

SZEMLÉLETVÁLTÁS A GEOTECHNIKAI ELŐKÉSZÍTÉSBEN HOL TART MA A GYAKORLAT?

SZILVÁGYI LÁSZLÓ
GEOPLAN KFT.

2. Kézdi Árpád Emlékkonferencia – 2010. november 19.

KÉZDI ÁRPÁD (1919 – 1983)



- Mai napig érvényes alapművek a talajmechanika, földművek területén



EUROCODE 7 BEVEZETÉSÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSE



3

- 1996 óta felkészülés
- Szakágon belül fokozatos átállás
- Szabályozó anyagok, előírások megújítása
- Társtervezők - piac szerzés? kirekesztés?

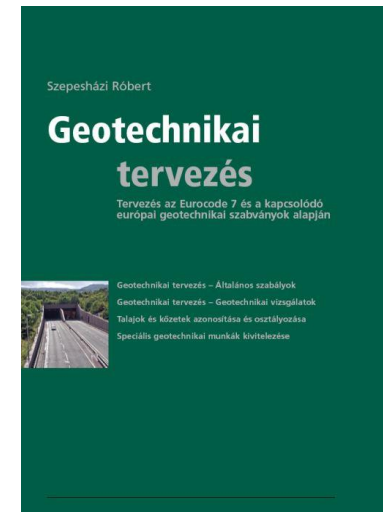
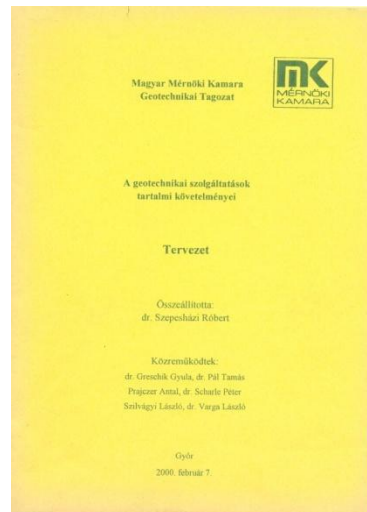


1999
Mélyépítés workshop

2000
Geotechnikai
szolgáltatások tartalmi
követelményei

2006
Eurocode 7
Magyar szabvány
Geotechnikai tervezés

2008
Dr. Szepesházi
Geotechnikai tervezés



2. Kézdi Árpád Emlékkonferencia – 2010. november 19.

Talajmechanikai szakvélemény

- Adatgyűjtés, bemutatás
- Feltárások, laborvizsgálatok, értékelés
- Általános mérnöki szemlélettel tett javaslatok:
 - Alapozás - teherbírás, süllyedés
 - Földmunkák - állékonyság
 - Talajvíz helyzet - szigetelés
 - Tereprendezés, térburkolatok
 - Közművek
 - Kivitelezés körülményei - munkagödrök

Talajvizsgálati jelentés

- Pontosabb, ellenőrizhetőbb adatközlés
- Mért? Számított? Becsült?
- Adatok értékelése magyarázattal
- Létesítménytől független értékelés (nincs közelítő javaslat)

Geotechnikai tervezés

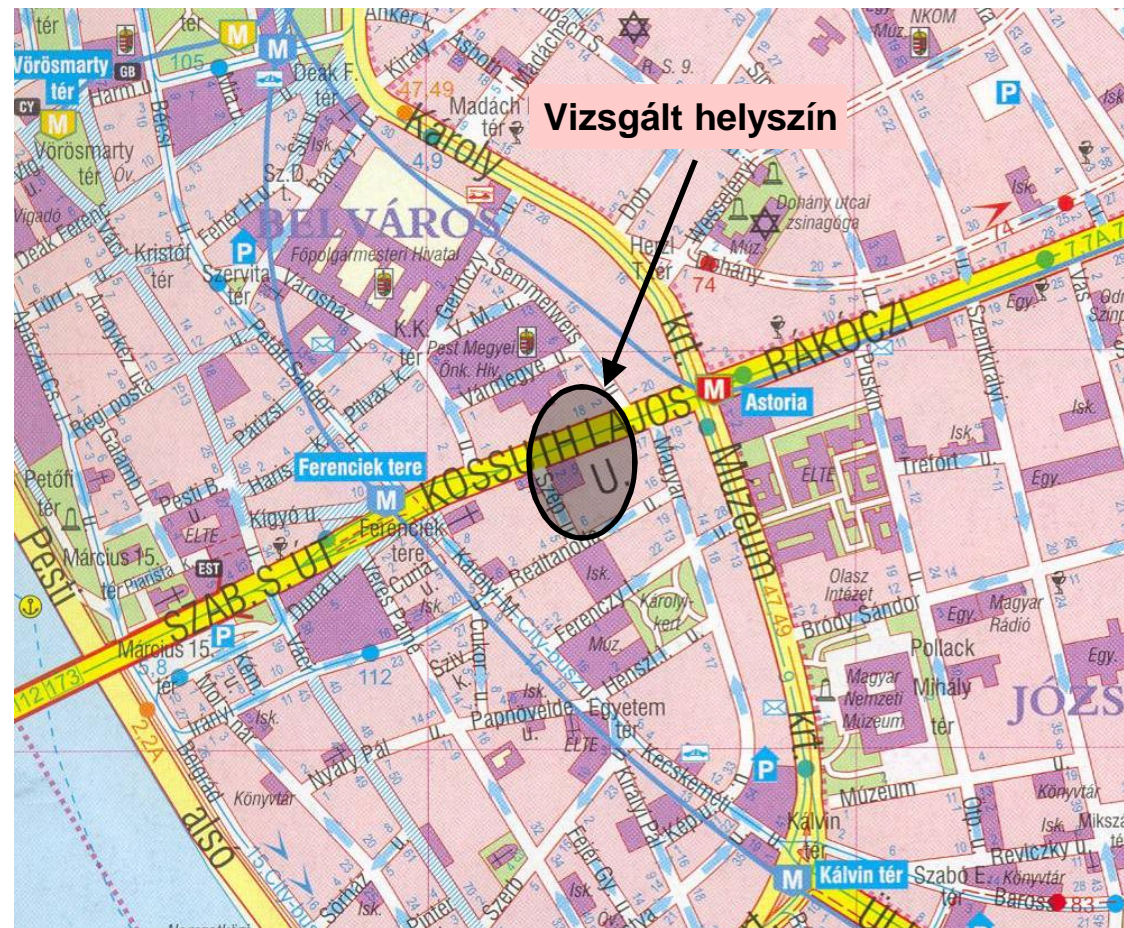
- Konkrét tervezési együttműködés
- Terv fejezet / műszaki leírás
- Tervezési beszámoló
- Geotechnikai tervező - aláírás
- Speciális feladatok - Geotechnikai

Gyakran nem hely/létesítmény specifikus

főtervezés

Belvárosi foghíjbeépítés

- Budapest történelmi belvárosa
- 3 pinceszint + földszint + 3, 6 és 9 szint
- Szomszédokhoz zárt sorúan csatlakozik
- Megbízó: ARCADOM Zrt.
- Kész mélyépítési tervek
- Bontási, régészeti munkálatok zajlanak



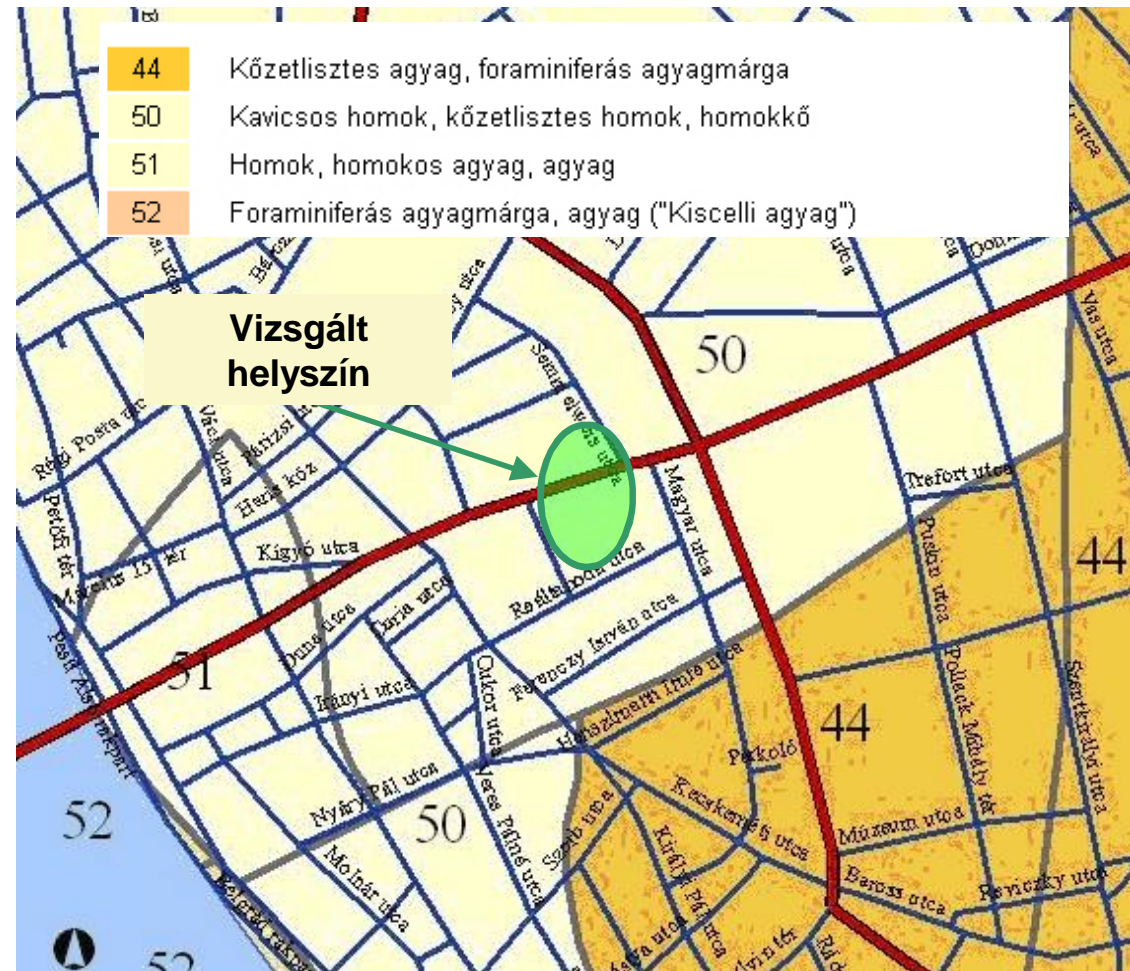
Belvárosi foghíjbeépítés

- 7 db 15-20 m mély fúrás
- 2 db CPT szonda
- magassági adatok hiánya
- pontatlan értékelés
- tervezés a tender fázisig a kezdeti talajmechanikai szakvélemény alapján



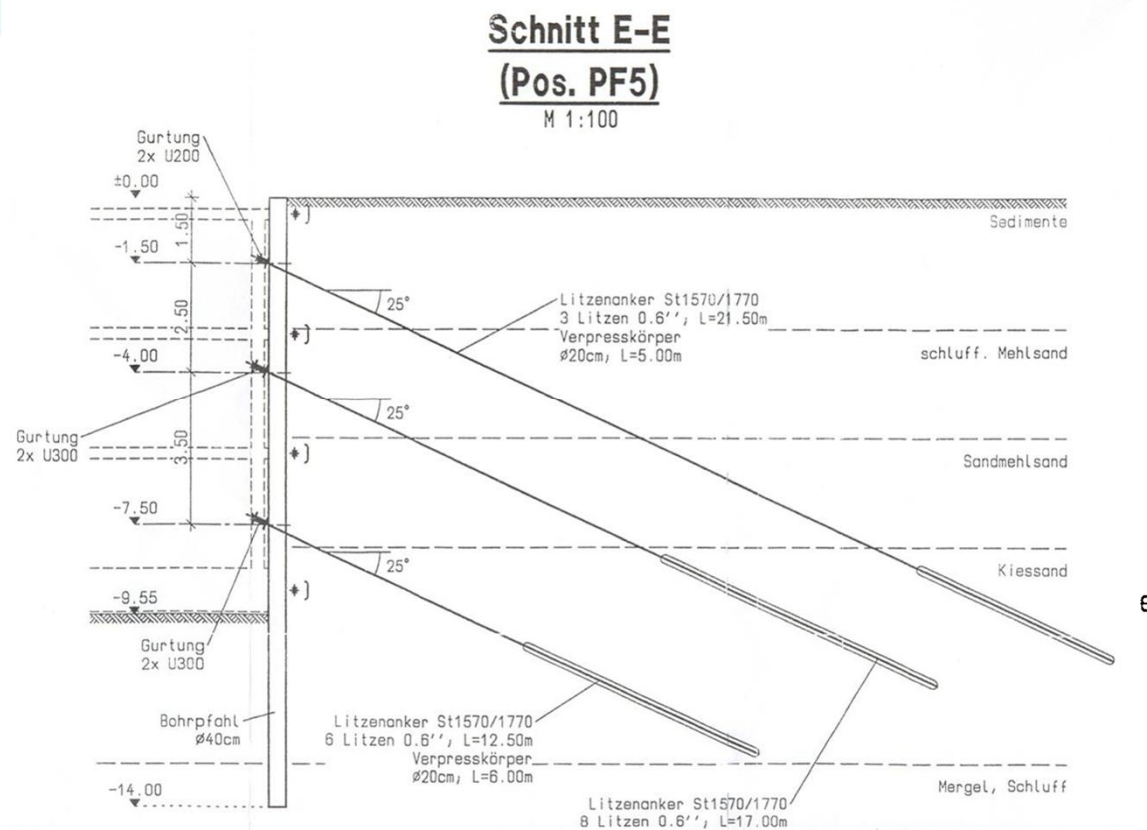
Belvárosi foghíjbeépítés

- **Eredeti szakvélemény:**
„kiscelli agyag” – homogén,
vízzáró
- **Mérnökgeológiai térkép:**
Felső oligocén, egri emelet
Homokos agyag, homok,
homokkő



Belvárosi foghíjbeépítés

- $\phi 40$ összemetsző cölöpfal, 3-4 sorban horgonyozva
- Előny: régi fal bontása elmarad
- Hátrány:
 - hosszú cölöpök, építési pontatlanság \rightarrow vízzáróság
 - víz alatti horgonyzás
 - egymásba metszés \rightarrow gyengébb vasalás \rightarrow többsoros kihorgonyzás

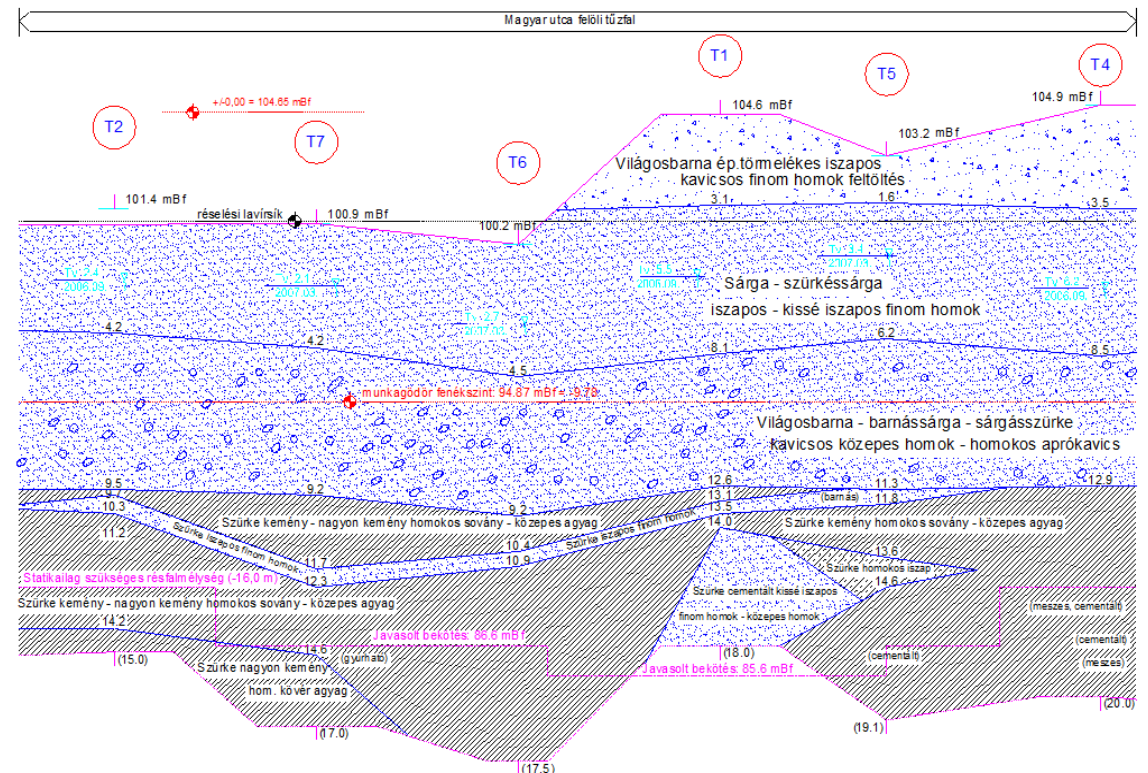


Belvárosi foghíjbeépítés

- Javaslat: áttérés résfalra
- Kiegészítő vizsgálatok:
 - heterogén alapkőzet jobb megismerése, homokos alapréteg lehatárolása
 - réstáblák hosszának és a beérkező vízmennyiség pontosítása
- 7+4 db új fúrás → rétegszelvény
- Résfal bekötések optimalizálása
 - min 3 m bekötés

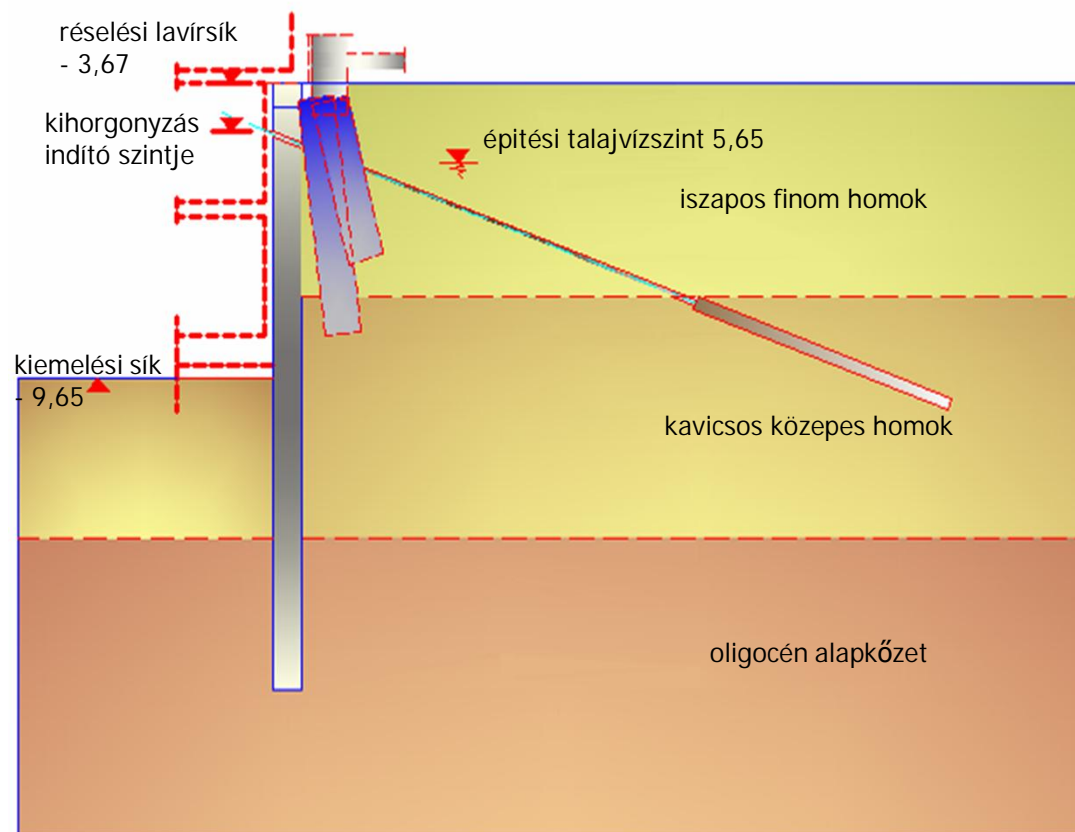
Rétegszelvény a rásfalhoz

A fúrásokat a rásfal tengelyére bevetítve ábrázoltuk.



Belvárosi foghíjbeépítés

- Alapmegerősítés:
 - $\phi 80$ Jet-grouting
 - Összemetsző oszlopok két sorban
 - A mélyebb jetek a kavicsba kötnek
- Munkatérhatárolás
 - 65 cm vastag vízzáró réstábla
 - 1 sorban kihorgonyozva
 - változó réstalp mélység



Belvárosi foghíjbeépítés

- Növekvő műszaki követelmények → fokozott igények a geotechnika számára
- Építésföldtani viszonyok fontossága
- Geotechnikai értékelés → statikus tervezővel egyeztetett pinceszint
- Mélyépítési szerkezet kiválasztása → felszerkezet



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK TAPASZTALATAI AZ ELMÚLT ÉVEKBEN



12

Útügyi Műszaki Előírások ÚT 2-1.222

Főbb változások, fejlődés

- Feltárások
 - Feltárások mennyisége, mélysége nőtt
 - Műtárgyak – CPT elterjedése
 - Nyomvonal – töltésalapozás, süllyedés, időbeliség
- Tervezés
 - Új tervezési módszerek elterjedése
 - Szigorodó dokumentáció tartalom
 - Együtemű geotechnikai előkészítés helyett, folyamatos együttműködés társtervezőkkel (út-, híd, vízepítés)
- Kivitelezés
 - Technológiai, minőségbiztosítási kérdések előtérbe kerülés
 - Új lehetőségek - geoműanyag, talajjavítás stb.
 - Cölöppróbaterhelések kezelése
 - Monitoring – süllyedésmérés, visszacsatolás a tervezőhöz?

Eurocode alapú



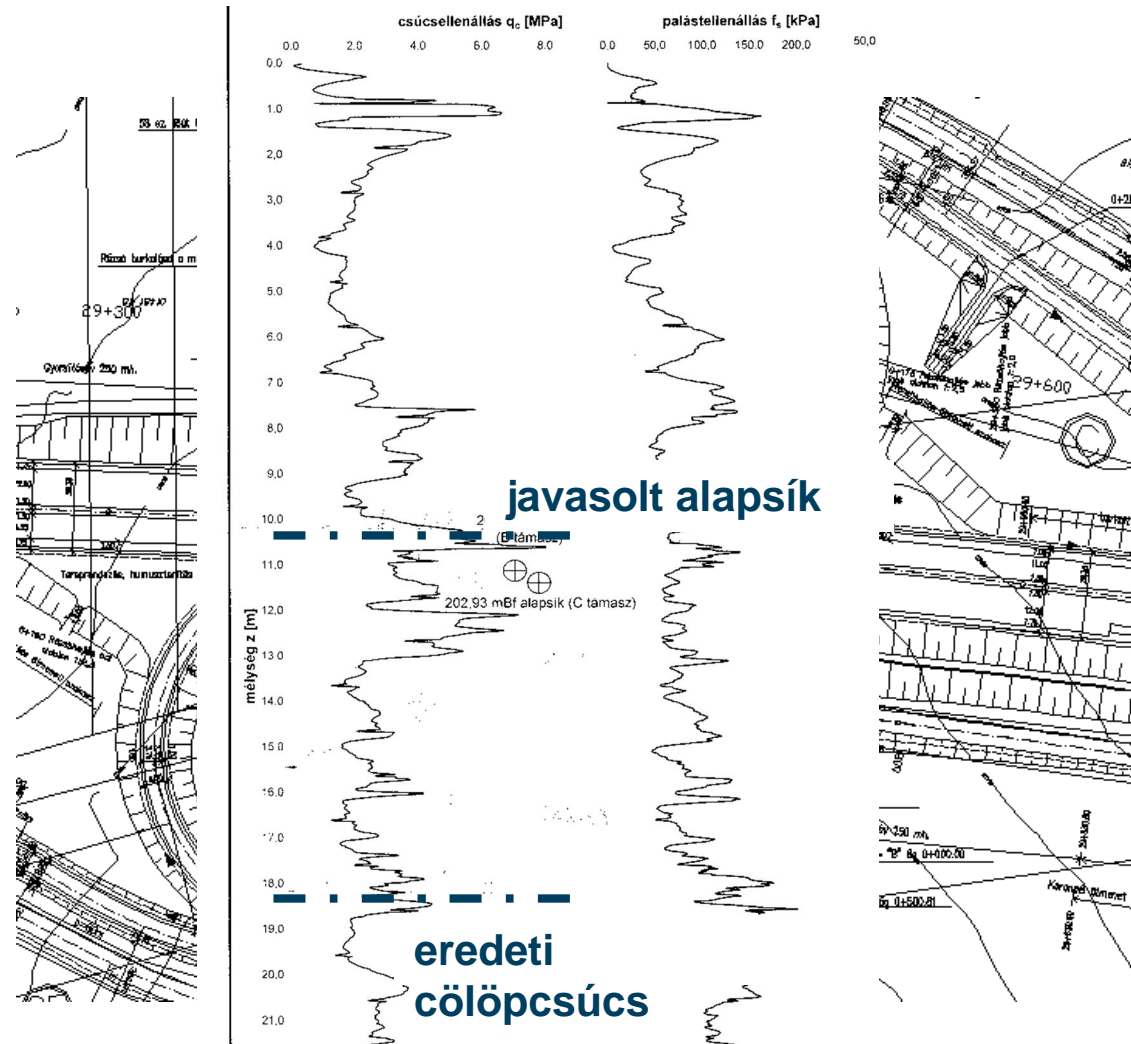
Utak geotechnikai
tervezésének általános
szabályai
General Rules of Geotechnical
Design of Roads

Terjedelem: 96 oldal

ÚT 2-1.222:2002

Autópálya csomóponti híd

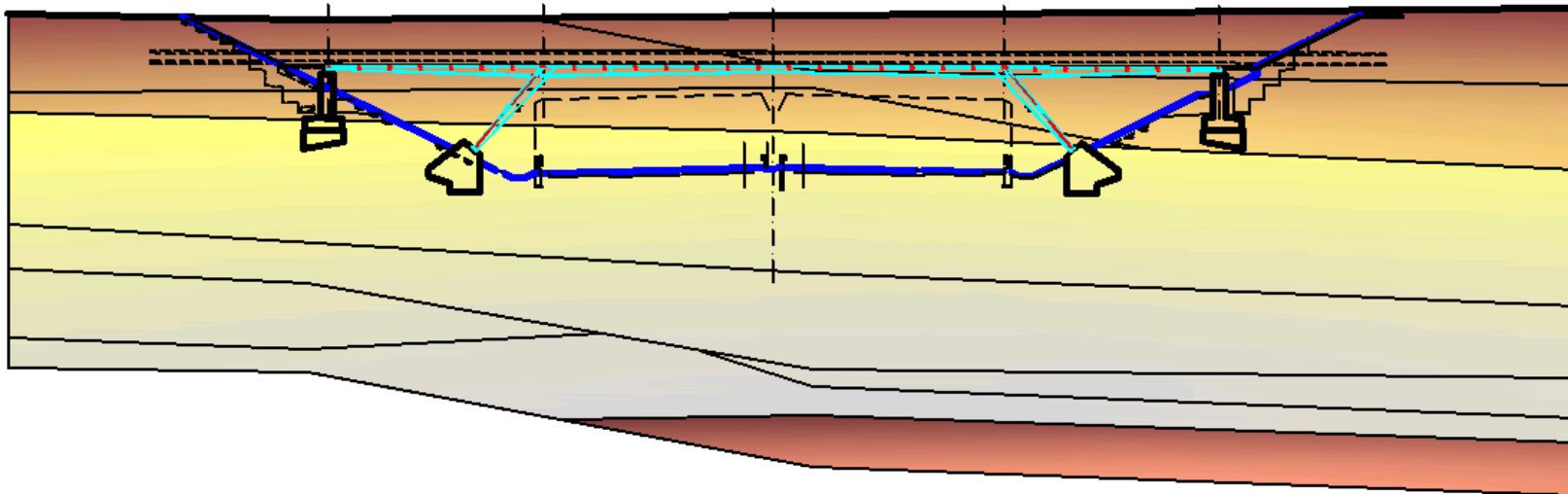
- Talajmechanikai előkészítés:
 - 2 db fúrás (23 - 28 m)
 - 1db dinamikus szonda
- Alapozás:
 - CFA cölöp
 - hídfőknél: 400 kN - 9m
 - pillérnél: 705 kN - 6m
- Kiegészítő geotechnika:
 - 2 db CPT (26 m)



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK TAPASZTALATAI AZ ELMÚLT ÉVEKBEN

14

Autópálya csomóponti híd



- Javaslat: a 10 m mély bevágásba kerülő műtárgy síkalapozása

Közúti hidak tervezése

- Követelmények megfogalmazása?

2.1.5. A talaj- és talajvízviszonyokra vonatkozó adatok az MSZ 4488 és MSZ 15 001 alapján, a talajfeltárás eredményeinek alapul vételével.

2.1.5.1. A talajfeltárás mértéke az *I.1. táblázat* szerinti legyen.

I.1. táblázat – Talajfeltárás mértéke

Műtárgy	Talajfeltárás mértéke
Átereszek és más, 2 méternél kisebb nyílású műtárgyak	Közelítő
10 méternél kisebb nyílású, egynyílású hidak	Egyszerű
Ennél nagyobb hidak, egyéb műtárgyak	Részletes

2.1.5.2. Vert cölöpalapozás tervezése esetén a talajfeltárást legkésőbb az építési terv készítése előtt, nehéz verőszondával végzett vizsgálattal is ki kell egészíteni.

2.1.5.3. Régi alaptest átalakítás nélküli felhasználása vagy szélesítése esetén minden esetben talajfeltárást kell végezni, kivéve akkor, ha a szükséges adatok korábbi talajfeltárás alapján rendelkezésre állnak.

A meglévő alaptest fő méreteit és az alapozás síkját a talajfeltárás során fel kell tární, és a feltárás eredményét a terven rögzíteni kell. Ez a feltárás akkor sem mellőzhető, ha az eredeti átadási tervből vagy építési naplóból a régi alapozás tényleges méretei meghatározhatók.

Közúti hidak tervezése

- Javaslat az új előírásra

A feltárások lehetőség szerint kövessék a támaszkiosztást. 20 m-nél kisebb támaszközök esetén mérlegelni lehet egy –egy feltárás elhagyását.

Engedélyezési tervhez a kiviteli tervi feltártság felét – kétharmadát kell elérni. A tenderhez készülő geotechnikai dokumentum készítésekor törekedni kell a kiviteli tervhez előírt teljes körű feltártság meglétére.

Keskeny vonalas jellegű építményeknél is csak akkor elegendő a vonal menti feltárás, ha közvetett adatokból biztonsággal megállapítható, hogy keresztirányban nincsenek lényegesnek ítéltető változások. 25 m-nél szélesebb szerkezetű hidak esetén indokolt a keresztirányú rétegződés feltárással való tisztázása is.

Amennyiben a statikus szondázás durva szemcsés talajok esetén, vagy nagy ellenállás miatt sikertelen, helyettesíthető dinamikus szondázással (DP), vagy fúrással.

A feltárások mélysége minden esetben igazodjon az alapozás várható méreteihez és terheléséhez, különösen az előkészítő fázis feltárásainál célszerű a várható kedvezőtlenebb esettel számolni. A feltárások mélységére vonatkozóan az MSZ EN 1997-2:2008 B mellékletében ajánlottak adnak útmutatást. Cölöpalapozás esetén a feltárás mélysége 4 – 5 cölöpátmérővel érjen a várható talpszint alá. Síkalapozás esetén a várható alapsík alatt a feltételezett alapszélesség háromszorosával mélyebb feltárás szükséges.

A műtárgyakhoz kapcsolódó töltések, bevágások hatása, méretei a feltárások távolságának és mélységének meghatározásakor külön mérlegelendők.

Ha a feltárások egy nagy teherbírású összletben ellehetetlenülnek és geológiai adatokkal igazolható, hogy az elért mélység alatt bizonyosan a már feltárt adottságnál kedvezőtlenebb talajok nem várhatóak, a feltárások javasolt mélysége csökkenthető.

A CPT szondázások és fúrások, valamint laboratóriumi vizsgálatok tegyék lehetővé a talajok alakváltozási és nyírószilárdsági viselkedésének meghatározását.

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK TAPASZTALATAI AZ ELMÚLT ÉVEKBEN



17

Tendereztetés körülményei

- Feladat:
 - 2 x 1 sáv főút, 12 m korona
 - 11 km nyomvonal erősen szabdalt dombvidéki területen
 - Jelentős töltés - bevágás igények, kapaszkodó sáv
 - 2 db völgyhíd 180 m, 600 m
- Adat, előzmény: tanulmányterv
 - Magassági vonalvezetés bizonytalan
 - Töltés - bevágás mennyiségek nem véglegesek
 - Diszpozíciós terv nincs
- Kiírás: eng.terv + kv.terv + anyaggyerőhely vizsgálat

2. Kézdi Árnád Eméltkonferencia - 2010. november 19.

Tendereztetés körülményei

- Tartalmi követelmények:
 - Engedélyezési terv:
 - Híd: Talajmechanikai szakvélemény és földtani ismertető
 - Út: Részletes geotechnikai vizsgálat, a felszíni kibúvásos rétegek vizsgálata, biztosítani kell, hogy "esetleges lecsúszások nem érintenek az út sávján kívül eső területeket
 - Kiviteli terv:
 - Mint előző fázisnál, de ÚT 2-1.222 betartásával, "Az esetleges nyomvonal-módosításokból (vagy másból) eredő pótfeltárásokat és azok szakvéleményét (az út és hídépítési tervekkel összhangban) el kell készíteni."
 - Teljes körű anyaggyerőhely vizsgálat

Tendereztetés körülményei

- Szerződéses feltételek:
 - Műszaki előírások, jogszabályok menet közbeni módosulását követni kell
 - A helyszín és környékének megközelítése, bejárás, zöldkár egyeztetése
- Tervező feladata
- Elbírálás szempontjai:
 - Ár



36



100



138

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

20

- Tervezői művezetés hiánya
- Visszacsatolás?
- Értékelés?
- Csak a probléma bekövetkezte utáni jelzés

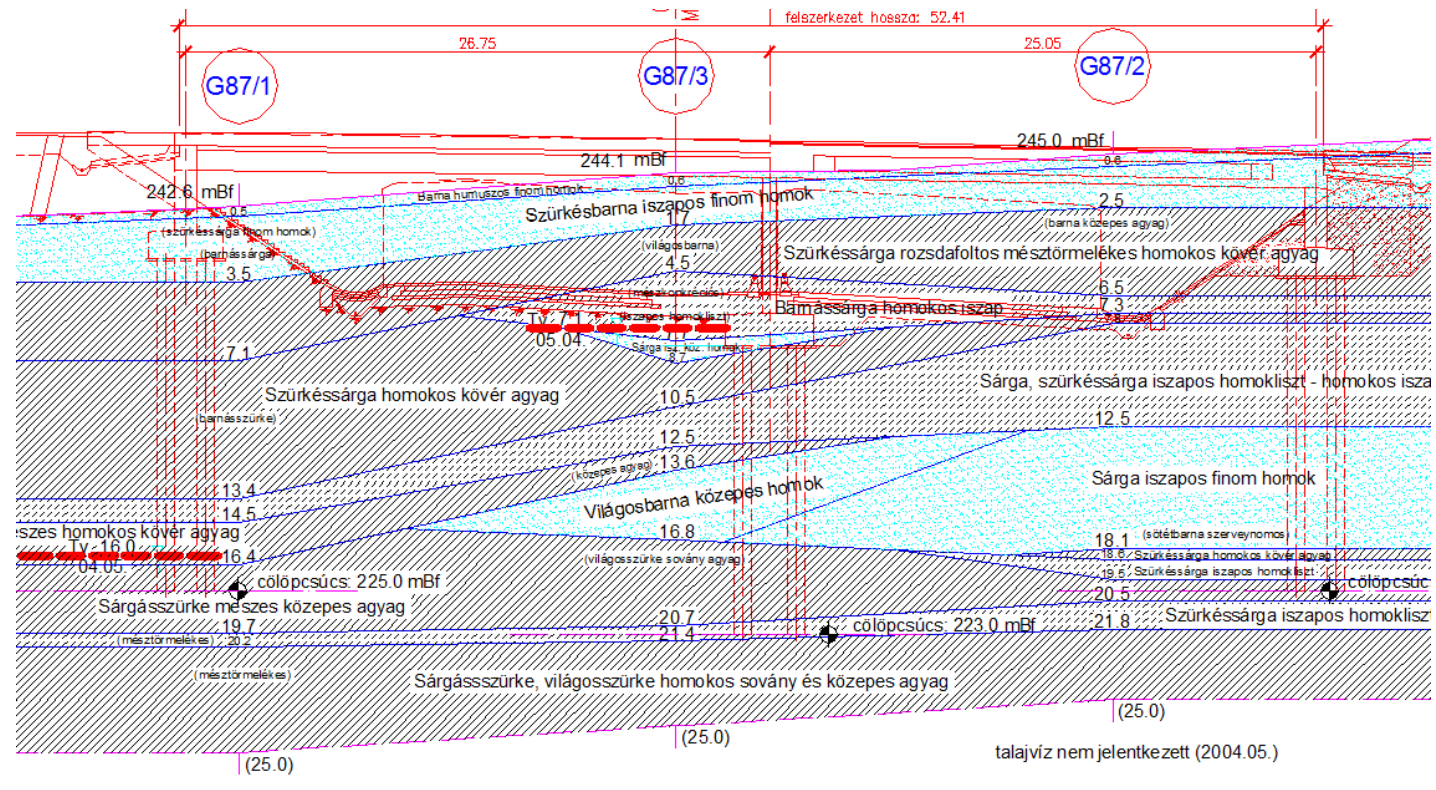


2. Kézdi Árpád Emlékkonferencia – 2010. november 19.

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

- Tervezői művezetés hiánya
- Visszacsatolás?
- Értékelés?
- Csak a probléma bekövetkezte utáni jelzés

- Példa: bevágásban víz megjelenés



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

22

- Példa: bevágásban víz megjelenés



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

23

- Példa: bevágásban víz megjelenés



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

24

- Példa: bevágásban víz megjelenés



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

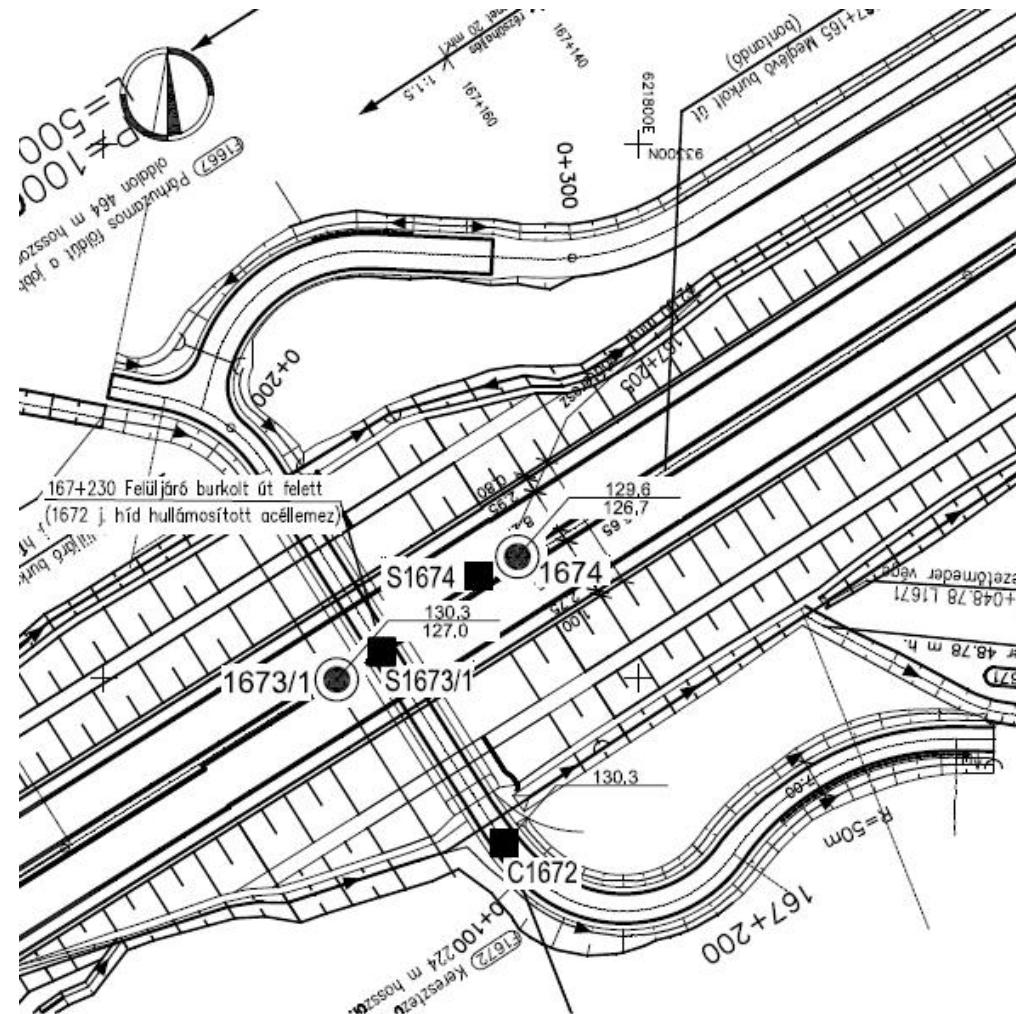
- Példa: bevágásban víz megjelenés
- Másik helyszín - másképp történt



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

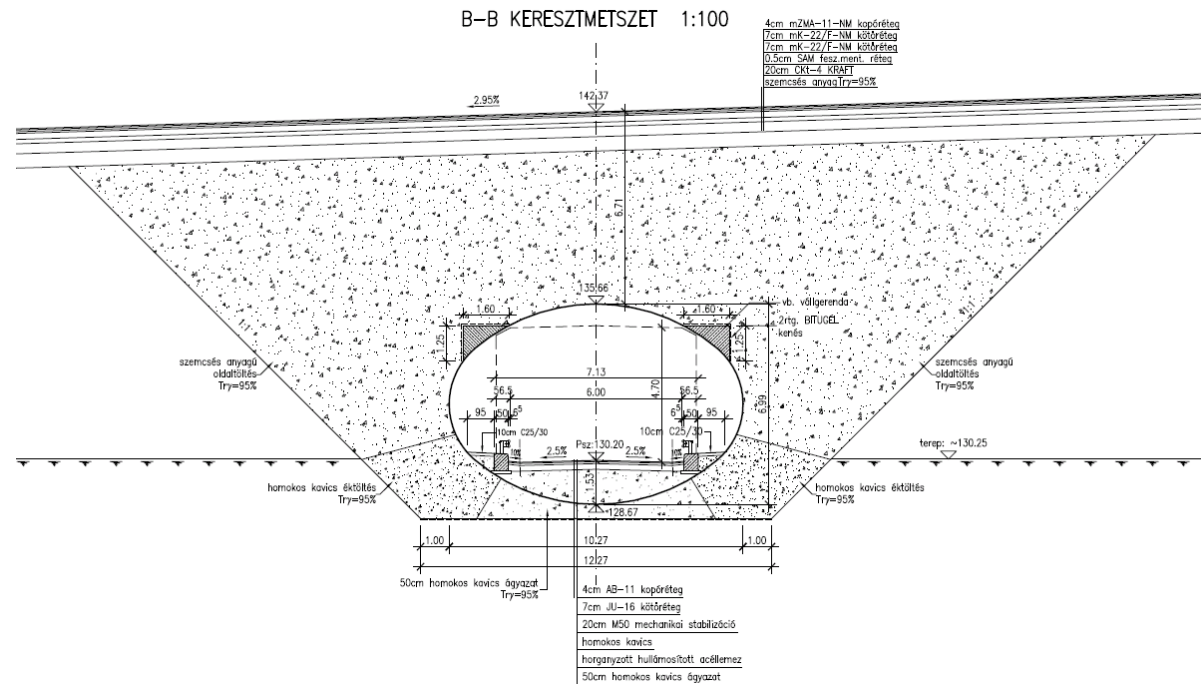
26

- Autópálya - földút keresztezés
- Hullámacél hídszerkezet



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

- Autópálya - földút keresztvezés
- Hullámacél hídszerkezet

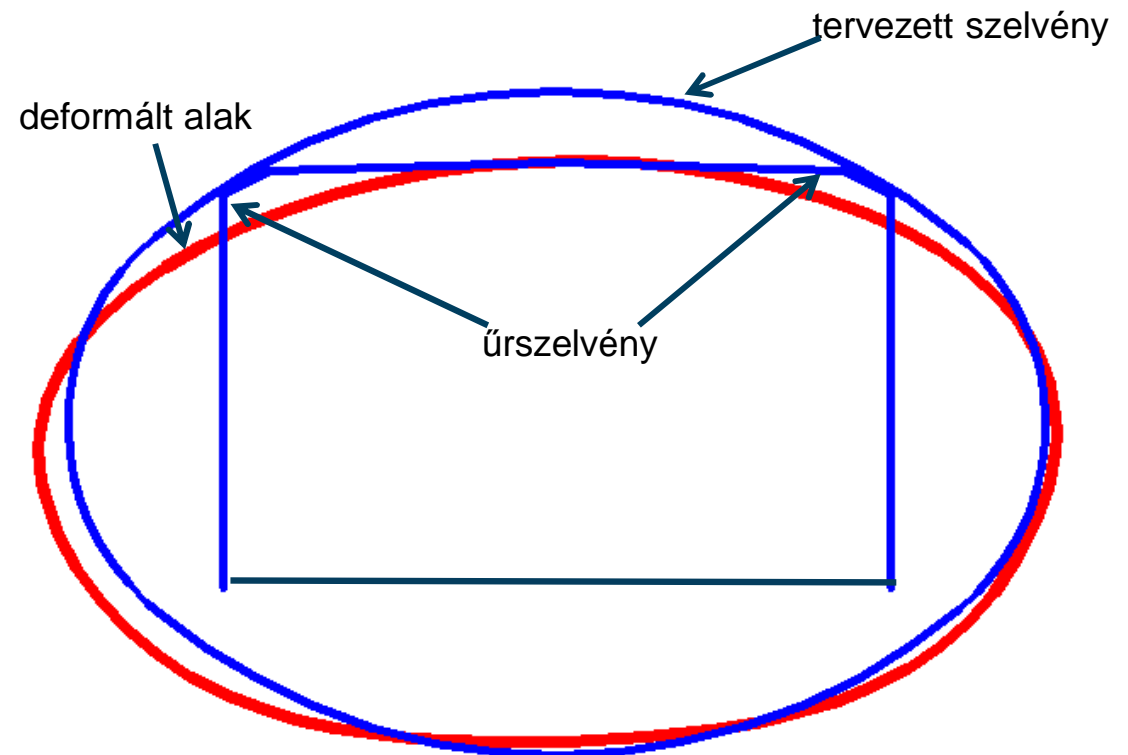


KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

- Igényes beépítési technológia
- Gyártó beépítési javaslata
- Kivitelező másképp gondol
- Eredmény: deformáció



- Igényes beépítési technológia
- Gyártó beépítési javaslata
- Kivitelező másképp gondolja
- Eredmény: deformáció



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - PROBLÉMÁK

30

- Megerősítési igény:
új szerkezet



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

1. HÍDALAPOZÁSOK VÉGLEGESÍTÉSE CÖLÖP PRÓBATERHELÉSSEL

- Összevont próbaterhelési programok:
 - M3: 44 db
 - M6: 47 + 71 db
 - M31: 12 db
 - M0-D2: 14 db
- Csoportosítás, statikus terhelés kiváltása kalibrált dinamikus terheléssel



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

1. HÍDALAPOZÁSOK VÉGLEGESÍTÉSE CÖLÖP PRÓBATERHELÉSSEL

32

- Értékelés
 - Fajlagos értékek felvétele térségi adatbázisból (τ - σ)
 - Hibák, kiugró adatok értékelhetősége
 - Adatbázis létrehozása
 - CPT-n alapuló számítások pontosítási lehetősége

CPT korrekciók

A CPT-n alapuló számítások során a mért csúcsellenállással együtt kezelendő tényezők:

- A talaj állapot jellemzői**
 - Tömörség, konzisztencia index
- Talajvíz helyzete**
 - Átázottság szintje
- CPT által mért összes adat**
 - Pórusvíznyomás (u), ill. sűrűlási arányszám (R_f)
- Csúcsellenállás (q_c) görbe változékonysága**
 - Rétegzettség mértéke
- Talajok egyedi összetevői**
 - Mészkonkréciók, törmelékek stb. jelenléte

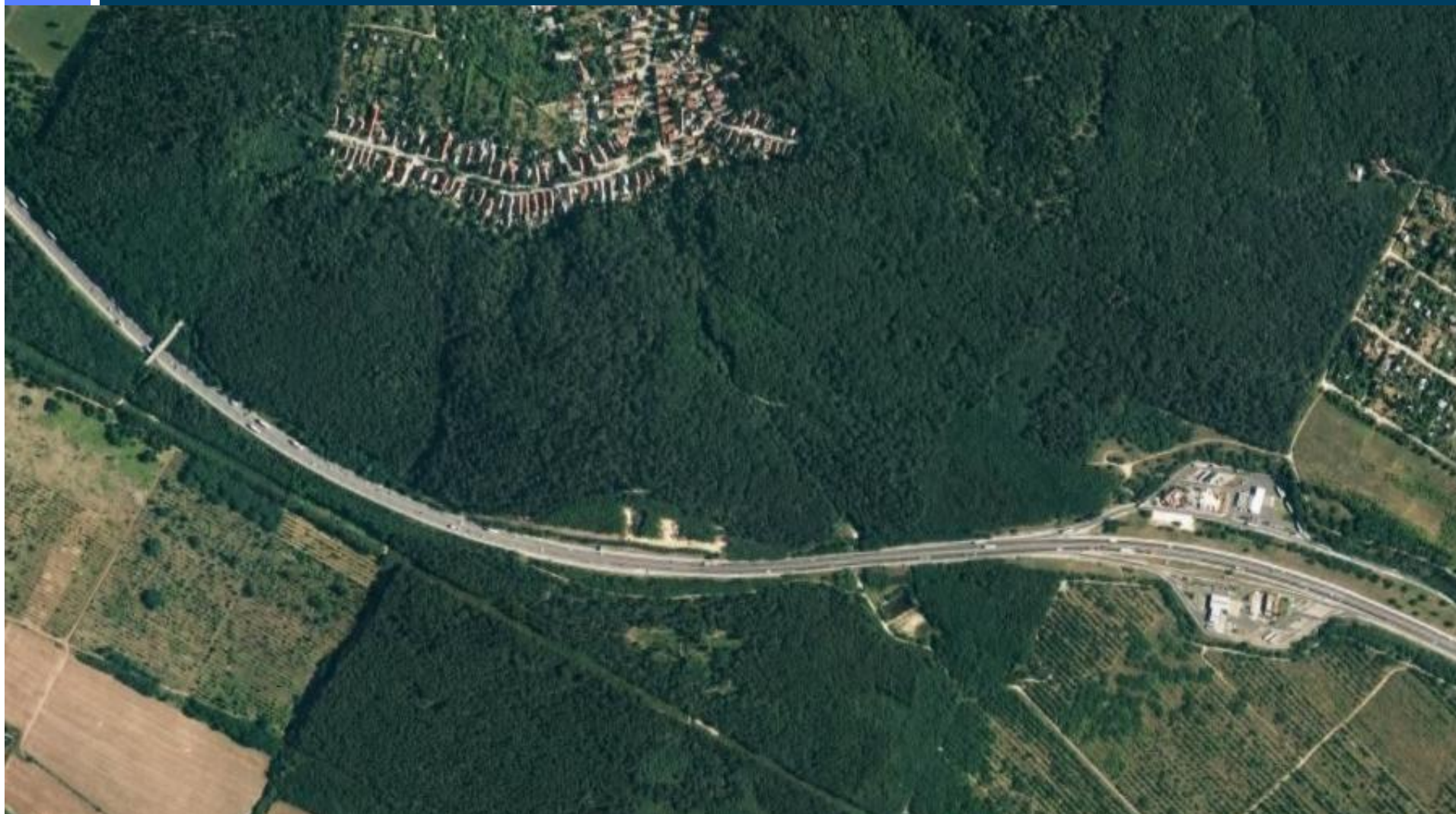


KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT



33



2. Kézdi Árpád Emlékkonferencia – 2010. november 19.

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

34



Helyreállítás, biztosítás

- Rézsűlaposítás
- Kőrakat lábmechtámasztás

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

35

⊕ 250.0 mBf

⊕ 247.5 mBf

⊕ 245.0 mBf

⊕ 242.5 mBf

⊕ 240.0 mBf

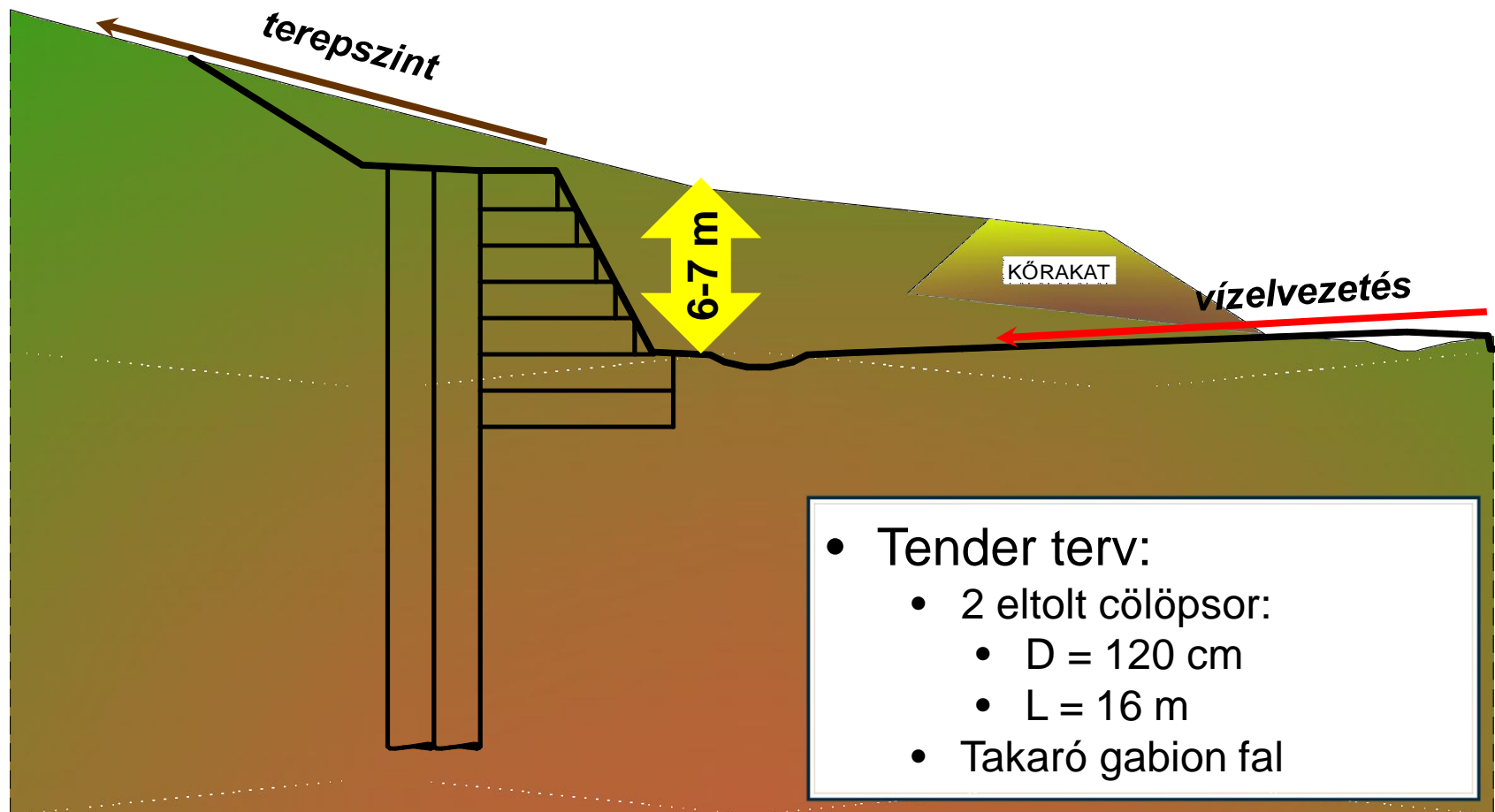
⊕ 237.5 mBf

⊕ 235.0 mBf

⊕ 232.5 mBf

⊕ 230.0 mBf

⊕ 227.5 mBf

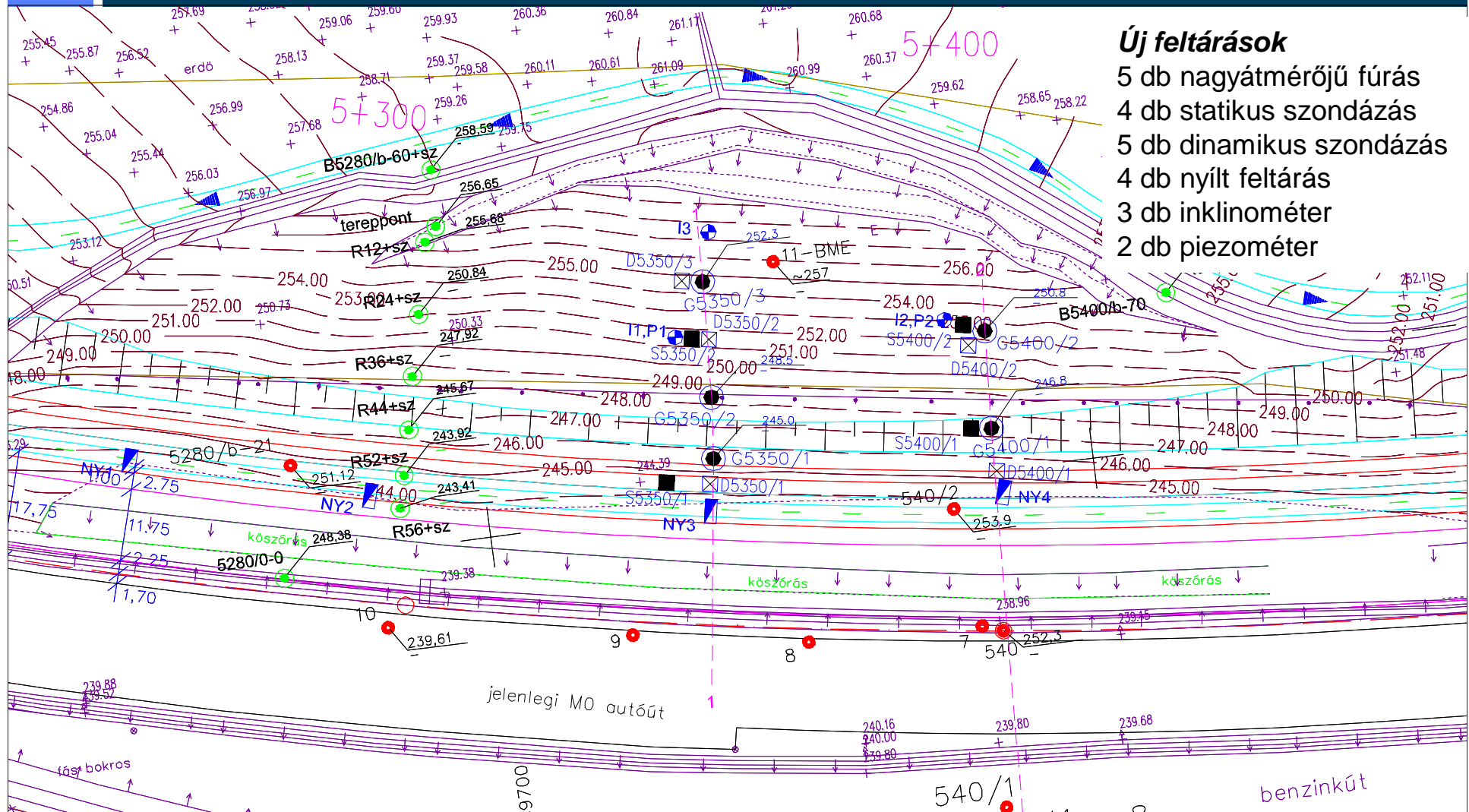


KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT



36



Új feltárások

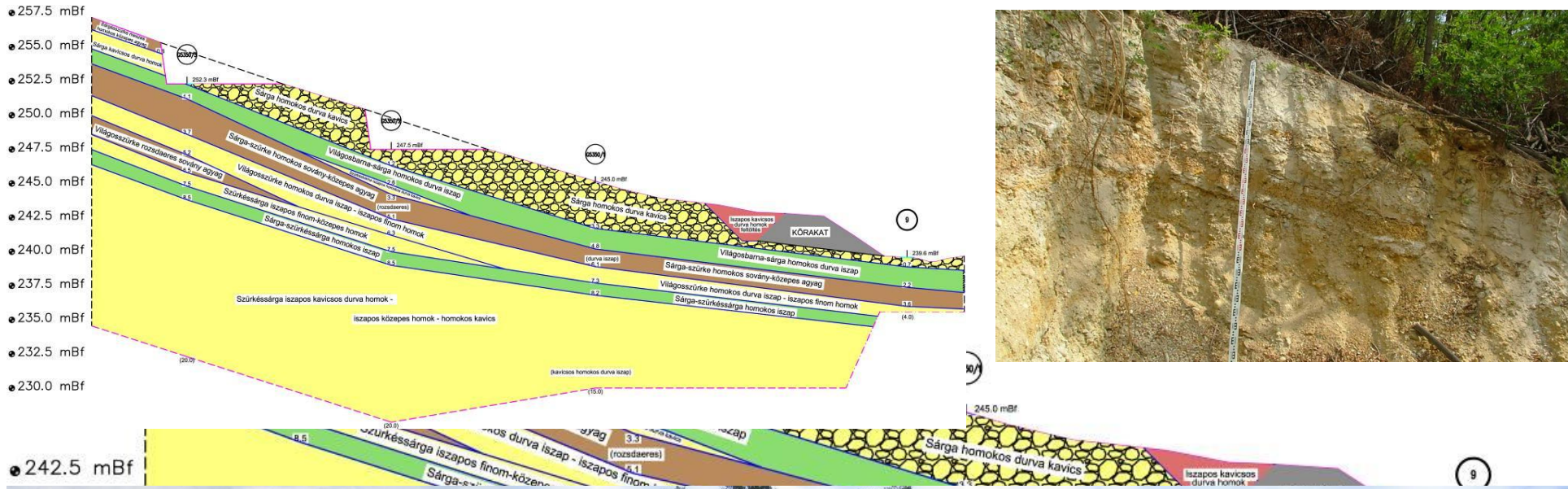
- 5 db nagyátmérőjű fúrás
- 4 db statikus szondázás
- 5 db dinamikus szondázás
- 4 db nyílt feltárás
- 3 db inklinométer
- 2 db piezométer

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

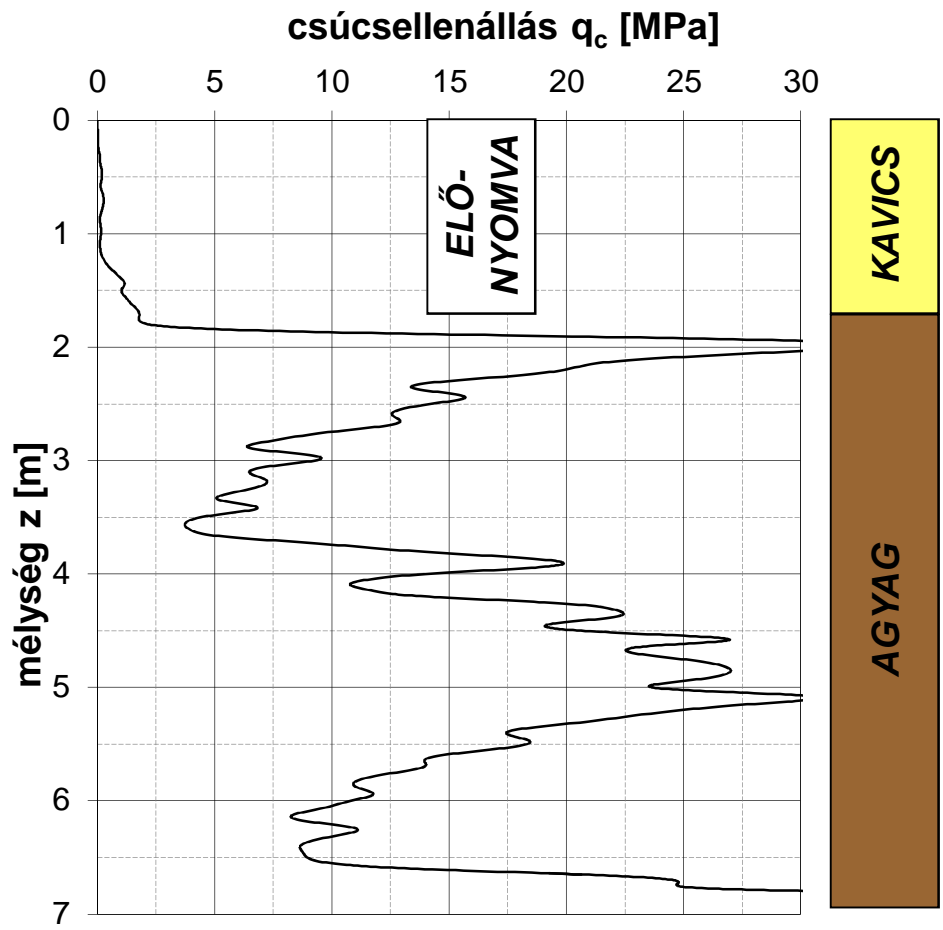
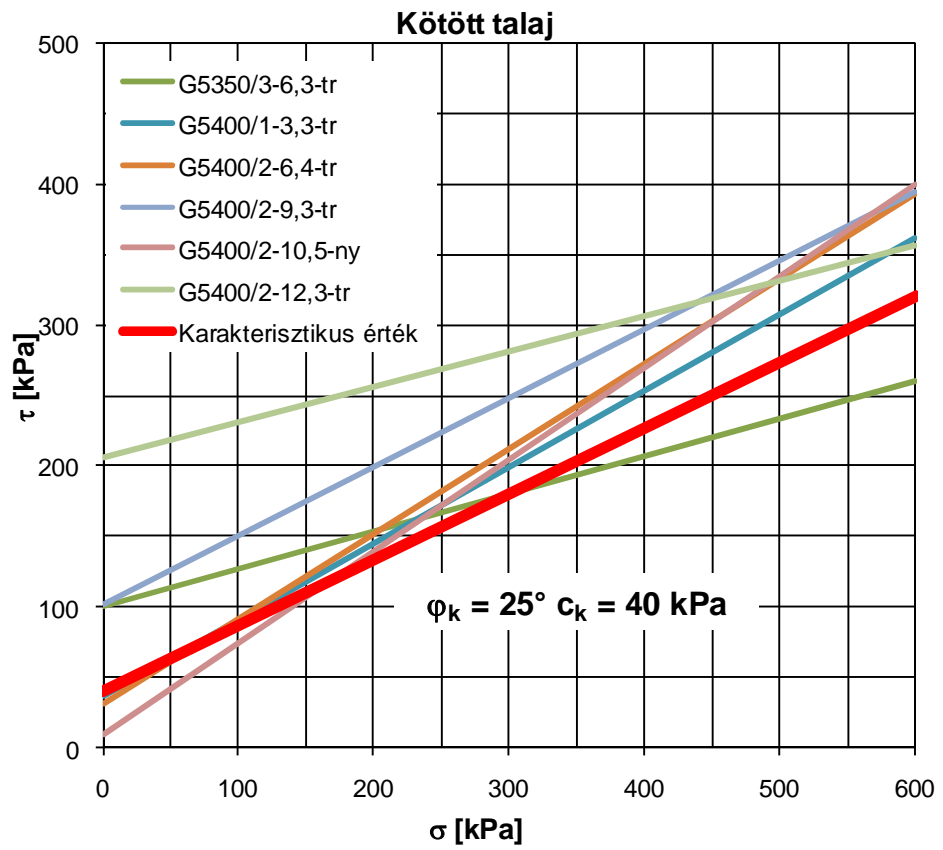


37



2. Kézdi Árpád Emlékkonferencia – 2010. november 19.

Nyírószilárdsági vizsgálati eredmények



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT



39

Új feltárások

- Rétegződés megismerése
- Nyírószilárdsági paraméterek alapos meghatározása



Modellezés

- Korábbi mozgás
- Megtámasztó szerkezet optimalizálása

Számítások

- Plaxis V8

- Állékonyság: φ -c redukció \rightarrow biztonság: $n = \frac{c_{tényl}}{c_{szüks}} = \frac{tg \phi_{tényl}}{tg \phi_{szüks}}$
- Gyenge réteg: interface (R_{inter})
- Talaj: felkeményedő anyagmodell (HS)

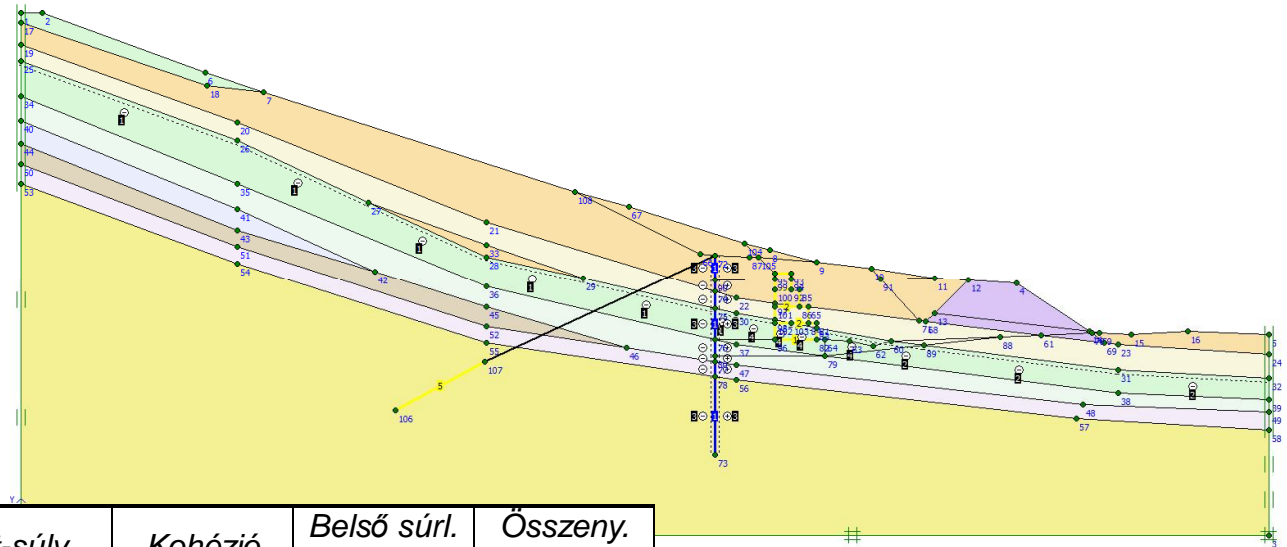
- 5+350 km szelvény:

- Korábbi mozgás helye
- Legvastagabb felső szemcsés réteg

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

5+350 km szelvény – elvi elrendezés



Ssz.	Talaj megnevezése	Térfogat-súly γ [kN/m ³]	Kohézió c [kN/m ²]	Belső súrl. szög ϕ [°]	Összeny. modulus E_s [MN/m ²]
1	homokos durva kavics	21	10	32	25
2	homokos durva iszap	20	20	24	12
3	hom. sov. - köz. agyag	20	30	22	12
4	hom.iszap-isz.f.homok	20	3	30	15
5	sovány agyag	19	40	25	15
6	iszapos fi-köz homok	21	3	32	20
7	homokos iszap	20	30	24	20
8	kavicsos homok	21	10	36	30
9	kőrákat	23	15	44	50

Talajmodell

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

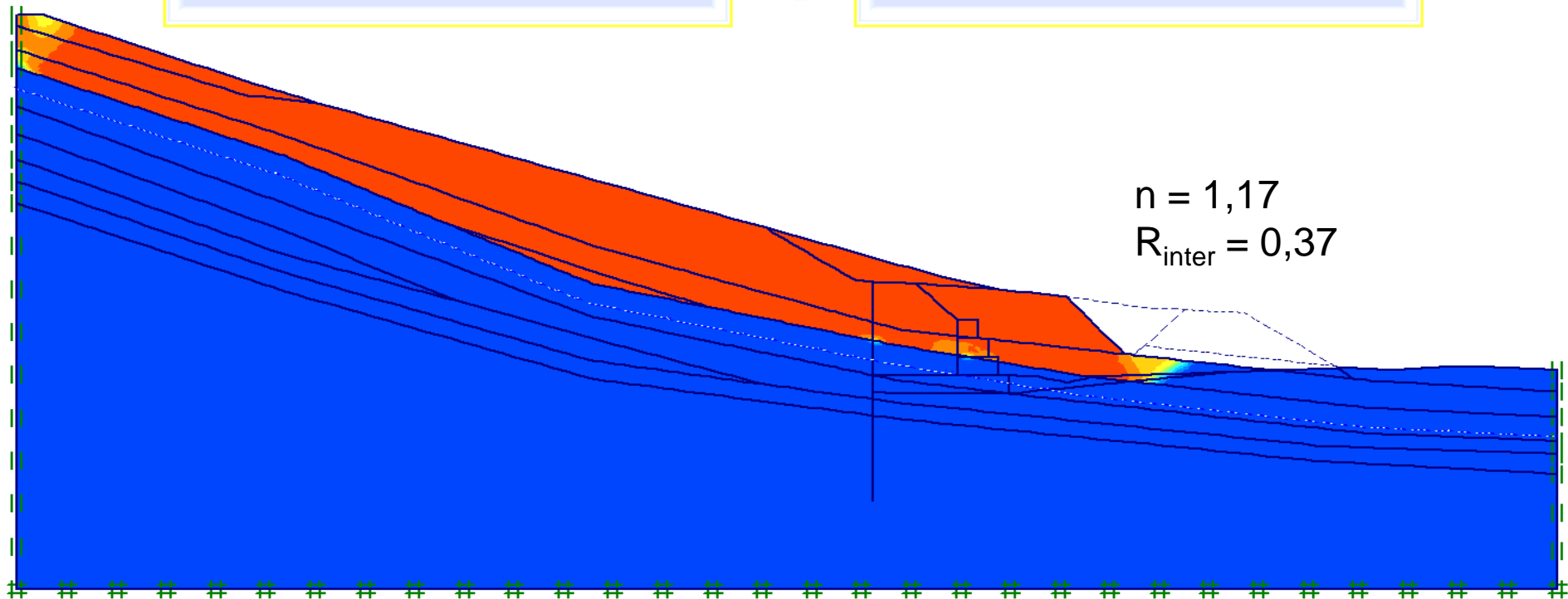
41

Korábbi mozgás vizsgálata – gyenge réteg nélkül

Tömegében leromlás nem
valószínűsíthető



Blokkos mozgás



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT



42

Megtámasztás feladata

- Blokkos mozgás megakadályozása
- Jelentős nyíróerő felvétele
- Lecsúszó réteg gyenge síkon mozog
- Alatta kedvező megtámasztási viszonyok
- Hátról érkező rétegvizek kivezetése

Megoldás

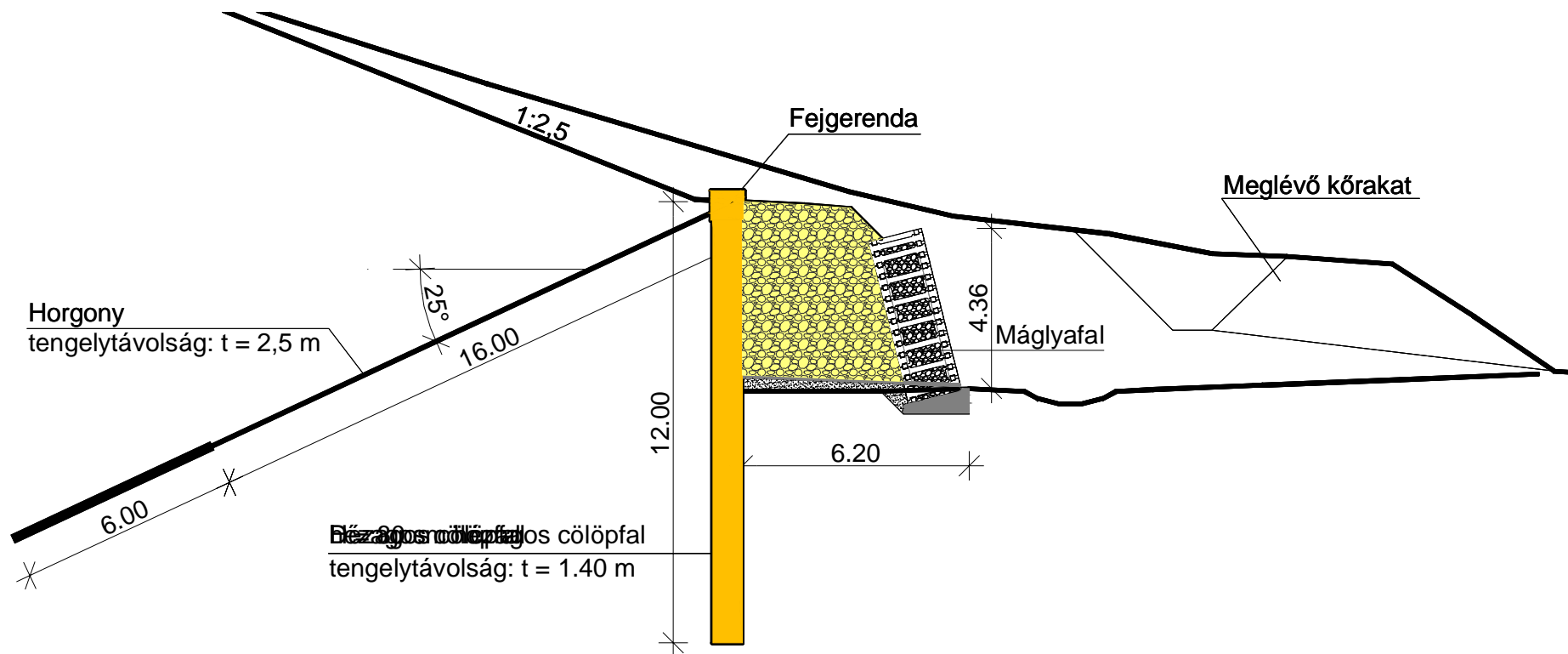
- Tönkremeneteli mechanizmus
→ megtámasztó tömeg
- Tömeg + súrlódási erő
- Építés közben: függőleges fal

KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

43

Javasolt szerkezet - mintakeresztmetszvény



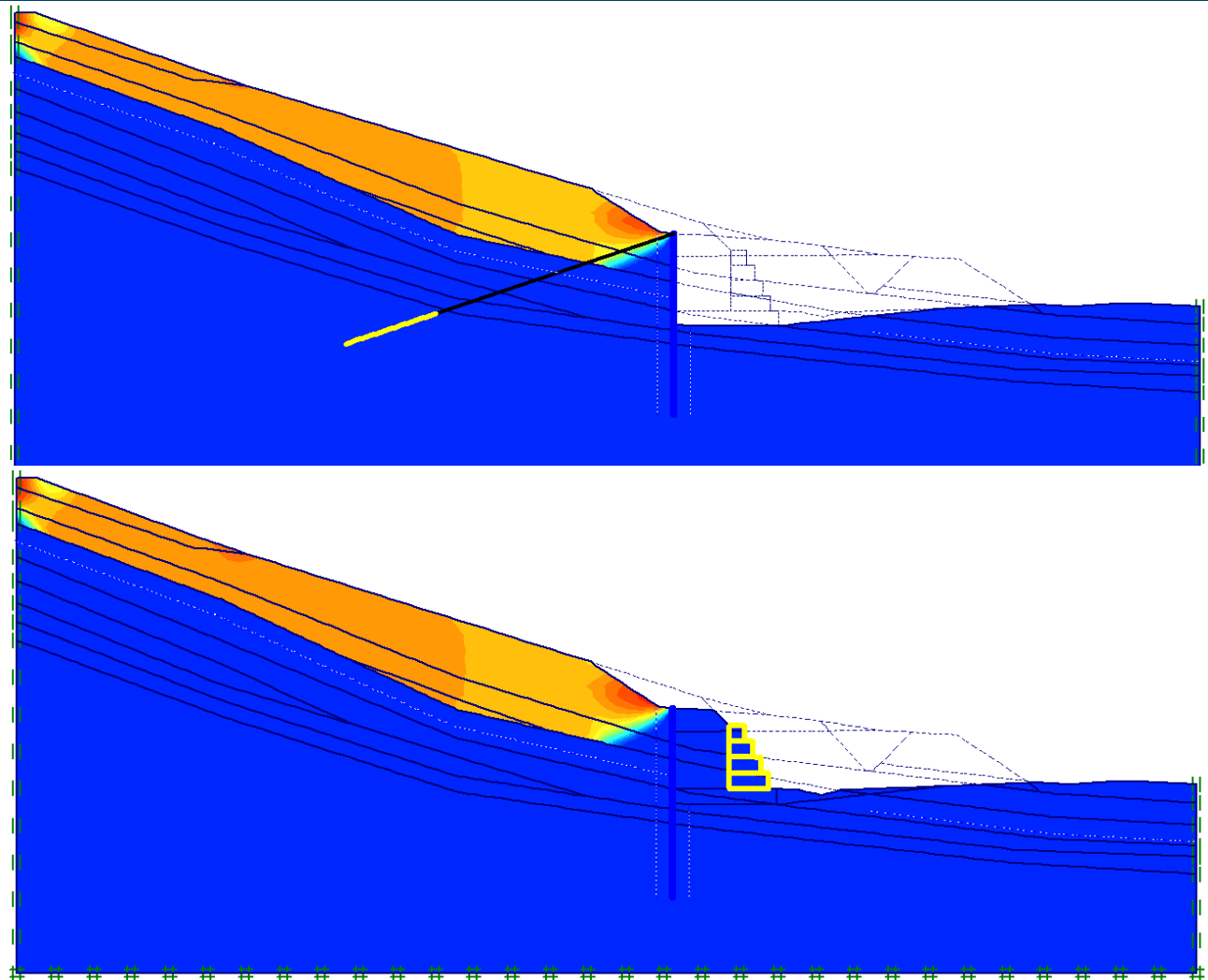
KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

Építési állapot

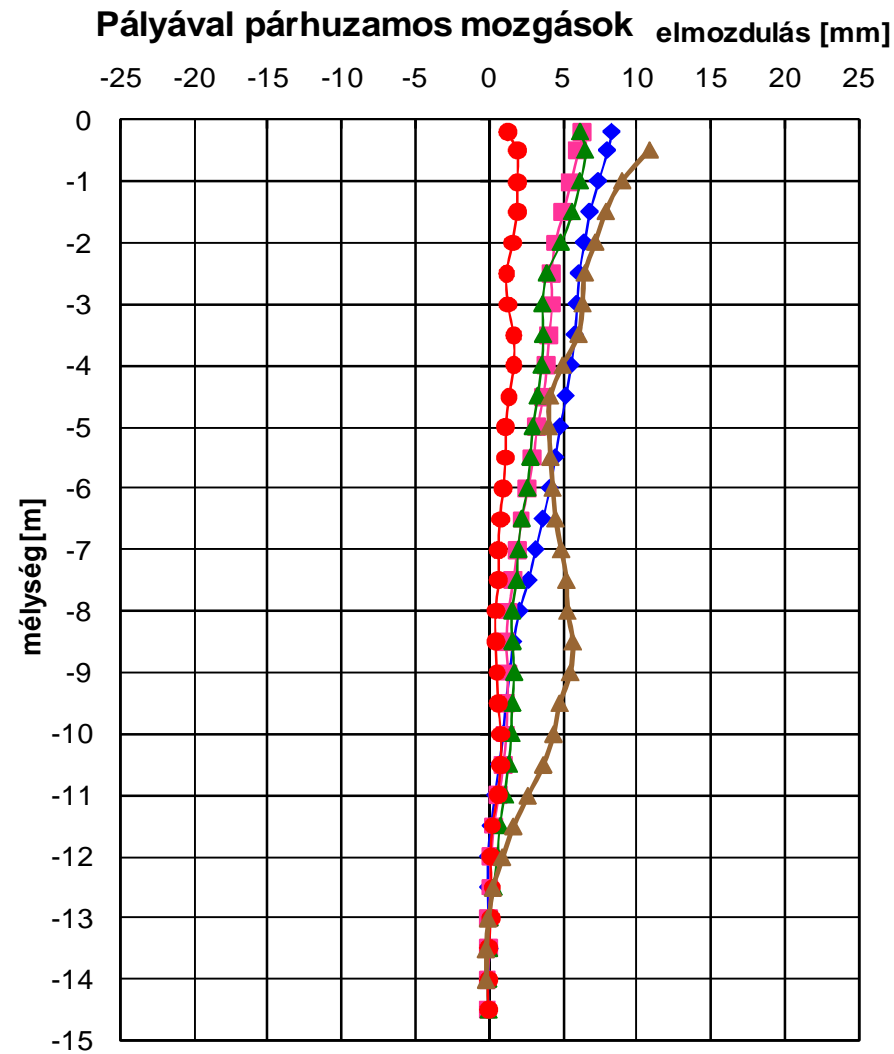
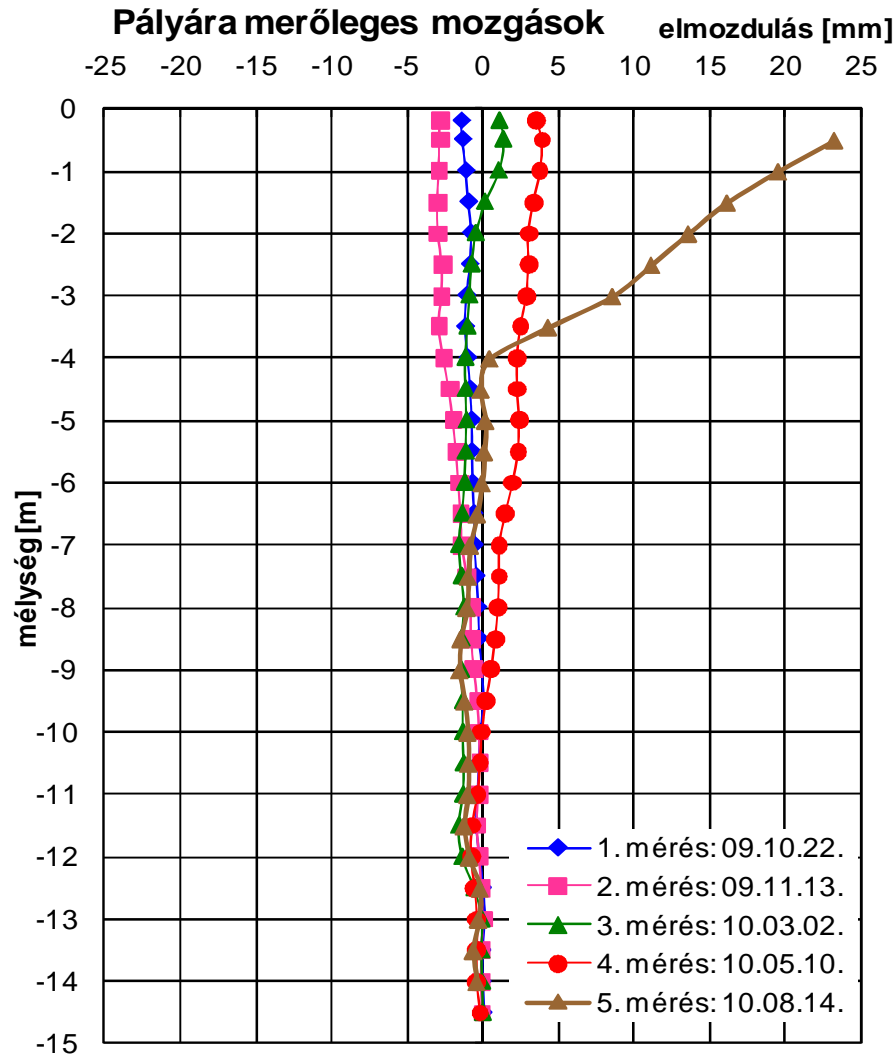
$n = 1,5$

Végleges állapot



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

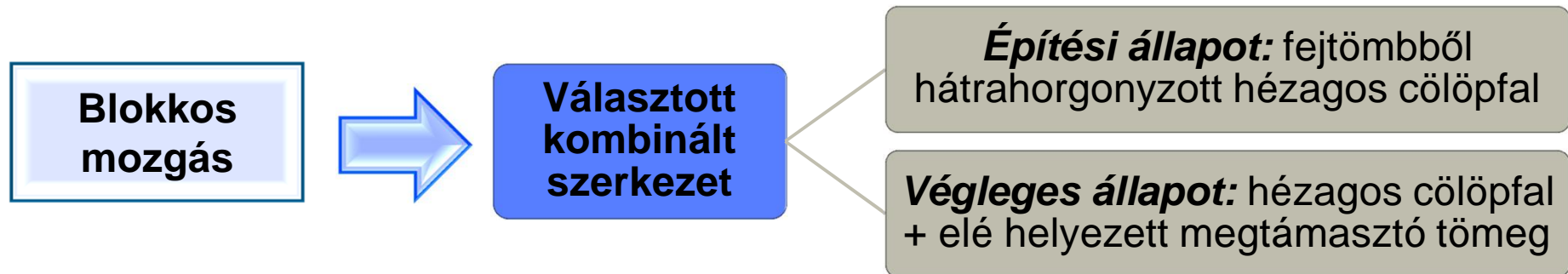
2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT



KÖZÚTFEJLESZTÉSI PROJEKTEK KIVITELEZÉSE - JÓ PÉLDÁK

2. TÁMSZERKEZET VÉGLEGESÍTÉSE KIVITELEZÉS ALATT

46



2. Kézdi Árpád Emlékkonferencia – 2010. november 19.

- Körültekintő feltárás
- Pontos, értékelt
adatközlés
- Tervezés végigkövetése
- Kivitelezés közbeni
ellenőrzés, értékelés



SZEMLÉLETVÁLTÁS A GEOTECHNIKAI ELŐKÉSZÍTÉSSEN HOL TART MA A GYAKORLAT?



48



Köszönöm megtisztelő figyelmüket!