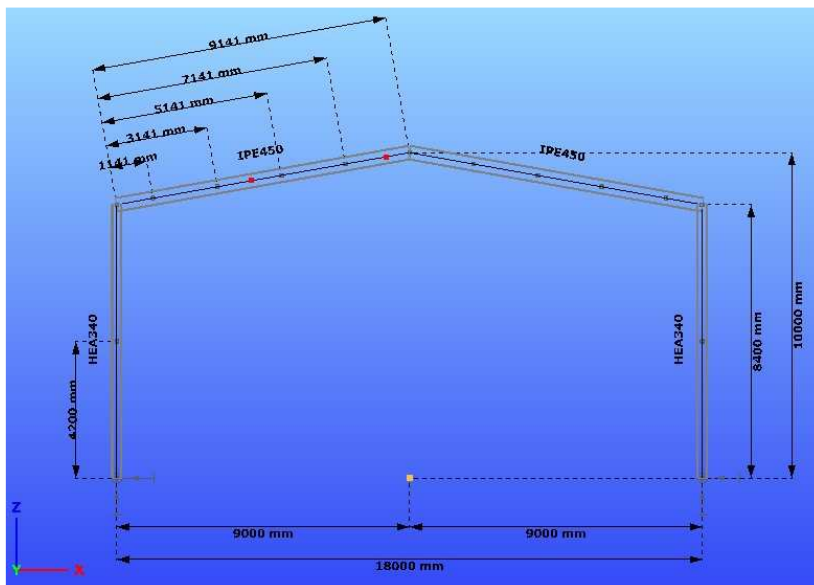


## SZÁMPÉLDA: Egyszerű csarnok keretének terhei

A fejezetben egyszerű csarnoképület keretszerkezetének tehereseteit és teherkombinációit számítjuk ki. A számítási példában a héjazat szélterheivel nem foglalkozunk, azonban valós feladatnál célszerű a keret és a héjazat terheit együtt kezelni. A terheket a ConSteel 4.0 program segítségével illusztráljuk.

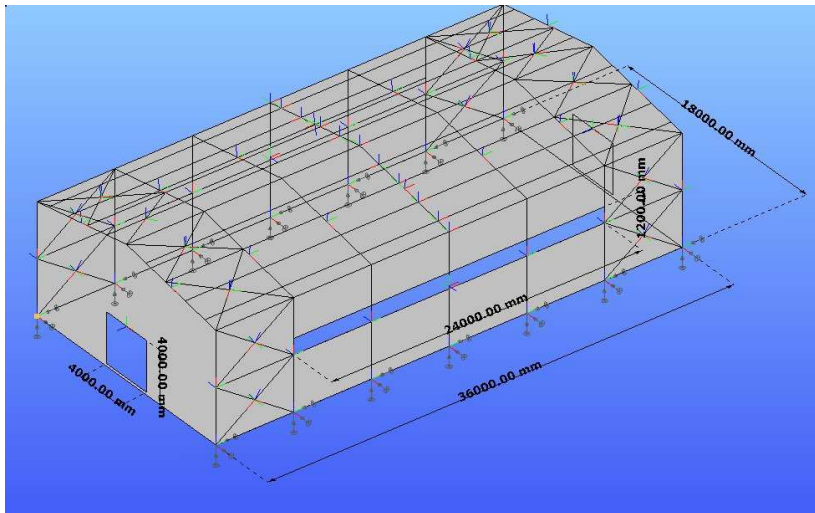
### A keret paraméterei

- oszlopok szelvénye: *HEA 340*
- gerendák szelvénye: *IPE 450*
- keretoszlopok tengelyeinek távolsága:  $L = 18,0m$
- oszlop és gerenda tengelyek metszéspontjának magassága:  $h = 8,4m$
- taréjpont elméleti magassága:  $H = 10,0m$
- keretsarok kialakítása: *rövid kiékelés*
- oszloptalp kialakítása: *befogott*
- oszloptalp kialakítása: *befogott*
- oldalsó megtámasztási pont az oszlop mentén az oszloptalp elméleti pontjától:  $4200mm$
- oldalsó megtámasztási pontok a gerenda tengelye mentén a keretsarok elméleti pontjától:  $1141mm; 3141mm; 5141mm; 7141mm$



### A teljes épület paraméterei:

- a keretek távolsága (l):  $6000mm$
- az épület teljes hossza:  $36000mm$
- oldalfalakon a nyílások felülete (falanként):  $28,8m^2$
- oromfalakon a nyílások felülete (falanként):  $16,0m^2$
- tengerszint feletti magasság:  $A = 200m$



## Az állandó teher

- súlyelemzés alapján kapott érték:  $g = 0,60 \text{ kN} / \text{m}^2$

## A terhek kiszámítása

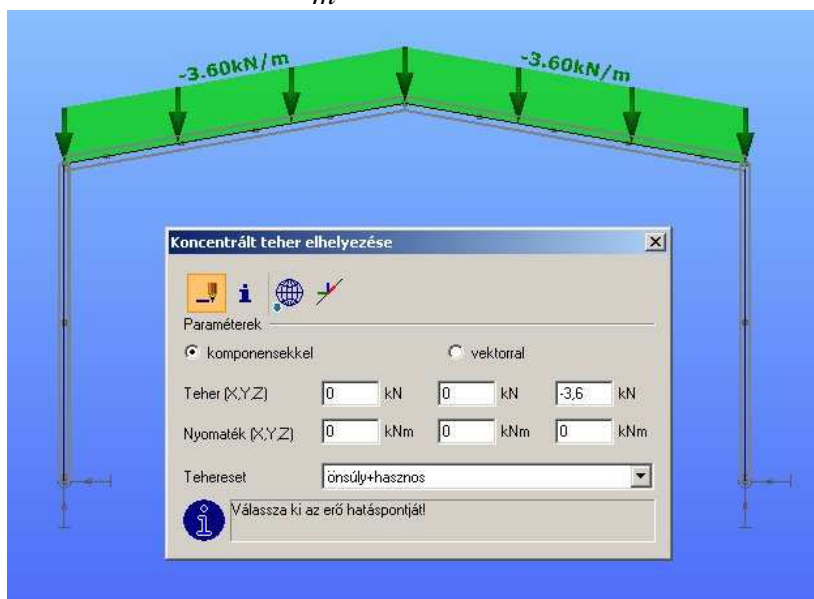
A keretszerkezet szabványos terheit a teher modell felvétele elméleti fejezet alapján határozzuk meg.

### T.1 Az egyszerű nyeregtetős csarnokra ható terhek

#### T.1.1-3 Az állandó teher

A keret önsúlyát a program automatikusan figyelembe veszi a szerkezeti elemek nominális méretei alapján. A példa egyszerűségének megőrzése érdekében a fent megadott állandó teher tartalmazza a szelemen rendszer és a héjazat önsúlyait, illetve az állandó jellegű hasznos terheket (világítás, gépészeti vezetékek) is. A falburkolat súlya jelen esetben elhanyagolható. A gerendákra ható állandó teher:

$$p_g = l \cdot g = 6 \cdot 0,6 = 3,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



## T.1.4 A hóteher

A jelen példában a hóteher rendkívüli hatását nem vesszük figyelembe. A hóteher a tartós tervezési állapotra a szokásos terepviszonyok esetén, illetve a jelentős hó leolvadás hatásának figyelmen kívül hagyásával a következő:

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$s_k = 0,25 \left( 1 + \frac{A}{100} \right) = 0,25 \left( 1 + \frac{200}{100} \right) = 0,75 \leq 1,25 \frac{kN}{m^2}$$

$$s_k = 1,25 \frac{kN}{m^2}$$

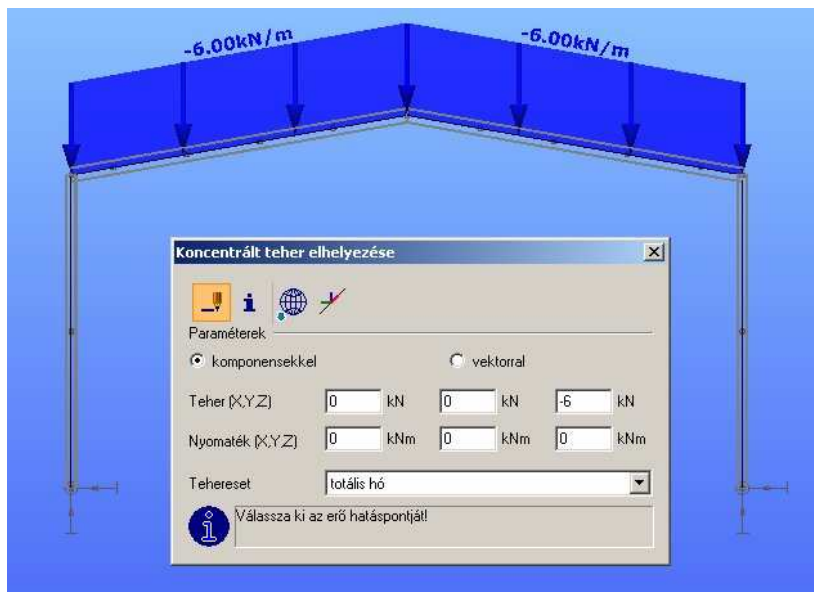
$$\alpha = 10^0 \Rightarrow \mu_i = 0,8$$

$$s = \mu_i C_e C_t s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 = 1,0 \frac{kN}{m^2}$$

Hóteher a gerendákon:

$$p_s = s \cdot l = 1,0 \cdot 6,0 = 6,0 \frac{kN}{m}$$

A biztonság javára elhanyagoljuk a hajlásszög miatti redukción:



## T.1.5 A szélteher

### T.1.5.1.1 Az alap szélsébséghez tartozó szélnyomás

A rendelkezésre álló adatok alapján az épület a **III. helyszínekategoriába** sorolható, ahol

$$z_0 = 0,3m$$

$$z_{min} = 5,0m$$

A II. helyszínekategóriához tartozó érdességi hossztenyező:

$$z_{0,II} = 0,05m$$

A tereptenyező:

$$k_r = 0,19 \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \left( \frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

Az épület referencia magasságát a biztonság javára válasszuk egységesen az elméleti taréjpont magasságával azonosnak,

$$z = 10,0m > z_{min} = 5,0m$$

amiből következően az érdességi tényező:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{10,0}{0,3} \right) = 0,754$$

Az alap szélességre az alábbi számítások során

$$v_b = 20 \frac{m}{s},$$

értéket vettünk figyelembe, azonban megjegyezzük, hogy **a magyar NA szerint az alábbi kifejezést kell alkalmazni:**

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0}$$

ahol általában

$$c_{dir} \cdot c_{season} = 1,0, \text{ és } v_{b0} = 23,6 \frac{m}{s}.$$

A kiindulási adatok szerint az épület sík vidéken fekszik és a terep lejtése kisebb, mint 5%, ezért a hegyrajzi tényező:

$$c_0(z) = 1,0$$

A szélesség átlagos értéke a fentiek alapján:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,754 \cdot 1,0 \cdot 20 = 15,08 \frac{m}{s}$$

Az **alap** szélességhez tartozó **szélnyomás:**

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2(z) = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 15,08^2 = 0,142 \frac{kN}{m^2}$$

T.1.5.1.2 A helyszíntényező

A turbulencia tényező más előírás hiányában:

$$k_I = 1,0$$

A turbulencia intenzitása:

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{10}{0,3}\right)} = 0,285$$

A helyszíntényező:

$$c_e(z) = 1 + 7 \cdot I_v(z) = 1 + 7 \cdot 0,285 = 3,0$$

T.1.5.1 A szélső sebességhez tartozó szélnyomás

A fentiek alapján:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 3,0 \cdot 0,142 = 0,426 \frac{kN}{m^2}$$

T.1.5.2 A külső nyomási tényezők

(a) keresztirányú szél ( $\theta=0^0$ ) esete

$$b = 36,0m$$

$$d = 18,0m$$

$$h = 10,0m$$

$$h/d = 0,56$$

$$e = \min(b; 2h) = 20,0m$$

$$e/5 = 4,0m$$

$$\alpha = 10^0$$

- oldalfalak nyomási tényezői:

$$c_{pe,D} = 0,7 + \left(\frac{h/d - 0,25}{0,75}\right) \cdot 0,1 = (+)0,741$$

$$c_{pe,E} = 0,3 + \left(\frac{h/d - 0,25}{0,75}\right) \cdot 0,2 = (-)0,383$$

- tetőfelületek nyomási tényezője (csak a szélszívást figyelembe véve):

$$c_{pe,F} = -1,3$$

$$c_{pe,G} = -1,0$$

$$c_{pe,H} = -0,45$$

$$c_{pe,I} = -0,5$$

$$c_{pe,J} = -0,8$$

(b) hosszirányú szél ( $\theta=90^0$ ) esete

$$b = 18,0m$$

$$d = 36,0m$$

$$h = 10,0m$$

$$h/d = 0,28$$

$$e = \min(b; 2h) = 18,0m$$

$$e/2 = 9,0m$$

$$e/4 = 4,5m$$

$$e/5 = 3,6m$$

$$e/10 = 1,8m$$

- oldalfalak nyomási tényezői (szerkezeti elemekre, ahol  $A > 10m^2$ ):

$$c_{pe,A} = -1,2$$

$$c_{pe,B} = 0,3 + \left( \frac{h/d - 0,25}{0,75} \right) \cdot 0,2 = -0,8$$

- tetőfelületek nyomási tényezői (csak a szélszívást figyelembe véve):

$$c_{pe,F} = -1,45$$

$$c_{pe,G} = -1,3$$

$$c_{pe,H} = -0,65$$

$$c_{pe,I} = -0,55$$

### T.1.5.3 A belső nyomási tényező

(a) keresztirányú szélhatás esete

- az épület összes nyílásának (ablakok és ajtók) felülete:

$$\sum A = 2 \cdot (28,8 + 16) = 89,6m^2$$

- negatív és zérus nyomási tényezőjű felületen a nyílások felülete:

$$\sum A_{negatív} = 28,8 + 2 \cdot 16 = 60,8m^2$$

- a nyíláshányad értéke:

$$\mu = \frac{\sum A_{negatív}}{\sum A} = \frac{60,8}{89,6} = 0,678$$

- geometriai arány:

$$h/d = \frac{10}{18} = 0,56$$

- belső nyomási tényező  $h/d=0,25$  esetén:

$$c_{pi,0,25} = 0,726 - 1,14\mu = 0,726 - 0,773 = -0,047$$

- belső nyomási tényező  $h/d=1,0$  esetén:

$$c_{pi,1,0} = 0,802 - 1,37\mu = 0,802 - 0,929 = -0,127$$

- a belső nyomási tényező  $h/d=0,56$  esetén:

$$c_{pi} = -0,047 + \left( \frac{h/d - 0,25}{0,75} \right) \cdot (-0,127 + 0,047)$$

$$c_{pi} = -0,08$$

(b) hosszirányú szélhatás

- az épület összes nyílásának (ablakok és ajtók) felülete:

$$\sum A = 2 \cdot (28,8 + 16) = 89,6 m^2$$

- negatív és zérus nyomási tényezőjű felületen a nyílások felülete:

$$\sum A_{negatív} = 2 \cdot 28,8 + 16 = 73,6 m^2$$

- a nyíláshányad értéke:

$$\mu = \frac{\sum A_{negatív}}{\sum A} = \frac{73,6}{89,6} = 0,821$$

- geometriai arány:

$$h/d = \frac{10}{36} \approx 0,25$$

- belső nyomási tényező:

$$c_{pi} = 0,726 - 1,14\mu = 0,726 - 0,936 = -0,21$$

T.1.5 A szélteher értékei

(a) keresztirányú külső szélhatás esete

- oldalfalak szélterhe:

$$w_{e,D} = c_{pe,D} \cdot q_p(z) = 0,741 \cdot 0,426 = 0,316 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,E} = c_{pe,E} \cdot q_p(z) = -0,383 \cdot 0,426 = -0,163 \frac{kN}{m^2}$$

- tetőfelületek szélterhe:

$$w_{e,F} = c_{pe,F} \cdot q_p(z) = -1,3 \cdot 0,426 = -0,554 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,G} = c_{pe,G} \cdot q_p(z) = -1,0 \cdot 0,426 = -0,426 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,H} = c_{pe,H} \cdot q_p(z) = -0,45 \cdot 0,426 = -0,192 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,I} = c_{pe,I} \cdot q_p(z) = -0,5 \cdot 0,426 = -0,213 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,J} = c_{pe,J} \cdot q_p(z) = -0,8 \cdot 0,426 = -0,340 \frac{kN}{m^2}$$

(b) hosszirányú külső szélhatás esete

- oldalfalak szélterhe:

$$w_{e,A} = c_{pe,A} \cdot q_p(z) = -1,2 \cdot 0,426 = -0,511 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,B} = c_{pe,B} \cdot q_p(z) = -0,8 \cdot 0,426 = -0,341 \frac{kN}{m^2}$$

- tetőfelületek szélterhe:

$$w_{e,F} = c_{pe,F} \cdot q_p(z) = -1,45 \cdot 0,426 = -0,618 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,G} = c_{pe,G} \cdot q_p(z) = -1,3 \cdot 0,426 = -0,128 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,H} = c_{pe,H} \cdot q_p(z) = -0,65 \cdot 0,426 = -0,277 \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,I} = c_{pe,I} \cdot q_p(z) = -0,55 \cdot 0,426 = -0,234 \frac{kN}{m^2}$$

(c) keresztirányú belső szélhatás esete

- minden felületre:

$$w_i = c_{pi} \cdot q_p(z) = -0,08 \cdot 0,426 = -0,034 \frac{kN}{m^2}$$

(d) hosszirányú belső szélhatás esete

- minden felületre:



$$w_i = c_{pi} \cdot q_p(z) = -0,21 \cdot 0,426 = -0,089 \frac{kN}{m^2}$$

#### T.1.5.4.1 A szélteher esetei a második keretálláson

Mivel az épület magassága kisebb, mint 15m, ezért a szerkezeti tényező  $c_s c_d = 1,0$ .

(1) a keresztirányú külső szélteher:

- szél támadta oldalfalon:

$$p_{e,D} = w_{e,D} \cdot l = 0,316 \cdot 6,0 = 1,90 \frac{kN}{m}$$

- szélárnyékolt oldalfalon:

$$p_{e,E} = w_{e,E} \cdot l = -0,163 \cdot 6,0 = -0,78 \frac{kN}{m}$$

- az **F** jelű tetőzónából 2,0 m széles tehersáv:

$$p_{e,F} = w_{e,F} \cdot 2,0 = -0,554 \cdot 2,0 = -1,18 \frac{kN}{m}$$

- a **G** jelű tetőzónából 4,0m széles tehersáv:

$$p_{e,G} = w_{e,G} \cdot 4,0 = -0,426 \cdot 4,0 = -1,70 \frac{kN}{m}$$

- az **F/G** vegyes zónából az  $e/10=2,0$  m gerenda szakaszra jutó teher:

$$p_{e,FG} = p_{e,F} + p_{e,G} = -(1,18 + 1,70) = -2,88 \frac{kN}{m}$$

- a **H** jelű zónára jutó teher:

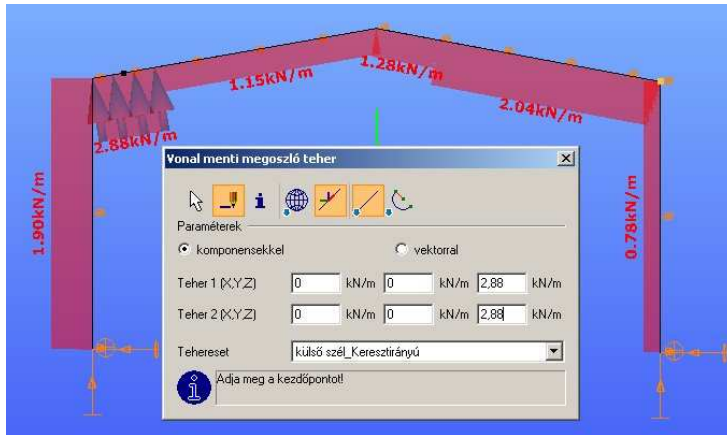
$$p_{e,H} = w_{e,H} \cdot l = -0,192 \cdot 6,0 = -1,15 \frac{kN}{m}$$

- a **I** jelű zónából a gerenda  $e/10=2,0$  m szakaszára jutó teher:

$$p_{e,I} = w_{e,I} \cdot l = -0,213 \cdot 6,0 = -1,28 \frac{kN}{m}$$

- a **J** jelű zóna  $e/10= 2,0$  m hosszára jutó teher:

$$p_{e,J} = w_{e,j} \cdot l = -0,340 \cdot 6,0 = -2,04 \frac{kN}{m}$$



\* a dialógon a baloldali gerenda első szakaszának terhét látjuk

(2) a hosszirányú külső szélteher:

- szélszívás az oldalfalakon az  $e/5 = 4,5 \text{ m}$  hosszú **A** zónából:

$$p_{e,A} = w_{e,A} \cdot 1,5 = -0,511 \cdot 1,5 = -0,767 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- szélszívás az oldalfalakon a  $4,5 \text{ m}$  hosszú **B** zónából:

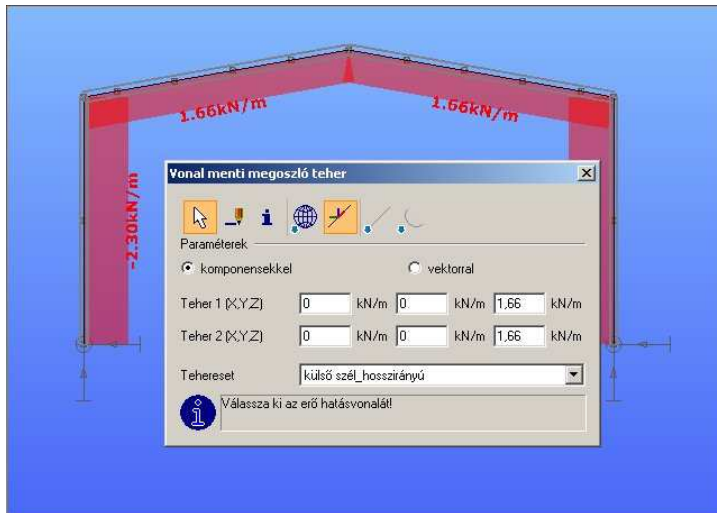
$$p_{e,A} = w_{e,A} \cdot 4,5 = -0,341 \cdot 4,5 = -1,535 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- szélszívás az oldalfalakon:

$$p_{e,AB} = p_{e,A} + p_{e,B} = -(0,767 + 1,535) = -2,30 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- szélszívás a H tetőzónában:

$$p_{e,H} = w_{e,H} \cdot 6,0 = -0,277 \cdot 6,0 = -1,66 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

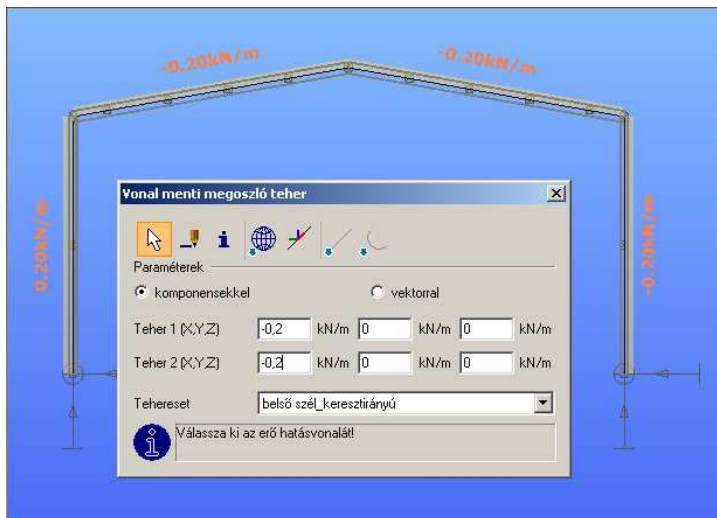


\* a dialógon a baloldali gerenda terhét látjuk

(3) a keresztirányú belső szélteher:

- belső szélszívás minden szerkezeti elemen:

$$p_i = w_i \cdot l = -0,034 \cdot 6,0 = -0,204 \frac{kN}{m}$$

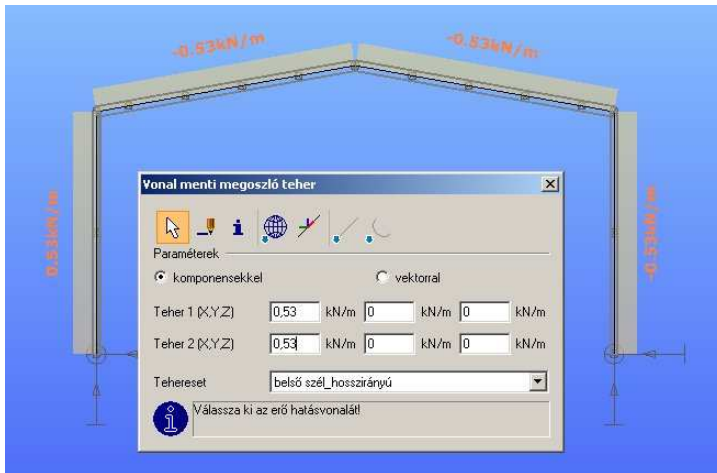


\* a dialógon a baloldali oszlop terhét látjuk

(4) a hosszirányú belső szélteher:

- belső szélszívás minden szerkezeti elemen:

$$p_i = w_i \cdot l = -0,089 \cdot 6,0 = -0,53 \frac{kN}{m}$$



\* a dialógon a baloldali oszlop terhét látjuk

A teherkombinációkat - az elméleti fejezet adott példára történt aktualizálásával - az alábbiak szerint vettük fel:

Név	önsúly...	totális hó	külső szél_keresztirányú	első sz...	belső sz...
Komb_1	1,35	1,5	0	0	0
Komb_2	1,35	1,5	0,9	0	0
Komb_3	1,35	1,5	0	0,9	0
Komb_4	1	0	0	1,5	0
Komb_5	1	0	0	1,5	1,5

1,35\*önsúly+hasznos + 1,5\*totális hó

Új Másol Töröl Mégsem Alkalmaz

A szabványos teherbírás vizsgálatok többségénél várhatóan az első kombináció lesz a mértékadó. A második kombináció (első kombináció + külső keresztirányú szélhatás) esetleg valamelyik keresztmetszet vizsgálatára lehet mértékadó. A harmadik kombináció formailag azonos a második kombinációval, de a hosszirányú szélhatást tartalmazza. A negyedik és ötödik kombináció a szélemelést hivatott figyelembe venni, amely esetleg valamely keresztmetszet vizsgálatára lehet mértékadó.

## Megjegyzés

**Fontos hangsúlyoznunk, hogy a fenti elemzés kizárólag a jelen példára érvényes. A szélteher sokparaméteres teher, amely még azonos formájú épület esetén is rendkívül változatos lehet. A kombinációk felvételét minden esetben egyedileg kell meghatározni.**