

## 5. Biztonságtechnikai ismeretek

### 5.1. A villamos áram hatása az emberi szervezetre

Az emberi test maga is vezető, ezért ha a test különböző pontjai között potenciálkülönbség lép fel, a testen áram indul meg. Az emberi testen áthaladó áram élettani hatásai:

- Az izmok összerándulása. Az agy a testet behálózó idegpályákon keresztül villamos ingerületek útján mozgatja az izmokat. Áramütés esetén az (áram be- és kilépési pontjaitól függő) **idegeket** és **izmokat** nagyon erős inger érheti, melynek hatására utóbbiak összerándulhatnak, el is szakadhatnak. A legveszélyesebb, ha az áram a szíven vagy a tüdőn halad keresztül, mert e létfontosságú szervek izmainak összerándulása a szerv görcsét, bénulását okozhatja. Az izomsejtek egy csoportja az áram bekapcsolásakor, más csoportja kikapcsoláskor ingerlődik, ezért **az izmokra gyakorolt hatás tekintetében a váltakozóáram** (amely minden félperiódusában kivált ilyen ingerületeket) **hatása veszélyesebb**.
- Vegyi hatás. Az emberi test szöveteinek igen nagy (kb. 70%) a nedvtartalma, e nedvek az oldott ásványi sók és más alkotók miatt áramot vezető *elektrolit*nak tekinthetők. A **vegyi hatás szempontjából az egyenáramú áramütés a veszélyes**, mert az ilyenkor kialakuló elektrolízis miatt a vér és a szövetnedvek veszélyes mértékben elbomolhatnak. A bontás során keletkező gázbuborékok is veszélyt jelentenek. A vörsejtek rögzökké összeállva eldugíthatják az ereket.
- Hőhatás. A test ellenállásán áthaladó áram hőt termel. A keletkező hő az érrendszerre a legveszélyesebb, mert az erek fala „törékennyé” válik, utólag vérzések keletkezhetnek. A 45 °C feletti felmelegedés – a fehérjék (vissza nem fordítható) kicsapódása miatt – halálos kimenetelű lehet.

***Az áram hatása a be- és kilépési pontokon (tehát az áram útján) kívül az áram erősségétől, frekvenciájától, az áramütés időtartamától, és az emberi szervezet állapotától is függ.***

Az áramütést okozó feszültség hatására kialakuló áram erőssége függ az emberi test ellenállásától. Ezt alapvetően a bőrfelület tulajdonságai és állapota határozzák meg (száraz, érdes bőrfelület esetén az ellenállás nagyobb), valamint az érintkező felületek nagysága. **A test ellenállása** száraz bőrfelület esetén néhány száz kilóohm szokott lenni, de **nedves bőrfelületnél, vagy ha az áramütést okozó feszültség átúti a bőr felső hámrétegét, néhány száz ohmra csökken.**

A testen áthaladó áramot egy bizonyos érték (az ún. **érzetküszöb**) alatt nem is érzékeljük. **Az érzetküszöb átlagos esetben, egyenáram esetén 5-6 mA.** 15-25 mA áram hatására az izmok már összerándulnak, a testen áthaladó 25-100 mA már veszélyes, a 100 mA feletti áram halált okozhat. A megadott áramértékek hozzávetőlegesek, és erősen függenek az áram útjától és az emberi szervezet pillanatnyi állapotától.

A legveszélyesebb az, ha az áram a szíven, a légzőközpontokon, vagy a fejen halad keresztül. Veszélytelenebb az áramütés akkor, ha az áram útja ezeket a szerveket elkerüli (*pl. a két lábon keresztül vezet*).

Az áram hatása frekvenciájától is függ. Egyenáramú balesetnél az áram vegyi hatása a legveszélyesebb. Hálózati (50 Hz- es) áramütésnél az izmokra gyakorolt hatás a legjelentősebb. A frekvencia növekedtével a „szkin hatás” miatt az áram a test felületére szorul ki, és ott égési sérüléseket okozhat.

Minél hosszabb ideig halad át az áram a testen, annál súlyosabb következményeket okozhat.

Számít a szervezet állapota, a figyelem, és az áramütésre való „felkészültség” is. Ha a villamos árammal dolgozó figyelmes, és fel van készítve az esetleges áramütésre, az áram hatása gyengébb lehet.

## 5.2. Az áramütés elleni megelőző intézkedések

Néhány fogalommeghatározás:

- **Föld:** A talaj vagy a talajjal jól érintkező minden vezető anyag.
- **Földelés:** A testnek vagy valamilyen vezető résznek a tudatos összekötése a földdel.
- **Földelő feszültség:** Az a feszültség, amely a földelőn átfolyó áram hatására a földelő és nullpotenciálú hely között fellép.
- **Földzárlat:** Üzemszerűen feszültség alatt álló vezetőnek a földdel való olyan záródása, amely rendellenesség következtében keletkezik.
- **Érintési feszültség:** A hibafeszültségnek (vagy a földelő feszültségnek) az a része, amelyet megérintéskor az ember testével áthidalhat.
- **Üzemi földelés:** Az energiaszolgáltató vezetékrendszer valamely pontjának összekötése a földdel.
- **Védővezető:** A földet és a készüléket összekötő vezető, amely az alapvető érintésvédelmet biztosítja.

A szabványok érintésvédelmi szempontból különböző **feszültség szinteket** határoznak meg.

*Törpefeszültségű* az a berendezés, amelynek vezetői között (vagy bármely vezetője és a föld között) a feszültség nem nagyobb, mint 50V.

*Kisfeszültségű* az a berendezés, amelynek vezetői közt a feszültség 50V-nál nagyobb, de 1000V-nál kisebb, és közvetlenül földelt berendezésnél egyik vezetője és a föld közötti feszültség sem nagyobb, mint 600V.

*Nagyfeszültségű* az a berendezés, melynek vezetői között a névleges feszültség nagyobb, mint 1000V, vagy közvetlenül földelt berendezésnél egyik vezetője és a föld közötti feszültség meghaladja a 600V-ot.

Magyarországon a háztartásokba általában *egyfázisú váltakozóáram* van bevezetve. (A hálózati feszültség 230V, a frekvencia 50 Hz.) A beérkező két vezeték közül az egyik az *üzemi földelés* (ezt a transzformátorháznál és esetleg a légvezeték vagy földkábel más pontjain is leföldelik), a másik a *fázis*. Könnyen belátható, hogy a fázis megérintése áramütést okoz, ha egyidejűleg testünk valamely része a földdel érintkezik. A fázissal akkor is érintkezésbe kerülhetünk, ha valamely villamos berendezés meghibásodása folytán az megjelenik a készülék dobozán, általában valamely, a kezelő által megérinthető pontján (*testzárlat*).

***Az érintésvédelem feladata az esetleges testzárlat által okozott életveszély megelőzése.***

Az érintésvédelemnek vannak *passzív* és *aktív* megoldásai.

### Passzív érintésvédelem

***Passzív megoldások: az elkerítés, védőelválasztás, elszigetelés, burkolás.***

Az *elkerítés* nem akadályozza meg, hogy üzemszerűen feszültségmentes részek a környezethez képest veszélyes feszültség alá kerüljenek, de ezek véletlen érintése ellen védelmet nyújt úgy, hogy a védendő (helyhez kötött) berendezést kerítéssel, korláttal stb. veszik körül.

A *védőelválasztás* alkalmazásakor minden egyes fogyasztó készüléket külön biztonsági transzformátorral előállított, földeletlen feszültséggel táplálnak. (***A biztonsági elválasztó transzformátor két, egymástól elszigetelt primer és szekunder tekercsének feszültsége azonos***, de a szekunder tekercs egyik kivezetése sincs leföldelve. Így a szekunder bármely pontjának és a földnek egyidejű érintése nem okoz áramütést).

Az *elszigetelés* a meghibásodott készülék testének megérintése esetén kialakuló áram erősségét a veszélyes érték alá korlátozza az által, hogy az áramkörbe az emberi test ellenállásával sorba kapcsolva nagy ellenállást (szigetelést) iktat be. Egyik módja a készülék testének a kezelőtől ***kettős szigeteléssel*** való elszigetelése. A megkettőzött szigetelés az üzemi szigetelés meghibásodása esetén védelmet nyújt az áramütés ellen. ***A kettős szigetelésű*** (az 1. ábra szerint megjelölt) ***berendezést nem szabad leföldelni.***



1. ábra  
Kettős szigetelés jele

Az elszigetelés másik módja a kezelőnek a földtől és földpotenciálon lévő szerkezetektől (pl. szigetelő padlóval) való elszigetelése.

A **burkolás** – az elkerítéshez hasonló módon – azt akadályozza meg, hogy a helyhez kötött berendezést megérintsék. A védendő berendezést szekrénybe helyezik, beburkolják.

### **Aktív érintésvédelem**

Az aktív érintésvédelem hatását úgy fejt ki, hogy **a megengedettnél nagyobb érintési feszültséget okozó testzártatos berendezést az előírt időn belül a hálózatról lekapcsolja.** (A lekapcsolási idő alatt az érintési feszültséget nem csökkenti.) Fajtái: **feszültségvédő kapcsolás, áramvédő kapcsolás, nullázás, védőföldelés.**

A **feszültségvédő kapcsolás** alkalmazásakor a védett berendezés teste, és egy, a testtől független potenciálú földelő szonda (segéd földelés) közé egy relé kapcsolnak. Ha a berendezés testpotenciálja a megengedett érintési feszültség fölé emelkedik, a relé 0,2 s alatt kikapcsol, és megszakítja a védett berendezés hálózati feszültség ellátását.

Az **áramvédő kapcsolás** figyeli a védendő berendezés hálózati áramfelvételét, és testzártatkor a földelésen keresztül kialakuló áram hatására megszakítja a berendezés hálózati feszültség ellátását. A közvetlen fogyasztót védő áramvédő kapcsolónak 0,2 s alatt le kell kapcsolnia. Áramvédő kapcsolóként általában ún. *kismegszakítót* alkalmaznak.

A **nullázás** az érintésvédelemnek az a módja, amikor a villamos berendezés testét a **nullázóvezetőn** keresztül a hálózat közvetlenül földelt nullavezetőjével kötik össze. Így a testzártat egyfázisú rövidzárlattá alakul, azt pedig a rövidzárlat-védelem az előírt időn belül lekapcsolja.

A **védőföldelés** alkalmazásakor a villamos berendezés testét megfelelő földelési ellenállású földeléssel kötik össze. Így elérhető, hogy kisebb áramerősségű testzártatok esetén az érintési feszültség nem lesz nagyobb a megengedettnél, nagyobb áramerősségű testzártatok esetén pedig a berendezés zárlatvédelme az előírt időn belül kikapcsol.

A védőföldeléses hálózati csatlakozó aljzat védőföldelés érintkezőt is tartalmaz. **A védőföldelés érintkezőhöz a berendezés hálózati kábelének zöld-sárga színjelölésű vezetőjét kell csatlakoztatni.** A védőföldelés vezetőkének legalább olyan keresztmetszetűnek kell lennie, mint a hálózati áramot szállító vezetőkének.

### **Biztosíték**

A berendezéseket nem csak érintésvédelmi okokból látják el túláramvédelemmel, hanem saját áramköreinek a védelme céljából is. A túláramvédelem (biztosíték) leold, ha bármely okból (pl. egy alkatrész meghibásodása miatt) a megengedettnél nagyobb tápáram folyik, és ezzel megvédi a túláram miatt veszélyeztetett többi alkatrészt, áramkört.

Az készüléken belüli túláramvédelemre az aktív áramvédelemnél már említett kismegszakítók is alkalmazhatók, de gyakoribb az **olvadó biztosítók** használata. Az ún. Wichmann-biztosító egy, a két végén fémkupakkal lezárt üveg (vagy kerámia) csőben elhelyezett ólomhuzal darab. A biztosítékot a védendő áramkörrel sorba kapcsolják. Az ólomhuzal átmérőjét úgy választják meg, hogy ha a biztosítékon a megadott áramerősség folyik keresztül, a huzal felizzik és elolvad, ezzel a vele soros áramkört is megszakítva. A biztosíték kialakításától függően lehet nagyon gyors (FF), gyors (F), normál (N), vagy lassú (T) kiolvadású. Ugyanakkora túláram esetén a gyors biztosító rövidebb idő alatt olvad ki, mint a lassú. (Lassú kiolvadású biztosítót pl. olyan berendezéseknél használnak, amelyek bekapcsoláskor rövid ideig nagy áramot vesznek fel, majd áramfelvételük lényegesen csökken.)

Ha egy olvadó biztosító cserére szorul, **először a teljes készüléket feszültségmentesíteni kell, ez után kerülhet sor a hibás biztosító megkeresésére, és azonos típusúval (és értékűvel) való kicserélésére, majd a készülék feszültség alá helyezésére.**

### **Kisfeszültségű hálózatokban végzett munkákkal kapcsolatos biztonsági szabályok**

- **A hálózatban munkát végezni csak feszültségmentesítés, megfelelő szakképzettség és a szükséges biztonsági előírások betartása mellett szabad.**
- **Villamos fogyasztó hálózati csatlakozó vezetékét nem szabad megtoldani (de az erre a célra készült hosszabbító vagy elosztó alkalmazásával meghosszabbítható).**
- **Kisfeszültségű villamos hálózat légvezetékén akkor sem szabad egyedül munkát végezni, ha a hálózat feszültségmentesítve van.**
- A készülék tápegységében lévő nagy kapacitású kondenzátorok a berendezés kikapcsolása után is hosszú ideig feltöltött állapotban lehetnek, és így (ha a készülékben javítást végzünk, és ezért burkolatát eltávolítjuk) áramütést okozhatnak. Ezért e kondenzátorokat a munka megkezdése előtt célszerű egy ellenálláson keresztül kisütni.

### **5.3. Villámvédelem**

Zivatarkor a különböző légrétegek erős villamos töltést nyernek, és e töltések villámcsapás útján sülnek ki. A kisülés létrejöhet két légréteg, vagy egy légréteg és a föld felszínén lévő tárgy között. A villámcsapáskor fellépő áramerősség több ezer A.

A nagy áramú villámot sokszor kisebb kisülés előzi meg, amely ionizálja a levegőt, így mintegy előkészíti a következő, nagy áramú villám útját. A villám a legkisebb ellenállású áramutat keresi, és (megfelelő magasságban telepített villámhárító híján) főként magas épületekbe, fába, vagy antennába csap bele.

Így az amatőr rádióantennák is erősen veszélyeztetettek. A levezető kábelén keresztül a villám a lakótérbe is eljuthat, és ott komoly károkat okozhat. **A közelben lecsapó villám az épület belsejében lévő (különösen az antenna levezető kábellel párhuzamos) vezetőkben (akár a hálózati, vagy távbeszélő vezetékben) is nagy feszültséget indukálhat, amely a hozzá csatlakoztatott berendezéseket tönkretelheti.**

Az esetleges villámcsapás okozta károk elkerülése ill. csökkentése céljából villámvédelmi rendszert (földelést) kell kialakítani. Az antennaárbc mindig legyen leföldelve. Megjegyzendő, hogy **a villámvédelmi hálózat földelését nem szabad érintésvédelmi földelésre felhasználni.**

**Zivatar közeledésekor az összeköttetést haladéktalanul be kell fejezni, és az antennát le kell földelni. Az antenna levezető kábelét távolítsuk el a rádióberendezésünktől.**

**A közelben lecsapó villám által a házban lévő vezetékekben indukált (illetve kapacitív úton keletkezett) feszültség káros hatásainak elkerülésére berendezéseinket célszerű a villamos hálózatról (távbeszélő hálózatról) is leválasztani. Ez a „másodlagos” villámvédelem.**

Ha olyan antennánk van, amelynél a levezető kábel árnyékolása nem a földhöz (hanem pl. a dipól antenna egyik vezetékéhez, vagy GP antenna ellensúlyához) csatlakozik, a kábel belső erét és az árnyékolást kössük össze, és így földeljük le.

Ha a közelben (pl. az antennaárbcba) villám csap le, annak földelt talppontjában a rendkívül nagy áram hatására akkor is magas feszültség alakul ki, ha jó (kis ellenállású) földelése van. Ilyenkor ez a feszültség a földben az antennától távolodva rohamosan csökken. Ha ekkor közelítjük meg, vagy távolodunk az árbcától, egyetlen lépésünkkal akár életveszélyes feszültségkülönbségű távolságot hidalhatunk át a földön (**lépésfeszültség**), és áramütést szenvedhetünk.

### **5.4. Teendők villamos áramütés esetén**

Villamos áramütéses baleset esetén **a sérültet (ha még az áram hatása alatt van), azonnal ki kell szabadítani.** Ez történhet a helyiség, vagy a megérintett berendezés áramtalanításával, vagy a sérült elmozdításával (ilyenkor ügyelni kell arra, hogy a sérültet megérintő segítségnyújtó maga ne szenvedjen közben áramütést, illetve hogy az áram hatása alól kiszabadított sérült pl. a magasból ne essen le.) **Az áramütés következtében szív-és légzésbénulás következhet be, ilyen esetben 4 percen belül meg kell kezdeni az újraélesztési kísérletet (szájon keresztül lélegeztetve és felváltva szívmasszázs alkalmazva).** A balesetet hanyatt fektetve kemény helyre kell helyezni, ruháját meglazítani, a fejét hátrahajtani, hogy a nyelv által elzárt légút szabadabbá váljon. Ez után

percenként 16-20 befúvásütemmel néhány szájbafúvás következik, majd a szegycsonton két tenyerünket egymásra helyezve végzünk erős nyomásokat a szívre. A befúvást és a szívmasszázszt felváltva alkalmazva egy idő után megindulhat a balesetes légzése.

***Minden áramütéses balesetnél orvost kell hívni. Az orvos engedélye nélkül az áramütéses sérülttel nem szabad folyadékot itatni.***

***Ha az áramütött ember (vagy ruhája) ég, a tüzet betakarással (pl. egy kabáttal betakarva, az égéstől az oxigént elvonva) kell oltani.***