



SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve:

Szabó Tamás

2021.

Hallgató törzskönyvi száma:

T008430/FI12904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: Villamosenergia-rendszerek modul



Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Szabó Tamás
Szakdolgozat száma: SZD21090213455819
Törzskönyvi száma: T008430/F112904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki
Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Ipari létesítmény KIF villamos hálózatának tervezése.
A dolgozat címe angolul: Design of the small power network of an industrial facility
A feladat részletezése: 1. Villamosenergia-igény meghatározása
2. Fogyasztói hálózat megtervezése, vezeték méretezés
3. Áramütés elleni védelem kialakítása
4. Fővezetési terv
5. Csatlakozó főelosztó megtervezése

Intézményi konzulens neve: Dr. Novothny Ferenc Miklós

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 11. 29.

P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:


belső konzulens


külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2021.december.14


hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	6
1.Project bemutatása.....	8
2.Villamosenergia-igény felmérése.....	10
2.1 Egyidejűségi tényező meghatározása	11
2.2 Általános installációs fogyasztók	11
2.3 Épületgépészeti fogyasztók	12
2.4 Technológiai fogyasztók.....	13
2.5 Tűzeseti fogyasztók	14
2.6 Energiamérleg összesítés	14
3.Vezetékméretezés	16
3.1 Méretezés feszültségesésre	16
3.2 Méretlen fővezeték	18
3.3 Gépészeti, technológiai, irodai elosztóberendezések.....	18
3.4 Vezetékméretezés terhelhetőségre / melegedésre.....	21
3.4.1. Korrekciós tényezők	23
3.5 Méretlen fővezeték keresztmetszete	26
3.6 Gépészeti, technológiai, irodai elosztóberendezések betápkábeleik	27
4. Áramütés elleni védelem kialakítása.....	30
4.1 Közvetett érintés elleni védelemi módok	32
4.2 TN rendszer	32
4.3 TN-S rendszer kialakítása a projekten	32
4.4 Védő-összekötő használata	33
4.5 Védő-összekötő kialakítása a hálózaton	33
5.Fővezetéki terv	35
5.1 Egyvonalas kapcsolási rajzok	35
5.2 Áramútrajzok	35
5.3 Fővezetéki terv követelményei	36
5.4 Fővezetéki terv elkészítése	36
6.Csatlakozó főelosztó megtervezése.....	39
6.1 Főelosztószekrény, csatlakozási pont tervezési szempontjai.....	39
6.2 Tervezési követelmények	37
6.3 IP védettség.....	42
6.4 Tervezett csatlakozó főelosztó.....	43
6.5 Tűzeseti leválasztó.....	45

6.6 GSM Modem	46
6.7 Mérőtábla	46
6.8 Áramváltó	46
6.9 Olvadóbiztosító	47
6.10 PEN vezető földelése	48
6.11 Csatlakozó főelosztó kiviteli terve	50
7. Összefoglalás	53
8. Abstract	54
9. Irodalomjegyzék	55
10. Ábrajegyzék	58
11. Táblázatjegyzék	59

BEVEZETÉS

A villamos energia rendelkezésre állása és használata nélkülözhetetlen és ennek biztonságos használatát szabványok és jogszabályok biztosítják. Ezek a szabványok és jogszabályok garantálják a villamos biztonságot és jogbiztonságot. Az új építésű létesítmények villamos berendezései meg kell, hogy feleljenek a tervezés és létesítés során hatályos szabványoknak, vagy azzal egyenértékű / vagy jobb műszaki követelményeknek, amelyet megfelelő dokumentációval igazolni kell az illetékes hatóságok felé. A tervezés során így nem csak a megrendelő igényeinek kell megfelelni, hanem biztonságtechnikai, tűzvédelmi, munkavédelmi követelményeket is figyelembe kell venni. Ennek összehangolása nagyon komoly és időigényes feladat.

Szakdolgozatomban egy ipari létesítmény villamos hálózatának megtervezését mutatom be viszont a téma terjedelme miatt az teljes épületvillamossági tervezés csak egy részével tudok foglalkozni. Feladatom, hogy az épület energiaigényét felmérjem az épületgépész, építész, gyengeáram, belsőépítész szakággal, illetve a megrendelővel folytatott kooperációk és az MSZ 447:2019 Kisfeszültségű, közcélú hálózatra csatlakozás szabványban meghatározott irányelvek alapján. A szabványt alapul véve pontos képet kap mind a megrendelő, mind a hatóság, amelyet már a tervezés ezen szakaszában be kell vonni a folyamatba.

A következő nagyobb terjedelmű téma a fővezetéki terv lesz, melyen a csatlakozási ponttól az alelosztóig fel kell rajzolni a villamosenergia hálózatot és fel kell tüntetni az összes elosztóberendezést. A kábelek méretezését feszültségesére és terhelésre fogom méretezni. Terhelésre való méretezésnél a gyakorlatban az MSZ 14550 szabványt használják, ezt viszont az MSZ HD 60364-5-52: Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-52. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Kábel- és vezetékrendszere váltotta fel. Az új szabvány részletesebb és jobban meghatározza a használandó vezeték keresztmetszetet és típust.

További kiterjedtebb rész a csatlakozó főelosztó tervezése, amelyben elkészítem az elosztószekrény egyvonalas kapcsolási rajzát, figyelembe véve a villamos tervekre vonatkozó követelményeket és az MSZ 447:2019 előírásait. „Csatlakozó főelosztó: a méretlen felhasználói hálózathoz tartozó központi elosztó-berendezés, a csatlakozóvezeték fogadására, az első túláramvédelmi készülék, túlfeszültség-védelmi eszköz, tűzeseti főkapcsoló

elhelyezésére, esetenként a méretlen felhasználói hálózat elosztására, illetve a betápláló, vagy leágazó fővezeték indítására szolgál.”¹

A dolgozat lezárásaként a szűk keretek ellenére mindenképpen foglalkozom az épület áramütés elleni védelmének kialakításával, amelyhez az MSZ HD 60364, MSZ HD 61140 szabványsorozatokot fogom alapul venni.

Tervezés során az építész tervek rendelkezésemre álltak és ennek alapján készítettem Autocad-ben a villamos terveket: a fővezetéki tervet és az elosztószekrény egyvonalas kiviteli tervét.

[1] <https://www.e-villamos.hu/letoltes/mee-vet-2019-msz447.pdf>

1. PROJECT BEMUTATÁSA

Szakdolgozatom témájául választott tervezési project során, a megrendelő nemzetközi vállalat a jelenlegi telephelyének közelében, új épület építését veszi alapul. Az új székhely oktató- és bemutatótermi, raktározási, valamint irodai funkciókkal rendelkezik. A helyszín egy ipari park, gyártó és logisztikai csarnokok létesítésre dedikált terület. A project zöldmezős beruházásként kell megvalósuljon, a területen építmény, épület nem található. Jelenleg teljes mértékben használaton kívül van. Tulajdonjogi határ: a transzformátorról védelem nélkül indított vezeték a beépített szakaszoló kapcsoló fogyasztó felőli végpontja.

Az építési terület jelenleg nem beépített. A telek ipari övezetben található, a környezetében a tervezés tárgyát képző épülethez hasonló épületek találhatók. A tervezett épület földszint és emelet kialakítású, két szint belmagasságú raktárral (magasság = 10 méter), valamint nagy belmagasságú bemutatóteremmel (magasság = 6 méter) rendelkezik. Az épület földszintjén kerül kialakításra a lobby-recepció, a tárgyalók, a nagy belmagasságú bemutatóterem, a technológiai oktatótermek és műhelyek, a nagy belmagasságú raktár, valamint az épület üzemeltetéséhez kapcsolódó háttérterületek (öltöző, teakonyha, gépészeti és elektromos helyiségek). Az emeleten kapnak helyet az irodafunkciók: menedzser irodákkal, „open-office” irodákkal, valamint kávézó és pihenőterületekkel. Az épület tervezett alapterülete ~3550 m².

A tervezési terület jelenleg nem rendelkezik áramszolgáltatói csatlakozással, így ennek létesítéséről a tervezőnek és generálkivitelező gondoskodnia kell. Ezt a csatlakozást a hozzávetőlegesen 150 méterre lévő, az ipari terület kialakítása során már létesített transzformátorállomásból 3*230/400 V 50 Hz kiefeszültségen kell megvalósítani. Az épület mértékadó kockázati osztálya: AK (alacsony mértékadó kockázati osztály). Az épület egy tűzszakaszt alkot.

A telek határán telepített elszámolási fogyasztásmérő szekrényben kizárólag egyetlen mérési pont kerül beépítésre: az ipari létesítmény idősoros (áramváltós) elszámolási mérése. Az épület hálózati köteles csatlakozására egyszeres betáplálást terveztem. A létesítmény tűzvédelmi veszélyességi osztálya AK (alacsony kockázatú). Ennek következtében a tűzeseti fogyasztók ellátására biztonsági tápforrást kiépíteni nem kötelező, abban az esetben, ha minden egyéb előírás be van tartatva. Az épület alacsony kockázati osztálya miatt nincs

szükség kettős betáplálásra. Ettől függetlenül a tűzeseti berendezések betáplálását a tűzvédelmi főkapcsoló előtről, önálló tűzvédelmi főkapcsolóról kell biztosítani.

A Megrendelői határozat szerint UPS szünetmentes betáplálási igény csak a meghatározott informatikai szerver és biztonságtechnikai rendszerek számára szükséges. A betáplálások biztosítása egy 10kVA-es online kettős konverziós UPS berendezésen keresztül tervezett, a megrendelői igények figyelembevételével, a névleges terhelés figyelembevétele mellett a minimum áthidalási idő 15 perc legyen. A szünetmentes betáplálásokat kezelő szünetmentes elosztót a létesítményi főelosztóba tervezek integrálni, amely magában foglal egy külső by-pass-t egy belső by-passt, betáplálástot, fogyasztó oldali megszakítót reteszelve a külső by-pass-szal és elmenő áramköröket. A teljesítménytényező kompenzálására – a jelentős számú, nagy energiaigényű elektronikus tápegység és vezérlők beépítését figyelembe véve - torlófojtós rendszerű automatikus fázisjavító berendezés lesz beépítve.

2. VILLAMOSENERGIA-IGÉNY FELMÉRÉSE

Minden épületvillamossági tervezés első lépése a teljesítményigény felmérése. Ez a számítás és az ebből kapott adatok fognak alapjául szolgálni a villamos hálózat, villamos berendezések kiválasztásának és tervezésének. Alapvetően ezt két tényező együttesen határozza meg:

- beépített teljesítmény
- létesítés során alkalmazandó, szabványban meghatározott egyidejűségi tényező

Egyre nagyobb követelményeket támasztanak a modern létesítményekkel szemben, így már a tervezési szakaszban magasak az igények biztonsági szint, rugalmasság a teljes életciklus és az alacsony szintű környezetszennyezés irányában. Mindezt úgy kell megvalósítani, hogy a gazdasági potenciál teljes kiaknázása érdekében a hatékonyság és a műszaki követelmények kielégítése teljesüljön. Különleges kihívást jelent egy létesítmény különböző fogyasztóinak az összehangolása. Ezek a különböző fogyasztók, berendezések: fűtés, szellőzés, légkondicionálás és hűtés, tűzvédelem, behatolás elleni védelem, épületirányító rendszer és energiaelosztás. Az innovatív tervezés során a követelményeket nem egyszerűen az egyes szakágakra bontják, hanem össze kell hangolni.

A villamos energiaellátás rendszerének meghatározásakor alapvető célom egy biztonságos ellátási struktúra kialakítása, ami költséghatékonyan üzemeltetve biztosítja a megfelelő minőségű villamosenergia-ellátást.

A tervezés feladata egyrészt az, hogy az épület kivitelezési és üzemeltetési szempontból gazdaságos, modern, innovatív koncepciót kínáljon a villamosenergia-ellátó rendszerek és a berendezések kiválasztásában. Másrészt a tervező felelős a műszaki szempontokért is, ami azt jelenti, hogy felelősségre vonható a nem megfelelő kialakításokért. Ezért fontos tisztázni a projekt hatókörét és a gazdasági feltételeket a projekt korai szakaszában. A tulajdonos / beruházó határozzák meg az alapbeállítást és iránymutatásokat a projekt további menetéhez. A rossz feltételezések és pontatlan előírások eredményezhetik a rendszer túlméretezését, ami szükségtelenül növeli a költségeket. Az alulméretezés túlterhelést és üzemzavarokat okozhat.²

[2] Siemens AG - Planning of Electric Power Distribution Technical Principles 2015 Siemens AG Berlin and Munich 6-14. oldal

2.1 Egyidejűségi tényező meghatározása

A beépített teljesítményből és az egyidejűségi tényező szorzatával számítható ki egy épület egyidejű teljesítményigénye, amelyből az egyidejűségi tényező MSZ 447:2019 Kisfeszültségű, közcélú hálózatra való csatlakoztatás által egyes fogyasztócsoporthoz meghatározott. Ipari létesítményeknél ez a szám 0,4 és 1 között változik, általános képlete:

$$P_{Egyidejű} = e \cdot P_{Beépített}$$

A létesítés során ellátás szempontjából mértékadó a $P_{Egyidejű}$ teljesítmény, erre kell a hálózatot méretezni, ez alapján határozzuk meg a csatlakozási teljesítményt és az eredő méretezési teljesítményt. A csatlakozási teljesítményből kell meghatározni az egyidejű terhelőáramot, amelyből főelosztót és fővezetékkel kell méretezni. Szakdolgozatomban a „nem lakóépületek” -re vonatkozó egyidejűségi tényezőket használtam és a csatlakozási teljesítményt a következő képlet segítségével határoztam meg:

$$P_{Egyidejű} = e \cdot (P_{Általános\ fogyasztók} + P_{Ép.gépészet} + P_{Technológia} + P_{Tűzeseti\ fogyasztók})^3$$

Az energiaigényt ezért helység kategóriákra bontva határoztam megrendelői adatszolgáltatásból.

2.2 Általános installációs fogyasztók

A rendszerszintű egyidejűségek számított mennyiségek. Ebbe a kategóriába tartoznak azok a fogyasztók és közösségi terek, amely minden ipari létesítményben megtalálhatóak és a dolgozók igényeinek kiszolgálására és munkavégzés elősegítésére lettek kiépítve. Ebben a kategóriában, mivel a tervezés során még nem ismert a pontos eszközlista a különböző helységek négyzetméter adatait veszem alapul. Ezek a fogyasztók nem igényelnek kettős betáplálást és leállásuk nem okoz az épületben és berendezésekben károkat, dolgozókra hiányuk nem jelent veszélyt.

Általános installációs fogyasztók	Terület (m ²) / Darabszám (db)	Fajlagos (W/m ² vagy W/db)	Összes (kW)	Egyidejűség	Összes egyidejű
Közlekedő, váró, recepció	300,15	15	4,50	1,00	4,50

Teakonyha, kávézó	146,54	120	17,58	0,80	14,07
Iroda jellegű területek	650,94	40	26,04	0,80	20,83
Technológiai bemutatótermek	757,55	40	30,30	0,80	24,24
Technológiai műhelyek (technológia nélkül)	485,13	60	29,11	0,80	23,29
Raktározás	976,30	10	9,76	0,40	3,91
Kiszolgáló funkciók, étterem	132,16	20	2,64	0,80	2,11
Épületüzemeltetés, szerver helység	95,63	40	3,83	0,40	1,53
Elektromos autótöltők	2	22 000	44,00	0,50	22,00
Lifteket	1	7 200	7,20	1	7,20
Általános fogyasztók összesen			174,97		123,68

1. táblázat: Általános installációs fogyasztók energiaszükséglete

Ebbe a kategóriába tartozó fogyasztói területek össz négyzetmétere az építészti tervekről összeadva 123,7 m² és ide tartozik az épülethez tervezett 2 db elektromos autótöltő és 1 db felvonó villamosenergia igénye is. Így a számolt teljesítmény 174,97 kW, amely az egyidejűségi tényező figyelembevételével 123,68 kW lesz.

2.3 Épületgépészeti fogyasztók

Ezeket a fogyasztókat alapvetően 3 csoportba lehet osztani a szerint, hogy melyik évszakban szükséges a használatuk:

- Csak nyári üzemben: hűtés, légkondicionáló berendezések
- Csak téli üzemben: fűtés
- Nyári és téli üzemben: légkezelők, szerverek hűtése, egyéb épületgépészet

Az ide tartozó fogyasztók összes teljesítményét gépészeti adatszolgáltatás során kaptam meg.

Épületgépészeti fogyasztók	Összes (kW)	Egyidejűség	Összes egyidejű
Hűtőgépek - hűtés	102,00	0,8	81,60
Fűtés	31,20	0,8	24,96
Légkezelők	14,40	0,65	9,36
Egyéb gépészet	13,20	0,65	8,58
Szerver hűtés	5,00	0,9	4,50
Épületgépészeti fogyasztók összesen	134,60		104,04

2. táblázat: Épületgépészeti fogyasztók energiaszükséglete

2.4 Technológiai fogyasztók

A gépek betáplálendő villamos teljesítménye a termelési igények kielégítéséhez szükséges gépek listáján alapul. Egyidejűségi tényező 0,6, megrendelői adatszolgáltatás alapján.

Technológiai fogyasztók	Darabszám (db)	Fajlagos (W/db)	Összes (kW)	Egyidejűség	Összes egyidejű
Robotok	10	3 500	35,00	0,6	21
CNC gépek	3	8 000	24,00	0,6	14,4
CNC megmunkáló központok	4	22 000	88,00	0,6	52,8
Precíziós gyártógépek	4	13 500	54,00	0,6	32,4
Forgácsoló gépek	4	16 500	66,00	0,6	39,6
Egyebek	1	30 000	30,00	0,6	18
Technológiai fogyasztók összesen			297,00		178,20

3. táblázat: Technológiai fogyasztók energiaszükséglete

2.5 Tűzeseti fogyasztók

A tűzvédelmi koncepció függvényében, a hő- és füstelvezetéshez kapcsolódó felületnyitások számára füst- és hőelvezető rendszert kell kiépíteni. A füstelvezetés céljára szolgáló nyílászárók automatikus működtetését a tűzjelző berendezés végzi, illetve a Tűzeseti Beavatkozó Panelen elhelyezett kapcsolókkal kézi működtetésük is biztosított. A tűzeseti fogyasztók nem működnek egyszerre az általános légtechnikai berendezésekkel. A füst- és hőelvezető rendszernek biztosítania kell, hogy tűz esetén minél kevesebb füsttel teli levegőtér jöjjön létre a padlóhoz közel és a menekülési útvonalak biztonságosan használatóak legyenek.

Tűzeseti fogyasztók	Összes (kW)	Egyidejűség	Összes egyidejű
Tartalékvilágítás (Becsült érték, irányfény – és biztonsági világítás együttesen.)	2,00	1	2,00
Gépészet - Hő- és füstelvezetés	0,10	1	0,10
Épületgépészeti fogyasztók összesen	2,10		2,10

4. táblázat: Tűzeseti fogyasztók energiaszükséglete

2.6 Energiamérleg összesítés

Az energiamérleg alapján az új ipari létesítmény egyidejű csatlakozási teljesítménye $P_{Egyidejű} = 123,68 \text{ kW} + 104,04 \text{ kW} + 178,20 \text{ kW} = 405,92 \text{ kW}$, amelynél az összes rendszer egyidejűségének számításánál egy 80 százalékos egyidejűséget is figyelembe kell venni. Ezen felül 15% tartalékot kell képezni a telepítendő transzformátor túlterhelésének megelőzése érdekében így a méretezéshez $P_{Egyidejű} = 373,44 \text{ kW}$ -t kell figyelembe venni és továbbiakban számítási alapnak használni vezetékméretezésnél, és a berendezések kiválasztásánál.

Helyiség kategória	Mennyiség	Mértékegység	Egyide- jűség	Összes egyidejű
--------------------	-----------	--------------	------------------	--------------------

Épület tűzeseti fogyasztók összesen	0,10			2,10	kW
Általános fogyasztók összesen	174,97	kW	0,71	123,68	kW
Épületgépészeti fogyasztók összesen	134,60	kW	0,77	104,04	kW
Technológia összesen	297,00	kW	0,6	178,20	kW
Épület összesen				408,02	kW
Épület összesen (rendszer egyid.)			0,8	326,41	kW
Épület összesen (tartalékkal - 15%)			1,15	375,38	kW

5. táblázat: Energiamérleg összesítése

3.VEZETÉKMÉRETEZÉS

Ebben a fejezetben elkészítem a létesítmény teljes villamos hálózatának, a betáplálás kábel és kisfeszültségű vezetékhálózat méretezését. A számított értékek alapján kiválasztom a szabványban megfelelő vezetékét keresztmetszeteket. A vezetékméretezést úgy kell elvégezni, hogy feszültségeség, teljesítményterhelés a vezeték adott hosszának és keresztmetszetének megfelelően a szabványos értékek között maradjon.

3.1 Méretezés feszültségesésre

Mivel a villamos berendezéseinket névleges feszültségen való üzemeltetésre gyártották és a névlegestől eltérő feszültség szint meghibásodást okozhat, ezért a tervezés során elengedhetetlen feszültségesést is figyelembe venni. Ezen kívül gazdaságosság, hosszú távú élettartam és jogi szempontból is elengedhetetlen a megfelelő feszültség szint tartása. A betáplálás kisfeszültségen történik kábelárokban fektetett földkábelrel és az épületen belül a főelosztóból az alelosztókba az villamosenergia-elosztása kábelrel fog történni, amelyeket kábellétrákon és kábeltálcákban kell elhelyezni. A tervezés során elengedhetetlen feszültségesésre, terhelhetőségre és terhelhetőségre méretezni a kábeleket. A két méretezési módot külön-külön végzem el és együtt kiértékelve, a számítások alapján kapott keresztmetszetek közül a nagyobbat kell választani, így a két számítás elvégzése után fogom kiértékelni az eredményeket és kábelfajtát, végleges keresztmetszetet választani.⁴

A hálózati köteles tulajdonában lévő ~ 120 méterre lévő transzformátor állomásból tudjuk kiépíteni a csatlakozást földkábelrel. A csatlakozási pont, vagyis a tulajdoni határ a rendszerhasználói tulajdonú csatlakozó főelosztó szekrényben az első túláramvédelmi készülék elosztóhálózat felőli kapcsai. $\cos \varphi = 0,95$ -tel kell számolni, mivel az épületben fázisjavító kerül kialakításra.

Százalékos feszültségesést a felszálló fővezeték és az elosztóhálózat esetében is 1 százalékra kell megválasztani MÉRTÉKADÓ SZABVÁNY: MSZ 447:2019 Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás alapján. Ez a valóságban azt jelenti, hogy a fogyasztásmérő és a tőle legtávolabb eső elosztószekrényénél, fogyasztónál sem lehet a feszültségeség értéke nagyobb 1 százaléknál. Épületeknél a méretlen fővezetékre való méretezésnél $\cos \varphi = 0,96$, a mért hálózaton pedig $\cos \varphi = 1$ -t kell használni, és az áram wattos komponensét kell venni. A meddő komponens elhanyagolható. A számítások során kapott képlet nem fog szabványos keresztmetszetet adni, ezért mindig az eredménynél nagyobb keresztmetszet kell választani. Az MSZ 447 szabványban megadott képlet alapján kiszámolt keresztmetszet az esetek nagy részében megfelel melegezésre is.⁵

⁴ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 29-32. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1

⁵ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 29-32. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1

A létesítmény főelosztójában a PEN vezeték szét kell választani, N és PE sítet kell létesíteni és mivel a PEN vezető szétválasztása után már újra nem egyesíthető, a felszálló fővezetékben már PEN sín nem létesíthető.⁶

Számítások során mivel a vezeték, kábel induktív reaktanciája kisfeszültségen nagyságrendekkel kisebb, mint az ellenállása, ezért a feszültségesést a fogyasztói áramok wattos komponensével kell számolni. Minden esetben a táppont és a tőle legtávolabb eső fogyasztót összekötő vezeték végén nem haladhatja meg a szabványban megengedett mértéket. A vezetéknek a teljes szakaszon végig ugyanolyan anyagúnak és keresztmetszetűnek kell lennie. Feszültségesést a vezeték ohmos ellenállásával kell számolni. Ezt a feszültségesést a táppont feszültséges és a fogyasztói végpont feszültsége közötti feszültségesés abszolútértékben számolva.⁷

Az alkalmazott képleteket az 1.-s táblázat tartalmazza:

Megnevezés	Alkalmazott képlet
Terhelési árama	$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi}$
Hatásos áram összetevő	$I_W = I * \cos \varphi$
Mértékadó feszültségesés	$\epsilon = \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}}$
Keresztmetszet (szükséges)	$A_{Szükséges} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l)$

6. táblázat: Feszültségesés számítása során alkalmazott képletek

A képletekben használt jelölések:

U_n : névleges feszültség (fázis)

P: egyidejűségi teljesítmény

ϵ : megengedett feszültségesés százalékban

U_V : a vonali feszültség

I_W : áram wattos komponense

A: vezeték keresztmetszet

ρ : vezeték fajlagos ellenállása, Cu=0,01785 Ω mm² / m, Al=0,02857 Ω mm² / m

$\cos \varphi$: teljesítménytényező, számítás során $\cos \varphi=0,95$

⁶ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 29-32. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1

⁷ Dr. Novothny Ferenc (PHD) Villamos energetika I OE KVK 2050 Budapest, 2010, 196-200 oldal

3.2 Méretlen fővezeték

Méretlen fővezeték terhelési árama

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{375,38 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 567,38 \text{ A}$$

Mértékadó feszültségesés értékének kiszámítása:

$$\epsilon = \frac{\epsilon}{100} \cdot \frac{U_V}{\sqrt{3}} = \frac{1}{100} \cdot \frac{400}{\sqrt{3}} = 2,31 \text{ V}$$

A fővezeték szükséges keresztmetszete:

$$A_{\text{Szükséges}} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W \cdot l) = \frac{1}{35 \cdot 2,31} \cdot (539,01 \cdot 150) = 1000,02 \text{ mm}^2$$

A szükséges keresztmetszet

Mivel nincs ekkora névleges vezeték, ezért több kábel felhasználásával kapjuk meg a szükséges keresztmetszetet:

4/4x240 amely már megfelel a szabványos vezeték keresztmetszeteknek és így megkapom a legközelebb eső szükséges nagyobb keresztmetszetet. A szükséges kábeltípus tehát 4 darab NYCWY 4x240/50mm² kábel. Méretezés során azért számoltam alumíniummal mivel az áramerősség függvényében tudható volt, hogy nagy keresztmetszet fog eredményként kijönni, amely esetekben gazdasági megfontolásból célszerű alumínium kábeleket alkalmazni, figyelembe véve a megrendelő költségghatékony szemléletét.

3.3 Gépészeti, technológiai, irodai elosztó-berendezések méretezése feszültségesésre

Mivel a PEN vezető szétválasztásra a került a főelosztó berendezésben ezért az innen elmenő kábeleket réz kábeleket alapul véve fogom méretezni, figyelembe véve azt is, hogy a várható keresztmetszetek jóval kisebbek lesznek, mint a méretlen fővezeték keresztmetszete a teljesítménymérleg áramai alapján. Minden esetben 5 érű kábelre fogok méretezni (3fázis, nullavezető, védővezető)

E0-WH warehouse jelű elosztó-berendezés betáplálási kábel méretése feszültségesésre:

Vonali feszültség szint: $U_V = 400 \text{ V}$

Egyidejű teljesítmény: 207,28 / 103,64 KW

Megengedett feszültség esés értéke százalékban: $\epsilon = 1\%$

Kábel hossza: $l = 35 \text{ m}$

$$I_W = \frac{P_e}{\sqrt{3} * 400} = \frac{207,28 * 1000}{\sqrt{3} * 400} = 299,18 \text{ A}$$

$$\epsilon = 0,75 * \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 1,73$$

$$A_{\text{Szükséges}} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l) = \frac{1}{56 * 1,73} (299,18 * 45) = 108,09$$

Szükséges vezeték keresztmetszet $A = 120 \text{ [mm}^2\text{]}$

E0-WS workshop jelű elosztó-berendezés betáplálási kábel méretése feszültségesésre:

- Vonali feszültség szint: $U_V = 400 \text{ V}$
- Egyidejű teljesítmény: $134,5 / 80,69 \text{ KW}$
- Megengedett feszültség esés értéke százalékban: $\epsilon = 1\%$
- Kábel hossza: $l = 23 \text{ m}$
- $I_{\max} = 3 \times 125 \text{ A}$

$$I_W = \frac{P_e}{\sqrt{3} * 400} = \frac{134,5 * 1000}{\sqrt{3} * 400} = 193,4 \text{ A}$$

$$\epsilon = 0,75 * \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 1,73$$

$$A_{\text{Szükséges}} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l) = \frac{1}{56 * 1,73} (193,4 * 21) = 67,01$$

Szükséges vezeték keresztmetszet $A = 70 \text{ [mm}^2\text{]}$

E0-SR showroom jelű elosztó-berendezés betáplálási kábel méretése feszültségesésre:

- Vonali feszültség szint: $U_V = 400 \text{ V}$
- Egyidejű teljesítmény: $358,8 / 142,52 \text{ KW}$
- Megengedett feszültség esés értéke százalékban: $\epsilon = 1\%$
- Kábel hossza: $l = 24 \text{ m}$

$$I_W = \frac{P_e}{\sqrt{3} * 400} = \frac{358,8 * 1000}{\sqrt{3} * 400} = 517,9$$

$$\epsilon = 0,75 * \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 1,73$$

$$A_{\text{Szükséges}} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l) = \frac{1}{56 * 1,73} (517,9 * 23) = 122,95$$

Szükséges vezeték keresztmetszet $A = 150 \text{ [mm}^2\text{]}$

E0-OD földszinti iroda jelű elosztó-berendezés betáplálási kábel méretése feszültségesésre:

- Vonali feszültség szint: $U_V = 400 \text{ V}$

- Egyidejű teljesítmény: 30,13 / 21,1 KW
- Megengedett feszültség esés értéke százalékban: $e=1\%$
- Kábel hossza: $l=35\text{m}$
- $I_{max} = 40 \text{ A}$

$$I_W = \frac{P_e}{\sqrt{3} * 400} = \frac{30,13 * 1000}{\sqrt{3} * 400} = 43,48 \text{ A}$$

$$\epsilon = 0,75 * \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 1,73$$

$$A_{Szükséges} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l) = \frac{1}{56 * 1,73} (43,48 * 20) = 11,98$$

Szükséges vezeték keresztmetszet $A = 16 \text{ [mm}^2\text{]}$

E1-OF jelű emeleti iroda elosztóberendezés betáplálási kábel méretése feszültségesésre:

- Vonali feszültség szint: $U_V = 400 \text{ V}$
- Egyidejű teljesítmény: 35,78 / 25,05 KW
- Megengedett feszültség esés értéke százalékban: $e=1\%$
- Kábel hossza: $l=25\text{m}$
- $I_{max} = 40 \text{ A}$

$$I_W = \frac{P_e}{\sqrt{3} * 400} = \frac{35,78 * 1000}{\sqrt{3} * 400} = 51,64 \text{ A}$$

$$\epsilon = 0,75 * \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 1,73$$

$$A_{Szükséges} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l) = \frac{1}{56 * 1,73} (51,64 * 20) = 12,61$$

Szükséges vezeték keresztmetszet $A = 16 \text{ [mm}^2\text{]}$

E2-OF jelű emeleti iroda elosztóberendezés betáplálási kábel méretése feszültségesésre:

- Vonali feszültség szint: $U_V = 400 \text{ V}$
- Egyidejű teljesítmény: 23,8 / 16,6 KW
- Megengedett feszültség esés értéke százalékban: $e=1\%$
- Kábel hossza: $l=25\text{m}$

$$I_W = \frac{P_e}{\sqrt{3} * 400} = \frac{23,8 * 1000}{\sqrt{3} * 400} = 34,35 \text{ A}$$

$$\epsilon = 0,75 * \frac{\epsilon}{100} * \frac{U_V}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1}{100} * \frac{400}{\sqrt{3}} = 1,73$$

$$A_{Szükséges} \geq \frac{\rho}{\epsilon} (I_W * l) = \frac{1}{56 * 1,73} (23,8 * 25) = 14,4$$

Szükséges vezeték keresztmetszet $A = 16 \text{ [mm}^2\text{]}$

A további fővezetéki terven szereplő elosztó-berendezések betáplálási kábelét is ezzel a módszerrel számoltam ki, mint a E0-WH, E0-WS, E0-SR, E0-OD, E1-OF, E1-OO jelű elosztó-berendezések feszültségesését, viszont a szakdolgozatom túlzott elnyújtottságának elkerülése érdekében ezeket a számításokat nem fejtem ki egyesével, hanem az eredményeket a 7. táblázatban összegzem:

Elosztó / funkció	Teljesítmény (kw)	Hossz. (m)	Számított keresztmetsze [mm ²]	Keresztmetszet [mm ²]	Kábel anyaga
E0-TR1	30,00	35	15,6	5x16	réz
E0-TR2	30,00	35	15,6	5x16	réz
E0-TR3	30,00	40	22,29	5x25	réz
GÉPÉSZET	102,00	60	91,04	5x95	réz
GÉPÉSZET	31,20	60	27,87	5x35	réz
GÉPÉSZET	14,40	40	8,58	5x10	réz
GÉPÉSZET	13,20	40	7,86	5x10	réz
GÉPÉSZET	5,00	25	1,89	5x2,5	réz

7. táblázat: Feszültségesés számítása során alkalmazott képletek

3.4 Vezeték méretezése terhelhetőségre / melegedésre

Kábeleket, vezetékeket nem elegendő feszültségesére méretezni, áramterhelhetőség szempontjából is vizsgálni kell a megfelelő keresztmetszetet és mindig azt az értéket kell kiválasztani, amelyik nagyobb. Korábban a méretezés az MSZ 14550 szabvány alapján történt, amelyet az MSZ HD 60364-5-52: Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-52. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Kábel- és vezetérendszer váltott fel. Az új szabvány további részekkel foglalkozik a terhelés kábelek, vezetékek elrendezése mellett. A különböző megengedett beépítési módokat a szabvány A.52.1. ábrája tartalmazza a különböző típusú vezetőkkel és kábelekkel.

Conductors and cables		Method of installation							
		Without fixings	Clipped direct	Conduit systems	Cable trunking systems (including skirting trunking, flush floor trunking)	Cable ducting systems	Cable ladder, cable tray, cable brackets	On insulators	Support wire
Bare conductors		—	—	—	—	—	—	+	—
Insulated conductors ^b		—	—	+	+ ^a	+	—	+	—
Sheathed cables (including armoured and mineral insulated)	Multi-core	+	+	+	+	+	+	0	+
	Single-core	0	+	+	+	+	+	0	+

2. ábra: Beépítési módok

Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011

+ Engedélyezett.

- Nem engedélyezett.

0 Nem alkalmazható, vagy a gyakorlatban általában nem használják

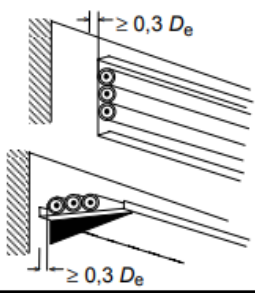
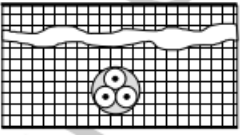
Különböző helyzetekben különböző telepítési módszerek alkalmazhatók. A lehetséges kombinációkat a következő ábra mutatja be. Az ebben a táblázatban megadott számok a figyelembe vett különböző vezetékrendszerekre vonatkoznak.

Situations		Method of installation							
		Without fixings	Clipped direct	Conduit Systems	Cable trunking (including skirting trunking, flush floor trunking)	Cable ducting systems	Cable ladder, cable tray, cable brackets	On insulators	Support wire
Building voids	Accessible	40	33	41, 42	6, 7, 8, 9, 12	43, 44	30, 31, 32, 33, 34	–	0
	Not accessible	40	0	41, 42	0	43	0	0	0
Cable channel		56	56	54, 55	0		30, 31, 32, 34	–	–
Buried in ground		72, 73	0	70, 71	–	70, 71	0	–	–
Embedded in structure		57, 58	3	1, 2, 59, 60	50, 51, 52, 53	46, 45	0	–	–
Surface mounted		–	20, 21, 22, 23, 33	4, 5	6, 7, 8, 9, 12	6, 7, 8, 9	30, 31, 32, 34	36	–
Overhead/free in air		–	33	0	10, 11	10, 11	30, 31, 32, 34	36	35
Window frames		16	0	16	0	0	0	–	–
Architrave		15	0	15	0	0	0	–	–
Immersed 1		+	+	+	–	+	0	–	–

3. ábra: Különböző telepítési módszerek lehetséges kombinációi

Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kábelek_vezetékrendszerek

A számos különféle vezetékrendszer és telepítési módszer illusztrációját a G10 ábra mutatja. Számos referencia módszer van meghatározva (A-tól G-ig kódbetűkkel), csoportosítás olyan telepítési módszerek, amelyek az áramvezetőhöz képest azonos jellemzőkkel rendelkeznek a vezetékrendszerek kapacitásai. A különböző kábeleket más-más módon kell majd kivitelezés során fektetni ezért tervezés során több tényezőt kell alkalmazni. Az alkalmazott módszerek gyűjtöttem ki a XXXX ábrában.

30		Single-core or multi-core cables: On unperforated tray run horizontally or vertically ^{c, h}	C with item 2 of Table B.52.17
34		Single-core or multi-core cables: On ladder ^c	E or F
72		Sheathed single-core or multi-core cables direct in the ground – without added mechanical protection ^a	D2
21		Single-core or multi-core cables: – fixed directly under a wooden or masonry ceiling	C, with item 3 of Table B.52.17

3. ábra: Vezetékrendszer és telepítési módszer illusztrációi

Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kábelek_vezetékrendszerek

3.4.1 Korrekciós tényezők:

A környezet vagy a különleges telepítési feltételek figyelembevételére érdekében, korrekciós tényezőket vezettek be. A kábelek keresztmetszete az IB névleges terhelési áram segítségével kerül meghatározásra osztva különböző korrekciós tényezőkkel, k_1 , k_2 , ...:

$$I'_B = \frac{I_B}{k_1 \cdot k_2}$$

I'_B a korrigált terhelési áram, amelyet össze kell hasonlítani az áramhordozó kapacitással a figyelembe vett kábel vonatkozásában. A kábelek levegőben lévő áramvezető képessége 30 °C-os átlagos levegő hőmérsékleten alapul. Egyéb hőmérsékletek esetén a korrekciós tényezőt a G12 ábra tartalmazza PVC, EPR és XLPE szigetelőanyag esetén. A kapcsolódó korrekciós tényező itt k_1 . A hatályban lévő 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet alapján a munkahelyeken 24 °C fokot kell tartani, így a szabványban előírt 30 °C-tól eltérő értékkel kell számolni. Földkábelnél viszont nem kell módosító tényezőt használni mivel a talaj átlag hőmérséklete nem fog eltérni a 20 °C-tól, így a méretlen fővezetéknel módosító tényezőt nem kell figyelembe venni.

Ambient temperature ^a °C	Insulation			
	PVC	XLPE and EPR	Mineral ^a	
			PVC covered or bare and exposed to touch 70 °C	Bare not exposed to touch 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32
^a For higher ambient temperatures, consult the manufacturer.				

4. ábra: korrigált terhelési áram hőmérséklet függvényében

Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kábelek_vezetékrendszerek

A 5. ábrában táblázatokban megadott áramfelvételi kapacitások egyesekre vonatkoznak áramkörök, amelyek a következő számú terhelt vezetéből állnak. Ahol több szigetelt

vezetékét vagy kábelt telepítenek ugyanabban a csoportban, egy csoport csökkentési tényezőt (itt k4 jelzéssel) kell alkalmazni. A korrekciós tényező értékeit mutatja a különböző konfigurációkhoz temetetlen kábelek vagy vezetők, egynél több áramkör vagy többmagos csoportosítás kábelek.

Item	Arrangement (cables touching)	Number of circuits or multi-core cables												To be used with current-carrying capacities, reference
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 to B.52.13 Methods A to F
2	Single layer on wall, floor or unperforated cable tray systems	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No further reduction factor for more than nine circuits or multicore cables			B.52.2 to B.52.7 Method C
3	Single layer fixed directly under a wooden ceiling	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				B.52.8 to B.52.13 Methods E and F
4	Single layer on a perforated horizontal or vertical cable tray systems	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Single layer on cable ladder systems or cleats etc.,	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

5. ábra: Korrigálási tényezők kábelek csoportosítását figyelembe véve

Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kábelek_vezetékrendszerek

Áramterhelhetőségre való kiválasztásnál a szabvány B áramterhelhetőség pontja felsorolja a lehetséges vezető elrendezéseket, amelyből ki kell választani az alkalmazott elrendezést. Ez a táblázat a réz és alumínium vezetők szabványos keresztmetszetenként felsorolva adja meg azok terhelhetőségét. Az 6. táblázat a fővezeték áramterhelhetőségét adja meg.

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Installation methods of Table B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Copper							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502
Aluminium							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	236	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

8

6. ábra: Fővezeték áramterhelhetősége

Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kábelek_vezetékrendszerek

3.5 Méretlen fővezeték keresztmetszete

Esetünkben a méretlen betápláló fővezeték ikerkábel földben fektetve. Méretlen fővezeték terhelési árama 539,01 A és feszültségesére méretezés során kiválasztott kábel 4//4x240 [mm²] AYCWY Ez a kábeltípus használható beltéren, szabadban, kábelcsatornában, kábellétrán és kábeltálcában fektetve. Ipari létesítményekben, erőművekben és kapcsolóberendezésekben, abban az esetben, ha a mechanikai védelem nincs előírva, illetve a felhasználás során mechanikai sérüléseknek nincs kitéve. A szabvány alapján a kábel terhelhetősége 380 A, de mivel a feszültségesés miatt három párhuzamos kábelt kell használnunk, a terhelhetősége $3 \cdot 380 = 1140$ A. Abban az esetben ha nem lényeges az adott kábel keresztmetszete, akkor a költséghatékonyságot figyelembe véve érdemesebb réz kábel helyett alumíniumot választani.⁹

⁸ MSZ HD 60364-5-52:2011

⁹ <http://www.partnercable.hu/hu/katalogus/altalanos-celu-eroatviteli-foldkabelek/aycwy-061-kv>

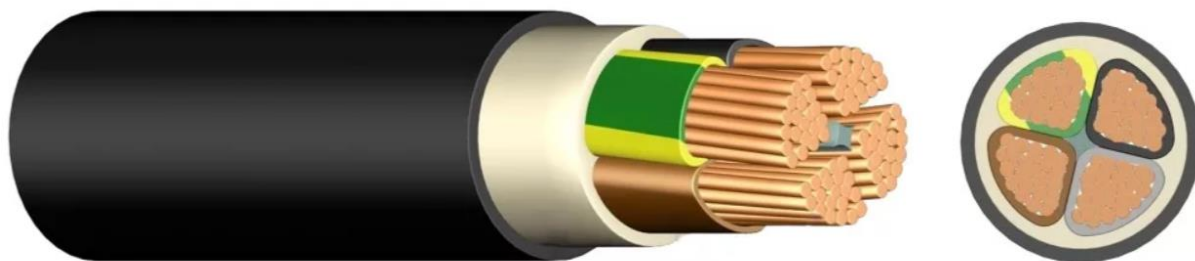


7. ábra: AYCWY kábeltípus

Forrás: <https://elektroprofishop.hu>

3.6 Gépészeti, technológiai, irodai elosztó-berendezések betáplálási kábeleinek tényleges keresztmetszete, mért vezetékek keresztmetszete

Vezeték anyagát tekintve ipari területeken leggyakrabban használt kábeltípusnál maradok a továbbiakban, amely a NYJ-J mivel abban az esetben, ha mechanikai védelem nincs külön előírva. Álmennyezet feletti szerelés: ez történhet födémhez, vagy egyéb hosszanti tartószerkezethez (pld. kábeltálca, vagy kábellétra) rögzített műanyag védőcsőben, vagy födémhez vagy oldalfalhoz rögzített kábeltálca, kábellétra. A felszállóban történő szerelés: itt függőleges szerelés kialakítása szükséges, kábellétrához rögzítve az alkalmazott műanyag szigetelésű kábeleket. Az alárendeltebb helyiségekben (pld gépészeti terek) falon kívül szerelt védőcsőben kell a kiskábeleket elhelyezni, az irányváltásokat csőhiánnyal kialakítottan kell szerelni, úgy, hogy a szabadba kerülő hajlított vezeték meg tudja tartani önmagát. Az alkalmazott vezetékek kettős műanyag szigetelésű rézvezetőjű kábelek vagy kiskábelek. A fővezetékek helyett alumínium vezetőjű tokozott sín is alkalmazható.



7. ábra: NYJ-J kábeltípus

<https://elektroprofishop.hu/>

E0-WH warehouse betáp kábel

E0-WH warehouse betáplálási kábel 299,18 A terhelésre és feszültségére méretezés során kiválasztott kábel $A = 120 \text{ [mm}^2\text{]}$ NYJ-J, amelynek a terhelhetősége 310 A, így a $120 \text{ [mm}^2\text{]}$ kevés tartalékkal, de megfelel terhelhetőség szempontjából is. Figyelembe véve, hogy a kábel

a kábeltálcában és kábelletrában lesz vezetve az **XXX** ábra B1-s táblázatából kell választani névleges keresztmetszetet.

E0-WS workhop betáplálási kábel

E0-WS workhop betáplálási kábel 193,4 A terhelésre és feszültségére méretezés során kiválasztott kábel $A = 70 \text{ [mm}^2\text{]}$ NYY-J, amely terhelhetőség szempontjából nem felel meg így nagyobb keresztmetszetet kell választanom, ez az egyel nagyobb $A=90 \text{ [mm}^2\text{]}$ lesz. Ennek az alap terhelhetősége 220 A. Ebben az esetben is kábeltálcában lesz elhelyezve a kábel, szakaszának túlnyomó részén egyedül fog futni, úgyhogy itt is szintén B1-es oszlopot kell figyelembe venni a **XXX ábrából**. Hőmérséklet miatti tényezőt nem kell figyelembe venni, mivel nem lesznek a telepítés helyszínén extrém körülmények.

E0-SR földszinti bemutatóterem

E0-SR földszinti bemutatóterem esetében a feszültségcsökkentés számításánál $150 \text{ [mm}^2\text{]}$ keresztmetszetű réz kábel jött ki eredményként. Végigvezetve ezt a keresztmetszetet és a 122,95 A terhelést és azt, hogy ugyanazokat a feltételeket kell alkalmazni telepítésnél, mint a E0-WH és E0-WS elosztóknál a XXX táblázat B1-es oszlopából. Ennek a keresztmetszetnek a terhelhetősége, 335 A, amelynél a feszültségcsökkentésre való méretezés során kapott keresztmetszet megfelelő, tehát a választott keresztmetszet $150 \text{ [mm}^2\text{]}$.

Training room-ok, irodai és egyéb gépészeti elosztó-berendezések kábelméretezése

Ugyanezeket a feltételeket alkalmaztam a többi kábel méretezése során is, így ezeket külön tovább nem részletezném. Alapul vettem a3.1 fejezet Méretezés feszültségcsökkentésre részben kifejtett képleteket és a 4.4 fejezet Vezeték méretezése terhelhetőségre / melegedésre fejezetet és az abban kifejtett MSZ HD 60364-5-52: Kisfeszültségű villamos berendezések szerepelt feszültségcsökkentés számításokat:

Elosztó / funkció	TELJESÍTMÉNY [kW]	Keresztmetszet [mm ²]	Kábel anyaga
E0-TR1	27	5x16	réz
E0-TR2	27	5x16	réz
E0-TR2	27	5x25	réz
E0-OF	30	5x25	réz
E1-OF	35	5x25	réz
E1-OO	23	5x16	réz
GÉPÉSZET	89	5x95	réz
GÉPÉSZET	35	5x35	réz
GÉPÉSZET	10	5x10	réz
GÉPÉSZET	10	5x10	réz
GÉPÉSZET	5	5x6	réz

8. táblázat: Training room-ok, irodai és egyéb gépészeti elosztóberendezések kábelméretezése

Végponti fogyasztók

Ezen csoportba tartozó fogyasztók betáplálási kábel keresztmetszetének a meghatározás is ugyanilyen módon történik feszültségesés és terhelhetőség számítással viszont számuk miatt ezt már nem részletezem. A megengedett feszültségesés világítási hálózatokban 1,5% és motoros fogyasztók esetében 3%.

Ezen kívül a létesítményben behúzásra kerülnek gyengeáramú kábelek az alábbi rendszerek számára:

- - Infokommunikációs rendszer (strukturált adatátviteli hálózat)
- - Tűzjelző rendszer
- - Biztonságtechnikai rendszerek: Behatolás jelző rendszer, CCTV videó-megfigyelő rendszer, beléptető és kaputelefon rendszer,
- egyéb gyengeáramú rendszerek

4. ÁRAMÜTÉS ELLENI VÉDELEM KIALAKÍTÁSA

Váltakozó áram esetén 1000 V-nál kisebb névleges feszültségű villamos berendezések környezetében tartózkodó személyek, állatok áramütés elleni védelme.

Szabványok:

MSZ HD 60364-1 Kisfeszültségű villamos berendezések. 1. rész: Alapelvek, az általános jellemzők elemzése, meghatározások

MSZ HD 60364-4-41 Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-41. rész: Biztonság. Áramütés elleni védelem

MSZ HD 60364-5-54 Kisfeszültségű villamos berendezések

MSZ HD 61140 Áramütés elleni védelem. A villamos berendezésekre és a villamos szerkezetekre vonatkozó közös szempontok

Áramütés vagy villamos beleset alapvetően kétféleképpen alakulhat ki:

- Üzemszerűen feszültség alatt lévő villamos berendezés érintése következtében
- Villamos berendezés üzemszerűen nem feszültség alatt lévő, viszont üzemzavar következtében feszültség alá kerülő vezető anyagú vagy fém részének közvetett vagy közvetlen érintése által. Feszültségre kerülést legtöbbször a szigetelés meghibásodása, átütés, átívelés, vagyis testzárlat

Az áramütés elleni védelem magába foglalja az alapvédelem, amely azt biztosítja, hogy nem tudunk megérinteni közvetlenül feszültség alatt lévő berendezést és hibavédelem, közvetett érintés elleni védelem kialakítását is. Ezekre vonatkozó előírásokat az MSZ HD 60364-4-41 sorra veszi:

- megerősített / kettős szigetelés
- táplálás önműködő lekapcsolása
- villamos leválasztás
- Selv, Pelv törpefeszültség

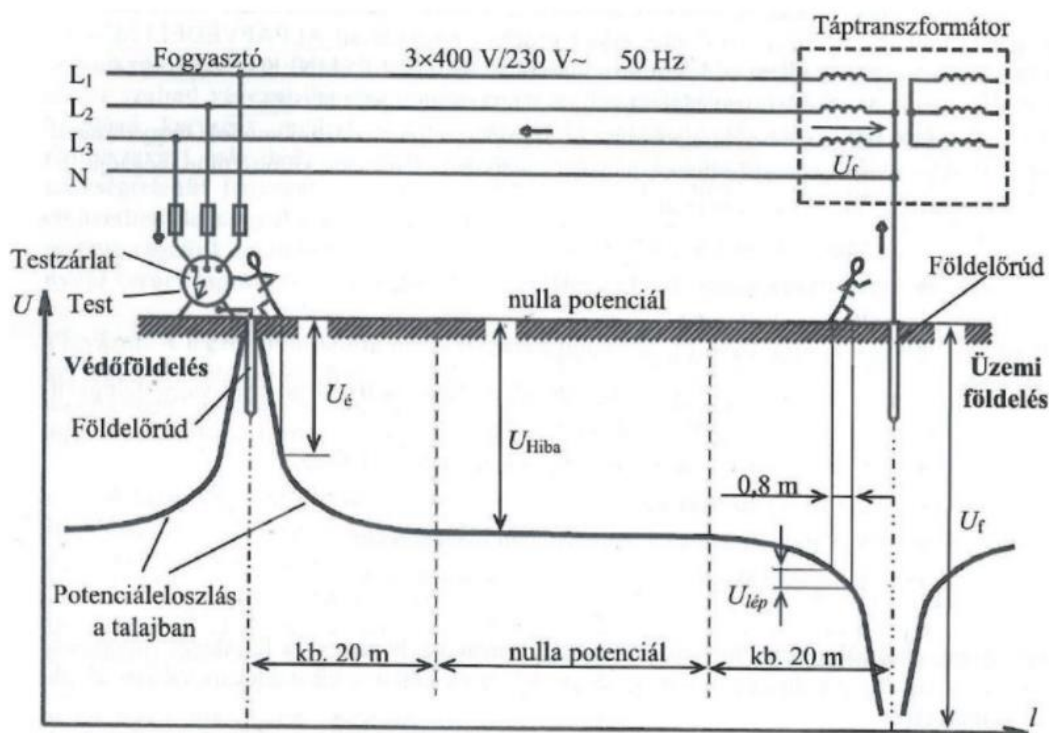
és a szakképzett vagy kioktatott személyek által használta előírások:

- a környezet elszigetelése
- védelem egyenpotenciálra hozása
- villamos elválasztás több fogyasztó esetén
- elérhető távolságon kívül elhelyezés, védőakadály¹⁰

¹⁰ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 481-529. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1

4.1 Közvetett érintés elleni védelmi módok

Mechanikai sérülés, szigetelőanyag előregedése és idegen tárgy bekerülése során az alapszigetelés szigetelőképességét elveszítheti. Ilyenkor testzárlat következhet be, amely során a feszültségmentes részekben lép fel hibafeszültség. Hibafeszültség a hiba során bekövetkező, emelkedett potenciál és a távoli földpotenciál különbsége. Az ember csak egy bizonyos szakaszt képes áthidalni ezért a potenciálkülönbség csak részét hatol keresztül rajta, amely az érintési feszültség. Az érintési feszültség talajon is áthidalható része a lépésfeszültség.



7. ábra: Hibafeszültség, érintési-feszültség, lépésfeszültség

Forrás: <https://adoc.pub/msz-2364-msz-1600-msz-1610-msz-2364-msz.html>

A keletkező potenciálkülönbségek akkor jelenthetnek veszélyt, ha meghaladnak egy bizonyos mértéket:

- 100 Hz vagy kisebb váltakozó áram esetén $U_L = 50 \text{ V}$
- egyenáram esetén $U_L = 120 \text{ V}$

Abban az esetben, ha az érintési feszültség átlépi a megengedett értéket, akkor azt gyorsan meg kell szüntetni, a hibás berendezést a hálózatról le kell választani. A táplálás önműködő lekapcsolására hibavédelmi módokat alkalmazunk, amelyben a testet a védővezetővel össze kell kötni. Erre szolgáló módszerek:

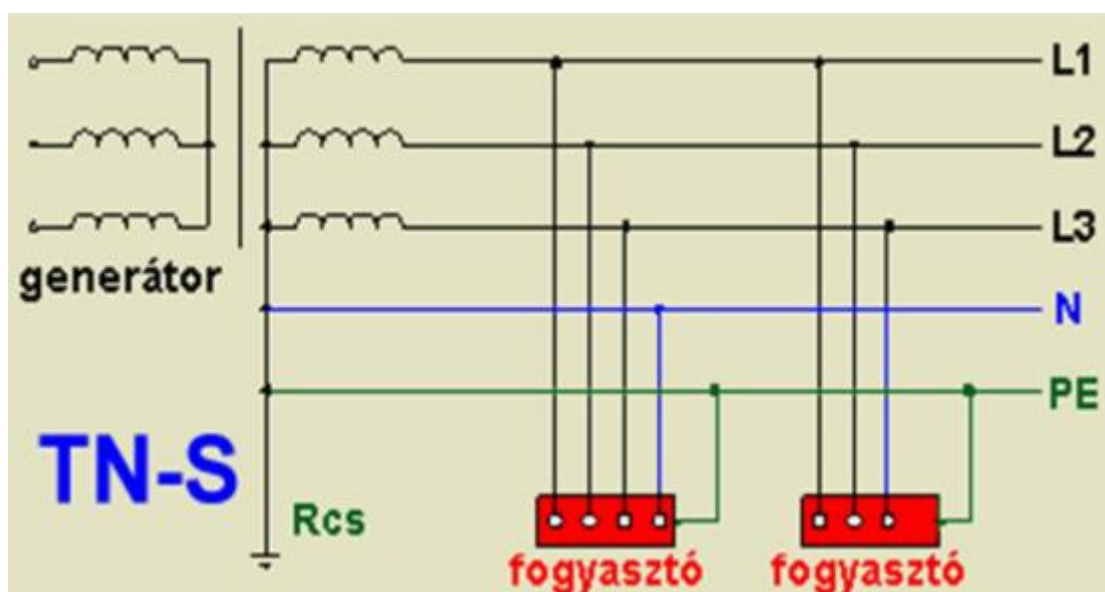
- TT-rendszer: védőföldelés közvetlenül földelt rendszerben

- TN-rendszer: nullázás
- IT-rendszer: védőföldelés közvetlenül és közvetve földelt rendszerekben

A hálózat létesítésével egyidőben kell kiépíteni valamely védővezetős hibavédelmi módot.¹¹

4.2 TN rendszer

Nullázást csak és kizárólag, olyan hálózaton szabad alkalmazni, amelynél a tápláló rendszernek van közvetlenül földelt vezetője. Magyarországon ez a tápláló transzformátor csillagpontjából induló üzemi földeléssel ellátott nullavezető. Az erről leágazott védővezetőt kell kötni a védelemmel ellátott villamos szerkezetek testére. TN-S rendszerben külön védővezető van a villamos hálózaton.



8. ábra: TN-s rendszer

Forrás: users.atw.hu

12

4.3 TN-S rendszer kialakítása a projekten

A létesítmény hibavédelmi kialakítása az MSZ HD 60364-4-41, MSZ HD 60364-5-59 szabvány előírásai szerint kell tervezni és létesíteni. Létesítményen belül minden egyes elosztóban TN-S rendszer: nullázás, öt vezetékes rendszer védőföldelés és nullavezetőkkel, amely áramköréinél áramvédő kapcsolóval (ÁVK) ellátva a villamos hálózaton csoportos áramvédő kapcsolókat alkalmazunk. Az elosztó-berendezésekben az üzemszerűen áramot vezető nullavezetőt (N illetve PEN vezetők) és a védővezetőt (PE) csak egy helyen, a különválasztás helyén és amennyiben létesül, az áramvédő kapcsoló előtti szakaszon, szabad egymással összekötni. Az elosztók leágazásainak nullavezetőit az N sínről, védővezetőit a PE sínről kell leágaztatni.

¹¹ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 481-529. oldal, ISBN 978-615-9303-1

¹² Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 501-504. oldal, ISBN 978-615-9303-1

Az beépített készülékek érintés elleni védelmét elosztóberendezéseken belül maszkos rendszerű kialakítás fogja biztosítani. A védővezetőt (PE) és a nullavezetőt különválasztva csatlakoztatni kell a készülékek, berendezések és fogyasztók üzemszerűen feszültség alatt nem lévő fém részéhez, illetőleg ha van ilyen, akkor a gyárilag már előre kialakított földelőcsavarhoz.¹³

4.4 Védő-összekötővezető használata

Egyenpotenciálú összekötés a táplálás önműködő lekapcsolásával működő hálózatokban elhagyhatatlan. Testzárlat esetén, ha a zárlatos berendezés közelében van egy idegen fémszerkezet, az EPH összekötés nélkül távoli földpotenciált közvetít. Annak érdekében, hogy ezek fémszerkezetek ne közvetítsenek távoli földpotenciált, ne legyen potenciálkülönbség, a testek és körülötte lévő idegen fémszerkezeteket össze kell kötni. A megfogalmazás védő egyenpotenciálra hozásról az MSZ HD 60364-5-54:2012-ben változott Védő-összekötővezető használatára.

MSZ HD 60364-4-41 Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-41. rész: Biztonság. Áramütés elleni védelem szabvány szerint EPH hálózatba be kell kötni a következő berendezéseket:

- fő földelőkapcsot vagy sínt, földelővezetőt
- az épületben megtalálható közüzemű csővezetéseket
- az épületszerkezet azon részeit, amelyek normál használat esetén hozzáférhetőek
- fém fűtőcsövek, légkondicionáló berendezéseket
- távközlési kábelek fém köpenye
- összes villamos fogyasztó védővezetőjét
- épületek vasbeton alapföldelését
- EPH hálózat céljára létesített földeléseket
- villámhárító legközelebb eső földelését
- az épület belső villámvédelmi rendszerét
- fém fürdőkádakat
- az legalább 500 literes fémtartályokat

EPH hálózatba kötése elhagyható azoknak a szerkezeteknek, amelyek egy másik fémszerkezettel való egyidejű érintése nem lehetséges, vagy valószínűtlen.¹⁴

4.5 Védő-összekötővezető kialakítása a hálózatban

Védő egyenpotenciálra hozás (EPH) hálózatot kell kiépíteni a létesítmény teljes területén, valamint elszigetelten is, például gépészeti helyiségekben. A nagy kiterjedésű fém épületrészeket, épületszerkezeteket és gépészeti vagy egyéb technológiai fém csőrendszereket fémesen az MSZ HD 60364-4-41 szabványban előírt módon be kell kötni az egyenpotenciálra hozó (EPH) hálózatba. A védő EPH rendszerbe be kell kötni a fém kábeltálcákat, melyek védő EPH hálózat vezetőjeként nem használhatók. Továbbá védő EPH

¹³[http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6ltsegvet%C3%A9s/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%20S%20K%20RAM/12_029_EL_K_D_04_00_\(MUSZAKI_LEIRAS\).pdf](http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6ltsegvet%C3%A9s/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%20S%20K%20RAM/12_029_EL_K_D_04_00_(MUSZAKI_LEIRAS).pdf)

¹⁴ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 492-494. oldal, ISBN 978-615-9303-1

csomópontba be kell kötni az épület áramütés elleni védelmi földelését, ezenfelül a villámvédelmi földelést is. Az EPH hálózat gerincvezetéke 1x16mm² zöld/sárga réz vezeték, a leágazások és bekötések mechanikailag védett kialakításnál 1x2,5 mm² vagy mechanikailag nem védett kialakításnál 4 mm² zöld/sárga vezeték. Védővezető minden esetben zöld-sárga színű kell, hogy legyen.¹⁵

Villamos biztonsági felülvizsgálóval a villamos hálózat üzembe helyezése előtt a teljes hálózatra vonatkozóan hurokellenállásmérést és szigetelési ellenállásmérést kell végezni. Ez a felülvizsgálat minden új létesítés esetén kötelező és meg kell felelnie a létesítés során hatályos szabványoknak, jogszabályoknak. A mérések során kapott eredményeket a Villamos biztonsági felülvizsgálói jogosultsággal rendelkező személy jegyzőkönyvben rögzíti és a kiállított jegyzőkönyv része lesz a hatóságok felé benyújtott átadási dokumentációnak.

¹⁵[http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6ltseget%C3%A9s/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%C5%90S%C3%81RAM/12_029_EL_K_D_04_00_\(MUSZAKI_LEIRAS\).pdf](http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6ltseget%C3%A9s/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%C5%90S%C3%81RAM/12_029_EL_K_D_04_00_(MUSZAKI_LEIRAS).pdf)

5. FŐVEZETÉKI TERV

Az épületvillamossági tervek tartalmi követelményeit ahogy az európai országok legtöbbjeiben Magyarországon is kormányrendelet szabályozza, hogy épületvillamossági terveknek milyen tartalmi és formai követelményeknek kell megfelelni. Ez az Építési engedélyezési – építési műszaki kivitelezési tervdokumentációk tartalmi és formai követelményei szabályzat. Ez a szabályzat tartalmazza a kötelező tervrészeket és a megbízó igényei szerint választandó tervrészeket. A kötelező tartalomnak olyannak kell lennie, hogy az alapján fel lehessen mérni a költségeket és megvalósítható legyen belőle az építető elképzeléseihez szükséges építmény kivitelezése.

5.1 Egyvonalas kapcsolási rajzok

Elosztószekrény tervezésekor (leggyakrabban Autocad-ben vagy Eplan-ban) szükséges elkészíteni az elosztó egyvonalas kapcsolási rajzát. Ezen dokumentumban adjuk meg a szükséges leágazásokat és a kivitelezés során beépítésre kerülő védelmi, jelző, mérő, kapcsoló berendezéseket. A kapcsolási rajzon minden berendezést egyedi tervjellel kell jelölni és fel kell tüntetni mellette a műszaki paramétereit. A tervek elején vagy valamelyik jól elkülönített részén jelölni kell:

- Üzemi feszültség szintet
- Működtető feszültség szintet
- Érintésvédelem módja
- Szabvány szerinti belső elválasztási mód
- IP védettség

5.2 Áramút rajzok

Elosztószekrények kapcsolási rajza. Áramutas rajzok követelményeit betartva kapunk olyan tervet, amelyből a berendezésgyártó el tudja készíteni az elosztószekrényt és a kivitelező be tudja kötni és beüzemelni. Áramút rajzokon megtalálható a készülékekre vonatkozó:

- névleges áram
- zárlati szilárdság
- túláramvédelmi beállítás
- IP védettség
- méret (nem kötelező minden egyes berendezésre).

Előírás még feltüntetni a táplált áramkör jellemző értéket, amelyek a:

- beépített teljesítmény
- egyidejű teljesítmény
- névleges áram
- fáziskiosztás

- vezetéktípusok
- vezeték szerkezet

5.3 Fővezetési terv követelményei

A tervben szereplő építmény primer vezeték hálózatát a fővezetési terv jeleníti meg. Az építészeti rajzot alapul véve tartalmaz transzformátorokat, villamos elosztó-berendezéseket (főelosztó, szinti elosztó, vezérlés), fogyasztásmérőket és az ezeket betápláló kábelek sematikus rajzát. Az energiaeelosztásban részt vevő berendezéseket ezen a terven egyedi és egyszerűsített jelekkel ábrázolva kell megrajzolni a fővezetési tervet és ezeket a villamos berendezéseket további rajzokon kell kibontani. A rajzon fel kell tüntetni az elosztószekrények tervjelét, amelyet minden további terven használni kell. A kábelek csoportosítása színnel, vonaljelölésekkel (szaggatott, pontos, folyamatos) történik és csoportokra kell osztani funkció szerint:

- üzemi betáplálás
- komfort biztonsági betáplálás
- tűzvédelmi biztonsági betáplálás
- szünetmentes biztonsági betáplálás (UPS)
- vezetékes EPH összekötés
- vezérlő kábelek

Transzformátorok esetében fel kell tüntetni azok névleges teljesítményét, fel lehet tüntetni az elosztószekrények beépített teljesítményét. A rajz elosztása, villamos berendezések helye nem szükséges, hogy pontos / méretarányos legyen.¹⁶

5.4 Fővezetési terv elkészítése

A gépészeti berendezések részére önálló elosztó ill. leágazás csoport a 0,4 kV-os főelosztóban készül, valamint önálló leágazásokat biztosítunk a lifteknek. A helyi épületgépészeti berendezéseket a terepi alelosztókból látjuk el: pl. helyi szellőzés időprogrammal kapcsolt strangelszívó ventilátora, zárt mellékhelyiségek (WC, mosdó stb.) szellőzése. Az egyes területek központi szellőzése és a hűtési rendszer szivattyúi, valamint a kazánház a többi áramkörtől független, külön fővezetékkel vannak ellátva, közvetlenül a főelosztóból biztosítva a villamos energiaellátást. A kazánházban a GMBSZ előírásainak megfelelően automatikus működésű gázkoncentráció érzékelő lesz kiépítve, mely 20% ARH értéknél a vészszellőzést indítja, és 40% ARH értéknél a nem robbanásbiztos kialakítású villamos berendezéseket lekapcsolja. A tűzvédelmi koncepció függvényében, a hő- és füstelvezetéshez kapcsolódó felületnyitások számára RWA rendszert tervezünk. A füstelvezetés céljára szolgáló nyílászárók automatikus működtetését a tűzjelző berendezés végzi, illetve a Tűzeseti Beavatkozó Panel (TBP) elhelyezett kapcsolókkal kézi működtetésük is biztosított. A technológia pneumatikus gépészeti igénye számára telepített kompresszoroknak is biztosítjuk a szükséges villamos betáplálást.

¹⁶ <https://www.hbmmk.hu/repository/217/tervek-tartalmi-kovetelmenyei-1kotet.pdf>

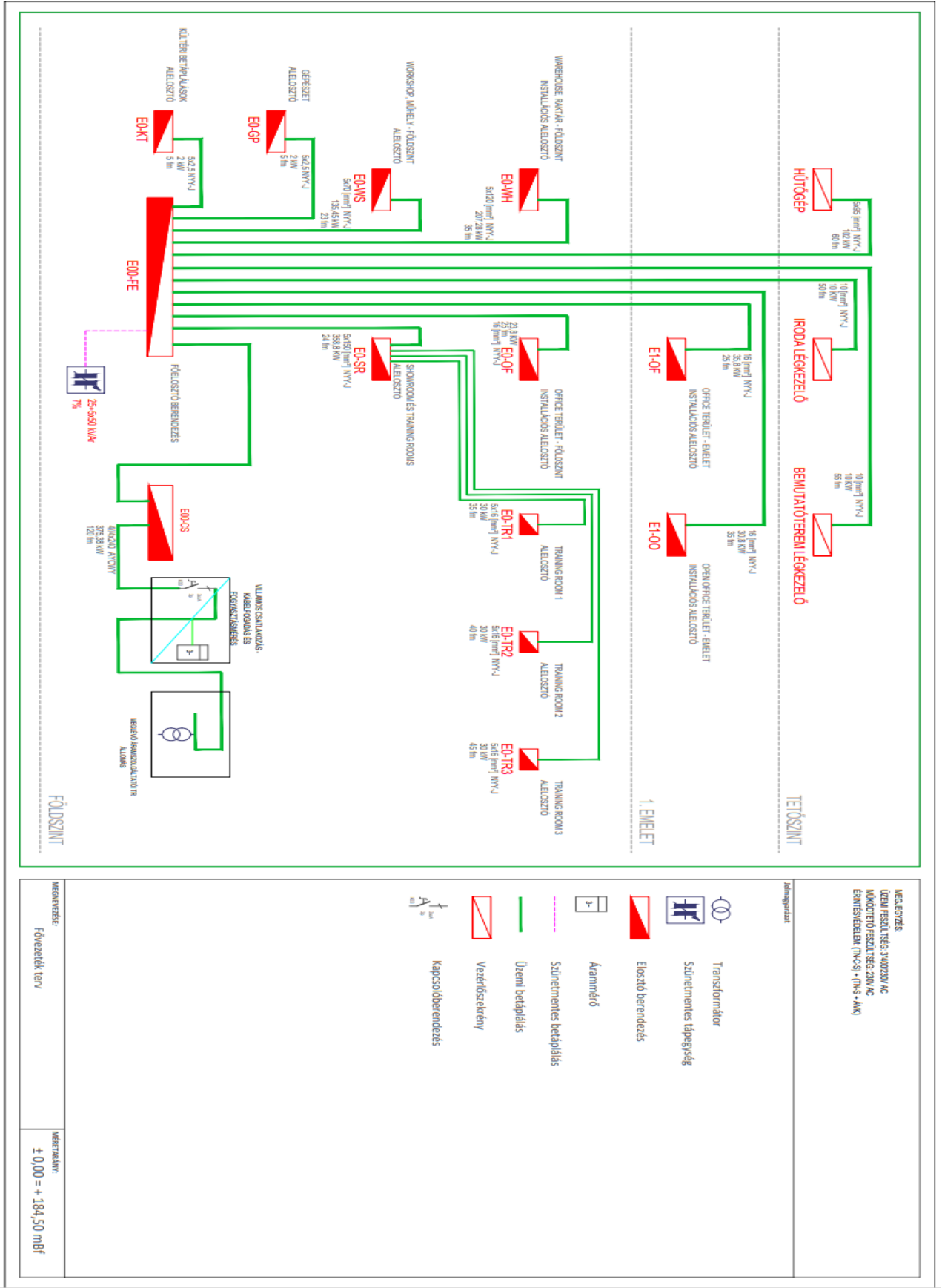
Szakdolgozatomban a fővezetéki tervet nem az építész tervre rajzoltam fel, mivel nem volt olyan terv, amelyen minden leágazás egyértelműen és beazonosíthatóan látszott volna ezért egy egyedi tervet rajzoltam elkülönítve egymástól az emelteket és ezen belül az irodákat, showroom-ot, gyártócsarnokot.

Ezt alapul véve az épületben az elosztóhálózati kábelek és a berendezések a következő jelölésekkel kerülnek kialakításra:

- E00-FE: főelosztó berendezés
- E0-KT: kültéri fogyasztók elosztó
- E0-GP: gépészeti elosztó
- E0-WS E0-K: workshop, földszinti műhely elosztó
- E0-WH: raktár elosztó
- E0-SR: bemutatóterem és training room elosztók
- E0-OF: földszinti irodák területi elosztó
- E1-OF: emelti irodák elosztó
- E1-OO: nyitott irodai terület elosztó
- E00-CS: csatlakozó főelosztó

Gépészeti vezérlőszekrények, amelyek főként épületautomatizálási berendezéseket, készülékeket tartalmaznak:

- HŰTŐGÉP: Kompakt hűtőgép betáplálása
- Kompakt hűtőgép betáplálása: irodai légkezelő berendezések vezérlése
- BEMUTATÓTEREM LÉGKEZELŐ: Légkezelő gép - bemutató terem gépészet vezérlésére



9. ábra: Fővezeték terv

Forrás: Saját készítésű terv

6. CSATLAKOZÓ FŐ-ELOSZTÓSZEKRÉNY MEGTERVEZÉSE

Főbb hálózati elemeket már a korábbiakban megterveztem, viszont ezeket a fogyasztói leágazásokat a villamosenergia-igény kielégítése érdekében, a hálózati struktúra figyelembevételével elosztószekrénnyel kell össze kapcsolni. A főelosztószekrénnyben biztosítani kell a villamos energia mérését, folyamatos visszajelzést a hálózaton keletkezett hibákról és biztosítani kell, hogy a hibás hálózatrészt le lehessen választani, megváltoztatható kapcsolatokat kell létrehozni. Kapcsolóberendezések mindig hálózati leágazásokban, csomópontokban kell létesíteni. Csomópontok, ahol a 2 vagy több hálózati elem találkozik, energiapályák leágazása. A kapcsolóberendezés úgy szolgál vezetékek összekapcsolására, hogy a hálózat tulajdonságait (feszültség, frekvencia, periódusszám, áram meddő / kapacitív teljesítménye, áram nagysága) nem változtatja meg.

Kapcsolóberendezés legfontosabb része:

- Gyűjtőszín
- Fő energiaút készülékei, amelyek főként: megszakító, áram-védőkapcsoló, biztosító, kapcsolók, túlfeszültség-védelmi berendezés
- Opcionális készülékek, amely a villamos energia mérésére szolgálnak: áramváltó, feszültségváltó
- Segédüzemű berendezések
- Szekunder készülékek: mérő, jelző, vezérlő, reteszelő szabályozó, védelmi berendezések
- Irányítástechnikai berendezések¹⁷

Az áramszolgáltatói transzformatortól induló új földkábel egy, a telekhatáron elhelyezendő kábelfogadó szekrény fogadja. A kábelfogadó szekrényben lesz kialakítva az elszámolási mérő egység és az első túláramvédelmi készülék. A mért fővezeték az épület főelosztó-berendezéshez csatlakozik. Az épület kisfeszültségű villamos központja fázisjavító berendezés, főelosztó berendezés, területi alelosztó berendezések az épület földszintjén, a műhelyek mellett, a rakodó beálló közelében kap helyet.¹⁸

6.1 Fő-elosztószekrény, csatlakozási pont tervezési szempontjai

Csatlakozó főelosztó fogadja a méretlen fővezetékét és ebbe kell megtervezni, elhelyezni az első túláramvédelmi készüléket, főkapcsolókat (pl. tűzeseti főkapcsoló) és szükség szerint túlfeszültség-védelmi készüléket. A csatlakozó főelosztóban kell elhelyezni a fő földelőszint, amire rá kell csatlakoztatni TN-C hálózat esetén a PEN vezetőt és TN-C-S hálózat esetén ezen

¹⁷ Dr. Novothny Ferenc (PHD) Villamos energetika I OE KVK 2050 Budapest, 2010, 217-218 oldal

¹⁸ https://www.bpxv.hu/r4wf434rf/uploads/2018/09/96-162_Szantofold-utcai-tornacsarnok.pdf

a ponton kell szétválasztani PE (védőföldelés) és N (nulla) vezetőkre. Ettől a ponttól a hálózat már 5 vezetékes rendszerként folytatódik tovább.¹⁹

A csatlakozó főelosztó az energiaellátási rendszerben kiemelten fontos készülék és ennek megtervezésére nagy hangsúlyt kell fektetni. MSZ 447:2019 Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás szabvány tartalmazza a csatlakozó főelosztóval kapcsolatos fogalmakat és annak szerepét. Szabvány meghatározza az első túláramvédelmi eszközök helyét és feltételeit, azonban ezen készülékek tulajdonjogát a hálózati kötelessel, beruházóval kötött szerződés határozza meg. Az első túláramvédelmi készüléket a csatlakozó főelosztóban kell elhelyezni plombázott kivitelben. Az ide betervezett készülékeket: áramváltót, feszültségváltót, biztosítót, megszakítót úgy kell megválasztani, hogy azok megfeleljenek az energiamérlegben számolt teljesítményigénynek.

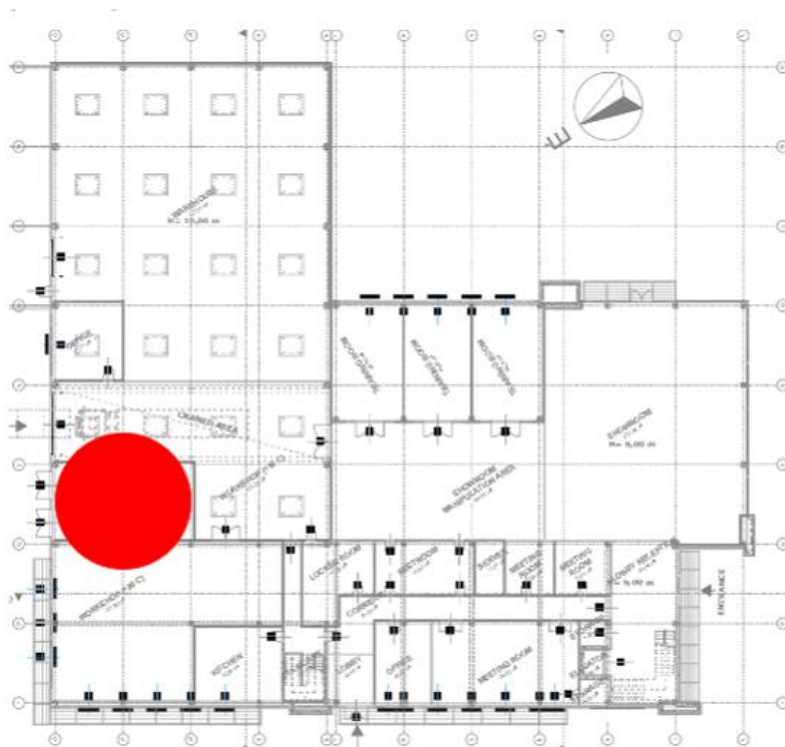
MSZ 447:2019 szabvány meghatározza az első túláramvédelmi készülék helyét és fajtáját. E szerint a méretlen fővezetékét úgy kell bevezetni a csatlakozó főelosztóba, hogy az ne menjen keresztül más, 0,4 elosztóhelység előtt, helységen, ha ez mégis elkerülhetetlen, akkor azt falba süllyesztetten kell megtenni. Az első túláramvédelmi készüléket a fogyasztásmérővel egy szekrényben kell elhelyezni és az MSZ 447 késes olvadóbiztosítót ír elő.

Elhelyezését tekintve a szekrényt hozzáférhető és könnyen megközelíthető helyen, külön erre a célra építésszerűleg, gépészetileg és tűzvédelmi szempontokat is figyelembe vett helységben kell kialakítani. A csatlakozó főelosztó szekrény hozzáférhetősége érdekében előtte legalább egy méter helyet kell hagyni. Helyét tartós, minden lehetséges sérülés ellen védett felirattal kell a főbejáratnál megjelölni. A fő-elosztószekrény a következő követelményeknek kell megfelelnie:

- Az elhelyezési módnak, lehetséges igénybevételnek megfelelő mechanikai szilárdság
- Úgy kell elhelyezni, az elosztóhelységet kialakítani, hogy a szekrény előtt legalább 0,8 m mélységű és 1 m² alapterületű szabad hely legyen a könnyen hozzáférhetőség céljából.
- Külső borítása és a belső szerkezete fém vagy tűzbiztos / nehezen éghető anyag
- A fázis, nulla, védővezetők csatlakozása olyan legyen, hogy azt szerelés, ellenőrzés, mérés esetén más vezető kikötése nélkül is hozzáférhető legyen.
- A szekrény nem zárópecsételhető részében kell elhelyezni: első túláramvédelmi készülék, túlfeszültség levezető, fővezeték kapcsolóit, fővezeték kötőelemeit, EPH és nullavezető egyesítésére szolgáló szerelvényt
- A szekrény zárópecsételhető részében kell elhelyezni: fogyasztásmérő berendezés és tartozékai, időprogram kapcsoló,²⁰

¹⁹ Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 26-27. oldal, ISBN 978-615-9303

²⁰ MSZ 447:2019



10. ábra: Csatlakozó főelosztó helye az épületben

Forrás: Saját készítésű ábra az építész terv alapján

Tervezés szempontjainál figyelembe kell venni a csatlakozó főelosztó több felhasználói helyet ellát, ezért az első túláramvédelmi készüléket itt, a csatlakozó főelosztóban kell elhelyezni. A túláramvédelmi készüléket a hálózati kötéssel kötött fogyasztásmérői berendezéshez kötelező felhasználói szerződésben meg kell határozni és engedélyeztetni. A hálózati engedéllyel a vételezett teljesítményt ebben kell igényelni. Mivel a villamos hálózat TN rendszerben létesül ezért a PE és N vezetőt a fő-elosztószekrényben csatlakozási pontnál kell szétválasztani. A védővezetőt közös többberű vezetékben vagy közös védőcsőben kell vezetni a csatlakozási pontig. Annak érdekében, hogy a TN rendszer védővezetőjének a potenciálja és a PEN vezető potenciálja azonos legyen a csatlakozó elosztóban a PEN vezető potenciálját 10 ohm alatti földeléshez kell rögzíteni, amelyet Villamos Biztonsági Felülvizsgálóval első átadás előtt és jogszabályban meghatározott időközönként méréssel igazolni kell. A mérés lehetőségét úgy kell biztosítani, hogy az ne igényeljen zárópecsét bontást.²¹

A tervezett kiefeszültségű főelosztó berendezés mezős rendszerű, alapkeretre állított acéllemez szekrény, a fő berendezések és a sínezése névleges áramértéke $I_n=630A$, zárlati áramterhelhetősége $I_{z3f}=25kA$, védettsége IP31. A főelosztó berendezés homloklapján mérőműszereket helyezünk el (árammérő, feszültségmérő, pillanatnyi teljesítménymérő). A főelosztó berendezésben min. 15% tartalék leágazást és min. 20% tartalék helyet biztosítunk. Az elosztóberendezéseknél betartandó az MSZ EN 61439 szabványsorozat előírása. A

²¹ Kovács László, Farkas Tamás – Kézikönyv regisztrált villanyszerelők részére 2018, 125-132. oldal, ISBN 978-963-9299-36-8

létesítmény villamos hálózatai tűzszakaszonként (egy tűzszakasz), funkcionális egységenként és fogyasztócsopontonként alakítandók ki. A tervezett alelosztó berendezések kiosztása ezek szerint alakul ki. Külön alelosztó berendezést kapnak az alábbi területek / fogyasztói csoportok: • Földszint – Warehouse • Földszint – Workshops • Földszint – Showroom • Földszint – Office area • Emelet – Office area • Emelet – Open office area • Kültér – kültéri fogyasztói csoportok (lehetőség: főelosztóba integrálva) • Gépészeti fogyasztók (hőközpont, hűtőgép, légkezelők stb.)

6.2 Tervezési követelmények

Munkám során csak akkor lehet megfelelő berendezést megtervezni, ha ezt a már korábban meghatározott méretezési teljesítménynek megfelelően teszem. Ezt a dolgozatom korábbi részében már meghatároztam, amelyben 373,44 kW-al számolni. Az egyvonalas kapcsolási rajzokon fel kell tüntetni minden egyes műszaki adatot. Ebben és az egyvonalas tervekben is meg kell adni a mezők kiosztást, a méreteit, a telepítés módját és a készülékek helyét. Az egyvonalas tervekhez el kell készíteni a készülékek elhelyezési tervét is. A betáplálás és leágazások helyét meg kell adni hozzárendelve a villamos adatokat, ezek az áramerősség, teljesítmény, feszültség szint.

Ez alapján a tervezés során betartandó szabályok:

- Zárlati szilárdság minden tervezett üzemállapotban megfelelő legyen és ezt fel kell tüntetni a terveken
- Zárlatvédelemmel kell ellátni minden egyes
- Minden egyes készüléktípust egyedi tervjellel kell azonosítani
- Biztonságtechnikai adatokat a terveken fel kell tüntetni
- Minden egyes csatlakozás jól elkülönítve legyen feltüntetve
- A készülék elhelyezési terében a csatlakozó kábeleknek elegendő helyet kell hagyni, hogy a hajlítási sugár megfelelő legyen
- Egyvonalas kapcsolási rajzokon a készülékek minden egyes villamos adatát és beállítását meg kell adni
- A készülékeket úgy kell elhelyezni, hogy azok megfelelően kapcsolhatóak és állíthatóak legyenek²²

6.3 IP védettség

Telepítési helytől függően, a környezet jellegének meghatározásával az elosztószekrény egyik legfontosabb kiválasztási szempontja a környezeti hatásokkal szembeni védelme. A villamos berendezések külső behatolás elleni védelme az röviden az IP (International Protection) védettség. Az IP jelölés 2 számjegyből áll, amely után állhatnak betűjelek A, B...K. Az első számjegy mindig a mechanikai behatás elleni védelemre utal. A második számjegy a

²² elektroinstallateur 2021_6-7

vízbetörés elleni védelmet jelöli. A kód formátuma így pl IP65, amely a por behatása ellen teljesen védett és kisnyomású vízsugár ellen minden irányból védett.²³

Mivel az általam tervezett elosztószekrény olyan minden oldalról zárt helységbe kerül a vízbetörés ellené védelem kevésbé fontos. Az esetleges tüzeseteket ebben a helységben gázzal oltó berendezéssel oldják meg spinkler fejek alkalmazása helyett. Tovább a szekrénynek szellőzést kell biztosítani nyitott hátlattal vagy azzal egyenértékű gépészeti résbefűvővel. Ugyanakkor a por elleni védettség nyitott szellőztetés miatt nem megoldható és a kezelőtérbe csak villamosan kioktatott személyzet mehet be karbantartás miatt, ezért fennál a por bekerülésének veszélye. Takarítószemélyzet ebbe a helységbe nem jár be így a por elleni védelmet magasabb szintűre kell megoldani. Az elosztó IP védettségének így legalább IP 54-esnek kell lennie

6.4 Tervezett csatlakozó főelosztó

Csatlakozó főelosztóba a telekhatáron keresztül a már korábban említett ~120 méterre lévő hálózati köteles tulajdonában álló transzformátorállomásból érkezik a földkábel, ez méretlen fővezetési rész, és csatlakozik bele egy 3 fázisú 630A kékes olvadóbiztosítóba. Annak ellenére, hogy a csatlakozó főelosztó nagy része tipizált, a szerelés egy részét a hálózati köteles végzi és a tervezés során követni kell a helyi szolgáltató előírásait (kiviteli tervet el kell készíteni az engedélyezési eljáráshoz).

Az általam tervezett megoldás fő irányelveit a hálózati köteles csatlakozási pontra vonatkozó általános irányelvei adják. Ezen irányelvek betartása és betartottsága érdekében ügyintézés során a tervet be kell adni a hálózati engedélyesnek és le kell vele folytatni a jóváhagyási folyamatot, amely legtöbbször néhány körös egyeztetési, tárgyalási, tervértékelési folyamat. Ezen folyamat során a hálózati engedélyes megvizsgálja, hogy a közcélú hálózatépítés követelményeinek megfelel-e a tervezett csatlakozó főelosztó és az addig tartó méretlen fővezeték. A vonatkozó szabványok értelmében a mérőhely kiépítése a rendszerhasználó feladata, beleértve a kivitelezés és tervezés költségét és felelősséget. A méretlen és mért fővezeték és a mérőhely kialakítása során figyelembe kell benni a mindenkori hatályos jogszabályokat és vonatkozó szabványt, amely az MSZ 447:2019.

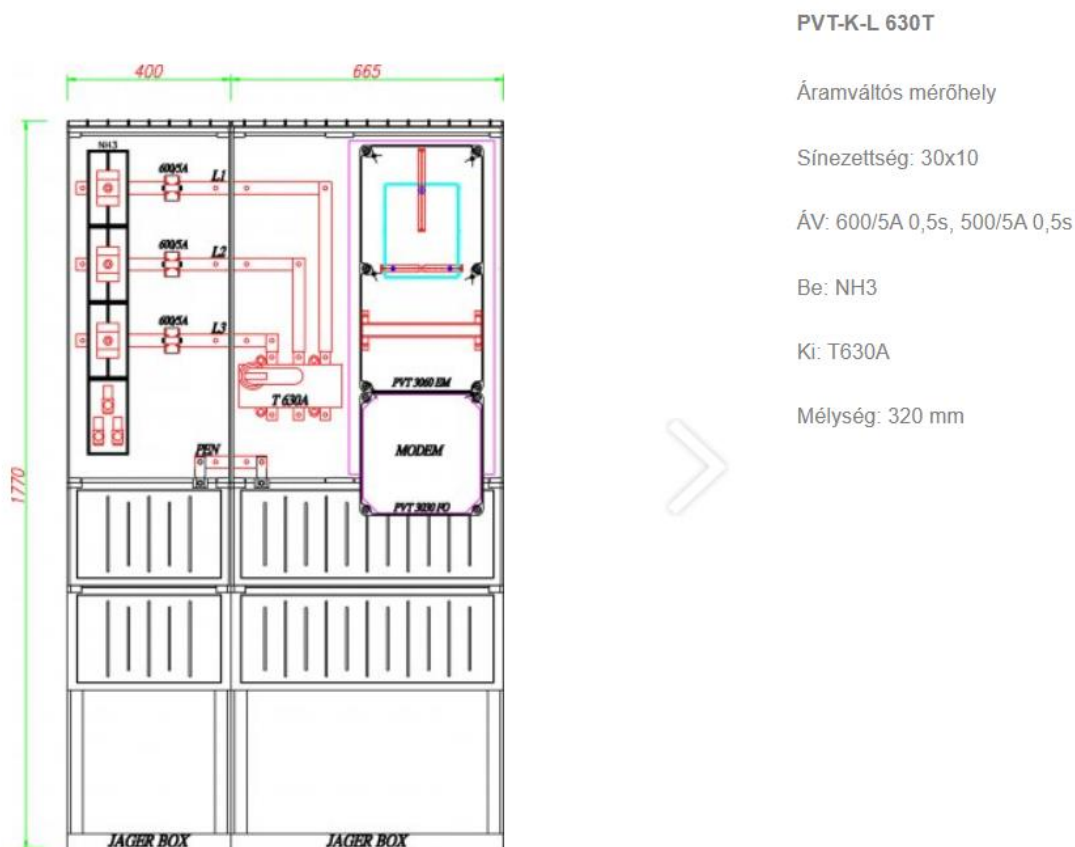
A mérési tervnek tartalmaznia kell a mérési tervvel a csatlakozó főelosztó távleolvasási lehetőségének biztosítását. Ezt általában GSM modemmel a legegyszerűbb és legbiztonságosabb garantálni. Ebben az esetben egyszerűen a GSM hálózaton keresztül történik a leolvasás. A mai modern eszközök automatikus betárcsázhatósággal vannak ellátva. Gyors adatátvitelt kell, hogy biztosítsanak. Jelentős részük kompatibilis tetszőleges gyártmányú fogyasztásmérőhöz.

²³ Ramocsa András, Villanszerelés, 2019, 32-33 oldal ISBN 978 615 00 6958 6

A szekrényt plombálható kivitelemben kell tervezni és létesíteni. Erre a hálózati köteles különböző gyártói megoldások közül ad választási lehetőséget. Ezek mind rendszerengedélyes fogyasztásmérő szekrények, amelyeket néhány kiválasztott gyártó és hálózati engedélyesek állítottak össze. A célja a közös munkának az volt, hogy ne kelljen minden esetben a szekrényt külön megtervezni és engedélyeztetni, amivel megkíméljük a hálózati engedélyest is a folyamatos tervellenőrzésektől. Ezeket a szekrényeket már korábban elfogadták. Az alkalmazási területnek legmegfelelőbbeknél kiválasztani, amelynél esetünkben a szempontokonok:

- Kültéri kivitel, elhelyezés
- 567,38 A feletti teljesítményre legyen méretezve
- Mérés jellege: áramváltós
- Fázisszám
- Csatlakozás módja

Ezen szempontok figyelembevételével a Csatári Plast pvt-k-l-630T típusra esett a választásom



11. ábra: Csatári Plast pvt-k-l-630T típusú elosztószekrény

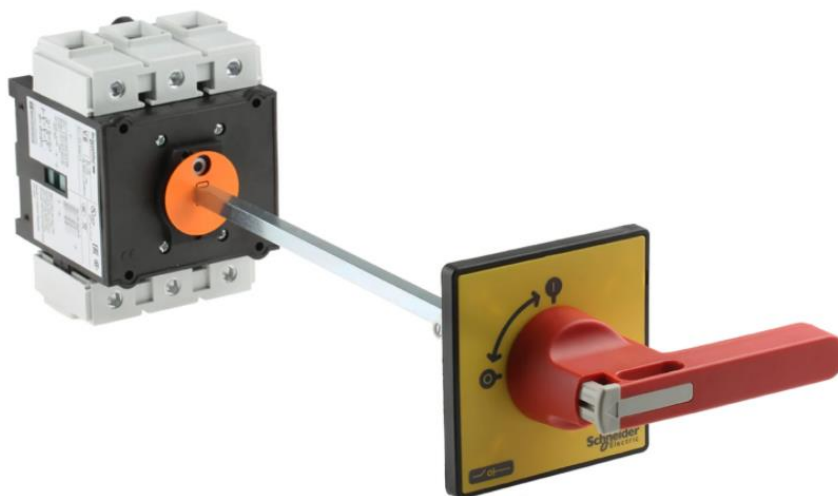
Forrás: <http://www.csatariplast.hu/>

Ezt a Csatári Plast honlapján is megtalálható egyvonalas rajzot veszem alapul a csatlakzó főelosztó egyvonalas rajzának elkészítésekor is.

Plombált részben elhelyezett eszközök, berendezések

6.5 Tűzeseti leválasztó:

A villamos berendezés kialakítása, a létesítmény villamos berendezésének központi és szakaszos leválasztása, központi leválasztása, a főelosztóban lévő üzemi (normál) és tűzeseti főkapcsolóval fog történni. Szakaszos leválasztás: a területi al-elosztókon található főkapcsoló, mellyel az adott ellátási terület lekapcsolható. A gépészeti elosztók és az önálló kábelekkel betáplált nagy gépészeti berendezések külön-külön lekapcsolhatók, mind a fogyasztási helyen, mind a főelosztónál. A tűzterjedés-gátlás: a szintenkénti áttöréseknél és a tűzszakasz határokon a kábelek átvezetéseinek lezárása a födémszerkezetnek, illetve a tűzszakasz határnak megfelelő tömítettséggel és tűzállósággal kerülnek kialakításra. Ezért a szekrénybe a méretlen fővezetéki szakaszra be kell építeni egy 3 pólusú 3x630A-es leválasztó kapcsolót, amelyet tűz esetén le kell kapcsolni a hatályban lévő országos tűzvédelmi szabályzat értelmében. A kapcsoló speciális mivel tűzesetben kapcsolhatónak kell lennie, így a szekrényen kívül kell vezérelni viszont az áramütés elleni szabványoknak is meg kell felelnie. Ez a kettős követelmény egy az ábrán is látható speciális elrendezésű kapcsolót igényel.²⁴



12. ábra: Schneider Electric VCF8-s főkapcsoló

Forrás: <https://www.se.com/hu/hu/>

Tűzeseti főleválasztó kapcsolóra így a Schneider Electric képen látható VCF8-s fő vészkapcsoló leválasztó kapcsolóját (ezzel műszakilag egyenértékű, vagy jobb) írom elő beépítésre. 3 pólusú, csavaros 630A névleges teljesítményű.

²⁴ z 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ)

6.6 GSM Modem

Az általam kiválasztott beépítendő GSM modem a Kamstrup A/S gyártó GSM Modem 6 terméke. Azért esett erre a választásom, mert óránkénti adatokat és eseménynaplókat olvas be a csatlakoztatott mérőről és egyidejűleg működik a tápegységként a mérő M-Bus modulja. Ez a tulajdonság azért nagyon hasznos, mert hozzá csatlakoztatni a Building Management System-hez, és átfogóbb képet lehet kapni a pillanatnyi fogyasztásról és a napszakok fogyasztása jobban monitorozható, ezen kívül távleolvasást tesz lehetővé.²⁵



13. ábra: GSM modem a Kamstrup A/S gyártótól

Forrás: <https://www.kamstrup.com/en-en>

6.7 Mérőtábla

A mérőtáblára nem készítenek külön tervet mivel az teljesen tipizált, minden esetben a hálózati köteles írja elő, így én erről a tervezés során érdemben nem tudok gondoskodni. Ezt az engedélyezési folyamat során fogják előírni és a hálózati engedélyes alkalmazottai fogják beépíteni és beüzemelni, ha már a főelosztó létesítése is olyan fázisba kerül.

6.8 Áramváltó

Nagy névleges áram következtében, a területi hálózati köteles előírásai alapján, 80A-es érték felett a méréshez áramváltó beépítése szükséges. Nagy paraméterekre nem tudunk műszereket készíteni, ezért az áramokat át kell transzformálni kis 1-5 amperes tartományra. Így az áramváltó rendeltetése a nagy primer áram átalakítása vele arányos kis áram értékre. Villamos transzformációt végez transzformátor elven, viszont csak az egyik villamos mennyiség precíz átvitelére van szükség. Alkalmazásának 2 legfontosabb szempontja:

1. Mérési célra: A névleges áram folyamatos mérése, teljesítmény mérése.
2. Védelmi célokra: Ha a névleges áram többszöröse folyik akkor is precízen tudjuk az áram értékét, hogy szükség esetén a védelmek beavatkozzanak.

²⁵ https://www.multical.hu/upload/files/GSM_Modem_6_install.pdf

Ezt 2 feladatot egy készülék nem tudja ellátni ezért 2 vasmagja van:

Mérőmag: Miután az áramváltó a mérés része ezért az ezt végző vasmagnak pontosnak kell lennie 0,1 – 1,2 In tartományban. Ideális esetben a vasmagja lineáris viszont a valóságban telítődik. Pontossági osztályai: 0,1 0,2 0,5 1

Relémag: 5-30 In közötti tartomány átvitelére szolgál, tehát a túláramok tartományában visz át. Alapkövetelmény, hogy a túláramok tartományában kell pontosan működnie. Pontossági osztály, mivel nem műszer, hanem védelmeket táplál nagyobb, mint a mérőmag pontosságai osztálya: 2,5 5 10.

Összefoglalva az áramváltó alsó tartományába műszereket kötünk, a felsővel pedig a védelmeket tápláljuk. Ha 10-30-szoros áram folyik, akkor az áramváltó lekorlátoz, és nem teszi tönkre a műszereket. A műszereket a mérőmag a mágnesezési görbe korlátozó hatásával megvédi, és nem viszi át a zárlati áramokat, arra a relémag szolgál. Az áramváltóknak a IEC 60044-1 szabványnak kell megfelelniük.

Pontosságát és áttételét szintjén a hálózati köteles határozza meg, amely az én projektem területén KIF esetén a pontosság minimum 0,5S és az áttét ilyen nagyságrendű áramoknál 600/5 kell legyen. Az áramváltó bekapcsolásának feltétele, hogy a műbizonylatokat be kell küldeni az illetékes hatóságnak, amely bekapcsolás előtt ellenőrzésre kerül. Az áramváltó cseréjét, javítását kizárólag a hálózati engedéllyel egyeztetett időpontban lehet megtenni a beüzemelést követően^{26, 27}.

Áramváltó típust egyelőre azért nem jelölök ki, mert az a hálózati engedéllyel történő egyeztetés során kerül majd meghatározásra.

6.9 Olvadóbiztosító

Az erre vonatkozó szabvány az 447:2019 Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás első túláramvédelmi készülékként olvadóbiztosítót ír elő. Nagy áramerősségek esetében, ahol már nem jöhet számítása a cilindres megoldás ott késés olvadóbetét kell. Ebben a kivitelben a betétek egymás mellett helyezkednek el vízszintes vagy függőleges kivitelben. Méretük függ természetesen a névleges áramerősségtől és NH00-stól NH3-ig érhetőek el. NH3-as 630 A névleges áramig terhelhető, így az általam tervezett fő-elosztószekrényben ilyen készülék beépítése szükséges.

Az általam kiválasztott típus a Schrack Technik késes olvadóbiztosítója, amely áramterhelésben, névleges feszültségben a követelményeknek megfelelő. A konkrét típus: NH3 biztosító betét gG 630A, 400VAC, 100kA

26 Dr Novothny Ferenc – Villamosenergia-ellátás I kötet, Budapest, 2010, 2052, 193.-197. oldal

27 Dr Novothny Ferenc – Villamosenergia-ellátás I kötet, Példatár, Budapest, 2010, 2053, 171. oldal



14. ábra: NH3 biztosító betét

Forrás: <https://www.schrack.hu>

6.10 PEN vezető földelése

Az egyidejűleg érinthető testeket a mértékadó szabványok MSZ 60364-4-41 és MSZ 447:2019 szerint ugyanazzal a földelő egységgel kell összekötni. A követelmény lényege, hogy az egy térben lévő, egyidejűleg érinthető testek potenciálkülönbség fellépését megakadályozza. Az egyidejűleg érinthető testeket jelen esetben az erősáramú vezetékeket kell érteni beleértve a mért és méretlen fővezetéseket. A létesítmény földelő berendezése — hiba esetén — zárlati áramot vagy az épületet ért villámcsapás esetén villámáramot vezet le a földbe. A földelő berendezést mivel nehezen javítható, karbantartható vagy esetlegesen teljesen újra telepítendő minimum 40 – 50 évre kell méretezni. Az MSZ EN 50522 a földelések anyagára vonatkozóan, olyan előírásokat tesz, amellyel a földelő teljes élettartalmára megfelelő.

Anyag	Felület	Alak	Legkisebb méret		
			Átmérő mm	Keresztmetszet mm ²	Vastagság mm
Acél	Tüzi- horgany- zott	Szalag	-	90	3
		Idom	-	90	3
		Rúd	16	-	-
		Kör szelvényű huzal víz- szintes földelőhöz	10	-	-
		Cső	25	-	2
Réz	Csupasz	Szalag	-	50	2
		Kör szelvényű huzal víz- szintes földelőhöz	-	25	-
		Cső	20	-	-

15. ábra: Földelővezető átmérője / keresztmetszete

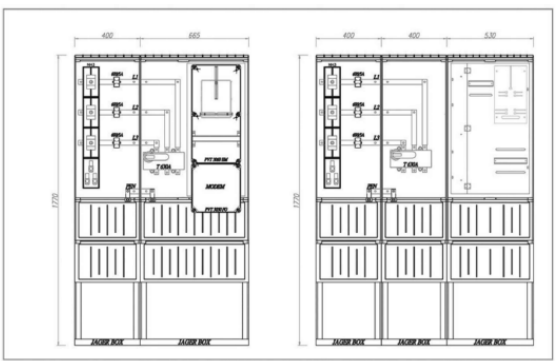
Forrás: MSZ EN 50522

Abban az esetben, ha az épület szekcionált tehát és a csatlakozó főelosztó az épületben van, akkor a fő földelőszínt a csatlakozó főelosztóban, vagy annak közelében célszerű kialakítani. A földelőellenállás mértékét az MSZ HD 60364-4-41:2018 szabvány szerint kell meghatározni. Legyen számos ponton földelve a PEN vezető és lehető legalacsonyabb legyen a PEN vezető elszakadásának a kockázata. PEN vezető legyen számos ponton földelve²⁸

Annak érdekében, hogy a földelés minél tartósabb legyen Acél földelőrúd alkalmazását javaslom tüzhorganyzott (FeZn) cső kivitelben. Ebben az esetben a minimális tartandó átmérő 25 mm. PEN vezetőt a tervezett csatlakozó főelosztóból közvetlenül erre rá kell kötni. 3 méter mélyre leásandó földelőszonda szükséges, annak érdekében, hogy a földelés megfeleljen a vonatkozó szabványoknak és mérésre is alkalmas legyen.

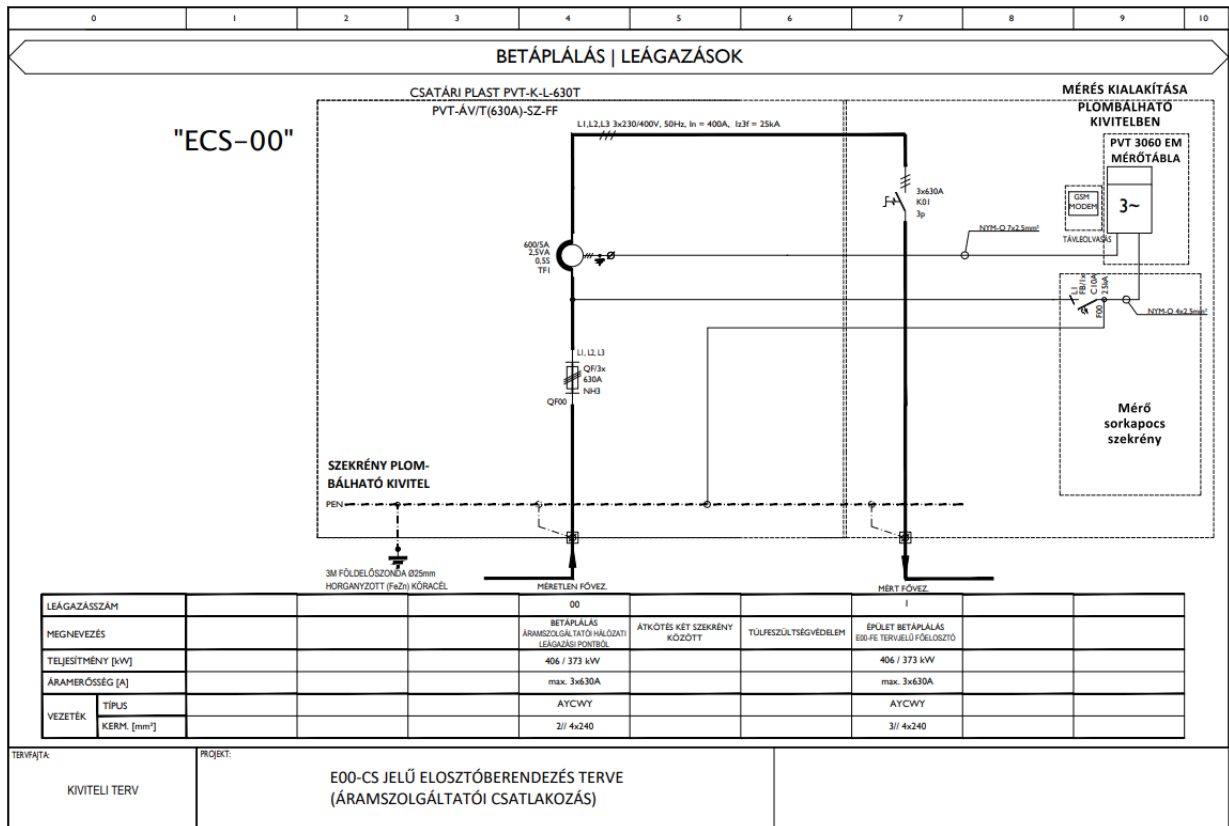
²⁸ Kovács László és Farkas Tamás-Kézikönyv regisztrált villanyszerelők részére, 2018 ISBN:978-632-9299-36-8, 168-176. oldal

6.11 ECS-00 JELŰ csatlakozó főelosztó kiviteli terve

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉPÜLET ECS-00 JELŰ csatlakozó főelosztó kiviteli terve TÍPUS: CSATÁRI PLAST PVT-K-L-630T HÁROMFÁZISÚ, ÁRAMVÁLTÓS, EGY MÉRŐHELYES SZABADTÉRI SZEKRÉNY;CSATLAKOZÁS MÓDJA: FÖLDKÁBEL / FÖLDKÁBEL MÉRETEK: 1730 x 1060 x 320 mm <i>"Az elosztóberendezés gyártása az MSZ EN 61439-1:2010 és -2:2010 szabvány szerint ellenőrzött módon készüljön! . Ennek megfelelően az említett szabvány szerint típusvizsgált berendezés használata és a gyártói szerelési előírások maradéktalan betartása esetén a kivitelező/berendezésgyártó az előírt Tervezési és a Darabvizsgálati Ellenőrzések közül csak a Darabvizsgálati Ellenőrzések elvégzéséért felelős. Ezen vizsgálatok elvégzését darabvizsgálati jegyzőkönyvvel, és berendezésgyártói nyilatkozattal kell bizonyítani. Amennyiben a kivitelezés során nem az MSZ EN 61439 szerint típusvizsgált berendezés valósul meg (a berendezésgyártó eltér a konstruktor Termékgyártó által típusvizsgált konfigurációtól, vagy szerelési utasításától), akkor a kivitelező/berendezésgyártó köteles elvégezni/elvégeztetni a teljeskörű gyártói teszteket. Mindezek elvégzését tanúsítvánnyal kell bizonyítani."</i> Az elosztót felirati táblákkal kell ellátni, a kapcsolási rajz szerinti áramköri számokkal és az áramköri számokhoz tartozó megnevezésekkel. Elosztó kivitele: Fali, álló kivitel Betápláló kábel: Felső Elmenő kábel: Felső ÜZEMI FESZÜLTSG: 400/230V 50Hz MŰKÖDTETŐ FESZÜLTSG: 230V, 50Hz ÉRINTÉSVÉDELEM: TN-C IP védettség: IP54 										
TERVFEJTE:	TERV:									
KIVITELI TERV	E00-CS JELŰ ELOSZTÓBERENDEZÉS TERVE (ÁRAMSZOLGÁLTATÓI CSATLAKOZÁS)									

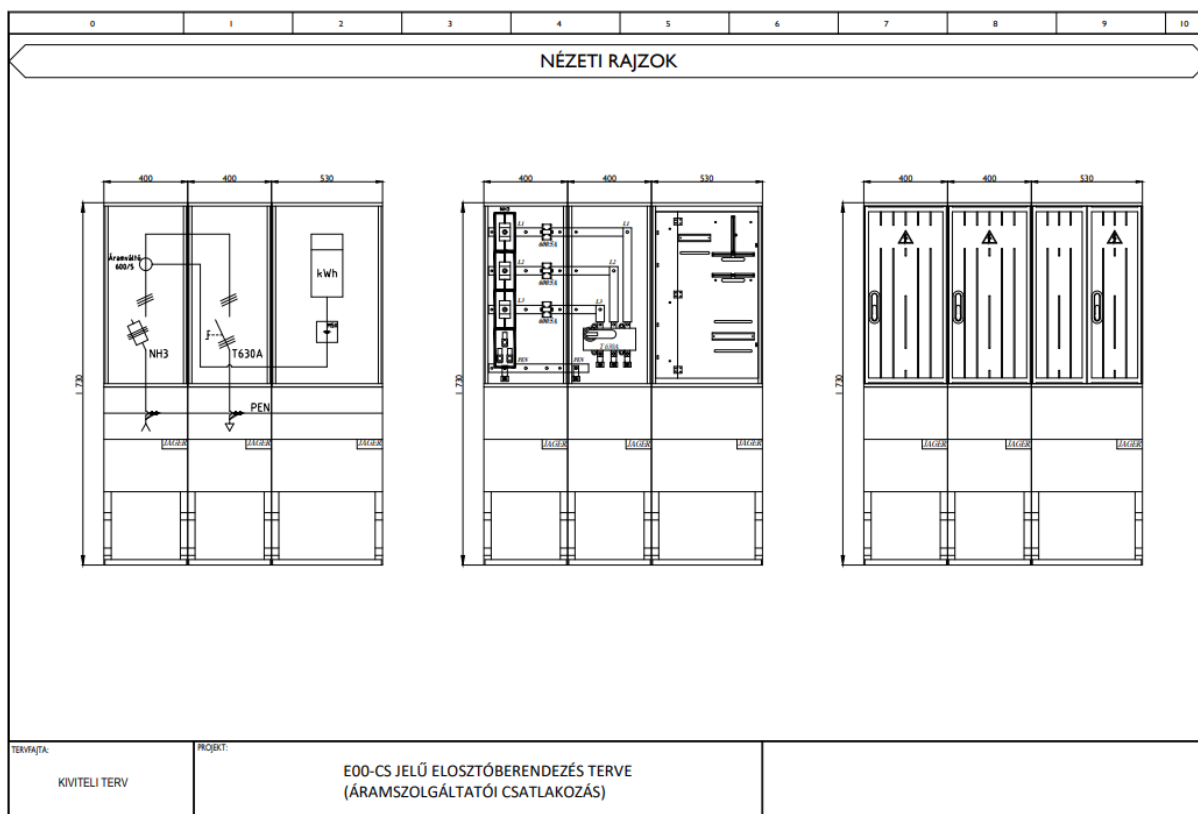
16. ábra: Csatlakozó főelosztó kiviteli terve /1

Forrás: Saját készítés



17. ábra: Csatlakozó főelosztó kiviteli terve /2

Forrás: Saját készítés



18. ábra: Csatlakozó főelosztó kiviteli terve /3

Forrás: Saját készítés

ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatom témája egy ipari létesítmény villamos energia hálózatának megtervezése volt. A dolgozatom első felében ismertettem a projekt körvonalait alapul véve a megrendelő által megfogalmazott igényeket, a különböző szakágakkal folytatott kooperációkra és az épírsz tervező által készített tervekre alapozva. Így összességében munkámat a szükséges információk összegyűjtésével kellett kezdenem.

A tervezés első lépése az energiamérleg elkészítése volt, amely alapját képezte a villamosenergia-rendszer kábeleinek, elosztószekrényének, készülékeinek méretezésében. A kalkuláció során fogyasztói és területi csoportosítást alkalmaztam. Az energiamérleget külön fogyasztó csoportokra bontottam és ezeket a csoportokat többnyire külön elosztószekrényekbe rendeztem.

A következő nagyobb kiterjedésű terület a vezetékméretezés meghatározása volt. Ebben minden elosztószekrényhez betápláló kábelt méreteztem feszültségesésre az MSZ 447:2019 alapján és terhelhetőségre a MSZ HD 60364-5-52 szerint. A két különböző módszer szerinti méretezést a számítások elvégzése után kiértékeltem és mindig a nagyobb értéket vettem a szükséges keresztmetszetnek.

Az áramütés elleni védelemre vonatkozó szakaszban elemeztem az erre vonatkozó szabványokat és ebből a projekt során alkalmazandó szabványelőírásokat fogalmaztam meg, tervezéssel és szereléssel kapcsolódóan. Az MSZ HD 60364 és MSZ HD 61140 szabványoknak megféléően készítettem el a fővezetési tervet és terveztem meg a csatlakozó főelosztót is.

A számítások elvégzése és a szabványok ismertetése után elvégeztem az általam célul kitűzött tervezési feladat összeállítási részét, amelyben megrajoltam a fővezetési tervet és a csatlakozó főelosztót. Mindkét tervet Autocad-ben készítettem el, kiviteli terv formában. A fővezetési terven bemutatásra került a teljes villamosenergia hálózat minden egyes elosztóberendezéssel és a hozzá tartozó betápláló kábelekkel. A Csatlakozó főelosztó tervezése során bemutatásra kerültek a csatlakozási pontot és a mérőrendszert alkotó eszközök és ezekhez tartozó kiegészítő berendezések.

ABSTRACT

The topic of my thesis was the design of the small power network of an industrial facility. In the first half of my thesis, I described the needs of the project based on client requests, the cooperations with different sub-contractors and the plans prepared by the architect-designers. So my work started with gathering all the necessary information to build up a solid base to design the planned project.

The first step of the design was the preparation of the energy balance, which formed the basis for the sizing of the cables, distribution cabinets and appliances of the electricity system. During the calculation I used consumer and area-based grouping. I divided the energy balance into separate consumption groups and arranged these groups mostly in separate distribution cabinets.

The next larger area was the definition of wire sizing. In this I determined the size of the supply cable for each distribution cabinet for voltage drop according to MSZ 447: 2019 and load capacity according to MSZ HD 60364-5-52. The scaling according to the two different methods was evaluated after performing the calculations and I always took the larger value for the required sizing.

In the section on protection against electric shock, I analyzed the relevant standards and from this I formulated the standard specifications to be applied during the project, in connection with design and installation. I prepared the main line plan in accordance with the MSZ HD 60364 and MSZ HD 61140 standards and also designed the connecting main distribution board.

After performing the calculations and describing the standards, I completed the compilation part of the design task I aimed at, in which I drew the main line plan and the connected main distributor. I made both plans in Autocad, in the form of an implementation plan. The main pipeline plan presented the entire electricity network with each distribution equipment and associated supply cables. During the design of the connecting main distribution board, the devices that make up the connection point and the measuring system and the additional equipment related to them were determined.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] <https://www.e-villamos.hu/letoltes/mee-vet-2019-msz447.pdf>
- [2] Siemens AG - Planning of Electric Power Distribution Technical Principles 2015 Siemens AG Berlin and Munich 6-14. oldal
- [3] http://www.egt.bme.hu/KOMPLEX/71-Epuletek_villamos_ellatasa_web.pdf 15-16.oldal
- [4] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 29-32. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1
- [5] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 29-32. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1
- [6] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 29-32. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1
- [7] Dr. Novothny Ferenc (PHD) Villamos energetika I OE KVK 2050 Budapest, 2010, 196-200 oldal
- [8] MSZ HD 60364-5-52:2011
- [9] <http://www.partnercable.hu/hu/katalogus/altalanos-celu-eroatviteli-foldkabelek/aycwy-061-kv>
- [10] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 481-529. oldal, ISBN 978-615-00-9303-1
- [11] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 501-504. oldal, ISBN 978-615-9303-1
- [12] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 501-504. oldal, ISBN 978-615-9303-1

[13][http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6lts%C3%A9g%20tervez%C3%A9se/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%C5%90S%C3%81RAM/12_029_EL_K_D_04_00_\(MUSZAKI_LEIRAS\).pdf](http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6lts%C3%A9g%20tervez%C3%A9se/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%C5%90S%C3%81RAM/12_029_EL_K_D_04_00_(MUSZAKI_LEIRAS).pdf)

[14] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 492-494. oldal, ISBN 978-615-9303-1

[15][http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6lts%C3%A9g%20tervez%C3%A9se/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%C5%90S%C3%81RAM/12_029_EL_K_D_04_00_\(MUSZAKI_LEIRAS\).pdf](http://kozbeszerzes.nyiregyhaza.hu/download/2017/8/KD_09%20Tervek%20k%C3%B6lts%C3%A9g%20tervez%C3%A9se/TERVEK-IRATOK/VILLAMOS/ER%C5%90S%C3%81RAM/12_029_EL_K_D_04_00_(MUSZAKI_LEIRAS).pdf)

[16] <https://www.hbmmk.hu/repository/217/tervek-tartalmi-kovetelmenyei-1kotet.pdf>

[17] Dr. Novothny Ferenc (PHD) Villamos energetika I OE KVK 2050 Budapest, 2010, 217-218 oldal

[18]https://www.bpxv.hu/r4wf434rf/uploads/2018/09/96-162_Szantofold-utcai-tornacsarnok.pdf

[19] Dr Novothny Ferenc – Elektromosipari szakemberek kézikönyve, 2020, 26-27. oldal, ISBN 978-615-9303

[20] MSZ 447:2019 Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás

[21] Kovács László, Farkas Tamás – Kézikönyv regisztrált villanyszerelők részére 2018, 125-132. oldal, ISBN 978-963-9299-36-8

[22] Elektroinstallateur magazin, Az elektromosipari magánvállalkozók országos szövetségének lapja, 2021 év, 6-7 szám

[23] Ramocsa András, Villanyszerelés, 2019, 32-33 oldal ISBN 978 615 00 6958 6

[24] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ

[25] https://www.multical.hu/upload/files/GSM_Modem_6_install.pdf

[26] Dr Novothny Ferenc – Villamosenergia-ellátás I kötet, Budapest, 2010, 2052, 193.-197. oldal

[27] Dr Novothny Ferenc – Villamosenergia-ellátás I kötet, Példatár, Budapest, 2010, 2053, 171. oldal

[28] Kovács László és Farkas Tamás-Kézikönyv regisztrált villanyszerelők részére, 2018 ISBN:978-632-9299-36-8, 168-176. oldal

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Beépítési módok. Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011
2. ábra: Különböző telepítési módszerek lehetséges kombinációi. Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kabelek_vezetekrendszerek
3. ábra: Vezetékrendszer és telepítési módszer illusztrációi. Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kabelek_vezetekrendszerek
4. ábra: korrigált terhelési áram hőmérséklet függvényében. Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kabelek_vezetekrendszerek
5. ábra: Korrigálási tényezők kábelek csoportosítását figyelembe véve. Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kabelek_vezetekrendszerek
6. ábra: Fővezeték áramterhelhetősége. Forrás: MSZ_HD_60364_5_52_2011_kabelek_vezetekrendszerek
7. ábra: Hibafeszültség, érintési-feszültség, lépésfeszültség Forrás: <https://adoc.pub/msz-2364-msz-1600-msz-1610-msz-2364-msz.html>
8. ábra: TN-s rendszer. Forrás: users.atw.hu
9. ábra: Fővezetéki terv. Forrás: Saját készítésű terv
10. ábra: Csatlakozó főelosztó helye az épületben. Forrás: Saját készítésű ábra az építész terv alapján
11. ábra: Csatári Plast pvt-k-l-630T típusú elosztószekrény. Forrás: <http://www.csatariplast.hu/>
12. ábra: Schneider Electric VCF8-s főkapcsoló. Forrás: <https://www.se.com/hu/hu/>
13. ábra: GSM modem a Kamstrup A/S gyatótól. Forrás: <https://www.kamstrup.com/en-en>
14. ábra: NH3 biztosító betét. Forrás: <https://www.schrack.hu>
15. ábra: Földelővezető átmérője / keresztmetszete Forrás: MSZ EN 50522
16. ábra: Csatlakozó főelosztó kiviteli terve /1. Forrás: Saját készítés
17. ábra: Csatlakozó főelosztó kiviteli terve /2. Forrás: Saját készítés
18. ábra: Csatlakozó főelosztó kiviteli terve /3. Forrás: Saját készítés

TÁBLÁZATJEGYZÉK

- 4. táblázat: Általános installációs fogyasztók energiaszükséglete
- 2. táblázat: Épületgépészeti fogyasztók energiaszükséglete
- 3. táblázat: Technológiai fogyasztók energiaszükséglete
- 4. táblázat: Tűzeseti fogyasztók energiaszükséglete
- 5. táblázat: Energiamérleg összesítése
- 6. táblázat: Feszültségesés számítása során alkalmazott képletek
- 7. táblázat: Feszültségesés számítása során alkalmazott képletek
- 8. táblázat: Training room-ok, irodai és egyéb gépészeti elosztóberendezések kábelméretezése