

Copyright Elektroinstallateur - Edinfo

Elektromosipari szakemberek kézikönyve

Bővített, átdolgozott kiadás 2024



Edinfo
Rendszerintegrátor Kft.

Elektroinstallateur
szaklap

Szakszerkesztő: Dr. Novothny Ferenc

Szerzők, lektorok:

Arató Csaba
Boa András
Furián Attila
Garai Tamás
ifj. Hunyadi Sándor
Dr. Kemény József
Dr. Kovács Károly
Kovácsné Jáni Katalin
Kóra István

Kruppa Attila
Molnár Balázs
Nádas József
Dr. Novothny Ferenc
Opitzer Gábor
Pásztohy Tamás
Racsek Dániel
Roderman József
Schottner Károly

Szerkesztő: Polgár Endre

Tervezőszerkesztő: Rákos Kata

ISBN 978-615-02-1713-0

© Edinfo Rendszerintegrátor Kft., Budapest 2024

Felelős kiadó: Kovácsné Jáni Katalin ügyvezető

Készült a Gyomai Kner Nyomda Zrt.-ben

Felelős vezető: Luka-Barcza Viktória vezérigazgató

A könyv kéziratának lezárási időpontja 2024. szeptember

A könyv engedély nélküli – részben, vagy egészében történő – másolása, elektronikus formában hozzáférhetővé tétele, terjesztése a szerzői jogi törvény alapján jogsértésnek minősül.

Tartalom

1. Elméleti alapok	11–19
1.1. Villamos mennyiségek és egységeik.....	11
1.2. Fontosabb mennyiségek SI-mértékegységei.....	12
1.3. Prefixumok.....	14
1.4. Közelítő számítások.....	15
1.5. Feszültségtűrés.....	17
2. Lakóépületek villamos berendezése (<i>Arató Csaba, Pásztohy Tamás, Molnár Balázs</i>).....	20–69
2.1. A lakóépületek és társasházak tulajdonviszonyai.....	20
2.2. A lakóépületekben felhasznált energiafajták.....	21
2.3. Tervezési szempontok.....	22
2.4. Villamos méretezés.....	26
2.5. Csatlakozó főelosztó.....	32
2.6. Fogyasztásmérőhely kialakítások.....	36
2.7. Lakás-elosztók és vezetékvezetések.....	41
2.8. Védőföldelés és egyenpotenciálú összekötés.....	45
2.9. Alapozásföldelők kialakítása.....	48
2.10. Villamos biztonsági felülvizsgálat (VBF) szakmai szemmel.....	59
3. Készülékek (<i>Dr. Kemény József, Dr. Novothny Ferenc</i>).....	70–102
3.1. Készülékek meghatározásai és alapadatai.....	70
3.2. Kapcsolókészülékek.....	80
3.3. Épület-villanszerelési (installációs) készülékek.....	94
3.4. Átívelés-érezkelő szerkezet (AFDD).....	99
4. Vezetékek kötéstechikája (<i>Roderman József</i>).....	103–110
4.1. Elméleti háttér.....	103
4.2. Kötőelem nélküli kötések – miért kerülendő?!.....	104
4.3. Csavarszorítású kötőelemek.....	104
4.4. Rugós szorítású kötőelemek.....	106
4.5. Alumínium és réz vezetők kötése.....	108
4.6. Dugaszolható csatlakozó- és kábelrendszer.....	109

5.	Világítás <i>(Nádas József)</i>	111–199
5.1.	Világítástechnikai alapismeretek.....	111
5.2.	Fényforrások.....	131
5.3.	Lámpatestek, világítót <i>est</i> ek.....	165
5.4.	Világítástechnikai rendszerek létesítése.....	170
5.5.	Tartalékvilágítás.....	184
5.6.	Feny <i>te</i> chnikai jellemzők mérése, ellenőrzése.....	195
6.	Tartalék áramforrások <i>(Kóra István)</i>	200–226
6.1.	Szünetmentes áramellátás, bevezetés.....	200
6.2.	A szünetmentes áramellátás irányzatai.....	202
6.3.	Dinamikus UPS.....	209
6.4.	Szünetmentes áramellátó rendszerek.....	210
6.5.	UPS párhuzamos üzeme, a rendszerbiztonság növelése.....	212
6.6.	UPS-ek zárlati és túlterheléses viselkedése.....	214
6.7.	Dízelgenerátoros táplálás – UPS-együ <i>tt</i> működés.....	215
6.8.	Statikus UPS energiatárolásának fajtái.....	215
6.9.	Lítiumionos akkumulátorok.....	215
6.10.	Szeleppel zárt, karbantartásmentes (VRLA).....	218
6.11.	UPS-kommunikáció.....	219
6.12.	Tűzvédelmi lekapcsolás.....	220
6.13.	Szünetmentes fogyasztói hálózatok.....	221
6.14.	Hibavédelem, ÁVK alkalmazási körülményei.....	222
6.15.	Villám és túlfeszültség elleni védelem kapcsolata.....	223
6.16.	UPS telepítése.....	224
6.17.	Szünetmentes áramellátás üzemeltetése, karbantartása, környezetvédelem.....	225
7.	Fázisjavítás <i>(ifj. Hunyadi Sándor)</i>	227–255
7.1.	Fázisjavítás (teljesítmény <i>te</i> nyező-javítás).....	227
7.2.	A fázisjavítás elhelyezési módjai.....	233
7.3.	A hagyományos fázisjavító berendezések elemei.....	240
7.4.	Felharmonikus szűrés.....	246
7.5.	A fázisjavítás kiépítésének szükségessége.....	248
7.6.	A megfelelő fázisjavító berendezés kiválasztása.....	250
7.7.	Fázisjavítás hálózatra kapcsolása.....	251
7.8.	A középfeszültségű fázisjavításról röviden.....	252
7.9.	Speciális fázisjavítási lehetőség.....	253
7.10.	Meglévő fázisjavító berendezések felújítása, karbantartása.....	254

8. Energiamenedzsment (Opitzter Gábor).....	256–284
8.1. Definíció.....	256
8.2. Az energiamenedzsment célja.....	256
8.3. Példák energiamenedzsment megoldásokra.....	256
8.4. Mérés.....	257
8.5. Adattovábbítás.....	260
8.6. Kész energiamenedzsment készülékek (1-es típusú energiamenedzsment).....	266
8.7. PLC-be programozot energiamenedzsment (1A típusú energiamenedzsment).....	267
8.8. Kész energiamenedzsment szoftverek (2-es típusú energiamenedzsment).....	268
8.9. SCADA szoftverek bővítménnyel (2A típusú energiamenedzsment).....	270
8.10. Energiamenedzsment a gyakorlatban.....	271
8.11. Energiamenedzsment jelen és jövője.....	282
9. Automatizálás (Dr. Kovács Károly, Opitzter Gábor).....	285–337
9.1. Mi is az a buszrendszer?.....	285
9.2. Különböző épületautomatizálási rendszerek összehasonlításának szempontjai.....	291
9.3. A KNX Szövetség és a KNX szabvány.....	296
9.4. A KNX buszprotokoll, mint világszabvány.....	297
9.5. A KNX-rendszer előnyei.....	299
9.6. A KNX helye a gyengeáramú rendszerek között, alkalmazási területei.....	300
9.7. A KNX technológiája és készülékei.....	303
9.8. A KNX szerelése.....	317
9.9. A BACnet és a KNXnet.....	321
9.10. Az ETS szoftver.....	324
9.11. LON.....	325
9.12. Egyéb épületautomatikai megoldások.....	329
9.13. MSZ EN 15232 – az épületautomatizálás szerepe az épületek energiateljesítményének növelésében.....	333
9.14. Tárgyak Internete, Ipar 4.0.....	334
10. Napelemes rendszerek létesítése (Schottner Károly, Furdján Attila).....	339–409
10.1. Megújuló energia hasznosítási lehetőségek.....	339
10.2. Napelemek és a fotovoltaikus effektus.....	341
10.3. PV-modul fajták.....	343

10.4.	A villamosenergia-előállítás és a PV-rendszer paramétereinek kapcsolata.....	344
10.5.	Napelemmodulok adatlapjai.....	350
10.6.	Napelemes rendszerek kialakításának elvei.....	354
10.7.	Villamosenergia-termelés hálózatra csatlakozó napelemes rendszerrel.....	355
10.8.	Napelemes rendszerek elvi kapcsolási sémája.....	359
10.9.	DC-oldali rendszerelemek és védelmek követelményei.....	363
10.10.	Inverterek jellemzői.....	366
10.11.	Zárlatvédelem és védelmi elosztók.....	371
10.12.	Baleset-, személy- és vagyonvédelem.....	379
10.13.	Árnyékhatás.....	380
10.14.	Szél- és hőterhelés, tartószerkezeti követelmények.....	386
10.15.	Hálózatra kapcsolt napelemes rendszerek villamos biztonsági vizsgálatai.....	389
11.	Villamos járművek biztonsága	
	<i>(Arató Csaba, Fűrján Attila, Garai Tamás).....</i>	410–469
11.1.	Villamos járművek.....	410
11.2.	Akkumulátorok.....	416
11.3.	Üzemanyagcella.....	416
11.4.	Cél a biztonságos gyártás, üzemeltetés és használat.....	418
11.5.	Biztonsági intézkedések.....	420
11.6.	Oktatás, képzés.....	424
11.7.	A villamos járművek táplálása (töltőállomások létesítése).....	431
11.8.	Védelem.....	434
11.9.	Csatlakozóaljzatok.....	435
11.10.	Villamos járművek töltési módjai.....	437
11.11.	Ellenőrzés.....	438
11.12.	Villamos járművek töltőállomásainak áramütés elleni védelem szempontjából való vizsgálatai.....	441
11.13.	Elektromos gépjármű töltőhelyek létesítése tűzvédelmi szempontok.....	466
12.	Háztartási méretű energiatárolás <i>(Schottner Károly, Racsek Dániel)....</i>	470–490
12.1.	Energiatárolók kiválasztásának szempontjai.....	472
12.2.	Lakossági rendszerek, háztartási fogyasztói profilok.....	474
12.3.	Háztartási méretű energiatárolók létesítési szempontjai.....	477
12.4.	Energiatárolási formák.....	482
12.5.	LIFEPo4 – Lithium vasfoszfát tárolási technológia előnyei és működése.....	483

Tartalom	9	
12.6.	A rendszer méretezési útmutatója.....	486
12.7.	Kereskedelmi rendszerek.....	489
13.	Túláramvédelem (Dr. Kemény József, Dr. Novothny Ferenc).....	491–515
13.1.	Túláramvédelem fogalma.....	491
13.2.	Túláramvédelmi eszközök.....	491
13.3.	Túláramvédelmi eszközök követelményei.....	499
13.4.	Túláramvédelem helye a hálózaton.....	504
13.5.	Túláramvédelem kiválasztása.....	507
13.6.	Túláramvédelmek.....	511
14.	Áramütés elleni védelem (Dr. Novothny Ferenc).....	516–564
14.1.	TT-rendszer (védőföldelés közvetlenül földelt rendszerben).....	520
14.2.	TN-rendszerek (nullázás).....	535
14.3.	IT-rendszer (védőföldelés közvetve földelt rendszerekben).....	547
14.4.	Védelmi mód: SELV-, PELV-törpefeszültség.....	552
14.5.	Védelmi mód: kettős vagy megerősített szigetelés.....	555
14.6.	A környezet elszigetelése.....	558
14.7.	Villamos elválasztás.....	560
14.8.	Védelem földetlen helyi egyenpotenciálú összekötéssel.....	563
15.	Elektromágneses összeférhetőség (EMC)	
	(Dr. Kovács Károly).....	565–586
15.1.	Bevezetés.....	565
15.2.	Az EMC fogalma.....	565
15.3.	Az EMC jelenségének alapvető megközelítési módja.....	566
15.4.	Zavarjelenségek áttekintése.....	566
15.5.	A vonatkozó irányelvek és jogszabályok.....	568
15.6.	A termékek megfelelésének igazolása.....	569
15.7.	Az EMC-szabványok.....	569
15.8.	EMC-követelmények alkalmazása az épületvillamossági tervezés és kivitelezés során.....	570
16.	Villám- és túlfeszültség-védelem (Dr. Kovács Károly).....	587–636
16.1.	A villámvédelem szükségessége.....	587
16.2.	Műszaki szabályozás a villám és túlfeszültség-védelem területén.....	588
16.3.	Villámvédelmi rendszer tervezése.....	594
16.4.	Villámvédelmi rendszerek kivitelezése.....	624
16.5.	Villámvédelmi rendszerek felülvizsgálata.....	633

17. Tűzvédelem (Garai Tamás, Kruppa Attila).....	637–670
17.1. Épületek tűzvédelme.....	637
17.2. Villamos vezetékrendszerek tűzvédelme.....	646
18. Kisfeszültségű Feszültség Alatti Munkavégzés (KiF FAM) (Boa András).....	671–681
18.1. A FAM hazai történetéből.....	671
18.2. Szabályozások.....	672
18.3. Kisfeszültségű Munkavégrehajtási Feltételek (KiF MVF).....	672
18.4. Személyi feltételek.....	676
18.5. KiF FAM tevékenységi feladatkörök.....	676
18.6. Képzések.....	677
18.7. Dokumentumok.....	679
18.8. A munkavégzés eszközei.....	680
18.9. A munkavégzés menete.....	680
18.10. Biztonsági felszerelések.....	681
18.11. Összegzés.....	681
19. Épület Információs Modellezés (Kovácsné Jáni Katalin).....	682–687
19.1. Mi a BIM?.....	682
19.2. Mi a BMS?.....	685
19.3. Hogyan működik együtt a BMS és a BIM?.....	686
19.4. Mi is az a digitális iker?.....	687

fogyasztói főelosztóig elmenő vezetőkei műszakilag akkor is előírás szerinti-ek lehetnek, ha a lakáshálózatok további részeit a tulajdonosok nem újítatják fel. A felhasználói mért fővezetékek cseréjénél figyelni kell arra, hogy az **MSZ 447**-es szabvány 2019-es módosítása szerint a mért fővezeték keresztmetszete nem lehet kisebb, mint az adott mérőhöz csatlakozó méretlen fővezeték keresztmetszete, ami minimálisan 10 mm^2 .

Az elosztói engedélyesek általában arra törekcszenek, hogy a mérőhelyek a lakásokból kikerüljenek. Ezt a törekvést az **MSZ 447** is támogatja, amikor kimondja, hogy a meglévő, lakáson belül elhelyezett fogyasztásmérő berendezést felújítás, átépítés, bővítés során – az elosztói engedéllyessel történő előzetes egyeztetés hiányában – csak abban az esetben nem kell a külső fal-felületre átszerelni, ha ott a fogyasztásmérőhely kialakításához szükséges térész nem áll rendelkezésre. Továbbá, ha védőburkolata előtt legalább $0,8 \text{ m}$ mélységű 1 m^2 hely rendelkezésre áll, valamint a közlekedést (pl. bútorszállítást) nem akadályozza.

Az elosztói engedélyesek által elfogadott biztonsági és szerelhetőségi szintnek eleget tevő, műanyagból – polikarbonátból, poliszterből – készített, átlátszó fedelű, közel hasonló méretű, fogyasztásmérő-tokozatokat ma már számos szakipari cég gyártja.

A fogyasztásmérő-tokozatok jellemző méretei:

- egy- és háromfázisú, egy mérőhelyes mérő kb. $300 \times 450 / 600 \text{ mm}$,
- egy- és háromfázisú, két mérőhelyes mérő vezérlőkészülékkel kb. $600 \times 450 / 750 \text{ mm}$.

Az elosztói engedélyesek által jóváhagyott, ún. rendszerengedélyes fogyasztásmérő kialakítások listája, típuslapjai a hozzájuk tartozó szerelési-telepítési utasításokkal együtt az adott elosztói engedélyes honlapján megtalálható. Csak a honlapokon közzétett listák tekinthetők hivatalosnak. A rendszerengedélyes fogyasztásmérő kialakítások a MEE-VET honlapján is megtalálhatóak, kiegészítve sok számos hasznos információval. A 2021-ben bevezetett új kialakítású fogyasztásmérő szekrények kialakítását előíró elosztói engedélyesi műszaki követelményrendszer három, jól elkülönülő csoportba osztja a fogyasztásmérő szekrényeket. Fő változás, hogy az egyedi direkt mérésnél alkalmazható szekrények műszaki kialakítása eltér a csoportos direkt mérések kialakítása során alkalmazható mérőszekrények kialakításától. Erre a tervezés, kivitelezés során tekintettel kell lenni.

Egyes elosztói engedélyesi ellátási területeken kiadtak ún. „Korlátozott felhasználású egy felhasználási helyes” rendszerengedélyeket. Az ilyen rendszerengedéllyel rendelkező fogyasztásmérő kialakítások csak társasházakban előforduló kisebb javítási, karbantartási munkálatokhoz, valamint az egy felhasználási helyen jelentkező többletigényekhez alkalmazhatóak. Ezen műszaki alternatíva alkalmazása azokban az esetekben jelenthet meg-



2.4. ábra. Egy- és háromfázisú fogyasztásmérő-tokozat egy árszabásra



2.5. ábra. Egy- és háromfázisú fogyasztásmérő-tokozat két árszabásra, fogyasztói főelosztókkal



2.6. ábra. Egy- és háromfázisú fogyasztásmérő-tokozat két árszabásra, földkábeles csatlakozással

2.7. ábra. Egy- és háromfázisú fogyasztásmérő-tokozat két árszabásra, földkábeles csatlakozással, telekhatáros méréshez



EdinInfo

3.3.2. Háztartási és hasonló célra szolgáló kapcsolók

A kapcsoló az áramnak egy vagy több villamos áramkörben való bekapcsolására és kikapcsolására kialakított szerkezet.

A kapcsoló pólusainak száma és kapcsolási lehetőségei a 3.9. táblázat szerinti lehetnek. A táblázat szerinti kapcsolási jelet a kapcsolók típusmegjelölésükben tartalmazzák. A kapcsolók rendeltetésén kívül a háztartásbeli használat miatt a külalakjuk is nagyon fontos.

3.8. táblázat

Kismegszakítók	
szabvány	MSZ EN 60898/1, (MSZ EN 60947)
U_n [V]	230–400
I_n [A]	0,5–63 (125)
Lökőfeszültség-állóság/ szennyezettségi fokozat	III/2
Kioldók	termomágneses
	– termikus túlterhelés
	– mágneses zárlati
	– (ΔI hibaáram, lehetséges)
Egyezményes nem kioldó áram [$\times I_n$]	1.13
Egyezményes kioldó áram [$\times I_n$]	1.45
Egyezményes idő [ó]	ha $I_n \leq 63$ A 1, egyébként 2
Megszólalási értékek	NEM ÁLLÍTHATÓAK
Megszakító képesség [kA]	$\cos \phi = 0,98 \div 0,2 \quad I = 1,5 \div 25$ (40)
Pólusok száma	1÷4
Működtetés	kézi / gépi távkioldó
Jelzések	opcióként: BE, KI
Alkalmazási kategória	vezeték- (B), berendezés- (C), motorvédő (D)

A kapcsolók maximum 16 A-re készülnek.

A kivitelük szerint lehetnek:

Felületi kapcsoló olyan kapcsoló, amely felszerelt állapotában teljesen kiáll abból a felületből, amelyre azt felszerelik.

Süllyesztett kapcsoló olyan kapcsoló, amelyet főként süllyesztett dobozba való felszerelésre terveztek.

(Szerelő)táblába építhető kapcsoló olyan kapcsoló, amely főként olyan nyílással rendelkező szerelőtáblába való szerelésre szolgál, amelyen keresztül a kapcsoló rendeltetés szerint megérintható felülete kiemelkedik.

(Épületszerkezeti) csatornába szerelhető kapcsoló olyan méretű fedőlappal rendelkező kapcsoló, amely az épületszerkezeti csatornába elhelyezhető. A kapcsoló legfontosabb jellemzőit a 3.5. táblázat tartalmazza.

3.3.3. Áram-védőkapcsolók

Áramvédő megszakító (RCCB) olyan mechanikus kapcsolókészülék, amelyet arra terveztek, hogy normál üzemi körülmények között az áramot vezesse és szakítsa meg, ha a hibaáram egy előre meghatározott értéket (különbözeti kioldó áram) meghalad. A hibaáram a védőkészüléken átfolyó áramok fázoriális összege.

A védőeszköz lehet túláramvédelemmel egybeépített és anélküli. Természetesen az eszközök szabadkioldásúak, mint a megszakítók és a kis-megszakítók. Az áram-védőkapcsolók a következő védelmi osztályokra készülnek:

AC osztály: csak szinuszos váltakozó áramra érzékeny, azaz általános felhasználású fogyasztók esetén alkalmazandó (vízmelegítők, izzólámpák, mikrohullámú sütők stb.).

A osztály: váltakozó áramra és lüktető egyenáramra egyaránt érzékeny, azaz egyenirányítós, félvezetős elemekkel felszerelt elektronikus fogyasztók esetén is alkalmazandó (fényerőszabályzók, mosógépek és egyéb egyfázisú frekvenciaváltókkal felszerelt eszközök).

S osztály: váltakozó áramra érzékeny, kiemelt biztonságot nyújt nagyfrekvenciás zavarok és kapcsolási tranziensek ellen. Alkalmas: fázisjavító berendezések, légkondicionálók, elektronikus előtéttel rendelkező ELV fénycsővek, ipari egyfázisú frekvenciaváltók, nyomtatók stb. védelmére.

3.9. táblázat. Kapcsolók kapcsolási rajzele

A kapcsoló pólusainak száma és kapcsolási lehetőségei	Kapcsolási jel
Egysarkú kapcsoló (egypólusú)	1
Kétsarkú kapcsoló (kétpólusú)	2
Háromsarkú kapcsoló (hárompólusú)	3
Háromsarkú kapcsoló, kapcsolt nullapólussal	03
Kétirányú kapcsoló, egy kikapcsolt helyzettel	4
Kétáramkörű kapcsoló közös betáplálással (csillárkapcsoló)	5
Kétirányú kapcsoló (váltó- vagy alternatív kapcsoló)	6
Kétirányú, kétsarkú kapcsoló (kétpólusú váltókapcsoló)	6/2
Kétirányú, irányváltó kapcsoló (keresztkapcsoló)	7
Áram-védőkapcsolók	

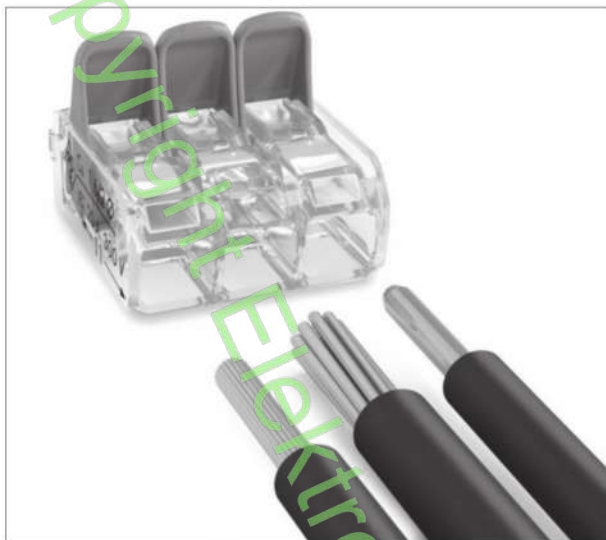
4.4. Rugós szorítású kötőelemek

Manapság az épületvillamossági szereléseknél leggyakrabban rugós szorítású kötőelemeket, vagy, ahogy általánosságban nevezik, vezeték-összekötőket használnak. Ezeknél a konstrukcióknál a bekötött vezetéket rugó feszíti a belső áramvezető sínhez, amelyet szigetelt tokozás vesz körül. Nagy előnyük a csavaros kötőelemekkel szemben, hogy bekötéskor a létrejövő szorítóerő automatikusan az optimális értékre áll be, vagyis a kötés minősége nem függ a felhasználótól. A másik előnyös tulajdonságuk a karbantartás-mentesség, hiszen a rugó folyamatos feszítés alatt tartja a bekötött vezetéket, így az nem lazul ki, szükségtelenné téve az időszakos felülvizsgálatot és utánhúzást. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a rugós szorítású kötőelemekkel a munka nemcsak biztonságos, hanem lényegesen gyorsabb is.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott típus a laprugós szorítású kötőelem, amelynél a bedugott vezetéket egy lemez nyomja a belső érintkezőhöz. Az ilyen vezeték összekötők kiválóan használhatók vezetékspanorításra, a kivittől függően a beköthető vezeték száma kettőtől nyolcig terjedhet. Minden vezeték a közös belső érintkezőhöz csatlakozik, rögzítésükről azonban vezetékenként külön rugó gondoskodik. Ennek a kialakításnak köszönhetően eltérő keresztmetszetű vezetékek is beköthetők.



4.1. ábra. Laprugós szorítású kötőelemek



4.2. ábra. Univerzális vezeték-összekötő

A laprugós szorítású kötőelemek elsősorban tömör vezetékekhez használhatók, bekötéskor a rugót maga a vezeték működteti, tehát szerszám használata nem szükséges. A legújabb típusok átlátszó tokozással rendelkeznek, hogy a megfelelő kötést vizuálisan is ellenőrizni lehessen. További ellenőrzési lehetőséget jelent a vizsgálókontaktus. Egyes típusoknál a terméken feltüntetésre kerül a beköthető vezető-keresztmetszetek alsó és felső határa, továbbá a csupaszolási hossz, aminek a betartására különösen oda kell figyelni. Ezt megfelelő csupaszoló szerszám használatával lehet megtenni, amelynél a csupaszolási hossz pontosan beállítható.

Az épületvillamossági szereléseknél szintén gyakran alkalmazott rugós szorítású kötőelemek az univerzális vezeték összekötők. Ezeknél a típusoknál a rugó működtetését a kötőelemmel szerves egységet képező működtető kar végzi, tehát a vezetékek be- és kikötéséhez itt sincs szükség szerszám használatára. Ebben az esetben a vezető tömörsége sem feltétel, így ezek a típusok alkalmasak hajlékony vezetékek fogadására is.

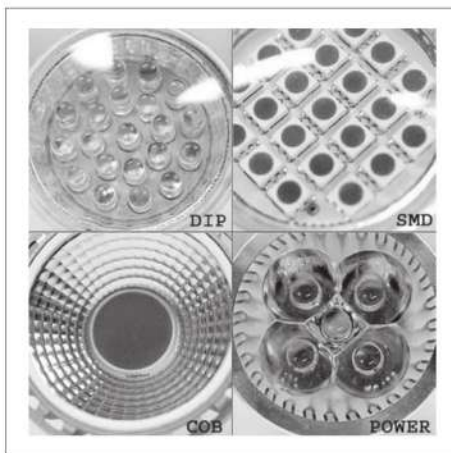
A legelterjedtebben használt univerzális vezeték-összekötőnél laprugó helyett húzórugót használnak, ami a hajlékony vezetők elemi szárait hatékonyabban szorítja meg a laprugónál, anélkül, hogy azokban sérülést okozna. A kötés vizuális ellenőrzését itt is átlátszó tokozás segíti. Mind a bekötési, mind az ellenkező oldalon található vizsgáló kontaktus. A terméken fel van tüntetve a csupaszolási hossz, a beköthető vezető-keresztmetszetek alsó és felső határa, továbbá a maximális áramterhelhetőség.

LED-ek megjelenési formái tokozás szerint

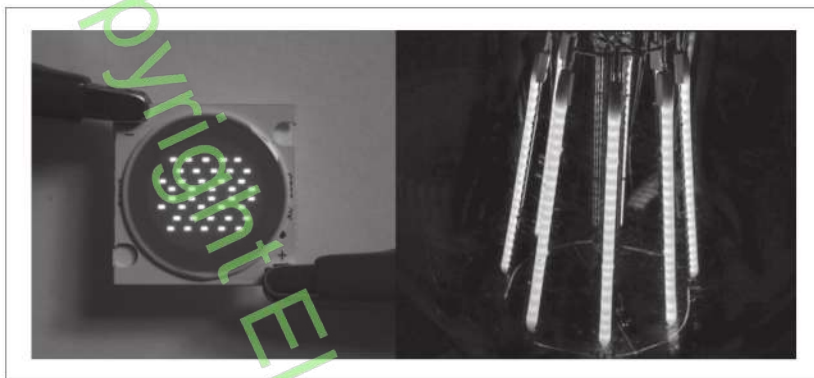
A LED-eket – számos más szempont mellett – **tokozásuk alapján** csoportosíthatjuk. A tokozás egyben a LED használati célját, beépíthetőségét, üzemeltethetőségét is behatárolja.

A LED leggyakrabban huzalkivezetéses alkatrészként, színes, hengeres, lencsefejú műanyag tokozásban jelenik meg a laikus felhasználó képzeletében, ez a klasszikus **DIP** (Dual In-Line Package) **tokozás** (5.25. ábra). A korai világítási célú LED fényforrások elsősorban ezekből épültek fel (ún. kukorica LED, UFO LED és társaik), ilyeneket ma már csak jelzés céljára használnak. Egyes LED-paneleken és valamennyi LED-szalagon ún. **SMD LED**-ek (Surface Mounted Device) vannak a nyomtatott áramköri hordozóra forrasztva (5.25. ábra). Ezeket a kereskedelemben leggyakrabban a tok méretével jellemzik, pl. az 5050-es LED 5 mm × 5 mm tokozást jelent. Ez önmagában semmit nem mond el a LED villamos vagy fénytechnikai tulajdonságáról, a gyártóról vagy a minőségről!

A **teljesítmény LED**-ek nagy és koncentrált fényáramú alkatrészek, a 2–3 mm-es félvezető több száz lumen fényáram kibocsátására képes, de ezzel együtt a hő is nagy mennyiségben és kis felületen, koncentrálna keletkezik. Ezek a LED-ek sokszor eleve egy kisebb, néhány cm²-es hűtőfelületre szerelve kerülnek forgalomba, amelyet utána jóval nagyobb hűtőtestre, hűtőbordára kell szerelni. Előnye, hogy a nagyon kicsi méretű fénypontból lencsével nagyon precíz fényeloszlás alakítható ki. Hátránya, hogy a jó hűtés kialakítása nehéz, a hűtőfelület nagy és a világítótest nagyságrendekkel nagyobb, mint a chip. A közvilágítási lámpatestekbe inkább több tucat kisebb teljesítményű lencsés LED-et helyeznek, egymástól viszonylag távol, így nagy felületű lapos világítótestek jönnek létre.



5.25. ábra. Fényforrások DIP, SMD tokozású LED-ekből felépítve fent, COB és teljesítmény (power) LED-ekből lent



5.26. ábra. Működés közben a COB LED – balra, a COG (filament) LED – jobbra. A fénypor alatt látszanak az egyes elemi LED chipek

A **COB LED** (Chip on Board) egy több cm²-es kerámialapon kialakított sok-sok kis teljesítményű (20–50 mW) elemi LED-chipek vegyes kapcsolású csoportja (5.26. ábra bal oldala). A huzalozás hajszálnál is vékonyabb aranyzással történik a nyomtatott áramkört összekötő részekhez. Megjelenésében nagy, lapos, sárga fényporos műgyantával vagy szilikonnal fedett alkatrész, amellyel fényvetők, mélysugárzók készülnek. A sokszor több száz apró LED chip sokkal jobban hűthető, mint egy nagy chip. Hátránya, hogy ha a mátrixban valamelyik LED meghibásodik, akkor abban az ágban az áramerősség-változás a többi párhuzamos ágra és az egész COB élettartamára kihat. A **COG LED** (Chip On Glass), más néven **filament LED** (LED szál) üveghordozóra ragasztott LED-eket takar (5.26. ábra jobb oldala). Az elv azonos a COB-LED-del, de itt kis fogpiszkáló nagyságú hordozón (ami üveg helyett kerámia vagy perforált bronzlemez is lehet) sorba kötve sorakoznak LED-ek, hasonlóan egy karácsonyfafüzérhez. A filamentet végül fényport tartalmazó védőréteggel vonják be, vagy körkörösén, vagy csak azon az oldalon, ahol a LED-ek sorakoznak. A lámpákban 4–6–8 filamentet látunk, ezek egymással szintén vegyes kapcsolásban szoktak lenni. Létezik hosszabb, csavart, hajtogatott szál is, dekorációs lámpákban.

LED-ek leggyakoribb felhasználási cél szerint

A LED-eket **felhasználási cél szerint** csoportosíthatjuk:

- A **LED-chip**, amely ma már szinte mindig SMD, mind nagyüzemi gyártáshoz, mind kísérleti fejlesztéshez alkalmazható. Felhasználása, az áramkör méretezése, beültetése szakértelmet és speciális eszközöket igényel.
- A **LED-szalag** talán az egyik legközismertebb megjelenési forma, a hajlékony nyomtatott áramkört hordozó egyik oldalán katonás sorokban sorakoz-

Ez lehet maximális vagy átlagos érték is, attól függően, hogy melyik hatásos teljesítményértékkel számoltunk, de célszerű kb. 10% tartalék meddő teljesítményt ráhagyni a kondenzátorok értékcsökkenése és egy tartalékfokozat elérhetősége miatt. Így a fenti számítás eredményeképpen ebben az esetben egy 300 kvar-os berendezés javasolható.

Az elérendő (cél) $\cos \phi_2$ értékét mi magunk határozzuk meg, a kívánt kompenzációs szint elérése érdekében.

7.6. A megfelelő fázisjavító berendezés kiválasztása

7.6.1. A berendezés meddő teljesítménye

Általában a kiszámított meddőteljesítményt (kvar) a többféle fázisjavítási mód (pl. egyedi, csoportos, központos) egyikeként vagy azok valamilyen kombinációjában célszerű beépíteni. Azt, hogy melyik módozatot választjuk, az összes mérési eredmény figyelembevételével, az egyes fogyasztók jellege és üzemben belüli elhelyezkedése határozza meg.

Tipp: Tarifális szempontból megfelelő lehet a központi kompenzációs kiépítése is, de a meddő okozta belső hálózatvesztés a fázisjavító berendezés csatlakoztatási pontjától a fogyasztó készülékig ettől még megmarad!

7.6.2. A fázisjavító berendezés fokozat kiosztásának meghatározása

A fázisjavításra (teljesítménytényező javításra) alkalmazott kondenzátorok egység teljesítményét egyedi kompenzációs esetben a fogyasztó meddő teljesítménye határozza meg. Itt ugyanis nincs fokozatlépcsőzés, hanem az egyedi fogyasztó hálózatra kapcsolásakor egyidejűleg feszültség alá kerülő kondenzátor végzi a fázisjavítást. Ha azonban időben változik az egyedi fázisjavítással ellátott fogyasztó meddőigénye, akkor annak a minimumát kell figyelembe venni. Csoportos, vagy központi kompenzációs esetén a fogyasztás jellege határozza meg az alkalmazandó legkisebb kondenzátor egység teljesítményét. Meg kell vizsgálni azt, hogy milyen gyorsan és milyen mértékben változik a meddő teljesítmény-igény. Gyors, kismértékű változásokra finom szabályzás szükséges. A legkisebb kondenzátor meddő teljesítménye általában a fázisjavító berendezés teljes meddő teljesítményének kb. 10%-a. Ennél kisebb egység teljesítmény (finomabb szabályzás) ritkán szükséges, legfeljebb az 500 kvar-t meghaladó berendezéseknél, és olyan fogyasztóknál, ahol kisebb induktív meddő terhelésű időszakok is előfordulhatnak.

Tipp: Nem szükséges minden kondenzátor fokozatot kis egységteljesítményűre választani, mert a korszerű automatikák megfelelően tudják kombinálni az eltérő egységteljesítményű fokozatokat.

7.7. Fázisjavítás hálózatra kapcsolása

7.7.1. Erősáramú csatlakozás (vezeték, biztosító)

Amint az már korábban szerepelt, a kondenzátorok túláramvédelmét lomha biztosítóbetéttel megoldhatjuk. A biztosítóbéteket, mindhárom fázisban a kondenzátorok hálózatra csatlakozási pontjain helyezzük el. A biztosítóbétek névleges árama legalább a kondenzátorok kvar értékének 1,8...2-szerese legyen. Az elektronikus védelemmel rendelkező megszakítók használata általában nem szükséges. A fázisjavító berendezések bekötésénél figyelembe kell venni, hogy a hálózaton jelentkező felharmonikusok, ill. a feszültségemelkedés következtében többletáramok jöhetnek létre. Ezért, valamint a berendezések esetenként nagy kihasználási óraszama miatt, a csatlakozó vezetékeket és kábeleket a kondenzátorok névleges áramának 1,5-szeresére kell méretezni. A terhelhetőségre méretezésnél figyelembe kell venni a környezeti hőmérsékletet, ill. a kábel elhelyezésének csökkentő hatásait is (kábeltálcában, földben stb.). A terhelhetőségre méretezés a könyv egy másik fejezetében megtalálható.

7.7.2. Vezérlési módok (áramváltó helyének, áttételének kiválasztása)

A fázisjavító automatika terheléskövető működéséhez feltétlenül szükséges egy áramváltó szekunder vezérlő jelének bekötése az automatika megfelelő (k, l jelzésű) kapcsolóira. A bekötésnél csak arra kell vigyázni, hogy az áramváltó szekunder árama illeszkedjen az automatika árambemenetéhez, vagy korszerűbb eszközöknél ez választható is. Kisfeszültségen általában 5 A-es, középfeszültségen általában 1 A-es szekunder áramú áramváltót építenek be.

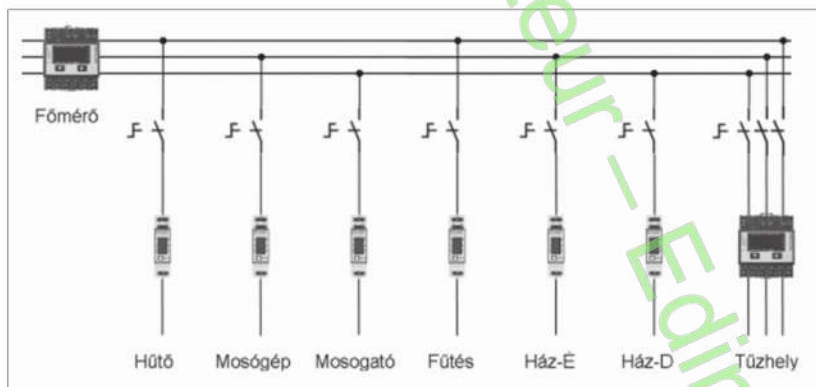
A beépítés helye mindig a kompenzálandó hálózatrésztől függ. Az áramváltón át kell haladnia a kompenzálandó fogyasztó áramának. Így az áramváltót nem csak a főbetáplálásba, hanem alelosztók vagy fogyasztócsoportok leágazásába is be lehet építeni. A betáplálási pont felől haladva a hálózaton, az áramváltó a mögötte lévő fogyasztói áramot érzékeli. Ugyanez fordítva is igaz a fázisjavító berendezés erősáramú csatlakozási pontjára, azaz a betáplálás felől nézve csak a csatlakozási pont előtti hálózatrészen folyik a kompenzált áram. A fázisjavítás hatása csak a fázisjavító berendezés csatlakozá-

elemeket, amelyekkel ez a feladat is megvalósítható. Ez egy egyszerű lehetőség, mert a SCADA miatt már egyébként is rendelkezésre állnak mérési adatok a belső adattárolóban (adatbázisban). Ha esetleg mégsem, akkor is egyszerűbb a feladat, mert a kiépített automatikai rendszer vezérlőberendezéseinek keresztül könnyebb (olcsóbb) beolvasni a mérési adatokat, és feldolgozni azokat. Ez a megoldás gazdaságosabb a tisztán energiamenedzsment szoftverekhez képest, mert licenclése is olcsóbb és kevesebb programozói-konfigurálási munkát igényel, mint a 2-es típusú rendszer. Erre mutat példát a 8.17. ábra.

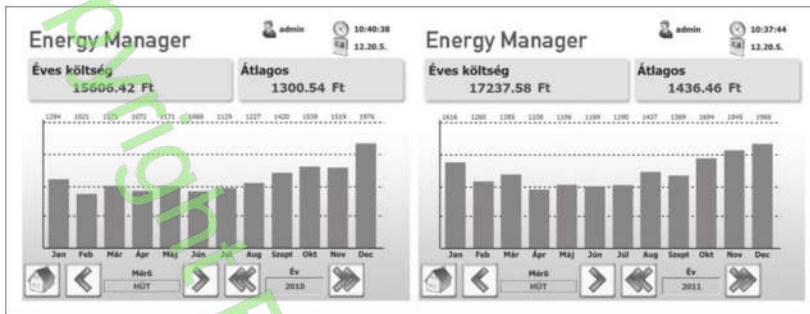
8.10. Energiamenedzsment a gyakorlatban

8.10.1. Nagyobb családi ház energiamenedzsmentje

Ahogy a korábbi részekben szerepelt, minden energiamegtakarítás alapja a mérés, és azt is lehet energiamenedzsmentnek nevezni, ha a mérés alapján végrehajtott döntés energiamegtakarítással jár. Erre példa egy családi ház, ahol a 2010-es években épült ki egy 1-es típusú mintarendszer. Itt jellemzően csak villamos mérések adatait gyűjtöttük egy kész energiamenedzsment készülék segítségével. (Egyébként ennek a rendszernek a megjelenített képernyő láthatóak minták a 8.12. és a 8.13. ábrán.) Ilyenkor persze felmerülhet a kérdés, hogy mit mérünk? Természetesen csak azt, ami önálló áramkörként mérhető, illetve aminek szükséges lehet a mérése. Ennél a családi háznál szerencsére sok áramkör mérése állt rendelkezésre, így a 8.18. ábra mérési struktúrája állt elő.



8.18. ábra. Családi ház mérőrendszere



8.19. ábra. A családi ház hűtőgépeének éves fogyasztása



8.20. ábra. A fogyasztás változása a szeptemberi hűtőgépcserével

8.21. ábra. Éves fogyasztás a hűtőgépcserét követő évben

Természetesen nem kell mindenhol, mindent mérni, de ha lehetséges, a nagyobb fogyasztókat – hűtő, mosógép, elektromos tűzhely – mindenképpen mérjük. Ezen túlmenően, a tapasztalatok alapján egy-egy kiemelkedő fogyasztású leágazás mérése is indokolt lehet, de ha az elektromos rendszer lehetővé teszi, más csoportosításban is mérhetünk. A 8.18. ábrán látszik, hogy általános fogyasztási szempontból az épület két részre van osztva, azokat külön tudjuk mérni.

Milyen eredményekre lehet jutni egy ilyen méréssel? Természetesen nagy csodákat nem kell várni, de az mindenképpen megfigyelhető, hogy az állandó, nagyobb fogyasztású háztartási gépekre (hűtőgép) érdemes odafigyelni. Ennek alátámasztására a 8.19. ábrán a példában szereplő családi házban üzemelő hűtőgép éves fogyasztása látható.

Ezekből az adatokból – amelyek a nagyobb orientáció érdekében forintban mutatják a fogyasztást – az látszik, hogy átlagosan nagy fogyasztás tapasztalható. Külön kiemelésre érdemes, hogy a decemberi időszakban (valószínűleg sok élelmiszer fagyasztása, hűtése miatt) kiemelkedő a fogyasztás. Ezek után nézzük meg, hogy mi történt szeptembertől a hűtőgépcseré után (8.20. ábra).

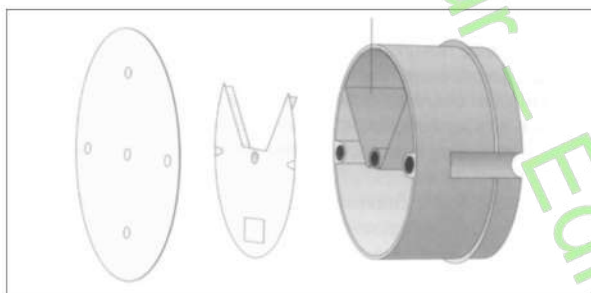
A két szabad ér felhasználására vonatkozóan a SELV követelményeit kell figyelembe venni. Ezen kívül csak 2,5 A tartós áram folyhat a vezetőkön és túlterhelés- / rövidzárlat-védelemről gondoskodni kell. A két szabad vezeték felhasználható például beszédátvitelre, de a nyilvános telefonhálózat vezetéke nem köthető rá, mivel az nem SELV törpefeszültségű. A nyilvános telefonvezetéket ebből a szempontból erősáramú kifestésű vezetékkel azonos veszélyességűnek kell tekinteni. A szabad érpár felhasználásának azonban egy KNX-vonalon belül egységesnek kell lennie, de ajánlatos az egész buszrendszeren belül egységesen alkalmazni.

A vezeték árnyékolása általában nincs a potenciálkiegyenlítő rendszerbe bekötve, tehát a vezetékek összekötésénél sem kell a kapcsolódó vezetékek árnyékolásának folytonosságáról gondoskodni.

A KNX szabvány, EN 50090-5-2 követelményeinek megfelelő kábelek típusai a KNX Szövetség honlapjáról letölthetők. Minden szabványos kábel közös ismertető jegye, hogy a külső szigetelő köpenynek legalább 2,5 kV, de gyakrabban 4 kV átütési szilárdságúnak kell lennie.

Általános szerelési követelmények:

- Tápegység csak KNX logóval ellátott berendezés lehet.
- A buszkészülékek szerelésére az erősáramú készülékekre vonatkozó szerelési követelmények vonatkoznak, így pl. a védettség tekintetében; ha a szabvány egy nedves helyiségben IP44 védettséget ír elő, akkor a buszkészülékeknek is meg kell felelniük ennek.
- A szerelődobozokat, amelyekbe a falba süllyesztett kivitelű KNX-készülékek kerülnek, gondosan kell beépíteni, mert ezek a buszkészülékek csak csavarral rögzíthetők.
- A KNX-kábelek és erősáramú kábelek csak akkor köthetők egy szerelődobozban, ha az erősáramú és KNX-részt fallal választjuk el (9.30. ábra).
- A buszvezetékeket EMC-zavarások miatt célszerű közvetlenül az erősáramú kábelek mellett, velük egy nyomvonalon vezetni. Ezzel a kis hurokfelületek miatt a villámcsapások másodlagos hatásaként keletkező elektro-



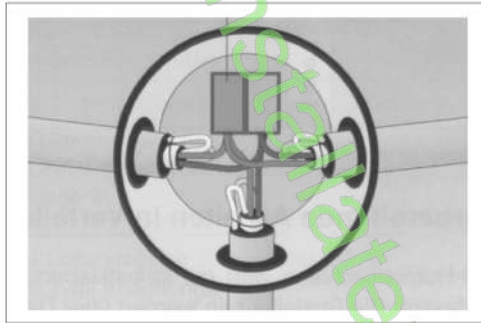
9.30. ábra. Szerelődoboz válaszfallal

mágneses terek révén a zárt hurkokban indukálódó túlfeszültségek alacsony szinten tarthatók.

- Elosztószekrényekben a buszvezetékét úgy kell szerelni, hogy a külső szigetelés a lehető leghosszabb szakaszon a vezetéken maradjon.
- A buszkészülékeket és az erősáramú készülékeket az elosztóban úgy kell telepíteni, hogy az erősáramú készülékek disszipáció okozta melegedése a buszkészülékek működését ne veszélyeztesse. Célszerű a buszkészülékeket az alsó sorokban elhelyezni.

Ha buszkészülék és erősáramú készülék egy falba süllyesztett kombinációban egymás mellé kerül, akkor a közös fedél levétele után az erősáramú részen a feszültség alatt álló részeknek a közvetlen érintéssel szemben védettnek kell lenniük. Az erősáramú- és buszkészülékek biztonságos elválasztásáról a megfelelő kialakítás révén a gyártó gondoskodik. A gyártó szerelési utasításait szigorúan be kell tartani.

- A buszkábelek elágaztatásához, buszkészülékek bekötéséhez, szabad buszvezetékek lezárásához piros/fekete színű buszkapcsokat kell alkalmazni. A buszkapcsokba 4-4 buszvezetékét lehet csatlakoztatni rugós kontaktusokkal. A buszkapocs lehetővé teszi a buszkészülékek eltávolítását a buszról anélkül, hogy a buszvezeték folytonossága megszakadna.



9.31. ábra. Kötődoboz rugós vezeték-összekötővel létrehozott hármás elágazással

- A buszvezeték nem használt érpárját és az árnyékoló huzalt nem ajánlatos a külső szigetelés végződésénél többen levágni, hanem vissza kell hajtani.
- A KNX szabvány EN 50090-5-2 követelményeinek megfelelő buszkábel az erősáramú kábelhálózat kettős szigetelésű kábeleivel, vezetékével, egyszeres szigetelésű vezetékével érintkezhet, így azokkal akár egy védőcsőben is haladhat. Azok a kábelek, amelyek nem teljesítik automatikusan az előző szabványkövetelményeket, pl. JY(St)Y 2x2x0.8 „nem KNX-kivitel” csak NI2XY, NYY, NYM típusú erősáramú kábelekkel fektethető együtt.

megengedett maximális túláramvédelmi áramértékét, másfelől a stringben kialakuló zárlati áramot:

$$1,1 I_{SC\ MAX\ string} \leq I_n \leq I_{MOD_MAX_OCPR}$$

ahol:

$I_{SC\ MAX}$ – a string maximális zárlati árama:

$$I_{SC\ MAX} = K_1 I_{SC\ STC} \text{ és } K_1 \geq 1,25$$

$I_{MOD_MAX_OCPR}$ – a PV modul megengedett maximális túláramvédelmi áramértéke,
 I_n – a túláramvédelmi készülék névleges árama.

Az $1,1\times$ szorzó, mint biztonsági tényező alkalmazásával biztosított a folyamatos, téves leoldás nélküli üzemvitel normál környezeti körülmények mellett. Példaként határozzuk meg egy olyan 4 stringből álló rendszernél a stringvédelmi olvadóbetét értékét, amelyben valamennyi string azonos munkapontra csatlakozik. A példához felhasznált 370 W-os monokristályos modul adatlapja a 10.14. ábra szerinti.

Az egy munkapontra csatlakozó stringek miatt stringvédelmek kiépítése nem hagyható el, mivel számuk meghaladja a 2-t.

A stringek azonos modulokból épülnek fel, ezért a string zárlati árama standard vizsgálati körülmények esetén a modul zárlati árama lesz, amely az adatlapjáról leolvasható, jelen példában 9,87 A ($I_{SC\ MAX} = 9,87$ A).

Az alkalmazott PV-modul adatlapján szintén megtalálható a modul megengedett maximális túláramvédelmi áramértéke, amely jelen példában 15 A DC ($I_{MOD_MAX_OCPR} = 15$ A).

$$I_{SC\ MAX} = K_1 \times I_{SC\ STC} = 1,25 \times 9,87 \text{ A} = 12,34 \text{ A}$$

Biztonsági tényezővel korrigálva: $1,1 I_{SC\ MAX} = 13,57$ A

Tehát az alkalmazható olvadóbetét értékének legalább ekkorának kell lennie, így a szabványos betétsorból a legközelebb eső, már nagyobb értéket választva, a betét gPV 15 A legyen. Ezt a betétet kell alkalmazni mind a 4 string védelméénél. Ha PV kismegszakító védelmet alkalmazunk, akkor a védelem értékének számítása azonos módon történik, azonban fokozottan ügyelni kell a beépítési körülmények szerint a készülék környezetében kialakuló hőmérsékletre, amelyet a védelem kiválasztásánál, mint hőmérsékletfüggési paramétert is figyelembe kell venni.

PV túlfeszültség-korlátozók

A napelemes rendszerek, mint villamosenergetikai rendszerek túláramvédelmén túl gondoskodni kell a rendszer villám- és túlfeszültség-védelméről is. A DC-oldali túlfeszültség-korlátozók kiválasztásánál figyelemmel kell

lenni arra, hogy a túlfeszültség-védelmi eszköz maximális folytonos üzemi feszültsége mindig nagyobb legyen, mint a PV-rendszer legnagyobb üresjárási feszültsége: $U_{OC\ MAX} \leq U_{CPV}$

PV főkapcsoló a DC-oldal galvanikus leválasztására

A vonatkozó **MSZ HD 60364 7-712:2016** szabvány kitér a rendszer karbantartásához és üzemeltetéséhez szükséges DC- és AC-oldali lekapcsolási lehetőség kiépítésére. Ezen felül külön rendelkezik az inverterek egyenáramú oldalán elhelyezendő szakaszoló-kapcsoló vagy megszakító beépítési kötelezettségéről. Az inverterek általában tartalmazzák a DC-oldali szakaszoló-kapcsolót, amennyiben azonban mégsem, ezt a készüléket be kell építeni a rendszerbe.

Tűzvédelmi lekapcsolás készülékei a DC-oldal tűzeseti lekapcsolására

Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) (54/2014. (XII.5.) BM-rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról) és a hozzá kapcsolódó **Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek** közül a Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem **TvMI 7.6:2024.02.01** tartalmaz irányelveket a tűzeseti lekapcsolások kialakítására.

A villamos **TvMI** értelmében: „A tűzeseti lekapcsolás célja, hogy az építményben kialakult tűz esetén csökkentse az építményben tartózkodó (menekülő és mentést végző) személyeket érő áramütés kockázatát.”

„A tűzeseti lekapcsolás működtetésére vész helyzetben van szükség, ezért az e célra szolgáló kezelőszerveket ennek figyelembevételével a lehető legegyszerűbb és legáttekinthetőbb formában célszerű megvalósítani.”

A tűzeseti lekapcsolások tehát nem üzemviteli kapcsolások, hanem vész helyzetben kell, hogy ellássák feladatukat, lehetővé téve a rendszer minél nagyobb részének feszültségmentesítését.

A tűzvédelmi DC-oldali lekapcsolások kapcsolókészülékeire előírást a villamos **TvMI 6.5.1.1** pontja tartalmazza:

- 6.5. A DC leválasztó készülék,
- 6.5.1.1. A DC leválasztónak megfelel az a készülék, amely legalább szakaszolókapcsoló (terhelés-szakaszoló) és távlekapcsolási funkcióval rendelkezik.

A DC leválasztóként alkalmazható készülékekre előírás a szakaszolási és a kapcsolási funkció egyidejű megvalósítása. Ez a követelmény pár a kapcsolókészülékekre vonatkozó **MSZ EN 60947** készülékszabvány előírásai szerint értelmezendő.

A készüléknek, mint kapcsolónak ki kell elégítenie az üzemi áramok megszakítását, és mint szakaszolónak a biztonságos leválasztást.

Összehasonlítva a **MSZ HD 60364 7-712:2016** alapszabvány DC leválasztó készülékeire vonatkozó előírásaival, látható, hogy az **OTSZ** a tűzvédelmi DC

műszeres vizsgálatok elvégzéséhez az **MSZ EN IEC 61557** szabványsorozat követelményeinek megfelelő műszert és mérési módszereket kell választani. Amennyiben nem ezeknek a követelményeknek megfelelő műszert választunk, műszerünknek és mérési módszereinknek legalább a vonatkozó szabványsorozat követelményeivel azonos biztonsági és pontossági szintet kell teljesíteniük. Magyarországon az **MSZ EN IEC 61557** szabványsorozat mellett érvényben van az **MSZ 4851** érintésvédelmi vizsgálati módszerek követelményeit tartalmazó szabványsorozat is, amely az **MSZ 172** Érintésvédelmi szabályzatban (amit az **MSZ 172-4:1978** rész kivételével már visszavontak) előírt szerelői ellenőrzések és érintésvédelmi szabványossági felülvizsgálatok elvégzéséhez szükséges módszerek előírásait részletezi.

Az áramütés elleni védelem vizsgálatánál elvégzett mérések joghatással járó mérések, ezért a mérések elvégzéséhez hitelesített, vagy nagy pontosságú használati etalonnal ellenőrzött (kalibrált) mérőműszert kell alkalmazni. Ezt az 1991. évi XLV. törvény (Törvény a mérésügyről) mondja ki, ahogyan azt is, hogy mi számít joghatással járó mérésnek. Mivel jelenleg a villamos biztonsági műszerek nem szerepelnek a kötelezően hitelesítendő mérőműszerek listáján (az említett törvény 2. mellékletében), ezért a vonatkozó jogszabály értelmében a felhasználó a kalibrálást választhatja ellenőrzési útként. A kalibrálási időköz meghatározása a mérőeszköz felhasználójának feladata és felelőssége, ebben iránymutatásul szolgál az adott műszer leírásában szereplő gyártói utasítás (ebben jellemzően 1 év). Az áramütés elleni védelem vizsgálatához használt műszereknél az Érintésvédelmi Biztonsági Munkabizottság állásfoglalása szerint rendszeres napi használat esetén fél év, ennél ritkább használat esetén egy év a kalibrálási időköz. A két évnél ritkább ellenőrzés műszakilag nem indokolható, abban az esetben sem, ha a műszerrel nem történt mérés az adott idő alatt.

11.13. Elektromos gépjárműtöltőhelyek létesítése

Az épületekben történő gépjármű töltés nagyban növeli az elektromos gépjárművek kigyulladásának esélyét, így 2024. február 1-től hatályosak azok a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (továbbiakban: **TvMI**), amelyek a töltőhelyek létesítésének tűzvédelmére vonatkoznak. Új **TvMI** nem készült, a követelmények a Tűzterjedés elleni védelem című **TvMI**-be kerültek, továbbá kiegészítették a Hő- és füst elleni védelem **TvMI**-t az elektromos gépjármű töltőhelyeket tartalmazó gépjárműtárolók hő- és füstelvezetésével, továbbá új szempontokat vettek figyelembe a Beépített tűzoltó berendezések tervezése, tele-

pítése T_{VM}I-ben is. A követelmények csak új épületre, vagy meglévő épületben újonnan kialakításra kerülő töltőhelyekre vonatkoznak, a már kiépített töltőhelyekre nem.

A teljesség igénye nélkül az alábbiak a fontosabb követelmények.

Az új épületek esetében az épületen belül zárt és nyitott gépjárműtárolóban legfeljebb 22 kW teljesítményű váltakozó áramú töltőberendezést lehet elhelyezni, a közösségi rendeltetésű épületek gépjárműtárolóiban pedig legfeljebb 50 kW teljesítményű egyenáramú töltőberendezést (kivéve az épület tetőfödémén elhelyezett töltőhelyeket, mert azok teljesítménye nincs korlátozva). 20 gépjármű álláshely felett csak fal, vagy oszloptöltő alkalmazása megengedett, és ezekben a gépjárműtárolókban még az alábbi biztonsági intézkedéseket is meg kell valósítani:

- a) A töltőberendezések és/vagy a gépjárművek rendelkeznek olyan biztonsági eszközökkel (pl. Battery Management System (BMS) rendszer), ami rendellenes töltés esetén a töltést megszakítja.
- b) Füstérzékelésen alapuló, beépített tűzjelző berendezés van kiépítve a gépjárműtárolóban.
- c) A beépített tűzjelző berendezés általi tűzjelzés megszakítja – gépjárműtároló tűzzel érintett tűzszakaszában – a töltést vagy az energiaellátást (a töltők automatikus villamos lekapcsolása megtörténik).
- d) A töltőhely egységek elválasztására szolgáló mobil tűzgátló szerkezet nem megfelelő (pl. nyitott) állapota megakadályozza a töltést.

A legfeljebb 20 gépjármű elhelyezésére szolgáló tárolóhelyre az előző pont követelményei nem vonatkoznak, és megengedett a normál csatlakozóról történő töltés is. A töltésre azonban csak olyan csatlakozóaljzat alkalmazható, amely képes elviselni a tartós 16 A terhelést (pl. 230 V-os, ipari kivitelű csatlakozó aljzatok). A normál háztartási csatlakozóaljzatok maximum 13 A áramfelvételű töltőkhöz alkalmazhatók, a 16 A legfeljebb rövid időre „vész-töltés” esetén lehetséges. Minden töltési célra kialakított csatlakozóaljzatot külön áramkörként kell kialakítani (felfűzött rendszer nem megengedett), a főelosztótól számítva 1% feszültségesés mellett.

A töltőhelyek elhelyezésére is vonatkoznak részletes követelmények, amelyek közül az egyik, hogy a töltőhelyek csoportba kerüljenek, valamint a tűzoltói beavatkozás elősegítése érdekében a behajtó rámpától legfeljebb 25 m-re legyenek. Az elhelyezés tekintetében a többszintes felszín alatti gépjárműtárolók esetében csak az első szinten legyenek kiépítve, a felszín feletti parkolóházak esetében a töltőhelyek létesítése pedig – lehetőség szerint – a tetőszinten legyenek.

A normál gépjárműtüzekhez képest az elektromos autók akkumulátorán van egy túlnyomás leeresztő szelep, amelyen keresztül oldalirányba egy szűrőlánc alakul ki, így az elhelyezésénél figyelembe kell venni a tűzoltói

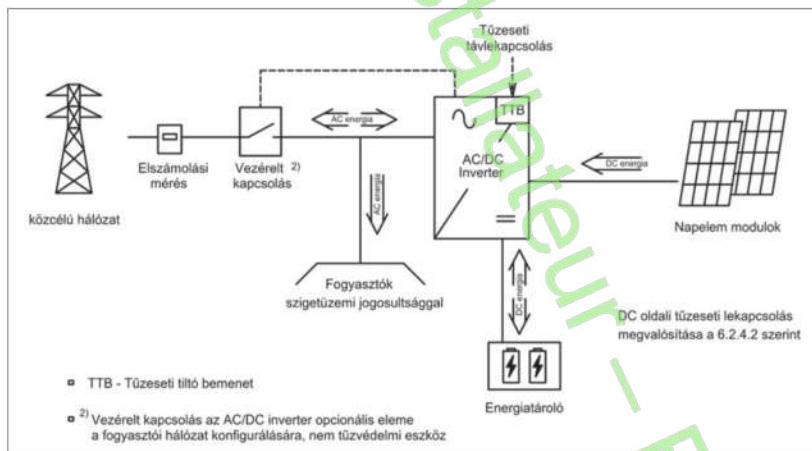
berendezésnek a beépítési helye határozza meg, hogy mekkora villamosenergia-igényű fogyasztói csoportot kell hálózati kimaradás esetén is ellátni.

Ennek a kapcsoló berendezésnek a méretezésénél a normál, közcélú hálózatirányú megtáplálási üzemben a szigetüzem jogos fogyasztók terhelőáramát mindenképpen figyelembe kell venni. A szigetüzemi leválasztás vezérlését a rendszer automatikusan elvégzi, olyan módon, hogy

1. a közcélú hálózat állapotát figyelve, hálózati feszültség kimaradás esetén,
2. a szigetüzem jogos kiemelt fogyasztói kört leválasztja,
3. a leválasztást követően az energiatárolóból és/vagy a napelem modulok által megtermelt energiából a megtáplálást elindítja.

Az áttérés idejére nem kapcsolódik össze a közcélú hálózat és a szigetüzemi alhálózat, azaz sötét áttérés valósul meg. A rendszer folyamatos monitorozás mellett üzemel. A közcélú hálózat stabil helyreállása esetén a rendszer ezt az új hálózati állapotot érzékelve, megkezdi a visszatérést. A visszatérés szintén sötét áttéréssel következik be, amnyi különbséggel, hogy az inverter a hálózati szinkron felvételét követően veszi fel a terhelést.

Tűzvédelmi szempontból a hibrid napelemes rendszerek három főbb alrendszerre oszthatók. AC (váltakozó áramú) fogyasztói oldal, DC (egyenáramú) napelem modulok felőli forrás oldal (12.6. ábra), valamint az energiatárolók felőli (jellemzően DC) oldal. Az alrendszerek feszültség jellege és szintje az alkalmazott technológiáktól függ.













12.6. ábra. Hibrid szigetüzemi üzemvitelű PV inverteres rendszer tűzeseti tiltó bemenettel

A rendszerek kialakításánál az OTSZ (a TvMI-n keresztül) rendelkezik a tűzeseti lekapcsolások létesítési szükségességéről, mindhárom alrendszer vonatkozásában. A műszaki megoldások kitérnek a rendszerek topológiájának, a

határozzák meg. Az energiatárolók adatlapjából ez könnyedén kiszámolható (12.9. ábra).

A fenti példából kiindulva a HVS 5,12 kWh kapacitású rendszer 2 darab 2,56 kWh-s modulból építkezik, amelyekben modulonként 32 cella található sorba kötve. Névleges feszültsége 204,8 V, azaz cellánként $204,8/2/32 = 3,2$ V, míg a működési tartománya lemerített (SoC 0%) állapotban 160 V DC ($160/2/32 = 2,5$ V), teljesen feltöltött állapotában pedig 240 V DC ($240/2/32 = 3,75$ V). A kapacitás növelése a plusz modulok sorba kötésével történik, így az áramerősség nem változik, de a névleges és működési feszültségtartomány növekszik.

Az akkumulátorokat ezen értékek alá és fölé lehet kisütni és tölteni, de a töltésvezérlés (BMS – Battery Management System) feladata, hogy megvédje az akkumulátorokat a mélymerítéstől (2,5 V alá merítés), mert az szignifikánsan csökkenti az akkumulátor élettartamát (ún. memóriaeffektus alakul

TECHNICAL PARAMETERS PREMIUM HVS / HVM						
						
Battery Module	HVS (2,56 kWh, 102,4 V, 38 kg)					
Number of Modules	2	3	4	5		
Usable Energy [1]	5.12 kWh	7.68 kWh	10.24 kWh	12.8 kWh		
Max Output Current [2]	25 A	25 A	25 A	25 A		
Peak Output Current [2]	50 A, 3 s	50 A, 3 s	50 A, 3 s	50 A, 3 s		
Nominal Voltage	204.8 V	307.2 V	409.6 V	512 V		
Operating Voltage	160–240 V	240–360 V	320–480 V	400–600 V		
Dimensions (H/W/D)	762x585x298 mm	995x585x298 mm	1228x585x298 mm	1461x585x298 mm		
Weight	91 kg	129 kg	167 kg	205 kg		
						
Battery Module	HVM (2,76 kWh, 51,2 V, 38 kg)					
Number of Modules	3	4	5	6	7	8
Usable Energy [1]	8.28 kWh	11.04 kWh	13.80 kWh	16.56 kWh	19.32 kWh	22.08 kWh
Max Output Current [2]	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A
Peak Output Current [2]	75 A, 3 s	75 A, 3 s	75 A, 3 s	75 A, 3 s	75 A, 3 s	75 A, 3 s
Nominal Voltage	153.6 V	204.8 V	256 V	307.2 V	358.4 V	409.6 V
Operating Voltage	120–177 V	160–236 V	200–295 V	240–354 V	280–413 V	320–472 V
Dimensions (H/W/D)	995 x 585 x 298 mm	1228 x 585 x 298 mm	1461 x 585 x 298 mm	1694 x 585 x 298 mm	1927 x 585 x 298 mm	2160 x 585 x 298 mm
Weight	129 kg	167 kg	205 kg	243 kg	281 kg	319 kg

12.9. ábra

Zárlatvédelmi eszközt nem kell alkalmazni:

- generátorokat, transzformátorokat, egyenirányítókat, akkumulátortelepeket a vezérlőegységgel összekötő vezetékek védelmére, abban az esetben, ha a vezérlőegységben van zárlatvédelmi eszköz,
- olyan áramkörökben, ahol az áramkör megszakadása a táplált berendezés működését veszélyezteti, mint pl. gépek gerjesztő köre, áramváltó szekunder köre,
- egyes mérő áramkörökben, feltéve, hogy a következő két feltétel egyidejűleg teljesül:
 - az áramköri vezetékek olyan módon vannak szerelve, hogy a rövidzárlat kockázata a legkisebb,
 - a vezetékek közelében nincs éghető anyag.

13.4.3. Áramkör jellegével összefüggő védelem

Fázisvezető védelme

A túláram-érzékelést minden fázisvezető számára biztosítani kell, annak le kell kapcsolnia minden olyan vezetőt, amelyben túlterhelést érzékel, de nem szükséges a többi aktív vezető lekapcsolása is (kivétel a következő szakaszban rögzített eset).

- TT-rendszerekben az olyan, csak a fázisvezetőkön keresztül táplált áramkörökben, ahol a nullavezető nincs kiépítve, a fázisvezetők egyikén el szabad hagyni a túláram-érzékelést, ha a következő két feltétel egyidejűleg teljesül:
 - ugyanebben az áramkörben vagy a tápoldalon az összes fázisvezetőt lekapcsoló áram-védőkapcsoló van beépítve,
 - nincs nullavezető kiépítve az előző pontban említett áram-védőkapcsoló fogyasztói oldalán lévő áramkörben kialakított mesterséges csillagpontból kezdődően.

Ha egy fázis kikapcsolása veszélyt okozhat, pl. háromfázisú motorok esetében, akkor megfelelő védőintézkedéseket kell tenni, hogy mind a három fázist kikapcsoljuk.

Nullavezető védelme

TT- vagy TN-rendszerek:

- Ahol a nullavezető keresztmetszete azonos vagy egyenértékű a fázisvezetőkével, ott a nullavezetőben nem szükséges túláram-érzékelést alkalmazni vagy megszakító eszközt beépíteni. Ez alól kivétel a nemlineáris fogyasztók táplálása, amikor a nullavezető árama a felharmonikusok miatt nagyobb lehet, mint a fázisvezető árama.
- Ahol a nullavezető keresztmetszete kisebb a fázisvezetőkéénél, ott a nullavezetőt el kell látni a nullavezető keresztmetszetének megfelelő túl-

áram-érzékelő eszközzel; ennek a túláram-érzékelő eszköznek a fázisvezetőket meg kell szakítania, míg a nullavezető megszakítása nem szükséges. Nem kell azonban túláram-érzékelést a nullavezetőbe beépíteni, ha a következő két feltétel egyidejűleg teljesül:

- a nullavezető zárlatvédelmét az áramkör fázisvezetőibe beépített védőeszközök biztosítják, és
- a nullavezetőn áthaladó áram várható legnagyobb értéke rendes üzemi feltételek között lényegesen kisebb, mint a vezeték terhelhetősége. A feltétel teljesül, ha az áramkör teljesítménye az egyes fázisok között a lehető legegyszerűbben oszlik meg, pl. ha a három fázisról táplált fogyasztókészülék esetében (világítási berendezések és háromfázisú csatlakozóaljzatok) a nullavezetőn áthaladó áram lényegesen kisebb a szóban forgó áramkör összes áramánál. A nullavezető keresztmetszete ne legyen kisebb, mint az 13.6.1. pontban meghatározott érték.

A TN-C rendszerekben a PEN-vezetőt soha nem szabad megszakítani.

IT-rendszerek

IT-rendszerekben kifejezetten nem ajánlott a nullavezető kiépítése.

Ha azonban a nullavezető mégis ki van építve, ott általában minden áramkör nullavezetőjébe olyan túláram-érzékelőt kell beépíteni, amely a túlterhelt áramkör összes aktív vezetőjét kikapcsolja, beleértve a nullavezetőt is. Erre az intézkedésre nincs szükség:

- ha a tápoldali védőkészülék pl. a villamos berendezés táppontjában az adott nullavezető számára hatásos zárlatvédelmet biztosít.

13.5. Túláramvédelem kiválasztása

A túláramvédelem kiválasztásának lépései:

1. Kiindulási adatok meghatározása

A névleges feszültség U_n , a szigetelési szilárdság, a főelosztótól mért távolság l , a fogyasztó adatai: a névleges teljesítménye P_n , a névleges árama I_B , a teljesítmény tényezője $\cos \phi$, a hatásfoka η , az indulási (bekapcsolási) árama I_{ind} , az indulási (bekapcsolási) $\cos \phi_{ind}$, és az indulási ideje t_{ind} , és az üzemmódja. Fontos még az egyidejűségi tényező és egyéb (áramütés elleni védelem, védettség, túlfeszültség-védelem stb.).

2. A szükséges vezeték-keresztmetszet(ek) meghatározása

A fogyasztó névleges árama (I_B), a vezeték elhelyezési módja, a környezeti hőmérséklet, az áramkörök száma és a felharmonikus tartalom alapján választhatjuk ki a szükséges keresztmetszetet. A vezeték, kábelek legkedve-

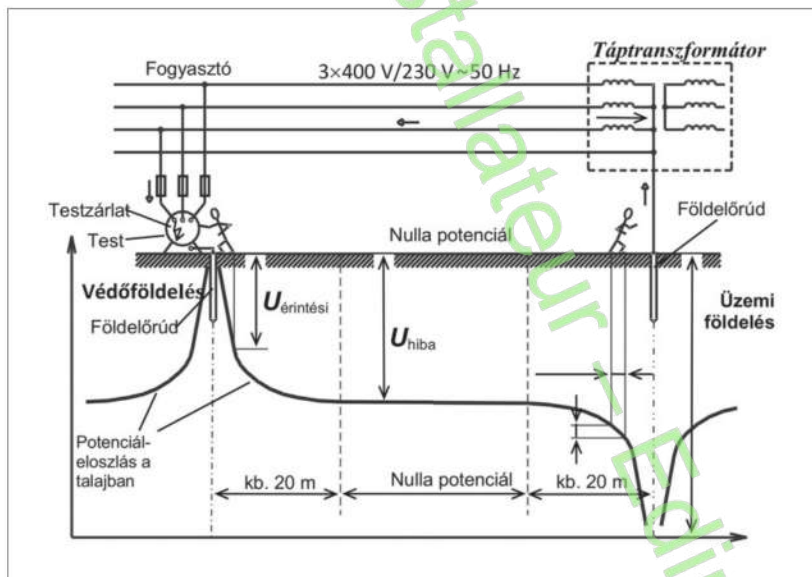
A közvetett érintés szempontjából mit nevezünk meghibásodásnak?

Az üzemszerűen vezető részek a berendezésen belül el vannak szigetelve a külső, érinthető fémrészekről, a testről. Ez a szigetelés az alapszigetelés (régiben üzem szigetelés), amely szigetelőképességét elvesztheti:

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

Testzárlatkor az egyébként feszültségmentes fémrészeken, vezető anyagokon az emberre veszélyes hibafeszültség lép fel. **Hibafeszültség** (U_h) a végtelen távoli földpotenciál, nulla potenciál (a gyakorlatban a földelőtől 20 m-nél távolabbi pont potenciálja), és a megemelkedett testpotenciál különbsége (14.1. ábra). Az európai szabvány átvételével ez a fogalom megegyezik a **várható érintési feszültség** fogalmával, az egyszerűbb szóhasználat miatt azonban a továbbiakban is a szokványos kifejezést használjuk.

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. A hibafeszültség egy része a talajon járva is áthidalható (**lépésfeszültség** a talaj felületén a talajt érintő lábak között a földzárlati áram hatására fellépő feszültség, a távolság lábtávra 0,8 m), hiszen a földben folyó zárlati áram potenciálkülönbséget hoz létre



14.1. ábra. Hibafeszültség, érintési feszültség és lépésfeszültség

a talajban (14.1. ábra). 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** (U_t) értékét, amely:

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

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

- állandó értékű egyenfeszültség esetén:

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

Ha az érintési feszültség a megengedett értéket meghaladja ($U_e > U_t$), 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 14.1. táblázatot), míg elosztókat tápláló áramkörök, illetve 32 A-nál nagyobb áramú végáramkörök esetében 1 vagy 5 másodperc, a hibavédelmi rendszer kialakításától függően.

Védelem a táplálás önműködő lekapcsolásával

(Védővezetős hibavédelmi módok)

A hibavédelem védővezetős érintésvédelmi módjai olyan kialakításúak, amelyeknél a villamos szerkezetek testét a védővezetővel össze kell kötni. Három ilyen módszer van, két betűs rövidítésekkel:

- **TT**-rendszer (védőföldelés közvetlenül földelt rendszerben),
- **TN**-rendszer (nullázás),
- **IT**-rendszer (védőföldelés földeletlen és közvetve földelt rendszerben).

Az első betű mindig azt jelöli, hogy milyen a táphálózat tápponti földelése: A „**T**” betű jelentése „terre = föld” azaz a táphálózat egy arra alkalmas pontja, pl. csillagpontja vagy valamelyik aktív vezetője, üzemi vezetője **közvetlenül földelt**.

Az „**I**” betű jelentése a hálózat földeletlen vagy impedancián keresztül földelt, közvetve földelt.

A második betű pedig azt jelöli, hogy a védett testet a védővezető mivel köti össze:

- „**T**” betű esetén egy a táphálózat földelésétől független ún. védőföldeléssel,
- „**N**” betű esetén a táphálózat földelt aktív vezetőjével, leggyakrabban a nullavezetőjével.

A táphálózat kiépítésével együtt mindjárt ki kell építeni valamelyik védővezetős hibavédelmi módot is. Nem engedhető meg a kétsarkú (védőérintkező nélküli) dugaszolóaljzat vagy kétvezetős (védővezető nélküli) világítótest-csatlakozás kialakítása.

Termékesalád-szabvány például az alábbi:

- **MSZ EN 55011:2016/A2:2021** – Ipari, tudományos és orvosi berendezések. Rádiófrekvenciás zavarjellemzők. Határértékek és mérési módszerek (CISPR 11:2015/A2:2019).
- **MSZ EN 60204-31:2014** Gépi berendezések biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 31. rész: Varrógépek, varrógépegységek és varrógéprendszerek egyedi biztonsági és EMC-előírásai (**MSZ EN 60204-31:2014**).

15.8. EMC-követelmények alkalmazása az épületvillamossági tervezés és kivitelezés során

Az épületvillamossági tervezés és kivitelezés során az EMC-szempontokat a létesítés folyamat minden lépésében, így a tervezés, a kivitelezés, illetve később az üzemeltetés, bővítés, átalakítás során is maximálisan figyelembe kell venni. Az elektromágneses összeférhetőség megvalósulására irányuló tervezés többek között az alábbi alapvető lépéseket tartalmazza:

- a figyelembe veendő zavarforrások meghatározása. Ez más eredménnyel jár a különböző elektromágneses környezetekben,
- a zavarás lehetséges mértékének megállapítása az egyes zavarok esetén,
- a berendezésre gyakorolt hatás elemzése,
- a védelmi módszerek kidolgozása.

A további szakaszokban az EMC-tudatos tervezés és kivitelezés legfontosabb elemeit szeretnénk bemutatni az általános épületvillamossági kivitelezések során.

15.8.1. CE minősítésű készülékek alkalmazása

Csak EMC szempontjából ellenőrzött, azaz CE minősítésű, illetve független vizsgálólaboratóriumok által bevizsgált villamos szerkezeteket szabad a berendezésekbe beépíteni, és csak ilyeneket szabad azokhoz csatlakoztatni. Leginkább (de nem kizárólag) a félvezetőket is tartalmazó szerkezetek érdekesebbek ebből a szempontból. Zavarkibocsátás szempontjából a félvezetős szabályozású energiafogyasztók (ezek nem szinuszos árama jelentős nagyságú), zavarérzékenység szempontjából pedig a félvezetős vezérlő- és szabályozó berendezések a kritikusak, mivel ezek az igazán érzékenyek, és ezek képesek zavartatás esetén tévesen működni.

15.8.2. Környezeti feltételek meghatározása

Különböző célú berendezések tervezésekor fontos tudni, hogy az milyen elektromágneses környezetben fog üzemelni. Például orvosi műszerek ese-

15.1. táblázat. A létesítési környezeti osztályok

Osztály	Létesítési környezet meghatározása
0	Jól védett villamos környezet, gyakran különleges helyiségen belül.
1	Részben védett villamos környezet.
2	Olyan villamos környezet, amelyben a kábelek egymástól jól el vannak választva, és még rövid szakaszokon sem haladnak együtt.
3	Olyan villamos környezet, amelyben a táp- és jelkábelek egymással párhuzamosan haladnak. A berendezés az erősáramú hálózat földelőrendszeréhez van földelve, amelyet befolyásolhatnak maga a hálózat vagy a villámcsapás által keltett zavarfeszültségek.
4	Olyan villamos környezet, amelyben az összekötő vezetékek/kábelek – mint szabadtéri kábelek – az erősáramú kábelekkel együtt haladnak, és e kábelek mind villamos, mind elektronikus áramkörökhöz csatlakoznak.
5	A jelátviteli kábelekhez csatlakozó elektronikus berendezések és a ritkán lakott területen szabadvezetéként haladó erősáramú vezetékek villamos környezete.

tén főleg olyan zavarok elleni költséges és nagy terjedelmű védelmek beépítése, amely zavarok bizonyosan nem lépnek fel az adott környezetben, mivel azok ellen az épület, illetve a létesítmény tervezésekor és megépítésekor meghozták a szükséges intézkedéseket.

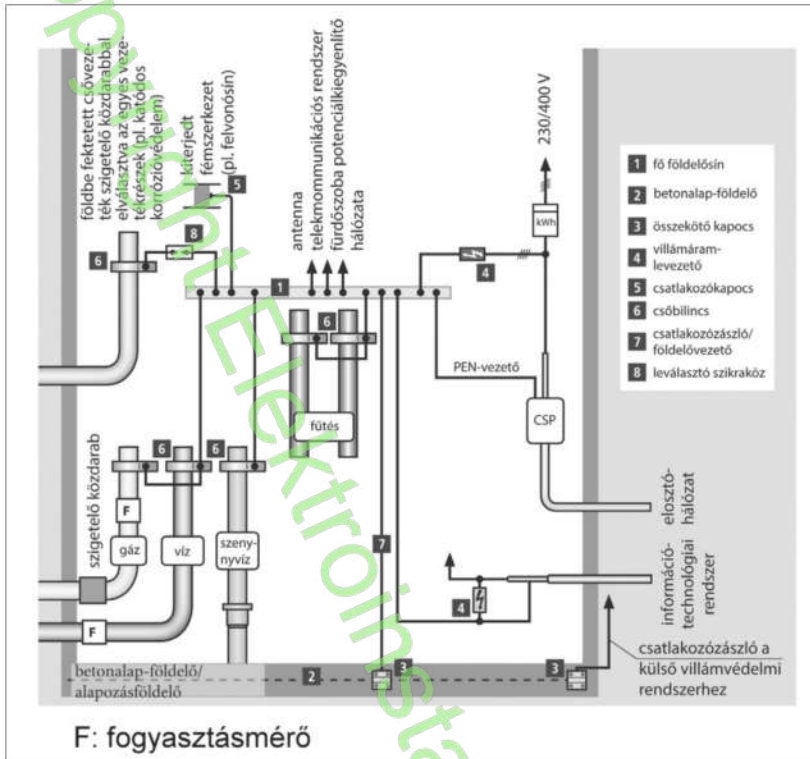
Nagyfeszültségű berendezések vagy például ívkemencék közelében működő eszközöket azonban el kell látni ilyen jellegű zavarok elleni, durva és drága védelmekkel is.

A létesítési környezeti osztályokat pl. az **MSZ EN 61000-4-5:2018 EV** szabvány határozza meg.

A létesítési környezeti osztály alapján lehet pl. az adott környezetre vonatkozó szükséges lökőfeszültség-állóságot meghatározni (**MSZ EN 61000-4-5:2018 EV** szabvány).

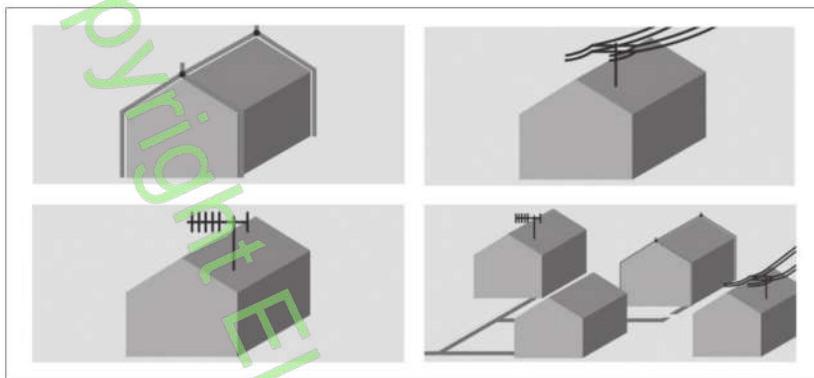
15.2. táblázat. Lökőfeszültség-állósági követelmények a létesítési környezeti osztályok függvényében az MSZ EN 61000-4-5:2018 EV szabvány alapján

Létesítési környezet osztálya	Nyitott áramköri vizsgálat (kV)	
	ér-ér között (pl. L-N)	ér-föld között (pl. L-PE, N-PE)
0	–	–
1	–	0,5
2	0,5	1,0
3	1,0	2,0
4	2,0	4,0
5	Függ a helyi táphálózat osztályától	Függ a helyi táphálózat osztályától



16.16. ábra. A villámvédelmi potenciálkiegyenlítés alapelve

pont, az LPZ 0_A – LPZ 1 zónaátmenet közelében. Az MSZ EN 62305-3:2011 szabvány szerint, ha az építményen van külső villámvédelmi rendszer, akkor kell létesíteni benne villámvédelmi potenciálkiegyenlítést is. Külső villámvédelmi rendszer nélküli épületeknél (ahol nem kell villámvédelmi kockázatelemzést készíteni, vagy a villámvédelmi kockázatelemzés eredménye alapján nem szükségesek védelmi intézkedések) az MSZ HD 60364-4-443:2016 szabvány követelményeit is figyelembe kell venni arra vonatkozóan, hogy milyen esetekben – pl. biztonsági berendezések, kórházakban lévő orvosi készülékek, számítógép- és adatközpontok, múzeumok, szállodák, bankok, ipari létesítmények, piacok, farmok – és milyen módon kell túlfeszültség-védelmi eszközöket kialakítani. A szabvány szerinti egyszerűsített kockázatelemzést a csatlakozóvezetékekre minden esetben célszerű elvégezni, és a szükséges védelmi intézkedéseket ez alapján meghatározni. Villámvédelmi potenciálkiegyenlítésre használt túlfeszültség-védelmi eszköz kiválasztásának egyik legfontosabb szempontja, hogy a beépítés helyén



16.17. ábra. Az 1. típusú túlfeszültség-védelmi eszköz alkalmazásának négy különböző esete

várható legnagyobb villámáram-terhelésnek kisebbnek kell lennie a védőkészülék levezetőképességénél.

Egyszerűsített megközelítés alapján 1. típusú villámáram-levezetőt kell elhelyezni családi házak, lakó- és középületek esetén a csatlakozóvezetékek építménybe való belépési pontjánál, ha:

- külső villámvédelmi rendszerrel rendelkeznek,
- az épület tetején valamilyen nagy kiterjedésű fémtárgy található (pl. antenna),
- az épülethez szabadvezetékek csatlakoznak,
- az előbb említett feltételek valamelyike teljesül a szomszédos épületekre.

Milyen műszaki jellemzőkkel rendelkezzen egy villámáram-levezető?

- A villámáramokat legyen képes több alkalommal is, meghibásodás nélkül levezetni. A 10/350 μ s hullámalakú villámáram-levezetőképessége legyen: 50–100 kA közötti.
- A védelmi (feszültség) szintjének (U_p) kisebbnek kell lennie, mint a mögé kapcsolt villamos installáció lökfeszültség-állósága (U_w). A védelmi (feszültség) szintnek kisebb egyenlőnek kell lennie, mint 4 kV.
- A hálózati utánfolyó zárlati áramot képes legyen kioltani, illetve korlátozni (I_n).
- Biztosítsa az energetikai koordinációt az utána kapcsolt túlfeszültség-védelmi eszközökkel, illetve végberendezésekkel.

A villámvédelmi potenciálkiegyenlítésre olyan túlfeszültség-védelmi eszközt kell beépíteni, amely alkalmas a beépítési helyen folyó villámáram vezetésére, és az MSZ EN 61643-11 szabvány szerinti I. osztályú vizsgálat feltételeinek megfelel. A villámáram-eloszlást az MSZ EN 62305-1:2011 E1 – E.6 képletei és az MSZ EN 62305-4:2011 szabvány D.3.2 pontja alapján lehet

17.1. táblázat. Kockázati osztályok

A kockázati egység kockázati osztálya	NAK	AK	KK	MK
A kockázati egység kijárat szintje és a kijárat szint feletti legfelső építményszintje közötti szintkülönbség (m)	0,00–7,00	7,01–14,00	14,01–30,00	> 30,00
A kockázati egység kijárat szintje és a kijárat szint alatti legalsó építményszintje közötti szintkülönbség (m)	0,00–4,00	4,01–7,00	7,01–14,00	> 14,00
A kockázati egység legnagyobb befogadóképességű helyiségének befogadóképessége (fő)	1–50	> 50	> 300 és összefüggő tömeget képez	a létszám nem releváns

17.2. táblázat. A kockázati egység kockázata

A kockázati egységben tartózkodók menekülési képessége	A kockázati egység kockázata
önállóan menekülésre képes személyek	NAK
segítséggel menekülő személyek	AK
előkészítés nélkül menthető személyek	KK
előkészítéssel vagy azzal sem menthető személyek	MK

esetében a korábbi „A”, „B”, „C”, „D” és „E” tűzveszélyességi osztályból összesen 3 db maradt, az „A” és „B” osztályból Fokozottan tűz- vagy robbanásveszély osztály, a „C” és „D” osztályból Mérsékelt tűzveszélyes osztály és az „E” osztályból Nem tűzveszélyes osztály. A tűzveszélyességi osztály nem összekeverendő az építőanyagoknál, az **MSZ EN 13501** szabvány alapján jelenleg is használatos tűzvédelmi osztállyal, ahol A1, A2, B, C, D, E, F tűzvédelmi osztályt használunk, azonban ennél a besorolásnál az A1 és A2 a nem éghető, a B és C nehezen éghető, a D és E éghető, az F könnyen éghető. Az épületek kockázati osztályba sorolása alapvetően a 17.1. és a 17.2. táblázatban lévő szempontok figyelembevételével történik.

A fentiek felül ipari, tárolási, mezőgazdasági rendeltetésű épületek esetében a tárolt anyagok, illetve a végzett tevékenység jellemzői alapján további szempontok figyelembevételével történik a besorolás, de fontos, hogy egy meglévő épület esetében nem kell a besorolást elvégezni, csak ha bővítik, átalakítják, a rendeltetését módosítják stb. Ilyen esetben egyébként is készülnie kell tűzvédelmi műszaki leírásnak, amely a kockázati osztályba sorolást is tartalmazza.

17.1.3. Tűszakaszok, tűzterjedés-gátlás

Az épületek tűzvédelmében szerepet játszó megoldásokat két nagy csoportra oszthatjuk aktív és passzív tűzvédelemre. A passzív tűzvédelmi megoldásokkal (pl. épületszerkezetek tűzállósága és éghetősége, tűszakaszok, tűzterjedés-gátlás) kapcsolatban azt gondolhatnánk, hogyha az épület elkészült, már különösebb teendő nincs velük. A helyiségek közötti tűzterjedés-gátlás azonban mégis egy kis odafigyelést érdemel egy már üzemelő épületnél is. Ugyanis, ha később a falon, vagy a födémen egy újabb vezetékkel kell átvezetni, vagy bármi más miatt nyílás keletkezik rajta, akkor már nem tölti be a tűzterjedés-gátló funkcióját.

Az **OTSZ**-ben az épület rendeltetésétől és kockázati osztályától függően meg van határozva a tűszakaszok megengedett maximális alapterülete, továbbá vannak olyan helyiségek is, amelyeket a rendeltetésüktől függően az épületen belül tűzgátló módon kell határolni (pl. 3 x 250 A betáplálás feletti elektromos főelosztó, 200 kW összteljesítmény feletti kazánhelyiség, transzformátorhelyiség, 200 m² alapterület feletti gépészeti helyiségek).

Egy tűz során egy normál berendezett helyiség esetében a levegő hőmérséklete a nyílt lángú égés megjelenésétől számítva 3–4 perc után eléri az 500–600 °C-ot. Emiatt megnő a helyiségben a légnyomás, így a tűz a legkisebb résen keresztül is képes áttérjedni a fal másik oldalára, vagy a födémen keresztül a felette lévő szintre, ha azt nem zárjuk le megfelelően. (A tűzgátló lezárásokról a 17.3.2. fejezetben bővebben olvashatunk.)

A tűzterjedés-gátlást ma már nem csak az épületen belül, hanem a homlokzaton és a tetőn is biztosítani kell, ami ritkábban, de érintheti a villamos vezetékrendszereket is. A tetőszinten a tetősíkban tartott tűzterjedés elleni gát mérete min. 90 cm széles, ezen a részen belül hőszigetelés csak nem éghető anyagú lehet. Egyedül a vízszigetelés lehet éghető, de arra is felülről 5 cm vastag beton lapoknak kell kerülniük. A tűzterjedés elleni gáton napelem és villamos berendezés nem helyezhető el, a vezetékek átvezetésénél megfelelő tűzgátló lezárást kell alkalmazni. (A tűzterjedési gátakon keresztül haladó vezetékrendszerek tűzterjedés-gátlásáról szint a könyv 17.3.2. fejezete tartalmaz bővebb információkat.)

A következő kérdés már csak az, hogy honnan tudjuk, hogy melyik fal/födém a tűzgátló és hol van az épületen tűzterjedés elleni gát? Új építésnél ez viszonylag egyszerű, hiszen készül hozzá egy tűzvédelmi műszaki leírás és a kiviteli tervhez rajzi munkarész, amin meg kell jeleníteni a tűszakasz-határoknak és a rendeltetésük miatt tűzgátló módon határolt helyiségek. Jobb esetben ezek a követelmények a villamos tervekre is átkerülnek, és jelölik, hogy hol kell tűzgátló lezárásnak készülnie.

Egy meglévő épület esetében már lényegesen nehezebb a helyzet, de azért arról

18.4. Személyi feltételek

A munkát kezdeményező, engedélyező személy

Üzemviteli vezető: az üzemeltető vagy a FAM tevékenységet végző gazdálkodó szervezet állományába tartozó, a villamos berendezés üzemeltetésével megbízott, azért közvetlen felelősséggel tartozó személy, aki FAM üzemviteli vezető képzésen részt vett, és eredményes vizsgát tett.

Üzemirányító: az üzemeltető állományába tartozó, üzemirányítói jogosultsággal rendelkező személy, aki FAM üzemirányító képzésen részt vett, és eredményes vizsgát tett.

A munkát vezető személy

Munkavezető: a munkavégzés tényleges irányítását végző, megfelelő FAM feljogosítási igazolvánnyal rendelkező személy.

A munkavégző személy(ek)

Beavatkozó szerelő: megfelelő FAM feljogosítási igazolvánnyal rendelkező személy, aki a feszültség alatt álló berendezésrészekben vagy azok közelében munkavezető irányítása mellett végez munkát.

Kiszolgáló személy: legalább betanított és kioktatott személy, aki a földön vagy földelt szerkezeti részekben, a feszültségtől távol, munkavezető irányításával kisegítő, előkészítő tevékenységet végez, amivel a beavatkozó szerelők munkáját segíti, vagy a munkahelyszín biztosításában vesz részt, vagy abban segít.

18.5. KiF FAM tevékenység feladatkörök

Minden feladatkör esetére vonatkozik az, hogy a szabályokban rögzített eszközök alkalmazásával és módon kellő körültekintéssel elkerülhető a két legfontosabb dolog: az áramütés és a zárlat (vagy nemkívánatos működés szakszolgálat esetén). A FAM tevékenység normához nem köthető. A korai szakaszban (2012 előtt) kisfeszültségen csak ún. FAM szerelő és Szakszolgálati FAM szerelő képzés folyt (lásd a 18.1 fejezetben foglaltakat). Ezt követte a szétválasztás a (18.1. táblázat 2-5 sorszám alatt) felsorolt szakképesítésekre. Ezek közül a két legnépszerűbb a "mérőhelyi" és a "csatlakozó- és közvilágítási" szerelői szakág. Érdekes, hogy az utóbbi szakág eleinte (2012-ben) nem tartalmazta a mérőhelyi részt. Viszont előtte (a szétbontást követően) és utána is tartalmazza; a jelenlegi képzések is ennek megfelelően folynak. A **21/2023. (VIII. 28.) GFM rendelet** 2. számú melléklete (**FAMSZAB**) szerint az alábbi feladatkörökre adható feljogosítás (18.1 táblázat). A táblázat 6-9 sorszáma alatt szereplő megnevezés teljesen új, a korábbi rendelet(ek)ben nem szerepelt még. Ezen új szakirányok oktatása előkészítési stádiumban van. Hamarosan várható a programkövetelmények kidolgozása és ezzel megindulhat hazánkban ezen képzések megszerzése is.

18.1. táblázat

Kisfeszültségű feljogosítás feladatkörei		
sorszám	megnevezés	munkavégzés helye
1	szakszolgálati FAM szerelő	alállomások kisfeszültségű berendezései
2	kisfeszültségű szabadvezeték hálózati FAM szerelő	csupasz- vagy szigetelt szabadvezetéki hálózat
3	kisfeszültségű FAM kábelszerelő	kábelcsatorna (árok), kábeltálca, oszlop stb.
4	kisfeszültségű csatlakozó- és közvilágítási FAM szerelő	csupasz- vagy szigetelt szabadvezetéki hálózat
5	kisfeszültségű mérőhelyi FAM szerelő	egyedi vagy csoportos mérőhely
6	felhasználói berendezés FAM szerelő	kisfeszültségű felhasználói berendezések
7	megújuló és egyéb primer energiaforrású kiserőmű FAM szerelő	megújuló és egyéb primer energiaforrású kiserőművek
8	kisfeszültségű energiatároló akkumulátor-telep FAM szerelő	kisfeszültségű energiatároló akkumulátor-telepek
9	gépjármű vontatási akkumulátor FAM szerelő	gépjármű vontatási akkumulátorok

18.6. Képzések

18.6.1. A képzésekhez szükséges személyi feltételek

Általánosságban a képzésen az vehet részt, aki elmúlt 18 éves, egészségügyileg alkalmas és az adott képzéshez szükséges szakképesítéssel rendelkezik. Az alapképzés esetén az egészségi alkalmasságot kizárólag foglalkozás-egészségügyi szakellátó szerv orvosa igazolhatja! Szakképesítést mindkét esetben az eredeti bizonyítvány (vagy hivatalos másolat) bemutatásával kell igazolni.

18.6.2. Alapképzés

KiF FAM alapképzés a „Kisfeszültségű feljogosítás feladatkörei” (18.1. táblázat) első oszlopában felsorolt megnevezésekkel szervezhető. Az erre jogosult felnőttképző intézmény az általa kidolgozott és jóváhagyott képzési program alapján, a jogszabályban leírt képesítésű oktató(k) működése által végrehajtott (elméleti és gyakorlati) képzéssel valósítható meg. A képzés gyakorlati részét az erre a célra kialakított ún. FAM tanpályán lehet megvalósítani. A képzés és tanfolyami záróvizsga sikeres elvégzését igazolni kell,

19.3 Hogyan működik együtt a BMS és a BIM?

Az épületirányítási rendszerek (BMS) és az épületinformációs modellezés (BIM) két olyan hatékony eszköz, amelyek együttesen alkalmazva nagymértékben növelhetik az építési projektek hatékonyságát és eredményességét. A BMS olyan számítógép-alapú vezérlőrendszer, amely felügyeli és kezeli az épület működésének különböző aspektusait, a BIM pedig az épület fizikai és funkcionális jellemzőinek digitális leképezése.

Ha ez a két rendszer együttműködik, olyan integrált platformot hoz létre, amely lehetővé teszi a zökkenőmentes kommunikációt a projektben részt vevő különböző érdekelt felek között. A BMS valós idejű adatokat szolgáltat az energiafogyasztásról és az épület teljesítményéről, hogy a tervezési, építési és üzemeltetési fázisok során megalapozott döntéseket hozhasson. Ezek az adatok aztán betáplálhatók a BIM-modellbe a pontos szimulációk és előrejelzések biztosítása érdekében.

Például, ha a BMS-érzékelőkkel felszerelt épületben megváltozik a fűtési igényeket befolyásoló jelenlét vagy az időjárási körülmények, akkor ezek az információk automatikusan frissíthetők a BIM-modellben. Ez lehetővé teszi a tervezők számára, hogy valós idejű adatok alapján, nem pedig feltételezésekre vagy becslésekre támaszkodva, megalapozott döntéseket hozzanak a fűtési rendszer méretezéséről vagy elhelyezéséről.

A hatékonyság a siker kulcsa minden építési projektben, és az épületirányítási rendszerek (BMS) valamint az épületinformációs modellezés (BIM) számos olyan előnyt kínálnak, amelyek segíthetnek a folyamatok racionalizálásában és a termelékenység maximalizálásában.

A BMS és a BIM használatának egyik fő előnye a projektben érdekelt felek közötti jobb együttműködés. E rendszerek használatával az építészek, mérnökök, vállalkozók és létesítménygazdák zökkenőmentesen együttműködhetnek a tervezési szakasztól a karbantartásig. Ez az együttműködő megközelítés kiküszöböli a kommunikációs hiányosságokat, csökkenti a szakterületek közötti hibákat vagy konfliktusokat, és végső soron zökkenőmentesebb projektvégrehajtáshoz vezet.

Továbbá a BIM-mel integrált BMS lehetővé teszi a jobb eszközgazdálkodást az épület teljes életciklusa során. Az építés során gyűjtött adatok felhasználhatók a folyamatos karbantartás céljaira, mint például a berendezések karbantartási ütemtervei vagy a csere tervezése.

Összefoglalva, az épületirányítási rendszerek (BMS) és az épületinformációs modellezés (BIM) számos előnyt kínálnak az építési projektek számára, beleértve a jobb együttműködést, a folyamatok racionalizálását, a fokozott vizualizációs képességeket, a hatékony épületüzemeltetést és -karbantartást, valamint a hatékony eszközgazdálkodást.

19.4 Mi is az a digitális iker?

A digital twin (digitális iker technológia) alapjaiban hasonló, mint a BIM, de a kettő között van néhány alapvető különbség, és kiegészítve egymást segíthetik az építészeti, mérnöki és építőipari szereplőket az épület teljes életciklusa során – a tervezéstől a minőségellenőrzésen át az ingatlanüzemeltetésig, sőt, már a gyártás területén is.

Mind a digital twin, mind a BIM modellek a fizikai terek digitális megjelenítései. A fő különbség a kettő között az, hogy még a BIM modelleket egy objektum tervezésének és kivitelezésének vizualizálására használják, addig a digital twin virtuális interakciót tesz lehetővé az adott objektumon.

A digitális ikrek a valós fizikai részletek virtuális másolatai: a technológia a tér fotorealistikus, 3D-s feltárását teszi lehetővé. Ez az adatvezérelt folyamat segíti a nyomon követést, a jobb döntések meghozatalát és a hatékonyabb munkafolyamatok kialakítását. A digitális iker számos iparágban, többek között az építőiparban is támogatja a digitalizálást, de az intelligens városokhoz is kapcsolódnak, vagy segítségül hívhatók az ellátási lánc problémáinak feltárása esetén is. A mesterséges intelligencia és az automatizálás tovább erősíti a technológia fejlettségét, így várhatóan még nagyobb szerephez fog jutni a jövőben.

Mondhatnánk röviden azt is, hogy a BIM leíró adatainak és a BMS dinamikus adatainak összefonódása alkotja együtt egy létesítmény digitális iker-testvérét.