

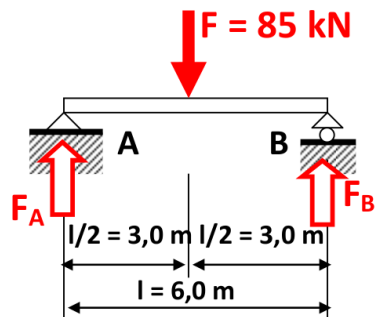
Mechanikai alapismeretek 1. Statika

Építésmérnök O/BSc, Építőművész BA

EGYENES TENGELYŰ TARTÓK IGÉNYBEVÉTELI ÁBRÁI



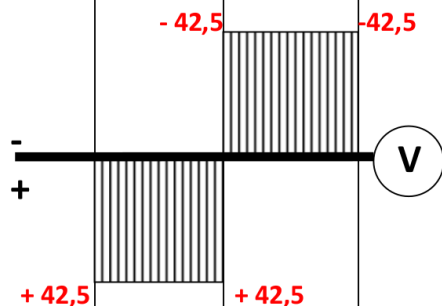
Az igénybevételi ábra



A tartó reakcióit korábban a „Támaszerők” részben meghatároztuk. Ezek eredményei:

$$F_A = 42,5 \text{ kN}$$

$$F_B = 42,5 \text{ kN}$$



A tartó **bal végén** az $F_A = 42,5 \text{ kN}$ támaszerő a nyírőerő. Felfelé mutat, ezért (+) pozitív.

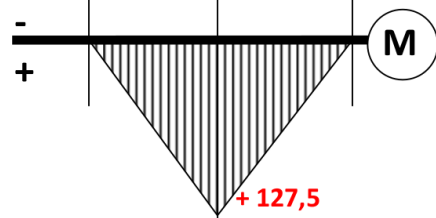
Az „F” erő**től balra** végtelen közel levő keresztmetszettől csak az F_A van balra, tehát itt is $+42,5 \text{ kN}$ a nyírőerő.

Az „F” erő**től jobbra** végtelen közel levő keresztmetszettől balra van az F_A és az „F”. Itt tehát a nyírőerő:

$$+F_A - F = +42,5 - 85 = -42,5 \text{ kN}$$

A tartó **jobb végétől balra** végtelen közel levő keresztmetszettől is az F_A és az „F” áll balra, így a nyírőerő ott is $-42,5 \text{ kN}$.

Ha ehhez a végső keresztmetszetben hozzáadnánk a $+F_B$ -t záródna az ábra.



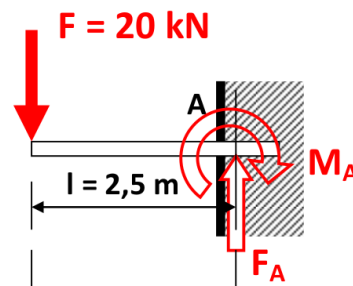
A tartón mindig ott van a legnagyobb nyomaték, ahol a nyírőerő ábra előjelet vált.

Itt $M_{\max} = +127,5 \text{ kNm}$

Az „A” keresztmetszetben azért **NULLA** a nyomaték, mert az A reakcióerő a saját hatásvonalán levő pontokra nem forgat. Az „F” erő alatti keresztmetszettől balra csak az A forgat. Forgatóértelme az óramutatóéval megegyezik, tehát a nyomatéka $+42,5 \times 3 = +127,5 \text{ kNm}$.

A „B” keresztmetszettől az összes erő balra van, az egyensúly miatt is **NULLA** a nyomatékösszegük:

$$+A \times 6 - F \times 3 = +42,5 \times 6 - 85 \times 3 = 0$$



A tartó reakcióit korábban a „Támaszerők” részben meghatároztuk. Ezek eredményei:

$$F_A = 20 \text{ kN}$$

$$M_A = 50 \text{ kNm}$$

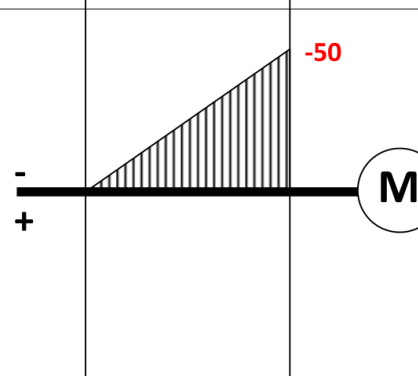
Mivel a vízszintes tartón csak függőleges erők működnek, nem keletkezik normál erő, ezért **nincs „N” ábra**.

Ez a következő tartókra is vonatkozik!



A bal oldali végső keresztmetszetben álló „F” erő a keresztmetszet nyírőereje. Mivel lefelé mutat az igénybevételi előjelszabály értelmében az előjele (-) mínusz: **-20 kN**.

A befogási keresztmetszettől végtelen közeli **bal oldali** keresztmetszetben is ekkora a nyírőerő: **-20 kN**. Ehhez adódik hozzá a felfelé mutató és ezért (+) pozitív előjelű $F_A = +20 \text{ kN}$. Így a tartó jobb oldali végén záródik a nyírőerő ábra: $-20 + 20 = 0 \text{ kN}$



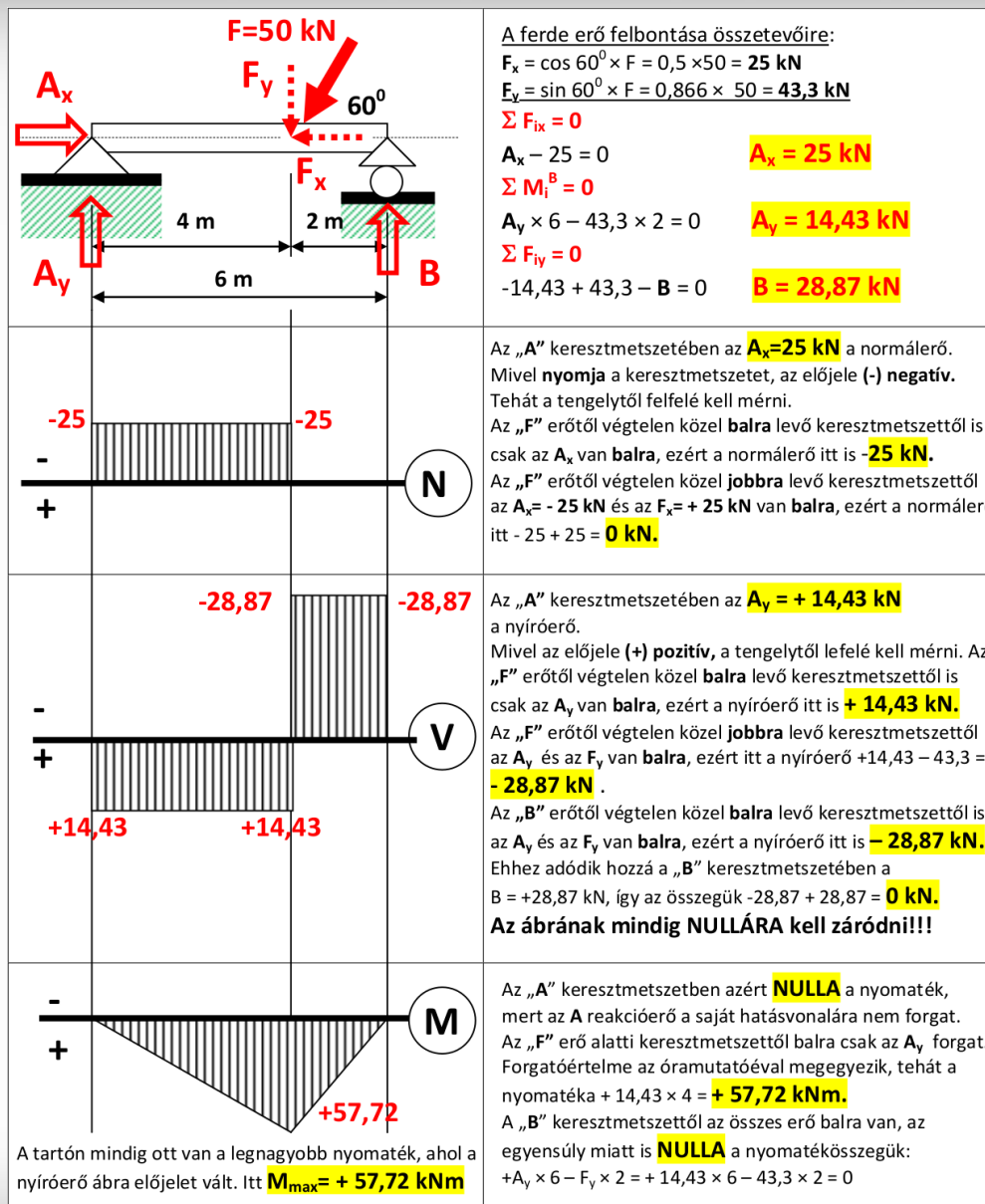
Mivel minden erőnek a saját hatásvonalán levő pontjaira a nyomatéka nulla, a bal oldali végső keresztmetszetre nem hat nyomaték. Ezért ott a nyomaték értéke **NULLA**.

A befogási keresztmetszettől balra csak az „F” erő áll, így a befogási keresztmetszettől végtelen közeli bal oldali keresztmetszetre az „F” erő nyomatéka:

$$-F \times l = -20 \times 2,5 = -50 \text{ kNm}$$

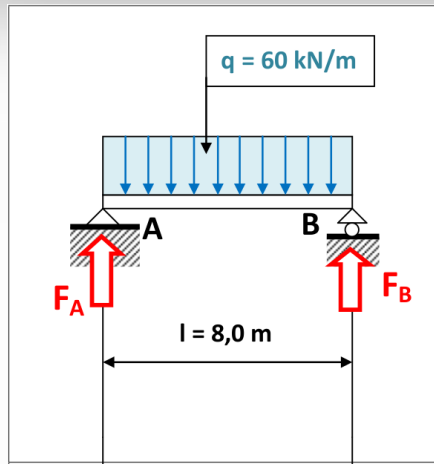
Ez a nyomaték megegyezik az **ellenkező forgatóértelmű** reakció nyomatékával M_A -val, ami magában a befogási keresztmetszetben működik. Ha ezeket is összeadnánk, ez az ábra is záródna.

Az igénybevételi ábra



A tartón mindig ott van a legnagyobb nyomaték, ahol a nyíróerő ábra előjelet vált. Itt **$M_{max} = +57,72 \text{ kNm}$**

Az igénybevételi ábra



A tartó reakcióit korábban a „Támaszerők” részben meghatároztuk. Ezek eredményei:

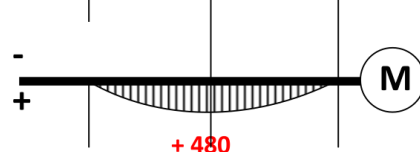
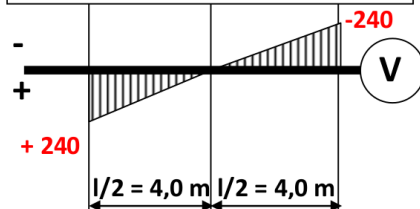
$$F_A = 240 \text{ kN}$$

$$F_B = 240 \text{ kN}$$

Ha az olvasó nem akar visszalapozni, vegye észre, hogy a tartó szimmetrikus, tehát a támaszerők a teher felével egyenlők:

$$F_A = F_B = q \times l / 2 = 60 \times 8 / 2 = 240 \text{ kN}$$

Mivel a két tartóvégén a nyíróerők értéke egyenlő, az őket összekötő egyenes pontosan a tartó felében metszi a tengelyt, tehát itt van az előjelváltás, itt keletkezik az M_{maximum} .



A „V” ábra előjelváltása a tartó felező pontjában jelöli ki a legnagyobb nyomaték helyét. Írjuk ezt fel a balra álló erők nyomatékösszegeként:

$$M_{\text{max}} = + F_A \times l/2 - Q/2 \times l/4 = + 240 \times 8/2 - 480/2 \times 8/4 = + 480 \text{ kNm}$$

A tartó bal végén az $F_A = 240 \text{ kN}$ támaszerő a nyíróerő. Felfelé mutat, ezért (+) pozitív.

Ahogy korábban is volt róla szó, a „Q” csak a számítás segédereje „**nincs a tartón**”. Úgy ahogy az itteni nézetrajzon sem jelenik meg. Ezért a terhelésbeli legközelebbi változás a „B” támasz előtt végtelen közeli keresztmetszetben van.

A tartó jobb végétől balra végtelen közel levő keresztmetszettől az F_A és az **egész megoszló teher**, (Q) áll balra, így a nyíróerő ott $+ F_A - Q = + 240 - 480 = - 240 \text{ kN}$.

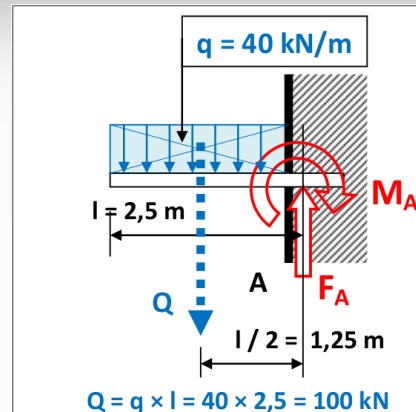
Ha ehhez a végső keresztmetszetben hozzáadnánk a $+F_B$ -t záródna az ábra.

Az „A” keresztmetszetében azért **NULLA** a nyomaték, mert az „A” reakció erő a saját hatásvonalán levő pontokra nem forgat. A „B” keresztmetszetében azért **NULLA** a nyomaték, mert az **összes erő** balra van, és az egyensúly miatt az **összes erő** nyomatékának minden pontra **NULLA** a nyomatéka.

Így a nulla értékű pontokat a tengely köti össze, ezért ennek a közepétől kell a tengelyre merőlegesen lemérni a

$$q \times l^2 / 8 = 60 \times 8^2 / 8 = 480 \text{ kNm}$$

értékű nyomatékot, és ezzel a lelógással kell megrajzolni a parabolát.

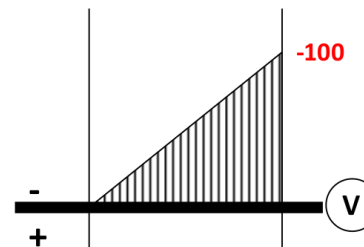


A tartó reakcióit korábban a „Támaszerők” részben meghatároztuk. Ezek eredményei:

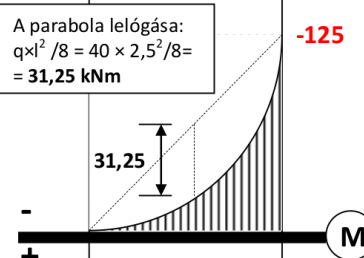
$$F_A = 100 \text{ kN}$$

$$M_A = 125 \text{ kNm}$$

FONTOS MEGJEGYZÉS: A „Q” erő csak a számítás segédereje, ezért is van szaggatott vonallal jelölve. Tehát a hatásvonalában nincs a terhelésben változás!!!



A bal oldali végső keresztmetszetben nem áll erő, ezért itt a nyíróerő **NULLA**. Fenti fontos megjegyzésben olvasható, hogy a „Q” tulajdonképpen nincs a tartón, csak a számítás segédereje. Ezért a terhelésben változás a befogás előtti, attól végtelen közeli keresztmetszetben van. Mivel ettől balra csak a $Q = 100 \text{ kN}$ működik, ez lesz itt a nyíróerő értéke, tehát **-100 kN** mivel lefelé mutat. Ehhez adódik hozzá a felfelé mutató és ezért (+) pozitív előjelű $F_A = +100 \text{ kN}$. Így a tartó jobb oldali végén záródik a nyíróerő ábra: $-100 + 100 = 0 \text{ kN}$



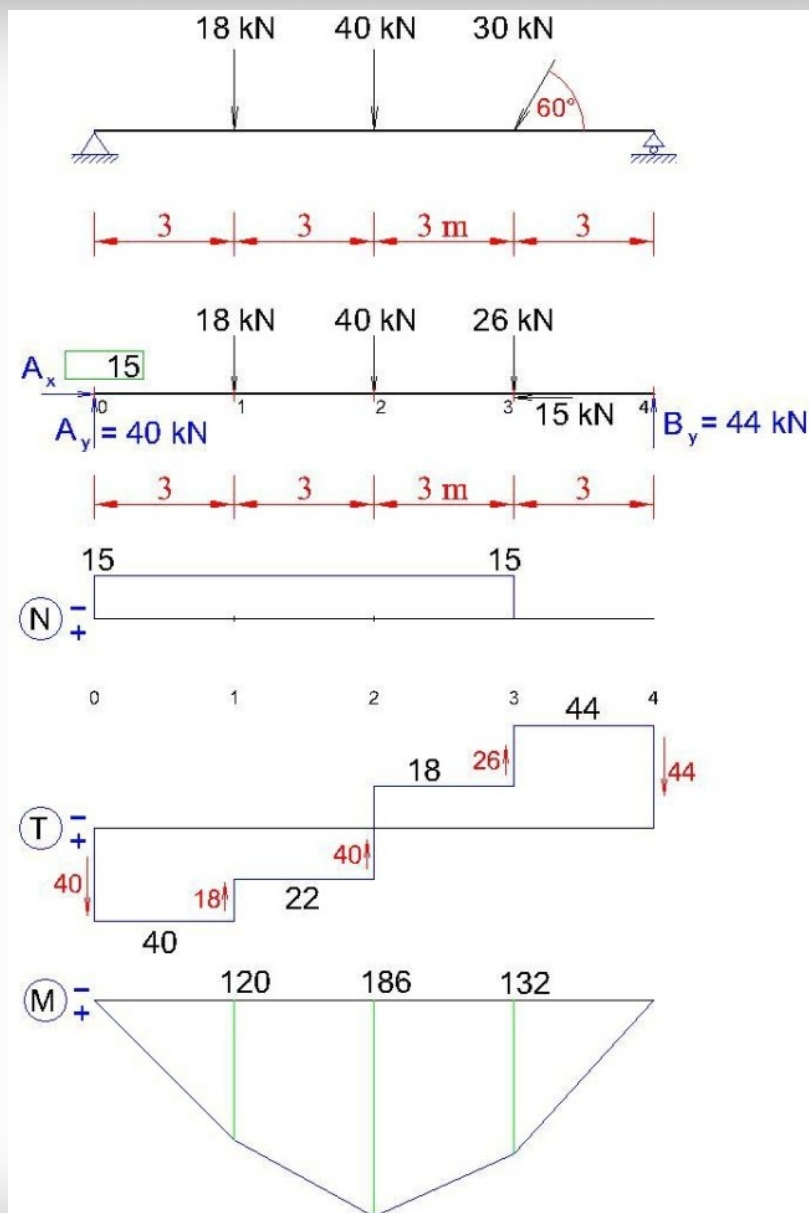
A parabola lelógása:
 $q \times l^2 / 8 = 40 \times 2,5^2 / 8 = 31,25 \text{ kNm}$

Miután felmérjük a -125-öt, szaggatottan összekötjük a bal oldali NULLA ponttal. A szaggatott közepétől függőlegesen $q \times l^2 / 8$ értékben parabolát látunk le. Az ez alatti terület az „M” ábra.

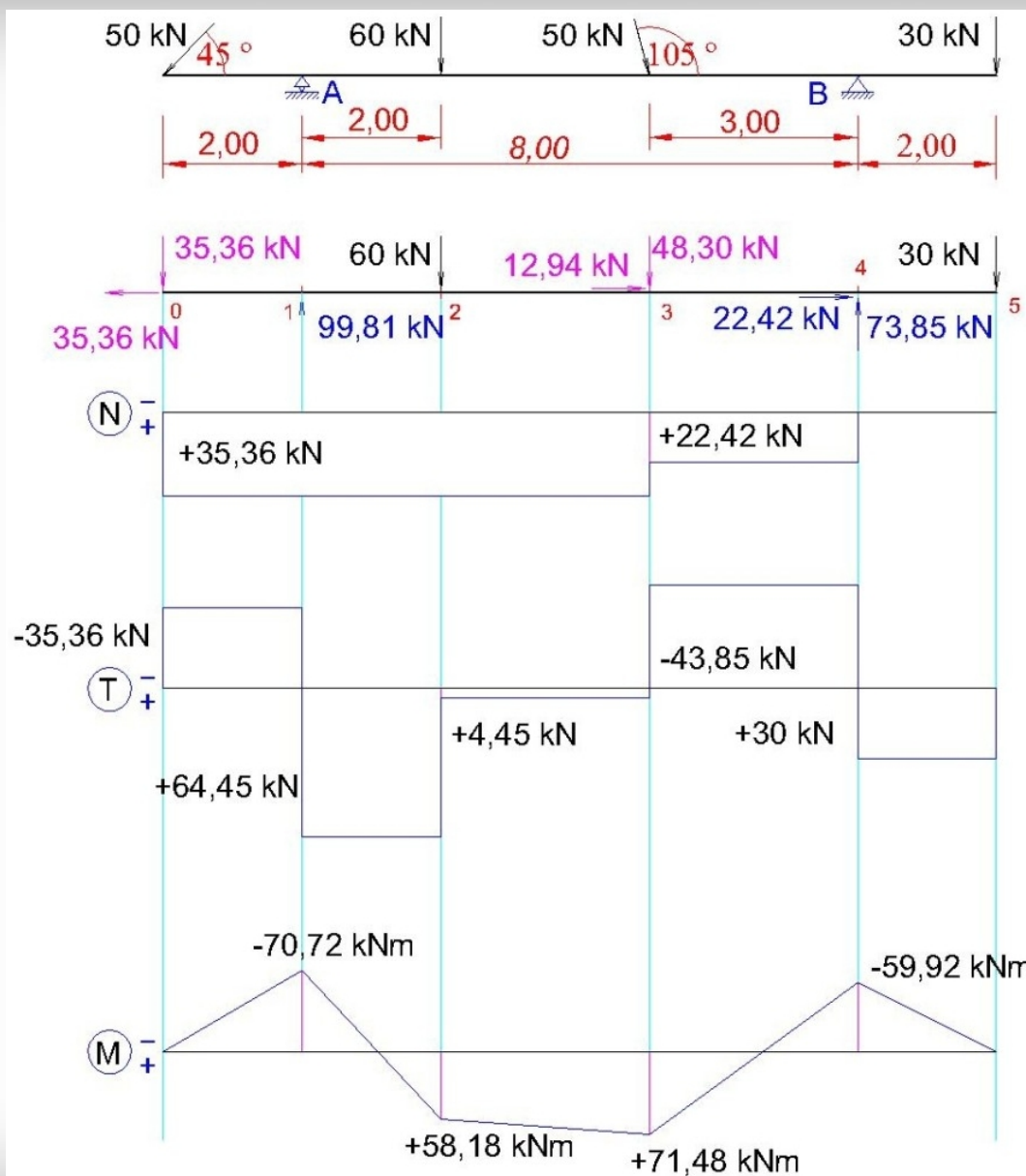
A bal oldali végső keresztmetszetre nem hat nyomaték. Ezért ott a nyomaték értéke **NULLA**. A befogási keresztmetszettől balra csak a „Q” erő (**az egész megoszló teher eredője**) áll, így a befogási keresztmetszettől végtelen közeli bal oldali keresztmetszetre a „Q” erő nyomatéka: $- Q \times l/2 = - 100 \times 1,25 = - 125 \text{ kNm}$

Ez a nyomaték megegyezik **az ellenkező forgatóértelmű** reakció (befogási) nyomatékkal M_A -val, ami magában a befogási keresztmetszetben működik. Ha ezeket is összeadnánk, ez az ábra is záródna.

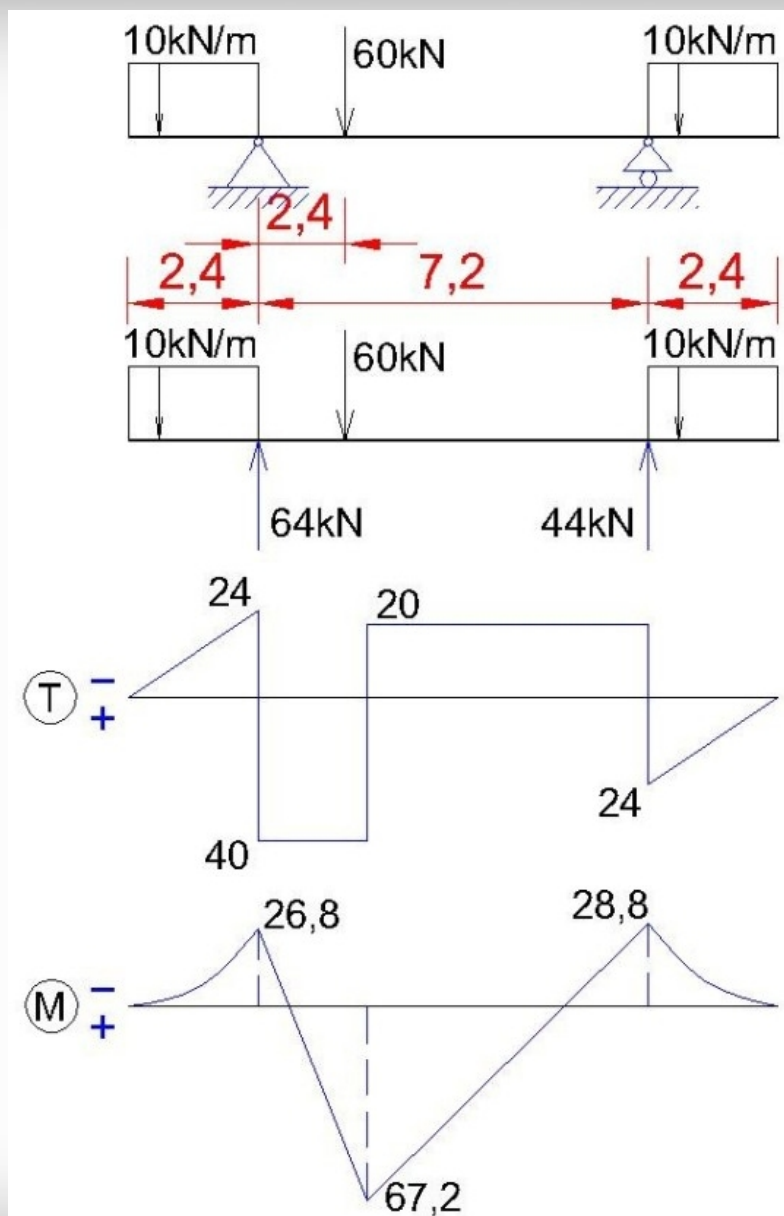
Az igénybevételi ábra



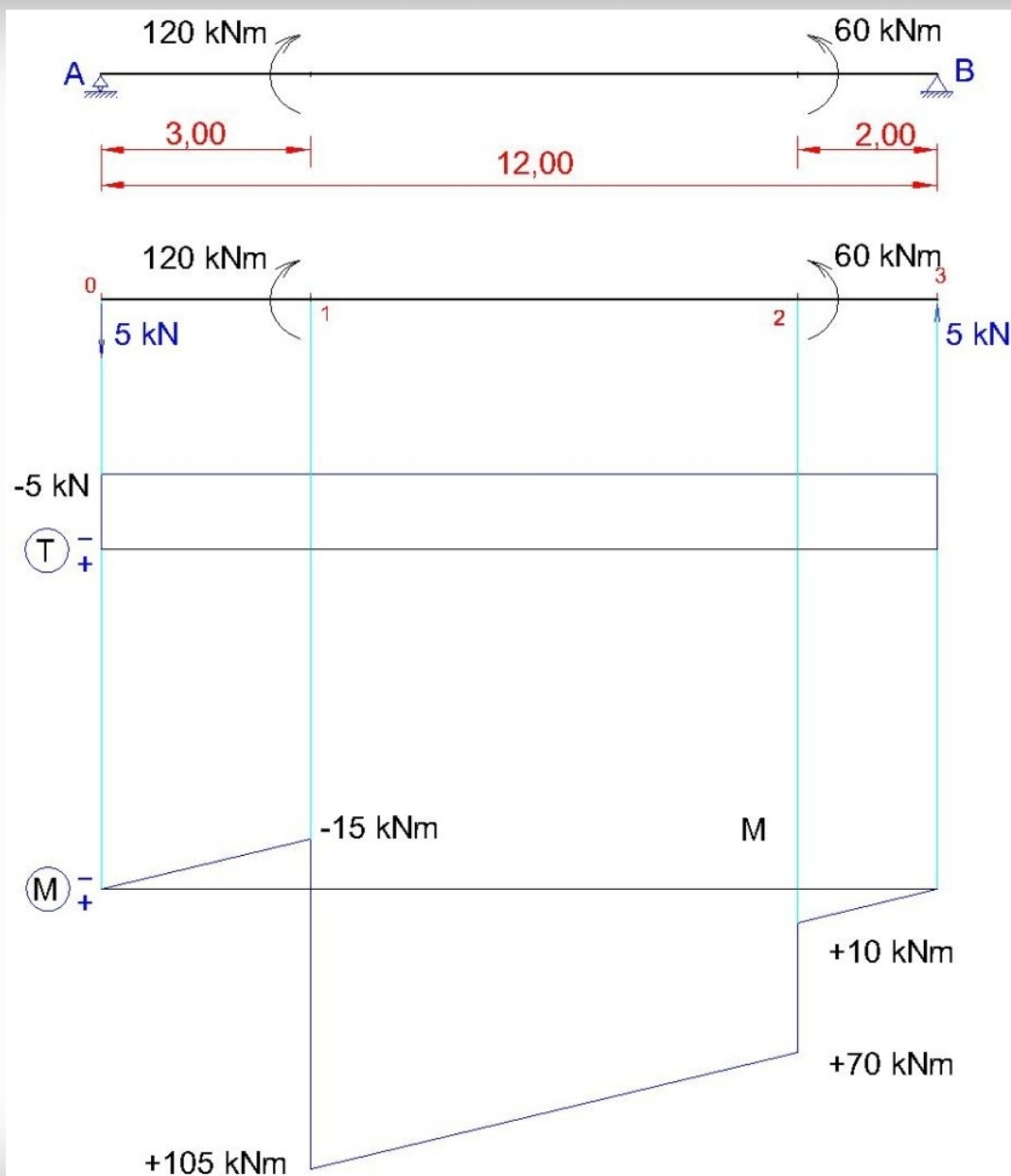
Az igénybevételi ábra



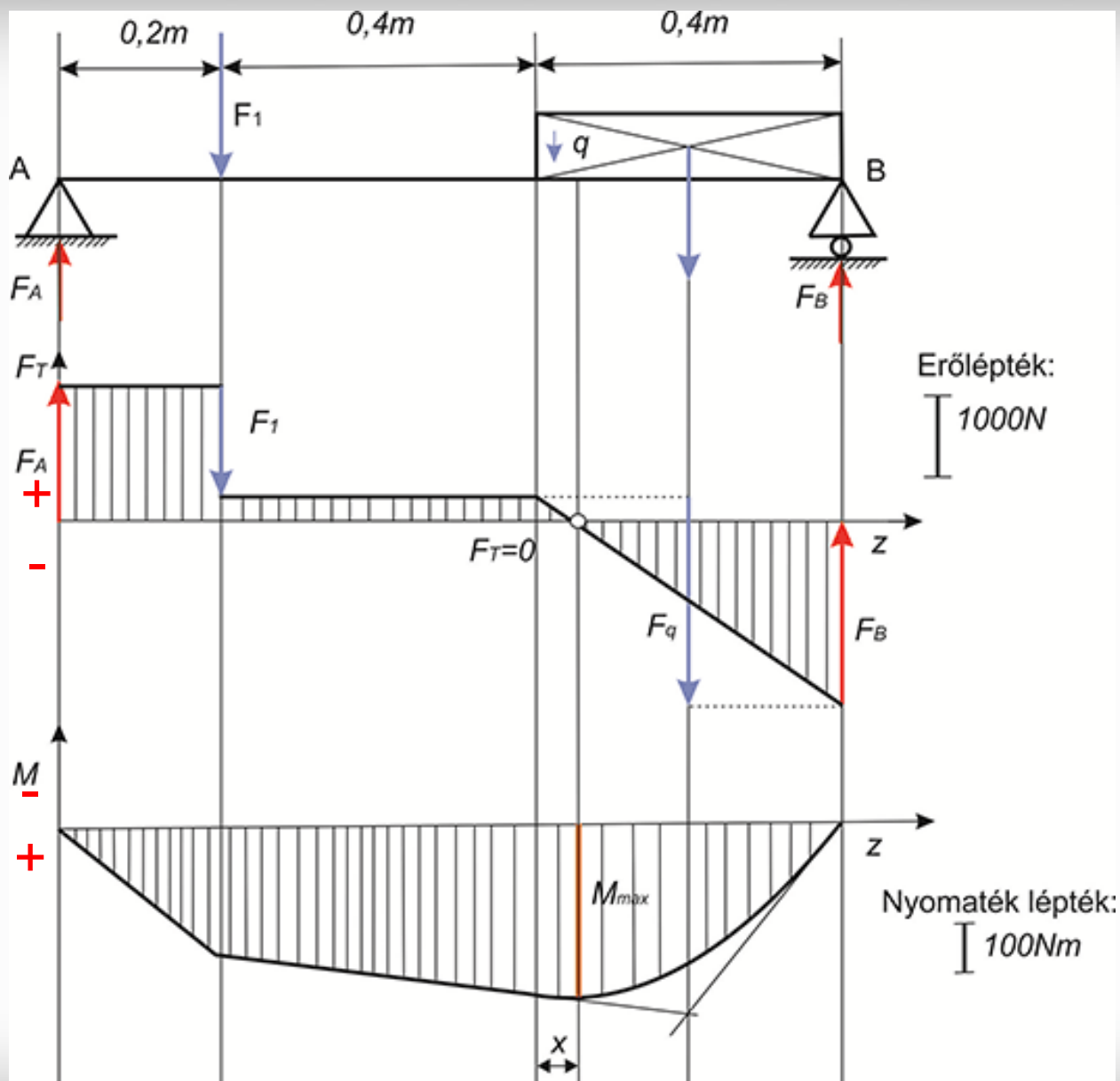
Az igénybevételi ábra



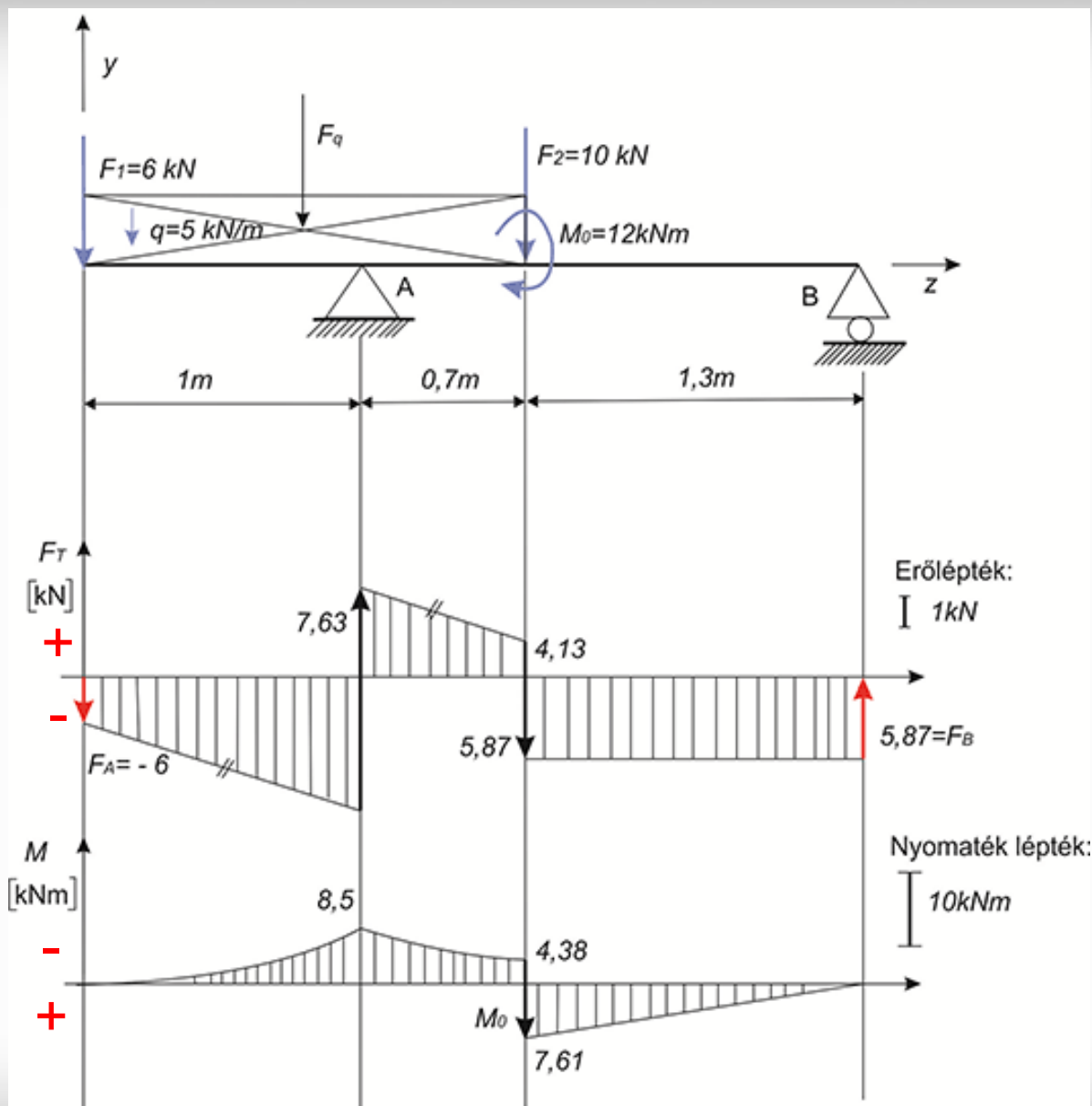
Az igénybevételi ábra



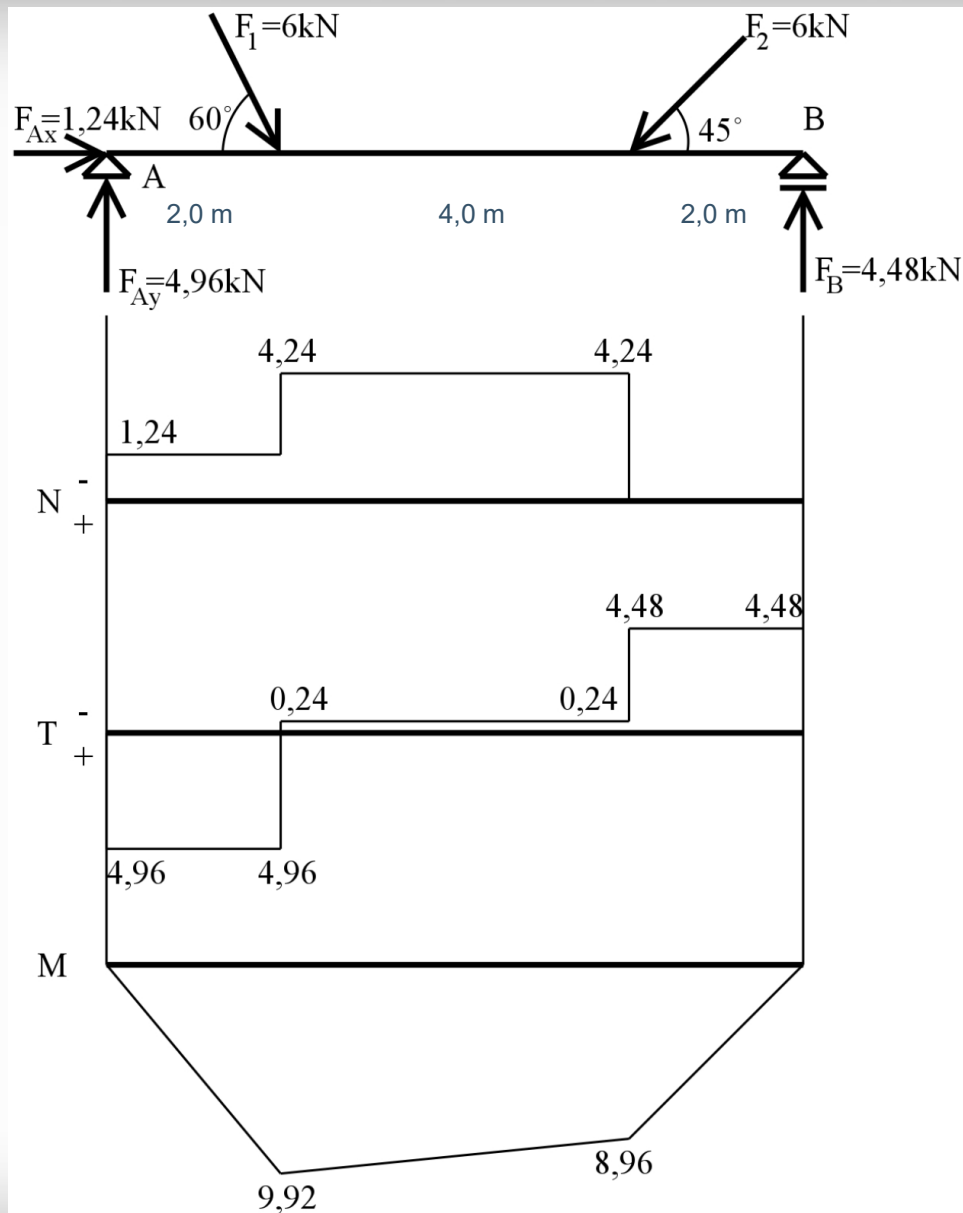
Az igénybevételi ábra



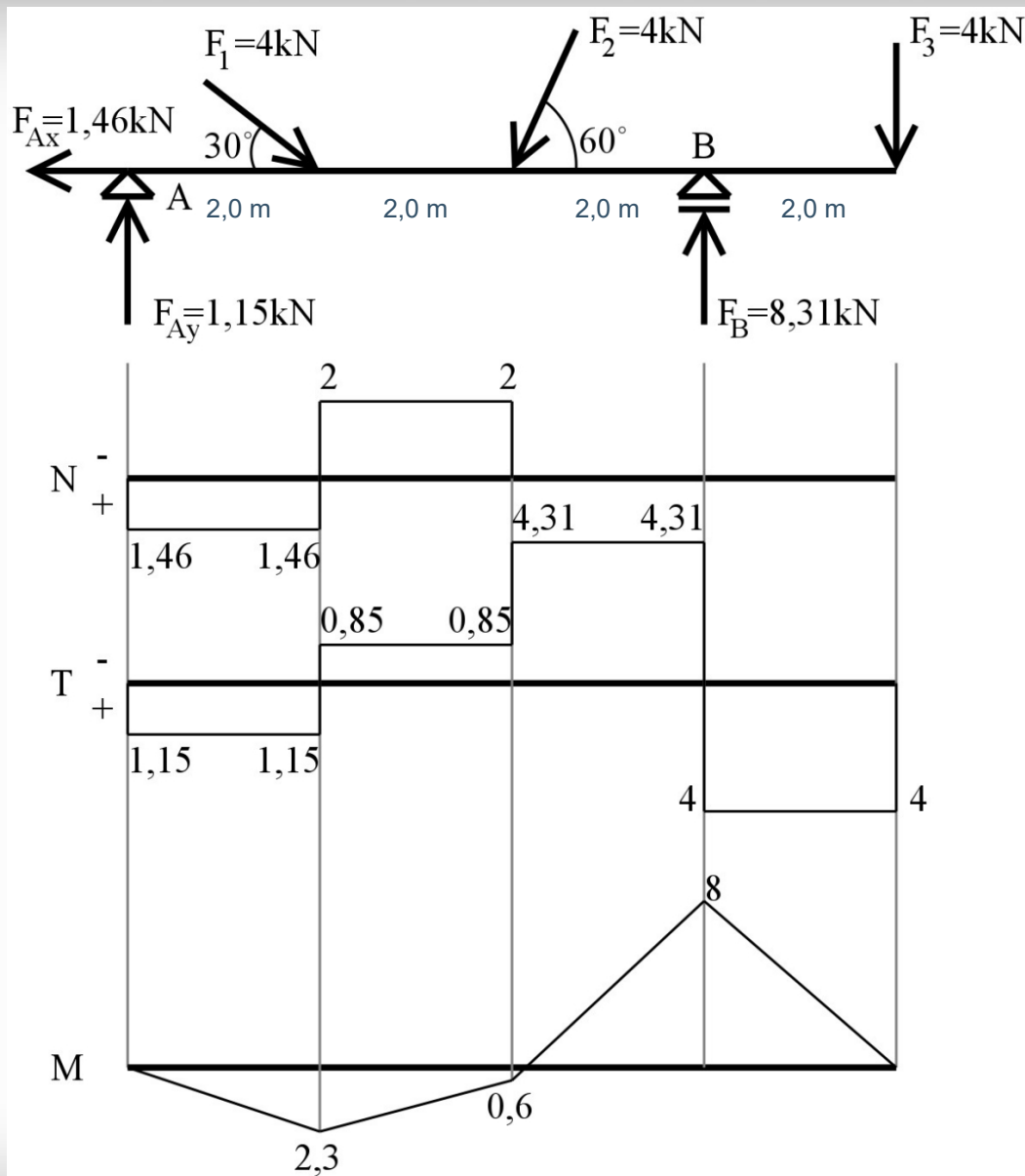
Az igénybevételi ábra



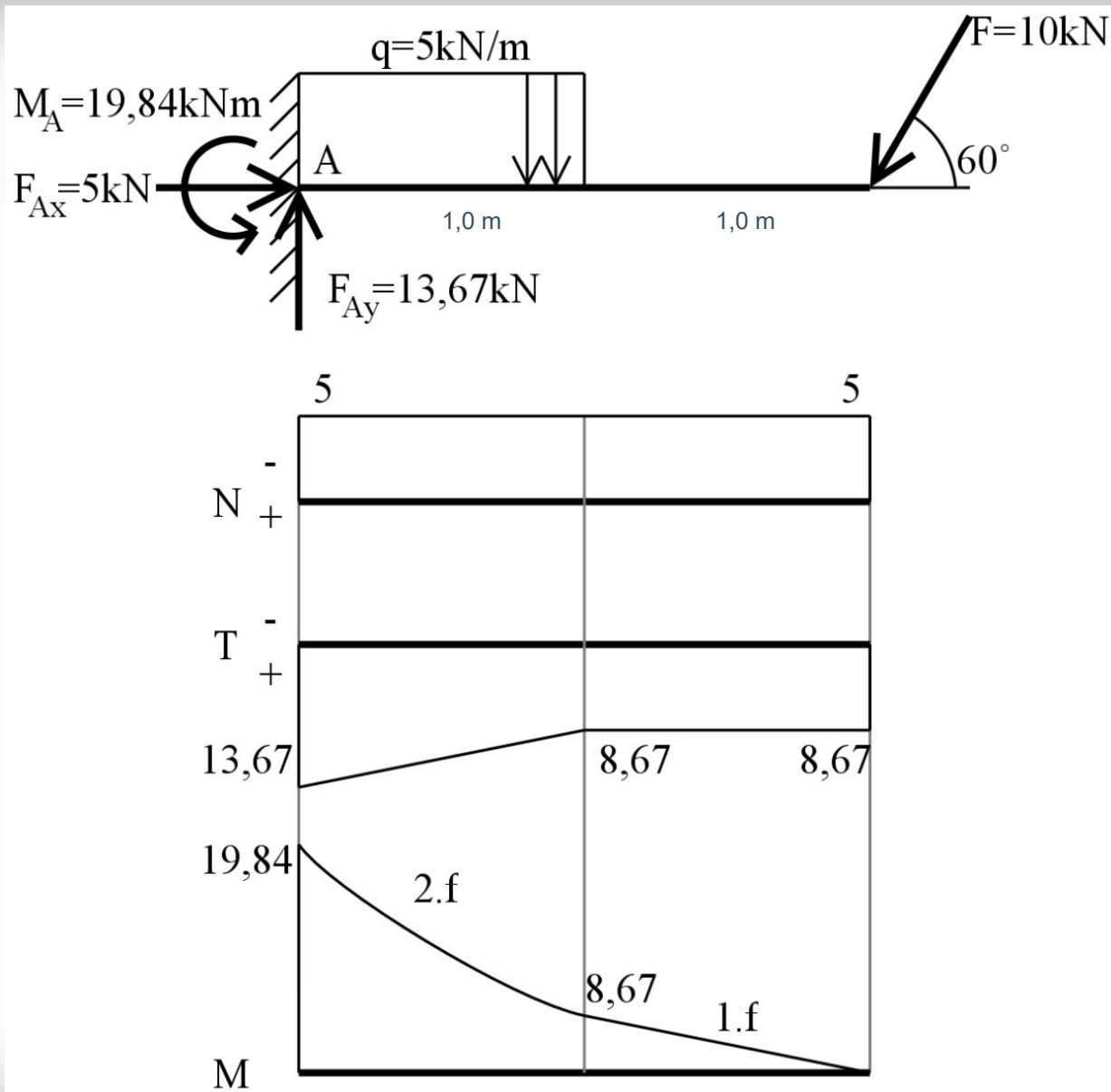
Az igénybevételi ábra



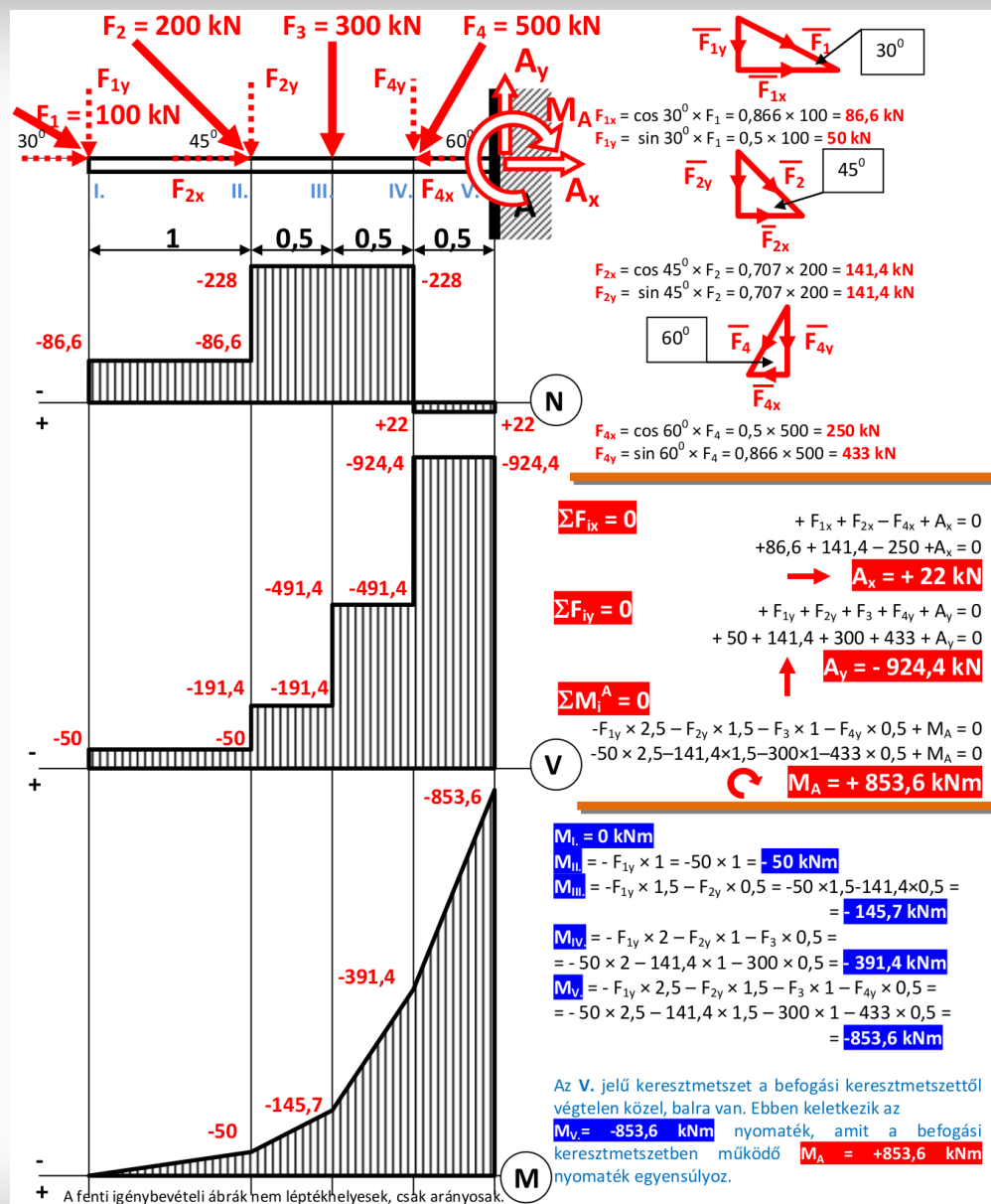
Az igénybevételi ábra



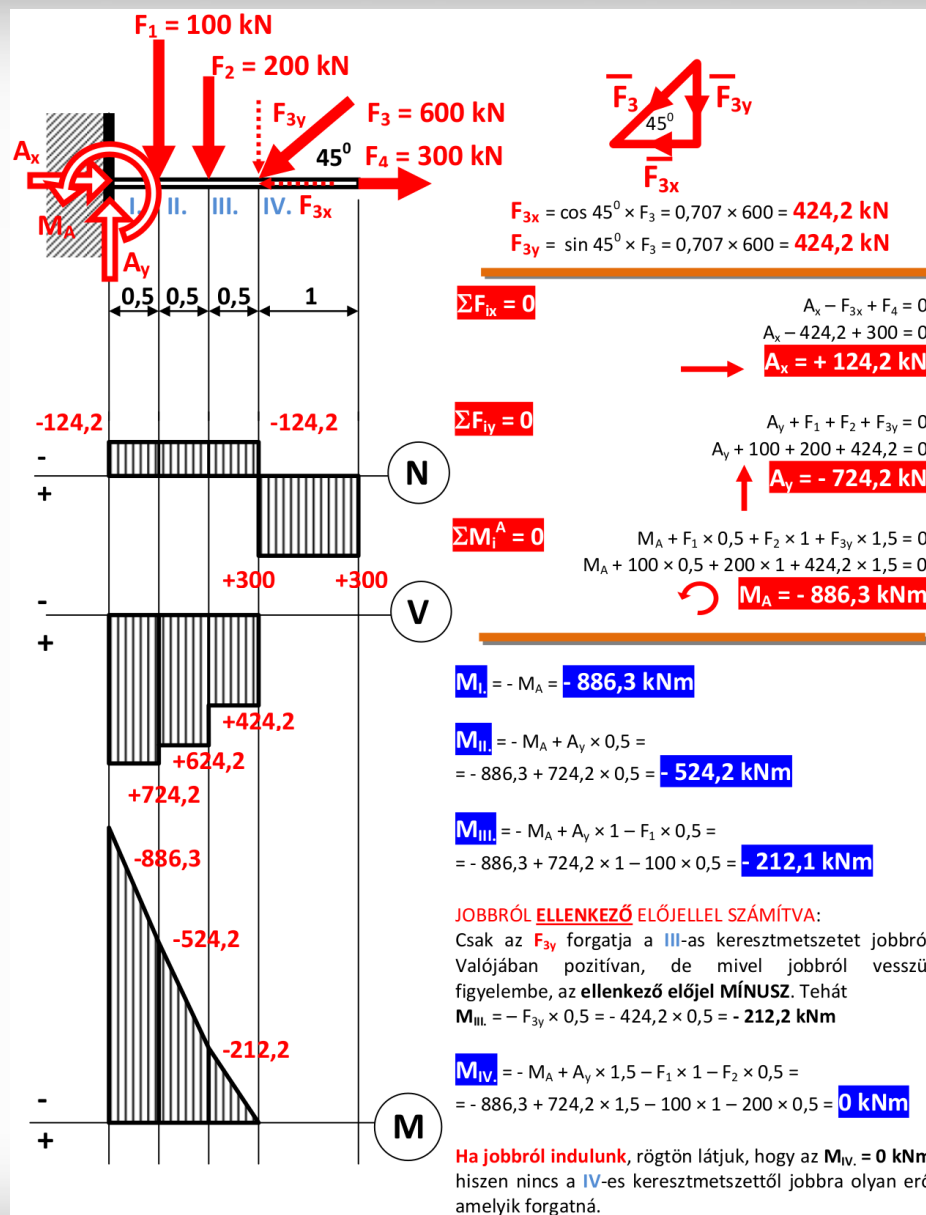
Az igénybevételi ábra



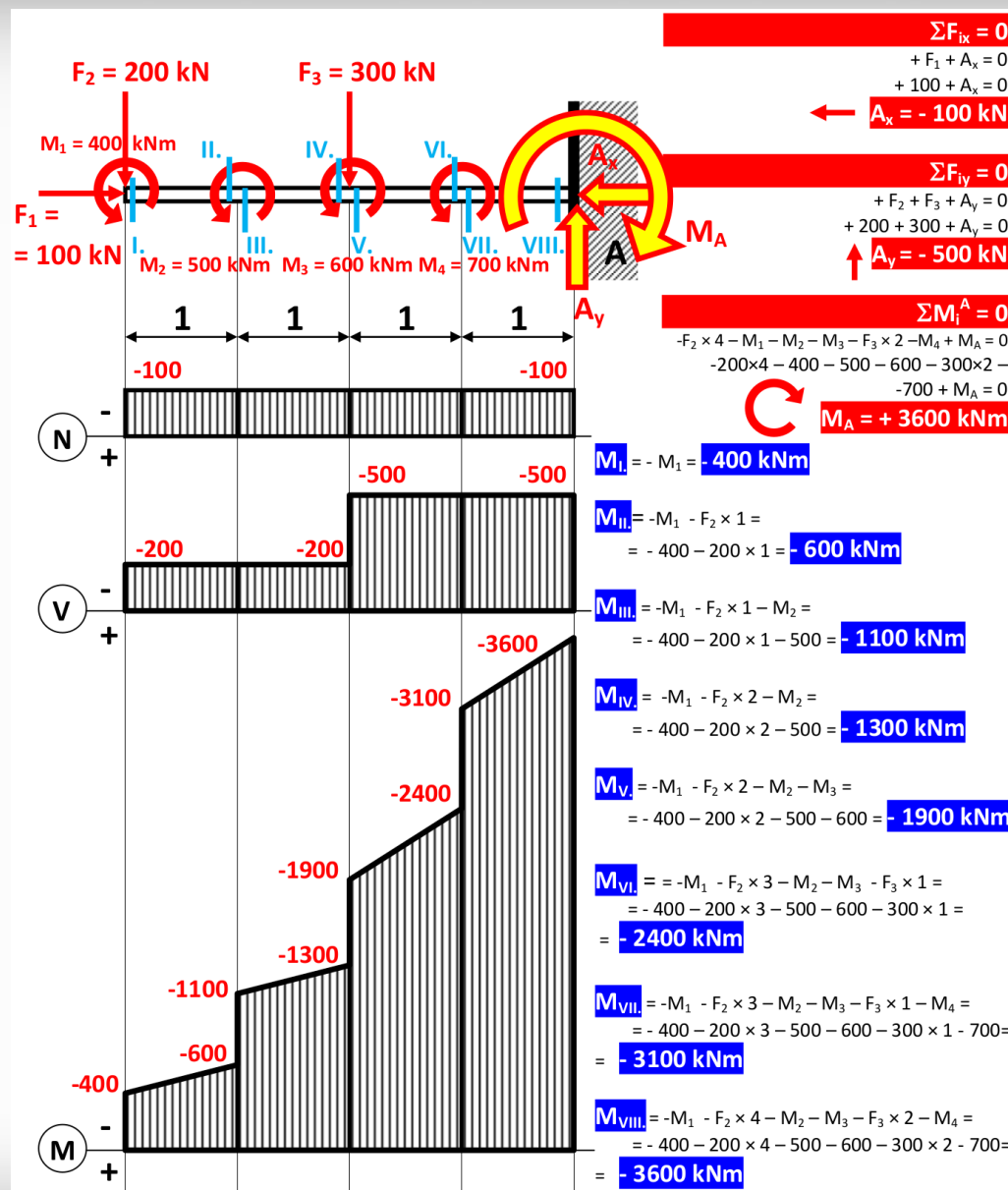
Az igénybevételi ábra



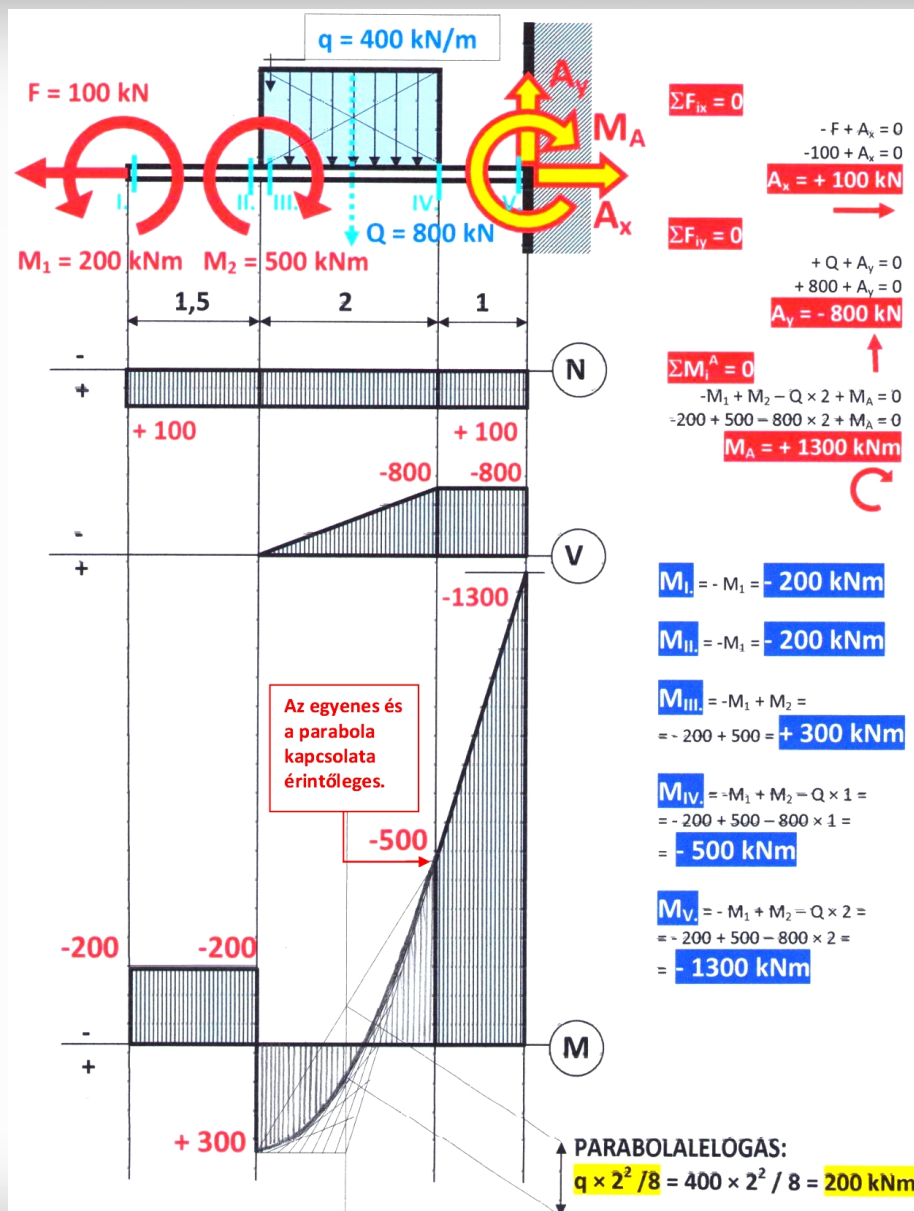
Az igénybevételi ábra



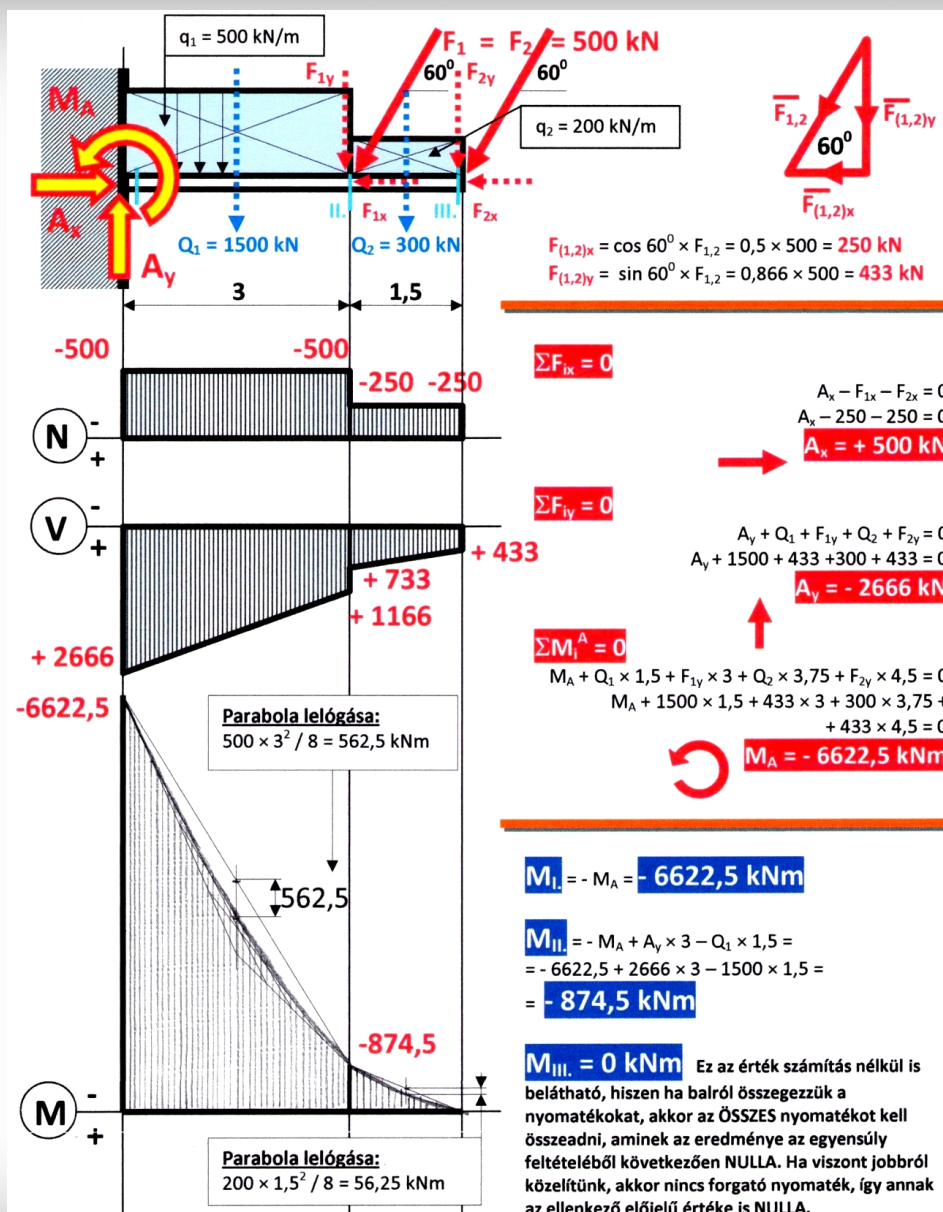
Az igénybevételi ábra



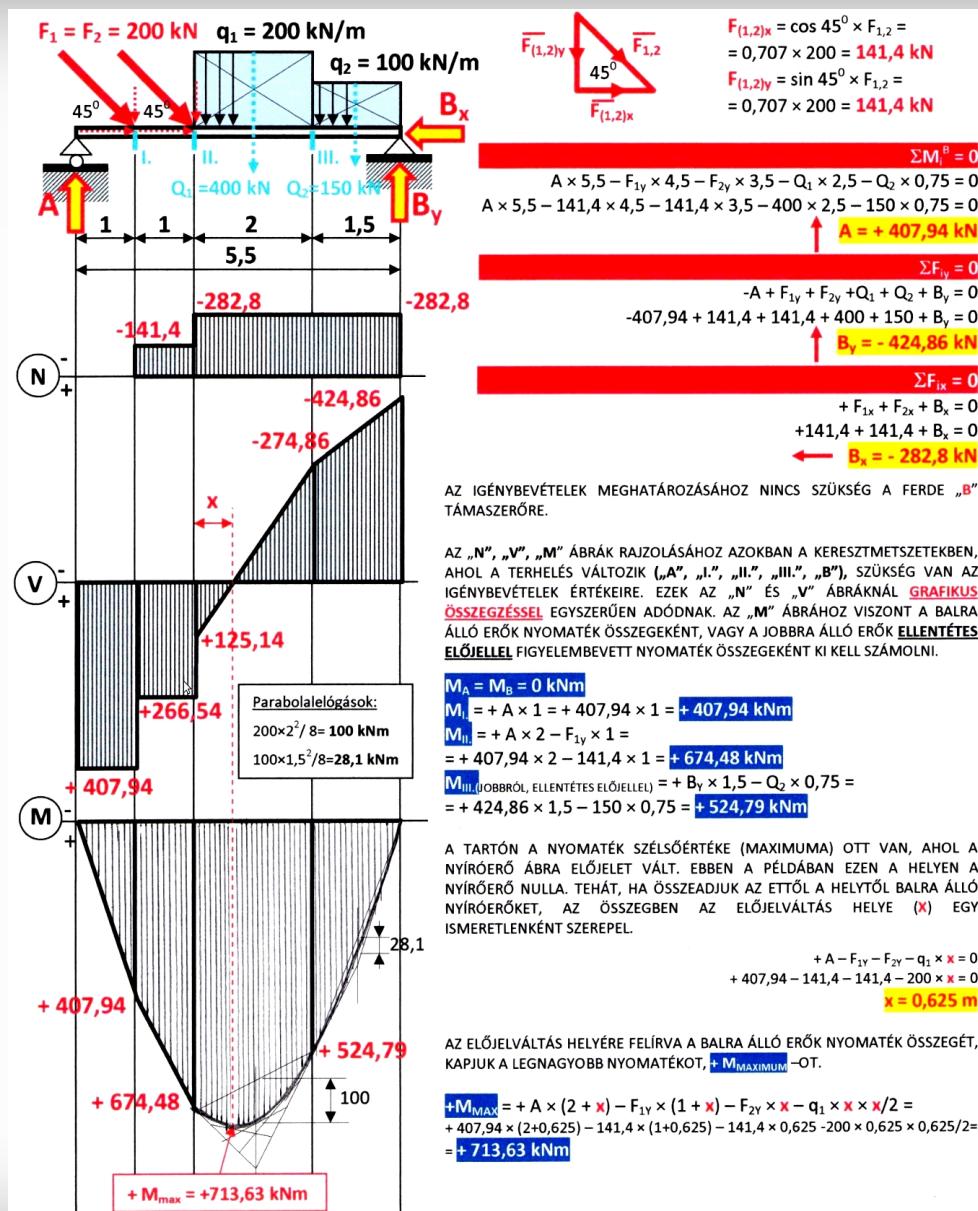
Az igénybevételi ábra



Az igénybevételi ábra



Az igénybevételi ábra



AZ IGÉNYBEVÉTELEK MEGHATÁROZÁSÁHOZ NINCSE SZÜKSÉG A FERDE „B” TÁMASZERŐRE.

AZ „N”, „V”, „M” ÁBRÁK RAJZOLÁSÁHOZ AZOKBAN A KERESZTMETSZETEKBE, AHOL A TERHELÉS VÁLTOZIK („A”, „I.”, „II.”, „III.”, „B”), SZÜKSÉG VAN AZ IGÉNYBEVÉTELEK ÉRTÉKEIRE. EZEK AZ „N” ÉS „V” ÁBRÁKNÁL **GRAFIKUS ÖSSZEGZÉSSEL** EGYSZERŰEN ADÓDNAK. AZ „M” ÁBRÁHOZ VISZONT A BALRA ÁLLÓ ERŐK NYOMATÉK ÖSSZEGET, VAGY A JOBBRA ÁLLÓ ERŐK **ELLENÉRTÉS ELŐJELLEL** FIGYELEMBEVETT NYOMATÉK ÖSSZEGET KI KELL SZÁMOLNI.

$$M_A = M_B = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{I1} = +A \times 1 = +407,94 \text{ kNm}$$

$$M_{I2} = +A \times 2 - F_{1y} \times 1 = +407,94 \times 2 - 141,4 \times 1 = +674,48 \text{ kNm}$$

$$M_{III} (\text{Jobbról, Ellenértés előjellel}) = +B_y \times 1,5 - Q_2 \times 0,75 = +424,86 \times 1,5 - 150 \times 0,75 = +524,79 \text{ kNm}$$

A TARTÓN A NYOMATÉK SZÉLSŐÉRTÉKE (MAXIMUMA) OTT VAN, AHOL A NYÍRÓERŐ ÁBRA ELŐJELET VÁLT. EBBEN A PÉLDÁBAN EZEN A HELYEN A NYÍRÓERŐ NULLA. TEHÁT, HA ÖSSZEADJUK AZ ETTŐL A HELYTŐL BALRA ÁLLÓ NYÍRÓERŐKET, AZ ÖSSZEGBEN AZ ELŐJELVÁLTÁS HELYE (X) EGY ISMERETLENKÉNT SZEREPEL.

$$+A - F_{1y} - F_{2y} - q_1 \times x = 0$$

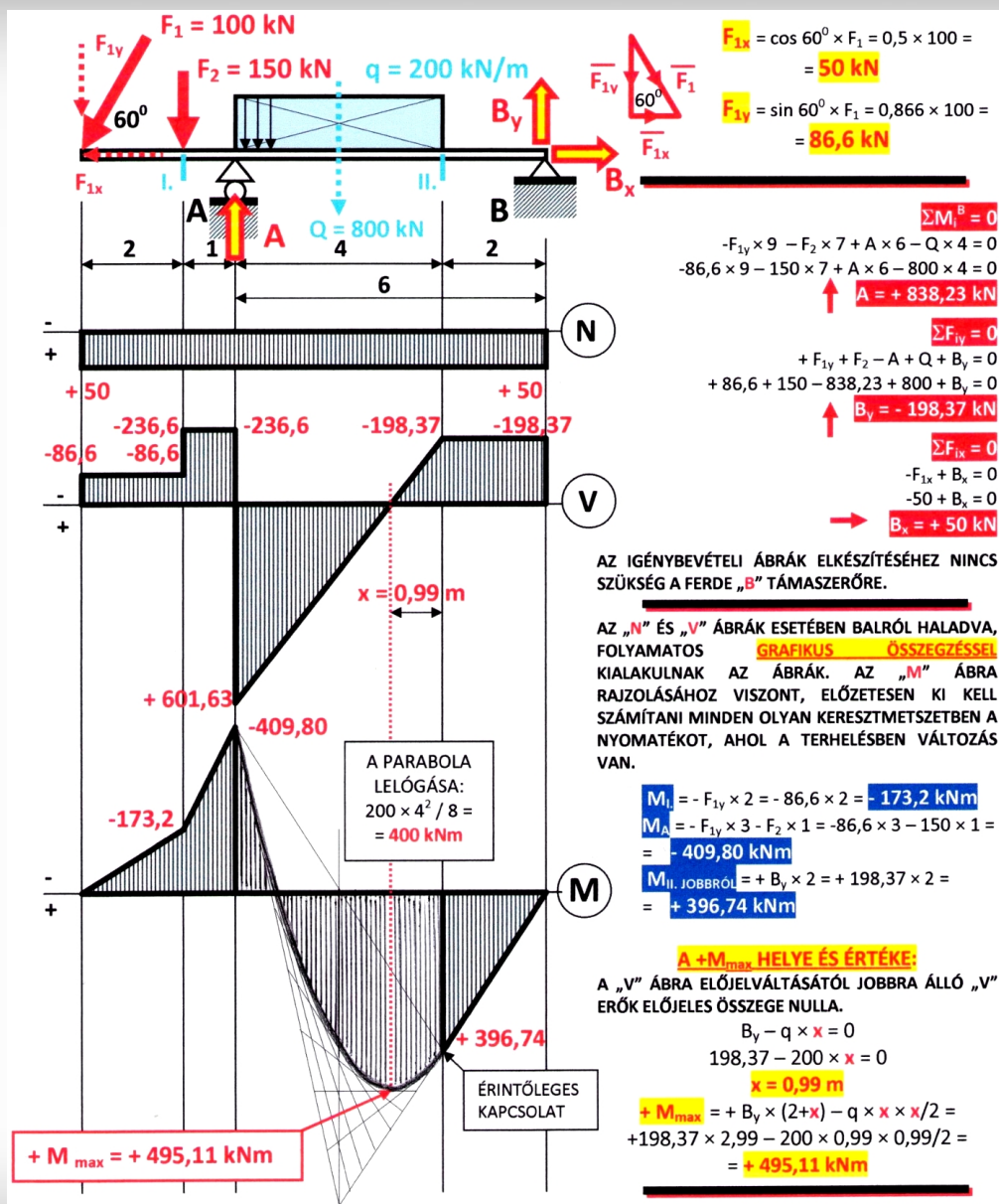
$$+407,94 - 141,4 - 141,4 - 200 \times x = 0$$

$$x = 0,625 \text{ m}$$

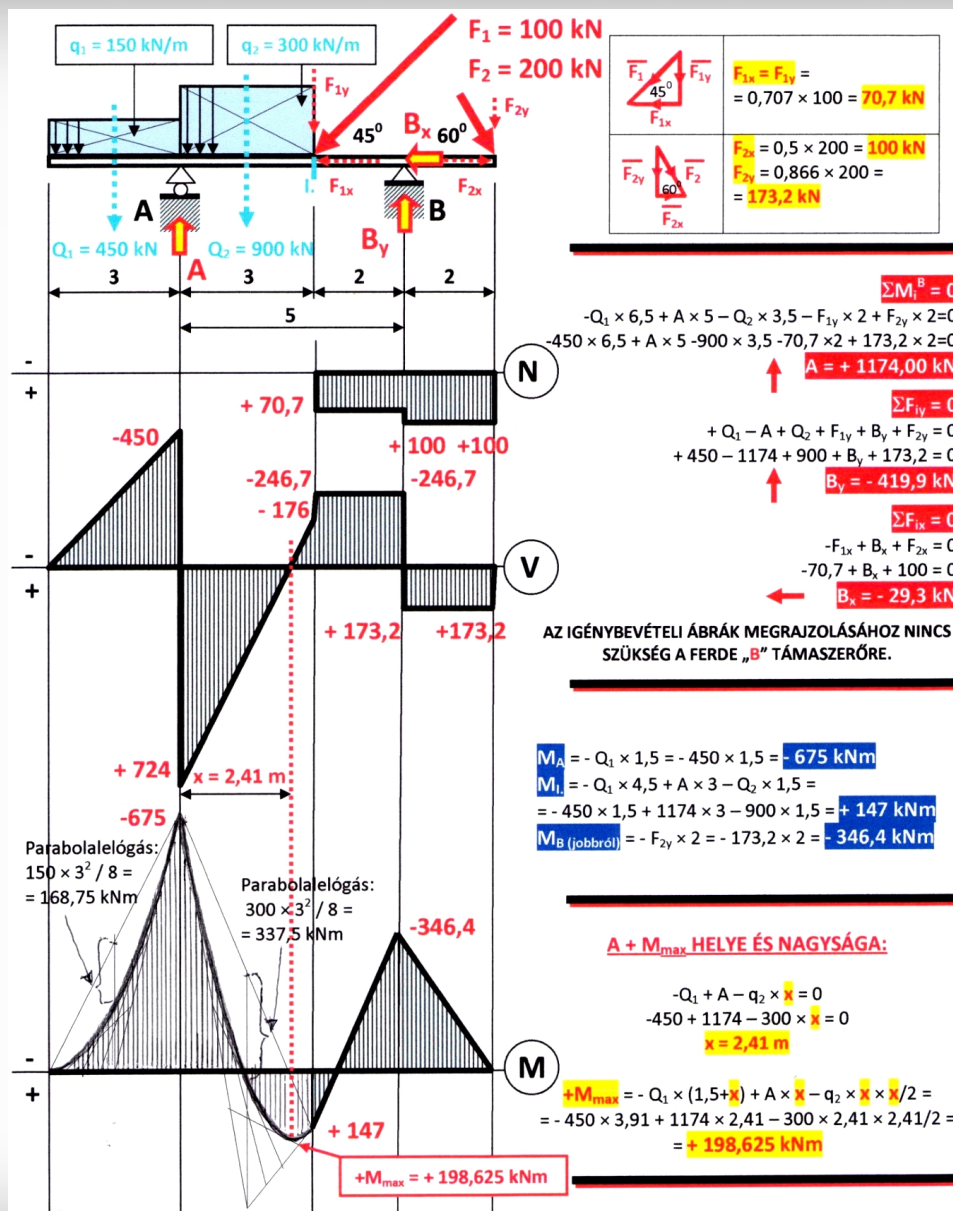
AZ ELŐJELVÁLTÁS HELYÉRE FELÍRVA A BALRA ÁLLÓ ERŐK NYOMATÉK ÖSSZEGÉT, KAPJUK A LEGNAGYOBB NYOMATÉKOT, **+M_{MAXIMUM}**-OT.

$$+M_{\text{MAX}} = +A \times (2 + x) - F_{1y} \times (1 + x) - F_{2y} \times x - q_1 \times x \times x / 2 = +407,94 \times (2 + 0,625) - 141,4 \times (1 + 0,625) - 141,4 \times 0,625 - 200 \times 0,625 \times 0,625 / 2 = +713,63 \text{ kNm}$$

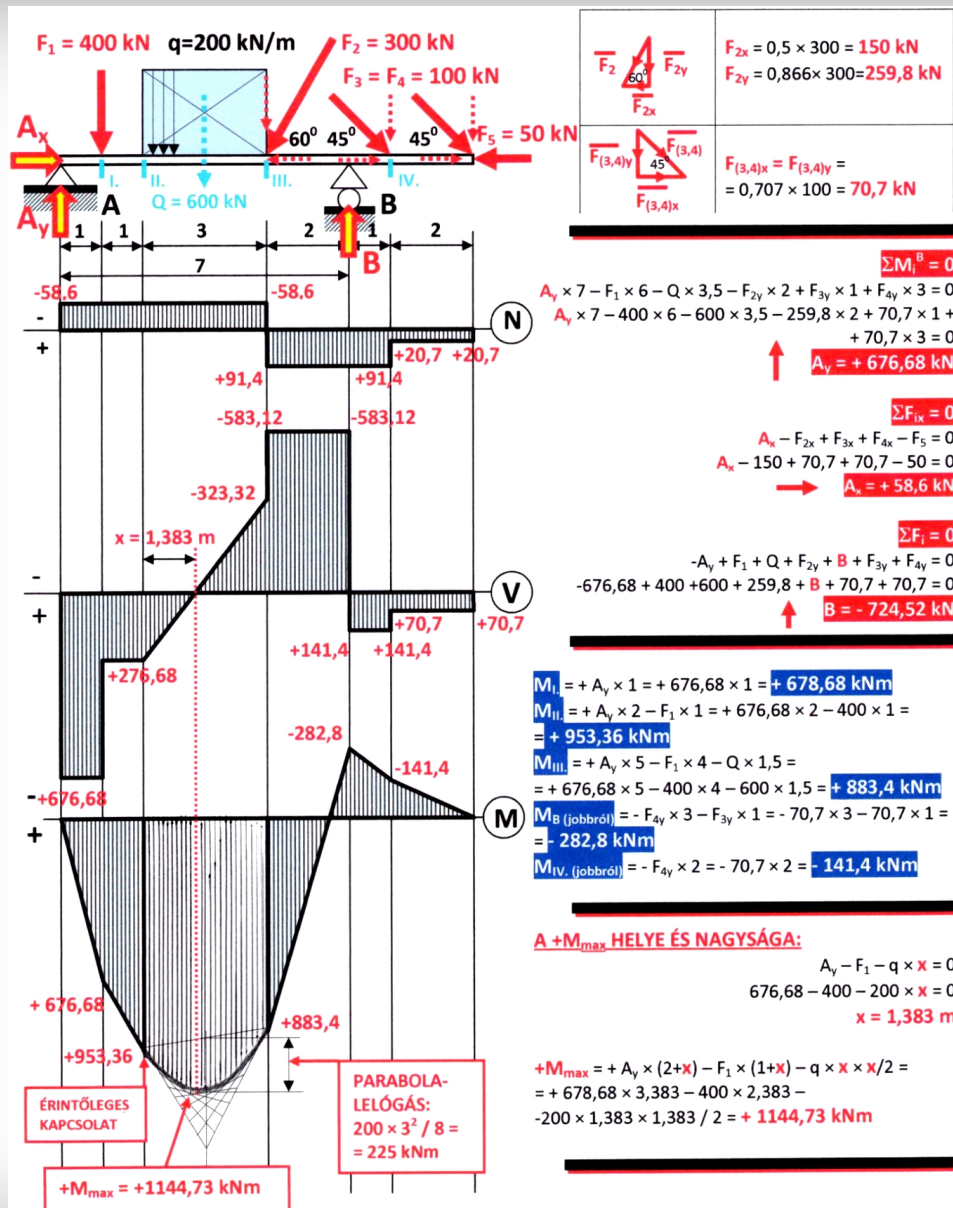
Az igénybevételi ábra



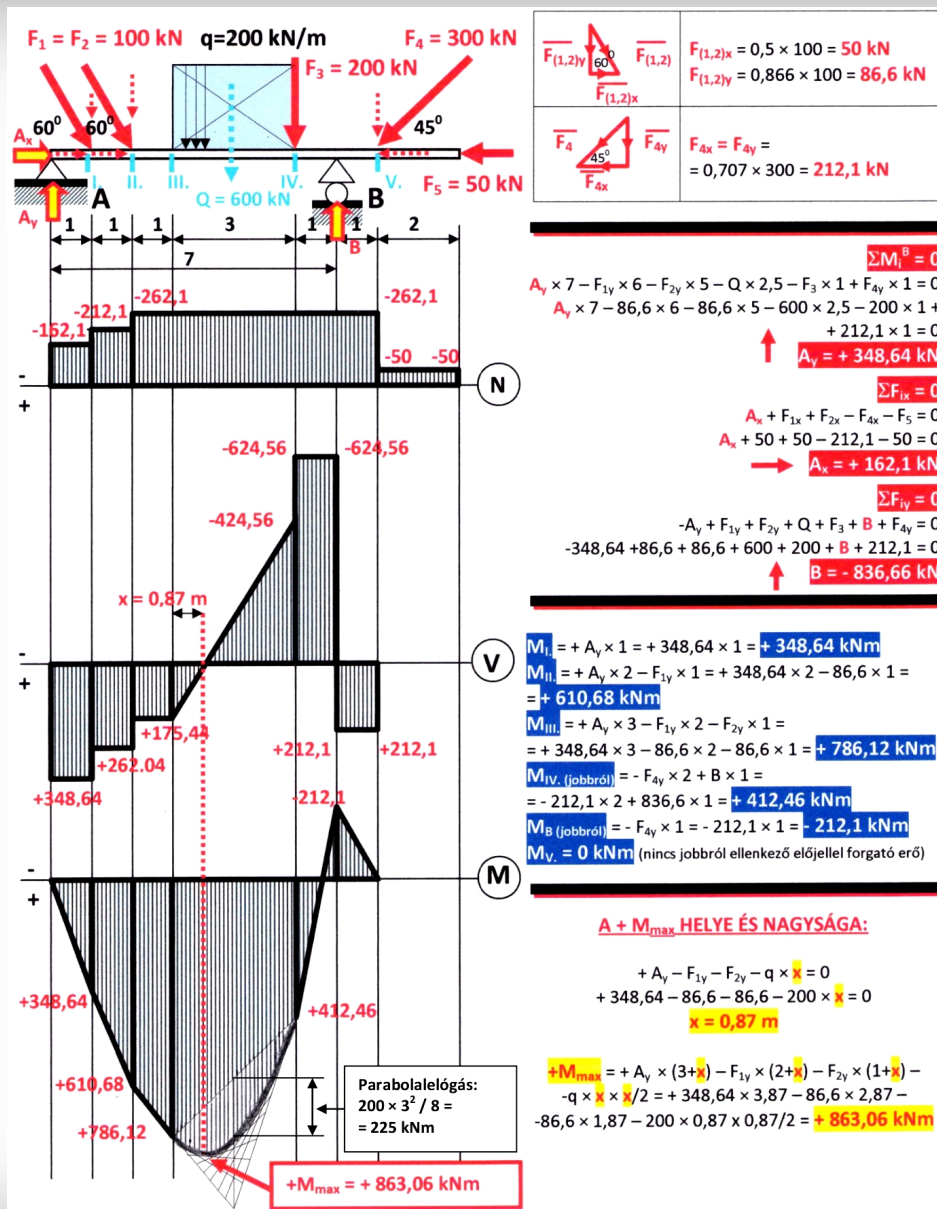
Az igénybevételi ábra



Az igénybevételi ábra



Az igénybevételi ábra



Az igénybevételi ábra

