



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve: Varjú Erik

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T008525/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Varjú Erik

Szaktervezési szám: SZD21090213455161

Törzskönyvi szám: T008525/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Állattartó telep villamosenergia-ellátása

A dolgozat címe angolul: Electricity supply of a livestock farm

A feladat részletezése: 1. Állattartó telep leírása

2. A villamosenergia-igény felmérése, az ellátási lehetőség vizsgálata

3. A betáplálás megtervezése

4. A fogyasztói hálózat megtervezése

5. Védelmek (túlfeszültség elleni-, túláram elleni-, áramütés elleni védelem) kiválasztása

Intézményi konzulens neve: Dr. Novothny Ferenc Miklós

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

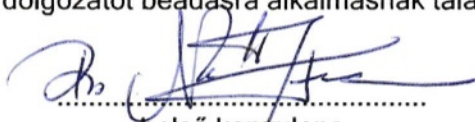
A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 13.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:


.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



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. 12. 14.

Nagy Erik

.....
hallgató aláírása

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Először is szeretnék köszönetet mondani a konzulensemnek, **Dr. Novothny Ferencnek** a szakdolgozatom megírásában nyújtott segítségéért, tanácsaiért, az előadásain nyújtott előadásaiért, amely segített a megfelelő tudás elsajátításában.

Következőként szeretnék köszönetet mondani egykori kollégáimnak, **Szunyog Zoltánnak**, illetve **Werb Józsefnek**, akik terelgették szakmai fejlődésemet és mindig próbáltak jobbra tenni.

Végül pedig szeretnék egy hatalmas köszönetet mondani a szüleimnek, azaz **Szilágyi Mariannak**, illetve **Varjú Lászlónak**, akik lehetővé tették, hogy az Óbudai Egyetemen tanulhassak, tehát hogy ez a dokumentum megszülethessen.

Tartalom

Köszönetnyilvánítás	1
Bevezetés:.....	7
Introduction	8
1 Állattartó telep leírása:	9
1.1 Műszaki követelmények ismertetése:	10
2 A villamosenergia igény felmérése:	15
2.1 Állatok lakhelyének villamosenergia igénye:	15
2.2 Szociális épület villamosenergia igénye:.....	17
2.3 Kültéri világítás:	18
2.4 Kútház:	18
2.5 Javítóműhely:	18
2.6 A teljes komplexum villamosenergia igénye:.....	19
3 Ellátási lehetőségek vizsgálata	20
3.1 Üzemi betáplálás.....	20
3.2 Segédüzem:	20
4 Belső hálózat energiavezetőjének elhelyezése:	24
5 A betáplálás megtervezése	25
5.1 Alkalmazandó hálózat:	25
5.2 Leágazó vezeték:	26
5.3 Leágazás mechanikai, illetve vízbehatolás elleni védelmének kialakítása:	29
5.4 Leágazás áramütés elleni védelmének kialakítása:	30
5.5 Méretlen tápláló fővezeték méretezése	30
6 A Betáplálás készülékeinek a kiválasztása:	34
6.1 OTR állomás kiválasztása:.....	34
6.2 Alkalmazandó oszloptípus:	34
6.3 Oszlopfej szerkezet:	35
6.4 Oszlopkapcsoló kiválasztása:	35
6.5 Biztosítóaljzat, túlfeszültségkorlátozó:.....	35
6.6 OTR elosztószekrény	36
6.7 Mérőhely kiválasztása:	37

7	<i>Fogyasztásmérés kialakítása</i>	39
7.1	Fogyasztásmérőhely kialakítása	39
7.2	Mérőhely betáplálása	41
7.3	Fogyasztásmérés megvalósítása:	41
8	<i>Fogyasztói hálózat tervezése</i>	45
8.1	Belső főelosztó tervezése	45
8.2	Alelosztók tervezése	48
8.3	Vezetékek méretezése	51
8.4	Fogyasztásmérőhely – Fő elosztó szakasz méretezése	52
8.5	Fázisjavítás, fáziskompenzálás	59
9	<i>Védelmek kialakítása</i>	60
9.1	Transzformátor impedanciájának meghatározása	60
9.2	Szakaszimpedanciák meghatározása	61
9.3	Hibavédelem kialakítása, ellenőrzése	67
9.4	Kiegészítő védelem kialakítása a hibaáramok ellen	75
9.5	Egyen potenciálra hozás (EPH)	77
9.6	Túlterhelés elleni védelem	77
9.7	Alacsony feszültség, aszimmetria elleni védelem	78
9.8	Hangjelzések, tájékoztató védelmek	79
9.9	Tűzvédelem	79
9.10	Meghúzás késleltetés, indítási áramlökések elleni védelem	80
9.11	Leválasztás	80
9.12	Rágcsálók elleni passzív védelem	81
9.13	Túlfeszültségvédelem	81
10	<i>Összefoglalás</i>	83
11	<i>Summary</i>	85
12	<i>Jegyzékek</i>	87
12.1	Ábrajegyzék	87
	<i>Felhasznált irodalom</i>	87

BEVEZETÉS:

Az emberiség létszámának növekedésével egyre inkább égető problémává nőtt ki magát a táplálkozási igény megfelelő mértékű kielégítése. Ezzel párhuzamos technológiai fejlődések is végbementek és elkerülhetetlenné vált, hogy az automatizálás az állatgazdálkodásban, illetve a mezőgazdaságban is megjelenjen. Annak érdekében, hogy átfogó képet kapjunk egy állattartó telep villamosenergiával kapcsolatos igényeiről, tulajdonságairól, először is tisztáznunk kell a telep pontos rendeltetését. Mivel az egyes állatfajok más körülményeket, technológiai folyamatokat igényelnek, illetve teljesen más célból is folyik a tartásuk. Ennek tisztázása érdekében jelen dokumentum keretei között egy szárnyasokkal foglalkozó telep leírása történik. Sajnos azonban mivel még ezen állatcsoporton belül is komoly eltérések találhatók, ezért leszűkíttem a témát az olyan szárnyasokra melyet pusztán a későbbi húsfeldolgozás érdekében tartanak.

Ezen felül a későbbi félreértések elkerülése érdekében rögzítenünk kell az állattartó telep méretét is. Ennek érdekében egy olyan telepet vizsgálunk, amelyen a kiegészítő épületeken felül összesen hat darab olyan épület van, amely egyenként 400 m² hasznos területtel rendelkezik az állatok befogadására.

Az általános telep leírás után a megalapozott, szakmailag alátámasztható döntések érdekében szükséges megismerkednünk a műszaki követelményekkel a villamos területen, mind pedig az általános állattartási rendeletek területén.

Miután tisztáztuk a szükséges műszaki követelményeket a tervezés egyik legfontosabb lépéséhez érkezünk, ami során fel kell mérnünk a lehetséges villamosenergia igényeket. Ezen feladat igen nagy precizitást igényel, mivel a felelőtlen felmérés a későbbiekben komoly műszaki elégtelenségekhez, illetve komoly költségekhez vezethet.

Következő lépésként pedig meg kell vizsgálnunk az ellátási lehetőségeket kezdve egészen a villamosenergia forrásától, az energiavezető típusán keresztül, a segédüzemi ellátásik bezárólag. Miután már tisztában vagyunk az igényekkel, illetve a megvalósításra álló lehetőségeinkről, kezdetét veheti a valódi tervezési folyamat, melynek keretei között első lépésként a belső fogyasztói hálózat kell megtervezni, amely gyakorlatilag magában foglalja a vezetékek kábelek elhelyezését, méretezését, a megfelelő védelmek kiválasztását, illetve ellenőrzését is.

INTRODUCTION

With the growth of humanity, adequate nutrition has become an increasingly burning issue. At the same time, technological developments have taken place and it has become inevitable that automation will appear in animal husbandry and agriculture. In order to get a comprehensive picture of the electricity needs and characteristics of a livestock farm, we must first clarify the exact purpose of the farm. As each animal species requires different conditions and technological processes, they are kept for completely different purposes. In order to clarify this, a poultry farm is described in the context of this document. Unfortunately, however, as there are serious differences even within this group of animals, I will limit the subject to poultry kept solely for later meat processing.

In addition, to avoid future misunderstandings, we also need to record the size of the livestock farm. To this end, we are examining a site with a total of six buildings in addition to the ancillary buildings, each with a useful area of 400 m² to accommodate the animals. After the description of the general farm, in order to make well-founded, professionally supported decisions, it is necessary to get acquainted with the technical requirements in the field of electricity, as well as in the field of general animal husbandry regulations.

Once we have clarified the necessary technical requirements, we come to one of the most important steps in the design process, during which we need to assess the potential electricity needs. This task requires a great deal of precision, as irresponsible assessment can lead to serious technical inadequacies and costs at a later date.

As a next step, we need to look at supply options from the source of electricity to the type of power conductor to their auxiliary supplies. Once we are aware of the needs and the possibilities that can be realized, the real planning process can begin, in which the first step is to design the internal consumer network, which practically includes the placement and sizing of the wiring cables, the selection and inspection of the appropriate protections.

is.

1 ÁLLATTARTÓ TELEP LEÍRÁSA:

Az ilyen típusú mezőgazdasági illetve ipari létesítmények rendkívül szerteágazóak, mivel a létesítményben végbemenő munkafolyamatok illetve az ott zajló termelési folyamatok határozzák meg azt, hogy pontosan milyen a felépítésük, az elrendezésük, illetve hogy pontosan milyen építményekre is van szükség annak érdekében, hogy kielégítsük ezen igényeket.

Gazdasági szempontból nézve az állattartó telep egy olyan komplexum, amit annak érdekében hoztak létre, hogy ott különböző gazdasági csoportok profit orientált célból nagyszámú állat csoportokat tartsanak.

Általánosságban azonban elmondhatjuk, hogy a létesítmény rendeltetési céljától függetlenül az alábbi építmények mindig megtalálhatók:

- Az állatok állandó nevelését biztosító épületek
- A kezelő, „gondozó” személyzet tartózkodási helye, a szociális épület
- A javítóműhely
- Egyéb létesítmények

Az **állatok lakhelye** állandó védelmet nyújt számukra az időjárás viszontagságaitól, az esetleges ragadozóktól és minden egyéb veszélytől, amely rájuk leselkedhet. Az épület ezen felül megakadályozza az állatok szétszéledését, kitörését, jól kezelhető csoportba tömöríti őket. Ezen építményeket két fő részre tudjuk felosztani:

A fő részre ahol maguk az állatok helyezkednek el illetve egy elrekesztett, elzárt technológiai szobára ahol a szükséges gépészeti, illetve villamos berendezések vannak elhelyezve úgy, hogy ahhoz csak a jogosult személyek férhessenek hozzá, védve legyenek a természeti elemektől, illetve maguktól az állatoktól. Ezen épületeket a továbbiakban az „istálló” elnevezéssel illetjük.

A **szociális épületet** a gondozó személyzet számára lett létrehozva, hogy ott töltse az éppen aktuális „szabad idejét”, elvégezhesse tisztálkodási folyamatait, étkezhessen illetve, hogy fel tudjon készülni a műszakváltásra.

A **javítóműhelyben** történik a telepen használatos minden jármű, illetve szükséges berendezés karbantartása, javítása ezért ezt az épületrészt úgy kell kialakítani, hogy a telepen használatos nagyobb járművek is könnyedén elhelyezésre kerülhessenek benne.

Egyéb létesítmények alatt a további nélkülözhetetlen épületcsoportokat értjük, mint például a szalmatároló szín, raktárak, elhullott tetemek tárolója, kútház stb.

Ezen felül természetesen az épületeket nem csak rendeltetésük szerint, hanem a villamos energia iránti “függőségük” szempontjából is vizsgálhatjuk mely az ellátási lehetőségek pontban történik meg.

1.1 Műszaki követelmények ismertetése:

Műszaki követelmények tárgyalása során két fő “irányzatot” kell megkülönböztetnünk ezek a következők:

- Villamos szabványok
- Állattartással kapcsolatos szabályok, rendeletek, előírások

1.1.1 Villamos szabványok

Jelen pontban csak és kizárólag a Mezőgazdasággal foglalkozó épületekre érvényes „speciális szabványokat” kívánom megemlíteni ugyanis a fennmaradó szabványok a megfelelő pontokban említésre kerültek. Mezőgazdasággal, kertészettel illetve állattartással foglalkozkodó épületek, telepek esetében villamos szempontból az **MSZ HD 60364-7-705:2007 Mezőgazdasági és kertészeti építmények** c. szabvány csoportot kell alkalmaznunk. Ezen szabvány többek között kitér az alkalmazható készülékekre, anyagok mechanikai illetve egyéb külső hatásokkal szemben alkalmazandó védelmekre, melynek ismerete a korrozív környezet, illetve jelentős rágszálóveszély miatt elengedhetetlen. A szabvány ide tartozó alpontjai a következők:

705.512.2 Külső hatások:

„A mezőgazdasági és kertészeti építmények, villamos szerkezetek védettségi fokozata normálfeltételek között legalább IP 44 legyen. Ha ez nem biztosítható, akkor olyan burkolattal kell ellátni, hogy ez a védettségi fokozat megoldható legyen.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.522.16 Védőcső-, nyitható vagy zárt vezetéksatorna-rendszerek:

„Az állatok tartására szánt helyeknél a külső hatásokat AF4 osztályba kell sorolni, és a védőcsöveket belső tér esetén az EN 61386-21 szerinti 2-es (közepes) osztályú és szabad

tér esetén 4-es (erős védelem) osztályú korrózióvédelemmel kell ellátni.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.522 A kábel- és vezetékrendszerek kiválasztása és szerelése a külső hatások figyelembevételével:

„Az állatállomány által hozzáférhető és az állatállományt befogadó helyeken a kábel- és vezetékrendszereket úgy kell szerelni, hogy azokhoz az állatok ne férjenek hozzá vagy legyenek védve a mechanikai sérülés ellen.

A szabadvezetéket szigetelni kell.

A mezőgazdasági építmények területein, ahol járművek és mobil mezőgazdasági gépek működnek a következő létesítési módokat kell alkalmazni:

A kábeleket legalább 0,6 m mélységbe kell elhelyezni és vagy megerősített mechanikai védelemmel kell ellátni.

A felszántott vagy megművelt földterületeken legalább 1 m mélyen földbe fektetett kábeleket szükséges alkalmazni.

Legalább 6 m magasságban felfüggesztett, öntartó szigetelt kábeleket kell alkalmazni.

Megjegyzés: A földbe fektetett kábelek alkalmazása az előnyben részesített létesítési mód.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.522.6.3:

„A villamos berendezés táppontjánál lévő fő elosztó tápláló kábeleket védeni kell a külső mechanikai sérülések ellen.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.522.10:

„Különös figyelmet kell fordítani a rágcsálókra.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.536.2 Leválasztás:

„Minden épület vagy épületrész villamos berendezését az IEC 60364-5-53 szerint külön leválasztóeszközzel kell ellátni. Az időszakosan pl. betakarítás esetén használt áramkörök esetén minden aktív vezetőt, köztük a nullát is leválasztóeszközzel kell ellátni. Minden áramkör, illetve kapcsolókészüléket megfelelően kell jelölni, hogy működésük illetve annak célja egyértelmű legyen. Az állatok ne működtethessék és ne is akadályozhassák a működtetést.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.544.2 A kiegészítő egyenpotenciálú összekötések vezetői:

„Az anyag kiválasztásnál elsődleges szempontként kell kezelni a megfelelő mechanikai védelmet, illetve a korrozív környezet miatt számolni kell a rozsdásodás lehetőségére, amit igyekezni kell megelőzni különféle műszaki megoldásokkal.

A következő anyagok használata ajánlott:

Legalább 30 mm x 3 mm méretű tűzihorganyzású acélszalag

Legalább 8 mm átmérőjű horganyzott köracél

Legalább 4 mm² keresztmetszetű rézvezető” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.411.1 Áramütés elleni védelem - Általános előírások:

„Legfeljebb 32 A névleges áramú csatlakozó aljzatokat tápláló végáramkörökben legfeljebb 30 mA hibaáramú RCD-t kell alkalmazni.

32 A névleges áramnál nagyobb csatlakozó aljzatok esetében, legfeljebb 100 mA hibaáramú RCD-t kell alkalmazni, minden más áramkör esetében legfeljebb 300 mA hibaáramú RCD-t kell alkalmazni.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.411.4.3:

„Ha a villamos berendezés TN-rendszerhez csatlakozik, akkor a berendezés táppontjából elmenően külön nulla és védővezető alkalmazására van szükség. Ez a követelmény vonatkozik a mezőgazdasági és kertészeti építményekhez tartozó 705.20.2 szakasz szerinti lakóhelyre és más helyekre is.

A berendezés áramszolgáltatói csatlakozási pontjától kezdődően, tehát PEN-vezető akkor sem használható, ha a vezető keresztmetszete 10 mm²-nél nagyobb.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.20.1 Mezőgazdasági és kertészeti építmények:

„Helyiségek, helyek és térségek ahol állatállományt tartanak, takarmányt, műtrágyát, zöldséget és állati termékeket gyártanak, tárolnak, kezelnek vagy feldolgoznak.

A végrehajtott munkafolyamatokat ismeretében kell meghatározni az alkalmazandó készülékek típusát.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.20.2 Mezőgazdasági és kertészeti építményekhez tartozó lakóhelyek és más helyek:

„A mezőgazdasági és kertészeti építményekkel a közös villamos berendezés védővezetőjén vagy idegen vezetőképes részeken keresztül vezetőképes kapcsolatban lévő lakóhelyek és más helyek.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.20.3 Nagy volumenű állattartás:

„Állatállomány olyan tenyésztése és nevelése, amelyeknél az állatállomány tartását biztosító önműködő rendszerek használatára van szükség. Ilyenek többek között a szellőztető illetve etető berendezések.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

705.20. Állatok tartására használatos helyek:

„Állatállomány folyamatos tartására használt épületek és helyiségek istállók ketrecek kifutók vagy más tárolók.” (MSZ HD 60364-7-705:2007)

1.1.2 Állattartással kapcsolatos szabályok, rendeletek, előírások:

Az állattartással kapcsolatos szabályokat, előírásokat a **41/1997. (V. 28.) FM** rendeletben találhatjuk meg.

Ezen szabály, illetve rendelet csoport az állatok születésétől egészen a lakóhelyük kiépítéséig, betegségük kezeléséig, feldolgozásukig bezárólag teljes útmutatást ad egy ilyen jellegű telep létesítéséhez, üzemeltetéséhez. Azonban mivel jelenlegi feladatom a létesítést célozza meg és e dokumentum keretei nem engednek meg egyebet, így a következőkben csak ezekről ejtek szót.

Az állatok elhelyezésével az **41/1997. (V. 28.) FM rendelet 1. számú melléklete** foglalkozik, melynek főbb pontjai a következők:

„§ (1) Állatokat tartani - amennyiben külön jogszabály másként nem rendelkezik - csak az Országos Építésügyi Szabályzat (a továbbiakban: OÉSZ) által előírtaknak megfelelő helyen és építményben, valamint a külön jogszabályban foglaltak szerint szabad.

(2) Az állattartáshoz olyan állattartó épületet, telepet, karámot, stb. (a továbbiakban: állattartó létesítmény) kell létesíteni, továbbá olyan állattenyésztési, állattartási technológiát (a továbbiakban: technológia) kell alkalmazni, amely lehetővé teszi az állatok fertőzésmentes, egészséges környezetben való tartását és biztosítja, hogy az állati termék közvetlenül emberi fogyasztásra vagy élelmiszer-előállításra alkalmas legyen.

(4) Az állatok tartása az emberek, az állatok egészségét nem veszélyeztetheti, a környezetet nem károsíthatja.” (Jogszabály, 1997)

Állattartó telep, épület létesítésének, átalakításának és üzemeltetésének állat-egészségügyi feltételei:

„§ (1) * Az állattartó telep székhelye szerint illetékes járási hivatal a szakhatósági hozzájárulását az engedélyező hatósághoz benyújtott terveknek a **2. számú függelékben** foglaltak szerint elvégzett vizsgálata alapján adja ki.” (Jogsabály, 1997)

Az állattartó létesítmény kialakítását a **2. számú függelék** tartalmazza melynek főbb pontjai a következők:

„Állattartó telepen a szükséges tisztításhoz, fertőtlenítéshez legalább egy nagynyomású - lehetőleg melegvízzel vagy gőzsugárral működő - fertőtlenítő gép elhelyezése szükséges. A telepet - a legeltetési állattartás kivételével - olyan kerítéssel körülvették, amely alkalmas ember vagy kóbor állat behatolásának megakadályozására; fekete-fehér rendszerű öltöző, amelynek az utcai ruha tárolására szolgáló külső öltözőjét mosdó-zuhanyozó helyiség választja el a munkaruha elhelyezésére szolgáló belső öltözőtől; a kapuban az útburkolat kialakítása lehetővé teszi a járművek kerekeinek megtisztítását és fertőtlenítését [pl.: kerékfertőtlenítő medencét (6,5 méter x 3 méter x 0,35 méter) alakítottak ki, leereszthető folyadékkal, vagy jármű fertőtlenítésére alkalmas gépet állítottak be]; boncolásra alkalmas hullakamra, melynek falai és padozata lemosható, fertőtleníthető, a létesítmény hideg-meleg vízzel és csatornával ellátott; a kerítés vonalában helyezték el mindazokat az építményeket, amelyek a külső személy- és járműforgalommal kapcsolatosak (pl.: öltöző, állatrakodó, tejház, tejátadó, kényszervágó, hullakamra); az állattartó épületek padozata, oldalfalai könnyen takaríthatók, fertőtleníthetők. A keletkezett szennyvíz, trágya, trágyalé maradéktalanul eltávolítható, a megfelelő csúszásmentesség, szellőztetés, világítás biztosított, a berendezések könnyen kezelhetők, takaríthatók és fertőtleníthetők, az állatok egészségét, testi épségét nem veszélyeztetik és nem balesetveszélyesek. Az építmények alkalmasak arra, hogy szükség esetén megvédjék az állatokat az időjárás káros hatásától; az állatok fajának, fajtájának megfelelő mozgási igény kielégítésére alkalmas kifutóról, karámról gondoskodtak.” (Jogsabály, 1997)

2 A VILLAMOSENERGIA IGÉNY FELMÉRÉSE:

A villamos energia igény felméréséhez elengedhetetlen ismerni a helyszíni körülményeket, a fogyasztók mennyiségét. Ennek érdekében, mint azt már a bevezető is taglalja, feltételezünk egy olyan állattartó telepet, ahol összesen hat darab állatok számára fenntartott istálló, a dolgozók számára fenntartott szociális épület illetve minden egyéb kiegészítő jellegű épület helyezkedik el.

2.1 Állatok lakhelyének villamosenergia igénye:

2.1.1 Szellőzés:

Mint az már ismeretes az állatok számára 400 m² hasznos terület áll rendelkezésre. Az ilyen méretű épületek megfelelő szellőzéséhez, a hőmérséklet szabályozásához, a friss levegő szállításához a gyakorlati tapasztalatok alapján hat darab 1,5 kW teljesítménnyel üzemelő ventilátor szükséges. Ezek alapján egy épület 9 kW teljesítményt igényel szellőztetési célokra.

2.1.2 Etetés:

A gépesített etetés meghajtását egy 750 W-os teljesítménnyel rendelkező aszinkron motor hajtja végre. Az ilyen méretű épületekben az állatok táplálkozási igényeit 2 sor etetővel lehet maradéktalanul kielégíteni, így összesen épületenként 1,5 kW teljesítménnyel üzemelő aszinkron motort találunk. Természetesen ezek a készülékek nem folyamatosan üzemelnek, hanem az állatok táplálkozási ritmusának megfelelően.

2.1.3 Párásítás:

Az állatok további hűtéséhez párásítást kell alkalmaznunk melyet egy darab 750 W hatásos teljesítménnyel üzemelő aszinkron motor működtet.

2.1.4 Világítás:

A megfelelő világítás elengedhetetlen az állatok biztonságérzete, illetve a gondozók számára. Így annak érdekében, hogy kellő megvilágítás jöhessen létre összesen 80 db 2X18 W hatásos teljesítménnyel üzemelő fénycsöves armatúrát alkalmazunk, két külön álló sorra osztva, melyeknek a teljes villamosenergia igénye épületenként 3kW hatásos teljesítmény.

2.1.5 Dugaszoló aljzatok, csatlakozók:

Különféle karbantartási munkálatok, illetve tisztítási folyamatok miatt elengedhetetlen a dugaszoló aljzatok telepítése mind egy, mind pedig háromfázisú kivitelben. Az alkalmazott legnagyobb fogyasztó a nagynyomású mosó, azonban figyelembe kell venni, hogy kisebb fogyasztók alkalmazására is sor kerülhet. Így a teljes villamosenergia igény a dugaszoló aljzatok számára 14,77 kW.

2.1.6 Egyéb fogyasztók:

Ide soroljuk az összes automatikát, különféle vezérléseket, illetve a mágneskapcsolók járulékos fogyasztását. Ezen csoportnak összességében 500 W teljesítmény biztosítása már elegendő

2.1.7 Állatok lakhelyének teljes villamosenergia igénye:

Ha az előbbi adatokat összeszámoljuk, akkor arra juthatunk, hogy istállóként összesen 29,52 kW beépített teljesítmény áll rendelkezésre, azaz ekkora teljesítményt kellene tudnunk átvinni ahhoz, hogy minden egyes beépített készülék, csatlakozó aljzat 100%-os kihasználással üzemelhessen. Fontos azonban megjegyezni, hogy a gyakorlatba ekkora teljesítmény igény soha nem jelentkezik. A legnagyobb teljesítményigényhez a lehető legrosszabb esetet kell feltételezni, amely a következő. Nyári időszakban az összes ventilátor teljes terheléssel üzemel, miközben az összes világítás, párástó, etetés működik. Ahhoz, hogy ezt körülményt modellezzük az egyidejűségi tényezőt célszerű 0,7-re választani. Az így kiadódó teljesítmény, amelyet biztosítani kell 20,66 kW.

2.2 Szociális épület villamosenergia igénye:

A szociális épületben a dolgozók leginkább a szabad idejüket töltik, tisztálkodnak, illetve ruháikat tisztítják.

2.2.1 Étkezéssel kapcsolatos eszközök, egyéb fogyasztók:

Az ilyen épületekben rendszerint megtalálható egy mikrohullámú sütő, hűtőszekrény, illetve dugaszoló aljzatokról üzemeltetett egyéb fogyasztók (televízió, porszívó, számítógép), melyeknek a teljes villamosenergia igénye 2,99 kW.

2.2.2 Tisztálkodással kapcsolatos eszközök:

A dolgozók a fertőzés veszélyre való tekintettel ruháikat ebben az épületben tisztítják, így szükség van egy mosó-szárító gépre melynek teljes teljesítménye 2,3 kW. A tisztálkodáshoz szükséges melegvíz előállítása is áram segítségével történik, amelyhez összesen 2,8 kW teljesítmény szükséges.

2.2.3 Kamerarendszer:

A kamerarendszer központi eleme is a szociális helységen helyezkedik el, melynek a teljes teljesítmény igénye 750 W.

2.2.4 Belső illetve külső világítás:

A teljes belső, illetve az épület közvetlen közelében elhelyezkedő kültéri világítás teljes teljesítménye 0,9 kW körül mozog.

2.2.5 Szociális épület teljes villamosenergia igénye:

Összegezve az előbb felsoroltokat elméletben összesen 12,73 kW biztosítása szükséges, azonban mivel itt sem 100%-os a gépek kihasználása, illetve erősen függ a felvett teljesítmény az emberek által bent töltött időtől, ezért itt is alkalmaznunk kell az egyidejűségi tényezőt, melynek értéke 0,7, így a szociális épület teljes villamosenergia igénye 8,91 kW.

2.3 Kültéri világítás:

Annak érdekében, hogy a teljes telep éjszaka is bejárható legyen kültéri világítást kell alkalmazni legalább minden istálló épület előtt, illetve két szomszédos állattartó épület között, az út mentén. Ezen kívül a belső utat teljes hosszában a bejáratig megfelelő világítással kell ellátni. Ezek alapján a teljes teljesítmény igény 3,2 kW. Számolva azzal a ténnyel, hogy a világítás kihasználtsága éjszaka 100%-os így egyidejűségi tényező alkalmazása nem lehetséges.

2.4 Kútház:

Mivel ezen épületek általában távol helyezkednek el a városoktól, a közművek lehetőségétől is, ezáltal egy hatóságilag bevizsgált, fogyasztásra alkalmas fűtő kút üzemeltetése elengedhetetlen az egész telep számára. Ezért a gyakorlatban egy központi szivattyút alkalmaznak, amivel végül táplálják a belső vízrendszert, ami így már könnyedén eljut az állatokhoz is. Az ilyen típusú kutak üzemeltetéséhez viszonylag széles teljesítmény igény párosulhat a kút mélységétől függően. Azonban a gyakorlati tapasztalatok szerint az ilyen aszinkron motorok hatásos teljesítménye 2,5 kW körül mozog. Mivel ezen épületben gyakorlatilag egyetlen készülék található melynek kihasználása közel 100%-os ezért egyidejűségi tényezőt itt sem lehet alkalmazni.

2.5 Javítóműhely:

Ebben az épületben végbemenő javítási munkálatokhoz elengedhetetlenek az elektromos kéziszerszámok, a megfelelő világítás, illetve a különféle forgácsoló eszközök használata is melyeknek a szükséges teljesítménye telepenként rendkívül eltér, azonban a gyakorlati tapasztalatok alapján elméletben 100%-os kihasználás mellett 15,5 kW teljesítmény biztosítása szükséges. Azonban mivel teljes kihasználásról a valóságban nem beszélhetünk, ezért az egyidejűségi tényező értékét 0,6-ra kell választanunk, amelyek alapján az épület teljes villamosenergia igénye 9,3 kW.

2.6 A teljes komplexum villamosenergia igénye:

Miután sorra megvizsgáltuk az egyes épületek igényeit, illetve azt, hogy az ott található gépek milyen kihasználással üzemelnek, kijelenthetjük, hogy összességében 147,87 kW teljesítmény biztosítása szükséges az üzembiztos működéshez. A teljesség igénye miatt itt még egyszer szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy napszaktól illetve évszaktól, hőmérséklettől függően az ehhez hasonló telepek villamos energia igénye rendkívül széles skálán tud mozogni, azonban az előbb számított érték minden életszerű esemény között kielégítő nagyságú. Fontos azonban, hogy a hatásos teljesítményigénnyel is tisztában legyünk ahhoz először tisztázni kell a következőt. Az 8.5 pontban leírtak alapján feltételezek egy olyan rendszert, ahol $\cos\varphi = 0,95$.

Abban az esetben, ha $\cos\varphi > 0,8$ a rendszert elegendő feszültségesésre méretezni, ugyanis az így kiadódó keresztmetszetben a fellépő teljesítményveszteség a megengedettnél mindig kisebb lesz. Figyelembe véve, hogy azokat a fogyasztókat, akik nem tudják megfelelő szinten tartani a $\cos\varphi$ értéküket komoly büntetésekkel sújtják könnyen belátható, hogy ezek a komplexumok saját érdekükből tartják a $\cos\varphi = 0,95$ értéket. (Dr. Novothny Ferenc (PhD), 2010)

A szükséges látszólagos teljesítmény megállapítása jelenleg leginkább a tápláló transzformátor kiválasztásában fog nagy szerepet játszani.

ahhoz, hogy a rendszer üzembiztosan működhessen célszerű bevezetni a biztonsági tényezőt, jelen esetben ezt a biztonsági tényezőt célszerű 1,25-es értékre választani, tehát $b_t = 1,25$.

Ezek alapján a biztonsággal megnövelt látszólagos teljesítmény:

$$S_{\text{biztonsággal_magnövelt}} = \frac{P_{\text{lekötött}}}{\cos\varphi} * b_t = \frac{147,87 \text{ kW}}{0,95} * 1,25 = 194,6 \text{ kVA}$$

A majdan későbbiekben kiválasztandó transzformátornak tehát ennél az értékkel kell megegyeznie, avagy nagyobbnak lennie. Mivel a transzformátorok gyakorlatilag csak szabványos teljesítmény értékekkel elérhetők ezért jelenleg ugyan elegendő lenne 1 db 200 kVA-es darab alkalmazása, viszont ezen értékek túlságosan közel állnak egymáshoz, így a megfelelő tartalék nevében 1 db 250 kVA-es transzformátort kell alkalmazni, hogy helyet hagyjunk az esetleges bővítéseknek.

3 ELLÁTÁSI LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA

Az ellátási lehetőségek vizsgálata alatt alapvetően a betáplálás lehetséges forrásait értjük. Elsődleges forrásnak tekintjük az üzemi betáplálást mely esetén egy olyan ellátási utat értünk, amely normál üzemi körülmények között, illetve rövid idejű túlterhelés esetén minden probléma nélkül képes kielégíteni a létesítmény energia igényeit. Másodlagos forrásnak tekintjük, az olyan ellátási utakat, amelyek akkor válnak elérhetővé mikor az elsődlegesek ideiglenesen elérhetetlenek.

3.1 Üzemi betáplálás

Mikor az üzemi betáplálás lehetőségeinek vizsgálatára kerül a sor, alapvetően 2 fő szempont van, amely alapjaiban határozza meg az ellátási lehetőségeket, ezek a következők:

- Az állattartó telep földrajzi elhelyezkedése
- Az előbbieken meghatározott villamosenergia igény nagysága

Földrajzi elhelyezkedés szempontjából azt kell figyelembe vennünk, hogy az ilyen jellegű komplexum általában egy védő zónával megnövelt távolságra helyezkedik el a legközelebbi várostól, annak érdekében, hogy minimalizálja az üzem városra ható káros hatásait (pl.: zaj, vegyi anyagok, stb.), viszont lehetőség szerint „elég közel” egy kielégítő feszültségintű (KÖF - NAF) távvezetékhez. Ha e mellé még figyelembe vesszük a villamosenergia igény nagyságát is, akkor magától adódik a dolog, hogy a KÖF illetve a NAF szabadvezetékes csatlakozás az egyetlen járható út, mint üzemi betáplálási opció.

3.2 Segédüzem:

Minden olyan előre tervezett és bejelentett energia betáplálás kiesése esetén mikor az áramszolgáltató tervezett karbantartást hajt végre a hálózaton, illetve minden váratlan esetre, amikor valamilyen külső hiba miatt az ellátás megszűnik, továbbra is

biztosítanunk kell az üzemfolytonosságot, különös tekintet fordítva a nélkülözhetetlen készülékek csoportjára. Erre az ipari gyakorlatban többféle megoldás született

3.2.1 Épületek villamosenergia iránti “függősége”

Villamosenergia függőség alatt azt értjük, hogy a különböző épületek, illetve az azokban található készülékek milyen időtartamig képesek elviselni a villamosenergia folytonosságának megszakadását, azaz egy váratlan üzemszünetet milyen hatással van rá. Ezen információ ismerete azért szükséges, mivel alapjaiban határozza meg a segédüzem szükségességét, illetve annak mértékét, hogy egy esetleges üzemzavar esetén mekkora teljesítményt kell biztosítanunk a fogyasztóknak, annak érdekében, hogy elkerüljük a károkat.

Ezek alapján az állattartó telepek esetében három különböző csoportot tudunk megkülönböztetni, ezek a következők:

- Nélkülözhetetlen fogyasztók
- Korlátoltan nélkülözhető fogyasztók
- Független fogyasztók

Nélkülözhetetlen fogyasztók:

Az ilyen típusú telepeken a nélkülözhetetlen fogyasztók, illetve épületrészek csoportjába tartoznak az olyan készülékek melyeknek a meghibásodása, illetve az esetleges néhány perces üzemszünete komoly károkat okoz, mely alapvetően gazdasági és az állatállomány nagymértékű pusztulásából adódik. Ebbe a csoportba leginkább a különböző szellőztető berendezések sorolhatók, melyeknek két fő szerepük van, egyrészt az elhasználódott, legtöbbször ammónia dús levegő elszállítása a teljes épületből, másrészt megfelelő hőmérséklet biztosítása az állatok számára. A környezeti hőmérséklet emelkedésével ezeknek a készülékek a fontossága még inkább fokozódik, mivel esetleges kiesésük alatt az állatok pusztulása sokkal gyorsabb, intenzívebb ütemben zajlik le, köszönhetően a megemelkedett hőmérsékletnek. (Dr. Novothy Ferenc (PhD), 2010)

Korlátoltan nélkülözhető fogyasztók:

Ezen fogyasztók csoportjába soroljuk mindazon készülékeket, melyek egy esetleges meghibásodás, illetve néhány órás, jellemzően (4-6 óra) táplálás kiesés esetén még nem járnak súlyos anyagi károkkal, egyes esetekben a készülékek által végrehajtott funkciókat

korlátozott ideig emberi erővel is lehet helyettesíteni. Ezen készülékek közé soroljuk, például a különböző etető berendezéseket, melynek számos kialakítása van, de működése a következő: A takarmányt az állatoknak a tároló silótól az etető tálakig egy műanyag csőben elhelyezett acél spirál által jut el, melyet rendszerint egy aszinkron motor forgat. Abban az esetben, ha a készülék meghibásodik az állatok etetését korlátozott mértékben a munkások is képesek megoldani. (Dr. Novothy Ferenc (PhD), 2010)

Független fogyasztók:

Független fogyasztók alatt az olyan épületeket, fogyasztókat értjük, amelyek az energia esetleges kiesése esetén teljes komplexum képes tovább működni kisebb, nagyobb komfort akadályokat, nehézségeket okozva a dolgozók számára. Legfőbb ismervük ennek a csoportnak, hogy az állatok életkörülményeit, állapotát nem befolyásolja. Ilyenek például a javítóműhely, a kamerarendszer, szociális épület stb. (Dr. Novothy Ferenc (PhD), 2010)

3.2.2 Segédüzemi megoldások:

Két fő ágazata van, melyek a következők:

- Tartalék transzformátor
- Dízel generátor

Tartalék transzformátoros segédüzem:

Segédtranszformátor esetében egy az eredetivel megegyező, vagy csökkentett képességű transzformátor beépítése szükséges, amely a fő betáplálástól eltérő (független) pontból nyeri az energiát. Abban az esetben, ha ez a transzformátor csökkentett képességű, olyan automatikát kell alkalmaznunk, amely a hiba bekövetkezte után a korlátozottan nélkülözhető és független fogyasztók révén azonnal „teljesítmény ledobást” végez és csakis a nélkülözhetetlen fogyasztók energiaellátását biztosítja. Ezen megoldás legnagyobb hátránya a rendkívül költséges kiépítés, mivel gyakorlatilag a teljes betáplálási kört duplán kell kiépíteni. Mindemellett általában az ilyen telepek közelében egyetlen alkalmas csatlakozási pont - távvezeték halad el, mely így teljes mértékben kizárja ezt a megoldást. (Dr. Novothy Ferenc (PhD), 2010)

Dízel generátoros segédüzem:

Ezen megoldás esetében egy a betáplálási pont közvetlen közelében telepített dízel generátor végzi a szükséges villamos energia előállítását. Hiba esetén az automatika érzékeli a táplálás kiesést és egy Δt idő eltelte után szigetüzembe kapcsolja a teljes létesítményt, telepet, melynek azért van rendkívül fontos jelentősége, mivel így megelőzhetjük azon baleseteket, mely során feszültséget kapcsolunk a gyanútlan munkásokra, akik éppen a külső hálózat karbantartását végzik. Specifikusan az előbb említett Δt időre azért van szükség, mert előfordulhat, hogy a betáplálás csak egy véletlen hiba folytán néhány tized másodpercre, másodpercre szakad meg. Miután megtörtént a hálózati leválasztás a dízel generátor önműködően elindul. A megoldás egyik legnagyobb előnye, hogy teljesen automatizált, ezért nem szükséges szakképzett személy állandó felügyelete. Másik nagy előnye, hogy a hiba bekövetkeztétől, a segédüzem létrejöttéig igen kis idő telik el. Természetesen itt is fontos a dízel generátor teljesítménye mivel, ha az kisebb, mint a teljes létesítmény energiaigénye, akkor teljesítmény ledobást kell alkalmazni pont úgy, mint a tartalék transzformátoros megoldásnál. (Dr. Novothy Ferenc (PhD), 2010)

3.2.3 Segédüzem választása:

Az előbbi jellemzőket figyelembe véve gazdaságossági és műszaki szempontból is az ésszerű megoldás, a dízel generátoros segédüzem alkalmazása.

4 BELSŐ HÁLÓZAT ENERGIAVEZETŐJÉNEK ELHELYEZÉSE:

Mikor a belső hálózat energia vezetőjéről beszélünk, akkor gyakorlatilag arra gondolunk, hogy a betáplálási pont illetve egyes elosztói pontok, leágazások között az energia milyen úton, milyen kialakítású, milyen elhelyezésű vezetőn jut el. Alapvetően kétféle megoldásról beszélhetünk, melyek a következők:

- Szabadvezetékes hálózat
- Földkábeles hálózat

Annak érdekében, hogy jól megalapozott szakmai döntést hozzassunk, ismernünk kell a két rendszer közötti különbséget, az előnyöket, illetve a hátrányokat, melyeket itt már nem részleteznék ugyanis az elméleti tanulmányaink folyamán már ismertetésre került, helyette az energiavezetővel szembeni követelményeket kívánom ismertetni.

Az alkalmazandó vezetővel szemben támasztott követelmények:

- A természet viszontagságai (szél, hó, UV sugárzás) ne gyakorolhassanak rá közvetlen hatást
- Lehetőleg olyan magasságban, mélységben helyezkedjen el, hogy az akár 13 méteres gémkinyúlással rendelkező gépek ne tudjanak benne kárt tenni
- Kis költséggel legyen üzemeltethető
- Lehetőleg ne igényeljen folyamatos karbantartást

Fontos megjegyeznünk, hogy a régi létesítési szabványokkal ellentétben TN-rendszer esetében a 705.411.4.3 értelmében különálló nulla illetve védővezetőt kell alkalmazni függetlenül a vezető típusától. Ezen felül a 705.522 értelmében is előnyben kell részesíteni a földkábeles megoldást. Miután megvizsgáljuk a fent említett pontokat egyértelműen kirajzolódott előttünk, hogy a célszerű megoldás, az összes elméletben tanult hátránya ellenére a földkábeles megoldás alkalmazása. (Dr. Novothny Ferenc (PhD), 2010); (MSZ HD 60364-7-705:2007)

5 A BETÁPLÁLÁS MEGTERVEZÉSE

Jelen fejezetben az áram útjának, úgymond az első lépcsőjéről esik szó, amely nem más, mint maga a betáplálás és annak a megtervezése.

Bár jelen témám leginkább az állattartó telep villamos ellátására, azon belül is a villamos betáplálására vonatkozik, úgy gondolom mégis fontos néhány szót ejteni a hálózati képben előrébb elhelyezkedő alkotó elemekről is, annak érdekében, hogy a tervezés, illetve a kivitelezés folyamán átfogó képet alkothassunk.

5.1 Alkalmazandó hálózat:

Mint azt már az 3.1 pontban megállapítottuk, a komplexum megfelelő mértékű villamosenergia ellátásához nagyfeszültségű, avagy közép feszültségű energiaellátás szükséges. A közép feszültségű leágazás mellett szóló érvek többek között a kisebb beruházási költség, a kisebb karbantartási költség, illetve az, hogy ez a feszültségszintű táplálás a komplexum közvetlen közelében fellelhető.

Beruházási költség szempontjából azért előnyösebb választás a KÖF kialakítás, mivel a NAF kialakításhoz gyakran önálló állomást is szükséges építeni, illetve a jelentősen magasabb feszültségszinthez jelentősen drágább alkatrészek is párosulnak, amely tovább növeli a csatlakozási költségeket.

Karbantartási költségek szempontjából az érvek gyakorlatilag megegyeznek az előbbieken elmondottakkal. Amit esetleg még meg lehet említeni az a szakképzett munkaerő alkalmazásának szükségessége. Ezen munkaerőre az esetlegesen épített állomás kezelésénél van szükség, amely így már további költségekkel jár.

Végül pedig az egyik legkézenfekvőbb érv az az, hogy igen gyakran a KÖF hálózat, a közelben már korábban kiépítésre került. A valódi okot itt gyakorlatilag a múltban kell keresni, ugyanis az ilyen jellegű mezőgazdasági létesítményeket napjainkban az egykori szocialista „mezőgazdasági parkokban” üzemeltetik.

Ha ezen érveket összegezzük, akkor egyértelműen kirajzolódik, hogy a már ott jelenlévő 20kV-os szabadvezetékes hálózatra történő csatlakozás a kézenfekvő megoldás.

5.2 Leágazó vezeték:

Leágazó vezetékek alatt a szabadvezetékes hálózatot a szakaszolókapcsolón, illetve túlfeszültségvédelemmel ellátott biztosítóaljzaton keresztül a transzformátor primer kapcsaival összekötő vezeték, illetve a transzformátor szekunder kapcsait a transzformátorállomás elosztószekrényével összekötő vezeték értjük

Ezen vezetékek kiválasztásának elsődleges szempontja, hogy egyrészt az időjárás viszontagságaival szemben ellenálló típust választunk, másrészt pedig, hogy elkerüljük az esetleges zárlatok, illetve állatvilág sérülésének lehetőségét, ezért szigetelt kialakításút kell választanunk.

5.2.1 Szabadvezetékes hálózat – Transzformátor primer kapcsai közötti vezető meghatározása

Ezeket a következtetéseket levonva, illetve az illetékes hálózati engedélyes hálózattervezési szabályzatát megvizsgálva arra jutunk, hogy a szabadvezetékes hálózat, illetve a transzformátor kapcsai közötti szakaszon térhálós polietilén szigetelésű (XLPE) kötegelt vezetéksodronyt kell alkalmazni, méghozzá a létesítési szabályzatnak megfelelően 50mm²-es keresztmetszetben, ugyanis közép feszültségű leágazó vezeték esetében ez a tipizált keresztmetszet. (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)

Ennek ellenére célszerű megvizsgálni a vezeték terhelhetőség szempontjából.

A levegőben elhelyezett vezetők az erre vonatkozó **MSZ HD 60364-5-52** szabvány az F csoportba sorolja. Megvizsgálva az XLPE alapterhelhetőségét a B.52.13 táblázatban erre az esetre akkor arra jutunk, hogy az normál üzemi körülmények között 159A lehet. Ezek után számba kell venni az egyes korrekciós tényezőket. (MSZ HD 60364-5-52:2011)

Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező (E.52.1)

Mivel a tervezett létesítményben jelen megoldásban vagy akár jövőben jelen lehetnek a felharmonikusok előállítására képes eszközök, mint például a LED világítás, frekvenciaszabályzó, tápegységek, illetve mivel a tervezett leágazás fogyasztásának nagy hányadát ezek a fogyasztók tehetik ki, ezért a későbbi alulméretezettség elkerülése

érdekében a harmonikusok okozta szennyezettséget célszerű 15%-33% között megállapítani. Ezen értékhez tartozó korrekciós tényező a következő, $C_1 = 0,86$

Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező (B.52.8)

A tárgyalt vezetőkön kívül más olyan vezető, ami esetleg olyan közel helyezkedne el, hogy hatással legyen a tárgyalt vezetőkire nem halad, így a korrekciós tényezőnek az értéke 1.

Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező (B.52.15)

Mivel az egyes terhelhetőségeket 30 °C-on adják meg és tudván azt, hogy a nyári időszakban a közvetlen napütés hatására ez a szabadban könnyedén lehet akár 40°C is, így erre kell méreteznünk, amihez tartozó korrekciós tényező értéke, $C_3 = 0,91$.

Végleges keresztmetszet meghatározása:

$$I_{\text{tényleges}} = I_{\text{névleges}} * C_1 * C_2 * C_3 = 159A * 0,86 * 1 * 0,91 = 124,4 A$$

Ahol:

C_1 - Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező

C_2 - Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező

C_3 - Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező

Figyelembe véve, hogy a transzformátor primer oldalán a védelem 25 A-es értékkel rendelkezik, illetve a tényleg terhelhetőség, arra jutunk, hogy a tárgyalt keresztmetszet a kívánalmaknak megfelel, így a végleges vezető erre a célra:

NA2XS(F)2Y 50RM 3x1x50 mm²

5.2.2 Transzformátor szekunder kapcsolai – Transzformátor elosztószekrény közötti vezető meghatározása

Teljesítményvesztésre történő ellenőrzés:

Az 8.5 pontban leírtak alapján feltételezek egy olyan rendszert, ahol $\cos\varphi = 0,95$.

Abban az esetben, ha $\cos\varphi > 0,8$ a rendszert elegendő feszültségesésre méretezni, ugyanis az így kiadódó keresztmetszetben a fellépő teljesítményvesztés a megengedettnél mindig kisebb lesz. Figyelembe véve, hogy azokat a fogyasztókat, akik nem tudják megfelelő szinten tartani a $\cos\varphi$ értéküket komoly büntetésekkel sújtják könnyen

belátható, hogy ezek a komplexumok saját érdekükből tartják a $\cos\varphi = 0,95$ értéket. (Dr. Novothny Ferenc (PhD), 2010)

A hálózati engedélyes létesítési szabályzatának vizsgálata:

A hálózati engedélyes hálózattervezési szabályzatát megvizsgálva arra jutunk, hogy a transzformátor szekunder kapcsai, illetve a transzformátor elosztószekrény közötti szakaszon PVC NY-Y-O szigetelésű réz anyagú vezetőt kell alkalmazni, még hozzá 240mm²-es keresztmetszetben, ugyanis kisfeszültségű vezeték esetében ilyen jellegű feladatokra ez a tipizált keresztmetszet. Ezen keresztmetszettől csak és kizárólag műszaki megfontolásból lehet eltérni. (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)

Ennek ellenére célszerű a vezetőt ismét megvizsgálni terhelhetőség szempontjából

Az ilyen jellegű, levegőben elhelyezett vezetők, az erre vonatkozó **MSZ HD 60364-5-52** szabvány továbbra is az F csoportba sorolja, viszont mivel jelen esetben ennek a kábelnek az elhelyezése nagy részben védőcsőben történik, ezért jelenleg a B1-es csoportot kell alkalmazni, hogy megfelelően tudjuk modellezni a melegedési viszonyokat. Megvizsgálva az PVC alapterhelhetőségét a B.52.4-es táblázatban erre az esetre, akkor arra jutunk, hogy az normál üzemi körülmények között 240mm² esetén 346A lehet. Ezek után számba kell venni az egyes korrekciós tényezőket. (MSZ HD 60364-5-52:2011)

Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező (E.52.1)

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos fogyasztók, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.2.1 pontban ismertetekkel.

Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező (B.52.8)

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos hely, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.2.1 pontban ismertetekkel.

Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező (B.52.15)

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos hely, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.2.1 pontban ismertetekkel.

Végleges keresztmetszet meghatározása:

$$I_{\text{tényleges}} = I_{\text{névleges}} * C_1 * C_2 * C_3 = 346\text{A} * 0,86 * 1 * 0,91 = 270\text{A}$$

Ahol:

C_1 - Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező

C_2 - Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező

C_3 – Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező

Figyelembe véve a későbbi pontokban meghatározásra kerülő, átvinni kívánt áramerősséget arra juthatunk, hogy ezzel a vezető típussal nem teljesíthetők a követelmények ezért azonos keresztmetszet mellett vizsgáljuk meg az XLPE vezeték alkalmazását, azonos korrekciós tényezők, illetve elhelyezés mellett.

$$I_{\text{tényleges}} = I_{\text{névleges}} * C_1 * C_2 * C_3 = 450\text{A} * 0,86 * 1 * 0,91 = 352\text{A}$$

A tényleg terhelhetőség a kívánalmaknak megfelel így a végleges vezető erre a célra:

NA2XS(F)2Y 240RM 4x1x240 mm²

5.3 Leágazás mechanikai, illetve vízbehatolás elleni védelmének kialakítása:

A transzformátorállomás szekunder leágazását két szempontból is védenünk kell. Egyrészt megfelelő mechanikai védelmet kell számára biztosítanunk, ezért ennek érdekében a leágazó vezetéket a transzformátortól kezdve, egészen az elosztószekrénybe történő beérkezéséig védőcsőbe kell elhelyezni. A védőcső kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy állandó UV sugárzásnak van kitéve, amely az idő folyamán káros hatással lehet rá. A védőcső rögzítésére külön figyelmet kell fordítani, alapvető mechanikai szilárdsággal kell rendelkeznie, tehát ne mozogjon, ne essen le. A cső bevezetésén különös figyelmet kell fordítani a sorja eltávolítására, ugyanis ennek elhanyagolása előbb utóbb a vezeték szigetelésének a megsérüléséhez vezethet.

Másrészről rendkívül fontos kialakítani a megfelelő vízbehatolás elleni védelmet, ugyanis például az elosztószekrénybe bejutó víz egyrészt kis mennyiségben korrodálhatja az egyes alkatrészeket, készülékeket, vagy nagy mennyiségben akár rövidzárlathoz is vezethet. A megfelelő vízvédlem kialakítására a becsatlakozó csövek esetében két megoldás lehetséges.

Vagy kábelvégelzárót alkalmazunk úgy, hogy a zsugorítandó anyag mind a védőcsövet fedje, mind pedig a belépő vezetéket, vagy pedig, hogy a függőlegesen belépő

védőcsövek tetejére úgynevezett védősapkát helyezünk el, amely gyakorlatilag a közvetlen beeső víztől védi meg a berendezéseinket, azonban fontos megemlíteni, hogy a párábehatolástól nem, így arról külön gondoskodni kell. (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.); (Eon Hungária Zrt, 2018)

5.4 Leágazás áramütés elleni védelmének kialakítása:

A KÖF szabadvezetékes hálózat, illetve az OTR állomás közép feszültségű részének az áramütés elleni védelmet védőföldeléssel biztosítjuk. A KIF hálózaton alkalmazandó áramütés elleni védelmi mód a TN rendszerű nullázás melyet az MSZ 172 idetartozó részei alapján lehet elvégezni. Ezen állomások áramütés elleni védelmét úgynevezett egyesített áramütés elleni védelmi rendszernek is szokták nevezni, ugyanis a KÖF oldal illetve a KIF oldal védővezetője össze van kötve. Az oszlopon található fémszerelvényt szigorúan be kell kötni ebbe a rendszerbe.

Az OTR állomás földelési ellenállásának értéke maximum 5Ω , ezzel szemben az egyesített védőföldelés eredő értéke mindösszesen csak 2Ω lehet.

Az OTR állomás talajszintjétől számítva maximum 0,8 méteres mélységig lépésfeszültséget csökkentő földelőkeretet, illetve egy rúd földelőt szükséges telepíteni melynek maximum 5Ω lehet a földelési ellenállás értéke. (MSZ 172-1:1986/1M:1989); (MSZ 172-2:1994); (Eon Hungária Zrt, 2020); (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.); (Eon Hungária Zrt, 2020)

5.5 Méretlen tápláló fővezeték méretezése

Méretlen tápláló fővezetéknek nevezzük a transzformátor elosztószekrényt, illetve a komplexum fogyasztásmérőhelyét összekötő vezeték szakaszt. Mint azt már a(z) 2.6 pontban megállapításra került a transzformátor, illetve a fogyasztásmérőhely közötti szakaszon 147,87kW lekötött teljesítményt kell tudnunk átvinni. Annak érdekében, hogy a későbbi esetleg bővítések számára teret biztosítsunk, illetve, hogy elkerüljük az egyes rövid idejű túlterhelésekből adódó problémákat, célszerű egy biztonsággal megnövelt értékre méretezni a betápláló kábelt.

5.5.1 Méretezés feszültségesésre:

Jelen esetben ezt a biztonsági tényezőt célszerű 1,25-es értékre választani, tehát $b_t=1,25$. Ezek alapján a biztonsággal megnövelt teljesítmény:

$$P_{\text{biztonsággal_magnövelt}} = P_{\text{lekötött}} * b_t = 147,87\text{kW} * 1,25 = 184,9\text{kW}$$

Ezek után már lehetőségünk nyílik a szükséges áramerősség meghatározására 3 fázisú betáplálást feltételezve:

$$I_{\text{szükséges}} = \frac{P_{\text{szükséges}}}{\sqrt{3} * U} = \frac{184,9\text{kW}}{\sqrt{3} * 400} = 266,9\text{A}$$

A mértékadó feszültségesés megállapítása:

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}} = \frac{1\%}{100} * \frac{400\text{ V}}{\sqrt{3}} = 2,31\text{V}$$

A számított keresztmetszet megállapítása:

$$A_{\text{számított}} = \frac{\rho}{e'} \sum I_w * l = \frac{1 \frac{\Omega\text{mm}^2}{56\text{ m}}}{2,31\text{V}} * 266,9\text{A} * 20\text{m} = 41,3\text{mm}^2$$

Mivel ilyen keresztmetszet a forgalomban nem elérhető ezért a következő értéket kell választani, tehát:

$$A_{\text{választott}} = 50\text{mm}^2$$

5.5.2 Teljesítményvesztésre történő ellenőrzés:

Az 8.5 pontban leírtak alapján feltételezek egy olyan rendszert, ahol $\cos\varphi = 0,95$.

Abban az esetben, ha $\cos\varphi > 0,8$ a rendszert elegendő feszültségesésre méretezni, ugyanis az így kiadódó keresztmetszetben a fellépő teljesítményvesztés a megengedettnél mindig kisebb lesz. Figyelembe véve, hogy azokat a fogyasztókat, akik nem tudják megfelelő szinten tartani a $\cos\varphi$ értéküket komoly büntetésekkel sújtják könnyen belátható, hogy ezek a komplexumok saját érdekükből tartják a $\cos\varphi = 0,95$ értéket. (Dr. Novothny Ferenc (PhD), 2010)

5.5.3 Ellenőrzés melegedésre

Miután feszültségesésre már méreteztük a vezetéket, melegedésre is meg kell ezt tennünk. Ezen lépéssel kapcsolatos szabványokat az **MSZ HD 60364-5-52:2011** idetartozó részei

tárgyalják. Ehhez a lépéshez először is számba kell vennünk a vezeték terhelhetőségének a 3 korrekciós tényezőjét, amelyek a következők. (MSZ HD 60364-5-52:2011)

Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező (E.52.1):

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos fogyasztók, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.2.1 pontban ismertetekkel.

Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező (B.52.17.)

Jelen esetben korrekciós tényező alkalmazása nem szükséges, ugyanis ezen betápláló kábel minden más vezetőtől jól elkülönülve történt lefektetésre, tehát nincs egymásra gyakorolt hatás. Tehát a korrekciós tényező így: $C_2=1$

Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező (B.52.15.)

Mivel a kábel közvetlenül a talajban történt lefektetésre, jelentősen a talajszint alá, így egyrészt a felszíni hőmérséklet nem tud rá hatást gyakorolni, másrészt a talajban sem található olyan eszköz, „természeti jelenség” amely hatást gyakorolna az ottani hőmérsékletre. Ezek alapján korrekciós tényezőt itt sem kell figyelembe venni, azaz $C_3=1$.

Csoportba történő besorolás

Következő lépésként pedig meg kell határoznunk a tárgyalt vezető anyag elhelyezésének módját. Jelen esetben ez egy kábel, amely közvetlenül a földben történt lefektetésre minden egyéb védelem nélkül, tehát teljes felületén érintkezik a talajjal. Ezt a csoportot az D2 csoport jelöli. Megvizsgálva az XLPE alapterhelhetőségét a B.52.5-ös táblázatban erre az esetre akkor arra jutunk, hogy az normál üzemi körülmények között 70 mm^2 esetén 188 A lehet. Azonban ennél nagyobb keresztmetszetet kell választanunk, még hozzá két ok miatt. Egyrészt ezen érték a biztosítók meghatározásánál nem fog megfelelni, ugyanis a biztosító értékét úgy kell megállapítanunk, hogy az nagyobb legyen a normál üzemi áramokhoz képest, viszont kisebb legyen, mint a kábel korrekciós tényezőkkal csökkentett tényleges terhelhetősége, másrészt pedig az üzemi áramok szempontjából sem megfelelő, ezért ezt a körülményt egyes egyedül a 240 mm^2 -es XLPE kábel tudja kielégíteni, melynek alapterhelhetősége 375 A. Ezek után számba kell venni az egyes korrekciós tényezőket.

Végleges keresztmetszet meghatározása:

$$I_{\text{tényleges}} = I_{\text{névleges}} * C_1 * C_2 * C_3 = 375 \text{ A} * 0,86 * 1 * 1 = 322,5 \text{ A}$$

Ahol:

C₁ - Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező

C₂ - Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező

C₃ – Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező

A tényleg terhelhetőség a kívánalmaknak megfelel így a végleges vezető erre a célra:

YKXS 0,6/1 kV 4x240 mm²

6 A BETÁPLÁLÁS KÉSZÜLÉKEINEK A KIVÁLASZTÁSA:

A következőkben az előbb tárgyalt készülékek pontos típusáról esik néhány szó annak érdekében, hogy ennek birtokában egy műszaki szakember képes legyen megvalósítani a beruházást.

6.1 OTR állomás kiválasztása:

Hála az elmúlt évtizedek egységesítési törekvéseinek, manapság az egyes transzformátorállomások már típusterv alapján is elérhetők így gyakorlatilag nincs más teendőnk, mint kiválasztani a számunkra megfelelőt.

Mivel tudjuk egyrészt, hogy számunkra 185 kW lekötött teljesítmény szükséges ezért kijelenthetjük, hogy egy OTR AF-1400 típusú transzformátorállomás kitűnő választás ugyanis ezen, vasszerkezet 1400kg-al terhelhető. Ezen vasszerkezetre a terhelhetősége miatt könnyedén el lehet helyezni 1 db 250 kVA-es transzformátort melynek tömege típustól függően (4HB-SIEMENS, avagy NA készülék) 1100-1350 kg között mozog. (Kaposvári Villamossági Gyár Kft., 2021)

6.2 Alkalmazandó oszloptípus:

Oszloptípusokat tekintve a paletta szerencsére igen változatos azonban ezen, célra a legmegfelelő darab a vasbeton oszlop, mivel egyrészt, mint azt a neve is sugallja a benne lévő betonvas erősítésnek köszönhetően kelően nagy mechanikai szilárdsággal rendelkezik, a beton alapanyagnak köszönhetően pedig gondozásmentesnek tekinthető, élettartamát tekintve pedig hosszú évtizedekre lehet vele számolni, amely egy ilyen „energiafüggő” komplexumnak elsődleges szempont.

6.3 Oszlopfej szerkezet:

Az oszlopfej kialakítás esetében a hálózat a tárgyalat leágazásnál véget ér tehát ennek megfelelően itt egy fejállomás kerül kialakításra, fontos azonban, hogy az újabb gyakorlat szerint az oszlopfej állomásokat úgy kell kialakítani, hogy az könnyedén és költséghatékonyan kibővíthető legyen a későbbiekben átmenő állomássá, a meglévő hálózati nyomvonalban. (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)

6.4 Oszlopkapcsoló kiválasztása:

Oszlopkapcsoló gyanánt az OK-2/af típus tökéletes választásnak bizonyul a következő tulajdonságai miatt:

- Mechanikus reteszeléssel rendelkezik az eszköz, amelynek köszönhetően az oszlopkapcsoló, illetve földelőkés egyidejű működése nem lehetséges ezzel is tovább csökkentve a véletlen kapcsolások lehetőségét
- Alapvetően ez a típusú termék kézi működtetéssel érkezik, azonban lehetőség van a későbbi motorizált hajtás kialakítására is
- Mint azt az af jelölés is mutatja, ez a típus rendelkezik automata földelőkéssel is
- Mind a földelőkés érintkező(i), mind pedig a fő munkaérintkezők rendelkeznek rugós rásegítéssel, amely így tovább növeli a bekapcsolás biztonságát
- Mindezen érveken felül még az szól az OK-2/af típus alkalmazása mellett, hogy ezen, termékcsaládot éppenséggel pontosan ilyen típusú felhasználásra fejlesztették ki

A jellemzők forrása: (Kaposvári Villamossági Gyár Kft., 2021)

6.5 Biztosítóaljzat, túlfeszültségkorlátozó:

A biztosítóaljzat beépítése egy transzformátorállomást tekintve talán az egyik legfontosabb lépés. Egy esetlegesen előforduló zárlat esetében ez az egyetlen védelem, amely még helyben, azaz szelektíven tudja védeni a hálózatot. Ezen kettős feladat ellátására egy kompakt készüléket kívánok választani, ami egy ABSZMKF. Az

ABSZMKF egymagában egyszerre egy primer biztosítóaljzat, illetve egy túlfeszültségkorlátozó is. (Kaposvári Villamossági Gyár Kft., 2021)

Biztosító betétként NNGK típusú betéteket szükséges illeszteni melyeknek az értéküket a táplálni kívánt leágazás teljesítménye, illetve a hálózati engedélyes erre vonatkozó létesítési szabályzata határozza meg, amely alapján a 250kVA-es transzformátor miatt 24kV-os, 25A-es betétek szükségesek. (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)

6.6 OTR elosztószekrény

A transzformátorból a szekunder oldalon kilépő energiát első lépésként szét kell osztani a fogyasztók számára. Feltételezésem szerint mivel a tárgyalt létesítmény igen nagy kiterjedésű, ezért más fogyasztó már nem csatlakozik erre a transzformátorállomásra, így a szekrény kiválasztási szempontjai alapján elegendő figyelembe venni azt, hogy mindösszesen 1 leágazás lesz szükséges, illetve ennek az egy leágazásnak a teljesítményigényét.

Mivel azt már a korábbi szakaszokban megállapítottuk, hogy a szükséges lekötött teljesítmény 185 kW, így a szükséges biztosíték értéke 315A ugyanis sajnos csak szabványos értékű biztosítékok léteznek.

Ezen két adatból már egyértelmű a választás, ami nem más, mint az ESZ2 típusú elosztószekrény azon belül is a GTE 250/4 típus melynek főbb jellemzői a következők:

- Rendelkezik egy Siemens 3VT3 400A-es betáplálási megszakítóval
- A betápláló vezeték keresztmetszete 4x250mm²
- A névleges áramerősség 400A, ami ezen állomás számára tökéletes
- Összeségében 4 leágazással rendelkezik, amely okból kifolyólag marad 3 tartalék leágazásunk.
- A zárlati szilárdsága 35kA, melyet a későbbiekben, mint látni fogunk többszörösen túlbiztosított érték
- A termék IP44 védettségű így képes ellenállni a természet kihívásainak

A jellemzők forrása: (KEVEVILL KFT., 2021)

Fontos, hogy a nem használt, avagy tartalék leágazásokat, sínrészeket gondosan el kell szigetelni a véletlen érintés megakadályozása érdekében.

6.7 Mérőhely kiválasztása:

A mérőhely kiválasztásánál az első vizsgálati szempont mindenekelőtt az, hogy a területileg illetékes hálózati engedélyes mely típusú mérőhelyeket fogadja el.

Mivel ezen elképzelt komplexum az E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt. (a beadás pillanatában már OPUS TITÁSZ Áramhálózati Zrt.) területén helyezkedik el, ezért az általa elfogadott Csatári Plast típusú mérőszekrényeket kell használni.

Figyelembe véve, hogy földkábeles csatlakozás kerül megvalósításra áramváltós méréssel, a választásom a Csatári Plast PVT EON 9090 N3x400A áramváltós mérőhelyre esett a következő jellemzők miatt:

- Rendelkezik a mérés számára elengedhetetlen áramváltóval
- Az alkatrészek terhelhetősége normál üzemi körülmények között is 400A, amely bőven kielégíti a 315A igényünket
- A mérőhely rendelkezik külön PVT szekrénnel is, amely így mind mechanikai védelmet mind pedig napsugárzás elleni védelmet szolgáltat
- A PVT szekrénynek köszönhetően az illetéktelen hozzáférés is megakadályozható
- A termék rendelkezik terheléskapcsolóval így lehetségessé válik a komplexum üzemi áramainak a megszakítása
- A termék rendelkezik NH2-es típusú függőleges biztosítóaljzattal

A jellemzők forrása: (Csatári Plast, 2021)



1. ábra Csatári Plast PVT EON 9090 N3x400A áramváltós mérőhely

Forrás: (Csatári Plast)

7 FOGYASZTÁSMÉRÉS KIALAKÍTÁSA

Jelen fejezetben a fogyasztásmérés gyakorlati megvalósítására esik néhány szó, leginkább a mérőhely kialakításának előírásáról, illetve magáról a mérés módjáról. Mivel ez a téma is rendkívül szolgáltató specifikus, így a továbbiakban itt is az E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt. által megkövetelt értékekre, előírásokra kívánok hivatkozni.

7.1 Fogyasztásmérőhely kialakítása

A fogyasztásmérőhely csak és kizárólag a területileg illetékes áramszolgáltató által (továbbiakban hálózati engedélyes) elfogadott típusú mérőhelyben lehetséges! Az ettől való eltérés csak rendkívüli esetben lehetséges úgy, hogy a beépítésre szánt darab megfelel az **MSZ 447:2019** szabványnak, illetve az illetékes hálózati engedélyes követelményeinek. (Eon Hungária Zrt, 2020)

7.1.1 Elhelyezés

Attól függően, hogy milyen a betáplálás módja tehát földkábeles, avagy légkábeles figyelembe kell vennünk a hálózati engedélyes szabályzatát. Mivel jelen esetben földkábeles becsatlakozásról van szó így két kézenfekvő megoldás jöhet szóba. Az első megoldás értelmében a mérő-helyet a rendelkezésre álló épület falazatába építjük be. Ezen megoldásnak egyik nagy előnye, hogy egyrészt esztétikus másrészt pedig nem jár felesleges területfoglalással. Hátrányai közé az sorolható, hogy fokozott figyelemmel kell lenni arra, hogy a beépítendő falfelület jellemzői sem statikai, sem pedig vízszigetelés, illetve hőszigetelési szempontból ne romoljanak.

A második megoldás értelmében a fogyasztásmérőhelyet a területet körül határoló kerítésbe kell beintegrálnunk. Fontos azonban itt is megjegyezni, hogy a beépítésre szánt kerítés statikai szilárdságát nem szabad megbontani.

A két megoldás közül a kerítés vonalában történő elhelyezés a célszerűbb, mivel a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy ezeknek a létesítmények az épületei a telekhatár vonalától távolabb helyezkednek el. (Eon Hungária Zrt, 2020); (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)

7.1.2 Jogtalan vételezés megakadályozása

Annak érdekében, hogy a hálózati engedélyes megakadályozhassa az esetleges jogtalan vételezéseket, a mérés befolyásolását, illetve az egyes berendezések hozzáférhetőségét, ezért az általa kijelölt kritikus pontokat, berendezéseket a mérőhelyben a fogyasztó elől elzárja. Ezt úgy alakítja ki, hogy a kritikus részek csak és kizárólag a plombálás eltávolítása után legyenek elérhetőek, megközelíthetőek. Azonban fontos megemlíteni, hogy ezek a védelmi intézkedések nem korlátozhatják, akadályozhatják a mérőberendezések elektronikus, illetve optikai ellenőrzését.

Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a hálózati engedélyes szakemberei könnyedén tudják vizsgálni a beépített eszközök állását, a biztosítók helyzetét.

Abban az esetben, ha egyes részek plombálására nincs megoldás, akkor az adott rész zárását kell megoldani. (Eon Hungária Zrt, 2020)

7.1.3 Védelmi eszközök telepítése, védelmi intézkedések

Abban az esetben, ha a telekhatáron történik a fogyasztásmérés megvalósítása, akkor lokálisan, tehát a mérőhelynél, egy önállóan számottevő földelést szükséges létesíteni, majd pedig összekötni az ott található PEN vezetővel. Azon földelés tekinthető önállóan is számottevőnek melynek földelési ellenállás értéke 10Ω alatt helyezkedik el. Ezen földelések telepítése esetén rendkívül fontos feltétel, hogy a fagyhatár alatt elhelyezkedő talajréteggel is érintkeznie kell, tehát a talajszinttől minimum 0,7m mélyen a földelés teljes hatásos hosszúságának kell elhelyezkednie. Ez a hatásos hosszúság függőleges földelés esetében 4m, vízszintes földelő esetében pedig 8m – MSZ 447.

Nagyon fontos, hogy mint azt már korábban az 1.1.1 pontban megállapítottuk az **MSZ HD 60364-7-705:2007** értelmében, a berendezés áramszolgáltatói csatlakozási pontjától kezdődően PEN-vezető akkor sem használható, ha a vezető keresztmetszete 10mm^2 -nél nagyobb. (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.); (MSZ HD 60364-7-705:2007)

7.2 Mérőhely betáplálása

Mivel a mérőhely alapvetően földkábeles kialakítású, ezért a mérőhely, illetve a KÖF/KIF transzformátor között is egy megfelelően méretezett földkábel teremti a kapcsolatot. Méretezés szempontjából az MSZ HD 447 idetartozó pontjait kell figyelembe vennünk, tehát idézem: „a csatlakozóvezeték és a fővezetékek együttes feszültségese az eredő méretezési teljesítménnyel való terhelés mellett, a közcélú elosztóhálózat névleges feszültségének legfeljebb 2%-a.” (MSZ 447:2019) A földkábelek létesítése esetén az MSZ 13207:2020 idetartozó pontjait kell figyelembe venni. Abban az esetben, ha a létesítendő földkábel felett elhelyezkedő talajszakaszon gépjárműforgalom lehetséges, akkor meg kell vizsgálni az alkalmazandó mélység növelésének lehetőségét, vagy pedig a védőcső alkalmazásának szükségességét a megfelelő mechanikai biztonság elérése érdekében. A földkábelek esetében ügyelni kell a gondos fektetésre, a megfelelő rétegrend kialakítására, a precíz jelölésre és a pontos elhelyezésre. Bár nem biztos, hogy előfordul egy ilyen létesítés folyamán, de nagy tekintettel kell lenni a hajlítási sugárra is, amely esetben mindig a gyártó illetve a vonatkozó szabvány követelményeinek kell megfelelni.

A földből történő feljövétel esetén biztosítani kell továbbra is a megfelelő mechanikai védelmet mely történhet például védőcső segítségével.

Míg a mérőhely szakszerű kialakításának költségei a felhasználót, azaz a fogyasztót terhelik addig a méretlen fő-vezeték létesítésének költségei a hálózati engedélyest terheli. (MSZ HD 60364-7-705:2007); (MSZ 13207:2020)

7.3 Fogyasztásmérés megvalósítása:

A fogyasztásmérés gyakorlati megvalósítása mindenféleképpen a hálózati engedélyes mérőkészülékével fog történni, függetlenül minden kiegészítő körülménytől. Az esetleges eltérés az egyes fogyasztásmérési megoldások között az a mért mennyiségek érzékelési módjától függ, ugyanis mint már sokszor itt is két eltérő módszert különböztetünk meg.

Az első esetben, jellemzően a kisebb fogyasztású mérőhelyek esetében a mérendő mennyiségeket, azaz áramerősség, feszültség a hálózati engedélyes mérőkészüléke

közvetlenül méri. A megoldás nagy előnye, hogy nem szükséges a mérőkészülék mellé kiegészítő készülék, így csökken az esetleges meghibásodás valószínűsége. Az ilyen típusú mérők esetében az okozza a gondot, hogy a nagy átfolyó áramok hatására rendkívül nagy hő jöhet létre, amely mint ismeretes az ilyen készülékekben elhelyezett finomelektronikának nem túl nagy barátja. Természetesen az előbbi hőfejlődés a normál üzemi tartományra vonatkozott, a zárlati tartományban keletkezett hő, illetve dinamikus erőhatások még ennél is nagyobb veszélyt jelentenének a készülékre.

Második esetben egy köztes elemet iktatnak be sorosan az áramkörbe, hogy csökkentsék az áramerősség okozta mérési nehézségeket. Ez az eszköz az áramváltó, amelynek a primer kapcsain átvezetve az áramot, a szekunder oldalon az áttételnek megfelelő érték jelenik meg. A nagy fogyasztók, mint például a most tárgyalt állattartó telep számára is ez az egyetlen járható út, ezért a választás jelen esetben erre a készülékre korlátozódik.

Fontos azonban megemlíteni, hogy az áramváltó alkalmazásának van néhány kritikus, sarkalatos pontja, amelynek az elmulasztása akár balesethez is vezethet

Nagyon fontos kihangsúlyozni, hogy a megfelelő mérőváltó kiválasztása egybe kell, hogy essen a hálózati engedélyes ide vonatkozó szabályaival. Beépítésre csak olyan mérőváltót lehet alkalmazni ami, megfelel a 1991. évi XLV. törvényben leírtaknak. A készüléknek tartalmaznia kell zárópecsétet is annak érdekében, hogy fény derülhessen az egyes rongálási kísérletekre. A készülékre olyan kialakításúnak kell lennie, hogy a készülék egyetlen pontját se lehessen megrongálni, befolyásolni látható nyom nélkül.

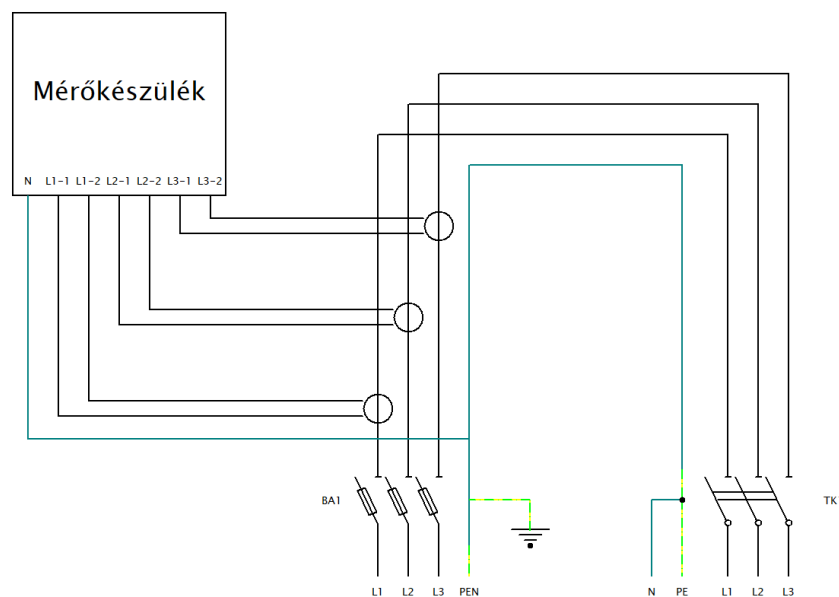
A pontossági osztállyal kapcsolatos elvárások függenek a felhasználó által lekötött és ténylegesen igénybe vett áramerősségtől, a feszültségszinttől, illetve a hálózati engedélyes szabályzatától. Jelenleg az E.ON Tiszántúli Áramhálózati Zrt. által megkövetelt értékekre kívánok hivatkozni, amely kisméretű mérés esetében 0,5-ös pontosság.

Az áramváltó áttételére az előbb elmondottak tartoznak így ennek ugyanazon a területen $X/5$ értékűnek kell lennie. Annak érdekében, hogy hiteles mérést lehessen végrehajtani a névleges terhelőáram minden pillanatban az áramváltó névleges áramerősség értékének a 10%-a illetve 120%-a között kell, hogy elhelyezkedjen. A mérés akkor tekinthető a leginkább optimálisnak, ha ez az érték 50% illetve 120% között helyezkedik el.

Igen fontos részlet, hogy az áramváltó szekunder köréről leágazó vezeték tömör réz kialakítás esetén minimum $2,5\text{mm}^2$ kell, hogy legyen mely érték természetesen az

áramerősségtől illetve, az áramváltó magjának teljesítményétől is függ. A mérővezetéseket úgy kell elhelyezni, hogy az állandó mechanikai biztonságot élvezhessen, ne lehessen befolyásolni. A mérővezeték hossza esetén próbálni kell a hosszegységet 20m alatt tartani. Ha esetleg ez valamilyen akadályozó körülmény miatt nem sikerül abban az esetben a mérőkört úgy kell megvalósítani, hogy az eredő mérővezeték hossza kevesebb legyen, mint 100m.

Az áramváltó szekunder körébe bármilyen típusú megszakító eszköz beépítése szigorúan tilos tehát biztosító, megszakító, kapcsoló stb. **SZIGORÚAN TILOS!** A szekunder csatlakozókról a mérővezetékét közvetlenül a mérőberendezés sorkapcsaiba kell bekötni. (Eon Hungária Zrt, 2020) (Eon Hungária Zrt, 2018) (E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt.)



2. ábra A fogyasztásmérőhely kialakításának sematikus képe

Forrás: Saját készítés

Jelölések:

B_{A1} – 1-es biztosító aljzat

T_{K1} - Terheléskapcsoló

L_{1-1} – Az L_1 -es áramváltó 1-es számú bekötési pontja

L_{1-2} – Az L_1 -es áramváltó 2-es számú bekötési pontja

L_{2-1} – Az L_2 -es áramváltó 1-es számú bekötési pontja

L_{2-2} – Az L_2 -es áramváltó 2-es számú bekötési pontja

L_{3-1} – Az L_3 -es áramváltó 1-es számú bekötési pontja

L_{3-2} – Az L_3 -es áramváltó 2-es számú bekötési pontja

7.3.1 Áramváltó ellenőrzése:

$$S_{AV} = 5VA$$

A fogyasztásmérő készülék tekercs impedanciájának a meghatározása:

$$Z_{Fogym} = \frac{S_{Fogym}}{(I_{szekunder})^2} = \frac{0,5 VA}{(5 A)^2} = 0,02 \Omega$$

Az áramváltó szekunder köréhez tartozó mérővezetékek impedanciájának meghatározása:

$$A = 2,5 \text{ mm}^2 \quad l = 1,5 \text{ m} \quad \rho = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$Z_{vez} = 2 * \rho \frac{l}{A} = 2 * 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{1,5 \text{ m}}{2,5 \text{ mm}^2} = 0,021 \Omega$$

Az áramváltó szekunder körét maximálisan terhelő teljesítmény meghatározása:

$$Z_{eredő} = Z_{Fogym} + Z_{Vez} = 0,02 \Omega + 0,021 \Omega = 0,041 \Omega$$

$$S_{max_terh} = (I_{szekunder})^2 * Z_{eredő} = (5 A)^2 * 0,041 \Omega = 1,025 VA$$

Megállapítás: Mivel a számított maximális szekunder terhelés kisebb a mérőváltó magjának a névleges terhelhetőségi értékétől (5VA) ezért megfelelő!

$$I_{szekunder} = \frac{5 A}{400 A} \times I_{névleges_terhelés} = \frac{5 A}{400 A} \times 315 A = 3,94 A$$

$$I_{szekunder_ \%} = \frac{\Sigma I_{szekunder}}{I_{áramváltó_szekunder}} = \frac{3,94 A}{5 A} = 78,8 \%$$

Megállapítás: Mivel az áramváltó százalékos terhelési értéke 78,8 % így a műszakilag elfogadott és már optimálisnak nyilvánított 50 %, illetve 120 % között helyezkedik el.

8 FOGYASZTÓI HÁLÓZAT TERVEZÉSE

8.1 Belső főelosztó tervezése

A belső főelosztó egyvonalas kapcsolási rajzát a 3. ábrán lehet látni. Mint az az ábrából is látható a betápláló kábel legelőször a leválasztó kapcsolóba érkezik.

Ezen leválasztó kapcsolónak a **Schneider Electric Interpact INS400 4P** modellt választom, mivel üzemi körülmények között képes 400 A átvitelére, 4P leválasztást tesz lehetővé és mindezek mellett zárlati szempontból is megfelelő. Ezt a készüléket a fázissín rendszerrel, a bejövő kábel keresztmetszetével azonos keresztmetszettel kell összekötni. (Schneider Electric, 2019)

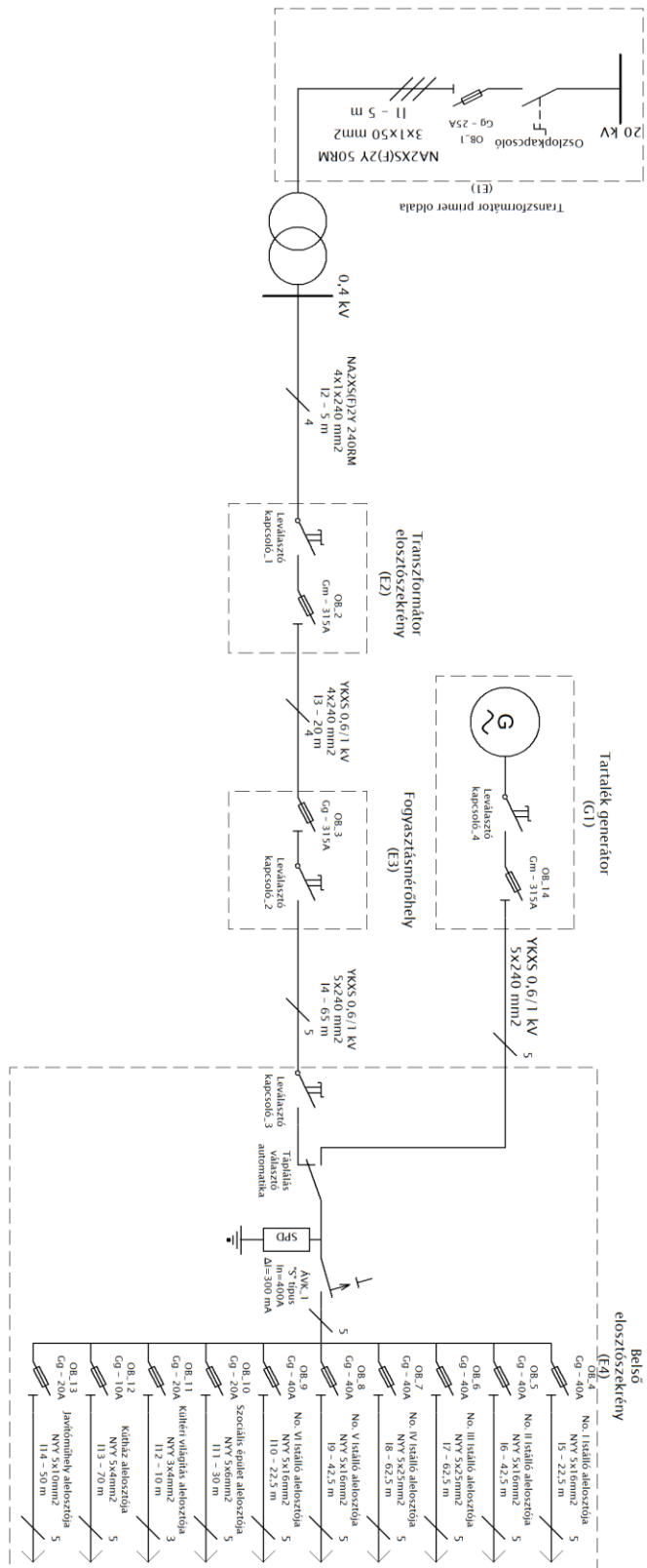
Az említett fázissín rendszer gyanánt a fázisvezetők számára, a **Wöhner 01 485** [3] cikkszámú fázissín tartó rendszert kívánom használni, ugyanis ez már egy előre legyártott, kompakt alkatrész, amelybe csak bele kell illeszteni a megfelelő keresztmetszetű, (30 mm x 10 mm) rézből készült sín rendszert. Katalógus adatban megtalálható értékek alapján a zárlati szilárdsága 25 kA, illetve 35 kA attól függően, hogy milyen sántávolságot választunk. Mivel ennél a két értéknél a tárgyalt rendszerben minden körülmények között, kisebb a létrejövő maximális zárlati áramerősség így megfelel. (Wöhner, 2021)

A leágazások rövidzárlat elleni védelmére **NH00** kékes biztosító aljzatok kerülnek alkalmazásra, melyre egy példa a **Wöhner 33 217** [2] cikkszámú alkatrésze, mely minden gond nélkül képes üzemi körülmények között 125 A átvitelére, amely bőven megfelelő érték ugyanis egyetlen leágazás sem rendelkezik ekkora értékkel. Másrészt pedig zárlati szilárdság szempontjából is megfelelő, ugyanis ezen érték a katalógus szerint 50 kA. (Wöhner, 2021)

Ezt követően az áramkör az áram-védőkapcsolókban folytatódik melyeknek a pontos kiválasztásáról részletesebben az 9.4 pontban történik említés.

Az előbb említett kapcsolat fizikailag egy minimum IP44-es védelemmel rendelkező fém szekrényben foglal helyet. Fontos kihangsúlyozni, hogy ebbe a szekrénybe történő kábel bejuttatások folyamán a megfelelő méretű tömbszelence alkalmazása kötelező a

megfelelő mértékű vízszigetelés, mechanikai védelem érdekében. Másik rendkívül fontos részlet, hogy földfelszín, illetve a kábelbevezetés közötti szakaszt megerősített mechanikai védelemmel kell ellátni. Egyrészt, ha a szekrény épületben avagy betonfelület felett helyezkedik el akkor már a betonon történő átvezetés folyamán is védőcsövet kell alkalmazni egészen a kábelvezetésig. Ezen felül célszerű még egy extra védőburkolatot, például kábeltálcát elhelyezni a kábel körül annak érdekében, hogy tovább növeljük a mechanikai védelmet. Fontos azonban, hogy a kábeltálcát az EPH rendszerbe be kell kötni.



3. ábra A főelosztó egyvonalas kapcsolási rajza

Forrás: Saját készítés

8.2 Alelosztók tervezése

Az alelosztók egyvonalas kapcsolási rajzát a 4, illetve 5. ábrán lehet látni. A rendelkezésre álló hely miatt itt most csak egy tetszőleges istálló épület alelosztójának a tervezése szerepel. A helyzet itt is hasonló a főelosztóban tapasztaltakhoz, azaz a beérkező táplálás először a leválasztó kapcsolóba érkezik. Ennek a készüléknek a kiválasztása természetesen történhet az előző termékcsaládból, ugyanis jelen esetben mindösszesen kisebb névleges áramerősséggel, illetve kisebb zárlati szilárdságú értékkel rendelkező terméket kell választanunk ugyanis ebben a kritikus pontban, ezek az értékek már jelentősen csökkentek. Ezen értékeket, mint kiválasztási tényezőket az 9.3 pontban lehet megtalálni.

Jelen esetben leválasztó kapcsolónak a **Schneider Electric Interpact INS63 4P** választom, ugyanis névleges áramerőssége még egy esetleges későbbi bővítés esetén is megfelel, ezen felül zárlati szilárdság szempontjából is megfelelő ugyanis 15 kA-es értékig károsodás nélkül elviseli a zárlatokat. (Schneider Electric, 2019)

Az áram-védőkapcsolók kiválasztása az 9.4 pontban történik.

Következő lépésként a rövidzárlat elleni védelmet kell megoldani. Jelen helyzetben mivel ezt a zárlati körülmények már az 9.3 pontban számítottak alapján lehetővé teszik, célszerű döntés az olvadóbiztosítók helyett, a kismegszakítók alkalmazásának előnyben történő részesítése. A kismegszakítóknak a zárlati szilárdságukat célszerű 6 kA-ben meghatározni. Névleges áramértéket tekintve minden körülmények között az aktuális fogyasztó áramfelvételéhez, a vezeték maximális terhelhetőségéhez kell igazodni úgy, hogy a hibavédelem továbbra is működőképes legyen. A biztosítónak ezen értékei az 9.3 pontban lettek meghatározva. Az utolsó kiválasztási szempont az a kismegszakító karakterisztikája. A karakterisztika jelen eseteben is függ a fogyasztó jellegétől, viszont jelen helyzetben egyfajta „ököl szabályként” el lehet mondani, hogy „C” karakterisztikával rendelkező kismegszakítóval a motorikus fogyasztókat kell védeni, ahol számítani lehet a nagy indulási áramlökésre, ahol ilyenre nem kell számítani oda elegendő a „B” karakterisztika alkalmazása is. Ezen értékek alapján a kiválasztás már rendkívül egyszerű, ugyanis szinte minden gyártónak létezik termékcsaládja, ami ide megfelelő lehet. Jelen eseteben az egységes márka miatt a választásom a **Schneider**

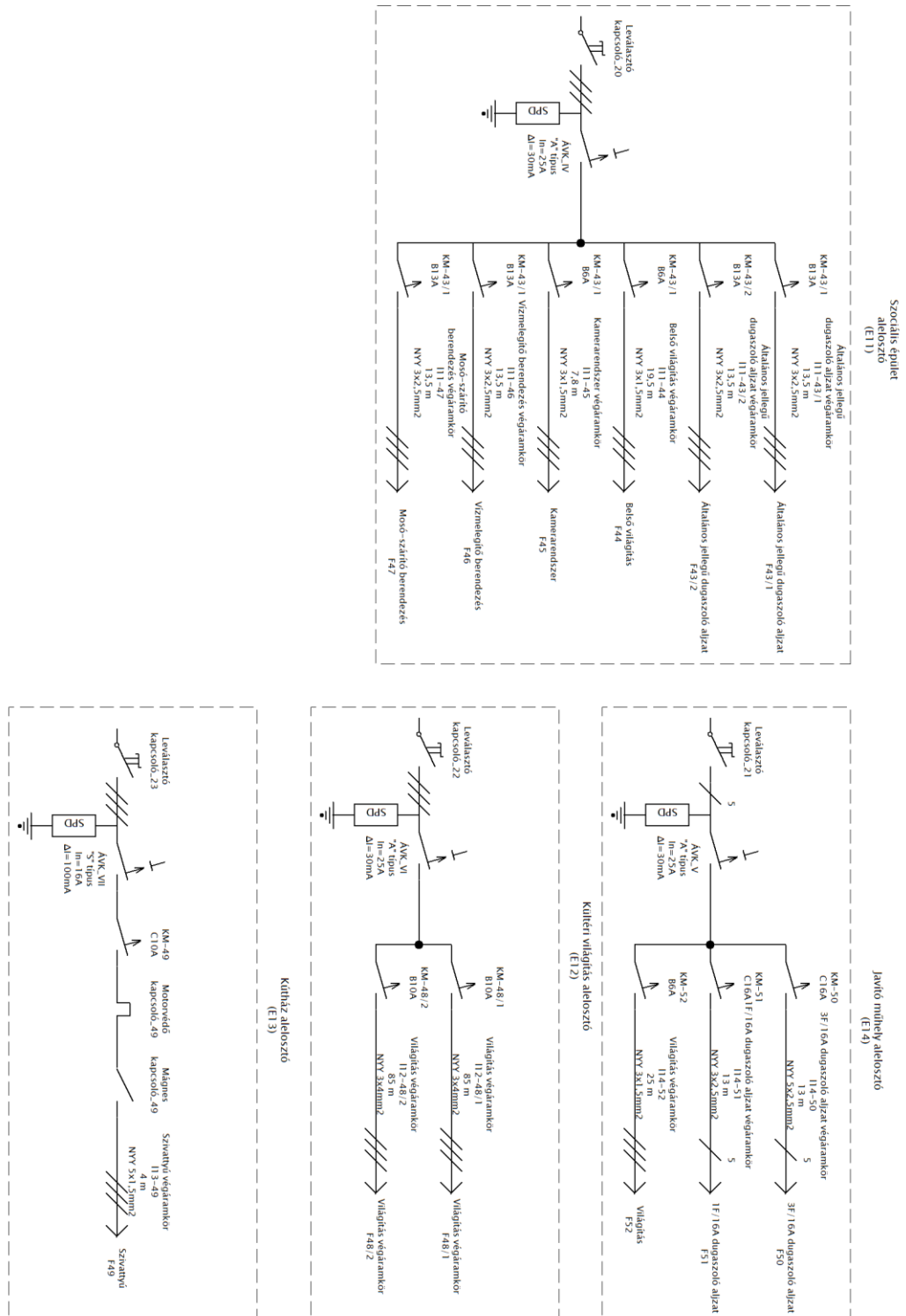
Electric ACTI9 iK60N [20] típusra esett. Az egységes márkaválasztás még azért lehet rendkívül fontos mivel az egyes elemek kompatibilisek, azaz jelen esetben például a motorvédő kapcsoló, illetve mágneskapcsoló közé már értékesítenek olyan vezető, közbenső darabot, amely feleslegesség teszi a két alkatrész közötti vezetékek alkalmazását, áthidalást. (Schneider Electric)

A motorvédő kapcsolók kiválasztása az 9.6 pontban történik.

A motorikus fogyasztók automatika által történő kapcsolásáról a mágneskapcsolók gondoskodnak. Természetesen modern környezetben már ésszerű megoldás lenne a frekvenciaváltók alkalmazása is, mellyel akár még gazdaságosabb üzemet lehetne fenntartani, viszont mivel ezen készülékek a túlfeszültségekre elég érzékenyek, ezért jelen helyzetben a mágneskapcsolóval történő kapcsolást részesítem előnyben. Zárati szilárdságra, névleges áramértékre történő kiválasztása teljes mértékben megegyezik a kismegszakítónál tárgyalt módszerrel, az egyetlen különbség itt az, hogy 3F fogyasztókat feltételezve elegendő, ha a tárgyalt készülék 3 munkááramú érintkezővel rendelkezik. Jelen helyzetben célszerű olyan terméket választani, ami rendelkezik minim 1 NO, illetve NC segédérintkezővel amelynek segítségével reteszeléseket, üzemállapotokat képezhetünk le. Ha ebből nem áll elegendő rendelkezésre, akkor külön installálható, segédérintkező blokkot is telepíteni kell a készülékre. Végül pedig a tekercsek vezérlő feszültsége számára célszerű olyan törpefeszültséget választani, ami illeszkedik az alkalmazott vezérlő, PLC kimeneti pontjain megjelenő feszültséghez, ez az érték jellemzően 12-24 V DC. Az előbb tárgyalt pontokat maradéktalanul teljesíti a **Schneider Electric TeSys K** mágneskapcsoló családja. (Schneider Electric, 2021)

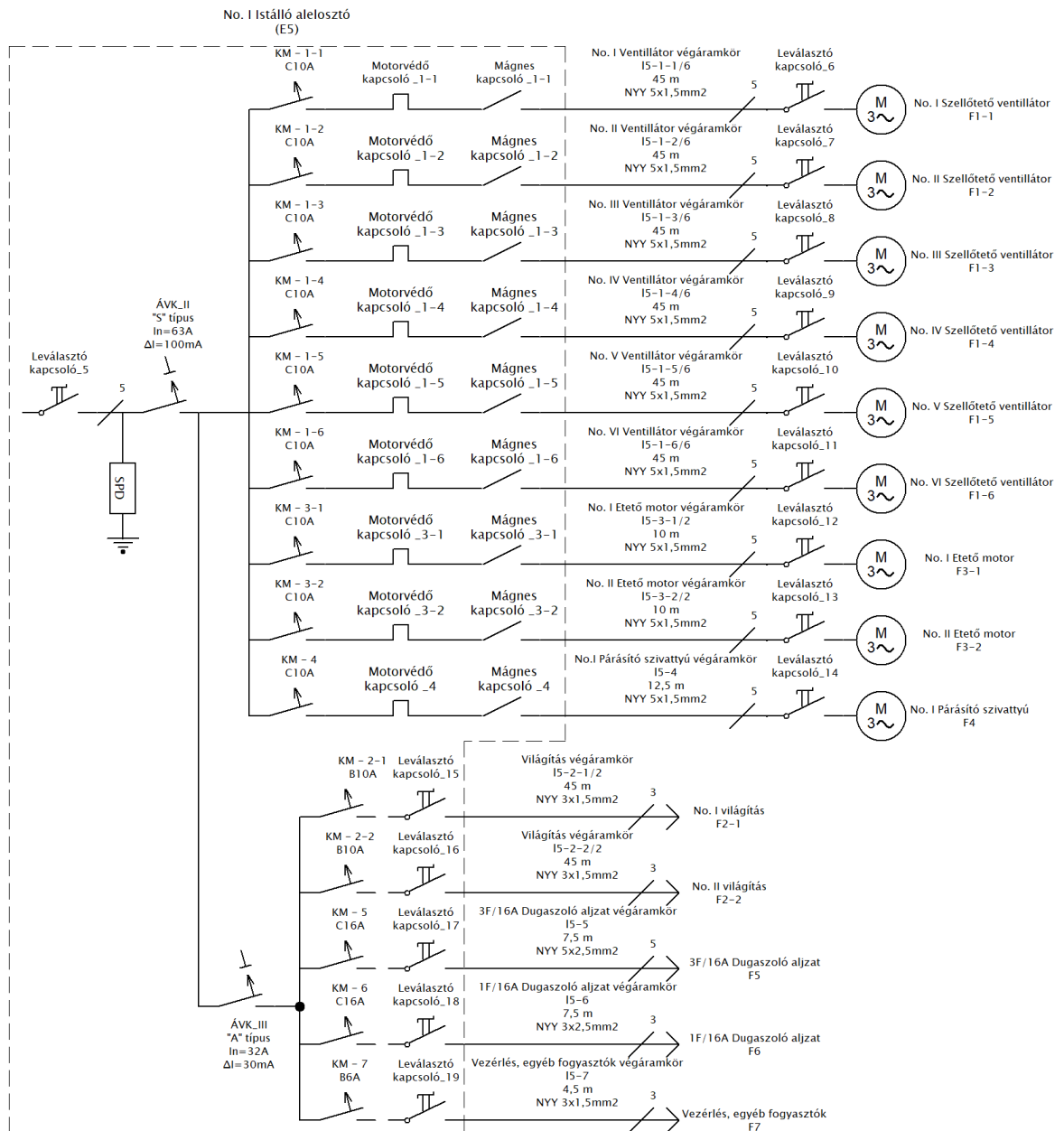
Az egyes készülékek között történő energiaelosztásra jelen esetben nem fázissínrendszert, hanem egy kompaktabb megoldást, az úgynevezett fésűsín rendszert alkalmazom, ugyanis a helyi zárati viszonyok már lehetővé teszik. Ezen terméknel gyakorlatilag csak a névleges áramerősséget, illetve a pólusszámot kell meghatározni. A kültéri világítás alelosztóját leszámítva minden alkalmazott fésűsínrendszer 3 fázisú. A névleges áramerősség szempontból pedig célszerű olyat választani, amely megegyezik a tárgyalt alelosztó elsődleges leválasztókapcsolójának a névleges áramerősség értékével. Jelen helyzetben ezek alapján a 63 A-es kivitel kell választani.

Maga az elosztószekrény kivitele, elhelyezése, a beérkező, elmenő kábelek védelme teljes mértékben megegyezik a főelosztónál leírtakkal.



4. ábra Alelosztók egyvonalas kapcsolási rajza

Forrás: Saját készítés



5. ábra No. I Istálló aleosztójának egyvonalas kapcsolási rajza

Forrás: Saját készítés

8.3 Vezetékek méretezése

Mint azt már a korábbi, 5. pontban láthattuk, a vezetékhálózatot a fogyasztásmérőhelyig megterveztük. Most azonban a fogyasztói hálózat tervezése a feladat, mely gyakorlatilag a fogyasztásmérőhelytől egészen az egyes készülékeket tápláló végáramkörökig terjed.

Mivel jelen dokumentum keretei nem teszik lehetővé a teljes vezetékhálózat számításának lépésről, lépésre történő megjelenítését, ezért a tisztánlátás érdekében a számítási stílust, módszert a fogyasztásmérőhelytől-főelosztóig terjedő kábel méretezésével ismertnek tekintem. A félreértések elkerülése érdekében a bemutatott szakaszon kívül az összes fennmaradó eredmény is kiszámításra kerül, az összes hozzájuk tartozó részeredménnyel, annak érdekében, hogy ellenőrizhető legyen.

8.4 Fogyasztásmérőhely – Fő elosztó szakasz méretezése

Mint azt már a(z) 2.6. pontban megállapításra került a fogyasztásmérőhely, illetve a főelosztó közötti szakaszon 147,87 kW lekötött teljesítményt kell tudnunk transferálni. Annak érdekében, hogy a későbbi esetleg bővítések számára teret biztosítsunk, illetve, hogy elkerüljük az egyes rövid idejű túlterhelésekből adódó problémákat, célszerű egy biztonsággal megnövelt értékre méretezni a betápláló kábelt.

Jelen esetben ezen biztonsági tényezőt célszerű 1,25-es értékre választani, tehát $b_t = 1,25$.

Ezek alapján a biztonsággal megnövelt teljesítmény:

$$P_{\text{biztonsággal_magnövelt}} = P_{\text{lekötött}} * b_t = 147,87 \text{ kW} * 1,25 = 184,9 \text{ kW}$$

Ezek után már lehetőségünk nyílik a szükséges áramerősség meghatározására 3 fázisú betáplálást feltételezve:

$$I_{\text{szükséges}} = \frac{P_{\text{szükséges}}}{\sqrt{3} * U} = \frac{184,9 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} = 266,9 \text{ A}$$

A mértékadó feszültségesés megállapítása (Fontos megjegyezni, hogy mivel itt már ötvezetős rendszerről beszélünk, ezért szükséges alkalmazni a 0,75-ös szorzót):

$$e' = 0,75 * \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n}{\sqrt{3}} = 0,75 * \frac{1 \%}{100} * \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 1,73 \text{ V}$$

A számított keresztmetszet megállapítása:

$$A_{\text{számított}} = \frac{\rho}{e'} \sum I_w * l = \frac{1}{1,73 \text{ V}} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} * 266,9 \text{ A} * 65 \text{ m} = 179,7 \text{ mm}^2$$

Mivel ilyen keresztmetszet a forgalomban nem elérhető ezért a következő értéket kell választani, tehát:

$$A_{\text{választott}} = 185 \text{ mm}^2$$

8.4.1 Teljesítményvesztésre történő ellenőrzés

Az 8.5 pontban leírtak alapján feltételezek egy olyan rendszert ahol $\cos\varphi = 0,95$.

Abban az esetben, ha $\cos\varphi > 0,8$ a rendszert elegendő feszültségesésre méretezni ugyanis az így kiadódó keresztmetszetben a fellépő teljesítményvesztés a megengedettnél mindig kisebb lesz. Figyelembe véve, hogy azokat a fogyasztókat akik nem tudják megfelelő szinten tartani a $\cos\varphi$ értéküket komoly büntetésekkel sújtják könnyen belátható, hogy ezen komplexumok saját érdekükből tartják a $\cos\varphi = 0,95$ értéket. (Dr. Novothny Ferenc (PhD), 2010)

8.4.2 Ellenőrzés melegedésre

Miután feszültségesésre már méreteztük, melegedésre is meg kell ezt tennünk. Ezen lépéssel kapcsolatos szabványokat az **MSZ HD 60364-5-52:2011** idetartozó részei tárgyalják. Ehhez a lépéshez először is számba kell vennünk a vezetékek terhelhetőségének a 3 korrekciós tényezőjét amelyek a következők (MSZ HD 60364-5-52:2011):

Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező (E.52.1):

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos fogyasztók, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.2.1 pontban ismertetetekkel.

Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező (B.52.17)

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos hely, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.5.3 pontban ismertetetekkel.

Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező (B.52.15)

Jelen esetben a korrekciós tényező értéke az azonos hely, illetve körülmények miatt megegyezik a(z) 5.5.3 pontban ismertetetekkel.

Csoportba történő besorolás

Következő lépésként pedig meg kell határoznunk a tárgyalt vezető anyag elhelyezésének módját. Jelen esetben ez egy kábel, amely közvetlenül a földben történt lefektetésre minden egyéb védelem nélkül, tehát teljes felületén érintkezik a talajjal. Ezt a kategóriát az D2 csoport jelöli. Megvizsgálva az XLPE alapterhelhetőségét a B.52.5-ös táblázatban erre az esetre, akkor arra jutunk, hogy az normál üzemi körülmények között 185 mm^2

esetén 324 A lehet. Azonban ennél a pontnál fontos megállni és előre gondolkoznunk, ugyanis ezen érték a biztosítók meghatározásánál nem fog megfelelni, ugyanis a biztosító értékét úgy kell megállapítanunk, hogy az nagyobb legyen a normál üzemi áramokhoz képest, viszont kisebb legyen mint a kábel korrekciós tényezőkkel csökkentett tényleges terhelhetősége. Ezt a körülményt egyes egyedül a 315 A-es biztosító tudja kielégíteni így végső soron a 240 mm²-es XLPE kábelt kell választani, melynek alap terhelhetősége 375 A. Ezek után számba kell venni az egyes korrekciós tényezőket.

Végleges keresztmetszet meghatározása:

$$I_{\text{tényleges}} = I_{\text{névleges}} * C_1 * C_2 * C_3 = 375 \text{ A} * 0,86 * 1 * 1 = 322,5 \text{ A}$$

Ahol:

C_1 - Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező

C_2 - Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező

C_3 - Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező

A tényleg terhelhetőség a kívánalmaknak megfelel így a végleges vezető erre a célra:

YKXS 0,6/1 kV 5x240 mm²

8.4.3 Fennmaradó kábelek méretezése

Mivel jelen dokumentum terjedelme nem teszi lehetővé, így a fennmaradó kábelszakaszok számítását nem részletezem, pusztán csak az egyes rész, illetve végeredményeket foglalom táblázatba, annak érdekében, hogy ellenőrizhető legyen. Az egyes elhelyezési módokra történő rövid magyarázat a táblázat után található.

	I_5	I_6	I_7	I_{11}	I_{12}	I_{13}	I_{14}	I_{5-1}
Fázisok száma	3F	3F	3F	3F	1F	3F	3F	3F
Beépített teljesítmény	29,52 kW	29,52 kW	29,52 kW	12,73 kW	3,2 kW	2,5 kW	15,5 kW	1,5 kW
Egyidejűségi tényező	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	0,6	-
Lekötött teljesítmény	20,66 kW	20,66 kW	20,66 kW	8,91 kW	3,2 kW	2,5 kW	9,3 kW	-

Biztonsággal magnövelt teljesítmény	24,8 kW	24,8 kW	24,8 kW	10,7 kW	3,84 kW	3 kW	11,16 kW	-
Szükséges áramerősség	35,8 A	35,8 A	35,8 A	15,44 A	16,7 A	4,33 A	16,1 A	2,17 A
Százalékos feszülteségés értéke	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	3 %
Mértékadó feszülteségés értéke	1,73 V	1,73 V	1,73 V	1,73 V	1,15 V	1,73 V	1,73 V	5,2 V
A vezető anyaga	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz
A vezető hossza	22,5 m	42,5 m	62,5 m	30 m	10 m	70 m	50 m	45 m
Feszülteségésre számított keresztmetszet	8,31 mm ²	15,7 mm ²	23,1 mm ²	4,78 mm ²	2,59 mm ²	3,14 mm ²	8,3 mm ²	0,33 mm ²
Feszülteségésre választott keresztmetszet	10 mm ² *	16 mm ²	25 mm ²	6 mm ²	4 mm ²	4 mm ²	10 mm ²	1,5 mm ²
Ellenőrzés melegezésre								
Elhelyezés módja	(D2)	(D2)	(D2)	(D2)	(D2)	(D2)	(D2)	(E)
Vezető anyaga	PVC- Réz	PVC- Réz	PVC- Réz	PVC- Réz	PVC- Réz	PVC- Réz	PVC- Réz	PVC
Alap terhelhetőség	70A	70A	92A	41A	38A	33A	54A	18,5 A
C ₁	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
C ₂	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,76
C ₃	1	1	1	1	1	1	1	1

Alap-terhelhetőség	16,5 A	15 A	15 A	25 A	30 A	16,5 A	19,5 A	14,5 A
C ₁	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
C ₂	1	1	1	0,82	0,82	1	0,8	0,8
C ₃	1	1	1	1	1	1	1	1
Tényleges terhelhetőség	14,19 A	12,9 A	12,9 A	17,63 A	21,16 A	14,19 A	13,42 A	9,98 A
Végleges vezető tulajdonságai	3x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	5x1,5 mm ²	5x2,5 mm ²	3x2,5 mm ²	3x1,5 mm ²	3x2,5 mm ²	3x1,5 mm ²
	l ₁₁₋₄₅	l ₁₁₋₄₆	l ₁₁₋₄₇	l ₁₄₋₅₀	l ₁₄₋₅₁	l ₁₄₋₅₂	l ₁₂₋₄₈	l ₁₃₋₄₉
Fázisok száma	1F	1F	1F	3F	1F	1F	1F	3F
Szükséges teljesítmény	0,75 kW	2,8 kW	2,3 kW	11,1 kW	3,68 kW	0,72 kW	1,6 kW	2,5 kW
Szükséges áramerősség	3,26 A	12,17 A	10 A	16 A	16 A	3,13 A	6,96 A	3,61 A
Százalékos feszültségesés értéke	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	3 %
Mértékadó feszültségesés értéke	1,725 V	1,725 V	1,725 V	2,6 V	1,725 V	1,725 V	1,725 V	5,2 V
A vezető anyaga	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz	Réz
A vezető hossza	7,8 m	13,5 m	13,5 m	13 m	13 m	25 m	85 m	4 m
Feszültségesésre számított keresztmetszet	0,26 mm ²	1,7 mm ²	1,4 mm ²	1,42 mm ²	2,15 mm ²	0,41 mm ²	3,06 mm ²	0,05 mm ²
Feszültségesésre választott keresztmetszet	1,5 mm ²	2,5 mm ²	1,5 mm ^{2*}	1,5 mm ^{2*}	2,5 mm ²	1,5 mm ²	4 mm ²	1,5 mm ²

Ellenőrzés melegezésre								
Elhelyezés módja	(A1)	(A1)	(A1)	(E)	(E)	(E)	(D2)	(B2)
Vezető anyaga	PVC-Réz	PVC-Réz	PVC-Réz	PVC-Réz	PVC-Réz	PVC-Réz	PVC-Réz	PVC-Réz
Alapterhelhetőség	14,5 A	19,5 A	19,5 A	25 A	30 A	22 A	38 A	15 A
C ₁	0,86	1	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
C ₂	1	0,8	0,8	0,79	0,79	0,79	1	1
C ₃	1	1	1	1	1	1	1	1
Tényleges terhelhetőség	12,47 A	15,61 A	13,42 A	17 A	20,38 A	14,95 A	32,68 A	12,9 A
Végleges vezető tulajdonságai	3x1,5 mm ²	3x2,5 mm ²	3x2,5 mm ²	5x2,5 mm ²	3x2,5 mm ²	3x1,5 mm ²	3x4 mm ²	5x1,5 mm ²

1. táblázat Keresztmetszetek számítása

*Megjegyzés: A sraffozott háttérrel rendelkező feszültségadásra számított keresztmetszet értékek még nem a végleges választott keresztmetszet ugyanis terhelhetőségi vizsgálatok folyamán kiderült, hogy nem felelnek meg.

**Megjegyzés: A kültéri világítás végáramkörei, az istállók belső végáramkörei esetén az egyenletes terhelés módszer alkalmazása történt.

Ahol:

C₁ - Harmonikus áramok okozta korrekciós tényező

C₂ - Több áramkör párhuzamos vezetése miatti korrekciós tényező

C₃ – Magasabb környezeti hőmérséklet okozta korrekciós tényező

8.4.4 Elhelyezések indoklása

A betápláló kábeleket nem kívánom újra részletezni. A szociális épület gyártástechnológiája gyakorlatilag azonos a kommunális és lakóépületekben látottakkal, azaz téglából, vagy valamilyen falazó anyagból készültek. Ebből kifolyólag a kábelek és vezetékek is a falban, külön védőcsövekben lettek elhelyezve. A fennmaradó épületeket tekintve a leggyakoribb építési a beton elemekből, szendvicspanelből készült szerkezet.

Mivel ezekben nem engedélyezett, avagy nem lehetséges a vésés, így vegyes falon kívüli elhelyezést létrehozni, mint például védőcső, kábeltálca alkalmazása.

8.5 Fázisjavítás, fáziskompenzálás

Mivel a gyakorlatban az áramszolgáltatóknak az az érdeke, hogy a fogyasztóik ne terheljék le feleslegesen a hálózatukat a meddőáram szállítással, ezért „ösztönzés” képpen azon fogyasztókat, akik a $\cos\varphi$ értéküket nem tudják 0,95-1 között tartani büntető tarifákkal sújtja. Ezek alapján ésszerű elgondolás, hogy az adott fogyasztó fázisjavító berendezést telepítsen. Erre a gyakorlatban két fő megoldás létezik, az egyik hogy egy központi fázisjavító berendezést helyeznek el például a főelosztónál, amely az éppen aktuális meddőáram függvényében próbálja kompenzálni a hálózatot. A másik megoldás, amikor fixen a fogyasztókhoz helyezik el a fázisjavító kondenzátorokat, azaz lokálisan oldják meg a problémát. Jelen helyzetben ez utóbbit kívánom alkalmazni, ugyanis ha megfelelő értékű kondenzátorokat helyezünk el a jellemzően induktív fogyasztók csatlakozásán, akkor a bekapcsolást követően gyakorlatilag tökéletes kompenzáció megy végbe. Fontos megjegyezni, hogy ennek a módszernek az alkalmazása nem túl „szerencsés” frekvenciaváltók jelenlétében, ugyanis a felharmonikusok káros túlmelegedésekhez vezethetnek, amely a fázisjavító kondenzátor idő előtti tönkremenetelét jelentené. Szerencsére azonban ez a probléma itt nem áll fenn, ugyanis az 8.2 pontban üzembiztonsági okokra hivatkozva a frekvenciaváltós helyett a hagyományos mágneskapcsolóval történő üzemeltetés mellett tettem le a voksomat. (Dr. Novothny Ferenc (PhD), 2010)

9 VÉDELMEK KIALAKÍTÁSA

Jelen szakaszban az egyes vezeték, kábel szakaszok impedanciájának, majd a későbbiekben az egyes kritikus pontokban fellépő hurokimpedanciáknak a meghatározására kerül sor, amely két szempontból kulcsfontosságú lépés:

Egyrészt a segítségével az egyes kritikus pontokban fellépő maximális zárlati áramviszonyokat állapíthatjuk meg, ami elengedhetetlen lépés a megfelelő készülékek kiválasztása céljából.

Másrészt a hurokimpedancia segítségével megvizsgálhatjuk a kialakított hibavédelem hatásosságát is.

**Megjegyzés: Ebben a fejezetben lévő számítások a következő szakirodalomban tanultak alapján történik: (Dr Novothny Ferenc (PhD), 2011)*

9.1 Transzformátor impedanciájának meghatározása

Mielőtt rátérhetnénk az egyes szakaszimpedanciák meghatározására elengedhetetlen lépés, hogy a transzformátor impedanciáját is meghatározzuk, ugyanis mivel ezen „elem”, érték a vezető szakaszok láncában első helyet foglal el, azaz ezen elem is részt vesz a maximálisan kialakuló zárlati viszonyok meghatározásában.

Ezen érték meghatározásához alapvetően négy katalógus adatra van szükség melyek a következők:

A transzformátor névleges teljesítménye - S_n

A transzformátor rövidzárási vesztesége - P_{rz}

A transzformátor dropjára – ε

Illetve a transzformátor névleges szekunder feszültségére - U_{sz}

A számítása a következő [7]:

$$Z_{\text{transzf.}} = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_n^2}{S_{\text{névleges}}} = \frac{4 \%}{100} * \frac{(400 \text{ V})^2}{250 \text{ kVA}} = 25,5 \text{ m}\Omega$$

$$I_{\text{névleges}} = \frac{S_{\text{névleges}}}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{250 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} = 360,8 \text{ A}$$

$$R_{\text{transzf.}} = \frac{P_{\text{rövidzárási}}}{3 * (I_{\text{névleges}})^2} = \frac{3250 \text{ W}}{3 * (360,8 \text{ A})^2} = 8,32 \text{ m}\Omega$$

$$X_{\text{transzf.}} = \sqrt{(Z_{\text{transzf.}}^2 - R_{\text{transzf.}}^2)} = \sqrt{25,5 \text{ m}\Omega^2 - 8,32 \text{ m}\Omega^2} = 24,11 \text{ m}\Omega$$

$$\overline{Z}_{\text{transzf.}} = 8,32 + j24,11 \text{ m}\Omega$$

$$|Z|_{\text{transzf.}} = \sqrt{8,32^2 + 24,11^2} = 25,5 \text{ m}\Omega$$

ahol:

$Z_{\text{transzf.}}$ – A transzformátor impedanciája

$I_{\text{névleges}}$ – A transzformátor névleges áramerőssége

$R_{\text{transzf.}}$ – A transzformátor impedanciájának valós összetevője

$X_{\text{transzf.}}$ – A transzformátor impedanciájának képzetes összetevője

9.2 Szakaszimpedanciák meghatározása

Jelen esetben mindösszesen négy adatra van szükség mely nem más mint, a tárgyalt vezető szakasz típusa tehát, hogy hány eres, milyen szigeteléssel rendelkezik és milyen anyagú a vezető része. Ezen felül szükséges a tárgyalt szakasz keresztmetszete is. Ezen két adat birtokában már lehetséges a Villamosenergia-ellátás II. példatárban található F6 – IEC kábelek ellenállása és reaktanciája c. táblázat segítségével a hosszegységekre eső értékek megállapítása. Végző lépésként pedig már csak annyi van hátra, hogy ezen értékeket megszorozzuk a tárgyalt vezető hosszának kétszeresével ugyanis fontos, hogy figyelembe kell vennünk az odavezető illetve visszavezető szakaszt is.

Mivel jelen dokumentum terjedelme nem igazán teszi lehetővé, hogy ezen összes értéket lépésről-lépésre ábrázoljam, ezért pusztán csak a transzformátor szekunder kapcsaitól egy végáramkörig terjedő hurok egyes szakaszimpedanciák kiszámítását ábrázolom.

9.2.1 Transzformátor szekunder kapcsai – Transzformátor főelosztó (E_2) közötti szakasz (I_2) impedanciájának a meghatározása

A tárgyalt vezető típusa: NA2XS(F)2Y 240 RM – 4x1x240 mm²

A tárgyalt vezető hossza ≈ 5 m (Mivel jelen esetben konkrét hossz, nem áll rendelkezésre, ezért így ez jelenleg egy közelítő érték.)

A hosszegységre eső értékek forrása: (Gulf Cable & Electrical Industries Co., dátum nélk.) (SARAWAK CABLE GROUP)

$$r_2 = 0,0989 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \qquad x_2 = 0,072 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$R_2 = 2 * l_2 * r_2 = 2 * 5 \text{ m} * 0,0989 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 0,989 \text{ m}\Omega$$

$$X_2 = 2 * l_2 * x_2 = 2 * 5 \text{ m} * 0,072 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 0,72 \text{ m}\Omega$$

$$\overline{Z}_2 = 0,989 + j0,72 \text{ m}\Omega$$

9.2.2 Transzformátor főelosztó (E₂) – Fogyasztásmérőhely (E₃) közötti szakasz (l₃) impedanciájának meghatározása

A tárgyalt vezető típusa: YKXS 0,6/1 kV - 4x240 mm²

A tárgyalt vezető hossza: 20 m

A hosszegységre eső értékek forrása: (Gulf Cable & Electrical Industries Co., dátum nélk.) (SARAWAK CABLE GROUP)

$$r_3 = 0,0989 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \qquad x_3 = 0,072 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$R_3 = 2 * l_3 * r_3 = 2 * 20 \text{ m} * 0,0989 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 3,956 \text{ m}\Omega$$

$$X_3 = 2 * l_3 * x_3 = 2 * 20 \text{ m} * 0,072 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 2,88 \text{ m}\Omega$$

$$\overline{Z}_3 = 3,956 + j2,88 \text{ m}\Omega$$

9.2.3 Fogyasztásmérőhely (E₃) – Belső főelosztó (E₄) közötti szakasz (l₄) impedanciájának meghatározása

A tárgyalt vezető típusa: YKXS 0,6/1 kV - 5x240 mm²

A tárgyalt vezető hossza: 65 m

A hosszegységre eső értékek forrása: (Gulf Cable & Electrical Industries Co., dátum nélk.) (SARAWAK CABLE GROUP)

$$r_4 = 0,0989 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \qquad x_4 = 0,072 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$R_4 = 2 * l_4 * r_4 = 2 * 65 \text{ m} * 0,0989 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 12,857 \text{ m}\Omega$$

$$X_4 = 2 * l_4 * x_4 = 2 * 65 \text{ m} * 0,072 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 9,36 \text{ m}\Omega$$

$$\overline{Z}_4 = 12,857 + j9,36 \text{ m}\Omega$$

9.2.4 Belső főelosztó (E4) – No.1 Istálló alelosztó (E5) közötti szakasz (l5) impedanciájának a meghatározása

A tárgyalt vezető típusa: NYY 5x16 mm²

A tárgyalt vezető hossza: 22,5 m

$$r_5 = 1,51 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \qquad x_5 = 0,09 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$R_5 = 2 * l_5 * r_5 = 2 * 22,5 \text{ m} * 1,51 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 75,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_5 = 2 * l_5 * x_5 = 2 * 22,5 \text{ m} * 0,09 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 4,5 \text{ m}\Omega$$

$$\overline{Z}_5 = 75,5 + j4,5 \text{ m}\Omega$$

9.2.5 No.1 Istálló alelosztó (E5) – Szellőztető ventilátor (F1) végáramkör közötti szakasz (l5-1) impedanciájának a meghatározása

A tárgyalt vezető típusa: NYY 5x1,5mm²

A tárgyalt vezető keresztmetszete: 1,5mm²

A tárgyalt vezető hossza: 45m

$$r_{5_1} = 12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \qquad x_{5_1} = 0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$R_{5_1} = 2 * l_{5_1} * r_{5_1} = 2 * 45 \text{ m} * 12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 1089 \text{ m}\Omega$$

$$X_{5_1} = 2 * l_{5_1} * x_{5_1} = 2 * 45 \text{ m} * 0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} = 10,44 \text{ m}\Omega$$

$$\overline{Z}_{5_1} = 1089 + j10,44 \text{ m}\Omega$$

9.2.6 A fennmaradó rész, végösszegeket táblázatba foglalom a jobb áttekinthetőség érdekében

Szakasz azonosítója	E ₄ -E ₆ (l ₆)	E ₄ -E ₇ (l ₇)	E ₄ -E ₁₁ (l ₁₁)	E ₄ -E ₁₂ (l ₁₂)	E ₄ -E ₁₃ (l ₁₃)
Vezető típusa	NY Y 5x16 mm ²	NY Y 5x25 mm ²	NY Y 5x6 mm ²	NY Y 3x4 mm ²	NY Y 5x4 mm ²
Hosszegységre eső ellenállás	1,51 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	0,724 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	3,03 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	4,56 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	5,56 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
Hosszegységre eső reaktancia	0,09 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	0,086 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	0,10 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	0,107 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	0,107 $\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
A vezető hossza	42,5 m	62,5 m	30 m	10 m	70 m
Szakasz ellenállása	128,35 mΩ	90,5 mΩ	273,6 mΩ	91,2 mΩ	778,4 mΩ
Szakasz reaktanciája	7,65 mΩ	10,75 mΩ	6 mΩ	2,14 mΩ	14,98 mΩ
Szakasz impedanciája	128,35 + j7,65 mΩ	90,5 + j10,75 mΩ	273,6 + j6 mΩ	91,2 + j2,14 mΩ	778,4 + j14,98 mΩ
Szakasz azonosítója	E ₄ -E ₁₄ (l ₁₄)	E ₅ -F ₂ (l ₅₋₂)	E ₅ -F ₃ (l ₅₋₃)	E ₅ -F ₄ (l ₅₋₄)	E ₅ -F ₅ (l ₅₋₅)
Vezető típusa	NY Y 5x10 mm ²	NY Y 3x1,5 mm ²	NY Y 5x1,5 mm ²	NY Y 5x1,5 mm ²	NY Y 5x2,5 mm ²

Hosszegységre eső ellenállás	$1,81 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
Hosszegységre eső reaktancia	$0,094 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
A vezető hossza	50 m	45 m	10 m	12,5 m	7,5 m
Szakasz ellenállása	181 $\text{m}\Omega$	1089 $\text{m}\Omega$	242 $\text{m}\Omega$	302,5 $\text{m}\Omega$	109,2 $\text{m}\Omega$
Szakasz reaktanciája	9,4 $\text{m}\Omega$	10,44 $\text{m}\Omega$	2,32 $\text{m}\Omega$	2,9 $\text{m}\Omega$	1,7 $\text{m}\Omega$
Szakasz impedanciája	$+j9,4 \text{ m}\Omega$ 181	$+j10,44 \text{ m}\Omega$ 1089	$+j2,32 \text{ m}\Omega$ 242	$+j2,9 \text{ m}\Omega$ 302,5	$+j1,7 \text{ m}\Omega$ 109,2
Szakasz azonosítója	E ₅ -F ₆ (l ₅₋₆)	E ₅ -F ₇ (l ₅₋₇)	E ₁₁ -F ₄₃ (l ₁₁₋₄₃)	E ₁₁ -F ₄₄ (l ₁₁₋₄₄)	E ₁₁ -F ₄₅ (l ₁₁₋₄₅)
Vezető típusa	NYN 3x2,5 mm^2	NYN 3x1,5 mm^2	NYN 3x2,5 mm^2	NYN 3x1,5 mm^2	NYN 3x1,5 mm^2
Hosszegységre eső ellenállás	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
Hosszegységre eső reaktancia	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
A vezető hossza	7,5 m	4,5 m	13,5 m	19,5 m	7,8 m
Szakasz ellenállása	109,2 $\text{m}\Omega$	108,9 $\text{m}\Omega$	196,6 $\text{m}\Omega$	471,9 $\text{m}\Omega$	188,8 $\text{m}\Omega$
Szakasz reaktanciája	1,7 $\text{m}\Omega$	1,044 $\text{m}\Omega$	3 $\text{m}\Omega$	4,5 $\text{m}\Omega$	1,81 $\text{m}\Omega$

Szakasz impedanciája	$109,2 + j1,7 \text{ m}\Omega$	$108,9 + j1,044 \text{ m}\Omega$	$196,6 + j3 \text{ m}\Omega$	$471,9 + j4,5 \text{ m}\Omega$	$188,8 + j1,81 \text{ m}\Omega$
Szakasz azonosítója	E ₁₁ -F ₄₆ (l ₁₁₋₄₆)	E ₁₁ -F ₄₇ (l ₁₁₋₄₇)	E ₁₄ -F ₅₀ (l ₁₄₋₅₀)	E ₁₄ -F ₅₁ (l ₁₄₋₅₁)	E ₁₄ -F ₅₂ (l ₁₄₋₅₂)
Vezető típusa	NYN 3x2,5 mm ²	NYN 3x2,5 mm ²	NYN 5x2,5 mm ²	NYN 3x2,5 mm ²	NYN 3x1,5 mm ²
Hosszegységre eső ellenállás	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$7,28 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
Hosszegységre eső reaktancia	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,111 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$
A vezető hossza	13,5 m	13,5 m	13 m	13 m	25 m
Szakasz ellenállása	196,6 mΩ	196,6 mΩ	189,3 mΩ	189,3 mΩ	605 mΩ
Szakasz reaktanciája	3 mΩ	3 mΩ	2,9 mΩ	2,9 mΩ	5,8 mΩ
Szakasz impedanciája	$196,6 + j3 \text{ m}\Omega$	$196,6 + j3 \text{ m}\Omega$	$189,3 + j2,9 \text{ m}\Omega$	$189,3 + j2,9 \text{ m}\Omega$	$605 + j5,8 \text{ m}\Omega$
Szakasz azonosítója	E ₁₂ -F ₄₈ (l ₁₂₋₄₈)	E ₁₃ -F ₄₉ (l ₁₃₋₄₉)			
Vezető típusa	NYN 3x4 mm ²	NYN 5x1,5 mm ²			
Hosszegységre eső ellenállás	$4,56 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$12,1 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$			
Hosszegységre eső reaktancia	$0,107 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$	$0,116 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$			
A vezető hossza	85 m	4 m			

Szakasz ellenállása	775,2 mΩ	96,8 mΩ	
Szakasz reaktanciája	18,19 mΩ	0,93 mΩ	
Szakasz impedanciája	775,2 + j18,19 mΩ	96,8 + j0,93 mΩ	

2. táblázat Szakaszimpedanciák számítása

9.3 Hibavédelem kialakítása, ellenőrzése

A megfelelő hibavédelem kialakításához elengedhetetlen az egyes kritikus pontokban meghatározni a hurokimpedanciák értékét, ugyanis ezen értékből két igen fontos következtetést vonhatunk le. Egyrészt lehetőségünk nyílik a hálózatunk zárlati körülményeinek a vizsgálatára, mely kulcsfontosságú az egyes készülékek megfelelő zárlati szilárdságra történő méretezésében. Másrészt pedig a már előzőekben tervezett, kialakított hibavédelem hatásosságát vizsgálhatjuk meg annak érdekében, hogy elkerüljük a hamis biztonság helyzetét.

9.3.1 Transzformátor elosztószekrény számítása

Mivel a transzformátor szekunder kapcsai és a transzformátor főelosztóban található első védelem közötti szakaszt közvetlenül semmi nem védi, így arra mindösszesen csak és kizárólag a transzformátor primer oldalán található biztosíték nyújt fedővédelmet. Annak érdekében, hogy ennek hatásosságát ellenőrizni lehessen, először az 5s-os kioldási áramot kell meghatározni a Villamos energetika I. példatárban található „gG típusú olvadóbiztosítók idő-áram jelleggörbéi” c. karakterisztika segítségével. Erről leolvasva azt kapjuk, hogy a kioldási áram nagyjából 70 A. Ahhoz, hogy ezt az értéket a szekunder oldalon is használni lehessen, át kell számítani a szekunder feszültségre:

$$I_{a,4kV} = I_a * \frac{U_{\text{primer}}}{U_{\text{szekunder}}} = 70 \text{ A} * \frac{20 \text{ kV}}{0,4 \text{ kV}} = 3,5 \text{ kA}$$

Ezen biztosíték értéke akkor megfelelő, ha az értékéből képzett impedancia nagyobb, mint a transzformátor impedanciája, ugyanis ebben a pontban csak a transzformátor impedanciája korlátozza a zárlati áramerősséget. Azaz:

$$\frac{U_0}{I_{a,0,4kV}} \geq |Z|_{\text{transzf.}}$$

$$\frac{230 \text{ V}}{3,5 \text{ kA}} \geq 25,5 \text{ m}\Omega \text{ azaz } 65,7 \text{ m}\Omega \geq 25,5 \text{ m}\Omega$$

Tehát a hibavédelem megfelelő.

Következő lépésként meg kell határozni a hurokimpedancia értékét:

$$\overline{Z}_{h_TR} = \overline{Z}_{\text{transzf.}} + \overline{Z}_2 = 8,32 + j24,11 + 0,989 + j0,72 = 9,31 + j24,83 \text{ m}\Omega$$

A hurokimpedancia abszolút értéke:

$$|Z|_{h_TR} = \sqrt{9,31^2 + 24,83^2} = 26,52 \text{ m}\Omega$$

Következő lépésként a fellépő maximális zárlati áramerősséget szükséges meghatározni:

$$I_{\text{Zárlati_TR}}^{3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * |Z|_{h_TR}} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 26,52 \text{ m}\Omega} = 8,7 \text{ kA}$$

Az elmenő áramkör(ök) védelmének kiválasztása zárlati áramerősségre:

$$I_{\text{Zárlati_TR}}^{3F} < I_{\text{Biztosíték_Zárlati_TR}}^{3F}$$

$$\mathbf{8,7 \text{ kA} < 10 \text{ kA}}$$

azaz, ha 10kA-es zárlati szilárdsággal rendelkező terméket rendelünk, akkor az megfelelő.

Az elmenő áramkör(ök) biztosíték névleges áramának a meghatározásakor a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$I_{\text{fogyasztó}} \leq I_{\text{biztosító}} \leq I_{\text{vezető}}$$

ahol

$I_{\text{fogyasztó}}$ – A fogyasztó névleges árama

$I_{\text{biztosító}}$ – A beépíteni kívánt biztosító névleges árama

$I_{\text{vezető}}$ – A vezető anyag tényleges terhelhetősége a korrekciós tényezőket, illetve elhelyezést figyelembe véve

$$\mathbf{266,9 \text{ A} \leq I_{\text{biztosító}} \leq 454,2 \text{ A}}$$

Ezek alapján a szükséges biztosító: gM 315 A (Olvadóbiztosító).

9.3.2 Fogyasztásmérőhely számítása

A hurokimpedancia értéke:

$$\overline{Z}_{h_MH} = \overline{Z}_{h_TR} + \overline{Z}_3 = 9,31 + j24,83 + 3,956 + j2,88 = 13,27 + j27,71 \text{ m}\Omega$$

A hurokimpedancia abszolút értéke:

$$|Z|_{h_MH} = \sqrt{13,27^2 + 27,71^2} = 30,72 \text{ m}\Omega$$

Következő lépésként pedig ellenőrizzük a hibavédelmet, ehhez először a maximálisan megengedhető hurokimpedancia értékét szükséges meghatározni. Ezen érték meghatározásakor figyelembe kell venni a névleges feszültséget, a biztosító névleges értékét, illetve az úgynevezett kiolvadási szorzót melynek értékét a Villamosenergia-ellátás II. példatár c könyv F5-ös táblázatából lehet leolvasni figyelembe véve a védendő szakasz, illetve biztosító jellegét. Zárójelenen szeretném megjegyezni, hogy ezen „módszer” már idejétmúlt, ugyanis napjainkban a kioldási áramot a védelmi eszközök karakterisztikájából szükséges leolvasni. Azonban jelen helyzetben mégis a kiolvadási szorzót kívánom alkalmazni, ugyanis ezzel a módszerrel a számítási eredményeink a biztonság irányába tévednek.

A hibavédelem akkor elégséges, ha:

$$|Z|_{h_MH} = 30,72 \text{ m}\Omega < \frac{U_0}{\alpha * I_n} = \frac{230 \text{ V}}{4 * 315 \text{ A}} = 182,5 \text{ m}\Omega$$

Tehát jelenleg a hibavédelem megfelelő.

A maximális zárlati áramerősség:

$$I_{Zárlati_MH}^{3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * |Z|_{h_MH}} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 30,72 \text{ m}\Omega} = 7,51 \text{ kA}$$

Az elmenő áramkör(ök) védelmének kiválasztása zárlati áramerősségre:

$$I_{Zárlati_MH}^{3F} < I_{Biztosíték_Zárlati_MH}^{3F}$$

$$\mathbf{7,51 \text{ kA} < 10 \text{ kA}}$$

azaz, ha 10kA-es zárlati szilárdsággal rendelkező terméket rendelkezőnk, akkor az megfelelő.

Az elmenő áramkör(ök) biztosíték névleges áramának a meghatározásakor a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$I_{fogyasztó} \leq I_{biztosító} \leq I_{vezető}$$

$$\mathbf{266,9 \text{ A} \leq I_{biztosító} \leq 322,5 \text{ A}}$$

Ezek alapján a szükséges biztosító: gG 315 A (Olvadóbiztosító).

9.3.3 Belső főelosztó számítása

A hurokimpedancia értéke:

$$\overline{Z}_{h_BFE} = \overline{Z}_{h_MH} + \overline{Z}_4 = 13,27 + j27,71 + 12,857 + j9,36 = 26,127 + j37,07 \text{ m}\Omega$$

A hurokimpedancia abszolút értéke:

$$|Z|_{h_BFE} = \sqrt{26,127^2 + 37,07^2} = 45,35 \text{ m}\Omega$$

A maximális zárlati áramerősség:

$$I_{Zárlati_BFE}^{3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * |Z|_{h_BFE}} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 45,35 \text{ m}\Omega} = 5,1 \text{ kA}$$

A hibavédelem akkor elégséges, ha:

$$|Z|_{h_MH} = 45,35 \text{ m}\Omega < \frac{U_0}{\alpha * I_n} = \frac{230 \text{ V}}{4 * 315 \text{ A}} = 182,5 \text{ m}\Omega$$

Tehát jelenleg a hibavédelem megfelelő.

Az elmenő áramkör(ök) védelmének kiválasztása zárlati áramerősségre:

$$I_{Zárlati_BFE}^{3F} < I_{Biztosíték_Zárlati_BFE}^{3F}$$

$$\mathbf{5,1 \text{ kA} < 6 \text{ kA}}$$

azaz, ha 6kA-es zárlati szilárdsággal rendelkező terméket rendelünk, akkor az megfelelő.

Az elmenő áramkör(ök) biztosíték névleges áramának a meghatározásakor a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$I_{fogyasztó} \leq I_{biztosító} \leq I_{vezető}$$

$$\mathbf{35,8 \text{ A} \leq I_{biztosító} \leq 45,15 \text{ A}}$$

Ezek alapján a szükséges biztosító: gG 40 A (Olvadóbiztosító).

9.3.4 Istálló alelosztó számítása

A hurokimpedancia értéke:

$$\overline{Z}_{h_N01_IA} = \overline{Z}_{h_BFE} + \overline{Z}_5 = 26,127 + j37,07 + 75,5 + j4,5 = 101,63 + j41,6 \text{ m}\Omega$$

A hurokimpedancia abszolút értéke:

$$|Z|_{h_N01_IA} = \sqrt{101,63^2 + 41,6^2} = 109,8 \text{ m}\Omega$$

A maximális zárlati áramerősség:

$$I_{\text{Zárlati_NO1_IA}}^{3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * |Z|_{\text{h_NO1_IA}}} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 109,8 \text{ m}\Omega} = 2,1 \text{ kA}$$

A hibavédelem akkor elégséges, ha:

$$|Z|_{\text{h_NO1_IA}} = 109,8 \text{ m}\Omega < \frac{U_0}{\alpha * I_n} = \frac{230 \text{ V}}{4 * 40 \text{ A}} = 1438 \text{ m}\Omega$$

Tehát jelenleg a hibavédelem megfelelő.

Az elmenő áramkör(ök) védelmének kiválasztása zárlati áramerősségre:

$$I_{\text{Zárlati_NO1_IA}}^{3F} < I_{\text{Biztosíték_Zárlati_NO1_IA}}^{3F}$$

$$\mathbf{2,1 \text{ kA} < 6 \text{ kA}}$$

azaz, ha 6kA-es zárlati szilárdsággal rendelkező terméket rendelkezőnk, akkor az megfelelő.

Az elmenő áramkör(ök) biztosíték névleges áramának a meghatározásakor a következő feltételnek kell teljesülnie:

$$I_{\text{fogyasztó}} \leq I_{\text{biztosító}} \leq I_{\text{vezető}}$$

$$\mathbf{2,17 \text{ A} \leq I_{\text{biztosító}} \leq 12,1 \text{ A}}$$

Ezek alapján a szükséges biztosító: C10 A (Kismegszakító).

9.3.5 No1. Szellőztető ventilátor (No1. Istállóban) számítása:

A hurokimpedancia értéke:

$$\overline{Z}_{\text{h_NO1_1_SZV}} = \overline{Z}_{\text{h_NO1_IA}} + \overline{Z}_{5_1} = 101,63 + j41,6 + 1089 + j10,44$$

$$= 1191 + j52,04 \text{ m}\Omega$$

A hurokimpedancia abszolút értéke:

$$|Z|_{\text{h_NO1_1_SZV}} = \sqrt{1191^2 + 52,04^2} = 1192 \text{ m}\Omega$$

A maximális zárlati áramerősség:

$$I_{\text{Zárlati_NO1_1_SZV}}^{3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * |Z|_{\text{h_NO1_1_SZV}}} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 1192 \text{ m}\Omega} = 193 \text{ A}$$

A hibavédelem akkor elégséges, ha:

$$|Z|_{\text{h_NO1_IA}} = 1192 \text{ m}\Omega < \frac{U_0}{\alpha * I_n} = \frac{230 \text{ V}}{10 * 10 \text{ A}} = 2300 \text{ m}\Omega$$

Tehát jelenleg a hibavédelem megfelelő.

9.3.6 Fennmaradó hálózati részek számítási eredményei

A vizsgált kritikus pont	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	
Z _h	300 + j43,1 mΩ	117 + j39,2 mΩ	842 + j15 mΩ	207 + j46,5 mΩ	
Z _h	303 mΩ	123 mΩ	842 mΩ	212 mΩ	
I ^{3F} _Z	0,76 kA	1,88 kA	0,28 kA	1,09 kA	
I _n	15,44 A	16,7 A	4,33 A	16,1 A	
I _{max}	24,68 A	22,88 A	19,87 A	32,51 A	
I _{bizt._be}	20 A	20 A	10 A	20 A	
α	4	4	4	4	
Z _{hmax}	2875 mΩ	2875 mΩ	5750 mΩ	2875 mΩ	
I ^{3F} _{biztosíték}	6 kA	6 kA	6 kA	6 kA	
Vizsgálati eredmény	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő	
A vizsgált kritikus pont	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
Z _h	1191 + j52 mΩ	344 + j44 mΩ	404 + j45 mΩ	211 + j43 mΩ	211 + j43 mΩ
Z _h	1192 mΩ	347 mΩ	407 mΩ	215 mΩ	215 mΩ
I _n	6,26 A	1,08 A	1,08 A	16 A	16 A
I _{max}	14,19 A	12,9 A	12,9 A	17,63 A	21,16 A
I _{bizt._be}	10 A	10 A	10 A	16 A	16 A
α	5	10	10	10	10
Z _{hmax}	4,6 Ω	4,6 Ω	4,6 Ω	1,44 Ω	1,44 Ω
Vizsgálati eredmény	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő

A vizsgált kritikus pont	F ₇	F ₄₃	F ₄₄	F ₄₅	F ₄₆
Z _h	211 + j43 mΩ	497 + j46 mΩ	772 + j48 mΩ	489 + j45 mΩ	497 + j46 mΩ
Z _h	215 mΩ	499 mΩ	774 mΩ	492 mΩ	499 mΩ
I _n	2,17 A	13 A	3,91 A	3,26 A	12,17 A
I _{max}	14,19 A	13,24 A	9,98 A	12,47 A	15,61 A
I _{bizt._be}	6 A	13 A	6 A	6 A	13 A
α	5	10	5	5	5
Z _{hmax}	7,67 Ω	1,77 Ω	7,66 Ω	7,66 Ω	3,54 Ω
Vizsgálati eredmény	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő
A vizsgált kritikus pont	F ₄₇	F ₅₀	F ₅₁	F ₅₂	F ₄₈
Z _h	497 + j46 mΩ	396 + j49 mΩ	396 + j49 mΩ	812 + j52 mΩ	892 + j58 mΩ
Z _h	499 mΩ	399 mΩ	399 mΩ	814 mΩ	894 mΩ
I _n	10 A	16 A	16 A	3,13 A	6,96 A
I _{max}	13,42 A	17 A	20,38 A	14,95 A	32,68 A
I _{bizt._be}	13 A	16 A	16 A	6 A	10 A
α	5	10	10	5	10
Z _{hmax}	3,54 Ω	1,44 Ω	1,44 Ω	7,66 Ω	2,3 Ω
Vizsgálati eredmény	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő	megfelelő

A vizsgált kritikus pont	F_{49}	
Z_h	939 + j16 mΩ	
$ Z_h $	939 mΩ	
I_n	3,61 A	
I_{max}	12,9 A	
I_{bikt_be}	10 A	
α	10	
$ Z_{hmax} $	2,3 Ω	
Vizsgálati eredmény	megfelelő	

3. táblázat Hibavédelem ellenőrzése

Ahol:

Z_h – A kritikus ponton fellépő hurokimpedancia

$|Z_h|$ – A kritikus ponton fellépő hurokimpedanciaabszolút értéke

I_z^{3F} – A kritikus ponton fellépő maximális zárlati áramerősség

I_n – A kritikus pont névleges áramefelvétele

I_{max} – A kritikus pontot tápláló vezető maximális vezető terhelhetősége áramerősség szempontjából

I_{bikt_be} – A kritikus pontot tápláló vezeték biztosítékának a névleges értéke

α – Kioldási szorzó

$|Z_{hmax}|$ – A kritikus ponton megengedhető legnagyobb hurokimpedancia értéke

I_{bikt}^{3F} – A kritikus pontokról esetlegesen elmenő áramkörök biztosítékaninak szükséges zárlati értéke

9.3.7 Rendszerkép módosulás tartalék generátor alkalmazása esetén

Mint azt már a korábbiakban az 3.2 pontban meghatároztuk a táplálás kimaradása esetén elengedhetetlen a tartalék generátor alkalmazása. Ezzel önmagában már nem lenne teendő, viszont az előbbieken az egyes kritikus pontokon fellépő maximális zárlati áramerősséget határoztuk meg. A probléma itt abban áll, hogy mivel a tartalék generátor

a belső főelosztónál van elhelyezve, ezért a hálózatkép és vele együtt az így kialakuló zárlati viszonyok is átalakulnak. Annak érdekében, hogy ellenőrizzük a hálózatot erre a különleges esetre, meg kell vizsgálnunk az ilyen jellegű aggregátorok adatlapját, azon belül is a szubtranzien্স reaktancia értékét, ugyanis ebből számíthatjuk ki a zárlat bekövetkezésének pillanatában fellépő maximális áramot. Sajnos ilyen szempontból nem igazán voltak bő szavúak a gyártók, ugyanis 4 adatlapot megvizsgálva egyben sem említették, ezért kénytelen vagyok egy különálló 200 kVA-es generátor adatlapját használni, mivel ugyanezen készülékek találhatók az aggregátorokban is. Jelen esetben a LSA 44.3 VL14 modell adatait vizsgálom, ezek alapján a maximális zárlati áramerősség a következő:

$$X''_d = \frac{U_n^2 * x'''_d}{100 * S} = \frac{400 \text{ V}^2 * 10\%}{100 * 200 \text{ kVA}} = 0,08 \, \Omega$$

$$I_z^{3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * X''_d} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3} * 0,08 \, \Omega} = 2,89 \text{ kA}$$

Ahol:

X''_d – Szubtranzien্স reaktancia

x'''_d – Szubtranzien্স időállandó

S – Generátor névleges teljesítménye

U_n – A generátor névleges feszültsége

I_z^{3F} – A generátor kapcsain létrejövő maximális zárlati áramerősség

Ezen érték a katalógusban található jelleggörbének is megfelel, tehát valós értéknek tekinthető (LEROY-SOMER, 2020).

Tehát a maximálisan fellépő zárlati áramerősség kisebb, mint a zárlati szempontból gyengébb beépített készülék, így egyéb teendő nincs a rendszer továbbra is megfelelő.

9.4 Kiegészítő védelem kialakítása a hibaáramok ellen

Jelen helyzetben az **MSZ HD 60364-7-705** ide tartozó pontjai alapján kell eljárunk. Ezen pontokat a felesleg ismétlés elkerülése érdekében nem részletezném újra, ugyanis azok a 1.1.1 pontban már megtalálhatóak. Jelenleg a gyakorlati megvalósításra térnék ki.

Mint az a(z) 3. ábrán látható, annak érdekében, hogy a teljes hálózatot védeni tudjuk egy legfeljebb 300 mA-es hibaárammal rendelkező RCD-vel, a belső főelosztóba, közvetlenül a már mért oldalra a szakaszolókapcsoló után szükséges beépíteni a készüléket. Zárati megszakító képességét tekintve a beépítési helyen fellelhető legnagyobb értéktől nagyobbat kell választani, mely jelen esetben 5,1 kA, tehát a 6kA-es készülék már kielégíti ezen követelményt. Jelen esetben ez a készülék a Siemens gyártmányú 3VA9324-0RL30 modell, melynek legnagyobb előnyei közé tartozik, hogy mind a hibaáram tartomány, mind pedig a kioldási idő is állítható. Ezen felül a névleges terhelhetősége 400A, védettségi kategóriája IP40, így minden gond nélkül illeszthető a tárgyalt hálózatunkba. (MSZ HD 60364-7-705:2007); (SIEMENS)

Annak érdekében, hogy szelektív hálózatot tudjunk kialakítani a hálózatot tovább kell „darabolni”, ez jelen helyzetben úgy történik, hogy az alelosztókban található, első leválasztó kapcsoló után elhelyezünk további áram-védőkapcsolókat. Ezen áramvédőkapcsolók hibaáram mértékét 100mA-ben kell megállapítanunk, illetve a készülék karakterisztikáját tekintve itt már elegendő az „A” típus alkalmazás. Névleges áramerősséget tekintve minden leágazás számára olyan értékű készüléket kell választani, hogy az biztonsággal nagyobb legyen a tárgyalt áramkör névleges értékétől. Zárati megszakító képességét tekintve a beépítési helyen fellelhető legnagyobb értéktől nagyobbat kell választani, mely jelen esetben legfeljebb 2,1 kA, tehát a 6kA-es készülék már kielégíti ezen követelményt. Ezen felül végső szempontként figyelmet kell arra is fordítani, hogy olyan készülék legyen kiválasztva, amely képes befogadni az elmenő áramkör keresztmetszetét, mely jelen esetben legfeljebb 25mm². Ezen kritériumokat figyelembe véve, ésszerű megoldásnak tekinthető a Schneider Electric Acti9 iID termékcsalád alkalmazása melynek értékeit a hivatalos katalógusban találhatjuk. (Schneider Electric)

Végső lépésként pedig az egyes alelosztókban található végáramkörök számára szükséges elhelyezni a további áram-védőkapcsolókat, melyek jelen esetben már legfeljebb 30mA-es. Az istállóknál elegendő, ha ezek a készülékek mindösszesen az egyes dugaszoló aljzatokat, világítási áramköröket, illetve egyéb vezérlő áramköröket védik, viszont a kútházat leszámítva az összes fennmaradó áramkört így módon kell védeni. Az előbb elmondott kiválasztási szempontok itt is azonosak így ezt már nem részletezni. Az

egyetlen fontos jellemző amit még itt meg kell említeni, az az, hogy jelen esetben „A” típusú RDC-ket kell alkalmazni még hozzá késleltetés nélkül.

9.5 Egyen potenciálra hozás (EPH)

Annak érdekében, hogy az egyes készülékek meghibásodásakor elkerüljük a közvetett érintésekből származó áramütéseket, ezért minden olyan fémszerkezetet, amely idegen potenciált képviselhet, be kell kötni az EPH rendszerbe. Ilyen testek közé leginkább az istállókban alkalmazott kábeltálcákat, a függesztett szalmahordó sínt, „salgó polcokat”, illetve terménytárolókat stb. értjük. Fontos megjegyezni, hogy a beérkező közüzemeket is, mint például a gáz, a komplexumba történő belépési ponthoz minél közelebb, szintén be kell kötni az EPH rendszerbe. A bekötés folyamán különös tekintetet kell arra fordítani, hogy az egyes bekötendő eszközöket TILOS sorolni, azaz „T” leágazást kell alkalmazni. A „T” leágazás jelenleg azt takarja, hogy ha egy készüléket még ki is kötnek az EPH rendszerből, a többi készülék továbbra is része az EPH rendszernek. Mint azt a 1.1.1-es pontban láthattuk a kiegészítő EPH esetében a minimális keresztmetszet a rágsálók miatt 4mm². Ezen keresztmetszetet ugyanezen ok miatt továbbra is célszerű alkalmazni. (Dr. Novothny Herenc (PhD), 2011)

9.6 Túlterhelés elleni védelem

A korábbi pontokban az egyes készülékek, vezeték, kábel szakaszokat túláram, rövidzárlat védelme már megtörtént, viszont fontos említést tenni a túlterhelés elleni védelemről is. A készülékek rövid idejű túlterhelődése esetén ugyanis megnő az áramfelvételük, melynek hosszútávon káros melegítő hatása van a készülékre, amely így végső soron rövidebb idő alatt amortizálódhat. A túlterhelés elleni védelem ezt a helyzetet kívánja megszüntetni. Túlterhelés elleni védelem alkalmazása csak és kizárólag ott indokolt ahol annak elmaradása esetén keletkező gazdasági, személyi károk nagyobb mértéket öltenek, mint a beruházási költségek. Gazdasági szempontból jelenleg csak a szellőztető ventilátorok, párástók, etetők, szivattyúk motorjait célszerű védeni bimetal hőkioldó segítségével, ugyanis ezeknek a készülékeknek a meghibásodása komoly anyagi

károkat okoz, amely az állatállomány pusztulásában mutatkozik meg. Kiválasztási szempontot figyelembe véve itt is ugyanazon pontokon kell végig haladni, tehát a névleges áramerősségen, feszültségen, zárlati szilárdságon, pólusok számán. Célszerű olyan készüléket választani, amely rendelkezik segédérintkezővel is, így egy esetleg lekapcsolás esetén távjelzést lehet szolgáltatni. Ezen feltételeket a Schneider Electric TeSys motorvédő kapcsoló termékcsaládja maradéktalanul kielégíti. (Schneider Electric, 2021)

Rendkívül fontos megjegyezni, hogy ezeknek a készüléknek a névleges áramtartománya állatható, amelynek értékét legfeljebb a készülék névleges áram értékére szabad beállítani.

Ezen felül még igen fontos körülmény, hogy a motorvédő beépítése esetén se maradhat el a zárlatvédelmi készülékek megléte, ugyanis a motorvédő készülék csak és kizárólag a névleges áram tartományokban képes biztonságos megszakítást végezni.

9.7 Alacsony feszültség, aszimmetria elleni védelem

Készülékek üzemeltetése során a tartósan alacsony feszültség rövid távon a készülék hatásfokának romlásához, hosszútávon idő előtti meghibásodásához vezethet. Természetesen tartósan alacsony feszültség alatt a hálózati engedélyes jogszabályban meghatározott tartományon kívüli értéket értjük. Ezen probléma ellen leginkább feszültségcsökkenési relék beépítésével lehet védekezni amely, ha a beállított küszöbértéknél kisebb feszültséget érzékel, akkor a beállított idő letelte után kioldó parancsot ad.

Feszültségaszimmetria alatt azt a jelenséget értjük, amely alatt a három fázis feszültségeinek abszolút értéke jelentősen eltér egymástól, méghozzá „huzamosabb” ideig. Ebben az esetben a legnagyobb „vesztesek” a háromfázisú fogyasztók, ugyanis ebben az esetben drasztikusan csökken a hatásfokuk, mely végső soron káros túlmelegedésekhez vezethet. Védekezni jelen esetben aszimmetria elleni relével lehet, mely esetben szintén a kioldó parancs segítségével történik az érintett fogyasztók leválasztása.

Fontos még az előbb tárgyalt forgó gépek esetében egy kis figyelmet fordítani az alacsony feszültség elleni védelemre, ugyanis abban az esetben, ha a hálózati feszültség valamilyen oknál fogva megszűnik, majd pedig visszatér, akkor meg kell akadályozni, hogy magától „spontán” újra elinduljon, természetesen ez a „spontán” elindulás nem azonos a következő pontokban leírt, automatika által vezérelt indítással, újraindítással.

9.8 Hangjelzések, tájékoztató védelmek

Hangjelzés alatt az olyan készülékeket értjük, melyeket azért telepítettek, hogy a nagy távolságok miatt, az állandó ügyeletet nem biztosítható területen felhívják az illetékesek figyelmét a veszélyre, esetleges üzemzavarra. Veszély alatt leginkább a motorikus fogyasztók indulását értjük, amikor is a vezérlés első lépésként jól hallható, hangjelzés sorozatot hozz létre annak érdekében, hogy a készüléken dolgozó szakembereket még abban az esetben se érhesse baleset, ha emberi mulasztás miatt a készülék hálózatról történő leválasztása nem történt meg.

Tájékoztató jelzések alatt leginkább az egyes védelmek működésének a tényét, készülékek hibáját kívánjuk jelezni a komplexumban dolgozóknak, annak érdekében, hogy az elhárítás a lehető legrövidebb időn belül elkezdődhessen.

Igen fontos megjegyezni, hogy a két jelzésnek hangszínben és ritmusra, hossza is el kell térnie ezért, hogy a jelzések minden körülmények között egyértelműek és megkülönböztethetőek legyenek. (Dr. Novothny Herenc (PhD), 2011)

9.9 Tűzvédelem

Bár jelen dokumentum feladatai közé nem tartozik a tűzvédelmi rendszer kiépítése, viszont megfogalmazhatatlanul fontos, hogy abban az esetben, ha az istállókban található füst-tűzjelző készülékek működésbe lépnek, a szellőztetést haladéktalan le kell állítani és csak és kizárólag külső engedély (pl.: kulcsos kapcsoló) segítségével lehessen újraindítani. Ez azért elkerülhetetlenül fontos intézkedés mivel, az erős ventilláció hatására a legkisebb parázs is a száraz szalmán rövid időn belül tova terjed és néhány percen belül akár futótűz is kialakulhat, mely az összes ott tartózkodó állat, ember azonnal és rémes

halálához vezet. Az itt szükséges hangjelzések tervezése már az illetékes szakemberek feladata. (Dr. Novothny Herenc (PhD), 2011)

9.10 Meghúzás késleltetés, indítási áramlökések elleni védelem

Mint az már korábbi tanulmányainkból ismeretes, villamos fogyasztókat a hálózatra kapcsolva azok rövid ideig a névleges áramerősségük többszörösét is felvehetik. Ez a probléma különös jelleggel érinti a motorikus fogyasztókat. Mivel fizika törvényszerűségek ellen nem tudunk harcolni, ezért az egyes készülékek bekapcsolása szekvenciálisan történik. Minden egyes épülethez rendelünk egy időállandót, amelyek között akkora különbség kell, hogy legyen, ami alatt az épület összes fogyasztójának indítási folyamata már lezajlott. Az egyes készülékek indítása között is biztonsági időszavakat hagyunk, tehát minden sorban, egyesével indul. Ha egy épület végzett az indítási folyamattal (letelt az ideje) akkor a következő indítja folyamatot. Ennek a problémának a kezelése kiváltképp fontos a néhány másodperces, sorozatos egymást követő hálózati üzemzavarok esetén, ugyanis védelem nélkül ebben az esetben rövid időn belül a védelmek megszólalnának.

9.11 Leválasztás

Leválasztás alatt az összes üzemi vezető megszakítását értjük. Leválasztásra a feszültségmentesítéskor, tüzesetek, karbantartások idején van szükség. Mint azt már a 1.1.1-es pontban is megfogalmazásra került az **MSZ HD 60364-7-705** értelmében minden épület vagy épületrész készülékei számára biztosítani kell a leválasztás lehetőségét. Ennek kivitelezését az 3, 4, illetve az 5. ábrán lehet nyomon követni azaz, hogy minden főelosztó, alelosztó rendelkezik privát leválasztó kapcsolóval. Ennek az eljárásának a fontosságát leginkább a motorikus fogyasztók esetében lehet szemléltetni. Ugyanis motorikus fogyasztók esetében közvetlenül a készülék közelében el kell helyezni egy leválasztó kapcsolót, mely azt hivatott szolgálni, hogy a rajta dolgozó szakembereket se mechanikai, se pedig villamos baleset ne érhesse. Természetesen más okból is történhet leválasztás, ilyen például a hibás készülék ideiglenes leválasztása annak érdekében, hogy

a hálózat fennmaradó része üzemelhessen. (Dr. Novothny Herenc (PhD), 2011) (MSZ HD 60364-7-705:2007)

9.12 Rágcsálók elleni passzív védelem

Sajnálatos módon az ilyen telepeken az ott dolgozókon kívül számos más kellemetlen lakó is tartózkodik. Sajnos mivel ezen állatok mérgezése napjainkban „nem igazán egyszerű feladat” jogi szempontból, másrészt mivel a különböző rágcsálóriasztó berendezések hatásfoka igencsak kétes és esetlegesen még a haszonállatokat is zavarhatják, ezért passzívan kell védekezni ellenük. A legnagyobb problémát az egyes kábelek, vezetékek rágásával okozzák, ezek ellen falba süllyesztéssel, kábel tálcával, fém gégecsővel vagy műanyag védőcsövekkel védekezhetünk. Nagyon fontos azonban megjegyezni, hogy műanyag védőcsövek esetén a gyakorlati tapasztalatok alapján célszerű minimum MŰ II-es 25mm-es kivitt alkalmazni, ugyanis ezt már a rágcsálók nem igazán tudják az álkapcsukkal „átfogni”.

9.13 Túlfeszültségvédelem

A túlfeszültségvédelem alkalmazása olyan esetekben szükséges ahol a kapcsolási, légköri eredetű túlfeszültségek olyan mértéket öltenek, amely már káros a berendezésekre. Annak eldöntésére, hogy szükséges-e a túlfeszültség korlátozó beépítése első lépésként meg kell vizsgálni az **MSZ HD 60364-4-443**-ben a megengedhető lökőfeszültség értékeket, osztályokat, ezen értékeket a tárgyalta szabvány 443.6.2-es pontjának 1. táblázatában található. Ezen táblázatból a hálózati feszültséget illetően a 230/400 V-os sávot kell figyelembe venni. Mint az látható, annak megfelelően, hogy milyen készülékről, beépítési helyszínről beszélünk, összesen IV csoportot különböztetünk meg. Tehát végső soron túlfeszültségkorlátozó kiválasztása esetén mindig ennek megfelelően kell választani.

Következő lépésként a vizsgálatot az **MSZ HD 60364-5-534** alapján kell folytatni. Első lépésként az alkalmazandó védelmi osztályt kell meghatározni azaz, hogy I-es, II-es avagy III-as. A kapcsolásból, villámlásból eredő túlfeszültségek hatásainak korlátozása érdekében II-es osztállyal rendelkező termékeket kell beépíteni, még hozzá minél közelebb

a védendő eszközhöz. Abban az esetben, ha villámvédelem alkalmazása is történt a komplexumban, akkor T1 kategóriájú termékek beépítése is szükséges még hozzá minél közelebb a tápponthoz. Ezen kategória beépítése akkor is szükséges, ha villámvédelem nem került beépítésre viszont a villámcsapás valószínűsége az utolsó oszlop és a csatlakozás között jelentős. A T3 kategóriába tartozó eszközöket különösen a finom elektronikák esetében szükséges alkalmazni közvetlenül a fogyasztónál. Következő lépésként a készülék feszültségimpulzus elleni ellenállóságát kell kiválasztanunk. Ezen folyamatot az **MSZ HD 60364-5-534** szabvány 534.1-es táblázata alapján tehetjük meg. Ehhez első lépésként ismét a 230/400 V-os sávot kell kiválasztanunk, illetve a feszültségimpulzus elleni ellenállóságot annak megfelelően kell megválasztani, hogy a készülék milyen túlfeszültség kategóriába sorolható. Következő lépésként az 534.4.3-as pont segítségével túlfeszültség korlátozó készülék csatlakozását kell kiválasztani. Jelen helyzetben mivel ez egy 5 vezetős rendszer így a CT1 kategóriát kell választani. Végző lépésként pedig a tartós, illetve az impulzus jellegű levezetési áramot kell meghatározni. Ezen értékeket az 543.3-as, illetve 534.4-es táblázatban lehet megtenni. Csatlakozást tekintve az N-PE típust kell vizsgálnunk, az ellátást tekintve pedig a háromfázisú CT1 kategóriát. Ezek függvényében arra lehet jutni, hogy a folyamatos jellegű levezetési áram értékét 5 kA-re, az impulzus jellegű levezetési áram értékét pedig 12,5 kA-re kell választani. (MSZ HD 60364-4-443) (MSZ HD 60364-5-534) (Dr. Novothny Herenc (PhD), 2011)

10 ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozat első felében próbáltam törekedni a megfelelő műszaki követelmények tisztázására mellyel a viszonylagos rövidsége ellenére sikerrel jártam. Mint az a figyelmes olvasónak feltűnhet ebben a pontban mindösszesen az MSZ HD 60364-7-705:2007 szabványt fejtettem ki részletesebben annak ellenére, hogy a dolgozatban számos más szabvány említésére, alkalmazásra került. Ennek a valódi oka egyrészt a korlátozott terjedelemben másrészt pedig abban áll, hogy azon szabványok viszonylagos módon általános érvényűek, míg az általam kifejtett darabok pedig specifikus példányok.

A szakdolgozat második pontjában a villamosenergia igény felmérésénél próbáltam törekedni a lehető „legzordabb” körülmények felvázolni, amit mind a gyakorlati tapasztalataim, mind pedig a képzeletem képes volt szavakba önteni. Összességében úgy gondolom, hogy ebben a pontban sikerült egy olyan korrekt felmérést alkotnom amelyet, ha alkalmazunk a későbbi gyakorlatban, akkor egy üzembiztosan működő komplexumot kapunk.

A harmadik pontban az ellátási lehetőségek vizsgálatánál próbáltam sorra venni minden egyes üzemi, illetve segédüzemi betáplálást annak érdekében, hogy a lehető legüzembiztosabb ellátást tudjam garantálni az elképzelt üzemnek.

A negyedik pontban az energiavezető elhelyezésénél bevallom őszintén, hogy már a szakdolgozat előtt gyakorlatilag biztos voltam benne, hogy mi lesz a választásom, ugyanis a légkábeles megoldással a gyakorlati tapasztalatok alapján rengetek üzemviteli probléma volt. Mindezek után az előnyök, hátrányok ismertetése után csak még jobban meggyőződtem, hogy a földkábel alkalmazása a helyes út. Ennek ellenére, úgy gondolom, hogy ennek a dokumentumnak a megírása jó irányba vitte a szakmai véleményformálásomat ugyanis szilárd meggyőződésemmel ellenére próbáltam megvizsgálni minden pontot, érzérvet.

Az ötödik, hatodik, illetve hetedik pontban próbáltam ismét törekedni az egyes elhelyezési módok, különböző kialakítások bemutatására, de bevallom őszintén, hogy ez csak részlegesen sikerült mivel a terjedelem sajnos már nem tett többet lehetővé. A betáplálás kialakításánál próbáltam törekedni arra, hogy a lehető legmodernebb

készülékek, mérőhelyek, oszlop szerkezetek történjenek beépítésre annak érdekében, hogy egy igen hosszú élettartamú és modern komplexumot tudjak létesíteni.

A nyolcadik pontban a fogyasztói hálózat kialakításában vette kezdetét az igai munka, amikor gyakorlatilag az összes készülék, elosztó betápláló, leágazó vezetőjét kellett meghatározni. Annak érdekében, hogy számot adjak tudásomról igyekeztem, minél változatosabb elhelyezésű, kialakítású hálózatot felvázolni, kiszámítani, amely összességében sikerült. Az egyetlen dolog, amivel kapcsolatban továbbra is hiányérzetet érzek az nem más, mint a terjedelem ugyanis szerettem volna minden egyes vezetőknek a számítását részletezni, azonban sajnos azzal ez a dokumentum valószínűleg több mint 150-200 oldalas terjedelmű lett volna.

Az utolsó, kilencedik pontban a védelmek kialakítását tűztem ki célul, amivel kapcsolatban összességében, úgy gondolom, hogy sikerrel jártam. Sajnos itt is az egyetlen negatív tapasztalatom az, hogy a terjedelem nem tette lehetővé az összes elem kidolgozását. Azonban szerintem összességében a terjedelem tartásása ellenére sikerült korrekt módon táblázatba foglalni az egyes rész, végeredményeket.

Végző gondolatként talán annyit szeretnék megjegyezni, hogy annak ellenére, hogy volt már szerencsém ilyen jellegű komplexumban dolgozni, mint villamos „szakember”, de egészen más egy kis hálózati rész vizsgálata, javítása, mint a mostani feladatom, azaz hogy egy teljes egész rendszert kell áttekinteni és minden szükséges összefüggést átlátni, megérteni. Összességben azt kell mondanom, hogy nagyon jó élmény és remek kihívás volt, hogy véghez vihettem egy ilyen projektet és biztos vagyok benne, hogy ezen túl teljesen más szemmel fogok vizsgálni egy ilyen komplexumot, ha ott járok.

11 SUMMARY

In the first half of the dissertation I tried to clarify the appropriate technical requirements, which, despite its relative brevity, I succeeded in. As the attentive reader may notice, I have only explained the MSZ HD 60364-7-705: 2007 standard in more detail at this point, despite the fact that several other standards have been mentioned and applied in the dissertation. The real reason for this is, on the one hand, the limited scope and, on the other hand, that those standards are relatively general, while the pieces I have explained are specific specimens.

In the second point of the dissertation, when trying to assess the demand for electricity, I tried to outline the “harshesht” conditions possible, which both my practical experience and my imagination were able to put into words. All in all, I think that at this point I have managed to create a correct survey which, if applied in later practice, will give us a reliable complex.

In the third point, in the course of examining the supply possibilities, I tried to list each plant and auxiliary supply in order in order to guarantee the most reliable supply possible for the imagined plant.

In the fourth point, when I place the energy conductor, I honestly admit that I was practically sure what my choice would be before the dissertation, because based on practical experience, there were a lot of operational problems with the overhead cable solution. After all this, after explaining the advantages and disadvantages, I was even more convinced that using the ground cable was the right way to go. Nevertheless, I think that the writing of this document took my professional opinion in the right direction, because despite my firm convictions, I tried to examine all the points and arguments.

In the fifth, sixth and seventh points, I tried again to present the different placement methods and different designs, but I can honestly admit that this was only partially successful, as the scope unfortunately no longer made it possible. When designing the power supply, I tried to make sure that the most modern devices, measuring points and column structures were installed in order to be able to build a very long-lasting and modern complex.

In the eighth point, the work started in the development of the consumer network, when the supply and branch drivers of practically all the devices and distributors had to be determined. In order to give an account of my knowledge, I tried to outline and calculate a network with a more diverse layout and design, which was successful. The only thing I still feel lacking in is the length I wanted to detail the calculation for each leader, but unfortunately this document would probably have been more than 150-200 pages long.

In the last, ninth point, I set out to build defenses, which I think I was successful at. Unfortunately, my only negative experience here is that the scope did not allow me to work out all the elements. However, in my opinion, despite keeping the scope, the individual parts and the final results were tabulated in a correct way.

As a final thought, perhaps I would like to note that although I have had the good fortune to work in this type of complex as an electrician, it is quite different to examine and improve a small part of the network than my current task, ie to review an entire system. and to see and understand all the necessary connections. All in all, I have to say that it was a very good experience and a great challenge to be able to complete such a project and I am sure that I will look at such a complex with a completely different eye when I go there.

12 JEGYZÉKEK

12.1 Ábrajegyzék

<i>1. ábra Csatári Plast PVT EON 9090 N3x400A áramváltós mérőhely</i>	<i>38</i>
<i>2. ábra A fogyasztásmérőhely kialakításának sematikus képe</i>	<i>43</i>
<i>3. ábra A főelosztó egyvonalas kapcsolási rajza</i>	<i>47</i>
<i>4. ábra Alelosztók egyvonalas kapcsolási rajza.....</i>	<i>50</i>
<i>5. ábra No. I Istálló alosztójának egyvonalas kapcsolási rajza</i>	<i>51</i>

12.2 Táblázatjegyzék

<i>1. táblázat Keresztmetszetek számítása.....</i>	<i>58</i>
<i>2. táblázat Szakaszimpedanciák számítása</i>	<i>67</i>
<i>3. táblázat Hibavédelem ellenőrzése.....</i>	<i>74</i>

13 FELHASZNÁLT IRODALOM

- Csatári Plast. (2021). *Csatári Plast PVT EON 9090 N3x400A*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: <http://www.csatariplast.hu/index.php/hu/aramvaltos-merohelyek/16-pvt-tipusu-aramvalto-merohelyek/detail/798-eon400v?tmpl=component>
- Csatári Plast. (dátum nélk.). *Csatári Plast Eon 400 kép*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [www.csatariplast.hu: http://www.csatariplast.hu/images/phocagallery/pvt_aramvaltos/thumbs/phoca_thumb_l_eon400v.jpg](http://www.csatariplast.hu/images/phocagallery/pvt_aramvaltos/thumbs/phoca_thumb_l_eon400v.jpg)
- Dr. Novothny Ferenc (PhD). (2011). *Villamosenergia-ellátás II. PÉLDATÁR 1. kötet Villamos biztonságtechnika*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Morva György. (2011). *Villamosenergia-ellátás II. 2. kötet villamos védelem és automatika*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Novothny Ferenc (PhD). (2010). *Villamos energetika I*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Novothny Ferenc (PhD). (2010). *Villamos energetika I. Példatár*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Novothny Ferenc (PhD). (2012). *Villamosenergia-ellátás II- PÉLDATÁR 2. kötet Villamos védelem és automatika*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Novothny Ferenc. (2015). *Villamosenergia-ellátás I. Példatár*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Novothny Frenec (PhD). (2010). *Villamosenergia-rendszerek I*. Budapest: ÓE-KVK.
- Dr. Novothny Herenc (PhD). (2011). *Villamosenergia-ellátás II. 1. kötet Villamos biztonságtechnika*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Novothny Ferenc (PhD). (2010). *Villamosenergia-ellátás I*. Budapest: ÓE KVK.
- Dr. Szandtner Károly. (dátum nélk.). *Túlfeszültség keletkezése, túlfeszültség védelem*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [muszeroldal.hu: https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/Tulfesz.pdf](https://www.muszeroldal.hu/measurenotes/Tulfesz.pdf)
- E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. (dátum nélk.). Hálózattervezési szabályzat.
- Eon Hungária Zrt. (2018). *Üzemi szabályzat*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [eon.hu: https://www.eon.hu/content/dam/eon/eon-hungary/documents/hatarozatok-szabalyzatok-aram/EKER-jan1-tol/2018-07-03/C_uzemi-Szabalyzat_2018-07-01.pdf](https://www.eon.hu/content/dam/eon/eon-hungary/documents/hatarozatok-szabalyzatok-aram/EKER-jan1-tol/2018-07-03/C_uzemi-Szabalyzat_2018-07-01.pdf)
- Eon Hungária Zrt. (2020). *Elosztói szabályzat - Az elosztó hálózathoz való hozzáférés*. Letöltés dátuma: 2021. 01 10, forrás: [eon.hu: https://www.eon.hu/content/dam/eon/eon-hungary/documents/hatarozatok-szabalyzatok-aram/elosztai-szabalyzat/Elo-szab-torzs-14-sz-mod-2020-10-30.pdf](https://www.eon.hu/content/dam/eon/eon-hungary/documents/hatarozatok-szabalyzatok-aram/elosztai-szabalyzat/Elo-szab-torzs-14-sz-mod-2020-10-30.pdf)

- Gulf Cable & Electrical Industries Co. (dátum nélk.). *XLPE Insulated Cables*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [gulfcable.com](https://www.gulfcable.com/Product_Subdetails?key=353):
https://www.gulfcable.com/Product_Subdetails?key=353
- Jogszabály. (1997). *41/1997. (V. 28.) FM rendelet az Állat-egészségügyi Szabályzat kiadásáról*.
 Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás:
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700041.fm>
- Kaposvári Villamossági Gyár Kft. (2021). *A KVGY Kft. kis- és középfeszültségű termékei*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: kvgy.hu: kvgy.hu
- KEVEVILL KFT. (2021). *Transzformátor elosztószekrények*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [kevevill.hu](http://www.kevevill.hu/gte.html): <http://www.kevevill.hu/gte.html>
- LEROY-SOMER. (2020). *Low Voltage Alternator - 4 pole*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [leroy-somer.com](https://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/5028_en.pdf): https://www.leroy-somer.com/documentation_pdf/5028_en.pdf
- Magyar Elektrotechnikai Egyesület. (2016). *ÉRINTÉSVÉDELMI FELÜLVIZSGÁLÓK KÉZIKÖNYVE*. Budapest: Magyar Elektrotechnikai Egyesület.
- Magyar Elektrotechnikai Egyesület. (2019). *ERŐSÁRAMÚ BERENDEZÉSEK FELÜLVIZSGÁLÓINAK KÉZIKÖNYVE*. Budapest: Magyar Elektrotechnikai Egyesület.
- MSZ 13207:2020, 0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű villamosenergia-kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ 172-1:1986/1M:1989 , Érintésvédelmi szabályzat. Kisfeszültségű erősáramú villamos berendezések (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ 172-2:1994 , Érintésvédelmi szabályzat. 1000 V-nál nagyobb feszültségű, nem közvetlenül földelt berendezések (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ 447:2019 , Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ HD 60364-4-443, Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-44. rész: Biztonság. Feszültségzavarok és elektromágneses zavarok elleni védelem. 443. fejezet: Léggöri vagy kapcsolási tranziens túlfeszültségek elleni védelem (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ HD 60364-5-52:2011, A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Kábel- és vezetékrendszerek (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ HD 60364-5-534, Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-53. rész: Villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Leválasztás, kapcsolat és vezérlés. 534. fejezet: Tranziens túlfeszültségek elleni védelmi eszközök (Magyar Szabványügyi Testület).
- MSZ HD 60364-7-705:2007 , Mezőgazdasági és kertészeti építmények szabvány (Magyar Szabványügyi Testület).

- Rajnoha László. (2019). *Fogyasztásmérőhelyek és méretlen fővezetékek méretezési kérdései*.
 Forrás: e-villamos.hu: <https://www.e-villamos.hu/letoltes/mee-vet-2019-meret.pdf>
- SARAWAK CABLE GROUP. (dátum nélk.). *UC XLPE Cable Catalogue*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: ucable.com: http://www.ucable.com.my/images/products/UC_XLPE_Catalogue.pdf
- Schneider Electric. (2019). *Schneider Electric Interpact*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=LVPED208006EN.pdf&p_Doc_Ref=LVPED208006EN
- Schneider Electric. (2021). *Schneider Electric TeSys katalógus*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=MKTED210011EN.pdf&p_Doc_Ref=MKTED210011EN
- Schneider Electric. (dátum nélk.). *Schneider Electric Acti9 katalógus*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: schneider-electric.com: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Acti_9_altalanos_katalogus_2015.pdf&p_Doc_Ref=acti9_altalanos_katalogus_2015
- SIEMENS. (dátum nélk.). *SIEMENS 3VA9324-ORL30 datasheet*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: <https://docs.rs-online.com/>: <https://docs.rs-online.com/7d1e/A700000007289063.pdf>
- Wöhner. (2021). *Wöhner busbar*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: [https://pim.woehner.de/EN/FR/60Classic_630_A_\(800_A\)_2500_A/Busbar_supports_busbars_and_covers/4-pole_60mm_system/1000043931](https://pim.woehner.de/EN/FR/60Classic_630_A_(800_A)_2500_A/Busbar_supports_busbars_and_covers/4-pole_60mm_system/1000043931)
- Wöhner. (2021). *wöhner NH00*. Letöltés dátuma: 2021. 12 01, forrás: https://pim.woehner.de/EN/US/Panel_switch_disconnectors_fuse_switch_disconnectors_and_hybrid_motor_starters_for_panel_mounted/NH_fuse_switch_disconnectors/size_000/1000046620