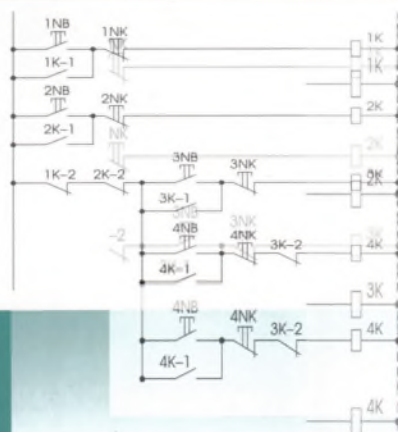


Dienes László – Kliment Tibor

Villanyszerelő szakmai ismeretek III.



Tartalom

1. Bevezetés, a tantárgy tanításának célja	5
2. Villámvédelem	7
2.1. A villám fogalma, keletkezése	7
2.2. Épületek villámvédelmi csoportosítása	10
2.3. Villámvédelmi berendezések részei	12
2.4. Belső villámvédelem	20
2.5. Villámvédelmi berendezések ellenőrzése	21
2.6. Villámvédelem szerelésének munkavédelmi előírásai	23
3. Villamos szállító-, emelő-, fűtő-, hűtő- és szellőző-berendezések	25
3.1. Villamos szállítóberendezések	25
3.2. Villamos emelő-berendezések csoportosítása	28
3.3. Ipari fűtőberendezések csoportosítása	30
3.4. Ipari hűtőberendezések	35
3.5. Szellőző-berendezések működési elve	38
4. Hálózatépítés	40
4.1. Villamos hálózatok, hálózatrendszerek	41
4.2. A vezetékméretezés általános szempontjai	44
4.3. Közcélú 0,4 kV-s hálózat és anyagai	47
4.4. A vezetők elrendezése és a vezetők között szükséges távolságok	48
4.5. Szigetelők	51
4.6. Tartószerkezetek	53
5. Építkezések ideiglenes villamosenergia-ellátása	65
6. Fázisjavító berendezések	69
6.1. Fázistényező javítás	69
6.2. Fogyasztásmérő helyek kialakítása	72
6.3. A meddőfogyasztás csökkentése	74
6.4. Kompenzációk fajtái	75
6.5. Motorok és egyedi fázisjavítás megvalósításának módjai	80
6.6. Túlkompenzálás veszélye	81
6.7. Fázisjavító berendezések karbantartása	82
6.8. Kondenzátoregységek telepítése	83

7. Segédüzemi berendezések telepítése, javítása és karbantartása	85
7.1. Segédüzemi berendezések fogalma csoportosítás	85
7.2. Akkumulátorok	87
7.3. Akkumulátortöltő helyiségek biztonságtechnikai előírásai	93
7.4. Általános biztonsági előírások az akkumulátortároló és töltő helyiségek villamos kivitelére vonatkozóan	94
Felhasznált irodalom	95

1.

Bevezetés, a tantárgy tanításának célja

A villanyszerelő szakképesítés sokoldalúan képzett, jó szakmai alapokkal rendelkező szakembert kíván. A szakterület szinte minden fontosabb területén olyan ismeretekkel kell rendelkeznie, amelyeket a későbbiek folyamán bővíteni és fejleszteni tud.

A villanyszerelők hozzák létre a fogyasztó berendezések működéséhez szükséges hálózatokat, építik be az igényeknek megfelelő berendezéseket.

A villanyszerelők feladata, alapvetően a különféle áramnemeknek és feszültség szinteknek megfelelő villamosan biztonságos szerelés, a hozzájuk szükséges anyagok biztonságos beépítése.

A villanyszerelők által létesített berendezéseket túlnyomóan nem szakképzett (laikus) emberek használják, ezért kiemelkedően fontos a villamos biztonsági előírásoknak megfelelő szerelés.

A tankönyv három tanítási év szakmai ismeret anyagából a harmadik évre tervezett részeket kívánja bemutatni és kellő szakmai tájékozottságot biztosítani. Az első és második év (tankönyv) anyagának tudatos és jó ismeretét feltételezi a harmadik év tananyaga és a tankönyv is. A tanultak alapján a tanulónak képesnek kell lennie arra, hogy az iparban és a kereskedelemben található termékek, berendezések, készülékek között tudjon eligazodni.

Az elmúlt években jelentősen megnőtt a villanyszerelő szakterületén alkalmazott termékek fajtája, kivitele, választéka, megoldásaik sokszínűvé vált.

A szakmában meghatározó szabványok, az európai jogharmonizációval változnak, ezért figyelni kell a változásokat, amelyhez segítséget nyújtanak a szakfolyóiratok, tanfolyamok.

Kiemelkedően fontos a villamos biztonságot segítő villámvédelmi ismeretek tudatos és biztos elsajátítása. Természetesen, mint minden ismeret állandóan bővül, így a tanulók ismeretei is állandóan bővülnek, tudatos alkalmazásuk erősödik. Egyre nagyobb szerepük van a, főként gyengeáramú, számítástechnikai berendezések, készülékek miatt a villámcsapásokból eredetű túlfeszültségek elleni védekezésnek.

A villamos energiával működtetett szállító-, emelő-, fűtő-, hűtő-, és szellőző (klíma) berendezések táplálása és hálózatának kiépítése, valamint az esetleges karbantartás is fontos területe lehet a villanyszerelő szakterületének.

A villamos energia különféle célokra való felhasználása gyakran az energia átalakítás nélkül nem oldható meg. Az energia átalakítások jelentős részét a villamos gépek segí-

tik. Ezért a villamos gépek működésének ismerete, a villamos gépek alkalmazása nélkülözhetetlen.

A termékek jelentős része elektronikai egységeket is tartalmaz. Ezért indokolt, hogy a szakember – a szűk ismereteken túlmenően – jobban ismerkedjen meg az elektronika, az erősáramtól eltérő, biztonsági és szerelési követelményeivel.

A villanyszerelő szakterület folyamatosan változik, fejlődik, indokolt tehát a megszerzett ismeretek felújítása, bővítése. A szakember kísérje figyelemmel a gyártók, forgalmazók szakmai tájékoztatóit, a szakmai kiállításokat.

A tankönyv, természetesen nem törekedhet teljességre ezért a felhasználóknak, ki kell egészíteniük a mindenkor korszerűbb ismeretekkel azokat.

2.

Villámvédelem

A villamos berendezéseket a névlegesnél nagyobb feszültség ellen védeni kell. A fellépő *túlfeszültség* a berendezés egészét vagy egyes részeit károsíthatja.

Túlfeszültség az a feszültség, amely a névlegesnél nagyobb értéket túllépi.

A *túlfeszültség* lehet kisebb mértékű, a névleges feszültségnél néhány százalékkal, kb. 3–6%-kal nagyobb, amely a fogyasztó berendezéseket még nem károsítja.

A nagyobb *túlfeszültség*, különösen, ha tartósan fennmarad, az emberre, állatra, a fogyasztó berendezésekre káros, veszélyes. Ilyen *túlfeszültség* keletkezhet a villámlás következményeként.

A *túlfeszültség* ellen számos védelmi megoldást alkalmaznak, és készüléket forgalmaznak.

Ezeknek a védelmi készülékeknek, a működésükhöz szükséges berendezéseknek a szerelése a villanszerelő feladata.

2.1. A villám fogalma, keletkezése

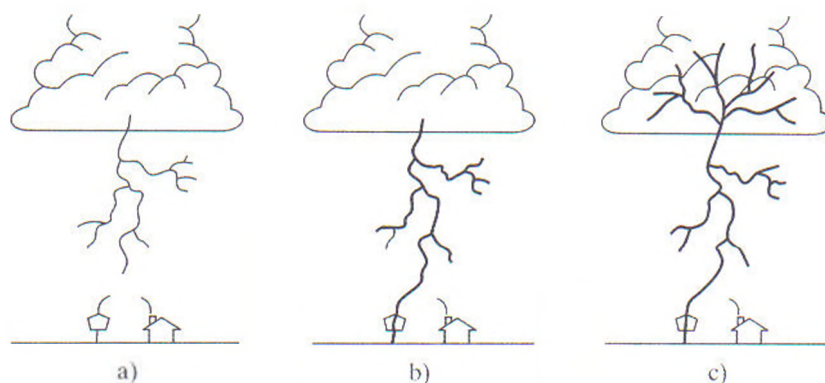
A villám légköri eredetű. Elektrosztatikusan töltődnek fel a felhők, ennek következtében felhő-felhő között, illetve a felhő és a föld között nagy feszültség különbség alakul ki. A nagy feszültség különbség kiegyenlítődése a villámlás, villámcsapás.

A zivatarfelhőben, a feltöltött vízcseppek és jég szemcsék egymás erőterében mozognak, és időközönként ellenkező töltésű gócok alakulnak ki, amelyek egymás közelébe kerülnek. Az egymáshoz közelebbi gócok között kisülések keletkeznek, amelyek egyes esetekben a távolabbi töltésgócok felé haladnak. Ezek az előkisülések (2.1.1. a) ábra) amelyekkel kezdődik a villám kialakulása.

Amennyiben az előkisülés kilép a felhőből és a föld felé halad, a kisülés látható lesz. A lefelé haladó előkisülés zegzugos pályán közeledik a földhöz, és többször elágazik. A földfelszín közelében a földi tárgyakkól, esetleg magából a talajból, ellenkisülések (2.1.1. b) ábra) indulnak az előkisüléssel szemben.

Amikor az ellenkisülés találkozik az előkisüléssel, összefüggő ioncsatorna alakul ki a felhő és a föld között, ez a főkisülés (2.1.1. c) ábra).

A főkisüléssel járó jelenségek: a fény-, hang-, és hőhatás, különféle rombolások, valamint élettani hatások.



2.1.1. ábra. A villámcsapás kialakulásának fázisai
a) előkisülés b) ellenkisülés c) főkisülés

A villámcsapás gyakran nem ér véget egyszeri főkisüléssel, hanem megismétlődik.

A villámra jellemző a nagy áramerősség, amely eléri a 10–50 kA közötti értéket, de ennél sokkal nagyobb áramok is kialakulhatnak. A főkisülés után, néhány másodperccel, további néhány száz A-es kisülések is keletkeznek.

Villámcsapáskor épületen belül, az 1 MV-ot is elérheti a túlfeszültség.

A túlfeszültségen túlmenően, a villámcsapáskor keletkezett áramnak jelentős hőhatása is van. A főkisülés elérheti a több ezer kelvin nagyságú, hőmérsékletet is.

A villámcsapáskor létrejött áramnak hő-, erő-, kémiai és hanghatásai is vannak. A hőhatására a fémrészek megolvadnak, az erőhatásra a párhuzamos áramvezetők elgörbülnek, pl. antenna vagy csatlakozó tetőtartó rendszerekben.

2.1. táblázat

A becsapási ponton megolvasztott fém mennyisége

Anyag	Anyag mennyiség mm ³ /C	Anyag	Anyag mennyiség mm ³ /C
Alumínium (Al)	7,3	Horgany (Zn)	10,5
Réz (Cu)	3,3	Ólom (Pb)	28,2
Vas (Fe)	1,9	Ón (Sn)	26,5

A villám dinamikai hatásai

A villámcsatornában vagy valamilyen vezetőben folyó villámáram maga körül mágneses erőhatást hoz létre, amely erőhatás hat minden olyan egyéb vezetőre amelyben ugyan-csak folyik áram. Amennyiben csak egyedül vezeti az áramot (villámáram) és mellette nincs másik vezető, akkor nem keletkezik erőhatás. A villámáramot vezető (pl. levezető) iránytörésekor már keletkezik párhuzamos vezető rész, és akkor a két párhuzamos szakasz között már létrejön kölcsönös erőhatás. A párhuzamos vezetőkben folyó egyirányú (azonos irányú) áramok olyan mágneses erőteret hoznak létre amelyek egymást

vonzák. A különböző irányúak azonban taszítják egymást. Ilyen taszító hatás léphet fel pl. úgynevezett áramhurok esetében (2.1.2. ábra).

Az áramhurok által létrehozott taszító erőket kiküszöbölhetjük, ha az áramhurok két vége közötti távolság (s) a vezető mentén mért út (L) legfeljebb tizedrésze (2.1.3. ábra).

Kémiai hatása elsősorban a földbe helyezett vezetékeken jöhet létre.

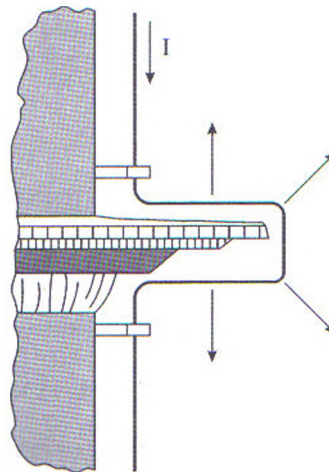
A hanghatás légköri nyomás formájában jelentkezik és ablaktöréshez esetleg riasztó rendszerek, beindításához vezet.

A villámcsapás lehet:

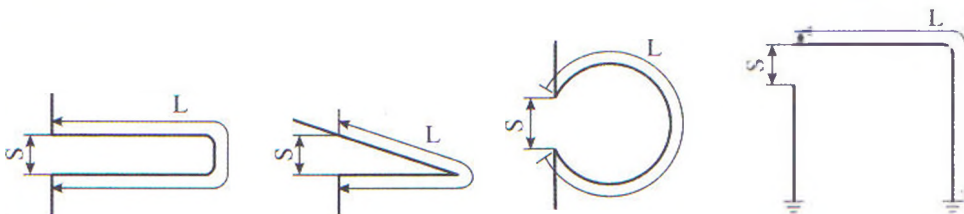
- közvetlen;
- közvetett.

Közvetlen a villámcsapás, amikor a felhő és a föld, illetve a földet képviselő villamos hálózat vezetékrendszere között jön létre.

Közvetett, amikor a vezetékrendszer feltöltődik az egyik felhőtől, majd egy másik felhő felé kisül.



2.1.2. ábra. Áramhurok levezetőben



2.1.3. ábra. Áramhurok

A légkörből eredő túlfeszültség elleni védelem (MSZ 274)

A villámcsapás útján keletkező túlfeszültség elleni védelem

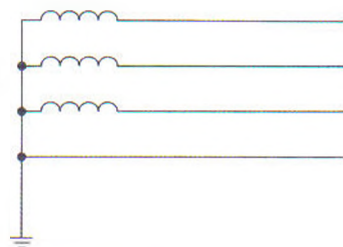
a) Az elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem

A védelmet alapvetően, a hálózat egy pontjának a földdel való egyesítése jelenti. Ezt a kisfeszültségű hálózatot tápláló transzformátor csillagpontjának a földelésével oldják meg (2.1.4. ábra).

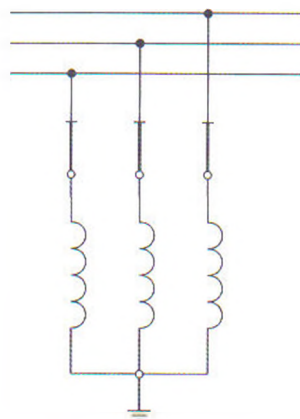
Nem földelt csillagpontú hálózat esetén a három fázisvezető és a föld közé fojtótekercseket iktatnak (2.1.5. ábra).

Az elektrosztatikus töltés egyenfeszültségű, ezért a fojtótekercsek az egyenfeszültségből eredő áramot átengedik a föld felé.

A hálózat váltakozófeszültségével szemben nagy az impedanciája a tekercseknek, ezért a rajtuk áthaladó áram és a veszteség nagyon kis értékű.



2.1.4. ábra. Földelt csillagpontú hálózat



2.1.5. ábra. Fojtótékercses levezetés

b) Villámcsapásból eredő túlfeszültség elleni védelem

A villámcsapás által a vezetéken létrejött túlfeszültséget, túlfeszültség levezetőkön keresztül vezethetjük le.

A túlfeszültség levezető működése hasonló, pl. a villany vízmelegítőnél is alkalmazott túlnyomás levezetőhöz. A víz túlnyomása, egy rugóerő ellenében szelepet nyit, majd a túlnyomás megszűnte után a szelepet a rugó visszazárja.

A túlfeszültség levezető, a megengedettnél nagyobb feszültséget átengedi a föld felé. A túlfeszültség megszűnése után a levezető, szigetelő szerepet tölt be.

A túlfeszültség levezetőkkal szemben támasztott követelmények:

- biztonságosan, vezesse le a túlfeszültséget mielőtt a berendezés, meghibásodna,
- a közvetlen villámcsapást is vezesse le,
- a túlfeszültség hullám megszűnése után, gyorsan zárja el az üzemi feszültség útját a föld felé,
- kis karbantartási igényű legyen, az időjárási igénybevételeknek álljon ellen.

2.2. Épületek villámvédelmi csoportosítása

Az épületeket a villámcsapás elleni védelem szempontjából, a következők szerint, (az MSZ 2364 szerint) csoportosítják.

Rendeltetés szerint (R1–R5):

R1 csoport közönséges épület, ill. építmény, lakóház, irodaház, felvonulási épület, stb.

R2 csoport kiemelt épület, ill. építmény: jelentős kulturális értéket képviselő, tömegek (500 főnél nagyobb) befogadására szolgáló

R3 csoport tűzveszélyes épület: ill. építmény (C tűzveszélyességi osztály)*

R4 csoport tűz- és robbanásveszélyes épület: (B tűzveszélyességi osztály)*

R5 csoport fokozottan tűz- és robbanásveszélyes épület: (A tűzveszélyességi osztály)*
 – :*Jelenleg az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) szerinti besorolással egyezik meg.

Magasság és környezet szerinti csoportok (M1–M4):

Az épületek magasság szerinti csoportosítása az épület vagy építmény saját magasságán kívül figyelembe veszi a környezetben lévő épületek és egyéb tárgyak magasságát és a környezetnek a villámcsapási veszélyt növelő vagy csökkentő hatásait is.

A villámvédelmi besorolás szempontjából az épület magassága (jele: M) az épület, ill. építmény legmagasabb pontjának az alaprajzi körvonal mentén lévő legmélyebb terepszinttől mért magassága.

- 20 m-nél alacsonyabb(családi ház), 20-30 m közötti Pl. Házgyári lakótömb) és 30 m-nél magasabb épületek (nagy irodaházak);
- magas környezetben lévő alacsony épület, amelyet 20 m-es körzetben legalább 10 m-el magasabb épületek vesznek körül. Ebben az esetben villám elleni védelem kialakítása nem szükséges;
- fokozott becsapódási veszélyű az az épület, amelyik a környezetéből kiemelkedik és legalább 10 m magasságú.

Tetőszerkezet és borítás anyaga szerint (T)

A csoport meghatározásánál többféle szempontot (tényezőt) kell figyelembe venni, mivel a tetőzetek sokféle változatban készülhetnek. Lehet olyan tető, amelynél a tető éghető anyagból van, de a héjazat nem éghető (Pl. fagerenda tetőszék, cserép borítással).

A tetőszerkezet éghető vagy nem éghető anyagból van, a héjazat éghető vagy nem éghető anyagból, van. (T1–T5).

Körítő falak anyaga szerinti csoportosítás (K1–K3):

Az épület körítő falait aszerint csoportosítjuk, hogy – miután a levezető(k) általában ezek közelében helyezkednek el – hogyan bírják el a villámáram okozta hőhatásokat, illetve a fal esetleges fémszerkezete(i) önmagában alkalmas-e a villámáram levezetésére.

- K1 – nem éghető fal (tégla, beton salakbeton stb. ha összefüggő fémrészt nem tartalmaz).
- K2 – fémszerkezetű fal, amely összefüggő fémszerkezetű (fémvázú) vagy legalább 0,5 mm vastag fémlemez borítású fal, valamint összefüggő acélbetétekkel készült acélbeton fal.
- K3 – éghető fal, amely (könnyen, közepesen vagy nehezen) éghető anyagokból készült vagy ilyennel van borítva, ha összefüggő fémszerkezetet nem tartalmaz.

Környező levegő szennyezettsége szerinti csoportosítás (S1–S4):

Az épületet környező levegő tiszta vagy szennyezett volta rendkívüli mértékben befolyásolja a villámhárító berendezés fém részeinek az élettartamát.

- S1 tiszta levegőjű környezet, ahol gyakorlatilag szennyezetlen levegő a fémek korrózióját, nem okozza;

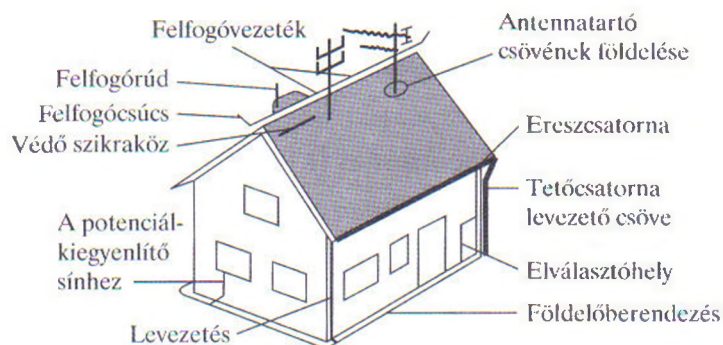
- S2 mérsékelten szennyezett légkör, ahol gyakorlatilag csak a fűtési égéstermékek szennyezik a légkört;
- S3 erősen szennyezett környezet, ahol a légkör a fémek korrózióját gyorsítja (pl. vegyi üzemek);
- S4 erősen agresszív környezet, ahol a légkört olyan vegyi anyagok, gázok, gőzök szennyezik (kénsav, nitrogénvegyületek, klór, sósav), amelyek a fémek erős korrózióját okozzák.

A belső villámvédelem kialakítása szempontjából a másodlagos villámcsapások és túlfeszültségek következményei szerint az épületeket és építményeket úgynevezett „H” csoportokba sorolják:

- H1 – másodlagos hatásokkal szemben érzéketlen épület,
- H2 – belső kisülés által helyileg veszélyeztetett épület,
- H3 – túlfeszültség miatt mérsékelten veszélyeztetett épület,
- H4 – belső kisülés, vagy túlfeszültség miatt jelentősen veszélyeztetett épület,
- H5 – túlfeszültség miatt fokozottan veszélyeztetett épület.

2.3. Villámvédelmi berendezések részei

Külső villámvédelem, amely felfogó berendezésből, levezetőből és földelőből áll (2.3.1. ábra).



2.3.1. ábra. Villámhárító berendezés, külső villámvédelem fő alkotórészei

Felfogó (V0–V6), az épület tetején lévő szerkezet, amelynek rendeltetése az, hogy a magára vonja a villámot. Ezáltal óvja az épületet a közvetlen villámcsapás károkat okozó következményeitől. Befolyásolja még a felfogó épülethez viszonyított helyzete is (o–d).

- A felfogókat képzeletbeli gömbök és képzeletbeli körlapok méretei alapján tervezik.
- V0 – sem természetes, sem mesterséges felfogórendszer nincs (lényegében villámhárító nincs),
 - V1 – természetes felfogók rendszere, amikor a tetőfödém, héjazat, tetőszerkezetet használjuk felfogóként,
 - V2 – egyszerűsített felfogórendszer (pl. egyetlen felfogó rúd),

- V3 – normál felfogórendszer, lényege, hogy annyi és úgy elhelyezett felfogót alkalmazunk, amely kielégíti a biztonsági követelményeket (számításokkal és szerkesztéssel tervezik),
- V4 – biztonsági felfogórendszer,
- V5 – növelt biztonsági rendszer,
- V6 – különleges biztonságú felfogórendszer.

A *levezető (L)* feladata, a felfogót ért villám áramának levezetése a földelő felé. Befolyásolja még a levezető épülethez viszonyított helyzete is (o–d).

A *földelésen (F0-4)* keresztül halad a villám árama úgy, hogy villám a földelő közelében ne találjon a villámhárító földelésénél jobb földelőt.

A földelésmérés céljára általában oldható, vizsgáló-összekötőt építenek be.

A földelő és a vizsgáló-összekötő közötti szakaszt földelővezetőnek nevezzük.

A védendő berendezések, épületek eltérő jellegüknek megfelelően, a villámhárító berendezéssel szemben, különböző igényeket támasztanak. Ennek megfelelően alakították ki a villámhárító berendezések különböző fokozatait. Az egyes fokozatok eltérő mértékű védettséget biztosítanak A tervező feladata egy-egy adott épület megfelelő kategóriába való helyes besorolása.

A villámhárító berendezéseket illetve a legfontosabb elemeit a szabvány kialakításuk, számuk és a védendő épülethez való viszonyuk alapján külön-külön fokozatba sorolja.

A betűjelzés első: V betűje felfogó, L betűje levezetőt, F betűje földelőt jelöl. A felfogórendszer fokozatait 0–6 számjelzés adja meg. A felfogónak és a levezetőnek az épülethez viszonyított helyzetét a 0, valamint az a–d betűk jelölik.

A földelési ellenállás fokozatait a 0–3 számjelzés adja meg. A 0 jelzés mindig az illető rész hiányát jelzi.

A teljes villámhárító berendezés egyértelműen meghatározható e jelek sorba rakott, értelemszerű alkalmazásával.

Felfogó fajtái, anyagának megválasztása

A felfogórúd céljára bármilyen idomacél vagy cső használható, ha anyagának vastagsága legalább 3 mm. Agresszív vagy különösen agresszív vegyi anyagokkal szennyezett légkörben, pedig legalább 4 mm.

A felfogóvezetőket – és általában a villámhárító berendezésekben használt valamennyi vezetőt – négy fokozatba sorolják:

Normál vezető	jele: n
Közepes vezető	jele: k
Erős vezető	jele: e
Erős, különleges vezető	jele: ek.

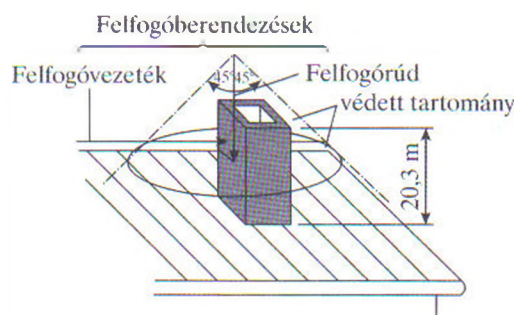
Az egyes fokozatoknak az 2.2. táblázatban megadott méretű vagy annál vastagabb acél-, illetve alumínium, vezetők felelnek meg.

2.2. táblázat

A villámvédelmi vezető fokozata és átmérője (mm)	Acél vezető			Alumínium vezető		
	Sodrony		Szalag	Sodrony		szalag
	Kereszt-metszet A, mm ²	Elemi szál Ø, mm	Kereszt-metszet A, mm × mm	Kereszt-metszet A, mm ²	Elemi szál Ø, mm	Kereszt-metszet A, mm × mm
N	25	2,1	10 × 3	25	2,1	10 × 3
6,0						
K	50	2,0	20 × 3	50	2,0	20 × 3
8,0						
E	95	2,5	20 × 5	–	–	–
10,0			25 × 4			
Ek	–	–	20 × 5	–	–	–
10,0			25 × 4			

Felfogó elhelyezése, rögzítése

A villámhárító felfogóberendezés legfeljebb 20 m magasságig, akkora tartományt véd, amekkorát a villámhárító felfogórúdja alatt egy képzeletbeli 45°-os kúp képvisel (2.3.2. ábra).



2.3.2. ábra. Felfogó védelmi kúpja

Felfogórendszer kialakítása

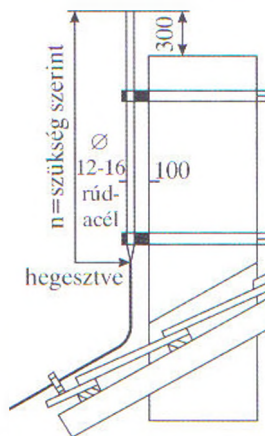
A felfogó épülethez viszonyított helyzetei:

- 0 felfogóberendezés nincs,
- a a felfogóvezetők közvetlenül a tetőre vannak fektetve,

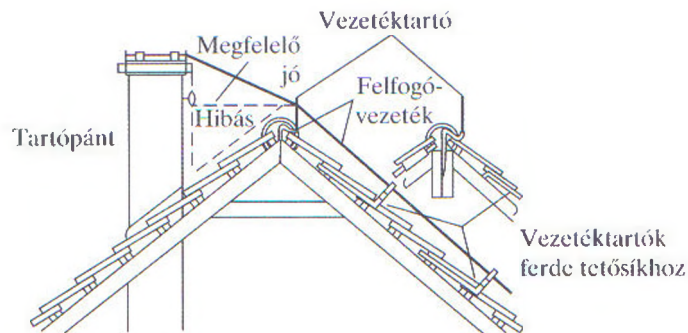
- **b** a felfogóvezetők a tetőtől 15 cm távolságban, tartójuk a vezető anyagának merevségétől függően 2...4 m távolságban alátámasztott,
- **c** a felfogóvezetők a tető felett legalább 50 cm magasságban futnak,
- **d** az épülettől független felfogóhálózat. A felfogóhálózat elemei sehol sem közelítik meg az épületet úgy, hogy közvetett villámcsapás veszélye álljon fenn.

A felfogórendszer része lehet egyszerűbb esetekben, az esőcsatorna, tetőszegély (fém), hófogórács, ha vastagsága eléri a 0,5 mm-t és a teljes fém keresztmetszete pedig a 100 mm²-t. Az acél felfogóvezetőt korrózióvédelemmel kell ellátni, amely lehet festés vagy horganyozás.

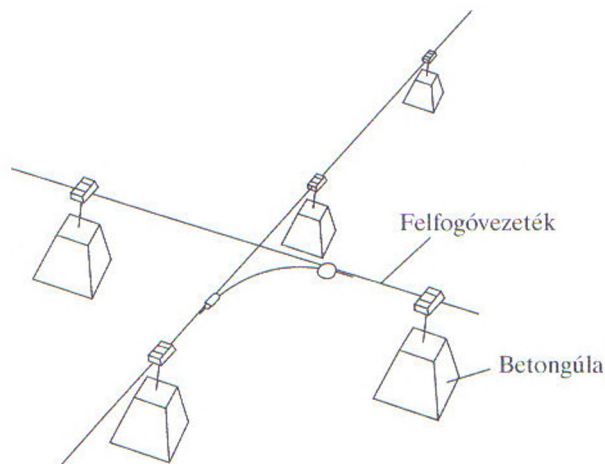
Felfogórendszer elemei és kialakításai láthatók a 2.3.3., a 2.3.4., a 2.3.5. ábrákon.



2.3.3. ábra. Felfogórúd szerelése kéményre



2.3.4. ábra. Felfogóvezeték szerelése kéményre



2.3.5. ábra. Felfogóvezeték szerelése lapostetőre

Levezető fajtái, anyagának megválasztási szempontjai

A levezetők számát esetenként, az épület kerülete alapján kell megállapítani. A levezetők száma 50 m kerületig két levezető, minden további (megkezdett) 50 m kerületre egy levezető szükséges. A levezetőket úgy kell elhelyezni, hogy a felfogó bármely pontja legfeljebb 50 m vízszintes távolságra legyen a vele összekötött legközelebbi levezetőtől. Kivételt képez az a épület amelynek felfogóberendezése egyetlen felfogórúdból áll, ekkor egyetlen levezető is elegendő.

A levezető, az épülethez viszonyított helyzetének fokozatai:

L0 levezető nincs;

La közvetlenül a falon fekvő vagy a falban elhelyezett levezető van;

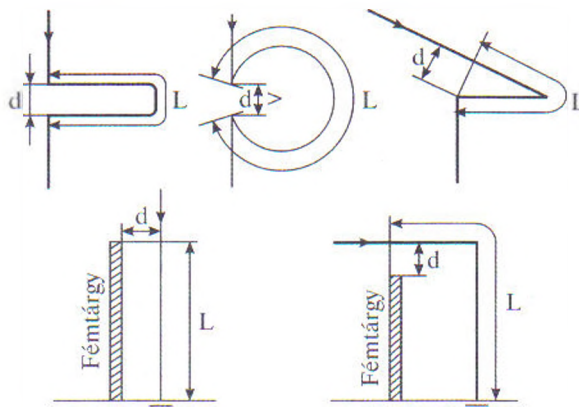
Lb a levezető, a faltól legfeljebb 15 cm távolságra van;

Lc a levezető a faltól 15...50 cm távolságra van;

Ld az épülettől független levezetés.

A levezető céljára megfelelő anyagok és azok méretei a 2.2. táblázatban láthatók. Amennyiben a levezető nem az Ld fokozatú, akkor falba erősített rögzítő elemeket kell használni. Tető és föld közötti kifeszítéshez nem szükséges közbenső rögzítő elem, de a feszítés távolsága nem haladhatja meg a 30 métert.

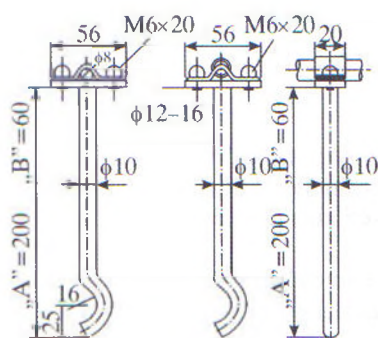
Kerülni kell a másodlagos kisülés elkerülése érdekében, a felfogórendszer és a levezető csatlakozásánál kialakuló áramhurkokat (2.3.6. ábra).



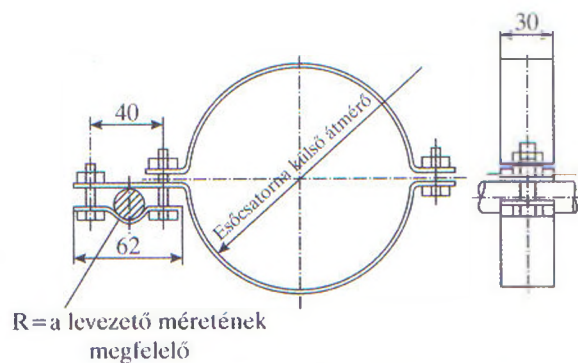
2.3.6. ábra. Másodlagos kisülés szempontjából veszélyes hurkok

Levezető elhelyezése, rögzítése

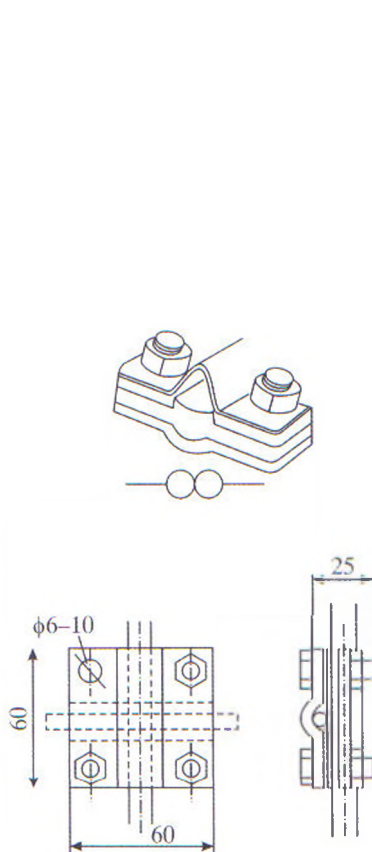
A falban elhelyezett levezető (2.3.7.–2.3.10. ábrák) csak folyamatosan összefüggő anyagból készülhet, vagy hegesztéssel toldott „ek” fokozatú lehet. A levezetőt az épület alján ki kell vezetni a falból. Hozzáférhető, a földtől 1,5..2,0 m-re elhelyezett vizsgáló-összekötővel kell a földelővezetőhöz csatlakoztatni. Az MSZ 1600/8 szerinti veszélyes övezetben, vizsgálóösszekötőt nem szabad elhelyezni. Mechanikai sérülésnek kitett helyen, a levezetőnek a földtől számított 1,5 m-es szakaszát szilárd (pl. idomacél) burkolattal kell ellátni. Ez a burkolat azonban nem lehet zárt, pl. cső.



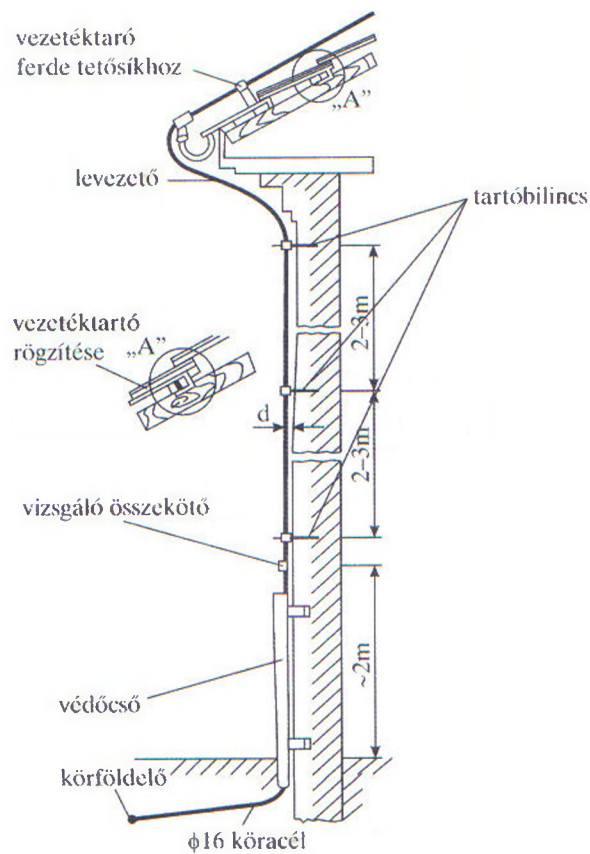
2.3.7. ábra. Levezető tartóbilincsek



2.3.8. ábra. Csatlakozóbilincs esőcsatornához



2.3.9. ábra. Vizsgálószorító



2.3.10. ábra. Levezető szerelése

Földelők fajtái, anyagának megválasztási szempontjai

A földelő egyik fontos mutatója a szétterjedési ellenállás. A szétterjedési ellenállás fokozatai:

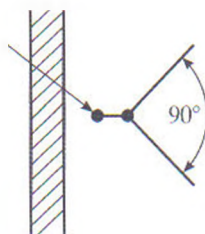
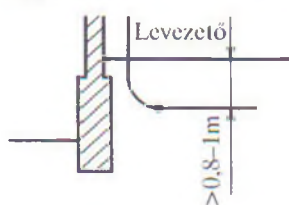
- **F0** földelés nincs
- **F1** az egyes földelők ellenállása kisebb, mint $30\ \Omega$, vagy egyenlő $30\ \Omega$ -mal. Ebben az esetben a földelőket nem kell összekötni, de bármelyik földelő ellenállása nagyobb, mint $30\ \Omega$, akkor az összes földelőt össze kell kötni. Az eredő ellenállás kisebb legyen, mint $30\ \Omega$ vagy egyenlő $30\ \Omega$ -mal.
- **F2** a villámhárítóhoz kapcsolódó összes eredő szétterjedési ellenállás kisebb, vagy egyenlő, mint $5\ \Omega$. Az egyes földelőket a föld alatt általában össze kell kötni. Ettől csak akkor lehet eltekinteni, ha a földelő egyedi szétterjedési ellenállása kisebb mint $10\ \Omega$.
- **F3** az eredő szétterjedési ellenállás kisebb vagy egyenlő mint $1\ \Omega$. Az egyes földelők a föld alatt össze vannak kötve.

A földelők anyagára, szerkezetére és kivitelére az MSZ 172/8 előírásai az irányadók.

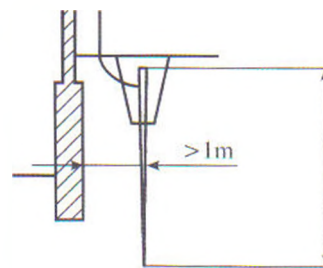
Földelők telepítése, szerelése

A föld alatt levő csatlakozásokat hegesztéssel, vagy keményforrasztással kell készíteni, és bitumennel bekenni. Esetenként az előbbiekkal megegyező, vagy jobb minőségű korrózióvédelemmel kell ellátni.

Csavaros kötés csak akkor engedhető meg, ha azt legalább M 10 méretű csavarok kötik össze és az összekötést bitumennel itatott textilanyag, veszi körbe, vagy azzal egyenértékű korrózió védelme van.



2.3.12. ábra. Vízszintes szalagföldelő és elrendezése a talajban



2.3.11. ábra. Rúdföldelő kialakítása és elrendezése a talajban

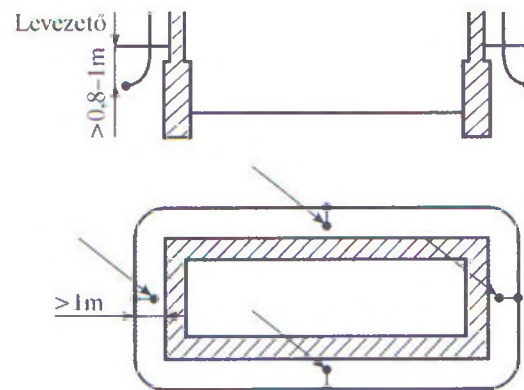
Néhány földelő kialakítása családi házak vagy kisebb épületek részére.

A rúdföldelőket az épület-alaptól kb. 1 m távolságra, kell besüllyeszteni a földbe, hosszúságát részben a talajviszonyok, részben a talajminőség határozza meg (2.3.11. ábra). A magyarországi talaj összetételek alapján már egyetlen rúdföldelővel kb. 12–14 m mélységgel, is elérhető a $2\ \Omega$ körüli érték.

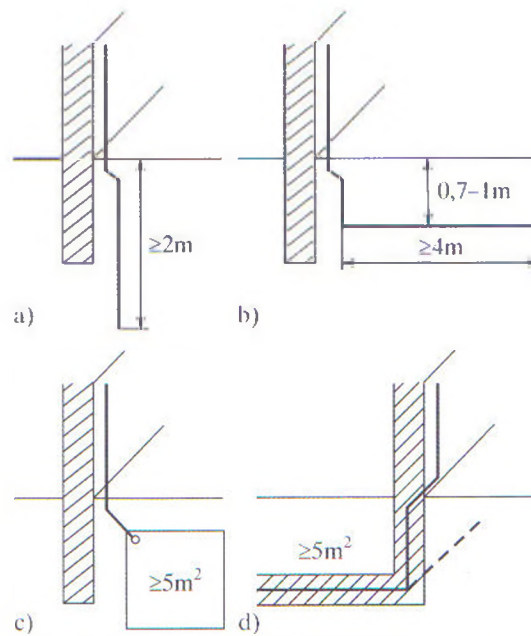
A szalagföldelő anyaga – hasonlóan a többi földelő anyagához – korrózióvédelemmel ellátott vagy nehezen korrodáló anyagból készüljön (2.3.12. ábra).

Villámvédelmi fokozat F2 csoportba tartozó földelők (egyetlen földelő, egyetlen levezető L2 esetében, általában kisméretű épületeknél alkalmazható).

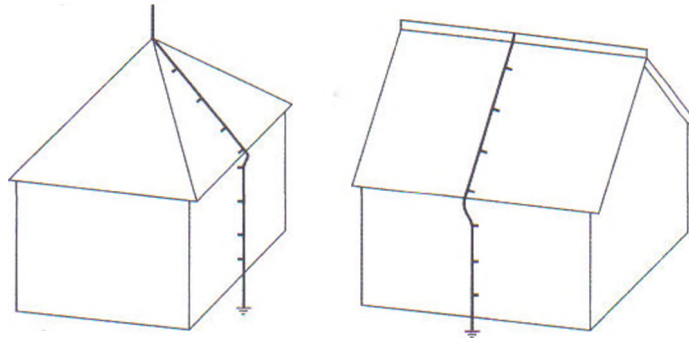
Az x jelölés arra utal, hogy földelési ellenállás értéket nem ad meg, hanem a földelő kialakítására és méreteire határoz meg követelményeket (2.3.13.–2.3.15. ábra).



2.3.13. ábra. Keretföldelő kialakítása és elhelyezkedése a talajban, valamint a levezetők hozzákötése a keretföldelőhöz



2.3.14. ábra. F2/x fokozatú földelők kialakítása
a) rúd földelő, b) vízszintes földelő, c) lemez földelő
(kétoldali felülettel), d) beton alap földelő 5 m²
talajjal érintkező területtel

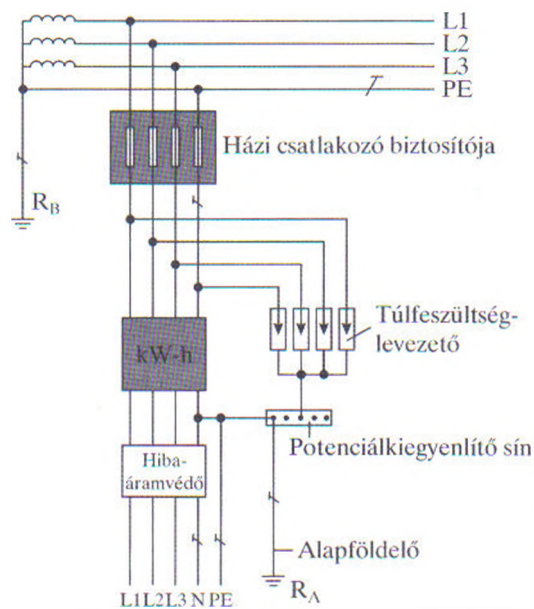


2.3.15. ábra. L2 fokozatú levezetők (F2/x ábrához)

A kialakítás kisméretű épületekre vonatkozik (2.3.15. ábra).

2.4. Belső villámvédelem

A belső villámvédelemmel az építményen belül található villamos berendezéseket, vezetőképes szerelvényeket és berendezés részeket védjük a villám áramának káros hatásaitól. Ez a védelem a villámhárítás potenciál kiegyenlítéséből és a villamos berendezések túlfeszültség elleni védeleméből áll. A potenciálkiegyenlítéshez az összes vezetőképes



2.4.1. ábra. Túlfeszültség levezető TN típusú hálózatban

rendszert, (víz, gáz, fűtő, szellőző) összekötik a potenciál kiegyenlítő síneken keresztül az alapföldelővel.

A túlfeszültség elleni védelem során, minden aktív vezetékbe túlfeszültség levezetőt kell iktatni. A túlfeszültség levezetők az elválasztó berendezés, a szikraköz és a feszültségfüggő ellenállás soros kapcsolásából állnak (2.4.1. ábra).

Veszélyes túlfeszültség keletkezésekor, működésbe lép a szikraköz, és a feszültség-függő ellenállás alacsony értékűvé válik. A névleges áramerősség túllépésekor, a beépített elválasztóberendezés, elválasztja a túlfeszültség levezetőt a hálózattól.

Hibaáramvédő kapcsolóval ellátott berendezéseknél a nullavezetőbe is be kell építeni túlfeszültség levezetőt.

A túlfeszültségre különösen érzékeny, általában elektronikus berendezésekhez, mérés-, vezérlés- és szabályozástechnikai, biztonsági, távközléstechnikai berendezésekhez nagy érzékenységgű készülék szükséges. Ezekhez a készülékekhez, berendezésekhez az egyes készülékek hálózati bemenete elé kapcsolják a túlfeszültség levezetőt.

Az egyes gyártó és forgalmazó cégek széles választékot kínálnak a túlfeszültség levezetők közül, valamint segédletekkel is szolgálnak a túlfeszültség elleni védelem kivitelezéséből.

Családi házaknál a közbülső (C) és a finomvédelmi (D) fokozat túl közel kerülhetnek egymáshoz, ezért a durvavédelmi (B) fokozattal megfelelően együttműködő (C) fokozatú készüléket érdemes alkalmazni. Ilyen fokozat lehet a szabályozott gyújtású, ívkifúvásmentes szikraköz, vagy varisztoros B fokozat. Ebben az esetben nem szükséges ún. csatoló induktivitást elhelyezni. A „C” és a „D” fokozat közötti távolság legalább 5 méter legyen, ekkor alkalmas a védőkészülék teherbíró képességének megfelelően működni. A levezetendő energia nagyobb része a „C” fokozaton, a kevesebb a „D” fokozaton fusson le.

2.5. Villámvédelmi berendezések ellenőrzése

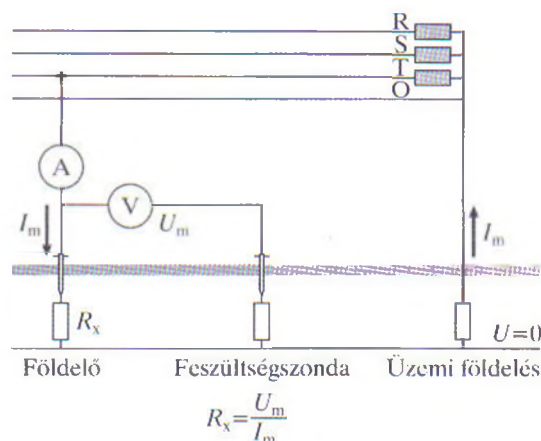
A villámvédelmi berendezések megfelelőségét, a kivitelezés után, ellenőrizni kell. A szabványok előírják az időközönkénti vizsgálatokat, melyeket csak az arra vizsgával jogosított személy, személyek végezhetnek el.

A vizsgálat a villámhárító összes látható részének (felfogó, levezető, összekötő), szabad szemmel látható részeire kiterjed. Különösen ügyelni kell a korrózió megjelenési formáira. Az eredeti kivitelhez képest sokszor változtatásokat végeznek az építményeken, amelyek megváltoztathatják a villámvédelem kialakítását is. Ellenőrizni kell a változtatás szakszerűségét is.

A földelőberendezés földelési ellenállás értékét méréssel állapítjuk meg. A földelési ellenállás méréséhez a levezetések le kell választani a földelőberendezésről. Minden vizsgálati értéket, észrevételt jegyzőkönyvezni kell.

A földelési ellenállás mérését az MSZ 4851-2:1990 szabvány előírásai alapján kell elvégezni. A földelési ellenállás két részből áll:

- a) a földelővezető ellenállása és a
- b) szétterjedési ellenállásból.



2.5.1. ábra. Erősáramú V-A mérős módszer

A földelési ellenállás a földelőhöz való csatlakozás és a távoli (a táplálást adó transzformátor leföldelt csillagpontja), lényegében a nulla potenciálnak tekinthető pont, közötti ellenállás. A szétterjedési ellenállás lényegében nem mérhető, de a fémalkatrészek kis ellenállása miatt tulajdonképpen megegyezik a mért földelési ellenállással.

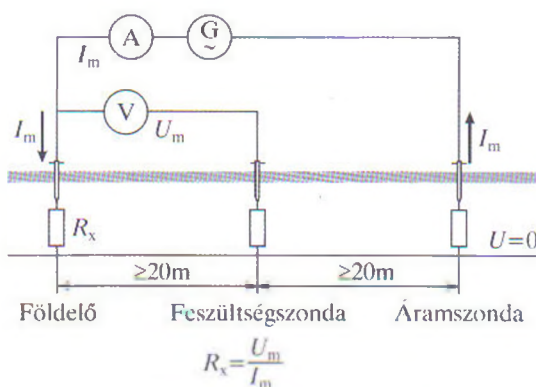
A földelési ellenállást gyengeáramú (2.5.2. ábra) és erősáramú módszerrel is mérhetjük.

Mindkét esetben V-A mérős módszert alkalmazunk, ahol az árammérő műszer a földelőn átfolyó áramot (I_m), a feszültségmérő műszer a távoli nulla ponthoz viszonyított feszültségkülönbséget (U_m) méri.

Az erősáramú V-A mérős módszert ajánlja elsősorban a szabvány a villámvédelmi földelések mérésére.

Az erősáramú V-A mérős módszer kapcsolását látjuk a 2.5.1. ábrán.

A földelési ellenállás értékét, a mérési eredmények alapján, az $R_x = \frac{U_m}{I_m}$ egyenlet segítségével számítjuk.



2.5.2. ábra. Földelési ellenállás mérése gyengeáramú, V-A módszerrel

A mérendő földelőhöz (R_x) viszonyítva, kb. 20–20 m távolságra el kell helyezni még két földelőszondát. Az áramszonda (segédszonda) egy másik földelőszonda is lehet.

A mérést tápláló energiaforrás, helyi energiaforrás (gyengeáramú) is lehet. A feszültség-szondának olyan helyet válasszunk, amely elég távol van mind a mérendő (R_x), mind az áramszondától.

Gyengeáramú földelési ellenállást mérhetünk ún. célműszerrel is, amikor a műszeren megfelelően kialakított műszercsatlakozókhoz kötjük a szondáktól odavezetett mérővezetéseket. A műszergyártók különféle célműszereket gyártanak a földelési ellenállás mérésére.

2.6. Villámvédelem szerelésének munkavédelmi előírásai

Villámhárítók szerelése közben a tetőn is kell dolgozni. A tetőn való munkavégzés során csak olyan dolgozót szabad foglalkoztatni, aki nem szédül, normális a vérnyomása. Egy szóval akinek az erre jogosító orvosi vizsgálata van, magasban végzendő munkára jogosult.

Ezt a követelményt elsősorban a munkáltatónak kell ellenőrizni. De a vele együtt dolgozó munkatártnak is tudnia kell, hogy a beosztott szerelő alkalmas-e a magasban végzendő munkára.

A 25 fokos, vagy ennél meredekebb tetőn csak biztonsági övvel és kötéllel szabad dolgozni. A kötélnél csak olyan hosszú lehet, hogy a dolgozó szabadon mozoghasson, de a leescéstől megvédje. A munka vezetőjének kötelessége ellenőrizni a biztonsági eszközök használatát. A munka megkezdése előtt ellenőrizni kell a biztonsági öv és a kötélnél állapotát!

Csúszós vagy 30 foknál meredekebb tetőn a biztonsági övön és kötélén kívül, tetőlétrát is használni kell. A létra állapotát és méreteinek megfelelőségét még használat előtt kell ellenőrizni.

A szerelési anyagokat, szerszámokat leesés ellen védeni kell, olyan tárolókat kell alkalmazni, amelyek a szerszámok, anyagok leesését megakadályozzák.

A járdának azt a részét, amely fölött a tetőn dolgoznak, és amelyre a szerelési anyagok és szerszámok leeshetnek, körül kell keríteni. A korláttal, kötéllel vagy jelzőszalaggal elzárt járdarészen „Vigyázz, a tetőn dolgoznak” feliratú, figyelmeztető táblákat kell elhelyezni.

A munka befejezése után a tetőszerkezetet helyre kell állítani és az esetleges hulladéktól meg kell tisztítani.

Gyakorló feladatok a villámvédelemmel kapcsolatban:

1. Melyik rendelet szabályozza a villámvédelmi berendezések létesítésének előírásait?
A villámvédelmi berendezések létesítését kötelezően írja elő 2/2002.(I.23.) BM rendelet, amely az MSZ 274 szabványsorozat műszaki tartalmát teszi kötelezővé.
2. Mit nevezünk villámáramnak?
A becsapási ponton folyó áram csúcsértékét.
3. Mi a villámhárító felfogó feladata?
Becsapási pontot nyújtani az épületet fenyegető villámcsapások számára.
4. Milyen környezeti hatással kell számolni, ha egy 12 m magas épület egy tó partjától 20 m távolságra áll?
Nem kell környezeti hatással számolni.

5. Magasság és környezet szerinti besoroláskor mekkora magasságot kell figyelembe venni, ha a tető 18 m magas és egy 8 m magas antenna van rajta, amit természetes fel-fogónak használnak?

A tető 18 m magasságát kell figyelembe venni.

6. Határozza meg a földelő szükséges földelési ellenállását, az alábbi adatok figyelembe-vételével! A földelő jellege egyedi (leválasztható).

A talaj fajlagos ellenállása: $\varsigma = 250 \text{ ohm} \cdot \text{m}$.

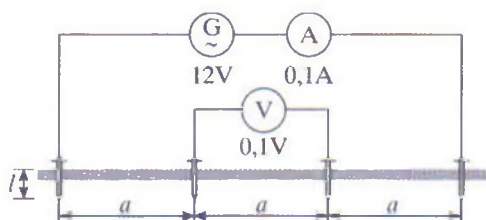
Az épület alapterülete: $A = 25 \times 25 \text{ m}$.

A földelő szükséges ellenállása:

$$R \leq 6 \cdot \frac{\varsigma}{\sqrt{A}} = 6 \cdot \frac{250}{\sqrt{25 \cdot 25}} = 6 \cdot \frac{250}{25} = 60 \Omega$$

7. Készítse el a talaj fajlagos ellenállásának méréséhez szükséges kapcsolási rajzot és tüntesse fel melyik szabvány írja elő a mérés végrehajtásának módját!

A mérés végrehajtást az MSZ 4851-2:1990 4. fejezete írja elő.



A méréshez használt szondák leverési mélységét (ℓ) a villámvédelmi célokra használt földelők mélységéből kapjuk meg, amely általában 6 méternél nem több. Így a szondák leverési mélysége kb. 0,3 m. A szondák egymás közötti távolsága kb. 6 m.

A szondák leverési mélysége: $\ell \leq \frac{a}{20}$.

A talaj fajlagos ellenállása: $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \frac{u}{i}$.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse a túlfeszültség fogalmát és keletkezésének okait!
2. Határozza meg a túlfeszültség és a villám elleni védelem berendezéseinek rendeltetését!
3. Melyek a túlfeszültség elleni védelem fontosabb készülékei?
4. Hogyan választjuk meg a villámvédelem egyes részeinek anyagait?
5. Ismertesse a túlfeszültség elleni védelmi berendezések szerelését!
6. Melyek a villám elleni védelmi berendezések elemei?
7. Ismertesse a felfogóberendezések egyes megoldásait!
8. Mit értünk veszélyes hurok alatt?
9. Miért kell alkalmazni vizsgáló összekötőt?
10. Hogyan kell biztosítani a megfelelő földelést?
11. Ismertesse a villám elleni védelmi berendezések szerelését!
12. Melyek a legfontosabb balesetvédelmi előírások, melyeket a villámhárító berendezések szerelésekor be kell tartani?
13. Katalógusból válassza ki a megfelelő belsőtéri túlfeszültség védelmi eszközt.

3.

Villamos szállító-, emelő-, fűtő-, hűtő- és szellőzőberendezések

Az ipari üzemekben, az iparszerű építkezéseken, a nagy raktáráruházakban és egyéb helyeken, pl. a mezőgazdaságban, számos emelő és szállítóberendezést használnak. Ezeknek, a gépeknek a hajtásait villamos motorokkal oldják meg.

A lakások, irodák, áruházak fűtő-, hűtő-, szellőzőberendezéseit, röviden klímaberendezéseit, villamos energiával táplálják, vezérlik, szabályozzák.

A villanyszerelő feladata ezeknek a berendezéseknek a szerelése, ellenőrzése, karbantartása, javítása.

3.1. Villamos szállítóberendezések

A villamos működtetésű emelő és szállítóberendezések szerelése, beüzemelése és karbantartása a villanyszerelő feladata.

Az emelő és szállítóberendezések lehetnek:

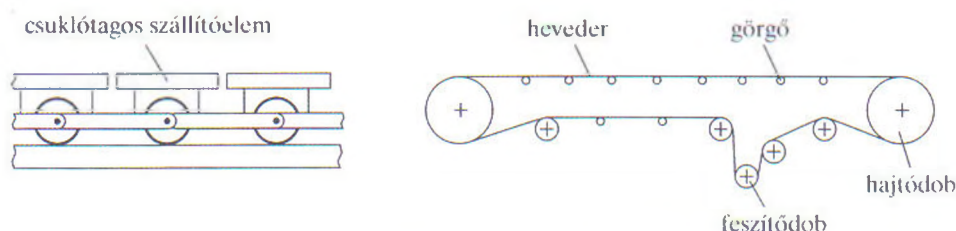
- szállítószalagok;
- futódaruk;
- futómacskák;
- építkezési daruk;
- villamos targoncák.

Szállítószalag szerkezet, működése

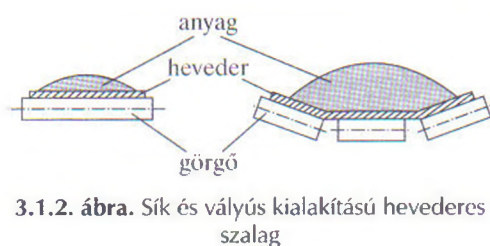
A szállítószalagok darabos vagy ömlesztett anyagok egyirányú vagy váltakozó irányú továbbítására alkalmasak. A szállítófelület, szorosan egymás után csatolt csuklótagokból vagy végtelenített, textillel erősített, gumi hevederből áll (3.1.1. ábra).

A gumihevederes szalag – a támasztógörgők elhelyezésétől, kialakításától függően – sík vagy vályús lehet (3.1.2. ábra).

A szalagok hosszúságát a technológia határozza meg, illetve a beépíthetőség. A szalagok kerekeken mozgatható vagy fektetett kivitelűek, lehetnek. A kerekeken mozgathatókat általában olyan helyen alkalmazzák, ahol a szállítandó anyag több halomban helyezkedik el. Ilyenek lehetnek például sóder, homok, gabona, stb. A mobil szalagok energiaellátását nehéz kivitelű kábelekkel oldják meg.



3.1.1. ábra. Csuklós és hevederes szállítófelület



3.1.2. ábra. Sík és vályús kialakítású hevederes szalag

A szállítószalagok végein, terelődobok fordítják vissza a szalagot. Az egyik dob egyben hajtódob is, amelyik a húzóerőt közvetíti a szalagnak. A jobb súrlódás miatt a hevedert megfeszítik, rövidebb – 3–4 m hosszú – szalagoknál, a visszatérő dob elmozdításával. Hosszabb szalagoknál feszítődobot alkalmaznak.

Szállítószalag működtetése

A szállítószalagos anyagszállítás lehet állandó jelleggel telepített (pl. erőművekben), állandó jellegű, de a használati céloknak megfelelően mozgatott, vagy időszakosan alkalmazott (pl. építkezéseken).

A szállítószalag rendeltetésétől függően kell a villamos berendezést is hozzárendelni.

Az állandó jelleggel telepített, több szakaszból álló anyagszállító rendszerek villamos vezérlése – a sokoldalú műszaki követelmények miatt – bonyolultabb áramköröket igényel.

Kisebb szállítószalagoknál a hajtómotor rövidrezárt forgórészű, aszinkron-motor, nagyobb teljesítmény igényhez csúszógyűrűs aszinkronmotor használnak.

Ideiglenesen telepített és kisebb szállítószalagokra általában kézi erővel adagolják a szállítandó anyagokat.

Gépi adagolóberendezést, állandó jellegű szállítószalag rendszerekhez létesítenek.

A gépi adagolóberendezések három fő segédeleme van:

- a surrantó, amelyen keresztül a szalagra jut az anyag;
- a tartályok elzárószerve (tolólap);
- az adagológép.

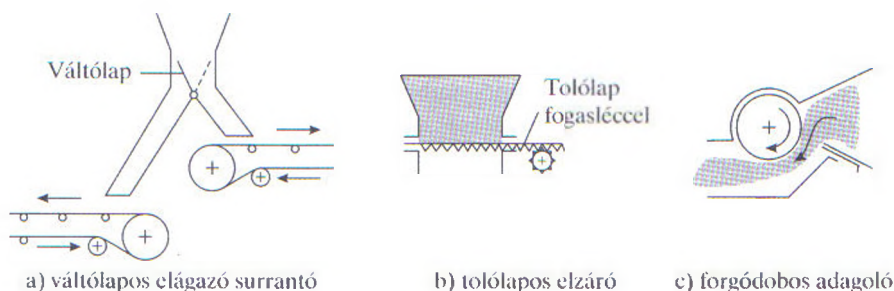
A surrantó kivezető csövét, csöveit, úgy alakítják ki, hogy azok a szállítás irányának megfelelően adagolják az anyagot a szalagra (3.1.3. a) ábra). Az anyagáramot a váltólap átváltásával vagy az adagolótölcsér átirányításával lehet változtatni. A tolólapos elzárószervezet a 3.1.3. b) ábrán, a forgódobos adagoló a 3.1.3. c) ábrán látható.

Háromszakaszos szállítószalag rendszer önműködő lefutóvezérlését mutatja a 3.1.4. és 3.1.5. ábra.

A háromszalagos szállítószalag rendszeren az anyagszállítás iránya 3.-2.-1.

Az indításkor az egyes szakaszok az anyagszállítás irányával ellentétes sorrendben indulnak, néhány másodperces késleltetéssel.

Az esetleges üzemzavarok miatt bekövetkező anyagtorlódások elkerülése érdekében, a hibás szakasszal együtt az anyagszállítás sorrendjében előtte lévő szalagok leállnak.



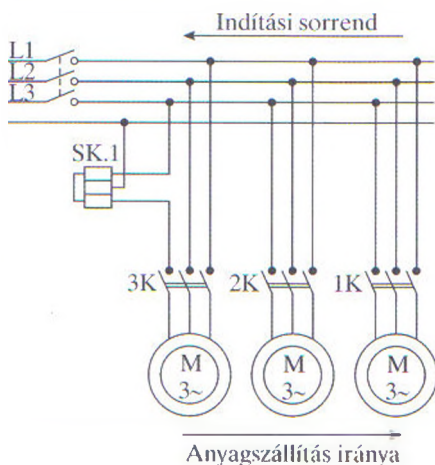
3.1.3. ábra. A gépi adagolás segédeszközei

Kikapcsoláskor egyszerre áll le az egész rendszer.

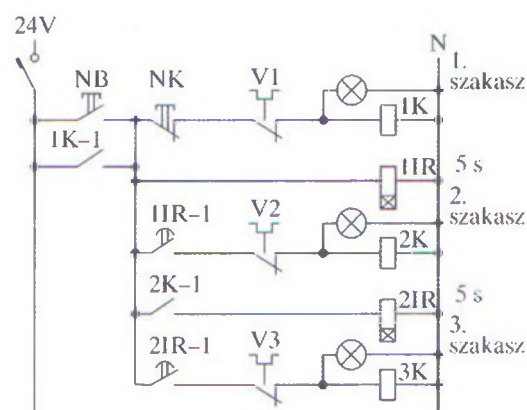
Egyes esetekben forgásirány érzékelőt is beiktatnak, amelyek segítségével csak akkor kapcsolhat be a rendszer, ha helyes a szállítószalagok haladási iránya.

A szállítószalag rendszereket még üres (szállítandó anyag nélküli állapot) állapotban kipróbálják, hogy helyesen működnek-e.

A vezérlés természetesen megoldható úgy, hogy a mágneskapcsolók egymás utáni bekapcsolását időrelék segítségével végeztetjük. Az időrelék beállítása azonban függ a szállítószalag haladási sebességétől is.



3.1.4. ábra. Háromszalagos szállítószalag rendszer főáramköre



3.1.5. ábra. Háromszakaszos szállítószalag-rendszer önműködő lefutóvezérlése

Biztonságtechnikai előírások

A szállítószalag rendszerek vezérlőberendezéseinek a következő műszaki és munkavédelmi követelményeket kell kielégítenie:

- Kellően nem áttekinthető terepen, indítás előtt az áramkör megfelelő időtartamú, és erejű fény és hangjelzést adjon.
- Több szakaszból álló szállítószalag rendszer egyes elemei, az egyes szakaszok, az anyagszállítás irányával ellentétes sorrendben induljanak. A következő szalag csak az előző után induljon (anyagtorlódás).

- Bármelyik szakasz leállása esetén az egész rendszernek, de legalább az előző szalagnak, szalagoknak, le kell állniuk.
- Veszély esetén vészkapcsoló nyomógommbal le lehessen állítani a berendezést.
- A berendezés szabályszerű működését ellenőrző tevékenység vagy javítás utáni vizsgálat céljából az egyes gépek egyedi indítására is legyen lehetőség. Az egyes gépek indítását csak az arra megfelelő jogosultságú személy végezheti.
- A berendezésnek véletlen bekapcsolás elleni védelemmel is rendelkeznie kell.
- Üzemszerűen leállni, csak anyagmentes állapotban lehessen.
- Összetett rendszerhez megfelelően áttekinthető, blokksemát kell kialakítani. Ez egyben az ellenőrzést és a hibabehatárolást is segíti.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse, hogyan csoportosíthatjuk a szállítóberendezéseket!
2. Vázolja le egy hevederes szállítószalag felépítését!
3. Vázolja és ismertesse a háromszalagos lefutóvezérlést!
4. Hogyan érzékeli a vezérlési rendszer a szalagok indíthatóságát?
5. Melyek a biztonságtechnikai előírások?

3.2. Villamos emelőberendezések csoportosítása

A villamos emelőberendezések lehetnek daruk (futó-, híd-, portál-, torony-, stb.), lehetnek más emelőberendezések, pl. felvonók, villástargoncák.

A daruknak egész külön irodalma van, valamint a vonatkozó szabványok, a szakterületüknek megfelelő előírások határozza meg a szerelésüket, karbantartásukat.

A felvonókat, hasonlóan a darukhoz, szigorú előírások alapján szabad létesíteni. Megkülönböztetünk személy-, teher- és különleges felvonókat.

A legszigorúbb előírások a személyfelvonókra vonatkoznak.

Építőipari teherfelvonók szerkezete, működése, működtetése

Az építőipari felvonók lehetnek csak anyagot, és lehetnek anyagot és személyt is szállító felvonók. A vegyes, tehát személyt és anyagot is szállító felvonók létesítésére és működtetésére gyakorlatilag mindazok az előírások érvényesek, amelyek a csak személyeket szállító felvonókra.

Az építőiparban használt csak anyagszállítási célú felvonók kisebb anyagmennyiség, vagy nagyobb anyagmennyiség szállítását végezhetik. A kevesebb anyagot szállító felvonó, pl. egy megfelelően a tetőre szerelt drótköteles csörlőből álló emelőszerkezet is lehet. A csörlőt egy kisebb villamos motor hajtja és a vezérlését az építkezés alsó szintjén elhelyezett kapcsolóegységgel, irányítják. Ezeket, a szerkezeteket nem tekintik építkezési felvonóknak. Felépítésüknél fogva és a vonatkozó rendeletek értelmében emelőgépnek minősülnek.

Nagyobb anyagmennyiségek, több mázsa, esetleg tonna súlyúakat, a terhelés nagyságának megfelelő emelőszerkezettel kell végezni.

A berendezések az építkezések magasságának megfelelően, a helyszínen könnyen és gyorsan megépíthetők. A felvonószerkezetek az épületekhez biztonságosan kiköthetők. A felvonók alkalmazásával a közbelső emeletek raktárként is használhatók.

A villanyszerelő feladata az építőipari felvonók és emelőgépek esetében gyakorlatilag a működtető villamos gépek energiaellátásának biztosítása. A felvonók, emelőgépek hajtását egyfázisú vagy háromfázisú motorokkal oldják meg.

Miután a gépeket csak ideiglenesen alkalmazzák, ezért az energiaellátást is ideiglenes jelleggel kell megoldani. Az ideiglenes jelleg nem jelentheti azonban azt, hogy a biztonsági feltételeket elhanyagoljuk. Az ideiglenes villamos energiaszolgáltatás és azok berendezéseire az MSZ 2364 illetve részben az MSZ 1600 valamint az MSZ 172 szabványok előírásai vonatkoznak.

A felvonókhoz, emelőgépekhez megadják a szükséges villamos teljesítményigényt, valamint azt, hogy egy-, vagy háromfázisú táplálásra van szükség.

A meghajtás többnyire, a legalsó szinten van, ennek megfelelően a villamos csatlakozást is, oda kell telepíteni.

A motorok teljesítménye többnyire 3,5 kW-tól 30 kW-ig terjed és háromfázisú kivitelűek. A motorok meghajtásához szükséges villamos energián túlmenően biztosítani kell a felvonók vezérléséhez szükséges feszültséget is. A vezérlő feszültség általában, 36 V váltakozó feszültség.

A villamos kapcsoló berendezést IP 54 védettségű, biztonsági zárral ellátott kapcsolószekrényben helyezik el. A kapcsolószekrényen belül a kisfeszültségű rész véletlen érintés ellen védett. A törpefeszültségű rész biztonságosan elválasztott.

A felvonók vezérlő- illetve szabályzó részét a villanyszerelő általában nem módosíthatja, csak a fő energiaellátást kell biztosítania.

Biztonságtechnikai előírások

Az építőipari emelőszerkezeteket minden nap, használatbavétel előtt, ellenőrizni kell. Az ellenőrzés mind a mechanikus szerkezetekre, mind a villamos részekre egyaránt vonatkozik. Az építési területeken alkalmazott ideiglenes csatlakozó szekrényekbe áramvédőkapcsolót kell telepíteni. Az áramvédőkapcsolók biztonságos működőképességét, ebben az esetben naponta kell ellenőrizni.

A felvonó, emelőszerkezetek energiaellátást biztosító kapcsoló berendezések kellő tisztántartását biztosítani kell. Nem szabad olyan műveleteket végezni, amelyek a csatlakozó berendezésben vagy az energiaszállító vezetékben kárt okoz.

Miután az ideiglenes csatlakozó és elosztó berendezésekhez külön védőföldelést is ki kell alakítani, az esetleges áttelepítéseknél ügyelni kell a földelés megfelelő kivitelére.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Melyek a villamos emelőberendezések?
2. Miket nevezünk építőipari teherfelvonóknak?
3. Milyen biztonságtechnikai előírások vonatkoznak az építőipari teherfelvonókra?
4. Milyen energiaellátással tápláljuk a felvonókat?
5. Mikor és hogyan kell ellenőrizni a felvonók villamos berendezéseit?
6. Mire kell különösen ügyelni az építőipari gépek áttelepítésénél?

3.3. Ipari fűtőberendezések csoportosítása

Az ipari fűtőberendezések fűtőenergia ellátása, a fűtőenergia-hordozótól függően többféle lehet.

A következőkben ismerkedjünk meg, ismételjük át, a teljesség igénye nélkül, a fűtés lehetséges változataival.

A fűtéshez szükséges energiahordozók lehetnek:

- szilárd,
- folyékony,
- gáznemű halmazállapotúak.

Az energiahordozókból nyert fűtési energia felhasználása, lehet:

- vízmelegítés vagy gőztermelés,
- közvetlen gáz felhasználás,
- fűtőenergia átalakítása villamos energiává.

Bármelyik energiaszolgáltatási módot választjuk többnyire villamos energiát is használunk.

A villamos energiát a fűtőberendezések működtetésére, vezérlésére, szabályozásra vagy közvetlenül hőtermelésre használhatjuk.

Villamos energiát közvetlen fűtésre lakossági, kommunális vagy ipari célra alkalmazunk.

A lakossági felhasználás többnyire a főzés, világítás, vízmelegítés és részben a fűtés céljait szolgálhatja. A lakossági felhasználás aránya emelkedik, azonban a nagyfogyasztók (üzemek, áruházak, kommunális intézmények) villamos berendezései a jelentősebbek.

Ellenállásfűtésű kemence szerkezete, felépítése, működése, működtetése

Az ellenállásfűtés során a vezetõn (fűtõellenálláson) áthaladó összes villamos energia, hőenergiává alakul át. Eközben a villamos áram más jellegű munkát nem végez. A keletkező hőenergiát Joule törvénye alapján határozhatjuk meg. E szerint a létrehozott hőmennyiség egyenesen arányos a feszültséggel, az áramerősséggel, az idővel, valamint az illető anyagra jellemző hőegyenértékkel.

$$Q = 3,6 \cdot 10^3 \cdot U \cdot I \cdot t$$

ahol: Q a hőmennyiség, jouleban, (J);
 U a feszültség értéke voltban (V);
 I az áramerősség amperben (A);
 t a fűtés ideje órában (h).

A villamos áram hőegyenértéke $1 \text{ Wh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}$.

A fűtõellenállások készülhetnek fémes és nemfémes anyagokból. A fémes fűtõellenállás anyagok, különféle fémek ötvözetéből készülnek. A gyakrabban alkalmazott anyagok a króm, a nikkel (Cekas), valamint a króm, az alumínium és a vas ötvözetek (Kanthal). Ezeket túlmenően alkalmazzák még a wolframot, a molibdént és a platínát.

3.1.táblázat

A Kanthal és Nikrothal márkanévű fűtőellenállás-anyagok főbb fizikai tulajdonságai

	A fűtőellenállás-anyag márkaneve							
	Kanthal				Nikrothal			
	A ₃	A	D8I	D8D	80	60	40	20
Legnagyobb megengedett ellenhőmérséklet állandó üzemben, °C	1350	1300	1150	1200	1200	1125	1100	1050
Fajlagos ellenállás 20 °C-on, $\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$	1,45	1,39	1,35	1,35	1,09	1,11	1,04	0,95
Sűrűség, g/cm ³	7,1	7,15	7,25	7,25	8,3	8,2	7,9	7,8
Olvadáspont, °C	1510	1510	1510	1510	1400	1390	1390	1380

A fémalapú ellenállásanyagok a kereskedelmi forgalomban és az ipari jellegű felhasználás során a Kanthal és a Nikrothal néven kerülnek forgalomba illetve felhasználásra. Jellemzőik a 3.1. táblázatban láthatók.

A fűtőellenállás-anyagok élettartama nagymértékben függ, a fűtés során alkalmazott hőmérsékleti értékektől. A maximálisan megengedett, hőmérsékletnél magasabb hőfokon üzemeltetett ellenállás-anyagok élettartama minden 100°C hő-mérsékletemelkedés hatására kb. egyharmadára csökken.

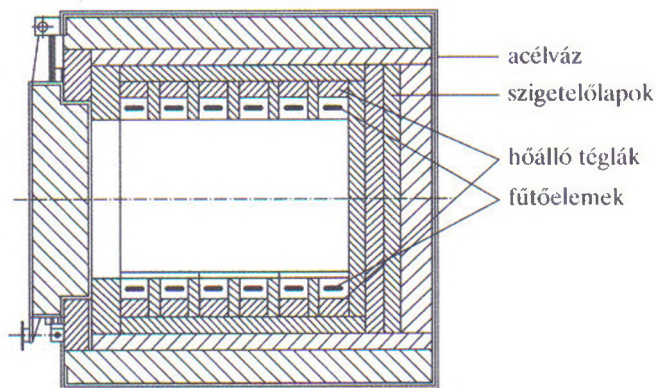
A fűtőellenállás-anyagok kiválasztásakor, a terhelőáramon kívül, figyelembe kell venni a megengedhető felületi hőterhelést is. A hőterhelés az ipari jellegű fűtőtestek, kemencék esetében 800 °C-ig, 2...3 W/cm², 900 °C-ig 1,5...2 W/cm² és 1000 °C-ig 1,0...1,5 W/cm².

A fűtőellenállás-anyagokat általában, huzal és szalag alakban gyártják, illetve hozzák forgalomba. Ezeken kívül U vagy M alakra hajlított rudakat is gyártanak. A műszaki jellemzőket a csomagoláson feltüntetik: átmérő, súly, méterenkénti ellenállás értéke, a maximális hőmérséklet, az áramsűrűség.

Nemfémes ellenállásanyagok a grafit, a szén, a szilícium-karbid. Ezeket, az anyagokat különböző átmérőjű és hosszúságú rúd vagy cső alakban gyártják és kerülnek forgalomba. Jellemzőjük az igen magas üzemi hőmérséklet, ami a szén és a grafit esetében elérheti az 1800...3000 °C-t is.

A szilícium-karbid (karborundum) „szilit” terméknev alatt kerül forgalomba, maximális hőmérsékleti értéke 1450...1500 °C. Különböző hosszúságú, 3...30 mm átmérőjű rudakban gyártják, élettartamuk, az előírásoknak megfelelő viszonyok között elérheti a 3000 üzemórát is. A fémellenállás-anyagoknál nagyobb, 5...20 W/cm² felületi terhelésük lehet.

Az ellenállásfűtés közvetlen és közvetett lehet, attól függően, hogy a hő hol jön létre. Közvetlenül az anyagban jön létre, pl. szegecsek, rudak, csövek izzításakor.



3.3.1. ábra. Cserépégető kemence

Közvetett a fűtés, ha a fűtőellenállás által létrehozott hő hevíti a melegítendő anyagot. Ilyen megoldású a hővezetéssel, hőszugárzással, hőszállítással való anyagmelegítés. Közvetett fűtést alkalmaznak a cserépégető kemencében is (3.3.1. ábra).

Infrasugaras fűtőberendezések működése

Az infrasugaras fűtés során, a felmelegítendő anyagot infravörös sugárzással hevítik fel. Az infravörös sugárzás elektromágneses sugárzás, amely valamely anyagba bevezetve, abban hőt termel.

Terjedési sebessége megegyezik a fény terjedési sebességével, frekvenciája azonban különbözik attól. Az infravörös sugárzás hullámhossza a látható fénysugarak hullámhossza felett kezdődik ($0,8\ \mu\text{m}$) és a rádióhullámokig ($1\ \text{mm}$) tart.

Fűtésre a $0,8\ldots 8,0\ \mu\text{m}$ tartományba tartozó infravörös sugarakat használják.

Az infravörös fűtésre, arra a célra különlegesen kialakított izzólámpákat, valamint egyéb, pl. csőfűtőtesteket használnak.

Ez a fűtési megoldás kisebb fűtési energiaigény kielégítésére szolgál, de előnyös, azért mert a hevítendő anyagban hozza létre a hőt. Használják izzólámpa kivitelű egységekben, pl. kisebb helyiségek időszakos fűtésére, célzott fűtésre.

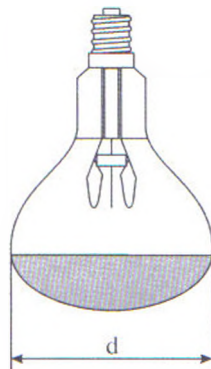
Fényezett (festett) felületek festékrétegeinek beégetésére, pl. a gépjárműiparban. A mezőgazdaságban kisállatok melegítésére, keltetőgépek működtetésére.

Az infrasugárzós fűtés alapegysége a normál izzólámpához hasonló kivitelű infralámpa (3.3.2. ábra). Az infralámpás fűtés lehet egyedi, egyetlen izzóval, vagy csoportos, nagyobb felületek melegítésére szolgáló (3.3.3. ábra).

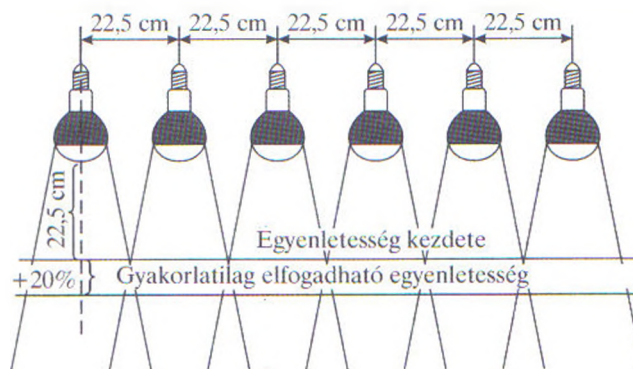
Az infralámpa kialakítása:

- a menetes fej;
- a nyakrész, a hőárnyékoló lemezzel;
- a parabola alakú tükör (belül alumínium bevonattal);
- a sugarakat átengedő burarész.

A menetes fejből indulnak ki a wolframspirált tartó vezetők. A wolfram-spirál a tükör fókuszpontjában van.



3.3.2. ábra.
Infrasugárzó lámpa
szerkezete



3.3.3. ábra. Infralámpás csoport

A nyakrészen nikkelezett hőálló lemez van, amely csökkenti a meleg áramlását a fej felé, ugyanakkor segíti a sugarak tükrözését is.

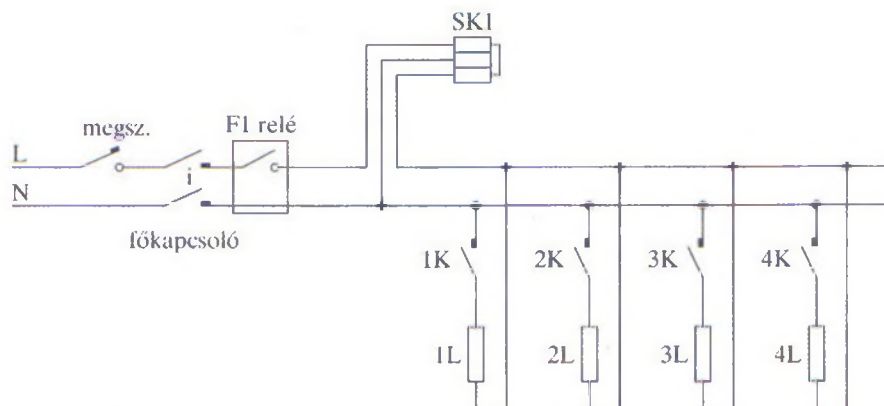
A parabolaalakú, belül alumíniummal bevont tükrös résszel irányítani lehet a sugarakat. Az üvegburát argongázzal töltik meg.

Az izzók névleges teljesítményei: 150, 250, 375, 500 és 1000 W.

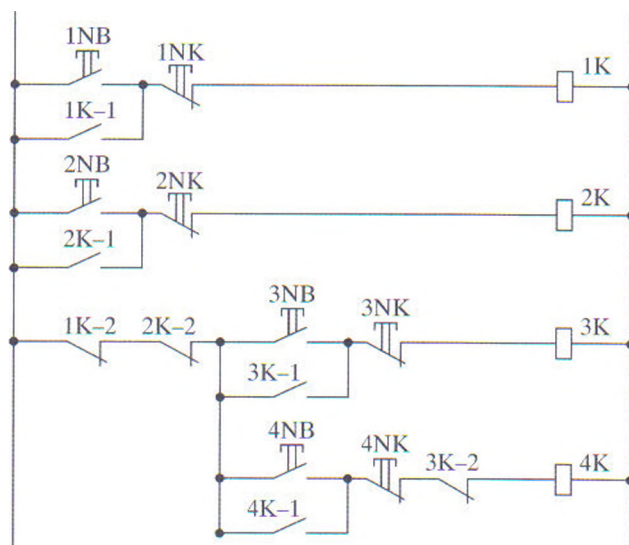
Nagyobb szárítóegységekben lámpacsoportokat alakítanak ki (3.3.3. ábra). A lámpacsoportokat úgy alakítják ki, hogy a melegítendő felülettől megfelelő távolságban, és az egyenletes melegítést szolgáló elrendezésben, legyenek.

Nagyobb teljesítményű hőkészülékeket gyakran reteszelt kapcsolásban működtetik, annak érdekében, hogy a hálózatot túlságosan ne terhelje a berendezés.

A következőkben négy fűtőelemmel rendelkező fűtőegységet mutatunk be (3.3.4. és 3.3.5. ábra).



3.3.4. ábra. Nagyobb fűtőberendezés egységeinek főáramköri vázlata



3.3.5. ábra. Nagyobb teljesítményű fűtőberendezés korlátozott(reteszelt) vezérlése

Az egyidejű teljesítmény-felvétel korlátozása érdekében egyes fűtőbetétek egyszerre történő bekapcsolását meg kell akadályozni. A fűtőtesteket külön-külön mágneskapcsoló kapcsolja be.

A korlátozás feltételei:

- az egyes fűtőtestek külön-külön működhetnek;
- az 1. és 2. fűtőtest együtt is működhet;
- az 1. és/vagy a 2. fűtőtest, nem működhet együtt a 3. vagy 4. fűtőtesttel;
- a 3. fűtőtest működése esetén a 4. nem működhet.

A fűtőtestekkel ellátott fogyasztókat (kisfeszültségű táplálás esetén) védővezetővel kell ellátni, azonban ajánlott nagyobb fogyasztók mellé áram-védőkapcsolót is beépíteni.

Biztonságtechnikai előírások

Az infralámpák szerelésére az MSZ 2364 előírásai vonatkoznak. A szereléskor figyelembe kell venni a helyiség jellegét (száraz, párás, nedves-párás stb.), különösen ügyelni kell a festékanyagok illékony részeinek hatásaira.

A lámpákat többnyire fejjel lefelé szerelik, ezért a felfelé áramló hő részben a fejet, részben a foglalatot melegíti. A lámpák bekapcsolási időtartama jelentősen befolyásolja a foglalat hőterhelését. A nagyobb teljesítményű izzóknál és a hosszabb időtartamú működésnél, a foglalatok anyagát is úgy kell megválasztani, hogy a nagyobb terhelésnek is megfeleljenek pl. porcelán.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Hogyan hozzuk létre a hőenergiát villamos ellenállásfűtéssel?
2. Hogyan számítjuk ki a hőegyenértéket?
3. Melyek a fontosabb fémes és nem fémes ellenállás anyagok
4. Ismertesse az infrasugaras fűtést!
5. Milyen biztonságtechnikai előírásokat kell betartani az infrasugaras fűtés szerelésénél?

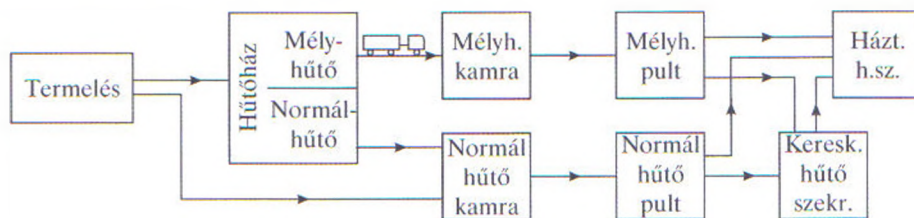
3.4. Ipari hűtőberendezések

Az ipari hűtőberendezések az élelmiszerek tárolására, tartósítására szolgálnak. Továbbá egyes üzemek például gyógyszer és vegyiparok technológiai folyamataiban vesznek részt.

Az élelmiszereket nagy befogadóképességű hűtőházakban hűtik, fagyasztják. Alapvető követelmény, hogy a hűtött élelmiszer minőségromlás nélkül jusson el a fogyasztóhoz. A szállítás és a közbelső tárolás során a hűtött, fagyasztott árunak mindig a megfelelő hőmérsékleten kell maradnia.

Az iparszerű termelés során, a technológiai folyamatok egyes részei is megkívánják a hűtés műveleteit.

Az élelmiszerek hűtésének, tárolásának és a fogyasztóhoz juttatásának a kapcsolatát a hűtláncoknak kell biztosítani (3.4.1. ábra).



3.4.1. ábra. Hűtlánc elvi felépítése

Kereskedelmi hűtőbútorok általános felépítése és működési elve

A kereskedelmi hűtőberendezések nagyobb gyakorisága miatt elsősorban a kereskedelmi hűtőbútorok általános felépítésével és működésével foglalkozunk.

A kereskedelmi hűtőbútorokat a következőképpen csoportosíthatjuk:

1. Zárt hűtőszekrények
 - a) Normál hőmérsékletű kb. $0 \dots +6^{\circ}\text{C}$ -ig;
 - b) Mélyhűtő, tárolásra kb. -18°C -ig;
 - c) Fagyasztó kb. -18°C alatt.
2. Hűtőpult zárt és nyitott kivitelben
 - a) Normál hőmérsékletű;
 - b) Mélyhűtőpult, tárolásra;
 - c) Zárt fagyasztópult.

3. Hűtővitrin zárt és nyitott kivitelben

- a) normál hőmérsékletű;
- b) mélyhűtő.

A kereskedelmi hűtőbútorokat a vendéglátóiparban, a gyermeknevelő intézetekben, a nagy áruházakban, de a kisebb kereskedelmi egységekben is használják.

A bútorok egy részét ipari, egészségügyi intézetekben valamint laboratóriumi célokra is alkalmazzák. A hűtőbútorok elnevezést többnyire a 250 liternél nagyobb hasznos űrtartalmú berendezésekre használjuk.

A kereskedelmi hűtőbútorok kompressziós hűtőberendezések. A háztartási hűtőszekrények, hűtőládák, mélyhűtők hűtést előállító egységeitől elsősorban, szerkezeti megoldásaikban térnek el.

A hűtés elméletével nem foglalkozunk, csak a leglényegesebb fogalmakat ismertetjük.

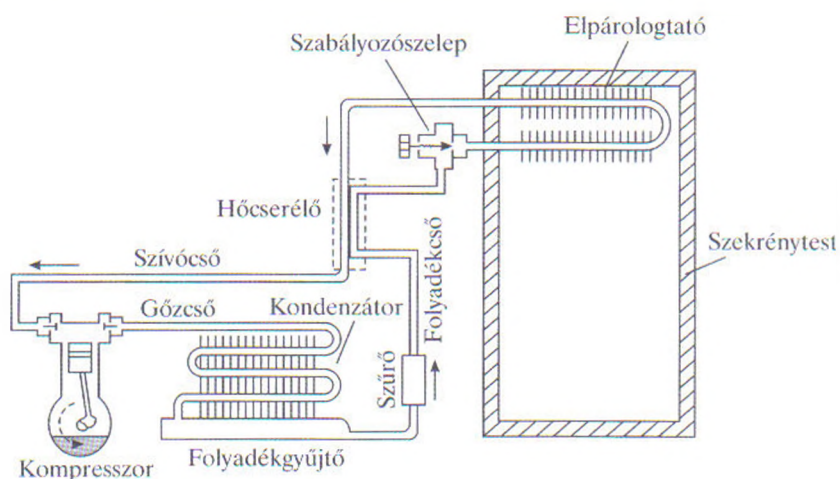
A hűtőkörfolyamat megismerését kezdjük a *kompresszorral*. A háztartási hűtőszekrényekbe, hűtőládákba, mélyhűtőkbe alapvetően zárt rendszerű (hermetikus) kompresszorokat építenek be. A kereskedelmi hűtőegységekben többnyire nyitott kompresszorokat alkalmaznak. Természetesen olyan helyeken, ahol a nyitott kompresszor túl nagy zajjal jár, ott félhermetikus vagy hermetikus kompresszort alkalmaznak.

A kompresszor, a szívócsőből (szívóvezeték), közvetlenül vagy közvetve, szívónyomáson levő, túlhevített hűtőközeg-gőzt szív be a szívószelepen keresztül.

A beszívott gőzt a nyomóoldali vagy más néven kondenzációs nyomásra sűríti. A nagy nyomású, és a nagy hőmérsékletű gőz, a gőzvezetéken keresztül a kondenzátorba jut. A kondenzátorban, külső hűtés (víz vagy levegő) segítségével elvonjuk a gőz túlhevítési és rejtett hőjét.

A kondenzálódott (lecsapódott) gőz a folyadékűtőbe kerül, amelyet közvetlenül egybeépítik a kondenzátorral, vagy külön edényként alakítják ki.

A folyadékűtő edényből a hűtőközeg, a folyadékcsövön keresztül, a nedvesség- és a szennyszűrőbe, majd a szabályozó szelephez jut.



3.4.2. ábra. Kereskedelmi hűtőbútorok felépítése és működési vázlata

A szabályozószeleppel, a kondenzációs nyomásról, elpárolgási nyomásra fojtjuk a hűtőközeget. A szabályozószelepen már megindul a gőzképződés.

A szabályozószelepből folyadék és gőz halmazállapotban jut az elpárolgatóba. Az elpárolgatóban a kis nyomáson és hőmérsékleten lévő közeg, hőt von el a környezetétől, ezáltal teljes mértékben elpárolg, sőt bizonyos mértékig túlhevül. Az elpárolgási nyomáson lévő, túlhevített gőzök, a szívócsövön keresztül jutnak vissza a kompresszorhoz, ezzel a körfolyamat bezárul.

A 3.4.2. ábrából látható, hogy a szerkezeti egységek egy része a szekrénytesten kívül, más részei azon belül helyezkednek el.

A kívül elhelyezettek az ún. meleg, míg a belül lévőek a hideg egységek.

A kívül elhelyezett egységek:

- az aggregát;
- a meleg csővezetékek;
- a csővezetékbe beépített tartozékok;
- a védelmi és a
- szabályozó berendezések.

Az aggregát tartozékai:

- a kompresszor (nyitott, félhermetikus, hermetikus);
- a kondenzátor (léghűtésű, vízhűtésű);
- a folyadékgyűjtő edény;
- a szenny- és nedvességszűrő (nem mindig).

A belül elhelyezett egységek: az elpárolgató és a szabályozó szerv.

A hűtött teret a szekrénytestbe beépített hőszigetelés határolja el a külső, meleg tértől.

A kereskedelmi hűtőegységeken túlmenően, egyre nagyobb teret kapnak a kisebb-nagyobb teljesítményű (hőelvonó) ún. klímaberendezések.

A klímaberendezések a kisteljesítményűektől (ablakklíma), a nagy, egész épületek hőháztartását szabályozni képes berendezésekig terjednek.

Energiaellátásuk

A hűtőgépek többsége – kivételt képeznek a nagy ipari üzemekben alkalmazott hűtőrendszerek – egyfázisú, aszinkronmotorral, ékszíjhajtású kompresszorral rendelkezik.

A hajtó motorok kondenzátoros vagy segédfázis tekercsű motorok. Az energiaellátást a motor teljesítményének, az indítás gyakoriságának megfelelő kapcsoló berendezésen keresztül tápláljuk. A szerelést az MSZ 2364-es szerint kell végezni.

A hűtőegységet (szekrény, pult stb.) dugós csatlakozással látjuk el. Nagyobb teljesítményű hűtőket, pl. áruházak hűtőpultjait, rögzített bekötéssel, hajlékony vezetékkel csatlakoztatjuk a hálózathoz.

Miután a hűtőgépek külső burkolata fémlemez, valamint a kompresszor és tartozékai könnyen kézzel érinthetők, a gépeket földelni kell.

A hűtőgépek egyes részei (a hőérzékelők, szabályozók) hálózati feszültségről működnek. A hibakeresésnél, beavatkozásnál, pl. a világítóegység cseréjénél, kellő elővigyázattal kell dolgozni.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Ismertesse a hűtőlánc elvi felépítését!
2. Ismertesse a kereskedelmi hűtőbútorok általános felépítését!
3. Mit jelent a hűtőkörfolyamat és melyek a főbb egységei?
4. Miket nevezünk klímaberendezéseknek?

3.5. Szellőzőberendezések működési elve

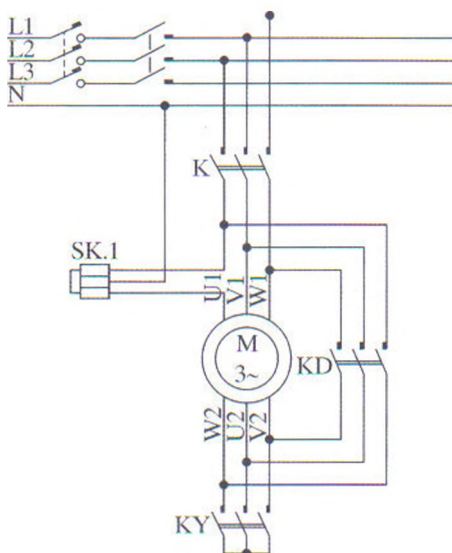
A szellőzőberendezések feladata részben friss levegő áramoltatása zárt vagy zártnak minősülő helyiségekbe, vagy elszívás, pl. káros anyagokkal telített belső térből. Szellőztetést igényelnek a nagy lakótelepi lakások, de szellőzést igényelnek a nagyobb komfort igényű családi házak is.

A nagy irodaépületek, színházak, iskolák, klímaviszonyait szellőzőberendezésekkel szabályozzák. Kiemelkedően fontos a számítógépparkok megfelelő légösszetétele.

Az épületeken belüli légállapotot jellemzi:

- a hőmérséklet;
- a relatív páratartalom.

Ezeken túlmenően a CO_2 és egyéb, a levegőt szennyező anyagok jelenléte is befolyásolja a munkahelyi, a lakásklimát. A szellőztetés egyik fontos jellemzője az áramló levegő sebessége is.



3.5.1. ábra. Automatikus szellőzőberendezés főáramköri vázlata

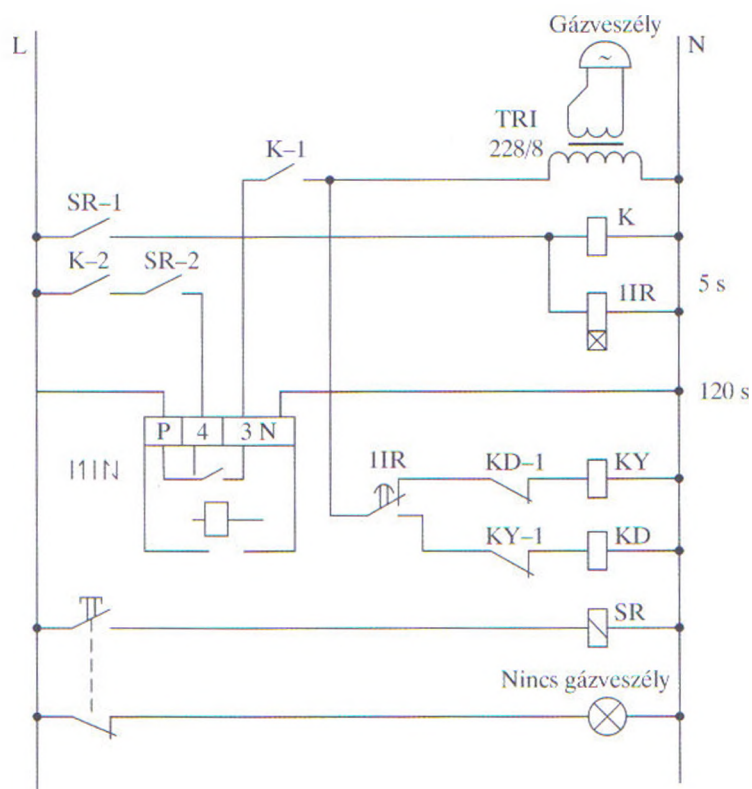
A légállapotot befolyásoló tényezők:

- a mesterséges szellőztetés (m^3/h);
- a mesterséges fűtés (J/h);
- a mesterséges hűtés (J/h).

A szellőztetés berendezéseinek alapvető eleme a ventilátor. A szállított levegőmennyiséget a ventilátor, vagy ventilátorok fordulatszámával szabályozhatjuk. A ventilátorokat hajtó villamos motorok, többnyire háromfázisú rövidrezárt forgórésű aszinkron motorok. A szabályozásuk lehetőségeit részben a Villamos gépek, részben a *Vezérlések és szabályozások* c. fejezetekben ismerhettük meg.

A következő részben egy automatikus szellőztető berendezés főáramköri és vezérlőáramköri vázlatát látjuk (3.5.1. és 3.5.2. ábra).

Az automatikus szellőztető berendezést gáz-érzékelővel is ellátták. Amennyiben az épületben a megengedettnél nagyobb gáztöménység lép fel, akkor a szellőztető berendezés



3.5.2. ábra. Automatikus szellőzőberendezés vezérlésének vázlata

megindul (a ventilátor bekapcsol), majd a kellően kiszellőztetett állapotot érzékeli a gázérzékelő és a ventilátor rövid idő múlva (kb. 1–2 perc) leáll.

A gázveszélyt jelzőcsengő is jelzi, mindaddig, amíg a gázkoncentráció a megengedett érték alá nem csökken. Egyúttal a gázveszély elmúltát „gázveszély nincs” feliratú jelzőlámpa is jelzi.

A vezérlés 24 V, vagy 230 V váltakozó feszültségű hálózatról is működtethető.

4.

Hálózatépítés

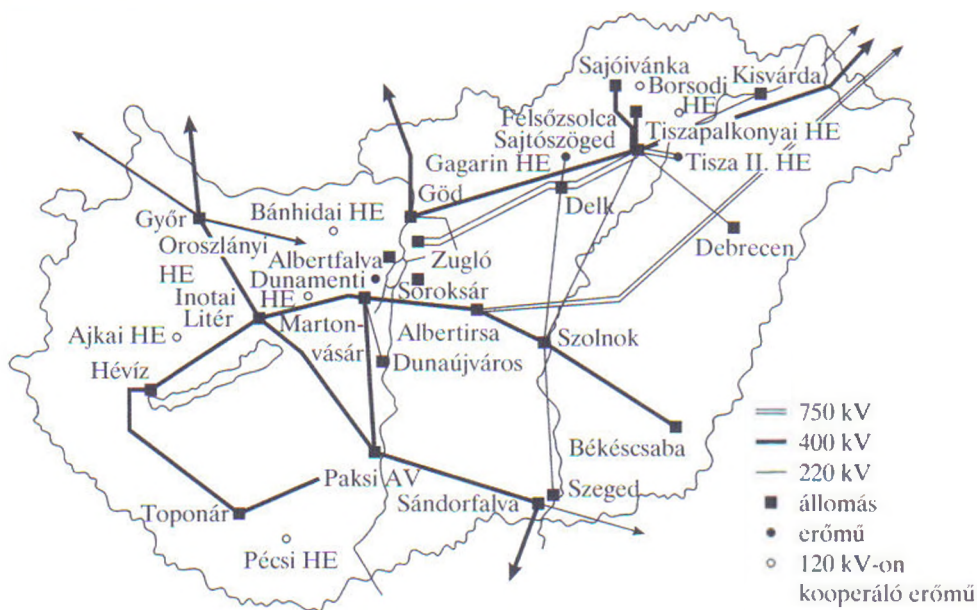
A villamosenergia-rendszereket elosztóhálózatok, távvezetékek és erőművek összefüggő szintjei és kapcsolatai alkotják.

Főbb részei:

- alap- és főelosztóhálózat,
- elosztóhálózat

Az országos hálózat legfelső szintje az **alaphálózat**, amely magyarországi viszonylatban 220 kV, de ma már jellemzően 400 kV feszültségen üzemel. Korábban létesített, de jelenleg üzemben kívül van a Magyarországot és a volt Szovjetunió területét összekötő 750 kV-os távvezeték rendszer is.

A villamosenergia-elosztás fő feladatát a középfeszültségű elosztóhálózat látja el. A középfeszültségű elosztóhálózat feszültség szintje szabadvezetékes kivétel mellett 20 kV, városi kábelhálózatban 10 kV. Egyes ipari környezetben alkalmazzák még a 35 kV-os rendszert is.



4.1. Villamos hálózatok, hálózatrendszerek

A *vezeték* az erőművek, transzformátor állomások és fogyasztók között létesített összeköttetés. A vezetékből kiválasztott vezetékszálat *vezetőnek* nevezzük.

A *szabadvezeték* erősáramú csupaszvezeték, amely szabadban szigetelőkre szerelt kivitelű. A szabadvezeték egyre gyakrabban szigetelt vezeték is lehet (szigetelt légkábel stb.).

A *kábel* szigetelt vezeték, amelyen a szigetelés felett mindig van még egy vagy több fémből készített réteg és a fém réteg felett burkolat. A kábelt földbe vagy vízbe (folyóba, tengerbe, tóba) fektethetjük, vagy szabadon levő tartószerkezetekre szereljük.

A *távvezeték-hálózat* közép és nagyfeszültségű vezetékrendszer és a hozzá tartozó átalakító- és kapcsolóberendezés, amely a villamos energiát a fejlesztés helyétől a fogyasztási körzetbe juttatja el.

Az *elosztóvezeték-hálózat* a helység (község, város) területén lévő fogyasztók villamosenergia-ellátására létesített közép- (1 kV–35 kV) és nagyfeszültségű (35 kV felett) vezetékrendszer, átalakító- és kapcsolóberendezés, valamint a róluk szétágazó (leágazó) kisfeszültségű (0,4 kV) vezetékrendszer, beleértve a közvilágítási vezetékeket és azok berendezéseit is.

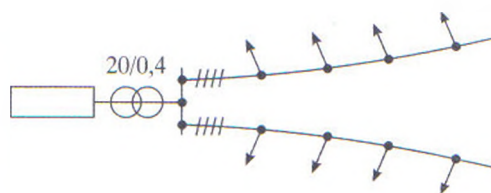
A *csatlakozóberendezés* az a vezetékrendszer (a hozzá tartozó átalakító- és kapcsolóberendezéssel, illetve az átadott villamos energiát mérő berendezéssel együtt), amely a távvezetékot vagy az elosztóvezeték-hálózatot köti össze a fogyasztóval.

A távvezetékot mindig szabadvezetékként építjük meg.

A *távvezeték-hálózat* az *energiaelosztás* és a *védelem* szempontjából lehet:

- sugaras (nyílt) hálózat;
- két pontban táplált hálózat;
- egy- vagy több pontban táplált körvezeték;
- párhuzamos vezetékrendszer;
- hurkolt hálózat.

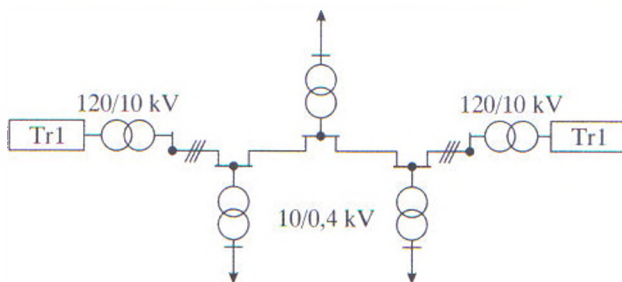
A sugaras hálózat az egyik végétől táplált, többszörösen szétágazó nyitott vezetékrendszer, amelyben az áram bármelyik fogyasztóhoz csak egy úton juthat el. A sugaras hálózat előnye, hogy a könnyen áttekinthető, a hibahely könnyen megtalálható (4.1.1. ábra).



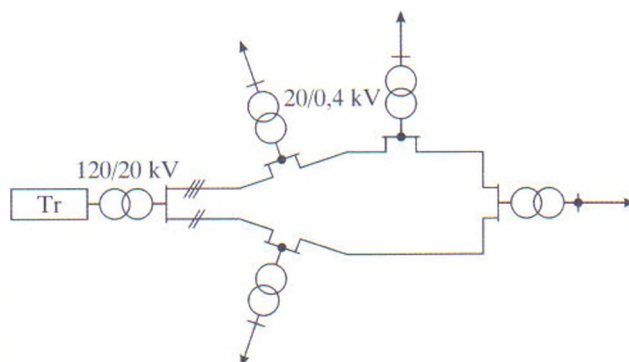
4.1.1. ábra. Sugaras hálózat

A *két pontban táplált vezeték* (hálózati ív) olyan vezeték, amelynek két pontját – rendszerint a két végpontját – két különböző erőműhöz vagy transzformátorállomáshoz kapcsolják (4.1.2. ábra).

Az *egy pontban táplált körvezeték* (zárt hálózat) sugaras hálózat, amelynek ágait az



4.1.2. ábra. Két pontban táplált vezeték



4.1.3. ábra. Egy pontban táplált körvezeték

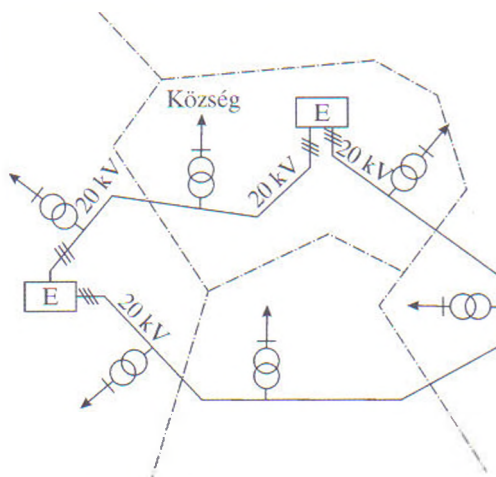
üzembiztonság növelése, a veszteség és a feszültségesések csökkentése céljából összekapcsolják (4.1.3. ábra.).

Az 4.1.4. ábrán látható körvezeték két pontban erőmű táplál. Ez a kapcsolás alkalmas arra, hogy több erőművelt együttműködésre fogjon össze, a kölcsönös kisegítés és egy nagyobb fogyasztóköri egységes ellátása céljából.

A középfeszültségű körvezeték nagyobb üzemek energiaellátására is kedvező kialakítás.

A nagy fontosságú vezetékeket párhuzamos vezetékként építik (4.1.5. ábra).

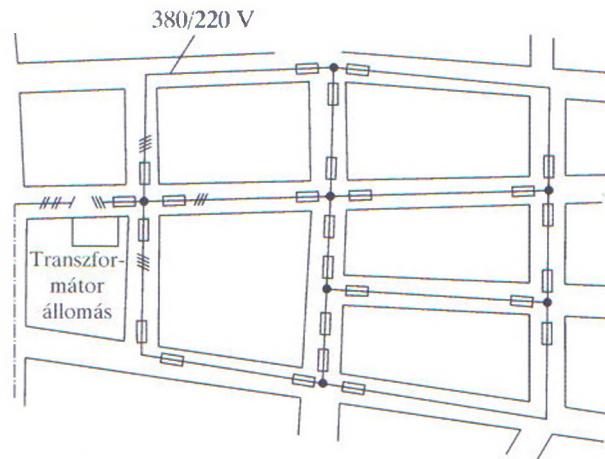
A hurokolt kisfeszültségű hálózatban a vezetékek egymással többszörösen összekapcsolt, zárt rendszert alkotnak. Az egyes hálózati szemek összekötési pontjait, csomó-



4.1.4. ábra. Két pontban táplált körvezeték



4.1.5. ábra. Párhuzamos vezetékek



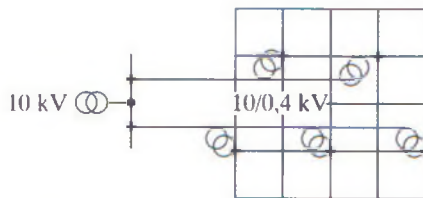
4.1.6. ábra. Egy pontból táplált, hurkolt hálózat

pontoknak nevezzük. A hurkolt hálózat egy pontból is táplálható (4.1.6. ábra), de előnyei főként akkor érvényesülnek, ha több tápvezetéken – és rendszerint több transzformátor-állomáson – keresztül, több ponton táplálják (4.1.7. ábra)

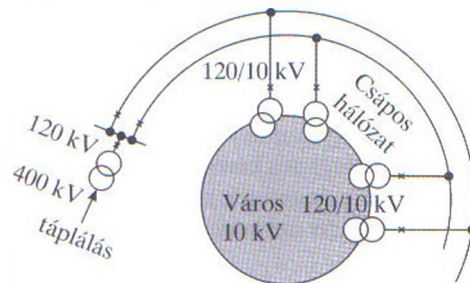
Az *íves hálózat* fővezetésekből (és szárnyvezetéseiből) álló hálózat, amelynek fővezetékei két különböző tápponthez csatlakoznak és egy hosszanti bontási helyük van. A bontási hely üzemszerűen nyitott.

A *gyűrűs hálózat* fővezetésekből (és szárnyvezetéseiből) álló hálózat, amelynek fővezetékei egy táppontból indulnak, és ugyanoda futnak vissza. Hosszanti bontási helyet tartalmaznak (oszlopmegszakító) és sugarasan üzemelnek. Alkalmazásuk általában 20 kV-n szokásos.

A *csápos hálózat* gyakorlatban a következő alakzat szerinti: egy város főelosztóhálózati táppontjából kettős rendszerű vezeték indul, amely nagyrészt körülöleli a várost. Erőből a vezetékről több helyen kettős leágazást létesítenek. A leágazáshoz egy-egy transzformátor csatlakozik. Az alakzatot többnyire 120 kV-n alkalmazzák (4.1.8. ábra).



4.1.7. ábra. Több pontban táplált hurkolt hálózat



4.1.8. ábra. Csápos hálózat

4.2. A vezeték méretezés általános szempontjai

A vezeték méretezése során a következő szempontokat mindenkor szem előtt kell tartani.

Az *energiaszolgáltatás* minőségi követelményeit mindenkor ki kell elégíteni, vagyis a szolgáltatott energia minősége állandó legyen. Az energia minőségét egyenáramú villamos energiánál egyedül a feszültség jellemzi, váltakozó áramú energiánál a feszültség, a periódusszám (amelyet a vezeték nem befolyásol) és a fázisszög (amelyet a vezeték csak kismértékben befolyásol).

A *feszültségváltozás* egyrészt a táppont és a fogyasztás helyén uralkodó feszültségek közötti különbségből, a feszültségesésből, másrészt a terhelésváltozásokból származó, a fogyasztónál fellépő legnagyobb és legkisebb feszültségek közötti különbség, vagyis a feszültség ingadozás. A tápponti feszültséget U_T -vel, és a fogyasztó helyén a feszültséget U_F -el jelölve, akkor a feszültségesés:

$$e = U_T - U_F, \text{ százalékosan: } \varepsilon = \frac{e}{U_T} \cdot 100 = 1 - \frac{U_F}{U_T} \cdot 100(\%)$$

A feszültségesés, amely a vezetékszakaszk két végén mutatkozó feszültségek különbsége, lényegében nem más, mint a vezeték ellenállásán az áthaladó áram hatására fellépő feszültségvesztés.

Az erőműtől a fogyasztóig terjedő hálózaton fellépő feszültségesések szokásos értékei, amelyek a további méretezések alapjait képezik:

Nagyfeszültségű tápvezetéseken	10...15%,
Középfeszültségű tápvezetéseken	6...12%,
Kisfeszültségű elosztóvezetéseken	
csak motoros terhelés esetén	5...10%,
csak világítási terhelés esetén	2...3%,
belső csatlakozó- és fogyasztói vezetéseken	
csak motoros terhelés esetén	5%,
csak világítási terhelés esetén	2%,
A feszültség ingadozás a kisfeszültségű fogyasztók	
világítási berendezéseiben	± 3%,
erőátviteli berendezéseiben	± 6%.

Az *üzembiztonságot* az üzemi feszültségnek megfelelő szigetelés, az üzemszerűen fellépő melegedésnek megfelelően méretezett és kiválasztott vezeték keresztmetszet, továbbá a szabványban meghatározott, a gyakorlatban várható erőhatásokra, a megkívánt biztonság figyelembevételével méretezett vezetőanyag, mechanikai szilárdsága biztosítja. A túlmelegedés káros hatása miatt a szabványok 30...40 °C túlmelegedésnél nagyobb értéket nem engednek meg.

A *berendezés gazdaságosságát* részben villamos, részben szilárdsági tényezők szabják meg.

A vezeték méretezés módszerei

A vezeték méretezhető feszültségesésre vagy vezetékvesztésre. A vezetéket először állandó keresztmetszetre, azután a legkisebb súlyra méretezik. Az így kapott két vezetősúlyt összehasonlítva, a szerelés egyszerűségének és gazdaságosságának mérlegelésével

döntik el, hogy érdemes-e eltérni az állandó *keresztmetszettől* a súlycsökkentés kedvéért és, ha igen, milyen mértékben.

Az így kiválasztott és már szabványos keresztmetszetet melegedésre ellenőrzik, azaz megvizsgálják, hogy a szóban forgó vezető káros túlmelegedés nélkül megterhelhető-e az illető szakaszban várhatóan folyó árammal. A gyakorlatból ismert, a vezetéket általában állandó keresztmetszet (végigfutó keresztmetszet) alapján méretezik, számításokkal és nomogramok segítségével.

Számottevő induktivitással és kapacitással nem rendelkező hálózat

Ilyenek a kisfeszültségű hálózatok, amelyek a fogyasztói igények szerint lehetnek:

- tisztán ohmos jellegűek, ha $\cos \varphi = 1$,
- motoros jellegűek, ha $\cos \varphi \neq 1$.

A kisfeszültségű elosztóhálózatokat mindig vezetékvesztésre méretezzük, $\cos \varphi = 1$ esetén, mivel ekkor $\alpha = \varepsilon$, megegyezik a feszültségesésre való méretezéssel.

Amennyiben $\cos \varphi = 1$, akkor az egyenáramú vezetékek méretezésével egyezik meg. Azonban a mértékadó feszültségesés egy fázis esetén

$$e = 2e' \text{ és } e' = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_V}{2} \text{ V};$$

háromfázisú, háromvezetős rendszerben:

$$e = \sqrt{3} \cdot e'; e' = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_V}{\sqrt{3}} = \frac{\varepsilon}{100} \cdot U_f;$$

háromfázisú, négyvezetős rendszerben:

$$e' = 0,75 \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot U_f \text{ V}.$$

A szükséges keresztmetszet:

$$q = \frac{\rho}{\kappa \cdot e} \sum_1^n i_x \cdot L_x = \frac{\rho}{\kappa \cdot e'} \sum_1^n I_x \cdot l_x \text{ mm}^2.$$

Amennyiben a $\cos \varphi \neq 1$, akkor teljesítményvesztést méretezünk. A megengedett teljesítményvesztés százalékos értékét α % jelölve, és a teljesítményvesztést ν -vel jelölve, akkor a teljesítményvesztés:

$$\nu = \frac{\alpha}{100} \cdot \sum P_v \text{ W},$$

A mértékadó teljesítményvesztés:

- egy fázis esetén $\nu' = \frac{\nu}{2} \text{ W}$,
- három fázis esetén: $\nu' = \frac{\nu}{3} \text{ W}$.

A szükséges keresztmetszet:

$$q = \frac{\rho}{\gamma} \sum_1^n I_x^2 \cdot l_x \text{ mm}^2,$$

ahol I a szakaszáram, amelyet mindig a terhelések hatásos és meddő összetevőiből kell kiszámítani.

Induktivitással és kapacitással rendelkező hálózatok

Ilyenek a nagyfeszültségű hálózatok és szabadvezetékek. Nagyfeszültségű hálózatok és nagy-, ill. kisfeszültségű szabadvezetékek esetén a vezeték induktivitásának figyelembevételével, feszültségesésre méretezünk.

A feszültségesés:

$$e' = I(R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) = I \cdot L(r \cdot \cos \varphi + \sin \varphi)$$

képlettel számítható, amelyből a keresztmetszet:

$$q = \rho \cdot \frac{L}{\frac{e'}{I \cdot \cos \varphi} - x \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot L} \text{ mm}^2.$$

A képletekben L a vezeték nyomvonalának hossza (m), x a vezeték fázisonkénti induktivitása (Ω/m).

Vezeték keresztmetszet ellenőrzése melegedésre

A vezeték keresztmetszetét a megengedett feszültségesés vagy vezetékvesztés figyelembevételével kell meghatározni, utána meg kell vizsgálni, hogy az illető vezető üzemszerűen káros túlmelegedés nélkül alkalmazható-e a villamosenergia átvitelére. A vizsgálathoz választott keresztmetszethez a szabványban megengedett és káros túlmelegedést nem okozó terhelőáram megállapítására táblázatokat alkalmaznak.

Szabadvezetési hálózatok

A villamosenergia termeléséről, szállításáról és szolgáltatásáról az 1994. évi XLVIII. Törvény (VET) rendelkezik. Ebben – többek között – meghatározza az általános követelményeket, amelyek a következők: a villamos energia termelését, szállítását, szolgáltatását és felhasználását az élet-, az egészség-, és a vagyonbiztonság, a környezet- és természetvédelem, a gazdaságosság és a nemzetgazdaság követelményeinek megfelelően kell végezni.

A szolgáltató és a fogyasztó közötti viszony néhány jellemzője:

Igénybejelentés, tájékoztatás: új igény (fogyasztó részéről) bejelentésére a szolgáltató köteles az igény kielégítésének feltételeiről tájékoztatást adni, és az igénylővel (annak kivitelezőjével) együttműködni.

A szolgáltatónak közüzemi szerződést kell kötnie az igénylővel, melyben az árakat, díjakat, stb. fel kell tüntetni. Az általános közüzemi szerződés határozatlan időre szól. A szerződést csak szerződésszegés esetén bonthatja fel a szolgáltató vagy ha a fogyasztó a vételezést megszüntette.

Hálózatfejlesztési hozzájárulás

A VET alapján a szolgáltató az előzetes műszaki gazdasági tájékoztatóban az igényelt villamos teljesítmény kielégítését hálózatfejlesztési hozzájárulás (HFH) megfizetéséhez, kötheti. A szolgáltató nem kötelezhető a közüzemi szerződés megkötésére, ha a fogyasztó az előzetes műszaki-gazdasági tájékoztatóban foglaltakat (pl. HFH befizetés) nem teljesítette.

A Törvény (VET) még számos egyéb fejezetben is szabályozza a villamosenergia vételezést és felhasználását, ezért a villanyszerelőnek a munka vállalása előtt kellően tájékozódnia kell az illetékes áramszolgáltatónál az akkor életben lévő rendelkezések érvényességéről és hatályosságáról.

4.3. Közcélú 0,4 kV-s hálózat és anyagai

Vezetők

A szabadvezetékek vezetőinek anyagát a gazdaságosság figyelembevételével, villamos, mechanikai és vegyi hatások, igénybevételek alapján kell kiválasztani.

Szabadvezeték rendszereken csupasz sodronyokat, szigetelt sodronyokat és légkábeleket alkalmaznak.

Csupasz vezető

A sodronyanyag túlnyomóan egynemű alumínium, azonos átmérőjű elemi tömör (huzal) szálakból készül. A szabványos sodronykeresztmetszetek: 10, 16, 25, 35, 50, 70, 120, 150, 185 mm².

A szabvány szerinti alumínium vagy nemesített alumínium sodronyt, alkotó huzalokat csak hegesztéssel szabad toldani.

Szigetelt vezető. Légekábel

A légkábelér egyszerű, szigetelt, szabványos keresztmetszetű sodrony. A 16 mm²-nél kisebb, keresztmetszetű sodronyt nem szabad használni. A vezeték anyagának szabványos rezisztivitása (fajlagos ellenállása) ρ (ró) = 0,0286 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, tömege 2,7 kg/dm³. Szakítószilárdsága, σ (szigma) = 120...155 N/mm². A nemesített Al (aludur), szakítószilárdsága, σ = 300 N/mm² rezisztivitása (fajlagos ellenállása) ρ = 0,0286 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

A vezeték szigetelése hideg- és kopásálló, PVC anyagú, valamint a nap sugárzásának ellenálló (UV álló) legyen és szigetelése érintésvédelem szempontjából, feleljen meg az MSZ 2364 szabványnak.

A vezetők névleges szigetelési feszültsége 1 kV, ezért kiefeszültségű (0,4 kV-s) hálózatokon alkalmazható.

4.4. A vezetők elrendezése és a vezetők között szükséges távolságok

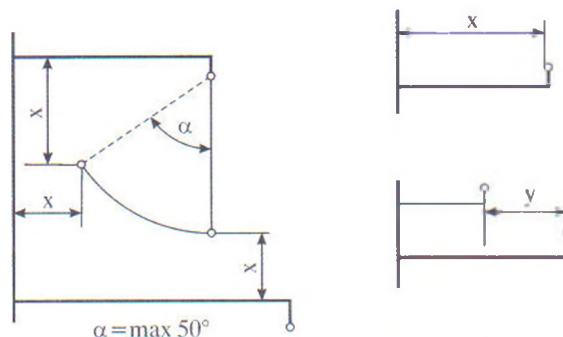
A vezetők elrendezését az oszlopokon villamos, biztonsági és gazdaságossági követelmények határozzák meg. Ennek megfelelően az oszlopképek, oszlopfejszerkezetek különbözőfélék lehetnek.

A szigetetlen (csupasz) szabadvezetékek egyik jellemzője a fázistávolság. Fázistávolságnak nevezzük a különböző fázisvezetők (L1, L2, L3) közötti távolságot. Az f fázistávolság függ a szabadvezeték U névleges feszültségétől és a vezeték b lengőhosszától. A lengőhossz állószigetelő vezetékelfüggesztés esetén a maximális belógással, függőszigetelő felfüggesztés esetén a függőszigetelő hosszával megnövelt maximális belógással egyenlő.

A szabványos szélérő által kilengetett, feszültség alatti vezetőknek a tartószerkezettől mért legkisebb távolsága (4.4.1. ábra):

$$x = 0,7 \cdot U \text{ cm},$$

ahol U a feszültség kV-ban.



4.4.1. ábra. Vezető távolsága a tartószerkezettől

A vezetők elrendezését meghatározó szempontok közül néhány fontosabb:

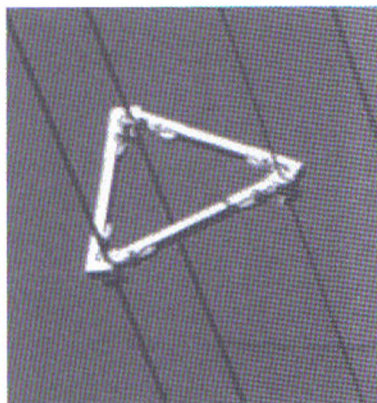
- összelengés ne jöhessen létre sem, a vízszintes sem az egymás felett elhelyezkedő vezetők között,
- a vezetők az MSZ 151 szerinti távolságra legyenek a földtől és szél által kilengetett állapotban valamennyi földelt tartószerkezeti résztől,
- a vezetők elrendezése ne növelje indokolatlanul az oszlopmagasságot és az oszlopra ható igénybevételeket,
- az oszlopfejszerkezet legyen egyszerű, áttekinthető, tömeggyártásra alkalmas, olcsó, könnyen szállítható, szerelhető és karbantartható.

Légkábel esetén két légkábelvezeték között a vízszintes biztonsági távolság 10 cm, függőleges elrendezésnél a távolság 30 cm.

Légkábelek toldókötésénél a csupaszított szakasz legfeljebb 20 cm lehet, és ez a szakasz a tartószerkezettől legalább 5 cm-re legyen. A légkábel kielégíti a véletlen érintés elleni védelem követelményét.



4.4.2. ábra. Síkelrendezésű hálózat kialakítása és oszlopfej elrendezése, keresztleágazással



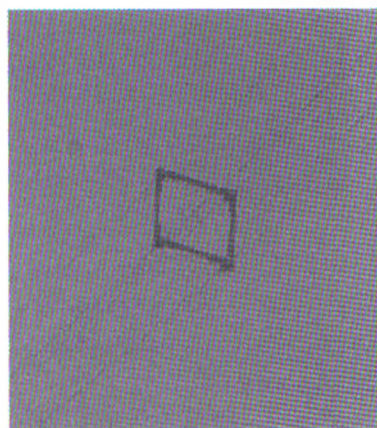
4.4.3. ábra. Csupasz vezetőjű szabadvezeték távolságtartóval

A vezeték felcsapódás veszélyének elkerülésére függőleges síkban egymás fölött két vezetőt csak akkor szabad elhelyezni, ha az oszlopköz faoszlopnál 80 m-nél, acél-, és beton-oszlopnál 40 m-nél kisebb (4.4.2. ábra).

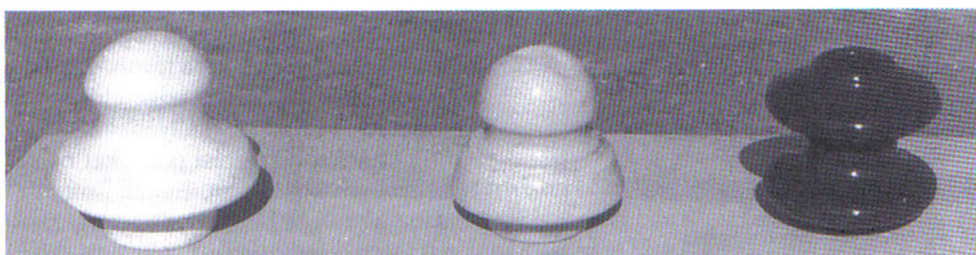
A szabadvezetékek (csupasz) esetében – mint már az előzőekben is leírtuk – nagyobb vezető távolságnál és erős széllelésben a vezetők összeverődhetnek, és így zárlat jöhet létre. Az összeverődést műanyag szigetelő és kellő merevségű távolságtartókkal ki lehet küszöbölni (4.4.3. ábra).

Négyszög elrendezésű vezetékrendszerénél hasonló megoldást alkalmaznak (4.4.4. ábra).

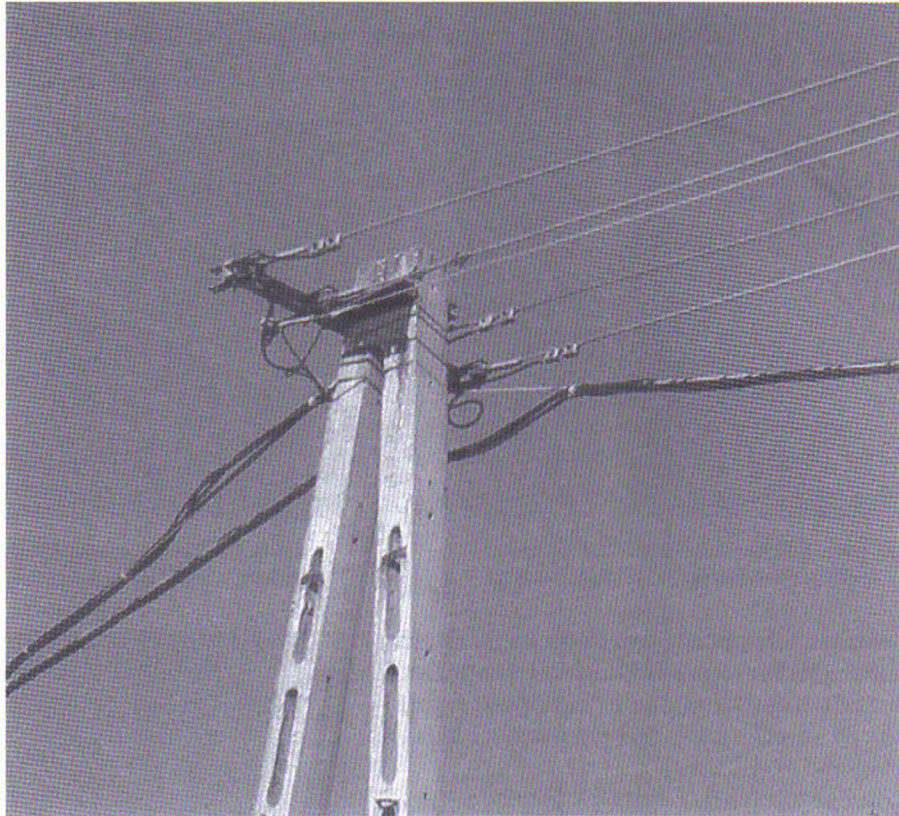
Az oszlopfej szerkezeteken (kereszttartókon) elhelyezett, alkalmazott porcelánszigetelők néhány kivitele (4.4.5. ábra).



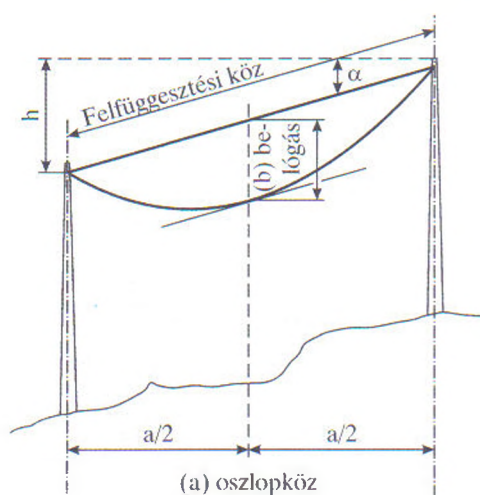
4.4.4. ábra. Négyzög elrendezésű vezetékek közötti távolságtartó



4.4.5. ábra. Porcelán szigetelők



4.4.6. ábra. Lévkábel és csupasz szabadvezeték együttes alkalmazása



4.4.7. ábra. Vezeték belógás, nem sík terepen

A 4.4.6. ábrán a csupasz szabadvezeték végkötéssel és végfeszítőoszloppal látható, míg a lévkábelnél jól látható a csupasz feszítő (tartó) sodrony amely egyúttal a nulla vezető is (PEN).

Belógás

A szabadvezetékek tervezése, szerelése és üzeme szempontjából egyik legfontosabb adat a vezeték belógás: az a távolság, amely a két szomszédos oszlop szigetelőjén felfüggesztett vezető legmélyebben fekvő pontja és a felfüggesztési pontokat összekötő egyenes között van. Ennek ismeretében tudjuk meghatározni az egyes oszlopképekhez tartozó vezetők egymás közti távolságát, a fázistávolságot, ill. adott osz-

4.1. táblázat

Belógási táblázat 35 mm¹ aludur sodrony belógása cm-ben, 110 N/mm² húzásra

Oszlopköz (M)	-20°	-10°	± 0°	+ 10°	+ 20°	+ 30°	+ 40°	-5° póttéherrel
	Hőmérséklet esetén °C							
50	7,9	9,0	12,5	13,9	15,3	20,2	27,0	56,5
60	12,5	13,9	16,5	19,8	25,2	31,8	42,5	70,4
70	16,8	19,5	23,1	28,3	35,3	42,5	60,9	96,2
80	27,2	37,6	45,6	56,0	70,4	80,0	86,4	126,0
90	34,6	41,4	49,5	62,1	76,5	97,2	108,5	160,0
100	50,0	59,5	73,0	90,0	112,0	136,0	155,0	199,0
110	71,5	86,9	108,8	130,0	154,0	177,0	201,5	241,5
120	99,5	122,0	148,0	171,5	195,0	220,0	241,0	286,0

lopkép és oszlopmagasság esetén a legnagyobb oszlopközt (4.4.7. ábra). A belógás mértéke függ attól, hogy a vezetőt mekkora húzóerővel feszítjük meg, valamint a vezetőknek mekkora a súlya és hőmérséklete (4.1. táblázat).

Szél okozta igénybevételek

Szabadvezetékek tervezése során figyelembe veszik a szél okozta erőhatásokat is. A „szél-érték”, a felületre ható szélnyomástól, a felület nagyságától és a szélirányhoz viszonyított helyzetétől, továbbá a nyomott felület alakjától és annak simaságától függ. A szélerőt mind az oszlopok méretezésekor, mind a vezetők esetleges elmozdulásának meghatározásakor figyelembe kell venni. A vezetők a szél hatására felfüggesztési pontjuk körül ki-mozdulnak, kilengenek, nyugalmi helyzetükből vagy összelengenek. A vezetők kimo-zdulásakor veszélyesen, a biztonsági távolságon belül megközelíthetik a szomszédos vezetőköt, a fém tartószerkezeteket vagy más tárgyakat. A szél hatásának még két veszé-lyes következménye lehet: a vezetőrezgés és a táncolás. Ez utóbbi kettő a vezetékanyag kifáradásához (töréséhez) vezethet.

Hó- és zúzmarateher

A vezetékeket – időjárástól, klímaviszonyoktól függően – hó- és zúzmara lerakódás ter-helheti. Ezek a terhek a vezeték megnyúlásához, szakadásához vezethetnek.

4.5. Szigetelők

A szigetelők a szabadvezetékek vezetőit a tartószerkezettől elszigetelik, valamint a veze-tőket tartják, illetve feszítik. A szigetelők anyagával szemben támasztott követelmények:

- nagy villamos átütési szilárdsága és felületi ellenállása legyen,
- nyomó, húzó- és hajlítószilárdsága, nagy legyen,

- az időjárással, vegyi hatásokkal és hirtelen fellépő hőmérséklet-változással szemben ellenálló legyen és ne legyen nedvszívó.

A fenti követelményeket a legjobban kielégíti és ezért leggyakrabban alkalmazott anyagok a porcelán és az üveg.



4.5.1. ábra. „K” jelű (diabol)szigetelő

A vezetők elrendezése lehet egysíkú és térbeli. Leggyakrabban az egysíkú elrendezést alkalmazzák.

Az egysíkú vezetőelrendezéshez alkalmazott szigetelők típusai:

- KT-35 és KT-150 jelű porcelán állószigetelők, amelyeket tartóoszlopokra szerelünk,
- K1 és K2 jelű (diabol) köpenyszigetelők, amelyeket feszítő- és leágazóoszlopra szerelünk (4.5.1. ábra).

A szigetelőket különféle vastartókkal erősítjük fel a tartószerkezetekre. A vastartók, ún. szögacélból, készülnek (4.5.2. ábra).

A K jelű szigetelők felfűzhetően szerelhetők, 150 mm keresztmetszetű vezetőig alkalmazhatók. Vízszintesen és függőlegesen is szerelhető, tartó és feszítőszigetelőként használható.



4.5.2. ábra. Kereszttartóvas, tartószigetelők és feszítőszigetelők „A” oszlopfejen

4.6. Tartószerkezetek

(Oszlopok, oszlopszerkezetek, kiválasztás, alapozás, szerelés.)

Kisfeszültségű hálózatok oszlopainak csoportosítása, típusok, oszlopszerkezetek.

A szabadvezetékek oszlopainak (föld feletti tartószerkezetek) feladata az, hogy a vezetékeket (és az egyéb, a vezetékekhez tartozó szerkezeteket, szerelvényeket) tartsák, feszítsék. Az oszlopoknak normál üzemi viszonyokból adódó erőhatások ellenében megfelelő szilárdsággal kell rendelkezniük. Az oszlopoknak ezen kívül el kell viselniük a rendkívüli eseményekből adódó terheléseket is, például a vezetékszakadásokból adódó többletterhelést is. Az oszlopok kiválasztásánál figyelembe kell venni a különböző biztonsági tényezőket.



4.6.1. ábra. Leágazó oszlopfej szerkezet, faoszlopon

Az oszlopokra ható terhelések csoportosítása

- **Állandó terhelések:** minden oszlop esetében figyelembe kell venni az oszlop önsúlyát, az oszloptra szerelt tartószerkezeteknek és készülékeknek a súlyát, valamint a különböző irányú fél oszlopközökre eső vezetékek súlyát. Ebben az esetben csak az állandó terheléseket vesszük figyelembe.
- **Változó terhelések:** ez esetben a vezetékek húzóerőinek a vízszintes irányú összetevőjét vesszük figyelembe, illetve a tartószerkezetekre és a vezetékekre ható szélerőket, a pótterheket (hó- és zúzmara), a vezetékek terítéséből adódó terheléseket.
- **Különleges terhelések:** ezek ritkán lépnek fel és esetlegesek. Ilyen terhelések lehetnek a vezetékek szakadásából adódó terhelések, az esetlegesen fellépő oszlop (vagy alap) elmozdulásakor fellépő erőhatások, a különböző szerkezetek károsodásakor fellépő hatások.

Oszlopok csoportosítása rendeltetés szerint

- **Tartóoszlopok:** egyenes nyomvonalon a vezetékek és tartószerkezetek tartására szolgálnak.
- **Saroktartó oszlopok:** a nyomvonal irányának megváltozása esetén, az irányváltás helyén az eredő vezetékhúzás ellentartására szolgálnak.
- **Feszítő oszlopok:** feladatuk, hogy egyenes nyomvonalon, adott távolságban (feszítőköz) elhelyezve, a húzóerő egy részének kiváltására alkalmas legyen. Üzemviteli szempontok szerint az áramkötések bontását lehet itt végrehajtani és ezzel feszültségmentesítés, is végrehajtható. Kisfeszültségen általában nem alkalmazzák.
- **Sarokfeszítő oszlopok:** a nyomvonal iránytörése esetén a vezetékek feszítésére alkalmazzuk, a sarokoszlopok és a feszítőoszlopok együttes feladatát látják el.



4.6.2. ábra. Fa tartóoszlop
betongyámmra szerelve



4.6.3. ábra. Fa, tartóoszlop kettős
betongyámon



4.6.4. ábra. Kitámasztott faoszlop



4.6.5. ábra. „A” oszlop felső kötőfával

- **Végoszlopok:** a vezetékek nyomvonalának végén a teljes vezeték húzást kell elviselniük.
- **Leágazó oszlopok:** a vezetékek leágazási helyén, legalább háromirányú vezeték húzást kell elviselniük.
- **Keresztező oszlopok:** vasút, út, távközlési, és egyéb berendezések helyén a keresztezésre vonatkozó különleges előírások szerinti igénybevételek teljesítésére szolgálnak.



4.6.6. ábra. „B”
_ típusú
tartóoszlop



4.6.7. ábra. „B” típusú
„A” oszlop

Oszlopfajták, oszlop tartószerkezetek

Betonoszlopok

A kis- és középfeszültségű hálózatokon az egyik leggyakrabban alkalmazott oszlopfajta. A betonoszlop tágabb értelmezésű megnevezése: *előfeszített acélszerkezetű, áttört gerincű betonoszlop*. Azonosító típusjele: B.

A betonoszlopokat meghatározott hosszúságban (8,5 m, 10,0 m, 12,0 m, 14,0 m) és csúcshúzási szilárdsággal (2000 N, 4000 N, 8000 N, 13000 N- 2 kN, 4 kN, 8 kN, 13 kN) gyártják. A betonoszlop típusjele tartalmazza az azonosító típusjelet, a hosszúságot és a csúcshúzást, pl. B-10-2000, ami azt jelenti, hogy áttört gerincű betonoszlop 10 m hosszú és 2 kN csúcshúzásra készült.

A betonoszlopokból különböző teherbírási és műszaki követelményeket kielégítő tartószerkezet építhető össze, ezek lehetnek:

- kitámasztott oszlop (BT),
- kikötött (kifeszített) oszlop (BK),
- ikeroszlop (BI),
- bakoszlop (BB),
- portáloszlop (BP).

Az előzőhöz (áttört gerincű) betonoszlophoz hasonlóan egyre gyakrabban alkalmazott betonoszlop az *előfeszített acélszerkezetű, körgyűrű keresztmetszetű betonoszlop*. Ez az oszlopfajta ún. pörgetett, technológiával

készül, ezért *pörgetett oszlop*-nak is nevezzük. Előnyük, hogy a nyomvonalirányra merőleges húzóerőt jobban elviselik, mint más oszlopfajták. A csatlakozások esetében az oszlop üreges belső kivitele miatt a belső térben haladhat a földkábel, így nincs szükség a kábel külső mechanikai védelmére (védőcső).

Acéloszlopok

Az acélszerkezetű oszlopokat kisfeszültségű hálózatokon ott alkalmazzák, ahol az eredő vezetékhúzások, és a helyszűke azt szükségessé teszi. Jellemzőjük, hogy tetszőleges hosszban gyárthatók, nagy átfeszítési távolságot, oszlopközüket lehet velük megvalósítani, valamint hosszú élettartamot lehet elérni. A kisfeszültségű és középfeszültségű hálózatokon önhordó oszlopokat alkalmaznak, nagyfeszültségen kikötött oszlopot is használnak.

Az acélszerkezetű oszlopok kialakítása, valamint a kialakítás és az alapozás összefüggése:

- **Zárt törzsű oszlop:** kis helyigényű, törzse egyenletesen sugarasodik, nagy betonmennységű alapot igényel.
- **Osztott lábú oszlop:** törzse az egyenszilárdság szerint szakaszosan sugarasodik, nagy a helyszükséglete. A kis betonmennységű, négy darab betonlaphoz négy övrúd segítségével rögzítik.

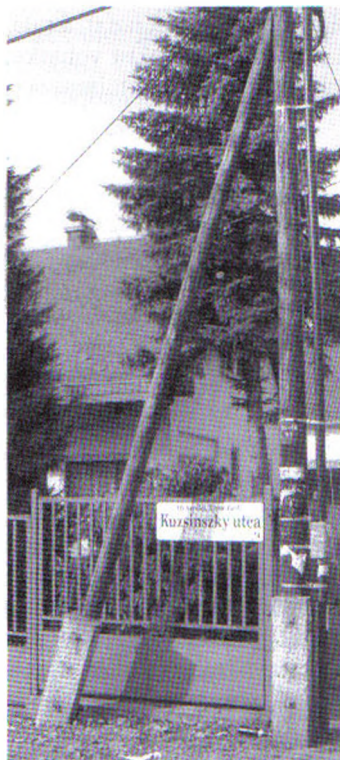
A rácsos szerkezetű acéloszlopok szerkezeti részei:

- oszlopcsonk,
- oszloptörzs,
- oszlopfej.

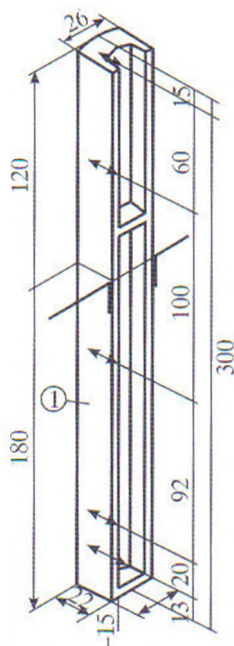
Faoszlopok

A faoszlopot csak telített állapotban alkalmazzák, a telítőanyag a fa szerkezetébe meghatározott módon kerül bevitelre. A telítést úgy kell megvalósítani, hogy a fa rostjaiba jól behatoljon, a fát ne roncsolja, szilárdságát ne csökkentse és a fát, ne lúgozza ki.

A faoszlop azonosító típusjele: *F*.



4.6.8. ábra. Egyenes tartó (F) és kitámasztott (FT) faoszlopok



4.6.9. ábra. „eG” jelű
betongyám

A faoszlopokat meghatározott hosszba (7,00 m, 8,00 m, 9,00 m, 10,00 m, 11,00 m, 12,00 m) gyártják.

A faoszlopok csúshúzóereje 2000 N (2 kN) alatt van, a fejtámasztó, valamint a kialakítástól függően. A faoszlop típusjele tartalmazza az azonosító típusjelet, a hosszúságot, pl. *F-10*.

A faoszlopokból különböző teherbírású és műszaki követelményű tartószerkezet építhető össze, ezek:

- kitámasztott oszlop (FT),
- kikötött (kifeszített) oszlop (FK),
- ikeroszlop (FI),
- bakoszlop (FB).

A faoszlopokat oszloplábra (betongyám) rögzítik. Előfeszített, beton oszlopgyámok leggyakrabban az eF és az eG jelűek. Az egyenes tartóoszlopot egy- vagy két oszloplábra (gyámra) is szerelhetik, a szilárdsági viszonyoktól függően.

Oszlopok kiválasztása

Az oszlopokat minden esetben a megfelelő műszak és gazdasági szempontok alapján választják ki. Ezek a szempontok többek között az igénybevétel, a feladat, a talaj besorolása, a szükséges magasság, stb. Az oszlopokra vonatkozó fontosabb jellemzőket és előírásokat táblázatok tartalmazzák.

Alapozások

Az alapozás rendeltetése a szabadvezeték hálózat tartóoszlopainak és egyéb tartószerkezeteknek talajba való rögzítése.

Az adott talaj minősége nagyban befolyásolja az oszlop alapozásának kialakítását. Az alapozás is a szabadvezeték hálózat tervezési munkáinak fontos feladata. Az alapozás meghatározza, hogy az oszlop a rá ható terhelések következtében ne dőljön meg, húzódjon ki, ne mozduljon el, ne süllyedjen meg. Az acéloszlopok alapozásának költségeit jelentős mértékben meghatározzák az alapozási költségek.

A leggyakoribb talajfajták megengedett igénybevételét táblázatokban adják meg, azonban fontos feladat, hogy szükség esetén talajfeltárással győződjünk a talajrétegződésről, a talajvízről, a fizikai és vegyi hatásokról.

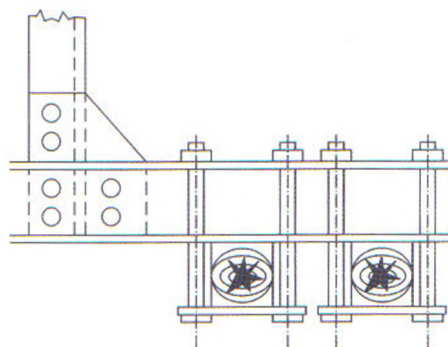
Az alapgyökör munkálhatóságának szempontjából talajosztályokat különböztetünk meg. A talajosztályok a megfelelő jogszabályokban, típustervekben és technológiákban is szerepelnek. A legkönnyebben megmunkálható talaj az I. talajosztály, ami azt jelenti, hogy ásóval, lapáttal, kézi erővel munkálható. A fokozatosan, nehezebben munkálható talajokat növekvő, római számmal jelzett osztályok jelzik. A legnehezebben megmunkálható, kitermelhető talaj a VI. talajosztály, amely már csak robbantással termelhető ki.

A talaj, az oszlopok anyaga és szerkezete szerint a leggyakoribb alapozások a következők:

- **Beásás:** beton és faoszlopokat, ezek oszlopszerkezeteit külön alap nélkül, közvetlenül, telepítjük a talajba. Az oszlopokat jó minőségű talajban a teljes hossz 1/6-od

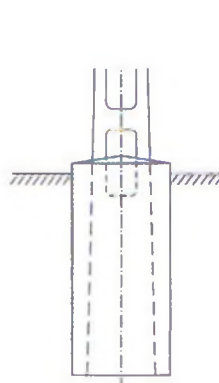
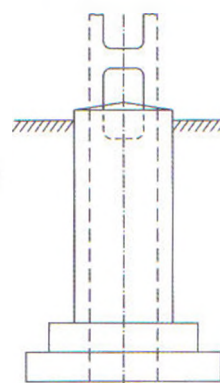
részéig, vagy legalább 1,6 méter mélyen kell beásni a földbe. A beásást a rétegenkénti gondos döngöléssel kell kiegészíteni. Rosszabb minőségű talaj esetében az oszlop állékonyságát a beásási mélység felső harmadában, az oszlop tövében kőszorúval kell körülvenni, a betonoszlop esetében támasztóoszlopot (támlemez) kell alkalmazni.

- **Talpgerendás alapozás:** főleg vasoszlopok esetében az oszlopot keretszerkezetre kell erősíteni (4.6.10. ábra). Az oszlop állékonyságát a keretszerkezetre egyenletesen ható erők biztosítják. A talpgerendák lehetnek betonból, megfelelő korrózióvédelemmel ellátott acélból vagy telített fából. Talpgerendás megoldásnak tekinthető a bakoszlopok alapozása is.



4.6.10. ábra. Talpgerendás alapozás

- **Befogott alapozás:** függőleges falú, zsazuzás nélküli gödörben készülő, hasáb alakú betonalap (4.6.11. ábra). Csak jó minőségű kötött (agyag) talajban alkalmazzuk. Alkalmazása közép- és kifestültségű hálózatok, zárt törzsű acéloszlopoknál. Osztott lábú acéloszlopok esetében is ezt a megoldást alkalmazzuk. A gödör általában fúrószerkezettel készül.

4.6.11. ábra.
Befogott alap4.6.12. ábra.
Súlyalap

- **Súlyalap:** lépcsőzetesen kialakított betontömb (pl. csonka gúla alakú) (4.6.12. ábra). Lényege, hogy a súlypont minél mélyebbre kerüljön és az alapfelület minél nagyobb legyen a jó állékonyság érdekében. Alkalmazása tág határok között van, főleg feszítő és sarokfeszítő oszlopok esetében használjuk. Létesítési költségei a zsazuzanyag és a nagy tömegű beton miatt magas.
- **Különleges alapozások:** cölöpalapozás, kútalapozás, úszó- vagy tutajalapozás.

Az alapozások egyik fontos eleme a talajminőség ismerete. A talajminőséget talajvizsgálattal vagy talajfeltárással állapítják meg. Egyszerű beton- vagy faoszlopos közép- vagy kifestültségű vezetékek esetén elegendő a közelben más létesítményeknél végzett talajfeltárás adatainak vagy a terep szemrevételezéséből szerzett adatoknak az ismerete. A talajvizsgálattal kapcsolatos ismeretek elsősorban a tervezéshez tartozik, tájékoztatásul a leggyakoribb talajfajták nyomásra megengedett igénybevételét mutatja a 4.2. táblázat.

Amennyiben az oszlopalapot nem a részletes talajfeltárás alapján választották ki (pl. típusalapot írtak elő), az alapgödör készítésekor figyelemmel kell kísérni a talaj minőségét, és ha a tervtől vagy típustervtől eltérő talajviszonyokat észlelünk, akkor azt a tervező

4.2. táblázat

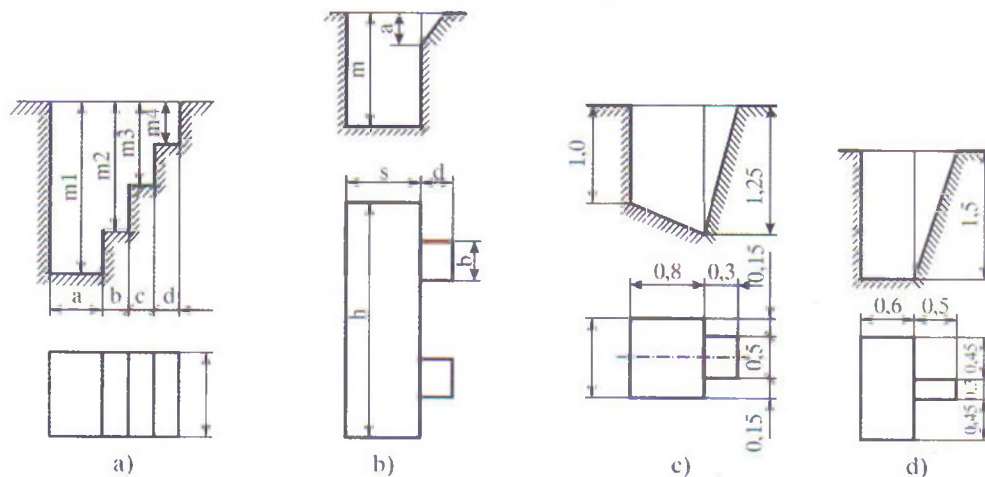
Talajfajták	megengedett talajnyomás (N/m ²)
Puha, nedves agyag, nagyon nedves finomszemcsés homok, feltöltött (friss, régi) talaj	0,5...1
Föld, földdel kevert, nedves, nagyszemcsés homok	1...2
Márgás föld, száraz, nagyszemcsés homok, kavics, lösz	2...4
Száraz, kemény agyag, réteges kőzet	4...6

tudomására kell hozni. Az alapgödör munkálatai szempontjából a következő talajosztályokat különböztetjük meg:

*A talaj osztálya**Megmunkálhatóság*

- | | |
|------|--|
| I. | ásóval, lapáttal fejthető, |
| I/a. | ásóval, lapáttal könnyen fejthető, |
| I/b. | ásóval, lapáttal fejthető, részben víz eltávolítása szükséges |
| I/c. | ásóval, lapáttal fejthető, beomlás ellen dűcolás szükséges |
| I/d. | ásóval, lapáttal fejthető, dűcolás és állandó vízelvezetés szükséges |
| II. | ásóval, lapáttal és kevés csákányozással fejthető, |
| III. | állandó csákányozással fejthető |
| IV. | csákány hegyes végével és bontórúddal fejthető |
| V. | fejtőkalapáccsal, ékkel, bontórúddal és robbantással fejthető |
| VI. | csak robbantással fejthető. |

Betonszlopok alapgödöreinek kialakításai (4.6.13. ábra).



4.6.13. ábrák. Betonszlopok alapgödöreinek kialakításai
a) tartóoszlop, b) bakoszlop, c) oszloptám ($Q = 0,81 \text{ m}^3$), d) kikötött oszlop

Szerelési munkálatok kifestettségű elosztóhálózatokon

Az oszlop és oszlopszerkezetek alkalmazásának és kialakításának feladata tervezői kötelezettség, ezért csak néhány alapvetően betartandó megkötést ismertetünk:

- A betonlábba szerelt **faoszlopokat** úgy kell elhelyezni a nyomvonalban, hogy az oszlopot és a betonlábát összekötő rúdcsavarok hossz tengelye párhuzamos legyen a nyomvonallal, ez vonatkozik az ikergyámos oszlopokra is. A kitámasztott oszlop, támasztó oszlopának gyámja mindig a külső oldalra (nem a tartó oszlop felé), a kitámasztás átmenő csavarja a tartóoszlop tetejétől általában 1300 mm-re essen. Betonoszlopnál a gyámok mindig azonos oldalon, egymás mellett helyezkedjenek el. Bakoszlopnál a gyámok mindkét oszlopnál a külső oldalon helyezkedjenek el (kivéve, természetesen, ha a bakoszlop ikergyámos).
- **Betonoszlopok** áttörésének iránya a nyomvonalba essen, kitámasztott betonoszlop esetében is. A kikötött sarokoszlopok esetében a kikötés az eredő húzásirány ellenében az áttörések feletti furaton keresztül, csavaros rögzítéssel oldandó meg. Ikeroszlopok szerelését úgy végezzük, hogy az áttörések irányai megegyezzenek (nem lehetnek az áttörések párhuzamosak).
- A **BK** és az **FK** jelű kikötött (kifestett) saroktartó oszlopszerkezetek feszítő vagy végfeszítő oszlopként alkalmazhatók.
- A **BT** és az **FT** kitámasztott oszlopszerkezetek saroktartóként, csak 35 mm² keresztmetszetig alkalmazhatók feszítőként vagy végfeszítőként.
- A **BI** és **FI** ikeroszlopok saroktartó és végfeszítőként is alkalmazhatók. A **BI** jelű 25 mm vezető-keresztmetszetig végfeszítőként is alkalmazható. A **BB** és **FB** jelű bakoszlop lehet saroktartó, tartó-leágazó, saroktartó-leágazó, feszítő- és végfeszítő is.

Faoszlopok összeszerelése

A faoszlopok betonlábba (betongyámra) szerelésékor a lapjukra fordított betonlábát és az oszlopot a nyomvonal irányába fordítva szereljük.

A szerelés menete:

- az oszlop gödröt kialakítjuk (kézzel, lépcsős kiképzés, géppel, fúrás),
- a gödör lépcsős oldalán a gödör fölé emeljük a betongyámot (fúrt gödörnél a gödör fala fölé) kb. fél méterrel, nyúljon be a gödör fölé,
- a faoszlopon bejelöljük a furatok helyét és kifúrjuk azokat,
- az oszlopot a betongyám vályús részébe emeljük és az átmenő csavarokkal, össze-csavarozzuk, (bakoszlopok összeállítását ugyanígy végezzük),
- bakoszlopoknál a kötőfákat is el kell helyezni, mind az alsó, mind a felső kötőfa esetében,
- az alsó kötőfákat a terpesz beállítása után ideiglenesen rögzítjük, az oszlopfejet összeillesztés után összejelöljük és a felső kötőfára merőlegesen, bejelöljük a vágásirányt,
- az oszlopfej megfaragása után a fejszerkezet szerelvényének megfelelően az össze-erősítő csavarok furatait kijelöljük, és a furatokat elkészítjük,
- az oszlopfej össze-csavarozása után az alsó kötőfákat véglegesen rögzítjük,
- a középső (felső) kötőfa felszereléséhez a rajzban megadott távolságra a két oszlopon bejelöljük és kifúrjuk az összekötő csavarok furatait,

- a középfát mindkét végén a bejelölés után ék alakúra vágjuk,
- a kötőfa behelyezése után, a csavarokkal a kötőfát befeszítjük,
- az oszlop telítőanyagának megfelelő telítőanyaggal a vágott felületeket lekezeljük (bekenjük),
- ikeroszlopok összeszerelésének sorrendje megegyezik az előbbiekkal, figyelembe véve a tervben megadott rajzokat.

Betonoszlopok összeszerelése

A vasbeton tartóoszlopra a tervrajzok szerint, nyomvonal irányával párhuzamosan kell felszerelni a támasztólemezt. A támasztólemezt a középpontjában bilincsekkel rögzítjük az oszlophoz úgy, hogy az a beásási mélység felső harmadába essen. A támasztólemez felszerelését ásott gödör esetében, a felszerelés előtt vagy után is megtehetjük. Fúrt gödör esetében az előre felszerelt támasztólemeznek megfelelő helyet kell kialakítani.

A vasbeton bakoszlopok szereléséhez alátét fákat alkalmazunk, hogy az oszlopokat könnyebben mozgathassuk, és azok ne süllyedjenek a talajba. A fejrészeket összeillesztjük és beállítjuk a megfelelő terpeszt. Az alsó kötőfák felszerelés után az oszlopfejeket pontosan összeillesztjük és felszereljük a fejeket, rögzítő lemezeket.

Az oszlopokat a szereléshez úgy kell elhelyezni és beállítani, hogy azokat a szerelés-kor ne kelljen feleslegesen mozgatni. Az acélszerkezetű részeket korrózió elleni védelemmel kell ellátni.

Villamos hálózatok rajzjelei

A szabadvezetékek és kábelek nyomvonalrajzainak szabványos és egyezményes jelöléseit mutatjuk be a 4.3. táblázaton.

4.3. táblázat
Szabadvezetési és kábelnyomvonalak szabványos, ill. egyezményes rajzjelei

Jelölés	Megnevezés
	Erősáramú szabadvezeték nyomvonala
	Erősáramú földkábel nyomvonala
	Erősáramú légkábel nyomvonala
	Távközlő légvezeték nyomvonala
	Távközlő földkábel nyomvonala
	Egyes faoszlop egy, ill. két betonlábán
	Kikötött faoszlop betonlábán
	Kitámasztott faoszlop betonlábán
	Saroktartó fa bakoszlop két, ill. négy betonlábán

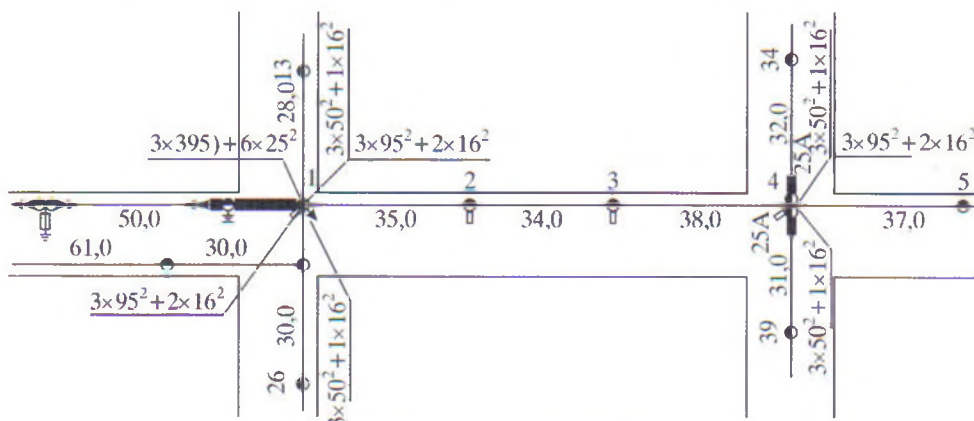
4.3. táblázat folytatás

Jelölés	Megnevezés
	Feszítő fa bakoszlop négy betonlábón
	Fa négyes gúlaoszlop négy, ill. nyolc betonlábón
	Egyes betonoszlop
	Kikötött betonoszlop
	Kitámasztott betonoszlop
	Saroktartó beton bakoszlop
	Feszítő beton bakoszlop
	Rácsos szerkezetű sarok acéloszlop
	Rácsos szerkezetű egytörzsű acéloszlop
	Rácsos szerkezetű portál acéloszlop
	Vezetőfelfüggesztés módjai feszítőoszlopon: egyes (et), kettős (kt), fokozott biztonságú (bt)
	Vezetőfelfüggesztés módjai feszítőoszlopon: egyes (ef), kettős (kf), hármas (hf), négyes (nf), feszítőlánc
	Földelés
	Oltócső, koordináló szikraköz, túlfeszültségevezető
	Oszlopkapcsoló leágazásban oltócsővel
	Fázisforgatás

4.3. táblázat folytatás

Jelölés	Megnevezés
	Oszlopszám, oszlopköz, típus, oszlopmagasság
$3\sim 50\text{ Hz } 35\text{ kV}$ $3\times 70^2\text{ Al d } \sigma 10$	A háromfázisú vezeték keresztmetszete, anyaga, feszültsége, feszítése, frekvenciája
	Transzformátorállomás két fa bakoszlopon (FOTR)
	Transzformátorállomás egy, ill. két betonoszlopon (BOTR)
	Szakaszbiztosító három, ill. egy fázisban
	Egész- és féléjjeles közvilágítási lámpa
	Szabadtéri kábelvégelzáró vasoszlopon
	Összekötő karmantyú
	Elágazókarmantyú

Kisfeszültségű szabadvezeték rajzjeleinek alkalmazása (4.6.14. ábra).



4.6.14. ábra. Kisfeszültségű szabadvezeték rajzjeleinek ábrázolása

5.

Építkezések ideiglenes villamosenergia-ellátása

Ideiglenes berendezésnek minősül az a berendezés, amely korlátozott időtartamra, általában másfél-két éves használatra létesült.

Az ideiglenes berendezés, biztonsági szempontból a végleges berendezés biztonságának feleljen meg. A berendezés kivitele kényelmi és esztétikai szempontból eltérhet a végleges kivitteltől, azonban a berendezés áttekinthetősége és a feliratok, jelzések felismerhetősége nem lehet kevesebb értékű.

Megengedett továbbá, hogy a berendezésben alkalmazott készülékek, gépek feliratok rövidebb élettartamúak legyenek, de legalább az igénybevétel idejéig biztonságosan kell működniük.

Ideiglenes villamos energia ellátást igényelhetnek:

- építkezések,
- rendezvények,
- kiállítások,
- mutatóanyagok,
- filmforgatások stb.

Mindegyik jellemzője, hogy a végleges energiaigényhez hasonlóan az illetékes áramszolgáltatótól kell igényelni a szükséges villamos energiát, amelyet megfelelő minősített szerelő terve alapján, és kivitelezői igazolással adnak ki.

Az ideiglenes energiafelhasználás általában, a szokásosnál mostohább műszaki feltételek között valósul meg, ezért a kivitelezéskor a vezetékek, az alkalmazott készülékek villamos és mechanikai biztonságát feltétlenül biztosítani kell.

Az építkezések sajátossága, hogy számos olyan berendezést, készüléket alkalmaznak, amelyeket a munkafolyamatoknak megfelelően mozgatni kell. A másik nagyon fontos jellemző, hogy az építési folyamatok, gyakorlatilag mindig nedves körülmények között zajlanak.

Egyéb munkaterületek is igényelhetik az ideiglenes energiaellátást, ezért azoknál is alkalmazni kell a megfelelő biztonsággal rendelkező csatlakozási lehetőségeket.

Az energiaellátás lehet mért vagy méretlen, az építkezéseken, de általában más esetekben is mért a vételezett villamos energia. Ideiglenesen, meghatározott időszakra adott vételezési pontról (búcsú, vásár, filmforgatás stb.) lehet méretlen és mért.

Fontos szempont az energiaellátás miatt, hogy gyakran nem, vagy nem kellően kiképzettek alkalmazzák a villamos működtetésű berendezéseket, készülékeket ezért a benne lévő síneket, kábeleket és berendezéseket a szándékos érintés ellen is védeni kell.

Gyakran változnak a villamos teljesítményigények, az alkalmazott gépektől függően. Az építkezések ideiglenes energiaellátását a felvonulási szekrényeken keresztül biztosítják.

A villamos energiaellátást az ideiglenes igénybevételek esetében is az illetékes áramszolgáltatótól kell kérni, hasonlóan a végleges csatlakozási igényekhez.

Az építkezések megkezdése előtt általában, nem áll rendelkezésre megfelelő építmény, ahová a fogyasztásmérőt, a védelmi eszközöket, valamint a csatlakozókat telepíteni lehet. Ezért a csatlakozást, biztosító berendezést, felvonulási szekrényt kell alkalmazni.

A felvonulási szekrény lehet mozgatható vagy segédoszlopra szerelt kivitelű. A külső burkolatnak, a szekrényrésznek, kellően ütés- és vízállónak kell lennie. Villamos szempontból a csatlakozás bemeneti része valamint az egyes csatlakozó aljzatok kialakítása, védettsége a szabványoknak feleljen meg.

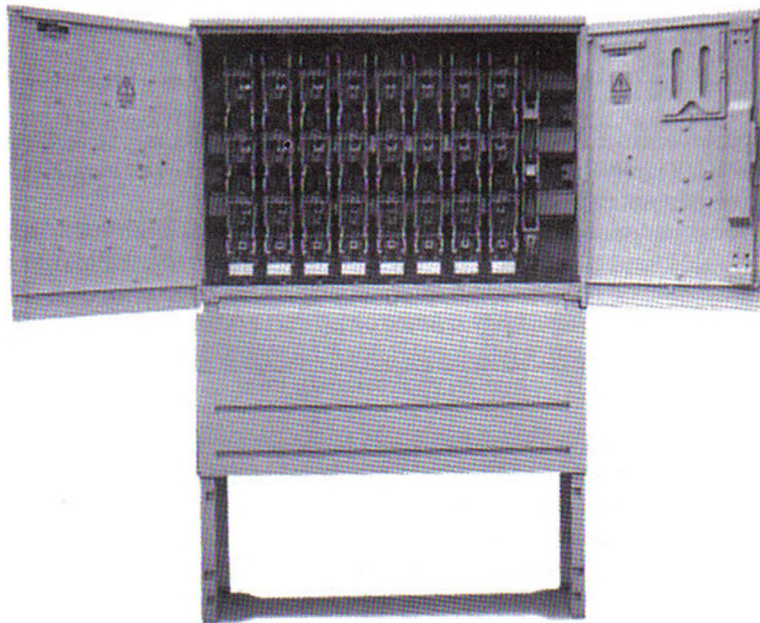
Ideiglenesnek azért nevezzük ezeket, az energiaellátásokat, illetve a szekrényeket, mert csak viszonylag rövid ideig lehet alkalmazni azokat. Az ideiglenes ellátás – általában – legfeljebb másfél évig igényelhető. Ideiglenes energiaellátást igényelhetnek például, különféle rendezvények részére. A rendezvények filmfelvételei, televíziós közvetítések (sport, kitüntetés, új létesítmény megnyitása) stb.

A műveletekhez szükséges energiaigény, készülékszám, stb. alapján a gyártó cégek katalógusaiból lehet kiválasztani a szükséges méreteket.

A csatlakozás többnyire légvezetékéről történik, ritkán földkábelről. A földkábeles megoldás jóval drágább és az elbontása is körülményesebb.

A szekrények lehetnek lábon álló, oszlopra vagy falra szerelhető esetleg a lábazattal betonozható kivitelűek.

A 5.1. ábra egy, lábon álló kivitelűt mutat be.



5.1. ábra. Ideiglenes csatlakozó szekrény, lábon álló

Az ideiglenes csatlakozás – hasonlóan a végleges csatlakozáshoz – csak megfelelő szakmai végzettségű és engedéllyel, rendelkező kivitelezővel végezhető el.

Ebben az esetben is érvényes, hogy az áramszolgáltató területileg illetékes műszaki irodájától meg kell kérni a csatlakozási feltételeket.

Az áramszolgáltató határozza meg, hogy az energiavételezést oszlopról vagy kábeltől engedélyezi-e.

Az oszlopról engedélyezett vételezéskor az oszlop közvetlen közelében van-e a fogyasztói hely, vagy pl. az utca túlsó oldalán. A segédoszlop állítása, amelyre aztán az ideiglenes csatlakozószekrényt felszerelhetjük, hova kerüljön. Esetleg meglévő épületrészre telepíthetjük a csatlakozó szekrényt.

Építkezéseken minden készüléket külön pontról kell táplálni. Építkezéseket nem szabad házi szerelvények berendezéseiről táplálni.

Az építkezéseken alkalmazott, többnyire egységesített rendszerű és felépítésű szekrényeket az áramszolgáltatók is vizsgálják. A vizsgálati eredmények alapján javasolják az egyes gyártók szekrényeinek felhasználását. Érdekes a szekrény beszerzése előtt kikérni az áramszolgáltató javaslatát.

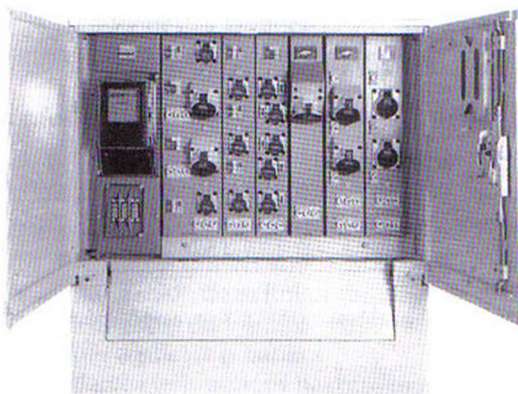
A gyártók a szekrényeket úgy készítik el, hogy azokba a fogyasztásmérő(k), a védelmi egységek valamint az egyes fogyasztók csatlakozó egységei könnyen és biztonságosan legyenek beszerelhetők (5.2. ábra).

A szekrények belsejében az egyes fogyasztói helyek (egyfázisú, háromfázisú, 10 A, 16 A) áramfelvételének megfelelő dugaszoló aljzatok, illetve a védelem céljaira kismegszakítók és áram-védőkapcsolók helyezkednek el.

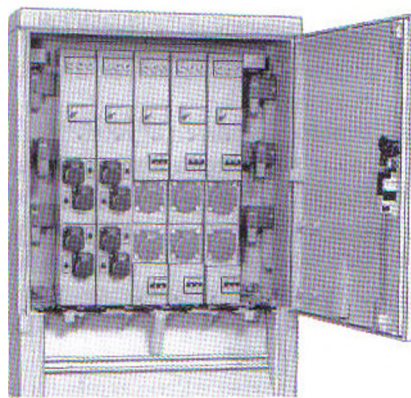
A szekrények külső burkolata a külső káros hatásoknak ellenálló kivitelben készül. A figyelembe vehető káros hatások: ibolyántúli sugárzás (UV), villamos-, hő-, víz-, mechanikai behatások. Többségük üvegszál erősítésű poliészterből készül.

A szekrények egyik oldalán egy nagyobb méretű ajtóval, felcsavarozható lábakkal készül, ami alkalmassá teszi a lábak lecsavarása után oszlopra szerelt kivitelre is.

Az ajtó több ponton rögzíthető, az áramszolgáltatók által alkalmazott zárszerkezettel. Általában hárompont rögzítésű tolózárszerkezet, az áramszolgáltatóknál használatos négyzögfejű csappal, vagy más kulcsos szerkezettel.



5.2. ábra. Ideiglenes csatlakozó szekrény fogyasztásmérővel



5.3. ábra. Ideiglenes csatlakozó szekrény belső elrendezése fogyasztásmérő nélkül

Kábeles csatlakozást az ajtó alatt reteszelve és a kábelkeresztmetszetéhez illeszthető nyílásokon keresztül oldják meg. A kábeles csatlakozás esetén gondoskodni kell a kábelek lefedéséről olyan helyeken, ahol emberek vagy esetleg gépek közlekednek. Tartósan rögzíthető kivitelű szekrényt, alsó része földbe süllyeszthető, (hosszabb időtartamú építkezések igényelhetik).

A szekrények belső szerelvényezése megfelel az európai szabványoknak, amelyet az MSZ EN 60439-1:1995 és az MSZ EN 60439-3: 1995, előírásainak betartásával érnek el. Természetesen az áramszolgáltatók előírásait és gyakorlatát is figyelembe kell venni.

A szekrények a fogyasztómérő helyeken túlmenően csatlakozó dugaszolóaljzatokat tartalmaznak valamint NH- biztosítóaljzatokat is. A kismegszakítók az egyes dugaszolóaljzatok áramkörét biztosítják.

A szerelhető egységek egy-, és háromfázisú kivitelben készülnek, különféle, terhelhetőséggel, például: 16, 32, 63 A-s 3, 5 pólusú, illetve háztartási dugaszoló aljzatokkal. A kismegszakítók előtt olvadóbiztosítók, illetve áram-védőkapcsolók lehetnek. Az egyes egységeket a gyártók katalógusaiból vagy egyedi megrendelés alapján kérheti a kivitelező.

Az építkezések ideiglenes illetve az egyéb célokra szolgáló ideiglenes csatlakozó szekrényekbe kötelező beszerezni az áram-védőkapcsolót, mint kiegészítő védelmet.

Az áram-védőkapcsolók lehetnek két-, illetve négy pólusúak. Az áram-védőkapcsolók névleges hibaáram leoldási értéke függ a várható terhelő áram nagyságától. A beállított védelmekhez, pl. 25 A–30 mA, 40 A–100 mA, 63 A–300 mA értékek tartozhatnak.

A védelemre szolgáló áram-védőkapcsoló, működőképességéről naponta meg kell győződni úgy, hogy a vizsgáló (teszt) gombot benyomjuk. Amennyiben a készülék kikapcsol akkor működőképes, amennyiben nem akkor meg kell keresni a hibát.

Építkezéseken alkalmazott ideiglenes kapcsolószekrényekben – a munkavégzés környezeti hatásai miatt – a 30 mA érzékenységgű áram-védőkapcsoló általában nem alkalmas, az alkalmazható védőkapcsoló érzékenysége 100 mA, a terhelő áram nagyságától függetlenül.

A hibakeresés előtt feltétlenül feszültségmentesíteni, kell a berendezést.

Ellenőrző kérdések és feladatok

1. Mit jelent az ideiglenes energiavételezés?
2. Milyen célokra szolgálhatnak a felvonulási szekrények?
3. Hogyan csatlakozunk az áramszolgáltató csatlakozási pontjától a felvonulási szekrényhez?
4. Ismertesse milyen egyéb célokra, igényelhetünk ideiglenes csatlakozást?
5. Miért szükséges a kismegszakító elé az olvadóbiztosító?
6. Hogyan választja ki a kismegszakító és az olvadóbiztosító összetartozó értékeit?
7. Hogyan ellenőrizzük az áram-védőkapcsoló működőképességét?
8. Hogyan kell bekötni az áram-védőkapcsolót a fogyasztói áramkörbe?
9. Ismertesse a feszültség-mentesítés lépéseit!
10. Válasszon csatlakozószekrényt a gyártó cég katalógusából, a fogyasztó igényeinek megfelelően!

6.

Fázisjavító berendezések

Az elosztóhálózatok induktív és kapacitív hatása és a fogyasztói hálózatban működő túlnyomóan induktív jellegű fogyasztók (motorok, transzformátorok, stb.) működéséhez jelentős meddőteljesítmény szükséges. A villamosenergia-rendszerben a meddőteljesítmény-egyensúlyt minden pillanatban biztosítani kell. Míg a hatásos teljesítmény előállítása központosítva gazdaságos, addig a meddő teljesítmény előállítása decentralizáltan (generátorokkal, szinkron kompenzátorokkal, szinkronmotorokkal, kondenzátorokkal) adja a műszaki és gazdasági szempontból a legjobb megoldást.

6.1. Fázistényező javítás

A villamosenergia-fogyasztás rohamos növekedésével együtt növekszik a fogyasztók meddőenergia-igénye is. Hatására csökken a villamosenergia-termelő- és elosztóberendezések kihasználtsága, növekszik az egységnyi hatásos teljesítmény előállításához és, elosztásához szükséges beruházási költség. Hazánk energiahordozókban szegény, így fokozottan takarékoskodnunk kell mind a villamosenergiával, mind a beruházásokkal.

A meddőenergia-gazdálkodás legcélszerűbb megszervezését központi irányelvek és rendeletek biztosítják, amelyek közül fontossága miatt a tarifarendeleetet külön ki kell emelni.

A villamosenergia árában a meddőenergia igény többletköltséggként jelentkezik.

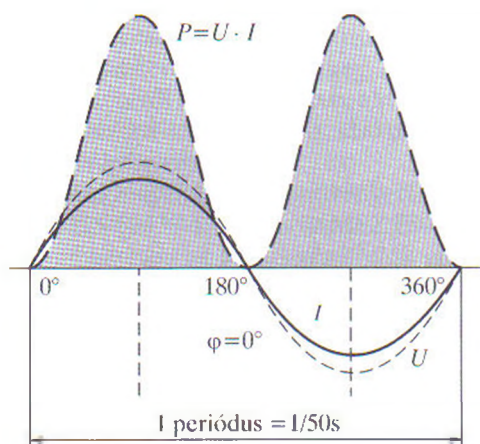
A meddőenergia kompenzálása általában a fogyasztó feladata, de egyes esetekben a hatóság nem engedélyezi a fázisjavítást.

A meddőteljesítmény-igény és jelentősége a hálózatban

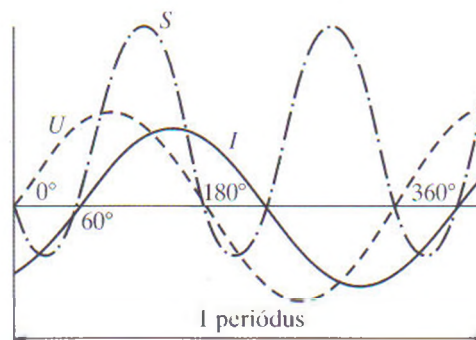
A meddő teljesítmény keletkezése

Váltakozóáramú körben a villamos teljesítményt a feszültség és az áramerősség szorzata adja. Pillanatnyi értékei szinuszosan változnak, görbéje zérus fáziseltolás esetén az 6.1.1. ábrán, $0 < \varphi < 90^\circ$ fáziseltolási szög esetén az 6.1.2. ábrán látjuk. A teljesítménygörbe 0 fáziseltolási szög esetén csak pozitív terület, nullától eltérő fázisszög esetén pedig pozitív és negatív területet is határol.

A villamos teljesítmény hasznos munka végzésére alkalmas pozitív részét hatásos teljesítménynek nevezzük és P -vel jelöljük. A pozitív munka végzésére nem alkalmas részét meddő teljesítménynek nevezzük, és Q -val jelöljük.



6.1.1. ábra. Teljesítménygörbe nulla fáziseltolás esetén



6.1.2. ábra. Teljesítménygörbe nullától eltérő fáziseltolás esetén

A feszültséget jellemző vektorhoz képest fázisban elmaradó áramot a feszültségvektorral fázisban levő, ill. a feszültségvektorhoz képest 90° -kal elmaradó összetevőre bontva a feszültség és a vele fázisban lévő áramkomponens szorzata a hatásos teljesítmény. A feszültség és a hozzá képest 90° -kal elmaradó áramkomponens szorzata a meddő teljesítményt adja.

A feszültség és az áramerősség pillanatértékeinek szorzatát látszólagos teljesítménynek nevezzük, és S -el jelöljük.

A látszólagos teljesítmény:

$$S = U \cdot I \text{ (VA)}$$

A hatásos teljesítmény:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ (W)}$$

A meddő teljesítmény:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ (var)}$$

A hatásos teljesítmény és a látszólagos teljesítmény viszonyszámát, a $\cos \varphi$ -t teljesítménytényezőnek nevezzük:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

A $\cos \varphi$ értéke, értelemszerűen, 1-nél jobb nem lehet.

Fázistényező javításához szükséges kondenzátor kapacitásának kiszámítása

Egy 230 V, 40 W-os fénycső fojtótekercsének teljesítményfelvétele 9 W, $\cos \varphi$ -je 0,5. Mekkora kapacitású kondenzátort kell alkalmazni, hogy a $\cos \varphi$ -t 0,9-re javíthassuk?

A fénycsőkapcsolás áramfelvétele:

$$I_1 = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_1} = \frac{49}{230 \cdot 0,5} = 0,426 \text{ A}$$

A felvett áram hatásos összetevője: $I_W = I_1 \cdot \cos \varphi_1 = 0,426 \cdot 0,5 = 0,213 \text{ A}$.

A $\cos \varphi = 0,5$ -nek megfelel a $\sin \varphi = 0,86$.

A felvett áram meddő összetevője: $I_{m1} = I_1 \cdot \sin \varphi_1 = 0,426 \cdot 0,86 = 0,366 \text{ A}$.

A teljesítménytényező javítása után a felvett áram: $I_2 = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_2} = \frac{49}{230 \cdot 0,9} = 0,236 \text{ A}$.

Az I_2 áram meddő összetevője: $I_{m2} = I_2 \cdot \sin \varphi_2 = 0,236 \cdot 0,435 = 0,103 \text{ A}$.

A kondenzátornak a két meddő közötti áramkülönbséget kell szolgáltatnia:

$$I_C = I_{C1} - I_{C2} = 0,366 - 0,103 = 0,263 \text{ A}.$$

A szükséges kapacitást a kapacitív reaktanciából számolva:

$$X_C = \frac{U}{I_C} = \frac{230}{0,263} = 874,5 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \rho \cdot f \cdot C} \quad \text{ebből:}$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 874,5} = 3,6 \mu\text{F}.$$

Tehát a fázistényező javításához $3,6 \mu\text{F}$ -os kondenzátor szükséges.

Meddőfogyasztók

Minden olyan villamos gép vagy egyéb fogyasztó (pl. fénycső), amelynek működése elektromágneses mező fenntartását igényli, nullától eltérő fázisszöget, és 1-től eltérő teljesítménytényezőt, okoz.

A legnagyobb meddőteljesítmény, a transzformátorok (és transzformátor jellegű készülékek) és az aszinkron motorok üzeméhez szükséges.

A mágneses mező fenntartásához szükséges meddő teljesítmény

$$Q = \frac{10^7}{2} \cdot \frac{f \cdot B^2 \cdot A \cdot \ell}{\mu_r}$$

Ahol Q a szükséges meddő teljesítmény (var), f a frekvencia (1/s), B a mágneses indukció (Vs/m^2), A a felület (m^2), ℓ a mágneses erővonal hossza (m), μ_r a relatív permeabilitás.

Az aszinkronmotorok meddőteljesítmény igénye a teljesítmény kihasználástól is függ, legrosszabb üresjárásban. Tudniillik a mágneses terét ilyenkor is fenn kell tartani, ekkor a teljesítménytényező értéke nagyon kedvezőtlen, a $\cos \varphi$ értéke, 0,3 is lehet.

A transzformátorok meddőteljesítmény igénye fajlagosan lényegesen kisebb, mint az aszinkron motoroké, ugyanis a légrés nagyon kicsire készíthető.

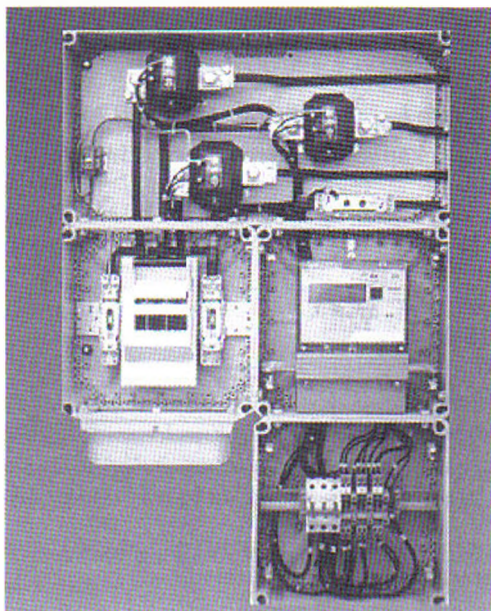
A fogyasztói transzformátorok közül különösen sok meddőteljesítményt igényelnek a hegesztőtranszformátorok, amelyek üzemszerűen nagy légréssel készülnek, ezek igen kedvezőtlen 0,2...0,5 közötti teljesítménytényezővel dolgoznak.

Kedvezőtlen $\cos \varphi$ -vel üzemelnek a gázkisüléses fényforrások szórótranszformátorai is. Teljesítménytényezőjük 0,5...0,6 között van.

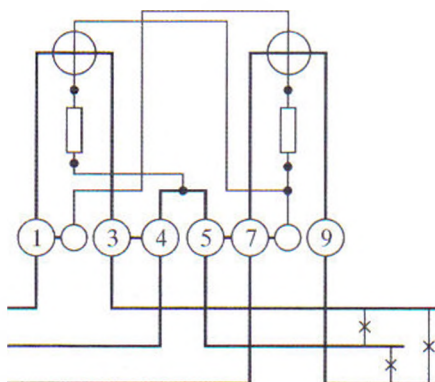
Jelentős meddőteljesítményt vesznek fel a hálózatokon lévő nagytranszformátorok és az acélgyártó indukciós kemencék is.

6.2. Fogyasztásmérő helyek kialakítása

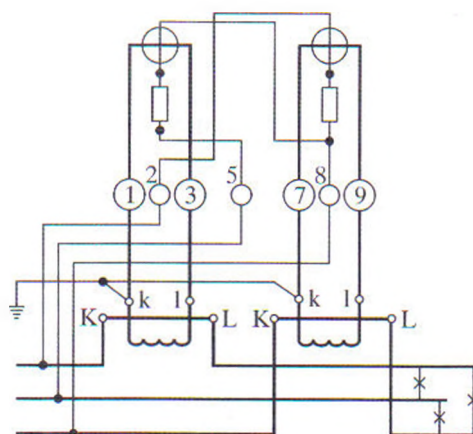
A meddő teljesítmény mérését nagy vagy nagyobb fogyasztók esetében külön fogyasztásmérőkkel mérik, általában egyúttal a teljesítménytényezőt is mérik.



6.2.1. ábra. Korszerű, műanyagszekrénybe épített elektronikus fogyasztásmérő, áramváltókkal



6.2.2. ábra. Háromfázisú, háromvezetős, műkapcsolásos meddőteljesítménymérő



6.2.3. ábra. Háromfázisú, háromvezetős, műkapcsolásos meddőteljesítménymérő, áramváltókkal

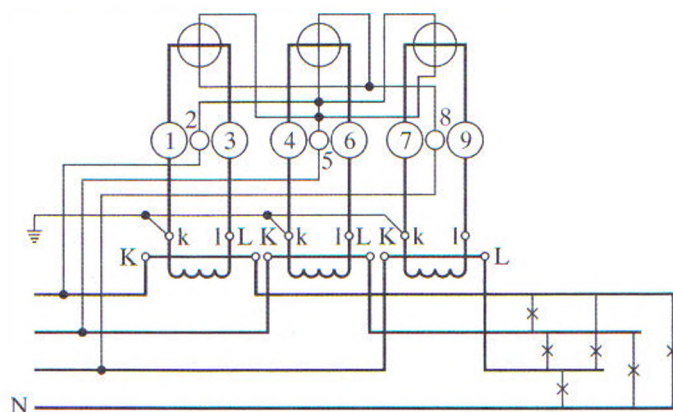
Meddő teljesítmény és a teljesítménytényező mérése

Háromfázisú rendszerben, a meddő teljesítmény

$$Q_{3F} = 3 \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi = 3 \cdot U \cdot I \cdot \cos(90^\circ - \varphi)$$

Egyfázisú váltakozóáramú rendszerben az eltolást ún. 90° -os kapcsolással, létesítik.

Háromfázisú rendszerben az eltolást oly módon hozzák létre, hogy a mérőművekhez olyan feszültséget kapcsolnak, amely a hatásos teljesítmény-méréshez alkalmazott feszültséghez képest 90° -kal el van forgatva (6.2.2. ábra).



6.2.4. ábra. Háromfázisú meddőteljesítmény mérése, négyvezetős rendszerben, áramváltókkal

Teljesítménytényező mérése

A teljesítménytényező legegyszerűbben áram, feszültség és teljesítmény méréssel határozható meg. Ez a módszer a teljesítménytényező esetenkénti ellenőrzésére alkalmas (6.2.5. ábra).

Egyfázisú rendszerben:

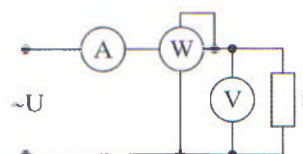
$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}$$

Háromfázisú rendszerben:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

A teljesítménytényező üzemi méréséhez közvetlen mutató teljesítménytényező-mérőt használnak, amelynek kapcsolása a 6.6.1. ábrán látható.

Szimmetrikus háromfázisú rendszerben a teljesítménytényező kétwattmérős teljesítménymérés alapján is meghatározható.



6.2.5. ábra. Egyfázisú hatásos teljesítmény mérésének kapcsolási vázlata

6.3. A meddőfogyasztás csökkentése

A meddőigények szabályozásának két fő irányt kell követnie: az egyik a meddőigények korlátozása, már fellépésük helyén, ez természetes fázisjavítás, a másik a feltétlenül szükséges meddő teljesítménynek a műszakilag leghelyesebb, leggazdaságosabb fejlesztés és elosztása.

Amennyiben a természetes úton végzett, intézkedésekkel végrehajtandó fázisjavítás akadályokba ütközik vagy alkalmazásával a meddőigény kívánt csökkentése nem érhető el teljes egészében, akkor – a meddőigény fellépésének helyéhez minél közelebb – a kompenzációhoz szükséges meddőtelsítményt elő kell állítani.

A fázisjavítás lehet:

- elsősorban az országos meddőgazdálkodás érdekében végrehajtott;
- kifejezetten az elosztórendszer tehermentesítése, és feszültségtartása érdekében végzett;
- a fogyasztók közvetlen energiaellátási és gazdasági érdekeit szolgáló fázisjavítás (pl. belső feszültségesések csökkentése, veszteségek korlátozása).

Azokat az intézkedéseket, amelyek segítségével a meddőigényt már keletkezése helyén korlátozhatjuk, ill. kiküszöbölhetjük, természetes fázisjavításnak nevezzük, az így elérhető határ a természetes fázistényező.

Természetes fázisjavítás módjai

A meddőigény intézkedésekkel való korlátozását természetes fázisjavításnak nevezzük. Az így elérhető legjobb, ún. természetes teljesítménytényező értékeket táblázatból lehet meghatározni ill. az elérhető értékekről, adnak tájékoztatást. A meddőigény a legnagyobb meddőfogyasztók helyes kiválasztásával, ill. gazdaságos üzemeltetésével tartható a legalacsonyabb szinten pl. a hajtott gép, szerkezet tényleges teljesítményigényének megfelelő nagyságú villamos hajtómotor teljesítményével.

A rossz teljesítménytényező egyik fő oka a túlméretezés. Míg a motorok túlméretezését feltétlenül kerülni kell, addig a transzformátorok esetében mindig figyelembe kell venni a várható energiaigényt, ill. ennek transzformátorcsere nélküli kielégíthetőségét.

Nagyteljesítményű motorok gyakori és tartós üresjárását, üresjáráskorlátozó automatikával biztosíthatjuk. Az automatika meghatározott türelmi idő után lekapcsolja az üresen járó gépet.

Az üresjáráskorlátozó automatikát általában a munkagép oldaláról vezérlik (pl. szivattyúk nyomáskapcsolója), de megvalósítható a motor villamos paramétereinek érzékelése alapján is (kisebb áram, teljesítményfelvétel).

Transzformátorok üzemeltetése során arra kell ügyelni, hogy az egyidejűleg bekapcsolt egységek teljesítménye összhangban legyen a terheléssel. Transzformátorok gyakori ki- és bekapcsolása nagymértékben csökkenti az élettartamot, ezért feltétlenül kerülni kell. Rövid ideig (1..2 óráig) tartó 10..20..(25)%-os túlterhelés viszont nem okoz károsodást, mert a nagy hőtehetlenség miatt a transzformátor hőmérsékletemelkedése kicsi. Ennek figyelembevételével gyakran elkerülhető a tartalék transzformátorok felesleges bekapcsolása.

A természetes fázistényező javítás legjobb módja, ha a villamos munkagépek névleges teljesítménye közelében terheljük a hajtó gépet. Az üresjárási állapot illetve a névleges teljesítménynél jóval alacsonyabb terhelés – az üresjárásban a legrosszabb a teljesítménytényező – jelentős meddőfogyasztással jár.

A hajtó gépek gyakran terhelés nélkül, üresjárásban járnak pl. szerszámgépek esetében, ezért üresjárást korlátozó megoldást alkalmazhatnak. Az üresjárást korlátozó megoldások közül két lehetséges változat:

- kikapcsolás a munkagép oldalról vezérelve,
- kikapcsolás a villamos oldalon beiktatott érzékelőszerv útján.

6.4. Kompenzációk fajtái

A meddő energiát kompenzálni lehet:

Villamos forgógépekkel

A villamos forgógépekkel való kompenzáció szinkron gépekkel vagy szinkronozott indukciós (aszinkron) motorok segítségével állítható elő. Ezt a megoldást általában nagyüzemek, energiaszolgáltatók alkalmazzák.

Kondenzátorokkal

Meddő energia statikus kondenzátorokkal is előállítható. A kondenzátoros fázisjavítás előnyei miatt hazánkban ez a meddőbetáplálás legelterjedtebb módja.

A fázisjavító kondenzátorok telepítése egyszerűbb, mint a forgógépek telepítése, alkalmazásuk az esetek többségében kisebb beruházást, nagyobb üzembiztonságot, gazdaságosabb üzemvitelt tesz lehetővé.

A kondenzátorok meddőteljesítményeit a következő összefüggésekkel számíthatjuk:

Egyfázisú egysége: $Q = U^2 \cdot \omega \cdot C$

Háromfázisú: $Q_C = 2 \cdot U^2 \cdot \omega \cdot C_m$

Ahol a C_m , az ábra figyelembevételével

$$C_{mC} = \frac{C_{m1} + C_{m2} + C_{31}}{3}, \text{ és}$$

$$C_{m1} \approx C_{m2} \approx C_{m3}.$$

A kondenzátoron átfolyó áram:

egyfázisú $I = U \cdot \omega \cdot C$

háromfázisú $I = \sqrt{3} \cdot U \cdot \omega \cdot C_{\text{rész}}$

Fázisjavító kondenzátorok

A fázisjavító kondenzátorok egyre gyakoribb beépítése, jelentősen megváltoztatta a hálózati viszonyokat. Korszerű villamosenergia-rendszerekben mind a védelmek tervezése, mind a kapcsolók és biztosítók megválasztása szempontjából ma már mindenképpen figyelembe kell venni a kondenzátorok okozta jelenségeket.

A kondenzátoron átfolyó áram egyenesen arányos a hálózat periódusszámával, a kondenzátor kapacitásával, valamint a hálózati feszültséggel.

A kondenzátort az áramkörbe párhuzamosan vagy sorosan kapcsolhatjuk. A fogyasztói teljesítménytényezőt javító, az országos meddőmérleg egyensúlyát biztosító kondenzátorokat a kompenzálendő fogyasztóval általában párhuzamosan kapcsoljuk, a sorosan kapcsolt kondenzátorok jelentősége elsősorban feszültség szabályozó hatásukban van.

Fázisjavító kondenzátorok és berendezéseik

A kondenzátoregység – az MSZ 1585 szerint – egyetlen tartályba zárt, kivezetőkapcsokkal ellátott, önállóan is használható kondenzátor. A hazai gyártású kondenzátorok névleges feszültsége 400 és 550 V. Kivitel szempontjából külső téri és belső téri, kapcsolási mód szerint pedig egy- és háromfázisú kondenzátoregységek készülnek.

Kondenzátor kapcsolószekrények szerkezete

A kondenzátorok kapcsolására általában száraz, légszigetelésű megszakítókat alkalmaznak.

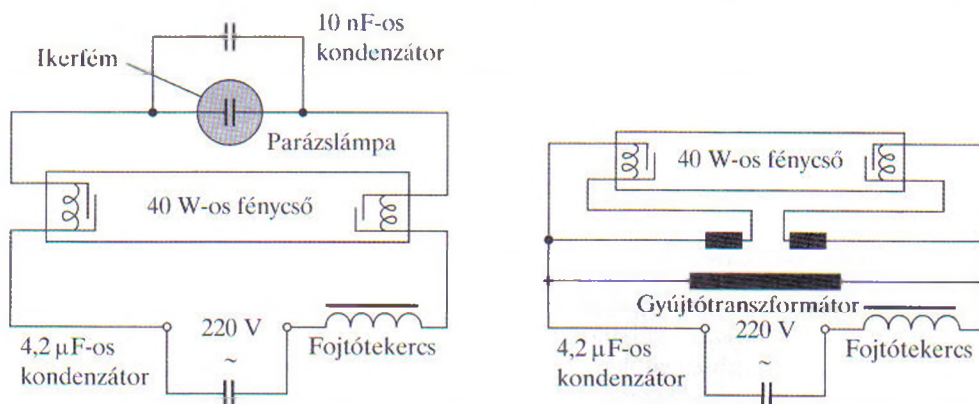
A kondenzátorok kikapcsolása után gondoskodni kell a bennük visszamaradó töltés kisüléséről. A kisütőberendezésnek olyannak kell lennie, amely a kikapcsolás után a visszamaradó feszültséget 550 V és ennél kisebb névleges feszültségű kondenzátoroknál egy percen belül 50 V-ra, vagy az alá csökkentse. A kisütőkészüléket eltávolítani vagy kikapcsolni tilos, ezért a kisütőkészülék áramkörébe biztosítót vagy kapcsolót szerelni nem szabad!

Az előzőek figyelembevételével készítették el a kondenzátorok kapcsolására alkalmas korszerű kondenzátor- kapcsolószekrényeket, amelyek egyesítik:

- a) a főáramkör zárlati védelmére alkalmas késleltetett kioldású biztosítót;
- b) a főáramkör megszakítására alkalmas légszigetelésű kapcsolót;
- c) a kondenzátorok kisütésére használatos berendezést;
- d) a kondenzátorok kapcsolt állapotát ellenőrző, jelzőberendezést.

Egyedi kompenzáció

Egyedi kompenzációt alkalmazunk pl. kisfeszültségű fénycsőarmatúrákban, halogénlámpákban a fényforrás működtetéséhez szükséges induktív fogyasztó (fojtók, gyújtótrafók) által okozott fáziseltolás kompenzálására. Egyedi kompenzációt alkalmazunk egyes



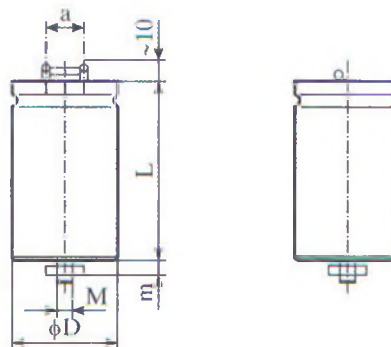
6.4.1. ábra. Kisfeszültségű fénycső fojtótekercses és gyújtótranszformátoros kapcsolása, fázisjavító kondenzátorral

háztartási gépek induktív jellegű működtető berendezései (motorok) mellé kapcsolt kondenzátorokkal, ilyenek lehetnek a mosógépek, centrifugák, stb.

Gyakran használnak főként kisüzemekben, mezőgazdaságban egy-, vagy háromfázisú hajtómotorokkal működtetett egyszerűbb gépeket, pl. fűrőgépet, darálót stb. Ezek mellé a motorok mellé vagy a motor testére vagy közvetlenül a motorral egyseget alkotó szerkezetre, állványra szerelik a fázisjavító kondenzátort.

A fénycsőarmatúrákban elhelyezett áramköri elemek közül a fojtótekercs sorba van kapcsolva a fénycsővel, a kondenzátort párhuzamosan kapcsoljuk a hálózati kapcsolási pontokkal.

A lumineszcensz (fénykibocsátó) fényforrásokhoz alkalmazott fázisjavító kondenzátorok fémezett papír és papír kondenzátorok. A dielektrikumuk szigetelőanyaggal átítatott papír (kondenzátorpapír), elektródáik pedig a papírra gőzöléssel felvitt fémrétegek. Az elektródákat, a kondenzátor fedelére erősített két forrcsúcsához vezet ki és azokhoz lágyforrasztással csatlakoztatják. A forrcsúcsok közé a kondenzátornak megfelelő kisütőellenállást forrasztanak, ezáltal nem kell külön kisütéstről gondoskodni. A kondenzátor külső fémtestének a forrcsúcsokkal ellentétes oldalán menetes csap került kialakításra, amely arra alkalmas, hogy a kondenzátort megfelelő tartószerkezetre erősítsék. A kondenzátor felerősítésénél lehetõleg ügyelni kell arra, hogy a forrcsúccsal rendelkező vége, felfelé függőlegesen álljon. Erre azért van szükség, hogy a kondenzátor melegeése során a dielektrikum ne folyhasson ki a kondenzátorból.

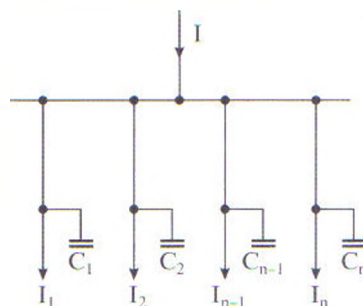


6.4.2. ábra. Egyedi kompenzációra (világítási célokra) alkalmas fázisjavító kondenzátor körvonala

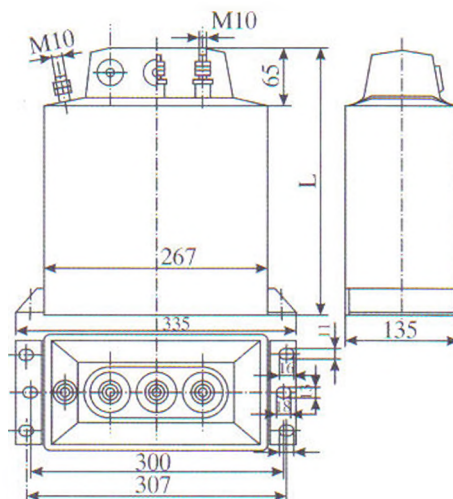
Csoportos kompenzáció

Csoportos kompenzációt ott alkalmazunk ahol pl. több fénycsőarmatúrát szerelnek fel egy nagyobb helyiségben (pl. tanterem) és egy vagy több nagyobb kapacitású, a termen kívül elhelyezett kondenzátorral oldják meg a fázisjavítást.

A kondenzátor tetején lévő takaró sapka biztosítja, hogy a kondenzátor mind belső-ri, mind külsőtéri felhasználásra egyaránt alkalmas.



6.4.3. ábra. Csoportos kompenzáció

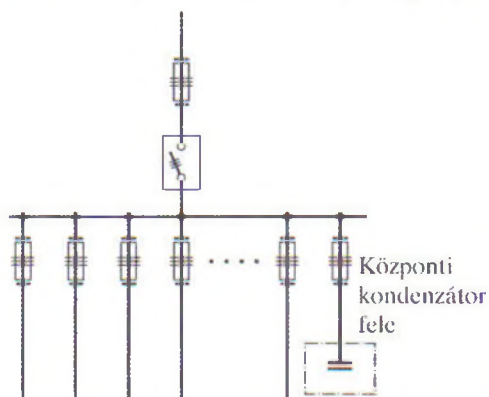


6.4.4. ábra. Kisfeszültségű hálózatok csoportos fázisjavításához alkalmas kondenzátor egység

Központi kompenzáció

Központos kompenzáció akkor lehetséges, ha egy egész üzem vagy üzembrész meddőteljesítmény igényét a főelosztó gyűjtősín rendszerére csatlakozó központi kondenzátorteleppel biztosítjuk (6.4.5. ábra). A kondenzátortelep külön megszakítóval kapcsolható a főgyűjtősínre.

Beruházását tekintve ez a leggazdaságosabb fázisjavítási mód, mert a teljes üzemhez szükséges kondenzátormennyiség (kapacitás) a fogyasztók terhelésének egészében terheli a hálózatot. Általában akkor alkalmazzuk, amikor az üzem egyes műhelyei eltérő technológiával dolgoznak, így az együttjárási tényező kicsi, ennek megfelelően a meddőenergia igény is kicsi. A központi kompenzáció, az egyidejűséget is figyelembe véve ekkor lesz a legkisebb.



6.4.5. ábra. Központi kompenzáció elvi vázlata

A gazdaságosság mérlegelésénél azonban azt is figyelembe kell venni, hogy a kondenzátortelep csak a kondenzátortelep csatlakozási pontja előtti hálózatot tehermentesíti. Az üzemi hálózatot, a hatásos és meddő áramok eredője teljes egészében terhelik, ezért a méretezést a szükséges mérések alapján kell megtervezni. Miután a központi fázisjavítás a legjobban automatizálható, ezért ez a rendszer terjedt el leginkább.

Az 6.4.5. ábrán látható központi fázisjavítás elvi kapcsolásában a központi kondenzátortelep a teljes főgyűjtősínre csatlakozik, az előtte lévő bejövő hálózat fázistényezőjét javítja, a többi leágazásban nincs fázisjavítás.

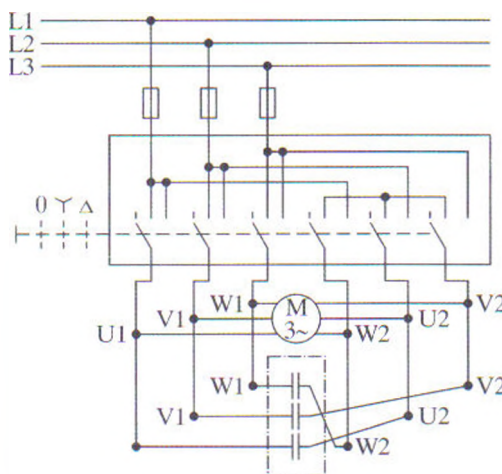
A szinkron motort a gyűjtősínre kapcsolva, majd túlgerjesztve, akkor a többi fogyasztó áramához hozzáadódik a motor I_M meddő árama is. Az I_M meddő áram – hasonlóan a hatásos áramhoz, két összetevőre bontható az I_{Mh} hatásos, és az I_{Mm} meddő összetevőre.

A hatásos összetevő a hálózathoz felvett hatásos teljesítményt növeli, a meddő összetevő a többi fogyasztó meddő áramával ellentétes irányú, ezért a hálózat meddő áramát csökkenti.

Természetesen ilyen $\cos \varphi$ javítást, csak akkor alkalmazhatunk, ha van olyan munkagépe az üzemnek, amelyet szinkron motorral hajunk meg. Ellenkező esetben ún. szinkron kompenzátor alkalmazhatunk. A szinkron kompenzátor olyan szinkron gép, melynek tengelyét nem terhelhetjük nyomatékkal, de túlgerjesztve meddő energia forrásaként használhatjuk.

6.5. Motorok és egyedi fázisjavítás megvalósításának módjai

A motor egyedi kompenzációjára alkalmas kondenzátort mindig a motor kapocslécén levő csatlakozókra kell kötni, tehát a motor tekercsrendszere és a kondenzátor közvetlen vezetői összeköttetésben van, függetlenül attól, hogy a motor forog-e vagy sem. Gyakorlatban ez a megoldás csak a nagy motoroknál valósítható meg, kisebb motoroknál – a kapocsléc kis terjedelme és a kivezetések egymáshoz való közelsége miatt – szinte lehetetlen. Az elv változatlan fenntartásával a gyakorlatban a kondenzátort a motor kapcsolójának elmenő – vagyis a motor felé csatlakozó – kapocsaira kötjük.



6.5.1. ábra. Háromfázisú aszinkron motorok fázisjavító berendezéseinek elvi kapcsolása



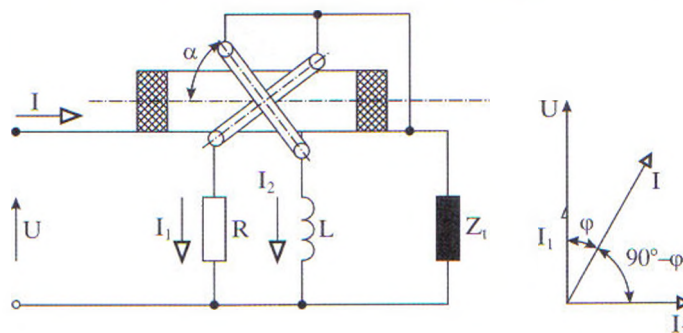
6.5.2. ábra. Egyfázisú aszinkronmotor indításához és fázisjavításához alkalmas kondenzátor bekötése

6.6. Túlkompenzálás veszélye

A túlkompenzálás sem az üzemnek (fogyasztónak) sem az energiaszolgáltatónak nem érdeke, vagyis káros. Ezért a nagyfogyasztók meddőenergia fogyasztását (a fázisjavítást is) külön fogyasztásmérővel ellenőrzik és amennyiben az áramszolgáltató által engedélyezett értéknél nagyobb a meddőenergia javítása, akkor azt a energia árában büntetik. Így mind a fogyasztónak, mind az áramszolgáltatónak érdeke a fázistényező mérése.

Fázistényező mérése

A fázistényezőt ($\cos \varphi$) általában a hatásos ill. a meddőteljesítmény mérésénél alkalmazott, többnyire elektrodinamikus műszerekkel mérik. A műszer állórészen elhelyezett egy és két forgótekercsrel rendelkezik. A két forgótekercs közül az egyik egy tisztán ohmos, a másik egy közel tisztán induktív ellenállással van sorbakötve. A két tekercs által létrehozott mágnesmező közel 90° -os fáziseltolódású. Amennyiben az áram és a feszültség



6.6.1. ábra. Fázistényező mérésének elvi kapcsolása és a vektorábra

fázishelyezete megegyezik, akkor az ohmos ellenállással sorbakötött forgótekeres és az állórésztekeres mánesmezeje egyidejűleg éri el a csúcserőértékét, a forgótekeres beáll az állórésztekeres irányába. Ha az áram a feszültséghez viszonyítva 90° -t késik, akkor az induktív ellenállással sorbakötött forgótekeres és az állórészen lévő tekeres mánesmezeje határozza meg a forgótekeres helyzetét. 0° és 90° fáziseltolás közötti helyzetben a forgótekeres helyzete változó, terheletlen állapotban (feszültségmentes) a forgórész tetszés szerinti állapotban van.

Cos- φ mérő bekötése

Az elektrodinamikus cos φ mérőt a teljesítménymérőkhöz hasonlóan kötjük be.

6.7. Fázisjavító berendezések karbantartása

Napi- és időszakos felülvizsgálat

Az újonnan létesített fázisjavító (kondenzátor) telepeken az első bekapcsolás előtt a következő üzembehelyezési vizsgálatokat kell elvégezni:

- Ellenőrizni kell, hogy a berendezés a terveknek megfelelő-e? A beépített készülékek típusát, esetleges beállítási értékeit, biztosítók névleges áramerősségét (lomha biztosítók szükségesek!) külön gondossággal kell ellenőrizni.
- Meg kell győződni arról, hogy a kondenzátorokat, illetve a kapcsolószekrényeket bekötötték-e az üzemi érintésvédelmi hálózatba. Földelt hálózat esetén a szétterjedési ellenállást, nullázott hálózaton a hurokimpedanciát méréssel kell ellenőrizni. Az üzembehelyezést csak az érintésvédelmi hálózat hatásosságát bizonyító jegyzőkönyv birtokában szabad elvégezni.
- Külön kell ellenőrizni a kondenzátorok kisütőszerelvényeit. Meg kell vizsgálni a kondenzátor fémházát, sérülés vagy erre utaló alapszivárgás esetén a kondenzátort bekapcsolni tilos.
- Ellenőrizni kell a hálózat feszültségét. A kondenzátorok névleges feszültségénél kisebb feszültség megengedhető, nagyobb feszültség azonban maximum 10% lehet.

Ezen ellenőrzések pozitív eredménye után a fázisjavító berendezés feszültség alá kapcsolható. Kézi vezérlésű telep bekapcsolásakor mindig először a terhelést majd utána a kondenzátor telepet kapcsoljuk be, kikapcsoláskor pedig először a kondenzátortelepet, majd a terhelést. Az egyes kondenzátoregységeket időben úgy kell a hálózatra kapcsolni, hogy a bekapcsolási áramlökések megengedhető értékűek legyenek. Az egyidejűleg hálózatra kapcsolt meddő teljesítmény az 50 kvar-t lehetőleg ne haladja meg.

Bekapcsolás után ellenőrizni kell a kondenzátorok fázisáramait. Az egyes fázisokban folyó áramoknak szimmetrikusnak kell lenni és max. 30%-kal szabad meghaladnia a kondenzátor névleges fázisáramát. A névlegesnél sokkal nagyobb fázisáram rendellenességre utal, amely lehet a kondenzátor belső zárlata, ill. a megengedettnél nagyobb hálózati feszültség, rezonancia vagy felharmónikusok okozzák. Ilyen esetben feltétlenül szakvállalkozóhoz kell fordulni a hiba okának tisztázása érdekében.

A kondenzátorok hőmérsékletét lehetőleg tapintó hőmérővel ellenőrizzük. 12 órai üzem után a ház hőmérséklete nem haladhatja meg az 50 °C-t (ezt a hőmérsékletet a kéz még elviseli), kivételesen a 60 °C is megengedhető.

Kézi vezérlésű üzemeltetés esetén ügyelni kell arra, hogy a feltöltött, de még ki nem sütt kondenzátort visszakapcsolni szigorúan tilos! A kezelésről részletes utasítást kell kifüggeszteni.

Karbantartást az üzemi körülményektől függő időközönként kell végezni. A karbantartás során felül kell vizsgálni a villamos kötések, az esetleges laza kötésűket utánhúzzuk. A kondenzátorok fémházát, szigetelőit megtisztítjuk az esetleg ráakódott portól. A kondenzátorok be- és kikapcsolására szolgáló mágneskapcsolók érintkezőfelületeit savmentes vazelinnal kenjük be.

Feszültségmentesítés folyamata

A karbantartási munkákat természetesen csak feszültségmentes állapotban szabad végezni. A kondenzátorok a berendezés mágneskapcsolójának kikapcsolt állapotában sem tekinthetők feszültségmentesnek, ha beépített kisütőkészülékkel vannak ellátva. Feszültségmentesnek csak a hálózatról ellenőrzött leválasztott olyan kondenzátor tekinthető, amelynek kapcsait a földhöz és egymáshoz képest kisütötték, és rövidre zárva leföldelték.

6.8. Kondenzátoregységek telepítése

A fázisjavító kondenzátorok felszerelési helyét úgy kell megválasztani, hogy :

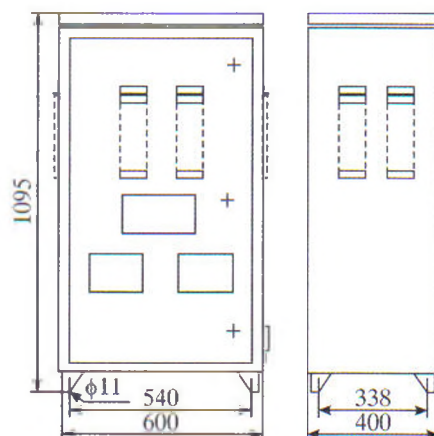
- a felszerelési hely környezeti hőmérséklete –5 °C és +30 °C között legyen;
- a levegő relatív nedvességtartalma 80% alatt legyen;
- helyiség levegője maró gőzöket, szálló szénport ne tartalmazzon;
- a kondenzátorok környezetében robbanásveszélyes anyag ne legyen;
- a helyiség illetéktelen személyek elől zárható legyen, a felszerelt kondenzátorok időjárási behatások, valamint durva mechanikai hatások elleni védelmét biztosítsa.

Szabadtéri berendezésekre az első és második pont értelemszerűen nem vonatkozik.

A telepek szerelése során az MSZ 1600 és MSZ 2364 előírásai a mértékadók. A kondenzátorok szerelése során gondosan kell ügyelni arra, hogy a porcelán kivezetések mechanikai igénybevételt kevésbé bírnak, ezért a csavarokat, anyákat két kulccsal kell meghúzni.

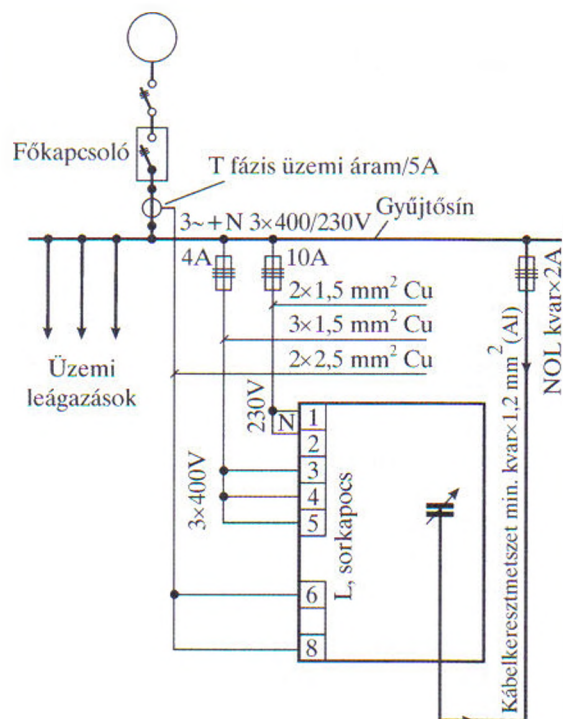
Egyedi tervezésű kondenzátortelepeket ritkán készítenek, amennyiben mégis akkor azok két fő részből állnak: a kondenzátorok elhelyezésére (tartására) szolgáló állvány-szerkezetből és a kapcsoló-, biztosító-, mérő-, jelző-, működtető elemeket tartalmazó tokozott szekrényből.

Az előregyártott kisfeszültségű kondenzátorberendezéseket régebben a VERTESZ, valamint a Mechanikai Művek gyártották. Egy a Mechanikai Művek által gyártott kisfeszültségű fázisjavító berendezés körvonalrajza látható a 6.8.1. ábrán. Ez a berendezés IP 23 védettségű és mezőgazdasági valamint kisebb ipari üzemek fázisjavítási céljait szolgálta.



6.8.1. ábra. Mechanikai Művek MFK-3 típusú berendezés körvonalrajza

Egy részben automatikus szabályzást lehetővé tevő fázistényező javító berendezés elvi kapcsolási vázlatát mutatja a 6.8.2. ábra.



6.8.2. ábra. Automata fázisjavító egység kapcsolási vázlata

7.

Segédüzemi berendezések telepítése, javítása és karbantartása

A segédüzem rendeltetése, fajtái

Az erőművek és alállomások villamos berendezéseinek, valamint az erőművek gépészeti berendezéseinek üzemben tartásához segédüzemre van szükség.

Általában négyféle segédüzemmel találkozunk: váltakozó áramú segédüzem, egyenáramú segédüzem, sűrített levegőt szolgáltató berendezés és az irányítástechnikai és távközlési berendezések ún. szünetmentes áramellátása.

7.1. Segédüzemi berendezések fogalma, csoportosítása

A segédüzem célja, hogy a villamos mű zavartalan működését tegye lehetővé, szükség esetére pedig energiát tároljon.

A segédüzem kialakításának legfontosabb szempontja az üzembiztonság és csak ezután a gazdaságosság és az üzemi viselkedés. A segédüzemi energiának, de legalább egy részének akkor is rendelkezésre kell állnia, amikor a létesítmény fő energiaútjai feszültségmentesek.

Váltakozó áramú segédüzem

Erőművek

Az erőművekben a generátorfeszültség és a 0,4 kV-os feszültség szint között a nagy erőművekben mindig van egy közbenső, belső energiaelosztást lehetővé tevő középfeszültségű feszültség szint. Ez a feszültség szint rendszerint 3 vagy 6 kV. A segédüzemi transzformátorok legnagyobb egységteljesítménye, általában:

- 0,4 kV-on 1...1,6 MVA,
- 3 kV-on 8...12 MVA,
- 6 kV-on 16...20 MVA.

A segédüzemi hálózat feleljen meg az alábbi követelményeknek:

- az erőműben esetlegesen keletkező zárlatok és más üzemzavarok a segédüzemi ellátást lehetőleg ne befolyásolják,

- a segédüzemi berendezés valamelyik részlegében fellépő üzemzavar ne terjedjen tovább, tehát a villamos energia elosztása csoportokba tagolt legyen,
- a létfontosságú berendezéseknek két független táplálása legyen,
- az egyes motorok indításakor keletkező feszültségcsökkenés ne befolyásolja a többi motor üzemét,
- a zárlati teljesítmény értékét korlátozni kell.

A segédüzemi fogyasztók túlnyomóan háromfázisú aszinkronmotorok, amelyeket külön kapcsolóberendezések és ún. segédüzemi elosztókon keresztül, a segédüzemi transzformátorok táplálnak.

Alállomások

A villamos főelosztó-hálózati és alaphálózati alállomásokban váltakozó áramú segédüzem látja el energiával:

- az alállomás általános világítását,
- a transzformátorok olajkeringtető szivattyúit,
- a hűtőventilátorok motorjait,
- az egyenáramú segédüzem akkumulátortöltő berendezéseit,
- a sűrítettlevegő szolgáltató berendezés hajtómotorjait,
- a vízködoltó berendezés szivattyúit,
- a szabadtéri kapcsolókészülékek motoros hajtásainak téli fűtését,
- esetleg az alállomás helyiségeinek villamos fűtését.

A váltakozó áramú segédüzem szabványos feszültsége $3 \times 0,4$ kV.

Egyenáramú segédüzem

Az egyenáramú segédüzem feladata az alállomás, erőmű azon berendezéseinek egyenáramú energiával való ellátása, amelyek üzembiztos működése a váltakozó feszültség teljes kimaradása esetén is feltétlenül szükséges. Ennek megfelelően az egyenáramú segédüzemről a következő berendezéseket táplálják:

- megszakítók ki-be működtetése,
- egyedi energiatárolós hajtású megszakítók hajtásmotorja,
- szakaszoló működtető motorja,
- védelmek kioldóáramkörei,
- automatikák áramkörei,
- állásjelzések és hibajelzések,
- reteszelő áramkörök,
- biztonsági világítás és irányfények,
- szükségvilágítás,
- irányítástechnikai és távközlési berendezések szünetmentes tápegysége,
- erőművekben a vészolajszivattyúk hajtómotorjai,
- technológiavédelmeket működtető mágnesek, pl. turbina-gyorselzárók.

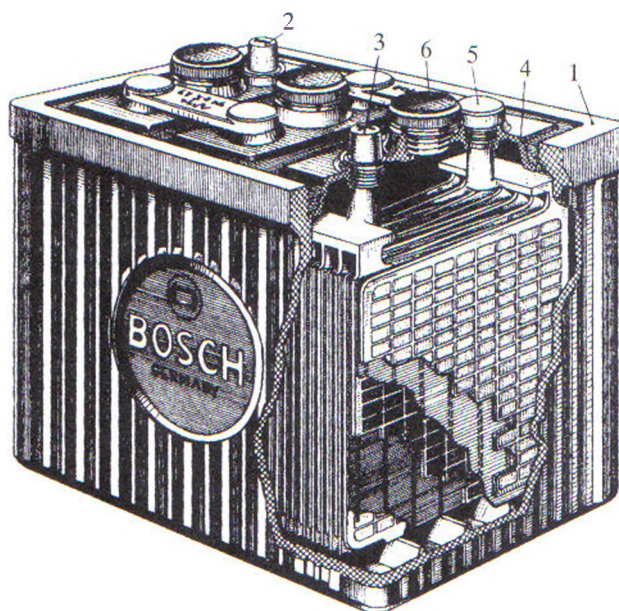
7.2. Akkumulátorok

Az egyenáramú segédüzem legmegfelelőbb, legmegbízhatóbb energiaforrása az akkumulátortelep és a hozzá tartozó töltőberendezés. A felhasználáshoz szükséges teljesítményigény miatt kétféle akkumulátorfajta használatos: a savas és a lúgos akkumulátor, amelyek közül a savas más néven ólomakkumulátor a jelentősebb.

Savas akkumulátor

Felépítése

Az ólomakkumulátor hígított kénsavba ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) merülő két ólomelektrodából áll. Feltöltött állapotban a negatív elektróda, amely szinólom, a pozitív elektróda aktív anyaga az ólombordákra felvitt vagy ezeken elektrolitikus reakcióval létrehozott ólom-oxid (PbO_2).



7.2.1. ábra. Ólomakkumulátor felépítése, részeinek megnevezései
1 – akkumulátorház, 2 – negatív végkivezetés, 3 – pozitív végkivezetés, 4 – cellafedél, 5 – cellaösszekötő, 6 – záródugó (menetes)

Működési elve, jellemzői

Az elektródák felületén töltéskor kémiai reakció megy végbe, ezzel villamos energiát tárolnak. Kisütéskor a folyamat megfordul, és a bevezetett villamos energia nagy részét visszanyerik. Töltés közben kénsav szabadul fel, ezért az elektrolyt sűrűsége növekszik, a

legtöbb korszerű típus esetén $1,24 \text{ kg/dm}^3$ -es határértékig. Töltéskor hidrogén és oxigén szabadul fel, durranógáz keletkezik (robbanásveszély!).

Kisütés során víz keletkezik, az elektrolit sűrűsége a kisütés végére $1,18 \text{ kg/dm}^3$ körüli értékre csökken. Terheletlen, feltöltött állapotban levő savas akkumulátor cellafeszültsége kb. 2,1 V. Teljesen kisütött az akkumulátor, ha cellafeszültsége 1,8 V-ra csökken.

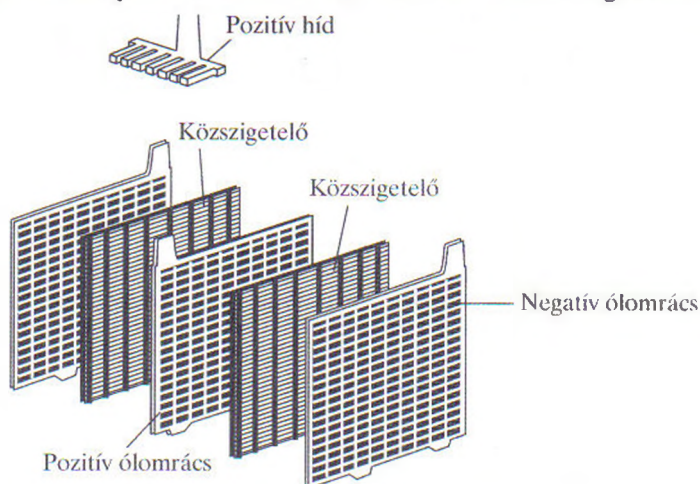
Tárolóképesség az az árammennyiség, amit a teljesen feltöltött telep ad le, míg a cellánkénti feszültsége 1,8 V-ra csökken. A kapacitást amperórákban (Ah) adják meg, amely a töltési illetve a kisütési áramerősség, valamint a hozzájuk tartozó időtartamok szorzatából származik.

Az akkumulátorok Ah-ban megadott névleges kapacitása 10 órás kisütési időre vonatkozik, ezért a kisütési áram a kapacitás 10%-a. Nagyobb kisütési árammal a kapacitás csökken, mégpedig 3 órás kisütésnél kb. 75%-ra, 1 órás kisütésnél kb. 50%-ra csökken. A helyhez kötött telepek szokásos kapacitásértéke: 100...1200 Ah között van.

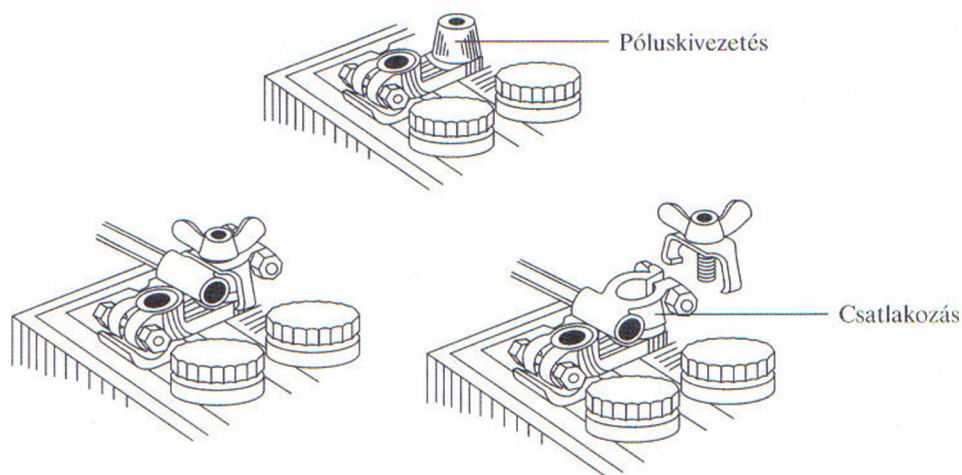
Az akkumulátorok hatásfoka kétféle, az egyik az amperóra-hatásfok $\eta_{Ah} = 83...90\%$, a másik a wattóra hatásfok $\eta_{Wh} = 73...80\%$. Az utóbbi azért kisebb mert a kisütéskor mérhető feszültség kisebb, mint a töltés folyamán.

Az ólomakkumulátor kapacitása annál nagyobb, minél nagyobb az elektródnak az elektrolittal érintkező felülete. Ezért a lemezek felületét sűrűn bordázzák, vagy a rácyszerűen készített ólomlemezek részeibe ún. aktív masszát sajtolnak. Az új akkumulátort üzembe helyezése előtt többszöri töltésnek és kisütésnek vetik alá, amelyet formálásnak neveznek. A formálás hatására a massa anyaga szivacsos szerkezetű lesz, ezáltal anyagának nagy része aktívvá válik. A formálást addig folytatják, amíg el nem érik az akkumulátor névleges kapacitását.

Az akkumulátortelepeket cellákból állítják össze, a cellaedények üvegből vagy keménygumiból készülnek, amelyek ellenállnak a kénsav maró hatásának. Az egyes cellákba a pozitív és negatív lemezeket váltakozva helyezik el, köztük a szükséges távolságok tartására lyukacsos szigetelőlapokat, ún. szeparátorokat (szeparátor, elválasztó, szétválasztó) helyeznek el. Az azonos sarkú lemezeket egymással, ólomlécekkel hegesztik össze, amelyek mind a jó fémes érintkezést, mind a kellő szilárdságot biztosítják.



7.2.2. ábra. Akkumulátor lemezek



7.2.3. ábra. Akkumulátor kivezetések

A cellák feltöltésére csak tiszta kénsavat és desztillált vizet szabad használni. Az esetleges szennyeződések rontják a lemezek aktív felületét és csökkentik az akkumulátor kapacitását. Az üzemeltetés folyamán az elektrolitból a víz párolog, ezért időközönként desztillált vízzel utána kell tölteni.

A lemezek tárolókéességére vigyázni kell! Káros a nagy töltőárammal való töltés, valamint a túl nagy kisütőáram (pl. rövidzárlat), az ilyen igénybevételek a lemezek görbülését, a kitöltőanyaguk fellazulását, szétmállását vonhatja maga után. Káros a mélykisütés is (amikor a cellafeszültség 1,8 V alá csökken), és a tartósan kisütött állapot. A tartósan kisütött állapotban az ólomszulfát ún. szekunder kristállyá alakul át, amely már nem vesz részt a vegyi folyamatban.

Az akkumulátor kapacitását a hőmérséklet is befolyásolja, a névleges kapacitás értéke a +20 °C vagy +25 °C környezeti hőmérsékletre vonatkozik. A hőmérséklet növekedésével a kapacitás emelkedik, a hőmérséklet csökkenésével pedig a kapacitás veszít értékéből.

Tájékoztató adatok:

A környezeti hőmérséklet, °C	0	5	10	15	20	25	30
Kapacitás, %	71	79	88	95	100	104	106

Az egyes akkumulátorcellákat sorba kell kötni a szükséges nagyságú feszültség elérése érdekében, amennyiben pedig a terhelő áram megkívánja, úgy a cellákat párhuzamosan is lehet kötni. Általában a gyártó termékismertetőjében, használati utasításában foglaltakat kell betartani.

Újabban néhány száz Ah kapacitású ún. szelepes, zárt ólomakkumulátorokat is gyártanak, amelyek a kisebb, néhány száz Ah-s nagyságrendben váltak ismertté. Ezeket főként kis telefonközpontok és számítógépek szünetmentes áramellátására használják.

Az egyenáramú segédüzem névleges feszültsége Magyarországon egységesen 220 V. A megengedett feszültségesés az akkumulátorteleg kapcsain $\pm 10\%$, a fogyasztóknál $+10\%$ -15% . A fogyasztóknál azért lehet kisebb a megengedett feszültség, mert a vezetéken létrejövő feszültségesést is figyelembe kell venni.

Lúgos akkumulátorok felépítése, működési elve, jellemzői

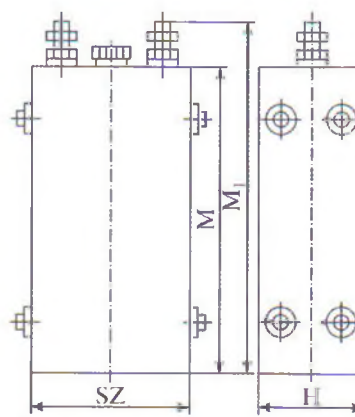
Nikkel-kadmium (Ni-Cd) akkumulátorok

A NiCd akkumulátorokat lúgos akkumulátoroknak is nevezik, mert az elektrolit ebben az esetben kálium-hidroxid (KOH) vizes oldata. Töltött állapotban a pozitív elektróda nikkel-oxid-hidroxid (NiOOH), a negatív elektróda kadmium (Cd) vagy vas (Fe). Kisütéskor nikkel-hidroxid, $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$, illetve kadmium-hidroxid $[\text{Cd}(\text{OH})_2]$, keletkezik egyidejűleg megkötve a vizet. Töltéskor az előző folyamatok fordított sorrendben mennek végbe, miközben az elektrolit sűrűsége ($1,19 \text{ kg/dm}^3$) lényegesen nem változik, így az akkumulátor töltöttségi állapotát nem jelzi.

Az ólomakkumulátorral azonos kapacitású nikkel-kadmium akkumulátor nagyobb terjedelmű, több helyet foglal el. A NiCd akkumulátor cellafeszültsége csak 1,2 V, ugyanakkor a terhelésre, kisütésre kevésbé érzékeny. Míg a kénsav általában a fémeket megtámadja a kálium nem támadja meg a fémeket, ezért a cellatartály acélból is készülhet.

A NiCd akkumulátor celláinak élettartama jóval nagyobb, mint az ólomakkumulátoroké, a töltés-kisütés ciklusok 1000-szorosát is elérheti, a kiegyenlítő üzemi (puffer, folyamatos töltés-kisütés), kapcsolásban elérheti a húsz éves időtartamot is.

A NiCd akkumulátorokat főleg nehéz üzemi körülmények között (pl. vasútüzem), valamint ott használják, ahol kevés karbantartást tudnak biztosítani.



7.2.4. ábra. Lúgos akkumulátor körvonalrajza

Különleges akkumulátorok felépítése, működési elve, jellemzői

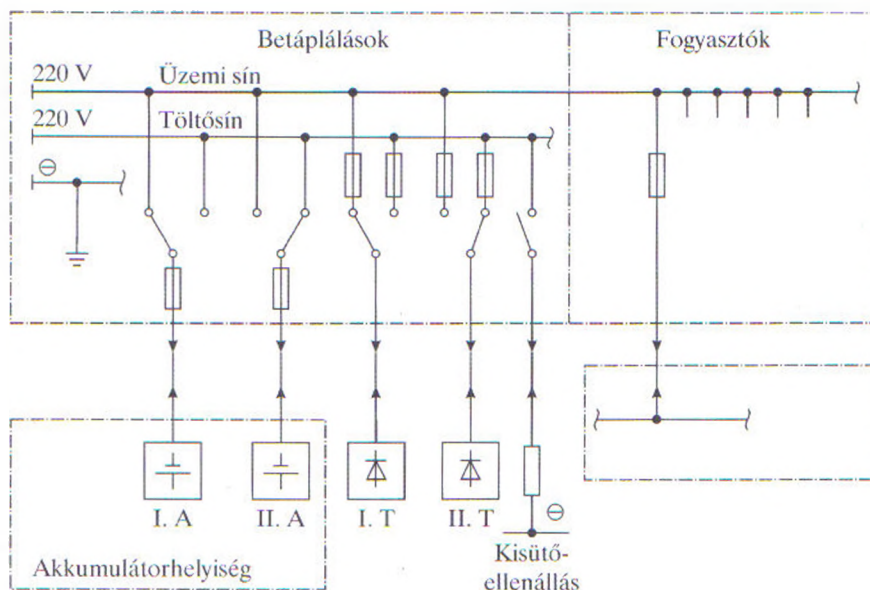
Különleges akkumulátoroknak nevezzük azokat az energiatároló egységeket, amelyek az eddigiektől eltérően, kivételükben térnek el a hagyományos megoldásoktól. Általában ezek az akkumulátorok kisebb tárolókapacitással rendelkeznek. Előnyük a nagy üzembiztonság, valamint a karbantartási és felügyeleti idő, csökkentés.

Gázt át nem eresztő cellájú NiCd akkumulátorok, amelyeknek az alkalmazását az erősen csökkentett karbantartási és felügyeleti rendszer indokolja.

Zselés akkumulátorok, teljesen zárt rendszerű energiatárolók és biztonsági szeleppel vannak ellátva. Kivételük olyan, hogy az esetleges elektrolitfogyást a belső szerkezeti anyagok megválasztásával pótolják. Miután teljesen zárt rendszerűek, ezért nem kell és nem is lehet desztillált vízzel utántölteni.

Egyenáramú segédüzem kapcsolása

A legtöbb alállomáson és erőműben két akkumulátortelet és két töltőberendezést alkalmaznak a biztonság érdekében. Az egyenáramú segédüzem negatív pólusa minden alállomáson földelt, a földelés helye az egyenáramú főelosztó gyűjtősinjé. A blokk-kapcsolású erőművek egyes blokkjaihoz tartozó akkumulátortelet lehet szigetelt negatív pólusú is. Két akkumulátortelet és két töltőberendezés esetén természetesen a legjobb



7.2.5. ábra. Töltősínes segédüzemi rendszer

megoldás az egyenáramú főelosztó kialakítására is a két gyűjtősínes kapcsolás. Ilyenkor az egyik akkumulátortelet mereven az egyik sínre, a másikat a másik sínre csatlakoztatják. A töltőket és az összes fogyasztói leágazást átkapcsolhatóan képezik ki.

Kiseb alállomásokon előfordul, hogy nem a gyűjtősín egészét, hanem csak a betáplálásokat magában foglaló szakaszt képezik ki két gyűjtősínre, ezt töltősínes kapcsolásnak nevezik (7.2.5. ábra).

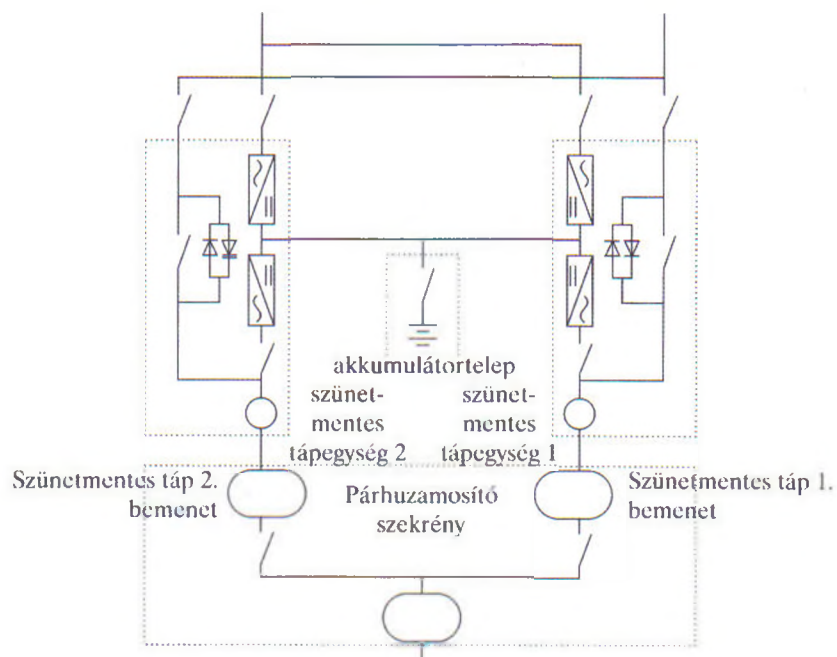
Korszerű, szünetmentes tápegység fő részeinek kapcsolata és blokkvázlata

Az újabb szünetmentes tápegységek közös szekrénybe építve (modulrendszerű) több 10 kVA-tól, akár 150-200 kVA teljesítményig készülnek. A modulokba építik be az erősáramú kapcsolás kezelőszerveit, az akkumulátorokat és töltőket, valamint a tápegység szabályzó rendszerét is.

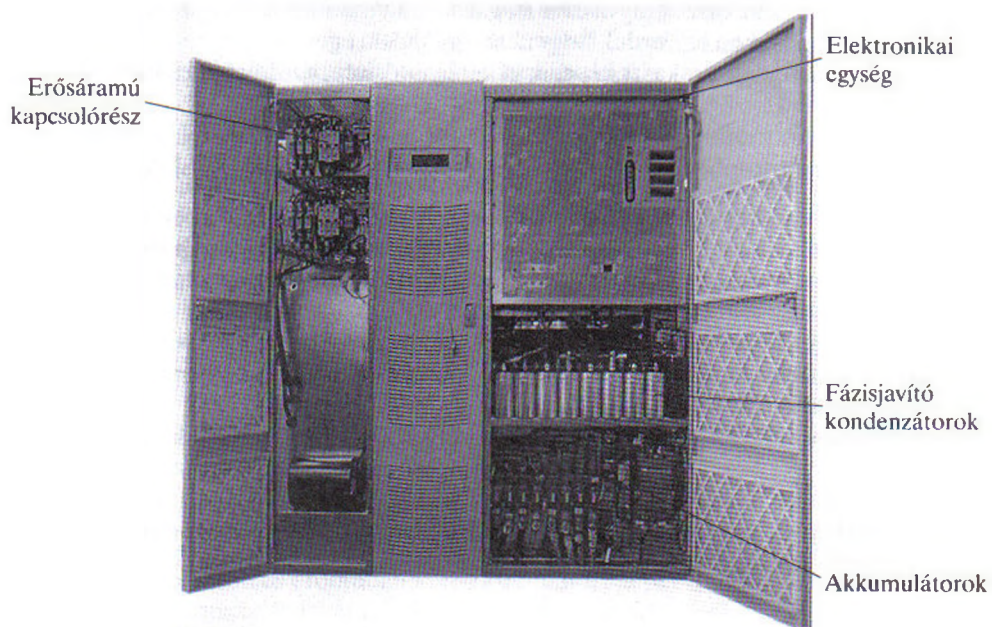
Külön egységet képvisel az elektronikai érzékelő (feszültség kimaradás, töltés, bekapcsolás, stb.) rendszer, amely segítségével gyorsan és biztonságosan lehet a hálózati feszültség kimaradásokat helyettesíteni.

Az erősáramú táplálás többnyire háromfázisú 0,4 kV-os 50 Hz-es hálózatról valósul meg.

A szünetmentes táplálást gondozásmentes (karbantartást általában nem igénylő), gyorsan kisüthető ólomakkumulátorok (savas) látják el. Az egyenáramú energiát inverterek segítségével alakítják váltakozó áramú energiává.



7.2.6. ábra. Korszerű szünetmentes táp általános felépítése



7.2.7. ábra. Korszerű szünetmentes tápegység nyitott szekrényajtókkal

A szünetmentes tápegységek megelőző karbantartására vonatkozó javaslatok (előírások)

Az egységek általában nagyon kevés karbantartást igényelnek. Rendszeresen ellenőrizni kell azonban, hogy a tápegység megfelelően működik-e, és hogy az akkumulátorok jó állapotban vannak-e.

Javasolt ellenőrzési feladatok, naponta:

- a szünetmentes egység környezetének (tisztaságának) ellenőrzése, a szerkezet egységei, jól megközelíthetőek legyenek,
- az ajtókon levő légbeszívó nyílások és a berendezés tetején lévő kifúvó nyílások kellően szabadok-e,
- a tápegység mögött megvan-e kb. 15 cm szabad távolság,
- az üzemi feltételeknek megfelelőek-e a hőmérséklet, zajszint stb.
- a tápegység normál üzemben működik-e, van-e riasztó jelzés.

Havonta kell ellenőrizni:

- az állapotkijelző LED-ek működnek-e,
- a berendezés jellemzőit mutató megjelenítő panelen a rendszer paramétereit,
- ellenőrizni kell az ajtókon lévő szűrők tisztaságát, szükség esetén cserélni kell azokat,
- az ellenőrzésekről és tapasztalatokról naplót kell vezetni.

Éves karbantartási feladatok:

Éves karbantartási feladatokat csak a tápegység karbantartásában jártas, megfelelően képzett, képesített szakember végezhet.

Akkumulátor karbantartás:

Az akkumulátorokat csak szakszervíz tarthat karban. Akkumulátorcserét kizárólag képesített szervízsakember végezhet.

7.3. Akkumulátortöltő helyiségek biztonságtechnikai előírásai

Miután az akkumulátortöltés során durranógáz keletkezhet, ezért a töltő helyiségeket robbanásbiztos kivitelben kell szerelni, valamint gondoskodni kell a jó szellőztetésről. A szerelés előírásait az MSZ 1600-16 szabvány, írja elő. Ugyanakkor a marópáras helyiségekre vonatkozó szerelési előírásokat is be kell tartani (az új az MSZ EN 60079-14)), elsősorban a villamos szerkezetek védelmi érdekében.

7.4. Általános biztonsági előírások az akkumulátortároló és -töltő helyiségek villamos kivitelére vonatkozóan

Kijárat- és vész kijáratjelzők szerelése

A kijáratokat és vész kijáratokat jelző világítóberendezések kivitelére és szerelésére az általánosan erre a helyiségre vonatkozó előírások a mérvadók.

A szerelvényeknek meg kell felelni a marópárás helyiségekre előírtakkal, elsősorban a biztonságos működés miatt, valamint az agresszív párák, gőzök hatásait tűrő kivitelek miatt.

A helyiségben tilos világítási kapcsolókat és fali dugaszolóaljzatokat elhelyezni.

Általános előírások

A helyiségben használt villamos készülékek, szerszámok robbanásmentes kivitelűek legyenek. A telep töltésekor felszabaduló oxigén és hidrogén ugyanis a levegőben keveredve durranógázt képezhet, amely villamos szikra vagy bármilyen nyílt láng hatására felrobbanhat.

A helyiség jó szellőzését biztosítani kell. A szellőzés lehet természetes vagy mesterséges. A csepptöltéses puffer üzemmód alkalmazása esetén általában elegendő a természetes szellőzés. A szellőzőnyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy a teljes helyiség légcseréje biztosítva legyen. Ügyelni kell arra, hogy az akkumulátorhelyiség savgőzös levegője más villamos berendezések légterébe ne hatolhasson be. Külső $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet mellett a belső hőmérséklet $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá nem eshet, amennyiben ezt a hőmérsékletet csak fűtéssel lehet elérni akkor a fűtés, nem lehet nyílt lángú. A helyiség belső hőmérséklete nem emelkedhet $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé.

Savas-lúgos helyiségekben történő szerelések

A savas-lúgos helyiségekben a szerelést olyan anyagokból és olyan kivitelben kell készíteni, amelyek jól ellenállnak a sav- és lúggőzöknek, páráknak.

A környezet jelentősen károsodhat az akkumulátorok töltéséhez használt kénsavtároló ballonok törése vagy az akkumulátoredények sérülése, felborulása miatt. Ennek megakadályozására az akkumulátorhelyiség lefolyóját úgy kell elvezetni, hogy a kiömlő sav (lúg) ne a csatornahálózatba vagy a talajba kerüljön, hanem egy zárt savgyűjtő aknába. Az aknában el kell helyezni egy saválló műanyagbordát vagy ballont a lefolyó sav (lúg) felfogására.

Az akkumulátortelepeken végzett munkák speciális képzettséget és munkavédelmi felszereléseket igényelnek, egyrészt azért, mert a telepeken rendszerint a feszültség jelenlétében kell dolgozni, másrészt mert a savtartalmak ellen is védekezni kell. Az akkumulátortelepen az végezhet munkát, aki a vállalati technológiai utasítás és munkavédelmi szabályzat akkumulátorokra vonatkozó részéből vizsgát tett. Azon dolgozók esetében, akik munkaidejük nagy részében akkumulátorral foglalkoznak, az alkalmassági orvosi vizsgálatnak ki kell terjednie a szokásos villanyszerelői vagy elektrikusi alkalmassági szempontokon kívül a megfelelő vegyi hatások érzékenységi vizsgálatára is.

Felhasznált irodalom

1. Szakmai utasítás a hálózatra kapcsolás feltételeiről. Budapesti Elektromos Művek Rt., Bp. 2000.
2. DANKU–FARKAS–NAGY: Villamos Gépek Példatár. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1978.
3. KÁRMÁN JÓZSEF: Betörés elleni védelem. Magyar Elektrotechnikai Egyesület, Bp. 1992.
4. BYFF MIKLÓS–SIPOS MIKLÓS: Villamos hibák keresése. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1987.
5. Munkavédelmi ismeretek. Tűzvédelem. Magyar Villamos Művek Tröszt, Bp. 1987.
6. MAGYARI ISTVÁN: Villamos gépek I. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1977.
7. Elektrotechnikai szakismeretek. (Szerzői kollektíva) Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1995.
8. RÁCZ–TOMORI–VARGA: Villanyszerelő szakmai ismeret. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1972.
9. Villamos szerelőipari kézikönyv. (Főszerkesztő: Baumann Pál) Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1978.
10. KLIMENT TIBOR: Technológia (V. éves technikusképzés). Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1994.
11. KLIMENT TIBOR: Technológiai gyakorlatok (V. éves technikusképzés). Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1994.
12. Magyar Szabványok MSZ 172, MSZ 274, MSZ 447, MSZ 1600, MSZ EN 2364, MSZ IEC 617 stb.
13. Folyóiratcikkek:
Elektroinstallateur 2000. évi számai
Elektrotechnika 2000. és 2001. évi számai
14. Szakkatalógusok, gyártmányismertető:

Merlin Gerin
 Schneider-Electric
 Kontavill Legrand,
 Ensto Elsto
 Geyer, Hensel,
 GANZ KK Kft, Weidmüller
 KVGY, MKM
 OBO Bettermann katalógus stb.
15. Bevezetés az elektropneumatikába. FESTO Didactic, Bp. 2000.
16. Minősített vállalkozói rendszer. Budapesti Elektromos Művek Rt., Bp. 2000.
17. DIENES LÁSZLÓ: Anyag és gyártásismeret, villamosgép- és energiaipari szakmák számára. Műszaki Könyvkiadó, 1983.
18. DIENES LÁSZLÓ: Villamosberendezések és hálózatok. I–II. Műszaki Könyvkiadó
19. GÉCZI ISTVÁN: Villamosgépek és készülékek. I–II. Műszaki Könyvkiadó
20. SIPOS MIKLÓS–KASSAI JÓZSEF: Szereléstechika I–II. Műszaki Könyvkiadó
21. SIPOS MIKLÓS: Villanyszerelés. Műszaki Könyvkiadó, 1982.
22. HOLLÓS JÁNOS: Erősáramú berendezésszerelő szakmai ismeretek I. Műszaki Könyvkiadó, 1980.
23. SIMON ISTVÁN: Villanyszerelő alapszakmai ismeretek. Műszaki Könyvkiadó

Tantárgyi program: OKJ 33 5216 03 – Villanyszerelő

Az oktatási miniszter által 2004. I. 12.-én jóváhagyott és bevezetésre engedélyezett, valamint a Nemzeti Szakképzési Intézet és az Ipartestületek Országos Szövetsége közreműködésével készült központi program alapján.

Villanyszerelő szakmai ismeretek III.

A tankönyvek a programban meghatározott három tanítási év szakmai ismeretanyagát kívánják bemutatni. A cél, hogy a tanulók alapján a tanulókat képessé tegye arra, hogy az iparban és a kereskedelemben található termékek, berendezések, készülékek között tudjon eligazodni, valamint azokat az előírásoknak megfelelően szerelje.

A tankönyvek a három évre készült programokban meghatározott témakörökre, az azokban ajánlott óraszámoknak közel megfelelő arányában dolgozza fel a szakmai ismereteket.

A szakmában meghatározó szabványok az európai jogharmonizációval változtak, a könyvek a lehetőségeken belül követik a szabványok változásait. Figyelembe véve, hogy a meglévő berendezések egy jelentős része még a régebbi előírások szerint készült.

A termékek jelentős része elektronikai egységeket is tartalmaz. Ezért indokolt, hogy a szakember a szűk ismeretekon túlmenően jobban ismerkedjen meg az elektronika az erősáramtól eltérő, biztonsági és szerelési követelményeivel.

A villanyszerelő szakterület folyamatosan változik, fejlődik, indokolt tehát a megszerzett ismeretek felújítása, bővítése. A szakember kiértékelje figyelemmel a gyártók, forgalmazók szakmai tájékoztatóit, a szakmai kiállításokat.

A tankönyv természetesen nem törekedhet teljességre, ezért a felhasználóknak ki kell egészíteniük a mindenkori korszerűbb ismeretekkel azokat.

Az egyes könyvek a hagyományos ismereteken kívül a korszerűbb szerelési anyagok és eljárások mellett az erősáramú területen egyre terjedő lepszükségesebb elektronikai elemeket, elektronikai jellegű áramköröket és szerelvényeket, szerelési eljárásokat is tartalmaznak. Az elektronikai részek, hasonlóan a hagyományos erősáramú ismeretek mellett, részben orientáló szerepet tölthetnek be, részben segíthetik az egyes gyártók, forgalmazók (kereskedők) által kiadott katalógusok használatát, alkalmazását.

