



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Ipari gépek biztonsága Szak

Traverser védelmi berendezésének tervezése

Belső konzulens: Dr. Földi László
egyetemi docens

Külső konzulens: Feith Krisztián
Manager,
ALPSALPINE
Elektronika Ipari Kft.

Készítette: **Lajtos Ágoston István**
XGDF0A
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet,
Mechatronika Tanszék

Gödöllő
2024

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Lajtos Ágoston István (XGDF0A)

részére

A szakdolgozat címe:

Traverser védelmi berendezésének tervezése

Feladatkiírás:

Bemutatás, Cégbemutatás, irodalom feldolgozás, probléma bemutatás, traverser működésének bemutatása, biztonsági koncepciók kidolgozása, kiválasztott koncepció részletes tervezésének bemutatása, biztonsági funkciók verifikálása sistema programmal, gazdasági számítás, összefoglalás.

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Feith Krisztián, Manager, ALPINE Elektroniai Ipari Kft.*

Belső konzulens: *Dr. Földi László József egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, MI*

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
1.1.	Téma jelentősége.....	5
1.2.	Célkitűzés	5
2.	Szakirodalom feldolgozása	6
2.1.	Gépbiztonsági szakember.....	6
2.2.	ISO 12100	7
2.3.	Kockázatértékelés.....	9
2.4.	Gépdirektíva MD-2006/42/EK.....	11
2.5.	ISO 13849	11
2.6.	Biztonsági berendezések tervezési szempontjai.....	12
2.7.	Biztonsági berendezések	14
2.8.	Sistema	15
3.	Traverser védelmi berendezésének tervezése	16
3.1.	Vizsgált Traverser bemutatása	16
3.1.1.	Általános leírás.....	16
3.1.2.	Működése	17
3.1.3.	Működési vázlata.....	17
3.1.4.	Folyamat lépései.....	18
3.1.5.	Probléma bemutatása.....	18
3.2.	Kockázat értékelése.....	19
3.2.1.	Veszélyforrások azonosítása	19
3.2.2.	Kockázatfelmérés	19
3.2.3.	Kockázat értékelése.....	19
3.2.4.	Kockázat csökkentése	19
3.2.5.	Biztonsági funkciók meghatározása.....	20

3.2.6.	Megkövetelt teljesítményszint meghatározása	20
3.2.7.	Sérülés súlyossága	21
3.2.8.	Veszélygyakoriság	21
3.2.9.	Veszély elkerülése	21
3.2.10.	Kockázati gráf	22
3.3.	Védelmi berendezések meghatározása	27
3.3.1.	Burkolati elemek	27
3.3.2.	Védőburkolatom bemutatása	27
3.3.3.	Lehetőségeim a védelmi berendezések választására	28
3.4.	Fényfüggöny elhelyezése	31
3.4.1.	Teljes rendszer leállási idő MSZ EN ISO 13855 szerint	31
3.4.2.	Leállási idő szimuláció	32
3.4.3.	Fényfüggöny elhelyezése	36
4.	Gazdasági számítás	37
5.	Összefoglalás	38
6.	Summary	39
7.	Nyilatkozat	40
8.	Irodalomjegyzék	43
9.	Mellékletek	45

1. Bevezetés

1.1. Téma jelentősége

Ebben a fejezetben rávilágítok munkám jelentőségére az ipari gépek biztonságának területén. A gépek biztonsági berendezései elengedhetetlenek az emberek épségének és egészségének védelméhez a felhasználási területükön. Ezek a rendszerek megelőzik a baleseteket, mivel az emberi hibák gyakran komoly sérülésekhez vezethetnek. A gépek gyorsan és nagy erővel működnek, emiatt az emberek veszélynek vannak kitéve, ha nem megfelelő védelmi berendezéssel van ellátva az adott gép. A biztonsági berendezések, mint például a vészleállítók vagy a védőrácsok, csökkentik a gépek által okozott sérülések kockázatát. Ezen eszközök biztosítják, hogy a gép csak akkor működjön, ha az emberek nincsenek veszélyzónában. A megfelelő biztonság növeli a dolgozók biztonságérzetét és hatékonyságát is, hiszen kisebb a balesetek előfordulásának esélye. Az előírások betartása nem csak a munkavállalók védelmére szolgál, hanem csökkenti adott vállalat jogi és anyagi kockázatait is. A gépek hibái gyakran előre nem láthatóak, így a biztonsági eszközök védelmet nyújtanak váratlan helyzetekben is. Az automatizált rendszerek emberi beavatkozás nélküli működése esetén is fontos, hogy biztonsági berendezések figyeljenek az emberek jelenlétére. Végül soron a cél, hogy minden munkahelyen a lehető legkisebbre csökkentsék a sérülések kockázatát, így biztosítva a biztonságos munkakörnyezetet.

1.2. Célkitűzés

Dolgozatom célja egy adott termék paletta visszaforgató gép működésének bemutatása. A gép kockázatelemzése és biztonsági szempontból történő védelmi berendezéseinek tervezése. Több koncepcióból történő választás a védelmi berendezéseket illetően. Ezt követően a visszaforgató gép sistema verifikálása és gazdasági számításainak elvégzése. Végül összefoglalom eredményeimet.

2. Szakirodalom feldolgozása

2.1. Gépbiztonsági szakember

A gépbiztonsági szakember szerepe kiemelkedő jelentőségű a gépek tervezése során, hiszen ő biztosítja, hogy a tervezési folyamat elejétől kezdve figyelembe vegyék a biztonsági követelményeket. Legfontosabb feladatai:

KOCKÁZATÉRTÉKELÉS	Elemzi a potenciális veszélyeket, és ezek alapján határozza meg a szükséges biztonsági intézkedéseket.
MEGFELELÉS A SZABVÁNYOKNAK	Biztosítja, hogy a gép megfeleljen az iparági szabványoknak és jogszabályoknak, például az EU-s gépdirektívának.
BIZTONSÁGI FUNKCIÓK INTEGRÁLÁSA	Tervezés során olyan biztonsági rendszerek kerülnek beépítésre, amelyek minimalizálják a balesetek kockázatát.
FELHASZNÁLÓI BIZTONSÁG NÖVELTÉSE	Gondoskodik arról, hogy a gép biztonságos legyen a végfelhasználók számára.
HIBABIZTOS RENDSZEREK FEJLESZTÉSE	Segít olyan rendszereket kialakítani, amelyek hiba esetén automatikusan leállítják a gépet, ezzel megelőzve a baleseteket.
GAZDASÁGOSSÁG ÉS FELELŐSSÉG	A balesetek elkerülésével a vállalat anyagi veszteségeit és jogi felelősségét is csökkenti.
MUNKAVÉDELMI OKTATÁS TÁMOGATÁSA	Irányelveket ad a megfelelő munkavédelmi oktatás kidolgozásához és megvalósításához.
ÚJ TECHNOLÓGIÁK ALKALMAZÁSA	Felismeri és alkalmazza a legújabb biztonsági technológiákat, mint például az érzékelők vagy automatizált biztonsági rendszerek.
HIBÁK MEGELŐZÉSE	A korai tervezési szakaszban beavatkozva megelőzi a hibákat, melyek később komoly költségeket és kockázatokat jelenthetnének.
FOLYAMATOS FEJLESZTÉS	A szakember hozzájárul a gépbiztonsági rendszer folyamatos fejlesztéséhez, hogy az megfeleljen az új kihívásoknak és veszélyeknek.

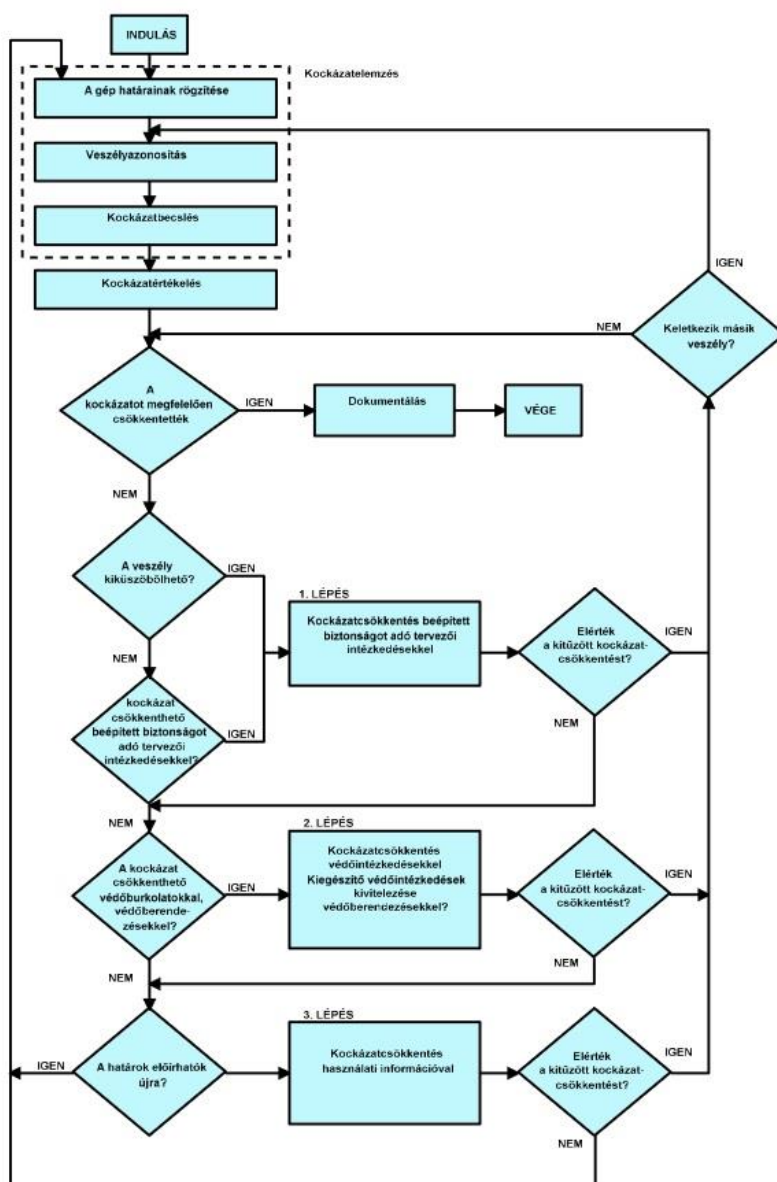
1. ábra: IGB szakember

Egy gépbiztonsági szakember bevonása tehát elengedhetetlen ahhoz, hogy a gépek biztonságosak és hatékonyak legyenek az üzemeltetés során. [1][4]

2.2. ISO 12100

Az ISO 12100 szabvány a gépek biztonságára vonatkozó **kockázatértékelés és kockázatsökkentés alapelveit** határozza meg. Célja, hogy segítse a tervezőket a gépek biztonságos kialakításában, csökkentve a balesetek és sérülések esélyét, mértékét. Egyfajta kockázatkezelési folyamatot foglal magában, amely három fő lépésből áll: veszélyek azonosítása, kockázatbecslés, valamint kockázatsökkentő intézkedések meghatározása és végrehajtása. A szabvány előírja, hogy a gépek kockázatértékelését már a tervezés korai szakaszában el kell kezdeni, és a gép teljes életciklusára ki kell terjednie. A veszélyek azonosítása során minden lehetséges kockázati tényezőt figyelembe kell venni, beleértve a mechanikai, elektromos, termikus és egyéb veszélyforrásokat. A kockázatbecslés során a veszélyek valószínűségét és súlyosságát kell értékelni, hogy meghatározhassák a szükséges biztonsági intézkedéseket. Az ISO 12100 elsődleges megközelítése az, hogy a veszélyeket lehetőség szerint a tervezési folyamat során meg kell szüntetni. Ha a veszélyek teljes megszüntetése nem lehetséges, akkor műszaki védelmi intézkedéseket kell alkalmazni, mint például biztonsági burkolatok, érzékelők és vészleállító gombok. Ezek után, ha szükséges, figyelmeztetéseket és használati utasításokat kell biztosítani a felhasználóknak, hogy elkerüljék a fennmaradó kockázatokat. A szabvány fontos elve a hierarchikus megközelítés, amely szerint először a veszélyek megszüntetésére, majd a műszaki védelmi intézkedésekre, végül a figyelmeztetésekre kell támaszkodni. Az ISO 12100 hangsúlyozza, hogy a kockázatsökkentő intézkedések hatékonyságát folyamatosan ellenőrizni kell, és szükség esetén további intézkedéseket kell bevezetni. Ezen túlmenően a felhasználói interakciók elemzését is előírja, hogy a gépek biztonsága a gyakorlatban is megvalósuljon. A szabvány meghatározza a maradványkockázatok kezelésének követelményeit is, amelyek a kockázatsökkentési intézkedések ellenére fennmaradnak. Az ilyen maradvány kockázatokat megfelelően kommunikálni kell a felhasználók felé, figyelmeztetések vagy oktatás formájában. Az ISO 12100 előírja továbbá a dokumentáció szükségességét, amely rögzíti a kockázatelemzés eredményeit és a meghozott biztonsági intézkedéseket. A szabvány kiterjed a gép teljes

életciklusára, beleértve a karbantartás, üzemeltetés, tisztítás és leamortizálás fázisait is. Ezen életciklusok mindegyikében potenciális veszélyeket kell azonosítani, és megfelelő kockázatcsökkentési intézkedéseket kell végrehajtani. Az ISO 12100 szabvány emellett előírja, hogy a gép biztonsági rendszereit rendszeresen felül kell vizsgálni és frissíteni kell a technológiai fejlődés és az új kockázatok figyelembevételével. Összességében az ISO 12100 biztosítja, hogy a gépek tervezése során a biztonsági szempontok kiemelt figyelmet kapjanak, ezzel segítve a balesetek megelőzését és a dolgozók védelmét.[2][4] Folyamatának lépései az alábbi ábrán láthatók:



2. ábra: ISO 12100 folyamatábra [4]

2.3. Kockázatértékelés

Egy gép kockázatelemzésére vonatkozó követelmények célja, hogy azonosítsák és értékeljék a gép működése során felmerülő veszélyeket, majd meghatározzák a megfelelő intézkedéseket a kockázatok minimalizálása érdekében. Az alábbiakban bemutatott követelmények biztosítják, hogy a kockázatelemzés teljeskörű, szisztematikus és a vonatkozó szabványoknak megfelelő legyen.

1. Kockázatfelmérés szabványok alapján

A kockázatelemzésnek meg kell felelnie a vonatkozó nemzetközi szabványoknak, mint például az ISO 12100. Ezek a szabványok részletes útmutatást adnak a kockázatértékelési folyamat struktúrájára és módszertanára.

2. Veszélyek azonosítása

A kockázatelemzés során minden potenciális veszélyt azonosítani kell, ami a gép használata közben, karbantartáskor vagy meghibásodás esetén felmerülhet. Ide tartoznak a mechanikai, elektromos, termikus, zaj, rezgés, és egyéb veszélyforrások.

3. Kockázatok értékelése

Az azonosított veszélyeket kockázati szint szerint kell rangsorolni. Ez magában foglalja a valószínűségi és a súlyossági tényezők elemzését:

Valószínűség: Mekkora eséllyel következik be a veszélyhelyzet?

Súlyosság: Mekkora kárt okozhat a veszély?

4. Kockázatcsökkentési intézkedések meghatározása

Ha a kockázatot az elfogadható szintnél magasabbnak ítélik meg, akkor megfelelő kockázatcsökkentési intézkedéseket kell kidolgozni. Ezek a következő prioritási sorrendben lehetnek:

Veszély megszüntetése: Tervezési módosításokkal megszüntetni a veszélyforrást.

Műszaki védőintézkedések: Biztonsági berendezések, mint például védőburkolatok, érzékelők vagy vészleállítók alkalmazása.

Figyelmeztetések és jelzések: Használati útmutatók, jelölések és figyelmeztető címkék, amelyek a felhasználókat figyelmeztetik a lehetséges veszélyekre.

Szervezési intézkedések: Biztonságos munkafolyamatok és felhasználói képzések kidolgozása.

5. Maradványkockázatok kezelése

Még a kockázatcsökkentési intézkedések után is maradhatnak maradványkockázatok. Ezeket dokumentálni kell, és a felhasználókat megfelelő módon tájékoztatni kell ezekről. A maradvány kockázatokat jelölni kell a használati útmutatókban vagy figyelmeztető jelzéseken.

6. Dokumentáció

A teljes kockázatelemzési folyamatot részletesen dokumentálni kell, beleértve az azonosított veszélyeket, a kockázatok értékelését, a meghozott intézkedéseket, valamint a maradványkockázatok kezelését. Ez a dokumentáció fontos a jogi megfeleléshez és a gép biztonságának nyomon követéséhez.

7. A gép életciklusának figyelembevétele

A kockázatelemzésnek a gép teljes életciklusára ki kell terjednie. Ez magában foglalja a tervezési, gyártási, üzemeltetési, karbantartási és selejtezési szakaszokat. Különös figyelmet kell fordítani a karbantartás és a beavatkozások során fellépő veszélyekre.

8. Felhasználói interakciók elemzése

A gépet használó személyek interakcióit is figyelembe kell venni. Ide tartozik az emberi hibák lehetőségének elemzése, valamint az ergonómiai szempontok, mint például az operátor munkavégzésének kényelme és biztonsága.

9. Frissítések és rendszeres felülvizsgálat

A kockázatelemzést rendszeresen felül kell vizsgálni, különösen akkor, ha a gépen változtatásokat hajtanak végre, új technológiát vezetnek be, vagy új kockázatok merülnek fel. A frissítéseknek megfelelően kell alkalmazkodniuk az új veszélyforrásokhoz.

10. Megfelelőség ellenőrzése

Végül a kockázatelemzés eredményeit és a kockázatcsökkentő intézkedéseket ellenőrizni kell, hogy azok megfelelnek-e a szabványoknak és előírásoknak, valamint a vállalat

belső biztonsági protokolljainak. Szükség esetén külső auditálás is történhet a megfelelőség biztosítása érdekében.

Ezek a követelmények biztosítják, hogy a kockázatelemzés megfelelően átfogó és részletes legyen, így elősegítve a gép biztonságos működését és a balesetek elkerülését.[4][5][6]

2.4. Gépdirektíva MD-2006/42/EK

A gépdirektíva harmonizált szabványokat tartalmaz, ami azt jelenti, hogy olyan műszaki szabványokat, amelyeket egy nemzetközi vagy regionális szabványügyi szervezet dolgozott ki, és amelyeket a jogszabályokkal összhangban alkalmaznak az adott gazdasági térségben. Ezeket a szabványokat az adott iparágak számára készítik, hogy biztosítsák a termékek és szolgáltatások biztonságát, minőségét, valamint a szabad kereskedelmet az adott régióban.

A gép műszaki dokumentációjában szerepelnie kell a részben vagy egészben alkalmazott harmonizált szabványok vagy egyéb vonatkozó műszaki előírások jegyzékének. A részben alkalmazott harmonizált szabványok esetén egyértelműen fel kell tüntetni, hogy mely részeket alkalmazták.

Nem muszáj használni a direktívában leírt megoldást, de abban az esetben egy legalább vele egyenértékű megoldásra van szükség.

[4]

2.5. ISO 13849

Az **ISO 13849-1 szabvány** középpontjában a gépek biztonsági funkcióinak funkcionális biztonsága áll. A szabvány meghatározza, hogy hogyan kell értékelni a biztonsági rendszerek megbízhatóságát és teljesítményszintjét. A gépek biztonsági rendszereinek tervezésekor az ISO 13849-1 betartása biztosítja, hogy a vezérlőrendszerek elérik a kívánt biztonsági szintet, és minimalizálják a balesetek és veszélyes meghibásodások lehetőségét.

Az ISO 13849-1 szabvány számos területen alkalmazható, ahol gépeket vagy berendezéseket használnak, amelyek potenciálisan veszélyesek lehetnek az emberekre. Példák:

Ipari robotok

Csomagológépek

Présgépek

Szerszámgépek

Funkcionális biztonsági rendszer komponensei

A funkcionális biztonság részei a következők:

Biztonsági érzékelők: amelyek érzékelik a veszélyes helyzeteket, mint például fényfüggönyök vagy nyomásérzékelők.

Biztonsági vezérlők: amelyek irányítják a biztonsági funkciókat, mint a biztonsági PLC-k.

Végrehajtó eszközök: amelyek végrehajtják a biztonsági intézkedéseket, például a vészleállítási mechanizmusok vagy motorok leállítása.

Teljesítményszint meghatározásának lépései:

1. *Kockázatelemzés:* Meg kell határozni, hogy milyen kockázatok állnak fenn, és milyen mértékű biztonságra van szükség.
 2. *Funkcionális biztonság:* Azonosítani kell azokat a funkciókat, amelyek csökkentik a kockázatot.
 3. *Kategória kiválasztása:* Az adott kockázat és rendszer alapján meghatározni a biztonsági kategóriát.
 4. *MTTFd és DC meghatározása:* Ki kell számítani, hogy a rendszer hányszor hibásodik meg, és milyen lefedettséggel észleli az esetleges hibákat.
 5. *Verifikálás:* Ellenőrizni kell, hogy a rendszer megfelel-e a kívánt teljesítményszintnek.
- [4][7]

2.6. Biztonsági berendezések tervezési szempontjai

Egy gép biztonsági berendezéseinek megtervezésekor számos szempontot kell figyelembe venni a hatékony és biztonságos működés érdekében. Íme a legfontosabbak:

Kockázatelemzés során első lépésként fel kell mérni a gép által jelentett potenciális veszélyeket (pl. mozgó alkatrészek, elektromos áram, forró felületek), hogy a biztonsági berendezések célzott védelmet nyújtsanak.

Veszélyes zónák azonosítása során fontos meghatározni, hogy hol vannak azok a területek a gépen, amelyek különösen veszélyesek lehetnek az emberi épségre (pl. présgépek mozgó részei).

A felhasználók igényei és képességei miatt a biztonsági rendszereket úgy kell megtervezni, hogy azokat a gépet használó operátorok könnyen megértsék és megfelelően használják, figyelembe véve az esetleges képzettségi szinteket.

Automatikus működés és felügyelet az automatizált vagy félautomata gépek esetében elengedhetetlen, hogy a biztonsági rendszerek érzékeljék az emberek jelenlétét és megfelelően reagáljanak, például automatikusan leálljanak veszély esetén.

Megfelelés a szabványoknak és előírásoknak. A berendezések tervezésénél figyelembe kell venni a nemzetközi és helyi szabványokat (pl. ISO, CE), valamint a gép direktívákat, hogy a gép jogilag és szabályozásilag megfeleljen.

Biztonsági berendezések redundanciája a kritikus biztonsági funkciók esetében fontos, hogy legyenek tartalék rendszerek (pl. duplikált vészleállító gombok), amelyek hibák esetén is biztosítják a biztonságot.

Karbantarthatóság megtervezni, hogy könnyen karbantarthatók legyenek, mivel az elhanyagolt karbantartás növeli a balesetek kockázatát.

Hibamentes működés biztosítása, hogy a biztonsági berendezések hibamentesen és megbízhatóan működjenek a gép teljes élettartama alatt, beleértve a meghibásodás esetén történő automatikus leállítást.

Ergonómia és használhatóság, hogy a biztonsági berendezéseket a gép működtetői szempontjából is kényelmesen és intuitívan elérhetővé kell tenni, hogy ne akadályozzák a hatékony munkavégzést, de garantálják a biztonságot.

Jövőbeli fejlesztések lehetősége, hogy a technológia fejlődésével a biztonsági berendezések is bővíthetők vagy korszerűsíthetők legyenek, alkalmazkodva az új biztonsági követelményekhez.

Ezek a szempontok együttesen biztosítják, hogy a gép biztonsági rendszerei megfelelő védelmet nyújtsanak a felhasználók számára, miközben a gép hatékony működését is fenntartják.[4][5][6]

2.7. Biztonsági berendezések

A biztonsági berendezések olyan eszközök és rendszerek, amelyek célja az emberek, környezet és eszközök védelme különböző veszélyforrásoktól az ipari, kereskedelmi, vagy akár lakossági környezetekben. A következő kategóriákban találhatók meg leggyakrabban:

Vészleállítók: Ezek az eszközök, mint például a vészleállító gombok, olyan esetekben használatosak, amikor egy gép vagy folyamat azonnali leállítására van szükség. Az E-stop rendszerek megszakítják az áramellátást, hogy minimalizálják a sérülések kockázatát.

Védőburkolatok és reteszek: Ezek a burkolatok és védőkapcsolók csak akkor engedik a gépek működését, ha minden védőelem zárt állapotban van, így biztosítva, hogy a személyzet ne férjen hozzá a veszélyes mozgó alkatrészekhez működés közben.

Biztonsági fényfüggönyök: Ezek olyan optikai rendszerek, amelyek láthatatlan fénysugarakat hoznak létre, és képesek érzékelni, ha valaki vagy valami átlépi a biztonsági határt. Ilyen esetekben a rendszer leállítja a gépet vagy figyelmeztetést ad.

Érzékelők és vezérlők: Ide tartoznak például a hőmérséklet-érzékelők, nyomásérzékelők és különféle szenzorok, amelyek veszélyes állapotokat észlelnek. Amennyiben az értékek meghaladják a megengedett határértékeket, a vezérlőrendszer riasztást küldhet vagy automatikusan leállíthatja a folyamatot.

Szoftver alapú biztonsági rendszerek: Az olyan programok, mint a SISTEMA, támogatják a biztonsági rendszerek tervezését és értékelését, különösen az ISO 13849-1 szabvány előírásainak való megfelelés érdekében. Ezek a rendszerek a biztonsági teljesítményszintek kiszámítására szolgálnak, hogy megfeleljenek a bonyolult ipari folyamatok biztonsági követelményeinek.

Ezek a berendezések együttműködve biztosítják, hogy a veszélyes gépek és folyamatok csak biztonságos körülmények között működhessenek, így csökkentve a sérülés kockázatát és biztosítva a szabályozásoknak való megfelelést.[4]

2.8. Sistema

A SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications) program a Német Balesetbiztosítási Társaság Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézete által kifejlesztett speciális eszköz, amely segíti a gépvezérlő rendszerek biztonsági integritásának értékelését. Segíti a mérnököket és a fejlesztőket abban, hogy megfeleljenek az ISO 13849-1 szabványnak, amely a gépek vezérlőrendszereinek biztonsággal kapcsolatos részeire vonatkozó követelményeket vázolja.[8]

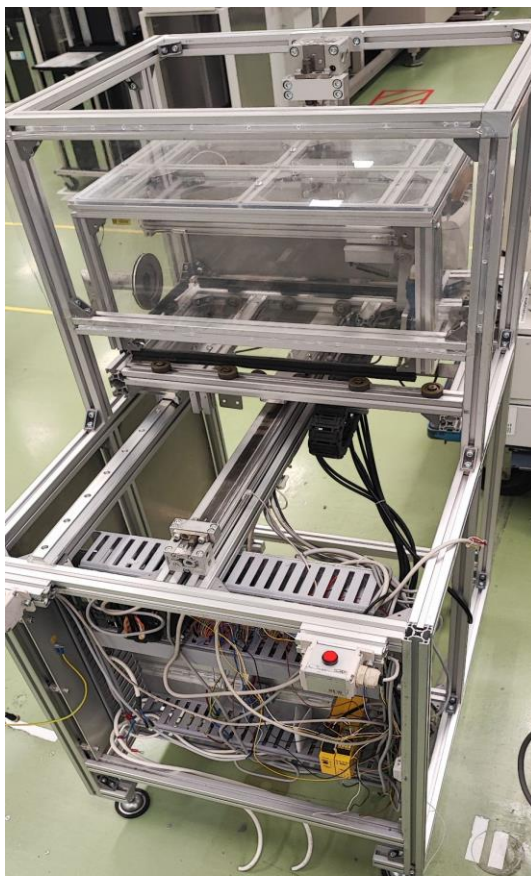
A SISTEMA lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy modellezzék a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszereket azáltal, hogy szimulálják azok szerkezetét és automatikusan kiszámítják a szükséges biztonsági teljesítményszinteket (PL). Az eszköz részletes konfigurálást tesz lehetővé azáltal, hogy a vezérlőrendszereket projektek, biztonsági funkciók, alrendszerek, csatornák és blokkok hierarchiáira bontja. A felhasználók meghatározhatják a biztonsági funkciókat, és valós időben megtekinthetik az ebből eredő biztonsági teljesítményt, ahogy a rendszerparaméterek változnak, leegyszerűsítve a biztonsági szabványok által megkövetelt, gyakran összetett számításokat. Ez leegyszerűsíti a folyamatot, megkönnyítve annak megjelenítését, értékelését és dokumentálását, hogy a konfiguráció változásai hogyan befolyásolják a rendszer biztonságát.[9]

3. Traverser védelmi berendezésének tervezése

3.1. Vizsgált Traverser bemutatása

3.1.1. Általános leírás

Az általam választott gép egy termelésbe integrálható termékpaletta tisztító és visszaforgató gép. Ez a gép az adott gyártási szakasz elejét, illetve végét is képviseli. Itt nem a termékek forognak vissza, hanem a terméket tároló kocsik melyek görgős konvektor soron keresztül jutnak el a géphez és távoznak belőle. A visszaforgatáshoz lineáris munkahengert használ a gép egyfajta fiókos megoldással áttolja a kimenetről a bemenetre az érkező palettát. Jelenleg zárható burkolattal van felszerelve a visszaforgató ág, ami nem minden esetben előnyös, mivel a visszaforgatás során van, hogy be kell küldeni az őt követő gépbe olyan palettát is, amit emberi beavatkozás során a gyártásból kivettek. Ennek oka lehet bármilyen legapróbb hiba akár, hogy kamerázásnál kiesett a termék, vagy csavarozási hiba.



3. kép a gépről

3.1.2. Működése

DC motorral hajtott görgőkön érkezik be a paletta és amennyiben üres a visszaforgató gép, tehát a korábbi paletta már elhagyta a kimenetét úgy fogadja a bemeneten érkezőt. Ha van a gépben paletta, amit éppen visszaforgat a következő beérkező egységnek addig várnia kell. Amint beérkezik egy paletta a gépben a bemeneti oldalról az rögzíti a pozícióját és rá engedi az elszívást. Az elszívási folyamat egy időben történő befújással is jár a tisztítás könnyebbé tétele érdekében illetve, hogy a gépben ne alakuljon ki vákuum. Elszívási folyamat végeztével a paletta továbbításra kerül egy lineáris munkahenger segítségével a traverser bemenetéről a kimeneti oldalra, ahonnan amennyiben nincsen előtte másik paletta, tovább haladhat a termelési folyamatban.

3.1.3. Működési vázlata



4. Működési vázlat

3.1.4. Folyamat lépései

- 1) Bemenet DC motoros görgősor: paletta továbbítása
- 2) Optikai szenzor: paletta észlelése a gépben
- 3) Lineáris munkahenger: kupola mozgatása
- 4) Elszívó egység: paletta tisztítása
- 5) Lefújó egység: paletta tisztítása
- 6) Lineáris munkahenger 2: Paletta mozgatása a bemeneti oldalról a kimeneti oldalra
- 7) Kimenet DC motoros görgősor: paletta továbbítása

3.1.5. Probléma bemutatása

Az ipari gépeken a védelmi berendezések és burkolatok hiánya komoly biztonsági kockázatot jelenthet a gépkezelők és a közelben dolgozó munkavállalók számára. Ezek az elemek kritikus szerepet játszanak a balesetek és a sérülések megelőzésében, és a hiányuk számos negatív következményt vonhat maga után.

Ipari gépek védelmiberendezéseinek hiánya az alábbiakat vonhatja maga után:

- Súlyos balesetek és sérülések kockázata
- Jogszabályi és szabványi követelmények megsértése
- Csökkentett munkavállalói biztonság és morál
- Gépkarosodás és karbantartási költségek növelése
- Társadalmi és üzleti megítélés romlása
- Szükséges beavatkozás (válasz) hiánya a folyamatból

Összegezve a védelmi berendezések és burkolatok hiánya a munkavállalók és az üzemeltető vállalat számára komoly kockázatokat jelent. A munkavédelmi szabályok és biztonsági előírások betartása ezért létfontosságú. A védelmi rendszerek beépítése, rendszeres karbantartása és tesztelése nemcsak a biztonságot, hanem a termelés zavartalanágát is biztosítja, ezáltal megőrzi a vállalat jó hírnevét és stabilitását is.

3.2. Kockázat értékelése

3.2.1. Veszélyforrások azonosítása

Fő veszélyforrások a gép mozgása során keletkeznek a kupola leengedése és a paletta mozgatása során. Ezeken a helyeken végtag becsípődés és sérülés veszélye áll fenn a géppel történő gyártási folyamat során. Áramütés veszélyének forrást jelent továbbá a burkolat mentes helyenként 110V-os szerelőlap mely a gép alsó részén helyezkedik el. A gép védelmi berendezéseit illetően mindenképpen indokolt megtenni a szabványban előírt intézkedések egyikét a veszélyforrások megszüntetésére/csökkentésére.[2][4]

3.2.2. Kockázatfelmérés

A palettát nagysebességgel mozgó munkahenger és annak ténye, hogy a palettát bizonyos esetekben kívülről be kell helyezni a gépbe, illetve kivenni belőle kockázatot jelent a munkavégzés során. [2][4]

3.2.3. Kockázat értékelése

Jelenleg egy biztonsági kapcsoló van a gépen mely kapcsolása ne feltétele annak, hogy a munkavégző képes legyen belenyúlni a gépbe működés közben. [2][4]

3.2.4. Kockázat csökkentése

Leghatékonyabb módja a veszély/kockázat csökkentésének, ha a dolgozó nem férhet hozzá a gép veszélyes részeihez, illetve amennyiben szükséges hozzáférnie úgy addigra a veszélyes mozgás megszűnjön. Egy részről, ahol egyáltalán nem szükséges a géphez hozzáférni munkavégzés során oda fix, vagy kulccsal nyitható védőburkolat felszerelése javasolt. Kulccsal való nyitás időszakosan szükséges lehet a karbantartások során, de mivel a karbantartást áramtalanítva és a rendszernyomás elvételével kell végezni, így ezen szakszerű beavatkozás során nem szükséges további védőintézkedés jelen esetben. Ahol szükséges a munkavégzés

során a géppel való fizikai kontaktus, oda mindenképpen olyan megoldásra van szükség mely biztosítja, hogy a dolgozó mire belenyúl a gépbe addigra nincsen veszélyes mozgás. [2][4]

3.2.5. Biztonsági funkciók meghatározása

Egy gép esetében a kockázatcsökkentési folyamatában gyakran alkalmazzák azt, hogy a tervező egy vagy több biztonsági eszköz segítségével ér el megfelelő kockázatcsökkentést. Azok az alkatrészek, amelyek a gépek biztonsági funkcióit biztosítják, a vezérlőrendszerek biztonságához kapcsolódó szerkezeti részek (SRP/CS). Ezek a részek lehetnek hardveresek vagy szoftveresek, és akár különálló elemekként, akár a vezérlőrendszer integrált részeként is működhetnek. Az SRP/CS nemcsak a biztonsági funkciók ellátásáért felelős, hanem egyéb feladatokat is elláthat, például kétkézes vezérlést. Az SRP/CS képessége, hogy meghatározott biztonsági funkciót teljesítsen előre látható körülmények között, öt szintre oszlik, amelyeket teljesítményszinteknek (PL) nevezünk. Ezek a szintek a veszélyes meghibásodás valószínűsége alapján kerülnek meghatározásra, amely az óránkénti meghibásodási valószínűséget fejezi ki. A meghibásodás valószínűségét számos tényező befolyásolja, többek között a hardver és szoftver felépítése, a hibafelismerő rendszerek hatékonysága (DC), az alkatrészek megbízhatósága/hibamentessége (MTTFd), a közös okú meghibásodás (CCF), a tervezési folyamat minősége, az üzemeltetési körülmények, a környezeti tényezők és a műveleti eljárások. [2][4]

3.2.6. Megkövetelt teljesítményszint meghatározása

A PLr (Performance Level required) érték meghatározása a gépbiztonság területén egy kockázatelemzés alapján történik. Az elemzés során figyelembe kell venni a veszélyt, annak előfordulási valószínűségét és a súlyosságát. Az ISO 13849-1 szabvány segít meghatározni, hogy a biztonsági funkciók milyen teljesítményszintet igényelnek. A PLr értéket öt kategóriába sorolják, ahol a PLe jelenti a legmagasabb biztonsági szintet. Minél magasabb a kockázat, annál nagyobb teljesítményszint szükséges. A gép tervezésekor ez a követelmény meghatározza a biztonsági rendszerek kialakítását. A megfelelő PLr elérése segít minimalizálni a balesetek és sérülések esélyét a munkakörnyezetben. [2][4]

3.2.7. Sérülés súlyossága

A sérülés súlyossága a bekövetkező testi károsodás mértékét jelenti, amelyet a kockázatelemzés során figyelembe kell venni. Az enyhe sérülések, mint például zúzódások vagy kisebb vágások, általában gyorsan gyógyulnak, és nem okoznak tartós következményeket. A súlyos sérülések, például csonttörések, égési sérülések vagy amputációk hosszú távú rehabilitációt igényelhetnek, és akár maradandó károsodást is okozhatnak. Az életveszélyes sérülések, például belső vérzések vagy agysérülések, azonnali orvosi beavatkozást igényelnek, és komoly halálozási kockázattal járnak. A sérülés súlyosságának értékelése elengedhetetlen a megfelelő biztonsági intézkedések meghatározásához. [2][4]

3.2.8. Veszélygyakoriság

A veszélygyakoriság a veszélyes események előfordulásának valószínűségét vagy gyakoriságát jelenti egy adott munkahelyi vagy gépészeti környezetben. Ez a tényező fontos szerepet játszik a kockázatelemzésben, mivel segít meghatározni, hogy milyen gyakran fordulhat elő egy potenciális baleset. Ha egy veszély folyamatosan jelen van, vagy gyakran előfordulhat, az magas veszélygyakoriságot jelent, és nagyobb figyelmet igényel. A ritkán előforduló veszélyek alacsonyabb gyakoriságúak, de ennek ellenére megfelelő biztonsági intézkedéseket kell bevezetni. A veszélygyakoriság elemzése a kockázatcsökkentő intézkedések hatékonyságának meghatározásában is fontos szerepet játszik. [2][4]

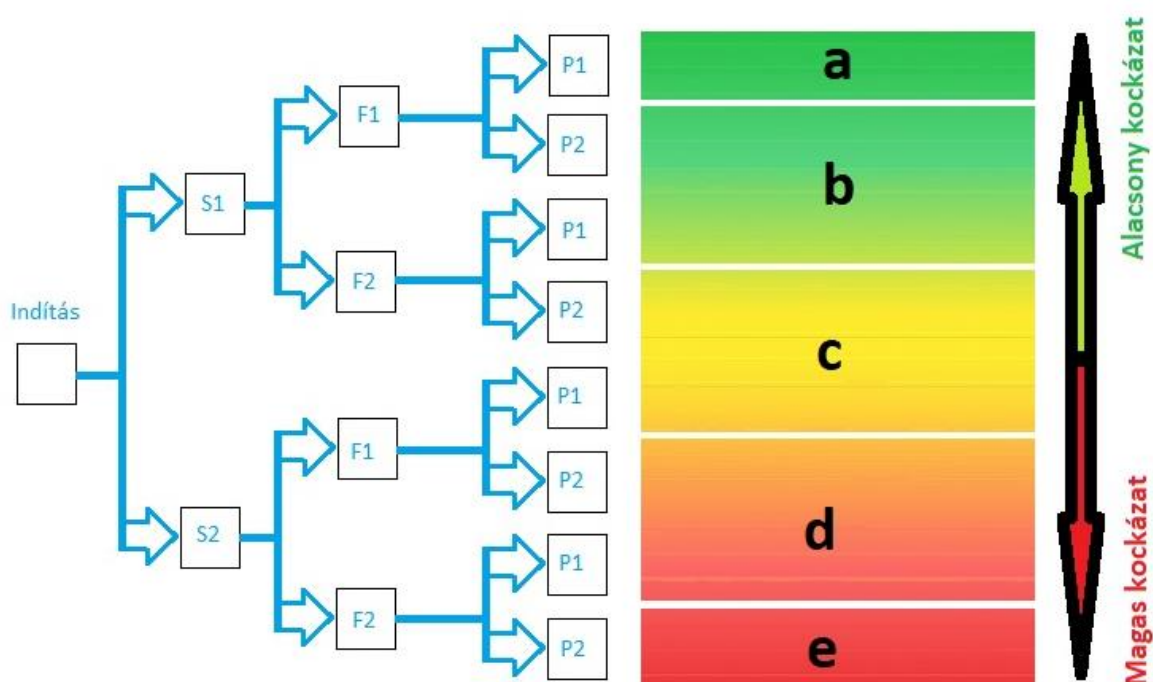
3.2.9. Veszély elkerülése

A veszély elkerülésének lehetősége azt jelenti, hogy a munkavállalóknak vagy gépeket kezelő személyeknek van-e esélyük a veszély észlelésére és annak elkerülésére, mielőtt az balesetet okozna. Az elkerülhetőség függ attól, hogy a veszély milyen gyorsan jelentkezik, és hogy a dolgozók képesek-e időben reagálni. Ha a veszély előre jelezhető vagy látható, nagyobb az esély az elkerülésre, mondjuk, ha figyelmeztető jelek vagy érzékelők segítik a felismerést. Amennyiben a veszély hirtelen lép fel, vagy nehezen észlelhető, az elkerülési lehetőség korlátozott, és így szigorúbb biztonsági intézkedések szükségesek. A megfelelő tervezés, mint

például védőburkolatok vagy automatikus leállító rendszerek használata, növeli a veszély elkerülhetőségét. [2][4]

3.2.10. Kockázati gráf

A kockázati gráf segít besorolni a vizsgált gépet a megfelelő kockázati osztályba mely alapján a későbbiekben megállapítjuk feladatainkat a gép biztonsági rendszerét illetően.



5. Kockázati gráf

Kockázati gráfon szereplő adatok magyarázata:

- Sérülések súlyossága: S1 könnyű, S2 súlyos
- Veszélyek gyakorisága/időtartama: F1 ritka/rövid, F2 gyakori/hosszú
- A veszélyek elkerülésének, vagy kár okozásának lehetősége: P1 lehetséges, P2 alig lehetséges

A géppel könnyű sérülést lehet szenvedni viszont a veszély használat közben állandó és nehezen kikerülhető, mivel a veszélyes térbe kell kézzel beavatkoznunk. Az alábbi táblázat

alapján melynél 10 mérést végeztem a paletta kilökésének sebességéről látható és azok közül a legrövidebb idő alatti munkahenger mozgást alul kiemeltem.

1. táblázat: Munkahenger sebesség mérések:

Mérések sorszáma:	Idő [s]
1	1,28
2	1,48
3	1,35
4	1,36
5	1,19
6	1,3
7	1,21
8	1,31
9	1,23
10	1,4
Átlag	1,311
Legalacsonyabb	1,19

A mozgási energia (E_k) kiszámításához a következő képletet használjuk:

$$E_k = (1/2) \cdot m \cdot v^2$$

ahol:

m: a mozgó tömeg (kg) ami itt 3 [kg],

v: a mozgás sebessége (m/s) ami esetünkben 2·1,19 [m/s]

A képlet szerint a mozgási energia a tömeg és a sebesség négyzetének szorzatából adódik, tehát minél nagyobb a sebesség, annál nagyobb lesz a mozgási energia.

A munkahenger gépben való 0,5m-es távot a fenti táblázatban látható idők alatt tette meg 10 darab egymást követő mérés során.

Számításaimat a legalacsonyabb idővel végzem mivel azzal érhető el a legnagyobb kockázat sérülés tekintetében.

$$\text{Tehát } E_k = (1/2) \cdot 3 \cdot (1/(2 \cdot 1,19))^2 \text{ a mozgási energia ebben az esetben } \sim \mathbf{0,2648 \text{ [J]}}$$

Táblázatban látható a legnagyobb munkahenger legnagyobb működési sebessége a gyártási folyamat során, míg a palettát visszaforgatta a bemenetre löketvégi csillapítás nélküli mérésekkel. Figyelembevée minden szempontot C kockázati besorolásra értékelem a gépet.

Gépben használt munkahenger egy SMC gyártmányú lineáris munkahenger mely azalábbi tulajdonságokkal rendelkezik:

- Helytakarékos kialakítás: A MY1B sorozat kompakt szerkezetéről ismert, amely ideális a korlátozott helyekhez.
- Irányított mozgás: Mechanikusan csuklós rúd nélküli kialakítás, amely lehetővé teszi a stabil mozgást.
- Integrált mágnesek: Lehetővé teszi a helyzetérzékelők használatát, amelyek a kapcsoló hornyába szerelhetők. [11]

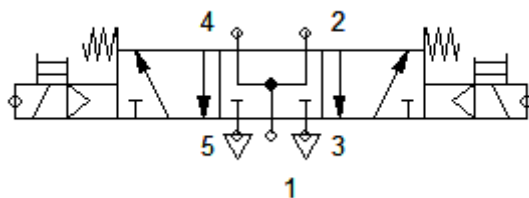


6. SMC MY1B kompakt munkahenger [11]

Alkalmazott pneumatikus biztonsági funkció:

SOS: A pneumatikus rendszerekben alkalmazott SOS biztonsági funkció célja a veszélyhelyzetek gyors kezelése, a dolgozók biztonságának és a berendezés épségének biztosítása érdekében. Az SOS rendszer gyorsan leállítja vagy deaktiválja a pneumatikus rendszert veszély esetén, így minimalizálja a sérülések és károk kockázatát.

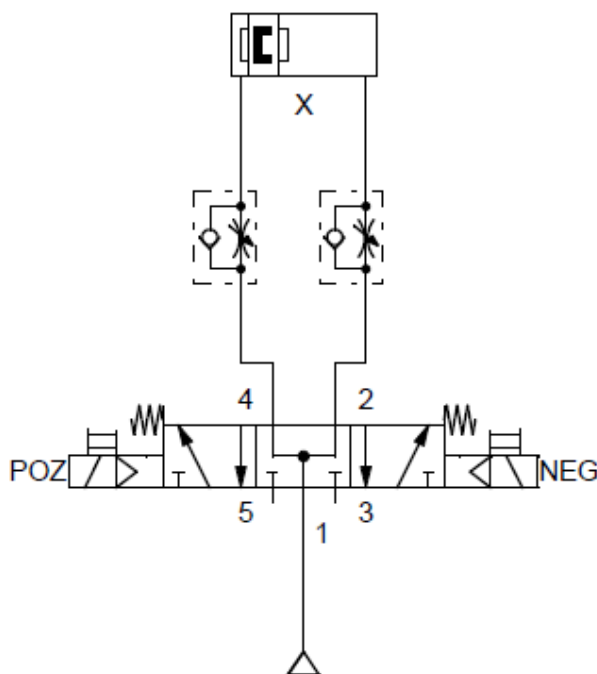
A biztonsági rendszeremhez szükséges 5/3-as szelep:



7. 5/3 alaphelyzetben mindkét kamrát tölti

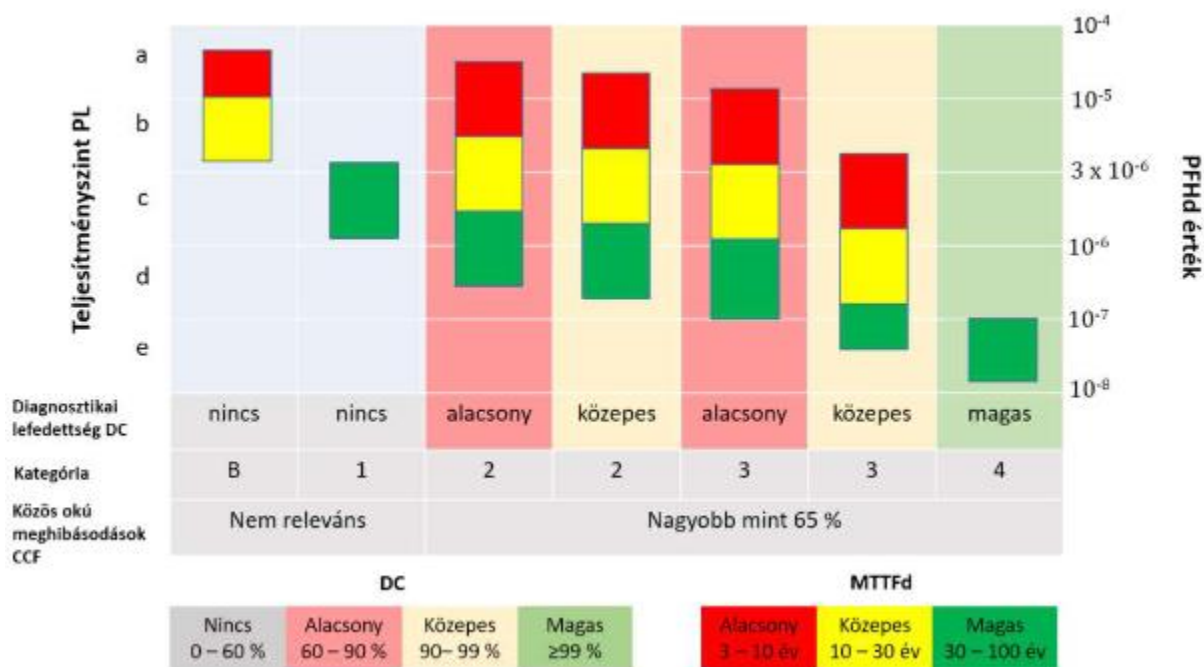
Azért ezt használom a gép biztonságos megállításához, mert az alaphelyzetben a munkahenger mindkét kamráját töltő szelep alapállapotában megakadályozza a levegő áramlását, így megakadályozza a henger váratlan mozgását. A névben a "5/3" azt jelenti, hogy a szelepnek öt csatlakozási pontja és három működési állapota van. Ezek a szelepek általában olyan rendszerekben alkalmazhatók, ahol a működtetett elemeket, például hengereket vagy motorokat különböző irányokba kell mozgatni, illetve szükség lehet egy "semleges" állapotra is.. Az 5/3 szelepek jól használhatók különböző irányítási rendszerekben, és könnyen csatlakoztathatók vezérlőegységekhez. Az ilyen típusú szelep többféle alkalmazáshoz is megfelelő, különösen olyan helyzetekben, ahol az alaphelyzetben történő légáramlás előnyös amennyiben mindkét munkaponton rajta van. [16]

Rendszerem pneumatikus kapcsolása a következőképpen alakul:



8. SSC a rendszeremre

Alrendszer PL értékének meghatározása:



9. Alrendszer PL érték

Az alrendszer Performance Level (PL) értéke meghatározza egy adott gépi vagy biztonsági alrendszer megbízhatóságát a kockázatok csökkentésére vonatkozóan. Ezt az EN ISO 13849-1 szabvány alapján határozzák meg. Mivel a kiválasztott teljesítményszintem C volt ezért itt érdemes az 1-es kategóriát választanom. Ebben az esetben jó az MTTFd értékem, vagyis a meghibásodások elleni lefedettségem kellően magas lesz.

Innentől elég információ áll rendelkezésemre, hogy kiválasszam a biztonsági berendezést Traverserem számára, a hosszú élettartam és a megfelelő biztonsági szint érdekében.

3.3. Védelmi berendezések meghatározása

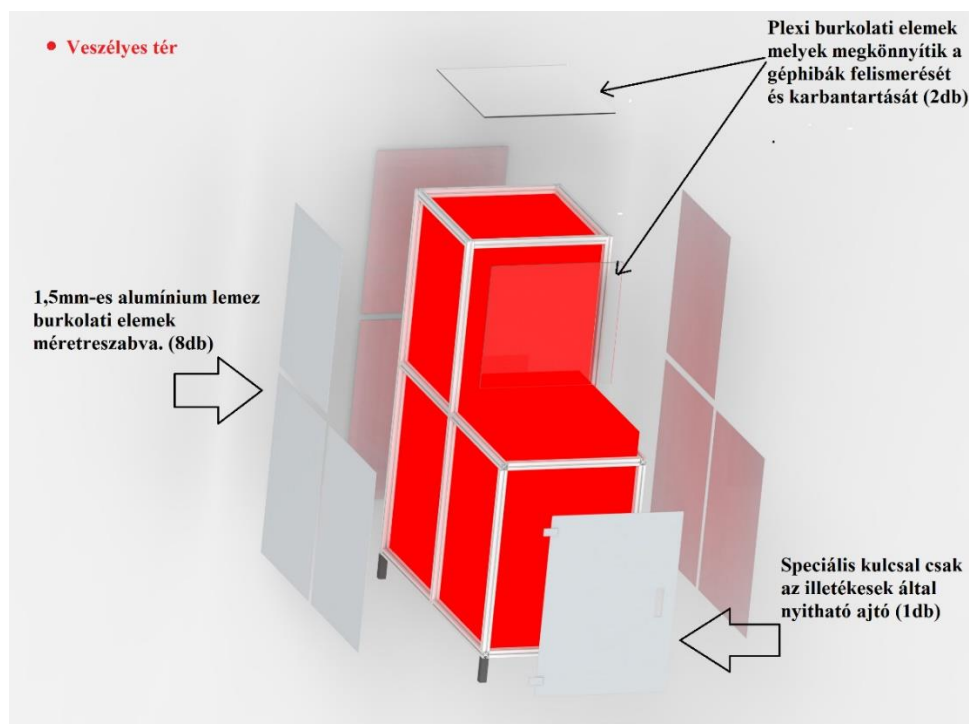
3.3.1. *Burkolati elemek*

Alumínium lemezburkolat felhelyezése a gépre, szem előtt tartva a jogszabályokban előírt résekre vonatkozó szabályokat, melyek szigorúan szabályozzák a gépek biztonságos üzemeltetésének követelményeit. Ezek a jogszabályok és szabványok biztosítják, hogy a gépek megfelelő védelmet nyújtsanak a dolgozóknak a mozgó alkatrészekkel, veszélyes anyagokkal és egyéb munkabiztonsági kockázatokkal szemben. Az Európai Unióban a 2006/42/EK gépdirektíva határozza meg a gépek és berendezések biztonságára vonatkozó követelményeket. Ez az irányelv előírja, hogy a gépeknek úgy kell készülniük és felszerelniük a burkolatokat, hogy a használatuk során ne jelentsenek veszélyt. A gépburkolatokra és védelmi rendszerekre vonatkozó követelményeket a gép kialakításának és üzemeltetésének figyelembevételével kell kialakítani, ideértve a mozgó alkatrészek és a kezelő személyzet védelmét is.[10]

3.3.2. *Védőburkolatom bemutatása*

Az alábbi ábrán láthatók az általam készített burkolati elemek gépre történő felhelyezésének modellje, melyen a legnagyobb rés a burkolat és a profil váz között 2mm ezzel megfelelően az előírásoknak. Illetve a burkolati lefedettség minden veszélyes teret elzár, kivéve az időszakosan munkavégzésre kijelölt helyet, ugyanis ide a továbbiakban választom ki és

tervezem meg a védelmi berendezéseket. Egyértelműsítő feliratokkal láttam el, a gyors és könnyű átláthatóság érdekében.



10. Veszélyes tér + burkolati elemek

- Nem nyitható alumínium burkolatokat olyan helyekre terveztem, ahol általános karbantartások során sincsen szükség a hozzáféréshez.
- Nyitható burkolati elemet helyeztem el a kapcsolószekrénynél, mivel ezt az illetékes személyek számára hozzáférhetővé kell tennem.
- Plexi burkolatot helyeztem el oda, ahol a folyamatba történő rálátás segítheti, meggyorsíthatja az esetlegesen felmerülő problémák megoldását.
- A szabadon hagyott nyitott tér részben munkavégzés időszakosan történik, így oda más típusú védelmi berendezést kell terveznem a következőkben.

3.3.3. Lehetőségeim a védelmi berendezések választására

Itt bemutatom a választott védelmi megoldásaimat, melyek közül dolgozatomban egy kiválasztott (legmegfelelőbb) gépbe integrálását fogom bemutatni.

1. fényfüggöny a kimenetre visszaforgatott álláshoz (esetleges ember általi visszaforgatás lehetőségére, amennyiben a sorra vissza kell helyezni egy kivett kocsit)
2. reteszelt burkolat
3. mágneses burkolatzáró berendezés

Általam kiválasztott fényfüggöny:

PSEN op4F-SL-14-030/1

Alapadatok:

- biztonsági fényfüggöny
- PLe, 4-es kategória
- 14mm-es felbontás
- 300mm magasság
- holtzóna nélküli
- tápfeszültség 24V
- reakció idő 8ms
- Ár ~400 000 Ft



11. Fényfüggöny PSEN op4H-SL-24-030/1 [12]

[12]

Általam kiválasztott burkolat reteszeléshez használt szenzor:

SICK RE13-SA64

Alapadatok:

- B10d: 2 x 10⁷ kapcsolás
- EN ISO 14119 4-es kategória
- 24V tápfeszültség
- A kapcsolónak nincs belső hibaérzékelése, és hiba esetén nem tud biztonságos állapotot felvenni. A hibaészlelést a csatlakoztatott biztonsági logikai egység végzi.
- ~Ár 20 000 Ft [13]



12. RE13-SA65 [13]

Általam kiválasztott mágneses zár:

SICK MLP1-SMMA0AC

Alapadatok:

- SIL 3 biztonsági integráltság
- EN ISO 13849 4-es kategória
- PLe teljesítményszint
- PFHD átlagos veszélyes meghibásodás esélye óránként $15 \cdot 10^{-9}$
- Maximális zárasi erő 550 N
- 24V tápfeszültség
- Ár ~190 000 Ft



13. SICK MLP1-SMMA0AC [14]

[14]

Általam kiválasztott biztonsági relé:

PNOZ s4 24VDC 3 n/o 1 n/c

Alapadatok:

bemenetek: 1/2 csatornás vezetékek zárlat érzékelésével/érintkezők érzékelése nélkül, kézi/automatikus indítás

kimenetek: 3 N/O, 1 N/C, 1 SC, UB 24 V DC

dugaszolható csavaros kapcsok

E-STOP felügyelete

Ár ~123 000 Ft

[15]



14. PNOZsigma
biztonsági relé [15]

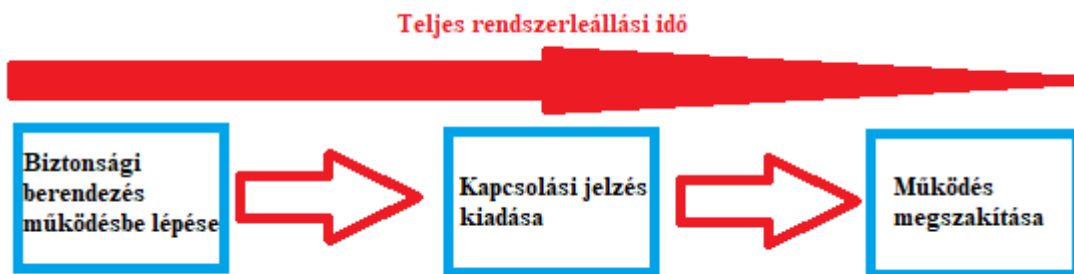
Esetemben a biztonsági relé az adott és mindhárom megoldáshoz alkalmas a safety körbe. A másik 3 megoldásból kell választanom a feladatom megoldásához. Biztonsági megoldás kiválasztásánál több tényezőt is érdemes figyelembe venni a hatékonyság, megbízhatóság és költségek optimalizálása érdekében. Az alábbi táblázatban bemutatom kiválasztási szempontjaimat:

2. táblázat: kiválasztási szempontok

Megoldás fajtája	Technológiai kompatibilitás	Költségek	Ergonómia	Karbantarthatóság	Rendelkezésre állás (van-e raktáron)
Fényfüggöny	+	-	+	+	+
Biztonsági érzékelő	+	+	-	+	-
Mágneses zár	+	-	-	+	-

3.4. Fényfüggöny elhelyezése

3.4.1. Teljes rendszer leállási idő MSZ EN ISO 13855 szerint



15. Rendszerleállás folyamata

Legkisebb távolságot a veszélyes tértől az alábbi képlet írja le:

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

Vagyis

Legkisebb távolság a veszélyzónától = (Közelítési sebesség x Teljes rendszer leállási idő) + Behatolási távolság.

Szabványból kiválasztott közelítési sebesség $K = 2000\text{mm/s}$, mivel a testrészekre vonatkozó sebességet kell alapul vennünk a veszélyes térbe történő benyúlás során.

Teljes rendszerleállási idő: $T=t_1$ (beavatkozási idő) + t_2 (leghosszabb leállási idő)

Behatolási távolság a következő módon határozható meg:

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

(„d” érték a fényfüggönyöm felbontására utal)

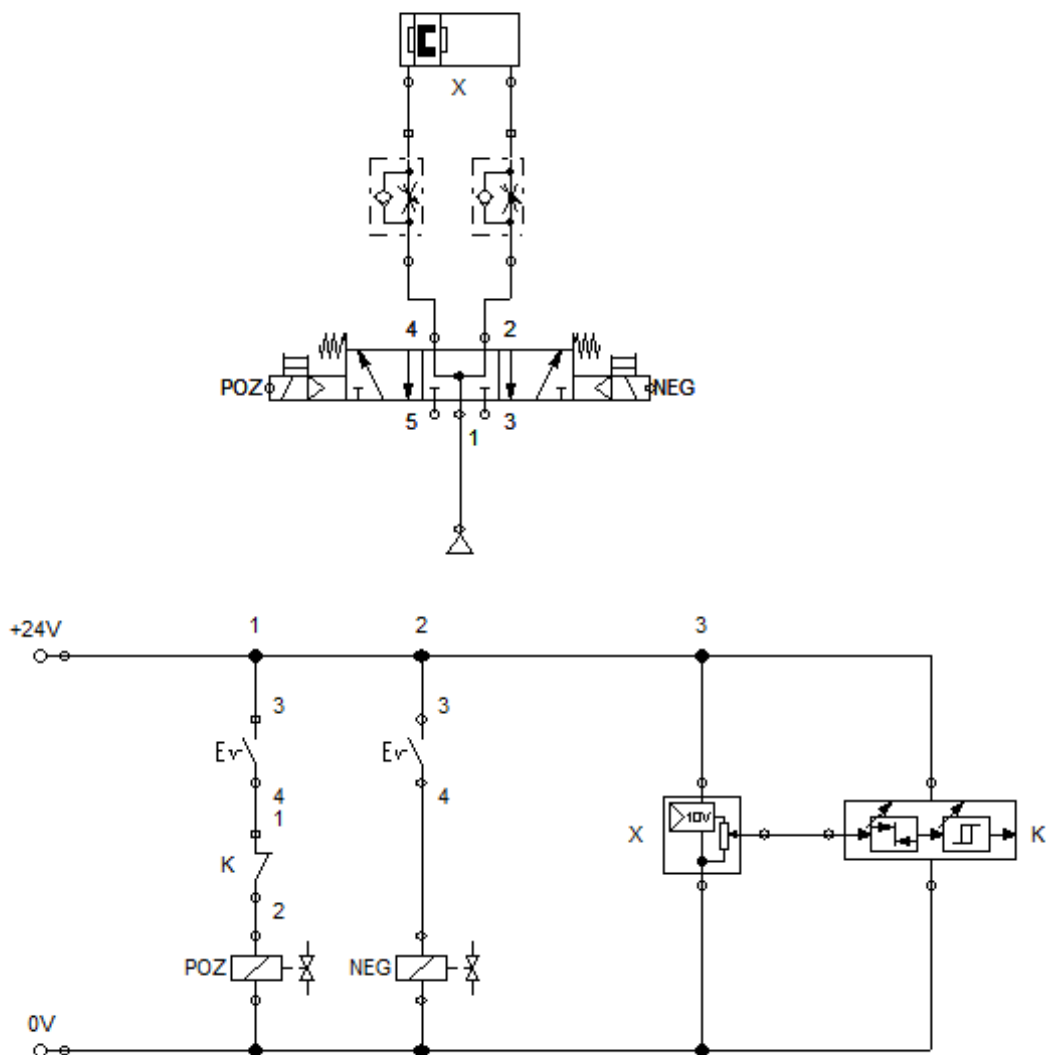
„d” értéke ismert 14mm, tehát az egyenlet a következőképpen alakul $C=8 \cdot (14-14)= 0\text{ mm}$

Ezek után:

$$S=(2000 \cdot T)+8 \cdot (d-14)$$

3.4.2. Leállási idő szimuláció

„T” leállási idő meghatározása két módszerrel oldható meg, számításokkal, vagy Fluidsim szimulációval. A két lehetőség közül a Fluidsim mellett döntöttem, ami az alábbi ábrán látható:



16. ábra: Fluidsim model

Az alábbi elemekre volt szükség a kapcsolás pneumatikus részének rajzolásához:

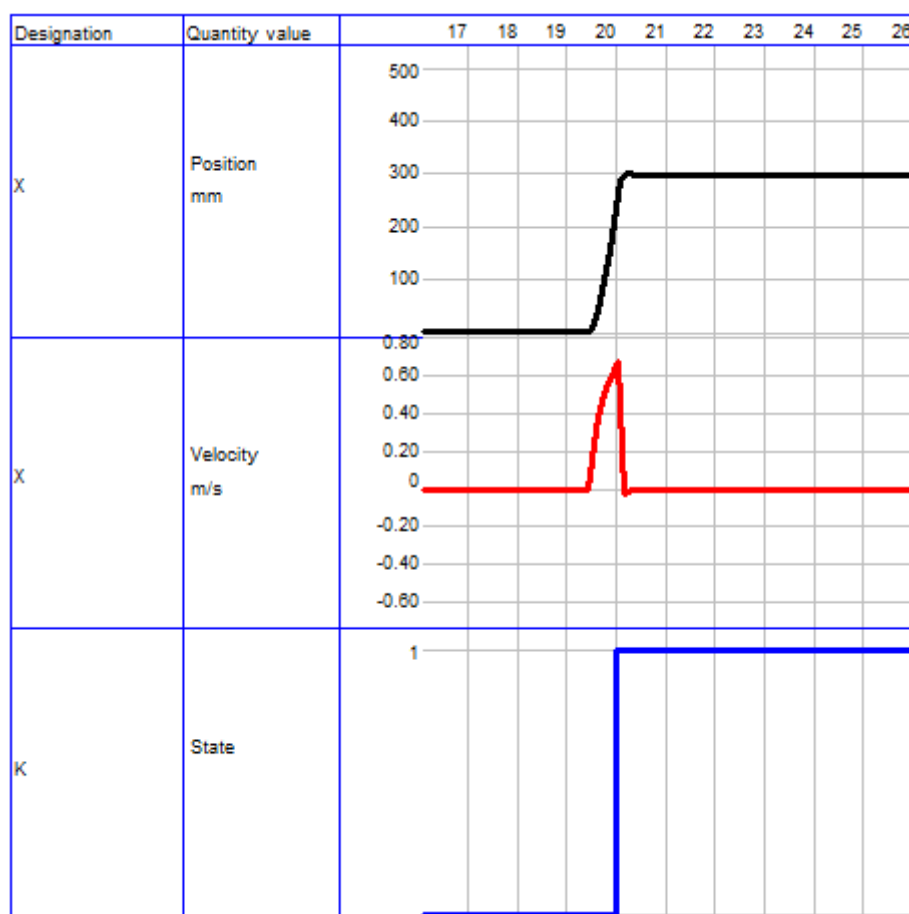
- Dugattyúrúd nélküli munkahenger
- Fojtó visszacsapó szelep
- 5/3-as útváltó szelep
- tápegység

Az alábbi elemekre volt szükség az elektromos kapcsolásokhoz:

- Feszültségek 0-24V

- Reteszelvező kapcsoló
- Megszakító kapcsoló
- Solenoid szelep
- Encoder
- Comparator

Szimuláció lefuttatását követő kapcsolás, sebesség és pozíció diagrammok:



17. ábra: kapcsolás, pozíció, sebesség

Eredmények t_2 leállási időre:

~20,035 másodpercnél kapta meg a stop jelet és állította le a folyamatot a vezérlő, azonban a munkahenger tényleges megállására csak ~20,236 másodperces időnél került sor. Ebből következik, hogy a t_2 leállási idő 20,181-20,035 másodperc, ami 0,146 másodperc. t_1

érték katalógus adat a fényfüggöny gyártójától, ami 0,008 másodperc. Tehát a végeredmény 0,146 + 0,008 másodperc, ami 154ms és ezt biztonsági okokból felkerekítem 160ms-ra.

Korábbi képletünk így a következőképpen alakul:

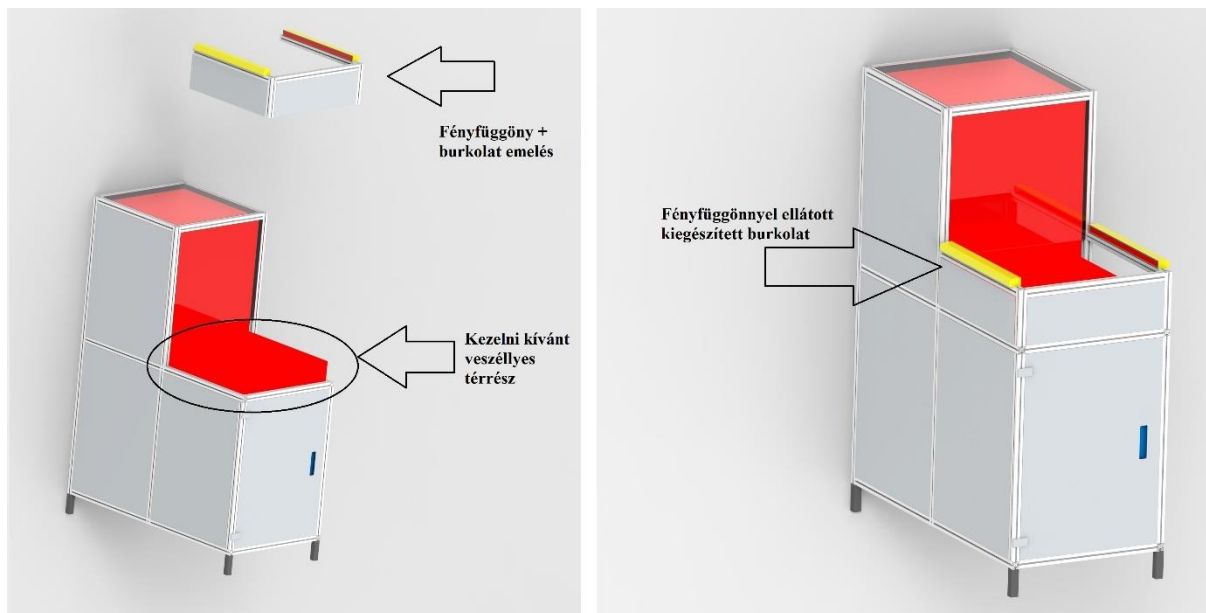
$$S=(2000 \cdot T)+8 \cdot (d-14)=320+0 = 320\text{mm}$$

320 mm a biztonsági távolság

3.4.3. Fényfüggöny elhelyezése

Veszélyes tér méretei 300mm x 540mm

Benyúlási lehetőség a fényfüggöny melletti réseken: 15mm x 540mm



18. Fényfüggöny + kiegészítő burkolat

A Traverser befoglaló méretei a következők:

(1,6m Magasság) x 0,6m (szélesség) x 1,2m (hossz)

Az alap burkolatra +320mm-es védőburkolat kiegészítést (emelést) kellett elhelyeznem, hogy meg legyen a kellő biztonsági távolság a veszélyes tértől az emberi végtagok benyúlásának számára.

Így a munkám végeztével összeállt gépbiztonsági burkolatok és berendezések helyükre kerültek és későbbi kivitelezést követően megóvják a dolgozókat attól, hogy gondatlanságból balesetet szenvedjenek.

4. Gazdasági számítás

Jelenlegi árfolyam alapján a gépre alkalmazandó biztonsági rendszerek költsége a következőképp alakul:

3. táblázat: Ár lista

Eszközök	Mennyiség	Ár
<i>Alumínium burkolati elemek</i>	3db (1000x2000mm tábla)	66 132 Ft
<i>Fényfüggöny (PSEN op4F-SL-14-030/1)</i>	1db	400 000 Ft
<i>SMC 5/3 útváltó szelep (SY3120-5LOU-C4-Q)</i>	1db	15 000 Ft
<i>Biztonsági relé (PNOZ s4 24VDC 3 n/o 1 n/c)</i>	1db	123 000 Ft
<i>Plexi burkolati elemek (ESD)</i>	1db (1000x1200mm tábla)	16 000 Ft

Összesen:	620 132 Ft
------------------	-------------------

Ezen felül a munkadíjak, mint beszerzés, bekötés, plc program módosítása és lemezburkolat vágása és felhelyezése további költségeket jelent. A teljes kiadáshoz a munkadíjakkal is számolni kell azonban ez függ a beépítéshez szükséges időtől és a dolgozó munkakörétől ebből kifolyólag nem tudom kellő pontossággal megbecsülni.

Ez egy azonnal megtérülő kiadás, mivel a gép biztonságossá tétele alapvető kell, hogy legyen a termelésben történő üzemeltetés előtt. Ezáltal megelőzhetők, kizárhatók, csökkenthetők a balesetek az adott munkafolyamat során. Továbbá elkerülhetőek a balesetekből származó kellemetlenségek.

5. Összefoglalás

Szaktervezésemben bemutattam a későbbi munkámhoz szükséges szakirodalmi hátteret, majd a gépet mellyel a biztonsági berendezésekre vonatkozó tervezési munkámat végeztem. Ismertettem magyarázó ábrákkal a gép működését és hogy miért indokolt védőburkolatot és védelmi berendezéseket elhelyezni rajta a termelési folyamatban dolgozó operátorok testi épségének védelme érdekében.

Meghatároztam a gép határait, majd végig mentem a kockázat elemzés és értékelés folyamatán meghatározva a gép kockázati kategóriáját a védelmi berendezések kiválasztásának első lépéseként. Megválasztottam a szükséges védőburkolatot a gépre vonatkozóan, hogy védelmet nyújtson az emberi óvatlanságból történő benyúlás ellen, mégis kellően hozzáférhetővé és átláthatóvá téve a karbantartási munkálatok számára. Ezekután jól bevált védelmi berendezéseket választottam katalógus adatok alapján melyek képesek ellátni a szükséges feladatot. Három féle megoldás közül adott szempontok alapján választottam ki az előnyösebbet, aminek okát táblázatban összefoglaltam.

Védelmi berendezés kiválasztása után elvégeztem a szükséges számításokat és szimulációt a, hogy meghatározzam a választott fényfüggöny biztonsági távolságát a veszélyes tértől. Ezzel egyidőben a kiegészítő burkolat méreteit is tisztáztam, melyet a gépre kell helyezni a fényfüggöny megfelelő távolságban történő elhelyezéséhez. Ábrázoltam a gép végleges állapotát 3D modellen.

Mindezek végeztével elvégeztem a gép biztonsági rendszerére vonatkozó Sistema verifikációt ezzel visszaellenőrizve munkám. Kiszámoltam a tervezett konstrukció gazdasági vonatkozásait, majd röviden összefoglaltam elvégzett munkámat.

6. Summary

In my thesis, I presented the literary background necessary for my later work, and then the machine with which I carried out my design work on safety equipment. I explained with explanatory diagrams the operation of the machine and why it is justified to place a protective cover and protective equipment on it in order to protect the physical integrity of the operators working in the production process.

I defined the limits of the machine and then went through the process of risk analysis and assessment, determining the risk category of the machine as the first step in selecting protective equipment. I chose the necessary protective cover for the machine to provide protection against intrusion due to human carelessness, yet making it sufficiently accessible and transparent for maintenance work. After that, I chose well-proven protection devices based on catalog data, which are able to perform the required task. Based on given criteria, I selected the most advantageous of three types of solutions, the reason for which I have summarized in a table.

After choosing a protective device, I performed the necessary calculations and simulation to determine the safety distance of the chosen light curtain from the dangerous area. At the same time, I clarified the dimensions of the additional cover, which must be placed on the machine in order to place the light curtain at the appropriate distance. I depicted the final state of the machine on a 3D model.

After all this, I performed the Sistema verification of the machine's security system, thereby double-checking my work. I calculated the economic aspects of the planned construction and then briefly summarized the work I had done.

7. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Lajos Ágoston István
A Hallgató Neptun kódja: XGDF0A
A dolgozat címe: Traverser védelmi berendezésének tervezése
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Mechatronika Tanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2024 év 10 hó 29 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2024 év 10 hó 29 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024 év 10 hó 29 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Lajtos Ágoston István (hallgató Neptun azonosítója: XGDF0A) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2024 év 11 hó 01 nap



Belső konzulens

8. Irodalomjegyzék

- [1] E. Elisabeth, „ Basics of rotary encoders: Overview and new technologies,” *Machine Design Magazine*, pp. 32-38., 2014.
- [2] ISO 12100:2010 Biztonság a gépeknél – Általános elvek a tervezéshez és a kockázatértékeléshez, 2010.
- [3] ISO 12100:2010 szabvány: <https://www.iso.org/standard/51528.html> [Hozzáférés dátuma: 2024.10.11].
- [4] B. B. Dr. Földi László József, Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében, 1117 Budapest, Szerémi út 4.: Magyar Mérnöki Kamara, 2022.
- [5] D. Macdonald, *Practical Machinery Safety*, 2004
- [6] R. B. Reeves, *Machinery's Handbook*, 29th Edition, 2012.
- [7] <https://www.iso.org/>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.28.]
- [8] <https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/practical-solutions-machine-safety/software-sistema/index.jsp>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.28.]
- [9] https://www.dguv.de/medien/ifa/en/prasoftwa/sistema/erlaudet_e.pdf, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.28.]
- [10] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0042>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.30.]
- [11] <https://www.smc-pneumatics.com/pdfs/MY1.pdf>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.22.]
- [12] <https://www.pilz.com/en-TH/eshop/Sensor-technology/Safety-light-curtain/PSENopt-Safety-light-curtains/Slimline-Type-4-light-curtain-hand-protection/PSEN-op4H-SL-24-030-1/p/631121>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.21.]
- [13] https://cdn.sick.com/media/pdf/7/47/447/dataSheet_RE13-SA64_1062540_en.pdf, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.21.]

-
- [14] <https://www.sick.com/au/en/catalog/products/safety/safety-switches/mlp1/mlp1-smma0ac/p/p494248?tab=detail#technical-details>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.22.]
- [15] <https://www.pilz.com/en-IN/eshop/Relay-modules/Safety-relays-protection-relays/PNOZsigma-safety-relays/Monitoring-of-E-STOP-safety-gates-light-barriers/PNOZ-s4-24VDC-3-n-o-1-n-c/p/750104>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.22.]
- [16] <https://www.smcworld.com/manuals/en-sg/category/directional-control-valves>, [Hozzáférés dátuma: 2024.10.22.]
- [17] MSZ EN ISO 4414:2011: Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei
- [18] MSZ EN ISO 13849:2016: Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei
- [19] MSZ EN ISO 14120:2016: Gépek biztonsága. Védőburkolatok.
- [20] MSZ EN ISO 13855:2010: Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) testrészek közelítési sebességének figyelembevételével
- [21] Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve

9. Mellékletek

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fo443c81c9e2f82d8b5cb9108

PR Project name: Traveser fényfüggöny

Project file name:	C:\Users\LeadA\OneDrive\Dokumentumok\Traveser fényfüggöny.ssm
Creation date:	01.11.2024 13:56:28
Project status:	
Project number:	
Project version:	
Authors:	User
Project managers:	
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	
Version of software:	2.1.1 build 2
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	c310c74fo443c81c9e2f82d8b5cb9108
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).
Message [Status of Message]:	- The channels MTTFD has been cut from originally 4 340,3 to 100 a. For a channel 100 a is the maximum acceptable mean time to a dangerous failure. [green]

Print options

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

Contained safety functions

SF Name: Fényfüggöny [SF001]

Required: PLr c Reached: PL c PFHD [1/a]: 1,2E-6 Status: green

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

- No devices known -

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fc443c61c9e2f82d8b5cb9108

SF Safety function: Fényfüggöny

Identifier of the Safety function:	SF001
Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Behatolás a fényfüggöny területére
Reaction and Behaviour on power failure:	SOS
Safe state:	Nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	mind
Demand rate:	Td = 1728 sc
Running-on time:	160 ms
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	c
Severity of injury (S):	Slight (normally reversible) injury
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Scarcely possible
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: c	PFHD [1/a]: 1,2E-6
---------------	--------------------

List of devices with a permissible operation time (T10D) of less than 20 years:

Device list:	
--------------	--

Status / Messages Safety function

Status:	green
---------	-------

Subsystems (1 / 3)

SB Name: PSEN op4H-sl

Reference designator:	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	Pilz
Device Identifier:	630692 V1.0
Device group:	

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fc443c81c9e2f82d8b5cb9108

SF Safety function: Fényfüggöny

Part number: 630692		Revision: 1.0	
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown	
Use case:	Sensor Dual-channel OSSD - With feasibility check		
Description of the use case:			
<i>Documentation Subsystem</i>			
Documentation:	Safety light grid Type 4, hand protection, slave		
Document:			
<i>Performance Level Subsystem</i>			
PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)		
PL: e	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.		
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 8,1E-9		
Documentation:			
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20		
<i>Category Subsystem</i>			
Cat.:	4		
Category requirements:	fulfilled		
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.		
Documentation:			
Source (e.g. standard) Category:			
File:			
<i>Status / Messages Subsystem</i>			
Status:	green		

Subsystems (2 / 3)

SS Name: PNOZ s4

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	Pilz
Device Identifier:	750104 V1.0
Device group:	Monitoring of E-STOP, safety gates, light barriers
Part number: 750104	Revision: 1.0
Function:	☐ Input ☐ Output
	☒ Logic ☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fc443c61c9e2f82d8b5cb9108

SF Safety function: Fényfüggöny

Use case:	Logic function Dual-channel Relay output Delay, none -
Description of the use case:	
<i>Documentation Subsystem</i>	
Documentation:	Safety relay from the PNOZsigma range
Document:	
<i>Performance Level Subsystem</i>	
PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 2,3E-9
Documentation:	
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20
<i>Category Subsystem</i>	
Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	
<i>Status / Messages Subsystem</i>	
Status:	green

Subsystems (3 / 3)

SB Name: Pneumatika rendszer

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	
Device group:	
Part number:	Revision:
Function:	☐ Input ☐ Output ☐ Logic ☒ unknown
Use case:	
Description of the use case:	

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fc443c61c9e2f82d8b5cb9108

SF Safety function: Fényfüggöny

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Qualitative aspects suitable up to PL: n.a.

PL requirements: fulfilled

The PL shall be determined by the estimation of the following aspects:

- Behaviour of the safety function under fault conditions (see clause 6) [fulfilled]
- safety-related software according to clause 4.6 or no software included [fulfilled]
- systematic failure (see Annex G) [fulfilled]
- Ability to perform a safety function under expected environmental conditions [fulfilled]

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

Documentation:

Category Subsystem

Cat.: 1

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category:

- Accordance with relevant standards to withstand the expected influences. [fulfilled]
- Basic safety principles are being used. [fulfilled]
- Well-tried components are being used. [fulfilled]
- Well-tried safety principles are being used. [fulfilled]
- MTTFD is at least High. [fulfilled]

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 100 (High)

Mission time [a]: 20 Shortest mission time [a]: 20

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fc443c61c9e2f82d8b5cb9108

SF Safety function: Fényfüggöny

Blocks (1 / 1)

BL Name: 5/3-as szelep

Reference designator:

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

SMC

Device Identifier:

VQC2301N-51

Device group:

5/3 útváltó szelep, Elektromos irány szelep

Part number: 8406793

Revision: 1.0

Function:

☐ Input

☐ Logic

☒ Output

☐ unknown

Technology:

pneumatic

Category:

4

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4340,3 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10 [cycles]: 200000000

RDF [%]: 100

B10D [cycles]: 200000000

nop [cycles/a]: 460800

Nop parameter:

Days: 320

Hours: 24

Seconds: 60

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications



Project name: Traveser fényfüggöny

File date: 03.11.2024 14:57:25 Report date: 2024. 11. 03. Checksum: c310c74fc443c61c9e2f82d8b5cb9108

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 Haftung des Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) ist damit auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit (§ 521 BGB) bzw. bei Sach- und Rechtsmängel auf arglistig verschwiegene Fehler beschränkt (§ 523, 524 BGB).

The Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance 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.

NOTE

This document is not a complete technical documentation according to EN ISO 13849-1:2015, clause 10.

CONTACT

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

Name in block letters:

Authors

Inspectors

Date, signature:

Authors

Inspectors

Az egész gép pneumatikus kapcsolása az általam módosított (A1-el jelölt) résszel együtt:

