

SZAKDOLGOZAT

Horváth Béla Ferenc

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Ipari gépek biztonsága szakmérnök szakirányú

továbbképzési szak

PRÉSÜZEMI KONTÉNERMOZGATÁS

AUTOMATIZÁLÁSA

Intézet,

Belső konzulens: Erdélyi Viktor Ferenc

Egyetemi tanársegéd

Belső konzulens MATE, SZIC, Műszaki

intézete/tanszéke: Mechatronika tanszék

Külső konzulens: Papp Nóra

Gépészmérnök

Készítette: Horváth Béla Ferenc

Gödöllő

2024.

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Horváth Béla Ferenc (BJ6X25)

részére

A szakdolgozat címe:

Présüzemi konténermozgatás automatizálása

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatása, biztonságtechnika villamos tervezés, gazdasági számítás, összefoglalás,

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Papp Nóra*, Gépészmérnök, SPH Plusz Kft.

Belső konzulens: *Erdélyi Viktor Ferenc* egyetemi tanársegéd, MATE, MI

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

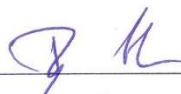
Átvettem



(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2024.10.21.



(külső konzulens)

Tartalom

Bevezetés	3
1.1 Téma jelentősége	3
1.2 Célkitűzés	3
2.Szakirodalom áttekintés.....	4
<i>Jogszabályok áttekintése</i>	4
<i>Szabványok áttekintése</i>	4
Kockázatfelmérés	7
Kockázat-felmérési információ.....	7
A gép határainak rögzítése.....	7
Veszélyazonosítás	8
Kockázatbecslés	8
Kockázatértékelés	8
Kockázatcsökkentés	8
A vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő részek	9
A vezérlőrendszer biztonságával összefüggő szerkezeti részek azaz SRC/SC által teljesítendő biztonsági funkciók azonosítása	10
Biztonsági követelmények specifikációja (SRS)	12
A vezérlőrendszer hozzájárulása a kockázatcsökkentéshez.....	13
Alrendszer biztonságtechnikai jellemzői	14
Kategóriák (CAT)	14
Átlagos idő a veszélyes meghibásodásig (MTTF _d).....	16
Diagnosztika hibafelismeréshez DC (diagnostic coverage).....	18
Ellenállóság a közös módú meghibásodásokkal szemben CCF (common cause failures)20	
3. A hulladék kihordó konténer mozgatásának problémájának bemutatása	21
4. Kockázatfelmérés	26
A gép határainak rögzítése	26
A gép felhasználási területe	26

A géppel kapcsolatba kerülő személyek, azok feltételezett képzettségi szintje	26
Veszélyazonosítás.....	27
A személyekre vonatkozó károsodás mértékének becslése.....	32
Kockázatértékelés.....	37
5. Biztonságtechnika villamos tervezése	43
A vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő (SRC/SC) részek.....	44
A vezérlőrendszer biztonságával összefüggő szerkezeti részek azaz SRC/SC által teljesítendő biztonsági funkciók azonosítása	44
A szükséges teljesítmény szint (PLr) meghatározása	45
Vész-leállító kapcsoló	46
Nyitható védőburkolat- szervizajtók reteszkapcsolók	54
Fényfüggönyök	60
6. Gazdasági számítás.....	66
7. Következtetések és javaslatok	67
8.1 Összefoglalás	68
8.2 Summary	69
9. Nyilatkozatok	70
10. Irodalom jegyzék	73
11. Melléklet.....	76

Bevezetés

Az ipari automatizálással a gépek, berendezések programozható vezérlőkkel és egyéb hardveres megoldásokkal, képesek önállóan végrehajtani a különböző műveleteket, ezáltal csökkenti vagy helyettesíti az emberi beavatkozást.

1.1 Téma jelentősége

Az egyik hazai gyár présüzemében a hulladék kihordó konténereinek mozgatása kézi erővel történt. A kézi mozgatás során a munkavállalóknál az ízületi megterhelés miatt foglalkozás eredetű megbetegedések léptek fel és a lehulló fémhulladékok sérülést okoztak. A megrendelő kérésére a konténer kézi mozgatását automatizált meghajtására alakítjuk át, amely új kockázatokat eredményez.

1.2 Célkitűzés

Dolgozatom célja présüzemi hulladék elszállító konténer mozgatás automatizálás tervezése a hatályos gép direktívának és jogszabályi követelményeknek megfelelően. Ennek során elkészítem a berendezés kockázatfelmérését az MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány alapján, védőberendezésekkel csökkentem a kockázatot. Terjedelmi okok miatt dolgozatomban csak a biztonságtechnikával kapcsolatos villamos tervet dolgozom fel.

2.Szakirodalom áttekintés

Gépek tervezésénél, kivitelezésénél, ahhoz hogy a gép biztonságos legyen, meg kell felelni a hatályos jogszabályoknak és a gépbiztonságára vonatkozó szabványoknak.

Jogszabályok áttekintése

A 1993. évi XCIII. munkavédelmi törvény [1] 18§ szerint: „(1) Munkahely, létesítmény, technológia tervezése, kivitelezése, használatba vétele és üzemeltetése, továbbá munkaeszköz, anyag, energia, egyéni védőeszköz előállítása, gyártása, tárolása, mozgatása, szállítása, felhasználása, forgalmazása, importálása, üzemeltetése a munkavédelemre vonatkozó szabályokban meghatározott, ezek hiányában a tudományos, technikai színvonal mellett elvárható követelmények megtartásával történhet.”. „(3) Munkaeszközt üzembe helyezni, valamint használatba venni csak abban az esetben szabad, ha az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés követelményeit kielégíti, ...”.

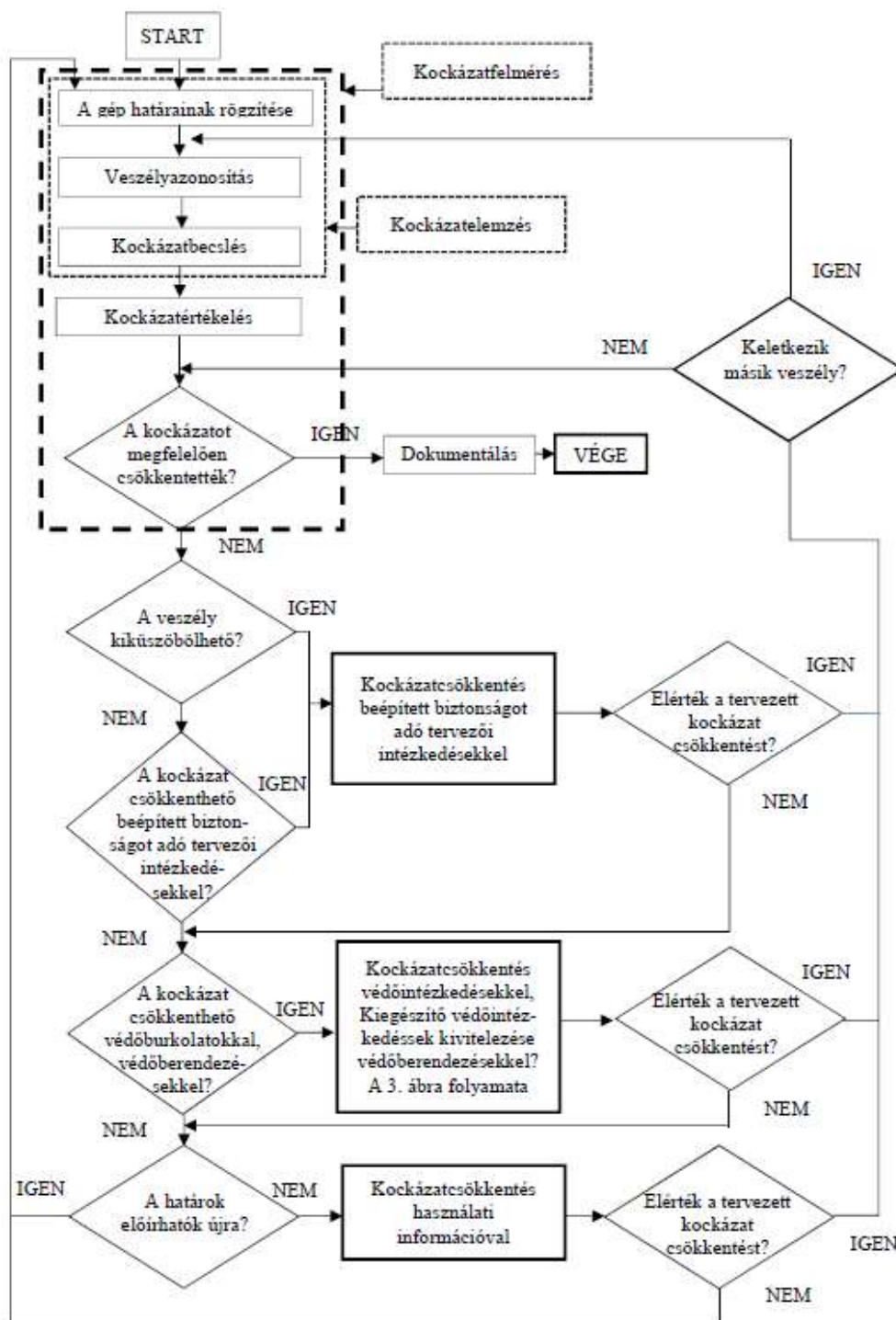
A gépek biztonságáról a 2006/42 EK irányelv [2] tartalmazza az előírásokat, Magyarországon a 16/2008. (VIII. 30.) NFGM *rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról* [3] hajtja végre az irányelv célkitűzésit.

Szabványok áttekintése

A MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány [4], [5], [6] elsődleges célja az, hogy a gép fejlesztése közben támpontot adjon a tervezőknek gép használatával járó kockázatok csökkentésére, ezáltal olyan gépek készüljenek, amelyek biztonságosak gép teljes életciklusa alatt.

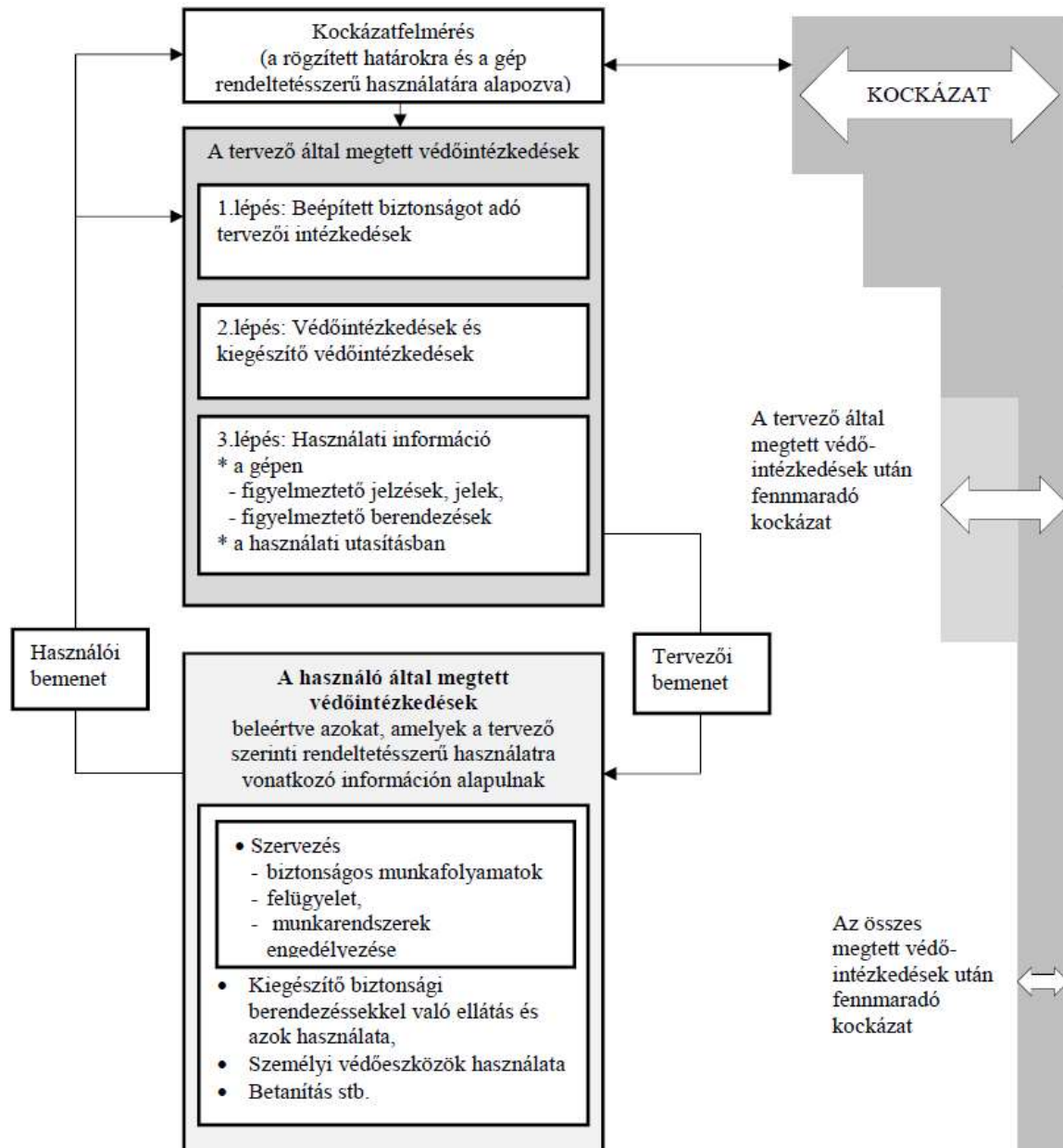
A 1. ábrán látható, MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány szerinti folyamatban, amelyben a kockázat-felmérési, kockázatsökkentési stratégiát kell végrehajtani az alábbi lépéseken kell végigmenni:

- A gép határainak rögzítése,
- Veszélyek, veszélyhelyzetek azonosítása,
- Az azonosított veszélyekre kockázatbecslés,
- Kockázatértékelés,
- Veszélyek kiküszöbölése, veszéllyel kapcsolatos kockázatok csökkentése.



1. ábra, A kockázatcsökkentési folyamat vázlatos bemutatása [saját készítés a MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány [4], 1. ábrája alapján]

A 2. ábrán a kockázatcsökkentési folyamat a tervező szempontjából nézve kerül bemutatása, ahol a tervező által megtett védőintézkedések után fenn maradó kockázat, a használó által megtett védőintézkedésekkel csökken a megfelelő szintre.



2. ábra A kockázatcsökkentési folyamat a tervező nézőpontjából [saját készítés a MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány [4], 2.ábrája alapján]

A szabvány 4. fejezete alapján a legnagyobb megvalósítható kockázatcsökkentés elérése a cél, az alábbi négy tényező rangsor szerinti figyelembe vételével:

- a gép biztonsága életciklusának összes szakaszában,
- a gép funkciójának teljesítés képessége,
- a gép használhatósága,
- a gép költségei (gyártás, üzemeltetés, le-/szétszerelés).

Kockázatfelmérés

Kockázat-felmérési információ

Az első lépés a kockázatfelmérésnél a gép és környezete és gép használóinak megismerése.

Az információ gyűjtésnek megában kell foglalnia az alábbiakat:

- a gépekre vonatkozó leírást, használói előírásokat, használati utasítást, gép jellemzőit (energiaforrás, tervrajzok stb.),
- a gépekre vonatkozó szabályzatokat, szabványokat, műszaki előírásokat,
- a magával a géppel kapcsolatos vagy hasonló gépeket használók használati tapasztalatait, amelyek hibás működés, sérülés, balesettel kapcsolatosak,
- ergonómiai elveket.

A gép határainak rögzítése

A kockázatfelmérés első lépése a készülék, berendezés határainak rögzítése a szabvány [4] 5.3-as fejezet alapján a gép teljes életciklusán keresztül. Meg kell vizsgálni, hogy a gép mely személyekre jelent veszélyt, a gép átalakításához, kiszolgálásához elegendő hely áll-e rendelkezésre, és hogy az üzemeltetéssel kapcsolatos karbantartási és szerviz időtartamok szerinti feladatokat elvégezték-e.

A **használati határoknál** először a gép különböző üzemmódjait és az üzemmódokhoz, hibához tartozó eljárásokat kell megvizsgálni. Fontos tisztában lenni a gépet használó és a géppel kapcsolatba kerülő személyek tapasztalatival, képzettségi szintjével,

A **térbeli határok** rögzítésénél a gép, berendezés mozgástartományát, térbeli elhelyezkedés követelményeit használat és karbantartás alatt, energiaellátását kell vizsgálni.

Az **időbeli határok** rögzítésénél a gép és/vagy bizonyos elemének előrelátható élettartamát kell figyelembe venni a rendeltetésszerű használat és az előrelátható rendellenes használat figyelembevételével.

Az **egyéb határokhoz** tartoznak a környezeti határok: hőmérséklet, páratartalom, megvilágítás, tűzveszélyes, robbanásveszélyes terület, és a gép működéséhez szükséges igények, mint például a gondozás, a technológia tisztasága.

Veszélyazonosítás

A veszély a károsodás forrása, amely az ember és gép kölcsönhatásából származik és a gép teljes ciklusa során. Segítséget nyújtanak a szabvány B1 és B2-es mellékletében lévő táblázatok, ami alapján a veszélyek lehetnek: mechanikai veszélyek, villamos-veszélyek, termikus veszélyek, zajveszélyek, rezgésveszélyek, sugárzási veszélyek, ergonómiai veszélyek és környezeti veszélyek.

Kockázatbecslés

A veszélyek azonosítása után mindenegyres vészhelyzetre el kell végezni a kockázatbecslést a megadott kockázatelemek meghatározással. A kockázat a károsodás előfordulási valószínűsége és károsodás súlyosságának kombinációja.

Kockázatértékelés

A kockázatbecslés után el kell végezni a kockázatok értékelését. A kockázatértékelés alapján tudjuk megállapítani, hogy szükséges-e a kockázatcsökkentés.

Kockázatcsökkentés

A kockázatcsökkentés célja kockázat két elemének: a károsodás súlyosságának és a károsodás bekövetkeztének akár egy egyidejű vagy különálló csökkentésével érhető el, vagy a veszélyek teljes kiküszöbölésével. A kockázatcsökkentést céljainak végrehajtásához a háromlépéses módszert kell alkalmazni:

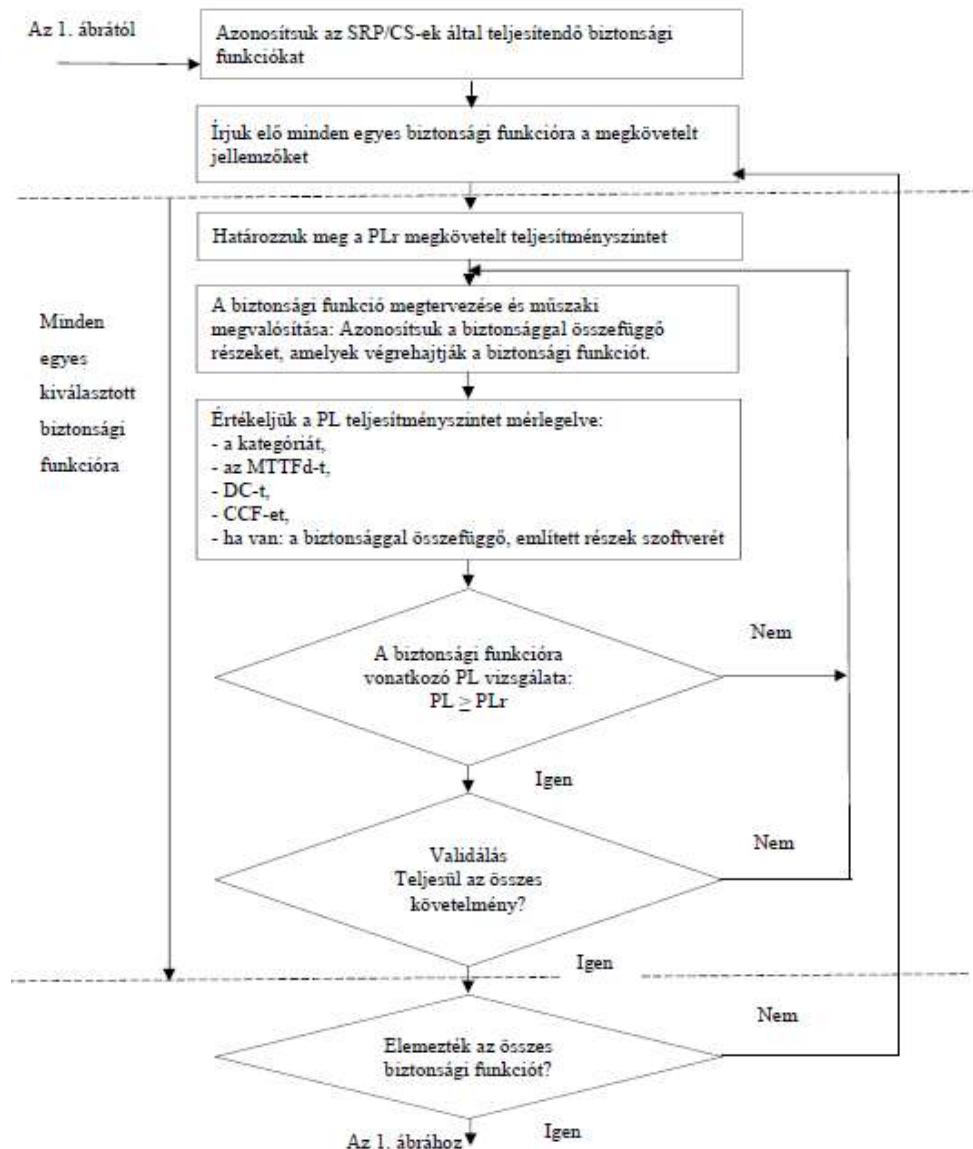
1. lépés: Beépített biztonságot adó tervezési intézkedéseknél, az alábbi tényezőket kell figyelembe venni a gép kialakításánál: geometriai tényezők, fizikai szempontok, megfelelő technológia kiválasztása, ergonómiai elvek, villamos veszélyek, szerkezetek megbízhatósága, stabilitás.
2. lépés: Műszaki védelem és a kiegészítő védőintézkedések, amelyet csak akkor lehet alkalmazni a kockázat csökkentésére, amikor a tervezői intézkedéssel nem lehetséges tovább csökkenteni vagy nem célszerű. Ilyen kockázat csökkentő eszközök például a védőburkolatok

és védőberendezések alkalmazása. A kiegészítő védőintézkedések kivitelezése védőberendezésekkel az MSZ EN ISO 13849-1:2023 szabvány [7] foglalkozik.

3. lépés: Használati információkat csak kiegészítésként szabad alkalmazni, megkerülni az előző két lépést nem szabad. A használati információként látható és hallható jeleket lehet alkalmazni, például figyelmeztetés közelgő veszélyes eseményekre (gép indulás, hibalepett fel), jelzés a gépen piktogramokkal, szöveges kiírással vagy a használati utasítás, amely a gép teljes életciklusát felölelve ad tájékoztatást a szállításról, üzembe helyezésről, rendeltetésszerű használatról, karbantartásról, üzemben kívül helyezésről.

A vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő részek

A kockázatcsökkentésben szereplő kiegészítő védőintézkedések kivitelezése védőberendezésekkel megnevezésű lépésével az MSZ EN ISO 13849-1:2023 szabvány foglalkozik, de korábbi MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabvány [7] részletesben mutatta be a biztonsági vezérlőberendezések kialakításának folyamatát, ezért a szakdolgozatomban, az ebben a szabványban, a 3. ábrán lévő, a vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő szerkezeti részek (SRP/CS-ek) kialakításának általános elveit dolgoztam fel.



3. ábra A vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő szerkezeti részek kialakításának folyamata MSZ EM ISO 13849-1:2016 szabvány 3. ábrája alapján [4]

A vezérlőrendszer biztonságával összefüggő szerkezeti részek azaz SRC/SC által teljesítendő biztonsági funkciók azonosítása

Dr. Földi László [8] jegyzete alapján: „A biztonsági funkció a gépeknek minden olyan funkciója, amely meghibásodása esetén a kockázatok közvetlen növekedését okozhatja.”.

A biztonsági funkciók elvének mindig olyannak kell lennie, hogy a munkavállalóra nézve a baleset és sérülés kockázatát a lehető legalacsonyabb szintre csökkentse vagy akár teljesen meg is szüntesse. Az olyan gépeknél, amelyekben mozgás van, nem érintkezhet a veszélyes

mozgással a munkavállaló, vagy el kell különíteni akár védőtávolsággal, védőburkolattal, azért, hogy ne tartózkodjon a veszélyes mozgás terében, vagy ha ez nem lehetséges, akkor mozgást kell megszüntetni, amint belép a veszélyes térbe, olyan alacsony sebességre vagy erőre korlátozni a mozgást, amely már nem okozhat sérülést.

Az erre szolgáló biztonsági funkciók:

- a nyitható védőburkolatnál a reteszelés, nyitott burkolat esetén megállítja a mozgást, vagy lecsökkenti biztonságos (250mm/s) sebességre a mozgást,
- AOPD elemek (fényfüggöny, fénykapuk), hasonlóképpen a burkolat reteszekhez csökkenti vagy állítja meg a veszélyes mozgásokat,
- kétkézes indítás, ahol a munkavállaló a mozgás alatt a kétkézes indítónál áll és a kezei rajtavannak a vezérlő elemeken.

A legmagasabb szinten áll a biztonsági funkciók a vész-leállítás. A 16/2008 (VIII.30.) NFGM rendeletben szerepel a 1.2.4.3. Vészleállítás bekezdésbe: *„A meglévő vagy a lehetséges veszély elhárítása érdekében a gépet egy vagy több vészleállító berendezéssel kell ellátni.”* Szerepe: olyan esetben, amikor a baleset, sérülés veszélye fennáll, vagy még nem áll fenn, de kialakulhat, szükséges egy mindenki számára jól látható és jól megkülönböztethető, könnyen elérhető leállító eszköz, amelynek használatával a gép energiamentes, mozgásmentes állapotba kerül. A vészleállító kapcsoló kivitelezésére az MSZ EN ISO 13850:2016 [9] „B2” típusú szabvány ad útmutatót: kialakítás, szín, elhelyezés, jelzés, felirat, megállítás, újraindítás.

A biztonsági berendezéssel kezdeményezett leállítás az MSZ EN 61800-5-2:2017 szabvány szerint 3 kategóriát különböztet meg [10], [11]:

1. Kategória: (STO) Biztonságos nyomatékkipcsolás, villamosmotor hajtásoknál a motorról lekapcsolódik a villamos-energia és a motor szabadon forogva megáll.
2. Kategória: (SS1) Biztonságos leállítás 1, villamosmotor hajtásoknál irányítottan, lehető legrövidebb idő alatt, például frekvenciaváltóval lassítjuk le (megállítási rámpázás) a motor tengelyének forgását, egészen megállásig, majd megállás után a villamos-energiát lekapcsoljuk a motorról.

3. Kategória: (SS2) Biztonságos leállítás 2, villamosmotor hajtásoknál irányítottan, például szervó-vezérlővel lassítjuk le (megállítási rámpázás) a motor tengelyének forgását, egészen megállásig, viszont megállás után a villamos-energiát nem kapcsoljuk le a motorról, a motor tengely rögzítődik.

Biztonsági követelmények specifikációja (SRS)

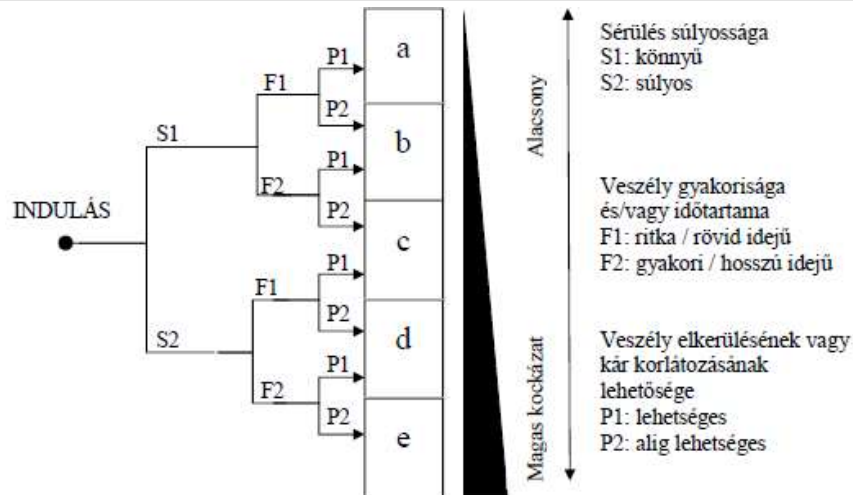
Dr. Földi László Gépbiztonsági alapszabványok ISO 13849 [8] című előadása alapján a biztonsági követelményeket minden-egyedni biztonsági funkcióra elő kell írni.

Meg kell adni a kiváltó eseményt és gyakoriságát. A biztonsági funkció melyik kockázati tényezőt kell csökkentenie, például veszélyes mozgás által okozott kockázat csökkenthető a mozgás megállításával. Tartalmaznia kell a szükséges teljesítményszintet, a szükséges leállítási kategóriát. Meg kell vizsgálni a biztonsági vezérlő rendszer aktiválása után mennyi időre kerül a gép biztonságos állapotba és hogyan, melyik üzemmódban aktív a biztonsági funkció és van-e némítás és ez hogyan érhető el.

A szükséges teljesítmény szint (PLr) meghatározása

A „C” típusú szabvány meghatározza az adott gépnél, berendezésnél szükséges teljesítményszintet. Amennyiben nincs a gépre vonatkozó C típusú szabvány, úgy a szükséges teljesítményszintet a MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabvány alapján kell meghatározni.

A szükséges teljesítményszint meghatározása azért szükséges, hogy a kockázattal megfelelően arányosak legyenek a biztonságtechnika kialakításához szükséges ráfordítások. A szükséges teljesítményszint meghatározása a MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabványban [7] az A1 ábrán található gráf segítségével készült el, amely az 4. ábrán látható.



4. ábra Gráf a szükséges teljesítményszint meghatározására, Forrás [7], [8]

A vezérlőrendszer hozzájárulása a kockázatsökkentéshez

A MSZ EN ISO 13849-1 szabványban biztonsági feladatokat kell végrehajtani a gépek SPR/CS általános kialakítására vonatkozóan a kockázatsökkentés érdekében. Minden egyes biztonsági funkcióra meg kell határozni a biztonsági jellemzőket és a hozzá tartozó megkövetelt teljesítményszintet. A teljesítményszint az óránkénti veszélyes meghibásodások valószínűség szempontjából kerül meghatározásra az alábbi 1. táblázat alapján:

1. táblázat A PL teljesítményszint táblázata, Forrás [7], [8]

Teljesítményszint (PL)	Az óránkénti veszélyes meghibásodások átlagos valószínűsége (PL) 1/h
a	$> 10^{-5} - < 10^{-4}$
b	$> 3 \times 10^{-6} - < 10^{-5}$
c	$> 10^{-6} - < 3 \times 10^{-6}$
d	$> 10^{-7} - < 10^{-6}$
e	$> 10^{-8} - < 10^{-7}$

A szükséges teljesítményszint meghatározása megadja a kívánt megbízhatóságát a vezérlőrendszernek. A tervezőnek ezt az értéket kell figyelembe vennie. A vezérlőrendszer biztonsággal összefüggő részeinek meg kell felelnie a szükséges teljesítményszintnek (PL_r), ezért az alkatrészekre vonatkozó átlagos idő a veszélyes meghibásodásig ($MFFT_d$) értéke, a kiválasztott kategória (CAT), az átlagos diagnosztikai lefedettség (DC_{avr}) értéke és a közös módú meghibásodásokkal szembeni ellenállás értéke együttesen határozza meg a

megfelelőségét. Meghatározása a folyamat elején illetve ellenőrzése a tervezési folyamat végén az 5. ábrán látható gráf segítségével történik. [8] [12]

Teljesítményszint (PL)	a							
	b							
	c							
	d							
	e							
Diagnosztikai lefedettség DC		nincs	nincs	alacsony	közepes	alacsony	közepes	magas
Kategória		B	1	2	2	3	3	4
Közös okú meghibásodások CCF		Nem releváns		Nagyobb, mint 65 %				

DC				MITFd		
Nincs	Alacsony	Közepes	Magas	Alacsony	Közepes	Magas
0 -60 %	60 – 90 %	90 -99 %	≥99 %	3 -10 év	10 – 30 év	30 -100 év

5. ábra Az alrendszer PL teljesítményszintjének meghatározása, Forrás [8], [12]

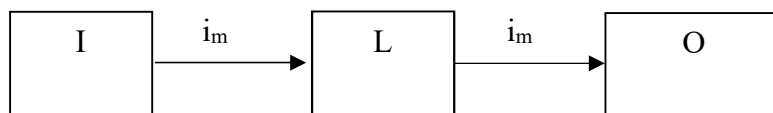
Alrendszer biztonságtechnikai jellemzői

Kategóriák (CAT)

A MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabvány [7] [8], 5 féle biztonságtechnikai vezérlés kategóriát különböztet meg: B, 1, 2, 3 és 4.

B kategória

Egy hiba fellépése a biztonsági funkció elvesztéséhez vezethet, ezért ez 0 hibabiztonságú (Lásd: 6. ábra). A biztonság elérésére főleg az alkatrészek kiválasztásával lehet megfelelni. 1 csatorna jellemzi.



Jelmagyarázat:

- i_m : csatlakozóeszközök
- L: logika
- I: bemeneti készülékek
- O: kimeneti készülék

6. ábra A B és 1. kategória grafikus bemutatása [7]

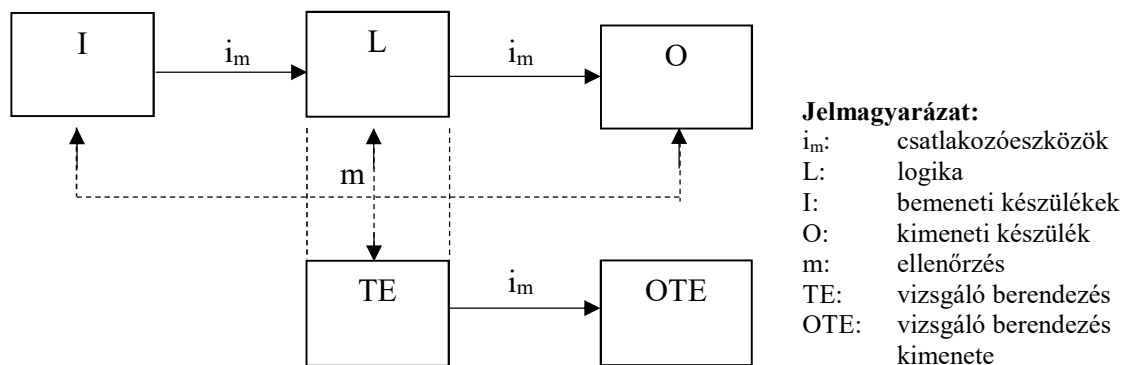
1. kategória

Ugyanazokat a követelményeket kell alkalmazni, mint a B kategória esetében és kiegészítve a jól bevált alkatrészekkel és a jól bevált elvekkel. Egy hiba fellépése a biztonsági funkció

elvesztéséhez vezethet, de a fellépés valószínűsége kisebb, mint a B kategória esetében. Hibabiztonsága 0, és 1 csatorna jellemzi.

2. kategória

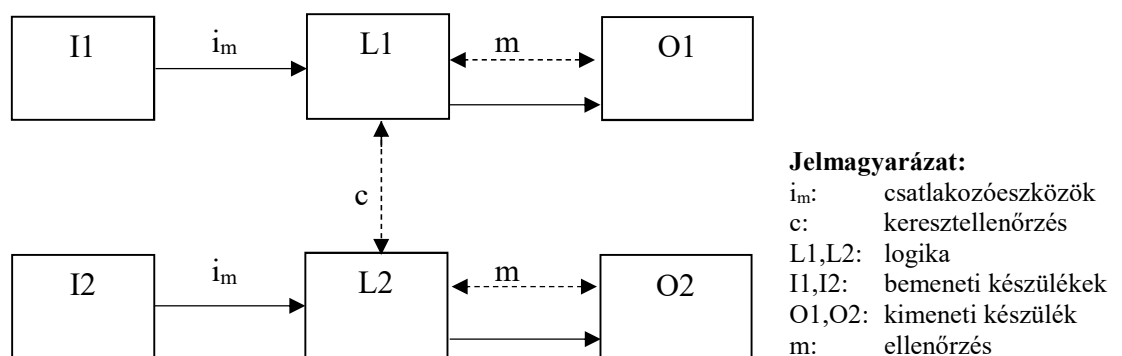
Jól bevált elveket, továbbá ugyanazokat a követelményeket kell alkalmazni, mint a B kategória esetében. A biztonsági funkciót a gép vezérlőrendszerével megfelelő időközönként ellenőrizni kell (lásd: 7.ábra). Egy hiba fellépése a biztonsági funkció elvesztéséhez vezethet, az ellenőrzések között. A biztonsági funkció elvesztését ellenőrzéssel ismerik fel. Hibabiztonsága csak a teszt fázisok között 0, és 1 csatorna jellemzi.



7. ábra A 2. kategória grafikus bemutatása [7]

3. kategória

Jól bevált elveket, továbbá ugyanazokat a követelményeket kell alkalmazni, mint a B kategória esetében. A biztonsággal összefüggő részek tervezésénél figyelembe kell venni, hogy ne vezessen a biztonsági funkció elvesztéséhez egyetlen hiba fellépése esetén sem. A hiba fellépésekor a biztonsági funkció mindig teljesítődik. Nem az összes hibát ismeri fel, és több fel nem ismert hiba vezethet a biztonsági funkció elvesztéshez. Hibabiztonsága 1, és 2 csatorna jellemzi, ami a 8. ábrán látható.



8. ábra A 3. és 4. kategória grafikus bemutatása [7]

4. kategória

Jól bevált elveket, továbbá ugyanazokat a követelményeket kell alkalmazni, mint a B kategória esetében. Az egyetlen hiba felismerése a következő igénybevételkor vagy még előtte megtörténik, de ennek elmaradása nem vezethet a biztonsági funkció elvesztéséhez. Hiba fellépésekor a biztonsági funkciót mindig teljesíti. A halmozott hibák felismerése csökkenti a biztonsági funkciók elvesztésének valószínűségét. Hibabiztonsága nagyobb, mint 1, és 2 csatorna jellemzi, ami a 8. ábrán látható.

Átlagos idő a veszélyes meghibásodásig (MTTF_d)

A megbízhatóságot az **MTTF_d** (Mean Time To dangerous Failure) *átlagos idő a veszélyes meghibásodásig* értékkel jellemezzük

Az MTTF_d értékeknél három tartomány különböztetünk meg:

1. Alacsony: $3 \text{ év} \leq \text{MTTF}_d < 10 \text{ év}$
2. Közepes: $10 \text{ év} \leq \text{MTTF}_d < 30 \text{ év}$
3. Magas: $30 \text{ év} \leq \text{MTTF}_d < 100 \text{ év}$

Sok esetben a gyártó a termék adatlapján megadja az MTTF_d értékét. Amennyiben nem található, akkor ki lehet számolni[8]:

$$\text{MTTF}_d = \frac{B_{10d}}{0,1x n_{op}} \quad (1.)$$

Ahol:

B_{10d}: alkatrészek működési ciklusának száma, amikor 10%-a veszélyesen meghibásodik,

N_{op}: és az átlagos éves kapcsolások számának hányadosa.

A biztonságtechnikai rendszerek alkatrészei a legfőbb jellemzője, hogy mennyi ideig, mennyi ciklusig tartják meg működési képességüket, és mikortól nem látja el a feladatát. Az alkatrészek, berendezések meghibásodását egy kád alakú görbével jellemezhetjük. A görbe elején lévő hibák főként a gyártásból adódhatnak, a görbe végén lévő növekvő meghibásodások a mechanikai kopások, törések, elektromechanikus alkatrészeknél érintkezők kopása, beégése, betapadása okozhatja. A megbízhatóságra vonatkozó ciklus számát, (pl. kapcsolóknál, reléknél a kapcsolási számát,) a gyártók általában közzéteszik az adott komponens, berendezés

specifikációjában, a mechanikus, elektromechanikus komponenseknél B10 értéként, amely azt mutatja meg, hogy az adott komponensek 10%-a, ennél a ciklusszámnál meghibásodik. A B10d értékkel a veszélyes meghibásodások értékét jellemzik. Sok esetben a B10d érték nem áll rendelkezésre, ekkor a B10 értéket kettővel kell megszorozni azért, hogy megkapjuk a B10d értékét.

$$B10_d = 2 \times B10; \quad (2.)$$

Az elektromos alkatrészek, berendezések meghibásodási ciklus számát a λ értékkel adják meg, az óránkénti meghibásodás az angol Failures In Time alapján FIT. Amennyiben egy adott alkatrészre a gyártó nem adott közzé megbízhatósági információt, akkor az MSZ EN ISO 13849-1 szabvány mellékletében található értékkel számolhatunk.

n_{op} : az átlagos éves kapcsolások száma (3.) [8]:

$$n_{op} = \frac{d_{op} \times h_{op} \times 3600}{t_{ciklus}} \quad (3.)$$

ahol:

h_{op} : az átlagos működés, óra/nap –ban,

d_{op} : az átlagos működés, nap/év –ben,

t_{ciklus} : az alkatrész két egymást követő ciklusának megkezdésének közötti átlagos idő, másodperc/ciklus.

„Az alkatrész működés ideje korlátozva van, arra az átlagos időre, amíg az alkatrészek 10%-a veszélyesen meghibásodik (4.) [8]”:

$$T_{10d} = \frac{B_{10d}}{n_{op}} \quad (4.)$$

Az alkotó elemek MTTF_{di}-értékéből lehet a teljes csatorna eredő MTTF_d-értékét számítani az alábbi (5.) összefüggéssel:

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{MTTF_{di}} \quad (5.)$$

A csatornák szimmetrizálása több csatorna esetén (6.):

$$MTTF_d = \frac{2}{3} \left[MTTF_{dCH1} + MTTF_{dCH2} - \frac{1}{\frac{1}{MTTF_{dCH1}} + \frac{1}{MTTF_{dCH2}}} \right] \quad (6.)$$

Diagnosztika hibafelismeréshez DC (diagnostic coverage)

Az egyes hibákat diagnosztikai intézkedésekkel fel lehet deríteni. Az ilyen intézkedések: kölcsönös felügyelet, áram- és feszültség felügyelet, watchdog-funkciók, rövid idejű működési tesztek. Sajnos nem mindegyik hibát lehet felderíteni, ezért kell meghatározni a hibafelismerés mértékét.

„Diagnosztikai lefedettség definíciója:

$$DC_{avg} = \frac{\text{Diagnosztikával feltárható meghibásodások száma}}{\text{Összes veszélyes meghibásodás}} \quad (7.)$$

$$DC_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{d1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{DC_N}{MTTF_{dN}}}{\frac{1}{MTTF_{d1}} + \frac{1}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{dN}}} \quad (8.)$$

2. táblázat A diagnosztikai lefedettség tartományai [7]

Megnevezés	Tartomány
nincs	DC < 60%
alacsony	60% ≤ DC < 90 %
közepes	90% ≤ DC < 99 %
magas	99% ≤ DC

A diagnosztikai lefedettség DC-értékei az MSZ EN ISO 13849-1:2016 „E” mellékletében a funkciók és modulok diagnosztikai lefedettségére, DC-értékeire vonatkozó becslések táblázataiban (Bementi készülékek, Logika, Kimeneti készülékek) szerepelnek.

3. táblázat A diagnosztikai lefedettség a kimeneti készülékeknél az MSZ EN ISO 13849-1:2016 E1 táblázat alapján [4]

Intézkedés	DC
Kimentti készülékek	
Kimenetek ellenőrzése egy csatornán dinamikus vizsgálatok nélkül	0%-99%, attól függően, hogy milyen gyakori jelcserét végeznek az alkalmazással
Kimenetek keresztellenőrzése dinamikus vizsgálatok nélkül	0%-99%, attól függően, hogy milyen gyakori jelcserét végeznek az alkalmazással
Kimenetei jelek keresztellenőrzése dinamikus vizsgálatokkal, a rövidzárlatok felismerése nélkül (többszörös I/O esetén)	90%
Kimeneti jelek és a logikán (L) belüli közbenső eredmények keresztellenőrzése és a programlefordítás időleges és logikai szoftverellenőrzése és a statikus hibák és rövidzárlatok detektálása (többszörös I/O esetén)	99%
Redundáns kikapcsolási út a hajtóelem ellenőrzése nélkül	0%
Redundáns kikapcsolási út a hajtóelemek egyikének vagy logikával, vagy vizsgálóberendezéssel való ellenőrzése	90%
Redundáns kikapcsolási út a hajtóelemek logikával vagy vizsgálóberendezéssel való ellenőrzése	99%
Közvetett ellenőrzés (például ellenőrzés nyomáskapcsolóval, hajtóelemek villamos helyzetellenőrzése)	90%-99%, az alkalmazástól függően
Hibadetektálás végig a folyamaton	0%-99%, az alkalmazástól függően, csupán ez az intézkedés nem kielégítő a megkövetelt „e” teljesítményszinthez!
Közvetlen ellenőrzés (például szabályozószelepek villamos helyzetellenőrzése, elektromechanikus készülékek ellenőrzése mechanikusan kapcsolt érintkezőkkel)	99%

Ellenállóság a közös módú meghibásodásokkal szemben CCF (common cause failures)

Közös módú meghibásodás akkor jelentkezhet, amikor például a két csatorna egyszerre hibásodik meg például zavarójel miatt. Az MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabvány [7], F mellékletében kaphatunk tájékoztatást a közös okú meghibásodásra vonatkozó becslésekre 4. táblázat alapján.

4. táblázat A CCF elleni intézkedések pontozási folyamata és mennyiségi meghatározása [4]

Sorszám	A CCF elleni intézkedések	Pontszám
1.	Szétválasztás/elkülönítés	
	Fizikai szétválasztás a jel-utak között: szétválasztás a huzalozásban/csőrendszerben, kellő légközők és kúszóáram-utak a nyomtatott áramkörti kártyákon.	15
2.	Diverzitáselv	
	Különböző technológiákat/terveket vagy fizikai elveket alkalmaznak, például: az első csatorna programozható elektronikus, a második csatorna pedig állandó huzalozással készített, jelindításfajta, nyomás és hőmérséklet, Távolság és nyomás mérése, digitális és analóg, Különböző gyártók alkatrészei.	20
3.	Terv/alkalmazás/gyakorlat	
3.1	Túlfeszültség, túlnyomás, túl-áram stb. elleni védelem	15
3.2	Jól bevált alkatrészek használata.	5
4.	Felmérés/elemzés	
	Figyelembe veszik a hibamód- és hatáselemzésének eredményeit, hogy a tervezésben kiküszöböljék a közös okú meghibásodásokat.	5
5.	Szakértelem/betanítás	
	A tervezőket/karbantartókat betanították, hogy megértsék a közös okú meghibásodás okait és következményeit?	25
6.	Környezet	
6.1.	A szennyeződés megelőzése és a CCF elleni elektromágneses kompatibilitás (EMC) a megfelelő szabványok szerinti. Fluid rendszerek: a nyomott közeg szűrése, a szennyezett beszívás megelőzése, a sűrített levegő víztelenítése, például a nyomott közeg tisztaságára vonatkozó alkatrészgyártói követelmények szerint. Villamos rendszerek: ellenőrizték a rendszert CCF elleni elektromágneses védelemre, például a vonatkozó szabványokban előírtak szerint? Kombinált fluid és a villamos rendszerek esetén mindkét szempontot mérlegelni kell.	25
6.2.	Egyéb befolyások Figyelembe vették az összes olyan lényeges környezeti befolyással, mint a hőmérséklettel, lökéssel, rezgéssel, légnedvességgel szembeni védelemre vonatkozó (például a vonatkozó szabványokban előírt) követelményeket?	15
	Teljes	[max. elérhető 100]
Összes pontszám		A CCF elkerülésére vonatkozó intézkedések
65 vagy több		Teljesítették a követelményeket
65-nél kevesebb		Hibás folyamat => kiegészítő intézkedéseket választani

3. A hulladék kihordó konténer mozgatásának problémájának bemutatása

Az egyik hazai járműalkatrész gyár présüzeméből a sajtolásból maradt fémlemez hulladékokat konténerekkel szállítják el a közeli hulladék kereskedő telephelyére. A fémhulladék, a prés üzemből az 9. ábrán látható kihordó szállítószalagból konténerekbe hullik. Ezek a konténerek a gyártandó karosszéria elemektől függően akár fél-háromnegyed óra alatt is megtelítődnek és ekkor a teli konténert üresre kell cserélni.



9. ábra A hulladékkihordó szállító szalag [saját kép]

A konténereket kézi erővel mozgatták, tologatták a munkavállalók (Lásd: 10. ábra). A több éves munkavégzés során a munkavállalóknál térd, váll, csípő ízületi kopásos, gyulladásoz megbetegedések léptek fel. A kihordó szállítószalagba beakadó és átforduló hulladékdarabok a konténer mellé esnek le. A konténer mozgatás és a melléső hulladék feltakarítása során a munkavállalóknál a leeső lemezek vágásos, zúzódásos sérülést okoztak. A konténerben bele hulló lemezek által keltett zaj rendkívül hangos, meghaladja a 85dBA-t.

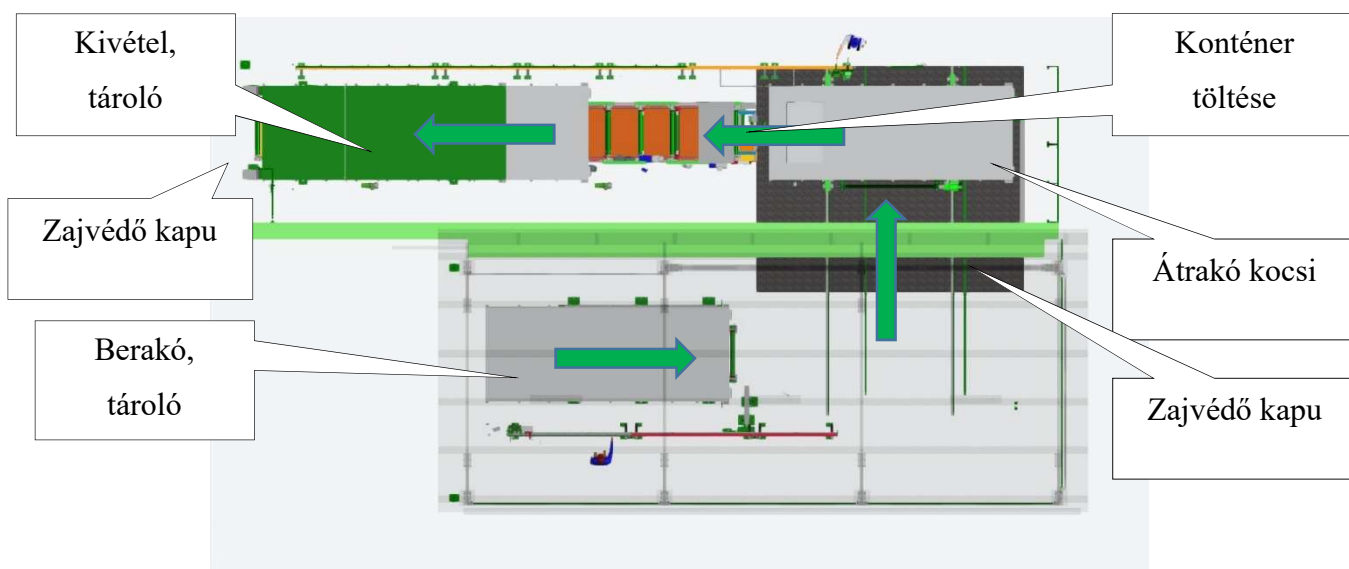


10. ábra Az átrakó, toló-fogantyús kocsi

A foglalkozás egészségügyi megbetegedések és a lehulló fémdarabok okozta balesetek miatt született meg az igény a gyár részéről a konténer mozgatás automatizálása.

A konténer mozgatás folyamata

A konténert a teherautóról a teherautó vezetője berakó pályára (11. ábra) rakja át. A berakott üres konténer itt addig várakozik, ameddig a surrantó alatt lévő konténer meg nem telítődik.



11. ábra A konténer mozgató felülnézeti vázlata

Cserekor ki kell nyitni a konténert töltő pálya melletti zajvédő kaput és ki kell tolni az átrakó kocsit.



12. ábra A konténer töltése

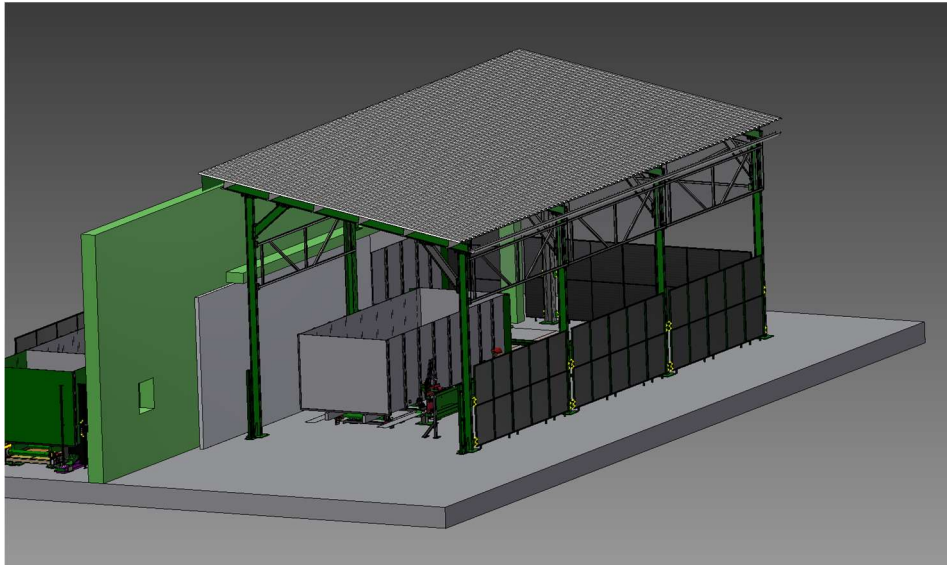
A kimozgatott kocsira rá kell mozgatni az üres konténert, majd a kocsit a konténerrel be kell mozgatni a surrantó alá (12. ábra). A surrantót át kell billenteni a teli konténert felől az üres konténer felé, ekkor a teli konténert kilehet mozgatni a kivétel pályaszakaszára. A surrantó alatti konténert távolabb mozgatva a surrantót vissza lehet váltani. A teli konténert a kivétel pályájáról a teherautó a multilift segítségével ráhúzza a teherautó hátuljára.



13. ábra A konténer a surrantóval

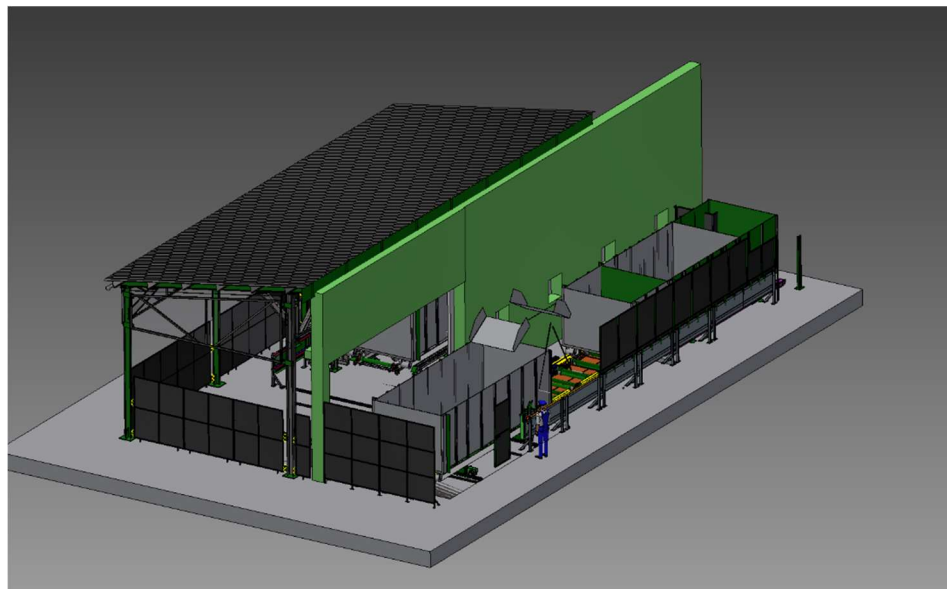
Az átalakítás során, a szabadon futó görgös-pályák helyett teljesen új építésű pályák lettek telepítve, ahol a görgők láncajtással lettek összekötve, és a pálya elejére került egy áttételes

villamos motoros meghajtás. Az átrakó kocsi is villamos hajtóműves motorral lett felszerelve. A villamos hajtások felszerelésével, beüzemelésével új veszélyek léptek fel. Az automata konténer-mozgatásnál a konténer és a görgők közé vagy konténerek közé kerülhet személy, ami súlyos balesettel végződhet, ezért a veszélyes mozgások terét védőkerítéssel el kell határolni.



14. ábra A kihordó kültéri feltetős 3D-s modellje

A 14. ábrán a külső térre tervezett védőkerítés látható, itt látható a berakó görgős-pálya a konténerrel.



15. ábra A kihordó beltéri 3D-s modellje

A 15. ábrán a hulladék kihordó belső téri modellje látható. A védőkerítés egy része a jobb láthatóság miatt el van tüntetve, a valóságban természetesen folytonos.

A védett térben történik a konténerek mozgatása, de a konténer berakásnál és kivételnél a védőkerítés folytonosságát meg kell szakítani, és ekkor a védett térbe beléphet a munkavállaló. A munkavállaló nem férhet hozzá a veszélyes mozgásokhoz, ezért a veszélyes mozgásokat ekkor meg kell állítani. Ennek figyelésére többféle biztonságtechnikai eszköz áll rendelkezésre: reteszelt ajtók-kapuk, zárható reteszelt ajtók-kapuk, aktív optoelektronikai biztonsági eszközök: fénykapu, fényfüggöny, lézer szkennel. A kivét helyénél egy függőleges redőnyrendszerű kapu található, amely zaj csökkentő szerepet lát el. A pálya végén még egy ajtó, vagy kapu helyhiány miatt nem helyezhető el. A védőkerítés és a kapu között kb. 1m-es távolság található, ez a fénykapu védőtávolságának nem elegendő. A lézer-szkennel sem megfelelő, mivel a magas konténer miatt a konténer mellett érzékelési holtterek alakulhatnak ki egy darab szkennel esetén. Több szkennel elhelyezése pedig többlet költséggel jár. A megfelelő választás a fényfüggöny lehet. Itt felvetődött a fényfüggöny némítás lehetősége, amely a konténer behelyezésének idejére lenémítja a fényfüggönnyt, tulajdonképpen áthidalja és a védett téren a konténer töltés közbeni mozgatása zavartalanul folytatódhat. A fényfüggönnyt nem lehet közel helyezni a konténerhez, mert a konténer berakásakor és kivételénél a teherautó sofőrje nem tudja kellően kis pontossággal behelyezni a konténert. A pályára rárakáskor és levételnél kétoldalt legalább fél-fél méter távolságot kell tartani a konténer és a fényfüggöny között a fényfüggöny biztonság érdekében, azért hogy a konténer bele ne ütközzön. Ez a távolság elegendő arra, hogy a némított fényfüggöny és konténer között egy személy bekerüljön a védett térbe.

A surrantó alatti területet időnként meg kell tisztítani a félrehullott lemezdaraboktól, ezért a védőkerítésen ajtókat kell létesíteni. Az ajtó nyitása esetén a védett térbe beléphet a munkavállaló, ezért a veszélyes mozgásokat meg kell állítani. Az ajtót retesz-kapcsolóval kell ellátni, amely figyel az ajtó nyitását és amelynek segítségével leállítja a veszélyes mozgásokat. Zárhatóvá nem szükséges tenni a retesz-kapcsolót, amennyiben az ajtó nyitása esetén a mozgás gyorsabban megáll, mint a védett térbe lenyúló, belépő személynél sérülést okozzon a veszélyes mozgatás.

4. Kockázatfelmérés

Amíg a munkavállalók kézi erővel, neki támaszkodva, tolva vagy kézi-tekerős fogasléces szerkezettel mozgatták a konténereket, kicsi volt a kockázata annak, hogy valaki a konténer elé kerüljön, a konténer elüsse, vagy valamelyik testrésze a konténer és a görgős-pálya közé kerüljön. Az önállóan működő, automatizált konténermozgatásnál új, eddig nem létező vagy nem olyan nagyságrendű kockázatok lépnek fel, ezeket a kockázatot csökkenteni kell.

A gép határainak rögzítése

Használati határok

A gép felhasználási területe

Az automatizált konténer-mozgató a présüzem üres konténereit mozgatja be a kihordó szalagnál lévő surrantó alá és a teli, közel 10 tonna tömegű konténereket a kihordó pálya végére ahonnan a konténerszállító teherutó a teli konténert ki tudja emelni.

A géppel kapcsolatba kerülő személyek, azok feltételezett képzettségi szintje

Gépkezelő, kiszolgáló személyek: a gépet a hulladékkezelő vállalat alkalmazottai kezelik, a gép kezelésére egyszeri szóbeli oktatáson vettek részt, a gép kezelésével és veszélyeivel kapcsolatos ismertük megfelelő,

Karbantartó személyek: a gép karbantartását a présüzem karbantartói látják el, akik a szakképzettséggel rendelkeznek és rendszeres munkavédelmi oktatáson vesznek részt.

Egyéb személyek, akik a géppel előreláthatóan kapcsolatba kerülhetnek:

- A gyár területén lévő egyéb munkavállalók, akik általános oktatásban részesültek az üzem területén lévő szállító gépjárművek közlekedéséről a konténer berakás és kivétel esetén, a hulladék kihordó üzembrészbe illetéktelenek nem mehetnek be,
-

Térbeli határok

Az üzemeltetési tér: kapukkal ellátott belsőtérből és féltetővel ellátott külső térből áll, amely védőburkolattal ellátott, illetve amelyet az épület fala határol.

Időbeli határok

A gép bizonyos elemének előrelátható élettartama a rendeltetésszerű használat, és karbantartás figyelembevételével: kb.10 év.

A gép egyéb határai

Környezeti határok:

A konténer töltő pályája fűtetlen csarnokban, a berakási tároló pálya féltetővel ellátott külterületen helyezkedik el, a csarnokban hosszabb leállás (például téli leállás) alatt környezettől függően fagyveszély léphet fel, a kinti berakó görgős-pályánál fagyveszély és csapadékos környezet előfordulhat.

Gépcsatlakozási határok:

A gép villamos 3 fázisú 400V-os hálózatra a présüzemben lévő villamos-elosztóba csatlakozik C16A kismegszakítón keresztül.

Veszélyazonosítás

A veszélyazonosításnál meg kell vizsgálni géppel kapcsolatba kerülő személyek által elvégezendő feladatokat a gép teljes életciklusa során: szállítás, telepítés, üzembe helyezés, használat, valamint üzemben kívül helyezés szétszerelés, leselejtezés.

A **szállítás** során elvégzendő feladatok a szállítójárműre való emelési műveletek, rögzítés elmozdulás ellen.

A **telepítés** során elvégzendő feladatok a gép kijelölt helyre való szállítása, emelési műveletek, üzemben belüli mozgatása a kijelölt helyre, és ott történő rögzítés, a gép a kezeléshez, karbantartáshoz szükséges hely figyelembevételével. A villamos-vezérlőszekrény és kezelők telepítése, rögzítése, villamos kábelcsatornák kiépítése és villamos bekötések a motoroknak és vezérlő-szekrénynek.

Az **üzembe helyezés** során az előírt és szükséges ellenőrzések elvégzése: hálózati és tápegység feszültségek ellenőrzése, biztonsági berendezések ellenőrzése, érzékelők beállítása. Működtetési próba, forgásirány ellenőrzés, próbaüzem elvégzése, beüzemelési jegyzőkönyv készítése.

A **gép használata** során elvégzendő feladatok: a tisztítási műveletek, hajtóművek-görgő csapágycsúcs kenési-karbantartási műveletei, esetleges hibaelhárítás.

A **gép üzemén kívül helyezése**, leselejtezése során elvégzendő feladatok: kábelek kikötése, görgős-pályák felszedése, elszállítása az üzemelési helyről, átmeneti tárolás, szétszerelés részegységekre javítóműhelyben, a gép hulladékainak az elkülönítése, hulladék hasznosító telephelyére szállítása..

A veszély fajtája és forrása az MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány [4] B mellékletében található B1. táblázat alapján került összeállításra. A veszélyek fajtáit és forrásait a gép minden egyes életciklusában megvizsgáltam.

Az 5. táblázat jeleinek jelentése:	0	-	nem vonatkozik,
	+	-	vonatkozik

5. táblázat Veszélyek azonosítása, Mechanikai veszélyek [13]

A veszély fajtája és forrása		Lehetséges következmények (egy veszélynek több lehetséges következmény több veszélyhez is kapcsolódhat)	A veszély előfordulása a gép különböző életszakaszaiba					
			Szál- lítás	Tele- pítés	Üzem- be helye- zés	Hasz- nálat	Le- selej- tezés	
1.	Mechanikai veszélyek							
1.1	Gyorsulás, lassulás	- elgázolás,	0	0	0	0	0	0
1.2	Szögletes részek a gépen	- kivetés	+	+	+	+	+	+
1.3	Mozgó elem közelítése fix részhez	- zúzódás, - vágás vagy levágás,	0	0	+	+	0	0
1.4	Vágást végző géprészek	- behúzás vagy	0	0	0	0	0	0
1.5	Rugalmas elemek	- befogás,	0	0	0	0	0	0
1.6	Leeső tárgyak	- felcsavarás,	+	+	+	+	+	+
1.7	Gravitáció (tárolt energia)	- súrlódás vagy	0	0	0	0	0	0
1.8	Padlószint feletti magasság	dörzsölés,	0	0	0	0	0	0
1.9	Nagy nyomás a gépen	- csúszás, botlás	0	0	0	0	0	0
1.10	Gép mozgathatósága	és (el)esés,	0	0	+	+	0	0
1.11	Mozgó géprészek	- túlfutás,	0	0	+	+	0	0
1.12	Forgó géprészek	- összenyomás,	0	0	0	0	0	0
1.13	Egyenetlen, csúszós felület	- behúzás,	0	0	0	0	0	0
1.14	Éles szélek	befogás	0	0	0	0	0	0
1.15	Stabilitás	- ütközés/ ütés	0	0	0	0	0	0
1.16	Vákuum	vagy lökés,	0	0	0	0	0	0

6. táblázat Veszélyek azonosítása Villamos, hő és zaj okozta veszélyek [5]

A veszély fajtája és forrása		Lehetséges következmények (egy veszélynek több lehetséges következmény több veszélyhez is kapcsolódhat)	A veszély előfordulása a gép különböző életszakaszaiba				
			Szál- lítás	Tele- pítés	Üzem- be helye- zés	Hasz- nálat	Le- selej- tezés
2.	Villamos veszélyek						
2.1	Villamos ív	- égés - tűz - áramütés - váratlan újraindulás	0	0	+	+	0
2.2	Elektromágneses jelenség		0	0	0	0	0
2.3	Elektrosztatikus jelenség		0	0	0	0	0
2.4	Aktív részek		0	0	+	+	0
2.5	Nem elegendő távolság feszültség alatti részekről		0	0	+	+	0
2.6	Túlterhelés		0	0	+	+	0
2.7	Meghibásodás miatt aktívvá váló részek		0	0	+	+	0
2.8	Zárlat		0	0	+	+	0
2.9	Hősugárzás		0	0	0	0	0
2.10	Feszültség kimaradás		0	0	+	+	0
3.	Hőhatás okozta veszélyek						
3.1.	Robbanás	- égés - dehidratáció - diszkomfort - fagyás - hőforrások sugárzása miatti sérülések - leforrázás	0	0	0	0	0
3.2.	Láng		0	0	0	0	0
3.3.	Magas vagy alacsony hőmérsékletű tárgyak vagy anyagok		0	0	0	0	0
3.4.	Hőforrások sugárzása		0	0	0	0	0
4.	Zaj okozta veszély						
4.1	Kavitációs jelenség	- diszkomfort érzet - stressz - fülzúgás - fáradás - beszéd kommunikáció, akusztikai jelek zavarása	0	0	0	0	0
4.2	Elszívó-rendszer		0	0	0	0	0
4.3	Nagy sebességű gázszivárgás		0	0	0	0	0
4.4	Gyártási folyamat zaja		0	0	+	+	0
4.5	Mozgó részek		0	0	0	0	0
4.6	Súrlódó felületek		0	0	0	0	0
4.7	Kiegyensúlyozatlan mozgó részek		0	0	0	0	0
4.8	Hidraulikus zaj		0	0	0	0	0
4.9	Elhasználódó részek		0	0	0	0	0

7. táblázat Veszélyek azonosítása,

A veszély fajtája és forrása		Lehetséges következmények (egy veszélynek több lehetséges következmény több veszélyhez is kapcsolódhat)	A veszély előfordulása a gép különböző életszakaszaiba				
			Szál- lítás	Tele- pítés	Üzem- be helye- zés	Hasz- nálat	Le- selej- tezés
5.	Rezgés okozta veszély		0	0	0	0	0
6.	Sugárzásveszély		0	0	0	0	0
7.	Anyagok/közegek okozta veszélyek		0	0	0	0	0
8.	Ergonómiai veszélyes						
8.1	Hozzáférés		0	0	0	0	0
8.2	Jelek, jelzőberendezések és vizuális megjelenítő egységek kialakítása és elhelyezése		0	0	+	+	0
8.3	Kezelőelemek, vezérlőeszközök kialakítása, elhelyezése azonosítása		0	0	+	+	0
8.4	Megerőltetés		0	0	0	0	0
8.5	Fényvillogás, káprázás, árnyékolás, stroboszkóp hatás		0	0	0	0	0
8.6	Helyi világítás		0	0	0	0	0
8.7	Mentális túlterhelés/ alulterhelés		0	0	0	0	0
8.8	Testtartás		0	0	0	0	0
8.9	Láthatóság		0	0	0	0	0
9.	A környezetből eredő veszélyek, ahol a gépet használni fogják		0	0	0	0	0
10.	Veszélykombinációk		0	0	0	0	0

Lehetséges gépállapotok

Az egyik lehetséges gépállapot, amikor a gép teljesíti a tervezett funkcióját, automata és kézi üzemmódban mozgató és konténer töltése.

A másik lehetséges gépállapot, amikor működésközben hiba lép fel, például a konténer alján található sín deformációja miatt a továbbítás megakad vagy megszorul.

A kezelő akaratlan viselkedése vagy a gép észszerűen előre látható rendellenes használata

A munkavállalónak (gépjármű vezetőnek) koncentráció hiányából eredően bekövetkehetnek az alábbi veszélyek:

- a berakásnál nem pontosan kerül a görgőkre a konténer, akár ferdén vagy féloldalasan, ez sérülést okozhat a görgős-pályán és a konténer sem továbbítható,
- nem aktív biztonsági funkciójú vezérlő elemek (vész-leállító kapcsoló, fényfüggöny) miatt a konténer túl telítődik, és a konténer mellé hullik a hulladék.

Kockázatbecslések lefolytatása

Az eljárás módszere

A kockázat meghatározása az MSZ EN ISO 12100:2011 [4] szabvány alapján: „*A kockázat előfordulási valószínűségének és ezen károsodás súlyosságának kombinációja*”. A károsodás súlyosságát a sérülések vagy egészségkárosodás súlyossága (könnyű, súlyos, halálos) és a károsodás köre (egy vagy több személy) adja meg.

Az általam használt kockázat-felmérési módszert az AGROVÉD Biztonságtechnikai Műszaki Fejlesztő és Minősítő Kft [13] kockázat-felmérési jegyzőkönyve alapján készült el. A károsodás súlyosságát és előfordulását számszerűsíti, ezáltal egy Excel-táblázatban az egyes füleket kiválasztva matematikai eredmény alapján értékelhető a kockázat nagysága. A megnevezésekhez súlyozott számokat kapcsol: alacsony az 1-es, a közepes a 3-as és magas érték a 6-os, és ezeket a számokat összegzi. Majd a számszerűsítést és összegzést elvégzi a károsodás előfordulási valószínűség vizsgálatánál is.

A károsodás súlyosság összegét és az előfordulás összegét összeszorozva tudjuk meghatározni a becsült kockázat nagyságát. 48 felett mérsékelt a kockázati szint, 144 felett a jelentős kockázati szint és 288 felett az elfogathatatlan. A szorzás megkönnyítésére egy koordináta-rendszerből olvashatjuk le a kockázati szintet.

A személyekre vonatkozó károsodás mértékének becslése

8. táblázat A személyekre vonatkozó károsodás mértékének becslése [13]

A	A sérülés vagy egészségkárosodás mértéke	Megnevezés	Könnyű	Súlyos	Halálos
		Mérőszám	1	3	6
B	A sérülésnek kitett személyek száma	Megnevezés	1	2	több
		Mérőszám	1	3	6

A 5., 6. és 7. táblázatban azonosított veszélyekre vonatkozó összesített mérőszámok (A + B):

9. táblázat A veszélyek becslésének súlyozása [13]

	Veszély	Összesített mérőszám
1.2.	Szögletes részek a gépen a gép szállításából, telepítéséből üzembe helyezéséből, használatából, leselejtezéséből eredően	1 + 1 = 2
1.3.	Mozgó géprész közelítése rögzített részhez, a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	6 + 1 = 7
1.6.	Leeső tárgyak veszélye, a gép szállításából, üzembe helyezéséből, telepítéséből, használatából	3 + 1 = 4
1.11.	Mozgó géprészek a gép telepítéséből, üzembe helyezéséből, használatából eredően	6 + 1 = 7
1.12.	Forgó géprészek üzembe helyezéséből, használatából eredően	3 + 1 = 4
2.1.	Villamos ív a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	1 + 1 = 2
2.4.	Aktív részek a gép üzembe-helyezéséből	6 + 1 = 7
2.5.	Nem elegendő távolság feszültség alatti részekről a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	6 + 1 = 7
2.6.	Túlterhelés a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	1 + 1 = 2
2.7.	Meghibásodás miatt aktívvá váló részek a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	6 + 1 = 7
2.8.	Zárlat a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	6 + 1 = 7
2.10.	Feszültség kimaradás a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	3 + 1 = 4
4.4.	Gyártási folyamat zaja a gép használatából eredően	3 + 6 = 9
8.2.	Jelek, jelzőberendezések és a vizuális megjelenítő egységek kialakítása és elhelyezése a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	1 + 1 = 2
8.3.	Kezelőelemek, vezérlőeszközök kialakítása, elhelyezése, azonosítása a gép üzembe-helyezéséből használatából eredően	1 + 1 = 2

A károsodás előfordulási valószínűségének becslése

A veszélyes térhez való hozzáférés szükséges: Igen Nem

10. táblázat A károsodás mérőszámai [13]

A károsodás előfordulási valószínűségének mérőszáma					
C	A hozzáférés természete	Megnevezés	Eseti, csak szabályozott esetben	Karbantartás, javítás során	Normál üzem mellett folyamatosan
		Mérőszám	1	3	6
D	A veszélyes térben eltöltött idő (veszélyexpozíció mértéke)	Megnevezés	<1'	< 1 h	> 1 h
		Mérőszám	1	3	6
E	A hozzáférésben (veszélyexpozícióban) érintett személyek száma	Megnevezés	1	2	több
		Mérőszám	1	3	6
F	A hozzáférés (veszélyexpozíció) gyakorisága műszakonként	Megnevezés	Egy alkalom	Több alkalom	Folyamatos
		Mérőszám	1	3	6
G	Veszélyes esemény bekövetkezésének valószínűsége megbízhatósági és történeti statisztikai adatok alapján	Megnevezés	Lehetséges	Valószínű	Elkerülhetetlen
		Mérőszám	1	3	6
H	Az érintett személyek szakképzettsége	Megnevezés	Szakképzett	Kioktatott	Képzetlen
		Mérőszám	1	3	6
I	A károsodás bekövetkezésének gyorsasága	Megnevezés	Lassú	Gyors	Azonnali
		Mérőszám	1	3	6
J	A károsodás bekövetkezése szubjektív módon elhárítható (veszélytudatosság, gyakorlati tapasztalat)	Megnevezés	Igen	Lehetséges	Nem
		Mérőszám	1	3	6

A 5.6. és 7. táblázatban azonosított veszélyekre vonatkozó összesített mérőszámok (C+D+E+F+G+H+I+J)

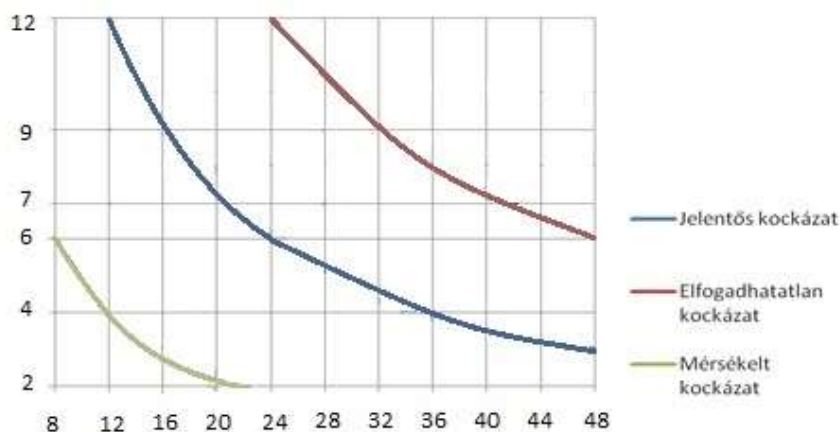
11. táblázat

	Veszély	Összesített mérőszám
1.2.	Szögletes részek a gépen a szállítás, telepítés, üzembe helyezés, a használatból és a gépleselejtezéséből eredően	$1+1+1+1+1+1+1+1 = 8$
1.3.	Mozgó géprész közelítése rögzített részhez, a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$6+3+1+3+1+3+3+1 = 21$
1.6.	Leeső tárgyak veszélye, a gép szállításából, üzembe helyezéséből, telepítéséből, használatából eredően	$3+1+1+3+1+3+3+1 = 16$
1.11.	Mozgó géprészek a gép telepítéséből, üzembe helyezéséből, használatából eredően	$6+1+1+3+3+3+6+1 = 24$
1.12.	Forgó géprészek, a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$1+3+1+1+1+1+3+1 = 12$
2.1.	Villamos ív a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	$1+1+1+1+1+3+6+1 = 15$
2.4.	Aktív részek a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$6+1+1+1+1+3+6+3 = 22$
2.5	Nem elegendő távolság feszültség alatti részekről a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	$6+1+1+1+1+1+6+3 = 20$
2.6.	Túlterhelés a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	$6+3+1+3+1+3+3+3 = 21$
2.7.	Meghibásodás miatt aktívvá váló részek a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$1+1+1+3+1+3+6+6 = 22$
2.8.	Zárlat a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$1+1+1+1+1+3+6+6 = 20$
2.10.	Feszültség kimaradás a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$1+1+1+1+1+3+3+3 = 14$
4.4.	Gyártási folyamat zaja a gép használatából eredően	$6+6+6+6+6+3+1+6 = 40$
8.2.	Jelek, jelzőberendezések és vizuális megjelenítő egységek a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	$1+3+1+3+1+3+1+1 = 14$
8.3.	Kezelőelemek kialakítása, elhelyezése, azonosítása a gép üzembe-helyezéséből használatából eredően	$1+3+1+3+1+3+1+1 = 14$

Kockázati szint meghatározása a 1. táblázatban azonosított veszélyekre a 3. és az 5. táblázat összesített mérőszámai alapján

A kockázat szintjének meghatározása a következő diagram alapján:

A károsodás
mértékének
mérőszáma A+B



A károsodás bekövetkezési valószínűségének mérőszáma
(C+D+E+F+G+H+I+J)

16. ábra A kockázati szint meghatározása [5]

A kockázati szint táblázatos értékelése a diagram alapján:

12. táblázat

	Veszély	Kockázati szint
1.2.	Szögletes részek a gépen a szállítás, telepítés, üzembe helyezés, használat és gépleselejtezéséből eredően.	Mérsékelt kockázat
1.3.	Mozgó géprész közelítése rögzített részhez, a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően.	Jelentős kockázat
1.6.	Leeső tárgyak veszélye, a gép szállításából, telepítéséből, üzembe helyezéséből, használatából eredően.	Mérsékelt kockázat
1.11.	Mozgó géprészek a gép telepítéséből, üzembe helyezéséből, használatából eredően	Jelentős kockázat
1.12.	Forgó géprészek, a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	Mérsékelt kockázat
2.1.	Villamos ív a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően.	Elenyésző kockázat
2.4.	Aktív részek a gép üzembe-helyezéséből	Mérsékelt kockázat
2.5.	Nem elegendő távolság feszültség alatti részekről a gép-üzembe helyezéséből és használatából eredően.	Mérsékelt kockázat
2.6	Túlterhelés a gép üzembe-helyezéséből és használatából eredően	Mérsékelt kockázat

13. táblázat

	Veszély	Kockázati szint
2.7.	Meghibásodás miatt aktívvá váló részek	Mérsékelt kockázat
2.8.	Zárlat a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	Mérsékelt kockázat
2.10.	Feszültség kimaradás a gép üzembe helyezéséből, használatából eredően	Mérsékelt kockázat
4.4.	Gyártási folyamat zaja a gép használatából eredően	Elfogadhatatlan kockázat
8.2.	Jelek, jelzőberendezések a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően	Elenyésző kockázat
8.3.	Kezelőelemek kialakítása, elhelyezése, azonosítása a gép üzembe-helyezéséből használatából eredően	Elenyésző kockázat

A kockázatbecslés során mérlegelendő szempontok

Mechanikai veszélyek

Az automatizált konténer görgős-pályán történő mozgatásánál főként mechanikai veszélyek jelentkeznek. A hajtómű és görgők láncsal történő összekapcsolásánál, a lánc és a lánckerék között behúzás által okozott nyírás, zúzódás. A görgők forgó mozgásából adódó veszély a feltekerésből adódható zúzódás, és a görgők és a rajtalévő konténer között nyírás/zúzódás.

A konténer mozgásából adódó veszélyek főként abból adódhatnak, hogy a görgők nagyobb távolságra vannak egymástól, ezért a munkavállaló a görgők közé betud lépni. Amennyiben a munkavállaló a mozgó konténer és a görgők közé kerül, akkor a nyírás/zúzódásból eredő sérülés akár halálos kimenetelű is lehet. A konténer mozgásából adódóan másodsorban az álló konténernek ütközhet a mozgó konténer és amennyiben munkavállaló tartózkodik a két konténer között, összenyomásból eredendően súlyos, életveszélyes sérülés vagy akár halálessel is végződhet. Felléphet még sérülés a berakó és töltő pálya közötti átvivő kocsi mozgása miatt nyírásból, zúzódásból, elütésből adódó sérülés is.

Villamos veszélyek

A villamosmotorok miatt fellépő villamos veszély az aktív részek érintése és a hibaállapotban aktívvá váló részek a szabványos villamos és megfelelő védelmű mechanikai kialakítás miatt elenyésző mértékű.

Kockázatértékelés

A kockázatbecslés után el kell végezni a kockázatok értékelését. A kockázatértékelés alapján tudjuk megállapítani, hogy szükséges-e a kockázatsökkentés. A 14. táblázatban a feltárt kockázatok kerültek kiértékelésre.

14. táblázat Kockázatok értékelése Mechanikai veszélyek 1.

1. Mechanikai veszélyek		
1.2.	Veszély fajtája:	Szögletes, éles részek a gépen
	Veszély leírása:	Szállítás, telepítés, beüzemelés, üzemeltetés, leselejtezés, szétszerelés során fellépő veszély.
	Károsodás mértékének mérőszáma:	2
	Károsodás előfordulási valószínűsége:	16
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	- Munkavédelmi előírások betartása - A leselejtezési műveleteket előírás szerűen szakképzett személy végzi, személyi védőeszközök használata - a gépen éles szélek, amelyek a gépkezelőt veszélyeztetnék, nincsenek a szélek lemunkáltak
	Kockázatértékelése:	A gép szögletes részeit a munkavállaló rendeltetésszerű használatkor nem érinti. A védőburkolat és a rajta elhelyezett fényfüggöny és a hozzá tartozó tükörtartók élei lekerekítettek.
1.3.	Veszély fajtája:	Mozgó géprész közelítése rögzített részhez
	Veszély leírása:	Beüzemelés, üzemeltetés során: munkahengerek mozgásakor fellépő veszély.
	Károsodás mértékének mérő száma:	7
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	32
	Kockázati szint:	Jelentős kockázat
	Alkalmazott védelem:	- Távolságtartó védőburkolat (védőkerítés) alkalmazása, - Fényfüggöny alkalmazása, - Vészleállító nyomógomb a kezelőkön elhelyezve.
	Kockázatértékelése:	A védőburkolat az MSZ EN ISO13857:2008 szabvány szerint megfelelő.

15. táblázat Kockázatok értékelése Mechanikai veszélyek 2.

1.6.	Veszély fajtája:	Leeső tárgyak veszélye
	Veszély leírása:	Gép, géprészek elmozdulása szállításnál, telepítésnél, üzembe helyezésnél, használatnál: a konténer töltése a konténer fölött levő szállítószalagról történik,
	Károsodás mértékének mérő száma:	4
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	32
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	- Távolságtartó védőburkolat (rács) alkalmazása, - Fényfüggöny alkalmazása,
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
1.11.	Veszély fajtája:	Mozgó géprészek
	Veszély leírása:	zúzódás, kéz-, lábsérülés és egyéb testrész sérülés a gép telepítéséből, üzembe helyezéséből, használatából eredően
	Károsodás mértékének mérő száma:	7
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	29
	Kockázati szint:	Jelentős kockázat
	Alkalmazott védelem:	Kiegészítő védelmi berendezések: védő kerítés, fényfüggöny, reteszelt biztonsági ajtó alkalmazása.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
1.12.	Veszély fajtája:	Forgó géprészek
	Veszély leírása:	Görgős-pálya hengereinek forgása
	Károsodás mértékének mérő száma:	4
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	19
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	Kiegészítő védelmi berendezések: védő kerítés, fényfüggöny, reteszelt biztonsági ajtó alkalmazása.
	Kockázatértékelése:	Megfelelő

16. táblázat Villamos veszélyek 1.

2.	Villamos veszélyek	
2.1.	Veszély fajtája:	Villamos ív
	Veszély leírása:	Égés
	Károsodás mértékének mérő száma:	2
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	15
	Kockázati szint:	Elenyésző kockázat
	Alkalmazott védelem:	Megfelelő burkolatok és megfelelő megszakítási képességű készülékek alkalmazása.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
2.4.	Veszély fajtája:	Aktív részek
	Veszély leírása:	Feszültség alatti részek érintése
	Károsodás mértékének mérő száma:	7
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	22
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	Szerszámmal nyitható burkolat alkalmazása. Hálózatról történő leválasztás. EPH-rendszerbe kötés.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
2.5.	Veszély fajtája:	Nem elegendő távolság a feszültség alatti aktív részekről.
	Veszély leírása:	Feszültség alatti részek érintése, áramütés veszély.
	Károsodás mértékének mérő száma:	2
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	21
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	Megfelelő készülékek és burkolatok alkalmazása.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.

17. táblázat Villamos veszélyek 2.

2.6.	Veszély fajtája:	Túlterhelés
	Veszély leírása:	Forró felület érintése
	Károsodás mértékének mérő száma:	7
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	22
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	Beépített túlterhelés elleni védelem, amely zárlat, túlterhelés hatására leold.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
2.7.	Veszély fajtája:	Meghibásodás miatt aktívvá váló részek
	Veszély leírása:	Feszültség alatti részek érintése
	Károsodás mértékének mérő száma:	7
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	22
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	EPH rendszerbe való bekötés, védőföldelés alkalmazása.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
2.8.	Veszély fajtája:	Zárlat
	Veszély leírása:	Forró felület érintése, feszültség alatti részek érintése
	Károsodás mértékének mérő száma:	7
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	20
	Kockázati szint:	Mérsékelt kockázat
	Alkalmazott védelem:	Beépített zárlat elleni védelem.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.

18. táblázat Villamos veszélyek 3., Zaj okozta veszélyek, Ergonómiai veszélyek 1.

2.10.	Veszély fajtája:	Feszültség kimaradás
	Veszély leírása:	Gép váratlan újraindulása
	Károsodás mértékének mérő száma:	4
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	14
	Kockázati szint:	Elenyésző kockázat
	Alkalmazott védelem:	A PLC vezérlőn áramkimaradás esetén az automata üzemmódot újra kell indítani.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.
4	Zaj okozta veszély	
4.4.	Veszély fajtája:	Gyártási folyamat zaja, a lehulló lemezdarabok zaja
	Veszély leírása:	Maradandó halláscsökkenés, rossz közérzet, fáradtság.
	Károsodás mértékének mérő száma:	9
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	40
	Kockázati szint:	Elfogadhatatlan kockázat
	Alkalmazott védelem:	- Zaj határoló falak, kapu, a gép mellett tartózkodás expozíciós idejét csökkenti az automatizálás,
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása nem megfelelő. Egyéni védőeszközök használata javasolt.
8.	Ergonómiai veszélyek	
8.2.	Veszély fajtája:	Jelek, jelzőberendezések a gép üzembe-helyezéséből, használatából eredően.
	Veszély leírása:	Rossz láthatóság, téves információ
	Károsodás mértékének mérő száma:	2
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	14
	Kockázati szint:	Elenyésző kockázat
	Alkalmazott védelem:	A jelzések a gép kezelőegységén jól láthatóan vannak elhelyezve.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.

19. táblázat Ergonómiai veszélyek 2.

8.3.	Veszély fajtája:	Kezelőelemek kialakítása, elhelyezése, azonosítása
	Veszély leírása:	Téves cselekvés
	Károsodás mértékének mérő száma:	2
	Károsodás előfordulási valószínűségi mérőszáma:	14
	Kockázati szint:	Elenyésző kockázat
	Alkalmazott védelem:	A kezelőelemek a kezelőegységen, vezérlőszekrényen vannak elhelyezve, könnyen elérhetők, funkciófelirattal ellátva. A vészgomb önzáró, a nyomógombok peremes kivitelűek.
	Kockázatértékelése:	A védelem alkalmazása megfelelő.

Kockázatcsökkentés

1. Beépített biztonságot adó tervezői intézkedések

A görgős-pálya görgői 0,8m-re vannak egymástól, ez megkönnyíti a takarítást és a görgők közötti nagy távolság a görgők általi behúzás és feltekerés kockázatát ez nagymértékben lecsökkenti. A pályák és az átrakó kocsik mellett van elég hely a karbantartás, javítás esetén a konténer esetleges mozgásakor a konténer elkerülésére.

2. Védőintézkedések és kiegészítő védőintézkedések

A konténer mozgás automatizálásával a zajos környezetben tartózkodás expozíciós ideje nagymértékben csökken. A konténer töltés melletti tartózkodás csak a takarításra korlátozódik, a takarítást a présüzem szünet által történő megállásra lehet ütemezni. A mozgás által előállt kockázatot védőburkolattal, kerítéssel és további biztonsági funkciókkal, például vész-leállító kapcsolóval, fényfüggönnyel, reteszelt kapcsolóval ellátott ajtóval csökkentjük le.

5. Biztonságtechnika villamos tervezése

A konténer mozgatására több lehetőség is rendelkezésre áll.

20. táblázat Kiválasztási mátrix

Hajtás	Előnye	Hátránya	Értékelés
Pneumatikus hajtás	Túlterhelhető, nem éget, Változtatható sebesség rugalmasságot és széles körű felhasználhatóságot eredményez	Nagy méretek, magas a levegő felhasználása, költséges,	Nem megfelelő
Hidraulikus hajtás	Nagy tömegek mozgatására is alkalmas,	Nagy a karbantartás igénye,	Nem megfelelő
Hajtóműves villanymotoros hajtás	Viszonylag olcsó,	Túlterhelhető,	Megfelelő
Lineáris szervó-hajtás	Pontos pozicionálás,	Nagy méretek esetén, nagy tömegek mozgatásánál költséges	Nem megfelelő

A döntési mátrix alapján a villanymotoros hajtás a megfelelő választás.

Az automatizálásnál a pályán lévő konténerek mozgatása a görgők forgatásával valósul meg, ahol a lánchajtással összekötött görgőket áttételes hajtóművű villanymotorral történik a meghajtás. A 3db rögzített görgős-pálya és 1db behordó kocsin lévő görgős-pálya lett átalakítva villamos motoros meghajtására, illetve a behordó kocsi mozgatása is önálló mozgású motoros hajtására módosult. A motorok kiválasztásánál a konténer mozgatása sebessége volt az egyik kiindulási pont, ami alapján ki lehetett számolni a motor hajtómű áttételezését. A másik a motor

teljesítménye, ahol igen nagy volt a bizonytalansági tényező. A motor teljesítményét és a hajtómű áttételezés a Sew-Eurodrive Kft. szakemberei választották ki. A motor teljesítménye: 750W, 4 pólusú, fordulatszáma 50Hz-nél: 1425 1/perc. A hajtómű osztásviszonya: 77.6, tehát a görgő tengelye 18,4 1/perccel, azaz 0,3 1/másodperccel forog. A görgő átmérője: 112mm. A villamosmotor 50Hz-es táplálással $v = 3,14 \times 112\text{mm} \times 0,3 \text{ 1/s} = 105 \text{ mm/s}$.

A berakó kinti tároló pályáról a belső pályára átvivő kocsi mozgatója szintén villamos áttételes motorú és hajtott tengelyű kerekekkel valósult meg. A motor teljesítménye: 370W, 4 pólusú, fordulatszáma 50Hz-nél: 1385 1/perc. A hajtómű osztásviszonya: 162, tehát a görgő tengelye 8,55 1/perccel, azaz 0,142 1/másodperccel forog. A görgő átmérője: 150mm. A villamosmotor 50Hz-es táplálással $v = 3,14 \times 150 \text{ mm} \times 0,142 \text{ 1/s} = 66,8 \text{ mm/s}$.

Az összes mozgás 250 mm/s érték alatt van.

A vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő (SRC/SC) részek

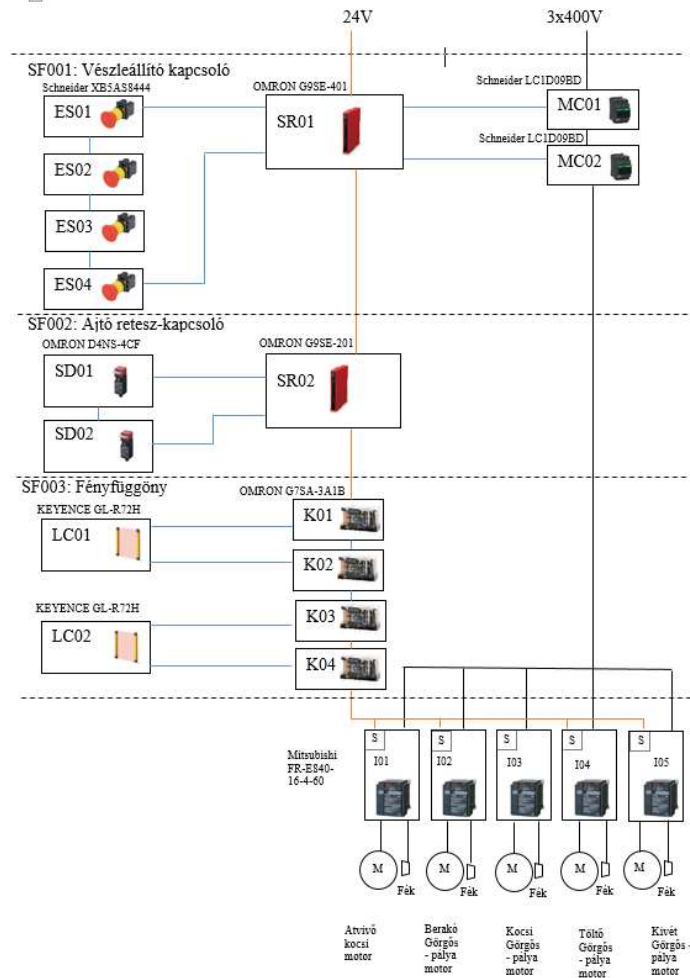
A MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabványban található 3. ábrán látható folyamat elemeit kell egymás után végrehajtani.

A vezérlőrendszer biztonságával összefüggő szerkezeti részek azaz SRC/SC által teljesítendő biztonsági funkciók azonosítása

Az automatizálás a következő biztonsági alrendszereket tartalmazza:

- Vészleállító kapcsoló,
- Biztonsági ajtó-retesz kapcsolók,
- Fényfüggönyök.

A biztonsági alrendszer az alábbi 17. ábrán szereplő blokkdiagramon látható:



17. ábra Biztonságtechnikai blokkdiagram

A szükséges teljesítmény szint (PLr) meghatározása

A szakaszos működésű anyagmozgató berendezésre nem vonatkozik C típusú szabvány, amely meghatározná a szükséges teljesítményszintet, ezért a 4. ábrán található gráf segítségével határoztam meg a szükséges teljesítményszintet.

F2: A konténer görgős-pályán történő mozgatásánál sérülés valószínűsíthető, ha a munkavállaló a konténer és a görgő közé kerül illetve, ha két konténer közé kerül. Ekkor a baleset súlyos sérüléssel végződik.

S1: A mozgatásnál ilyen balesetek viszonylag ritkán következhetnek be, mivel üzemszerűen munkavállaló csak takarítás alkalmával tartózkodhat a görgős-pálya közvetlen közelében vagy a pályán kb.3-4 óránként egyszer.

P1: A gépet szakképzetlen személyek is használják. A konténer mozgató sebessége legfeljebb 250mm/s. Elég hely áll rendelkezésre a görgős-pálya mellett esetlegesen félreállni. A konténer mozgása nem összetett, komplex feladat.

A szükséges teljesítményszint: $PLr = c$.

A gráf alapján meghatározott „c”-teljesítményszint, megegyezik a vészleállító kapcsolókra vonatkozó MSZ EN ISO 13850:2016 [9] C-típusú, szabványban előírt teljesítményszinttel.

Vész-leállító kapcsoló

A biztonsági funkciók legmagasabb szinten álló eleme a vészleállító kapcsoló. Alkalmazását a gépek biztonságáról a 2006/42 EK irányelv [2] illetve a 16/2008. (VIII. 30.) NFGM *rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról* [3] **1.2.4.3. Vészleállítás** pontja írja elő: „*b) legyen képes a veszélyes műveletet a lehető leggyorsabban leállítani további kockázat előidézése nélkül*”

A konténer görgős-pályán való továbbításánál, a veszélyhelyzet akkor állhat fenn, ha a személy a konténer elé kerül. Ekkor a konténert a leghamarabb meg kell állítani és lehetővé kell tenni a személy kiszabadítását.

Vész-leállító kapcsoló biztonsági követelmények specifikációja (SRS)

A specifikáció Dr. Földi László Gépbiztonsági szabványok Vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő szerkezeti részek (ISO 13849) előadás anyaga alapján készült.

0 . A biztonsági funkció száma

A biztonsági funkció neve: 1. Vész-leállító kapcsoló,

1. Biztonsági funkciót kiváltó esemény (Trigger)

A biztonsági funkciót aktiválja a vész-leállító kapcsoló benyomása

2. A biztonsági funkció leírása

Vész esetén megállítja a gép által végzett összes mozgást, energiamentessé teszi a gépet.

3. Szükséges PLr vagy SIL szint

$PLr = c$

4. A szükséges leállítási kategória 0,1 vagy 2.

1 = szabályozott leállítás (majd kapcsolja ki az összes energiát)

5. Az SF aktiválási gyakorisága

Ez a biztonsági funkció legalább minden műszak kezdésénél egyszer ellenőrzésre kerül.

6. Válaszidő

Ennek a funkciónak az aktiválása után a gép kb. 500 ms biztonságos helyzetben

7. Az SF vezérlési tartománya (a funkció működése)

Ennek a biztonsági funkciónak az aktiválása után a gépben a következők történnek:

Mozgás megállítása.

Ez a biztonsági funkció a gép következő részét vezérli: Villamos energia megszüntetése a motor frekvenciaváltójának.

8. Melyik üzemmódban aktív az SF?

Automata és kézi üzemmódban is aktív a vész-leállítás kapcsoló.

9. Melyik üzemmódban lesz elnémítva az SF?

Nincs elnémítva egyik üzemmódban sem

10. Hogyan érhető el ez a némítás?

-

11. Mely funkciók lesznek elnémítva?

Nincs némítás a biztonsági funkcióknál.

12. Várható környezeti feltételek a zónában?

Külső területen, féltető alatt környezeti hőmérséklet, csapadék: eső, hó, hőmérséklet: fagy.

13. Az SF vizsgálati időköze

Bemenetek 15ms, egyéb az ismételt aktiváláskor,

14. A gép viselkedése az energia kimaradásakor

A gép reakciója energia-kimaradás esetén megáll minden mozgás.

15. Azoknak a funkcióknak a prioritása, amelyek egyidejűleg működhetnek, és amelyek egymást kölcsönösen kizáró működést okozhatnak.

Prioritás: 1. Vész-leállító kapcsoló, 2. Szerviz ajtók, 3. Fényfüggöny,

16. A gép biztonságos állapota

Nincs mozgás a gépben

A biztonsági funkció megtervezése és műszaki megvalósítása

Az automatizált gépeknél, rendszereknél előírás a vész-leállító kapcsoló beépítése, amelynek megnyomásával energiamentessé kell tenni a munkaterületet, mozgásokat meg kell állítani.

A vészleállítási biztonsági reléje bontja a frekvenciaváltó frekvenciaváltók S1 és S2 Safety-bemenetét, ezáltal a frekvenciaváltó a villanymotor forgását megállítja (STO) és a biztonsági relé bontja a frekvenciaváltók betáplálását is, ezáltal a villamosmotorokat energia mentesíti.

Áttételes hajtóművel rendelkező motor beépített féket tartalmaz, vezérlését a motor meghajtó frekvenciaváltó végzi. A frekvenciaváltón a beállított küszöb frekvencia alatt a fék oldása megszűnik, ezáltal a villanymotor forgása vész-leállítási esetén fékeződik.

A megállítási MSZ EN 61800-5-2:2017 szabványban [10] a biztonságos fékvezérlés (SBC) tartozik.

Bemenetek: Vész-leállító kapcsolók



18. ábra XB5AS8444 gombafejű vészgomb (Forrás: A termék Schneider Electric honlapja)

A 18. ábrán látható vészleállító kapcsoló a három darab kezelőre és az egy darab vezérlőszekrényre lett elhelyezve. Gyártó: Schneider Electric, Típus: XB5AS8444. A 4 db kapcsoló sorba van kötve és duplikált bontó érintkezők és egy segédérintkező kapott helyett mindegyik kapcsolóban, amellyel a kijelzőn meg lehet állapítani, hogy melyik kapcsoló van benyomva. A kapcsolók nyomásra bontják a vészleállító áramkörét és a benyomott kapcsolót elfordítással lehet oldani. Az üzem kérésére Schneider ZBZ1605 védőgallérrel lett alkalmassá téve a LOTO elveknek megfelelő lakatoláshoz.

Logika: Biztonsági relé



19. ábra OMRON G9SE-401 (Forrás: <https://industrial.omron.hu/hu/products/g9se>)

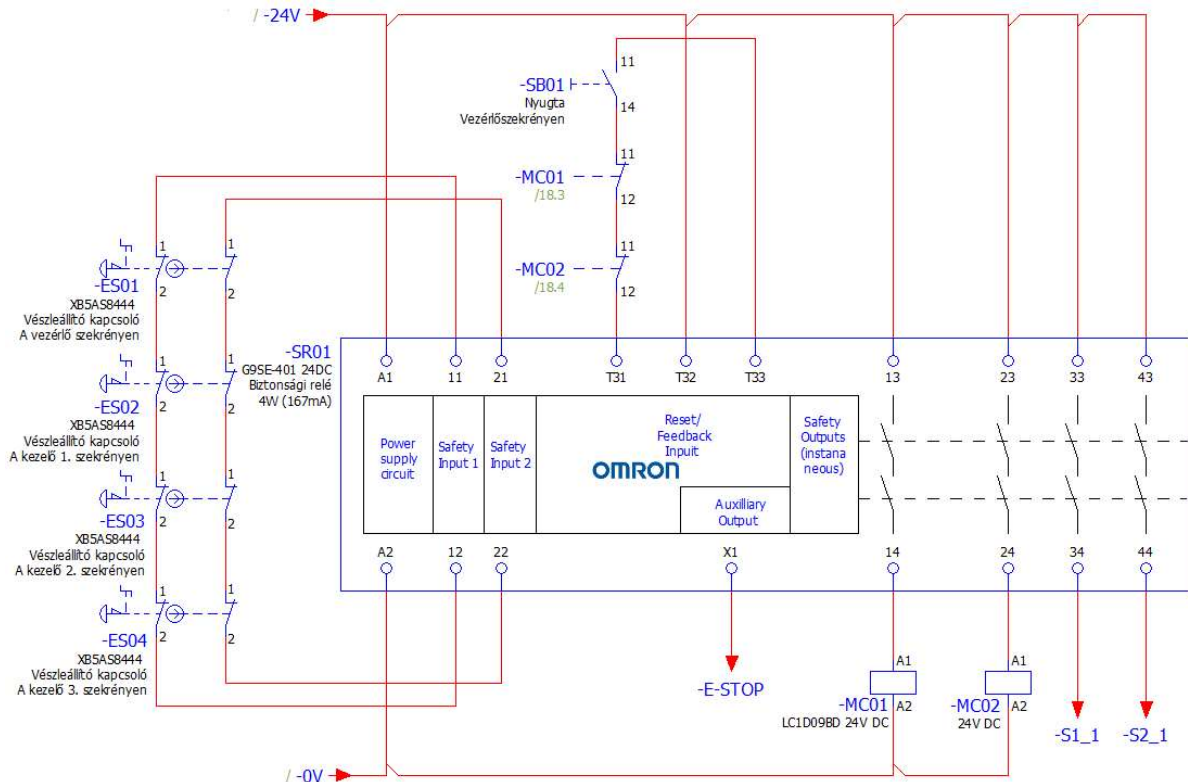
A biztonsági logikai áramkör egy OMRON gyártmányú, G9SE-401 24DC típusú biztonsági reléből áll. A bemenetén két egymástól elektromosan különálló bontó érintkezőt lehet rácsatlakoztatni a T11-T12 és T21-T22 csatlakozópontjára. Lehetőség van kézi és automata nyugtázásra a bekötéstől függően. Négy darab záró érintkezőt tartalmaz a biztonsági relé kimenete, amelyből kettő darab a mágnes-kapcsolót, további kettő darab a frekvenciaváltó safety bemenetét vezérli. Az áramkör aktiválása - nyugtázása csak a vezérlőszekrényen lévő NYUGTA vezérlő elemmel történhet, előtte meg kell győződni, hogy a kiváltó ok, veszély elhárult és a benyomott kapcsoló oldva van.

Kimenet: Redundáns mágnes-kapcsoló



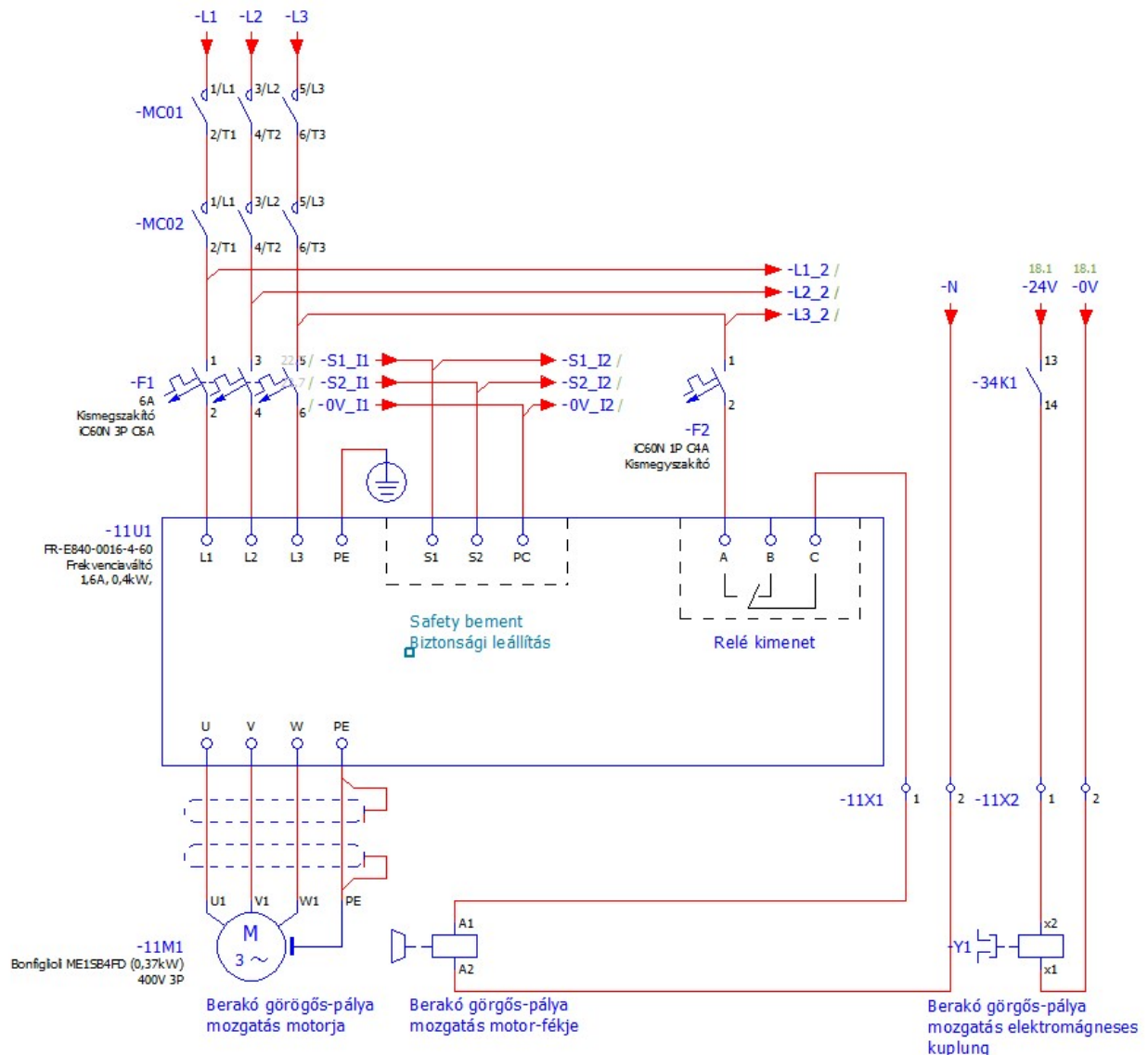
20. ábra Schneider LC1D09BD (Forrás: Schneider Electric honlapja)

A biztonsági relé kimentére kettő darab Schneider LC1D09BD mágnes-kapcsoló csatlakozik. Mindkettő mágnes-kapcsolónak egy bontóérintkezője csatlakoztatva van a biztonsági relé FeedBack áramkörébe, a biztonsági relé ezáltal értesül arról, hogy a mágnes-kapcsoló érintkezői esetlegesen összetapadtak-e és nem tértek-e vissza az alaphelyzetébe. A mágnes-kapcsoló a frekvenciaváltók tápellátását bontja vészleállítás esetén, ezáltal a villamosmotorok áramköre energiamentes állapotba kerül.



21. ábra Vész-leállító áramkör kapcsolási rajza

A vész-leállító kapcsoló elvi kapcsolási rajza a 21. ábrán látható. A 4db vészleállító kapcsoló a redundáns bontó-érintkezőkön kívül, tartalmaz még egy bontó érintkezőt, amelyek a PLC bemenetére vannak kötve és a HMI kijelzőn lehet információt szerezni, hogy melyik vész-leállító kapcsoló van benyomva. A nyugta nyomógomb csak a vezérlőszekrényen található. A biztonsági relé X1-es kapcsán lévő kimenet kapcsolódik a PLC bemenetére, ezzel a jellel lehet a biztonsági relé aktív állapotát felismerni.



22. ábra Motor áramkör a vész-leállítás mágnes-kapcsolóval és frekvenciaváltóval

A 22. ábrán a motorvezérlő frekvenciaváltó áramköre látható. A mágnes-kapcsolók sorba kapcsolva bontják a frekvenciaváltók tápellátását. A többi frekvenciaváltó tápellátása és biztonsági bemenete párhuzamosan kapcsolódik az első, ábrán látható frekvenciaváltóhoz, kialakításában is megegyezik. A villamosmotor fék oldását a frekvenciaváltó látja el, a berakó és a kivét görgős-pálya oldását a PLC vezérli. A frekvenciaváltók safety, biztonsági bemeneteire (S1, S2) a vész-leállító kapcsoló, az ajtó-retesz kapcsoló és a fényfüggönyök kényszerműködtetésű érintkezővel ellátott reléken keresztül kapcsolódik, ezáltal történik a veszélyes térbe való behatolás esetén történő veszélyes mozgások tiltása.

Értékelés

Bemenet: Vészleállító kapcsoló

Mechanikai tartósság: 300000 ciklus, amit B10 értéknek felel meg, ezért B10_d = 600000 ciklus.

Működtetés: legalább műszak kezdéskor egyszer ellenőrzik, és két műszakban dolgoznak, heti 5 napban, tehát az átlagos éves kapcsolások számát a Szakirodalom feldolgozás című fejezetében a (3.) képlet helyett, az alábbi összefüggéssel számoltam ki:

n_{op} = működtetés naponta x heti munkanap x ledolgozott hetek száma,

$$n_{op} = 2 \times 5 \times 52 = 520 \text{ ciklus/év}$$

1db kapcsoló esetén az (1.) képlet alapján:

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \times n_{op}} = \frac{600000}{0,1 \times 520} = 11538 \text{ év}$$

4db vész-leállító kapcsoló esetén a (5.) képlet alapján:

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{MTTF_{di}} = \frac{4}{11538} \Rightarrow MTTF_d = 2884,5 \text{ év}$$

Logika: biztonsági relé

Az elektromos tartósság: legalább 50000 működés, amit B10 értéknek felel meg, ezért a (2.)

képlet alapján: B10_d = 2 x B10 = 2 x 50000 = 100000 ciklus.

Az átlagos idő a veszélyes meghibásodásig MTTF_d értéke az (1.) képlet alapján:

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \times n_{op}} = \frac{100000}{0,1 \times 520} = 1923 \text{ év}$$

Kimenet: Redundáns mágnes-kapcsoló

B10_d = 1369863 ciklus (Gyári adat)

Az átlagos idő a veszélyes meghibásodásig MTTF_d értéke az (1.) képlet alapján:

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \times n_{op}} = \frac{1369863}{0,1 \times 520} = 26343 \text{ év}$$

Teljes biztonsági funkcióra:

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{MTTF_{di}} = \frac{1}{2884,5} + \frac{1}{1923} + \frac{1}{26343} = > MTTF_d = 1105,4 \text{ év}$$

Diagnosztikai lefedettség:

$$DC_{avg} = \frac{\frac{60\%}{2884} + \frac{90\%}{1923} + \frac{90\%}{26343}}{\frac{1}{2884} + \frac{1}{1923} + \frac{1}{26343}} = 78,5\%$$

Ellenállóság a közös módú meghibásodásokkal szemben (CCF) a 4. táblázat alapján:

1. Szétválasztás	25
2. Diverzitás-elv	0
3. Túláram védelem	15
Jól bevált alkatrészek	5
4. Felmérés/ellenőrzés	5
5. Szakértelem/betanítás	5
6. Környezet	25
Egyéb	5
Összesen:	80

A vezérlőrendszer hozzájárulása a kockázatsökkentéshez

Teljesítményszint (PL)	a							
	b							
	c							
	d							
	e							
Diagnosztikai lefedettség DC		nincs	nincs	alacsony	közepes	alacsony	közepes	magas
Kategória		B	1	2	2		3	4
Közös okú meghibásodások CCF		Nem releváns			Nagyobb, mint 65 %			

DC

MTTFd

Nincs	Alacsony	Közepes	Magas	Alacsony	Közepes	Magas
0 -60 %	60 – 90 %	90 -99 %	≥99 %	3 -10 év	10 – 30 év	30 -100 év

Nyitható védőburkolat- szervizajtók reteszkapcsolók

A vezérlőrendszer biztonságával összefüggő szerkezeti részek azaz SRC/SC által teljesítendő biztonsági funkciók azonosítása

A védőburkolat a csarnokon belül expandált lemezes kerítés, a féltető alatt polikarbonát lemezes kerítés. A munkavállalónak feladata a surrantó alatt leesett hulladék feltakarítása, műszakonként akár többször is, ezért a védő kerítést nyitható védőburkolat részekkel, szervizajtókkal kell megszakítani. Nyitott szervizajtó esetén a munkavállaló léphet a veszélyes munkatérbe és ott sérülés érheti, ezért nyitott szervizajtó esetén a konténer mozgását nem szabad engedélyezni. Az ajtó zárt pozícióját biztonsági eszközzel figyelni kell. Az ajtóra biztonsági ajtóretesz kerül lehelyezésre, nyitása esetén a frekvenciaváltó biztonsági bemenetein (S1 és S2) az engedélyező 24V-os feszültséget a biztonsági funkció lekapcsolja, ezáltal a villamosmotorok forgása megszűnik, ezáltal a konténer mozgása megáll.

0 . A biztonsági funkció száma

A biztonsági funkció neve: 2. Burkolat retesz kapcsoló,

1. Biztonsági funkciót kiváltó esemény (Trigger)

A biztonsági funkciót aktiválja az ajtó reteszkapcsoló nyitása

2. A biztonsági funkció leírása

Retesz kapcsoló nyitása esetén megállítja a gép által végzett összes mozgást,

3. Szükséges PLr vagy SIL szint

PLr = c

4. A szükséges leállítási kategória 0,1 vagy 2.

1 = szabályozott leállítási,

5. Az SF aktiválási gyakorisága

Ez a biztonsági funkció a lehulló hulladék takarításánál, műszakonként 2-3 alkalommal,

6. Válaszidő

Ennek a funkciónak az aktiválása után a gép kb. 500 ms biztonságos helyzetben

7. Az SF vezérlési tartománya (a funkció működése)

Ennek a biztonsági funkciónak az aktiválása után a gépben a következők történnek:

Mozgás megállítása.

Ez a biztonsági funkció a gép következő részét vezérli: motor frekvenciaváltójának safety bementének bontása.

8. Melyik üzemmódban aktív az SF?

Automata és kézi üzemmódban is aktív,

9. Melyik üzemmódban lesz elnémítva az SF?

Nincs elnémítva egyik üzemmódban sem

10. Hogyan érhető el ez a némítás?

-

11. Mely funkciók lesznek elnémítva?

Nincs némítás a biztonsági funkcióknál.

12. Várható környezeti feltételek a zónában?

Külső területen, féltető alatt környezeti hőmérséklet, csapadék: eső, hó, hőmérséklet: fagy.

13. Az SF vizsgálati időköze

Bemenetek 15ms, egyéb az ismételt aktiváláskor,

14. A gép viselkedése az energia kimaradásakor

A gép reakciója energia-kimaradása esetén megáll minden mozgás.

15. Azoknak a funkcióknak a prioritása, amelyek egyidejűleg működhetnek, és amelyek egymást kölcsönösen kizáró működést okozhatnak.

Prioritás: 1. Vész-leállító kapcsoló, 2. Szerviz ajtók, 3. Fényfüggöny,

16. A gép biztonságos állapota

Nincs mozgás a gépben

A biztonsági funkció megtervezése és műszaki megvalósítása

Bemenet: Retesz kapcsoló



24. ábra OMRON D4NS-4CF (Forrás: <https://industrial.omron.hu/hu/products/D4NS-4CF>)

Kettő darab szerviz ajtó található a védő kerítésen, és mindkettő rendelkezik ajtó retesz kapcsolóval. A kapcsoló típusa OMRON D4NS-4CF, amely tartalmaz redundáns bontó érintkezőt, amely a biztonsági relé bemenetére csatlakozik és egy záró-érintkezőt, amellyel a HMI kijelzőjén tekinthetjük meg, hogy melyik ajtó van nyitva. A kulcs-nyelv működtetésű retesz-kapcsoló MSZ EN ISO 14119:2014 szabvány alapján 2-es típusú, megfelel ebben a környezetben védőburkolatokhoz történő használatra.

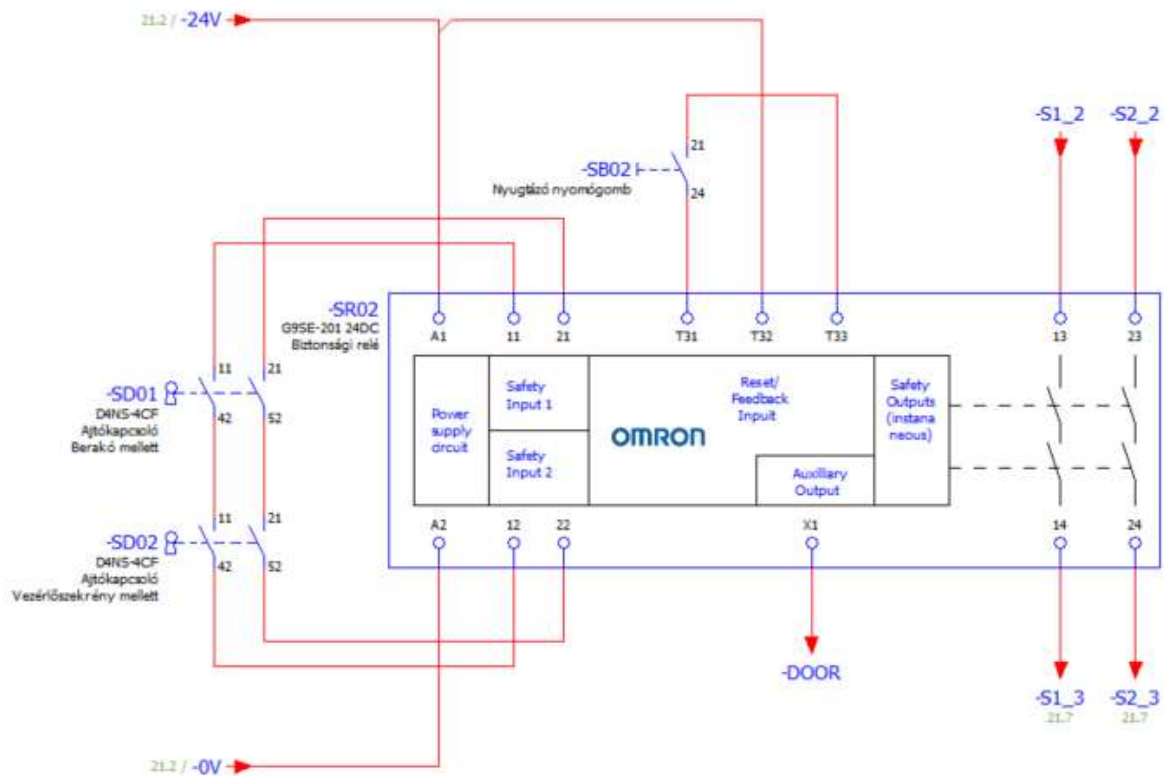
Logika és kimenet: Biztonsági relé



25. ábra OMRON G9SE-201 (Forrás: <https://industrial.omron.hu/hu/products/g9se>)

A biztonsági logikai áramkör egy OMRON gyártmányú, G9SE-201 24DC típusú biztonsági reléből áll. A bemenetén két egymástól elektromosan különálló bontó érintkezőt lehet rácsatlakoztatni a T11-T12 és T21-T22 csatlakozópontjára, ezekre a csatlakozókra vannak az ajtó retesz-kapcsolók csatlakoztatva. A retesz-kapcsoló kapcsolók sorban vannak kötve. A biztonsági relé nyugtázása az ajtók melletti kezelőkről történik, kézi nyugtázású. Az áramkör kimenetén lévő két darab záró érintkező a frekvenciaváltó safety bemeneteit (S1, S2) vezérlik. Biztonságtechnikai jellemzők a gyártói dokumentum [14] alapján:

$PFH_d = 2,8E-8$, $PL = e$, Kategória = 4, $MTTF_d = 100$ év, $DC_{avg} = 99\%$,



26. ábra A biztonsági ajtóretesz áramkör kapcsolási rajza

Az ajtó-retesz kapcsolók sorban kapcsolódnak ajtók biztonsági reléjéhez. A retesz kapcsolók tartalmaznak egy további érintkezőt, amellyel megállapítható, hogy melyik ajtó van nyitva. Az ajtó-retesz zárása után nyomógombbal lehet nyugtázni az biztonsági relét. A biztonsági relé redundáns záró érintkezői a frekvenciaváltó safety bemenetiről bontják a 24V-os kapcsoló feszültséget. A PLC az X1-es kimeneten értesül a biztonsági relé aktív állapotáról.

A teljesítményszint értékelése

Bemenet: Biztonsági ajtó retesz-kapcsoló

$B10_d = 2E+6$ ciklus [14].

Működtetés: egy műszak alatt háromszor-négyszer történik, a műszakváltáskor és a présüzemi szünetidőkben, ahol két műszakban dolgoznak, heti 5 napban, tehát az átlagos éves kapcsolások száma:

$$n_{op} = 4 \times 2 \times 5 \times 52 = 2080 \text{ ciklus/év}$$

1db kapcsoló esetén az átlagos működési idő a veszélyes meghibásodásig a (2) képlet alapján:

$$MTTF_d = \frac{2000000}{0,1 \times 2800} = 9615 \text{ év}$$

2db retesz kapcsoló esetén a (5) képlet alapján:

$$MTTF_d = \frac{9615}{2} = 4807 \text{ év}$$

Logika: biztonsági relé

A gyártói - Megbízhatósági adatok a gépek biztonságához című dokumentációban [14] az alábbi érték szerepel: $MTTF_d = 100 \text{ év}$.

Kimenet: Frekvenciaváltó

A gyártói adat csak teljesítményszintre található: d.

Teljes biztonsági funkcióra a (5.) képlet alapján:

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{MTTF_{di}} = \frac{1}{4807} + \frac{1}{100} = > MTTF_d = 97 \text{ év}$$

Diagnosztikai lefedettség a (8.) képlet alapján:

$$DC_{avg} = \frac{\frac{60\%}{4807} + \frac{99\%}{100}}{\frac{1}{4807} + \frac{1}{100}} = 98\%$$

Ellenállóság a közös módú meghibásodásokkal szemben (CCF) a 4. táblázat alapján:

1. Szétválasztás	25
2. Diverzitás elv	0
3. Túláram védelem	15
Jól bevált alkatrészek	0
4. Felmérés/ellenőrzés	5
5. Szakértelem/betanítás	5
6. Környezet	25
<u>Egyéb</u>	<u>5</u>
Összesen:	75

A vezérlőrendszer hozzájárulása a kockázatsökkentéshez

Teljesítményszint (PL)	a							
	b							
	c							
	d							
	e							
Diagnosztikai lefedettség DC		nincs	nincs	alacsony	közepes	alacsony	közepes	magas
Kategória		B	1	2	2	3	3	4
Közös okú meghibásodások CCF		Nem releváns		Nagyobb, mint 65 %				
		DC			MTTFd			
		Nincs 0 -60 %	Alacsony 60 – 90 %	Közepes 90 -99 %	Magas ≥99 %	Alacsony 3 -10 év	Közepes 10 – 30 év	Magas 30 -100 év

27. ábra Az ajtó-retesz kapcsoló PL teljesítményszintjének meghatározása

A retesz-kapcsoló és biztonsági relé a 27. ábra alapján d kategóriájú, a frekvenciaváltó szintén d, az MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabvány 11. táblázata alapján a három vagy kettő azonos d teljesítményszintű SRC/CS továbbra is d szintnek tekinthető, ezért $PL \geq PL_r$.

Fényfüggönyök

A vezérlőrendszer biztonságával összefüggő szerkezeti részek azaz SRC/SC által teljesítendő biztonsági funkciók azonosítása

A konténerek berakásánál és kivételénél a védőkerítés védőszerepének folytonosságát meg kell szakítani, hozzáférést kell biztosítani a védett térhez. A védett térbe történő behatolást észlelését, és ezáltal a veszélyes mozgások megállítását, biztonsági funkciójú elemmel lehet megvalósítani. A fényfüggöny, mint aktív optoelektronikus védőberendezés adó és a vevő eleme közötti láthatatlan, infravörös fény megszakítását észleli. A megszakítás a konténer berakásakor és kivételekor vagy a személy védtérbe való belépéskor, kézzel történő benyúlásakor történhet, ekkor a veszélyes mozgások megállnak. Amennyiben ismét szabad a fényfüggöny adó és vevő része között a fény útja a fényfüggöny nyugtázható.

A fényfüggöny nyugtázásakor meg kell győződni arról, hogy a védett térben személy nem tartózkodik.

0 . A biztonsági funkció száma: SF003

A biztonsági funkció neve: 3. fényfüggöny,

1. Biztonsági funkciót kiváltó esemény (Trigger)

A biztonsági funkciót aktiválja a fényfüggönybe való belépés, benyúlás, konténer behelyezés és kivétel,

2. A biztonsági funkció leírása

Fényfüggönyök közötti fényút megszakítás esetén megállítja a gép által végzett összes mozgást,

3. Szükséges PLr vagy SIL szint

PLr = c

4. A szükséges leállítási kategória 0,1 vagy 2.

1 = szabályozott leállítás,

5. Az SF aktiválási gyakorisága

Ez a biztonsági funkció konténer berakásnál és kivételénél kb. 20 perc-50 perc a konténer telítődéstől függően,

6. Válaszidő

Ennek a funkciónak az aktiválása után a gép kb. 500 ms biztonságos helyzetben

7. Az SF vezérlési tartománya (a funkció működése)

Ennek a biztonsági funkciónak az aktiválása után a gépben a következők történnek:

Mozgás megállítása.

Ez a biztonsági funkció a gép következő részét vezérli: motor frekvenciaváltójának safety bementének bontása.

8. Melyik üzemmódban aktív az SF?

Automata és kézi üzemmódban is aktív,

9. Melyik üzemmódban lesz elnémítva az SF?

Nincs elnémítva egyik üzemmódban sem

10. Hogyan érhető el ez a némítás?

-

11. Mely funkciók lesznek elnémítva?

Nincs némítás a biztonsági funkcióknál.

12. Várható környezeti feltételek a zónában?

Külső területen, féltető alatt környezeti hőmérséklet, csapadék: eső, hó, hőmérséklet: fagy.

13. Az SF vizsgálati időköze

Bemenetek 15ms, egyéb az ismételt aktiváláskor,

14. A gép viselkedése az energia kimaradásakor

A gép reakciója energia-kimaradása esetén megáll minden mozgás.

15. Azoknak a funkcióknak a prioritása, amelyek egyidejűleg működhetnek, és amelyek egymást kölcsönösen kizáró működést okozhatnak.

Prioritás: 1. Vész-leállító kapcsoló, 2. Szerviz ajtók, 3. Fényfüggöny,

16. A gép biztonságos állapota

Nincs mozgás a gépben

A biztonsági funkció megtervezése és műszaki megvalósítása

Bemenet és Logikai egység



28. ábra KEYENCE GL-R72H

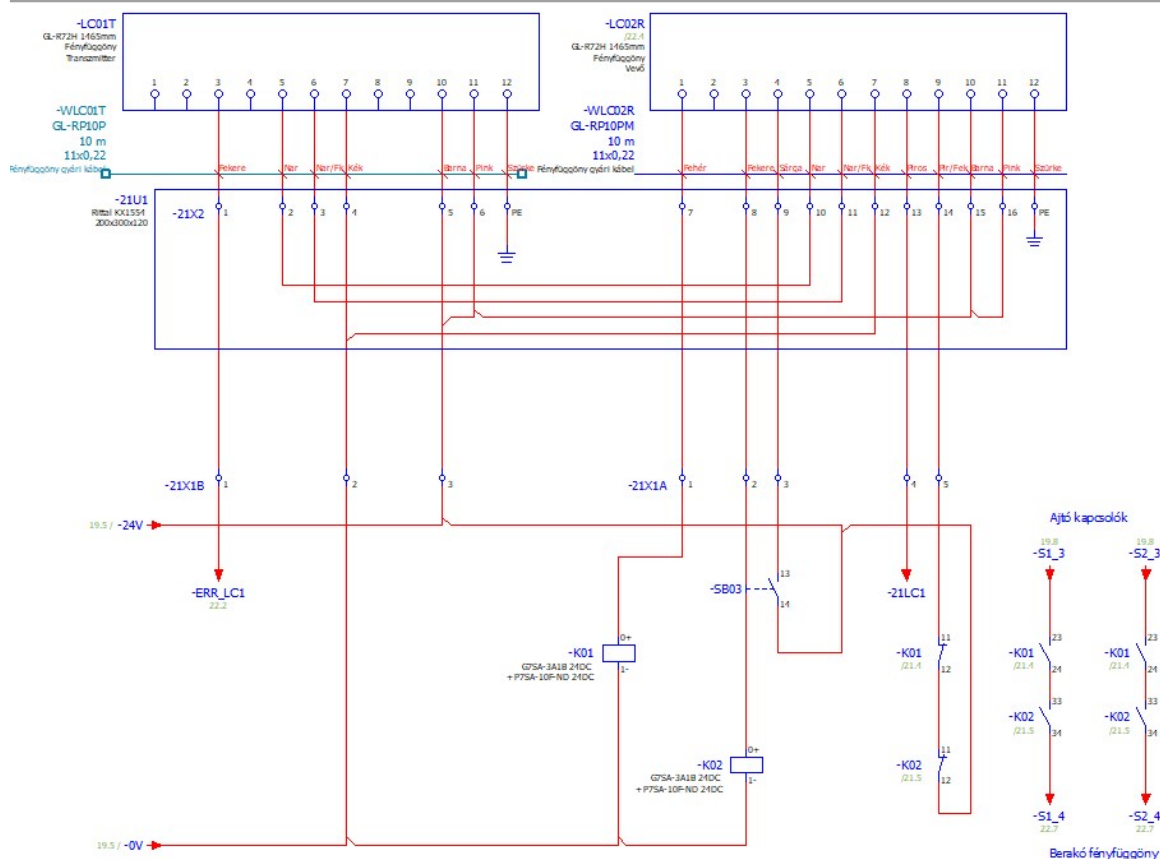
A KEYENCE gyártmányú, GL-R72H típusú fényfüggöny [15] bemeneti és logikai egységet magában foglaló biztonsági egység. A fényfüggöny 1420mm érzékelési magasságú, 25mm-es érzékelési távolságú. A fényfüggönybe épített logikai egység lekezezi a kimenetére kapcsolt relék vezérlése és a reléktől történő visszacsatolást, és a fényfüggönyök nyugtázását. Az adó (Transmitter) és a vevő (Receiver) egység adatjellel van összekötve, ezért a fényfüggönybe beépített LED diódák mutatják a fényfüggöny állapotát mindkét oldalon. A fények akadálytalan átjutásakor mindkét oldalon zöld fények világítanak, akadály esetén pirosra változik.

Kimenet: Kényszerműködtetéses érintkezőkkel ellátott relé

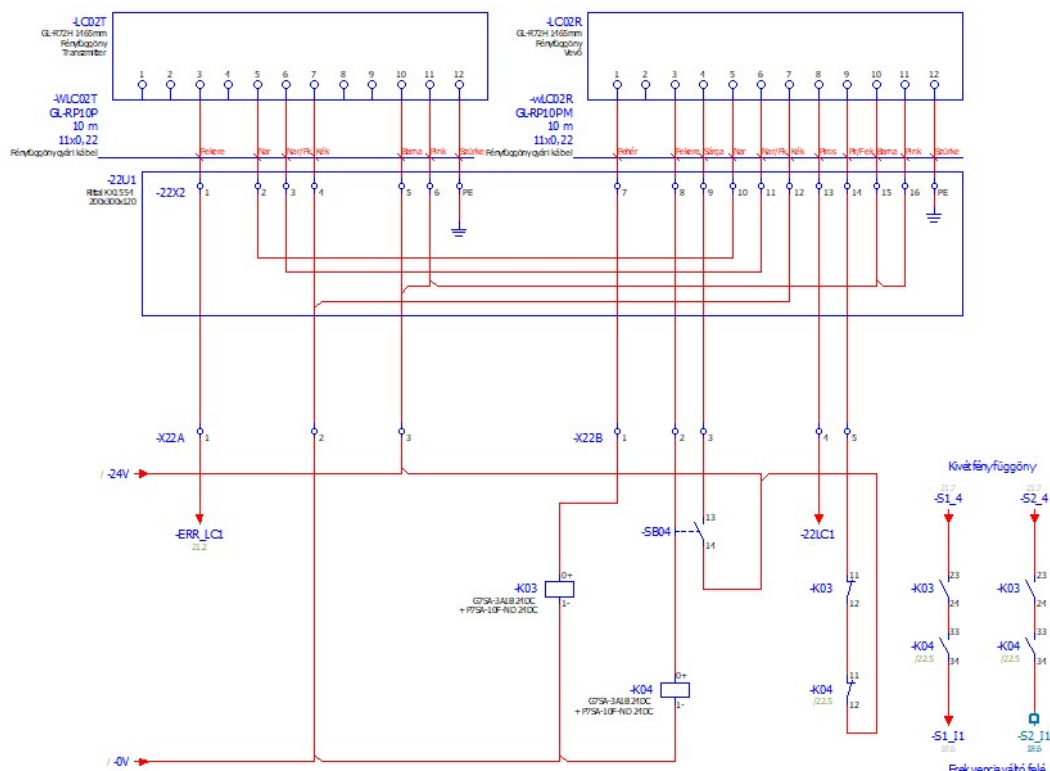


29. ábra OMRON G7SA-3A1B

A fényfüggöny kimeneti kapcsaira OMRON G7SA-3A1B 24VDC (29. ábra) kényszerműködtetéses érintkezőkkel ellátott relék csatlakoznak. A kényszerműködtetésnek az a jellemzője, hogy az érintkezők betapadása esetén, vagy egyéb meghibásodások miatt az érintkező nem tér vissza az alaphelyzetébe, és az ellenőrzésre szolgáló bontó érintkező sem tér vissza, ezáltal lehet tudomást szerezni a relé meghibásodásáról. A relé a frekvenciaváltók S1 és S2 safety bemenetiről bontja a redundáns 24V-ot.



30. ábra A kivét fényfüggöny kapcsolási rajza



31. ábra A berakó fényfüggöny kapcsolási rajza

A teljesítményszint értékelése

Input és logika: Fényfüggöny

A fényfüggöny tartalmazza logikai egységet is.

A gyártói adat, csak a teljesítményszintre található a gyártói leírás, a KEYENCE Safety Lighting Curting User Manual szerint [15]: e.

Kimenet: Relé

$B10_d = 4.0E+5$ ciklus az OMRON Reliability Data for Safety of Machinery alapján [14].

Működtetés: egy műszak alatt legfeljebb nyolcszor történik a konténer berakása és kivétele, a présüzem termelésétől függően, ahol két műszakban dolgoznak, heti 5 napban, tehát az átlagos éves kapcsolások száma:

$$n_{op} = 8 \times 2 \times 5 \times 52 = 4160 \text{ ciklus/év}$$

1db kapcsoló esetén az átlagos működési idő a veszélyes meghibásodásig a (2) képlet alapján:

$$MTTF_d = \frac{400000}{0,1 \times 4160} = 961 \text{ év}$$

Diagnosztikai lefedettség (DC_{avg}) a 3. táblázat alapján:

A Közvetlen ellenőrzés (elektromechanikus készülékek ellenőrzése mechanikusan kapcsolt érintkezőkkel): 99%

Ellenállóság a közös módú meghibásodásokkal szemben (CCF) a 4. táblázat alapján:

- | | |
|--------------------------|----|
| 1. Szétválasztás | 25 |
| 2. Diverzitás-elv | 0 |
| 3. Túláram védelem | 15 |
| Jól bevált alkatrészek | 0 |
| 4. Felmérés/ellenőrzés | 5 |
| 5. Szakértelem/betanítás | 5 |

6. Környezet	25
Egyéb	5
Összesen:	75

A vezérlőrendszer hozzájárulása a kockázatsökkentéshez

Teljesítményszint (PL)	a							
	b							
	c							
	d							
	e							
Diagnosztikai lefedettség DC		nincs	nincs	alacsony	közepes	alacsony	közepes	magas
Kategória		B	1	2	2	3	3	4
Közös okú meghibásodások CCF		Nem releváns		Nagyobb, mint 65 %				

DC

MTTFd

Nincs	Alacsony	Közepes	Magas	Alacsony	Közepes	Magas
0 -60 %	60 – 90 %	90 -99 %	≥99 %	3 -10 év	10 – 30 év	30 -100 év

32. ábra A fényfüggöny PL teljesítményszint meghatározás

A retesz-kapcsoló és biztonsági relé a 32. ábra alapján d kategóriájú, a fényfüggöny „e” teljesítményszintű.

A teljes rendszerre az SRC/CS d szintnek tekinthető, ezért $PL \geq PL_r$.

6. Gazdasági számítás

A gazdasági számítás fejezetében a gyártás során felhasznált alkatrészek, fémanyag árát és a ráfordított munkaórát tudom feldolgozni, a megtérülést nem lehet kifejezni, mivel az átalakítást a konténer mozgatás biztonságosabbá tétele miatt kellett végrehajtani.

Megnevezés:	Típus:	Ár:	M.e.:	
Fényfüggöny	KEYENCE GL-R60H	402 524.-	2db	805 048.-
Fényfüggöny felfogató konzol	KEYENCE GL-RB21	18 987.-	4db	75 948.-
Fényfüggöny kábel 5m	KEYENCE GL-RP5PM	36 835.-	2db	73 670.-
Fényfüggöny kábel 10m	KEYENCE GL-RP10PM	101 088.-	2db	202 176.-
Biztonsági ajtókapcsoló + kulcs	OMRON D4NS-4CF + D4DS- K1	22 000.-	2db	44 000.-
Biztonsági ajtókapcsoló fogantyú-retesz	OMRON D4SL-NSK10-LK	102 900.-	2db	205 800.-
Biztonsági relé	OMRON G9SE-401 24DC	62 050.-	1db	62 050.-
Biztonsági relé	OMRON G9SE-201 24DC	39 440.-	1db	39 440.-
Kényszerműködtetésű érintkezős relé	OMRON G7SA-3A1B	16 100.-	4db	64 400.-
Relé foglalat	OMRON P7SA-10F-ND-PU- 24V	15 210.-	4db	60 840.-
Frekvenciaváltó 0,37kW kocsi mozgatás	Mitsubishi FR-E840-0016-4-60	94 389.-	1db	94 389.-
Frekvenciaváltó 0,75kW görgős-pálya mozgatás	Mitsubishi FR-E840-0026-4-60	102 255	4db	409 020.-
Hajtóműves motor 0,37kW	Bonifiglioli C 353 P162 S1 B3/037kW 4P ME1SB	211 766.-	1db	211 766.-
Hajtóműves motor 0,75kW	Bonifiglioli C 353 P77,6 S2 B3/075kW 4P MX2SB	251 235	4db	1 004 940.-
Összesen:				3 277 539.-

7. Következtetések és javaslatok

A beépített biztonsággal kapcsolatos vezérlő elemek teljesítmény szintje a meghatározott teljesítményszint felett található, az elegendő „c”-szint helyett „d”-szintnek felel meg. A beépített biztonsági elemek a megrendelő által javasolt gyártójú, preferált termékek voltak.

A mozgatás sebessége nem éri el a 250mm/s-os értéket, ami biztonságosan lassúnak tekintendő. A fékes motoros hajtás megállítás utáni futási értéke kb. 0,5s, ami kb. 50mm. Javasolt az után futás műszeres mérése.

Az automata üzemnél javasolt a kettős biztonsági zóna kialakítása, mivel a konténer berakása esetén a konténer töltésénél a mozgatás is megáll. Lecsukott zajvédő kapu esetén, amely a személyek a védett térbe történő bejutást is megakadályozza, a surrantó alatti konténer mozgatása a töltés során lehetségessé válna. A logikai megoldása: a külső fényfüggöny és a külső szerviz-ajtó áthidalása a kapu lecsukott állapotát figyelő biztonsági kapcsolóval. A biztonságtechnikai logika kialakítását biztonsági relé helyett biztonsági programozható vezérlővel célszerű megoldani.

A teljesítményszintek kiszámolásához a szükséges megbízhatósági adatok elérhetősége sok esetben rendkívül körülményes, mivel a teljesítményszint számoláshoz, meghatározásához az egyszerűbb használatú SISTEMA-programot használják, és a gyártók ehhez készítenek könyvtárakat illetve VDMA66413 mappákat.

8.1 Összefoglalás

Szakdolgozatomban egy konténermozgató pálya automatizálása során felvetődő biztonságtechnika villamos tervezését dolgoztam fel.

A biztonsági funkciók kialakítása során áttekintettem az elengedhetetlenül szükséges jogszabályokat, szabványokat: az MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány a kockázatfelméréshez és kockázatcsökkentéshez és az MSZ EN ISO 13849-1:2016 szabványt a biztonsági funkciók kiválasztásához, ellenőrzéshez.

Bemutattam a konténer mozgatók során fellépő megoldandó problémát.

Az MSZ EN ISO 13849-1 szabvány alapján megterveztem és megvizsgáltam vész-leállítás kapcsoló, ajtó-retesz kapcsoló, fényfüggöny biztonsággal kapcsolatos vezérlő elemeinek a megfelelőségét.

Következtetéseket és javaslatokat tettem a biztonsági funkciók kialakításával kapcsolatban

A dolgozat végén gazdasági számításnál a biztonsági funkciók alkatrészek költségeit számoltam össze.

8.2 Summary

In my thesis, I worked on the electrical design of safety technology arising during the automation of a container moving track.

During the development of the safety functions, I have reviewed the absolutely necessary legislation and standards: the MSZ EN ISO 12100:2011 standard for risk assessment and risk reduction and the MSZ EN ISO 13849-1:2016 standard for the selection and control of safety functions.

I presented the problem to be solved during container movement.

Based on the MSZ EN ISO 13849-1 standard, it's been designed and examined the adequacy of the safety-related control elements of the emergency stop switch, door-latch switch, and light curtain.

I made conclusions and suggestions regarding the design of security functions

At the end of the thesis, I have calculated the costs of the components of the safety functions in the economic calculation.

9. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Horváth Béla Ferenc
A Hallgató Neptun kódja: BJ6X25
A dolgozat címe: PRÉSÜZEMI KONTÉNERMOZGATÁS
AUTOMATIZÁLÁSA
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Mechatronika tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2024. év, november hó, 4. nap



Hallgató

NYILATKOZAT

Alulírott Horváth Béla Ferenc, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2024. év november hó 3. nap


Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2024. év november hó 4. nap


Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Horváth Béla Ferenc (BJ6X25) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*³

Kelt: 2024 év, november hó, 4 nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

10. Irodalom jegyzék

- [1] „1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről,” 1993. [Online]. Available: <https://njt.hu/jogszabaly/1993-93-00-00>. [Hozzáférés dátuma: 26 10 2024].
- [2] „Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve,” [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0042>. [Hozzáférés dátuma: 26 10 2024].
- [3] *16/2008 (VIII.30.) NFGM rendelete gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról*, 2008.
- [4] *MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága, A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010)*, Magyar Szabványügyi Testület, 2011.
- [5] Spiegel István, *Jegyzet: Szabványok*, BME Munkavédelmi szakmérnök, szakember képzés, 2015.
- [6] Berencsi Bence, *Jegyzet, Gépbiztonsági szabványok, A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés (EN ISO 12100)*, Gödöllő Ipari gépek biztonsága szakmérnök szakirányú továbbképzés, 2024..
- [7] *MSZ EN ISO 13849:2016 Gépek biztonsága, Vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő szerkezeti részei*, Magyar Szabványügyi Testület.
- [8] Dr. Földi László, *Jegyzet: Gépbiztonsági szabványok. Vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő szerkezeti részek (ISO 13849)*, Gödöllő Ipari gépek biztonsága szakmérnök szakirányú továbbképzés, 2024.
- [9] *MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO 13850:2015)*, Magyar Szabványügyi Testület.

-
- [10] MSZ EN 61800-5-2:2017 Szabályozható fordulatszámú villamos hajtásrendszerek. 5-2. rész: Biztonsági követelmények. Funkcionális biztonság (IEC 61800-5-2:2016), MSZT, 2017.
- [11] Erdélyi Viktor Ferenc, „Villamos gépek biztonsági funkciói,” MATE Ipari gépek biztonsága szakirányú szabmérnök képzés, Gödöllő, 2022.
- [12] „Útmutató a biztonságos gépekhez Hat lépés a biztonságos géphez,” SICK Sensor Intelligence.
- [13] Tóthné Batra Anna, *Kockázatfelmérési jegyzőkönyv az SZG-01 (Unit Cutting Machine) gépről*, Gödöllő: Agrovéd Kft. Biztonságtechnikai Műszaki Fejlesztő és Minősítő Kft., 2014.
- [14] OMRON Industrial Automation, „Reliability Data for Safety of Machinery Parameter List English,” 2024. [Online]. Available: <https://www.ia.omron.com/support/sistemalibrary/>. [Hozzáférés dátuma: 25 10 2024].
- [15] KEYENCE, *Safety Light Curtain GL-R series User Manual*, KEYENCE, 2017.
- [16] MSZ EN 60204-1:2019 Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 1. rész: Általános követelmények, Magyar Szabványügyi Testület, 2019.
- [17] Erdély Viktor Ferenc, „Villamos gépek biztonsági követelményei,” MATE Ipari Gépek Biztonsága Szakmérnöki szak, Gödöllő, 2022.
- [18] M. Géza, *Villamosság biztonságtechnikája. I.rész*, Budapest: BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar Munkavédelmi szakirányú továbbképzési szak, 2020.
- [19] M. Electric, *Inverter FR-E800 Instruction Manual (Connection)*, Mitsubishi Electric Corporation, 2022.
- [20] OMRON, „Gépbiztonsági útmutató 2012/2013,” 2013. [Online]. Available: <https://www.omronkft.hu/>. [Hozzáférés dátuma: 30 10 2024].

- [21] *MSZ EN ISO 14119: 2014 Gépek biztonsága. Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések. Kialakítási és kiválasztási irányelvek*, Magyar Szabványügyi Testület, 2014.
- [22] SAS Schneider Electric Industries, „Safety Machine Guide,” 2011. [Online]. Available: <https://www.se.com/ww/en/work/solutions/safety/machine-safety.jsp>. [Hozzáférés dátuma: 30 10 2024].
- [23] *16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfeleléségének tanúsításáról*, 2008.

11. Melléklet

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F26_001									
 SPH Plusz Kft. Kirchhoff fasor 3. 2500 Esztergom Tel. +36 (33) 501-660									
Cég/ügyfél Projektleírás Projektszám Bizottság Présüzemi kihordómogatás automatizálása 24-BJ6X25 MATE									
Gyártó (cég) Áramút Projektnév Gyártmány Típus Telepítési hely Projektfelelős Alkatrésztulajdonságok SPH Plusz Kft. Villamos kapcsolási rajz Présüzemi konténermozgatás automatizálása									
Készült -án 2024. 11. 04. Szerkesztve -án 2024. 11. 04. tól (rövidítés) bela.horvath Tervlapok száma 36									
2									
			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Címlap / fedlap		=
			Szerk..	bela.horvath					+
			Lenyomva		Présüzemi kihordómogatás automatizálása				
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta		24-BJ6X25	Lap 1 Tervlap 1 / 36

Tartalomjegyzék

Tervlap	Tervlap leírás	Tervlap kiegészítő mező	Dátum	Szerkesztő	X
/1	Címlap / fedlap		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/2	Tartalomjegyzék : /1 - /40		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/2.a	Tartalomjegyzék : /41 - /101		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/3	Alkatrészjegyzék : MITS.FX5U-64MT/ESS - BON.MX2SB4FD		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/3.a	Alkatrészjegyzék : BON.MX2SB4FD - OBO.A14		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/3.b	Alkatrészjegyzék : OBO.A14 - WAR.SFM VAR11		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/10	Betáplálás		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/11	Frekvenciaváltó 1. Kocsi mozgatás		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/12	Frekvenciaváltó 2. Kocsi görgős-pálya		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/13	Frekvenciaváltó 3. Fix görgős-pálya		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/14	Frekvenciaváltó 4. Kivétel görgős-pálya		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/15	Frekvenciaváltó 5. Berakás görgős-pálya		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/18	Vészleállító áramkör		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/19	Ajtók Biztonsági áramkör		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/21	Fényfüggöny kivétel		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/22	Fényfüggöny berakás		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/24	PLC CPU		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/25	Bemenetek X0-7.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/26	Bemenetek X10-17.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/27	Bemenetek X20-27. Nyomógombok		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/28	Bemenetek X30-37. Nyomógombok		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/29	Bemeneti modul X40-47. Érzékelők		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/30	Bemeneti modul X50-57. Érzékelők		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/31	Kimenetek Y0-7.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/32	Kimenetek Y10-17.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/33	Kimenetek Y20-27.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/34	Kimenetek Y30-37.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/35	Elektromágneses kuplung		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/36	Kimeneti modul Y40-47. Lámpák		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/37	Kimeneti modul Y50-57. Lámpák		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/38	Kezelő 1.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/39	Kezelő 1.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/40	Kezelő 2.		2024. 11. 04.	bela.horvath	

			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Tartalomjegyzék : /1 - /40			=
			Szerk..	bela.horvath						+
			Lenyomva							
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta			24-BJ6X25	Lap 2 Tervlap 2 / 36

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Tartalomjegyzék

X oszlop: Egy automatikusan generált tervlap kézzel került utószerkesztésre

F06_001

Tervlap	Tervlap leírás	Tervlap kiegészítő mező	Dátum	Szerkesztő	X
/41	Kezelő 3.		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/100	Szerelőlap elrendezés		2024. 11. 04.	bela.horvath	
/101	Szekrény elrendezés		2024. 11. 04.	bela.horvath	
			</		

Alkatrészlista

F01_001-Suzuki

Tételszám	Név	Gyártó	Típus szám	Rajzszám		Beépített db-szám	Beállított paraméter	Forrás
1	PLC	Mitsubishi Electric	FX5U-64MT/ESS	24...28;31...34	-24A1	9	100-240V 40W	Meltrade Kft.
2	HMI	Mitsubishi Electric	GT2510-WXTBD	24	-24A2	1	24V 16W	Meltrade Kft.
3	Bővítő modul	Mitsubishi Electric	FX5-16EX/ES	29;30	-29A1	2		Meltrade Kft.
4	Bővítő modul	Mitsubishi Electric	FX5-16EYT/ESS	36;37	-36A1	2		Meltrade Kft.
5	Szekrényfűtés	Rittal	3105.370	10	-10E1	1		Megawatt Kft.
6	Vészleállítókapcsoló előlapra	Schneider Electric	XB5AS8444	18	-ES01	1		Megawatt Kft.
7	Vészleállítókapcsoló	SE	XB4BS8444	18	-ES01	2		SE
8	Kismegszakító - 3P - 20A - C görbe Dupla terminál	Schneider Electric	iC60N 3P C20A (A9F04320)	10	-10F1	1		Megawatt Kft.
9	Sorkapocs biztosíték	Weidmüller	ASK1	10	-10F2	1	0,5A	Weidmüller
10	Sorkapocs biztosíték	Weidmüller	ASK1	10	-10F3	1	0,5A	Weidmüller
11	Sorkapocs biztosíték	Weidmüller	ASK1	10	-10F4	1	0,5A	Weidmüller
12	Sorkapocs biztosíték	Weidmüller	ASK1	10	-10F5	1	0,5A	Weidmüller
13	Sorkapocs biztosíték	Weidmüller	ASK1	10	-10F6	1	1A	Weidmüller
14	Sorkapocs biztosíték	Weidmüller	ASK1	10	-10F7	1	1A	Weidmüller
15	Kismegszakító - 3P - 16A - C görbe Dupla terminál	Schneider Electric	iC60N 3P C16A (A9F04316)	10	-10F8	1		Megawatt Kft.
16	Kismegszakító - 3P - 6A - C görbe Dupla terminál	SE	iC60N	11	-11F1	1	iC60N 3P C6A	SE
17	Kismegszakító - 3P - 6A - C görbe Dupla terminál	SE	iC60N	12	-12F1	1	iC60N 3P C6A	SE
18	Kismegszakító - 3P - 6A - C görbe Dupla terminál	SE	iC60N	13	-13F1	1	iC60N 3P C6A	SE
19	Kismegszakító - 3P - 6A - C görbe Dupla terminál	SE	iC60N	14	-14F1	1	iC60N 3P C6A	SE
20	Kismegszakító - 3P - 6A - C görbe Dupla terminál	SE	iC60N	15	-15F1	1	iC60N 3P C6A	SE
21	Kismegszakító - 1P - 6A - C görbe Dupla terminál	Schneider Electric	iC60N 1P C6A (A9F04106)	24	-24F1	1		Megawatt Kft.
22	Kismegszakító - 1P - 4A - C görbe Dupla terminál	Schneider Electric	iC60N 1P C4A (A9F04106)	35	-35F1	1	iC60N 1P C4A	Megawatt Kft.
23	Kismegszakító - 1P - 4A - C görbe Dupla terminál	Schneider Electric	iC60N 1P C4A (A9F04106)	35	-35F2	1	iC60N 1P C4A	Megawatt Kft.
24	Fehér teljes őrláng Ø22 sima lencse beépített LED 230...240V	SE	XB5AVM1	10	-10H1	1		SE
25	Fehér teljes őrláng Ø22 sima lencse beépített LED 230...240V	SE	XB5AVM1	10	-10H2	1		SE
26	Fehér teljes őrláng Ø22 sima lencse beépített LED 230...240V	SE	XB5AVM1	10	-10H3	1		SE
27	Szekrényvilágítás	Rittal	SZ2500.110	10	-10H4	1		Megawatt Kft.
28	Frekvenciaváltó	Mitsubishi Electric	FR-E840-0016-4-60	11	-I01	1	1,6A, 0,4kW,	Meltrade Kft.
29	Frekvenciaváltó	Mitsubishi Electric	FR-E840-0026-4-60	12	-I02	1	2,6A, 0,75kW,	Meltrade Kft.
30	Frekvenciaváltó	Mitsubishi Electric	FR-E840-0026-4-60	13	-I03	1	2,6A, 0,75kW,	Meltrade Kft.
31	Frekvenciaváltó	Mitsubishi Electric	FR-E840-0026-4-60	14	-I04	1	2,6A, 0,75kW,	Meltrade Kft.
32	Frekvenciaváltó	Mitsubishi Electric	FR-E840-0026-4-60	15	-I05	1	2,6A, 0,75kW,	Meltrade Kft.
33	Kényszerműködésű relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	G7SA-3A1B 24DC	21	-K01	1		Omron Electronics Kft.
34	Kényszerműködésű relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	G7SA-3A1B 24DC	21	-K02	1		Omron Electronics Kft.
35	Kényszerműködésű relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	G7SA-3A1B 24DC	22	-K03	1		Omron Electronics Kft.
36	Kényszerműködésű relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	G7SA-3A1B 24DC	22	-K04	1		Omron Electronics Kft.
37	Szilárdtest relé	Schneider Electric	SSM1D26BD	32	-32K1	1	6A 60V	Megawatt Kft.
38	Szilárdtest relé	Schneider Electric	SSM1D26BD	32	-32K2	1	6A 60V	Megawatt Kft.
39	Relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	MY2 24VDC + PYF08A-N	32	-32K7	1		Omron Electronics Kft.
40	Relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	MY2 24VDC + PYF08A-N	32	-32K8	1		Omron Electronics Kft.
41	Relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	MY2 24VDC + PYF08A-N	34	-34K1	1		Omron Electronics Kft.
42	Relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	MY2 24VDC + PYF08A-N	34	-34K2	1		Omron Electronics Kft.
43	Relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	MY2 24VDC + PYF08A-N	34	-34K3	1		Omron Electronics Kft.
44	Relé + Foglalat	OMRON Industrial Automation Eu	MY2 24VDC + PYF08A-N	34	-34K4	1		Omron Electronics Kft.
45	Fényfüggöny 1465mm	Keyence	GL-R72H	21	-LC01R	1		Keyence
46	Fényfüggöny 1465mm	Keyence	GL-R72H	21	-LC01T	1		Keyence
47	Fényfüggöny 1465mm	Keyence	GL-R72H	22	-LC02R	1		Keyence
48	Fényfüggöny 1465mm	Keyence	GL-R72H	22	-LC02T	1		Keyence
49	Görgős kapcsoló	Omron	D4B-4116N	29	-LS0040	1		Omron
50	Görgős kapcsoló	Omron	D4B-4116N	29	-LS0043	1		Omron
51	Görgős kapcsoló	Omron	D4B-4116N	29	-LS0045	1		Omron
52	Szellőzőventilátor	Rittal	SK 3237.100	10	-10M1	1	12W	Megawatt Kft.
53	Motor	Bonfiglioli	ME1SB4FD	11	-11M1	2		AGYSYS
54	Motor	Bonfiglioli	MX2SB4FD	12	-12M1	1		AGYSYS
55	Motor	Bonfiglioli	MX2SB4FD	13	-13M1	1		AGYSYS
56	Motor	Bonfiglioli	MX2SB4FD	14	-14M1	1		AGYSYS

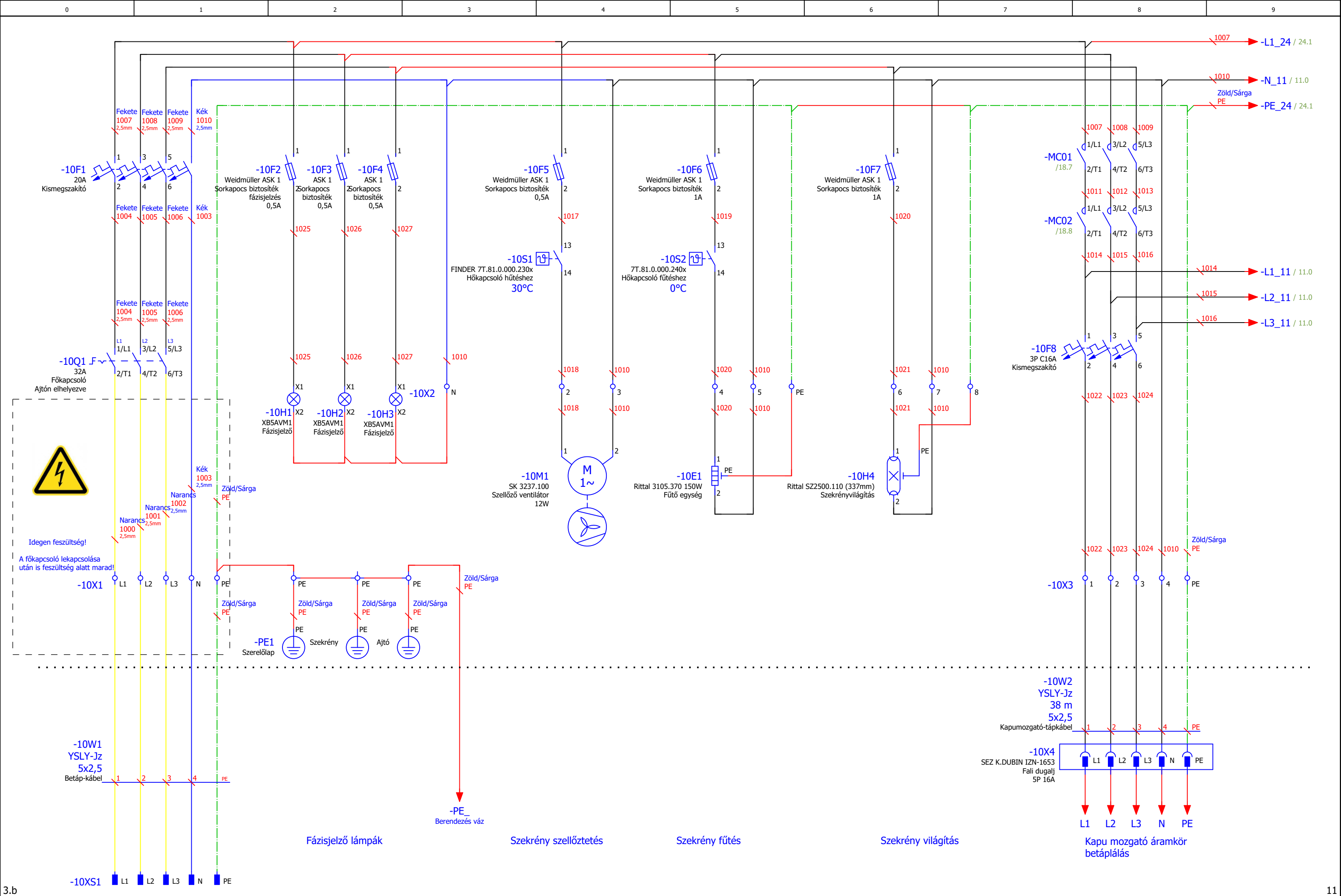
2.a

			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Alkatrészjegyzék : MITS.FX5U-64MT/ESS - BON.MX2SB4FD	=	
			Szerk..	bela.horvath				+	
			Lenyomva						
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta		24-BJ6X25	Lap 3 Tervlap 4 / 36

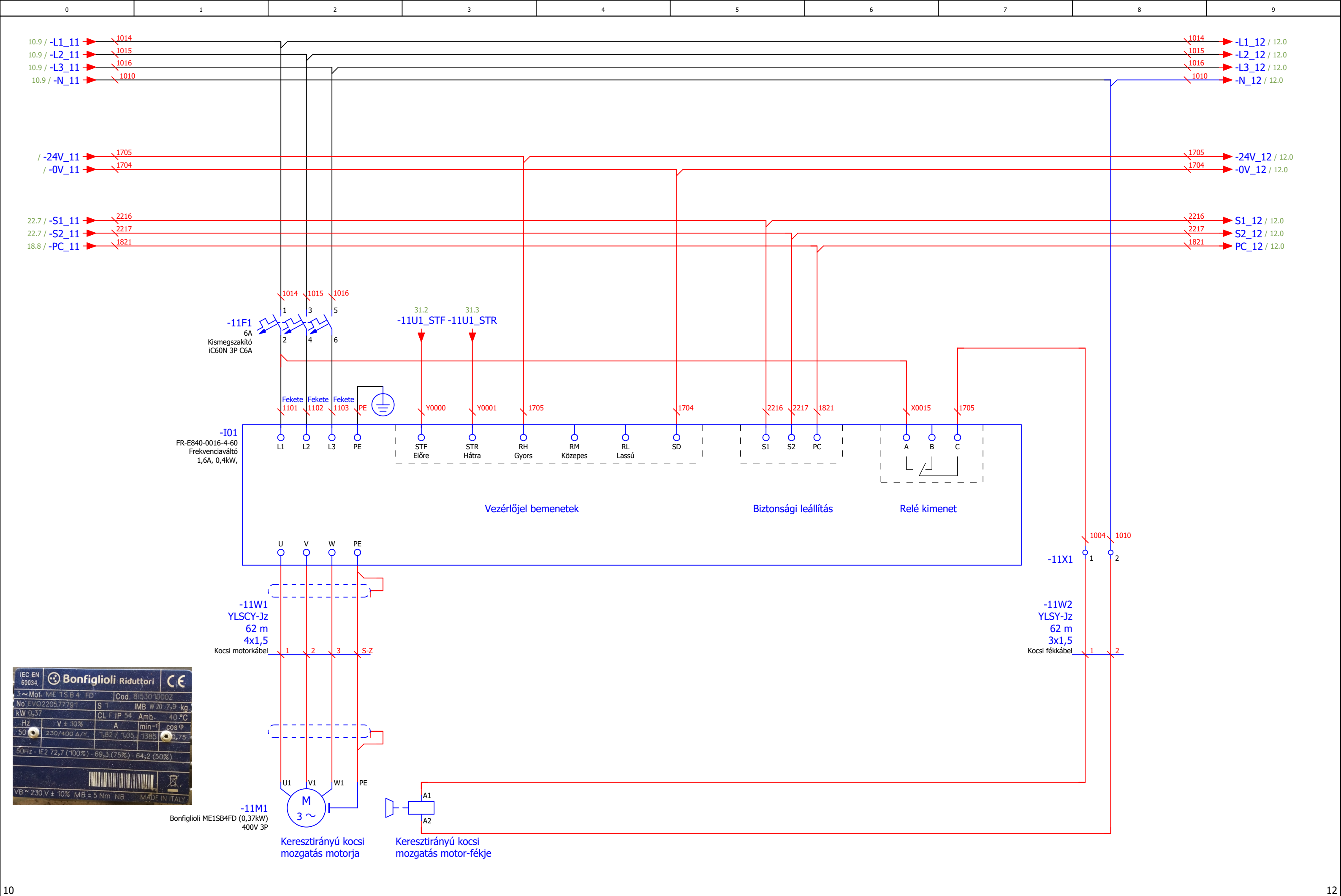
3.a

Tételszám	Név	Gyártó	Típus szám	Rajzszám	Beépített db-szám	Beállított paraméter	Forrás
57	Motor	Bonfiglioli	MX2SB4FD	15	-15M1	1	AGYSYS
58	Kontaktorok TeSys LC1-K - 3P, AC3 440V 9A	Schneider	LC1D09BD	18	-MC01	1	Schneider
59	Kontaktorok TeSys LC1-K - 3P, AC3 440V 9A	Schneider	LC1D09BD	18	-MC02	1	Schneider
60	Optikai érzékelő	Omron	OMRON E3Z-R86	29	-OS0042	1	Omron
61	Induktív érzékelő	Omron Electronics Kft.	E2A-M08KN04-M1-B1	29	-OS0044	1	Omron Electronics Kft.
62	Optikai érzékelő	Omron	OMRON E3Z-R86	30	-OS0050	1	Omron
63	Optikai érzékelő	Omron	OMRON E3Z-R86	30	-OS0051	1	Omron
64	Optikai érzékelő	Omron	OMRON E3Z-R86	30	-OS0052	1	Omron
65	Induktív érzékelő	Omron Electronics Kft.	E2A-M08KN04-M1-B1	30	-OS0053	1	Omron Electronics Kft.
66	KAPCSOLÓ	Schneider Electric	XB5AA21	27	-PB0020a	1	Megawatt Kft.
67	KAPCSOLÓ	Schneider Electric	XB5AA21	27	-PB0021a	1	Megawatt Kft.
68	Nyomógomb nyílas	Schneider	XB5AA3351	27	-PB0024	1	Megawatt
69	Nyomógomb nyílas	Schneider	XB5AA3351	27	-PB0025	1	Megawatt
70	Nyomógomb nyílas	Schneider	XB5AA3351	27	-PB0026a	1	Megawatt
71	Nyomógomb nyílas	Schneider	XB5AA3351	27	-PB0027a	1	Megawatt
72	KAPCSOLÓ	Schneider Electric	XB5AA21	28	-PB0030a	1	Megawatt Kft.
73	Piros nyomógomb	Schneider Electric		28	-PB0031a	1	Megawatt Kft.
74	KAPCSOLÓ	Schneider Electric	XB5AA21	28	-PB0032a	1	Megawatt Kft.
75	KAPCSOLÓ	Schneider Electric	XB5AA21	28	-PB0033	1	Megawatt Kft.
76	Világító nyomógomb kék	Schneider Electric	ZB5AW363 + ZALVB6	34	-PL0030	1	Megawatt Kft.
77	Fehér Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB1	34	-PL0034	1	Megawatt
78	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	36	-PL0040a	1	Megawatt
79	Világító nyomógomb zöld	Schneider Electric	XB5AW33B5	36	-PL0041a	1	Megawatt Kft.
80	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	36	-PL0042a	1	Megawatt
81	Világító nyomógomb zöld	Schneider Electric	XB5AW33B5	36	-PL0043a	1	Megawatt Kft.
82	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	36	-PL0044a	1	Megawatt
83	Világító nyomógomb zöld	Schneider Electric	XB5AW33B5	36	-PL0045a	1	Megawatt Kft.
84	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	36	-PL0046a	1	Megawatt
85	Világító nyomógomb zöld	Schneider Electric	XB5AW33B5	36	-PL0047a	1	Megawatt Kft.
86	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	37	-PL0051a	1	Megawatt
87	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	37	-PL0052a	1	Megawatt
88	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	37	-PL0053a	1	Megawatt
89	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	37	-PL0055a	1	Megawatt
90	Zöld Ø22 sima lencse beépített LED 24V	Schneider	XB5AVB3	37	-PL0057a	1	Megawatt
91	TeSys GS - szakaszoló-biztosító 3P, 800A	SE	VCF1	10	-10Q1	1	SE
92	Hőkapcsoló Hűtéshez	FINDER	7T.81.0.000.230x	10	-10S1	1	Megawatt
93	Hőkapcsoló fűtéshez	FINDER	7T.81.0.000.240x	10	-10S2	1	Megawatt
94	Ajtókapcsoló	OMRON Industrial Automation Eu	D4NS-4CF	19	-SD01	3	Omron Electronics Kft.
95	Ajtókapcsoló	OMRON Industrial Automation Eu	D4NS-4CF	19	-SD02	3	Omron Electronics Kft.
96	Biztonsági relé	OMRON Industrial Automation Eu	G9SE-401 24DC	18	-SR01	1	Omron Electronics Kft.
97	Biztonsági relé	OMRON Industrial Automation Eu	G9SE-201 24DC	19	-SR02	1	Omron Electronics Kft.
98	Fém kötődoboz	Rittal	KX1554	21;30	-21U1	2	Megawatt Kft.
99	Fém kötődoboz	Rittal	KX1554	22;29	-22U1	2	Megawatt Kft.
100	Ledes egység talp	SE	XVUZ01	33	-33U1	1	Schnieder
101	Ledes egység lezáró	SE	XVUC21B	33	-33U2	1	Schnieder
102	Ledes egység zöld	SE	XVUC23	33	-33U2-L0020	1	Schnieder
103	Ledes egység sárga	SE	XVUC25	33	-33U2-L0021	1	Schnieder
104	Ledes egység piros	SE	XVUC24	33	-33U2-L0022	1	Schnieder
105	Zümmer egység	SE	XVUC9S	33	-33U2-L0023	1	Schnieder
106	Ledes egység talp	SE	XVUZ01	33	-33U3	1	Schnieder
107	Ledes egység lezáró	SE	XVUC21B	33	-33U4	1	Schnieder
108	Ledes egység zöld	SE	XVUC23	33	-33U4-33H1	1	Schnieder
109	Ledes egység sárga	SE	XVUC25	33	-33U4-33H2	1	Schnieder
110	Ledes egység piros	SE	XVUC24	33	-33U4-33H3	1	Schnieder
111	Zümmer egység	SE	XVUC9S	33	-33U4-33H4	1	Schnieder
112	Kötődoboz	OBO	A14	35	-35U1	1	Megawatt Kft.

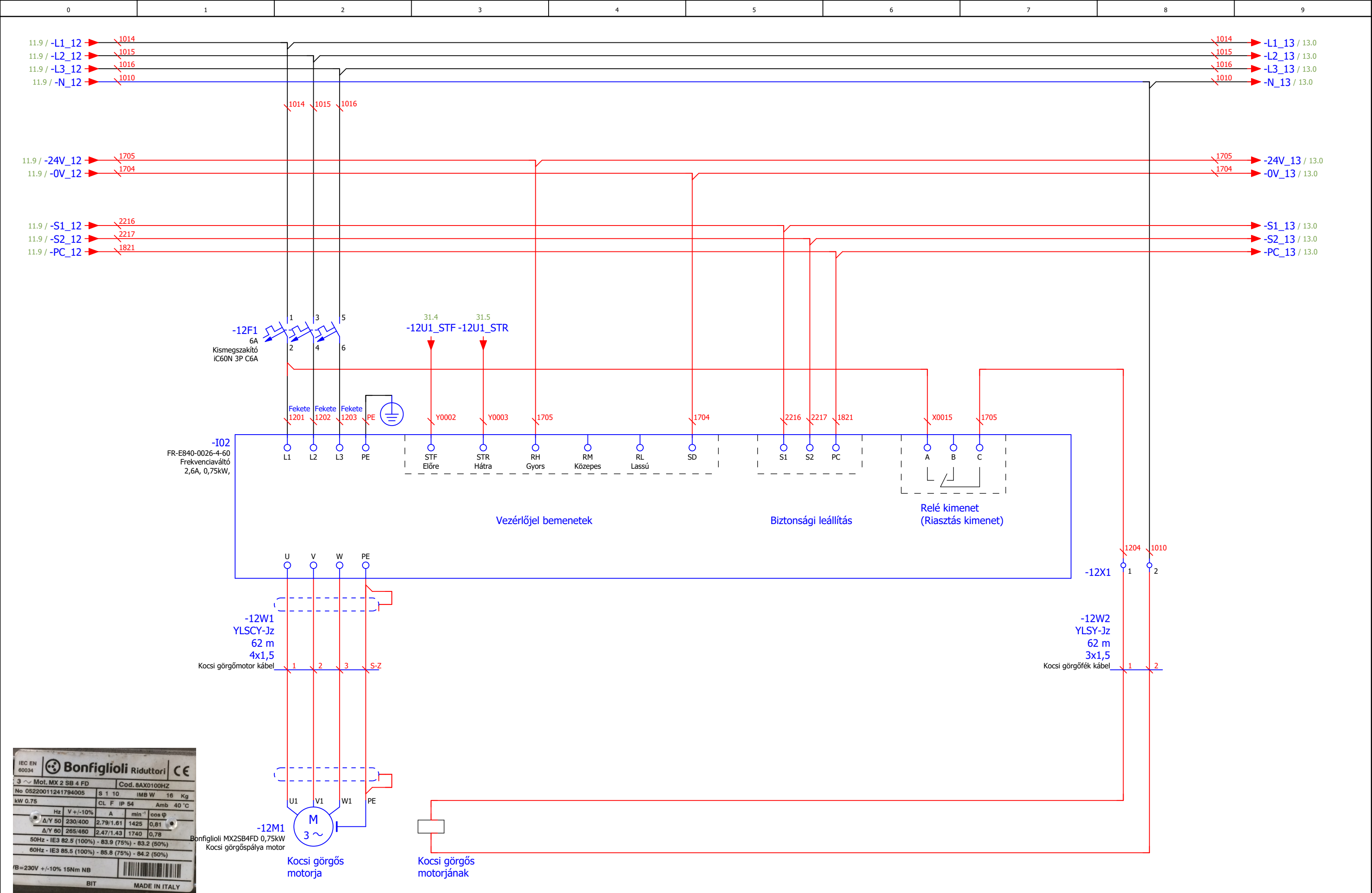
			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Alkatrészjegyzék : BON.MX2SB4FD - OBO.A14			=
			Szerk..	bela.horvath						+
			Lenyomva							
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta			24-BJ6X25	Lap 3.a Tervlap 5 / 36



			Dátum	2024. 11. 04.	MATE		SPH Plusz Kft.	Betáplálás	24-BJ6X25		=	
			Szerk..	bela.horvath							+	
			Lenyomva						Présüzemi kihordómogatás automatizálása			
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta				24-BJ6X25	Lap	10
											Tervlap	7 / 36

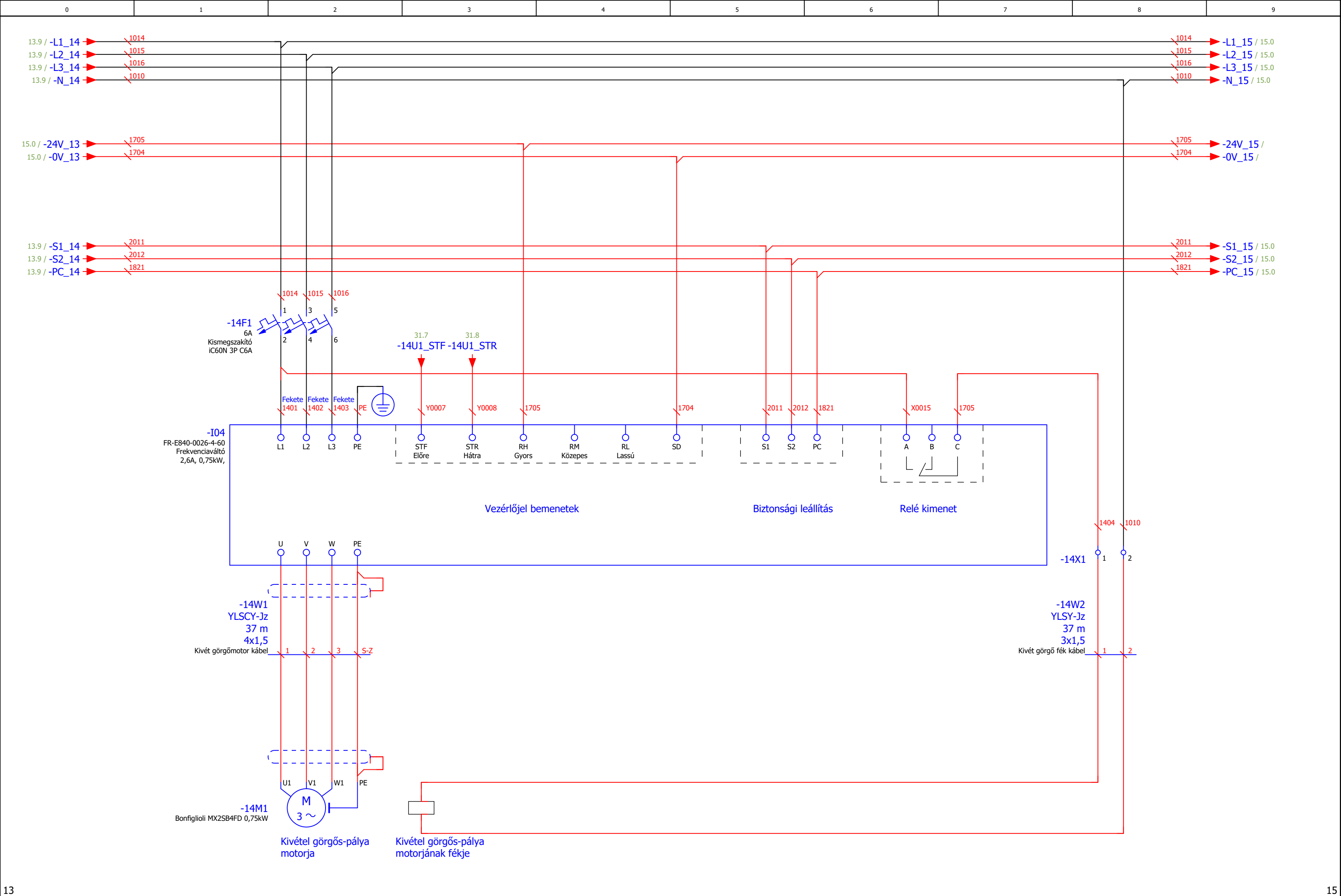


10			12		
			Dátum	2024. 11. 04.	MATE
			Szerk..	bela.horvath	
			Lenyomva		
Módosítás			eredetileg		Présüzemi kihordómogatás automatizálása
				Kiegészítette	Pótolta
			SPH Plusz Kft.		
			Frekvenciaváltó 1. Kocsi mozgató		
			24-BJ6X25		
			=		
			+		
			24-BJ6X25		
			Lap 11		
			Tervlap 8 / 36		



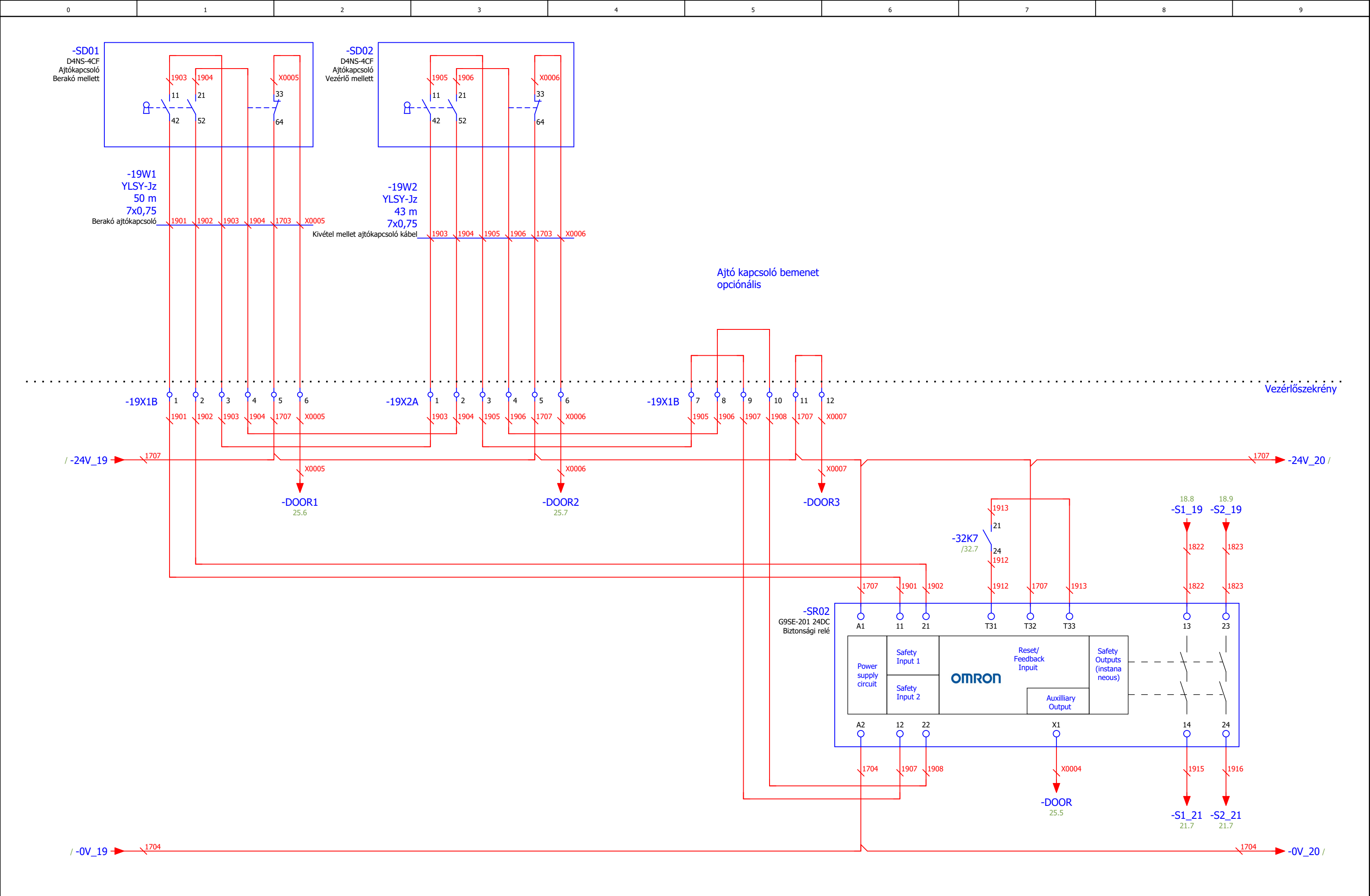
11							13						
			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Frekvenciaváltó 2. Kocsi görgős-pálya	24-BJ6X25		=			
			Szerk..	bela.horvath						+			
			Lenyomva										
					Présüzemi kihordómogatás automatizálása								
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette			Pótolta			24-BJ6X25	Lap	12
										Tervlap	9 / 36		

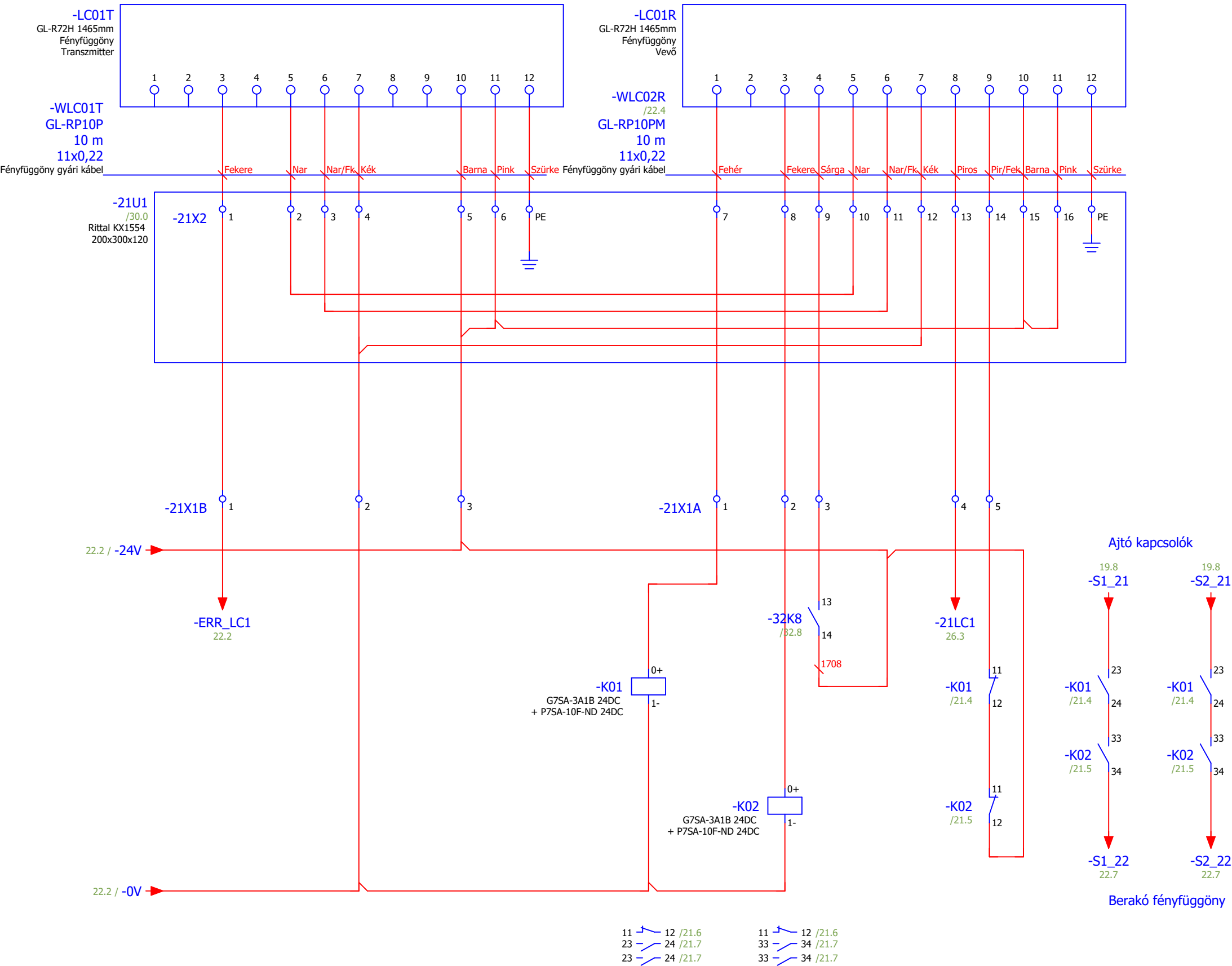
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg	Kiegészítette	Pótolta				Tervlap 10 / 36
-----------	-------	-----	------------	---------------	---------	--	--	--	-----------------

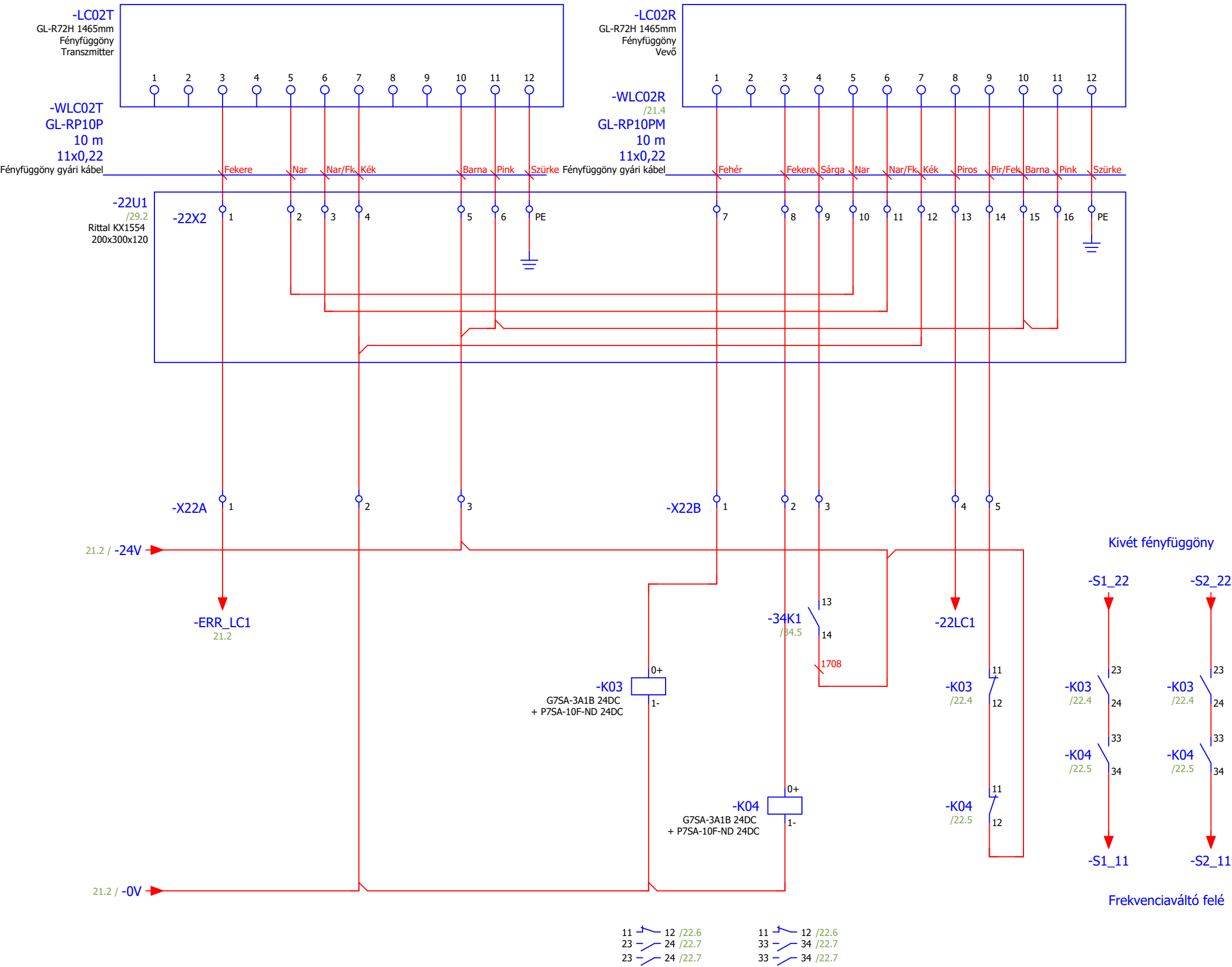


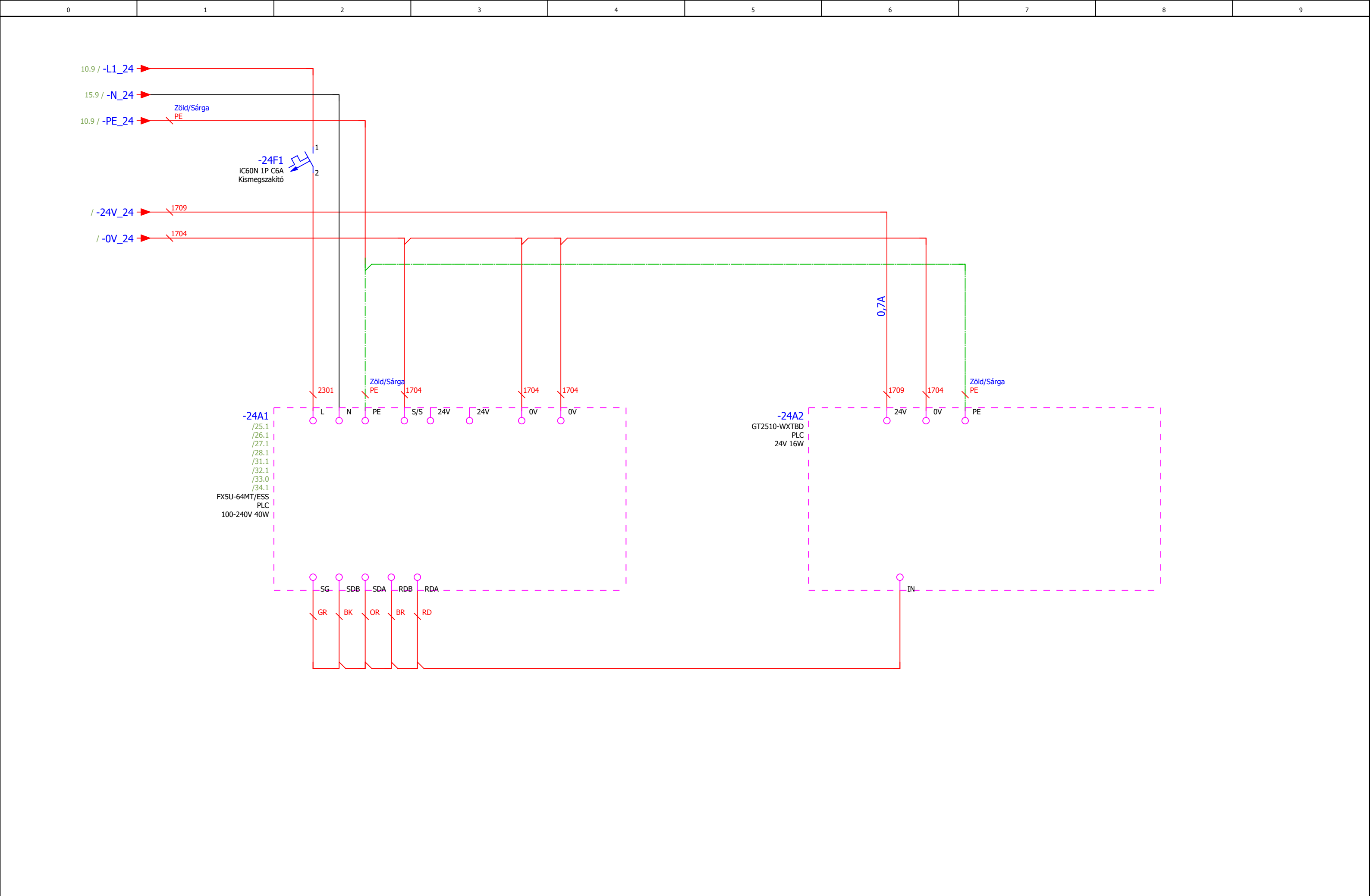


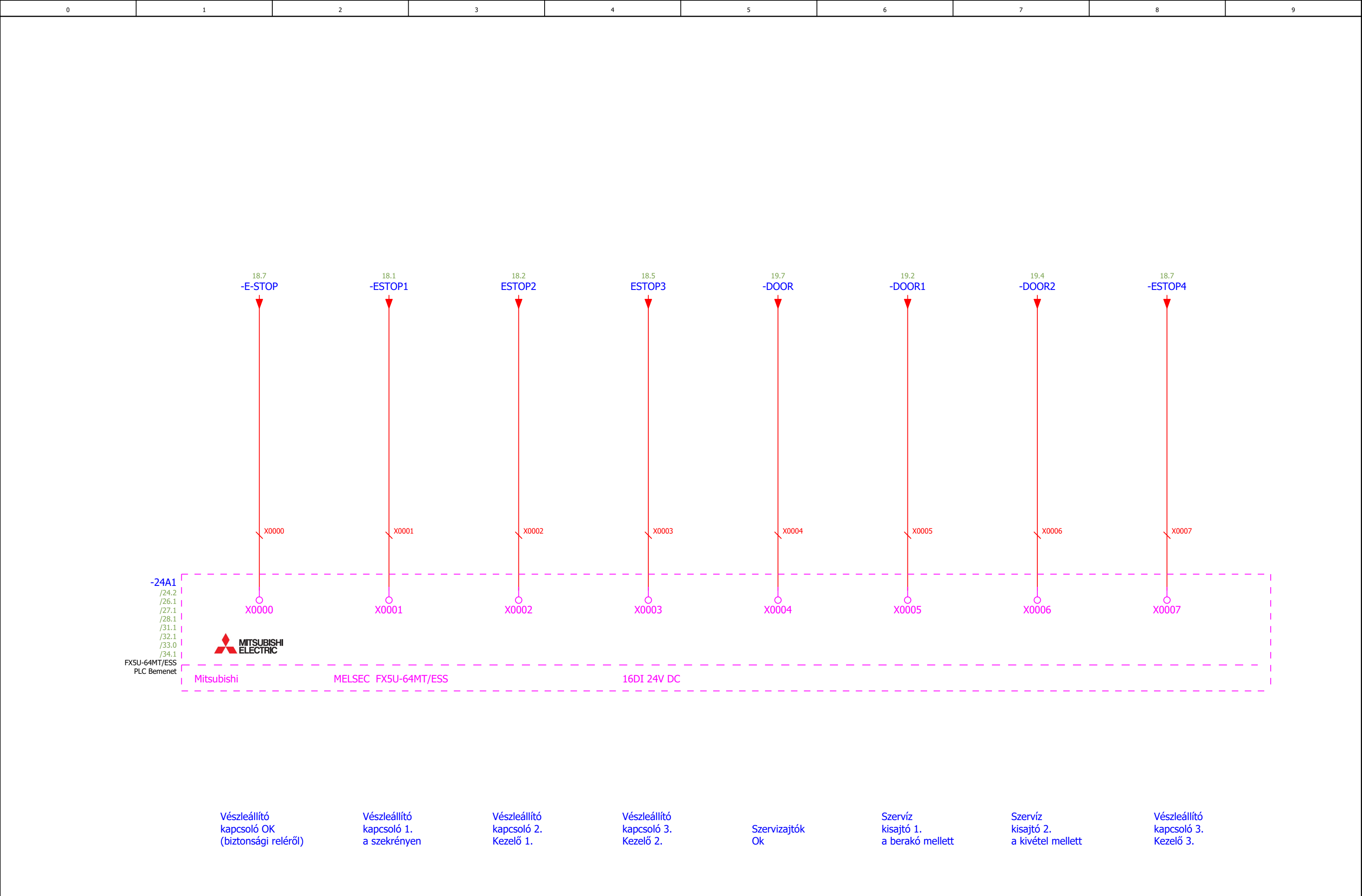
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg	Kiegészítette	Pótolta				Tervlap 12 / 36
-----------	-------	-----	------------	---------------	---------	--	--	--	-----------------

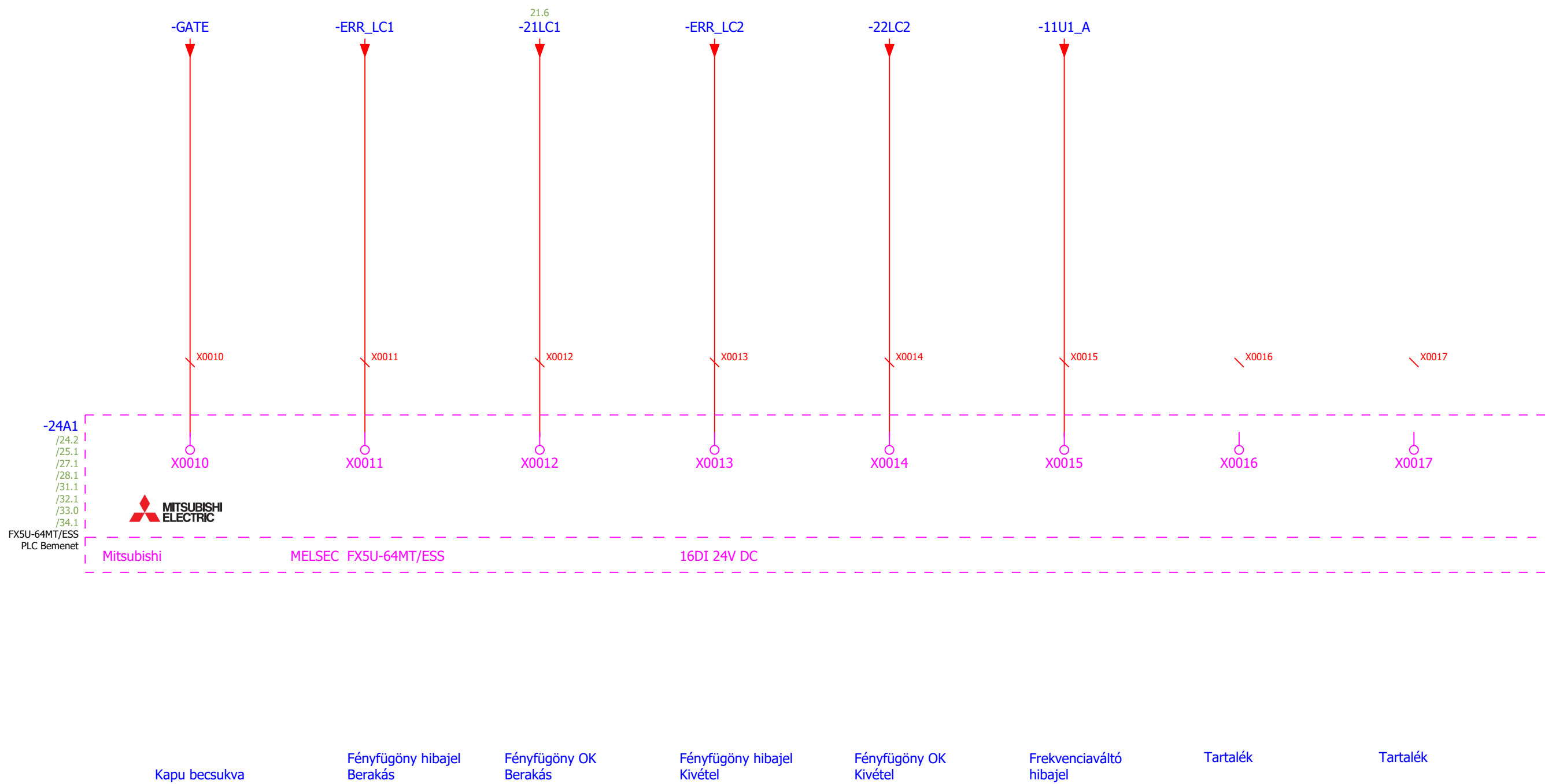












			Dátum	2024. 11. 04.	MATE		SPH Plusz Kft.	Bemenetek X10-17.	24-BJ6X25		=
			Szerk..	bela.horvath							+
			Lenyomva						Présüzemi kihordómogatás automatizálása		
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta			24-BJ6X25	Lap 26	
										Tervlap 19 / 36	

Kapu fel

Kapu stop

Kapu le

Nyugta szekrény

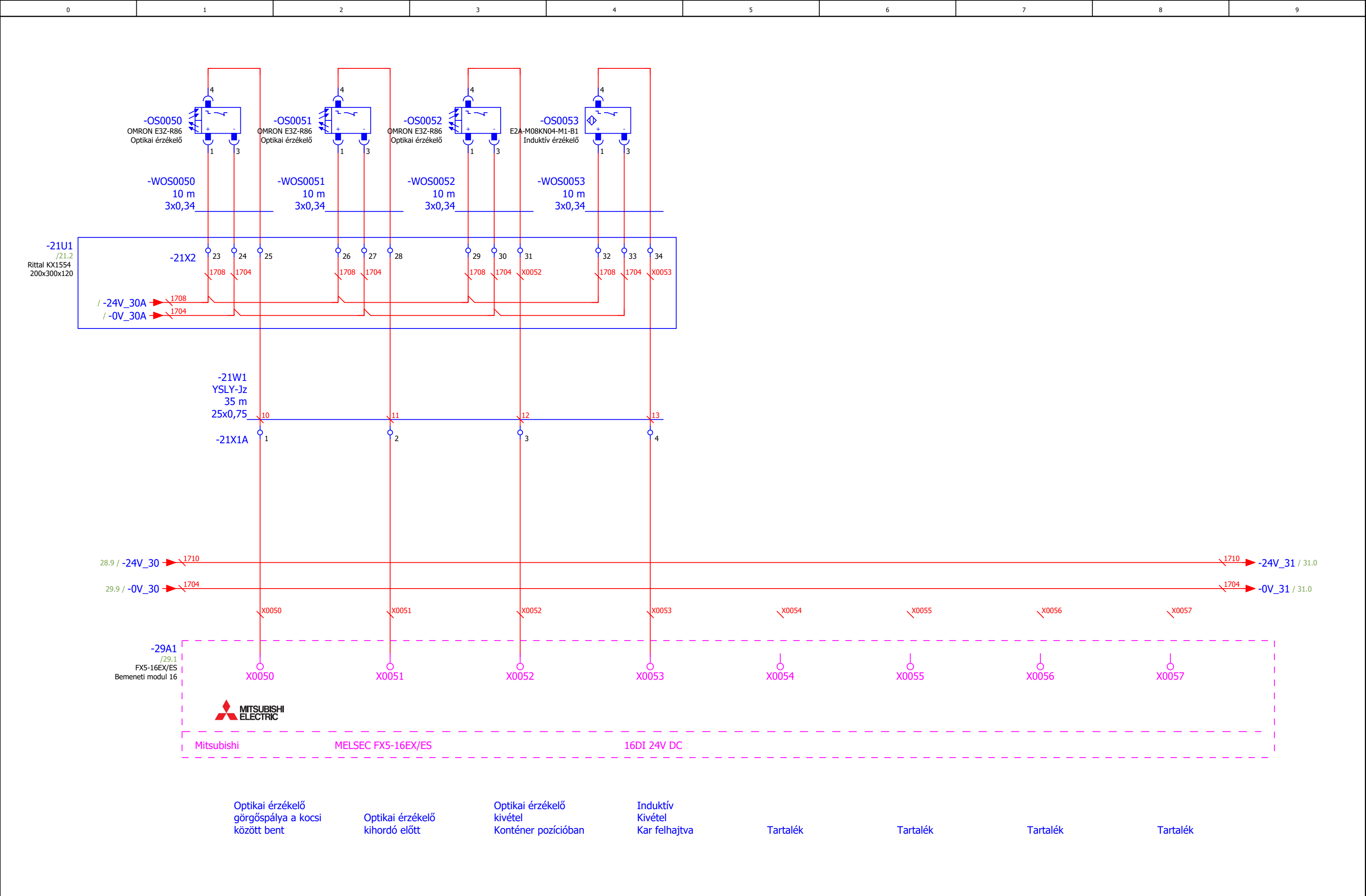
Nyugta berakó

Nyugta kivétel

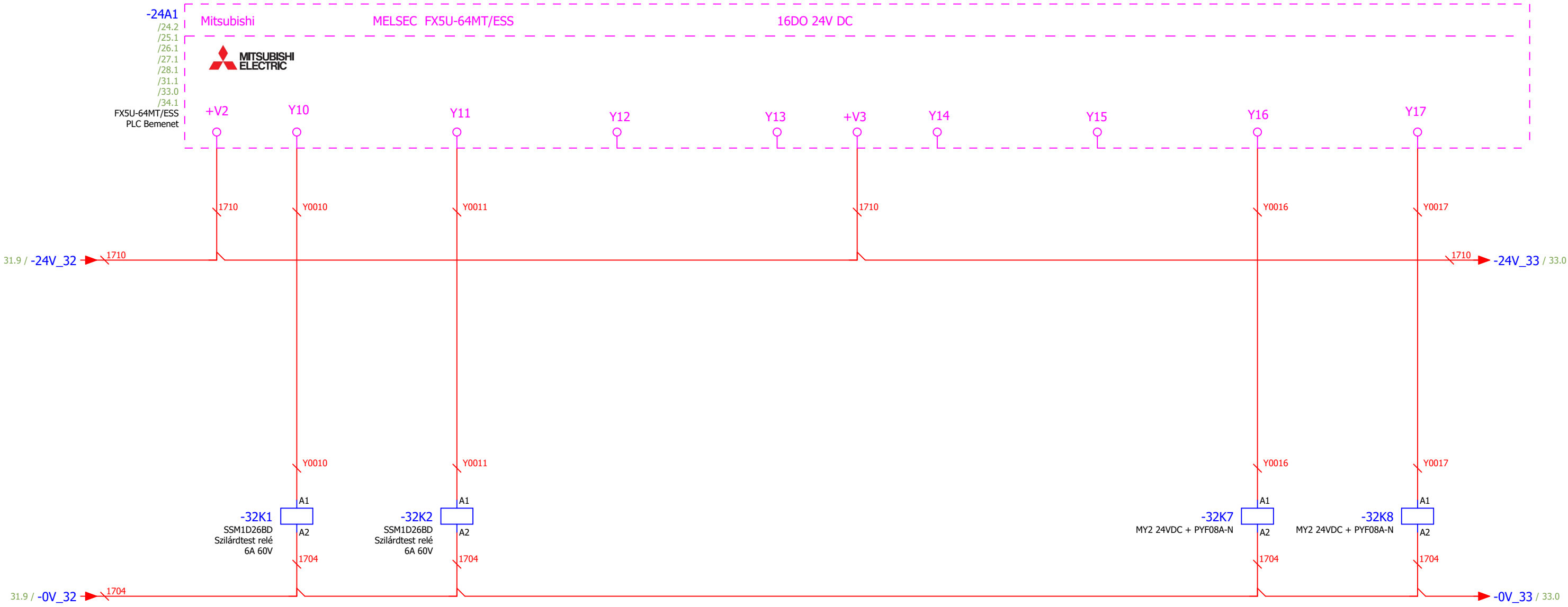
Tartalék

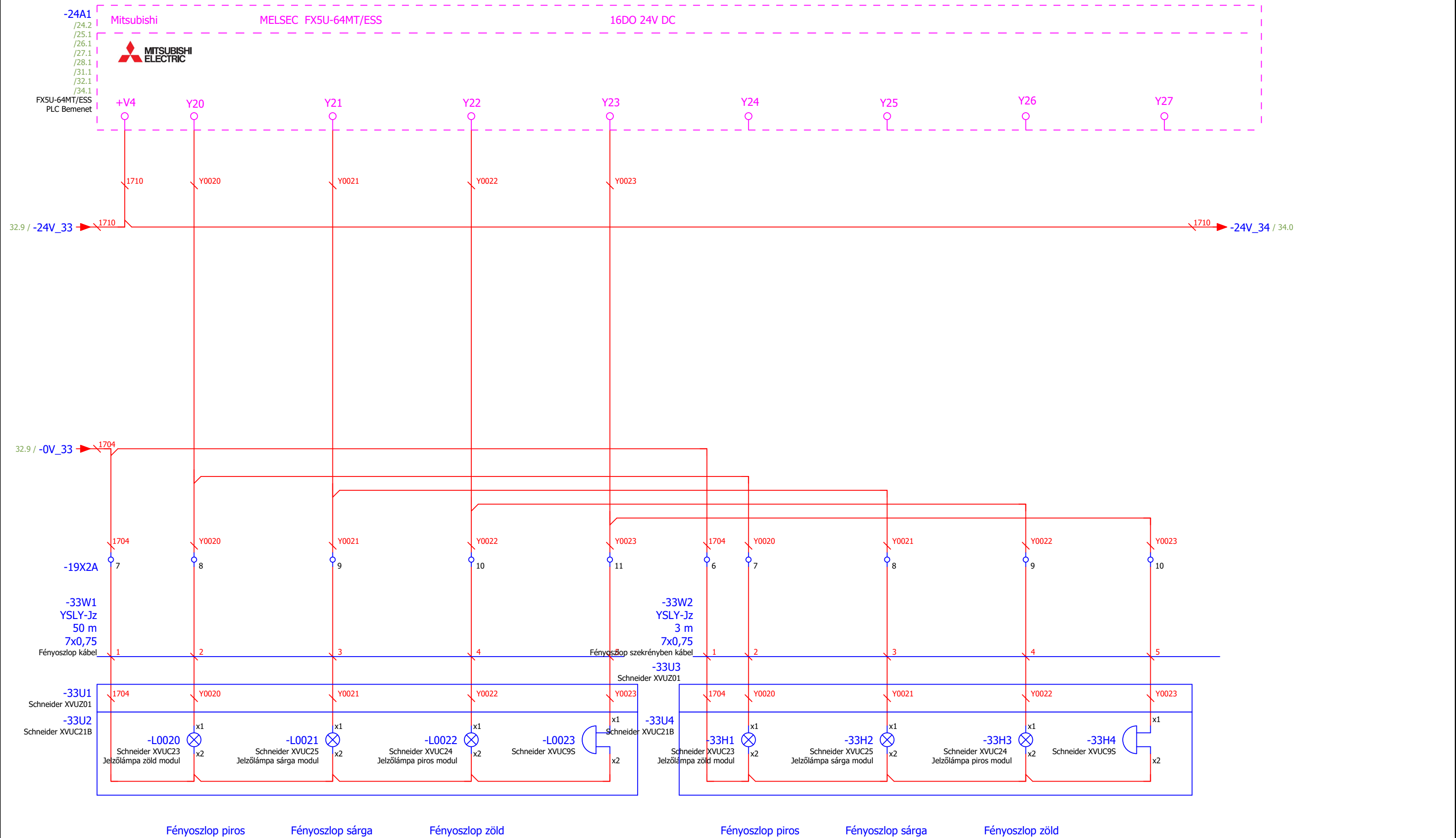
Tartalék

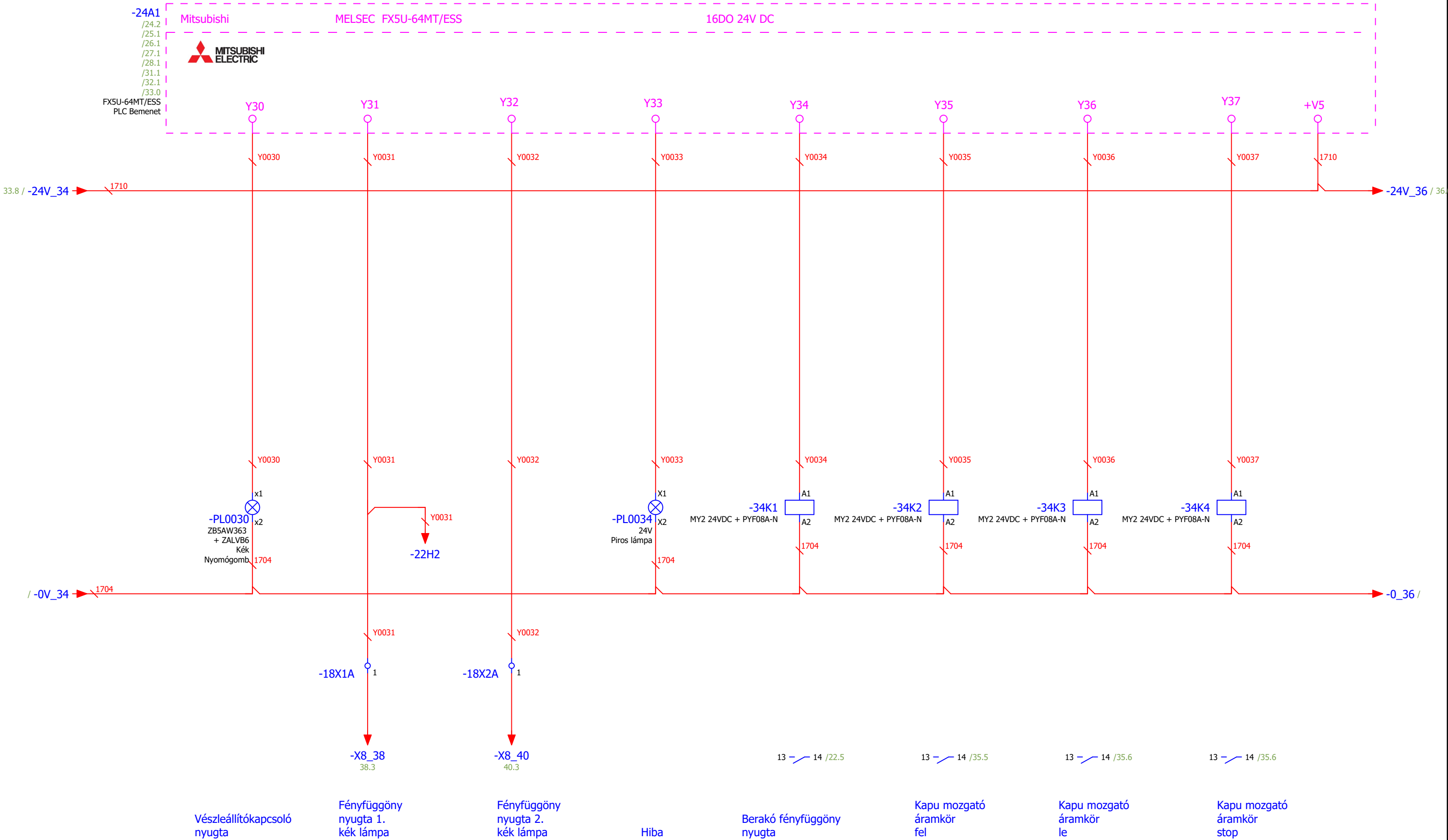
			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Bemenetek X30-37. Nyomógombok	24-BJ6X25		=
			Szerk..	bela.horvath						+
			Lenyomva							
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta		24-BJ6X25	Lap	28
									Tervlap	21 / 36

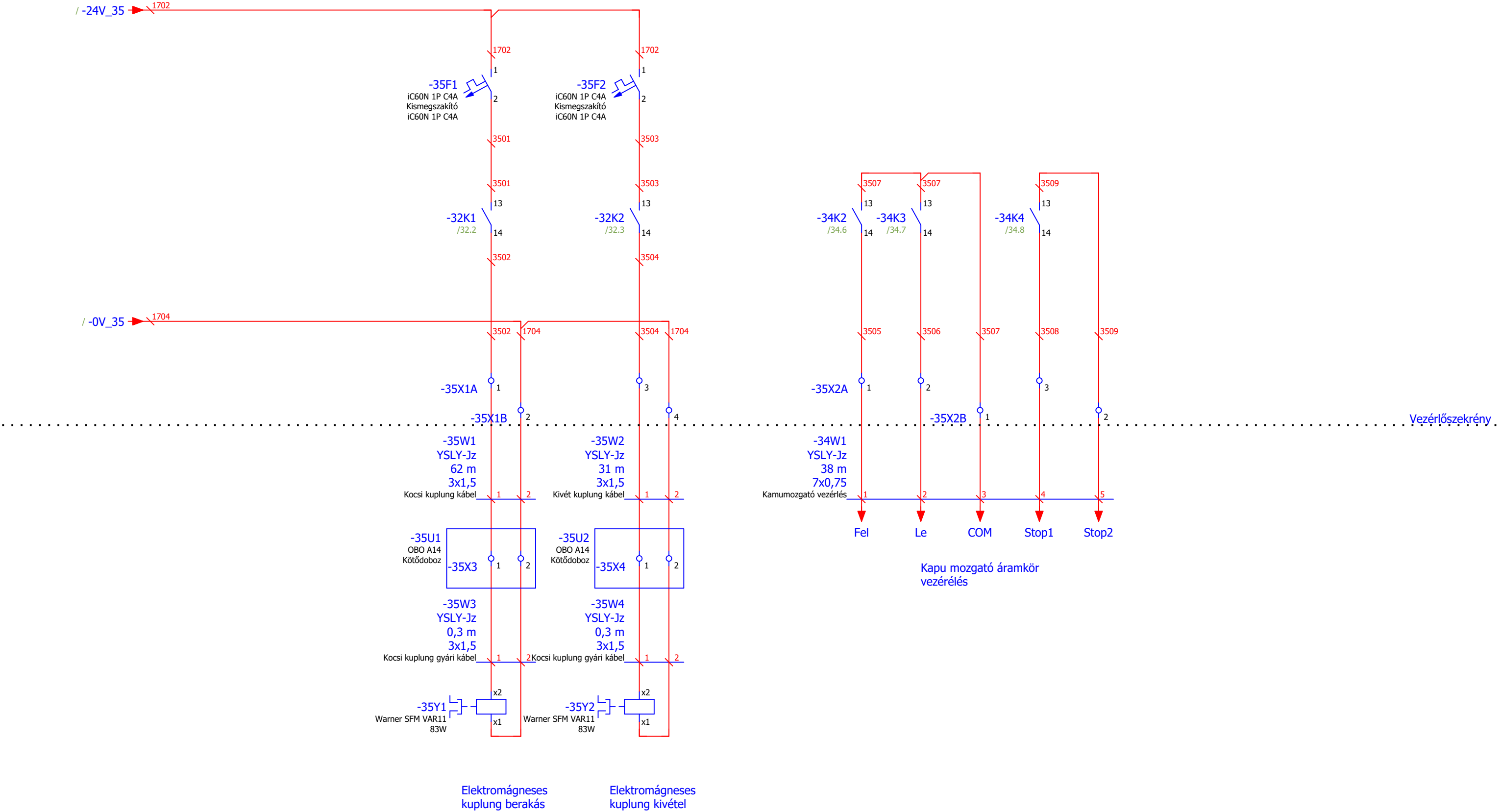


30 32





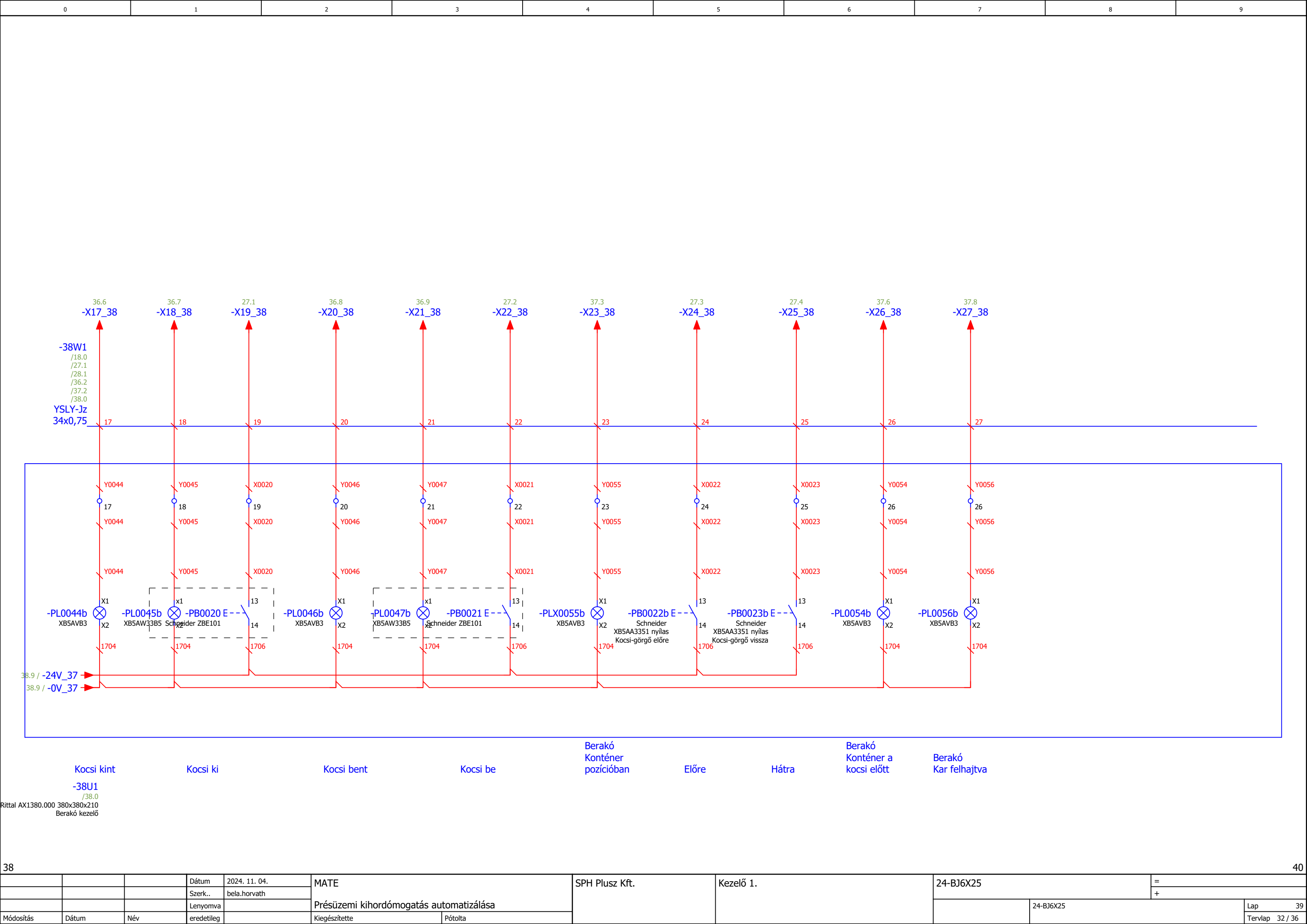




			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Elektromágneses kuplung	24-BJ6X25		=
			Szerk..	bela.horvath						+
			Lenyomva							
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta			24-BJ6X25	Lap 35
										Tervlap 28 / 36

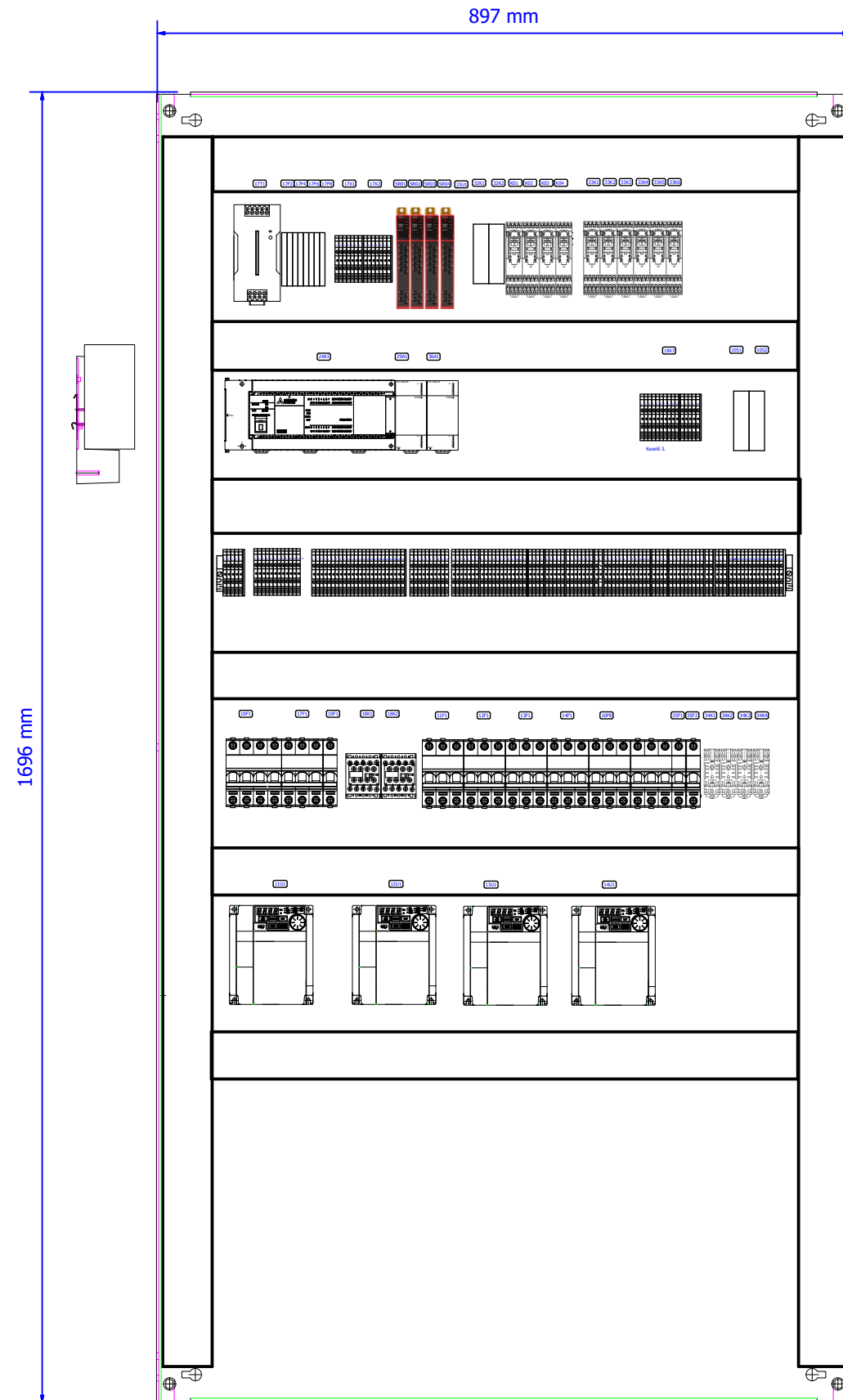


Módosítás	Dátum	Név	eredetileg	Kiegészítette	Pótolta				Tervlap 30 / 36
-----------	-------	-----	------------	---------------	---------	--	--	--	-----------------





			Lenyomva	Presüzemi kihordomogatás automatizálása					24-BJ6X25	Lap 41
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta				Tervlap 34 / 36



			Dátum	2024. 11. 04.	MATE	SPH Plusz Kft.	Szerelőlap elrendezés	24-BJ6X25		=			
			Szerk..	bela.horvath				Présüzemi kihordómogatás automatizálása				+	
			Lenyomva										
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Kiegészítette	Pótolta			24-BJ6X25		Lap 100 Tervlap 35 / 36		

