



Kővári András

## Világítási hálózatok kialakítása

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Villamos készülékeket szerel, javít, üzemeltet

A követelménymodul száma: 1398-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-012-30

## VILÁGÍTÁSI HÁLÓZATOK KIALAKÍTÁSA

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy villanszerelő ipari vállalat szakmunkása. A vállalat tevékenysége körébe tartozik a létesítmények, irodaházak, középületek mesterséges világításának megtervezése, szerelése és üzembe helyezése. A munkahelyére érkezik egy frissen végzett szakmunkás. Munkája egy villamos felújítás alatt álló iskolaépületben tanterem mesterséges világításának kialakításának elkészítése lesz. Munkatársával bejárják a létesítményt, aki bemutatja az eddig elkészült villamos hálózatot, különös figyelemmel a világítási hálózat kiépítésére vonatkozóan.

A bemutató és tájékoztató alapján átfogó képet kap a gyakorlatban alkalmazott világítási áramkörök kiépítéséről.

A kiviteli tervdokumentáció áttanulmányozása után, a megadott előírások szerinti technológiával végezze el az adott tanterem világítási áramköreinek szerelését. A szerelés elkészítését követően hajtsa végre a világítási hálózat üzembe helyezést.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### 1. A VILÁGÍTÁSI ÁRAMKÖRÖK KIALAKÍTÁSÁNÁL ALKALMAZOTT SZERELÉSI TECHNOLOGIÁK.

A villamos berendezések létesítéséhez olyan szerelési módot kell választani, amely tartósan biztosítja jó állapotukat, a szigetelés biztonságát, a zavartalan üzemeltetést, valamint érintésvédelmi szempontból megfelel az előírásoknak. A berendezéseket meg kell védeni a mechanikai sérülések, a nedvesség behatása, a vegyi és hőhatás ellen. A vezetékek melegedése, szigetelési állapota, folytonossága és a kötések szempontjából jól ellenőrizhetőnek kell lenniük. Ügyelni kell arra, hogy az üzemszerű vagy meghibásodás folytán bekövetkező melegedés ne okozzon tűz- és robbanásveszélyt. A villamos hálózat kialakítása során figyelembe kell venni az épület tűzveszélyességi osztályba sorolását, a helyiségek rendeltetését, az épület alaprajzát, a fogyasztók elhelyezkedését. A szerelés során ügyelni kell a villamos berendezések külső zavarok iránti érzékenységre is.

Az üzembiztos működés alapja a jó tervezés és a gondos, szakszerű kivitelezés. Az üzembiztos működés szempontjából figyelembe kell venni az egyes fogyasztók névleges feszültségét, áramfelvételét, a hálózaton létrejövő zárlati áramok nagyságát, az áramköri vezetékek keresztmetszetét és vezetési módját, a védelmi készülékek jellemzőit.

Napjainkban a létesítmények rugalmassága fokozott igényként jelenik meg a kereskedelmi, a közcélú intézményekben, a bevásárló központok üzlethelyiségeinél, valamint az ipari létesítmények esetében.

Az áramköri elosztók az épület-villamos hálózatok legfontosabb csomópontjai. Itt kerülnek elhelyezésre az áramköri védelmek, innét ágaznak le az egyes fogyasztói leágazások. A rendszer felépítése a főelosztótól, az elosztó és végelosztóig tart. Az ellátás rendszere kisebb fogyasztók esetében sugaras jellegű, ami a főelosztó utáni meghibásodás esetén eredményezheti a teljes rendszer lekapcsolódását, a fogyasztók kiesését.

### 1.1. ELOSZTÓSZEKRÉNY

Az elosztó-berendezés az a szerkezet, ahol a bejövő betáplálást több különálló áramkörre osztják. A kialakítandó áramkör számot a tervező a biztonságos energiaellátás és az egyes funkciók gondos megválasztása alapján határozza meg. Az 1. ábra egy főelosztó előlapjának részletét mutatja.



1. ábra. Főelosztó kapcsolókkal

Az elosztószekrény burkolata védi a védelmi- és kapcsolókészülékeket a mechanikai és egyéb (por, víz) behatolásoktól a helyes működés érdekében. A mechanikai és víz elleni védeettséget az IPXX jelölés feltüntetésével adják meg. Az első számjegy a mechanikai, míg a második számjegy a víz elleni védelemre utal. Gyakori védeettségi fokozatok az IP54, illetve IP65. A burkolat fontos szerepet játszik a személyvédelemben, megakadályozza a feszültség alatt álló részek közvetlen érintését. Anyaguk szerint megkülönböztetünk öntöttvas, alumínium, lemez és műanyag elosztó berendezéseket.



2. ábra. Főelosztó szerelvényezése

Az elosztószekrények megvalósítása nagy változatosságot mutat, hisz számos tényező befolyásolja a kiválasztását, alkalmazhatóságát. Ilyen tényezők a helyiség rendeltetése, a terhelési követelmények, védetség, az alkalmazott készülékek, áramkörök száma. Az elosztó szekrényeknél ma már túlsúlyba kerül a tipizált szekrényeknek az alkalmazása. Nagy gondot kell fordítani a készülékek szerelhetőségére, valamint a későbbi karbantartási és ellenőrzési feladatok ellátására. Követelmény, hogy jól áttekinthetők, az áramkörök lekövetése, az esetleges bővítések elvégezhetőek, illeszthetők legyenek. A kapcsolók, a vezérlőkészülékek céljának jelölésére azonosító címkét kell alkalmazni a tévesztés elkerülése érdekében. A védelmi készülékek áramkörönként jól beazonosíthatóak legyenek. Fontos, hogy az elosztószekrények a mindenkorai szakmai előírásoknak megfelelően legyenek megszerelve – huzalozva, a készülékek bekötve –, hogy még meghibásodás esetén se keletkezzék villamos átívelés, ne alakuljon ki villamos tűz.





3. ábra. Világítási elosztó

## 1.2. VEZETÉKEK, KÁBELEK

A világítási áramkörök jellemzően kis teljesítményigényűek, általában néhány száz wattos terhelést jelentenek. Természetesen vannak különleges világítóberendezések – labdarúgó pályák reflektorai – melyek több ezer wattot jelentenek a villamos áramkörök számára. A világítási áramkörök vezetékeinek terhelhetőségét szabvány írja elő, amely figyelembe veszi a vezeték jellegét, a szerelési technológiát, a külső igénybevételeket (hő, mechanikai, stb.). Terhelhetőség szempontjából "A" rossz hűlési viszonyok mellett alkalmazott vezetékek, "B" átlagos vezetékek, "C" a legjobban terhelhető vezetékeket különböztetünk meg. Egységes a vezetékek szín valamint a típus jelölése.

**A fázisvezető fekete, barna, a nullavezető kék, az érintésvédelmi vezető zöld-sárga érszigetelésű.**

A harmonizált vezetékek alkalmazásával egyidejűleg az alábbi jelölések nyertek értelmezést:

- első betű: a szabványra utal,
- második számjegy: a névleges szigetelési feszültség,
- érszigetelés,
- árnyékolás,
- páncélozás,
- köpenyszigetelés,
- speciális felépítés,
- az ér anyaga,
- érszerkezet jelölése.

**Alapvetően** a legfontosabb jelölések az alábbiak:

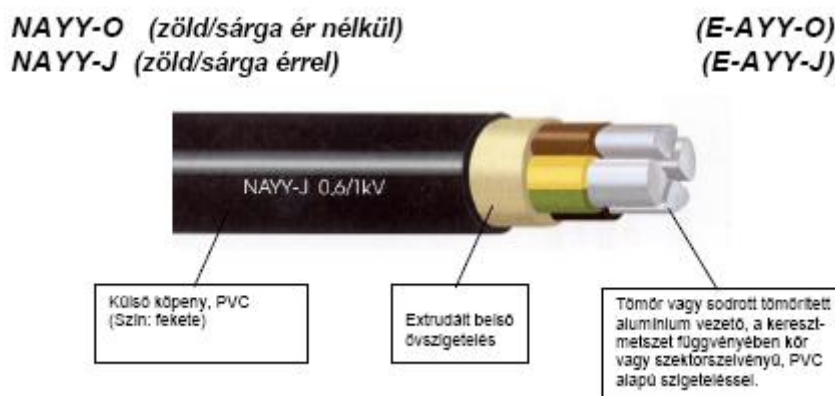
- a vezeték típusa,
- a vezeték névleges feszültsége,
- érszám,

- a vezető keresztmetszete.

A villamos szigetelt vezetékek lehetnek:

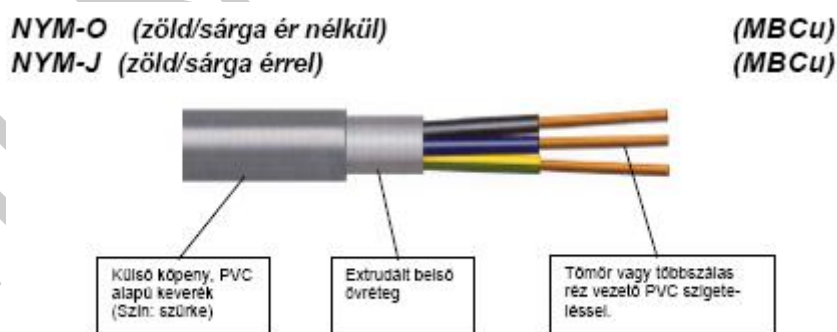
- gumitömlő vezetéke (általános jelölés: G),
- műanyag-szigetelésű vezeték (általános jelölés: M).

A vezetékek további csoportosítása történhet a vezető anyaga-, a vezetőér-, szigetelésük-, felépítésük-, vezető szabványos keresztmetszete- és a hőmérséklet szerint. Műanyag szigetelésű kábel szerkezeti kialakítása látható a 4. ábrán.



4. ábra. Erősáramú kábel

Természetesen a vezetékeket a szerkezetük szerint további csoportok szerint különböztethetjük meg, mint például a tömlővezeték stb., (köpenyvezető az új elnevezése a tömlővezetéknek) és kábelek. MBCu vezeték látható az 5. ábrán.



5. ábra. MBCu vezeték

A villamos áramkört alkotó vezetékeknek (vezetékek, kábelek, gyűjtősínek), a kivitelezési módtól függetlenül mind a normális, mind a rendkívüli üzemállapotoknak meg kell felelniük. Folyamatosan el kell viselniük a teljes terhelési áramot, esetenként a fellépő túláramokat. Nem léphetnek fel a vezetékeken olyan feszültségesések, amelyek a fogyasztói berendezések – világítási áramkörök – üzemét veszélyeztetik. A túláramvédelmi eszközök védik az áramköri vezetékeket.

Vezetékek keresztmetszetét úgy kell meghatározni, hogy megfeleljenek az alábbi követelményeknek:

- terhelhetőség,
- feszültségesés,
- melegedés,
- mechanikai szilárdság.

A szabványos vezeték keresztmetszetek (mm<sup>2</sup>):

0,5, 0,75, 1,0, 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400, 550.

### Terhelhetőség

A vezeték terhelhetősége annak az áramnak az erősségével egyenlő, amely a vezetéken tartósan átfolyik. A vezeték terhelhetősége azért is fontos, mivel megadja a vezető túláramvédelmi értékét is.

A terhelési módok lehetnek:

- **Tartós terhelés:** a vezeték annyi ideig van állandó áramerősséggel terhelve, hogy állandósult hőmérsékletet ér el.
- **Szakaszos terhelés:** A vezeték ki- és bekapcsolása rövid időszakonként változik – pl. lépcsőházi világítás éjszakai üzemmód – A vizsgált időtartamot 10 percben határozzák meg. Amennyiben a 10 percen belüli bekapcsolási időtartam 4 percet tesz ki, akkor a terhelés mértéke 40 %.
- **Indítási terhelés:** a motorikus fogyasztó indítási folyamata alatt fellépő, a motor névleges áramánál nagyobb áramerősség.

### A megengedett terhelés megállapítás:

A megengedett terhelés függ:

- a vezetők rendeltetésétől,
- a szerelés módjától,
- a vezető keresztmetszetétől,
- a vezető anyagától,
- a környezeti hőmérséklettől,
- a vezeték számától (érszámától),
- a szerelési technológiától,
- a terhelés módjától,

- az indítási áramlökéstől.

### 1.3. Világítási áramkörök vezetékének méretezése

#### A vezetékméretezés gyakorlata

A vezetékméretezés célja: a szükséges vezeték keresztmetszet meghatározása az üzemi körülményeknek megfelelően.

#### A vezetékméretezés feszültségesésre:

Meg kell határozni a legnagyobb terhelő áram nagyságát:

Ohmos jellegű fogyasztókészülékek és izzólámpák (hagyományos és halogén) esetében:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} [A] \text{ egyfázisú fogyasztó esetén,}$$

$$I_n = \frac{\sqrt{3} * P_n}{U_n} [A] \text{ háromfázisú fogyasztó esetén.}$$

A fénycsövek (kompakt fénycsövek) esetén a fénycsövön feltüntetett teljesítmény érték nem tartalmazza az előtét teljesítményét. Ha ismerjük a veszteségi teljesítmény értékét, akkor közelítőleg a fénycső teljesítményének 25%-val lehet számolni.

$$I_n = \frac{P_n + P_e}{U_n * \cos \varphi} [A]$$

A képletekben:

- P teljesítmény wattban (W),
- $U_n$  névleges feszültség voltban (V) helyettesítjük.

Meghatározzuk a százalékos feszültségesést, abban az esetben, ha nem adják meg:

$$\varepsilon = \frac{e * 100}{U_n} \text{ vagy } \varepsilon = \frac{U_e}{U_n} * 100 [\%] \text{ ahol}$$

- $\varepsilon$  = a százalékos feszültségesés,
- $U_n$  = a hálózat névleges feszültsége (V),
- $U_e$  = a vezetéken fellépő feszültségesés (V),
- $e = U_n - U_e$ , a voltban kifejezett feszültségesés (V).
- A vezeték ellenállásának meghatározása:

$$R = \rho * \frac{l}{A} [\Omega]$$



- $\rho$  = a vezető anyagától függő fajlagos ellenállás ( $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ ),
- $l$  = a vezető egyszeres hossza (m),
- $A$  = a vezető keresztmetszete ( $\text{mm}^2$ )

A vezeték keresztmetszetének meghatározása egyenáramú hálózaton:

$$A = \frac{100 \cdot I_n \cdot 2l \cdot \rho}{\varepsilon \cdot U_n} [\text{mm}^2]$$

Egyfázisú váltakozóáram esetén:

$$A = \frac{100 \cdot I_n \cdot 2l \cdot \rho \cdot \cos \varphi}{\varepsilon \cdot U_n} [\text{mm}^2]$$

Háromfázisú váltakozóáram esetén:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_n \cdot l \cdot \rho \cdot \cos \varphi}{\varepsilon \cdot U_n} [\text{mm}^2]$$

**A számított vezeték keresztmetszetet minden esetben szabványos vezeték keresztmetszet értékre kell kerekíteni úgy, hogy figyelembe kell venni a legnagyobb terhelő áram értékét.**

Előfordulhat olyan eset, hogy a kerekítésnél  $2,5 \text{ mm}^2$  vezeték keresztmetszet adódik, de a névleges áramerősségre nem felel meg a vezeték!

### Méretezés melegedésre:

A vezetőn átfolyó áram a vezetőt felmelegíti. A melegedés mértéke arányos az átfolyó áramerősség nagyságával, a vezeték ellenállásával és a vezetés időtartamával. A keletkező meleget Jouleban (J) kapjuk meg.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t [J]$$

- az áramot (i) amperben (A),
- az ellenállást ohmban ( $\Omega$ ),
- t az üzemi időt másodpercben (s) helyettesítjük.

### Méretezés mechanikai szilárdságra:

A vezeték méretezéssel meghatározott vezeték keresztmetszetet ellenőriznünk kell szilárdsági szempontból. A szilárdsági szempontok elsősorban távvezetékek esetében fontosak. A belső vezetékek esetében minimális szilárdsági követelményeknek kell megfelelni. Erre vonatkozóan a táblázatban adják meg a vezeték alkalmazásának figyelembevételével a legkisebb megengedett vezeték keresztmetszetet, a vezető anyagától függően. (Pl. védőcső nélküli falba vakolt vezeték esetében réz vezető esetében  $1 \text{ mm}^2$ , alumínium vezető esetén célszerű  $2,5 \text{ mm}^2$ .)

## 1.4. Szerelési technológiák

Az épületek villamosításához az építési módjuknak legmegfelelőbb szerelési anyagokat és legmegfelelőbb szerelési technológiát kell alkalmazni. A világítási hálózat kialakításához is olyan szerelési módot kell választani, amely huzamosabb ideig képes jó állapotát, elsősorban a szigetelését. A vezetékeket meg kell védeni a mechanikai sérülések, a nedvesség hatása, a vegyi és hőhatás ellen. A vezetékek szigetelési állapota, folytonossága a kötések jósága ellenőrizhető kell, hogy legyen. A helyiség jellege és várható igénybevétele meghatározza, milyen szerelési módot válasszunk.

A szerelési móddal kapcsolatosan, az alábbi elvárásoknak kell megfelelni:

- megfeleljen a villamos szabványoknak,
- igazodjon az építészeti adottságokhoz,
- a beruházási költséget csökkentse,
- a helyszíni szerelési munkát csökkentse,
- biztosítsa az élet- és vagyonvédelmet.

### A világítási- és villamos energia elosztó hálózatok megoldásai

Vakolat alatti szerelés:

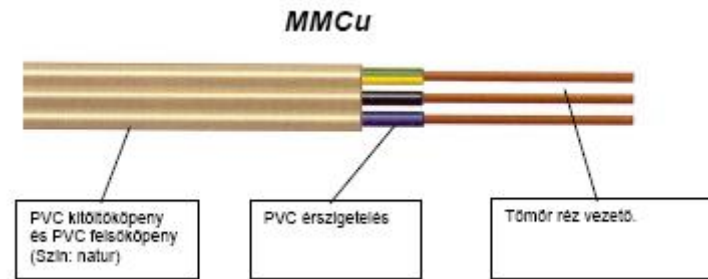
- vakolat alatti szerelés, mely lehet védőcsöves (Mű. III.)
- vakolat alatt elhelyezett védőcső nélküli szerelés (MM – fal),

Vakolat feletti szerelés:

- szabadon, vakolat feletti elhelyezett védőcsöves szerelés (Mű. I.)
- vakolat feletti kiskábeles szerelés,
- vezetékcsatornás szerelés.

### MM-fal szerelés

Az MM-fal vezeték kettős műanyag szigetelésű vezeték, mely védőcső nélkül vakolat alá- és vakolatba szerelhető. Alkalmazhatósága minden esetben a helyiség jellegétől és a vezeték keresztmetszetétől függ. Alkalmazható: száraz, időszakosan nedves és tűzveszélyes helyiségekben. Poros és szennyezett helyiségekben kizárólag tömítetten szerelhető. Lángmentesített faszerkezetre is szerelhető. Szerkezeti kialakítását a 6. ábrán látható.



6. ábra. MM fal vezeték

Az MM-fal vezető alkalmazhatósága:

- védőcső nélkül,
- közvetlenül vakolatba,
- falüregbe,
- falazatba,
- födémbe vagy padlóba fektetve,
- mechanikai igénybevételeknek ki nem tett helyeken,
- levehető fedelű vezetékcsatornába.

A szerelési technológia munkafázisainak sorrendje:

- Nyomvonal kijelölés,
- falvésés,
- dobozok felszerelése,
- gipszeléses megfogatása a MM falvezetéknek,
- folytonosság ellenőrzése,
- kötések, szerelvényezés elkészítése,
- szigetelésmérés, üzembe helyezés.

**Előnyei:** a szerelési idő-, a szerelési anyagár csökken, az épületszerkezet rongálódása minimális.

**Hátránya:** meghibásodás esetén javítása körülményes,

### Szerelés Mű. III. vékonyfalú védőcsővel

Az alkalmazott védőcsövek közül a vékonyfalú védőcsőnek van a legkisebb ellenállása a mechanikai hatásokkal szemben. Ezért olyan helyen alkalmazzák, ahol egyéb járulékos védelem is megoldható. A védőcső szabványos méretei a következők: 11, 13,5, 16, 23, 29, 36, és 48 mm névleges belső átmérőjűek lehetnek. A vékonyfalú védőcső tartozékai: műanyag könyökcső, súlyesztett kivitelű szerelvény doboz, műanyag karmantyú, kerek és szögletes elágazó doboz. A 7. ábrán egy szerelvény doboz látható.

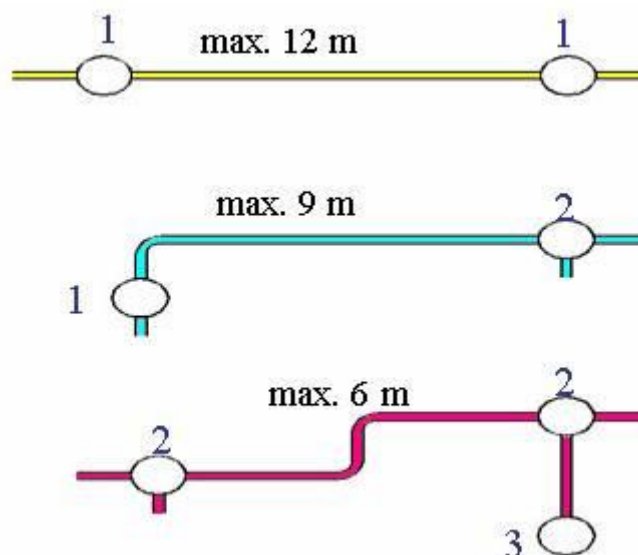


7. ábra. Szerelvény doboz

A vékonyfalú védőcső 16mm -ig hidegen hajlító sín segítségével hajlítható. A szerelvénydobozok magassága általában a padlószintől 1,4 m, irodákban és lakásokban a dugaszoló aljzatok 0,4 m magasságban is elhelyezhetők. A védőcsövek nyomvonalvezetése vízszintes és függőleges lehet, az oldalfalon elhelyezett elágazó dobozok irányába 2 – 2 cm eséssel kell fektetni. Mennyezet megvésése esetén a tervezővel és a statikussal előzetesen egyeztetni és engedélyeztetni kell a munkaműveletet. A szerelési előírások betartásával, az optimális szerelési távolságok betartásával a kötődobozok száma csökkenthető, ami a hibalehetőségek számát is csökkenti, illetve kevesebb dobozfedél látszik, ami az esztétikai benyomást javítja. A leágazó dobozok helye a mennyezettől kb. 0,3 m legyen.

**A védőcsövek méretmegválasztása minden esetben a vezetékek száma, a vezetékek keresztmetszete alapján kell meghatározni, míg az elágazó doboz nagyságát a várható kötésszám szerint kell megválasztani.**

Két doboz között, egyenes szakasz hossza legfeljebb 12 m lehet, két könyök után elágazó doboz alkalmazása kötelező. A csőszakasz hossza egy könyök esetén 9m, kettős könyök esetén 6 m lehet. A toldás történhet hidegen, tágító tűske alkalmazásával, illetve melegen, valamint gyári karmantyúval. Az elvi megoldás a 8. ábrán látható.



8. ábra. Szerelő doboz alkalmazás

A vakolat alatti védőcsöves szerelés technológiai munkafázisainak sorrendje:

- horonykijelölés,
- dobozhelyek kijelölése,
- vésés,
- dobozolás,
- vezeték befűzés,
- kötések készítése,
- vezetékazonosító vizsgálat,
- szerelvényezés,
- üzemi próba.

A védőcsőbe húzható vezetékek száma alapján minimum milyen átmérőjű védőcsövet kell alkalmazni, a teljesség igénye nélkül mutatja be az alábbi táblázat.

| Vezeték keresztmetszet<br>(mm <sup>2</sup> ) | Két vezeték esetén | Három vezeték<br>esetén | Négy vezeték esetén | Öt vezeték esetén |
|----------------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| 1,0                                          | 12                 | 12                      | 16                  | 16                |
| 1,5                                          | 12                 | 12                      | 16                  | 16                |
| 2,5                                          | 12                 | 16                      | 20                  | 20                |
| 4,0                                          | 16                 | 20                      | 25                  | 32                |
| 6,0                                          | 16                 | 20                      | 25                  | 32                |

**Alkalmazható: mindenütt, kivéve "A" és "B" tűzvesélyességi osztályú helyiségeket. Nem alkalmazható ott ahol a hőmérséklet  $-20^{\circ}\text{C}$  alatt, illetve  $+ 60^{\circ}\text{C}$  fölött van.**

Falon kívüli szerelés Mü. I. vastag falu védőcsővel



Az épület szerkezete, rendeltetése sokszor szükségessé teszi a villamos vezetékek falon kívüli szerelését. Az ipari- és mezőgazdasági épületek acél- és vasbetonelemekből készülnek, ez is indokolja a villamos berendezések, így a világítási hálózatok vezetékeinek falon kívüli elhelyezését, szerelését. A vastag falu műanyag védőcső mechanikai szilárdsága elegendő a falon kívüli szerelések esetén a vezetékek védelmére. Ugyanakkor a falon kívüli szerelés megválasztásakor gondolni kell az esztétikai igény kielégítésére. Ezért a tervek gondos áttanulmányozása okvetlenül szükséges a megfelelő nyomvonal kialakításához. A Mű. I. védőcső szabványos méretei: 11, 13,5, 16, 21, 29, 36 és 42 mm névleges belső átmérőjűek lehetnek. A vastag falu védőcső tartozékai: műanyag könyökcső, falon kívüli elágazó- és kötő doboz, mely lehet kerek vagy szögletes kivitelű, valamint műanyag karmantyú, bevezető gyűrű, tömszelence.

**Alkalmazható: mindenütt, kivéve "A" és "B" tűzveszélyességi osztályú helyiségeket. Nem alkalmazható ott ahol a hőmérséklet  $-20^{\circ}\text{C}$  alatt, illetve  $+ 55^{\circ}\text{C}$  fölött van.**

Szabadban ott alkalmazható, ahol nincs kitéve nagy mechanikai igénybevételnek, valamint erős napsütésnek.

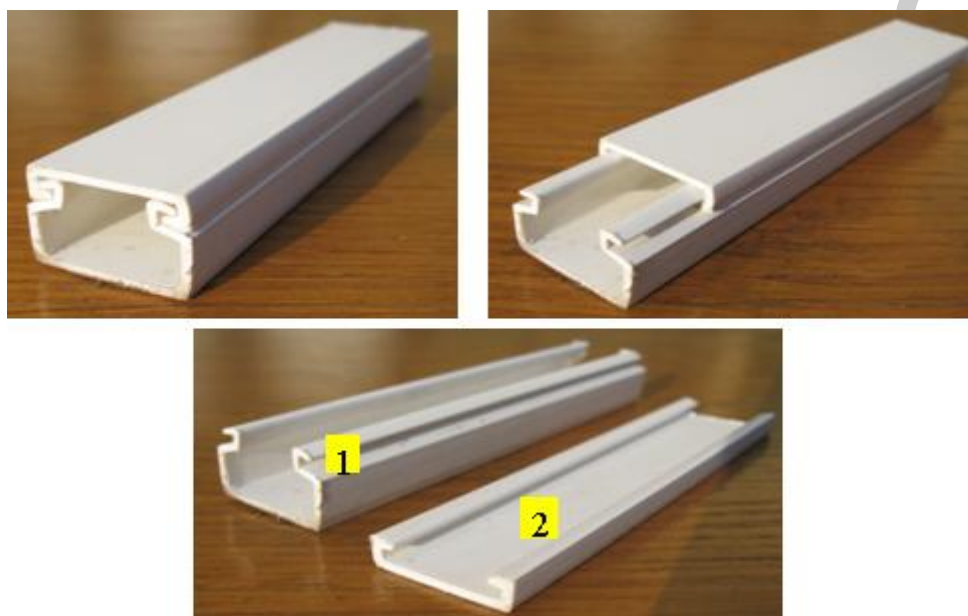
A helyes technológia sorrend a következő:

- nyomvonal kijelölése,
- dobozhelyek kijelölése,
- tartószerkezetek felszerelése,
- dobozolás,
- méretvétel és a csövek leszállása,
- hajlítás, menetvágás, toldások készítése,
- vezetékek behúzása,
- vezetékkötések elkészítése,
- vezetékkazonosító vizsgálat,
- szerelvényezés,
- üzembe helyezés.

Műszeres vizsgálattal ellenőrizni kell a szigetelés jóságát, a vezetékek szálfoltonosságát, valamint az érintésvédelem hatékonyságát. Amennyiben a világítási áramkör kifogástalan, akkor a világítási hálózat feszültség alá helyezhető.

**Szerelés műanyag csatornával**

A műanyag vezetékcsatorna a védőcső szerepét tölti be. A műanyag vezetékcsatorna négyzet, vagy téglalap alakú. Anyaga nehezen égő, polivinilklorid (PVC). A vezetékcsatorna két részből áll: alsó részből(1) és fedélből(2) (8. ábra). Az új, korszerű vezetékcsatornák, mint a DLP csatorna, több különböző áramkör befogadására is képes, mert a csatornán belül elválasztó lemezt lehet beépíteni. Ezek a rekeszes vezetékcsatornák. A vezetékcsatornák komoly fejlődésen mentek át, mivel ma már szerelvények befogadására is alkalmasak. Korszerű szerelési technológiának számít, elsősorban iroda helyiségekben, gipszkarton falak esetében praktikus megoldást biztosít. A vezetékcsatornákat elosztó szekrények huzalozásánál is alkalmazzák.



9. ábra. Vezetékcsatorna

A vezetékcsatorna nyomvonalát úgy kell meghatározni, hogy minél kisebb méretekben legyen kitéve mechanikai sérülésnek. A függőleges szakaszok vezetése, főleg sarkok közelében, vagy ajtók, ablakok közelében legyen megoldva. A vízszintes szakaszok elhelyezhetők közvetlenül a padlószegélyre. Ezt nevezik alsó nyomvonalvezetésnek. A másik megoldás, amikor a mennyezettől 25 – 30 cm-re vezetik a vezetékcsatornát, ez felső nyomvonalvezetés. A vezetékcsatornát a járulékos hő elleni védelemmel kell ellátni azokon a szakaszokon, ahol fűtési csövet keresztez, vagy más hőszugárzó tárgyat közelít meg.



10. ábra. Vezetékcsatorna kiépítése világítási áramkör esetén

A síncsatornákra vonatkozóan előírás, hogy az erősáramú rendszerek együtt vezetett vezetékei túláram védelmének névleges áramerősség értéke 25A lehet. Az együttvezetés hossza leágazásonként nem lehet több mint 15m. Vezetékcsatorna kiépítésének részlete látható a 11. ábrán.



*11. ábra. Vezetékcsatorna kiépítése*

A vezetékcsonás szerelés során a vezetékek elhelyezését és előkészítését mutatja a 12. ábra.



*12. ábra. Vezeték elhelyezése a vezetékcsonnába*

Az osztott vezetékcsonás szerelési módot a 13. ábrán figyelhetjük meg.



*13. ábra. Osztott vezetékcsonás szerelés*

A korszerű vezetékcsatornák ma már széles lehetőséget biztosítanak a szerelvények, áramköri készülékek – kapcsolók, informatikai csatlakozók, dugaszoló aljzatok, stb- elhelyezésére. Ez figyelhető meg a 14. ábrán.



14. ábra Szerelvények beépítése vezetékcsatornába

## Műanyag köpenyes, kábeles és tömlővezetékek szerelése

### Szerelés falra, tartóra

A kábelszerű vezetékek szerelésének első szakaszában a kábel nyomvonalát határozzák meg. A nyomvonal megválasztásánál ügyelni kell arra, hogy a vezeték mechanikailag védett helyen, lehetőleg vízszintes és függőleges irányban haladjon. Kerülni kell a felesleges irányváltoztatásokat és kereszteződéseket. Az oldalfalakon a 2,5 m-nél alacsonyabban haladó kiskábeleket, ha mechanikai sérülés veszélye áll fenn, járulékos védelemmel kell ellátni. Az épületek külső falán (oldalán) a nyomvonalat úgy kell kijelölni, hogy napsugárzástól védett helyen, lehetőleg a tetőeresz alatt vezessék. Ha ez nem lehetséges, akkor a napfénynek kitett helyeken szilikon szigetelésű kiskábelrel szereljének.

A nyomvonalterv ismeretében meghatározzák az elosztó berendezések, elágazó dobozok, lámpatestek, kapcsolók, dugaszolóaljzatok és egyéb végleges bekötésű berendezések helyét. A csomópontok helyzete egyértelműen meghatározza a kábelszerű vezetékek szerelési helyét, szerelési magasságát. A 15. ábrán vegyes szerelési technológia figyelhető meg. A képen a szerelőlapos – kábeltálcás, valamint a falon kívüli kiskábeles szerelés. A kábeleket a tálcán kötegelték. Ez nagymértékben rontja a kábelszerű vezetékek hűlését, ami befolyásolja a terhelhetőséget.



15. ábra. Szerelőlapos – kábeltálcás – falon kívüli szerelés

A tartószerkezet típusának kiválasztásánál a külső megjelenés is követelmény. Beépítésétől nagy pontosságot kívánnak meg a falon kívüli szereléseknél.

Gyakori, hogy egymás mellett igen nagyszámú kábelszerű vezetéket kell elhelyezni, és így a sok rögzítő bilincs miatt túl nagy tartószerkezetre lenne szükség. Lényegesen kisebb a hely- és az időszükséglet, ha beépített perforált tartószerkezetet alkalmaznak. A kábelszerű vezetékeket a szükséges sorrendben a tartószerkezet és a leszorító lapos acél (perforált acél szalag) közé illesztik. A szerelés során ügyelnek a közel azonos átmérőjű kábelek egymás melletti elhelyezésére.



16. ábra. Feszített, kábelszerű vezeték alkalmazása



A kábelszerű vezetékekkel – 16. ábra – a gépészeti berendezéseket úgy kell elkerülni, hogy azok javítása esetén ne legyen szükség a kábelszerű vezeték eltávolítására. Mechanikai sérülésnek kitett helyeken a kábelszerű vezetéket járulékos védelemről kell gondoskodni.

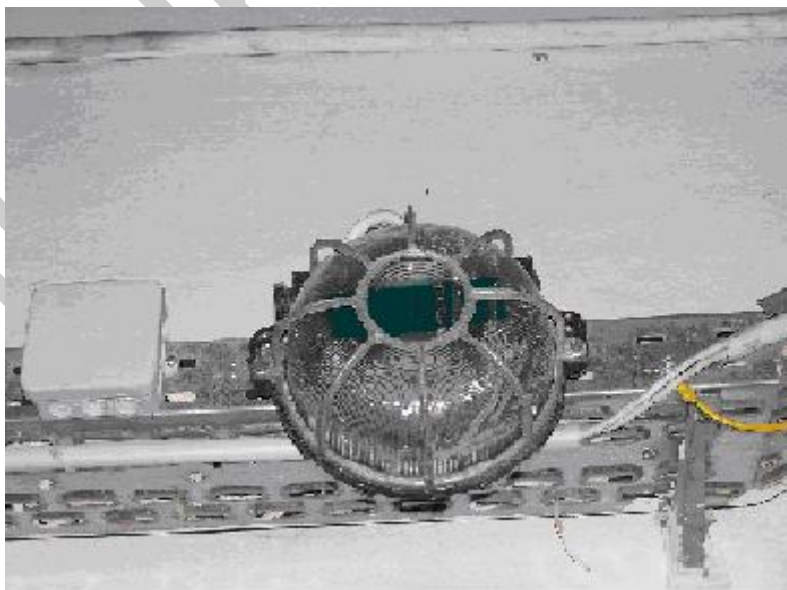
A kábelszerű vezetékek szerelési technológiájának sorrendje:

- nyomvonal kijelölés,
- dobozok felszerelése,
- tartószerkezet szerelés,
- kábelezés,
- vezetékkötések elkészítése,
- vezetékek beazonosító, szálfolytonosság vizsgálat,
- szerelvényezés,
- szigetelésmérés,
- érintésvédelmi ellenőrzés,
- üzembe helyezés.

Szerelés létrára, kábeltálcára

Vízszintes nyomvonalszakaszon a kábelszerű vezetékek terített, rögzítés nélküli szerelése történhet, a szorosan egymás mellé helyezett kábelszerű vezetékekkel. Ugyanazon a kábellétrán földkábelek is elhelyezhetők kiskábelek mellett.

Létrákon, kábeltálcákon a kábelszerű vezetékek rögzítési távolsága 40cm. Erős- és gyengeáramú áramkörök párhuzamos szerelésénél a kábelszerű vezetékek között a legkisebb távolság 10cm lehet. A kábeltálcás megoldást mutat, vízmentes lámpatest felszerelésével a 17. ábra.



17. ábra.

### Padlócsatornák

A vezetékcsonna elhelyezhető a födémbe is a födém szerkezetétől függően, az építészeti előírások betartásával. Akkor szükséges ez a megoldás, ha a falon kívüli csatorna rendszerrel már nem lehet a villamosenergia-ellátási és az informatikai, híradástechnikai igényeket kielégíteni, pl. nagy terű irodahelyiségekben, műhelyekben. Számításba jöhet akkor is, ha egy felső (mennyezet alatti) csatorna rendszer befüggesztett csatlakozásai bármely oknál fogva (térhatás, esztétikum, munkavégzés) nem kívánatosak.

A padlócsatornák acélból és műanyagból készülhetnek, 4 – 6m hosszban, előregyártott, egy vagy több rekeszes kivitelben. A több rekeszesek főleg az erősáramú és az informatikai berendezések vezetékeinek elkülönítésére, szétválasztására. A padlócsatornák leágazó dobozaiban a szerelvényeket a többi szerelvénytől függetlenül is lehet javítani, szerelni, ill. cserélni.

A vezetékcsonna-rendszereket célszerű úgy méretezni, hogy azok legfeljebb 50%-ig legyenek kihasználva, így az utólagos bővítés, módosítás problémamentesen megoldható.

A födém felső rétegébe helyezhető padlócsatornát többnyire levehető fedéllel készítik, amelyet a szőnyegpadló vagy a fedéllel kombinált parketta takar.

A vezetékek színnel történő megjelölése elősegíti a biztonságos szerelést és üzemeltetést. A fázisvezetők színe fekete, a nullavezető kék, a védővezető zöld/sárga. Kábeleken, kábelszerű vezetékeken belül is megtaláljuk ezeket a színjelölésű vezető ereket, de ebben az esetben más vezeték színjelölés is előfordulhat. Alapvető szabály, hogy a **zöld/sárga színű vezető csak érintésvédelmi célokra használható**, minden más felhasználási cél tilos!

### Síncsatornás szerelés

Villamosenergia elosztás síncsatornák segítségével is megvalósítható a betápláló transzformátortól a végfogyasztóig. Előre gyártott, tipizált elemekből állítható össze az ellátást biztosító hálózat. Világítási áramkörök is kialakíthatók síncsatornákkal, egy vagy két áramkör számára. Merev, nagy szilárdságú csatornákra közvetlenül felszerelhetők (felfüggeszthetők) a lámpatestek. Ilyen alkalmazásokkal ipari létesítményekben, áruházakban reflektorok, gázkisüléses lámpák alkalmazása során találkozhatunk. Másik megoldásban a lámpatesteket az épület szerkezetéhez erősítik, hajlékony csatornával biztosítják a villamos energiát (irodák, üzletek, álmennyezetes kivitelezések) egy áramkör számára. Reflektoros megvilágításra mutat példát a 18. ábra.



18. ábra Reflektoros világítás falon kívüli megtáplálással.

A tokozott szerkezetek IP védeettségi kódjának meghatározásakor a szilárd részecskék, a por, a víz bejutása elleni védelemre kell gondolni. Egyúttal a személyek védelmét is biztosítani kell az aktív részekhez való hozzáférés megakadályozásával. A 19. ábra két szabadtéri világítási kapcsoló kiskábeles szerelését mutatja. Jól látható a kábel bevezetésénél alkalmazott tömszelence mely a vízbehatolás elleni védelem megvalósításához szerelési előírás.



19. ábra Falon kívüli tömített szerelés

A víz elleni behatolás elleni védeettségi jelöléseket a 20. ábra tartalmazza. A vízsugár ellen védett IP X5 jelölés olyan értelemben változott, hogy egy háromszögben kerül feltüntetésre a két vízcsepp.

|                              |                                                                                          |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Normál (nem védett)          | IP 20                                                                                    |
| Csepegő víz ellen védett     | IPX 1  |
| Esővíz ellen védett          | IPX 3  |
| Freccsenő víz ellen védett   | IPX 4  |
| Vízszugár ellen védett       | IPX 5  |
| Vízmentes (bemeríthető)      | IPX 7  |
| Víznyomásálló (alámeríthető) | IPX 8  |

20. ábra. Víz elleni védetség jelölése

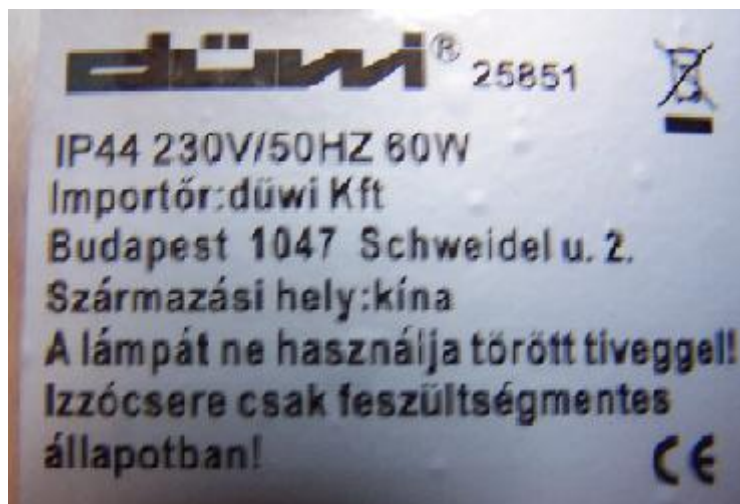
A mechanikai behatások elleni védetség jelölése a 21. ábrán látható.

|                                                           |                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2,5 mm-nél nagyobb szilárd testek behatolása ellen védett | IP 3 X                                                                                       |
| 1 mm-nél nagyobb szilárd testek behatolása ellen védett   | IP 4 X                                                                                       |
| Por ellen védett                                          | IP 5 X   |
| Por ellen tömített                                        | IP 6 X  |

21. ábra Mechanikai behatolás ellen alkalmazott jelölések

A 22. ábrán látható egy gyárilag készített világítótestre elhelyezett felirat, mely tartalmazza a védetségére vonatkozó megjelölést is. A lámpatest IP 44 védetségű, melynek jelentése:

- **Első számjegy:** A veszélyes részek huzallal való érintésével szemben védett.
- **A második számjegy:** Freccsenő víz ellen védett.



22. ábra Lámpatest felirata

### Érintésvédelem

Villamos biztonságtechnikával jelenleg az MSZ HD 60364, megelőzően (2003 -tól) az MSZ 2364 foglalkozik. A korábbi érintésvédelemmel foglalkozó, magyar szabvány, az Érintésvédelmi szabályzat, az MSZ 172 számú szabványsorozat volt.

**Az érintésvédelem a villamos berendezések üzemszerűen feszültség alatt nem lévő, de zárlat következtében feszültség alá kerülhető, vezető anyagú részeinek megérintéséből származó balesetek elkerülésére irányuló intézkedések összességét foglalja magába.**

Az érintésvédelem tehát a nem üzemszerűen feszültség alatt levő részek, hanem a normál üzemben feszültségmentes de vezető részek érintéséből adódó veszélyek elkerülésére irányul. A villamos berendezéseknek üzemszerűen feszültség alatt nem lévő, vezető anyagú részeit a villamos berendezés testének nevezik. Nem kell testnek tekinteni pl. a világítási kapcsolók fémszerkezeti elemeit, melyek falon belül helyezkednek el, de test pl. egy világítótest, vagy egy villamos motor fémburkolata. Érintésvédelmi szempontból különböző érintésvédelmi osztályokat különböztetünk meg.

A hálózati feszültség és frekvencia ritkán tér el a 230 V 50 Hz értéktől. Előtétet nem tartalmazó, izzólámpás lámpatestek esetén a névleges feszültség a szigetelési feszültséggel egyezik meg, azaz általában 250 V. Ez az érték annyira általános, hogy az adattáblán csak akkor jelölik, ha ettől eltér.

A kisülőlámpák névleges feszültsége megegyezik az előtétével.

Az érintésvédelmi osztályok a következők:

**0 érintésvédelmi osztály:**

**A villamos berendezés önmagában nincs ellátva érintésvédelemmel.**

### I. érintésvédelmi osztály:

A villamos berendezés rendelkezik védővezető csatlakoztatására alkalmas kapoccsal, bármely védővezető érintésvédelemhez csatlakoztatható. (23.a. ábra)

Az I. érintésvédelmi osztály esetében az alapszigetelésen kívül az ad további biztonságot, hogy a megérinthető fémrészek össze vannak kötve a hálózat védővezetőjével. Az alapszigetelés esetleges hibája esetén a védővezető megakadályozza, hogy a megérinthető fémrészek veszélyes feszültségre kerüljenek.

### II érintésvédelmi osztály:

A villamos berendezés fémtestét kettős vagy megerősített szigetelés választja el az üzemszerűen feszültség alatt álló részekről. (23.b. ábra)

A lámpatestek érintésvédelem szempontjából legkedvezőbbek a kettős, vagy megerősített szigeteléssel készülő, II. érintésvédelmi osztályú lámpatestek. Itt az alapszigetelésen kívül egy további biztonságot adó második, védő szigetelés is található. Az ilyen lámpatestek nem rendelkeznek védővezető bekötésére alkalmas csatlakozási lehetőséggel, a biztonság független a hálózati csatlakozástól.

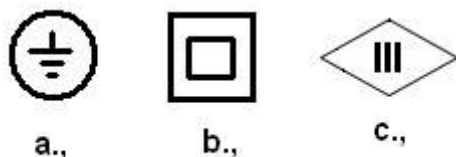
### III érintésvédelmi osztály:

A villamos berendezés táplálását érintésvédelmi törpefeszültséggel (max. 50V AC vagy 120V DC) oldják meg. (Tehát a limitfeszültség alatti értékkel. (23.c. ábra)

A III. érintésvédelmi osztály esetében a lámpatestet biztonsági transzformátorral előállított, érintésvédelmi szempontból veszélytelen, általában 12V-os feszültséggel táplálják és ennél nagyobb feszültség a lámpatest belső áramköreiben sem keletkezik. A transzformátor elhelyezéséről és védelméről ilyenkor külön kell gondoskodni. A III év. osztályú lámpatestek jellegzetes képviselői a halogénlámpás lámpatestek.

A különböző érintésvédelmi osztályokat a lámpatesten is jelölik. Az I. év. oszt. jele a védőcsatlakozó kapocs mellett található, a II.- és III. év. oszt. jele az adattáblán található.

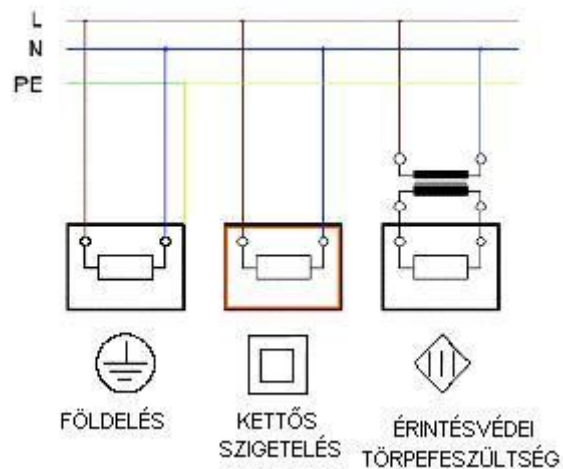
Az egyes osztályok jelölését a 23. ábra tartalmazza.



23. ábra Érintésvédelmi osztályok jelölése

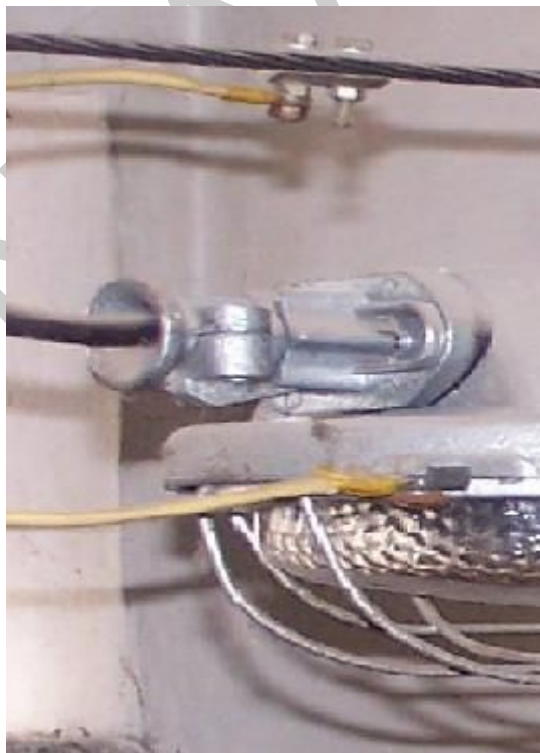


Az érintésvédelmi osztályok értelmezéséhez a 24. ábra ad segítséget.



24. ábra Az érintésvédelmi osztályok

A védővezető – PE – vezető a villamos berendezés – fémburkolatú lámpatestek fémházát, a földelőt, nullázásos érintésvédelem esetén a berendezés testét és a hálózat nullavezetőjét köti össze. **A védővezető színe: zöld-sárga.** A régi szereléseknél még találkozhatunk piros színű érintésvédelmi vezetővel.



25. ábra. Fénycsöves lámpatest érintésvédelmi bekötése

A fénycsöves lámpatesten kívül a feszítő sodrony is bekötésre került az érintésvédelmi hálózatba. (PE és EPH bekötés alkalmazás.)

**A védővezető keresztmetszete  $16 \text{ mm}^2$  – ig a fázis vezető keresztmetszetével azonos.**

**$16 \text{ mm}^2$  és  $35 \text{ mm}^2$  fázis vezető esetén a védővezető keresztmetszete  $16 \text{ mm}^2$ .**

**$35 \text{ mm}^2$  – nél nagyobb keresztmetszetű fázis vezető esetén a védővezető keresztmetszete a fázisvezető keresztmetszetének a fele lehet.**

**A világítási áramkörök kialakítására az alábbi előírások vonatkoznak:**

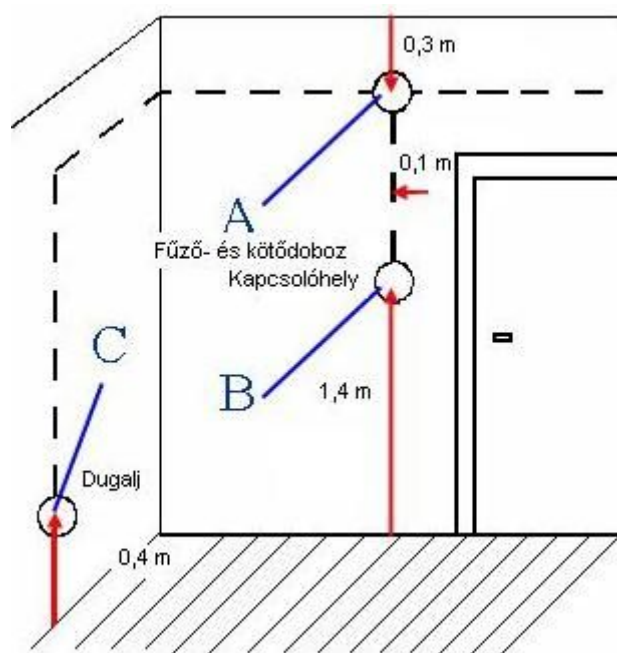
- A  $6 \text{ m}^2$  alapterületnél nagyobb helyiségekben mennyezeti lámpahelyet kell kiépíteni.
- A  $6 \text{ m}^2$  alapterületnél kisebb helyiségekben falikar vagy fali foglalat kell kialakítani.
- A  $12 \text{ m}^2$  alapterületnél nagyobb helyiségekben két áramkörös (csillár) kapcsolást kell kiépíteni.
- Olyan helyiségekben, mint a konyha, fürdőszobák munkahelyi világítást kell kialakítani.
- Az öltözőkben, előszobákban munkahelyi világítást kell alkalmazni.
- Azokban a közlekedőterekben ahol az ajtók  $4 \text{ m}$ – nél távolabb vannak váltó kapcsolást kell felszerelni.

Egyéb előírások:

- Egysarkú kapcsoló esetén a fázisvezetőt kell megszakítani.
- Kétsarkú kapcsoló alkalmazása esetén a nullavezetőt a fázisvezetővel egyidejűleg kell megszakítani.
- Váltókapcsolóval történő átkapcsolásnál a nullavezetőt nem szabad a kapcsolóba bekötni.
- Forgattyús, billenő- és billentyűkapcsoló esetén a bekapcsolt helyzetben a forgattyúnak felfelé kell mutatnia.
- A súlyesztett kivitelű dobozkapcsolókat kizárólag szabványos dobozba szabad szerelni.
- A lámpatesteket úgy kell felszerelni, hogy a vezeték csatlakozási helyei húzásnak ne legyenek igénybe véve. A csatlakozást csavaros szorítóval kell elkészíteni.
- Szereléskor lámpatest cseréjekor a vezetékek ne sérüljenek.

**A vezeték anyagól sodrott kötés készítése TILOS!**

- A világítási kapcsolókat az előírt magasságban, a helyiségek bejárati ajtaja mellett kell elhelyezni úgy, hogy az ajtó nyíló szárnya a kapcsolót ne takarja.



26. ábra. Nyomvonalvezetés, szerelvény- és kötődobozok elhelyezése

### Vezetékek kötésteknikája

A villanyszerelő munka során az egyik leggyakrabban alkalmazott művelete a kötések kialakítása. Egyrészt a vezetékek szerelvényekbe való bekötését, másrészt az elágazások, leágazások kialakítását jelentik. Tényként állapítható meg, hogy a kötések hibaforrássul szolgálnak, villamos eredetű tüzek okozója. A rossz kötések jóval nagyobb ellenállást jelent az áramkörben, mint a jó. A terhelő áram hatására a rossz kötési hely kimelegszik, majd az áramkör megszakításakor lehűl. Ez az ismétlődő folyamat először helyi villamos ív keletkezéséhez vezet, majd a szigetelőanyag meggyullad. A hiba felderítéséhez alkalmazzák az infrakamerás ellenőrzési módot, melyhez ismerni kell az anyag vagy anyagok emissziós tényezőjét. Fontos a helyes mérőeszköz helyes beállítása.

A gyakorlatban az alábbi kötési módok felelnek meg a szabványok előírásainak:

- lágyforrasztásos kötés,
- kötőelemes kötések:
  - csavaros kötés,
  - laprúgós összekötők,
  - kúpos összekötők,
  - szorítóhüvelyes összekötők,
  - késes, a vezető szigetelését átfogó leágazó kötések,
  - alumíniumvezetők kötésére kifejlesztett csatlakozószerelvények,
- kötések a készülékkapcsokon,
- sajtolásos kötéstechnika,
  - sajtolható kábelsaruk,
  - csavarozható kábelsarúk,

- csavaros szorítóelemek,
- hegesztett kötés,
- kábelvég – zömítés és lyukasztás,
- forrasztott kötések,
- speciális leágazó- és csatlakozószerelvények alkalmazása.

### A kötések szerelésének ellenőrzése

A villamos kötések minősített szerelvényekkel és a szerelési technológia betartásával kell elkészíteni. Amennyiben az előírások betartása megtörténik a természetes öregedés folyamata ellenére, az ellenőrzések során biztosítható a villamos áramkörök, hálózatok üzembiztos működése. A karbantartások során a csavaros kötések esetében a csavarok után húzása, esetleg a kötőelem, kötőelemek cseréjével a meghibásodás megelőzhető.

A kötések műszeres ellenőrzésére két módszer kerül alkalmazásra:

- infravörös sugárzáson alapuló mérések,
- ellenállásméréssel történő kötésellenőrzés
- infratávhőmérős mérés.

## 2. A VILÁGÍTÁSI ÁRAMKÖRÖK TÚLÁRAMVÉDELME

Túláramnak nevezünk minden olyan áramértéket, amelyik a névleges áramnál nagyobb. A túláram zárlati- és túlterhelési áramok lehetnek.

**A zárlati áram sokszorosa a névleges áramnak. Minden esetben meghibásodás eredményezi.**

A zárlatvédelem feladata a zárlati áramnak biztos és gyors megszakítása.

**A zárlatvédelmi készülék a több ezer amperes zárlati áramot üzembiztosan szakítja meg.**

A túlterhelés illetve a túlterhelési áram a berendezés rendellenes üzemi körülményeiből ered.

**Túlterhelés védelem csak ott kötelező, ahol a túlterhelés létrejöhet.**

A túláramvédelmi berendezésekkel szemben támasztott követelmények:

- szelektivitás,
- érzékenység,
- gyors működőképesség.

**Szelektív a védelmi működés akkor, ha zárlat vagy túlterhelés esetén a berendezéshez legközelebbi védelmi készülék működik.**

A leggyakrabban alkalmazott védelmi készülékek az olvadóbiztosítók és a kismegszakítók. Ma már a világítástechnikában túláramvédelemi megoldásra kizárólag kismegszakítót alkalmaznak. A kismegszakítóban – 27. ábra –, mint védelmi készülékben, túlterhelés- és zárlat ellen is egyaránt véd. A kioldási jelleggörbe alapján három típust különböztetünk meg.

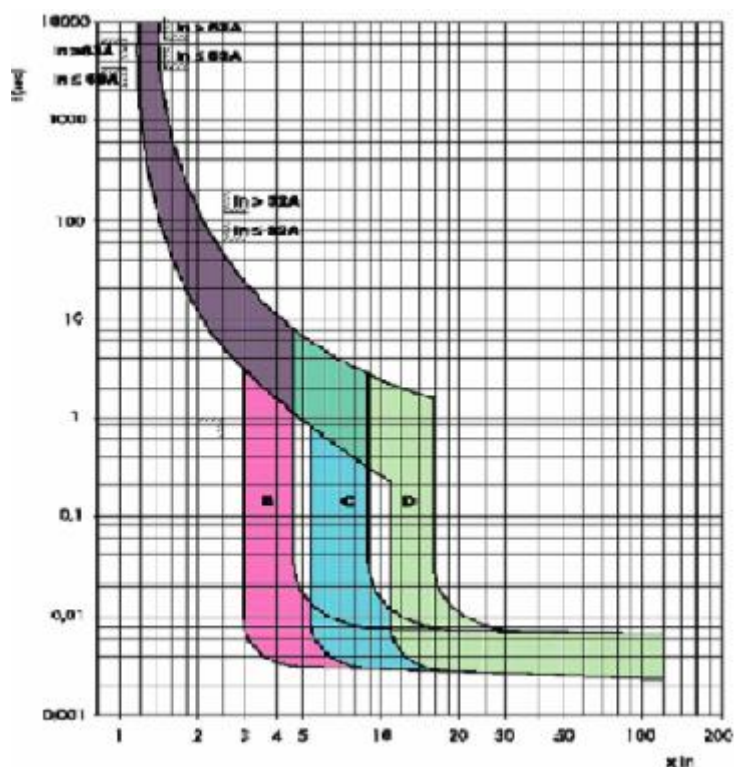


27. ábra. Kismegszakítók

**Alkalmazás a jelölésük alapján:**

- "B" típus: gyors kioldású, vezetékvédő,
- "C" típus: lassúbb kioldású, motorvédő,
- "D"(LS) típus: vonalvédő kismegszakítók.

A kismegszakítók kioldási jelleggörbéit a 28. ábra tartalmazza.



28. ábra. Kismegszakítók jelleggörbéi

### Világítási áramkörök kialakítására vonatkozó előírások

A világítási hálózatokkal kapcsolatosan az alábbi előírások vonatkoznak:

- a háztartásokban a világítási hálózatoknak akkor létesíthetők közös túláramvédelem, ha az erre a célra alkalmazott olvadóbiztosító 10A-nál, a kismegszakító 16A nem nagyobb névleges áramú.
- A nem háztartási világító berendezések közös túláramvédelem legfeljebb 25A névleges áramú biztosító vagy kismegszakító lehet. Figyelembe kell venni, hogy az ipari, illetve közvilágítási lámpákat, a kizárólag E40 góliát foglalatú világító testeket tápláló áramkörök közös túláramvédelmének névleges áramát a szabvány nem korlátozza.

### A világítási berendezések túlterhelésvédelméről gondoskodni nem kell.

- A világító berendezések zárlatvédelmét minden lámpatesten külön – külön nagy számuk miatt körülményes lenne. A 60W- nál nagyobb teljesítményű izzólámpákba a szálkivezetésbe olvadó szálát építenek be az izzó belső zárlatának védelmére.
- A nem háztartási világítási lámpák áramkörében a közös biztosító legfeljebb 25A legyen.

A világítási hálózat ellenőrzése során ellenőrizni kell a világítási hálózat kapcsolóját, illetve azt, hogy hány lámpatestet, izzólámpát kapcsol. A kapcsolók névleges áramerősségét, a kapcsolóval működtetett fényforrás, fényforrások áramerőssége nem haladhatja meg.



**A fényforrásokat tápláló vezetékeket zárlat és túlterhelés védelemmel el kell látni.**

### 3. világítási áramkörök ellenőrzése, hálózatra kapcsolása

A világítási igények huzamos időn át való üzembiztos kielégítéséhez szükség van a folyamatos ellenőrzésre, az előírt karbantartási feladatok elvégzésére. Az ellenőrzésnek és karbantartásnak ki kell terjednie a csökkenő fényáramú és meghibásodott fényforrások cseréjére, a világítótestek mechanikai állapotának ellenőrzésére, a világítótestek tisztítására, a határoló felületek tisztítására és felújítására. Erős szennyeződéseknek kitett helyeken legalább negyedévenként, egyéb helyeken legalább félévenként kell elvégezni a tisztítást. Célszerű a megvilágítás időszakos műszeres ellenőrzése.

A világítási áramkörök ellenőrzése és karbantartása az alábbiakra terjedjen ki:

- A világítási áramkör táppontjának és készülékeinek ellenőrzése,
- a vezetéksatlakozások ellenőrzése,
- a túláramvédelmi készülékek állapotának ellenőrzése,
- a működtető kapcsoló épségére, működőképességére,
- a működtető kapcsoló a szabvány előírásoknak megfelelően,
- a lámpatestek rögzítettségére,
- a lámpatestek mechanikai állapotára, annak épségére,
- a lámpatestek tisztaságára,
- a kiegészítő fényforrások cseréjére.
- a lámpatestek védettségének (IP védettség) meglétére,
- a világító berendezés érintésvédelmi előírásoknak felel meg.

#### Különleges előírások ellenőrzése:

- A gépeken kiépített helyi világítás törpefeszültségű legyen.
- Tartalék világítás esetén ellenőrizni kell a hálózat független csatlakozást.
- A tartalékvilágítás önműködő átkapcsolójának üzemi képességét, a hozzájuk tartozó lámpatesteket.
- Az épületen kívüli lámpatestek állapotát, működő képességüket, a működtető kapcsolót, kapcsolókat.
- Kisülő-, higany- és nátriumlámpák esetében ellenőrizni kell, hogy a lámpatest úgy van felszerelve, hogy a lámpatestek szellőzőnyílásain a hűtőlevegő ne legyen akadályozva.
- Egy fénycsövet (higanylámpát) legfeljebb 250V – ra szabad kapcsolni. Amennyiben több fényforrás van egy lámpatestben, többfázisú rendszerre is kapcsolható, melynek a vonali feszültsége 400 V.
- A fénycsöves (higanylámpás) lámpatestet elválasztó transzformátorról kell táplálni, ha a fénycső (higanylámpa) szerszám vagy segédeszköz alkalmazása nélkül is cserélhető.

- Amennyiben egyfázisú hálózat áll rendelkezésre, akkor két-fénycsöves lámpatesteket célszerű alkalmazni és mindegyikben az egyik fénycsövet egy megfelelően méretezett kondenzátoron keresztül kell táplálni. Ezt nevezik "duó" vagy "iker" kapcsolásnak. Ez részben csökkenni a stroboszkóp hatást is.

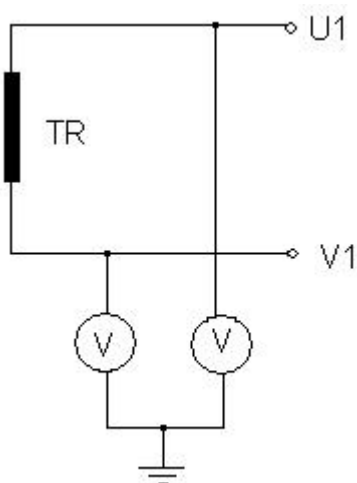
A lámpatestek esetében körültekintően kell eljárni. Ellenőrizni kell a csatlakozásokat, a vezetékek bevezetőik állapotát, egyéb tartozékok sértetlenségét. A fényforrások nagysága kizárólag a lámpatestre megengedett értékű – teljesítményű – fényforrás kerül alkalmazásra. A többletteljesítmény egyenes következménye, hogy a foglalatok, vezetékek túlmelegednek, elégnak.

A világítási hálózat ellenőrzése során ellenőrző mérések elvégzésére is sor kerül. Ezek a mérések az üzembiztos működéshez elengedhetetlenül szükségesek. Ugyanakkor lehetőség nyílik kötési hibák, az érintésvédelemi hiányosságok kiszűrésére.

### Szigetelési ellenállásmérés

**A szigetelési ellenállás az a villamos ellenállás, amely két, egymástól eltérő potenciálon lévő vezető között a kiegyenlítő áram útjában áll.**

A szigetelési ellenállást a hálózat, illetve a berendezés feszültségmentes, kikapcsolt állapotában az üzemszerűen áramot vivő vezetők között, valamint a vezetők és a földpotenciálon lévő fémrészek között mérjük. A szigetelési ellenállás ellenőrzésének egyik módja a feszültségellenőrzéses mérési mód. (29. ábra) Egy és háromfázisú hálózaton egyaránt végrehajtható. A mérés feltétele, hogy a két műszernek azonos legyen a belső ellenállása. A belső ellenállásnak legalább 15 k $\Omega$ -nál nagyobb kell lenni. Amíg a két műszer azonos feszültséget mutat, addig a hálózat szigetelése a föld felé rendben van. Amennyiben az egyik voltmérő nullán áll, vagy kisebb feszültséget mutat akkor az egyik vezető földzárlatos. Háromfázisú mérés esetén a csillagpont földzárlatos.



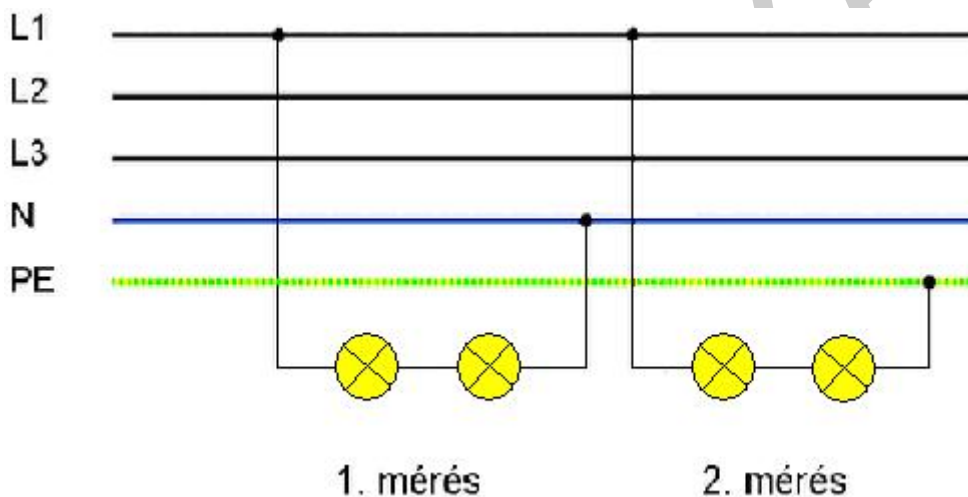
29. ábra. Szigetelési ellenállás ellenőrzése voltmérős módszerrel

Kisfeszültségű villamos hálózatok szigetelési ellenállása akkor fogadható el megfelelőnek, ha a feszültség alatt álló részek szigetelési ellenállása a földhöz és az üzemszerűen más potenciálon lévő részekhez képest üzembe helyezéskor szakaszonként legalább az üzemi feszültség 1000-szerese ohmokban kifejezve.

**Célszerű elvégezni a következő vizsgálatokat:**

- Vezetékek színjelölésének ellenőrzése megtekintéssel. (fázisvezető fekete, nullavezető kék, védővezető zöld/sárga)
- Védővezető folytonosságának vizsgálata
- Védővezető –nullavezető felcserélésének vizsgálata
- Védővezető–fázisvezető felcserélésének vizsgálata

**A védővezető folytonosságát** legegyszerűbben próbálámpával ellenőrizhetjük.



30. ábra. A védővezető folytonosságának ellenőrzése

Folytonos védővezető esetén a lámpák mindkét mérés esetén azonos fénnel világítanak. Megjegyezzük, azért kell két lámpa, hogy az esetleges téves bekötés esetén rákapcsolódó vonali feszültséget is kibírja. A vizsgálóáram: 20–60 mA. Megjegyezzük, hogy a fenti vizsgálatot ellenállással söntölt V-mérővel is elvégezhetjük.

**Védővezető – nullavezető felcserélése:**

A védővezető–nullavezető esetleges felcserélését szemrevételezéssel is ellenőrizzük. Egyébként pedig a legegyszerűbb módszer az ÁVK (áramvédő kapcsoló) felszerelése. (ha még nincs). Másik módszer, ha leválasztjuk a fázisvezetőket és a nullavezetőt a hálózatról és a földhöz képesti szigetelési ellenállásukat megmérjük. Ha mind a négy mérés közelítőleg egyforma, és meghaladja az 50kΩ-ot, akkor nincs felcserélés. Magyarázat az, hogy megbontás után a nullavezető földfüggetlen, a védővezető pedig nem az, hiszen sok helyi földelés van. Megjegyezzük, hogy a szabvány sok más módszert is elfogad.

**Védővezető–fázisvezető felcserélése:**

Ez a hiba halálos kimenetelű balesetet eredményezhet, tehát rendkívül fontos a kiszűrése. Legegyszerűbb eljárás a feszültség mérése. Ez történhet a védővezető (legalábbis amit annak hiszünk) és legalább két fázisvezető közötti feszültségméréssel. Ha mindig fázisfeszültséget mérünk, akkor nincs felcserélés. Itt is fontos a szemrevételezéses ellenőrzés.

### Vizsgálatok a hálózatok bekapcsolásakor

**Javítás, karbantartás után meg kell ismételni a szigetelési ellenállásmérést, a hálózat csak ezután kapcsolható be.**

Bekapcsolás után a következőket kell elvégezni:

- feszültség ellenőrzés,
- fázissorrend mérés,
- terhelésmérés.

**Feszültség** ellenőrzéskor az üzemi feszültség mérésen kívül meg kell mérni a bejövő illetve elmenő vezetékeken is a feszültséget.

**Fázissorrend** mérést optikai fázis – sorrendmérővel, vagy tárcsás forgó fázissorrend keresővel mérjük.

**Terhelésmérés** többfázisú rendszer esetén ügyelni kell a fázisok egyenlő terhelésére. A vezetőkön folyó áramot lakatfogós mérőműszerrel mérhetjük.

Világítási hálózat kialakítása után, a vezetékrendszert üzembe helyezés előtt **feszültségpróbának** kell alávetni. A feszültségpróbát áramkörönként, a kapcsolók ki- és bekapcsolásával hajtjuk végre. Hálózati feszültség hiányában a szálfoltonosságot, a bekötés helyességét törpefeszültséggel, induktorról, csengővel végezzük.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

### 1. feladat

Világítási hálózat felújítását végzi. A világítási áramköröket egy beépítendő villamos elosztó szekrényből kell ellátni. Tegyen javaslatot az elosztó szekrény kialakítására vonatkozóan az alábbi információk figyelembe vételével:

- az elosztó szekrény elhelyezése, megtáplálása,
- az elosztó szekrény típusa,
- az elosztó szekrény anyaga,
- a szekrénybe szerelendő készülékek,
- bővíthetőség.

## 2. feladat

Egy régi lemezház as elosztó szekrényből került megtáplálásra az üzemcsarnok világítási hálózata. Mivel a világítási hálózat korszerűsítésre kerül ezért a rekonstrukció érinti az elosztó szekrényt is. Művezetője javaslatot kér a lemezház as elosztószekrény cseréjére. Az alábbi információkat kapta segítségül:

- az elosztószekrény cseréjére úgy kerüljön sor, hogy a világítási hálózat, amennyiben szükséges bekapcsolható legyen,
- az elosztószekrény a régi szekrény helyére kerül,
- az új elosztóból kell megtáplálni a műhelycsarnok tartalék világítását, valamint a géplámpákat,
- az elosztószekrény bővíthető legyen,
- beépített készülékek, különös tekintettel a kapcsoló és védelmi készülékekre, könnyen kezelhetőek legyenek,.

## 3. feladat

Az üzemcsarnok rekonstrukciója során a munkavezetője azzal a feladattal bízta meg, hogy a villamos energia ellátást biztosító alumínium kábel megfelel-e a többlet teljesítménynek.

A javaslat megtételéhez az alábbi információkat kapta:

- mérje meg a kábelt terhelő üzemi áramot,
- végezzen ellenőrző számítás t feszültségesésre és melegedésre,
- a kapott eredmények ismeretében tegyen javaslatot réz vezetőjű kábaltípusra.

## 4. Feladat

A meglévő üzemcsarnok mellé egy kiszolgáló helyiséget – raktárt – építenek. A raktár könnyűszerkezetes, fémváz as, közepes belmagasságú lesz. Az oldalfalak világító ablakkal kerülnek kialakításra.

A fenti információk alapján tegyen javaslatot a művezetőjének arra vonatkozóan, hogy:

- milyen szerelési technológiát javasol,
- a raktárhelyiségekbe milyen fogyasztási helyek kerüljenek kiépítésre,
- a raktárhelyiség energiaellátásának megoldására,
- a szükséges világítási áramkörökre, fényforrásokra.

## 5. feladat

Ön szerelői ellenőrzést végez. Az ellenőrzés során a világítási áramköröket kell vizsgálnia.

Készítse el az ellenőrzés folyam megvalósításának tervét, az ellenőrzési szempontokat.

## 6. feladat

Ön egy forgácsoló műhely karbantartó villanyszerelője. Az üzemcsarnok világítása fénycsöves lámpatestekkel került megszerelésre. A szakmunkásoktól olyan információ érkezik, hogy csökkent a csarnok belső megvilágítása. Művezetője azt a feladatot adta, hogy hajtson végre szerelői ellenőrzést.

A probléma és feladat ismeretében gondolja át az ellenőrzés menetét. Készítsen ellenőrzési tervet.

### 7. feladat

A 6. számú feladatban végrehajtott ellenőrzés során feltárt hiányosságok ismeretében tegyen javaslatot a világítási hiányosságok megszüntetésére az alábbi szempontok alapján:

- korszerű, nagy fényhasznosítási lámpatestek alkalmazhatósága,
- gazdaságosság,
- energia megtakarítás,
- üzembiztosság,
- az esetlegesen jelentkező energia igény megvalósíthatósága.

### 8. feladat

Ön egy gépjármű felújító üzem karbantartó villanyszerelője. Az üzemcsarnok több mint 30 éve épült, már kevésbé felel meg az elvárásoknak. Művezetője azzal a feladattal bízta meg, tegyen javaslatot a világítási hálózat felújítására. A javaslat megtételéhez az alábbi információkat kapta:

- szerelési technológia,
- helyi és általános világítási szükséglet,
- a szerelőknakba helyi világítás kiépítése szükséges,
- a világítási hálózat energia ellátása.

### 9. feladat

Ön a világítási hálózat túláramvédelmi készülékeit ellenőrzi. Azt tapasztalja, hogy vegyes világítási rendszer – izzólámpás és fénycsöves – került kialakításra. A tapasztalatait megbeszéli munkahelyi vezetőjével, aki megbeszélést követően javaslatot kér Öntől az előírások szerinti túláramvédelmi készülékek alkalmazására. Segítségül az alábbi alábbiak állnak a rendelkezésére:

- A világítási fogyasztók áramköri rajza.
- Terhelési mérések adatai.
- A világítási áramkör kialakítására felhasznált kábelszerű vezetékek adatai.
- Túláramvédelmi készülékek jellemzői.

### 10. feladata



Ön egy vállalatnál karbantartó villanyszerelői feladatokat lát el. Munkavezetője megbízza a világítási áramkörök lámpatestek érintésvédelmi ellenőrzésével, a szükséges javítások elkészítésével.

Gondolja végig a feladatot. Adjon választ arra, hogy az ellenőrzés során milyen előírások meglétét kell Önnek vizsgálnia. Foglalja össze a tapasztalatait. Ismertesse, hogy milyen szerelői tevékenységgel szüntette meg a hiányosságokat.

#### **11. feladat**

Egy üzemcsarnok világítási felújításában vett részt. Az üzembe helyezési eljárást megelőzően munkavezetője azt a feladatot adja, hogy ellenőrizze le a világítási áramkörök megfelelését munkatársával.

Ismertesse, hogy milyen ellenőrzési műveleteket végeznek el, az üzemi próba végrehajtása előtt.

#### **12. feladat**

A gyakorlati munkavégzés során a szemrevételezéses ellenőrzés mellett műszeres ellenőrzést is végre kell hajtania kollégájával. Azt a feladatot kapja, hogy mérési vizsgálatokkal győződjön meg a világítási áramkör üzemképességéről.

Ismertesse, hogy milyen feltételek szükségesek az ellenőrzési feladat végrehajtásához, valamint azt, hogy milyen mérési vizsgálatokat hajtott végre.

#### **13. feladat**

A világítási áramkörök ellenőrzését végzi. A készülékek szabadtéren találhatók. Az áramkört alkotó készülékek közül az alábbiak kerültek felszerelésre: lámpatestek, kapcsolók és elágazó dobozok.

Az áramkör áttanulmányozása után hajtsa végre a szerelői ellenőrzést. Ismertesse, hogy az egyes készülékek és a csatlakozó vezetékeknél mire terjedt ki az ellenőrzés.

#### **14. feladat**

Az ön vállalatánál időszakos szabványszerűségi felülvizsgálatot hajtottak végre. A felülvizsgálatról elkészült dokumentumok alapján munkahelyi vezetője megbízta azzal, hogy ellenőrizze le, hogy a jegyzőkönyvben feltárt hiányosságok valóban fennállnak-e.

Az ellenőrzés végrehajtása előtt ismertesse, hogy milyen szakmai előírások, követelmények alapján hajtsa végre a kapott feladatot.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Ismertesse az elosztószekrény fogalmát!

---

---

---

### 2. feladat

Ismertesse, hogy a vezetékek, kábelek megadásánál melyek a legfontosabb jelölések!

---

---

---

---

### 3. feladat

Ismertesse az MM- fal vezető szerkezeti felépítését

---

---

---

### 4. feladat

Ismertesse az MM-fal vezeték alkalmazhatóságát!

---

---

---

---

---

**5. feladat**

Sorolja fel a vakolat feletti szerelési technológiákat!

---

---

---

---

---

---

**6. feladat**

Ismertesse a vakolat alatti szerelés technológiai műveleteinek sorrendjét!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 7. feladat

## Sorolja fel és a terhelések fajtáit!

---

---

---

---

## 8. feladat

Határozza meg, hogy milyen tényezőket kell figyelembe venni a vezetéke, kábelek terhelhetőségénél!

[illegible]

## 9. feladat

Ismertesse, hogy a vezetékeket, kábeleket alkalmazásához milyen ellenőrzések szükségesek!

**10. feladat**

Egy tanműhely világításának tápvezetékét kell méretezni összesen 40 db , egyenként 100W-os izzó táplálásához. A tápvezeték hossza 100m, anyaga réz. A hálózat tápfeszültsége 230V. A megengedett feszültségesés 1%. Határozza meg a tápvezetékként alkalmazható vezeték keresztmetszetét!

**11. feladat**

Egy 6 kW-os aszinkronmotor háromfázisú hálózatról nyer ellátást. A hálózat feszültsége 3x400V, a villamos elosztó és a fogyasztó közötti távolság 50m. A vezeték anyaga réz. A megengedett feszültségesés 3 %. A motor fázistényezője 0,9. Határozza meg a szükséges tápvezeték keresztmetszetét!

**12. feladat**

Sorolja fel, hogy a szerelési technológia megválasztásánál figyelembe veendő tényezőket!

Handwriting practice area for the 12th task, featuring multiple horizontal lines for text entry.

**13. feladat**

Ismertesse az IP44 védettség megjelölés jelentését!

Handwriting practice area for the 13th task, featuring multiple horizontal lines for text entry.

**14. feladat**

Ismertesse az érintésvédelem fogalmát!

Handwriting practice area for the 14th task, featuring multiple horizontal lines for text entry.

**15. feladat**

Rajzolja le az érintésvédelmi osztályok rajzjelét!

**16. feladat**

Rajzolja le és ismertesse a védővezető folytonosságának ellenőrzésére szolgáló próbálámpás módszert!

**17. feladat**

Fogalmazza meg az érintésvédelmi osztályok jelentését!



## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Az elosztó-berendezés az a szerkezet, ahol a bejövő betáplálást több különálló áramkörre osztják.

### 2. feladat

Alapvetően a legfontosabb jelölések az alábbiak:

- a vezeték típusa,
- a vezeték névleges feszültsége,
- érszám,
- a vezető keresztmetszete.

### 3. feladat

Az MM– fal vezeték szerkezeti felépítése:

- vezetőanyag (réz vagy alumínium)
- műanyag érszigetelés,
- műanyag köpenyszigetelés.

### 4. feladat

Az MM–fal vezető alkalmazhatósága:

- védőcső nélkül,
- közvetlenül vakolatba,
- falüregbe,
- falazatba,
- födémbe vagy padlóba fektetve,
- mechanikai igénybevételeknek ki nem tett helyeken,
- levehető fedelű vezetékcsatornába.

### 5. feladat

Vakolat feletti szerelési technológiák:

- vastag falú (Mü.I.) védőcsőben,
- kiskábeles szerelés,
- vezetékcsatornás.

## 6. feladat

A vakolat alatti védőcsöves szerelés technológiai munkafázisainak sorrendje:

- horonykijelölés,
- dobozhelyek kijelölése,
- vésés,
- dobozolás,
- vezeték befűzés,
- kötések készítése,
- vezetékazonosító vizsgálat,
- szerelvényezés,
- üzemi próba.

## 7. feladat

A terhelési módok lehetnek:

- **Tartós terhelés:** a vezeték annyi ideig van állandó áramerősséggel terhelve, hogy állandósult hőmérsékletet ér el.
- **Szakaszos terhelés:** A vezeték ki- és bekapcsolása rövid időszakonként változik – pl. lépcsőházi világítás éjszaki üzemmód – A vizsgált időtartamot 10 percen határozzák meg. Amennyiben a 10 percen belüli bekapcsolási időtartam 4 percet tesz ki, akkor a terhelés mértéke 40 %.
- **Indítási terhelés:** a motorikus fogyasztó indítási folyamata alatt fellépő, a motor névleges áramánál nagyobb áramerősség.

## 8. feladat

A megengedett terhelés függ:

- a vezetők rendeltetésétől,
- a szerelés módjától,
- a vezető keresztmetszetétől,
- a vezető anyagától,
- a környezeti hőmérséklettől,
- a vezeték számától (érszámától),
- a szerelési technológiától,
- a terhelés módjától,
- az indítási áramlökéstől.

## 9. feladat

Vezetékek keresztmetszetét úgy kell határozni, hogy megfeleljenek az alábbi követelményeknek:

- terhelhetőség,
- feszültségesés,
- melegedés,
- mechanikai szilárdság.

### 10. feladat

Egy tanműhely világításának tápvezetékét kell méretezni összesen 40 db , egyenként 100W-os izzó táplálásához. A tápvezeték hossza 100m, anyaga réz. A hálózat tápfeszültsége 230V. A megengedett feszültségesés 1%. Határozza meg a tápvezetékként alkalmazható vezeték keresztmetszetét!

1. A vezetékjen jelentkező összes terhelés:

$$P = n \cdot P_1 = 40 \cdot 100 = 4000W$$

2. A terhelő áram nagysága:

$$I_n = \frac{P}{U_n} = \frac{4000}{230} = 17,39A$$

3. A vezeték keresztmetszetének meghatározása:

$$A = \frac{100 \cdot I_n \cdot 2l \cdot \rho}{\varepsilon \cdot U_n} = \frac{100 \cdot 17,39 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 0,0175}{1 \cdot 230} = 26,46mm^2$$

A választott szabványos keresztmetszet:  $A = 35 mm^2$

### 11. feladat

Egy 6 kW-os aszinkronmotor háromfázisú hálózatról nyer ellátást. A hálózat feszültsége 3x400V, a villamos elosztó és a fogyasztó közötti távolság 50m. A vezeték anyaga réz. A megengedett feszültségesés 3 %. A motor fázistényezője 0,9. Határozza meg a szükséges tápvezeték keresztmetszetét!

1. A terhelő áram nagysága:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 9,62A$$

2. A szükséges keresztmetszet meghatározása:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_n \cdot l \cdot \rho \cdot \cos \varphi}{\varepsilon \cdot U_n} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 9,62 \cdot 50 \cdot 0,0175 \cdot 0,9}{3 \cdot 400} = 1,09mm^2$$

A választott szabványos keresztmetszet: 1,5 mm<sup>2</sup>

A vezeték megfelel a terhelő áram szempontjából is.

### 12. feladat

A szerelési móddal kapcsolatosan, az alábbi elvárásoknak kell megfelelni:

- megfeleljen a villamos szabványoknak,
- igazodjon az építészeti adottságokhoz,
- a beruházási költséget csökkentse,
- a helyszíni szerelési munkát csökkentse,
- biztosítsa az élet- és vagyonvédelmet.

### 13. feladat

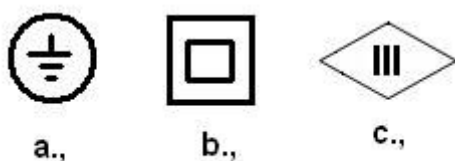
Az IP44 jelölés értelmezése:

- **Első számjegy:** A veszélyes részek huzallal való érintésével szemben védett.
- **A második számjegy:** Freccsenő víz ellen védett.

### 14. feladat

Az érintésvédelem a villamos berendezések üzemszerűen feszültség alatt nem lévő, de zárlat következtében feszültség alá kerülhető, vezető anyagú részeinek megérintéséből származó balesetek elkerülésére irányuló intézkedések összességét foglalja magába.

### 15. feladat



31. ábra.

- a., I. érintésvédelmi osztály,
- b., II. érintésvédelmi osztály,
- c., III. érintésvédelmi osztály.

### 16. feladat

Rajzolja le és ismertesse a védővezető folytonosságának ellenőrzésére szolgáló próbálámpás módszert!

Lásd! 30. ábrát!

Folytonos védővezető esetén a lámpák mindkét mérés esetén azonos fénnnyel világítanak. Megjegyezzük, azért kell két lámpa, hogy az esetleges téves bekötés esetén rákapcsolódó vonali feszültséget is kibírja. A vizsgálóáram: 20–60 mA.

### 17. feladat

Fogalmazza meg az érintésvédelmi osztályok jelentését!

#### I érintésvédelmi osztály

Az **I. érintésvédelmi osztály** esetében az alapszigetelésen kívül az ad további biztonságot, hogy a megérinthető fémrészek össze vannak kötve a hálózat védővezetőjével. Az alapszigetelés esetleges hibája esetén a védővezető megakadályozza, hogy a megérinthető fémrészek veszélyes feszültségre kerüljenek.

#### II érintésvédelmi osztály:

A lámpatestek érintésvédelem szempontjából legkedvezőbbek a kettős, vagy megerősített szigeteléssel készülő, **II. érintésvédelmi osztályú** lámpatestek. Itt az alapszigetelésen kívül egy további biztonságot adó második, védő szigetelés is található. Az ilyen lámpatestek nem rendelkeznek védővezető bekötésére alkalmas csatlakozási lehetőséggel, a biztonság független a hálózati csatlakozástól.

#### III érintésvédelmi osztály:

A **III. érintésvédelmi osztály** esetében a lámpatestet biztonsági transzformátorral előállított, érintésvédelmi szempontból veszélytelen, általában 12V-os feszültséggel táplálják és ennél nagyobb feszültség a lámpatest belső áramköreiben sem keletkezik. A transzformátor elhelyezéséről és védelméről ilyenkor külön kell gondoskodni. A III. év. osztályú lámpatestek jellegzetes képviselői a halogénlámpás lámpatestek.

**IRODALOMJEGYZÉK****FELHASZNÁLT IRODALOM**

Kádár Aba: Elektromosipari Kézikönyv 2007–2008. Magyar Mediprint Szakkiadó Kft, Budapest 2007.

Hollós János: Ipari villanyszerelés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.

Simon István: Villanyszerelő szakmai ismeret. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993.

Debreczeni G. – Dr. Kardos F. – Dr. Sinka J.: Fényforrások. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.

**AJÁNLOTT IRODALOM**

Seyr-Rösch: Villanyszerelés, Villámvédelem, Világítástechnika. Műszaki Könyvkiadó Kft, 2000.

Kosztolicz István: Közvilágítási Kézikönyv. MEE Világítástechnikai Társaság, Magyar Világításért Alapítvány, Budapest, 2009.

A(z) 1398-06 modul 012-es szakmai tankönyvi tartalomeleme  
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

| A szakképesítés OKJ azonosító száma: | A szakképesítés megnevezése        |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 31 522 01 0000 00 00                 | Elektromos gép- és készülékszerelő |

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
24 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató