



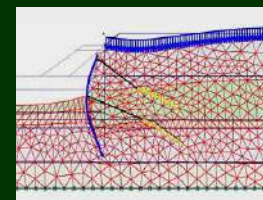
50. Hídmérnöki Konferencia
Siófok, 2009. szept. 29. - okt. 1.



Hídalapozások tervezésének fejlesztése Szepesházi Róbert

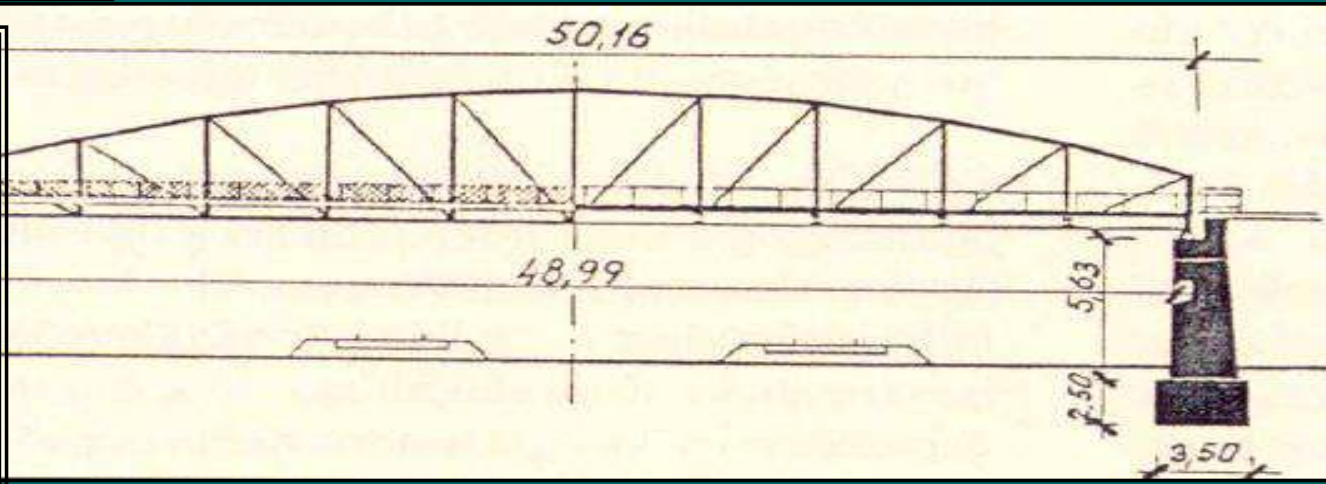
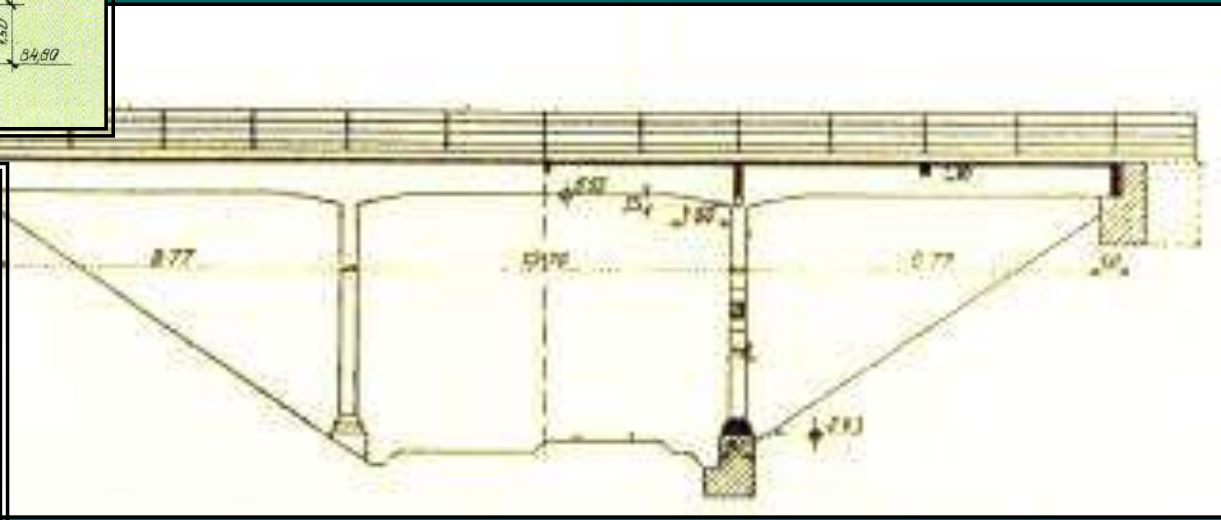
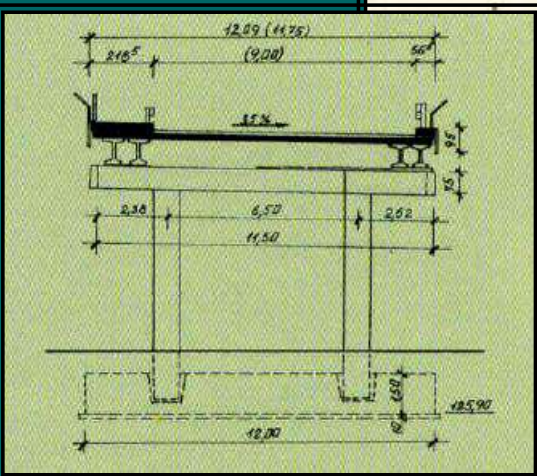
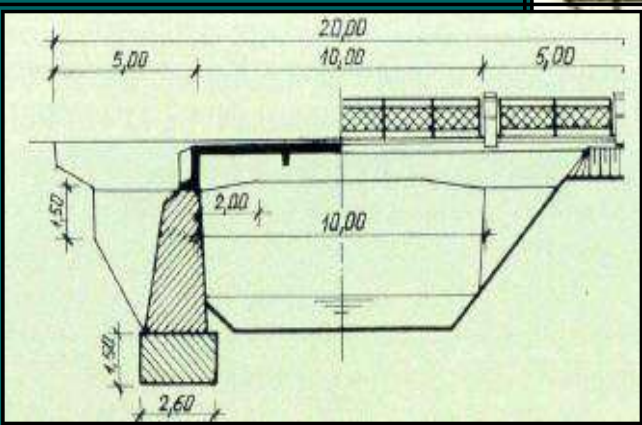
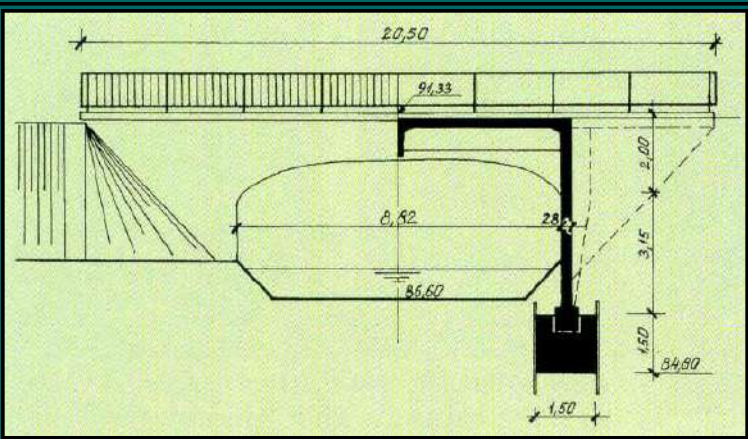
főiskolai docens

Széchenyi István Egyetem



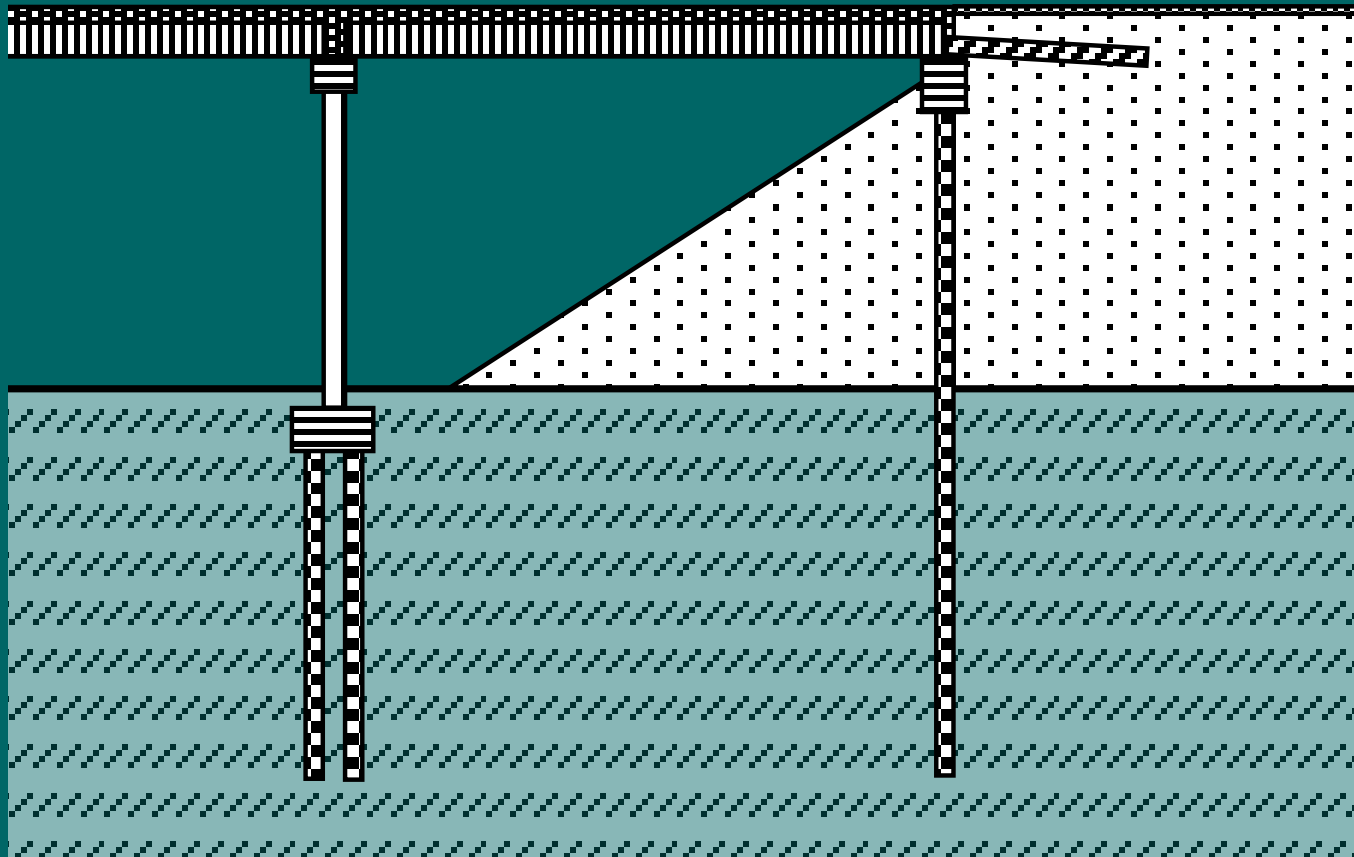
A hídalapozások tervezésének fejlődése

Tervek a múltból Hídalapozás $\approx$ síkalapozás ?



Típusalépitmény 2000-2010

Hídalapozás = cölöpalapozás ?



Cölöpözés 2000-2010

NC30
vert cölöp



CFA-
cölöp

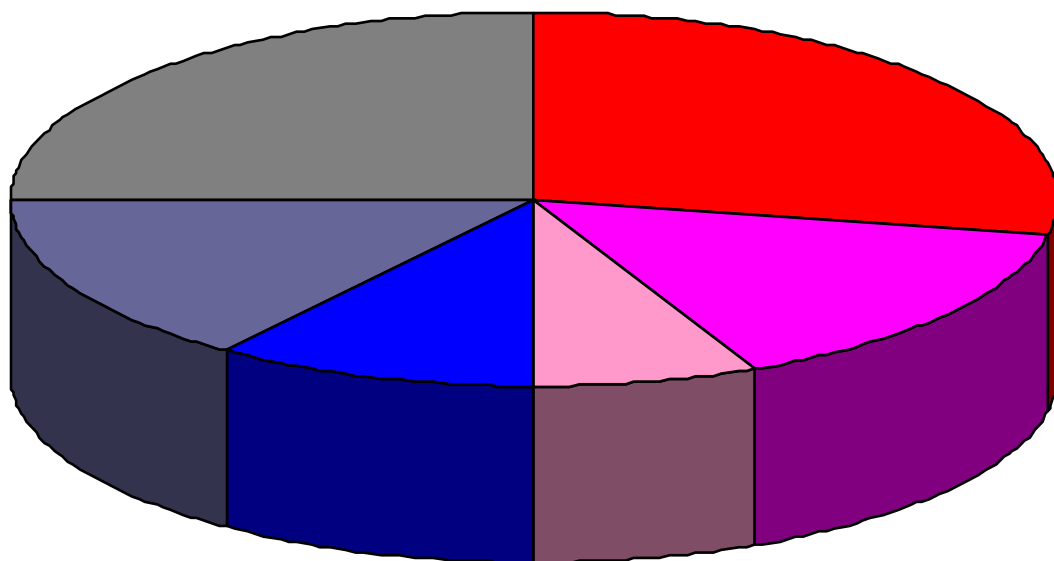


Franki-
cölöp

Soil-Mec-
cölöp



Cölöptípusok alkalmazásának gyakorisága



- vert
egy. vb. és acél
- vert
helyszínen betonozott
- csavart
helyben betonozott
- fúrt
mikro, jet, stb.
- CFA
- fúrt
béléscsőves, zagyos

Új talajkiszorításos cölöpözési technológiák



Screwsol-cölöp

Csavart cölöp
(Omega, TSDa, CMC)

Előregyártott
hengeres, kúpos,
üreges, vb. cölöp





statikus próbaterhelés



VUIS-próbaterhelés

dinamikus próbaterhelés



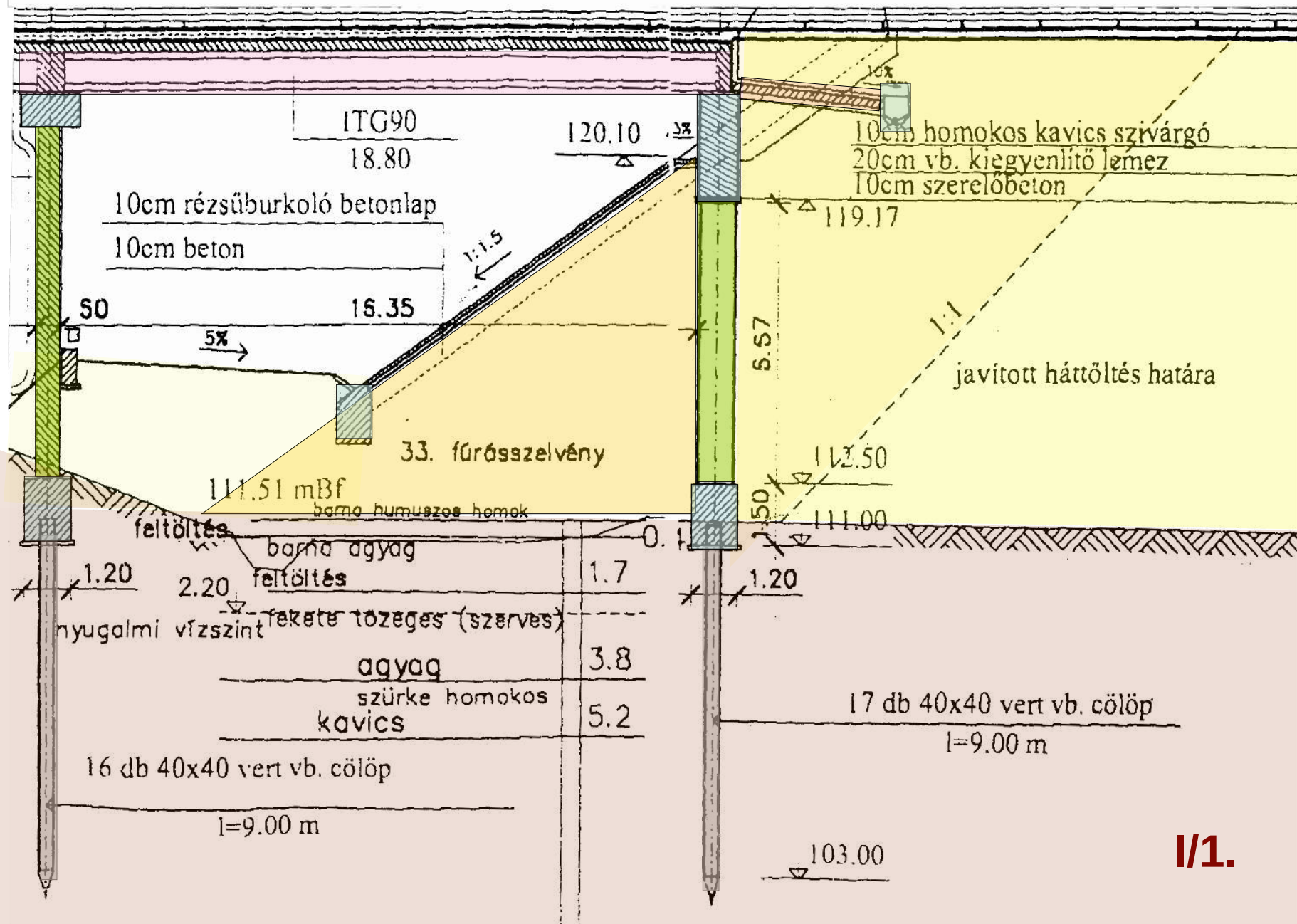
Cölöp-
mére-
tezés

CPT-alapú
méretezés

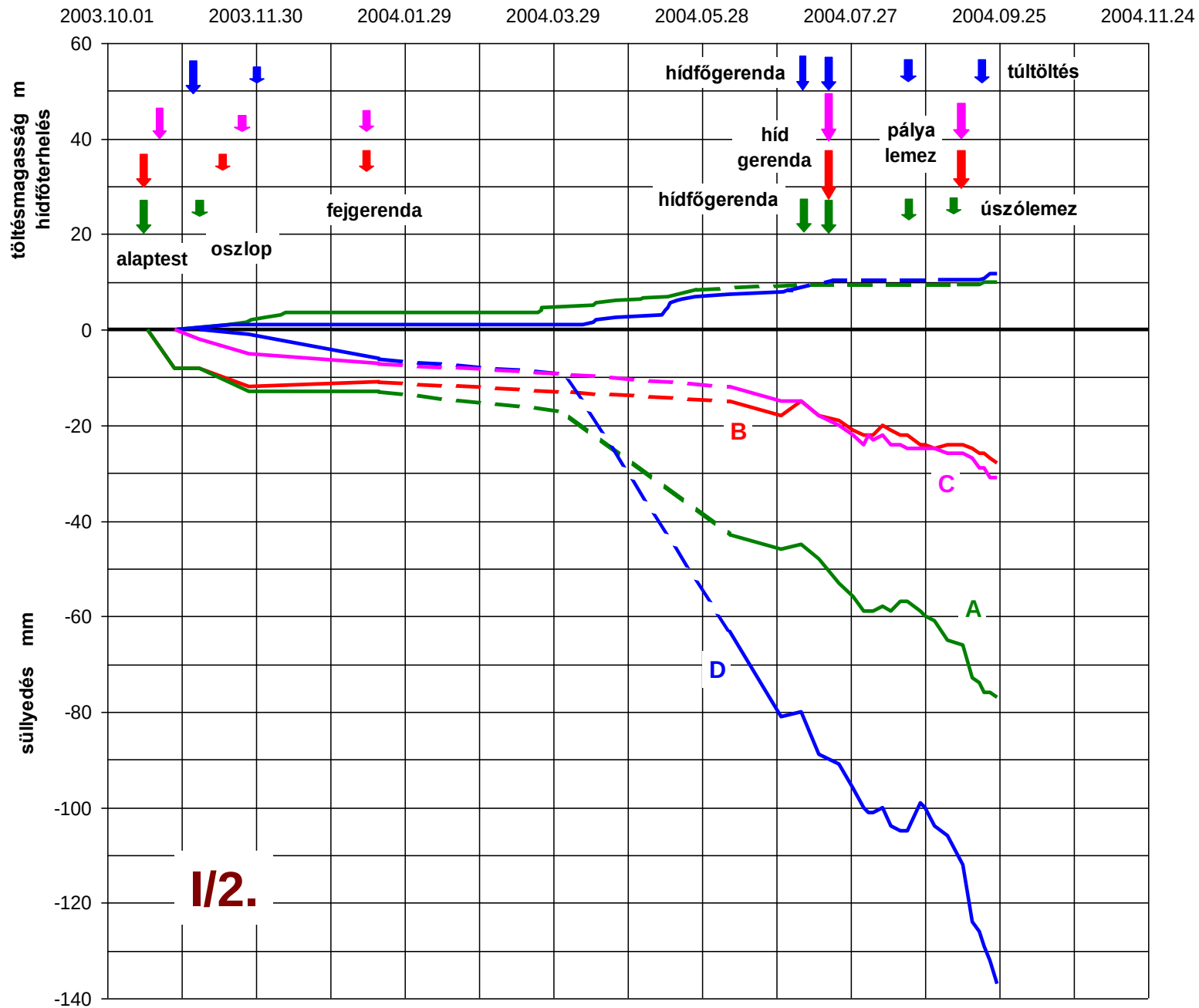


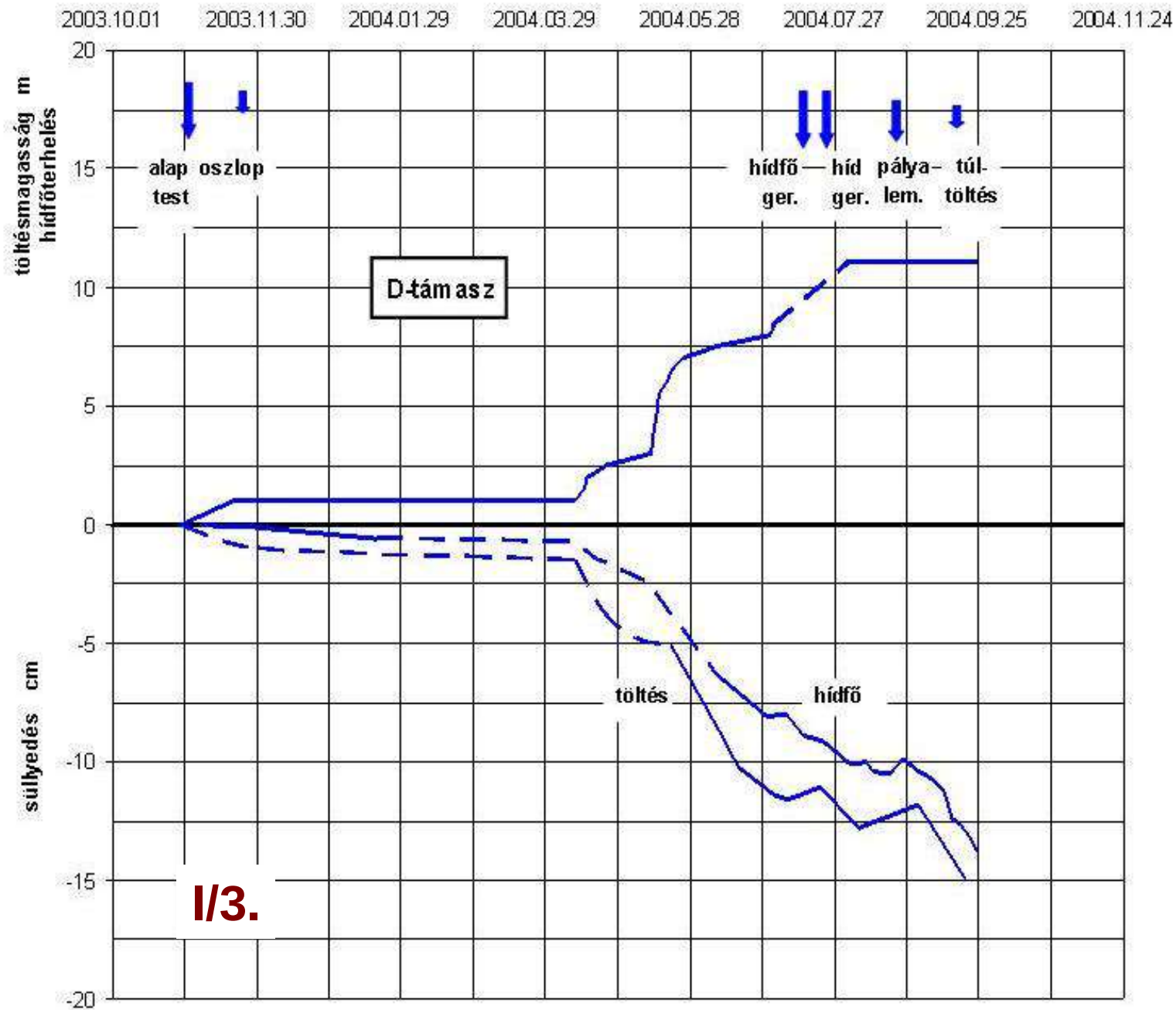
Hídalapozási esettanulmányok

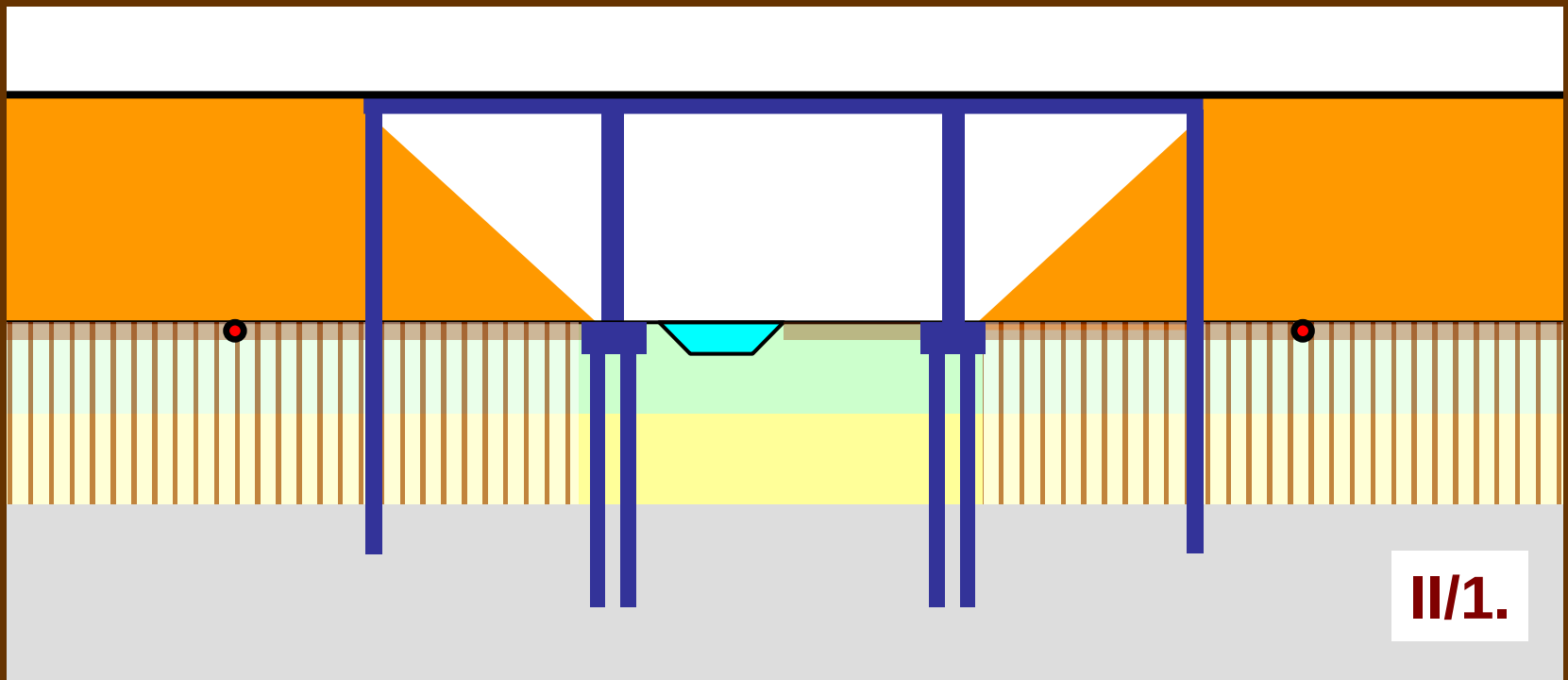
2000 - 2010



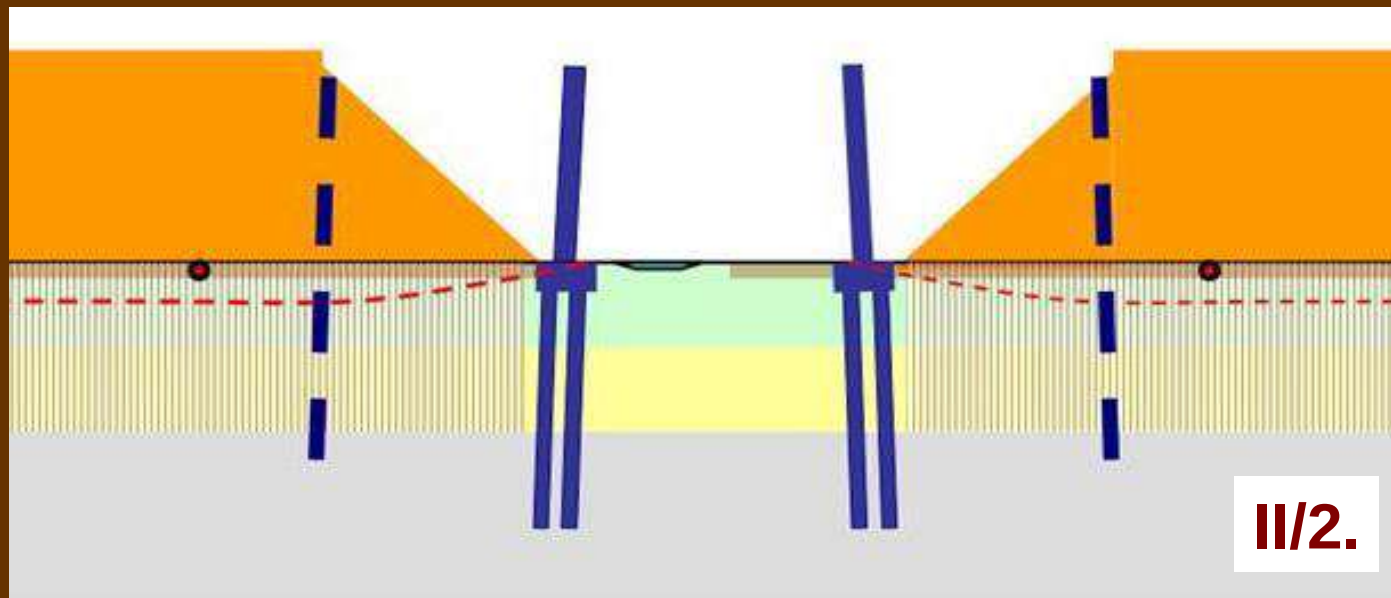
I/1.





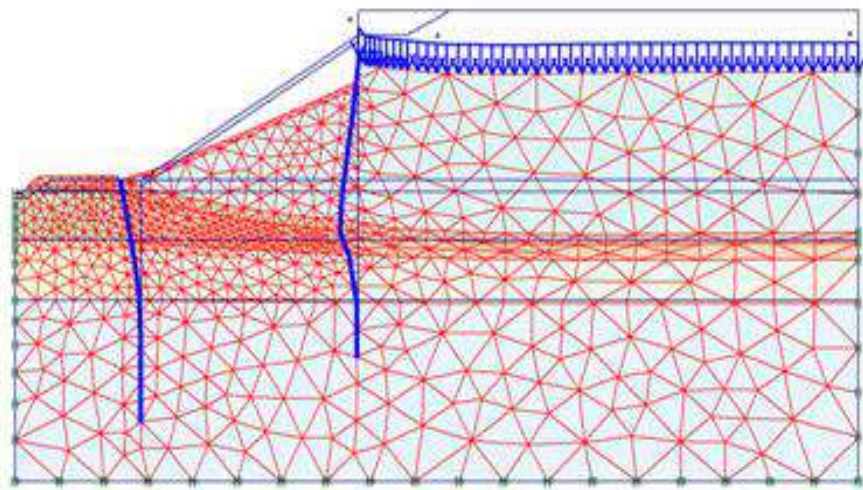


- töltésmagasság 14 m,
- rézsűhajlás keresztirányban 1:2 hosszirányban 1:1,5
- puha agyag és iszap → kavicscölöp 1,5×1,5 m / 60 cm
- CFA-cölöp D=80 cm pannon agyagban hídfő: 12 db, pillér: 17 db
- süllyedésmérés a háttöltés alatt

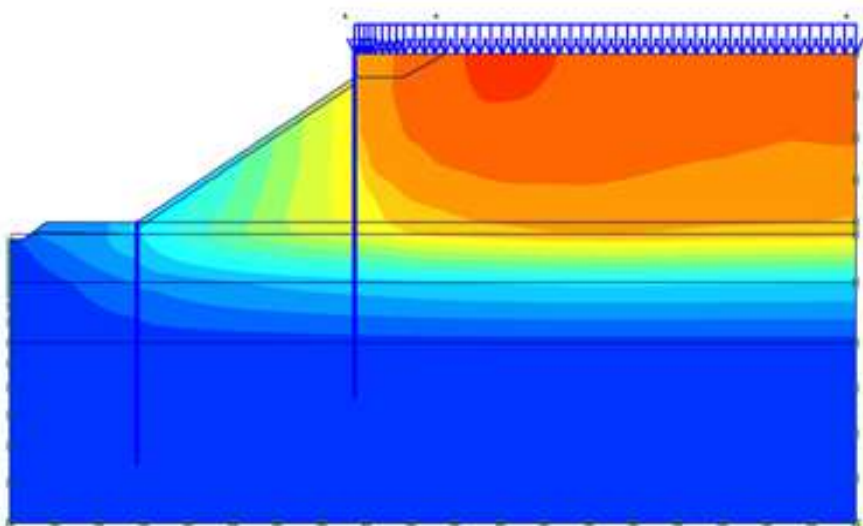
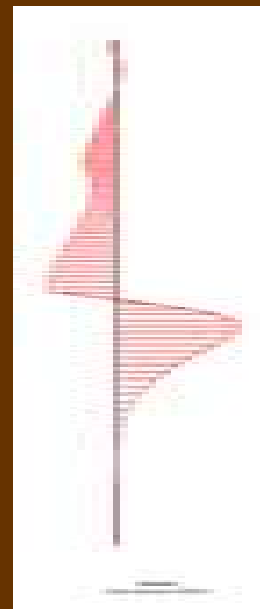
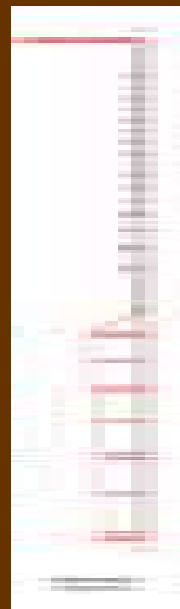


- kavicscölöpözés után közbenő támaszok cölöpözése
- nagyon gyors (nem dokumentált) töltésépítés
- 25 cm süllyedés a korona alatt 10 cm emelkedés a lábnál
- a patakmeder „feltöltődik”, visszaduzzaszt
- a közbenő támaszok oszlopai 20 cm-t befelé dőltek
- hídfők cölöpözése után további mozgások
- mi történt a cölöpökkel, felhelyezhetők-e a tartók

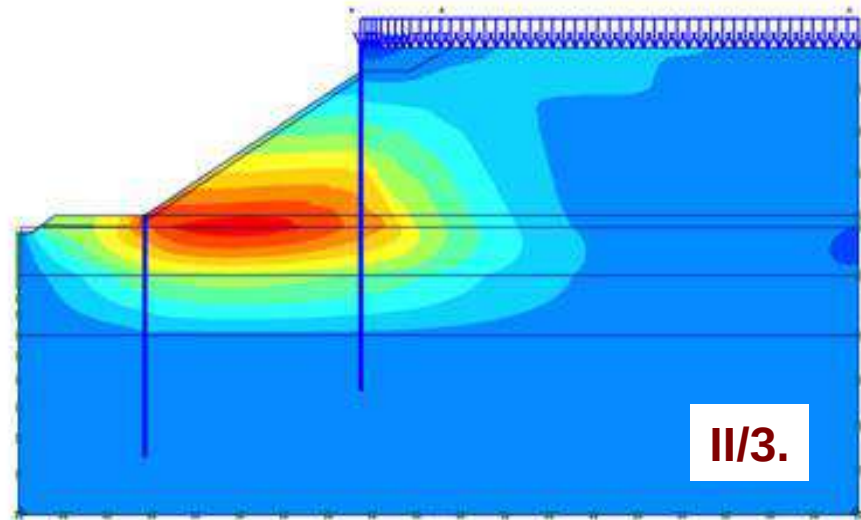
Modellezés Plaxis-programmal



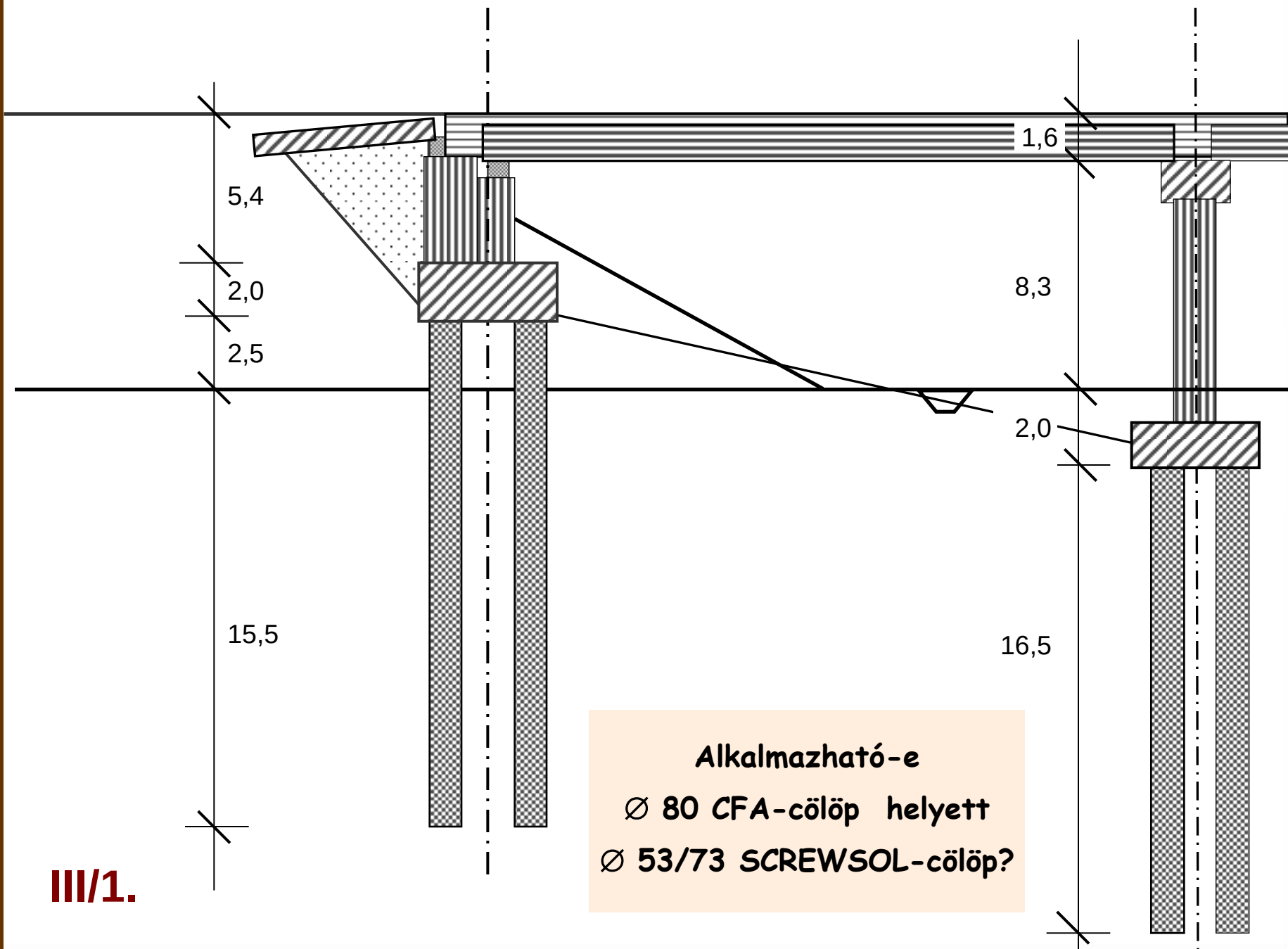
Deformed Mesh
Extreme total displacement $262.90 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20.00 times)



Total displacements (Utot)
Extreme Utot $262.90 \cdot 10^{-3}$ m



Horizontal displacements (Ux)
Extreme Ux $-95.33 \cdot 10^{-3}$ m



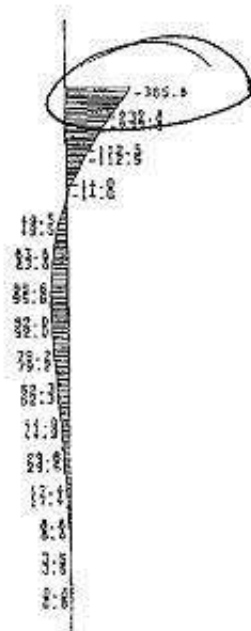
Egyedi cölöp vizsgálata vízszintes terhelésre rugómodellel

III/2.

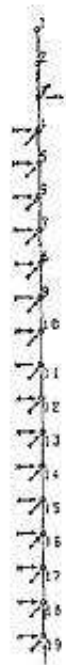
IGENYBEVETEL: QZ
TERH. ESET: 1

1 cm = 100.0 kN, kNm
H=120 kN

1. rendű elem.



IGENYBEVETEL: QZ
TERH. ESET: 1



IGENYBEVETEL: NY
TERH. ESET: 1

1 cm = 250.0 kN, kNm
H=120 kN

1. rendű elem.

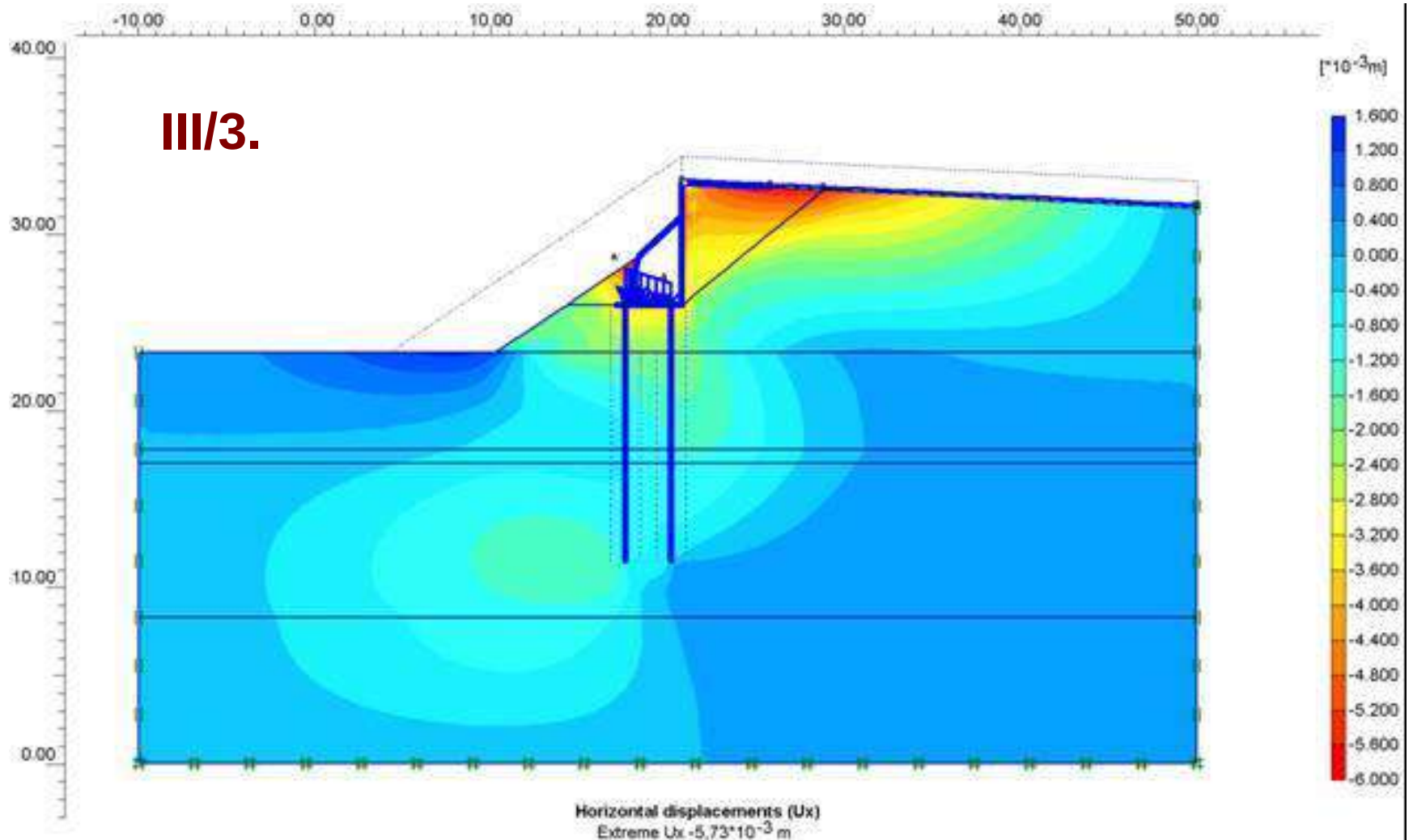
IGENYBEVETEL: NX
TERH. ESET: 1

1 cm = 1000.0 kN, kNm
H=120 kN

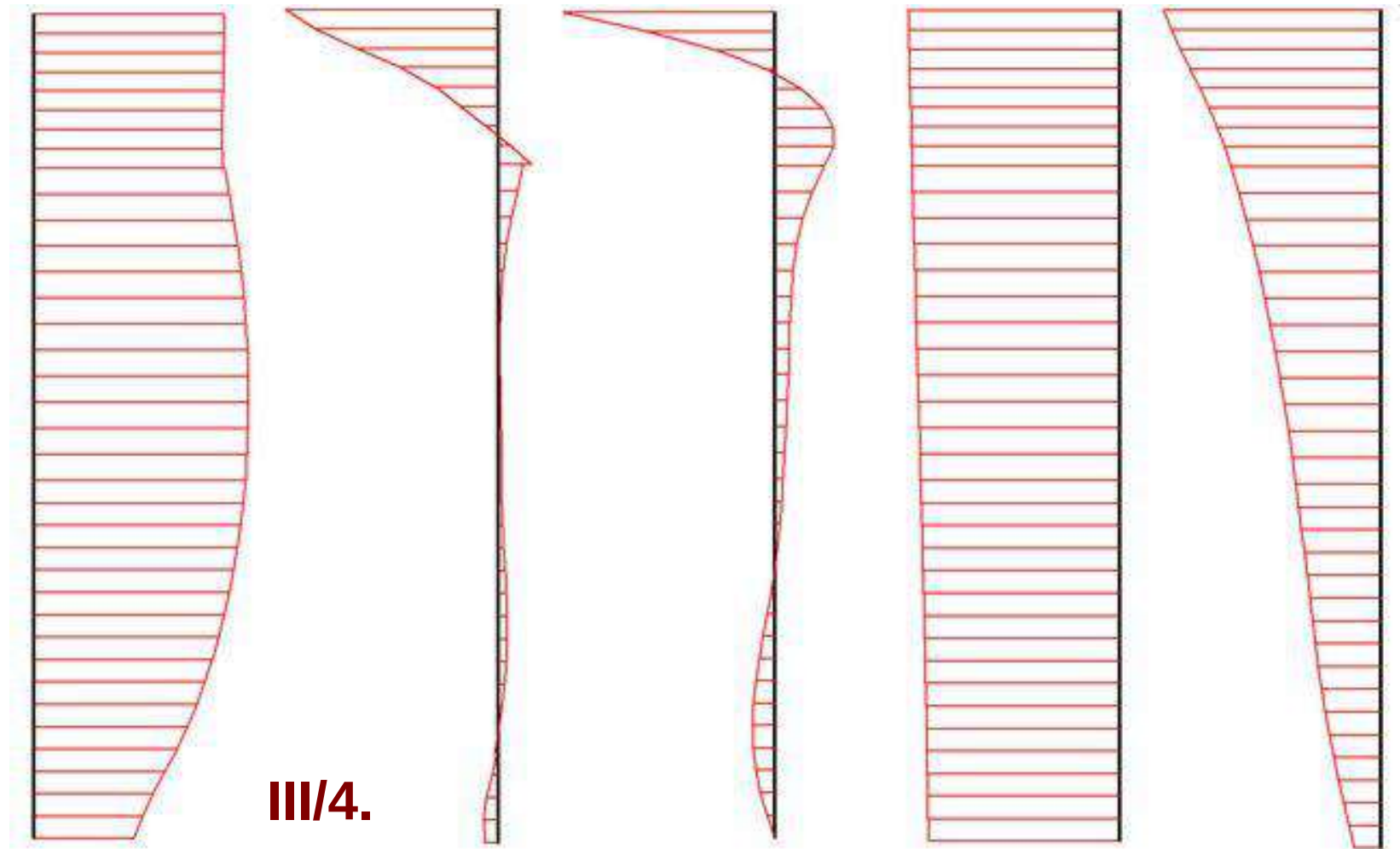
1. rendű elem.

Vízszintes elmozdulások üzemi állapotban a PLAXIS szerint

III/3.



Cölöpigénybevételek a PLAXIS szerint



III/4.

Axial forces
Extreme axial force $-336,87 \text{ kN/m}$
 $-336,87 \text{ kN/m}$

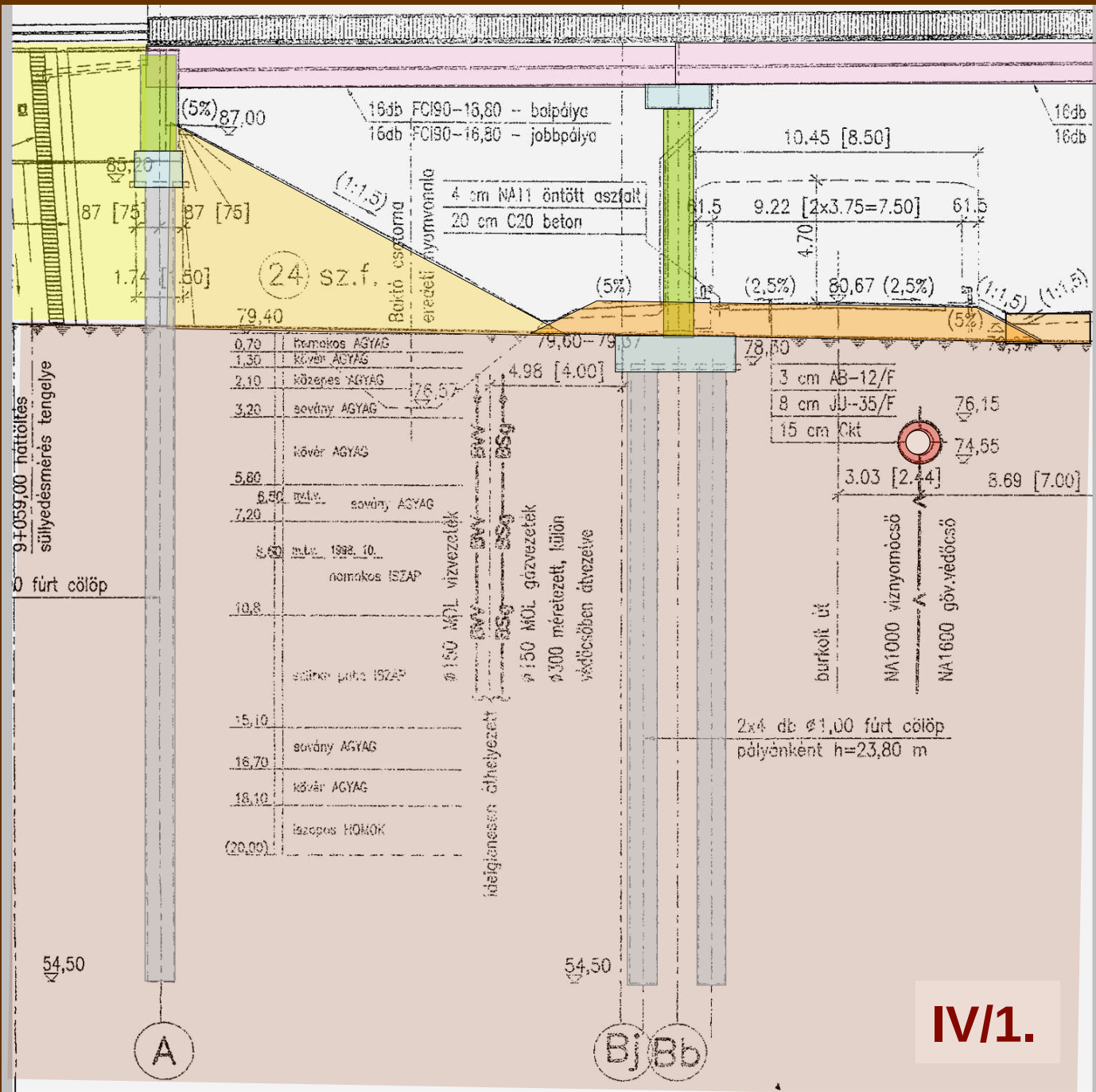
Shear forces
Extreme in-plane shear force $63,27 \text{ kN/m}$
 $63,27 \text{ kN/m}$

Bending moments
Extreme bending moment $49,75 \text{ kNm/m}$
 $49,75 \text{ kNm/m}$

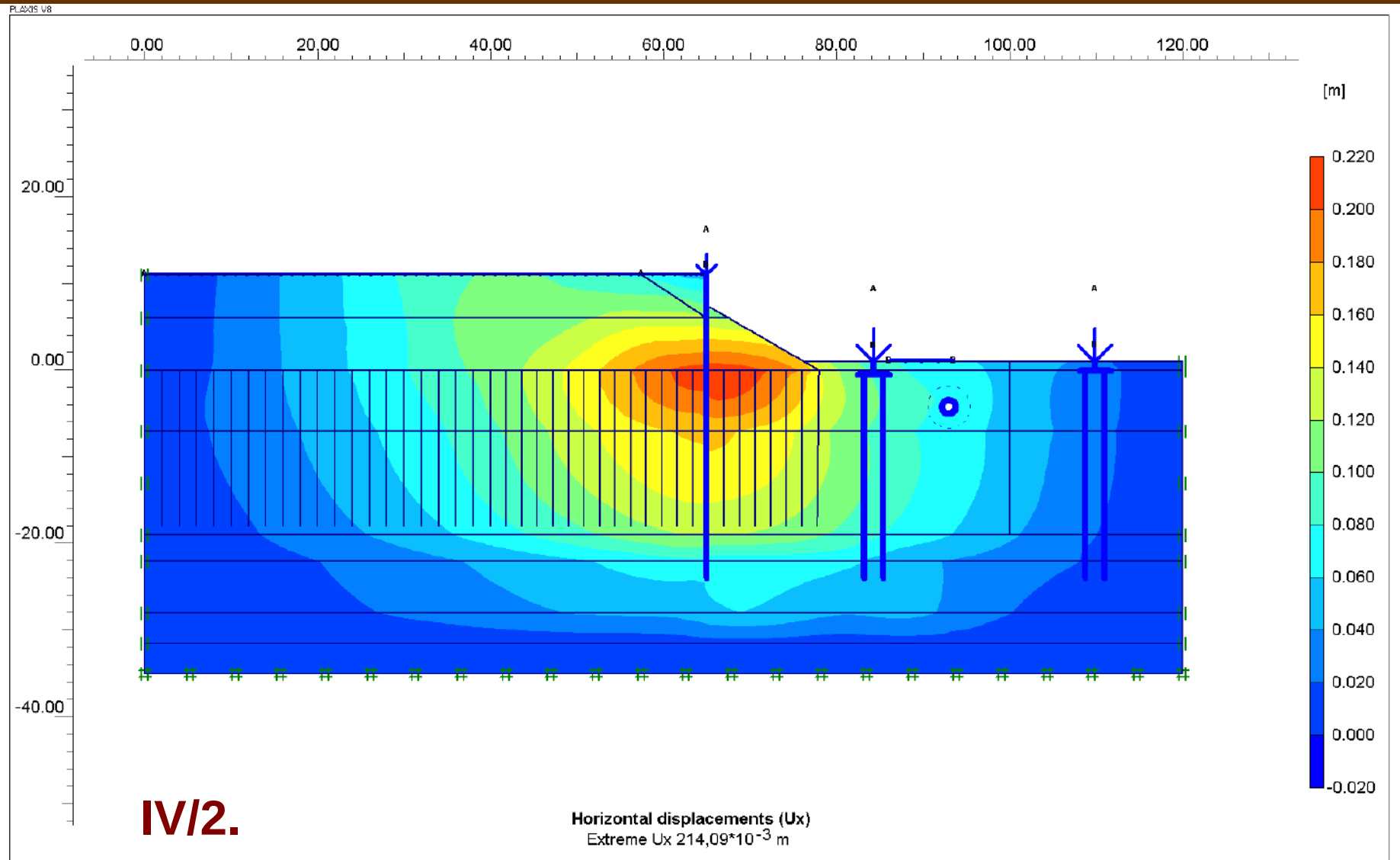
Vertical displacements (δ_y)
Extreme δ_y $12,41 \text{ mm}$
 $12,41 \text{ mm}$

Horizontal displacements (δ_x)
Extreme δ_x $3,29 \text{ mm}$
 $3,29 \text{ mm}$

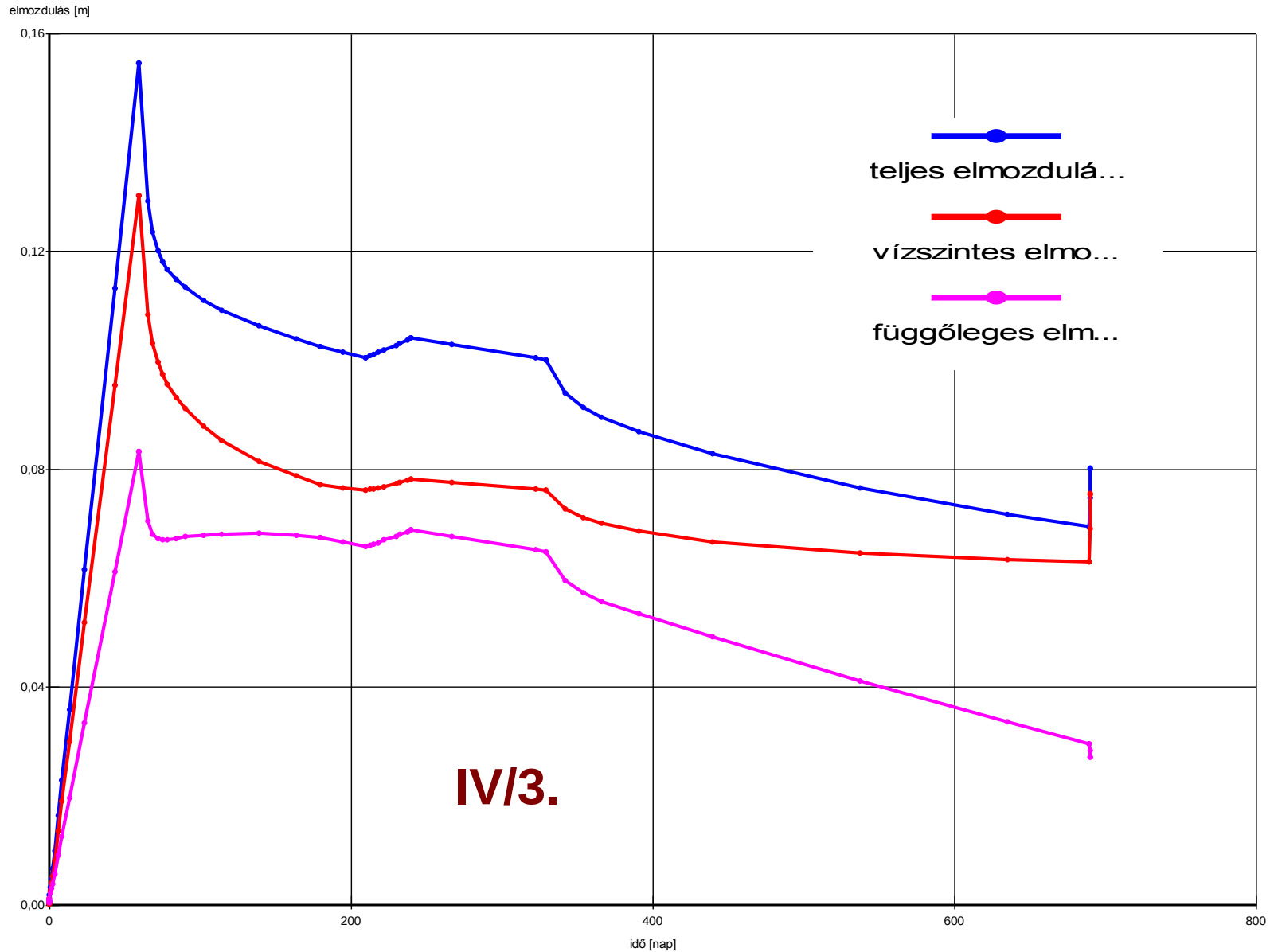
Károsodhat-e egy vezetékek az előtöltés vízszintes hatásaitól



Vízszintes elmozdulások a hídfő környezetében

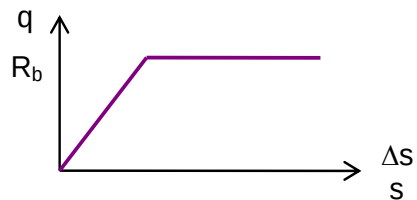
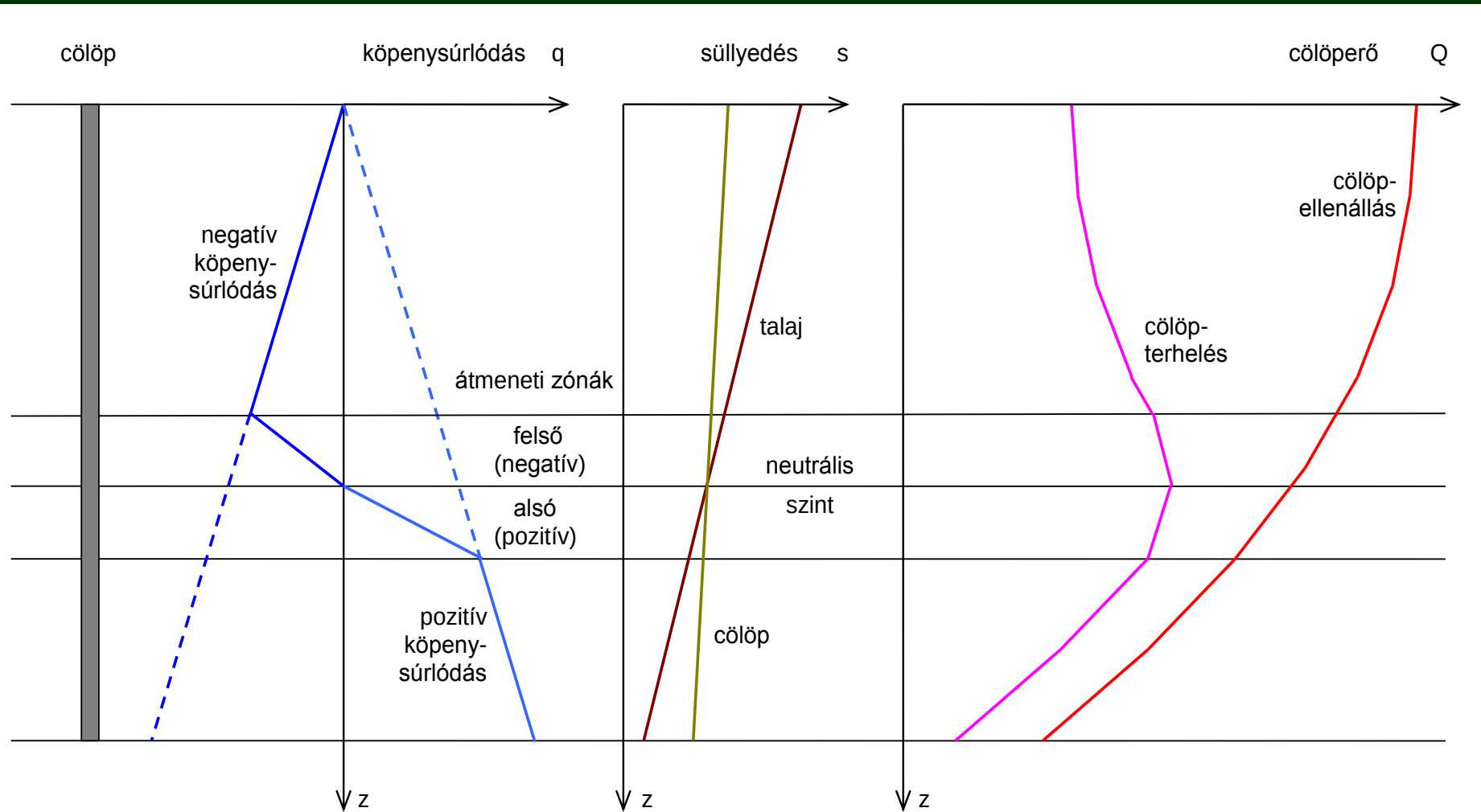


A vezeték mozgásai töltésépítés hatására



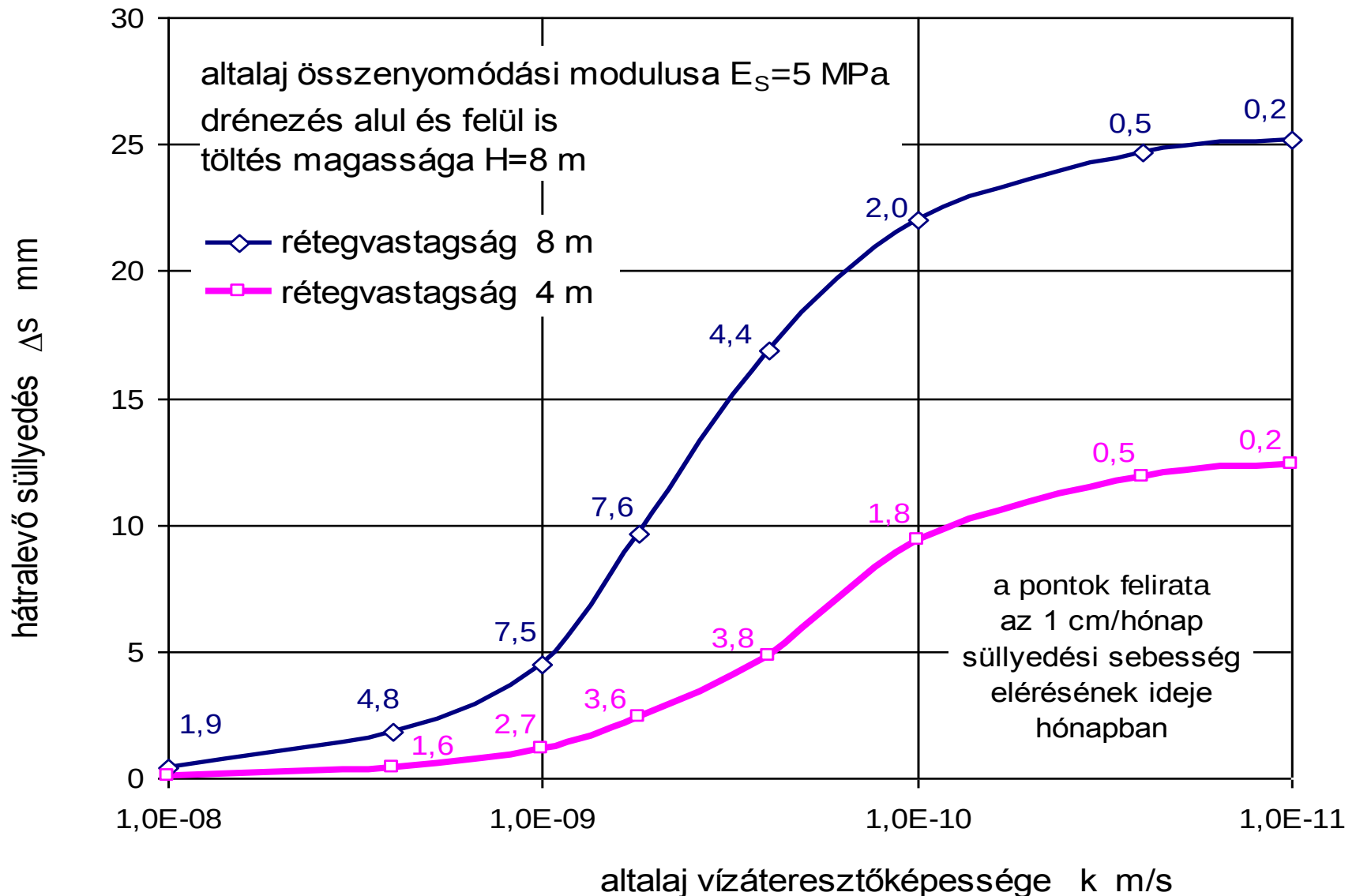
A negatív köpenysúrlódás elhárítása

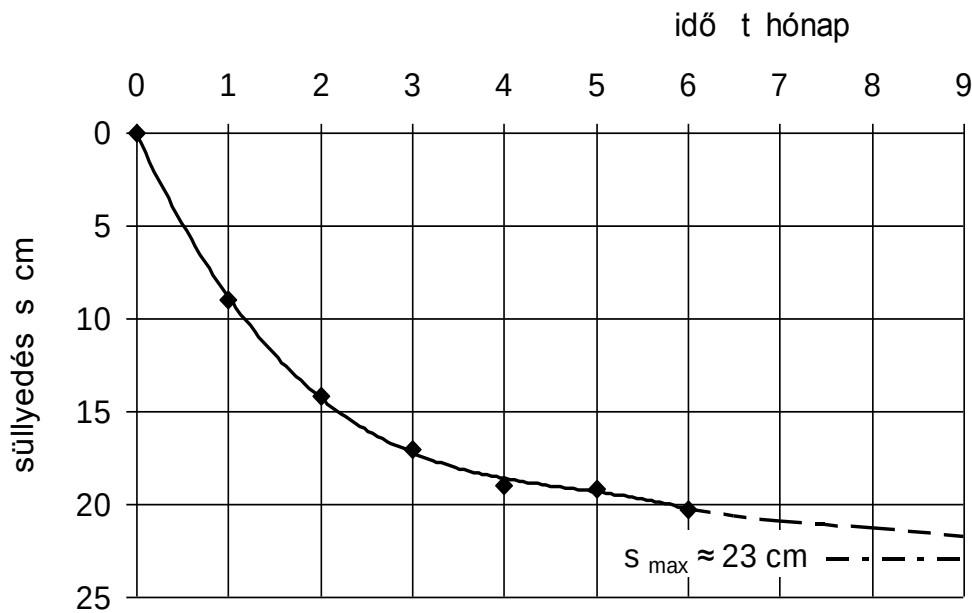
A negatív köpenysúrlódás értelmezése



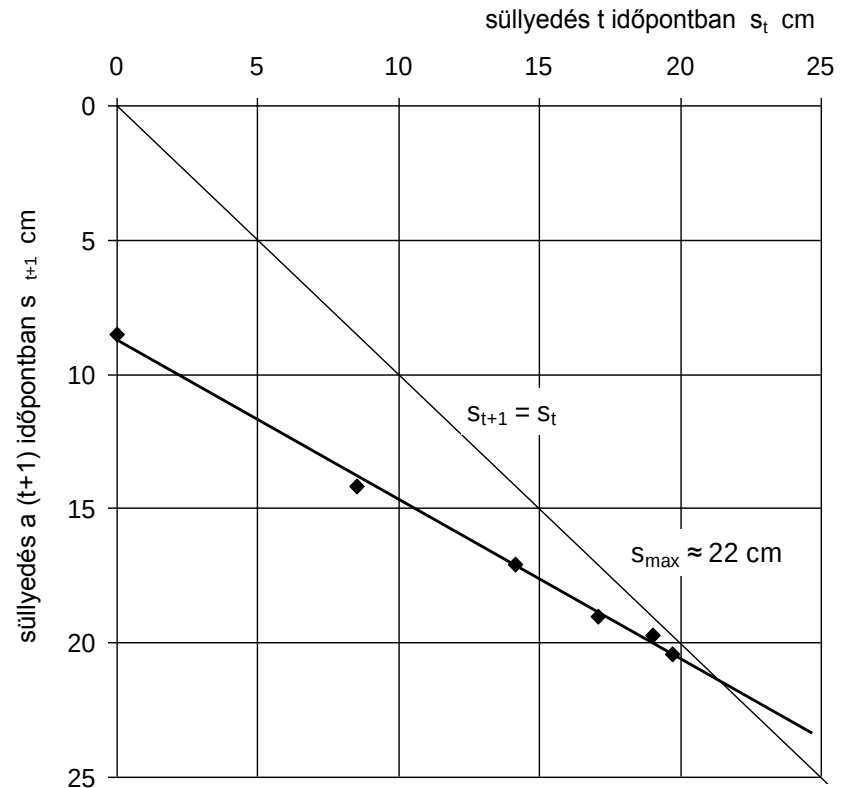
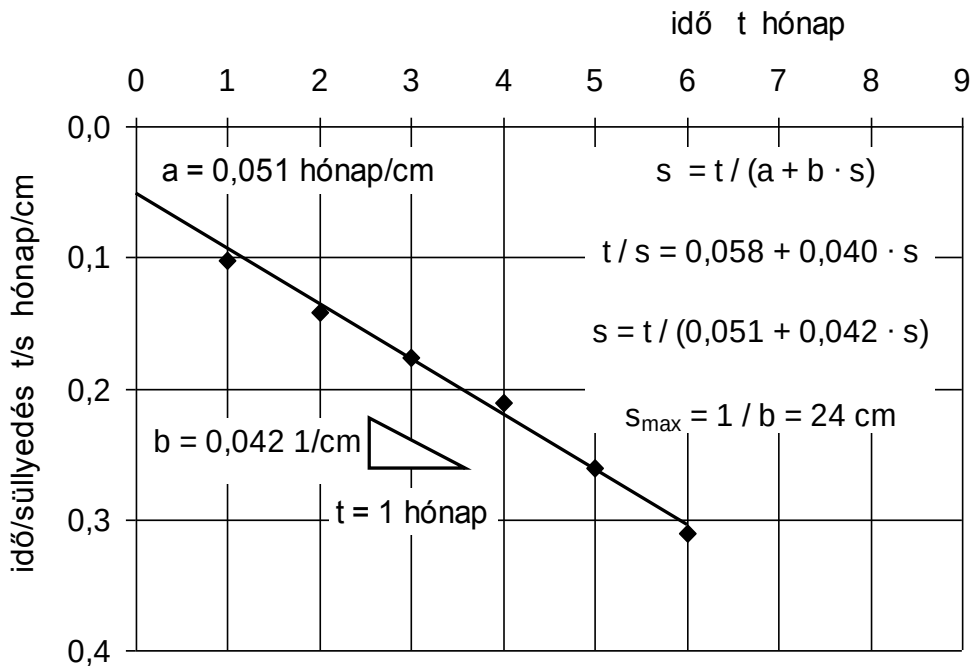
A negatív köpenysúrlódás értelmezése

Az 1cm/hónap süllyedési sebesség elérési ideje és az eléérésekor hátralevő süllyedés

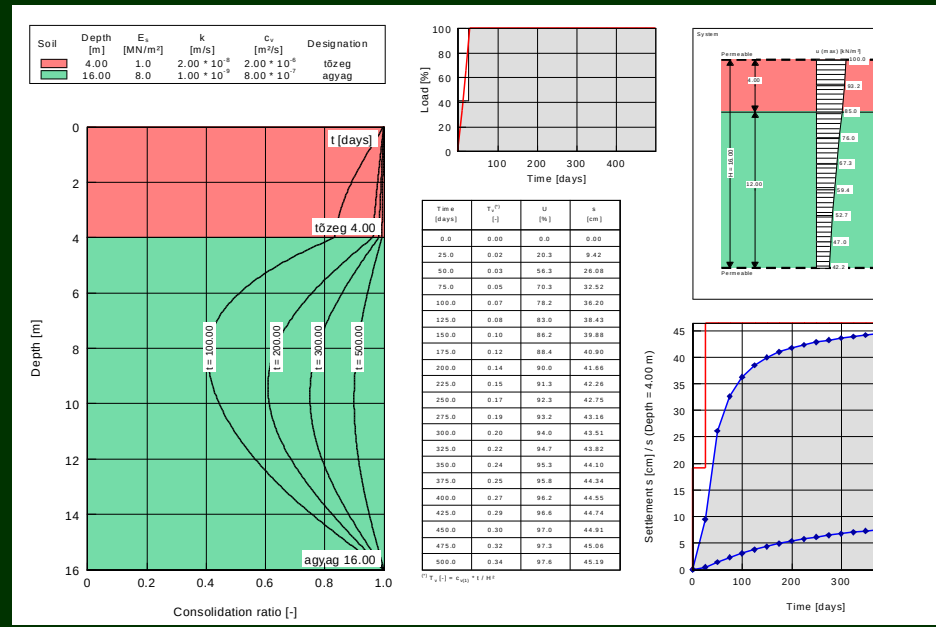
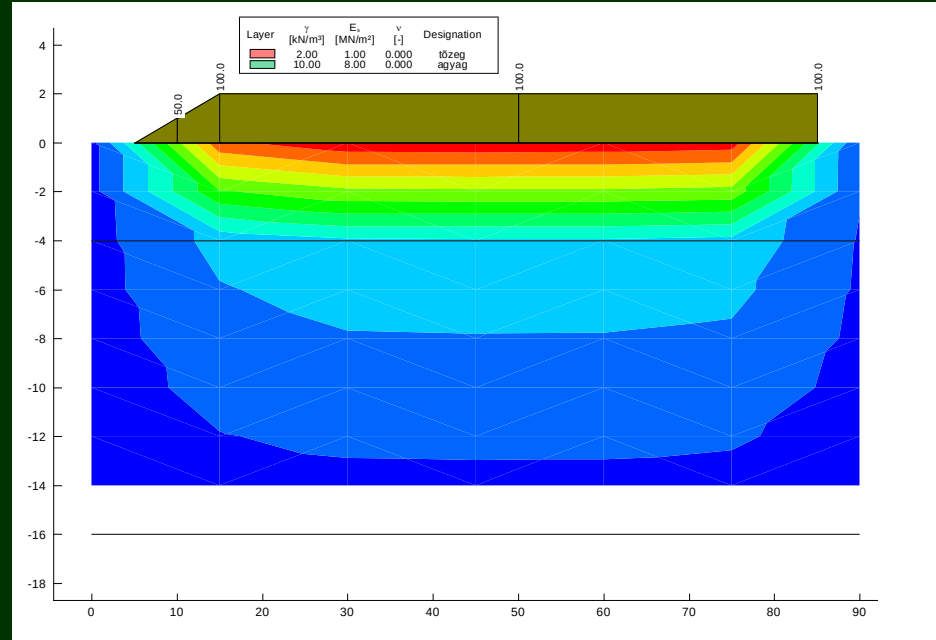
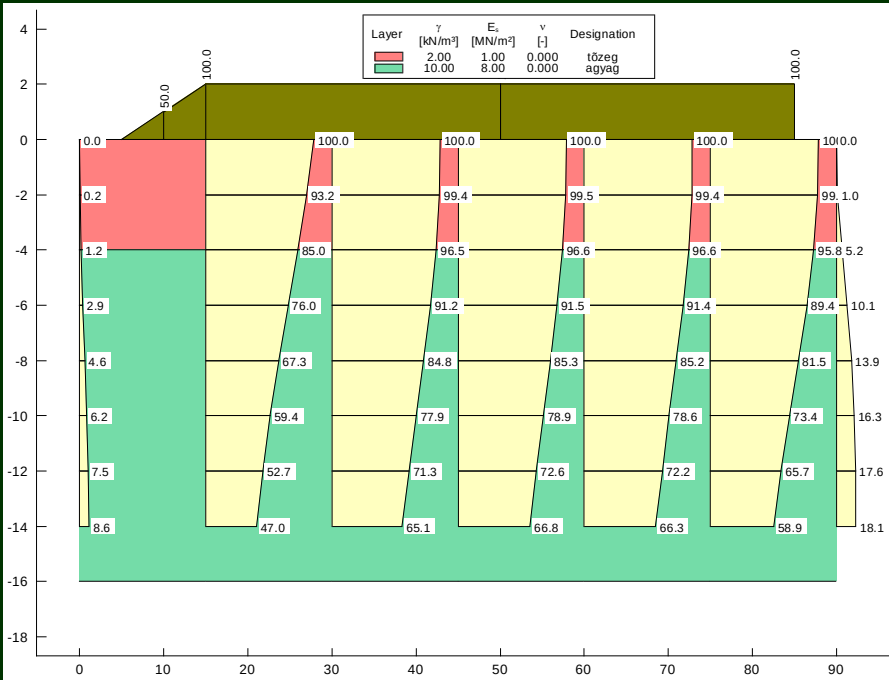
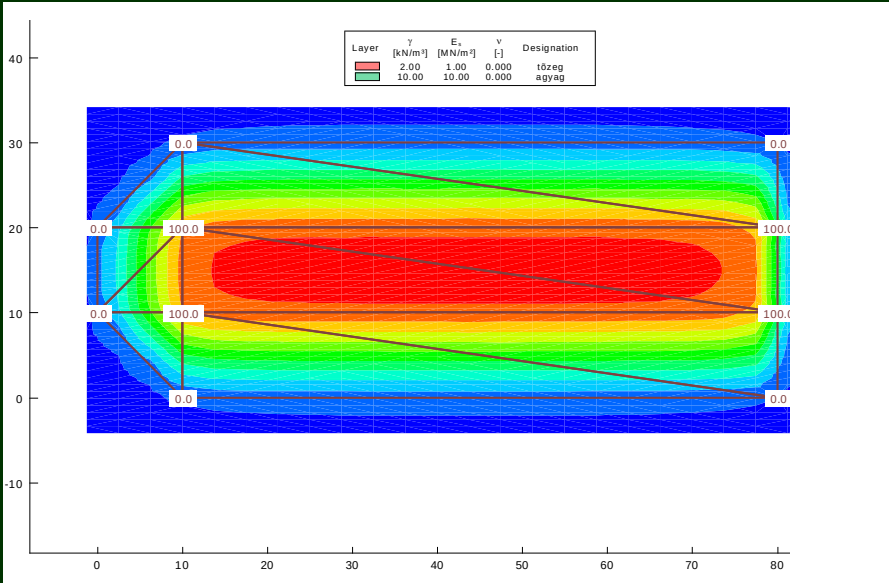




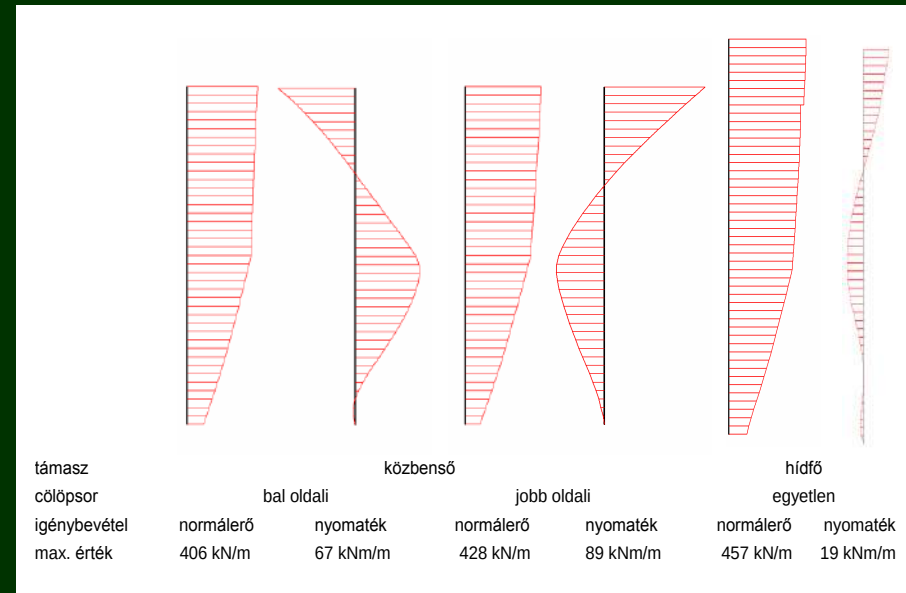
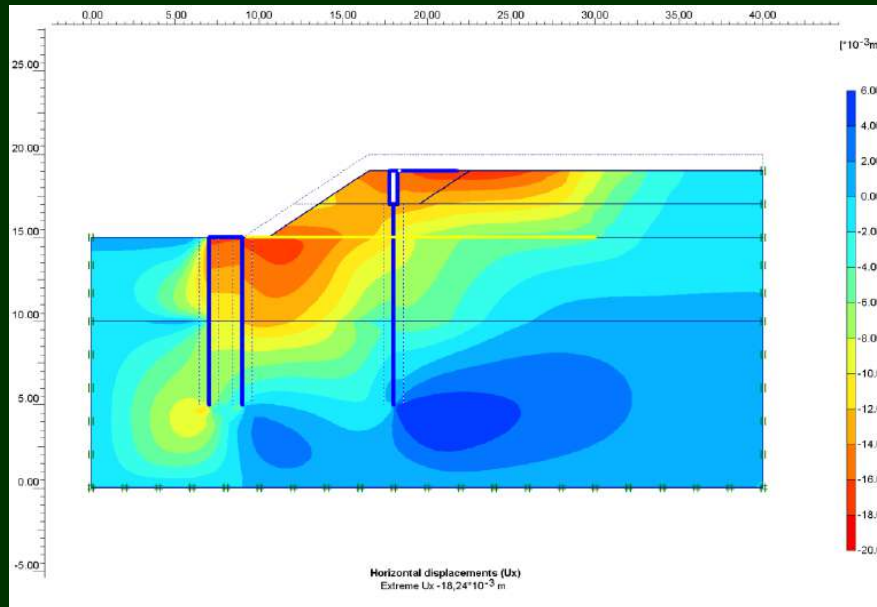
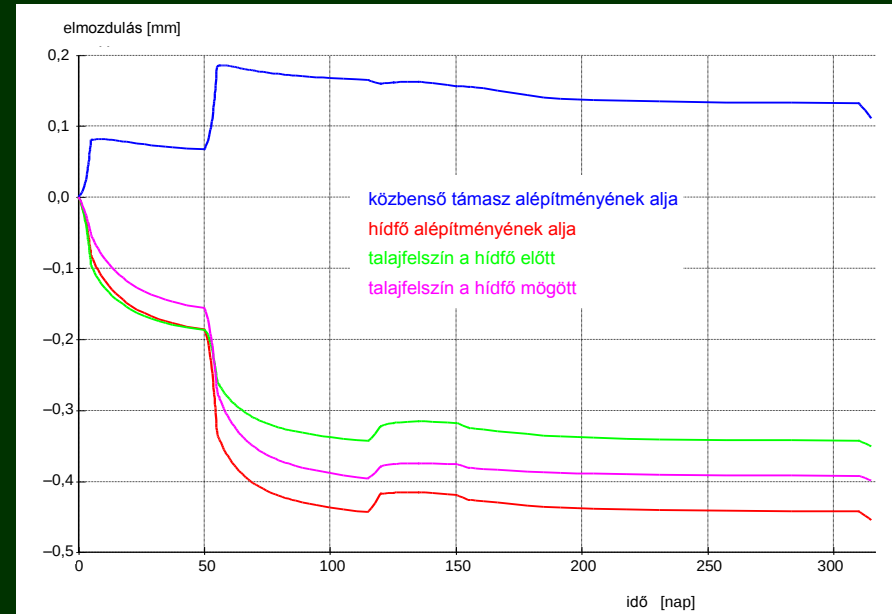
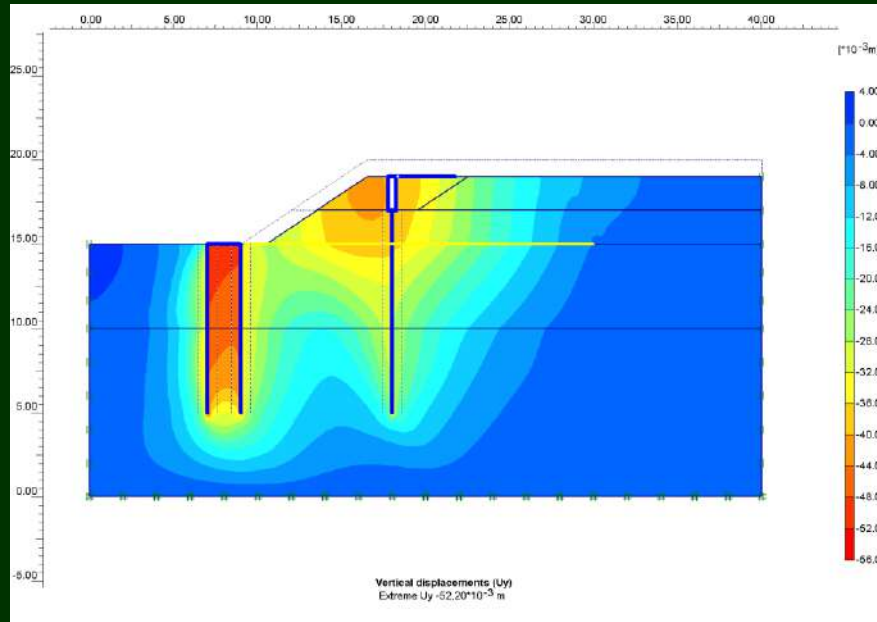
A konszolidáció
extrapolálásának
lehetőségei



Hídfők viselkedésének modellezése: GGU Settle és Consolidation programok



Hídfő modellezése (PLAXIS 2D HS-modell)



Az Eurocode 7 végleges bevezetése

MSZ 15000-es sorozat – eddigi gyakorlat:

- Talajmechanikai (geotechnikai) szakvélemény

Eurocode 7 – új dokumentálási forma, kooperáció

- Talajvizsgálati jelentés
- Geotechnikai tervezési beszámoló

A geotechnikai tervezési beszámoló elvárt tartalma

1	az építési helyszín és környezetének ismertetése
2	a talajviszonyok leírása
3	a tervezett építmény leírása, beleértve a hatásokat
4	a talaj- és kőzetjellemzők tervezési értékei, szükség szerinti indoklással
5	az alkalmazott szabványok és előírások jegyzéke
6	a hely alkalmasságáról szóló nyilatkozat tekintettel az elfogadható kockázatra
7	a geotechnikai tervezési számítások és rajzok
8	az alapozási szerkezet tervezésére vonatkozó ajánlások
9	az építés közben ellenőrizendő, fenntartást, megfigyelést igénylő tételek jegyzéke

A nyomási ellenállásának tervezési értéke számítása a karakterisztikus értékből

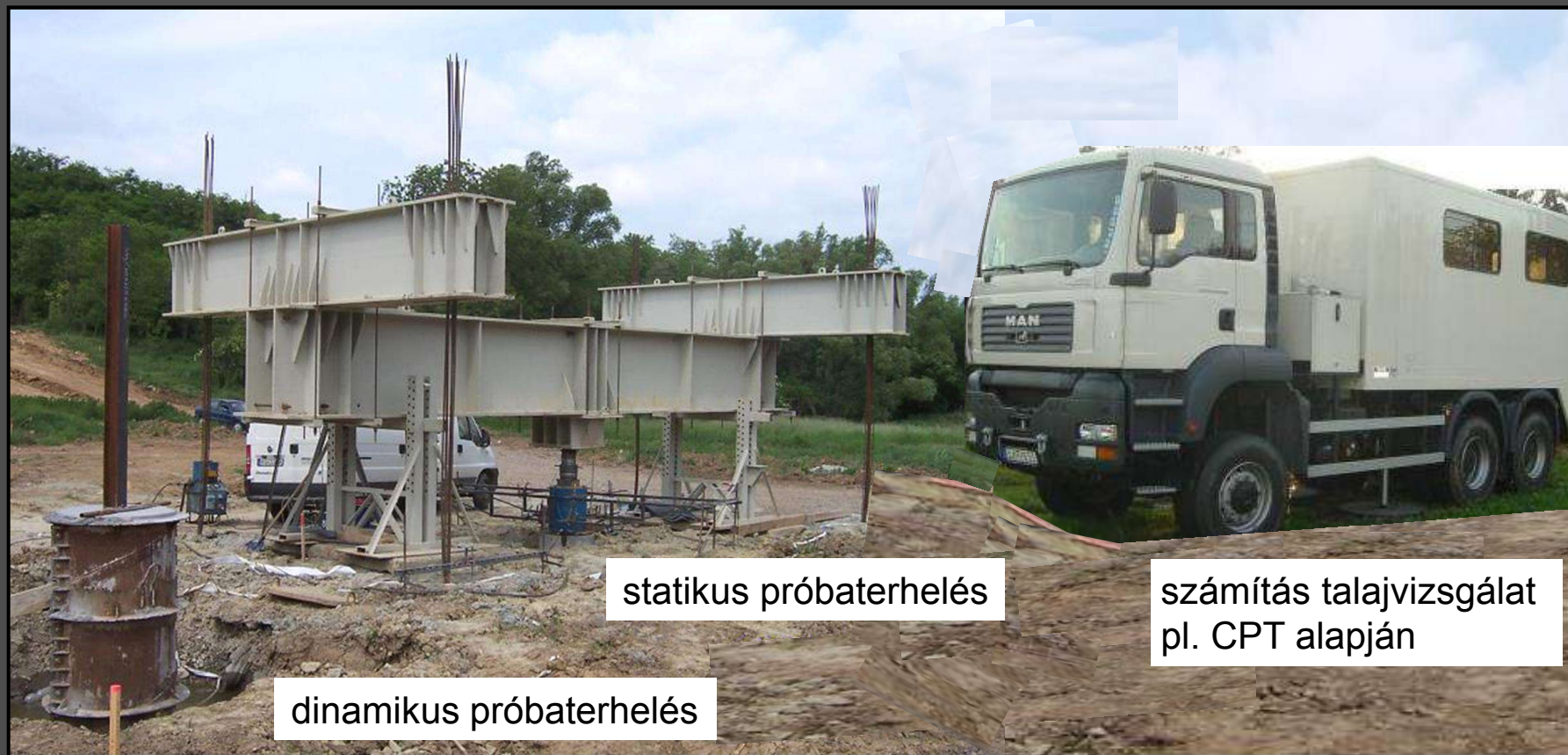
$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{b;k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s;k}}{\gamma_s}$$

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

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



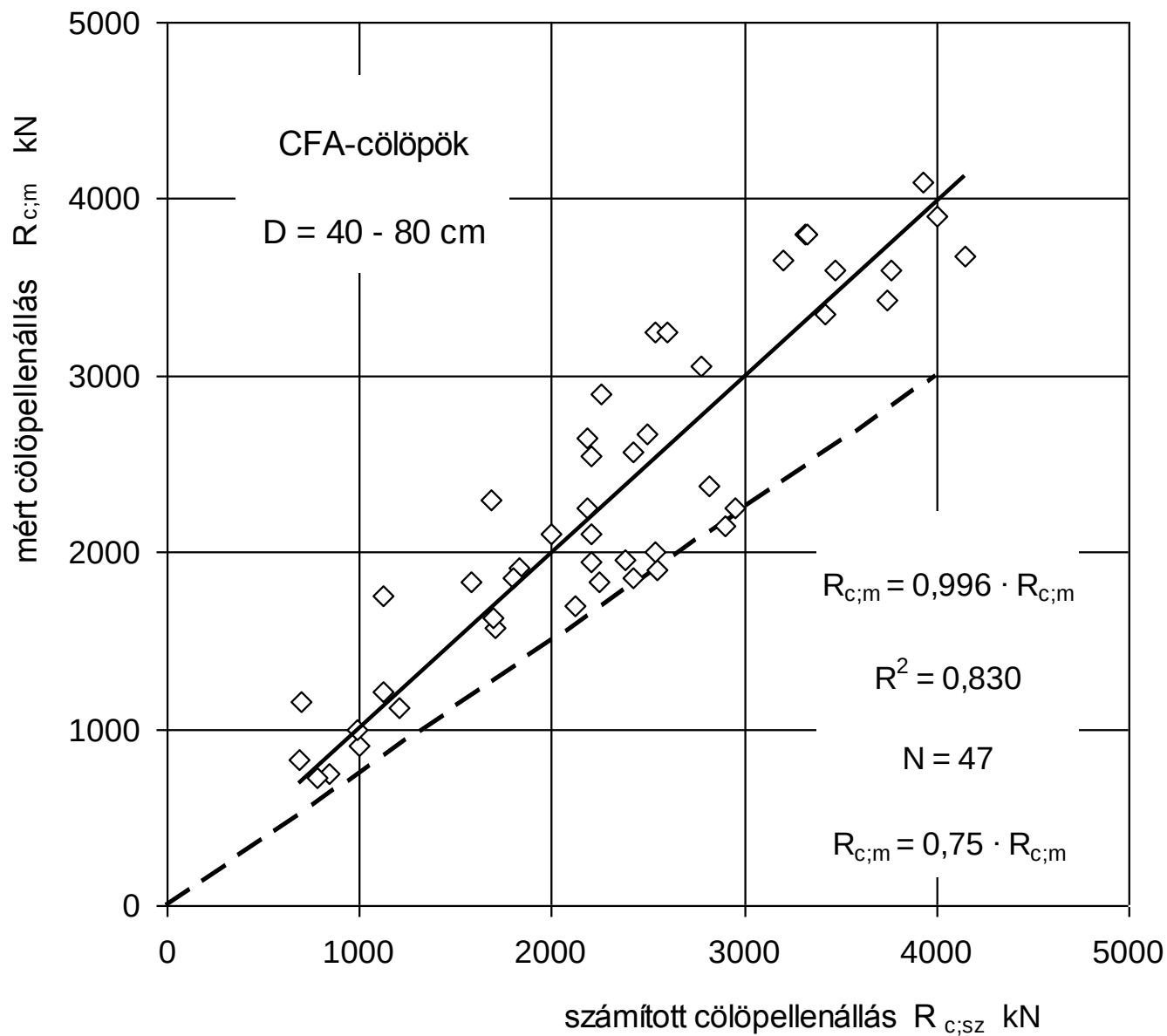
a ξ korrelációs tényező a cölöpellénállás karakterisztikus értékének meghatározásához

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

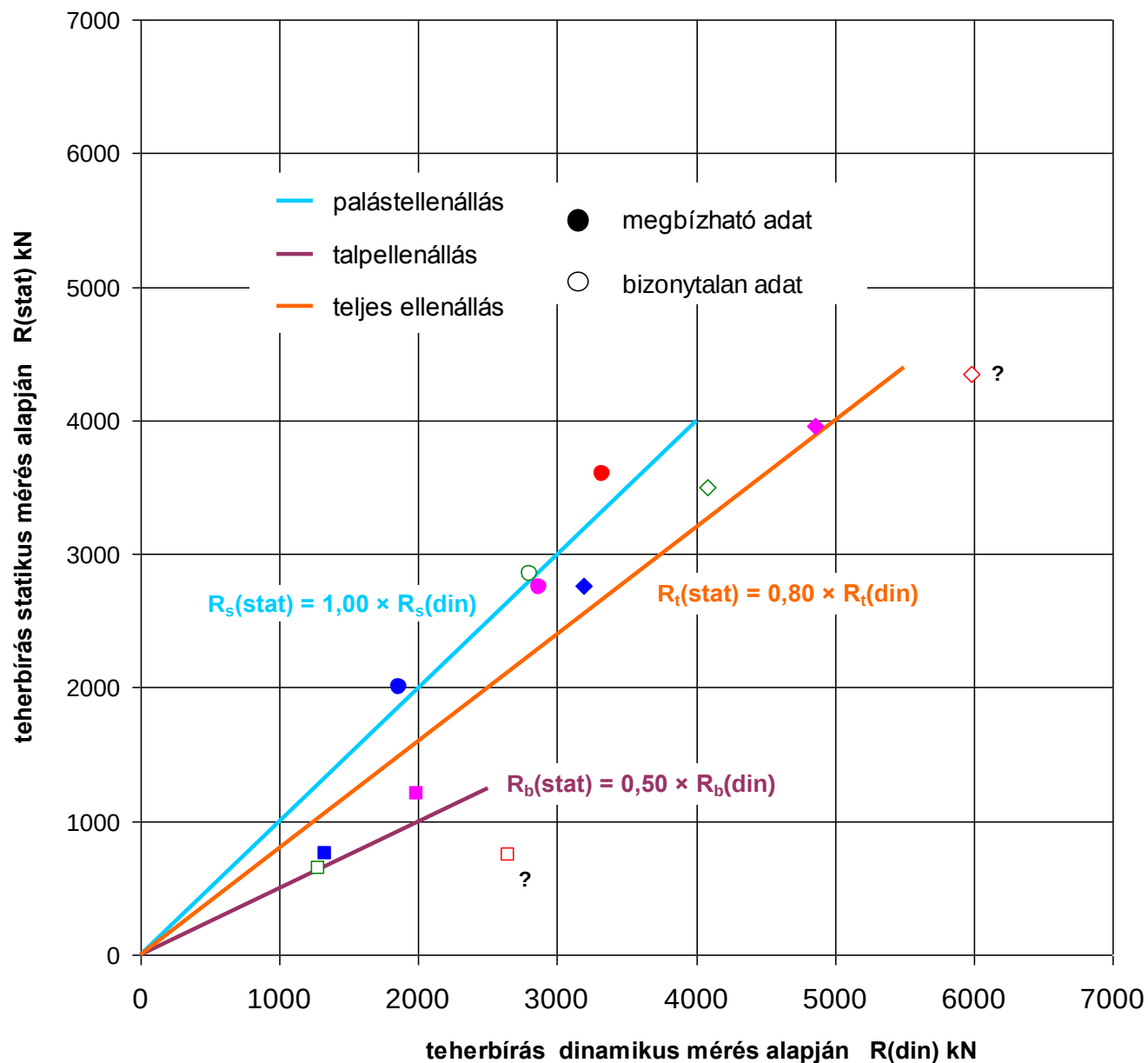
Megjegyzések

- 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;

A CPT-alapú cölöpméretezés megbízhatósága



A dinamikus próbaterhelés megbízhatósága homoktalaj esetén

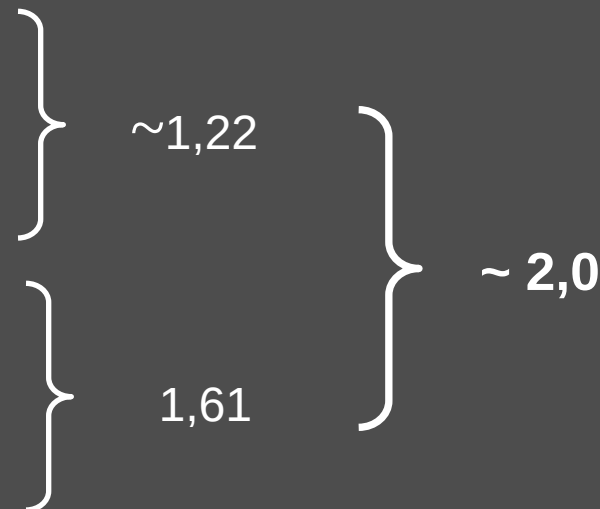


CFA-cölőpalapozás globális biztonsága

EC7

állandó teher parciális tényezője 0,85 csökkentő tényezővel	1,15
járműteher parciális tényezője	1,35

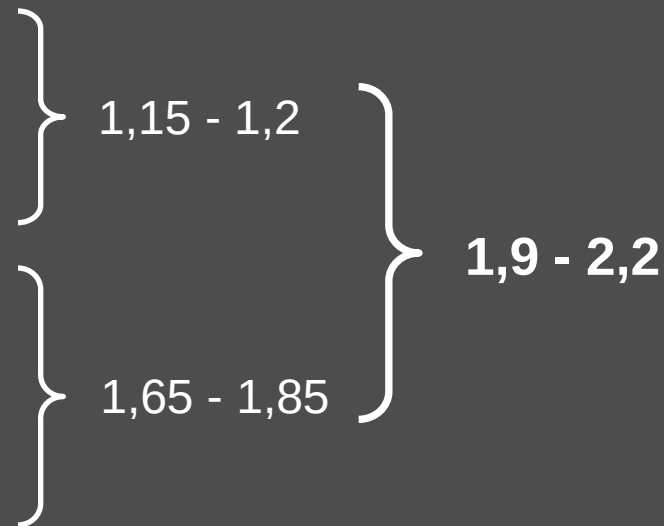
parciális tényező CFA-cölöp teljes nyomási ellenállására	1,15
korrelációs tényező 1 statikus próbaterhelés esetén	1,40



MSZ

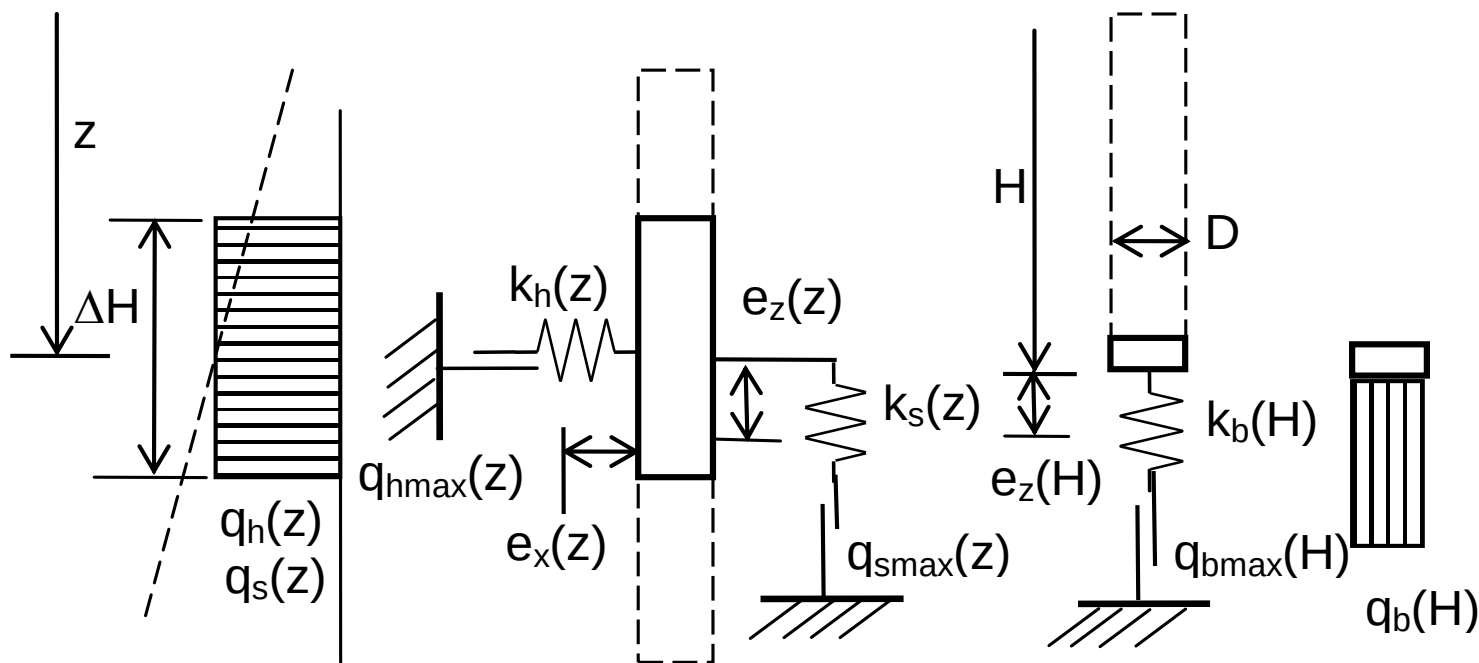
Állandó teher biztonsági tényezője	1,10
Járműteher biztonsági tényezője	1,30

α_1 – törőerő próbaterhelésből	0,9 - 0,7
α_2 – építmény	0,9 - 0,5
α_3 – talajviszonyok	1,0 - 0,9



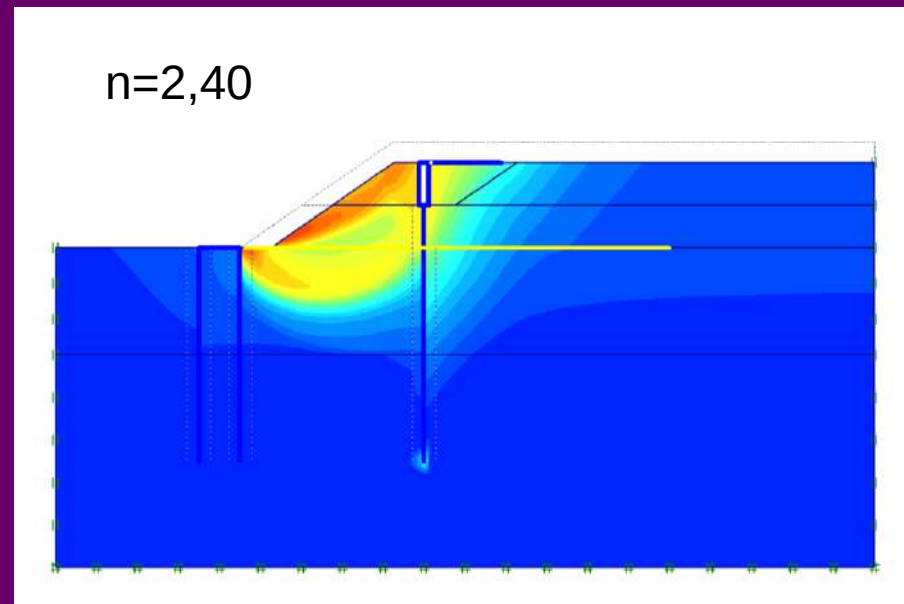
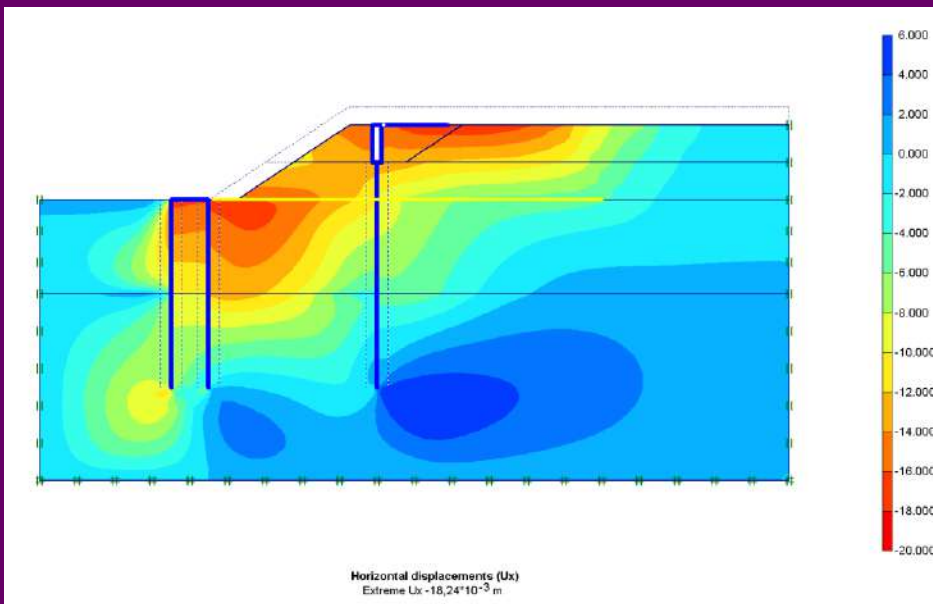
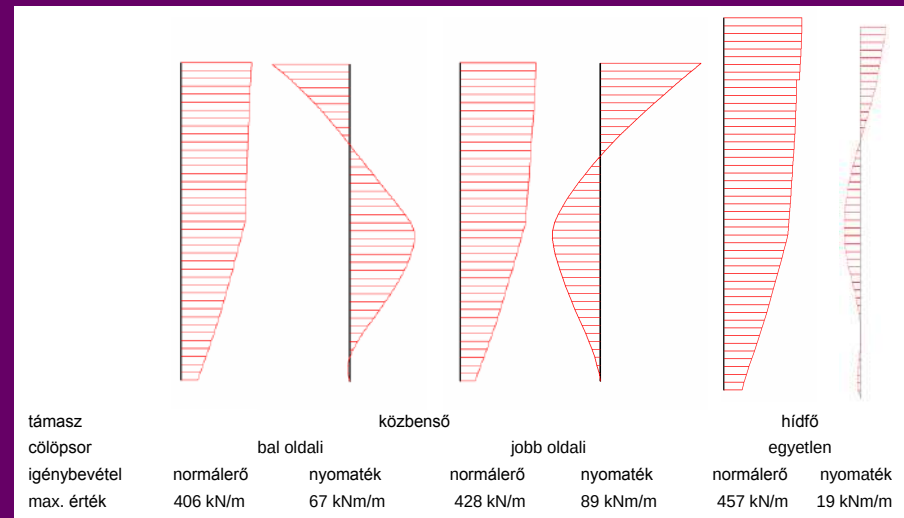
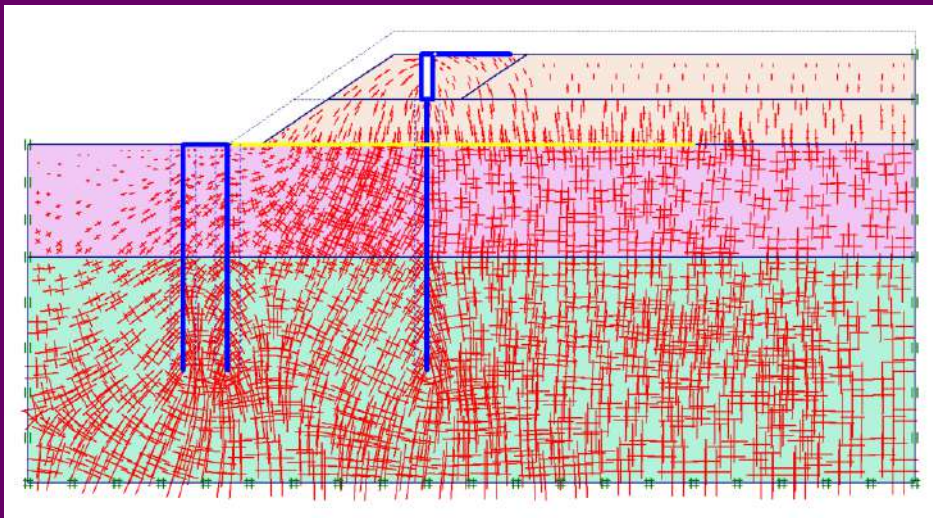
Komplex modellezés végelelemes programokkal

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



Modellezés 3D szerkezettervező programokkal

