

Rövid elméleti háttér:

Súlytámfalak olyan szerkezetek, melyek saját súlyuknál fogva biztosítják a partfalak állékonyságát. Stabilitásuk révén tartják meg helyzeti állékonyságukat. Leggyakoribb formájuk a téglalap és a trapéz keresztmetszet. Méretezésük során stabilitásukat vizsgáljuk. Földmegtámasztás egy másik formája a szögtámfalak. Ezek karcsú vasbeton szerkezetek, melyek a föld súlyánál fogva stabilizálja magukat. A támfalak általában véve lineáris szerkezetek. Hosszirányú mérete nagyobb. Az ellenőrzés során a közepéből kivágott 1 méter széles részt vizsgáljuk.

Helyzeti állékonyság vizsgálat (Terhek és hatások (13.o) 2.4.3.) :

$E_{d,dst} < E_{d,stab}$ destabilizáló hatás tervezési értéke legyen kisebb-egyenlő, mint a stabilizáló hatás (erő vagy nyomaték) tervezési értéke

Hatáskombinációk:

Tartós és ideiglenes tervezési helyzetet kell vizsgálni

Súlytámfalra ható erők:

Saját tömegből adódó súlyerő : $G = A * \gamma * 1, \left(\frac{kN}{m} * m\right)$

Föld súlyából adódó (kedvező vagy kedvezőtlen) földnyomás: $F_{dst(t)}$ (számítása geotechnika 2-es tananyag)

Támfal alja és talaj közti súrlódás: $F_{stb} = \mu * G_k$

Esetleges talajvízből adódó oldalnyomás, illetve felhajtó erő: $p_{dst(v)} = \rho * g * h = \gamma * h$

(szögtámfalra ható föld súlyából eredő stabilizáló erő: $F_{stb(t)} = A * \gamma * 1$

(γ)-térfogatsúly

Helyzeti állékonyság elvesztésének alapesetei: Elcsúszás, felborulás, felúszás

Hatások parciális tényezői: (3-4. táblázat Terhek és hatások 19. o.)

Helyzeti állékonyság vizsgálat (EQU) (4. oszlop)

Van egy ökölszabály, amely előírja azt, hogy az erőrendszer eredője a talplemez középső 1/3-ában hasson. Ez azért van, hogy a talplemez csak nyomott legyen! (Tehát az eredőnek a belső magban kell működnie.)

Egy másik általános szabály, hogy a támfal nem a sarka körül fordul el, mert a sarka közelében a talaj képes kifolytani alóla. Így szabály szerint az elfordulási pont a talp tizedében lesz.

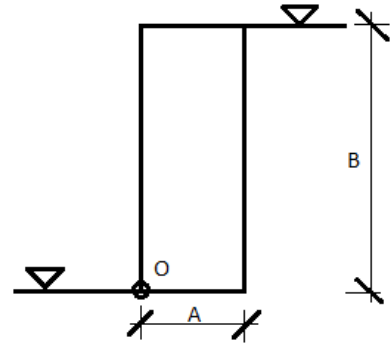
Megjegyzés:

A földnyomás felvétele **nem szabványos!** Ezek csak szemléltető példák a terhek és teherkombinációk használatára! A talaj súlyából származó hatás kiszámítását geotechnika tantárgy magyarázza!

1. feladat: Ellenőrzés

Adott a következő egyszerű téglalap keresztmetszetű súlytámfal.
Ellenőrizzük elcsúszásra és felborulásra.

Ez a támfal állandó talajvíztől mentes területen választja el az alsó autópályát szintjét (mBf: +162,5 m) a felső zöld terület szintjétől (mBf: +166,5 m).
Súlytámfal szélessége 2 m, anyaga vasbeton. Talplemez súrlódási együtthatója 0,40.
(az eredő földnyomás támadáspontja a magasság (B) alsó harmad-pontjában van)



Kiinduló adatok:

$A=2\text{m}$

$B=166,5-162,5=4\text{m}$

Vasbeton térfogatsúlya: $\gamma_{vb} = 25 \text{ kN/m}^3$

Talaj eredő nyomóereje: $F_t = 70 \text{ kN}$, vízszinttel bezárt szöge 30°

(Ezt a 30° -ot a talaj tulajdonsága adja. Meghatározása szintén geotechnikai feladat)

Súrlódási együtthatója $\mu=0,40$

Támfalra ható erők:

Önsúlyból G súlyerő: $G_k = A_{km} * \gamma_{vb} = 2 * 4 * 25 = 200 \text{ kN/m}$

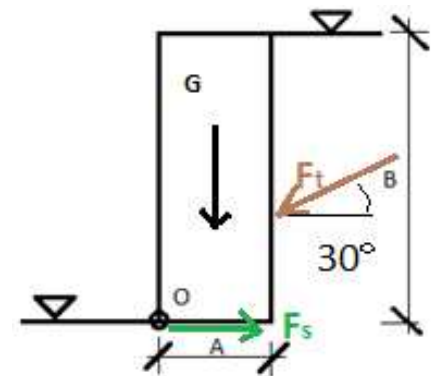
Súrlódásból F_s súrlódási erő: $F_s = \mu * G_k = 0,40 * 200 = 80 \text{ kN}$

Erők hatásuk szerint:

súlyerő- stabilizáló: $G_k = G_{k,stab}$

földnyomás- destabilizáló: $F_t = F_{t,dst}$

súrlódási erő- stabilizáló: $F_s = F_{s,stab}$



Erők tervezési értéke:

súlyerő: $G_{d,stab} = G_{k,stab} * \gamma_{G,stab} = 200 * 0,9 = 180 \text{ kN}$

nyomóerő: $F_{t,d,dst} = F_{t,dst} * \gamma_{Q,dst} = 70 * 1,1 = 77 \text{ kN}$

$F_{d,tx} = \cos 30 * F_{t,d,dst} = 66,68 \text{ kN}$

$F_{d,tz} = \sin 30 * F_{t,d,dst} = 38,5 \text{ kN}$

súrlódási erő: $F_{s,d,stab} = F_{s,stab} * \gamma_{G,stab} = 80 * 0,9 = 72 \text{ kN}$

Ellenőrzés elcsúszásra:

$$\sum F_{d,tx} \leq \sum F_{d,stab}$$

$$66,68 \text{ kN} < 72 \text{ kN}$$

MEGFELEL ELTOLÓDÁSRA

Ha nem felelne meg, akkor a súlytámfal méreteit megváltoztatva (magasság, szélesség) tudjuk kielégíteni a feltételt.

Ellenőrzés felborulásra (B=h):

Forgási középpont: Esetünkben a tized eltolás O-tól A/10-re lesz.

$$\sum M_{d,dst} \leq \sum M_{d,stab}$$

$$M_{d,dst} - \text{destabilizáló nyomaték} \quad M_{d,dst} = F_{d,tz} * \frac{B}{3} = 66,68 * \frac{4}{3} = 88,91 \text{ kNm}$$

$M_{d,stab}$ - stabilizáló nyomaték

$$M_{d,stab} = G_{d,stab} * \left(A \frac{4}{10}\right) + F_{d,tz} * \left(A \frac{9}{10}\right) = 180 * 2 * \frac{2}{5} + 38,5 * 2 * \frac{9}{10} = 213,3 \text{ kNm}$$

FELBORULÁSRA MEGFELEL!

Eredő helyének ellenőrzése:

(Eredő erő számításában a súrlódási erőt nem vesszük figyelembe, mert az reakció erő)

$$R_z = \sum F_{i,z} = G_{d,stab} + F_{d,tz} = 180 + 38,5 = 218,5 \text{ kN}$$

$$R_x = \sum F_{i,x} = -F_{d,tz} = -66,68 \text{ kN}$$

Az elfordulási középpontra felírt külső erőkből adódó nyomaték egyenlő az eredő erőből keletkező nyomatékkal.

$$\sum M_{külső} = M_{eredő}$$

Ha az eredőből származó nyomatékot az elfordulási pont síkjába írjuk fel, akkor csak a függőleges alkotóját kell használnunk, aminek a karja megadja az eredő támadáspontjának helyét.

$$G_{d,stab} * A * \frac{2}{5} + F_{d,tz} * A * \frac{9}{10} - F_{d,tz} * \frac{B}{3} = R_z * t_x$$

$$t_x = \frac{G_{d,stab} * A * \frac{2}{5} + F_{d,tz} * A * \frac{9}{10} - F_{d,tz} * \frac{B}{3}}{R_z} = \frac{180 * \frac{4}{5} + 38,5 * 2 * \frac{9}{10} - 66,68 * \frac{4}{3}}{218,5} = \frac{124,4}{218,5} = 0,57 \text{ m}$$

Kikötés:

$$\frac{A}{3} \leq t_x + \frac{A}{10} \leq A \frac{2}{3}$$

$$\frac{2}{3} \leq 0,57 + \frac{2}{10} \leq \frac{4}{3}$$

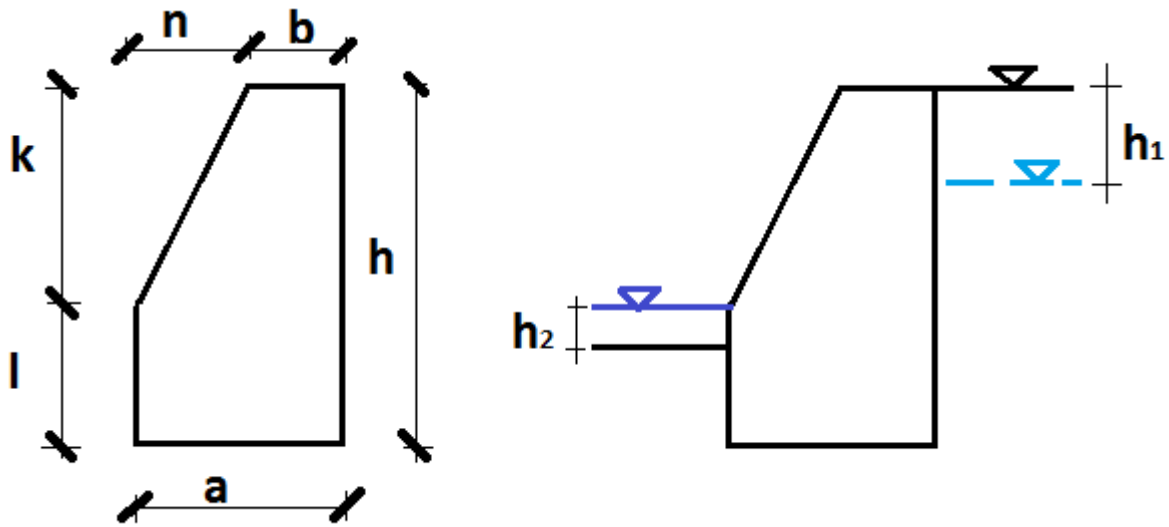
$$0,67 \text{ m} \leq 0,77 \text{ m} \leq 1,33 \text{ m}$$

MEGFELEL! Az erő a belső magban hat.

2. feladat: Ellenőrzés

Föld alá süllyesztett összetett keresztmetszetű súlytámfal talajvizes környezetben.

Balról az alsó szinten burkolt medrű vízfolyást korlátoz, ezért víznyomás is hat rá.



Kiinduló adatok:

$a = 4 \text{ m}$

$b = 1,5 \text{ m}$

$h = 10 \text{ m}$

$l = 4 \text{ m}$

$k = 6 \text{ m}$

$n = 2,5 \text{ m}$

$h_1 = 6 \text{ m}$

$h_2 = 1 \text{ m}$

$\gamma_{v\text{íz}} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

$\gamma_{vb} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

$\mu = 0,4$

Víznyomás a támfal alján: $p_{v\text{íz}} = \delta * g * h = \left\{ \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right\}$

Támfalra ható erők:

$G_k = A * \gamma_{vb} = \left(10 * 4 - 6 * \frac{2,5}{2} \right) * 25 = 812,5 \text{ kN/m}$

$F_{t1} = 350 \text{ kN}$

$F_{t2} = 100 \text{ kN}$

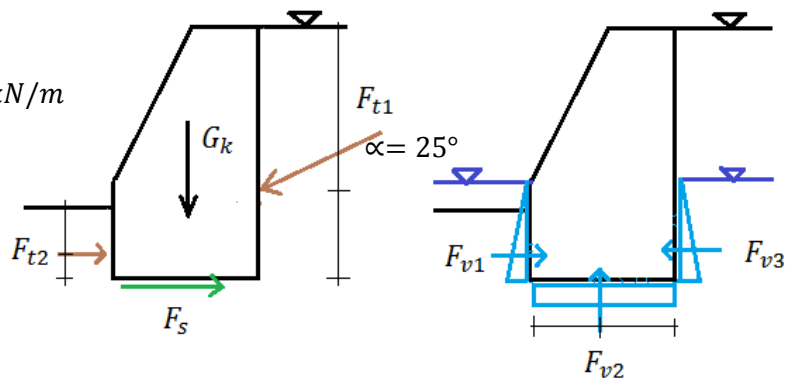
(Földnyomás támadáspontja a magasság harmadában)

$F_s = \mu * G_k = 0,4 * 812,5 = 325 \text{ kN}$

$F_{v1} = p_{v\text{íz}} * \frac{l}{2} = (1 * 10 * 4) * \frac{4}{2} = 80 \text{ kN}$

$F_{v2} = p_{v\text{íz}} * a = (1 * 10 * 4) * 4 = 160 \text{ kN}$

$F_{v3} = p_{v\text{íz}} * \frac{l}{2} = (1 * 10 * 4) * \frac{4}{2} = 80 \text{ kN}$



Erők tervezési értéke és hatása (stb/dst):

Víz biztonsági tényezője minden esetben 1!

$$G_{d, stb} = G_k * \gamma_{stb} = 812,5 * 0,9 = 731,2 \text{ kN}$$

$$F_{d, t1, dst} = F_{t1} * \gamma_{stb} = 350 * 1,1 = 385 \text{ kN}$$

$$F_{d, t1, x} = \cos 25 * F_{d, t1, dst} = 349 \text{ kN} \quad F_{d, t1, z} = \sin 25 * F_{d, t1, dst} = 162,7 \text{ kN}$$

$$F_{d, t2, stb} = F_{t2} * \gamma_{dst} = 100 * 0,9 = 90 \text{ kN}$$

$$F_{d, s, stb} = F_s * \gamma_{stb} = 325 * 0,9 = 295,5 \text{ kN}$$

$$F_{d, v1, stb} = F_{v1} * 1 = 80 \text{ kN}$$

$$F_{d, v2, dst} = F_{v2} * 1 = 160 \text{ kN}$$

$$F_{d, v3, dst} = F_{v3} * 1 = 80 \text{ kN}$$

Ellenőrzés elcsúszásra:

$$\sum F_{d, dst} \leq \sum F_{d, stb}$$

$$\sum F_{d, dst} = F_{d, t1, x} + F_{d, v3, dst} = 349 + 80 = 429 \text{ kN}$$

$$\sum F_{d, stb} = F_{d, t2, stb} + F_{d, v1, stb} + F_{d, s, stb} = 90 + 80 + 295,5 = 465,5 \text{ kN}$$

ELCSÚSZÁSRA MEGFELEL!

Ellenőrzés felborulásra :

Forgási középpont: Esetünkben a tized eltolás bal alsó saroktól a/10-re lesz.

$$\sum M_{d, dst} \leq \sum M_{d, stb}$$

$$\sum M_{d, dst} = F_{d, v2, dst} * a \frac{2}{5} + F_{d, v3, dst} * \frac{l}{3} + F_{d, t1, x} * \frac{h}{3} = 160 * \frac{4*2}{5} + 80 * \frac{4}{3} + 349 * \frac{10}{3} = 1526 \text{ kNm.}$$

$$\sum M_{d, stb} = G_{d, stb} * a \frac{2}{5} + F_{d, t1, z} * a \frac{9}{10} + (F_{d, v1, stb} + F_{d, t2, stb}) * \frac{l}{3} = 731,2 * \frac{4*2}{5} + 162,7 * \frac{4*9}{10} + (80 + 90) * \frac{4}{3} = 1982,3 \text{ kNm.}$$

FELBORULÁSRA MEGFELEL!

Eredő helyének ellenőrzése:

$$R_z = \sum F_{i, z} = -G_{d, stb} - F_{d, t1, z} + F_{d, v2, dst} = -731,2 - 162,7 + 160 = 733,9 \text{ kN.}$$

$$R_x = \sum F_{i, x} = F_{d, v1, stb} + F_{d, t2, stb} - F_{d, v3, dst} - F_{d, t1, x} = 80 + 90 - 80 - 349 = -259 \text{ kN.}$$

$$\sum M_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} = M_{ered\ddot{o}}$$

Ha az eredőből származó nyomatékot az elfordulási pont síkjába írjuk fel, akkor csak a függőleges alkotóját kell használnunk, aminek a karja megadja az eredő támadáspontjának helyét.

$$\sum M_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} = \sum M_{d, stb} - \sum M_{d, dst} = 456,3 \text{ kNm.}$$

$$\sum M_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} = R_z * t_x \rightarrow t_y = \frac{\sum M_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}}{R_z} = \frac{456,3}{733,9} = 0,62 \text{ m.}$$

Kikötés:

$$\frac{a}{3} \leq t_x + \frac{a}{10} \leq a \frac{2}{3}.$$

$$1,33 \text{ m} \leq 1,02 \text{ m} \leq 2,67 \text{ m.}$$

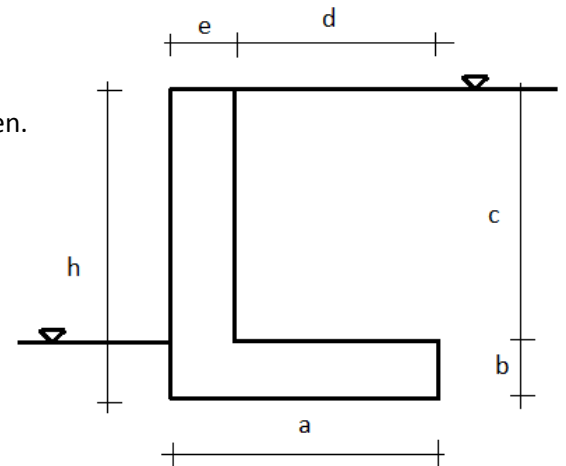
NEM MEGFELELŐ! A talplemez nem teljes felületén adja át a nyomást a talajnak

3. Feladat
Szegtámfal méretezése

Adott a következő geometriájú szegtámfal talajvízmentes környezetben.

Kiinduló adatok:

$a = 5 \text{ m}$ $e = 0,6 \text{ m}$
 $b = 1 \text{ m}$ $h = 6 \text{ m}$
 $c = 5 \text{ m}$ $\mu = 0,4$
 $d = 4,4 \text{ m}$ $\gamma_{vb} = 25 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_{talaj} = 16 \text{ kN/m}^3$ $F_{t1} = 500 \text{ kN}$
 $\beta = 35^\circ$ Vízzszintessel bezárt szög


Támfalra ható erők:

Szegtámfalak lényege, hogy a talplemezre ható nyomást kihasználva növeli stabilitását. Ezt a stabilizáló erőt talajtól függően két módon vehetjük figyelembe:

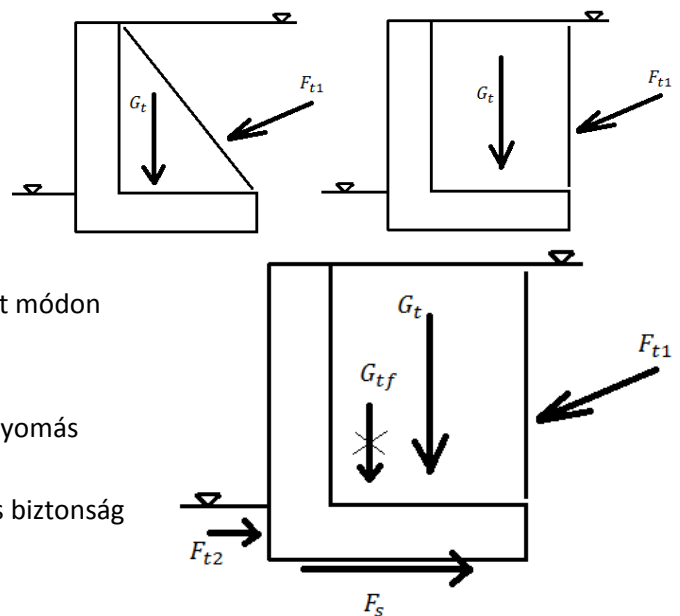
Első esetben csak a háromszög területén belüli talaj hatását vesszük figyelembe, míg a második esetben a talplemez feletti teljes területet.

A destabilizáló földnyomás erre a talajra hat. Tehát az ábrázolt módon kezelendő!

Ebben a feladatban a 2. ábra szerint járunk el.

Ebből adódóan a súrlódási erőt az önsúly és a stabilizáló földnyomás eredőjéből számoljuk.

F_{t2} stabilizáló földnyomást nem kell figyelembe venni! Ezzel is biztonság javára törekszünk.



Szegtámfal önsúlya és súlypontja

$$y_s = \frac{\sum S_y}{\sum A} = \frac{0,6 \cdot 6 \cdot 0,3 + 4,4 \cdot 1 \cdot 3}{0,6 \cdot 6 + 4,4 \cdot 1} = \frac{14,28}{8} = 1,785 \text{ m}$$

$$A = 8 \text{ m}^2$$

$$G_{tf} = A \cdot \gamma_{vb} = 8 \cdot 25 = 200 \text{ kN}$$

Stabilizáló földnyomás

$$A = 4,4 \cdot 5 = 22 \text{ m}^2$$

$$G_t = A \cdot \gamma_{talaj} = 22 \cdot 16 = 352 \text{ kN}$$

Súrlódási erő

$$F_s = \mu(G_{tf} + G_t) = 0,4 \cdot (200 + 352) = 552 \text{ kN}$$

Erők tervezési értéke és csoportosítása hatások szerint

$$G_{tf} \rightarrow G_{tf, stb} = G_{tf} \cdot \gamma_{stb} = 200 \cdot 0,9 = 180 \text{ kN}$$

$$G_t \rightarrow G_{t, stb} = G_t \cdot \gamma_{stb} = 352 \cdot 0,9 = 316,8 \text{ kN}$$

$$F_s \rightarrow F_{s, stb} = F_s \cdot \gamma_{stb} = 552 \cdot 0,9 = 496,8 \text{ kN}$$

$$F_{t1} \rightarrow F_{t1, dst} \cdot \gamma_{dst} = 500 \cdot 1,1 = 550 \text{ kN}$$

$$F_{t1, dst, z} = \sin 35^\circ \cdot 550 = 315,5 \text{ kN} \quad F_{t1, dst, y} = \cos 35^\circ \cdot 550 = 450,5 \text{ kN}$$

Ellenőrzés elcsúszásra:

$$\sum F_{\text{stb}} \geq \sum F_{\text{dst}}$$

$$\sum F_{\text{stb}} = F_{s,\text{stb}} = 496,8 \text{ kN} \geq F_{t1,\text{dst},y} = 450,5 \text{ kN}$$

Elcsúszásra megfelel!

Ellenőrzés felborulásra

(Elfordulási középpont a talp tized pontjába feltételezhető)

$$\sum M_{\text{stb}} \geq \sum M_{\text{dst}}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{stb}} &= G_{tf,\text{stb}} * \left(y_s - \frac{a}{10}\right) + G_{t,\text{stb}} * \left(e + \frac{d}{2} - \frac{a}{10}\right) + F_{t1,\text{dst},z} * \left(a \frac{9}{10}\right) \\ &= 180 * (1,785 - 0,5) + 316,8 * \left(0,6 + \frac{4,4}{2} - 0,5\right) + 315,5 * 4,5 = 2379,7 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\sum M_{\text{dst}} = F_{t1,\text{dst},y} * \frac{h}{3} = 450,5 * \frac{6}{3} = 901 \text{ kNm}$$

Felborulásra megfelel!

Eredő helyének meghatározása

$$R_z = G_{tf,\text{stb}} + G_{t,\text{stb}} + F_{t1,\text{dst},z} = 180 + 316,8 + 315,5 = 812,3 \text{ kN}$$

$$R_y = -F_{t1,\text{dst},y} = -450,5 \text{ kN}$$

Az elfordulási pontra írt nyomatékok összege egyenlő az elfordulási pontra írt, eredőerőből származó nyomatékkal.

$$\sum M_{\text{stb}} - \sum M_{\text{dst}} = R_z * y_R \quad \text{ebből:}$$

$$y_R = \frac{\sum M_{\text{stb}} - \sum M_{\text{dst}}}{R_z} = \frac{2379,7 - 901}{812,3} = 1,82 \text{ m}$$

$$\frac{a}{3} \leq t_x + \frac{a}{10} \leq a \frac{2}{3}$$

$$1,67 \text{ m} \leq 1,82 + 0,5 \text{ m} \leq 3,33 \text{ m}$$

Az eredő a belső magban hat. A talpban csak nyomás lép fel! Megfelel!