



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet



SZAKDOLGOZAT

ÓE-KVK

Hallgató neve:

Igó Zoltán

2021.

Hallgató törzskönyvi száma: T008134/FI12904/K

Kötelezően választható tantárgycsoport: Villamosenergia-rendszerek modul



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Igó Zoltán

Szaktervezési száma: SZD21090213459597

Törzskönyvi száma: T008134/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Nagyfeszültségű alállomási leágazás tervezése, vonali mező

A dolgozat címe angolul: High voltage substation branch design, line bay

A feladat részletezése: 1. Primer készülék kiválasztása

2. Egyvonalas séma elkészítése

3. Védelmek kiválasztása

4. Segédáramkörök megtervezése

Intézményi konzulens neve: Mitrik Zsolt

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 11. 29.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

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

Budapest, 2021.11.29.



.....
hallgató aláírása

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet azok számára, akik tanulmányaim során mindvégig támogattak.

Köszönettel tartozom a konzulensemnek, Mitrik Zsolt tanár úrnak, aki a Projektmunka 1 és Projektmunka 2 tantárgy keretein belül segített lefektetni a szakdolgozatom előkészítő munkálatait. Szakmai iránymutatásaival, és napra kész tudásával hozzájárult a szakdolgozatom létrejöttéhez.

Végül szeretném a legmélyebb tiszteletemet és köszönetemet kifejezni a Villamosenergetika Intézet oktatói és munkatársai felé, akik az elméleti tudásukkal és a gyakorlati tapasztalataikkal segítettek az eddigi tanulmányaim során.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	3
2.	Villamos hálózat felépítése	4
3.	Nagyfeszültségű alállomás létesítési feltételei	6
3.1.	Alállomás telepítési feltételei.....	6
3.2.	Alállomás szerkezettani típusok.....	7
3.2.1.	Teljes beltéri kivitelű alállomás	7
3.2.2.	Félszabadtéri kivitelű alállomás	8
3.2.3.	Főleg szabadtéri kivitelű alállomás	8
4.	Nagyfeszültségű alállomás leágazás tervezése	10
4.1.	Berendezések megnevezése	10
4.1.1.	Tervezéshez szükséges meghatározott alapadatok.....	11
4.2.	Zárlatszámítás	12
4.3.	A készített tervek leírása	12
4.3.1.	Primer tervek elkészítése	12
4.3.2.	Szekunder tervek elkészítése	13
4.3.3.	Alapvédelem és tartalékvédelem működése	14
4.3.4.	Sorkapocs kiosztások.....	14
5.	Primer készülékek kiválasztása	15
5.1.	Megszakító kiválasztása	15
5.1.1.	Tgood THP 145-40-25 hibrid kapcsolóberendezés adatai	16
5.1.2.	Hibrid kapcsolóberendezések PASS M0 - 145-170 kV	17
5.1.3.	A Siemens 8VN1-es hibrid kapcsolóberendezés főbb adatai.....	22
5.1.4.	A kiválasztott hibrid nagyfeszültségű kapcsolóberendezés	25
5.2.1.	Áramváltók fő jellemzői	26
5.3.1.	A túlfeszültség-levezető főbb adatai.....	27
6.	Védelmek	29
6.1.	Védelmekkel szemben támasztott követelmények	30
6.1.1.	Védelmi készülékek szelektivitása	30
6.1.2.	Védelmi készülékek gyorsasága	31

6.1.3. Védelmi készülékek egyszerűsége	31
6.1.4. Védelmi készülékek érzékenysége és gazdaságossága	31
6.2. A tervezés során kiválasztott alapvédelem	32
6.2 A tervezés során kiválasztott tartalékvédelem	32
7. Összefoglalás	33
8. Summary	34
9. Irodalomjegyzék	35
10. Ábrajegyzék	37

1. Bevezetés

Napjainkban a villamos energia felhasználása rohamosan nő világszerte. Az elkövetkezendő évtizedek legnagyobb kihívása a villamosenergia-ellátás zavartalan biztosítása lesz. A villamos energiát erőművekben állítják elő. Ezek után az erőművek generátorai által előállított feszültséget transzformátorok segítségével feltranszformálják. Ezután a távvezeték hálózat által a fogyasztókhoz juttatják, ahol ugyancsak transzformátoroknak köszönhetően a fogyasztó által igényelt feszültség szintet állítanak elő. A feszültség le illetve feltranszformálása alállomásokon történik.

A szakdolgozatom során egy nagyfeszültségű alállomás leágazást fogok megvalósítani. Ezen belül a tervezési munkám egy vonali leágazás tervezését foglalja magába.

A tervezéshez elengedhetetlen témakörök, amelyeket érinteni szeretnék:

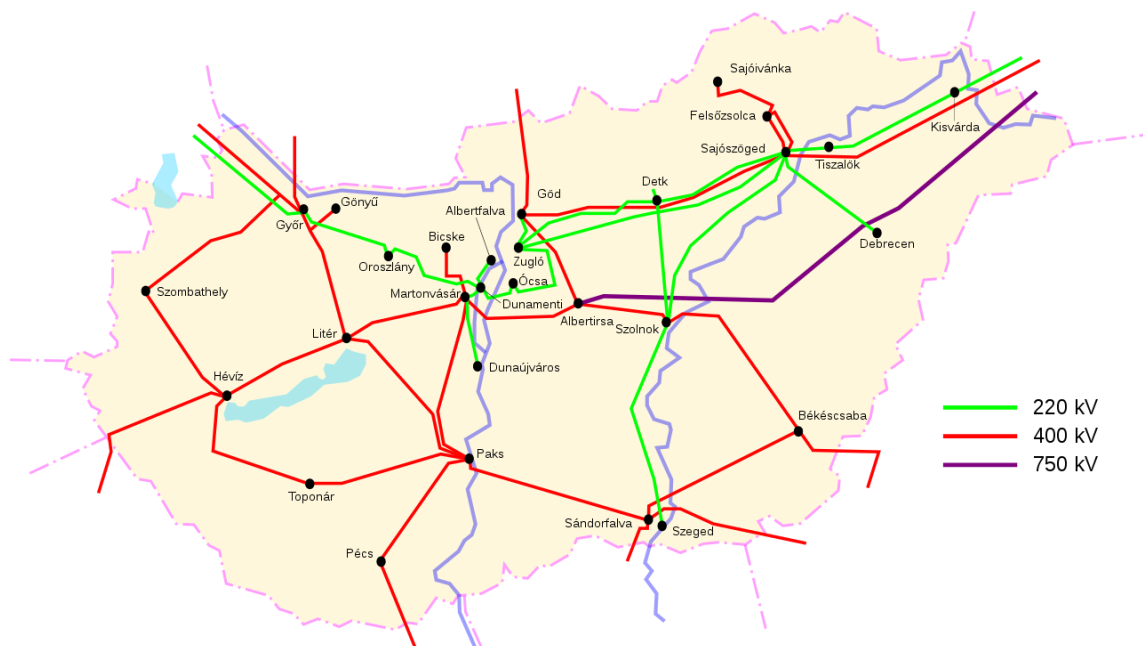
- Villamos hálózat felépítése, irányítás,
- A szabadtéri kivitelű alállomás felépítése,
- Nagyfeszültségű alállomás leágazás tervezése, oldal és felülnézetből,
- Nagyfeszültségű berendezés kiválasztása,
- A berendezések funkciói,
- Védelmek kiválasztási szempontjai,

A szakdolgozatom megírása folyamán, ezeken a témakörökön végig haladva szándékozom mélyebbről megismerni, illetve ismertetni a nagyfeszültségű alállomás vonali mező tervezését, tervezésének folyamatát.

Elsősorban kulcsfontosságú, hogy tisztában legyünk az alállomások feladataival. A villamos energia szállítása nagy távolságokra nagyfeszültségen 400, 220, 120 kV-on történik a veszteségek csökkentése miatt. Az alállomások legfontosabb feladata a különböző feszültség szintek átalakítása. Ezek a létesítmények biztosítják az energia áramlását a termelési helytől a felhasználási helyig.

2. Villamos hálózat felépítése

Az olyan nagyfeszültségű villamosenergia hálózatot, amely az erőművekben megtermelt energiát a fogyasztók irányába szállítja átviteli hálózatnak nevezzük. Magyarország villamosenergia hálózata többszörösen hurkolt rendszer, azonos fázisban és frekvencián üzemel. A hurkolt hálózati struktúra miatt nem fordulhat elő olyan eset, amikor egy szabadvezeték hálózat hibája vagy karbantartási munkálatok miatt egy fogyasztói tömb energia nélkül marad.

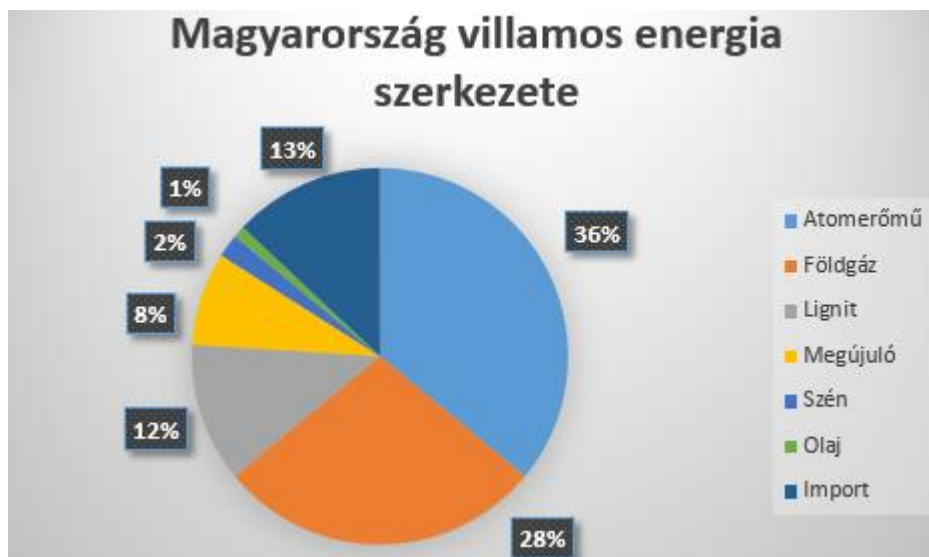


1. ábra Magyarország villamos alaphálózata [13]

Amint a képen is látható a magyar villamosenergia hálózat össze van kötve a környező országok villamos hálózatával különböző feszültség szinteken. A kék vonal mutatja az Albertirsa–Vinnicja-távvezetékét, ami 750 kV-os feszültségen köti össze hazánkat Ukrajnával. A távvezetékét még 1979-ben adták át. Ez a távvezeték 2000 MW névleges teljesítményre lett méretezve és a mai napig üzemel. Piros színnel láthatók a 400 kV feszültségű távvezeték hálózatok, amelyek minden környező országgal létesítenek összeköttetést. A fekete pontoknál találhatók a nagyfeszültségű alállomások. Ezek a létesítmények a villamos energiaelosztás kulcsai. [1]

Magyarországon a MAVIR Zrt. gondoskodik a magyar villamosenergia-rendszer felelősségteljes, effektív és balesett mentes irányításáról, a szükséges tartalékok meglétéről az erőművekben és a hálózaton. [2]

A kapcsolatok az országok átviteli hálózatai között folyamatosak, mivel a stabil rendszer fenntartásához elengedhetetlen tényező a termelés és fogyasztás egyensúlyának betartása. A magyar erőművek által előállított villamos energia nem lenne képes minden pillanatban kellő energiát biztosítani ezért a MAVIR Zrt. irányításával időszaktól függően exportáljuk vagy importáljuk a fogyasztók által igényelt villamos teljesítményt.



2. ábra Villamosenergia eloszlás

3. Nagyfeszültségű alállomás létesítési feltételei

A tanulmányaim során megtanultam, hogy egy transzformátorállomás telephelyének a kiválasztása és a telepítésének a folyamata összetett feladat. A következőkben szeretném az alállomás telepítési, szerkezzetani kérdéseit röviden részletezni. [3]

3.1. Alállomás telepítési feltételei

Az egyik legfontosabb telepítési szempont, hogy az alállomást, minél közelebb telepítsük a fogyasztói terhelési igények súlypontjához, mivel az átvitel szempontjából nagyon fontos, hogy minél kevesebb veszteséggel tudjuk biztosítani a fogyasztók villamosenergia igényét. [3]

Fontos figyelembe venni a környéken elhelyezkedő települések fejlesztési terveit és a környezeti viszonyokat. Egy ilyen nagyságrendű beruházás tervezésénél hosszútávra szokás tervezni. Nem megengedhető, hogy az állomás túlterhelődése miatt előforduljon olyan eset, hogy pár évvel az alállomás átadását követően energiahány lépjen fel.

A következő szempont, amit figyelembe kell venni nem más, mint a transzformátorállomás területigénye. A technológia fejlődésének köszönhetően egyre kisebb terület szükséges mivel a készülékek és berendezések mérete lényegesen lecsökkent. Kulcsfontosságú ennél a pontnál megjegyezni, hogy az alállomás megközelítését is biztosítani kell a berendezések szállítása és a személyzet munkába járásának szempontjából. [3]

3.2. Alállomás szerkezettani típusok

A következőkben szeretnék kitérni a városi nagyfeszültségű/középfeszültségű alállomások hazánkban tapasztalható kiviteli gyakorlatára. A tervezés során általában három főbb tervezési struktúrát alkalmaznak a tervezők: [3]

- Teljes belsőtéri kivitelű alállomás,
- Félszabadtéri kivitelű alállomás,
- Főleg szabadtéri kivitelű alállomás,

3.2.1. Teljes beltéri kivitelű alállomás

A teljesen beltéri kivitelre jellemző, hogy a városok belterületén a külön nekik épített épületekben helyezkednek el. A területigény minimalizálása miatt ezen üzemi épületek magassága több emeletes bérház méretével megegyezők szoktak lenni, mivel itt a kapcsolóberendezések teljesen beltéri kivitelűek. [3]

Az épületek kinézeti szempontból két fő részre oszthatók:

- Hagyományos
- Könnyűszerkezetű

A hagyományos építési módra jellemző a téglalap alakú épület, javarészt hatemeletes épületkomplexum, ami külső ránézésre egy bérházra hasonlít, így megfelelően beépül a városképbe. Az épület 3 részből áll: nagy/középfeszültségű kapcsolótér, a vezérlőből ahonnan a működtetést irányítják és a kiegészítő épületrészekből pl.: raktár, műhely. [3]



3. ábra Beltéri nagyfeszültségű alállomás [14]

A könnyűszerkezetű építési móddal készített állomások tűzihorganyzott fémrácsos szerkezetből, továbbá térelhatároló szerkezeti elemekből épülnek fel, ezáltal kevesebb tartópillére van szükség, mint a hagyományos építési módnál.

A könnyűszerkezetes kivitel előnyei: rövid kivitelezési idő, jelentős költségmegtakarítás érhető el, az előregyártott elemek miatt meglehetősen könnyen variálható kialakítással rendelkezik. [3]

3.2.2. Félzabadtéri kivitelű alállomás

A félzabadtéri kivitelezésű alállomásoknál nagyobb terület áll rendelkezésre, ezáltal a transzformátorok és a nagyfeszültségű kapcsolóberendezések szabadtéren helyezhetők el és csak a közép- és alacsonyfeszültségű berendezések kerülnek elhelyezésre az épületben. Ilyen esetben a kültéri kapcsolóberendezések költségesebbek mivel a külső behatásokkal szemben is védettnek kell lenniük. Az épület kialakítása jelentősen eltér az előző részben említett hagyományos és könnyűszerkezetű építési módú komplexumoktól. Az épület kialakítása ebben az esetben általában téglalap alakú szokott lenni. [3]

3.2.3. Főleg szabadtéri kivitelű alállomás

Ha látunk egy nagyfeszültségű transzformátor állomást először a hatalmas méretű tartószerkezeteket vesszük észre, amik még messziről is jól láthatóan beazonosíthatók. Amikor kicsit közelebb megyünk, már kezdenek felismerhetővé válni a gyűjtősín- és a transzformátorok. [3]

Egy kicsit térjünk vissza a tartószerkezetekre. Két csoportba tudjuk őket osztani. Az első csoportba tartoznak a portáloszlopok a másik kategória pedig a készülékalapok csoportja. A portálokat a gyakorlatban a sodronyok és fázisvezetők tartására és rögzítésére használjuk. Sokakban felmerülhet a kérdés, ahogy bennem is felmerült, hogy hogyan rögzítik a fázisvezetőket a portáloszlopokra. A vezetőket szigetelőláncokkal szerelik fel a portálokra. Magyarországon három megoldás terjedt el a gyakorlatban ezek a következők: könnyű acélszerkezetű portálok, vasbeton portálok és a vasszerkezetű

portálok. Felhasználásukat tekintve általában a feszültség szintek határozzák meg a használatukat hazánkban. [3]

A vasbeton szerkezetű elemeket jórészt a 120 kV-os feszültség szintű alállomásokon alkalmazzák előszeretettel. Azért használják ezt a típust ennél a feszültségnél, mivel itt még ez a szerkezet alkalmas a felerősített sodronysínek húzó igénybevételének ellenállni és a meghatározott portálmagasságokat is biztosítani tudjuk. Előnyei között meg kell említenem, hogy ez a megoldás takarékos, fajlagosan a legkevesebb költséggel jár és a karbantartási igénye előre láthatólag alacsony [3]

A 120 kV-nál nagyobb feszültségű transzformátorállomásokon a biztonságos működés szempontjának figyelembevétele miatt még magasabb oszlopok és nagyobb igénybevételek terhelik a portálokat, mivel a nagyobb keresztmetszetű kötegvezetékek miatt a súly is nagymértékben növekszik. Ahhoz, hogy a megnövekedett igénybevételeket ellensúlyozni tudják nagyobb teherbírású portáloszlopokra volt szükség. Kialakításuk rácsos szerkezetű, amivel elérték, hogy képes legyen ellenállni a megnövekedett terheléseknek is. Hazánkban általában a 220 kV-os hálózatokon láthatjuk őket. [3]

Magyarországon a 400 kV-os és az egyetlen 750 kV-os szabadvezeték hálózaton még nagyobb igénybevételnek vannak kitéve a portálok. Ezeken az alállomásokon a legmodernebb technológiával készült rácsos vasszerkezetű portálokat alkalmazzák, amik képesek kiállni a még nagyobb terhelésnek. [3]

4. Nagyfeszültségű alállomás leágazás tervezése

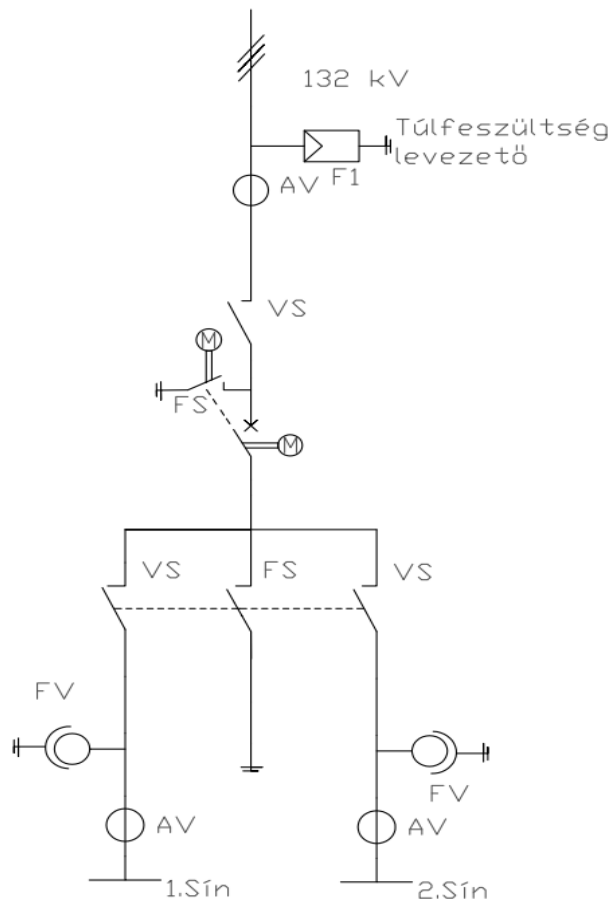
A feladatom egy nagyfeszültségű alállomás leágazás tervezése volt, azon belül is egy vonali mező, kétgyűjtősínes kivitelben. A problémamentes üzemvitel szempontjából elengedhetetlen a mai modern és megbízható berendezések kiválasztása. A kapcsolóberendezéseknek képesnek kell lenniük az üzem fenntartásához nélkülözhetetlen műveletek végrehajtására.

A projektmunka 1 egyetemi tárgyban azt a feladatot kaptam, hogy tervezzem meg az alállomás elrendezési rajzait, felül és oldalnézeti szemszögből. A feladataim között szerepelt, hogy egy hibrid kapcsolóberendezés telepítéséhez alkalmas elrendezést tervezek, amiben megtalálható egy szállítási út, és a berendezés beépítéséhez szükséges terület. A szállítási út a különböző berendezések biztonságos szállítását teszi lehetővé abban az esetben is, amikor a többi a leágazás feszültség alatt van.

A tervezés során két tervező programot vettem igénybe. Az egyik az AutoCad, a másik pedig az Eplan 5 volt.

4.1. Berendezések megnevezése

- F1: Túlfeszültség levezető
- VS: Vonali szakaszoló
- FS: Földelő szakaszoló
- M: Motoros hajtás
- FV: Feszültségváltó
- AV: Áramváltó



4. ábra Egyvonalas rajz

4.1.1. Tervezéshez szükséges meghatározott alapadatok

Névleges feszültség: (MSZ 1:2002 szerint) [kV]	132 kV
Legnagyobb megengedhető feszültség: [kV]	138 kV
Névleges Áram: [A]	3150 A
Névleges frekvencia: [Hz]	50 Hz
Fázisok száma:	3
A 132 kV-os csillagpont kezelés:	hatásosan földelt
Gyűjtősín független zárlati árama: [kA]	50 kA
Leágazás típusa:	vonali mező
Gyűjtősínek száma:	2
Mögöttes hálózat zárlati teljesítménye: [MVA]	4000 MVA

4.2. Zárlatszámítás

Első lépésként meghatároztam a zárlati áram legnagyobb értékét. [4]

$$I_{zmax} = \frac{S_Z^M}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{4000 * 10^6}{\sqrt{3} * 132 * 10^3} = 17,49 \text{ kA}$$

Második lépés a legnagyobb zárlati áramcsúcs meghatározása. A k tényezőt értékét általában 1,8-al szokás megadni. Ez is mutatja, hogy mekkora biztonsági értékkel számolunk. [4]

$$I_{zcs} = k * \sqrt{2} * I_{zmax} = 1,8 * \sqrt{2} * 17,49 \text{ kA} = 44,52 \text{ kA}$$

4.3. A készített tervek leírása

A tervezés első fázisában a projekt munka 1 tárgy keretein belül elkezdtem megtervezni egy nagyfeszültségű alállomás vonali mezőjének oldalnézeti és felülnézeti elrendezési rajzait. A tervezés során a nemzetközi IEC 61936:1:2010 szabványt vettem alapul.

4.3.1. Primer tervek elkészítése

Az első lépés az volt, hogy a hibrid kapcsolóberendezést hol helyezzem el a terveken, mivel ez nagymértékben meghatározza a megvalósítható mező elrendezését. A vonali mező közvetlenül a szabadvezeték hálózatra kapcsolódik. A kapcsolódási pont egy rácsos vasszerkezetű portáloszlop, ami egy feszítő szigetelőlánc segítségével kapcsolódik a távvezeték tartóoszlopához. Ezután a portálról sodronyok segítségével kapcsolódtam a nagyfeszültségű kapcsolóberendezés vonali ágaihoz és a portállal egyvonalban elhelyezett túlfeszültség levezetőhöz. A hibrid berendezés két gyűjtő sín rendszer megtáplálására alkalmas. A síneknek GYS1 és GYS2 elnevezéseket adtam. A gyűjtő sín megtáplálása a tartószigetelőkön elhelyezett alumínium csövekről történik. Az elrendezési rajzokon helyet kapott még egy készülékszállító út is, aminek a kialakításánál figyelembe vettem a MSZ EN 61936-1 szabványt, amiben megtalálható az egy kV-nál nagyobb feszültségű létesítményekre vonatkozó számtalan előírás.

4.3.2. Szekunder tervek elkészítése

Második lépésként elkezdtem megvalósítani a projekt munka 1 tárgyban kiválasztott berendezés segédüzemének kialakítását. A munkát azzal kezdtem, hogy meghatároztam mennyi vezérléshez és működtetéshez szükséges áramkörre lesz szükségem. Erre a célra egy körvezetési struktúrát alakítottam ki. A hajtást biztosító motorok mindegyike 110 VDC feszültségről működik.

A kapcsolóberendezésben SF6 gáz található, ami biztosítja az üzemvitel során történő kapcsolási műveletek elvégzését anélkül, hogy a kapcsolás során fellépő ív tönkre nem tenné a berendezést. A működtetés szempontjából elengedhetetlen tudnia a kezelő személyzetnek az SF6 gáz nyomásáról a készülékben. Ha a gáz nyomása egy meghatározott érték alá csökken, akkor a berendezésnek nem szabad kapcsolási feladatokat végeznie, mivel az meghibásodással járhat. Ennek a problémának a megoldására gáznyomás érzékelőket alkalmaztam, ez a szenzor jelzéseket biztosít a készülékben uralkodó gáz nyomásáról. Az egyik jelzés figyelmeztetést jelent a kezelő személyzetnek, hogy nem megfelelő a nyomás a készülékben, de még a kapcsolások elvégezhetők. Ha a nyomás már annyira alacsony, hogy az veszélyeztetné a berendezés állapotát akkor parancsot ad a megszakítónak, hogy ne lehessen működtetni.

Az előzőekben ismertetett jelzések felhasználásával megterveztem a megszakító vezérlési áramkört. A vezérlés helye szerint lehet helyi működtetés vagy távolsági működtetés. A vezérlés kiválasztását egy váltó kapcsoló biztosítja, amivel ki tudjuk választani a kívánt működtetési formát. A megszakító működtetési ciklusa két parancsból tevődik össze. Az egyik parancs a megszakító be parancs a másik pedig a megszakító ki. Ezek a parancsok működtetik a megszakítót. Fontos megjegyezni, hogy egyszerre csak egy művelet hajtható végre. Ennek az esetnek az elkerülése végett reteszeléssel biztosítottam, hogy ne lehessen egyszerre be és ki parancsot adni a megszakítónak.

A megszakító mellett a nagyfeszültségű kapcsolóberendezés rendelkezik két szakaszolóval is, amik a terhelésmentes állapotban szolgálnak a berendezés leválasztására a hálózatról. A szakaszolók működtetéséhez szintén igénybe vettem az SF6 gázérezékelők

által biztosított jeleket. Ebben az esetben is használtam a megszakítónál már alkalmazott reteszeléseket, mivel itt se fordulhat elő olyan eset, hogy egyszerre be és ki kapcsoljuk a készüléket.

Az üzemi állapot biztonságos és hatékony fenntartása végett szükségünk van jelzésekre, hogy minden időpillanatban tudjuk a berendezések milyen állapotban vannak. Ezeket a jelzéseket segédérintkezők segítségével külön jelző áramkörök biztosítják a számunkra. A segédüzemhez tartozó és általam felhasznált jelzéseket egy külön terven csoportosítottam a könnyebb azonosítás végett.

4.3.3. Alapvédelem és tartalékvédelem működése

Az alap és tartalék védelem feladata egy adott hálózati rész védelme. A tervezési folyamatok során a védelmek által igényelt jelzéseket biztosítottam. Ilyen jelzések voltak az áramváltók által mért fázis áramai és a berendezés által biztosított állapotjelzések.

4.3.4. Sorkapocs kiosztások

A nagyfeszültségű kapcsolóberendezés vezérléséhez szükséges kábeleket az SZ1 tervjellel rendelkező szekrényben sorkapcsok fogadják. A sorkapocsok típusa UT 4-es. Azért választottam ezt a típust, mivel ez a sorkapocs nagy mechanikai szilárdsággal bír, és a kompakt kialakításnak köszönhetően helytakarékos. Az -XD sorkapocsléc kapcsaira kötöttem az +E01 mezőből érkező kábelek. Innen a vezérléshez és a működtetéshez szükséges áramköröket bekötöttem egy-egy kismegszakítóba, hogy biztosítsam a berendezés védelmét. A kapcsolókészülék hajtásának a betáplálását külön megszakítók védik.

5. Primer készülékek kiválasztása

A villamosenergia ellátás biztosításához elengedhetetlen, hogy összekössük a villamosenergia rendszerhez tartozó készülékeket. A generátorok, transzformátorok, távvezetékek, továbbá a többi a működtetéshez szükséges elemet villamosan össze kell kapcsolnunk. A szünet nélküli üzem fenntartása céljából folyamatosan méréseket kell végezni, az esetleges hibákról jelzéseket, a berendezésektől pedig állapotjelzéseket kell kapnia az irányító központoknak. Amikor hibás üzemállapot lép fel a meghibásodott fázis vagy fázisok le kell kapcsolni a hálózatról amennyiben a hiba mibenléte ezt szükségessé teszi. Az ilyenfajta összetett műveletek végrehajtására használjuk a kapcsolóberendezéseket. A kiválasztásukat nagymértékben befolyásoló tényezők között találjuk a kapcsolóberendezés beépítésének helyére vonatkozó adatokat. A feladatom egy meglévő légszigetelésű nagyfeszültségű megszakító kiváltása volt egy modern hibrid kapcsolóberendezésre.

5.1. Megszakító kiválasztása

A megszakító azon mechanikai kapcsolókészülékek közé sorolható, amely a normális üzemállapotban az áramköri szakasz bekapcsolására, az üzemi áram vezetésére vagy megszakítására alkalmas. Hiba esetén képes a kapcsolásokat véghezvinni és a szabványokban meghatározott ideig elviselni a zárlati áramokat is. Az áramkörök nélkülözhetetlen részeit képezik.

A tervezési folyamat során 3 nagyfeszültségű hibrid kapcsolóberendezés közül választottam ki az adott leágazásra legalkalmasabb készüléket.

Először a Tgood Electric Co. termékével foglalkoztam. A készülék típusa THP 145-40-25 megnevezéssel rendelkezik. Ez a készülékcsalád Kínából származik.

A termék tesztelését a KEMA Nederland B.V vállalat végezte. Ezt a nemzetközi céget 1927-ben alapították. Magas színvonalú szolgáltatásokkal rendelkezik. Az energialánc teljes egészét magába foglaló termékkel és megoldásokkal foglalkozik, továbbá ide

tartoznak még a műszaki és üzleti tanácsadások, a mérések és ellenőrzési folyamatok illetve a tesztek és tanúsítványok elkészítései is. [5]

A Tgood termékének tesztelését és tanúsítványinak kiadását a KEMA hosszú tesztek sorozatainak elvégzése után állította ki. A termék tesztelését az IEC 62271-205 (2008) szabvány szerint végezték a KEMA szakemberei.

5.1.1. Tgood THP 145-40-25 hibrid kapcsolóberendezés adatai

A készülékben található ívöltő közeg SF6 (kén-hexafluorid) gázt tartalmaz. A gáz jellemzői: színtelen, szagtalan nem gyúlékony és nem mérgező. Kiváló szigetelőképesseggel jellemezhető. Működtetés során keletkezett villamos ív hatására a gáz szétbomlik a magas hőmérséklet miatt. Amikor a gáz visszahűl, a részecskéi újra felveszik az eredeti állapotukat. A gázt az előzőekben említett képességei miatt előszeretettel használják az iparban. Az SF6-os gáz azonban rendelkezik negatív tulajdonsággal is, sajnos erősen környezetkárosító. [6]

Gyártó:	Qingdao TGOOD Electric Co.
Névleges feszültség: [kV]	145 kV
Névleges Áram: [A]	3150 A
Fázisok száma:	3
Névleges frekvencia [Hz]	50/60 Hz
Névleges termikus határáram: [kA]	40 kA
Zárlati áram csúcsértéke: [kA]	104 kA
Fázison kívüli megszakító áram: [kA]	10 kA
Névleges rövidzárási áram DC időállandója: [ms]	43 ms
DC komponens: [%]	53%
Zárlatállóság:	3 s
Megszakító kamra nyomása SF6 20 °C-nál	0,75 MPa
Működtető feszültség:	125 VDC
Földelési pozíció:	E0
Osztály:	E1, C2

Névleges működési ciklus:	O-0,3 s-CO-3 min-CO
Környezeti hőmérséklet:	-20/+40 °C
Statikus terhelhetőség hosszanti: [N]	1250 N
Statikus terhelhetőség vízszintes (keresztirányú) : [N]	750 N
Statikus terhelhetőség függőleges: [N]	1000 N

A vizsgált készülék egy kompakt nagyfeszültségű kapcsolóberendezés, ami egy hárompólusú SF6-os megszakítót és egy szakaszoló/földelőkapcsolót foglal magában. A megszakító pólusonként szakítja meg az áramkört közös működtetési mechanizmus alapján. [6]

A megszakító hajtásának záró tekercse és nyitó tekercse egyaránt 125 VDC feszültségről táplált. A megszakító motorhoz szükséges betáplálás ugyancsak 125 VDC feszültséggel működtethető. [6]

A következő terméket az ABB gyártótól választottam. A berendezések az innovatív nagyfeszültségű hibrid kapcsolóberendezések közé tartozik angolul PASS (Plug and Switch System). Ezek a készülékek egy komplex egység teljes funkciólistájával rendelkeznek.

5.1.2. Hibrid kapcsolóberendezések PASS M0 - 145-170 kV

Ez a komplex kapcsolóberendezés egyenesen a gyárból teljesen összeszerelve érkezik, kevesebb, mint 16 órán belül képes a gyors áramellátás biztosítására. Már a gyárban elvégzik rajta a szükséges teszteket. [7]

A készülék kialakítása megfelel a hagyományos levegőszigetelést alkalmazó gyűjtősinéket használó alállomás egyéb berendezéseivel való összekapcsolására, miközben egyfázisú gázszigetelt házba foglalja a következő rekeszfunkciókat: [7]

- Megszakító
- Kombinált szakaszoló és földelő kapcsolók,

- Feszültség transzformátorok és feszültség érzékelők,
- Áramváltók,
- Motoros hajtás opciók,
- Gyors földelő kapcsoló opció,
- Kábelcsatlakozási lehetőség,

A PASS modulokat teljesen gyárilag szerelték össze és le is vannak tesztelve, készek kiállni a mai kor által szabott meglehetősen szigorú szabályokat.

A PASS M0 számtalan konfigurációban elérhető, beleértve az egy gyűjtősínes, vagy a kettős gyűjtősínes kialakítást, a dupla megszakítós megoldásokat, és a vasúti alkalmazást is, az előre összeállított H-konfigurált kapcsolóberendezés rekeszt és számos más egyedi konfigurációt. Az iparban számtalan területen alkalmazzák ezeket a komplex berendezéseket. [7]

Alkalmazások:

- A megújuló energia által előállított energia integrálása a hálózatba,
- Mobil vagy előre telepített alállomások,
- Alállomás-hosszabbításoknál vagy mezőcseréknél,

Az MO-ás kapcsolóberendezés legmeghatározóbb tulajdonságai között a gyors összeszerelhetőség és a még gyorsabb üzembe helyezés áll a középpontban. A berendezést még a gyárban az ügyfél által választott rendeltetéseknek megfelelően modulokból rakják össze és közvetlenül szállítják a megrendelő által meghatározott telephelyre. Ezzel az eljárással időt és pénzt takarítanak meg, továbbá a helyszíni nagyfeszültségű vizsgálatok ideje is nagymértékben csökken. [7]

A berendezés biztonságát tekintve nagy megbízhatósággal rendelkezik a nagyfeszültségű alállomásokon előszeretettel használják. A védő kialakításnak köszönhetően az összes kezelőre veszélyes funkció az SF6 gázszigetelt modulokban kerül végrehajtásra, ezzel kiküszöbölve a káros környezeti hatásokat és az öregedési hatást. [7]

Hibrid kapcsolóberendezés adatai:

Gyártó:	ABB Hitachi Energy
Névleges feszültség: [kV]	145 kV
Névleges villam impulzus: [kV]	650 kV
Névleges Áram: [A]	3150 A
Fázisok száma:	3
Névleges frekvencia [Hz]	50/60 Hz
Névleges termikus határáram: [kA]	40/63 kA
Zárlati áram csúcsértéke: [kA]	104/164 kA
Működtető feszültség:	60-110 VDC/ 230VAC
Megszakító motor tömege + a szekrény:	30kg + 18 kg
Névleges működési ciklus:	SPO/TPO
Megszakító technológia:	Vákuum
Telepítési kivitel:	beltéri/kültéri kivitel
Környezeti hőmérséklet:	-50/+70 °C
Névleges töltési nyomás SF6 20 °C-nál: [MPa]	0,75 MPa
Szabványok:	IEC/IEEE

A megszakító hajtása csendes, kompakt meghajtóval felszerelt és kiterjesztett mechanikai tartóssággal bír. A motoros hajtás csak egy mozgó résszel rendelkezik és precízen működik, illetve pillanat működésű és irányított. [15]

A nagyfeszültségű kapcsolóberendezéseket hagyományosan alkalmazzák rugós vagy hidraulikus hajtásokkal. Az ABB által használt modern megoldás megfelel a digitális és intelligens szükségleteknek. A motoros hajtás kommunikációra alkalmas az IEC 61850-8-1 protokoll szerint, illetve működés közben számtalan diagnosztikát futtat és ezeket az adatokat továbbítja a kezelő személyzetnek. [15]

A motoros hajtást egy digitálisan vezérelt szervomotor hatja, amely minden kapcsolóelemét képes vezérelni. A nagyfeszültségű kapcsolóberendezések a legnagyobb pontossággal végzik el a kapcsolásokat. A műveletek lehetővé tételéhez szükséges energiát kondenzátorokban tárolják. [15]

A fejegység az adatok széles skáláját gyűjti össze és tárolja, amihez a kezelő személy hozzá tud férni, letöltheti és elemezheti az adatokat. A megszakító tevékenységi adataiból részletes táblázat készíthető. [15]

Motoros hajtást a megfigyelő és a diagnosztikai moduljai folyamatosan ellenőrzik, ezáltal a rendszer megfelelő működése biztosítva van. A fejegységhez a hozzá beérkezett adatokból a számításokat végez. Ezek után a felhasználó egy állapotjelentést kap, amelyből megtudja, hogy milyen a reteszelés integritása, milyen működések történtek, és az esetleges alkatrészek élettartamának becsléséhez is hozzájut. [15]

A PASS M0-ás készülék előnyei:

- Üzemi állapotban csendes, kapcsolások viszonylag alacsony zajterhelés mellett történnek,
- Magas működési megbízhatóság,
- Az IEC 61850-8-1 szerinti digitális kimenetekkel rendelkezik,
- Digitálisan vezérelhető hajtás,
- Öndiagnosztika és kapcsolóberendezési paraméterek figyelése,

5.1.3. A Siemens 8VN1-es hibrid kapcsolóberendezés főbb adatai

A harmadik nagyfeszültségű hibrid kapcsolóberendezést a Siemens berendezések közül sikerült kiválasztani. A kiválasztott típus a 8V1N. Ez a készülék vákuum oltókamrával rendelkezik. [8]

Ez a vállalat híres a minőségi és megbízható termékekről, amik hosszú élettartamot biztosítanak a készülékek számára. Ahhoz, hogy ez a berendezés megvalósulhasson számtalan fejlesztés történt meg. A legfontosabb szempont az volt, hogy minél környezetkímélőbb berendezést alkossanak a tervezők. [8]

A környezettudatossághoz és az erőforrás-hatékonyság eléréséhez szükséges új technológiákat a 2015. január 1-jén életbe lépő új EU 517/2014 (F-gáz) számú rendelete határozta meg. A rendelet tartalmazza az elektromos ipar számára a használható berendezések számát, a rendszeres jelentéstételi kötelezettségeket, képzéseket, és a személyzetre vonatkozó feladatokat. Fő célja a fluortartalmú gázok (F-gázok) kibocsátásának minimalizálása. [16]

A Vákuum megszakító technológia:

Az Egyesült Államokban és szerte a világon egyre több mozgalom indult az elektromos iparban használt SF₆ gázok betiltása ellen, mivel ez a gáz a kiváló szigetelő hatás mellett rendkívül környezet károsító is. [16]

A Siemens Energy több mint 40 éves tapasztalatára támaszkodik a közép- és nagyfeszültségű és a nagyfeszültségű vákuummegszakítós technológiák terén. A vákuumos nagyfeszültségű megszakítók akár 145 kV-os feszültségen felülmúlják az SF₆-os megszakító technológiát. [16]

A vákuum megszakító technológia előnyei:

- Megbízható megszakítási képességek,
- Kiváló megszakítási teljesítmény névleges áram és zárlati áramoknál egyaránt,
- Nagy teljesítmény és karbantartásmentes működés,
- Hosszú élettartam

A vákuummegszakító technológia lehetővé teszi a tiszta levegő használatát szigetelő közegként a gázszigetelésű kapcsolóberendezésekben. A Siemens Energy légtechnológiája az első F-gázokat nem tartalmazó technológia nagyfeszültségű GIS-hez 145 kV-ig. A cég célja, hogy teljesen környezetbarát technológiákat hozzanak létre. A tiszta levegőt használó technológia globálisan 0 felmelegedési potenciállal (GWP) rendelkezik. A tiszta levegő 80 százalékban nitrogénből és 20 százalékban oxigénből áll. A levegőt tisztítva és nedvességtől mentesen alkalmazzák. [16]

A tiszta levegő előnye:

Bár az SF₆ gáz szigetelőanyagként a legjobb tulajdonságokkal bír, ennél a kapcsolóberendezésnél a tiszta levegőt használó zöld megközelítés kapott főszerepet. Ez a megközelítés hangsúlyozza az F-gázok mennyiségének szintjét, ami a nullához közelít, és számos egyéb előnnyel is jár. [16]

A tiszta levegő nem tartalmaz veszélyes szennyeződések, így a légkörbe történő kibocsátás során nem kerül káros anyag a levegőbe. A drága gázok beszerzése, kezelése és újrahasznosítás költségeivel nem kell foglalkozni. Nincs szükség speciálisan képzett személyzetre a tiszta levegős GIS szállítására, kezelésére vagy üzemeltetésére. [16]

Az 8VN1 blue hibrid kapcsolóberendezés főbb adatai:

Gyártó:	Siemens Energy
Névleges feszültség: [kV]	145 kV
Névleges villam impulzus: [kV]	650 kV
Névleges Áram: [A]	3150 A
Fázisok száma:	3
Névleges frekvencia [Hz]	50/60 Hz
Névleges termikus határáram: [kA]	40 kA
Zárlati áram csúcsértéke: [kA]	108 kA
Működtető feszültség:	60-110 VDC/ 230 VAC
Névleges megszakítási sebesség: [RPM]	1000 RPM
Megszakító motor tömege + a szekrény:	30kg + 18 kg
Névleges működési ciklus:	SPO/TPO
Megszakító technológia:	Vákuum
Szigetelő közeg:	levegő
Telepítési kivitel:	beltéri/kültéri kivitel
Környezeti hőmérséklet:	-50/+55 °C
Névleges töltési nyomás SF6 20 °C-nál: [MPa]	0,8 MPa
Szabványok:	IEC/IEEE
Első nagyobb ellenőrzés:	>25 év
Készülék várható élettartama:	>50 év
Névleges működési ciklus:	O-0.3 s-CO-3 min-CO CO-15 s-CO

A kiválasztás szempontjából ezeket a főbb jellemzőket vettem elsősorban szemügyre [16]:

- A világ vezető környezetbarát és jövőálló F-gázoktól mentes technológiája,
- Innovatív technológia, nem mérgező, tiszta levegőt tartalmazó szigetelő közeg, jelentősen csökkenti az emberiség szénlábnyomát,
- A jövőbeli normáknak és szabványoknak megfelelően környezetbarát szigetelőanyag,

- Bevált vákuummegszakító technológia,
- Karbantartást mentes vákuummegszakító egység,
- Magas üzembiztonság,
- Alacsony működési költségek a teljes életciklus alatt,

5.1.4. A kiválasztott hibrid nagyfeszültségű kapcsolóberendezés

Mivel a Tgood és a Siemens által ebben a feszültségszinten kínált terméke nem alkalmas a tervezési szempontokban foglalt 50 kA független zárlati áram által okozott igénybevétel elviselésére így az ABB által kínált terméket választottam.

A technikai paramétereken kívül fontos kiválasztási szempont volt még az ökológiai lábnyom és a létesítési idő is.

A MO-ás készülék kialakítása rendkívül helytakarékos. Minden PASS modul egy komplex kapcsolószekrénynek felel meg, amely megfelelő funkcióbőséget biztosít a működtetés szempontjából. A hagyományos berendezésekhez képest 60%-al kevesebb helyet foglal el, így jelentősen csökkenti az építőipari munkák költségeit, továbbá a telepítési időt. [15]

5.2. Áramváltók

Az áramváltó különleges transzformátoroknak tekinthető, amely olyan értékre redukálja a primer tekercsén átfolyó áramot, hogy az alkalmas legyen mérőműszerek, relék táplálására. Általában (1 / 5 A). Az áramváltók szekunder kapcsaihoz csatlakozó műszerek csak néhány ohmos ellenállást mérnek, az áramváltó működése hasonló, mint egy rövidrezárt transzformátor. Nagyon fontos tulajdonságuk, hogy a mérő körök galvanikusan el vannak választva a nagyfeszültségű körtől. Az áramváltókban mérőmagok és relémagok találhatók. Általában a mérőmagokra mérőműszereket kapcsolnak, amíg a relémagokra különböző védelmeket kötnek. A villamos berendezések és hálózatok zavartalan működésében, a villamos energia mennyiségének mérésében fontos szerepe van az áramváltóknak.

5.2.1. Áramváltók fő jellemzői

Névleges primer feszültség: [kV]	$U_{np} \geq 132 \text{ kV}$
Névleges frekvencia: [Hz]	50 Hz
Névleges szekunder áram: [A]	1 A
Névleges teljesítmény: [VA]	15 VA
Pontossági osztály:	0,5
Biztonsági hátértényező:	$n_b = 5$
Relémag névleges teljesítménye: [VA]	30 VA
Pontosági határtényező:	$n_p = 20$
Termikus határáram:	$I_{term} * \sqrt{t_{term}} > I_z * \sqrt{t_z}$

5.3. Túlfeszültség levezető

A túlfeszültség-levezető elsődlegesen a légköri eredetű túlfeszültségek ellen nyújt védelmet. Villámcsapás esetén a hálózaton ugrásszerűen megnő a feszültség. Ez a nem kívánt üzemállapot veszélyezteti a hálózatra kapcsolt berendezések szigetelését mindemellett rendkívül magas anyagi károkat okozhat. Ennek az esetben az elkerülésére használják az iparban a túlfeszültség levezetőket. [9]

Az ABB termék palettája rendkívül széles. A közepfeszültségű készülékektől egészen az szélsőségesen magas feszültség szintekig kínálnak megoldásokat. A választék tartalmaz AC és DC megoldásokat egészen 1100 kV-ig. A levezetőket speciális területeken is alkalmazzák, mint például a vasutak, egyenfeszültség korlátozását igénylő területek. A tervek megfelelnek a nemzetközi IEC 60099-4 előírásainak és ANSI/IEEE C62.11. előírásainak is. [9]

A PEXLIM megfelelő alternatívát nyújt a hagyományos porcelánházas levezetők között. Magas mechanikai szilárdságnak köszönhetően, direkt fröccsöntéssel kombinálva és polimer házban elhelyezve, kiváló kombinációnak bizonyul, ezáltal remek teljesítményt is biztosít. [9]

Ezeket az eszközöket nagy teljesítményre tervezték és zord környezeti körülmények közepette is biztosítaniuk kell a berendezések védelmét a hálózatokon felmerülő túlfeszültségek ellen. Erre a feladatra tervezett eszközöknek meg kell felelniük néhány szigorú feltételnek. A feltételek közül szeretném kiemelni a magas mechanikai igénybevételt, a szeizmikus követelményeket, illetve a tengeri só, korom vagy savas eső és más hasonló durva környezeti feltételeket. [9]

A továbbiakban szeretnék felsorolni néhány területet, ahol alkalmazzák ezeket a termékeket. [9]

- Alállomásokon a berendezések védelme érdekében,
- Szennyezett levegőjű térségekben,
- Transzformátor állomásoknál és erőműveknél,
- Kondenzátor telepeknél,

5.3.1. A túlfeszültség-levezető főbb adatai

A levezető besorolása szerint megfelel a IEC 60099-4 Ed. 3.0 és a IEEE Std C62.11-2012 szabványban foglaltaknak. [9]

Gyártó:	ABB
Rendszer feszültsége: [kV]	24-170 kV
Névleges feszültség: [kV]	18-170 kV
Névleges levezetési áram (IEC): [kA]	10 kA_{peak}
Villámimpulzus osztályozó áram (ANSI/IEEE): [kA]	10 kA_{peak}
Töltés-, energia- és áramállóság:	
Ismétlődő töltésátvitel (IEC):	1,2 C
Hőenergia besorolás (IEC):	5 kJ/kV
Egyimpulzusos energiaképesség: (2-4 ms alatt)	2,5 kJ/kV
Zárlatállóság: [kA]	50 kA

Mechanikai erő:

Meghatározott hosszú távú terhelés: [Nm] 1000 Nm

Meghatározott rövid távú terhelés: [Nm] 1600 Nm

Telepítési feltételek:

Környezeti hőmérséklet: [°C] -50/+45 °C

Tervezési magasság: [m] 1000 m

Névleges frekvencia tartomány: [Hz] 15-62 Hz

Az IEC60099-4, Ed. 2.2 szabvány szerinti besorolási osztály: 2

6. Védelmek

A villamosenergia-ellátásban részvevő berendezéseket üzembiztos és folyamatos működésre méretezik. Azonban előfordulhatnak váratlan meghibásodások, zárlatok, amelyeket nem a készülékek meghibásodása okoz. Ilyen eset például, ha egy szigetelőlánc átível. Az ehhez hasonló meghibásodások okozzák a hálózaton tapasztalható hibák 80%-át. Az ehhez hasonló helyzetekben is szükségünk van információkra, érzékelnünk kell a hibákat és lehetőség szerint a leggyorsabban kell megoldani az ilyen jellegű problémákat. Ezekre az esetekre használjuk a védelmi berendezéseket és különböző védelmi automatikákat.

A védelmi rendszerek elsőszerű kötelessége, hogy észlelje a meghibásodott vagy rendellenesen működő részeket és lehetőség szerint meg is szüntesse a hibát. Ezeket a műveletek csak erre a célra tervezett védelmek képesek végrehajtani, mivel az ember nem képes a másodperc tört része alatt elemezni és végrehajtani a műveleteket. A védelmek feladatai közé soroljuk az érzékelést a jelzést, a naplózást, a parancsadást, és a kiértékeléseket.

A védelmi készülékek nem alkalmasak a nagy áramú jelek fogadására. Erre a célra áramváltók és feszültségváltók által letranszformált áramokat és feszültségeket használunk.

A védelmi készülékek megbízhatósága napjainkban folyamatosan növekszik, az önműködő szoftverek által végzett számításoknak és a modern elektronikai eszközöknek, de még most sem beszélhetünk igazán 100%-os biztonságú védelmekről. Ha megfelelő védettségi szintet szeretnénk elérni célszerű többlépcsős védelmeket kiválasztani, így biztosítható a megfelelő tartalékolás. A védelmek megbízható működése a zárlatoknál a legfontosabb, ugyanis a zárlati áramok hatására a berendezések pillanatok alatt tönkremehetnek, ha a védelem meg nem szünteti őket. [10]

6.1. Védelmekkel szemben támasztott követelmények

A villamosenergia rendszerben a védelmi stratégiákat úgy tudjuk kiválasztani, hogy meghatározzuk a védelmekkel szemben támasztott követelményeket. A védelmek működésük szempontjából csoportokba oszthatók. A legfőbb jellemzőjük a megszakító működtetésére vagy a működtetés elmaradására vonatkozik. Ezek az adatok jellemzik a védelmi eszközök teljesítményét. [10]

6.1.1. Védelmi készülékek szelektivitása

Egy zárlat megszüntetésének műveletére akkor mondhatjuk, hogy szelektív, ha a zárlat megszüntetése miatt lehetőség szerint a legcsekélyebb hálózati rész szükséges feszültségmentes állapotba hozni. A szelektivitás nagymértékben függ a villamos hálózat kialakításától. A hurkolt hálózatokon fellépő zárlatok lekapcsolása általában nem okozza a fogyasztók kiesését az energia rendszerről. A sugaras hálózatokon már más a helyzet. Itt a zárlatok elhárítása végbement védelmi működések legtöbb esetben a fogyasztók hálózatról való leválasztásával jár. Ahhoz, hogy a szelektivitást megfelelően biztosítani tudjuk védelmi zónákat szokás kialakítani. A védelmi zónák alatt azt a behatárolható hálózatrészt értjük, amit két megszakító fog közre. [10]

Abszolút szelektivitásról beszélünk, ha a védelem csak a saját védelmi zónájában található berendezéseket védi. Ilyen védelmek általában az ív, gáz, illetve ide sorolhatjuk még a differenciál védelmeket is. [10]

Relatív szelektivitásról beszélünk, ha a védelem nem csak a saját védelmi zónájában található berendezéseket védi, hanem átnyúl egy másik védelem által határolt védelmi zónába. Ilyen védelmek az impedancia védelmek. [10]

6.1.2. Védelmi készülékek gyorsasága

A zárlatok romboló hatásának szempontjából nagyon fontos, hogy a védelmek milyen gyorsan tudják a zárlatokat hárítani. Ameddig a zárlat fennáll, addig a hibahely megrongálódhat és a készülékeken fellépő zárlati áram négyzetével arányosan melegítő hatás tapasztalható, ami egyenes arányos az idővel is. A legfőbb cél, hogy minél előbb megszüntessük a zárlatot. [10]

A hibás hely megrongálódásának mértéke inkább a megszakító gyorsaságától függ, a zárlati áram nagysága nem annyira fontos tényező. A zárlatok legtöbb esetben villamos íveken át jönnek létre.

Különösen fontosak az erőműveknél és az alaphálózat részein, hogy minél gyorsabb legyen a zárlatok megszakításának az ideje, mivel a zárlat ideje alatt az erőművekből kihozható teljesítmény lecsökken, és ez veszélyes lehet az energiarendszer stabilitása szempontjából. [10]

6.1.3. Védelmi készülékek egyszerűsége

A mai modern világban egyre pontosabb és gyorsabb védelmekkel találkozhatunk az iparban. Minél több alkatrészből áll egy védelmi készülék annál nagyobb az esély arra, hogy a védelmi működés esetén a készülék meghibásodik. Manapság a tervezők törekednek, hogy az általuk készített védelmi rendszerek, készülékek a magas követelményeknek megfeleljenek, de ezeken kívül egyszerűek is legyenek. [10]

6.1.4. Védelmi készülékek érzékenysége és gazdaságossága

A védelmi készülékek érzékenységén azt a funkciót értjük, hogy a feladatául kapott rész védelmét képes-e végrehajtani, abban az esetben is, ha a hiba a számára a legkedvezőtlenebb helyen következik be. Ez az érték egy számszerűen meghatározható érték, amit érzékenységi tényezőnek szokás nevezni. Ez az értéke általában 1,15-1,25 közötti értéktartományban mozognak. [10]

A védelmi berendezések létesítése nagymértékben függ a feszültség szintektől és a védeni kívánt berendezések értékétől. Vegyünk egy példát egy mai átlagos lakás védelmét biztosító kismegszakító körülbelül pár ezer forintos kiadásnak tekinthető. Ugyan ezt a feladatot ellátó megszakító egy nagyfeszültségű alállomáson már több százmillióba is kerülhet. A védelmek kiválasztása szempontjából mindig arra kell törekedni, hogy a megfelelő védelmi szintnek megfeleljen, de legyen egyszerű és gazdaságos is egyben. [10]

6.2. A tervezés során kiválasztott alapvédelem

Alapvédelemnek az ABB RED615 típusú védelmi készüléket választottam. Ez a termék a Relion családba tartozik. [11]

A védelembe bekötöttem az áramváltók által mért áramokat és a készülékek állásjelzéseit.

Legfőbb tulajdonságai: [11]

- Hagyományos mérőváltókhoz csatlakoztatható,
- Biztosítja az IEC 61850 szerinti kommunikációt,
- Bináris jelzéseket,
- A védett zónában szelektív,
- Remekül személyre szabható,
- Nagyméretű grafikus kijelzővel rendelkezik,
- Alkalmas egyvonalas sémák kijelzésére,
- Könnyű kezelhetőséget biztosít,

6.2 A tervezés során kiválasztott tartalékvédelem

A tartalék védelemnek a Toshiba GR szériáját választottam mivel maradéktalanul biztosítja a számomra elengedhetetlen funkciókat. Ez a termékcsalád kiforrott technológia alapján működik és számtalan országban használják. [12]

A védelembe bekötöttem az áramváltók által mért áramokat és a készülékek állásjelzéseit.

7. Összefoglalás

A szakdolgozatom során a feladatom egy nagyfeszültségű alállomás leágazás tervezése volt, azon belül is egy vonali mező, kétgyűjtősínes kivitelben.

A tervezéshez elengedhetetlen, hogy átlássuk egy alállomás létesítésének alapvető feltételeit. Az egyik legfontosabb telepítési szempont, hogy az alállomást, minél közelebb telepítsük a fogyasztói terhelési igények súlypontjához. Figyelembe kell venni a környéken elhelyezkedő települések fejlesztési terveit és a környezeti viszonyokat. A telepítési követelmények között a környezeti hatások és a klíma nagymértékben tudja befolyásolni a létesítést. A tervezés során a bővíthetőség szemszögéből is meg kell vizsgálni a kiválasztott területet.

A szakdolgozatomban kitértem a hazánkban előforduló nagyfeszültségű alállomások típusaira, ezen belül is a beltéri és félszabadtéri kivitelre is, de a fő témám a szabadtéri állomás tervezése marad.

A projektmunka 1 és projektmunka 2 tantárgyam megalapozta a szakdolgozatom vázát. A projektek keretein belül megtervezésre került a nagyfeszültségű alállomás leágazás oldal illetve felülnézeti elrendezési rajza. A szakdolgozatomban tovább folytattam a tervezést. A tervek elkészítéséhez az AutoCad és az Eplan 5 szoftverek használtam.

Második lépésként elkezdtem megvalósítani a projektmunka 1 tárgyban kiválasztott berendezés segédüzemének kialakítását. A munkát azzal kezdtem, hogy meghatároztam mennyi vezérléshez és működtetéshez szükséges áramkörre lesz szükségem. Erre a célra egy körvezetési struktúrát alakítottam ki. A tervek tartalmazzák a berendezések vezérléséhez és működtetéséhez szükséges áramköröket. A berendezéshez létfontosságú betáplálások 110VDC feszültségről működnek. A vezérlések közül megkülönböztetünk helyi működtetést illetve távolsági működtetést. A vezérlés kiválasztását egy váltó kapcsoló biztosítja, amivel ki tudjuk választani a kívánt működtetési formát. A tervek egyúttal tartalmazzák még a nagyfeszültségű kapcsolóberendezésen található áramváltók bekötési rajzait és az alap és tartalékvédelem terveit.

Az üzemi állapot biztonságos és hatékony fenntartása végett szükségünk van jelzésekre, hogy minden időpillanatban tudjuk a berendezések milyen állapotban vannak. Ezeket a jelzéseket segédérintkezők segítségével külön jelző áramkörök biztosítják a számunkra. A segédüzemhez tartozó és általam felhasznált jelzéseket egy külön terven csoportosítottam a könnyebb azonosítás végett.

8. Summary

In my dissertation, my task was to design a high-voltage substation branch, including a line field, with a two-busbar design.

It is essential for planning to understand the basic conditions for the establishment of a substation. One of the most important installation considerations is to install the substation as close as possible to the center of gravity of the consumer load needs. The development plans of the settlements in the area and the environmental conditions must be taken into account. Among the installation requirements, environmental impacts and climate can greatly affect the installation. During the design, the selected area must also be examined from the perspective of expandability.

In my dissertation I covered the types of high-voltage substations occurring in Hungary, including the indoor and semi-outdoor design, but my main topic remains the design of the outdoor station.

My project work 1 and project work 2 subjects formed the framework of my dissertation. Within the framework of the projects, the side and top view layout drawing of the high-voltage substation branch was designed. In my dissertation, I continued the design. I used AutoCad and Eplan 5 software to create the plans.

As a second step, I started to implement the auxiliary operation of the equipment selected in the subject of the project work 1. I started the job by determining how much circuitry I would need for control and operation. For this purpose, I have developed a circuit structure. The plans include the circuits required to control and operate the equipment. The vital supplies to the equipment operate from 110VDC. Among the controls, we distinguish between local operation and remote operation. The selection of the control is provided by a toggle switch, with which we can select the desired operating mode. The plans also include wiring diagrams for the current transformers on the high-voltage switchgear and basic and backup protection plans.

In order to maintain the operating condition safely and efficiently, we need indications of the condition of the equipment at all times. These signals are provided to us by separate signaling circuits using auxiliary contacts. The symbols belonging to the auxiliary plant and used by me were grouped in a separate plan for easier identification.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Bisztray Károly, „Energia - A 750 kV-os távvezeték”
<https://archivum.mtva.hu/photobank/item/MTI-FOTO-a2FQbWkxRFVHUVl4dzVvUjZSOWZTQT09> (Hozzáférés ideje: 2021. november 13.)
- [2] MAVIR Zrt. hivatalos honlapja, mavir.hu,
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 13.)
- [3] ÓE KVK 2022 Dr. Novothny Ferenc (PhD) (2022): Villamosenergia-rendszerek I.
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 05.)
- [4] ÓE KVK 2053 Dr. Novothny Ferenc (PhD) (2010): Villamosenergia-ellátás I. Példatár
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 06.)
- [5] Kema Nederland B.V „ModernPowerSystems”
<https://www.modernpowersystems.com> (Hozzáférés ideje: 2021. november 14.)
- [6] Tgood <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/s3.tgood.com/downloads/thp/certificate/THP%20145-40-25%20HGIS%20KEMA%20SC%202155-16.pdf> , (Hozzáférés ideje: 2021. november 02.)
- [7] ABB Hitachi Energy, <https://www.hitachienergy.com/offering/product-and-system/high-voltage-switchgear-and-breakers/hybrid-switchgear/hybrid-modules-for-72-5-420-kv/pass-m0-for-145-170-kv>
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 14.)
- [8] Siemens <https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/power-transmission/portfolio/gas-insulated-switchgear.html>,
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 14.)
- [9] ABB Hitachi Energy,
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2GNL010011&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>,
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)
- [10] ÓE KVK 2079/II Dr. Morva György (2011) Villamosenergia-ellátás II. 2.kötet Villamos védelmek és automatika
 (Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)

[11] ABB <https://new.abb.com/medium-voltage/hu/elosztóhalozati-vedelmek-mezovezerlok/numerikus-relek/legazasi-vedelmek-mezovezerlok/relion-for-medium-voltage/red615-vezetek-differencialvedelem-mezovezerlo>,

(Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)

[12] Toshiba <https://www.toshiba-energy.com/en/transmission/product/relay/grl200.htm>

(Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)

[13] https://hu.wikipedia.org/wiki/Magyarorsz%C3%A1g_villamosenergia-%C3%A1tviteli_h%C3%A1l%C3%B3zata#/media/F%C3%A1jl:Power_lines_Hungary.svg

[14] <https://epiteszforum.hu/a-csarnok-teri-trafohazert>

[15] ABB <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2GJA708992&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

(Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)

[16] Siemens <https://assets.siemens-energy.com/siemens/assets/api/uuid:59070569-88fe-487b-8226-fdce58cb2dc4/flyer-8vn1-blue-gis-145kv-non-eu.pdf>

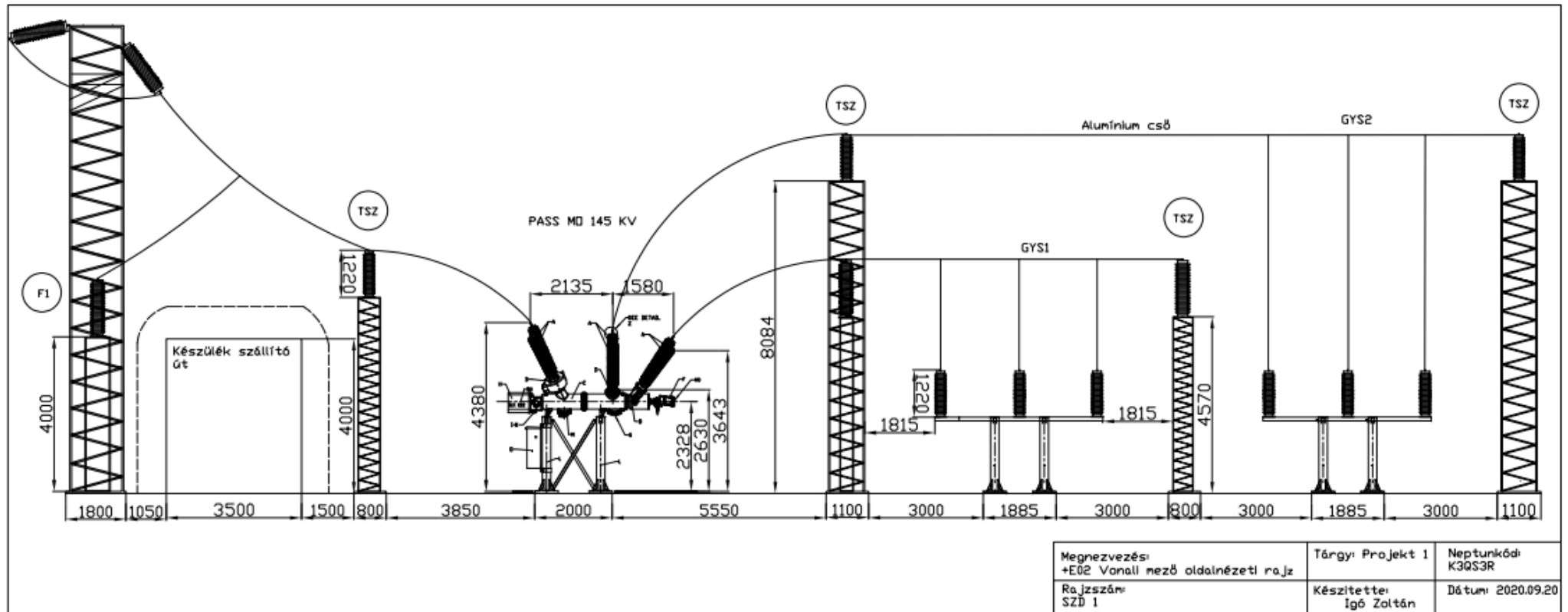
(Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)

[17] ABB <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2GJA303722%202006.12&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

(Hozzáférés ideje: 2021. november 10.)

10. Ábrajegyzék

1. ÁBRA MAGYARORSZÁG VILLAMOS ALAPHÁLÓZATA [13]	4
2. ÁBRA VILLAMOSENERGIA ELOSZLÁS	5
3. ÁBRA BELTÉRI NAGYFESZÜLTÉGŰ ALÁLLOMÁS [14]	7
4. ÁBRA EGYVONALAS RAJZ	11
5. ÁBRA PASS MO 145kV NAGYFESZÜLTÉGŰ HIBRID KAPCSOLÓBERENDEZÉS [17]	19
6. ÁBRA +E02 VONALI MEZŐ OLDALNÉZETI RAJZ	39
7. ÁBRA +E02 VONALI MEZŐ FELÜLNÉZETI RAJZ	40
8. ÁBRA BETÁPLÁLÁS	41
9. ÁBRA SF6 GÁZ ALACSONY NYOMÁS RIASZTÁS	42
10. ÁBRA SF6 GÁZ ALACSONY NYOMÁS TRIP	43
11. ÁBRA MEGSZAKÍTÓ MŰKÖDTETÉS	44
12. ÁBRA SZAKASZOLÓK VEZÉRLÉSE	45
13. ÁBRA MOTOROS HAJTÁSOK	46
14. ÁBRA JELZÉSEK	47
15. ÁBRA ÁRAMVÁLTÓK	48
16. ÁBRA ALAPVÉDELEM	49
17. ÁBRA TARTALÉKVÉDELEM	50
18. ÁBRA SORKAPOCS KIOSZTÁSOK	51
19. ÁBRA SORKAPOCS KIOSZTÁS	52
20. ÁBRA SORKAPOCS KIOSZTÁSOK	53

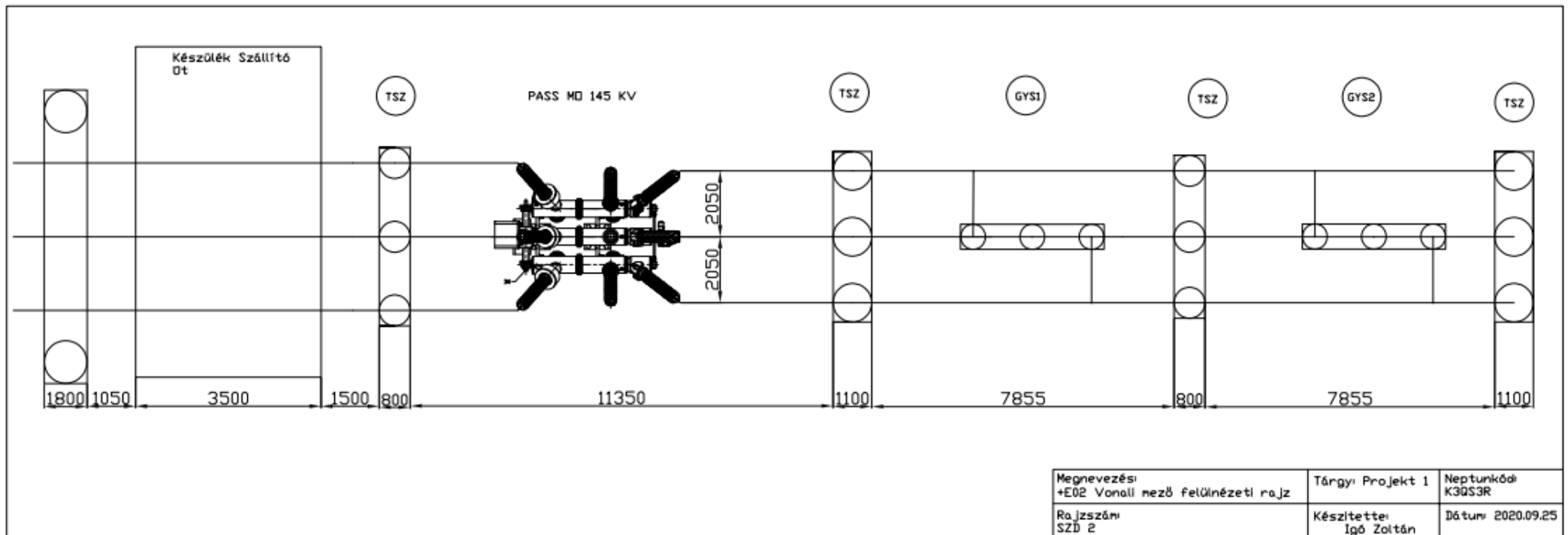


6. ábra +E02 Vonali mező oldalnézeti rajz

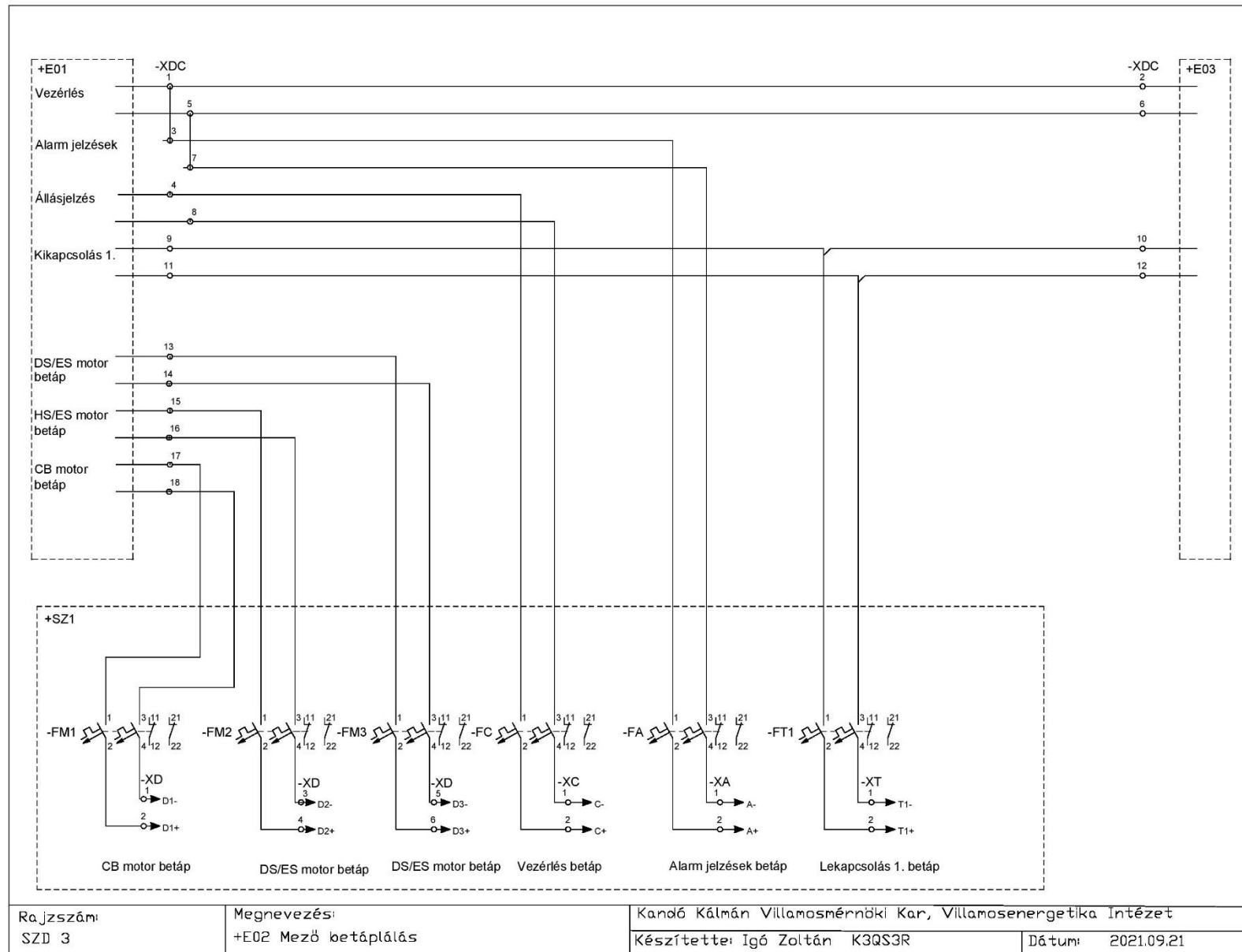
PASS MD 145 KV- Hibrid nagyfeszültségű kapcsoló
berendezés
TSZ - Tartó szigetelő

GYS1 - Gyűjtősín 1

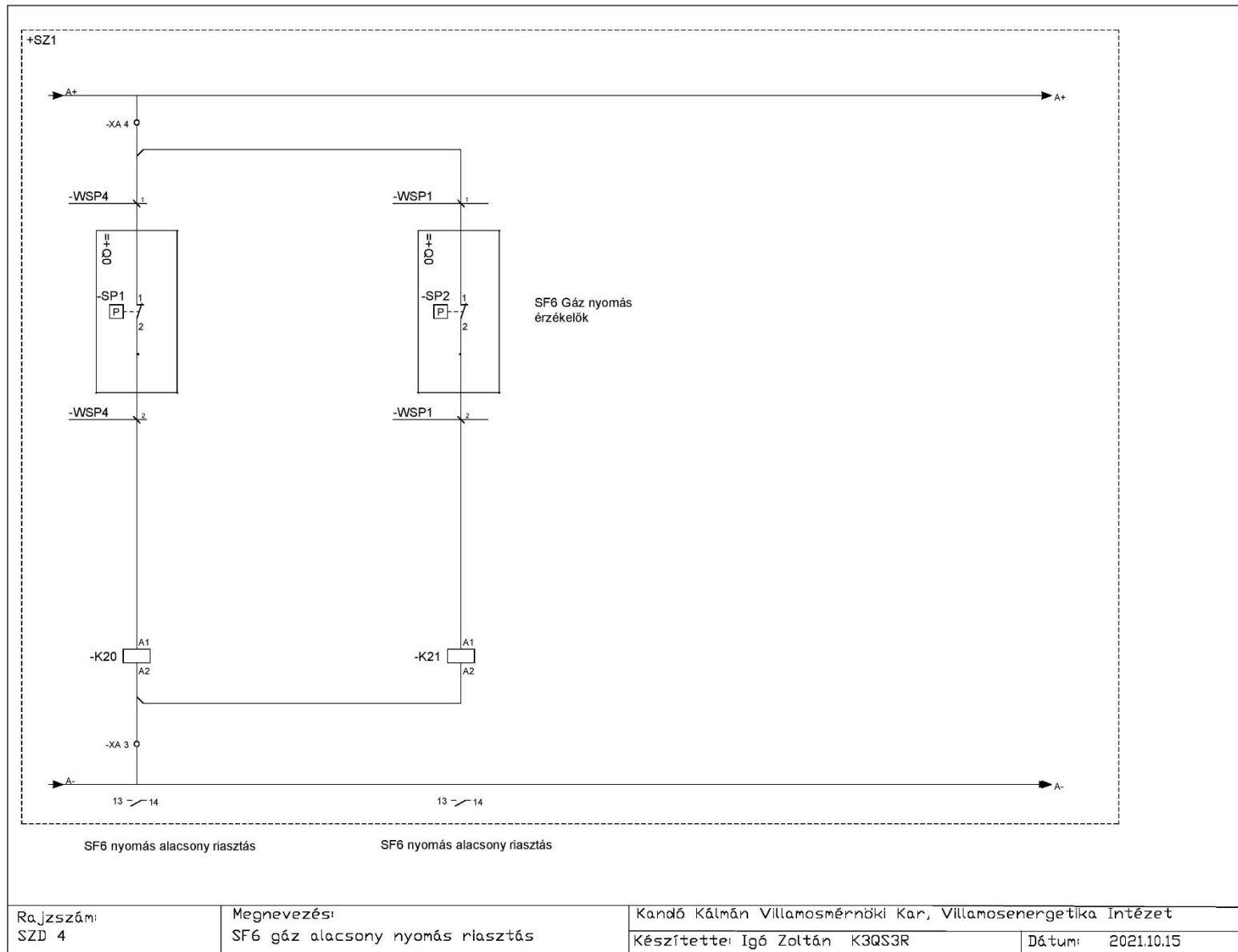
GYS 2 - Gyűjtősín 2



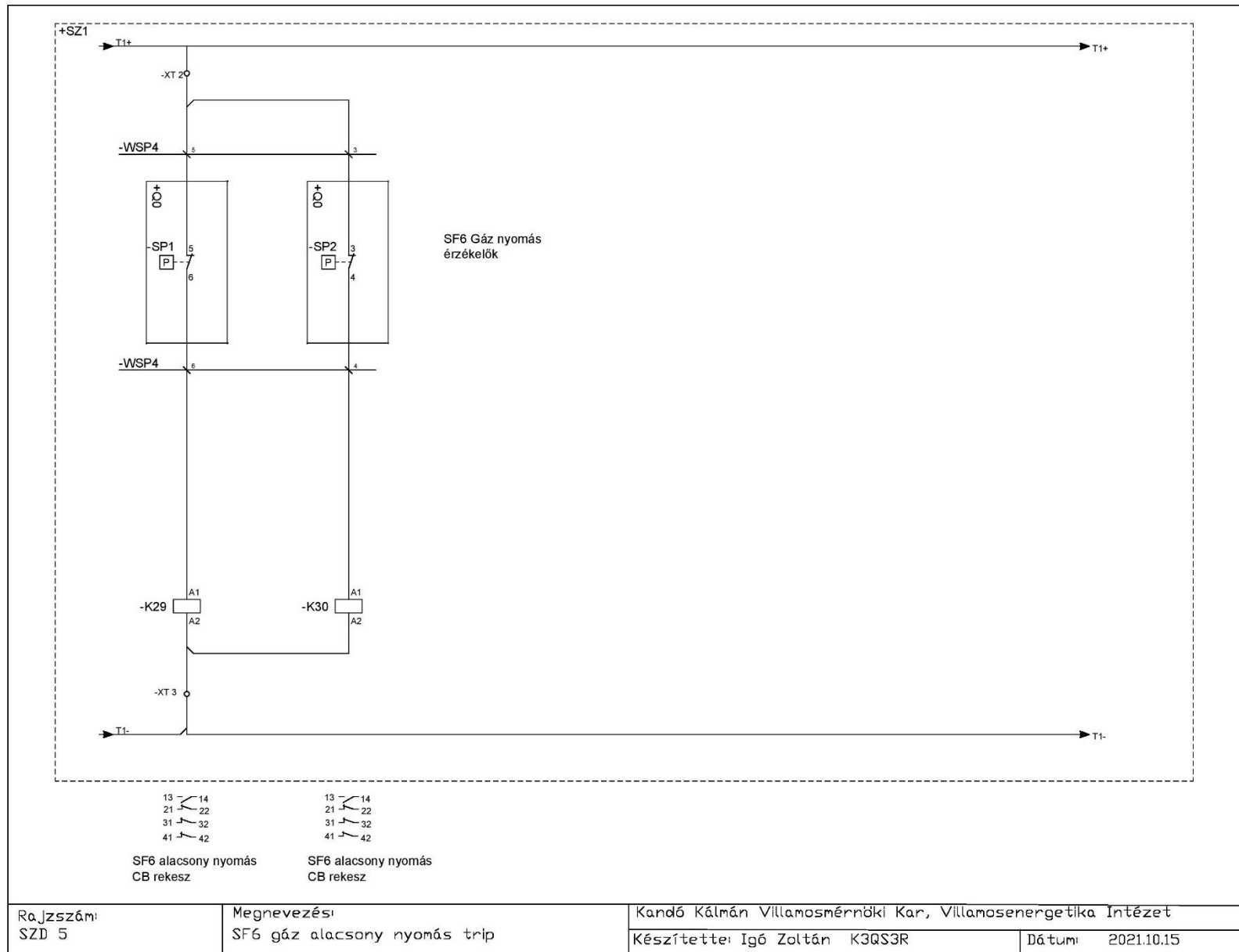
7. ábra +E02 Vonali mező felülnézeti rajz



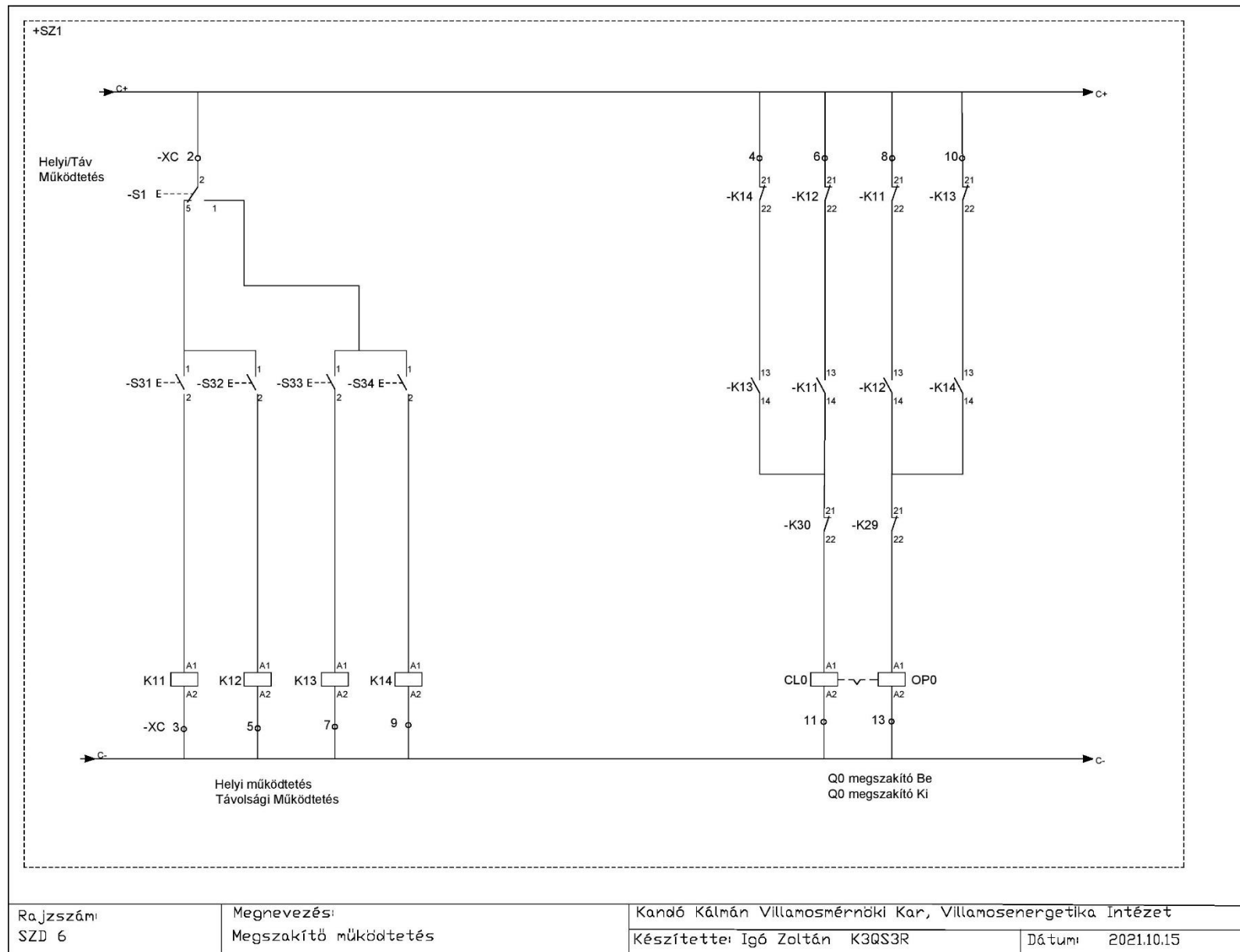
8. ábra Betáplálás



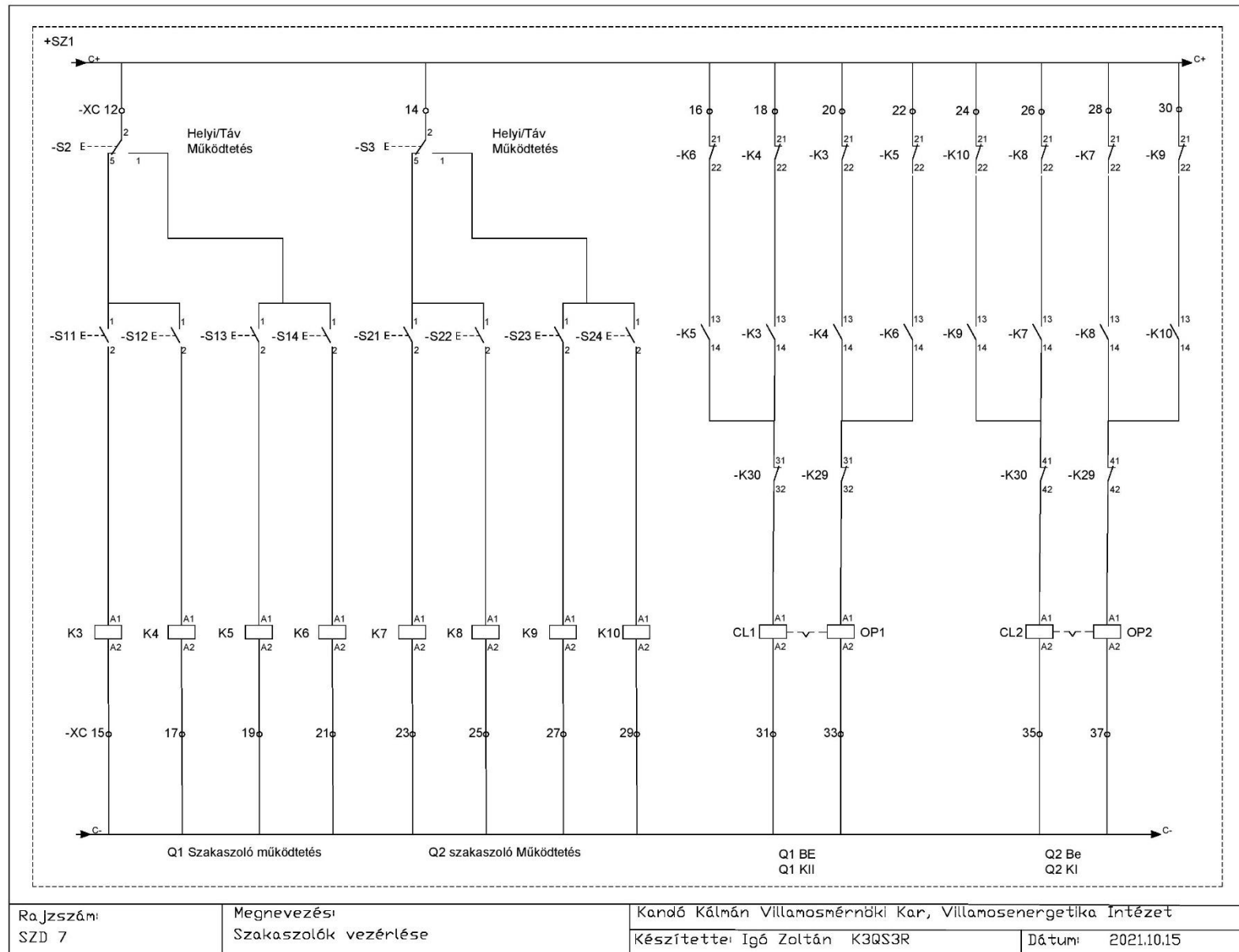
9. ábra SF6 gáz alacsony nyomás riasztás



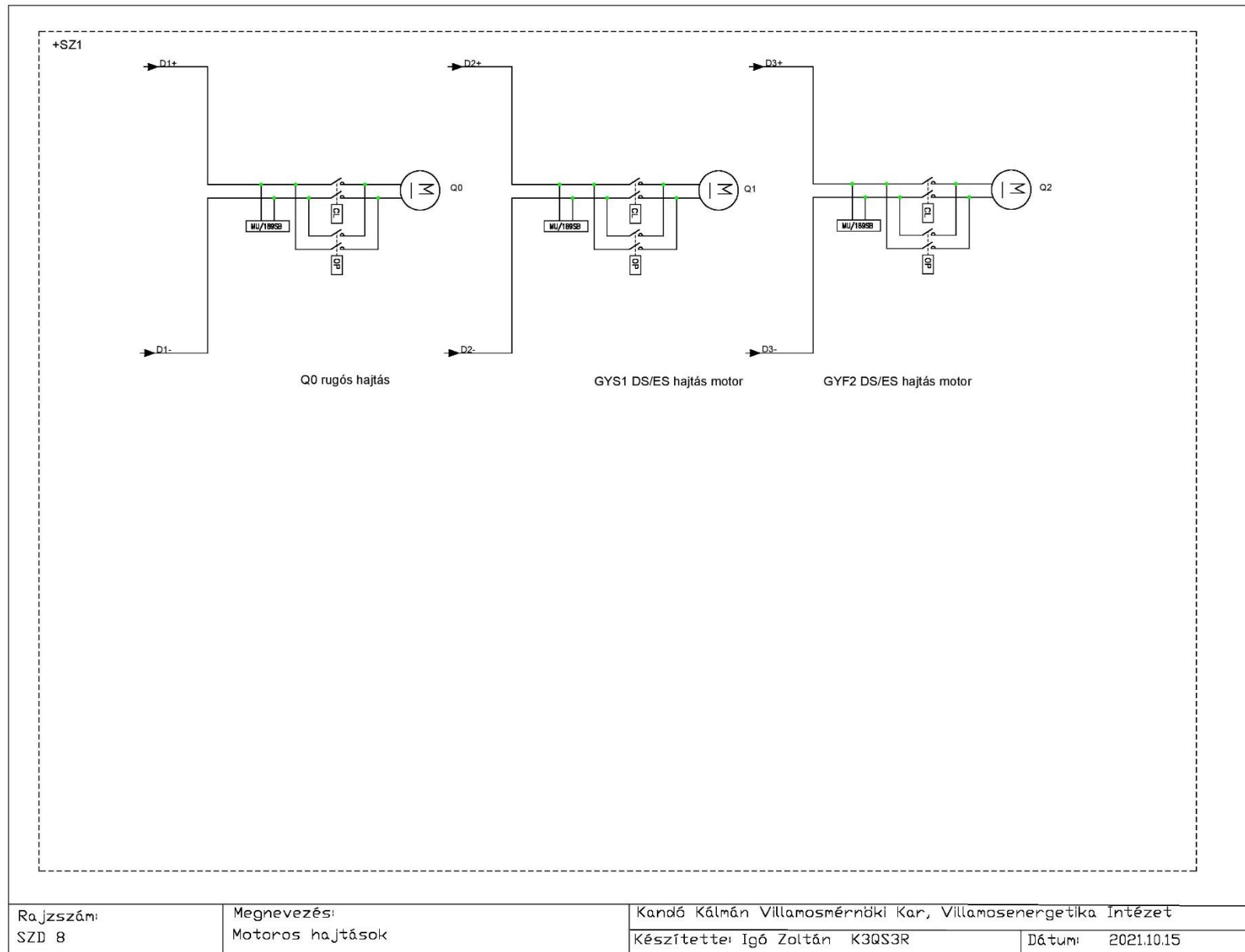
10. ábra SF6 gáz alacsony nyomás trip



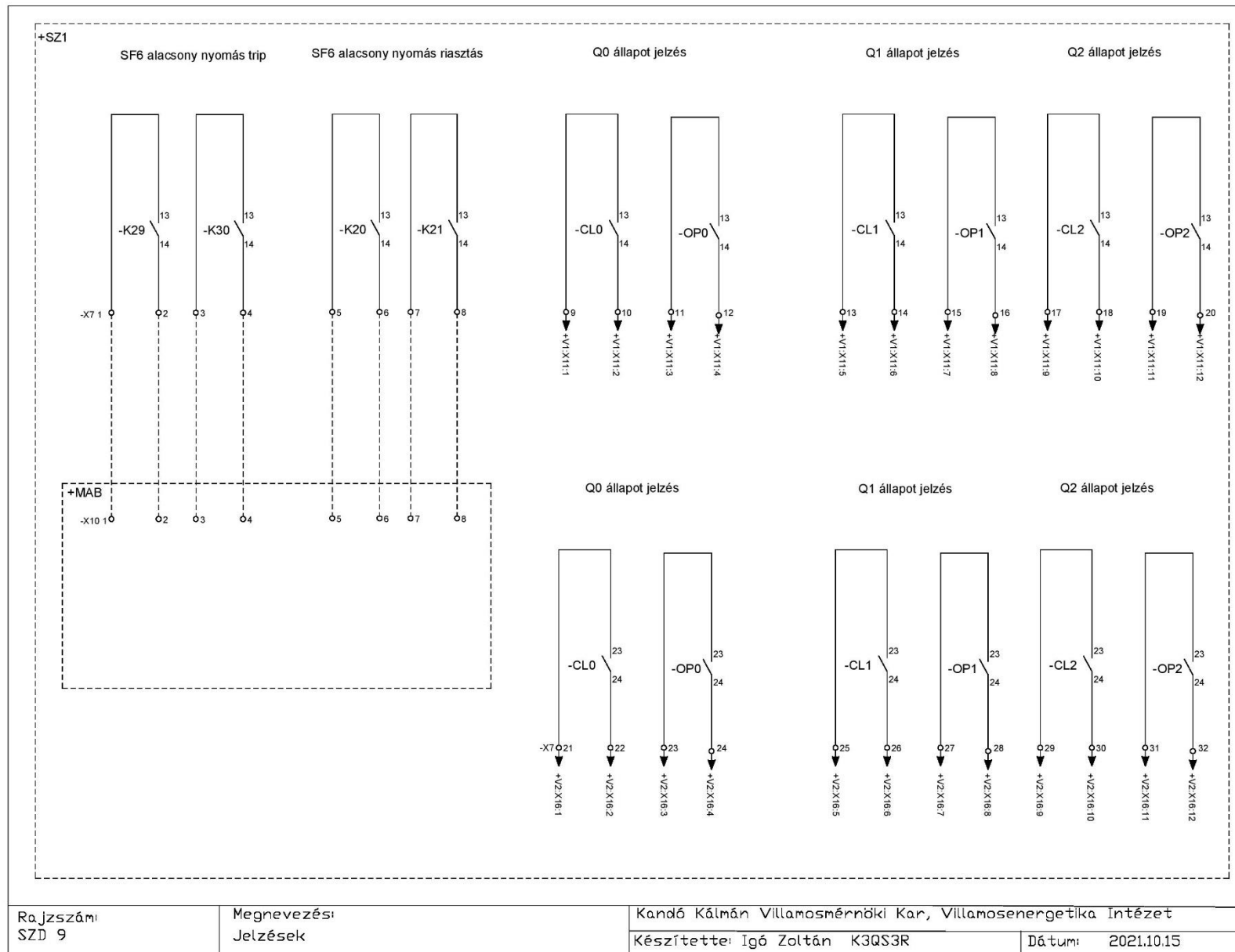
11. ábra Megszakító működtetés



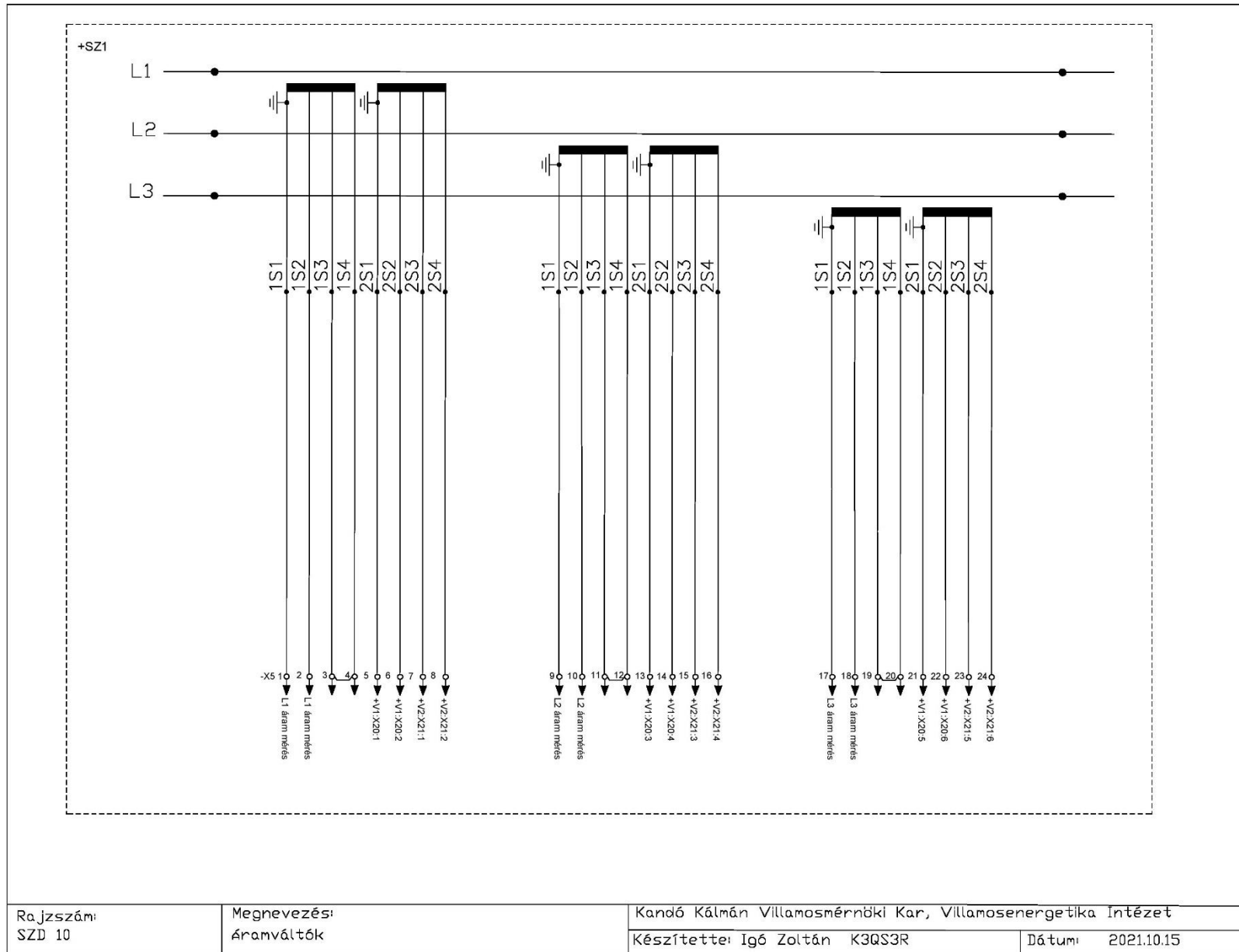
12. ábra Szakaszoló vezérlése



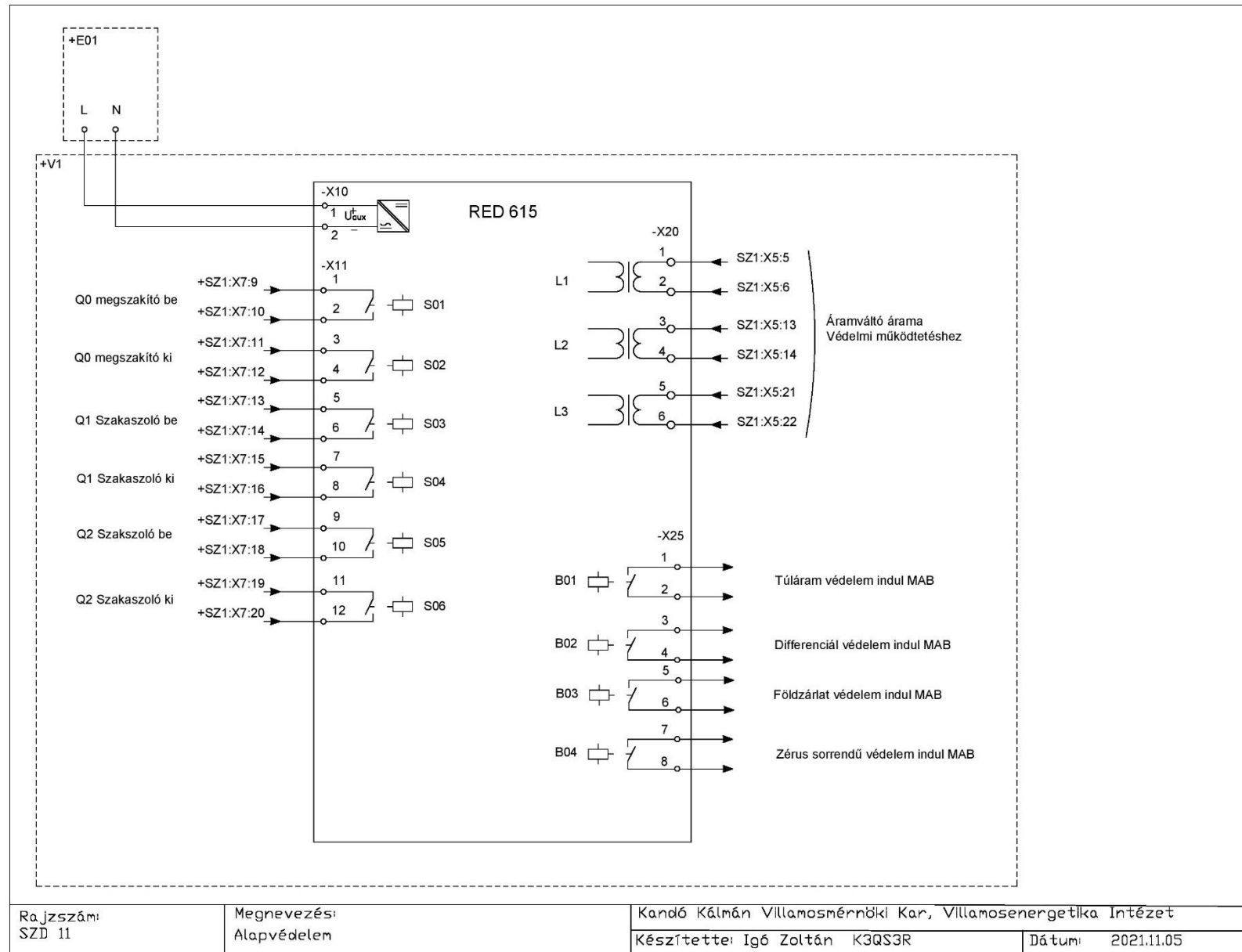
13. ábra Motoros hajtások



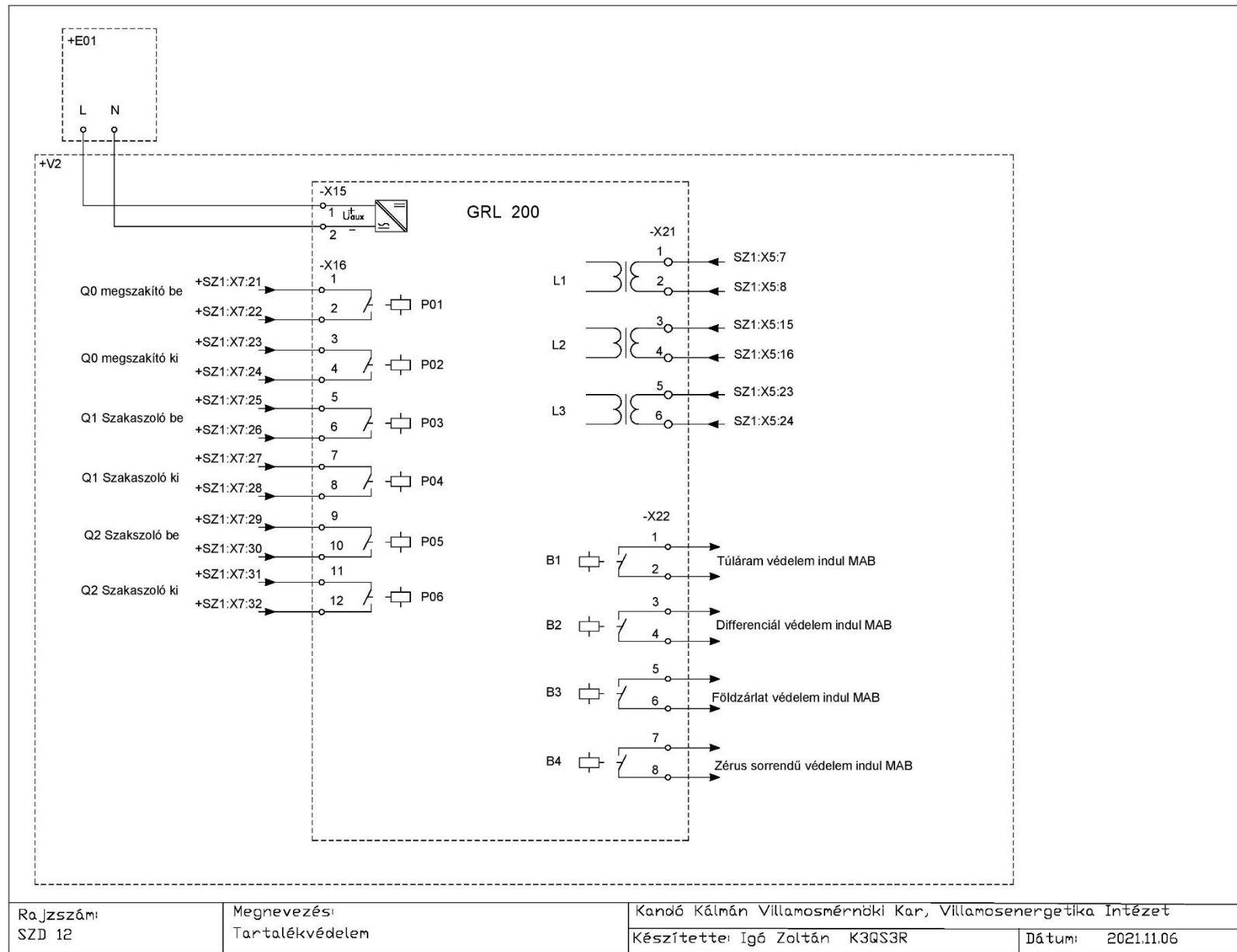
14. ábra Jelzések



15. ábra Áramváltók



16. ábra Alapvédelem



17. ábra Tartalékvédelem

X5 sorkapocsléc

Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
1		UT 4	L1 áram mérés	
2		UT 4	L1 áram mérés	
3	●	UT 4	-SZ1	
4	●	UT 4	-SZ1	
5		UT 4	-V1-X20	1
6		UT 4	-V1-X20	2
7		UT 4	-V2-X21	1
8		UT 4	-V2-X21	2
9		UT 4	L2 áram mérés	
10		UT 4	L2 áram mérés	
11	●	UT 4	-SZ1	
12	●	UT 4	-SZ1	
13		UT 4	-V1-X20	3
14		UT 4	-V1-X20	4
15		UT 4	-V2-X21	3
16		UT 4	-V2-X21	4
17		UT 4	L3 áram mérés	
18		UT 4	L3 áram mérés	
19	●	UT 4	-SZ1	
20	●	UT 4	-SZ1	
21		UT 4	-V2-X20	5
22		UT 4	-V2-X20	6
23		UT 4	-V2-X21	5
24		UT 4	-V2-X21	6

X7 sorkapocsléc

	Csatlakozópont	Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
SZ1-K29	13	1		UT 4	-MAB-X10	1
SZ1-K29	14	2		UT 4	-MAB-X10	2
SZ1-K30	13	3		UT 4	-MAB-X10	3
SZ1-K30	14	4		UT 4	-MAB-X10	4
SZ1-K20	13	5		UT 4	-MAB-X10	5
SZ1-K20	14	6		UT 4	-MAB-X10	6
SZ1-K21	13	7		UT 4	-MAB-X10	7
SZ1-K21	14	8		UT 4	-MAB-X10	8
SZ1-CL0	13	9		UT 4	-V1-X11	1
SZ1-CL0	14	10		UT 4	-V1-X11	2
SZ1-OP0	13	11		UT 4	-V1-X11	3
SZ1-OP0	14	12		UT 4	-V1-X11	4
SZ1-CL1	13	13		UT 4	-V1-X11	5
SZ1-CL1	14	14		UT 4	-V1-X11	6
SZ1-OP1	13	15		UT 4	-V1-X11	7
SZ1-OP1	14	16		UT 4	-V1-X11	8
SZ1-CL2	13	17		UT 4	-V1-X11	9
SZ1-CL2	14	18		UT 4	-V1-X11	10
SZ1-OP2	13	19		UT 4	-V1-X11	11
SZ1-OP2	14	20		UT 4	-V1-X11	12
SZ1-CL0	23	21		UT 4	-V2-X16	1
SZ1-CL0	24	22		UT 4	-V2-X16	2
SZ1-OP0	23	23		UT 4	-V2-X16	3
SZ1-OP0	24	24		UT 4	-V2-X16	4
SZ1-CL1	23	25		UT 4	-V2-X16	5
SZ1-CL1	24	26		UT 4	-V2-X16	6
SZ1-OP1	23	27		UT 4	-V2-X16	7
SZ1-OP1	24	28		UT 4	-V2-X16	8
SZ1-CL2	23	29		UT 4	-V2-X16	9
SZ1-CL2	24	30		UT 4	-V2-X16	10
SZ1-OP2	23	31		UT 4	-V2-X16	11
SZ1-OP2	24	32		UT 4	-V2-X16	12

Rajzszám:
SZD 13

Megnevezés:
Sorkapocs kiosztások

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetika Intézet

Készítette: Igó Zoltán K3QS3R

Dátum: 2021.10.15

18. ábra Sorkapocs kiosztások

XDC sorkapocsléc

	Csatlakozópont	Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
-E01		1	●	UT 4		
-E01		2	●	UT 4	-E03	1
-E01		3	●	UT 4	-SZ1-FA	1
-E01		4	●	UT 4	-SZ1-FC	1
-E01		5	●	UT 4		
-E01		6	●	UT 4	-E03	6
-E01		7	●	UT 4	-SZ1-FA	3
-E01		8	●	UT 4	-SZ1-FC	1
-E01		9	●	UT 4	-SZ1-FI1	1
-E01		10	●	UT 4	-SZ1-FC	3
-E01		11	●	UT 4	-SZ1-FI1	3
-E01		12	●	UT 4	-E03	
-E01		13	●	UT 4	-SZ1-FM3	1
-E01		14	●	UT 4	-SZ1-FM3	3
-E01		15	●	UT 4	-SZ1-FM2	1
SZ1-OP1	14	16	●	UT 4	-SZ1-FM2	3
SZ1-CL2	13	17	●	UT 4	-SZ1-FM1	1
SZ1-CL2	14	18	●	UT 4	-SZ1-FM1	3

XC sorkapocsléc

	Csatlakozópont	Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
-SZ1-FC	2	1	●	UT 4	-SZ1-K29	A2
-SZ1-FC	4	2	●	UT 4	-SZ1-SP1	3
	2	3	●	UT 4	-SZ1-K30	A2
	4	4	●	UT 4	-SZ1-SP2	5

XD sorkapocsléc

	Csatlakozópont	Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
-SZ1-FM1	2	1	●	UT 4	-SZ1-Q0+	1
-SZ1-FM1	4	2	●	UT 4	-SZ1-Q0-	2
-SZ1-FM2	2	3	●	UT 4	-SZ1-Q1+	3
-SZ1-FM2	4	4	●	UT 4	-SZ1-Q1-	4
-SZ1-FM3	2	5	●	UT 4	-SZ1-Q2+	5
-SZ1-FM3	4	6	●	UT 4	-SZ1-Q2-	6

XA sorkapocsléc

	Csatlakozópont	Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
-SZ1-FA	2	1	●	UT 4	-SZ1-K20	A2
-SZ1-FA	4	2	●	UT 4	-SZ1-SP1	1
	2	3	●	UT 4	-SZ1-K21	A2
	4	4	●	UT 4	-SZ1-SP2	1

Rajzszám:
SZD 14

Megnevezés:
Sorkapocs kiosztások

Kandó Kálmán Villasmérnöki Kar, Villamosenergetika Intézet

Készítette: Igó Zoltán K3QS3R

Dátum: 2021.10.18

19. ábra Sorkapocs kiosztás

XC sorkapocsléc

	Csatlakozópont	Sorkapocsszám	Áthidalás	Sorkapcsok típusa	Cél készülék	Sorkapocsszám
-SZ1-FC	2	1	●	UT 4	-MAB-X10	1
-SZ1-FC	4	2	●	UT 4	-SZ1-S1	2
		3	●	UT 4	-SZ1-K11	A2
		4	●	UT 4	-SZ1-K14	21
		5	●	UT 4	-SZ1-K12	A2
		6	●	UT 4	-SZ1-K12	21
		7	●	UT 4	-SZ1-K13	A2
		8	●	UT 4	-SZ1-K11	21
		9	●	UT 4	-SZ1-K14	A2
		10	●	UT 4	-SZ1-K13	21
		11	●	UT 4	-SZ1-CP0	A2
		12	●	UT 4	-SZ1-S2	2
		13	●	UT 4	-SZ1-OP0	A2
		14	●	UT 4	-ST1-S3	2
		15	●	UT 4	-SZ1-K3	A2
		16	●	UT 4	-SZ1-K6	21
		17	●	UT 4	-SZ1-K4	A2
		18	●	UT 4	-SZ1-K4	21
		19	●	UT 4	-SZ1-K5	A2
		20	●	UT 4	-SZ1-K3	21
		21	●	UT 4	-SZ1-K6	A2
		22	●	UT 4	-SZ1-K5	21
		23	●	UT 4	-SZ1-K7	A2
		24	●	UT 4	-SZ1-K10	21
		25	●	UT 4	-SZ1-K8	A2
		26	●	UT 4	-SZ1-K8	21
		27	●	UT 4	-SZ1-K9	A2
		28	●	UT 4	-SZ1-K7	21
		29	●	UT 4	-SZ1-K10	A2
		30	●	UT 4	-SZ1-K9	21
		31	●	UT 4	-SZ1-CL1	A2
		32	●	UT 4		
		33	●	UT 4	-SZ1-OP1	A2
		34	●	UT 4		
		35	●	UT 4	-SZ1-CL2	A2
		36	●	UT 4		
		37	●	UT 4	-SZ1-OP2	A2

Rajzszám:
SZD 15

Megnevezés:
Sorkapocs kiosztások

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Villamosenergetika Intézet

Készítette: Igó Zoltán K3QS3R

Dátum: 2021.10.15

20. ábra Sorkapocs kiosztások