
VII. Műszaki alapok

VII.1. Rövidítések, jelentések, rajzjelek

Jelen fejezetben nem törekszünk a teljes körűsége. Az alábbiakban ismertetteken kívül még más a tárgyra vonatkozó ismeretek egyszerűen megtalálhatók az interneten. Azonban nem kerülhetjük el a figyelem felhívását, a tárgyra vonatkozóan.

A regisztrált villanyszerelők a tevékenységeik során gyakran kerülnek kapcsolatba rövidítésekkel, ezért ezek ismerete fontos.

A rövidítések általában mozaikszavak, amelyek elnevezések szavainak kezdőbetűiből állnak össze. A konkrét, valamilyen nyelven meghatározott és ismertté vált elnevezéseket használják műszaki ismertetőkből, leírásokban, tervekben.

A leggyakoribb, használatos rövidítéseket és az azokkal kapcsolatos jelentéseket az alábbiakban ismertetjük, a teljesség igénye nélkül.

VII.1.1. Névleges feszültségek

A névleges feszültségeket több szempont szerint lehet besorolni. Ezeket életvédelmi és üzemviteli szempontból mutatjuk az alábbiakban.

Életvédelmi szempontból háromféle csoport különböztethető meg:

a.) **Törpefeszültség (ELV)** [extra-low voltage (ELV)]

A vezetők között vagy egyes vezető és a föld között normál esetben, váltakozó áram esetében nem haladja meg az 50 V-ot, hullámosságmentes egyenáram esetében a 120 V-ot; ide tartoznak a SELV és a PELV biztonsági törpefeszültségek, és a FELV üzemi törpefeszültség.

b.) **Kisfeszültség (LV)** [low voltage (LV)]

Normál esetben, váltakozó áram esetében nem haladja meg az 1000 V-ot, vagy egyenáram esetében az 1500 V-ot.

c.) **Nagyfeszültség (HV)** [high voltage (HV)]

Normál esetben, váltakozó áram esetében meghaladja az 1000 V-ot, vagy egyenáram esetében az 1500 V-ot.

Üzemviteli szempontból az alábbi besorolás lehetséges, ez a besorolást a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal elnökének 7/2014. (IX. 12.) MEKH rendelete a villamos energia hálózati csatlakozási díjak meghatározásának szempontjairól, a díjak elemeiről és alkalmazásuk szabályairól rendeletében is figyelembe veszi.

-
- KIF – Kisfeszültségű hálózat: az 1 kV-nál nem nagyobb névleges feszültségű hálózat
KÖF – Középfeszültségű hálózat: az 1kV-nál nagyobb és 35 kV-nál nem nagyobb feszültségű hálózat.
NAF – Nagyfeszültségű hálózat: 35 kV-nál nagyobb feszültségű hálózat.

VII.1.2. Áramütés elleni védelem

Az áramütés elleni védelemmel kapcsolatos rövidítések és jelölésekkel a kivitelezés során gyakran kerülhetnek kapcsolatba a regisztrált villanyszerelők. Célszerű ismerni a legfontosabb rövidítéseket, ezeket az alábbiakban ismertetjük.

- ELV:** a törpefeszültség váltakozó áramnál 50V, egyenáramnál 120V-nál nem nagyobb névleges feszültség.
SELV: biztonsági törpefeszültség (földreletlen érintésvédelmi törpefeszültség).
PELV: védelmi törpefeszültség (földelt érintésvédelmi törpefeszültség).
FELV: üzemi törpefeszültség, olyan törpefeszültség, amelyet csupán a villamos szerkezetek által megkövetelt kis értékű tápfeszültség miatt, tehát nem áramütés elleni védelem érdekében választották ilyen kis értékűre, s amelyek táplálása éppen ezért nem felel meg a nagyobb feszültség áthatolás elleni védelem biztonsági követelményeinek.

VII.1.3. Áram-védőkapcsoló

A táplálás önműködő lekapcsolása védelmi mód (korábban: védővezetős érintésvédelmi mód) egyik lekapcsoló eszköze az áram-védőkapcsoló (vagy áram-védőkapcsolás)

Az áram-védőkapcsoló rövidítéseit az alábbiakban soroljuk fel:

- ÁVK – Áram-védőkapcsoló vagy Áram-védőkapcsolás,
RCD – Residual Current Devices – angol,
FI-Schutzschalter – Fehlerstromschutzschalter (FI – Schalter) – német,

Fő földelősín

A fő földelősín nemzetközi, szabványos jelölése (angolul):

MEB - Main Earthing Bar (fő földelősín) vagy:

MET - Main Earthing Terminal (fő földelőkapocs)

VII.1.4. Rajzjelek, feliratok, jelölések

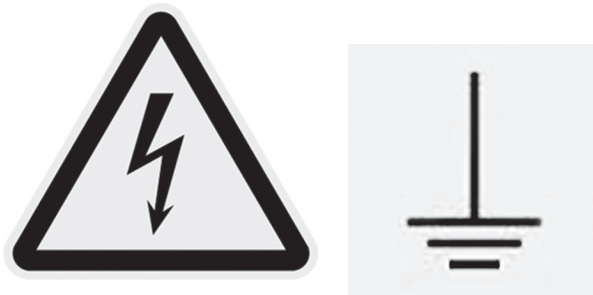
A címben szereplő rajzjelek, feliratok, jelölések szerepe az, hogy a villamos szakemberek számára érthető módon adjanak ismeretet arra, hogy a berendezés tulajdonságait, működését, szerelését bemutassák.

A használatos rajzjeleket külön mértékadó szabvány szerint alkalmazhatják a tervezők, kivitelezők. A tervezők az alkalmazott tervezőprogramok, tervezőrendszerek jelölési rendszerét használják. A mértékadó szabvány rajzjeleitől való eltérést célszerű minden esetben a tervdokumentációban „Rajzjelek”, „Tervjelek” „Jelmagyarázat” stb. módszerének alkalmazásával feltüntetni, így elkerülhetők a félreértések.

A rajzok lehetnek blokkvázlat (tömbvázlat), elvi kapcsolási rajz, alkatrészrajz (elrendezési rajz), szerelési rajz, vezetékezési rajz, kábelezési-, kábelelrendezési rajzok stb. Az alkalmazandó rajzjeleket a II.4. fejezetben mutatjuk be.

A rajzjeleken kívül rendkívüli fontossága van a feliratok alkalmazásának. A feliratokat kötelezően el kell helyezni a kivitelezés során, mert ezek nélkül a berendezés kezelése, karbantartása, bővítése stb. feladatainak ellátása során problémákat okozhat. A feliratok alkalmazását a tervdokumentációkon kívül a jogszabályok is előírják, ezért ezek alkalmazása kötelező, pl. tüzeseti főkapcsoló, EPH, 230/400 V stb.

A fentiekén kívül fontos figyelemfelhívó jelöléseket, ábrákat is szükséges alkalmazni, ezek általában olyan ábrák, amelyeket a készülékeken is elhelyezhetnek. Az ábrák általában nem csak a szakemberek számára adnak információt. Néhány példát mutatunk be az alábbiakban:



II.1.1. ábra. Villamos ábrák, jelek.

A tárgyra vonatkozó mértékadó szabványok felsorolásától eltekintünk, mert a változásokat nem tudjuk jelen helyen bemutatni. Jelenlegi mértékadó szabványok közül sorolunk fel néhányat:

-
- MSZ IEC 617-1:1993 Villamos rajzjelek
 - MSZ EN 60027 szabványsorozat Elektrotechnikában használt betűjelek.

Fontos tudni, hogy a szabványok változását a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) honlapján naprakészen követni lehet.

VII.1.5. Vezetékek jelölése

A jelölések rendszerében fontos szerepe van a vezetékek jelölésének is. A vezetékek jelölése a villamos rajzokon a szabványos betűjelekkel, esetenként a villamos tervdokumentációkban a tervjelek között található meg.

A vezetékeket a gyakorlatban egyértelműen kell megjelölni. A jelölésnek egyik legfontosabb megjelenési módja a színjelölés, a színjelölésen kívül a vezetékvégek megjelölése is fontossággal bír.

A színjelölésnek a vezeték funkciója szempontjából van elsődleges szerepe, ezért ennek szigorú szabályoknak kell megfelelniük, mert az élet- és vagyónbiztonság szempontjából a gyors felismerhetőség és a beavatkozás megvalósítása során a gyors beavatkozásnak döntő szerepe van.

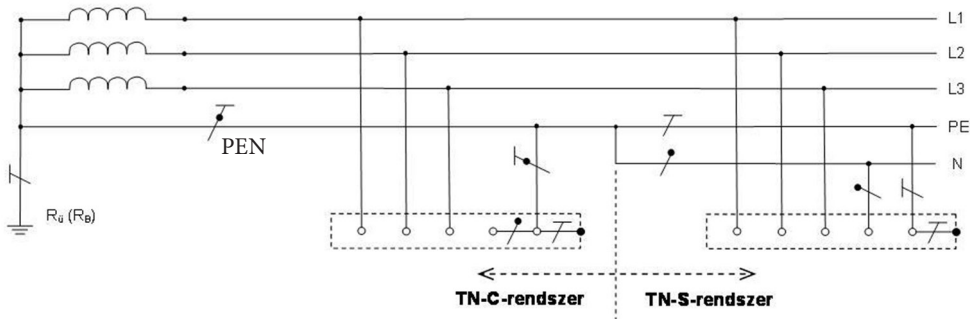
A vezetékek jelölésével kapcsolatos egyéb tudnivalókat a II.1.3. és a III. fejezetekben részletezzük.

VII.2. Tápellátó rendszerek

Az alábbiakban sematikus ábrákon a kiefeszültségen alkalmazható tápellátó rendszereket mutatjuk be.

Az II.2.1. ábrán látható a TN-C- és a TN-C-S-rendszer kapcsolódása. A két rendszer határfelülete a felhasználási helyen a fő földelő sínen (vagy kapocs) van. A fő földelősínen történik a PEN-vezető szétválasztása a PE- és az N-vezetőre. A fő földelősínt megfelelő földelőn keresztül kell földpotenciálra rögzíteni. A fő földelősínrre minden egyes vezeték egyenként, azaz külön-külön oldható kötéssel kell rögzíteni. A fő földelősínt jól megkülönböztethető és tartós módon „PEN” felirattal kell ellátni.

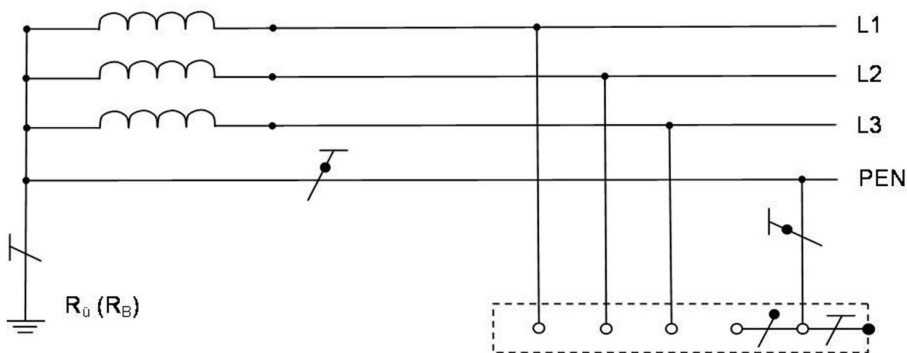
A további, a témával kapcsolatos tudni valókat a megfelelő témák részletezésénél tárgyaljuk.



TN-C-S-rendszer 230 / 400 V

II.2.1. ábra. TN-C- S-rendszer

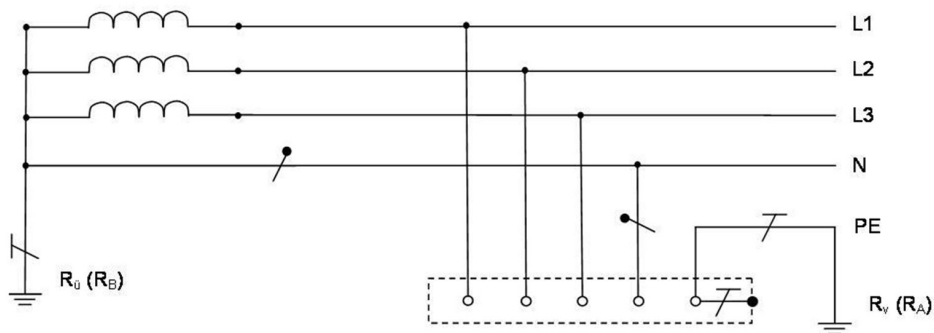
A hálózati engedélyesek a kisméretű közcélú elosztóhálózataikon az II.2.2. ábrán bemutatott TN-C-rendszert üzemeltetik. Erre a rendszerre csatlakoznak a hálózati leágazási ponton keresztül a csatlakozó vezetékek. A csatlakozó vezetékek negyedik vezetéke minden esetben PEN-vezető, erről a hálózati engedélyesek nyilatkoznak, mert ez adja az érintésvédelem szempontjából a külső feltételeket.



TN-C-rendszer 230 / 400 V

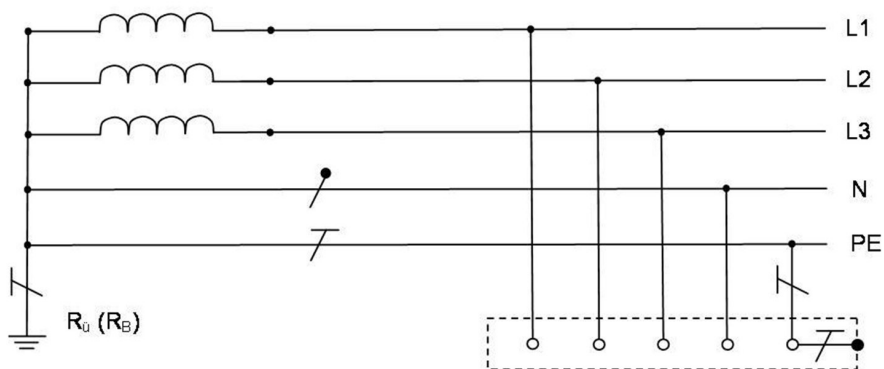
II.2.2. ábra. TN-C-rendszer

A továbbiakban bemutatott tápellátó rendszereket a teljesség kedvéért részletezzük. A hálózatra csatlakozás szempontjából ezeket itt nem részletezzük.



TT-rendszer 230 / 400 V

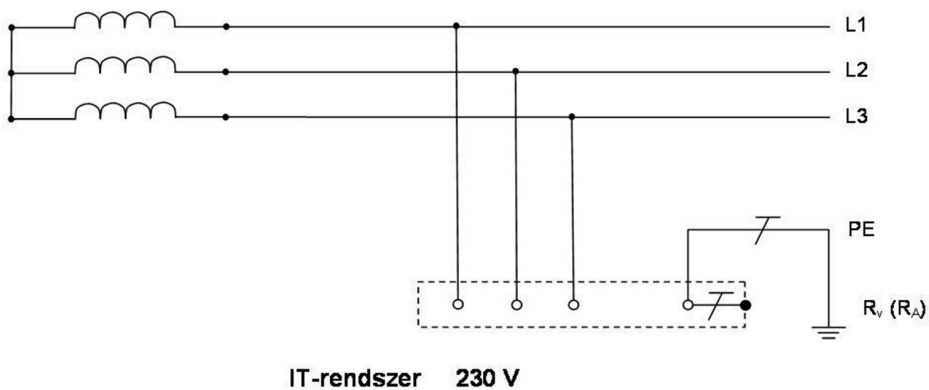
II.2.3. ábra. TT-rendszer



TN-S-rendszer 230 / 400 V

II.2.4. ábra. TN-S-rendszer





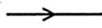

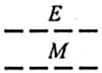
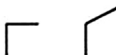
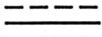



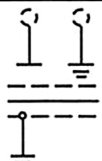
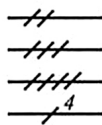
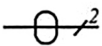

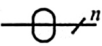


A TN-S-rendszer a felhasználó hálózatokon a fő földelősín után kiépített rendszerkialakítást szemlélteti, természetesen a teljeség igénye nélkül.



II.2.5. ábra. IT-rendszer

VII.3. Elméleti, gyakorlati alapok

VII.3.1. Rajzjelek (villamos, építészeti), konkrét villamos tervek. Adott villamos, építészeti rajzon ábrázoltak felismerése, ismertetése

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Vezeték általában		Flexibilis vezeték	
Gyűjtősín, -vezeték		Sodrott vezeték n érből	
Energia vagy jel iránya			
Vezetékek összefutása gyűjtővezetékbe, ill. szétágazása		Elektrosztatikus és elektromágneses árnyékolás	
Vezeték vonalának törése		Árnyékolt vezető	
Csatlakozó vezetékek		Árnyékolt vezető csatlakozása	
Nem csatlakozó vezetékek		Árnyékolás testelése és földelése	
Több vezeték jelölése			
Két- és n -vezetékes kábel		Védővezető	
		Vezérlő-, jelző-, mérővezeték	
		Telefonvezeték	

II.3.1. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Galvánelem vagy akkumulátorcella		A rajzelemek méretei:	
Galvánelemekből vagy akkumulátorcellákból álló telep			
Hőelem			
Hőelemekből álló telep			

II.3.2. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel	
Egyenáram		Váltakozó áram	 	
<ul style="list-style-type: none"> • általában • polaritás: – pozitív – negatív • egyen- és váltakozó áram 		<ul style="list-style-type: none"> • általában és ipari frekvencia • hangfrekvencia • ultrahang és rádiófrekvencia • ultranagy frekvencia 		
Egyenáram tervjele		Tervjel példa		3~ 50 Hz, 400 V
Háromfázisú tekercsek kapcsolása	 	Impulzusok		
<ul style="list-style-type: none"> • csillagkapcsolás • delta-kapcsolás • zezzug kapcsolás 		<ul style="list-style-type: none"> • négyyszögimpulzus • háromszögimpulzus • fűrészimpulzus 		

II.3.3. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Földelés, védőföldelés		Villamos kapcsolat	
Test (gép, készülék esetén)		<ul style="list-style-type: none"> • bontható • nem bontható • rendeltetésszerűen oldható 	

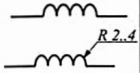


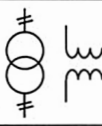
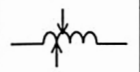

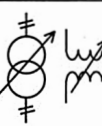


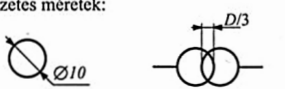

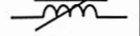
II.3.4. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Általános rajzjel és a jellegzetes méretek		Átvezető kondenzátorok	
Polarizált kondenzátor		Változtatható kondenzátor	
Külső fegyverzet		Több forgórészes	
Többrészes		Differenciál-kondenzátor	
Elektrolitkondenzátor		Beállító kondenzátor	
• polarizált		Feszültségfüggő kondenzátor	
• nem polarizált			

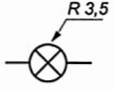

II.3.5. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Ellenállás általában, jellegzetes méretekkel		Külső hatásra változó ellenállások	
Ellenállásfajták		• feszültségfüggő (varisztor)	
• ohmos		• hőellenállás közvetett fűtéssel	
• meddő (reaktancia)		• hőellenállás közvetlen fűtéssel – PTK	
• komplex (impedancia)		– NTK	
• induktív		• fotoellenállás	
• kapacitív		Potenciométerek	
Változó értékű ellenállások		• általános jelölés	
• általános jelölés, jellegzetes méretekkel		• segédkivezetésekkel ellátott	
• folyamatos szabályozással		• több csúszkájú	
• fokozatos szabályozással		• függvény szerint változó	
• függvény szerinti szabályozással		• összekapcsolt	
• vezérelt szabályozással			
• állítható			

II.3.6. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Általános rajzjel és jellegzetes méretek		Fojtótekeres	
Tekercs • megcsapolással		Transzformátor	
• csúszó érintkezőkkel			
• vasmaggal		Transzformátor változtatható csatolással	
• por- vagy ferritmaggal			
• nem mágneses maggal		Jellegzetes méretek:	
• vasmaggal és légréssel			
• folyamatosan hangolható vasmagos			

II.3.7. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Izzólámpa általában		Egyéb kiegészítő jelzések: • kisnyomású gáztöltés • nagynyomású gáztöltés • igen nagy nyomású gáztöltés
Kisnyomású gázkisüléses lámpa • ha XX=FL, fluoreszcens lámpa • ha XX=EL, elektrolumineszcens lámpa			
		A töltőgáz és az adalékok a vegyjelükkel (Ne, Ar, Xe, Hg, Na, I, ill. D, Br, F) adhatók meg. A lámpa fényének színe betűjelekkel adható meg.	

II.3.8. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Érintkezők általában		Erősáramú érintkezők	
• záró		• záró	
• bontó		• bontó	
• váltó		• ivfűvással záró	
Többérintkezős rendszerben egymáshoz képest		• ivfűvással bontó	
• előbb működő érintkező		• terheléskapcsoló érintkezője	
– záró		• szakaszoló érintkezője	
– bontó		• önműködően visszaálló	
• tapadó érintkező		• önmagától vissza nem térő	
– záró		– záró	
– bontó		– bontó	
• késleltetve működő			
– záró			
– bontó			
• késleltetve meghúzó			
– záró			
– bontó			
– záró és bontó			
		Jellegzetes méretek	

II.3.9. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Kapcsolók		Jelfogótekeres általában	
• egyáramkörű általában		Speciális jelfogók	
• kétáramkörű, háromállású		• meghúzás-késleltetéses	
• egyáramkörű, többállású		• elengedés-késleltetéses	
• háromáramkörű		• polarizált	
- egyvonalas ábrázolás		Összetett elemek	
- többvonalas ábrázolás		• jelfogó záró, bontó és váltó érintkezővel	
		• hőjelfogó, nyomógombos visszaállítással	
		• hárompólusú mágneskapcsoló két segédérintkezővel	

II.3.10. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Csatlakozó dugasz		Kötések	
Csatlakozó foglalat		• bontható	
Dugaszolható csatlakozás többeres vezetékkel		• nem bontható	
		Szorítás csatlakozás	
Védőérintkezős dugaszolható csatlakozás		Jellegzetes méretek	

II.3.11. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Olvadóbiztosítók és jellegzetes rajzméreteik • általános jelölés • lomha • késleltetett • gyors		Szikraköz	
		Tűlfeszültség-levezető	
		• általános rajzjel	
		• oltócső	
		• vákuumos	
		• gáztöltésű	
		• ioncsöves, vezérelt	

II.3.12. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Általános jelölés és jellegzetes méretek		Frekvenciaátalakító	
Egyenirányító		Fázisátalakító	
Inverter		Impulzusformáló	

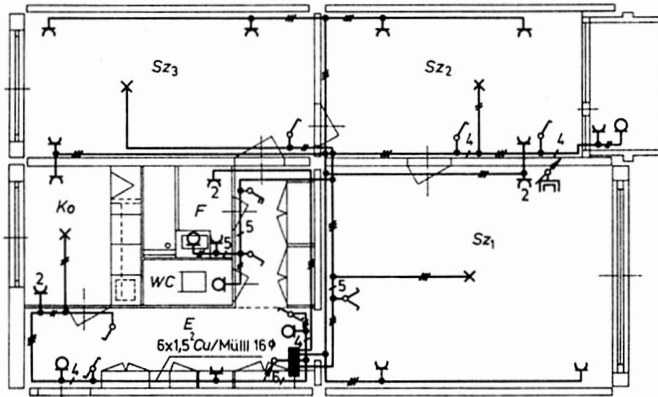
II.3.13. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Vezetékek		Kézi kapcsolók	
• szintre érkező		• kapcsoló általános jele	
• szintről elmenő		• egysarkú	
• szinten átmenő		• egysarkú, beépített jelzőlámpával	
• falon vezetett		• egysarkú, fényszabályozóval	
• vakolat alatt vezetett		• egysarkú csoportkapcsoló	
• földében vezetett		• egysarkú csillárkapcsoló	
• védőcsőben vezetett		• egysarkú váltókapcsoló	
• szegélyléc alatt vezetett		• egysarkú keresztkapcsoló	
• kábellétrán vezetett		• kétsarkú kapcsoló	
• csatornában vezetett		Védőkapcsolók	
Szekrények, dobozok		• védőkapcsoló általános jele (pl. kisautomata)	
• leágazódoboz		• egysarkú védőkapcsoló	
• csatlakozószekrény		• háromsarkú túláramkapcsoló	
• szekrény, tábla		• háromsarkú feszültségcsökkenés-kapcsoló	
• elosztó		• feszültség-védőkapcsoló reteszeléssel (hibafeszültség-kioldó)	
		• áram-védőkapcsoló reteszeléssel (hibaáram-kioldó)	

II.3.14. táblázat

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Lámpatestek		Dugós csatlakozó aljzatok	
• fényforrás általános jele	X	• kéthüvelyes csatlakozó általános jele	
• lámpaleágazás általános jele		• védőérintkezős kéthüvelyes csatlakozó	
• fényforrás egysarkú kapcsolóval		• kéthüvelyes csatlakozó dugóval együtt	
• fényforrás fényszabályzóval		• háromhüvelyes csatlakozó	
• szükségvilágítás		• háromhüvelyes csatlakozó védőérintkezővel	
• biztonsági világítás		• kettős csatlakozó aljzat	
• féncsőves lámpatest egy, ill. két féncsővel		• a dugó csak meghatározott helyzetben helyezhető be	
• lámpatest gázküléses fényforrással		• csatlakozó aljzat kapcsolóval	
• pontlámpa		• reteszelt háromhüvelyes csatlakozó aljzat	
Egyszerű és világító nyomógomb		• telefoncsatlakozó	
Mérőórátábla		• többhüvelyes telefoncsatlakozó	
Kapcsolóóra		• antennacsatlakozó	
Időrelé		• antennacsatlakozó koaxiális kábelhez	
Csengő		• mikrofoncsatlakozás	
Nullabontó			

II.3.15. táblázat



II.3.1. ábra: Lakás (épület) villamos vezetékterve

VII.3.2. Műszerek használatának ismertetése (analóg, digitális, méréshatár bővítése)

Villamos méréseinket többféle szempont alapján kategorizálhatjuk:

- *A mért mennyiség alapján beszélhetünk:*
 1. Egyenáramú (illetve feszültségű) mérésről,
 2. Váltakozó áramú (illetve feszültségű) mérésről.
- *A használt mérőberendezés típusa alapján:*
 1. Analóg mérőeszköz
 2. Digitális mérőeszköz

Napjainkban a digitális mérőberendezések egyre inkább elterjedtek és kiváltották valamennyi, ugyanazon célra használt elődjeiket, mert előnyük a nagyobb pontosság, a mért értékek eltárolhatóak, és egyértelműen leolvashatóak. Ennek ellenére még mindig használnak analóg (mutató) műszereket mivel legnagyobb előnyük, hogy azonnal eldönthető, hogy az adott pillanatban a kijelzőn mutatott érték csökkent-e, vagy éppen nőtt.

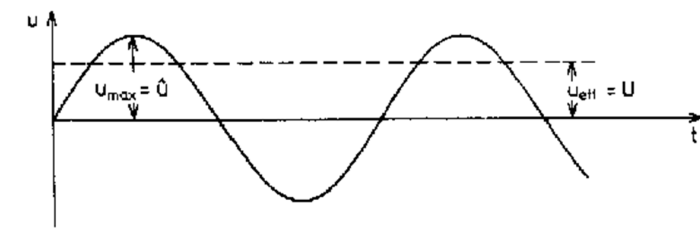
Az elektronikus műszerek mért és mutatott értékei közti összefüggések:

A legtöbb digitális multiméter a jel abszolút középértékét méri, és a jel effektív értékét jeleníti meg az LCD kijelzőjén.

Szinuszos váltakozó jel esetén ez az alábbiakat jelenti:

A szinuszos jel csúcserőértéke (Peak value) : U_{cs} , U_p

A szinuszos jel effektív értéke (RMS: Root Means Square) : U_{eff} , $U_{RMS} = U/\sqrt{2}$



II.3.2. ábra

A szinuszos jel abszolút középértéke: $U_a = (2/\pi) \times U_{cs}$

A mérők által használt korrekciós tényezők szinuszos jelet feltételezve:

- Csúcs tényező
 $K_{cs} = U_{cs} / U_{eff} =$
- Forma tényező
 $k_f = U_{eff} / U_a = 1,11$

A korszerű digitális multiméterek, már gyakorlatilag bármely jeltípus esetén képesek mérni a jel effektív értékét. Ezen műszereken fel is van tüntetve, hogy True RMS, vagyis valódi effektív értékmérő berendezés.

Feszültség és árammérés digitális Multiméter segítségével:

A mérés megkezdése előtt tisztában kell lennünk azzal, hogy milyen mennyiséget fogunk mérni és, hogy ez a mennyiség körülbelül milyen nagyságú. Ennek megfelelően a multiméterünket állíthatjuk egyen és váltakozó feszültség, vagy áram állásba, megadva a méréshatárt is.

A feszültségmérés során a multimétert **párhuzamosan** kell kapcsolnunk a mérendő objektummal. Ekkor a műszernek igen nagy a bemeneti ellenállása, így a mérendő áramkört a legkisebb mértékben befolyásolja.

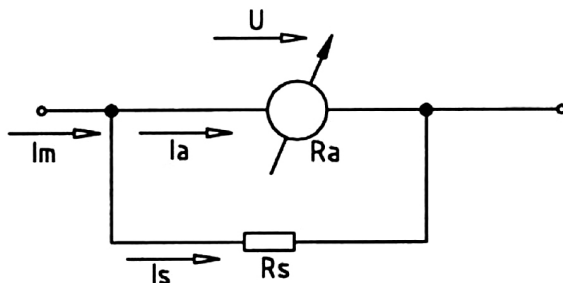
Az árammérés során a multimétert **sorosan** kell bekötni, vagyis be kell iktatni az áramkörbe, polaritás helyesen. Ilyenkor a műszernek közel 0 értékű a bemeneti ellenállása, így csak igen csekély mértékben befolyásolja a mérési eredményünket. A mérés közben ne kapcsolgassuk a méréshatár kapcsolót, mindig állítsuk be előre a megfelelő méréshatárt.

Ha figyelmetlenségből feszültségmérés során árammérés állásban hagyjuk a multimétert, akkor tulajdonképpen rövidre zárjuk az áramkört, és a műszer kis ellenállásán keresztül nagy áramok folyhatnak.

Analóg műszerek esetén, ha a mérendő mennyiség nagyobb, mint a műszer által mutatni képes érték, akkor a méréshatár bővítésével tudjuk megmérni a kívánt mennyiséget.

Feszültségmérésnél egy úgynevezett előtét ellenállás használatával (II.3.4. ábra), míg árammérésnél sönt ellenállás használatával érhetjük el azt, hogy az analóg műszerünk a végkitérésen belül maradjon (II.3.3. ábra).

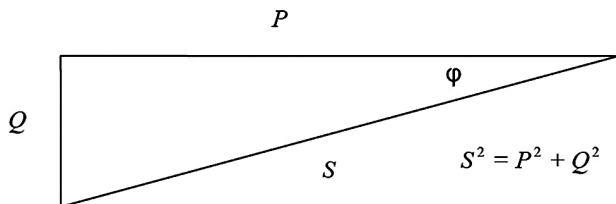
Az analóg árammérés méréshatárának bővítése:



II.3.3. ábra: Árammérés méréshatár bővítéssel

Ekkor a sönt ellenállás nagyságának ismeretében, ki tudjuk számolni az eredő áramot (I_m). Az eredő áram egy része a sönt ellenálláson fog folyni, így biztosítva azt, hogy a műszeren a kitérésnek megfelelő áram folyjék.

Az analóg feszültségmérés méréshatárának bővítése:



II.3.4. ábra: Feszültségmérés méréshatár bővítéssel

Ekkor az előtét ellenállás nagyságának ismeretében ki tudjuk számítani az eredő feszültség nagyságát (U_m).

Az eredő feszültség egy része az előtét ellenálláson esik, így biztosítva, hogy a műszeren a kitérés határnak megfelelő feszültség essen.

Az analóg műszerek használatakor ügyeljünk arra, hogy a mutatott érték a skála felső egyharmadába essék, mivel ekkor a legpontosabb a mért értékünk.

Az elektromechanikus műszerek akkor alkalmazhatóak a leghatékonyabban, más néven akkor mérnek a legnagyobb pontossággal, ha az általuk mutatott érték a skála felső harmadába esik.

Példa 0,5-ös osztálypontosságú analóg mérőre:

$$X\% = \pm \frac{X_m - X_h}{X_h} \cdot 100 \quad ,$$

ahol:

X_m a mért mennyiség és X_h a helyes (névleges) eredmény, és X a hiba százalékos értéke. X értéke függ attól hogy a mutatott érték a skála mely harmadába esik.

VII.3.3. Villamos mennyiségek ismertetése, jelölések és mértékegységek

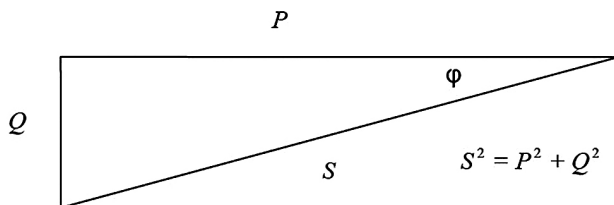
• Feszültség	$[U] = V$
• Áram	$[I] = A$
• Frekvencia	$[f] = Hz$
• Körfrekvencia	$[\omega] = rad/s$
• Hatásos teljesítmény	$[P] = W$
• Látszólagos teljesítmény	$[S] = VA$
• Meddő teljesítmény	$[Q] = Var$
• Energia	$[E] = J, kWh$
• Villamos térerősség	$[E] = V/m$
• Mágneses indukció	$[B] = Vs/m, T$
• Mágneses térerősség	$[H] = A/m$
• Ellenállás	$[R] = \Omega$
• Kapacitás	$[C] = F$
• Induktivitás	$[L] = H$
• Vezetés	$[G] = S, 1/\Omega$
• Villamos töltés	$[Q] = C$
• Villamos potenciál	$[\Phi] = V$
• Fajlagos ellenállás	$[\rho] = \Omega mm^2/m$

A feszültség potenciálkülönbség. Az áram pedig töltéshordozók rendezett mozgása. A feszültség esik, míg az áram folyik.

A látszólagos teljesítmény számítása:	$S = U \cdot I$
A hatásos teljesítmény számítása:	$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$
A meddő teljesítmény számítása:	$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$
A meddő- és a hatásos teljesítmény aránya:	$Q/P = [(\sin\varphi) / (\cos\varphi)] = \operatorname{tg}\varphi,$

– ahol φ (fi) az áram és a feszültség közti villamos szögeltérés (II.3.5. ábra). Ha a feszültség szögfüggvénye siet az áram szögfüggvényéhez képest, akkor a fogyasztó induktív, ha pedig az áram szögfüggvénye siet a feszültséghez képest, akkor a fogyasztó kapacitív jelleget mutat. A jelleget a fogyasztó impedanciája határozza meg. Tisztán Ohmos ellenállású hálózaton a feszültség és az áram fázisban vannak,

$$\varphi \text{ tehát: } \varphi = 0 \cos \varphi = 1.$$



II.3.5. ábra

Az összefüggések levezethetőek a derékszögű háromszögre alkalmazott szögfüggvényekből is.

Ohm törvénye:

$$U = R \cdot I = I / G$$

Ellenállás számítása adott keresztmetszetű, hosszú, anyagú vezető esetén:

$$R = \rho \cdot l / A,$$

ahol A keresztmetszetet jelöl mm^2 -ben.

Az energia átváltása kWh \rightarrow J):

$$1\text{kWh} = 3600 \text{ kJ} \quad 1\text{kJ} = 1\text{kWs}$$

A hatásos teljesítmény számítása ismert feszültség és ellenállás esetén:

$$P = U^2 / R$$

A hatásos teljesítmény számítása ismert áram és ellenállás esetén:

$$P = I^2 \cdot R$$

VII.3.4. Fajlagos ellenállás értékek, különböző teljesítmények meghatározása az MSZ 447-2009-es szabvány szerint

A réz fajlagos ellenállása: $0,017 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Az alumínium fajlagos ellenállása: $0,027 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$

A különböző teljesítmények meghatározása az MSZ 447:2009 jelű Kisfeszültségű, köz-célú elosztóhálózatra való csatlakoztatás című szabvány alapján.

Beépített teljesítmény: a felhasználási helyen beépített, illetve ott rendszeresen üzemben tartott fogyasztókészülékek névleges teljesítményfelvételének a számtani összege.

Névleges csatlakozási teljesítmény: a felhasználói szerződésben csatlakozási pontonként rögzített helyen, jogszabályban meghatározott, vagy ott előírt módon számított teljesítményérték, amelyet a meghatározott túláramvédelmi készülékek névleges vagy beállított áramerőssége behatárol.

Megjegyzés: A névleges csatlakozási teljesítmény értéke nem haladhatja meg a rendelkezésre álló teljesítmény értékét.

Méretezési teljesítmény: egy felhasználási helynek a növekedés figyelembevételével megállapított, távlatban várható teljesítményigénye.

Megjegyzés: Ez szolgál a felszálló és a leágazó fővezeték, valamint a mért fővezeték méretezésére.

Egyidejűségi tényező: az a valószínűségi szám, amely megadja, hogy két vagy több felhasználási hely eredő terhelése – a legnagyobb terhelések időbeli eltolódása következtében – azok számtani összegénél hányszor kisebb.

Csatlakozási teljesítmény: az egy épületben lévő felhasználási helyek névleges csatlakozási teljesítményei összegének az egyidejűségi tényezővel való szorzatából számított és az első túláramvédelmi készülék névleges értékének a meghatározásához, illetve a közcélú elosztóhálózat méretezéséhez is alapul szolgáló teljesítmény.

Megjegyzés: A csatlakozási teljesítmény csak az elosztóhálózat méretezésére szolgáló - az eredő méretezési teljesítménynél jóval kisebb érték - ezért e szabvány nem foglalkozik ennek számítási módjával. Számszerű megállapítása telepszerű lakásépítés (lakóparkok, üdülőparkok stb.) esetére a kiadott tervezési irányelvek, más esetre a ténylegesen jelentkező felhasználói igények, illetve a tervezői gyakorlat szerint történhet.

Eredő méretezési teljesítmény: közös vezetéken (vezetékreszen) ellátott több felhasználási hely méretezési teljesítményéből az egyidejűségi tényezők figyelembevételével számított teljesítményérték.

Megjegyzés: Ez szolgál alapul a lakóépület több felhasználási helyet ellátó vezetékeinek méretezéséhez.

A csatlakozóvezeték és a fővezetékek (méretlen és mért) vezetőit feszültségesésre, melegeedésre és áramütés elleni védelem szempontjából kell méretezni.

Az MSZ 447:2009-es szabvány nem foglalkozik a melegedésre és áramütés elleni védelem szempontjából történő méretezésre, kizárólag a feszültségesésre történő méretezést taglalja.

A csatlakozóvezeték és a méretlen fővezetékek együttes feszültségesése az eredő méretezési teljesítményből (P_n) adódó terhelés mellett a közcélú elosztóhálózat névleges feszültségének legfeljebb 2%-a legyen. Az elosztóhálózati engedéllyessel történő ettől eltérő megállapodás hiányában ebből legfeljebb 1% legyen a csatlakozó vezeték és legfeljebb 1% legyen valamennyi fővezeték együttes feszültségesése.

A lakás és hasonló (pl. nyaraló) felhasználási helyek ellátására szolgáló méretlen vezetékeket (betápláló fővezetékeket, felszálló fővezetékeket, leágazó vezetékeket) az azokról

ellátott valamennyi felhasználási hely méretezési teljesítményei alapján számított eredő méretezési teljesítményre kell méretezni a következő képlet szerint:

$$P_e = (n \cdot P_m) \cdot e + \Sigma (P_f + P_v)$$

P_e : eredő méretezési teljesítmény

P_m : egy felhasználási hely méretezési teljesítménye

n : a felhasználási helyek (lakások) száma

e : egyidejűségi tényező

P_f : a fűtési teljesítmény vagy légkondicionálási teljesítmény közül a nagyobb

P_v : a vízmelegítő teljesítmény

A P_e eredő méretezési teljesítményt külön ki kell számítani a világítási csúcsidőszakra és a külön mért csúcsidőszakra, a méretezést a nagyobb érték alapján kell elvégezni.

A lakásokra vonatkozó egyidejűségi tényező számítására szolgáló képlet:

$$e = c + \frac{1 - c}{\sqrt{n}}$$

e : egyidejűségi tényező

$c = 0,2$

n : a felhasználási helyek (lakások) száma

VII.3.5. Túláram fogalma

Túláramnak nevezzük a névleges áramot meghaladó bármilyen áramot.

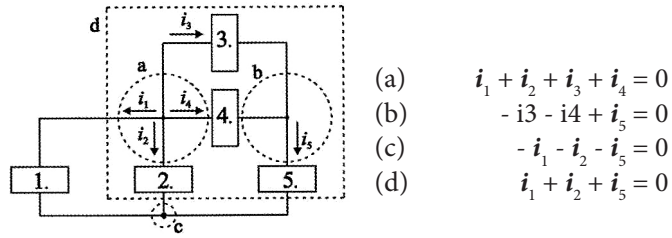
Két nagy csoportja van:

- Zárlati áram
- Túlterhelési áram

VII.3.6. Kirchoff csomóponti törvény ismertetése

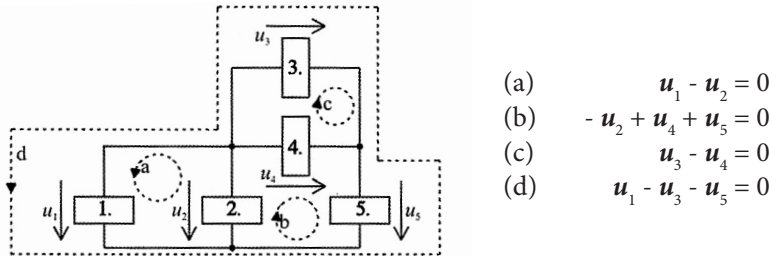
Kirchoff áramtörvénye kimondja, hogy $\Sigma_k i_k = 0$ zárt felület áramaira (II.3.6. ábra).

Az áramok algebrai összege bármely zárt felületre minden időpontban zérus.



II.3.6. ábra: Kirchoff áramtörvénye

Kirchoff feszültségtörvénye kimondja, hogy $\sum_k u_k = 0$ a hurok feszültségeire (II.3.6. ábra). A feszültségek algebrai összege bármely hurokra, bármely időpontban zérus.



II.3.7. ábra: Kirchoff feszültségtörvénye

Forrás: Fodor György Hálózatok és rendszerek

Megjegyzendő, hogy ideális szimmetrikus háromfázisú, négyvezetékes rendszerben a nulla vezetõn nem folyik áram!

VII.3.7. Feszültség, áramosztás, eredõ ellenállás

Eredõ ellenállás:

Egy hálózat eredõ ellenállásának meghatározásánál az egymással sorosan kapcsolt ellenállások összegzõdnek, míg az egymással párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredõ ellenállásának a meghatározásához az ún. replusz mûveletet alkalmazzuk melynek szokásos jelölése: X

A replusz mûvelet kifejtése két, párhuzamosan kapcsolt (R_1, R_2) ellenállás esetén:

$$R_e = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2) = R_1 X R_2$$

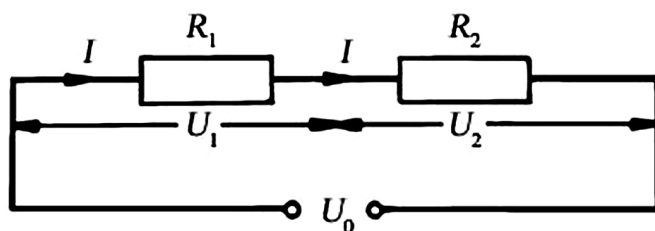
Feszültségosztás:

Az egymással párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon a feszültség nagysága megegyezik, ha a vezeték ideális, azaz rajta feszültségesés nem mérhető. Mivel a vezeték ekvipotenciális, ezért minden egyes párhuzamosan kapcsolt ellenállás között ugyanakkora feszültség mérhető.

Az egymással sorosan kapcsolt ellenállásoknál a kapocsfeszültség és az ellenállások nagyságának ismeretében számítható az egyes ellenállásokon eső feszültség nagysága (II.3.8. ábra).

U_0 : kapocsfeszültség,

R_1, R_2 : egymással sorosan kapcsolt ellenállások.



$$U_1 = U_0 \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

II.3.8. ábra: Sorbakapcsolt ellenállások

Vagyis amelyik ellenállás feszültségét szeretnénk meghatározni, annak az ellenállásnak az értékét osztjuk el az eredő ellenállás értékével, majd ahhoz, hogy a dimenzió is egyezzen szorozzuk a kapocsfeszültséggel.

Az R_2 ellenálláson eső feszültség nagysága is hasonló módon számítható.

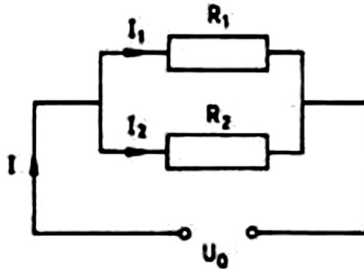
Áramosztás:

A sorosan kapcsolt ellenállások árama azonos nagyságú, és függ az eredő ellenállás nagyságától.

A párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon folyó áram nagysága fordítottan arányos az ellenállás értékének nagyságával (II.3.9. ábra). Minél kisebb az ellenállás annál nagyobb áram folyhat rajta.

I : eredő áram

R_1, R_2 : párhuzamosan kapcsolt ellenállások



$$I_1 = [R_2 / (R_1 + R_2)] \cdot I$$

II.3.9. ábra: Párhuzamosan kapcsolt ellenállások

Vagyis amelyik ellenálláson folyó áram nagyságát szeretnénk meghatározni, annak az értéke nem szerepelhet a számlálóban. Egyszerűen megfogalmazva két ellenállás esetén: A másik ellenállás osztva a két ellenállás összegével, szorozva az eredő áram nagyságával.

VII.3.8. Kapcsoló készülékek fajtái és általános ismertetésük

Fogalmak meghatározása:

Kapcsolókészülékek: Olyan készülék, amely egy vagy több áramkörben az áram bekapcsolására, vagy megszakítására szolgál.

Biztosító: Olyan kapcsolókészülék, amely erre a célra tervezett és méretezett alkatrészei közül egynek vagy többnek a kiolvadása útján nyitja azt az áramkört, melybe be van iktatva és megszakítja az áramot, ha egy adott értéket elegendő ideig meghalad.

Megszakító: Olyan mechanikus kapcsolókészülék, amely alkalmas üzemszerű áramköri viszonyok mellett az áram bekapcsolására, vezetésére és kikapcsolására, ezen kívül az üzemszerűtől eltérő, meghatározott áramköri viszonyok (mint pl. a zárlatok) esetén az áram bekapcsolására, meghatározott ideig való vezetésére és annak önműködő megszakítására.

Kisfeszültségű kapcsoló berendezések:

- Kismegszakító
- Olvadóbiztosító
- Áram-védőkapcsoló
- Túlfeszültség korlátozó
- Kontaktor
- Mágneskapcsoló
- Impulzusrelé
- Szakaszcso

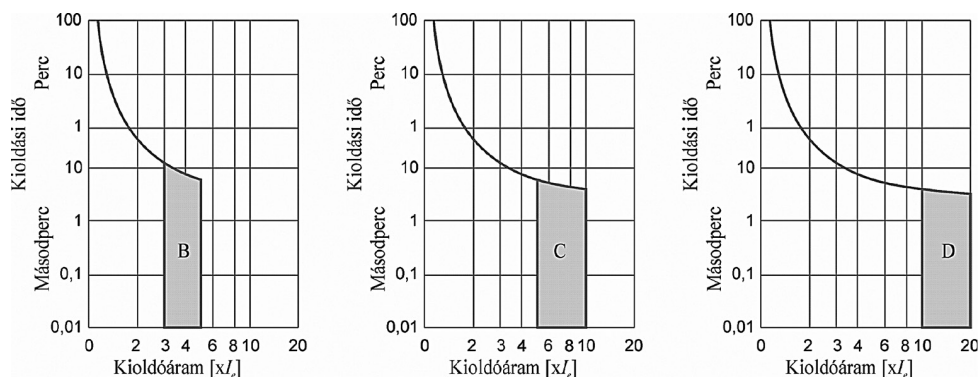
A **kismegszakítók** feladata a villamos hálózatokon kialakuló, mind zárlati, mind túlterhelési okokból kialakuló meghibásodások kiküszöbölése. A védelmet zárlat esetén a gyorskioldó, míg túlterhelés esetén egy ikerfémes hőkioldó látja el.

Kismegszakítók karakterisztikái (II.3.10. ábra):

B karakterisztikás kismegszakító

C karakterisztikás kismegszakító

D karakterisztikás kismegszakító



II.3.10. ábra: Kismegszakító jelleggörbék

„**B**” karakterisztikás kismegszakító:

Alacsony indulóáramú fogyasztók és/vagy kicsi zárlati áramú áramkörök védelmére szolgál. (hűtő, fűtő, világítási áramkörök, kisebb teljesítményű motorikus fogyasztók, stb.)

„**C**” karakterisztikás kismegszakító:

Normál áramkörök/fogyasztók és átlagos motorikus fogyasztók (kb. 2,5... 3 kW-ig) áramköreinek a biztosítására szolgál.

„**D**” karakterisztikás kismegszakító:

Nagy indulóáramú fogyasztók (3...4 kW feletti motorok) illetve generátorok/transzformátorok (áramköreinek) a biztosítására szolgál.

Az **olvadóbiztosító** olyan kapcsolókészülék, amely a bele épített olvadó szál megolvadásával, és az azt követő ív oltásával megszakítja az áramköri kapcsolatot, ha a rajta átfolyó áramerősség egy meghatározott értéket egy meghatározott ideig meghalad.

A **szakaszoló** olyan mechanikus kapcsolókészülék, amely nyitott helyzetében megfelel a szigetelési, leválasztási funkcióra előírt követelményeknek.

A szakaszoló alkalmas áramkör nyitására és zárására, ha vagy gyakorlatilag nagyon kis értékű áramot szakít meg, illetve kapcsol be, vagy ha a szakaszoló egyes pólusainak csatlakozó kapcsain jelentéktelen feszültségváltozás lép fel. Alkalmas áramok vezetésére üzemszerű áramköri viszonyok mellett, továbbá meghatározott ideig alkalmas áramok vezetésére rendellenes áramköri viszonyok, mint például zárlatok, esetén.

VII.3.9. Az MSZ 1585:2012 szabvány szerinti feszültségmentesítés lépései

A feszültségmentes munkavégzés érdekében a szabvány öt biztonsági műveletet ír elő, mellyel biztosítható, hogy a villamos berendezés a munkavégzés helyén feszültségmentes legyen és feszültségmentes is maradjon a munkavégzés ideje alatt. Ehhez a munkavégzés helyét pontosan meg kell határozni. Az adott villamos berendezés azonosítása után, a következő öt alapvető követelményt kell teljesíteni az itt meghatározott sorrendben, hacsak nincs alapvető ok a sorrend megváltoztatására:

- Leválasztás
- Biztosítás visszakapcsolás ellen
- A villamos berendezés feszültség nélküli állapotának ellenőrzése
- Földelés és rövidre zárás végrehajtása
- A közeli, aktív részek elleni védelem biztosítása

VII.3.10. Jogi fogalmak HLP, CSP, KP, MP, csatlakozó berendezés, felhasználói kör szegmentálása: profilos/idősoros, direkt/mérőváltós

HLP: hálózati leágazási pont.

CSP: csatlakozási pont.

KP: kapcsolódási pont

MP: mérési pont

Az alábbi jogi fogalmak meghatározása az érvényben lévő MSZ 447:2009-es Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás című szabvány alapján történt.

- **Hálózati leágazási pont:** a közcélú elosztóhálózat és a csatlakozóvezeték, illetve a közcélú elosztóhálózat és a felhasználói vezeték hálózat összekötési pontja.
- **Csatlakozási pont:** a közcélú elosztóhálózat és a felhasználói berendezés tulajdoni határa. A szabvány azt a villamos mű, és az összekötő berendezés közötti határpontnak tekinti, tehát ebből a szempontból figyelmen kívül hagyja a fogyasztásmérő berendezést és tartozékait (pl. időprogram-kapcsolót).
- **Csatlakozó berendezés:** a jogszabály szerint.

Megjegyzés: A VET szerint: „Az átviteli vagy elosztóhálózat részét képező vezetékrendszer - a hozzá tartozó átalakító- és kapcsolóberendezéssel együtt-, amely az átviteli vagy elosztóhálózat leágazási pontját a csatlakozási ponttal köti össze. A fogyasztásmérő berendezés a csatlakozóberendezés tartozéka”.

- **Csatlakozóvezeték:** a szabvány szempontjából egy felhasználói vezetékhalozat ellátására szolgáló vezeték, amely e szabvány tárgyához tartozó berendezések esetén a hálózati leágazási ponttól a felhasználói vezetékhalozat kezdőpontjáig terjed.

Megjegyzés: A felhasználói vezetékhalozat kezdőpontját képezik a csatlakozás módjától függően:

- a csatlakozó főelosztó bemenő kapcsai,
- vagy ennek hiányában a fogyasztásmérő berendezés kimenőkapcsai,
- vagy a tetőtartón, falitartón vagy falihorognál lévő fázisvezető-kötések.
- Összekötő berendezés: a jogszabály szerint.

1. *Megjegyzés: A VET szerint: „Több felhasználó által használt ingatlan belső vezetékhalozatának nem az elosztóhálózati engedélyes tulajdonában álló méretlen szakasza, amely a csatlakozási pontot a felhasználói berendezéssel köti össze.”*

2. *Megjegyzés: Az összekötő berendezés a csatlakozó berendezést, a csatlakozási pontot köti össze a fogyasztásmérő berendezéssel; a fogyasztásmérőhely az összekötő berendezés tartozékai.*

- **Felhasználói vezetékhalozat:** az összekötő berendezés és a mért felhasználói vezetékhalozat összefoglaló elnevezése.

Megjegyzés: Egy felhasználói vezetékhalozaton belül több mért felhasználói hálózat is lehet.

- **Méretlen felhasználói hálózat:** a felhasználói vezetékhalozatnak az a része, amelyre közvetlenül csatlakozó berendezések, készülékek (pl. hangfrekvenciás központi vezérlőkészülék) fogyasztását nem méri joghatással járó mérési célra felszerelt fogyasztásmérő.
- **Betápláló fővezeték:** a méretlen felhasználói hálózat részét képező vezeték, amely a csatlakozóvezetékkel köti össze a méretlen hálózat készülékeinek elhelyezésére szolgáló berendezéssel (méretlen főelosztó).

Megjegyzés: Több felhasználási helyet tartalmazó épületek esetén a betápláló fővezeték a méretlen felhasználói hálózat részét képező vezeték, amely a csatlakozási pont után elhelyezett első túláramvédelmi készüléket köti össze a csatlakozó főelosztó készülékeivel. A betápláló fővezetékben elhelyezhető a tűzeseti főkapcsoló, ha azt nem lehet műszaki okok miatt a csatlakozó főelosztóban vagy a méretlen főelosztóban kialakítani.

- **Csatlakozó főelosztó:** a méretlen felhasználói hálózat részét képező központi elosztóberendezés, amely:
 - a csatlakozóvezeték, illetve a betápláló fővezeték (felfűzött táplálás esetén legfeljebb két ilyen vezeték) fogadására, és
 - az első túláramvédelmi készülék elhelyezésére, és
 - a méretlen felhasználói hálózat szükség szerinti elosztására szolgál.
- **Első túláramvédelmi készülék:** a felhasználói vezetékhalozaton fellépő és - az azon belül elhelyezett - más zárlatvédelmi készülék által meg nem szüntetett zárlat alap-

vagy fedővédelemként való lekapcsolására szolgáló, a csatlakozási pont után alkalmazott első túláramvédelmi eszköz.

- **Felszálló fővezeték:** a méretlen felhasználói hálózat részét képező, több felhasználási hely (lakás, üzlet stb.) táplálására szolgáló vezeték, amely a csatlakozó főelosztótól vagy a méretlen főelosztótól indul és a leágazó fővezetékig terjed.

Megjegyzés: A felszálló fővezeték pl. sorházak esetén vízszintesen is haladhat.

- **Leágazó fővezeték:** a méretlen felhasználói hálózatot képező, de csak egyetlen felhasználási hely (lakás, üzlet stb.) táplálására szolgáló vezeték, amely általában a felszálló fővezetektől (egyes esetekben a csatlakozó főelosztótól) ágazik le és a fogyasztásmérőig terjed. Mérőváltókra csatlakozó fogyasztásmérő esetén a mérőváltók és a fogyasztásmérő közötti vezetékek, valamint a fogyasztásmérőhöz csatlakozó feszültségszálak is leágazó fővezetéknek minősülnek.
- **Méretlen fővezeték:** a betápláló fővezeték, a felszálló fővezeték és a leágazó fővezeték összefoglaló elnevezése.
- **Vezérlővezeték:** a felszálló fővezeték, illetve a leágazó fővezeték(ek) tartozékát képező működtető vezeték, amely:
 - a meghatározott időszakokban hálózatra kapcsolható (pl. hőfejlesztő) készülékek be- és kikapcsolását végrehajtó - az egyes fogyasztásmérő berendezések mellett felszerelt - mágneskapcsolóknak a központi időprogramkapcsoló által történő vezérlésére, vagy
 - a fogyasztásmérők árszabásváltásának vezérlésére szolgál.
- **Mért felhasználói hálózat:** a felhasználói hálózatnak az a része, amelyre csatlakozó berendezések és készülékek fogyasztását joghatással járó mérési célra felszerelt fogyasztásmérő méri.
- **Mért fővezeték:** a mért felhasználói hálózat részét képező vezeték, amely a fogyasztásmérő berendezést köti össze a felhasználói mért főelosztóval.

Megjegyzés: A fogyasztásmérő berendezéstől induló és csak egyetlen felhasználói berendezést tápláló vezeték nem minősül mért fővezetéknek.

- **Fővezeték:** a mért és a méretlen fővezeték összefoglaló neve.
- **Felhasználói mért főelosztó:** a mért felhasználói hálózat részét képező, ennek a fogyasztásmérő berendezés utáni első elosztására és az egyes áramkörökbe iktatott túláramvédelmi készülékek elhelyezésére szolgáló elosztó.

Megjegyzés: Itt helyezhető el egyes helyhez kötött fogyasztókészülékek leválasztó kapcsolója és az áram-védőkapcsoló is.

Felhasználói körök:

Elszámolási mód alapján megkülönböztetünk: Profilos és Idősoros felhasználót.

Profil elszámolású fogyasztó lehet az a feljogosított fogyasztó, akinek az ellátása a kisfeszültségű hálózatról történik, nem rendelkezik terhelési görbe regisztrálására alkalmas távlelviható fogyasztásmérő készülékkel, továbbá a csatlakozási ponton mért fogyasztása

tekintetében a névleges csatlakozási teljesítménye 3×80 Amper vagy annál kisebb, vagy közvilágítás és egyéb, a közvilágítási hálózatról ellátott, azzal együtt vezérelt világítás (telefonfülke, közlekedési jelzőtábla, reklámvilágítás, stb.) céljára vételez.

Versenypiacon az elfogyasztott energiamennyiséget alapesetben negyedóránként kell elszámolni, ehhez erre alkalmas mérőberendezés szükséges. Az ilyen mérőberendezéssel történő elszámolást nevezzük idősoros elszámolásnak. A jelenlegi gyakorlat szerint, amennyiben a kiefeszültségű felhasználási hely névleges csatlakozási teljesítménye 240 ampernál nagyobb, idősoros elszámolásról beszélünk (középfeszültség és nagyfeszültségű felhasználási hely esetén teljesítménytől függetlenül).

A felhasználó igénye alapján, kiefeszültségen 3×80 A névleges csatlakozási teljesítmény esetén, illetve az alatt is szükségessé válhat idősoros fogyasztásmérés kiépítése. Ilyen esetben közvetlen (direkt) mérésű fogyasztásmérő helyet kell kiépíteni. A 3×80 A-t meghaladó névleges csatlakozási teljesítmény esetén áramváltós mérőhely kialakítása szükséges.

Jogosultság alapján megkülönböztetünk olyan felhasználókat, akik az egyetemes szolgáltatást veszik igénybe (a névleges csatlakozási teljesítménye $< 3 \times 63$ A) és olyan felhasználókat, akik a versenypiacról vásárolják a villamos energiát (a névleges csatlakozási teljesítménye $> 3 \times 63$ A)

VII.3.11. Az OBIS kódok értelmezése

Az OBIS (Object identification system) kód vagyis Objektum azonosító rendszer kód segítségével azonosíthatjuk a különböző villamos és nem villamos mennyiségeket mérő mérők által mért fizikai mennyiséghez tartozó értékeket. Fontos azt tudnunk, hogy OBIS kód ugyanúgy tartozhat hőmennyiség, gáz, vagy akár vízméréshez. Egy OBIS kód legáltalánosabb esetben 6 karakterből épül fel (II.3.11. ábra).

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

II.3.11. ábra: OBIS kód

Az **A** mezőben található érték alapján azonosítható be maga a mért mennyiség, mint fizikai adat. Az 1-es kód jelenti a villamos vonatkozású mennyiségeket.

A **B** mező egy úgynevezett csatornaazonosító, az esetlegesen több csatornát használó mérők könnyebb azonosíthatósága végett.

A **C** mező alapján azonosítható be, hogy az **A** mezőben tárolt mennyiségnek (pl.: villamos, hő), mely konkrét fizikai adatát mértük.

Számjegyek jelentése:

- Szumma elfogyasztott hatásos energia (import)

- Szumma visszatáplált hatásos energia (két áramlási irányt mérő mérők esetében pl.: HMKE) (export)
- Szumma elfogyasztott meddő energia (import)
- Szumma visszatáplált meddő energia (export)

A **D** mezőben található érték az **A** és **C** mezők által kijelölt mennyiségek számítási fajtáját jelölik. Például, hogy a megjelenített vagy kiolvasott adat átlagérték, maximum, minimum vagy integrálképzéssel keletkezett.

Az ide vonatkozó legfontosabb érték a 8-as, mely azt jelenti, hogy a mérő a felszerelésétől számított idő óta mekkora értékeket regisztrált a mérőműbe beépített integrátor segítségével.

Az **E** mező értéke jelzi, hogy a mérőmű mely beépített tarifa számlálómű segítségével mérte az adott értékeket.

- tarifa nélküli, összes
- 1-es tarifa (csúcs tarifa)
- 2-es tarifa stb (csúcson kívüli)

Ennek a több tarifát is kezelni képes mérőművek esetén van jelentősége.

Az **F** mezőben megjelenített érték pedig a különböző számlázási időszakokat jelöli.

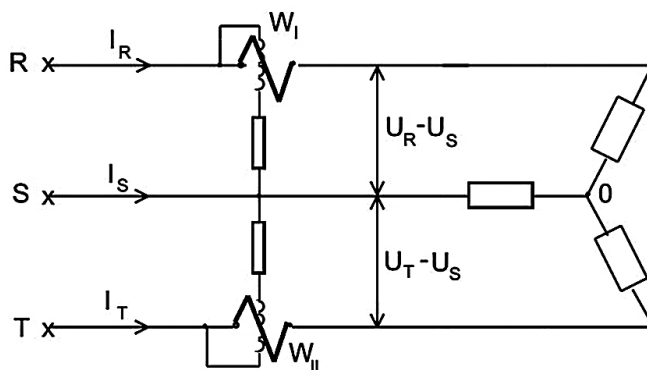
A leggyakrabban használatos **OBIS** kódok:

1.8.0 2.8.0 3.8.0 4.8.0

Általános megjelenítés például egy Actaris SL 7000-es mérő esetén:

1-1:1.8.2 · 1

VII.3.12. Az Áron-kapcsolás és használhatósága



II.3.12. ábra: Háromvezetékes rendszer teljesítményének mérése két wattmérővel

Az un. Áron-kapcsolás segítségével hatásos teljesítmény mérhető háromfázisú háromvezetékes rendszerekben két wattmérő segítségével (II.3.11. ábra). Két wattmérővel, akkor mérhetünk háromfázisú teljesítményt, ha a vonali áramok pillanatértékeinek algebrai összege nulla. Ez a feltétel három vezetős rendszerben teljesül.

VII.3.13. Mérőhely kiépítésének helye, elhelyezés szempontjai

A fogyasztásmérő-helyek kialakítás alapvetően az elosztói engedélyes által elfogadott (A honlapunkon rendszeresített) típus fogyasztásmérő-szekrények beépítését jelenti. A beépítést a szekrényt forgalmazó tanúsítványai alapján és a szerelési előírásai szerint kell végrehajtani.

A fogyasztásmérő berendezés felszereléséhez szükséges fogyasztásmérő-helyet a felhasználó által megbízott, megfelelő jogosultságokkal rendelkező regisztrált villanyszerelő vállalkozó alakítja ki. A fogyasztásmérő-helyet alap esetben fogyasztásmérő-szekrényvel (sajátos esetben: zárt mérőalátét táblával, egyéb tokozatokkal) lehet kialakítani az elosztói engedélyes által elfogadott típusokból, illetve a helyi adottságok adta műszaki lehetőségek figyelembe vételével.

A fogyasztásmérő helyet úgy kell létesíteni, hogy az megfeleljen a fogyasztásmérő berendezés szereléséhez szükséges követelményeknek.

Tervezés esetén a tervtől való eltérést a szerelés megkezdése előtt az elosztói engedéllyessel, a tervezővel és a megrendelővel (felhasználó) egyeztetni és dokumentálni kell.

A fogyasztásmérő helyek kialakítására vonatkozóan az MSZ 447:2009 jelű szabvány ad iránymutatást. A felhasználói igénybejelentést követően a hatályos műszaki előírások, a helyi adottságok és a felhasználói igények figyelembe vételével az elosztói engedélyes tájékoztatójában meghatározásra kerülnek a hálózatra kapcsolás feltételei. Ez tartalmazza a fogyasztásmérő-hely kialakítására vonatkozó ajánlott előírásokat is.

„A fogyasztásmérő berendezés elhelyezésére szolgáló fogyasztásmérő-helyet az elosztói szabályzatban meghatározott minimális követelmények és szabályok betartásával kell kialakítani. A mérőhelyet a felhasználó saját költségén alakítja ki.”

A fogyasztásmérő-hely szekrénye (tokozata) és szerelvényei (sorkapcsok, vezetékezés, kábel bevezetők, tömszelencék, csőadapterek, kábelvég-elzárók kifejtéséhez szükséges tokrészek stb.) a méretlen felhasználói hálózat részét képezik. A fogyasztásmérő felszereléséhez szükséges helyet az elosztói engedélyes előzetes tájékoztatása, illetve a felek közötti egyedi megállapodás alapján kell kialakítani. Elsődleges szempont az, hogy a fogyasztásmérő-helyet a csatlakozási ponton, vagy annak közelében, **lehetőség szerint a telekhatáron** kell elhelyezni.

Egy- illetve két felhasználási helyet tartalmazó épület esetében a fogyasztásmérő-helyet annak külső falán (szabadvezetékes csatlakozás), vagy az ingatlan és a közterület határán, egyedi elbírálás alapján főbejárat közeli épületfalon (földkábeles csatlakozás) kell kialakí-

tani. A kialakítás elsősorban tehát annak a függvénye, hogy a csatlakozóvezetékek szabadvezetékes vagy földkábeles kialakítású.

Több felhasználási hellyel rendelkező épület (maximum 4 lakás és 1 közösségi mérés) esetén elsősorban a telekhatáron, csatlakozási pont közelében kell elhelyezni a fogyasztásmérő szekrényt.

Többszemeletes társasházak, több tíz fogyasztásmérő-hellyel rendelkező épület esetén vagy épületenként, vagy az épület egyes szintjein (ezen belül szekciónként) összegyűjtve, az épület mindenki által hozzáférhető helyén, annak közlekedő tereiben kell a mérőhelyeket csoportosan kialakítani. A fogyasztásmérő berendezést úgy kell elhelyezni, hogy a mechanikai és a várható környezeti behatásoktól védve legyen. Ezt a követelményt az elosztói engedélyeseknél elfogadott és rendszeresített, minimum IP44 védettségű, például tokozott szekrényvel lehet a legegyszerűbben biztosítani.

Az alábbi ajánlások az MSZ 447:2009 jelű Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás című szabványból lettek kiemelve.

A fogyasztásmérők elhelyezéséhez szükséges helyet vagy az elosztóhálózati engedélyes tájékoztatása alapján, vagy az elosztóhálózati engedéllyel történő előzetes megegyezés szerint kell biztosítani.

Az elosztóhálózati engedéllyel történő, ettől eltérő megállapodás hiányában új fogyasztásmérőhelyek fogyasztásmérőinek és ezek tartozékainak elhelyezésére a következők szerint kell helyet biztosítani:

- egyetlen felhasználási helyet tartalmazó épület esetén ennek külső falán, lehetőleg a közterületről látható helyen vagy a közterületről elválasztó telekhatáron
- több felhasználási helyet tartalmazó épület (épületszekció) esetén vagy épületenként (épületszekciónként) vagy szintenként (ezen belül szekciónként) összegyűjtve az épület mindenki által hozzáférhető közlekedő tereiben. A pince felhasználási helyeinek fogyasztásmérőit a földszinten vagy az alagsorban, a padlás felhasználási helyeiket a legfelső emeleten, kétszintes lakásokét azok bejárati szintjén kell elhelyezni.

Csoportos elhelyezés esetén az egyes fogyasztásmérő berendezéseken tartósan és egyértelműen meg kell jelölni, hogy azok mely felhasználási hely fogyasztását mérik.

A fogyasztásmérő-helyeknél - szerelési célra - az első szakasz szerint megállapított helyen túlmenően, bármilyen mérőelhelyezés esetén minden irányban 50-50 mm szabad helyet kell biztosítani.

(*) A fogyasztásmérő berendezést úgy kell elhelyezni, hogy azt ne érhessek káros mechanikai és légköri behatások (rázkódás, nedvesség, por, egyéb szennyezés, a helyiség rendeltetésszerű használatánál várható sérülés).

Megjegyzés: Ezt a követelményt célszerű a területileg illetékes elosztóhálózati engedélyes által elfogadott és rendszeresített, legalább IP 44 védettségű szekrényvel, műanyagtokozással teljesíteni. Megengedett fémtokozású szekrényvel vagy épületkialakítással való megoldás is, de e megoldásoknak is meg kell felelniük az e fejezetben megadott követelményeknek.

(**) Tokozat alkalmazása esetén, az legyen ellenálló a környezeti behatásoknak. Kialakításánál gondoskodni kell olyan zárópecsételhetőségről, amely biztosítja, hogy a zárópecsételés eltávolítása nélkül:

- ne legyen lehetséges a tokba szerelt berendezések cseréje vagy befolyásolása, valamint magának a toknak leszerelése, viszont
- a felhasználó számára is legyen lehetséges a számláló állásának leolvasása, valamint a vezérelt fogyasztásmérő kapcsolási állapotának ellenőrzése és a fogyasztásmérőhöz szerelt kismegszakítók kezelése.

A fogyasztásmérők és az időprogram-kapcsolók felerősítésére a tokozat tartalmazzon csúsztható keresztcsínes vagy ennek megfelelő rögzítőelemeket.

A tokozat burkolati kialakítása olyan legyen, hogy a méretlen fővezetékek vezetékai illetéktelenek által ne legyenek hozzáférhetők. A tokozatban az egyazon fogyasztásmérőhöz tartozó vezeték a többiétől jól megkülönböztethető módon legyenek vezetve.

A tokozat, illetve annak a többi rekesztől eltávolíthatatlanul elválasztott rekesze csak a fogyasztásmérőt és tartozékait tartalmazhatja, felhasználói berendezést és tartozékait (pl. leválasztókapcsoló, áram-védőkapcsoló) nem.

Ha a fogyasztásmérő elhelyezésének a (*)-al jelölt szakaszban előírt követelményei nem tokozat alkalmazásával, hanem más módon (pl. épületszerkezeti kialakítással) teljesülnek, akkor a (**) -al jelölt szakasz követelményeit értelemszerűen más megoldással, de azonos értékűen kell kielégíteni.

Épületszerkezeti kialakítás esetén fogyasztásmérőnként egy, a csatlakozó védőcsöveknek megfelelő, de legalább 100×100 mm-es zárópecsételhető dobozt kell a falba süllyesztve elhelyezni olyan módon, hogy a hozzátartozó fogyasztásmérő azt teljes egészében fedje le, a fogyasztásmérő leszerelése esetén pedig a vezetékvégek abban elhelyezhetők legyenek és a doboz lezárható és zárópecsételhető legyen.

***Megjegyzés:** Tekintettel arra, hogy az azonos értékűség egyedi elbírálást igényel, az ilyen megoldásokat még a kivitelezésük megkezdése előtt kell az illetékes elosztóhálózati engedélyessel egyeztetni.*

Falra szerelés esetén a fogyasztásmérő berendezés csak olyan falon helyezhető el, amely az érkező és elmenő védőcsövek, a vezetékcsatornák, a vezeték más védőburkolatai és az alátétábla (zárt mérőalátétábla) alá helyezett doboz részére készített hornyok és lyukak mechanikai gyengítő hatását károsodás nélkül elviseli.

A fogyasztásmérő felszerelésére szolgáló, soklyukú téglafal legalább 10 cm, a kisméretű, tömör téglából készültfal pedig legalább 12 cm vastag legyen.

Az éghető anyagú épületben a fogyasztásmérőhely kijelölésénél és kiképzésénél gondoskodni kell arról, hogy a falszerkezet vagy az egyéb szerkezeti (szerelési) megoldás feleljen meg a várható igénybevételnek, és biztosítsa a fogyasztásmérő, valamint a bekötött vezeték megfelelő rögzítettségét.

A villamos fogyasztásmérő mellett vagy alatt, 60 cm-nél közelebb fémhálózat (víz-, gáz-fűtőcsövek stb.), illetve tokozat nélküli gázfogyasztásmérő ne legyen. Ha ez elkerülhetetlen, akkor a fémcsövet járulékos szigeteléssel kell ellátni, pl. a fémcsőre hosszában hasított műanyag védőcsövet kell erősíteni, vagy a fémcsövet villamos szigetelőanyaggal átlapoltan körül kell tekerceselni, vagy a fogyasztásmérő és a fémcső, illetve a fogyasztásmérő és a gázmérő közé szigetelőlapot kell helyezni. A járulékos szigetelés 30-30 cm hosszban nyúljon túl a fogyasztásmérőkön, az alátétábla szélétől mérve. A közös fogyasztásmérő- és gázmérőszekrény megfelelő szellőzéséről gondoskodni kell. A villamos fogyasztásmérő-szekrény és a gáz fogyasztásmérő szekrények között távolságtartás nem szükséges.

Ha a fogyasztásmérő (más hely hiányában) az ajtó nyíló szárnya mögé kerül, akkor az ajtónyílás behatárolására ütközőt kell elhelyezni.

Ha a fogyasztásmérő berendezés fémszekrénybe kerül felszerelésre, úgy ennek korrózió elleni védelméről gondoskodni kell.

Fémszekrénybe, vagy előre gyártott műanyagszekrénybe való szerelésük esetén nem szükséges fogyasztásmérő alátétábla felszerelése. A felerősítést szolgáló fém- vagy szigetelőanyagú alátétlapokat úgy kell kialakítani, hogy a felerősítő csavarok átállíthatóak és elfordulás ellen biztosítottak legyenek. A vezetékeket a bevezetéseknél, átvezetéseknél, átbujtatásnál mechanikai sérülés ellen védeni kell.

Fogyasztásmérőhelynél kötést csak ugyanazon felhasználási helyhez tartozó, időkorlátozással üzemelő villamos berendezések fogyasztásmérőjének és időprogram-kapcsolójának részére szabad létesíteni.

Éghető anyagú épületszerkezeten kialakított fogyasztásmérőhelynél kötést csak az épületszerkezet és a fogyasztásmérő léckeret közé rögzített - ez utóbbival megegyező területű - nem éghető anyagú alátétlemez alkalmazásával szabad létesíteni.

Az elosztóhálózati engedéllyessel történő ettől eltérő megállapodás hiányában a fogyasztásmérő berendezés és tartozékai leolvasást vagy kezelést igénylő részeinek alsó széle legalább 0,6 m-re, felső széle legfeljebb 1,8 m-re legyen a padlószinttől.

A kivitelezői nyilatkozatban a szekrény típusazonosítóját kell feltüntetni és nem a gyártó nevét.

VII.3.14. Mért fővezeték mint fogalom, keresztmetszetek

Mért fővezeték: a mért felhasználói hálózat részét képező vezeték, amely a fogyasztásmérő berendezést köti össze a felhasználói mért főelosztóval.

Megjegyzés: A fogyasztásmérő berendezéstől induló és csak egyetlen felhasználói berendezést tápláló vezeték nem minősül mért fővezetéknek.

Ha a felhasználási hely villamosenergia-ellátásának mérésére több fogyasztásmérőre (pl. minden napszaki és vezérelt külön mérő) van szükség, akkor minden fogyasztásmérőtől a felhasználói mért főelosztóig – a fázisvezetők mellett - külön el kell vinni a nulla-vezetőt is, azaz közösített nulla-vezetőt nem szabad létesíteni.

A mért fővezeték végein szerelés céljára legalább 0,5 m szabad hosszt kell hagyni.

Hajlékony (több elemi szálból álló) vezeték alkalmazása esetén a fogyasztásmérőbe köntendő végeket tömöríteni kell (pl. rásajtolttal érvéghüvellyel).

Védőcsöves szerelés esetén minden fogyasztásmérőtől induló vezetékrendszert külön védőcsőben kell elhelyezni.

Megjegyzés: Nem vonatkozik ez a követelmény a lakóépületek vezetékcsatornáiba (leveshető fedelű) szerelt, mért fővezetékeire. Egy vagy több lakás különböző fogyasztásmérőtől induló, közös vezetékcsatornában elhelyezett, különböző vezetékrendszerek vezetékeit legalább 1,5 m-enként szigetelőszalaggal vagy más hasonló módon egymáshoz kell erősíteni.

Öntöttfalú (alagútzsalus, csúszózsalus stb.) lakóépületekben azonban megengedett az azonos lakáshoz tartozó, külön fogyasztásmérőtől induló vezetékrendszerek közös védőcsőbe, illetve közös dobozba való szerelése.

A fogyasztásmérőtől induló vezetékeket nem szabad más felhasználási hely (más lakás) helyiségein keresztül vezetni, vagy - ha ez elkerülhetetlen - a más felhasználási hely helyiségeiben vezetett szakaszt csak falba süllyesztett védőcsőben szabad vezetni. Ezen védőcsőszakaszon nem szabad az idegen felhasználási helyről nyitható dobozt alkalmazni.

A mért fővezeték vezetőinek megengedett legkisebb keresztmetszete mindennapszaki mérés esetén 10 mm² CU vezeték, vezérelt mérés esetén 6 mm² CU vezeték legyen.

VII.3.15. Az elosztói engedélyes zárópecsétjeinek eltávolítása

A regisztrált vállalkozók által végezhető tevékenységek fogyasztásmérő-helyen, összekötő berendezésen

Tervezhető, ütemezhető feladatok:

- létesítés,
- felújítás,
- bővítés,
- felmérés,
- üzemzavar elhárítás,
- szolgáltatás visszaállítása,
- éves, vagy időszakonkénti szerelői ellenőrzés
- szabványossági felülvizsgálatok.

Megjegyzés: A hitelesítési pecsétet tartalmazó (MKEH, OMH stb.) plombát eltávolítani **SZIGORÚAN TILOS!**

A regisztrált villanszerelő a hálózati engedélyes zárópecsétjeit alapesetben nem távolíthatja el. Azonban a hálózati engedélyes ettől eltérő nyilatkozat alapján, megfelelő feltételek teljesülése esetén a zárópecsétet el lehet távolítani. A zárópecsét eltávolíthatóságának szigorú feltételei kapcsolatosak a tárgyi- és a személyi feltételekkel, a jogszabályok és a szabványok által előírt követelményeket minden egyes esetben be kell tartani.

Zárópecsét eltávolításának feltételrendszere az ELMŰ-ÉMÁSZ Társaságcsoport területén

Tervezett munka esetén a regisztrált vállalkozó előre bejelenti a zárópecsét (plomba) eltávolításának igényét a Telecentrumba, vagy személyesen az ügyfélszolgálatok valamelyikén.

Telecentrum elérhetőségek:

- ELMŰ: 06-40-38-38-38
- ÉMÁSZ: 06-40-28-28-28

A telefonszámok a „villany számlákon” is megtalálhatóak

A regisztrált vállalkozót a neve és regisztrációs száma alapján azonosítják, ezért ezeket az adatokat minden esetben meg kell adni. A plomba eltávolításának igénybejelentésekor szükséges megadni az eltávolítani kívánt plombák darabszámát és azok azonosítóját. Az eltávolított plombákat a helyszínen kell hagyni, összegyűjtve, mert ezek nyilvántartásban szerepelnek és a változást nyomon kell követni. A regisztrált vállalkozónak tudnia kell, hogy az újra plombálásért kiszállási – és munkadíjat kell fizetni, erre felhívják a figyelmét a bejelentéskor. A bejelentéskor meg kell adni annak a nevét (költségviselő) és pontos címét, aki majd az utólag kiküldött számlát kiegyenlíti.

Abban az esetben, ha a plomba eltávolítása nem tervezett, mert az élet-, vagy vagyonsbiztonság közvetlen veszélyeztetése miatt szükséges, a regisztrált vállalkozó felelősége, hogy a közvetlen veszélyeztetést megítélje. A beavatkozást végző köteles az esetet az elosztói engedélyesnek haladéktalanul bejelenteni.

A regisztrált vállalkozó a zárópecsétet (plombát) az elosztói engedélyes előzetes hozzájárulása nélkül csak akkor távolíthatja el, ha az alábbi feladatokat kell ellátni:

Nem tervezhető, ütemezhető feladatok:

- életveszély, testi épség veszélyének megszüntetése
- vagyont fenyegető veszély megszüntetése
- a villamosenergia-rendszert fenyegető veszély megszüntetése
- rendszerhasználók ellátásának helyreállítása
- üzembiztonság helyreállítása

Teendők a munkavégzés során észlelt hibák, rendellenességek esetén:

Abban az esetben, ha a regisztrált vállalkozó a munkavégzése során a fogyasztásmérő berendezésben észlelt hibát közvetlen veszélyeztetésnek minősíti és beavatkozást végez, akkor elvárás, hogy az elosztói engedélyes illetékes szervezeti egység szerelőit a helyszínen, vagy elérhetőség (telefonszám) meghagyásával utólag tájékoztassa. Ha a beavatkozást az elosztói engedélyes is indokoltnak minősíti, akkor a felhasználó felé kiszállási- és munkadíj nem kerül felszámításra.

A villamosenergia-szolgáltatással kapcsolatban észlelt meghibásodásokat, zavarokat, rendellenességeket, ha azok nem a közvetlen veszélyeztetések körébe tartoznak, a regisztrált vállalkozónak be kell jelentenie a már fentebb említett módon.

A fogyasztásmérő berendezésen hibaelhárítást, felújítást, ellenőrzést az elosztói engedélyes munkatársai, illetve az általa megbízott szerződéses vállalkozó végezhet, más személy

a zárópecsétet (plombát) nem bonthatja meg. A zárópecsétet a regisztrált vállalkozók indokolt esetben eltávolíthatják, azonban hiányukról az elosztói engedélyest haladéktalanul értesíteni kell, hogy pótlásukról az illetékes szervezeti egység gondoskodhasson.

VII.4. Áramütés elleni védelem

Az áramütés elleni védelem, azoknak az áramütéses baleseteknek megelőzésére szolgáló műszaki intézkedéseknek összefoglaló elnevezése, amelyek nem az üzemszerűen feszültség alatt álló részek, de hiba (általában szigetelési hiba) következtében a földhöz képest feszültség alá kerülő részek érintése következtében lépnének fel. E műszaki intézkedések célja az erősáramú villamos berendezések környezetében tartózkodó személyek és állatállomány áramütés elleni védelme.

Az áramütés elleni védelem kisfeszültségű berendezésekre vonatkozó alapvető műszaki szabályait, megvalósításának létesítésekkel, illetve termékekkel kapcsolatos lényeges követelményeit a következő szabványok foglalják össze:

- **MSZ HD 60364-1:2009**

Kisfeszültségű villamos berendezések. 1. rész: Alapelvek, az általános jellemzők elemzése, meghatározások (IEC 60364-1)

- **MSZ HD 60364-4-41:2007**

Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-41. rész: Biztonság. Áramütés elleni védelem (IEC 60364-4-41)

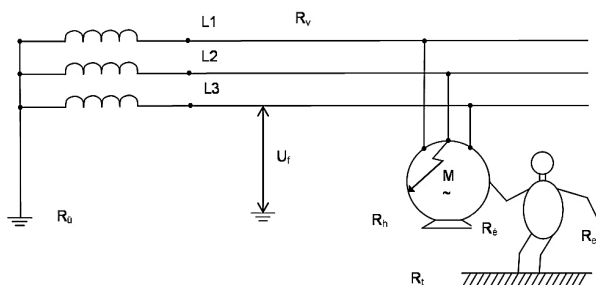
- **MSZ HD 60364-5-54:2012**

Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-54. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Földelőberendezések és védővezetők (IEC 60364-5-54)

- **MSZ EN 61140:2003**

Áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és a villamos szerkezetekre vonatkozó közös szempontok (IEC 61140)

Korábban e témakörrel a már visszavont MSZ 171-1 és az MSZ 172-1jelű szabványok foglalkoztak.



II.19. ábra: Az emberi test bekapcsolódása az áramkörbe

VII.4.1. Az áramütés elleni védelem alapfogalmai

Áramüetről abban az esetben beszélünk, ha valamely áramforrás áramköre az ember testén keresztül záródik, s az ennek következtében az emberi testen keresztül folyó áram az emberi életműködést veszélyezteti, zavarja.

A II.19. ábrán látható az emberi test bekapcsolódása a zárlati áramkörbe.

Feltételezve, hogy az érintett zárlatos test a földtől el van szigetelve, az U_f fázisfeszültségű áramkör a következő elemekből tevődik össze:

R_v - a fázisvezető ellenállása;

R_h - a hibahely átmeneti ellenállása. Bizonytalan érték, nullától sok ezer Ω -ig terjedhet, ezért számításokban a legrosszabb esetet, tehát a nulla értéket tételezzük fel, vagyis úgy számolunk, mintha fázisvezetőt érintettünk volna meg;

R_e - az érintési hely átmeneti ellenállása. Értéke ugyancsak nullától, sok ezer Ω -ig terjedhet, számítások alkalmával nulla értéket kell feltételezzünk;

R_c - az emberi test ellenállása;

R_t - a talp és a talaj közötti átmeneti ellenállás, értékét - a bizonytalanság miatt - számításoknál nullának vesszük, amivel csak a biztonság javára tévedünk;

R_{ii} - az üzemi földelés szétterjedési ellenállása.

Az emberi testen átfolyó áramerősség tehát:

$$I = \frac{U_f}{R_v + R_e + R_{ii}}$$

A villamos áram nemcsak áramütéssel okozhat balesetet, hanem pl. ív hatásával is, a villamos készülékek embert veszélyeztető téves működése esetén is robbanást, tüzet okozó hatásával is.

- *Az áramütésről és a védelmi módokról*

Villamos baleset, áramütés kétféle módon jöhet létre:

- közvetlenül az üzemszerűen feszültség alatt álló berendezésrész (aktív rész) megérintése által (*közvetlen érintés*), (Az üzemszerűen feszültség alatt álló részek tévedésből vagy tudatosan történő szándékos érintése elleni védekezés szabályait az „Erősáramú üzemi szabályzat” szabályozza)
- vagy a villamos berendezés üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de meghibásodás miatt feszültség alá kerülő fém vagy vezető anyagú részének (test) érintése által (*közvetett érintés*). A feszültségre kerülés oka többnyire a szigetelés meghibásodása, testzárlat.

Az áramütés elleni védelem mindkét áramütéses baleset elkerülésére tett intézkedéseket magában foglalja. A közvetlen megérintés elleni védelem megoldásait ALAPVÉ-

DELEMNEK, míg a közvetett érintés elleni védelem megoldásait HIBAVÉDELEMNEK nevezik. Az utóbbi eset korábbi elnevezése **érintésvédelem**.

Az **MSZ HD 60364-4-41** szabvány az áramütés elleni védelmi módok tárgyalásánál mind az alapvédelemre, mind a hibavédelemre vonatkozó előírásokat külön-külön megadja.

Ezek az áramütés elleni védelmi módok:

- a táplálás önműködő lekapcsolása,
- kettős vagy megerősített szigetelés,
- villamos elválasztás,
- **SELV** és **PELV** törpefeszültség;

valamint: a csak szakképzett vagy kioktatott személyek által ellenőrzött vagy felügyelt berendezésekben alkalmazható védelmi módok:

- védőakadályok és az elérhető tartományon kívül helyezés,
- a környezet elszigetelése,
- védelem földetlen egyenpotenciálú összekötéssel,
- villamos elválasztás egynél több felhasználó esetén.

A HIBAVÉDELEM a meghibásodás miatt potenciálra kerülő test megérintéséből származó balesetek megelőzésének kérdéseivel foglalkozik, illetve a csökkentésére irányuló műszaki intézkedéseket foglalja magában. E fogalom korábbi elnevezése „*közvetett érintés elleni védelem*”, vagy egyszerűen csak „**érintésvédelem**” volt!

A megváltozott új elnevezéseket az MSZ EN 61140:2007 jelű „*Villamos áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és szerkezetekre vonatkozó közös szempontok*” című szabvány határozta meg.

(Az üzemszerűen feszültség alatt álló berendezések /aktív rész/ véletlen vagy szándékos megérintését akadályozó intézkedések az ALAPVÉDELEM korábbi nevén „*közvetlen érintés elleni védelem*” fogalomkörébe tartoznak.)

A villamos berendezések üzemszerűen feszültség alatt nem álló részeit úgy képezik ki, hogy azokat bárki üzem alatt is megfoghassa, érinthesse. Sőt ez az érintés gyakran szükséges is a kezeléshez (pl. szerszámgépek, kéziszerszámok, motortestek megbontása a hálózatra csatlakoztatáshoz stb.) Ezen fémrészek azonban a villamos berendezés meghibásodása következtében veszélyes feszültség alá kerülhetnek, és ekkor ezek megérintése súlyos áramütéses balesetekhez vezethet. A meghibásodás jelen esetben testzárlatot jelent.

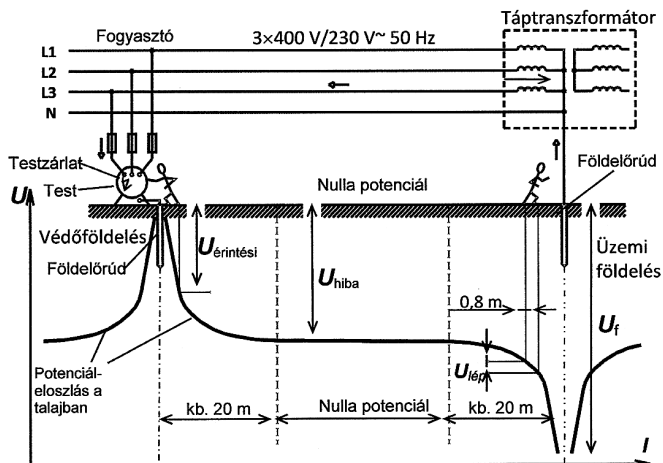
- Mit nevezünk testnek?

A villamos berendezések, gépek, készülékek minden fémből vagy más, villamosan vezető anyagból készült mindennemű megérinthető szerkezeti, illetve tartó részét, amely üzemszerűen nincs feszültség alatt, de *meghibásodás vagy rendellenesség következtében feszültség alá kerülhet!* (Test tehát a mosógép fém burkolata, állványos fűrőgép tokmánya stb.)

- A közvetett érintés szempontjából mit nevezünk meghibásodásnak?

Az üzemszerűen vezető részek a berendezésen belül el vannak szigetelve a külső, érinthető fémrészektől, a testtől. Ez a szigetelés az alapszigetelés (régii nevén üzemi szigetelés), amely szigetelőképességét elvesztheti:

- mechanikai sérülés,
- szigetelőanyag öregedés, illetve
- idegen tárgy (vezető anyag) behatolása következtében.



II.20. ábra: Hibafeszültség, érintési és lépésfeszültség

Testzárlatkor az egyébként feszültségmentes fémrészeken, vezető anyagokon az emberre veszélyes hibafeszültség lép fel. Hibafeszültség (U_h) a végtelen távoli földpotenciál, nulla potenciál (gyakorlatban a földelőtől 20 m-nél távolabbi pont potenciálja), és a megemelkedett testpotenciál különbsége (II.20. ábra). Az európai szabvány átvételével ez a fogalom megegyezik a várható érintési feszültség ($U_{érintési}$) fogalmával.

Az ember véges méreteit tekintve nyilván e potenciálkülönbség egy részét képes csak áthidalni. Az érintési feszültség a hibafeszültségnek vagy a földelő feszültségének az a része, amit egy ember áthidalhat, azaz két különböző potenciálú pontot egyidejűleg érinteni tud. (Vigyázni kell azonban arra, hogy ez segédeszköz nélkül értendő, egészen más a helyzet, ha valaki vezető anyagú segédeszközzel érintkezik, például fém csövet visz.) A hibafeszültség egy része a talajon járva is áthidalható, hiszen a földben folyó zárlati áram potenciálkülönbséget hoz létre a talajban (II.20. ábra).

<i>Szabványos (új) elnevezés</i>	<i>Jelentés</i>	<i>Közismert (korábbi) elnevezések</i>
Áramütés elleni védelem	Az alapvédelem és a hibavédelem közös gyűjtőneve	Nem volt ilyen gyűjtőnév
Alapvédelem	Az aktív vezetők közvetlen megérintése elleni védelem	Érintés elleni védelem, Közvetlen érintés elleni védelem
Hibavédelem	A testzárlatok következtében a test érintésekor fellépő áramütés elleni védelem	Érintésvédelem, Közvetett érintés elleni védelem
Védővezető	A PE-, a PEN-vezető és az egyenpotenciálrahozó vezető közös gyűjtőneve	Nem volt ilyen gyűjtőnév
PE-vezető	A hibavédelem céljára a villamos szerkezetek testére csatlakozó vezető	Érintésvédelmi védővezető
Védőösszekötő-vezető	A testek és az idegen fémszerkezetek egyenpotenciálrahozására szolgáló vezető	Egyenpotenciálrahozó (EPH) vezető
Védelmi mód a táplálás önműködő kikapcsolására	Védővezetés érintésvédelmi módok gyűjtőneve	Védővezetés érintésvédelmi mód
Védővezető-áram	A hibátlan szerkezet PE-vezetőjén üzemszerűen folyó szivárgó áram	Nem volt ilyen elnevezés
Fő földelő kapocs (sín)	A korábbi központi földelőkapocs és központi EPH csomópont egyesítése	Nem volt ilyen elnevezés

Lépésfeszültség ($U_{\text{lép}}$) a talaj felületén a talajt érintő lábak között a földzárlati áram hatására fellépő feszültség. A távolság lábtávra 0,8 m. Az érintési feszültségnél a segédeszközre vonatkozóak itt is érvényesek, gondoljunk csak a csövet végeiken cipelő két munkásra.

Az érintési feszültség akkor veszélyes az emberre, ha meghalad egy bizonyos értéket, és az illető áramkörbe kerülhet. A szabvány – egy átlagos embert alapul véve – megadja a **megengedett érintési feszültség értékét**, amely:

- 100 Hz-nél nem nagyobb frekvenciájú szinuszos váltakozó áram esetén

$$U_L = 50 \text{ V,}$$

- állandó értékű egyenfeszültség esetén:

$$U_L = 120 \text{ V.}$$

A hazai és nemzetközi gyakorlatban limitfeszültségnek (U_l) nevezik a megengedett érintési feszültség fogalmát. Egyes különleges esetekben (veszélyes helyek vagy berendezések esetén, pl. gyermekjátékok, testtel érintkező kozmetikai-, gyógyászati berendezéseknél stb.) a megadottnál kisebb érték is megszabható.

Ha az érintési feszültség a megengedett értéket meghaladja ($U_e > U_l$), akkor azt gyorsan meg kell szüntetni, a hibás berendezést a hálózatról le kell kapcsolni. A maximális lekapcsolási idő legfeljebb 32 A-es végáramkörök esetében tizedmásodpercek (lásd a II.17. táblázatot), míg elosztókat tápláló áramkörök, illetve 32 A-nél nagyobb áramú végáramkörök esetében 1 vagy 5 másodperc, a hibavédelmi rendszer kialakításától függően.

VII.4.2. Védelem a táplálás önműködő lekapcsolásával (védővezetős hibavédelmi módok)

II.4.2.1. Alapelvek, földelési típusok

A táplálás önműködő lekapcsolása olyan védelmi mód, amelynél az alapvédelem az aktív részek alapszigetelésével vagy védőfédéssel, vagy védőburkolatokkal van megoldva, a hibavédelem pedig egyenpotenciálú összekötéssel és hiba esetén a táplálás önműködő lekapcsolásával van megoldva. Ha előírás (illetve ha szükséges), akkor kiegészítő védelmet legfeljebb 30 mA névleges kioldóáramú áram-védőkapcsolóval kell biztosítani.

A védővezetős érintésvédelmi rendszer kiépítése mindenütt kötelező, ahol más módszerrel nem alkalmaznak (pl. törpefeszültség, II. érintésvédelmi osztályú készülékkel megvalósított elszigetelés). Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy minden kisfeszültségű csatlakozási helyhez ki kell építeni a védővezetőt. Ahol védővezetős érintésvédelmi mód van, ott ki kell alakítani az egyenpotenciálra hozó összekötést is.

Az MSZ HD 60364-1:2009 szabvány 312.2. szakasza részletezi az elosztó hálózati rendszerek földelési típusait, amelyeket egy betűkből álló kódrendszer segítségével jelöl meg a következők szerint:

1. *betű*: az energiaellátó rendszer kapcsolata a földdel:

T = egy ponton közvetlenül földelt (**T**: *terre*, azaz: *föld*),

I = a földtől elszigetelt, vagy impedancián keresztül földelt (**I**: *isolated*),

2. *betű*: a villamos felhasználói berendezés testjeinek kapcsolata a földdel:

T = a testek közvetlenül csatlakoznak a földhöz,

N = a testek közvetlenül csatlakoznak az energiaellátó rendszer földelt pontjához.

(**N**: *neutral*, azaz itt: *nulla potenciál*)

Az esetleges következő betűk:

S = a védelmi feladatot külön védővezető látja el

(tehát külön van fázisvezető: **L1**, **L2**, **L3**, nullavezető: **N** és védővezető: **PE**)

(**S**: *separated*, azaz *különválasztott*),

C = a nullavezető és a védővezető közös: **PEN** vezető

(**C**: *common*, azaz *közös*).

Az ismertetett betűkkel jelöli meg a szabvány a különböző típusú földelési rendszereket:

- **TN**-rendszer – közismert nevén: nullázott rendszer, 3 típusa van:
- **TN-S** rendszer: az egész rendszerben külön védővezető van, tehát az üzemi áramot vezető nullavezető és a védővezető a tápponttól végig külön van vezetve (**L1, L2, L3, N- és PE-vezetők**);
- **TN-C-S** rendszer: egy részében közös a nulla- és a védővezető, tehát a táppontból közös PEN vezető indul, de valahol különválnak külön nullavezetőre és védővezetőre (**L1, L2, L3, PEN; majd: L1, L2, L3, N- és PE-vezető**);
- **TN-C** rendszer: az egész rendszerben az áramot vezető nulla- és védővezető végig közös (**L1, L2, L3 és PEN-vezető**);
- **TT**-rendszer, közismert nevén: földeléses rendszer védőföldeléssel;
- **IT**-rendszer, közismert nevén: szigetelt rendszer védőföldeléssel.

VII.4.2.2. Földelő berendezések

A védőföldelés – vagyis a berendezések üzemszerűen feszültség alatt nem álló fém részeinek földelése – igen gyakran alkalmazott érintésvédelmi módszer.

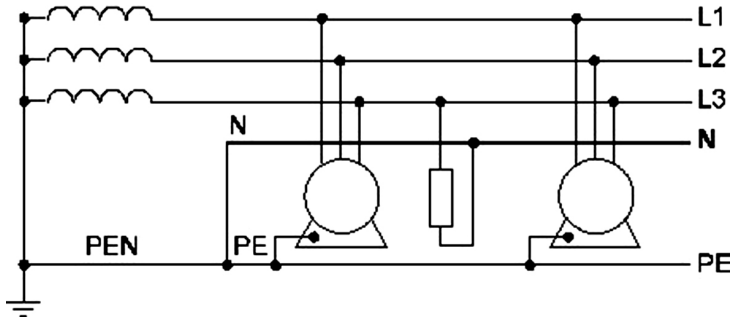
A berendezés testzárlata esetén a védőföldelés természetesen nem vezetheti le a teljes hibaáramot, csak (ellenállásaikkal fordított arányban) söntöli a készüléket véletlenszerűen érintő balesetes testét.

A védőföldeléseket meg kell különböztetni a villamos berendezésekben gyakran alkalmazott üzemi földeléstől. Az üzemi földelés célja a villamos rendszerek üzemszerűen áramot vezető pontjai földhöz viszonyított potenciáljának rögzítése. Üzemi földelés pl. a háromfázisú transzformátorok csillagpontjának földelése, vagy a fázisfeszültségre kapcsolt feszültségváltók primer tekercskivezetéseiből kialakított csillagpont földelése.

Az MSZ HD 60364-5-54:2012 jelű szabvány új szempontok szerint tárgyalja a földelő-berendezésekre és védővezetőkre vonatkozó követelményeket. Erről részletesebb ismeretést a könyvünk III.3.1.2. fejezete tartalmaz.

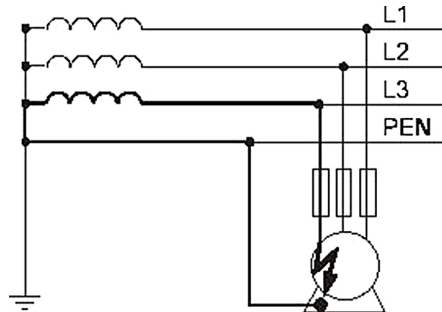
VII.4.2.3. Nullázás (TN-rendszer)

A nullázás lényege, hogy a hálózati betáplálásának a közvetlenül földelt vezetőjét (ami általában a háromfázisú rendszer nullavezetője **N**, védővezető **PE**, vagy közösített nulla vezető **PEN**) fémesen összekötjük minden érintésvédelemmel ellátandó berendezés testével (II.21. és II.22. ábrák). Ezzel minden testzárlat egyúttal fázis-nulla zárlatot jelent. Így testzárlat esetén, a zárlati áramkör kis ellenállása következtében olyan zárlati áramerősség tud kialakulni, amely a testzárlatos berendezés biztosítóját gyorsan és biztosan kiolvasztja, illetve a zárlati túláram védelmet működteti. A nullázás tehát kifejezetten aktív érintésvédelmi módszer, amely alkalmazásával a hibás berendezés az előírt rövid időn belül biztosan leválik a hálózatról.



II.21. ábra: A nullázás „ötvezetős” rendszerben

- N: üzemi nullavezető (csak üzemi áramokat vezethet),
 PE: védővezető (csak testzárlati áramokat vezethet),
 PEN: közösített nullavezető (üzemi áramokat is és testzárlati áramokat is vezethet),
 L1, L2, L3: fázisvezetők



II.22. ábra: A TN-C-rendszer (nullázás) hurokáramköre
 Az ábrán a hurokáramkört vastagítva jelöltük

A nullázás alkalmazhatóságának három alapfeltétele van:

- a hálózat hurokimpedanciája olyan kicsi legyen, hogy a létrejövő testzárlati áram feltétlenül biztosítsa a zárlatvédelem gyors működését;
- a védővezető szerepét is betöltő nullavezető mindig földpotenciálon legyen, ne fordulhasson elő, hogy egy máshol fellépő hiba a nullavezető potenciálját életveszélyt okozó mértékben emelje;
- a védővezető szerepét is betöltő nullavezető megbízhatósága legalább a fázisvezetők megbízhatóságával legyen azonos.

U _o (V)	I ≤ 32 A-es végáramkörök esetében		Elosztó áramkörök és I > 32 A-es végáramkörök esetében	
	TN-rendszer	TT-rendszer	TN-rendszer	TT-rendszer
≤ 230	0,4 s	0,20 s	5,00 s	1,00 s
≤ 400	0,2 s	0,07 s		
>400	0,1 s	0,04 s		

Megjegyzés: Az MSZ HD 60364-4-41:2007 szabvány 411.3.2.1. szakasz 1. megjegyzése alapján 5 s-nál hosszabb lekapcsolási időt is meg lehet engedni a közcélú elosztóhálózatokban és az ilyen hálózatok számára a villamos energia előállításában és szállításában (áramszolgáltatói berendezésekben)

A védelmi eszközök, amelyek az önműködő kikapcsolást végzik: túláram védelmi eszközök (olvadó biztosító, kismegszakító) vagy áram-védőkapcsoló lehet. Az önműködő kikapcsolás hiba esetén akkor következik be, ha a védelmi eszközök jellemzői és az áramköri impedanciák teljesítik a következő követelményt:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o \quad \text{azaz:} \quad Z_s \leq \frac{U_o}{I_a} \quad \text{ahol:}$$

Z_s a hibahely hurokimpedanciája Ω-ban, ahol a hurok tartalmazza

- a tápforrást,
- a fázisvezetőt a hiba helyéig, és
- a védővezetőt a hiba helyétől a tápforrásig;

I_a az az áram amperben (A), amelynek hatására a lekapcsoló eszköz a II.17. táblázatban előírt időn belül önműködően működésbe lép. Olvadó biztosító és kismegszakító méretezése esetén: I_a = α · I_{bn} azaz a biztosító névleges áramát meg kell szorozni az α kioldási szorzó értékével, annak érdekében, hogy e lassú működésű készülékek is az előírt időn belül biztosan kioldjanak.

Áram-védőkapcsoló használata esetén ez az áram a II.4.2. táblázatban előírt időn belül lekapcsolást biztosító kioldóárammal egyenlő, azaz: I_a = I_{Δn}

U_o a névleges váltakozó feszültség vagy az egyenfeszültség értéke a földhöz képest, voltban (V).

Az alkalmazott kioldószerv típusa	Névleges vagy jellemző áram I_n (I_{ch})	Az „ α ” kioldási szorzó értékei		
		TN-rendszer	TT-rendszer	Végáramkörök $I_n \leq 32$ A
Lekapcsolási idő:	(230 V)	5 s	1 s	TN:0,4s; TT: 0,2s
Gyors és késleltetett működésű olvadó betétek gG/gL, gM	≤ 25 A	3	5	6
	≥ 32 A	4	7	8
* Különlegesen gyors működésű olvadó betétek: gR Régebbi típusok: NOR, NOSi, NOGe	---	2,5	4	6
Kismegszakítók: B jellegű: B jellegű:	---	5	5	5
C jellegű:	---	5	5	10
D jellegű:	---	5	5	20
* Az MSZ EN 60269-4, illetve az MSZ 1584 szabvány szerinti biztosítók.				

Túláram védelmi eszközök (olvadó biztosító, kismegszakító) esetében a kioldóáram (I_a) meghatározása megoldható lenne a gyári jelleggörbék alapján is, ezekhez azonban általában nem lehet hozzáférni, és ráadásul jellegsávokat adnak meg, amelyek kiértékelésére a szabvány ugyancsak nem ad iránymutatást. A korábbi szabvány a névleges áramokra vonatkozó kioldási szorzók (α) alkalmazását engedélyezte ezen esetekre. Az $I_a = \alpha \cdot I_{Bn}$ (ahol: I_{Bn} az olvadóbiztosító, illetve a kismegszakító névleges árama) összefüggés használatához a II.18. táblázat α értékeivel való számolás ajánlott.

A jelenleg szabványos kismegszakítók hőkioldójának jelleggörbéje nem függ a típustól, ezért az általános (1 s-os) kioldáshoz egységesen $\alpha = 5$ értéket célszerű felvenni, míg a hordozható készülékek áramköreiben α értékére a „**B**” típusúaknál 5, a „**C**” típusúaknál 10, míg a „**D**” típusúaknál 20 ajánlható. A korábbi típusú kismegszakítóknál megítélés kérdése, hogy azokat a „**B**” vagy a „**C**” típusúakkal vesszük azonosnak (II.18. táblázat).

A nullázás előnyei: működése gyors és szelektív, gyakorlatilag bármilyen teljesítményű berendezés érintésvédelmére alkalmas, nem teszi szükségessé a földelésekkel szemben egyébként támasztott szigorú követelmények betartását, méretezése egyszerű és megbízható.

Ugyanarra a táppontra (transzformátorra) kapcsolt hálózaton tilos egyidejűleg nullázást és nullázás nélküli védőföldelést létesíteni. Ennek oka, hogy a nullázásba be nem vont, védőföldeléssel ellátott fogyasztó testzárata esetén – ha a védőföldelés ellenállása kellően kicsi – a transzformátor üzemi földelése és ezen keresztül az összes nullázott fogyasztó meg nem engedett feszültségre emelkedhet.

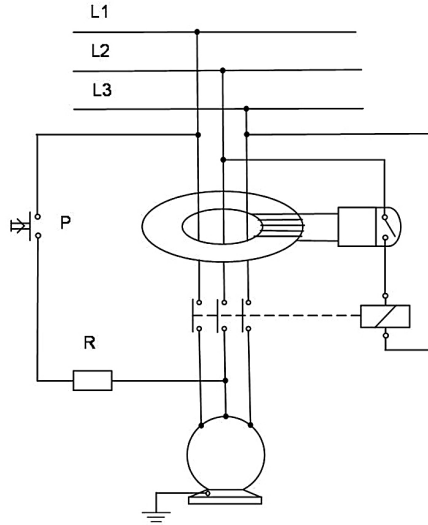
Biztosítót, szakaszolót, vagy más olyan készüléket, amellyel a nullavezető önmagában, a fázisvezetők nélkül megszakítható, a nulla vezetőbe beiktatni nem szabad.

A nulla vezető induktivitásának és így impedanciájának csökkentésére célszerű azt a hozzátartozó fázisvezetőkkel együtt, velük azonos nyomvonalon, kábel esetén velük azonos kábelben vezetni (belső nullázás). A nulla vezetőt és a nullázó vezetőt azonban úgy kell szerelni, hogy azok a fázisvezetőkétől szabad szemmel is megkülönböztethetők legyenek (a fázisvezetőkétől eltérő színű szigeteléssel).

A nulla vezetőt mindig össze kell kötni az üzemi földeléssel (csillagponti földeléssel). Minden épület nulla vezetőjét legalább még a végén is földelni kell. Nagyobb kiterjedésű hálózat esetén több ponton kell földelni. Lakóépületekben a különböző csővezetékek, az épület vasszerkezeti elemeivel együtt ún. „házi fémhálózatot” alkotnak. Ha az épület villamos hálózata nullázva van, akkor a nullázó vezetőt előírászerűen össze kell kötni ezzel a házi fémhálózattal.

VII.4.2.4. Az áram-védőkapcsoló

Az áram-védőkapcsoló a jelenleg általánosan alkalmazott legkorszerűbb életvédelmi célú kapcsolókészülék. Az áram-védőkapcsoló (vagy áram-védőkapcsolás) a TN-rendszerben (nullázás) vagy a TT-rendszerben (védőföldelés) a táplálás önműködő lekapcsolása érintésvédelmi mód egyik lehetséges kikapcsoló szerve az olvadóbiztosító vagy a kismegszakító mellett.



II.23. ábra: Áram-védőkapcsoló közvetlenül földelt rendszerben

Az áram-védőkapcsoló (II.23. ábra) érzékelő eleme olyan túláram relé, amely a védett berendezés testzárlatakor fellépő földzárlati áramot biztosan érzékeli és ezután késleltetés nélkül kikapcsolja a hibás berendezést. Ennek érdekében a felhasználót tápláló vezetékbe egy különbözeti (hiba) áramváltót építünk be. Az áramváltó ablakán a fázis és az üzemi nulla vezetőt vezetjük át (primer tekercs). Így hibamentes üzemben az üzemi vezetőkön folyó áramok által létrehozott mágneses erővonalak kioltják egymást. Hiba esetén az egyensúly megbomlik, az áramnak egy része a PE védővezetőn folyik, így az áramváltó szekunder tekercsében a testzárlati árammal arányos áram folyik, amely biztosítja a túláram működéséhez elegendő áramot. A védett készülék testét földelni kell, illetve ha nullázott a rendszer, a testet össze kell kötni a nulla vezetővel.

Az áram-védőkapcsolónak két névleges áramerőssége van, az I_n azt mutatja, milyen nagy üzemi áramot tud tartósan vezetni, a másik az $I_{\Delta n}$ az ún. „érzékenység”, amely azt mutatja, hogy mekkora hibaáramra fog üzembiztosan kikapcsolni. Az áram-védőkapcsolók leggyakoribb névleges értékei a következők:

$$I_n : 10, 16, 25, 40, 50, 63, 100 \text{ és } 125 \text{ A}$$

$$I_{\Delta n} : 10, 30, 100, 300 \text{ és } 500 \text{ mA}$$

- *A kikapcsolás feltétele:* ha az áramkör nem az áram-védőkapcsoló vasmag-keretén keresztül záródik, pl. szigetelési hiba vagy téves bekötés miatt, akkor a rajta átfolyó áramok összege nem nulla, és ki fog kapcsolni, ha az így keletkező I_{Δ} hibaáram az

áram-védőkapcsoló $I_{\Delta n}$ névleges kioldó áramának 50 és 100 %-a között van. Tehát a kioldás feltétele:

$$0,5 \cdot I_{\Delta n} < I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}.$$

Az áram-védőkapcsolón lévő „T”-jelű próbagomb megnyomásával lehet meggyőződni arról, hogy a védőkapcsoló működőképes-e? Ez a „T” próbagomb azonban nem mesterséges testzárlatot okoz (ez életveszélyes is lehetne!), hanem egy „R” ellenálláson (II.23. ábra) keresztül egy, a védőkapcsolás érzékelőjét megkerülő áramot hoz létre. A próbagombnak ugyanúgy ki kell kapcsolnia a fogyasztót, mint a védővezetőn átfolyó testzárlati áramnak.

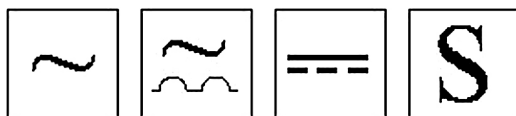
Az áram-védőkapcsolók kiviteli változatai:

- *Beépített túláramvédelem nélküli* védőkapcsoló (angol nyelvű rövidítése: RCCB), vonatkozó szabványa: az **MSZ EN 61008** sorozat.
- *Beépített túláramvédelemmel felszerelt* védőkapcsoló azaz: kombinált védőkapcsoló (angol nyelvű rövidítése: RCBO), vonatkozó szabványa: az **MSZ EN 61009** sorozat.
- *Hordozható kivitelű* áram-védőkapcsolós készülékek, beépített túláramvédelem nélkül, háztartási és hasonló célokra (angol nyelvű rövidítése: PRCD), vonatkozó szabványa: **MSZ HD 639 S1**. Ezek a kapcsolók általában dugaszolható kivitelben készülnek (háztartási csatlakozó aljzatba helyezhetők és ugyanilyen csatlakozó aljzattal vannak ellátva). Kétpólusú kialakításúak (U_n : 230 V), I_n névleges áramuk legfeljebb 16 A (azaz legfeljebb 3600 W-tal terhelhetők). Az $I_{\Delta n}$ névleges kioldó áramuk általában nem több mint 30 mA.
- *Működtető feszültségtől függő, illetve független áram-védőkapcsolók.*

Az áram-védőkapcsolókkal foglalkozó **MSZ EN 61008-1** és **MSZ EN 61009-1** jelű szabványok 4. fejezetei foglalkoznak a védőkészülékek osztályozásával. A működési mód szerint lehetnek a hálózati feszültségtől funkcionálisan független vagy függő áram-védőkapcsolók.

A feszültségtől függő működésű áram-védőkapcsolók alapvető problémája az, hogy az előtük történt nullavezető szakadás bekövetkezett feszültség kimaradás esetén azok nem működnek. Ezért az **MSZ EN 61008-1** és az **MSZ EN 61009-1** jelű szabványok nem ajánlják általános célú felhasználásra a hálózati feszültségtől funkcionálisan függő és a hálózati feszültség hibája esetén automatikusan nem nyitó áram-védőkapcsolókat. Mindkét szabvány elsősorban kiegészítő védelemre, vagy csatlakozóaljzattal egybeépített készülékekben való alkalmazásra javasolja.

- A kioldási idők szempontjából a szabvány kétféle áram-védőkapcsolót különböztet meg: az azonnali működésű (pillanatkioldású) általános típust és az időkésleltetésű, „S” típusú (szelektív) készüléket, amelyeknél a késleltetés, azaz a meg nem szólalási időhatár: 0,13 s. A megszakítási, azaz kioldási idő és a meg nem szólalási idők vonatkozásában mindkét szabvány azonosan rendelkezik. A szelektivitás szempontjából az áram-védőkapcsolóval sorosan S-típusú áram-védőkapcsoló alkalmazható mind a TN-, mind a TT-rendszerekben. Megengedett működési időtartam legfeljebb: 1 s.



II.24. ábra: Áram-védőkapcsoló jelölések

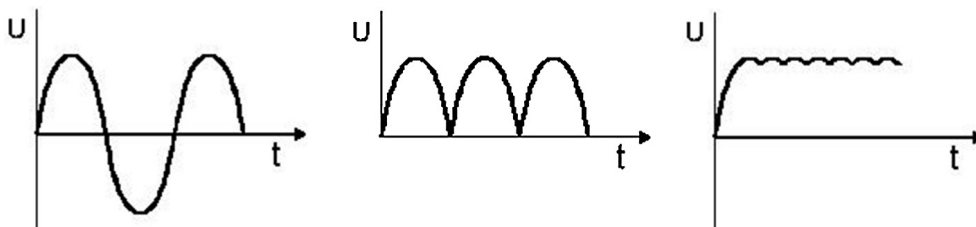
- a) csak tiszta váltakozó áramra érzékeny „AC”-típusú áram-védőkapcsoló,
- b) lüktető egyenáram esetén is érzékeny „A”- típusú áram-védőkapcsoló,
- c) tiszta egyenáramra érzékeny „B”-típusú áram-védőkapcsoló,
- d) szelektív áram-védőkapcsoló jelölése

- *Az érzékelt áramalak szempontjából*

A mai hálózatokban a terhelő áram az elektronikus fogyasztók miatt gyakran torzul, így az áram-védőkapcsolón keresztül folyó áram nem tiszta szinuszos alakú. Az alapkivitelű áram-védőkapcsolók csak tiszta váltóáramokra érzékenyek. Egyenáram esetén a tartós egyenáramú szivárgóáram az alapkivitelű áram-védőkapcsoló vasmagjának gerjesztésével csökkentheti annak érzékenységét („vakságát okozhatja”). A „vakság” fellépése ellen az a megoldás, hogy nem a csak tiszta váltakozóáramra minősített „AC”, hanem a lüktető egyenáramra is minősített „A” típusú áram-védőkapcsolót kell alkalmazni. Az új fejlesztésű „A” típusú áram-védőkapcsolók lüktető egyenáramra vagy tiszta egyenáramra is érzékenyek. A „B” típusú kapcsolók pedig egyenáramú áramkörökben használhatók. Az MSZ EN 61008-1 és az MSZ EN 61009-1 szabvány kétféle alapkonstrukciót különböztet meg:

- „AC” típusú, amely a szinuszos váltakozó áramú különbözeti áramra old ki, hirtelen fellépés vagy lassú növekedés esetén. Ez a leggyakrabban használt típus, hiszen a legtöbb villamos hálózat kevésbé szennyezett váltakozó áramú (II.25.a). ábra).
- „A” típusú, amely szinuszos váltakozó áramú különbözeti áramon kívül a lüktető egyenáramú különbözeti áramra is kiold, hirtelen fellépés vagy lassú növekedés esetén. A gyakorlatban ritkábban fordulnak elő, elsősorban elektronikus és információtechnikai berendezések által szennyezett hálózatokon alkalmazzák (II.25.b). ábra). Megjegyezzük, hogy az A típusú áram-védőkapcsolók kioldási feltétele eltér az AC típusútól: a kioldóáram alsó határa gyújtási szögától, a felsőhatára pedig a készülék $I_{\Delta n}$ névleges kioldóáramának értékétől függ. A táblázat értékei alapján pl. egy A-típusú, 30 mA névleges kioldóáramú áram-védőkapcsoló kioldási árama elfogadható, ha az 3,3 mA és 60 mA között van.
- Mint említettük, van még a „B” típusú, áram-védőkapcsoló is, amely a tiszta, vagy majdnem tiszta egyenáramú különbözeti áramra érzékenyek. Szintén ritkán for-

dulnak elő (II.25.c.) ábra). E típusra vonatkozó szabvány: **MSZ EN 62423:2013** jelű, angol nyelvű szabvány, címe: „**F** típusú és **B** típusú áram-védőkapcsolók beépített túláramvédelemmel és a nélkül, háztartási és hasonló célokra.” (forrásszabványa: **IEC 62423:2009**, módosítva + 2011. decemberi helyesbítés)



a)

b)

c)

II.25. ábra: A különböző típusú áram-védőkapcsolók által érzékelt áramalakok

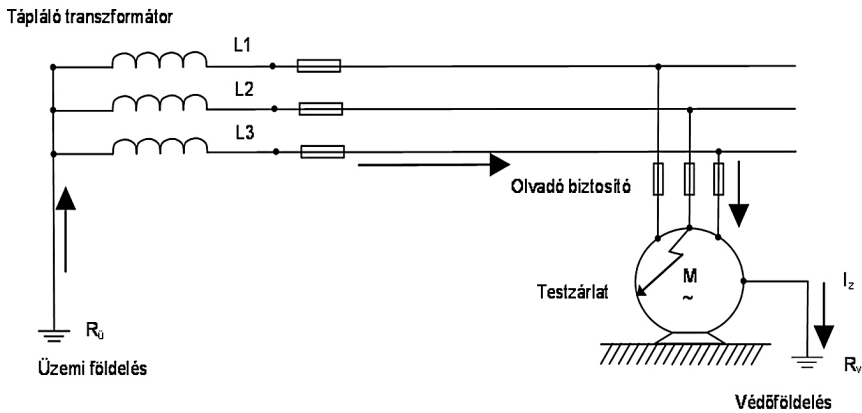
- a) „AC” típusú áram-védőkapcsolók: váltakozó áramú kioldó áram,
- b) „A” típusú áram-védőkapcsolók: fél-hullámú, vagy lüktető egyenáram,
- c) „B” típusú áram-védőkapcsolók: egyenáramú kioldóáram.

A különböző típusú áram-védőkapcsolók jelölését a II.5.6. ábra mutatja be.

- A kialakításuk szerint: rögzített szerelésűek vagy hordozhatóak; két pólussal (egy vagy két védett pólussal, U_n : 230 V vagy 400 V), három pólussal (három védett pólussal, U_n : 400 V), vagy négy pólussal (három vagy négy védett pólussal, U_n : 400 V) készülhetnek. Szabadtéri felhasználásra alkalmas az az áram-védőkapcsoló, amelyik biztos működését a gyártó $-25\text{ }^\circ\text{C}$ -ig garantálja. Az áram-védőkapcsolók jelöléseit mutatja be a II.24. ábra.

VII.4.2.5. Védőföldelés közvetlenül földelt csillagpontú hálózatokon (TT-rendszer)

A TT-rendszerekben a hálózat egyik pontja is le van földelve (üzemi földelés) és a védett testek is földeltek (védőföldelés), de a két földelés nincs egymással fémesen összekötve.



II.26. ábra. Védőföldelés alkalmazása TT-rendszerben

A TT-rendszerekben hibavédelemre általánosságban áram-védőkapcsolót kell alkalmazni. Alternatívaként túláramvédelmi eszközt is lehet hibavédelemre használni, feltéve, hogy tartósan és megbízhatóan biztosítani lehet Z_s megfelelő kis értékét. Túláramvédelmi eszközöket TT-rendszerekben csak akkor szabad alkalmazni, ha a védőföldelés R_a értéke igen kicsi. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy áramvédőkapcsolót kell alkalmazni!

A közvetlenül földelt rendszerekben védett készülék testzárlatakor létrejövő zárlati áram, az üzemi- és a védőföldelésekkel a talajon keresztül meghatározott úton záródik.

A védőföldelésnek egyrészt az a célja, hogy az érintési feszültséget a védett berendezésen a megengedett 50 V alatti értéken tartsa (passzív védelem), vagy ha ez nem lehetséges, akkor a zárlati áramkörbe tett védelmi eszköz működtetése által az áramkört a II.17. táblázatban feltüntetett megengedett időn belül megszakítsa (aktív védelem).

A testzárlati áram a védőföldelésen át záródik (II.26. ábra), tehát a védett készüléken a környezet földpotenciálón lévő részeihez képest fellépő érintési feszültség:

$$U = I_z \cdot R_v$$

A védőföldelés a passzív érintésvédelem szabályainak felel meg, ha ez az érintési feszültség kisebb, mint a szabványban megengedett U_{em} érték:

$$I_z \cdot R_v \leq U_{em}$$

A védőföldelés az aktív érintésvédelem szabályainak felel meg akkor, ha a fellépő I_z testzárlati áram a védőföldelés következtében olyan nagy értéket ér el, amely a berendezés zárlatvédelmét az előírt időn belül kioldja:

$$I_z \geq I_a,$$

ahol I_a a zárlatvédelem kioldó áramerőssége.

A kioldó áramerősséget hasonlóan a (TN- rendszerhez) a kioldó szerv jelleggörbéjéből kell megállapítani. Ha a zárlatvédelem olvadó biztosító vagy kismegszakító, akkor – mivel ezeknek nem jelleggörbéi, hanem jellegsávjai vannak – a méretezés egyszerűsítésére és biztos működés elősegítésére kioldási szorzót javasolt alkalmazni, amely megmutatja, hogy a névleges áramerősség hányszorosának kell a biztosítón áthaladnia az előírt gyorsaságú kiolvadás eléréséhez. Túláramvédelmi kioldó szervek esetében:

$$I_a = \alpha \cdot I_{Bn},$$

ahol I_{Bn} a biztosító névleges áramerőssége. A kioldási szorzók ajánlott értékeit a II.18. táblázat tartalmazza.

- *Ha hibavédelemre áram-védőkapcsolót alkalmaznak TT-rendszerben, akkor a következő feltételeknek kell teljesülni: A lekapcsolási idő feleljen meg a II.17. táblázatban foglaltaknak, és*

$$R_A \cdot I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V},$$

ahol:

R_A a földelő és a testek védővezetője ellenállásának összege Ω -ban,

$I_{\Delta n}$ az áram-védőkapcsoló névleges kioldóáramánál A-ban.

Ebben az esetben a hibavédelem akkor is biztosítva van, ha a hiba impedanciája nem elhanyagolható. Ha R_A értéke nem ismert, akkor Z_s -el lehet helyettesíteni.

A II.17. táblázatnak megfelelő lekapcsolási idők a várható hibaáramra vonatkoznak, amelyek lényegesen nagyobbak az áram-védőkapcsoló névleges kioldóáramánál (jellemzően $5 I_{\Delta n}$).

Tájékoztatásul: Az áram-védőkapcsolókra vonatkozó MSZ EN 61008-1, 61009-1 termékszabványokban meghatározott kioldási időket a II.19. táblázat tartalmazza.

Kioldó áram	Általános változat	Késleltetett „S” változat
$I_{\Delta n}$	≤ 300 ms	130 ... 500 ms
$2 \cdot I_{\Delta n}$	≤ 150 ms	60 ... 200 ms
$5 \cdot I_{\Delta n}$	≤ 40 m	50 ... 150 ms
Megszólalás:	„azonnal”	130, 60, ill.50 ms után!

- Ha TT-rendszerben túláramvédelmi eszközt alkalmaznak, akkor a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

ahol

Z_s a hibahely hurokimpedanciája, ahol a hurok tartalmazza:

- a tápforrást,
- a fázisvezetőt a hiba helyéig,
- a testek védővezetőjét,
- a földelővezetőt,
- a berendezés földelőjét és
- a tápforrás földelőjét;

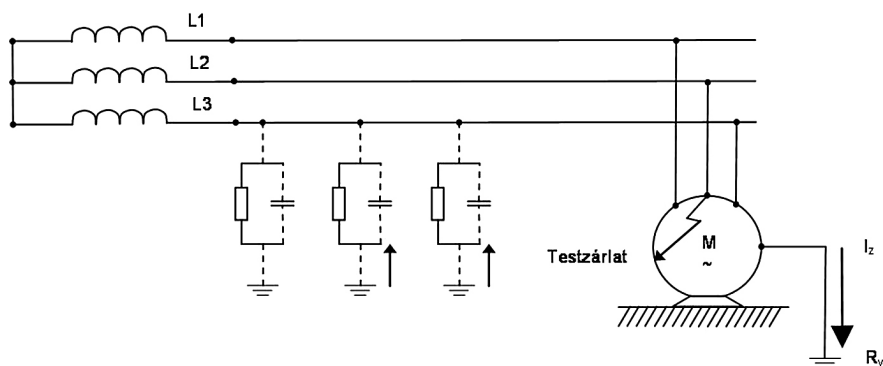
I_a az az A-ban megadott áram, amelynek hatására a lekapcsoló eszköz önműködően, a II.17. táblázatban meghatározott időn belül működésbe lép;

U_o a földhöz viszonyított névleges fázisfeszültség vagy névleges egyenfeszültség V-ban.

VII.4.2.6. Védőföldelés földeletlen, illetve közvetve földelt csillagpontú hálózatokon (IT-rendszer)

Ha a tápláló hálózati rendszer egyik kapcsa sincs közvetlenül földelve (egyáltalán nincs üzemi földelés, vagy csak ellenálláson, vagy impedancián keresztül földelt), akkor a védővezető érintésvédelmi módok közül egyedül az IT-rendszer alkalmazható.

Az ilyen hálózatokról táplált készülékek testzárlata esetén a védőföldelésen át a földbe folyó zárlati áram (amit itt „földzárlati áram”-nak nevezünk) a hálózat vezetőkeinek földhöz képesti kapacitásain és levezetésein át záródik (II.27. ábra).



II.27. ábra: Védőföldelés alkalmazása IT-rendszerben

Az így kialakuló földzárlati áram nagysága jóval kisebb, mint a földelt csillagpontú rendszerekben. Ezért az IT-rendszerek érintésvédelmének méretezésénél nem lehet a túláram védelmének kioldóáramával számolni, hanem e helyett csak a földzárlati árammal. Földeletlen csillagpontú hálózatokon a védőföldelés – a kis zárlati áram miatt – aktív érintésvédelmet általában nem tud nyújtani, azonban biztosan el tudja látni a passzív érintésvédelem szerepét.

A védőföldelést úgy kell méretezni, hogy egysarkú földzárlat (testzárlat) esetén az érintési feszültség váltakozó áram esetén legyen kisebb 50 V-nál, egyenáram esetén 120 V-nál. A testeket egyenként, csoportokban vagy együttesen földelni kell.

A következő feltételeknek kell teljesülni:

- AC váltakozó áramú rendszerekben: $R_A \cdot I_d \leq 50 \text{ V}$,
- DC egyenáramú rendszerekben: $R_A \cdot I_d \leq 120 \text{ V}$, ahol:

R_A a testek földelője és védővezetője ellenállásának összege Ω -ban;

I_d a fázisvezető és a test közötti, elhanyagolható impedanciájú első hiba hibaárama A-ban. Az I_d értékét befolyásolják a szivárgóáramok és a villamos berendezés teljes földelési impedanciája.

IT-rendszerekben a következő ellenőrző és védelmi eszközöket célszerű alkalmazni:

- szigetelés-ellenőrző készülék,
- hibaáram-ellenőrző eszközök,
- szigetelési hibahelyet kereső rendszer,
- túláramvédelmi eszköz.

Elvileg áram-védőkapcsoló is alkalmazható IT-rendszerben, de gyakorlatban a bonyolult méretezése miatt nem célszerű alkalmazni. A védett rész számára bizonytalan,

ugyanis bármely hálózati beavatkozás – hálózatrész lekapcsolása, vagy beiktatása – megváltoztatja a hibavédelem beállítandó paramétereit.

Az aktív rész és a test vagy a föld közötti első hiba előfordulásának jelzésére szigetelés-ellenőrző készüléket kell alkalmazni minden olyan esetben, ha az IT-rendszert a táplálás folyamatosságának biztosítása céljából alkalmazzák. Ennek a készüléknek a hiba fennmaradásáig hallható és/vagy látható jelzést kell adnia. Együttes látható és hallható jelzés esetén a hallható jelzés törölhető.

(Az első hibát ajánlatos a lehető legrövidebb időn belül megszüntetni!)

Az aktív rész és a test vagy föld közötti első hiba előfordulásának jelzésére hibaáram-ellenőrző vagy szigetelési hibahely-meghatározó rendszert lehet alkalmazni, kivéve az olyan eseteket, amelyeknél az első földhiba fellépése esetén a táplálás megszakítására szolgáló védelmi eszköz van beépítve. A készüléknek a hiba fennmaradásáig hallható és/vagy látható jelzést kell adnia. Együttes látható és hallható jelzés esetén a hallható jelzés törölhető, a látható jelzés nem törölhető a hiba fennállásáig.

Az első hiba előfordulása után, egy másik aktív vezetőn fellépő második hiba esetén, a táplálás önműködő lekapcsolásának feltételei a következők legyenek:

- *Ha minden test védővezetővel ugyanahhoz a földelési rendszerhez van földelve*, akkor a TN-rendszerhez hasonló feltételek állnak főt, és ha a váltakozó áramú rendszerekben a nullavezető vagy az egyenáramú rendszerekben a középvezető nincs kiépítve, akkor a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$2 \cdot I_a \cdot Z_s \leq U$$

ha pedig a nullavezető vagy a középvezető ki van építve:

$$2 \cdot I_a \cdot Z'_s \leq U_o$$

ahol:

U_o a fázisvezető és a nulla- vagy középvezető közötti névleges váltakozó feszültség vagy egyenfeszültség értéke V-ban;

U a fázisvezetők közötti névleges váltakozó vagy egyenfeszültség értéke V-ban;

Z_s az áramkör fázisvezetőjét és védővezetőjét tartalmazó hiba-hurokimpedancia Ω -ban;

Z'_s az áramkör nullavezetőjét és védővezetőjét tartalmazó hiba-hurokimpedancia Ω -ban;

I_a az az A-ban megadott áram, amely a TN-rendszerekre a 411.3.2.2. szakaszban vagy a 411.3.2.3. szakaszban előírt időn belül működésbe hozza a védelmi eszközt.

MSZ HD 60364-4-41:2012 szabvány.

A két képletben lévő 2-es szorzó azt veszi figyelembe, hogy két hiba egyidejű előfordulása esetében a hibák különböző áramkörökben is bekövetkezhetnek.

A II.5.2. táblázatban a TN-rendszerekre megadott idők a IT-rendszerekre is alkalmazhatók akár rendelkeznek kiépített nulla- vagy középvezetővel akár nem.

Hiba-hurokimpedanciára a legkedvezőtlenebb esetet ajánlatos figyelembe venni, pl. hiba a fázisvezetőn a tápforrásnál és egyidejűleg egy másik hiba a vizsgált áramkör fogyasztókészülékének nullavezetőjében van.

-
- Ha a testek csoportosan vagy egyenként vannak földelve, akkor a következő feltétel érvényes:

$$R_A \cdot I_a \leq 50 \text{ V},$$

ahol:

R_A a földelő és a testeket összekötő védővezető ellenállásának összege Ω -ban,

I_a az az áram A-ban, amely a lekapcsoló eszköz önműködő lekapcsolását eredményezi a II.17. táblázatában a TT-rendszerekre megadott időn belül.

VII.4.3. Védővezető nélküli védelmi módok

II.4.3.1. Védelemi mód: kettős vagy megerősített szigetelés

Ennek az érintésvédelmi módnak az a rendeltetése, hogy az alapszigetelés hibája esetén megakadályozza veszélyes feszültség megjelenését a villamos szerkezet megérinthető részein. A kettős vagy megerősített szigetelés olyan védelmi mód, amelyben:

- az alapvédelmet alapszigetelés és a hibavédelmet kiegészítő szigetelés biztosítja, vagy
- az alap- és a hibavédelmet egy, az aktív részek és a hozzáférhető részek közötti megerősített szigetelés biztosítja.

A kettős vagy megerősített szigeteléssel megvalósított védelmi mód minden esetben alkalmazható, hacsak az MSZ HD 60364 szabványsorozat megfelelő 7. része nem tartalmaz bizonyos korlátozásokat.

Ha valahol kizárólag ezt a védelmi módot alkalmazzák (azaz, ha az áramkör vagy a berendezés egy része csak kettős vagy megerősített szigeteléssel rendelkező szerkezeteket tartalmaz), igazolni kell, hogy az áramkör vagy a berendezés adott része normál üzemben szigorú felügyelet alatt lesz úgy, hogy ne történhessen olyan változás, amely lerontaná ennek a védelmi módnak a hatékonyságát. Ezért ezt a védelmi módot nem szabad olyan áramkörökhöz alkalmazni, amelyek csatlakozóaljzatot tartalmaznak, vagy amelyeknél az üzemeltető, felhatalmazás nélkül is kicserélhet szerkezeteket.

- *A készülékek szigetelése:* a villamos kéziszerszámoknak, használati eszközöknek megfelelő vastagságú és szilárdságú szigetelőanyaggal való borítása vagy burkolása (kettős szigetelésű készülékek). A helyszínen összeszerelt villamos szerkezetek áramütés elleni védelmét is ilyen módon lehet megoldani.
- *Gyártmányok érintésvédelmi osztályokba sorolása*

Az egyes – közvetlen érintés ellen legalább IP2X védettségű – gyártmányokat az MSZ EN 61140 szabvány a következő érintésvédelmi osztályokba sorolja:

- **0. év. osztályú** az a gyártmány, amely nem törpefeszültségű, s érinthető burkolata nincs védővezető csatlakoztatására alkalmas szerkezettel ellátva, s az aktív részekről nincs mindenütt kettős vagy megerősített szigeteléssel ellátva.
- **I. év. osztályú** az a gyártmány, amelynek teste alapszigeteléssel van az aktív részekről elválasztva, és a villamosan összefüggő fémteste – a gyártmány

belső áramköreitől független – védővezető csatlakoztatására alkalmas szerkezettel van ellátva (védőcsatlakozó-kapocs).

- **II. év. osztályú** az a gyártmány, amelynek érinthető burkolata kettős vagy megerősített szigeteléssel van az aktív részekről elválasztva.
- **III. év. osztályú** az a gyártmány, amelyben az áramütés elleni védelem **PELV** vagy **SELV** törpefeszültségen alapul, és benne sem állítanak elő a törpefeszültségnél nagyobb feszültséget.

A gyártmányoknak nem minősülő, valamint az IP2X-nél kisebb védettségű villamos szerkezetek nem sorolhatók érintésvédelmi osztályokba.

VII.4.3.2. Védelemi mód: villamos elválasztás

A villamos elválasztás olyan védelmi mód, amelyben

- az alapvédelmet az aktív részek alapszigetelése vagy védőfedések és burkolatok biztosítják, továbbá
- a hibavédelmet az elválasztott áramkör más áramköröktől és a földtől való egyszerű elválasztása biztosítja.

Ennek a védelmi módnak az alkalmazását egy földeletlen, egyszerű elválasztással rendelkező tápforrásra csatlakozó **egyetlen** fogyasztókészülék táplálására kell korlátozni. Ennek a védelmi módnak az alkalmazásánál különösen fontos annak a biztosítása, hogy az alapszigetelés megfeleljen a termékszabványnak.

Megjegyezzük, hogy a korábbi szabványok előírták a biztonsági kivitelű szigetelő transzformátor alkalmazását, ezt a most érvényes szabvány nem követeli meg. Ettől függetlenül továbbra is javasolható a biztonsági kivitelű szigetelő transzformátor alkalmazása!

Villamos elválasztással a védelmet a következők teljesítésével kell biztosítani:

- Az elválasztott áramkört legalább egyszerű elválasztással rendelkező tápforrásról kell táplálni és az elválasztott áramkör feszültsége ne legyen nagyobb 500 V-nál.
- Az elválasztott áramkör aktív részeinek egyetlen pontját sem szabad más áramkörökkel vagy a földdel, vagy a védővezetővel összekötni. A villamos elválasztás biztosítására olyan elrendezést kell alkalmazni, hogy az áramkörök között alapszigetelés legyen.
- A hajlékony vezetékek és zsinórvezetékek minden olyan része legyen látható, amely mechanikai sérülésnek lehet kitéve.
- Elválasztott áramkörök esetén ajánlatos elkülönített vezetékrendszereket használni. Ha az elválasztott áramkörök és a többi áramkör ugyanabban a vezetékrendszerben vannak elhelyezve, akkor vagy fémburkolat nélküli, többerű, köpenyes vagy köpeny nélküli vezetékeket szigetelőanyagú védőcsőben, vezetékcsatornában vagy kábelcsatorna-rendszerben elhelyezve kell alkalmazni; feltéve, hogy: a névleges feszültségük legalább akkora, mint a legnagyobb névleges feszültség, és az összes áramkör el van látva túláramvédelemmel.

-
- Az elválasztott áramkör testeit nem szabad összekötni sem más áramkörök védővezetőjével vagy testeivel, sem pedig a földdel.

VII.4.3.3. Védelemi mód: SELV- és PELV-törpefeszültség

A védelem törpefeszültséggel olyan védelmi mód, amely SELV- vagy PELV- törpefeszültségű rendszer egyikéből áll. A védelmi mód megköveteli:

- a SELV- vagy PELV-rendszerekben a feszültség korlátozását legfeljebb 50 V váltakozó feszültségre és 120 V egyenfeszültségre, továbbá
- a SELV- vagy PELV-rendszer védőelválasztását a SELV- vagy PELV-áramkörön kívüli minden más áramkörtől, továbbá alapszigetelést a SELV- vagy PELV-rendszer és más SELV- vagy PELV-rendszerek között, továbbá
- csak a SELV-rendszer esetében alapszigetelést a SELV-rendszer és a föld között.

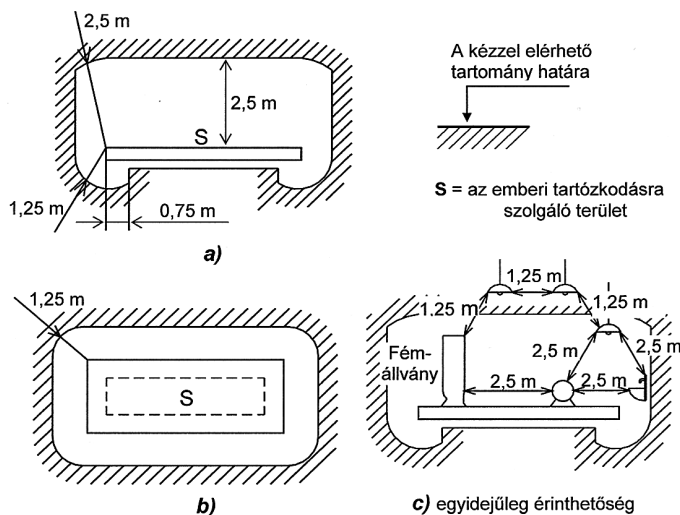
Az alapvédelem és hibavédelem akkor tekinthető biztosítottnak, ha

- a névleges feszültség legfeljebb ≤ 50 V AC, illetve ≤ 120 V DC, továbbá
- a táplálás a biztonsági szigetelő tápforrások valamelyikéből történik.

SELV- és PELV-rendszerekhez a következő tápforrásokat lehet használni:

- Az MSZ EN 61558-2-6 szabvány szerinti biztonsági szigetelőtranszformátor.
- Olyan tápforrás, amelynek a biztonsági szintje egyenértékű a biztonsági szigetelőtranszformátoréval (pl. motorgenerátor, egyenértékű szigetelésű tekercselésekkel).
- Elektrokémiai tápforrás (pl. akkumulátor), vagy más nagyobb feszültségű áramkörtől független tápforrás (pl. dízelgenerátor).
- A vonatkozó szabványok előírásait kielégítő, olyan elektronikus eszközök, amelyeknél óvintézkedések biztosítják, hogy a kimeneti kapcsokon a feszültség még belső hiba esetén se tudja meghaladni az ≤ 50 V AC, illetve ≤ 120 V DC értékeket.
- Kisfeszültségről táplált mobil tápforrásokat, pl. biztonsági szigetelőtranszformátorokat vagy motorgenerátorokat, úgy kell kiválasztani vagy szerelni, hogy megfeleljen a kettős vagy megerősített szigeteléssel megvalósított védelem követelményeinek.

VII.4.3.4. Védelemi módok: védőakadályok és elérhető tartományon kívüli elhelyezés



II.28. ábra:

a) és b) Kézzel elérhető tartomány c) Egyidejűleg érinthető vezetőképés részek

A védőakadályok és az elérhető tartományon kívüli elhelyezés védelemi módok csak alapvédelmet (közvetlen érintés elleni védelmet) biztosítanak. Szakképzett vagy kioktatott személyek által ellenőrzött vagy felügyelt, hibavédelemmel (közvetett érintés elleni védelemmel) ellátott vagy anélküli berendezésekben való használatra alkalmasak.

A védőakadályok használatát és a kézzel elérhető tartományon kívüli elhelyezést csak akkor szabad alkalmazni a berendezésben, ha

- az csak szakképzett vagy kioktatott személyek; vagy
- csak szakképzett vagy kioktatott személyek által felügyelt személyek számára hozzáférhető. Ez a képzetlen személyek felügyelet nélküli jelenlétének tilalmát jelenti pl. elzárt terekben.
- A védőakadályok rendeltetése az aktív részek véletlen megérintésének megakadályozása, de nem feladatuk a szándékos érintés megakadályozása a tudatos megkerülésük esetén.
- Az elérhető tartományon kívüli elhelyezés rendeltetése kizárólag az aktív részek véletlen megérintésének a megakadályozása.

A helyi egyenpotenciálú összekötő rendszer ne legyen se közvetlenül, se testeken, se idegen vezetőképes részekben keresztül villamos kapcsolatban a földdel.

Ha ez a követelmény nem teljesíthető, ott a táplálás önműködő lekapcsolásán alapuló védelem alkalmazható.

• *Villamos elválasztás egynél több fogyasztókészülék táplálása esetén:*

Egy adott áramkör villamos elválasztásának az a rendeltetése, hogy az áramkör alapszigetelésének hibája miatt feszültség alá kerülhető testek megérintése esetén megakadályozza veszélyes áramok kialakulását.

Minden villamos szerkezet legyen eleget az alapvédelmet (közvetlen érintés elleni védelmet) biztosító óvintézkedések egyikének.

Egynél több fogyasztókészülék villamos elválasztással védett táplálása esetén a védelmet a következő követelményeknek teljesítésével kell biztosítani:

- Az elválasztott áramkörhöz tartozó testeket szigetelt, földeletlen egyenpotenciálra hozó vezetőkkel össze kell kötni. Ezeket a vezetőket nem szabad összekötni más áramkörökhöz tartozó védővezetővel vagy testekkel, illetve bármely idegen vezetőképes résszel.
- Az összes csatlakozóaljzatnak legyen védőérintkezője, amelyet össze kell kötni a egyenpotenciálra hozó rendszerrel.
- A kettős vagy megerősített szigetelésű szerkezet táplálásának kivételével minden hajlékony csatlakozóvezeték tartalmazzon védővezetőt egyenpotenciálra hozó vezetőkénti használatra.
- Biztosítani kell, hogy amennyiben azonos időben két testnél lép fel hiba és ezeket különböző polaritású vezetők táplálják, egy védelmi eszköz a II.5.2. táblázat szerinti lekapcsolási időn belül kapcsolja le a táplálást.

VII.4.4. Áramütés elleni védelem nagyfeszültségen

Az áramütés elleni védelem nagyfeszültségű berendezésekre vonatkozó alapvető műszaki szabályait, megvalósításának létesítésekkel kapcsolatos lényeges követelményeit a következő két szabvány foglalja össze:

• **MSZ EN 50522:2011**

1 kV-nál nagyobb váltakozó feszültségű energetikai létesítmények földelése (Korábban az MSZ 172-2 és az MSZ 172-3 jelű szabványok vonatkoztak erre a témakörre.)

• **MSZ 172-4:1978**

Érintésvédelmi szabályzat. 1000 V-nál nagyobb feszültségű, kis zárlati áramú berendezések.

VII.4.4.1. Nagyfeszültségű energetikai létesítmények földelése

Az új szabvány változatlan vagy hasonló műszaki elveken alapul (más néven vagy más-képp rendszerezve). Hazánkban a jelenleg üzemelő nagyfeszültségű berendezések több-

sége még a régi MSZ 172-2, -3 szabványok szerint lettek tervezve, méretezve, illetve kivitelezve ezért ismertetjük a korábbi méretezéseket is.

- Közép feszültségű nem közvetlenül földelt hálózatok: (<35 kV)
 - Földeletlen, szigetelt csillagpontú rendszer (pl. 22 kV, Δ tr.),
 - Kompenzált hálózatok (pl. 22 és 35kV-os szabadvezetéki hálózatok),
 - Közvetve földelt hálózatok (pl. 11 kV-os kábel hálózatok).

Tájékoztatásul: méretezés a korábbi MSZ 172-2 szabvány szerint

a megengedhető U_L érintési feszültség:

$$t \leq 1,0 \text{ s kikapcsolási idő esetén, } U_L \leq 1000 \text{ V,}$$

$$t \leq 1,5 \text{ s kikapcsolási idő esetén, } U_L \leq 500 \text{ V,}$$

$$t > 1,5 \text{ s kikapcsolási idő esetén, } U_L \leq 65 \text{ V.}$$

(vagy önműködő kikapcsolás nélkül)

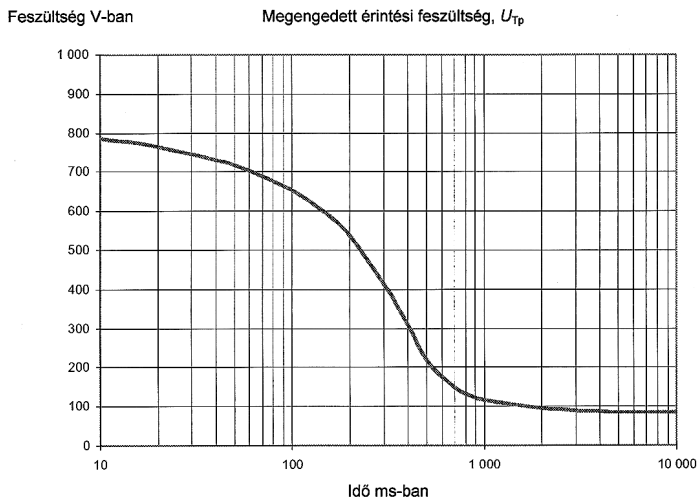
- Nagyfeszültségű közvetlenül vagy kis impedancián keresztül földelt hálózatok, (>35 kV). Tájékoztatásul: méretezés a korábbi MSZ 172-3 szabvány szerint a megengedhető U_L érintési és lépési feszültség:

$$t \leq 1,0 \text{ s kikapcsolási idő esetén, } U_L \leq 250 \text{ V,}$$

$$t > 1,0 \text{ s kikapcsolási idő esetén, } U_L \leq 125 \text{ V.}$$

Az új MSZ EN 50522 szabvány nem „lépcsőzi” be a megengedett érintési feszültségeket és a kikapcsolási időket, hanem a II.30. ábrán látható görbe segítségével határozza meg a kikapcsolási időkhöz tartozó megengedett érintési feszültségeket.

A régi és az új szabványban is az érintésvédelem alapszabványa mindig a VÉDŐFÖLDELÉS! Kiegészítő védelmi megoldások: potenciál vezérlés, elszigetelés, elkerítés, burkolás.



II.30. ábra: A nagyfeszültségű berendezésekben megengedett érintési feszültség.

A szabvány két új fogalmat vezetett be:

- *Transzferpotenciál*: A földelőrendszeren a földáram által okozott potenciálemelkedés, melyet egy vele összekötött vezető (pl. fém kábelköpeny, PEN-vezető, csővezeték, sín) átvissz a referenciaföldhöz képest kis vagy nulla potenciálemelkedésű övezetekbe, és ezzel potenciálkülönbséget hoz létre a vezető és környezete között.
- *Globális földelőrendszer*: A helyi földelőrendszerek összekötésével létrehozott eredő földelőrendszer, amely a földelőrendszerek közelsége folytán biztosítja, hogy nem lépnek fel veszélyes érintési feszültségek.

Az ilyen rendszerek lehetővé teszik a földzárlati áramok olyan elosztását, hogy a helyi földelőrendszerek földpotenciáljának emelkedése csökkenjen. Egy ilyen rendszerre kimondható, hogy egy kvázi egyenpotenciálú területet képezhet.

A globális földelőrendszer fennállását mintamérésekkel vagy jellemző rendszerekre vonatkozó számítással lehet kimutatni. Globális földelőrendszerek jellemző példái városközpontok, városi vagy ipari övezetek elosztott kis- és nagyfeszültségű földelésekkel

- *Méretezések*:
 - Korróziós és mechanikai igénybevételre, legalább:
réz: $\geq 16 \text{ mm}^2$, alumínium: $\geq 35 \text{ mm}^2$, acél: $\geq 50 \text{ mm}^2$
 - Termikus igénybevételre, ha a zárlat ideje: ≤ 5 , vagy $> 5 \text{ s}$
 - Érintési feszültségre a II.30. ábra alapján

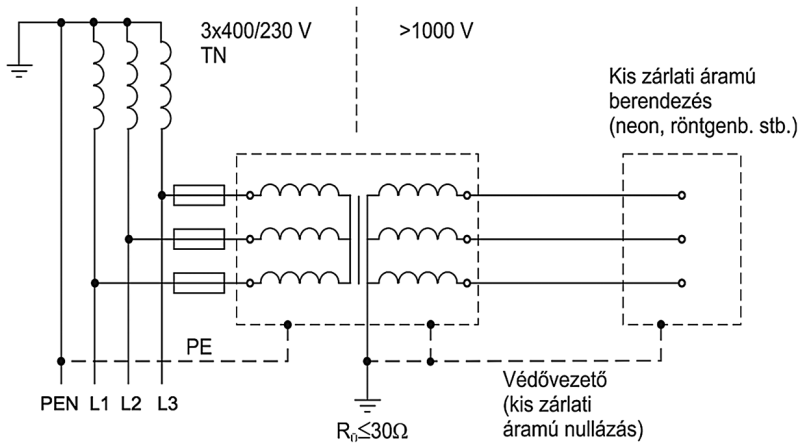
Az U_{Tp} érintési feszültség megfelelő, ha:

- a létesítmény a globális földelő rendszer része,
- a földpotenciál emelkedés nem több mint az ábraszerinti $2x-e$, vagy:
- + kiegészítő intézkedések a zárlat t ideje és az U_{Tp} korlátozására.
- *Tervezési eljárás*:
 - Intézkedések a transzferpotenciálok elkerülésére
 - Földelőrendszerek kialakítása
 - Mérések, karbantarthatóság,
- *Mellékletek*:
 - U_{Tp} számítása,
 - U_{Tp} és testáram, érintési feszültség számítása és mérése
 - Földelő típusok és méretek, terhelhetőségük, és létesítése
 - Kiegészítő védelmi megoldások.

VII.4.4.2. Nagyfeszültségű, kis zárlati áramú berendezések

Az alkalmazható érintésvédelmi mód: az érintésvédelem általában kötelező módja: kis zárlati áramú nullázás. Kivételek:

- A nullázás helyett elkerítés kizárólag a villamos kezelőhelyiségekben engedélyezett.
- Nullázás helyett védőföldelés csak olyan hordozható berendezéseken (pl. vizsgáló berendezések) alkalmazható, amelyeknek éppen hordozható jellegük miatt nincsenek sem közvetlen, sem közvetett üzemi földelése.



II.31. ábra: Háromfázisú táplálású kis zárlati áramú berendezés táphálózata és érintésvédelme

- *Az érintésvédelem alapelve:*

A kis zárlati áramú nullázás elvi megoldási módját a II.31. ábra szemlélteti. A II. 4.13. ábrán látható kis zárlati áramú nullázás (a továbbiakban röviden: nullázás) – a kisfeszültségű nullázással szemben – *passzív védelmi mód*: védőhatását a potenciálemelkedés megakadályozásával feje ki. Az 1 A-nél kisebb testzárlati áram ugyanis csak kifejezetten erre a (érintésvédelmi) célra létesített fémes úton (szabványos nullázó vezetőkön) záródhat az üzemi földeléshez, ezért számottevő potenciálemelkedést nem okozhat. A védővezető hiánya (esetleg szakadása) esetében ez a kis értékű zárlati áram is (az áramkör testzárlat esetén bizonytalan természetes földeléseken, más fémszerkezeteken keresztül záródhat) 1000 V-nál nagyobb, feltétlenül halálos érintési feszültséget kelthet.

- *A védelmi mód szabványos kialakítása*

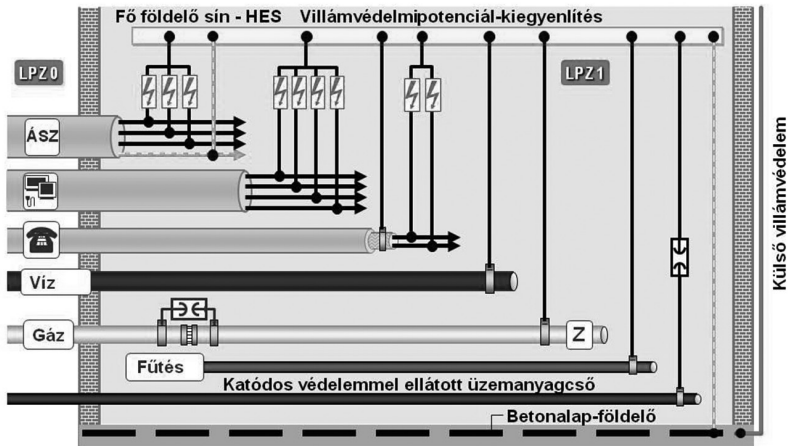
A nagyfeszültségű, kis zárlati áramú villamos szerkezetek üzemszerűen feszültség alatt nem álló fémrészeit (test), *nullázni* kell. A nullázást az üzemi vezetőktől különálló, azok vezetőképességével (azonos anyag esetén keresztmetszetével) legalább egyenértékű nullázó vezetőkkel kell végrehajtani. A nullázó- és üzemi nullavezető csak a táptranszformátor kapcsánál egyesíthető. Különösen ügyelni kell arra, hogy a nullázóvezető (felcserélés stb. miatt) bármilyen kis szakasza se vezethessen üzemi áramokat, mert ha ilyen szakaszon vezetésszakadás történik, az egész berendezést 1000 V-nál nagyobb feszültségre kerülhet. A kis zárlati áramú berendezések érintésvédelméhez felhasznált földelések minden más érintésvédelmi célú földeléssel összeköthetők. A kisfeszültségű tápoldali meghibásodások lehetősége miatt a transzformátor testének kisfeszültségű oldali érintésvédelméről is gondoskodni kell az MSZ EN 60364-4-41 szabvány szerint. Ha pl. a kisfeszültségű oldalon nullázás az érintésvédelmi mód, akkor elkerülhetetlen (de meg is engedett), a kis- és nagyfeszültségű nullázóvezető, illetve a nagyfeszültségű üzemi földelés fémes egyesítése.

VII.5. Túlfeszültség védelem

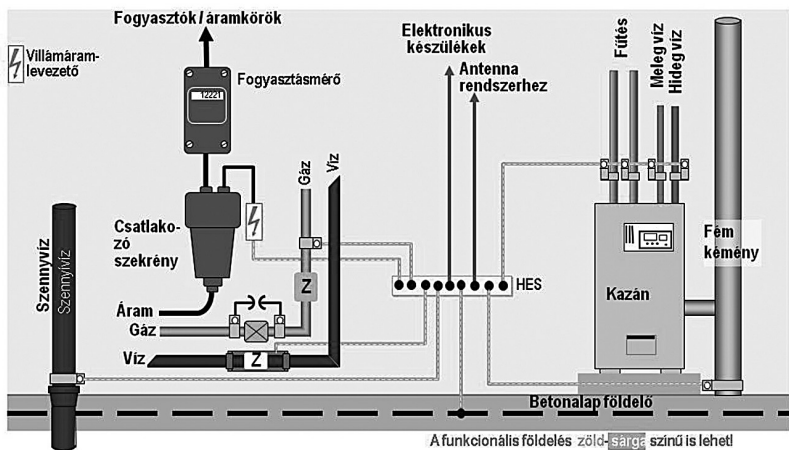
Túlfeszültség-védelem beépítése

Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés

Az MSZ EN 62305-3 szabvány definiálja a külső villámvédelemmel kapcsolatos belső villámvédelmi intézkedéseket is. Ez azt jelenti, hogy abban az esetben, ha az építményen van külső villámvédelem, minden esetben meg kell valósítani a belső villámvédelmet is. A belső villámvédelemnek a feladata annak megakadályozása, hogy a külső villámvédelem elemeiben vagy az építmény más fémes vezetőiben folyó villám-részáram veszélyes másodlagos kisüléseket hozzon létre a védendő építményben. A veszélyes másodlagos kisülés a külső villámvédelem elemei, az építmény más fémes nagy kiterjedésű vezetői, a belső rendszerekhez tartozó, üzemszerűen feszültség alatt lévő vezetői, és az építménybe becsatlakozó fémes vezetők között alakulhat ki. A veszélyes másodlagos kisülések ellen kétféle módon lehet védekezni. Potenciálkiegyenlítéssel és/vagy a külső villámvédelem vezető elemeinek megfelelő elszigetelésével. Ez utóbbival foglalkozik az elszigetelt villámvédelem, amikor is a külső villámvédelem és a belső potenciálkiegyenlítő hálózat között csak egyetlen helyen az építmény fő földelő sínjénél, azaz a földfelszín közelében létesítünk villamos kapcsolatot, és a villámvédelem külső elemei és minden más fémes tárgy között az ún. „s” biztonsági távolság be van tartva. A villámvédelmi potenciálkiegyenlítés követelményei közé tartozik az építménybe belépő összes fémes vezető bekötése az építmény potenciálkiegyenlítő hálózatába (II.5.1. ábra). A gyakorlatban ez úgy valósítható meg, hogy a fémes vezetőknek az építménybe való belépési pontjához, azaz az LPZ0A-LPZ1 zónahatárhoz a lehető legközelebb, az építménybe belépő fémes vezetőt közvetlenül össze kell kötni az épület fő földelő sínjével. Ha a közvetlen összekötés nem lehetséges, olyan SPD-n (Surge Protecting Device = túlfeszültség-védelmi eszköz) keresztül közvetett módon kell összekötni, amely alkalmas a beépítési helyen folyó villámáram vezetésére és az MSZ EN 61643-11 szabvány szerinti 1. típus vizsgálati feltételeinek megfelel (II.5.2. ábra). További követelmény, hogy az 1. típusú villámáram-levezető védelmi szintje feleljen meg a védőkészülék után beépített berendezések és elosztóhálózat lökőfeszültség-állóságának.



II.5.1. ábra: Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés elvi kialakítása



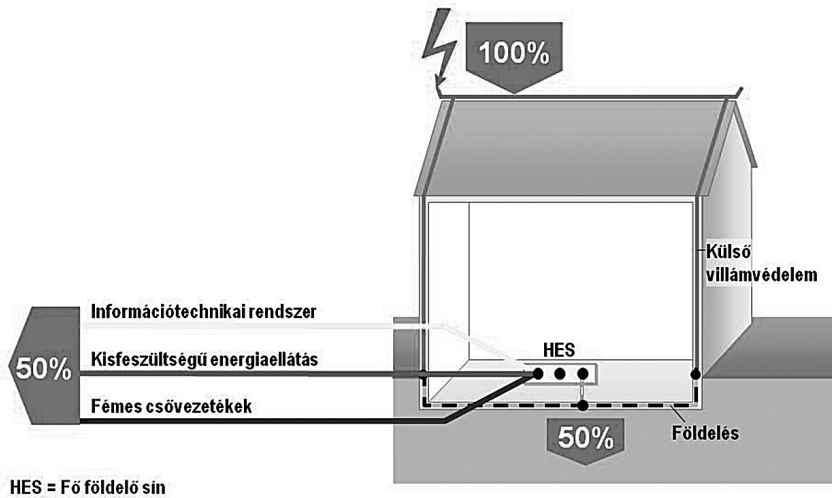
II.5.2. ábra: Villámvédelmi potenciálkiegyenlítés gyakorlati kialakítása

Az 1. típusú villámáram-levezető beépítési helyén folyó villámáram számításakor a következő feltételezésből indulunk ki. Az építmény villámvédelmi fokozata (LPS – Lightning Protection System) egyben meghatározza a tervezéskor figyelembe veendő villámparamétereket is, amelyet az LPS villámvédelmi osztálynak megfelelő LPL (Lightning Protection Level) osztály határoz meg. A külső villámvédelmi rendszerbe becsapó villám az MSZ EN 62305 szabvány alapján felelősségben folyik el a villámvédelmi földelésen ke-

resztül. A villámáram másik 50 %-a az épületbe becsatlakozó vezetékeken keresztül folyik el a távoli föld felé (II.5.3. ábra). Pessimista becslés alapján a villámáram 95-100 %-a az erősáramú becsatlakozó vezetékeken, több betáplálás esetén ezeken megoszolva folyik ki az építményből.

TN-C illetve TN-C-S hálózati formát feltételezve a becsatlakozó erősáramú vezeték négy érén (három fázis és a nulla) oszlik el az épületből kifolyó villámáram. Ebből kiszámítható az egy fázisvezetőre jutó villámáram amplitúdójának értéke (II.6.1. táblázat). Tehát csak olyan védőkészülék építhető be, amelynek pólusonkénti villámáram-levezető-képessége nagyobb, mint a beépítés helyén kiszámított villámáram-érték.

A villámvédelmi kockázatelemzés során a villámvédelmi tervezőnek lehetősége van arra, hogy olyan 1. típusú villámáram-levezetőt határozzon meg a becsatlakozó vezetékekre, amelynek villámáram-levezető-képessége 1,5-ször, 2-szer, vagy akár 3-szor nagyobb, mint az LPL I-hez tartozó, a beépítési helyre számított villámáram. Ezáltal lehetséges, hogy kritikus esetben az emberi élet elvesztésének kockázatát ezen intézkedés segítségével lehet a tolerálható érték alá csökkenteni. Ezért a villámvédelmi kockázatelemzés alapján meghatározott 1. típusú villámáram-levezetőnél gyengébb levezető-képességű készülék beépítése a kivitelezés során nem fogadható el, amelyért a létesítésben részt vevő kollégák, a villamos felelős műszaki vezető, a műszaki ellenőr és végső soron a villámvédelmi felülvizsgáló a felelős.

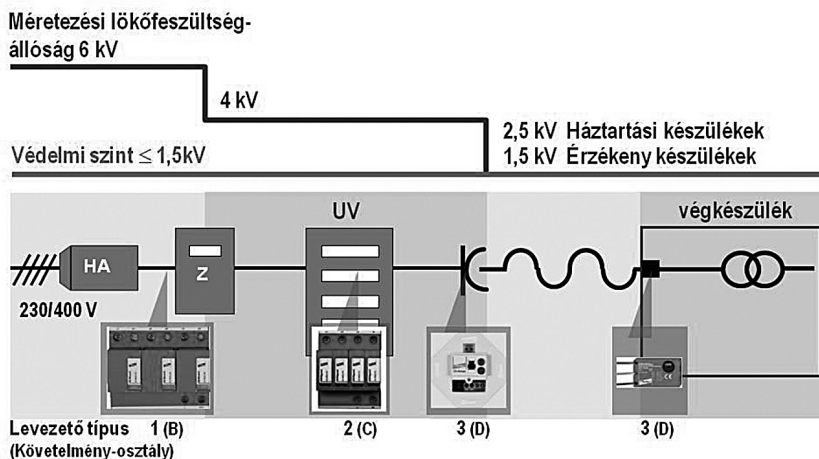


II.5.3. ábra: Épületet ért villámcsapás esetén a villámáram feltételezett eloszlása az építménybe belépő becsatlakozó vezetékeken

Villám-részáram számítása az 1. típusú villámáram-levezető beépítési helyén II.5.1. táblázat

LPS (LPL)	Épületbe becsapó villámáram (10/350)	Erősáramú hálózat felé elfolyó villámáram	4 pólusra jutó levezető-képesség $\Sigma 1+L2+L3+N-PE$	1 pólusra jutó levezető-képesség L, N-PE
I.	200 kA	100 kA	100 kA	25 kA
II.	150 kA	75 kA	75 kA	18,75 kA
III/IV.	100 kA	50 kA	50 kA	12,5 kA

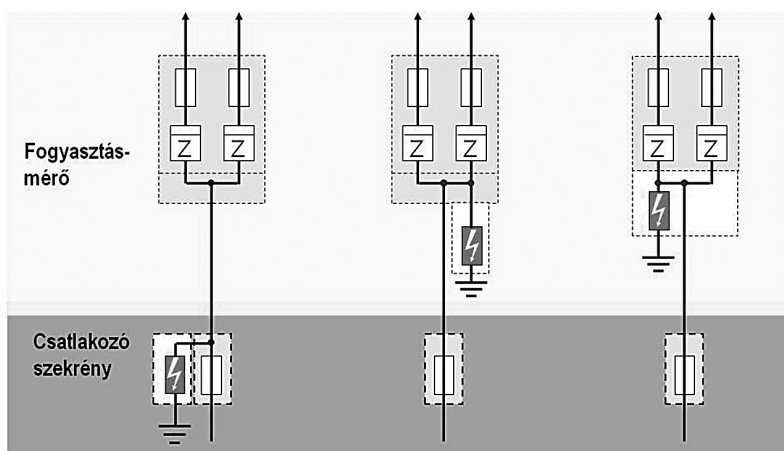
Az 1. típusú villámáram-levezetőikkel kapcsolatban megfogalmazott követelménynek, azaz hogy a védelmi szintje feleljen meg a készülék után beépített készülékek és elosztóhálózat lökőfeszültség-állóságának, napjainkban általában néhány ipari alkalmazást leszámítva csak úgy lehet megfelelni, hogy villámáram-levezetőként olyan un. kombi levezetőket építünk be, amelyek az MSZ EN 61643-11 szabvány szerint mind az 1. típus mind pedig a 2. típus vizsgálati követelményeinek megfelelnek. Sőt kaphatók olyan villámáram-levezetők is, amelyek egy készülékben teljesítik az 1., 2. és 3. típus vizsgálati követelményeit is, azaz durva, közepes és finom védelmi fokozatnak is megfelelnek, abban az esetben, ha a védeni kívánt készülék vezetékhozzában nincs 5 m-nél messzebb. Ilyen készülék például a DEHN+SÖHNE DEHNventil készüléke (II.5.4. ábra).



II.5.4. ábra: 1. típusú kombi levezető (1., 2. és 3. típus egyben) alkalmazása a becsatlakozási pont közelében a fogyasztásmérő előtt

Villámáram-levezető beépítése a kisfeszültségű hálózaton a fogyasztásmérő előtt

A közcélú elosztóhálózaton a kisfeszültségű hálózat csatlakozási pontján a fogyasztásmérő előtt elhelyezendő 1. típusú villámáram-levezető beépítési szabályait az MSZ 447:2009 szabvány tartalmazza. A villámcsapást követő esetleges energiaellátás kiesés, és a fogyasztásmérő villámcsapás következtében kialakuló villám-és túlfeszültség károsodásának elkerülése érdekében célszerű az építmény villámvédelmi potenciálkiegyenlítésére szolgáló 1. típusú villámáram-levezetőt a méretlen fővezetéken, a fogyasztásmérő előtt elhelyezni. Különösen fontos és aktuális ez a kérdés az elektronikus fogyasztásmérők egyre növekvő terjedésével és a smart metering (okos mérés) rendszerek bevezetésével. Csak így biztosítható, hogy a villámáram – a fogyasztásmérőt és a csatlakozási ponton beépített kismegszakítókat megkerülve – biztonságos nyomvonalon folyhasson el a távoli föld felé. Ez egyben azt jelenti, hogy az 1. típusú villámáram-levezetőt pecsétzárral lezárt fővezeték szakaszon kell beépíteni. A beépítés történhet közvetlenül a fogyasztásmérő szekrénybe, vagy külön szekrénybe (II.5.5. ábra).

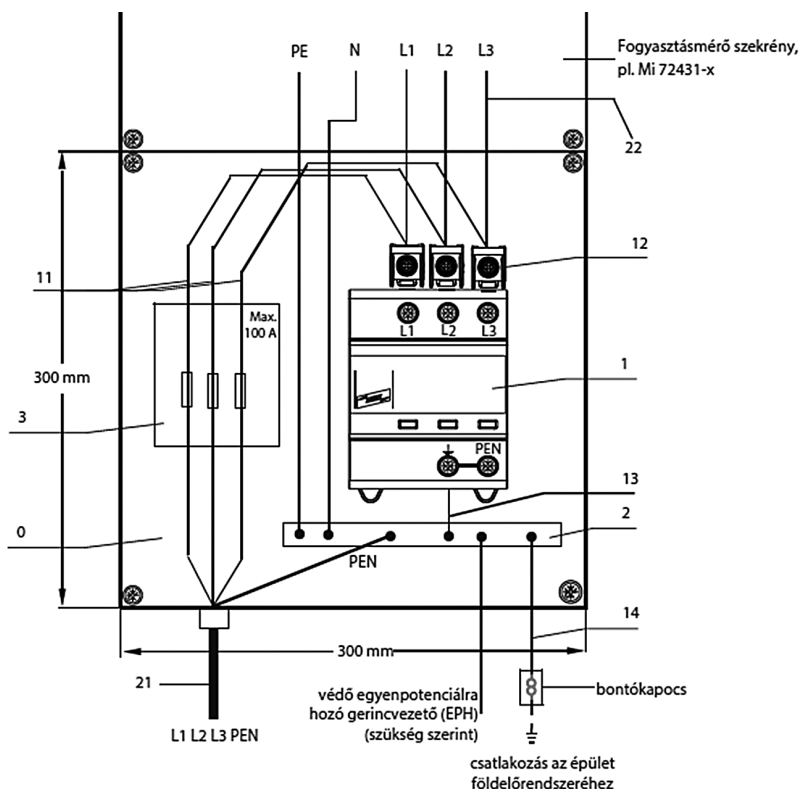


II.5.5. ábra. 1. típusú villámáram-levezető beépítése fogyasztásmérő elé (pecsétzáras kivitel).

Az MSZ 447 szabvány a beépítés műszaki feltételeiként az alábbi követelményeket határozza meg:

- Csak szikraköz alapú, szivárgóáram-mentes villámáram-levezető építhető be a méretlen fővezetékbe.
- A villámáram-levezetőt az első túláram-védelmi fokozat után úgy lehet a méretlen fővezetékbe beépíteni, hogy a villámáram-levezető fővezeték csatlakozási pontja és a védőkészülék közötti, valamint a védőkészülék és az építmény fő földelő sínje közötti vezetéktávolság nem lehet 1 m-nél hosszabb, illetve a védőkészülék csatlakozó vezetékének keresztmetszete nem lehet kisebb, mint 16 mm². Csak ezen feltétel tel-

jesítésével lehet garantálni azt, hogy az ezen vezetékszakaszokon folyó ún. hosszanti feszültségesés ne legyen túlságosan nagy, hiszen ez a feszültségesés hozzáadódik a védőkészülék védelmi szintjéhez és ez az együttes feszültségimpulzus fog a védendő hálózaton megjelenni.



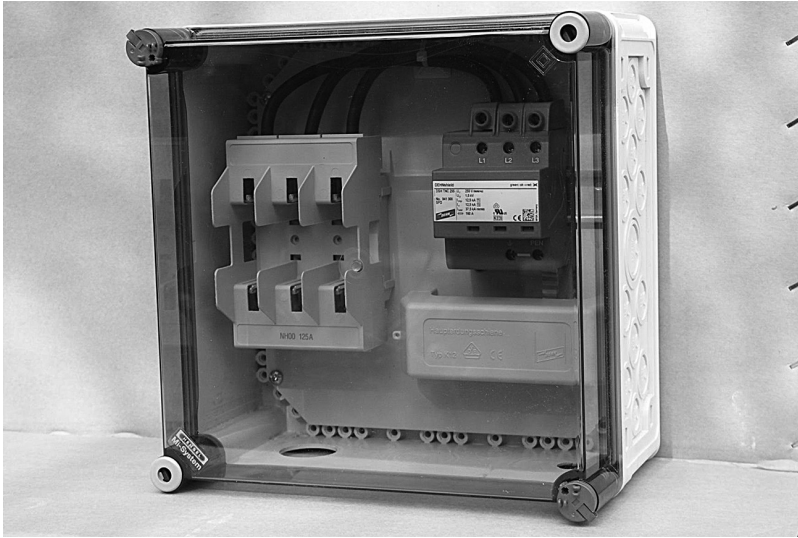
II.5.6. ábra: A túlfeszültség-védelmi szekrény sematikus vázlata

- Villámáram-levezető alkalmazása esetén az első túláram-védelmi készülék névleges árama nem lehet 63 ampernél kevesebb, független zárlati árammegszakító képessége pedig 50 kA-nél kevesebb.
- A villámáram-levezetőt mindenképpen zárópecsételhető műanyag tokozatba kell helyezni.
- A méretlen fővezetéki hálózatba csak olyan túlfeszültség-védelmi egység építhető be, amelynek beépítését a hálózati engedélyes elfogadta. Ezen feltételnek típusvizsgált fogyasztásmérő szekrényekkel vagy egyedi engedélyezési eljárás keretében benyújtott tervek engedélyeztetésével lehet megfelelni. Típusvizsgált, készre szerelt túl-

feszültség-védelmi egységeket tartalmazó fogyasztásmérő szekrényeket a hálózati engedélyesek által kiadott kiadványokban lehet megtalálni.

Túlfeszültség-védelmi egység felépítése

A fogyasztásmérővel összeépített túlfeszültség-védelmi szekrény általában tartalmaz egy 1.+2. típusú kombinált villámáram-levezetőt (1), bekötőkapcsokat a „V” bekötéshez (2), NH 00 méretű, 3-pólusú olvadóbiztosító aljzatot (3), valamint egy potenciálkiegyenlítő sánt (2). Ezek az alkatrészek IP 65-ös védettségű műanyag szekrénybe (0) kerülnek elhelyezésre (II.5.6. és II.5.7. ábra).



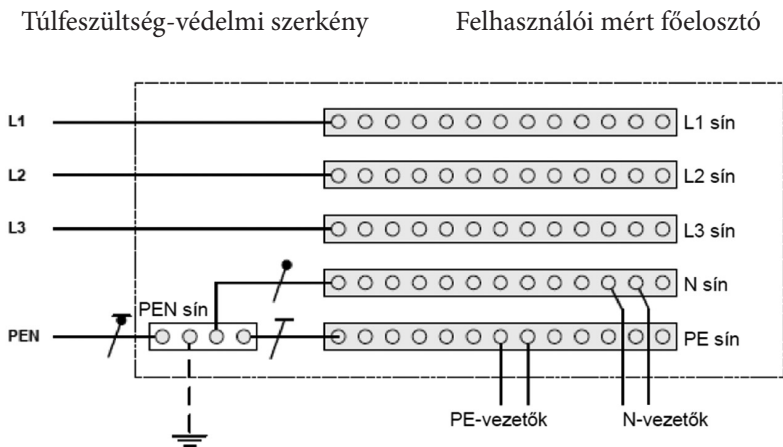
II.5.7. ábra: A túlfeszültség-védelmi szekrény

A villámáram-vezetőképes túlfeszültség-védelmi szekrény telepítési helye

Az 1. típusú villámáram-levezetőt tehát a méretlen fővezetéken, a fogyasztásmérő előtt célszerű elhelyezni. Csak így biztosítható, hogy a közcélú elosztóhálózat felől érkező villámáram – a fogyasztásmérőt és a fogyasztásmérőnél beépített első túláramvédelmi készüléket megkerülve – biztonságos nyomvonalon folyhasson el a föld felé. Abban az esetben, ha az építményen van külső villámvédelem és a külső villámvédelmi rendszert közvetlen villámcsapás éri, akkor a villámáram egy része a fő földelősínen, villámáram-levezetőn keresztül a – a fogyasztásmérőt és a fogyasztásmérőnél beépített első túláramvédelmi készüléket megkerülve – biztonságos nyomvonalon folyik el az erősáramú csatlakozó vezetéken a távoli föld felé.

Abban az esetben, ha a villámáram-vezetőképes túlfeszültség-védelmi szekrény pecsétzár alá kerül, akkor a fő földelősínen csatlakozó földelővezetőbe a földelés és a szekrény

közötti szakaszon, a talajtól 0,5-1,5 m magasságban bontható vizsgáló összekötőt kell kialakítani. A bontható mérési hely révén a földelési ellenállásmérés egyszerűen elvégezhető anélkül, hogy a pecsétzárát meg kellene bontani.



II.5.8. ábra: Fő földelő sín/PEN-sín kialakítása: a PEN-vezető csatlakoztatására speciális csatlakozókapocs vagy sín van kialakítva
(Forrás: MSZ HD 60364-5-54:2012 szabvány 54.1.c ábra)

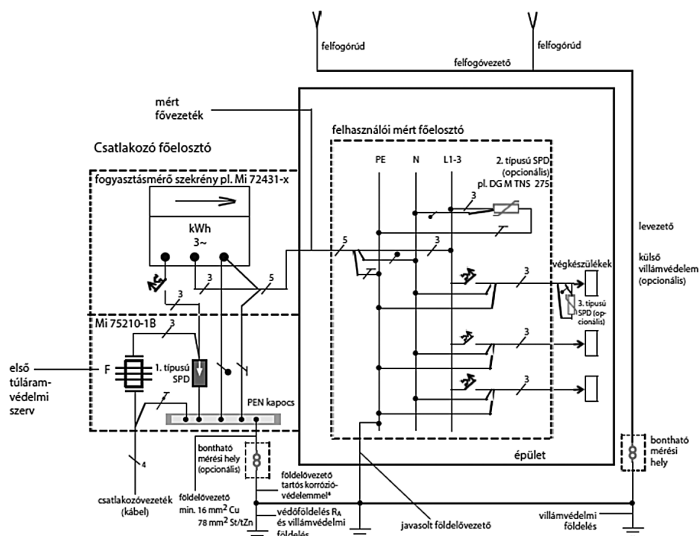


II.5.9a. ábra: Földelő kialakítása kiépítés közben



II.5.9b. ábra: Bontható mérési hely kialakítása kiépítés közben

Egy túlfeszültség-védelmi szekrény tipikus alkalmazási példáját mutatja be a II.5.10. és a II.5.11. ábra, mely szerint a fogyasztásmérő szekrény az épület homlokzatán található meg és az épület földkábeles vagy szigetelt szabadvezetékes csatlakozással rendelkezik.



II.5.10. ábra: Jellemző alkalmazás: Fogyasztásmérő szekrény az épület homlokzatán, a Hensel Mi 75210-1B szekrény a fogyasztásmérő szekrény alá kerül beépítésre

***földelővezető:**

- 30 x 3,5 mm tűzhorganyzott acélszalag (St/tZn) zsugorcsővel,
- Ø 10 mm tűzhorganyzott acélhuzal (St/tZn) PVC burkolattal,
- Ø 10 mm tűzhorganyzott acélhuzal (St/tZn) zsugorcsővel,
- Ø 10 mm rozsdamentes acélhuzal (V4A, anyagtípus: 1,4571)



II.5.11. ábra: Fogyasztásmérő hely túlfeszültség-védelmi szekrénnyel, villámvédelmi/potenciálrögzítő földeléssel és bontható mérési hely kialakításával

LPZ zónakoncepció alkalmazása többlépcsős túlfeszültség-védelem kialakítására

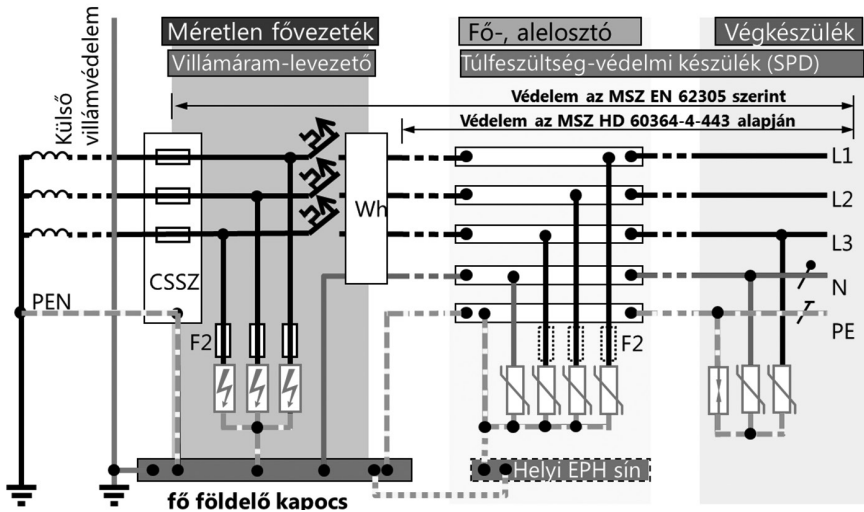
Az MSZ EN 62305-2 és MSZ EN 62305-4 valamint az MSZ HD60364-5-534 szabályai szerint, tehát ha közvetlen vagy közeli villámcsapásra lehet számítani, 1., 2. és 3. típusú készülékek, míg abban az esetben, ha csak légköri és kapcsolási eredetű túlfeszültségre kell számítani, akkor 2. és 3. típusú készülékek beépítésére van szükség. Az 1. 2. és 3. típusú készülékek vizsgálati követelményeit az MSZ EN 61643-11 szabvány határozza meg. Az 1., 2. és 3. típusú készülékek megfelelnek a szakmai zsargonban még ma is gyakran használt, de már nem szabványos B, C, és D fokozatoknak (II.5.2. táblázat).

Típus / Megnevezés	Szabvány	E DIN VDE 0675-6 A1, A2	IEC 61643-1:1998	EN 61643-11:2001
Villámáram-levezető, Kombi-levezető		B osztályú levezető	SPD class I	SPD Type 1
Túlfeszültség-védelem elosztókba/alelosztók- ba fix telepítés		C osztályú levezető	SPD class II	SPD Type 2
Túlfeszültség-védelem dugaszó aljzatokhoz, végkészülékek védel- me		D osztályú levezető	SPD class III	SPD Type 3

II.5.2. táblázat: Túlfeszültség-védelemi szintek elnevezései az IEC-, EN és VDE szabványokban

Nagyobb kiterjedésű villamos elosztóhálózatok és építmények esetében az MSZ EN 62305-4 szabványban ismertetett villámvédelmi zónakoncepciónak megfelelően a többi földelési, potenciálkiegyenlítési és árnyékolási, valamint vezeték nyomvonal-vezetési intézkedésekkel együtt, csak többlépcsős, az egyes LPZ zónahatár-átlépések helyeire beépített túlfeszültség-védelmi intézkedésekkel lehet megfelelő túlfeszültség-védelmet kialakítani.

Az LPZ₀-LPZ₁ zónahatárra mindig 1. típusú, villámáram-vezetőképés védelmi készüléket kell beépíteni. Ezen készülékeket villámáram-levezetőnek is szokták nevezni. Ezen készülékek feladata, hogy a becsatlakozó vezetékeken folyó rész-villámáramokat a föld felé a legrövidebb áramúton levezessék anélkül, hogy másodlagos szikraképződés révén az építmény fizikai károsodást szenvedne. További feladata ezen készülékeknek, hogy a lökőfeszültségeket, a beépítési helyre definiált méretezési lökőfeszültség alá csökkentsék. Az 1. típusú készülékek jellemzően 12,5 – 50 kA 10/350 µs hullámalakú villámáramok levezetésére alkalmasak pólusonként. Az 1. típusú készülékek műszakilag optimális beépítési helye az építmény erősáramú csatlakozási pontján, az első túláramvédelmi készülék után a méretlen fővezetéken található (II.5.12. ábra). Ügyelni kell azonban arra, hogy az 1. típusú védelmi készülék mindig az építmény fő földelő sínjének közvetlen közelében legyen, hiszen ellenkező esetben nem lehet biztosítani az MSZ447-ben és az MSZ HD60364-5-534-ben is előírt hálózatoldali és fölelővezető oldali maximálisan megengedhető 1 m-es távolság betartását.



II.5.12. ábra: TN-C-S hálózat többlépcsős túlfeszültség-védelmi rendszere

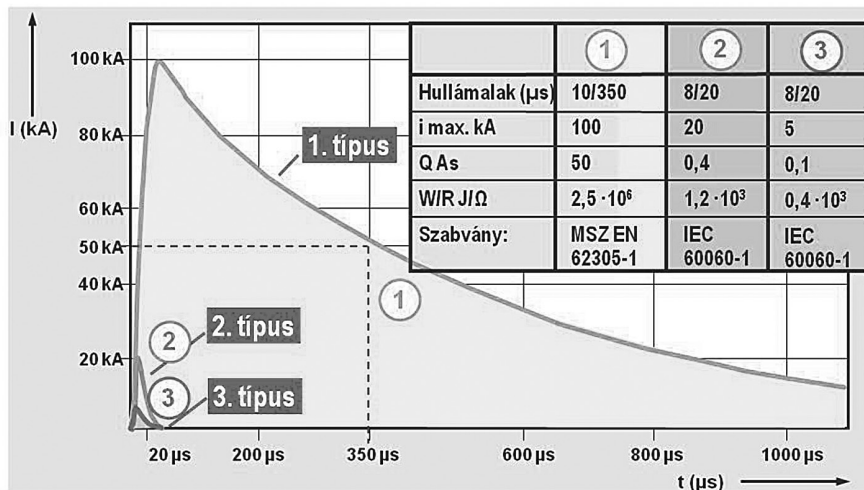
A gyakorlatban az 1. típusú villámáram-levezetőt általában a főelosztóban helyezik el, ami az LPZ_{0A}-LPZ1 zónahatártól viszonylag messze, az építmény belsejében található. Célszerű ilyenkor a főelosztó berendezést és a fő földelő sínt lehetőleg minél közelebb elhelyezni az LPZ_{0A}-LPZ1 zónahatárhoz. Ezen kívül további intézkedések szükségesek a főelosztó előtti mért fővezeték szakasz megfelelő nyomvonalvezetésének kialakítására, hiszen megfelelő védőtávolságot, illetve vezetékárnýékolást kell alkalmazni a villámárammal átjárt mért fővezeték és minden más belső rendszer között, továbbá a fővezetékkel párhuzamosan futó minden belső rendszerre túlfeszültség-védelmi intézkedéseket kell meghatározni.

Az LPZ_{0B} és LPZ1 zónahatárra illetve LPZ1 és 2 vagy magasabb zónahatárookra 2. típusú túlfeszültség-védelmi készülékeket kell elhelyezni. Ezen készülékek néhányszor 10 kA-es 8/20 μ s hullámalakú lököáramok többszöri levezetésére alkalmasak.

A háromlépcsős villám- és túlfeszültség-védelem utolsó tagja az erősáramú elosztóhálózatban a végkészülék-védelem, amelyet 3. típusú készülékekkel lehet megvalósítani. A 3. típusú készülékek a kisenergiájú, a végkészülékeknél megjelenő túlfeszültségek korlátozására alkalmasak, melyek lehetnek kapcsolási eredetűek, illetve a 2. és 3. típusú védőkészülékek közötti vezeték szakaszban, induktív, illetve kapacitív úton alakulnak ki, illetve hullámterjedési jelenségek miatt jelennek meg az l hosszúságú vezeték végén.

A 3. típusú készülékek beépítési helye közvetlenül a védendő készülék előtt van, az LPZ2-3 és magasabb zónahatárokon. A 3. típusú készülékek általában 5 m-es vezeték-hosszt tudnak védeni. 5 m-nél távolabb lévő végberendezések védelmére csak speciális esetekben (pl. árnyékolt vezeték alkalmazása esetén) alkalmasak.

Az erősáramú, 0,4 kV-os hálózatokban használt 1., 2. és 3. típusú túlfeszültség-védelmi készülékek szabványos vizsgáló lököimpulzusai a II.6.13. ábrán láthatóak.



II.5.13. ábra: Az 1., 2. és 3. típusú védelmi készülékek vizsgálóáramainak összehasonlítása

Az 1. és 2. típusú védelmi készülékek kiválasztásánál a várható villámáramon, illetve lököáramon kívül a védelmi szint szempontjából az MSZ HD 60364-5-534 szabvány olyan új követelményeket határoz meg, amelyek szakmai körökben kevésbé ismertek. Az MSZ HD 60364-5-534 szabvány 534.2.3.1 fejezetében egyértelműen kimondja, hogy ha a túlfeszültség-védelmet az MSZ HD 60364-4-443 szabvány alapján kell előírni, akkor az alkalmazott túlfeszültség-védelmi készülékeket legalább II. túlfeszültség-kategória szerint kell kiválasztani. Ebből az adódik, hogy a szükséges 2. típusú védelmi készülékek védelmi szintje nem lehet nagyobb 2,5 kV-nál. Ennek a követelménynek a kereskedelemben kapható 2. típusú, varisztoros készülékek általában megfelelnek. Azonban ugyanezen szabvány hivatkozott fejezete azt is kimondja, hogy ha a túlfeszültség-védelmet az MSZ EN 62305-4 szabvány alapján kell létesíteni, akkor a szükséges túlfeszültség-védelmi készülékeket (beleértve az 1. típusú készülékeket is) II. túlfeszültség-kategória szerint kell kiválasztani. Ez azt jelenti, hogy csak olyan 1. típusú védelmi készülékek használhatók, amelyek védelmi szintje nem lehet nagyobb 2,5 kV-nál. Még ma is több gyártó gyárt olyan 1. típusú, szikraköz alapú villámáram-levezetőt, amelynek védelmi szintje 4 kV. Ezek alkalmazása az MSZ HD 60364-5-534 szabvány alapján már nem megengedhető.

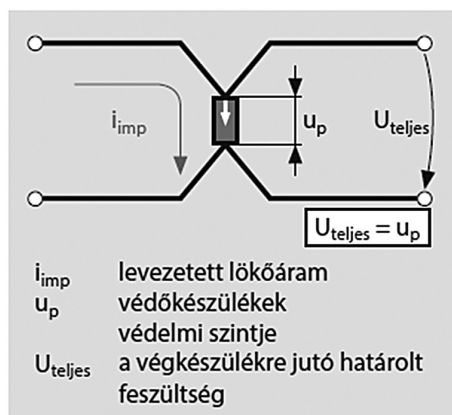
Túlfeszültség-védelmi készülékek beépítése

Túlfeszültség-védelmi készülék beépítésének szabályai

A túlfeszültség-védelmi készülék beépítésekor a fázisoldali vezeték bekötése elviekben kétféle módon alakítható ki:

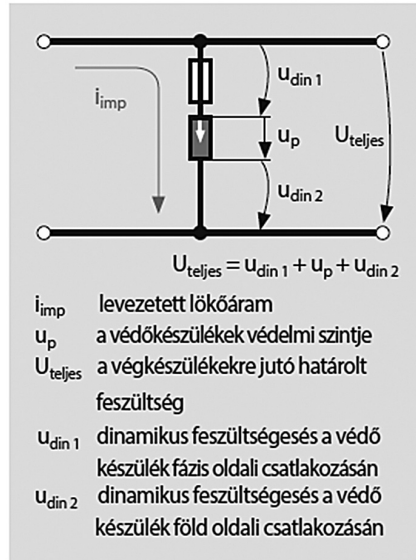
- kétpontos bekötés (párhuzamos bekötés),
- kötés („V” bekötés).

Abban az esetben, ha a túlfeszültség-védelmi készülék elmenő oldalán nincsenek olyan számottevő csatlakozóvezeték-hosszúságok, amelyeken a villám-lökőáramtól átjárt vezetéken fellépő hosszfeszültségek hozzáadódnának a védőkészülék kimenő kapcsain határolt U_p feszültséghez, akkor a készülék túlfeszültség elleni védőhatása a megadott védelmi szintnek megfelelően közvetlenül érvényesül. A II.5.14. ábrán is látható „V” bekötés megfelel a fenti követelményeknek. Az MSZ HD 60364-5-534:2009 szabvány alapján, a villámáram-levezetők bekötésekor mindig erre a bekötésre kell törekedni.



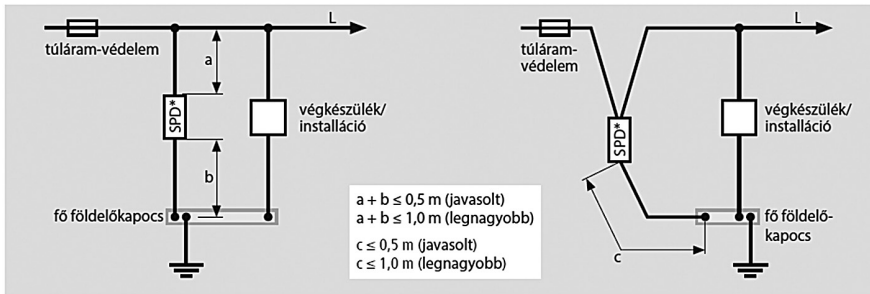
II.5.14. ábra: Túlfeszültség-védelmi készülék „V” bekötéssel

Sajnálatosan a „V” bekötés kialakítása nem minden alkalmazásban lehetséges. Az áramkör üzemi árama a „V” bekötés esetében teljes egészében átfolyik a túlfeszültség-védelmi készülék dupla bekötőkapcsán, amelynek melege kora korlátozza a rajta átvezethető áramerősség nagyságát, ezért általában ilyen esetekben a maximálisan megengedhető előtét-biztosító értéke kisebb, mint a párhuzamos bekötés esetén megengedett érték. Ennek következtében nagyobb névleges áramú (<100 A) rendszerek esetében a „V” bekötés nem alkalmazható. Ilyen esetekben párhuzamos vezetékbecötéssel kell a túlfeszültség-védelmi készüléket beépíteni. Tudomásul kell azonban venni, hogy a párhuzamos bekötés esetén, a fázisoldali és a földelésoldali bekötővezetéken villámáram levezetések kialakuló hosszanti feszültségesés hozzáadódik a védőkészülék védelmi szintjéhez és a védett áramkör-rész szigetelését az eredő lökőfeszültség veszi igénybe (II.5.15. ábra).



II.5.15. ábra: Túlfeszültség-védelmi készülék párhuzamos bekötéssel

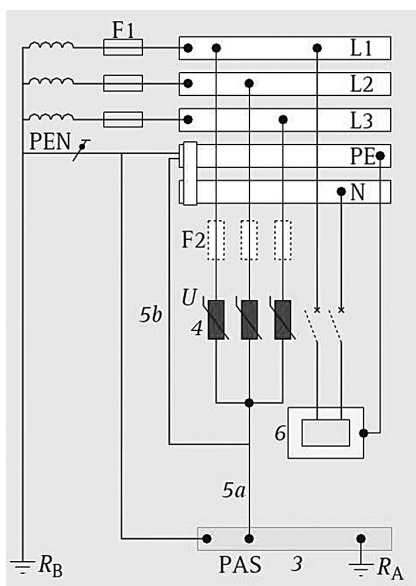
A fentiek miatt az MSZ HD 60364-5-534:2009 szabvány a villámáram-levezető bekötővezetékeinek az együttes hosszára azt javasolja, hogy lehetőleg legyen kisebb, mint 0,5 méter, de az 1 m-es hosszúságot semmi esetre sem lépheti túl (II.5.16. ábra).



II.5.16. ábra: Javasolt, és megengedett legnagyobb vezeték hosszúságok a túlfeszültség-védelmi készülékek bekötésére az MSZ HD 60364-5-534:2009 szabvány szerint

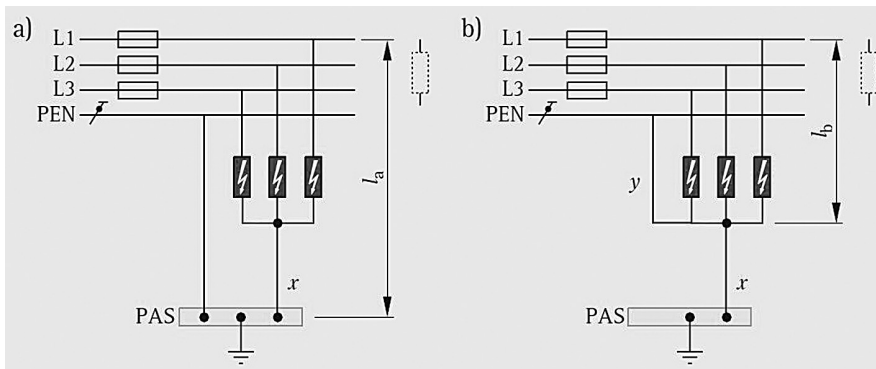
Az európai harmonizációs dokumentum (HD), amelyet az MSZ HD 60364-5-534 is változtatások nélkül átvész, lehetőséget ad a kivitelező számára, hogy a II.5.17. ábrán 5a-val és 5b-vel jelzett földelő vezető összekötések közül a rövidebbet alkalmazzák. Németországban egy olyan nemzeti melléklet van hatályban, amely szerint az 5a-val és 5b-vel jelzett mindkét

összekötés kialakítása kötelező, minden olyan 1. vagy 2. típusú SPD esetében, amely az építménybe történő becsatlakozási ponton vagy annak közelében kerül beépítésre. Ezen követelmény meghatározásánál azt az alapvető védelmi célt vette figyelembe a szabványalkotó, hogy a lehető legkisebb védelmi szintet érjük el az SPD mögötti hálózatrészen. A II.5.18. ábrán bemutatott a.) és b.) megoldások összehasonlításából az adódik, hogy a b.) megoldás esetében az y -nal jelzett összekötés révén kisebb védelmi szint jelenik meg a felhasználói hálózaton, hiszen ekkor a x vezetékszakaszon levezetett villámáram hatására kialakuló hosszanti feszültségesés nem növeli az SPD mögötti hálózat védelmi szintjét. Ezen megfontolások alapján mindenképpen a II.5.17. b.) ábrán bemutatott bekötést célszerű alkalmazni, azaz az SPD földelőkapcsát össze kell kötni a legközelebbi úton a fő földelő sínnel, tovább az SPD földelőkapcsát össze kell kötni a PE vezetővel is, illetve az elosztószekrény PE kapcsával.



II.5.17. ábra: SPD bekötése 3: fő földelő sín (PAS), 4: SPD, amelynek II. túlfeszültség-kategóriának kell megfelelnie, 5: az SPD földelő bekötése az 5a vagy 5b változatnak megfelelően, amelyek a rövidebb, 6: fogyasztó-berendezés, F1: túláram-védelem a becsatlakozási pontnál, F2: az SPD gyártója által megkövetelt túláram-védelem

Külön figyelmet kell fordítani az olyan esetekre, amikor a túlfeszültség-védelmet olyan áramkörökbe illetve elosztóhálózatokba építjük be, ahol áramütés elleni védelem céljából (hibavédelem) áramvédő-kapcsoló is található.



II.5.18. ábra: SPD-k földelő bekötéseü

a.) kedvezőtlen kialakítás,

b.) kedvező kialakítás

Általános szabályként említhető az MSZ HD 60364-5-534 szerint, hogy az áramvédő-kapcsoló fogyasztói oldalán 1. és 2. típusú túlfeszültség-védelmi készülék csak abban az esetben építhető be, ha az időkésleltetéses, pl. S típusú, és minimum 3 kA 8/20 μ s lökőáram-terhelésnek ellenáll. Németországban olyan nemzeti kiegészítés van érvényben az említett szabványhoz, amely az 1. és 2. típusú túlfeszültség-védelmi készülék alkalmazását az áram-védőkapcsoló fogyasztói oldalán általában tiltja, és csak néhány speciális esetben engedélyezi. Ennek oka az, hogy amennyiben villám-részáram folyik az áram-védőkapcsolón keresztül a fázisvezető és a PE vezető között, akkor az áram-védőkapcsoló ezt nagy valószínűséggel hibaáramnak fogja érzékelni és le fog oldani. Ezen túlmenően arra is lehet számítani, hogy a villám-részáram elektrodinamikus- és hőhatása az áram-védőkapcsolót mechanikailag tönkre teszi, aminek hatására a hibavédelmi mód működésképtelenné válik, és az energiaellátás megszakad. Ezért a nagyenergiájú villám-részáramok áram-védőkapcsolón keresztüli áramúton való záródását mindenképpen kerülni ajánlatos.

Ha az áram-védőkapcsoló betáplálási oldalán 1. típusú SPD az áram-védőkapcsoló fogyasztói oldalán pedig 2. típusú SPD található, akkor ebben az esetben villám-részáram nem folyik az áram-védőkapcsolón keresztül, hiszen a betáplálási oldalról érkező esetleges villám-részáramot az 1. típusú SPD levezeti a föld felé még az áram-védőkapcsoló előtt. Tehát ebben az esetben a 2. típusú SPD elhelyezése az áram-védőkapcsoló után a szigorúbb németországi előírások szerint is elfogadott. Továbbá a szigorúbb németországi nemzeti kiegészítés szerint az áram-védőkapcsoló fogyasztói oldalán csak olyan esetben megengedhető 1. típusú SPD elhelyezése, ha az adott áramkörhöz tartozó fogyasztó az LPZ0A villámvédelmi zónában található, és ennek következtében a csatlakozó vezetéken keresztül villám-részáram érkezik meg az építménybe, amelyet még az áram-védőkapcsoló fogyasztói oldalán le kell vezetni a föld felé.