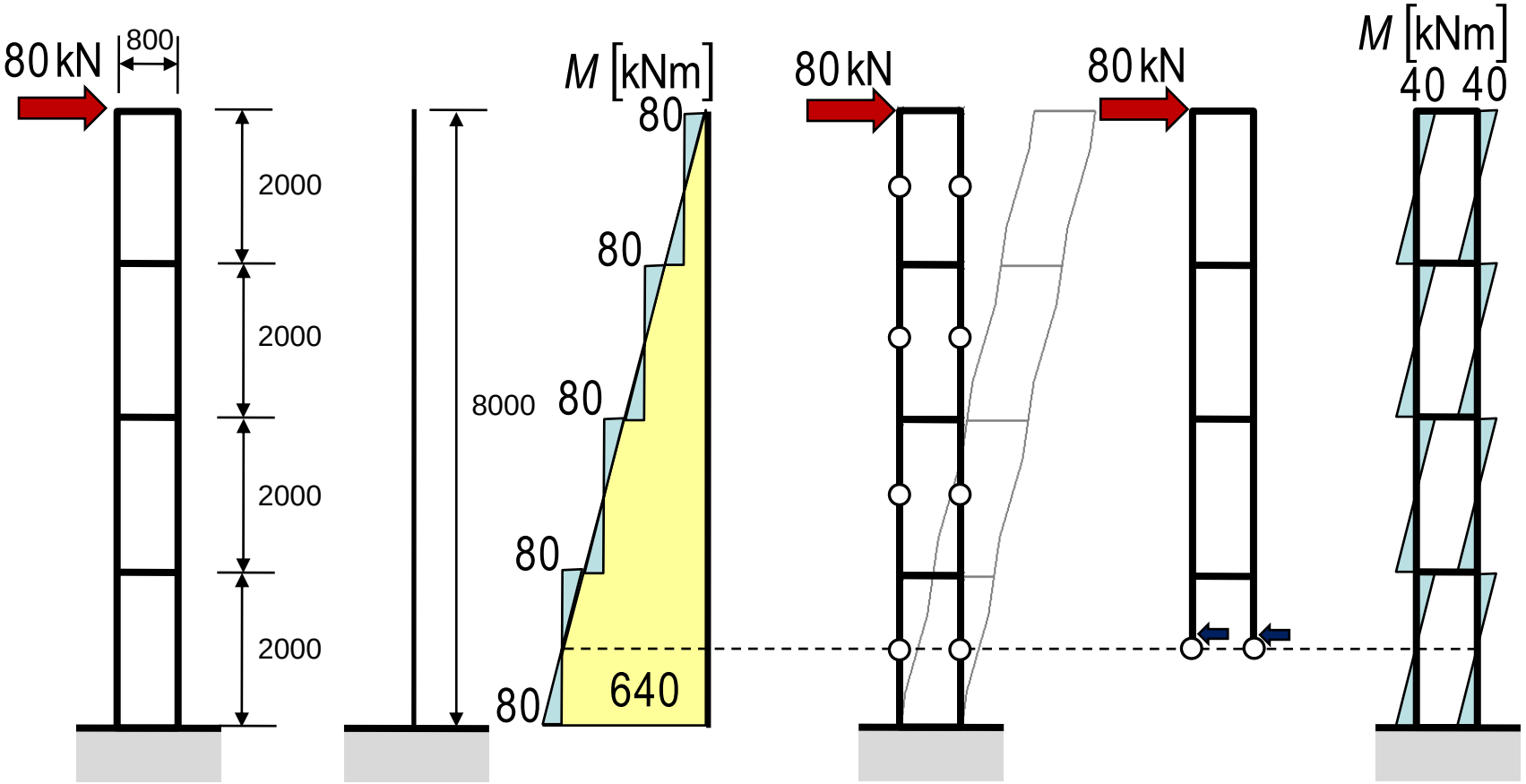
6. Övek nyomatékai



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

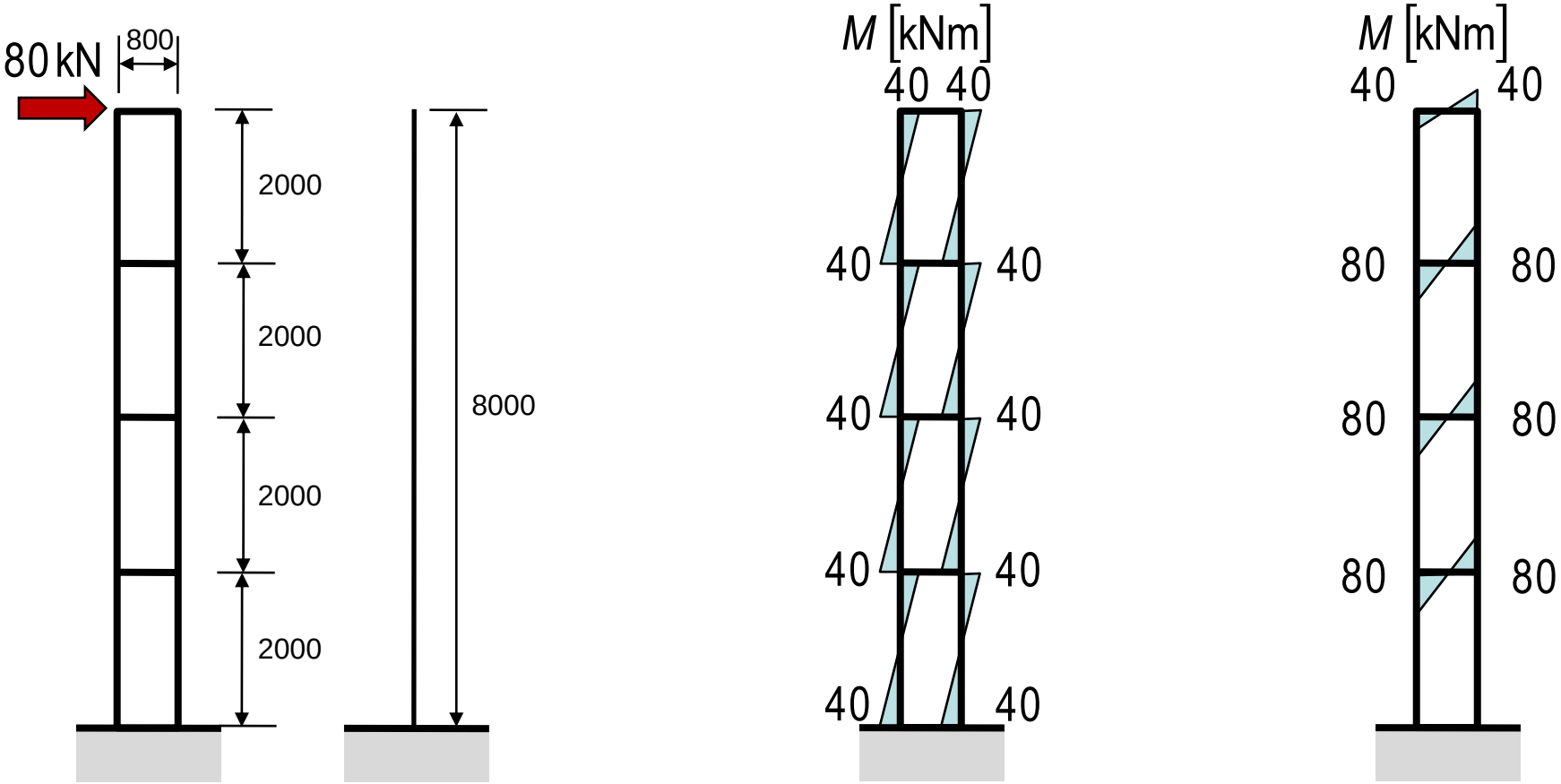
6. Övek nyomatékai



Example 2.: Analysis of Vierendeel type girder

2. Példa: Vierendeel tartó közelítő számítása

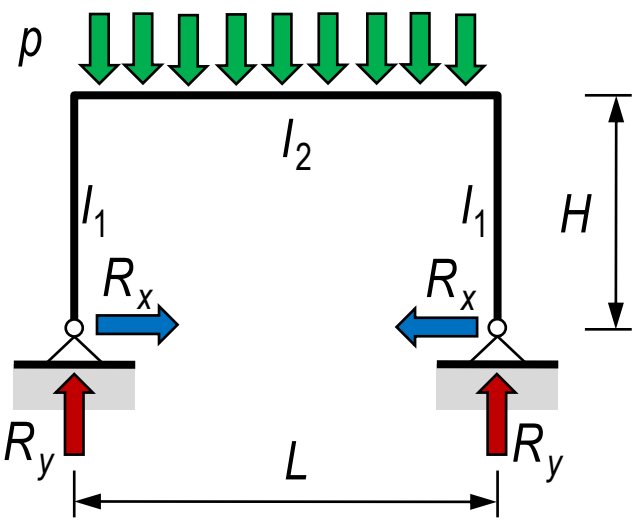
7. Hevederek nyomatékai

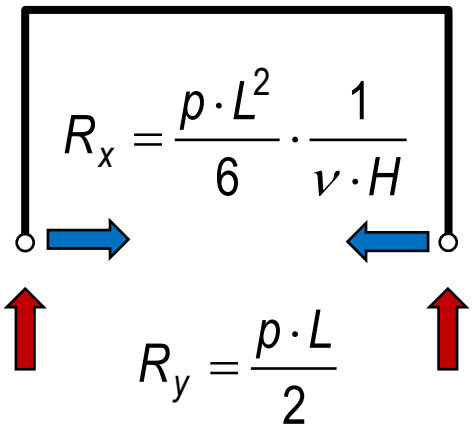


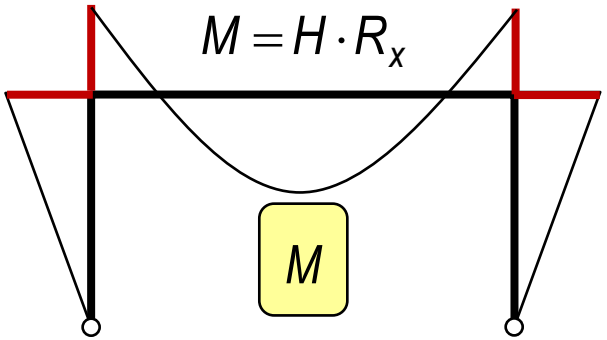
Analysis of two-joint frame

Kétcsuklós keret közelítő számítása I.

Gerendára ható függőleges, egyenletesen megoszló teher esete



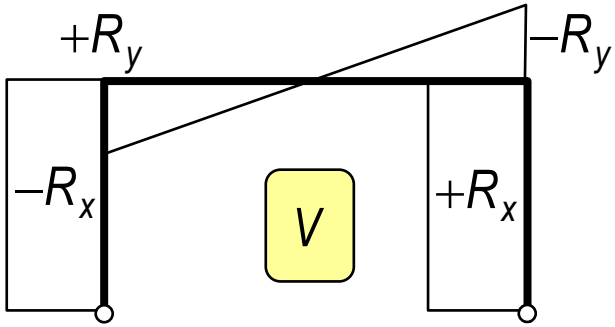


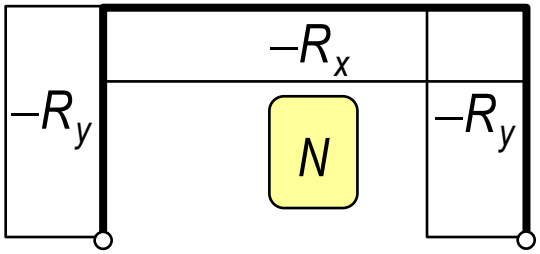


Használat:
- Födém önsúly
- Födém hasznos
- Hóteher

$$k_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{l_1}{H} \qquad k_2 = \frac{l_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu = 2 + \kappa$$

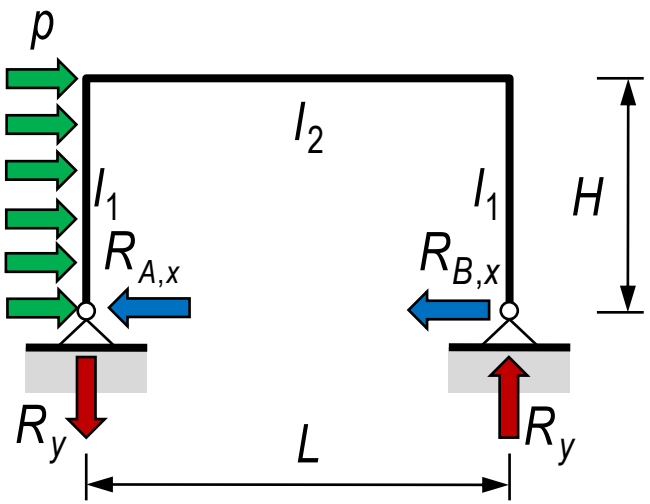




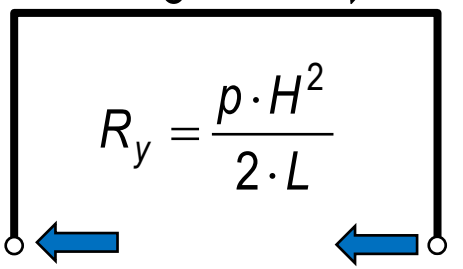
Analysis of two-joint frame

Kétcsuklós keret közelítő számítása II.

Oszlopra ható vízszintes, egyenletesen megoszló teher esete

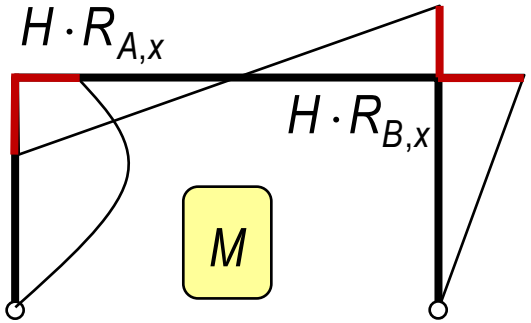


$$R_{A,x} = \frac{p \cdot H}{8} \cdot \frac{5{,}5 \cdot \kappa + 12}{\nu}$$



$$R_y = \frac{p \cdot H^2}{2 \cdot L}$$

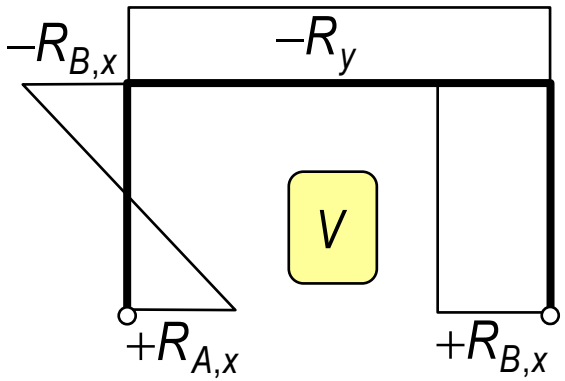
$$R_{B,x} = \frac{p \cdot H}{8} \cdot \frac{2{,}5 \cdot \kappa + 4}{\nu}$$

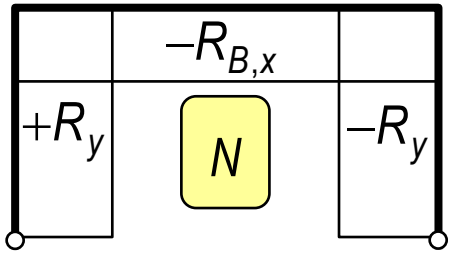


Használat:
- Széltéher

$$k_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{I_1}{H} \qquad k_2 = \frac{I_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu = 2 + \kappa$$

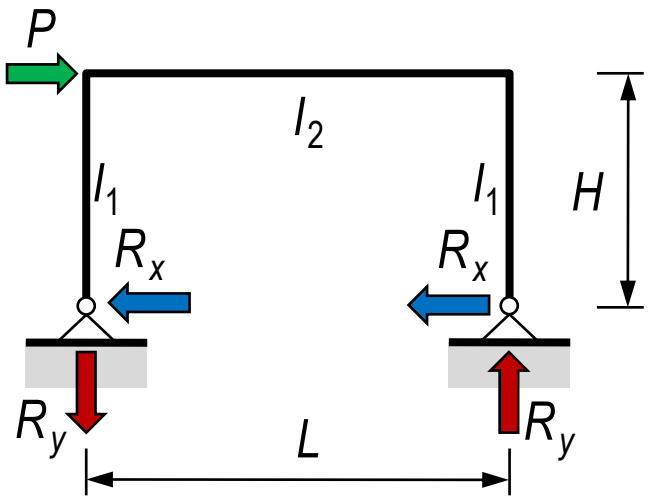


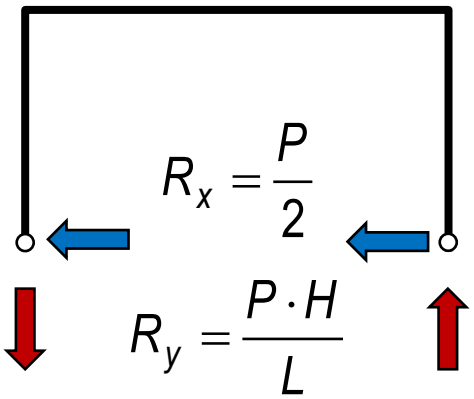


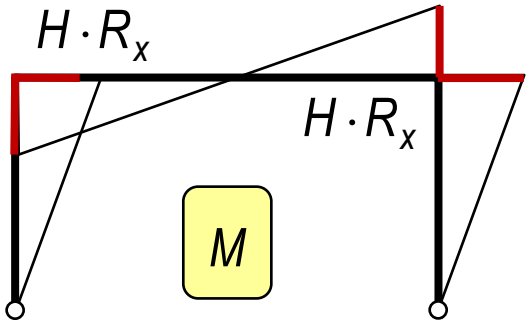
Analysis of two-joint frame

Kétcsuklós keret közelítő számítása III.

Födémsíkban működő vízszintes, koncentrált teher esete



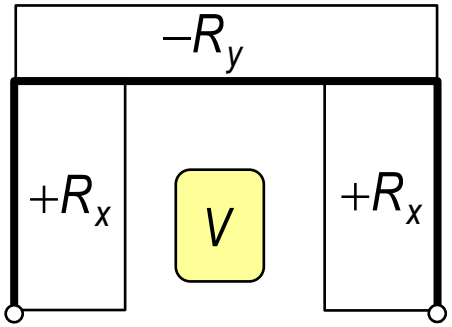


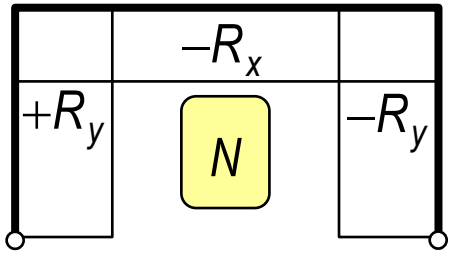


Használat:
- Földrengés

$$k_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{I_1}{H} \qquad k_2 = \frac{I_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu = 2 + \kappa$$

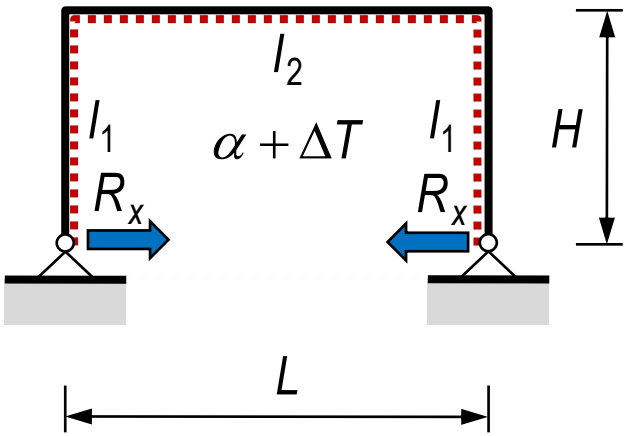


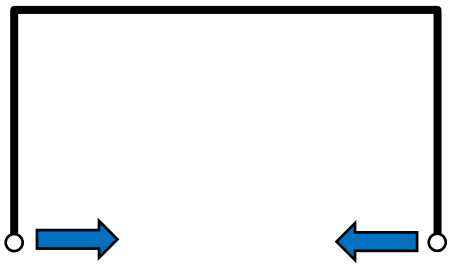


Analysis of two-joint frame

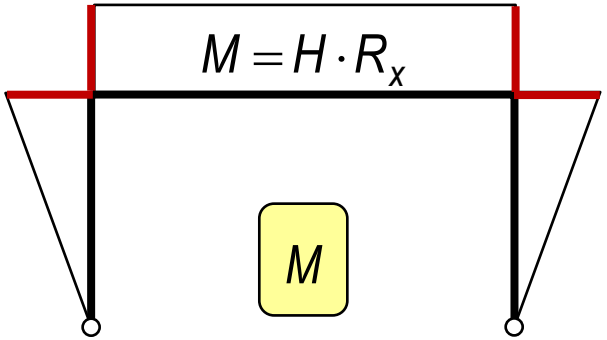
Kétcsuklós keret közelítő számítása IV.

Hőmérsékletváltozás





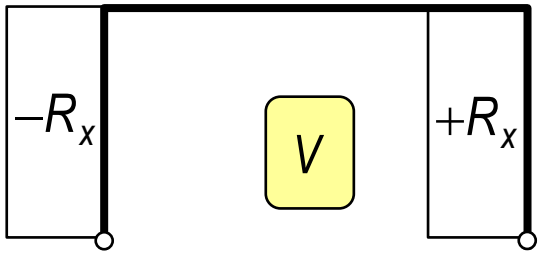
$$R_x = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot I_2}{\nu \cdot H^2}$$

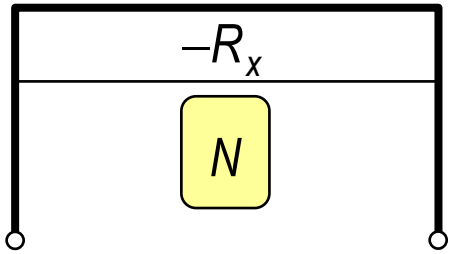


Használat:
- Hőmérsékleti teher

$$k_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{I_1}{H} \qquad k_2 = \frac{I_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu = 2 + \kappa$$

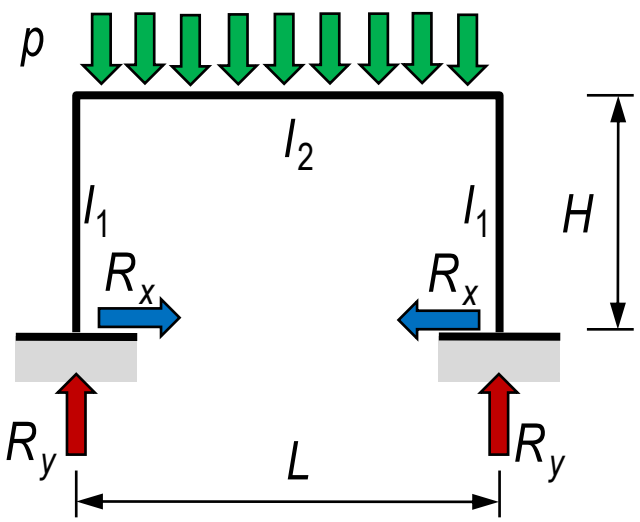


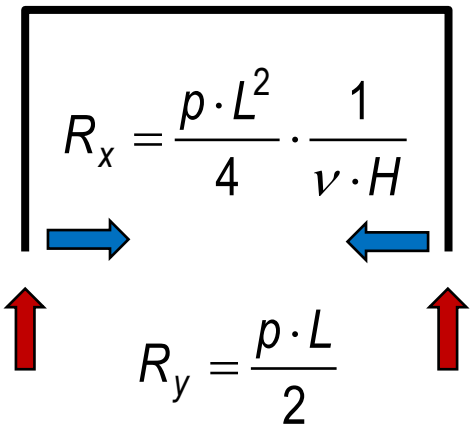


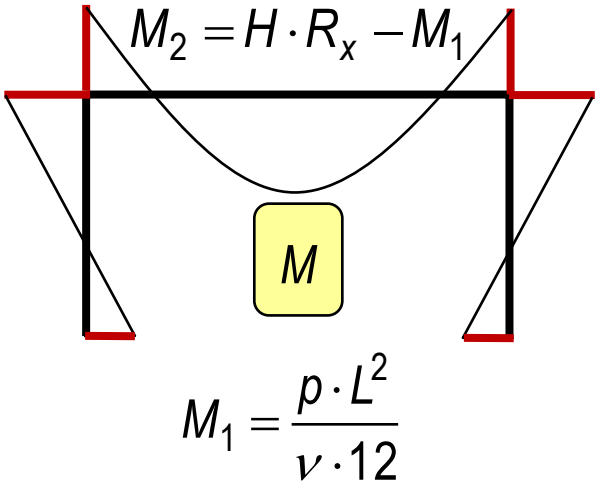
Analysis of fix frame

Befogott keret közelítő számítása I.

Gerendára ható függőleges, egyenletesen megoszló teher esete

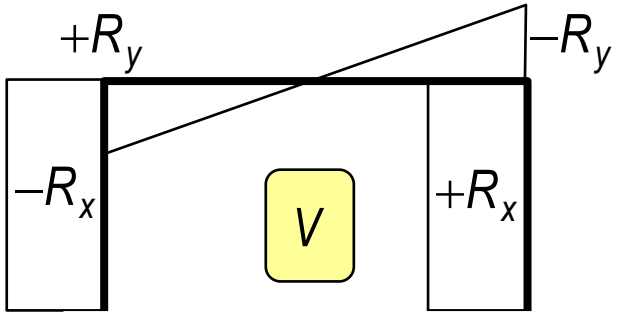


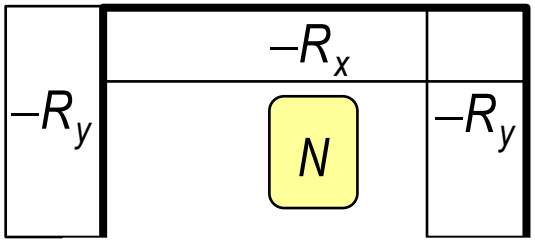




$$k_1 = \frac{l_1}{H} \qquad k_2 = \frac{l_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu = 2 + \kappa$$

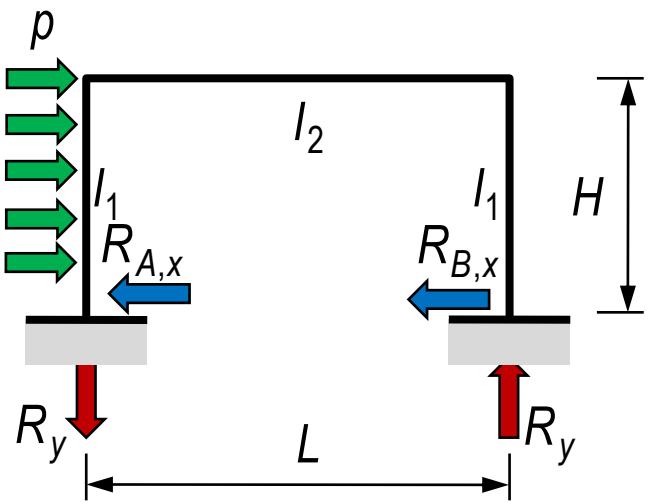




Analysis of fix frame

Befogott keret közelítő számítása II.

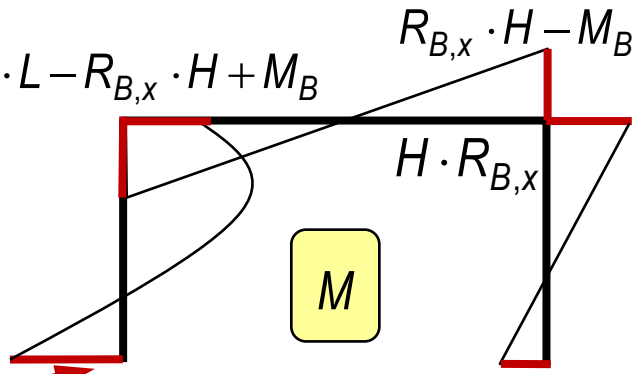
Oszlopra ható vízszintes, egyenletesen megoszló teher esete



$$R_{A,x} = p \cdot H - R_{B,x}$$

$$R_{B,x} = \frac{p \cdot H}{8} \cdot \frac{2 \cdot \kappa + 3}{\nu_1}$$

$$R_y = \frac{p \cdot H^2}{L} \cdot \frac{\kappa}{\nu_2}$$



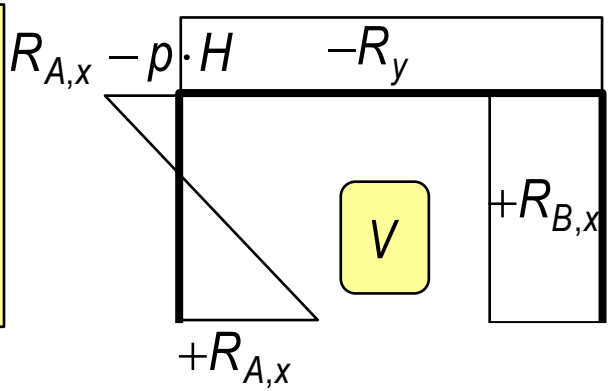
$$M_A = \frac{p \cdot H^2}{2} - R_{B,y} \cdot L - M_B$$

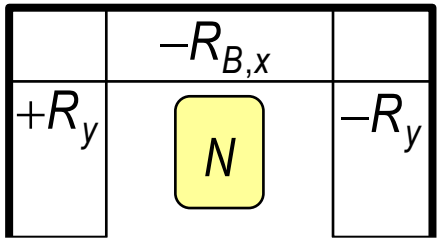
$$M_B = \frac{p \cdot H^2}{24} \cdot \left(\frac{5 \cdot \kappa + 9}{\nu_1} - \frac{12 \cdot \kappa}{\nu_2} \right)$$

$$k_1 = \frac{I_1}{H} \qquad k_2 = \frac{I_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu_1 = 2 + \kappa$$

$$\nu_2 = 1 + 6 \cdot \kappa$$

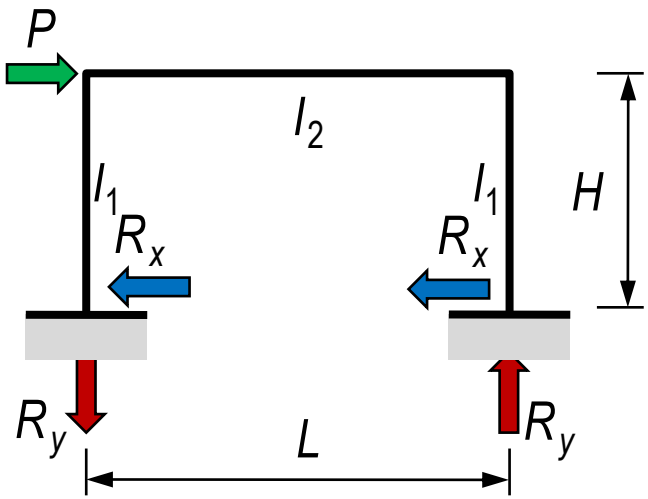




Analysis of fix frame

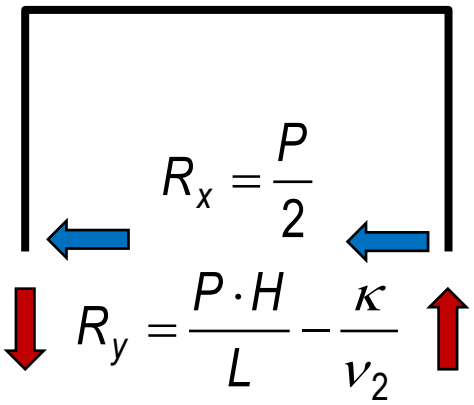
Befogott keret közelítő számítása III.

Födémsíkban működő vízszintes, koncentrált teher esete



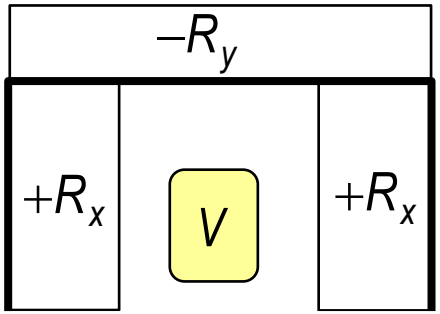
$$k_1 = \frac{I_1}{H} \qquad k_2 = \frac{I_2}{L}$$

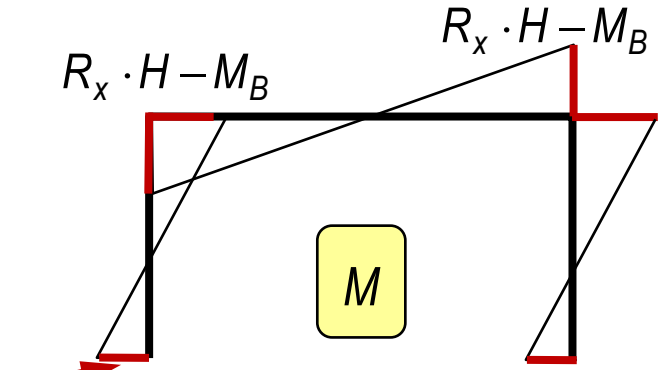
$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu_2 = 1 + 6 \cdot \kappa$$



$$R_x = \frac{P}{2}$$

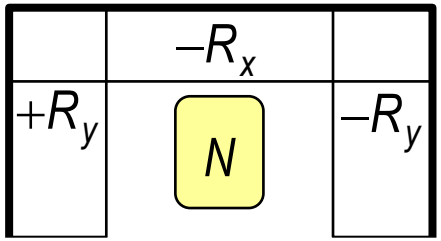
$$R_y = \frac{P \cdot H}{L} - \frac{\kappa}{\nu_2}$$





$$M_A = \frac{p \cdot H^2}{2} - R_{B,y} \cdot L - M_B$$

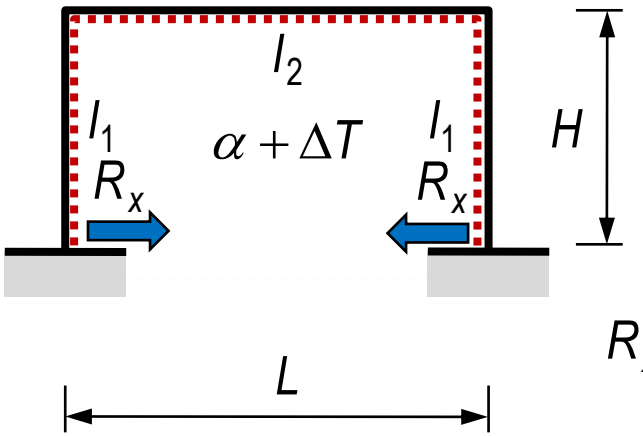
$$M_B = \frac{P \cdot H}{2} \cdot \frac{3 \cdot \kappa + 1}{\nu_2}$$

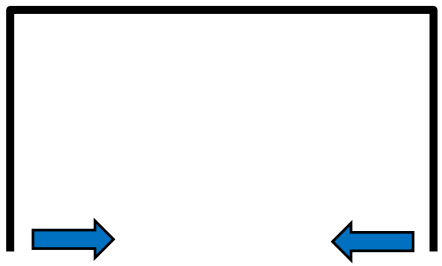


Analysis of fix frame

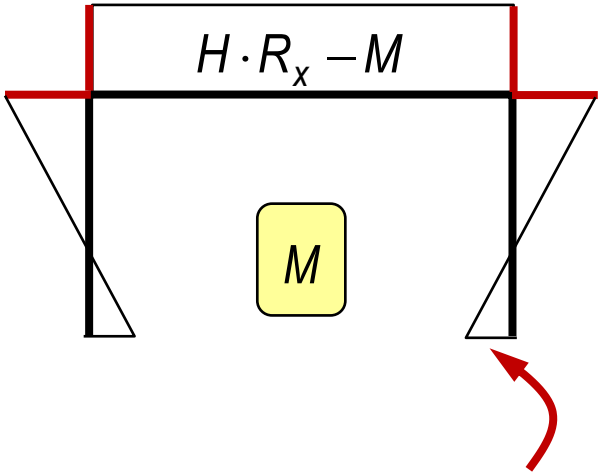
Befogott keret közelítő számítása IV.

Hőmérsékletváltozás





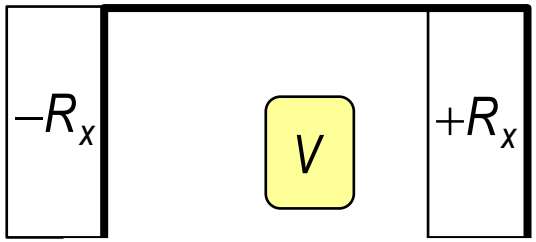
$$R_x = \frac{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot I_2}{H} \cdot \frac{(2 \cdot \kappa + 1)}{\kappa \cdot \nu_1 \cdot H}$$

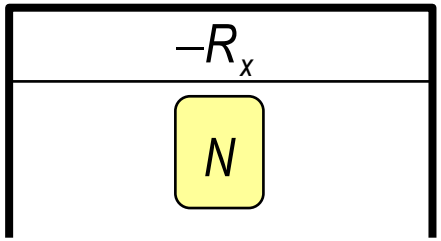


$$M = \frac{3 \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot I_2}{H} \cdot \frac{\kappa + 1}{\kappa \cdot \nu_1}$$

$$k_1 = \frac{I_1}{H} \qquad k_2 = \frac{I_2}{L}$$

$$\kappa = \frac{k_2}{k_1} \qquad \nu_1 = 2 + \kappa$$





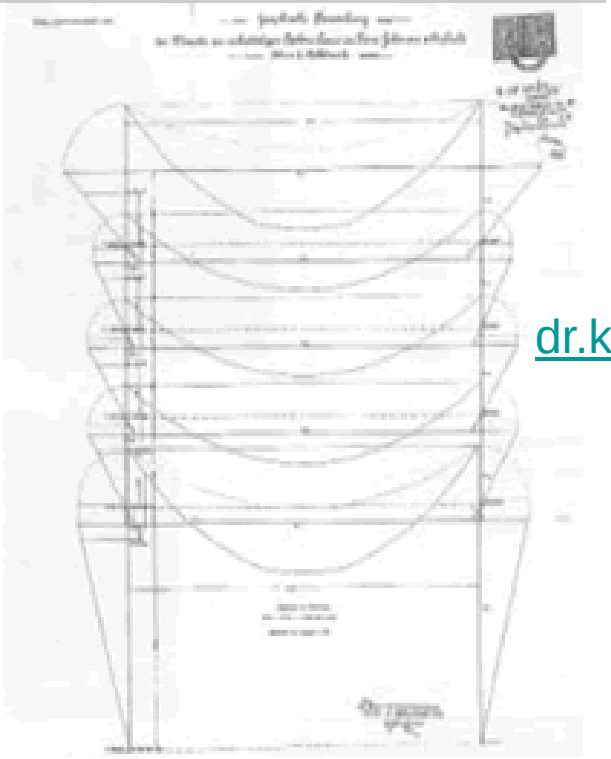
Reinforced Concrete Structures III.

VI.

Vasbetonszerkezetek III.

- Vasbeton keretszerkezetek közelítő számítása II. -

Köszönöm a figyelmet!



Dr. Kovács Imre PhD
tanszékvezető
főiskolai tanár

E-mail:
dr.kovacs.imre@gmail.com

Mobil:
06-30-743-68-65

Iroda:
06-52-415-155 / 77764

WEB:
www.epito.eng.unideb.hu

Dr. Kovács Imre PhD © Minden jog fenntartva!!!