A SZALAKÓTA VÉDELME A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN
(LIFE13/NAT/HU/000081)

MADÁRVÉDELMI JAVASLATOK

Megerősítést és ismételt megfontolást (döntést)
igénylő műszaki javaslatok középfeszültségű hálózatok
oszlopainak madárvédelmi célú kiegészítéséhez

A MILVUS - ENEL találkozó során, 2017. 11. 29.-én egyeztetett
és előzetesen elfogadott madárvédelmi megoldások, továbbá a nem érintett
vagy csak részben bemutatott - ezért itt részletesen kifejtett -
műszaki tényezők hatása, problémás kialakítások megoldási javaslata
(leírással, szemléltető fotókkal, ábrákkal)

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék 2

A találkozó során megbeszélt és kölcsönösen elfogadott megoldások köre, módszere 3
1. Tartóoszlopok álló szigetelővel 3
2. Feszítőoszlopok álló szigetelőre rögzített sodronnyal 6
3. Feszítőoszlopok szigetelőláncon rögzített sodronnyal 7
4. Oszlopkapcsolóval ellátott feszítőoszlopok 9
5. Transzformátorral ellátott feszítőoszlopok 11

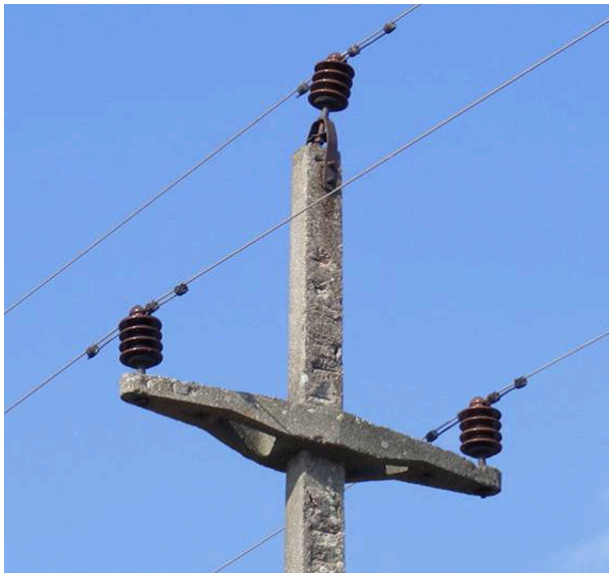
Műszaki információk, melyek ismerete szükséges lenne 13
6. Tartóoszlopok álló szigetelővel 13
7. Tartóoszlopok függő szigetelővel 13
8. Feszítőoszlopok, oszlopkapcsolók, oszloptranszformátorok 14

A találkozó során nem egyeztetett problémák és a megoldások lehetséges módszere 15
9. Függőszigetelős tartóoszlopok madárvédelmi problémái 15
10. Megoldási javaslatok függőszigetelős tartóoszlopok madárvédelmi problémáira 18
11. Feszítőoszlopok madárvédelmi problémái 20
A meglevő (burkolásra váró) áramkötések műszaki, madárvédelmi jellemzői 24
A meglevő áramkötések burkolásának műszaki körülményei, várható eredményei 25
A javasolt (új) burkolt vezetékes áramkötések műszaki, madárvédelmi jellemzői 26
A burkolt vezetős áramkötések kialakításának műszaki körülményei, várható eredményei 27
12. Megoldási javaslatok feszítőoszlopok madárvédelmi problémáira 28
Burkolt vezetékes áramkötés kialakításának technikai javaslata 31
Utólag burkolt áramkötés burkolatkialakításának technikai javaslata 34
13. Kapcsolóval szerelt oszlopok madárvédelmi problémái 35
14. Megoldási javaslatok kapcsolóval szerelt oszlopok madárvédelmi problémáira 39
15. Transzformátorral szerelt oszlopok madárvédelmi problémái 44
16. Megoldási javaslatok transzformátorral szerelt oszlopok madárvédelmi problémáira 46

A találkozó során megbeszélt és kölcsönösen elfogadott megoldások köre, módszere (ENEL elfogadta/javasolta)

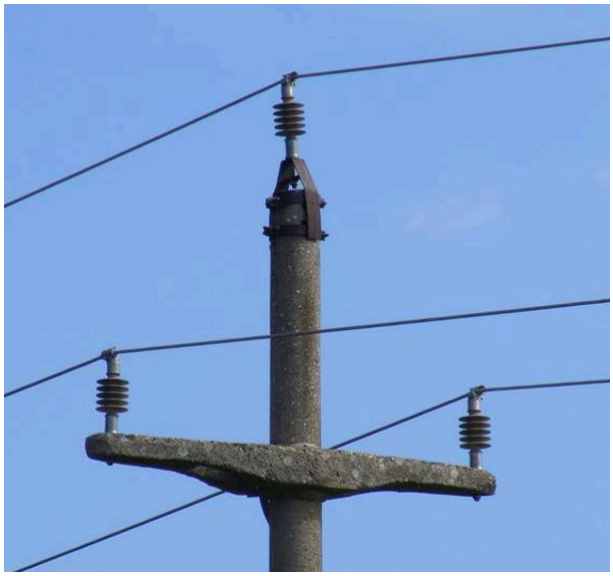
1. Tartóoszlopok álló szigetelővel

1.a. A fejhornyos porcelánszigetelők (~ 488 oszlop esetén) állapotuktól függetlenül mind cserére kerülnek (1.-2. kép).



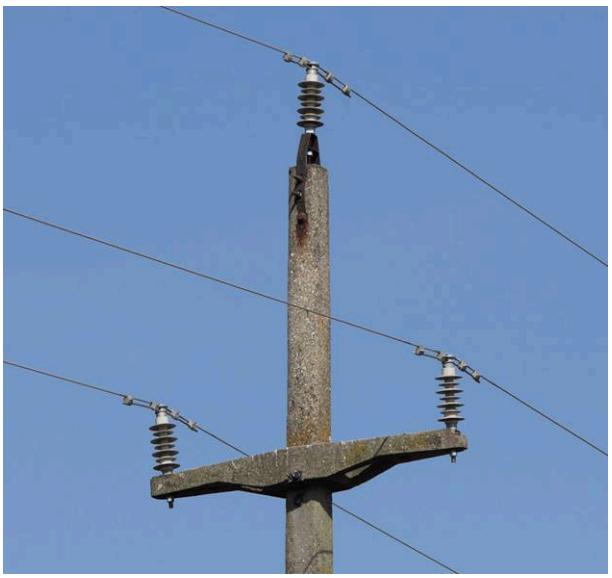
1.- 2. kép: fejhornyos porcelánszigetelővel szerelt tartóoszlopok

1.b. A „C" szerelvényes kompozit szigetelők (~ 137 oszlop esetén) - ezek kvázi újak - állapotuktól függetlenül mind cserére kerülnek, akkor is, ha a felmért, pl. Chișinău- Mișca vonalszakasz oszlopai végig ilyen jellegű szigetelőkkel szereltek (3.-4. kép).



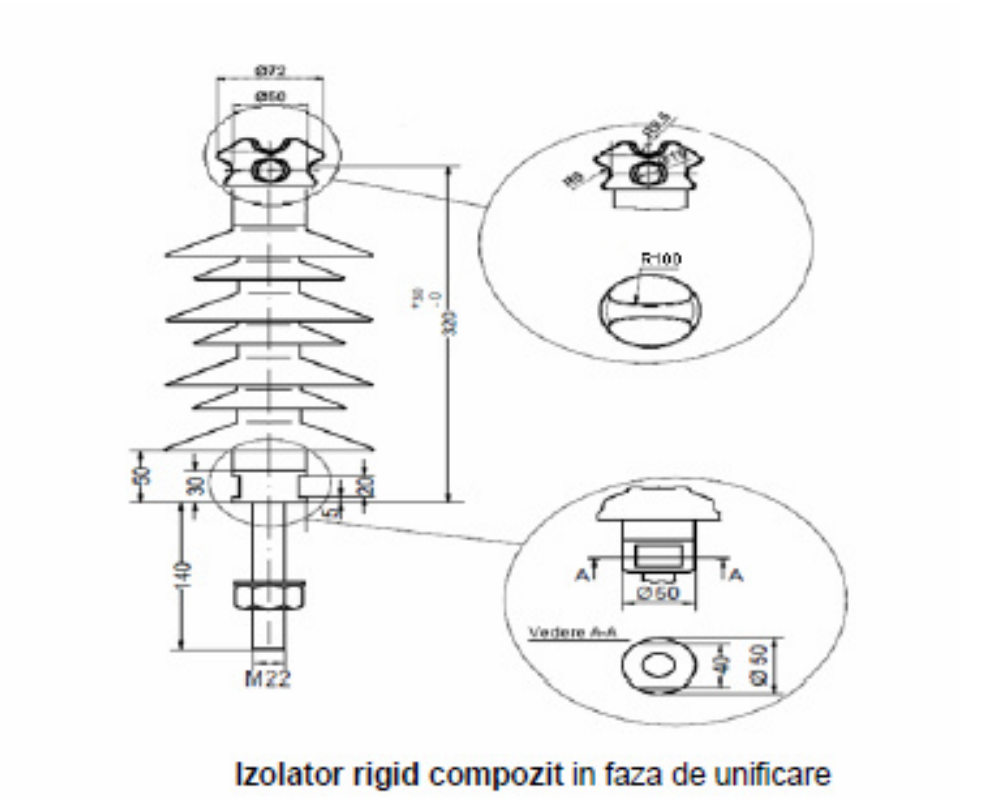
3.- 4. kép: „C" szerelvényes kompozit szigetelővel szerelt tartóoszlopok

1.c. A fejhornyos kompozit szigetelők, melyek nem azonosak a **DJ 502/2 RO Ed. 02** típusjelű kompozit szigetelővel (~ 138 oszlop esetén), állapotuktól függetlenül mind cserére kerülnek, akkor is, ha a felmért, pl. Sânpetru Mare- Igriș vonalszakasz oszlopainak jelentős része hasonló jellegű szigetelőkkel szerelt (5.-6. kép).



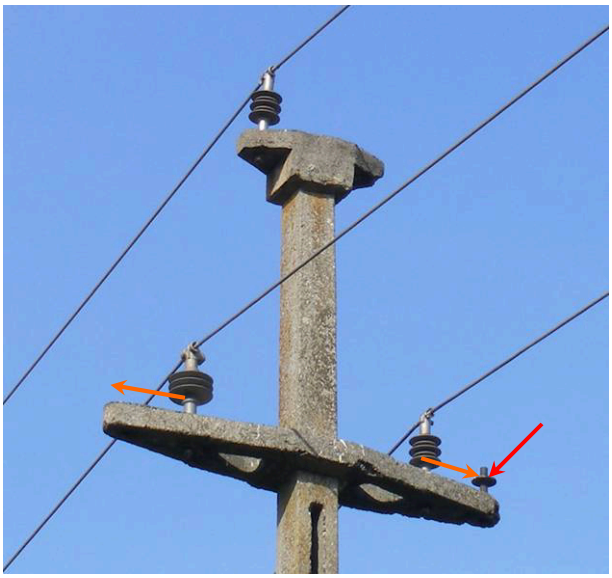
5.- 6. kép: fejhornyos kompozit szigetelővel szerelt tartóoszlopok

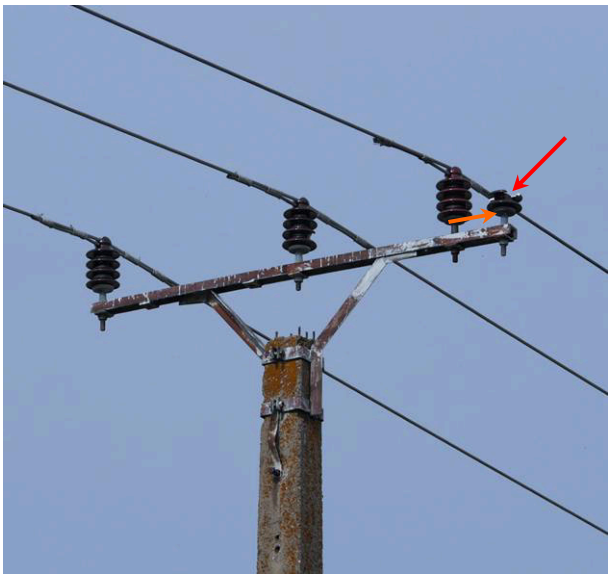
1.d. Tehát állapotától függetlenül **minden olyan állószigetelő, amely nem azonos** az egyeztetésen az ENEL részéről bemutatott/átadott **DJ 502/2 RO Ed. 02 típusjelű** kompozit szigetelővel, **CSERÉRE KERÜL** (7. kép)**!**



7. kép: DJ 502/2 RO Ed. 02 típusjelű fejhornyos kompozit szigetelőt ábrázoló rajz

1.e. Az üzemzavar-elhárítás, szerelési nehézség stb. során/miatt a kereszttartón meghagyott, sérült szigetelők vagy menetes szárak eltávolításra kerülnek (8.-9. kép), és ennek eredményeként a jelenleg egymáshoz túl közel rögzített vezetősodronyok visszakerülnek a vonatkozó előírás szerint lehetséges legnagyobb fázistávolságra (eredeti helyükre) szerelt szigetelőkre.



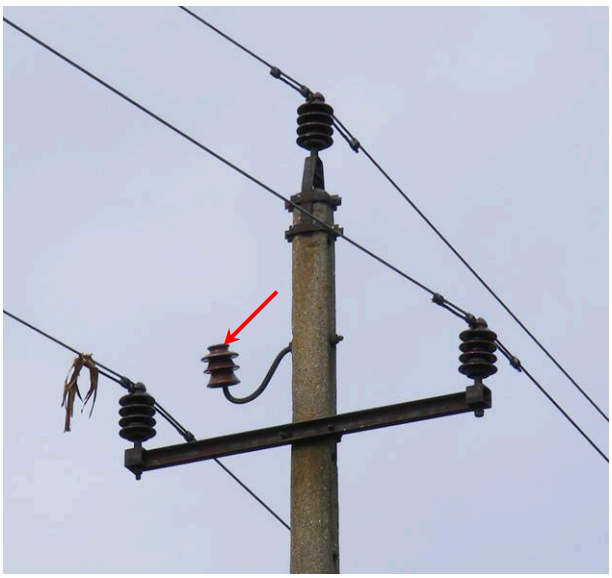


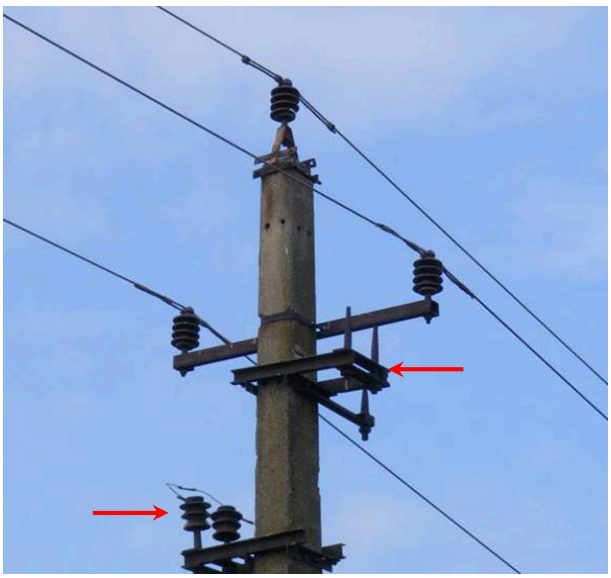
8.- 9. kép: kereszttartón hagyott sérült szigetelők, menetes szárak miatt lecsökkent fázistávolság

1.f. Ha a beton kereszttartók és/vagy csúcstartók avult, károsodott szerkezete (10.-11. kép) nem teszi lehetővé az új kompozit szigetelők vonatkozó előírás szerinti pozícióba/fázistávolságra szerelését, akkor a megoldás a rossz állagú kereszttartó és/vagy csúcstartó eltávolítása, és új - valószínűleg fém - kereszttartó és/vagy csúcstartó felszerelése.

10.- 11. kép: a beton kereszttartók végeinek avult, széttöredező állapota nem teszi lehetővé a szigetelők eredeti pozíciójának használatát, emiatt madarakra veszélyesen csökken a fázistávolság

1.g. Néhány tartóoszlop (~ 24 db oszlop) esetén előfordul, hogy a korábbi időkben alkalmazott, jelen pillanatban már funkció nélküli fémkonzol (esetleg szigetelővel együtt) még az oszlopon található, esetenként olyan pozícióban, amely a madarak részéről ülőhelyként használva akár áramütéses pusztulást is eredményezhet, ezért ezeket el kell távolítani (12.-13. kép).





12.- 13. kép: az avult, üzemviteli szerep nélküli fémkonzolok és szigetelők is ülőhelyet képeznek

1.h. A tartóoszlopok állószigetelős vezetékrögzítései veszélyesek, jelentős madárpusztulást okoznak.

1.i. Az állószigetelőn rögzített vezetősodronyok oszlopközeli része madárvédelmi célú burkolattal lesz kiegészítve, mely cél érdekében a TEXTOR cég megfelelően kialakított és méretezett terméke kerül alkalmazásra.

1.j. Az adott célra jelenleg gyártott, forgalmazott burkolat a nemzetközi tapasztalatok alapján nem elégíti ki a madárvédelmi szempontból minimálisan elvárt méretezést, a hosszmérete - ami jelenleg maximum 1 000 mm - rövid, ezért hosszméretnövelést igényel.

1.k. A gyártó, forgalmazó TEXTOR cég vezetője elfogadja a hosszméretnövelés igényét, a jobbító szándékú módosítás nem jelent műszaki problémát, együttműködik a megoldásban, további fejlesztésben.

1.l. Az ENEL illetékes műszaki vezetői éppen úgy elfogadják a burkolat hosszméretének szükséges növelését, de elvárják, hogy a burkolat csak a vezetékrögzítést szolgáló szigetelőfejet fedheti, a szigetelő egyéb részeit, pl. a szigetelő ernyőzetét már nem.

1.m. Fentiek alapján a burkolat elvárt hossza legalább 1 600 mm, adott pozícióban stabilan rögzíthető, profilja pedig olyan kiképzésű, hogy teljesen fedi a szigetelő fejét, valamint a szigetelő mindkét oldalán legalább 800- 800 mm hosszan, hiánytalanul fedi a sodronyt, melynek eredményként a nagy szárnyfesztávolságú madarak (sasok, gólyák) részére is kellő védelmet nyújt.

1.n. A burkolattal és alkalmazásával szembeni további elvárás, hogy mérete, rugalmassága és alakíthatósága eredményeként a kettőzött szigetelőn rögzített vezető és pótszálának burkolását folytonossági hiány nélkül tegye lehetővé, akár egyedi töréssszög esetén is. Tehát a kettőzött szigetelőkön rögzített sodronyokhoz alkalmazható burkolat kidolgozása, gyártása is szükséges.

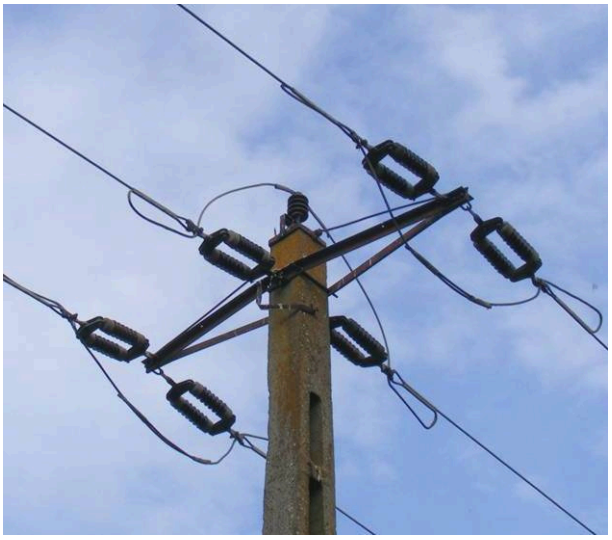
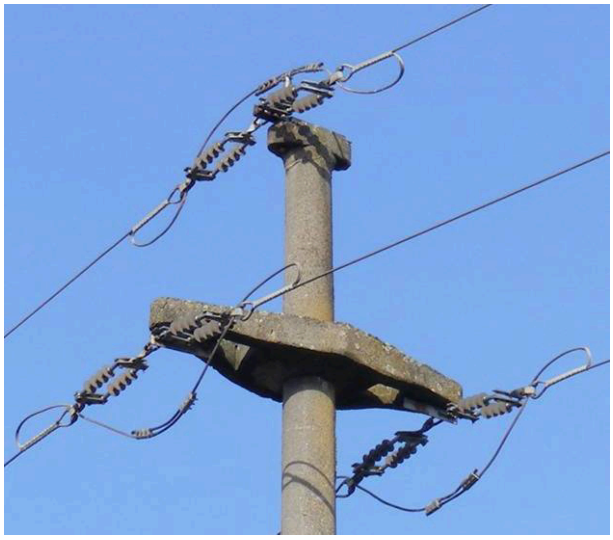
2. Feszítőoszlopok álló szigetelőre rögzített sodronnyal

2.a. A korábbi időkben általánosan használt, jelenleg még több oszlopon előforduló vezetékvégkötés, illetve -feszítés módszere (porcelán állószigetelőre feszített sodrony) már avultnak tekinthető (14.-15. kép), madárvédelmi célú burkolása is körülményes. Ezért állapotától függetlenül az érintett összes ilyen kialakítású vezetékvégkötés átalakításra kerül (~ 73 oszlop esetén), az állószigetelő helyett a napjainkban elterjedt kompozit rúdszigetelős feszítő szigetelőlánc kerül alkalmazásra.

14.- 15. kép: egy-egy példa a feltehetően csökkent üzembiztonságú és a madárvédelmi kiegészítést is nehezítő állószigetelős és vegyes módszerű vezetékvégkötésre, -feszítésre

3. Feszítőoszlopok szigetelőláncon rögzített sodronnyal

3.a. Azok a vezetékvégkötések, amelyek az általánosan használt - de madárvédelmi szempontból rövidnek minősülő - porcelán vagy kompozit rúdszigetelős szigetelőláncokhoz (16.-17. kép) rögzítve csatlakoznak a konzolhoz, változatlanul megmaradnak, egyelőre a madárvédelmi célokat is érvényesítő hosszabb (≤ 700 mm) rúdszigetelős szerelvény nem kerül alkalmazásra. A sérült, rossz állagú szigetelőláncokat le kell cserélni, helyettük kompozit szigetelős - fokozott biztonság esetén lehetőleg 200 milliméteres távtartóval szerelt - szigetelőláncokat kell felszerelni.

16.- 17. kép: a megszokott porcelán és az egyre inkább gyakori kompozit rúdszigetelős szigetelőláncok üzembiztosak, de hosszméretük nem elégíti ki a madárvédelmi szempontból elvárt méretet

3.b. A madárvédelmi szempontból rövidnek minősülő szigetelőláncok kiegészítését a MILVUS által javasolt madárszárnyterelő szerelésével lehet/kell megvalósítani. A szárnyterelő a normál és a fokozott biztonsági előírás szerinti szigetelőlánc-szerelvény esetén is alkalmazható. A tényleges használhatóság érdekében próbaszerelést kell végezni az eltérő szigetelő- és szerelvénytípusokkal.

3.c. A madárszárnyterelőt mindig a szigetelőlánc fázisvezetőhöz közelebbi végén, a szerelvény részét képező porcelán vagy kompozit rúdszigetelő utolsó ernyőközébe (nevezhető lamellaköznek, bordaköznek) kell illeszteni (18.-19. kép), de úgy, hogy az ne érintkezzen fémes felülettel, pl. a rúdszigetelőre préselt szem/villa nyakával (ellenkező esetben a vizes, zúzmarás, eljegesedett szárnyterelő is fázispotenciálra kerülhet, melynek érintése a madár áramütését okozhatja).

18.- 19. kép: a madárvédelmi szempontból rövidnek minősülő rúdszigetelők fázisvezetőhöz közelebbi, utolsó ernyőközébe madárszárnyterelőt kell illeszteni

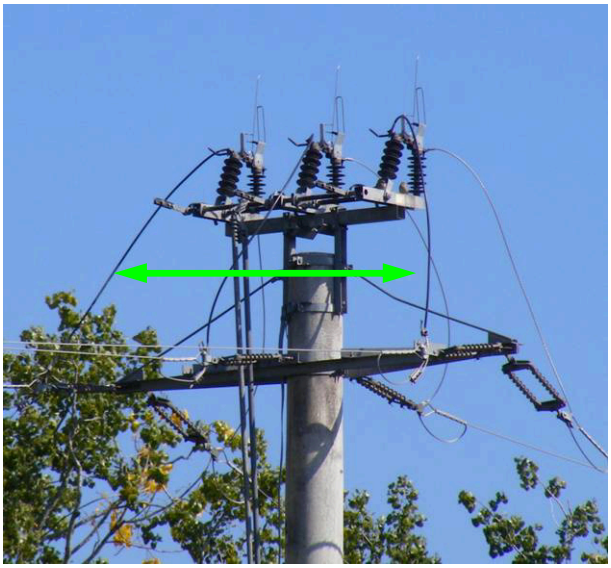
3.d. A felmért szakaszokon, a feszítőoszlopokon rögzített vezetősodronyok csatlakozó áramkötéseit nagyobbrészt a csupasz sodronyok túlnyúló, megfelelően terelt végeinek szorítóbilincses kötése képezi (17. és 21. kép). Néhány oszlop estén a burkolt vezetős - kissé hiányos - kialakítás is előfordul (20. kép). A csupasz, ívelt áramkötések jókora veszélyt képeznek a rajtuk/közelükben mozgó madarakra, emiatt lenne szükséges ezeket eleve burkolt kialakításúra cserélni. A MILVUS erre irányuló javaslatát az ENEL „statikai szempontok" okán nem tartja megvalósíthatónak, ezért a meglévő áramkötések utólagos - szerintünk problémás, esetenként jól nem is kivitelezhető (21. kép) - burkolását javasolja. Véleményünk szerint az adott probléma megoldását is célzó egyeztetés során - talán szakmai nyelvi nehézségek és a kérdéskör részletekbe menő elemzésének hiányában - nem sikerült olyan megoldást találni, amely mindkét fél számára megfelelő megoldást eredményez. Emiatt **az áramkötések madárvédelmi célú kezelési módszerének ismételt megfontolását kérjük**, melyhez a 11.d. pontban további szempontokat sorolunk és újra a bizonyítottan bevált, burkolt vezetős kialakítás elfogadását kérjük/támogatjuk. Ha ez ENEL részéről továbbra sem fogadható el, akkor az utólagos burkolás lehet a módszer, melynek lehetőségeit, nehézségeit és várható eredményét a 11.e. és 12.e. pontokban igyekszünk bemutatni.

20. kép: burkolt vezetővel kialakított áramkötés az egyik tokozott kapcsolóval szerelt feszítőoszlopon

21. kép: az összetett áramkötések burkolásának lehetősége, minősége és hatékonysága kérdéses, esetenként nem valós esélyű

4. Oszlopkapcsolóval ellátott feszítőoszlopok

4.a. A kapcsolóval szerelt feszítőoszlopok körében is meg kell valósítani a 2. és 3. pontok alatt leírt madárvédelmi célú beavatkozásokat. Azoknál a régebbi, kapcsolóval szerelt feszítőoszlopoknál, melyeknél a 2.a. pontban leírtak a fázisvezetők rögzítésének jellemzői, az adott pontban írtaknak megfelelően kell eljárni. A feszítő szigetelőláncokkal szerelteket pedig a 3.b. és a 3.c. pontokban írtak szerint kell kiegészítéssel ellátni. Az áramkötések madárvédelmi célú átalakítását ez esetben is burkolt vezetővel tartjuk megfelelőnek, mint ahogy egy részben megvalósított példát is találtunk erre (22. kép), illetve felmérésünk alapján a tokozott kapcsolóval szerelt feszítőoszlopok körében (12 db oszlop) ez már bevett gyakorlatként értékelhető kialakítás (23. kép).



22. kép: részben burkolt vezetővel kialakított áramkötések egy oszlopcsúcsi helyzetű, légszigetelésű kapcsolóval szerelt oszlopon

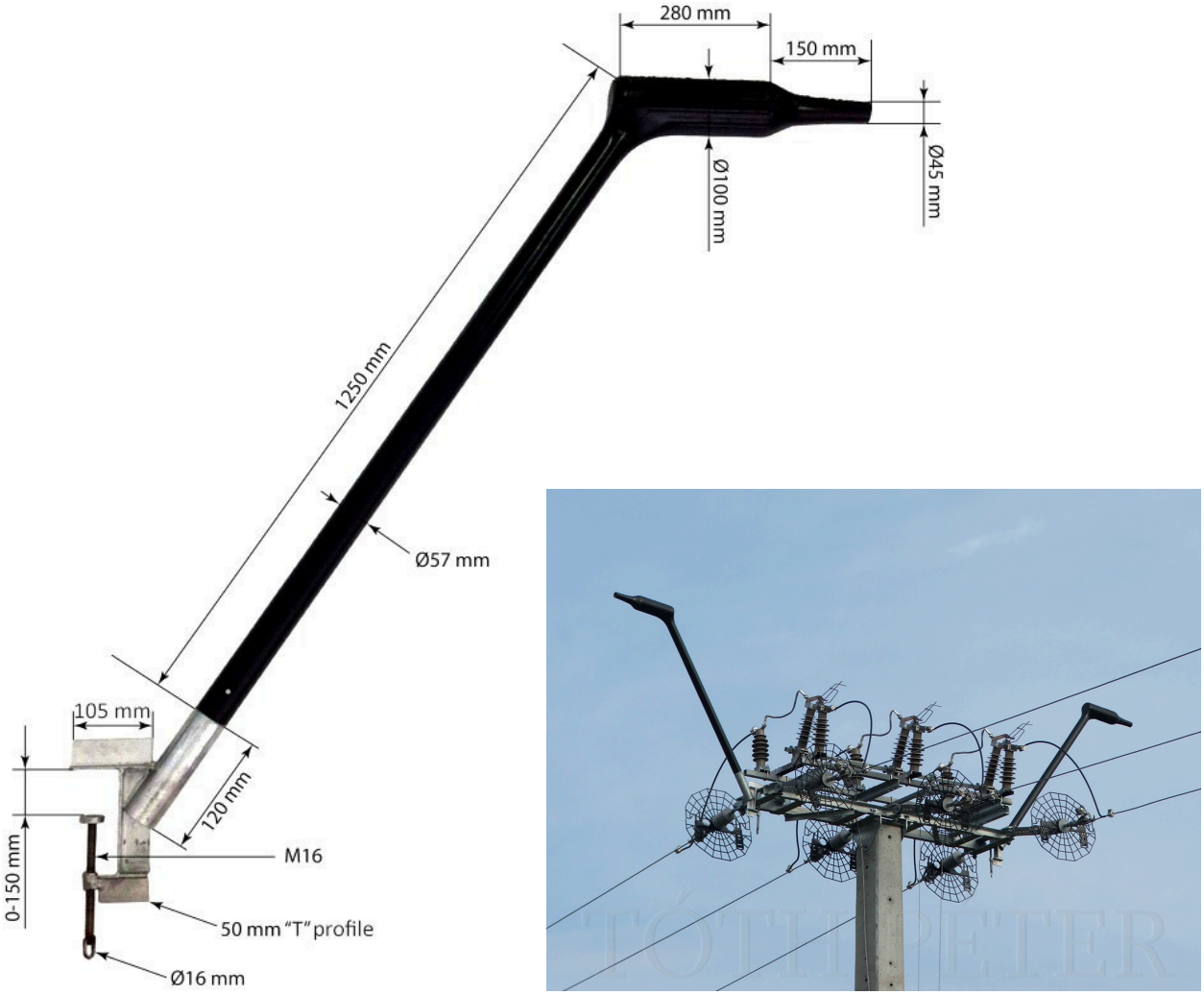
23. kép: az áramkötések kialakítása burkolt vezetővel készült a felmért vezetékszakaszok tokozott kapcsolóval szerelt oszlopain

4.b. Az oszlopcsúcsban szerelt légszigetelésű kapcsolókra - de csak ilyen pozíció és típus esetén - célszerű felszerelni egy pár madárkiülőt, melyek (és a 4.a. pontban felsoroltak) alkalmazásával tovább mérsékelhető a kapcsolók madarakra gyakorolt negatív hatása. Sajnos ezzel együtt sem szüntethető meg a légszigetelésű oszlopkapcsolók okozta madárpusztulás, de ennek előfordulása reálisan csökkenthető. A madárkiülőt (24. kép) az alábbi szempontok szerint kell felszerelni:

1. A szerkezet (madárkiülő) ülőrúdja az oszlopkapcsoló alapkeretének hosszabb tengelyvonalával párhuzamosan (a fázisvezetőkhöz képest merőlegesen), a kapcsolószerkezet két oldalán, attól kifelé nyúlva teremtsen lehetőséget a madarak kiülésére.
2. A tartószerkezet az ülőrudat vízszintes síkban, az oszlopkapcsoló feszültség alatti részétől oldalra legalább 800-1 000 mm-re, függőlegesen pedig a kapcsolószerkezet legfelső pontjától legalább 500 mm-re, a szerkezettől eltávolítva rögzítse.
3. Az ülőrúd hossza legalább 300-500 mm, átmérőjének ideális mérete 30-50 mm, vízszintes része érdes felületű, csúszásmentes legyen.
4. A fémszerkezet tűzihorganyzott felületvédelmemmel készüljön, a műanyag szerkezetnek UV állónak kell lennie (lásd: ENEL részére az egyeztetés során átadott mintadarab).
5. A felszerelt madárkiülő nem érhet a vezetékek fölé (vonali irányban), és alkalmazása semmilyen módon nem károsíthatja a kapcsolószerkezetet.
6. A szerkezet károsodás nélkül viselje el a nagytermetű madarak fel- és leszállását (legalább 7 kg statikus teherbírás). Egy sas vagy gólya leszállásának illetve elrugaszkodásának erőhatása nem tűnik számottevőnek a madarak testtömege alapján (átlagosan 4,5- 7 kg a legnehezebb sasok,

maximálisan 4 kg a gólyák testtömege), de komoly igénybevételnek teszi ki a szerkezetet az érkezés/indulás pillanatában.

7. A madárkiülő rögzítőszerkezete úgy lett kialakítva, hogy többféle oszlopkapcsoló-típus esetén is felszerelhető legyen. Várható, hogy az eltérő alapszerkezetű és alapméretű oszlopkapcsolókhoz fejlesztett madárkiülő stabil, üzembiztos rögzítéséhez ENEL oszlopkapcsolói esetén szükség lesz **pótlólagos segédtartók felszerelésére**, melyeket az adott kapcsoló alapkeretének rövidebb oldalain meglevő fülek vagy furatok célszerű felhasználásával lehetne rögzíteni. Ehhez ismerni kell(ene) a felmért szakaszok oszlopkapcsolóinak típusát, szerkezetének pontos méretezését, mely adatok ismeretében tervezhető (lehetőleg ENEL által) a szükséges segédtartó mérete, optimális kialakítása vagy módosítható a madárkiülő rögzítő része.

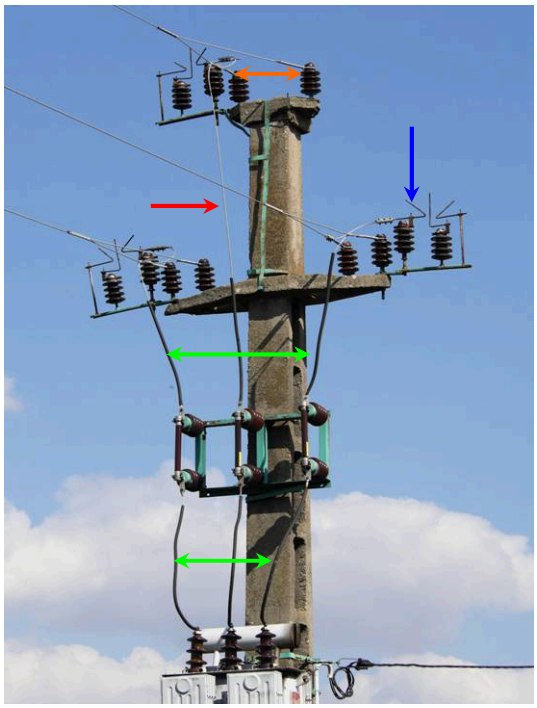


24.- 25. kép: a MEGAWATT Mérnökiroda Kft. által forgalmazott madárkiülő főbb méretei és egy madárkiülővel kiegészített légszigetelésű oszlopkapcsoló

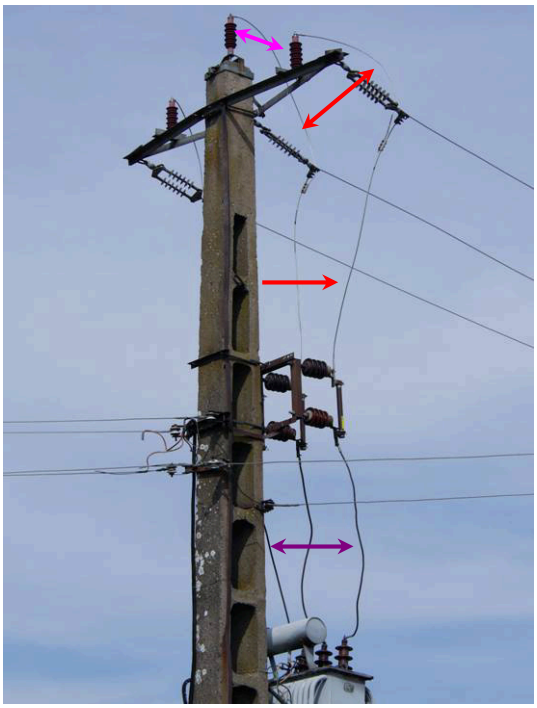
4.c. Az oszlopcsúcsra szerelt kapcsolók körében jellemző műszaki adottságok madarakra gyakorolt hatását az egyeztetés során csak részlegesen érintettük. Továbbá az oszloptörzsön, vertikális helyzetben szerelt légszigetelésű, vagy tokozott kapcsolóval és készülékeivel szerelt oszlopok esetén előforduló kialakítások madarakat érintő kockázatairól, illetve annak mérséklését célzó megoldásokról az egyeztetés során nem ejtettünk szót. Ezért ezekkel kapcsolatos műszaki jellegű észrevételeinket és madárvédelmi javaslatainkat lentebb, részben a 11. és 12. pontok alatt (feszítőoszlopok), részben a 13. és 14. pontok alatt (oszlopkapcsolók) írtakban ismertetjük. Kérjük az ENEL illetékes szakembereit, hogy a leírtakra figyelemmel alakítsák ki véleményüket, melyet akár írásban is, vagy a szükség szerinti újabb egyeztetésen lehet véglegesíteni.

5. Transzformátorral ellátott feszítőoszlopok

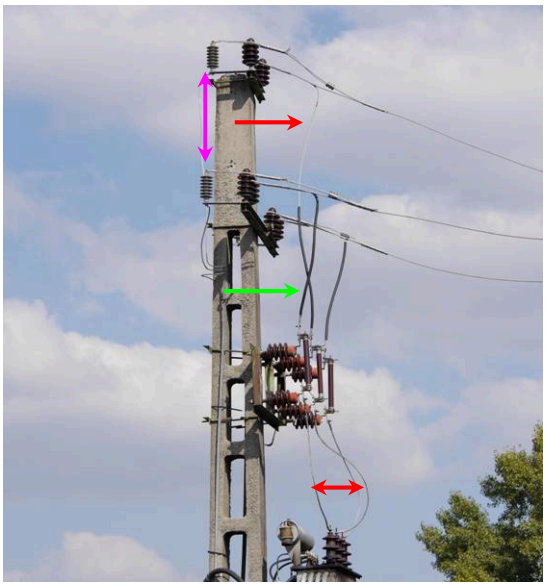
5.a. A transzformátorral szerelt feszítőoszlopok körében is meg kell valósítani a 2. és 3. pontok alatt leírt madárvédelmi célú műszaki beavatkozásokat. Tehát a régebbi, transzformátorral szerelt oszlopoknál, amelyeknél a 2.a. pontban leírtak a fázisvezetők rögzítésének jellemzői (26. kép), az adott pontban írtaknak megfelelően kell eljárni. A már feszítő szigetelőlánccal szerelteket pedig (27. kép) a 3.b. és 3.c. pontok szerint kell madárvédelmi kiegészítéssel ellátni. Az áramkötések madárvédelmi célú átalakítását továbbra is burkolt vezetővel tartjuk megfelelőnek, mint ahogy egy részben megvalósított mintát is találtunk erre (27. kép). Felmérésünk során több olyan oszloptranszformátort találtunk (8 db oszlop), amelyek áramkötéseit utólag burkolattal látták el, de mindegyik hiányos, nem kidolgozott megoldás (26. és 28.-29. kép), de jól alkalmazható lehet.

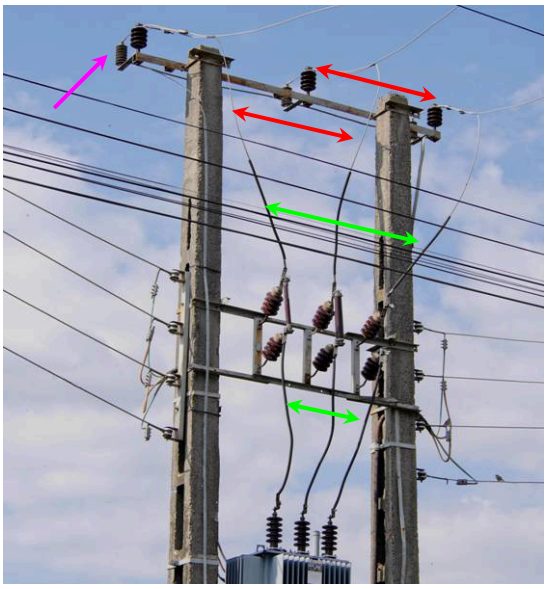


26. kép: állószigetelőkre feszített sodronyok, szikraközös túlfeszültség-védelem, részlegesen burkolt áramkötések



27. kép: az áramkötés biztosítóaljzat alatti része burkolt vezetékből, biztosítóaljzat feletti része csupasz vezetékből készült





28.- 29. kép: a transzformátoroszlopok áramkötéseinek egyes részeire utólag burkolat került, de a madarak által gyakran használt oszloprészek vezetősodronyai továbbra is veszélyesek

5.b. Az oszloptranszformátor túlfeszültség ellen védő, szikraközös szerelvénye (26. kép) jelentős veszélyforrást képez a rajta vagy a közelében ülő/mozgó madarakra, ezért ezt meg kell szüntetni (2 db oszlop). Helyette az egyébként általánosan elterjedt fémoxidos túlfeszültségkorlátozót kell alkalmazni, melyet a biztosítóaljzatba érdemes/kell beépíteni (30. kép).

5.c. Az oszloptranszformátorok döntő hányadánál (25 db oszlop) az okoz jelentős problémát, hogy a fémoxidos túlfeszültségkorlátozók és áramkötéseik a madarak által leginkább használt kereszttartón vagy segédtartókon, könnyen érinthető pozícióban vannak elhelyezve (27.-29. kép). Ezeket a jelenlegi helyükről áramkötéseikkel - adott esetben a segédtartókkal - együtt el kell távolítani, és a túlfeszültségkorlátozókat az alkalmasan kialakított új biztosítóaljzatba (30. kép) kell elhelyezni.

5.d. A felmért vonalszakaszokon két olyan, kissé eltérő oszloptranszformátor-kialakítással találkoztunk, melyeken madárvédelmi hiányosságaik ellenére, a jövőre nézve követendő megoldást láttunk. Ez nem más, mint a letisztult, egyszerű felépítés, a legszükségesebb szerelvénnyel, jól elhelyezett készülékkel, géppel megvalósítva. Madárvédelmi szempontból ez alapvető érték, mert annál biztonságosabb egy adott oszlop, minél kevesebb rosszul méretezett és elhelyezett - tehát a madarak által ülőhelyként használható, könnyen megérinthető -, eltérő potenciálú szerelvénnyel, áramkötéssel stb. rendelkezik. Ezért azt kérjük/javasoljuk, hogy a transzformátorokat érintő madárvédelmi kiegészítés, átalakítás során az arra alkalmasnak minősülő (kisteljesítményű gép) oszloptranszformátorok körében a 31. képen látható oszlop szakmai elvei szerint - de a szükséges madárvédelemmel kiegészítve - készüljön a kivitelezés. Az oszloptranszformátorok részegységeire is vonatkozó értékelést és a madarak biztonságát eredményező további javaslatainkat részben a 11. és a 12. pontok alatt (feszítőoszlopok), részben a 13. és a 14. pontok alatt (oszlopkapcsolók), továbbá a 15. és 16. pontok alatt (oszloptranszformátorok) írtakban ismertetjük.

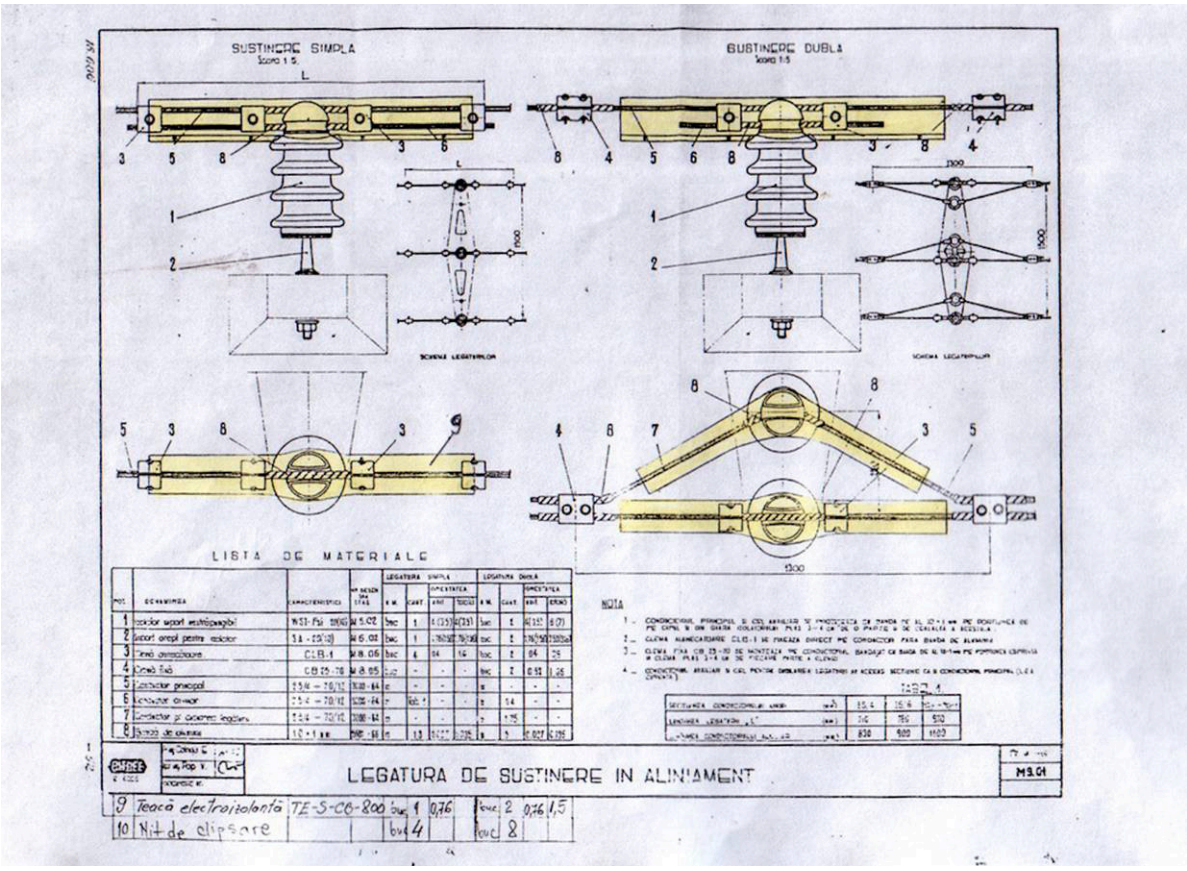
30. kép: a madárvédelmi elveknek leginkább megfelelő OTR esetén a túlfeszültségkorlátozók is a biztosítóaljzatba kerültek, illetve a gép és a készülék a vezetékvégkötés alatt van kialakítva. De áramkötései nem burkoltak, szigetelőláncai rövidek, ezeket kezelni kell

31. kép: a 30. képen ábrázolt megoldáshoz hasonló, de még egyszerűbb kialakítású OTR, a tartókonzolra (ülőhelyet képez) optimálisan szerelt feszültségkorlátozókkal. A gép, a csupasz áramkötések és a szigetelőláncok képeznek kezelendő veszélyforrást

Műszaki információk, melyek ismerete szükséges lenne, segítené az optimális megoldások kidolgozását (szeretnénk, ha ENEL átadná)

6. Tartóoszlopok álló szigetelővel

6.a. Fontos lenne megismernünk a fázisonként egy (normál biztonság) és kettő (fokozott biztonság) szigetelőn rögzített vezetősodrony és pótszál kialakításának meghatározó méreteit (vonalban és vonaltörésben álló oszlop estén is). Ezek ismeretében tudjuk megadni a burkolatot (jelentős módosítást igényel) gyártó TEXTOR cég részére a megfelelő méretet, kivágást, a rögzítési pontok szükséges értékeit. Sajnos erre vonatkozó érdemi információnk nincs, illetve a rendelkezésünkre álló fénymásolt rajz (32. kép) csak a korábbi megoldást ábrázolja, továbbá rossz minőségű és hiányosan méretezett.



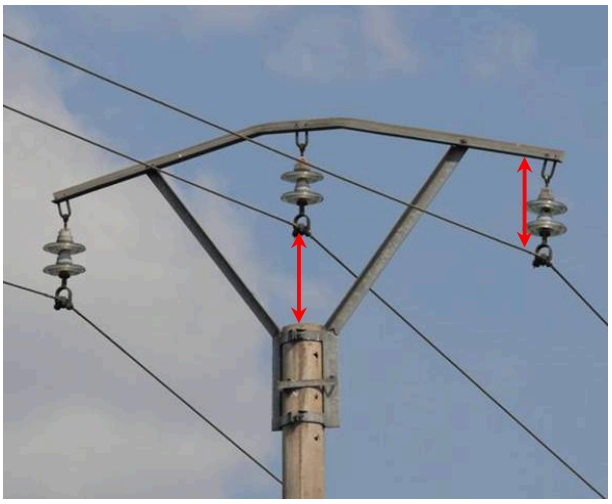
32. kép: korábbi megoldást ábrázoló, hiányosan méretezett, rossz minőségű, fénymásolt műszaki rajz

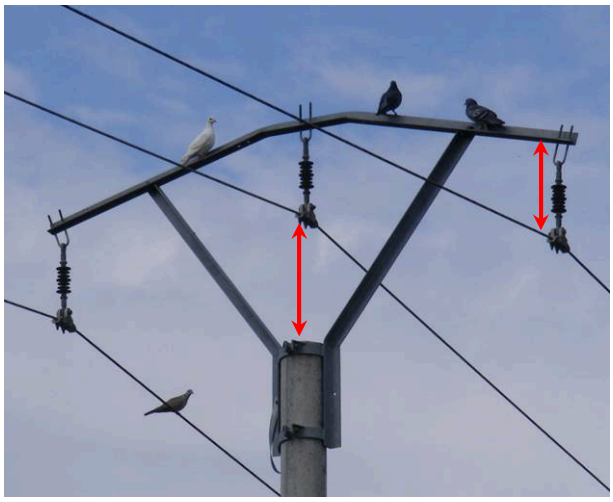
6.b. Ha van eltérés a korábbi időkben létesített egyes és kettőzött szigetelős vezetékrögzítések (32. kép), illetve a jelenleg létesülő, hasonló kialakítások méretezése között, akkor minden ezzel kapcsolatos, pontosan méretezett műszaki dokumentum segítséget nyújt az ezekre szerelendő madárvédelmi burkolatok fejlesztéséhez. Ezért a vonatkozó adatokat szeretnénk megismerni.

7. Tartóoszlopok függő szigetelővel

7.a. A madárvédelmi kiegészítésre kijelölt, felmért szakaszokon előforduló mintegy 100 db oszlopon a vezetők rögzítése függesztett szigetelős fejszerkezeteken (CIE 150) valósult meg. A felmért oszlopok fotóin látható műszaki tartalom alapján becsült méretezés és az erre vonatkozó (rendelkezésünkre álló) műszaki dokumentáció adatai között egyértelmű eltérést tapasztaltunk. Az eltérést látva nem tudjuk eldönteni, hogy a madárvédelmi szempontból végzett értékelés során melyik lehet a mértékadó. Ugyanis a műszaki dokumentáció méretezése szerinti megvalósítás (amire nem találtunk példát) - mint az alább olvasható lesz - több problémát eredményez, több módosítást igényel, mint a felmért oszlopok műszaki rajztól eltérő, tényleges kialakítása.

7.b. Ezért a fejszerkezet pozícionálása (rögzítésének helye) kapcsán felmerül a kérdés, hogy azt az elérhető műszaki dokumentáció szerint (a felső szorítópánt középvonalát az oszlopcsúcs síkjától 200 mm-re beállítva) kell felszerelni, vagy ez csak ajánlás, és a tartószerkezet a rajzon megadott mérettől felfelé bárhol rögzíthető az oszlopcsúcsig terjedő részen (35.-36. kép)? Tehát szükség lenne egyértelmű leírásra, továbbá a fotókon látható fejszerkezet (33.-34. kép) teljes körű, részletes méretezésére, különösen a középső szigetelőlánc alsó vége és az oszlopcsúcs, illetve a vezetősodrony és a felső konzol közötti távolság körében.





33.- 34. kép: A felmért szakaszokon előforduló függőszigetelős tartó fejszerkezet és szerelvényei

8. Feszítőoszlopok, oszlopkapcsolók, oszloptranszformátorok

8.a. Sokat segítene a madárvédelmi célú eszközök, burkolatok kiválasztásában, alkalmasságának, megítélésében (a tervezés zsákutcáinak elkerülésében), ha az ENEL rendelkezésünkre bocsátaná az általa üzemeltetett hálózatok oszlopainak, tartó- és feszítőszerkezeteinek, szigetelőinek, szorítóbilincseinek, szerelvényeinek, készülékeinek stb. részletesen méretezett alkatrész- illetve összeállítási rajzait, mind a korábbi, mind a jelenleg alkalmazott megoldások körében.

8.b. Szintén sokat segítene az ENEL a felek számára megfelelő madárvédelem kidolgozásában, ha a hálózatépítés korábbi és jelenleg alkalmazott (és kerülendő) műszaki megoldásainak szakmai hátterét, fontos szempontjait és céljait tartalmazó **műszaki leírást** tudna biztosítani részünkre. Ezzel elősegítve - az általunk ismertekhez képest - a részleteiben eltérő megoldások, eltérő kialakítású és méretezésű alkatrészek, szerelvények jellemzőinek pontos megismerését, valamint azokat a szempontokat, melyek ezek szakmailag megfelelő alkalmazását és madárvédelmi kiegészítését is lehetővé teszik.

8.c. Mindez azért is fontos, hogy a tervezett további együttműködés során aktuális és részletes műszaki ismeret birtokában tudjuk tervezni az üzemviteli és madárvédelmi szempontból is megfelelő, hatékony megoldások körét, az anyag- és költségigényt, de akár a madárvédelmi eszközök vagy például a fejszerkezetek további fejlesztését.

A találkozó során nem egyeztetett problémák és a megoldások lehetséges módszere (ENEL álláspontja: elfogadja/mást javasol)

9. Függőszigetelős tartóoszlopok madárvédelmi problémái

9.a. A 35.-36. képen ábrázolt oszlopok esetén látható, hogy jelentősége van a fejszerkezet (CIE 150) tényleges rögzítési pozíciójának, melynek következménye a középső szigetelőlánc alsó vége és az oszlopcsúcs - mint madárülőhely - közötti távolság változása. A bal oldali oszlopfej esetén a távolság **A**, míg a jobb oldali oszlopfej esetén a távolság már csak **A – B**. A pontos méret ismerete nélkül csak becsüljük a különbséget, ami ~ 100 mm lehet (35.-36. kép). Ennyivel kisebb távolság - jelen esetben közepes termetű madár, például egy egerészölyv esetén - már áramütést eredményezhet.

35.- 36. kép: Függőszigetelős fejszerkezetek rögzítési pozíciójának eltérése és méretkülönbsége

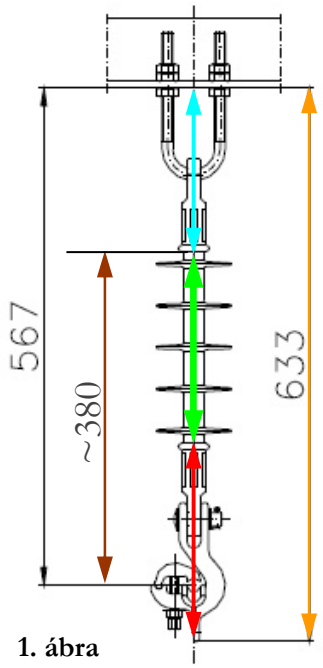
9.b. Probléma a szigetelőlánc változó beépítési hossza is, amit a túlságosan hosszú U csavar tetszőleges hosszbeállítása eredményez. Ennek következménye ismét a középső szigetelőlánc alsó vége és az oszlopcsúcs - mint madárülőhely - közötti távolság változása. A bal oldali oszlopfej esetén a távolság = teljes magasság – szigetelőlánc hossza, míg a jobb oldali oszlopfej esetén a távolság = teljes magasság – (szigetelőlánc + U csavar túlzott belógása). A különbség jelentős, akár ~ 80 mm is lehet.

37.- 38. kép: A szigetelőlánc U csavarjának hosszbeállítása jelentős méretmódosító hatású

9.c. Ha a fejszerkezet változó rögzítési pozíciójának és a túlzottan hosszú U csavar szintén változó hosszbeállításának lehetséges szélső értékei esetén kialakuló adatokkal számolunk, akkor a középső szigetelőlánc alsó vége és az oszlopcsúcs közötti távolság a bal oldali esetben **~ 645 mm**, a jobb oldali esetben **~ 400 mm**, a különbség tehát ~ **245 mm** is lehet. A 600 mm-nél nagyobb távolság a közepes termetű madárfajok esetén megfelelő biztonságot eredményez, ugyanakkor a 400 mm-t közelítő távolság már nagy eséllyel madárpusztulást okoz.

39.- 40. kép: a fejszerkezet változó rögzítési pozíciójának és a túl hosszú U csavar szintén változó hosszbeállításának lehetséges minimuma esetén kialakuló távolság már áramütést okozhat

9.d. A függőszigetelős fejszerkezetekre (CIE 150) felszerelt szigetelőlánc a fotók alapján a közepesen szennyezett környezethez alkalmazható LSS-S/II/.. méretezésnek felel meg. Ha azonosításunk helyes, akkor a szigetelőlánc elvi hossza 633 mm, noha az előírásnak megfelelő, de eltérő méretű szigetelő és lengőtartó alkalmazása esetén a hosszméret ettől különböző, kisebb vagy nagyobb is lehet (de lásd: 9.b. pontban írtakat is). Madárvédelmi szempontból a nagyobb beépítési hossz kedvezőbb megítélésű, de csak akkor, ha a méretnövekedést olyan részegység eredményezi, aminek villamos vezetőképessége rossz, azaz szigetelő tulajdonságú. A függő szigetelőlánc (1. ábra) névleges hossza (**L**) egymagában értékelve megfelelő lenne, azonban madárvédelmi szempontból a szerelvénybe illesztett rúdszigetelő valóban szigetelő tulajdonságú részének hossza (**A**) a meghatározó. A felhasznált kompozit rúdszigetelő két végén kialakított furatok középpontjának távolsága 392 mm, kvázi ez a szigetelő hossza. Azonban ez a méret nem azonos a ténylegesen szigetelő tulajdonságú rész hosszával, mivel a szigetelő végeire préselt szemek/villák - melyek jó vezetőképességűek - számottevő részarányt képviselnek a szigetelő és a szigetelőlánc hosszából. Ezek mérete nincs feltüntetve az ábrán, de arányaik alapján mintegy 80-100 mm-t képviselnek végenként. Üzemi feszültségen ezek is a csatlakozó szerelvényeikével egyező, de egymástól eltérő potenciálú részek. A szerelvény tartószerkezet felőli részegysége (**B**) a tartó alsó síkjától (tartószerkezettel együtt) teljes egészében földpotenciálú. A szerelvény sodrony felőli részegysége (**C**) pedig (a lengőtartó alsó végéig) teljes egészében fázispotenciálú. Ha egy közepes termetű madár (például egerészölyv, melynek testhossza ~ 500 mm) a felmért függőszigetelős oszlopok



1. ábra

bármelyikén a sodronyra ülve, közvetlenül a vizsgált szigetelőlánc mellé helyezkedik, akkor az ülőfelületét képező sodronytól felfelé mérve ~ 380 mm-re (**D**) már a rúdszigetelő felső, földpotenciálú felületéhez érhet, ami fázis-föld zárlatot és a madár pusztulását eredményezi. Végeredményként kijelenthető, hogy **bármely kompozit szigetelővel szerelt szigetelőlánc teljes hosszának legfeljebb csak a középső harmada tekinthető ténylegesen szigetelő tulajdonságúnak.** Tehát a szerelvény középső, szigetelő képességű részének a hosszméretén, illetve részarányán múlik az adott szigetelőlánc madárvédelmi alkalmassága és megítélése.

9.e. Az előző pontban leírtak következménye, hogy a hosszabb szigetelővel kialakított szigetelőlánc madárvédelmi megítélése kedvezőbb (javasolt/elvárt). Egyes tartó fejszerkezet-típusok illetve függesztési pozíciók esetén ezek alkalmazására van reális lehetőség. Ha a hosszabb szigetelőlánc alkalmazása mellett kialakuló távolság még nagyobb, mint amit adott helyre beülni képes madár át tud hidalni, nincs esélye az áramütésének. Ez a távolság azonban gyakran kisebb, mint ami biztosítaná, hogy az eltérő potenciálú felületre helyezkedő madár ne tudja azt áthidalni. Tehát az üzemviteli szempontból megfelelő biztonsági távolság szinte mindig kisebb/rövidebb, mint a madárvédelmi szempontból elvárt.
A CIE 150 típusú fejszerkezet méretezése valamint a középső szigetelőlánc pozíciója olyan, ami madárvédelmi szempontból egyrészt indokolja (lásd: 9.d. pont, sodronyra ülő madár), másrészt korlátozza (oszlopcsúcsra ülő madár) egy adott méretnél hosszabb szigetelőlánc beépítését.
Ennek kapcsán a két lehetséges szélső érték szerinti szerelési pozíció esetén kialakuló méretezés figyelembevételével kell az értékelést végezni, mert a rendelkezésünkre álló hiányos információ, valamint a vélt ellentmondás (műszaki rajz kontra oszlopokról készült fotók) ezt indokolja.

1. **A fejszerkezetet a megismert műszaki rajznak megfelelően kell rögzíteni az oszlopon:** Ekkor az oszlopcsúcs és a tartókonzol alsó síkja közötti távolság 1 100 mm, ahová egy **LSS-/II/..** méretű szigetelőláncot szerelve (figyelembe vett változat teljes hossza 633 mm) a szerelvény vége és az oszlopcsúcs között megmaradó távolság **467 mm**. Ez a távolság már kevesebb, mint ami az adott pozícióba (oszlopcsúcsra) beülni képes, közepes termetű madár esetén biztosítja (600 mm) az áramütés elkerülését. Ugyanakkor a 9.d. pontban leírt problémát (~ 380 mm) sem kezeli. Ha adott fejszerkezettel szerelt vezetékszakasz erősen szennyezett környezeten halad keresztül, akkor már az **LSS-S/IV/..** méretű szigetelőlánc kerül alkalmazásra, melynek egyik változata 740 mm hosszú. Ez esetben az oszlopcsúcs és a szigetelőlánc alsó vége közötti távolság mindössze **360 mm** lesz, ami már a kistermetű méretkategóriába sorolt madarak (pl. vörös vércse, kék vércse) esetén sem elégíti ki az elvárt (400 mm) biztonsági távolságot. Ugyanakkor a 9.d. pontban leírt problémát kissé mérsékli (~ 440 mm), de nem oldja meg. Ha fenti fejszerkezetre a fokozott biztonsági előírás **LDS-S/II/..** vagy nyomvonaltörés **(LSV-S/IV/..** okán alkalmazható szigetelőlánc kerül szerelésre, a távolság még tovább csökken, adott esetben már csak **265 és 220 mm** lesz, ami csak az apró madárméret kategória biztonsági távolságát elégíti ki. Ezzel együtt a 9.d. pontban leírt problémát tovább mérsékli (~ 475 mm), részben (a V-lánc esetén) újabbat is generál, összességében nem oldja meg. Tehát a középső fázisvezető esetén a 9.d. és 9.e. pontokban leírt probléma hiánytalan megoldására még az előforduló környezeti és műszaki körülmények által - de akár madárvédelmi céllal - indokoltan alkalmazható hosszabb szigetelőláncok egyike sem ad jó esélyt, ezért módosításokra van szükség.

2. **A fejszerkezetet a lehetséges legfelső pozícióban kell rögzíteni az oszlopon:** Ekkor az oszlopcsúcs és a tartókonzol alsó síkja közötti távolság 1 275 mm, ahová egy **LSS-/II/..** méretű szigetelőláncot szerelve (figyelembe vett változat teljes hossza 633 mm) a szerelvény vége és az oszlopcsúcs között megmaradó távolság **642 mm**. Ez a távolság akkora, ami az adott pozícióba (az oszlopcsúcsra) beülni képes, közepes termetű madárméret esetén biztosítja (600 mm) az áramütés elkerülését. Ugyanakkor a 9.d. pontban leírt problémát (~ 380 mm) nem kezeli. Ha az adott fejszerkezeten az **LSS-S/IV/..** méretű szigetelőlánc kerül alkalmazásra, akkor az oszlopcsúcs és a szigetelőlánc alsó vége közötti távolság **534 mm** lesz, ami kevesebb, mint ami az adott pozícióba beülni képes, közepes termetű madár esetén biztosítja (600 mm) az áramütés elkerülését. Ugyanakkor a 9.d. pontban leírt problémát mérsékli (~ 440 mm), de nem oldja meg.

Ha fenti fejszerkezetre a fokozott biztonsági előírás **LDS-S/II/..** vagy nyomvonaltörés **(LSV-S/IV/..** okán alkalmazható szigetelőlánc kerül szerelésre, a távolság még tovább csökken, adott esetben **440 és 395 mm** lesz, amely már csak a kistermetű méretkategóriába sorolt madarak (pl. vörös vércse) körében elégíti ki az elvárt (400 mm) biztonsági távolságot. Ezzel együtt a 9.d. pontban leírt problémát tovább mérsékli (~ 475 mm), részben (a V-lánc esetén) újabbat is generál, de összességében nem oldja meg. Tehát ez esetben a megelőzően vizsgált szerelési pozíciónál leírtakhoz sokban hasonló, de mégis kedvezőbb eredményre és következtetésre jutunk, mivel az eleve nagyobb szabadmagasság esetén a hosszabb szigetelőláncok alkalmazása adott madárméret kategória esetén kevésbé, illetve későbbi fázisban csökkenti jelentősen a biztonsági távolságot. Azaz inkább van esély közel megfelelő méretezésű, kevésbé veszélyes szigetelőláncot kiválasztani, alkalmazni, de a rendelkezésre állók még ekkor sem lesznek problémamentesek. Tehát módosítást igényelnek.

10. Megoldási javaslatok függőszigetelős tartóoszlopok madárvédelmi problémáira

10.a. A 9.a. pontban leírt fejszerkezet pozícionálási probléma (rögzítési hely kérdése) eredményeként a középső szigetelőlánc alsó vége és az oszlopcsúcs - mint madárülőhely - közötti távolság állandó eltéréseit úgy is meg lehet szüntetni (a továbbiakban), ha a fejszerkezet tartólábainak belső, oszlopfelőli síkján, a szorító- vagy rögzítőpánt felett (a tartóláb-szögtörés hegesztési varratának síkjában) egy-egy ütköző kerül hegesztésre. Ennek eredményeként mindig azonos pozícióban, az oszlop csúcsán ütköztetve, biztosan rögzíthető a fejszerkezet, állandóan tartható az így kialakuló méret és a madárvédelmi szempontból kedvezőbb távolság.

10.b. A 9.b. pontban leírt probléma esetén feltételezhető, hogy a szerintünk hibásan megválasztott, túlzottan hosszú U csavar alkalmazása csak az adott szakaszon jellemző, de ennek ellenkezője is elképzelhető. Ettől függetlenül, a középső szigetelőlánc esetén akár utólag is lehetséges egy hosszméret beállítást (rövidítést) elvégezni, ezzel is csökkenthető az ilyen eltérésekből eredő, madarakra veszélyes méretkülönbségek évtizedekig fennálló hatása. A továbbiakban biztosítani kell, hogy a CIE 150 típusú fejszerkezettel és kompozit rúdszigetelővel megvalósuló felújítások vagy új létesítések esetén az adott célra a valóban szükséges hosszméretű, megfelelően rövidre beállított (akár beállító sablonnal) és rögzített U csavar kerüljön alkalmazásra.

10.c. A 9.c. pontban leírt problémát a 10.a. és a 10.b. pontok alatt leírtak alkalmazása esetén el lehet kerülni, továbbá biztosítható az ilyen módon elérhető maximális távolság állandó beállítása.

10.d. A madárvédelmi probléma tartós és eredményes megoldása a CIE 150 típusú fejszerkezet esetén igényli a szerkezet magassági méretének növelését is, ami talán nem minősül jelentősnek, ezért érdemes megfontolni. Ezt általában is indokolja a 9.d. és 9.e. alatt taglalt, madárvédelmi szempontból elvárt hosszúságú szigetelőlánc alkalmazása, de főként a 9.e.2. pontban vázolt, a fokozott biztonsági előírás LDS-S/II/.. vagy nyomvonaltörés (LSV-S/IV/.. okán alkalmazható szigetelőláncok esetén a szerelvény alsó vége és az oszlopcsúcs között kialakuló 400 mm körüli elégtelen távolság. Ennek értelmében legalább 200 mm-el szükséges növelni a tartó fejszerkezet középső részének magasságát, feltételezve, hogy a 7.b. pontban tett kérdésre megoldás lehet a 10.a. pontban vázolt kiegészítés és pozícionálás. Ha ez nem lehetséges, akkor a műszaki rajz szerinti pozíció és méret betartásával kialakuló távolságot (1 100 mm) ~ 375 mm-el kell megnövelni. Előbbiek végeredményeként egy olyan módosított méretezésű fejszerkezet jöhet létre, melynek használata esetén még az erősen szennyezett környezetben vagy vonaltörésben alkalmazásra kerülő szigetelőláncok méretei mellett sem éri áramütés a betonoszlop csúcsára beülni képes, közepes méretű madarakat. Továbbá az alábbi (10.e.) madárvédelmi javaslat szerint méretezett és kialakított függő szigetelőlánc esetén a sodronyra beülni képes, szintén közepes méretű madarakat sem érheti áramütés.

10.e. A 9.d. pontban vizsgált szigetelőlánc teljes hossza, illetve a sodrony és a keresztartó alsó síkja közötti távolság módosítást igényel, aminek megoldására több alternatíva lehet, figyelemmel a 9.e.2. pontban írtakra és feltételezve, hogy az 10.a. és 10.b. pontok alatt leírtak is megvalósulnak:

1. Megoldás lehet egy 200-300 mm átmérő közé eső, enyhén kúpos kialakítású, utólag felszerelhető műanyag tárcsa (41. képen látható mintához hasonló) - nevezhető ürülékfogó tányérnak, gallérnak - rögzítése a rúdszigetelő kereszttartó felőli végének első ernyője és a préselt fémszem válla közötti rövid felületre. Ilyen módon a szigetelőlánc mellé, a vezetősodronyra beülő madár a változatlan hosszméret ellenére sem tudja (kicsi a valószínűsége) megérinteni a szerelvény földpotenciálú felületét, mert az jelentősen kitakart, távoltartott pozícióba kerül.

41. kép

2. A következő lehetőség a 10.e.1 pontban leírtak olyan megvalósítása, ahol az adott funkciót nem egy utólag szerelhető - ezért bizonytalan élettartamú - műanyag tárcsa látja el, hanem egy olyan rúdszigetelő (42. képen látható mintához hasonló), melynek a saját anyagából kialakított, 200-300 mm átmérő közé eső első ernyője/gallérja látja el ezt a szerepet. Madárvédelmi szerepén túl a szerelvény nagyobb üzembiztonságát is biztosítja azáltal, hogy a szigetelőlánc fölé beülő madarak ürülékének végigfolyását jó eséllyel kizárja. Ilyen megoldás esetén csak a rúdszigetelő helyes szerelési pozíciójára kell figyelni.

42. kép

3. Még jobb lehetőség a jelenleg rövidnek minősülő rúdszigetelő helyett egy hosszabb alkalmazása. Az a rúdszigetelő méret, ami a gyengén és közepesen szennyezett környezetben alkalmazva üzemviteli szempontból megfelelő, madárvédelmi szempontból sehol nem felel meg. Helyette az erősen szennyezett környezetben alkalmazható szigetelő hosszmérete lehet az az elvárt minimum - további módosítással együtt -, ami a madárvédelmi szempontokat kielégíti. Ezt a szigetelőt, illetve ezzel szerelt LSS-S/IV/.. szigetelőláncot és adott esetben releváns méretét a 9.e.2. pont alatt minősítve azt írtuk, hogy a ténylegesen szigetelő tulajdonságú elemének/felületének hossza nem elégíti ki a minimálisan elvárt 500 mm-t, annál ~ 60 mm-el rövidebb. Megítélésünk szerint ez az eltérés, illetve szigetelt méretbeli „hiányosság" még a rúdszigetelő hosszméretének megtartása esetén (ez nem elvárás, lehet hosszabb) is megszüntethető úgy, hogy a szigetelő végére préselt szem/villa - a szerelvény más elemével ténylegesen nem érintkező - fém felületét a maximálisan lehetséges hosszon szigetelő bevonattal kell ellátni (43. kép mintája szerint). Ezzel a most jó vezetőképességű felület hossza csökken (lásd: 42. és 43. képek mintáinak eltérése), illetve a függőleges pozícióban meghatározó biztonsági távolság elérheti a minimálisan szükséges 500 millimétert. Előbbiek érdekében az is (ideiglenes) megoldást jelenthet, ha adott szigetelőtípus préselt fém nyakrészére egy-egy utólag illeszthető, alkalmas átmérőjű, kellően hosszú, műanyag vagy szilikon burkolat (gyűrű, palást) kerül.

43. kép

4. A 11.b. pontban vizsgált rúdszigetelő a teljes hosszára kiterjedő, szigetelő tulajdonságának eredményeként felhasználható lehet - további ~ 100 mm méretnöveléssel vagy a 10.e.2. pontban javasolt nagyméretű első ernyővel kiegészítve - 9.d. pontban leírt probléma kezelésére. A jelzett pontban leírtak szerint fejlesztve alkalmas lehet a függesztett vezetékrögzítésű fejszerkezetekhez.

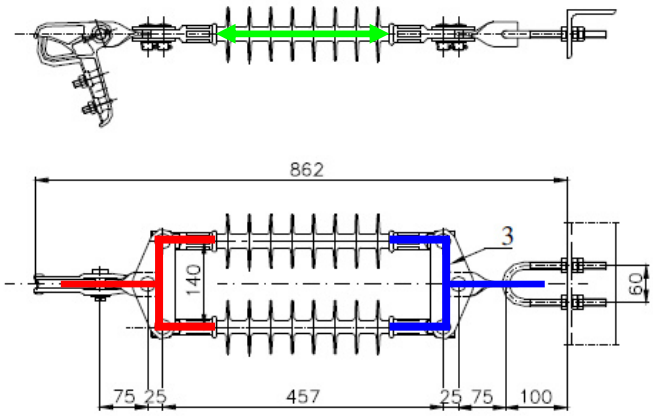
5. Előbbiek összegzéseként célszerű lenne olyan, elsősorban vezeték felfüggesztésére alkalmazható kompozit rúdszigetelő fejlesztése vagy beszerzése, amely méretezését, kialakítását tekintve megvalósítja a megelőző javaslatok optimumát, és az üzembiztonsági szempontokat is teljesíti. A megvalósítása (használatbavétele) nem eredményez túlzott problémát és költséget, ugyanakkor alkalmazása hosszútávon megoldhatja mindkét fél szempontjainak érvényesülését. Ha ennek van realitása, a kívánatos méretek és forma meghatározása a javasoltak alapján is elvégezhető, de mindenképpen egyeztetést kíván.

11. Feszítőoszlopok madárvédelmi problémái

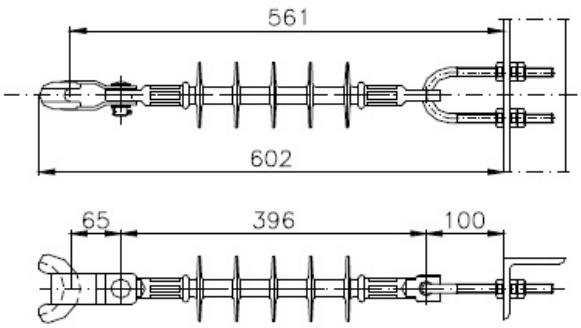
A bevált technika szerint a vezetősodronyok végeit vízszintes síkban, szigetelőláncokon keresztül rögzítik a feszítőoszlop tartószerkezetéhez. A szigetelőláncok lehetnek normál vagy fokozott biztonság szerinti kialakításúak. Az eltérésnek van madárvédelmi jelentősége, mivel a kettőzött szigetelőláncok távtartó szerelvényei is ülőhelyet képeznek (2. ábra) a különféle méretű madarak részére. Döntő jelentőségű a különféle rúdszigetelők hosszmérete, ernyőinek átmérője, kiosztása és formája, mint ahogy az eltérő típusú és eltérő méretű szerelvények használatával kialakítható szigetelőlánc hasonló jellemzői (44.-46. kép). Ezek együtt határozzák meg, hogy a különféle méretkategóriába sorolható madarak a napi tevékenységük során hogyan tudják (tudják-e) ülőhelyként használni - eközben zárlatot előidézve - a különféle kialakítású feszítő szigetelőláncokat. Mindezek eredményeként az adott szigetelőlánc összeállítás lehet kedvező megítélésű, madárvédelmi szempontból alkalmas, vagy veszélyes és alkalmatlan.

11.a. Az ENEL hálózatának általunk bejárt vezetékszakaszain előforduló, különféle típusú és eltérő méretezésű feszítő szigetelőláncok és az ezekbe beépített rúdszigetelők egyike sem elégíti ki a madárvédelmi szempontból minimálisan szükséges (szigetelt) hosszméretet. Ennek indoklására a 2. ábrán és a 44. képen látható, erősen szennyezett környezetben, fokozott biztonsági előírás szerint alkalmazható szigetelőláncot választottuk, mivel ennek hosszméretei a legnagyobbak. Ha ez nem elégíti ki a madárvédelmi elvárásokat, akkor a rövidebb szerelvények (3.-5. ábra), például a gyengén szennyezett környezetben, normál biztonsági előírás szerint alkalmazhatók (46. kép) még kevésbé.

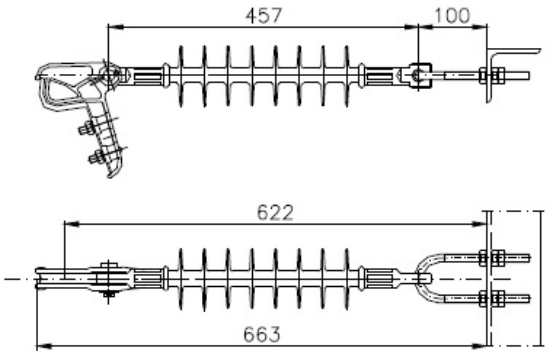
A 2. ábrán látható szigetelőlánc teljes hossza 862 mm. A hosszméret alapján teljesülni látszik a madárvédelmi szempontból minimálisan elvárt érték (700 mm). Alaposabban vizsgálva látható, hogy a 862 mm hosszméretű szerelvény fém elemei - melyek vezetőképessége kiváló - jelentős részarányt képeznek a szigetelőlánc hosszából. A szerelvény tartószerkezet felőli oldala a tartó síkjától a csapszegek tengelyvonaláig 200 mm hosszú és földpotenciálú. A szerelvény sodrony felőli oldala a feszítőpisztoly végétől a csapszegek tengelyvonaláig 205 mm hosszú és ez már fázispotenciálú. Tehát a 862 mm teljes hosszból 200 + 205 mm nem szigetelő tulajdonságú, üzemi körülmények között eltérő potenciálú, továbbá **alkalmas ülőhely a legtöbb madárnak**. A fennmaradó 457 mm a kompozit szigetelők beépítési hosszmérete. De még ez a méret sem a szigetelt rész hossza, annál nagyobb, mivel a szigetelők végeire préselt fémszemek számottevő részarányt képviselnek ebből. Ezek hosszmérete nincs feltüntetve az ábrán, de legalább 80-100 mm-t képviselnek végenként. Üzemi feszültségen ezek is a csatlakozó szerelvényeikével egyező, de egymástól eltérő potenciálú részek és **szintén ülőhelyet képeznek**. Tehát a teljes hosszból csak ~ 300 milliméter tekinthető ténylegesen szigetelő tulajdonságúnak (2. ábrán zöld nyíllal jelölve). Ez a méret üzembiztonsági szempontból megfelelő, ámde elmarad a madárvédelmi szempontból elvárt, 700 mm-es, ténylegesen szigetelő tulajdonságú hossztól. Egy üzemelő hálózat oszlopán, a 2. ábra szerinti szigetelőlánc fázis- vagy földpotenciálú távtartójára vagy a szigetelő végére ülő (piros/kék színekkel jelölve), közepes méretkategóriába tartozó egerészölyv széttárt szárnyaival (szárnyfesztáv ~ 120 cm) megérintheti a tőle adott esetben 350 milliméterre levő másik, már eltérő potenciálú felületet, ami a pusztulását eredményezheti. A 3. és az 5. ábrákon bemutatott szigetelőláncok alkalmazása esetén ennek esélye még nagyobb.



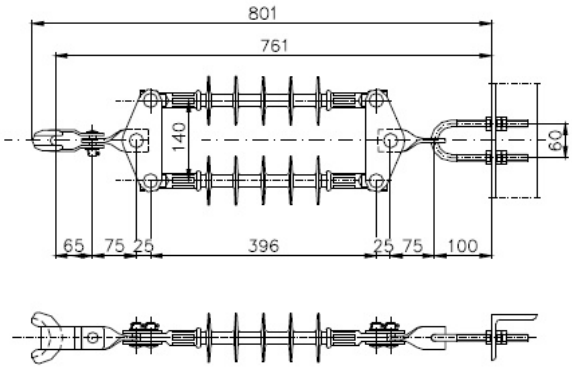
2. ábra: fokozott biztonságú, IV zónába alkalmas szigetelőlánc szigetelt hosszmérete rövid, továbbá kétoldali, eltérő potenciálú szerelvényei rövidre zárható ülőhelyet képeznek a madarak részére



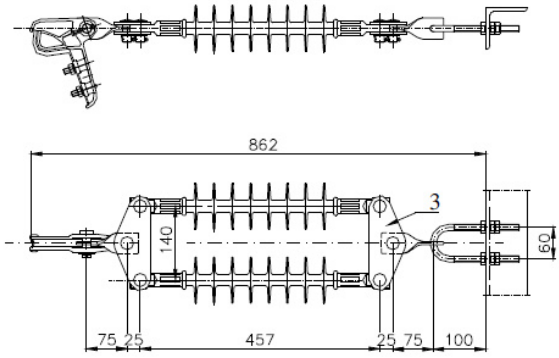
3. ábra: gyengén/ közepesen szennyezett környezetben, normál biztonság mellett alkalmazható szigetelőlánc méretei kötélszíves vezetékvégkötés esetén



4. ábra: erősen/ nagyon erősen szennyezett környezetben, normál biztonság mellett alkalmazható szigetelőlánc méretei feszítőpisztolyos vezetékvégkötés esetén

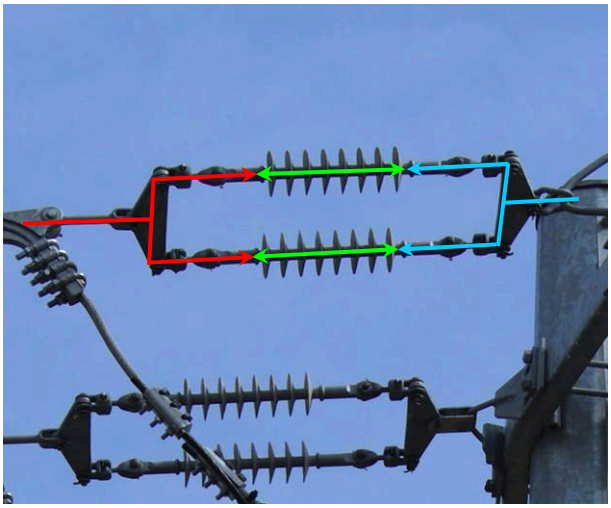


5. ábra: gyengén/ közepesen szennyezett környezetben, fokozott biztonság mellett alkalmazható szigetelőlánc méretei kötélszíves vezetékvégkötés esetén

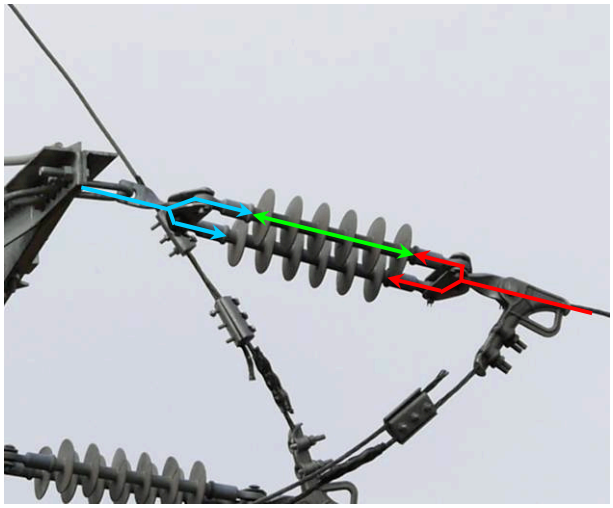


6. ábra: erősen/ nagyon erősen szennyezett környezetben, fokozott biztonság mellett alkalmazható szigetelőlánc méretei feszítőpisztolyos vezetékvégkötés esetén

(1.-6. ábrák forrása: Eximprod Grup)

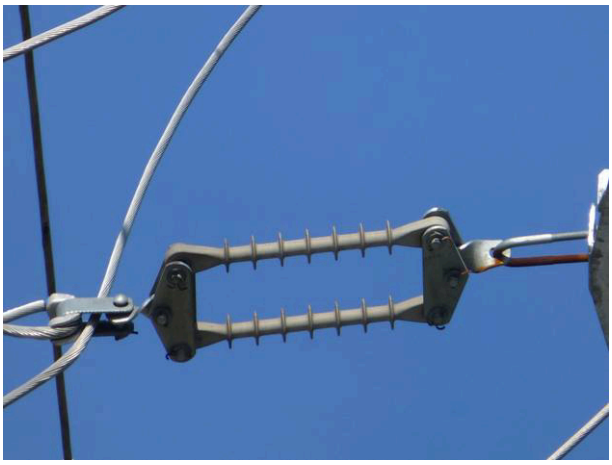


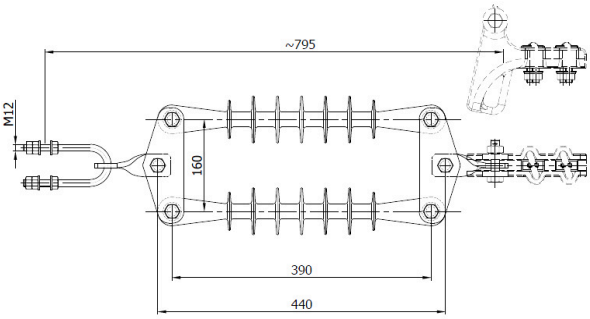
44. kép: az erősen szennyezett környezetben, fokozott biztonsággal kialakított szigetelőlánc rúdszigetelőjének szigetelt hossza (zöld) is jóval rövidebb a madárvédelmi szempontból indokoltnál



45. kép: egy hasonló, de közepesen szennyezett környezetben alkalmazott szigetelőlánc esetén ez még inkább igaz, mint ahogy a szerelvény eltérő potenciálú végei is rizikós ülőhelyet képeznek

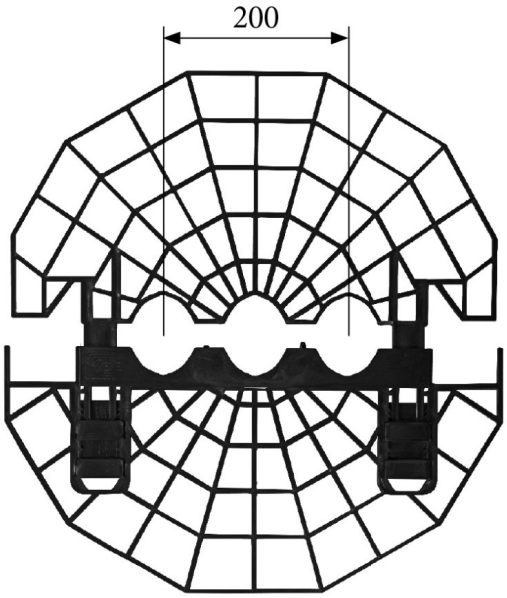
11.b. Az előző pontban leírt madárvédelmi problémát tovább növeli, ha a feszítő szigetelőláncba olyan kialakítású rúdszigetelő kerül, mint amilyen a Periam-Satu Mare települések közötti szakasz feszítőoszlopainál jellemző. Az adott rúdszigetelőt úgy alakították ki, hogy a rúd átmérője 20-25 mm, míg az ernyők átmérője ezt alig meghaladva 30-35 mm közötti méretű lehet (46. kép). Madárvédelmi szempontból az ilyen jellegű visszafogott méretezésnek - a szigetelőlánc szerepéből adódó szerelési pozícióval együtt - igen nagy a jelentősége, hiszen a rúdszigetelő mérettartománya olyan, amit a kis-, a közepes- és a nagytermetű madarak is aránylag jól át tudnak fogni a lábukkal. Tehát az ilyen jellemzőkkel kialakított rúdszigetelő - az ernyők átmérője alig nagyobb a magátmérőnél - lényegében egy enyhén hullámos felületű **ülőrudat** képez. A szigetelő ülőrúdként való használatát egyáltalán nem korlátozza a ritkásan elosztott, csekély átmérőjű ernyőzet, a közel vízszintes szerelési (ülő) pozíció pedig kifejezetten vonzó. Ezek eredményeként épp **optimális és veszélyes ülőhelyet kínál a madaraknak**. Az itt elhelyezkedő közepes- vagy nagytermetű madár (madárfajtól függően kettő is elfér a 46. kép szerinti kialakításnál) valahol a két eltérő potenciálú szerkezetrész között ül, szárnyait széttartva (pl. esőt követő szárítkozás során) nagy eséllyel fázis-föld zárlatot hozhat létre. Az ilyen ernyőzettel kialakított rúdszigetelő feszítő szigetelőláncban (vízszintes szerelési helyzetben) való alkalmazását **meg kell szüntetni**. Ugyanakkor ideális alapot képez a tartó és/vagy feszítő fejszerkezetekhez alkalmas, madárvédelmi elvárásokat is teljesítő, megfelelő hosszmérettel és ernyőzettel kialakított függő/feszítő rúdszigetelő fejlesztéséhez.



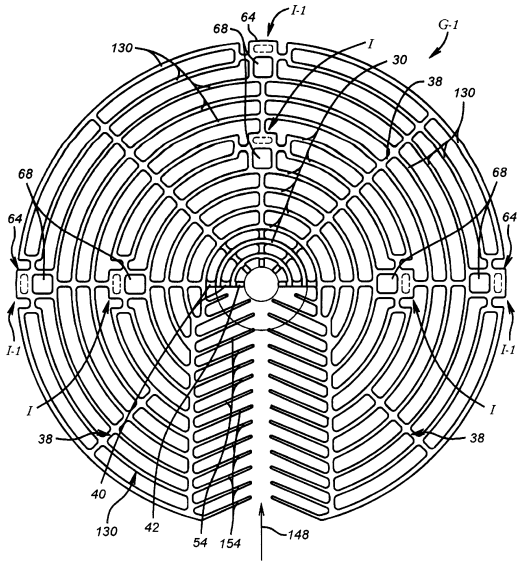


46. kép és **7. ábra:** a rúdszigetelő méretezése, kialakítása és adott szerepéből eredő szerelési pozíciója üzembiztonsági szempontból megfelelő, de madárvédelmi szempontból alkalmatlan, mert ülőrudat képez

11.c. A feszítő szigetelőláncokkal kapcsolatos következő - a madárvédelmi szempontból rövidnek minősülő szerelvények szárnyterelős kiegészítését érintő - problémát a fokozott biztonságú szigetelőláncokhoz felhasznált távtartók változó méretezése okozza. A felmért szakaszokon már kisebb az olyan szigetelőláncok aránya, melyeket porcelán rúdszigetelővel és a 200 mm-es távtartóval szereltek. Ugyanakkor nagy arányban fordul elő kompozit szigetelővel és 160 mm-es vagy 140 mm-es távtartóval kialakított szigetelőlánc is (5.-7. ábrák). Ezek előfordulásáról az érintett szakaszok felmérésének, fotózásának idején nem volt ismeretünk, emiatt erre nem fordítottunk külön figyelmet. Vagyis a készült fotók alapján nem (nehezen) dönthető el, hogy az adott kompozit szigetelős szerelvény a 160 mm-es vagy a 140 mm-es távtartóval készült. **Tehát erre vonatkozóan az ENEL részéről kérünk információt.** Ezzel együtt a műszaki jellegű probléma azt eredményezi, hogy a jelenleg Európában forgalmazott szárnyterelők közül csak egy típus felel meg a kettőzött szigetelős szerelvényekhez, az is a 200 mm-es távtartóval szereltekhez (8. ábra). Az ettől eltérő méretű távtartóval szereltek szigetelőire az adott szárnyterelőt sem lehet illeszteni. Ezt a problémát szigetelőnként egy-egy különálló szárnyterelővel sem egyszerű kezelni, mert a szárnyterelő sugara 250 mm, vagyis nagyobb, mint a bármelyik távtartóval kialakított távolság. Tehát az Európából beszerezhető szárnyterelőkkel, a normál biztonsággal és a 200 mm-es távtartóval, fokozott biztonsággal kialakított szigetelőláncokat lehet kiegészíteni. (Van-e lehetőség az elvileg alkalmas amerikai változat (9. ábra) beszerzésére?)



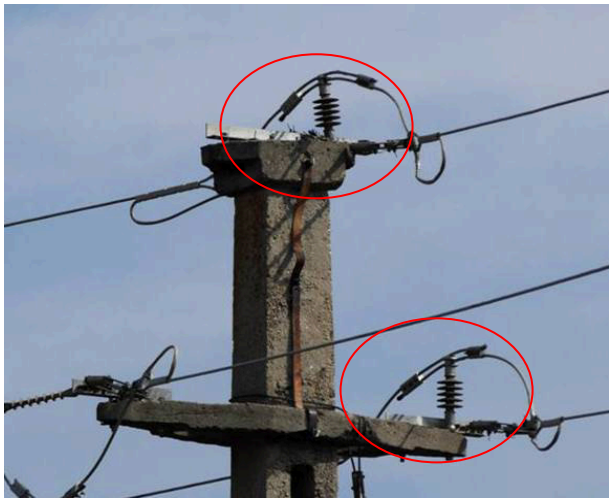
8. ábra: normál és fokozott biztonsági előírás szerint készült szigetelőláncokra alkalmas szárnyterelő (forrás: MWMI)



9. ábra: normál (esetleg fokozott) biztonsági előírás szerint készült szigetelőláncokra alkalmas szárnyterelő (forrás: Patent US5864096)

11.d. Feszítő fejszerkezetek esetén a visszahajtott, csupasz vezetékvégekből kialakított áramkötések térbeli elhelyezésének van nagy jelentősége, mert ezek elhelyezésén, megérinthetőségén múlik leginkább a fázis-föld zárlat kialakulásának esélye.

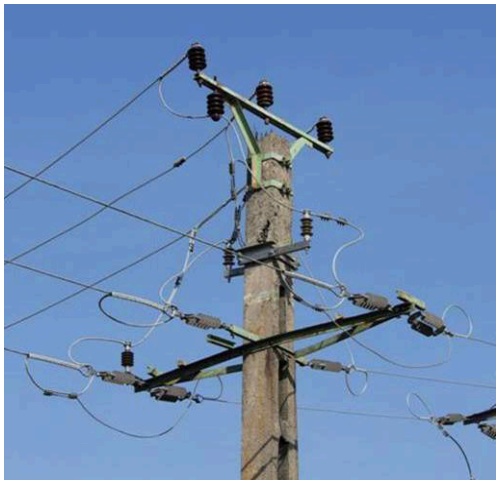
Ahol a csupasz áramkötések mindegyike a fejszerkezet alatti térben kerül kialakításra (50. kép), azok madárvédelmi megítélése kevésbé negatív (a madárvédelmi szempontból problémás megoldások között ez a kevésbé veszélyes és minimálisan elvárható elrendezés), de ezek esetében is fennáll a fázis-föld zárlat esélye. A feszítőoszlopok egy jelentős hányadán a középső - vagy esetenként több - fázisvezető áramkötése a fejszerkezet feletti térben, terelőszigetelőn rögzítve került kialakításra, ami számottevően növeli a fázis-föld zárlat esélyét. Madárvédelmi szempontból még veszélyesebb az olyan kialakítás, ahol (előző jellemzővel együtt) a feszítőszerkezet síkja felett, állószigetelőn rögzített csupasz áramkötés mellett a nagyméretű madarak (sasok, gólyák) számára is beülésre alkalmas, terjedelmes hely van (47.-48. kép).



47.- 48. kép: a felül átívelő, csupasz áramkötés melletti nagy hely jelentősen növeli az áramütés esélyét

Feszítő fejszerkezetek esetén a fejszerkezet felett átívelő, terelőszigetelőn rögzített csupasz áramkötések sokkal gyakrabban eredményeznek áramütést (a vonaltörésben álló vagy összetett szerkezetű oszlopokon még inkább), mint például az állószigetelővel kialakított tartóoszlopok,

jóllehet azok körében is a tartószerkezet felett húzódnak a vezetősodronyok. Az előforduló áramütéses madárpusztulások különbségének alapvető indoka - a csupasz sodronyok térbeli helyzete és elrendezése (előfordulása) mellett - a tartó jellegű, illetve a feszítő jellegű konstrukció jelentősen eltérő szerkezeti kialakítása és mérete. A tartó jellegű kialakítás leginkább U vagy L profilú fémszelvényekből méretre alakított egyszerű tartó, viszonylag csekély (100 mm alatti) vonali irányú kiterjedéssel (felülettel). A feszítő jellegű konstrukció ezzel szemben többnyire olyan összetett vasszerkezet, melynek fő teherviselő elemei között több kereszt- és átlós irányú merevítő is van, ezért vonali irányú legnagyobb kiterjedése (felülete) jóval nagyobb, legalább 400 milliméter körüli. Ennek következtében a méretes, összetett fémszerkezet több, nagyobb kiterjedésű, alkalmasnak tűnő ülőhelyet kínál, amely tetszőleges elhelyezkedést és jó kilátást tesz lehetővé szinte bármely méretű madárnak (49. kép). Éppen ezért a madarak előnyben részesítik, gyakran felkeresik, akár pihennek, tollászkodnak, zsákmányra lesnek, vagy párosodnak az ilyen, egyébként az áramütés jelentős esélyét hordozó szerkezeteken.



49. kép: egy összetett fejszerkezet sok rizikós ülőhelyet kínál a madaraknak

11.e. Itt újra megismételjük, hogy a vezetékhálózaton jelentős arányban előforduló feszítőoszlopok (oszlopkapcsolók és -transzformátorok) körében jellemző, a 3.d. pontban már említett csupasz áramkötések madárvédelmi célú kezelése kiemelt jelentőségű. Erről az ENEL- MILVUS találkozó során volt egyeztetés, a megoldásra ENEL az utólagos burkolást javasolja, azonban MILVUS ismét kéri a véleménye szerint hatékonyabb burkolt vezetékes megoldás alkalmazásának megfontolását. Alább az utólag végzett burkolás elvárható minőségét (hiánytalan, egybefüggő burkolat, több évtizedes élettartam, üzembiztos, jól áttekinthető kialakítás, hatékonyság) és ennek a műszaki jellemzők és a választott megoldás által behatárolt megvalósíthatóságát igyekszünk bemutatni. Majd ezzel összevetjük a burkolt vezetékes (gyári termék, nem utólag, a helyszínen burkolt) megoldás előbbiekkel párhuzamba állítható előnyeit/hátrányait.

1. A meglevő (burkolásra váró) áramkötések műszaki, madárvédelmi jellemzői

A feszítőoszlopokon rögzített vezetősodronyok csatlakozó áramkötéseit legtöbbször a sodronyok túlnyúló, megfelelően terelt végeinek szorítóbilincses kötése képezi (51. kép). A megoldásnak számos műszaki, üzembiztonsági értéke és (madárvédelmi szempontból) negatívuma van.

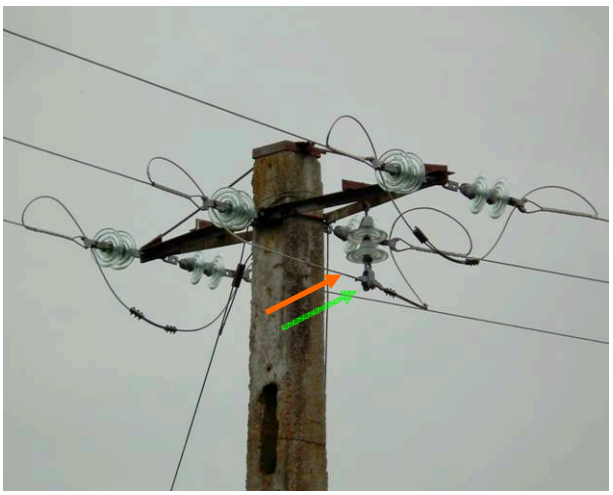
Előnyei

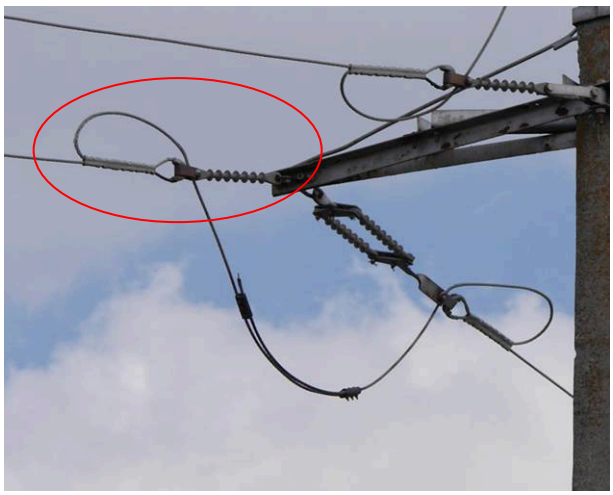
(műszaki jellegű)**:** viszonylag rövid, alig lengő, kellően merev kialakítás; kevés csatlakozási pont és csatlakozóbilincs; áttekinthető, jól kezelhető, szükség szerint módosítható; a szorítóbilincs avulása, esetleges szerelési hibája (oxidáció, meglazult vagy lazára hagyott, túlmelegedő kötés) csak az áramkötést alkotó sodronyrészt károsíthatja, a feszített vezetősodrony nem sérül stb.

Hátrányai

(műszaki jellegű)**:** esetleges összelengése zárlatot okoz; technikailag nem alkalmas a feszültség alatt végzett (FAM) beavatkozásra, pl. nem lehet levenni; üzemzavar esetén nem teszi lehetővé adott vonal vagy leágazás feszítőközeinek szakaszolását, vagyis a hibahely pontosabb behatárolását, stb.

(madárvédelmi jellegű)**:** jelentős madárpusztulást eredményez. A préshüvelyből kilépő, visszahajtott áramkötés rúdszigetelőig tartó, felfelé ívelt szakasza nagyon kimagaslik a kereszttartó/rúdszigetelő síkjához viszonyítva (51. kép). Ennek eredményeként a kereszttartón/rúdszigetelőn (mint föld-/vegyes potenciálú felület) ülő/mozgó madár jóval könnyebben megérintheti (rövidre zárhatja) az áramkötés sodronyát, mint ellenkező esetben. Ergo minél inkább kimagaslik a madár ülőhelyéhez közeleső, attól nagyobb potenciálú áramkötés sodronya a madár ülőhelyének síkjához viszonyítva, annál inkább veszélyforrást képez. A felfelé átívelő kialakítás esetén mindez fokozottan érvényesül.



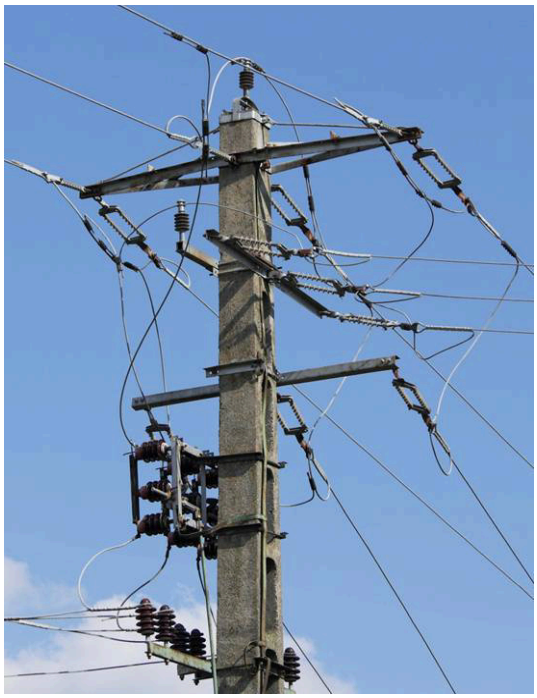


50.- 51. kép: az áramkötések technikailag bevált kialakítása a madarak szempontjából veszélyes

2. A meglevő áramkötések burkolásának műszaki körülményei, várható eredményei

Ha a csupasz áramkötésre burkolat kerül, az fokozza a madárvédelem hatékonyságát. Azonban a bevált gyakorlat (vonatkozó előírás) szerint kialakított áramkötés utólagos, hiánytalan és időtálló burkolását jelentősen megnehezíti annak többszörösen ívelt, kengyelen átfűzött és csatlakozó bilincsekkel tagolt kialakítása (51. kép). A minőségi burkolás esélyét tovább csökkenti, ha az adott oszlop elágazásban áll vagy több készülékkel (kapcsoló, feszültségváltó, stb.) felszerelt, mely esetben gyakori az áramkötés sodronyáról elágazó további kötés. Adott esetben ezek olyan szerteágazók lehetnek (52. kép), hogy kétségesé teszik a burkolás kivitelezhetőségét és hatékonyságát. Ilyen esetekben a burkolás jó minőségű megvalósítása rendkívül időigényes. Mint ahogy időigényes az esetleges átalakítást, burkolatkárosodást (villámlás) vagy üzemzavar-elhárítást követő burkolathelyreállítás is. A burkolást követően az áramkötés vezetői és szorítóbilincsei (jelentős részük már régebbi, kissé avult) a burkolat állandó takarásába kerülnek, ahol a bejutó nedvesség jelentősebb oxidációt, esetleges károsodást eredményezhet. Ez azonban nem látható (de az áramkötés egésze sem), ellenőrzése problémás, illetve az ilyen eredetű üzemzavar pontos helyének azonosítása bizonytalan és nagyon időigényes lehet. Az is lényeges szempont, hogy az áramkötések burkolatának hiánytalan, jó állagú fenntartása (a hatékony madárvédelem alapvető feltétele) folyamatos, oszlopszintű nyilvántartást, ellenőrzést, szükség szerinti hiánypótlást, raktári készletezést stb. követel. Előbbiek állandó feladatot, szervezést, munkavégzést feltételeznek és jelentős költséget (anyagköltség, járműhasználat és vonzatai, munkabér és járulékai stb.) eredményeznek. Ha tehát a feszítő-, kapcsoló-, transzformátoroszlopokra jellemző csupasz áramkötéseket a madárvédelem érdekében utólag felszerelt burkolatokkal látjuk el, úgy legalább a fent vázolt technikai feltételekkel és hatásaikkal kell tervezni. Ezek alapvető kérdéseket vetnek fel, melyek a következők lehetnek:

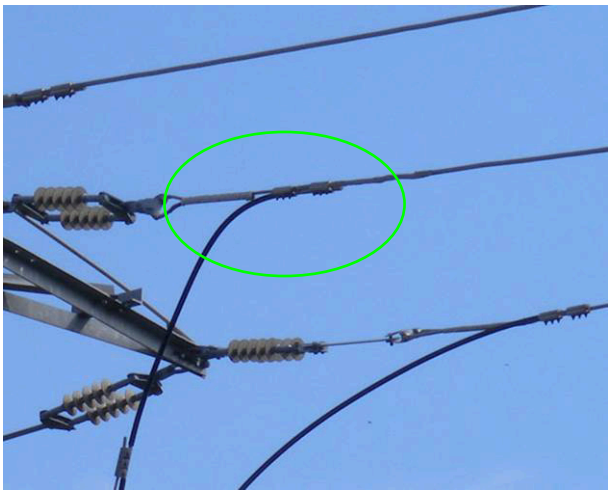
- A burkolattal fedett áramkötések eredményeznek-e üzembiztonsági kockázatot?
- Ha igen, ez (ezt előidéző technikai nehézségekkel együtt) folyamatosan vállalható?
- Az áramkötések burkolatának mindvégig jó állagú, hiánytalan fenntartása (alapvető elvárás) vállalható?
- A burkolatok jó állagú, hiánytalan fenntartásával járó többletfeladat, időigény, -költség hosszútávon is vállalható és garantálható?



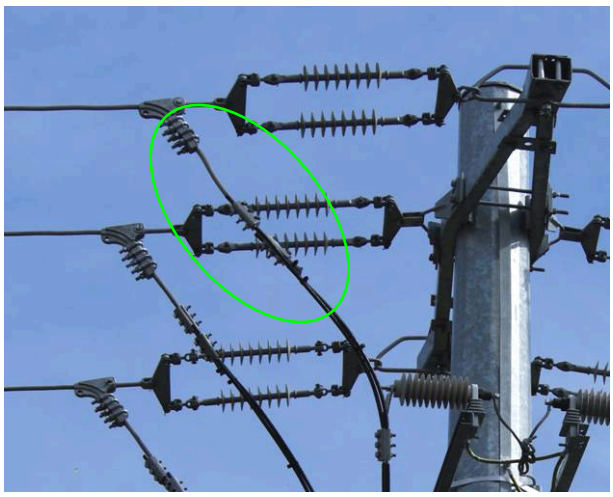
52. kép: összetett áramkötéssel szerelt oszlop

3. A javasolt (új) burkolt vezetékes áramkötés műszaki, madárvédelmi jellemzői

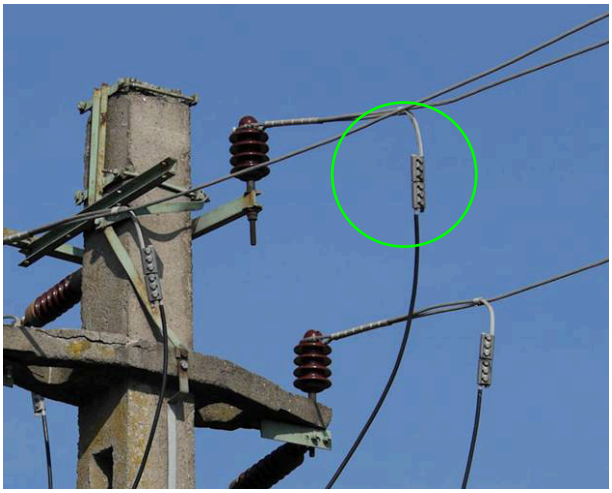
A feszítőoszlopon rögzített vezetősodrony csatlakozó áramkötését közvetlenül a vezetékvégkötést biztosító préshüvely/feszítőpisztoly előtti vízszintes részre és/vagy a vezetékvégkötést biztosító préshüvelyből/feszítőpisztolyból túlnyúló vezetékvégre csatlakoztatva, szükség szerint terelve lehet/kell kialakítani. Az ENEL felmért vezetékszakaszain nem ezek a jellemző megoldások, de mindegyikre van néhány példa (53.-56. kép), mint ahogy a különböző országok hálózatain is más-más kialakítást részesítenek előnyben (57.-58. kép). A különféle kialakítások azt igazolják, hogy az adott áramszolgáltatónál nem preferált csatlakozási pont/pozíció használatának nincs jelentős, az üzembiztonságra negatívan ható következménye. Az a vélemény, amely szerint az áramkötés csavaros szorítóbilincsét nem szabad közvetlenül a feszített sodronyra szerelni, mert a nem oxidmentes felületű sodronyra szerelt és/vagy nem megfelelő nyomatékkal meghúzott csatlakozó túlmelegedése akár vezetékszakadást is eredményezhet (elvi esélye fennáll), az említett megoldást használóknál nem nyer igazolást (előfordulási aránya néhány ezrelék). A vonatkozó technológiát betartva, alkalmas szerelvényekkel (pl. szakadófejes szorítóbilincs) végzett kivitelezés esetén ez a megoldás sem képez érdemi kockázatot. Ha nem így lenne - azaz problémásnak bizonyulna - nem alkalmaznák. Tehát elvi döntés kérdése, hogy melyik áramkötési módszer illetve pozíció kerül kiválasztásra és használatra, bármelyik alkalmas lehet. Ettől függetlenül a burkolt vezetős megoldásnak számos technikai, üzembiztonsági és madárvédelmi értéke van, negatívuma nem ismert, vagy az nem jelentős.

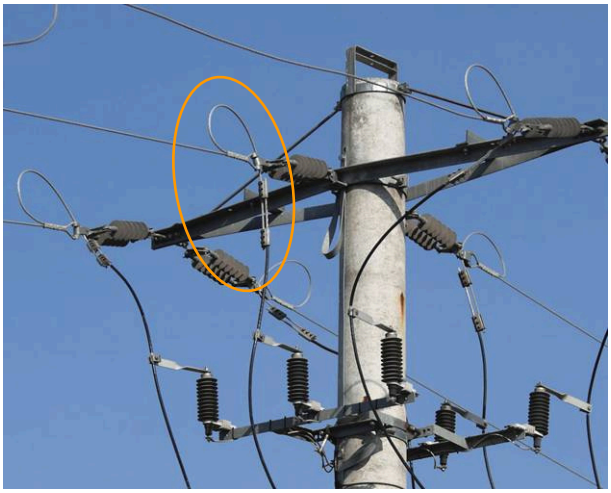


53. kép: vezetősodronyra csatlakoztatott burkolt vezetős áramkötés



54. kép: feszítőpisztolyból túlérő vezetékvégre csatlakoztatott burkolt vezetős áramkötés





55. - 56. kép: préshüvelyből túlérő vezetékvégre csatlakoztatott burkolt vezetős áramkötés két szerelési változata (az 56. képen látható kialakítás madárvédelmi szempontból már kockázatos)

Előnyei

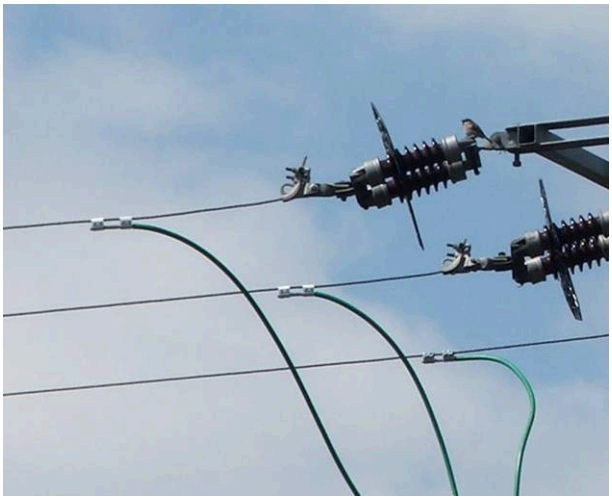
(műszaki jellegű)**:** kevés csatlakozási pont és csatlakozóbilincs; viszonylag rövid, merev, lengésmentes kialakítás; esetleges összelengés nem okoz üzemzavart; áttekinthető, jól kezelhető, szükség szerint módosítható; előrelátó méretezéssel és elhelyezéssel lehetővé teszi a FAM technológia későbbi alkalmazását (annak minden előnyével); a szerelési technológia betartásával a feszített vezetősodrony esetleges károsodásának elvi kockázata (túlmelegedő kötés miatt) minimális (ha a FAM alkalmazása nem szempont, akkor az 54.-55. képen látható vezetékrészen csatlakoztatva, a feszített vezetősodronyt érintő üzemzavar esélye kizárható) stb.

(madárvédelmi jellegű)**:** az üzembiztonsági, technológiai és madárvédelmi szempontok betartásával kialakított burkolt vezetős áramkötés nem okoz madárpusztulást.

Hátrányai

(műszaki jellegű)**:** nincs ismert, számottevő negatívuma, talán annyi, hogy alkalmazásának hiányában nincs meg (vagy kevés) a vele együtt járó gyakorlati, üzemeltetési tapasztalat, és mint ilyen, óvatosan kezelt.

(madárvédelmi jellegű)**:** nincs ilyen, csak akkor okozhat madárpusztulást, ha a szerelési technológiát sértve, például fémfejes szigetelőn rögzítve terelik, vagy például hibásan megválasztott illetve kialakított (a madarak által megérinthető) sodronyrészre csatlakoztatva (56. kép) szerelik.



57.- 58. kép: egy magyar (bal) és egy cseh (jobb) példa az áramkötések csatlakoztatásának módjára

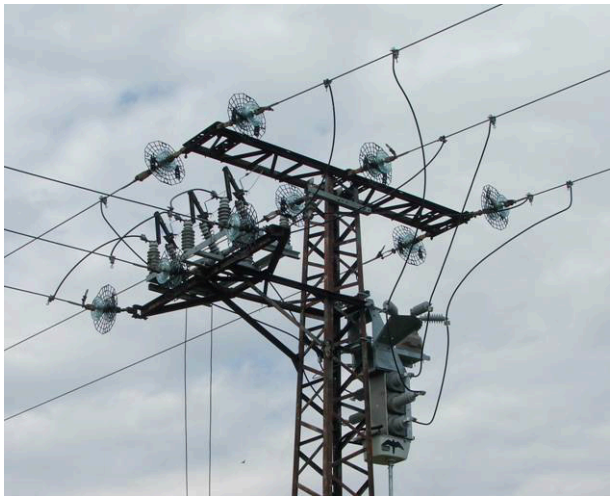
4. A burkolt vezetős áramkötések kialakításának műszaki körülményei, várható eredményei

A burkolt vezetős áramkötés kialakítása az átlagosnak mondható, vonalban, nyomvonaltörésben vagy elágazásban álló feszítőoszlopok esetén szokatlan problémát nem okozhat (18.-19. kép). Akkor sem, ha az áramkötés csatlakoztatásának helye nem a feszített sodrony, hanem pl. a feszítőpisztolyból túlnyúló vezetékvég (54.-55. kép). Ha a feszítőoszlop többszörös elágazásban áll vagy több készülékkel (kapcsoló, feszültségváltó, stb.) felszerelt - ilyenkor gyakori az áramkötés sodronyáról elágazó további kötés (52. kép) -, akkor is ki lehet alakítani az üzembiztos és madárvédelmet eredményező áramkötést (59.-60. kép). Ilyen esetekben a burkolt vezetős áramkötés megvalósítása is időigényes, de ennek időigénye sem nagyon eltérő az adott oszlopon utólag felszerelt burkolattal végzett munkáéhoz mérve.

A burkolt vezetékes áramkötések megvalósításával az érintett feszítőoszlopok áramkötései és szorítóbilincsei mind újak, hibátlan állagúak lesznek (szemben az utólag burkolt megoldáséval), és nem kerülnek a burkolatok takarásába. Tehát jól láthatóak és ellenőrizhetők maradnak, így egy esetleges károsodás vagy az ebből következő üzemzavar pontos helyének azonosítása sincs korlátozva, ilyenformán ennek időigénye is kisebb lehet. Továbbá az üzemzavar-elhárítást követő burkolathelyreállítás - annak hiányában - is szükségtelen. Mindezek mellett korszerű, megbízható megoldást mutat, és sokkal inkább bizalomébresztő az utólag burkoltnál.

Lényeges szempont, hogy az áramkötések jó állagú fenntartása (az üzembiztonság és hatékony madárvédelem alapvető feltétele) - hasonlóan az utólag burkolt megoldáséhoz - folyamatos, oszlopszintű ellenőrzést, szükség szerinti javítást, raktári készletezést stb. követel. Azonban ezek a feladatok szerves részét képezik adott hálózatrész szokásos, ütemezett ellenőrzésének, nem igényelnek attól eltérő gyakoriságú vagy más szemléletű ellenőrzést. Vagyis ez esetben - szemben az utólag felszerelt burkolatokkal - elegendő a műszaki szemléletű ellenőrzés, fenntartás, nem kell külön figyelmet, munkát, költséget fordítani a madárvédelmet is biztosító burkolt vezetős áramkötésekre (de csak akkor, ha a madárvédelem műszaki szempontjainak érvényesülését is mindig figyelembe veszik).

Alkalmazása jelentősen megnöveli a madárvédelem hatékonyságát, hiszen a csupasz áramkötések esetén gyakori madárpusztulás a burkolt vezetős áramkötésekkel elenyésző lesz. Ezzel nemcsak a korábbi mértékű madárpusztulás csökken, vagy szűnik meg, hanem a madarak által előidézett zárlattal kialakuló üzemzavarok és azok következményei is. Tehát a madarak életbennmaradása együtt jár a problémák csökkenésével, és költségmegtakarítást is eredményez. Ha tehát a feszítő-, kapcsoló-, transzformátoroszlopokra jellemző csupasz áramkötéseket a madárvédelem érdekében burkolt vezetősre cseréljük, akkor legalább a vázolt körülményekkel és hatásaikkal kell tervezni. Üzemviteli és madárvédelmi szempontból optimális kialakítása azt feltételezi, hogy a bevált gyakorlat szerint kialakított (terelt) áramkötés többé-kevesebbé átalakításra kerül. A szükségesnek gondolt módosításokat, illetve javasolt megoldásokat a 12.e.1. pont alatt írjuk le, és az egyes fotókon látható minták alapján igyekszünk pontosan bemutatni.



59.- 60. kép: burkolt vezetős áramkötések kialakítása összetett fejszerkezetek esetén

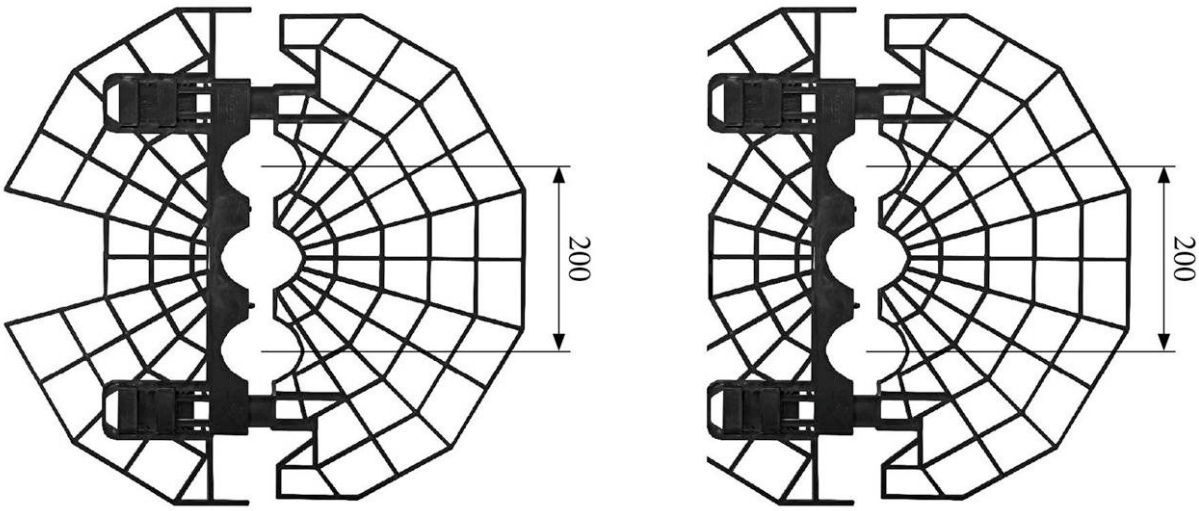
12. Megoldási javaslatok feszítőoszlopok madárvédelmi problémáira

12.a. A 11.a. pontban leírtak alapján kockázatosnak ítélt feszítő szigetelőláncok körében **átmeneti időre szóló megoldást jelent** a rúdszigetelőkre utólag illeszthető **madárszárnyterelő** (8. ábra) alkalmazása, amely a normál és a fokozott biztonsági előírás szerinti szigetelőláncok esetén is felszerelhető. A szárnyterelőt mindig a szigetelőlánc fázisvezetőhöz közelebbi végén, a porcelán vagy kompozit rúdszigetelő utolsó két ernyője közé kell illeszteni (18.-19. kép), hogy ne tudjon elmozdulni, billegni, illetve fémfelülettel érintkezni. Ilyen elhelyezése biztosítja legjobban a madarak nagyobb része által használt földpotenciálú felületek fázisvezetőktől való elhatárolását.

A 11.c. pontban leírt probléma kezelésére három megoldás nyújthat lehetőséget:

1. Az első lehetőség egy az USA-ban gyártott szárnyterelő beszerzése és használata. Ennek mérete, illetve kiképzése olyan (9. ábra), hogy változtatás nélkül megfelel a normál és fokozott biztonsággal kialakított szigetelőláncokra, a távtartók 140 és 200 mm között változó mérete esetén is. További előnye, hogy például sérült szigetelő vagy vezeték cseréje esetén könnyen eltávolítható, többször is használható, illetve akár a FAM technológia alkalmazását is lehetővé teszi. A kettőzött szigetelőkre persze kettő darab szükséges. Kérdés, hogy beszerzésének idő- és költségigénye vállalható-e?

2. A következő megoldás az lehet, ha a 8. ábrán látható madárszárnyterelő kerül felhasználásra és a szükséges esetekben módosításra. A 10. ábra szerinti kivágás a szerelés helyén is megoldható, a 11. ábra szerinti vágást talán szerencsésebb műhelyben, gépi lemezvágón végezni. A két lehetséges módosítást követően a szárnyterelő a 140 és 160 mm-es távtartóval szerelt szigetelőláncokra is alkalmas lesz. A módosított szárnyterelőt úgy kell felszerelni, hogy a kivágott/levágott felületű részelem kerül a rúdszigetelők közé, másik fele a külső oldalról csatlakozik. A párhuzamos szigetelőn előbbinek megfelelően, de mintegy tükrözve kell rögzíteni a második szárnyterelőt.



10.- 11. ábra: a madárszárnyterelőt az ábrákon látható ki- vagy levágás eredményeként a 140- 160 mm-es távtartóval szerlelt feszítő szigetelőláncokra is fel lehet szerelni

3. Harmadik lehetőségként a leginkább alkalmasnak látszó szárnyterelő gyártóját/forgalmazóját kell felkérni, hogy terméke méretet és formáját módosítva tegye azt alkalmassá az eltérő távtartóval szerelt szigetelőláncokhoz is, vagy olyan új - akár román - gyártót kell találni, aki a létezőkhöz hasonló, de adott méretekre illő szárnyterelőt gyárt. Ezek a lehetőségek elviek, leginkább a későbbiekben jelenthetnek megoldást, de mint lehetőség, nem zárhatók ki.

12.b. A 11.a. pontban leírtak alapján kockázatosnak ítélt feszítő szigetelőláncok körében megoldás lehet a továbbiakban, ha a madárvédelmi szempontból rövid rúdszigetelőket olyan hosszméretűek váltják ki, melyek a nagy termetű madarak méretei mellett is biztosítják az eltérő potenciálú részelemek érintésének elkerülését. Azért a nagy termetű madarak mérete az irányadó, mert a közel vízszintes helyzetű szigetelőlánc tartószerkezetén, annak szigetelőlánchoz közeli, földpotenciálú végén elhelyezkedő, pl. szirti sas kinyújtott szárnyának ujjai sem érhetik el a fázispotenciálú részeket. Ez azt jelenti, hogy a jelenleg ~ 300 mm hosszon ténylegesen szigetelő tulajdonságú (~ 460 mm beépítési méretű) rúdszigetelő helyére legalább 700 mm hosszon ténylegesen szigetelő tulajdonságú szigetelőt kell alkalmazni. Az ilyen rúdszigetelő teljes hossza préselt fémszemes kialakítás esetén meghaladhatja a ~ 860 mm-t, ami a többi szerelvénnyel együtt már ~ 1 265 mm hosszú szigetelőláncot alkot. Optimális esetben, a 700 mm-es beépítési hosszára kiterjedően szigetelt felületű rúdszigetelő kerülhet alkalmazásra (46. kép), melynek eredményeként a szerelvényméret ~ 1 100 mm lehet, ami üzemviteli szempontból is kedvezőbb. Tehát az ilyen módon kialakított rúdszigetelővel úgy csökkenthető a szerelvény teljes hossza, hogy ezzel együtt is teljesíti a madárvédelmi elvárást. Előbbiek talán azt is jelzik, hogy a feszítő szigetelőláncok madárvédelmi megítélésében a beépített rúdszigetelő valóban szigetelő képességű részének hossza a mértékadó. Ebből eredően a környezet szennyezettségének különböző kategóriái esetén alkalmazható, eltérő méretű szigetelők (3.-6. ábra) további használatának nincs értelme (még az eltérő ernyőzetnek sem), mert a javasoltnál rövidebb szigetelők alkalmatlanok.

12.c. A 11.b. pontban és a 46. képen ábrázolt „ülőrúd" jellegű szigetelő feszítő szigetelőláncokban való **további alkalmazását meg kell szüntetni.** Ugyanakkor adott rúdszigetelő egyéb jellemzői

miatt alkalmas alapja lehet - az kellene, hogy legyen - a madárvédelmi szempontokat is teljesítő változat kidolgozásának. A madárvédelmi elvárást teljesítő rúdszigetelő hosszmérete a 12.b. pont szerinti, ernyőzetének kialakítása pedig a következő: a két végen kialakított ernyőinek átmérője 200 mm, az ezek közötti ernyők egymást 50 mm-re követve, váltakozva 80 és 120 mm átmérővel kialakítottak. Ez a kialakítás megakadályozza a madarak szigetelőre ülését (nincs ülőrúd jellege) és a nagytermetű madarak szárnyvégének sodronyhoz érintését is. A vázlatosan leírtnak megfelelő méretezésű és kialakítású rúdszigetelővel szerelt szigetelőlánc esetén nincs szükség szárnyterelő alkalmazására, teljesül a vonatkozó madárvédelmi elvárás. A leírthoz többé-kevésbé hasonló két rúdszigetelőt ábrázol a 61.-62. kép.

61.- 62. kép: kompozit rúdszigetelők, melyek a madárvédelmi elvárásokat is teljesítik

12.d. A 11.d. pontban leírt probléma kezelése során nincs mód a sokszor méretes ülőhelyet képező vasbeton oszlopcsúcs és kereszttartó, adott esetben fémszerkezet módosítására, de új létesítések során ez a szempont - áramkötés mellett ne legyen ülőfelületet képező hely - is lényeges. Azonban az áramkötések azon részét, amelyek nem csak a tartószerkezet felett helyezhetők el, alulra kell áthelyezni. Adott madár biztonságát már azzal lehet növelni, ha az ülőhelyéhez (vasszerkezet, szigetelőlánc) képest nagyobb potenciálú csupasz áramkötés (vezetékrész) az ülőhely síkja alatt, attól minél távolabb kerül kialakításra (50. kép). Vagyis az áramkötések átgondolt kialakításával még madárvédelmi szerelvények nélkül is (de azokkal még inkább) csökkenthető az oszlopok veszélyessége. Ezért lehetőség szerint minden áramkötést a tartószerkezet síkja alatti térben kell kialakítani (62. kép), kivételt a fejszerkezet vezetőelrendezése, szerkezeti kialakítása vagy szerepe miatt csak fenn elhelyezhetők képezhetnek. A kereskedelmi forgalomban beszerezhető kompozit terelőszigetelők kialakítása már lehetővé teszi ezek fejjel lefelé fordított szerelését (62. kép) és a terelést, rögzítést igénylő áramkötés(ek) tartószerkezet alatti kialakítását. Ezenkívül a technikai szerep nélküli, feleslegessé vált segédtartókat, melyek az áramkötés sodronya közelében (mellett, alatt) ülőhelyet képeznek, el kell távolítani és ezeket ilyen elhelyezéssel a továbbiakban nem szabad felszerelni.

12.e. A csupasz áramkötések veszélyességét azok burkolt vezetékes cseréjével vagy utólag végzett burkolásával lehet megszüntetni. A rendelkezésre álló tapasztalatok alapján az új, burkolt vezetékes áramkötések az üzembiztonságra, madárvédelmi hatékonyságra, várható élettartamra figyelemmel egyértelműen jobbak, a kialakítást követően kevesebb figyelmet, hiánypótlást, költséget stb. igényelnek (lásd: 11.e. pont alatt írtak). Ezért a felmért feszítőoszlopok körében - de lehetőség szerint minden feszítőoszlopon (oszlopkapcsolón, oszloptranszformátoron) - ennek alkalmazását kérjük/javasoljuk. Ennek megvalósítása érdekében - az üzembiztonságra is tekintettel - a feszítőoszlopokon jó eséllyel kivitelezhető, általunk ismert műszaki megoldások lényeges, technikai jellegű részleteit mutatjuk be a következőkben. Ezt követően az utólag végzett burkolás - mint szükségszerű, átmeneti időre szóló alternatíva - nézetünk szerint legkevesebb hiányosságot, legjobb hatékonyságot eredményező kialakításának lehetőségeit is igyekszünk megfogalmazni.

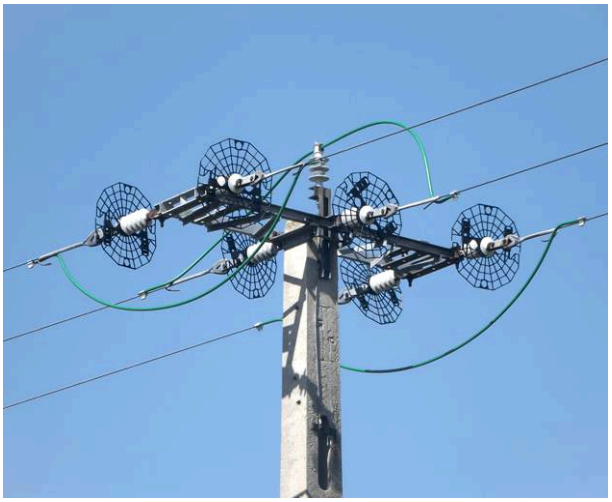
1. **Burkolt vezetékes áramkötés kialakításának technikai javaslata**

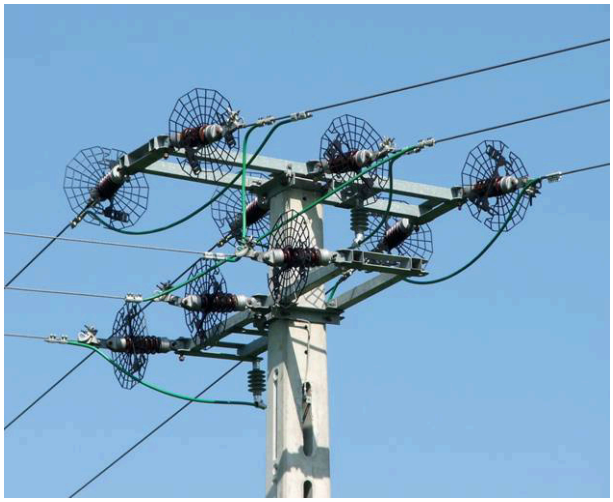
Az áramkötések kialakításával kapcsolatban megfogalmazott javaslatainkban alaptétel, hogy az áramkötés a tartószerkezet síkja alatt kerül kialakításra, annak ellenére is, hogy burkolt vezetékkel készül (62. kép). Ha adott oszlop térbeli helyzete (elágazás, nyomvonaltörés) és/vagy üzemvitelei szerepe (oszlopkapcsoló) azt eredményezi, hogy egy vagy több áramkötést a tartószerkezet fölött kell átvezetni, akkor a tartószerkezet alatt átvezetett kialakítás kvázi tükörképét kell megvalósítani. Ha az adott vezetékvégkötés technikai jellemzői ezt csak eltéréssel teszik lehetővé, az eltérésekre vonatkozóan külön kitérünk. Az is alaptétel, hogy az áramkötés csatlakozásának pozíciója nem lehet magasabban, mint a fázisvezető síkja. Az ehhez képest felfelé álló szerelvényrész vagy vezetékcsonk csatlakozási pontként nem fogadható el (lásd: 12.e.1.c) pont második bekezdése).

Az áramkötés csatlakoztatási pontjának kiválasztása, lehetőségei

a) **az áramkötés a préshüvely/feszítőpisztoly előtti vízszintes vezetékrészre csatlakozik (53. kép):** Ebben az esetben a burkolt vezeték lecsupaszított vége közvetlenül, csavaros szorítóbilinccsel csatlakozik a vízszintes helyzetű, feszített vezetősodronyra. Ez a csatlakozási pozíció kötélszíves/préshüvelyes vezetékvégkötés esetén - a túloldali csatlakozási pont távolságát tekintve - hosszabb áramkötést eredményez (63. kép), a feszítőpisztolyos vezetékvégkötés esetén az áramkötés mérete kissé rövidebb (64. kép). A viszonylag hosszú, tartószerkezet alatt átívelő áramkötés nem kívánt lengését megfelelő tereléssel és/vagy rögzítéssel lehet megakadályozni.

Kötélszíves/préshüvelyes vezetékvégkötés estén a burkolt vezető szorítóbilincstől induló részét vízszintesen, a kötélszívhez kell irányozni, majd azon átfűzve, lefelé ívelten kell átvezetni a túloldali megegyező szerelvényrészhez, ahol azonos módon kell átfűzni, csatlakoztatni. Ez a kialakítás sokban hasonlít a csupasz áramkötés megszokott formájához (50. kép), attól annyiban tér el, hogy az áramkötés első részének nincs felfelé ívelő szakasza, valamint a könnyebb alakíthatóság, kezelhetőség érdekében nem a kötélszív kengyelén van átfűzve. Ilyen kialakítással az áramkötés további két ponton befogott, alul átívelő részének hossza jelentősen rövidül, továbbá eléggé merev (a burkolt vezeték merevebb a csupasz vezetéktől), tehát kevésbé lenghet. Persze a burkolt áramkötés vezetőjét nem feltétlen kell a kötélszíven átfűzni, ez csak egy használható lehetőség. Indokolt esetben (pl. nyomvonaltörés, középső fázis alul vezetett áramkötése) fejjel lefelé szerelt, burkolt vezetékhez alkalmazható terelőszigetelőn lehet további rögzítést, terelést biztosítani (68.-71. kép). A kötélszíven átfűzhető kialakítás lehetőségéből adódó stabil kialakítás előnye egyben hátrány is, mert az áramkötést csak feszültségmentes állapotban lehet kezelni. Vagyis a FAM bevezetése estén a befűzött kialakítás nem kezelhető a technológia betartásával.





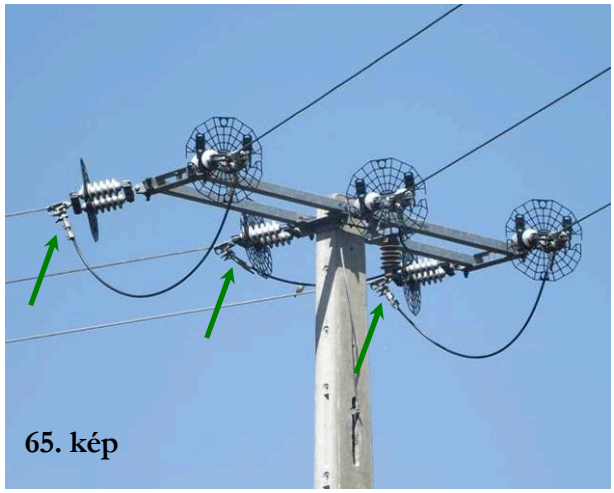
63.- 64. kép: a burkolt vezetős áramkötés a pólyás/préshüvelyes végkötés előtti sodronyrészre csatlakoztatva a leghosszabb, feszítőpisztolyos vezetékvégkötés esetén a kétoldali préshüvely hiányában némileg rövidül. Ugyanakkor terelőszigetelő alkalmazására leginkább a középső fázisvezető vagy a leágazás oszlopot/konzolt kikerülő áramkötése esetén van szükség.

Feszítőpisztolyos vezetékvégkötés estén a burkolt vezetős áramkötés befűzésére, szabadon átívelő hosszának rövidítésére, erre használható, azonos potenciálú szerelvény hiányában nincs lehetőség, túlzott lengése megfelelően elhelyezett terelőszigetelőn rögzítve megelőzhető. Az előrelátóan méretezett és kialakított áramkötések (alkalmas csatlakozókkal és terelőszigetelővel kiegészítve) a FAM technológia későbbi bevezetését is lehetővé teszik, ilyen jellegű átalakításuk és kezelésük sem okoz nehézséget. Tehát ebből a szempontból vizsgálva is előnyös kialakítás.

Előbbi kialakítások esetén az áramkötés két végének fázisvezetőkhöz való csatlakozása mintegy vízszintes helyzetű (63.-64 kép), amelynek jelentősége az, hogy ilyen helyzetben a csapadékvíz minimális eséllyel juthat be a burkolt vezeték szerkezeti hézagaiba. Ennek eredményeként az ettől eltérő csatlakozási pontra rögzített áramkötések körében esetleg jelentkező oxidáció vagy a téli fagy okozta vezeték- és burkolatkárosodás esélye csekély.

b) **az áramkötés a préshüvelyből túlnyúló, szabad vezetékvégre csatlakozik (55. kép):** Ebben az esetben a burkolt vezeték lecsupaszított vége csavaros szorítóbilinccsel csatlakozik a préshüvelyen túlérő, szabad vezetékvégre. Ehhez a korábbi áramkötést képező csupasz sodrony legnagyobb részét el kell távolítani, abból csak a csatlakozáshoz szükséges 200 mm-es véget kell meghagyni. Az így létrehozott vezetékcsonk a szélső fázisvezető(k) esetén, annak síkjához képest felfelé áll (ilyen helyzetben nem képezhet csatlakozási felületet), ezért ezt úgy kell módosítani, hogy lefelé irányuljon. Ehhez a szigetelőlánc és a kengyel furatain átdugott csapszeget ki kell húzni, a végkötést 180 fokkal át kell fordítani - ekkor lefelé áll a vezetékvég -, majd a csapszeget a szigetelőlánc és a kengyel furatain átbújtatva a helyére kell rögzíteni. Az így átfordított vezetékcsonk és csatlakozási pozíció használatával a 12.e.1.a) pont második bekezdésében leírt kialakításhoz hasonló méretű és adottságú áramkötést lehet képezni. A viszonylag hosszú, tartószerkezet alatt átívelő áramkötés elfogadottnál nagyobb lengését, szükségesnek ítélt terelését a hivatkozott helyen leírtak szerint lehet megakadályozni és megoldani.

c) **az áramkötés a feszítőpisztolyból kiérő, túlnyúló vezetékvégre csatlakozik (54. kép):** Ebben az esetben a burkolt vezeték lecsupaszított vége csavaros szorítóbilinccsel csatlakozik a feszítőpisztolyból túlérő vezetékvégre. Ehhez a korábbi áramkötés csupasz sodronyának legnagyobb részét le kell vágni, abból csak a csatlakozáshoz szükséges 200 mm-es véget kell meghagyni. Az így létrehozott vezetékcsonkok közül a középső a fázisvezető síkjához képest felfelé áll (ilyen helyzetben nem képezhet csatlakozási felületet), ezért ezt úgy kell módosítani, hogy lefelé irányuljon (65. kép). Ennek módszere megegyezik a 12.e.1.b) pont második bekezdésében javasolttal. Előbbiek közül ez a kialakítás eredményezi az áramkötés legrövidebb méretét, mely a burkolt vezeték merevségéből adódóan nem feltétlen igényel további rögzítést. Indokolt esetben (nyomvonaltörés, középső fázis alul terelt áramkötése) a tartószerkezet alatt átívelő áramkötés túlzott lengését fejjel lefelé szerelt, burkolt vezetékhez alkalmazható terelőszigetelővel lehet megakadályozni.

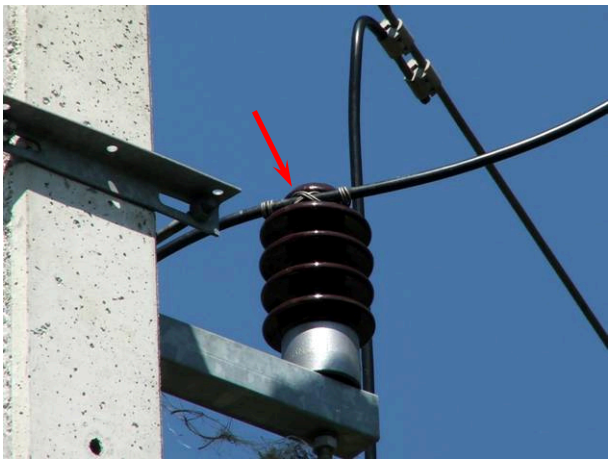


65. kép

A tartószerkezet felett átívelő burkolt vezetős áramkötés (például oszlopkapcsoló esetén) csatlakozási pontja nem lehet a feszítőpisztolyból felfelé kiálló vezetékcsonk, mert a feszítőpisztoly és az abból kiálló vezetékvégre kötött áramkötés együttes, csupasz magassága meghaladja a szárnyterelő által takart méretet. Tehát a feszültség alatt álló, csupasz sodronyrész és szorítóbilincs megérinthető. Az áramkötés ilyen csatlakoztatásának esélyét azzal lehet kizárni, ha a feszítőpisztoly ezentúl csak vezetékvéget lefelé irányzó helyzetben szerelhető fel. Ilyen esetben az áramkötést közvetlenül a feszítőpisztoly előtti vezetékrészre kell csatlakoztatni.

Az áramkötés rögzítésének, terelésének lehetőségei

A burkolt vezetős áramkötés rögzítése, terelése során alaptétel, hogy a vezeték burkolata nem érintkezhet eltérő potenciálú fémfelülettel, például alumínium kötöződróttal, kötözésre használt vezetékdarabbal vagy kompozit szigetelő fémfejével. Ellenkező esetben a kialakuló örvényáram hatására már 50 üzemórát követően annyira károsodik (elszenesedik, kitöredezik) a vezeték burkolata (67. kép), hogy a vele érintkező vezetőképes felület fázispotenciálra kerül. Emiatt az álló helyzetű terelőszigetelő közelében a tartókonzolra (földpotenciál) beülő madár a kötöződróthoz vagy szigetelőfejhez érve áramütést szenvedhet. Emellett a sérült burkolaton beszivárog a csapadékvíz, amely a vezeték és a burkolat további károsodását okozza, tehát madárvédelmi és üzembiztonsági problémát is képez. Ezért a burkolt vezetős áramkötést csak úgy lehet rögzíteni, ha a burkolata nem érintkezik eltérő potenciálú fémfelülettel. Ezt kétféle módon lehet megvalósítani:



66.- 67. kép: a fém elemmel (vezetékdarabbal) érintkező áramkötés burkolata rövid idő alatt károsodik

a) A kereskedelmi forgalomban beszerezhető előreformázott műanyag vezetékrögzítő (PLP), amely burkolt vezetékekhez használható (68.-69. kép). Ennek alkalmazása lehetővé teszi a hálózaton nagy arányban előforduló, jó állapotú porcelánszigetelők további, terelőszigetelőként való felhasználását, ami ésszerű és költséghatékony megoldás lehet. A porcelánszigetelő ernyőzetének kialakítása azonban csak álló vagy fekvő helyzetű szerelést tesz lehetővé, ezért a burkolt vezetős áramkötés fejszerkezet alatti, függesztett rögzítésére nem alkalmas.

68.- 69. kép: burkolt vezeték rögzítésére alkalmas előreformázott kötés két lehetséges változata

b) Beszerezhető legalább kétfajta, műanyagbetéttel ellátott kompozit szigetelő, melyek kifejezetten burkolt vezeték rögzítésére alkalmazhatók. Ezek egyike egy műanyagbetéttel, csavarkötéssel kialakított fejszerelvényes szigetelő (70. kép). A másik a felmért hálózaton jelentős számban előforduló „C” szerelvényes kompozit szigetelő betéttel szerelt változata (71. kép). Mindkét szigetelő ernyőzete lehetővé teszi a fejjel lefelé fordított szerelést, tehát az áramkötések rögzítésére ajánlhatók.

70.- 71. kép: burkolt vezeték rögzítésére alkalmas műanyagbetétes kompozit szigetelő két változata

2. Utólag burkolt áramkötés burkolatkialakításának technikai javaslata

Ahogy fentebb többször leírtuk, az áramkötések utólag végzett burkolását kompromisszumos, átmeneti időre szóló megoldásnak tartjuk. Megítélésünk szerint a burkolat alkalmazása a szerelés és a fenntartás időszakában is számos nehézséget eredményezhet, például az összetett áramkötések több elemből álló burkolata idővel deformálódik, szétcsúszik. Így az áramkötés fedetlenné váló részei kilátszanak, és ez kétségessé teszi a madárvédelmi hatékonyságot. Ezért talán érdemes megfontolni a felül átvezetett csupasz áramkötések alul átívelő elhelyezését. Ilyen helyzetben az elmozduló burkolatok miatt fedetlen vezetékrészek madarak általi érintésének esélye jelentősen csökken. Tehát a hiányosság ellenére is nagyobb lesz a madarak biztonsága, mint a felül átvezetett pozíció esetén. Ha elfogadható a javaslat, akkor az áramkötések részleges módosítása során - kialakításuktól függően - a 12.e.1. pont alatt írtak figyelembevételével érdemes azt kivitelezni.

Az áramkötések utólagos burkolására az átmérőjét, felszerelését és alkalmazási lehetőségét tekintve két jelentősen eltérő burkolattípus kerülhet alkalmazásra (72.-73. kép). Mindkettő beszerezhető romániai forgalmazóktól, de azonosnak tekinthető termék előfordul más európai forgalmazók kínálatában is. Véleményünk szerint a két burkolattípust párhuzamosan, az adott oszlop- és áramkötés-kialakítás jellegéhez jobban illeszthetőt választva, esetenként vegyesen érdemes alkalmazni.

a) TEACA ELECTROIZOLANTA TE-C 3000 burkolat

Mintegy 70 mm átmérőjű, alapesetben 3 000 mm hosszú, lapított csőre emlékeztető, hosszában szétnyitható illetve zárható profillal kialakított burkolat. A felmért oszlopok áramkötéseinek kialakítását és a burkolat adottságait értékelve úgy ítéljük, hogy terelőszigetelőn rögzített és/vagy a bilincsekkel jelentősebb hosszon, párhuzamosan összefogott csupasz áramkötések burkolására alkalmas. Tehát a vonalban, vonaltörésben és elágazásban álló, átlagosnak minősülő feszítőoszlopok körében lehet eséllyel használni. Gyártástechnológiája lehetővé teszi, hogy az alapmérettől eltérő, szükség szerint akár 4-5 méteres, illetve hosszabb elem készüljön. Azt kell meghatározni - az ENEL vonatkozó műszaki dokumentációja vagy véleménye alapján - hogy az áramkötések mérete az alapméret szerinti burkolattal kezelhető, esetleg rövidebb is megfelel, vagy hosszabbra van szükség (72. kép). Nagy átmérője nem teszi lehetővé, hogy a préshüvelyes vezetékvégkötésnél szokásos áramkötés - amely a szélső fázisoknál felfelé ívelve, majd kengyelen átfűzve kialakított - teljes hosszát lehessen burkolni, vagyis csak az áramkötés kengyelek közötti szakaszára

72. kép

lehet felszerelni. Ezt a részt azonban hiánymentesen, mindkét oldalon ütközésig kell burkolni. Az áramkötést feszítőpisztolyos végkötés esetén úgy kell burkolni, hogy a burkolat a feszítőpisztoly áramkötés felőli szorítóbilincses részét is fedje. Alul átívelő áramkötés esetén a burkolat végei felfelé nyitottak, tehát a csapadék nagy eséllyel befolyik rajtuk, és jelentős mennyiségben is összegyűlhet. A csapadékvíz bejutását nem lehet elkerülni, azonban a burkolat ívének legmélyebb pontján kialakított furaton a víz kivezethető. A burkolat nagy átmérője két szempontból lehet előnytelen. Egyrészt fokozhatja az oszlop szélteher (esetleg pótteher) okozta igénybevételt, másrészt szűken méretezett helyen, mozgó készülékrészek közelében nehezen vagy nem illeszthető. Továbbá más megoldásokkal összevetve nem túl tetszetős a külleme. Összetett, elágazó áramkötések burkolása során a fenti elvek szerint kell eljárni, de az egyedi kialakítású burkolás hiánytalan kivitelezése érdekében szükséges a helyszíni egyeztetés.

b) **Recomplast szilikoncső vagy Megawatt PVC cső (burkolat)**
Mintegy 25-30 mm átmérőjű, hosszában felhasított csőre emlékeztető rugalmas burkolat, melynek egyikoldali palástja a hosszanti él mentén jelentősen átfedi a szemközti palástfelet. Hossza változó, a megrendelő igénye szerinti méretben készülhet (73. kép). A felmért oszlopok áramkötéseinek kialakítása és a burkolat adottságai alapján leginkább az oszlopkapcsolók és oszloptranszformátorok körében, a fázisvezetők és az adott készülékek között kialakított, bilincsekkel nem tagolt áramkötéseken lehet alkalmazni. A csupasz vezetékrészt a legteljesebb hosszon, például préshüvelyes csatlakozó esetén akár a hüvelyre is ráfedve - szükség szerint gyorskötegelővel rögzítve - kell burkolni. Rugalmas, alaktartó tulajdonságának eredményeként a csupasz sodronyra mintegy rásimul, helyzetét jól megtartja, függőleges pozícióban is biztosan rögzül. További előnyös tulajdonsága a kis átmérő és falvastagság, mely lehetővé teszi szűk térben (pl. a kötélszív kengyelén átfűzött sodronyon) való alkalmazását, illetve nem képez érdemi szélteher-növekedést. Emellett műszaki szemmel is esztétikus burkolást tesz lehetővé, felületesen szemlélve összetéveszthető a gyárilag burkolt vezetékkel. Alul átívelő áramkötés esetén a burkolat végei felfelé nyitottak, tehát az áramkötés és a burkolat hézagain a csapadék befolyhat, csekély mennyiségben összegyűlhet. A csapadékvíz bejutását nem lehet elkerülni, de a bejutó víz kivezetésének lehetősége kérdéses. Összetett, egymásból elágazó áramkötések esetén a nem tagolt, szimpla vezetősodronyok burkolására lehet alkalmas, de a 12.e.2.a) pontban vázlatosan körülírt burkolattal elegyes alkalmazása során - a hiánytalan, jól végzett munka érdekében - szükséges a helyszíni egyeztetés.

73. kép

13. Kapcsolóval szerelt oszlopok madárvédelmi problémái

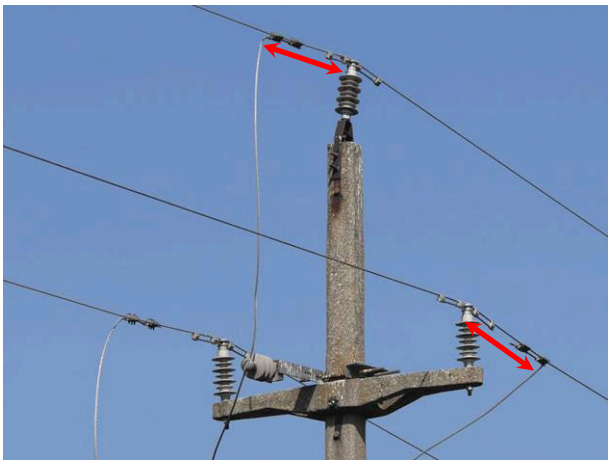
Alábbiakban a kapcsolóval szerelt oszlopoknál jellemző további, a 4. és a 11. pontban még nem vizsgált madárvédelmi problémákat eredményező műszaki megoldásokat azonosítjuk, értékeljük.

13.a. Az áramkötések kapcsán felmerülő madárvédelmi kockázat műszaki jellemzőiről és a lehetséges megoldások szempontjairól a 11.e. és 12.e. pontok alatt aránylag részletes leírást és javaslatot adtunk. Azonban néhány eddig nem tárgyalt, a vertikális helyzetű és tokozott kapcsolók körében jellemző kialakítás illetve adott kialakítások között tapasztalt eltérés okozta probléma további megfontolást, és megoldást igényel.

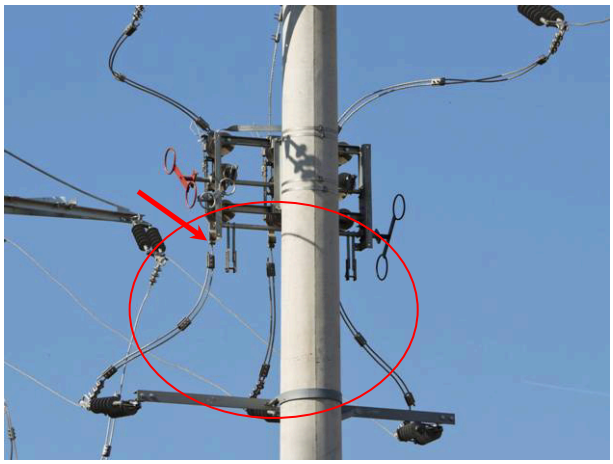
1. A tartóoszlopok törzsén, vertikális helyzetben szerelt kapcsolók áramkötésének fázisvezetőhöz csatlakozó kötése legtöbbször a tartószigetelőkhöz közeli pozícióban van (74. kép). Az ilyen kialakítás a madarak védelmét szolgáló burkolat szerelése során okoz majd problémát, mert a szerelendő burkolat hosszabb, mint az áramkötés csatlakozásának szigetelőtől mért távolsága.

Tehát gondot okozhat a burkolat rögzítése, de az áramkötés burkolása, az összeérő burkolatok szükséges illesztése, mint ahogy a burkolat alá kerülő szorítóbilincses kötés állapotának ellenőrzése, esetleges áthelyezése is problémás lesz.

2. A vertikális helyzetű kapcsolók egy részénél az áramkötés készülékhez csatlakozó sodronya - bizonyára az áramkötések összelengésétől tartva - párhuzamosan kettőzött (75. kép). Ennek megfelelően kialakított a kapcsoló alsó oldali, leágazáshoz vagy földkábelhez csatlakozó áramkötése is. Ha a szabadvezeték földkábelhez csatlakozik, a kapcsolószerkezetnek kézi kapcsolású földelése is van, melynek érintkező kése az áramkötés csatlakozó szerelvényéhez igen közeli, az alatt/mögött elhelyezett (75. képen nyíl jelöli). A csupasz, kettőzött áramkötést - feltéve, hogy nem cserélhető burkolt vezetékre - a TE-C 3000 típussal lehetne burkolni. Azonban az adott pozícióban ez a burkolat nem nyújt üzembiztos megoldást, mert jelentős az átmérője és esetleges deformációja, elmozdulása által gátolhatja a földelőkés és -villa akadálytalan záródását.

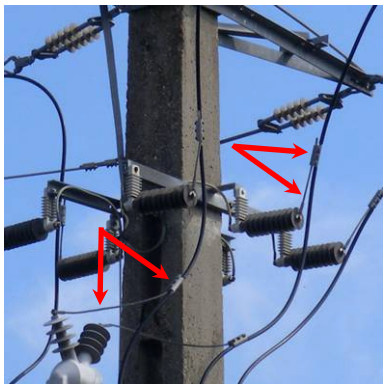


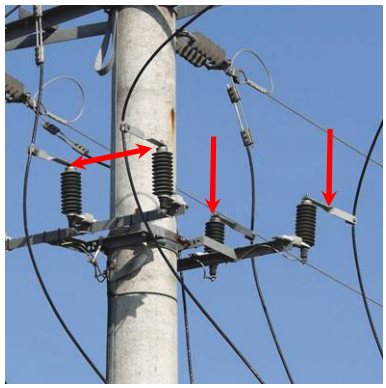
74. kép: az áramkötés csatlakozási pontjának pozíciója problémát okozhat a fázisvezető hiánytalan burkolásánál

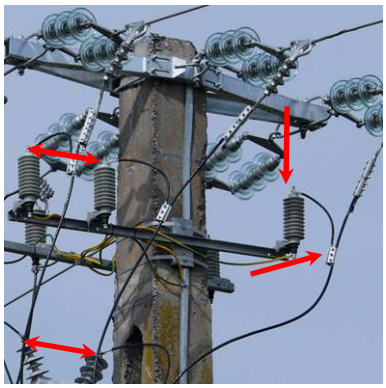


75. kép: a kettőzött áramkötés burkolatának elmozdulása akadályozhatja a földelőszerkezet érintkezőinek záródását

3. A tokozott kapcsolók készülékei már burkolt vezetékkel vannak bekötve, de az áramkötések kialakítása sok hibával készült. A burkolt vezetékről indított elágazó áramkötést csupasz vezetékből (76. kép) vagy alumíniumlemezből (77. kép) képezték ki, esetleg burkolt vezetékkel, de ezeket minden esetben csupasz szorítóbilinccsel csatlakoztatták (78. kép). Az áramkötések a készülékekre is csupasz csavarkötéses csatlakozókkal vannak bekötve. Ezek a megoldások madárvédelmi szempontból veszélyesek, mert a bekötések rövidre zárható helyzetűek (feszültségkorlátozók és a feszültségváltó esetén fázis-föld és fázis-fázis zárlat is lehetséges), továbbá a burkolt vezeték élettartamát is rontják, mivel a burkolat számos helyen kivágott, nem folytonos, azaz folyamatosan beázik, oxidálódik. Tehát a burkolt vezetékes áramkötések pozitív műszaki és madárvédelmi hatása alig érvényesül.





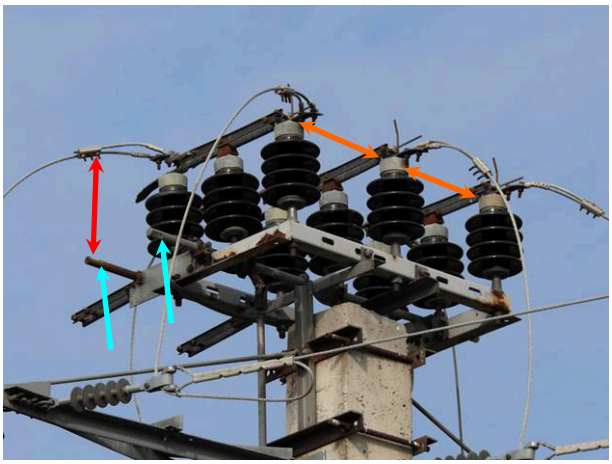


76.- 78. kép: a készülékek burkolt vezetős áramkötéseinek kialakítása hibás, madarakra veszélyes

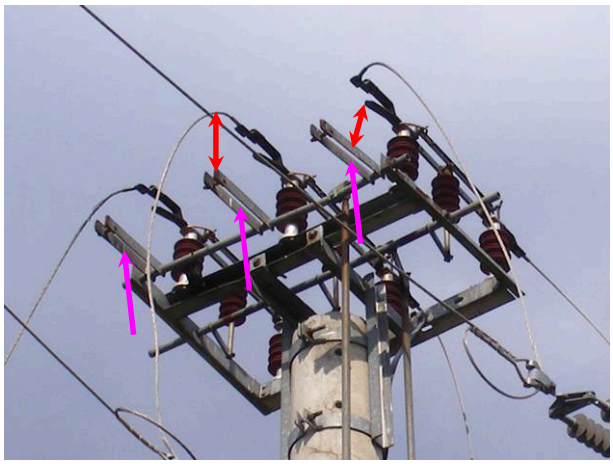
13.b. A kapcsolószerkezetek jelentős hányada a feszítőoszlopok csúcsán, vízszintes helyzetben kerül elhelyezésre, és mint nagy méretű, összetett szerkezetek, vonzó ülőhelyet képeznek sok madárfaj egyedei számára. Minél szűkebben méretezett a szigetelősorok és a mozgó érintkezők vagy az áramkötések és az esetenként alkalmazott földelő-érintkezők közötti távolság, az annál inkább veszélyforrást képez. A sok elemből összeállított, ugyanakkor nagyszámú mozgó alkatrésszel és - véleményünk szerint nem körültekintően megtervezett - jelentősen túlnyúló tengelyekkel, földelő-érintkezőkkel leírható szerkezet (80.-81. kép) leginkább egy ágas-bogas fára emlékeztet (talán a madarakat is), amelyen sok beülésre alkalmas hely van. Azonban ezek az eltérő potenciálú ülőhelyek egymáshoz annyira közeliek, hogy könnyen rövidre zárhatók (79. kép).

79. kép

1. A leggyakoribb porcelánszigetelős kapcsolótípus (80. kép) szigetelősorainak fázistávolsága (A) csak 600 mm, és a szigetelősorok közé beülni szándékozó madár nagy eséllyel fázis-fázis, de akár fázis-föld zárlatot hoz létre, illetve a vízszintes felületű érintkezők egyikére ülő és azon például eső után szárnyait széttartva szárítkozó madár fázis-fázis zárlat áldozata lehet.
2. A kapcsolók egy részénél problémát eredményezhet az alapkeret rövidebb oldalain, vízszintes síkban, jelentősen kinyúló tengelyvég (a rajta rögzített kilincsszerkezet és szigetelők nyitják-zárják az érintkezőket), melynek ilyen mértékű túlnyúlása nem indokolt (80. kép). Az oldalanként mintegy 200 mm hosszan kinyúló tengelyvégnek (B) már nincs műszaki szerepe, ugyanakkor a kapcsoló kétoldali érintkezői alatt/mellett méretes, földpotenciálú ülőrudat képez, melyre a legtöbb madár képes beülni.
3. A kapcsolók egy részén kézzel működtetett földelés található a szükséges működtető rudazattal, és a 2. pontban leírthoz hasonló, szintén jelentősen túlérő tengelyvéggel (80 kép), veszélyes ülőhellyel. Az említett tengelyre vannak rögzítve a földelőszerkezet mintegy 450 mm hosszú földelő-érintkezői (C), amelyek zárt kapcsolóállás esetén - tehát csaknem mindig - az alapkeret hosszabbik oldalán, vízszintes helyzetben nyúlnak ki (81. kép). Tehát a kapcsoló alapkeretének síkjában három 400-450 mm hosszan kinyúló, ülőrudat is képező érintkező található az áramkötések csupasz, lefelé ívelő sodronyai alatt. A két eltérő potenciálú szerkezetrész között talán 400-500 mm távolság lehet, ami egy közepes termetű (de bármelyik beülni képes) madár esetén veszélyesen kevés.

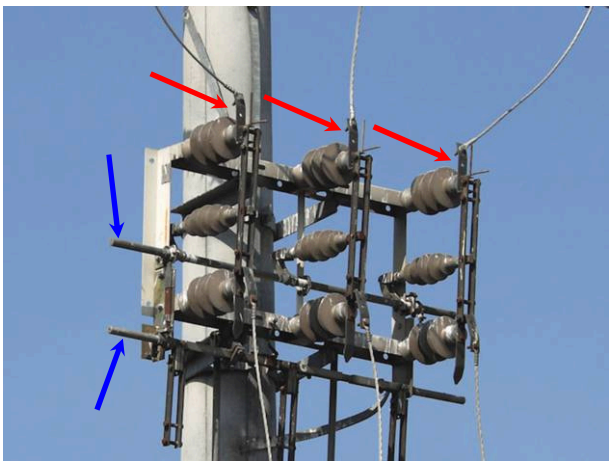
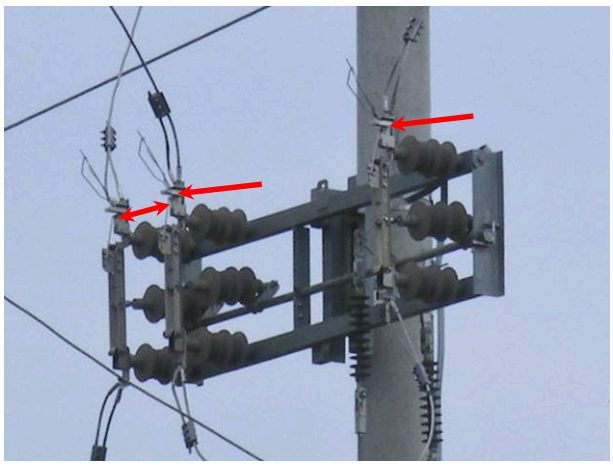


80. kép: a kapcsoló nyitását-zárását, valamint földelését működtető szerkezet tengelyvégei a madarak veszélyes ülőhelyeit képezik



81. kép: az egyébként is rendkívül veszélyes kapcsolók jelentősen kinyúló földelő-érintkezői fokozzák a madarak áramütésének esélyét

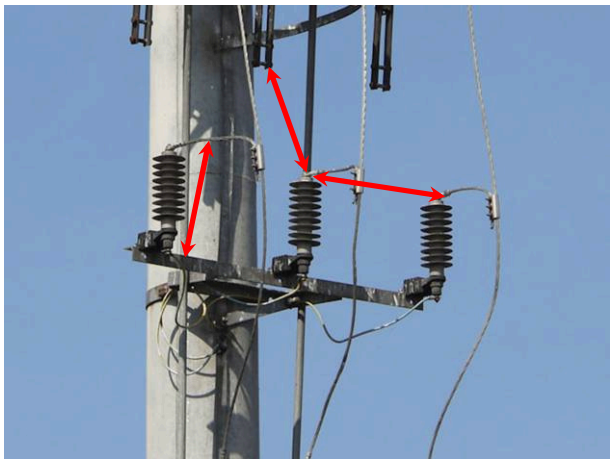
13.c. A 13.b.2. pontban leírthoz hasonló problémát képező kialakítás a vertikális helyzetű kapcsolónál is előfordul (82. kép, kék nyilak). Ezek mellett a vertikális helyzetben szerelt kapcsoló alapkeretének felső, vízszintes helyzetű felszíne is alkalmas ülőhelyet képez az apró, a kis, és közepes termetű madarak számára, tehát a verebektől kezdve a kuvikon, szalakótán, vércséken, keresztül az egerészölyvig sokféle madár rá tud ülni. Az itt ülő/mozgó madár előtti szigetelőkön kialakított, jellemzően felfelé túlnyúló, könnyen érinthető, az áramkötések bekötésére szolgáló csatlakozók és azok aljzata (piros nyilak jelölik), továbbá a csupasz vezetők képeznek veszélyforrást (82.-83. kép).

82.- 83. kép: az alapkeret felső síkja a fázispotenciálú szerelvényekhez közeli, rizikós ülőhelyet képez

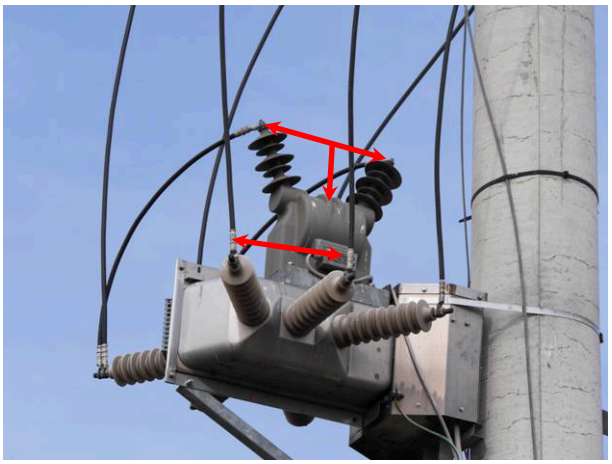
13.d. A földkábelhez csatlakozó szabadvezeték, vertikális helyzetű kapcsolóval szerelt oszlopain a földkábel védelmét feszültségkorlátozók biztosítják, melyek önálló konzolon kerültek szerelésre. Ezek a konzolok remek ülőhelyet képeznek a madarak apró, kis és közepes termetű fajai számára. Az oszlopok egyik felénél a túlfeszültségkorlátozók a műszaki rajzoknak megfelelően, fektetett pozícióban (84. kép) kerültek szerelésre, másik felüknél viszont álló helyzetben (85. kép), ami az áramkötés csatlakozásának kialakítását is módosítja. Ez utóbbi szerelési pozíció és kialakítás sokkal veszélyesebb a madarakra nézve, mint a fektetett változat, noha az is csupasz vezetékkel bekötött. Ennek indoka az, hogy a konzolon (mint ülőhely), álló helyzetben szerelt túlfeszültségkorlátozók fázispotenciálú, külön vezetékdarabbal bekötött végei (szintén ülőhelyek) nagyjából a konzol és a kapcsoló földelőszerkezetének végei között-előtt, mindkettőhöz viszonylag közel, a közepes termetű fajok (egerészölyv) váll- vagy fejmagasságában vannak. Tehát az eltérő potenciálú részek nagy felületen, könnyen megérinthetők. Ezzel szemben a vízszintesen szerelt feszültségkorlátozók feszültség alatt álló végei a kapcsolóhoz és konzolhoz képest is alacsonyan, azoktól viszonylag távol esnek, illetve terelőszigetelőként eltartják az áramkötéseket, tehát kevésbé veszélyesek.

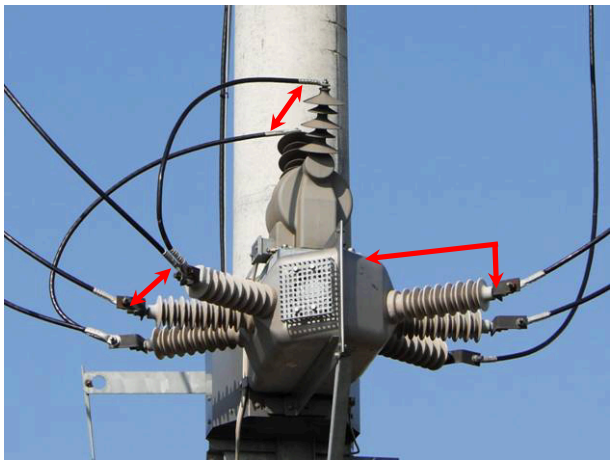
13.e. A tokozott oszlopkapcsolók körében is alkalmazott túlfeszültségkorlátozók esetén a 13.d. pontban leírtaknak megfelelő szerelvények, szerelési pozíció és probléma fordul elő (76.-77. kép).



84.- 85. kép: azonos készülékek eltérő szerelési helyzete a madarak áramütésének esélyét befolyásolja

13.f. Ugyancsak a tokozott kapcsolós oszlopok körében okozhat problémát a feszültségváltó és a tokozott kapcsoló szigetelőkön kialakított csatlakozóinak helyzete, méretezése, jellege. A feszültségváltó a kapcsoló burkolatának tetején, középen van elhelyezve (87. kép) és azzal együtt jelentős méretű, földpotenciálú felületet, egyben ülőhelyet képez a nagytermetű fajok kivételével bármely madárnak. A feszültségváltóház közepén alkalmas ülőhely van a V formában szétálló szigetelők két csupasz csatlakozókkal kialakított bekötése között, melyek érintésével fázis-föld, vagy fázis-fázis zárlatot hozhat létre a beülő madár (86. kép). A kapcsoló burkolatának két oldalán, vízszintes és sugarasan széttartó, egymáshoz közeli helyzetben kialakított szigetelőkön van a három fázis áramkötésének csavarkötéses csatlakozókkal kialakított bekötése (86.-87. kép). A csatlakozók többsége jelentős méretű, leginkább felfelé irányuló, mintegy megérinthető. Ezek közelében, a kapcsoló burkolatára vagy a szigetelők egyikére beülő, ott tollászkodó madár (például vörös vércse, egerészölyv) ezek véletlen érintésével szintén fázis-föld, de akár fázis-fázis zárlatot hozhat létre, és saját pusztulását okozhatja.





86.- 87. kép: a tokozott kapcsolók készülékházára vagy szigetelőire beülő madarak részére számos, igen veszélyes ülőhely áll rendelkezésre a csupasz csatlakozókkal bekötött áramkötések között

14. Megoldási javaslatok kapcsolóval szerelt oszlopok madárvédelmi problémáira

Az oszlopkapcsolók madárvédelmi kiegészítése során a tartó- vagy feszítőoszlopok körében is javasolt elveket, módszereket, és madárvédelmi szerelvényeket kell alkalmazni, mert az adott kapcsolót is egy tartó- vagy feszítőoszlop-kialakítás hordozza. Ezért a tartó- vagy feszítőoszlopok körében, valamint a 4. pont alatt tett javaslatok az oszlopkapcsolók azonos szerepű részegységeinél is irányadóak.

14.a. A 13.a.1. pontban vázolt probléma megoldására három lehetőség kerülhet szóba:

1. Az optimális lehetőséget a meglevő áramkötések eltávolítása és új, burkolt vezetős áramkötések kialakítása biztosítja. Az új, burkolt vezetős áramkötések csatlakozó kötéseit olyan távolságra kell helyezni, hogy ne akadályozzák a fázisvezető burkolatának szerelését, azaz a szigetelőtől mért 800 mm-nél távolabb kell a csatlakozó kötést kialakítani.

2. Következő lehetőség a meglevő áramkötések részleges átalakítása, melynek során a csatlakozók oldását követően azokat a szigetelőktől mért 800 mm-nél távolabb kell ismét rögzíteni. A meglevő áramkötések hossza ezt ritkán teszi lehetővé, ezért ezeket hosszabbra kell cserélni, majd ezt követően szilikoncsővel ajánlott burkolni. Kérdés, hogy ennek idő és költségigénye, várható élettartama - összehasonlítva az eleve burkolt vezetős kialakítással - mennyire kedvező?

3. Végül a legkisebb beavatkozással a meglevő állapot megtartása mellett megvalósított burkolás jár. Ekkor a fázisvezetőkre felszerelt burkolatokat a csatlakozó áramkötések szigetelőktől mért távolsága szerint kell kivágni, de úgy, hogy az áramkötés szilikoncső burkolatának illesztése is hézagmentes legyen, és eközben a fázisvezető burkolatának hossza (1600 mm) nem csökkenhet. A túlzott méretű kivágás/lyukasztás és a csatlakozó burkolatelemek laza, egymást nem fedő illesztése nem elfogadható. Vagyis csak TE-C 3000 típussal végzett burkolással ez nem teljesíthető.

14.b. A 13.a.2. pontban vázolt probléma megoldására három lehetőség kerülhet szóba:

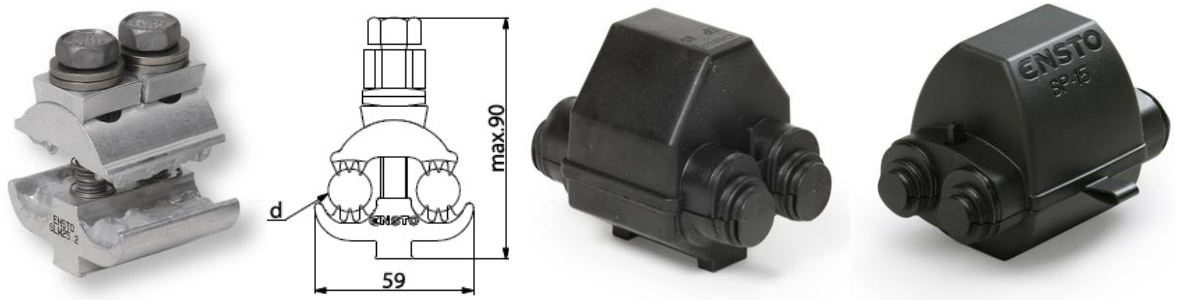
1. Az optimális lehetőséget a meglevő áramkötések eltávolítása és új, burkolt vezetős áramkötések kialakítása biztosítja. A burkolt vezeték jóval merevebb az azonos keresztmetszetű csupasz vezetéknél, ezzel együtt jól formázható és a kialakított formát biztosan megtartja, tehát nem szükséges a kettőzése. Ezeket úgy kell méretezni és csatlakoztatni, hogy ne akadályozzák a kapcsolószerkezet mozgó elemeinek működtetését.

2. Következő lehetőség a meglevő áramkötések részleges átalakítása, melynek során a megkettőzött áramkötések egyik sodronyát el kell távolítani. Az így megmaradó áramkötés vezetője teljes hosszon burkolható a szilikoncsővel. Burkolást követően az áramkötés kissé merevebb lesz, kevésbé képes összelengeni, illetve az így burkolt vezeték az esetleges érintkezések rövid időtartama során nem okoz üzemzavart. Mivel adott burkolattípus átmérője aránylag kicsi és jól illeszthető, nem mozdul el, a földelőszerkezet mozgását sem akadályozza. Kérdés, hogy előbbiek idő és költségigénye, várható élettartama - összehasonlítva az eleve burkolt vezetős kialakítással - mennyire kedvező?

3. Végül a legkisebb beavatkozással a meglevő állapot megtartása mellett megvalósított burkolás jár. Ez esetben az áramkötések burkolatát mindig azok jellemzői (szimpla vagy kettőzött vezeték) alapján kell megválasztani. A burkolatokat akár elegyesen is lehet alkalmazni, de ezt úgy kell megoldani, hogy a teljes hosszméret hézagmentesen burkolt legyen. Tehát a csatlakozó burkolatelemek laza, egymást nem fedő illesztése nem elfogadható. Arról is gondoskodni kell, hogy a kapcsoló alsó oldali, földkábelhez csatlakozó, megkettőzött áramkötésének burkolata ne akadályozhassa a földelőkés és -villa akadálytalan záródását. Ennek módszerére nincs javaslatunk.

14.c. A felmért, tokozott kapcsolós oszlopok burkolt vezetős áramkötéseinek kialakítása között nincs olyan, melynek ne lenne hiányossága. A továbbiakban arra kell figyelmet fordítani, hogy a burkolt vezetős kialakításhoz alkalmas burkolt csatlakozók, szerelvények használatával (88.-89. kép), a vonatkozó technológia legteljesebb betartásával, mindig azonos módszerrel készüljenek az áramkötések. A javasolt szerelvények alkalmazásával a már meglévő és a továbbiakban készülő tokozott kapcsolós oszlopok - és más hasonló fejszerkezet - burkolt vezetős áramkötését is megfelelően lehet kialakítani. A 13.a.3. pontban leírt probléma kezelésére több lehetőség adódik:

1. Az áramkötés egészét le kell cserélni, és az újonnan készülőt mindig a megfelelő keresztmetszetű (nem párhuzamosan kettőzött) burkolt vezetékből kell kialakítani. Az áramkötések csatlakoztatását a fázisvezetők végkötését képező szerelvényhez illően, a 12.e.1. pontban javasoltak szerint kell kidolgozni. A burkolt vezetős áramkötés másik végén az adott készülék bekötésére legalkalmasabb burkolt csatlakozót (88.-89. kép) kell használni. A feszültségváltóhoz tartó, elágazó áramkötés csatlakoztatásához burkolt, szigetelésátszúró csatlakozót (88. kép) kell használni. Tehát sehol nem fogadható el a csupasz csatlakozók használata, fel kell tenni az alkalmas burkolatokat. Ilyen módon egységesen burkolt, az üzembiztonságot és a madárvédelmet is biztosító áramkötések készíthetők.



88.- 89. kép: a burkolt vezetős áramkötés elágaztatására alkalmas szigetelésátszúró csatlakozó és a hasonló méretű szerelvényekhez alkalmas burkolatok a madarak érintésvédelmét is lehetővé teszik

2. Az áramkötés zöme megmarad, de a vezetékvégkötésről induló, a javasoltaknak nem megfelelően kialakított csatlakozásokat módosítani kell a 12.e.1. pontban leírtak szerint. A csupasz vezetékkel vagy alumíniumlemezzel kialakított bekötések is burkolt vezetős átalakításra kerülnek, továbbá a csupasz csatlakozókra illetve csavarkötésekre alkalmas burkolatokat (90.-91. kép) kell szerelni. Ha burkolatokkal ez nem megoldható, akkor szigetelő bandázst kell készíteni (92. kép), amit úgy kell tekercselni, hogy az hiánytalanul fedje a csatlakozókat, és kissé fedjen rá a burkolt vezetékre is.

3. Az áramkötés egésze megmarad, de a vezetékvégkötésről induló, a javasoltaknak nem megfelelően kialakított csatlakozásokat a 12.e.1. pontban leírtak alapján módosítani kell. A csupasz vezetékkel vagy alumíniumlemezzel kialakított bekötésekre (76.-78. kép), továbbá a csupasz csatlakozók illetve csavarkötések mindegyikére szigetelő bandázst kell készíteni (92. kép), amit úgy kell tekercselni, hogy az hiánytalanul fedje a csupasz részelemeket, valamint kissé fedjen rá a burkolt vezetékre is.

90.- 92. kép: a csavarkötéses csatlakozókat mérethez/formához illő burkolatokkal lehet fedni, illetve a csupasz csatlakozókat és sodronyokat szigetelő bandázsszalaggal is lehet burkolni

14.d. A 13.b. pont alatt leírt problémák legalább részbeni kezelésének lehetőségei a következők:

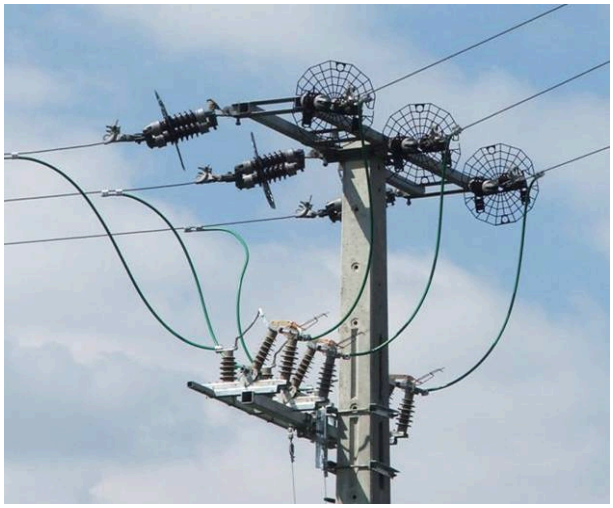
1. A leggyakoribb porcelánszigetelős kapcsolótípus (80. kép) alkotja a felmért mennyiség legalább nyolcvan százalékát. A fotók alapján ezek régebbi szerkezetek, részegységeik többé-kevésbé korrodáltak, csatlakozó bekötéseik is régiek, hibaforrást képezhetnek. Ezeket érdemes lenne ütemezetten lecserélni, helyettük az új, 800 mm-es fázistávolsággal kialakított típusnak (93. kép) az adott helyre alkalmas STE3no-, STE3MPno-, STE3APno- változatát felszerelni. Ezzel a madarakat érő áramütés esélye nem szűnne meg, de kissé csökkenne a nagyobb fázistávolság, valamint a madárvédelmi kiegészítés eredményeként (94. kép). A továbbiakban a régi kapcsolókat a javasolt változatok valamelyikével ajánlott lecserélni. Érdemes megjegyezni, hogy a három szigetelősorral szerelt kapcsoló - függetlenül az áramkötés burkolt vezetős, vagy utólag burkolt kialakításától - jóval nagyobb üzembiztonságot eredményez, mert áramkötései nem mozgó szigetelősoron vannak rögzítve. Mivel áramkötéseinek végpontjai stabilak és egymástól távolabb vannak, így rövidebbek és merevebbek lehetnek, tehát nemigen tudnak összelengeni és károsodni, ezért élettartamuk megnövekszik, miközben az üzemzavar esélye csökken. Adott vezetékszakasz teljes felújítása esetén a 13.d.4. pontban javasoltak szerinti oszlopkapcsolóval még eredményesebb lehet a madárvédelem, de az üzembiztonság is.

2. A 13.b.2. pontban leírt és a 3. pontban is jelzett problémát úgy lehet kezelni, ha a tényleges műszaki szerep nélküli, túlzottan kinyúló tengelyvégeket levágják, és csak a biztos működtetéshez szükséges, madarak beülésére alkalmatlan hosszméret marad meg. Ez a módosítás a felmért, érintett oszlopok körében, de a további hasonlóak körében is megoldható. Ha a tűzoltás jellegű megoldás nem fogadható el, akkor a 14.d.1. pontban javasoltak szerinti csere és madárvédelmi kiegészítés lehet a megfelelő kezelés.

3. A 13.b.3. pontban leírt madárvédelmi probléma az adott szerkezetrész módosításával nem kezelhető, az áramkötések burkolt vezetős cseréjével vagy utólagos burkolásával is csak kissé mérsékelhető. A megoldás a kapcsolószerkezet cseréje olyan készülékre, amelynél a földelő-érintkezők kialakítása nem hosszan kinyúló, nem teszi lehetővé a madarak beülését.

4. Az oszlopcsúcsban szerelt, felülről nyitott szerkezetű, a madarak által ülőhelyként használható légszigetelésű kapcsolók veszélyességét az összes elérhető madárvédelmi eszköz és kiegészítés alkalmazásával sem lehet jelentősen csökkenteni az adott szerelési pozíció megtartása esetén. A madárvédelem hatékonyságát azonban jelentősen lehet(ne) javítani, ha a megszokott kapcsolót egy azonos szerepű, de kissé eltérő felépítésű és szerelési helyzetű készülék váltja le. Ez egy aszimmetrikus építésű kapcsoló, melyet a feszítő fejszerkezet alatt, vízszintes helyzetben kell az oszloptörzsre szerelni (94. kép). Ennek eredményeként kevésbé kitett helyzetbe kerül, a nagyobb termetű madarak nemigen tekintik lehetséges ülőhelynek, ezáltal csökken a madarak általi használata és az előforduló áramütéses esetek száma is. A romániai elosztóhálózatokon rendszeresített STE3no kapcsolótípusnál a fázissorok külön egységet alkotnak, így szükség szerint egymástól függetlenül eltolhatók. Az alapkeret célszerű átalakítását követően ez is felszerelhető a kereszttartó alá, az oszloptörzsre. Az oszlopkapcsoló jelenlegi működtetése, hajtása nem igényel érdemi változtatást, az csak rövidül. Érdemes ennek mielőbbi kialakítását vagy a képen látható kapcsoló beszerzését és alkalmazását megfontolni, mert kedvezőbb madárvédelmi megítélése mellett a könnyebb, biztosabb üzemeltetés (kezelés, karbantartás) lehetőségét is megteremti.

93. kép: madárkiülővel, burkolt vezetővel és szárnyterelővel kiegészített oszlopcsúcsi helyzetű, légszigetelésű kapcsoló



94. kép: a kapcsoló áthelyezésével szabaddá váló oszlopcsúcsi szerkezetrész madarak általi használata jóval kisebb kockázatú

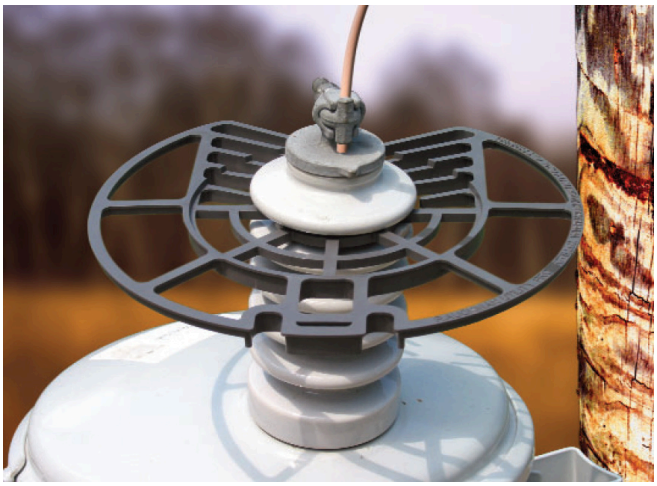
14.e. A 13.c. pontban leírt problémák kezelésének lehetőségei a következők:

1. A túlnyúló, madarak részére veszélyes ülőhelyet képező tengelyvégeken kialakuló problémát a 14.d.2. pontban írtak szerint lehet kezelni, megelőzni.

2. A kapcsoló alapkeretének felső, vízszintes felszínére ülő madarak védelmét leginkább biztosító megoldás - tekintettel az eltérő méretű és kialakítású szigetelőkre és csatlakozó szerelvényekre - egy-egy madárszárnyterelő elhelyezése a felső sor szigetelőinek középső ernyőközébe rögzítve (95. kép). Ebben a pozícióban elhelyezve a szárnyterelő jól elhatárolja az alapkereten ülő madarat a fázispotenciálon lévő szerkezetrészektől, továbbá nem akadályozza a kapcsoló érintkezőinek

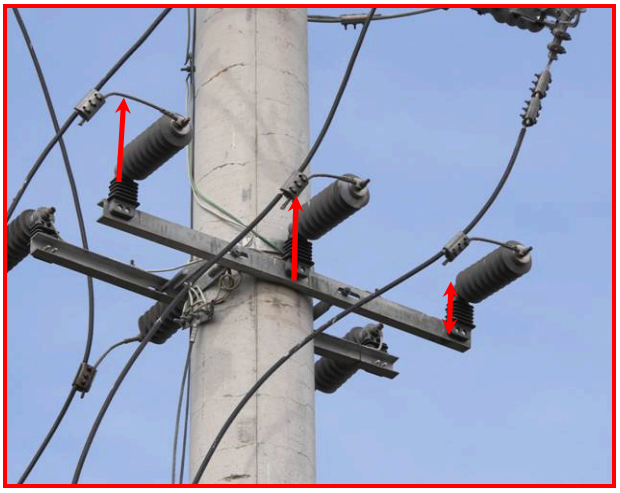
üzembiztos nyitását/zárását, illetve a lobogó elektromos ív sem tesz kárt a szárnyterelőben. Adott pozícióban az amerikai eredetű (9. ábra) szárnyterelőt lehet egyszerűbben, gyorsabban illeszteni, továbbá adott szárnyterelőnek kisebb külső átmérővel készült változata (96. kép) is beszerezhető, ha az ideálisabb erre a célra. De a 8. ábra szerinti szárnyterelő épp ennyire alkalmas lehet, szükség esetén az is alakítható (lásd: 10.-11. ábra).

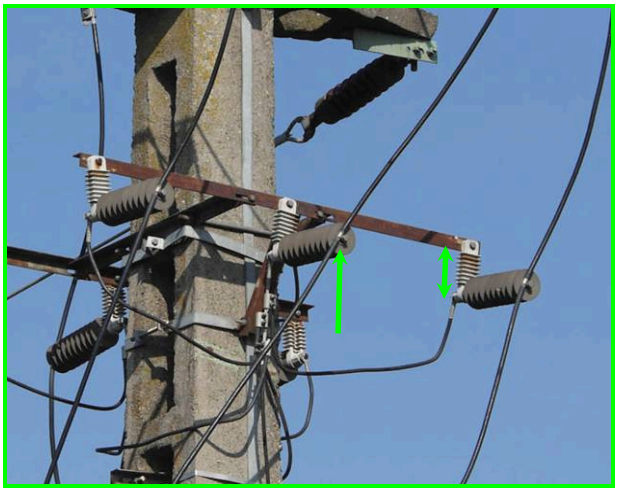
3. További megoldás lehet a burkolt vezeték vagy az utólag burkolt sodrony csupasz, csavarkötésű bilincsének és felfelé nyúló csatlakozóaljzatának (82.-83. kép) teljes felületre kiterjedő, szigetelő bandázsolása (92. kép).



95.- 96. kép: a vertikális helyzetben szerelt kapcsoló és a tokozott kapcsoló vízszintes helyzetű szigetelőin kialakított, madarak által megérinthető szerelvények szárnyterelővel is elhatárolhatók

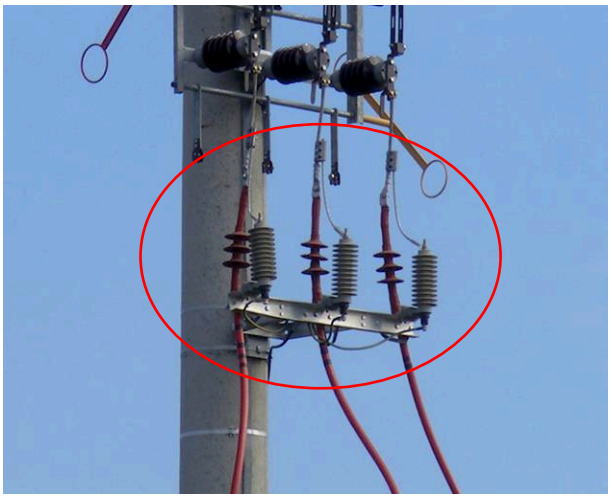
4. A 13.d. és 13.e. pontokban leírt probléma megoldásának alapja az lehet, ha az oszloponként eltérő pozícióban felszerelt túlfeszültségkorlátozók hossztengelyüket tekintve mindig vízszintes helyzetben kerülnek felszerelésre (lásd: 84. kép). Az „L" formátumú feszültségkorlátozók esetén fontos szempont, hogy szerelésük eredményeként a konzol középvonalához képest mindig lefelé eltérve (98. kép) kerüljenek vízszintes pozícióba. A feszültségkorlátozók ilyen helyzetben felszerelve terelőszigetelőként is jól használhatók, az esetenként hosszú, burkolt áramkötések rögzítésére. Tehát a jelenleg állítva (85. kép), vagy vízszintes helyzetben, de a konzol középvonalához képest felfelé eltérve (97. kép) felszerelt túlfeszültségkorlátozókat le kell szerelni, és a javasoltnak megfelelően kell újra pozícionálni. A továbbiakban arra kell figyelmet fordítani, hogy a túlfeszültségkorlátozók mindig a javasolt szerelési helyzetben legyenek rögzítve. Az így szerelt feszültségkorlátozók bekötését burkolt vezetékkel kell végezni a 98. képen látható megoldás szerint, lehetőleg burkolt csatlakozóval. Ilyen módon minimális az esélye, hogy a konzolon vagy feszültségkorlátozón mozgó madár meg tudja érinteni a fázispotenciálú bekötést.

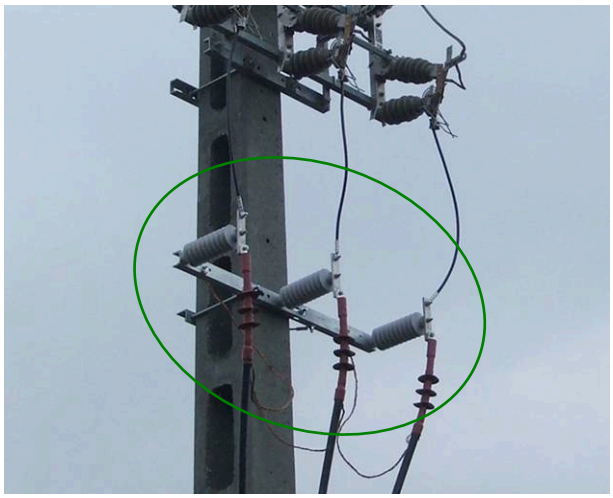




97.- 98. kép: a látszólag csekély eltérés ellenére madárvédelmi szempontból jelentős a különbség

5. Egyes esetekben ez nehezen megvalósítható, mert a feszültségkorlátozókat és a kábelfejeket egyazon konzolra rögzítették (99. kép), ezért csak jelentős átalakítással lehetne a javasolt elrendezést kialakítani. Ilyen esetben a csupasz áramkötéseket és csatlakozókat burkolt vezetősre kell cserélni, vagy hiánytalan burkolattal, esetleg szigetelő bandázzsal kell ellátni. A továbbiakra javasoljuk a madárvédelmi szempontból kedvező, de feltehetően technikailag is célszerűbb és egyszerűbb kialakítással a földkábel fejét vízszintes helyzetben rögzített túlfeszültségkorlátozón rögzíteni és a szabadvezetékhez burkolt vezetős áramkötéssel csatlakoztatni. (100. kép).





99.- 100. kép: üzemviteli és madárvédelmi szempontból is előnyös megoldás, ha a túlfeszültségkorlátozók terelőszigetelőként rögzítik a kábelfejeket (100. kép)

14.f. A 13.f. pontban leírt probléma megoldását a burkolt vezetős áramkötések jelenleg csupasz bekötéseinek burkolása, eltakarása eredményezheti. A bekötéseket lehetőség szerint az adott csatlakozó típusához alkalmazható műanyag burkolattal kell felszerelni (89. és 90.-91. kép). Ha nem lehet beszerezni az alkalmazott csatlakozókhoz illő burkolatot, akkor megoldást jelenthet a csavarkötéses csatlakozók teljes körű, szigetelő bandázsolása (92. kép). Ha ennek jó minőségű, hiánytalan kivitelezése nehézséget okoz, akkor megoldást jelenthet a már több helyen is javasolt madárszárnyterelő használata (95.-96. kép). Ennek az adott méretezéshez leginkább megfelelő méretű változatát a szigetelőnek az áramkötés felőli utolsó ernyőközébe kell illeszteni. A három felsorolt megoldás közül talán az utóbbit a legkönnyebb megvalósítani, de a madárvédelmi, üzemviteli és fenntartási szempontból is leginkább megfelelőt kell alkalmazni.

15. Transzformátorral szerelt oszlopok madárvédelmi problémái

Alább a transzformátorral szerelt oszlopoknál jellemző további, az 5. valamint a 11. és a 13. pontban még nem vizsgált madárvédelmi problémákat eredményező műszaki megoldásokat azonosítjuk, értékeljük. A jelzett pontok alatt leírt problémák az oszloptranszformátorok azonos kialakítású és szerepű részegységeinél, szerelvényeinél ugyanúgy előfordulnak, tehát megítélésük jelen esetben is a már leírtakkal azonos.

15.a. Az oszloptranszformátorok madárvédelmi szempontú értékelése során két alapvető elrendezést különböztetünk meg:

1. A transzformátor a vezetékszakasz végén, végfeszítő oszlopon (fejállomás) kerül elhelyezésre (ezek képezik az oszloptranszformátor kialakítások döntő hányadát), ahol

1.a. a gép és készülékei a végfeszítő oszlopon rögzített vezetők alatt, tehát a feszítéssel megegyező, vagy

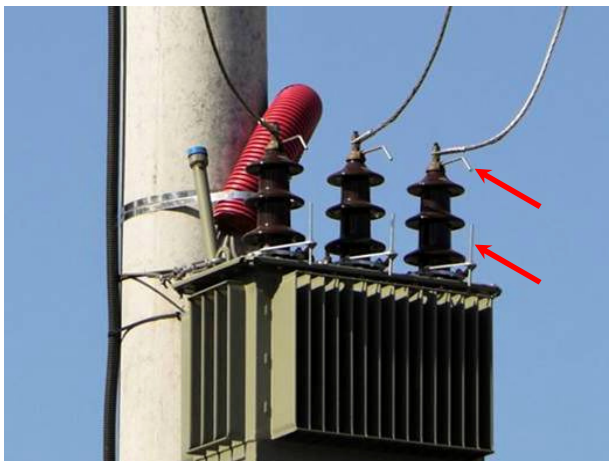
1.b. a feszítéssel átellenes oldalon került szerelésre. (Ezektől eltérő kialakítások is előfordulnak, de az alábbi szempontok és megoldások azok többsége esetén is alkalmazásra kerülhetnek.).

2. A transzformátor a vonalban álló feszítő- vagy tartóoszlopon (átmenőállomás) kerül elhelyezésre.

A szokásos, csupasz áramkötések alkalmazása estén az 1.b. változat sokkal veszélyesebbnek minősül a többinél, mert az áramkötései a fejszerkezet felett, terelőszigetelőkön rögzítve ívelnek át a készülékekhez és a géphez (101. kép). A fejszerkezet kialakítása és mérete az előforduló összes madárfaj számára - az apró termetű verebektől kezdve a vércséken, ölyveken keresztül, a nagy termetű sasokkal és gólyákkal bezárva - lehetővé teszi a beülést. Tehát az apró termetű madárfajok kivételével mind veszélybe kerül - és minél nagyobb termetű, annál inkább -, ha adott oszlopfejre beül. Mivel a transzformátorral szerelt oszlopok jelentős hányada a települések utcáiban áll, ahol a szomszédos kisfeszültségű oszlopokon gyakran gólyák is fészkelnek, rájuk nézve fokozottan veszélyes az adott kialakítás. Előbbi értékelés burkolt vezetős áramkötések esetén is helytálló, mert sajnálatos módon azokat többnyire a madarakat veszélyeztető, jelentős szakmai, technológiai hibákkal készítik el. Ugyanakkor a végfeszítés alatt szerelt gép (102. kép) és készülékeinek esetleges hiányokkal készült megoldásai a térbeli helyzetük eredményeként sem okozhatnak komoly madárpusztulást, ezért szerencsésebb és támogatott ez utóbbi kialakítás.

101.- 102. kép: azonos a funkció, jelentősen eltérő a kialakítás. Madárvédelmi szempontból a végfeszítés alatt elhelyezett, rövidebb áramkötésekkel bekötött készülék és gép az előnyös

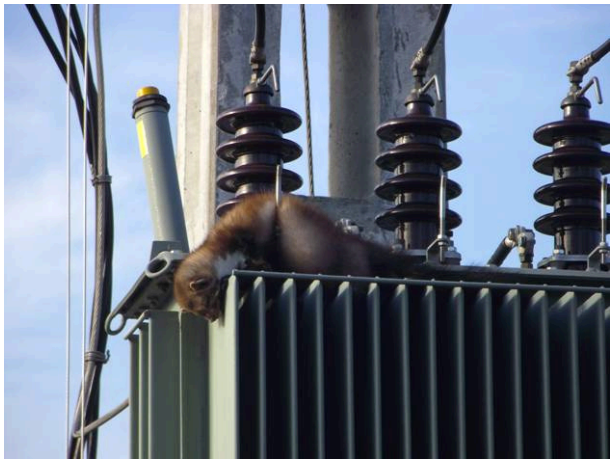
15.b. A felmért oszloptranszformátorok között kettő, láthatóan újszerű kialakítással találkoztunk, amelyek a korábbiaktól abban is eltérnek, hogy egyiken sem láttuk a klasszikus biztosítóaljzatot, a védelmük csak túlfeszültségkorlátozóval van megoldva (31. kép), ami kedvező megítélésű egyszerűsítés, ha ez alkalmazható megoldás lehet a továbbiakban (lásd: 5.d. pont).
Emellett azonban a gép szigetelőinek fázis- és földpotenciálú végei között szikraköz is szerelésre került (103. kép), ami madárvédelmi szempontból már nem kedvező. A korábbi időkben létesült állomások gépeinek körében a szikraköz nem került használatra, ami - a sok egyéb probléma mellett - madárvédelmi szempontból előnyös. Nem tudjuk megítélni, hogy a szikraköz csak az újonnan (talán importból) beszerzett gép járulékos tartozékaként fordul elő, esetleg tudatos technológiaváltás következménye. Ha az utóbbi lenne, talán érdemes újra megfontolni, hogy alkalmazása elkerülhetetlen-e? Használatával ugyanis egy eddig talán kevés problémát okozó részegység válik veszélyesebbé. A gép működése során viszonylag jelentős hőt termel, ami téli időszakban jól érzékelhető. Hideg időben a néhány fokkal melegebb felület miatt a gép teteje vonzó ülő-, pihenő-, melegedőhelyet kínál az állatoknak, köztük a madaraknak is. Persze a madarak ettől függetlenül bárhová hajlandóak és képesek beülni, így például az éjszaka vadászó baglyok is ülőhelyként használják a gép tetejét. Valószínű, hogy számukra a gép szigetelői közötti rész előnyös leshely, részben takarást biztosít, részben a talajon mozgó zsákmányhoz közelebbi, jobb vadászesélyt nyújtó az adott pozíció. Mindez más madárfajok esetén is az adott ülőhely használatára ösztönözhet. Azonban a szikraköz eltérő potenciálú, a szigetelőtől jelentősebben kiálló csapjai mellet/között könnyebben létrehozható a zárlat (105.-106. kép), mint a hiányukban.



103. kép: a gép szigetelőit védő szikraközök alkalmazása inkább a madarak áramütésének esélyét növeli jelentősen

104. kép: a nyitott végű, függőleges helyzetű védőcsövek is rejtett madárpusztulást eredményeznek

15.c. A felmért transzformátoroszlopok között van több olyan is, amelynek kisfeszültségű kábelei az oszloptörzsre rögzített, lefelé ívelten induló, de függőleges helyzetű védőcsőben vezetnek a fogyasztók irányába (103. kép). Hasonló kialakítás jellemző a szabadvezeték földkábeles csatlakozásánál használt védőcsövek esetén is (104. kép). Az említett csövek átmérője változó, de mind jelentősebb méretű és a végük adott esetben nyitott. Tapasztalatok szerint az odúlakó madarak, például cinegék, verebek, harkályok, illetve denevérfajok elpusztult egyedei többször előkerülnek az ilyen nyitott végű védőcsövek mélyéből. Alighanem lehetséges fészkelő- vagy búvóhely keresése során szándékosan bebújva, vagy véletlenül megcsúszva a cső mélyére kerülnek, ahonnan már nem tudnak kijönni, mert a csőfalon nem tudnak kapaszkodni, illetve szárnyukat sem tudják használni. Így meglepően sok, akár ritka és védett denevér- és madárfaj is elpusztul.



105.- 106. kép: a gép szigetelőinek szarvai (szikraköz) között sok állat elpusztul. 105. képen egy gyöngybagoly, 106. képen egy nyest látható

16. Megoldási javaslatok transzformátorral szerelt oszlopok madárvédelmi problémáira

A transzformátorral szerelt oszlopok madárvédelmi kiegészítése során a feszítőoszlopok (12. pont) - adott esetben a kapcsolószerkezettel ellátott feszítőoszlopok (14. pont) - körében alkalmazott elvek, javasolt módszerek és madárvédelmi szerelvények is alkalmazásra kell, hogy kerüljenek, mert a transzformátort - esetleg kapcsolóval együtt - is valamelyik feszítőoszlop kialakításra szerelték. Tehát az adott oszlop problémás részegységeinek, szerelvényeinek madárvédelmi célú kiegészítéseit és átalakításait a mindezekre vonatkozó javaslatok szerint kell megvalósítani. A következőkben már csak a 15. pont alatt leírt problémák lehetséges megoldására teszünk javaslatot.

16.a. A 15.a. pontban leírt értékelés alapján madárvédelmi szempontból az lenne a kedvező, ha a gép és készülékei mindig a feszítőoszlopon rögzített vezetékvégkötés alatt, azzal megegyező oldalon kerülnének elhelyezésre. Ilyen elhelyezés esetén az áramkötések jelentősen rövidebbek lehetnek, kialakításukhoz kevesebb anyag (például burkolt vezeték, terelőszigetelő) szükséges, és a madarak által nehezen elérhető, tehát viszonylag biztonságos. Nyilvánvaló, hogy bizonyos körülmények ezt nem mindig teszik lehetővé, ugyanakkor a vezetékvégkötéssel átellenes oldalon kialakított elrendezést is biztonságossá tehető a javasolt megoldásokkal. Már többször leírtuk, de érdemes újra jelezni, hogy madárvédelmi szempontból nagyon előnyös a letisztult, egyszerű felépítés, a legszükségesebb szerelvényekkel, rövid áramkötésekkel, jól elhelyezett készülékkel, géppel megvalósítva. Minél kevesebb rosszul méretezett és elhelyezett - a madarak által ülőhelyként használható és könnyen megérinthető - eltérő potenciálú szerelvénnyel, áramkötéssel stb. kialakított az adott oszlop, annál inkább javul a madarak életesélye és az üzembiztonság is. (Előbbi elv illetve javaslat az összes eltérő műszaki szerepű oszlop esetén helytálló, fontos szempont és cél lehet.)

16.b. Ha a szikraköz alkalmazása csak véletlenszerű, járulékos következménye az új beszerzésnek és nem sok van belőle, akkor egyszerű a kezelés, el kell távolítani a szarvakat. A továbbiakban arra kell figyelni, hogy szükségtelenül ne kerüljenek felszerelésre, illetve esetleges import beszerzés esetén érdemes jelezni, hogy a gyártó ezt ne szerelje fel.

Ha a korábbitól eltérő szikraközös kialakítás szakmai döntés következménye, akkor a 15.b. pontban leírtakra is figyelemmel javasoljuk a szikraköz alkalmazásának ismételt megfontolását. A magyarországi, több évtizedes áramszolgáltatói tapasztalatok alapján biztonsággal kijelenthető, hogy a szikraközön még nem tapasztaltak átívelésre utaló elváltozásokat, vagyis a szikraköz, mint védelmi szerelvény nem kellett, hogy működjön. Ez nem meglepő, hiszen a transzformátorok oszlopain általánosan használt túlfeszültségkorlátozók és biztosítékok jól betöltik védelmi szerepüket. Előbbieket és a szikraközökhöz köthető, viszonylag gyakori madárpusztulást tapasztalva a korábbi nevén DÉMÁSZ-ként ismert szolgáltató a hálózatának transzformátorairól leszerelteti a szükségtelennek minősült, ugyanakkor problémát okozó szikraköz szarvait. Ezek alapján ENEL illetékesének talán érdemes megfontolni, hogy a gép szigetelőin korábban sem használt szikraköz alkalmazása - ha egyébként erre van szándék - indokolt-e. Ha mégis szükséges és más - madárvédelmi szempontból is megfelelő - megoldással nem kiváltható a szerelvény és funkció, akkor vagy már létező, speciális burkolattal kell ellátni, vagy ha nincs ilyen, terveztetni kell hozzá a műszaki és madárvédelmi szempontokat is teljesítő burkolatot, esetleg olyan beülésgátlót, amely nem okoz üzemviteli problémát, és a madárvédelmet is garantálja.

16.c. A 15.c. pontban leírt probléma kezelése aránylag egyszerű, le kell zárni a védőcsövek nyitott végeit, ha lehet, erre kialakított csővégsapkával, esetleg tömítő habbal, de végső esetben egy műanyag fóliából göngyölt „záródugó” is megoldás lehet, ha stabilan rögzíthető és egyébként nem okoz műszaki problémát.