



SZAKDOLGOZAT



ÓE-KVK

Hallgató neve: Kelemen Áron Tamás

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T006539/FI12904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: Energetika informatika modul



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kelemen Áron Tamás

Szakdolgozat száma: SZD21022212243812

Törzskönyvi száma: T006539/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven) (Budapest)

Specializáció: Energetikai informatika modul
Villamos fogyasztók modul
Villamosenergia-rendszerek modul
Villamosenergetika specializáció

A dolgozat címe: Raktárépület gépészeti rendszere villamosenergia-ellátásának méretezése

A dolgozat címe angolul: Warehouse building technical system electricity supply calibration

A feladat részletezése: 1. A gépészeti rendszer és villamosenergia-igénye

2. Betáplálás kialakítása, méretezése, készülékek kiválasztása

3. Egy tipikus leágazás méretezése

4. Védelmek kialakítása

A kiadott téma elővülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

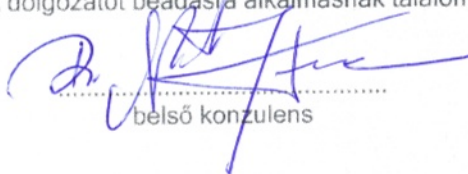
A szakdolgozat: Nem titkos.

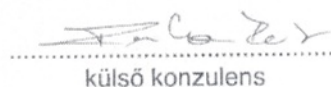
Kiadva: Budapest, 2021. 12. 08.

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. 15.

.....
hallgató aláírása

1. TARTALOMJEGYZÉK

1. Tartalomjegyzék.....	4
2. Köszönetnyilvánítás	6
3. Bevezetés.....	7
3.1. Raktározás szempontjai.....	7
3.2. A szakdolgozat feladatának leírása.....	7
3.3. A szakdolgozat feladatára vonatkozó szabványok	8
4. A gépészeti rendszer és villamosenergia-igénye.....	10
4.1. A raktár felépítése.....	10
4.2. Tűz- és robbanásbiztonság.....	10
4.3. A raktárépületek szellőztetésének kiépítése és feladatai.....	11
4.4. Bontási munkálatok az épület főelosztóján.....	13
4.5. Újonnan betelepített technológiák.....	14
4.6. Légkezelő berendezések energiaigénye.....	15
5. Betáplálás kialakítása, méretezése, készülékek kiválasztása.....	17
5.1. Betáplálás nyomvonalának kialakítási feltételei.....	17
5.2. Betáplálás kábeleinek nyomvonala és fektetési módszere.....	23
5.3. Betáplálás kábeleinek méretezés és kiválasztása.....	24
5.4. A betáplálás kábelének a bemutatása.....	28
5.5. Betáplálás zárlatszámítása.....	30
6. Egy tipikus leágazás méretezése.....	33
6.1. Leágazások típusai.....	33
6.2. Leágazások kábeleinek nyomvonala és fektetési módszere.....	33
6.3. Leágazások számításai.....	34

6.4 Leágazások kábeleinek a bemutatása.....	40
7. Védelmek kialakítása.....	42
7.1. Villamos kapcsolási terv elkészítése	42
7.2. Készülékek és alkatrészek kiválasztása	42
7.3. Megszakítók.....	42
7.4. Olvadábiztosítók.....	44
7.5. Szakaszoló kapcsolók.....	47
7.6. Túlfeszültség levezető	48
7.7. Tűzeseti lekapcsolás	49
7.8. Hőszivattyúk tiltó kapcsolói.....	49
8. Tartalmi összefoglaló.....	51
9. Summary.....	52
10. Irodalomjegyzék.....	53
Mellékletek.....	54

2. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani azoknak a személyeknek, akik különböző módokon voltak segítségemre a szakdolgozat írása alatt.

Először is köszönettel tartozok Dr. Novothny Ferenc tanár úrnak, aki az egyetemi konzulensi feladatok ellátása mellett türelemmel segítette munkámat a szakmai háttér biztosításával. Kéréseimmel és kérdéseimmel bátran tudtam hozzá fordulni.

Köszönetemet szeretném kifejezni Farkas Péternek, ipari konzulensemnek, akinek a segítségével döntöttem a téma mellett. Széleskörű szakmai irodalmat bocsátott rendelkezésemre és szakmai útmutatást biztosított számomra a szakdolgozatom befejezéséig.

Emellett szeretnék köszönetet mondani a Wolf Plan Mérnökiroda Kft. dolgozóinak, kifejezetten Bálint Rolandnak, aki szívesen válaszolt technikai kérdéseimre és segítségemre volt a számításokkal kapcsolatos problémáknál, és Gózon Mihálynak, akinek a szakdolgozatom szerkezetével kapcsolatos meglátásai komoly segítséget jelentettek.

Szintén szeretnék köszönetet mondani a családomnak: szüleimnek, akik az írás alatt biztattak és segítettek, és testvéreimnek, Lucának és Andrásnak, akik tanácsokkal és morális támogatással láttak el az írás folyamán.

3. BEVEZETÉS

3.1. Raktározás szempontjai

A raktárakkal szembeni legfőbb elvárás, hogy megőrizzük az áru mennyiséget és minőségét, és ezek az áruk könnyen szállíthatók legyenek a raktáron belül és kívül is. Az árukra legkárosabb külső hatásokat két részre lehet osztani: vannak mechanikus és klimatikus hatások. Mechanikai hatások alatt legáltalánosabban a nyomást, ütközést, rázást, ejtést, buktatást értjük. Klimatikus hatások alatt pedig az extrém hőmérsékleti állapotokat, legyen az magas, vagy alacsony, és bizonyos esetekben a napfényt, a levegő páratartalmát, és a légkör szennyezettségét értjük.

A vegyipari áruk tárolásánál külön szabályozásokat kell figyelembe venni, a tárolt áru veszélyessége okán. A vegyszerek tárolásánál elsődleges fontosságú, hogy az anyagok között ne lépjen fel kémiai reakció. Ennek érdekében egymással reagáló anyagokat nem szabad azonos helységben tárolni, például maró anyagokat nem lehet egyszerre gyúlékony folyadékokkal tartani. Az ilyen árukat elérhetetlené kell tenni nem feljogosított személyek számára, hogy ne veszélyeztessék az ott dolgozókat és a környezetet. A csomagolóanyagokon, a hordókon, dobozokon és üvegeken pontosan fel kell tüntetni a tartalmukat. Biztosítani kell a megfelelő szellőzést, és hőmérsékletet. Az anyagokat száraz és hűvös helységben kell tárolni. A raktár helységeiben tilos nyílt lángot használni. A raktárakban az ott található termékeknél használható tűzoltó készülékeket kell elhelyezni.

[1]

3.2. A szakdolgozat feladatának leírása

A szakmai gyakorlatomat a Wolf Plan Mérnökiroda Kft.-nél végeztem. A szakdolgozatom egy ott elvégzett konkrét munkán alapul. A szakdolgozatom feladata egy fiktív vegyipari vállalat magyarországi raktártelepén, egy raktárépület villamosenergia-ellátásának áttervezése. A raktározott áru megváltozása miatt meg kell változtatni ezen áruk környezetét, biztonsági és gazdasági okokból felújításokra lesz szükség. Az raktárban különféle vegyiárakat tárolnak, ezért különleges tárolási feltételek szükségesek. A feladatom ezen expedíciós raktár helységeiben a felújított és kibővített klimatikus rendszer energetikai ellátásának tervezése.

A rendszernek meg kell felelnie a beruházó által kijelölt paramétereknek. Az új, kívánt elérendő belső hőmérsékleti skála $+15^{\circ}\text{C}$ és $+25^{\circ}\text{C}$ között kell, hogy maradjon. A hőmérsékletskálán kívül a relatív páratartalmat 70% alá szükséges korlátozni. A páratartalom korlátozása annak érdekében történik, hogy megakadályozzuk a raktárban található csomagolóanyagok benedvesedését. A raktárban nyáron aktív hűtést kell biztosítanunk.

A fenti paramétereket biztosító új klimatikus berendezés számára egy új kábelbefogadó szekrényt telepítünk. Az új kábelbefogadó szekrény egy elosztószekrényt és három hőszivattyút lát el. Az elosztószekrény a raktár szellőzésének és hűtésnek az energiaellátását biztosítja. Eredetileg ez a szekrény az épület főelosztójából volt táplálva. A feladat része a főelosztóból jövő betáplálás elbontása is. Az újonnan telepített eszközöket a létező elosztószekrényből és az ebből a szekrényből ellátott kisebb elosztószekrényeket látjuk el. A három újonnan telepített hőszivattyú szintén közvetlenül az újonnan telepített kábelbefogadó szekrényből kap megtáplálást. Az új kábelbefogadó szekrény és az általa ellátott rendszer energiaigényének kiszámítása, betáplálásnak megvalósítása és méretezése a szakdolgozatom feladata.

3.3 A szakdolgozat feladatára vonatkozó szabványok és szabályzatok

A szakdolgozatom készítése folyamán figyelembe kellett vennem a villamos hálózatokra vonatkozó műszaki előírásokat. Tervezés során a villamos és üzemeltetési paraméterek alapján kell megtervezni az adott villamos hálózatot. Ehhez a tervezési feladat alatt a következő szabványokat veszem figyelembe:

MSZ HD 60364-4-442:2012 - Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-442. rész: Biztonság. A kisfeszültségű berendezések védelme a nagyfeszültségű rendszer földzárata és a kisfeszültségű rendszer hibája miatt keletkező átmeneti túlfeszültségek ellen (IEC 60364-4-44:2007)

MSZ HD 60364-4-43:2010 - Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-43. rész: Biztonság. Túláramvédelem;

MSZ HD 60364-5-51:2010 - Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-51. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Általános előírások (IEC 60364-5-51:2005, módosítva)

MSZ HD 60364-5-52:2011/A11:2018 - Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-52. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Kábel- és vezetékrendszerek

MSZ 447:2019 - Kisfeszültségű, közcélú elosztóhálózatra való csatlakoztatás 3.10.

MSZ HD 60364-5-54:2012 - Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-54. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Földelő berendezések és védővezetők (IEC 60364-5-54:2011)

MSZ EN 50171:2001 - Központi áramellátó rendszerek

MSZ EN 60947-2:2007 - Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek. 2. rész: Megszakítók (IEC 60947-2:2006)

MSZ EN 61439-1:2012 – Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések. 1. rész: Általános szabályok (IEC 61439-1:2011)

MSZ EN 61439-3:2013 - Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlő berendezések. 3. rész: Szakképzettség nélküli személyek által kezelhető elosztótáblák (DBO) (IEC 61439-3:2012)

MSZ EN 60529: 2015 - Villamos gyártmányok burkolatai által nyújtott védettségi fokozatok (IP-kód) (IEC 60529:1989)

MSZ 1585: 2016 - Villamos berendezések üzemeltetése (EN 50110-1:2013 és nemzeti kiegészítései)

MSZ 15688:2009 - A villamos energia fejlesztő, átalakító és elosztó berendezések tűzvédelme 54/2014. (XII. 5.) - BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (OTSZ).

TvMI 7.3:2018.07.02 - Tűzvédelmi Műszaki Irányelv.

4. A GÉPÉSZETI RENDSZER ÉS VILLAMOS IGÉNY

4.1. A raktár felépítése

A szakdolgozatban tárgyalt tervezési terület egy raktárkomplexum területén helyezkedik el, pontosabban az egyik épülete. A raktár nem újonnan épült. A szakdolgozatom témájául szolgáló felújítás alatt az épületen strukturális változtatásokra nem kerül sor. A raktár egy egybefüggő egyszintű épület. Az épület belső elrendezése szerint négy, külön funkcionáló raktárterületként működik és az egyik területén van egy emeleti iroda is. A négy raktárrészt a továbbiakban a zavar elkerülése érdekében a következőképpen nevezem: I., II. és III/1., III/2.

A raktáregységeket egybefüggő falak választják el egymástól. A belső elválasztó falak anyaga az I. és II. nevű raktárrész között vasbeton, mint a raktár külső fala. A II. raktárrésszel szomszédos III/1. és III/2. területek szintén betonnal vannak elválasztva. A III/1. és III/2. raktárrész között az átjárást viszont pusztán egy ponyva akadályozza, azaz ez a kettő raktárrész könnyen átjárható. Az emeleti iroda az I. raktárrész épület területén található, de ez a jelenlegi feladatunk tekintetében nem releváns.

4.2. Tűz- és robbanásbiztonság

A jelenlegi feladat, – a szellőzés felújításához kapcsolódó villamosenergia-ellátás biztosítása, – a raktárban helyet kapó tűz- és robbanásveszélyes anyagok, és ezek raktározásának módjai miatt külön megfontolásokat igényel. A veszélyes anyagok tárolása miatt kibocsátásforrások keletkeznek és a kibocsátás mértéke változó lehet.

A raktárszobák tűzveszélyessége az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet alapján van meghatározva. E rendelet alapján lehet meghatározni az épületben tárolt anyagok tűzveszélyességi osztályát, az épület és az önálló épületrészek mértékadó kockázati osztályát.

A raktár I., III/1. és III/2. helyiségekben kezelt anyagok nem jelentenek különleges tűzvédelmi kockázatot. Ezért e helyiségek, régebbi tűzvédelmi besorolás szerint „C” tűzveszélyességi besorolással rendelkeznek, mivel nem áll fönt a tűz- és robbanásveszély. Ezért a helyiségekben nem kell robbanásbiztos kialakítású épületgépészeti és villamos rendszereket kialakítani.

A II. elnevezésű raktárhelyiségben viszont tűz- és robbanásveszélyes anyagokat kezelnek. Ezért a helység, régebbi tűzvédelmi besorolás alapján „A” tűzveszélyességi

besorolással rendelkezik. A robbanásveszély szempontjából a II. raktáregységben csak Ex 2G IIB T3 védettségű berendezéseket lehet telepíteni. A II. csarnokban jelen tervben betervezett berendezések, készülékek és szerelési anyagok kielégítik a II. A alkalmazási csoportra és a T2 hőmérsékleti osztályra vonatkozó követelményeket, a szükséges robbanásbiztonsági követelményeknek megfelelnek. A betervezett berendezések és készülékek a tervezés idején érvényes ATEX engedélyekkel rendelkeznek.

4.3. A raktár épületek szellőztetésének kiépítése és feladatai

A szellőztetés általános leírása:

A raktárkomplexumban – az I. és III/1. III/2. és II. nevű raktározási területek eltérő tűzveszélyességi besorolásától függetlenül, – a tárolt anyagok a normál tárolási körülmények között az általános szellőztetés számára nem okoznak problémát. Jelentősebb, káros mértékű szennyezőanyag csak üzemzavar vagy havária esetén kerülhet a raktár légterébe. Ennek eltávolítása a raktárhelységekből a vészszellőztetés használatával történik. Mivel a raktárban tárolt kémiai anyagok normál körülmények között kibocsátott szennyezőanyaga nem korrodálja a beépített légszűrőket, nincs szükség speciális korrózióvédelemre az alapszellőztetésben. A szellőztetőrendszerbe kerülő levegő nem tartalmaz a környezetet meg nem engedett mértékben szennyező anyagokat, így azt közvetlenül a szabadba lehet vezetni.

Minden raktár általános, illetve hűtő-, és vészszellőztetését raktáranként külön-külön, a tároló polcok mögött és a mennyezet alatt elhelyezett berendezések, ventilátorok látják el. Emellett két, fűtést ellátó légtechnikai rendszer készült el az előző felújításnál.

Alapszellőztetés:

A raktárok alapszellőztetése a „C” tűzveszélyességi besorolású, azaz az I., III/1. és III/2. nevű raktárban óránként kétszeres, míg az „A” tűzveszélyességi, azaz II. raktárhelységben óránként ötszörös légcseré történik a gépésztechnológiai leírás utasításai szerint.

A raktárépület belmagassága miatt csak a tartózkodási zónára, azaz az alsó kettő méterre vonatkozik a szellőztetési rendszer. A szellőztetési rendszer úgy van kialakítva, hogy a friss levegő alulról töltse fel a raktár légterét, a felső részben feldúsuló szennyező anyagokat pedig, illetve a nyári felesleges meleget elszívja a raktár területéből.

Az alapszellőztető berendezések a fix ablakokban kialakított esővédő rácson keresztül szívják a friss levegőt. A fagyvédelmi zsalu és az alapszűrés után egy vízfűtésű kalorifer fűti a befűjt levegőt körülbelül tizennégy fokra. A kalorifer utáni hőmérsékletet egy automatikus rendszer határozza meg.

A légkezelő egység a külső falra szerelve, az oszlopok árnyékában, a polcok mögött van elhelyezve, így a raktározási területet nem csökkenti. A ventilátorok zajának csökkentése érdekében szívó és nyomóoldalra kulisszás hangcsillapítók vannak helyezve.

Hűtőszellőztetés:

A hűtőszellőztetés feladata a belső hőmérséklet túlságosan hosszan tartó megemelkedésének a megakadályozása, hogy a tárolt anyagok megfelelő minőségben hosszan megmaradjanak. A benti maximális hőmérséklet nem haladhatja meg a +25°C-ot. Az esti órákban mindegyik raktárhelységben egy éjszakai hűtőszellőztetés biztosítja a visszahűlést.

A raktárhelységekben hőmérséklet-megfigyelő rendszer van kialakítva. A kialakított rendszer tízszeres légcserét biztosít az alapszellőztetéssel együtt. A rendszer működése automatikus, ha a külső hőmérséklet meghaladja a belső meghatározott hőmérsékletet. Ebben az esetben a nagyteljesítményű ventilátorok eltávolítják a csarnokból a tető alatt összegyűlő meleg levegőt. Az elszívott levegő helyére, a padló magasságába a hűvösebb külső levegő van bevezetve légcsatornák segítségével. Az elszívó ventilátorok kimenő, illetve a bevezető légcsatornák szívóágán egy-egy motoros zsalu van elhelyezve, mely megakadályozza a téli gravitációs légáramlás kialakulását. A külső-belső hőmérsékletkülönbség megléte esetén kinyitnak a motoros zsaluk és elindulnak a hűtőventilátorok. A szobák megfelelő hőmérsékletének elérése esetén a rendszer leáll. A ventilátorok szívó és nyomóoldalán hangcsillapítók vannak elhelyezve a berendezések zajának csökkentése érdekében.

Vésszellőzés:

Vésszellőzést csak a II. raktárrészben szükséges telepíteni az „A” tűzveszélyességi besorolás miatt. Vészhelyzet esetén, a felszabaduló légszennyező anyagok eltávolítását a csarnoktér teljes térfogatára számított óránkénti 7-8-szoros légcserét megvalósító elszívós szellőztetés látja el, mely az általános szellőztetéssel együtt üzemelve biztosítja a 10-szeres légcserét.

A vésszívó rendszer kialakítása megegyezik a hűtőszellőztető rendszerrel. Ebben a raktárban a vésszellőztetést a bejárat kapu mellett elhelyezett indítógombbal is lehet

üzemeltetni, hogy ha valamilyen vegyszer kerül a csarnok légterébe, a dolgozók azonnal el tudják indítani a vészszellőztetést.

4.4. Bontási munkálatok az épület főelosztóján

A raktárépület főelosztója, az E1 jelű 800 x 2000 milliméter méretű elosztószekrény, az I. csarnokból leválasztott kommunális jellegű helyiségben van kialakítva, ahol a jelenlegi erőátviteli és világítási betáplálás fogadása és az alapanyagraktár elektromos áramkörei vannak. Ezek mellett I. es csarnokban található SZ1-es jelű 1200 x 2000 milliméter méretű elosztószekrény betáplálása is innen van ellátva annak az egyik biztosítójáról. A feladat része az SZ1 szekrény meglévő ellátásának elbontása.

Villamos bontás alatt követett lépések:

- A bontást megkezdeni csak feszültségmentesített rendszeren lehet. Ezt méréssel kell ellenőrizni.
- A bontás megkezdése előtt ki kell építeni a munkálatok végzéséhez szükséges, ideiglenes elektromos-csatlakozórendszert.
- Az elektromosrendszerek bontási munkálatainak megkezdése előtt el kell végezni a megmaradó és működő villamos eszközök hálózatról történő leválasztását. A leválasztáshoz szükséges áramtalanítási időszakot az üzemmel előzetesen, írásos formában egyeztetni kell.
- A leválasztott elektromosrendszer visszakapcsolását mechanikai reteszeléssel meg kell akadályozni, valamint a visszakapcsolás tiltását figyelmeztető tábla elhelyezésével kell jelölni.
- A mechanikai reteszeléstől függetlenül az egyes szakaszok bontásának megkezdése előtt műszeres vizsgálattal meg kell győződni a vezetékszakasz, kötődoboz, kapcsolótábla stb. feszültségmentességéről.
- A bontott villamos berendezések elektronikai részeket is tartalmazhatnak, ezeket a vonatkozó rendeletek szerint kell kezelni és gyűjtőhelyre szállítani az építettő utasításainak megfelelően.

4.5. Újonnan betelepített technológiák

A jelenleg beépített technológiákat az I. mellékletben találhatók. Az újonnan beépített technológiákat a II. mellékletben találhatók.

Az újonnan betelepített technológiák:

Megnevezés	Típus	Mennyiség
Homogenizáló ventilátor	Dynair CC 454B	1 db
Fan-coil	AirVent W38HCDP3	2 db
Hőszivattyú	AirVent-systemair HP09 DCI Mono	1 db

1. Táblázat: A I. nevű raktáregységben újonnan telepített gépek

Megnevezés	Típus	Mennyiség
Homogenizáló ventilátor	Dynair CC 454B	2db
Fan-coil	AirVent W38HCDP3	2 db
Hőszivattyú	AirVent-systemair HP09 DCI Mono	1 db

2. Táblázat: A III/1. és III/2. nevű raktáregységben újonnan telepített gépek

Megnevezés	Típus	Mennyiség
Homogenizáló ventilátor	Dynair CC 454B ATX	1db
Beltéri légkezelő gép	MODEL BOX M2-M18	2 db
Hőszivattyú	AirVent-systemair HP09 DCI Mono	1 db

3. Táblázat: A II. nevű raktáregységben újonnan telepített gépek

4.6. Légkezelő berendezések energiaigénye

A tervezési feladatok közül az első általam elvégzett a beépített teljesítmények összeírása volt, amire a többi számítás épül: a „Beépített teljesítmény: a felhasználási helyen beépített, illetve ott rendszeresen üzemben tartott fogyasztókészülékek névleges teljesítményfelvételének a számtani összege.” [2]

A villamosenergia-fogyasztók névleges teljesítményének értékével történő méretezési számítások eredményei, nem egyeznek meg a valódi értékkel. Az esetek többségében nem alakul ki olyan helyzet, hogy minden egyes berendezés azonos időben üzemel. Emiatt, ha a névleges teljesítménnyel folytatódna a számítások, akkor a rendszerben felesleges túlméretezések alakulnának ki. Hogy ez ne következzen be, az egyidejűségi tényezőt használjuk. Az egyidejűségi tényező „az a valószínűségi szám, amely megadja, hogy két vagy több felhasználási hely eredő terhelése – a legnagyobb terhelések időbeli eltolódása következtében – azok számtani összegénél hányszor kisebb.” [3]

Ha esetleg túlméretezzük a rendszert, akkor anyagot pazarolhatunk, és a megrendelőnek többlet beruházási költségeket okozhatunk. Az egyidejűségi tényezőt ezért nagy figyelemmel kell meghatározni, a tervezés méretétől függően. A tervezés alatt a hálózatot a feladatok alapján részekre kell bontani, és minden egyes rész energiaszükségletét a technológia szükséglete és a rá vonatkozó előírások alapján meghatározni. „Az „e” egyidejűségi tényező értéke az épület funkciója, a villamos berendezések mennyisége (darabszáma) és teljesítményigénye függvényében, 0,6... 1,0 tartományban változik” [4] Mivel az idézett szabvány csak lakóépületek esetén ad meg számítási eljárást az egyidejűség kiszámítására, feladatomban a helyi szakemberektől származó információkat vettem figyelembe.

Jel	Megnevezés	P (kW)	Egyidejűség	P _{DF} (kW)
KF	Kábelfogadó szekrény	61,9	0,7	43,30
SZ1	Elosztó szekrény	52,4	0,7	36,68
HSZ_1A	Hőszivattyú	3,15	0,7	2,205
HSZ_2A	Hőszivattyú	3,15	0,7	2,205
HSZ_3A	Hőszivattyú	3,15	0,7	2,205

4. Táblázat Légkezelő rendszerek teljesítménymérlege

A továbbiakban a beépített teljesítmény és az egyidejűségi tényező szorzatát fogjuk figyelembe venni a méretezési feladatok folyamán. A megfelelő energiaigény felmérése, azért is lényeges, hogy minden fogyasztó állandó és biztonságos energiaellátást kapjon.

Az egyidejűség értéke egy, a szellőzés-, klíma-, hűtés-, és fűtéstechológiai szakágban foglalkoztatott technológusok által konszenzusosan megállapított szám, olyan és ahhoz hasonlatos rendszerekről, melyek a szakdolgozatom témáját képzik. Ez az érték megközelítőleg 0,7. A továbbiakban ezzel az értékkel fogom a számításaimat végrehajtani.

Az egyidejűleg beépített teljesítményt a következő képlettel számolható:

$$P_{DF} = P_{be} \cdot e$$

Ahol:

P_{DF} - egyidejűleg beépített teljesítmény

P_{be} - beépített teljesítmény

e - egyidejűségi tényező

5. BETÁPLÁLÁS KIALAKÍTÁSA, MÉRETEZÉSE, KÉSZÜLÉKEK KIVÁLASZTÁSA

5.1. Betáplálás nyomvonalának kialakítási feltételei

Vezetérendszer fogalma:

„Csupasz vagy szigetelt vezetékekből vagy kábelekből, vagy gyűjtősínekből álló szerelvény, valamint azokból a részekből, amelyek rögzítse és szükség esetén zárja le a kábeleket vagy gyűjtősíneket” [6]

Két villamos berendezés összekötése során, a nyomvonal kialakításánál arra kell törekedni, hogy a nyomvonal hossza a lehető legrövidebb legyen. A nyomvonal hosszán a huzalozási rendszerek kiválasztásánál és a nyomvonal építése, szerelése folyamán elengedhetetlen, hogy figyelembe vegyünk a rendszert érő külső hatásokat. Kiemelt figyelmet kell szentelni a nyomvonal irányváltozásaira, és a vezetékek behatolásaira a berendezésekbe.

A vezetérendszerre ható főbb külső hatások:

Környezeti hőmérséklet:

A vezetékrendszerek kiválasztásánál és építésénél arra kell figyelni, hogy a kiválasztott rendszer, a kábelek és annak tartozékai működőképesek legyenek normál üzemben a helyi környezeti hőmérséklet legmagasabb és legalacsonyabb értékei között. Emellett a határhőmérsékletet nem szabad túllépni hiba esetén sem. A határhőmérséklet a maximális folyamatos üzemi hőmérséklet. Egy adott rendszert és alkatrészeit vagy a termékszabványban, vagy a gyártó által megadott hőmérsékleten lehet installálni és működtetni.

Külső hőforrások:

A külső forrásokból eredő hő sugárzódhat vagy vezetődhet. Példák külső hőforrásokra: meleg vizes rendszerek, üzem, más készülékek, lámpatestek, gyártási folyamatok hővezető anyagokon keresztül, vagy a napsugárzás által keltett hő. Ezek, és fel nem sorolt külső forrásokból származó hő által okozott káros hatások megakadályozása érdekében a vezetérendszer védelmét biztosítani kell. A védelemre a következőkben felsorolt módszerek közül egyet, vagy adott esetben több, azonos hatékonyságút szükséges alkalmazni.

A hő elleni védelemre használt módszerek között található a hőárnyékolás, a vezetérendszer a hőforrás aktív területén kívülre való telepítése. A vezetékrendszert úgy kell

kiválasztani, hogy az ellenálljon a külső hőforrások által generált plusz hőmérsékletnek és annak lehetséges emelkedésének, vagy hőszigetelőanyagokat kell alkalmazni az érintett helyeken.

A hőszigetelés típusa	Hőmérséklet határérték ^{a, d} °C
Termoplasztikus (PVC)	70 a vezetőnél
Termosetting-es (XLPE vagy EPR gumi)	90 a vezetőnél ^b
Ásványi (termoplasztikus (PVC) borítású vagy érintésnek kitett csupasz)	70 a hüvelynél
Ásványi (csupasz, nem érintkezik, és nem érintkezik éghető anyaggal)	105 a hüvelynél ^{b, c}
a) Az 52.1. táblázatban megadott maximális megengedett vezeték hőmérsékletek, amelyeken az A. mellékletben megadott táblázatos áramátviteli kapacitások alapulnak, az IEC 60502 és IEC 60702 szabványból származnak, és ezeken a táblázatokon láthatók. b) Ha egy vezeték 70 °C-ot meghaladó hőmérsékleten üzemel, meg kell győződni arról, hogy a vezetékhez csatlakoztatott berendezés alkalmas-e a csatlakozásnál kialakuló hőmérsékletre. c) Ásványi szigetelésű kábeleknél magasabb üzemi hőmérséklet is megengedhető a kábel hőmérsékleti besorolásától, végződéseitől, a környezeti feltételektől és egyéb külső hatásoktól függően. d) Ahol tanúsítvánnyal rendelkezik, a vezetők vagy a kábelek a gyártó specifikációi szerint a maximális üzemi hőmérséklet határértékekkel rendelkezhetnek	

5. Táblázat Maximális üzemi hőmérsékletek a szigeteléstípusokhoz ^[6]

Víz és magas páratartalom jelenléte:

A kialakított rendszer olyan részeiben, ahol összegyűlhet a víz, vagy páralecsapódás képződhet, biztosítani kell a folyadék onnan való elvezetését.

A huzalozási rendszert úgy kell megválasztani és megépíteni, hogy a víz jelenléte vagy pára megjelenése ne okozzon kárt. Ezt úgy lehet elérni, hogy a vezetékrendszereknek meg kell felelnie az adott környezeti feltételek által meghatározott IP védelem fokozatnak.

Második jellemző számjegye	A védettségi fokozat	
	rövid leírása	meghatározása
0	Nem védett	-
1	Függőlegesen leeső vízcseppek ellen védett	A függőlegesen leeső cseppeknek ne legyenek káros hatásai
2	Függőlegesen leeső vízcseppek ellen védett, 15°-kal elbillentett burkolat esetén	A függőlegesen leeső cseppeknek ne legyenek káros hatásai, ha a burkolat a függőlegeshez képest mindkét irányban 15°-ig terjedően bármely szögben el van billentve
3	Permetező víz ellen védett	A függőlegeshez képest mindkét irányban 60°-ig terjedően bármely szögből permetezett víznek ne legyenek káros hatásai
4	Freccsenő víz ellen védett	A burkolatra bármely irányból fröccsenő víznek ne legyenek káros hatásai
5	Vízugár ellen védett	Bármely irányból a burkolatra irányított vízugaraknak ne legyenek káros hatásai
6	Erős vízugár ellen védett	Bármely irányból a burkolatra irányított erős vízugaraknak ne legyenek káros hatásai
7	Időszakos vízbemerítés hatásai ellen védett	Káros hatásokkal járó vízmennyiség behatolása ne legyen lehetséges, ha a burkolat szabványosított nyomás-, és időviszonyok között időszakosan vízbe van merítve
8	Tartós vízbemerítés hatásai ellen védett	Káros hatásokkal járó vízmennyiség behatolása ne legyen lehetséges, ha a burkolat a gyártó és a felhasználó megállapodása szerinti, de a 7 számjegyre előírtaknál szigorúbb viszonyok között tartósan vízbe van merítve
9	Nagy nyomású és nagy hőmérsékletű vízugarak ellen védett	A burkolatra bármely irányból nagy nyomással és nagy hőmérsékleten kibocsátott víz nem lehet káros hatással

6. Táblázat A második jellemző számjeggyel jelzett, víz elleni védettségi fokozatok ^[7]

Szilárd részecskék jelenléte:

A vezetékrendszer azon helyein, ahol nagy mennyiségű por jelenhet meg, további óvintézkedéseket kell tenni. A feladatunk por, vagy más anyagok nagy mennyiségben való összegyűlésének megakadályozása. A megépítendő rendszer elemeit úgy kell megválasztani, hogy idegen szilárd testek ne tudjanak behatolni, abban az esetben pedig, ha mégis szilárd test jut a rendszerbe, az általa okozott kár akkor is minimális legyen. Ezt úgy lehet elérni, hogy a vezetékrendszereknek meg kell felelnie az adott környezett által meghatározott IP védelemi fokozatnak.

Első jellemző számjegy	A védettségi fokozat	
	rövid leírása	meghatározása
0	Nem védett	-
1	Ø 50 mm és nagyobb szilárd idegen testek ellen védett	Az Ø 50 mm gömb vizsgálótárgy ne hatoljon be teljesen ¹⁾
2	Ø 12,5 mm és nagyobb szilárd idegen testek ellen védett	Az Ø 12,5 mm gömb vizsgálótárgy ne hatoljon be teljesen ¹⁾
3	Ø 2,5 mm és nagyobb szilárd idegen testek ellen védett	Az Ø 2,5 mm gömb vizsgálótárgy egyáltalán ne hatoljon be ¹⁾
4	Ø 1 mm és nagyobb szilárd idegen testek ellen védett	Az Ø 1 mm gömb vizsgálótárgy egyáltalán ne hatoljon be ¹⁾
5	Por ellen védett	A por behatolása nincs teljesen megakadályozva, de por ne hatoljon be olyan mennyiségben, amely a gyártmány kielégítő működését zavarná vagy biztonságát csökkentené
6	Por ellen tömített	Por ne hatoljon be
¹⁾ A vizsgálótárgy teljes átmérőjével ne menjen át a burkolat nyílásán		

7. Táblázat Az első jellemző számjeggyel jelzett, szilárd idegen testek elleni védettségi fokozatok ^[7]

Maró és más szennyező anyagok jelenléte:

Ha a huzalozási rendszer nyomvonala mentén olyan anyagok találhatók, amelyek korróziót vagy egyéb szennyezést okoznak, akkor a szennyezett részekben lévő vezetőket el kell szeparálni a szennyeződéstől, vagy a nyomvonal azon részén ellenálló anyagokból előállított eszközöket kell beszerezni.

Olyan anyagoknak tilos egymással érintkezniük, amelyek kölcsönhatása károsodást okozhat. Ha az érintkezés elkerülhetetlen, akkor megfelelő különleges intézkedéseket kell tenni, amelyekkel el lehet kerülni az érintkezés káros következményeit.

Mechanikai hatások:

A vezetékrendszer telepítése, használata és karbantartása alatt figyelmet kell fordítani a rendszer részeinek mechanikai igénybevételére. Mechanikai igénybevétel például: ütés, behatolás vagy összenyomás. A rendszer elemeit e hatások figyelembe vételével kell kiválasztani.

Olyan helyeken, ahol közepes vagy nagy erejű ütközések történhetnek, az ütközésnek ellenálló vezetékrendszert kell kiválasztani, vagy az ütközések helyét el kell kerülnie a nyomvonalnak.

Ha a vezetékrendszer közepes, vagy nagy erősségű rezgésnek kitett készülékekkel van alátámasztva, vagy bármilyen módszerrel hozzá van rögzítve, képesnek kell lennie a keletkezett vibrációnak ellenállni. Erre a hatásra különösen figyelni kell kábeleknél és csatlakozásaik esetén is.

A vezetékrendszerek részeinek megválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a választott kábeleken, szigeteltvezetéseken, és azok végződésein az építésnél, telepítésnél, használat alatt vagy karbantartás során ne essen mechanikai sérülés.

A huzalozási rendszereknél fontos, hogy ha a kábelek és vezetők nincsenek folyamatosan alátámasztva, akkor az általuk formált ív végei ne terhelődjenek meg, ezzel rongálva a hálózatot. Ebben az esetben adott távolságokban alá kell támasztani a rendszert, erre alkalmas eszközökkel. Biztosítani kell, hogy a vezetők saját súlya miatt ne keletkezzen rövidzárlat, vagy a keletkező elektrodinamikusan erő ne rongálja a vezetőket. Ha a kábelt függőlegesen futtatjuk, akkor a rendszer állandó húzófeszültségnek van kitéve. A huzalozási rendszert, a rögzítését és keretmetszetét úgy kell megválasztani, hogy ne érje sérülés.

Vezetérendszer telepítése:

A kábelek értéke és a védelme miatt a kültérre tervezett kábelek nagy százaléka a földben van vezetve. Ha a vezetékrendszereket fölbe temetve telepítjük, akkor csatornákkal vagy más védelemmel kell ellátni mechanikai károsodásokkal szemben. A kábelek, vagy vezetékek elásási mélységét úgy kell meghatározni, hogy ezeket minimális sérülés érje. A kábel földbe való fektetése egy költséges művelet, amit a helyszíntől függően csak kézzel lehet végezni. A lefektetésnél sokszor meg kell bontani járda vagy úttest burkolatát. Ezért az eltemetett kábeleket vagy kábeltakarót meg kell jelölni például jelzőszalaggal, a vezetékek és csatornák megfelelő azonosítása érdekében.

A kábeltartók és egyéb burkolatok széle nem lehet éles, mert az megsebezheti, és ezzel károsíthatja a szigetelt vezetékeket és kábeleket. A rögzítő eszközöket is úgy kell telepíteni és kiválasztani, hogy az a hálózatot ne sértse meg.

Ha a vezetékek a padló alatt vagy a mennyezet fölött vannak elvezetve, figyelni kell arra, hogy a vezeték ne sérüljön meg a padlóval vagy a mennyezettel való érintkezéskor.

Azokban az esetekben, amikor a nyomvonal válaszfalakon keresztül megy át, ott a vezetékeket védeni kell a mechanikai károsodásoktól. Ehhez lehet használni védőcsöveket, tömítőgyűrűt, vagy fémburkolatú páncélozott kábeleket.

A vezetékek rendszer kapcsolata más architektúrákkal:

A nyomvonal kialakítása során a már létező vagy betervezett épületek fala mellett érdemes haladni. Más objektumok, mint víz- vagy gázcsövek, más kábelek, vasút, vagy villamos sínek esetében ezekhez viszonyítva lehetőség szerint párhuzamosan haladjon. Amikor szükséges keresztezni a kettő nyomvonalat azt merőlegesen lehet megtenni. A nyomvonal kialakításának egyik legfontosabb szempontja, hogy a kábel a teljes hosszán, meghibásodás esetén könnyen elérhető legyen, a feltárást és javítást nehézség nélkül lehessen elvégezni.

[5] [6]

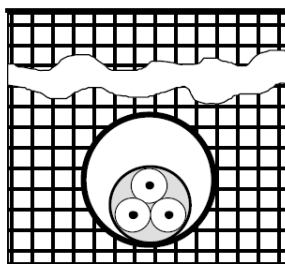
5.2 Betáplálás kábeleinek nyomvonala és fektetési módszere

Nyomvonal meghatározása:

Az épület villamos energia betáplálása az érintett terület közelében elhelyezkedő „SC” jelű transzformátorállomásból történik. Ez a „SC” nevű transzformátorállomás megtáplálja a KSZ1 és KSZ2 elnevezésű szekrényt. A KSZ2 szekrény meglévő tartalék leágazásáról tápláljuk meg a kialakított KF kábelfogadó szekrényt. A betáplálás nyomvonalának kialakítása úgy lett tervezve, hogy az SC trafóállomás és KSZ1-es nevű szekrény közti kialakított nyomvonal 230 m hosszú. Ezen a nyomvonalon a betáplálás már ki van alakítva egy 240 mm² alumínium kábelrel.

A KSZ2-es szekrény és a KF kábelbefogadó között lévő 100 m hosszú nyomvonal nagy részét a raktár főelosztójának meglévő kábelnyomvonala mentén vezetjük. A raktárépület mellett kialakításra kerül egy új nyomvonal szakasz. A nyomvonal a III. és IV. mellékletekben található.

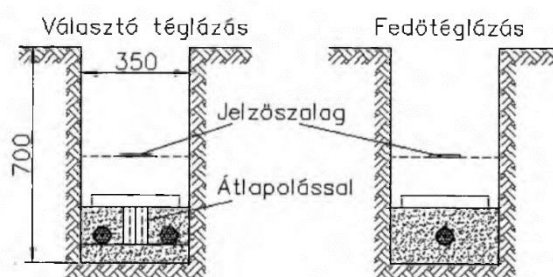
A KSZ2 és KF között található nyomvonalat földben vezetjük. A már létező nyomvonal szakasznál az építés alatt feltárás és fektetés szükséges, míg az eddig nem létező nyomvonalat kialakítjuk.



1 ábra. Több eres kábel védőcsőben a talajba telepítve

A kiépítendő nyomvonal teljes hosszán ki kell alakítani egy 1 m mély és 1 m széles kábelárkot. A kábelárok kiásása, döngölése majd a munka elvégeztével a az árok visszatöltése a teljes nyomvonalon mind kézi munkával történik. Mielőtt a visszatöltés megtörténne, az árok teljes szélességében 10 cm magas homokágyat kell készíteni, melybe a kiválasztott kábelvédő cső elhelyezésre kerül. Mivel a raktár főelosztójának és a kábel fogadónak a nyomvonala egy szakaszon egymás mellett halad, a kábeleket egy árokban is lehet vezetni. Ez a megoldás főképpen gazdasági szempontból megfontolandó, de ebben az esetben a kábeleket el kell

választani. Az elválasztáshoz előre állított és átlapolással készített téglasort használunk. A homokágy fölött is ki kell alakítani téglákból egy fedőréteget, ezt a téglák hosszirányban történő lefektetésével szükséges megoldani. Ezt a kialakítást fedőtéglázásnak nevezzük. A lerakott fedőtéglázás fölé egy sárga jelzőszalagot kell lerakni, ami villám jelel van ellátva.



2. ábra. Kábelárok kiépítése

Mint a III. mellékletben látható, a kialakított nyomvonal járművek által használt úttest alatt is halad. Annak érdekében, hogy a beton alatt vezetett kábel védve legyen a földfelszín fölött kialakult mechanikai hatások ellen, illetve a nem beton alatt vezetett területeken a nedvesség és más külső hatások ellen, védőcsövet kell elhelyezni. A kiválasztott műanyag kábelvédőcső egy PVC 105-ös vagy PVC 106-os műanyag cső, melynek a névleges átmérője 90-110 mm között található, és míg a külseje lehet bordás vagy sima, a belső falának simának kell lennie. A csőnek hajlíthatónak kell lennie.

[5] [6]

5.3. Betáplálás kábeleinek méretezés és kiválasztása

A vezetékek méretezésének célja, hogy a vezetékekben és fogyasztókban ne történjen károsodás a működés folyamán, az üzemi áram ne haladja meg a vezeték terhelhetőségét. A fogyasztóknál ez a számítás azért fontos, hogy biztosítsuk, hogy a feszültségesés értéke az előírt keretén belül legyen, és a zárlatiáram ne károsítsa őket. ^[5]

A kábelek típusainak kiválasztása több módszerrel is elvégezhető. A kézi számítási módszeren kívül, a tervező irodában használt makró Excel táblázattal végeztem a számításokat, melyet a kollégák a szabványok alapján, saját munkájuk megkönnyítése érdekében készítettek.

Kézi számítási módszer:

A kábeltípusok kiválasztásához méretezési számításokat végeztem. Ezek után a számított értékek felhasználásával határoztam meg és választottam ki, hogy melyik a paramétereknek legmegfelelőbb kábeltípus az interneten talált kábelkatalógusokból.

Szükséges adatok:

- I áramerősség [A]:

„Az áramerősséget a gyakorlati elektromos mértékrendszerben alapmennyiségnek választjuk. Mértékegysége az amper. ... Ha a vezető bármely keresztmetszetén t idő alatt Q töltés halad át. akkor az $I = \frac{Q}{t}$ hányados, vagyis mennyiségileg az 1 s alatt áthaladó töltés határozza meg”.^[8]

- U_n a hálózat névleges feszültsége [V]

„Elektromos áram a zárt áramkörben csak akkor jöhet létre, ha a feszültségforrásnak a töltéshordozók mozgatásához megfelelő energiája, feszültsége van. Kísérletileg, ill. mérésekkel igazolható, hogy az elektromos munka (W) egyenesen arányos a töltéssel (Q), az I áramerősséggel és a t idővel. $W = UQ = UIt$... A feszültség számszerűen az egységnyi töltésre jutó energiával mérhető.” Melynek mértékegysége volt. „1V a vezető két pontja között, ha 1 C töltést átviteléhez 1 J munka szükséges; illetve, ha 1 A áram erőssége esetén az elektromos teljesítmény 1 W”.^[8]

- P_{3f} háromfázisú teljesítmény [kW]

A többfázisú hálózatok felfoghatók három fázisban eltérő feszültségű egyfázisú áramköröknek. „Az ellenálláson fellépő hatásos teljesítmény megegyezik az ellenállás sarkain mért szinuszos feszültség effektív értékének és a rajta átfolyó szinuszos áram effektív értékének szorzatával.”^[9]

- $\cos \varphi$ fáziseltolódás

Váltakozó áramú hálózatokban csak ritka esetben van az áram és a feszültség egymással fázisban, azaz nincs időbeli eltérés. A két érték által bezárt szöveget fáziseltolódásnak hívjuk.

- ΔU feszültségesés [V]

Az elektromos hálózaton létrejövő feszültségkülönbség, amely a hálózat bármely két pontja között lehet mérni, és számolni.

- ρ fajlagos ellenállás [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]

„Ohm törvénye. Kapcsoljunk egy fémhuzalt változtatható U feszültségű áramforrás sarkaihoz és mérjük az átfolyó I áramerősséget. Megalapíthatjuk, hogy az áramerősség a feszültséggel egyenesen arányos. $U = IR \dots$ A képletben szereplő R arányossági tényező a vezető fém huzal anyagi minőségétől méreteitől és hőmérsékletétől függő állandó: a vezető elektromos ellenállása. Az ellenállás lényegében azt határozza meg, hogy a feszültség hatására töltéshordozók „rendezett” mozgását a vezető belső anyagszerkezete hogyan fékezi, akadályozza. (...) Az ellenállás a vezető hosszával egyenesen, a keresztmetszetével fordítottan arányos. $R = \rho \frac{l}{A} \dots$ A fajlagos ellenállás az 1 m hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű vezető ellenállása.” [8]

- l kábel hossz [m]

A hosszúság egy alapmennyiség, melynek a jele m . A kábel hossza egy, a kábelt jellemző mennyiség, amely megadja az utat, amit bejár a rendszerünk. Ezen kívül a kábel olyan jellemzője, amely egyenes arányosságban van a kábel ellenállásával és raktanciájával. $l = A \frac{R}{\rho}$

- A kábel keresztmetszet [mm^2]

Az a felület, amelyet egy testnek, vagy tárgynak a hossz tengelyre, vagy hosszirányra merőleges síkkal való metszésével lehet megkapni. A kábel keresztmetszete egy olyan jellemző értéke a kábelnek, mely kihatással van a kábel reaktanciájával és ellenállásával. Az ellenállás és a keresztmetszet fordítottan arányos. $A = \rho \frac{l}{R}$

Első kiszámított értékünk a kábeleken átmenő áramerősség:

$$I = \frac{P_{3f}}{\sqrt{3} * U * \eta}$$

Betáplálás áramának minimális védelmének meghatározása.

$$I_{iw} < I_i < I_{BNI}$$

A kábelfogadó szekrényre vonatkozó adatok:

$$U_n = 3 \times 400/230 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$P_{DF0} = 43,3 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0,94 \text{ (maximális terhelőáramnál)}$$

$$I_{0w} = \frac{P_{DF0}}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{43,3kW}{\sqrt{3} * 400V} = \frac{4,33 * 10^4 W}{690V} = 62,75 A$$

$$I_0 = \frac{P_{DF0}}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi} = \frac{43,3kW}{\sqrt{3} * 400V * 0,94} = \frac{4,33 * 10^4 W}{648,6V} = 66,79 A$$

A szakdolgozatomban taglalt raktárépület szellőztetőrendszerének energiaigénye 43,3 kW. Viszont egy valós tervezési szituációban érdemes lehet az adott ellátandó rendszer bővítését is figyelembe venni. A szakdolgozatom feladatában a rendszer igénye a tartalékkal együtt 100 kW melyből 56,7 kW-nyi tartalék.

Szükséges adatok:

$$U_n = 3 \times 400 / 230 V$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$P_{DFKF} = 100 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_0 = 0,94 \text{ (maximális terhelőáramnál)}$$

Betáplálás áramának minimális védelmének meghatározása.

$$I_{KFw} = \frac{P_{DFKF}}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{110 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 V} = \frac{1 * 10^5 W}{690 V} = 144,33 A$$

$$I_{KF} = \frac{P_{DF0}}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi} = \frac{110 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 V * 0,94} = \frac{1 * 10^5 W}{648,6 V} = 153,55 A$$

$$I_{KF} * 1,3 = 153,55 A * 1,3 = 199,615 A$$

A számolt eredmény alapján 250 A-es túláram védelmi kapcsolókészülékre lesz szükség a betápláláson. Az így kiválasztott készülék megfelel a 30% tartaléknak.

Ezért a továbbiakban $I_{BNKF} = 250 A$

Ezután kell kiválasztani a megfelelő kábelt, melynek a feszültségesése a következő egyenlettel számítható ki:

$$\Delta U_i = \frac{I_{BNi} * \cos \varphi * l * \rho}{A}$$

Feszültségesés százalékos számításának a képlete:

$$\Delta U_i [\%] = \frac{\Delta U_i}{U_n} * 100 \%$$

A betápláláshoz a NAYY-J 4x240 mm² -es kábelt választottam ki. A kábel keretmetszetét úgy határozom meg, hogy a hibahatár 5% alá essen. Ez a standard százaléktérték az ipari fogyasztóknál érvényes, amelyek nem világítási hálózatok. A hibahatár értékét a MSZ 60364-5-52-es feszültségesezés táblázatából választottam ki.^[6]

A számításhoz szükséges adatok

$$I_{BNKF} = 250 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_{KF} = 0,94$$

$$l_{KSZ2-KF} = 100 \text{ m}$$

$$A_{KSZ2-KF} = 240 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{Al} = 1/35 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\Delta U_{KF} = \frac{I_{BNKF} * \cos \varphi_{KF} * l_{KSZ2-KF} * \rho_{Al}}{A_{KSZ2-KF}} = \frac{250 \text{ A} * 0,94 * 100 \text{ m}}{240 \text{ mm}^2} * \frac{1}{35} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} = 2,79 \text{ V}$$

$$\Delta U_{KF} = 2,79 \text{ V}$$

$$U_n = 3 \times 400 / 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_{KF} [\%] = \frac{\Delta U_{KF}}{U_n} * 100 \% = \frac{2,79 \text{ V}}{400 \text{ V}} * 100 \% = 0,699 \%$$

5.4. A betáplálás kábelének bemutatása

A NAYY-J egy páncélozatlan táp- és vezérlőkábel, amely a legmegfelelőbb fix telepítések energiaellátására. A kábel beltérben felszerelhető, ahol kicsi a mechanikai sérülés esélye. Beltéri alkalmazáskor tálcában vagy a falban vezetendő. Nem csak beltérben hanem szabadban is lehet telepíteni. Itt földfelszínen vagy víz alatt, téglában vagy betonban vezetik. Olyan betonba nem szabad vezetni, amelyet erős mechanikai hatások érnek, amelyeknek a típusait az 5.1-es részben tárgyaltam.

A kiválasztott kábel erek anyaga alumínium, felépítése tömör vagy durván sodrott, kialakításuk kör vagy szektorális. Az eret körbeölelő érszigetelés anyaga PVC azaz polivinil-klorid: hőre lágyuló, éghető, kémiai ellenálló, kemény műanyag, amelyeknek a színe a kábel ereinek számától és az ér rendeltetésétől függ. A külső köpeny és a szigetelés között található a belső kitöltő köpeny. A külső köpeny szintén PVC-ből készül, ennek a színe mindig fekete.

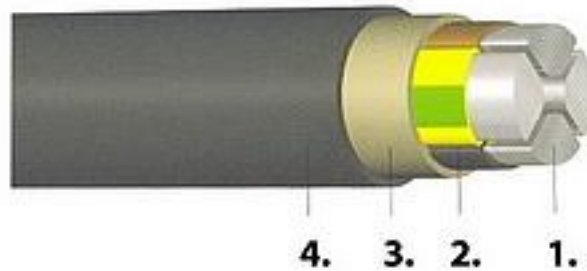
A kábel környezeti hőmérséklet intervalluma -5°C -tól $+70^{\circ}\text{C}$ -ig terjed működésnél és telepítésnél is.

A kábel legkisebb hajlíthatósági sugara a külső átmérő tizenkétszerese $dn \cdot 12$

A kábel névleges feszültsége 600/1000 V.

A maximális megengedhető feszültségérték 1200 V

A próbafeszültsége pedig 4000 V



3 ábra. NAPP típusú kábel felépítése

Felépítés:

1. Ér/erek
2. Érszigetelés
3. Belső kitöltő köpeny
4. Külső köpeny, méterenkénti számozással

A NAPP-J $4 \times 240 \text{ mm}^2$ egyedi tulajdonságai:

- Kábel, vezeték tulajdonságai: árnyékolatlan és merev
- Erek száma: 4 eres
- Ér névleges keresztmetszete: 240 mm^2
- Ér felépítés: tömör
- Az erek színezése: barna, fekete, szürke, zöld/sárga
- Erenként a maximális amperes terhelhetőség: 338 (A)
- Kábel névleges külső átmérője: 55 mm minimumtól 60 mm maximumig terjed
- A kábel méterenkénti tömege: 5.202 kg/m
- Minimum hajítási sugár: $759,599 \text{ mm}$

5.5. Betáplálás zárlatszámítása

Szükséges adatok jelei:

- U_n : a hálózat névleges feszültsége [V]
- ε_{TR} : Drop, azaz a transzformátor százalékos rövidzárási feszültsége [%]

A rövidzárási feszültség a névleges feszültséghez viszonyított százalékos értéke, melynek értéke 3 és 10 százalék között van.

- S_n : névleges teljesítménye
- Z : Impedenciája [Ω]

Váltakozó áramú körökben a feszültség és áram effektív értékének a hányadosa.

- x_v : vezetők induktív reaktanciája $\left[\frac{m\Omega}{m}\right]$
- r_v : vezetők ellenállása $\left[\frac{m\Omega}{m}\right]$
- l : Vezető hossza [m]

A mögöttes hálózat adatai:

$$U_n = 20 \text{ kV}$$

$$U_{sz} = 400 \text{ V}$$

$$S_{nMH} = 1250 \text{ MVA}$$

$$X_{MH} = \frac{U_{sz}^2}{S_{nMH}} = \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{1250 \text{ MVA}} = 0,000128 \Omega$$

A transzformátor adatai:

$$U_n = 20/04 \text{ kV}$$

$$U_{sz} = 400 \text{ V}$$

$$S_{nTR} = 1,6 \text{ MVA}$$

$$\varepsilon = 6 \%$$

$$X_{TR} = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_{sz}^2}{S_{nTR}} = \frac{6}{100} * \frac{(0,4 \text{ kV})^2}{1,6 \text{ MVA}} = 0,006 \Omega$$

A számításokhoz a kábelek ellenállásait (r_v) és az induktív reaktanciájának (x_v) értékeit, a Villamosenergia-ellátás II. 1. kötet – Villamos biztonságtechnika példatár függelékében található táblázatból választottam ki. Ez a következő fejezet számításaira is vonatkozik.

A KSZ2-es szekrény és a transzformátor közötti kábel impedanciájának számítása:

$$x_{v\ 4/240} = 0,079 \frac{m\Omega}{m}$$

$$r_{v\ 4/240} = 0,07 \frac{m\Omega}{m}$$

$$X_{SC-KSZ2} = x_{v4/240} * l_{SC-KSZ2} = 0,079 \frac{m\Omega}{m} * 230\ m = 18,2\ m\Omega = 0,0182\ \Omega$$

$$R_{SC-KSZ2} = r_{v4/240} * l_{SC-KSZ2} = 0,07 \frac{m\Omega}{m} * 230\ m = 16,1\ m\Omega = 0,0161\ \Omega$$

$$Z_{SC-KSZ2} = \sqrt{X_{SC-KSZ2}^2 + R_{SC-KSZ2}^2} = \sqrt{(0,0182\ \Omega)^2 + (0,0161\ \Omega)^2} = 0,0243\ \Omega$$

A kábelfogadó szekrény és KSZ2-es közötti kábel impedanciájának számítása:

Mivel a használt kábel típusa azonos, a számításban felhasznált ellenállás és reaktancia értéke változatlan.

$$X_{KSZ2-KF} = x_{v\ 4/240} * l_{KSZ2-KF} = 0,079 \frac{m\Omega}{m} * 100\ m = 7,9\ m\Omega = 0,0079\ \Omega$$

$$R_{KSZ2-KF} = r_{v\ 4/240} * l_{KSZ2-KF} = 0,07 \frac{m\Omega}{m} * 100\ m = 7,0\ m\Omega = 0,0070\ \Omega$$

$$Z_{KSZ2-KF} = \sqrt{X_{KSZ2-KF}^2 + R_{KSZ2-KF}^2} = \sqrt{(0,0079\ \Omega)^2 + (0,0070\ \Omega)^2} = 0,0106\ \Omega$$

Az eredő impedancia értéke a feszültségforrás kapcsai felől:

$$\begin{aligned} Z_{KF} &= Z_{MH} + Z_{TR} + Z_{SC-KSZ2} + Z_{KSZ2-KF} = \\ &0,000128\ \Omega + 0,006\ \Omega + 0,0243\ \Omega + 0,0106\ \Omega = 0,0415\ \Omega \end{aligned}$$

A zárlati áramerősség értéke:

$$I_{Z_{KF}} = \frac{U_{SZ}}{\sqrt{3} * Z_{KF}} = \frac{400\ V}{\sqrt{3} * 0,04096\ \Omega} = 5638,21\ A = 5,64\ kA$$

A zárlati teljesítmény értéke:

$$S_{Z_{KF}} = \sqrt{3} * U_{SZ} * I_{Z_{KF}} = \sqrt{3} * 400 \text{ V} * 5,64 \text{ kA} = 3906,26 \text{ kVA} = 3,906 \text{ MVA}$$

Zárlati áramerősség értékének ellenőrzése „S” módszerrel:

$$S_{Z_{MH}} = 1250 \text{ MVA}$$

$$S_{Z_{TR}} = \frac{S_{nTR}}{\varepsilon} * 100 \% = \frac{1,6 \text{ MVA}}{6 \%} * 100 \% = 26,667 \text{ MVA}$$

$$S_{Z_{SC-KSZ2}} = \frac{U_n^2}{Z_{SC-KSZ2}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{0,0243 \Omega} = 6,591 * 10^6 \text{ VA} = 6,591 \text{ MVA}$$

$$S_{Z_{KSZ2-KF}} = \frac{U_n^2}{Z_{KSZ2-KF}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{0,01055 \Omega} = 2,285 * 10^7 \text{ VA} = 22,857 \text{ MVA}$$

Zárlati teljesítmény értéke:

$$\begin{aligned} \frac{1}{S_{Z_{KF}}} &= \frac{1}{S_{Z_{MH}}} + \frac{1}{S_{Z_{TR}}} + \frac{1}{S_{Z_{SC-KSZ2}}} + \frac{1}{S_{Z_{KSZ2-KF}}} = \\ \frac{1}{1250 \text{ MVA}} + \frac{1}{26,67 \text{ MVA}} + \frac{1}{6,591 \text{ MVA}} + \frac{1}{22,857 \text{ MVA}} &= 0,256 \frac{1}{\text{MVA}} \\ S_{Z_{KF}} &= \frac{1}{0,256 \frac{1}{\text{MVA}}} = 3,906 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Zárlati áramerősség értéke:

$$I_{Z_{KF}} = \frac{S_{Z_{KF}}}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{3,906 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} = 5637,82 \text{ A} = 5,64 \text{ kA}$$

6. EGY TIPIKUS LEÁGAZÁSOK MÉRETEZÉSE

6.1 Leágazások típusai

A szakdolgozatban tárgyalt hálózatban kettő „típusú” leágazás található. A már létező SZ1-es, amely egy háromfázisú alelosztó, és az újonnan telepítendő három darab hőszivattyú, amelyek mind egyfázisúak.

6.2. A leágazások kábeleinek nyomvonala és fektetési módszere

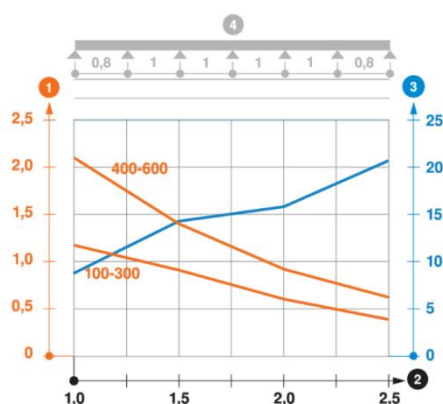
A leágazások nyomvonalainak a kábelei falhoz vagy plafonhoz rögzített kábeltálcán lesz vezetve. Az újonnan kialakított nyomvonalak kábeleit a már létező tálca rendszerekben lehet elhelyezni. Az SZ1-es alelosztó és a KF szekrény közötti nyomvonalat újonnan kell kiépíteni. Mind az újonnan telepítendő és a meglévő kábeltálcák OBO gyártmányú RKS-Magic típusúak, melyeknek az oldalmagassága 60 mm-es. A RKS típusú kábeltálcák egyik egyedi tulajdonsága az, hogy a részeit gyorsrögzítővel lehet összekapcsolni. A nyomvonal irányválttatásához a megfelelő szélességű RBM-es kábeltálcát kell használni, melyek szintén gyorskapcsolósok.



4 ábra. OBO RKS-Magic kábeltálca

A tálca szélességét és magasságát a rajta vezetett kábelek tulajdonságai alapján kell kiválasztani. A kábelek átmérője nem feltétlenül adja meg az adott kábelek helyszükségletét, de a reális helyszükséglethez mégis egy valós kiindulópontot ad (D_n). A rendszer kiválasztásakor legalább 30% térfogattartalékot kell hagyni az esetleg később beszerelendő kábelek, illetve vezetékek számára. Az ideális tálca teherbírása függ a tálca oldalmagasságától és szélességétől. Az 60 mm oldalmagasságú kábeltálcák esetében a 100 mm szélességűnek 15

kg/m, a 200 mm szélességűnek 30 kg/m a terhelhetősége. Ezen fejezet kábeleket tárgyaló alpontjában megadott kábelek nem érik el a kiválasztott 200 mm széles kábeltálca 30 kg/m terhelhetőségét.



5 ábra. RKSM 60 típusú kábeltálca terhelési diagramja

1. Megengedett kábeltálca-/kábellétra-terhelés kN/m-ben a szerelő súlya nélkül
2. Támaszköz m-ben
3. A pofalemez behajlása mm-ben, a megengedett (max.) kN/m terhelés esetén.
4. Vizsgálati eljárás terhelési vázlata

6.3 Leágazások számításai

Az SZ1 alelosztó számításai:

Az SZ1-es alelosztónál a megszakítóhoz szükséges adatok:

$$U_n = 3 \times 400 / 230 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$P_{DFSZ1} = 36,68 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_{SZ1} = 0,9 \text{ (maximális terhelőáramnál)}$$

$$I_{SZ1w} = \frac{P_{DFSZ1}}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{36,68 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} = \frac{3,668 * 10^4 \text{ W}}{690 \text{ V}} = 52,94 \text{ A}$$

$$I_{SZ1} = \frac{P_{DF0}}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi} = \frac{36,68 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,9} = \frac{3,668 * 10^4 \text{ W}}{623,53 \text{ V}} = 58,82 \text{ A}$$

$$I_{SZ1} * 1,3 = 58,82 \text{ A} * 1,3 = 76,466 \text{ A}$$

A számolt eredmény alapján 100 A-es túláram védelmi kapcsolókészülékre lesz szükség az SZ1-es leágazáson. Az így kiválasztott készülék megfelel a 30% tartaléknak.

Ezért a továbbiakban $I_{BNSZ1} = 100 \text{ A}$

Az SZ1-es alelosztónak a táplálásához a NAYY-J 4x70 mm² -es kábelt választom ki. A kábelnek a keretszétét úgy választom ki, hogy a hibahatár 5% alá essen az előző fejezetben kifejtett okokból.

Az SZ1-es alelosztónál a feszültségesés számolásához szükséges adatok:

$$I_{BNSZ1} = 100 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_{SZ1} = 0,9$$

$$l_{KF-SZ1} = 10 \text{ m}$$

$$A_{KF-SZ1} = 70 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{Al} = 1/35 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\Delta U_{SZ1} = \frac{I_{BNSZ1} * \cos \varphi_{SZ1} * l_{KF-SZ1} * \rho_{Al}}{A_{KF-SZ1}} = \frac{100 \text{ A} * 0,9 * 10 \text{ m}}{70 \text{ mm}^2} * \frac{1}{35} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} = 0,37 \text{ V}$$

$$\Delta U_{SZ1} = 0,37 \text{ V}$$

$$U_n = 3 \times 400 / 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_{SZ1} [\%] = \frac{\Delta U_{SZ1}}{U_n} * 100 \% = \frac{0,37 \text{ V}}{400 \text{ V}} * 100 \% = 0,092 \%$$

Zárlati számítások:

A kábelfogadó szekrény és az SZ1-es alelosztó közötti kábel impedanciájának a számítása:

$$x_{v4/70} = 0,082 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$r_{v4/70} = 0,271 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$$

$$X_{KF-SZ1} = x_{v4/70} * l_{KF-SZ1} = 0,082 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} * 10 \text{ m} = 0,82 \text{ m}\Omega = 0,00082 \Omega$$

$$R_{KF-SZ1} = r_{v4/70} * l_{KF-SZ1} = 0,271 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} * 10 \text{ m} = 2,71 \text{ m}\Omega = 0,00271 \Omega$$

$$Z_{KF-SZ1} = \sqrt{X_{KF-SZ1}^2 + R_{KF-SZ1}^2} = \sqrt{(0,00082 \Omega)^2 + (0,00271 \Omega)^2} = 0,002831 \Omega$$

Az eredő impedancia értéke a feszültségforrás kapcsai felől:

$$Z_{SZ1} = Z_{MH} + Z_{TR} + Z_{SC-KSZ2} + Z_{KSZ2-KF} + Z_{KF-SZ1} =$$

$$0,000128 \Omega + 0,006 \Omega + 0,0243 \Omega + 0,0106 \Omega + 0,002831 \Omega = 0,04385 \Omega$$

A zárlati áramerősség értéke:

$$I_{Z_{SZ1}} = \frac{U_{SZ}}{\sqrt{3} * Z_{SZ1}} = \frac{400 V}{\sqrt{3} * 0,04385 \Omega} = 5265,51 A = 5,26 kA$$

A zárlati teljesítmény értéke:

$$S_{Z_{SZ1}} = \sqrt{3} * U_{SZ} * I_{Z_{SZ1}} = \sqrt{3} * 400 V * 5,26 kA = 3648,05 kVA = 3,648 MVA$$

Hőszivattyúkkal kapcsolatos számítások:

$$U_n = 230 V$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$P_{HSZ} = P_{HSZ_1A} = P_{HSZ_2A} = P_{HSZ_3A} = 2,205 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_{HSZ} = \cos \varphi_{HSZ_1A} = \cos \varphi_{HSZ_2A} = \cos \varphi_{HSZ_3A} = 0,95$$

$$I_{HSZ_1Aw} = I_{HSZ_2Aw} = I_{HSZ_3Aw} = \frac{P_{HSZ}}{U_n} = \frac{2,205 \text{ kW}}{230 V} = 9,58 A$$

$$I_{HSZ} = \frac{P_{HSZ}}{U_n * \cos \varphi_{HSZ}} = \frac{36,68 \text{ kW}}{230 V * 0,95} = \frac{2,205 * 10^3 W}{218,5 V} = 10,09 A$$

$$I_{HSZ} * 1,3 = 10,09 A * 1,3 = 13,117 A$$

A számolt eredmény alapján 20 A-es túláram védelmi megszakítókra lesz szükség a hőszivattyúk leágazásain. Az így kiválasztott készülékek, megfelelnek a 30% tartaléknak.

$$\text{Ezért a továbbiakban } I_{BNHSZ_1A} = I_{BNHSZ_2A} = I_{BNHSZ_3A} = 20 A$$

Mind a három hőszivattyú táplálásához egy-egy YSLY-JZ 3x4 mm²-es kábelt választottam ki. A kábelek keretmetsetét úgy választottam ki, hogy a hibahatár 5% alá essen az előző fejezetben kifejtett okokból.

Egyfázisú váltakozó áramú hálózatok feszültségesésének képlete:

$$\Delta U_{1f} = I_{1f} * \cos \varphi_{1f} * 2 Z_{v1f} = I_{1f} * \cos \varphi_{1f} * 2 \left(\frac{l_{v1f} * \rho_{v1f}}{A_{v1f}} \right)$$

Az hőszivattyúk feszültségesés számolásához szükséges adatok:

$$I_{BNHSZ_1A} = 20 A$$

$$I_{BNHSZ_2A} = 20 A$$

$$I_{BNHSZ_3A} = 20 A$$

$$\cos \varphi_{HSZ} = 0,95$$

$$l_{KF-HSZ_1A} = 62 \text{ m}$$

$$l_{KF-HSZ_2A} = 10 \text{ m}$$

$$l_{KF-HSZ_3A} = 12 \text{ m}$$

$$A_{KF-HSZ_1A} = 4 \text{ mm}^2$$

$$A_{KF-HSZ_2A} = 4 \text{ mm}^2$$

$$A_{KF-HSZ_3A} = 4 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{Cu} = 1/56 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Az 1-es hőszivattyú feszültségesése:

$$\Delta U_{HSZ_1A} = 2 * \frac{I_{BNHSZ_1A} * \cos \varphi_{HSZ} * l_{KF-HSZ_1A} * \rho_{Cu}}{A_{KF-HSZ_1A}} =$$

$$2 * \frac{20 \text{ A} * 0,95 * 62 \text{ m}}{4 \text{ mm}^2} * \frac{1 \text{ } \Omega \text{mm}^2}{56 \text{ m}} = 10,52 \text{ V}$$

$$\Delta U_{HSZ_1A} = 10,52 \text{ V}$$

$$U_n = 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_{HSZ_1A} [\%] = \frac{\Delta U_{HSZ_1A}}{U_n} * 100 \% = \frac{10,52 \text{ V}}{230 \text{ V}} * 100 \% = 4,573 \%$$

A 2-es hőszivattyú feszültségesése:

$$\Delta U_{HSZ_2A} = 2 * \frac{I_{BNHSZ_2A} * \cos \varphi_{HSZ} * l_{KF-HSZ_2A} * \rho_{Cu}}{A_{KF-HSZ_2A}} =$$

$$2 * \frac{20 \text{ A} * 0,95 * 10 \text{ m}}{4 \text{ mm}^2} * \frac{1 \text{ } \Omega \text{mm}^2}{56 \text{ m}} = 1,70 \text{ V}$$

$$\Delta U_{HSZ_2A} = 1,70 \text{ V}$$

$$U_n = 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_{HSZ_2A} [\%] = \frac{\Delta U_{HSZ_2A}}{U_n} * 100 \% = \frac{1,70 \text{ V}}{230 \text{ V}} * 100 \% = 0,738 \%$$

A 3-as hőszivattyú feszültségesése:

$$\Delta U_{HSZ_3A} = 2 * \frac{I_{BNHSZ_3A} * \cos \varphi_{HSZ} * l_{KF-HSZ_3A} * \rho_{Cu}}{A_{KF-HSZ_3A}} =$$

$$2 * \frac{20 \text{ A} * 0,95 * 12 \text{ m}}{4 \text{ mm}^2} * \frac{1 \text{ } \Omega \text{mm}^2}{56 \text{ m}} = 2,04 \text{ V}$$

$$\Delta U_{HSZ_3A} = 2,04 \text{ V}$$

$$U_n = 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_{HSZ_3A}[\%] = \frac{\Delta U_{HSZ_3A}}{U_n} * 100 \% = \frac{2,04 V}{230 V} * 100 \% = 0,885 \%$$

Hőszivattyúk zárlat számításai:

A kábelfogadó szekrény és az 1. hőszivattyú közötti kábel impedanciájának a számítása:

$$x_{v\ 3/4} = 0,08 \frac{m\Omega}{m}$$

$$r_{v\ 3/4} = 0,157 \frac{m\Omega}{m}$$

$$X_{KF-HSZ_1A} = x_{v3/4} * l_{KF-HSZ_1A} = 0,08 \frac{m\Omega}{m} * 62 m = 4,96 m\Omega = 0,00496 \Omega$$

$$R_{KF-HSZ_1A} = r_{v3/4} * l_{KF-HSZ_1A} = 0,157 \frac{m\Omega}{m} * 62 m = 9,734 m\Omega = 0,00973 \Omega$$

$$Z_{KF-HSZ_1A} = \sqrt{X_{KF-HSZ_1A}^2 + R_{KF-HSZ_1A}^2} = \sqrt{(0,00496 \Omega)^2 + (0,00973 \Omega)^2} = 0,010925 \Omega$$

Az eredő impedancia értéke a feszültségforrás kapcsai felől:

$$\begin{aligned} Z_{HSZ_1A} &= Z_{MH} + Z_{TR} + Z_{SC-KSZ2} + Z_{KSZ2-KF} + 2 * (Z_{KF-HSZ_1A}) = \\ &0,000128 \Omega + 0,006 \Omega + 0,0243 \Omega + 0,0106 \Omega + 2 * (0,0109 \Omega) \\ &= 0,06281 \Omega \end{aligned}$$

A zárlati áramerősség értéke:

$$I_{Z_{HSZ_1A}} = \frac{U_{SZ}}{Z_{HSZ_1A}} = \frac{230 V}{0,06281 \Omega} = 3661,83 A = 3,66 kA$$

A zárlati teljesítmény értéke:

$$S_{Z_{HSZ_1A}} = U_{SZ} * I_{Z_{HSZ_1A}} = 230V * 3,66 kA = 842,22 kVA = 0,842 MVA$$

A kábelfogadó szekrény és a 2. hőszivattyú közötti kábel impedanciájának a számítása:

Mivel a használt kábel típusa azonos, a számításban felhasznált ellenállás és reaktancia értéke változatlan.

$$X_{KF-HSZ_2A} = x_{v3/4} * l_{KF-HSZ_2A} = 0,08 \frac{m\Omega}{m} * 10 m = 0,8 m\Omega = 0,0008 \Omega$$

$$R_{KF-HSZ_2A} = r_{v3/4} * l_{KF-HSZ_2A} = 0,157 \frac{m\Omega}{m} * 10 m = 1,57 m\Omega = 0,00157 \Omega$$

$$Z_{KF-HSZ_2A} = \sqrt{X_{KF-HSZ_2A}^2 + R_{KF-HSZ_2A}^2} = \sqrt{(0,0008 \Omega)^2 + (0,00157 \Omega)^2} = 0,001762 \Omega$$

Az eredő impedancia értéke a feszültségforrás kapcsai felől:

$$\begin{aligned} Z_{HSZ_2A} &= Z_{MH} + Z_{TR} + Z_{SC-KSZ2} + Z_{KSZ2-KF} + 2 * (Z_{KF-HSZ_3A}) = \\ &0,000128 \Omega + 0,006 \Omega + 0,0243 \Omega + 0,0106 \Omega + 2 * (0,00176 \Omega) \\ &= 0,044484 \Omega \end{aligned}$$

A zárlati áramerősség értéke:

$$I_{Z_{HSZ_2A}} = \frac{U_{SZ}}{Z_{HSZ_2A}} = \frac{230 V}{0,04448 \Omega} = 5170,4 A = 5,08 kA$$

A zárlati teljesítmény értéke:

$$S_{Z_{HSZ_2A}} = U_{SZ} * I_{Z_{HSZ_2A}} = 230V * 5,17 kA = 1189,19 kVA = 1,189 MVA$$

A kábelfogadó szekrény és az 3. hőszivattyú közötti kábel impedanciájának a számítása:

Mivel a használt kábel típusa azonos, a számításban felhasznált ellenállás és reaktancia értéke változatlan.

$$X_{KF-HSZ_3A} = x_{v3/4} * l_{KF-HSZ_3A} = 0,08 \frac{m\Omega}{m} * 12 m = 0,96 m\Omega = 0,00096 \Omega$$

$$R_{KF-HSZ_3A} = r_{v3/4} * l_{KF-HSZ_3A} = 0,157 \frac{m\Omega}{m} * 12 m = 1,884 m\Omega = 0,00188 \Omega$$

$$Z_{KF-HSZ_3A} = \sqrt{X_{KF-HSZ_3A}^2 + R_{KF-HSZ_3A}^2} = \sqrt{(0,00096 \Omega)^2 + (0,00188 \Omega)^2} = 0,00211 \Omega$$

Az eredő impedancia értéke a feszültségforrás kapcsai felől:

$$\begin{aligned} Z_{HSZ_3A} &= Z_{MH} + Z_{TR} + Z_{SC-KSZ2} + Z_{KSZ2-KF} + 2 * (Z_{KF-HSZ_3A}) = \\ &0,000128 \, \Omega + 0,006 \, \Omega + 0,0243 \, \Omega + 0,0106 \, \Omega + 2 * (0,00211 \, \Omega) \\ &= 0,04525 \, \Omega \end{aligned}$$

A zárlati áramerősség értéke:

$$I_{Z_{HSZ_3A}} = \frac{U_{SZ}}{Z_{HSZ_3A}} = \frac{230 \, V}{0,04525 \, \Omega} = 5082,08 \, A = 5,08 \, kA$$

A zárlati teljesítmény értéke:

$$S_{Z_{HSZ_3A}} = U_{SZ} * I_{Z_{HSZ_3A}} = 230V * 5,08 \, kA = 1170,64 \, kVA = 1,171 \, MVA$$

6.4. Leágazások kábeleinek a bemutatása:

A hőszivattyúk leágazásainál a következő típusú kábeleket tervezem be.

A YSLY-JZ a vezérlőkábelek és az elektronikus kábelek családjába tartozik, amelyet ipari környezetben érdemes használni. A vezeték folyamatos és hibamentes adat és energiaátvitelt biztosít. Ezért mérésre, vezérlésre és szabályozástechnikához lehet használni. Ezen rugalmas kábeleket, alacsony és közepes mechanikai igénybevétel mellett érdemes használni. A preferált telepítési helye a beltér, azon belül nyirkos vagy száraz helységek.

A kábel ereinek anyaga finoman sodort réz. Az érszigetelő anyaga PVC. A külső köpeny szintén PVC-ből készül, amely ellenáll a csöpögő olajnak.

A kábelek működési és telepítési környezeti hőmérséklete függ az elhelyezés módjától. Flexibilis elhelyezésénél a kívánt környezeti hőmérséklet -5 °C és +70 °C közötti, míg rögzített esetben az értékek -40 °C és +70 °C között lehet.

A kábel legkisebb hajlíthatósági sugara szintén függ az elhelyezésétől. Flexibilis elhelyezésnél 15 x a külső átmérő, rögzített elhelyezés: 4 x a külső átmérő.

A kábel névleges feszültsége 300/500 V.

A próbafeszültsége pedig 3000 V.



6 ábra. YSLY típusú kábelek felépítése

Felépítés:

1. Ér/erek
2. Érszigetelés
3. Külső köpeny

A YSLY-JZ 3x4 mm² egyedi tulajdonságai

- Kábel, vezeték tulajdonságai: Árnyékolatlan és hajlékony
- Erek száma: 3 eres
- Ér névleges keresztmetszete: 4 mm²
- Ér felépítés: sodort
- Az erek színezése: fekete számozott, + z/s
- Erenként a maximális amperes terhelhetőség: 34 (A)
- Kábel névleges külső átmérője: 9,7 mm
- A kábel méterenkénti tömege: 0.138 kg/m
- Minimum hajítási sugár: 159 mm

Az SZ1-es alelosztónál egy NAYY-J 4x70 mm² es kábelt használunk, melynek az általános bemutatása az 5.4 részben található, itt csak a NAYY-J 4x70 mm² egyedi tulajdonságait sorolom fel.

- Kábel, vezeték tulajdonságai: merev és árnyékolatlan
- Erek száma: 4 eres
- Ér névleges keresztmetszete: 70 mm²
- Ér felépítés: tömör
- Az erek színezése: barna, fekete, szürke, zöld/sárga
- Erenként a maximális amperes terhelhetőség: 152 (A)
- Kábel névleges külső átmérője: 55 mm minimumtól 60 mm maximumig terjed
- A kábel méterenkénti tömege: 1.783 kg/m
- Minimum hajítási sugár: 429,6 mm

7. VÉDELMEK KIALAKÍTÁSA

7.1. A villamos kapcsolási terv elkészítése

A kapcsolási tervet az EPLAN nevezetű programmal készítettem, melynek a licenszelt verzióját az ipari konzulensem és gyakorlati helyem biztosította számomra. A Kábelfogadó kapcsolási tervét az V. mellékletben csatolom.

7.2. Készülékek és alkatrészek kiválasztása

A kiválasztott készülékeknek meg kell felelniük az előző két fejezetben taglalt számításoknak és a kapott adatszolgáltatásnak. Ezen kívül a kiválasztásnál érdemes figyelembe venni az adott munka megrendelőjének a preferenciáját is, ha az a releváns szabványoknak megfelel.

A védelmi készüléknek az a feladata, hogy a hálózaton normál üzemállapot maradjon. Ezért az olyan, a hálózatra veszélyeket hordozó hatásokat, mint például a zárlati áramot, a túláramot megakadályozzák, vagy leválasztják azt az áramkört, amelyen hiba lép fel. Ezek a villamos kapcsoló készülékek kettő alapvető csoportra oszthatók. Az egyik, maguk a kapcsoló készülékek, melyek a normál üzemi áramok kapcsolásáért felelnek. A másik, a védelmi készülékek, melyek a hálózat, azaz a fogyasztó és a mögöttes hálózat védelméről gondoskodnak.

7.3. Megszakítók

A megszakítók mechanikus kapcsolókészülékek. A megszakítóknak képesnek kell lenniük az üzemszerű áramköri viszonyok esetén az áram bekapcsolására, vezetésére és megszakítására. Amikor rendellenes áramköri viszony alakul ki, mint például zárlat, akkor az eszköznek képesnek kell lennie az áram bekapcsolására, adott ideig való vezetésére, és automatikus megszakítására. A megszakító automatikusan kikapcsol túláram esetén, a kikapcsolást nem gyakori működésre méretezik. A megszakítók alkalmazhatók kisfeszültségű egyenáramú és váltóáramú hálózatokban is. A megszakítókat a táppont és a fogyasztói pont közé kell beépíteni.

A kismegszakítók névleges feszültsége váltakozó áramnál 1 kV egyenáramnál pedig 1,2 kV. Magasabb feszültségen nem lehet használni őket. Az eszköz másik fontos jellemzője a névleges áramerősség, amely megadja, milyen áramerősséggel lehet terhelni anélkül, hogy

leoldana. Minimum értékének meg kell egyeznie a rajta átfolyó legnagyobb üzemi áramerősségnek. A kismegszakítók más fontos jellemzője a névleges teljesítmény disszipáció, az előírt feltételek teljesülésekor, a névleges áram hatására létrejött teljesítmény. A névleges megszakító képesség megadja, hogy mekkora az legnagyobb áramerősség, melyet a saját és a környezet károsodása nélkül képes megszakítani. Ennek minimális értékének az áramkör legnagyobb zárlati áramával kell azonosnak lennie, vagy meg kell haladnia azt. Az áram-idő vagy működési jelgörbe megadja a minimális és a maximális megszakítási időket független áramerősség függvényében.

A megszakítók főbb szerkezeti egységei:

- Az áramút, ami magába foglalja a csatlakozó kapcsokat és érintkezőket.
- Oltókamrában keletkezik az ív az érintkezők nyitásakor és itt is alszik ki.
- Működtető mechanizmus, amelynek részei a főtengely, az érintkezőket mozgó szerkezet, az erőtároló-, záró-, és hajtószerkezet, amely megfeszíti a rugót, ezáltal biztosítja a gyors ki- és bekapcsolást.
- A kioldók, melyek biztosítják a megszakító automatikus működését zárlat esetén.
- Segédérintkező, ami távjelzéseket ad a megszakító állapotáról.

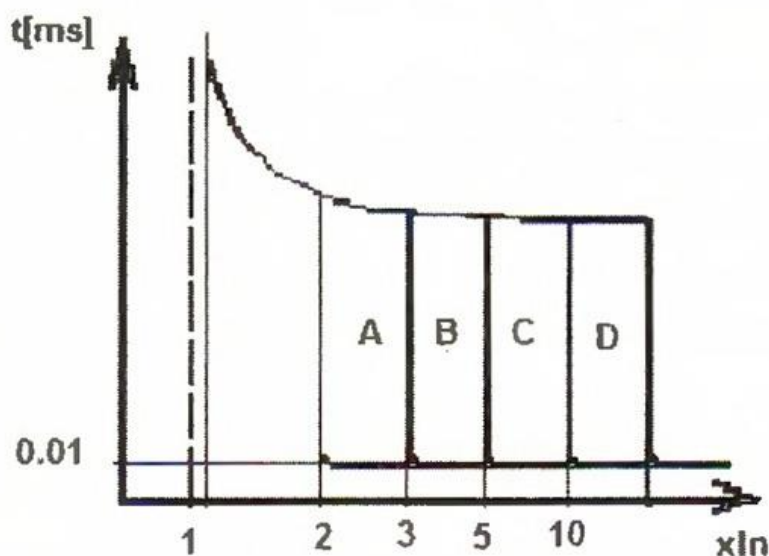
A hőszivattyúk leágazásaik megszakítói:

Ezen leágazásokhoz a Schneider electric által forgalmazott Acti 9 iC60N kismegszakító készülékeket választom. A következő adatok az Acti 9 2015-ös katalógus és az A9F04120 termékadatlapból származnak.



7 ábra: Acti9 iC60N kismegszakító

A kiválasztott ACTI9 iC60N kismegszakító specifikációja: 1P, C, 20A. Az adott kismegszakítónk névleges áramerőssége 20 A. Mivel egyfázisú hálózat védelmére kell használni ezt a kismegszakítót, ezért egypólusú változatot kell beépíteni. Az eszköz egyen és váltóáramú hálózatba is telepíthető. A hálózati frekvencia 50/60 Hz. A kismegszakító C típusú működési jelleggörbével rendelkezik. A megszakítási kapacitása, azaz a névleges megszakító képessége 6 kA a jelenleg tervezett hálózati körülmények között.



8 ábra. Különböző típusú gyorskioldóval felszerelt kismegszakítók idő-áram jelleggörbéje

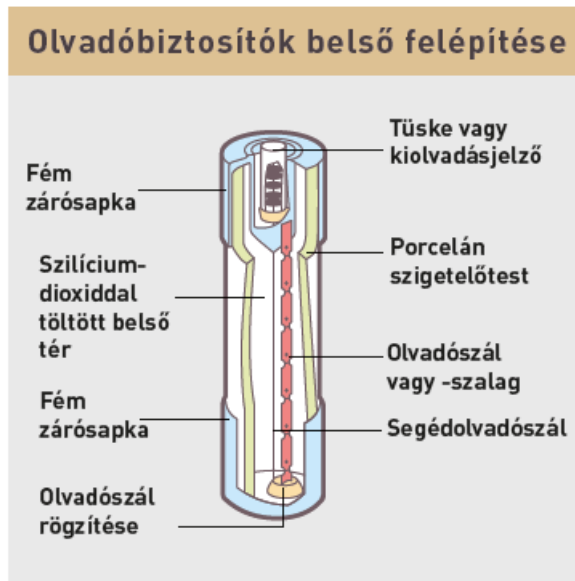
A szerkezet fizikai paraméterei: 91 mm magas, 18 mm széles és 78,5 mm mély. 0,125 kg tömegű, DIN típusú sínre lehet felszerelni. Mechanikus élettartalma 20000 ciklus, míg az elektromos 10000 ciklus. IP20 védeettséggel rendelkezik.

[10] [11]

7.4. Olvadóbiztosító

Az olvadóbiztosítók a legrégebbi és legegyszerűbb védelmi eszközök, amik túláramok és zárlati áramok ártalmas hatását akadályozzák meg vezetékeken, vagy más berendezéseken. Emellett képesek a saját névleges áramerősségüknek káros mértékű melegedés nélküli vezetésére. Feszültségmentesítésre és érintésvédelmi feladatokra alkalmazható.

Az olvadóbiztosító kiválasztásának legfőbb szempontjai a kiolvadási idő, a zárlat megszakító képesség, a kioldó áram értéke, azaz, hogy milyen működési tartományban történjen meg az olvadoszál kiolvadása.



9 ábra. Olvadóbiztosítók belső felépítése

Az olvadóbiztosítókat a megszakítás tartomány és a védeni kívánt eszköz típusa szerint kategóriákra lehet osztani. A kategóriák rövidítéseinek jelentése, hogy az első betű megmutatja a megszakítás tartományát, a második betű pedig a védeni kívánt eszköz típusát adja meg.

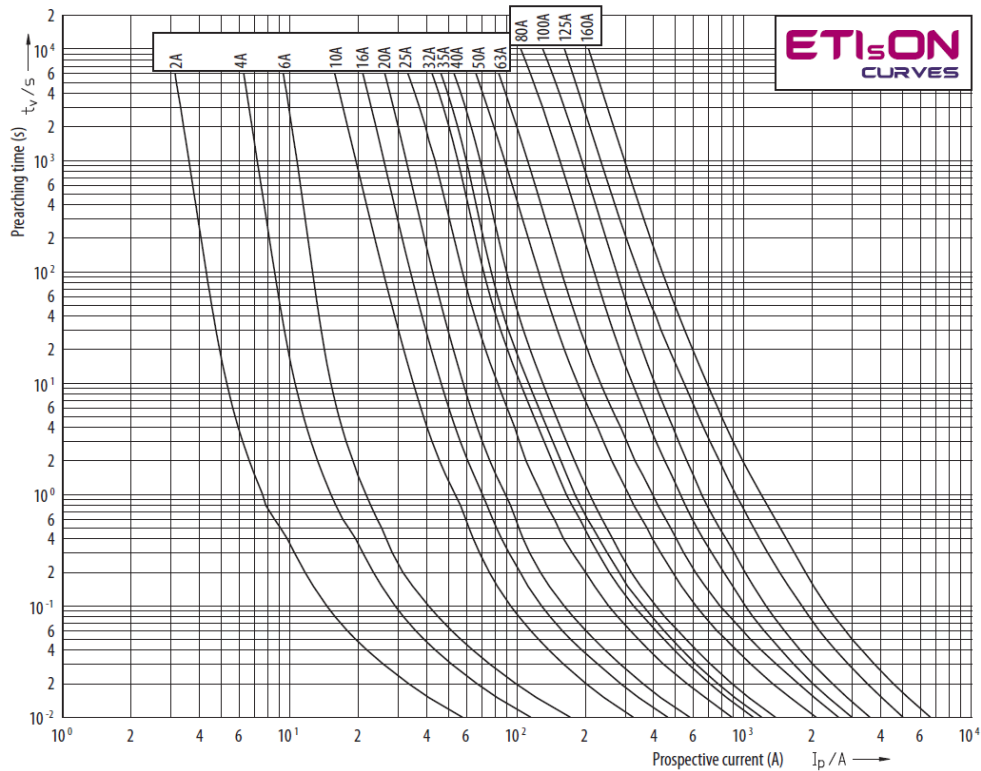
A leggyakrabban használt olvadóbetétek:

- gG, gL: Teljes kiolvadási tartomány, kábelek és vezetékek védelmére
- aM: Részleges kiolvadási tartomány, motoros áramkörök védelmére
- aR: Részleges kioldási tartomány, félvezetős áramkörök védelmére



10 ábra. ETI gyártmányú NH000 gG 100A-es olvadóbetét

A KF kábelfogadóban az SZ1-es leágazásnál és a megrendelő kívánságára betervezett kettő tartalék leágazásnál szakaszolóba helyezett olvadóbetéteket használunk. A kiválasztott kékes olvadóbiztosító, NH000 gG 100A/400-as, névleges árama 100 A, zárlati szilárdsága 120 kA, névleges feszültsége 400 V.



11 ábra. NH000 400V-os kékes olvadóbiztosítók kiolvadási jelleggörbéje

A betéteket a Scneider electric által gyártott Fupact családba tartozó ISFT szakaszolókapcsoló-házba kell elhelyezni. Az ISFT típusú szakaszoló 3 pólusú a belehelyezhető biztosító típusa NH000. A szigetelési és üzemi feszültsége 690V, a lökő feszültség 6 kV. Az ISFT szakaszoló kapcsoló-biztosítóknak a termikus áram 160–630 A között helyezkedik el a típustól függően. Az itt kiválasztott termék a ISFT 160 A.



12 ábra. Fupact ISTF 160 A

[10] [11]

7.5. Szakaszolókapcsolók

A szakaszolókapcsolók a szakaszolók családjába tartoznak, a kombinált kapcsolókészülékek közé. A szakaszoló egy mechanikus kapcsolókészülék, amely nyitott állapotban megfelel az adott hálózaton kiírt leválasztási és szigetelési feltételeknek. Ezen szerkezetek feladata az áramkör nyitása és zárása abban az esetben, ha jelentéktelenül kicsi áram folyik át rajta, vagy a sarkai között fellépő feszültség jelentéktelen.

A szakaszolókapcsolók képesek adott hálózatrész biztonságos leválasztására, ezen kívül alkalmasak a hálózat terhelési áramának ki- és bekapcsolására.

A kiválasztott termék a Schneider electric Compact NSX családjába tartozik. A család előnyei közé tartozik, hogy az eszköz egyben egy teljesítménymérő eszköz is, ami segíti a védelmi funkciókat. A felhasználó képessé válik a teljesítmény és a fogyasztás megfigyelésére. Egyszerűen szerelhető és felhasználóbarát.



13 ábra. Compact NSX250NA szakaszoló kapcsoló

A számításaimnak megfelelő 250 A-es névleges áramú NSX250NA szakaszoló kapcsolót kell telepíteni a KF kábelfogadó betáplálásának védelmére. Az eszköz 3 pólusú, használható váltó- és egyenáramú hálózatokban. A névleges szigetelési feszültsége AC hálózatokban 50/60 Hz-en 800 V.

[10]

7.6. Túlfeszültség levezető

A túlfeszültség levezetése a villámvédelmi szabvány betartásához szükséges tervezési feladat. A készülék a létesítmény villámvédelmi osztályától függ. Villámvédelmi szempontból a helyiség lehet I., II., III., IV. fokozatú. A túlfeszültség levezető készülékek különböző levezetési osztályba sorolhatók:

1. típus (T1), korábbi nevén „Type 1” osztályú túlfeszültség levezető
2. típus (T2), korábbi nevén „Type 2” osztályú túlfeszültség levezető
3. típus (T3), korábbi nevén „Type 3” osztályú túlfeszültség levezető



14 ábra. Dehn gyártmányú, 1. típusú + 2. típusú kombinált túlfeszültség levezető készülék

A KF kábelfogadóban egy DEHN gyártmányú 1. típus + 2. típus, kombi levezetőt kell beépíteni. A készülék TN-C rendszerekhez lehet felhasználni. Egy készre szerelt szikraköz alapú kombi levezető, amelyet beltéri használatra alakítottak ki IP20-as védettséggel a környezeti hatások ellen. A készülék alapmodulból és dugaszolható védőmodulból áll. Mivel egy moduláris készülék ezért könnyen felszerelhető a sínre, a beépítése nem okoz problémát.

[11]

7.7. Tűzeseti lekapcsolás

Az épület tűzeseti lekapcsolása az épület főelosztó ajtaján elhelyezett tűzvédelmi kapcsolóval történik. A tűzvédelmi kapcsoló GANZ KK020-6001 2P típusú, melynek csak 1 pólusát használják, így a kábelfogadó szekrény tűzeseti lekapcsolását a másik pólus felhasználásával valósítjuk meg. Ehhez a hálózati részhez egy 2 pólusú biztosíték szakaszolót terveztem. A Scneider Acti9-es családba tartozó SBI típusú eszközre esett a választás, aminek a névleges árama 50 A.

7.8. Hőszivattyúk tiltó kapcsolói

A magyar munkavédelmi rendelet betartásának érdekében a hőszivattyúknál biztosítani kell a helyszíni áramtalanítás lehetőségét. Ennek az az oka, hogy ha az eszközön szerelési, ellenőrzési, vagy egyéb más munkát végeznek, akkor biztosított legyen a munkavégző közvetlen rálátása, hogy a berendezés ténylegesen feszültségmentes állapotban van. Ha ez nem lehetséges, akkor ki állapotba lakatolható kapcsolót kell alkalmazni, így biztosítva a

hőszivattyúk árammenteséget, és a balesetek elkerülését. Ehhez Ganz gyártmányú KKM0-20-6001-es használunk, ami egy be-ki kapcsoló, azaz kettő állással rendelkezik. A kapcsolónak névleges tartós árama 20 A. Két pólussal, elülső oldali IP 65 védeettséggel rendelkezik



15 ábra. Két állású tiltó kapcsoló

TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Szakdolgozatomban egy raktárépület-szellőzőrendszer felújításának, villamosenergia-ellátásával járó mérnöki feladatokkal foglalkoztam. Elsőként a raktározás általános feladatait mutattam be. Ezt követte a feladat részletes leírása, majd a hasonló mérnöki feladatokhoz szükséges irodalmi és törvényi háttér ismertetése. Ezután felsoroltam a tervezéshez elengedhetetlenül szükséges szabványokat.

Szakdolgozatom első fejezetében bemutattam a tervezői feladat környezetét, a raktárépület fizikai felépítését, belső elrendezését. Emellett ebben a fejezetben tárgyaltam az ellátandó elektromos berendezéseket, és röviden összefoglaltam feladataikat. Felsoroltam a felújítás alatt újonnan betelepített technológiákat és a velük együtt kialakult új energiaigényeket. A létező és betelepítendő technológiákat a helyiségekre specifikálva írtam le. Ebben a fejezetben ismertettem az SZ1-es alelosztó régi ellátásának az elbontásával járó feladatokat.

A második fejezetet a betáplálás telepítési módjának és feltételeinek ismertetésével kezdtem, fókuszálva a MSZ HD 60364-5-52-es szabványban leírtakra. Ebben a fejezetben adtam meg a nyomvonal kiépítésének módját, amely egy kábelárokban vezetett NAYY-J 4x240 mm² specifikációjú védőcsöves földkábel. Itt végeztem el a betáplálás kialakításához és a védelmének meghatározásához szükséges számításokat.

A harmadik fejezetben az előző fejezetben felsorolt lépéseket végeztem el a két eltérő típusú leágazáson. Mindkét típusú leágazást RKSM-es kábeltálcákon vezettem, az SZ1-es alelosztó háromfázisú leágazásánál NAYY-J 4x70 mm²-es, míg a hőszivattyúk egyfázisú leágazásánál YSLY-JZ 3x4 mm²-es kábeleket terveztem be. A számításoknál figyelembe vett szempontok azonosak voltak, mint a betáplálásnál.

Az utolsó fejezet a hálózat védelmét szolgáltató eszközöket tárgyaltam. A túlfeszültség és a zárlatiáram megakadályozására a következő védelmi eszközöket választottam ki: A betáplálásnál egy Schneider Compact NSX250NA, a hőszivattyúknál Acti9 iC60N kismegszakítók. A hőszivattyúknál a technológia közelében szükséges volt tiltókapcsolókat is beterveznem. Az SZ1-es alelosztónál és a tartalék leágazásoknál ISTF 160 A-es szakaszolókapcsolókba helyezett gG 100 A-os olvadóbiztosítókat terveztem be. A tűzeseti lekapcsolás megoldását is ebben a fejezetben tárgyaltam.

SUMMARY

In my thesis I wrote about the engineering tasks related to the electricity supply of the renovation of the ventilation system of a warehouse building. I first introduced the general tasks of warehousing. This was followed by a detailed description of the task and the literary and legal background required for similar engineering tasks. Then I listed the standards, that are essential in this task?

In the first chapter of my thesis I described the environment of the design task, the physical structure and the internal layout of the warehouse building. In addition, in this chapter I wrote about the electrical equipment that needs to be supplied with electricity and briefly summarized their tasks. I have listed the technologies that have been newly installed during the renovation and the new energy demand they developed. I wrote about the old and the to be installed technologies in a room-specific division. In this chapter I have described the tasks involved in breaking down the old supply of the SZ1 sub-distributor.

I started the second chapter with a description of the installation method and conditions of the power supply, focusing on the MSZ HD 60364-5-52 standard. In this chapter, I have written about the method of constructing the route, which is a NAYY-J 4x240 mm² protective earth cable in a cable ditch. There I did the calculations needed for the supply design and protection determination.

In the third chapter, I applied the steps listed in the previous chapter on the two different types of branches. I ran both types of taps on RKSM cable trays, I designed NAYY-J 4x70 mm² cables for the three-phase branch of the SZ1 sub-distributor, and YSLY-JZ 3x4 mm² cables for the single-phase branch of the heat pumps. The aspects taken into account in the calculations were the same as in the feed.

The last chapter discussed network security tools. To prevent overvoltage and short circuit current, I selected the following protection devices: A Schneider Compact NSX250NA for circuit breakers and Acti9 iC60N circuit breakers for heat pumps. For heat pumps, I also had to design disabling switches near the technology. I designed gG 100 A fuses placed in ISTF 160 A circuit breakers for the SZ1 sub-distributor and the backup branches. I also discussed the solution to fire shutdown in this chapter.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] László Zoltánné: Milyen szabályokat kell figyelembe venni az áruk raktárai elhelyezésénél?
- [2] MSZ 447:2019 – 3.10.1.
- [3] MSZ 447:2019 – 3.10.4.
- [4] Épületek villamos ellátása Komplex 1 és Diploma tervezési segédlet.
- [5] Dr. Novothny Ferenc – Villamos Energetika I. – OE-KVK 2050
- [6] MSZ HD 60364-5-52_2011
- [7] MSZ EN 60529_2015
- [8] Dr. Szalay Béla: Fizika (Műszaki Könyvkiadó, 1973)
- [9] Demeter Károlyné – Dén Gábor Villamosságtan II 1füzet -2 füzet
- [10] Dr. Kemény József Kapcsolástechnika Villamosmérnök és műszaki menedzser hallgatók részére
- [11] MSZ EN 60947-1-2008

MELLÉKLETEK

I. melléklet: Létező fogyasztók

II. melléklet: Újonnan telepített fogyasztók

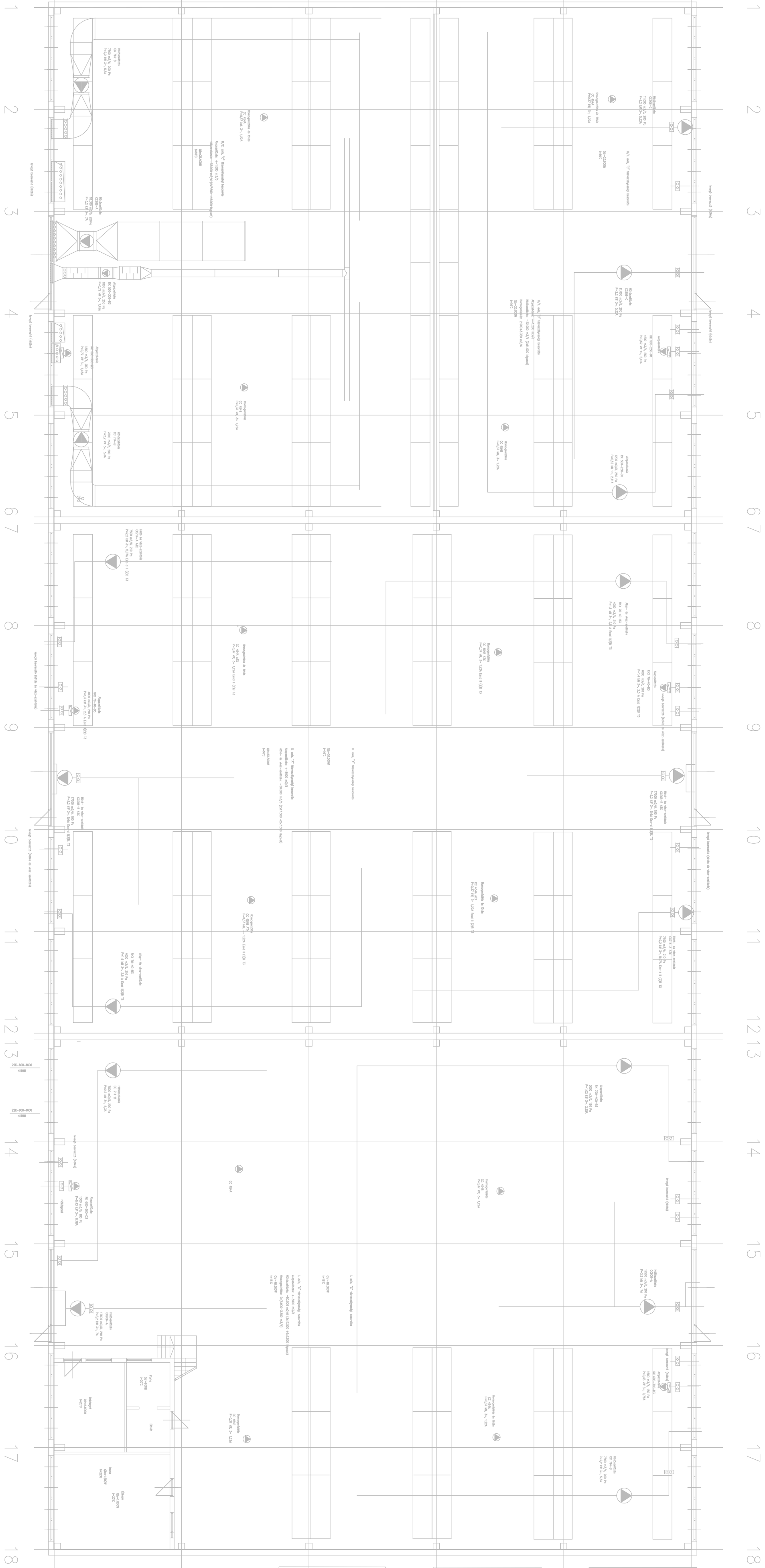
III. melléklet: A betáplálás nyomvonala

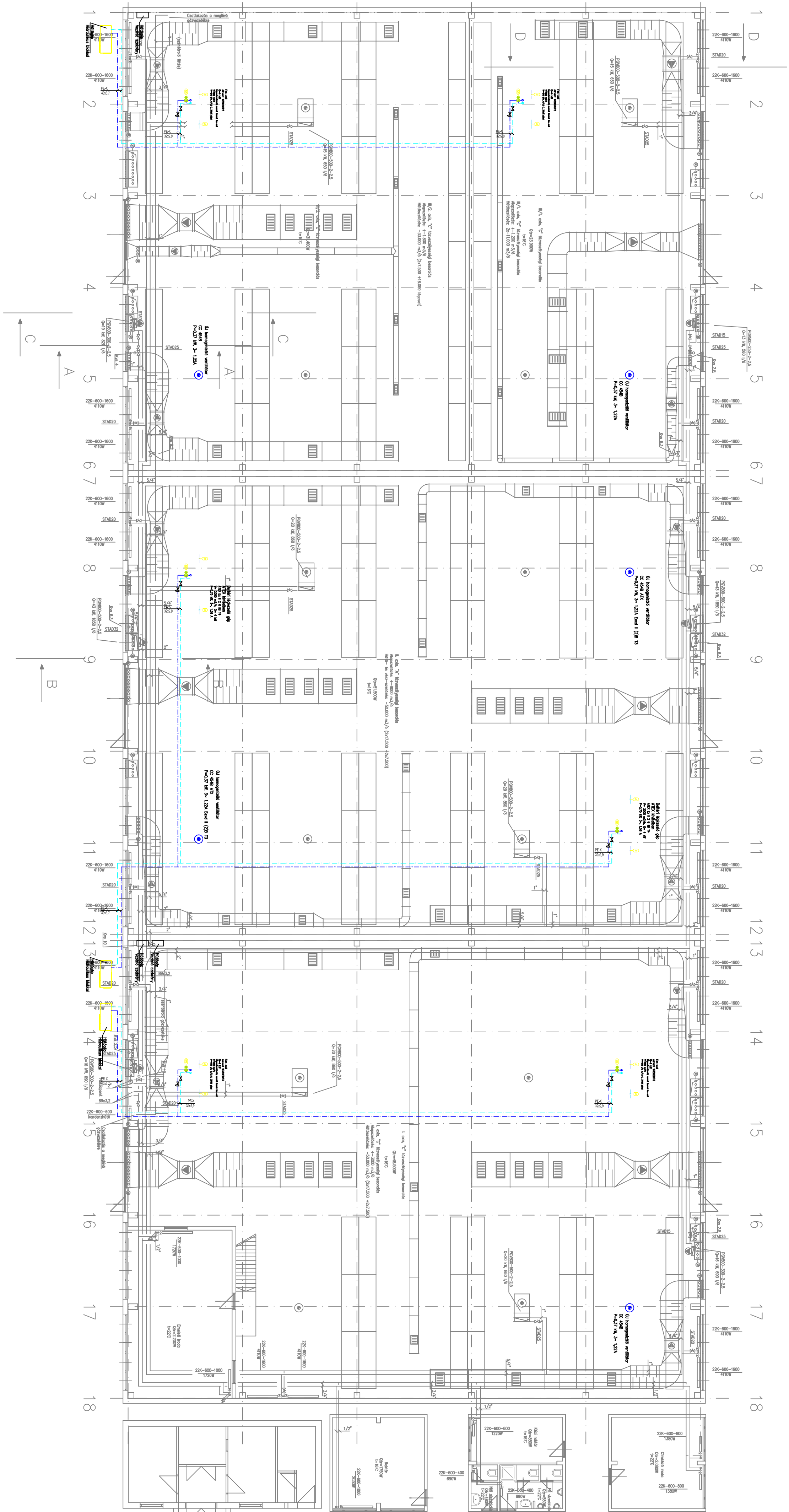
IV. melléklet: A leágazások nyomvonala

V. melléklet: KF kábelfogadó szekrény villamos kapcsolási terv

VI. melléklet: KF kábelfogadó szekrény előlnézete

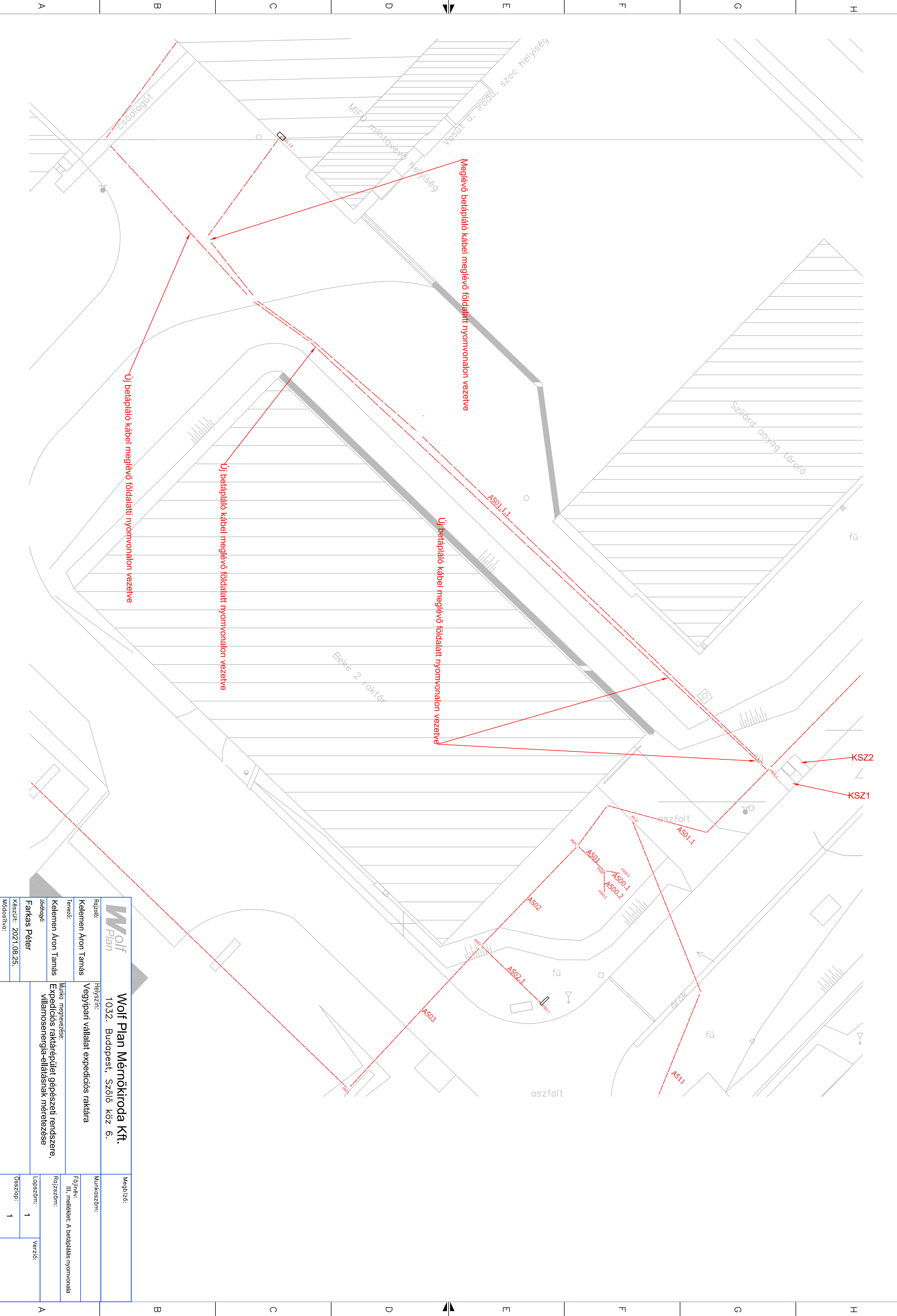
Rajzoló: Wolf Plan		Helyszíni: Wolf Plan Mérnökiroda Kft. 1032. Budapest, Szőlő köz 6.		Munkaszám: Munka megnevezése: Főljelév: I. melléklet: Létező foglászók	
Tervező: Kélemen Áron Tamás		Rajzszám: Expeditós raktáregépjét gépészeti rendszere, villamosenergia-ellátásnak méretezése		Lapszám: 1	
Jóváhagyó: Farkas Péter		Készült: 2021.08.23.		Verzió:	
Módosítói:		4		1	

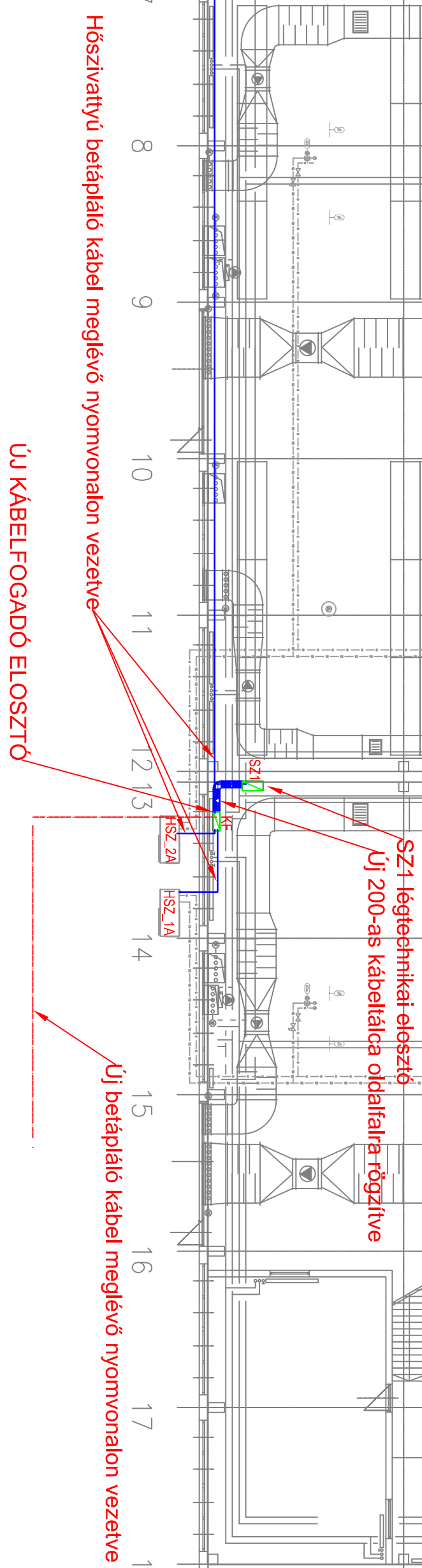




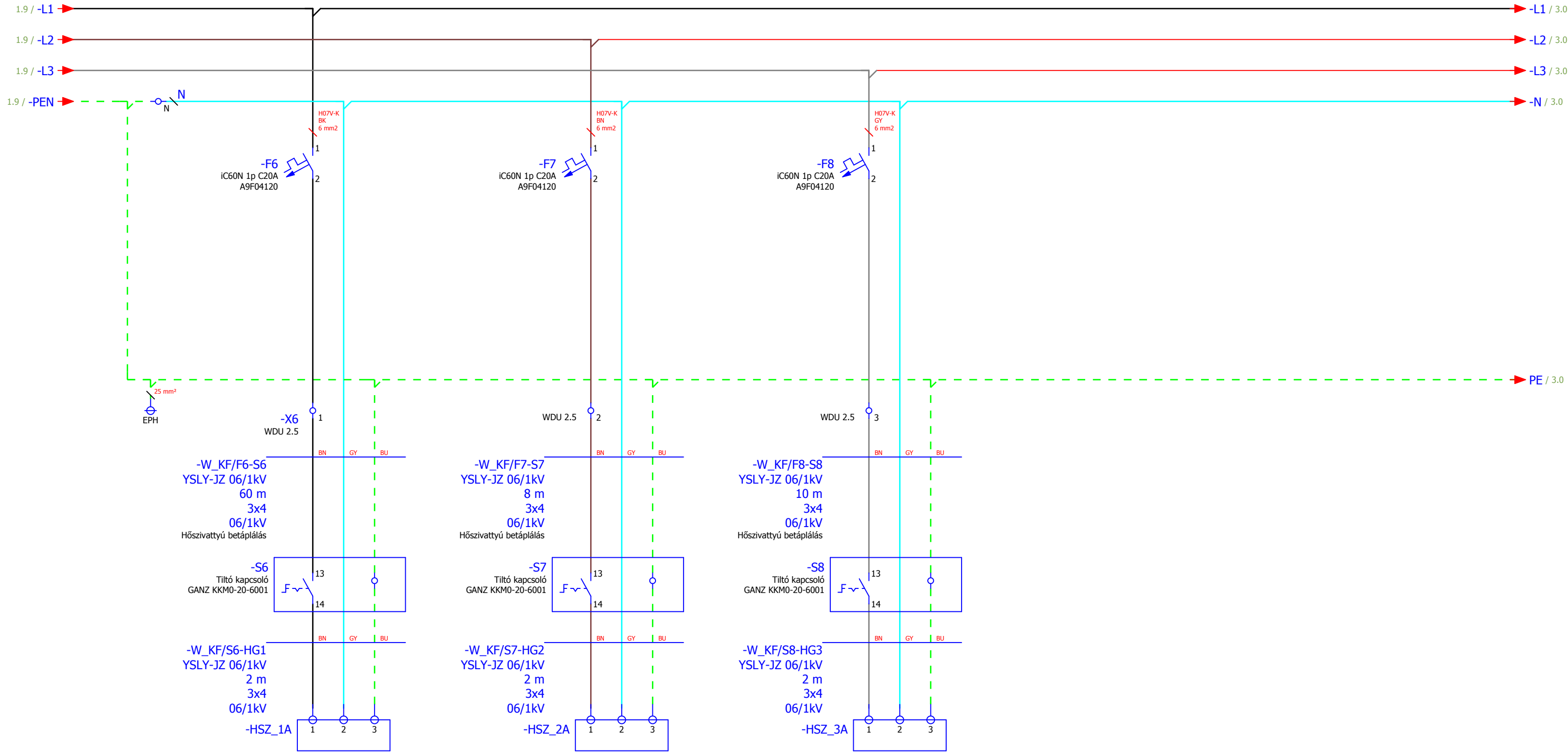
Wolf Plan		Wolf Plan Mérnökiroda Kft.		Megbízó:	
1032. Budapest, Szőlő köz 6.					
Rövidítő:		Helyszín:		Munkaszám:	
Kelemen Áron Tamás		Vegyipari vállalat expedíciós raktára		Főnév: Il. melléklet: Újonnan telepített log/aszók	
Tervező:		Munka megnevezése:		Rajzszám:	
Kelemen Áron Tamás		Expedíciós raktárárűpület gépészei rendszerre, villamosenergia-ellátásnak méretezése			
Jóváhagyó:				Lapszám:	
Farkas Péter				1	
Készült: 2021.08.24.				Verzió:	
Módosítva:				Összelep: 1	

Wolf Plan		Wolf Plan Mérnökiroda Kft. 1032. Budapest, Szőlő köz 6.		Megbízó:	
Rajzoló:	Kelemen Áron Tamás	Helyszín:	Vegyipari vállalat expedíciós raktára	Munkaszám:	
Tervező:	Kelemen Áron Tamás	Munka megnevezése: Expedíciós raktáregépület gépészeti rendszere, villamosenergia-ellátásnak méretezése			
Jóváhagyó:					
Farkas Péter					
Készült: 2021.08.25.				Lapszám:	Verzió:
				Összlap:	1
Módosítva:					

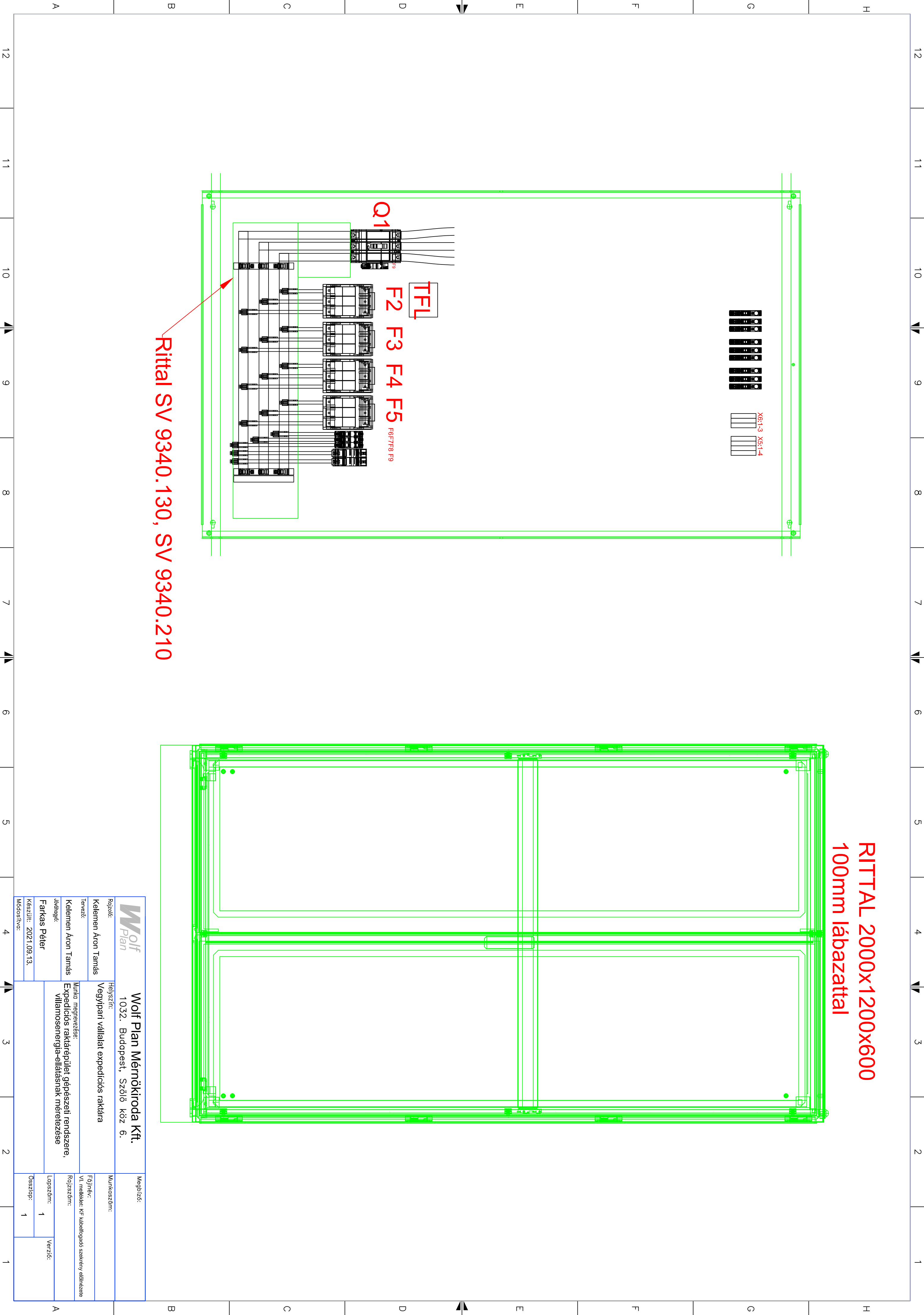




	
Wolf Plan Mérnökiroda Kft. 1032. Budapest, Szőlő köz 6.	
Megbízó:	Munkaszám:
Rajzoló:	Főljénv:
Kellemen Áron Tamás	IV. melléklet: A leigazások nyomomala
Tervező:	Rajzszám:
Kellemen Áron Tamás	Lapszám:
Jelölőanyag:	1
Farkas Péter	Verzió:
Készült: 2021.09.02.	Összept:
Módosító:	1



Leágazásszám		F6	F7	F8		
Megnevezés		Hőszivattyú betáplálás	Hőszivattyú betáplálás	Hőszivattyú betáplálás		
Teljesítmény (kW)		P=3,15kW	P=3,15kW	P=3,15kW		
Áramerősség (A)		I=13,7A	I=13,7A	I=13,7A		
	Jel	W_KF/F6-HG1	W_KF/F7-HG2	W_KF/F8-HG2		
	Típus	YSLY-JZ	YSLY-JZ	YSLY-JZ		
	Kerm. (mm2)	3x4	3x4	3x4		



Wolf Plan Mérnökiroda Kft. 1032. Budapest, Szőlő köz 6.			Munkaszám:	
Rajzoló: Kelemen Áron Tamás			Főrajz: VI. melléklet: KF kábellogó szelvény elhelyezése	
Tervező: Kelemen Áron Tamás			Rajzsorszám:	
Javító: Farkas Péter			Lapszám: 1	
Készült: 2021.09.13.			Verzió:	
Módosítva:			Osszlap: 1	

Wolf Plan Mérnökiroda Kft. 1032. Budapest, Szőlő köz 6.			Munkaszám:	
Rajzoló: Kelemen Áron Tamás			Főrajz: VI. melléklet: KF kábellogó szelvény elhelyezése	
Tervező: Kelemen Áron Tamás			Rajzsorszám:	
Javító: Farkas Péter			Lapszám: 1	
Készült: 2021.09.13.			Verzió:	
Módosítva:			Osszlap: 1	