

# Nagyfeszültségű szigetelőláncok vizsgálatai

Homok Csaba  
[csaba.homok@dekra.com](mailto:csaba.homok@dekra.com)

Irinyi Dorián  
[dorian.irinyi@dekra.com](mailto:dorian.irinyi@dekra.com)

Kubinyi Dávid  
[david.kubinyi@dekra.com](mailto:david.kubinyi@dekra.com)

# Tartalom



- 1 Feszültségpróbák
- 2 Lökőfeszültséggel végzett vizsgálatok
- 3 Rádiózavar és koronakisülés vizsgálatok
- 4 Szigetelőláncok ívállósági vizsgálata



# Feszültségpróbák

Gyakorlati megközelítés



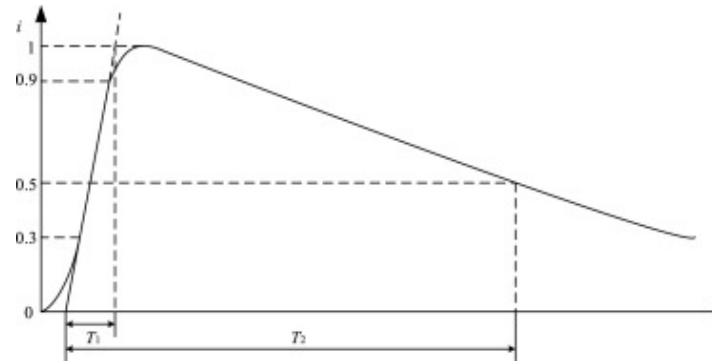
# Lökőfeszültség impulzus

IEC 60060-1:2025 3.8 alfejezet

Típusvizsgálat	123 kV	245 kV	420 kV
LI*			

\* LI - lightning impulse - lökőfeszültség impulzus

- Standard jelalak: 1,2 / 50  $\mu$ s
- Csúcsérték
- Pozitív / negatív polaritás
- Vizsgált / Szimulált jelenség: légköri villámlás (4-6pu)



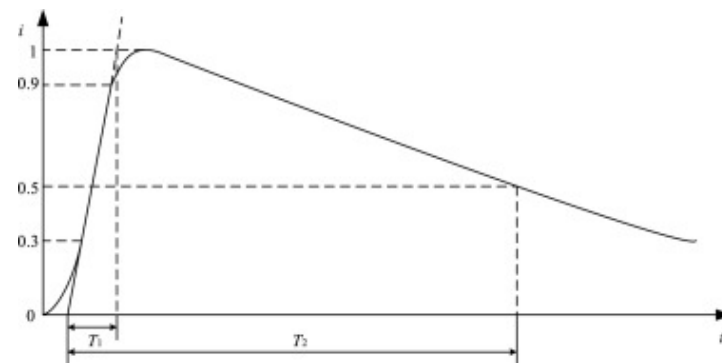
# Kapcsolási-feszültség impulzus

IEC 60060-1:2025 3.9 alfejezet

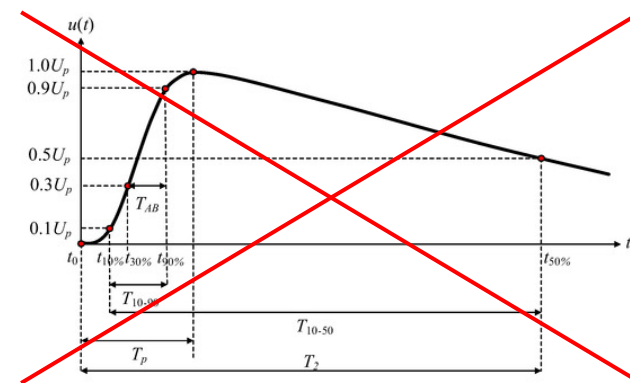
Típusvizsgálat	123 kV	245 kV	420 kV
(W)SI*			

\* (W)SI – (wet) switching impulse – esőztetett kapcsolási-feszültség impulzus

- Standard jelalak (2025-től): 170 / 2500  $\mu$ s
- Csúcsérték
- Pozitív / negatív polaritás
- Vizsgált / Szimulált jelenség: kapcsolási művelet a hálózaton (2-3pu)
  - Terheletlen vezetékszakasz be- kikapcsolás
  - Induktív terhelések kikapcsolása
  - Kapacitív terhelések bekapcsolása



- Standard jelalak (2025-ig): 250 / 2500  $\mu$ s



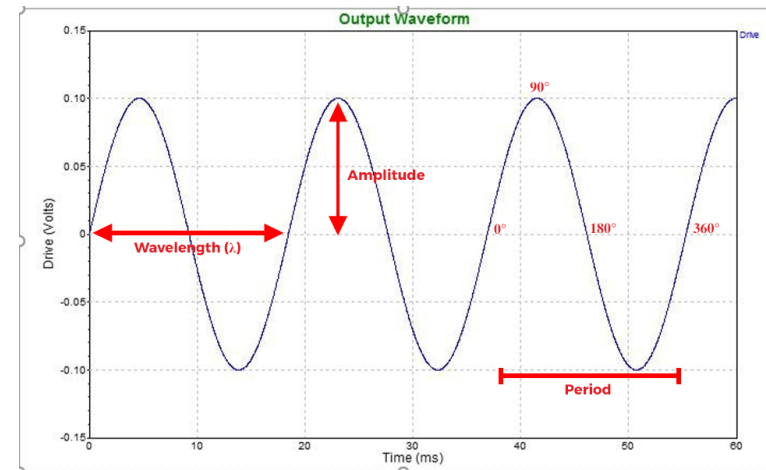
# Ipari frekvenciás jelalak

IEC 60060-1:2025 3.7 alfejezet

Típusvizsgálat	123 kV	245 kV	420 kV
(W)PF*			

\* (W)PF – wet power-frequency – esőztetett ipari frekvenciás jel

- Vizsgált / Szimulált jelenség: névleges feszültségnél nagyobb ipari frekvenciájú időszakos túlfeszültség (3-4pu)
  - ✓ Hirtelen bekövetkező terhelésvesztés (induktív)
  - ✓ Egyfázisú földzárlat
  - ✓ Rezonancia (induktív reaktancia = kapacitív reaktancia)
  - ✓ Ferrerezonancia (transzformátor vasmag telítés és hálózat kapacitása következtében kialakuló rezonancia)
  - ✓ Ferranti hatás (hosszú, kis terheléssel üzemelő vezetékszakasz)



# Szigetelőláncok dielektromos típusvizsgálatai

IEC 60071-1:2019

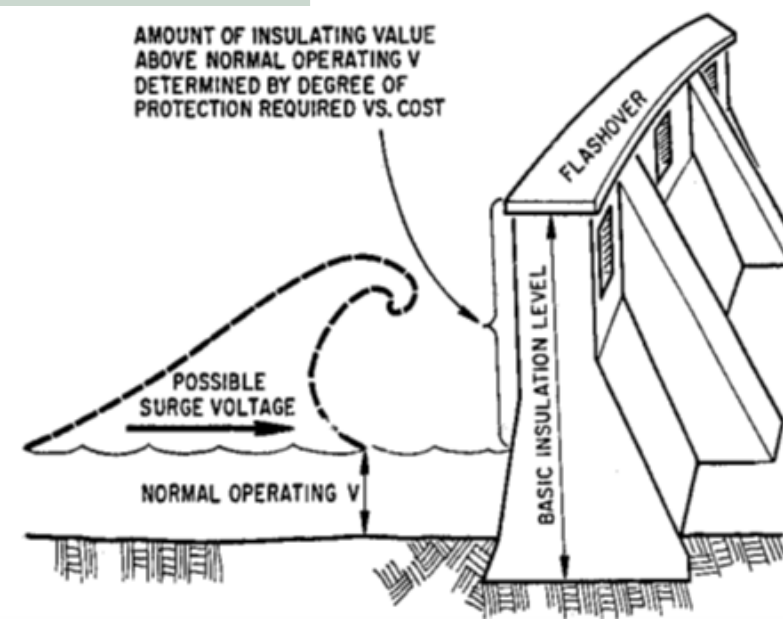


Típusvizsgálat	123 kV	245 kV	420 kV
LI	X	X	X
(W)SI			X
(W)PF	X	X	

# Szigetelőláncok dielektromos típusvizsgálatai

IEC 60071-1:2019 2-3. táblázat

Típusvizsgálat	123 kV	245 kV	420 kV
LI	550 kV	850 – 950 – 1050 kV	1050 – 1175 – 1300 – 1425 kV
(W)SI			850 – 950 – 1050 kV
(W)PF	230 kV	360 – 395 – 460 kV	



# Lökőfeszültséggel végzett vizsgálatok

IEC 60060-1:2025 7.2 alfejezet

- "A" procedúra
  - 3 lökőimpulzussal végrehajtott módszer
  - Ritkán alkalmazott eljárás
- **"B" procedúra**
  - 15 lökőimpulzusos módszer
    - Előírt érték ellenőrzése
  - Leggyakrabban használt eljárás
- "C" procedúra
  - 3 lökőimpulzussal végrehajtott módszer
  - Ritkán alkalmazott eljárás
- **"D" procedúra**
  - **Fel-le módszer (up-and-down method)**
    - Kibírt érték meghatározására
  - Multiple level method
    - Kibírt érték meghatározására



# Lökőfeszültség-próba szemléltető példa ("D" procedúra)

IEC 60060-1:2025 7.2.1.5. alfejezet



Feszültség szint [kV]	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1550			o							
1540		o								
1530	o									



# Lökőfeszültség-próba szemléltető példa ("D" procedúra)

IEC 60060-1:2025 7.2.1.5. alfejezet



Feszültség szint [kV]	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1560				X						
1550			O							
1540		O								
1530	O									



# Lökőfeszültség-próba szemléltető példa ("D" procedúra)

IEC 60060-1:2025 7.2.1.5. alfejezet



Feszültség szint [kV]	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1570 (2)									x		x											
1560 (6)				x				o		o		x		x		x						
1550 (7)			o		x		o						o		o		x		x			
1540 (4)		o				o												o		x		
1530 (2)	o																				o	

- $U_{sum} = 1570 * 2 + 1560 * 6 + 1550 * 7 + 1540 * 4 + 1530 * 2 = 32570 \text{ kV}$

- $U_{50\%} = \frac{U_{sum}}{2+6+7+4+2} \approx 1551.0 \text{ kV}$

- $U_{10\%} = U_{50\%} * (1 - 1,28s) = U_{50\%} * (1 - 1,28 * 0,03) = U_{50\%} * 0,9616 \approx 1491.4 \text{ kV}$

- $U_{10\%} \geq U_{spec} ?$



# Rádiózavar és korona kisülés vizsgálatok



# Rádiózavar-feszültség (R.I.V.) mérés és korona begyújtási-kialvási feszültségmeghatározás nagyfeszültségű hálózatokon

IEC 60437:2023, IEC 61284:1997 14. fejezet



## Nagyfeszültségű hálózatokon kialakuló koronajelenség elkerülésének célja:

- Veszteséget okoz
- Korrozív gázokat fejleszt (ózon, nitrogén-oxid, nitrogén-dioxid, stb.)
- Hallható zajhatást idéz elő
- Roncsolja a szigetelőanyagokat
- Zavarja a rádióhullámú jelátvitelt

Elfogadási határértékek: **szabványos** vagy ügyfélspecifikus ?

Pozitív vs. negatív koronajelenség: **számít a különbség ?**

# Nagyfeszültségű szigetelőlánc – pozitív koronajelenség

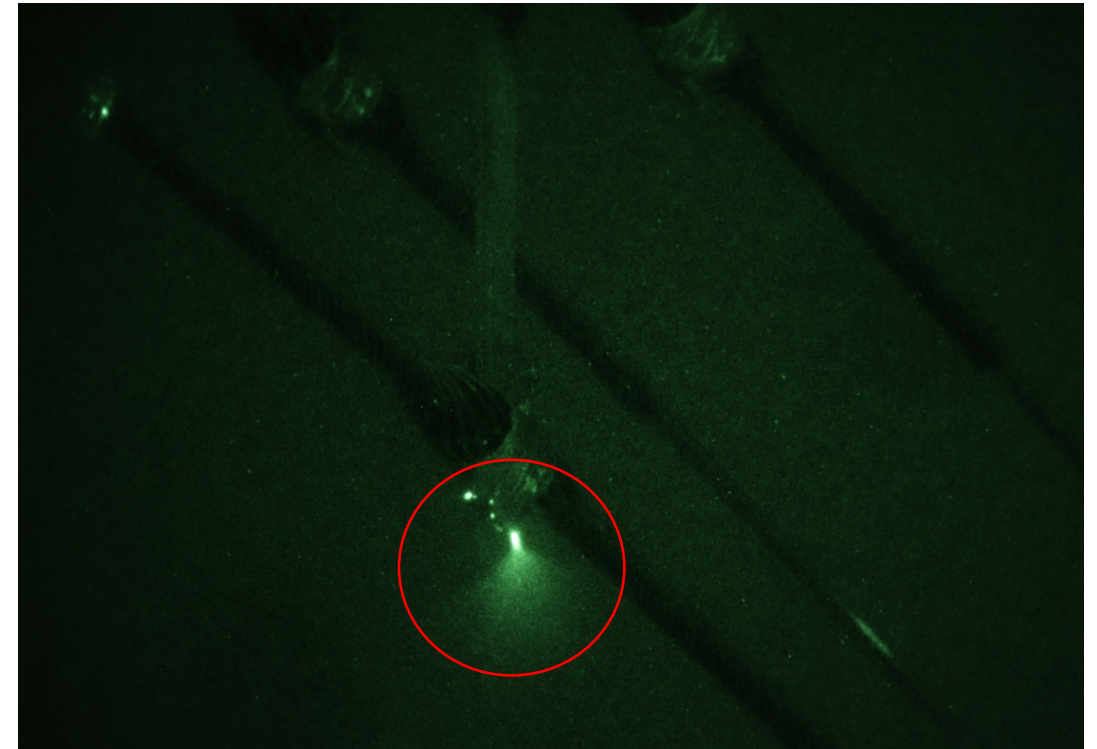
380 kV-os feszítő- és tartólánc vizsgálata



Pozitív korona begyújtási feszültség értéke: **333 kV<sub>rms</sub>**

Pozitív korona kialvási feszültség értéke: **317 kV<sub>rms</sub>**

Elfogadási határérték: **275 kV<sub>rms</sub>**



Pozitív korona begyújtási feszültség értéke: **269 kV<sub>rms</sub>**

Pozitív korona kialvási feszültség értéke: **262 kV<sub>rms</sub>**

Elfogadási határérték: **275 kV<sub>rms</sub>**

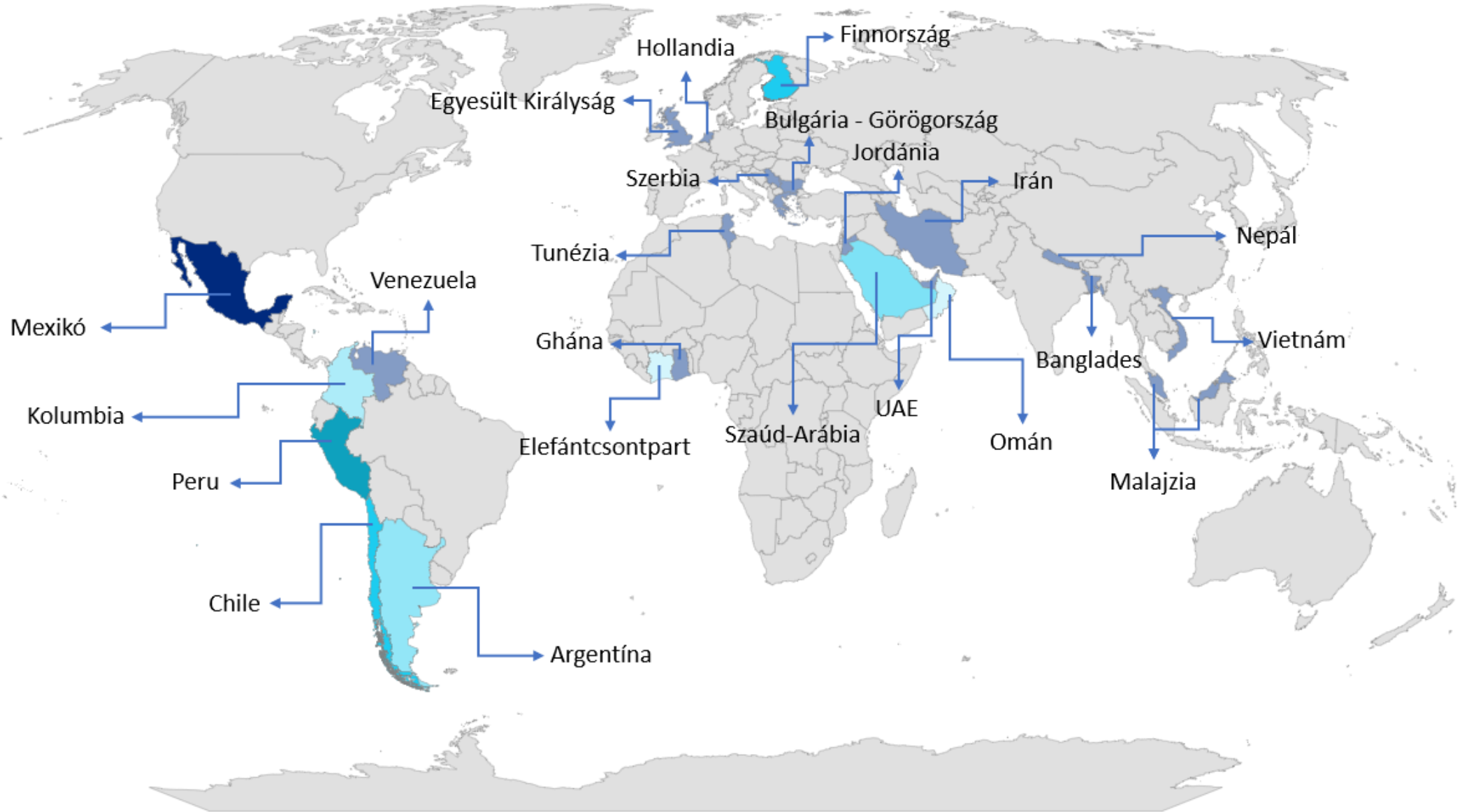
# Nagyfeszültségű szigetelőlánc – negatív koronajelenség

132 kV-os tartólánc vizsgálata



Negatív korona begyújtási feszültség értéke: **110 kV<sub>rms</sub>**  
Negatív korona kialvási feszültség értéke: **102 kV<sub>rms</sub>**  
Elfogadási határérték: **90 kV<sub>rms</sub>**

# Vizsgált nagyfeszültségű láncaink végfelhasználói a "nagyvilágból"



# Kontinensenkénti összehasonlítás



## Európa

110 - 150 kV  
30 - 54 dB $\mu$ V

380 - 400 kV  
44 - 60 dB $\mu$ V

## Amerika

115 kV  
60 dB $\mu$ V

220 - 230 kV  
46 - 60 dB $\mu$ V

400 - 500 kV  
54 - 60 dB $\mu$ V

## Ázsia

132 kV  
34 - 45 dB $\mu$ V

220 - 275 kV  
40 - 60 dB $\mu$ V

400 - 500 kV  
40 - 54 dB $\mu$ V

## Afrika

161 kV  
45 dB $\mu$ V

225 kV  
54 dB $\mu$ V

330 kV  
45 dB $\mu$ V



## 500kV, 275kV and 132kV CAP & PIN INSULATORS

1.0	SCOPE .....	2
2.0	STANDARDS .....	2
3.0	DRAWINGS .....	4
3.1	DRAWING(S) AND DOCUMENT(S) TO BE SUBMITTED FOR APPROVAL .....	4
4.0	ELECTRICAL & MECHANICAL RATINGS .....	5
5.0	DESIGN AND CONSTRUCTION .....	5
5.1	INSULATOR UNITS .....	6
5.1.1	GLAZED PORCELAIN .....	7
5.1.2	TOUGHENED GLASS .....	7
5.1.3	CAP, PIN & RETAINING PIN .....	7
5.2	ZINC SLEEVES FOR INSULATOR PINS .....	8
5.3	500KV INSULATOR STRINGS .....	9
5.3.1	INSTALLATION REQUIREMENTS .....	9
5.3.2	STRENGTH REQUIREMENTS .....	10
5.3.3	HOT LINE MAINTENANCE .....	11
6.0	PACKAGING .....	11
7.0	INSPECTION & TESTING .....	11
7.1	DETAILED DRAWINGS .....	12
7.2	TYPE, FACTORY ACCEPTANCE AND ROUTINE TESTS .....	12
7.2.1	ELECTRICAL TESTS .....	13
7.2.2	MECHANICAL TESTS .....	15
7.2.3	CROSS SECTION OF INSULATOR UNIT .....	16
7.3	TEST ARRANGEMENTS .....	16
7.3.1	RADIO INTERFERENCE VOLTAGE (RIV) AND CORONA TESTS .....	17
7.3.2	LIGHTNING IMPULSE, SWITCHING SURGE AND POWER FREQUENCY FLASHOVER/ VOLTAGE TESTS .....	19


Voltage System of insulators intended to be in service	Acceptance Criteria	
	Max. RI Level at <b>0.5MHz or 1MHz</b>	Min. voltage for visible corona extinction
500kV	54dB at 333kV	320kV
275kV	46dB at 180kV	190kV
132kV	34dB at 88kV	90kV

Table 8

# Szaúd-Arábia – National Grid Saudi Arabia



TRANSMISSION MATERIALS STANDARD SPECIFICATION



نقل الكهرباء  
National Grid SA

## 15-TMSS-05

**Revision No. 02**

*INSULATORS, COMPOSITE, HORIZONTAL  
LINE POST, SUSPENSION AND TENSION TYPE*


ORIGINAL DOCUMENT APPROVED April 09, 2006

No.	Date	DESCRIPTION
1	September 08, 2010	Electric field (4.5kV/cm) on line end of insulators, new IEC/TS 60815, Paris 1 & 3 and IEC 60217, shed diameter changed to 200mm
2	October 30, 2017	
3		

**PROPRIETARY INFORMATION**

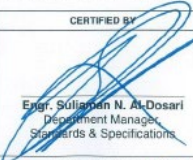
This document contains proprietary information developed by and for exclusive use of National Grid Saudi Arabia. Your acceptance of the document is an acknowledgement that it must be used for the identified purpose/application and during the period indicated. It cannot be used or copied for any other purposes nor released to others without prior written authorization of National Grid Saudi Arabia. National Grid Saudi Arabia will not be responsible for misuse and/or misapplication, and any harm resulting there from. National Grid Saudi Arabia also reserves the right to take any necessary actions to protect its interest against unauthorized use.

**ORIGINATED BY**




**Engr. Fahad A. Al-Zahrani**  
Division Manager,  
Lines & Telecommunications  
Specifications

**CERTIFIED BY**



**Engr. Sulaiman N. Al-Dosari**  
Department Manager,  
Standards & Specifications

**APPROVED BY**



**Engr. Waleed A. Al-Saadi**  
Vice President,  
Engineering

Date of Approval: **October 30, 2017**

15TMSS05R02/MAA
PAGE 1 OF 23

<u>REFERENCE SECTION NO.</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>'A'</u>
4.3.4	Max. RIV at 1000 kHz and 1.15 x times the Nominal Line-Ground Voltage	100µV
	Visible Corona Voltage Level, kV	*

# Bangladesh – Power Grid Company of Bangladesh Limited



POWER GRID COMPANY OF BANGLADESH LIMITED



**Tender Documents  
for  
Procurement of**

**Design, Supply, Installation, Testing &  
Commissioning of Rooppur-Bogura 400kV Single  
Circuit Transmission Line on Turnkey Basis  
(Package-5)**

**Volume 2 of 3**

**Scope of Works  
Technical Specifications  
Drawings forming Part of the Specification**

Issued on: September 20, 2020  
Invitation for Bids No. 27.21.0000.101.07.303.20.3778, **September 20, 2020**  
ICB No. : PGCB/EXIM BANK/LOC-3/400kV/TL/RPP-BOG  
Employer: Power Grid Company of Bangladesh Limited (PGCB)  
Country: Peoples Republic of Bangladesh  
Funded by: Exim Bank, India and Government of Bangladesh

RIV level per set	dB	50
Test voltage for RIV & Corona	kV	260

RIV level per set	dB	45
Test voltage for RIV & Corona	kV	150

RIV level per set	dB	40
Test voltage for RIV & Corona	kV	85



## FINGRID

S23508E1  
Technical specification

1 (10)

Asset management

4.12.2019

### Testing of composite insulators – S23508E1

1	General	1
2	Design tests for composite insulator units	1
3	Type tests for composite insulator units	2
4	Type tests for composite insulator sets for 110...400 kV overhead transmission lines	3
5	Sample tests for composite insulator units	6
6	Routine tests for composite insulator units	10

#### 1 General

General requirements and terms for different tests in OHTL-projects are given in Specification S23104-E1. The content of tests for composite insulators is presented in the following chapters.

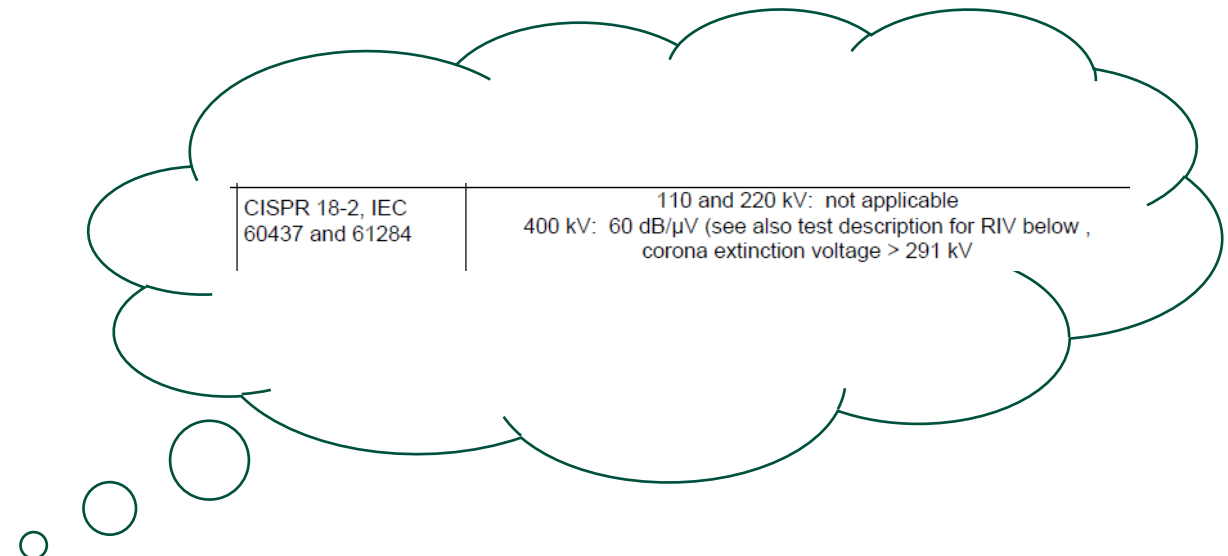
The acceptance criteria and re-test procedures of the relevant standards shall be followed. When a lot has been rejected, all pieces shall be marked clearly and sealed in separate box(es). Testing of new manufactured lot shall start by inspecting the sealing of rejected pieces from previous lot.

#### 2 Design tests for composite insulator units

The aim of the design tests is to verify the suitability of the design, materials and method of manufacture (technology). Design tests shall have been carried out according to IEC 61109 (clause 10) and IEC 62217.

Insulator design is defined by

- materials of the core, housing and their manufacturing method
- material of the end fittings, their design and method of attachment
- layer thickness of the housing over the core and diameter of the core





## PROJECT SPECIFICATION COMPOSITE INSULATORS

SPE.05.357

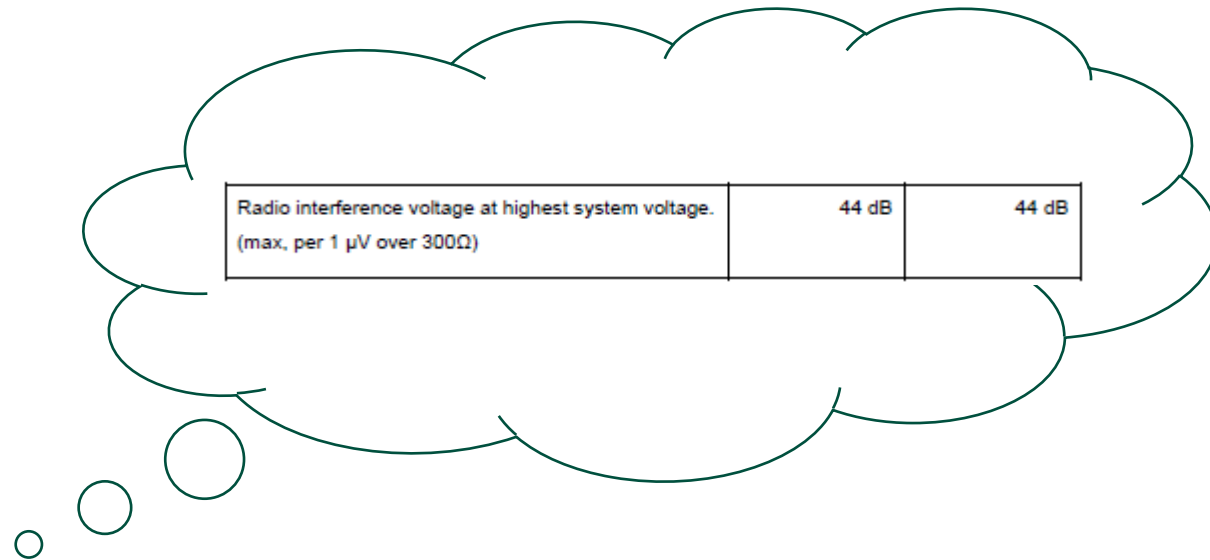
Model version 3.0

1 May 2020

Project document reference number: 002.678.00 1480067

Date: 19-11-2024

Project name: ZWO (Rilland- Tilburg) (Moldau) (Newline)

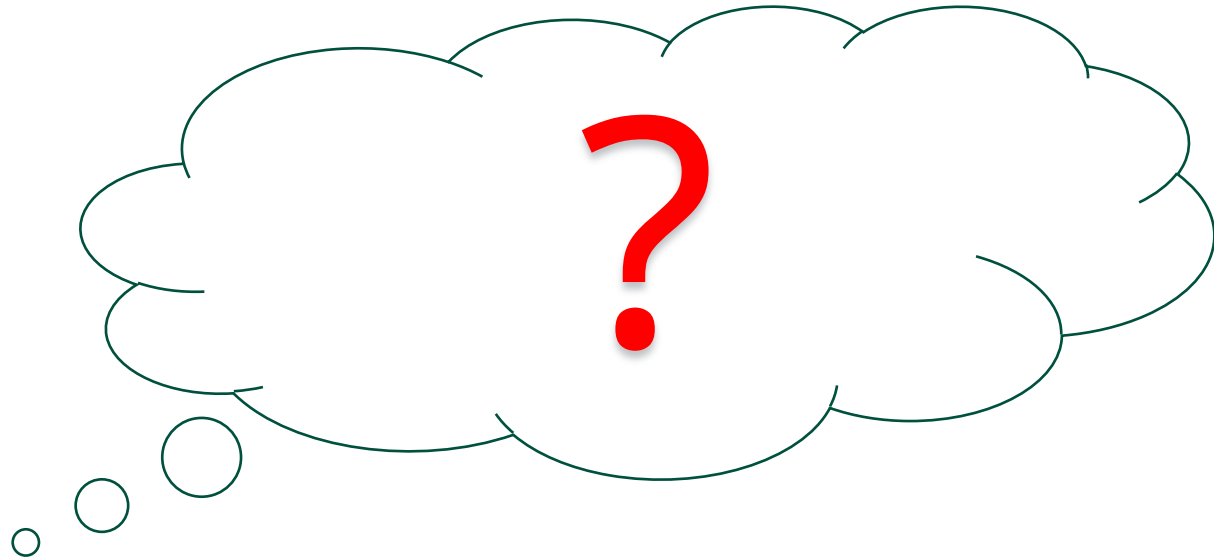


Rev.	Author	Reviewer	Released
1.0	N Ramanathan	Jeroen	Edmon



PROJECT SPECIFICATION BASED ON STANDARD MODEL

TenneT TSO B.V.



# Szigetelőláncok ívállósági vizsgálata



# Ívállósági vizsgálata elméleti háttere



Mitől alakul ki?

IEC 61467 7. fejezet

Vizsgálat paramétereit → Szigetelőlánc felhasználási helye határozza meg

- Hálózat névleges zárlati árama ( $I_{sys}$ )
- Íváram ( $I$ )
- Időtartam ( $t$ ) (*Hálózat védelme*)
- Áramköri elrendezése (A,B,C,D)

*A megrendelő és a végfelhasználó megegyezésén alapuló paraméterek*

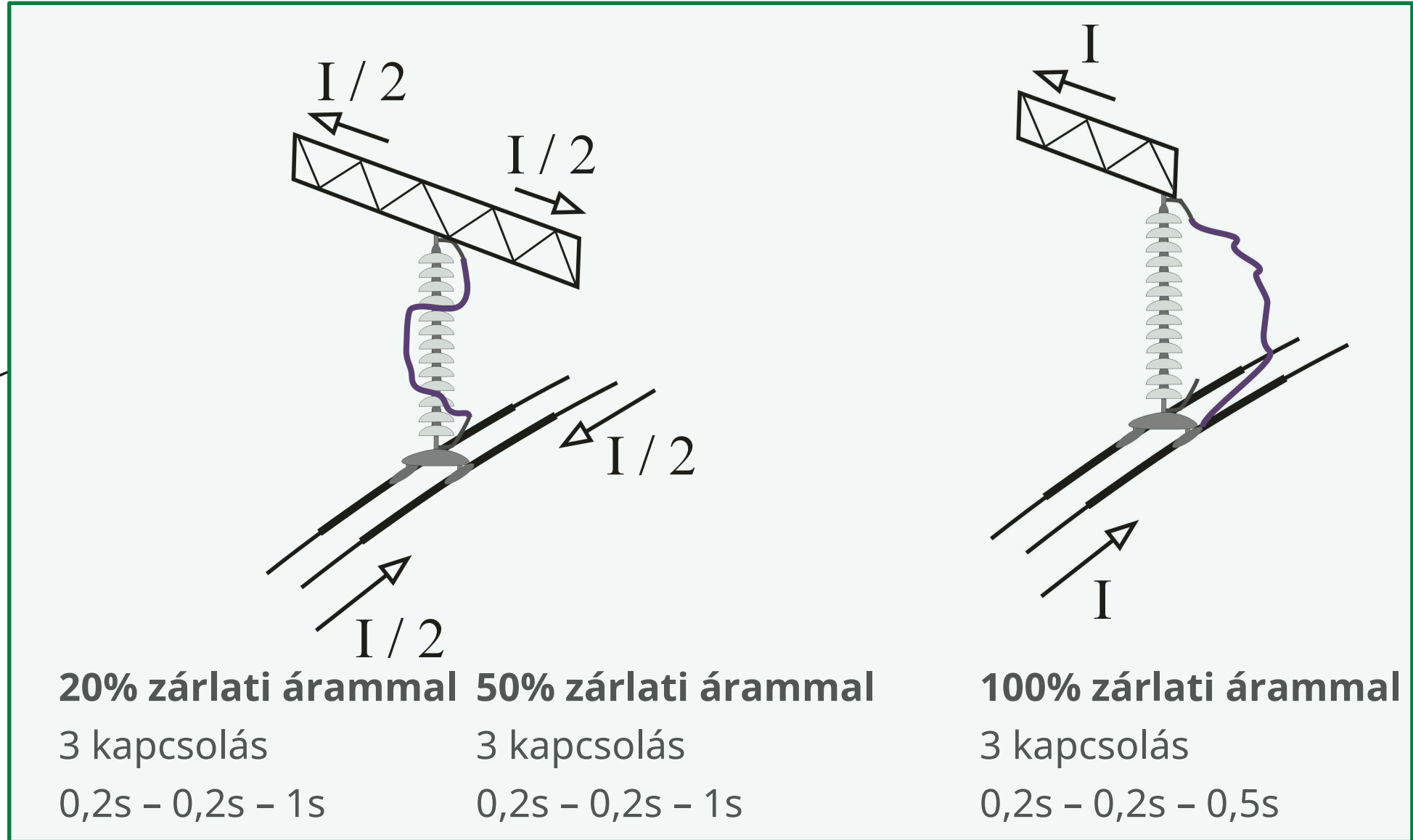
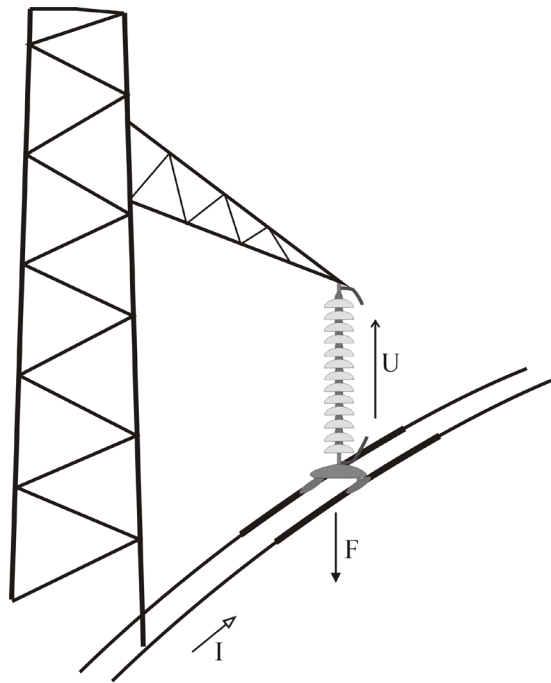
***Vizsgálat célja: A szigetelőlánc rövid idejű, nagy energiájú villamos ív hő és mechanikai hatásainak képes ellenállni és mechanikailag biztonságos marad.***

# Szigetelők és szigetelőláncok vizsgálata



AC power arc – ívállósági vizsgálat

Elrendezést  $\longrightarrow$  oszloptípus határozza meg



Szabványos sorozat:

**20% zárlati árammal** **50% zárlati árammal**

**100% zárlati árammal**

3 kapcsolás

3 kapcsolás

3 kapcsolás

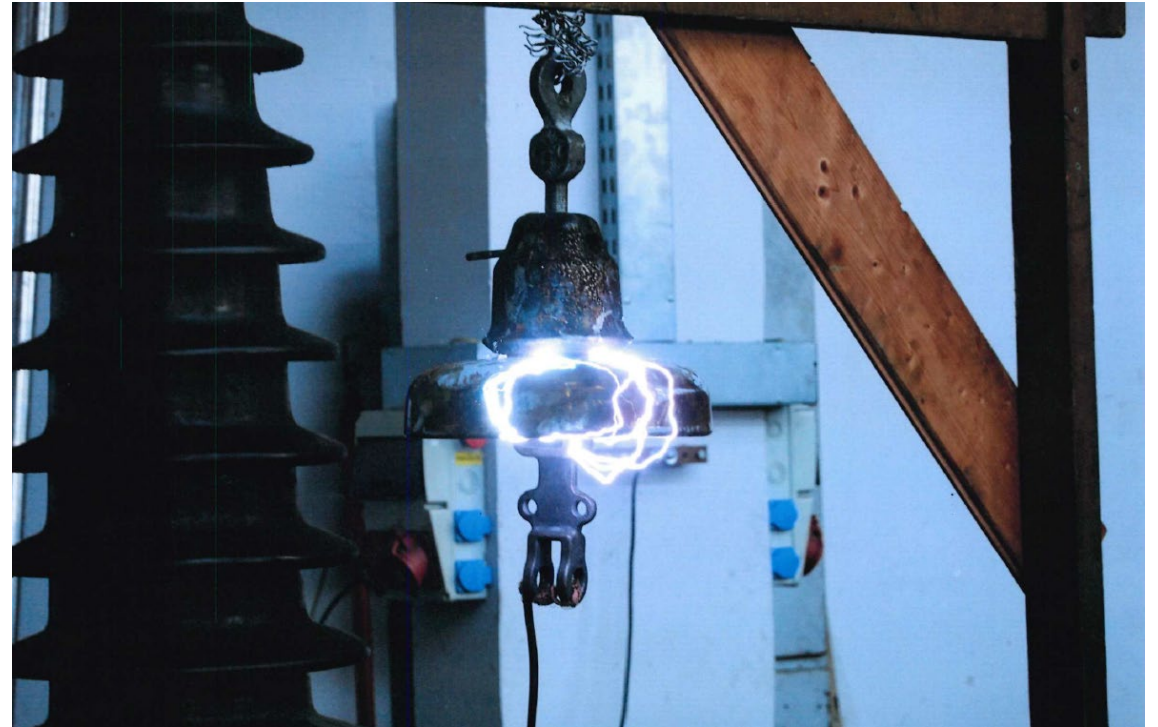
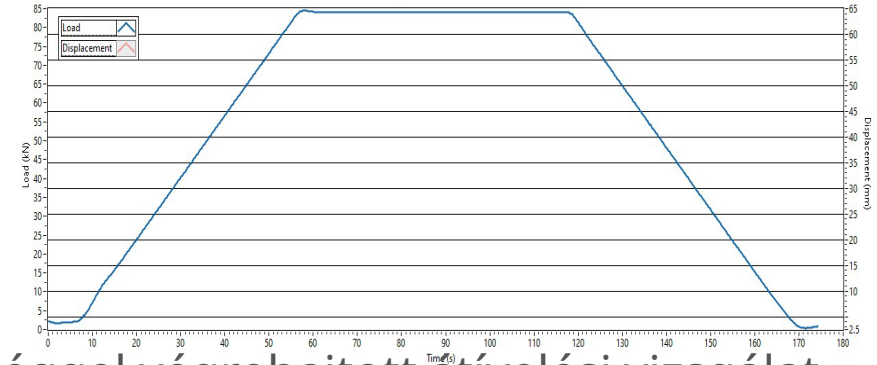
0,2s – 0,2s – 1s

0,2s – 0,2s – 1s

0,2s – 0,2s – 0,5s

# Vizsgálat menete

- 3db ívállósági vizsgálat (Ívgyújtó rézhuzal)
- Szemrevételezés
- A szigetelő egységeken, száraz állapotban, ipari frekvenciájú feszültséggel végrehajtott átívelési vizsgálat (Üveg, porcelán)
- Mechanikai vizsgálat (mechanikai terhelhetőség 70%-ával egy percre fenntartva)



# Vizsgálat sikerességének főbb feltételei



- Ne legyen szigetelőláncon szakadás
- Ne legyen szigetelő ernyőkön törés, kompozit szigetelő esetén a „core” nem látszódhat
- Átívelési vizsgálat során külső átívelés legyen
- Mechanikai terhelés vizsgálaton ne szakadjon el



# Szigetelőlánc ívállósági vizsgálata (50kA - 0,3s)

Gyorskamerás felvétel alkalmas az ívterelők megfigyelésére



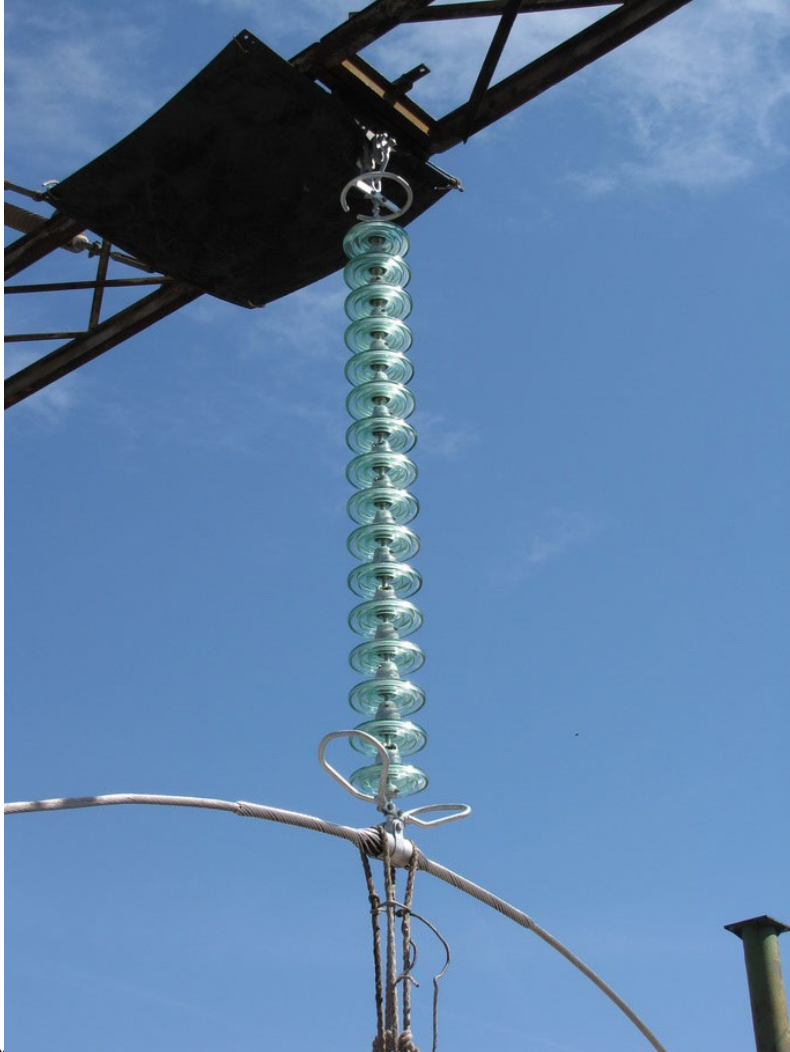
VEIKI-VNL Ltd.

[www.vnl.hu](http://www.vnl.hu)

# Ívvédő és villamos tér vezérlő szerelvény elhelyezésének fontossága I.



Tartó szigetelőlánc



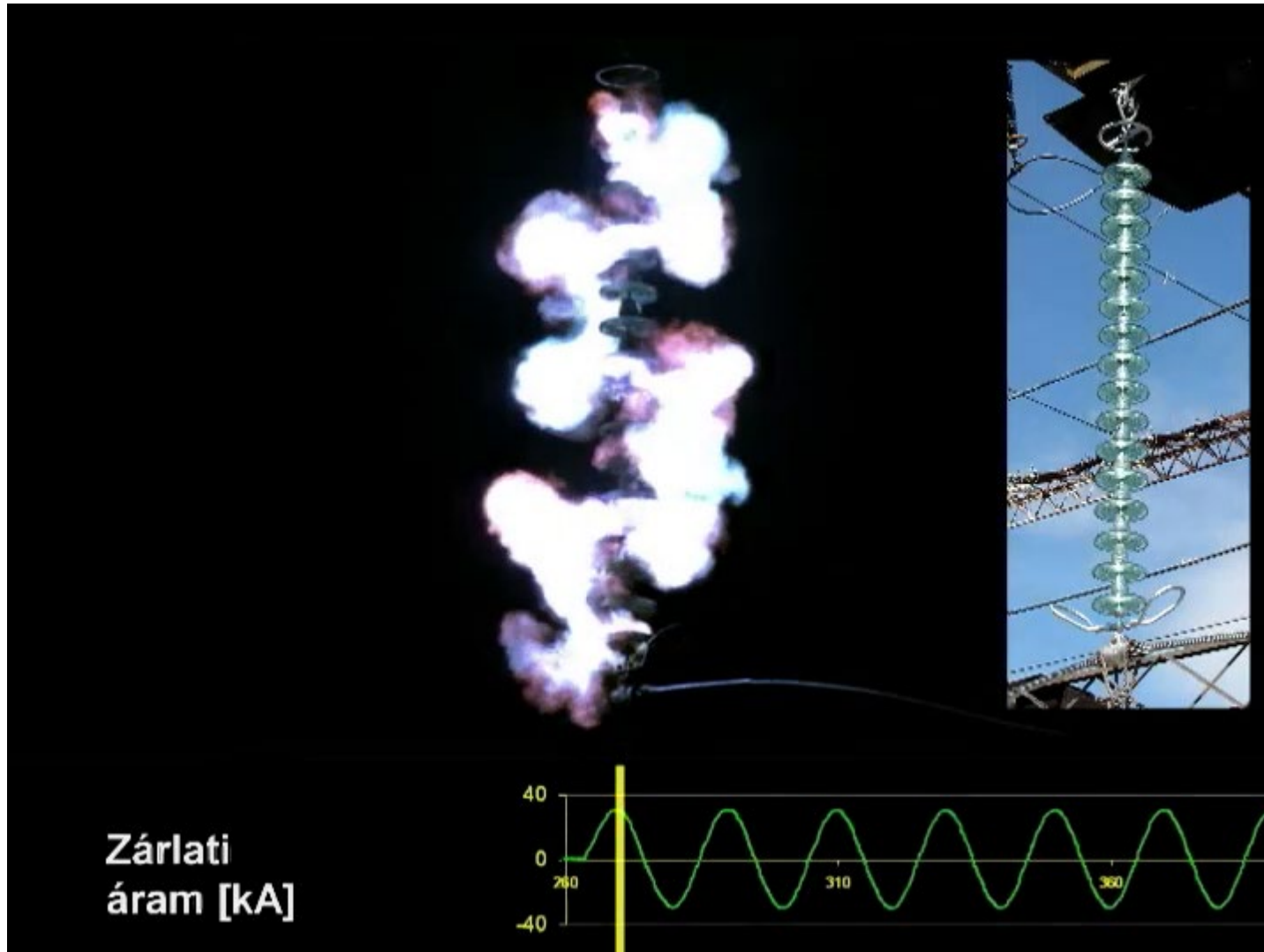
Rosszul elhelyezett ívvédő szerelvény



# Ívvédő és villamos tér vezérlő szerelvény elhelyezésének fontossága II.



20kA / 0,2s



# Ívvédő szerelvény elhelyezésének fontossága III.



Megolvadt vas szerelvények



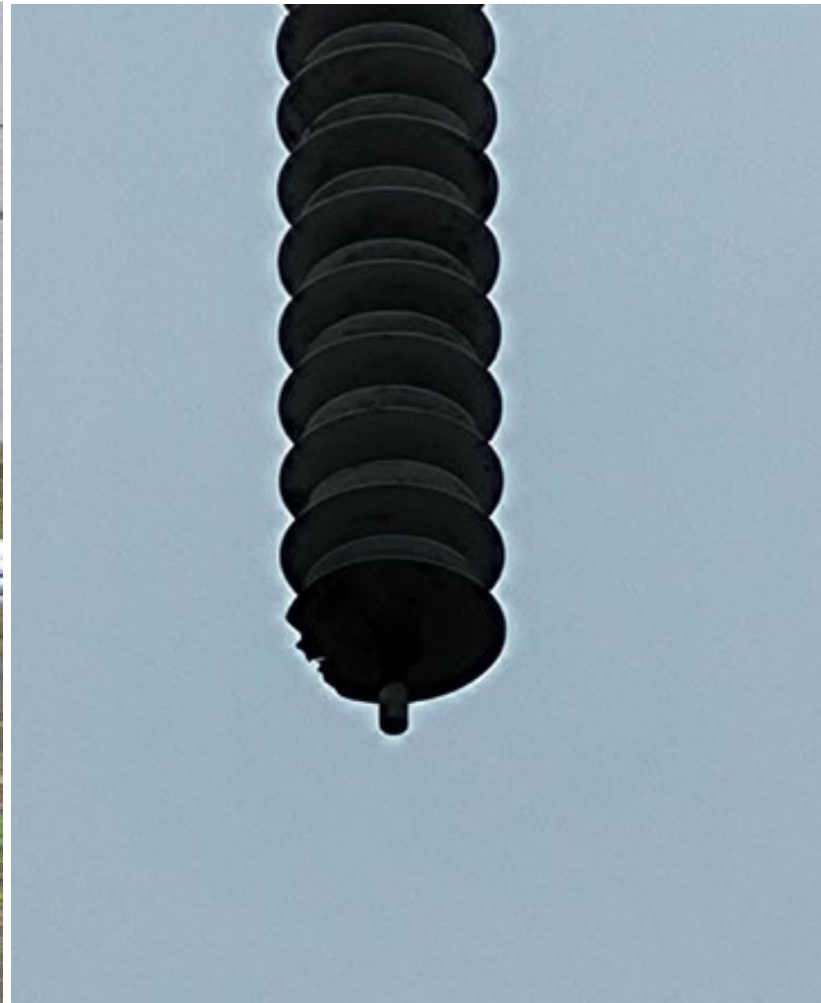
# Ívvédő szerelvény hiánya I.



15.75kA / 200ms / 200ms / 1000ms – A

Ívterelők hiánya → Üvegszálak kompozit törzs látható

# Ívvédő szerelvény hiánya II.



15.75kA / 200ms / 200ms / 1000ms – A

Ívvédő szerelvény hiánya → Szigetelő lánc leszakadt

# Vizsgálati szempontok a nagyfeszültségű hálózatok üzemeltetőinek



- Személyi sérülések, káresemények elkerülése
- Üzembiztonság
- Vizsgálati paraméterek gondos megválasztása a hálózati képnek, oszlopkonfigurációnak megfelelően
- Villamos eszközök-berendezések tesztelése beépítés előtt
- Gyártó igazolja termékének minőségét vizsgálati jegyzőkönyvekkel
- Az adott vizsgálat csak az adott összeállításra vonatkozik

**Köszönjük a figyelmet!**