

Kisfeszültségű Hálózatok Ívzárlati Veszélyei és Védelme

Morva György, Ujlaki Balázs, Sipos Teodor

Óbudai Egyetem Villamosenergetikai Intézet, Bécsi út 96/B, 1034 Budapest

balazs.ujlaki@energrid.hu, morva.gyorgy@uni-obuda.hu, sipos.teodor@zone-plan.hu

Az épületek és ipari hálózatok elosztó berendezéseinek zárlati áramai folyamatosan emelkednek. Az ún. fémes zárlati áramok szintjei elérhetik a 70-90 kA-es szinteket is. A zárlatok elkerülhetetlen események, ezért a hatalmas szintű zárlatok hatássai ellen hatékony módszereket szükséges kialakítani. A zárlati áramok romboló hatása ellen az „éket ékkel lehet kiütni” módszer a leghatékonyabb, mivel ez képes a szokásos 60-120 msec-os lekapcsolási időt 1-3 msec-re rövidíteni- ami a zárlati pusztítást jelentősen csökkenti. Ez azt jelenti, hogy egy igen gyors háromfázisú zárlatképzővel lesöntöljük a zárlatos főelosztói szint, ezáltal kialszik a zárlati ív. A hatalmas íves jelenség a kezelő személyzetre jelentős veszélyt jelent(hazard). Kialakult egy gyakorlat, amely szerint a zárlati áramok és a megszakítók működési idejének figyelembevételével meghatározzák az ív hőhatását és annak alapján meghatározásra kerül, hogy milyen szintű védőruhában nyithatja ki a kezelő a kapcsoló berendezés szekrényeit. Minden szekrény-ajtóra felkerül egy címke, hogy milyen fokozatú védőruha szükséges.

Kulcsszavak: íves zárlati áramok, égési sérülések, védelem, figyelmeztető jelzések

1 Bevezetés

Az ipari kisfeszültségű hálózatokban ma mára akár 3-4 MVA-es betáplálási transzformátók is jelen vannak, amelyek zárlati áramszintje akár 80-120 kA-es szinteket is elérhet – sőt előfordul azok párhuzamosítása is. Ezen zárlati áramszinteken erősen megnövekszik az ívzárlati áramból eredő kockázat /arc flash hazard/ amely mind a személyzetre, mind a berendezésre és annak környezetére veszélyt jelenthet.

Minden munkadónak fel kell mérni a munkahelyen felmerülő kockázatok szintjét és a megteendő óvintézkedések hatékonyságát. Villamos munkák esetén ez elég összetett feladat. Ennek magában kell foglalnia az összes lehetséges

veszélyforrás megfelelő kezelését. Szokásos hozzáállás, hogy csak az áramütés veszélyére figyelnek, de az ívkisülés ugyanúgy magas szintű kockázatokkal járhat. A villamos munkák kockázatértékelésének egyik eleme, hogy a veszélyeket megfelelően azonosítsák és értékeljék, kezdve a feszültség alatt álló berendezések kialakításával vagy azok közelében végzett munka típusaival.

Ezen cikk egyik fő célja, hogy felhívja a figyelmet a probléma aktualitására és az előrejelző módszerek kidolgozásának szükségességére, valamint számítási módszereket és védelmi eszközöket biztosítson az ívkisülés veszélyének meghatározásához és a megfelelő védekezéshez.

1.1 Az ívzárlati áramok problémája

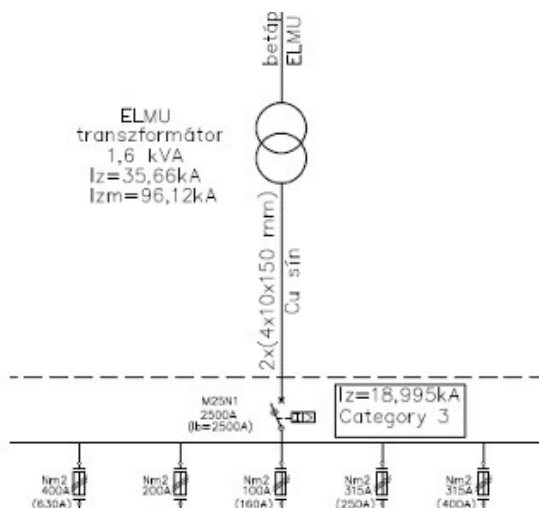
1.1.1 Védelem-tervezés az ipari kiefeszültségű hálózatokban

A villamosenergia-rendszer (VER) egyrészt folyamatosan fejlődik és növekszik. szükségessé vált a villamos szakirányban is felülvizsgálni a sok évtizedeken alkalmazott módszereket.

Így például a villámvédelemben a kockázatkezelés (risk-based) módszerek elterjedése egy műszaki, gazdasági és jogi szükségszerűség volt. A jól bevált hagyományos módszerek, amelyek az épületek típusából és rendeltetéseiből indultak ki – rugalmatlan előírásokat eredményeztek. Ennek következtében jelentős többlet költségek jelentkeztek -ugyanakkor nem biztos hogy kellő szintű védelmet nyújtottak. Nem beszélve arról, hogy adott esetekben nagyobb károk is jelentkezhettek.

A védelmi koordináció szerepe fontos az ipari üzemek kialakításában. Rossz beállítása felesleges lekapcsolásokat, kieséseket idézhet elő, vagy késői működést okozhat. A hazai gyakorlatban sajnos előfordultak ilyenek és hatalmas károk keletkeztek.

Ipari üzemekben az ívzárlati vizsgálatok szempontjából a főelosztó gyűjtősinje a meghatározó elem. az 1. ábrán egy tipikus hazai 0,4 kV-os főkapcsoló egyvonalas rajzát láthatjuk. [1] [2]

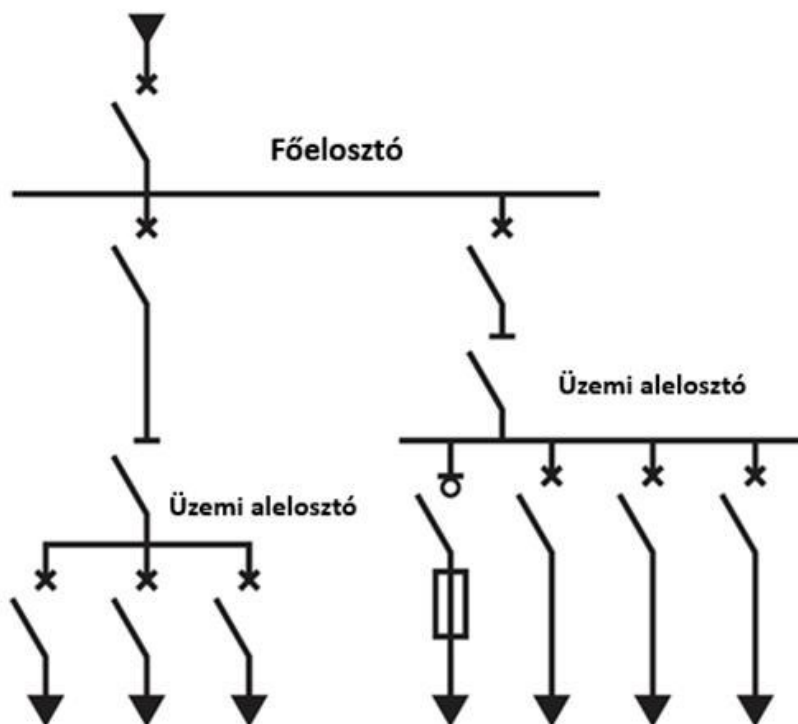


1. ábra tipikus hazai főelosztó

A főelosztó gyűjtősínjének áramát elsősorban a KÖF/KIF transzformátor paraméterei határozzák meg. A hazai gyakorlatban a rövidzárlati reaktancia 4-6%-os tartományban szokott lenni. Ez azt jelenti, hogy a fémes rövidzárlati áram a névleges áram 16-25-se is lehet. Egy 1 MVA-es transzformátor esetében a fémes zárlati áram 30 kA-es szinten szokott lenni. A 10 kV-os mögöttes városi hálózat zárlati teljesítménye 130-150 MVA, így nincs ráhatással a kialakuló zárlati áramokra- akár vehetjük végtelennek is. Az ipari üzemek kialakítása jellemzően sugarasak, tehát a különböző leágazások az előbb említett sínról indulnak. Minden leágazásnak van külön védelme. Túláram védelmeket használunk. Ha ezek a védelemek nincsenek megfelelően beállítva, nem teljesül a szelektivitás követelménye. Ma már a megfelelő koordinációhoz a kapcsoló berendezés függvényében biztosítanak védelmi koordinációt támogató szoftvert – így a Schneider Electric az ECODIAL-t, az ABB a „SOC – Selected Optimized Coordination” és a SIEMENS a SIMARIS szoftver családot.

Az ipari belső hálózatok jellemzően sugaras elrendezésűek (2. ábra). Lényeges hogy a védelmi rendszerben teljesüljön a szelektivitás elve.

A zárlatkorlátozás céljából vagy olvadó biztosítókat alkalmaznak, vagy ma már elterjedt gyakorlat az ún. „kaskádolás” amikor is a főelosztói leágazásokban lévő megszakítók megosztják a zárlati energia (I^2t) terhelést a két készülék között. Ily módon akisteljesítményű kismegszakítók alkalmazhatók nagyobb zárlati áramú hálózatokban. A kaskádolás az koordinált együttműködést jelent egy egy leágazásban. Kaskádolásra pl a Schneider Electric NSX630R, NSX400R vagy az NSX160N alkalmas.



2.ábra Ipari sugaras topológia

1.1.2 A túláram védelmek beállítása

Kisfeszültségen túlterhelés-védelemmel és zárlatvédelemmel egyidejűleg foglalkozunk minden védelem esetében. Olyan védelmi eszközt kell választanunk, amely a saját védelmi funkciójának megfelelő legnagyobb kialakuló áramot megtudja szakítani.[3]

Túlterheléskor az áram nagyobb, mint a névleges érték, ilyenkor a vezetékek és különböző berendezések melegedési szempontból vannak igénybe véve. Elsősorú kockázat a szigetelések minőségének csökkenése.[3]

Jellemző tartománya: $I_n < I_t \leq 10I_n$ I_n : névleges áram I_t : túlterhelési áram [3]

A túlterhelés-védelemnek a következő három feltétel kell kielégítenie:

- $I_B \leq I_n \leq I_Z$ $I_Z \leq 1,45 \cdot I_Z$ $I_{sc} \leq I_{scb}$

I_B : fogyasztó névleges árama

I_n : névleges áram

I_Z : vezeték, kábel terhelhetősége

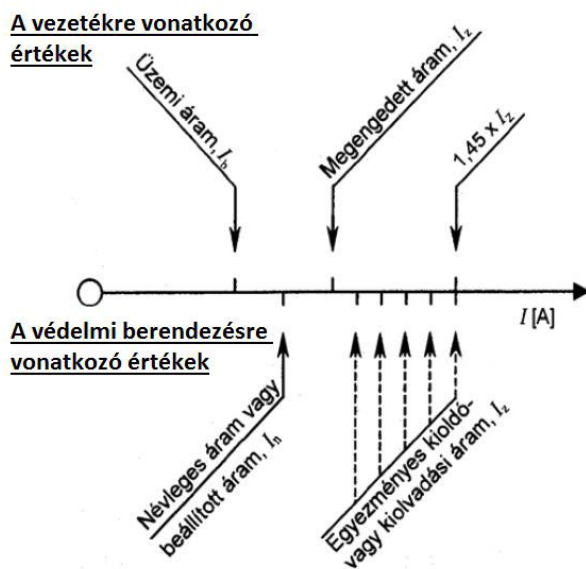
I_2 : egyezményes kioldó, kiolvasztó áram

Értékei a gyakorlatban:

- megszakítóknál: $1,3 \cdot I_n$
- kismegszakítóknál: $1,45 \cdot I_n$
- 16A-nél nagyobb olvadóbiztosítóknál: $1,6 \cdot I_n$

I_{sc} : legnagyobb független zárlati áram

I_{sch} : túláramvédelmi eszköz zárlati megszakítóképesége [3]



3. ábra jellemző értékek [3]

A **zárlati** áramok sokkal nagyobbak, mint az üzemi áram, és mind termikus mind dinamikus igénybevételt jelent a vezetékek és berendezések számára. A zárlat egy

olyan állapot, amikor üzemszerűen különböző potenciálon lévő vezetők egy elhanyagolható értékű impedancián keresztül összeköttetésbe kerülnek.

Jellemző tartománya: $I_z > (15-25)I_n$

I_z : zárlati áram

I_n : névleges áram

Zárlatvédelemkor alapvetően két feltételnek kell teljesülnie:

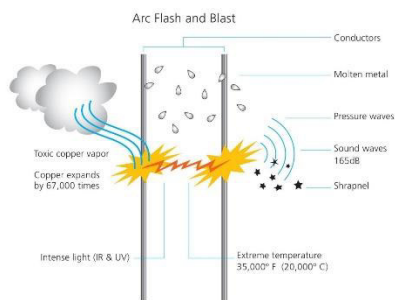
- a megszakítóképességnek nagyobbak kell lennie, mint a beépítés helyén létrejövő legnagyobb független zárlati áram [3]
- a védelmi működés ideje nem haladhatja meg azt az értéket, amely a vezető hőmérsékletét annak megengedhető határa fölé emelné [3]

2 Ívzárlati veszély számítása

Az egységes ívzárlati elemzés szerves része a villamos-biztonságtechnikának, ellentétben a hazai és európai gyakorlattal.

Elsőszámú villamos veszélyek egy üzemben:

- Áramütésveszély (Shock)
- Ív villanás (Arc Flash)
- Ív robbanás (Arc Blast)



4.ábra: Ívzárlat [2]

2.1 Az ívzárlat veszély elemzés menete az IEEE 1584 és az NFPA 70E szerint

Első lépésként az üzem villamos terveit szükséges megismerni. Elemezni kell a védelmi beállításokat. Információval kell bírni a mögöttes hálózat zárlati teljesítményszintekről is. Fontos a bejárás is, amikor meggyőződünk arról, hogy a műszaki dokumentáció és a rendszer megegyezik-e. [4] [5]

Egy megfelelő szoftver segítségével (ez lehet pl. az EasyPower vagy az ETAP) el kell készíteni minden leágazások hálózati képét a kábelek és a berendezések paramétereinek figyelembevételével. A megfelelő zárlati helyek felvétele és a munkavégzési távolságok alapján a szoftver kiszámítja az ívzárlatok mértékét. [4]

A számítások eredményeként megkapjuk az ívzárlati veszély határát(Arc flash boundary, az ívzárlati energiát és a szükséges védőruhát (PPE: Personal Protective Equipment)

Az alkalmazott védőruhák az ívenergia függvényében:

Magyarországon alkalmazott színjelölés	PPE kategória	cal/cm ² határok (45,7 cm munkavégzési távolságon)
	0 (2015-ben már nem szerepel a szabványban)	0 - 1,2
	1	1,2 - 4
	2	4 - 8
	3	8 - 25
	4	25 - 40

Ezen módszer elég egyértelműen meghatározza és szabályozza a feszültség alatt álló berendezések megközelítését és a szükséges védőruházattal szemben támasztott követelményt. Hátránya az, hogy nem ad lehetőséget mérlegelésre és így a különösen a 3-as és 4-es fokozatú ruhák viselése sokkal nehezebbé teszi a munkavégzést.

2.2 Európai ívzárlati kézikönyv

Az európai kézikönyv szerzője Mike Frain – egy gyakorlatias szemléletű útmutatót készített a az ív-villanási problémakör megközelítéséhez. Hasonlóan a villámcsapásoknál alkalmazott kockázat-elemzéshez próbálja keresni az optimális megoldásokat az ívzárlati veszélyek csökkentésére. Most terjedelmi korlátok miatt nem elemezzük az általa az Egyesült Királyságban bevezetett módszereket, de figyelemre méltó eredményeket ért el. [6]

Következtetések

Az ívzárlati veszélyek felmérésénél szerzett tapasztalatok alapján az USA-ban alkalmazott módszer elég egyértelműen meghatározza a teendőket – a kapcsolóberendezés minden tagjára matrica segítségével felkerül, hogy annak megközelítése és ott feszültség alatti munkavégzés mekkora veszélyfokozattal jár és milyen védettséggű munkaruhában közelíthető meg.

Jelenleg Európában nincs kialakult gyakorlat, országonként más-más előírások és szokások vannak az ívzárlati problémák kezelésére. Ez a helyzet az esetleges balesetek rendezésére nem nyújt egyértelmű jogi körülményeket sem.

Mindenképpen a kutatás-fejlesztési munkákban célkitűzés lehet a zárlati áramok és a zárlathárításai idők csökkentése már a főelosztókban. A leágazásokban – alelosztókban az olvadó biztosítók és a kaszkádolások lehetővé tehetik az ívzárlati kritikus veszélyek csökkentését.

Irodalom

- [1] OE-KVK Villamos fogyasztók I. / Dr. Kugler Gyula / 2015.10.17
- [2] 4/2013. (X. 16.) MEKH rendelet / 2015.10.17
- [3] Elektromosipari szakemberek kézikönyve
- [4] NFPA 70E - 2015
- [5] IEEE 1584
- [6] The European Arc Flash Guide Mike Frain CEng FIET MCM