

## Az elektromosság biztonságtechnikájának néhány kérdése

*Kövesdi Sándor mk. őrnagy*

Az elektromos áram által okozott balesetek a gyakorlati életben két csoportra oszthatók:

1. villamos áramütések,
2. villamos sérülések.

Az áramütések tárgyalásához és megértéséhez megvizsgáljuk az elektromos áram fiziológiai és élettani hatását.

Az emberi (és az állati) izomrostok szerves protein molekulák láncolataiból állanak.

A protein láncot megvizsgálva azt tapasztaljuk, hogy ha ilyen izomláncal elektromos töltést közlünk, (elektromos áramütés éri) az izomrost hossza lecsökken, az izom összehúzódik. Az élő szervezetben az áramokat az idegcsatornák, idegkábelek közvetítik az agyból, vagy gerincvelőből. Például: a jobb kar felemelésének mechanizmusát leegyszerűsítve és kissé elektromechanisztikusan tárgyalva a következőképpen lehet ábrázolni: A gondolkodás folyamán az akarat elhatározásával egyidejűleg az agykéreg egy elektromos impulzust, elektromos áramlökést bocsát ki a megfelelő idegkábelben a karizom „bicepsz” felé, amelyet az idegcsatorna közvetítésével az izom felfog, az elektromos impulzus nagyságának megfelelő mértékben összehúzódik. Ezt az összehúzódást egy másik idegkábel visszajelenti az agynak.

A villamos áramütések hatásának tanulmányozásához és a hatásos védekezéshez meg kell állapítani az áramütés mechanizmusát. Ismert tények, hogy az emberi szervezet nem a feszültségre, hanem az áramerősségre, pontosabban a töltésre, vagyis az áram és az idő szorzatára érzékeny. Ez nem más, mint Coulomb törvénye, ami úgy szól

$$Q = I \cdot t$$

Így megállapíthatjuk, hogy az átfolyó töltés mennyisége az függ az áram erősségétől (I-től) és (t) időtől. A védekezés szempontjából vagy az emberi testen átfolyó áram erősségét tudjuk korlátozni vagy az időt tudjuk rövidíteni a gyakorlati életben. Erre majd később visszatérünk.

A feszültség alatt álló vezeték megérintésekor az emberen átfolyó áramkör ellenállását az alábbi tényezők határozzák meg:

1. Bőrfelület legfelső elszarusodott rétegének az ellenállása. Ameddig nincs átütve, addig igen nagy az ellenállása. Az ellenállását erősen befolyásolja például az izzadás, az izzadságmirigyeken keresztül és a szőrtüszők mentén könnyen átüt az áram.

2. Az emberi testszövetekben és részein, irha- és izomrétegek ellenállása. Ezeket keresztül-kasul idegszálak, vérerek hálózják át. Elektromosságot jól vezető réteget alkotnak. Átlagos ellenállásuk 200—300 Ohmra tehető. Megjegyezni kívánom, hogy ezek az értékek változóak, s nem lehet ezt fix értéknek venni.

3. Az áramkör útjában szereplő egyéb ellenállások, cipő, padlózat, gumikesztyű, és így folytathatnánk tovább. Elhasználódásuk esetén a minőségük erősen változó, biztonsági okokból ezen tényezőket nem tudjuk fix értékre venni.

Levonva a végső következtetést, megállapíthatjuk, hogy az emberi test ellenállását befolyásoló tényezők tehát az alábbiak:

- a) a feszültség,
- b) az érintkezési nyomás,
- c) áramütés időtartama,
- d) az áram frekvenciája,
- e) egyéb tényezők.

Az emberi test ellenállásának meghatározása a tudomány mai állása szerint pontosan még nem sikerült. Az eddig lefolytatott kísérletekből tehát a megengedhető érintési feszültségre nem lehet biztonsággal következtetni, de azért a gyakorlati életben az emberi test ellenállását 50—100 Ohmig, vagy esetleg 1000 Ohmig is felvehetjük. Nem látszik tehát indokoltnak, hogy az emberi test ellenállását a talpponti ellenállástól eltekintve — akár a német szakirodalomban szokásos 1000 Ohm, vagy az angolszász irodalomban szokásos 3000 Ohm ellenállási értékekkel vegyük figyelembe, mert ezek az értékek még tájékoztatásra sem alkalmasak.

A villamos sérülések, az áramütések esetén ott, ahol az áram az emberi testbe belép, és kilép, sokszor áramjelek maradnak. Előfordul azonban az is, hogy a villamos ütések csupán az emberi szervezet belső szerveinek sérülését okozzák, így az áramnak az áram be- és kilépésének helyén a testen nem marad nyoma.

Általában a villamos sérülések a következőképpen csoportosíthatók:

- a) égési sebek,
- b) villamos jelek,
- c) a bőr villamos metallizációja,
- d) villamos áram vegyi hatása.

Égés akkor következik be, amikor a villamos áram közvetlenül az emberi testen halad át. Az emberi test ellenállásán átfolyó áramerősség a villamos áram hőhatása révén melegít, illetve éget.

A villamos jelek, vagy nyomok keletkezését mind ez ideig nem tisztázták kellően. Néhány kutató véleménye szerint ezt a jelenséget az áram vegyi és mechanikai hatása váltja ki. Az azonban kétségtelen, a villamos jelek fellépése nincs összefüggésben az áram hőhatásával. Szemben a

villamos égési sebekkel, a villamos jelek általában a jó érintkezés esetén lépnek fel.

Külsejüket tekintve ezek a villamos jelek többnyire a bőrön fellépő kör- vagy ellipszis alakú hólyagokban jelentkeznek, amelyek igen gyorsan megfehérednek, vagy megszürkülnek. A villamos jelek másik sajátossága, hogy teljesen fájdalommentesek, mind a jelenség fellépésének pillanatában, mind pedig azután, bár a sérülés következménye néha igen komoly.

A nagyfrekvenciájú áramok — állatokon végzett kísérletek tanulsága szerint — villamos jeleket nem mutatnak.

A villamos metallizáció a villamos sérülések harmadik fajtája abban jelentkezik, hogy a bőr apró fémrészcskékkal telítődik meg. Ezek az áram hatása alatt megolvadt fémek elpárolgott gőzeiből származnak.

Nagyfeszültségű és egyenáramú áramütések esetén az áram vegyi hatása is jelentős szerepet játszik. A vér és testnedvek bontásából későbbi vesebántalmak léphetnek fel. Ennek megakadályozására az áramsújtott egyéneket megfelelő orvosi ellátásban kell részesíteni.

### *Az elsősegélynyújtás alapelvei*

A súlyos égési sebek, villamos jelek, stb. ugyan súlyosak lehetnek, de a fő veszélyt a villamos ütések jelentik. Ezek leküzdésére kell a legtöbb figyelmet fordítani. Mindenki, aki villamos árammal dolgozik, és különösen az, aki villamos berendezést működtet, kell, hogy ismerje azokat a tudnivalókat, amelyek az áramütéssel kapcsolatos, kellő pillanatban nyújtandó segílyre vonatkoznak. Az áramkörből való kiszabadítás módszerei, az áramütött élesztésének módja, az erre vonatkozó biztonsági rendszabályok és utasítások azok, amelyeket az elsősegéllyel kapcsolatban a következőkben ismertetünk.

Ha az áramütött az áramkörből való kiszabadítása után eszméletnél van, és szívműködése és a légzőszerve működése nincs megbénítva, akkor elégséges az ablakot kinyitni, a légzésgátló ruházatot felnyitni és lefektetni pihenni az illetőt.

Ha az áramütöttnél légzési zavarok lépnek fel, igen fontos, hogy a balesete színhelyén azonnal hozzálássunk az élesztéshez. A kísérletek, valamint a gyakorlat azt mutatja, hogy az első percben megkezdett élesztés az esetek 90%-ában pozitív eredménnyel jár. Általában a 6 percen belül elkezdett élesztés esetén már csak 10%-os valószínűséggel, míg a 12 perc után elkezdett beavatkozások már csak igen kis valószínűséggel jártak sikerrel. A mesterséges légzés használatának tapasztalatai 34 feljegyzett eset közül 25 esetben eredménnyel jártak. Ezek közül 21 esetben a baleset pillanatától az élesztés elkezdéséig átlagosan 1,5 perc telt el, de az idő egyik esetben sem haladta meg a 3 percet. (Az adatok az FMT jegyzetéből vannak véve).

A segílynyújtás sorrendje:

1. Szabadítsuk ki az áramütöttet veszélyes helyzetéből.
2. Kiszabadítás után azonnal részesítsük elsősegélyben.
3. Azonnal kihívjuk a legközelebb elérhető orvost és a mentőket is.

4. Szükség esetén értesítsük a Villamos Művet és esetleg a tűzoltókat is.

Ha a segélynyújtó egyedül van, kiabálással hívjon magának segítséget.

Az áramütött kiszabadítása:

Ha az áramütött a villamos berendezésen fogva maradt, haladéktalanul szabadítsuk ki veszélyes helyzetéből. Közben ügyeljünk arra, hogy magunkat ne veszélyeztessük.

*Kiszabadítás feszültségen:*

1. Feszültségmentesítéssel: kapcsoljuk ki a berendezést a biztosítékkal, annak kivételével, vagy a biztosító karjának lehajtásával. A vezetéknek elvágására ne vállalkozzunk, ezt csak kizárólag szakember végezheti. Amennyiben egyik megoldás sem áll módunkban, abban az esetben feszültség alatt levő hálózatból szabadítjuk ki az áramütött személyt.

Ha az áramütött olyan helyen van (pl. magasan a föld felett, létrán stb.), ahonnan feszültségmentesítéskor az izomgörcs megszűnésével leeshet, és ez súlyos sérülést okozna, a feszültségmentesítés előtt az áramütött megkötésével vagy megtámasztásával gondoskodjunk a leesés megakadályozásáról. Megkötésre száraz kötelet, szíjat vagy kendőt, megtámasztásra száraz fagerendát, falétrát használjunk, de közben ne érintsük az áramütöttet. Ha megkötés vagy megtámasztás nem lehetséges, akkor nagyobb mennyiségű széna, szalma, esetleg ruha vagy ágynemű aláterítésével, pokróc, ponyva kiterítésével gondoskodjunk arról, hogy az áramütöttet leeséskor nagyobb sérülés ne érje.

2. *Feszültség alatt:* ha nem lehet gyorsan kikapcsolni, akkor anélkül, feszültség alatt kell az áramütöttet gyorsan kiszabadítani. Húzzuk vagy toljuk el a feszültség alatti berendezéstől az áramütöttet, de közben csupasz kézzel vagy testünkkel ne érintsük.

Elhúzáskor fanyelű száraz kampósbotot, fanyelű szerszámot (pl. gereblyét) használjunk, de ha ketten vagyunk száraz kötél, kabát, száraz nadrág átvetésével is elhúzhatjuk az áramütöttet. Eltoláshoz száraz faanyagot (gerenda, deszka, létra) használjunk. Ha a felsorolt segédeszközök egyike sem áll rendelkezésre, és száraz fapadlón állunk, akkor egyik kezünket csavarjuk be vastagon száraz ruhaneművel (törülköző, kendő, kabát stb.) vagy papírral és az áramütöttet ruházatánál fogva húzzuk el.

Ügyeljünk arra, hogy közben másik kezünkkel sem az áramütöttet, sem a falat vagy bármilyen fémtárgyat ne érintsünk. Ha nem száraz padlón állunk, lábunk alá többször összehajtott ruhaneműt (kabát, nadrág, szoknya, pokróc, zsák, szőnyeg) vagy száraz fát (szeg nélküli deszka, láda, szék, asztal), vagy papirost (könyvet többszörösen összehajtott papírlapot, vagy nagyobb mennyiségű szalmát, szénát, kukoricaszárat) tegyünk. A felsorolt anyagokból azt vegyük ami kezünk ügyében van és késedelem nélkül alkalmazzuk.

Vizes földre összehajtott papírt, vagy könnyű ruhaneműt ne tegyünk, mert pillanatok alatt átnedvesedhet.

Elhúzáskor és eltoláskor ügyeljünk arra, hogy az áramütött leeséskor meg ne sérüljön.

#### *Kiszabadítás nagyfeszültségen:*

Az áramütöthöz közeledni veszélyes. Kiszabadítását feszültségmentesítéssel végezzük, de ezt csak a helyi viszonyokkal ismerős, a kikapcsolásban jártas szakember végezheti. Ezért azonnal (telefon, autó, kerékpár, küldönc útján) értesítsük a Villamos Művet, illetve annak helyi megbizottját.

Földelt kapcsolórúddal való kiszabadítást csak szakemberek végezhetnek. Ha a balesetnél vagy máskülönben a vezeték leszakadt, vagy lelóg, a vezetékhez ne közeledjünk és állítsunk figyelmeztető őrt, aki a közlekedőket távoltartja.

#### *Ruhaégés:*

Ha az áramütött ruhája ég, az oltást a kiszabadítás után lehetőleg betakarással (száraz pokróc, vagy saját ruha) végezzük. Ha ez nem lehetséges, akkor száraz föld, homok is használható. Vízet csak akkor használhatunk, ha nem juthat a feszültség alatti berendezéshez, vagy azok veszélyes közelségébe.

#### *Elsősegélynyújtás*

1. A segélynyújtást azonnal kezdjük, hogy az áramütöttet lefektetjük még akkor is, ha eszméleténél van, alája vastagabb meleg ruhát (kabátot, pokrócot) teszünk.

2. Kerüljük el az áramütöttnek minden felesleges mozgását vagy mozgását, mert az életveszéllyel jár. Az áramütöttet orvosi utasítás nélkül szállítani nem szabad.

3. Ha az áramütött nem lélegzik, vagy légzése gyenge, kihagyó, másodpercnyi késedelem nélkül meg kell kezdeni a mesterséges légzést és megszakítás nélkül kell folytatni mindaddig, amíg újra lélegezni kezd, vagy a halál bekövetkeztét az orvos kétségtelenül megállapította.

4. A légzést a mellkas emelkedéséből és süllyedéséből kell megállapítani.

5. A mesterséges légzés megkezdése előtt az áramütött nyakán és derék táján a szoros ruházatot meg kell lazítani.

6. Ha az áramütött szája kézzel nem nyitható ki, akkor a hátsó fogak közé helyezett szájtérpesztővel, annak hiányában ék alakú tárggyal kell kinyitni.

7. Ki kell törölni az áramütött száját (az esetleges nyál vagy ételmaradékot) és ha kivehető fogsora van, azt el kell távolítani.

8. A mesterséges légzés módjai:

a) Ha az áramütött törést nem szenvedett, vagy belső sérülést, abban az esetben Holger—Nielsen-féle módszert alkalmazzuk. Megjegyez-

zük, hogy a tudomány mai állásfoglalása szerint nem ajánlott, mert több esetben bordatörés és egyéb sérüléshez vezet.

Az eszméletlen sérültet hasra fektetjük, jobb kezének a tenyerét a balkéz hátára tesszük. Az így összetett kezeken mint párnán nyugszik a sérült homloka. Az elsősegélynyújtó üssön a tenyerével a sérült hátának közepére, mire a száj kinyílik és a nyelv előre esik. Ezután az elsősegélynyújtó a sérült fejénél mintegy 10 cm távolságban féltérdre ereszkedik, úgy hogy jobb térdje a fejtetőnél, a bal lába a sérült jobb könyöke mellett legyen. Az elsősegélynyújtó a sérült háta felé fordul, majd szétnyitott tenyerét a sérült hátára helyezi oly módon, hogy két hüvelykujja a gerincoszloppal párhuzamosan foglaljon helyet, a másik négy ujjja pedig a lapockára kerül. Ekkor egész testének súlyával a tenyerén keresztül nyomást gyakorol a sérült hátára, lassan a 21, 22 számot halkan mondja. Ezzel a kilélegeztetés ütemét végezte el. Ezután az elsősegélynyújtó a sérült karjainak belső felszínén a könyökig csúsztatja a kezeit és a sérült karjait kissé megemeli, miközben halkan a 23, 24-es számot mondja. Ezzel a fogással a mellkas kitágulását és így a belélegzést idézi elő.

A belélegeztetés közben a sérült homloka alól nem szabad kihúzni a kezeit. Aránylag nem fárasztó módszer, az elsősegélynyújtó erre huzamosabb ideig is alkalmas.

Abban az esetben, ha törés vagy belső sérülés is fennállhat, a levegőbefúvásos mesterséges légzést (Safar-féle módszer) alkalmazzuk.

A levegőnek az eszméletlen tüdejébe juttatása befúvással a legkedvezőbb, ha ezt az orron át végzik. Ez az eljárás egy kissé visszataszító, de a gyakorlati tapasztalatok szerint igen eredményesen alkalmazható. Az orvosi vélemények szerint elsősorban elsősegélynyújtásnál ezt a módszert kell alkalmazni, amennyiben lehetőség van rá.

A hátára fektetett sérült állát az elsősegélynyújtó helyezze egyik tenyerébe és emelje meg. A másik tenyerét helyezze a fejtetőre és a sérült fejét, amennyire lehetséges hajlítsa hátra. Ezáltal a nyak kifeszül és az izmai elemelik a nyelvgyököt a légcső bemeneteléről, a légzés szabadabbá válik és a levegő akadálytalanul juthat a tüdőbe. A levegő befúvásának megkezdése előtt helyezzenek a sérült orrára zsebkendőt, gézt stb.

Az elsősegélynyújtó vegyen mély lélegzetet és helyezze a száját a sérült orrára, majd erőteljesen három-négyszer fújjon a sérült orrába, mellyel a mellkast felfújja. Ezután vegye el a száját és hagyja, hogy a sérült tüdejéből — mellkas összeeséskor — kijuthasson a levegő. Ezt követően az erőteljes befúvást percenként 16—20-szor ismételje meg és közben hagyja, hogy a befújt levegő minden egyes ütem alatt kiáramolhasson.

A segélynyújtás eredményét a kezdetben tág pupillák szűküléséből lehet megállapítani. A levegő befúvását addig kell folytatni, míg a sérült újra lélegezni kezd.

Az áramütötteknél sokszor előfordul, hogy megáll a szív működés, ebben az esetben úgynevezett szívmasszázszt alkalmazunk.

A szív működés megállítását meg lehet szüntetni, ha azonnal, de legalább 1—2 percen belül elsősegélyben részesítjük a sérültet, erre azoknak van módja, akik közvetlenül a sérült közelében tartózkodnak.

Az elsősegélynyújtás kétirányú legyen, és pedig külön, vagy más néven zárt mellkas alatti szívmasszázs a szív működés megindítására, mesterséges lélegeztetés levegőbefúvással a légcsere megindítására.

A szívmasszázs lényege, hogy az összenyomható mellkasra az elsősegélynyújtó nyomást gyakoroljon, aminek következtében a szív neki-szorul a gerincoszlopnak, s így a szív üregéből a vér az erekbe kényszerül. A nyomás felengedése után a szív ismét kitágul és vérrel telítődik. Ennek ritmikus folytatásával a vérkeringés mesterségesen megindítható és fenntartható. Ezzel egy időben befúvásos mesterséges lélegeztetést is kell végezni.

A szívmasszázs végrehajtásakor a sérültet kemény talajon a hátára kell fektetni. Az elsősegélynyújtó álljon vagy térdeljen a sérült egyik oldalához és egyik kezét helyezze a mellkasára úgy, hogy a hüvelykujj párnás része a szegycsont alsó gödröcskéjében feküdjön, a középső ujj pedig a sérült álla felé nézzen. Az elsősegélynyújtó a másik kezét helyezze a sérült mellkasára fektetett kezére (derékszögben) és másodpercenként egy-egy erőteljes nyomást fejtsen ki a sérült mellkasára. A nyomás megszüntetése végett a helyben hagyott kezét emelje meg (lazítás), ezzel a mellkas kitágulása következhet be, illetve engedí kitágulni.

A szívmasszázs ciklus folytatása elősegítheti a vérkeringés megindítását, melyet a befúvásos mesterséges lélegeztetés egészít ki. Ezt a műveletet egy és két elsősegélynyújtó is végezheti. Ha csak egy elsősegélynyújtó van a helyszínen, először 3—4 befúvást, majd 10—12 másodpercig szívmasszázszt végezzen, s ezt folyamatosan ismétlje.

Két elsősegélynyújtó esetén az egyik szívmasszázszt, a másik a levegőbefúvásos mesterséges lélegeztetést végzi. Ebben az esetben a segélynyújtást levegőbefúvással kell kezdeni, melyet a szívmasszázs követ. A levegőbefúvásos mesterséges lélegeztetés üteme alatt a szívmasszázszt szüneteltetni kell. Ezt a műveletet mindaddig kell folytatni, míg megindul a légzés, vagy orvosi segítség érkezik. Megjegyezni kívánom, vannak esetek, amikor e műveletek folytatására néha egy vagy két óra is szükséges.

#### *Az érintésvédelem módszerei*

A villamos készülékek ma már a hétköznapi élet majdnem minden ágában megtalálhatók. Használatuk általánossá vált nemcsak a szakemberek között, hanem elektromos szempontból nem képzett emberek körében is. A villamos energia használata azonban veszélyeket is rejthet magában. Az elektrotechnikusoknak mindent meg kell tenniük a villamosság veszélyeinek megelőzésére. A villamos balesetek megelőzését szolgáló intézkedéseket két fő csoportba soroljuk aszerint, hogy villamos áram üzemszerű vezetésére szolgáló fémalkatrész megérintéséről van-e szó, vagy ilyen alkatrészek fémburkolata került-e feszültségre.

*Villamos vezetők véletlen érintése elleni védelme* az üzemszerűen feszültség alatt álló berendezések véletlen érintéséből származó áramtű-

seket akadályozza meg. Ezeket a veszélyeket a vezetékek és készülékek megfelelő elrendezése, a feszültség alatt álló részek megfelelő burkolása és szigetelése útján lehet megelőzni.

*Érintésvédelem* az üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de meghibásodáskor feszültség alá kerülő berendezések fémtestének, fémrészeinek érintéséből származó veszélyek csökkentése.

Az érintésvédelmi módokat védőhatásaik szerint a következő módon lehet csoportosítani:

a) *Feszültségvédő kapcsoló*. A feszültségvédő kapcsoló olyan készülék, amely a védett berendezés és egy erre a célra szolgáló segéd földelés közötti feszültséget érzékeli és adott érték túllépése esetén a berendezést a hálózatról 0,2 mp-en belül lekapcsolja. Hazai forgalomban az ÉVÉ, újabban a É 21 jelű feszültségvédő kapcsoló kapható. A relé működéséhez 30—50 milliamper hibaáram szükséges, ami az érzékelőtekercs kapcsolóin 15—20 Volt feszültséget idéz elő.

Elvi kapcsolását az 1. ábra mutatja.

A készülékhez szükséges segéd földelő több száz Ohmos ellenállású is lehet, mert a relé akkor is működőképes. A segéd földelőt a védett géptől és minden más feszültség alá kerülhető idegen földelőtől legalább 10 m távolságban kell elhelyezni.

Az ÉVÉ relé előnye, hogy független a hálózati feszültségtől és annak renszerétől, független a gép teljesítményétől; 0,1 mp alatt lekapcsol.

Az ÉVÉ relé hátránya, hogy hibás működést okoz, illetve nem működik, ha a segéd földelés potenciál alá került: közös gépalapon levő gépcsoportot nem tud szelektíven védeni, motorvédő kapcsolóként nem alkalmazható. A feszültségvédő kapcsolás csak egyedi gépek, vagy együtt lekapcsolható gépcsoportok védelmére alkalmas.

#### b) *Áramvédő kapcsolás (ÁVK)*

Az áramvédő kapcsoló olyan készülék, amely a testzárlati áram adott értékének túllépése esetén a védett berendezést a hálózatról megszakítóval lekapcsolja. Az áramvédőkapcsolás működéséhez szükséges, hogy a védendő gép fémtestét olyan védő földeléssel lássák el, amelynek szétterjedési ellenállása alkalmas a szükséges zárlati áram kialakítására. Elvi kapcsolását a 2. ábra mutatja.

Kétféle áramvédő kapcsolót ismerünk. Úgy mint fázisonként összegző áramváltó megoldású, illetve a hibaáram transzformátoros megoldású áramvédő kapcsolót.

Hazai forgalomban VILLES gyártmányú ÉHT hibaáramú transzformátor kapható. Alkalmazási területe 0—600 A, hibaáramú érzékenysége 5 A max. 20 A.

Az áramvédő kapcsoló előnye, hogy független a hálózati rendszertől és feszültségtől, a védendő gép teljesítményétől, 0,1 mp alatt lekapcsolást ad, szelektív, a földelés bárhol elhelyezhető.

Az áramvédő-kapcsoló hátránya: egyenáramú hálózaton nem alkalmazható, működéséhez motorvédő, megszakító használata szükséges.

Az áramvédő-kapcsolás az ipari üzemekben elterjedt érintésvédelmi módszer. (2. ábra.)



### c) Nullázás (NU)

Ide sorolható még az, amelynél a védendő készülék fémvédőburkolatát hálózati földelt nullavezetővel kapcsoljuk össze, ezáltal a testzárlatot rövidzárlattá alakítjuk át, amelynek hatására a túláramvédelem a meghibásodott berendezést a hálózatról lekapcsolja. (3. ábra.)

A gyakorlatban kétféle nullázást különböztetünk meg.

Az egyik a belső nullázás, a másik a külső nullázás. Belső nullázásról akkor beszélünk, ha a nullázó vezető fázisvezetőkkel azonos kábelben, vagy védőcsőben halad.

A külső nullázás akkor jön létre, ha a meglévő érintésvédelmi berendezést (pl. a földelőhálózatot) utólag alakítjuk át nullázottá.

Az érintési feszültség csökkentése miatt nullavezetőt több helyen kell földelni, gyakorlatban 200 m-es körzetben minden esetben földelőt alkalmaznak. A nullázás méretezésére az alábbi összefüggést használják:

$$I_b = \frac{U}{(R_f + R_o)}$$

feltételezzük, hogy

$$R_f + R_o = R_h$$

Ebben az esetben a biztonság irányában tévedünk, de ez a gyakorlat számára bőven kielégítő főként akkor, amikor ismerjük, hogy a Magyar Néphadseregben általában vállalatok hajtják végre az ellenállás méréseket és ha már ismerjük a hurokellenállást, amelyben a fázis és a nulla és a többi ellenállás is benne foglaltatik, akkor a fenti képletünk megfelel a követelményeknek.

$I_b$  = biztosíték áramerőssége

$U$  = fázis-feszültség

$R_f$  = fázis-ellenállás

$R_o$  = vezetőellenállás

$R_h$  = hurokellenállás

Nullázás esetén ügyelni kell arra, hogy üzemszerűen áramot vezető nullavezető, nullázó vezetőként nem alkalmazható.

Nullázott rendszert általában nagy teljesítményű motoroknál alkalmazzuk.

A rendszer hátránya: egyetlen zárlat valamennyi berendezésen érintési feszültséget idézhet elő.

A nullavezetőbe biztosítót, szakaszolót beépíteni nem szabad, rendes szerelést, megkülönböztetést igényel, tilos energia vezetékekre használni. Nullázni csak akkor lehet, ha az egy transzformátorról táplált hálózat valamennyi fogyasztója nullázott.

### d) A nullavezetővel egyesített földelő hálózat (NEFH)

A NEFH védelem minden olyan automatikusan összefüggő kisértésű hálózatról táplált fogyasztóhoz használható, amely hálózaton az MSZ 172 szerint nullázható, és az áramszolgáltató vállalat a rendszabály vizsgálata alapján a NEFH, illetve NU alkalmazhatóságát megállapította és annak feltételeit biztosította.

e) *Védőföldelés, illetve földelő védőhálózat*, amelynél a védett részt, mint pl. motorok vastestét, vagy külön e célra létesített földbe ágyazott fémes vezetőhöz (földelőlemez, földelőrúd, földelőszalag, vagy földelőcső) vagy a földbe beágyazott nagy kiterjedésű vezetőfelülethez, pl. olyan vízvezetéki hálózathoz kötjük, amely kizárólag fémcsőből készült.

Így a védőföldelés tehát kettős feladatot lát el:

1. Földelt, vagy jó fémes kapcsolat révén biztosítja, hogy a védett test potenciálja a földhöz képest földzárlat esetén se emelkedjék veszélyes értékre.

2. Testzárlat esetén olyan kis ellenállású zárlati kört hoz létre, hogy a védelmi berendezések előírt időn belül működésbe lépjenek.

Védőhatását úgy fejt ki, hogy földzárlat esetén a zárlati áram által létrehozott érintési feszültséget a megengedett érték alá korlátozza, vagy ennek túllépése esetén a zárlati áram legközelebbi túláramvédelmet (pl. olvadóbiztosíték) előírt időn belül kiolvasztja. A védőföldelés elvi vázlata a következő: (4. ábra.)

$$R_v = \frac{U_\epsilon}{a I_b}$$

Az ábrán látható jelölések:

- $R_i$  = az üzemi földelés ellenállása
- $I_b$  = a biztosíték áramerőssége
- $R_v$  = védőföldelés ellenállása
- $U_\epsilon$  = megengedhető érintési feszültség.

Az $a$ értékei:	Biztosíték	
	gyors	lomha
Egyszerű érintésvédelem	3	4
Fokozott érintésvédelem	4	5

A Magyar Néphadseregben az  $R_b$  értékét általában vállalattal, vagy megfelelő szakemberrel végzett mérések alapján jegyzőkönyvben készen kapjuk. Ezért ellenőrzésként az  $I_b$  értékét számítjuk ki. Gyakorlatilag tehát megállapítjuk, hogy a biztosíték névleges értéke, amely a biztosítóra rá van írva, megfelel-e, a mért  $R_b$  értéknek, vagyis kiszámítjuk, hogy a biztosítékunk 5 mp, illetve 2 mp-en belül kiolvad-e? A számítás módja az alábbi képlettel történik:

$$I_b = \frac{U}{a \cdot R_v}$$

Az értékét a táblázatból vettük,  
az  $R_v$  értéke mért érték,

az U helyében, attól függően, hogy fokozott érintésvédelemről vagy egyszerű érintésvédelemről beszélünk, a következő értékeket írjuk be:

Egyszerű érintésvédelem esetén 65 Volt.

Fokozott érintésvédelem esetén 42 Volt.

A biztosíték kiolvadásának ideje:

egyszerű érintésvédelem esetén 5 mp alatt,

fokozott érintésvédelem esetén 2 mp alatt.

Végeredményben a biztosíték helyességéről úgy győződhetünk meg: egyszerű érintésvédelem esetén

$$I_b = \frac{65}{a \cdot R_v}$$

fokozott érintésvédelem esetén

$$I_b = \frac{42}{a \cdot R_v}$$

f) *A berendezés elkerítése.* Ha a villamos berendezést, amelyhez üzem közben hozzányúlni nem kell — egyéb védelem híján — zárt térben helyezük el, vagy pedig burkolattal látjuk el, amely esetleg szigetelőanyagból is készíthető, akkor elkerítésről, burkolásról beszélünk. Ebben az esetben a gép, vagy készülék fémtestet üzemszerűen feszültség alatt állónak kell tekinteni és közelében ennek megfelelően figyelmeztető táblát kell elhelyezni. Pl. egy 20 kW-os motor érintésvédelmét védőföldeléssel nagy nehézség útján lehet csak elkészíteni, helyette gazdaságosabb elkerítés alkalmazása, ha a motorhoz üzem közben nem kell hozzányúlni és a működtetett berendezés nem csatlakozik fémesen a motorhoz.

g) *Elszigetelés.* Elszigetelésnek nevezzük azt az érintésvédelmi módot, amelynél a fellépő hibaáramkörbe, amelyben a védendő személy bekapcsolódhat, olyan szigetelési ellenállást iktatunk, amely a személyen átfolyható hibaáramot a veszélyes határ alá csökkenti. Ez a szigetelés az üzemi szigeteléstől független, külön szigetelés.

Az elszigetelés kétféle módon érhető el:

a) a berendezés szigetelése a kezelőtől,

b) a kezelő szigetelése a földtől.

A kezelő elszigetelését gumiszőnyeggel, szigetelő zsámollyal lehet megoldani.

A kezelő személy szigetelése, amikor is az alkalmazott egyéni szigetelő védőeszközök (gumikesztyű, gumicsizma, gumiszőnyeg, szigetelőzsámoly és a különböző szigetelt nyelű szerszámok) az emberen átfolyó áramot teljesen veszélytelen mértékre, az érzethatár alá csökkentik. Vizsgáljuk meg ezt a kérdést, mindjárt közvetlenül.

Az emberi testen átfolyó áram meghatározására az 5—7. ábrán bemutatott helyettesítő kapcsolást használjuk fel. Az ábra jelölései szerint az emberi testen átfolyó áramerősség Ohm törvénye alapján:

$$I = \frac{U_f}{R_v + R_a + R_c + R_t + R_u}$$

ahol

$U_f$  = fázisfeszültség a földhöz képest,

$R_v$  = csatlakozó vezeték ellenállása,

$R_a$  = testzárlat átmeneti ellenállása,

$R_e$  = az emberi test összes ellenállása,

$R_t$  = átmeneti ellenállás az ember talpa és a föld között (talpponti ellenállás),

$R_{\bar{u}}$  = az üzemi földelés ellenállása.

E szerint  $U_f$  feszültségnél az átfolyó áramerősség nagysága (I), a nevezőben levő ellenállások értékétől függ.

Vegyük sorba ezek nagyságrendjét.

$R_v$  a fázisvezeték ellenállása: ez könnyen meghatározható, értéke a nevezőben szereplő többi ellenálláshoz képest elhanyagolhatóan kicsi ( $R_v = 0,1 \text{ Ohm} - 2 \text{ Ohm}$ ), ezért az áramerősség nagyságrendjét gyakorlatilag nem befolyásolja.

$R_a$  a testzárlat helyének átmeneti ellenállása: a zárlat jellegétől függően igen nagy értékektől egészen nulláig változhat. A számítás szempontjából mindig 0 értéknek vesszük ( $R_a = 0 \text{ Ohm}$ .)

$R_e$  az emberi test ellenállása; két részből tevődik össze: az érintett fémrész és az ember bőrfelülete közötti átmeneti ellenállásból és az emberi test belső ellenállásából. ( $R_e = 300 \text{ Ohm} - 10\,000 \text{ Ohm}$ .)

$R_t$  az emberi test és a föld közötti érintkezés helyén fellépő átmeneti ellenállás, azaz talpponti ellenállása, nagysága a helyi körülménytől függően tág határok között változik, de az áramerősségre vonatkozó befolyása nem hanyagolható el. ( $R_t = 5 \text{ Ohm} - 50\,000 \text{ Ohm}$ .)

$R_{\bar{u}}$  az üzemi földelés ellenállása. Néhány Ohm, ennek hatása az áramerősségre elhanyagolható. ( $R_{\bar{u}} = 0,1 \text{ Ohm} - 30 \text{ Ohm}$ .)

Az emberi testen átfolyó áramerősséget e szerint döntő módon befolyásolja:

a) a hálózati feszültség ( $U_f$ )

b) az emberi test összes ellenállása ( $R_e$ )

c) az ember és a talaj közötti átmeneti ellenállás ( $R_t$ ) (talpponti ellenállás).

h) *Törpefeszültség*, amelynél a hálózati feszültség a fokozottan veszélyes helyeken a földhöz képest a megengedhető érintési feszültségnél nem nagyobb (42 V). Ez a módszer nemcsak érintésvédelmet, hanem véletlen fázisérintés elleni védelmet is jelent (8. ábra.)

Különlegesen veszélyeztetett helyeken 24 Volt alkalmazását engedi meg a szabvány. (Így pl. fémtartályok, kazánok nagy kiterjedésű fémszerkezetek mellett alkalmazott kéziszerszámok, kézilámpák, géplámpák, táplálásánál.)

i) *Kettős szigeteléssel*: a berendezés (készülék) kettős szigetelésével, amelynek lényege, hogy az üzemi szigeteléstől függetlenül, azzal egyen-

értékű szigetelést szolgál az üzemi szigetelés meghibásodása esetén védelemül. Az üzemi szigetelés önmagában nem tekinthető érintésvédelemnek.

Kettős szigeteléssel készülnek a néphadseregben alkalmazott mosógépek, centrifugák, padlókefélok, porszívók, kézifúrók, irodagépek egy jórésze stb.

A hálózat szigetelése alatt értjük a földetlen, vagy közvetlen földelésű hálózat alkalmazását. Ilyen megoldást akkor alkalmazunk, ha az esetleg bekövetkező földzárlat ellenére a fogyasztó zavartalan üzeme minden körülmények között fenntartandó (például repülőter). Ennél a megoldásnál földzárlat esetén a zárlati áram értéke olyan nagyságrendűre korlátozható, hogy az huzamosabb ideig sem fejt ki romboló hatást.

#### j) *Védőelválasztás (VE)*

Védőelválasztásnak nevezzük azt az érintésvédelmi módot, amelynél 1 : 1 áttételű elválasztó transzformátort alkalmazva a földtől szigetelt egyetlen fogyasztókészülék táplálására. A villamos kéziszerszámok védelmére ez a módszer kiválóan alkalmas. Ilyen alkalmazás a 9. ábrán látható.

Védőtranszformátorral galvanikus úton elválasztjuk a hálózattól a fogyasztót. Így áttérés, zárlat vagy közvetlen fázisérintés esetén sem folyik az érintő személy testén áram, mert a szigetelt áramkör még a földön keresztül sem záródik a primer oldallal.

A szekunder és primer kört földelni tilos.

#### *A helyiségek osztályozása a biztonsági szabályzat szerint*

Érintésvédelem szempontjából a helyiségeket a következő osztályokba soroljuk:

*Száraz helyiségek* azok, amelyekben rendeltetésszerű használat esetén a levegő nedvességtartalma állandóan olyan kicsi, hogy a helyiségben nedvesség lecsapódás nincs (pl. laktanyák és azok irodahelyiségei, továbbá olyan műhelyek és oktatóhelyiségek, amelyek a levegő nedvességtartalma szempontjából a laktanya és azok irodahelyiségétől nem különböznek).

*Poros, vagy szennyezett helyiségek*, amelyekben a levegőben por, vagy egyéb szennyeződés, tűz- és robbanásveszélyt nem okoz, de a villamos berendezések eredeti viszonyait vagy szigetelési állapotát lényegesen rontja. (Pl. melegüzemi berendezések, ásványokat, faanyagokat feldolgozó üzemszerek).

*Időszakosan nedves, párás, gőzös helyiségek* azok, amelyekben pára- vagy gőzképződés, nedvesség-lecsapódás csak időszakosan és csak olyan mértékben keletkezik, hogy a párasodást követő páramentes időszakban szellőztetéssel a helyiség ismét szárazzá válik. (Pl. légénységi fürdők, konyha helyiségek stb.)

*Nedves, nyirkos, párás, gőzös helyiség* az, amelyben a levegő állandó nagy nedvességtartalma miatt a padlózat, a falak, a mennyezet nedvességgel átitatott, vagy amelyben az állandóan vagy időszakosan keletkező

gőz vagy pára a falakra, a mennyezetre, a padlózatra és a helyiségben levő tárgyakra csöppekben rakódik le (pl. mosodák, mosókonyhák, egyes fürdők, hűtőházak, rosszul szellőzött pincék, kutak stb.).

*Meleg helyiségek* azok az egyébként száraz helyiségek, amelyekben a hőmérséklet — az évszaktól függetlenül és a hőszugárzásnak esetleg kitett helyekre való tekintet nélkül — nagyobb 30 °C-nál (például egyes kazánházak, kovácsműhelyek stb.).

*Marópárás (marógőzös) helyiség* az, amelyben az ott tárolt vagy feldolgozott anyagok olyan mértékben fejlesztenek marógőzt, vagy marópárákat, hogy a száraz helyiségek előírt villamos berendezéseken meg nem engedett elváltozások (marások) keletkeznek, (pl. savas és lúgos akkumulátor helyiségek).

Tűz-, illetve robbanásveszély szempontjából többféle helyiséget (helyet) különböztetünk meg:

A) *Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes helyiségek*, építmények, létesítmények azok, amelyekben olyan robbanóanyagokat, robbanófolyadékokat, éghető gázokat gyártanak, használnak, raktároznak, amelyek:

1. Megmunkálás folytán vagy víz, levegő, oxidáló anyagok oxigénjének, az ütés hatására gyulladnak, robbannak:

2. Robbanó keverékek alsó robbanási határértéke a levegő térfogatához viszonyítva 10<sup>0</sup> „, vagy ennél kisebb, ha ezek olyan mennyiségűek, hogy a levegőben robbanásveszélyes keverék keletkezhet;

3. Gőzök zárttéri robbanásponjtja 20 °C vagy ennél alacsonyabb (pl. benzinkertárak).

B) *Tűz- és robbanásveszélyes helyiségek*, építmények, létesítmények azok, amelyekben olyan anyagokat, folyadékokat vagy éghető gázokat gyártanak, használnak, raktároznak, amelyek:

1. Egymással vagy a levegővel olyan robbanókeveréket alkothatnak, amelyeknek robbanási hatása a levegő térfogatához viszonyítva 10<sup>0</sup> „-kal nagyobb, ha ezek olyan mennyiségűek, hogy a levegőben robbanásveszélyes keverék keletkezhet;

2. Gőzök zárttéri robbanásponjtja 20 °C-nál nagyobb, de nyílttéri robbanásponjtja 50 °C, vagy ennél kisebb.

3. A gyártásuk, vagy kezelésük következtében olyan mennyiségű por keletkezhet, hogy az a levegővel robbanásveszélyes elegyet képez (pl. asztalosműhely, vagy edényzetet tisztító, mosó és gőzölő szelepek, szivattyútelepek stb.).

C) *Tűzveszélyes helyiségek*, építmények, létesítmények azok, amelyek:

1. Térrelhatároló szerkezete (padlója, oldalfalazata, földéme) éghető anyagból készült;

2. Az, amelyben éghető anyagokat, folyadékokat gyártanak, használnak, raktároznak és az anyag, illetve folyadék gőzének nyílttéri robbanásponjtja 50 °C felett van, vagy amelyben a termelést sugárzó hő, folyamatos szikra-, vagy lángképződéssel jár (pl. alagutak, fedett szénraktárak, kenőanyagraktárak, kenőolaj-szigetelő telepek, villamos álló-

mások, és egyéb olyan helyiségek, amelyekben szerkezeti egységenként 60 kg-nál több olajat tartalmazó készülékek működnek, szivattyútelepek, a szállított anyagtól függően).

D) *Mérsékeltén tűzveszélyesek* azok a helyiségek, építmények, létesítmények, amelyek:

1. Amelyekben nem éghető, illetve nehezen éghető anyagok, forró, izzó, vagy olvasztott állapotban dolgoznak fel;

2. Fűtésükhöz tűzveszélyes, folyékony vagy gáznemű anyagot használnak (pl. olajkályha);

3. Lakó-, iroda- és kommunális épületek, tömegforgalmi épületek, amelyek a következőkben felsorolt helyiségekhez, építményekhez hasonló rendeltetésűek, illetve használatúak (pl. honvédség számára rendszeresített körletek, hozzátartozó irodaépületek, kultúrtermek, sportlétesítmények, kázinók, ivhegesztő-műhelyek, kazánházak, szénraktárak, egyes századkörletekben elhelyezett raktárak, ruházati raktárak stb.).

E) *Nem tűzveszélyes* az a helyiség, építmény, létesítmény, amely nem tartozik szigorú osztályba, vagy amelyben nem éghető anyagok hideg megmunkálása, illetve raktározása stb. folyik és a munkafolyamat nem csik más, szigorúbb osztályba (pl. gépműhelyek, szerszámműhelyek, szódagyártó üzemek).

Vannak olyan különleges rendeltetésű helyiségek és épületek, amelyek villamos berendezésére vonatkozóan a biztonsági szabályzat külön előírásokat tartalmaz. Ezeket alkalomadtán az MSZ 1600-as szabványból minden esetben meg kell nézni.

Az érintésvédelmi módok alkalmazása lényegesen már vitatottabb, mint az elmélete. Sokak által nem munkagépnek, szerszámnak, szinte megfogalmazhatatlan, hogy mennyire nem tekintik komoly elektromos szerkezetnek a villamos hajtású elektromos irodagépeket.

A munka megkönnyítésére rendszeresített villamos hajtású irodagépek üzemeltetési körülményei az alábbiakban foglalható össze.

A villamos hajtású irodagépek alatt az irodákban az adminisztráció megkönnyítésére, gyorsabbá tételére, az információk feldolgozására használt kisfeszültségű hálózatokból táplált gépeket, készülékeket értjük. (Az MSZ 1600 szerint munkagépek.) Példaként említve, villamos írógép, számológép, melyek általában áthelyezhetőek, hordozhatóak. Nem tartoznak a fogalomkörbe a számítógépek (komputerek), ha azok külön helyiségben vannak elhelyezve.

Az irodagépekre jellemző kezelőjük gyakran érinti — a gépesítés mértékétől függően — ezek egymáshoz közel, érintési távolságon belül és elhelyezésre kerülhetnek, s egy személy gyakran több írógéppel is dolgozhat. Éppen ezért már a gyártás során nagy gondot fordítanak ezek érintésvédelmére.

Az irodagépek szerkezeti követelményeit az MSZ 4860-64-es szabvány és a KGSZ 2601-67 ágazati szabvány tartalmazza. Kivonatossan a főbb követelményekből egy néhányat.

a) Az irodagép és környezete — a gép szokásos használata közben — ne lépje túl a kezelési utasításban megengedett hőmérsékletet.

b) A szivárgó áramok a készülékek az érintésvédelmi osztálytól függően ne legyenek nagyobbak az MSZ 4860-64-ben megengedettnél. Ez a határ 0,25 mA, kb. 3,5 mA-ig terjedhet.

c) Az irodagépeknek teljes egészében nedvességállónak kell lenni (az esetenként még előforduló régebbi típusú irodagépeket le kell cserélni).

d) A szigeteléseket állandó szinten kell tartani, az érintkezők és csatlakozások melegeedés, rázkódás következtében történő lazulásait meg kell szüntetni.

e) A hordozható irodagépeket már eleve úgy szerkesztették, hogy asztalon, padlón (ahova üzemszerűen helyezik és dolgoznak vele) ellenálljanak minden behatásnak, amelyek gyengíthetik a készülék biztonságát.

Ennek ellenére nagy gondot kell fordítani, hogy minél kevesebb behatás érje a készülékeket, különös tekintettel a fogantyúk, gombok és a markolatok épségének megőrzésére.

f) A hordozható irodagépek csatlakozó vezetéke legalább 2 m hosszú, 380 V-os szigetelt, hajlékony, az áramfelvételtől függő keresztmetszetű vezeték legyen. A vezetékeknek a készülékbe való becsatlakoztatásánál bevezető hüvelyt kell alkalmazni és azt rögzíteni. Az irodagépen belül (feszültség alóli) csatlakozókapcsolóknak más igénybevételi hatásoktól (felerősítés, húzás stb.) mentesnek kell lenni. Ezeket a csatlakozó kapcsokat úgy kell elhelyezni, hogy a különböző polaritású feszültség alatt álló részek, vagy ilyen részek és más fémrészek között véletlen érintkezésnek még csak a lehetősége se álljon fenn, még akkor sem, ha a hálózati vezetékek bekötése után pl. a részvezető valamelyik elemi szála a kapocsból szabadabbá válna.

g) Szigetelési ellenállás, az üzemszerűen feszültség alatt álló részek és a test között 2 M Ohmnál, megrősített szigetelés esetén 7 M Ohmnál nem lehet kevesebb.

h) A villamos szilárdság a készülék érintésvédelmi osztályától függően 1 500, 2 500, 4 000 vagy 2 U + 1 000 V feszültséget kell bírnia, törpefeszültségű készülékek esetén 500 V.

i) Irodagépek legnagyobb üzemi feszültsége 250 V, érintésvédelmi osztálybasorolása (é. v. o.)\* a következő:

O é. v. o.: Az olyan készülék, amelynek üzemi szigetelése van és nincs mindenütt kettős, vagy megerősített szigetelése, és amely földelésre nem alkalmas kivitelben készül.

OI. é. v. o.: Az olyan készülék, amelynek a O é. v. o.-hoz hasonlóan üzemi szigetelése van, és amely földelésre alkalmas kivitelben készül, de amelyre védőér nélküli csatlakozó vezeték és védőérintő nélküli dugót, vagy védőérintkező nélküli készülék csatlakozó dugót szerelnek.

I. é. v. o.: Az olyan készülék, amelynek mindenütt legalább üzemi szigeteése van és amelyet ellátnak védőcsatlakozó kapoccsal, továbbá, amelyre, ha az hajlékony vezetékkel való csatlakozásra van tervezve,

\* Minden villamos készülékre vonatkozik.



védőeret is tartalmazó bekötővezetékeket és védőérintkezés dugót, vagy védőérintkezős készülékcsatlakozó-dugót szerelnek.

II. é. v. o.: Az olyan készülék, amely nincs ellátva védőföldelési lehetőséggel és kettős vagy megerősített szigetelése van. Ezek a kettős vagy megerősített szigetelésű gépek lehetnek szigetelőanyag-, vagy fémburkolatúak.

III. é. v. o.: Az olyan készülékek, az eleve törpefeszültségre való csatlakoztatásra terveztek és nincs olyan belső, vagy külső áramköre, amely a törpefeszültségtől eltérő feszültségen működik.

j) A villamos hajtású irodagépek érintkezésből származó veszélyek megszüntetésére az alábbiak végrehajtása kötelező:

— a védőelválasztás csak akkor használható, ha kevés számú irodagép van és más módon érintésvédelem nem oldható meg;

— a védőkapcsolások esetén a feszültség, mind az áram védőkapcsolás, 0,2 mp-en belül a meghibásodott készüléket bekapcsolja;

— nullázás, védőföldelés, földelő hálózat alkalmazásakor veszélyes érintési feszültséget nemcsak föld, vagy földelt tárgy és a meghibásodott készülék megérintésekor hidalhatunk át, hanem két irodagép egyszerre való megérintésénél is, ha ezek valamelyike, vagy mindkettő testzárlatos. Az áramütési veszély elkerülésére az irodagépek testét vagy közvetlenül, vagy a dugaszolók védőérintkezője útján össze kell kötni;

— a földelt, illetve nullázott dugaszolóaljzatoknál a földelést, illetve a hurokellenállást kell mérni;

— érintésvédelmi ellenőrzést kétévenként az MSZ 172 lap és az MSZ 4851 szerint kell végrehajtani;

— az irodagépek helyi megvilágítása esetén csak törpefeszültséget szabad érintési távolságon belül alkalmazni MSZ 1600 I. fejezete szerint.

A védővezetőt szemre is meg kell tudni különböztetni az áramot vivő vezetőktől, ezért zöld, sárga színt kell alkalmazni.

(1—9. sz. ábra a folyóirat végén található.)