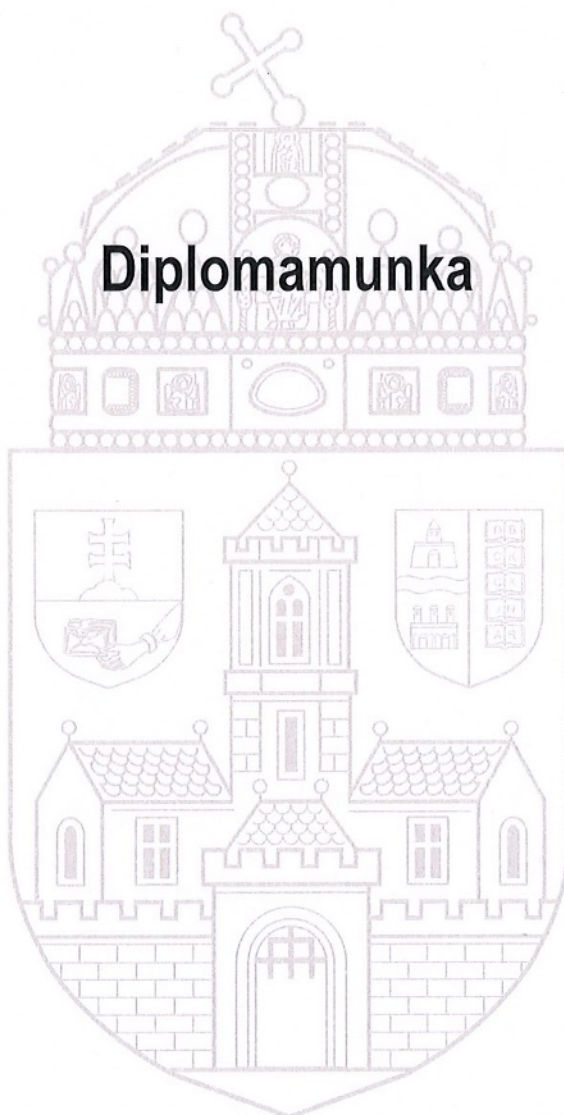




ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Automatika Intézet

Diplomamunka



OE-KVK
2021

Péntek Julianna
[REDACTED]
T008737/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

DIPLOMAMUNKA FELADATLAP

Hallgató neve: Péntek Julianna
Diplomamunka száma: SZD21080907515933
Törzskönyvi száma: T008737/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki
Specializáció: Ipari felügyeleti és kommunikációs rendszerek specializáció

A dolgozat címe: Csővezetékek villamos kísérőfűtése

A dolgozat címe angolul: Electric auxiliary heating of pipelines

A feladat részletezése: Egy meglévő gyárban, újonnan kialakított technológiai csövek kísérőfűtésének kialakítása.

A csővezetékek és berendezések villamos kísérőfűtésének és ezek vezérlésének, hidegoldali és melegoldali kötődobozok elhelyezésének, villamos megtáplálási kábelnyomvonalának kialakításához szükséges dokumentáció elkészítése.

Intézményi konzulens neve: Szén István

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A diplomamunka: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021.09.29.



.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2021. 12. 15.

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



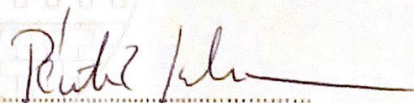
ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Automatika Intézet

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült diplomamunkában 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

Csővezeték villamos kísérőfűtése

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	7
2. Robbanás elleni védelem [1] [2].....	8
3. Téréségbesorolás	14
3.1 Önszabályzó fűtőkábelek [1] [2].....	14
3.2 Zónabesorolás [3] [4] [2] [5].....	16
4. Méretezés.....	19
4.1 Kiinduló adatok	19
4.2 HELOCpro méretező program [6]	20
4.2.1 A program kalkulációjának elve	20
4.2.2 A program használata [6].....	22
4.3 Eredmények értékelése.....	28
5. Elosztó	33
5.1 A tervezés során alkalmazandó szabványok	33
5.2 Tervezés menetének szempontjai [7] [8]	34
5.3 IP védettség [2]	37
5.4 Elosztóra vonatkozó előírások [9].....	39
5.5 Elosztó tervezés [2] [10] [11] [12] [13]	40
5.6 Fűtőkörök kapcsolása [12]	46
5.7 Telepítés [14] [15] [16]	49
5.8 Nyomvonalterv [14] [12] [17].....	50
5.9 Berendezés kezelése, karbantartás, korrózióvédelem [9] [18] [19]	52
6. Anyagkiválasztás [10] [15] [16] [20]	53
6.1 Melegoldali anyagok.....	53
6.2 Elosztóhoz szükséges anyagok [15].....	54
7. Tűzvédelmi leírás	56
7.1 Tűzvédelmi leválasztás [18].....	56
7.2 Érintésvédelem [16]	57
7.3 Felülvizsgálat [19].....	57
8. Összegzés	58

9. Summary.....	59
10. Irodalomjegyzék	60
11. Függelék	62
11.1 Betáplálás	62
11.2 Feszültség elosztás	63
11.3 Jelzés, szekrények világítása, szerviz dugalj, 24 V DC	64
11.4 Fűtőkörök erőátvitel	65
11.5 0 V DC elosztása	66
11.6 Fejmodul és kommunikációs kártya bekötése.....	67
11.7 Digitális bemeneti kártya bekötése	68
11.8 Digitális kimeneti kártya bekötése	69
11.9 Analóg bemeneti kártya bekötése	70
11.10 Digitális bemeneti kártya áttekintő rajza.....	71
11.11 Digitális kimeneti kártya áttekintő rajza	72
11.12 Analóg bemeneti kártya áttekintő rajza.....	73
11.13 Elosztó elrendezési rajza	74
11.14 Nyomvonalterv csőhíd	75
11.15 Nyomvonalterv reaktor	76
11.16 Nyomvonalterv reaktor	77
11.17 Nyomvonalterv tartálpark	78

1. BEVEZETÉS

A diplomamunkámban egy vegyipari nyersanyaggyártó cég üzemrészének bővítése során felmerülő technológiai csövek villamos kísérőfűtésének tervezésével foglalkozom. A kiépítendő fűtések bizonyos része robbanásveszélyes besorolású területen helyezkedik el. Az anyagokat ezekben a csövekben tárolják vagy továbbítják felhasználásra alapanyagként. A felhasználás célja miatt kell a megadott hőmérsékleten tartani a terméket. Nehezíti a tervezést és a kivitelezést, hogy a csőszakaszok robbanásveszélyes területen vannak, így az ott alkalmazható berendezéseket kell használnunk. Az izometriák, P&ID-ek és 3D rajzok alapján kell megtervezni a kísérőfűtést és meghatározni a kötődobozok elhelyezkedését. További feladatomban a fűtés villamostáplálásának biztosítása, valamint az elosztó méretezése.

A szakirodalomkutatás jelen dolgozatnál főként szabványokból áll, valamint eddig kivitelezett régebbi terveket tudok tanulmányozni a tervezés során. A fűtés méretezéséhez a HELOCpro programot használom, amely a német tulajdonú BARTEC GmbH fejlesztett ki és a saját termékeihez igazodva választja ki a megfelelő fűtési anyagokat. A HELOC mindenki számára ingyenesen elérhető és letölthető az internetről. Mivel ez a program nem olyan ismert ezért használatának menetét bővebben is kifejtem a dolgozatomban. Az elosztó áramutas rajza EPLAN programmal készül, mely igen elterjedt és széleskörűen felhasználható. Ha minden lépésnél megadjuk a felhasznált anyagokat, akkor a végén egy igen részletes listát hívhatunk le belőle. A dolgozat végén találhatóak majd a függelékben az ezzel a programmal készült áramutas rajzok részletei, mivel az egész terv elég nagy, így nem csatalom mindet, csak részleteket. A nyomvonalterv elkészítéséhez kapunk egy 3D rajzot, amiben megnézhetjük a részletes elhelyezkedést, ezek alapján AutoCAD programmal elkészül a nyomvonalterv. Az AutoCAD is egy gyakran használt tervezői program, amellyel pontos 2D és 3D rajzokat tudunk készíteni, majd ezeket kimenteni akár PDF formátumban is.

2. ROBBANÁS ELLENI VÉDELEM [1] [2]

A robbanás egy hirtelen bekövetkező reakció, amely hőmérséklet- és/vagy nyomásváltozást eredményez gyors fizikai vagy kémiai oxidációval vagy bomlással együtt. A robbanás keletkezéséhez normál légkörben 3 tényező egyidejű jelenléte szükséges, ezek pedig az oxigén, éghető anyag és a gyújtóforrás. A gyártási helyeken vagy munkahelyeken már a robbanás két feltételének teljesülésénél is robbanásveszélyes terület alakulhat ki. Ilyen területek közé tartoznak a vegyi üzemek, finomítók, festékgyárak, malmok, őrült vagy más éghető porok tárolására szolgáló épületek, tártálparkok. Az éghető anyagnak és levegőnek bizonyos mennyiséget el kell érnie, hogy robbanásveszélyes közeg alakuljon ki. A robbanási tartomány az alsó és felső robbanási határ között van, ezekkel a határokkal azok az éghető anyagok rendelkeznek, amelyek a levegővel kevertek.



1. ábra Ex jelölés [3]

A robbanásvédelem célja, hogy a három tényező közül kizárjon annyit, hogy a robbanás ne történjen meg. Az elsődleges cél az éghető anyag kizárása vagy olyan szintre csökkentése, hogy robbanásveszélyes keverék keletkezésének veszélye ne álljon fenn. A robbanásveszélyes anyagok kizárása nem mindig megoldható, ekkor olyan készülékkel kell biztosítanunk a védelmet, amelynek megfelelő besorolása van. A robbanásbiztos terméknek feladata a gyújtóforrást kizárni, amely az egyik tényező, ami szükséges a robbanás létrejöttében, így fontos szerepe van a védelemben. A hatásos védelemhez

szükség van a három tényező közül egyet távol tartani, különben egy nem kontrollált robbanás keletkezik, amely súlyos következményekkel is járhat. Az ilyen termékek képesek megakadályozni, hogy gyújtó-, vagy olyan forrássá váljanak, ahol elektromosság van egy robbanásveszélyes környezetben. Mivel a másik két tényezőt, amely az oxigén és a gyúlékony anyag, megbízhatóan és hosszútávon nem lehet kizárni, ezért a legbiztonságosabb, ha a gyújtóforrássá válást akadályozzuk meg, ezzel meggátolva a robbanást.

Ahogy már említettem az oxigén kizárása sok esetben nem lehetséges megoldás, így a következő lehetőségek merülnek fel ezeken a területeken. Az egyik ilyen, az éghető anyagok eltávolítása vagy azok korlátozása. Ezen anyagok kibocsátásának és ezzel a robbanásveszélyes keverék kialakulásának megszüntetése vagy korlátozása.

Zónabesorolás során kijelöljük azokat a területeket, ahol robbanóképes légtér kialakulhat, ezek határait is meg kell határoznunk. Zóna kiterjedését szabályoznunk kell műszaki és szervezési intézkedésekkel a megadott mértékben. Ezt a besorolást előírások, szabványok és jogszabályok alapján kell végrehajtani. Ennek eredményét zónabesorolási dokumentációban kell kiadni. Villamos és nem villamos berendezések közül a zóna besorolásnak megfelelő védelmi módú gyártmányok alkalmazhatóak. Mi több a munkafolyamatokat úgy kell megtervezni, kivitelezni, hogy azok se okozzanak gyújtóforrást.

Gyújtóforrások:

- Forró felületek
- Mechanikus szikrák
- Láng, forró gázok
- Elektromos szikra
- Kóbor elektromos áram és katódos védelem
- Elektrosztatikus feltöltődés
- Villámvédelem
- Elektromágneses hullámok
- Ionizáló sugárzás
- Ultrahang

- Adiabtikus kompresszió
- Kémiai reakciók, öngyulladás

Ilyen megoldások a következők:

- koncentráció korlátozása
- tokozatok használata, amelyek inertizáló anyaggal feltöltöttek
- természetes vagy mesterséges szellőztetés
- koncentrációfigyelés, egy gázérzékelő rendszerrel, amely figyelmeztetést ad, ha bizonyos értéket elér.

Az éghető gázok közül a hidrogén az, amely az oxigénnel nagyon kevés befektetett energiával kölcsönhatásba hozható. Hidrogénből és szénből álló vegyületek alkotják a leggyakrabban az éghető gázokat. Ezek a gázok az oxigénnel reakcióba lépnek már nagyon kis energiával. Az éghető anyagok rendelkeznek egy robbanási tartománnyal, amely függ az energiától is.

Az alsó robbanási határ azt jelenti, hogy ez alatt túl kevés éghető anyag van a levegőben, amely így felhígul és ez alatt nem következik be robbanás, a felső robbanási határ pedig szintén ugyanezt jelenti, hogy ez a határ fölött nem következik be robbanás, mivel túl nagy mennyiségben van éghető anyag az oxigénhez képest.

Négy ilyen alapelvet különböztetünk meg, amely képes a készüléket a gyújtóforrássá válástól megakadályozni.

- ” A robbanóképes keverék be tud hatolni a készülékbe és begyulladhat. Különböző intézkedésekkel biztosítani, hogy a robbanás ne terjedjen át a környezetre.”
- ” A készülék részei tokozattal vannak ellátva, amely megakadályozza, hogy a robbanóképes keverék hozzáférjen a normál működés közben fellépő gyújtóforrásokhoz, vagy a tokozatba bejusson.”
- ” Robbanóképes keverék bejuthat a tokozatba, de ott nem gyulladhat be. Gyújtóképes szikrák és hőmérséklet kialakulását kell megelőzni.”

- „Robbanóképes keverék bejuthat a tokozatba, de ott nem gyulladhat be. Gyújtóképes szikrák és hőmérséklet csak bizonyos határok között fordulhat elő.”

Mindegyik elv alapjául szolgál az, hogy azok a részek, amelyek kapcsolatban vannak a robbanóképes közeggel nem melegedhetnek egy bizonyos szint felé, ez a gyújtási hőmérséklet, amely függ a robbanóképes közeg anyagától, ebből következik, hogy minden védelmi mód fontos része a gyújtási hőmérséklet.

A robbanásveszélyes területek zónákra való felsorolására már kialakult egy gyakorlat, ez a légkör különféle veszélyeit veszi számításba és meghatározza, azokat a védelmi intézkedéseket, amelyekkel biztonságos lehet a környezet,

A zóna besorolásnál figyelembe kell vennünk az ott előfordulható éghető anyag előfordulásának gyakoriságát, valamint annak időtartamát.

A gyulladási hőmérsékletet több tényező is befolyásolhatja, viszont meghatározható az a legkisebb érték, amelyen már a robbanás megtörténik, ezen értékek alapján az anyagok hőmérséklete osztályba sorolhatóak.

A hőmérsékleti osztályok alapján sorolják be a berendezéseket, hogy bizonyos felületi hőmérséklet esetén se alakuljanak ki robbanás.

A védelmi módokra igaz az, hogy normál működés közben a környezeti hőmérséklet és az üzem közbeni melegedések hatására a robbanás veszélyes közeggel, anyaggal érintkező részei nem melegedhetnek az adott hőmérsékleti osztályban megengedett érték fölé.

A robbanásveszélyes területeknek a zóna besorolását adatszolgáltatásként kaptuk magától a megrendelőtől.

A besorolásnál figyelembe veszik a veszélyes anyagok lehetséges kilépési pontjait, valamint ezeknek térbeli kiterjedését, hogy mekkora sugárban érhető még el az anyag, valamint tűzveszélyességi besorolást is kapnak, ezek alapján kell kiválasztanunk a robbanás veszélyes övezetben használható védelmi módot.

A zónabesorolás a felmerülő kockázatokat gyűjti össze, és segíti az ott használandó villamos és nem villamos termékek használatát, mivel a területen előfordulhatnak robbanásveszélyes anyagok. Ezek a berendezések elősegítik a

biztonságos üzemeltetést és karbantartást. Ez a besorolás úgy jön létre, hogy egy nagyon részletes elemzést készítenek az adott területről, hogy milyen robbanóképes anyag milyen gyakran fordul elő ott és milyen a kiterjedése, ezeket összevetve mondják meg a zónabesorolást.

- Zóna 0 „Olyan térség, ahol az éghető anyagból, - amely lehet gáz, gőz vagy köd -, és levegő keverékéből álló robbanásveszélyes anyag folyamatosan, vagy hosszú időn keresztül, vagy gyakran jelen van.”*
- Zóna 1 „Olyan térség, ahol az éghető anyagból, - amely lehet gáz, gőz vagy köd -, és levegő keverékéből álló robbanásveszélyes anyag normális működés közben alkalmanként előfordulhat.”*
- Zóna 2 „Olyan térség, ahol az éghető anyagból, - amely lehet gáz, gőz vagy köd -, és levegő keverékéből álló robbanásveszélyes anyag normális működés közben nem valószínű, hogy előfordul, de ha mégis előfordul, csak rövid ideig marad fenn.”*
- Zóna 20 „Olyan térség, ahol az éghető porfelhőből és levegő keverékéből álló robbanásveszélyes anyag folyamatosan, vagy hosszú időn keresztül, vagy gyakran jelen van.”*
- Zóna 21 „Olyan térség, ahol az éghető porfelhőből és levegő keverékéből álló robbanásveszélyes anyag normális működés közben alkalmanként előfordulhat.”*
- Zóna 22 „Olyan térség, ahol az éghető porfelhőből és levegő keverékéből álló robbanásveszélyes anyag normális működés közben nem valószínű, hogy előfordul, de ha mégis előfordul csak rövid ideig marad fenn.”*

1. táblázat A robbanásveszélyes területek osztályozása [1]

Tűz- és robbanásveszélyes anyagot tartalmazó berendezések és készülékek, amelyekből akkora koncentrációjú éghető anyag kerül a légterbe, ami már veszélyes mennyiségű lehet az adott környezetben, azokat kibocsátóforrásnak kell tekintenünk.

Amennyiben a készülékből éghető anyag jut a környezetbe, akkor a kibocsátás típusának, valószínű gyakoriságának és időtartamának figyelembevételével,

meghatározható a kibocsátás fokozata. A folyamat eredményeképpen, valamennyi kibocsátás besorolható a folyamatos, elsőrendű és a másodrendű kategóriákba.

Zónák		Osztályok
Leírás	Hőmérsékleti osztály [ATEX]	Maximum felületi hőmérséklet [°C]
Magyarázat (villamos és nem villamos robbanásbiztonság-technika, gázrobbanás-veszélyes környezet)	T1	450 (440)
	T2	300 (290)
	T3	200 (195)
	T4	135 (130)
	T5	100 (95)
	T6	85 (80)

2. táblázat Hőmérsékleti osztályok [4]

A táblázatban található a minimális gyulladási hőmérséklet csoportokba szedve. A T1-T6 hőmérsékleti osztályba sorolhatóak, amely azt jelenti, hogy a megadott tartományon belül van az adott közeg gyulladási hőmérséklete. A megadott tartomány alsó értéke az a hőmérséklet, amit az adott közegben elérhet a berendezés azon felülete, amely érintkezik a robbanóképes közeggel.

3. TÉRSÉGBESOROLÁS

3.1 Önszabályzó fűtőkábelek [1] [2]

Az olaj-, vegyi-, és gyógyszeriparban már nagyon régóta szükség van a technológiai folyamatok során a fagyvédelemre vagy a fűtésre, amelyet régen gőzzel oldottak meg, manapság már villamos fűtőkábelekkel valósítják meg ezt a feladatot.

A technológiai folyamatok során sűrűn volt szükség lefagyás elleni védelemre, amelyet általában gőzfűtés segítségével hajtottak végre. Manapság egyszerűbb és megbízhatóbb, ha fűtőkábeleket alkalmazunk. Több előnye is van a villamos kísérő fűtésnek a gőzfűtéssel szemben.

Ezek pedig a következők:

- a megfelelőségi tanúsítvány biztonságot ad a végfelhasználó számára
- az önszabályozó fűtőkábel, szigetelés után emberi beavatkozás nélkül működik
- nagyon jól irányítható és felügyelhető rendszer
- a sérült részeknek a helyét könnyebb detektálni
- hosszabb áramkörök is létesíthetők

Ezeket a fűtőkábeleket leggyakrabban olaj-, vegyi- és gyógyszeripari területeken alkalmazzák, leginkább az olyan technológiai folyamatoknál, ahol:

- fagyás elleni védelemre,
- hőntartásra vagy
- fűtésre van szükség.

Ezen fűtőkörök védelmére hibaáramú áramvédő kapcsoló, vagyis FI relé beépítése szükséges, a főáramköri biztosítón kívül. A sérült szigetelésen átfolyó szivárgóáram érzékelése a relé feladata. Erre a célra egy olyan hibaáramú áramvédő

kapcsolót kell használni, amelynek kikapcsolási küszöbértéke 30mA és a kioldási ideje 100ms-ot nem haladja meg. A kábel hőtermelő alkatrészének olyan vezetőképes dielektrikumnak kell lennie, amely villamos ellenállása a hőmérséklet növekedésével nő, emiatt csökken a leadható fűtés teljesítménye. Ha a környezeti hőmérséklet csökken, akkor csökken az ellenállása is, így a leadható fűtés teljesítménye nő. (réz vezető, önszabályozó vezetőképes dielektrikum)

200°C hőmérséklet alatt végelzárási és összekötésnél zsugorcsöves szerelési technológia alkalmazható. Ezen hőmérséklet felett csak "e" fokozott biztonságú védelmi módú kötődobozt szükséges alkalmazni mind végelzárásnak, mind toldásra. Fokozott biztonságú szerelvények szükségesek a fűtőkábel megtáplálásához, amelyet csőre rögzítünk, a kötődobozhoz szükséges speciálisan kialakított kábelbevezető és tömítőgyűrű, amely ovális alakú a fűtőkábel kialakításához igazítva.

A fűtőkör párhuzamos kapcsolási elvű, tápfeszültsége 230 VAC. A fűtőkábel vezetőit tilos összekötni mivel ez rövidzárlatot eredményez. A fűtőkör elkészültekor, folyamatos működés, üzembehelyezés előtt szigetelési ellenállást ellenőrizni szükséges. A szigetelési ellenállást mérni kell és erről jegyzőkönyvet is kell készíteni. A mérési feszültségnek minimum 500V-nak kell lennie, de nem lehet több mint 2500VAC egyenfeszültség. A fűtőkábeltől függetlenül a szigetelési ellenállásnak legalább 10MΩ-nak kell lennie. Ha ez az érték kisebb akkor meg kell keresnünk a hiba forrását, majd azt javítani szükséges. A kör bekapcsolása után, ellenőrizni kell valamennyi szakasz melegedését. A fűtőkábel végét végelzáróval kell ellátni.

A hőhatást kiváltó áram a fázisvezetőből a kábel ér dielektrikumán keresztül, térben történik a nullavezető felé. A klasszikus földzárlat vagy túláram védelem eszközei nem alkalmazhatóak. Az ilyen elven alapuló védelemmel nagy érzékenységet tudunk létrehozni, mivel a gerjesztés nem az üzemi áramok, hanem azok előjeles összege. A gyakorlatban ezek szabványos értékei a következők: 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA. Az önszabályozó fűtőköröknél olyan kapcsolót kell alkalmazni, amelynek lekapcsolási küszöbértéke 30mA, kioldási ideje 100ms.

3.2 Zónabesorolás [1] [2] [5] [6] [7]

A tartályparkban tárolják a beérkező alapanyagokat, valamint az előállított köztes termékeket. Az egyik ilyen alapanyagok a benzol, mono-nitrobenzol és az anilin, ezeket tartályokban tárolják. Ezen tartályok gőztere folyamatosan inertiált, ezt nitrogén párna alkalmazásával érik el. A kilégzési pontokon vízhűtési fejkondenzátor található, amely a benzol tartalmát tudja csökkenteni. A tartályokat vízgőzös fűtőrendszerrel rendelkeznek, amellyel télen biztosítják a fagyvédelmet.

A tartályok fűtésére 2 bar nyomású vízgőzt használnak, amelynek túlmelegedését a kondenzvíz hűtésével szabályozzák. A tartályok üzemi hőmérséklete 45°C/80°C-ot érhetik el, ebből következik, hogy a kapcsolódó csővezetékeken is ezen az értéken lehetnek.

A benzol, mint éghető folyadék "Fokozottan tűz- és vagy robbanásveszélyes" megnevezésű tűzveszélyességi osztályba tartozik. A szabvány értelmében a technológiai felhasználásból eredően a benzol I. tűzveszélyességi fokozatú éghető folyadéknak minősül. A mono-nitrobenzol és az anilin, mint éghető folyadékok mérsékelten tűzveszélyes anyagok közé sorolható. A mérsékelten tűzveszélyes tűzveszélyes osztályba sorolt anyagok robbanásvédelmi szempontból nem jelentenek kockázatot.

A benzol tartályok körül kizárólag a felfogótérben lesz robbanásveszélyes a tér. A felfogótér belseje a felső perem felett 0,8 méteres magasságig Zóna21 térnek minősül. A kialakítás miatt a felfogótér a tartálytest és a védőgyűrű közötti rész. A tartályok és légző csővezetékek belső tere is Zóna 1 térnek számít.

A kármentő zsompjához tartozó szivattyú 0,5 méteres környezete Zóna1 térnek, belseje Zóna 0-nak minősül. A szállító csővezetékek 0,5 méteres körzete is Zóna 1-nek minősül.

A tartályparkba tervezett szivattyúk műszakilag tartósan tömör kialakításúak, emiatt nem lehetnek potenciális kibocsátóforrások. A tartályparkban tárolt éghető anyagok a napi termelés során keletkezett, illetve felhasznált anilin és nitrobenzol. Az említett anyagokat a lobbanáspont -20°C érték alatt tárolják, így zónabesorolás

szempontjából, mindössze a tartályokbelső tere tartozik robbanásveszélyes kategóriába, a tartályon kívüli területek robbanásvédelem szempontjából nem tartoznak zónába.

A föld alatti benzoltartály levegőztetője össze van kapcsolva a többi benzoltartály légzőjével, és üzemi hőmérséklete lobbanáspontja felett van, emiatt a légző, illetve a tartály külső tere is robbanásveszélyes zónába tartozik.

A robbanásveszély meghatározása az adott gép/berendezés/üzem/technológia tervezési paraméterein belül történő (normál) üzemvitelre vonatkozik, mely tartalmazza az indítási, üzemeltetési, leállítási és karbantartási folyamatokat. A technológiai felhasználásából következőleg az ammónia, mint éghető folyadék, illetve a hidrogén, mint éghető gáz robbanásveszélyes megnevezésű tűzveszélyességi osztályba tartoznak.

A zónabesorolást az előzőeket is figyelembe véve a MSZ EN 60079-10-1:2016 és az MSZ EN 60079-10-2:2015 szabványok alapján készült. Ennek eredményét a megrendelőtől adatszolgáltatásként kaptuk.

A zóna besorolás eredménye pedig a következő lett. A felfogótér belső része és fölötte lévő 0,8 méterig Zóna2 robbanásveszélyes területnek minősül. A felfogótér pedig a védőgyűrűs kialakítás miatt a tartálytest és a védőgyűrű közötti rész.

A bezolt tároló és szállító tartály és csővezetékek belső tere Zóna-1 térség. Ezen részek 0,5 méteres környezete is Zóna1-nek minősül, ezen részen túlmenően még 1,5 méteres szakaszon Zóna-2 besorolású. A reaktorok 0,5m-es környezete még ugyanúgy Zóna1 robbanásveszélyes térnek minősül. Azok a csővezetékek amelyek atmoszférikus vagy annál nagyobb nyomáson vannak üzemeltetve, valamint a szivattyúk, berendezések belső tere, amelyek nincsenek folyton benzollal töltve, azok is Zóna-1-es besorolást kapnak.

Ha az adott területre nem vonatkozik egyedi műszaki követelmény a robbanásvédelmet tekintve, akkor minden esetben a következő szabványokban található kockázat értékelés alapján kell az ellenőrző eljárást folytatni.

- MSZ EN 60079-10-1:2016 Robbanóképes közegek. 10-1: rész
Térségbesorolás. Robbanóképes gázközegek

- MSZ EN 60779-10-2:2015 Robbanóképes közegek. 10-2: rész
Térségek osztályozása. Robbanóképes poros közegek.

Mivel a fűtési anyagok kiválasztásánál nem befolyásoló tényező, hogy a terület Zóna1 vagy Zóna2 besorolást kapta, a gyár kérésére az egységesség miatt a robbanásveszély szempontjából veszélyesebbel számoltunk.

A gázok, gőzök és ködök okozta robbanásveszélyes térségekben történő létesítés és használat minimális műszaki követelményeit az alábbiaknak megfelelően szükséges teljesíteni: Zóna 1 IIC T1 Gb.

4. MÉRETEZÉS

4.1 Kiinduló adatok

A kiinduló adatokat az üzem/gyár szolgáltatja számunkra. Viszont nem elegendő az izometriák átnézése, mivel lehetnek eltérések a valóságban a tervekhez képest, ezért egy bejáráson vettünk részt ahol felmértük, hogy ezek a csőszakaszok valóban úgy lettek kialakítva mint ahogyan az izometriákon szerepel, Ez azért is fontos mivel a hatékony kivitelezés és költség minimalizálás szempontjából meg kellett vizsgálni, hogy esetleg a megadott csatlakozó csőszakaszok milyen távol vannak egymástól, össze lehet e őket vonni egy fűtőkörre, hogy kevesebb kötődobozt és az ennek a felszereléséhez szükséges anyagot kelljen kiírni. Ebben az esetben nem találtunk ilyen megoldást, nem lehetett összevonni a fűtőköreket, ahol esetleg ez kivitelezhető volt, ott viszont nem egyforma hőmérsékleten kellett tartani az anyagot. Képeket sajnos nem készíthettünk így nem tudok csatolni a kidolgozásomhoz.

Adatszolgáltatásként kapjuk a fűtendő csőszakaszok, tartályok, reaktorok, szivattyúk izometriák valamint a P&ID rajzokat. Ezen rajzokról pontosan leolvassuk a méretezéshez fontos ezeken elérhető információkat. Ezeket az értékeket is beírjuk egy táblázatba, amely a tervezés során segédlet lesz a fűtés méretezéshez, majd az elosztó tervezéshez is.

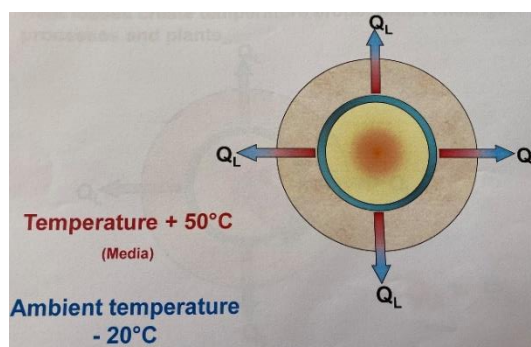
Az izometriákról leolvassuk a csővezetékek hosszát mivel a feltüntetett összes hosszba nem számolták bele az idomokat, a rajzokon szereplő teljes hosszúság csak is az egyenes szakaszok összege. Fontos még a karimák, szerelvények és a csőtartók száma is. A hőmérsékleti adatokat az üzem szolgáltatja, külön leírásban kapjuk meg ezeket. A zónabesorolást figyelembe kell vennünk a méretezés során, mivel ez nagyban befolyásolja a kiválasztható anyagokat. A környezeti hőmérséklet is nagyban befolyásolja a végszámokat, ezért szükséges megadni, hogy külterületen vagy belterületen helyezkednek el a fűtendő részek. Betáplálás szempontjából el kellett osztanunk a betervezett kettő elosztóra a csőszakaszokat és a reaktorokat, hogy melyik elosztó melyik csőszakaszt fogja megtáplálni. Ezt főként a P&ID rajzról olvastuk le az elhelyezkedést

figyelembe véve, valamint ezt a bejárás során ellenőriztük. Az említett táblázatnak egy részletét a későbbiekben csatolni fogom.

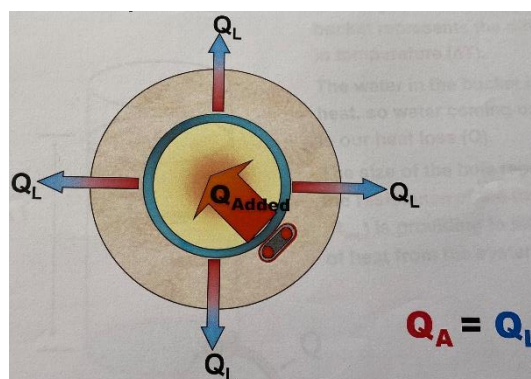
4.2 HELOCpro méretező program [8] [9]

A HELOCpro a német tulajdonú BARTEC GmbH által kifejlesztett méretező program, amely segítségével a cég portfóliójához igazodva kiválasztja az összes befolyásoló tényezőt figyelembe véve a legalkalmasabb fűtőkábel típust és annak teljesítményét, valamint a szükséges szerelési anyagokat. Ez a program bárki számára elérhető, ingyenesen letölthető a cég weblapjáról, a felhasználás csak regisztrációhoz kötött.

4.2.1 A program kalkulációjának elve

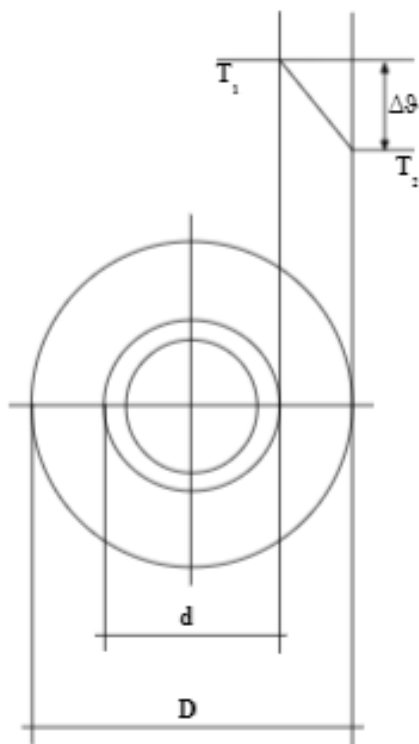


2. ábra Hővesztesség a csövön [9]



3. ábra Fűtőkábelrel pótoljuk a hővesztiséget [9]

A hővesztesség hőmérséklet csökkenést okoz, ami veszélyeztetheti a technológiai folyamatokat. A piros szín jelzi a csőben lévő hőmérsékletet, a kék szín a környezeti hőmérséklet, Q_L a hővesztesség. A villamos kísérőfűtéssel Q_A hőt adjuk hozzá, ami egyenlő a hővesztességgel.



Csővezetéken eső hőveszteség

$$Q_v = \frac{2 * \pi * \lambda * \Delta \xi}{\ln \frac{D}{d}} * E \quad [9]$$

Q_v = hőveszteség [W/m]

λ = szigetelési tényező [W/m*K]

D = külső csőátmérő [mm]

d = belső csőátmérő [mm]

E = biztonsági tényező (1,20)

$\Delta \xi$ = hőmérséklet különbség [K] $\Delta \xi = T_1 - T_2$

T_1 = beállítandó hőmérséklet [°C]

T_2 = minimum környezeti hőmérséklet [°C]

4. ábra Hőveszteség számításához az adatok

A méretező program ezen képlet segítségével dolgozik, ezek alapján határozza meg, hogy milyen típusú fűtőkábel szükséges az adott szakaszhoz. A szigetelési tényezőt a szigetelés típusa és vastagsága határozza meg, ez az érték leolvasható az adatlapról. A programnak mi a belső átmérőt adjuk meg és a cső anyagát, ebből következtet a külső méretekre. A biztonsági tényező annyi plusz hőveszteséget jelent ahány százalékot mi megadunk neki, általában 20%-ra szoktuk ezt beállítani, hogy biztosan elég mennyiséggel számoljunk. A hőmérséklet különbség pedig a beállított és a minimum környezeti hőmérséklet különbsége.

$$Q_v = A * k * E * \Delta\xi [9]$$

Q_v = hőveszteség [W/m]

k = hővezetés [W/m*K]

A = felület [m²]

$\Delta\xi$ = hőmérséklet különbség = $T_1 - T_2$ [°C]

T_1 = beállítandó hőmérséklet [°C]

T_2 = minimum környezeti hőmérséklet [°C]

E = biztonsági tényező (1,20)

A méretező program ezzel a képlettel határozza meg a tartálynak a hőveszteségét, amely alapján kiválasztja a megfelelő fűtőkábelt. A csőre méretezésnél annyi a különbség, hogy itt a tartály felületével és a hővezetéssel számol a program.

4.2.2 A program használata [8]

A méretezést a HELOCpro nevű méretező programmal készítettem el. A kalkuláció eredménye teszi lehetővé a pontos anyagkiválasztást, valamint az elosztó tervezéshez is fontos információkat szolgáltat. Az előző fejezetben említett adatszolgáltatásként kapott izometriák alapján, valamint a szükséges információk figyelembevételével a program kiszámolja a hőveszteséget. Minden adatot, ami befolyásolja a hőveszteséget be kell táplálni a programba.

Az izometriák átnézése után egy táblázatot készítettem, amelyben felsoroltam a csőszakaszokat, a hosszúságukat, karimát, szerelvények, tartók számát. Összegyűjtöttem a tartani kívánt hőfokokat, valamint az adott csővezetéken előfordulható hőmérsékleteket, mivel ez is befolyásolja az anyagkiírást. Meg kellett adni a szigetelés típusát, vastagságát. A segéd táblázatban minden adat szerepel amelyek segítik a méretezést, így könnyebb a

kalkulációhoz feltölteni az adatokat és ennek kibővítése pedig hasznos lesz a terv és a kivitelezés készítése közben.

Az alábbi táblázatban megtalálhatóak azok az adatok, amelyeket már említettem, hogy meg kell adnunk a méretezéshez.

Pipe Name	Pipe Length [m]	Nom. Dia.	Heat Sink and Additional Length	Insul. Type	Insul. Thick. [mm]	Maint. Temp. [°C]	Oper. Temp. [°C]	Exp. Temp [°C]
65-46006	6,00	DN 65	6	BC RW(WM950)	30	45	50	50
65-46007	7,00	DN 65	7	BC RW(WM950)	30	45	50	50
80-46078	30,00	DN 80	30	BC RW(WM950)	50	80	90	90
50-46009	23,00	DN 50	23	BC RW(WM950)	30	45	50	50
80-46077	45,00	DN 80	45	BC RW(WM950)	50	80	90	90
50-46008	14,00	DN 50	14	BC RW(WM950)	30	45	50	50
80-46019	15,00	DN 80	15	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46020	15,00	DN 80	15	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46079	115,00	DN 80	115	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46080	115,00	DN 80	115	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46081	104,00	DN 80	104	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46004	119,00	DN 80	119	BC RW(WM950)	50	80	90	90
50-46014	3,00	DN 50	3	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46010	7,00	DN 50	7	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46011	10,00	DN 50	10	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46015	6,00	DN 50	6	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46012	10,00	DN 50	10	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46013	10,00	DN 50	10	BC RW(WM950)	30	45	50	50

3. táblázat A betáplált adatok a méretezőprogramba táblázatos formában

A tartozékok jelen esetben a szerelvényeket, karimákat és csőtartókat jelenti, az izometriákról ezek az adatok leolvashatóak. Az izometriákról egyenként leolvastam a csővezetékek hosszát, amihez külön-külön össze kellett adnom a méreteit, mivel a kiszámolt értékben nincsenek benne az idomok. Szükség volt még a karimák, szerelvények és csőtartók darabszámára, mert a program egy alaphoz beállított értéket rászámol az összes mennyiségre, mivel ezeknél a tartozékoknál nagyobb hőveszteséggel

kell kalkulálnunk. Ezeket a mennyiségeket a szerelési technikák alapján állapíthatjuk meg. Nem csak a programban szereplő mennyiségekkel lehet számolnunk, hanem új tartozékot is fel tudunk vinni, ennél a projektnél erre nem volt szükség. Ezekre az eszközökre kiírt hosszukat mi is megváltoztathatjuk a tapasztalataink alapján.

Heat Sinks and Additional Length [New Pipe 01]

ID	Heat Sink Name	Use Spacing	Quantity	Spacing (m)
S1	BARTEC Standard Pump	☐	0	0.0
S2	BARTEC Standard Valve	☐	0	0.0
S3	BARTEC Standard Flange	☐	0	0.0
S4	BARTEC Standard Support	☐	0	0.0
S5	Not used	☐	0	0.0
S6	Not used	☐	0	0.0
S7	Not used	☐	0	0.0
S8	Not used	☐	0	0.0
S9	Not used	☐	0	0.0
S10	Not used	☐	0	0.0

Additional Heater Lengths

Absolute Heater Length m

Percentage of Pipe Length %

Close

5. ábra A tartozékok mennyiségének beállítása

A méretezés előtt egy bejáráson vettünk részt, amelyen ellenőriztük mennyire valósághűek az izometrián jelölt adatok, a tervhez képest milyen eltérésekkel valósult meg a csőszakaszok építése. Ez azért is fontos mert így látjuk, hogy mekkora szerelvényeket, esetlegesen szivattyúkat kell fűteni, amihez nem feltétlen lenne elegendő a program által hozzáadott érték. Meg kell adnunk a szigetelés anyagát és annak vastagságát.

6. ábra Fűtőkábelek család kiválasztása, valamint körök beállítása

Előfordulhat, hogy a megrendelő meghatározza, hogy milyen kábelt használjunk a kivitelezés során, vagy pedig szeretné, ha az egész projekt során ugyanolyan típusút használjunk. Ezeket az előzők alapján beállíthatjuk, kiválaszthatjuk az adott típust és a teljesítményt is. A polietilén anyagú csővezetékek esetén nem lehet a cső felszínén bizonyos hőfoknál magasabb, mivel úgy már megolvasztaná azt. Ennek kivédése miatt ilyenkor inkább több rétegben kisebb teljesítményű kábelt használunk a villamos kisérfűtéshez, minthogy egy magasabbat, mivel a nagyobb W/m-es kábelnél a köpeny hőmérséklete nagyobb mértékű lehet. Néhány esetben a csővezeték elrendezés miatt egyszerűbb úgy kialakítani a fűtési rendszert, hogy ha több rétegben visszük fel a fűtőkábelt, akkor az előző képen látható menüpontban beállíthatjuk, hogy hány réteg kábellel számoljon. Azt is megadhatjuk, hogy mennyi kör legyen az adott szakasz. A kismegszakító méretét is meg kell adnunk, jelen esetben mindenhol 16A-esre állítjuk be az értéket, mivel a gyár a jobb kezelhetőség miatt 16A-es leágazásokkal kalkulálunk.

Temperature Settings [New Pipe 01]			
Maintain	10 °C	Min. Ambient	-20 °C
Operating	60 °C	Start-Up	-20 °C
Max. Exposure	60 °C	Max. Ambient	40 °C
Max. Allowable	50 °C		
Close			

7. ábra Hőmérsékleti adatok beállítása

Az egyik legfontosabb megadható információ a hőmérsékletek. Az előző képen látható, hogy mely hőmérsékleteket kell megadnunk a méretezéshez.

- “Maintain”: Az a hőfok, amit tartani szeretnénk a csőszakaszon. Jelen esetben minden szakaszon hőntartás volt az előírás.
- “Operating”: Az általában jelen lévő hőfok. Abból a szempontból fontos, hogy főként az általában adott hőfokról kell melegítenünk az anyagok, vagy csak azt a hőfokot kell tartani.
- „Max exposure”: A maximálisan előfordulható hőfok, itt nagyon fontos tényező az anyag kiválasztás szempontjából, hogy kibírja a kábel ezt a hőmérsékletet, ez akkor szokott problémát okozni, hogy ha tisztítani szükséges a csővezetékét, ezért szükséges az itt használt gőz hőfokát megadni.
- „Max allowable”: A maximálisan megengedett hőmérséklet, ez akkor fontos, ha az adott anyag nem bír ki bármekkora hőfokot, vagy esetleg halmazállapot változás következne be a magasabb hőmérséklet hatására.
- „Min. Ambient”: Minimum környezeti hőmérséklet.
- “Start-up”: Az a minimális hőmérséklet amelyen beindíthatják a villamos kísérőfűtést. Fontos szempont, hogy milyen hőmérsékleti körülményekről indítjuk a fűtést.

- „Max. ambient”: Maximálisan előfordulható környezeti hőmérséklet.

Area Classification [New Pipe 01]

Area Classification: Ordinary

Gas/Dust Group:

T-rating:

Custom Auto-Ignition Temp: °C

Sheath Temp.:

Limiter Setpoint: °C

Close

8. ábra Zóna besorolás megadása

Általában egy 20%-os biztonsági tényezővel mindig számolunk, ami az eredményként kapott hőveszteséget befolyásolja, hogy biztosan elegendő legyen a kiírt teljesítmény.

Beállíthatjuk a terület besorolását, hogy milyen zónába tartozik, valamint a hőmérsékleti osztályt. A zónabesorolás megadása fontos az anyagkiírás szempontjából, hogy a megfelelő védelmi módú berendezés legyen kiválasztva. A hőmérsékleti osztály azért fontos, mert az a maximálisan megengedett felületi hőmérséklet, amely lehet a kábelén. Ezt a program a kalkulációnál figyelembe veszi, hogy e fölé a hőmérséklet felé ne menjen, ha így lenne, akkor kapunk vissza egy értesítést, hogy így túl magas lenne a hőfok.

Jelen projektben volt egy darab reaktor és kettő darab csonk, amelyet szintén elég magas hőfokon kell tartani, mind a három berendezést tartályként vittem fel a programba, ez néhány szempontból eltér a csővezeték kísérőfűtésétől.

A következőkben tér el a méretezés menete, meg kell adnunk az átmérőt és a magasságot és az elrendezését is, hogy fekvő vagy álló helyzetben van elhelyezve. A fűtés szempontjából még nagyon fontos, hogy a tartály hány százalékát lehet felhasználni a

fűtésre. A többi megadható adat megegyezik a csővezeték fűtésénél megadottakkal, mint a hőfok, zóna besorolás stb.

Tank name	Wall material	Style	Diameter[m]	Height [m]	Ins. Type	Ins. Thickness [mm]
V8916 reaktor	Steel	Vert. Cyclinder	3,5	6,5	BC WM950	100
V8917A	Steel	Vert. Cyclinder	2	1,5	BC WM950	100
V8917B	Steel	Vert. Cyclinder	2	1,5	BC WM950	100

4. Táblázat Tartály méretezéshez

Meg kell adnunk a tartály elrendezését, hogy álló vagy fekvő helyzetben van, bele kell számolnunk a tartókat és a lábait.

4.3 Eredmények értékelése

Minden csőnek az anyaga szénacél, környezeti hőmérséklet mindegyiknél ugyanaz, itt ilyenkor utánanéznünk, hogy mik a maximális és minimális előforduló hőfok. A terület besorolása ugyanaz mindnél legfőképpen a hőmérsékleti osztály az, ami a leginkább befolyásolja a méretezést. A BARTEC anyagoknál nincs különbség a Zóna 1 és Zóna 2 között. A minimálisan megadott követelmény, mint ahogy az előzőekben említettem Zóna 1 IIC T1 Gb, ami azt jelenti, hogy a felületi hőmérséklet nem lehet 450°C-tól nagyobb. Azok az adatokat, amelyek csőszakaszonként különbözik azok a következő táblázatban találhatóak.

Pipe Name	Pipe Length [m]	Nom. Dia.	Heat Sink and Additional Length	Insul. Type	Insul. Thick. [mm]	Maint. Temp. [°C]	Oper. Temp. [°C]	Exp. Temp [°C]
65-46006	6,00	DN 65	6	BC RW(WM950)	30	45	50	50
65-46007	7,00	DN 65	7	BC RW(WM950)	30	45	50	50
80-46078	30,00	DN 80	30	BC RW(WM950)	50	80	90	90
50-46009	23,00	DN 50	23	BC RW(WM950)	30	45	50	50
80-46077	45,00	DN 80	45	BC RW(WM950)	50	80	90	90
50-46008	14,00	DN 50	14	BC RW(WM950)	30	45	50	50
80-46019	15,00	DN 80	15	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46020	15,00	DN 80	15	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46079	115,00	DN 80	115	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46080	115,00	DN 80	115	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46081	104,00	DN 80	104	BC RW(WM950)	50	80	90	90
80-46004	119,00	DN 80	119	BC RW(WM950)	50	80	90	90
50-46014	3,00	DN 50	3	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46010	7,00	DN 50	7	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46011	10,00	DN 50	10	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46015	6,00	DN 50	6	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46012	10,00	DN 50	10	BC RW(WM950)	30	45	50	50
50-46013	10,00	DN 50	10	BC RW(WM950)	30	45	50	50

5. táblázat Betáplált adatok megadása

Az előző táblázatban megadtam a programba betáplált adatokat mind a 11 kapcsolódó csőszakaszra nézve. A következőkben pedig ugyanezen szakaszoknak az eredményét foglaltam táblázatba, amelyből látszik, hogy melyik szakaszra milyen W/m-es kábeleket kell alkalmazni, valamint hány körből lehet kiépíteni ott a megfelelő fűtést. A táblázatban szerepel az is, hogy mekkora lenne a hőmérséklet, ha nem lenne termosztát a fűtőkörben.

A program a következő eredményeket szolgáltatja, ezeket táblázatos formában vettem föl.

Pipe Name	Heat Loss W/m	CB quantity	Heating cable Length [m]	Total Length [m]	Heater type	Heater Output W/m	Trace Ratio	Total Power kW	Uncontrolled (worst case) [°C]	Total Operating Current [A]	Total Maximal Current [A]
65-46006	34,7	1	13,4	14,4	15MSB2-CT	34,8	1	0,47	110	2	3,7
65-46007	34,7	1	13,2	14,2	15MSB2-CT	34,8	1	0,46	110	2	3,7
80-46078	40,5	1	66,0	67,0	15MSB2-CT	24,5	2	1,62	129	7	18,3
50-46009	29,3	1	31,8	32,8	15MSB2-CT	34,8	1	1,11	115	4,8	8,8
80-46077	40,5	2	48,5	99,0	15MSB2-CT	24,5	2	2,38	129	10,3	26,9
50-46008	29,3	1	23,2	24,2	15MSB2-CT	34,8	1	0,81	115	3,5	6,4
80-46019	40,5	1	32,0	33,0	15MSB2-CT	24,5	2	0,78	129	3,4	8,9
80-46020	40,5	1	32,0	33,0	15MSB2-CT	24,5	2	0,78	129	3,4	8,9
80-46079	40,5	4	61,4	249,5	15MSB2-CT	24,5	2	6,01	129	26,2	68
80-46080	40,5	4	61,6	250,5	15MSB2-CT	24,5	2	6,04	129	26,3	68,3
80-46081	40,5	4	56,6	230,5	15MSB2-CT	24,5	2	5,55	129	24,1	62,8
80-46004	40,5	4	65,8	267,0	15MSB2-CT	24,5	2	6,44	129	28	72,9
50-46014	29,3	1	6,3	7,3	15MSB2-CT	34,8	1	0,22	115	1	1,7
50-46010	29,3	1	11,1	12,1	15MSB2-CT	34,8	1	0,39	115	1,7	3,1
50-46011	29,3	1	14,1	15,1	15MSB2-CT	34,8	1	0,49	115	2,1	3,9
50-46015	29,3	1	10,1	11,1	15MSB2-CT	34,8	1	0,35	115	1,5	2,8
50-46012	29,3	1	14,5	15,5	15MSB2-CT	34,8	1	0,5	115	2,2	4
50-46013	29,3	1	14,5	15,5	15MSB2-CT	34,8	1	0,5	115	2,2	4

6. táblázat A csőszakaszokra vonatkozó eredmények

- **“Heat Loss”**: A kalkulált hőveszteség méterenként a biztonsági tényezőt is beleértve a minimum környezeti hőmérsékleten.
- **„CB quantity”**: A fűtési körök száma. Mint ahogy a táblázatban is látható, van, hogy több körből épül fel egy csővezetéken a fűtés, ilyenkor az történik, hogy túl hosszú lenne a fűtőkábel a 16A-es leágazásra így annyival számol, ami elegendő az összes fűtéshez.
- **“Heating cable length”**: Leágazásonkénti kalkulált hossz.
- **“Total length”**: Az adott csőszakaszra vonatkozó összes szükséges fűtőkábel, beleértve a tartozékokra elegendőek.

- “Heater type”: A kiválasztott kábel típusa, ezek alapján lehet megcsinálni az anyagkiírást.
- “Heater Output”: A fűtőelem névleges teljesítménye a tartani kívánt hőmérsékleten.
- “Trace ratio”: A rétegek száma, amit fel kell szerelni a csőre.
- „Total power” [kW]: Összes üzemi teljesítmény.
- „Total operating current” [A]: A névleges áram, amelyet a fűtőkör a fenntartott hőmérsékleten vesz fel.
- „Total maximal current” [A]: Az az egyensúlyi áram, amelyet az indítási hőmérsékleten vesz fel. A maximális áramerősséget a kismegszakító méretezésénél kell figyelembe venni.

Circuit Breaker

Quantity	✓	1
Rated Current	✓	20 A
Allowable Load Factor	✓	100 %
Type		C
Operating Current	✓	2 A
Maximal Current	✓	3,7 A

Az első képen található a kismegszakító adatai, amit a program ad meg. Jelen esetben az összes kismegszakító 16A-es, C típusú.

9. ábra Kismegszakító adatai

Heating Circuit

Supply Voltage	(Single Phase, L-N) ✓	230 V
Heater Operating Voltage	✓	230 V
Selected Heater		15MSB2-CT
Heater Output	✓	34,8 W/m
Trace Heater Quantity		✓ 1
Trace Ratio per Cable		✓ 1
Pipe Trace Ratio	✓	1
Power on pipe	✓	34,8 W/m
Operating Current		✓ 2 A
Maximal Current		✓ 3,7 A
Operating Power		✓ 0,47 kW
Heating Circuit Length	✓	13,4 m
Max. Heater Length per CB		✓ 72,0 m
Max. Trace Heater Length	✓	82,0 m

10. ábra Fűtőkör adatai

A fűtőkör adatai a következő képen láthatóak, így kapjuk meg a programtól az eredményeket. A működtető feszültséget (230V AC), a kiválasztott fűtőkábel típusát, annak a teljesítményét, az ehhez szükséges áramerősséget, ami nagyon fontos az elosztó méretezéshez. Az összes szükséges fűtőkábel hosszt, hány rétegben kell felvinnünk, hogy a

megadott értéket tartani tudja. Az esetleges kivitelezésnél való módosítás miatt azt is

megadja, hogy az adott fűtőkábelből mennyi a maximálisan felrakható, úgy, hogy a leágazás 16A-es.

Temperatures		
Maintain	✓	45 °C
Operating	✓	50 °C
Max. Exposure	✓	50 °C
Max. Allowable	✓	50 °C
Min. at Control Method (nominal)	✓	45 °C
Max. at Control Method (nominal)	✓	45 °C
Uncontrolled (worst case)	✓	110 °C
Max. Heater Sheath	✓	195 °C

11. ábra Hőmérsékleti adatok

Az első hőmérséklet az, amelyet beállítottunk, hogy azt szeretnénk tartani, a következő pedig az, amely üzemszerűen előfordulhat a csőszakaszon. A maximális pedig az a legnagyobb hőmérséklet, amely előfordulhat. A maximálisan megengedett azért fontos, mivel ezzel kalkulál a

program és figyelmeztetést ad, ha szabályozás nélkül túllépnénk ezen. A legrosszabb előfordulható az akkor következik be, ha nincs szabályozás az adott körön.

5. ELOSZTÓ

5.1 A tervezés során alkalmazandó szabványok

A tervezés határa az FEA és FEB jelű elosztó betápláló sorkapcsaitól az FE jelű elosztóról megtáplált terepi készülékek sorkapcsaiig tart.

A tervezés az alábbi szabványoknak és rendeletnek megfelelően történt:

Épületek villamos berendezéseinek létesítése

MSZ 10900:2009	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések időszakos (tűzvédelmi) ellenőrzése</i>
MSZ 13207:2000	<i>0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége</i>
MSZ 1585:2016	<i>Villamos berendezések üzemeltetése (EN 50110-1:2013 és nemzeti kiegészítései)</i>
MSZ HD 60364-4-42:2015	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-42. rész: Biztonság. Hőhatások elleni védelem (IEC 60364-4-42:2010, módosítva)</i>
MSZ 2364-450:1994	<i>Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Feszültségcsökkenés-védelem</i>
MSZ 2364-460:2002	<i>Épületek villamos berendezéseinek létesítése. 4. rész: Biztonságtechnika. 46. kötet: Leválasztás és kapcsolás (IEC 60364-4-46:1981, módosítva)</i>
MSZ HD 60364-5-52:2011/ A11:2018	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-52. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Kábel- és vezetékrendszerek (IEC 364-5-52:2009, módosítva + 2011. februári helyesbítés)</i>
MSZ HD 60364-1:2009	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 1. rész: Alapelvek, az általános jellemzők elemzése, meghatározások (IEC 60364-1:2005, módosítva)</i>
MSZ HD 60364-4-41:2017/ A11:2018	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-41. rész: Biztonság. Áramütés elleni védelem (IEC 60364-4-41:2005, módosítva)</i>
MSZ HD 60364-4-43:2010	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-43. rész: Biztonság. Túláramvédelem (IEC 60364-4-43:2008, módosítva + 2008. októberi helyesbítés)</i>
MSZ HD 60364-4-44:2016	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 4-44. rész: Biztonság. Feszültségzavarok és elektromágneses zavarok elleni védelem. 443. fejezet: Légköri vagy kapcsolási tranziens túlfeszültségek elleni védelem (IEC 60364-4-44:2007/A1:2015, módosítva)</i>
MSZ HD 60364-5-51:2010	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-51. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Általános előírások (IEC 60364-5-51:2005, módosítva)</i>

MSZ HD 60364-5-54:2012	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-54. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Földelőberendezések és védővezetők (IEC 60364-5-54:2011)</i>
MSZ HD 60364-6:2017	<i>Kisfeszültségű villamos berendezések. 6. rész: Ellenőrzés</i>
MSZ EN 61439-1:2012	<i>Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések. 1. rész: Általános szabályok (IEC 61439-1:2011)</i>
MSZ EN 61439-2:2012	<i>Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések. 2. rész: Teljesítménykapcsoló és teljesítményvezérlő berendezések (IEC 61439-2:2011)</i>

Villamos berendezések üzembe helyezés előtti vizsgálata.

- Első felülvizsgálat MSZ HD 60364-6:2016/A12:2018 előírása szerint.
- Áramütés elleni védelmi rendszer felülvizsgálata: a szükséges méréseket az MSZ 4851-1:1988, MSZ 4851-3:1989, MSZ 4851-5:1991 szabványok szerint kell végezni. Az érintésvédelem megfelelőségét „Minősítő Irat” -ban kell rögzíteni.

Áramütés elleni védelmi vizsgálati módszerek

MSZ 4851-1:1988	<i>Érintésvédelmi vizsgálati módszerek. Általános szabályok és a védővezető állapotának vizsgálata</i>
MSZ 4851-2:1990	<i>Érintésvédelmi vizsgálati módszerek. A földelési ellenállás és a fajlagos talajellenállás mérése</i>
MSZ 4851-3:1989	<i>Érintésvédelmi vizsgálati módszerek. Védővezető érintésvédelmi módok mérési módszerei</i>
MSZ 4851-5:1991	<i>Érintésvédelmi vizsgálati módszerek. Védővezető nélküli érintésvédelmi módok vizsgálati módszerei</i>

További rendeletek

54/2014. (XII. 5.) BM rendelet

3/2002.(II.8) SZCSM-EüM rendelet

5.2 Tervezés menetének szempontjai [10] [11]

A berendezéseknek a következőknek meg kell felelnie, a teljes rendszernek meg kell felelnie a rá vonatkozó szabványoknak (MSZ EN 61439-1:2012), ellen kell állnia az igénybevételeknek, mint például melegeedés, zárlati erőhatások, EMC. Ha a berendezés

működése közben nem várt hiba következik be akkor is garantálni szükséges a személyek védelmét. Az esetleges bővítés és karbantartás szempontjából fontos, hogy egyszerűen legyen működtethető, valamint ezért is fontos, hogy jól körbejárható legyen.

Tervezési ellenőrzés során a következőkre kell figyelni, mind felépítés, mind működés szempontjából.

- korrózióállóság
- szigetelőanyagok termikus stabilitása (melegedés vizsgálat)
- a belső íves zárlat esetén fellépő hőmérséklettel szembeni ellenálló képesség (izzóhuzal vizsgálat)
- UV sugárzás vizsgálat (csak kültéri berendezések esetén)
- emelési vizsgálat
- jelölések vizsgálata
- külső behatások elleni védelem vizsgálata (IP védelem)
- kúszóáramutak és léghézagok, szigetelési vastagságok (nagyobb minimumok)
- a védővezetők és az idegen vezetőképes részek közötti folytonosság vizsgálata
- áramütés elleni védelem hatásosságának vizsgálata hibák esetére
- készülékek és a felhasznált alkatrészek együttes alkalmazhatósága
- belső áramkörök és csatlakozások
- sorkapcsok a külső csatlakozásokhoz
- üzemi frekvenciás próbafeszültség
- lökfeszültség-próba
- hőmérsékletemelkedési határok
- zárlati szilárdság vizsgálata
- elektromágneses összeférhetőség
- mechanikai működés

Az MSZ EN 61439-1&2-es szabvány szerint a következő lépéseket kell betartanunk a tervezés elvégzése közben. Definíálni kell a névleges paramétereket U_n ,

U_{imp} , I_n , stb, tervezési követelményeket kúszóáramutak, IP védettség stb. Ellenőrizni kell a típusberendezéseken végzett vizsgálatok eredményeit. A végfelhasználónak való átadás előtt darabvizsgálatot kell végezni minden gyártott berendezésen.

A tervezés során különböző elvárásoknak kell megfelelnie az elosztónak. Fontos az installáció, ezalatt a megfelelő elhelyezést és azonosítást értjük, körül járhatónak, könnyen kezelhetőnek, és karbantarthatóak kell lennie. A szigetelési távolságokat ellenőrizni szükséges lökőfeszültség-állóság szempontjából. A szigetelési szilárdság miatt figyelembe kell vennünk a távolságokat, kúszóáramutakat, valamint a megfelelő szigetelés kiválasztásával, hogy ellenálljon az üzemszerű hosszútávú feszültségeknek és a hirtelen, váratlanul fellépő átmeneti túlfeszültségeknek. Ellenőrizni kell légréseket, kúszóáramutakat, üzemi frekvenciás és a lökő-próbafeszültséget. Áramterhelhetőség szempontjából a hőmérséklet emelkedést korlátozni kell, hogy nehogy gyulladás következzen be, akkor amikor folyamatosan terhelt az áramkör a névleges áramával és akkor is, ha számolunk az egyidejűségi tényezővel, ami azt jelenti, hogy valószínűleg egyszerre mennyire kiterhelt. A zárlati szilárdság megadja azt a rövidzárlati áramerősséget, amely nem okoz mechanikai károsodást. Ellenőrizni kell a főáramköröket rövidzárlati teszttel, ami megadja a I_{CC} és I_{cw} áramokat, ezt a kiválasztott berendezéseknél a gyártó már elvégezte és megadta az információkat. Számolnunk kell az elektromágneses összeférhetőséggel, olyan készülékeket kell kiválasztani, amelynél a helyes beépítéssel nem okoz EMC zavarokat.

Áramütés elleni védelemnél a legalapvetőbb az, hogy feszültség alatt álló részek nem hozzáférhetőek, valamint érintésvédelmet kell alkalmazni, amely megakadályozza a hozzáférhető vezetőképes részek veszélyessé válását.

A következőket ellenőrizni kell:

- Mechanikai működés
- Dielektromos tulajdonság
- Átmeneti ellenállás mérés
- Védelmi körök rövidzárlata

Figyelembe kell venni a karbantartási lehetőségeket, amelybe bele tartozik a folyamatos működés biztosítása, karbantartásnál vagy szerelésnél ne okozzon személyi sérülést, a biztonság ne csökkenjen, ezeket a zárlatvédelmi eszközök teszik lehetővé, valamint szakaszoló elemek. Ezeknek az eszközöknek ellenőrizni kell a helyes működését. Ugyanezeknek meg kell felelni nem csak a karbantartásnál, hanem a bővítésnél is. Mint ahogy már említettem fontos szempont az elhelyezkedés, hogy hova kerül telepítésre az adott elosztó, mennyire kezelhető, hogyan tudjuk szállítani, tárolni, ami befolyásolhatja a karbantartást nehézségét is. Gondolnunk kell a tűz és robbanásveszélyre is, ezt a szempontot már a dolgozatomban elején részleteztem, mivel ez különösen fontos a jelenlegi projektnél.

A berendezésnek ellent kell állnia a környezeti behatásoknak, mind mechanikus, mind atmoszférikus értelemben, ezeket a megfelelő anyagválasztással tudjuk befolyásolni. Különböző tesztekkel lehet ezen paramétereket ellenőrizni, mint például az IP védettség, korrózióállóság, UV sugárzás elleni védelem, a kiválasztott termékeknél már a gyártó elvégezte ezeket a méréseket és az adatlapon feltünteti, így már ezzel tudunk kalkulálni a tervezés során.

5.3 IP védettség [2]

Az IP védettség a test, berendezés külső behatások elleni védelmét jelenti. Megadja, hogy milyen védelmet ad a tokozáson belüli elemek érintése ellen, valamint a por és víz bejutása ellen. Az első számjegy jelöli az idegen testek, por bejutása elleni védettséget. 1-4-ig a szilárd testek behatolása elleni védelem, a következő értékeknél nagyobb méretű test nem tud bejutni.

Ezek a következők:

- 1 – 50mm (kéz)
- 2- 12,5mm (ujj)
- 3 – 2,5mm (szerszám)
- 4 – 1mm (huzal)
- 5 – por ellen védett, por a működést nem zavarhatja
- 6 – teljes védettség, por behatolás nincs

A második számjegy víz behatolás elleni védelem. A számok pedig a következőket jelenti.

- 1 – függőleges csepegő víz ellen védett
- 2 – 15°-ban elfordított gyártmány esetén is függőlegesen csepegő víz ellen védett
- 3 – függőlegestől 60°-os szögben freccsenő víz ellen védett
- 4 – bármilyen irányú freccsenő vízzel szemben védett
- 5 – bármilyen irányú sugárban irányított vízzel szemben védett
- 6 – erős vízszugárral szemben védett
- 7 – időszakos vízbemerítéssel szemben védett
- 8 – tartós víz alatti védettség

Ha szám helyett X-t találunk a az IP jel után, az nem azt jelenti, hogy nincs védettsége, hanem hogy nem ismert ez az érték. Ha nincs védelme, akkor azt a 0 jelöli. A robbanásbiztos villamos berendezések IP védettsége magasabb, mint az ugyanolyan normál kivitelű gyártmányé. A nyomásálló tokozás, azaz Ex d védelmű berendezés IP védettsége minimum IP44. A terepi készülékek, melyek szabadterén vannak elhelyezve azoknak a minimum IP védettsége IP54. Vannak esetek, amikor a túl magas IP védettség az, ami gondot okoz, ilyen esetekben a főként a túlmelegedés okozhat kellemetlenséget.

5.4 Elosztóra vonatkozó előírások [12]

A gyár az elosztóra vonatkozóan megfogalmazott pár előírást, amelyet a tervezés és kivitelezés közben tartani kellett. A fűtési elosztónak a jelenlegi technikai színvonalat képviselő, korszerű, üzembiztos, karbantartást minimálisan igénylőnek kell lennie. Anyagát tekintve időjárásálló műanyag szekrény volt az előírás, minimum IP65 védettséggel, lábazattal ellátva, valamint alsó kábelbevezetést kell biztosítani. Egyszeres betáplálású (3x400/230V) elosztó. A huzalozást tekintve perforált műanyag csatornában kell kialakítani. A hőntartási és fagyvédelmi körök betáplálásaiban olvadóbiztosítókat, a fűtési áramkörökben hibaáram-kismegszakító kapcsolókat (névleges hibaáram 30mA) kioldás jelző segéd érintkezőkkel kell alkalmazni. A szekrények zárható ajtóval rendelkezzenek, itt kell kialakítani a főkapcsoló kezelő szervet, mely lezárható kivitelű legyen. Az elosztót 20%-os teljesen kiépített és lehuzalozott tartalék leágazásokkal kell szerelni.

A fűtőkörök vezérlésének kialakítása: a hőntartó fűtőkörök vezérlését PLC végezze. A digitális kimenetei segédreléken keresztül, mágneskapcsolókkal kapcsolja ki-be a fűtőkört. Körönkénti hibajelzést szükséges kialakítani, hibaáram-kismegszakító állapota, mint „Hiba”, mágneskapcsoló állapota, mint „Bekapcsolva” jelzésként. A hibaáram-kismegszakítók segédérintkezői és a mágneskapcsolók segédérintkezői jeleit a PLC digitális bemeneteire kell kötni. A Pt100-as hőérzékelők jelei a PLC analóg bemeneteire kerülnek.

A fagyvédelmi fűtőkörök kialakításánál általában két fűtési csoportot kell kialakítani +5°C-os +10°C bekapcsolási hőmérsékleti értékeket figyelembe véve. A fagyvédelmi fűtésnél a csővezetékek fűtését önszabályzó fűtőkábelekkel kell kialakítani, így külön szabályzó és kapcsoló elemet nem kell fűtőkörönként alkalmazni, csak azokban a fűtőkörökben, ahol a technológia megköveteli a hőmérsékleti korlátozást. A fagyvédelmi körök bekapcsolását PLC-vel vezérelt mágneskapcsoló végzi. A hőmérsékletérzékelést a terepen elhelyezett Pt 100-as ellenállás hőmérők végzik, melyeknek jelei alapján a PLC a két fűtési körnek megfelelően +5°C-os +10°C alatt bekapcsolja, +5°C +10°C felett lekapcsolja a fagyvédelmi villamos fűtési rendszert.

A fagyvédelmi körök hibaáram-kismegszakítók kioldás jelző segéd érintkezőit párhuzamosan kötve egy jelként kell a PLC bemenetére kötni, mint „Fagyvédelem hiba”, valamint a fűtőkörök bekapcsolását végző mágneskapcsolók záró segédérintkezői feszültségmentes kontaktusok formájában, mint "Fagyvédelem bekapcsolva" jelzésekként kell megjeleníteni. Jelen projektben nincs fagyvédelmi fűtés, csak hőntartás van a fűtendő szakaszok között. A fűtés bekapcsolásáról és a fűtési hibáról az elosztók ajtaján elhelyezett jelzőlámpák is adnak tájékoztatást.

- Az alábbi PLC típus használható Siemens (MODBUS kommunikációval).
- Kommunikáció: MODBUS RTU, MODBUS TCP.
- A hőfokokat továbbítani kell a DCS felé.
- A fűtési elosztóban fogyasztás-, feszültség- és árammérést nem kell kialakítani.

5.5 Elosztó tervezés [2] [13] [14] [15] [16]

A fűtőkábel méretezésből kapott eredmények megadják a szükséges áramerősség értékeit. A HELOCpro program által kalkulált értékeket táblázatba foglaljuk, ezek alapján pontosíthatjuk a szükséges szerelési anyagokat, mint például a fűtőkábel hossza, típusa, hideg-meleg kötődoboz száma, tartók és rögzítőszalagok mennyisége. A kitöltött táblázatból kinyerhetők egyesével a fűtőkör adatai, mivel a program által visszaadott értékek között szerepelnek a feszültség és áramerősség értékek is. A HELOC megad két áramerősség értéket, az egyik az üzemi a másik pedig az indulási áram, de a biztonság kedvéért a névlegessel árammal szoktunk számolni. A névleges áramot a kiválasztott fűtőkábel teljesítményéből, amely méterenként értendő, a fűtőkör hosszából és a feszültség adatokból tudjuk kiszámítani.

$$\text{Névleges áram [A]} = \frac{\text{Fűtőkábel teljesítménye } \left[\frac{W}{m} \right] * \text{Fűtőkábel hossza [m]}}{\text{Feszültség [V]}}$$

A táblázatba bevitt adatok alapján megkaphatjuk a teljes áramerősség szükségletet, amely a három fázisra értendő érték. Fel kell osztanunk a teljes áramerősség értékeit a három fázis között.

Számolnunk kell a gyár által kért 20% tartalékkal és a 20% tartalékhellyel. Amikor ez megvan akkor megállapítjuk az elosztó betápláló megszakítójának az értékét.

Fűtőkör	Cső jele	Közeg:	Hossz [m]	Átmérő	07-5854-745F MSB45W/m [m]	07-5854-760F MSB60W/m [m]	Réteg [db]	Teljesítmény [kW]	Áram [A]	Áram [A]	Áram [A]	Leágazásszám
					637	152	23	37,785	55,48	48,19	60,58	
Hőntartás 45°C												
46006	- 46006 -		6,00	65	16		1	0,72	3,13			HT-1
46007	- 46007 -		7,00	65	16		1	0,72		3,13		HT-2
46008	46008 + P-8919/A		14,00	50	26		1	1,17			5,09	HT-3
46009	46009 + P-8919/B		23,00	50	34		1	1,53	6,65			HT-4
46010	- 46010 -		7,00	50	14		1	0,63		2,74		HT-5
46011	- 46011 -		10,00	50	17		1	0,765			3,33	HT-6
46012	- 46012 -		10,00	50	17		1	0,765	3,33			HT-7
46013	- 46013 -		10,00	50	17		1	0,765		3,33		HT-8
46014	- 46014 -		3,00	50	9		1	0,405			1,76	HT-9
46015	- 46015 -		6,00	50	13		1	0,585	2,54			HT-10
V8916/1	V-8916		Palást 3,4m-ig	-		47	1	2,82		12,26		HT-11
V8916/2						47		2,82			12,26	HT-12
V8917A	V-8917A		Palást 1,22m-ig	-		29	1	1,74	7,56			HT-14
V8917B	V-8917B		Palást 1,22m-ig	-		29	1	1,74		7,56		HT-15
Hőntartás 80°C												
46019	- 46019 -		15,00	80	34		2	1,53	6,65			HT-16
46020	- 46020 -		15,00	80	34		2	1,53		6,65		HT-17
46004/3	- 46004 -		119,00	80	67		2	3,015			13,1	HT-27
46004/4					67			3,015	13,1			HT-28
46079/3	- 46079 -		125,00	80	64		2	2,88		12,52		HT-32
46079/4					64			2,88			12,52	HT-33
46080/3	- 46080 -		125,00	80	64		2	2,88			12,52	HT-36
46080/4					64			2,88	12,52			HT-37

7. táblázat Tartályparki fűtőkörök adatai az elosztó méretezéshez

Fűtőkör	Cső jele		Hossz [m]	07-5854-745F MSB45W/m [m]	Réteg [db]	Teljesítmény [kW]	Áram [A]	Áram [A]	Áram [A]	Leágazásszám
				795	12	35,775	59,66	50,26	45,58	
Hőntartás 80°C										
46077/1	- 46077 -		45,00	51	2	2,295			9,98	HT-18
46077/2				51		2,295	9,98			HT-19
46078	- 46078 -		30,00	67	2	3,015		13,1		HT-20
46081/1	- 46081 -		104,00	59	2	2,655			11,54	HT-21
46081/2				59		2,655	11,54			HT-22
46081/3				59		2,655		11,54		HT-23
46081/4				59		2,655			11,54	HT-24
46004/1			109,00	67	2	3,015	13,1			HT-25
46004/2				67		3,015		13,1		HT-26
46079/1	- 46079 -		115,00	64	2	2,88			12,52	HT-30
46079/2				64		2,88	12,52			HT-31
46080/1	- 46080 -		115,00	64	2	2,88	12,52			HT-34
46080/2				64		2,88		12,52		HT-35

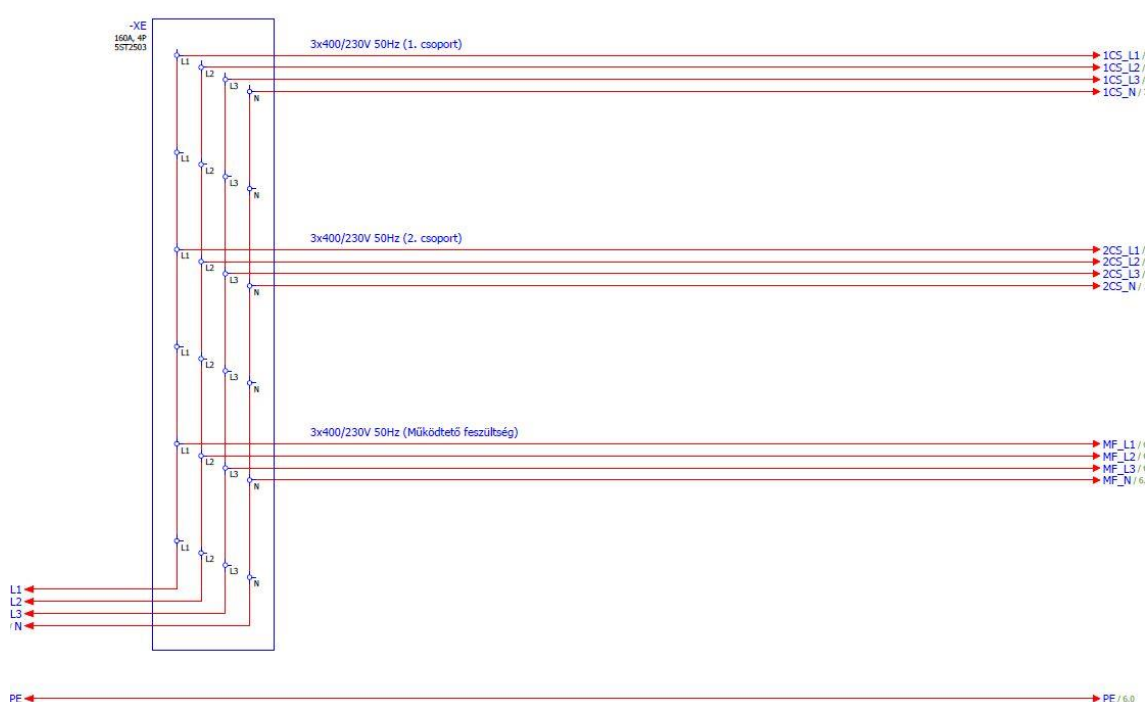
8. táblázat Reaktori fűtőkörök adatai az elosztó méretezéshez

Az előző kettő táblázatban az elosztóhoz szükséges adatok szerepelnek. Néhány helyen a csőszakasz hosszából és a kiválasztott fűtőkábel teljesítményéből adódóan, több leágazásra kellett szétosztani az adott kört. Ahol több leágazást kellett kialakítani egy csőszakaszra, ott arányosan ugyanolyan hosszúságúnak vettem mindegyik kört. Az első táblázatban a reaktori, beltéri elosztó leágazásai találhatóak. A második táblázat a tartályparki, kültéri elosztó leágazásai szerepelnek. Fázisokra eső összes áramértékek is leolvashatóak. Ezek alapján kiszámoljuk a szükséges fázisáram értékeket beleértve a 20 százalék tartalékot és a 20% tartalék helyét. A legmagasabb érték a 60,58A, $60,58 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 87,3$ A. Tehát a betáplálási megszakítónak minimum 125A-esnek kell lennie. Így a kettő darab elosztóhoz 2 darab 125A-es biztosítós leágazás lesz.

A fűtendő szakaszok elhelyezkedése miatt kettő helyre kerül fűtési elosztó, az egyik elosztó belterületen a másik pedig külterületen helyezkedik majd el. Emiatt pár

paraméterben eltérnek a követelmények, ilyen például az IP védettségre vonatkozó előírás.

Adatszolgáltatásként megkaptuk, hogy honnan kapjuk a betáplálást. A leágazó mezők a betápláló mezőből vannak megtáplálva biztosítós szakaszolókapcsolókról. Az első csoport FEA jelű fűtési elosztó betáplálása lesz, a második csoport az FEB elosztó betáplálása lesz, harmadik pedig a működtető feszültség. Mindegyik 3x 400/230 V 50Hz. Ezt a feszültségosztást a következő képen láthatjuk.



12. ábra Feszültség elosztás

Az elosztószekrény műszaki követelményei között szerepelt egy 230V-os szervízcsatlakozó tervezése a szükséges villamosenergia igény kielégítésére. Az elosztó működését három fehér LED lámpa világítása jelzi. A kiválasztott PLC, amely működteti a villamos kísérőfűtéseket, 24 V DC feszültséggel működik. Ezért szükséges a 230 V váltakozó áramú feszültséget átalakítani 24 V egyenfeszültségre, ez az átalakító is az elosztó szekrénybe kerül. Ha az elosztószekrény ajtaja nyitva van akkor egy LED világít. Minden leágazás elé szükséges egy kismegszakítót is tenni.

Az egész rendszer működéséhez 125 A-re van szükségünk, a hármas elágazás elé még szükséges egy öntötházú kismegszakítót tenni, amely három pólusú 160 A megszakítási képességgel rendelkezik. A PEN (védővezetővel egyesített nullavezető)

vezetőt szükséges PE + N vezetőre szétosztani. A PEN sok helyen földelve van, ez a rendszer nullpontja. Az összes védendő berendezés a védővezetőn keresztül az elosztó rendszer földelt nullpontjához van csatlakoztatva. A TN-S rendszernél a szétválasztás után az N vezető üzemi áramot fog vezetni, míg a PE csak hibaáramot, a PE-t csatlakoztatni kell az összes védendő testhez.

A tervben kiírt anyagokat, berendezéseket úgy választottuk ki, hogy a gyártójuk elvégezte és megfelelt a szükséges szabványokban előírtaknak és ezt bizonylatokkal tudják alátámasztani. Így nincs szükség különböző vizsgálatok elvégzésére, mivel a bizonylatokban a kért adatok szerepelnek.

A megrendelő kérésére kettő darab elosztóra kellett szétosztanunk a fűtendő köröket. Lesz egy, amit külterületen, és lesz egy, amit belterületen fogunk elhelyezni. A P&ID-ek és a bejárás során tapasztaltak alapján a csőszakaszokat így szétosztottuk elhelyezkedés szempontjából. Minden fűtőkör a felépítését tekintve ugyanolyan. A fűtendő szakaszokat nem csak a két elosztó között osztottuk fel, hanem szétosztottuk a három fázis között is úgy, hogy nagyjából minden fázison ugyanolyan terhelés legyen. A fűtőkör elején elhelyezünk egy kombinált FI relét, amely azt jelenti, hogy ez egyben kioldásjelző és kismegszakító is. Ha valami hiba lép fel ezen a fázison akkor ez automatikusan lekapcsolja azt. A kismegszakítók feladata megakadályozni az esetleges meghibásodásokat zárlat vagy túlterhelés esetén, ezt mindkét esetben máshogy valósítja meg, túlterhelés esetén a kioldás ikerfémes hőkioldóval, zárlat esetén elektromágneses gyorskioldóval történik. Három különböző jelleggörbéjű kismegszakító létezik, ezek pedig a „B”, „D”, „C”. A „B” jelleggörbéjű főként vezetékek és kábelvédelemre használjuk, a „C”-t olyan esetekben használjuk kábel és vezetékvédelemre, amely nagy bekapcsolási áramfelvétellel rendelkezik, a „D” jelleggörbéjűt pedig még az ennél is nagyobb bekapcsolási áramfelvételű berendezéseknél. Az áramütés elleni védelemben és a tűzvédelemben fontos szerepe van az áram-védőkapcsolónak, amelyben a tekercsben az áramok különbségével (fázisvezető és nullavezető) arányos áram jön létre, ha ez az érték egy bizonyos szintet elér akkor lekapcsolja az áramkört. A kontaktornak, mágneskapcsolónak egyetlen nyugalmi helyzete van, ahova a tárolt energia visszatéríti a működés után. Nagyon gyakran használják fűtésrendszerek vezérlésére, mivel távműködésre is alkalmasak. Előnye még, hogy nagy mechanikai és villamos

szilárdsággal rendelkeznek, több helyről is működtethetők. A mágneskapcsoló egy elektromágneses működésű kontaktor.

Egy fűtési körben egy P+N, C16A, 30mA kombinált kismegszakítót használunk, a fűtést a PLC vezérli, mágneskapcsoló kapcsolja. A gyár előírásának megfelelően szükséges 20% tartalékkal és 20% tartalék hellyel kalkulálnunk. Analóg bemenet: PT100.

A digitális kimenet kapcsolja a villamoskísérő fűtést, a digitális bemeneten jelzi, hogy működik -e az adott fűtési kör.

A PLC digitális bemenetre érkező jelek alapján tudhatjuk meg, hogy működik-e a fűtés az adott szakaszokon. A bemenet kétállapotú jeleket tud fogadni, a feszültség szint határozza meg az állapotát, ez a jel van továbbítva az elektronika felé. A hőmérséklet érzékelő három fázisú Pt100 az analóg bemenetre csatlakozik. A digitális kimenet kapcsolja a villamos kísérőfűtést az analóg bemenetre érkező adatok alapján. Minden fűtőkörhöz tartozik egy hőmérséklet érzékelő, ami a csőre van rögzítve, így tudja annak pontos hőfokát mérni, ha túl magas akkor lekapcsolja, ha nem érte el a kívánt mértéket akkor bekapcsolja. A digitális kimenet relék, mágneskapcsolók működtetésére szolgálnak.

5.6 Fűtőkörök kapcsolása [15]

A működtető rendszereket az áramutas tervek tartalmazzák. Az FEA jelű hőntartási elosztóban a vezérlési feladatokat a PLC végzi.

A hőntartó körök saját hőmérséklet érzékelővel rendelkeznek. Ezen érzékelők jelei alapján a PLC segédreléken keresztül működteti az egyes hőntartó köröket. A következő fűtési fajták szerepelnek az adatszolgáltatásban megadott táblázat alapján:

- 45HT 45°C-os hőntartás: Ezek a fűtőkörök a fűtőkörhöz tartozó Pt100 ellenálláshőmérő jele alapján +45°C-os hőmérsékleten tartják a fűtendő csöveket.
- 80HT 80°C-os hőntartás: Ezek a fűtőkörök a fűtőkörhöz tartozó Pt100 ellenálláshőmérő jele alapján +45°C-os hőmérsékleten tartják a fűtendő csöveket.

A FEA jelű elosztó szekrény kültéri műanyag szekrény. A szekrény Schneider Electric gyártmányú, a PLC, a kismegszakítóval kombinált életvédelmi relék (FI), a mágneskapcsolók, a tápegységek Siemens gyártmányúak, a sorkapcsok, a segédrelék Phoenix Contact gyártmányúak.

Az FEA elosztó

- Névleges üzemi feszültsége: 3x400/230V
- Névleges árama: 125A
- Védettsége: IP65
- Mérete: 1 darab 1250x1500x400mm

Az FEB jelű elosztó szekrény lemez szekrény. A szekrény Rittal gyártmányú, a PLC, a kismegszakítóval kombinált életvédelmi relék (FI), a mágneskapcsolók, a tápegységek Siemens gyártmányúak, a sorkapcsok, a segédrelék Phoenix Contact gyártmányúak.

Az FEB elosztó:

- Névleges üzemi feszültsége: 3x400/230V
- Névleges árama: 125A
- Védettsége: IP55
- Mérete: 1 darab 800x2000x400mm + 100mm lábazat

FEA elosztó szekrény	FI01		46077/1 HT80°C	9,98 A		
	FI02		46077/2 HT80°C		9,98 A	
	FI03		46078 HT80°C			13,1 A
	FI04		46081/1 HT80°C	11,54 A		
	FI05		46081/2 HT80°C		11,54 A	
	FI06		46081/3 HT80°C			11,54 A
	FI07		46081/4 HT80°C	11,54 A		
	FI08		46004/1 HT80°C		13,1 A	
	FI09		46004/2 HT80°C			13,1 A
	FI10		46079/1 HT80°C	12,52 A		
	FI11		46079/2 HT80°C		12,52 A	
	FI12		46080/1 HT80°C			12,52 A
	FI13		46080/2 HT80°C	12,52 A		
	FI14		Tartalék		0	
	FI15		Tartalék			0
	FI16		Tartalék	0		
	FI17		Tartalék		0	
	FI18		Tartalék			0
FEB elosztó szekrény	FI01	1.	46019 HT80°C	6,65 A		
	FI02	2.	46020 HT80°C		6,65 A	
	FI03	3.	46004/63 HT80°C			13,1 A
	FI04	4.	46004/4 HT80°C	13,1 A		
	FI05	5.	46079/3 HT80°C		12,52 A	
	FI06	6.	46079/4 HT80°C			12,52 A
	FI07	7.	46080/3 HT80°C	12,52 A		
	FI08	8.	46080/4 HT80°C		12,52 A	
	FI09	9.	46006 HT45°C			3,13 A
	FI10	10.	46007 HT45°C	3,13 A		
	FI11	1.	46008 + P-4919A HT45°C		5,09 A	
	FI12	2.	46009 + P-4919B HT45°C			6,65 A
	FI13	3.	46010 HT45°C	2,74 A		
	FI14	4.	46011 HT45°C		3,33 A	
	FI15	5.	46012 HT45°C			3,33 A
	FI16	6.	46013 HT45°C	3,33 A		
	FI17	7.	46014 HT45°C		1,76 A	
	FI18	8.	46015 HT45°C			2,54 A
	FI19	9.	V-8916/1 HT45°C	12,26 A		
	FI20	10.	V-8916/2 HT45°C		12,26 A	
	FI21	1.	V-8917A HT45°C			7,56 A
	FI22	2.	V-8917B HT45°C	7,56 A		
	FI23	3.	Tartalék		0	
	FI24	4.	Tartalék			0
	FI25	5.	Tartalék	0		
	FI26	6.	Tartalék		0	
	FI27	7.	Tartalék			0
	FI28	8.	Tartalék	0		
	FI29	9.	Tartalék		0	
	FI30	10.	Tartalék			0

9. táblázat Az FEA és FEB elosztó felépítése

A hőntartási körökről az alábbi jelzések mennek a PLC-re:

- FIx KIOLDOTT,
- K0x BEKAPCSOLVA
- TVFKx BEKACSOLVA

Egyéb jelzések:

- Üzemi feszültség rendben: 3 darab fehér jelzőlámpa az előlapon.

5.7 Telepítés [17] [18] [19]

Az alkalmazott kábelek a megrendelő belső tervezési előírásának megfelelő típusok. A kábelek fektetése és méretezése olyan, hogy üzemszerű használat mellett melegedésük tüzet vagy robbanást nem okoz. A kábeleket és azok nyomvonalát a vonatkozó szabványok és rendeletek, valamint a gyár előírásait figyelembevéve kell elvégezni.

Valamennyi kábel a folyamatos (összefüggő) fém kábelcsatornában lesz elhelyezve. A tálcák elkülönítetten készülnek erősáramú és műszeres kábelek számára. Az elkülönítés a teljes nyomvonalra érvényes, azonos csatornában vezetni eltérő jellegű kábeleket nem szabad.

A kábelrögzítésre műanyag kábelkötözőket kell alkalmazni. Vízszintes szakaszon legalább 2 méterenként, függőleges szakaszon 0,5 méterenként rögzíteni szükséges a kábeleket a kábelcsatornához. A csatornából kilepő, készülékbe bekötésre kerülő kábelszakasz minél rövidebb legyen. A kábeleken kábelazonosítókat kell alkalmazni, felirattal kell ellátni, a kábelek elején és végén. Az erek bekötésénél kábelér jelölőket kell alkalmazni.

A technológiai területen tűzi horganyzott, legalább 1mm lemezvastagságú OBO típusú tálcákat kell alkalmazni.

5.8 Nyomvonalterv [17] [15] [20]

A nyomvonal kiépítéséhez figyelembe kell vennünk, hogy a lehető legkevesebb átalakítással járjon a kivitelezés. valamint, hogy optimalizáljuk a felhasználandó kábel mennyiségét is. A kábel útvonalnak könnyen kivitelezhetőnek kell lennie, igazodva a már meglévő építményekhez.

A hidegkábel kábeltálcákon lesznek végig vezetve a fűtési kötődobozokig. A függelékben csatoltam a nyomvonaltervet, amelyen látszanak a fűtési körök számával megjelölt kötődobozok elhelyezkedése, a hideg-meleg doboz jelöli egy fűtési kör indulási pontját. A kötődobozok elhelyezkedését az üzemtől kapott 3D rajzok alapján állapítottam meg, hogy a kitűzött ponton felszerelhető legyen.

Ellenőrizni kell az alkalmazni kívánt kábeleket, hogy megfelelőek-e feszültségesés szempontjából. Az ellenőrzéshez meg kell adni a kábelnyomvonal hosszakat, azokat, amelyek a betáplálástól a kötődobozig haladnak. A betáplálástól a fűtési körökhöz ugyanolyan keresztmetszetű és típusú kábelt kell alkalmazni, ezt az egységesség miatt az üzem kérte. A feszültségesést 2,5mm²-es keresztmetszetre ellenőriztem, mivel a gyár előírásai szerint ez a használható minimum keresztmetszet.

A leghosszabb kábelhosszt és a legjobban kiterhelt kört vettem alapul, arra végeztem el egy számítást, hogy mekkora a feszültségesés azokon a szakaszokon. Ha a leghosszabb és a legjobban kiterhelt szakaszon megfelelőek a feszültségesés százalékos értékei akkor ebből következtethetünk a többi elágazásra is, mivel a lehető legrosszabb esetet vesszük figyelembe így a többire vonatkozóan jobb eredményeket kaphatnánk.

A leghosszabb kábel a kötődobozig, ami itt ennél a projektnél előfordul az a 80m, a legnagyobb terheltség pedig 3,1 kW, 13,1A. Mindkét verzióra megnéztem a feszültségesést, amit a következőképpen tudunk kiszámolni.

$$\Delta U[V] = R[\Omega] * I[A] = \frac{\vartheta \left[\frac{\Omega * mm^2}{m} \right] * l[m]}{S[mm^2]} * I[A] * 2$$

- ΔU : feszültségesés [V]
- R: ellenállás [Ω]
- I: átfolyó áram érték [A]
- ϑ : vezető fajlagos ellenállása [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
- l: vezeték hossz [m]
- S: vezető keresztmetszete [mm^2]

Réz kábel esetén a fajlagos ellenállás értéke $0,0175 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$, jelen esetben ezzel az értékkel számolhatunk. A feszültségesés kiszámítható a kábel hosszából [m], az áramerősség nagyságából [A], a vezető keresztmetszetéből [mm^2] és annak fajlagos ellenállásából.

	Áram [A]	Hossz (l) [m]	ΔU [V]
a	13,1	60	11,004
b	9,98	80	11,18

10. táblázat Feszültségesés

A táblázatban látható az a kettő szakasz, amelyeket már korábban említettem, a leghosszabb a 80m az ehhez köthető áramerősség érték pedig 9,98A. Ezekkel az értékekkel pedig a feszültségesés a következőképpen alakult.

$$\Delta U[V] = R[\Omega] * I[A] = \frac{0,0175 * 80}{2,5} * 9,98 * 2 = 11,18V$$

A 11,18V százalékos formában a következőt jelenti:

$$\Delta U [\%] = 11,18/230 * 100 = 4,86\%.$$

A legnagyobb terheltség pedig a táblázatban első sorban látható érték, jelen esetünkben 13,1A, amelynél a kábelhossz 60m volt, az előzőkhez képest megállapítottam az ezen szakaszon eső feszültségesés mértékét.

$$\Delta U[V] = R[\Omega] * I[A] = \frac{0,0175 * 60}{2,5} * 13,1 * 2 = 11,004V$$

A 11,004V százalékos formában a következőt jelenti:

$$\Delta U [\%] = 11,004/230 * 100 = 4,78\%.$$

A tervezés során az 5%-n belül eső feszültségesést megfelelőnek tekintettük, így a kapott eredmények megfeleltek. Mivel a kettő legszélsőségebb esetet vizsgáltuk meg a feszültségesést illetően így ettől csak jobb százalékos értékeket kaphatunk a többi leágazást illetően.

A csatolt függelékben láthatóak a fűtési kötődobozok, valamint a kettő darab elosztó elhelyezkedése, mindnek a helyét úgy kellett meghatározni, hogy mind szerelhető, mind karbantartható legyen és a legkevesebb költséget igényelje.

5.9 Berendezés kezelése, karbantartás, korrózióvédelem [12] [21] [22]

A készülékek és berendezések kezelését és karbantartását az előírásoknak megfelelően kell elvégezni. Javítás, vagy karbantartás folyamán az MSZ 1585:2016 szabvány előírásait kell betartani.

Az elosztó berendezés, dobozok, és készülékek felületvédelme, illetve korrózió védelme gyárilag megoldott, külön intézkedésre nincs szükség. A tűzi horganyzott tartószerkezetek, kábeltálcák további korrózió védelméről gondoskodni nem kell. Az idomacél tartószerkezetek, védővezetők egyszeres alapozással és kétszeres fedőmázolással lettek ellátva.

6. ANYAGKIVÁLASZTÁS [13] [18] [19] [23]

6.1 Melegoldali anyagok



13. ábra Önszabályozó fűtőkábel

A számításokkal meghatározott kábeltípus az MSB, tulajdonságai a következők, nikkelezett, önszabályzó polimer fűtőelemmel rendelkezik, melyet fluorpolimer elektromos szigetelő burkolat vesz körbe, ezen felül még van rajta egy réz bevonat és végül egy fluorpolimer védőréteg.

Ez a fajta kábel Ex II 2G Ex e IIC 200°C T3, T4 Gb védelemmel rendelkezik. Ami fokozott biztonságú védelmet jelent, Zóna 1-ben is használható, rendelkezik az ehhez szükséges bizonylattal. Maximális hőmérséklet amelyet kibír a fűtőkábel: +110°C (bekapcsolt állapotban), +130°C (kikapcsolt állapotban, 1000 kumulatív óráig). Az egységes anyagok megkönnyítik a beszerzést és a kivitelezést. Azért van szükség magasabb teljesítményű fűtőkábel használatára, mivel az összes kísérőfűtés hőntartás, elég magas hőfokon kell tartani a csőben lévő anyagot.

A csatlakozó csőszakaszok és tartályok 35 db külön álló fűtési kört alkotnak. Minden fűtőkör azonos alapon épül fel.

A következőkben felsoroltak szükségesek a fűtőkörhöz.

Minden fűtőkörhöz kell egy Pt100 hőmérsékletérzékelő, amely csatlakozik a PLC analóg bemenetére és a beolvasott érték alapján irányítja a kísérőfűtést. Ezzel szabályozható a kör, hogy a kívánt hőfokot tudja tartani a rendszer kivéve, ha valami nem várt hiba lép fel. A kiírt robbanásbiztos kivitelű Pt100, melynek bekötéséhez szükséges még egy ugyanúgy Ex-s, fokozott biztonságú kötődoboz. A fűtési hideg-meleg kötődobozba direktben beköthető a fűtőkábel, ezt a dobozt minden körnél magára a csőre kell erősíteni. Ennek a felszereléséhez szükséges 'L' vas, ezt fém szalaggal rögzítjük a csövön (2 db) majd ezeket szalagfeszítőelemmel kötjük össze.

A fűtőkábelt alumínium ragasztószalaggal rögzítjük a csövön, majd 30cm-ként üvegszálerősítésű ragasztóval is odaerősítjük a csővezetékekhez. Valamint minden körnél szükség van bekötő és végelzárószettre és szigetelésátvezetőre. A ragasztószalagok

szükséges mennyiségét a csövek átmérőjéből és a szükséges fűtőkábel hosszából számoljuk ki.

A csőszakaszokat el kell látni 'Elektromosan fűtött' felirattal 5m-ként.

Az előzőekben felsorolt alkatrészek, elemek mind úgy lettek kiválasztva, hogy a lehető legkönnyebben szerelhető legyen és ellenálljon annak a maximális hőmérsékletnek, amely esetleg előfordulhat a csővezetéken.

Nr.:	Típus:	Megnevezés:	Mennyiség:	Egység:
1.	07-5854-745F	MSB 45W/m önszabályozó fűtőkábel	1437	m
2.	02-5500-0047	Poliészter ragasztószalag 180°C-ig, 50m	74	Tek.
3.	02-5500-0014	Alumínium ragasztószalag 150°C-ig, 55m	44	Tek.
4.	05-2144-0046	"ELEKTROMOSAN FÜTÖTT!" felirat	239	db
5.	27-54P2-4212/1210	Kötődoboz single 122x120x90mm	35	db
6.	03-6510-0202	VA pánt L=1fm	140	db
7.	03-6515-0200	VA kapocs	140	db
8.	07-5103-9024	Kötődoboz Pt100 toldáshoz 110x75x55mm, EEx e	35	db
9.	05-0091-0051	Szerelő szeglet SS	35	db
10.	05-0091-0010	SS szerelőlap 110x75x55mm dobozhoz	35	db
11.	27-7125-13330250	Pt100Ex, L=300mm, -50...+600°C, 2m szilicon kábel	35	db
12.	05-0020-0261	Szigetelés átvezető Pt100 Ex	35	db
13.	07-5854-760F	MSB 60W/m önszabályozó fűtőkábel	152	m
14.	02-2210-0003	SS drótháló 16x16mm, 1m széles	90	m
15.	02-2310-0002	SS kötöződrót, D=0,65mm	140	m

11. táblázat Melegoldali anyagjegyzék

6.2 Elosztóhoz szükséges anyagok [18]

A következő táblázatban az elosztóhoz szükséges anyagok vannak felsorolva. A fűtés vezérléséhez szükséges fejmodul, kommunikációs modul, digitális bemenet, analóg bemenet, valamint digitális kimeneti modulokat is tartalmazza. A szükséges elosztó szekrényeket, amelyből az egyik műanyag, míg a másik lemezszekrény, mivel két különböző helyszínen lesznek telepítve, külterületen és belterületen. A szekrényhez szükséges szerelősínek, sorkapcsok, kábelbevezetések. A működést jelző lámpák, a fűtőkörök helyes működéséhez szükséges kismegszakítók, olvadóbetétek, segédrelék. Minden berendezés, modul úgy lett kiválasztva, hogy a gyártó által elvégezték a szükséges vizsgálatokat, amelyek alapján megfelelnek a szabványban előírtaknak és ezt bizonylattal alá tudják támasztani.

Összesítve láthatóak az anyagok a táblázatban.

Nr.:	Típus:	Megnevezés:
1.	ZV-SS-80A	Gyűjtősín 80A, L=1m
2.	NSYPLA15124G	PLA műanyag szekrény 1250x1500x420mm, IP65
3.	NSYPMM1512	Fém szerelőlap PLA szekrényhez 1250x1500mm
4.	SIE.6ES7155-6AU01-0BN0	SIMATIC ET 200SP, Fejmodul
5.	SIE.6ES7193-6AR00-0AA0	SIMATIC ET 200SP, BusAdapter
6.	SIE.6ES7131-6BH01-0BA0	SIMATIC ET 200SP, Digitális bemenet
7.	SIE.6ES7193-6BP00-0DA0	SIMATIC ET 200SP, BaseUnit
8.	SIE.6ES7137-6AA00-0BA0	SIMATIC ET 200SP, Kommunikációs modul RS422, RS485 and RS232
9.	SIE.6ES7193-6BP00-0BA0	SIMATIC ET 200SP, BaseUnit
10.	SIE.6ES7132-6BH01-0BA0	SIMATIC ET 200SP, Digitális kimenet
11.	SIE.6ES7134-6JD00-0CA1	SIMATIC ET 200SP, Analóg bemenet
12.	NSYSNLPLA	Ajtókapcsoló PLA szekrényhez
13.	SIE.5TE6800	Installációs dugaszolóaljzat
14.	SIE.5SU1354-7KK16	Kismegszakító+FI 10kA, 1P+N, C16A, 30mA
15.	5ST3020	Kioldásjelző kismegszakítóhoz
16.	5SU1354-1KK16	Kismegszakító+FI 1P+N 30mA, 10kA C-karakterisztika
17.	SIE.3NW7034	Biztosítós szakaszolókapcsoló, 3P, max. 32A, 10x38mm
18.	SIE.3NW6002-1	Olvadó betét, 10x38mm, 500V, 2A
19.	SIE.3NW6107-1	Olvadó betét, 14x51mm, 500V, 20A
20.	SIE.5SY4102-7	Kismegszakító 230/400V, 10kA, 1P, C2A
21.	SIE.3SU1156-6AA60-1AA0	Jelzőlámpa, fehér, 230VAC
22.	SIE.3RT2018-1AP01	Power contactor, 16A, 7.5kW/400V, 1NO, 230VAC, Size S00
23.	2903370	Relémodul, 24VDC, 1 váltó
24.	SIE.6EP1333-2BA20	SITOP PSU100S Stabilized power supply 120-230VAC/24VDC, 5 A
25.	SIE.3VA1112-5EF36-0AA0	MCCB Icu=55kA, 415V, 3P, TM240, In=125A Ir=88A...125A
26.	SIE.3VA9988-0AA12	Auxiliary switch 1W TYPE HQ (7MM)
27.	SIE.3VA9157-0FK25	Door mounted rotary operator
28.	SIE.3VA9152-0WA00	PHASE BARRIERS 2 PCS.
29.	SIE.3VA9111-0WJ30	Rear insulating plate extended 3P accessory for: 3VA1 100/160
30.	NSYLAMLD	LED világítás csatlakozóaljzat nélkül
31.	VX8804.000	Lemezszekrény 800x2000x400mm
32.	VX8104.245	Oldalfal 400x2000mm (CSE=2darab)

12. táblázat Elosztóhoz szükséges anyagok

7. TŰZVÉDELMI LEÍRÁS

7.1 Tűzvédelmi leválasztás [22]

Az érvényben lévő tűzvédelmi előírásoknak és szabályoknak megfelel a dokumentációban lévő tervezett létesítmény. Nem volt szükség a tervezés során a jelenleg is érvényben lévő szabványoktól, jogszabályoktól és azok előírásaitól eltérni.

A megrendelő által a számunkra megadott adatszolgáltatás szerint a technológiai területek tűzveszélyességi besorolása a következő szabványok szerint MSZ EN 60079-10-1:2016 és MSZ EN 60079-10-2:2015 a következő, Zóna 1, azaz fokozottan tűz és robbanásveszélyes szabad terek és épület részek. Az ide vonatkozó előírások alapján ezek a területek mértékadó kockázati osztálya “MK” magas kockázatú.

Az FEA és az FEB jelű fűtési elosztó szekrényeinek telepítési helyéül szolgáló szabad terek besorolása „Nem tűzveszélyes”. Ezen területek mértékadó kockázati osztálya “KK” közepes kockázatú, a vonatkozó előírások alapján.

A fenti környezetben létesített villamos berendezésekre az MSZ HD 60364 szabványsorozat előírásai vonatkoznak. A robbanásveszélyes térégekben alkalmazott villamos gyártmányok az MSZ EN 60079-14:2014 szabvány alapján lettek kiválasztva, felülvizsgálatukat és karbantartásukat az MSZ EN 60079-17:2014 szabvány alapján kell lefolytatni.

Az FEA és az FEB fűtési elosztóról működtetett készülékek tűzvédelmi leválasztása az elosztók előlapjain lévő –TVFKA és -TVFKB tervjelű főkapcsolókkal lehetséges.

Az elosztók villamos betáplálási kábelének állomásba történő bevezetéseinél tűzgát létesítése szükséges. A telepített kábelek és vezetékek vörösréz erűek, méretezésük és fektetésük olyan, hogy üzemszerű használat mellett melegedésük tüzet vagy robbanást nem okozhat.

7.2 Érintésvédelem [19]

Az alkalmazott érintésvédelem módja: nullázás (TN-C-S rendszer) védőösszekötő-vezető (VÖV) hálózattal kiegészítve. A védőösszekötő-vezető hálózatba be kell kötni a védővezető gerincvezetékét, nullázás (TN rendszer) esetén ez az összekötés elkészíthető a hálózat nullavezetőjének a nullavezető leágaztatása előtti szakaszán (PEN vezető) is. Az üzemszerűen feszültség alatt nem álló, de meghibásodás következtében esetleg feszültség alá kerülő villamosan vezetőrészeket csatlakoztatni kell az erre a célra kiépített védőösszekötő-vezető hálózat gerincvezetőjéhez. Érintésvédelem létesítésekor az MSZ HD 60364-1:2009, az MSZ HD 60364-4-41:2017/A11:2018, MSZ HD 60364-5-51:2009/A12:2018 és az MSZ HD 60364-5-54:2011/A11:2018 szabványok előírásait is figyelembe kell venni.

7.3 Felülvizsgálat [21]

A kivitelezés befejezése után az első felülvizsgálatot az MSZ HD 60364-6:2017 szabvány alapján, amíg az ezt az MSZ 4851-1:1988 és az MSZ 4851-3:1989 szabványok előírásai szerint kell végrehajtani. Az érintésvédelmi mérések eredményeit "Érintésvédelmi minősítő irat" -ban kell rögzíteni. Az érintésvédelmi felülvizsgálatokat 3 évenként kell elvégezni.

Az időszakos felülvizsgálatok elvégzésekor az 54/2014. (XII.5) BM rendelet és az MSZ 10900:2009 szabvány előírásait is figyelembe kell venni. Az előírt időszakos felülvizsgálatot az érvényben lévő Országos Tűzvédelmi Szabályzat szerint a „Robbanásveszélyes osztályú” helyeken 3 évenként, a „Tűzveszélyes és Nem tűzveszélyes osztályú” helyeken 6 évenként kell elvégezni.

8. ÖSSZEGZÉS

A kísérőfűtés kialakításához szükséges adatszolgáltatást az üzemtől kaptam. Az izometriákat össze kellett egyeztetni a 3D rajzokkal, a leolvasható információk segítségével a HELOC programmal elkészítettem a méretezést, különös tekintettel arra, hogy robbanásveszélyes környezetben fog megvalósulni a kivitelezés. Az elosztóknál nem kellett ezt figyelembe venni, mivel mindkettőnél már a zónán kívül helyezkednek el. Viszont a két elosztónál az előírások különböztek azért, mert az egyiket külterületen, míg a másikat belterületen helyeztem el. Az ehhez szükséges áramutas rajz EPLAN program segítségével készült el. A fűtőkörök kapcsolását PLC végzi, ami az analóg bemenetre kötött Pt100 hőmérsékletérzékelő jelei alapján működteti a rendszert. A kapcsolást a PLC digitális kimenet irányítja.

A nyomvonalterven jelölni kellett az elosztók helyét, az onnan induló hidegkábel útját a fűtési kötődobozig, azok a hideg-meleg dobozok elhelyezését. A feladat közé tartozott az anyaglista elkészítése, amely vonatkozik a meleg oldali és a hidegoldali termékekre is. A használt berendezéseket úgy kellett kiválasztani, hogy megfeleljen a robbanásveszélyes térség besorolásának, mind az alkalmazandó szabványokban előírtaknak. A legtöbb termék úgy lett választva, hogy már a gyártó elvégezte a szabványban említett méréseket és megfelelnek minden kritériumnak, így nekünk nem volt szükség arra, hogy ezeket ellenőrizzük, az adatlapon minden eredménynek szerepelnie kell, hogy tudjuk minden szempontnak eleget tesznek-e.

A dolgozatom végén megemlítettem a kivitelezés utáni átadáshoz szükséges dokumentációnak mit kell tartalmaznia. Sikerült összeegyeztetni az előírásokat és az üzem kéréseit.

A diplomamunka tartalmazza a méretezés menetét, eredményét, elosztó tervezés szempontjait, az áramutas rajz részleteit, a nyomvonaltervet, valamint a még szükséges leírásokat.

9. SUMMARY

I received the necessary data from the plant to set up the auxiliary heating. Isometries had to be reconciled with the 3D drawings, I made the scaling with the HELOC program using the readable information, in particular the construction will take place in an explosive atmosphere. The distributors did not have to take this into account as both are already outside the zone. On the other hand, the regulations differed between the two distributors because I placed one outdoors and the other indoors. The required flow diagram was created using the EPLAN program. The heating circuits are connected by a PLC that operates the system based on the signals from the Pt100 temperature sensor connected to the analog input. The switching is controlled by the digital output of the PLC. The switching is controlled by the digital output of the PLC.

The location of the distributors, the path of the cold cable from there to the heating junction box, the location of the hot and cold boxes had to be marked on the route plan. The task was to compile a list of materials, which also applies to hot-side and cold-side products. The equipment used had to be selected to meet both the hazard classification and the standards required by the relevant standards. Most of the products were selected so that the manufacturer had already carried out the measurements mentioned in the standard and met all the criteria, so we did not have to check that all the results on the data sheet should be known to meet all the criteria.

At the end of my dissertation, I elaborated on what the documentation required for post-construction handover should contain.

The dissertation includes the scaling process, the results, the aspects of distribution planning, the details of the flowchart, the route plan and the necessary descriptions.

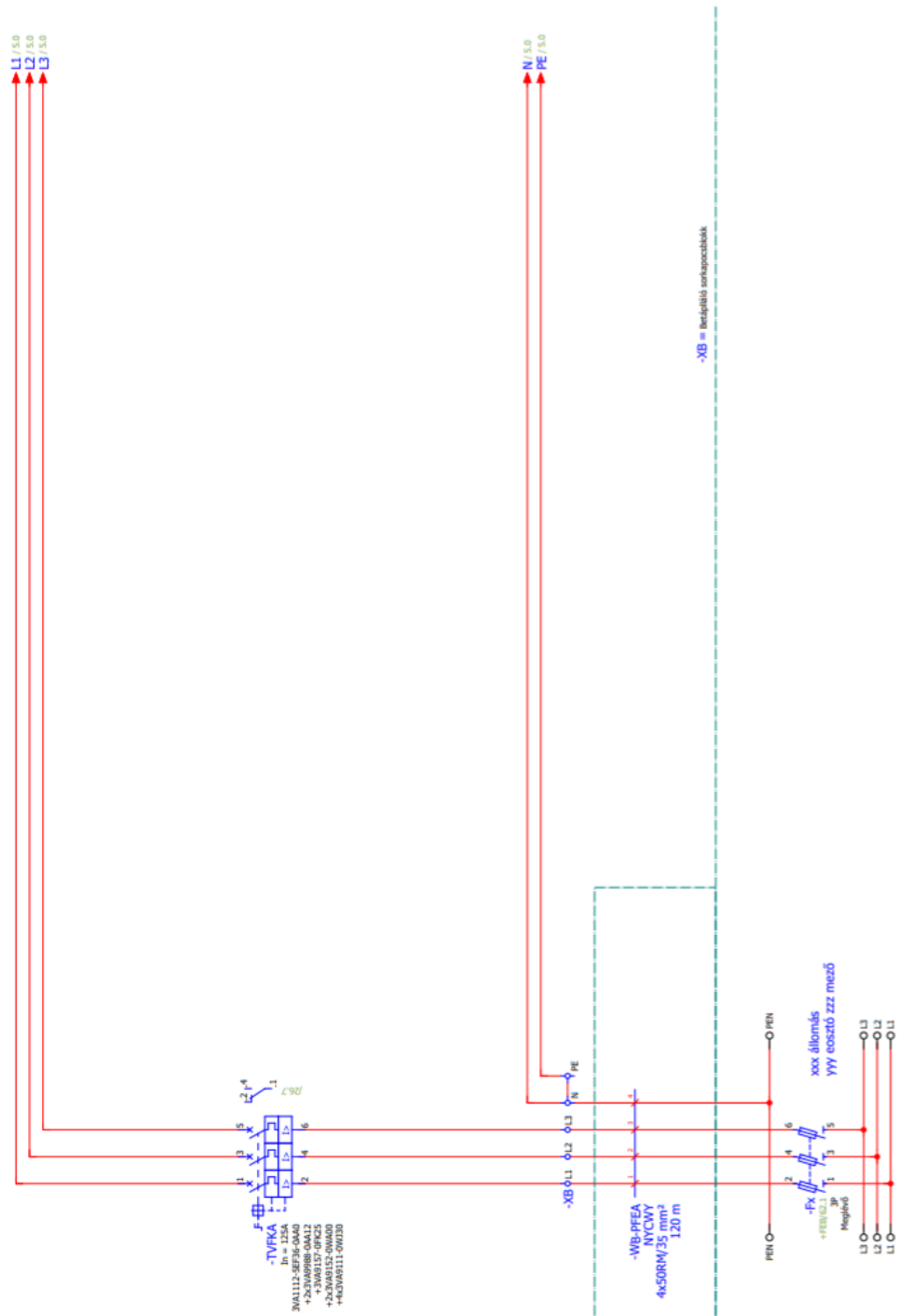
10. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] A robbanásbiztonság alapelvei, Bartec, 2008.
- [2] H. János, J. Fejes, I. Melich és I. Tihanyi, Robbanásbiztos berendezések, 2015.
- [3] „Nem villamos robbanásbiztos berendezések,” [Online]. Available: <https://www.e-villamos.hu/cikkek/5192-nem-villamos-robbanasbiztos-berendezesek-kepzes>.
- [4] „Ex Guide Minden, ami robbanásbiztonság-technika”.
- [5] „54/2014 (XII. 5.) BM rendelet”.
- [6] „MSZ EN 60079-10-2:2015 Robbanóképes közegek. Téréségek osztályozása,” 2015.
- [7] „MSZ EN 60079-10-1:2016 Robbanóképes közegek. Téréségbesorolás,” 2016.
- [8] „Design Guide Self-regulating trace heating systems for hazloc / industrial applications,” BARTEC.
- [9] D. Matthes, „DESIGNING HEAT TRACING SYSTEM,” BARTEC, 2008.
- [10] MSZ EN 61439-1:2012 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések. Általános szabályok, 2012.
- [11] MSZ EN 61439-2:2012 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőberendezések. Teljesítménykapcsoló és teljesítményvezérlő berendezések, 2012.
- [12] MSZ 1585:2016 Villamos berendezések üzemeltetése, 2016.
- [13] MSZ HD 60364-5-54:2012 Kisfeszültségű villamos berendezések. A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Földelőberendezések és védővezetők, 2012.

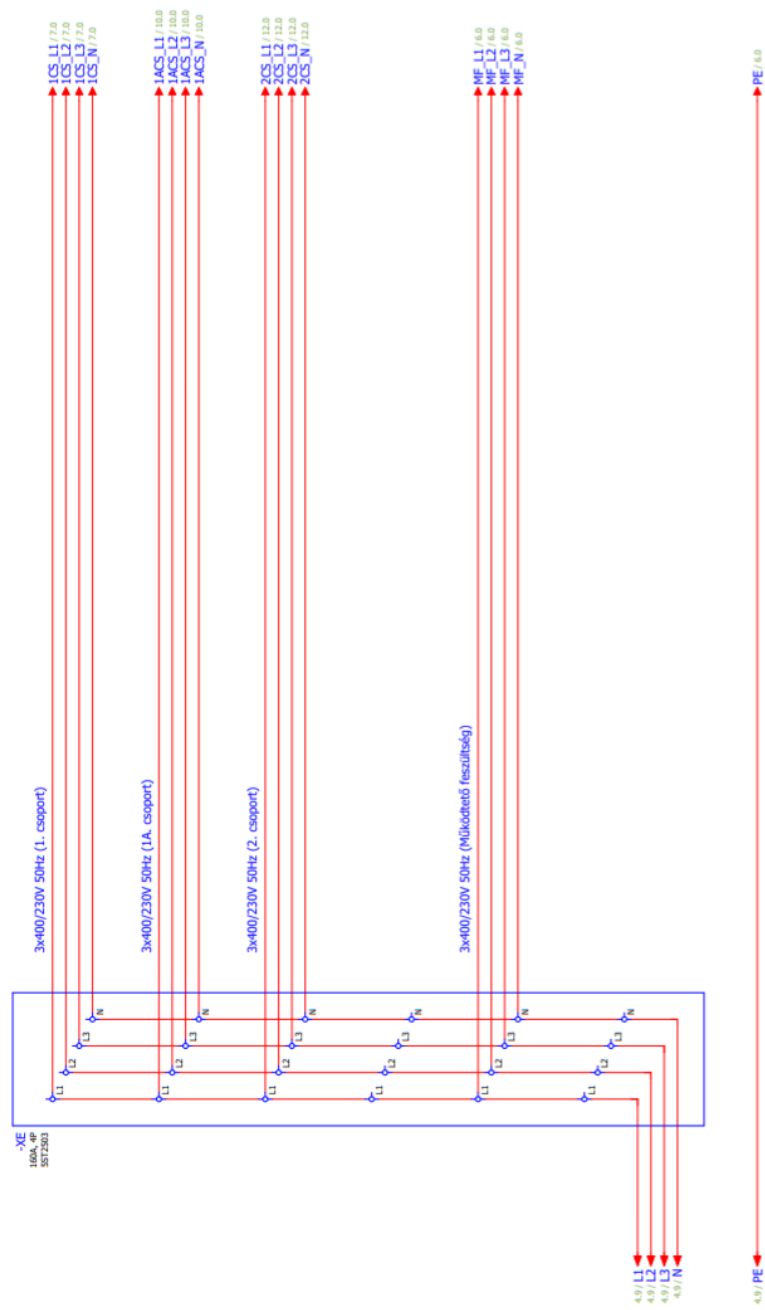
- [14] MSZ HD 60364-4-42:2015 Kisfeszültségű villamos berendezések, 2015.
- [15] MSZ 2364-460:2002 Épületek villamos berendezéseinek létesítése, 2002.
- [16] G. Péter, „Mágneskapcsolók, mikrokapcsolók, relék,” 2021.
- [17] MSZ 13207:2000 0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége, 2000.
- [18] MSZ HD 60364-5-51:2010 Kisfeszültségű villamos berendezések. A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése., 2010.
- [19] MSZ EN 60079-14:2014 Robbanóképes közegek. Villamos berendezések tervezése, kiválasztása és szerelése., 2014.
- [20] MSZ HD 60364-1:2009 Kisfeszültségű villamos berendezések, Alapelvek, az általános jellemzők elemzése, meghatározások, 2009.
- [21] MSZ EN 60079-17:2014 Robbanóképes közegek. Villamos berendezések felülvizsgálata és karbantartása., 2014.
- [22] MSZ 1000:2009 Kisfeszültségű villamos berendezések időszakos (tűzvédelmi) ellenőrzése, 2009.
- [23] MSZ HD 60364-5-52:2011/A11:2018 Kisfeszültségű villamos berendezések, A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése, 2018.

11. FÜGGELÉK

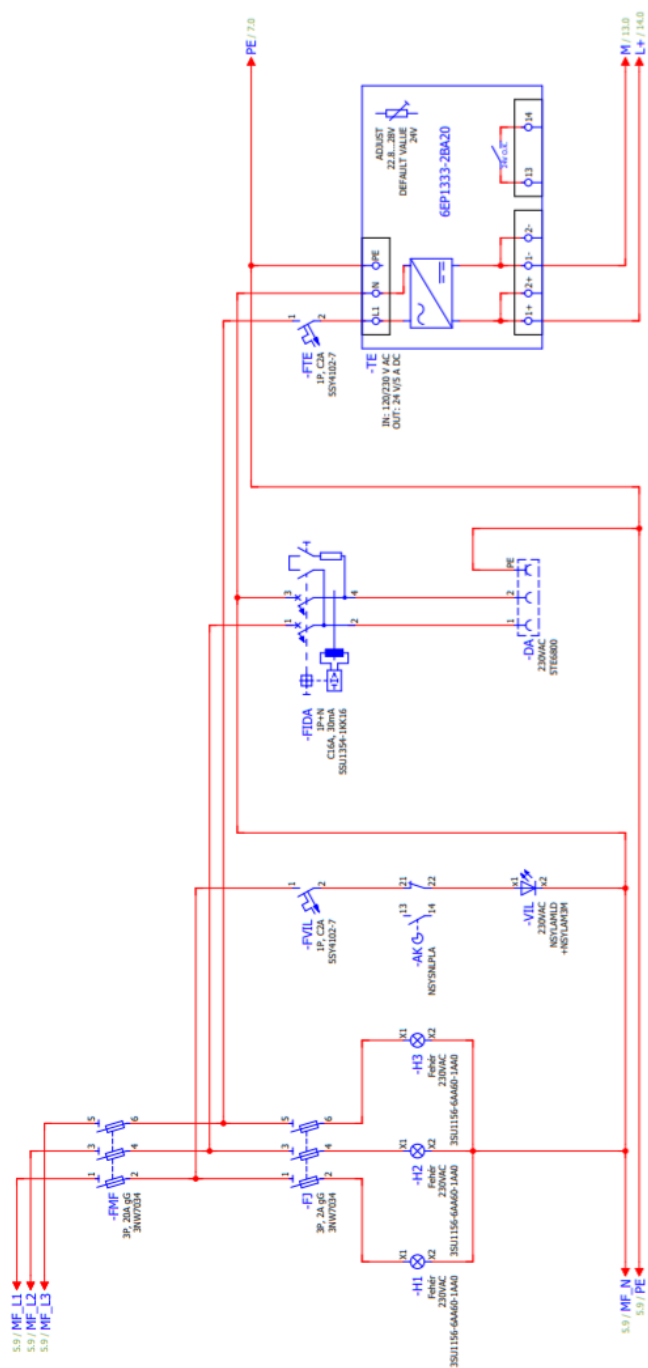
11.1 Betáplálás



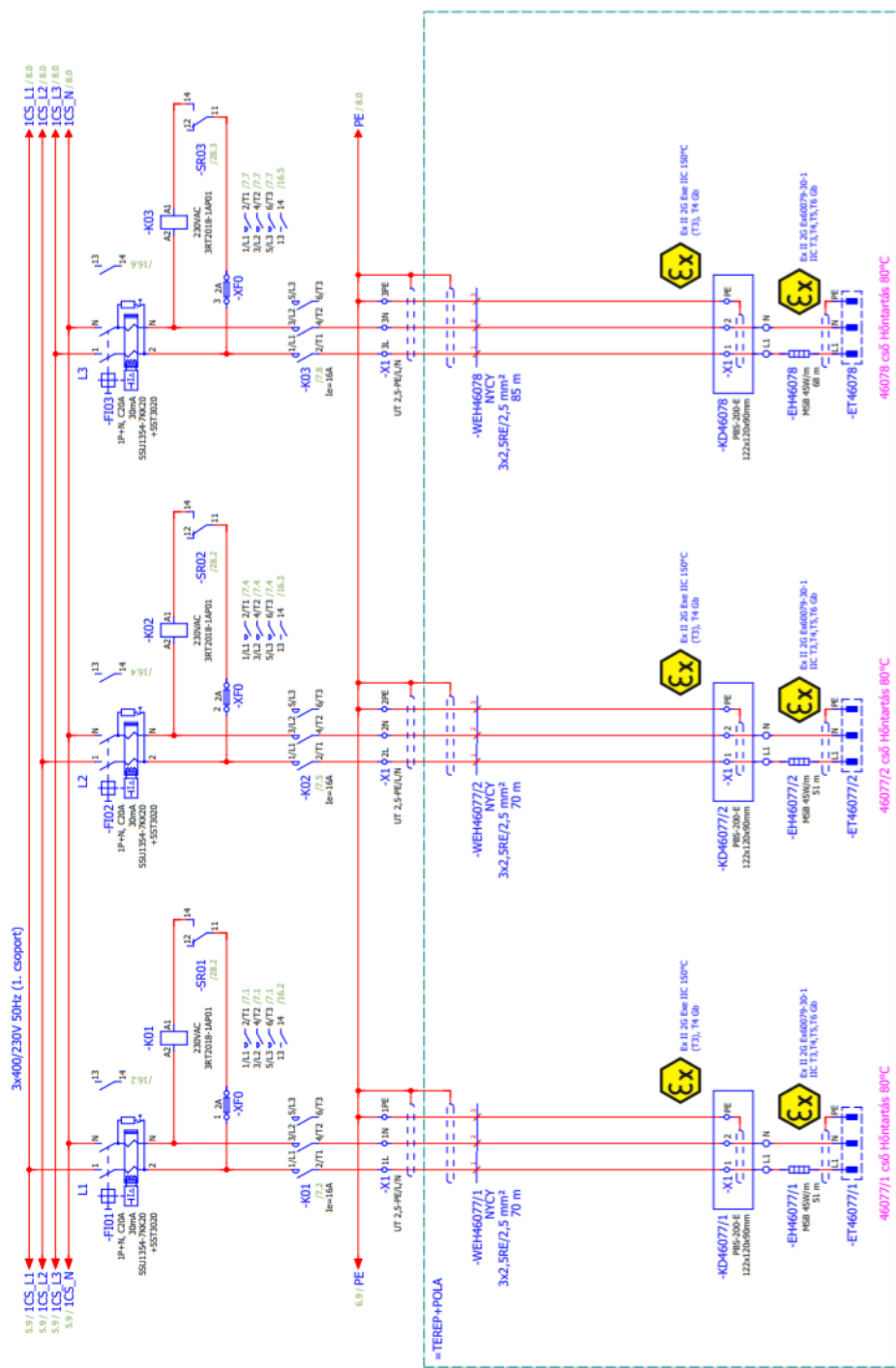
11.2 Feszültség elosztás



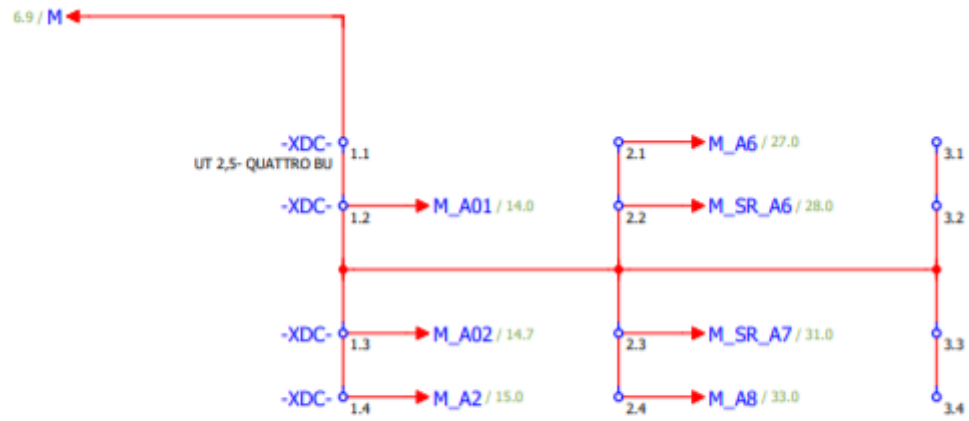
11.3 Jelzés, szekrények világítása, szerviz dugalj, 24 V DC



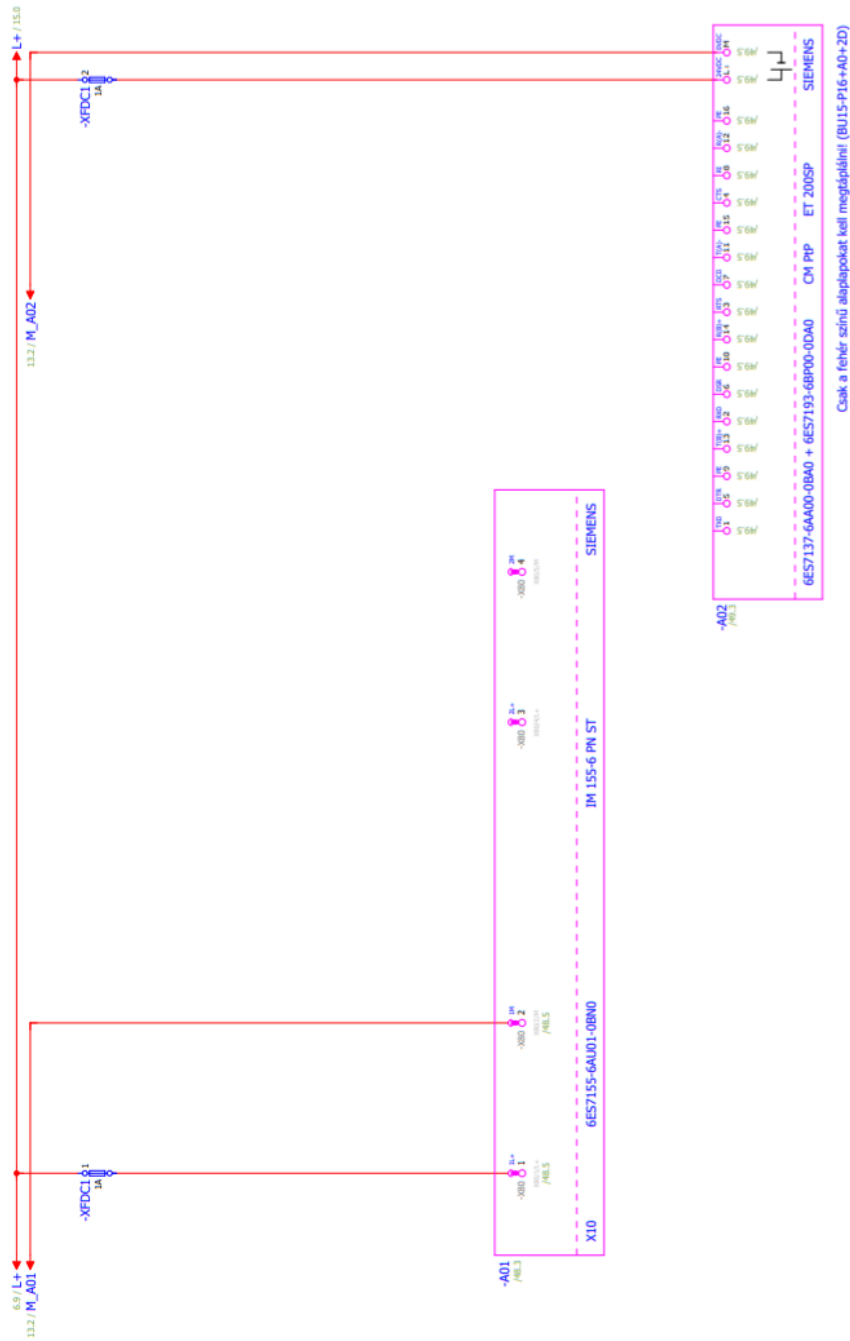
11.4 Fűtőkörök erőátvitel



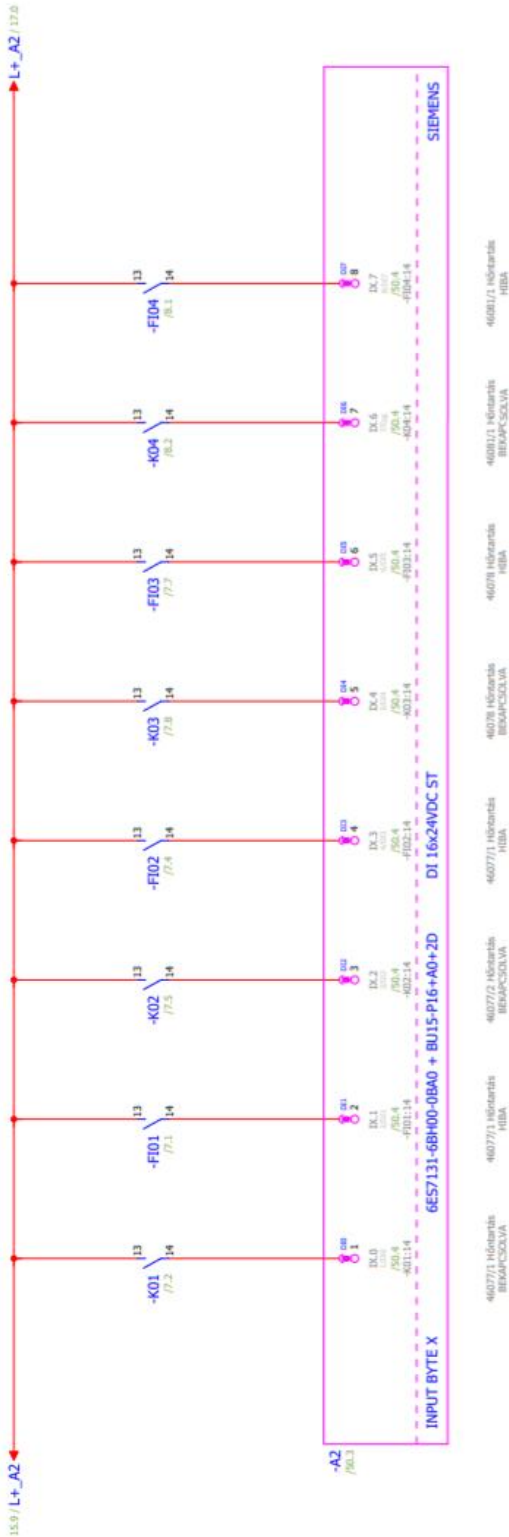
11.5 0 V DC elosztása



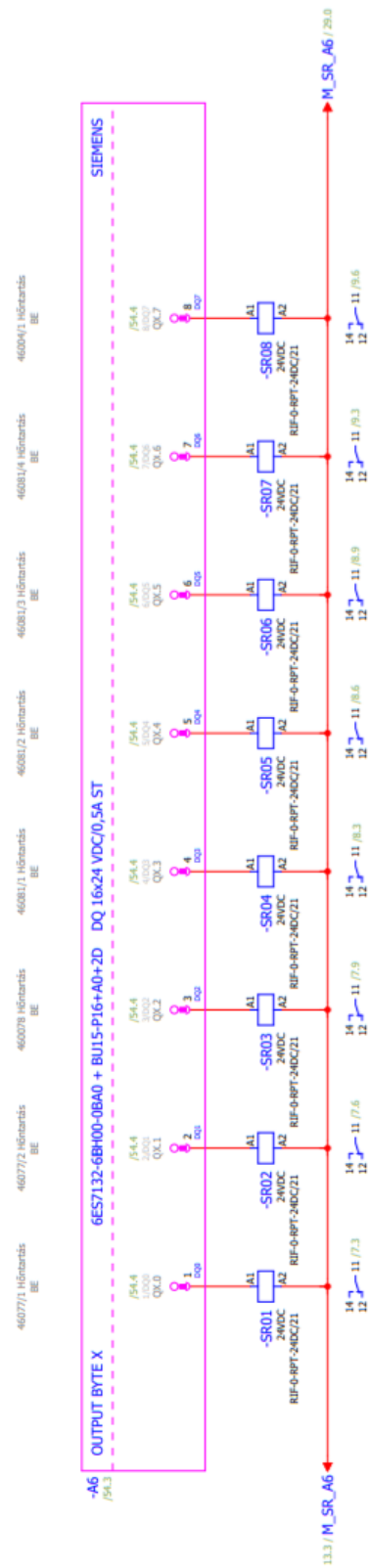
11.6 Fejmodul és kommunikációs kártya bekötése



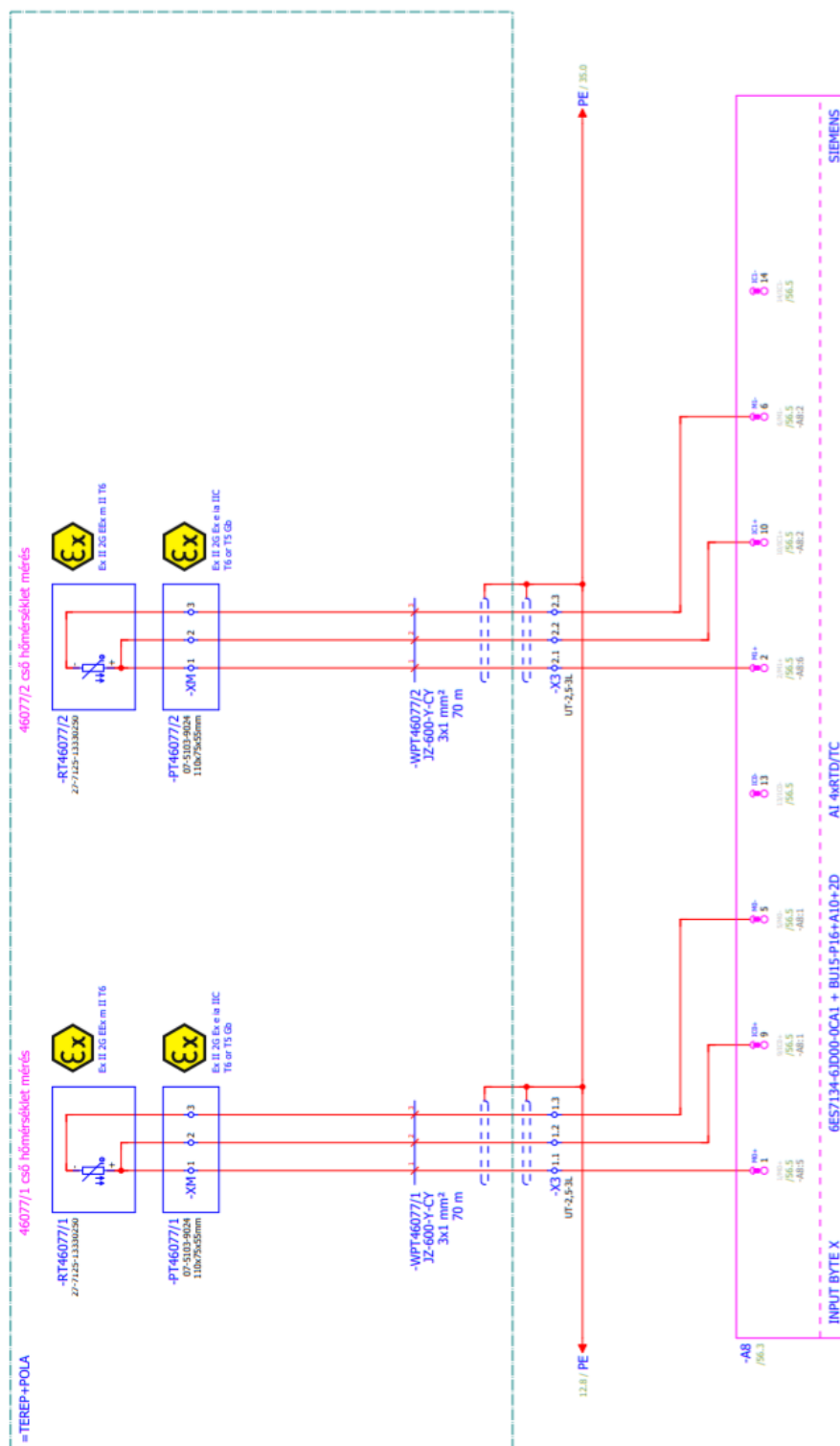
11.7 Digitális bemeneti kártya bekötése



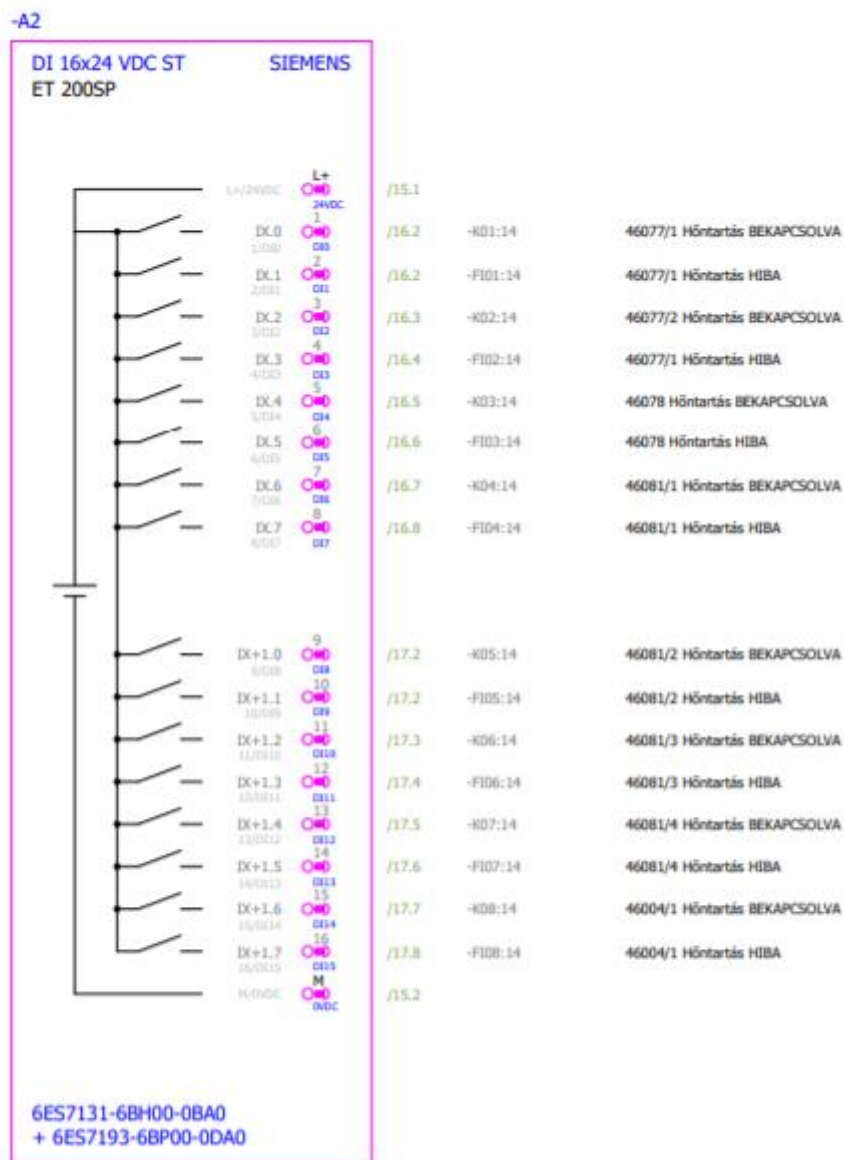
11.8 Digitális kimeneti kártya bekötése



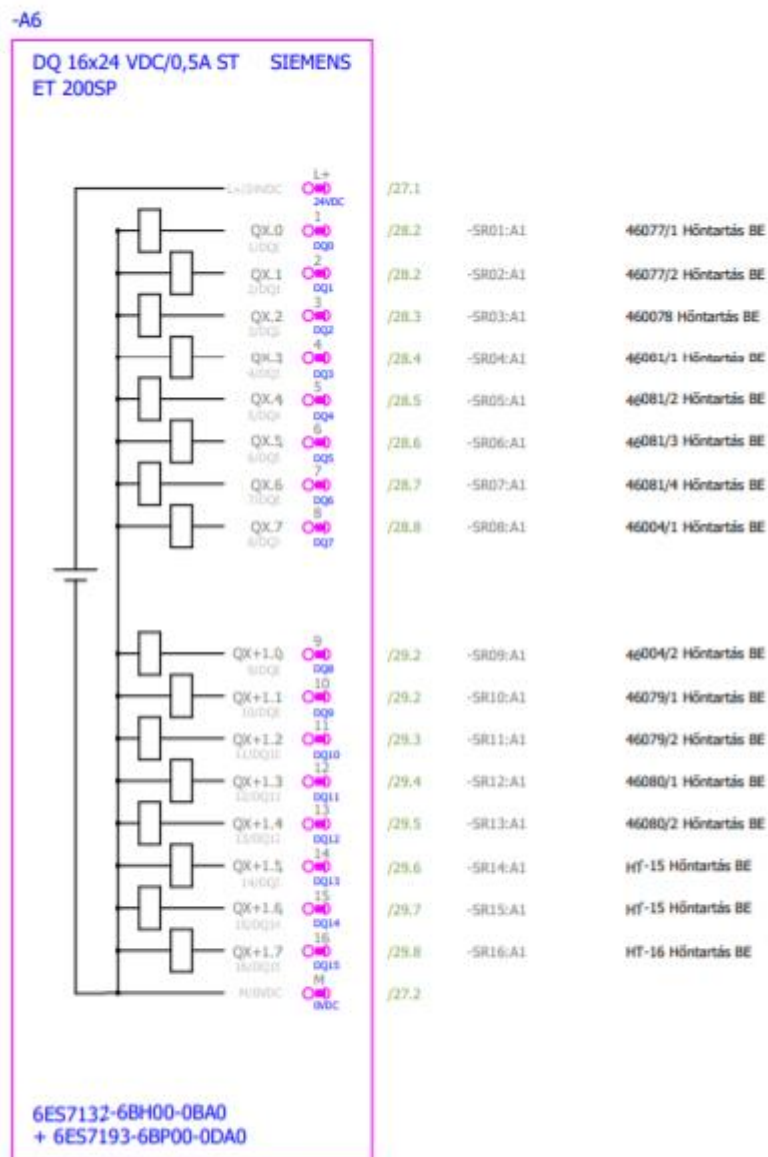
11.9 Analóg bemeneti kártya bekötése



11.10 Digitális bemeneti kártya áttekintő rajza



11.11 Digitális kimeneti kártya áttekintő rajza

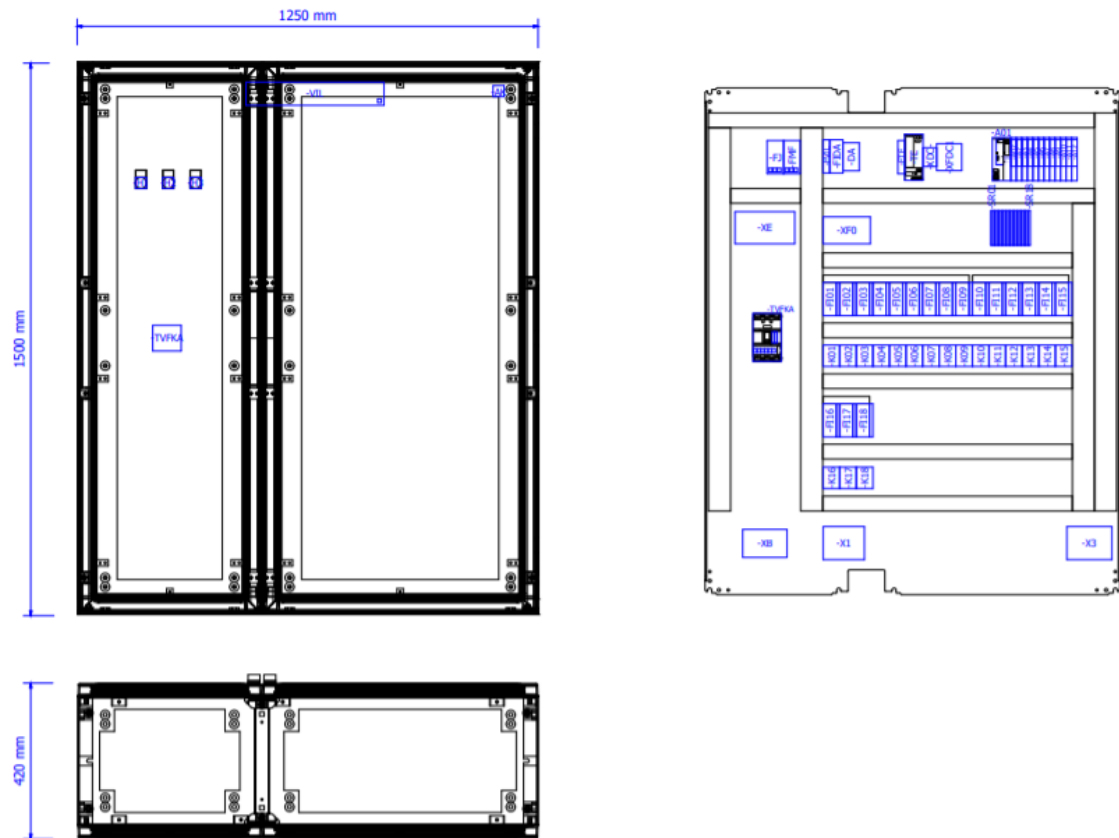


11.12 Analóg bemeneti kártya áttekintő rajza

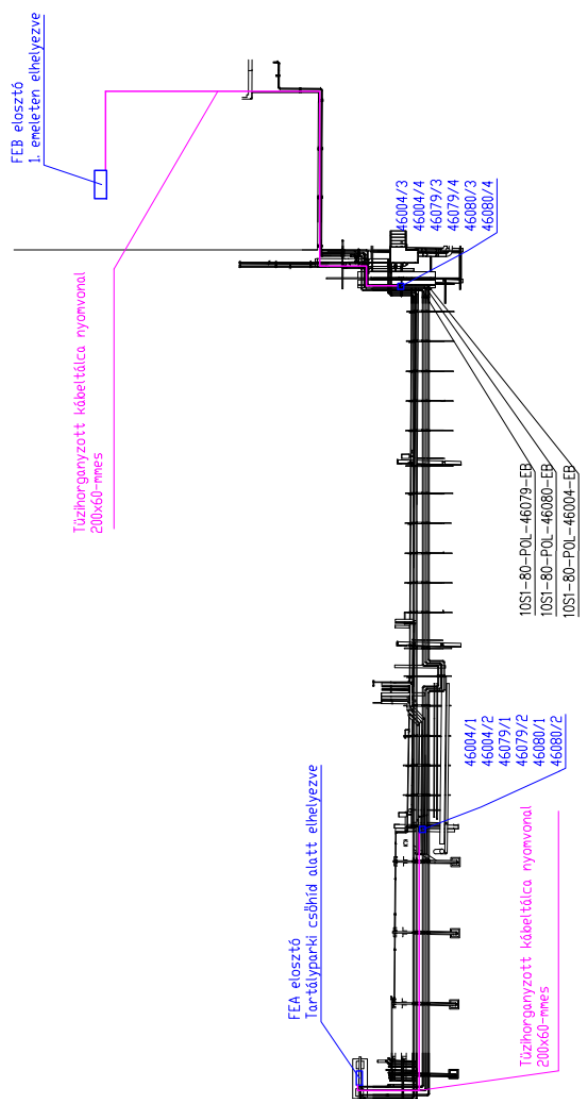
-A8



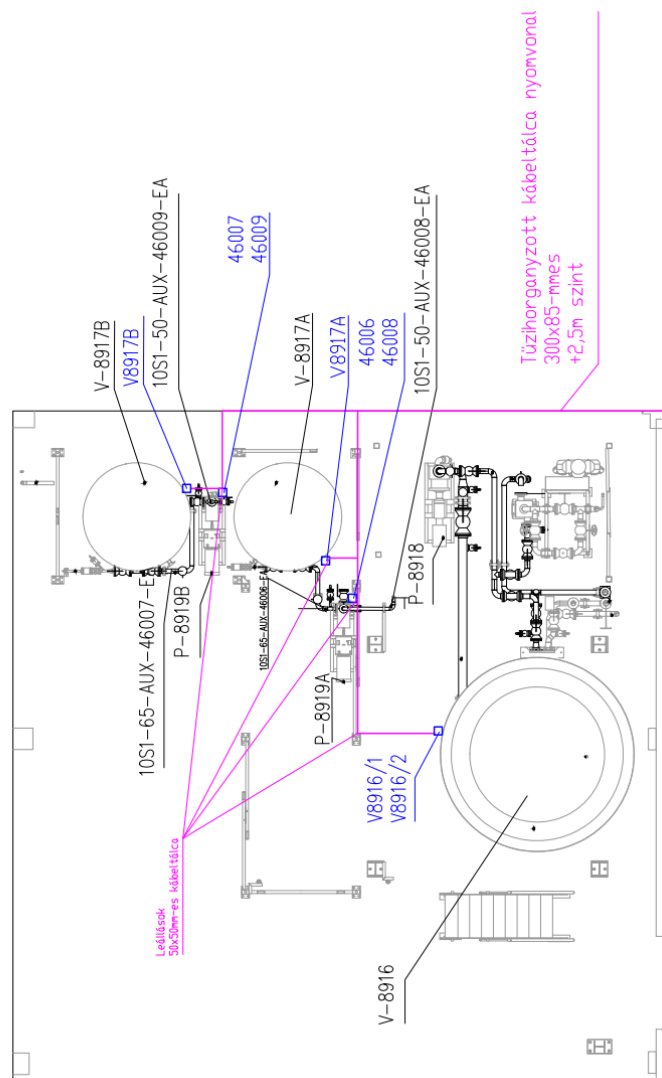
11.13 Elosztó elrendezési rajza



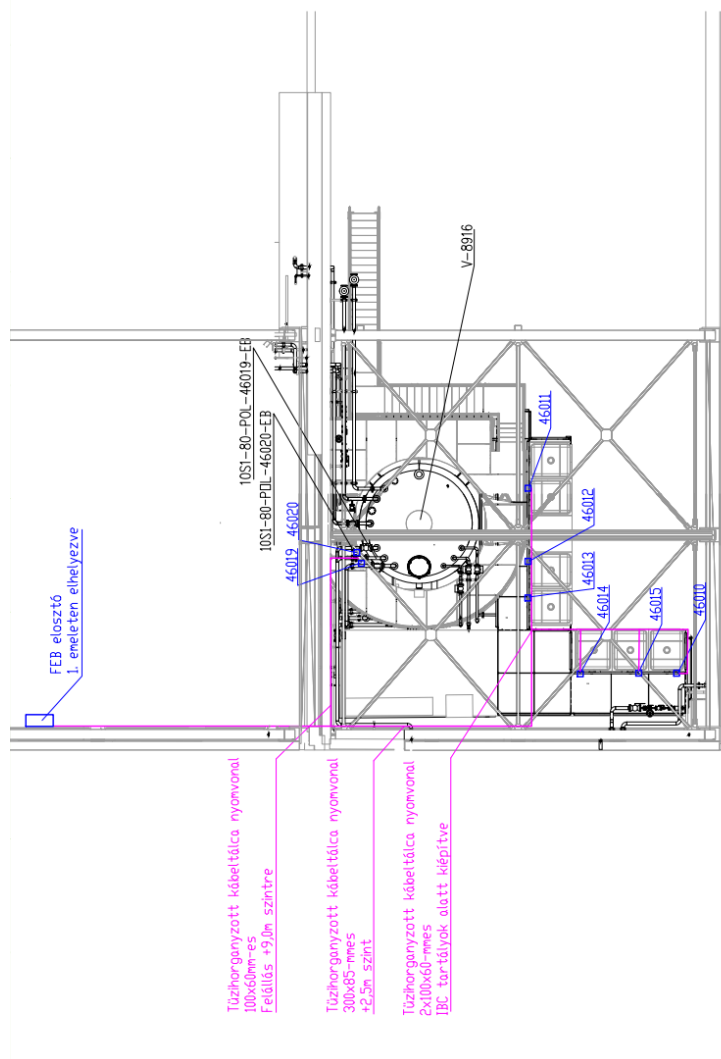
11.14 Nyomvonalterv csőhíd



11.15 Nyomvonalterv reaktor



11.16 Nyomvonalterv reaktor



11.17 Nyomvonalterv tartálpark

