



1. típusú túlfeszültségvédelmi készülék – szikraköz vagy varisztor?

Leibig, B, Strangfeld, U, Kovács K. PhD

A modern elektrotechnika különböző területein – az elektronikus építőelemek széleskörű alkalmazása következtében – folyamatosan növekszik ezen berendezések érzékenysége a tranziens túlfeszültségekkel szemben. A piacon különböző gyártók eltérő kivitelű túlfeszültség-védelmi készülékeket kínálnak, amelyek kombinált villámáram-levezető és túlfeszültség-védelmi funkciókat látnak el. Ezeket a készülékeket 1. típusú kombi levezetőknek szokás nevezni. Az ilyen típusú készülékek vagy szikraköz vagy varisztor alapú technológiákra épülnek. Jelen kiadvány ezen technológiákat állítja egymással szembe, és értékeli a készülékek hatásosságát 1. típusú villámáram-levezetőként.

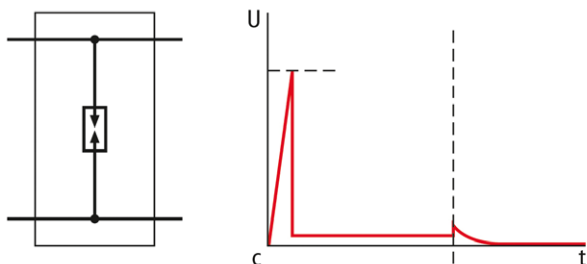
A túlfeszültségvédelmi készülékek termékszabványja, az MSZ EN 61643-11 [1] a túlfeszültségvédelmi készülékeket (SPD = Surge Protective Device) a bennük lévő védelmi elem megszólalási tulajdonsága szerint osztályozza, így megkülönböztetünk feszültségre kapcsoló védelmi elemet – ilyen például a szikraköz vagy a gáztöltésű túlfeszültség-levezető –, és feszültségkorlátozó védelmi elemet, mint például a varisztor vagy szupresszor dióda.

Túlfeszültség-védelmi készülékek megszólalási viselkedése

Villámáram-levezetőkben, azaz az MSZ EN 61643-11 szabvány szerinti 1. típusú SPD-nek nevezett védelmi készülékben, elsősorban feszültségre kapcsoló szikraközök vagy feszültségkorlátozó varisztorokat használnak. Az 1. és a 2. ábra ezen két kivitel elvi feszültség-idő diagramját mutatja, az IEC 61643-12:2002 [2] szerinti szabványos villám-lökőárammal történő terhelést követően.

Ezen elvi feszültség-lefutások alapján a következő következtetések vonhatók le:

- Szikraköz esetében a feszültség nagyon rövid idő után a kialakuló villamos ív égési feszültségére esik vissza. Ez a feszültség-érték a hálózati utánfolyó áram korlátozására alkalmas szikraközök esetében tipikusan a hálózati feszültség nagyságrendjébe esik.
- Az adott feszültségszintre kapcsoló karakterisztika ún. „hullámtörő” funkciónak felel meg. A villám-lökőáram hullámának útjába kis ellenállást „kapcsolunk” és ezzel lerövidítjük az eredeti feszültség lökőhullám impulzusának idejét, ami igen kis értékre csökkenti a maradó feszültség-idő területet. Ez a hullámtörő funkció tehermentesíti a szikraköz után kapcsolt következő védelmi fokozatokat: az alelosztókba telepített 2. típusú és a végberendezés előtt telepített 3. típusú levezetőket. Ezen kívül normál üzemben nem folyik szivárgó áram a védelmi készüléken keresztül, ennek következtében alkalmazása a fogyasztásmérő előtt is lehetséges.
- A varisztor a feszültséget hosszabb ideig, tartósan egy adott szintre korlátozza, aminek értéke általában



1. ábra. Feszültség lefutása szikraközön az IEC 61643-12 alapján

lényegesen magasabb, mint a hálózat névleges feszültsége, vagy egy szikraközben kialakuló villamos ív égési feszültsége. A viszonylag magas értéken korlátozott feszültség miatt nem alakul ki lényeges nagyságú hálózati utánfolyó áram.

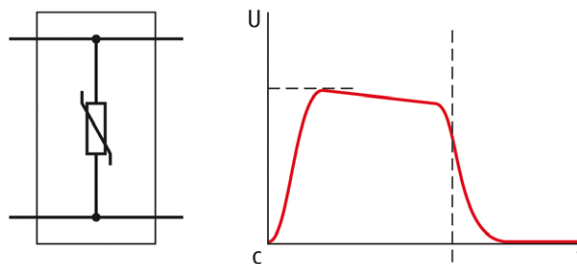
- Varisztor esetében tehát a feszültségimpulzus ideje az előbbiek következtében lényegesen hosszabb, azaz a feszültség-idő terület lényegesen nagyobb, mint szikraköz esetében. Ezért a védelmi elem után kapcsolt készülékek és installációk szigetelése jelentősen nagyobb terhelést kap, mint szikraköz alkalmazásakor. Ez az alkalmazott készülékek élettartamának csökkenésében nyilvánul meg. Ezen kívül a varisztoron normál üzemben ún. szivárgó áram folyik keresztül, ezért ezen készülékek nem alkalmazhatók a fogyasztásmérő előtt.

A „Túlfeszültség-védelmi készülékek koordinációja” című szakirodalom [3] részletesen összefoglalja és értékeli ezen kérdéseket. A villamos installációt és a végberendezéseket terhelő energia nemcsak a lökőfeszültség-impulzus amplitúdójától függ. Ebben a vonatkozásban a lökőfeszültség időbeli lefutása is meghatározó. Szikraközön alapuló 1. típusú SPD készülék esetében lényegesen jobb védőhatás érhető el a villamos installáció szempontjából, mint ahogy az egy varisztoros levezetővel lehetséges.

Túlfeszültség-védelmi készülékek energetikai koordinációja

A korábban ismertetett összefüggésekkel kapcsolatosan további fontos kérdés a túlfeszültség-védelmi készülékek energetikai koordinációja, amelynek követelményei időközben a nemzeti és nemzetközi szabványokba is bekerültek. Az energetikai koordináció alatt az egymás után kapcsolt túlfeszültség-védelmi fokozatok szelektív és összehangolt működését értjük. Az ide vonatkozó követelmények az MSZ EN 62305-4 szabvány C függelékében [4] találhatóak meg. A függelék jó iránymutatást ad a többfokozatú túlfeszültség-védelmi kapcsolások kiválasztásához és alkalmazásához. A hatályos MSZ HD 60364-5-534 [5] is megköveteli a villamos installációkban a túlfeszültség-védelmi fokozatok koordinációját. A következőkben mind a szikraközön, mind a varisztoron alapuló kétfokozatú védelmi koncepció bemutatásra kerül.

Az egyik alapkapcsolás feszültségre kapcsoló és feszültségkorlátozó SPD energetikailag koordinált kialakítását mutatja be (3. ábra). Az ennél a kapcsolásnál a villámáram-impulzus lefutásakor a védelmi elemekben disszipálódó energia alakulását mutatja a 4. ábra. Ebben az esetben a védelmi kapcsolást 10/350 μ s hullámalakú I_{imp} abszolút értékű villám-lökőárammal terheljük meg, mint ahogy azt a vizsgálati szabványok az 1. típusú SPD-k esetében megkövetelik. A lökőáram homlokideje ebben az esetben 10 μ s, míg félérték-ideje 350 μ s.



2. ábra. Feszültség lefutása varisztoron az IEC 61643-12 alapján

A koordinációs feltétel ($U_2 + U_{DE} \geq U_{SG}$ mielőtt még $W_{MOV} > W_{MOV, max, megeng.}$ lenne) akkor teljesül, ha a szikraköz a megszólalási feszültségét, U_{SG} eléri és begyűjt, mielőtt a varisztor túlterhelődik. A feltétel teljesülését modern szikraközöknél általában speciális, a szikraköz begyűjtését segítő triggerkapcsolásokkal érik el. Ennek következtében kiegészítő kapcsolási elemre az 1-es és 2-es SPD között a koordináció biztosításához nincs szükség.

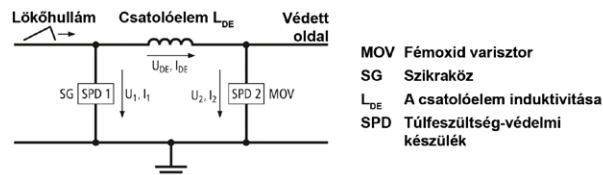
Ha az előbbi alapfeltétel teljesül, akkor a feszültségre kapcsoló karakterisztika és a szikraköz ehhez köthető hullámtörő funkciója biztosítja, hogy:

- a szikraköz után kapcsolt varisztor terhelése a szikraköz begyűjtése után gyakorlatilag nullává válik és
- a teljes energiát a szikraköz vezeti le a föld felé.

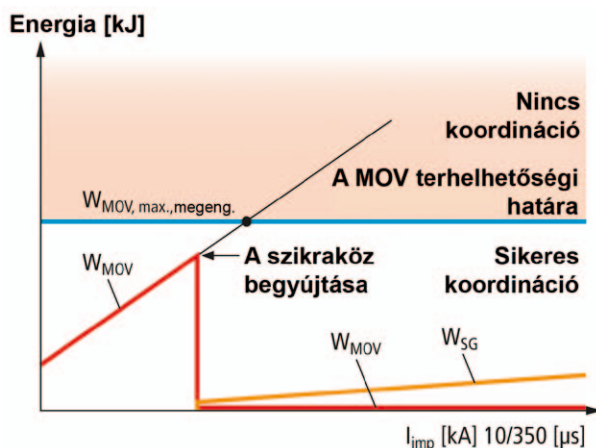
A másik kapcsolás két feszültségkorlátozó SPD energetikailag koordinált kialakítását mutatja be (5. ábra). Az ennél a kapcsolásnál a villámáram-impulzus lefutásakor a védelmi elemekben disszipálódó energia alakulását mutatja a 6. ábra, amelynél mindkét varisztorban a disszipálódó energia a lököáram amplitúdójának növekedésével növekszik.

A koordinációs feltétel csak akkor teljesül, ha a lököáram amplitúdója olyan értékre korlátozható, ami megakadályozza mindkét varisztor túlterhelését. Ebből az alábbi következtetések vonhatók le:

- a lököáram teljes energiája a két varisztor között fix viszonyszám alapján oszlik meg, és folyamatosan mindkét varisztorban fellép a lököáram lefutásának teljes ideje alatt (a 6. ábra esetében a teljes energia 70%-a a MOV_1 és 30%-a a MOV_2 varisztorban) és
- a lököáram amplitúdójának növekedésével mindig elérhető egy érték, amikor a MOV_2 varisztor túlterhelődik (ez csak az alkalmazott varisztorok maximális energiafelvevő képességétől függ, amit tulajdonképpen a varisztorlapok felületének nagysága határoz meg).



3. ábra. Feszültségre kapcsoló (SG) és feszültségkorlátozó (MOV) túlfeszültség-levezetőt tartalmazó koordinált kialakítás kapcsolási rajza, az MSZ EN 62305-4 szerint



4. ábra. Villám-lököáram következtében a védelmi elemekben disszipálódó energia szikraköz után kapcsolt varisztor koordinált kialakítása esetén

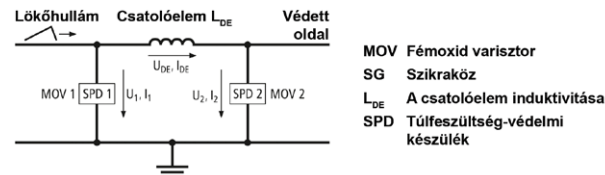
Összefoglalásképpen elmondható, hogy hatásos energetikai koordináció a lököáram gyártók által specifikált amplitúdótartományban (0–12,5 kA 10/350 μ s hullámalak) 1. típusú túlfeszültség-védelmi készülék esetében a gyakorlatban csak szikraközzel valósítható meg. A szikraköz hullámtörő funkciója és az ezzel összefüggő impulzusidő lerövidülése következtében a szikraközön áthaladó 10/350 μ s hullámalakú áramimpulzus olyan kis abszolút értékre csökken, amit már az utána kapcsolt védelmi fokozatok és a végkészülékek biztonságosan le tudnak vezetni.

1. típusú, varisztor alapú villámáram-levezetők, SPD-k esetében hatásosan működő koordináció, különösen a villámáram-levezető után kapcsolt védelmi fokozatokban használt kis levezetőképességgel rendelkező varisztorlapok esetében – mint amilyen például az SzoK275 – nem nagyon lehetséges.

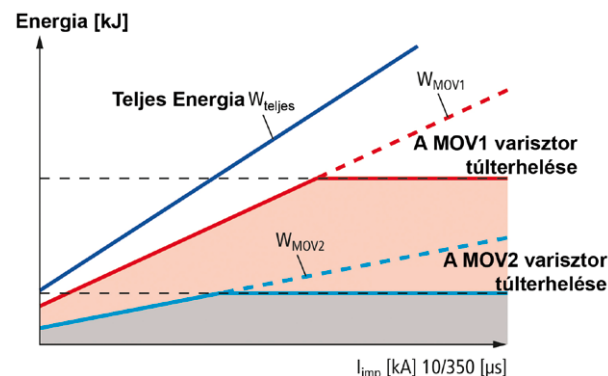
A végberendezésben elhelyezett varisztor a szokásos méretezési feszültség esetében lényegesen nagyobb terhelésnek van kitéve, mint szikraköz alapú 1. típusú védelmi elem alkalmazása esetében.

A végberendezésben lévő varisztoron, elékapcsolt 1. típusú varisztor alapú védőkészülék esetében a lököáram hullámalakja és az impulzus ideje nem változik lényegesen. A 10/350 μ s hullámalakú lököáram-impulzus, az árameloszlás révén amplitúdóban ugyan csökken, de az áramimpulzus energiataralma a legtöbb esetben túl nagy ahhoz, hogy a varisztor túlterhelése kizárható lenne.

A szikraközt és utána kapcsolt varisztorot tartalmazó koordinált védőkapsolást és a két egymás után koordináltan kapcsolt varisztoros túlfeszültség-korlátozó kapcsolást összehasonlítva tehát megállapítható, hogy hatásos energetikai koordináció a gyártók által az 1. típusú varisztoros túlfeszültség-védelmi levezetőkre specifikált lököáram amplitúdótartományban (0–12,5 kA, 10/350 μ s) a gyakorlatban csak szikraközzel valósítható



5. ábra. Két feszültségkorlátozó (MOV) túlfeszültség-levezető koordinált kialakításának kapcsolási rajza az MSZ EN 62305-4 szerint



6. ábra. Villám-lököáram következtében a védelmi elemekben disszipálódó energia két egymás után kapcsolt varisztor koordinált kialakítása esetén

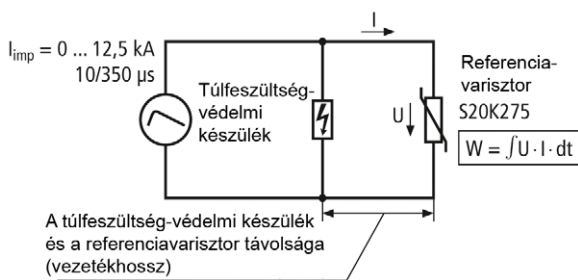
meg. A szikraköz hullámtörő funkciója és az ezzel összefüggő impulzus-idő terület lerövidülése következtében a kapcsolásba érkező 10/350 μ s hullám alakú áramimpulzus olyan kis abszolút értékre csökken, amelyet már az utána kapcsolt védelmi fokozatok és a végkészülékek biztonságosan le tudnak vezetni.

Mérési eredmények

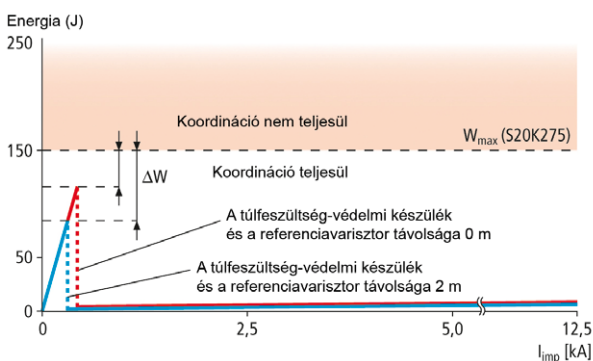
Az elméleti megközelítés helyességének ellenőrzése érdekében olyan 1. típusú szikraközön és varisztoron alapuló levezetőkkel is méréseket végeztek, amelyek a gyártók adatai szerint végberendezések védelmére is alkalmasak (7. ábra) [6]. A kísérletekben a koordináció teljesülését minden esetben egy olyan referenciavarisztorhoz (S20K275) képest vizsgálták, amit jellemzően 230 V-os tápfeszültségű hálózaton üzemeltetett végkészülékekben használnak. A koordináció teljesülésének vizsgálatakor az 1. típusú SPD által átengedett, a referenciavarisztoron megjelenő energiát hasonlították össze a referenciavarisztorra megengedett maximális energiával. A kísérletek során ezt az energiát mérték, különböző amplitúdójú 10/350 μ s hullám alakú lökőáram-értékektől egészen a gyártók által megadott maximális 12,5 kA értékig. Az amplitúdó értékét a kísérlet során a 0 kA értéktől kis lépésekben emelték, hogy a feszültségre kapcsolt SPD-k esetében az ún. „vakfolt” is meghatározható legyen. Ebben az esetben a lökőáram olyan amplitúdóértékéről van szó, amelynél a feszültségre kapcsolt SPD még éppen nem szólal meg, és ezzel a referenciavarisztor energetikai terhelése a legnagyobb.

Az átengedett energia a 10/350 μ s hullám alakú lökőáram amplitúdójának függvényében szikraközön alapuló 1. típusú SPD esetében a 8. ábrán látható. Ebből a diagramból az alábbi következtetések vonhatók le:

- az S20K275 varisztor a maximális megengedhető 150 J energiaterhelést egyetlen, a mérésben szereplő amplitúdójú lökőáram esetében sem lépte túl,



7. ábra. Koordinált védőkapcsolás a referenciavarisztorra jutó energia mérésére



8. ábra. Referenciavarisztorra átengedett energia a varisztor elé kapcsolt szikraközön alapuló 1. típusú SPD esetében

- a túlfeszültség-védelmi készülék és a referenciavarisztor közötti 0 m távolság esetén is (közvetlen koordináció) kielégítő „energetikai tartalék”, ΔW áll rendelkezésre a referenciavarisztorra megengedhető maximális energiaterheléshez képest,
- ha a túlfeszültség-védelmi készülék és a referenciavarisztor között kiegészítő vezetékhozz áll rendelkezésre (pl. 2 m), akkor az „energetikai tartalék”, ΔW jelentősen növekszik.

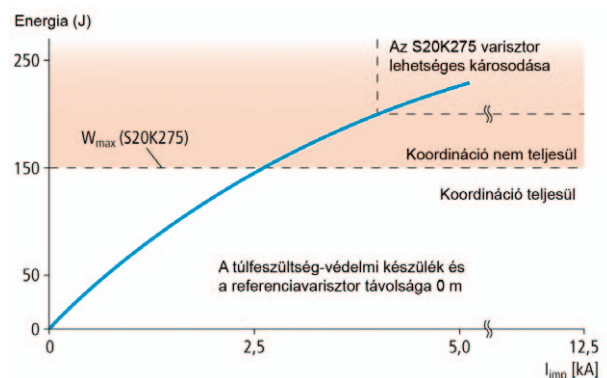
Ezzel a referenciavarisztor energetikai koordinációja a vizsgált 10/350 μ s lökőáram-tartományban (gyártói adat: $I_{imp} = 12,5$ kA) korlátok nélkül biztosított. A varisztor alapú 1. típusú SPD-k a gyártók adatai alapján általában 280 V-os maximális tartós feszültségre (U_c) alkalmasak. Ez a 230/400 V-os kisfeszültségű hálózatokban alkalmazott, szokásos méretezési eljárás. A 9. ábra diagramja mutatja a referenciavarisztorra átengedett energiát. Ebből az alábbi következtetések vonhatók le:

- felismerhető, hogy a referenciavarisztor kb. 2,5 kA amplitúdónál nagyobb 10/350 μ s hullám alakú lökőáram esetében a megengedett maximális energiánál nagyobb terhelést kap. Kb. 4 kA amplitúdónál nagyobb 10/350 μ s lökőáram már az S20K275 varisztor károsodásához vezet,
- nagyobb méretezési feszültségű készülékek esetében (pl. 315 V) az energetikai túlterhelés és károsodás az 1. típusú SPD és a referenciavarisztor közötti még kedvezőtlenebb árameloszlás következtében kisebb lökőáramértékeknél következik be,
- az 1. típusú védelmi készülékre a gyártó által megadott maximálisan megengedhető 12,5 kA lökőáramnál már lényegesen kisebb lökőáramérték a következő védelmi fokozat, illetve a végberendezés energetikai túlterheléséhez vezet. Ez a gyakorlatban előkárosodást vagy akár ezen építőelemek teljes tönkremenetelét jelenti.

A 9. ábrán az 1. típusú túlfeszültség-védelmi készülék és a referenciavarisztor közötti kiegészítő vezetékhozz (2 m) hatását nem tüntették fel, mivel technológiai okok miatt a bemutatott értékekhez képest alig jelentkezett eltérés.

Összefoglalva az eredmények világosan mutatják, hogy működő energetikai koordináció a további védelmi készülékek (2. és/vagy 3. típusú) és a végkészülékek (részletes ismeretek nélkül ezek belső felépítésével kapcsolatban) és az 1. típusú védelmi készülék között, csak szikraközön alapuló kombinált villám- és túlfeszültség-védelmi készülékekkel (1. típus) érhető el!

A szikraköz a feszültségre kapcsolt karakterisztikája következtében a kapcsolásba érkező 10/350 μ s lökőáram energiáját a hullámtörő elv alapján kielégítően kis értékre csökkenti. A szikraköz gyakorlatilag a teljes villámimpulzus-energiát levezeti, aminek következtében a mögé kapcsolt védelmi fokozatok csak minimális terhelést kapnak (10., 11. ábra).



9. ábra. Referenciavarisztorra átengedett energia a varisztor elé kapcsolt szikraközön alapuló 1. típusú SPD esetében

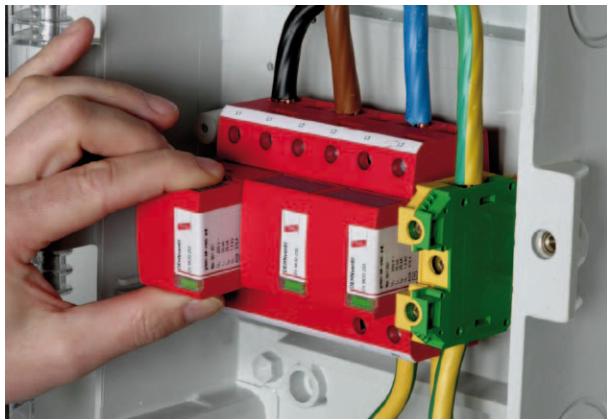
Varisztor alapú 1. típusú SPD esetében azonban nem ez a helyzet. Mivel az energia ebben az esetben nem „kapcsolásra” (levezetésre), hanem csak korlátozásra kerül, ezért az energia az egyes védelmi fokozatok között fix arányszám alapján oszlik meg. Mivel egy 230 V/400 V-os kifizűltésű hálózatban kétséges esetben mindig abból lehet kiindulni, hogy a védelmi fokozatok és a végkiszűlékek 275 V-os feszűltés szintre vannak méretezve, így ezek energetikai terhelése lényegesen nagyobb. Ez már kis villámáramok esetében is a komponensek vagy a készülékek károsodásához, illetve tönkremeneteléhez vezethet a villamos installációban.

Szabványi követelmények

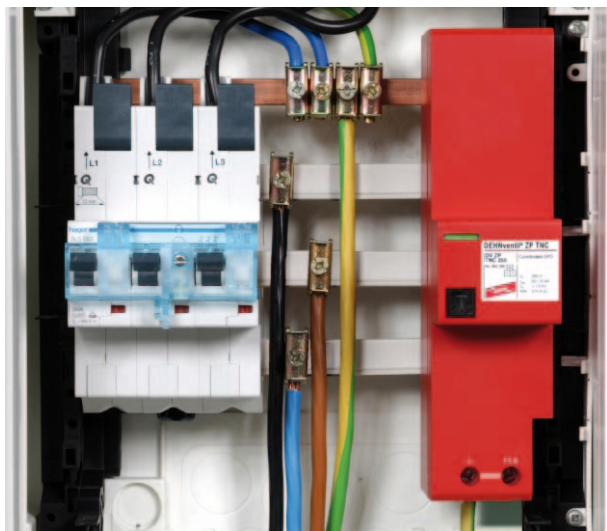
A továbbiakban jelen kiadvány a koordinált túlfeszűltés-védelem szabványossági előírásainak ismertetése és az eredmények elemzését követően a túlfeszűltés-védelemben eddig nem ismert, új fogalom az ún. hullámtörési tényező bevezetésére tesz javaslatot.

A varisztoros és a szikraközön alapuló 1. típusú levezető végső összehasonlítása előtt vizsgáljuk meg, hogy a vonatkozó szabványok milyen követelményeket határoznak meg az 1. típusú levezetővel szemben.

Az MSZ EN 62305-3 szabvány szerint a külső villámvédelemnek – a szokásos részeken, azaz a felfogón, a levezetőn és a földelésen kívül – része az ún. villámvédelmi potenciálkiegyenlítés és a biztonsági távolság számítása/betartása is. A villámvédelmi potenciálkiegyenlítés keretében a veszélyes másodlagos kislűlések megakadályozása



10. ábra. DEHNventil beépítése, Fotó: DEHN+SÖHNE



11. ábra. DEHNventil beépítése, Fotó: DEHN+SÖHNE

érdekében minden az épületbe kívülről érkező fémes vezetéket közvetlenül vagy energetikai és elektronikus rendszerek esetében SPD-n (Surge Protecting Device-túlfeszűltés-levezető) keresztül kell összekötni a fő potenciálkiegyenlítő sínnel. Az SPD beépítési helye az üzemszerűen feszűltég alatt lévő kábel épületbe történő belépési pontja, típusa pedig 1. típusú ún. villámáram-levezető.

Az ilyen villámvédelmi potenciálkiegyenlítést szolgáló 1. típusú levezető kiválasztásakor alapszabályként az épületen lévő külső villámvédelem MSZ EN 62305 szerinti villámvédelmi osztályából (LPS – Lightning Protection System – villámvédelmi rendszer), illetve az ehhez kapcsolódó LPL (Lightning Protection Level – villámvédelmi szint) villámvédelmi szinthez tartozó villámparamétereiből kell kiindulni. Az MSZ EN 62305 szerint az épület külső villámvédelmének szükséges osztályát kockázatelemzéssel kell meghatározni. Általánosságban, ha a kockázatelemzéssel meghatározott külső villámvédelem fokozata pl. LPS III/IV, akkor a villámvédelmi potenciálkiegyenlítés (1. típusú levezető) kiválasztásakor is minimum az LPL III/IV által meghatározott villámparaméterek veendő figyelembe az alábbi szabály alapján.

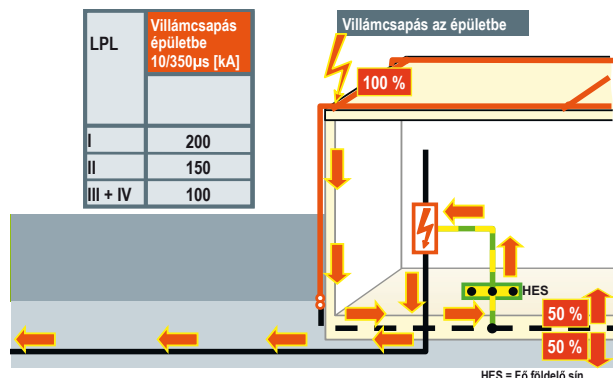
A vizsgált építményen kialakított külső villámvédelmi rendszerbe becsapó villámáram fele folyik el az épület villámvédelmi földelésén keresztül a földbe, a másik fele pedig az épület erősáramú betáplálási kábelén folyik ki az épületből a villámáramlevezetőn keresztül (12. ábra). Tehát az 1. típusú levezetőt erre a villámáram-terhelésre kell méretezni.

Az 1. táblázat az ebből eredő követelményeket határozza meg. LPS I villámvédelmi osztály esetén 100 kA (10/350 µs lökőhullám) villámáramot, LPS II esetén 75 kA-t, míg LPS III/IV esetén 50 kA villámáramot kell levezetnie az 1. típusú levezetőnek.

Ebből következik, hogy a TN-C vagy a TN-C-S rendszer esetében pólusonként 25, illetve 18,5 és 12,5 kA-re adódik a levezetendő villám-lökőáram értéke. Tehát a varisztorok korlátozott 10/350-es lökőáram-terhelhetősége miatt az

LPS (LPL)	Épületbe becsapó villámáram (10/350)	Erősáramú hálózat felé elfolyó villámáram	4 pólusra jutó levezető-képesség $\Sigma L1+L2+L2+N-PE$	1 pólusra jutó levezető-képesség L, N-PE
I.	200 kA	100 kA	100 kA	25 kA
II.	150 kA	75 kA	75 kA	18,75 kA
III/IV.	100 kA	50 kA	50 kA	12,5 kA

1. táblázat. Erősáramú hálózatban folyó villámáram közvetlen villámcsapást követően



12. ábra. Épületbe becsapó villám megoszlása

ilyen feszültségkorlátozó, 1. típusú levezető, általában csak LPS III/IV villámvédelmi osztályú külső villámvédelem esetén alkalmazhatók.

A fentiekből az is következik, hogy az olyan túlfeszültség-levezetők, amelyek fázisonként 12,5 kA, illetve négy póluson összesen 50 kA 10/350-es lököáramnál kisebb terhelhetőségűek, villámvédelmi potenciálkiegyenlítés céljára, 1. típusú levezetőként nem alkalmazhatók, hiszen a külső villámvédelem fokozatának minimum LPS III/IV osztálynak kell lennie.

A varisztoros LPS III/IV villámvédelmi osztályban használható 1. típusú levezetők alkalmazási területét tovább korlátozza az a tény, hogy ipari létesítmények esetén nagyon gyakran felborul az általános szabály, hogy LPS III/IV villámvédelmi osztályba tartozó külső villámvédelemmel ellátott létesítmények esetén az épületbe kívülről (az LPZ o_A villámvédelmi zónából) érkező erős- és gyengeáramú kábeleknél elegendő az LPS III/IV-nek megfelelő villámvédelmi potenciálkiegyenlítés (1. típusú levezető) alkalmazása.

Az MSZ EN 62305 és a 2011. okt. 6-án életbe lépő új OTSZ (28/2011. (IX.6.) BM rendelet) szerint a villámvédelmi terv részeként kötelezően elkészítendő villámvédelmi kockázatelemzés nagyon gyakran azt az eredményt hozza, hogy míg a külső villámvédelem tekintetében elegendő az LPS III/IV villámvédelmi fokozat alkalmazása, addig villámvédelmi potenciálkiegyenlítésként LPS II, LPS I osztályba tartozó vagy akár LPS I-nél 1-szer, 2-szer, 3-szor jobb 1. típusú villámáram-levezető alkalmazása szükséges (13. ábra). Ez utóbbi csak szikraközön alapuló, tehát feszültségre kapcsoló védelmi elemmel valósítható meg, annak érdekében, hogy az emberi élet elvesztésének vagy a közszolgáltatás kiesése elleni kockázat értékét a szabványban, ill. az OTSZ-ben meghatározott szint (10⁻⁴) alá csökkentjük. Ilyen esetekben tehát szükség van a pólusonként 18,5 kA vagy 25 kA (10/350 μs) villámáram

levezetésére alkalmas 1. típusú levezetők alkalmazására is, amelyek csak szikraközös kivitelben valósíthatók meg. Különösen igaz ez olyan létesítmények esetén, ahol az épületbe kívülről igen sok erős- és gyengeáramú kábel érkezik. Ebben az esetben a közszolgáltatás kiesésének kockázatát gyakran csak LPS I osztálynak megfelelő paraméterekkel rendelkező, teljes körű és koordinált túlfeszültség-védelmi rendszerrel lehet az új OTSZ által meghatározott kockázati szint alá csökkenteni úgy, hogy a gyengeáramú kábelhálózatokra is ki kell építeni az 1. típusú villámvédelmi potenciálkiegyenlítést és a koordinált túlfeszültség-védelemet.

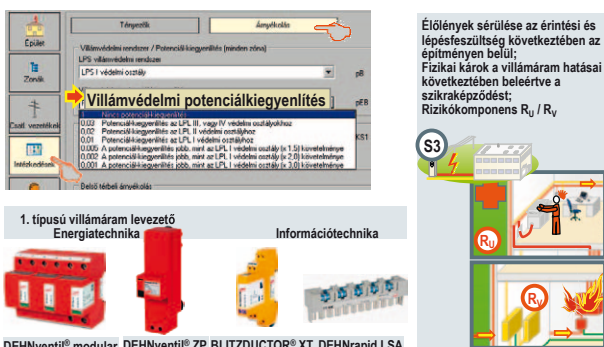
A fentiek alapján a vizsgált 0–12,5 kA-es villám-lököáram tartomány a szikraközös és varisztoros 1. típusú levezetők összehasonlítására a gyakorlati alkalmazásoknak csak egy részét tudja lefedni.

Hullámtörési tényező definíciója

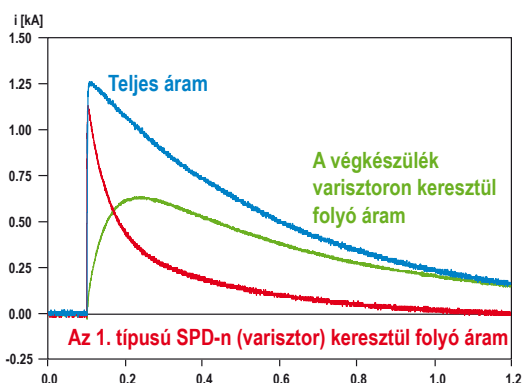
A jelen vizsgálatban szereplő, varisztoros, 1. típusú villámáram-levezetőknél a koordinációs kísérleteken kívül kísérleti méréseket végeztek el az MSZ EN 61643-11 alapján, amely szabvány meghatározza ezen készülékek vizsgálati követelményeit és elveit. Az ún. kombinált, 1+2 típusú levezetők esetében, mind az 1. típusú, mind a 2. típusú levezetőkre vonatkozó vizsgálatokat külön-külön kell elvégezni. A specifikációkban legtöbbször szereplő 1. típusú levezetőkre vonatkozó (12,5 kA 10/350 μs) lököáramot (I_{imp}) és a 2. típusú levezetőkre megadott (például I_n = 30 kA, I_{max} = 50 kA 8/20 μs) lököáramot a gyártmányok le tudták vezetni. Továbbá a specifikációkban szereplő védelmi szinteket a gyártmányok nem lépték túl.

Az ismertetett koordinációs kísérletek során azonban bizonyítást nyert, hogy az IEC 61643-12 és az MSZ EN 62305-4 szabványban ismertetett energetikai koordináció követelményeinek a varisztoros 1. típusú levezetők a gyártmányra megadott 0–12,5 kA-es (10/350 μs) teljes lököáram-tartományban nem tudnak megfelelni. Már viszonylag alacsony 2–3 kA-es villámáramnál az 1. típusú levezető mögé kapcsolt referenciavarisztor a megengedett maximális energiánál nagyobb terhelést kap. Kb. 4 kA amplitúdónál nagyobb 10/350 μs lököáram esetében pedig a tipikus S20K275 végkészülék-varisztor károsodásához vezet.

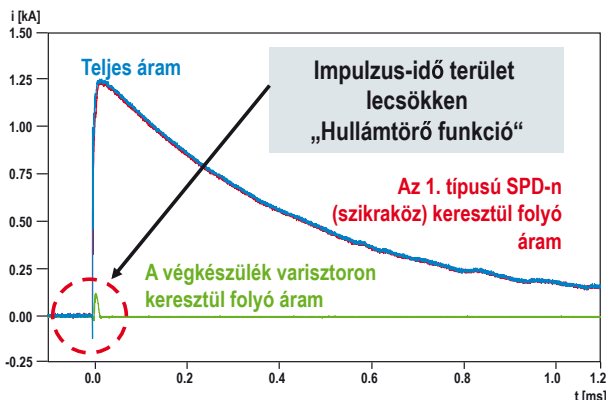
A 14. ábra az 1. típusú, varisztor alapú, míg a 15. ábra az 1. típusú szikraköz alapú védőkészülék és a mögé kapcsolt végkészülék-varisztor áramviszonyait mutatja a lököáram-generátorral előidézett villámáram-terhelés következtében.



13. ábra. Kockázatelemzés – intézkedések az RU és az RV kockázati összetevők csökkentésére



14. ábra. Áramviszonyok 1. típusú, varisztor alapú SPD és mögé kapcsolt varisztoros védőkészülék esetén



15. ábra. Áramviszonyok 1. típusú, szikraköz alapú SPD és mögé kapcsolt varisztoros védőkészülék esetén

A két ábra összehasonlításából az alábbi következtetések vonhatók le:

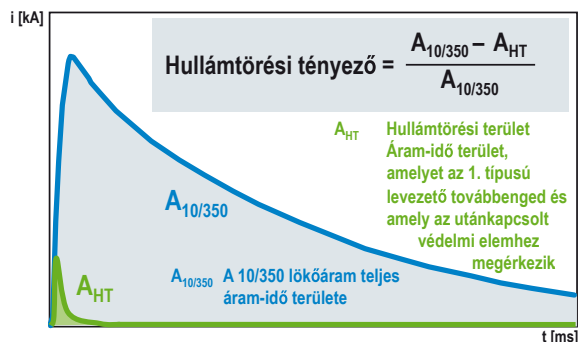
- Az 1. típusú, varisztor alapú levezető esetében gyakorlatilag a lököáram lefutásának teljes időtartama alatt folyik áram a végkészülék-varisztoron keresztül. Még kis lököáram-amplitúdóknál is energetikai túlterhelés, illetve tönkremenetel következik be a végkészülék varisztorban.
- Az 1. típusú, szikraköz alapú levezető esetében a szikraköz megszólalása után már nem folyik áram a végkészülék varisztoron keresztül. Ennek következtében a végkészülék-varisztorra jutó impulzus-idő terület lecsökken, ami ún. hullámtörő funkciónak felel meg. Még a maximális lököáram esetében is gyakorlatilag nincs energetikai terhelés a végkészülék-varisztorban.

Ezek alapján definiálhatunk egy ún. hullámtörési tényezőt, amely a 10/350 lököáram teljes áram-idő területének és az 1. típusú levezető által továbbengedett lököáram-impulzus áram-idő területének arányából számítható (16. ábra).

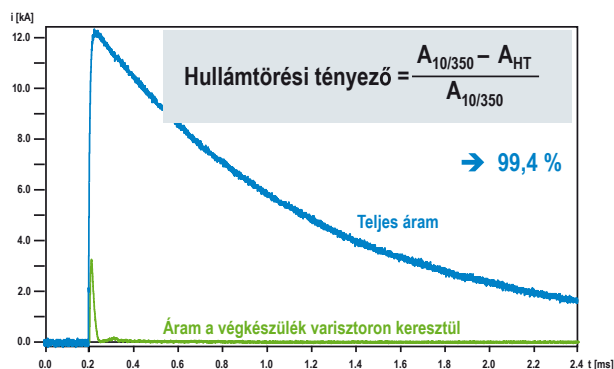
Ez a hullámtörési tényező az 1. típusú levezető azon tulajdonságát mutatja, hogy energetikai szempontból mennyire tudja megvédeni az utána kapcsolt elektromos berendezéseket a villámáram károsító hatásától. Minél nagyobb ez a szám, az 1. típusú levezető annál jobban képes a mögé kapcsolt elektromos berendezéseket és a 2. valamint 3. típusú védelmi készülékeket megvédeni. A hullámtörési tényező tehát megfelel annak az energiarésznek, amelyet az 1. típusú levezető levezet.

A kísérletben vizsgált 1. típusú, szikraköz alapú védőkészülék hullámtörési tényezőjére a fentiek alapján 0 m csatolási vezetékhozznál 99,4%-ra adódott, míg az 1. típusú, varisztor alapú SPD esetében még 10 m-es csatolási vezetékhozznál is csak 31,2% (17., ill. 18. ábra)!

A kétfajta védelmi berendezés közötti hullámtörési tényező számszerűsített értéke jól mutatja azok védőhatása közötti különbséget.



16. ábra. Hullámtörési tényező definíciója



17. ábra. Hullámtörési tényező szikraköz alapú, 1. típusú védőkészülék esetében

Összefoglalás

A bevezetett hullámtörési tényező számszerű értéke jól jellemzi a koordinált túlfeszültség-védelemben alkalmazott 1. típusú védelmi eszközök védőhatását.

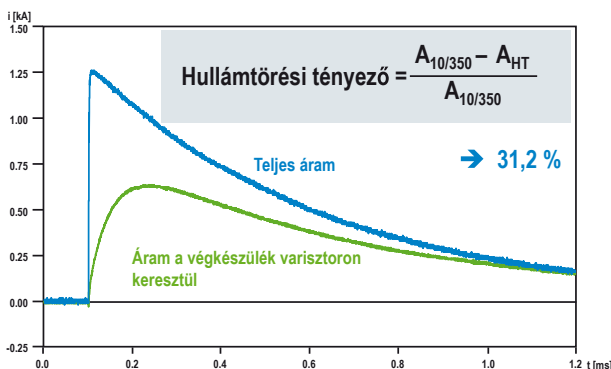
A varisztoros és a szikraközös, 1. típusú védelmi berendezéseket összehasonlítva megállapítható, hogy hatásos energetikai koordináció a gyártók által az 1. típusú, varisztoros túlfeszültség-védelmi levezetőkre specifikált lököáram amplitúdótartományban (0–12,5 kA, 10/350 μs) a gyakorlatban csak szikraközzel valósítható meg.

Ak MSZ EN 62305 és az új OTSZ által is megkövetelt villámvédelmi terv és kockázatelemzés védelmi intézkedései között is szerepel a villámvédelmi potenciálki-egyenlítés LPS védelmi osztályának előírása. Ez gyakran szigorúbb, LPS I vagy LPS II védelmi szintet, sőt LPS I-nél 1-szer, 2-szer, 3-szor jobb kategóriát határoz meg az 1. típusú levezetőre a kockázatok megfelelő szintre csökkentése érdekében. Ezen követelmények csak szikraközön alapuló, 1. típusú védelmi berendezésekkel valósíthatók meg, mind az erősáramú, mind a gyengeáramú, az épületbe becsatlakozó kábelek esetében.

A kockázatelemzésben meghatározott védelmi intézkedések betartása a kivitelező számára kötelező, azaz a tervben kiválasztott védelmi készülékek csak azonos műszaki paraméterű más készülékekkel válthatók ki. Ellenkező esetben a kockázatelemzés védelmi intézkedéseit nem tartják be, így a kockázatok sem fognak megfelelni az előírt értékeknek. Az ebből eredő felelősséget (büntetőjogi értelemben is) ilyen esetben a kivitelező viseli.

IRODALOM:

- [1] MSZ EN 61643-11:2002, MSZ EN 61643-11:2002/A11:2007, Kisfeszültségű túlfeszültség-levezető eszközök. 11. rész Kisfeszültségű hálózatra csatlakozó túlfeszültség-levezető eszközök. Követelmények és vizsgálatok
- [2] IEC 61643-12:2002, Kisfeszültségű túlfeszültség-védelmi eszközök. 12. rész: Kisfeszültségű elosztóhálózatra csatlakozó túlfeszültség-védelmi eszközök. Kiválasztási és alkalmazási alapelvek
- [3] Schimanski, J.; Hecker H.: Túlfeszültség-védelmi készülékek koordinációja, EP Elektropraktiker 63 [2009] H. 6, S. 479-484
- [4] MSZ-EN 62305-4:2006, Villámvédelem 4. rész: Villamos és elektronikus rendszerek építményekben
- [5] MSZ HD 60364-5-534:2009 Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-53. rész: Villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Leválasztás, kapcsolás és vezérlés. 534. fejezet: Túlfeszültség-védelmi eszközök
- [6] Leibig, B.; Strangfeld, U.: Levezetők hatékonysága a villám- és túlfeszültség-védelemben, etz, Heft 8, 2010, VDE Verlag



18. ábra. Hullámtörési tényező varisztor alapú, 1. típusú védőkészülék esetében

Túlfeszültség-védelem
Villámvédelem/földelés
Villamos munkavédelem
DEHN védelem

DEHN + SÖHNE
GmbH + Co.KG.
Magyarországi
Képviselet

1119 Budapest
Fehérvári út 89-95

Tel: 00-36-1-371-1091
Fax: 00-36-1-371-1092
info@dehn.hu
www.dehn.hu