Part of innogy

elmű hálózat

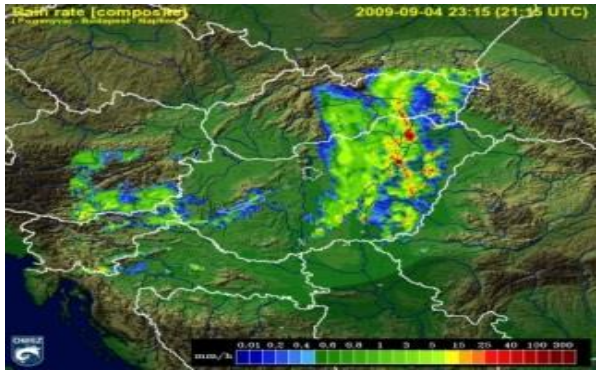
VÁLTOZÓ IDŐJÁRÁSI KÖRÜLMÉNYEK, MEGNÖVEKVŐ TÁVVEZETÉKI TERHEK - FŐELOSZTÓHÁLÓZATI VÁLASZ A KIHÍVÁSRA

Új 132 kV-os oszlopcsalád kifejlesztése és a nagyminta kísérlet eredményei

Előadó: Sajtos Sándor

ELMŰ-ÉMÁSZ Hálózat 2019. szeptember 19.

IDŐJÁRÁSI HATÁSOK KEDVEZŐTLEN IRÁNYÚ VÁLTOZÁSA



A tudományos megfigyelések, elemzések, előrejelzések és a napi üzemviteli tapasztalatok egy irányba mutatnak – AZ OSZLOPSZERKEZETEK IGÉNYBEVÉTELE JELENTŐS MÉRTÉKBEN NÖVEKSZIK

A KÖRNYEZETI KIHÍVÁSOK KIKÉNYSZERÍTIK A VÁLTOZÁST - ELŐZMÉNYEK

MSZ 151 szerinti, meglévő vezetékek → **Felkészülés, kockázatcsökkentés**

64. Vándorgyűlés - 132 kV-os szabadvezetékek vagy szabadvezeték szakaszok műszaki biztonságának kockázat-alapú értékelése, különös tekintettel az időjárási körülmények kedvezőtlen irányú változására

Újonnan létesítendő vezetékek → **MSZ EN 50341-1:2013 és MSZE 50341-2:2014***

65. Vándorgyűlés - Megváltozott tervezési szabvány, Válaszok és megoldások

Emlékeztetőül: →

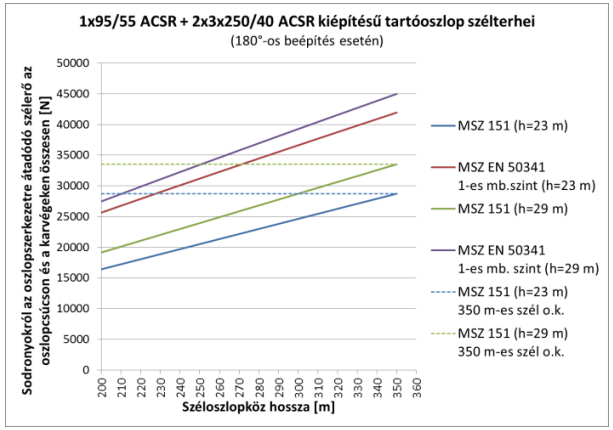
132 kV - Budapest I és Budapest II oszlopcsalád

↓

A KIVITELEZÉSI ÉS MŰHELYTERVEK ELKÉSZÜLTEK

↓

Ellenőrzés szükséges: eddig még nem alkalmazott előírások teljesülése + szerelhetőség



2x3x250/40 ACSR + 1x95/55 ACSR oszlop - 350 m-es széloszlopköz 210-270 méter közé csökken

Nem teljesülnek a szerkezeti, villamos és személyi biztonsági előírások sem

* **Megjegyzés:** *Az MSZE 50341-2:2014 szabvány idén újra ki lett adva MSZE 50341-2:2019 néven.*

AZ OSZLOPOK ELLENŐRZÉSE – NAGYMINTA KÍSÉRLET ÉS PRÓBASZERELÉS, EREDMÉNYEK FELHASZNÁLÁSA

Az oszlopszerkezet megfelel, ha

- **egy percen át képes a specifikált határterheket (100%-os szint) látható helyi maradó alakváltozás (pl. elgörbülés, kihajlás),**
- **és a szerkezeti elemek vagy alkatrészek törése nélkül elviselni,**
- **csak a csavarkapcsolatok megcsúszása következtében alakul ki maradó alakváltozás (ezt el kell fogadni).**

A NAGYMINTA KÍSÉRLET ÉS A PRÓBASZERELÉS EGYÜTTMŰKÖDŐ SZEREPLŐI ÉS FŐ FELADATAIK

Hálózati Engedélyesek

- Műszaki kiírás és pályáztatás
- Kísérleti helyszín biztosítása
- Szerződések megkötése
- Organizáció

Tervező (ELINOR)

- Mértékadó terhelési esetek meghatározása
- Szerelési terhek modellezése
- Kísérleti program összeállítása
- Közreműködés az értékelésben és dokumentálásban
- Tervek módosítása - FOLYAMATBAN

Kivitelező (MVM OVIT)

- Tervezés (csonkok, kombinált alap)
- Kivitelezés, próbaszerelés
- Nagyminta kísérlet az első meghibásodásig
- Bontás, rekultiváció
- Szemrevételezés
- Értékelés és dokumentálás

A NAGYMINTA KÍSÉRLET MENETE – LEBONYOLÍTÁS AZ MSZ EN 60652 SZABVÁNY ALAPJÁN

1. **A kísérlet elvégzésének sorrendje: 1. OT+0 2. OF+0 (Budapest I és II)**
2. **A kísérleti program szerint kell eljárni: a Tervező által előírt terhelő erő leképezés, kötél elrendezés, terhelő erők és terhelési lépcsők alapján**
3. **A terhelő erők folyamatos kontrollja**
4. **Elmozdulás mérés: alaphelyzetben, terhelési lépcsőnként és a tönkremenetel állapotában**
5. **A 100 %-os terhelés fenntartása 1 percig**
6. **A 100%-os szint elérését követően az oszlop terheinek egyenletes növelése az első szerkezeti elem LÁTHATÓ ÉS MARADÓ meghibásodásáig**
7. **A meghibásodást követően a terhelő sodronyok egyenletes tehermentesítése**
8. **Az oszlop elemeinek magasban történő átvizsgálása, a talajról nem észlelhető további sérülések regisztrálása (kosaras kocsiból)**

A BUDAPEST I és II OSZLOPOKKAL KAPCSOLATOS ÁLTALÁNOS STATIKAI TAPASZTALATOK ÉS JAVASLATOK

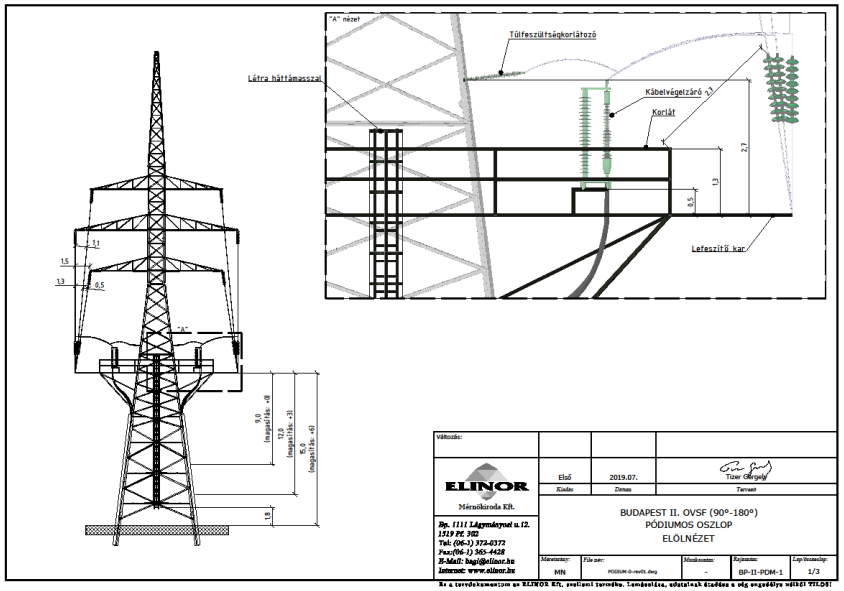
1. A Budapest I oszlopok viszonylag alacsony tartalékkal rendelkeznek, ezért a tartalék és a csavarással szembeni ellenállás növelése javasolt (az oszlopok felső részén egy mérettel nagyobb szelvények alkalmazása bizonyos rudak esetében – ez kismértékű változtatást jelent).
2. A Budapest II oszlopok viszonylag magas tartalékkal rendelkeznek, ezért megfontolandó:
   - az 1. megbízhatósági szinthez elegendő tartalékok optimalizálása (anyagtakarékosság),
   - a 2. megbízhatósági szint eléréséhez szükséges erősítések elvégzése.
3. A fenti megállapítások az OSF és OVSF oszlopokra is kiterjeszthetők.

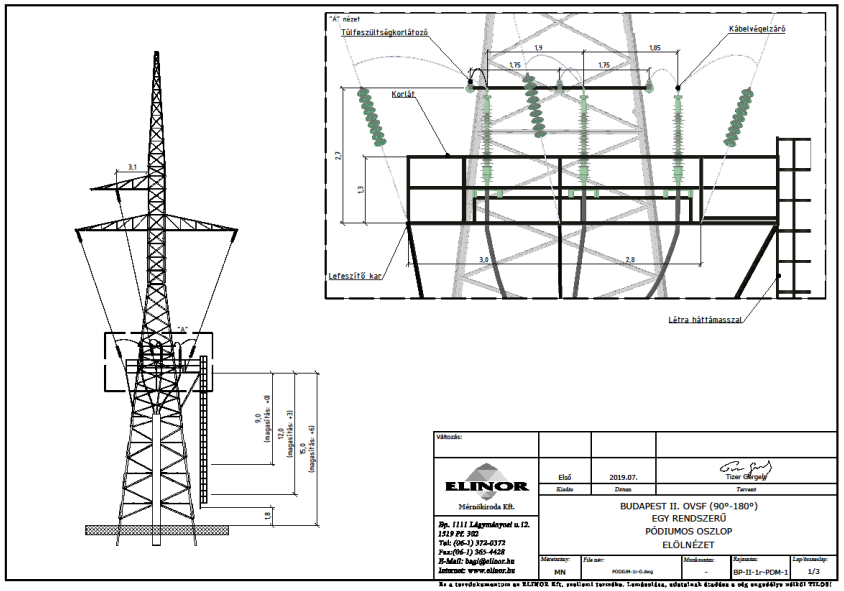
Mindkét oszloptípus statikai állapota jelenleg is megfelelő: a 100%-os igénybevételi határértéket képesek voltak 1 percen át globális tönkremenetel nélkül megtartani.

KITEKINTÉS

132 KV-OS KÁBEL ÉS SZABADVEZETÉK CSATLAKOZÁSÁRA ALKALMAS PÓDIUMOS OSZLOP FEJLESZTÉSE

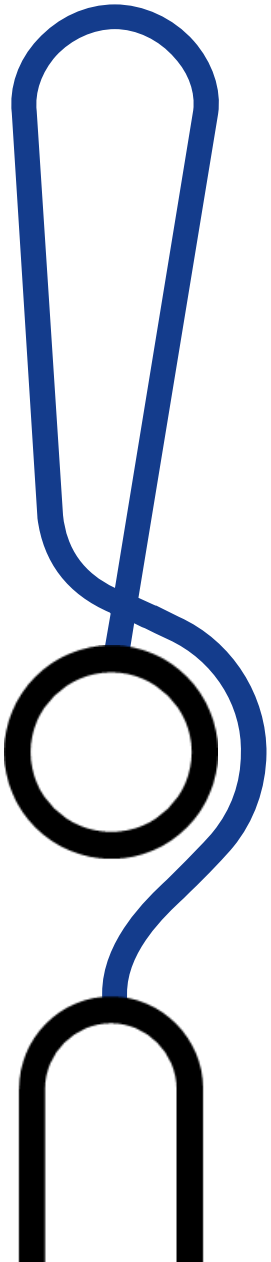
- Tervezési követelmények: Ajánlati Műszaki Dokumentáció (ELMŰ-ÉMÁSZ)
- Tervező ELINOR Mérnökiroda Kft.
- Budapest II OVSF oszlop, száraz kábelvégelzárók (elsősorban)
- Lehetőség a pódiumon történő szerelésre is (a körülmények függvényében)
- Anyagtakarékos, optimalizált tömegű pódium
- Egy rendszer esetén is Budapest II OVSF oszlop, karok leszerelésével
- Jelenlegi státusz: elfogadott Koncepcióterv, kezdődik a statikai és kivitelezési tervezés
- További kérdés még: 1. vagy 2. megbízhatósági szint?





Part of **innogy**

elmű hálózat



Köszönöm a figyelmet!

TALÁLKOZUNK A 67. VÁNDORGYŰLÉSEN

Part of innogy

elmű hálózat

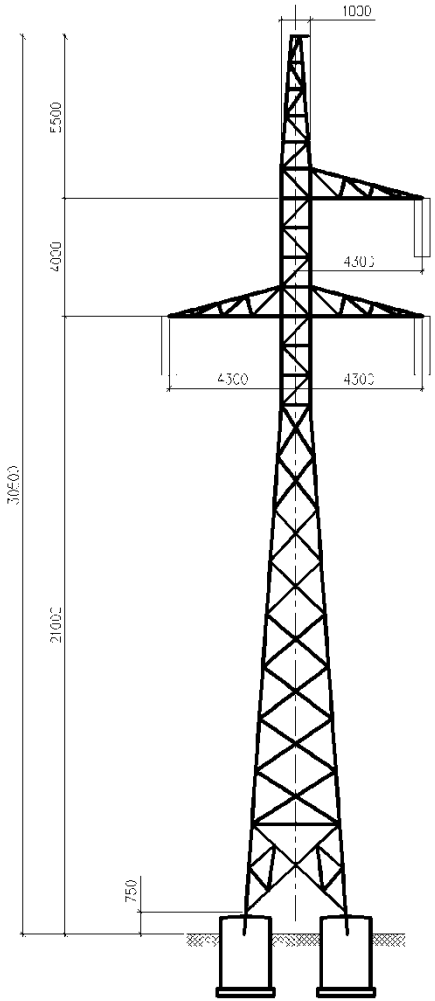
VÁLTOZÓ IDŐJÁRÁSI KÖRÜLMÉNYEK, MEGNÖVEKVŐ TÁVVEZETÉKI TERHEK - FŐELOSZTÓHÁLÓZATI VÁLASZ A KIHÍVÁSRA

Új 132 kV-os oszlopcsalád kifejlesztése és a nagyminta kísérlet eredményei

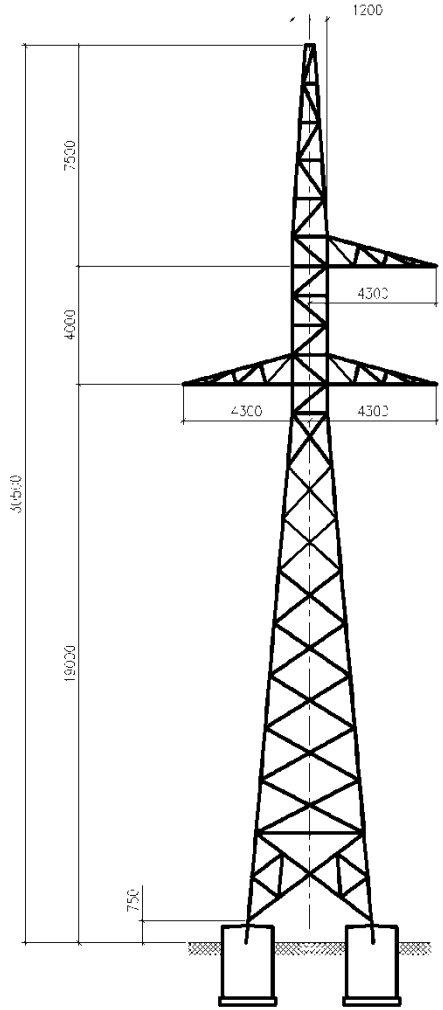
HÁTTÉRANYAGOK

ELMŰ-ÉMÁSZ Hálózat 2019. szeptember 19.

Budapest I oszlop jellemző oszlopképei



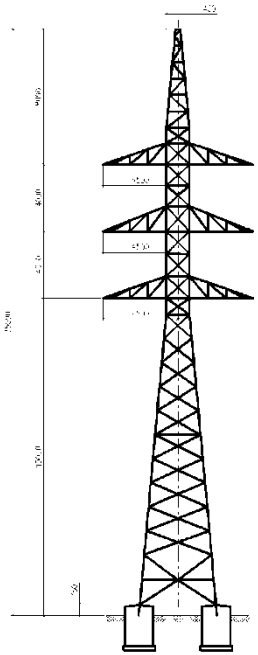
"BUDAPEST I." típusú 132 kV-os
OT +0 oszlop



"BUDAPEST I." típusú 132 kV-os
OF (170°-180°) +0 oszlop

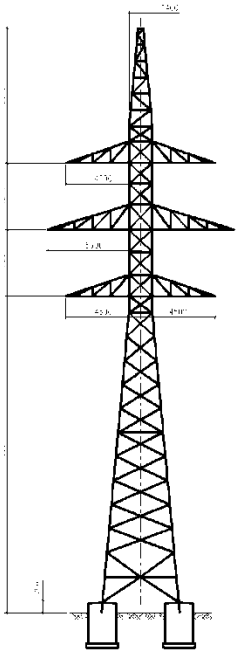
Budapest II oszlop jellemző oszlopképei

Budapest II E1V



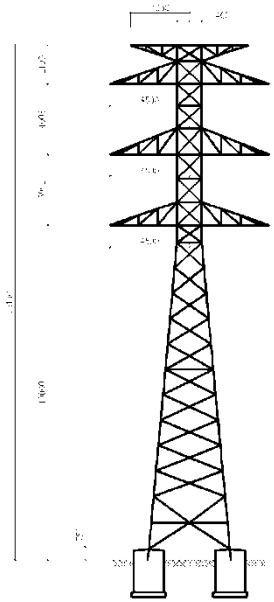
"BUDAPEST II." típusú 132 kV-os
egy védővezetős, egyenes kialakítású
OF (170°-180°) +0 oszlop

Budapest II H1V



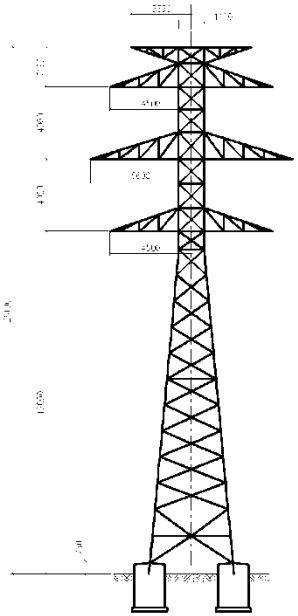
"BUDAPEST II." típusú 132 kV-os
egy védővezetős, hordó kialakítású
OF (170°-180°) +0 oszlop

Budapest II E2V



"BUDAPEST II." típusú 132 kV-os
két védővezetős, egyenes kialakítású
OF (170°-180°) +0 oszlop

Budapest II H2V



"BUDAPEST II." típusú 132 kV-os
két védővezetős, hordó kialakítású
OF (170°-180°) +0 oszlop

A hatályos szabványoknak történő megfelelőség „ára”…

Nagyminta kísérlet előtti ELMÉLETI adatok

… a nagyobb méret, nagyobb tömeg, több beton

OT+0	Budapest I	Baja-E
Oszlop magasság (m)	30,50	29,55
Alsó kar magassága (m)	21,00	19,00
Szélső fázis távolsága a nyomvonaltól (m)	4,30	3,25
Tömeg (tonna)	3,02	2,5
	121 %	100%
Alap (m^3)	10,0	6,0
	166 %	100%

OVSF+0	Budapest I	Baja-S
Oszlop magasság (m)	34,00	27,30
Alsó kar magassága (m)	19,00	17,30
Szélső fázis távolsága a nyomvonaltól (m)	6,10	3,70
Tömeg (tonna)	7,19	4,4
	163 %	100%
Alap (m^3)	30	13,0
	231 %	100%

OT+0	Budapest II E1V	Szigetvár-E
Oszlop magasság (m)	35,84	31,80
Alsó kar magassága (m)	21,00	19,30
Szélső fázis távolsága a nyomvonaltól (m)	4,45	2,60
Tömeg (tonna)	4,47	3,8
	118 %	100%
Alap (m^3)	12,0	8,0
	150 %	100%

OVSF+0	Budapest II E1V	Szigetvár-S
Oszlop magasság (m)	40,54	31,00
Alsó kar magassága (m)	19,00	17,00
Szélső fázis távolsága a nyomvonaltól (m)	6,30	3,70
Tömeg (tonna)	8,65	7,8
	111 %	100%
Alap (m^3)	40,0	27,0
	148 %	100%

Budapest I és Budapest II 132 kV-os oszlopok főbb műszaki paraméterei:

Áramvezető: 250/40 ACSR σ_{max} = 84 N/mm^2 (-5°C+pótteher)
Védővezető: 95/55 ACSR σ_{max} = 115 N/mm^2 (-5°C+pótteher)
Védővezető: 50/30 ACSR σ_{max} = 155 N/mm^2 (-5°C+pótteher).
Megbízhatósági szint: 1 (50 éves periódus, MSZ 50341-1:2013 3.2.2 pont)

Szél oszlopköz: 350 m
Súly oszlopköz: 400 m
Névleges oszlopköz: 300 m

Tartó
Szögtartomány: 178°-180°.
Alsó kar magasság: 21 m.
Magasítás: –3, +0,+3,+6,+9,+12 m.
Jelölés: OT ± magasítás

Vonalfeszítő
Szögtartomány: 170°-180°
Alsó kar magasság: 19 m.
Magasítás: –3, +0,+3,+6,+9,+12 m.
Jelölés: OF ± magasítás (szögtartomány)

Sarokfeszítő
Szögtartomány: 140°-170°
Alsó kar magasság: 19 m.
Magasítás: –3, +0,+3,+6 m.
Jelölés: OSF ± magasítás (szögtartomány)

Vég-sarokfeszítő
Szögtartomány: 90°-140°, 90°-180°
Alsó kar magasság: 19 m.
Magasítás: –3, +0,+3,+6 m.
Jelölés: OSF, OVSF ± magasítás (szögtartomány)

Terhelések és terhelési esetek - MSZ EN 50341-1:2013 és MSZE 50341-2:2019 SZERINT

Terhelési esetek

Terhelési eset	A terhelésre vonatkozó szakasz	Feltételek
1a	4.4.	Szélterhelések
2a	4.5.	Egyenletes jégterhelés az összes oszlopközben
2b		Egyenletes jégterhelés, keresztirányú hajlítás
2c		Kiegyensúlyozatlan jégterhelés, hosszirányú hajlítás
3	4.6.	Kombinált szél- és jégterhelések
4	4.7.	Legkisebb hőmérséklet jégterheléssel vagy anélkül
5a	4.8.2.	Biztonsági terhelések, torziós terhelések
5b	4.8.3.	Biztonsági terhelések, hosszirányú terhelések
6a	4.9.1.	Biztonsági terhelések, szerelési és karbantartási terhelések
6b	4.9.2.	Biztonsági terhelések, a szerelők súlyából adódó terhelések

Rész- és kombinációs tényezők

Hatás	Jelölések	Megbízhatósági szint		
		1	2	3
Változó hatások (éghajlati terhelések)				
Szélsőséges szélterhelés	γ_W	**1,0**	1,2	1,4
Névleges szélterhelés	Ψ_W	**0,4**	0,4	0,4
Szélsőséges jégterhelés	γ_I	**1,0**	1,25	1,5
Névleges jégterhelés	Ψ_I	**0,35**	0,35	0,35
Állandó hatások				
Önsúly	γ_G	**1,0**		
Biztonsági terhelések (szerkezeti)				
Torziós terhelések a vezető húzó igénybevétele miatt	γ_{A1}	**1,0**		
Hosszirányú terhelések a vezető húzó igénybevétele miatt	γ_{A2}	**1,0**		
Biztonsági terhelések (személyi)				
Szerelési és karbantartási terhelések	γ_P	**1,5**		

VISSZA

Mértékadó terhelési esetek – legnagyobb kihasználtság az oszlop egyes szerkezeti elemeiben

Tartóoszlopok

- **Szélsőséges szélterhelés (1a)**
  - az oszlopkarok hossztengelyével 15 fokos szöget bezáró irányú szélsőséges szélterhelés
- **Torziós terhelés (5a)**
  - fázisvezető szakadása:
    - Budapest I. oszlopnál a felső fázis szakadása
    - Budapest II. oszlopnál a középső karon elhelyezkedő fázis szakadása (egyrendszerű kiépítés esetén a felső fázis)

MSZ EN 60652 szerinti vizsgálati sorrend (tönkremenetel valószínűsége alapján)

Oszlop típus	Terhelési eset	Feltételek
Budapest I. OT+0	1a	15 fokos szélterhelés
	5a	Biztonsági terhelés, torziós terhelés (felső fázis)
Budapest II. OT+0	5a	Biztonsági terhelés, torziós terhelés (1 rendszer, felső fázis)
	1a	15 fokos szélterhelés

Magyarázat

Mértékadó terhelési esetek – legnagyobb kihasználtság az oszlop egyes szerkezeti elemeiben

Feszítőoszlopok

- **Fázisvezető szakadása (5a)**
  - Budapest I. oszlopnál a felső fázis szakadása, 180°-os beépítési szögnél
  - Budapest II. oszlopnál két rendszer kiépítése esetén a felső fázis szakadása, 170°-os beépítési szögnél
- **Hosszirányú egyenlőtlen terhelést vagy szerelési teher (mindkét esetet egy terhelési eset adja (6a)**
  - szerelési teher (minden fázis kihorgonyozva és a védővezetők végfeszítők)

MSZ EN 60652 szerinti vizsgálati sorrend (tönkremenetel valószínűsége alapján)

Oszlop típus	Terhelési eset	Feltételek
Budapest I. OF+0	5a	Biztonsági terhelés, torziós terhelés (felső fázis)
	6a	Biztonsági terhelés, szerelési és karbantartási terhelés
Budapest II. OF+0	5a	Biztonsági terhelés, torziós terhelés (felső fázis)
	6a	Biztonsági terhelés, szerelési és karbantartási terhelés

SZERELÉSI TERHEK MODELLEZÉSE

A ***feszítőoszlopok*** esetében az oszlopszerkezetek szerelési állapotban a ***védővezetőre végfeszítők*** is lehetnek, fázisvezető szempontjából azonban a karok végfeszítésre nincsenek méretezve (kivéve az OVSF oszlopoknál).

- a fázisvezető sodronyok csak az oszlop egyik oldalára lettek felszerelve,
- a sodrony nélküli oszlopközben a fáziskarok végei a talajhoz voltak kihorgonyozva úgy, hogy a kikötő kötelek vízszintessel bezárt szöge legfeljebb 45° lehetett,
- a kikötő kötelek függőleges vetülete a karok hossztengelyére merőleges volt,
- az összes felszerelt fázisvezető terhe -5°C-on, szélsőséges jéggel terhelt állapotban lett meghatározva,
- a kikötő kötelek a jéggel terhelt sodronyokban keletkező húzóerő felét vették fel,
- az előzőeken felül a kikötött karvégre, a kikötés pontjában, egy 3 kN nagyságú függőleges, lefelé irányuló erő is működtetve lett (biztonsági terhelésként),
- szélterhelés: nem lett figyelembe véve.

Tartóoszlopok:

- másfélszeres vezetősúly 1,4 dinamikus tényezővel szorozva, mely teher a felfüggesztési pont fölötti legközelebbi szerkezeti csomópontban működik.

Hálózati Engedélyesek feladatai

- A nagyminta kísérlet Ajánlati Műszaki Dokumentációjának összeállítása
- Pályáztatások, megbízások kiadása
- A kísérleti programra vonatkozó megbízás kiadása a Tervezőnek, az elkészült program átadása a Kivitelezőnek.
- A próbaszerelésre és nagyminta kísérletre alkalmas beépítetlen terület biztosítása.
- Az oszlopszerkezetekre vonatkozó teljeskörű adatszolgáltatás.

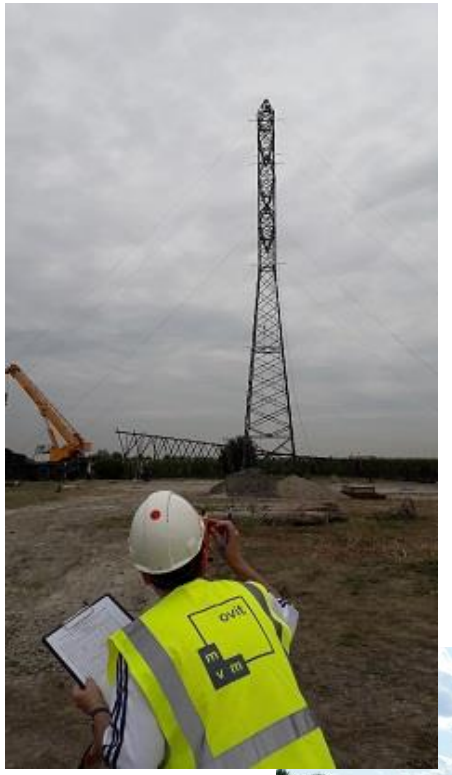
Kísérleti program tartalma – a Tervező ELINOR Kft feladatai az MSZ EN 60652 szabvány alapján

- A mértékadó terhelési esetek megválasztása
- A kísérletekben az egyes terhelési esetekhez tartozó terhelőerők („helyettesítő erők”) nagyságának és bevezetési pontjainak megadása.
- A terhelési lépcsők meghatározása
- A szerkezet deformációját jellemző elmozdulások mérési pontjainak kijelölése
- A törésig történő vizsgálathoz tartozó terhelési eset meghatározása
- Az egyes terhelési esetek elvégzésének sorrendjének meghatározása

MVM OVIT feladatai

- Tervezés : talajmechanika, kombinált alapok tervezése, oszlopcsonkokkal együtt
- Vizsgálati Terv készítése: terhelések ráadása, hitelesített eszközök, elmozdulás mérések módja és hitelesített eszközei, biztonsági kikötések módja
- Alapozások építése és bontása
- Oszlopcsonkok és oszlopszerkezetek gyártása, építése, bontása, szállítása, terület rekultivációja
- Próbaszerelés, tapasztalatok dokumentálása, javaslatok tétele a kritikus elemek korrekciójára
- A jóváhagyott vizsgálati program végrehajtása, a VT szerinti valamennyi eszköz biztosításával, kísérlet utáni vizuális vizsgálat
- Az eredmények dokumentálása, és a nagyminta kísérlet adatainak kiértékelésében történő közreműködés

ELMOZDULÁS MÉRÉS – JELLEMZŐ SZERKEZETI RÉSZEKEN MÉRŐLÉC + GEODÉZIA TALAJSZÍNTRŐL + DOKUMENTÁLÁS A TERVEZŐ ÁLTAL ELŐÍRT ADATFORMÁBAN



1. terhelési eset						
Mérőléc betűjele	Elmozdulás iránya	Elmozdulási értékek (cm)				
		Alaphelyzetben	Terhelési lépcsők során			
			50%	75%	90%	100%
A	X					
B	X					
C	X					
D	X					
E	Y					
F	Y					
G	Y					
H	Y					
I	Y					
J	Z					

VISSZA

A BUDAPEST I OT ÉS OF OSZLOPOKKAL KAPCSOLATOS STATIKAI TAPASZTALATOK ÉS JAVASLATOK

1. **Az oszlopok felső és alsó fáziskarjai között 95%-os mérték után az övrudakban rugalmas és fokozatos alakváltozás jelentkezett, ami a visszaterhelés után megszűnt**
2. **Az oszlopok a 100 %-os teher felvételt követően a tönkremenetelig további 15-20 %-os teher növekményt tudtak még felvenni**
3. **Javasolt módosítás a felső törzs-szakaszon**
   - **BP I OT: övek erősítése L55x50x6-ról L60x60x6-ra (4 db rúd), kis vízszintes rácsok esetében L40x40x4-ről L45x45x5-re (összesen 24 db rúd)**
   - **BP I OF: övek erősítése L70x70x7-ről L80x80x8-ra (4 db rúd), kis vízszintes rácsok esetében L40x40x4-ről L45x45x5-re (összesen 16 db rúd)**
4. **A fenti megállapítások az OSF és OVSF oszlopokra is kiterjeszthetők, a statika itt is újraszámolandó (a belső merevítések vízszintes rúdjainál a lépegető teher miatt is)**

A BUDAPEST II OT ÉS OF OSZLOPOKKAL KAPCSOLATOS STATIKAI TAPASZTALATOK ÉS JAVASLATOK

1. **130 %-os igénybevételnél az oszloptörzs sudarasodó részének középső szakaszán 1-1 db X-rács enyhébb mértékű lokális kihajlása jelentkezett: mivel ez nem jelentett globális mértékű tönkremenetelt, a kísérlet folytatódott**
2. **Az oszlopok a tönkremenetelig jelentős tartalékkal rendelkeznek, OF kb. 165%, OT kb. 170%**

Budapest II OT torziós terhelés – egy rendszer felszerelésének vizsgálatával

Budapest II OT szélterhelés

Kötél megfogási pontok kialakítása

KÖTÉLZET KIALAKÍTÁSA OSZLOPON – HÚZÓSODRONY ÉS BIZTOSÍTÓ KÖTÉLZET

Húzósodrony – erők átvitele a megtervezett támadáspontok (oszlop) és a kikötési pontok (talaj) között

BIZTOSÍTÓ KÖTÉLZET – az oszlopot a talajhoz kihorgonyzó kötélzet: biztonsági kikötés oszlopkidőlés esetére. Az oszlop mozgását nem akadályozhatja.

TERHELŐ ERŐK LEKÉPEZÉSE A NAGYMINTA KÍSÉRLET SORÁN

Terhelő erők nagyságának meghatározása

- Az MSZ EN 50341-1:2013 és az MSZE 50341-2:2019 szerinti
  - elvek,
  - meteorológiai és egyéb terhek,
  - kombinációs résztényezők,
  - és a méretezéshez előírt vezeték- és oszlopköz adatok alapján.

Terhelő erők átvitele az oszlopra

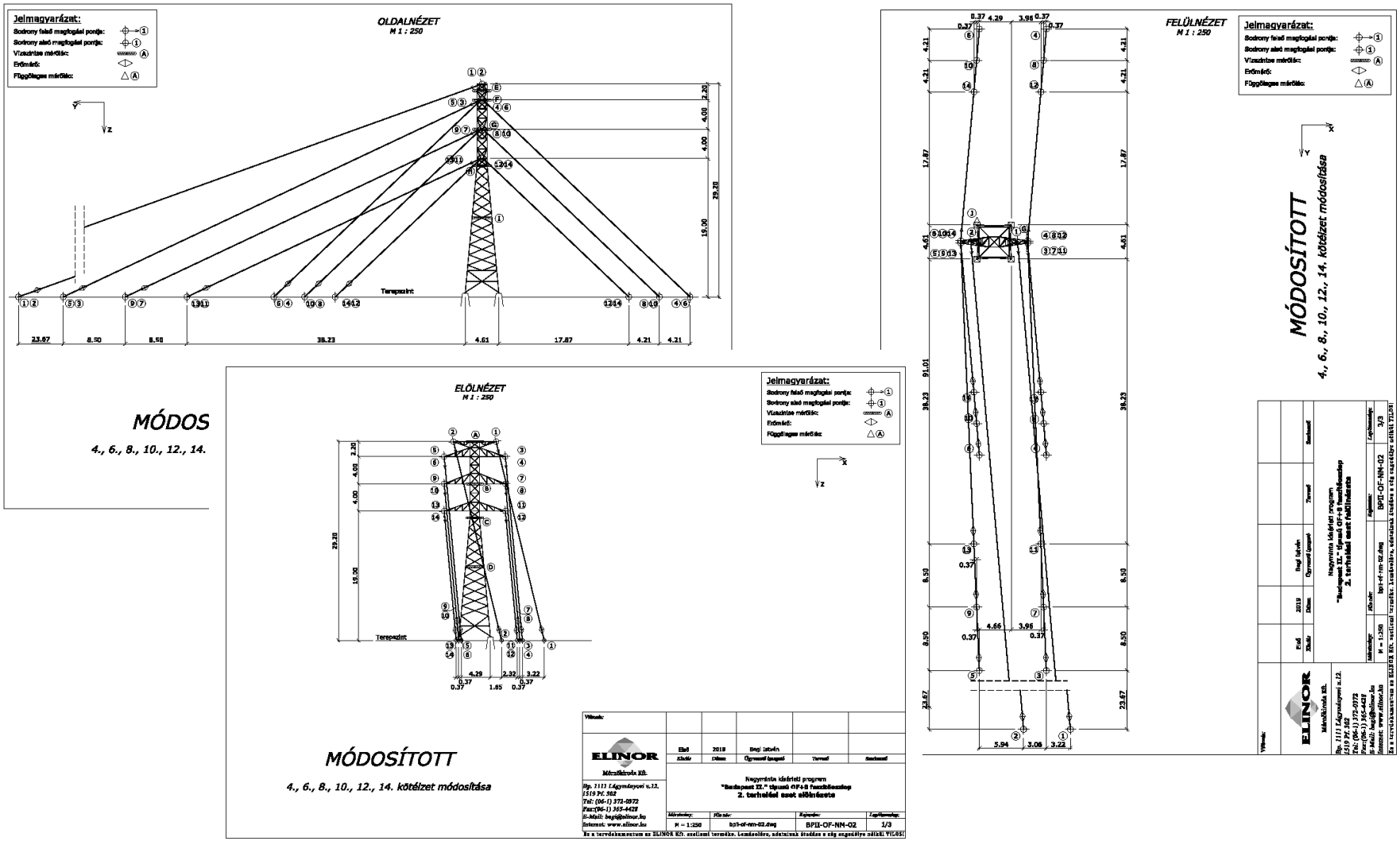
- Talajhoz és oszlophoz rögzített kötélzettel
  - Kötélirányok miatt függőleges és vízszintes terhek is átadódnak
  - Kötelek tereppel bezárt szögének meghatározása:
    a terhelő erők függőleges komponense = az adott ponton fellépő súlyteherrel

Oszloptestre ható szélerő megosztása az oszlopon

- Oszlop felsőrész: erőhatások a sodrony-felfüggesztési pontokra redukálva
- Sudarasodó oszloptörzs: két helyen működő terhelő erővel modellezve

A nagyminta-kísérlet terhelései jó közelítéssel megegyeznek a részletes statikai számítás során alkalmazott modellel.

PÉLDA KÖTÉLELRENDEZÉSRE



Nagyminta-kísérleti jegyzőkönyv Budapest II. típusú OF+0 feszítőoszlop

Terhelő erők

1. terhelési eset:
Vezetékszakadás a felső fáziskaron (2 rendszer, 170°-os törésszög)

Terhelési pont jele	Terhelő kötél talajszinttel bezárt szöge (fok)		Kötélben ébredő erő (kN)			
	Elölnézet	Oldalnézet	X	Y	Z	Eredő
1	**64**	**45**	2,02	2,96	2,96	**4,65**
2	**77**	**21**	1,08	24,54	9,24	**26,24**
3	**65**	**45**	2,15	4,62	4,62	**6,88**
4	**65**	**45**	2,15	4,62	4,62	**6,88**
5	**65**	**45**	2,15	4,62	4,62	**6,88**
6	**65**	**45**	2,15	4,62	4,62	**6,88**
7	**65**	**45**	2,15	4,62	4,62	**6,88**

2. terhelési eset:
Szerelési teher (fázisok kihorgonyozva, védővezetők végfeszítők)

Terhelési pont jele	Terhelő kötél talajszinttel bezárt szöge (fok)		Kötélben ébredő erő (kN)			
	Elölnézet	Oldalnézet	X	Y	Z	Eredő
1	**76**	**20**	1,01	11,57	4,16	**12,34**
2	**76**	**20**	1,01	11,57	4,16	**12,34**
3	**85**	**25**	1,08	24,55	11,55	**27,15**
4	**85**	**45**	1,08	12,32	11,55	**16,92**
5	**85**	**25**	1,08	24,55	11,55	**27,15**
6	**85**	**45**	1,08	12,32	11,55	**16,92**
7	**85**	**25**	1,08	24,55	11,55	**27,15**
8	**85**	**45**	1,08	12,32	11,55	**16,92**
9	**85**	**25**	1,08	24,55	11,55	**27,15**
10	**85**	**45**	1,08	12,32	11,55	**16,92**
11	**85**	**25**	1,08	24,55	11,55	**27,15**
12	**85**	**45**	1,08	12,32	11,55	**16,92**
13	**85**	**25**	1,08	24,55	11,55	**27,15**
14	**85**	**45**	1,08	12,32	11,55	**16,92**

Kötélerők nagysága az egyes terhelési lépcsőkben

1. terhelési eset:
Vezetékszakadás a felső fáziskaron (180°-os törésszög)

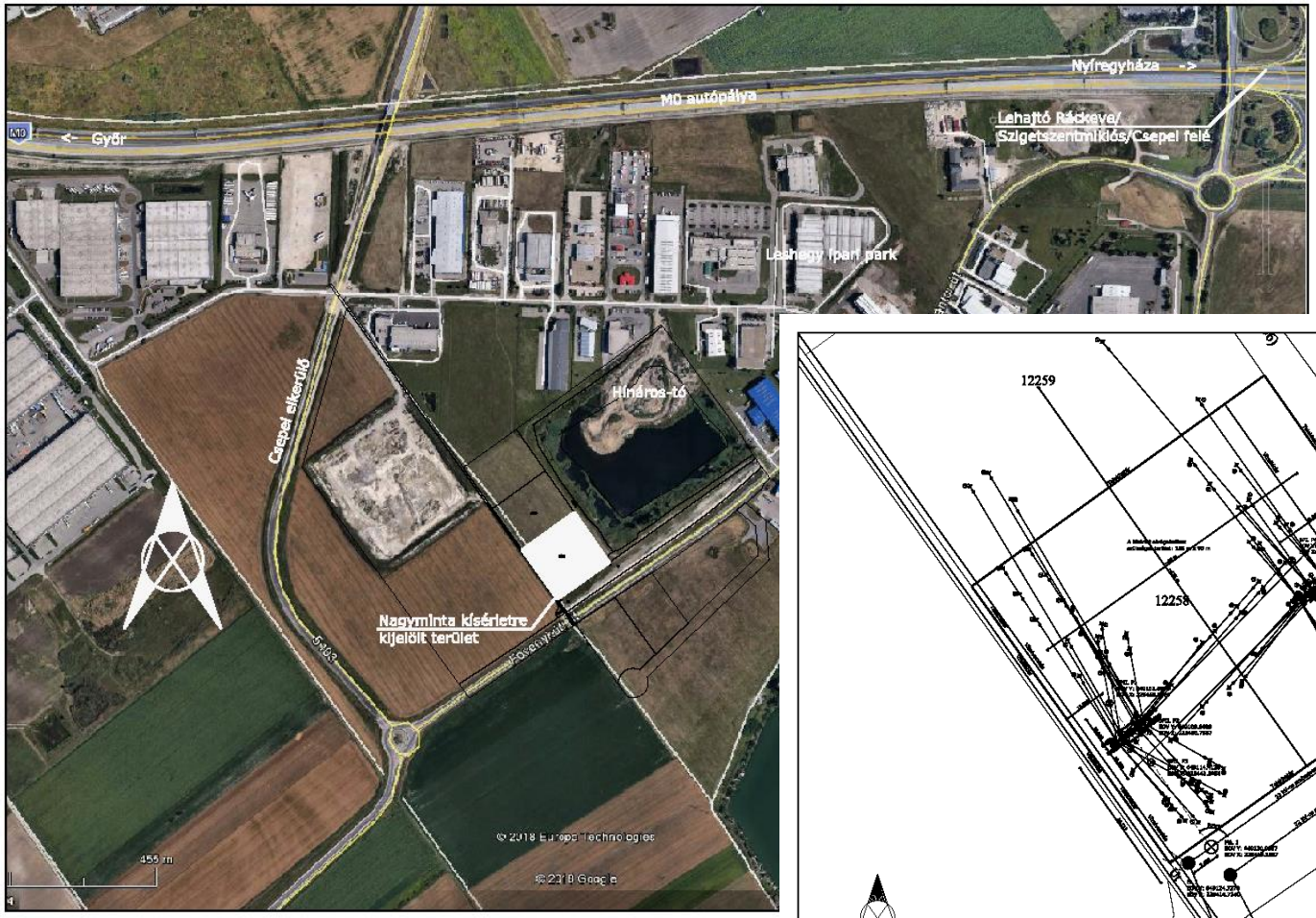
Terhelési pont	Terhelés nagysága (kN)				
	Terhelési lépcsők:	50%	75%	90%	100%
1 (oszlop csúcs)		2,32	3,49	4,18	**4,65**
2 (jobb felső fázis - szakadás)		13,12	19,68	23,62	**26,24**
3, 4, 5, 6, 7 (fázisok)		3,44	5,16	6,19	**6,88**

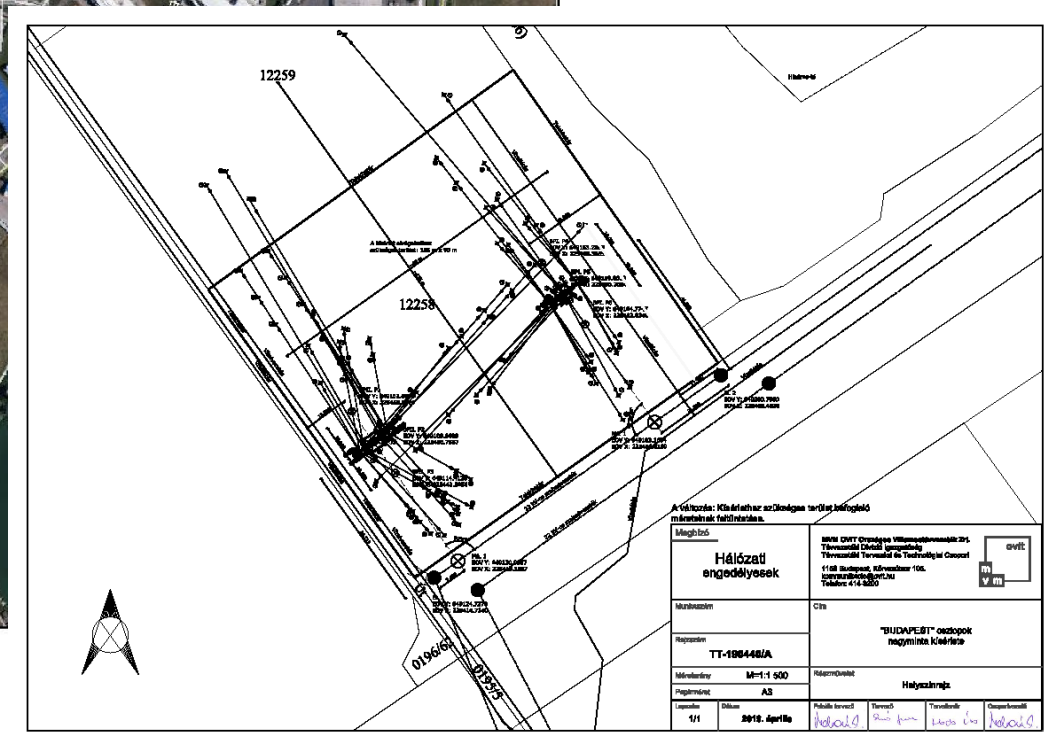
2. terhelési eset:
Szerelési teher (fázisok kihorgonyozva, védővezető végfeszítő)

Terhelési pont	Terhelés nagysága (kN)				
	Terhelési lépcsők:	50%	75%	90%	100%
1, 2 (védő karok)		6,17	9,25	11,10	**12,34**
3, 5, 7, 9, 11, 13 (fázisok felszerelve)		13,58	20,36	24,44	**27,15**
4, 6, 8, 10, 12, 14 (fázisok kikötve)		8,46	12,69	15,23	**16,92**

VISSZA

KÍSÉRLETI HELYSZÍN: SZIGETSZENTMIKLÓS, A MAJDANI LESHEGY 132/KÖF ALÁLLOMÁS TERÜLETE





KIVITELEZÉS, PRÓBASZERELÉS

A TERHELŐERŐ FOLYAMATOS KONTROLLJA

A BUDAPEST I OT ÉS OF TÖNKREMENETELÉNEK JELLEGE

A BUDAPEST II OT ÉS OF TÖNKREMENETELÉNEK JELLEGE

BUDAPEST II OT

BUDAPEST II OF

VISSZA