MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

DIPLOMADOLGOZAT

Kovács Imre

Gépészmérnök Msc

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Elektromos működtetésű megmunkáló állomás gépészeti tervezése

Belső konzulens: Dr. Földi László József
Egyetemi docens

Külső konzulens: Szentesi Miklós Gergely
Process Engineer

Készítette: Kovács Imre
L3343L
Levelező

Intézet/Tanszék: Mechatronika Tanszék

Gödöllő

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK MESTERSZAK
Gépészeti mechatronika specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Kovács Imre (L3343L)

részére

A diplomadolgozat címe:

Elektromos működtetésű megmunkáló állomás gépészeti tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozása, a probléma bemutatása, Elektromos működtetésű megmunkáló állomás gépbiztonsági újra tervezése, eredmények, , minőségbiztosítás, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Horváth Lóránt Márk, Process Engineer Technician, Valeo Auto-Electric Magyarország Kft.*

Belső konzulens: *Dr. Földi László, egyetemi docens,* MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom		Átvettem
(tanszékvezető)	(szakfelelős)	(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. hó nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Téma jelentősége 7
2. Célkitűzés 7
3. Szakirodalom feldolgozás 8
3.1 A gép biztonsága: 8
3.2 Biztonság a munkafolyamatban 8
3.3 Biztonság, mint alapvető szükséglet 8
3.4 Európai irányelvek 8
3.4.1 A gépek biztonságáról szóló irányelv 9
3.4.2 A munkaeszközök használatáról szóló irányelv 9
3.4.3 Funkcionális biztonság fogalma 10
4. Szabványok 10
4.1 Kockázatcsökkentési folyamat 11
4.1.1 A gép funkciói (a határok meghatározása) 11
4.1.2 Veszélyek azonosítása 12
4.1.3 Kockázatbecslés és kockázatértékelés 13
4.1.4 Kockázatcsökkentés: 13
4.2 A háromlépcsős módszer 14
4.3 A biztonságos kialakítás 14
4.3.1 Karbantartási és kezelési koncepció 15
4.4 A gép leállítása 16
4.5 Műszaki védőintézkedések 16
4.6 A biztonsági funkciók meghatározása 17
4.6.1 Példák biztonsági funkciókra 17
4.7 A szükséges biztonsági szint meghatározása 19
5. A berendezés biztonsági tervezése 20
5.1 Berendezés bemutatása 20
5.1.1 Az egység tartalma 20
5.1.2 A megmunkáló állomás funkciói 21
5.1.3 A folyamat leírása 21
5.2 Forgóasztal egység 22
5.3 Tesztelő egység 23
5.4 A fúró egység 24

5.5 Probléma felvetés 25
5.6 A gép határainak rögzítése: 26
5.7 A veszélyhelyzetek azonosítása 28
5.8 A veszélyek kockázatértékelése 29
5.9 A veszélyek PLr elemzése 32
5.10 A biztonsági vezérlés elemei 33
5.10.1 A fénykapu 33
5.10.2 A biztonsági zár 34
5.10.3 A vészgomb 35
5.10.4 Biztonsági mágneskapcsoló 35
5.10.5 A biztonsági PLC modul 36
5.10.6 Az I/O modul 37
5.10.7 Teljesítményvezérlés 39
5.11 A biztonsági PLC program felépítése 39
5.11.1 Hardver konfiguráció 39
5.12 Védelmi funkciók 40
5.12.1 PLC program felépítése 40
5.12.2 A PLC program működése 40
5.13 A mechanikai védelem 44
5.14 A biztonsági távolság meghatározása: 44
5.14.1 Utánfutás mérés 45
5.14.2 A burkolat befoglaló méretei 46
5.14.3 Berendezés vázlat 46
5.14.4 Burkolat szerkezetének vázlata 47
5.14.5 Ajtó vázlat 47
5.14.6 Összeállítás 48
5.14.7 Biztonsághoz kapcsolódó vázlatok 48
5.15 Elektromos kapcsolási rajz 50
5.15.1 A működés bemutatása elektromos kapcsolási rajzvázlat alapján: 51
5.16 A rendszer értékelése a SISTEMA programban 56
5.16.1 A SISTEMA program 56
5.16.2 SISTEMA jelölések 57
5.16.3 A jelentés elkészítése 58

5.17 A berendezés SISTEMA jelentésének értékelése 72
5.17.1 CCF érték meghatározása 72
5.18 A fennmaradó veszélyek kockázatértékelése 73
6. Összefoglalás 76
7. Summary 77
8. Nyilatkozatok 78
9. Irodalomjegyzék 81
10. Ábrajegyzék: 83
11. Táblázatok 85
12. Mellékletek: 86

1. Téma jelentősége

A biztonság minden ember egyik alapvető szükséglete, így fontos, hogy ezt a megmunkáló állomást kezelők számára ez adott legyen, hiszen a gép jellegéből adódóan általában oktatási tevékenységre van használva, melynek során fontos, hogy biztonságosan lehessen kezelni az eszközt a balesetek, károk elkerülése érdekében. [4, 5, 6, 19]

Ehhez szükséges módosításokat végrehajtani a gépen, mind fizikai védőberendezések használatával, mind pedig a gép vezérlésébe beépített biztonsági funkciók kidolgozásával.

2. Célkitűzés

Diplomamunkám célja, hogy a már az előző pontban említett módokon a lehető legnagyobb mértékben csökkentsem a káresemények bekövetkezésének valószínűségét a megmunkáló állomáson, úgy, hogy annak funkciói nem sérülnek.

3. Szakirodalom feldolgozás

3.1 A gép biztonsága:

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy mi is a biztonság, ebben a kontextusban, valamint, hogy egy gép biztonságának fejlesztése, kialakítása során milyen szempontokat kell figyelembe venni.

3.2 Biztonság a munkafolyamatban

Az automatizálástechnika fejlődéséve a gépek biztonságával kapcsolatos követelménye mindjobban megváltoztak. Ezt megelőzően inkább zavarónak tartották, vagy teljesen le is mondtak róla a munkafolyamat gördülékenysége miatt. Azonban az új és innovatív technológiáknak köszönhetően a védőberendezéseket lehetőség nyílt a munkafolyamatokba integrálni. [4, 5, 6, 19]

3.3 Biztonság, mint alapvető szükséglet

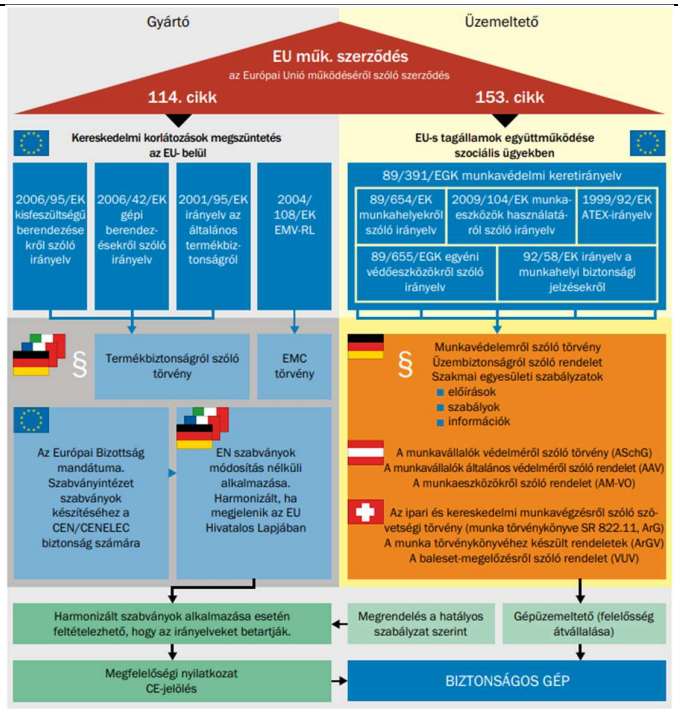
A biztonság egy alapvető emberi szükséglet, tanulmányokkal igazolt, hogy a folyamatos stressz hajlamosabbá tesz bizonyos pszichoszomatikus megbetegedésekre, ebből az a következtetés vonható le, hogy minden érintettnek meg kell tudni bízni a gép biztonságában. [4, 5, 6, 19]

3.4 Európai irányelvek

Az Európai Közösség egyik legfőbb alapelve az, hogy polgárainak egészségvédelmét mind a privát-, mind pedig a munkahelyiszférában biztosított legyen. Másik alapelve pedig az, hogy az áruk szabad mozgását lehetővé tevő piacot kell megteremteni. [4, 5, 6, 19]

Ezeknek elősegítése érdekében a következő irányelveket bocsátották ki:

- Gépi berendezésekre vonatkozó irányelv: gépek gyártóinak.
- Munkaeszközök használatára vonatkozó irányelv: gépek üzemeltetőinek.
- További irányelvek: pl. EMC, valamint ATEX irányelv.



1. ábra Európai irányelvek [4]

3.4.1 A gépek biztonságáról szóló irányelv

Az Európán belüli kereskedelmi korlátozások megszüntetése, valamint az új gépekkel szemben támasztott egészségvédelmi és biztonsági követelmények teljesítésével kapcsolatos feladatokat határozza meg. [4, 5, 6, 19]

„2009.12.29. óta már csak a gépi berendezésekről szóló 2006/42/EK irányelv alkalmazható!” [4]

„A tagállamok nem tilthatják meg, nem korlátozhatják és nem akadályozhatják a gépek és a biztonsági alkatrészek forgalomba hozatalát. Ezért sem nemzeti törvényekkel, sem rendeletekkel, sem pedig szabványokkal nem támaszthatnak magasabb követelményeket a jellemzőkkel szemben!” [4]

3.4.2 A munkaeszközök használatáról szóló irányelv

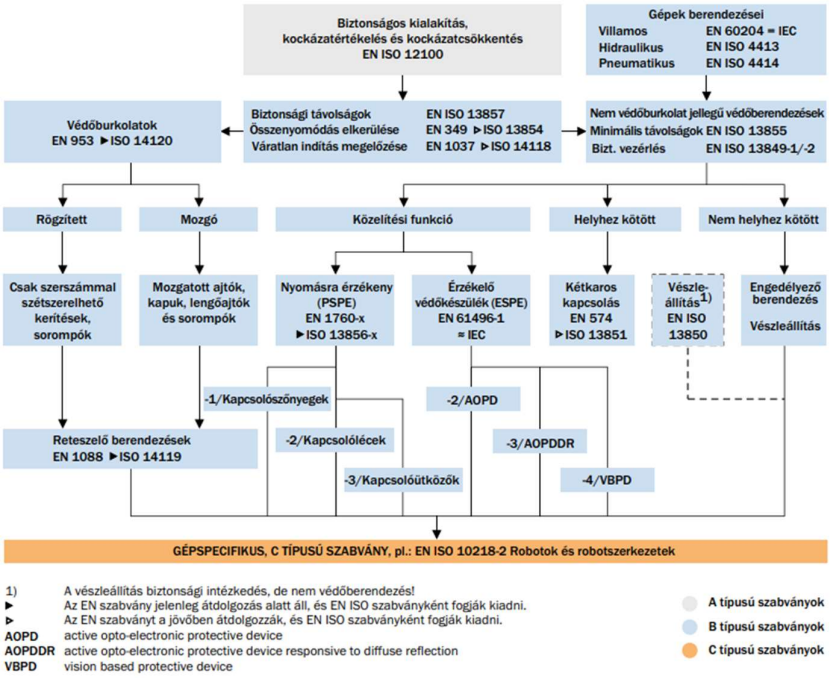
Az irányelv célja, hogy a munkaeszközök használata során betartsák azokat ez előírásokat, amelyek az egészségvédelmet és a biztonságot javítják. Ezeket a szabályokat az egyes országok saját nemzeti törvényeikkel is kiegészíthetik. [4, 5, 6, 19]

3.4.3 Funkcionális biztonság fogalma

Olyan esetekben, amikor az intézkedések hatékonysága a gép, illetve a vezérlés helyes működésétől függ, akkor funkcionális biztonságról beszélünk. Ennek megvalósításához meg kell határozni a biztonsági funkciókat, valamint a szükségszerű biztonsági szintet, majd ezeket a megfelelő komponensek kiválasztásával meg kell valósítani és ellenőrizni. [4, 5, 6, 19]

4. Szabványok

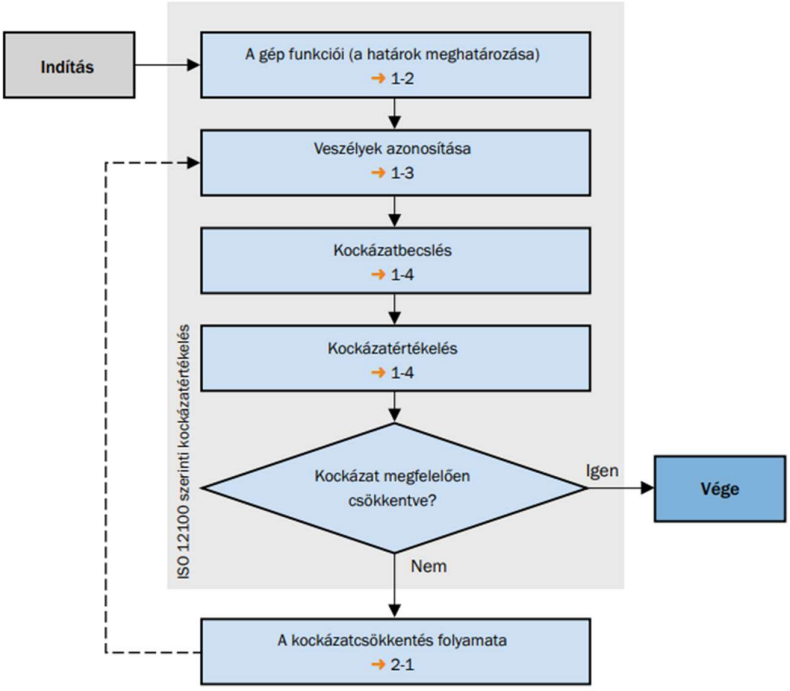
A szabványok olyan megállapodások, amelye különböző érdekeltek között születtek pl.: gyártó, fogyasztó, ellenőrző szerv, munkavédelmi hatóságok és kormányok.



2. ábra Szabványok [4]

Felhasználási helytől függően különböző törvényi szabályozások lehetnek, amelyek miatt adott helyen különböző szabványok lehetnek szükségesek. Az alkalmazandó szabványok megfelelő kiválasztása nagy segítség a törvények által előírtak betartásához. [4, 5, 6, 19]

4.1 Kockázatcsökkentési folyamat



3. ábra A kockázatcsökkentési folyamat [4]

4.1.1 A gép funkciói (a határok meghatározása)

- a gép specifikálása
- a gép térbeli határai, alkalmazási helye
- a gép tervezett élettartama
- a várható működési hibák és üzemzavarok
- a folyamatban érintett személyek
- a géppel kapcsolatba hozható termékek
- rendeltetésszerű használatnál nem szándékos hibás használat
- szándékos hibás használat

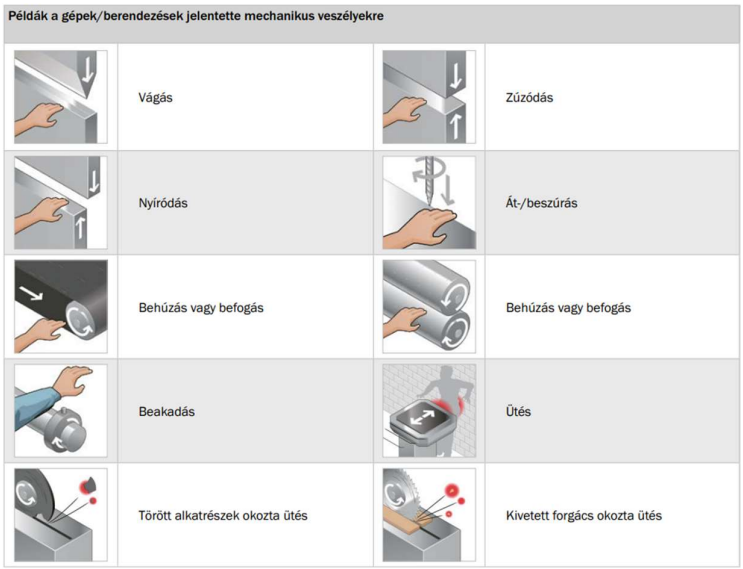
Előre látható hibák: a kezelőszemélyzet olyan jellegű viselkedése, amely nem szándékosan, de hibás használathoz vezet pl.: koncentrációhiányból vagy figyelmetlenségből eredő hibás viselkedés.

Várható működési hibák és üzemzavarok: az üzemi funkciók szempontjából fontos komponensek meghibásodása nagy veszély jelent pl.: hengerlési irány megfordulása (kezek behúzása). [4, 5, 6, 19]

4.1.2 Veszélyek azonosítása

Az alább felsorolt veszélyeket mindenképp számításba kell venni a gép gyártása, valamint biztonsági fejlesztése során:

- mechanikus veszélyek
- villamos veszélyek
- hőhatás okozta veszélyek
- zaj okozta veszélyek
- rezgések okozta veszélyek
- sugárzás okozta veszélyek
- anyagok és összetevők okozta veszélyek
- a gépek tervezésekor az ergonómiai alapelvek figyelmen kívül hagyásából származó veszélyek
- elcsúszás, botlás és leesés okozta veszélyek
- a gép alkalmazási környezetével összefüggő veszélyek
- a fenti veszélyek kombinációjából származó veszélyek [4, 5, 6, 19]



4. ábra Példák a mechanikus veszélyekre [4]

Valamint a berendezés élettartamának minden fázisában figyelembe kell venni a következőket:

- szállítás, összeszerelés és telepítés
- üzembe helyezés
- beállítás
- normál üzem és zavarelhárítás
- karbantartás és tisztítás
- üzemen kívül helyezés, szétszerelés és ártalmatlanítás [4, 5, 6, 19]

4.1.3 Kockázatbecslés és kockázatértékelés

A veszélyek azonosítása után, minden vizsgált veszélyes helyzetben kell kockázatbecslést végezni.

5. ábra A kockázat mértékének számítása [4]

A kockázat mértéke a következő elemektől függ:

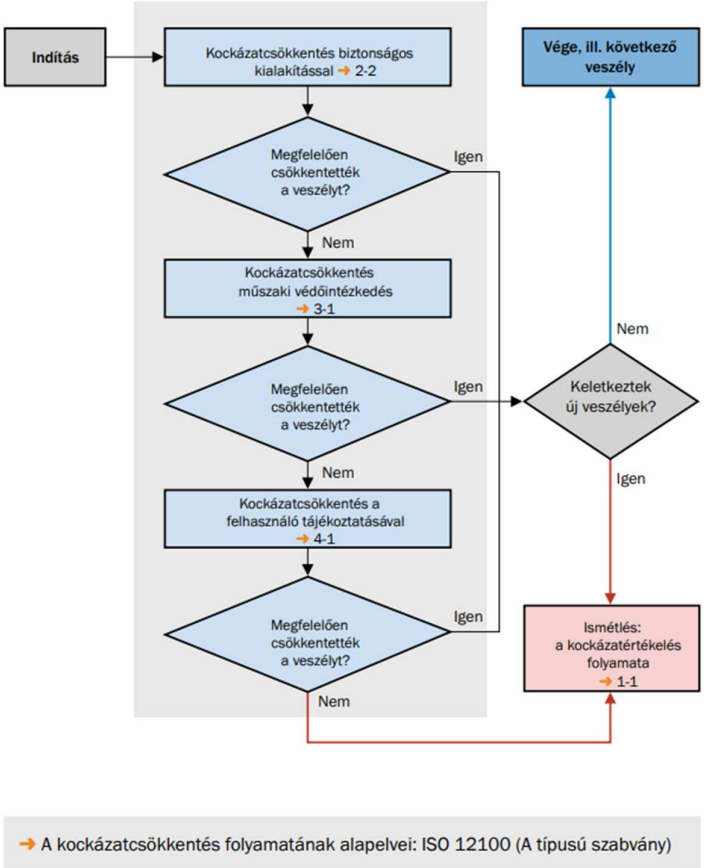
- veszély által okozható lehetséges kár mértéke
- bekövetkezési valószínűség
- személyek veszélynek való kitettsége
- a kár megelőzhetősége
- a kár csökkentésének, vagy korlátozásának lehetőségei

A kockázatértékelést a kockázatbecslés alapján kell elvégezni, ebből kiderül, hogy milyen esetekben van szükség óvintézkedésekre, valamint, hogy mikor van elérve a szükséges kockázatcsökkentési szint. [4, 5, 6, 19]

4.1.4 Kockázatcsökkentés:

Abban az esetben, ha a kockázatértékelés alapján kockázatcsökkentő intézkedésekre van szükség, akkor a háromlépcsős módszert kell alkalmazni. [4, 5, 6, 19]

4.2 A háromlépcsős módszer

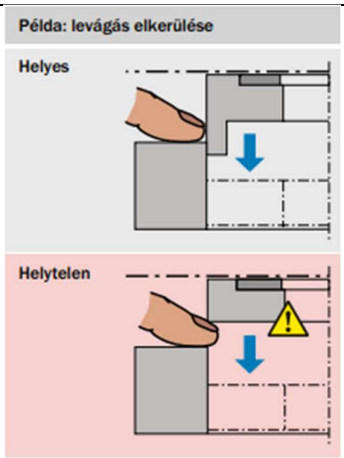


6. ábra Az iteratív háromlépcsős módszer [4]

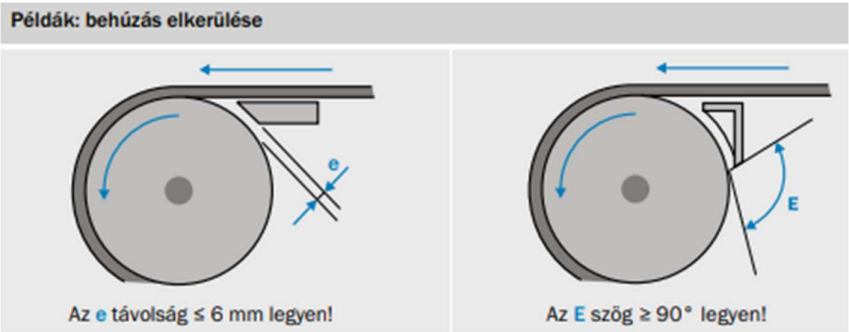
4.3 A biztonságos kialakítás

A mechanika tervezés során kiemelkedő figyelmet kell fordítani a következőkre:

- éles peremek, sarkok és kiálló részek kerülése
- zúzódási, nyírási és behúzási helyek kerülése
- a kinetikus energia korlátozása
- ergonómiai alapelvek betartása [4, 5, 6, 19]



7. ábra Példa levágás elkerülésére [4]



8. ábra Példa behúzás elkerülésére [4]

4.3.1 Karbantartási és kezelési koncepció

Törekedni kell arra, hogy a veszélyzónában való szükségszerű tartózkodás a lehető legrövidebb legyen, ehhez az alábbiak szükségesek:

- automatikus adagoló állomások
- a beállítások és a karbantartás kívülről is végezhető legyen
- megbízható és rendelkezésre álló alkatrészek használata
- egyértelmű kezelési koncepció

[4, 5, 6, 19]

A kezelőelemek színének általános jelentése

Szín	Jelentés	Magyarázat
Fehér Szürke Fekete	Nem jelleg-zetes	Funkciók megkezdése
Zöld	Biztonságos	Biztonságos kezelés esetén vagy normál állapot előkészítéséhez kell megnyomni
Vörös	Vészhelyzet	Veszélyes állapot vagy vészhelyzet esetén kell megnyomni
Kék	Utasítás	Olyan állapotban kell megnyomni, amely kötelező cselekvést igényel
Sárga	Rendellenes	Rendellenes állapot esetén kell megnyomni

A jelzőlámpák színének általános jelentése

Szín	Jelentés	Magyarázat
Fehér	Semleges	A zöld, vörös, kék vagy sárga alkal-mazásával kapcsolatos bizonyta-lanság esetén használandó
Zöld	Normál állapot	
Vörös	Vészhelyzet	Veszélyes állapot, azonnali cselek-véssel kell reagálni
Kék	Kötelező	Olyan állapot mutatása, amely kezelő általi kötelező cselekvést igényel
Sárga	Rendellenes	Rendellenes állapot, küszöbön álló kritikus állapot

9. ábra Kezelőelemek és jelzőlámpák általános színei és jelentésük

4.4 A gép leállítása

Az üzemszerű leállításon felül biztonsági okokból vészhelyzet esetén is meg kell tudni állítani a gépet, az ehhez tartozó követelmények a következők:

- a gépnek kötelező rendelkeznie az üzemszerű leállást lehetővé tevő parancsadó készülékkel
- legalább egy 0. kategóriájú leállítási funkcióval rendelkeznie kell
- a leállításra szolgáló parancsnak az indítási parancs felett kell állnia

[4, 5, 6, 19]

0. leállítási kategória	Hajtóelemek energiaellátásának leválasztása (nem vezérelt leállítás)
1. leállítási kategória	A gép biztonságos állapotba helyezése, majd a haj-tóelemek energiaellátásának leválasztása
2. leállítási kategória	A gép biztonságos állapotba helyezése, de a hajtóe-lemek energiaellátása nem kerül leválasztásra

10. ábra Leállítási kategóriák [4]

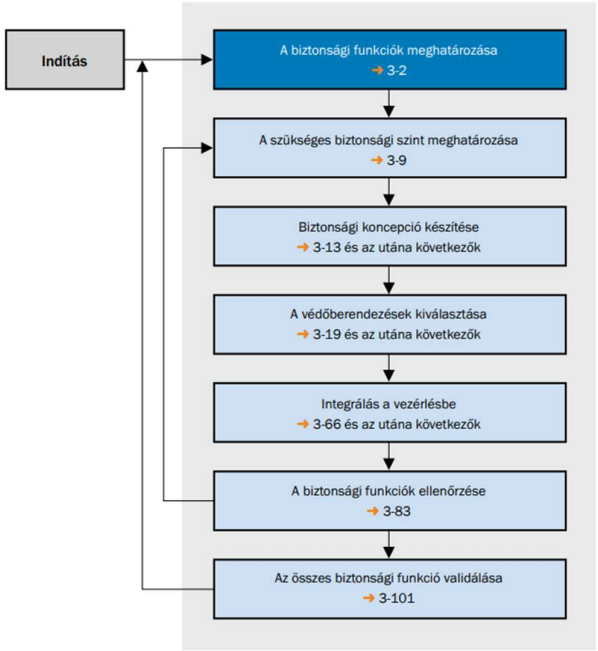
4.5 Műszaki védőintézkedések

A műszaki védőintézkedéseket az alábbi módokon lehet megvalósítani:

- Olyan védőberendezésekkel, amelyek a biztonsági funkció részét képezik, pl.: védő ajtók, burkolatok, fényfüggönyök stb.
- Olyan berendezésekkel, amelyek felügyelik és korlátozzák a berendezés valamilyen tulajdonságát, pl.: sebesség, helyzet.
- Olyan intézkedésekkel, amelyek csökkentik a kibocsátást. [4, 5, 6, 19]

4.6 A biztonsági funkciók meghatározása

Fontos a funkciók megfelelő meghatározása, mivel ezek határozzák meg a kockázat csökkentésének módját. Minden veszélyhez, amelyet a tervezés során nem lehetett megfelelően elhárítani, meg kell határozni biztonsági funkciót. [4, 5, 6, 19]



11. ábra Biztonsági funkciók meghatározása [4]

4.6.1 Példák biztonsági funkciókra

Belépés/ hozzáférés tartós megakadályozása:

Azokra a helyekre, amelyek veszélyesnek vannak ítélve mechanikailag, azaz burkolatokkal kell akadályozni a belépést.

Belépés ideiglenes akadályozása:

Az adott helyre való belépést mindaddig akadályozni kell, amíg a gép biztonságos állapotba nem kerül.

Munkadarabok, anyagok visszatartása:

Amennyiben a gépből munkadarabok dobódhatnak ki, abban az esetben az ebből adódó veszélyek elkerülése érdekében burkolatokat kell használni.

Leállítás kezdeményezése:

A biztonságos leállítási funkciónak a parancskiadással egyidőben biztonságos állapotba kell helyezni a gépet. Annak megakadályozására, hogy váratlan indítások történjenek kiegészítő biztonsági funkciókat kell létrehozni.

Váratlan indítás elkerülése:

A gép leállítása után az újraindításhoz tudatos műveletekre kell, hogy szükség legyen.

Indítás megakadályozása:

Intézkedéseket kell hozni, annak érdekében, hogy leállítás után egészen addig ne lehessen a gépet elindítani, amíg valaki a veszélyzónában tartózkodik.

Anyagáthaladás lehetővé tétele:

Anyagszállítás esetén a védőberendezés nem léphet működésbe, de az embert fel kell, hogy ismerje.

Gépparaméterek felügyelete:

Bizonyos paramétereknél fontos, hogy adott határértékek között legyenek, amennyiben ezek túllépésre kerülnek, akkor intézkedéseket kell hozni.

Biztonsági funkció felfüggesztése:

Szükség lehet arra, hogy a gépet a biztonsági funkciók kiiktatása mellett figyeljük meg, állítsuk be, ehhez létre kell hozni a megfelelő funkciókat.

Biztonsági funkciók kombinálása vagy átkapcsolása:

Mivel a gép különböző állapotokba kerülhet, ezért gondoskodni kell arról, hogy mindig a megfelelő biztonsági funkciók legyenek bekapcsolva, illetve összekapcsolva.

Leállítás vészhelyzetben:

A vészleállítás egy kiegészítő óvintézkedés.

Biztonsági szempontból fontos kijelzések és riasztások:

A felhasználót tájékoztató intézkedések, amelyek figyelmeztetnek a fennálló veszélyekre, illetve a lehetséges kockázatokra. [4, 5, 6, 19]

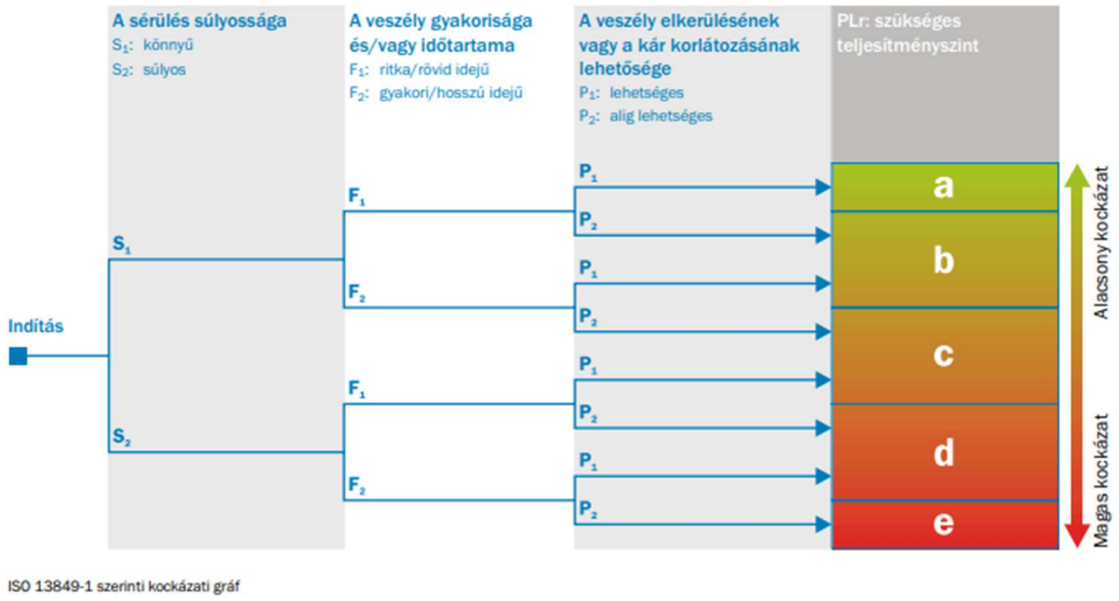
4.7 A szükséges biztonsági szint meghatározása

Az adott helyzetben szükséges biztonsági szintet minden biztonsági szintre külön-külön meg kell határozni, az azt követően az minden érintett készülékre érvényes.

ISO 13849-1 szerinti teljesítményszint (PLr):

Ez a szabvány kockázati gráfok segítségével határozza meg a szükséges biztonsági szintet. A kockázat mértékének definiálásához S, F és P paramétereket használ.

A módszer által adott eredmény a szükséges teljesítményszint (PLr).



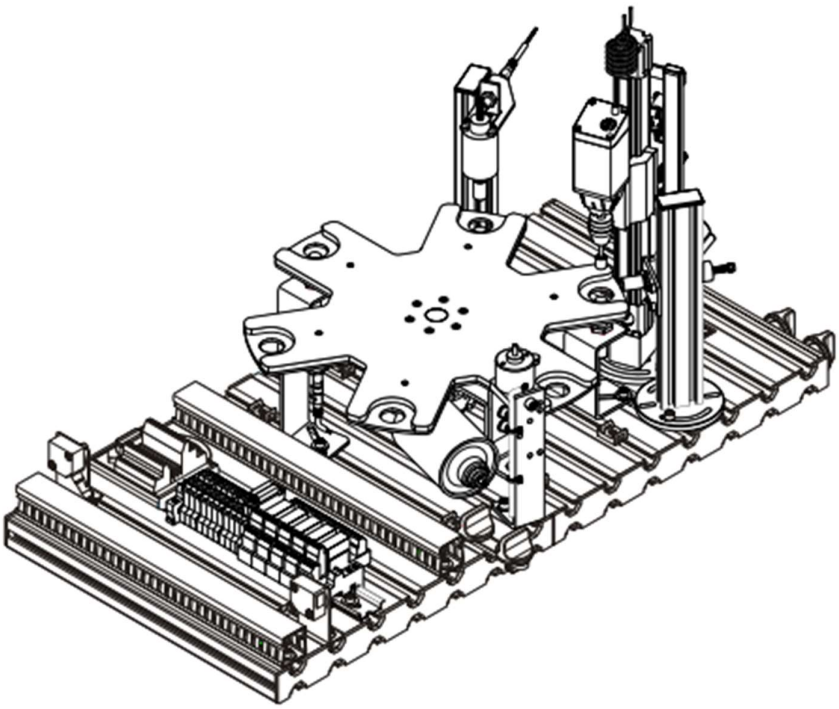
12. ábra Biztonsági szintek [4]

A teljesítményszintet egy 5 fokú skálán lehet meghatározni. (a, b, c, d, e) [4, 5, 6, 19]

5. A berendezés biztonsági tervezése

5.1 Berendezés bemutatása

Ebben a fejezetben bemutatom, a gép felépítését, funkcióit és munkafolyamatát.



13. ábra A Festo processing berendezés [2]

Az megmunkáló állomás egy összeszerelendő pneumatikus munkahenger egy alkatrészének elkészítésére szolgál. [2]

5.1.1 Az egység tartalma

- Forgóasztal
- Tesztelő modul
- Fúró modul
- Befogó modul
- Válogató kapu modul (Ez a modul a jelen esetben nincsen beépítve a gépbe.)
- Profillemez
- Vezérlés
- PLC tábla [2]

5.1.2 A megmunkáló állomás funkciói

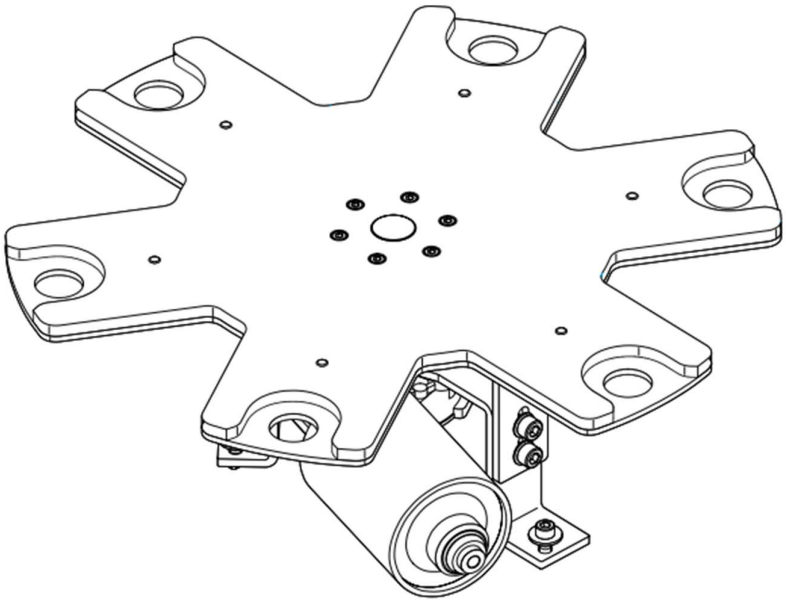
- A munkadarabok tulajdonságainak ellenőrzése: pozícionálás, furat.
- A munkadarabok megmunkálása.
- A munkadarabok egy következő állomásra szállítása. [2]

5.1.3 A folyamat leírása

- A munkadarab a befogóegységben van.
- Kezdő pozíció:
  - Forgóasztal pozícionálva.
  - Az ellenőrző felső pozícióban létének ellenőrzése.
  - A fúró felső véghelyzetben.
  - A fúró motor kikapcsolt állapotban.
  - Szorító szerkezet visszahúzva.
  - Elektromos egység áramtalíntva. [2]
- Folyamat:
  - A forgóasztal 60°-os forgatása, ha munkadarab van érzékelve az 1-es pozícióban és a START nyomógomb is megnyomott állapotban van.
  - Az ellenőrző csap lemegy, és ellenőrzi, hogy a munkadarab a furattal ellátott oldalával felfelé van-e behelyezve, amennyiben a művelet eredménye OK, a forgóasztal 60°-kal elfordul.
  - A befogó egység rögzíti a munkadarabot, a fúró motor bekapcsol, a lineáris egység a fúrót lefelé mozgatja.
  - Miután a fúró egység elérte az alsó pozíciót, a lineáris egység újból visszaviszi azt a felső végállásba.
  - A fúró motor kikapcsol, és a befogó egység visszahúzódik, a forgóasztal 60°-kal elfordul.
  - Az elektromos adagoló egység továbbítja a munkadarabot a következő állomásra. (Ez a lépés csak abban az esetben érvényes, ha a válogató modul be van építve a gépbe.)

    [2]

5.2 Forgóasztal egység

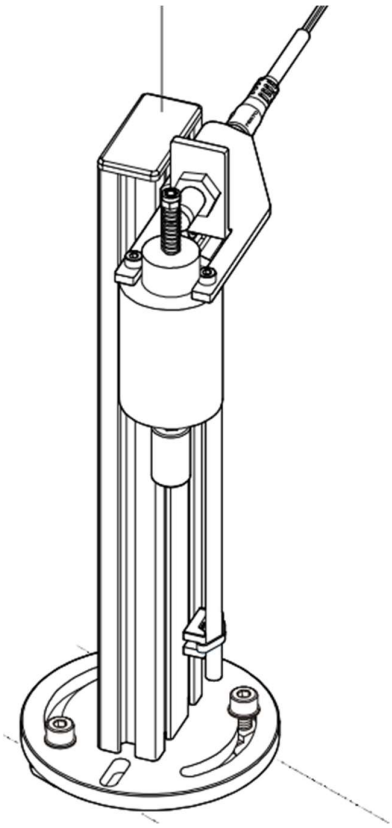


14. ábra A forgóasztal [3]

A forgóasztal hajtása egy DC hajtóműves motor. A 6 darab forgó sík pozíciót a forgóasztalon lévő pozícionáló csavarok határozzák meg, melyeket egy induktív szenzor érzékel.

Minden félkör formájú munkadarab rögzítő a síkon el van látva egy furattal középen, hogy a kapacitív közelítés érzékelők működése biztosítva legyen. [3]

5.3 Tesztelő egység



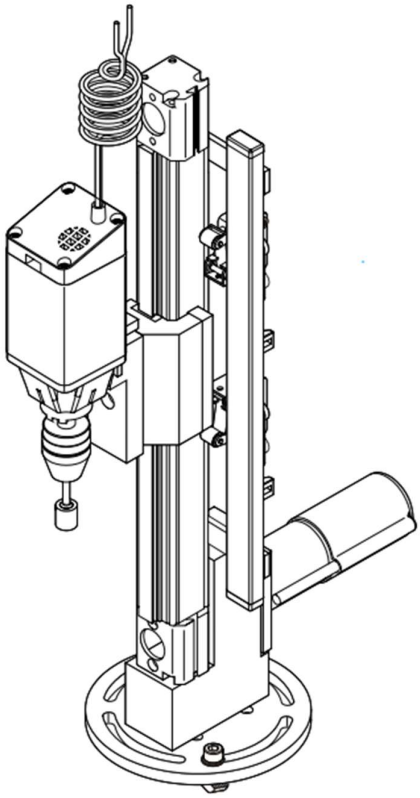
15. ábra A tesztelő egység [2]

A berendezés első egysége, amely behelyezett munkadarab pozícionálásának ellenőrzésére szolgál. Amennyiben van furat a munkadarabon, akkor a tesztelő csap eléri a véghelyzetét, mely egy induktív közelítés érzékelővel van figyelve.

Ez az egység határozza meg, hogy a fúró egységnek a következő állomáson kell-e megmunkálást végezni az adott munkadarabon.

Az induktív közelítés érzékelő egy csavarral van működtetve az armatúra felső végén. [2]

5.4 A fúró egység



16. ábra A fúró egység [2]

Ez a fúró egység alkalmas arra, hogy szimulálja a furatmegmunkálást a munkadarabon.

Az elektromos befogó egység rögzíti a darabot. Az előtoló és visszatérítő mozgása a fúró egységnek egy lineáris egység mentén történik, melyet egy fogasszíj hajtás működtet. Egy elektromos hajtóműves motor működteti a lineáris egységet, és egy relé áramkör van használva a motor aktiválására.

A fúró egység motorja 24 V DC-vel van működtetve, és a sebesség nem állítható.

A véghelyzet érzékelés elektromos végálláskapcsolókkal van kivitelezve. A végálláskapcsolókhoz való közeledés a lineáris egység mozgásában irányváltást okoz. [2]

5.5 Probléma felvetés

A megmunkáló állomás a jelenlegi állapotában több veszélyforrást is tartalmaz, ezeknek az elhárításához fizikai és vezérlés béli változtatásokra is szükség van.

A veszélyforrások az alábbi az állomás alábbi tulajdonságaiból/részeiből származnak:

- A körasztal forgása
- A furat ellenőrző csap mozgása
- A fúróegység forgása
- A fúróegység süllyesztése, emelése
- Vészgomb hiánya

A gépen meg kell oldani az alábbi biztonsági funkciók létrehozását:

- Belépés/ hozzáférés tartós megakadályozása
- Leállítás kezdeményezése
- Váratlan indítás elkerülése
- Indítás megakadályozása
- Anyagáthaladás lehetővé tétele
- Leállítás vészhelyzetben
- Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás

5.6 A gép határainak rögzítése:

Gép működésének általános leírása:

A gép funkcióit tekintve munkadarabok helyességének ellenőrzésére, illetve helytelenség esetén kijavítására szolgál. Ezt egy tesztelő egységgel (ahol a munkadarabon lévő furat meglétét vizsgálja), illetve egy fúróegységgel (amellyel az adott esetben szükséges megmunkálást látja el) rendelkezik.

A folyamat részletes leírása megtalálható a dolgozatom 5.1.3.-ik pontjában.

A géppel kapcsolatba kerülő személyek:

Mivel a gép oktatási célra van használva, így leginkább a hallgatók kezelik 1-2 fős csoportokban, de adott esetben alkalmas lenne a feladatának ipari környezetben való alkalmazására is, ahol szintén 1-2 fős személyzet üzemeltetné.

Működés során felhasznált segédanyagok:

A működéshez segédanyagként a gépnek a munkadarabokra, illetve fúró szárakra van szüksége.

Környezeti körülmények:

Ahhoz, hogy a gép rendeltetésszerűen működjön fedett helységben, szobahőmérséklet körüli hőmérsékleten, normál légköri nyomáson kell, hogy működjön.

Üzemmódok:

Az állomásnak csak egy üzemmódja van, ez a normál üzemmód, amiben a folyamatleírásnak megfelelően működik a gép.

Energiaellátás:

A gép energiaellátásához 24 V DC szükséges.

[1, 2, 3, 4]

Gép mérete és mozgástartományai:

A gép külső méretei: a gép méreteit a gép alatt elhelyezett profil paletta, illetve a fúróegység magassága adja meg.

Magasság: 400 mm

Szélesség: 350 mm

Hosszúság: 700 mm

A gép mozgástartományai:

A gép mozgástartománya a fizikai határain belül van.

Várható meghibásodások:

- Furatellenőrző csap beragad az alkatrészbe.
- Furatellenőrző csap nem működtethető.
- Fúrószár beragad a munkadarabba.
- Fúró egység nem működtethető.
- Körasztal nem fordul el.
- A fényfüggöny meghibásodik.
- Biztonsági zár beragad.

Észszerűen előrelátható nem rendeltetésszerű használat:

- Gép működtetése biztonsági ajtó kiiktatásával.
- Gép működtetése megbontott burkolattal.
- Benyúlás az egységek működése közben.
- Fényfüggöny deaktiválása.

[1, 2, 3]

5.7 A veszélyhelyzetek azonosítása

Körasztal forgatás:

A körasztal forgatás esetén több mechanikus veszély lehetősége is fennáll, ezek:

Nyíródás: Abban az esetben, ha adagolás során a körasztalon lévő furatok egyikében ujjak, illetve kézfej van a forgatás pillanatában, az asztal alatt elhelyezkedő szenzorokhoz képest a körasztal elfordulása miatt jelentős nyíróerő léphet fel.

Behúzás vagy befogás: A körasztal forgó mozgást végez, amelynek következtében lehetőség van arra, hogy a kezelőjének ujját, kézfejét behúzza.

Furatellenőrző csap mozgása:

Át-/beszúrás: A csap függőleges mozgásából adódóan lehetőség van arra, hogy sérülést okozzon.

A fúróegység forgása:

Behúzás vagy befogás: Mivel a fúróegység forgácsoló főmozgása körmozgás, így fennáll a veszélye annak, hogy ruhadarab vagy testrészek tekeredhetnek a forgó alkatrészekre, így behúzva azokat.

Törött alkatrészek okozta ütés: Forgácsolás közben van lehetőség arra, hogy eltörik a szerszám, illetve, hogy lepattan egy darab a munkadarabból, ezek a darabok személyi sérüléseket okozhatnak.

Kivetett forgács okozta ütés: Forgácsolás közben a keletkező forgács kirepülhet/kieshet a gépből, ami személyi sérüléseket okozhat.

A fúróegység süllyesztése, emelése:

Át-/beszúrás: Mivel a fúrás forgácsoló mellékmozgása lineáris mozgás, ezért ebben az esetben mindenképp fennáll a lehetősége a végtagi sérüléseknek.

[4, 5, 6, 19]

5.8 A veszélyek kockázatértékelése

A kockázatértékelés az EN ISO 12100:2010 alapján történik.

Az EN ISO 12100:2010 bemutatása:

Ez a szabvány a gépek alapvető biztonságának szabványa, mely egy „A típusú" szabvány. Részben módszertani leírás a kockázatfelmérés metodikájára, valamint azokról a veszélyekről, amelyeket figyelembe kell venni, de elvi követelményekkel is hozzájárul a kockázatok csökkentéséhez, a tervezői szempontok és a műszaki védőintézkedések tekintetében is.

Iteratív háromlépéses módszer alapján írja le a biztonság elérését, melynek lényege, hogy a már feltárt kockázatokat először a tervezési folyamatban a megfelelő elvek betartása alapján kell csökkenteni, majd ezt követően a megmaradt kockázatokra műszaki védőintézkedéseket kell hozni. Azokról a kockázatokról, amelyek ezek után is fent állnak megfelelő mennyiségű információt kell a felhasználó számára szolgáltatni. [19]

A kockázatértékeléshez használt értékelési mutatószámok:

Előfordulási valószínűség (LO)		A veszély gyakorisága (FE)	
0	lehetetlen	0,1	ritkán
0,1	szinte elképzelhetetlen	0,2	évente
0,5	nagyon valószínűtlen	1	havonta
1	nem valószínű	1,5	hetente
2	lehetséges	2,5	naponta
5	egyenlő esély	4	óránként
8	valószínű	5	állandóan
10	nagyon valószínű		
15	bizonyos		
A lehetséges károsodás mértéke (DPH)		Veszélyeztetett személyek száma (NP)	
0,1	karcolás/zúzódás	1	1-2 fő
0,5	becsípődés/enyhe egészségkárosító hatás	2	3-7 fő
1	törés (kisebb csont)	4	8-15 fő
2	törés (főcsont)	8	16-50 fő
4	végtag/szem elvesztése vagy súlyos betegség (átmeneti)	12	több mint 50 fő
8	végtag/szem elvesztése vagy súlyos betegség (állandó)		
15	halál		

1. táblázat Kockázatértékeléshez használt mutatószámok

Kockázatértékelés eredményének számítási módszere:

$$HRN = LO \cdot FE \cdot DPH \cdot NP$$

Eredmény értékelése:

HRN értékelése	
0-10	Alacsony kockázat
10-50	Jelentős kockázat (intézkedés kell)
50-	Nagyon magas kockázat

2. táblázat Kockázatértékelés eredményének HRN értékeléséhez tartozó határok

Eredmény:

Veszély helye	Veszély típusa	LO	FE	DPH	NP	HRN
Körasztal forgásból adódó veszélyek	Nyíródás	2	5	2	1	20
	Behúzás	2	5	2	1	20
A furatellenőrző csap mozgásából adódó veszély	Át/beszúrás	2	4	2	1	16
A fúróegység forgásából adódó veszélyek	Behúzás	2	4	4	1	32
	Törött alkatrészek okozta ütés	2	5	8	1	80
	Kivetett forgács okozta ütés	2	5	8	1	80
Fúróegység emeléséből/süllyesztéséből adódó veszély	Át/beszúrás	2	4	4	1	32

3. táblázat Kockázatértékelés eredménye

Eredmények értelmezése:

Körasztal forgásából adódó veszélyek:

Nyíródás:

Az értékelés alapján a kockázat a jelentős kockázati kategóriába tartozik, így védőintézkedést kell hozni a megszüntetése érdekében.

Behúzás:

Az értékelés alapján a kockázat a jelentős kockázati kategóriába tartozik, így védőintézkedést kell hozni a megszüntetése érdekében.

A furatellenőrző csap mozgásából adódó veszély:

Át/beszúrás:

Az értékelés alapján a kockázat a jelentős kockázati kategóriába tartozik, így védőintézkedést kell hozni a megszüntetése érdekében.

A fúróegység forgásából adódó veszélyek:

Behúzás:

Az értékelés alapján a kockázat a jelentős kockázati kategóriába tartozik, így védőintézkedést kell hozni a megszüntetése érdekében.

Törött alkatrészek okozta ütés:

Az értékelés alapján a kockázat a nagyon magas kockázati kategóriába tartozik, emiatt fontos, hogy a védőintézkedések során fókuszba kerüljön a megszüntetése.

Kivetett forgács okozta ütés:

Az értékelés alapján a kockázat a nagyon magas kockázati kategóriába tartozik, emiatt fontos, hogy a védőintézkedések során fókuszba kerüljön a megszüntetése.

Fúróegység emeléséből/süllyesztéséből adódó veszély:

Át/beszúrás:

Az értékelés alapján a kockázat a jelentős kockázati kategóriába tartozik, így védőintézkedést kell hozni a megszüntetése érdekében.

5.9 A veszélyek PLr elemzése

A PLr elemzés elméleti hátteréről bővebben a 4.7-es pontban lehet olvasni.

A teljesítményszint meghatározása amiatt fontos, hogy irányt mutasson, a szükséges biztonsági berendezések kiválasztásához, valamint megmutatja, hogy a már kész rendszer által elért maximális biztonsági szint megfelelő e.

Veszély helye	Veszély típusa	Súlyosság (S)	Gyakoriság (F)	Korlátozás lehetősége (P)	Szükséges teljesítményszint (PLr)
Körasztal forgásból adódó veszélyek	Nyíródás	S1	F2	P2	c
	Behúzás	S1	F2	P2	c
A furatellenőrző csap mozgásából adódó veszély	Át/beszúrás	S1	F2	P2	c
A fúróegység forgásából adódó veszélyek	Behúzás	S2	F1	P2	c
	Törött alkatrészek okozta ütés	S1	F2	P2	c
	Kivetett forgács okozta ütés	S1	F2	P2	c
Fúróegység emeléséből/süllyesztéséből adódó veszély	Át/beszúrás	S2	F1	P2	c

4. táblázat A veszélyek PLr elemzése

A PLr elemzés alapján belátható, hogy az előzetesen megállapított veszélyek mindegyikéhez „c” teljesítményszint szükséges, ezt a biztonsági funkciók tervezésekor figyelembe kell venni. [19]

5.10 A biztonsági vezérlés elemei

5.10.1 A fénykapu

Fénykapura mindenképp szükség van a rendszerbe, hiszen ennek segítségével lehetséges létrehozni azt a funkciót, hogy a gép ne léphessen működésbe, miközben a munkadarabokat adagolják.

Típusa: PILZ PSEN op2H-SL-24-030/1

17. ábra A fénykapu [7]

Műszaki adatok:

Védett terület magassága	300 mm
Sugarak száma	16 db
Működtetési távolság	0,2-6 m
Reakció idő	8,00 ms
Működési hőmérséklet	0-55 °C
Tápfeszültség	24 V DC
Felbontás	24 mm

5. táblázat Fénykapu műszaki adatai

Alkalmazása:

A fénykaput a körasztal forgásából származó veszélyek megszüntetése érdekében kell beépíteni, hiszen ebben az esetben gátolni tudjuk azt, hogy adagolás közben a körasztal mozgása veszélyes helyzetet teremtsen, esetlegesen sérülést okozzon a berendezést kezelőknek.

A fénykaput mindenképpen egy biztonsági Safety PLC modullal kell integrálni a gépbe, olyan módon, hogy amennyiben a fénykapu aktív, abban az esetben vegye el a vezérlést a berendezéstől. [7]

5.10.2 A biztonsági zár

A biztonsági kapcsoló beépítésével egy olyan funkciót lehet létrehozni, amely biztosítja, hogy a burkolat nyitott állapota esetén a gépet működtetni ne lehessen.

Típusa: SICK TR110-SLUCA00

18. ábra A biztonsági zár [18]

Műszaki adatok:

Működtetés	Elektromechanikus
Tápfeszültség	24 V DC
Használati kategória	AC-15/DC-13 (IEC 60947-5-1)
PFH_D	$4x10^{-9}$(EN ISO 13849)
Teljesítményszint	PL e (EN ISO 13849)

6. táblázat A biztonsági zár műszaki adatai [18]

Alkalmazása:

Abban az esetben, ha védő burkolaton található ajtó nyitva van a Safety PLC-nek azonnal el kell venni a vezérlést a géptől, tehát az ajtót el kell látni egy biztonsági kapcsolóval, ami integrálva van a gép vezérlésébe. [18]

5.10.3 A vészgomb

A gépen mindenképp kell lennie, egy vészgombnak, hogy veszélyesnek ítélt esetben bármit felülírva a gépet le lehessen állítani, így megelőzve a vészhelyzet bekövetkezését

Típusa: SICK ES21-SA10F1

19. ábra A vészgomb [11]

Műszaki adatok:

Tápfeszültség	24 V DC
Kioldási típus	Csavaró kioldás
Használati kategória	AC-15/DC-13 (EN 60947-5-1)
B10d paraméter	$2{,}5 \times 10^5$ kapcsolási ciklus

7. táblázat Vészgomb műszaki adatai [11]

Alkalmazása:

A vészgomb megnyomása esetén megszakítja a vészkört, ezzel elérve azt, hogy a berendezés biztonságos állapotba kerülhessen. [11]

5.10.4 Biztonsági mágneskapcsoló

A mágneskapcsoló a hardverkonfigurációnak az az eleme, amely a megfelelő jel esetén bontja az áramkört, melyet csak abban az esetben zár újra, ha az újraindítás feltételei adottak.

Típusa: SICK UE410-2RO4

20. ábra A mágneskapcsoló [16]

Műszaki adatok:

Biztonsági szint	SIL3 (IEC 61508)
Biztonsági kategória	4-es kategória
Teljesítményszint	PL e (EN ISO 13849)
B10d paraméter	$1x10^5$ kapcsolási ciklus
Élettartam	20 év
PFH_D	$7x10^{-10}$ (EN ISO 13849)

8. táblázat A mágneskapcsoló műszaki adatai [16]

Alkalmazása:

Annak érdekében kell alkalmazni a biztonsági körbe, hogy bontani lehessen a berendezés áramkörét, ezzel biztonságossá téve azt. [16]

5.10.5 A biztonsági PLC modul

A hardverkonfiguráció nélkülözhetetlen eleme a főmodul, hiszen ez irányítja az egész vezérlést.

Típusa: SICK FX3-CPU000000 FLEXI soft CPU0

21. ábra A biztonsági PLC modul [13]

Műszaki adatok:

Biztonsági kategória	4-es kategória (EN ISO 13849)
Teljesítményszint	PL e (EN ISO 13849)
Tápfeszültség	24 V DC
Élettartam	20 év (EN ISO 13849)
PFH_D	$1{,}07 \times 10^{-9}$ (EN ISO 13849)
Interfész	Energia ellátás

9. táblázat A PLC modul műszaki adatai [13]

Alkalmazása:

Vezérli a biztonsági PLC kört. [13]

5.10.6 Az I/O modul

A hardverkonfigurációban szükség van még egy I/O modulra, a Safety PLC bemeneteinek és kimeneteinek a kezelése érdekében.

Típusa: SICK FX3-XTIO84002 FLEXI soft XTI0

22. ábra Az I/O modul [14]

Műszaki adatok:

Biztonsági kategória	4-es kategória (EN ISO 13849)
Teljesítményszint	PL e (EN ISO 13849)
Élettartam	20 év (EN ISO 13849)
Lekapcsolási idő	8 ms
Biztonsági bemenetek száma	8
Teszt bemenetek száma	2
Biztonsági kimenetek száma	4
Tápfeszültség	24 V DC
PFH_D	$0{,}9 \times 10^{-9}$ (EN ISO 13849)

10. táblázat Az I/O modul műszaki adatai [14]

Alkalmazása:

Kezeli a biztonsági PLC bemeneteit és kimeneteit. [14]

5.10.7 Teljesítményvezérlés

Az alábbi táblázat megmutatja, hogyan épül fel a berendezés teljesítményvezérlése.

Eszköz	Érzékelő	Vezérlő	Teljesítményvezérlő
Fénykapu	PILZ PSEN op2H-SL-24-030/1	SICK FX3-XTIO84002 FLEXI soft XTI0	SICK UE410-2RO4
Vészgomb	SICK ES21-SA10F1	SICK FX3-XTIO84002 FLEXI soft XTI0	SICK UE410-2RO4
Védőburkolat	SICK i10-M0233 Lock	SICK FX3-XTIO84002 FLEXI soft XTI0	SICK UE410-2RO4

11. táblázat A teljesítményvezérlés

Jól látható, hogy a teljesítményvezérlő az minden esetben a mágneskapcsoló. Ahogy vezérlő is minden esetben az I/O modul, viszont az érzékelők szerepét minden esetben a bemeneteket biztosító berendezések látják el.

5.11 A biztonsági PLC program felépítése

A biztonsági PLC programot a SICK Flexi Soft Designer nevű programjában készítettem el, amely arra a célra készült, hogy a Flexi Soft biztonsági vezérlőket lehessen segítségével konfigurálni.

Bemenet/Kimenet összesítő:

Bemenetek	Kimenetek
Fényfüggöny	Reset
Vészgomb	Restart
Biztonsági kapcsoló	Tápfeszültség
Reset	
Start	

12. táblázat Bemenetek és kimenetek

5.11.1 Hardver konfiguráció

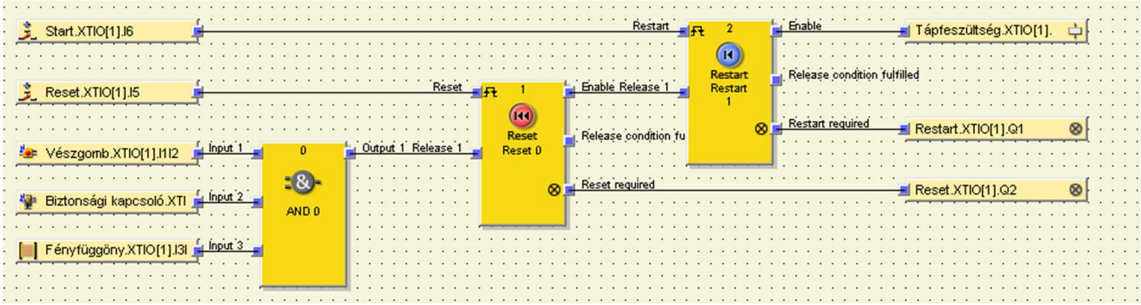
Amennyiben bármelyik bemenet aktívvá válik, abban esetben aktiválja a kimenetet, amely a gép energiamentesítését eredményezi.

23. ábra A hardver konfiguráció

A mágneskapcsoló önmagában 4-es biztonsági kategóriájú, így nem kell kettő darabot sorba kötve alkalmazni belőle a magas biztonsági szinthez.

5.12 Védelmi funkciók

5.12.1 PLC program felépítése



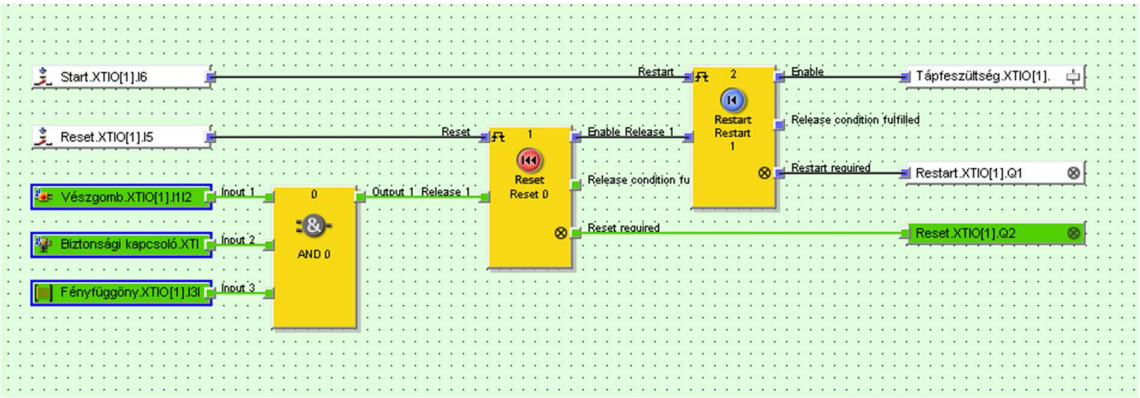
24. ábra A PLC program felépítése

5.12.2 A PLC program működése

A PLC program szimulációja során megfelelően lehet látni annak működését, így ezen keresztül mutatom azt meg.

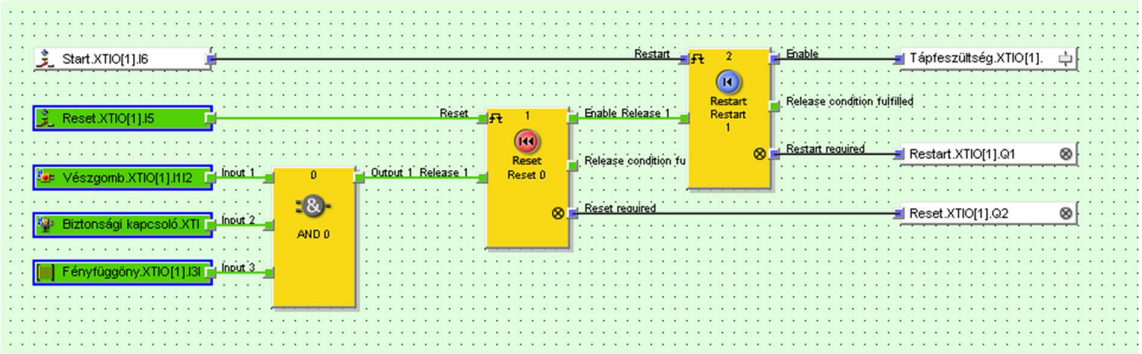
Az első lépésként az összes biztonsági bemenet aktív, hiszen ezek alaphelyzetben zárt (NC) kapcsolók, ezek jelzik, hogy a gép indításra készen áll, azzal, hogy a Reset funkció nyitási feltételét teljesítik.

Ezeknek a feltételeknek a meglétét a Reset lámpa villogása jelzi.



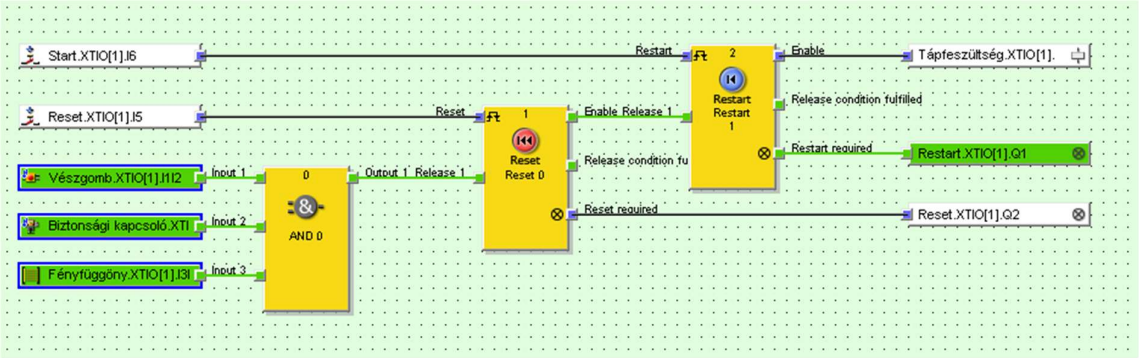
25. ábra A PLC program alaphelyzeben

Abban az esetben, ha megnyomjuk a Reset gombot, a Reset lámpa villogása megszűnik, és teljesül a Restart funkciónak a nyitási feltétele.



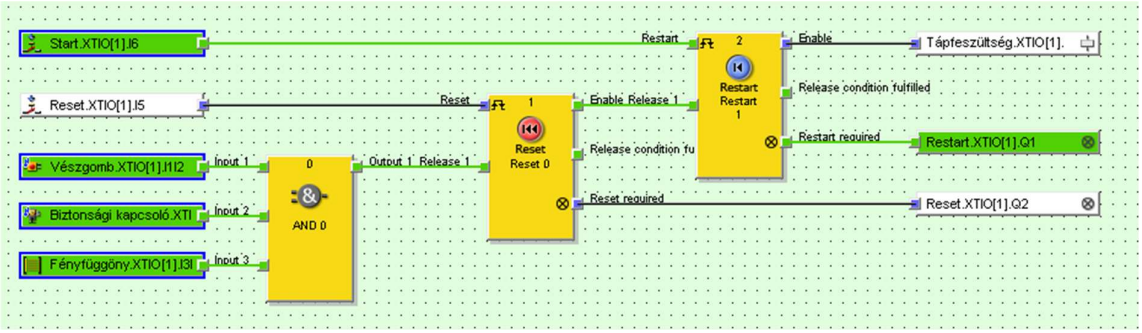
26. ábra A PLC program a Reset gomb megnyomásakor

A Reset gomb felengedése után a Restart lámpa kezd el villogni, azt jelezve, hogy a gép kész íz indításra a Start gomb megnyomását követően.



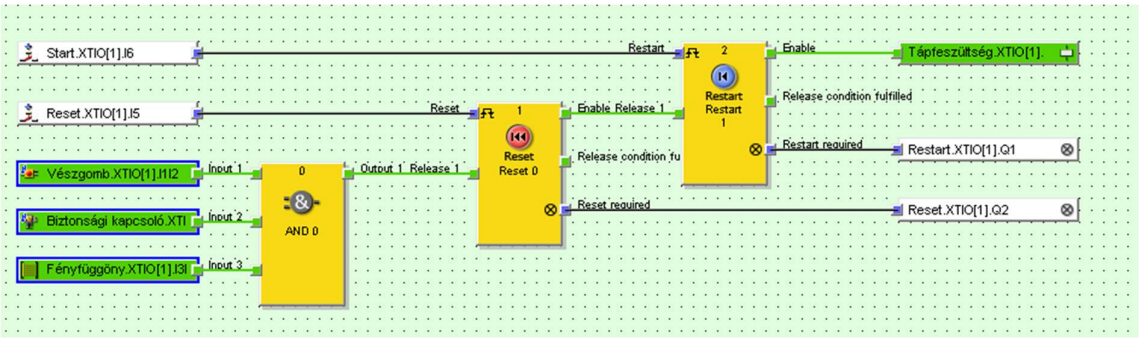
27. ábra A PLC program a reset gomb megnyomása után

A Start gomb lenyomásával teljesítjük az utolsó feltételt is az indításhoz.



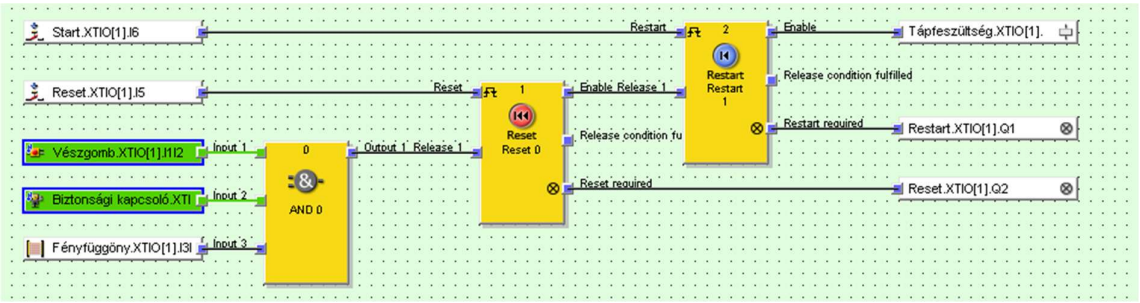
28. ábra A PLC program a Start gomb megnyomásakor

A Start gomb felengedését követően meghúznak a biztonsági mágneskapcsolók és a gép megkapja a tápfeszültségét, és innentől üzemszerű működésre képes.



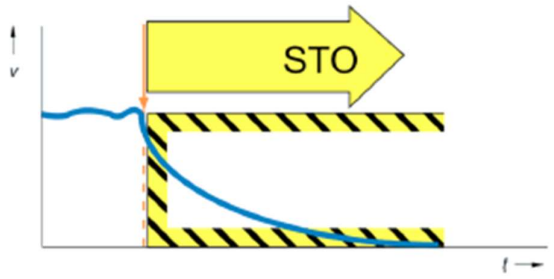
29. ábra A PLC program a Start gomb megnyomása után

Abban az esetben, ha bármelyik biztonsági funkció inaktívvá válik, akkor a vezérlés azonnal bontja az áramkört, így energia mentesítve a berendezést, ezzel biztosítva, hogy a veszélyhelyzet megszűnjön.



30. ábra A PLC program vészleállítás esetén

Ez a fajta leállítás egy úgynevezett biztonságos nyomaték kikapcsolás (STO Safe Torque Off), amely biztosítja azt, hogy az az energia, amely a nyomatékot generálja ne tudjon tovább hatni a motorra, valamint megakadályozza a véletlen indítást. [19]



31. ábra STO leállítás

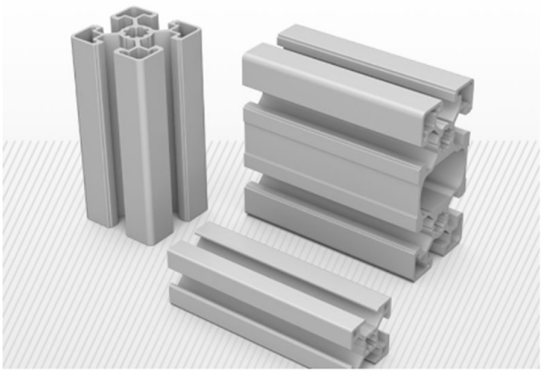
Ebben az esetben azért használtam STO-t mivel gépen nincsen akkora tehetetlenséggel rendelkező hajtott alkatrész, amelynek indokolt lenne a fékezése, illetve pozícióban tartása, ehhez legközelebb a körasztal áll, de ott véleményem szerint azzal, ha ott tartónyomatékot alkalmazunk, csak az esetleges sérülést súlyosbítjuk, hiszen nehezebb lehet eltávolítani a sérült testrészt a géptestből. [19]

A PLC program, valamint a hardver konfiguráció részletesen az 1. mellékletben található meg részletesen.

5.13 A mechanikai védelem

A védőburkolat szerkezete:

A védőburkolat szerkezetileg 45x45-ös alumínium profilból, valamint 2 mm vastag plexi lapokból áll. Viszont mindenképp el kell látni egy ajtóval arról az oldaláról a berendezésnek, amelyen a furatellenőrző, illetve a fúró állomás található, hogy karbantarthatóak legyenek, illetve abban az esetben, ha működés közben beavatkozásra van szükség, akkor hozzáférhetőek legyenek.



32. ábra Az alumínium profil [8]

Abban az esetben, ha az ajtót kinyitják a Safety PLC-nek azonnal el kell venni a vezérlést a géptől, tehát az ajtót el kell látni egy biztonsági kapcsolóval, ami integrálva van a gép vezérlésébe.

A védőburkolat felülről is zárt, így a szerkezet feletti átnyúlás kockázata megszűnik, a veszélyes tér nincsen a gépet kezelők felett, ezért a felnyúlásból eredő kockázat sem jelenik meg.

5.14 A biztonsági távolság meghatározása:

Ebben az esetben figyelembe kell venni, hogy a burkolatra integrálva van egy fénykapu, amely az azon elhelyezett nyíláson helyezkedik el, annak érdekében, hogy benyúlás esetén a gépet energia mentesítse.

5.14.1 Utánfutás mérés

Utánfutás mérések [ms]				
Mérés száma	1.	2.	3.	Átlag
1	130	120	130	126,67
2	150	120	120	130,00
3	140	110	120	123,33
4	130	120	150	133,33
5	120	120	130	123,33
6	100	120	130	116,67
7	130	120	140	130,00
8	120	120	110	116,67
9	130	110	110	116,67
10	130	140	120	130,00

13. táblázat Utánfutás mérés eredményei

$$Az\ összes\ mérés\ átlaga = 124{,}67\ [ms]$$

$$Szórás = 11{,}47\ [ms]$$

$$3\ szigma = 3 \cdot Szórás = 34{,}41\ [ms]$$

$$Számított\ leállítási\ idő = Összes\ mérés\ átlaga + 3\ szigma = 159{,}08\ [ms]$$

$$Legnagyobb\ mért\ leállási\ idő = 150\ [ms]$$

Mivel a számított érték magasabb, ezért a továbbiakban azzal kell számolni.

Biztonsági távolság:

$$S = (K \cdot T) + C$$

S- legkisebb biztonságos távolság

K- 2000 mm/s (a benyúlás miatt)

T- leállási idő

C- fényfüggöny felbontásából számított konstans (nem lehet 0-nál kisebb)

$$C = 8 \cdot (d - 14) = 8 \cdot (24 - 14) = 80$$

d- a fényfüggöny felbontása

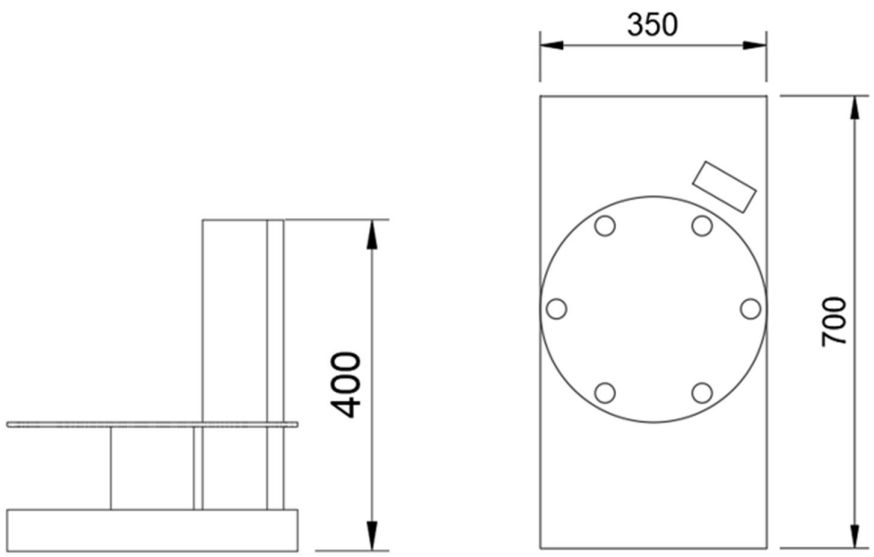
$$S = (2000 \cdot 0{,}15908) + 80 = 398{,}16\ mm$$

A legkisebb szükséges biztonsági távolság, ahol a fényfüggönynek el kell helyezkedni, 398,16 mm, amit 400 mm-re kerekítek.

5.14.2 A burkolat befoglaló méretei

- Szélesség: 800 mm
- Magasság: 500 mm
- Hosszúság: 800 mm

5.14.3 Berendezés vázlat

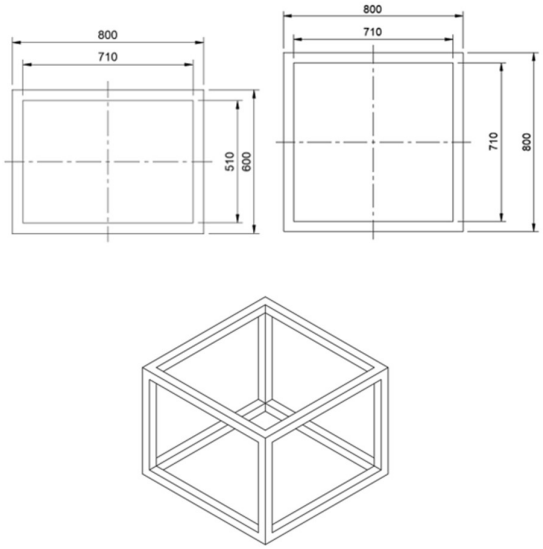


33. ábra Vázlat a berendezésről

Ezeket a méreteket alkalmazva a berendezés úgy fér el a burkolaton belül, hogy az ajtónyitás után az állomások is elérhetőek rajta, illetve a minimális biztonsági távolság is megvan.

A berendezés vázlatának elkészítésekor csak a tervezéshez szükséges jellemzőket tüntettem fel, ezek az asztal, a körasztal és a fúróegység, mivel ezek határozzák meg a berendezés legnagyobb méreteit.

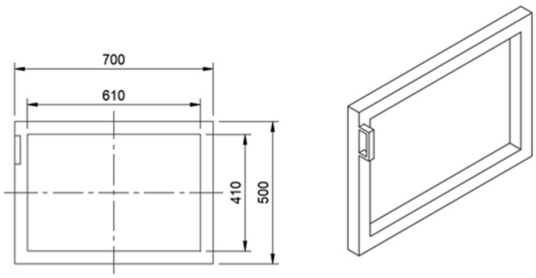
5.14.4 Burkolat szerkezetének vázlata



34. ábra A burkolat vázának vázlata

A fenti képeken a burkolat vázát, annak befoglaló méreteit, valamint a felépítését lehet látni. A burkolat az előzőekben már említett alumínium profilból készül, megadja a gép határait, a biztonsági távolságot biztosítja, és keretet ad a plexinek.

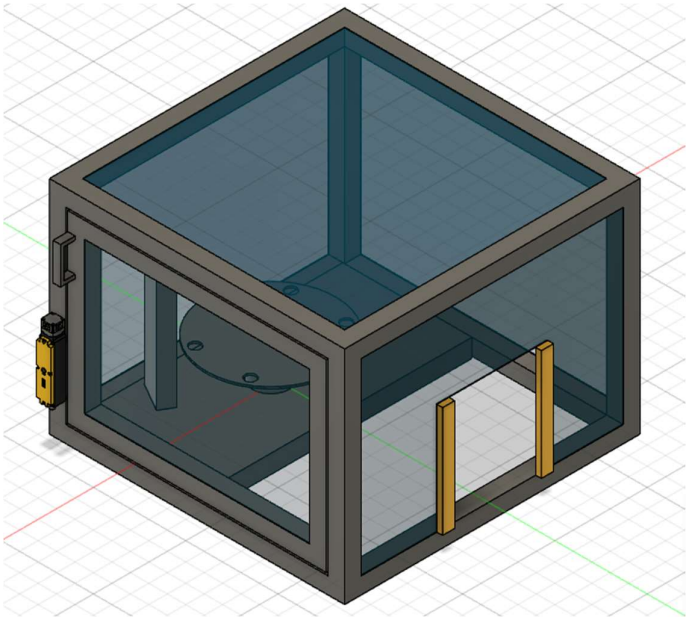
5.14.5 Ajtó vázlat



35. ábra A biztonsági ajtó vázlata

A fenti képen a berendezésen elhelyezett ajtó befoglaló méretei láthatóak. Erre azért van szükség, hogy a fúró egység és a tesztelő egység hozzáférhető legyen, hogy bármilyen beavatkozást el lehessen végezni a burkolat szétszerelése nélkül.

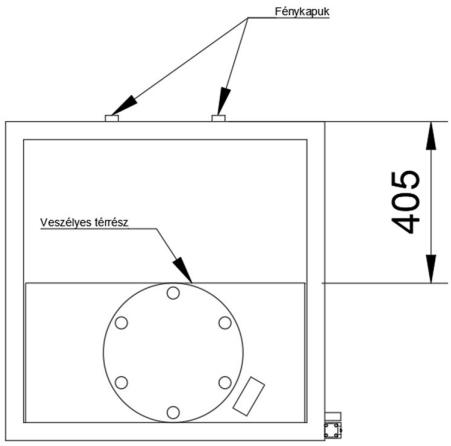
5.14.6 Összeállítás



36. ábra Modell a gépről és a burkolatairól a vázlatok alapján

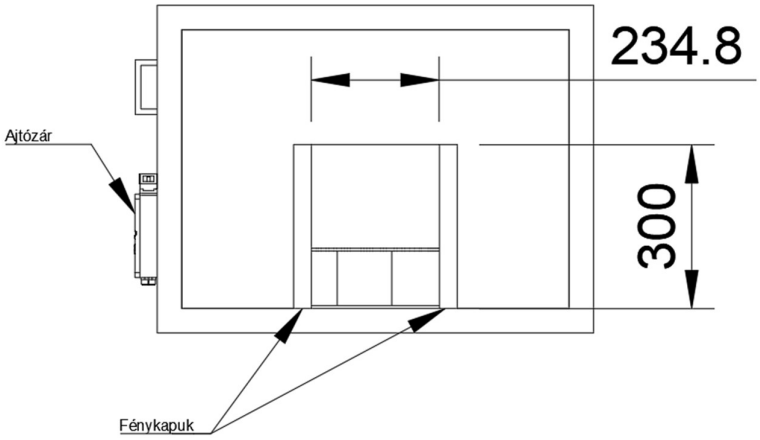
A fenti képen látható egy koncepciós vázlat a berendezésről, amelyen jelölve vannak a biztonsági funkciókat ellátó berendezések. Itt látható, hogy hogyan fognak elhelyezkedni a burkolat alkatrészei, valamint a burkolaton elhelyezkedő biztonsági berendezések.

5.14.7 Biztonsághoz kapcsolódó vázlatok



37. ábra A fénykapu biztonsági távolsága

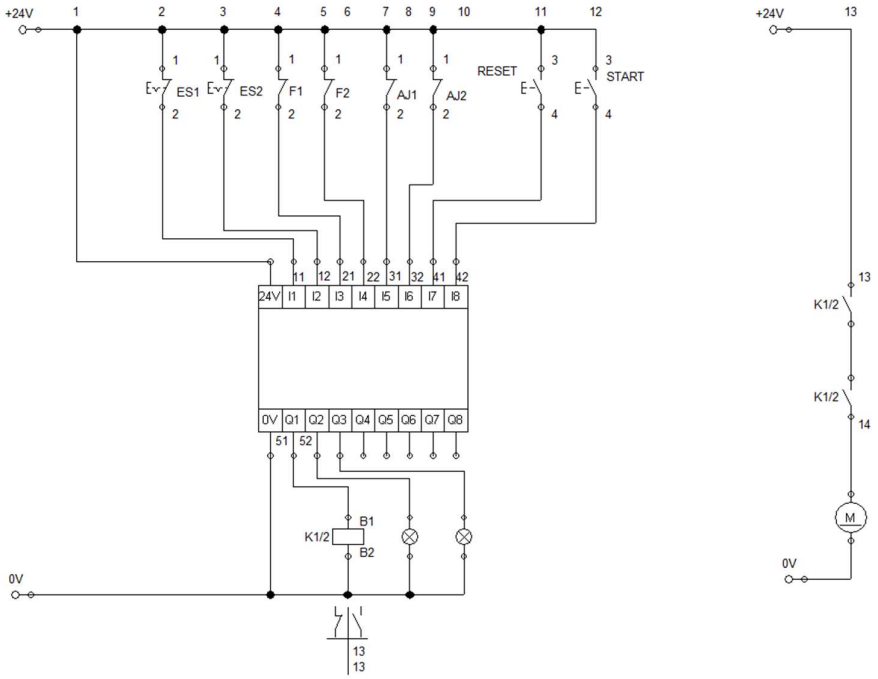
A fenti képen látható, hogy a biztonsági távolság a biztosítva van a benyúlások esetére.



38. ábra A biztonsági berendezések elhelyezkedése

A fenti képen látható, hogy hol helyezkedik el a zár, illetve látható a fényfüggöny elhelyezkedése, valamint a nyílásméret.

5.15 Elektromos kapcsolási rajz



39. ábra A vészkör elektromos kapcsolási rajza

A kapcsolási rajzot a Festo FluidSIM nevű programjának 4-es verziójában készítettem, ebben nem volt megtalálható minden szükséges elem, így az egyes biztonsági elemeket egyszerűsített jelölésekkel láttam el.

A biztonsági funkciókat ellátó eszközöket bontó kapcsolókként jelöltem, míg a gépet egy motorral helyettesítettem. A működés ellenőrizhetőségének érdekében a vészgombot gombként ábrázoltam.

Jelmagyarázat:

ES1-ES2: Vészgomb

F1-F2: Fénykapu

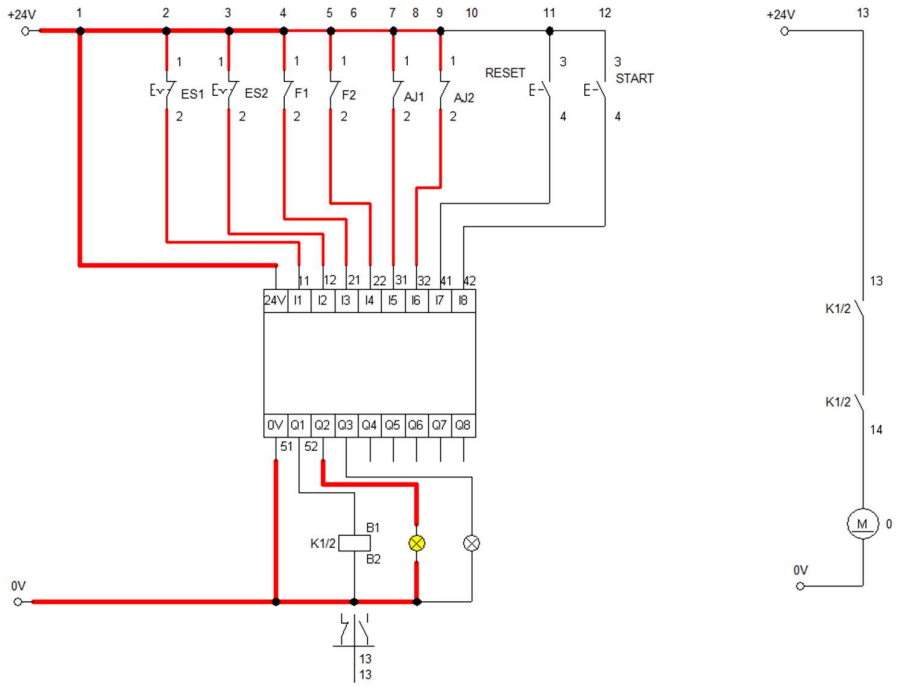
AJ1-AJ2: Biztonsági zár

K1/2: Mágneskapcsoló

RESET: Reset gomb

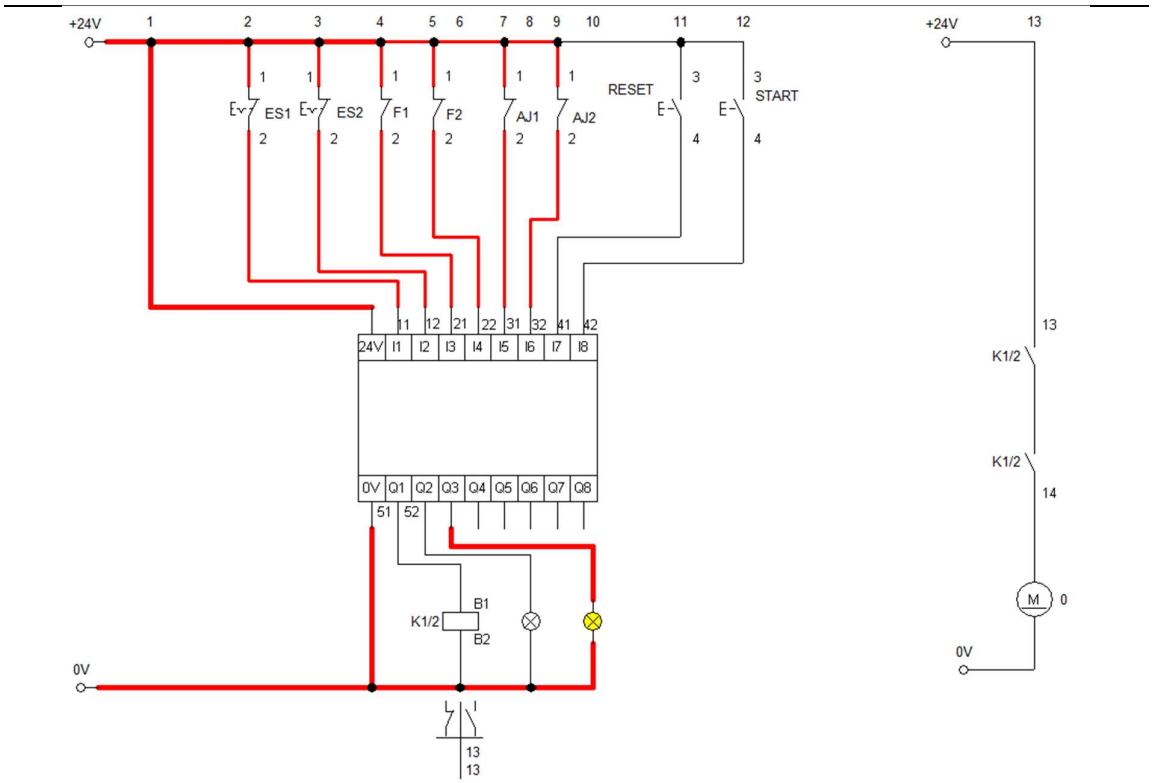
START: Start/Restart gomb

5.15.1 A működés bemutatása elektromos kapcsolási rajzvázlat alapján:



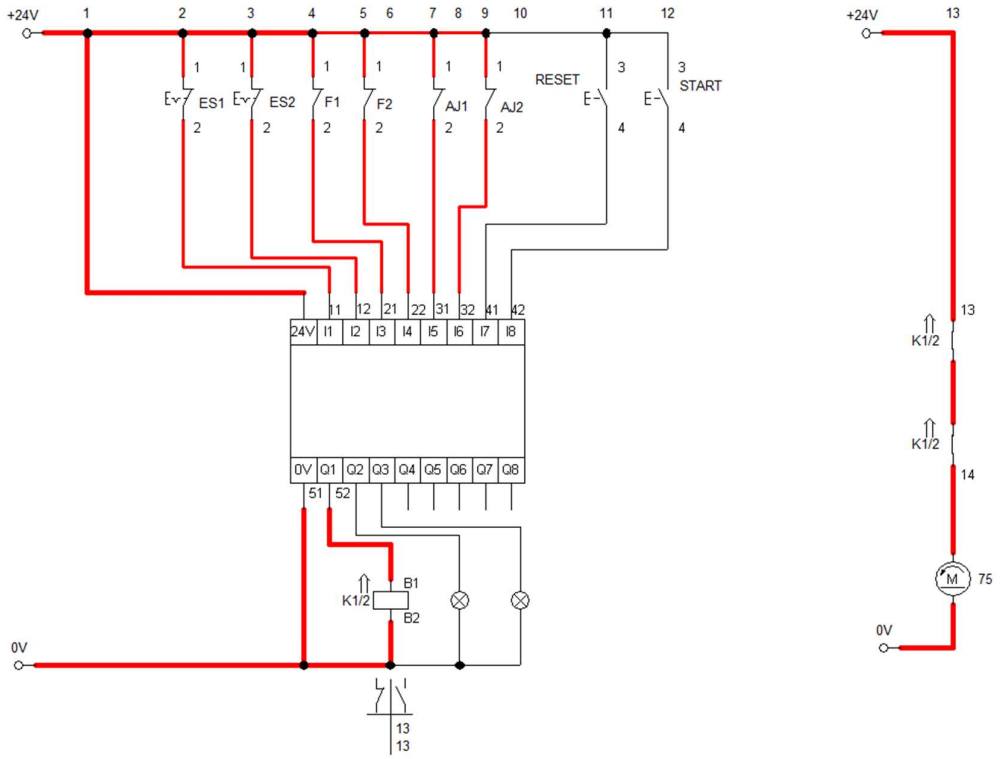
40. ábra Bekapcsolás utáni állapot

A berendezés bekapcsolása után, abban az esetben, ha minden biztonsági feltétel megvan, akkor az előbb látott képen látható állapotban van. Látható, hogy a relé nincs kapcsolt állapotban, a motor nem megy és a Reset gomb megnyomását igénylő visszajelző lámpa világít.



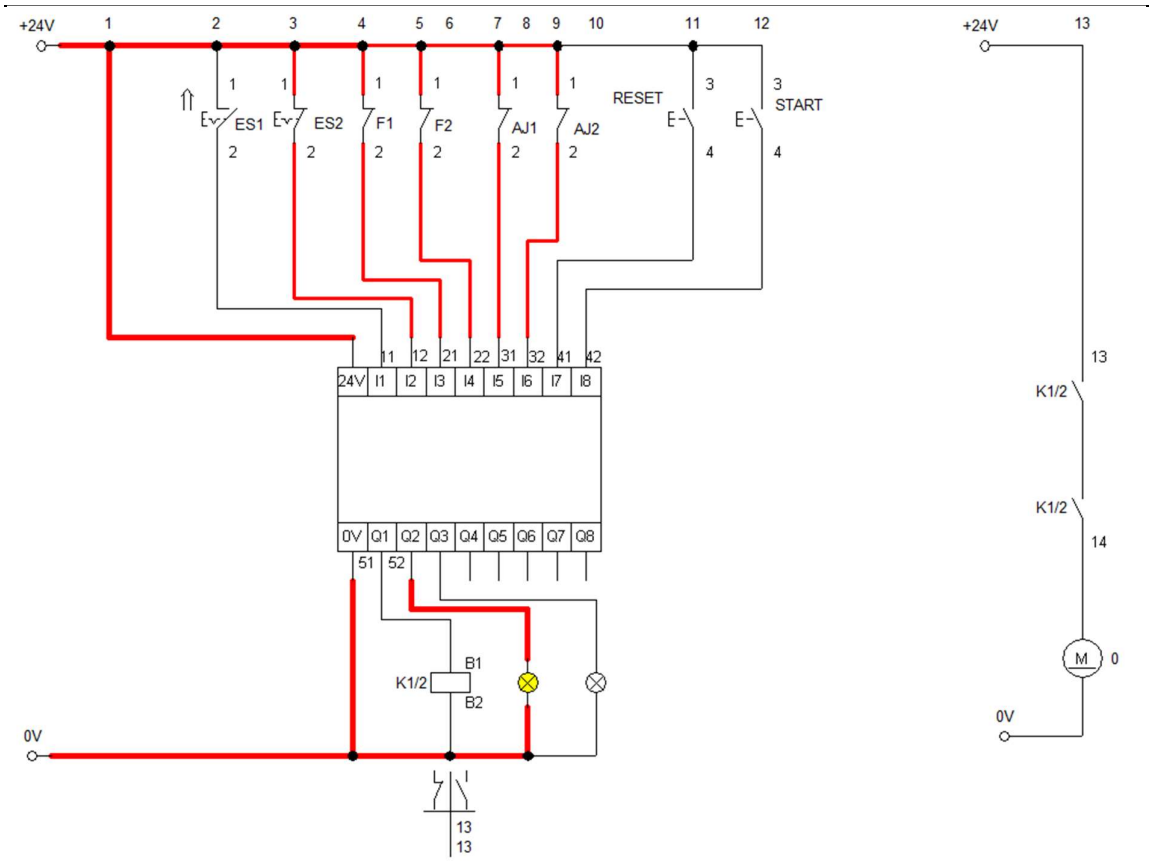
41. ábra Állapot a Reset gomb megnyomása után

A Reset gomb megnyomása után a relék még továbbra sincsenek kapcsolt állapotban, viszont a Restart gomb megnyomásának szükségességét jelző lámpa bekapcsolt, a motor továbbra is energiamentes állapotban van.



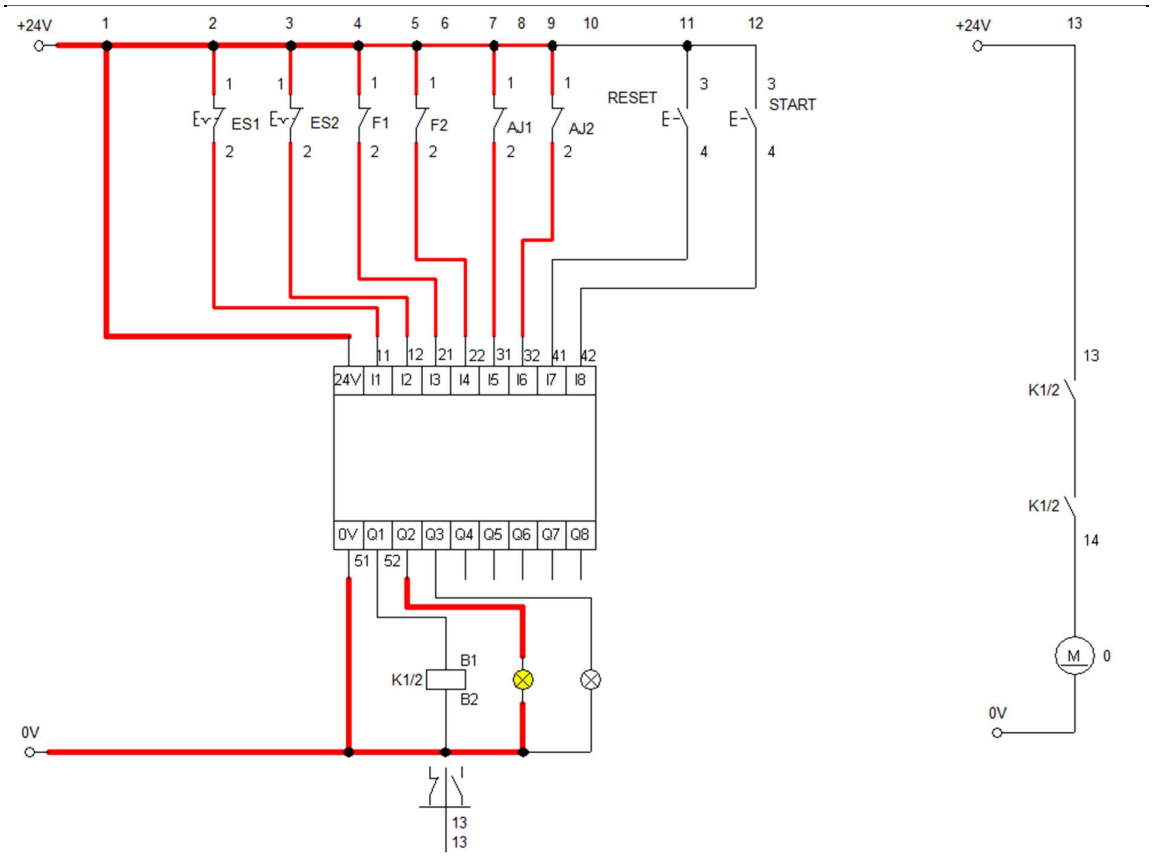
42. ábra Állapot a Restart gomb megnyomása után

A Restart gomb megnyomása után a relék kapcsolt állapotba kerülnek, mely feltétel engedélyezi, hogy a motor áramot kaphasson, így a berendezés működésbe léphetett.



43. ábra Állapot vészleállítás esetén

Abban az esetben, ha egy biztonsági feltétel megszűnik, ebben az esetben az ES1-et kapcsoltam ki, a relék azonnal kapcsolnak, és a gép energiamentes állapotba kerül, valamint ameddig a biztonsági feltételek helyre nem állnak, addig a gép nem is újra indítható.



44. ábra Állapot újraindítás után

Ha visszaálltak a biztonsági feltételek a megfelelő állapotba, azután a berendezést újra lehet indítani, a már fent bemutatott folyamatot követve.

5.16 A rendszer értékelése a SISTEMA programban

5.16.1 A SISTEMA program

A SISTEMA egy ingyenesen letölthető szoftver, amely segítségével a gépek ISO 13849 szerinti kockázati és biztonsági besorolását lehet meghatározni a tervezés, vagy a fejlesztés során.

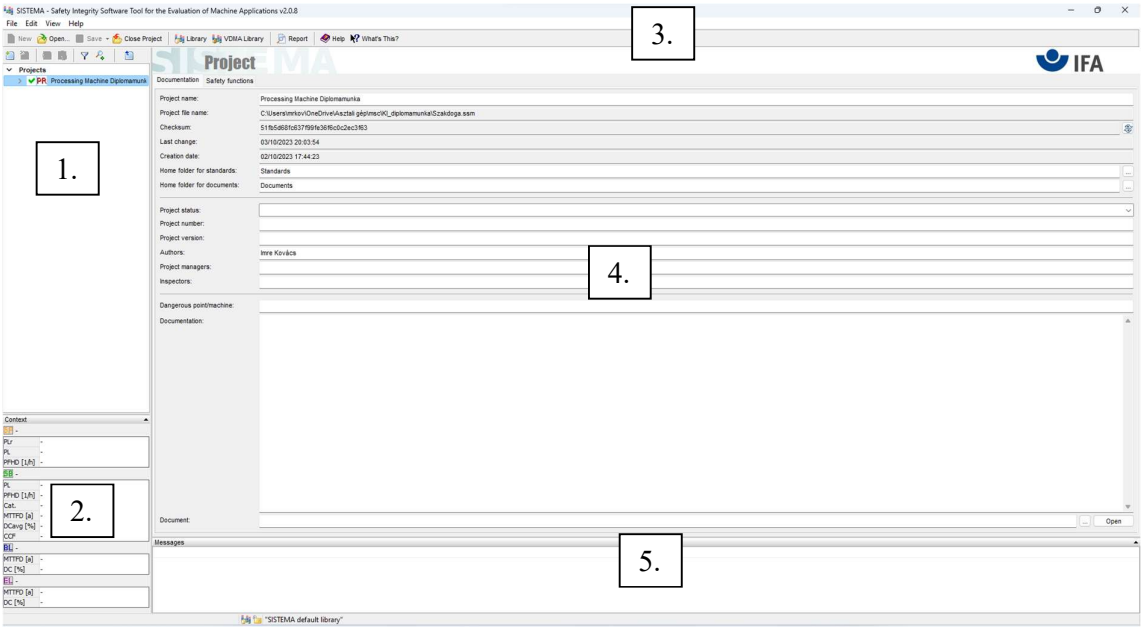
Mielőtt rátérnék az elemzésre röviden bemutatom a program működését és felépítését az elemzés könnyebb áttekinthetősége érdekében.

A program az EN ISO 13849/2, illetve az EN ISO 12100 szabványokra épül, ezért a megfelelő használat előfeltétele ezeknek az ismerete. [19]

A program felépítése:

1. Navigációs panel: aktuális projektek megjelenítése
2. Információs panel: aktuálisan kijelölt biztonsági funkciók/ elemek jellemző értékei
3. Eszköztár
4. Kezelő panel: biztonsági funkciók es a rendszer elemeinek meghatározása, adatfelvitel
5. Értesítési sáv

[19]



45. ábra A SISTEMA felépítése

5.16.2 SISTEMA jelölések

PR

Projekt: általában azt a gépet jelöli, amelyről az elemzés készülni fog, az egyes elemzések mindig ennek a szintnek a meghatározásával kezdődnek. Ezen a szinten kiolvashatók a berendezéssel kapcsolatos biztonsági adatok.

SF

Biztonsági funkció (Safety Function): a gépbe épített biztonsági funkciók ezen a szinten definiálhatók, pl.: tápfeszültség lekapcsolás, biztonsági ajtó stb.

SB

Alrendszer (Subsystem): azokat az alrendszereket jelenti, amelyek felépítik a biztonsági funkciót, ilyenek pl.: biztonsági relék, pneumatikus aktuátorok stb.

CH

Csatorna (Channel): azt mutatják meg, hogy az alrendszereket felépítő elemek hány csatornán keresztül működnek. Számukat a vezérlési architektúrák határozzák meg.

TE

Teszt csatorna (Test Channel): a csatornához hasonló elem, de csak 2. kategóriájú alrendszer esetén szükséges.

BL

Blokk (Block): a csatornákat felépítő funkcionális elemek pl.: szenzorok, pneumatikus szelepek stb.

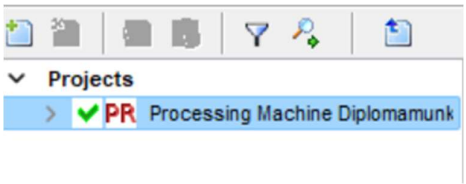
EL

Elem (Element): a blokkokat felépítő elemek, a programban legalacsonyabban definiálható szint, az egyes elemek típusának pontos definiálása.

[19]

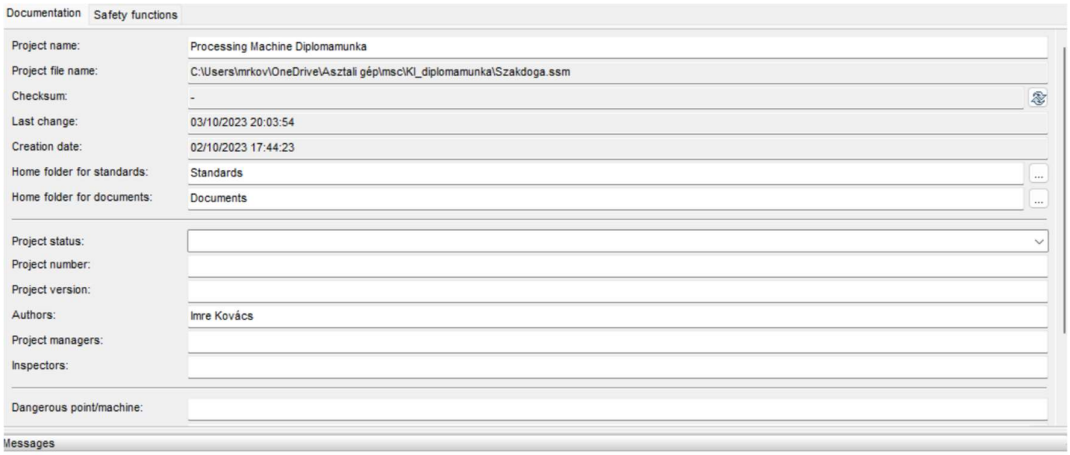
5.16.3 A jelentés elkészítése

Létre kell hozni egy új projektet.



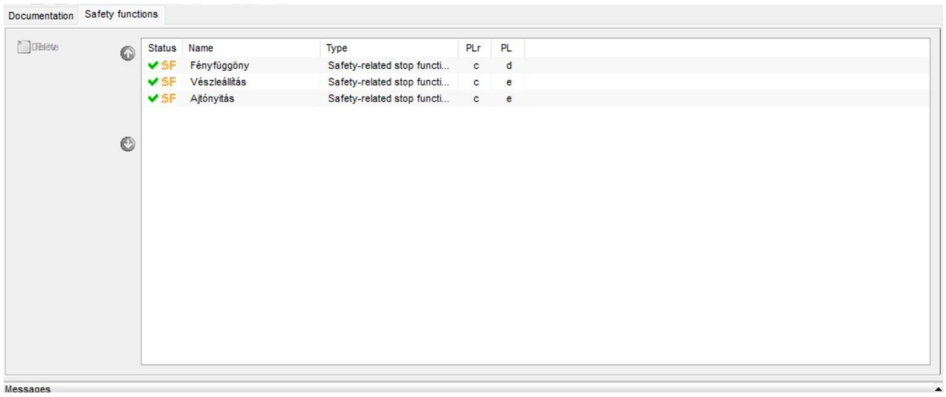
46. ábra Projekt létrehozása

A bekarikázott „New” ikonra kattintva hozható létre új projekt.



47. ábra Documentation fül

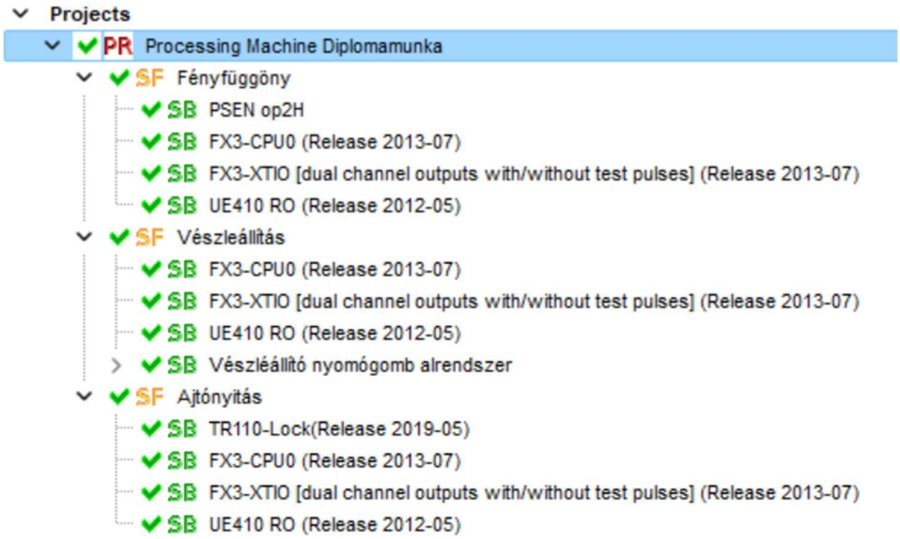
A „Documentation” fül alatt lehet nevet adni a projektnek, illetve itt olvasható néhány a dokumentumra jellemző tulajdonság.



48. ábra Safety functions fül

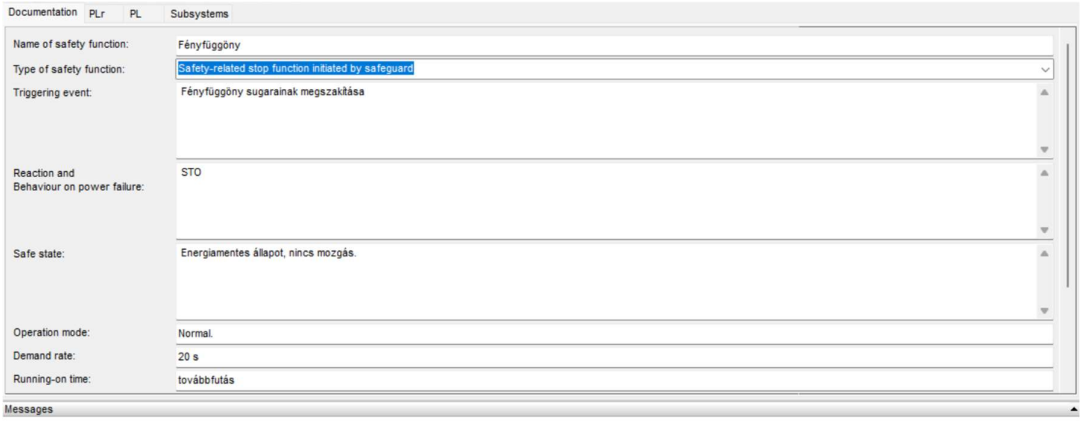
A „Safety functions” fül alatt lehet hozzá adni a projekthez különböző biztonsági funkciókat, szintén a „New” ikonra való kattintással.

Amennyiben már kész a jelentés, itt át lehet tekinteni a funkciókat, illetve áttekinthetőek azok eredményei is. Illetve belépve az egyes funkciókba módosítások lehet végrehajtani, abban az esetben, ha szükséges.



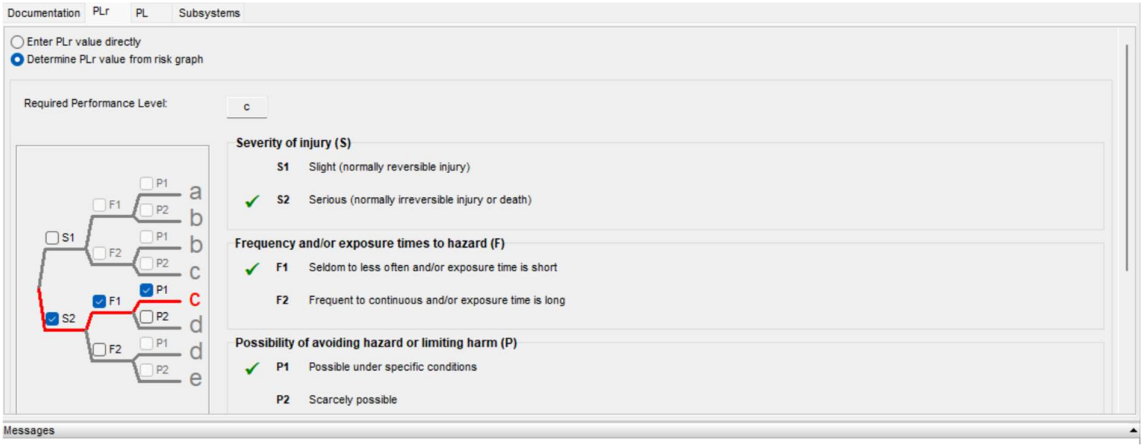
49. ábra Projektek áttekintése

A „Projects” ablakban a projektet lenyitva láthatóak a biztonsági funkciók, és az azokhoz tartozó alrendszerek, melyeket akár innen is elérhetőek és módosíthatóak.



50. ábra Safety fundtions Documentation fül

Duplán kell kattintani valamelyik biztonsági funkcióra, akkor elérhetővé válik az, itt a „Documentation” fül alatt szintén alapadatokat láthatunk, ezeket itt kell felvinni, illetve módosítani is itt lehetséges.

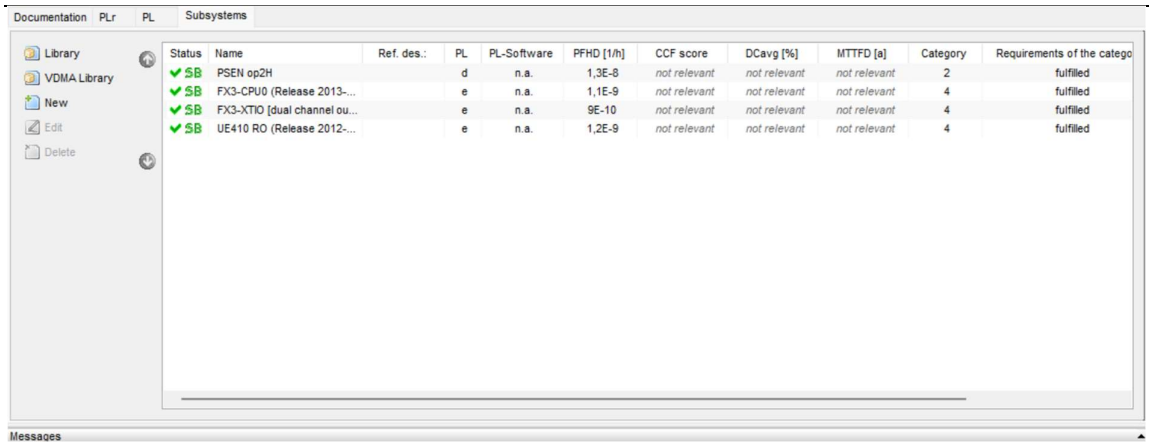


51. ábra Safety functions PLr fül

A „PLr” fül alatt beállítható a szükséges teljesítményszint, melyet be lehet írni közvetlenül is, illetve létre lehet hozni az ennek meghatározására szolgáló gráf segítségével.

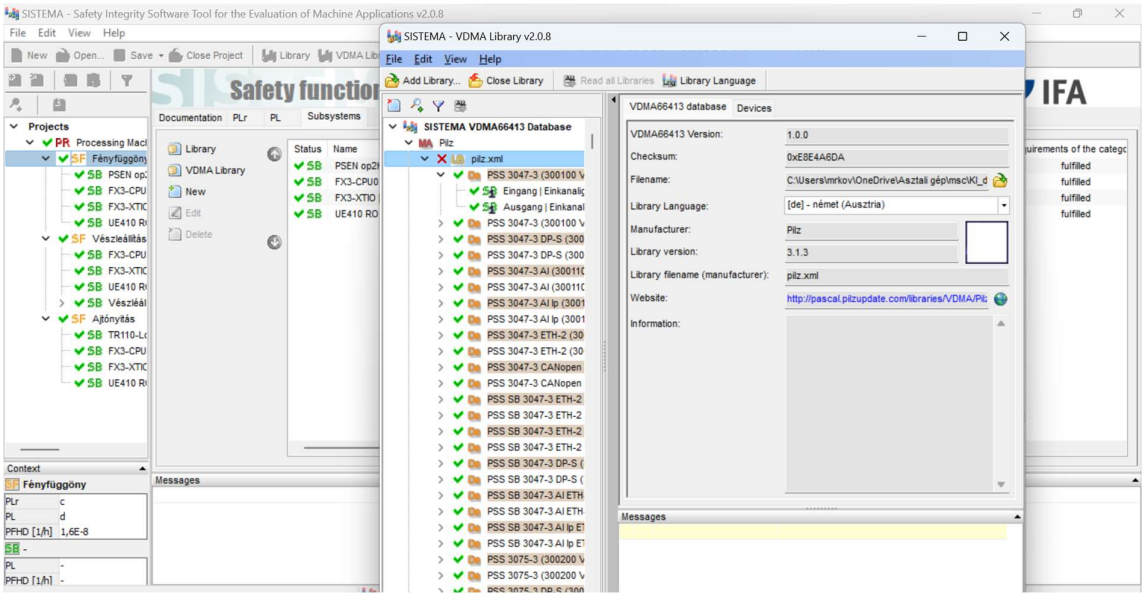
52. ábra Safety functions PL fül

A „PL” fülön a rendszer által elért biztonsági szintet lehet látni, de ez csak az alrendszerek definiálása után látható, abban az esetben, ha az alrendszerek adatai alapján határozzuk meg, célszerű ezt választani, hiszen a gyártók által meghatározott adatokat automatikusan használja a program.



53. ábra Safety functions Subsystems fül

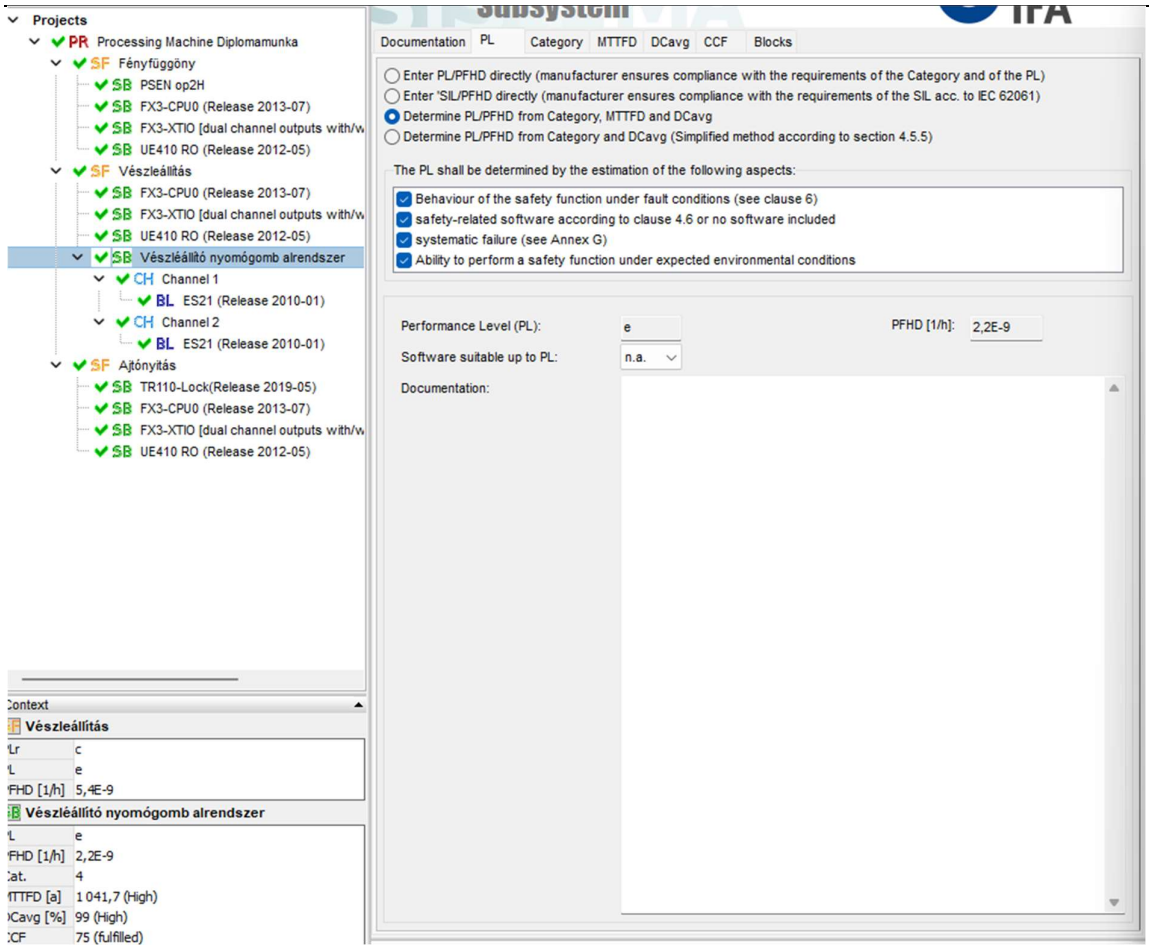
A „Subsystems” fül alatt láthatóak azok az alrendszereket, amelyek az adott funkcióhoz tartoznak, itt hozzáadhatóvá is válnak, illetve a már meglévőket módosíthatjuk.



54. ábra VDMA Library

Megnyitva a „VDMA Library” -t, láthatóvá válnak azok az adatbázisokat, amelyek társítva lettek a SISTEMA-hoz, mindenképp érdemes ezekből dolgozni, hiszen rengeteg hibalehetőséget kizár, hogy nem kézzel kell az adatokat felvinni.

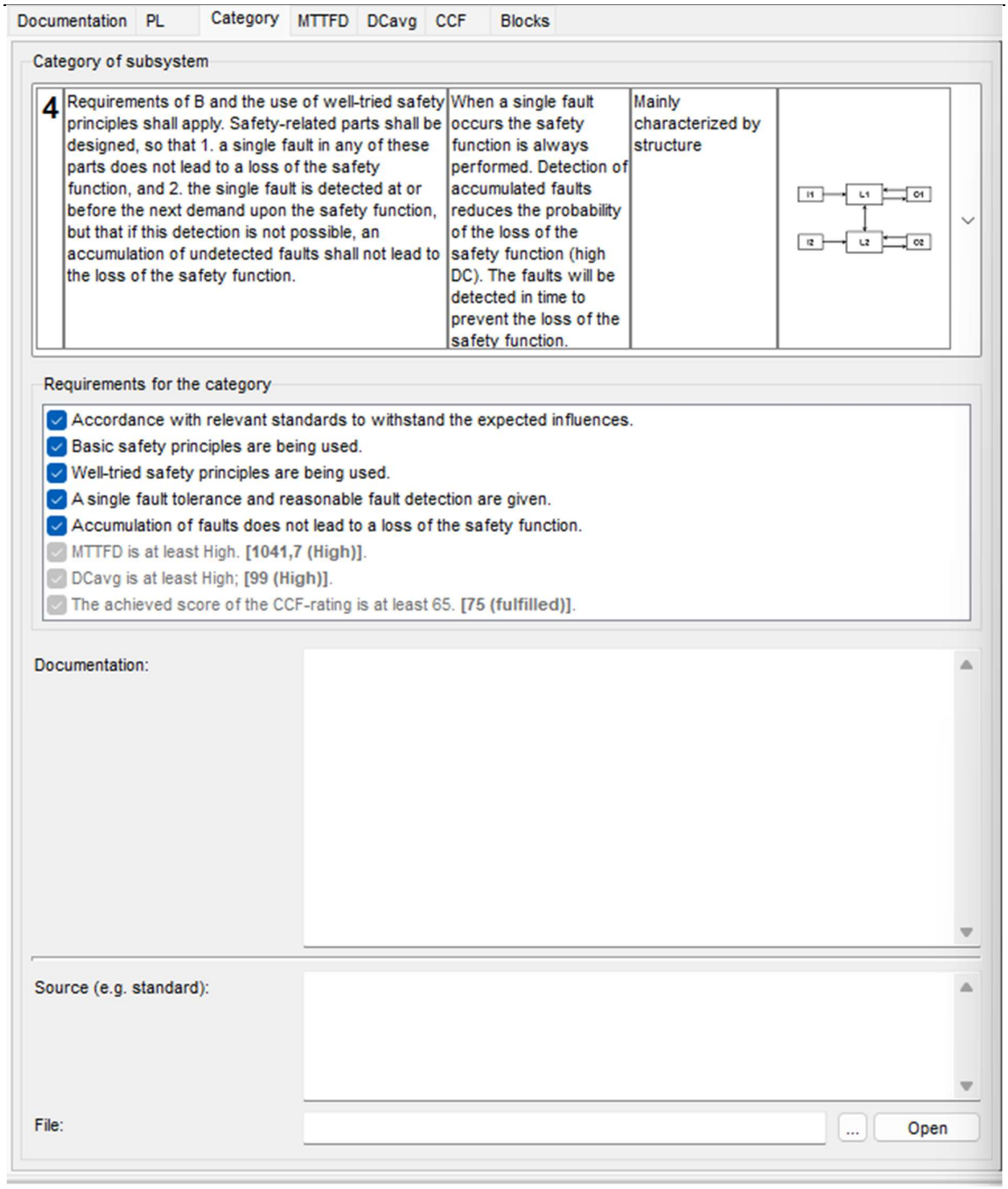
Itt lehet kiválasztani a megfelelő berendezéseket, amelyet alrendszerként kell definiálni.



55. ábra Vészgomb PFHD értéke

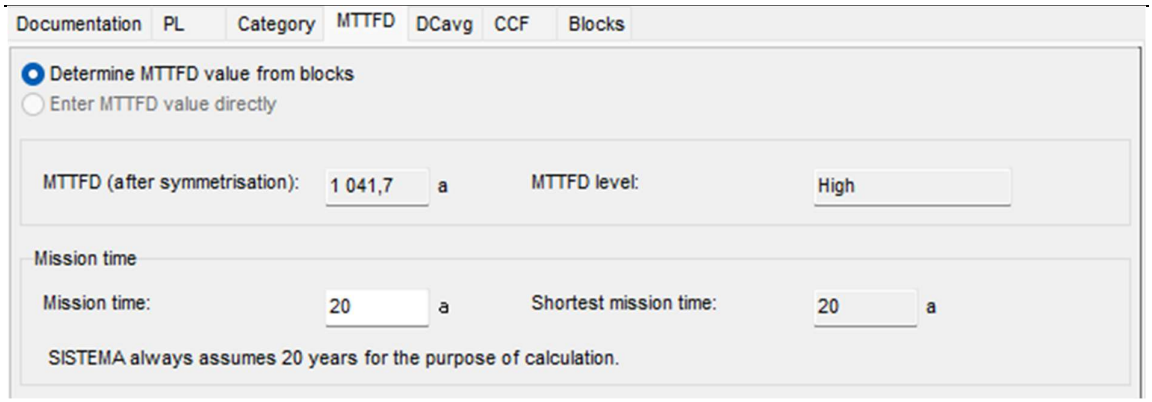
A Vészleállító nyomógomb alrendszer „PL” fülön a PFHD értéke határozható meg.

A PFHD érték megmutatja, a meghibásodások órára vonatkoztatott valószínűségét, ebből meghatározható, hogy mennyire biztonságos a rendszer. [19]



56. ábra Vészgomb Category fül

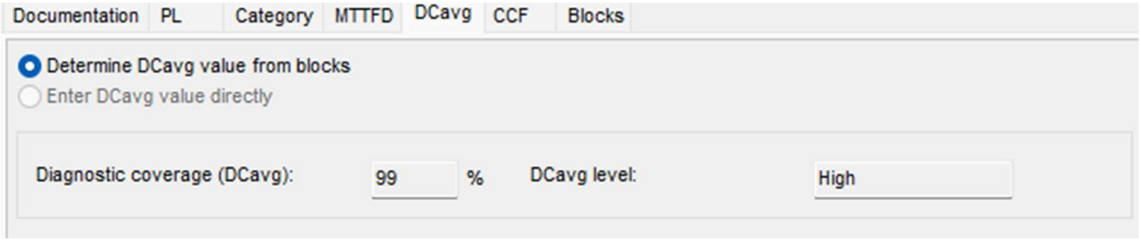
A „Category” fül alatt a biztonsági kategória szintjét látni, a beállított, illetve a kalkulált adatok alapján.



57. ábra Vészgomb MTTFD fül

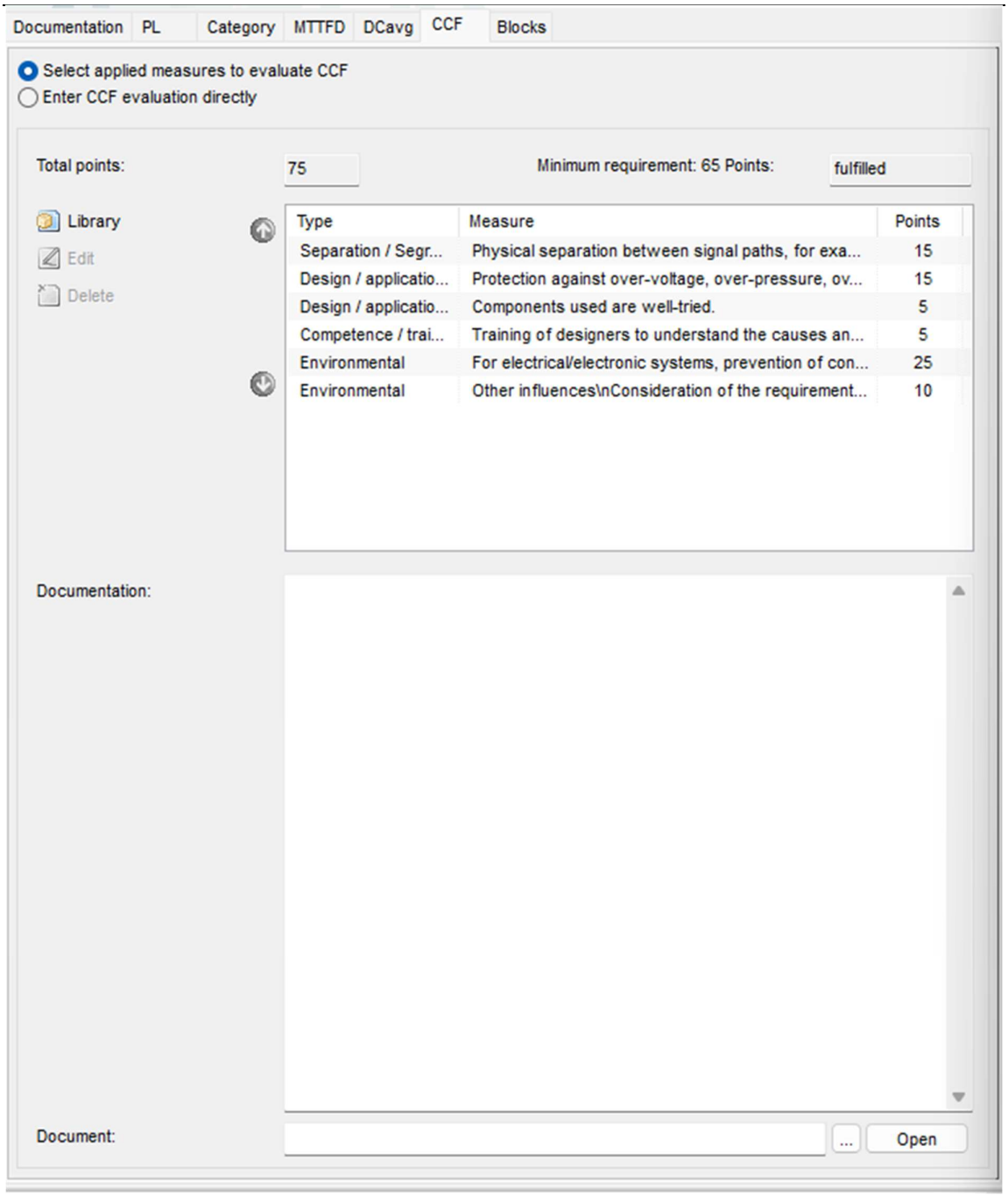
Az „MTTFD” fül alatt a biztonsági funkció MTTFD értékét lehet kiszámítani.

Az MTTFD megmutatja, hogy mennyi idő telik el átlagosan a meghibásodásig. [19]



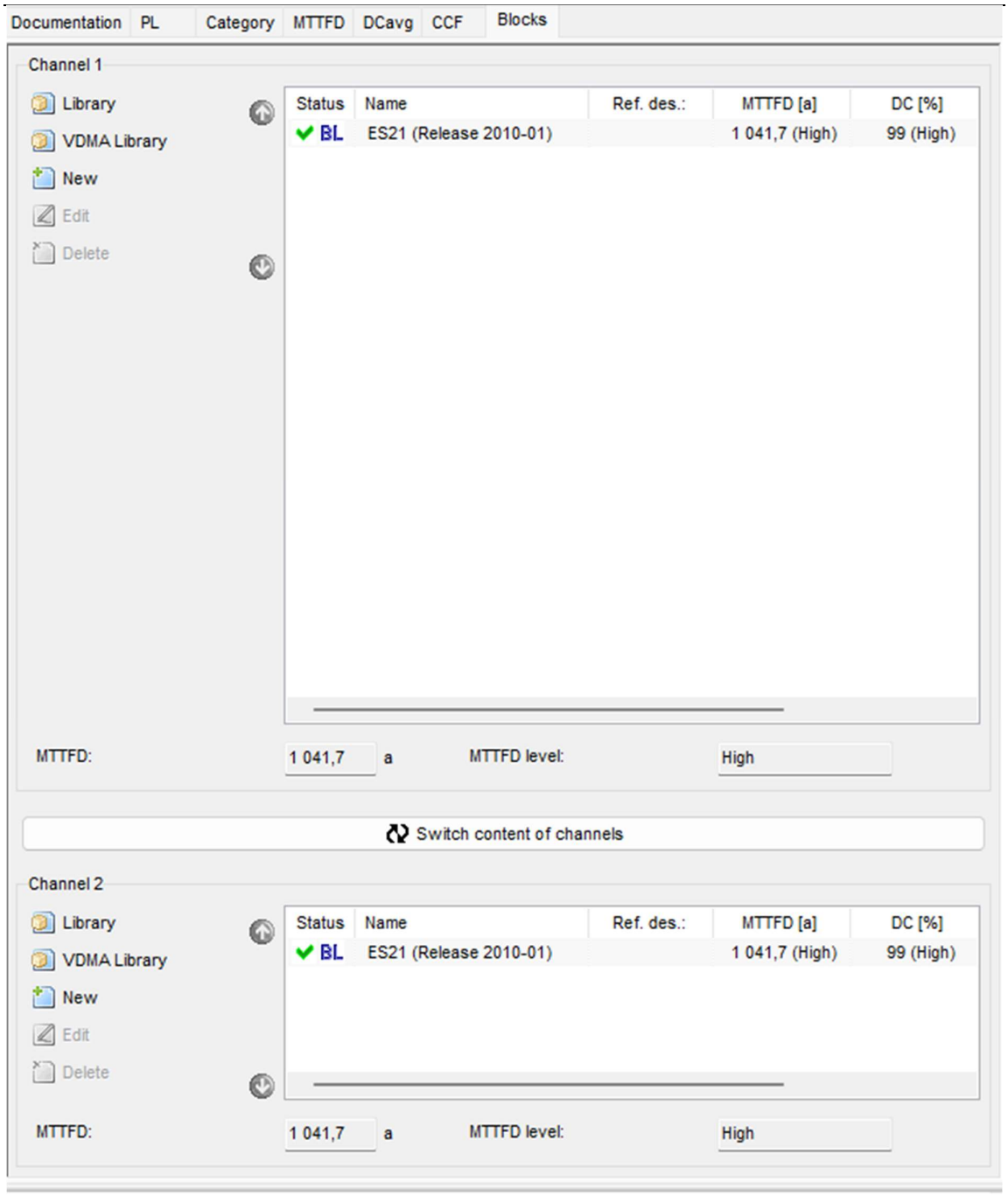
58. ábra Vészgomb DCavg fül

A „DCavg” fül alatt a diagnosztikai lefedettség értéke látható, minél magasabb értékre érdemes törekedni.



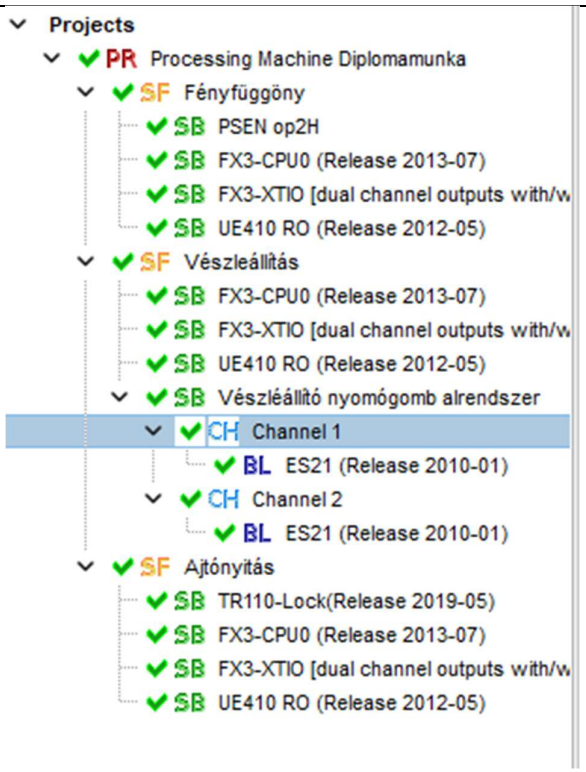
59. ábra Vészgomb CCF fül

A „CCF” fül alatt a közös okú meghibásodásokkal szembeni ellenállóképessége határozható meg a rendszernek 100 pontból legalább 65öt kell elérni. Közös okú meghibásodásnak tekinthető, ha bármilyen zavaró hatás egyszerre több csatornában okoz hibát.



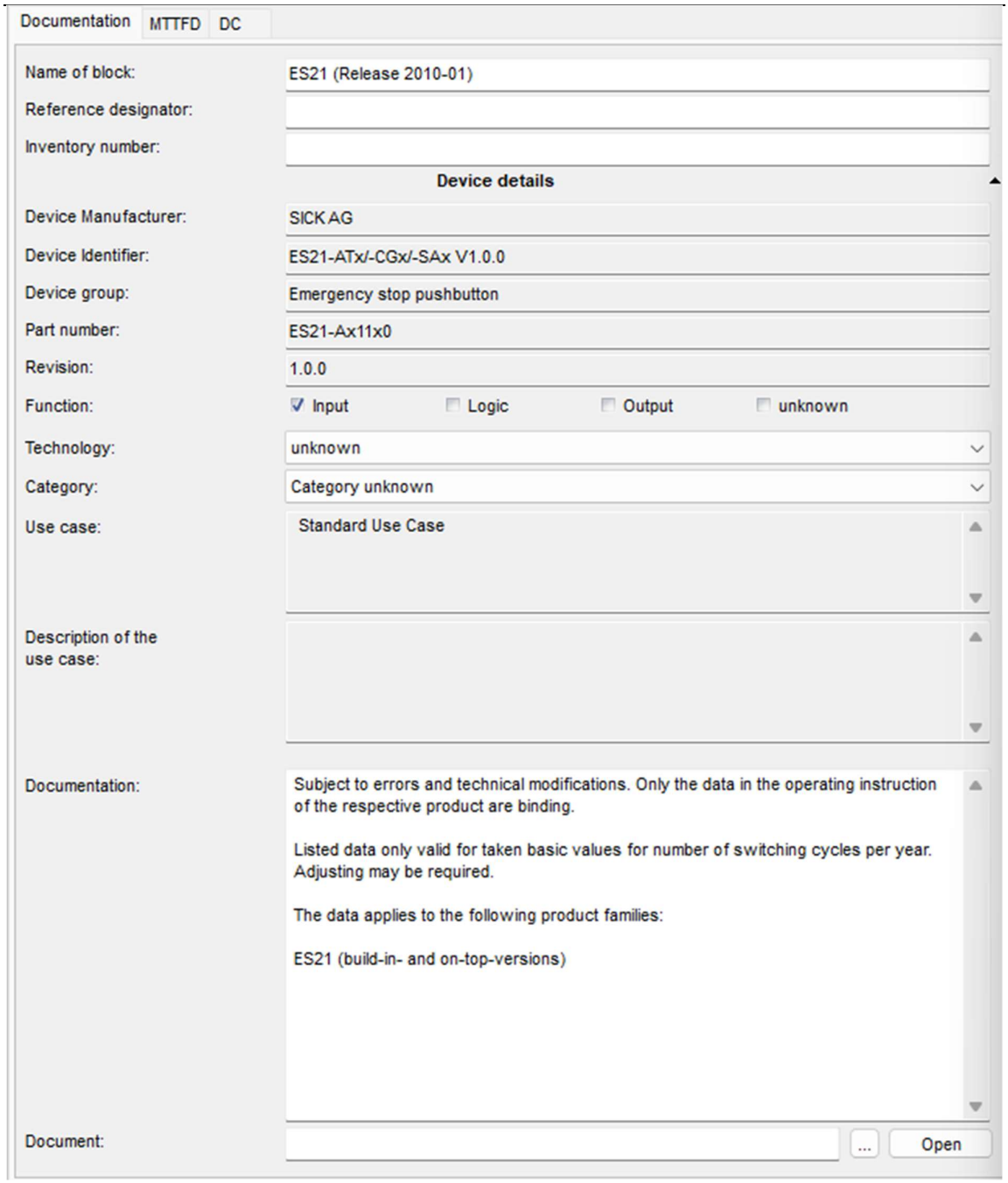
60. ábra Vészgomb Blocks fül

A „Blocks” fül alatt az alrendszerhez tartozó blokkok találhatóak, ezeket itt lehet szerkeszteni, hozzáadni és törölni.



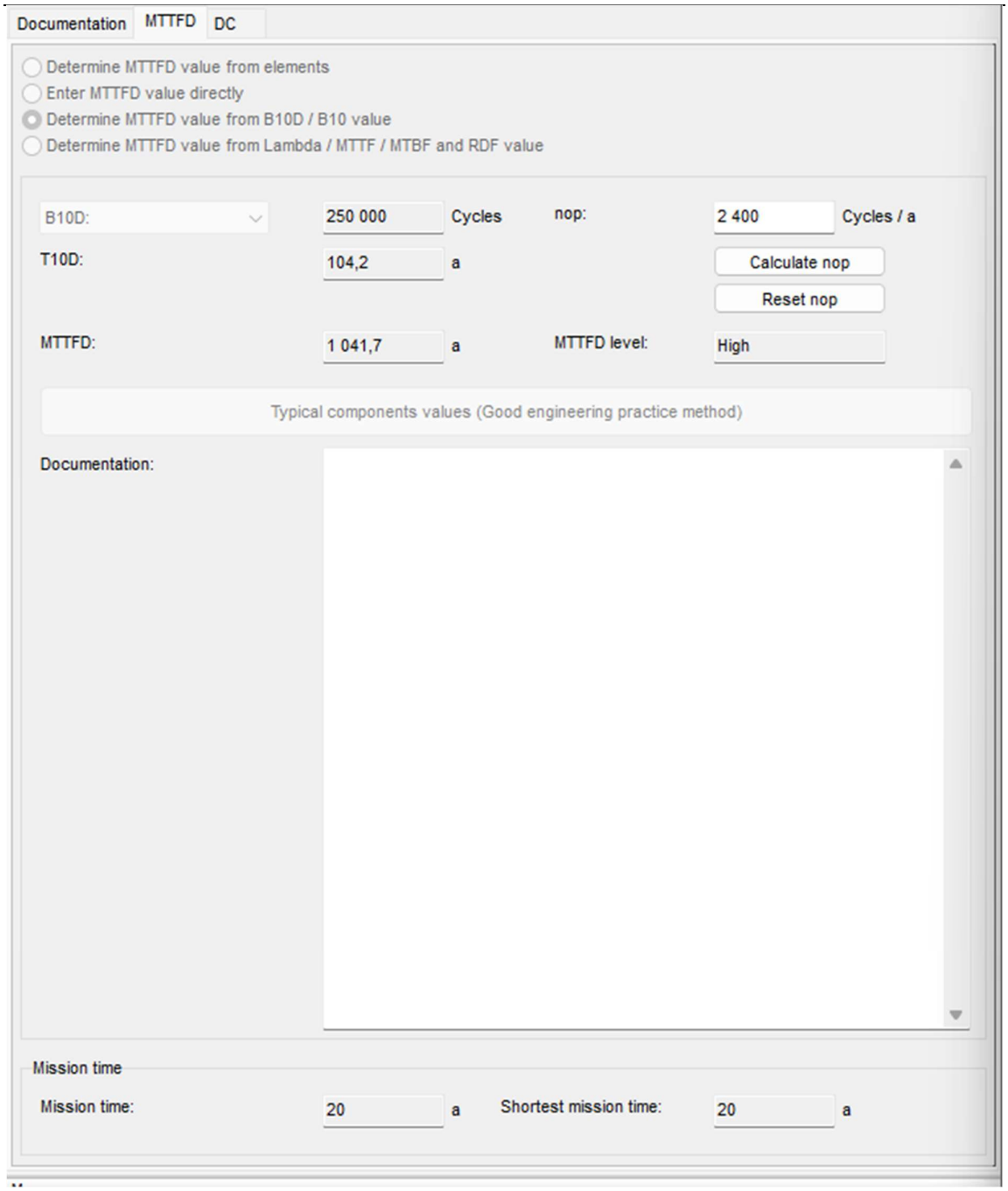
61. ábra Channel-ek helye a fában

A vészleállító nyomógom alrendszerbe létre kell hozni két csatornát is a megfelelő működés érdekében, valamint ezekbe a csatornákba egy-egy blokkot kell létrehozni.



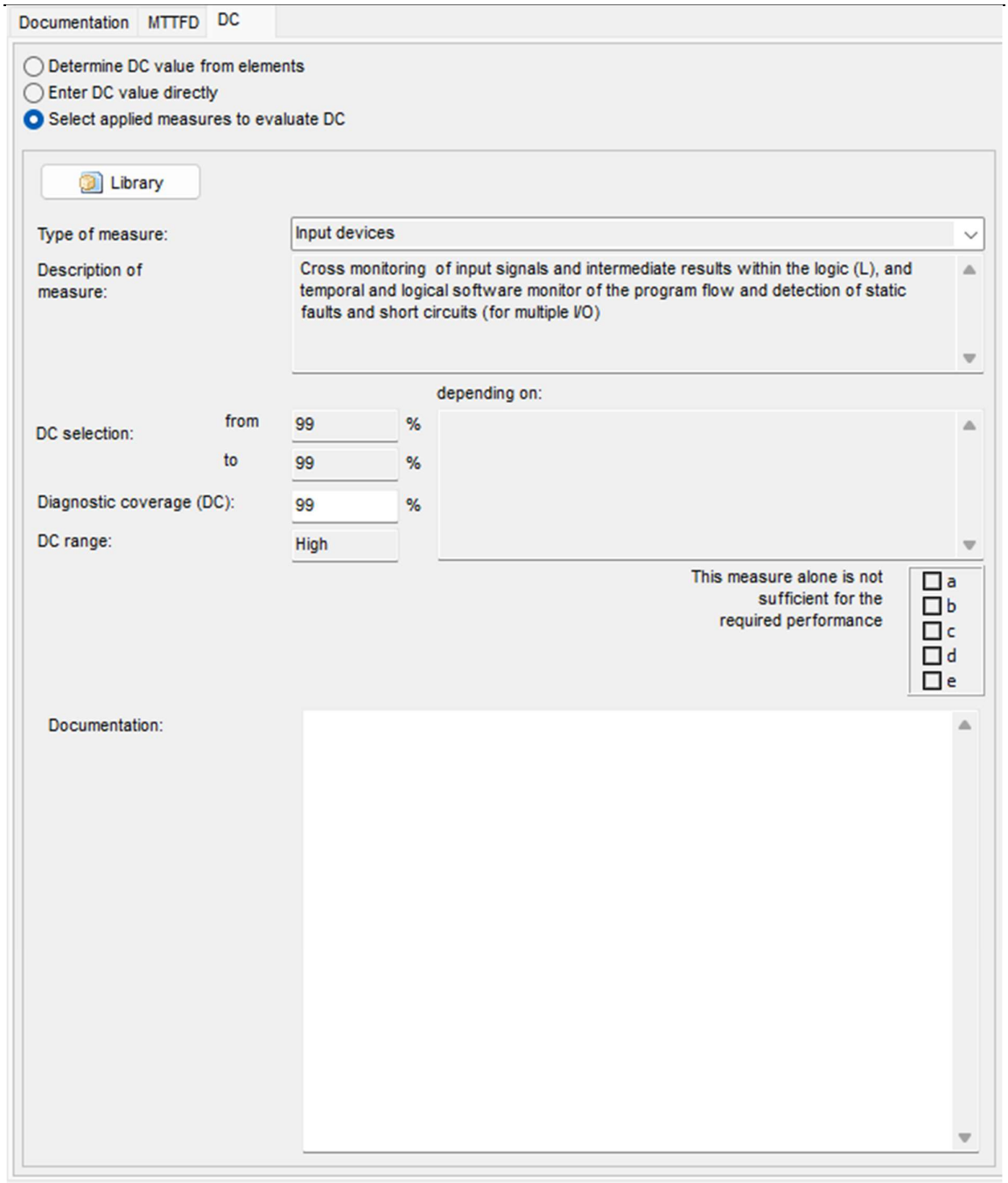
62. ábra Blokk Documentation fül

A blokkba belépve a „Documentation” fülön alapadatokat lehet látni.



63. ábra Blokk MTTFD fül

Az „MTTFD” fülön a funkciók MTTFD értékét számíthatjuk ki, melynek alapján MTTFD szintet meg lehet határozni.



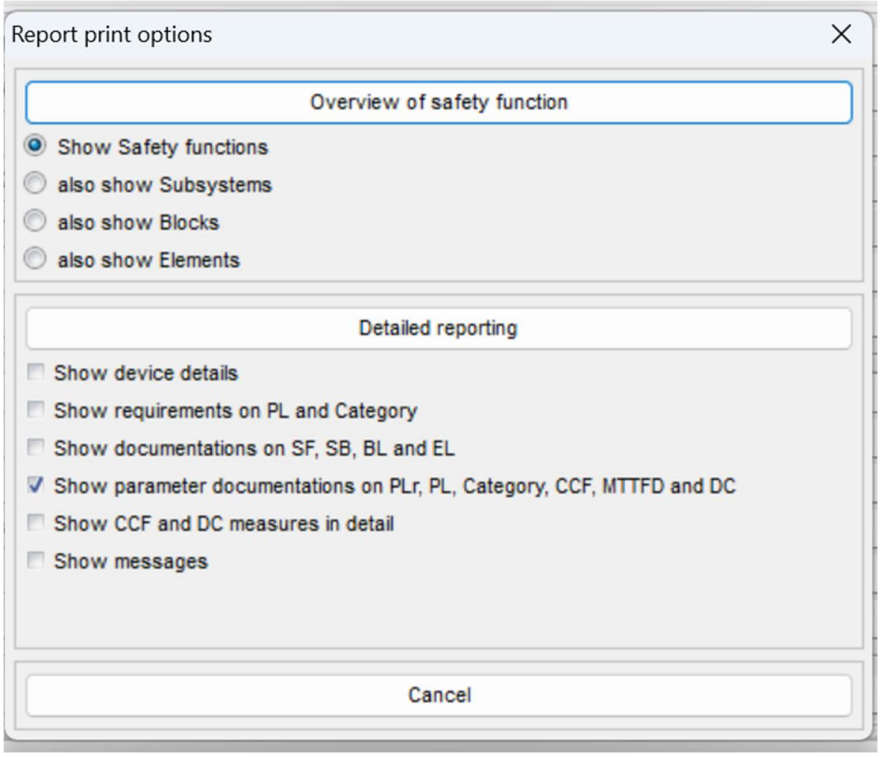
64. ábra Blokk DC fül

A „DC” fülön a rendszer diagnosztikai lefedettségét lehet meghatározni.

Amennyiben ezek a lépések alapján az összes biztonsági funkció elkészül, a megfelelő alrendszerek alkalmazásával, létre lehet hozni a SISTEMA jelentést.

65. ábra Report gomb

Ehhez a „Report” gombra kell kattintani, majd a megfelelő opciók kiválasztása után a program legenerálja a jelentést.



65. ábra Report beállítási lehetőségek

5.17 A berendezés SISTEMA jelentésének értékelése

Az x.számú mellékletben található a jelentés, melynek alapján, az alábbi képen látható módon a berendezés biztonsági funkciói megfeleltek a biztonsági követelményeknek, azzal, hogy a meghatározott szükséges biztonsági szintnél mind magasabb PL értéket értek el.

Contained safety functions

SF Name: Fényfüggöny			
Required: PLr c	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 1,6E-8	Status: green
SF Name: Vészleállítás			
Required: PLr c	Reached: PL e	PFHD [1/h]: 5,4E-9	Status: green
SF Name: Ajtónyitás			
Required: PLr c	Reached: PL e	PFHD [1/h]: 7,3E-9	Status: green

66. ábra Biztonsági funkciók értékelése

5.17.1 CCF érték meghatározása

Intézkedés neve	Pontszám
Szétválasztás	15
Terv/alkalmazás/gyakorlat	15
Jól bevált alkatrészek használata	5
Szakértelem/betanítás	5
Környezet	25
Egyéb befolyások	10
Összesen	75

14. táblázat CCF-hez tartozó értékek

Mivel az elért pontszám meghaladja a 65-öt, így a rendszer a közösokú meghibásodások szempontból megfelel.

A berendezés SISTEMA jelentése, az 2. számú mellékletben található.

5.18 A fennmaradó veszélyek kockázatértékelése

A fennmaradó veszélyek kockázatértékelése ugyanazon a módszer alapján történik, mint az eredeti kockázatértékelés.

Ezt az ellenőrző lépést azért kell elvégezni, mivel szükséges megvizsgálni, hogy a veszélyeket megfelelő mértékben csökkentettük e. Hiszen amennyiben olyan érték jön ki, amely alapján további intézkedésre van szükség, abban az esetben az iteratív háromlépéses módszer szerint kell eljárni, amely azt mondja ki, hogy ilyen helyzetben tovább kell csökkenteni a fennmaradó kockázatot. [19]

A kockázatértékeléshez használt értékelési mutatószámok ugyanazok, viszont a könnyebb olvashatóság érdekében itt is megjelenítem őket:

Előfordulási valószínűség (LO)		A veszély gyakorisága (FE)	
0	lehetetlen	0,1	ritkán
0,1	szinte elképzelhetetlen	0,2	évente
0,5	nagyon valószínűtlen	1	havonta
1	nem valószínű	1,5	hetente
2	lehetséges	2,5	naponta
5	egyenlő esély	4	óránként
8	valószínű	5	állandóan
10	nagyon valószínű		
15	bizonyos		
A lehetséges károsodás mértéke (DPH)		Veszélyeztetett személyek száma (NP)	
0,1	karcolás/zúzódás	1	1-2 fő
0,5	becsípődés/enyhe egészségkárosító hatás	2	3-7 fő
1	törés (kisebb csont)	4	8-15 fő
2	törés (főcsont)	8	16-50 fő
4	végtag/szem elvesztése vagy súlyos betegség (átmeneti)	12	több mint 50 fő
8	végtag/szem elvesztése vagy súlyos betegség (állandó)		
15	halál		

15. táblázat Kockázat értékeléshez használt mutatószámok

Kockázatértékelés eredménye:

$$HRN = LO \cdot FE \cdot DPH \cdot NP$$

Eredmény értékelése:

HRN értékelése	
0-10	Alacsony kockázat
10-50	Jelentős kockázat (intézkedés kell)
50-	Nagyon magas kockázat

16. táblázat Fennmaradó veszélyek kockázatértékelésének HRN értékelése

Kockázatértékelés:

Veszély helye	Veszély típusa	LO	FE	DPH	NP	HRN
Körasztal forgásból adódó veszélyek	Nyíródás	0,1	0,2	2	1	0,04
	Behúzás	0,1	0,2	2	1	0,04
A furatellenőrző csap mozgásából adódó veszély	Át/beszúrás	0,5	0,2	2	1	0,2
A fúróegység forgásából adódó veszélyek	Behúzás	0,5	0,2	4	1	0,4
	Törött alkatrészek okozta ütés	0,5	0,2	8	1	0,8
	Kivetett forgács okozta ütés	0,5	0,2	8	1	0,8
Fúróegység emeléséből/süllyesztéséből adódó veszély	Át/beszúrás	0,1	0,2	4	1	0,08

17. táblázat Fennmaradó kockázatok értékelése

Fennmaradó veszélyek kockázat értékelésének szöveges értelmezése:

Körasztal forgásából adódó veszélyek:

Nyíródás:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

Behúzás:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

A furatellenőrző csap mozgásából adódó veszély:

Át/beszúrás:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

A fúróegység forgásából adódó veszélyek:

Behúzás:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

Törött alkatrészek okozta ütés:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

Kivetett forgács okozta ütés:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

Fúróegység emeléséből/süllyesztéséből adódó veszély:

Át/beszúrás:

Az értékelés alapján a kockázat az alacsony kockázati kategóriába tartozik, amely esetében megállapítható, hogy további védelmi intézkedésekre ehhez a veszélyhez kapcsolódóan nincs szükség.

A fennmaradó kockázatok értékelése is alátámasztja a SISTEMA elemzés eredményét, amely alapján biztonsági intézkedések megfelelően csökkentik a veszélyeket és további intézkedéseket nem igényel a berendezés.

6. Összefoglalás

A dolgozatom témája egy a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Mechatronika laborjában működtetett gépre irányul, melynek biztonsági fejlesztése az én feladatom.

Mivel az eszköz oktatási célra szolgál, így fontos, hogy legyenek rajta olyan funkciók, amelyekkel veszély esetén a gép leállítható, hiszen a működtető személyzet nem minden esetben rendelkezik előképzettséggel vagy tapasztalattal a berendezéssel működtetésével kapcsolatban.

A gép határainak rögzítése után azonosítottam a fennálló veszélyeket. A kockázatelemzés során kapott eredmények alapján mindegyik azonosított veszéllyel szükséges volt foglalkozni, hiszen mindegyik elérte azt a 10 feletti pontszámot az értékelés során, mely ezt jelezte. Ezután a PLr elemzés során megállapítottam, hogy milyen teljesítményszinteket kell elérni az intézkedésekkel, az adott veszélyekkel szemben.

Az elemzések után összeállítottam a védelmi funkciókat ellátó eszközöket, valamint a biztonsági vezérlés hardverkonfigurációját. Ezek alapján elkészítettem a biztonsági kör PLC programját, melynek működése a dolgozatban bemutatásra is kerül.

A berendezéshez szükséges mechanikai védelmet is szükséges volt tervezni, hiszen ez határolja el a berendezést a leghatározottabban a környezetétől, valamint ezzel biztosítható a fényfüggönyhöz tartozó biztonsági távolság.

Elkészítettem továbbá a biztonsági vezérlés elektromos rajzát is, amely a tervezés elengedhetetlen része, valamint melynek működésén keresztül érthető meg a rendszer működése.

Mindezek után ellenőriztem a rendszert a SISTEMA program segítségével, melyben azt az eredményt kaptam, hogy a veszélyekkel szembeni intézkedések megfelelőek.

Mindenképp szükséges volt egy újbóli kockázatértékelés és egy PLr elemzés, de ezek eredményeként azt az eredményt kaptam, hogy a kockázatok/veszélyek megfelelő mértékben csökkentve lettek, tehát további intézkedésekre nincsen szükség.

7. Summary

The subject of my thesis is a machine operated in the laboratory of Mechatronics of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, its security development is my task.

Since the device is for educational purposes, it is important that it has functions that can be used to stop the machine in the event of danger, since the operating personnel do not always have prior training or experience in operating the equipment.

After defining the limits of the machine, I identified the existing dangers. Based on the results obtained during the risk analysis, it was necessary to deal with each identified hazard, since each of them reached the score above 10 during the evaluation, which indicated this. Then, during the PLr analysis, I established what performance levels should be achieved with the measures against the given threats.

After the analyses, I compiled the devices providing the protection functions, as well as the hardware configuration of the security control. Based on these, I prepared the PLC program of the safety circuit, the operation of which is also presented in the thesis.

It was also necessary to plan the mechanical protection required for the equipment, as this most definitely separates the equipment from its surroundings, as well as ensuring the safety distance associated with the light curtain.

I also prepared the electrical diagram of the safety control, which is an essential part of the design, and through which the operation of the system can be understood.

After all this, I checked the system with the help of the SISTEMA program, in which I got the result that the measures against the dangers were adequate.

In any case, a new risk assessment and a PLr analysis were necessary, but as a result of these I got the result that the risks/dangers were reduced to an appropriate extent, so no further measures are necessary.

8. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Alulírott Kovács Imre, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépészmérnök 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 Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom 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: 2023 év 10. hó 29. nap

Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2023 év 10. hó 29. nap

Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Kovács Imre (hallgató Neptun azonosítója: L3343L) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot[1] áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom[2].

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

Kelt: 2023 év 11 hó 1 nap

Belső konzulens

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Kovács Imre
A Hallgató Neptun kódja:	L3343L
A dolgozat címe:	Elektromos működtetésű megmunkáló állomás gépészeti tervezése
A megjelenés éve:	2023
A tanszék neve:	Mechatronika Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant 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 mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023 év 11hó 01 nap

Hallgató aláírása

9. Irodalomjegyzék

1. Festo: Drilling module Assembly instructions.

2. Festo: Processing station Assembly instructions.

3. Festo: Rotary indexing table module Assembly instructions.

4. *Útmutató a biztonságos gépekhez.* hely nélk. : Sick.

5. *Fókuszban a biztonság.* hely nélk. : SMC.

6. *Guideline for functional safety.* hely nélk. : Festo.

7. https://www.pilz.com/en-AE/eshop/Sensor-technology/Safety-light-curtain/PSENopt-Safety-light-curtains/Slimline-Type-2-light-curtain-hand-protection/PSEN-op2H-SL-24-030-1/p/631101. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 08.]

8. https://www.powerbelt.hu/aluprofil-bosch-kompatibilisbr-alusic-bh-line-p4716. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 09.]

9. https://www.powerbelt.hu/uploads/source/Aluprofilok/ALUM%C3%8DNIUM%20PROFIL%20BOSCH%2030X30-8%20084.107.002.pdf. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 09.]

10. https://www.tme.eu/hu/details/fr-692-d1/standard-veszkapcsolok/pizzato-elettrica/fr-692-d1/?brutto=1&currency=HUF&gclid=CjwKCAjwr_CnBhA0EiwAci5sipdSx-Vdi6DFr8GvFqPnx-DgoI4m26MmeKQpIM7eMlztmy8XuKzSmRoCBwAQAvD_BwE. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 11.]

11. https://www.sick.com/se/en/safety-switches/safety-command-devices/es21/es21-sa10f1/p/p79961?ff_data=JmZmX2lkPXA3OTk2MSZmZl9tYXN0ZXJJZD1wNzk5NjEmZmZfdGl0bGU9RVMyMS1TQTEwRjEmZmZfcXVlcnk9JmZmX3Bvcz0xJmZmX29yaWdQb3M9MSZmZl9wYWdlPTEmZmZfcGFnZVNpemU9MjQmZmZfb3J. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 11.]

12. https://www.sick.com/se/en/safety-switches/safety-command-devices/es21/es21-sa10f1/p/p79961?ff_data=JmZmX2lkPXA3OTk2MSZmZl9tYXN0ZXJJZD1wNzk5NjEmZmZfdGl0bGU9RVMyMS1TQTEwRjEmZmZfcXVlcnk9JmZmX3Bvcz0xJmZmX29yaWdQb3

M9MSZmZl9wYWdlPTEmZmZfcGFnZVNpemU9MjQmZmZfb3J. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 11.]

13. https://cdn.sick.com/media/pdf/7/77/477/dataSheet_FX3-CPU000000_1043783_en.pdf. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 13.]

14. https://cdn.sick.com/media/pdf/0/80/480/dataSheet_FX3-XTIO84002_1044125_en.pdf. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 14.]

15. https://cdn.sick.com/media/docs/9/59/659/operating_instructions_flexi_soft_in_flexi_soft_designer_configuration_software_en_im0031659.pdf. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 19.]

16. https://cdn.sick.com/media/pdf/7/87/587/dataSheet_UE410-2RO4_6032677_en.pdf. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 22.]

17. https://www.sick.com/media/pdf/6/46/146/dataSheet_UE10-2FG2D0_1043915_en.pdf. [Online] [Hivatkozva: 2023. augusztus 26.]

18. https://www.sick.com/at/en/catalog/products/safety/safety-switches/tr110-lock/tr110-sluca00/p/p581065?tab=detail. [Online] [Hivatkozva: 2023. szeptember 08.]

19. Dr. Földi László József, Berencsi Bence. *Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében.*

10. Ábrajegyzék:

1. ábra Európai irányelvek 9
2. ábra Szabványok 10
3. ábra A kockázatcsökkentési folyamat 11
4. ábra Példák a mechanikus veszélyekre 12
5. ábra A kockázat mértékének számítása 13
6. ábra Az iteratív háromlépcsős módszer 14
7. ábra Példa levágás elkerülésére 15
8. ábra Példa behúzás elkerülésére 15
9. ábra Kezelőelemek és jelzőlámpák általános színei és jelentésük 16
10. ábra Leállítási kategóriák 16
11. ábra Biztonsági funkciók meghatározása 17
12. ábra Biztonsági szintek 19
13. ábra A Festo processing berendezés 20
14. ábra A forgóasztal 22
15. ábra A tesztelő egység 23
16. ábra A fúró egység 24
17. ábra A fénykapu 33
18. ábra A biztonsági zár 34
19. ábra A vészgomb 35
20. ábra A mágneskapcsoló 36
21. ábra A biztonsági PLC modul 37
22. ábra Az I/O modul 38
23. ábra A hardver konfiguárció 40
24. ábra A PLC program felépítése 40
25. ábra A PLC program alaphelyzeben 41
26. ábra A PLC program a Reset gomb megnyomásakor 41
27. ábra A PLC program a reset gomb megnyomása után 41
28. ábra A PLC program a Start gomb megnyomásakor 42
29. ábra A PLC program a Start gomb megnyomása után 42
30. ábra A PLC program vészleállítás esetén 42
31. ábra STO leállítás 43
32. ábra Az alumínium profil 44
33. ábra Vázlat a berendezésről 46
34. ábra A burkolat vázának vázlata 47
35. ábra A biztonsági ajtó vázlata 47
36. ábra Modell a gépről és a burkolatairól a vázlatok alapján 48
37. ábra A fénykapu biztonsági távolsága 48
38. ábra A biztonsági berendezések elhelyezkedése 49
39. ábra A vészkör elektromos kapcsolási rajza 50
40. ábra Bekapcsolás utáni állapot 51
41. ábra Állapot a Reset gomb megnyomása után 52
42. ábra Állapot a Restart gomb megnyomása után 53
43. ábra Állapot vészleállítás esetén 54

44. ábra Állapot újraindítás után 55
45. ábra A SISTEMA felépítése....56
46. ábra Projekt létrehozása 58
47. ábra Documentation fül....58
48. ábra Safety functions fül 58
49. ábra Projektek áttekintése 59
50. ábra Safety fundtions Documentation fül 59
51. ábra Safety functions PLr fül 60
52. ábra Safety functions PL fül....60
53. ábra Safety functions Subsystems fül 61
54. ábra VDMA Library 61
55. ábra Vészgomb PFHD értéke....62
56. ábra Vészgomb Category fül....63
57. ábra Vészgomb MTTFD fül....64
58. ábra Vészgomb DCavg fül....64
59. ábra Vészgomb CCF fül....65
60. ábra Vészgomb Blocks fül 66
61. ábra Channel-ek helye a fában 67
62. ábra Blokk Documentation fül 68
63. ábra Blokk MTTFD fül....69
64. ábra Blokk DC fül....70
65. ábra Report beállítási lehetőségek 71
66. ábra Biztonsági funkciók értékelése 72

11. Táblázatok

1. táblázat Kockázatértékeléshez használt mutatószámok....29
2. táblázat Kockázatértékelés eredményének HRN értékeléséhez tartozó határok....30
3. táblázat Kockázatértékelés eredménye....30
4. táblázat A veszélyek PLr elemzése....32
5. táblázat Fénykapu műszaki adatai....33
6. táblázat A biztonsági zár műszaki adatai....34
7. táblázat Vészgomb műszaki adatai....35
8. táblázat A mágneskapcsoló műszaki adatai....36
9. táblázat A PLC modul műszaki adatai....37
10. táblázat Az I/O modul műszaki adatai....38
11. táblázat A teljesítményvezérlés....39
12. táblázat Bemenetek és kimenetek....39
13. táblázat Utánfutás mérés eredményei....45
14. táblázat CCF-hez tartozó értékek....72
15. táblázat Kockázat értékeléshez használt mutatószámok....73
16. táblázat Fennmaradó veszélyek kockázatértékelésének HRN értékelése....74
17. táblázat Fennmaradó kockázatok értékelése....74

Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: https://godollo.uni-mate.hu

12. Mellékletek:

Flexi Soft Designer

SICK

Application name: SICK Flexi Soft main module FX3-CPU0

Offline report

Device CRC Tool: 0xFEE829BA - Device CRC Device: 0x00000000

Content

1. Bill of material....3

2. Diagnostics....4

3. Configuration....4

3.1. Installed software components....4

3.2. General information....4

3.3. CPU....5

3.3.1. CPU0 - General information....5
3.3.1.1. CRC values....5
3.3.1.2. CPU output capacity....5

3.3.2. CPU logic....6
3.3.2.1. Page 1....6
3.3.2.2. Partial verification summary....6

3.3.3. CPU0 - IO....6
3.3.3.1. Wiring diagram....6

3.4. I/O module....7

3.4.1. XTIO[1]....7
3.4.1.1. General information....7
3.4.1.2. Inputs....7
3.4.1.3. Outputs....7
3.4.1.4. Power supply....8
3.4.1.5. Wiring diagram....8

4. I/O overview....8

4.1. I/O module....8

1. Bill of material

QTY	Title	Tag name	Part number	Internal item number	Description
1	CPU0	CPU0[0]	1043783		SICK Flexi Soft main module FX3-CPU0
1	MPL0	System plug	1043700		Flexi Soft system plug
1	XTIO	XTIO[1]	1044125		SICK Flexi Soft expansion module FX3-XTIO
1	Reset / Single channel	Reset.XTIO[1].I5			
1	Start / Single channel	Start.XTIO[1].I6			
1	Lamp / Single channel	Restart.XTIO[1].Q1			
1	Lamp / Single channel	Reset.XTIO[1].Q2			
1	Motor contactor / Single channel	Tápfeszültség.XTIO [1].Q3			
1	Safety locking device, TR10 Lock / Dual channel, OSSDs, RFID	Safety locking device, TR10 Lock.XTIO [1].Q4/I7I8			
1	E-Stop, ES21 / Dual channel	Vészgomb.XTIO [1].I1I2			
1	deTec4 / Safety light curtain, type 4	Fényfüggöny.XTIO [1].I3I4			
1	UE410-2RO4	UE410-2RO4	6032677		SICK relay ouput expansion UE410-2RO4

2. Diagnostics

No error history available.

3. Configuration

3.1. Installed software components

Basic components (station)	1.9.6.62
Software component for GCC1 Network Modules	1.9.1.279
Software component for GS3S gateway	1.8.0.1
Software component for UE410-2RO3 relay module	1.9.6.62
Software component for UE410-4RO3 relay module	1.9.6.62
Software components for Flexi-Soft FX3-ANA0 expansion module	1.9.6.62
Software component for GCAN gateway	1.9.6.62
Software component for GDEV gateway	1.9.6.62
Software component for GENT gateway	1.9.6.62
Software component for GETC gateway	1.9.6.62
Software component for GMOD gateway	1.9.6.62
Software component for GPNT gateway	1.9.6.62
Software component for GPRO gateway	1.9.6.62
Software component for Drive Monitor FX3-MOC0 module	1.9.6.62
Software component for Drive Monitor FX3-MOC1 module	1.9.6.62
Software components for MOC3SA Motion Control module	1.9.6.62
Software component for ReLy OSSD4 relay module	1.9.6.62
Software component for STIO expansion module	1.9.6.62
Software component for UE10 relay module	1.9.6.62
Software component for UE12 relay module	1.9.6.62
Software component for XTDI extension module	1.9.6.62
Software components for FX3-XTDS expansion module	1.9.6.62
Software component for XTIO extension module	1.9.6.62
Software component for CPU0 and CPU1 main modules	1.9.6.62

3.2. General information

User group	Machine Operator
Application name	SICK Flexi Soft main module FX3-CPU0
Application description	
Configuration CRC	0xFEE829BA
Device CRC	-
Configuration state	Not verified
Configuration date	-

Module	Type code	Step	Address
CPU0	FX3-CPU000000	V 4.xx	0
XTIO	FX3-XTIO84002	V 3.xx	1
UE410-2RO4	UE410-2RO4	-	

3.3. CPU

3.3.1. CPU0 - General information

Type code	Serial number	Software version	Hardware version	Version/Step	Memory usage (UI/ Logic)	Address
FX3-CPU000000	-	-	-	1.9.6.62 V 4.xx	4.32% / 2.96%	0
FX3-MPL000001	-	-	-	1.9.6.62	-	-

3.3.1.1. CRC values

	Project CRC value	Device CRC value
Configuration CRC	0xFEE829BA	-

3.3.1.2. CPU output capacity

	Settings
✔	CPU logic optimization activated (approx. 25% increase in performance compared to a V3 CPU)
✔	EFI deactivated to improve logic performance by approx. 50%
-	Flexi Loop deactivated
✔	Flexi Line deactivated

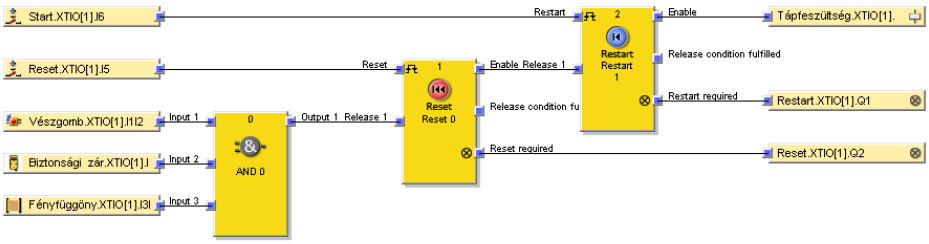
3.3.2. CPU logic

	Used
Function blocks	3
Execution time (ms)	4

3.3.2.1. Page 1

Partial verification information	Checksum	Page Verified	Modified Intern	Modified Extern	Modified Parameter	Modified Order	Comment
	0x821EE38E	No	X	X	X	X	

No	Name	Input	Output	Settings
0	AND	I.0 Vészgomb.XTIO[1].I1I2	O.0 Reset 0 -> I.1 -> Release 1	Input 1: Not Inverted
		I.1 Biztonsági zár.XTIO [1].I7I8		Input 2: Not Inverted
		I.2 Fényfüggöny.XTIO [1].I3I4		Input 3: Not Inverted
1	Reset	I.0 Reset.XTIO[1].I5	O.0 Restart 1 -> I.1 -> Release 1	Min. reset pulse time: 100 ms
		I.1 AND 0 -> O.0 -> Output 1	O.1 Not connected	
			O.2 Reset.XTIO[1].Q2	
2	Restart	I.0 Start.XTIO[1].I6	O.0 Tápfeszültség.XTIO [1].Q3	Min. restart pulse time: 100 ms
		I.1 Reset 0 -> O.0 -> Enable	O.1 Not connected	
			O.2 Restart.XTIO[1].Q1	



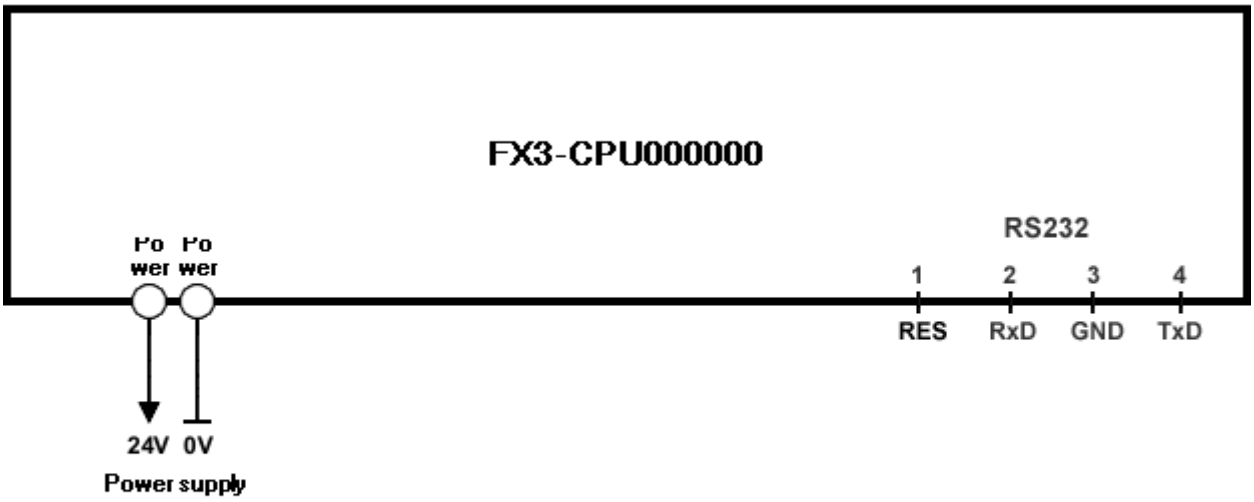
3.3.2.2. Partial verification summary

Page	Checksum	Page Verified	Modified Intern	Modified Extern	Modified Parameter	Modified Order	Comment
Page 1	0x821EE38E	No	X	X	X	X	

3.3.3. CPU0 - IO

		Tag name
24V	A1	CPU0[0] Power supply
0V	A2	

3.3.3.1. Wiring diagram



3.4. I/O module

3.4.1. XTIO[1]

3.4.1.1. General information

Type code	Serial number	Software version	Hardware version	Version/Step	Address
FX3-XTIO84002	-	-	-	1.9.6.62 V 3.xx	1

3.4.1.2. Inputs

			Mode	Title/tag name	ON-OFF	OFF-ON	Filter time [ms]	Dis. [ms]	Test period [ms]	Test gap [ms]	Max. off-on delay [ms]
2	24V	I5		Reset (Single channel)	-	-	0	-	-	-	-
3	24V	I6		Start (Single channel)	-	-	0	-	-	-	-
10	24V 24V	I7 I8		Safety locking device, TR10 Lock (Dual channel, OSSDs, RFID) / Biztonsági zár	-	-	0	3000	-	-	-
8	X1 X2	I1 I2		E-Stop, ES21 (Dual channel) / Vészgomb	-	-	0	3000	200 200	1 1	- -
9	24V 24V	I3 I4		deTec4 (Safety light curtain, type 4) / Fényfüggöny	-	-	-	3000	-	-	-

3.4.1.3. Outputs

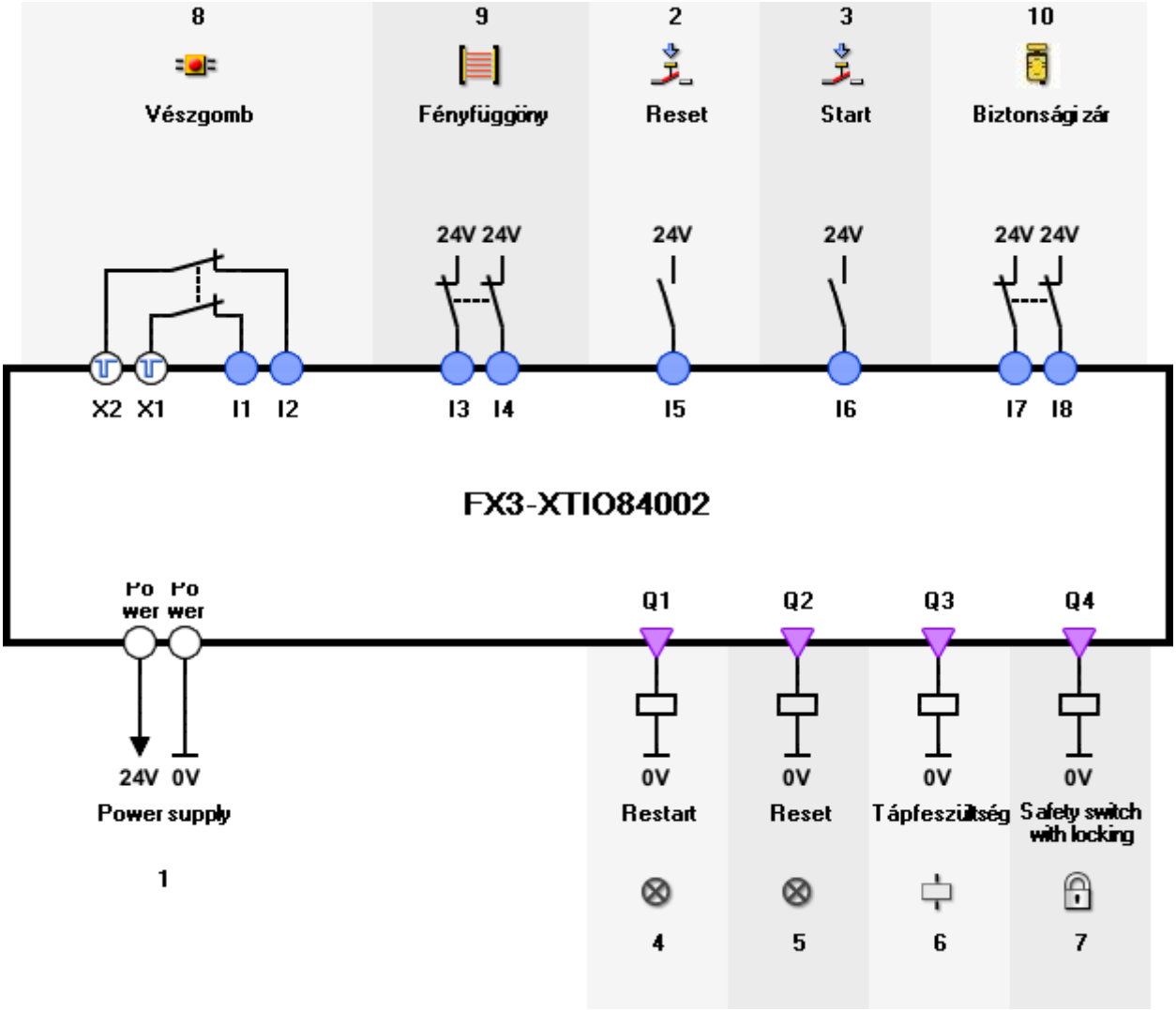
		Mode	Title/tag name	Increased capacitive loads
4	Q1		Lamp (Single channel) / Restart	Disabled
5	Q2		Lamp (Single channel) / Reset	Disabled

		Mode	Title/tag name	Increased capacitive loads
6		Q3	Motor contactor (Single channel) / Tápfeszültség	Disabled
7		Q4	Safety locking device, TR10 Lock (Dual channel, OSSDs, RFID)	Disabled

3.4.1.4. Power supply

			Title/tag name
1	24V 0V	A1 A2	XTIO[1] Power supply

3.4.1.5. Wiring diagram



4. I/O overview

4.1. I/O module

Flexi Soft Designer 11/1/2023 6:27:23 PM

XTIO[1]	Vészgomb.XTIO[1].I1I2	Page 1	FB0 AND Input 1
	Restart.XTIO[1].Q1	Page 1	FB2 Restart Restart required
	Reset.XTIO[1].Q2	Page 1	FB1 Reset Reset required
	Fényfüggöny.XTIO[1].I3I4	Page 1	FB0 AND Input 3
	Tápfeszültség.XTIO[1].Q3	Page 1	FB2 Restart Enable
	Reset.XTIO[1].I5	Page 1	FB1 Reset Reset
	Start.XTIO[1].I6	Page 1	FB2 Restart Restart
	Biztonsági zár.XTIO[1].I7I8	Page 1	FB0 AND Input 2

PR Project name: Processing Machine Diplomamunka

Project file name:	C:\Users\mrkov\OneDrive\Asztali gép\msc\KI_diplomamunka\Szakdoga.ssm
Creation date:	02/10/2023 17:44:23
Project status:	
Project number:	
Project version:	
Authors:	Imre Kovács
Project managers:	
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	
Version of software:	2.0.8 build 3
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	51fb5d68fc637f99fe36f6c0c2ec3f63
Options:	☑ Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) ☐ MTTFD capping for category 4 lower from 2500 to 100 years.
Status:	green
Note:	There are no warnings listed for this project (or it's subordinate basic elements).

Print options

- ☐ Show device details
- ☐ Show documentations on SF, SB, BL and EL
- ☐ Show CCF and DC measures in detail
- ☐ Show requirements on PL and Category
- ☑ Show parameter documentations on PLr, PL, Category, CCF, MTTFD and DC
- ☐ Show messages

Contained safety functions

SF Name: Fényfüggöny

Required: PLr c	Reached: PL d	PFHD [1/h]: 1,6E-8	Status: green

SF Name: Vészleállítás

Required: PLr c	Reached: PL e	PFHD [1/h]: 5,4E-9	Status: green

SF Name: Ajtónyitás

Required: PLr c	Reached: PL e	PFHD [1/h]: 7,3E-9	Status: green

SF Safety function: Fényfüggöny

Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Fényfüggöny sugarainak megszakítása
Reaction and Behaviour on power failure:	STO
Safe state:	Energiamentes állapot, nincs mozgás.
Operation mode:	Normal.
Demand rate:	20 s
Running-on time:	továbbfutás
Priority:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	c
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Seldom to less often / exposure time is short
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	S_2 → F_1 → P_1 → **c**
Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1,6E-8

Status / Messages Safety function

Status:	green

Subsystems (1 / 4)

SB Name: PSEN op2H

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: d	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: d	PFHD [1/h]: 1,3E-8
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	2
Category requirements:	fulfilled

SF Safety function: Fényfüggöny

Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: FX3-CPU0 (Release 2013-07)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 1,1E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (3 / 4)

SB Name: FX3-XTIO [dual channel outputs with/without test pulses] (Release 2013-07)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 9E-10
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

SF Safety function: Fényfüggöny

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (4 / 4)

SB Name: UE410 RO (Release 2012-05)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 1,2E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

SF Safety function: Vészleállítás

Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Vészgomb megnyomása
Reaction and Behaviour on power failure:	STO
Safe state:	Energiamentes állapot, nincs mozgás.
Operation mode:	Normal.
Demand rate:	3600 s
Running-on time:	továbbfutás
Priority:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	c
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Seldom to less often / exposure time is short
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	S_2 → F_1 → P_1 → **c**
Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: e	PFHD [1/h]: 5,4E-9

Status / Messages Safety function

Status:	green

Subsystems (1 / 4)

SB Name: FX3-CPU0 (Release 2013-07)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 1,1E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled

SF Safety function: Vészleállítás

Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: FX3-XTIO [dual channel outputs with/without test pulses] (Release 2013-07)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 9E-10
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (3 / 4)

SB Name: UE410 RO (Release 2012-05)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 1,2E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

SF Safety function: Vészleállítás

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (4 / 4)

SB Name: Vészléállító nyomógomb alrendszer

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg
Software suitable up to PL:	n.a.
PL requirements:	fulfilled
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 2,2E-9
Documentation:	

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]:	1041,7 (High)
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]:	99 (High)

Common cause failure Subsystem

CCF Points:	75 (fulfilled)
CCF Measures:	- Separation / Segregation (15 Points) - Design / application / experience (15 Points) - Design / application / experience (5 Points) - Competence / training (5 Points)

SF Safety function: Vészleállítás

CCF Measures:	- Environmental (25 Points) - Environmental (10 Points)
Documentation:	
Document:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Channels / Test channels (1 / 2)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 1041,7

Blocks (1 / 1)

BL Name: ES21 (Release 2010-01)

Reference designator:		Inventory number:	

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 1041,7 (High)			
Mission time [a]: 20		Shortest mission time [a]: 20	
B10D [cycles]: 250000		nop [cycles/a]: 2400	
Nop parameter:	Days: 300	Hours: 8	Seconds: 3600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O)
Documentation:	

Status / Messages Block

Status:	green

Channels / Test channels (2 / 2)

CH Name: Channel 2

MTTFD [a]: 1041,7

Blocks (1 / 1)

BL Name: ES21 (Release 2010-01)

Reference designator:	Inventory number:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 1041,7 (High)

SF Safety function: Vészleállítás

Mission time [a]: 20		Shortest mission time [a]: 20	
B10D [cycles]: 250000		nop [cycles/a]: 2400	
Nop parameter:	Days: 300	Hours: 8	Seconds: 3600
Documentation:			

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)	
Measure:	Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O)
Documentation:	

Status / Messages Block

Status:	green

SF Safety function: Ajtónyitás

Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Biztonsági zár nyitása
Reaction and Behaviour on power failure:	STO
Safe state:	Energiamentes állapot, nincs mozgás.
Operation mode:	Normal.
Demand rate:	3600 s
Running-on time:	továbbfutás
Priority:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	c
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Seldom to less often / exposure time is short
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	S_2 → F_1 → P_1 → **c**
Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: e	PFHD [1/h]: 7,3E-9

Status / Messages Safety function

Status:	green

Subsystems (1 / 4)

SB Name: TR110-Lock(Release 2019-05)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 4,1E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled

SF Safety function: Ajtónyitás

Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: FX3-CPU0 (Release 2013-07)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 1,1E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (3 / 4)

SB Name: FX3-XTIO [dual channel outputs with/without test pulses] (Release 2013-07)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 9E-10
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

SF Safety function: Ajtónyitás

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

Subsystems (4 / 4)

SB Name: UE410 RO (Release 2012-05)

Reference designator:	Inventory number:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 1,2E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

Status / Messages Subsystem

Status:	green

EXCLUSION OF LIABILITY

Care has been taken in production of the software SISTEMA, which corresponds to the state of the art. It is made available to users free of charge.

Die Software wurde gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik sorgfältig erstellt. Sie wird dem Nutzer unentgeltlich zur Verfügung gestellt.

Die Haftung des IFAs/ DGUV ist damit auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit (§ 521 BGB) bzw. bei Sach- und Rechtsmängel auf arglistig verschwiegene Fehler beschränkt (523, 524 BGB).

The IFA undertakes to keep its website free of viruses; nevertheless, no guarantee can be given that the software and information provided are virus-free. The user is therefore advised to take appropriate security precautions and to use a virus scanner prior to downloading software, documentation or information.

CONTACT

Institute for Occupational Health and Safety of German Social Accident Insurance (IFA)
Division 5: Accident Prevention / Product Safety
Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin
E-mail: sistema@dguv.de
www.dguv.de/ifa (Webcode e561582)

Name in block letters:	Date, signature:
Authors	Authors
Inspectors	Inspectors