

# A villamos áram veszélyessége az emberre (I.)



Ha ma az ember abban a helyzetben van, hogy az elektropatológia különböző fejezeteiről – pl. az emberi test ellenállásáról, a váltakozó vagy az egyenáram emberi testre gyakorolt hatásáról, vagy még komplikáltabb jelenségekről, mint pl. az áramimpulzus vagy a fázisszögvezérlés keltette áram hatásairól – kíván írni, nem feledkezhet el arról, hogy köszönetet mondjon azoknak a tudósoknak és kutatóknak, akik fáradságot nem kímélve, sokszor igen egyszerű eszközökkel minket a mai tudományosan megalapozott ismeretekhez eljuttattak.

Freiberger, Kuowenhoven, Dalziel vagy Biegelmaier egész életüket ennek a munkának szentelték, sokszor tényleges áramütések sorát is elszenvedték, és csak igen szerény társadalmi elismerésben részesültek. Ennek az is lehet az oka, hogy az elektropatológia az orvostudomány és a villamosságtan közötti határterület, és így gyakran vált félreértések forrásává. Az orvosok kellő bizalmatlansággal viszonyulnak a villamos mérési módszerek, képletek alkalmazásához, míg a műszakiak többnyire lebecsülik az élő szervezet sokszínűségét és az azt befolyásoló pszichikai ténye-

zőket. Ennek ellenére az eltelt évek során mára tudományosan igazolt ismeretek birtokába jutottunk, amelyekkel mind az orvosok, mind a műszakiak egyetértenek és gyakorlatban alkalmaznak.

Például kétség nélkül állítható, hogy az emberi áramütés veszélye – az emberi testen egy megadott áramutat feltételezve – a villamos áram nagyságától és az áramátfolyás időtartamától együttesen függ. Mivel azonban a villamos berendezésekben csak hibafeszültség vagy érintési feszültség mérhető, a veszélyeztetettség megítéléséhez azokat az áramerősség-tartományokat, amelyekhez meghatározott fiziológiai hatások rendelhetők, feszültség-tartományokká kell átszámítani. Miután az érintési feszültség az áramerősségből és az emberi test ellenállásából számítható, igen nagy jelentőséggel bír az emberi test legkülönbözőbb áram pályák szerinti impedanciájának meghatározása.

A különböző testrészeket (bőr, izom, véredény, szövetek, ízületek a csontokkal) mi műszakiak mint kapacitív jellegű impedanciákat képezzük le. Az így elképzelt emberi ellenállás számos tényezőtől függ,

amelyek közül kiemelendők: az áram útja, az áramátfolyás időtartama, a megérintett feszültség jellemzői, a frekvencia, a bőr állapota (nedvességtartalom, hőmérséklet) stb. Mindezeket figyelembe kell venni, ha (például egy baleset során) az emberen átfolyó áram hatását meg akarjuk ítélni. És ehhez jön a széles határok között ingadozó emberi test ellenállása, amelyre vonatkozólag a legkülönbözőbb értékeket mértek és publikálták.

Azonban amikor a hálózati frekvencia-tartomány (15...100 Hz) hatását vizsgáljuk, amely természetesen számunkra a legfontosabb, nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a legutóbbi időig a méréseket állatokon, ill. halottakon végezték, és mint a legutóbbi időkben kiderült, az élő emberi test izomtónusa, pszichológiai, fiziológiai állapota és vele ellenállása lényegesen kedvezőbb.

A szívkamraremegés veszélyességének tartományát különösen behatóan elemezték a tudósok, és az ma már világosan kijelenthető, hogy a villamos halálos balesetek legfőbb oka a szívkamraremegés!

Lényegesen kevesebb ismerettel rendelkezünk az egyenáram hatásait illetően. Azonban az egyenáram okozta balesetek csak viszonylag ritkán lépnek fel, és egyenáram okozta halálos baleset csak nagyon kedvezőtlen kísérő körülmények (pl. kis testellenállás és nagy érintkezési felület) egyidejű előfordulása során állhat elő. Ennek oka főleg abban keresendő, hogy egyenáramának az áramkörből kiszabadulás gyakorlatilag mindig lehetséges, és hogy a szívkamraremegést okozó áramátfolyás időtartama egyenáram esetén sokkal hosszabb kell, hogy legyen, mint váltakozó áramnál. Az egyenáram és a váltakozó áram hatása közötti lényeges különbségnek az oka abban rejlik, hogy az ingerkeltést az áramerősség változása okozza.

Ezért egyenáramú áramkörbe kerülésénél csak a be- és a kikapcsolásnál érez-



hető főleg az ízületekben fellépő fájdalom, míg az áramátfolyás ideje alatt alig érzékelünk valamit, ha az áramerősség értéke a 100 mA-t nem haladja meg.

Azonban nem csak az egyenáram az, amelyik kevésbé veszélyes, mint az 50 Hz-es váltakozó áram. A nagyobb frekvenciájú váltakozó áramok is veszélytelenek. Egyre gyakrabban alkalmazzák a mai elektrotechnikában az ipari 50/60 Hz feletti frekvenciákat, pl. repülőgépekben 400 Hz, villamos szerszámokban és villamos hegesztésnél 450 Hz, villamos gyógyászatban többnyire 4000–5000 Hz és a világítás-technikában néhány kilohertz.

Sajnos ezekben a frekvenciatartományokban az emberi test ellenállására, ill. a veszélyességi küszöbre vonatkozóan csak kevés kísérleti eredmény áll rendelkezésünkre. Világos azonban, hogy a bőr ellenállása 100 V alatti érintés feszültség esetén közel fordítottan arányos a frekvenciával, azaz 500 Hz-en kb. tizede az 50 Hz-en mértnek. Azaz nagyobb frekvenciákon elhanyagolható, és elegendő csak a test belső ohmos ellenállásával számolni.

A különleges, nem szinuszos áramformák – mint amilyenek a váltakozó áram egyenirányításakor, vagy fázisszögvezérlés, ill. PWM-vezérléskor keletkeznek – szintén külön vizsgálat tárgyát képezik. Hatásuk, mint az várható, az egyenáram és a váltakozó áram hatása között helyezkedik el úgy, hogy egy egyenértékű 50/60 Hz-es tisztán szinuszos váltakozó áram számítható, amelynek hatása a szívkamraremegés szempontjából éppolyan, mint a vizsgált áramé, azonos áramátfolyási időt feltételezve.

Végül az utolsó évtizedekben kaptunk világos magyarázatot az áramimpulzusok hatására vonatkozólag. Többek között Green munkásságának köszönhetően, aki mind állatokon, mind élő emberek szívében tanulságos méréseket végzett. Így tudott rávilágítani arra, hogy a szívkamraremegés veszélyességének megítélésében a döntő jelentőségű (kritériumértékű): 5 ms áramátfolyás alatti időtartamra az áramnégyzetmásodperc-érték (az 1 ohm ellenálláson keletkező energia); ill. az áramcsúcs értéke.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a villamos áram veszélyességére vonatkozóan az utóbbi időben számos új ismeretre tettünk szert, amelyeket részleteiben további cikkeinkben ismertetünk, sok nyitott kérdésre azonban a jövő kutatásai tudnak majd választ adni.

**Dr. Novothny Ferenc**

# Formatervezett kapcsolócsalád

Megjelent a piacon a Hager Csoporthoz tartozó POLO cég új kapcsolócsaládjá, Fiorena elnevezéssel. A sorozat nagyon széles palettát foglal magába, így pl. kapcsolók, dugaljok, dimmereket, telekommunikációs és adatcsatlakozók, időkapcsolók stb.

A formatervezett Fiorena szerelvények kiváló minőségűek, kedvező választási lehetőséget nyújtanak irodák, lakóépületek épületvillamos berendezései számára egyaránt.

A kapcsolócsalád minden eleme halogénmentes polikarbonátból készül, így az UV sugárzásnak tartósan ellenáll.

A szereléshez rugalmas megoldásokat kínál, különféle szerelőkeretek alkalmazásával vízszintes vagy függőleges helyzetben tetszőlegesen elhelyezhetők. Beépítéshez 42 mm-es szerelvénybeépítő doboz alkalmazható.

A kapcsolócsalád műszaki jellemzői:

- formatervezett megjelenés,
- süllyesztett szerelhetőség, vezetékcsatornába is,
- halogénmentes polikarbonát elemek,
- IP44-es védettség,
- dugaszolóaljzat túlfeszültséggátlóval és gyerekszárval,
- a kapcsolócsalád tagjai két színben kaphatók, RAL9010 tisztafehér és RAL1013 fehér színekben,
- a stabil konstrukció hosszú élettartamot garantál. ■

