

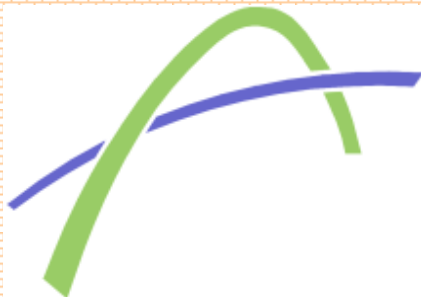


M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

# Függőleges és vízszintes vasalás hatása a téglafalazat nyírési ellenállására

**FÓDI ANITA**

Témavezető: Dr. Bódi István



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Építőmérnöki kar  
Hidak és Szerkezetek Tanszéke


# Tartalom

---

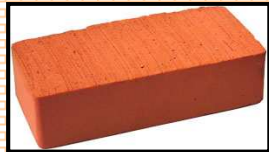
- A PhD témája
- Az elvégzett kísérletsorozat
- Diszkrét elemes vizsgálat
- Az eredmények összehasonlítása
- Összefoglalás, további tervek

# Vasalt falazatok nyírása

## Eddigi ismereteink

- Üreges, beton falazóelemek
- 
- Beton kitöltésbe helyezett acélbetét
  - EC6-ban az állóhézag nem a vasalás elhelyezésére szolgál
  - EC6 nem tartalmazza a függőleges vasalás hatását a falazatok teherbírására, használatát azonban nem tiltja
  - az építőmérnöki gyakorlatban alkalmaztak kisméretű téglából épült kéménykötést

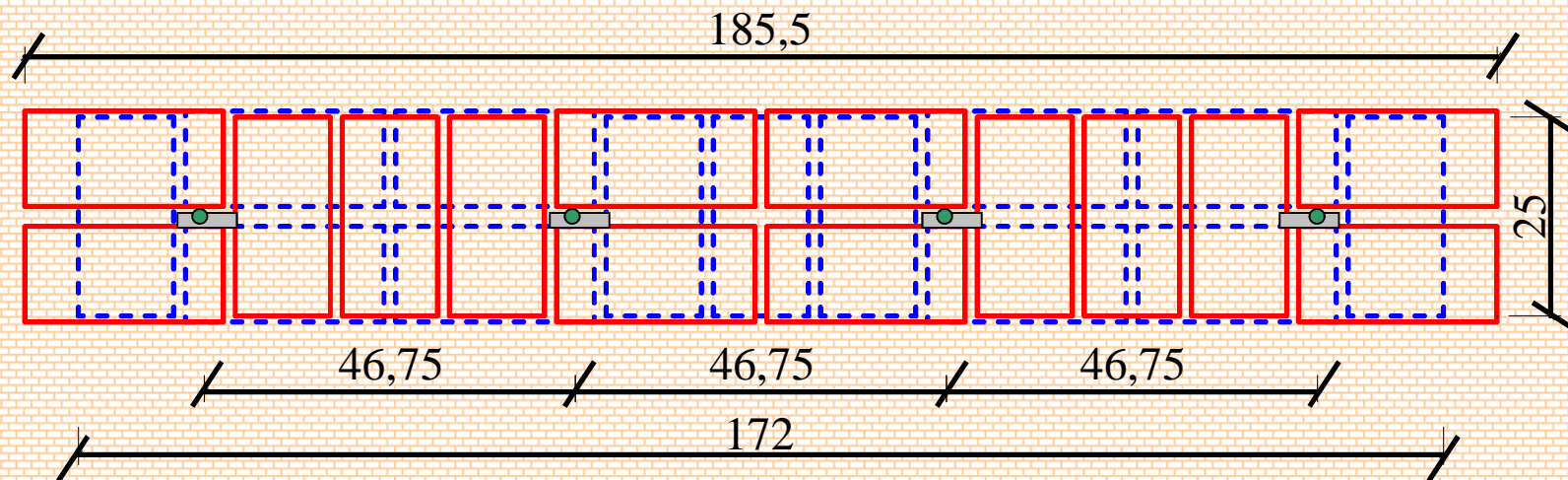
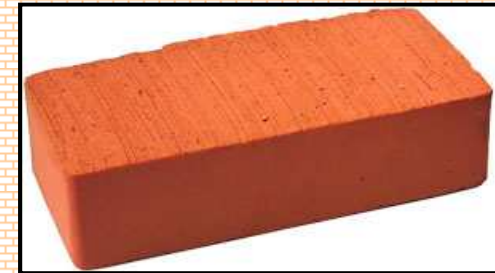
## Saját kísérletek

- Kisméretű, tömör téglá
- 
- előnye, hogy minden irányban közel azonos a nyomószilárdsága
  - Habarcs kitöltésbe helyezett acélbetét
  - Kis méretű habarcs hézag
  - Függőleges vasalás hatása vizsgálható
  - olyan kötéstípus, amely esetében a függőleges betonacél végigfut az állóhézagban, amely mérete miatt csak habarccsal kitölthető

# Vasalt tömör falazat

Kisméretű téglá

250x120x65



# Az elvégzett vizsgálatok célja

Vasalatlan



3 db

Függőlegesen vasalt



2 db

Vízszintesen vasalt



2 db

Függ.+ vízsz. vasalt



2 db

**CÉL:** Mindkét irányú vasalás esetére megállapítani, hogy

- teherbírást növelő hatása van-e (ha igen, akkor mekkora)
- csökkenti-e a repedéstágasságot
- módosítja-e a tönkremenetel jellegét
- módosítja-e a repedésképet.

1

2

3

4

5

6

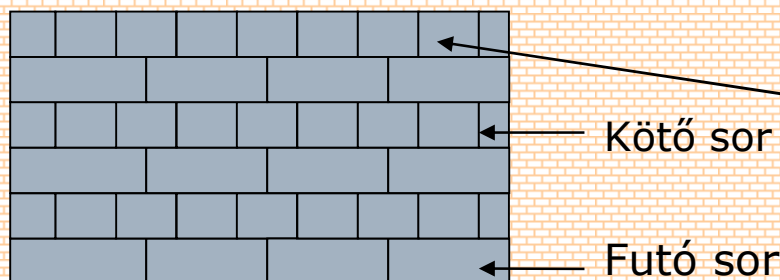
Az elvégzett kísérletsorozat

5/34

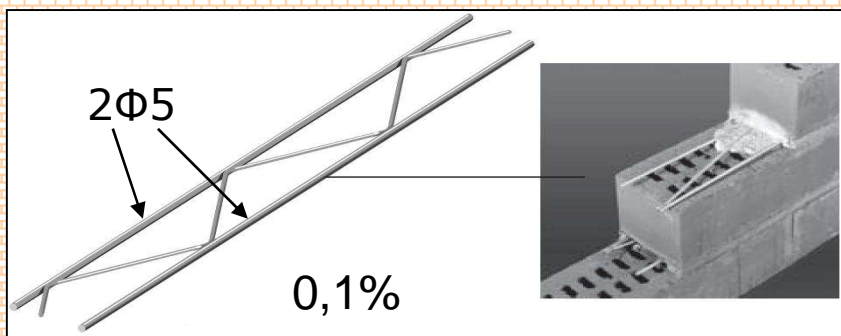
# A kísérleti elemek előkészítése

**A) VASALATLAN**

**B) VÍZSZINTESEN VASALT**

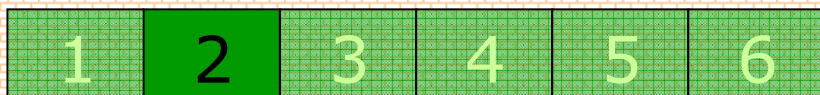
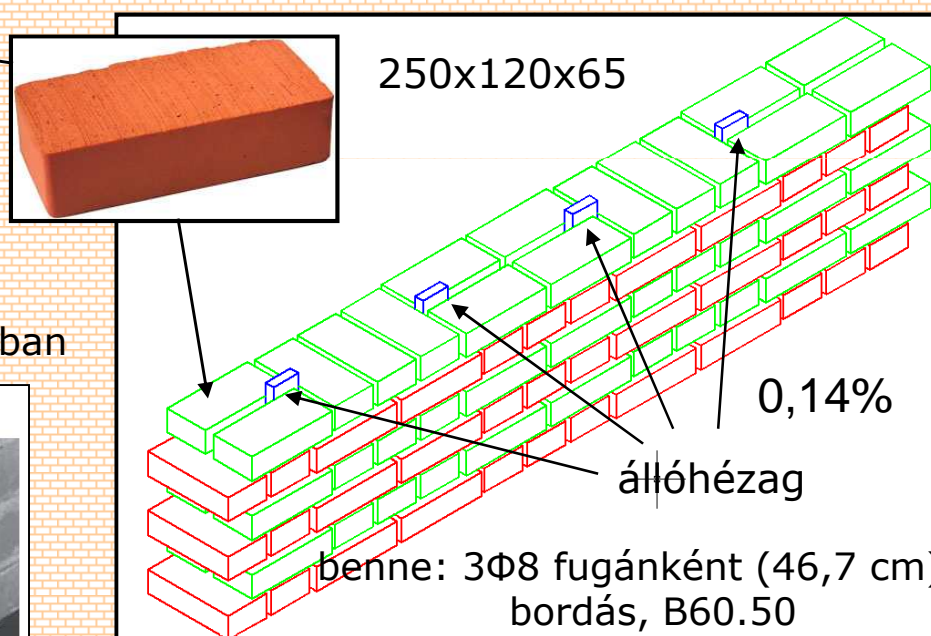


Murfor RND/Z-5-200, minden második fugában



**C) FÜGGŐLEGESEN VASALT**

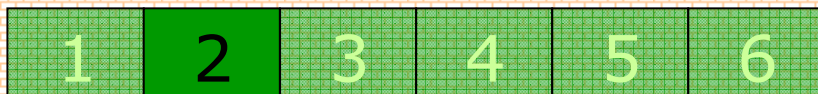
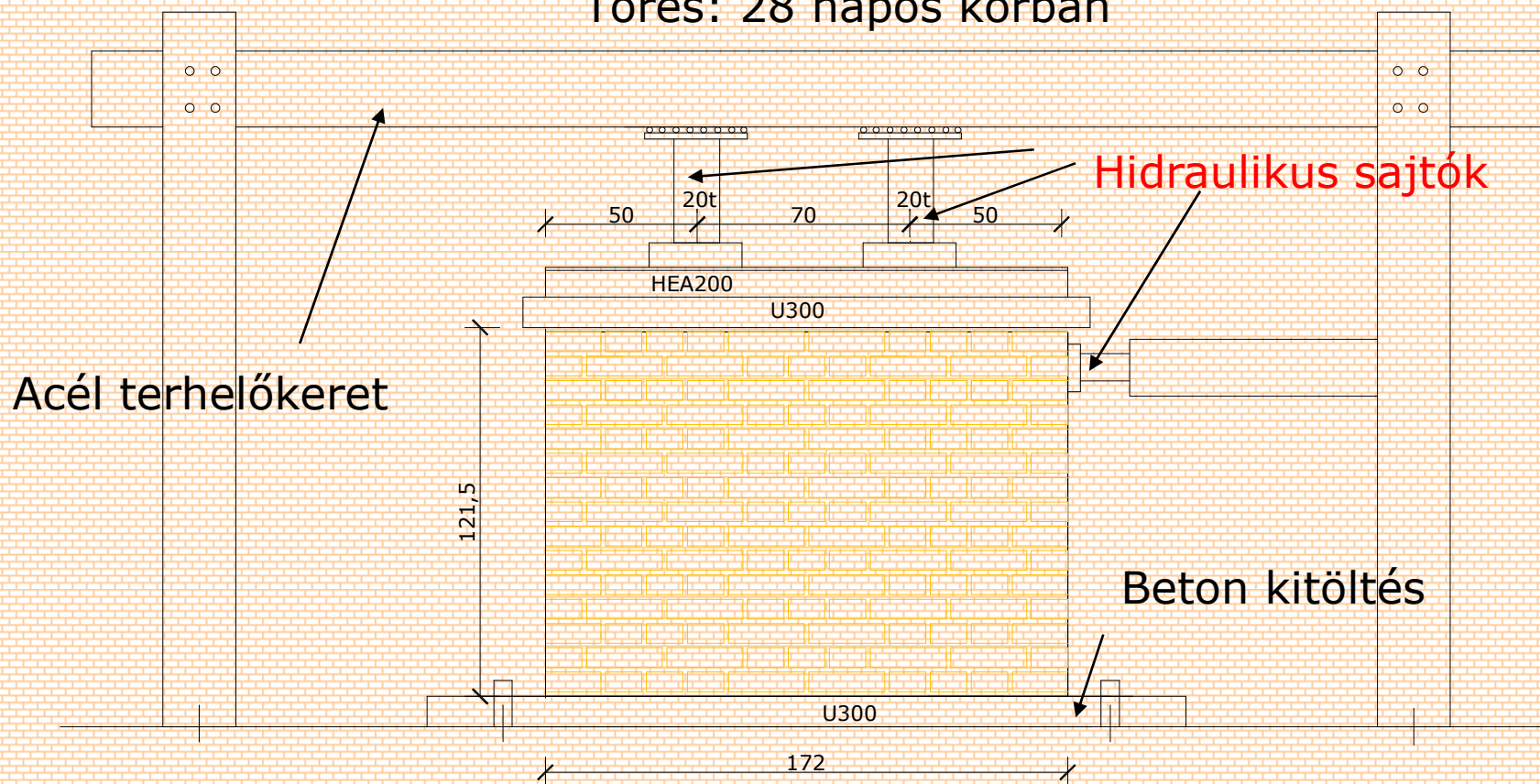
**D) FÜGGŐLEGESEN ÉS VÍZSZINTESEN VASALT**



Az elvégzett kísérletsorozat

# Kísérleti elrendezés

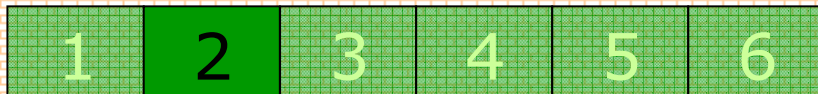
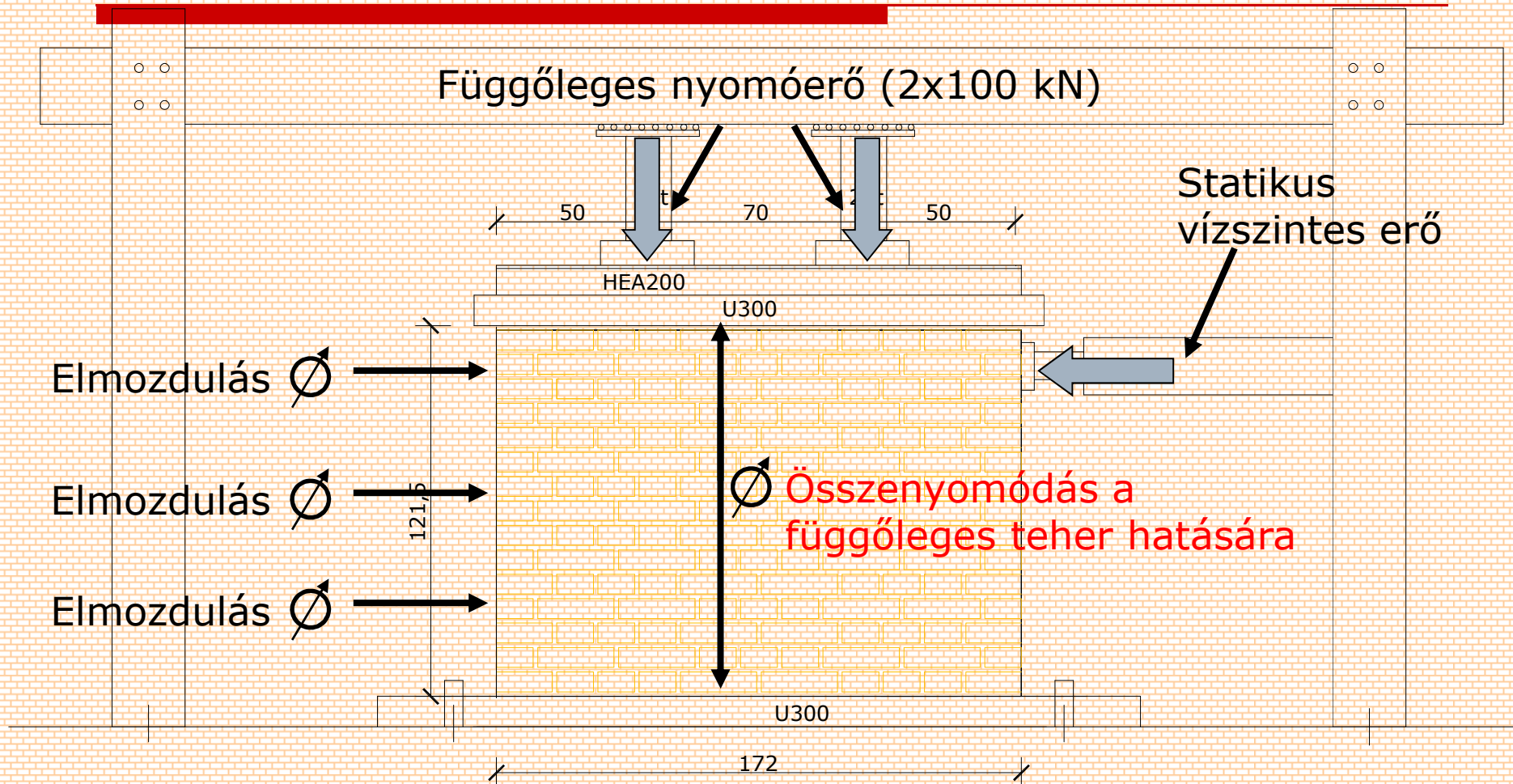
Törés: 28 napos korban



Az elvégzett kísérletsorozat

7/34

# Mérési elrendezés

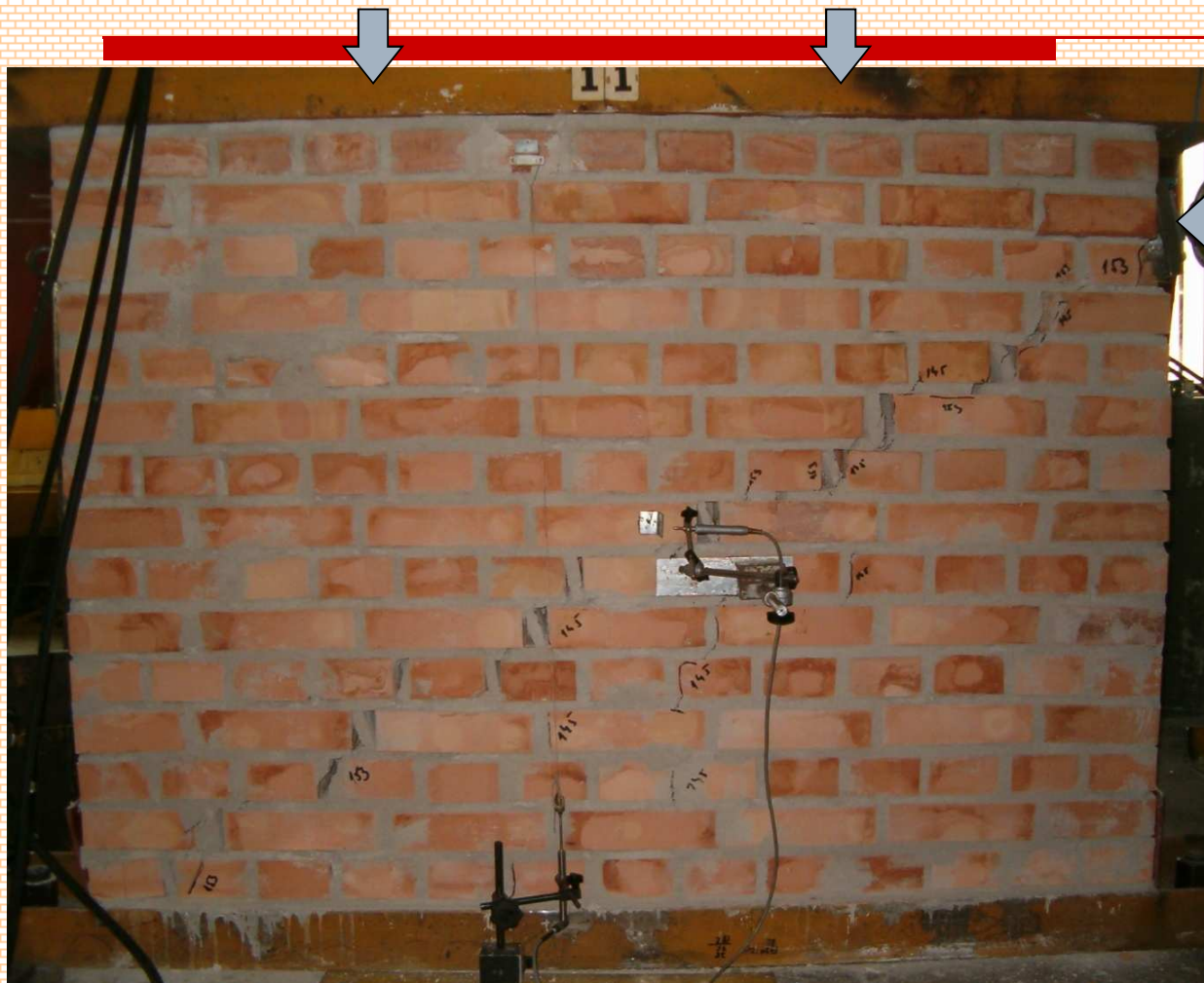




# Az elvégzett kísérletek jellemzői

- ❑ Egyforma geometriai méret ( $H/L=0,7$ )
- ❑ Egyforma nagyságú, 200 kN függőleges nyomóerő (~ 6m fesztávolságról terhet áthordó, 2 emeletes épület alsó falának a terhe)
- ❑ Azonos típusú, kisméretű, tömör téгла (nyomószilárdság:  $10 \text{ N/mm}^2$ )
- ❑ Irányonként azonos mennyiségű, típusú és elrendezésű vasalás
- ❑ Kétféle habarcs: a téгла nyomószilárdságánál kisebb és azzal megegyező habarcsszilárdság (M30 habarcs típus nyomószilárdsága:  $3 \text{ N/mm}^2$ , ill. M100 habarcs típus esetén  $10 \text{ N/mm}^2$ )

# Törésképek – vasalatlan fal, M30



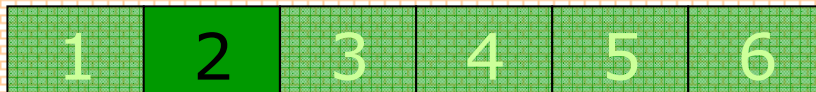
Első repedés megjelenése: 145 kN

A falazat teljesen tönkrement, a felső „háromszög” elcsúszott az alsó „háromszögön”

Törőerő: 155 kN,

Törés utáni állandósult erő: 130 kN,

Legnagyobb elmozdulás a tetőponton: 26 mm



Az elvégzett kísérletsorozat

10/34

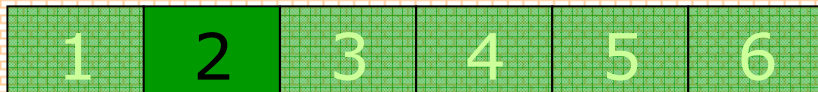
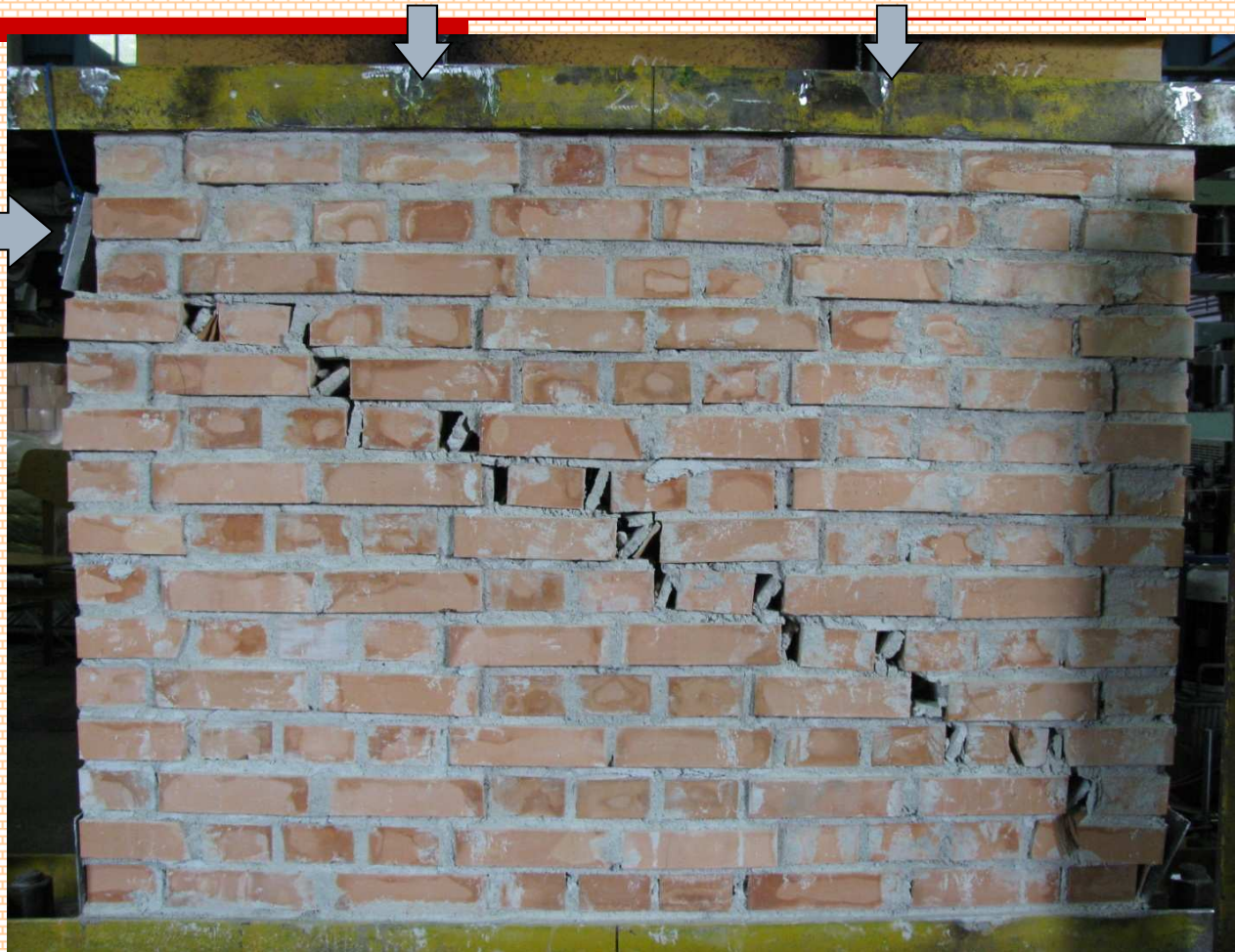
# Törésképek – függőlegesen vasalt fal, M30

Első repedés  
megjelenése: 121 kN

163 kN hatására,  
max. elmozdulás a  
tetőponton: 60,5 mm

A falazat a teljes átlós  
törés kialakulása után  
nem ment tönkre  
azonnal, képes  
többleterő felvételére!

Töréskép alakja hasonló  
vasalatlan faléhoz.  
A különbség a kötés  
eltérő jellegéből adódik.



# Törésképek – vízszintesen vasalt fal, M30



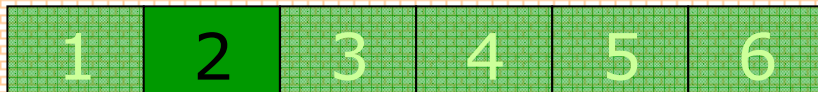
Első repedés  
megjelenése: 173 kN

Törésképek jellege  
megváltozik, részben  
változik a tönkremenetel  
módja

Törőerő: 180 kN

Törés utáni állandósult  
erő: 163 kN

Max. elmozdulás: 67 mm



Az elvégzett kísérletsorozat

12/34

# Törésképek – függőlegesen és vízszintesen vasalt fal, M30

Első repedés megjelenése: 176 kN

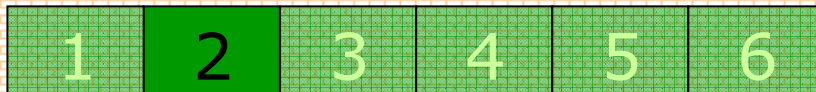


Legnagyobb erő: 252 kN

Maximális elmozdulás: 60 mm

Töréskép jellege módosul: kiterjedtebb a repedezett zóna

Jóval kisebb a repedéstágasság



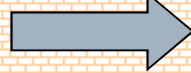
Az elvégzett kísérletsorozat

13/34



# Törésképek – függőlegesen vasalt fal, M100

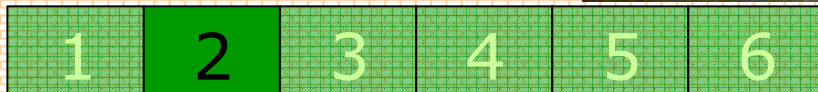
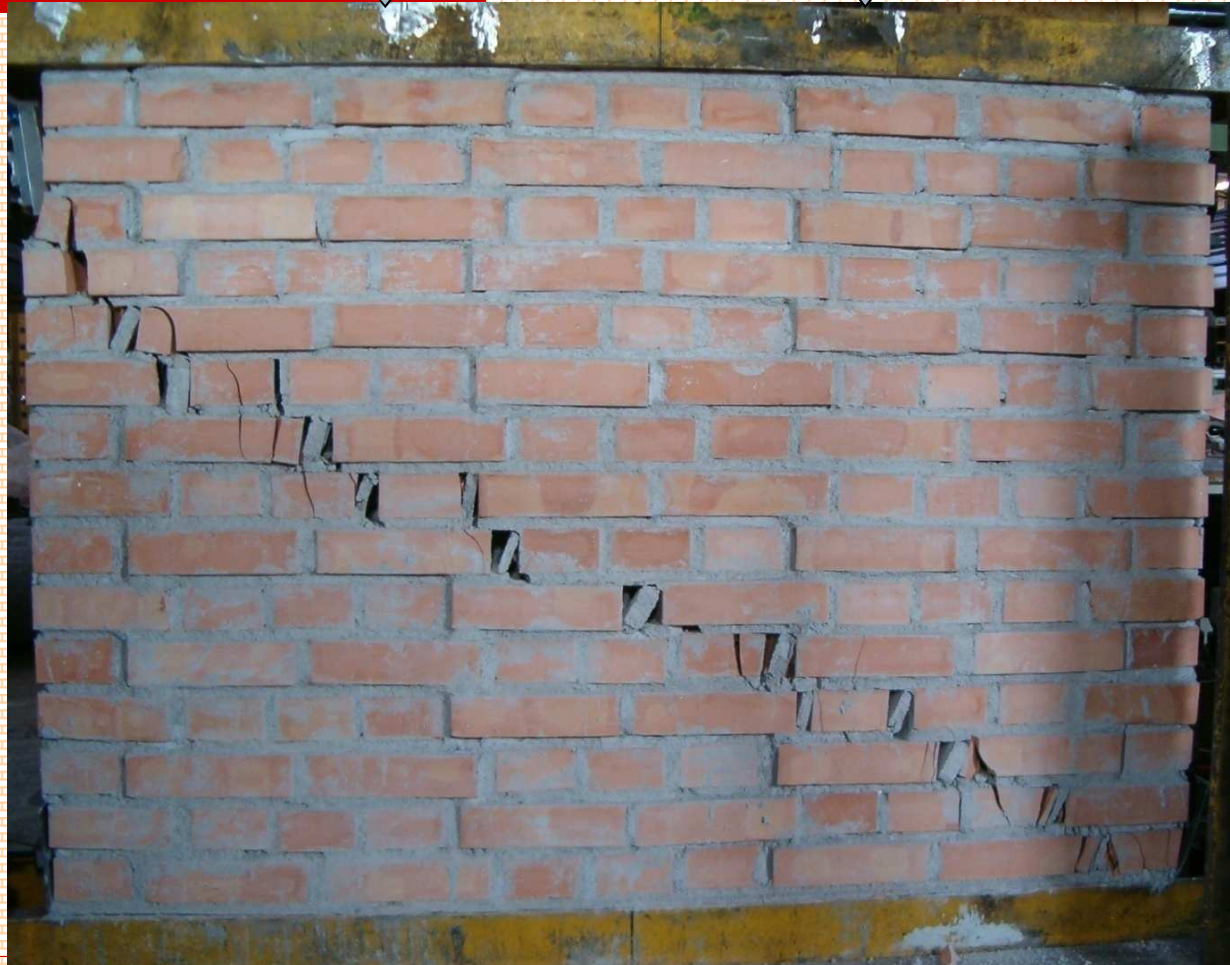
Első repedés  
megjelenése: 176 kN



Maximális erő: 231 kN

Maximális elmozdulás:  
42 mm

Töréskép jellege  
módosul: jól láthatóan  
a téglák is átrepednek



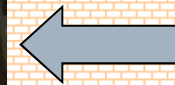
Az elvégzett kísérletsorozat

15/34

# Törésképek – vízszintesen vasalt fal, M100



Első repedés  
megjelenése: 190 kN

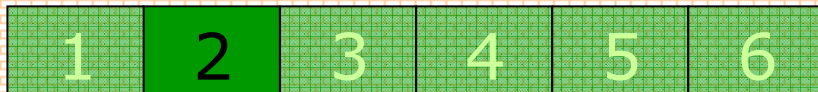


A repedéskép jellege  
megváltozik: az 12. sor  
alatt reped meg

Törőerő: 193 kN,

Törés utáni állandósult  
erő: 171 kN,

Legnagyobb elmozdulás  
a tetőponton: 38 mm



Az elvégzett kísérletsorozat

16/34



# Törésképek – függőlegesen és vízszintesen vasalt fal, M100



200 kN tehernél:  
Maximális teher: 331 kN  
Max. elmozdulás: 32 mm

240 kN tehernél:  
Maximális teher: 378 kN  
Max. elmozdulás: 38 mm

Tönkremenetel  
egyértelműen hajlítási  
lehetne

1. repedés: 200 kN

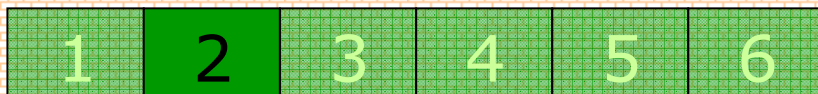
1 2 3 4 5 6

Az elvégzett kísérletsorozat

17/34

# Törésképek – függőlegesen és vízszintesen vasalt fal, M100

---



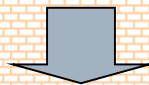
Az elvégzett kísérletsorozat

18/34

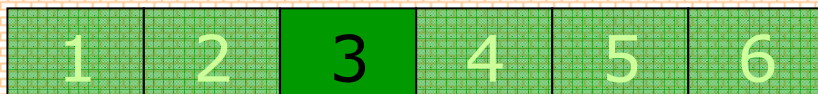
# A diszkrét elemes vizsgálatok céljai

---

1. Megtalálni az „elméletileg” lehetséges tönkremeneteli módokat
2. A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód elérése vasalatlan falazatra, a kísérletben alkalmazott kötéstípusra
3. A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód megtalálása vasalt falazatokra

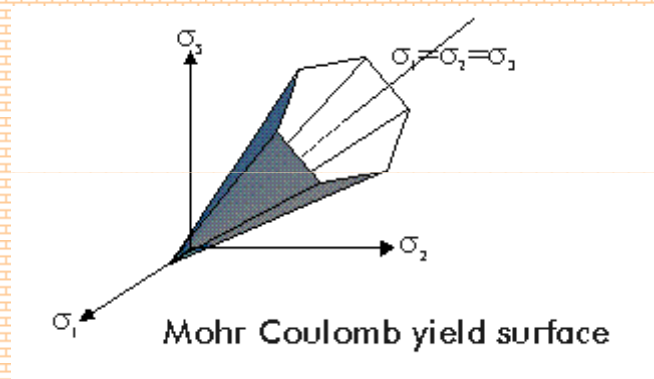


3D-s modell a 3DEC-kel



# A modell jellemzői

- modelltégla mérete: téгла+fél habarcs
- A téгла viselkedése: Mohr-Coulomb típusúan képlékenyedő



- Kapcsolati modell: Coulomb súrlódásos, kohézióval és húzószilárdsággal rendelkező
- Terhelés folyamata – építési sorrend figyelembe vétele

# A modell jellemzői

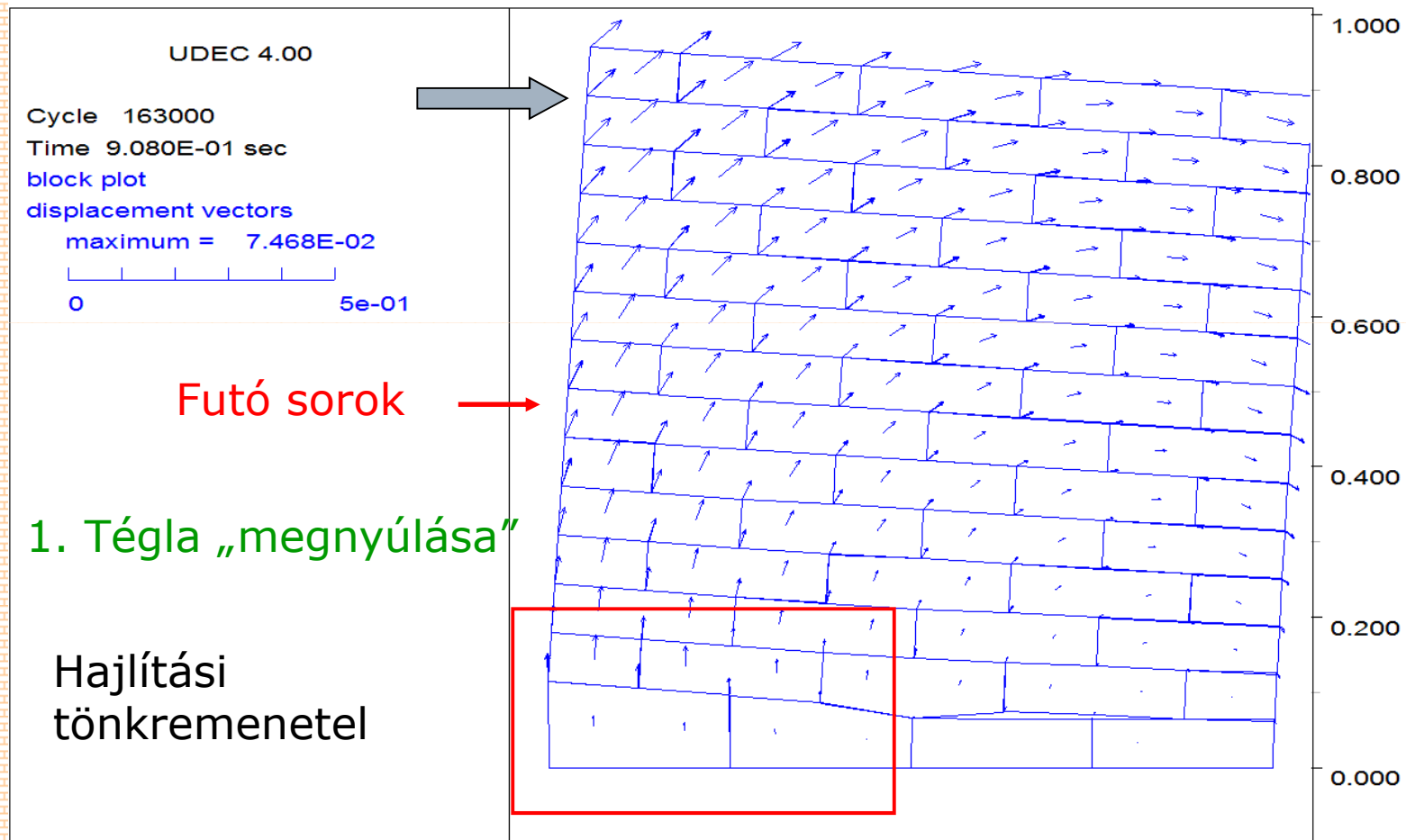
## □ A téгла:

- sűrűsége:  $\rho=1427,7 \text{ kg/m}^3$ ,
- térfogat-változási modulusa  $K=7500 \text{ N/mm}^2$ ,
- nyírási modulus értékének  $G=8181 \text{ N/mm}^2$ ,
- Húzószilárdság: habarcs húzószilárdsága,
- belső súrlódási szög:  $36-38^\circ$ .

## □ A habarcs (kapcsolati elem):

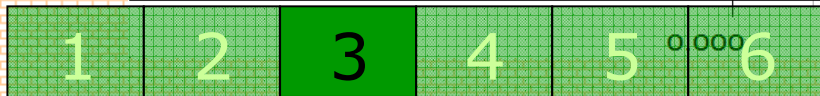
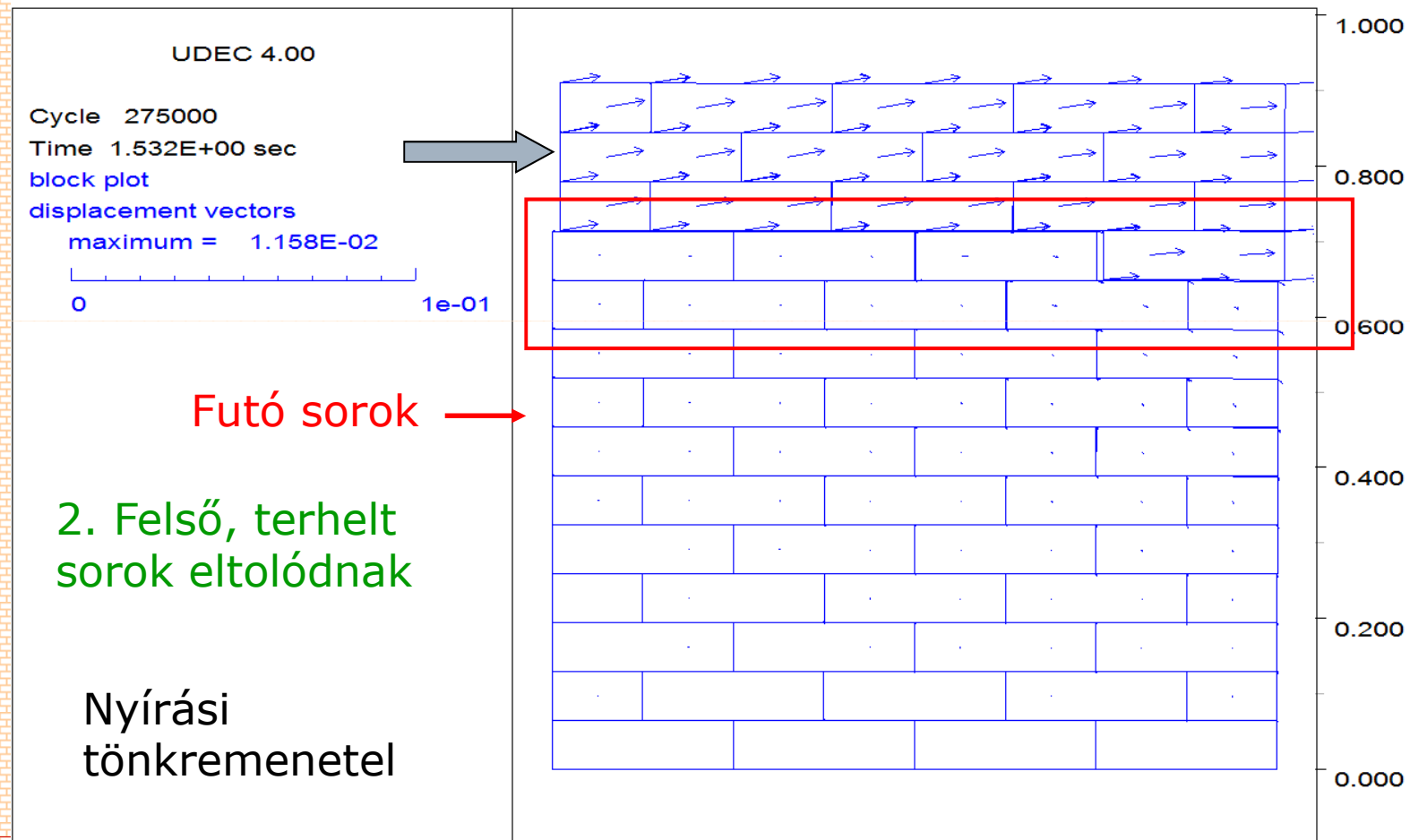
- A normálmerevség és nyírási merevség értéke: a habarcs rugalmassági modulusa,  $E=1300 \text{ N/mm}^2$ ,
- súrlódási szög:  $26^\circ$ ,
- Húzószilárdság:  $0,015 \text{ N/mm}^2$ ,
- Kohézió :  $c=1 \text{ N/mm}^2$ ,
- Dilatációs szög:  $10^\circ$ .

# Az „elméletileg” lehetséges tönkremeneteli módok megtalálása



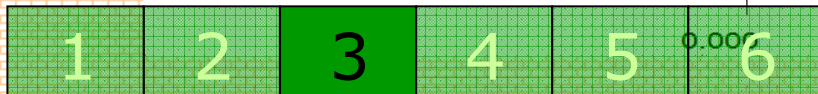
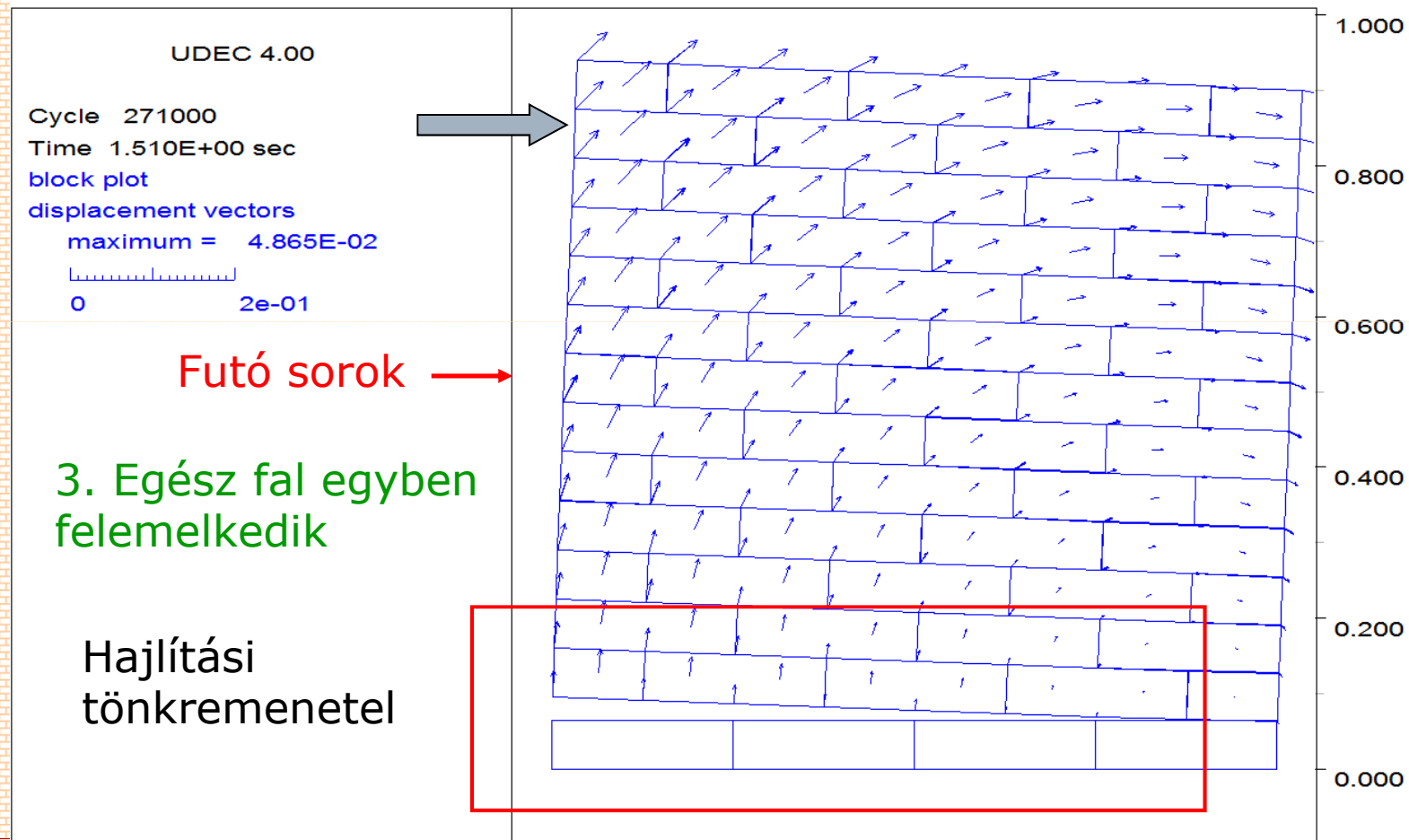
A diszkrét elemes vizsgálatok

# Az „elméletileg” lehetséges tönkremeneteli módok megtalálása



A diszkrét elemes vizsgálatok

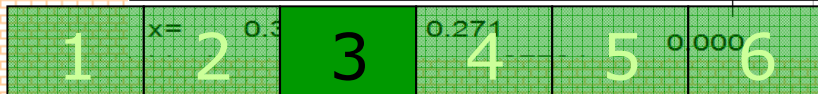
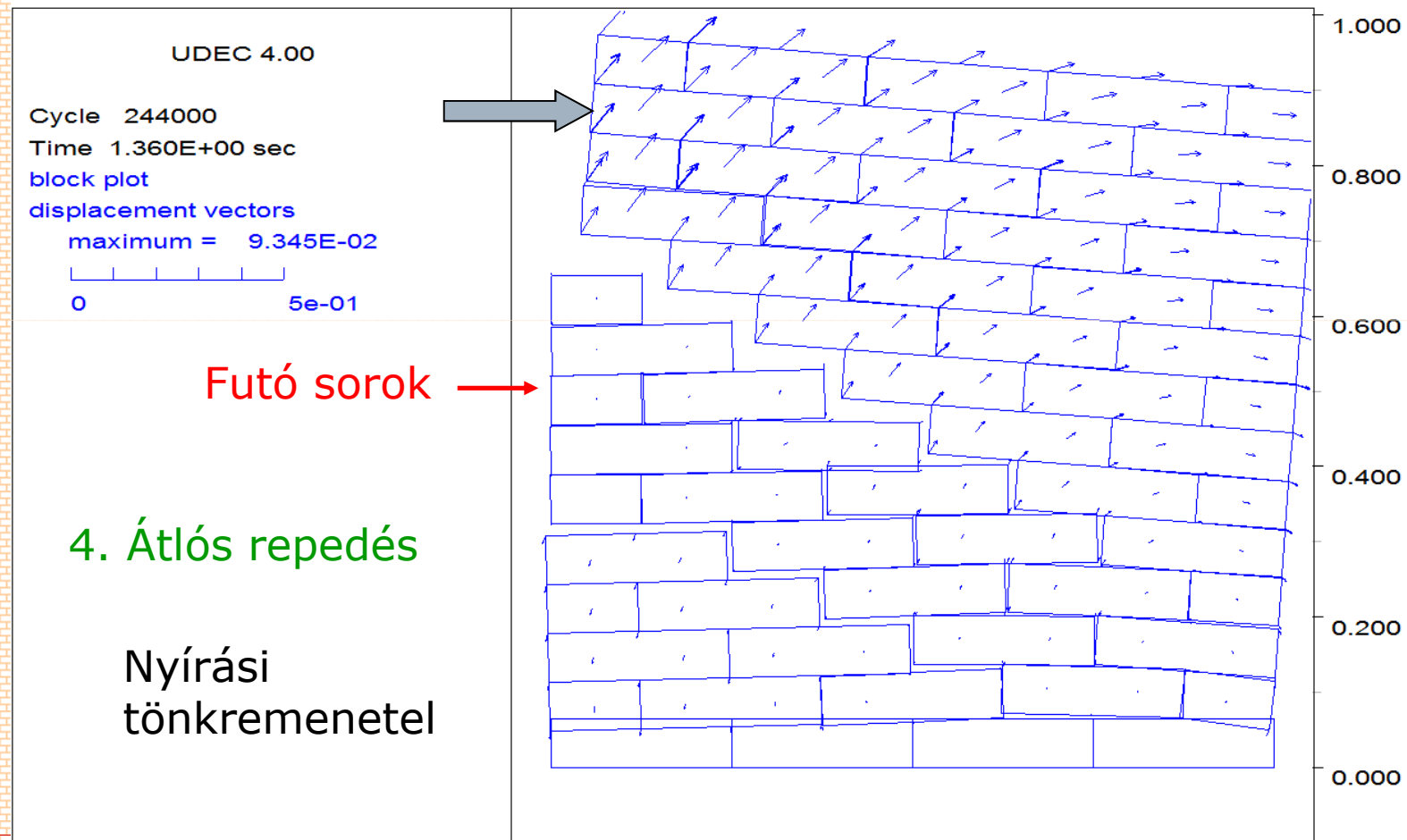
# Az „elméletileg” lehetséges tönkremeneteli módok megtalálása



A diszkrét elemes vizsgálatok

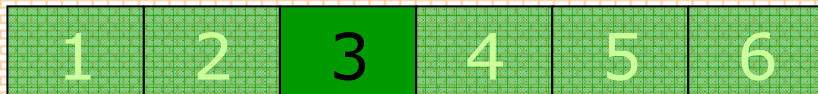
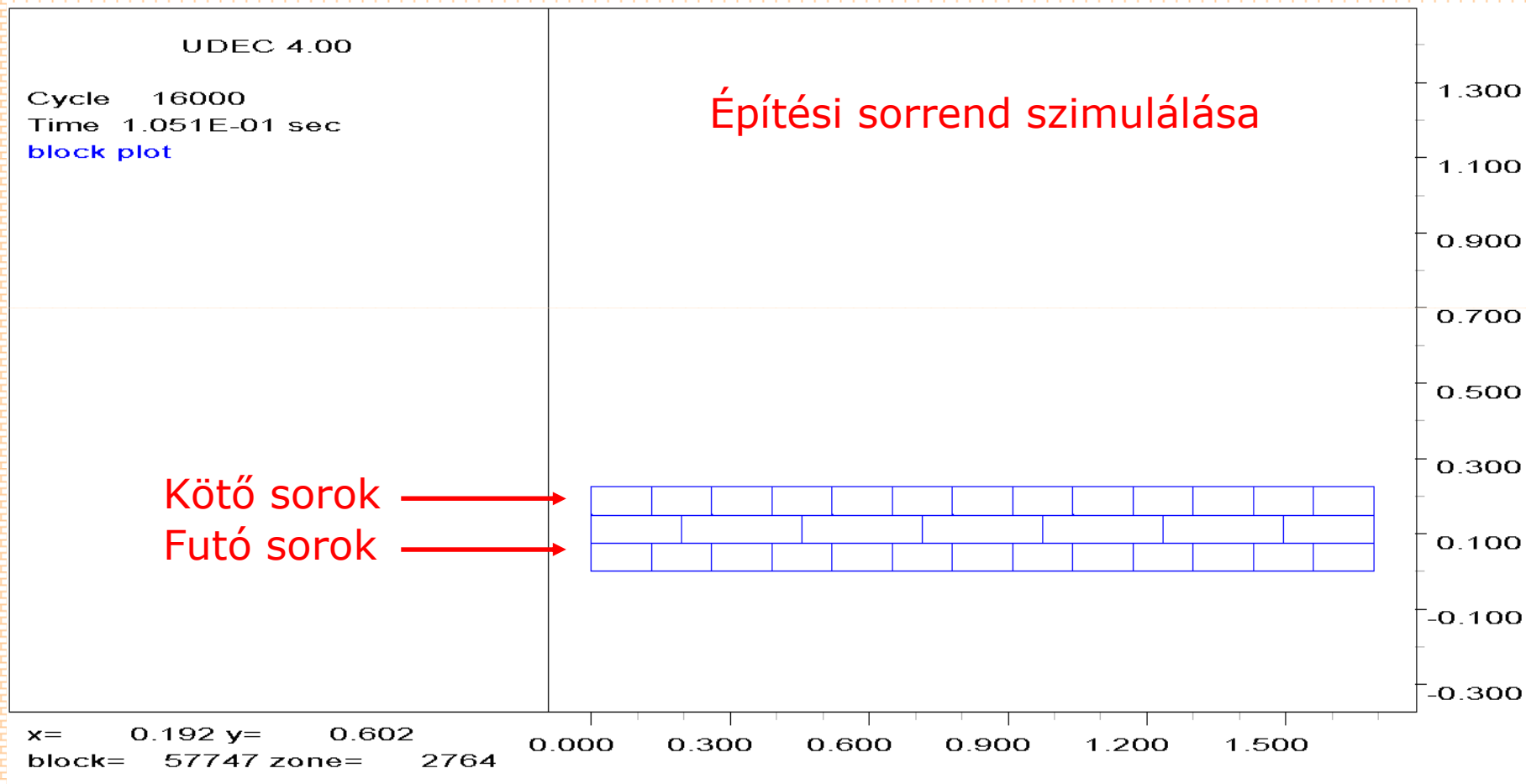


# Az „elméletileg” lehetséges tönkremeneteli módok megtalálása

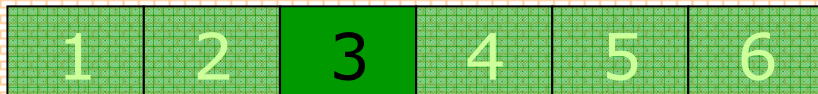
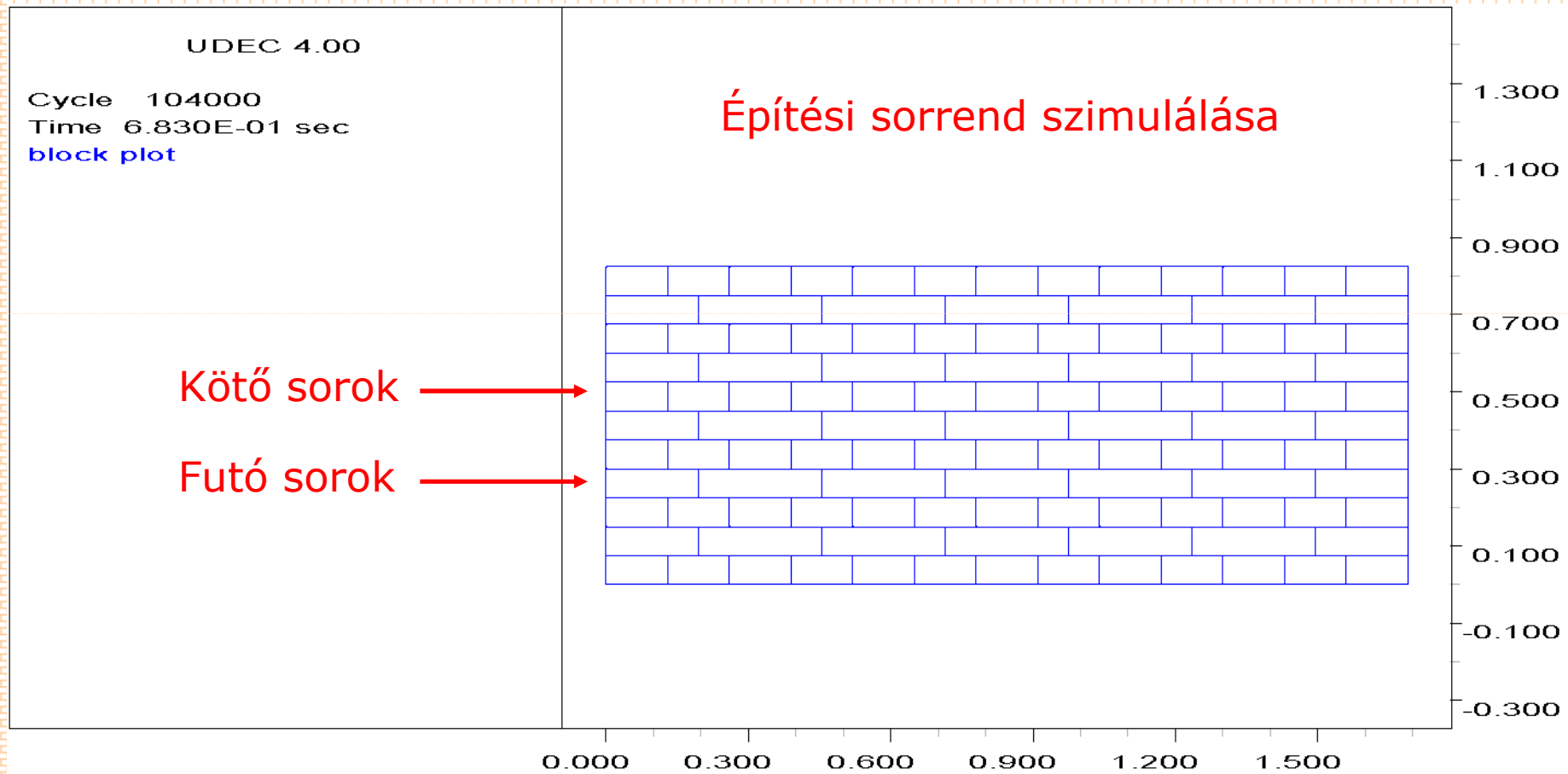


A diszkrét elemes vizsgálatok

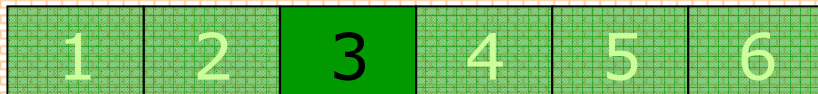
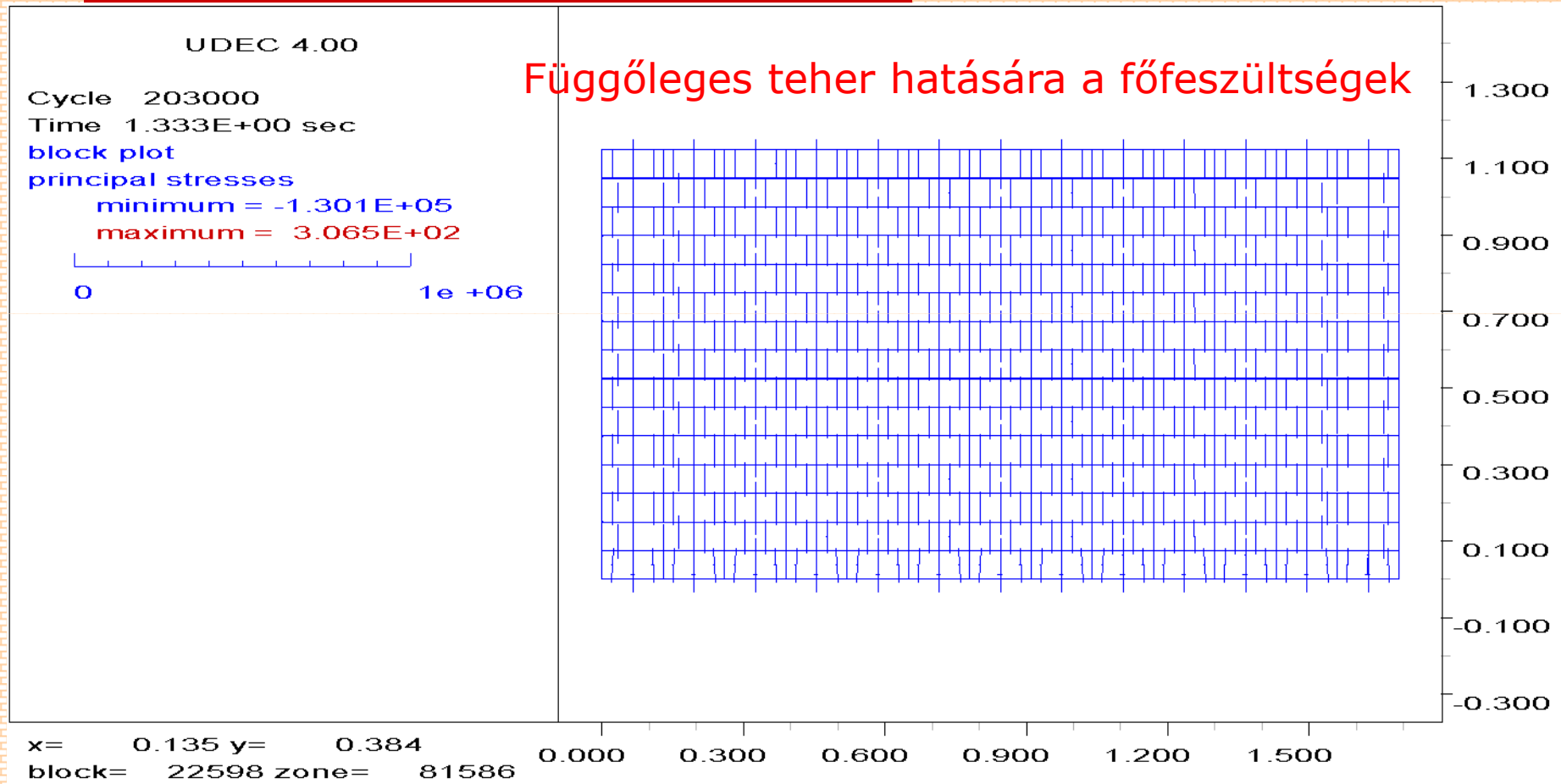
# A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód vizsgálata vasalatlan falazatra



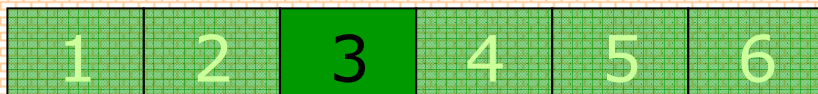
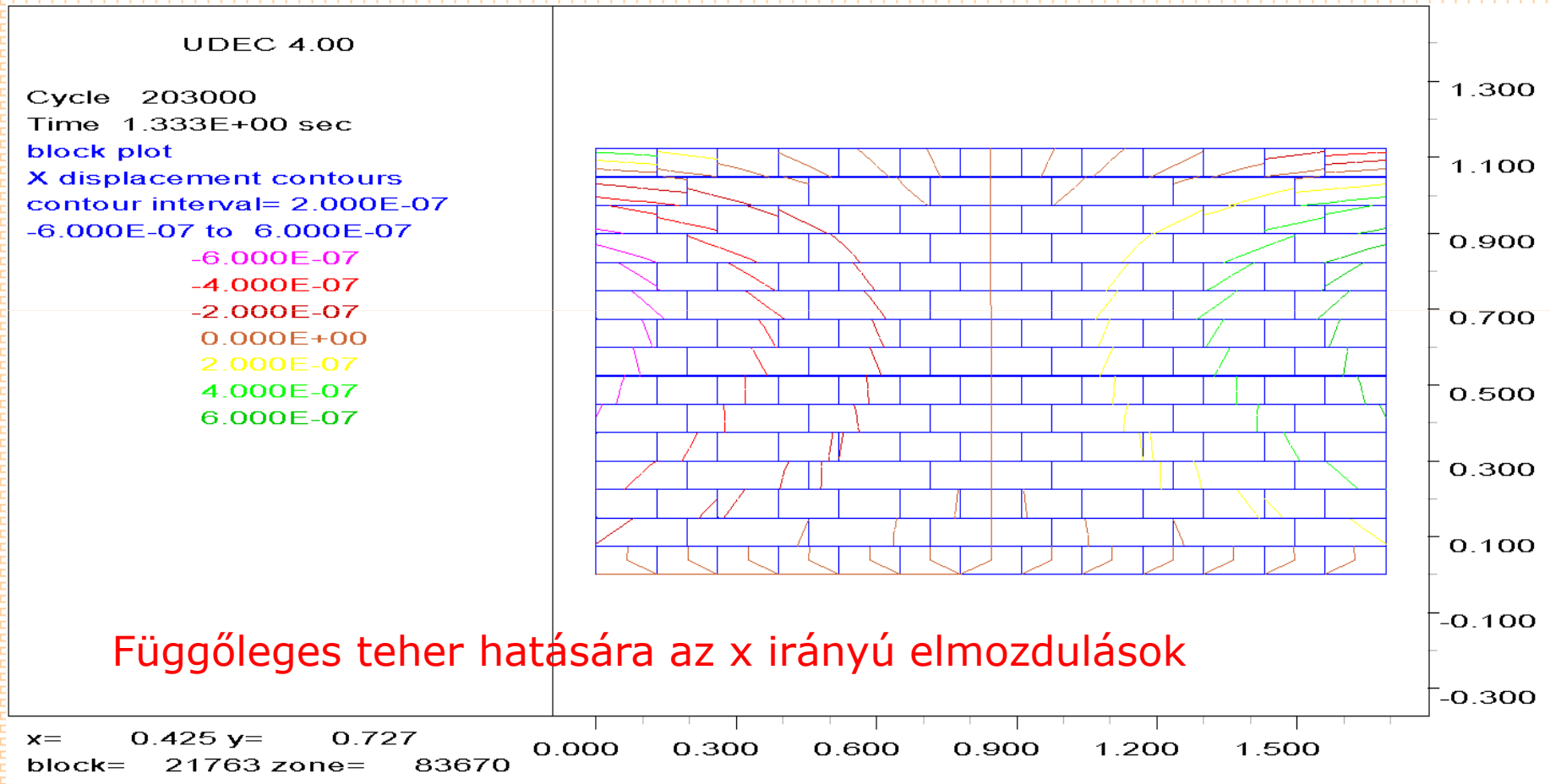
# A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód vizsgálata vasalatlan falazatra



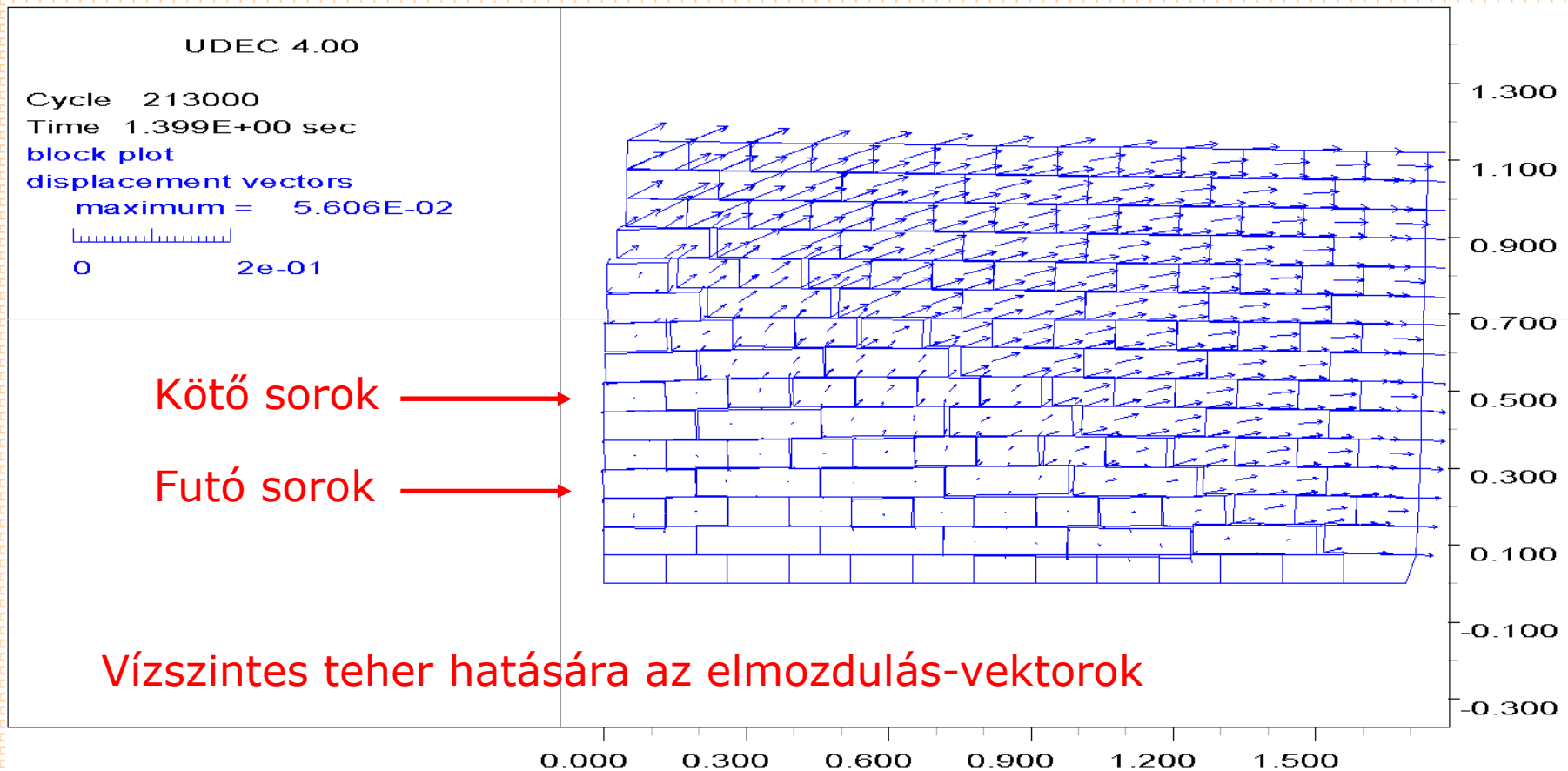
# A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód vasalatlan falazatra



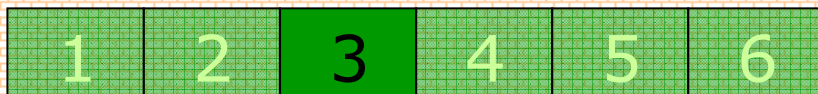
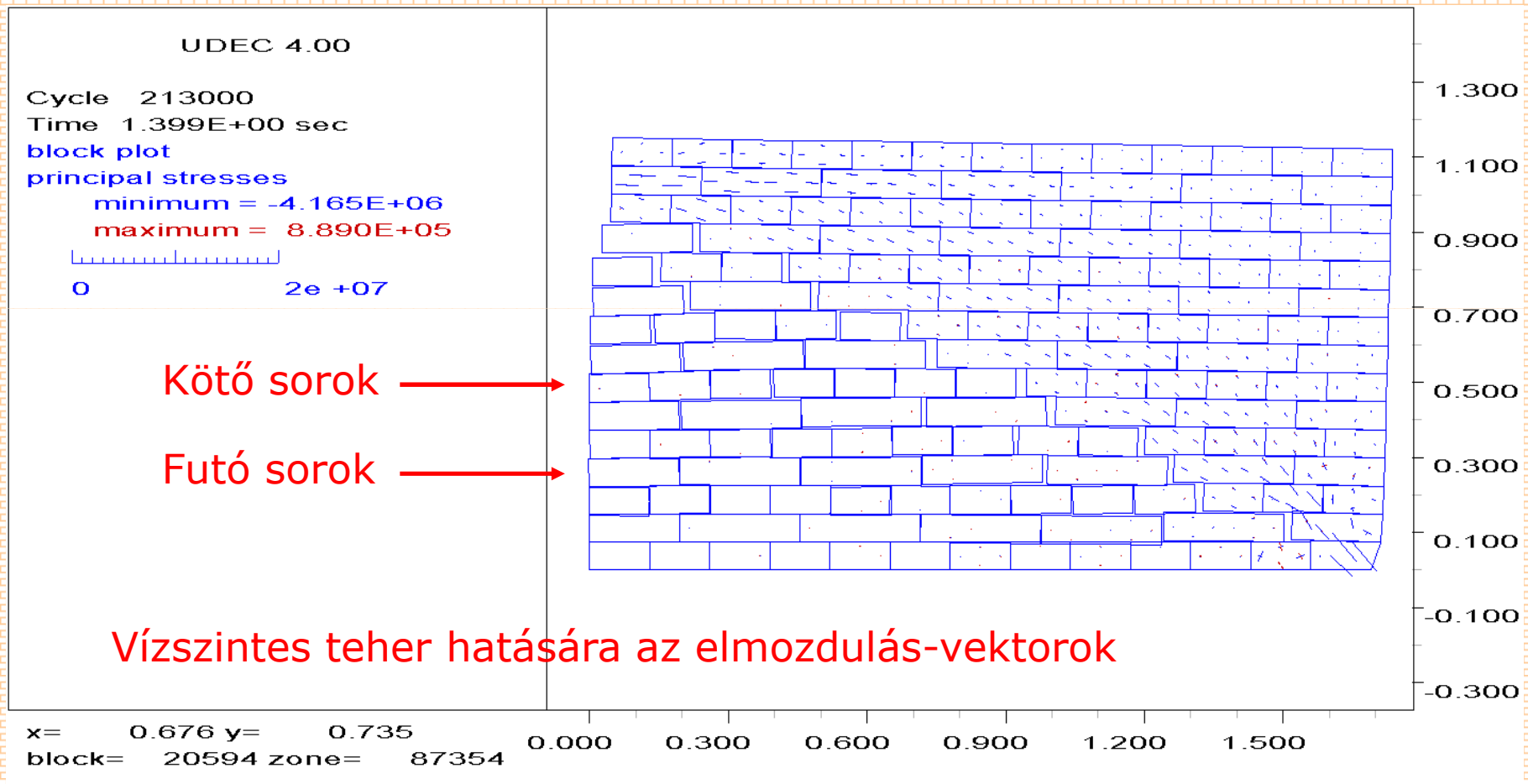
# A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód vasalatlan falazatra



# A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód vasalatlan falazatra

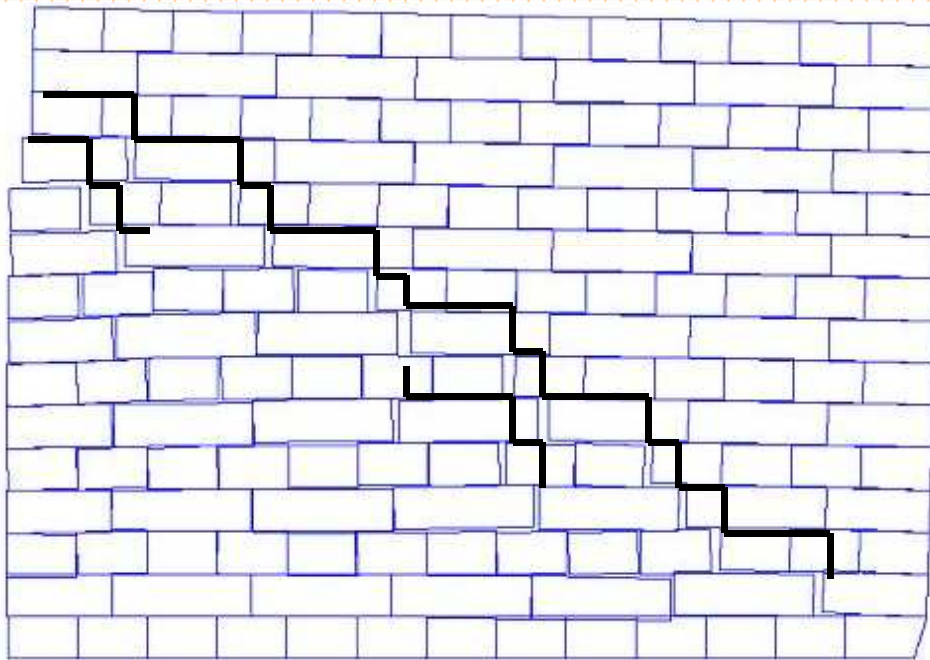


# A valóságban bekövetkező tönkremeneteli mód vasalatlan falazatra



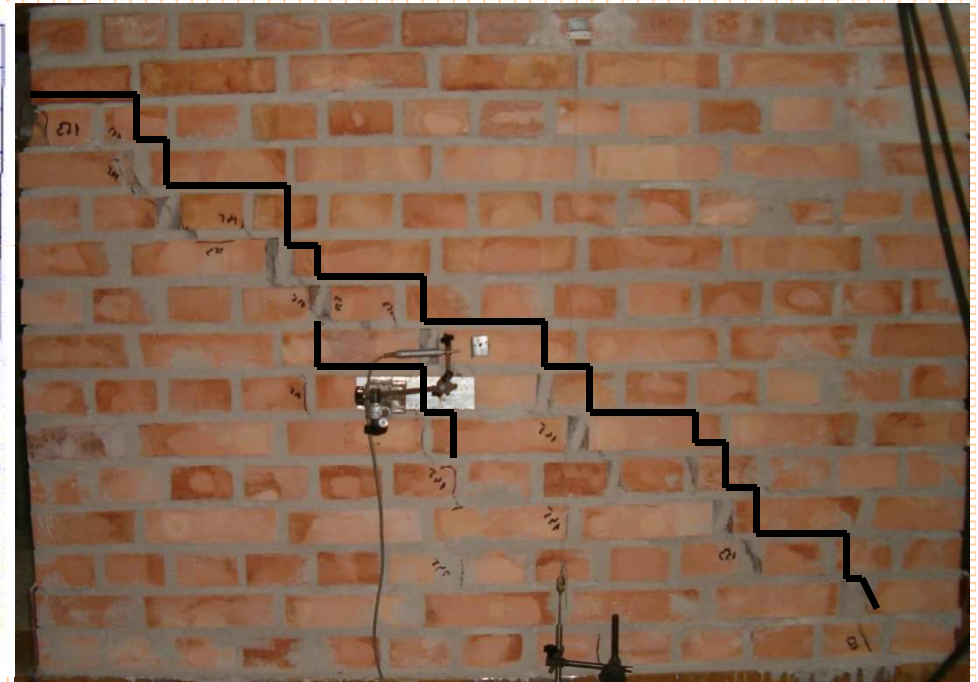
# Tönkremeneteli mód ugyanarra a kötésre

3,2 cm 120 kN hatására

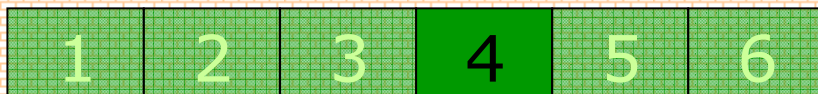


Elmozdult alak a UDEC 4.0-ból

2,6 cm 130 kN hatására



Tényleges tönkremenetel



Az eredmények összehasonlítása



# Diszkrét elemes modell

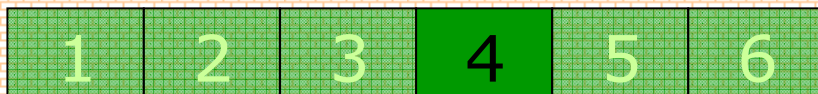
Tönkremeneteli mód összehasonlítása ugyanarra a kötésre



Főfeszültségek a UDEC 4.0-ból



Tényleges tönkremenetel



Az eredmények összehasonlítása

# Felhasznált irodalom

---

- [1] XIII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, ÉPKO2009,  
Fódi Anita, Bódi István: : Tömör téglából épített vasalt és vasalás nélküli  
téglafalazat kísérleti és numerikus vizsgálata saját síkjában történő nyírásra  
(Experimental and numerical investigation of plain and vertically reinforced  
masonry walls subjected to in-plane shear loading)  
Csíksomlyó, 2009. június 11-14., p. 144-151
- [2] [http://www.epito.bme.hu/me/dolgozok/feltoltesek/kbagi/fodi\\_anita\\_teglafal.pdf](http://www.epito.bme.hu/me/dolgozok/feltoltesek/kbagi/fodi_anita_teglafal.pdf)  
SZEMCSÉS ANYAGOK MIKROMECHANIKÁJA, Házi feladat  
Kisméretű téglából épített falazat tönkremeneteli módjainak vizsgálata saját  
síkában történő nyírásra
- [3] J. G. ROTS: Numerical simulation of cracking in structural masonry,  
<http://www.mechanics.citg.tudelft.nl/~pierre/heron/36-2/6.pdf>, 2008.12.10.

**Köszönöm a figyelmet!**