

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 vérésejtek 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 fehérvér (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 átüti 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 készülve az esetleges áramütésre, az áram hatása gyengébb lehet.

Az elektromágneses tér egészségügyi hatása

Az embert körülvevő elektromágneses sugárzások egy része természetes eredetű (Föld mágneses tere, villámítás, meteorológiai jelenségek), másik része mesterséges forrásokból származik (telekommunikáció, energiaátvitel, közlekedés, számítástechnika). Utóbbiak intenzitása a technológiai fejlődés következtében egyre nagyobb.

A rádiófrekvenciás sugárzás ún. *nem-ionizáló sugárzás*, melynek hatásai különböznek az ionizáló (radioaktív) sugárzástól. **A rádiófrekvenciás sugárzás intenzitása a levegőben a távolsággal négyzetesen csökken.**

Az elektromágneses térnek az egészségre gyakorolt hatását viszonylag rövid ideje vizsgálják, az eredmények alapján még nem vonható le biztos és hiteles következtetés. Az valószínű azonban, hogy az elektromágneses tér – amely minden vezető testben, így az emberi szervezetben is feszültséget indukál, és az ennek hatására kialakuló áramok megzavarhatják az emberi test működését irányító bioáramokat – az egészségre veszélyt jelentő stressz-hatást okozhat. Nincs kizárva, hogy egyes idegi panaszok, fáradtságtünetek, mozgásszervi gyengeség, fejfájás, alvászavarok visszavezethetők az erős elektromágneses sugárterhelésre. Nem zárható ki az sem, hogy a nagyfeszültségű vezeték (és több más elektromos berendezés) környezetében jelentkező sugárzás fokozott kockázati tényező lehet rákos megbetegedéseket, és a leukémiát illetően. Az elektromágneses sugárzás hatása a frekvenciájától is függ.

Bizonyító erejű tudományos eredmények híján az egyes államok az „óvatosság” szem előtt tartásával, különböző határértékeket határoztak meg az emberi környezetben megengedett elektromágneses térerősségre. Magyarországon az egészségügyi határértékeket (az EU normák szem előtt tartásával) a 62/2004. (VII. 26.) ESzCsM rendelet tartalmazza.

5.2. Az áramütés elleni megelőző intézkedések

Megjegyzés: E témakör részletes tárgyalása megtalálható az MSZ EN 61140 magyar szabványban.

Néhány fogalom meghatározás:

- **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 vezetőknek 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. Ennek megengedhető maximális értéke váltakozó áram esetén 50V; ez a „törpefeszültség” felső határa.
- **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. A törpefeszültség alkalmazása önmaga is érintésvédelmi módszer, mert így az érintési feszültség sem lehet a megengedett 50V-nál nagyobb.

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 környezet elszigetelése csak szakképzett vagy kioktatott kezelők esetén alkalmazható.

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 testzárlatos 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. (Ez a megoldás 1986 óta nem szabványos.)

Az **áramvédő kapcsolás** figyeli a védendő berendezés hálózati áramfelvételét, és testzárlatkor 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. (1986 óta a szabvány szerint az

áramvédő kapcsolás nem önálló érintésvédelmi módszer, hanem a védőföldelés vagy nullázás kikapcsoló szerve.)

A **nullázás** az érintésvédelemnek az a módja, amikor a villamos berendezés testét a *nullázóvezetőn* keresztül a hálózat közvetlenül földelt nullavezetőjével kötik össze. Így a testzárlat 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 testzárlatok esetén az érintési feszültség nem lesz nagyobb a megengedettnél, nagyobb áramerősségű testzárlatok 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 vezetékét kell csatlakoztatni.** A védőföldelés vezetékének legalább olyan keresztmetszetűnek kell lennie, mint a hálózati áramot szállító vezetéknek.

A hálózati vezeték (nullavezető, fázisvezető, földelő vezető) színjelzései

A hálózati vezeték vezetőinek színét szabvány állapítja meg. A **fázisvezető színe fekete** (régében barna), a **nullavezető színe kék**, a **földelő vezető zöld-sárga** (régében piros) színű. (A korábban gyártott kábelek erei a régebbi színjelölésűek lehetnek.)

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 kisütetni.**

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 kábelon keresztül a villám a lakótérbe is eljuthat, és ott komoly károkat okozhat. **A közelben lecsapó villám az épület belsejében lévő (különösen az antenna levezető kábelrel 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 antennaárbocon 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 vezetékben 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.

A berendezések fém háza érintésvédelmi okból (és nagyfrekvenciás szempontból is) földelve kell, hogy legyen. Ez a földelés közeli villámcsapás esetében is biztosítja, hogy a készülék fém háza ne kerüljön feszültség alá.

Ha a közelben (pl. az antennaárbocba) 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 árboctól, egyetlen lépésünkkel 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 legalább 24 befúvásütemmel két szájba (vagy orrba) fúvás következik. Ha ennek hatására a mellkas nem emelkedett-süllyedt, a befúvásokat max. 5 alkalommal ismételni kell, ameddig két sikeres lélegeztetés nem történt. Amennyiben a beteg ez után sem nyel vagy lélegzik, a vérkeringés helyreállítására a szegycsonton két tenyerünket egymásra helyezve végzünk erős nyomásokat a szívre kb. percenként 100-as ütemben. 30 mellkas kompresszió után ismét két befúvásos lélegeztetést kell végezni, majd a 30 mellkas kompressziót-2 belélegeztetést addig kell ismételni, ameddig megindul a balesetes légzése, a szaksegítség meg nem érkezik, vagy a segítségnyújtó el nem fárad.

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.**

5.5. Akkumulátorok kezelése

Biztonságtechnikai ismereteket a savas akkumulátorok kezelése igényel. (A „száraz” Cd-Ni, Ni-MH és Li-ion akkumulátorokkal kapcsolatban csak azt érdemes megjegyezni, hogy selejtezésükkor mint veszélyes hulladék, az arra kijelölt szelektív gyűjtőkonténerbe helyezendők.)

A savas akkumulátoroknál figyelmet kell fordítani arra, hogy szállítás, üzemelés közben az akkuból a sav ne folyhasson ki. A megfelelő sűrűségű savval egyszer feltöltött akkumulátorból csak a víz párolog az üzem folyamán, ezért a hiányzó folyadékmennyiséget desztillált vízzel kell pótolni. Az akkumulátor töltése folyamán (kb. 2,35 V cellafeszültség felett) durranógáz képződik, ezért a töltést nem szabad zárt térben végezni.