



Magyar Mérnöki Kamara

2014. november

Szepesházi Róbert

Széchenyi István Egyetem, Győr

Geotechnikai tervezés az Eurocode 7 és
a kapcsolódó geotechnikai szabványok szerint

Tartalom

1. A geotechnikai tervezés alapjai
2. Síkalapok tervezése
3. Cölöpalapok tervezése
4. Támszerkezetek tervezése
5. Alapozások tervezése földrengésre
6. Hidalapozások tervezése

A cölöpalapok tervezése az Eurocode 7 szerint

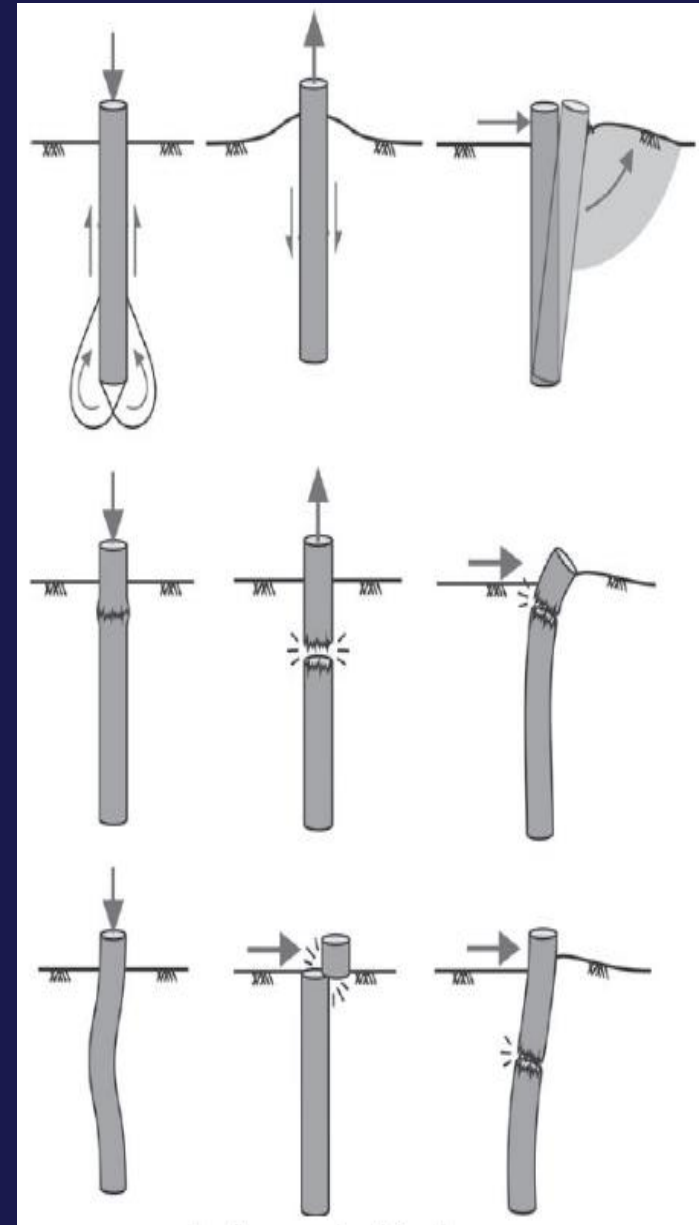
A cölöptervezés alapszabályai

A cölöpözés tervezéséhez szükséges speciális információk

- Épületmaradványok, feltöltések
- Kövesedett talajok
- Agresszív talajok és talajvíz
- Lágym réteg egy jó réteg alatt
- Érzékeny szomszédos épületek
- Környezeti korlátozások
- Légvezetékek

Cölöpalapok tervezési határállapotai

- az általános állékonyság elvesztése;
- a cölöpalap talajtörési (nyomási) ellenállásának kimerülése;
- a cölöpalap kihúzódása;
- talajtörés a cölöpalap keresztirányú terhelése következtében;
- a cölöptest tartószerkezeti tönkremenetele nyomás, húzás, hajlítás, kihajlás v. nyírás okán;
- a talaj és a cölöpalap együttes tönkremenetele;
- a talaj és a tartószerkezet együttes tönkremenetele;
- túlzottan nagy süllyedés;
- túlzottan nagy megemelkedés;
- túlzottan nagy oldalirányú elmozdulás;
- elfogadhatatlan mértékű rezgés.



Cölöpválasztás szempontjai

- a helyszíni talaj- és talajvízviszonyok, beleértve az ismert vagy lehetséges akadályokat;
- a cölöpözéskor keletkező feszültségek;
- a készítendő cölöp épségének megőrzésére és ellenőrzésére szolgáló lehetőségek;
- a cölöpözési módszer és sorrend hatása a már kész cölöpökre, a szomszéd szerkezetekre és közművekre;
- a cölöpözéskor megbízhatóan betartható tűréshatárok;
- a talajban előforduló vegyi anyagok káros hatásai;
- a különböző talajvizek összekapcsolódásának lehetősége;
- a cölöpök kezelése és szállítása;
- a cölöpözés hatásai a környező építményekre;
- a cölöpök távolsága a cölöpcsoportban;
- a cölöpözéssel a szomszédos szerkezetekben okozott elmozdulások vagy rezgések;

Cölöpválasztás szempontjai

- az alkalmazandó verőberendezés vagy vibrátor típusa;
- a cölöpökben a verés által keltett dinamikus feszültségek;
- fúróiszappal készülő fúrt cölöpök esetében
a folyadékn nyomás szinten tartásának szükségessége,
a furatfal beomlását s a furattalp hidraulikus talajtörését gátolandó;
- a cölöptalp és a palást megtisztítása (főleg bentonit alkalmazásakor)
a fellazult törmelék eltávolítása végett;
- a furatfal betonozás közbeni helyi beomlása, mely
földzárványt okozhat a cölöpszárban;
- talaj vagy talajvíz behatolása a helyben betonozott cölöptestbe és
az átáramló víz zavaró hatásai a még nedves betonban;
- a cölöpöt körülvéő telítetlen homokrétegeknek
a beton vizét elszívó hatása;
- a talajban előforduló vegyi anyagok kötősgátló hatása;
- a talajkiszorító cölöpök talajtömörítő hatása;
- a talajnak a cölöpfúrás által okozott megzavarása.

A cölöpöket terhelő hatások

A cölöpök körüli talaj különböző elmozdulásainak hatásai

negatív köpenysúrlódás

- elmozdulások megállapítása, kölcsönhatás elemzése,
- maximális érték a palástellenállásból vagy a külső teherből
- az egyéb hatások egyidejűségének értékelése
- figyelembe vétele próbaterheléskor

keresztirányú hatás

- töltésben vagy mellette,
- földkiemelés mellett,
- kúszó rézsűben,
- földrengés esetén,
- ferde cölöpön süllyedő talajban

megemelkedés

- duzzadó talaj
- építési hatások

Talajmozgások hatásának figyelembevétele

- a talaj elmozdulása hatásként kerül a számításba, ezután a kölcsönhatásokat kell elemezni, hogy meghatározzuk a cölöp belső erőit, elmozdulásait és alakváltozásait;
- annak az erőnek a felső értékét kell tervezési hatásként a számításba bevezetni, melyet a talaj a cölöpre közvetíteni képes, s ennek felvételekor figyelemmel kell lenni a talaj szilárdságára és a terhek eredetére, amelyet az elmozduló talaj súlya vagy összenyomódása, illetve a zavaró hatások nagysága jellemez.

Negatív köpenysúrlódás

Okai:

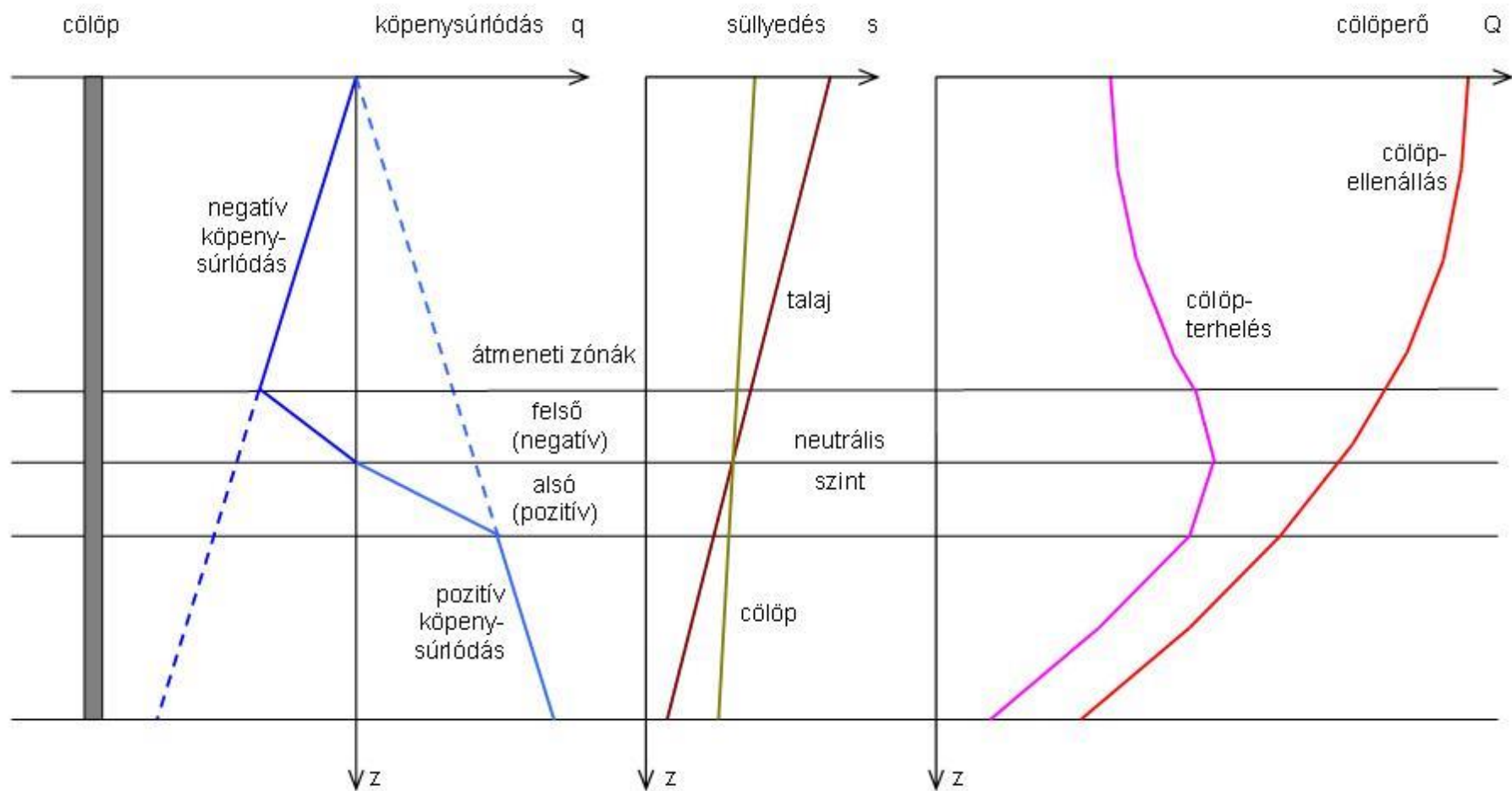
felszíni teher, verés okozta pórusvíznyomás-többlet,
fiatal feltöltések összenyomódása önsúly hatására, feltöltés roskadása,
talajvízszint csökkenése, szerves talajok másodlagos összenyomódása

Jellemzői:

5-10 mm süllyedés is elegendő a mobilizálódáshoz,
neutrális szint függ a biztonságtól, a teherbírasi összetevők arányától és
mobilizáló mozgásuknak a felszínsüllyedéshez viszonyított arányától,
süllyedési, nem teherbírasi probléma, mert elegendően nagy mozgás után
már nem lehet negatív köpenysúrlódás,
a hasznos, esetleges terhekkal együtt nem kell figyelembe venni
cölöpcsoportban a helyzet kedvezőbb

Védekezési lehetőségek:

előterhelés a konszolidáció kiváráásával ($\Delta s / \Delta t < 1 \text{ cm/hó}$),
cölöpköpeny kikapcsolása védőcsővel, kenéssel
kellően nagy biztonság a töréssel szemben
felszerkezet süllyedéstűrésének növelése



A negatív köpenysúrlódás értelmezése

7.3.2.4. Keresztirányú terhelés

(3) A cölöpalapok keresztirányú terhelését általában a merev vagy hajlékony gerendaként modellezett cölöpök és a mozgó talajtömeg közötti kölcsönhatás vizsgálatával ajánlatos megállapítani.

Ha a gyengébb talajrétegek vízszintes alakváltozása nagymértékű és a cölöpök távolsága is nagy, akkor a cölöpök oldalirányú terhelése főként a gyenge talajrétegek nyírószilárdságától függ.

A cölöpök nyomási ellenállásának meghatározása

7.6.2. A talajkörnyezetből származó nyomási ellenállás

7.6.2.1. Általános elvek

- (4) A tömbként működő **cölöpcsoport** nyomási ellenállását általában úgy lehet számítani, mintha a tömb **egyetlen nagy átmérőjű cölöp** lenne.
- (6) Ha a cölöpök **merev** tartószerkezetet támasztanak alá, számításba vehető, hogy a **tartószerkezet a cölöpök között elosztja a terhelést**. Határállapot ilyen esetben csak akkor következhet be, ha több cölöp egyszerre kerül törési állapotba, ezért az egyedi cölöp törési állapotát nem kell vizsgálni.
- (7) Ha a cölöpök **hajlékony szerkezetet** támasztanak alá, indokolt azt feltételezni, hogy a leggyengébb nyomási ellenállástól függ a határállapot bekövetkezése.
- (8) Különös gonddal kell vizsgálni a **szélső cölöpök** törési állapotát, melyet az alátámasztott szerkezetről átadódó ferde vagy külpontos terhelés okozhat.

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.

(12)P Ha **a talp átmérője nagyobb** a cölöptörzs átmérőjénél, akkor ennek lehetséges kedvezőtlen hatását vizsgálni kell.

Cölöpök nyomási ellenállásának meghatározása az EC 7 szerint

- statikus próbaterhelés
- számítás talajvizsgálat alapján
 - szondadiagram (CPT, SPT, MPM)
 - talajszelvény nyírószilárdsági paraméterekkel
 - talajszelvény osztályozó paraméterekkel
- dinamikus próbaterhelés

Talajvizsgálat és dinamikus próbaterhelés alapján tervezni csak olyan módszerrel szabad, melynek alkalmasságát hasonló cölöpre és talajra statikus próbaterheléssel igazolták.

7.5. Cölöpök próbaterhelése

7.5.1. Általános elvek

(1)P Cölöp-próbaterhelést kell végezni a következő esetekben:

- ha olyan cölöptípust vagy -készítési módszert alkalmaznak, amelyre nincs összehasonlítható tapasztalat,
- ha a cölöpöket hasonló talaj- és terhelési viszonyok között még nem vizsgálták próbaterheléssel;
- ha a cölöpök olyan terhelést kapnak, amelyre megbízható támpontot sem az elmélet, sem a tapasztalat nem ad.
- ha a cölöp készítése közben végzett megfigyelések azt jelzik, hogy a cölöp viselkedése erősen és kedvezőtlenül tér el a helyszíni vizsgálata és a tapasztalat alapján elvárttól, és ha a kiegészítő altalajvizsgálatok sem tisztázzák az eltérés okait.

(2) Cölöp-próbaterhelés végezhető:

- az építési eljárás alkalmasságának megítélésére;
- a tervezett cölöp és a környező talaj terhelés alatti viselkedésének meghatározására, mind a süllyedések, mind a törőerő tekintetében;
- a cölöpalap egészének megítélésére.

Cölöppróbaterhelés EN ISO 22477/1

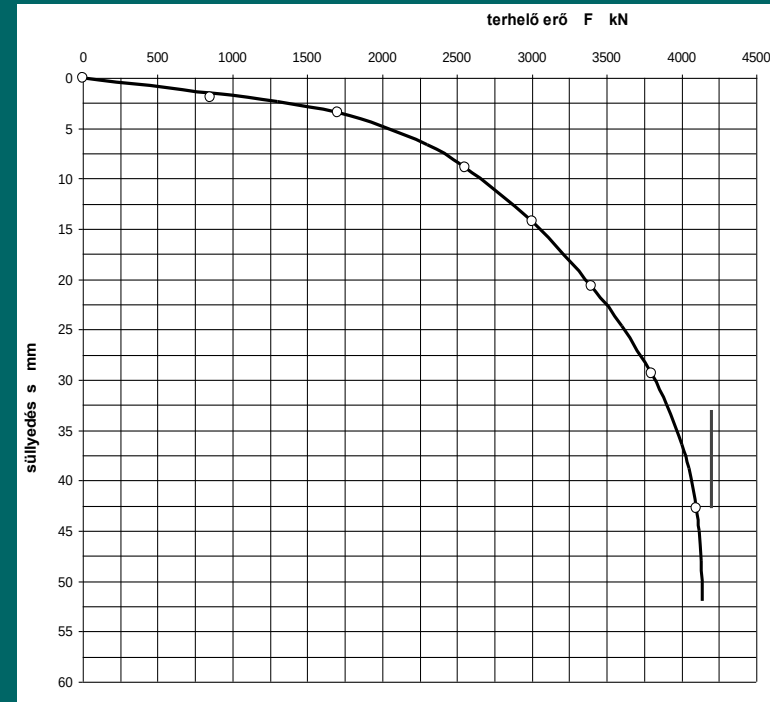
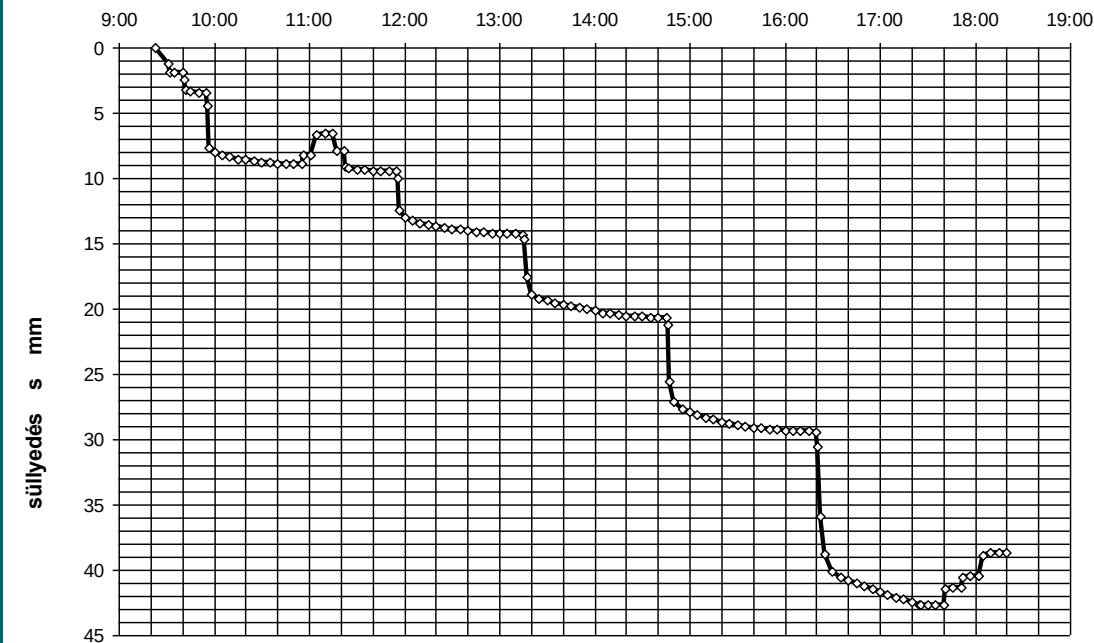
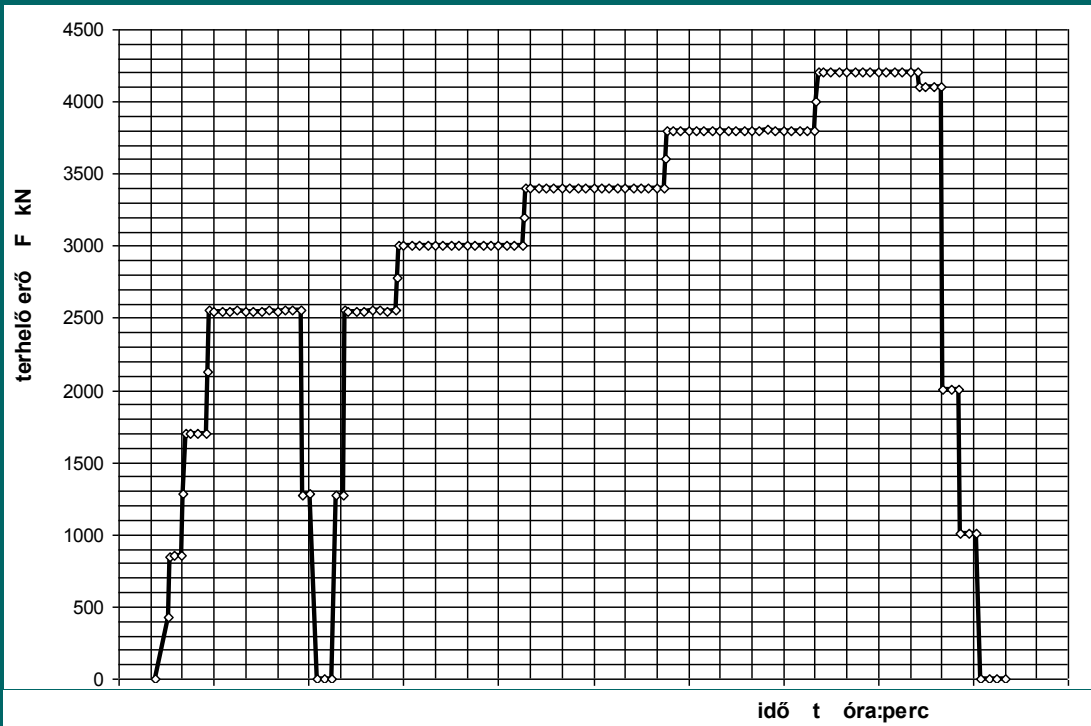
- talajvizsgálat nem távolabb 5,0 m-nél és legalább 5,0 m-re a talp alá
- osztott cölöp is, de csak Oesterberg-cella (?)
- minimális „tisztá” távolság a horgonycölöpöktől 3D vagy 2,5 m
- 10 % tartalék az ellentartásban
- $0,01P_{\max}$ és 0,01 mm mérési pontosság
- belső erőeloszlás mérésére több módszert ajánl
- 8 lépcső közbenső tehermentesítés nélkül
- cölöpkészítés dokumentálása
- cölöpkészítés utáni idő:
 - szemcsés talaj 5 nap,
 - kötött talajban 3 hét fúrt, 5 hét vert cölöpre
- terhelés 0,25 mm/5perc, de min. 60 perc, legalább $2R_c$ -ig
- sokféle görbét kell megadni: F-s, F-t, s-t, s-lgt, F- a_y , F_s -s, F_b -s, F(z)-t, F_{si} -s
- szabad korrigálni az F-s görbét hosszabb időtartamra
- szabad extrapolálni nagyobb süllyedésre
- $s=D/10$ -nél törési állapot
- kúszási erő értelmezése (a_y erőteljes változása)



Próbaterhelés eszközei



Próbaterhelés feldolgozása



DIN 1054

fúrt cölöpök fajlagos cölöpenállásainak tapasztalati értékei

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
talpnövelés esetén 75 % redukció				

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
talpnövelés esetén 75 % redukció		

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

DIN 1054

vert cölöpök fajlagos cölöpellénállásának tapasztalatai értékei

vert cölöp		palástellenállás karakterisztikus értéke $q_{s,k}$ kPa				talpellenállás karakterisztikus értéke $q_{b,k}$ MPa			
talaj	mélység m	fa	vasbeton	acélcső	I-tartó	fa	vasbeton	acélcső	I-tartó
Szemcsés	< 5	20 – 45	20 – 45	20 – 35	20 – 30	2,0 – 3,5	2,0 – 5,0	1,5 – 4,0	1,5 – 3,0
	5 – 10	40 – 65	40 – 65	35 – 55	30 – 50		3,5 – 6,5	3,0 – 6,0	2,5 – 5,0
	> 10		60	50 – 75	40 – 75	3,0 – 7,5	4,0 – 8,0	3,5 – 7,5	3,0 – 6,0
kohéziós	I_c								
	0,5 – 0,75	5 – 20							
	0,75 – 1,0	20 – 45				0,0 – 2,0			
görgeteges agyag kemény – nagy. kem.	< 5		50 – 80	40 – 70	30 – 50		2,0 – 6,0	1,5 – 5,0	1,5 – 4,0
	5 – 10			60 – 90	40 – 70		5,0 – 9,0	4,0 – 9,0	3,0 – 7,5
	> 10		80 – 100	80 – 100	50 – 80		8,0 – 10,0	8,0 – 10,0	6,0 – 9,0

q_b talpellenállás

$$q_b = \alpha_b \cdot \beta \cdot s \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{q_{cl} + q_{cII}}{2} + q_{cIII} \right)$$

**Szemcsés
talaj
esetén**

α_b a talpellenállás technológiai szorzója

β és s köralakú cölöpökre 1,0

q_{cl} a talp alatti d_{crit} kritikus mélységre vonatkozó átlag

q_{cII} a talp alatti d_{crit} kritikus mélység minimuma

q_{cIII} a talp feletti 8D hossz minimuma, de legfeljebb 2 MPa

d_{crit} 4D és 0,7D közötti azon mélység, mely a legkisebb q_b értéket adja

q_{bH} korlátozása

- $q_{bH} < 15$ MPa lehet
- előterhelt, nagyon tömör, meszes homokok esetében további csökkentés

q_s palástellenállás

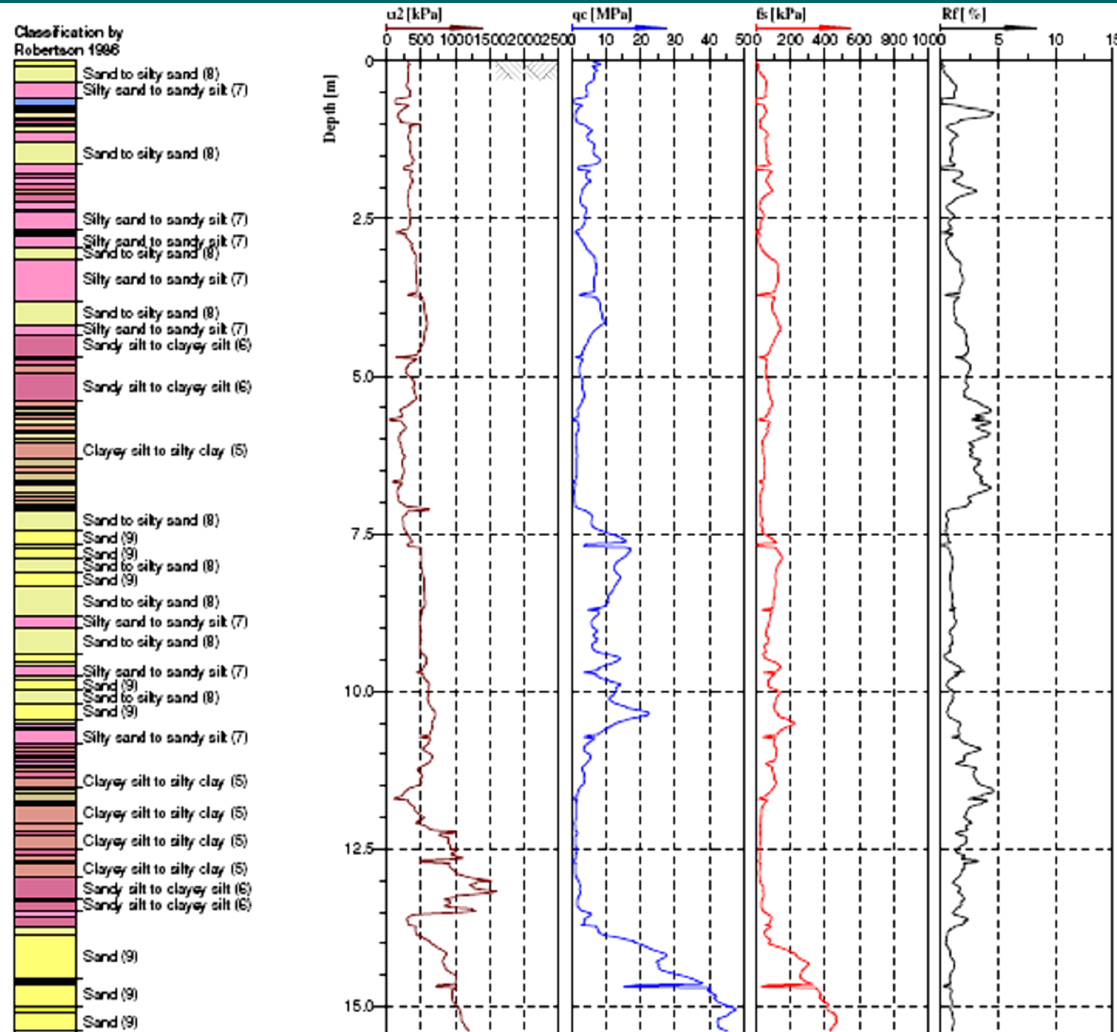
$$q_s = \alpha_s \cdot q_c$$

α_s a palástellenállás technológiai szorzója

q_{cH} korrekciója

- ha egy 1,0 m-nél hosszabb szakaszon $q_c > 15$ MPa, akkor $q_{cH} = 15$ MPa legyen, (ez egyben $q_s \leq 120$ kPa korlátozást is jelent)
- ha egy 1,0 m-nél rövidebb szakaszon $q_c > 12$ MPa, $q_{cH} = 12$ MPa legyen,
- ha a szondázás terepszintje magasabban volt, mint lesz az üzemi állapotban, s ezért a függőleges hatékony feszültség valamely mélységben σ_{zc}' -ről σ_{zH}' -ra csökken, akkor a figyelembe vehető szondaellenállás $q_{cH} = q_{cH} \cdot (\sigma_{zH}' / \sigma_{zc}')$ legyen

CPT(u) nyomószonda, statikus szonda



Cölöpök szemcsés talajbeli fajlagos ellenállásait a statikus szonda csúcseellenállásából adó szorzó

készítési mód	típus	talpellenállásra $\alpha_b = q_b / q_c$	palástellenállásra $\alpha_s = q_s / q_c$
talajkiszorítással	előregyártott vert vb. vagy acél	1,0	0,010
	helyszíni vert (Franki, Simplex)	1,0	0,014
	előregyártott csavart	0,8	0,012
részleges talajkiszorítással	vert acélprofil, nyitott cső	1,0	0,0075
talajhelyettesítéssel	folyamatos (CFA, SOB)	0,8	0,006
	béléscsővel fúrt cölöp	0,6	0,006
	fúróiszappal fúrt cölöp	0,6	0,005

Cölöpök kötött talajbeli fajlagos palástellenállásait a statikus szonda

talajtípus	C P T - c s ú c s e l l e n á l l á s q_c MPa	szorzó $\alpha_s = q_s / q_c$
agyag	$q_c > 3,0$	$< 0,030$
	$1,0 < q_c < 3,0$	$< 0,020$
	$q_c < 1,0$	$< 0,050$
iszap		$< 0,025$
tőzeg		0

Cölöpellenállás számítása CPT alapján

$$R_c = R_b + R_s = A_b \cdot q_b + \sum_i A_{si} \cdot q_{si}$$

ellenállás-komponens	szemcsés talaj	kötött talaj
talpellenállás	$q_b = \lambda_b \cdot \alpha_b \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{q_{clm} + q_{cllm}}{2} + q_{clllm} \right)$	$q_b = 0,6 \cdot \mu_b \cdot q_c$
palástellenállás	$q_s = \alpha_{sq} \cdot \sqrt{q_c}$	$q_s = 12 \cdot \mu_s \cdot \sqrt{q_c}$

$$c_u = \frac{q_c}{N_k} \approx \frac{q_c}{15,5}$$

Szemcsés talajok fajlagos cölöellenállásai

cölöptípus		talp- ellenállási szorzó	palást- ellenállási szorzó	palást- ellenállás maximuma
		α_b	α_{sq}	q_{smax} [kPa]
talaj- kiszorításos	vert (vibrált), előregyártott vasbeton elem	1,00	0,90	150
	vert (vibrált), zárt végű bennmaradó acélcső	1,00	0,75	120
	zárt véggel lehajtott s visszahúzott cső helyén betonozott	1,00	1,10	160
	csavart, helyben betonozott,	0,80	0,75	160
talaj- helyettesítéses	CFA-cölöp	0,70	0,55	120
	fúrt, támasztófolyadék védelmében	0,50	0,55	100
	fúrt, béléscső védelmében	0,50	0,45	80

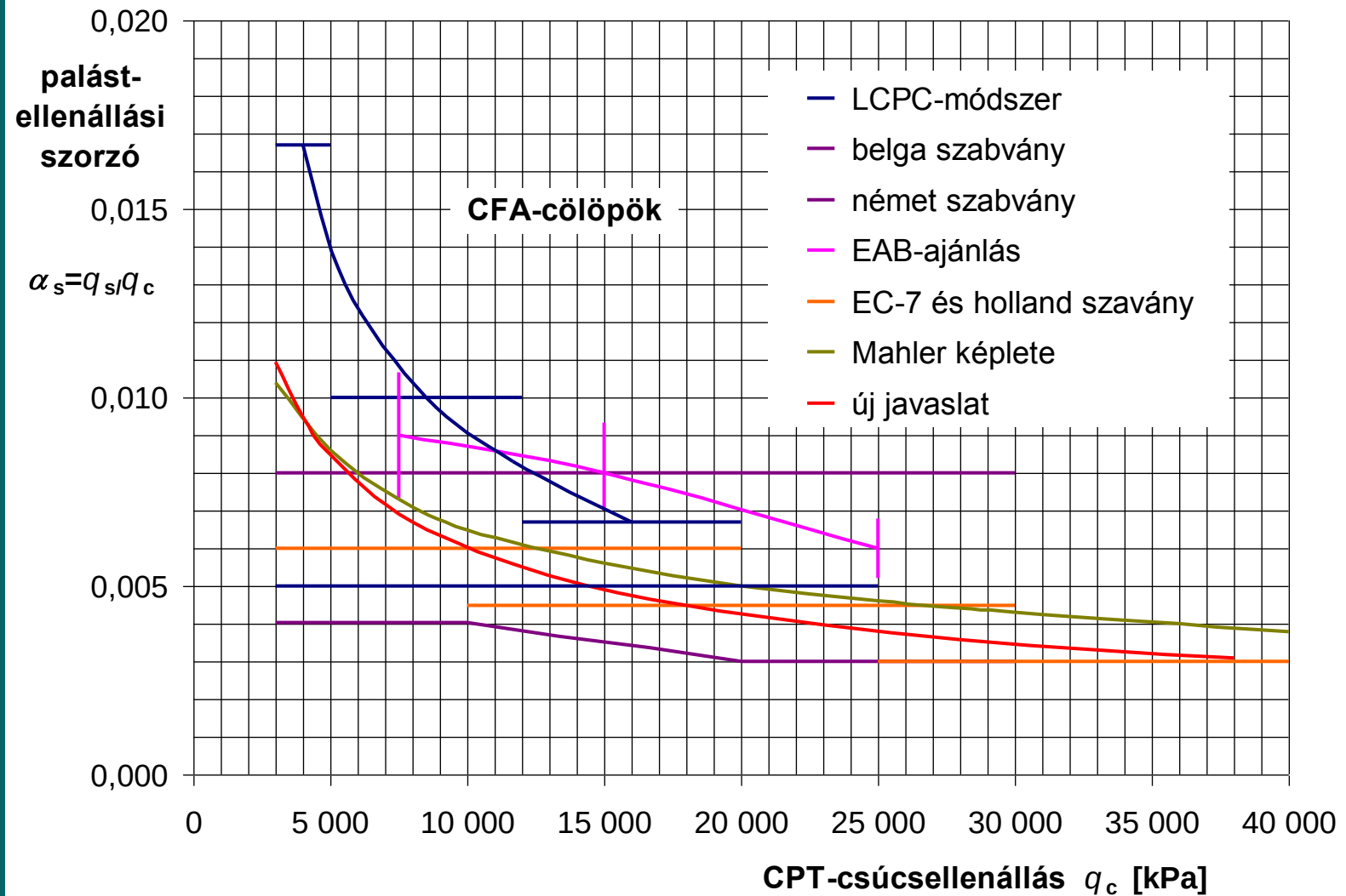
$$q_b = \lambda_b \cdot \alpha_b \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{q_{clm} + q_{cllm}}{2} + q_{cillm} \right)$$

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

EC 7 és NEN

$$\lambda_b = 0,6$$

Szemcsés talajok palástellenállási szorzója



$$q_s = \alpha_s \cdot q_c$$

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

Kötött talajok fajlagos cölöpellénállásai

cölöptípus		talp- ellenállási szorzó	palást- ellenállási szorzó	palást- ellenállás maximuma
		μ_b	μ_s	q_{smax} [kPa]
talaj- kiszorításos	vert (vibrált), előregyártott vasbeton elem	1,00	1,05	85
	vert (vibrált), zárt végű bennmaradó acélcső	1,00	0,80	70
	zárt véggel lehajtott s visszahúzott cső helyén betonozott	1,00	1,10	90
	csavart, helyben betonozott,	0,90	1,25	100
talaj- helyettesítéses	CFA-cölöp	0,90	1,00	80
	fúrt, támasztófolyadék védelmében	0,80	1,00	80
	fúrt, béléscső védelmében	0,80	1,00	80

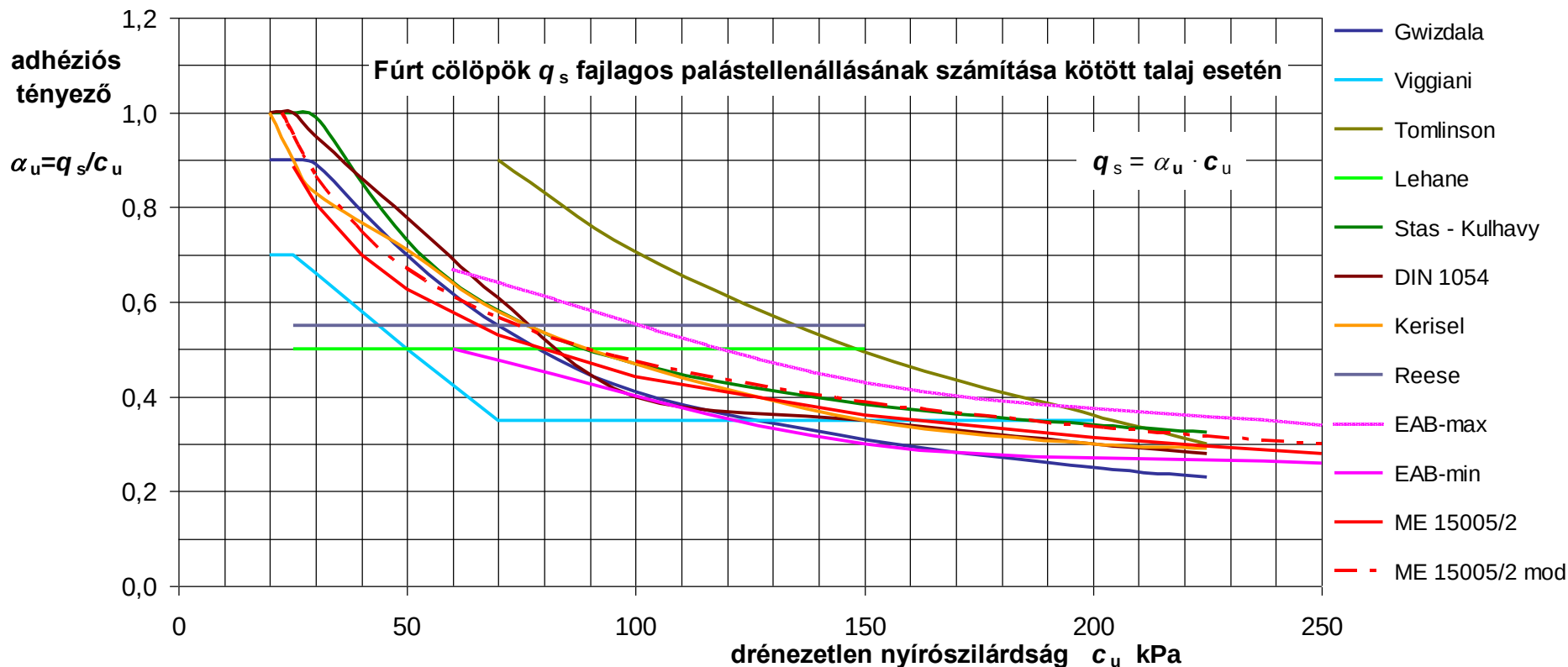
$$q_b = 9 \cdot c_u = 0,6 \cdot \mu_b \cdot q_c$$

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

Skempton

$$c_u = \frac{q_c}{N_k} \approx \frac{q_c}{15,5}$$

Kötött talajok palástellenállási szorzója

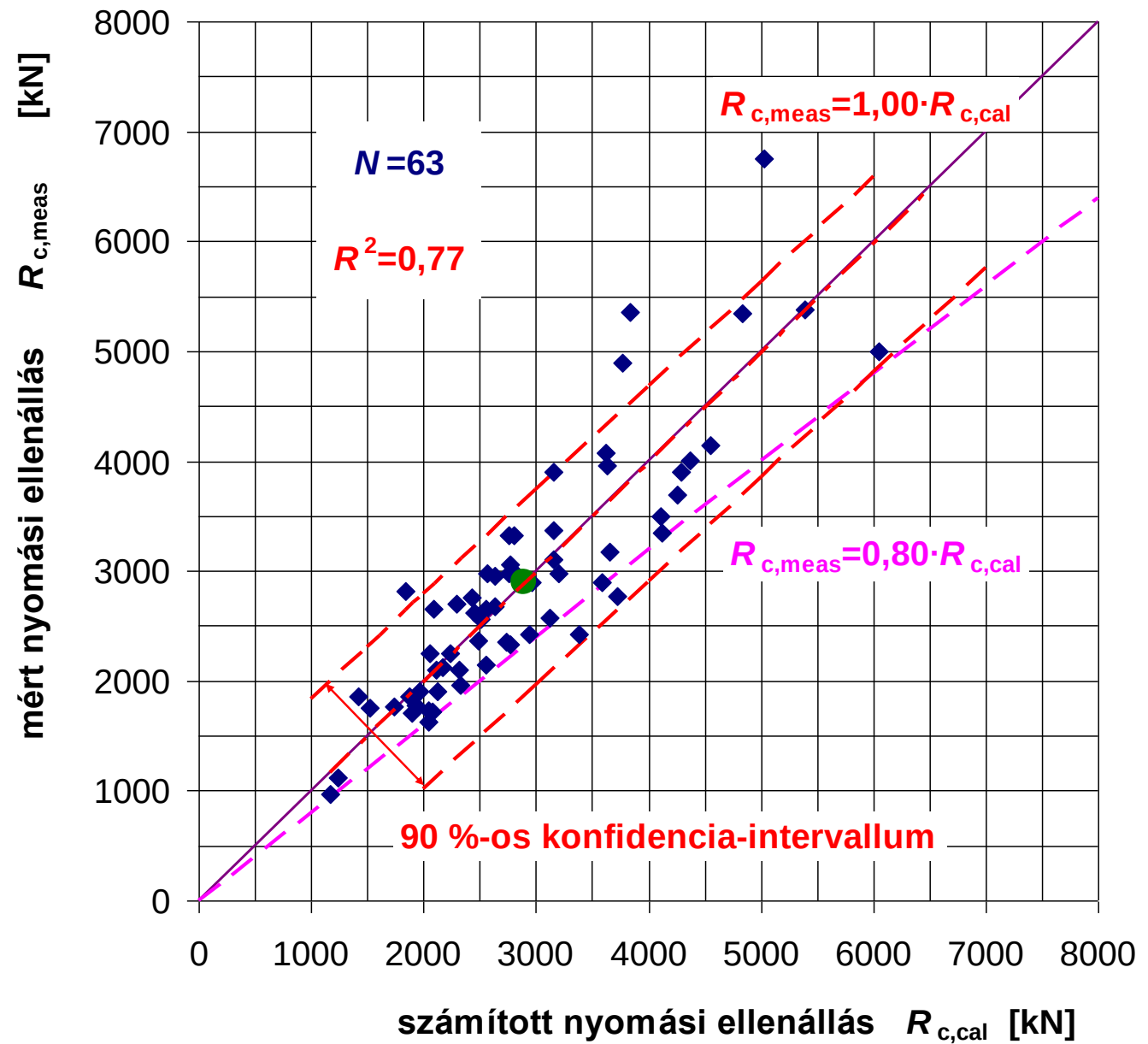


$$q_s = \alpha_u \cdot c_u$$

α -módszer

$$q_s = q_{s0} \cdot \sqrt{\frac{c_u}{c_1}} = 150 \cdot \sqrt{\frac{15,5}{1000}} = 12 \cdot \sqrt{q_c}$$

Mért
és
számított
teljes
nyomási
ellenállások
korrelációja



Dinamikus próbaterhelés

Módszerek

dinamikus próbaterhelés (alakváltozás- és gyorsulásmérés)	korrelációs tényező
jelillesztéssel (signal matching, CAPWAP)	1,35
közvetlen számítással (hullámegyenlet, CASE)	1,60
verési képlet (elmozdulásmérés)	
kvázi-rugalmas behatolás mérésével	1,75
kvázi-rugalmas behatolás becslésével v. elhanyagolásával	1,90

Kalibrálás statikus próbaterheléssel

ugyanazon cölöptípuson
hasonló hosszal és keresztmetszettel
hasonló talajban

Az eredmény megbízhatóságát növeli

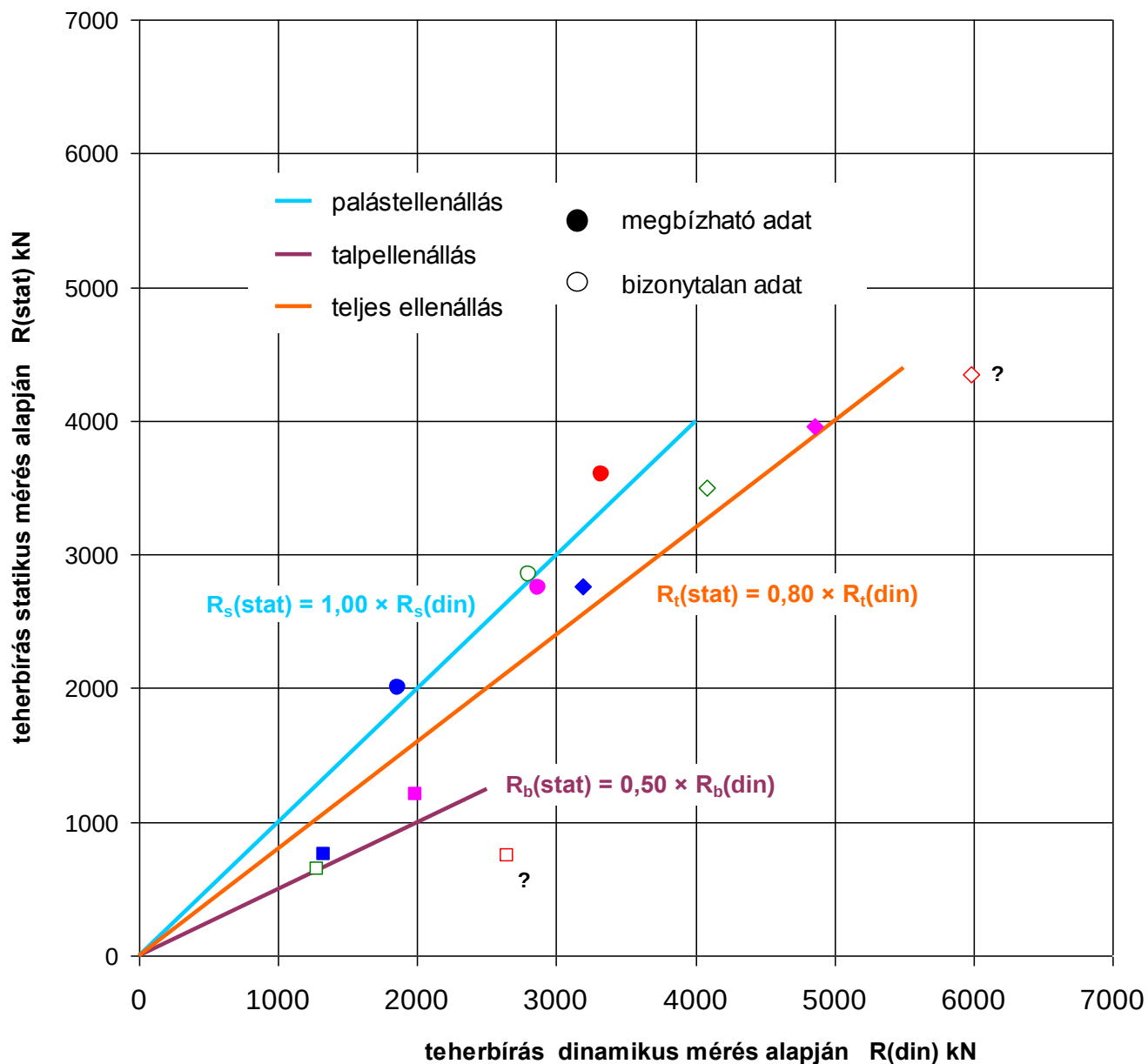
kellő ütőhatás (2-10 t)
elég nagy elmozdulás (10-50 mm)
hosszabb erőhatás (5-100 ms)

Alkalmazás

terv igazolására
próbaveréshez
teherbírás egyenletességének igazolására



A dinamikus próbaterhelés megbízhatósága homoktalaj esetén



A cölöpméretezés biztonsága

a cölöpméretezési rendszer elemei		a biztonsági rendszer eszközei				
elemek	változatok	parciális tényezők	korrelációs tényezők	modell-tényezők	kockázati tényezők	eljárási szabályok
cölöptípus	vert – CFA – fúrt	EC 7-1 nemzeti melléklet				
ellenállástípus	palást – talp – teljes					szemcsés talpellenállás óvatos kezelése
talajfajta	kötött – szemcsés					
méretezési módszer	statpt – CPT – szemp – dinpt		eredeti EC 7 követése	EC 7-1 nemz. mell.		min. 3 CPT
kockázat	nagy – átlagos – kis				EC 0 javaslatai	a fentiek alkalmazása
erőtani számítás típusa	alap – részletes	részletes is elfogadható	1,1 redukció alkalmazása			részletes = = szakszerű

A cölöellenállás tervezési értékének számítása a karakterisztikus értékből

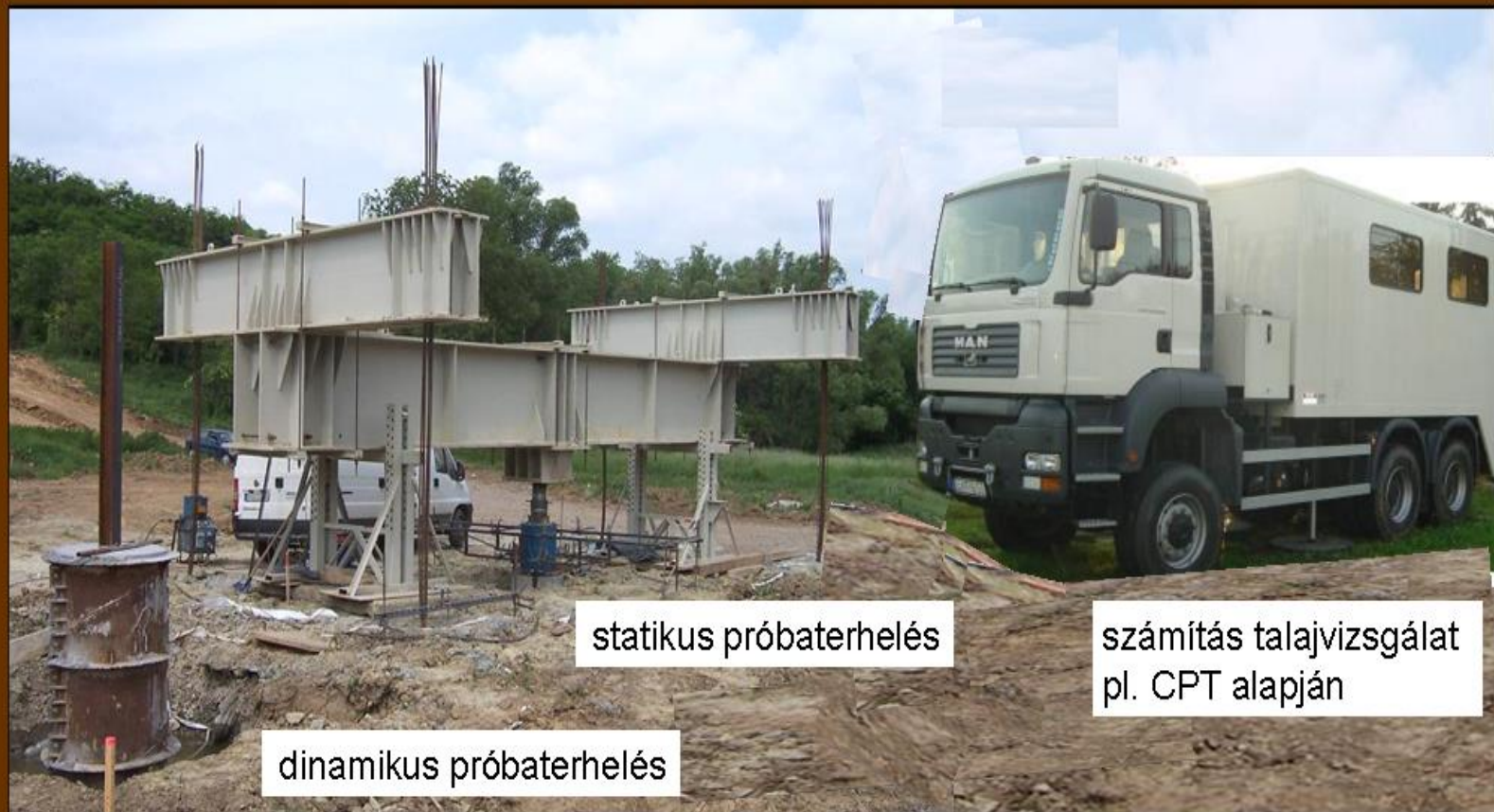
$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{b;k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s;k}}{\gamma_s}$$

Parciális tényezők a cölöpök tervezéséhez

cölöpellenállás	jel	cölöptípus		
		vert	fúrt	CFA
talpellenállás	γ_b	1,1	1,25	1,2
nyomott cölöp palástellenállása	γ_s	1,1	1,1	1,1
nyomott cölöp teljes/kombinált ellenállása	γ_t	1,1	1,20	1,15
húzott cölöp palástellenállása	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,25	1,25

A nyomási ellenállás $R_{c;k}$ karakterisztikus értékének számítása az $R_{c;m}$ mért vagy számított értékekből a ξ korrelációs tényezővel

$$R_{c;k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;m})_{\text{mean}}}{\xi_i}, \frac{(R_{c;m})_{\text{min}}}{\xi_{i+1}} \right\}$$



A számított cölöpellénállások átlagának és minimumának meghatározása

$(R_{c;m})_{\text{mean}}$ átlagot kétféle módon számíthatjuk

- a két összetevő összegeinek átlagaként:

$$(R_{c;m})_{\text{mean}} = (R_{b;\text{cal}} + R_{s;\text{cal}})_{\text{mean}}$$

- az összetevők átlagának összegeként:

$$(R_{c;m})_{\text{mean}} = (R_{b;\text{cal}})_{\text{mean}} + (R_{s;\text{cal}})_{\text{mean}}$$

$(R_{c;m})_{\text{min}}$ minimum számítási módja

- az összetevők összegeinek minimumaként

$$(R_{c;m})_{\text{min}} = (R_{b;\text{cal}} + R_{s;\text{cal}})_{\text{min}}$$

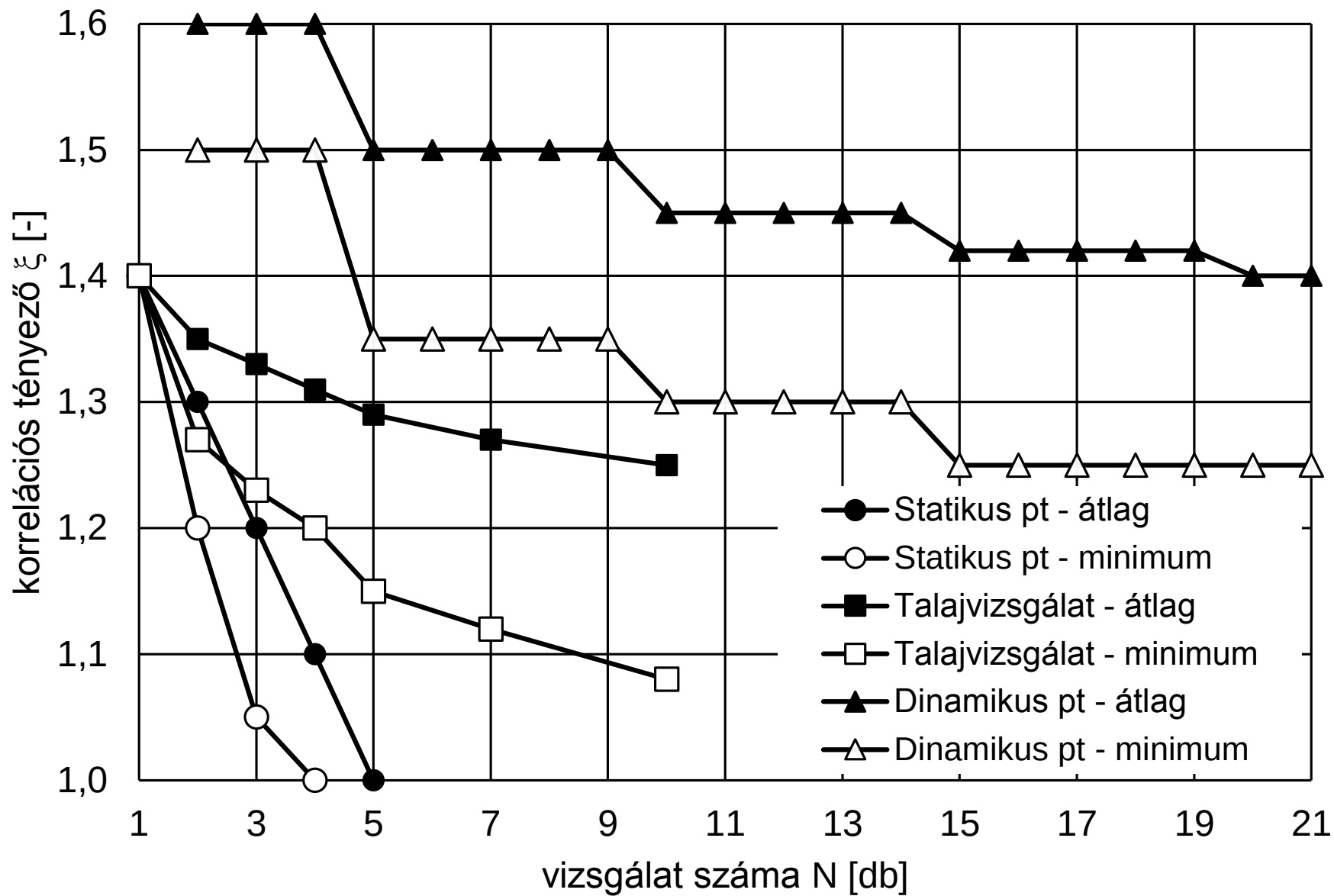
*(A minimumok összege talán indokolatlanul óvatos érték volna,
ezért nem azt javasolja a szabvány.)*

a ξ korrelációs tényező a cölöpellénállás karakterisztikus értékének meghatározásához

az ellenállás meghatározásának módszere	a próbaterhelések ill. a talajszelvények száma	az átlagra vonatkozóan	a minimumra vonatkozóan
	n	ξ_{mean}	ξ_{min}
statikus próbaterhelés 1, 4	1	1,40	1,40
	2	1,30	1,20
	3	1,20	1,05
	4	1,10	1,00
	≥ 5	1,00	1,00
talaj-vizsgálat 2, 3, 4, 5	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 2, 6	≥ 2	1,60	1,50
	≥ 5	1,50	1,35
	≥ 10	1,45	1,30
	≥ 15	1,42	1,25
	≥ 20	1,40	1,25

Megjegyzések

- 1 ha egyetlen terhelést végeznek, akkor az a legrosszabb altalajú helyen legyen, ha többet, akkor azok reprezentálják az altalaj változásait, s egyet mindenképpen a legrosszabb helyen kell végrehajtani;
- 2 csak statikus próbaterheléssel kellő számú esetben igazolt számítási módszerek alkalmazhatók, szükség esetén a biztonságot növelő modelltenyező bevezetésével;
- 3 a vizsgálati helyeknek jellemezniük kell az altalaj változásait, a szélsőségesen kedvezőtlen helyeket is;
- 4 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-nél kisebb;
- 5 az alkalmazott számítási módszertől függő modelltenyező is alkalmazandó a nemzeti melléklet szerint
- 6 a megadott értékek a következők szerint módosíthatók:
 0,85 szorzóval, ha a vizsgálat a mért jelekre illesztett modell alapján állapítja meg teherbírást;
 1,10 szorzóval, ha verési képletet használnak a mért kvázi-rugalmas behatolásból számolva;
 1,20 szorzóval, ha verési képletet használnak a kvázi-rugalmas behatolás mérése nélkül;



γ_{St} modelltényezők alkalmazása a cölöptervezésben az EC 7 NM szerint

NA19.2. Nem kell modelltényezőket alkalmazni, ha egyidejűleg teljesül, hogy

- az alkalmazott eljárás kidolgozásakor a talajjellemzőket igazolhatóan olyan értékekkel vették figyelembe, melyek karakterisztikus értékeknek tekinthetők,
- a tervező a talajjellemzők karakterisztikus értékeivel alkalmazza az eljárást.

NA19.3. A következő 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 1,1,
- laboratóriumi vizsgálatokkal megállapított nyírószilárdságból származtatott fajlagos cölöellenállások esetében 1,2,
- tapasztalatai alapon felvett nyírószilárdsági paraméterek vagy azonosító és állapotjellemzők alapján megállapított fajlagos cölöellenállások esetében 1,3.

Ha az alkalmazás körülményei az előbbi két változat között vannak, akkor a tervező az előbbieken javasolt értékek és 1,0 közötti modelltényezőket vehet számításba.

A cölőpalapok méretezési biztonsága

Az ellenállás oldalán GEO határállapotra az EC7 szerint

Cölőpalapozás

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{R_m}{\gamma_R \cdot \xi \cdot \gamma_m}$$

korrelációs tényező

$$\xi = 1,40 \dots 1,10$$

parciális tényező

$$\gamma_R = 1,10 - 1,15 - 1,20$$

modelltényező

$$\gamma_m = 1,10 - 1,30$$

A cölöpalapok méretezési biztonsága

Globális biztonság GEO határállapotra

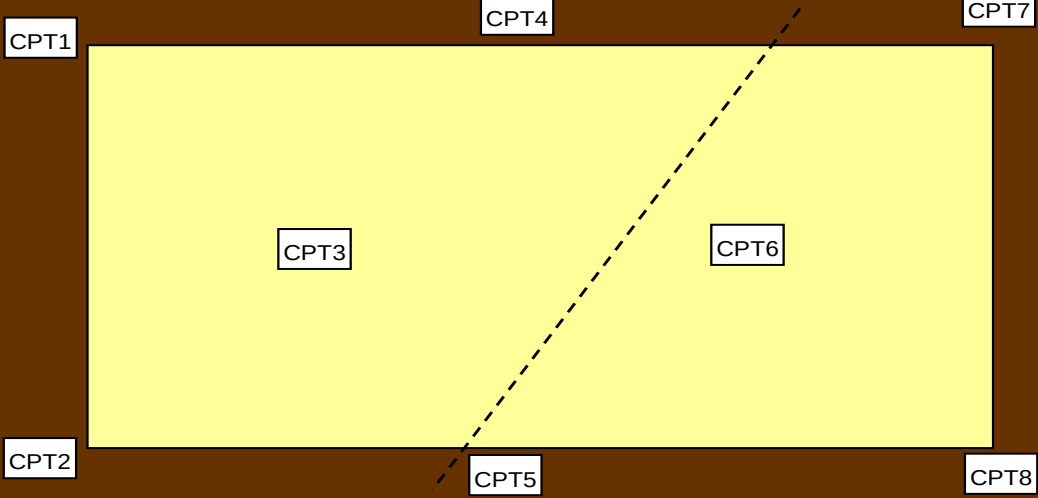
Cölöpalap nyomási ellenállása 1 próbaterhelés esetén

alapkombináció

$$\text{FOS} \approx 1,40 \cdot 1,40 \cdot 1,15 \approx 2,25$$

alkombinációk

$$\text{FOS} \approx 1,25 \cdot 1,40 \cdot 1,15 \approx 2,00$$



Próbaterhelés		
száma	helye	R _{c; meas} kN
1.	CPT8	2250
2/a	CPT3-4-5-6	2565
2/b	CPT5	2480

Cölöp-
tervezés
statikus
próba-
terhelés
vagy
CPT
alapján

Cölöptípus: CFA			D=80 cm H=12 m		Számítási mód: CPT-EC7-SZR		
R [kN]	legvalószínűbb számított érték			modell- tényező	korrigált számított érték		
	palást- ellenállás	talp- ellenállás	teljes ellenállás		palást- ellenállás	talp- ellenállás	teljes ellenállás
CPT	R _{S;cal}	R _{b;cal}	R _{c;cal}	γ _m	R _{S;cal}	R _{b;cal}	R _{c;cal}
1	1550	1250	2800	1,1	1409	1136	2545
2	1480	1210	2690	1,1	1345	1100	2445
3	1520	1280	2800	1,1	1382	1164	2545
4	1450	1300	2750	1,1	1318	1182	2500
5	1380	1100	2480	1,1	1255	1000	2255
6	1300	1050	2350	1,1	1182	955	2136
7	1320	1080	2400	1,1	1200	982	2182
8	1250	1000	2250	1,1	1136	909	2045

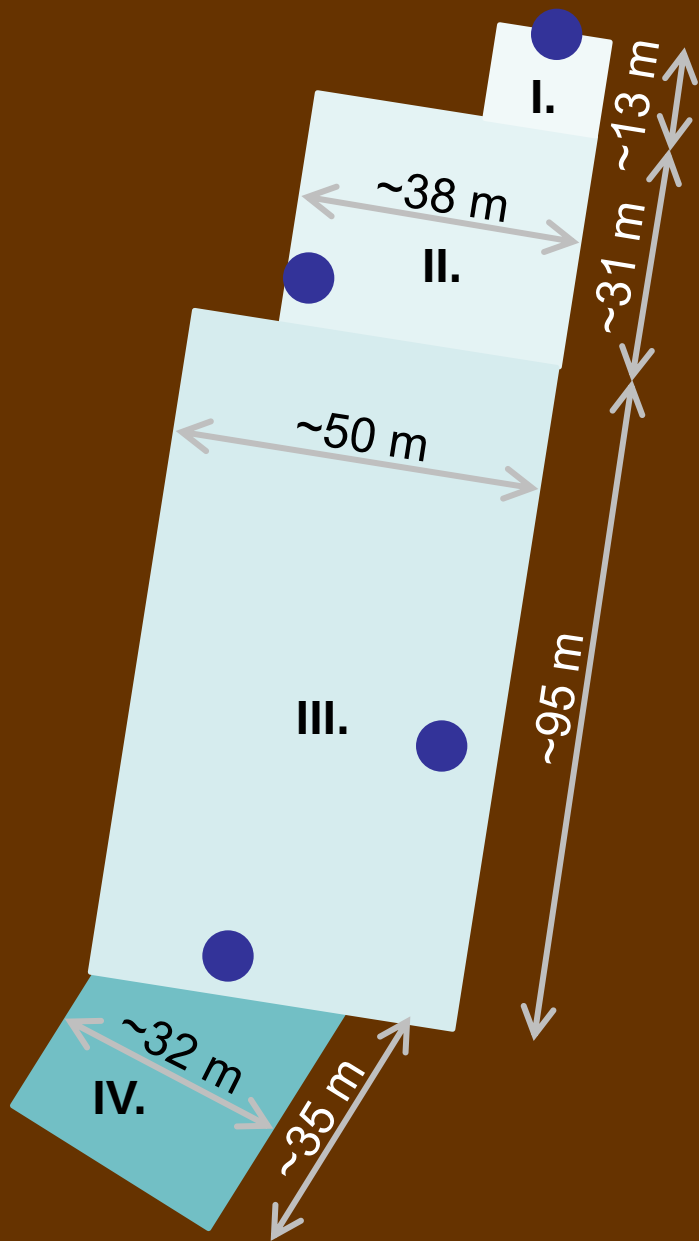
Cölöptervezés CPT alapján

R [kN]	kiválasztott számított érték				korrelációs tényező	karakterisztikus érték			tervezési érték			
	átlag minimum	palást-ellenállás	talp-ellenállás	teljes ellenállás		palást-ellenállás	talp-ellenállás	teljes ellenállás	palást-ellenállás	talp-ellenállás	teljes ellenállás	teljes ellenállás
tervezési egység		$R_{s;cal}$	$R_{b;cal}$	$R_{c;cal}$	ξ	$R_{s;k}$	$R_{b;k}$	$R_{c;k}$	$\gamma_s = 1,1$	$\gamma_b = 1,2$	Σ	$\gamma_t = 1,15$
teljes	mean(1-8)	1278	1053	2332	1,27	1007	829	1836				
1 - 8	min(1-8)	1136	909	2045	1,12	1015	812	1826	922	676	1599	1588
nyugati	mean(1-5)	1342	1116	2458	1,29	1040	865	1906	946	721	1667	1657
1 - 5	min(1-5)	1255	1000	2255	1,15	1091	870	1960				
keleti	mean(5-8)	1193	961	2155	1,31	911	734	1645	828	612	1440	1430
5 - 8	min(5-8)	1136	909	2045	1,20	947	758	1705				

Cölöptervezés statikus próbaterhelés alapján

értékelés a teljes épületre				értékelés a keleti részre		értékelés a nyugati részre	
1. próbaterhelés alapján		1. és 2/a. próbaterhelés alapján		1. próbaterhelés alapján		2/b. és próbaterhelés alapján	
$R_{c;mean}$	$R_{c;min}$	$R_{c;mean}$	$R_{c;min}$	$R_{c;mean}$	$R_{c;min}$	$R_{c;mean}$	$R_{c;min}$
2250	2250	2408	2250	2250	2250	2480	2480
ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2	ξ_1	ξ_2
1,4	1,4	1,3	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4
$R_{c;mean}/\xi_1$	$R_{c;min}/\xi_2$	$R_{c;mean}/\xi_1$	$R_{c;min}/\xi_2$	$R_{c;mean}/\xi_1$	$R_{c;min}/\xi_2$	$R_{c;mean}/\xi_1$	$R_{c;min}/\xi_2$
1607	1607	1852	1875	1607	1607,142857	1771	1771
γ_t	$R_{c;d}$	γ_t	$R_{c;d}$	γ_t	$R_{c;d}$	γ_t	$R_{c;d}$
1,15	1398	1,15	1611	1,15	1398	1,15	1540

Cölöpalapozás tervezés – példa



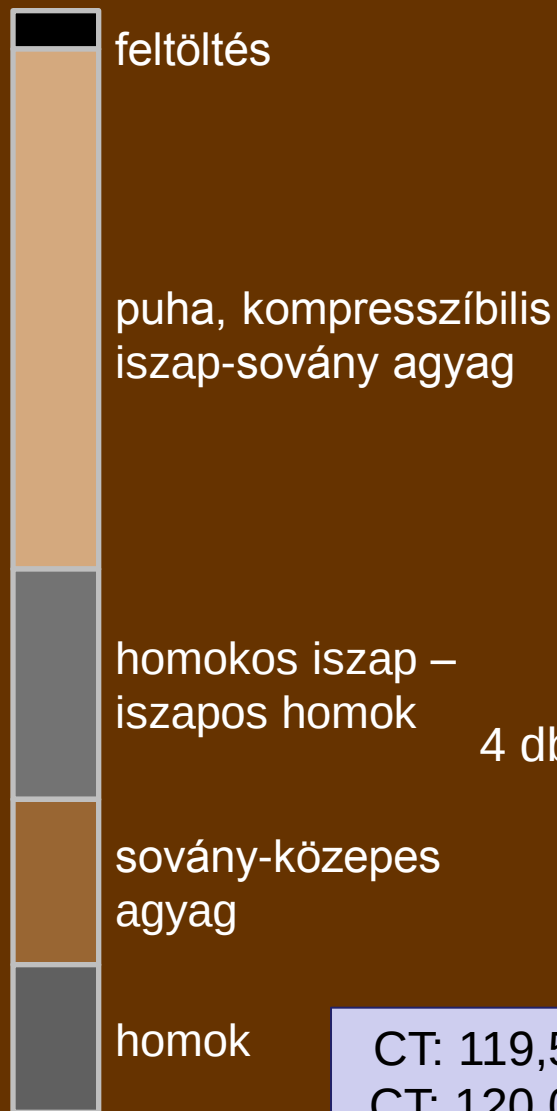
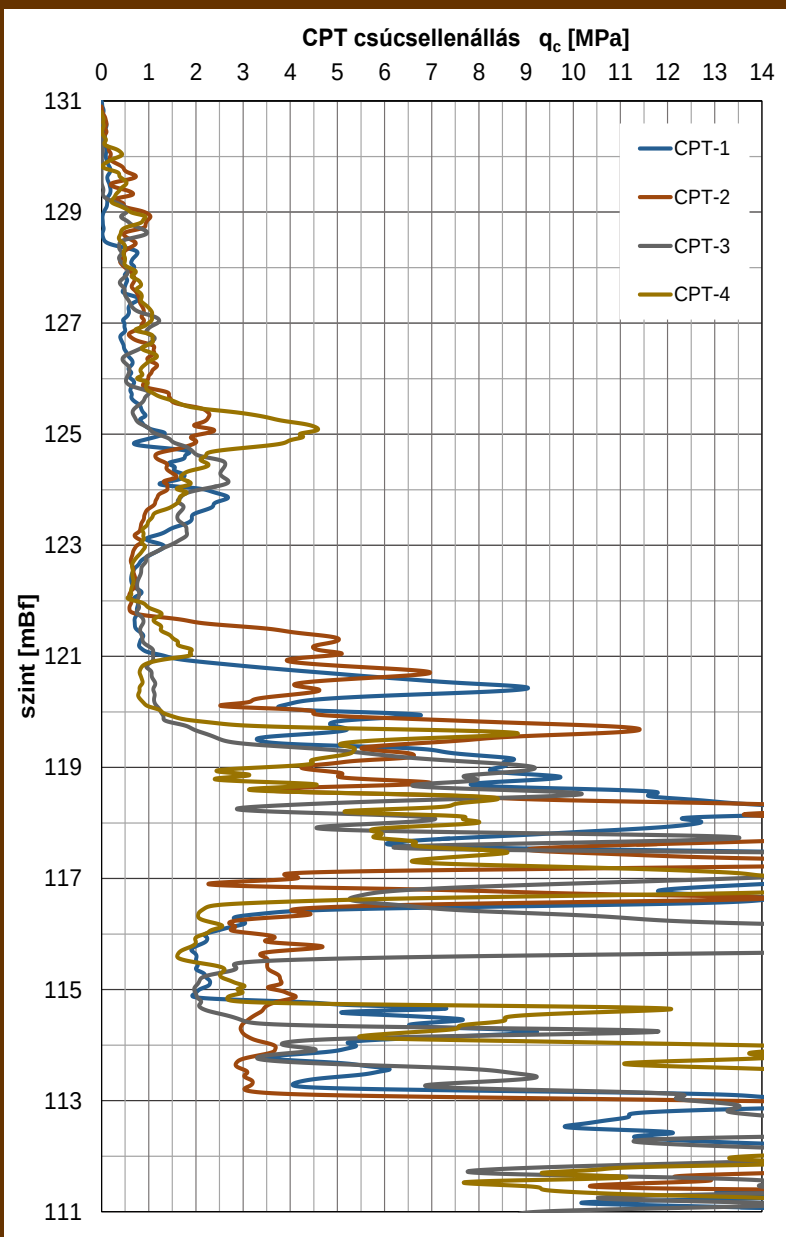
Csomagoló és raktárcsarnok

Épület-rész	Teljes teher [kN]	Támaszok száma [db]	Átlagos teher [kN]
I.	45.800	23	1.990
II.	67.300	29	2.320
III.	47.600	63	750
IV.	4.350	21	210

Előkészítés:

4 db 30-35 m mély CPT szondázás

Cölöpalapozás tervezése – példa



Előkészítés fázis

Csavar
cölöp

119,0 mBf

4 db CPT $\Rightarrow$ $\xi_{\text{átlag}} = 1,31$
 $\xi_{\text{min}} = 1,20$

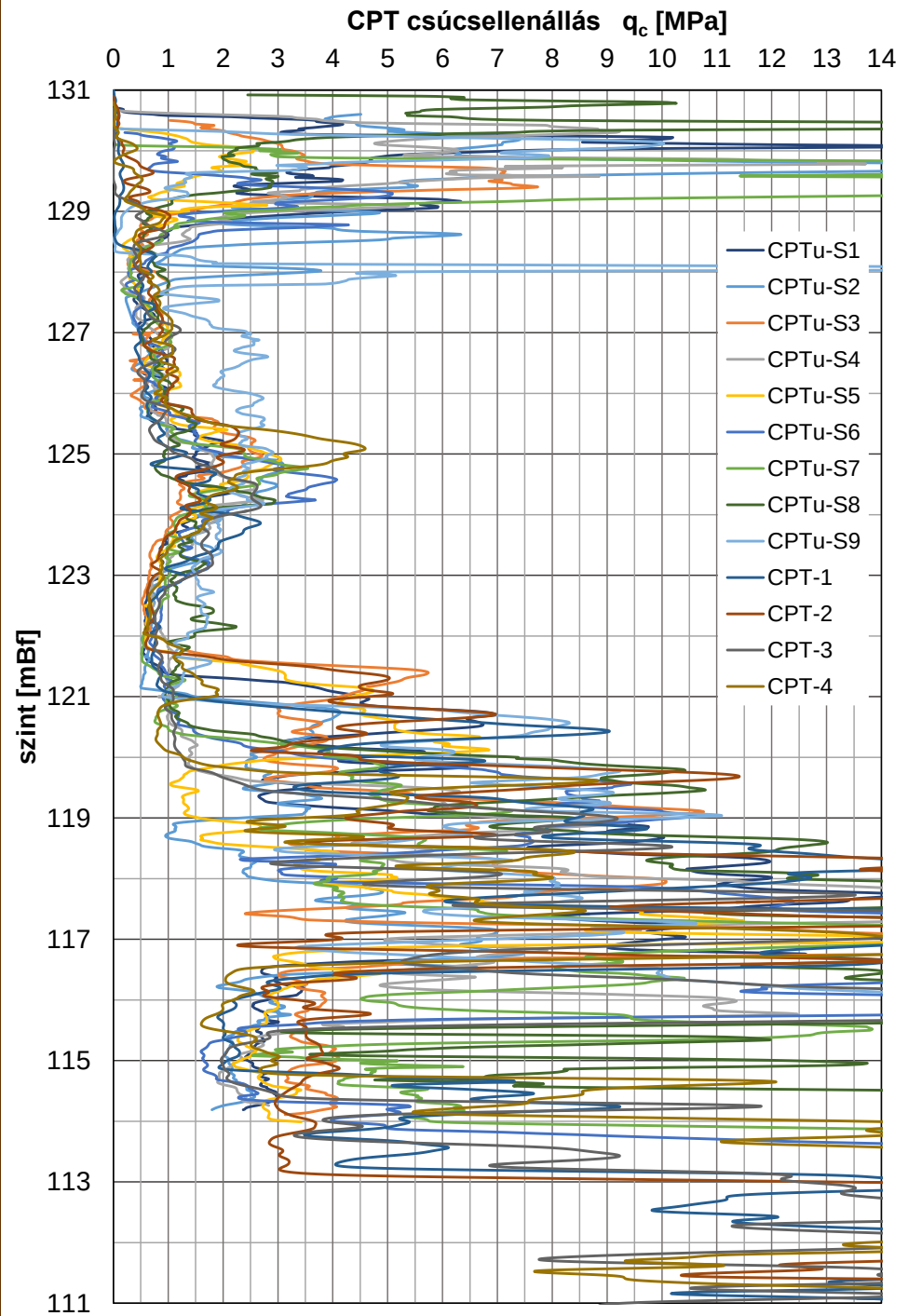
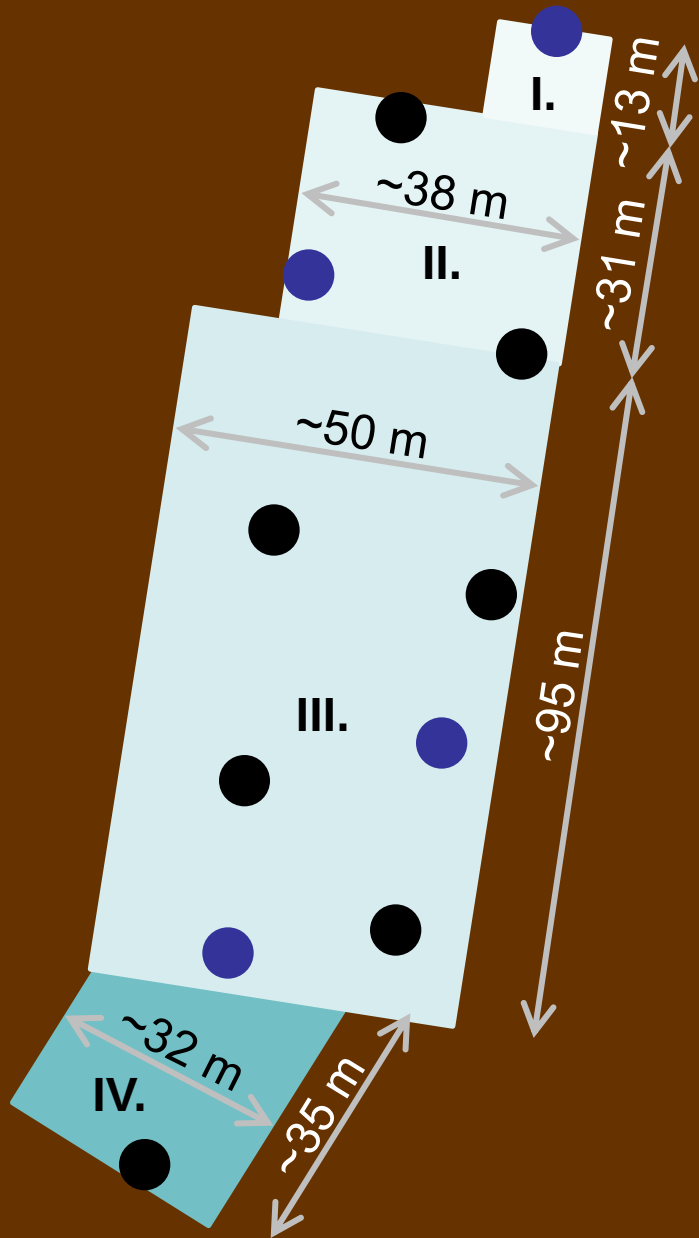
$$R_{c,k} = 1150 \text{ kN}$$

$$R_{c,d} = 870 \text{ kN}$$

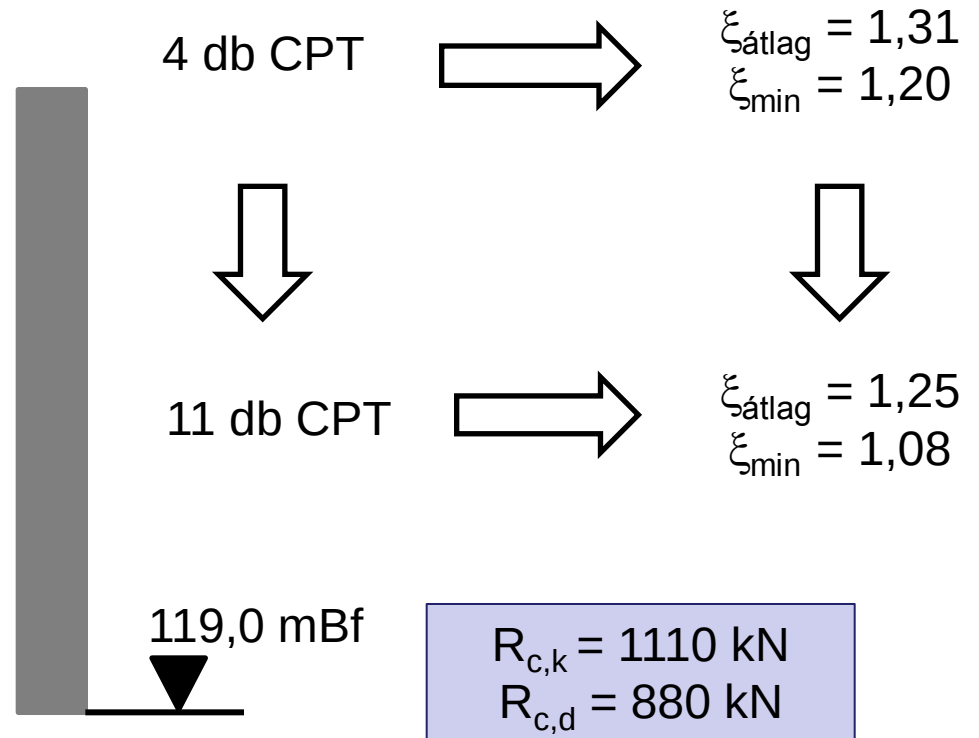
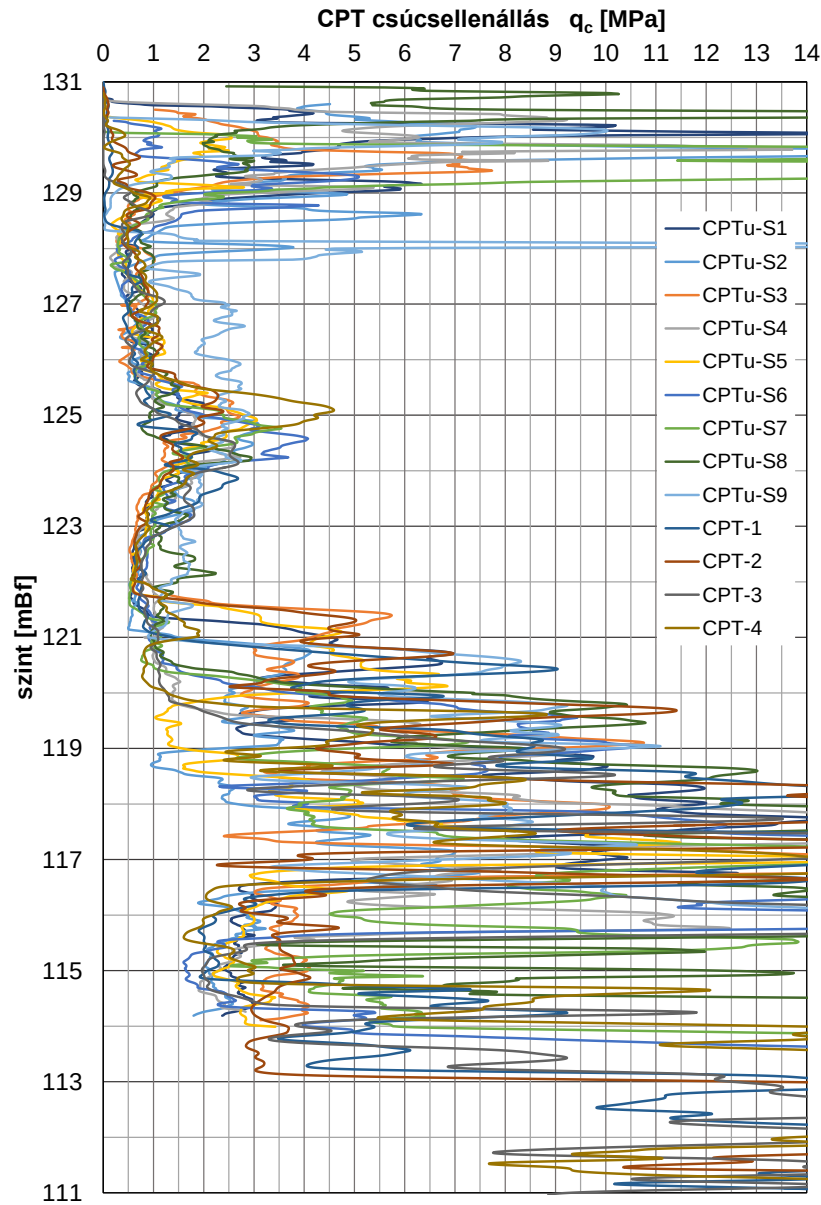
$$\text{CT: } 119,5 \text{ mBf} \rightarrow R_{c,d} = 790 \text{ kN}$$

$$\text{CT: } 120,0 \text{ mBf} \rightarrow R_{c,d} = 670 \text{ kN}$$

Cölöpalapozás tervezés - példa

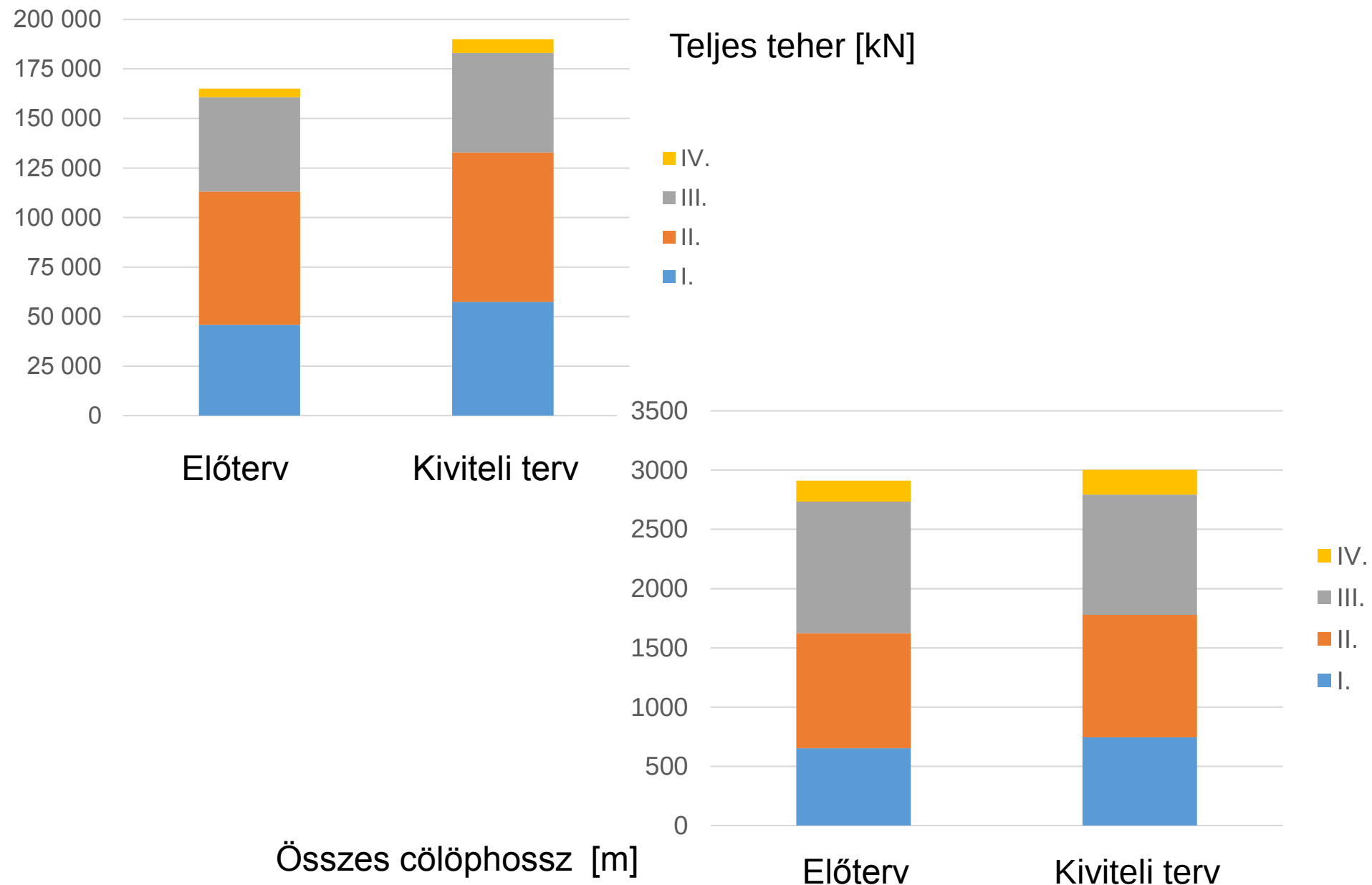


Cölöpalapozás tervezés – példa



CT: 119,5 mBf $\rightarrow R_{c,d} = 825 \text{ kN}$
 CT: 120,0 mBf $\rightarrow R_{c,d} = 750 \text{ kN}$

Cölöpalapozás tervezés – példa



A cölöpméretezés egyéb kérdése

Cölöpök tervezése húzásra

- A teherbírás kimerülésének formái
 - a cölöpök kihúzódása a talajból
 - a cölöpöket magába foglaló talajtömb megemelkedése
- Tervezési módszerek
 - próbaterhelés (feltétlenül törésig)
 - számítás talajparaméterek alapján
- A húzási ellenállás meghatározásakor figyelembe veendő szempontok
 - az ismétlődő és a váltakozó irányú terhek hatása próbaterheléseken alapuló összehasonlítható tapasztalatok alapján
 - a tömbhatás a meghatározó, ha a cölöptávolság egyenlő vagy kisebb, mint a cölöpátmérő és a meghatározó teherbíró rétegben levő cölöphossz szorzatának a négyzetgyöke.
 - egynél több próbaterhelés kell, de ha a húzott cölöpök száma nagy, legalább 2%-ukat kell próbaterhelésnek alávetni.

Cölöpök tervezése keresztirányú terhelésre

A teherbírás kimerülésének formái

- rövid cölöpök: merev testként való elfordulás vagy eltolódás
- hosszú, karcsú cölöpök: hajlítási törés a fej körüli talaj lokális törésével

Tervezési módszerek

- próbaterhelés (nem feltétlenül törésig)
- számítás a talajmerevség, a talaj- és a cölöpszilárdság figyelembevételével

Méretezési elvek, követelmények, lehetőségek

- a tartószerkezeti igénybevételek, valamint a talajreakciók és elmozdulások összeférhetősége
- a cölöpelfordulás szabadságfoka a kapcsolódásnál
- a hosszú, karcsú cölöpök modellje: a felső végén terhelt, vízszintes ágyazási tényezővel jellemzett, deformálódó közeg által megtámasztott gerenda

A keresztirányú elmozdulás számításakor figyelembe veendő szempontok

- a talajmerevség és annak az alakváltozás mértékétől függő változása
- az egyedi cölöpök hajlítási merevsége
- a cölöpbefogás mértéke a felszerkezeti kapcsolatnál
- a csoportthatás
- a terhek irányváltásának vagy ciklikus ismétlődésének a hatása,
- a mozgás elvárt kinematikai szabadságfoka

7.8. Cölöpök tartószerkezeti tervezése

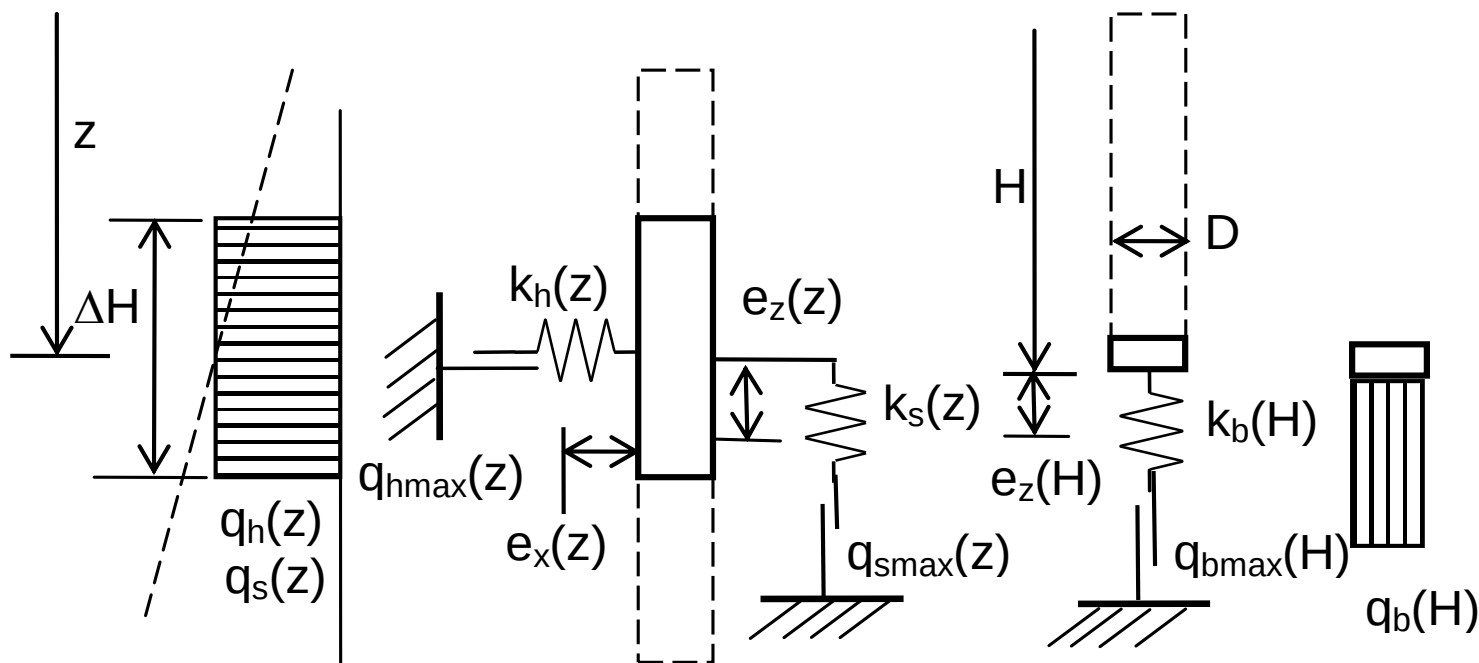
- (1)P A cölöpök szerkezeti tönkremenetellel szembeni megfelelőségét igazolni kell, összhangban a 2.4.6.4. szakasszal.
- (2)P A cölöpök szerkezetét úgy kell megtervezni, hogy megfeleljenek minden olyan állapotban, melyekbe a cölöpök kerülhetnek. Ilyenek:
- a használati körülményeik, pl. a korróziós viszonyok;
 - a készítésük körülményei, pl. az olyan kedvezőtlen talajviszonyok, mint a görgetegek, a meredek hajlású kőzetfelszínek;
 - a lehajthatóságot befolyásoló más tényezők, ideértve a tagoló felületek tulajdonságait is;
 - előre gyártott cölöpök esetében a helyszínre szállításuk és a beépítésük körülményei.
- (3)P A szerkezeti tervezéskor figyelembe kell venni a cölöptípusra, a hatások összetevőire és az alap teljesítőképességére előírt építési tűréseket.
- (4)P Vízen vagy vastag, nagyon gyenge talajrétegen áthatoló karcsú cölöpöket kihajlásra is ellenőrizni kell.
- (5) Általában nem kell a cölöpök kihajlását ellenőrizni, ha a köröttük levő talaj c_u reprezentatív drénezetlen nyírószilárdsága nagyobb 10 kPa-nál.

Cölöpök méretezés keresztirányú terhelésre

- Méretezés feltételezett nyomáseloszlás alapján
 - feltételezett forgáspont ($0,33 \div 0,40 \cdot H$ a talptól)
 - feltételezett cölöszélesség ($B = D + n \cdot x \cdot \operatorname{tg} \varphi$)
 - feltételezett nyomáseloszlás (homok - parabolikus, agyag - konstans)
 - egyensúlyvizsgálat
 - Terzaghi-modell, Broms-diagramok, Sherif-táblázatok
- Méretezés a talaj ágyazási tényező a szerkezet FEM modellezésével
 - ágyazási tényező felvétele ($C = \alpha \cdot E_s / D$; táblázatok)
 - feltételezett cölöszélesség ($B = D + n \cdot x \cdot \operatorname{tg} \varphi$)
 - FEM szoftver a szerkezetre (AXIS; GEO5)
- Méretezés a talaj és a szerkezet FEM modellezésével
 - szokásos talajparaméterek vagy fejlesztett modellek (MC; HS)
 - 2D modell felvett cölöpszélességgel
 - 3D modell a valós cölöpgeometriával
 - FEM szoftver (PLAXIS, MIDAS)

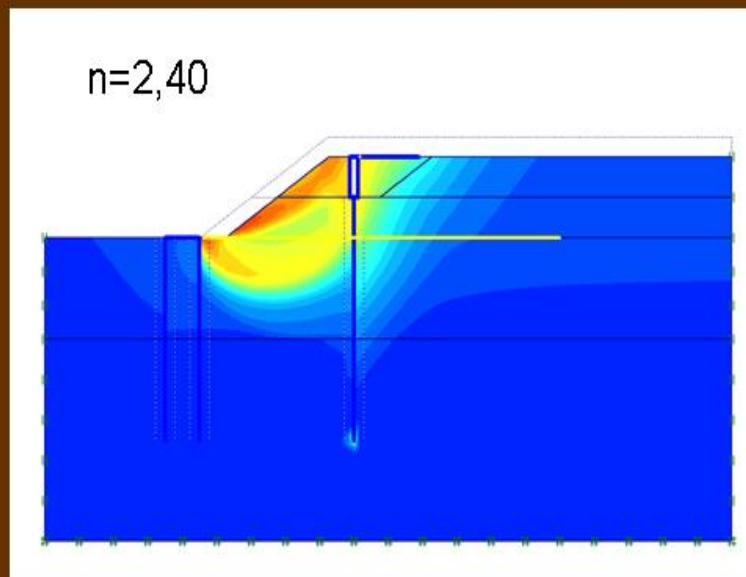
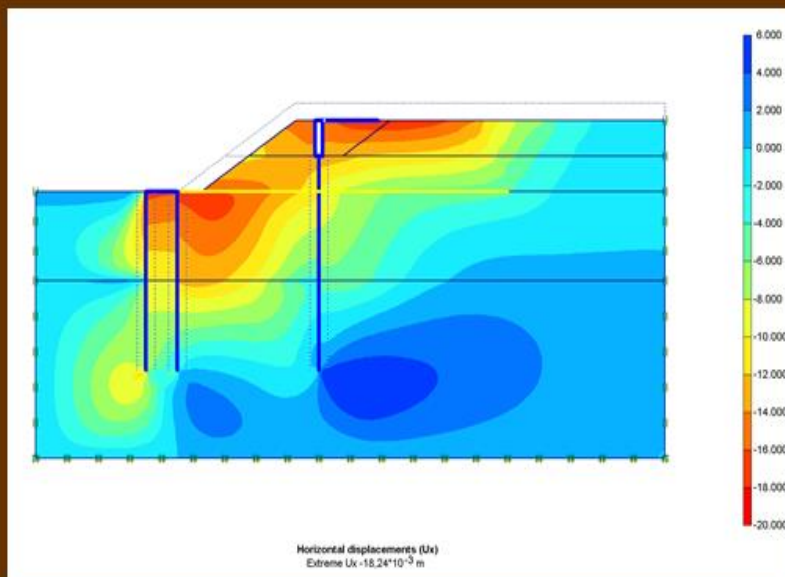
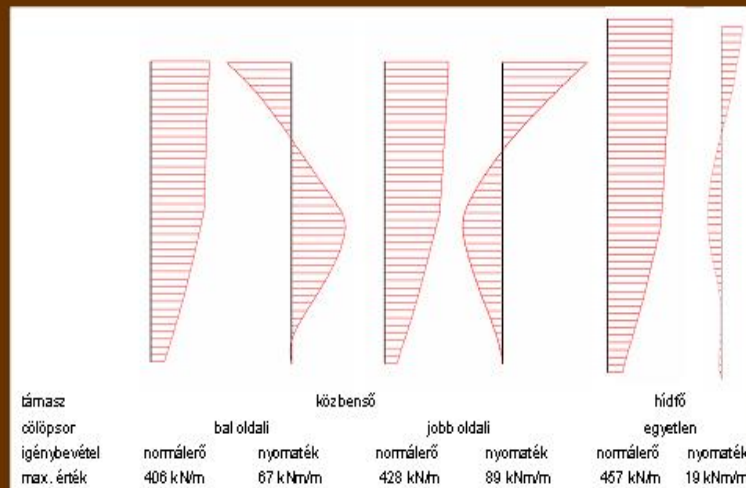
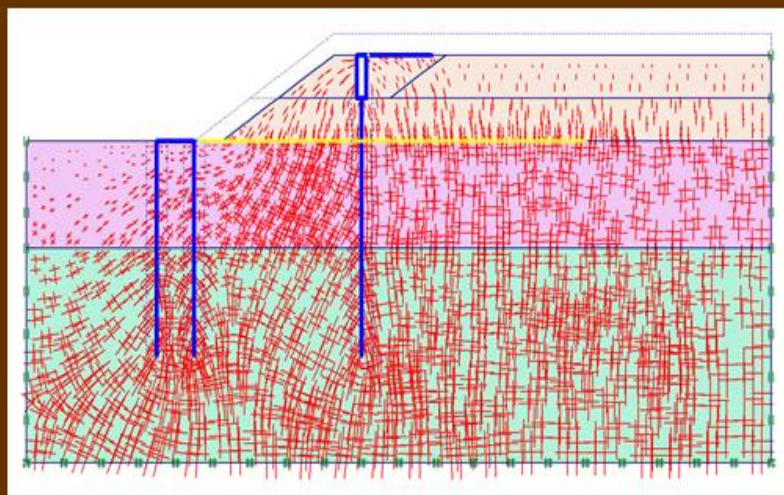
A talajra jutó nyomásokat ellenőrizni kell a passzív földnyomás viszonylatában!

Cölöpmodellezés AXIS-programban

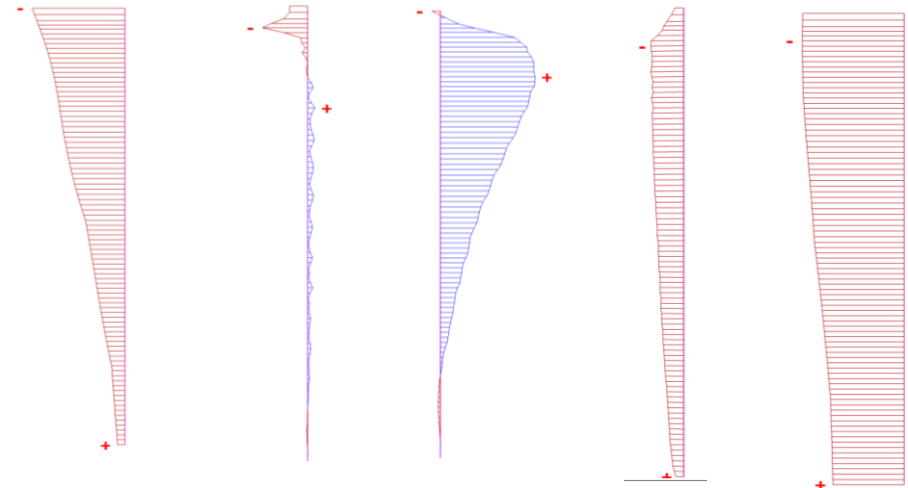
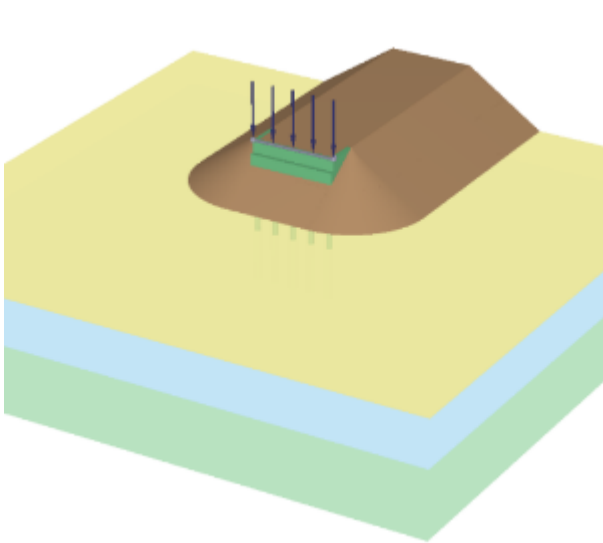


$k_h(z) = C_h(z) \times D = E_s(z) / D \times D =$	$k_s(z) = q_{smax}(z) / e_{smax} =$	$k_b(H) = q_{bmax}(H) / e_{bmax} =$
$= E_s(z) = E_{s0} + z \times (E_{sH} - E_{s0}) / H$	$= q_{smax}(z) / (0,02 \times D)$	$= q_{bmax}(H) / (0,10 \times D)$
$q_h(z; e_x) = k_h(z) \times e_x(z)$	$q_s(z; e_z) = k_s(z) \times e_z(z)$	$q_b(H; e_z) = k_b(H) \times e_z(H)$
$q_{hmax}(z) = (K_p - K_a) \times (p + z \times \gamma) \times D$	$q_{smax}(z) = \pi \times D \times q_s(z)$	$q_{bmax}(H) = \pi \times D^2 / 4 \times q_b(H)$
$q_h(z) = q_h(z; e_x)$ ha $q_h(z; e_x) < q_{hmax}(z)$	$q_s(z) = q_s(z; e_z)$ ha $q_s(z; e_z) < q_{smax}(z)$	$q_b(H) = q_b(H; e_z)$ ha $q_b(H; e_z) < q_{bmax}(H)$
$q_h(z) = q_{hmax}(z)$ ha $q_h(z; e_x) > q_{hmax}(z)$	$q_s(z) = q_{smax}(z)$ ha $q_s(z; e_z) > q_{smax}(z)$	$q_b(H) = q_{bmax}(H)$ ha $q_b(H; e_z) > q_{bmax}(H)$

Modellezése PLAXIS 2D HS-modell



Cölöpalapozású hídfő komplex modellezése Plaxis 3D szoftverrel



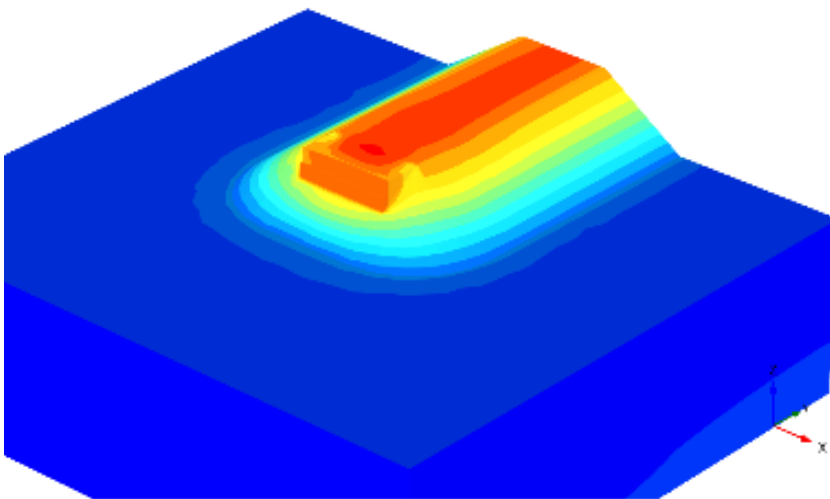
$u_{y\max}=81\text{mm}$

$Q_{\max}=1044\text{kN}$

$M_{\max}=886\text{kNm}$

$N_{\max}=4111\text{kN}$

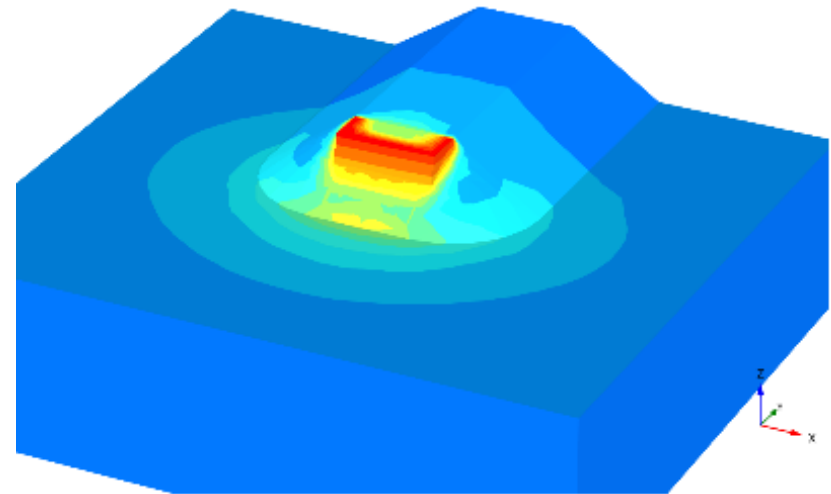
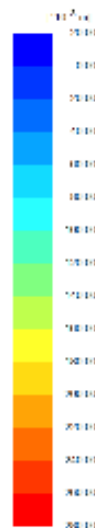
$u_{z\max}=225\text{mm}$



Total displacements u_z

Maximum value = 0.01258 m (Element 20740 at Node 34363)

Minimum value = -0.2656 m (Element 238 at Node 1081)



Total displacements u_y

Maximum value = 0.01971 m (Element 41108 at Node 98562)

Minimum value = -0.1139 m (Element 115 at Node 358)



A cölöpök szerkezeti és technológiai tervezése

Méretek

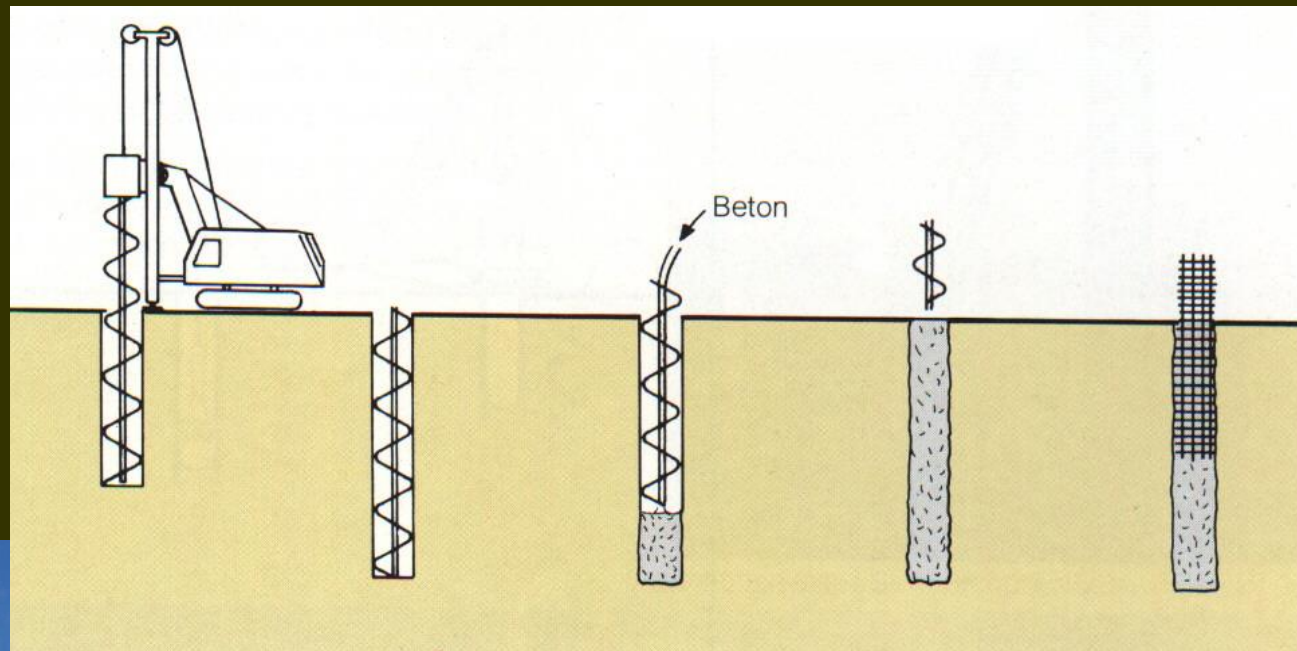
- átmérő
 $0,3 \leq D \leq 3,0 \text{ m}$
- szélesség
 $w_{\min} \geq 0,4 \text{ m}$
- hossz / szélesség méretarány
 $L / w \leq 6$
- ferdeség
 $n \geq 6$
- alapfelület
 $A \leq 10 \text{ m}^2$
- átmérőarányok
 $D_{\text{talp}} / D \leq 2$ szemcsés talaj
 $D_{\text{talp}} / D \leq 3$ kötött talaj
 $D_{\text{törzsmax}} / D \leq 2$

Mérettűrések

- pontraállás hibája
 $e \leq 0,10 \text{ m}$ ha $D \leq 1,0 \text{ m}$
 $e \leq 0,1 \cdot D$ ha $1,0 \leq D \leq 1,5 \text{ m}$
 $e \leq 0,15 \text{ m}$ ha $D \geq 1,5 \text{ m}$
- irányeltérés
 $i \leq 0,02 \text{ m/m}$ ha $n \geq 15$
 $i \leq 0,04 \text{ m/m}$ ha $4 \leq n \leq 15$

CFA-cölöp

talajhelyette-
sítési eljárás
zaj- és rezgés-
mentes



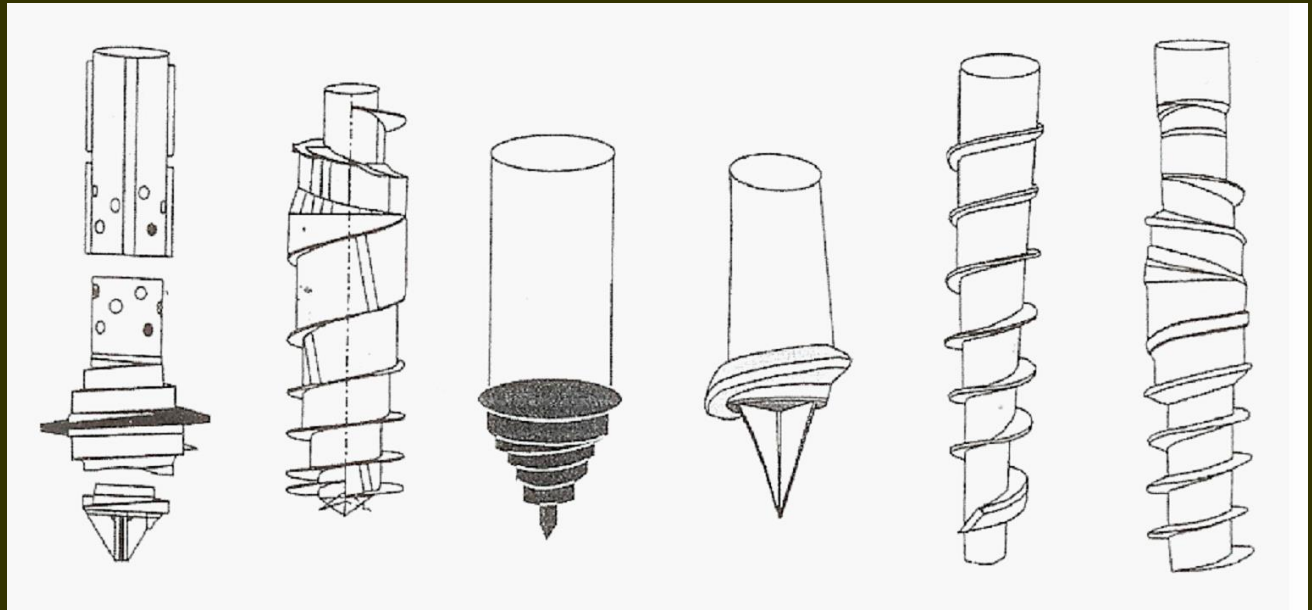
- fúrás végtelen spirállal
- furatfal védelme bennmaradó talajdugóval
- betonozás nyomás alatt a fúrószáron át
- vasalás utólagos behelyezése

Csavart cölöp

talajkiszorításos
eljárás

zaj- és rezgés-
mentes

hulladékmentes



Cölöpfúrás

- gyors legyen
- a talp egyenletes felfekvése biztosítandó
- túlfúrás új műszakban végzett betonozáskor
- talptisztítás
- falvédelem:
- béléscső $n \leq 15$ esetén kötelező, víztúlnyomás, előtolás
- támasztófolyadék iránycső kell, folyadékminőség, tartalék, dugattyúhatás, $n \leq 15$ esetén tilos
- spirál-talajdugó $n \leq 10$ esetén megengedett
folyós homok, $c_u \leq 15$ kPa agyag esetén próbacölöp
földkiemelés minimalizálása
- falvédelem nélkül: $d \leq 60$ cm esetén, $n \leq 15$ esetén, szilárd talaj

Támasztófolyadék

Bentonitszuszpenzió

		friss	újrafel- használásra kész	betonozás előtt
sűrűség	g/cm ³	< 1,10		< 1,15
Marsh-érték	s	32 – 50	32 – 60	32 – 50
folyadékveszteség	cm ³	< 30	< 50	
pH		7 – 11	7 – 12	
homoktartalom	% (tömeg)			< 4

Polimerszuszpenzió

Egyéb szuszpenziók

(bentonit+polimer, más agyagásvány)

Betonminőség

Betonminőség:	C20/25 – C30/37	
Adalékanyag:	$d_{\max} \leq 32 \text{ mm}$ és betéttávolság/4	
Cementtartalom:	$\geq 325 \text{ kg/m}^3$ (száraz betonozás)	
	$\geq 375 \text{ kg/m}^3$ (víz alatti betonozás)	
Víz/cement tényező:	$v/c < 0,6$	
Adalékanyag	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$	(ha $d > 8 \text{ mm}$)
$d < 0,125 \text{ mm}$ +cement	$\geq 450 \text{ kg/m}^3$	(ha $d \leq 8 \text{ mm}$)
Betonkonzisztencia	$460 \leq \emptyset \leq 530$	(száraz betonozás)
Területi átmérő	$530 \leq \emptyset \leq 600$	(szivattyú és víz alatt)
	$570 \leq \emptyset \leq 630$	(betonozás zagy alatt)

Betonozás

- Gyors kezdés a fúrás után
- Talp- és fúróiszap ellenőrzése (mintavétel is)
- Folytonos betonozás (konzisztencia és tartalék)
- Betonozócső – Kontraktorcső
(Méret min. $6D_{\max}$ vagy 15 cm, tölcséres vég, sima fal, dugó)
- Max. D megemelés, 1,5 – 2,5 m bemerülés, lassú kiemelés
- Béléscső visszahúzása
- Belső vibrálás tilos
- Betonvédelem (áramló vízben, puha talajban, fagyban)
- Visszavésés

Vasalás

- $A_{\text{cölöp}} \leq 0,5 \text{ m}^2$ $A_{\text{vas}} \geq 0,5 \% A_{\text{cölöp}}$
 $0,5 \text{ m}^2 \leq A_{\text{cölöp}} \leq 1,0 \text{ m}^2$ $A_{\text{vas}} \geq 0,0025 \text{ m}^2$
 $A_{\text{cölöp}} \geq 1,0 \text{ m}^2$ $A_{\text{vas}} \geq 0,25 \% A_{\text{cölöp}}$
- min. 4 Ø12
- min. betéttávolság 100 mm
- kengyel min Ø6 ill. $d_{\text{hosszvas}}/4$
- betonfedés 60 mm ha a cölöpátmérő > 60 cm
50 mm ha a cölöpátmérő ≤ 60 cm

Vasalás

- toldás: vb. szabály, kiegészítő rögzítés, ponthegeztés nem
- hajlítás: vb. szabály, 5 és 100 °C hőmérséklet határok
- betonacélkosár: huzal, kampó, hegesztés
merekítőgyűrű, elosztóvasalás, átlós merevítés
- távtartó központosság, takarás min. 3 m-ként 3 db
- beállítás: gyorsan, függesztve, 0,15 m pontosság,
spirálnál utólag is szabad enyhe vibrálással, húzással

Cölöpözési jegyzőkönyv a kivitelezési szabványokkal összhangban

- a cölöp számjele
- a cölöpöző berendezés
- a cölöp keresztmetszete és hossza;
- a cölöpkészítés időpontja és időtartama (megszakítások is)
- a beton összetétele, mennyisége és a betonozás módja, ha...
- a fúróiszap fajsúlya, pH-ja, Marsh-viszkozitása és finomanyag-tartalma, ha...
- a habarcs vagy a beton térfogata és besajtolási nyomása, ha..
- a belső és külső átmérő, menetemelkedés és fordulatonkénti behatolás, ha...
- a verőkalapács és a lehajtás eredményének fő adatai, ha...
- a vibrátorok teljesítményfelvétele, ha ...
- a fúrómotornak leadott forgatónyomaték, ha...
- a furatban talált rétegek és a furattalp állapota, ha...
- a cölöpözés közben észlelt akadályok
- eltérések a tervezett helyzettől, iránytól
- a megvalósult építési szintek
- jkv. minden cölöpről, értékelés, megőrzés 5 évre, jelentés a megvalósulásról

A cölöpözési terv tartalma

- a cölöpök típusa
- valamennyi cölöp helye és hajlásszöge a tűrési határokkal
- a cölöpök keresztmetszete
- helyben betonozott cölöpök esetében a vasalásuk adatai
- a cölöpök hossza
- a cölöpök darabszáma
- a cölöpök megkövetelt teherviselő-képessége
- a cölöptalpak szintje vagy a megkövetelt behatolási ellenállás
- a cölöpök készítésének sorrendje
- az ismert akadályok
- bármi más, ami a cölöpözést korlátozhatja

Általános adatok

Munkahely	Géptípus és felszerelés
-----------	-------------------------

A munkarajz száma:

a) A fúróspirál hossza _____ m

b) A fúróspirál D_a külső átmérője _____ m

c) A fúrószár D_1 átmérője: _____ m

d) A spirál menetemelkedése _____ m

e) D_1/D_a arány: _____

Alsó vég zárt ☐ Alsó vég nyitott ☐

e) Adalékanyag (legnagyobb szemcseméret) _____

f) Víz–cement tényező v/c = _____
 v = víz tömege c = cement tömege

g) A beton adalékcszerei _____
a cementtömeg %-ában _____

h) Kötéskésleltető adalékcszerek _____
Eltarthatósági idő _____

a) Rajzsám	_____	a) Víz alatt	_____
a) A betonacél kosár elhelyezése	_____	Száraz körülmények között	_____
- betonozás előtt	_____ ☐	b) Betonozási eljárás	
- betonozás után	_____ ☐	- <u>kontraktorcső</u>	Ø _____ m ☐
- vibrátor használata	_____ ☐	- szivattyúcső	Ø _____ m ☐
b) Távtartók	_____	- más eljárás	_____
- típusa	_____	- leírás	_____
- minőség/osztástávolság	_____ / _____ m		

a) Névleges szilárdság:	C	c)	
Konzisztencia: FN/F/szivattyúzható			
b) Készre kevert beton	☐		
Helyszínen kevert beton	☐	d)	Intézkedések a beton és a víz szétválasztására a betonozás megkezdésekor:
c) Cementtípus (gyártó)			
d) Cementtartalom	kg/m ³		

☐ Az igenlő válasz jelölendő

Részletes adatok

A fűt cölöpszáma: _____ Nyomott cölöp _____ ☐
 _____ Húzott cölöp _____ ☐
 Ferdeség _____

[illegible]

Méretarány: 1:

1	2	3	4	5
Művelet	Külső hőmérséklet °C	Kezdési időpont	Befejezési időpont	Dátum
Fúrás				
Betonozás				
Vasalás elhelyezése				

☐ Az igen válasz jelölendő

a) A cölöp helyének eltérése a munkaszinten:
Tengely: _____ : _____ cm; Tengely: _____ : _____ cm

Fordulatonkénti behatolás a mélység szerint a mért adatok ábrázolása alapján. lásd az ábrát

A tervrajztól való eltérés: _____
 A tervrajz száma: _____
 Hossz menti eltérések: _____
 Módosítások: _____

Különleges események: _____

Betonnyomás megfigyelése: lásd az ábrát

Betonfelhasználás:
Elméleti: _____ m³ Tényleges: _____ m³

Az általános adatoktól való eltérések

Munkahelyi vezető: _____
Vállalkozó képviselője: _____
Megrendelő képviselője: _____