

# **MMK GEOTECHNIKAI TAGOZAT**

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

HORVÁTHNÉ BAK EDINA

DR. MÓCZÁR BALÁZS

SCHEURING FERENC

DR. WOLF ÁKOS

Horváthné Bak Edina

### Geotechnikai tervező feladatai

- talajfizikai jell. +  $T_v$  szintek karakt. értékei,
- alapozási javaslat (technológia, főbb geometria),
- **mélyalapozás (egyedi és csoport) teherbírásának (GEO) számítása,**
- mélyalapozás (egyedi és csoport) vízszintes és függőleges **támaszmerevség előállítása**
- **a kivitelezés geotechnikai vonatkozású előírásai** (pl. munkagödör kiemelés, víztelenítés, ágyazat, horgony fesz.mentesítés),
- műszaki felügyeleti, megfigyelési és karbantartási követelményeinek előírása talajkörnyezeti szempontból,

### Tartószerkezeti tervező feladatai

- tartószerkezeti rendszer leírása,
- az alapozás (teherbírasi és használhatósági) **mértékadó igénybevételeinek meghatározása,**
- az alapozásnál **figyelembe vett / megengedett** relatív (függőleges és vízszintes) **elmozdulások** meghatározása,
- **az alapozás és a felszerkezet kapcsolatát biztosító szerkezetek (fejtömbök) tervezése,**
- **mélyalapozás ellenőrzése STR határáll.,**
- **a kivitelezés tartószerkezeti vonatkozású előírásai** (pl. betonozási ütemek, daruállítás)
- műszaki felügyeleti, megfigyelési és karbantartási követelményeinek előírása tartószerkezeti szempontból,

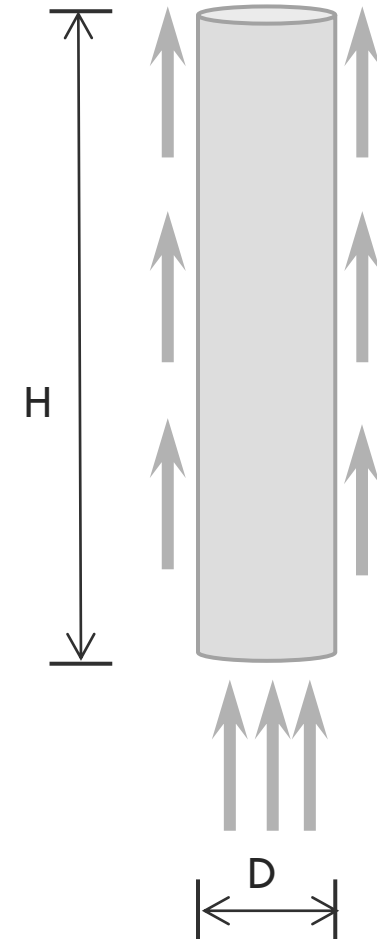
### Geotechnikai vagy tartószerkezeti tervező is végezheti

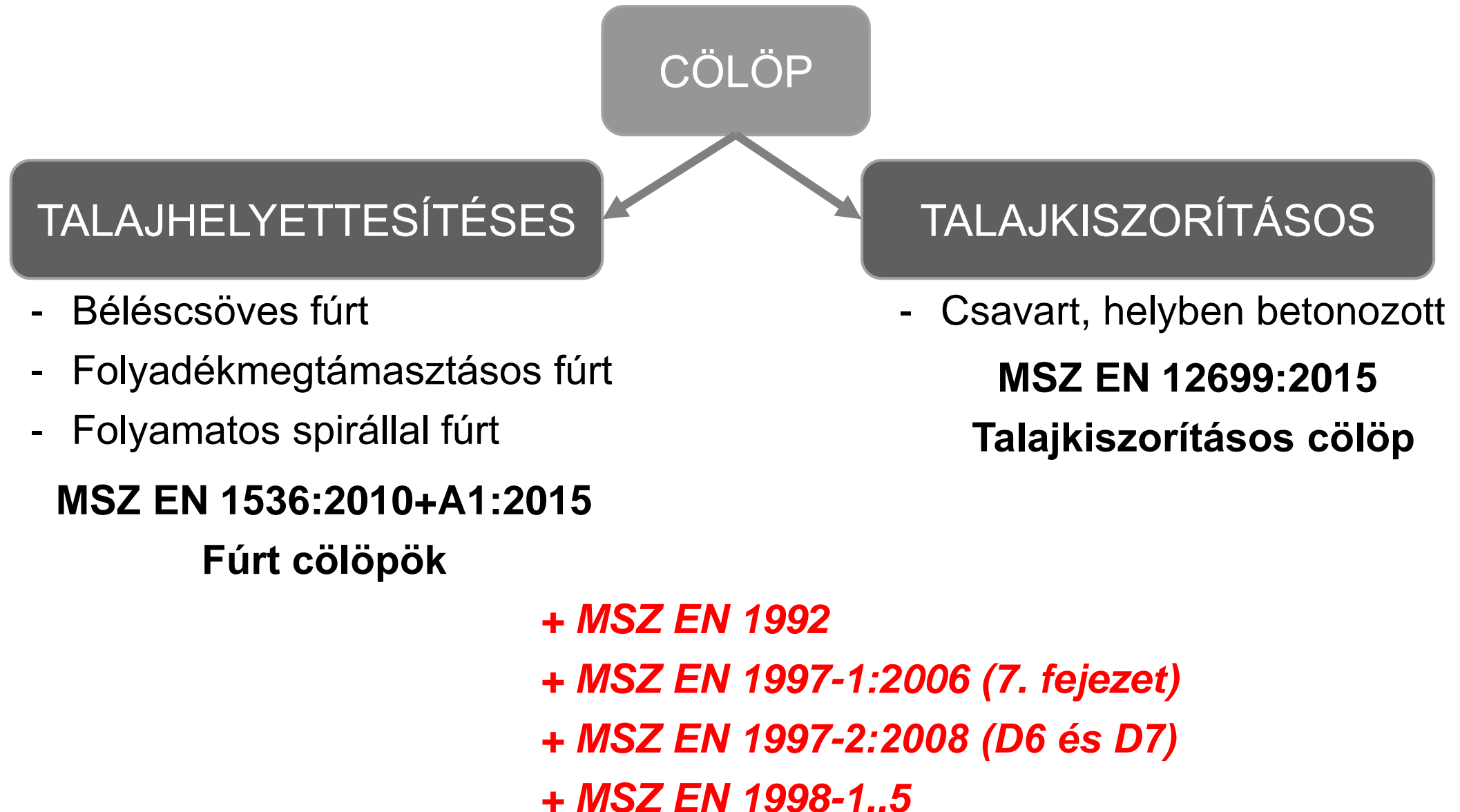
- mélyalapozás geometriai kialakítása,
- mélyalapozás ellenőrzése GEO határállapotban,
- mélyalapozás ellenőrzése UPL határállapotban.

4

## SZABVÁNYI HÁTTÉR ISMERTETÉSE

- Cölöp: „a talajban lévő karcsú, a terhek továbbítására való szerkezeti elem”  
(MSZ EN 1536)
- Karcsú szerkezet: **szélesség:mélység = 1:5**
- Kútalap  $\neq$  cölöp
- Mikrocölöp:  $d_{\text{fúrt}} < 300 \text{ mm}$ ,  $d_{\text{vert}} < 150 \text{ mm}$





7

## CÖLÖP FÜGGŐLEGES TEHERBÍRÁS MEGHATÁROZÁSA



## 1) Statikus próbaterhelés

- Tervezett helyszínen
- Tervezett cölöpözési technológia és geometria



## 2) Számítás

talajszelvény alapján

- Modell cölöp analógia
- Statikus szonda / nyírószilárdság / azonosítás paraméter
- **Csak statikus próbaterheléssel kalibrált számítási módszer**



## 3) Dinamikus próbaterhelés

- Jel illesztés
- Verési képletek
- **Csak statikus próbaterheléssel kalibrált módszer**





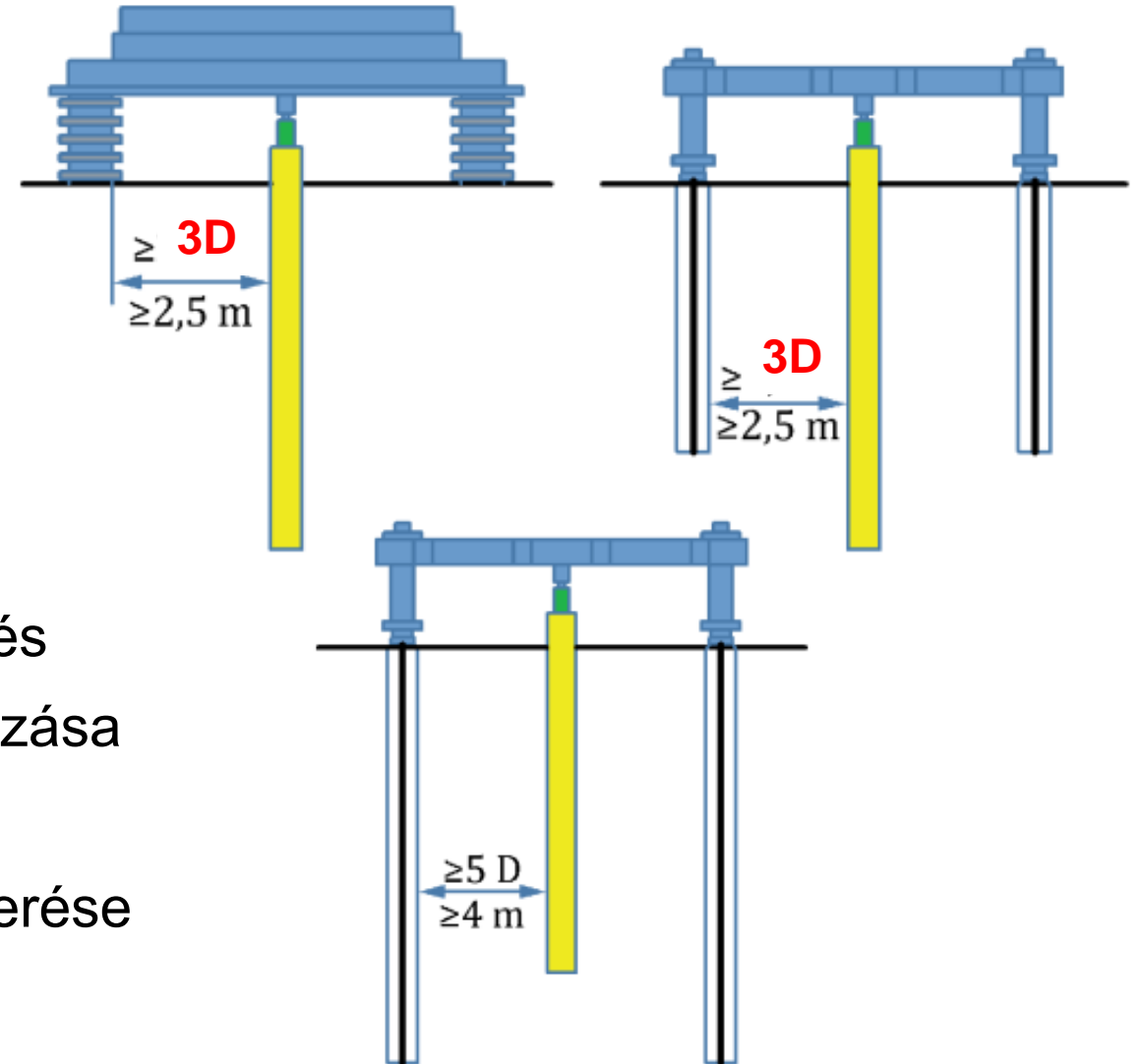


## MSZ EN ISO 22447-1:2019 - Statikus nyomóterhelés vizsgálata

Tervezési programban beruházók számára próbaterhelés előírása (állami vs magán beruházás)

Statikus próbaterhelés célja:

- Ellenőrzés – biztonsági szint igazolása
- Optimalizálás – gazdaságosabb tervezés
- Fajlagos teherbírási értékek meghatározása
- Kutatás+fejlesztés – cölöp viselkedés, merevségi viszonyok pontosabb megismerése



## Statikus próbaterhelés - példák



## Terhelés – süllyedés diagram

Törőteher, talpellenállás,  
köpenyellenállás?

Köpenyellenállás kimerülése:  
 $0,02 \div 0,03 \times D$

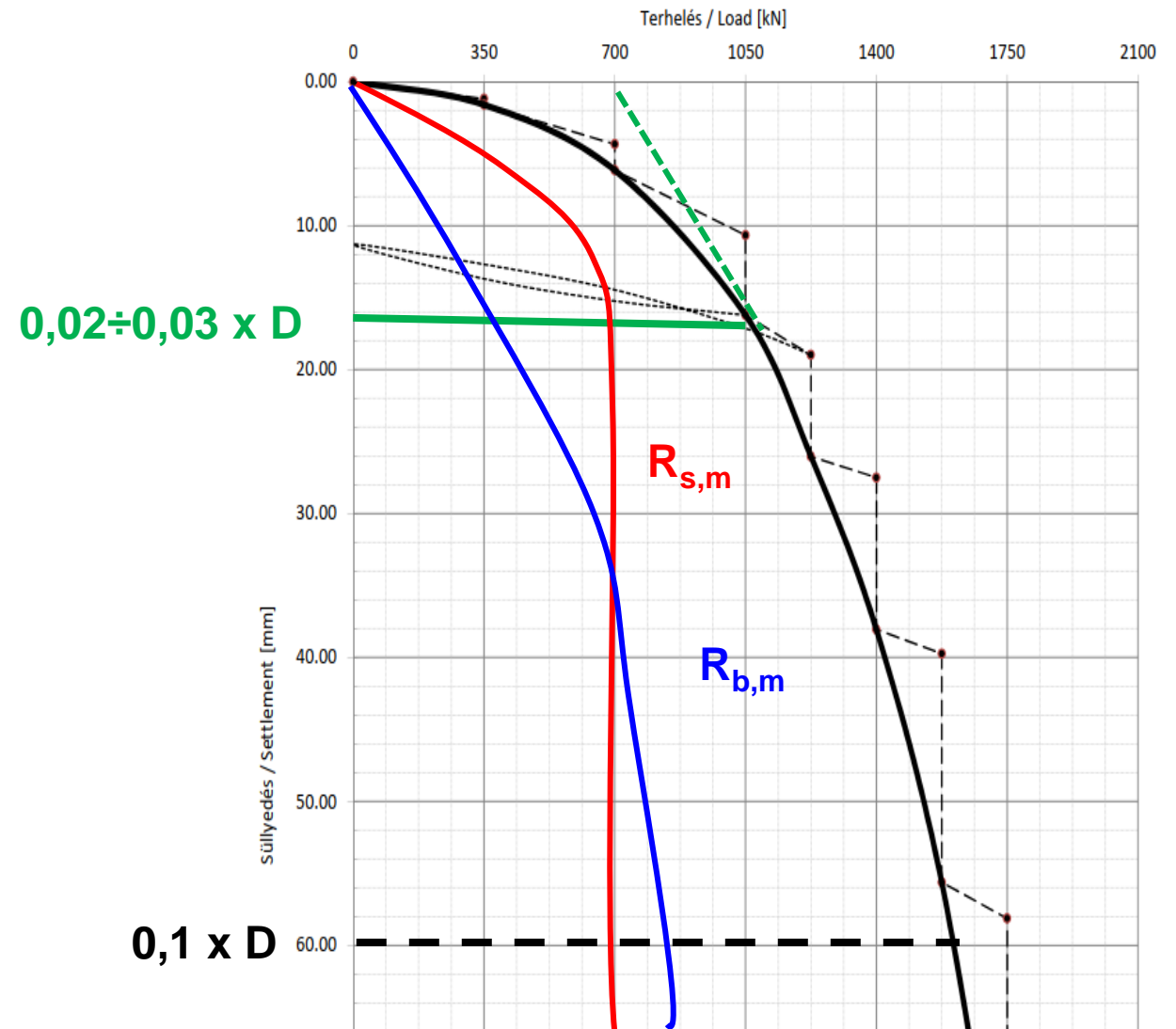
Törőteher:  $0,1 \times D$

Mért ellenállás komponensek:

Köpenyelleállás:  $R_{s,m} \approx 700 \text{ kN}$

Talpellenállás:  $R_{b,m} \approx 860 \text{ kN}$

Törőellenállás:  $R_{c,m} \approx 1560 \text{ kN}$







## **Alkalmazható minden olyan méretezési módszer, melynek érvényességét statikus próbaterheléssel hasonló adottságú cölöpön bizonyították**

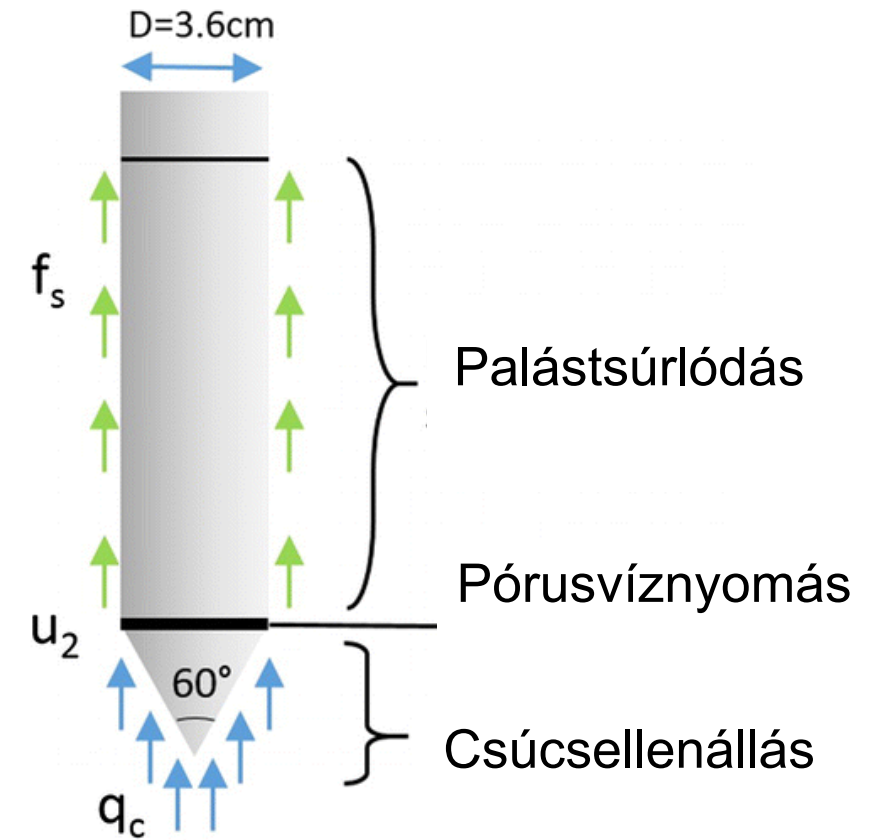
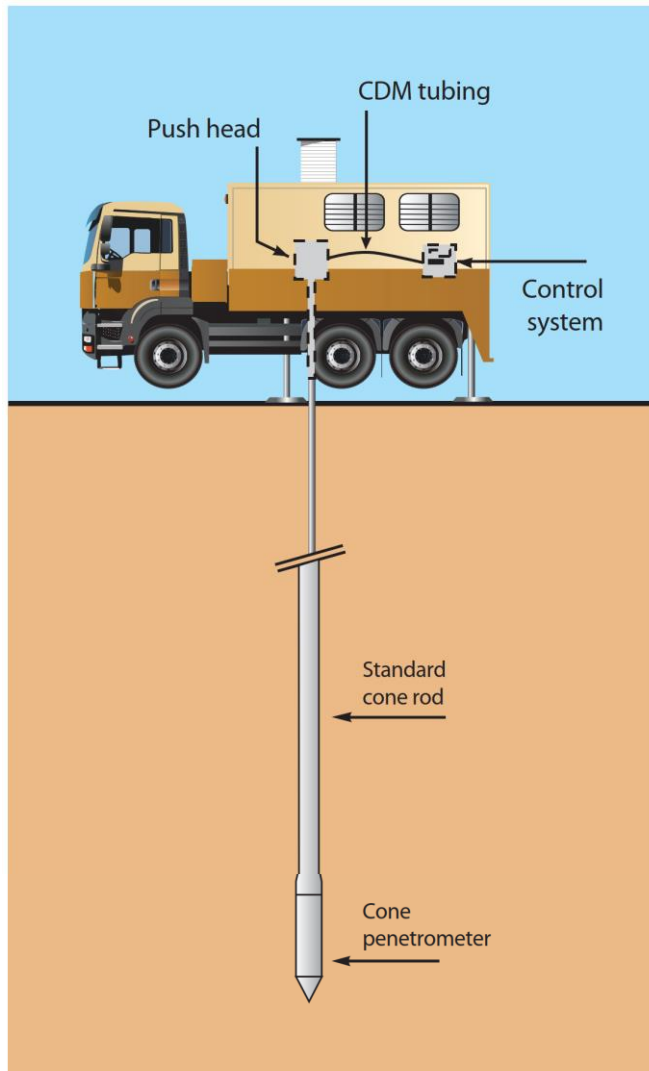
### 7.6.2. A talajkörnyezetből származó nyomási ellenállás

#### 7.6.2.1. Általános elvek

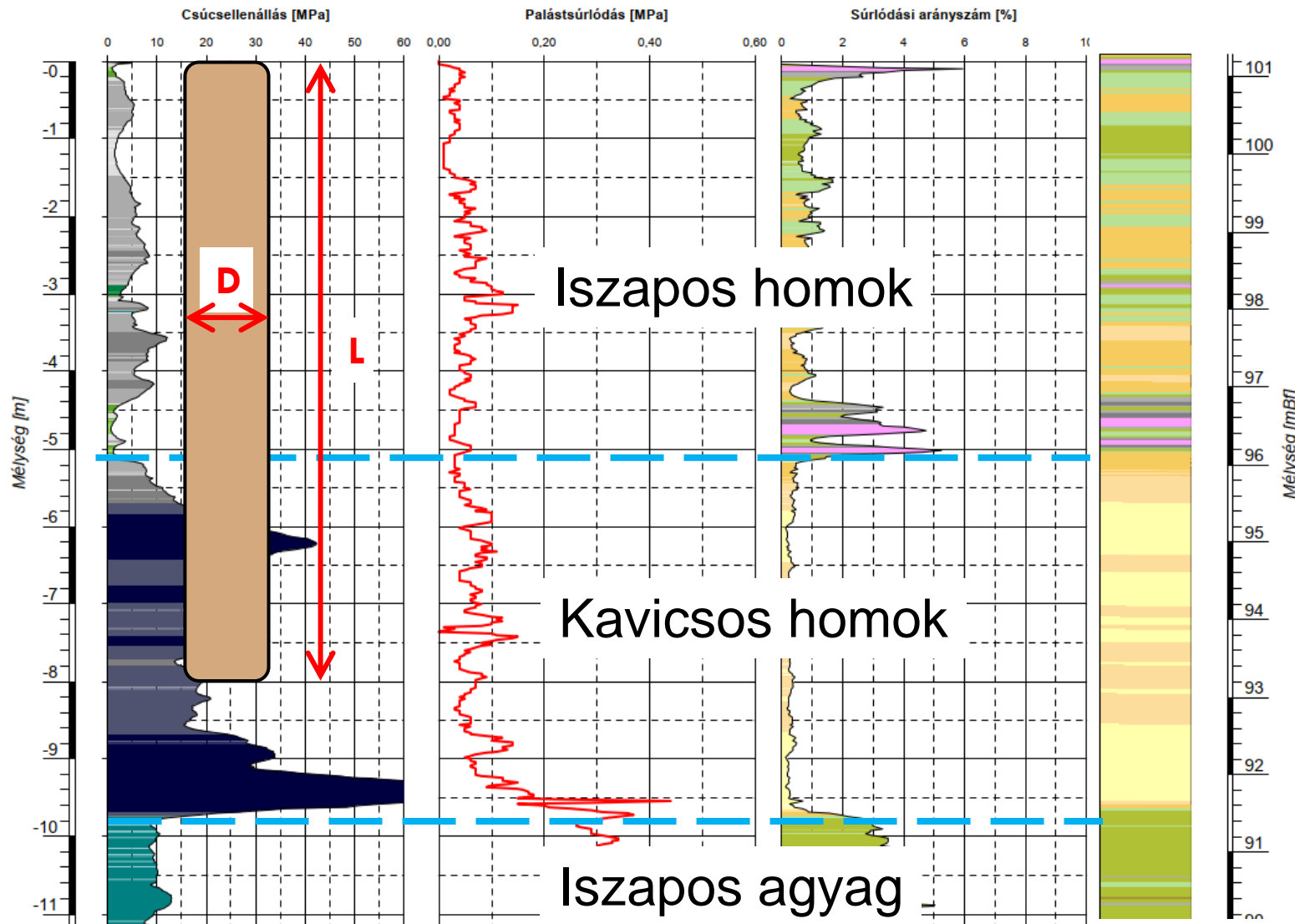
- 9)P Ha a cölöpök által közvetlenül terhelt réteg alatt **gyengébb réteg** van, akkor a gyenge rétegnek a nyomási ellenállására kifejtett hatása figyelembe veendő.
- (10)P A cölöp **talpellenállásának** számításakor figyelembe kell venni a **cölöptalp alatti és feletti talajzóna szilárdságát**.
- MEGJEGYZÉS: E talajzóna talp alatti és feletti vastagsága a cölöpátmérő többszöröse lehet. Az ebben előforduló bármely gyenge talajnak viszonylag nagy a befolyása a talpellenállásra.
- (11) Ha a **cölöptalp alatt** a 4-szeres cölöpátmérőnek megfelelő mélységen belül van **gyenge talaj**, akkor a talp alatti **talaj átszűrődésének** lehetőségével számolni kell.



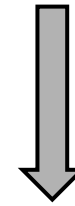
## Talajszelvény felvétele statikus szondázás (CPTu) alapján



## Talajszelvény felvétele statikus szondázás (CPTu) alapján



Statikus szondázás



Talajosztályozás  
(pl. Robertson 2010)



Teherbírás számítása  
modell cölöpre  
(fv. átmérő, hossz és technológia)

## Szepesházi módszer – szemcsés talaj

Fajlagos talpellenállás

$$q_b = \lambda_b \cdot \alpha_b \cdot \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{q_{cm} + q_{clmean}}{2} + q_{cllm} \right)$$

Fajlagos palástellenállás

$$q_s = \alpha_{sq} \cdot \sqrt{q_c}$$

### Szemcsés talajbeli fajlagos ellenállás szorzói

Cölöptípus		Talpellenállási szorzó $\alpha_b$	Palástellenállási szorzó $\alpha_s$	Palástellenállás maximuma $q_{s,max}$ [kPa]
Talajkiszorításos cölöp	<i>Vert, egy. vb. elem</i>	1,00	0,90	150
	<i>csavart, helyben betonozott</i>	0,80	0,75	160
Talajhelyettesítéses cölöp	<i>CFA-cölöp</i>	0,70	0,55	120
	<i>fúrt, támasztófolyadék védelemmel</i>	0,50	0,50	100
	<i>fúrt, bélésű védelemmel</i>	0,50	0,45	80

## Szepesházi módszer – kötött talaj

Fajlagos talpellenállás

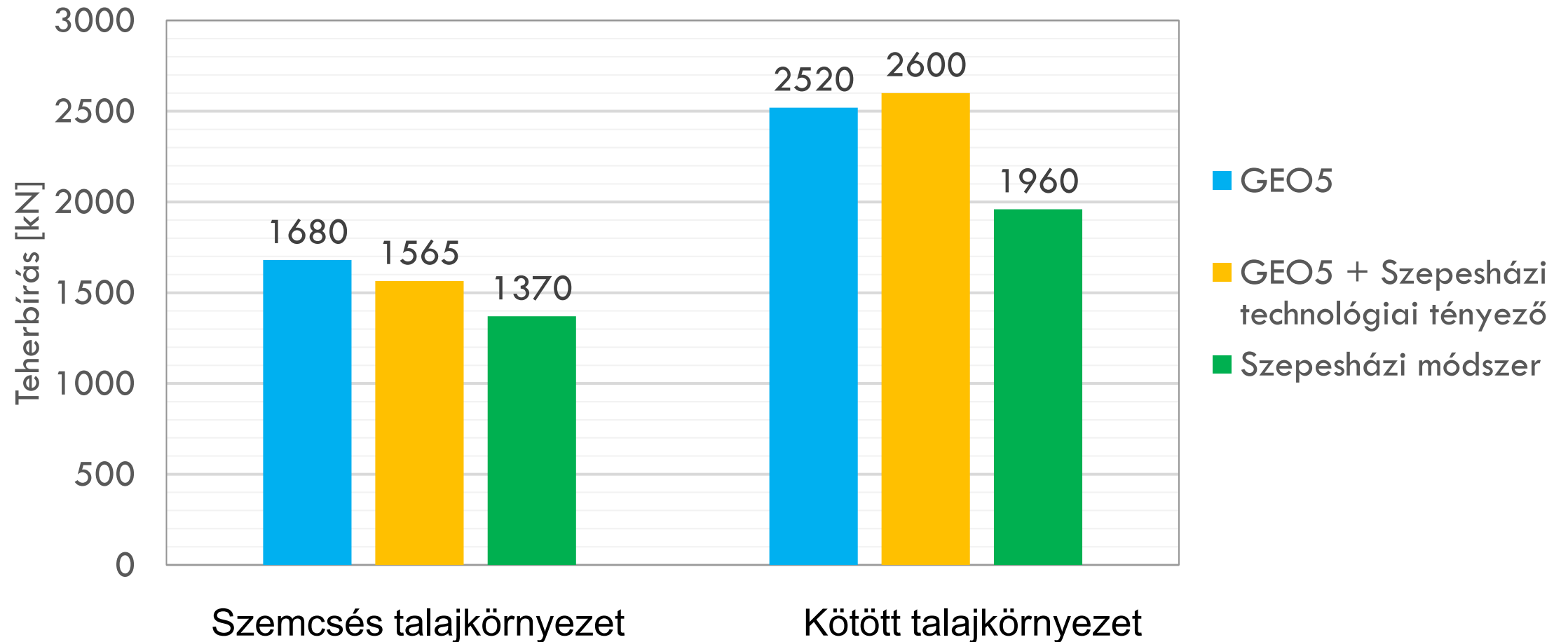
$$q_b = 0,6 * \mu_b * q_c$$

Fajlagos palástellenállás

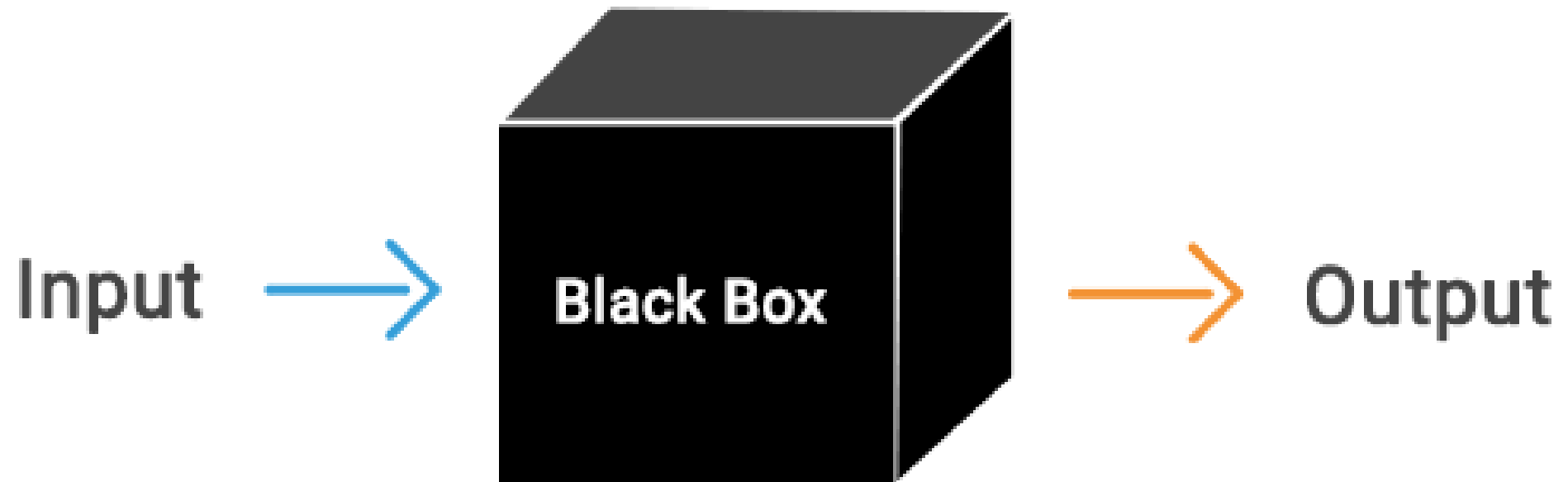
$$q_s = 1,2 * \mu_s * \sqrt{q_c}$$

### Kötött talajbeli fajlagos ellenállások szorzói

Cölöptípus		Talpellenállási szorzó	Palástellenállási szorzó	Palástellenállás maximuma
		$\mu_b$	$\mu_s$	$q_{s,max}$ [kPa]
Talajkiszorításos cölöp	<i>Vert, egy. vb. elem</i>	1,00	1,05	85
	<i>csavart, helyben betonozott</i>	0,90	1,25	100
Talajhelyettesítéses cölöp	<i>CFA-cölöp</i>	0,90	1,00	80
	<i>fúrt, támasztófolyadék védelemmel</i>	0,80	1,00	80
	<i>fúrt, bélésű védelemmel</i>	0,80	1,00	80

**GEO5 Pile CPT ↔ Szepesházi módszer**Számított cölöpteherbírások  $R_{c,cal}$ 

# Cölöpteherbírás számítás





## Fajlagos teherbírési értékek – nemzetközi kitekintés

*Belga javaslat: felső korlát fajlagos ellenálláshoz talajtípusonként*

Soil type	$q_c$ (MPa)	$\eta^*_p$ (-) or $q_s$ (kPa)	$R_f$ (%) (*)
Clay	1 – 4.5	$\eta^*_p = 1/30$	3–6 %
	> 4.5	$q_s = 150$	
Loam (silt)	1 - 6	$\eta^*_p = 1/60$	2–3 %
	> 6	$q_s = 100$	
Sandy clay / loam (silt) Clayey sand / loam (silt)	1 – 10	$\eta^*_p = 1/80$	1-2 %
	> 10	$q_s = 125$	
Sand	1 – 10	$\eta^*_p = 1/90$	< 1 %
	10 – 20	$q_s = 110 + 4 * (q_c - 10)$	
	> 20	$q_s = 150$	

## Fajlagos teherbírési értékek – nemzetközi kitekintés

*Német (DIN) javaslat: fajlagos ellenállás karakterisztikus értékek*

relatív süllyedés s/D	fúrt cölöp szemcsés talajban talpellenállás karakterisztikus értéke $q_{b,k}$ MPa			
	ha az átlagos CPT-csúcsellenállás $q_c$ MPa			
	10	15	20	25
0,02	0,70	1,05	1,40	1,75
0,03	0,90	1,50	1,80	2,25
0,10 = $s_g$	2,00	3,00	3,50	4,00

relatív süllyedés s/D	fúrt cölöp kötött talajban talpellenállás karakterisztikus értéke $q_{b,k}$ MPa	
	ha a drénezetlen nyírószilárdság $c_u$ MPa	
	0,10	0,20
0,02	0,35	0,90
0,03	0,45	1,10
0,10 = $s_g$	0,80	1,50

**Szemcsés  
talaj**

átlagos CPT- csúcsellenállás $q_c$ MPa	fúrt cölöp szemcsés talajban palástellenállás karakterisztikus értéke $q_{s,k}$ MPa
0	0,00
5	0,04
10	0,08
> 15	0,12

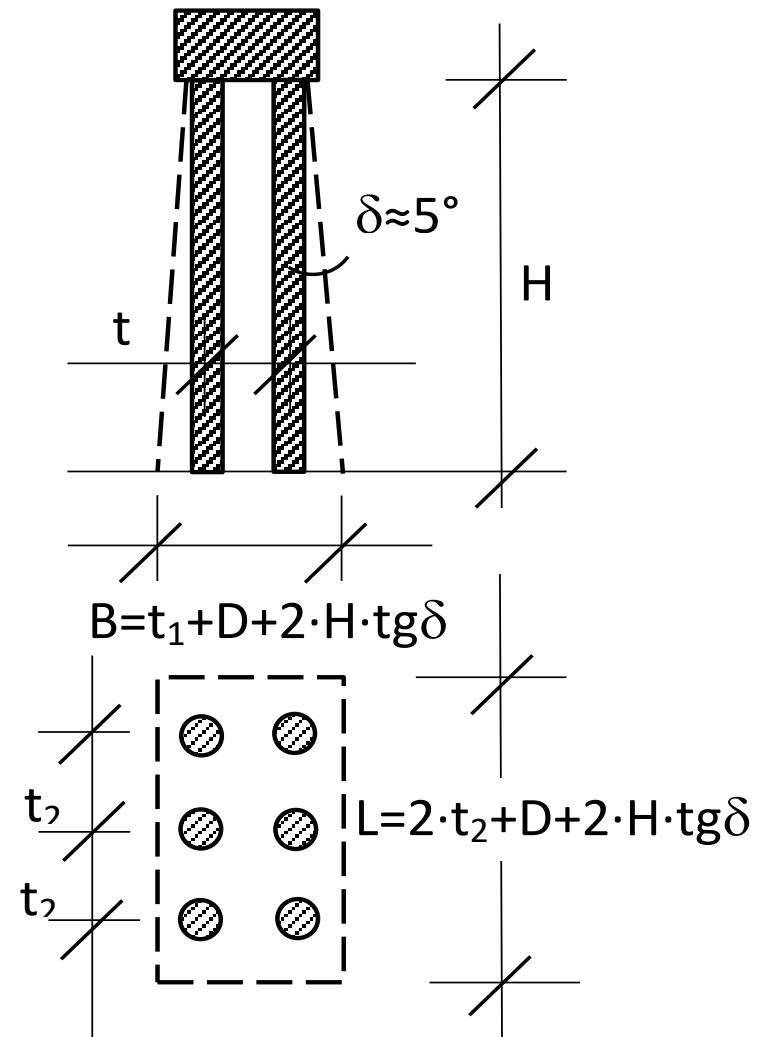
a drénezetlen nyírószilárdság $c_u$ MPa	fúrt cölöp kötött talajban palástellenállás karakterisztikus értéke $q_{s,k}$ MPa
0,025	0,025
0,100	0,040
> 0,200	0,060

**Kötött  
talaj**

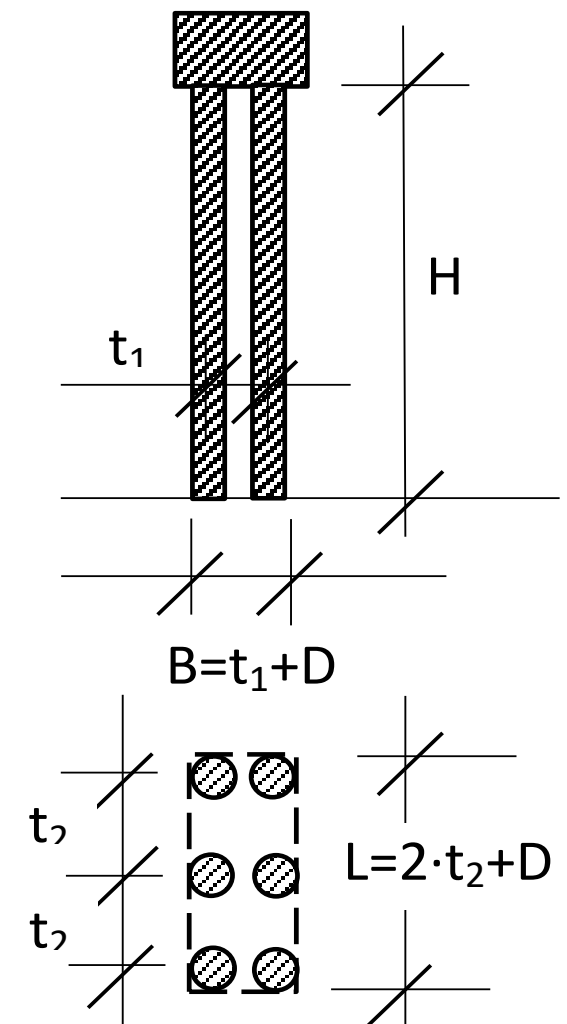
## Cölöpcsoport

- 3xD szerkesztési szabály
- Pl: hosszú lebegő cölöpök, közeli álló cölöpök
- ritkán mértékadó

### Mélyített síkalap analógia



### Helyettesítő modellcölöp

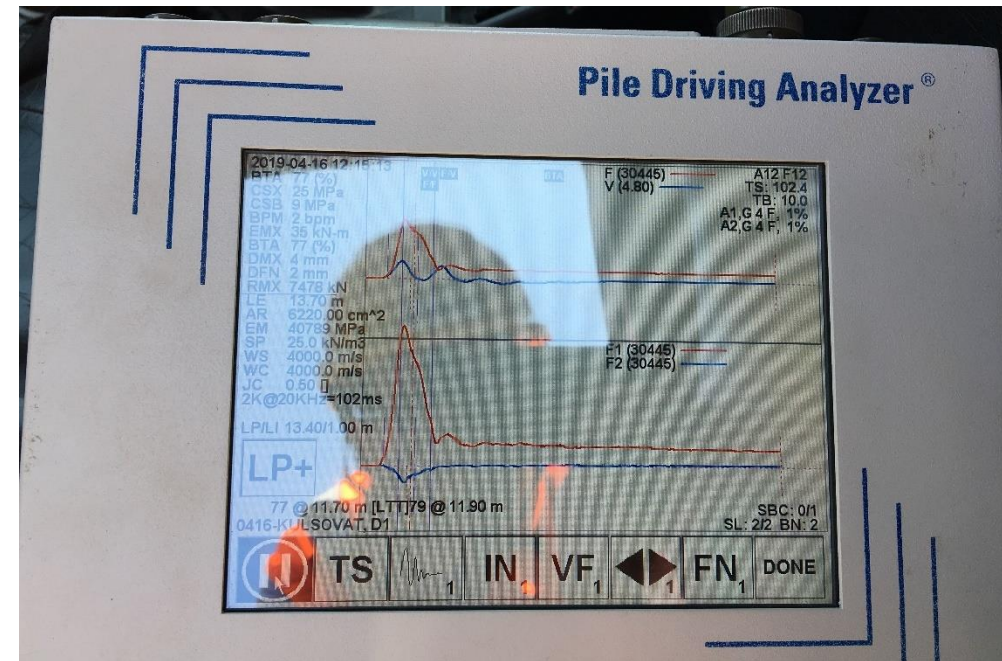
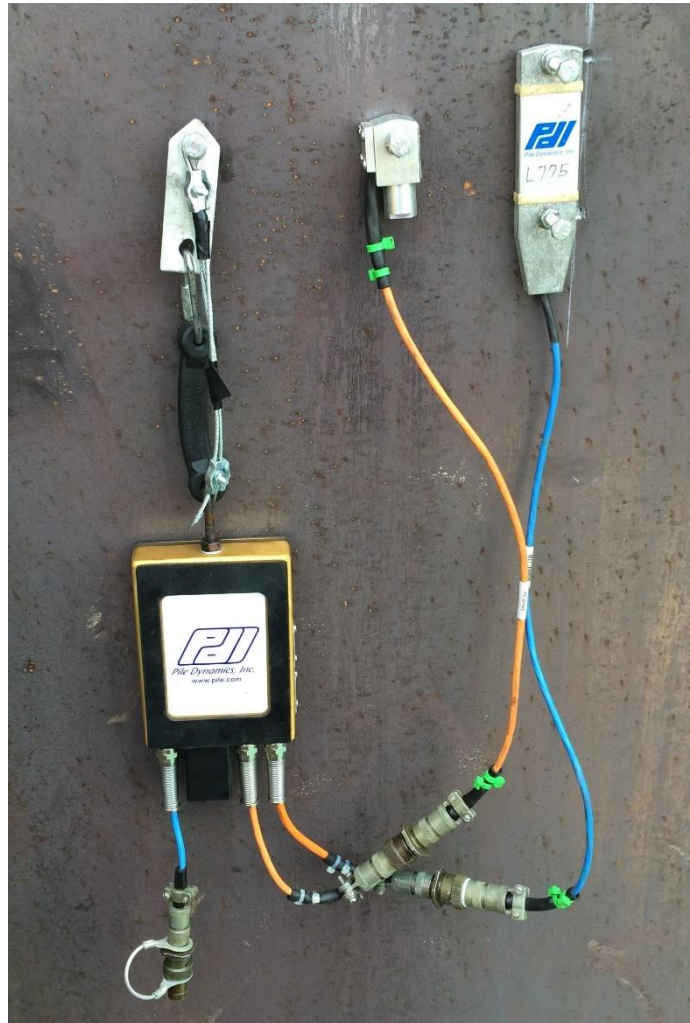














## Módszerek

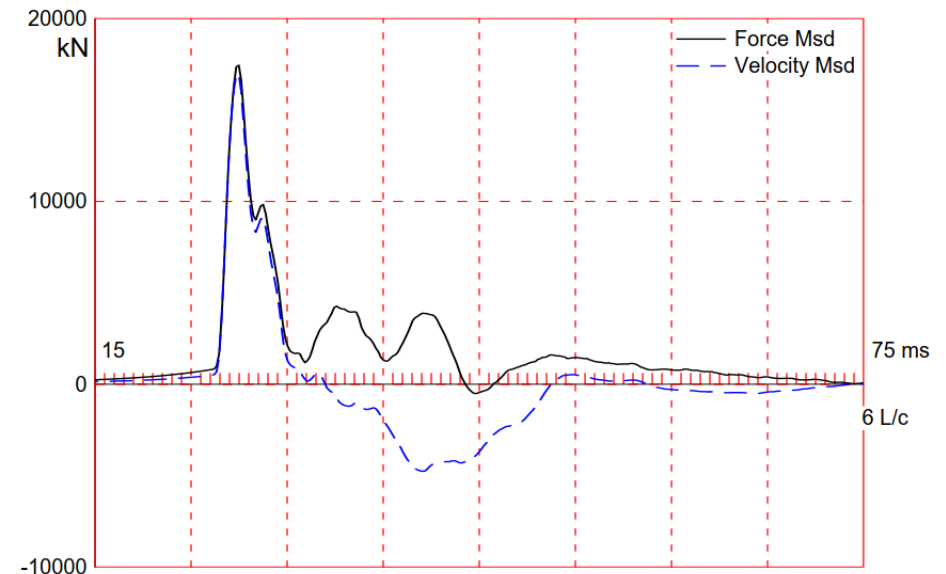
- **Jel illesztés (CAPWAP, iCAP): korszerű, megbízható eljárás, nagy szaktudást igényel**
- Közvetlen számítás (CASE módszer)
- Verési képlet (pl. Dán-képlet): idejét múlt, részben tapasztalati alapú

## Kalibrálás statikus próbaterheléssel

- azonos cölöptípuson
- hasonló hosszal és keresztmetszettel
- hasonló talajban

## Az eredmény megbízhatóságát növeli

- Kellő ütőhatás (törőteher 1-3%, 2-10 t)
- Elmozdulás (10-50 mm): külön mérni a rugalmas és a maradó alakváltozást
- Erőhatás időtartama (5-100 ms)





EC követelmény

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Teherbírási  
**tervezési értéke**

$$R_{c;d} = R_{b;d} + R_{s;d}$$

Teherbírási  
**komponensek  
tervezési értéke**

$$R_{b;d} = R_{b;k} / \gamma_b \quad R_{s;d} = R_{s;k} / \gamma_s$$

Teherbírási  
komponensek  
**karakterisztikus értéke**

$$R_{s;k} \text{ és } R_{b;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{\text{mean}}}{\xi_3}, \frac{(R_{c;cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\}$$

Teherbírási  
komponensek  
**számított / mért értéke**

$$R_{b,cal} = qb * Ab \quad R_{s,cal} = \sum_i A_{s,i} * qb$$

$$R_{b,m} \quad R_{s,m}$$

Teherbírási  
komponensek  
**számított / mért  
értéke**

$$R_{b', cal} = qb * Ab$$

$$R_{b, m}$$

$$R_{s', cal} = \sum_i A_{s', i} * qs$$

$$R_{s, m}$$

**Korrelációs és modell tényező**



Teherbírási  
komponensek  
**karakterisztikus  
értéke**

$$R_{s;k} \text{ és } R_{b;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{\text{mean}}}{\xi_3}, \frac{(R_{c;cal})_{\text{min}}}{\xi_4} \right\}$$

a $\xi$ korrelációs tényező a cölöppenállás karakterisztikus értékek meghatározásához			
az ellenállás meghatározási eljárása	a próbaterhelések ill. talajszelvények száma	az átlagra vonatkozóan	a minimumra vonatkozóan
	$n$	$\xi_{mean}$	$\xi_{min}$
statikus <sup>1,4</sup> próbaterhelés	1	1,40	1,40
	2	1,30	1,20
	3	1,20	1,05
	4	1,10	1,00
	$\geq 5$	1,00	1,00
számítás talajvizsgálat <sup>2,3,4</sup> alapján	1	1,40	1,40
	2	1,35	1,27
	3	1,33	1,23
	4	1,31	1,20
	5	1,29	1,15
	7	1,27	1,12
	10	1,25	1,08
dinamikus próbaterhelés	$\geq 2$	1,60	1,50
	$\geq 5$	1,50	1,35
	$\geq 10$	1,45	1,30
	$\geq 15$	1,42	1,25
	$\geq 20$	1,40	1,25

## Korrelációs tényező – $x$

Ha a cölöpösszefogás képes kiegyenlíteni a teherbírás cölöpcsoporton belüli különbségeit, akkor a fenti értékek 1,1-gyel oszthatók, de a módosított érték is maradjon 1,0-nál nagyobb  
(pl.: merev fejtömb, faltartó, hídfő)

## Modell tényező – $g_m$

**NA25.3.** A következőkben megadott modelltényezőket kell alkalmazni, ha egyidejűleg igaz, hogy:

- az alkalmazott eljárás kidolgozásakor a talajjellemzőket igazolhatóan átlagértékekkel vették figyelembe,
- a tervező is a *talajjellemzők átlagértékeivel* alkalmazza az eljárást.

Az alkalmazandó modelltényezők:

- **statikus szondázás (CPT)** csúcsellenállásából származtatott fajlagos cölöellenállások esetében **1,10**,
- **laboratóriumi vizsgálatokkal megállapított nyírószilárdságból** származtatott fajlagos cölöellenállások esetében **1,20**,
- **tapasztalatai alapon** felvett nyírószilárdsági paraméterek vagy **azonosító és állapotjellemzők alapján** megállapított fajlagos cölöellenállások esetében **1,30**.



## Parciális tényező – $g_b$ , $g_s$ , $g_t$ , $g_{s,t}$ és $g_{s,upl}$

### Karakterisztikus értékből tervezési érték

$$R_{b;d} = R_{b;k} / \gamma_b \quad R_{s;d} = R_{s;k} / \gamma_s$$

Cölöp -típus	Nyomó-igénybevétel			Húzó- igénybevétel	Felúszás
	talpellenállás	palástellenállás	teljes ellenállás	palástellenállás	palástellenállás
	$\gamma_b$	$\gamma_s$	$\gamma_t$	$\gamma_{s,t}$	$\gamma_{s,upl}$
vert	1,10	1,10	1,10	1,25	1,40
CFA	1,20	1,10	1,15	1,25	1,40
fúrt	1,25	1,10	1,20	1,25	1,40

## EC7 szerinti biztonsági szint – DA2\* tervezési módszer

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_R} = \frac{R_{c,cal}}{\gamma * \mathbf{x} * \gamma_m}$$

Parciális tényező (fv. technológia):  $\gamma = 1,1 - 1,15 - 1,2 - 1,25 - 1,4$

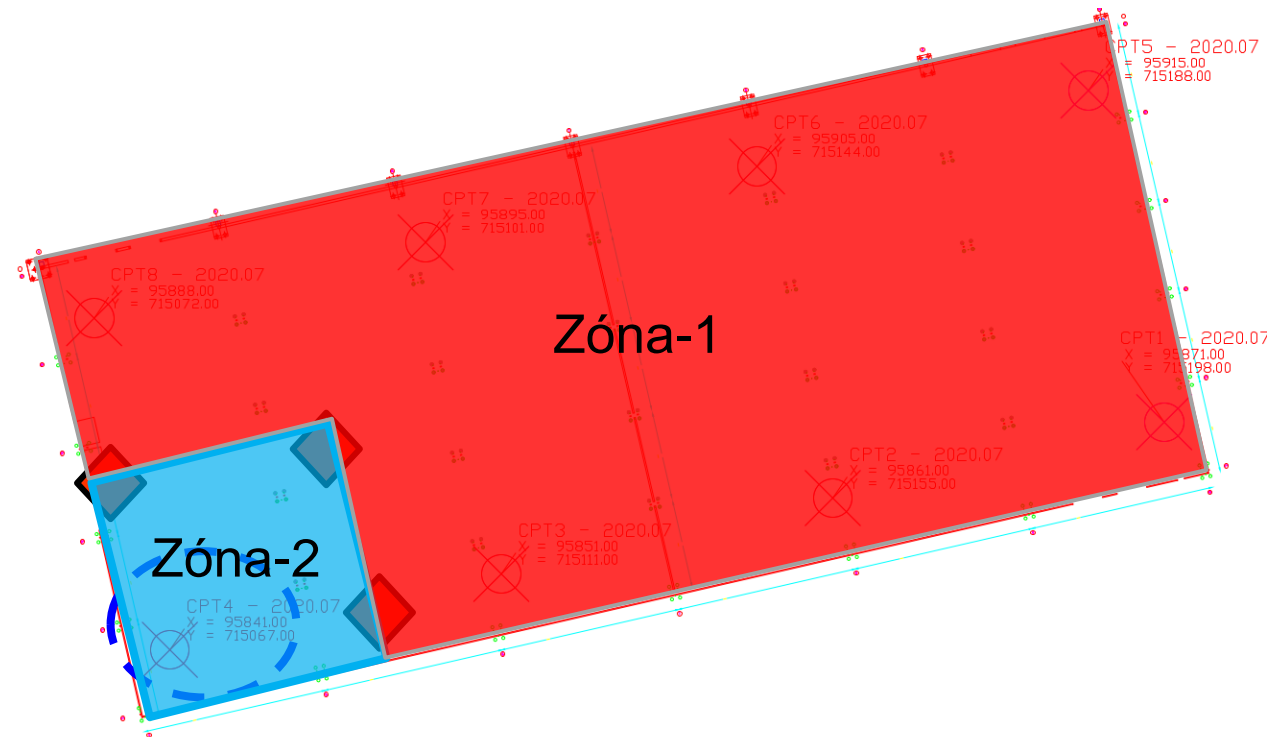
Korrelációs tényező (fv. vizsgálat db):  $\mathbf{x} = 1,08 \dots 1,40$  (talajszelvény esetén)

Modell tényező (fv. számítás):  $\gamma_m = 1,1 - 1,2 - 1,3$

## Tervezési egység

- Adott projekten belül értelmezhető
- A nyomási ellenállás, a talajkörnyezet változása illetve a cölöpszám területi eloszlása függvénye
- Cél: a kisebb ellenállás alapján lehető legkevesebb cölöp tervezése = optimalizálás
- Eszköze: kellő mennyiségű és megfelelő kiosztású talajfeltárás (CPTu szonda), hogy a korrelációs tényező ( $\alpha$ ) optimális legyen

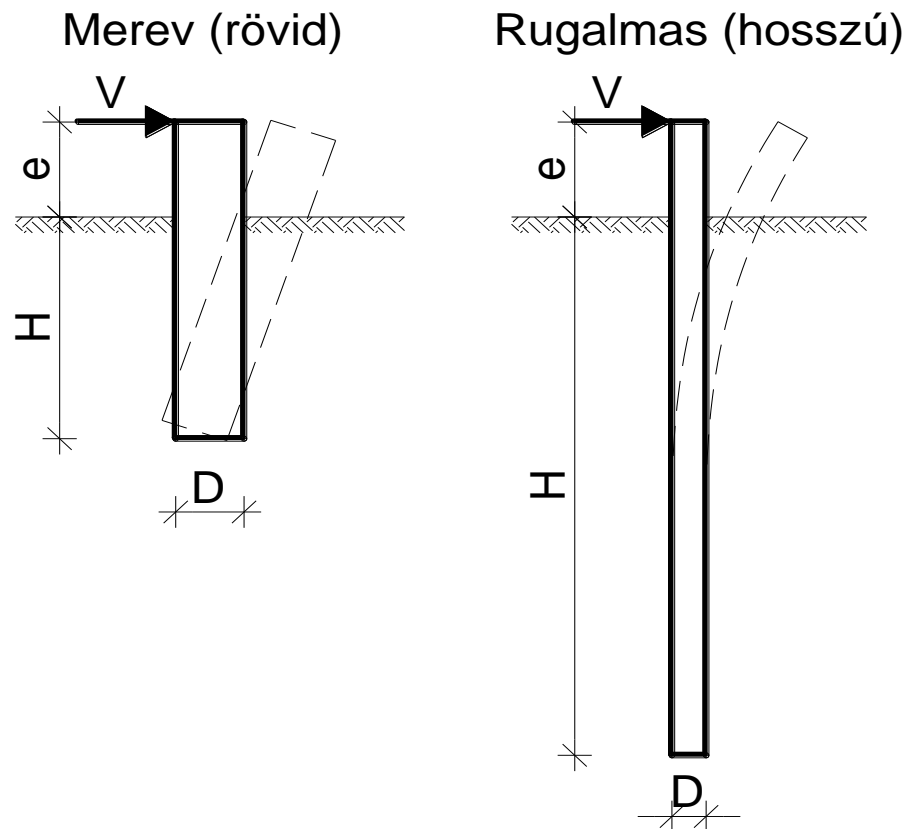
1. Talajkörnyezet különbözőség azonosítása
2. Kiegészítő talajfeltárásokkal körül határolás
3. Tervezési egységek véglegesítése





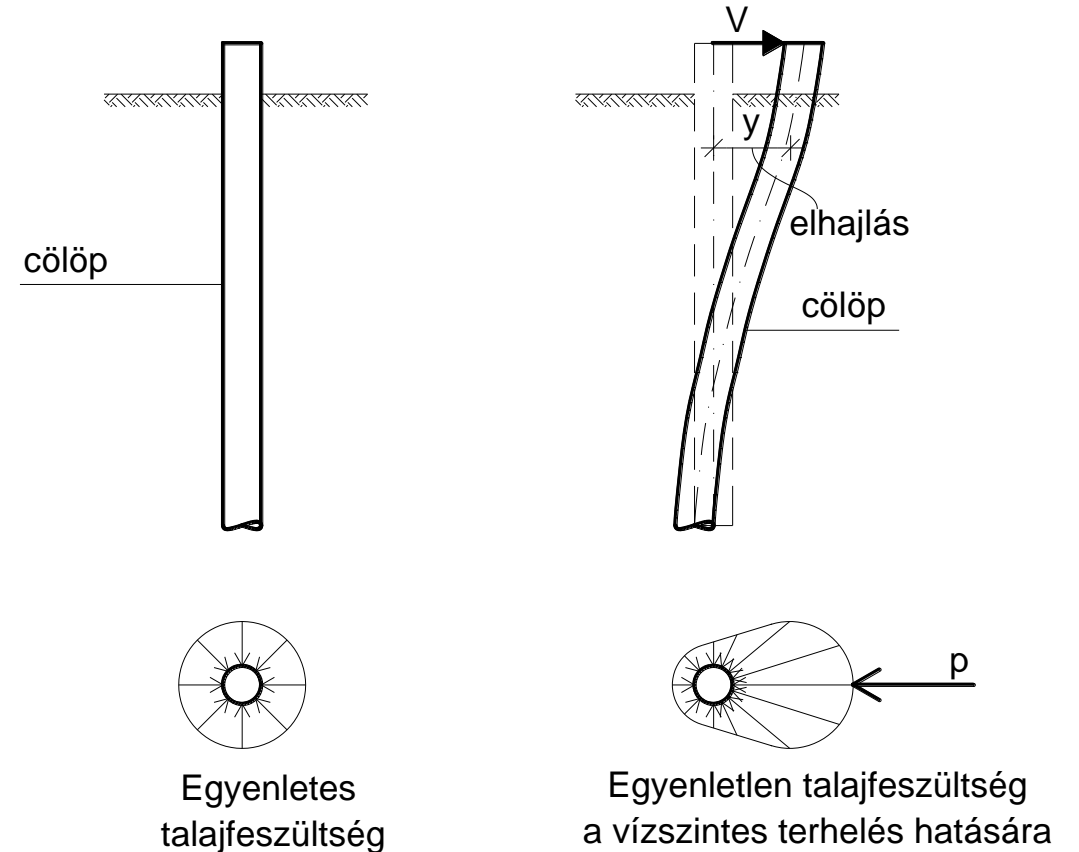
## Törési mechanizmus

- Rövid cölöp: merev testként elfordulás vagy eltolódás
- Hosszú, karcsú cölöp: hajlítási törés



## Talajkörnyezet változása

- Kezdeti szimmetrikus feszültség eloszlás
- Vízszintes erő hatására jelentős feszültség átrendeződés



**Aktív cölöphossz:** az a cölöphossz, mely aktívan részt vesz a teherviselésben és alatta a vízszintes erőnek már nincs hatása

$$L_a = 1,5 * \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{1/4} * D$$

ahol  $E_p$ : a cölöp anyagának rugalmassági modulusa [MPa]

$E_s$ : a talaj összenyomódási modulusa [MPa]

$D$ : cölöp átmérője [m]

## Ellenállás meghatározása

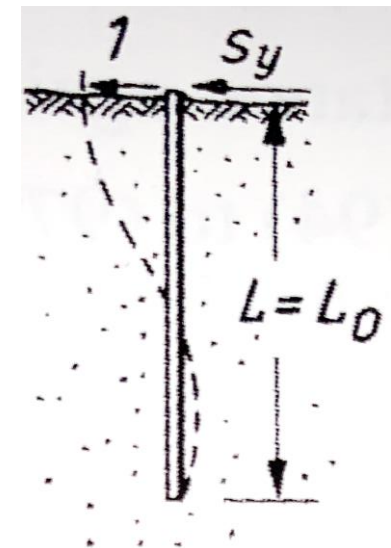
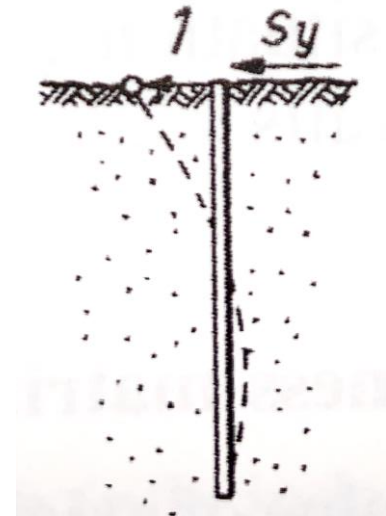
### 1) Számítás, modellezés (talajvizsgálat és cölöp szilárdság alapján)

- Méretezés feltételezett nyomáseloszlás alapján
- Méretezés a talaj ágyazási tényező, a szerkezet VEM modellezésével
- Méretezés a talaj és a szerkezet VEM modellezésével

### 2) Vízszintes próbaterhelés

## Modellezési követelmények, elmozdulás számításához szempontok

- Tartószerkezeti igénybevétel, talajreakciók és elmozdulások kompatibilitása
- **A cölöptető elfordulási szabadságfoka (csukló / merevséggel bíró / végtelen merev)**
- A talajmerevség alakváltozás mértékétől függő változása
- Az egyedi cölöpök hajlítási merevsége
- A csoportthatás
- A terhek irányváltásának vagy ciklikus ismétlődésének a hatása

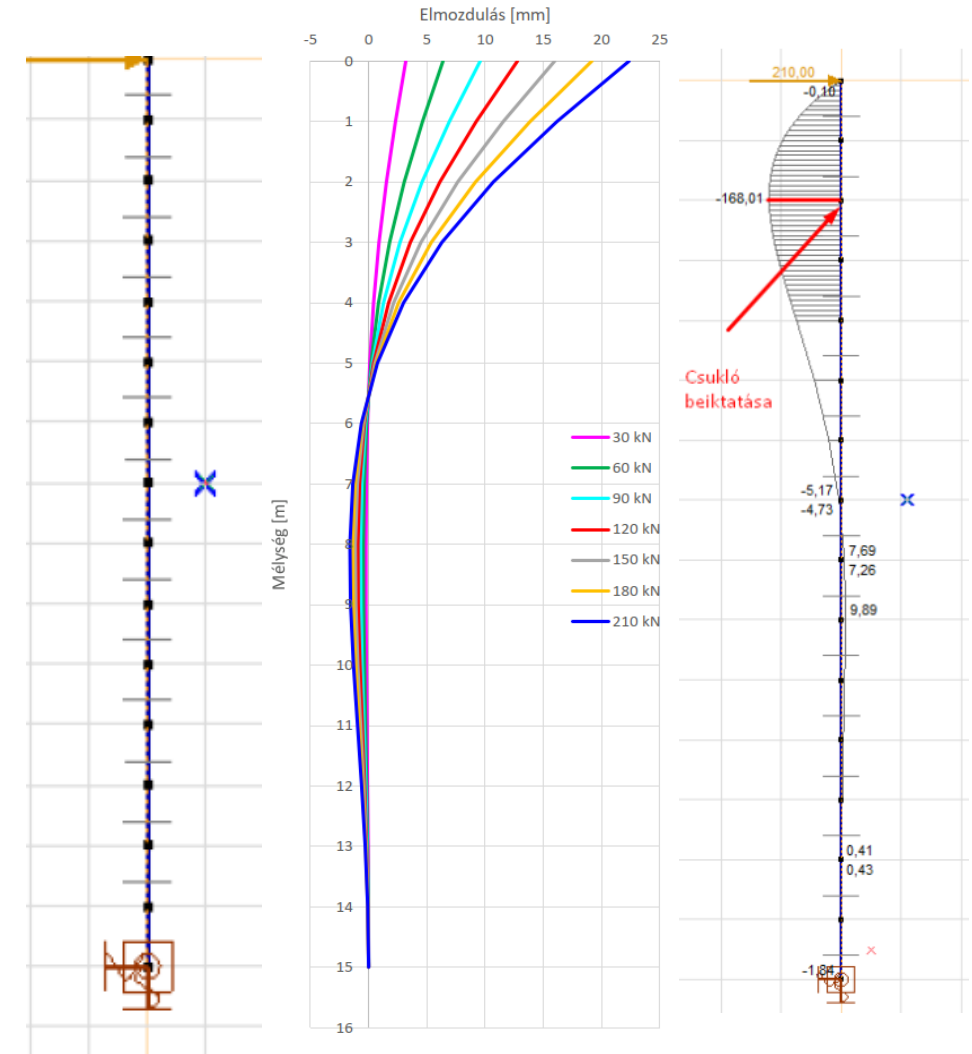




(Méretezés feltételezett nyomáseloszlás alapján)

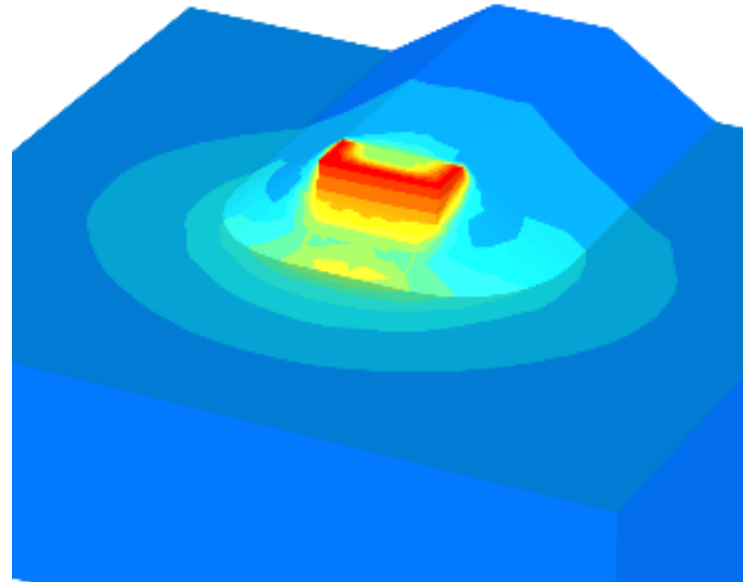
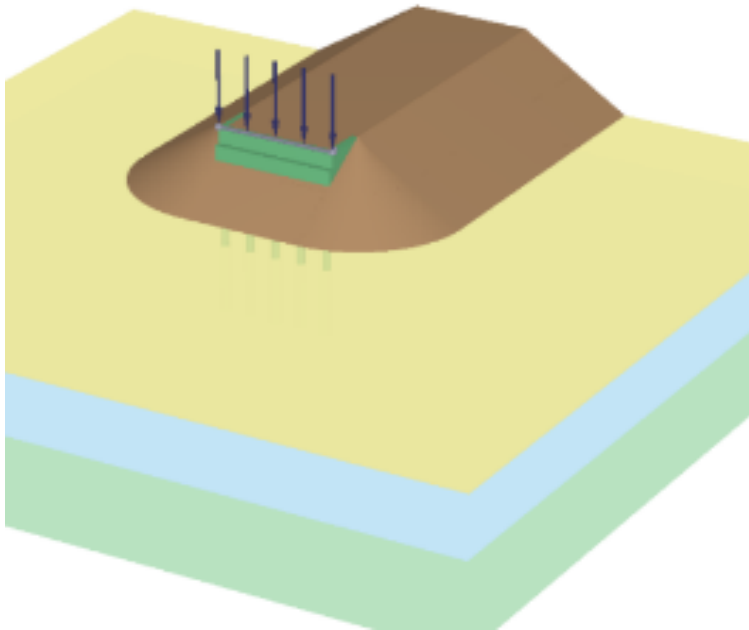
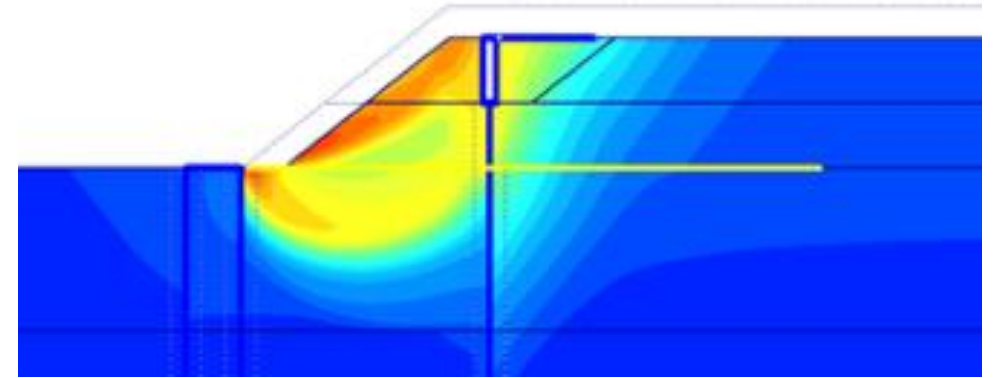
## Méretezés a talaj ágyazási tényezős, a szerkezet VEM modellezésével

- *a hosszú, karcsú cölöpök modellje: a felső végén terhelt, vízszintes ágyazási tényezővel jellemzett, deformálódó közeg által megtámasztott gerenda*
- ágyazási tényező felvétele ( $C = \alpha \cdot E_s / D$ , Monnet diagram, táblázatok, p-y görbe)
- fiktív cölöpszélesség ( $B = D + n \cdot x \cdot \text{tg}(\varphi)$ )
- VEM szoftver a szerkezetre (pl.: AxisVM)



## Méretezés a talaj és a szerkezet VEM modellezésével

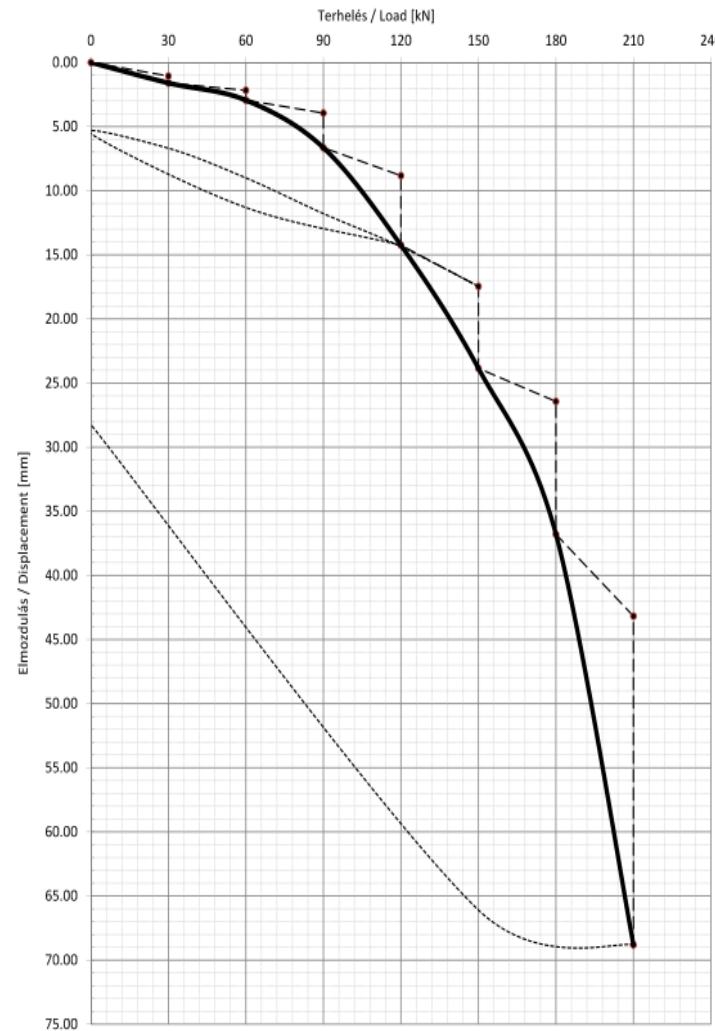
- fejlesztett talajmodellek (preferált HS és HSS)
- 2D modell: fiktív cölöpszélességgel
- 3D modell: valós cölöpgeometriával
- VEM szoftver (PLAXIS, MIDAS)



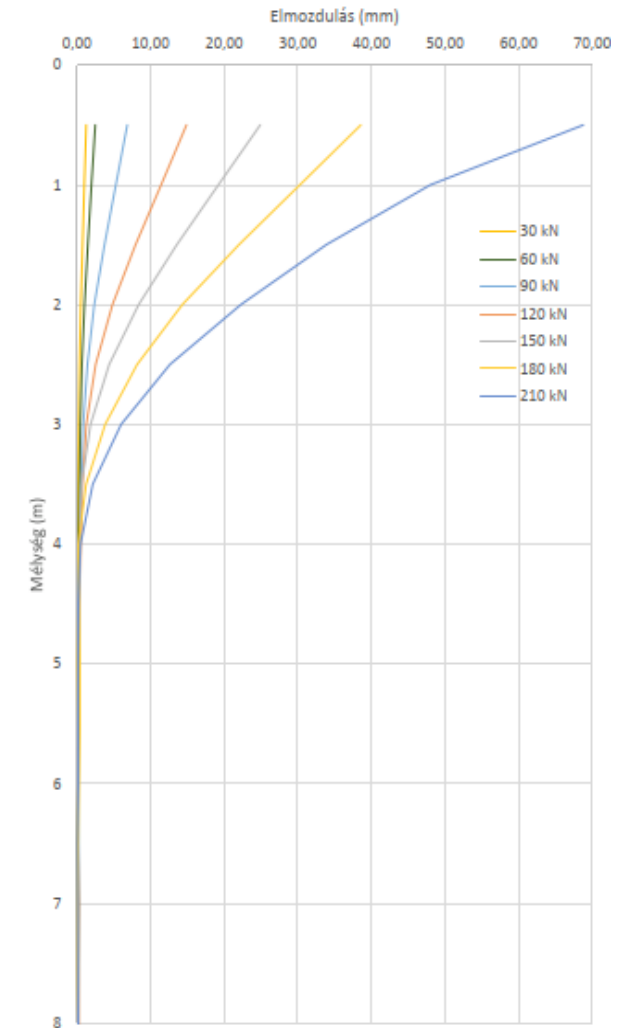
## Vízszintes próbaterhelés

- Függőleges statikus próbaterhelés alapján
- Valóságot modellezni:
  - Cölöpvasalás
  - Cölöpfej elmozdulási/elfordulási szabadságfoka
- **Kiegészítő inklinométeres mérés a mozgások teljes cölöphossz menti követéséhez**
- **Görbület – nyomaték kapcsolat**

### Tetőponti elmozdulások



### Mélységbeli elmozdulások





## Vízszintes próbaterhelés helyszíni kialakítása

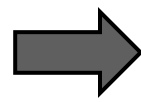




pillér

fejtömb

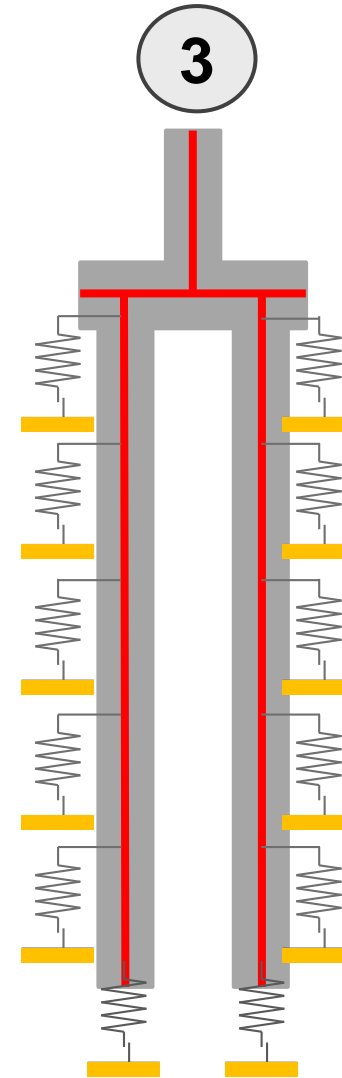
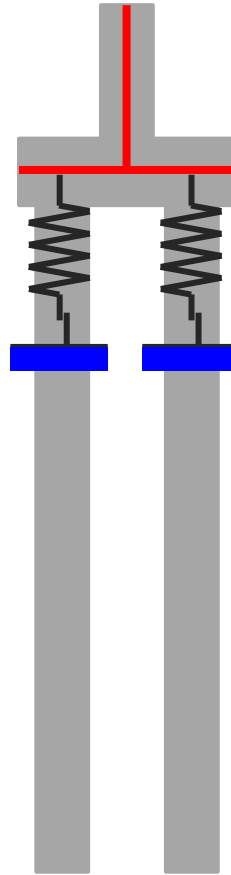
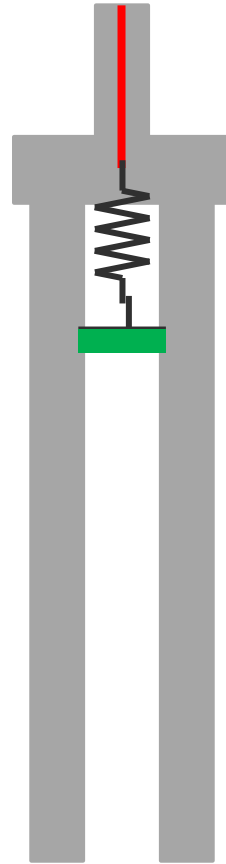
cölöpök



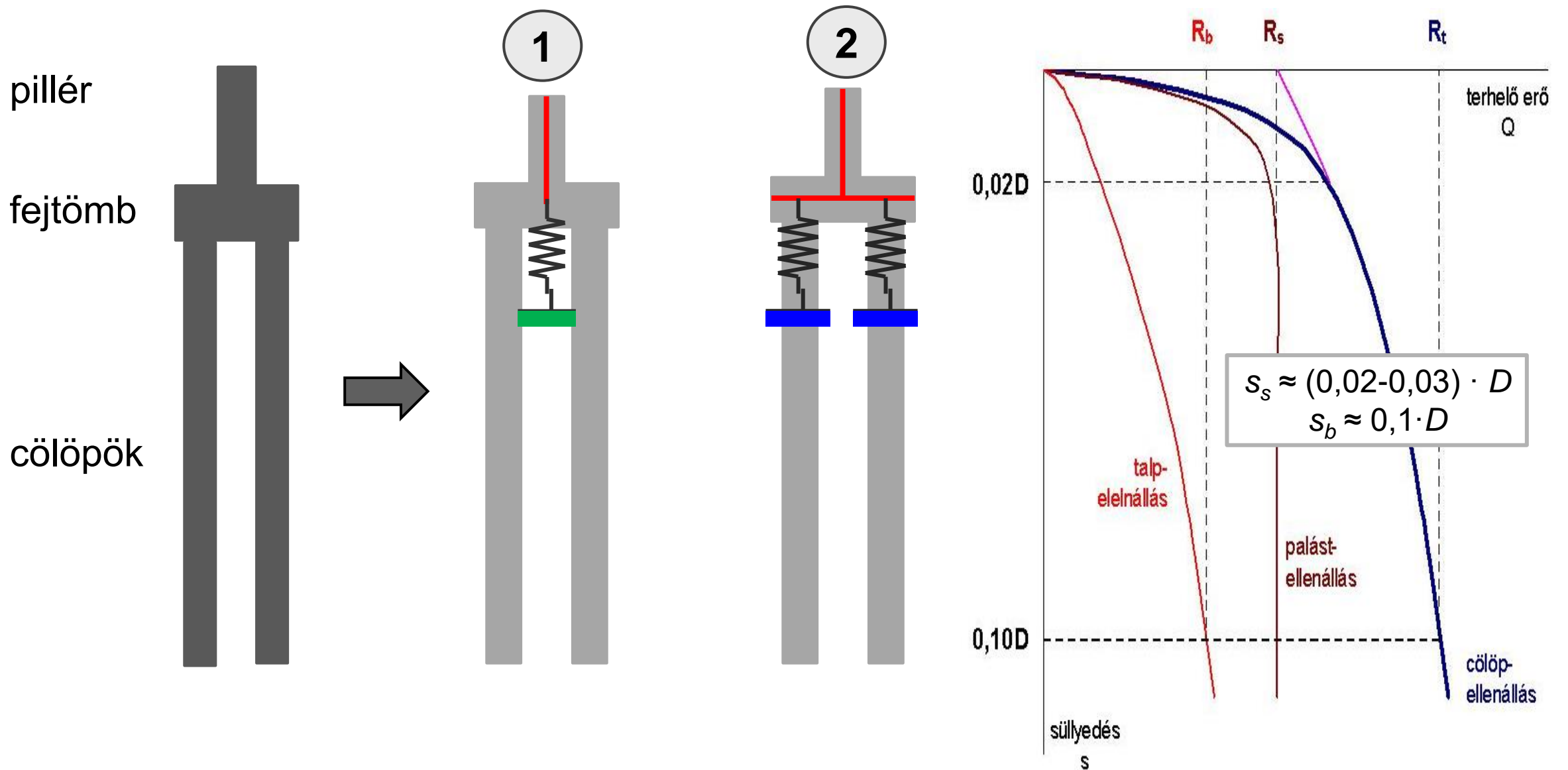
1

2

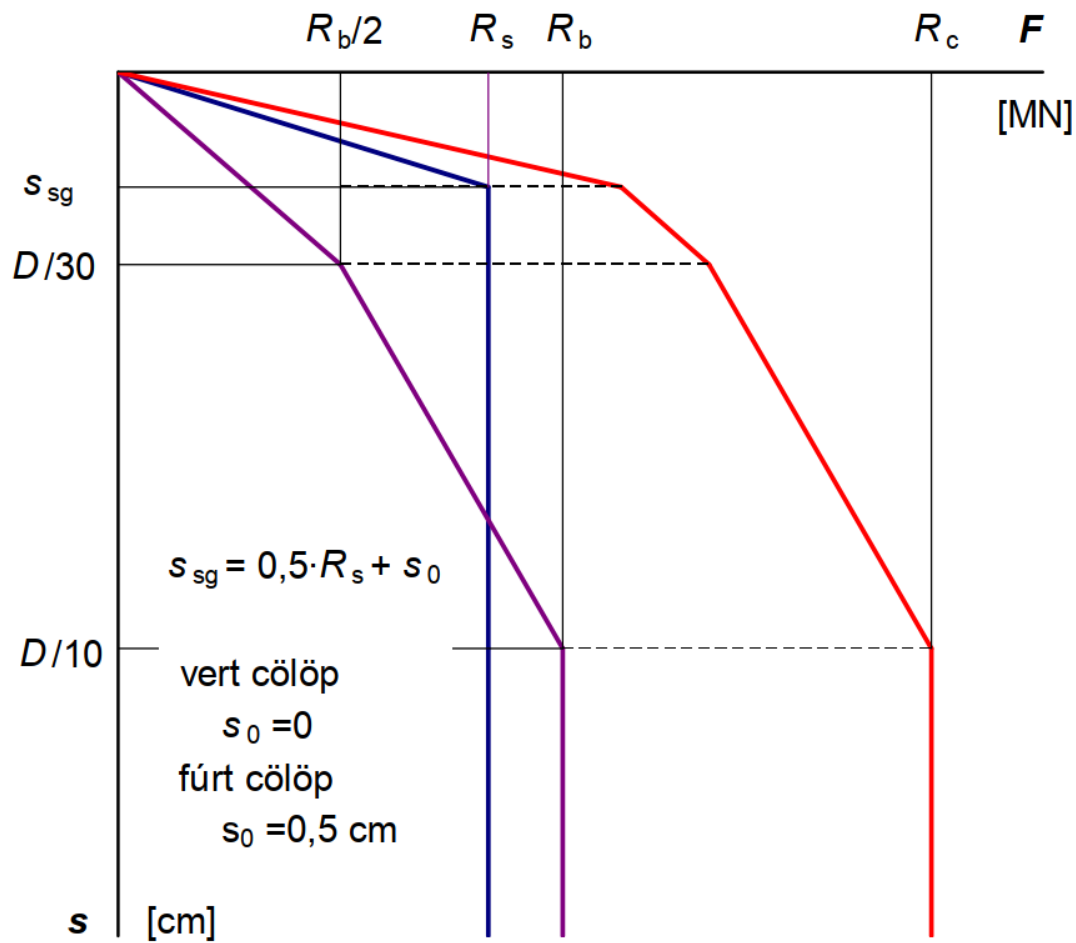
3



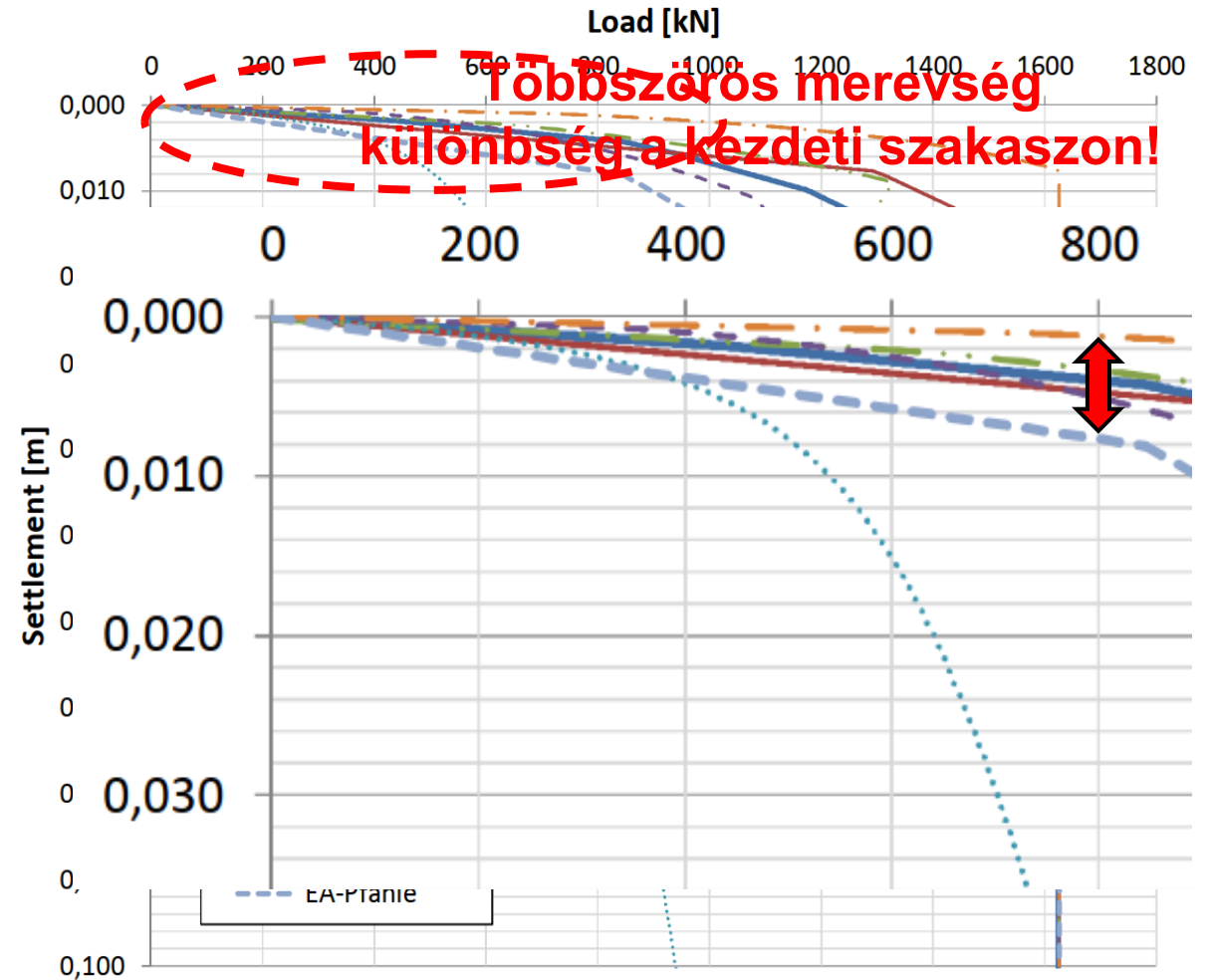




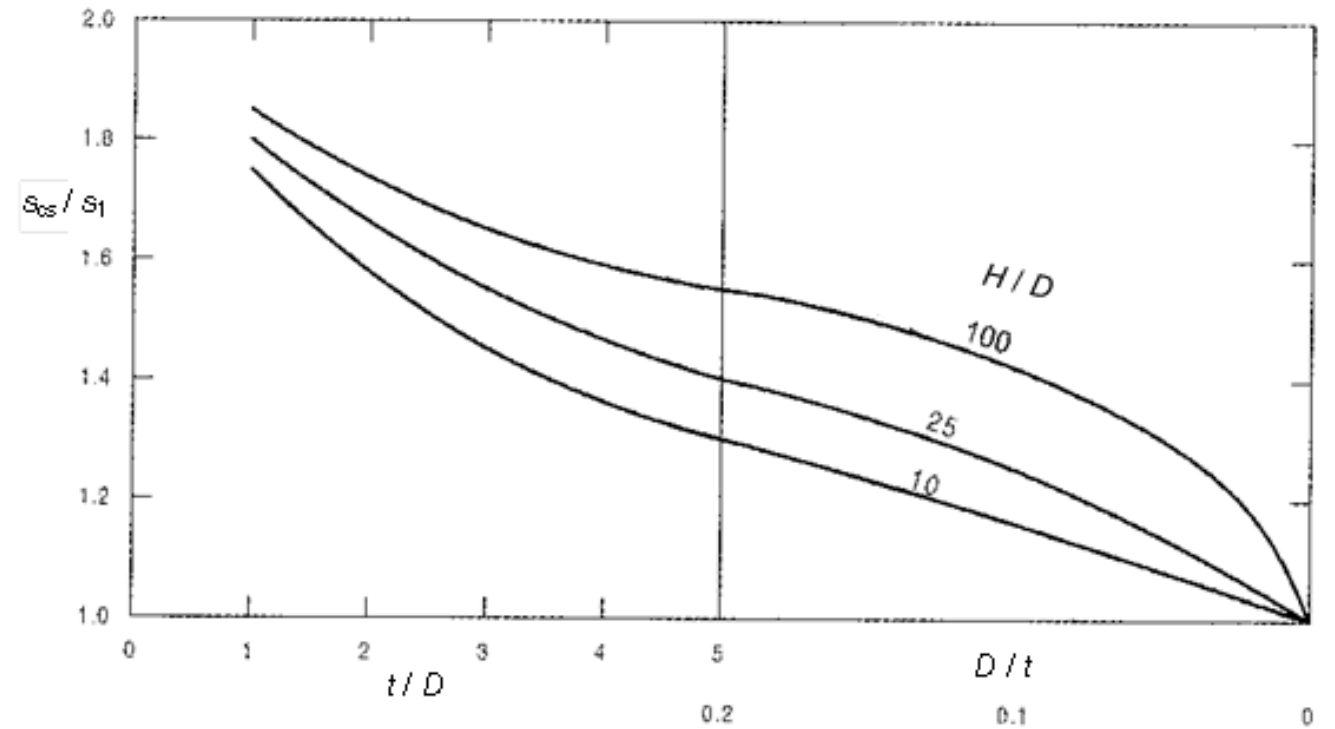
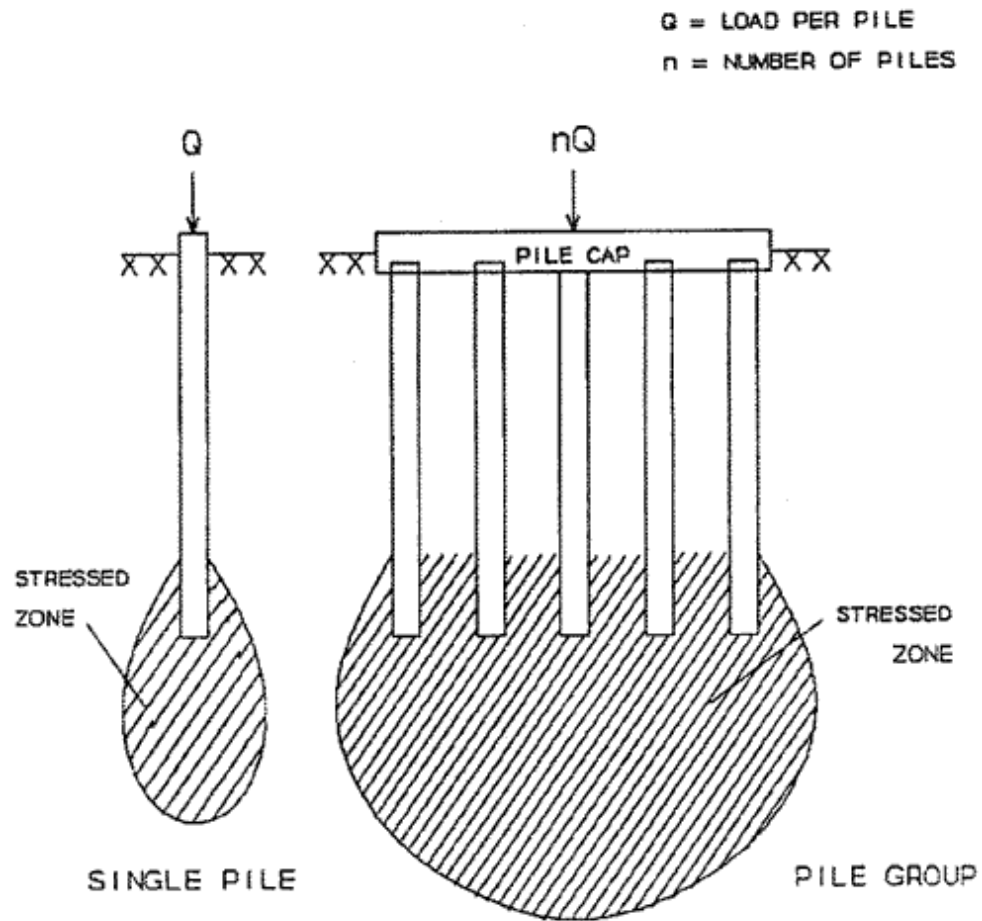
### DIN ajánlás



### Nemzetközi ajánlások



## Cölöpcsoport-hatás



2.5. ábra. A cölöpcsoport és az egyedi cölöp süllyedésének aránya ( $t$ = tengelytávolság,  $D$ =átmérő,  $H$ =cölöphossz)

## Hajlékony cölöp statikus merevsége (MSZ EN 1998-5:2009)

Soil model	$\frac{K_{HH}}{dE_s}$	$\frac{K_{MM}}{d^3E_s}$	$\frac{K_{HM}}{d^2E_s}$
$E = E_s \cdot z/d$	$0,60 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,35}$	$0,14 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,80}$	$-0,17 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,60}$
$E = E_s \sqrt{z/d}$	$0,79 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,28}$	$0,15 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,77}$	$-0,24 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,53}$
$E = E_s$	$1,08 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,21}$	$0,16 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,75}$	$-0,22 \left( \frac{E_p}{E_s} \right)^{0,50}$

$E_s$  – talaj rugalmassági modulusa

$G$  – talaj nyírási modulusa

$d$  – cölöp átmérője

$E_p$  – cölöp rugalmassági modulusa

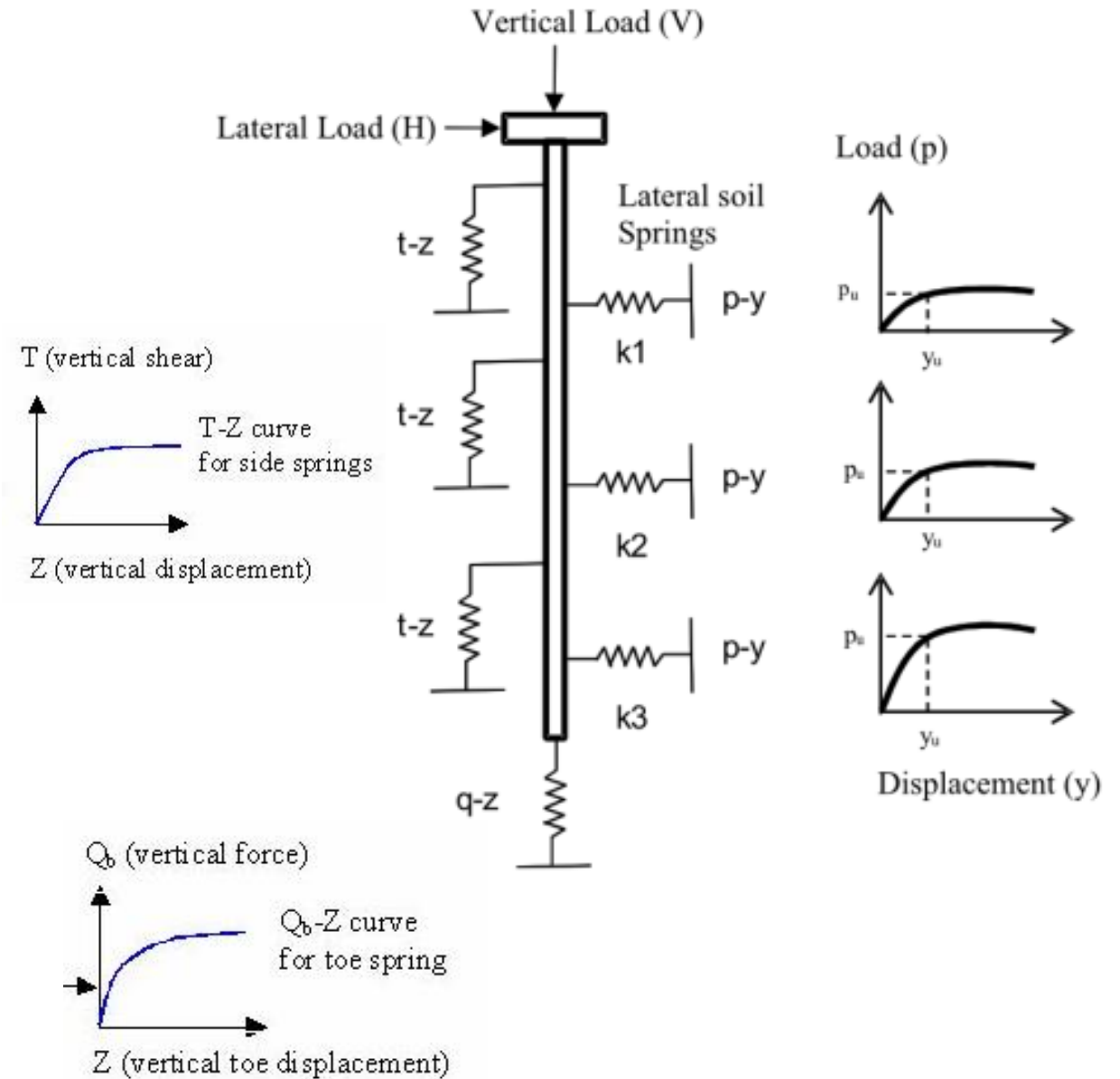
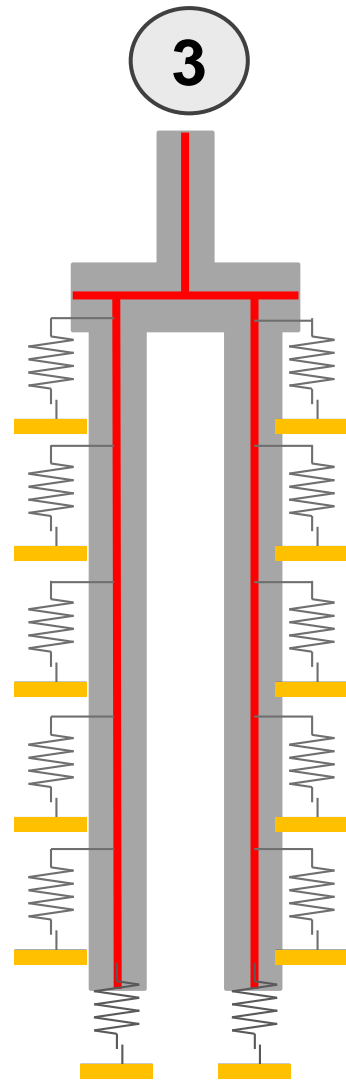
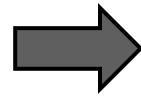
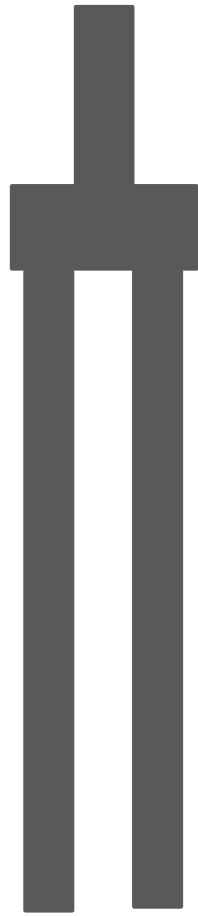
$R$  – cölöp sugara

$I_p$  – cölöp keresztmetszet inercia

pillér

fejtömb

cölöpök



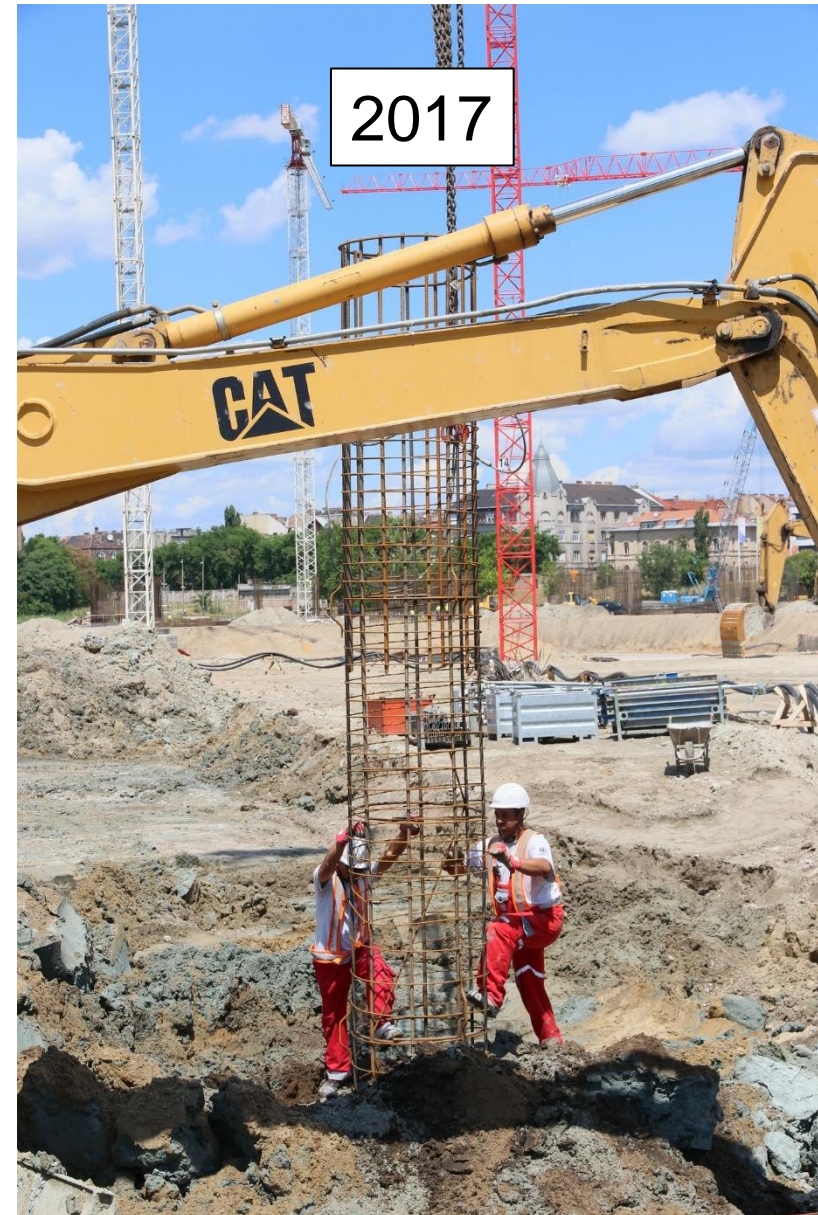
## Modellezés AxisVM programban

- Rugóállandó: függőleges merevség, vízszintes merevség, hajlítási merevség
- Határerő definiálása
- **Visszaellenőrzés: számított cölöperő alapján érvényes a felvett merevség?**

	<i>Vízszintes</i>	<i>Függőleges palást</i>	<i>Függőleges talp</i>
<b>határerő</b>	$q_{hmax} = [(K_p - K_a) \cdot (p + \gamma \cdot z) + 2 \cdot c \cdot (\sqrt{K_p} - \sqrt{K_a})] \cdot \beta \cdot D$	$q_{s,max}(z) = \pi \cdot D \cdot q_s(z)$	$q_{b,max}(z) = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot q_b(H)$
<b>rugóállandó</b>	$k_h(z) = C_h(z) \cdot D = \alpha \cdot E_s(z) / D \cdot D = \alpha \cdot E_s$	$k_s(z) = q_{s,max}(z) / e_{s,max} = q_{s,max}(z) / (0,02 \cdot D)$	$k_b(H) = q_{b,max}(H) / e_{b,max} = q_{b,max}(H) / (0,10 \cdot D)$







# ARMATÚRA TERVEZÉS

=

Tartószerkezeti igénybevételre méretezés







**Emelés?**  
**Szerelhetőség?**  
**Beton körül folyás?**

# ~~ARMATÚRA TERVEZÉS~~

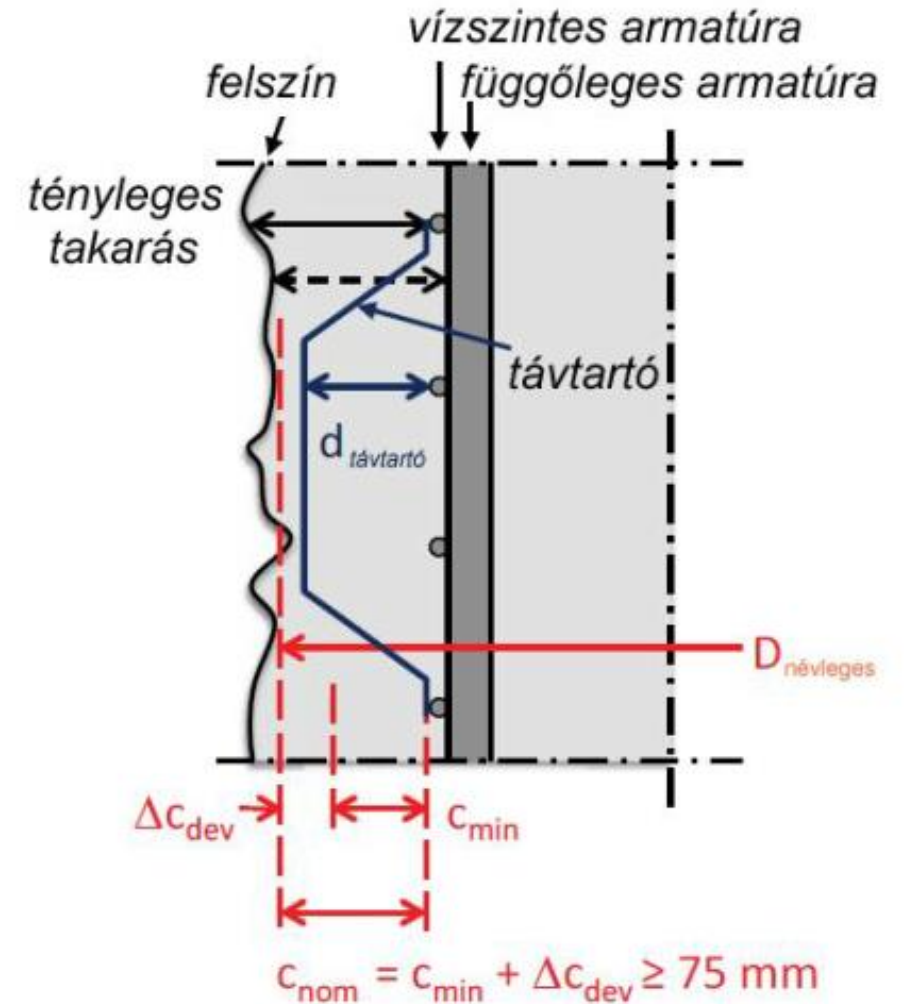
~~Tartószerkezeti igénybevételre méretezés~~

Vasalás TERVEZÉSI szempontok:

- A) Tartószerkezeti: **szükséges vasalás**
- B) Emelési, mozgatási, szállítási
- C) Toldási
- D) Szerelhetőségi
- E) Technológiai geometriai kényszerek



- Betonfedés:  $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}$
- **Kitéti osztály + kivitelezési technológia alapján**
  - Min. 75 mm – folyadékmegtámasztás
  - Min. 60 mm, ha  $D > 0,6$  m
  - Min. 50 mm, ha  $D \leq 0,6$  m
- Távtartás: laposacél vagy műanyag kerék





## Armatúra aranyssza

### 1) Méretezett va

- hajlítás = h
- távolság
- nyírás = sp
- menetemel

### 2) Emelés, moz

- méretezett
- belső mere

### 3) Technológiai geometriai kényszerek:

- cölöpcsúcsban összehúzott / betört vasak
- cölöptalp felett ~50cm vasalatlan rész
- távtartó: 2÷3 m kiosztás, min. 4 (3) db/km
- 1-2 cm kotyogás

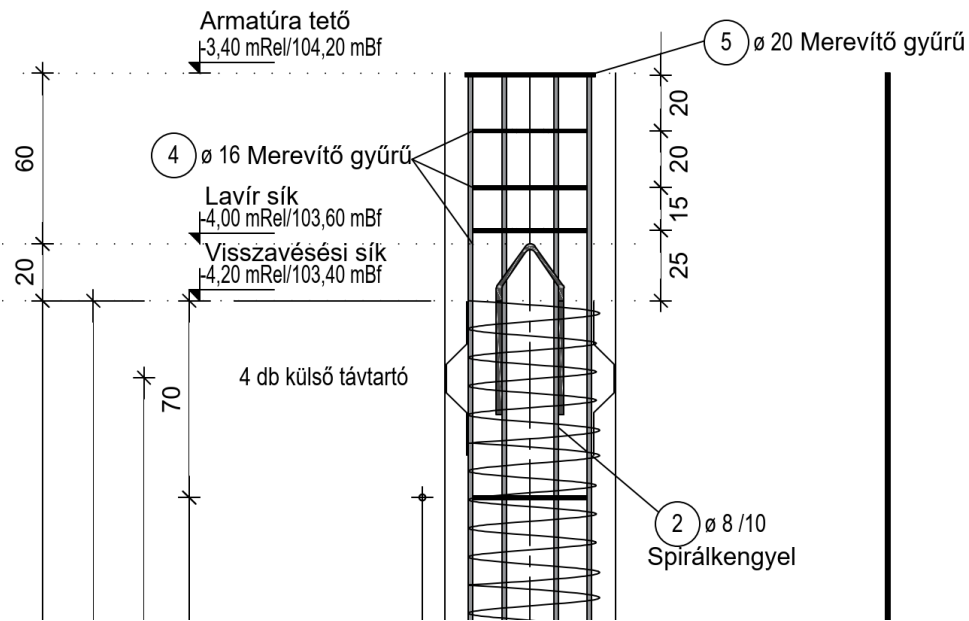


↓  
A

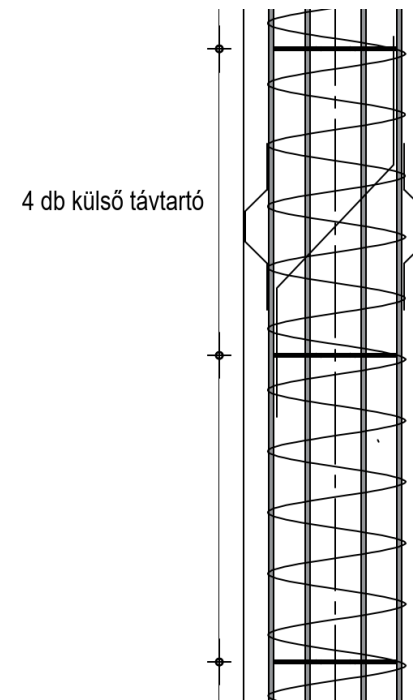


## CFA armatúra kialakítás minta

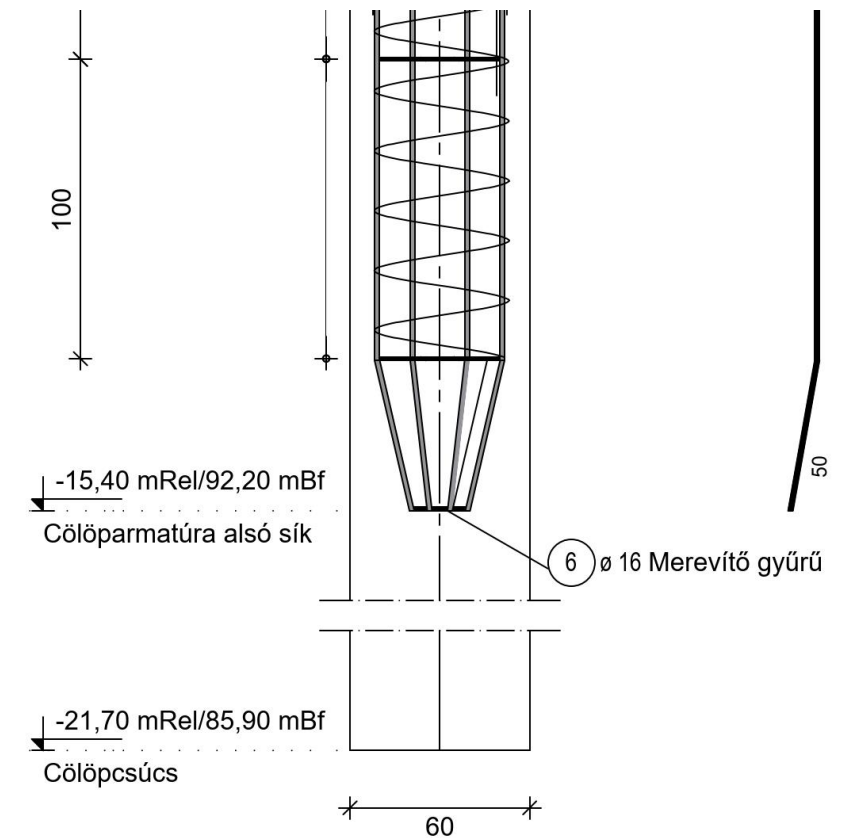
armatúra tető



merekített törzs



cölöpcsúcs





# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET

