ELINOR

Mérnökiroda Kft.

Tizer Gergely:

KÖF hálózat tervezési műszaki megoldások összehasonlítása az MSZE 50341 és az MSZ EN 50341 szabványok szerint

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATION
DNV·GL
ISO 9001 = ISO 14001

MSZ 151 és MSZ EN 50341-1 és MSZE 50341-2 szabványok

A közép- és nagyfeszültségű távvezetékek tervezésének és létesítésének leginkább meghatározó szabványa az MSZ 151 sz. szabványsorozat volt. Az első sorozatot 1986-ban adták ki.

Több, mint negyed évszázadon keresztül ezen - kisebb-nagyobb módosításokon keresztül eső - szabványok szellemében épültek meg a közép- és nagyfeszültségű szabadvezetékes összeköttetések, készültek típustervek és típus oszlopcsaládok.

A sorozat legutóbb érvényben lévő tagjai:

- ***MSZ 151-1:2000*** *Erősáramú szabadvezetékek. 1 kV-nál nagyobb névleges feszültségű szabadvezetékek létesítési előírásai*

  érvényesség kezdete: 2000.06.01., **visszavonás napja: 2013.04.01.**

- ***MSZ 151-3:1988*** *Erősáramú szabadvezeték. Tartószerkezetek (oszlopok)*

  érvényesség kezdete: 1989.08.15, **visszavonás napja: 2013.04.01.**

- ***MSZ 151-4:1989*** *Erősáramú szabadvezeték. Tartószerkezetek (oszlopok) alapozása*

  érvényesség kezdete: 1990.01.01., **visszavonás napja: 2013.04.01.**

A szabványsorozatot **2013.04.01**-én visszavonták és helyette új szabvány lépett életbe, mely az európai szabvány magyar nyelvű kiadása az **MSZ EN 50341-1:2013** 1 kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű szabadvezetékek. (1. rész: Általános követelmények. Közös előírások)

2014.07.01-én életbe lépett a szabvány nemzeti kiegészítése, az **MSZE 50341-2:2014** 1 kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű szabadvezetékek. 2. rész: Nemzeti előírások (NNA), mely egy előszabvány.

Főbb változások az MSZ 151 szabványhoz képest

Külső biztonsági távolságok:

A biztonsági távolságoknak célja annak megakadályozása, hogy egy személy vagy az általa indokoltan használható valamilyen tárgy az aktív vezetőkhöz D_{el} távolságnál közelebb kerüljön.

A vizsgálandó „alap” terhelési eseteket (pl.: vezető legnagyobb hőmérséklete, szélsőséges jégterhelések, szélterhelések, stb.) a főszabvány tartalmazza, melyet az előszabvány kiegészít a tartós terheléssel, az egyenlőtlen pótteherrel, és a szigetelőtöréssel. A különböző terhelési állapotokhoz tartozó minimális külső biztonsági távolságok értékeit az MSZE 50341-2 magyar előszabvány rögzíti.

A terület jellege	A földtől mért legkisebb távolság (m)	
	MSZE 50341-2	MSZ 151-1:2000
Külterület	6,5	6,0
Töltés, meredek hegyoldal, part megközelítésénél a vezetőnek a szél által kilengetett helyzetétől a talajig mért távolság, ha - ott csak gyalogosok közlekednek,	5,5	5,0
- ott járművek is közlekednek.	6,5	6,0
Belterület	6,5	7,0
Kert (ha a növények magasságára nem kell figyelemmel lenni)	6,0	6,0

Főbb változások az MSZ 151 szabványhoz képest

Belső biztonsági távolságok:

Belső biztonsági távolságok alatt a fázisok közötti, valamint a fázis és a föld közötti távolságok értendők.

A legkisebb belső biztonsági távolságokat műszaki szempontból határozták meg.

A belső biztonsági távolságok esetén megengedett a D_{el}-nél és D_{pp}-nél kisebb értékek alkalmazása, mivel ez csak a hálózat villamos megbízhatóságát befolyásolja. Kicsi annak a valószínűsége, hogy ilyen feltételek mellett túlfeszültség lépjen fel, és a bekövetkező átívelés nem veszélyeztet személyeket vagy anyagi javakat.

MSZE 50341-2		
Távolságok szélteher nélkül		
Legnagyobb üzemi feszülstség	Del	Dpp
	Fázis-Föld	Fázis-Fázis
24 kV	0.22	0.25
40.5 kV	0.45	0.52
Távolságok szélterhelés esetén		
Legnagyobb üzemi feszülstség	Dp_e (V3) és (V50)	Dp_p (V3) és (V50)
	Fázis-Föld	Fázis-Fázis
24 kV	0.165	0.1875
40.5 kV	0.3375	0.39

MSZ 151-1:2000 szerint:

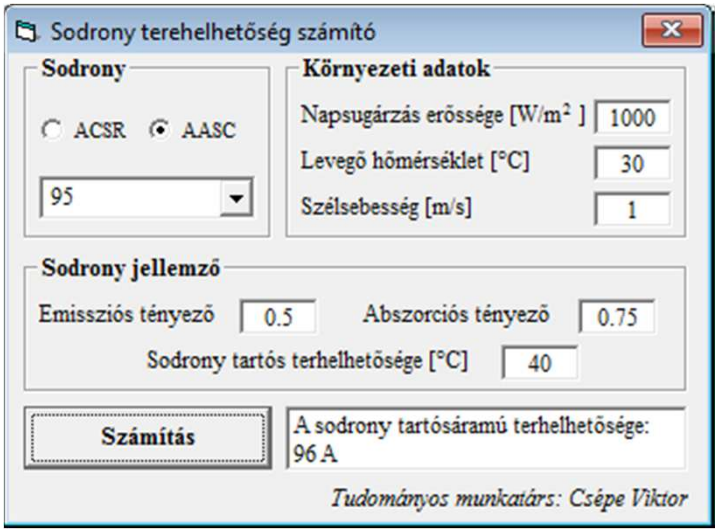
- 20 kV névleges feszültségig legalább 0,2 m,
- 35 kV névleges feszültségen legalább 0,25 m legyen.

Főbb változások az MSZ 151 szabványhoz képest

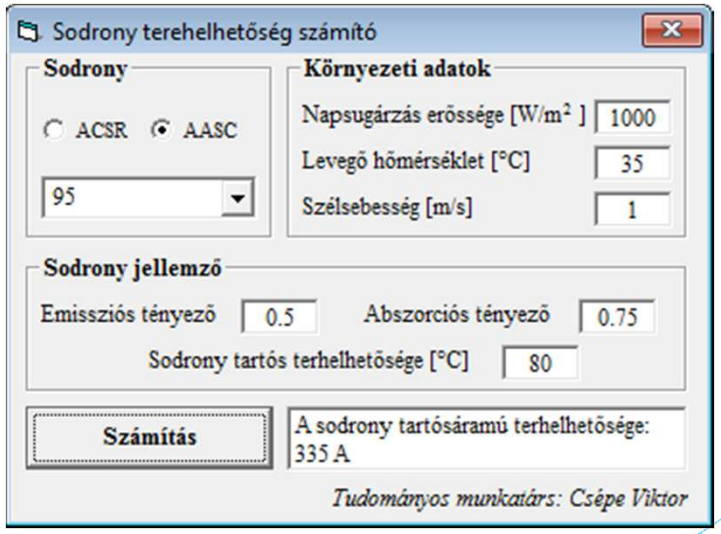
Üzemi hőmérsékletet:

Az új szabvány nem rögzíti, azt a tervezési előírásokban kell megadni. Amennyiben ott nem kerül definiálásra a tartós üzemi hőmérséklet értéke megfelel a megengedhető tartós üzemi hőmérsékletnek (80°C). A távvezeték alsó áramvezetője és talajszint, illetve keresztezett műtárgyak közötti szabadmagasság (külső biztonsági távolság) nagymértékben függ az üzemi hőmérséklettől. Az MSZ 151-1:2000 az üzemi hőmérsékletet – 22 kV esetén – 40°C-ban határozta meg 30°C-os nyári környezeti hőmérsékleten. Az új szabvány nemzeti kiegészítése a nyári környezeti hőmérsékletet 35°C-ban határozza meg.

MSZ 151-1:2000 szabvány szerint



MSZE 50341-2 szabvány szerint



Főbb változások az MSZ 151 szabványhoz képest

Üzemi hőmérsékletet:

Sodronytípus	Üzemi áram/teljesítmény 22 kV-on		
	40°C (MSZ 151-1:2000 szerint, környezeti hőm.: 30°C)	50°C (MSZE 50341-2 szerint, környezeti hőm.: 35°C)	80°C (MSZE 50341-2 szerint, környezeti hőm.: 35°C)
50 AASC	75A/2.86MVA	113A/4.31MVA	220A/8.38MVA
95 AASC	96A/3.66MVA	158A/6.02MVA	335A/12.76MVA
120 AASC	103A/3.92MVA	179A/6.82MVA	385A/14.67MVA

Sodronytípus / max. húzófeszültség	Belógások (100 m-es oszlopközben)		
	40°C-on	50°C-on	80°C-on
50 AASC / 90 N/mm^2	1.8 m	2.2 m	2.5 m
95 AASC / 80 N/mm^2	1.6 m	2.0 m	2.4 m
120 AASC / 80 N/mm^2	1.4 m	1.8 m	2.2 m

Főbb változások az MSZ 151 szabványhoz képest

Oszlopok terhelhetősége

A MSZ 151-3 szabvány az oszlop funkciójának megfelelően (tartó, saroktartó, feszítő, stb.) különböző vizsgálandó terhelési eseteket írt elő. Az új szabvány nem különbözteti meg az oszlopokat funkciójuk szerint, **minden oszloptípust azonos terhelési esetekre kell vizsgálni.**

Szintén fontos eltérés, hogy még az MSZ 151-3 szabványban az egyes terhelési esetekhez elő voltak írva a szélirányok, **az új szabvány nem definiál kitüntetett szélirányokat**, továbbá előírja, hogy számolni kell a közvetlenül a vezetőre ható szél- és/vagy jéghatás vezető-húzóigénybevétel növelő hatásával.

Terhelési eset	A terhelésre vonatkozó szakasz	Feltételek	Megjegyzés
1a	4.4.	Szélterhelések	Lásd az (a) bekezdést.
2a	4.5.	Egyenletes jégterhelés az összes oszlopközben	
2b		Egyenletes jégterhelés, keresztirányú hajlítás	Ha vonatkozik, lásd a (b) bekezdést.
2c		Kiegyensúlyozatlan jégterhelés, hosszirányú hajlítás	Lásd a (c) bekezdést.
2d		Kiegyensúlyozatlan jégterhelés, torziós hajlítás	Ha vonatkozik, lásd a (d) bekezdést.
3	4.6.	Kombinált szél- és jégterhelések	Lásd az (e) bekezdést.
4	4.7.	Legkisebb hőmérséklet jégterheléssel vagy anélkül	Ha vonatkozik.
5a	4.8.2.	Biztonsági terhelések, torziós terhelések	Az anyagtulajdonságokra csökkentett résztényezők lehetnek érvényesek a 7. és a 8. fejezet szerint.
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	

Terhelések

Jégterhelés:

Az alap – 1 sz. megbízhatósági szinthez, azaz 50 éves visszatérési periódushoz tartozó – jégteher számítása az MSZ 151-1 szabványhoz képest nem változott.

Szélterhelés:

A szélterhelést az MSZ 151-1 szabványban megszokottól teljesen más szemléletű számítás váltotta fel. A sodronyra ható szélteher meghatározása sokkal bonyolultabb lett.

95 AASC sodrony B12/4 TBH oszlop 100 m-es oszlopközök	
MSZ 151-1:2000 szerint	MSZ EN 50341-1 szerint
6.2 N/m	8.64 N/m

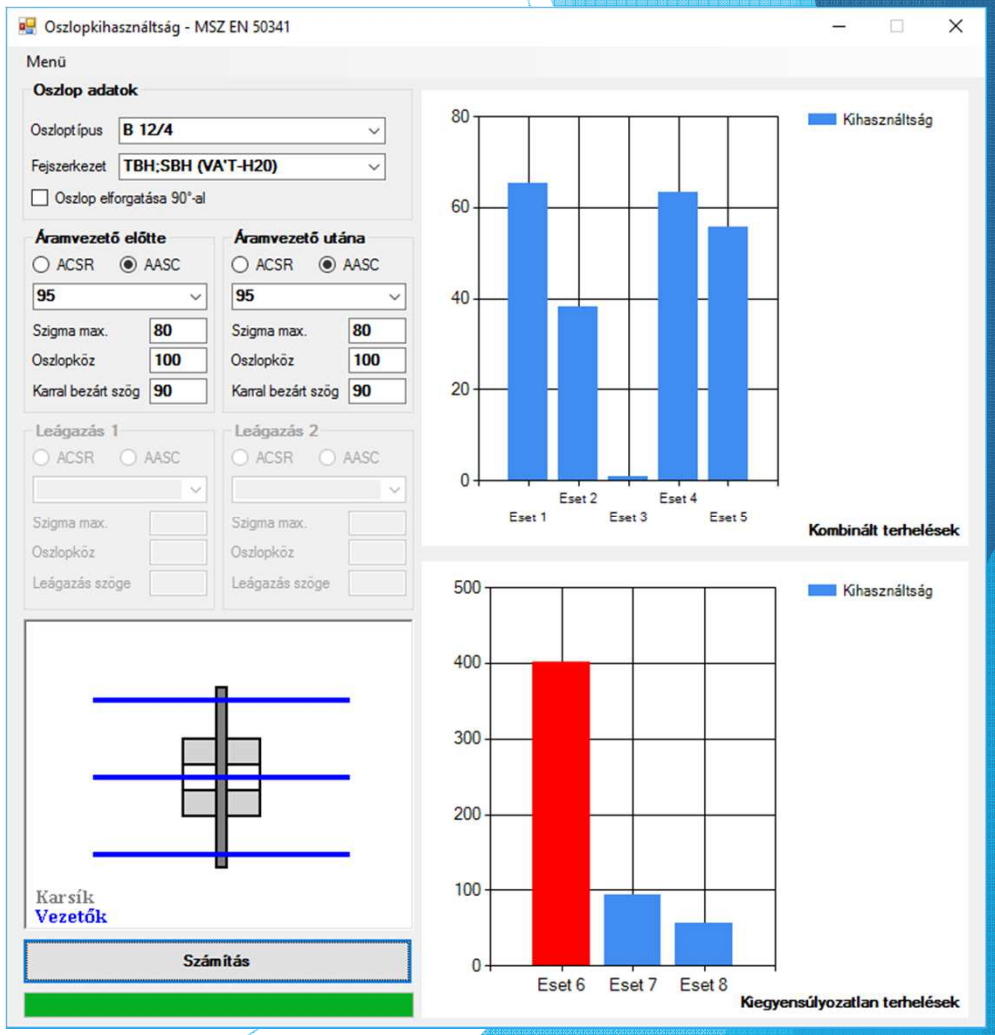
Kombinált terhelések húzófeszültség növelő hatása:

A sodronyokban fellépő húzófeszültség az azt érő pótterhek (jég, szél) hatására a kiinduló állapothoz képest megnövekszik.

Sodrony hőmérséklet	Kombinációs tényező jég	Kombinációs tényező szél	Húzófeszültség
-5°C	0	0	51 N/mm^2
-5°C	1	0	80 N/mm^2
-5°C	0.35	0.8	83 N/mm^2
-5°C	1	0.608	91 N/mm^2

Tartóoszlopok kihasználtsága

Program szerinti megnevezés	Szabvány szerinti terhelési eset	Terhelési eset leírása
Kombinált terhelések		
Eset 1	1a	0°C vezető hőmérséklet, szélsőséges szél
Eset 2	1a	-20°C vezető hőmérséklet névleges szél
Eset 3	2a	Egyenletes jégterhelés az összes oszlopközben
Eset 4	3	nagy valószínűségű jégteher, kis valószínűségű szél
Eset 5	3	kis valószínűségű jégteher, nagy valószínűségű szél
Kiegyensúlyozatlan terhelések		
Eset 6	2c	Kiegyensúlyozatlan jégterhelés, hosszirányú hajlítás
Eset 7	5a	Biztonsági terhelések, torziós terhelések
Eset 8	5b	Biztonsági terhelések, hosszirányú terhelések



Kiegyensúlyozatlan jégterhelés

A főszabvány által meghatározott 2c terhelési eset, kiegyensúlyozatlan jégterhelés, hosszirányú hajlítás: „a tartószerkezet összes kereszttartójától egyik irányban lévő összes vezetőre ható szélsőséges jégterhelést α1, a másik irányban α2 csökkentő tényezővel ajánlatos megszorozni.” Ha a nemzeti előírásokban nincs meghatározva, akkor a vezető egységnyi hosszára eső jégterheléshez (I) az előzőekben említett csökkentő tényezőkre a következő értékeket lehet felvenni: α1 = 0,3; α2 = 0,7.

Az NNA a következőt írja elő: „Ha a tervezési előírások másként nem rendelkeznek: …” „2c terhelési esetet a tartó és feszítő oszlopokra kell alkalmazni, α2 = 1, α1 = 0 …”

Álló szigetelős fejszerkezetek:

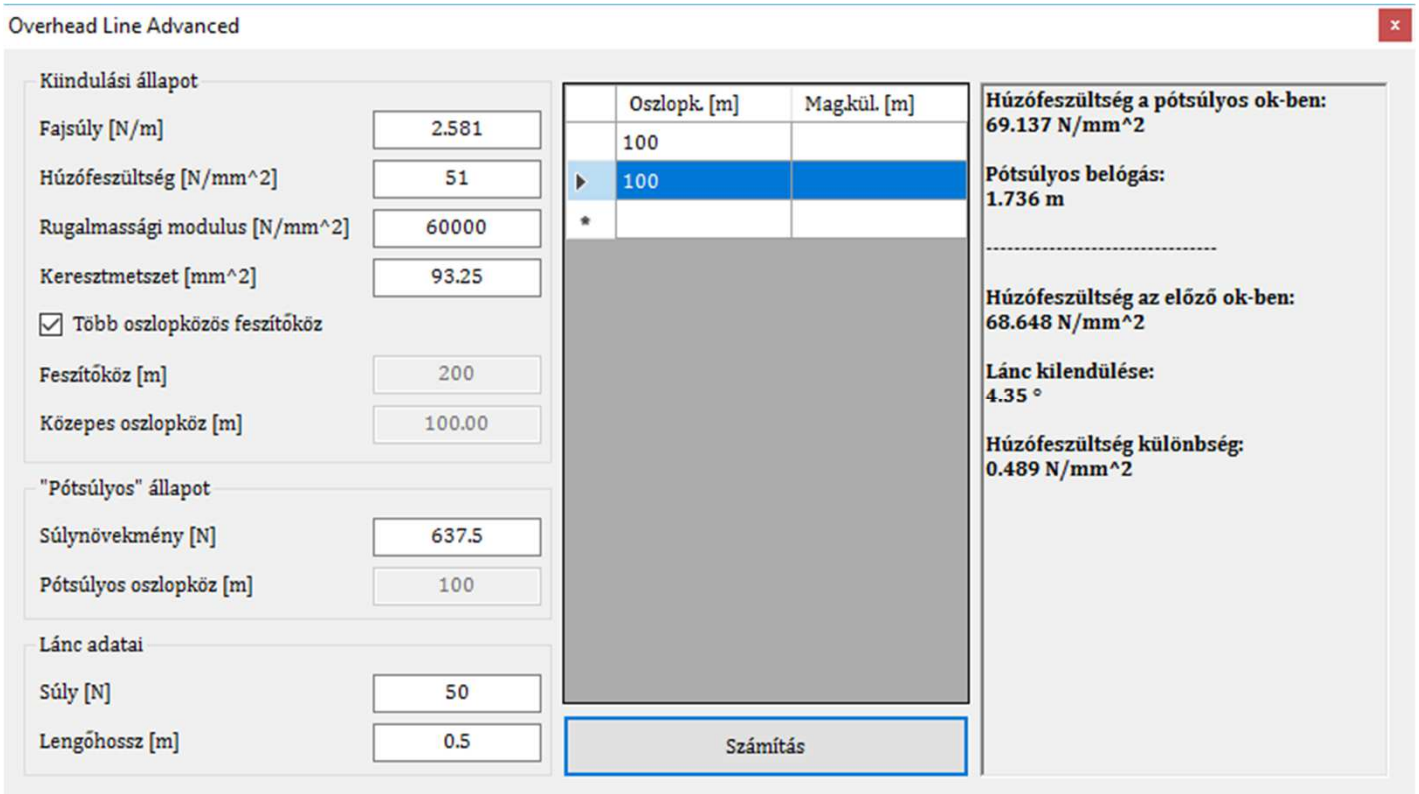
Állószigetelők esetén a szigetelő elmozdulásával nem tudja kompenzálni az oszlop két oldalán létrejövő húzófeszültség-különbséget. Így a jégmentes vezető horizontális húzófeszültsége 51N/mm^2, míg a jéggel terhelté 80 N/mm^2. A két húzófeszültség különbsége 29N/mm^2, mely fázisonként 2,7 kN húzóerőt jelent az oszlop kisebbik terhelhetőségű fősíkjának irányba.

Függő szigetelős fejszerkezet:

Függő szigetelők alkalmazása esetén a szigetelőlánc a nagyobb húzófeszültségű sodrony irányába elmozdul, melynek következtében a sodronyokban lévő húzófeszültségek közel azonossá válnak. Így tartó oszlopoknál a 2c terhelési eset az NNA szerinti α1= 0; α2=1 értékkel sem lesz mértékadó.

Kiegyensúlyozatlan jégterhelés

Függő szigetelő elmozdulása:



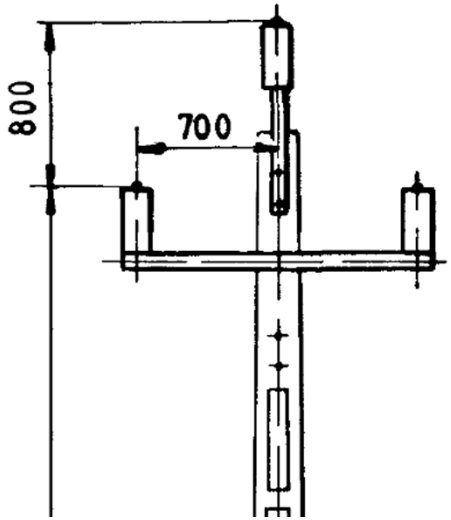
Vizsgált műszaki megoldások:

Az áramszolgáltatóknál az új létesítéskor leggyakrabban alkalmazott sodronytípusokat (50, 95, 120 AASC), valamint a felkérésben szereplő B12-4 és B12-8 betonoszlopokat vettük alapul. Az alábbi tartó fejszerkezetekkel:

- állószigetelős hálózat esetén
- függőszigetelős hálózat esetén
  - VÁT-H21 (ERŐTERV) szerelvénnyel
  - MEGAWATT szerelvénnyel
- VÁT-H20 madárbarát kiegészítés (2 db függő, és egy álló szigetelő)
- szigetelt keresztkaros (Nyír-mix) hálózat esetén

A vizsgálat során meghatároztuk az adott konstrukciókhoz tartozó maximális húzófeszültségeket és oszlopközöket. Az oszlopközöket külső biztonsági távolságra (föld feletti szabadmagasságra) ellenőriztük.

Állószigetelős hálózat:



Az áttört gerincű B12/4, és B12/8 típusú betonoszlopok kihasználtságát vizsgáltuk TBH fejszerkezettel szerelve, a szabvány által előírt terhelési esetekben, a 2c terhelési esetben α1= 0; α2=1, illetve α1= 0,3; α2= 0,7 értékeket alkalmazva.

* az oszlop 90°-ban elforgatva kerül beépítésre (mint a vonali feszítő)

** külső biztonsági távolságok által maximalizált oszlopköz

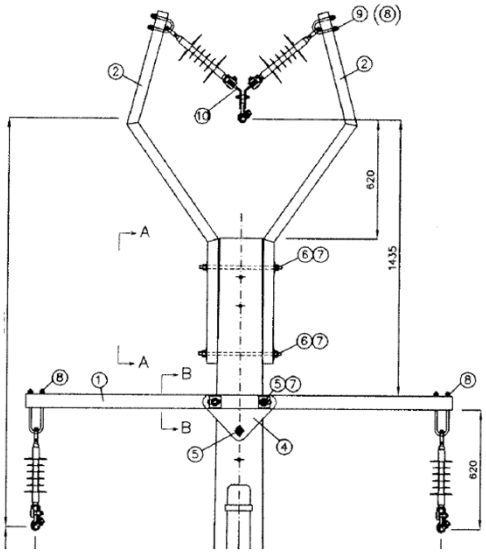
B12/4 TBH

Sodronytípus	Maximális húzófeszültség	2c.	Megengedhető maximális oszlopköz	Oszlop kihasználtsága
50 ASC	90 N/mm²	α1= 0; α2=1	40 m 55 m*	92% 91%*
		α1= 0,3; α2=0,7	70 m	93%
95 ASC	80 N/mm²	α1= 0; α2=1	35 m 40 m*	98% 92%*
	70 N/mm²	α1= 0,3; α2=0,7	55 m	97%
120 AASC	70 N/mm²	α1= 0; α2=1	25 m 35 m*	93% 91%*
	65 N/mm²	α1= 0,3; α2=0,7	45 m	97 %

B12/8 TBH

Sodronytípus	Maximális húzófeszültség	2c.	Megengedhető maximális oszlopköz	Oszlop kihasználtsága
50 ASC	90 N/mm²	α1= 0; α2=1	65 m 95 m*	91% 93%*
		α1= 0,3; α2=0,7	120 m**	88%
95 ASC	80 N/mm²	α1= 0; α2=1	55 m 85 m*	91% 94%*
		α1= 0,3; α2=0,7	100 m	95%
120 AASC	80 N/mm²	α1= 0; α2=1	55 m 80 m*	95% 93%*
		α1= 0,3; α2=0,7	100 m	92%

Függő szigetelős hálózat:



Az áttört gerincű B12/4 típusú betonoszlopok kihasználtságát vizsgáltuk függőszigetelős fejszerkezettel szerelve, a szabvány által előírt terhelési esetekben, a 2c terhelési esetben α1= 0; α2=1 értékeket alkalmazva.

* külső biztonsági távolságok által maximalizált oszlopköz

Tekintettel arra, hogy 4 kN csúcshúzású oszlopok alkalmazása esetén is a megengedhető oszlopközök 100 m körüliek, a 8kN csúcshúzású oszlopokat külön nem vizsgáltuk meg.

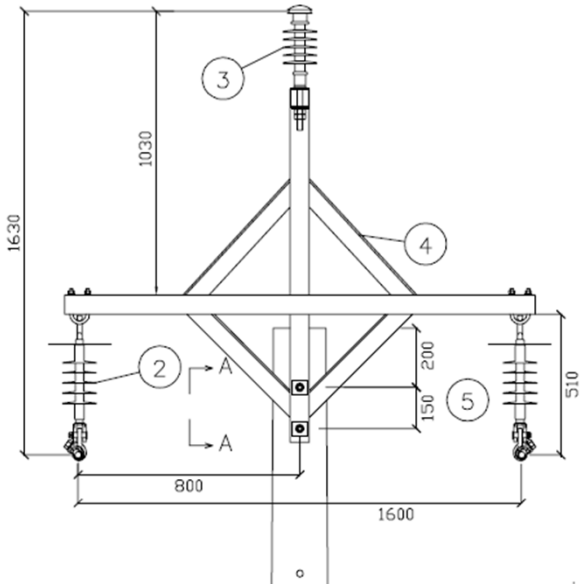
B12/4 VÁT-H21 fejszerkezet

Sodronytípus	Maximális húzófeszültség	2c.	Megengedhető maximális oszlopköz	Oszlop kihasználtsága
50 ASC	90 N/mm^2	α1= 0; α2=1	95 m*	63%*
95 ASC	80 N/mm^2	α1= 0; α2=1	100 m*	81%*
120 AASC	80 N/mm^2	α1= 0; α2=1	105 m	95%

B12/4 MEGAWATT MFK2

Sodronytípus	Maximális húzófeszültség	2c.	Megengedhető maximális oszlopköz	Oszlop kihasználtsága
50 ASC	90 N/mm^2	α1= 0; α2=1	115 m*	80%*
95 ASC	80 N/mm^2	α1= 0; α2=1	110 m	94%
120 AASC	80 N/mm^2	α1= 0; α2=1	90 m	95%

TvBH madárbarát fejszerkezet:



Az áttört gerincű B12/4, és B12/8 típusú betonoszlopok kihasználtságát vizsgáltuk a Környezetbarát 22 kV-os szabadvezeték hálózat iránytervben szereplő TvBH fejszerkezettel szerelve, a szabvány által előírt terhelési esetekben.

* külső biztonsági távolságok által maximalizált oszlopköz

B12/4 TvBH fejszerkezet

Sodronytípus	Maximális húzófeszültség	2c.	Megengedhető maximális oszlopköz	Oszlop kihasználtsága
50 ASC	90 N/mm²	α1= 0; α2=1	80 m	94%
		α1= 0,3; α2=0,7	110 m*	82%*
95 ASC	70 N/mm²	α1= 0; α2=1	75 m	96%
		α1= 0,3; α2=0,7	115 m	93%
120 AASC	55 N/mm²	α1= 0; α2=1	60 m	97%
		α1= 0,3; α2=0,7	80 m	98%

B12/8 TvBH fejszerkezet

Sodronytípus	Maximális húzófeszültség	2c.	Megengedhető maximális oszlopköz	Oszlop kihasználtsága
50 ASC	90 N/mm²	α1= 0; α2=1	110 m*	73%*
		α1= 0,3; α2=0,7	110 m*	42%*
95 ASC	80 N/mm²	α1= 0; α2=1	120 m*	95%*
		α1= 0,3; α2=0,7	120 m*	54%*
120 AASC	80 N/mm²	α1= 0; α2=1	112 m	92%
		α1= 0,3; α2=0,7	125 m*	65%*

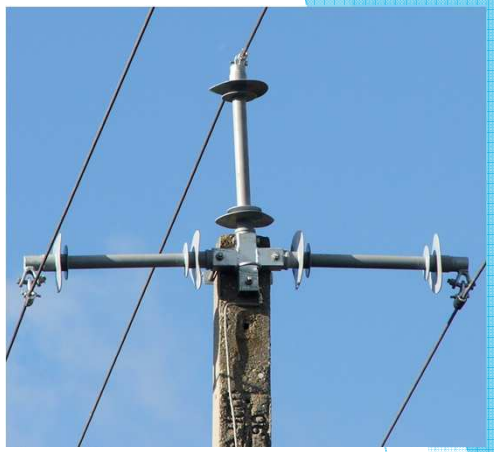
Szigetelő keresztkar:

Az áttört gerincű B12/4, és B12/8 típusú betonoszlopok kihasználtságát vizsgáltuk szigetelt keresztkarral szerelve. A szélső szigetelőkaroknál az áramvezető megfogás és a szigetelőkar közé plusz csavart kettős szem beépítését feltételeztük, így azok függő megfogásnak tekinthetőek, és a felfüggesztési pontok kismértékű elmozdulásával a húzáskülönbséget képesek kompenzálni.

Először a szigetelő által megengedhető húzófeszültségeket határoztuk meg.

A Nyír-mix szigetelőkarok VEIKI vizsgálat nem ad információt arra vonatkozóan, hogy a szigetelőkar rúdszigetelője milyen hajlítási karakterisztikával (erő-elhajlás grafikon) rendelkezik. Ennek hiányában a szigetelőkart merev szerkezetnek tekintjük. Az adatlap szerint legkisebb hajlító-törőerő 3,9 kN.

A szigetelő ellenőrzését a szabvány által előírt terhelési esetekben, valamint a 2c terhelési esetben α1= 0; α2=1, illetve α1= 0,3; α2= 0,7 értékekre végeztük el.



Szigetelők kihasználtsága

Sodronytípus/ maximális húzófeszültség	Oszlopköz	Kihasználtság
50 AASC, σ_{max}=90 N/mm²	120 m	192% (2c, α1= 0; α2=1) 90% (2c, α1= 0,3; α2=0,7)
95 AASC, σ_{max}=50 N/mm²	100 m	231% (2c, α1= 0; α2=1) 94% (2c, α1= 0,3; α2=0,7)
120 AASC, σ_{max}=40 N/mm²	95 m	240% (2c, α1= 0; α2=1) 96% (2c, α1= 0,3; α2=0,7)

A fenti táblázat alapján látható, hogy a szigetelőkar csak abban az esetben felel meg, ha a főszabvány szerinti α1= 0,3; α2=0,7 értékeket vesszük figyelembe.

Ebben az esetben a 4 kN csúcshúzású oszlopok is csak közel ~61-64%-ban kerülnek kihasználásra.

Beépítendő oszlopok:

A minimálisan beépítendő oszlopok darabszámát 50 °C üzemi hőmérséklethez tartozó talaj feletti külső biztonsági távolságok, valamint maximum 100m-es oszlopközök figyelembevételével készítettük.

50 AASC sodrony

Kialakítás	2c terhelési eset α1= 0; α2=1	2c terhelési eset α1= 0,3; α2=0,7
B12/4 + álló szigetelő	19 db o./km.	14 db o./km.
B12/8 + álló szigetelő	11 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + VÁT-H21 fsz.	11 db o./km.	11 db o./km.
B12/4 + MFK2 fsz.	10 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + TvBH	13 db o./km.	10 db o./km.
B12/8 + TvBH	10 db o./km.	10 db o./km.

95 AASC sodrony

Kialakítás	2c terhelési eset α1= 0; α2=1	2c terhelési eset α1= 0,3; α2=0,7
B12/4 + álló szigetelő	25 db o./km.	19 db o./km.
B12/8 + álló szigetelő	12 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + VÁT-H21 fsz.	10 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + MFK2 fsz.	10 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + TvBH	14 db o./km.	10 db o./km.
B12/8 + TvBH	10 db o./km.	10 db o./km.

120 AASC sodrony

Kialakítás	2c terhelési eset α1= 0; α2=1	2c terhelési eset α1= 0,3; α2=0,7
B12/4 + álló szigetelő	29 db o./km.	23 db o./km.
B12/8 + álló szigetelő	13 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + VÁT-H21 fsz.	10 db o./km.	10 db o./km.
B12/4 + MFK2 fsz.	12 db o./km.	12 db o./km.
B12/4 + TvBH	17 db o./km.	11 db o./km.
B12/8 + TvBH	10 db o./km.	13 db o./km.

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

Tizer Gergely