

# MMK GEOTECHNIKAI TAGOZAT

## GEOTECHNIKAI ÉS TARTÓSZERKEZETI TERVEZŐI FELADATOK KAPCSOLÓDÁSA AZ ALAPOZÁSOK TERVEZÉSE SORÁN - FELADATOK, KÖVETELMÉNYEK, EGYÜTTMŰKÖDÉS

HORVÁTHNÉ BAK EDINA  
DR. MÓCZÁR BALÁZS

2

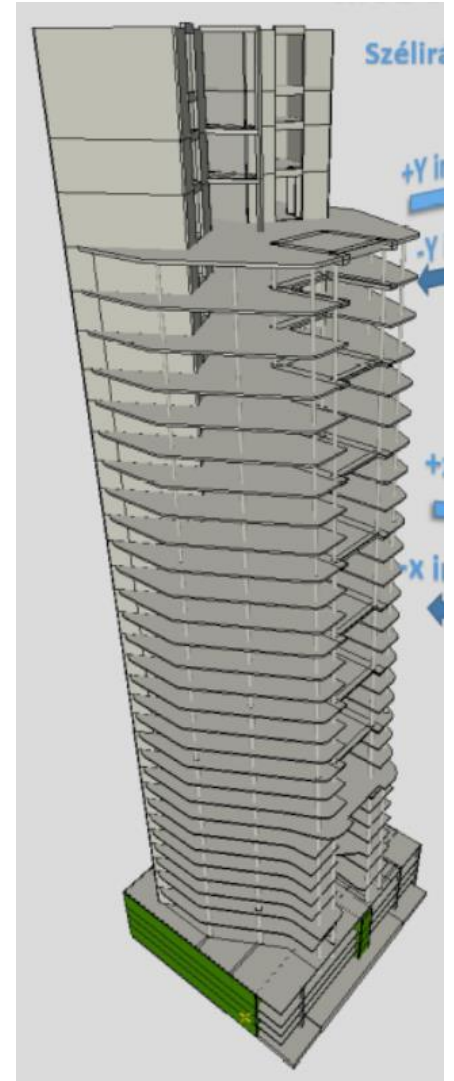
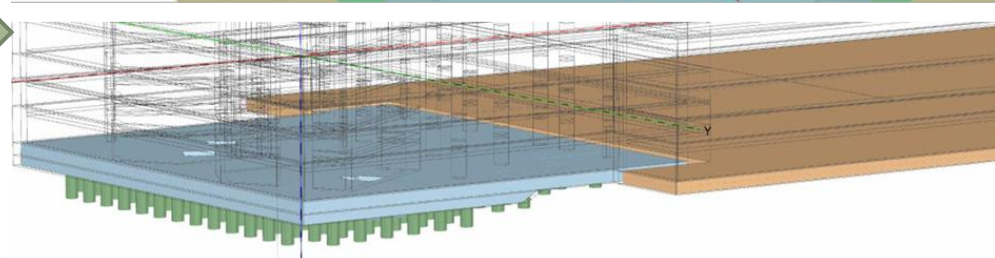
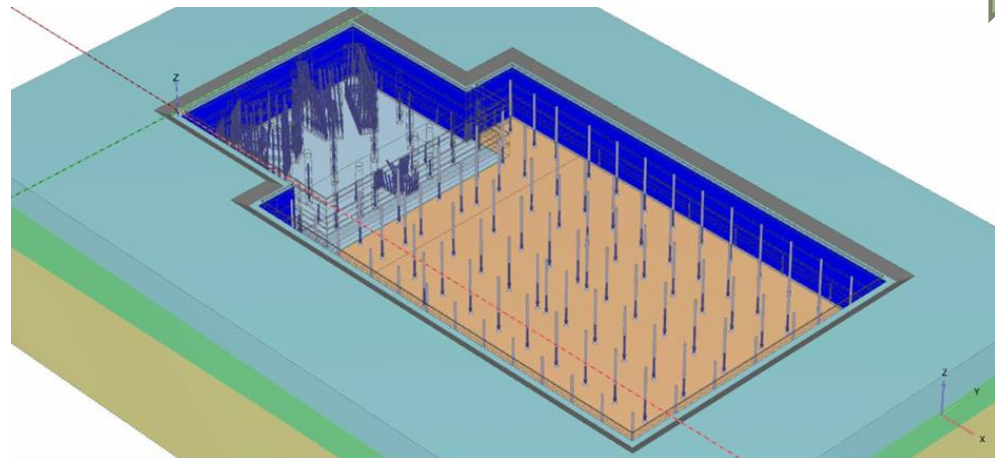
## TALAJ-SZERKEZET KÖLCSÖNHATÁS FONTOSSÁGA, SÍKALAPOZÁS (LEMEZALAPOZÁS)

Dr. Móczár Balázs



## Idealizálás

- ▣ geometria
- ▣ anyagi viselkedés
- ▣ terhelés

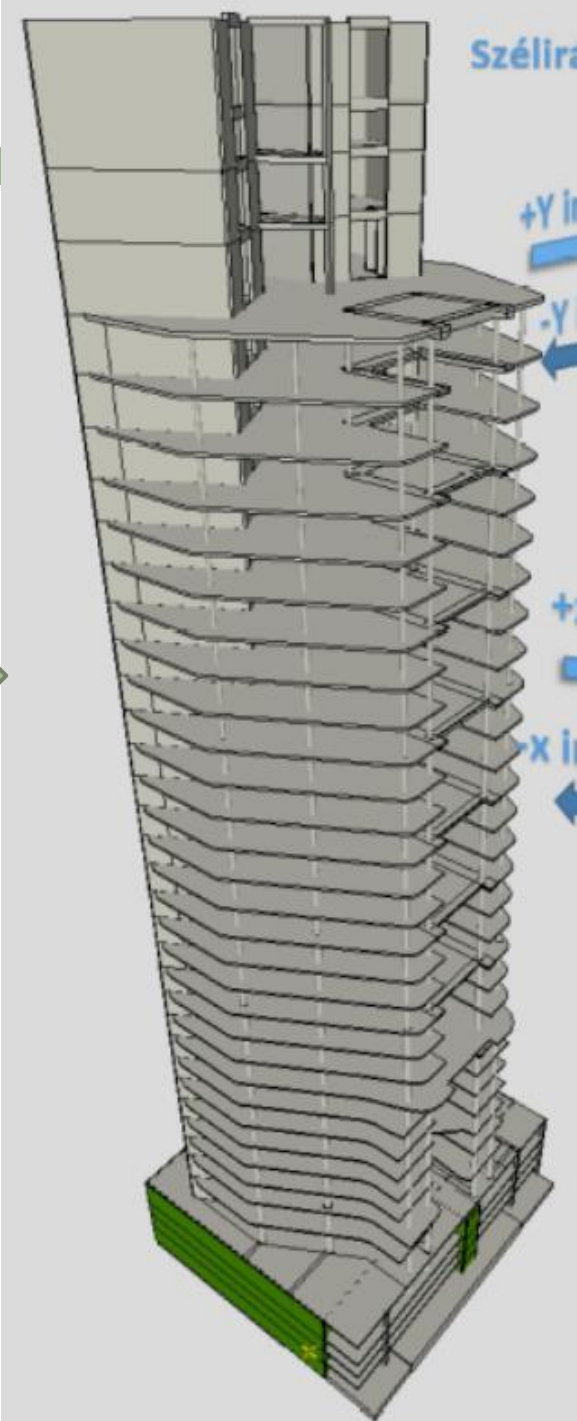
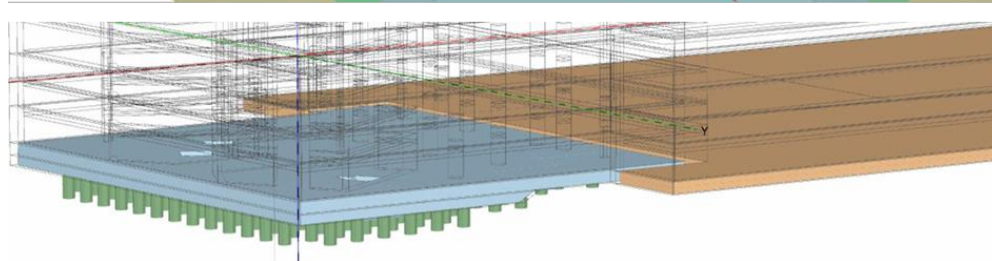
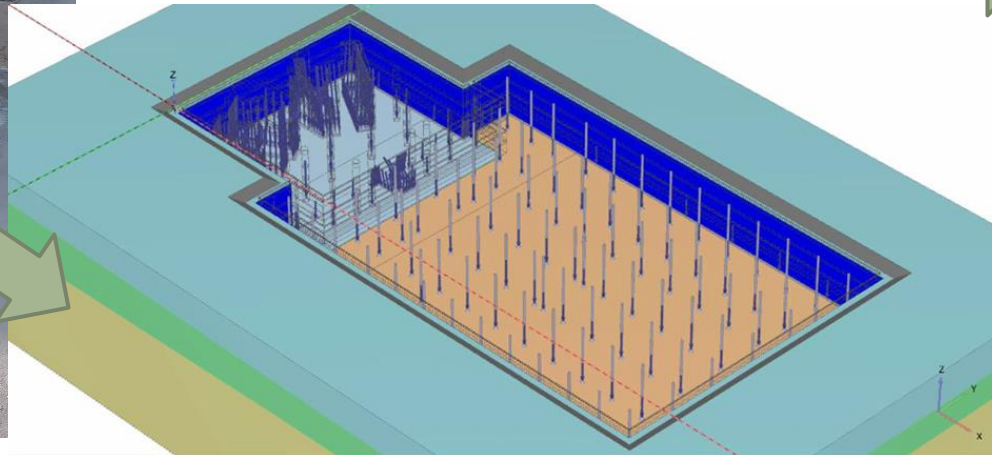
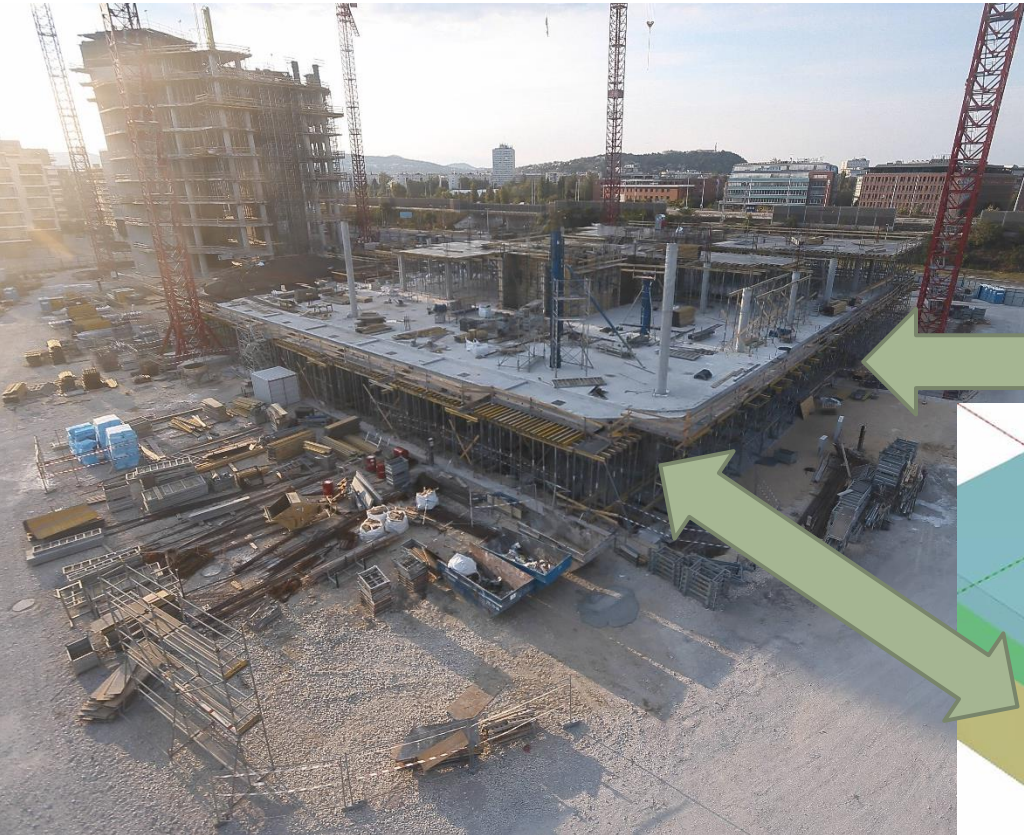




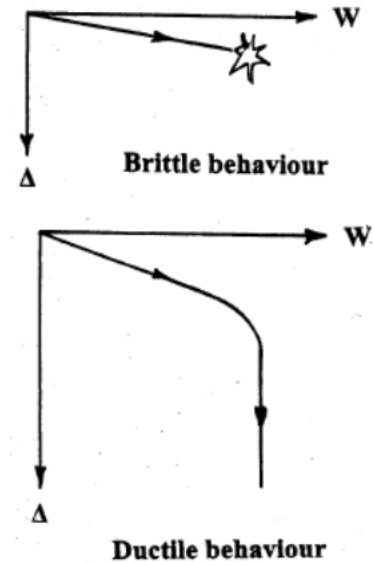
# Modellezés

## Idealizálás

- ▣ geometria
- ▣ anyagi viselkedés
- ▣ terhelés



- *Geometria:*
  - Többségében jól definiált és könnyen idealizálható
  - 3D modell (szerkezeti (véges)elemek 1D és 2D)
  - Egyre bonyolultabb-komplexebb szerkezetek
  - Kritikus a kapcsolatok definiálása (károsodások jelentős része)
- *Anyag:*
  - Döntően lineárisan rugalmas – tökéletesen képlékeny
  - Geotechnikai szempontból valójában „kohéziós” anyagok
  - Lineárisan rugalmas + egy határfeszültséggel leírható
  - Tervezés során definiálni tudjuk a merevséget - szilárdságot
- *Terhelés:*
  - Bizonytalanság a modellezés során (elsősorban esetleges terhek terén)
  - Szabványok és tervezési gyakorlat segít – egyidejűség figyelembevétele



## □ *Modellezés értékelés:*

- Erők és feszültségek terén való gondolkodás (alakváltozás lineáris tartományban marad) – a rájuk ható igénybevételeket elviseljük
- „Biztonság”: biztonsági (parciális) tényezők adják, valamint az anyagok *duktilitása és robusztussága*

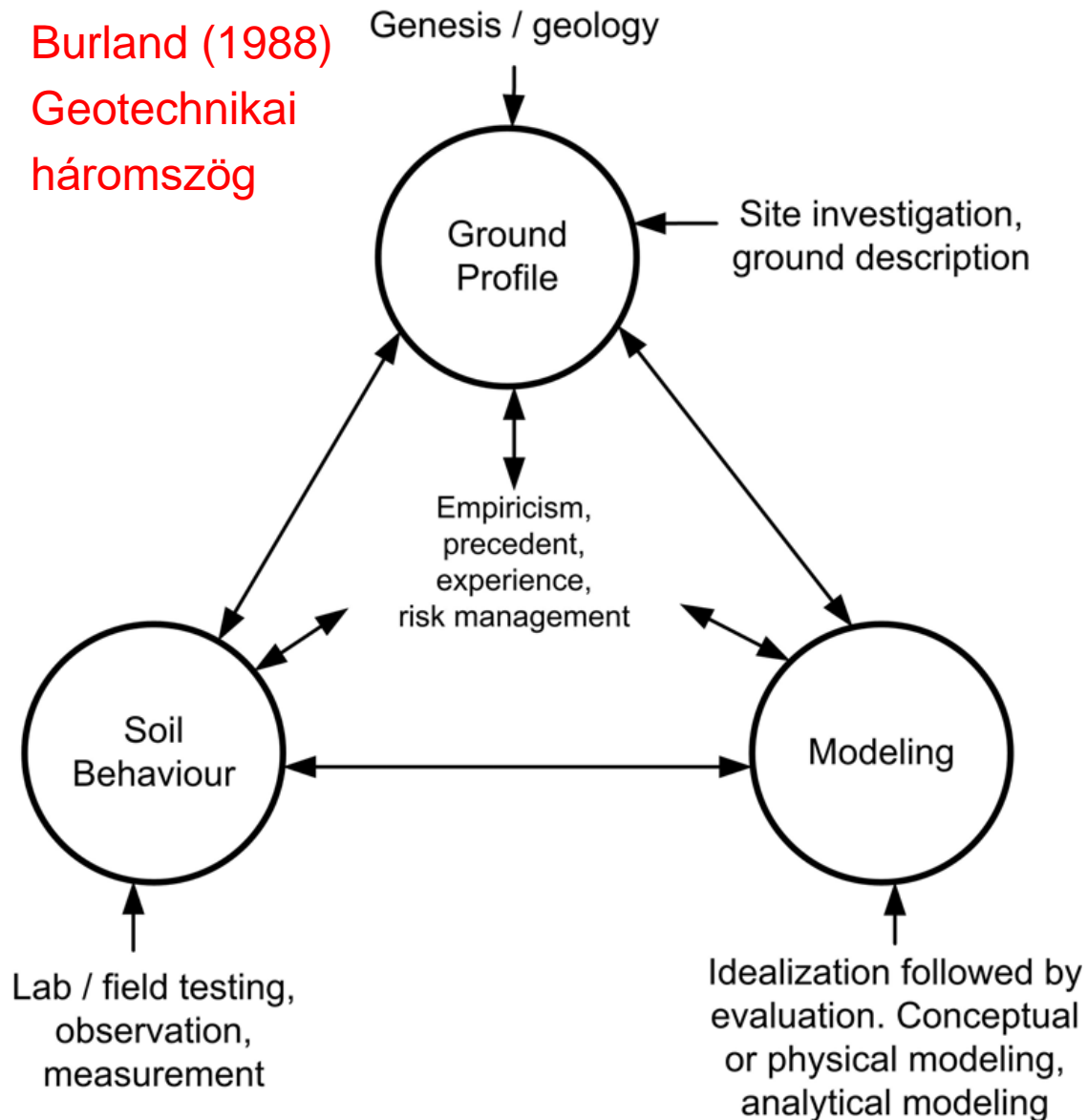
➡ *duktilitás*: képlékeny alakváltozó képesség a szilárdság csökkenése nélkül

➡ *robusztusság*: károsodás kialakulása teljes tönkremenetel nélkül

- „*Bonyolult*” anyag:
  - Nem mi választjuk – nem ismert pontosan (pontoszerű feltárások)
  - 3 fázisú heterogén, anizotróp anyag
  - Szemcsék (forma, alak, méret, érintkezés) → súrlódási ellenállás
  - Szilárdság és merevség függ a feszültségszinttől
- *Pórusvíznyomás szerepe telített talajoknál*
  - Terzaghi elmélet:  $\sigma = \sigma' + u$
  - Időbeliség (konszolidáció, kúszás) – talajtól függően lassan alakul ki az alakv.
- *Fő tényezők*
  - Rétegződés megismerése (talajvizsgálatok és geológia)
  - Talaj viselkedésének megismerése (helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok, back analysis)
  - Számításhoz alkalmas modell (egyszerűsítések)
  - Példa és tapasztalat!



## Burland (1988) Geotechnikai háromszög



- *3 fő tényezőt kell figyelembe venni:*
  - ▣ Talajrétegződés megismerése
    - Keletkezés – geológia (előterheltség, stb.)
    - Talajrétegződés megismerése
    - Helyszíni vizsgálatok
  - ▣ Talajviselkedés megismerése
    - Laboratóriumi-és helyszíni vizsgálatok
    - Az anyagmodell kihat a vizsgálati metodikákra
  - ▣ Modellezés

*Ez a három kölcsönhatásban van:*

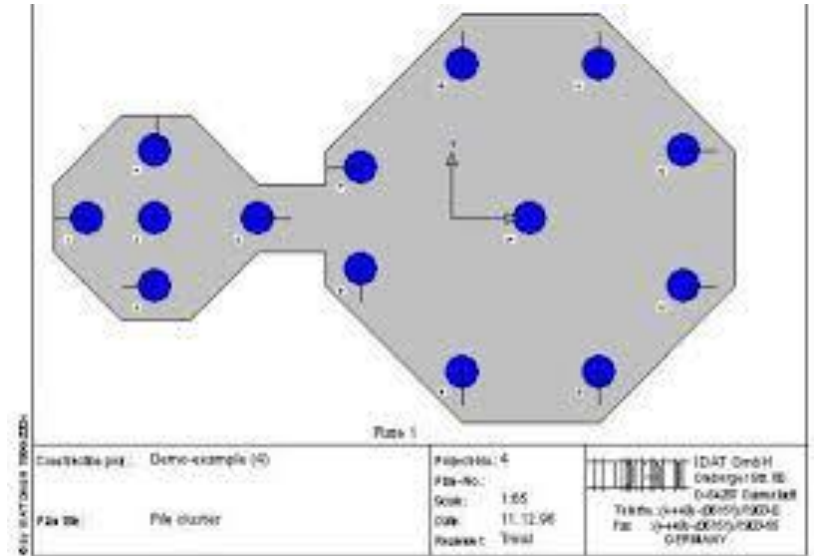
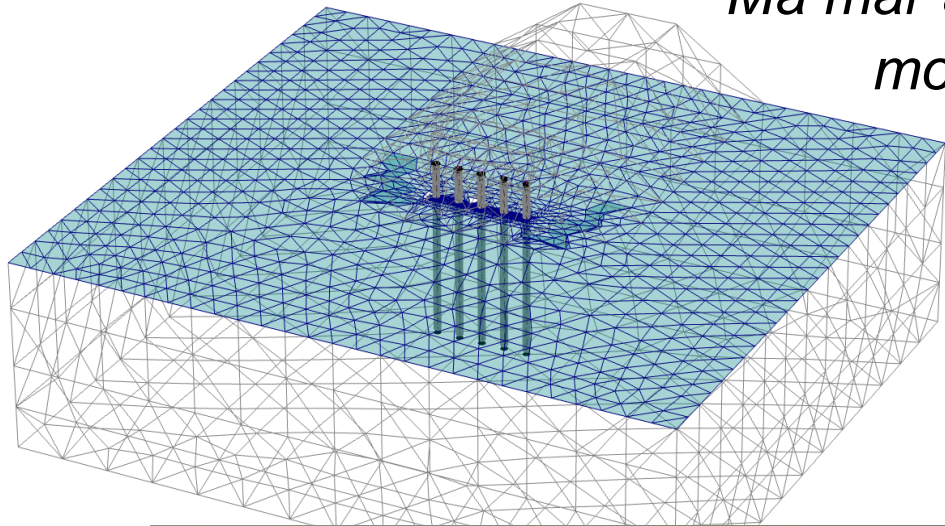
- tapasztalat, korábbi példák
- kockázat elemzés





*A geotechnikai tervezés  
technológia vezérelt!*

*Ma már a 2D és 3D végeselemes modellezés elterjedt*



**Flow Path**

Analysis Case: SG : 1  
Output Set: New Stage #2-Step 012(1970)

Position: [0, 0, 0]

Path Type:  Line  Tube  
Thick:  Scale: 1.0  
Color Type:  Contour  Mono

Leave Previous Flow Path

Plot Reset Close

Click Survey Position in Work Window

**Flow Quantity**

Analysis Set: CS : BT6  
Step: Seepage Stage 2-Step 001(7)

Nodes: [221 227 228 509x514 599x599 620 641 662 2254x]

Calculate Flow Quantity [0.00101696 m<sup>3</sup>/day]

Close

Calculates Flow Quantity at Arbitrary Plane Defined by Selected Nodes

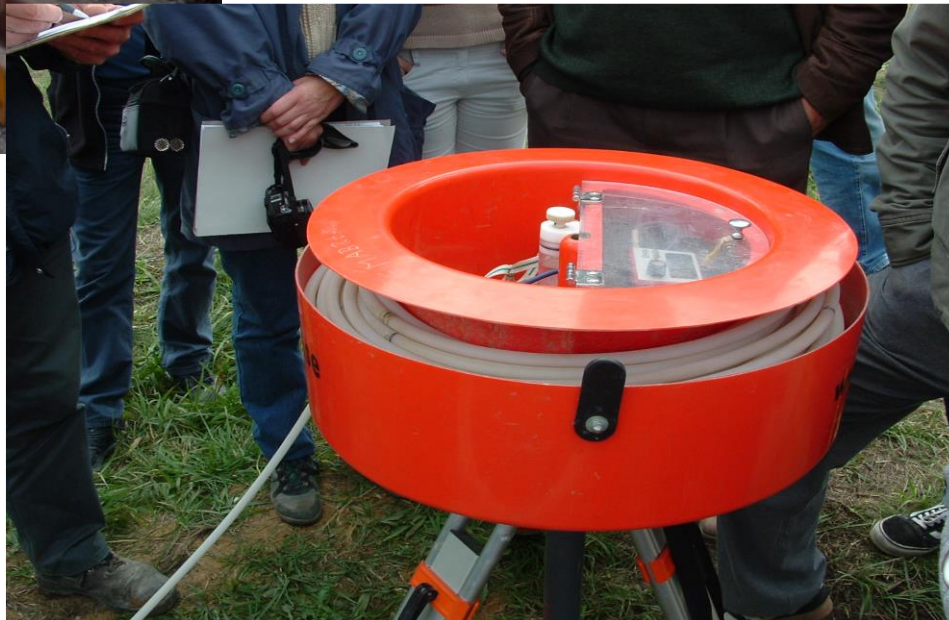
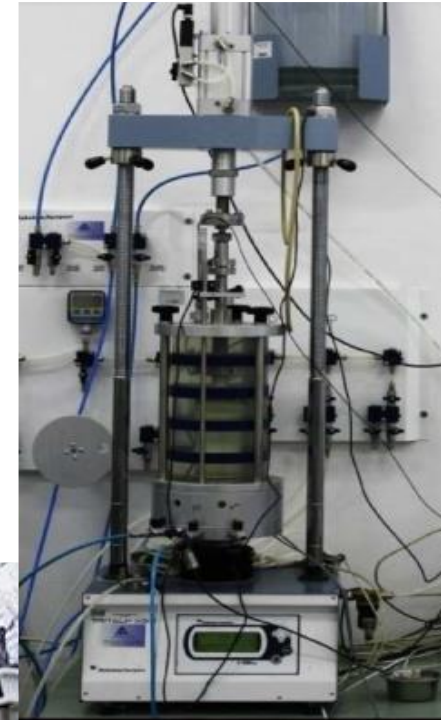
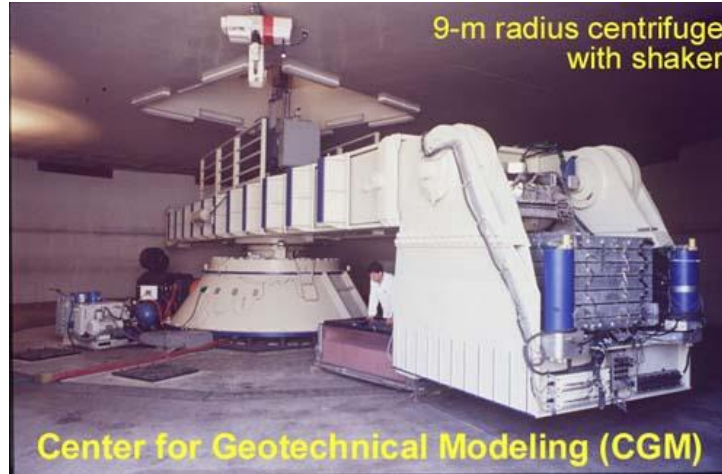
Flow Patch on 2D Dam Model

*Bonyolultabb paramétermeghatározás*

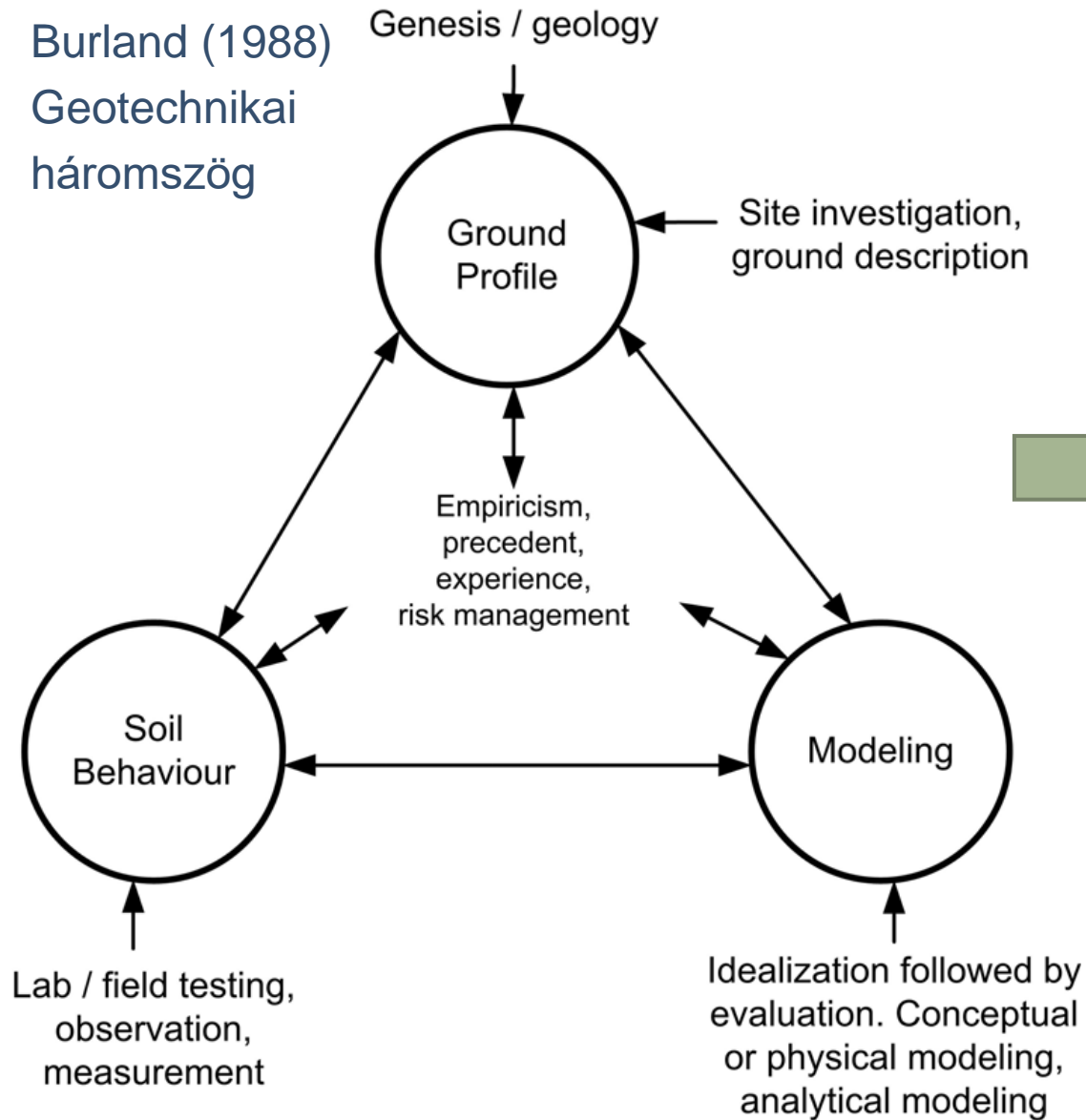


*Tervező nagyobb felelősége*

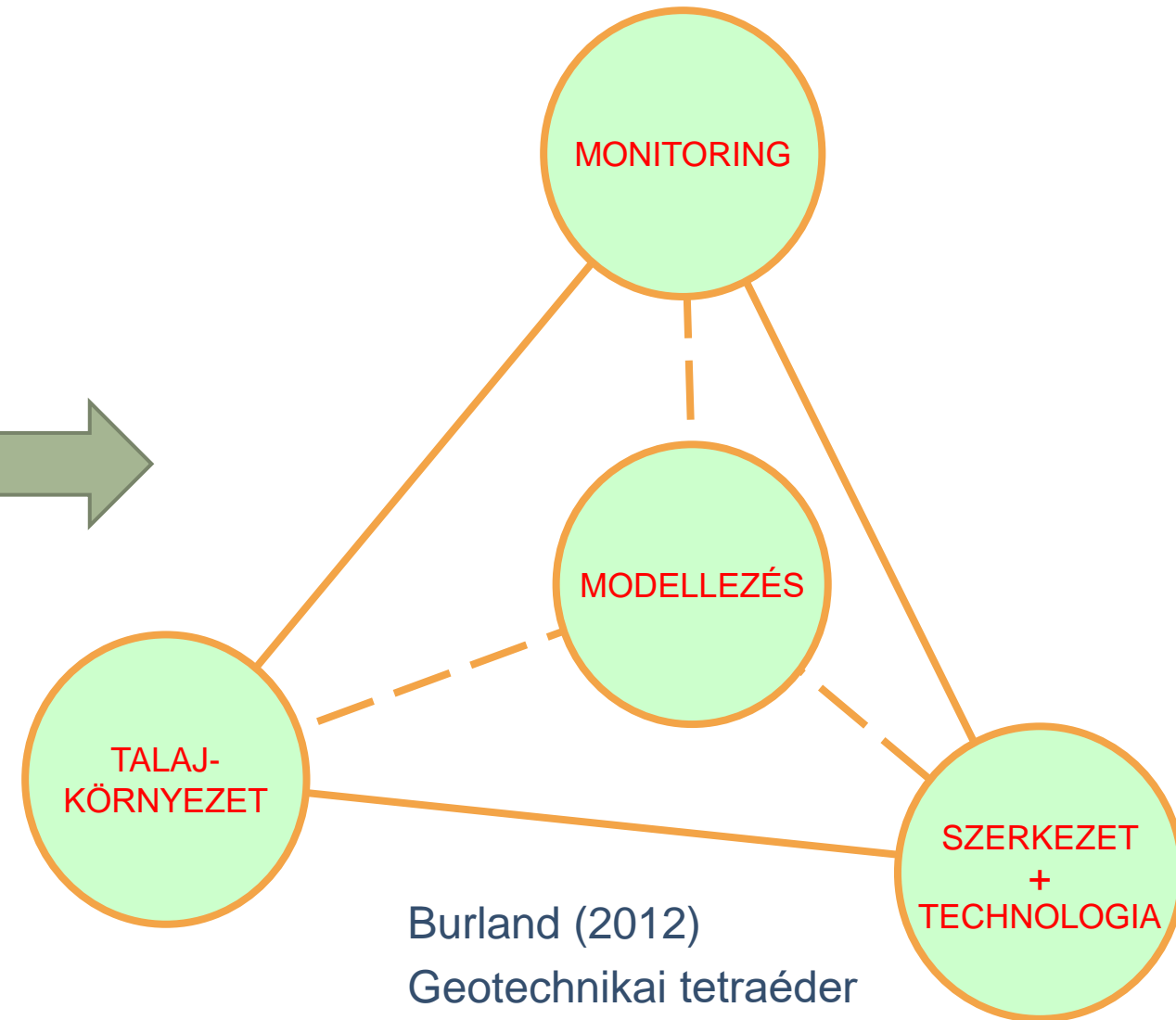




Burland (1988)  
Geotechnikai  
háromszög



Burland (2012)  
Geotechnikai tetraéder





## Tartószerkezeti modell

- Anyag és geometria adott (jól definiálható)
- Bizonytalanság:
  - ▣ aktuális anyagparaméterek
  - ▣ modellezési bizonytalanság



parciális tényezők

## Geotechnikai modell

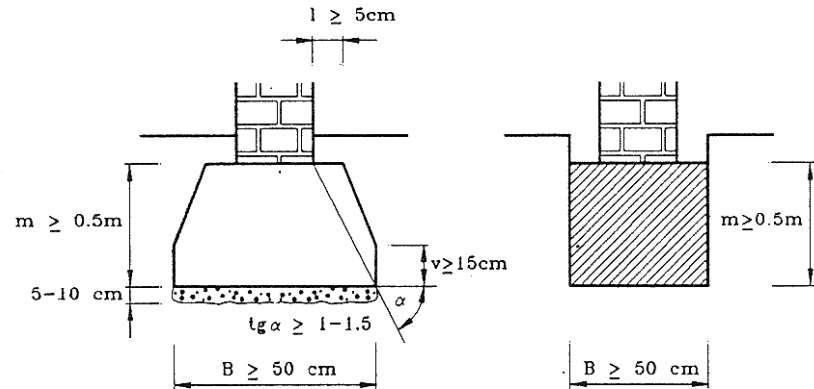
- Anyag és geometria is meghatározandó
- Pontos analízis nem lehetséges
- **Cél: fő viselkedés megértése, befolyásoló tényezők határainak meghatározása (pl. süllyedés 2-3 cm)**
  - ▣ Ne egy konkrét tényezőre – paraméterre méretezzünk, hanem egy tartományra

*Két modell egymásra hatását tervezők együtt elemezzék!*

- Felszín (építmény alsó síkja) közeli teherbíró réteg
- Gyors, gazdaságos építés
- Lemezalapozás
  - vízzárás biztosítása
  - földkiemelés → tehermentesítés

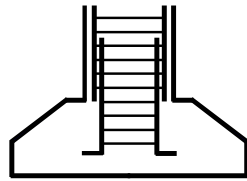
*„The foundation is the medium through which the building loads are transferred from the superstructure to the ground, and the ground deformation is transferred to the superstructure.”*

## Sávalap

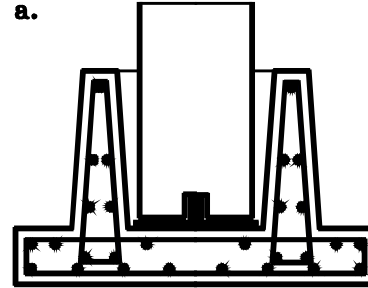


## Pontalap (pillér alap)

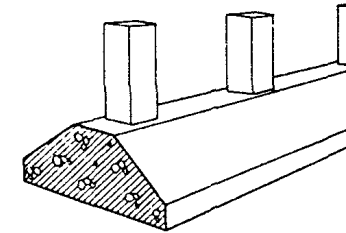
a. Befogott



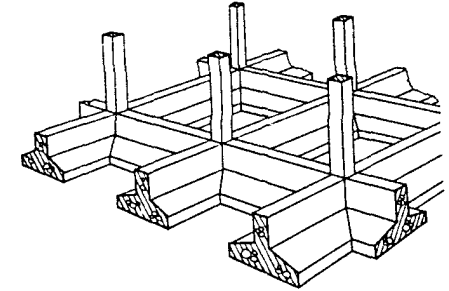
a.



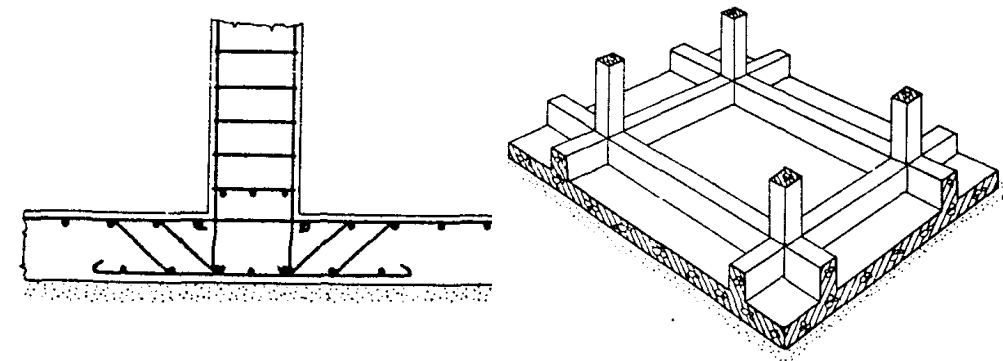
## Szalagalap



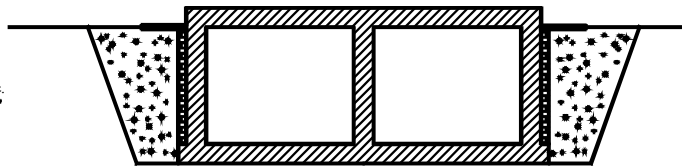
## Gerendarács



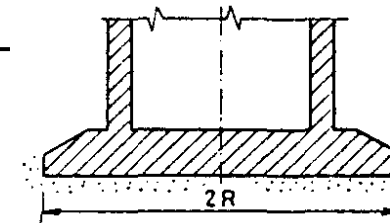
## Lemezalap



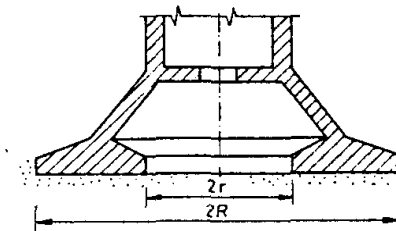
## Dobozalap

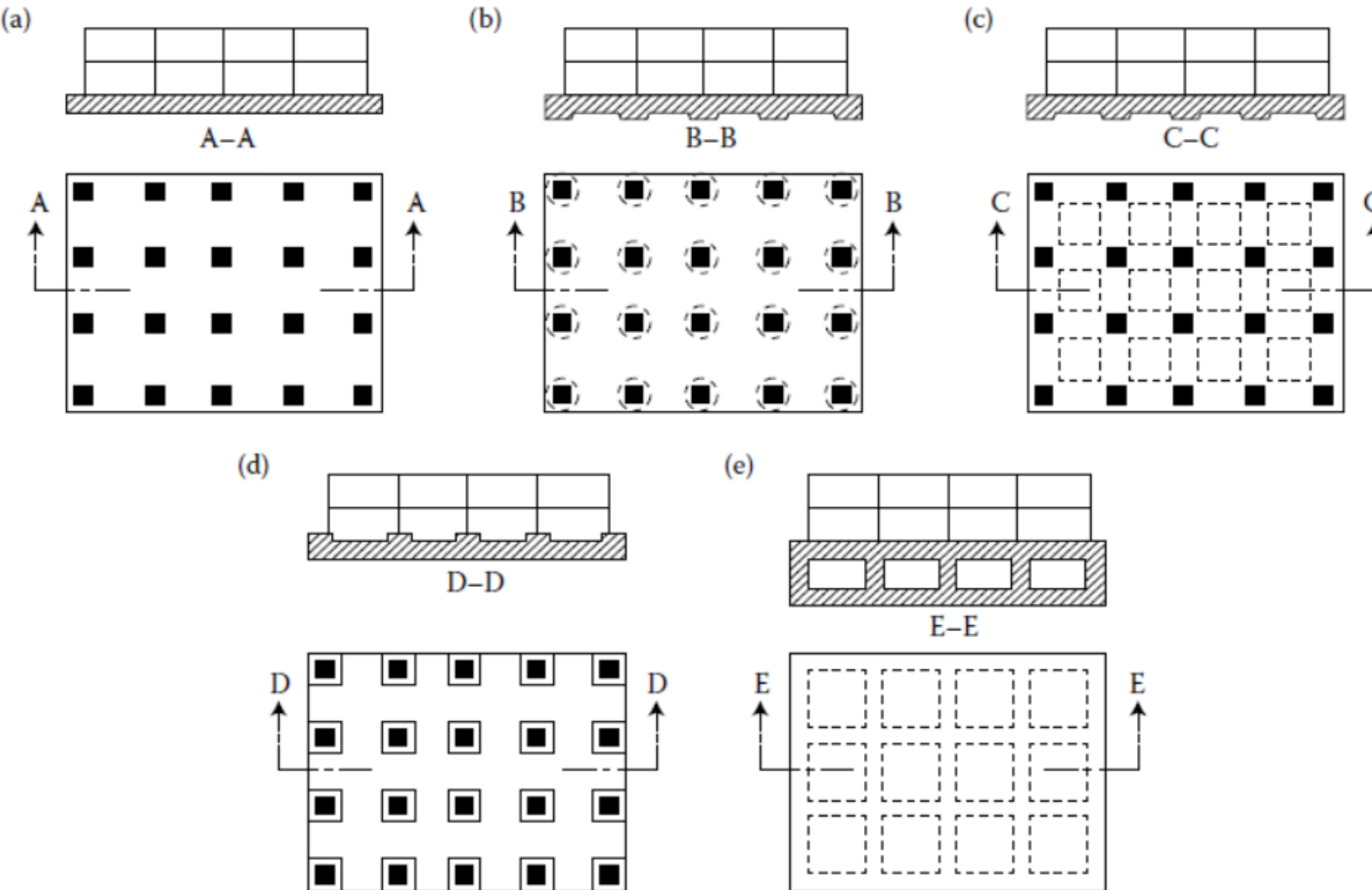


## Köralap



## Körgyűrű-alap





Vízzárás, munkagödör  
kiemelés (előterhelés)



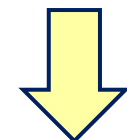
lemezalapozás



nincsen teherbírési probléma



alakváltozás vezérelt tervezés

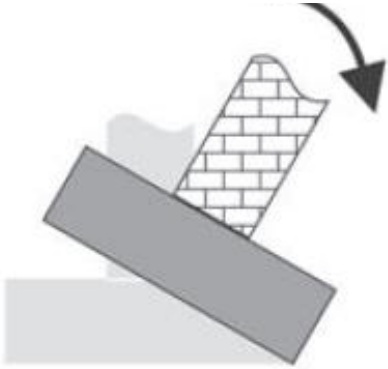


szerkezeti igénybevételek

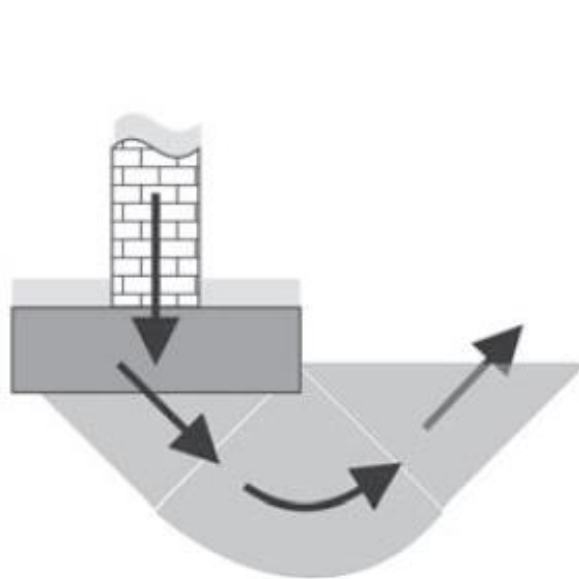


## *Teherbírási határállapot*

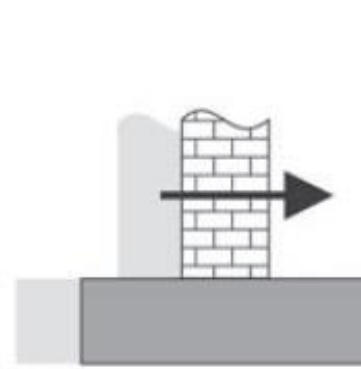
helyzeti állékonyság



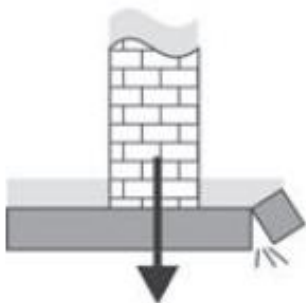
alap alatti talajtörés



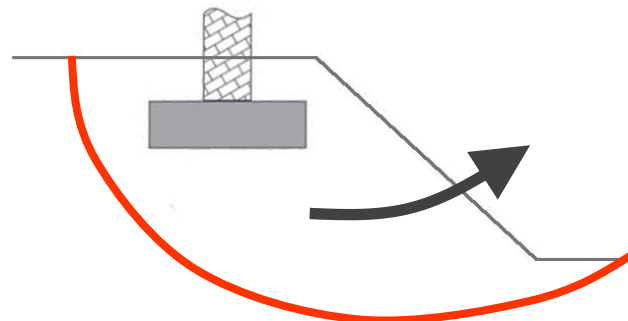
elcsúszás



tartószerkezet  
tönkremenetele

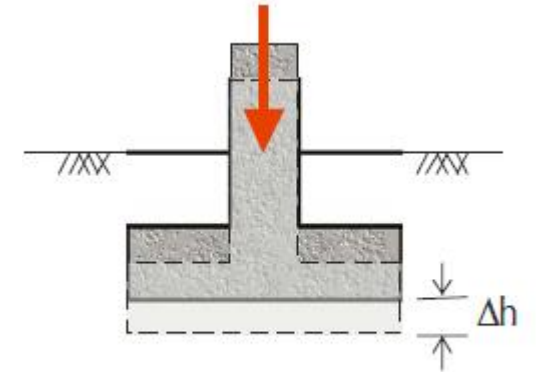


általános állékonyság

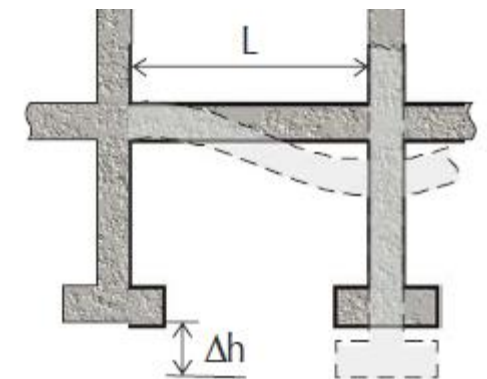


## *Használhatósági határállapot*

Süllyedés



Süllyedéskülönbség



- *Terhelés*
  - teherintenzitás
    - felszerkezeti terhek
    - víznyomás (építési és végleges állapot más)
    - környezeti terhelések
    - hőmérsékleti hatás (ideiglenes állapot) – időbeliség szerkezetnél is
  - teherkombinációk - egyidejűség
  - teherelrendezés (igénybevételek: nyomaték, nyírás)
- *Altalajviszonyok (ágyazási viszonyok – nem a felső 50 cm!!!)*
  - altalaj teherbírása
  - altalaj alakváltozási jellemzői
  - Ágyazat teherközvetítő „elem”, viselkedést az altalaj határozza meg
- *Vízzárósági követelmény – repedéstágasság*

## ***Geotechnikai tervező feladatai***

- az alapozás tervezéséhez szükséges **talajfizikai jellemzők** karakterisztikus értékének meghatározása,
- az egyes határállapotokhoz tartozó karakterisztikus és tervezési **talajvízszint** megadása,
- a talajkörnyezethez igazodó alapozási javaslat adása,
- **alpozás erő-elmozdulás összefüggésének** előállítása (támaszmerevség)\*,
- az alapozás kivitelezésének geotechnikai vonatkozású előírásai (munkagödör kiemelés, víztelenítés, ágyazat),
- az építmény talajkörnyezet szempontjából lényeges műszaki felügyeleti, megfigyelési és karbantartási követelményeinek előírása,
- az építmény környezetbe illesztését befolyásoló geotechnikai körülmények számba vétele.

## ***Tartószerkezeti tervező feladatai***

- építmény tartószerkezeti rendszerének leírása,
- az alapozásra jutó, annak teherbírási és használhatósági határállapota szempontjából mértékadó **dinámrendszer** (függőleges - vízszintes erők, nyomatékok) tervezési értékeinek számítása,
- az építmény vázszerkezetének tervezésekor az alapozás vonatkozásában figyelembe vett, illetve **megengedett relatív (függőleges és vízszintes) elmozdulások** megadása,
- alapozás ellenőrzése **STR határállapotban**,
- az alapozás kivitelezésének tartószerkezeti vonatkozású előírásai,
- az építmény tartószerkezeti szempontból lényeges műszaki felügyeleti, megfigyelési és karbantartási követelményeinek előírása,
- az építmény környezetbe illesztését befolyásoló tartószerkezeti körülmények számba vétele.

## ***Geotechnikai vagy tartószerkezeti tervező is végezheti***

- alapozás geometriai kialakítása,
- alapozás **ellenőrzése GEO határállapotban**,
- alapozás **ellenőrzése UPL határállapotban**,
- alapozás **várható elmozdulásának** meghatározása.

## ***Burland et al (1989):***

„Interaction always takes place between the structure and its foundation ...  
whether or not the designer allow for it”

## ***Eurocode 7:***

### 6. Síkalapozás

...

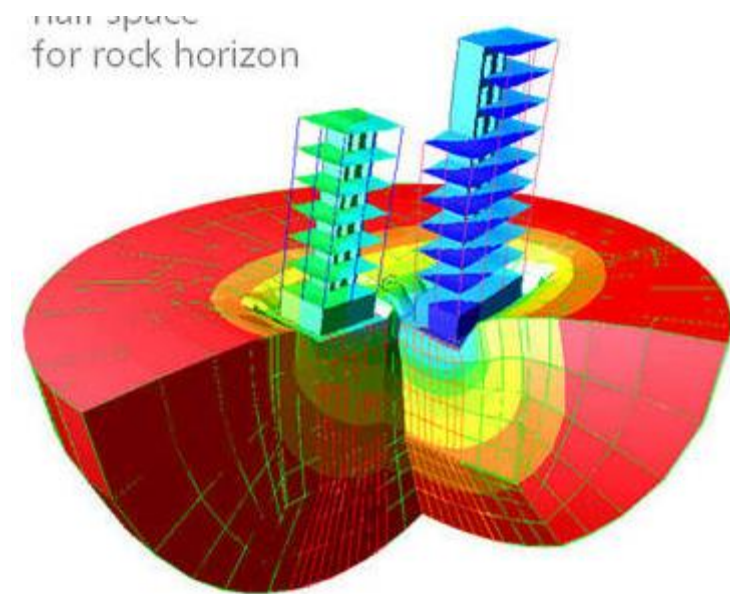
#### 6.3. Hatások és tervezési állapotok

...

- (3) Ha a tartószerkezet merevsége számottevő,  
a hatások eloszlásának meghatározása céljából szükség lehet a  
szerkezet és az altalaj kölcsönhatásának vizsgálatára.

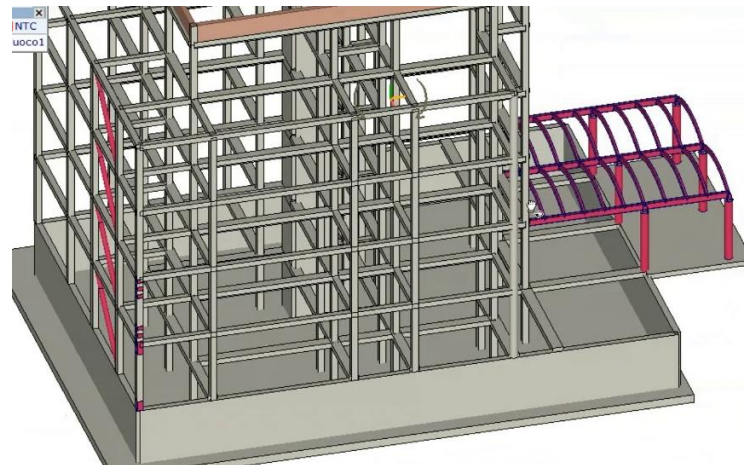


## Komplex modell

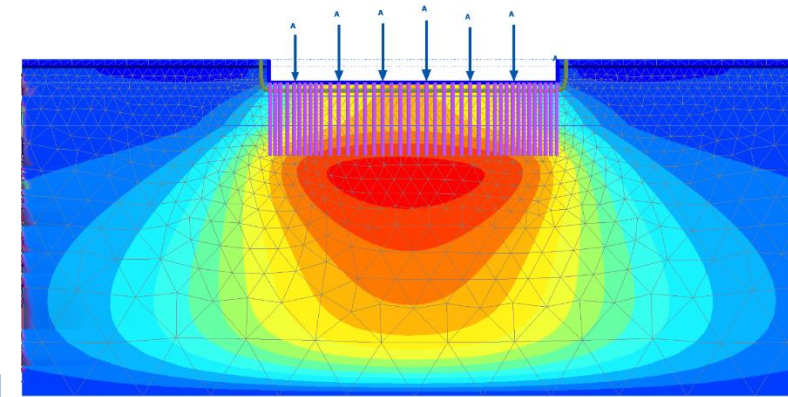


## Részmodellek

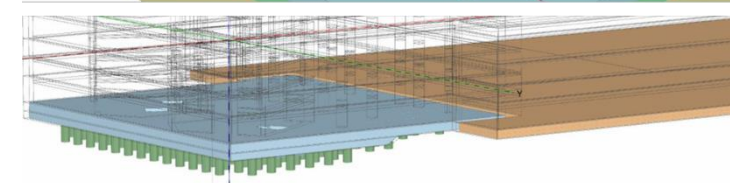
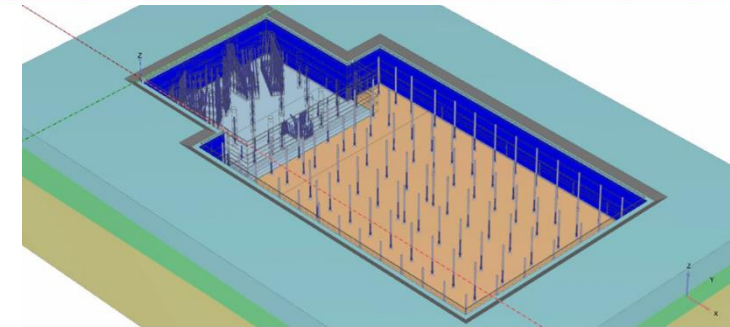
### Tartószerkezeti modell



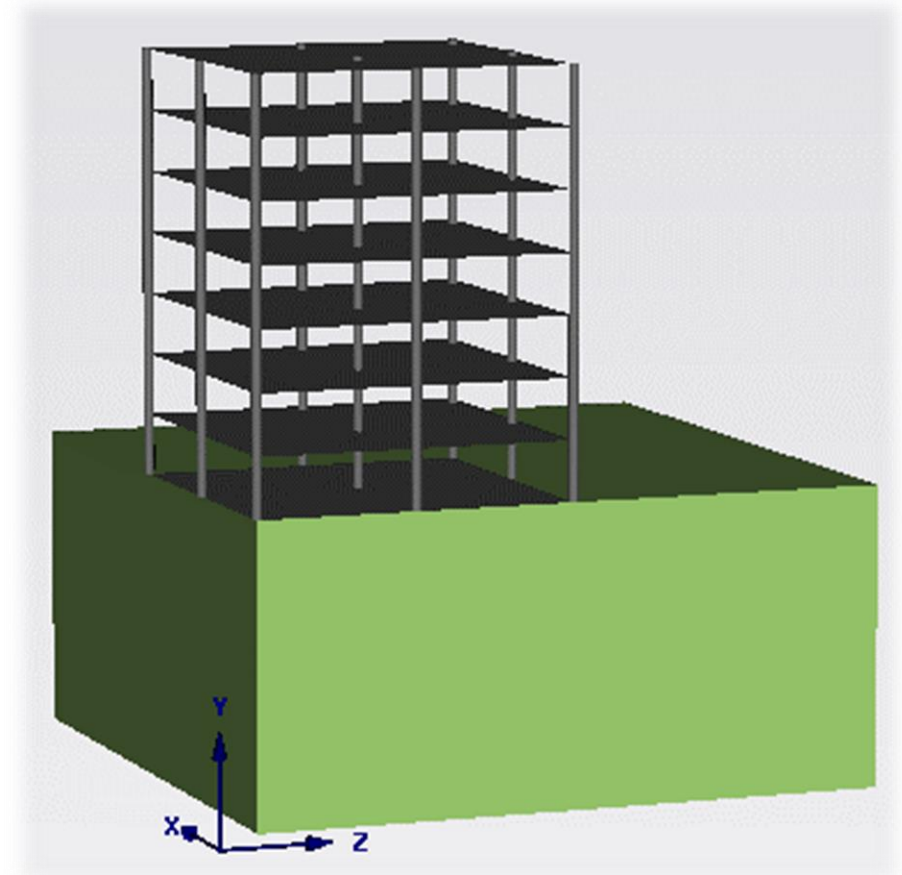
### Geotechnikai modell



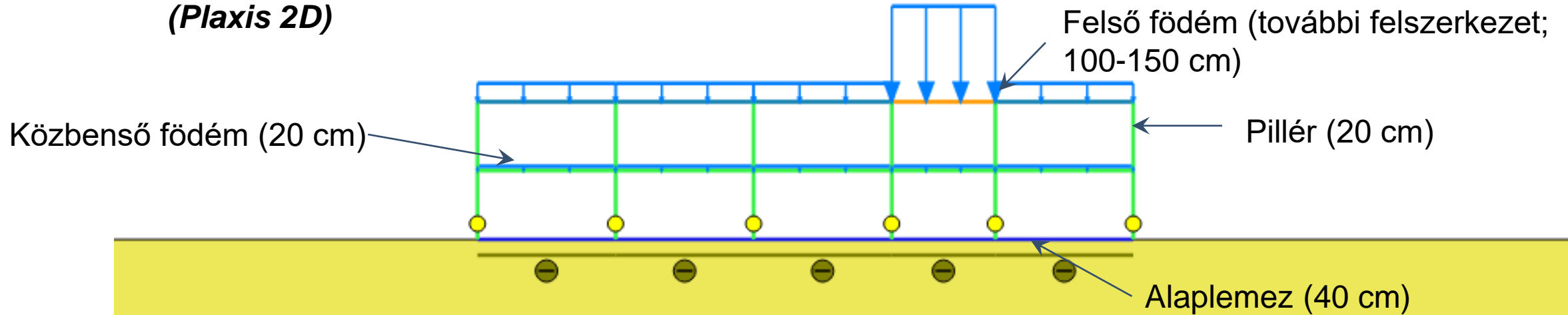
**Kompatibilitás  
Együttműködés**



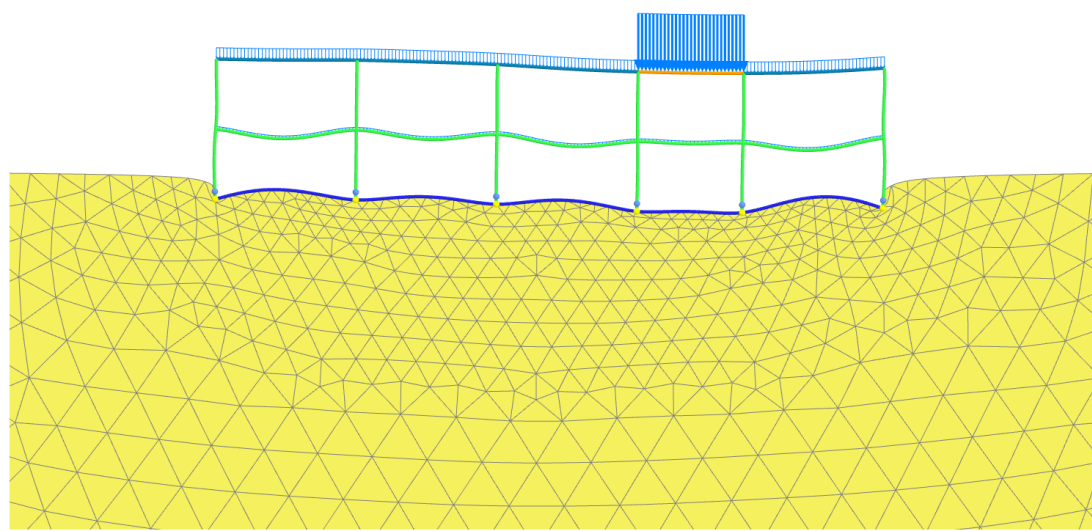
- *Előnyei*
  - ▣ talaj és szerkezet is „valóságghű” modellel
  - ▣ komplex viselkedés megismerése
  - ▣ egy modell alkalmazása
- *Hátrányai*
  - ▣ eredmények értékelhetőségének nehézsége
  - ▣ a geotechnikai programok nem elég szerkezetesek, a szerkezetesek nem elég geotechnikaiak
  - ▣ nagy modell → jelentős kapacitásigény
  - ▣ speciális szaktudás: anyagmodellek, szerkezeti modellek, modellezési fogások, eredmények értékelése....
  - ▣ teherkombinációk kezelése
    - Geotechnikaiban csak külön teheresetek, kombináció hiánya a nemlinearitás miatt, nem érvényesül a szuperpozíció elve



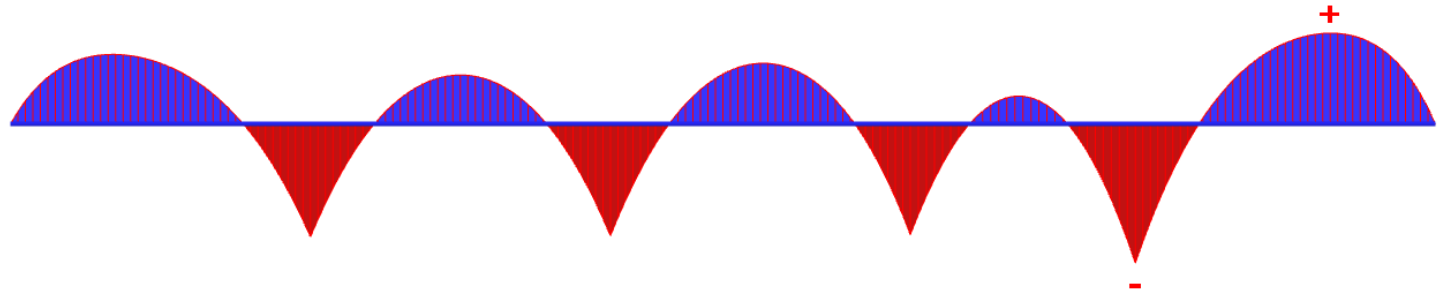
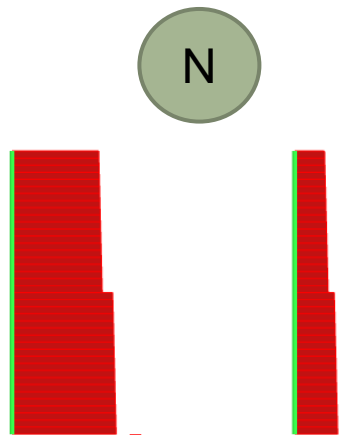
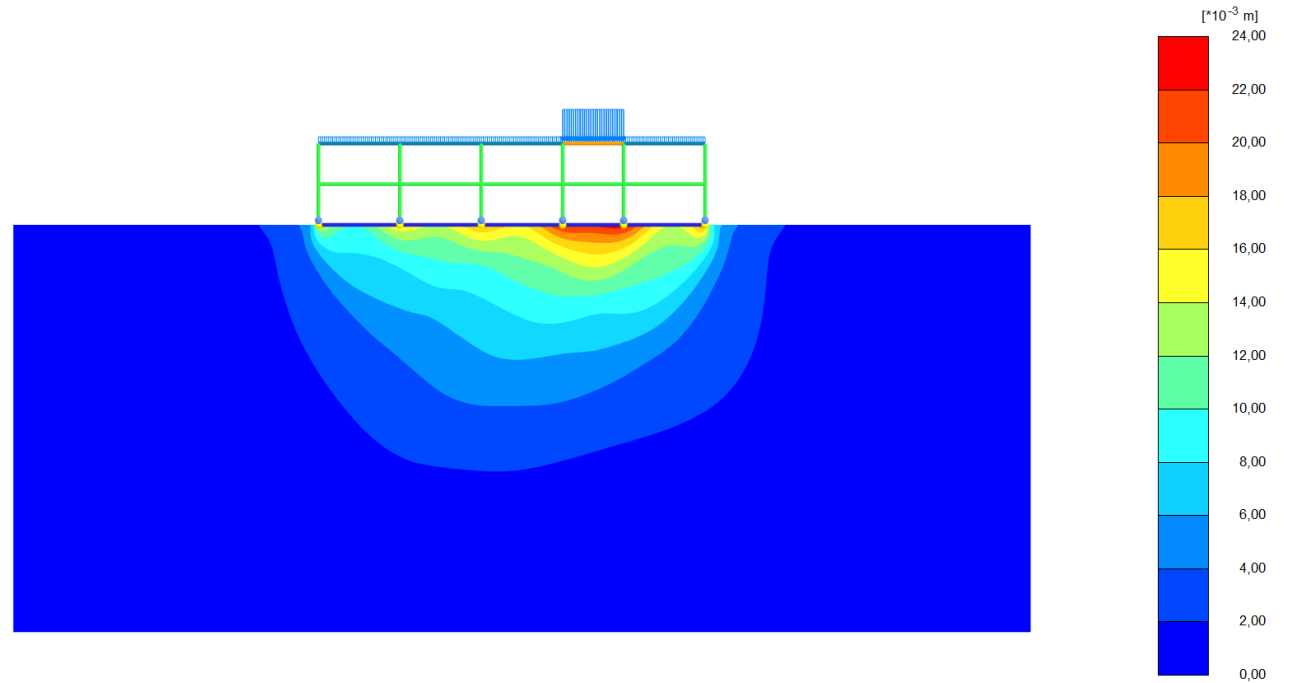
## Vasbeton pillérvázás felszerkezet (Plaxis 2D)



Altalaj (mintapéldában homogén) –  
HSS talajmodell  
(feszültséggel felkeményedő, kis  
alakváltozási tartományban  
merevebb viselkedés)



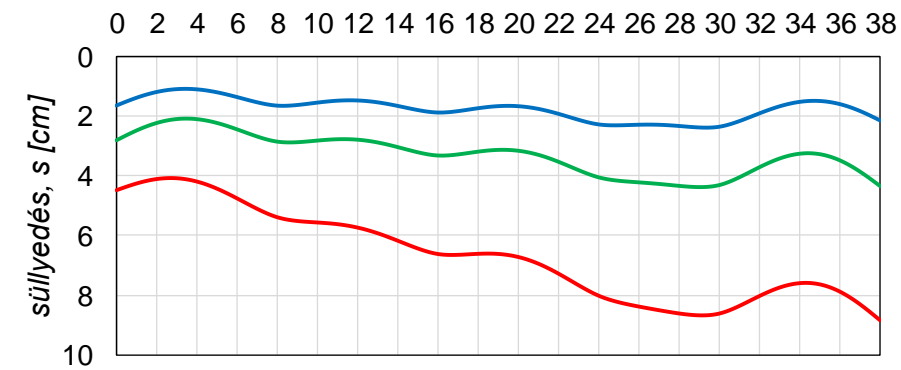
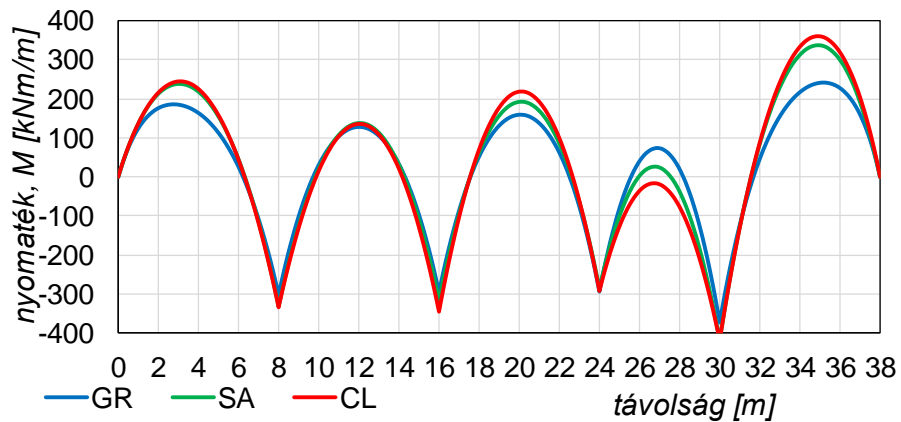
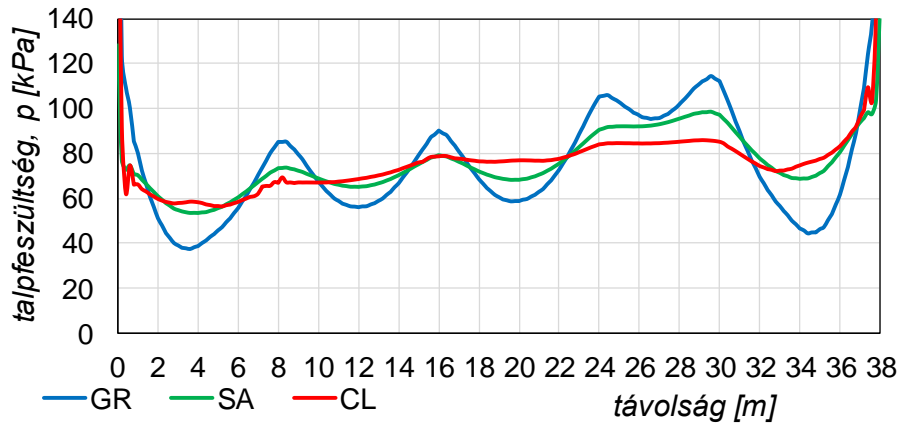
Deformed mesh |u| (scaled up 100 times)  
Maximum value = 0,02779 m (Element 0 at Node 517)



Bending moments M (scaled up 0,0100 times)

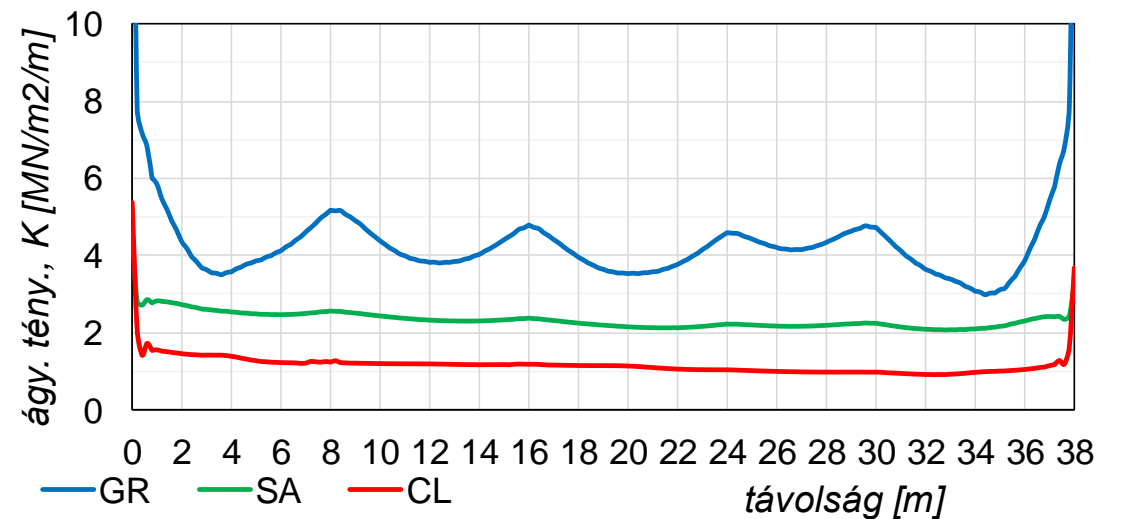
Maximum value = 242,0 kN m/m (Element 198 at Node 6850)  
Minimum value = -370,6 kN m/m (Element 192 at Node 5823)



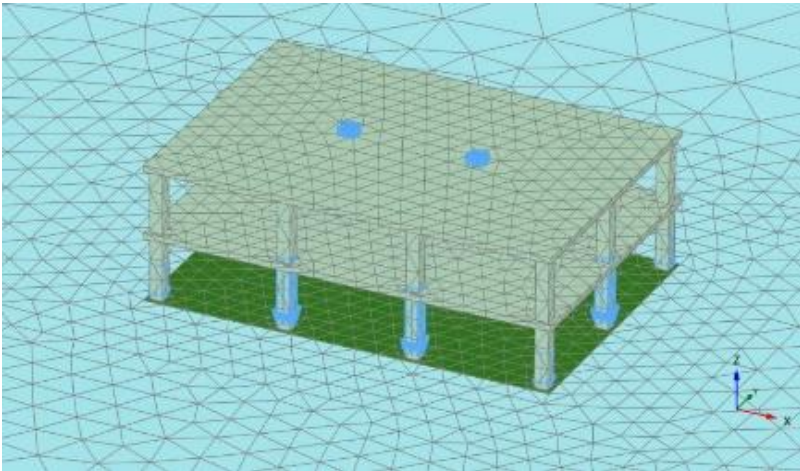
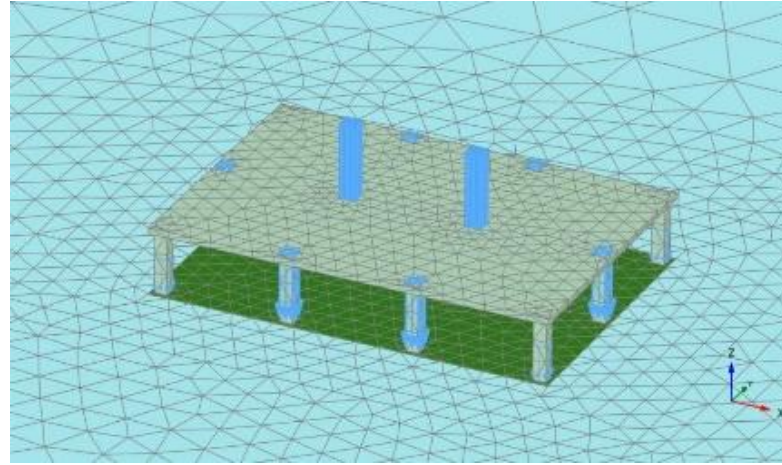
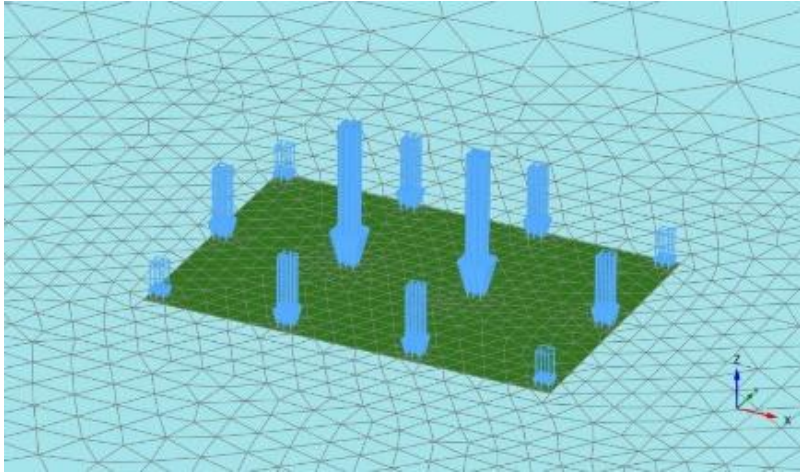


- 3 különböző merevségű talaj
  - GR (kavics):  $E = 40$  MPa
  - SA (homok):  $E = 15$  MPa
  - CL (agyag):  $E = 6$  MPa

## „Származtatott” ágyazási tényezők



- Az abszolút és az egyenlőtlen süllyedés is jelentősen növekszik a merevség csökkenésével
- Érvényesül az épületmerevség hatása: a pillérek csatlakozó lemezhez csatlakozó pontjainak süllyedése gyakorlatilag egy egyenesre esnek
- A felszerkezeti merevség miatt a puha agyag esetén kiegyenlítődnek a talpfeszültségek
- Minél merevebb az altalaj, annál jobban „hullámzik” a talpfeszültség
- A nyomaték „lefutásokban” nincsenek nagy különbségek, ugyanakkor a maximumokban igen
- A származtatott ágyazási tényező annál egyenletesebb minél puhább az altalaj



## 2. Mintapélda (Plaxis 3D):

Egyszerű vázas épület

A szerkezeti merevség hatása

A teher „szétkenésének” hatása

- vasbetonvázazas épület
- 60 cm vastag alaplemez (térszínen)
- 13m x 19m alapterület
- 6m x 6m oszlopraszter (4x3 oszlop)
- 0,6x0,6 m oszlop keresztmetszet
- 30 cm vastag vb. födémek
- a teljes felszerkezet terhe (SLS): 140 kPa
- Pillérterhek:
  - középső: 5040 kN
  - szélső: 2520 kN
  - sarok: 1260 kN
- Egy teherlépcső
- Konzolidáció nélkül



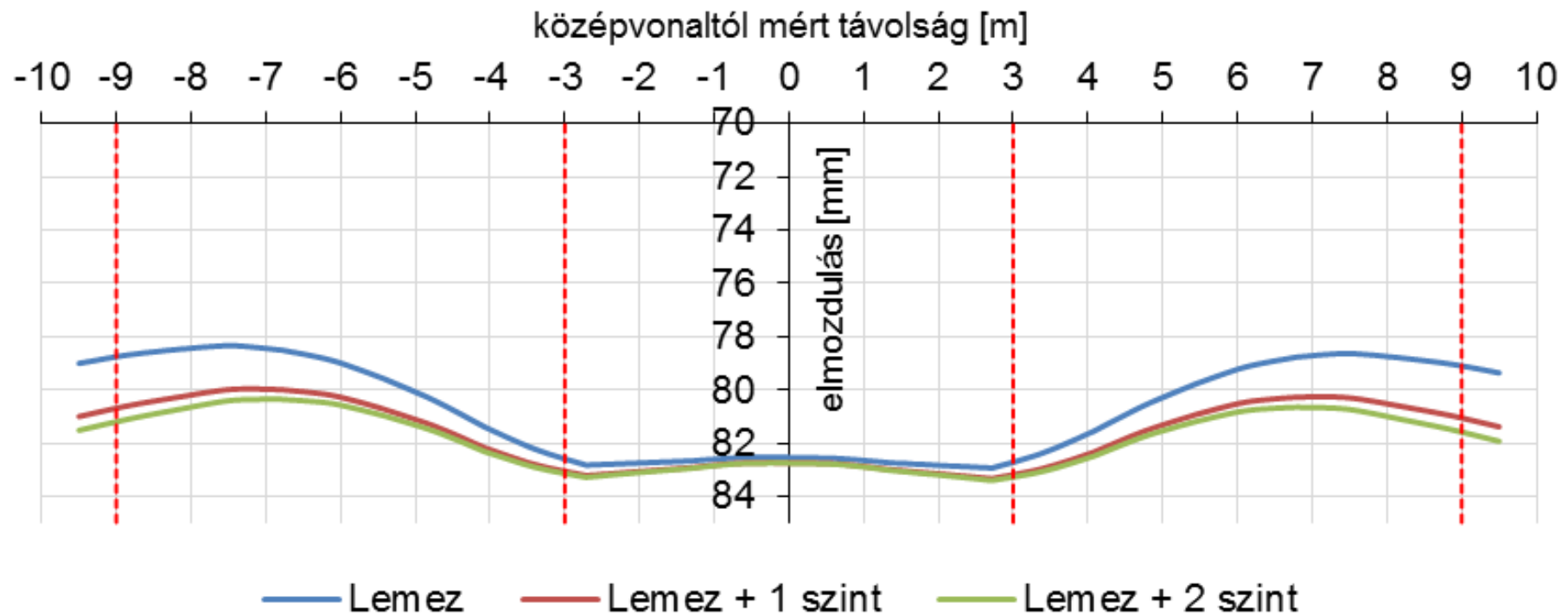
Talaj megnevezése	Iszap	Ágyazat
Talajmodell	HS és HSS	HS
Viselkedés	drénezett	drénezett
Nedves térfogatsúly, $\gamma_{\text{unsat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19	20
Telített térfogatsúly, $\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20	20
Drénezett triaxiális vizsgálat modulusa, $E_{50}^{\text{ref}}$ [kPa]	6 000	70 000
Összenyomódási modulus, $E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$ [kPa]	6 000	70 000
Tehermentesítés-újraterhelés modulusa, $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ [kPa]	18 000	210 000
Hatványkitevő, m [-]	0,75	0,51
Kohézió, c [kPa]	15	0
Belső súrlódási szög, $\phi$ [°]	24	40
Dilatációs szög, $\psi$ [°]	0	0
Nyírési alakváltozás ahol $G=0,722 \cdot G_0$ , $\gamma_{0.7}$ [-]	$2 \times 10^{-4}$	-
Nyírési modulus maximális értéke, $G_0^{\text{ref}}$ [kPa]	75 000	-

Talajjellemzők

## Szerkezeti anyag jellemzők

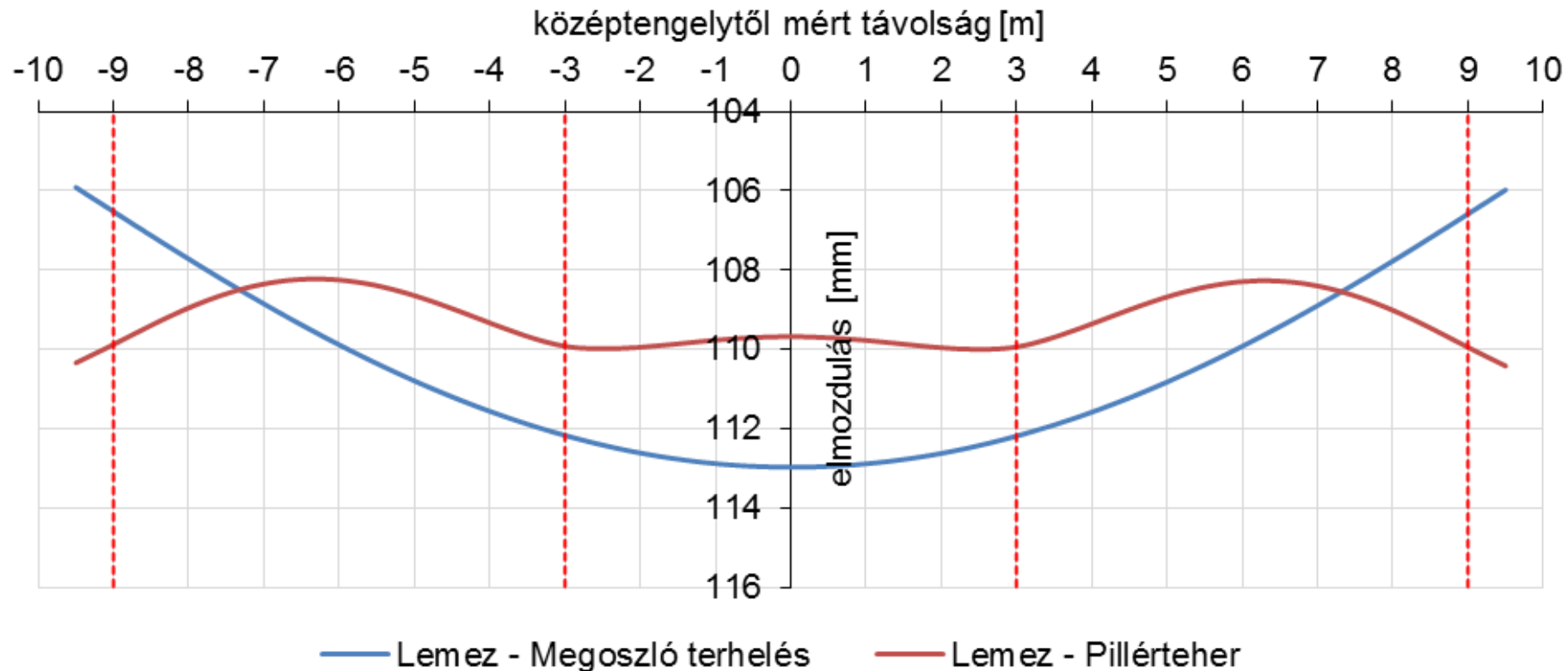
Szerkezeti elem megnevezése	Vasbeton alaplemez	Felszerkezet
Anyagmodell	Lineárisan rugalmas	Lineárisan rugalmas
Viselkedés	vízzáró	vízzáró
Térfogatsúly, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	25,00	0,001
Rugalmassági modulus, E [kPa]	33 000 000	33 000 000
Poisson tényező, n [-]	0,20	0,20
Nyírási modulus, G [kPa]	13 750 000	13 750 000
Összenyomódási modulus, $E_{oed}$ [kPa]	36 670 000	36 670 000

## Épületmerevség hatása



- A süllyedések max. értéke közel azonos
- Teknőszerű süllyedés
- Már egy szint modellezése is kb. a felére csökkenti a süllyedéskülönbséget

## Teher szétkenésének hatása



- Az átlagos süllyedés közel azonos – max. jelentősen eltér
- Az igénybevételek és „alak” teljesen eltérő



## □ *Előnyök*

- „Saját” szoftver
- Modelleredmények könnyen értékelhetők
- Nem jelentős számítási kapacitási igény (kivéve 3D geotechnika)

## □ *Hátrány*

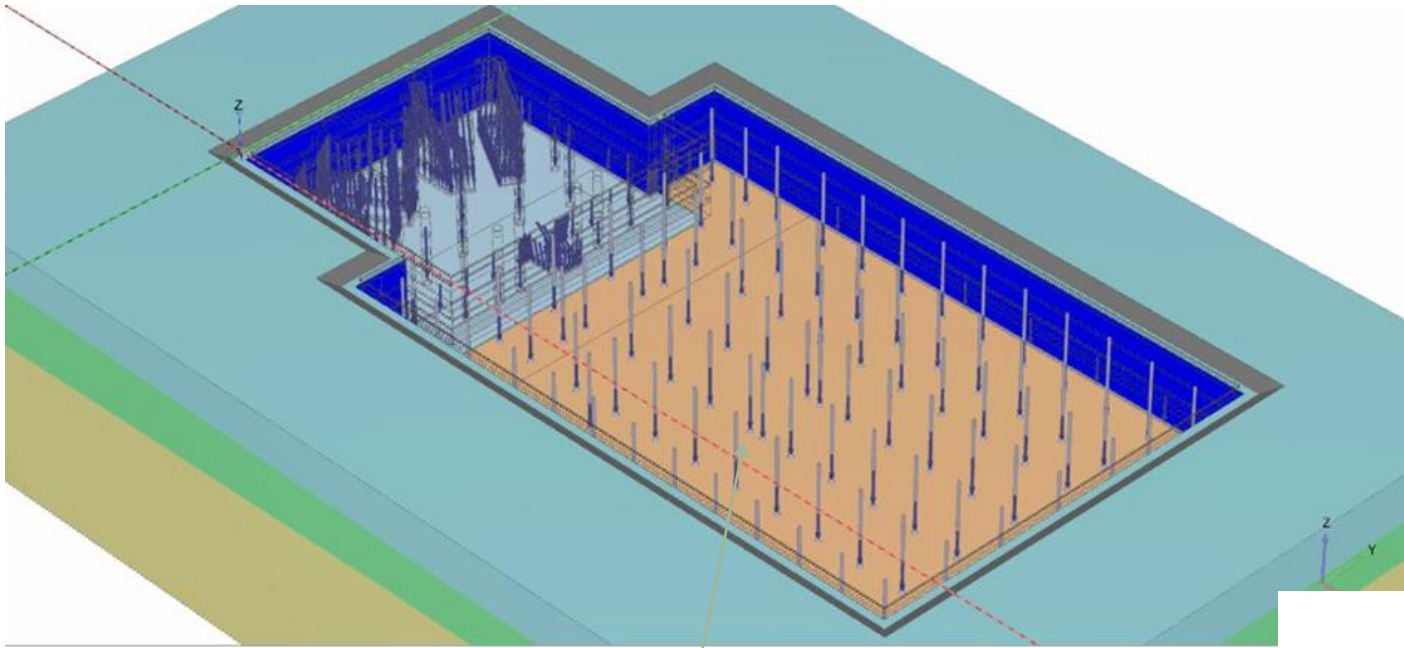
- Korlátozza a kölcsönhatás számításba vételét → tervezői fogások, együttműködés szükséges
- Iterációt igényel a két szakterület között (kompatibilitás)

## □ *Tartószerkezeti modell*

- Rugalmasan ágyazott szerkezet
- Leggyakrabban itthon
  - Axis VM
  - Consteel

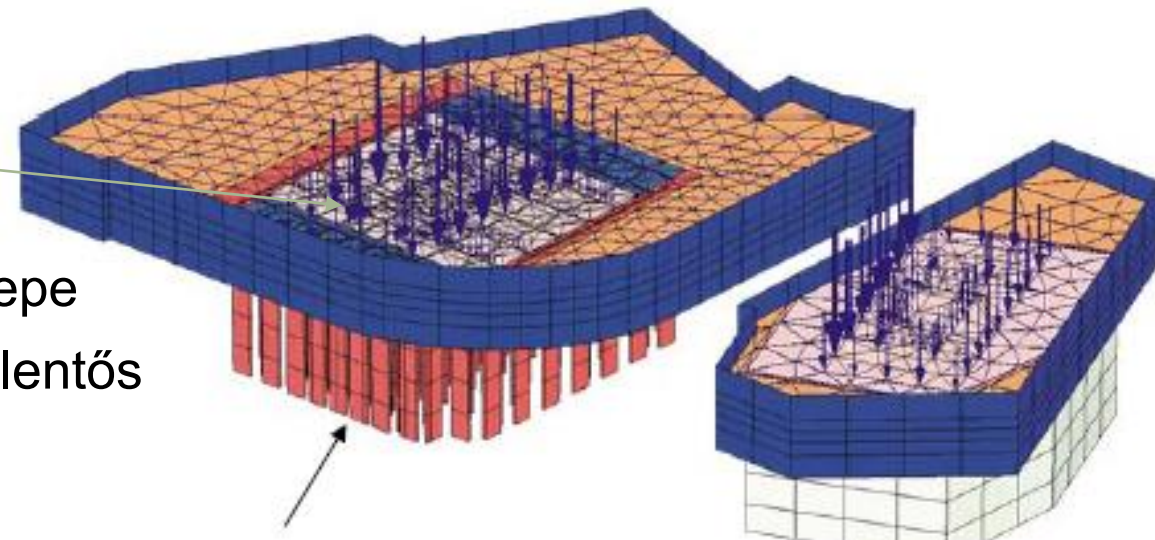
## □ *Geotechnikai modell*

- Földstatikai (analitikus) megoldások
- FEM 2D szoftverek
- FEM 3D szoftverek

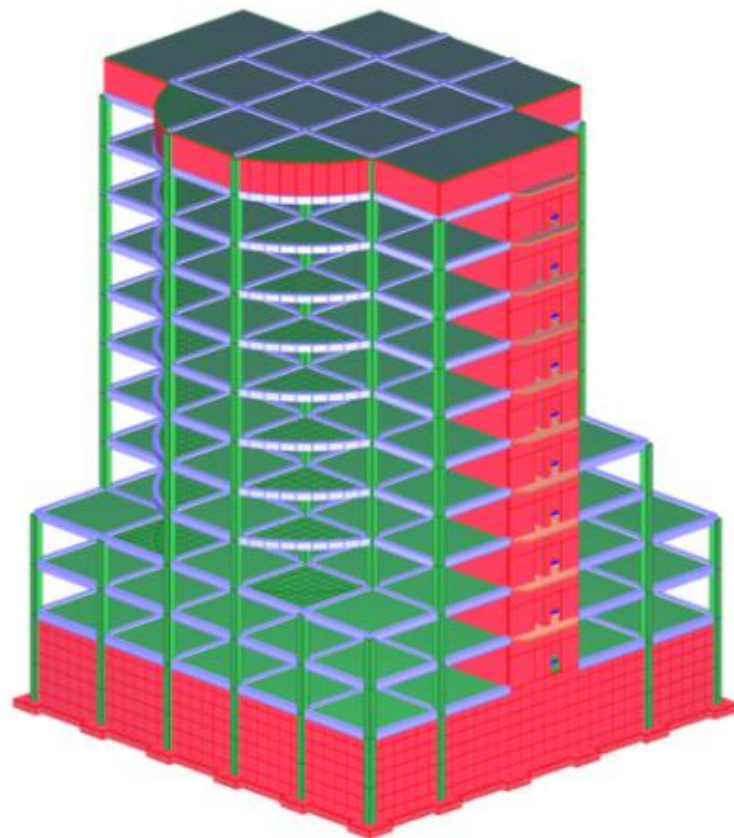


**Példa:** cölöppel vagy réspillérekkel gyámolított lemez

- A modellhatár a lemez felső síkja vagy + néhány szint
- Terheket megfelelő helyen kell definiálni
- Ha nincs benne szerkezet modellezve, merevség szerepe
- Különösen a szélső vb. falak merevítő szerepe lehet jelentős
- Jelentősen befolyásolhatja a terheléseloszlást

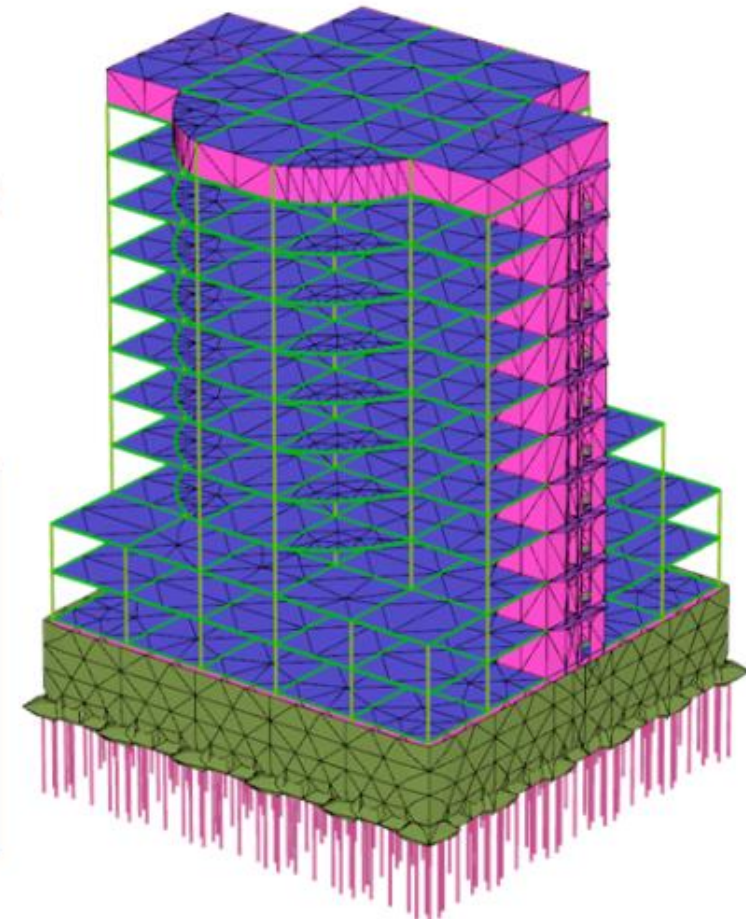


- STRUCTURE** □ Még ritka a közvetlen „export” és „import”  
**FE MODEL** □ Bentley – PLAXIS saját fejlesztés

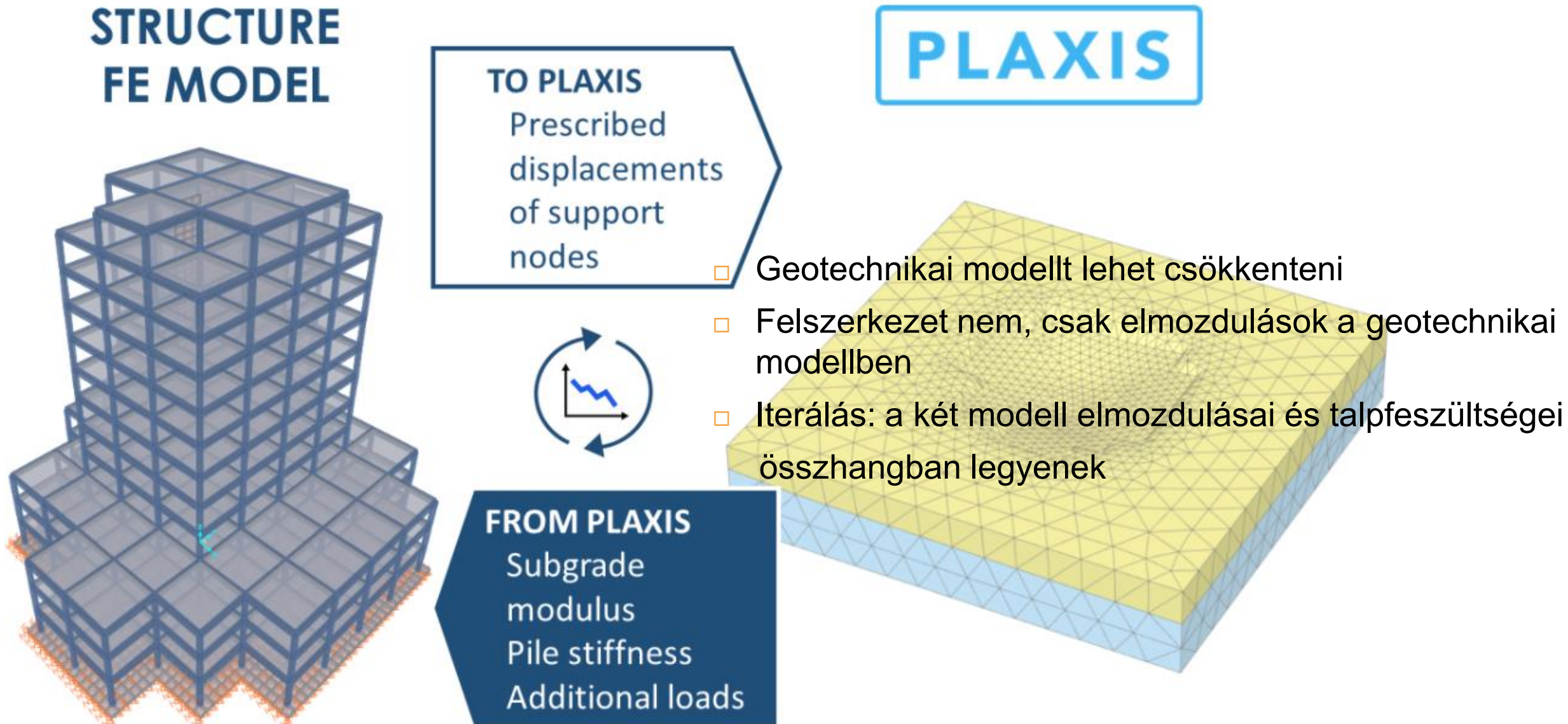


**1. EXPORT**  
Materials  
Sections  
Geometry  
Local axes  
Loads

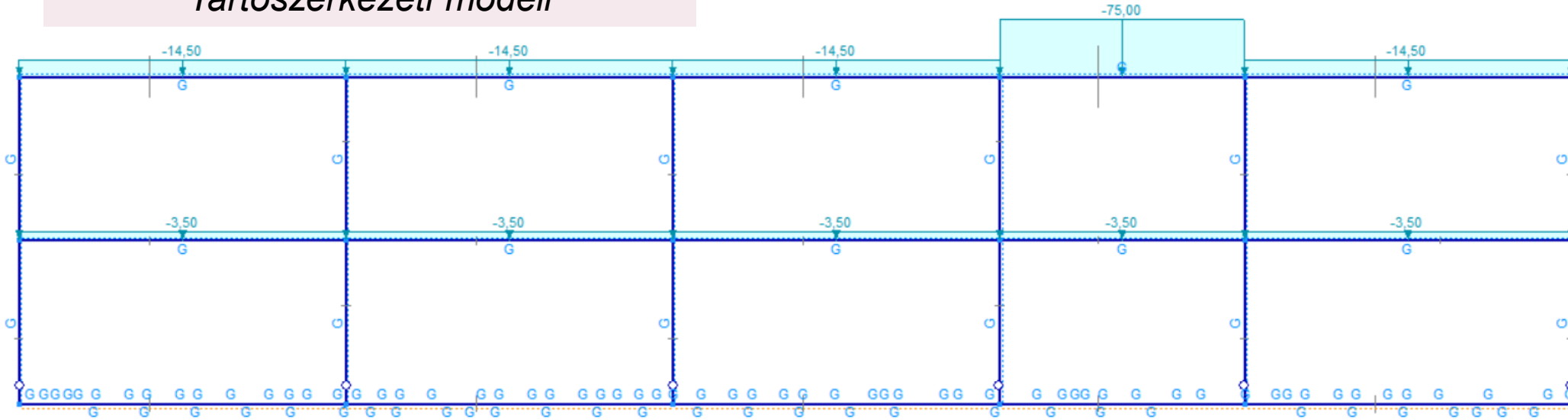
**2. Results**  
Subgrade modulus  
Pile stiffness  
Support  
displacements  
Additional loads



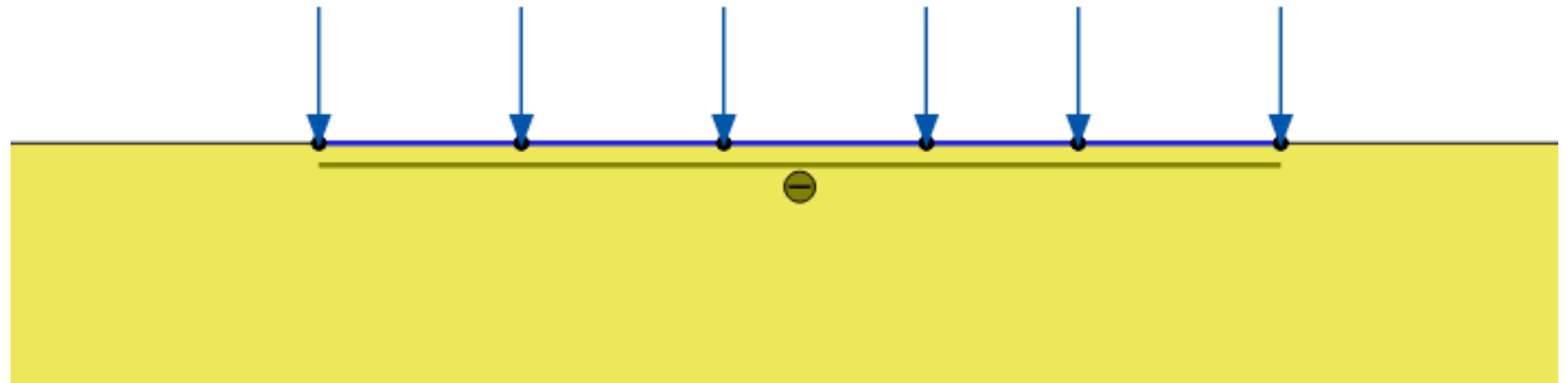




*Tartószerkezeti modell*



*Geotechnikai modell*





## Ágyazási tényezőn alapuló eljárás:

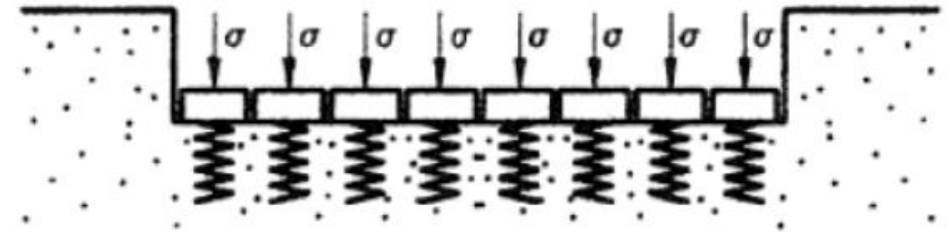
A talaj megtámasztó-terhelő hatását, a talaj és szerkezet kölcsönhatást rugókkal vesszük figyelembe.

Winkler-féle rugómodell: egy pontban kialakuló mozgás az ott működő feszültség függvénye:

$$e_i = \frac{q_i}{C_i}$$

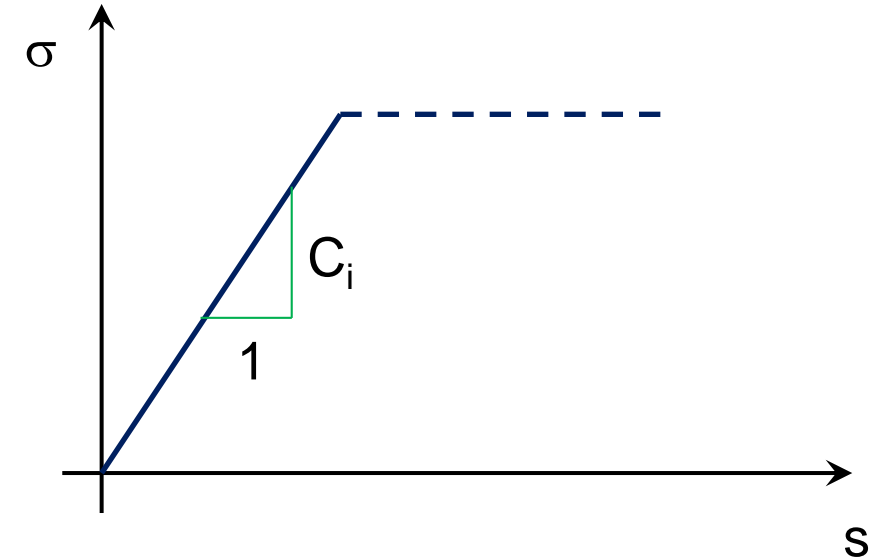
Ahol:

- e az adott pont elmozdulása
- q az adott pontban fellépő feszültség
- C az ágyazási tényező



Ágyazási tényező definiálása (korábbi képlet átrendezésével) :

$$C_i = \frac{q_i}{s_i}$$



*Meghatározása:*

- Pontos, ill. pontosított süllyedésszámítással
- Közelítő süllyedésszámítással
- Közelítő képlettel
- Tapasztalati képlettel

**Fontos:** az ágyazási tényező (rugóállandó) nem egy konstans érték, **nem talajjellemző!**

➔ függ a környező talaj alakváltozási paramétereitől, a kapcsolódó szerkezet hajlítási merevségétől, az alap és a terhelés kiterjedésétől, s különös esetben a terhelés időtartamától is (lásd következő dia)

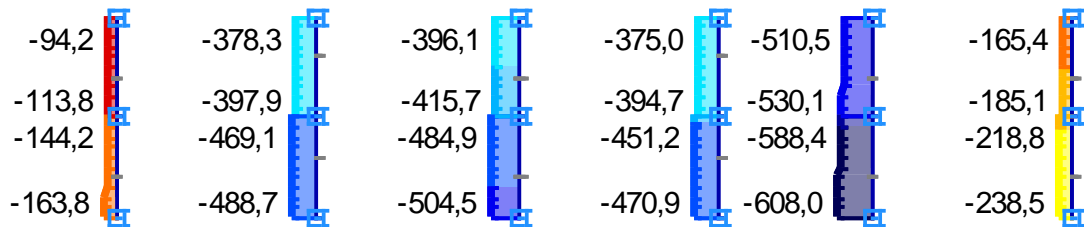
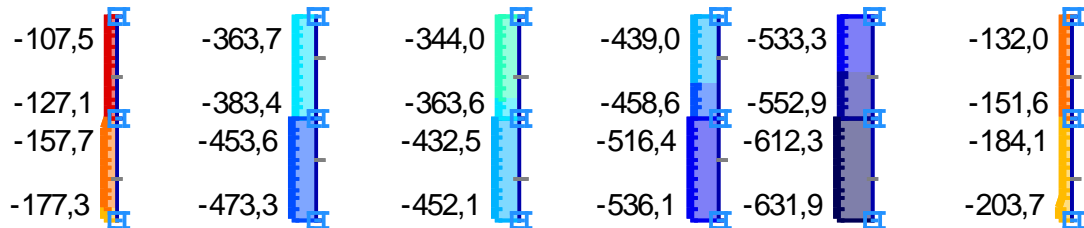
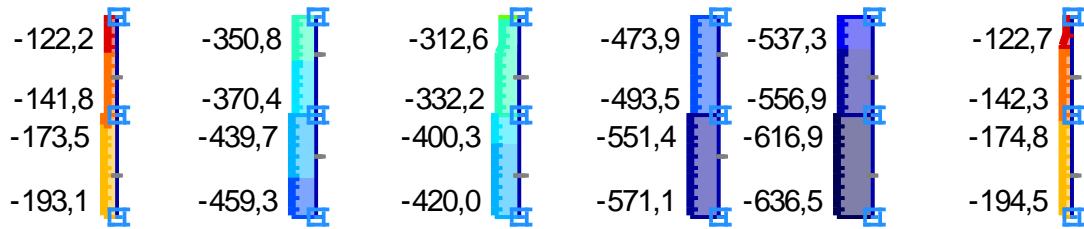
*Kis kiterjedésű alaptest (terhelés)* esetén annak hatása csak a felső néhány deciméterben érződik, így az a talajkörnyezet befolyásolja a szerkezet viselkedését. Ezért ilyen esetben például a felső zóna javításával, cseréjével az ágyazási tényező értéke, a merevség javítható.

*Ugyanakkor nagy kiterjedésű alapok* esetén annak lehatása mélyebb, s az alakváltozásokat nem az alap közvetlen környezetének talajkörnyezete adja, hanem a mélyebb rétegek összenyomódása (lásd korábbi megjegyzés az ágyazat hatásával kapcsolatban)

*Rövid lefolyású terhelések* kötött talajkörnyezetben annak konszolidációja révén nem okoznak olyan mértékű süllyedést, mint a *hosszú távon fennálló, állandó jellegű terhek*.

Ebből fakadóan egy kötött talajkörnyezetre támaszkodó szerkezet méretezéséhez a rövid és hosszú távú viselkedésre vonatkozóan eltérő ágyazási tényező vehető fel.

N

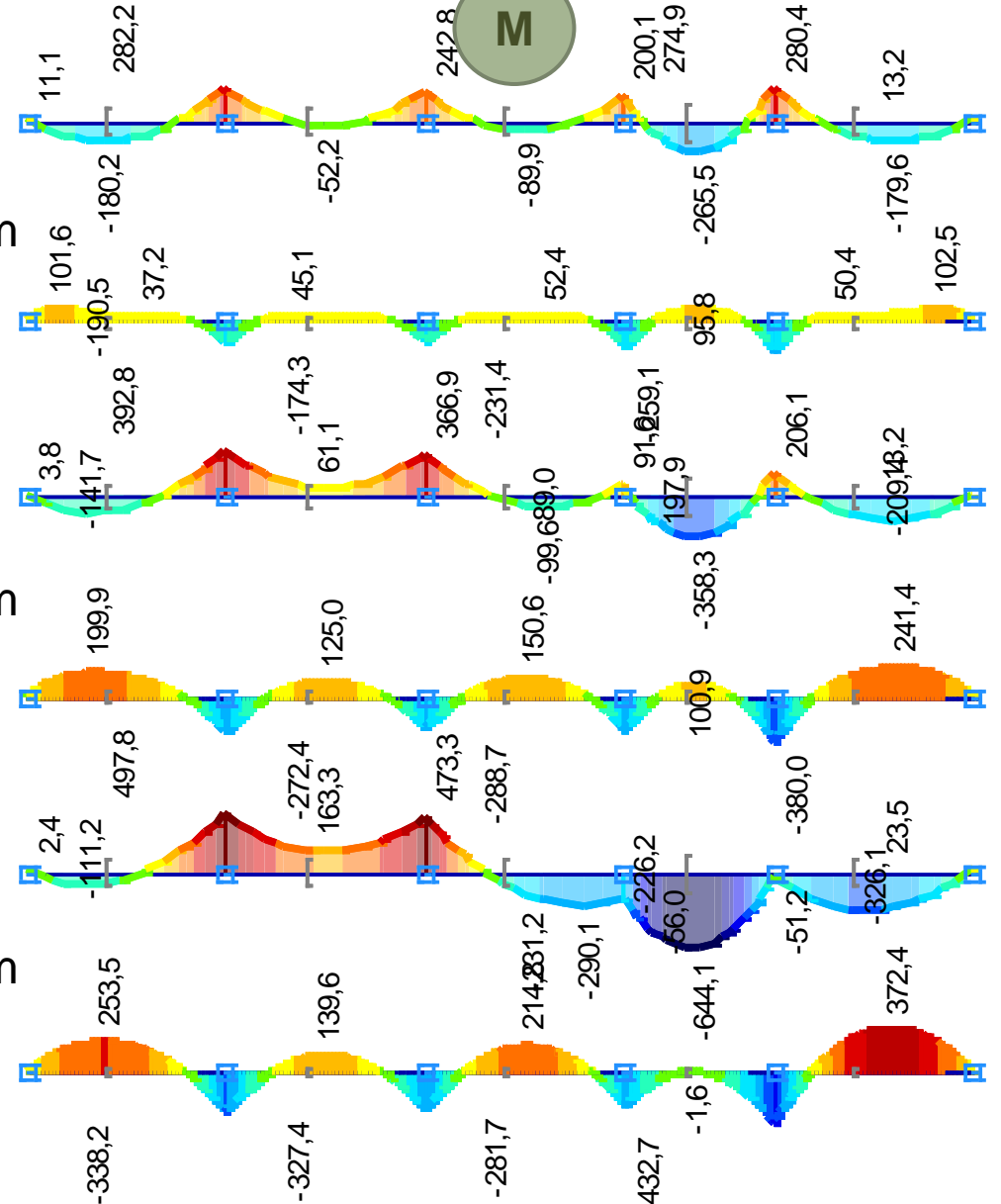


$C=10^5 \text{ kN/m/m}$

$C=10^4 \text{ kN/m/m}$

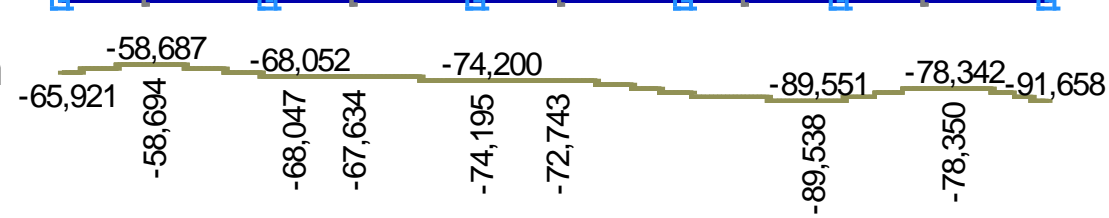
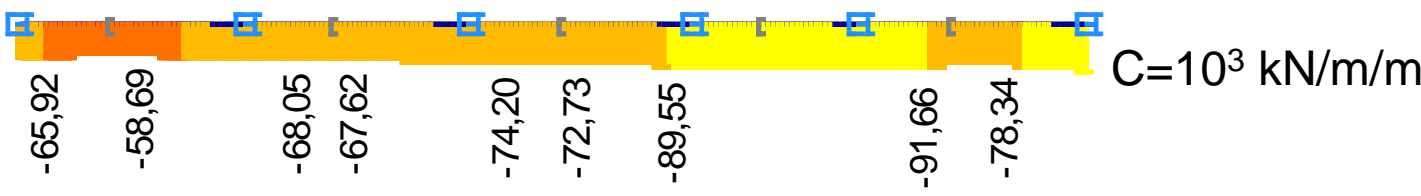
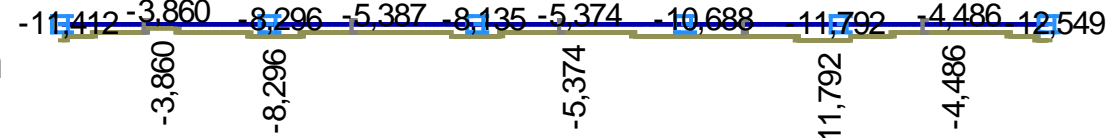
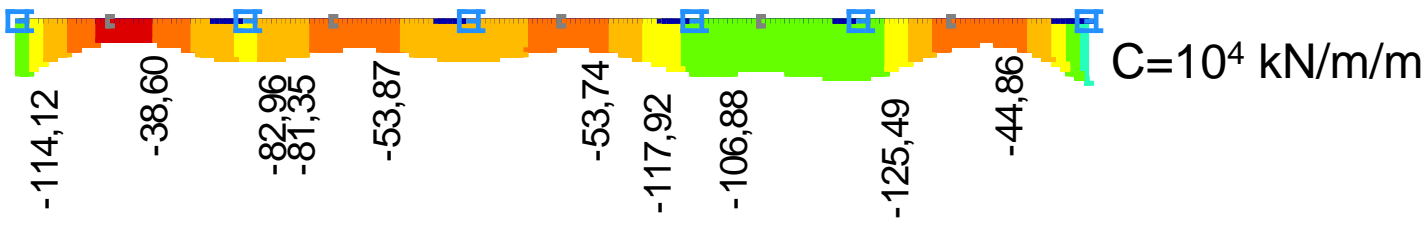
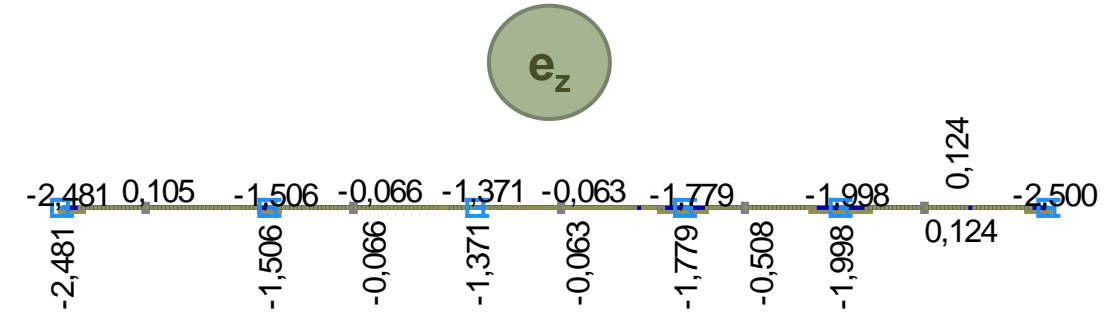
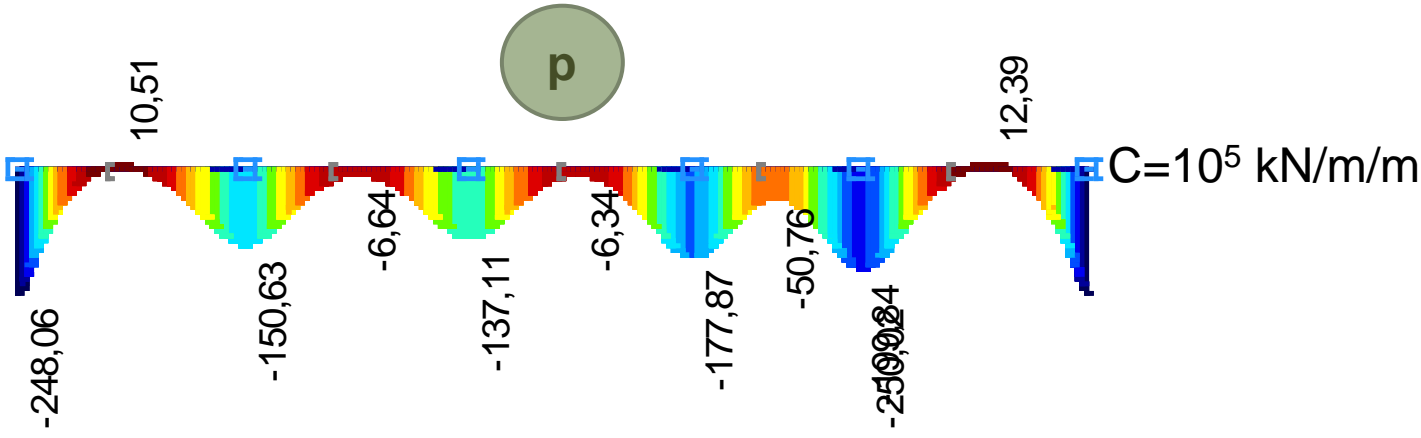
$C=10^3 \text{ kN/m/m}$

M





# Tartószerkezeti modell + ágyazási tényező – mintapéldán



*Mit okoz az ágyazási tényező jelentős változása:*

- Az oszlopok nomálerőiben kisebb különbségek
- Egy nagyságrendi változás sem okoz 50-80 %-nál nagyobb különbséget az alaplemez nyomatékáiban
- Minél lágyabb az altalaj (kisebb az ágyazási tényező), annál jobban „kisimul” a talpfeszültség ábra
- Minél lágyabb az altalaj (kisebb az ágyazási tényező), annál nagyobbak a süllyedések és süllyedés különbségek (lemez széle és közepe között)

Átlagos talpfeszültség eloszlás

$$\rho_{\acute{a}} = \frac{F}{A}$$

Közelítő süllyedésszámítás:

$$s_{\acute{a}} = \frac{\rho_{\acute{a}}}{E_s} \cdot B \cdot F$$

Átlagos ágyazási tényező

$$C_{\acute{a}} = \frac{\rho_{\acute{a}}}{s_{\acute{a}}}$$

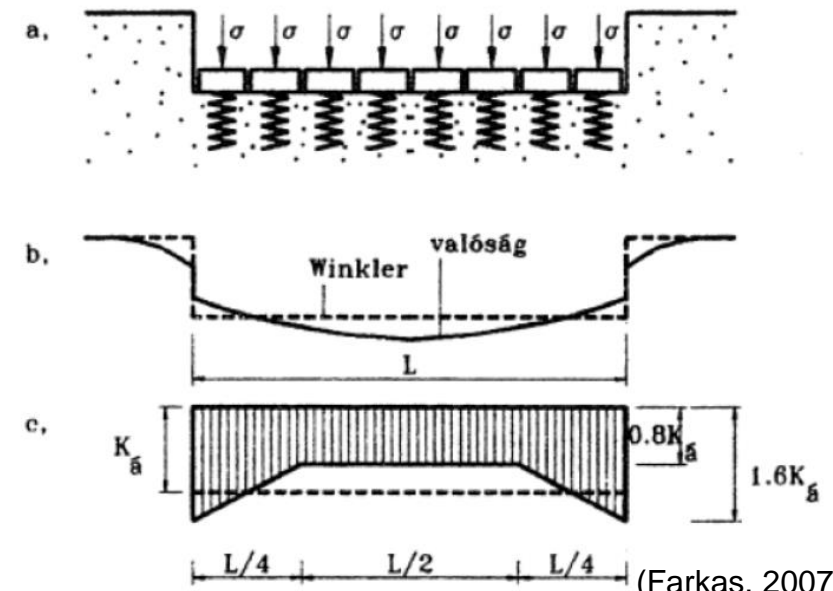
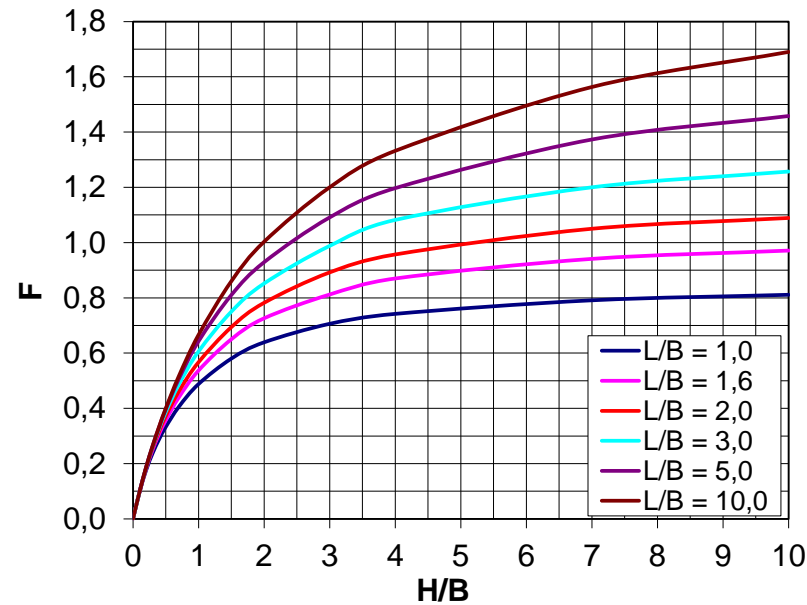
Javítás:

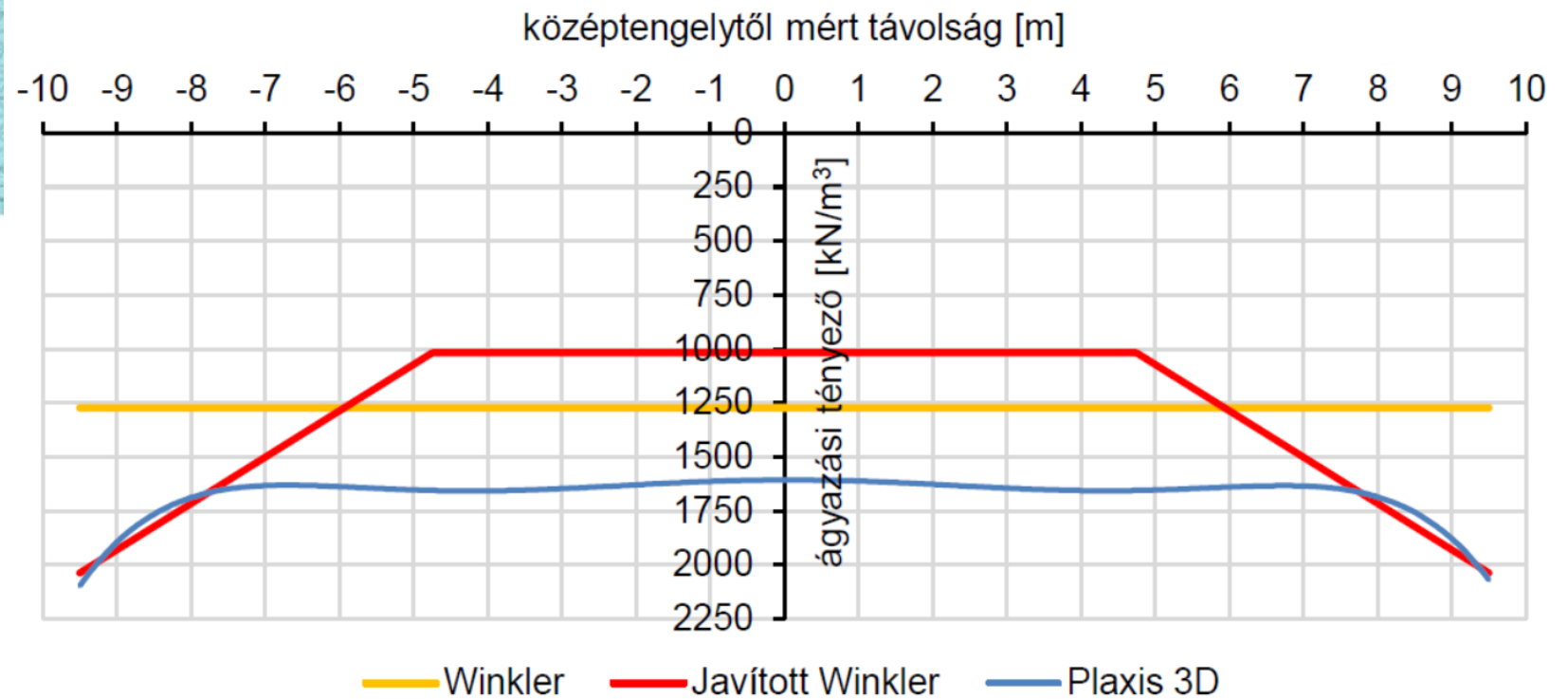
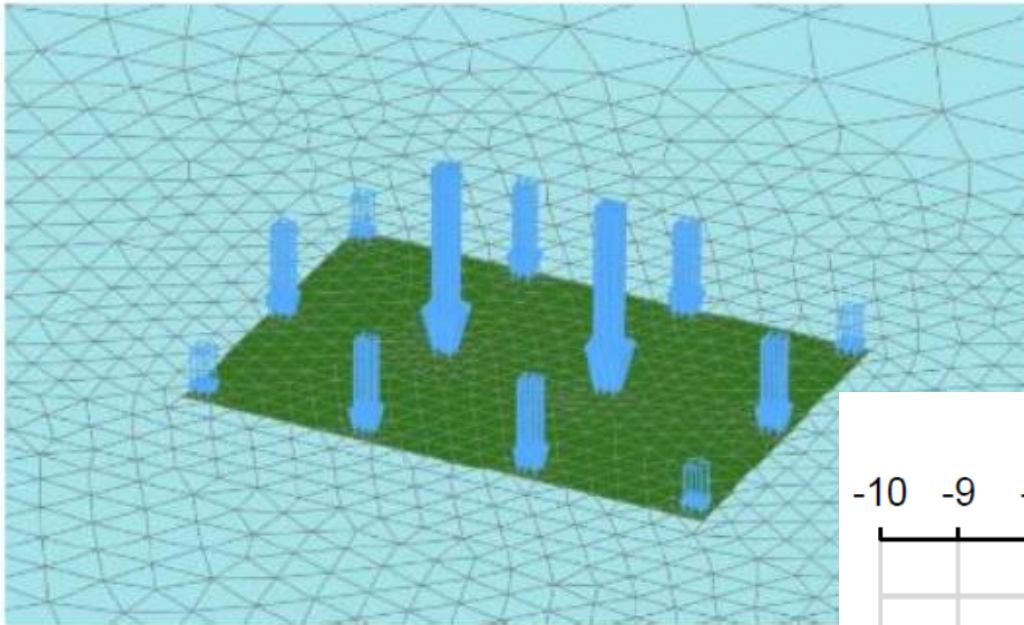
szélső negyedekben:

$$C_{\acute{a}k} = 1,6 \cdot C_{\acute{a}}$$

belső félben

$$C_{\acute{a}b} = 0,8 \cdot C_{\acute{a}}$$





$$s_{\acute{a}} = \frac{\rho_{\acute{a}}}{E_s} \cdot B \cdot F \qquad C_{\acute{a}} = \frac{\rho_{\acute{a}}}{s_{\acute{a}}}$$

$$C_{\acute{a}} = \frac{\rho_{\acute{a}}}{s_s} = \frac{E_s}{B} \cdot \frac{1}{F}$$

Négyzetes pontalap  $\rightarrow F \approx 0,5$

Sávalap  $\rightarrow F \approx 1,0$

$$C_{\acute{a}} \approx 2 \cdot \frac{E_s}{B}$$

$$C_{\acute{a}} \approx \frac{E_s}{B}$$



Ágyazási tényező becslése

$$C_{\acute{a}} = E_s \cdot \left( \frac{1}{B} + \frac{1}{L} + \frac{1}{m_0} \right)$$



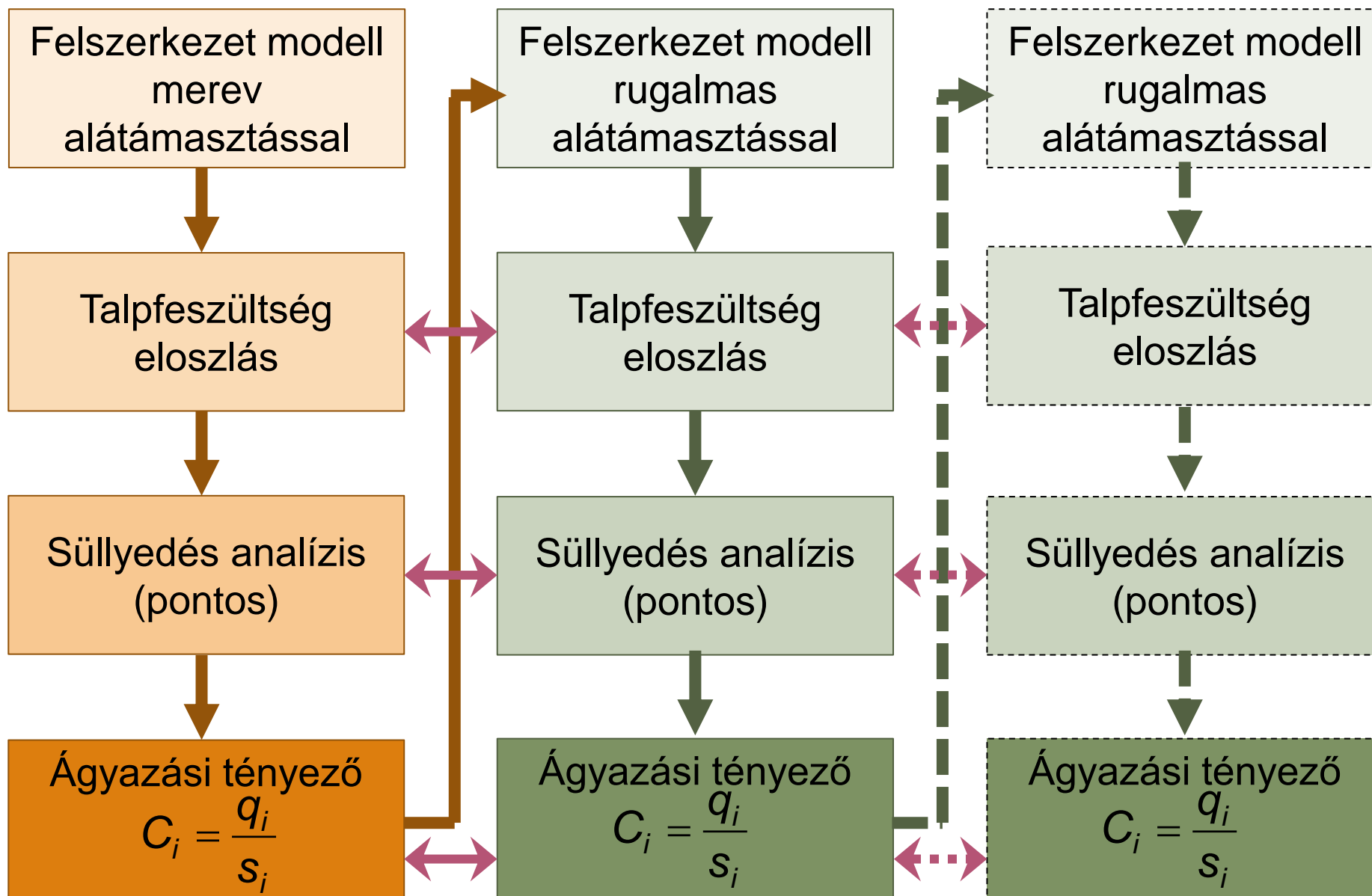
**Négyzetes pontalap**

$$C_{\acute{a}} \approx E_s \cdot \left( \frac{1}{B} + \frac{1}{B} + \frac{1}{B} \right) \approx 3 \cdot \frac{E_s}{B}$$



**Sávalap**

$$C_{\acute{a}} \approx E_s \cdot \left( \frac{1}{B} + \frac{1}{\infty} + \frac{1}{2 \cdot B} \right) \approx 1,5 \cdot \frac{E_s}{B}$$



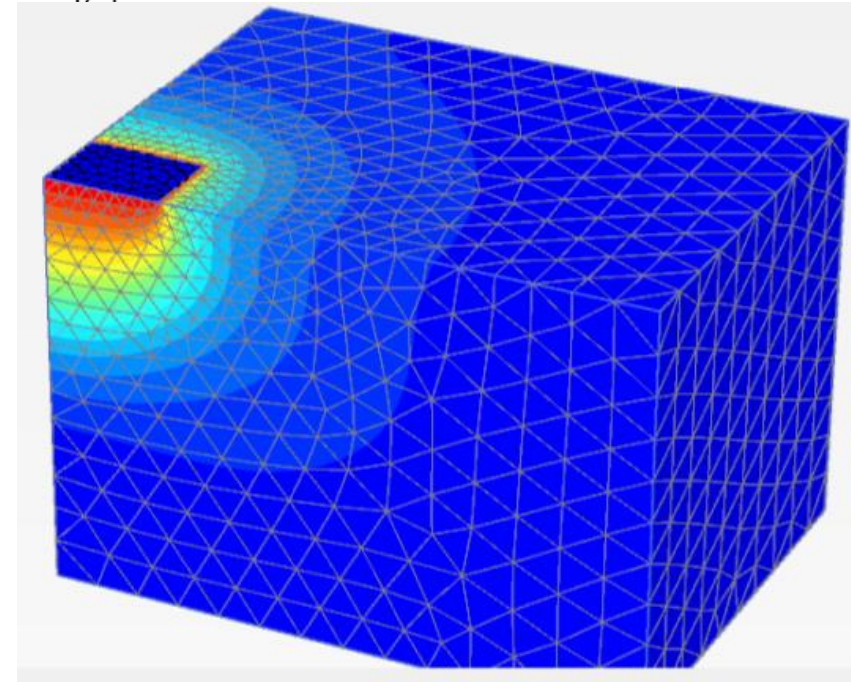
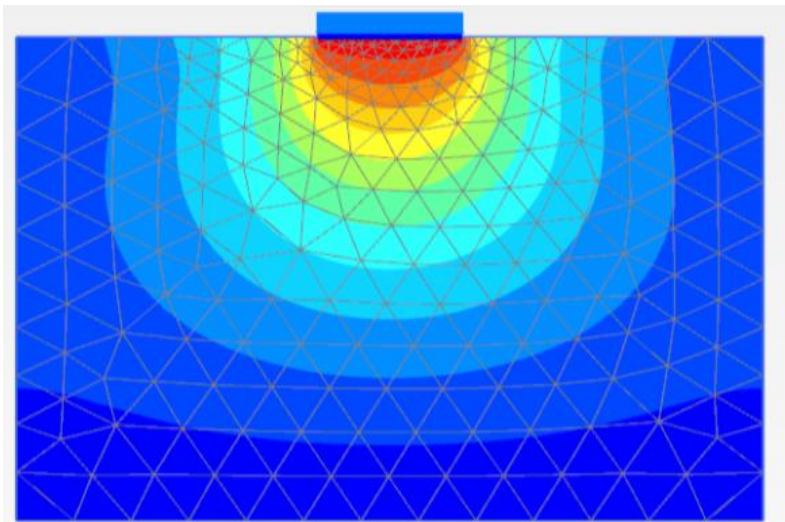
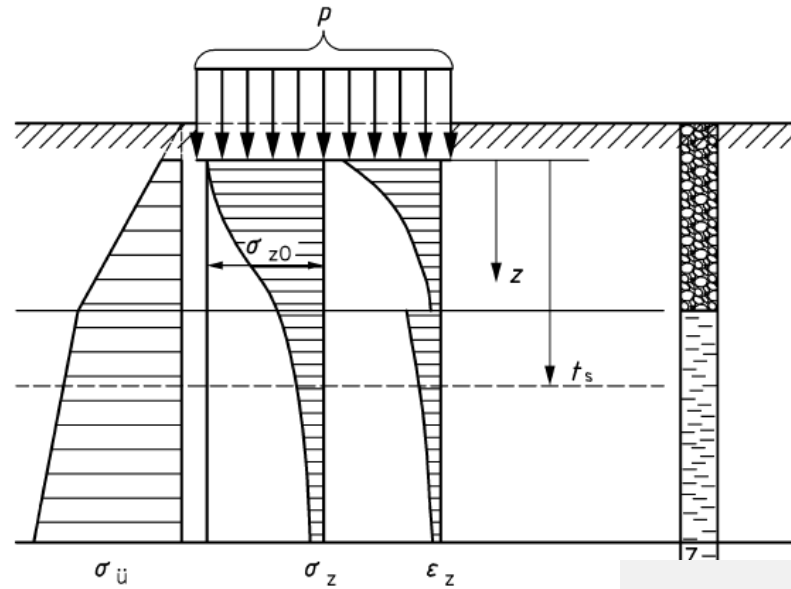
## Lehetőségek

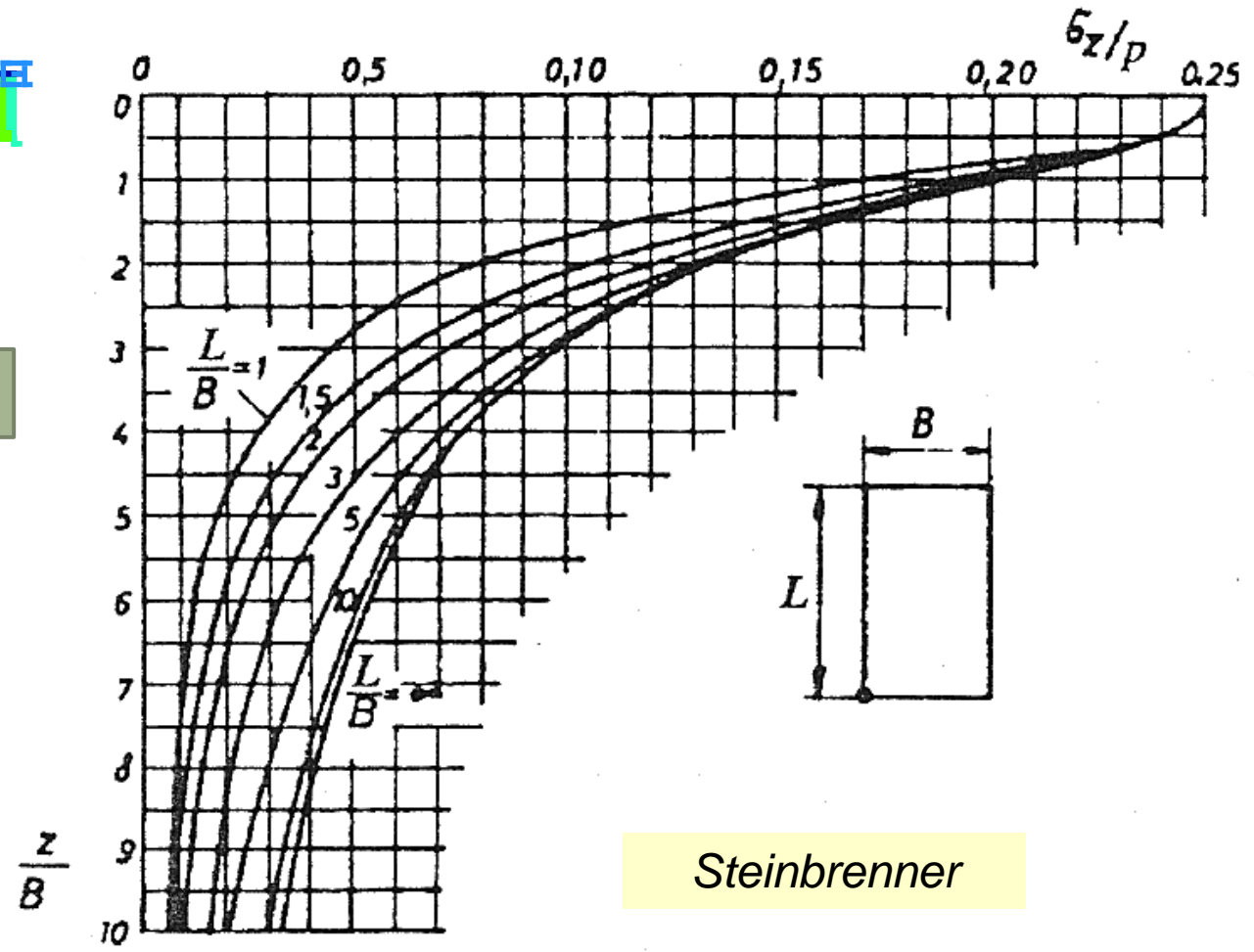
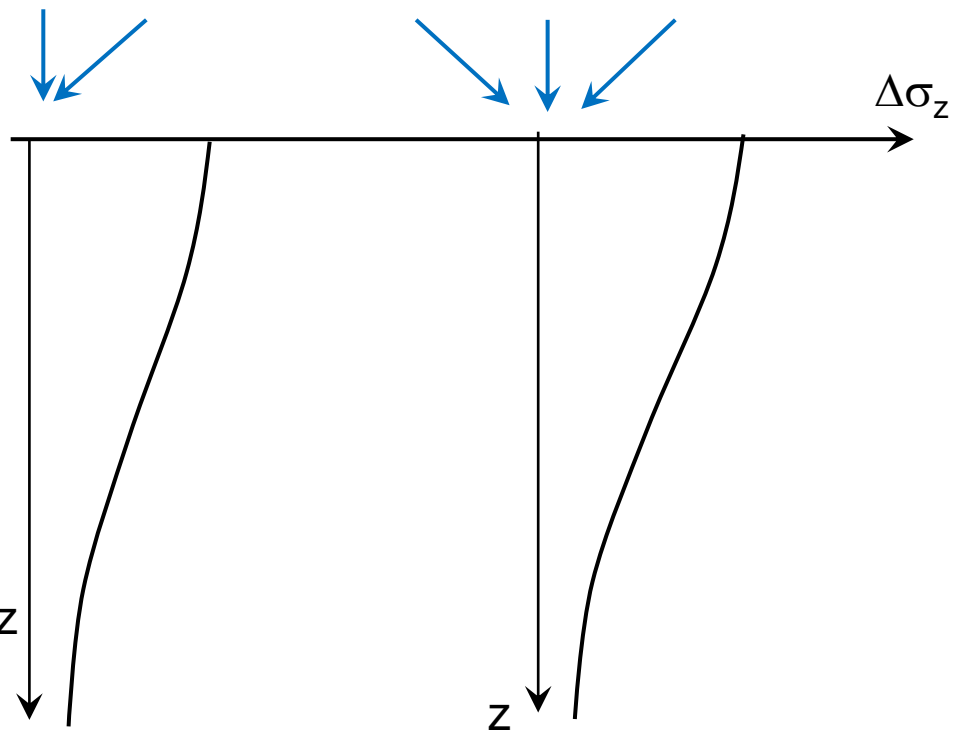
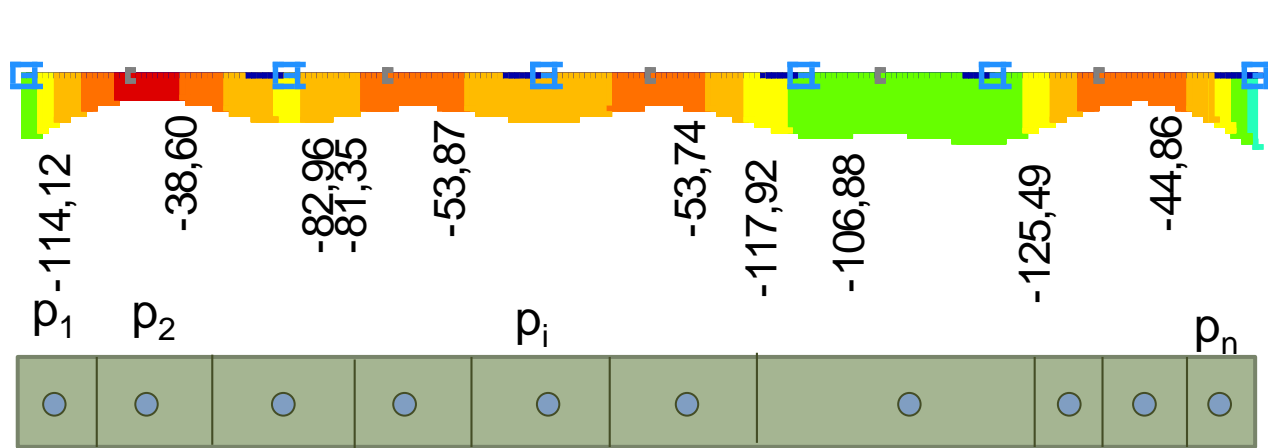
### Analitikus megoldás:

- Steinbrenner,
- Boussinesq,
- közelítő képlet

### VEM:

- 2D
- 3D

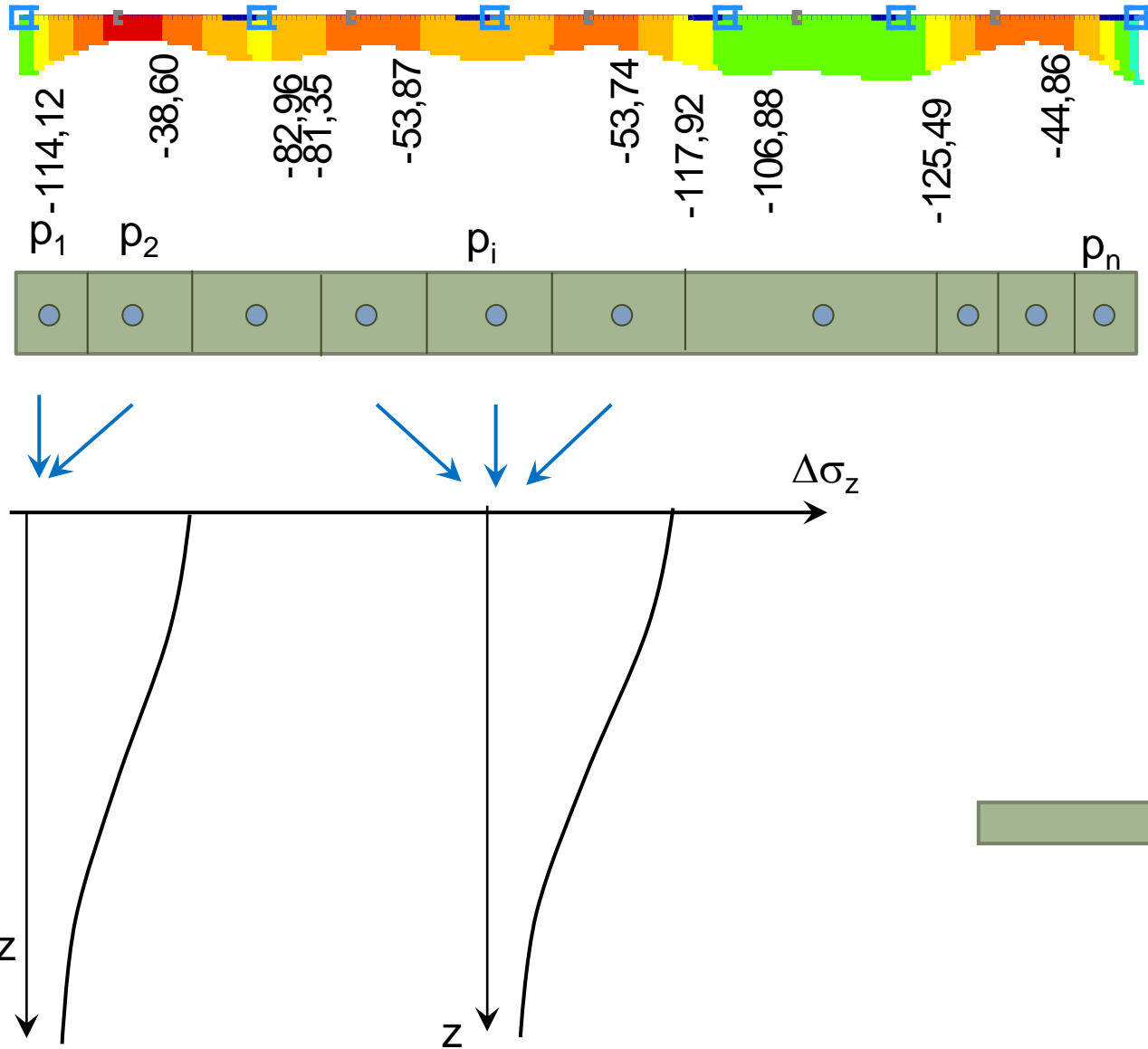




Steinbrenner

$$\sigma_z = \frac{p}{2 \cdot \pi} \left[ \arctg \frac{1}{\zeta \cdot \sqrt{1+n^2} \cdot (1+\zeta^2)} + \left( \frac{n^2}{n^2 \cdot \zeta^2 + 1} + \frac{1}{\zeta^2 + 1} \right) \cdot \frac{\zeta}{\sqrt{1+n^2} \cdot (1+\zeta^2)} \right]$$

$$n = \frac{B}{L}; \quad \zeta = \frac{z}{B}$$

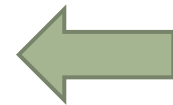


ágyazási tényező

$$C_i = \frac{p_i}{s_i}$$



süllyedés,  $s_i$



határmélység



fajlagos alakváltozás,  $\Delta\varepsilon_z$

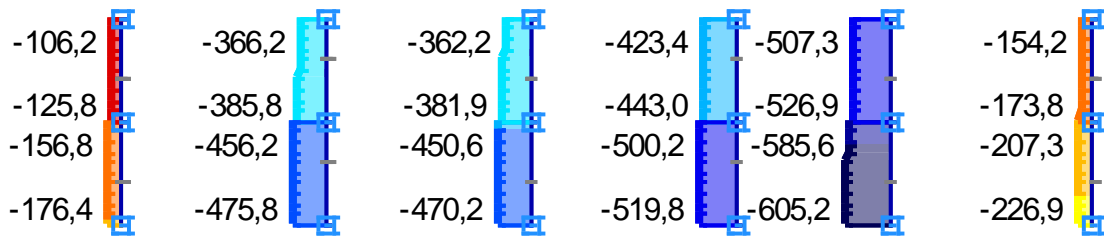
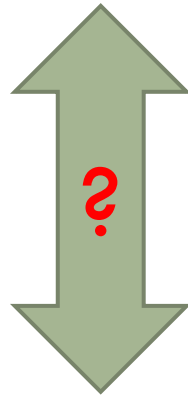
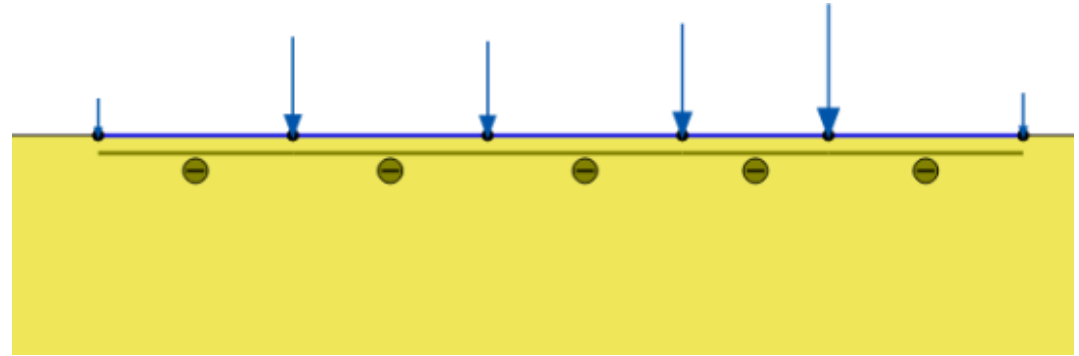
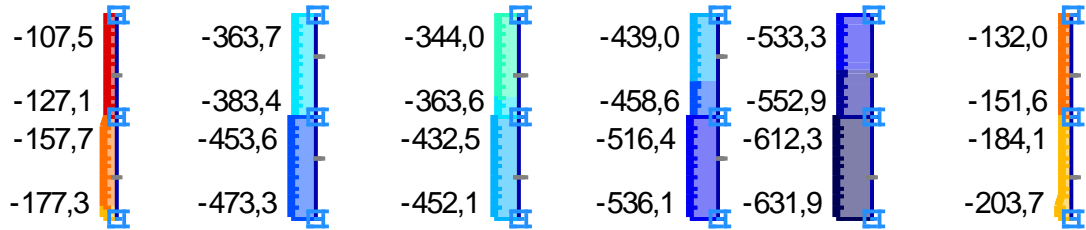




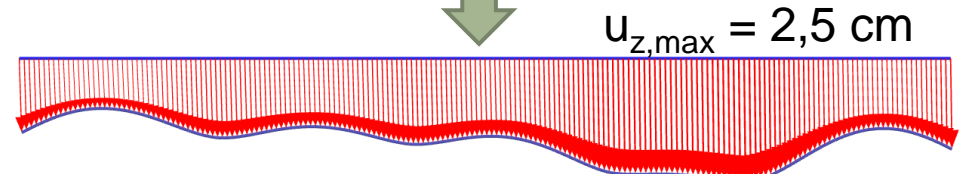
# Modellek összehangolása (AXIS + PLAXIS)

$C=10^4$  kN/m/m

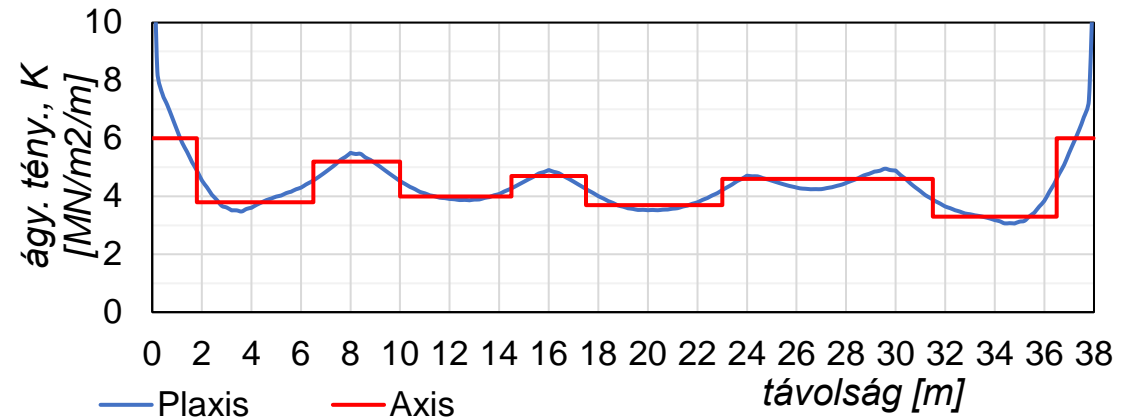
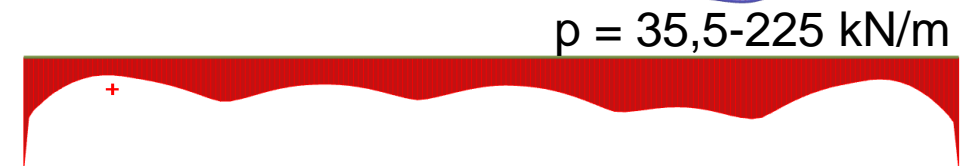
N



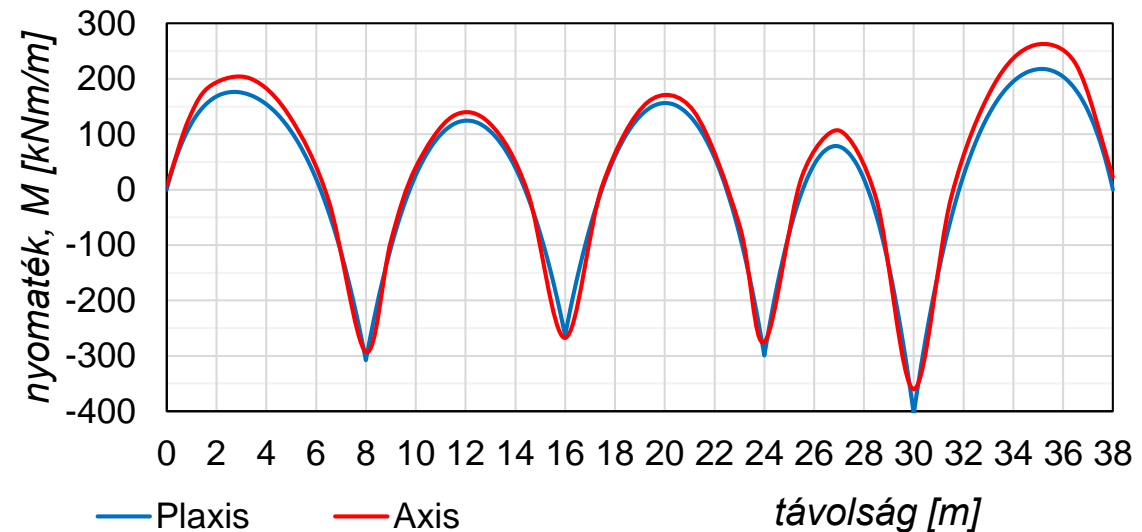
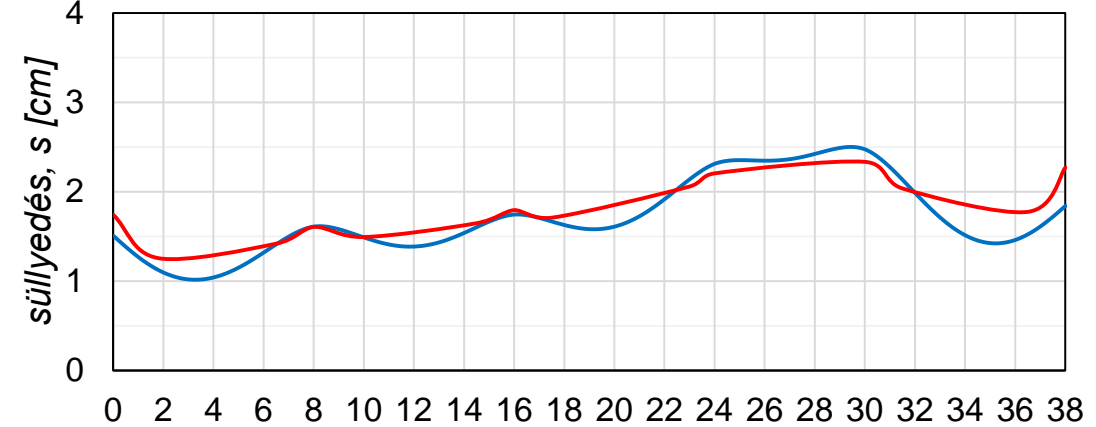
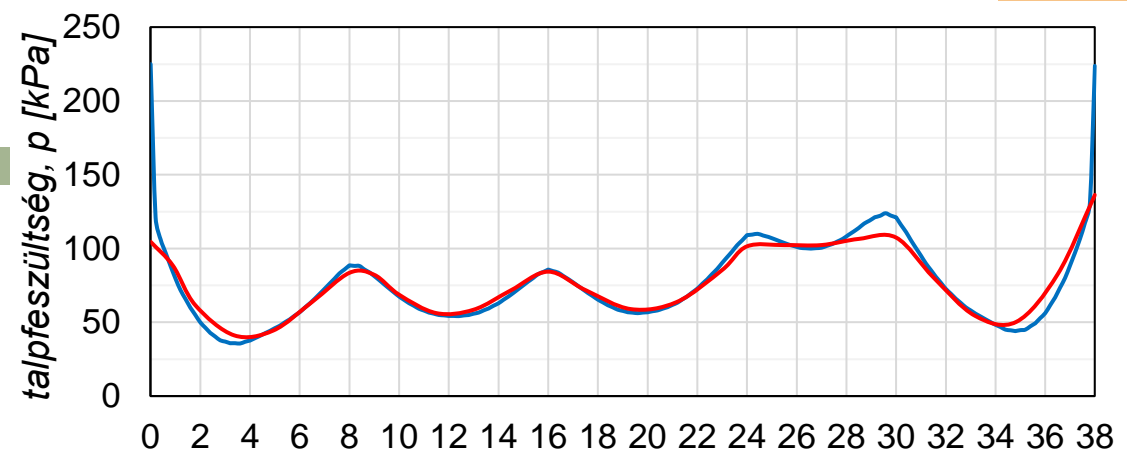
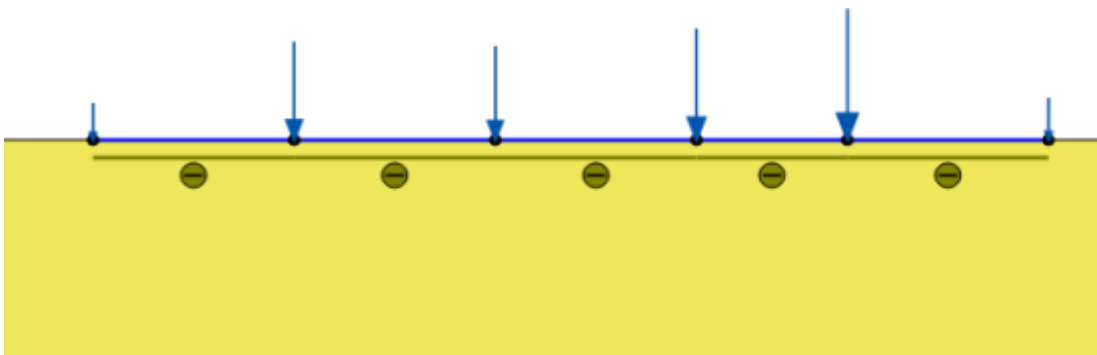
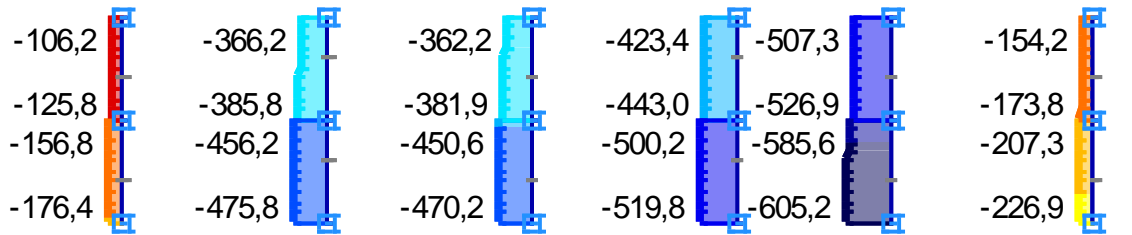
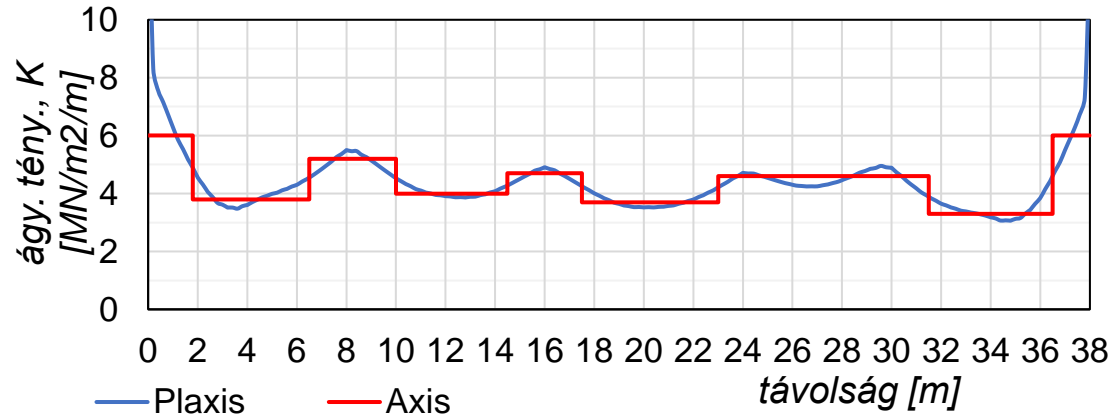
$u_z$



p



# Modellek összehangolása



## □ *Figyelembe veendő szempontok:*

- rétegződés: feltártság, geológia, térbeli változékonyság
- talaj előterheltség: geológiai, munkagödörkiemelés - újratérhelés
- időbeliség: építési ütemezés, teherváltozás, konszolidáció
- határállapot (ULS, SLS): vizsgált határállapot (általában SLS → ULS)
- talajvízhelyzet: építéskori, élettartam becsült maximális
- víztelenítés: ideiglenes (mennyi ideig), végleges
- környezet: beépítettség, munkatérhatároló szerkezet,
- határmélység: süllyedés mértéke

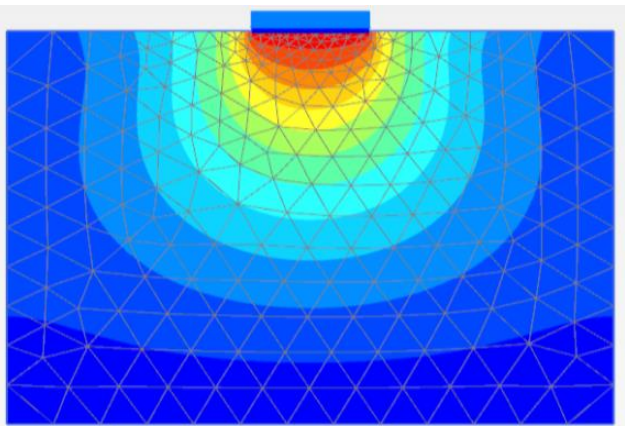
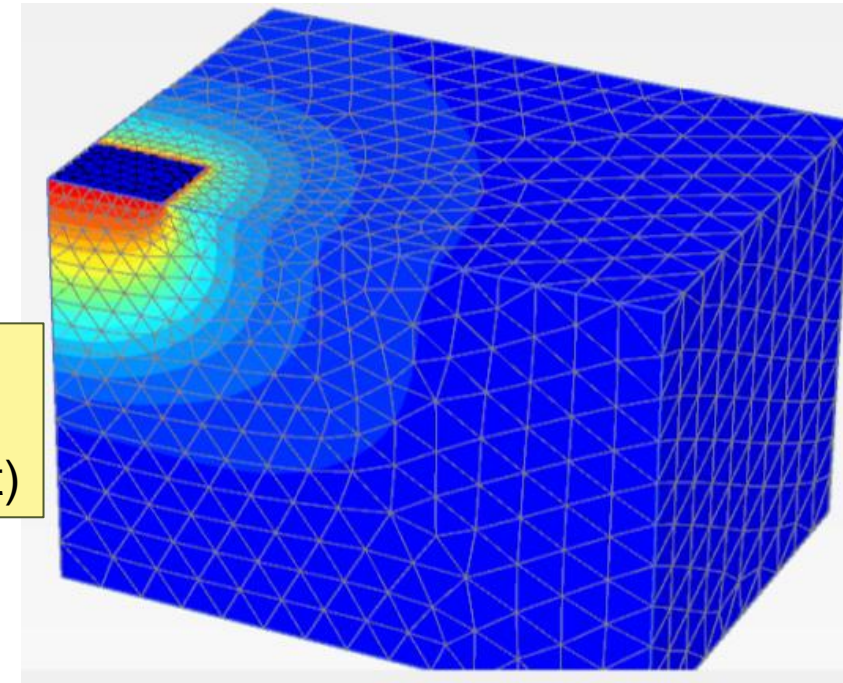
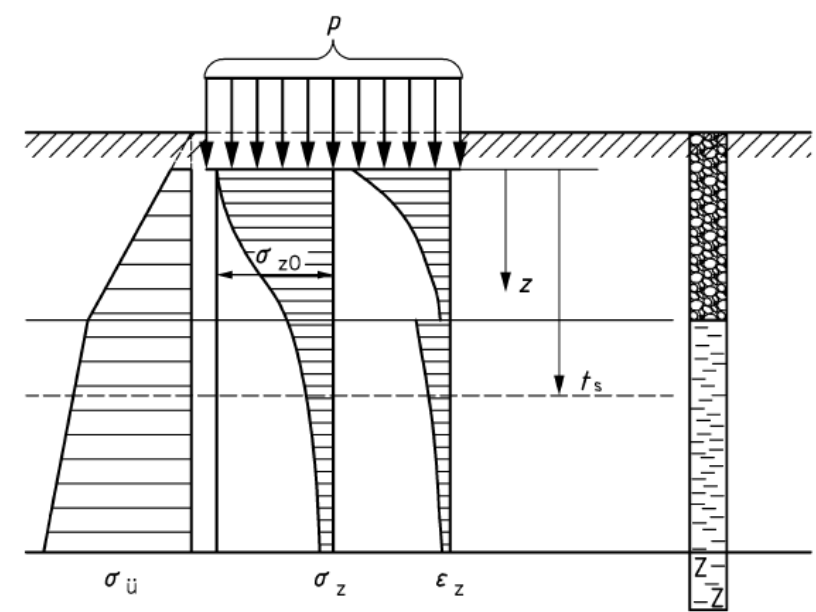
# Geotechnikai modell

## Figyelembe veendő szempontok:

- ▣ rétegződés:
- ▣ talaj előterheltség:
- ▣ időbeliség:
- ▣ határállapot (ULS, SLS):
- ▣ talajvízhelyzet:
- ▣ víztelenítés:
- ▣ környezet:
- ▣ határmélység:

- talajparaméter
- „megfontolások”

- anyagmodell (input paraméterek!)
- számítási fázisok
- környezet modellezése (modellméret)



## *Tartószerkezeti modell*

terhelés  
felszerkezeti merevség



## *Geotechnikai modell*

altalajviszonyok  
környezeti hatások



**Tervezői együttműködés**



**Modellek kompatibilitása**



**Várható viselkedést jól közelítő modell**



**Műszaki és gazdasági szempontból optimális alapozási terv**



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!