

SZAKDOLGOZAT

Pollák János Máté

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Ipari gép biztonsága szakmérnök

Teregető egység biztonsági szempontú felülvizsgálata és átalakítása

Belső konzulens: Név: Dr. Földi László

Beosztás: Egyetemi docens

Külső konzulens: Név: Balogh Gábor

Beosztás: Ipari Projektvezető

Készítette: Név: Pollák János Máté

Neptun kód: PUX5S7

Tagozat: Levelező

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet

Mechatronika Tanszék

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Pollák János Máté (PUX5S7)

részére

A szakdolgozat címe:

Teregető egység biztonsági szempontú felülvizsgálata és átalakítása

Feladatkiírás:

Célkitűzés, Szakirodalom-feldolgozás, Gyártóberendezés bemutatása, felülvizsgálata, kockázatfelmérés készítése, Tervezett módosítása bemutatása, értékelés, Biztonságtechnikai felülvizsgálat, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: Balogh Gábor, Ipari projektvezető, Michelin Hungária Kft.

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

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

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

Gödöllő, 2024. 10. 28.

(külső konzulens)

Tartalom

1.	Célkitűzés	1
2.	Irodalomfeldolgozás	2
2.1.	CE-jelölés	2
2.2.	Vonatkozó Európai irányelvek	5
2.2.1.	Gépdirektíva	6
2.3.	Ipari gépeken alkalmazott alapvető harmonizált szabványok	8
2.3.1.	MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A Kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés.	11
2.3.2.	MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei.	16
2.3.3.	MSZ EN ISO 13855:2010 Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) testrészek közelítési sebességének figyelembevételével.	21
3.	Palettázó egység felülvizsgálata.	26
3.1.	Berendezés bemutatása	26
3.2.	Tervezett módosítás bemutatása	28
3.3.	Eredeti gépállapotra végzett kockázatfelmérés	29
3.3.1.	Kockázatbecslés, Kockázatcsökkentés	29
4.	Tervezett módosításra végzett kockázatfelmérés javaslattétellel	45
4.1.	Biztonsági funkciók/védőberendezések megfelelőségének értékelése	47
5.	Gazdasági számítás	62
6.	Összefoglalás	63
7.	Summary	64
8.	Nyilatkozatok	65
9.	Köszönetnyilvánítás	68
10.	Felhasznált források	69

11. Mellékletek	72
-----------------------	----

1. Célkitűzés

Az európai unió térségében üzembe helyezett berendezéseknek számos jogszabálynak kell megfelelnie. A jogszabályokban előírt alapkövetelmények teljesítéséről a gyártónak gondoskodnia kell, és annak megfelelőségét igazolnia szükséges. Gyártónak nem csak a berendezést gyártó gazdasági szereplő tekinthető, hanem maga az üzemeltető, vagy a berendezésen jelentős módosítást végző személy.

Az ipari gépek gyártásával és annak üzemeltetésével érintett szereplőknek fontos tisztában lenni berendezéseik megfelelőségének követelményeivel. Az elmúlt évtizedekben számos új és újra kiadott rendelet és szabvány lépett hatályba, melyet az emberek védelme érdekében fokozódó biztonsági követelmények és a technológia rohamos fejlődése követel meg. Azt, hogy a termék megfelel az uniós harmonizációs jogszabályoknak, a CE jelölés jelzi, mellyel minden terméknek rendelkeznie kell, amelyen azt a vonatkozó direktíva előírja. Ez a jelölés tanúsítja, de nem garantálja a berendezés minden rá vonatkozó biztonsági követelményének megfelelőségét.

Biztonsági felülvizsgálatot időszakosan, de egy tervezett módosítás végrehajtása előtt minden esetben végezni kell. Szakdolgozatomban egy már üzemelő berendezés jelenlegi biztonsági állapotát és az ezen tervezett módosítással járó szükségszerűségeket kívánom felülvizsgálni és elemezni. Ezt a vonatkozó rendeletek és harmonizált szabványok segítségével fogom elvégezni. A dolgozat során bemutatom a gyártóberendezés tervezett módosítással érintett részének működését, az egységen végzett kockázatelemzés eredményét összevetve a kiindulási és a módosítást követő állapottal. Kitérek a mechanikai és a villamos rendszereire és az ezek által megvalósított biztonsági funkciókra. Ismertetem a meglévő kockázatokra hozott védelmi intézkedéseket, a kockázatelemzés során feltárt kezeletlen kockázatokat és a módosítással esetlegesen keletkező vagy fokozódó kockázatok kezelését, valamint javaslatokat teszek a nem megfelelőségek kezelésére.

A következő fejezetekben felvázolt témán keresztül kívánom bemutatni, egy az iparban rendkívül gyakori esetet, melynek során a módosítást végrehajtó személynek felül kell vizsgálnia a berendezés aktuális állapotát és meg kell bizonyosodnia az általa végzett változtatás jelentőségének mértékéről és rendelkeznie kell megfelelőségének biztosításáról.

2. Irodalomfeldolgozás

Az Európai Unió piacán – *európai unió tagállamai és az EGT (Európai Gazdasági Térség) egyezményt elfogadó tagállamok Norvégia, Liechtenstein, Izland, valamint Törökország* - forgalmazott és üzembe helyezett gépekre vonatkozó direktívák előírják annak biztonságos és jogszerű üzemeltetésére vonatkozó követelményeit. Az alkalmazott műszaki megoldásokra ezek csak kevés esetben adnak konkrét iránymutatást. Az 1985-ben elfogadott „új megközelítés” szerint a piacon forgalomba hozott termékek számára egy kevésbé adminisztratív folyamatot dolgoztak ki, melyben a jogszabályoknak való megfelelésséget, az azokban meghatározott alapvető követelményekre korlátozta. Az ezeknek való megfelelésség egyik eszköze, a szabványokon keresztül elért jogi megfelelésség. Az európai harmonizált szabványok azonban a műszaki elképzelések megvalósításban akár konkrét megoldást is nyújtanak.

Az „új jogszabályi keret” - melyet 2008-ban fogadtak el és a 768/2008/EK határozatban lépett hatályba – a megfelelésségértékelési eljáráshoz, akkreditálás és piacfelügyelet átfogó értelmezéséhez határoz meg a gazdasági szereplők számára a hatékony működés érdekében követelményeket. [1]

Ebben a fejezetben a direktíva és a témában érintett szabványokat ismertetem, melyek segítséget adnak az adott ipari gép európai uniós piacára vonatkozó CE-jelölés teljes körű megfelelésségének biztosításában.

2.1. CE-jelölés

Az uniós jogszabályoknak való megfelelésség igazolását biztosítani kell a termék forgalomba hozatalakor. Ez lehetővé teszi az európai unió egységes piacán az áruk szabad mozgását. A CE-jelölés megléte jelzi (de nem garantálja) az európai uniós jogszabályoknak való megfelelésséget és lehetővé teszi az EGT és Törökország területén az ezen jelöléssel rendelkező áruk szabad mozgását. [1]

A CE-jelölés elhelyezése, a megfelelésségértékelési eljárási folyamat következménye a forgalomba hozatal előtt. Az elhelyezést a gyártó vagy meghatalmazott képviselője végezheti el, a megfelelésségértékelési eljárás sikerességét igazolva. Amennyiben a termék nem tartozik

az európai harmonizációs jogszabályok egyikének sem a hatálya alá, úgy ennek a jelölésnek az elhelyezése tilos. Valamint tilos olyan jelölések, jelek elhelyezés a terméken, amelyek megtéveszthetők lehetnek harmadik fél számára. [4]

A követelményeknek való megfelelés összetett folyamat, mely a következő 12 lépés figyelembe vételével elvégezhető:

1. Alapkérdések tisztázása

A termék határainak meghatározása, mely alatt nem csak térbeli határokat értünk. Ide tartoznak például az időbeni határok, környezeti feltételek, emberi kölcsönhatás. felhasznált anyagok köre.

2. Jogi előírások kiválasztása

A megfelelő uniós jogszabály kiválasztása, melyek közül ipari gépek esetén a leggyakrabban alkalmazottak:

- 2006/42/EK Gépdirektíva
- 2014/35/EU Kisfeszültségű direktíva
- 2014/30/EU Elektromágneses összeférhetőség
- 2014/68/EU Nyomástartó berendezések
- 2014/34/EU Robbanásveszélyes légkörben használt berendezések

3. Megfelelőségértékelési eljárás kiválasztása

Tervezési és gyártási szakaszban a forgalomba hozatal előtt el kell végezni annak megfelelőségértékelését. Nyolc modul áll rendelkezésre a 768/2008/EK határozat szerint (A-H modul), melyek közül gépek esetében az A, B, H modul használt.

A modul – Belső gyártásellenőrzés

B modul – EK típusvizsgálat bejelentett szervezet által

H modul – Teljes minőségbiztosítás

Az A modul esetén a bejelentett szervezet bevonására nincs szükség, a gyártó önmaga láthatja el ezeket a feladatokat. A többi modul esetén bejelentett szervezet (Notified Body) bevonása elengedhetetlen. [6]

4. Alapkövetelmények beazonosítása

A kiválasztott vonatkozó irányelvek tartalmazzák azokat az elvárt követelményeket, melyeket a gazdasági szereplőnek kötelezően be kell tartania egy adott gép gyártása, forgalomba hozatala, importálása esetén. 2006/42/EK Gépdirektívának az 1. sz. melléklete tartalmazza ezeket a pontokat.

5. Kockázatfelmérés

A tervezési fázis kezdetekor célszerű a kockázatfelmérés folyamatát elkezdeni, melynek továbbiakban ki kell térni, elemezni a lehetséges kockázatok és azokra műszaki megoldásokat létrehozni a gép teljes életciklusára vonatkozóan: Gyártás, telepítés, üzemeltetés, karbantartás, lebontás.

6. Műszaki követelmények beazonosítása

A jogi előírásoknak való megfelelésség érdekében műszaki megoldásokat kell kidolgozni, melyeket az európai harmonizált szabványok tartalmazzák. Ezek nem kötelező érvényűek, azonban az ezektől eltérő műszaki megoldások megfelelésségét a gyártónak kell igazolnia.

7. Műszaki dokumentáció készítés

Az alkalmazott követelményeknek való megfelelésség igazolását a gyártónak a műszaki dokumentációban igazolnia kell, melynek legkésőbb a termék forgalomba hozatalának időpontjában rendelkezésre kell állnia és 10 éven át megőriznie.

8. Géptípus értékelése, vizsgálatok

A gép megfelelésségét vizsgálatok útján biztosítani szükséges, mellyel igazolható, hogy megfelel a vele szemben támasztott követelményeknek. A gyártó vagy egy bejelentett szervezet megvizsgálja a műszaki dokumentációt és dönt annak megfelelésségéről. Az elvégzett vizsgálatokról a műszaki dokumentációban ki kell térni.

9. A minőség biztosítása

Arról, hogy a termék kielégíti, vagy sorozatgyártás esetén folyamatosan kielégíti a vele szemben támasztott minőségi követelményeket, a gyártónak garantálnia kell. Ez történhet belső gyártásellenőrzés által meghatározott folyamat által, vagy az ISO 9001-es nemzetközi minőségbiztosítással, minőségirányítással foglalkozó szabvány által.

10. Megfelelősségi nyilatkozat kiadása

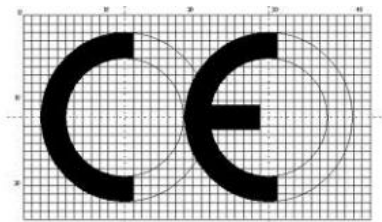
A megfelelőségértékelési eljárás sikeres elvégzésével EK megfelelőségi nyilatkozatot kell kiállítani, melyet 10 évig meg kell őrizni. A nyilatkozatot aláíró személy felelősséget vállal a gép megfelelőségéért.

11. Műszaki dokumentáció véglegesítés

A műszaki dokumentációnak a forgalomba hozatal időpontjában fennálló gépállapot szerint kell rendelkezésre állnia. Hatósági ellenőrzés során azt 8 napon belül a szervezet számára biztosítani kell.

12. CE jelölés elhelyezése

A CE jelölés elhelyezése ad látható bizonyítékot a gép megfelelőségéről. A berendezésen nem helyezhető el olyan jelölés, mellyel összetéveszthető. A megfelelő olvashatóságot és látható helyen való elhelyezését biztosítani kell, az 1. ábrán látható arányokban. [2]



1. ábra: CE-jelölés szerkesztési ábra [2]

2.2. Vonatkozó Európai irányelvek

A gépgyártás az ipar egy fontos része. A gépek használatából eredő balesetek számának csökkentése alapvető fontosságú, a személyek egészségének és biztonságának védelme érdekében. A témám kidolgozásához az uniós harmonizációs jogszabályokban foglaltak nagy jelentőséggel bírnak. A következő fejezetben a tagállamok gépekre vonatkozó kötelezettségeit kívánom bemutatni, melyet a 2006/42/EK irányelv tartalmaz.

2.2.1. Gépdirektíva

A jelenleg hatályban lévő, az Európai Parlament és az Európai Unió Tanácsa által kiadott 2006/42/EK irányelv, mely a 95/16/EK irányelvet váltotta fel. A gépek használata során bekövetkezett balesetek számának csökkentése az eleve biztonságos gépek tervezésével, üzemeltetésével biztosítható.

A direktíva részletesen kitér a „gép” definíciójára, melyet az 1. cikkben foglaltak szerint határoz meg a következő szerint: „olyan, nem közvetlenül emberi vagy állati erőt alkalmazó hajtási rendszerrel felszerelt vagy felszerelni szándékozott, összekapcsolt elemekből vagy alkatrészekből álló együttes, amelyeknek legalább egyike mozog, és amelyeket meghatározott alkalmazás céljából kapcsoltak össze.” [3]

A 2. cikkben ismerteti a következő termékek definícióját, mely a direktíva értelmében gépnek tekinthető:

- a) gépek
- b) cserélhető berendezések
- c) biztonsági alkatrészek
- d) emelőberendezések tartozékai
- e) láncok, kötelek és hevederek
- f) leszerelhető mechanikus erőátviteli szerkezetek
- g) részben kész gépek [3]

Az irányelv meghatározza azokat a berendezéseket, amelyek nem tartoznak a hatálya alá. Egy néhány, a direktíva által említett hatálya alá nem tartozó gép:

- a) gyártó által szállított tartalék biztonsági alkatrész, mely az azonos kicserélésére szolgál
- b) vásárokon/vidámparkokban használt berendezések
- c) nukleáris célra tervezett gépek
- d) fegyverek, lőfegyverek
- e) mezőgazdasági, erdészeti traktorok
- f) kutatási célra, ideiglenes laboratóriumi használatra szánt gépek.

A direktíva nem határoz meg konkrét műszaki megoldásokat, azonban előírja azokat az alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelményeket (2006/42/EK I. Melléklet), melynek

kötelező érvényűen a gyártónak meg kell felelnie. A tervezés fázisában már célszerű az alkalmazott alapkövetelményeket számításba venni és a tervezést eszerint megvalósítani. A melléklet a következő pontokban részletezi az általános alapelveket [3]:

1. Általános megjegyzések

Egyértelmű meghatározást ad a fejezetben említett fogalmakkal kapcsolatban, tervezéshez, felhasznált anyagok köréhez, ergonómiai követelményekhez ad iránymutatást.

2. Vezérlőrendszerek

Kitér a váratlan indítás elkerülésére, leállítási parancs végrehajtásának megakadályozhatatlanságára, automatikus és kézi leállítás körülményeinek létrehozására, energiaellátás meghibásodása esetén bekövetkező biztonságos állapot biztosítására, összehangolt vezérlésre.

3. Mechanikai veszélyek elleni védelem

Alkalmazott környezet és tervezett igénybevételeknek való megfelelésség biztosítása. Stabilitás garantálása a megfelelő rögzítőeszközökkel, törésveszély elkerülése az alkalmazott igénybevételek szerinti tervezéssel. Tárgyak leesésének, kilökődésének megakadályozása, mozgó részek elhatárolása, védelme. A megmunkált felületek nem okozhatnak sérülést, éles sarkok, durva felületek által.

4. Védőburkolat, védőberendezések

Megfelelően erős felépítésűnek kell lenni stabilan rögzítve, további veszélyeket nem okozhatnak. Karbantartást és a gyártási folyamatra való ráláthatóságot nem akadályozhatja. Rögzített védőburkolatokat csak szerszámmal lehet eltávolítani és nem akadályozhatják az üzemszerű beavatkozásokat.

Mozgatható védőburkolatot csak szándékos beavatkozással lehessen mozdítani, és olyan kapcsolóberendezéssel kell ellátni, mely a gép veszélyes mozgását megakadályozza és az állapotának (zárt/nyitott) megfelelően parancsot ad a biztonságos állapot eléréséhez.

A melléklet továbbá kitér a karbantartás és egyéb veszélyekből származó kockázatokra.

A direktíva meghatároz olyan gépfajtákat, melyekre kiegészítő egészségvédelmi és biztonsági követelmények kell alkalmazni: Élelmiszeripari, kozmetikai, gyógyszeripari gépek, hordozható kézigépek, famegmunkáló gépek. Kiegészítő intézkedések kerültek meghatározásra a gép helyváltoztatásából származtatható kockázatok elkerülése érdekében és az emelési műveletek során fellépő veszélyek elkerülésére. A földalatti munkavégzés céljából gyártott gépekre vonatkozóan és a személyek emelése során keletkező veszélyek elkerülése érdekében felvázolt kiegészítő követelmények a melléklet utolsó pontjaiban kerültek meghatározásra.

A gépdirektívának összesen 12 melléklete számos kötelező érvényűen betartandó követelményt fektet le az irányelv hatálya alá tartozó gépek esetében: EK megfelelésségi nyilatkozat és a műszaki dokumentáció kötelező tartalmi elemei, CE-jelölés elhelyezésével és méretével szemben támasztott követelmények. [3]

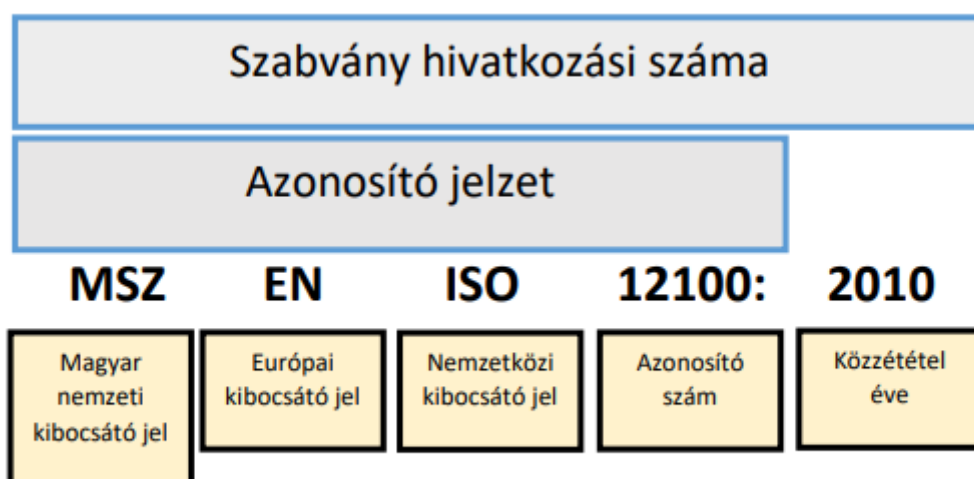
Az ezen irányelv alapvető irányvonalat ad a gépek gyártásával foglalkozó szereplők számára a kötelezően alkalmazandó követelményekkel kapcsolatban, azonban konkrét műszaki megoldásokat nem tartalmaz. A koncepcióalkotás fázisában és a tervezési folyamatban megalkotott műszaki megoldásoknak minden szempontból meg kell felelnie a hatályban lévő jogi követelményeknek. Ennek érdekében a gyártónak a folyamat elején kockázatelemzést kell végeznie, melyben meghatározza mely alapkövetelményeknek és jogszabályoknak kell a forgalomba hozatalra a berendezésnek megfelelnie. A követelményeknek való megfelelésség szempontjából egyértelmű útmutatást és sok esetben pontosan meghatározott műszaki paramétereket az európai harmonizált szabványok adnak. [1]

2.3. Ipari gépeken alkalmazott alapvető harmonizált szabványok

Az Unió harmonizációs jogszabályok biztosítják az európai piacon történő szabad árumozgást. A tagállamok kizárólag az ebben meghatározott alapvető követelmények be nem tartása esetén korlátozhatják vagy tilthatják be a termék forgalmazását. Annak érdekében, hogy a szereplők az ezen követelményeknek való megfelelésséget igazolni tudják, alakították ki a harmonizált szabványokat. A harmonizált szabványokon keresztül történő megfelelésség igazolása egy lehetséges eszköz, de nem kötelező jellegű. A harmonizált szabványok az Európai Unió Hivatalos Lapjában történő megjelenésekor lépnek hatályba és ettől kezdve biztosítja az azt alkalmazó személynek a megfelelés vélelmét. Egyéb műszaki előírások használata nem biztosítja a gyártónak a megfelelés automatikus vélelmét, azt a gyártónak magának kell

bizonyítania. A műszaki dokumentációban kell kitérni arra, hogyan biztosítja az alkalmazott műszaki előírás az alapkövetelményeknek való megfelelést. A szabványok melléklete tartalmazza, hogy mely alapvető követelményeknek való megfeleléshez ad iránymutatást.

A Bizottság a tagállamokkal egyeztetve kéri fel az európai szabványügyi szervezeteket ezen szabványok megalkotására. A nemzeti szabványügyi testületeknek az európai szabványok a saját országában is érvénybe kell hozni kötelező jelleggel. Az ebben lefektetett szabályokkal nem összeegyeztethető nemzetközi szabványokat kötelezően vissza kell vonni. A szabványok hivatkozási számának felépítését a 2. ábra szemlélteti. [1]



2. ábra: Szabvány hivatkozási számának értelmezése [9]

Hazánkban a Magyar Szabványügyi Testület jogosult elvégezni a nemzetközi és európai szabványok létrehozását és honosítását. Az európai vagy nemzetközi szabványokat a testület lefordíthatja a következőképpen: vagy a teljes szabványtartalmat magyar nyelvre és nemzeti szabványként közzéteszi, vagy közzéteheti azt az eredeti nyelven a címoldal vagy a cím magyar nyelvre történő fordításával. Utóbbi esetben a magyarra fordított címet hozzák nyilvánosságra a Szabványügyi Közlönyben és ezeknek az angol nyelvű változatát alkalmazzák. [9]

A szabványokat a következőképpen csoportosítjuk:

- „A” típusú szabvány: Gépbiztonsági alapszabvány. Általános szempontokat, kialakítási előírásokat és alapfogalmakat tartalmaz és minden gépre alkalmazható.
- „B” típusú szabvány: biztonsági szempontot, vagy biztonsági berendezést részleteznek, mely a gépek egy nagyobb csoportjára vonatkoztatható.
 - o „B1” típus: biztonsági szempontok (biztonsági távolság, zaj, vezérlőrendszerek)
 - o „B2” típus: biztonsági berendezések (kétkezes működtetés, védőburkolatok)
- „C” típusú szabvány: Gépek biztonsági szabványa. Részletes követelményeket határoznak meg egy bizonyos típusú gépre, vagy gépcsoportra. [11]

Az alkalmazási sorrendet illetően a „C” típusú szabvány alapján kell elsősorban eljárni, amennyiben létezik az adott gépre. Ez felülírja az „A” és „B” típusú szabvány előírásait. A szabvány hivatkozhat egyéb szabványokra is.

Egy szabvány használatakor érdemes megbizonyosodni róla, hogy a legfrissebb, hatályban lévő változatról van szó. A szabvány hivatkozási száma ezen kívül tartalmazhat egyéb kiegészítő jelöléseket:

- „/Ax” – Ez egy érvényben lévő szabvány módosítása, és ezen módosítás egy külön dokumentumként került kiadásra. („x” a módosítás sorszáma)
- „+Ax” – A szabvány tartalmazza a módosítás tartalmát.
- „/AC” – Egy már érvényben lévő szabvány helyesbítése, külön dokumentumként került kiadásra.
- „+AC” – A szabvány tartalmazza a helyesbítést [12]

Harmonizált szabványok tartalmi felépítését tekintve, a szabvány besorolásával kezdődik a már ismertetett típusok valamelyikébe. Az alkalmazási terület ismertetése és a hivatkozott dokumentumok elengedhetetlenek a szabvány alkalmazásához. A szövegben megtalálható szakkifejezések értelmezéséhez is határoz meg definíciókat a szabvány. A harmonizált szabvány részletes műszaki tartalma teszi ki a dokumentum lényegi részét, melyek a szabvány végén mellékletben leírt műszaki leírásokkal adnak teljes értékű iránymutatást.

A koncepció megalkotását és a kockázatelemzés elvégzését követően, a gyártónak feltételezhetően több alapkövetelménynek is meg kell felelnie, valamint ugyanazon

alapkövetelmény teljesítéséhez akár több szabvány műszaki előírásait is szem előtt kell tartania. Az alapvető követelményeknek kiválasztását, és az azoknak való megfelelés logikai ábráját szemlélteti a 3. ábra.



3. ábra: Alapkövetelményeknek való megfelelés [1]

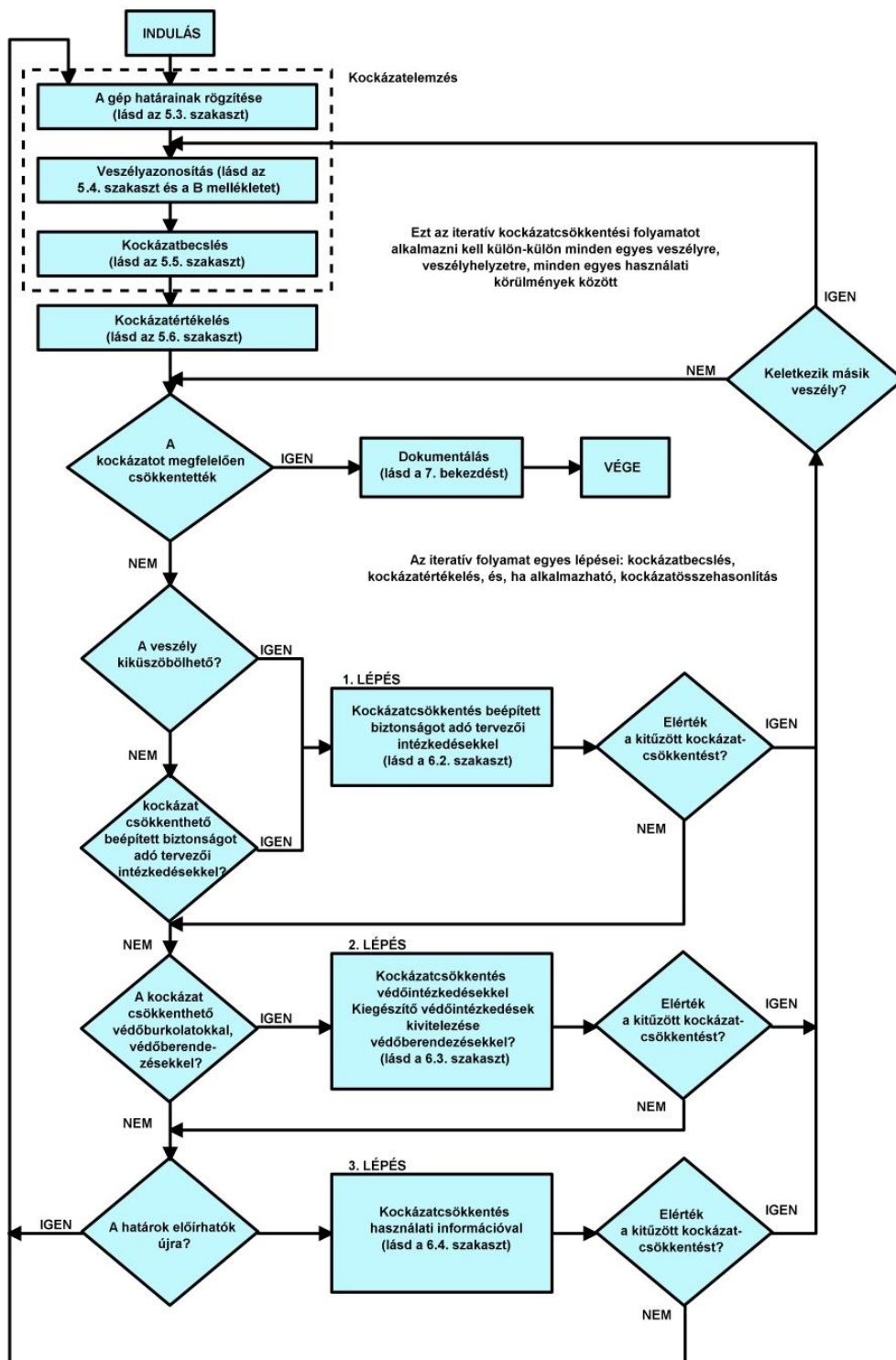
A szakdolgozatomban bemutatott téma kidolgozása során az alapvető biztonsági és egészségvédelmi követelményeknek való megfelelőség érdekében számos szabvány alkalmazására sor került. A következő fejezetben három harmonizált szabványt kívánok részletesebben bemutatni.

2.3.1. MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A Kialakítás általános elvei.

Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés.

Az MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány jelenleg hatályban lévő változatát 2011. március 1-én tették közzé, a Magyar Szabványügyi Testület 2011. június 1-én honosította és tette elérhetővé teljes magyar fordításban. Ez a szabvány egy módszertant határoz meg a géptervezés során elérendő biztonságra vonatkozóan. „A” típusú szabványként került meghatározásra és folyamatot határoz meg a kockázatelemzés, kockázatcsökkentés lépéseihez. „B” és „C” típusú szabványok kidolgozásához nyújt segítséget. [13]

A 4. ábra bemutatja a szabványban meghatározott kockázatelemzés és kockázatcsökkentés iteratív folyamatábráját.



4. ábra: Iteratív háromlépéses módszerrel a kockázatcsökkentési folyamat bemutatása [2]

Első lépés a kockázatfelmérés folyamatában a gép határainak rögzítése. A térbeli határokon túlmenően - amiben figyelembe vesszük a kiszolgálás, ember-gép kölcsönhatás, energiaellátás térbeli határait – használati és időbeli határok meghatározására is sor kerül. A használati határok között kell érteni a lehetséges üzemmódokat, a használó személyzetet.

A veszélyazonosítás során az összes ésszerűen előre látható veszélyes esemény azonosítására kerül sor a gép teljes életciklusa alatt:

- Szállítás
- Telepítés
- Üzembe helyezés
- Használat
- Üzemen kívül helyezés

A gép használati utasításában meghatározott használati feltételek mellett számításba kell venni az ésszerűen előrelátható rendellenes használatból eredő veszélyeket. Ide tartozhatnak például a koncentráció hiányából eredő veszélyek, egy művelet végrehajtásakor a legkisebb ellenállás útján végrehajtott cselekedet, vagy egy személy reflexszerű viselkedése.

Az előrelátható veszélyek, veszélyes események feltárása során a következőket kell számításba venni:

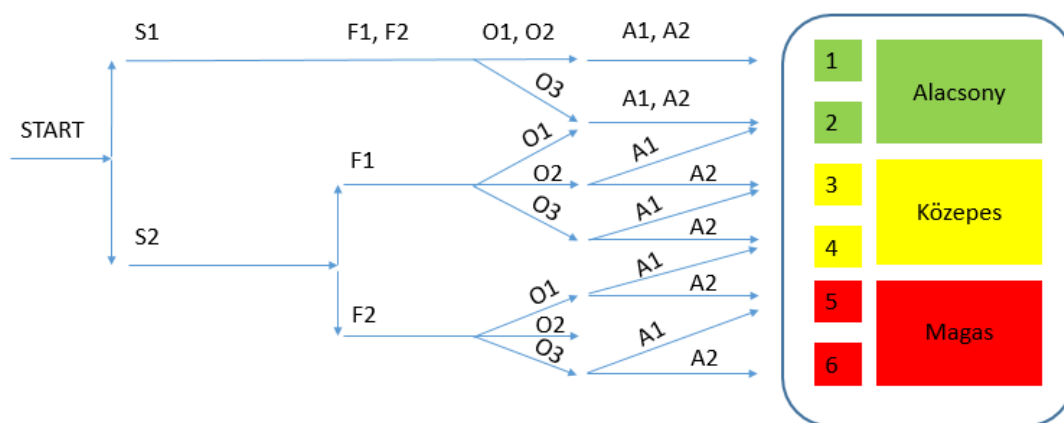
- mechanikai veszélyek
- villamos veszélyek
- hőhatás okozta veszély
- zajterhelés okozta veszély
- rezgések által okozott veszély
- sugárzásveszély
- anyagok okozta veszély
- ergonómiai veszélyek
- elcsúszás, botlás, leesés okozta veszély
- gép alkalmazási környezetével összefüggő veszély
- fenti veszélyek kombinációja. [8]

A veszélyek azonosítását követően mindegyikre el kell végezni a kockázatbecslést. A következő tényezőket kell hozzá figyelembe venni, az 5. ábra alapján:

Kockázat	=	Károsodás súlyossága	X	Előfordulás valószínűsége
				• Személye(k) veszélyexpozíciója • Egy veszélyes esemény előfordulása • A károsodás elkerülésének vagy korlátozásának elkerülése

5. ábra: Kockázatelemek [13]

A kockázatbecsléshez az ISO/TR 14121-2 szabvány útmutatást és módszert ad segítségül a lehetséges kockázat mértékének megbecsüléséhez. A 6. ábrán szemléltetett gráfon keresztül is lehet a kockázat becsült szintjét meghatározni.



6. Ábra: Kockázati Gráf [15]

Severity [S] – Súlyosság (1: nem súlyos, 2: súlyos)

Frequency / duration of exposure [F] – gyakoriság, kitettség (1: nem gyakori vagy rövid idejű, 2: gyakori vagy hosszú idejű)

Occurance **[O]** – Bekövetkezés valószínűsége (1: alacsony, 2: közepes, 3: magas)

Avoidance **[A]** – Elkerülés lehetősége (1: lehetséges, 2: nem lehetséges)

A károsodás súlyosságáról viszonylag egyértelmű képet lehet kapni a gép műszaki ismerete alapján. A bekövetkezés valószínűségének a számszerűsítésére több tényező mértékét kell számításba venni,

- Személy(ek) veszélynek való kitettsége
- Veszélyes esemény előfordulása
- Károsodás elkerülésének lehetősége

Fontos megjegyezni, amennyiben a becslés során, két értékelés közötti dilemma alakul ki a meghatározással kapcsolatban, minden esetben a súlyosabb értékelés javára kell a döntést meghoznunk.

A kockázatbecslést követően a kockázatértékelést kell elvégezni, és ha szükséges kockázatcsökkentést végezni. A kockázatok csökkentésére védőintézkedéseket kell hozni a következő sorrendben, a bemutatott folyamatára alapján:

1. Beépített biztonságot adó tervezői intézkedésekkel
 - A gép tervezett tulajdonságainak megfelelő megválasztásával, a géphez elválaszthatatlanul hozzá tartozó védőintézkedések.
2. Műszaki védelemmel és kiegészítő védőintézkedésekkel
 - Amikor nem célszerű beépített biztonságot adó tervezői intézkedésekkel a kockázatot csökkenteni.
3. Használati információval.
 - Amennyiben az első két intézkedés ellenére továbbra is fennállnak kockázatok, azokról a gép használati utasításában fel kell hívni a figyelmet.

A használati információ elhelyezhető a gépen, kísérő dokumentumban (használati utasítás), csomagoláson, jelek, figyelmeztetések.

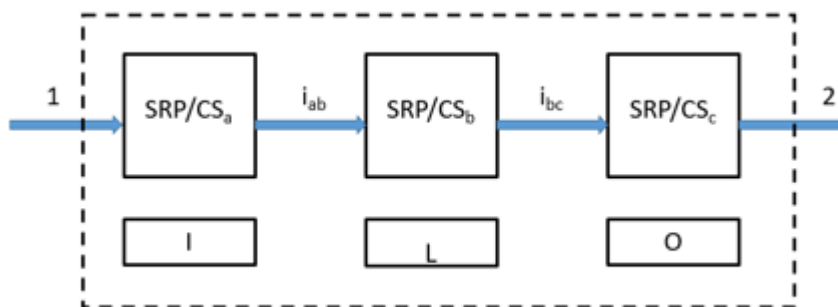
A folyamatára alapján elvégzett kockázatértékelés, majd kockázatcsökkentés következtében a berendezés előre látható veszélyeit csökkentve biztonságos berendezés kerül forgalomba. Ezt a folyamatot a tervezési fázisban többször célszerű elvégezni és megvizsgálni,

hogy egyes kockázatcsökkentő intézkedéseknek van-e hatása a többi kockázat alakulásában. [13]

2.3.2. MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő szerkezeti részei.

A MSZ EN ISO 13849-1:2016 harmonizált szabvány, a vezérlőrendszerek tervezésével és létesítésével foglalkozó szereplők számára ad útmutatást. Ez egy „B1” típusú szabvány, melyet kiegészíthet, vagy felülírhat „C” típusú szabvány. A 2006/42/EK irányelv I. mellékletében meghatározott alapvető követelmények 1.2.1 pontjának való megfelelést jelenti. A rendelkező hivatkozások alfejezet alatt található szabványok részben, vagy egészben az alkalmazáshoz nélkülözhetetlenek. [14]

Annak érdekében, hogy a gép végrehajtsa a kockázatcsökkentés során megkövetelt biztonsági funkciót, biztonságos vezérlőrendszer kialakítása szükséges, mely a tervezési eljárás integrált része. A vezérlőrendszer biztonsággal összefüggő része (safety-related parts of control system), - továbbiakban SRP/CS – mely hatással van a biztonsággal összefüggő bemeneti jelekre, és biztonsággal összefüggő kimeneti jeleket állít elő. Logikai ábráját a 7. ábra mutatja be.



7. ábra: Biztonsági funkció grafikus bemutatása [14]

SRP/CS_a – Bemenet

SRP/CS_b – Logika/feldolgozás

SRP/CS_c – Kimenet/teljesítményvezérlő
elemek

i_{ab}, i_{bc} – csatlakozóeszközök

I – Bemenet

L – Logika

O – Kimenet (pl: Szelep, védőkapcsoló)

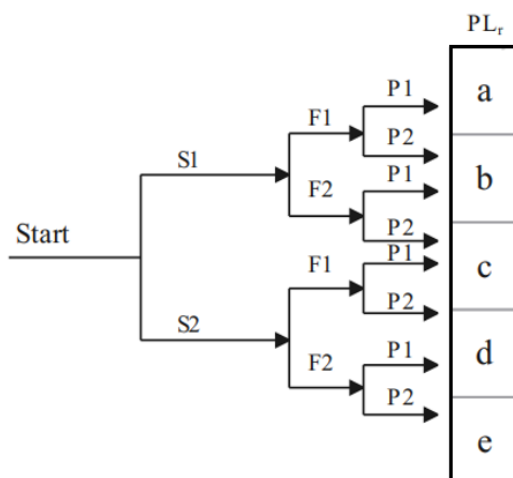
1 – Kezdeti esemény (pl: Védőburkolat
nyitása, AOPD fénysugár
megszakítása)

2- Gépműködtető (pl: Motor,
munkahenger)

Minden biztonsági funkcióra meg kell határozni a megkövetelt teljesítményszintet (PL_r), és egy PL teljesítményszint meghatározásához a következő szempontokat kell mennyiségileg számítással vagy becsléssel meghatározni:

- MTTF_D érték egyes alkatrészekre – átlagos működési idő a veszélyes meghibásodásig
- DC – diagnosztika lefedettség
- CCF – Közös okú meghibásodás
- Szerkezeti felépítés
- Biztonsági funkció viselkedése
- Biztonsággal összefüggő szoftver
- Szisztematikus meghibásodás
- Biztonsági funkció megvalósítására való képesség. [14]

Egy veszélyes esemény bekövetkezésének kockázatcsökkentésére létrehozott biztonsági funkció és az azt megvalósító vezérlőrendszer megkövetelt teljesítményszintjének becslése a szabvány 8. ábrán bemutatott gráfja szerint történik. Az ábrán bemutatott kockázatfelmérés módszere az ISO 12100-ra épül. A gráf alapján meghatározott teljesítményszint, a tervezett biztonsági funkció megvalósítási előtti gépállapoton alapul.



8. ábra: Biztonsági funkcióra megkövetelt PL_r meghatározása [14]

S - Sérülés súlyossága

S1 – könnyű (visszafordítható/gyógyítható)

S2 – súlyos (visszafordíthatatlan/halál)

F – Veszélygyakoriság és/vagy veszélyexpozíció

F1 - ritka és/vagy veszélyexpozíciós idő rövid

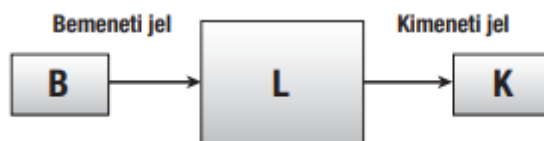
F2 – gyakori és/vagy az expozíciós idő hosszú

P – veszély elkerülésének lehetősége

P1 – meghatározott körülmények között lehetséges

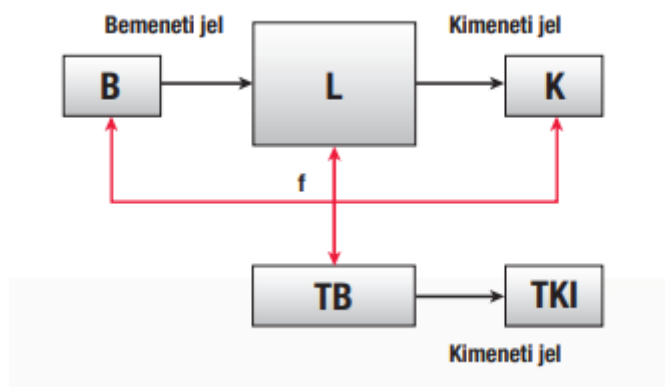
P2 – alig lehetséges

Öt vezérlési kategóriát különböztetünk meg, melyek a megkövetelt teljesítményszint elérését befolyásolják. A kategóriák közötti különbség a rendszer logikai felépítésében van. A legalacsonyabb a B vezérlési kategória, mely egysatornás rendszerből áll. A „B” és az 1-es vezérlési kategória közti különbség a használt alkatrészek megbízhatóságából ered. A rendszerben létrejött meghibásodás a biztonsági funkció kiesését okozza. Mindkét kategória felépítését a 9. ábra mutatja be.



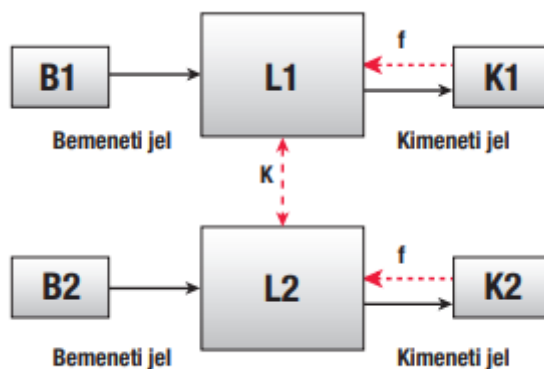
9. ábra: Egycsatornás vezérlőrendszer [5]

A 2-es vezérlési kategória kétcsatornás felépítésen alapul, azonban a második csatorna egy tesztrendszer, ahogy a 10. ábra szemlélteti. A tesztberendezés érzékeli a biztonsági funkció meghibásodását. A hibafelismerés tesztrendszeren keresztül valósul meg.



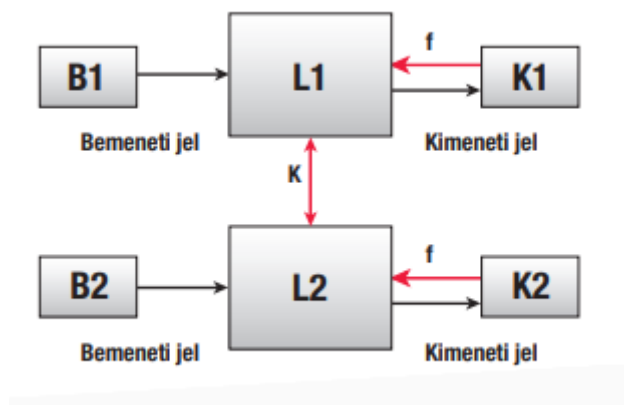
10. ábra: 2-es kategória, egycsatornás rendszer tesztrendszerrel [5]

A 3-as vezérlési kategória két hasonló csatornából épül fel. Alkalmazható ugyanazon és különböző technológia is a csatornák tervezésekor (pl.: elektromos, pneumatikus). Egy csatorna meghibásodása nem okozhatja a biztonsági funkció meghiúsulását. Ebben a kategóriában a hibahalmazódás nincs lefedve. Logikai felépítése a 11. ábra szerint.



11. ábra: 3-as kategória, kétcsatornás rendszer [5]

A 4-es, egyben legmagasabb vezérlési kategória szintén kétcsatornás rendszert alkot. A 3-as kategóriával ellentétben az első hiba fel nem ismerése esetén a második nem okozhatja a biztonsági funkció meghiúsulását. Logikai felépítése a 12. ábra szerint. [5]



12. ábra: 4-es kategória, kétcsatornás vezérlési rendszer [5]

Egyes biztonsági funkciók megvalósítása több SRP/CS kombinálásával jár. Minden egyes SRP/CS-re ki kell választani a megfelelő kategóriát, és PL szintet meghatározni, melyekből kiszámítható a komplex rendszerrel elért teljesítményszint. Hogy elkerüljék a komplex rendszer újbóli becslését, az egyes SRP/CS-ek PFH_D értékei alapján a következő összefüggést határozza meg a dokumentum.

$$PFH_D = PFH_{D1} + PFH_{D2} + \dots + PFH_{Dn}$$

Ha nem ismertek az SRP/CS-ek PFH_D értékei, akkor a szabvány 11. táblázata egy egyszerűsített eljárással segít meghatározni a PL értéket, amihez szükséges:

- Legkisebb PL szint azonosítása, P_{low}
- ezen teljesítményszintek (P_{low}) számának (N) meghatározása,

majd PL szint kikeresése a táblázatból. [14]

2.3.3. MSZ EN ISO 13855:2010 Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) testrészek közelítési sebességének figyelembevételével.

Ez a dokumentum „B” típusú szabványként lépett érvénybe. A szabványban a következő biztonsági berendezésekkel kapcsolatban kerültek meghatározásra biztonsági intézkedések:

- Elektromosan érzékelő védőszerkezetek (fényfüggöny, fényrács, lézerszkenner)
- Nyomásra érzékeny védőberendezések (nyomás érzékeny szőnyeg)
- Kétkezes vezérlőberendezések
- Burkolatzár nélküli reteszelt védőburkolatok

Meghatározza a legkisebb távolságot a berendezés elhelyezésére a veszélyes tértől, azonban ez a szabvány nem tárgyalja a szilárd, folyékony anyagok kivágódásából, sugárzásából villamosságból eredő kockázatait. [16]

Mint minden harmonizált szabvány, úgy ez is meghatározza azokat a szakkifejezéseket a hozzá tartozó definíciókkal, melyek a szabvány értelmezéséhez nyújtanak segítséget, ezek közül a következőket emelem ki:

ESPE – elektromosan érzékelő védőszerkezet

AOPD – aktív optoelektronikus védőeszköz

AOPDDR – szórt fény visszaverődésére érzékeny, aktív optoelektronikus védőeszköz

S – Legkisebb távolság

C – Behatolási távolság $C = 8 \times (d-14)$, nem kisebb mint 0.

d – érzékelési képesség

K – Közelítési sebesség-paraméter

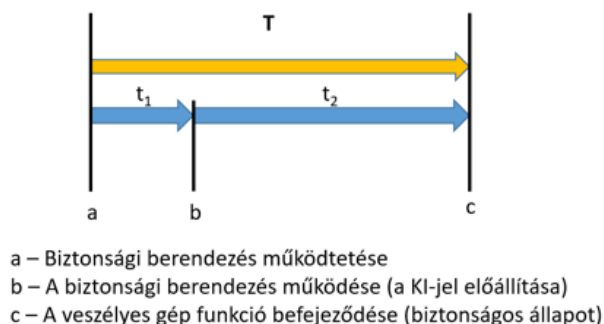
K=1600 [mm/s] – Teljes testes közelítés esetén

K=2000 [mm/s] – Végtaggal való közelítés esetén

T – Teljes rendszer leállítási teljesítőképessége $T = t_1 + t_2$ (13.ábra)

t_1 – védőeszköz reakcióideje

t_2 – gép leállási időtartama [13]



13. ábra: Teljes rendszer leállási ideje [16]

A rendszer leállási idejének számított/ vagy mért értéke az egyik fontos paraméter a szükséges legkisebb biztonsági távolság meghatározásához, melyet jellemzően [ms]-ban adunk meg.

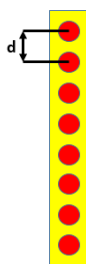
A legkisebb távolság számításához alkalmazott képlet a következő:

$$S = K \times T + C \quad (1)$$

Aktív optoelektronikus védőrendszerek alkalmazása esetére a szabvány a közelítési irányra vonatkozóan két helyzetet különböztet meg: az érzékelési térre merőlegesen ill. párhuzamosan. Természetesen a dokumentum nem tiltja a ferdeszögű beépítést sem, azonban erre az esetre is a merőleges ill. párhuzamos irányra vonatkozóan kell a számításainkat elvégezni.

Az érzékelési térhez képest merőlegesen történő közelítés esetén (teljes testtel) a legalsó sugár magassága >300 [mm] a legfelső sugár magassága ≥ 900 [mm] legyen, hogy megakadályozzák az érzékelési tér alatti hozzáférést, illetve az átlépést.

Az „S” értéke nem lehet kisebb, mint 100 [mm]. 2000 [mm/s]-os közelítési sebességgel számolva, amennyiben a számított S érték meghaladja az 500 [mm]-t, úgy a „K” értékre 1600 [mm/s] alkalmazható. Ezek az adatok alkalmazhatóak a ≤ 40 [mm] felbontási képességgel rendelkező érzékelők esetében. A 14. ábrán két érzékelési sugár közötti távolság szemléltetése látható.

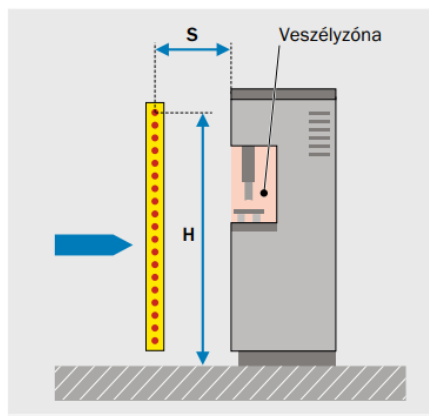


14. ábra: Érzékelő felbontása, „d” érték

A $40 < d \leq 70$ érzékelők csak abban az esetben használhatók, ha a kockázatfelmérés eredményeképpen a kezek behatolásának érzékelése nem szükséges. Ebben az esetben a következő alapadatokkal kell a számítást elvégezni, az 15. ábrán bemutatott paraméterekkel:

$$K = 1600 \text{ [mm/s]}$$

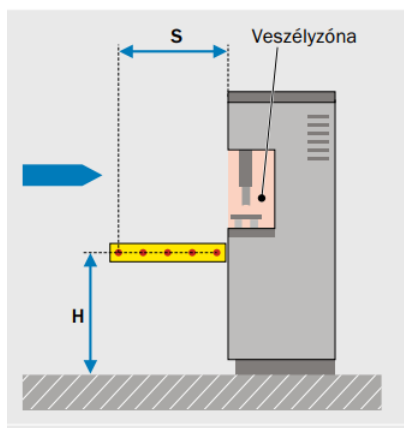
$$C = 850 \text{ [mm]}$$



15. ábra: Merőleges megközelítés [8]

A szabvány továbbá kitér a több különálló sugárral való érzékelésre 2,3 vagy 4 sugárral. Abban az esetben alkalmazható, ha a kockázatfelmérés az jelzi, hogy ez megfelelő lehet, azonban nem alkalmas testrészek érzékelésére. Egyetlen sugár nem alkalmas önálló védőeszközként, más biztonsági berendezéssel kell kombinálni. Továbbá intézkedéseket kell hozni a megkerülés megakadályozására. Az egyetlen sugár alkalmazásának magasságát az iparban gyakorlati tapasztalatok alapján 750 mm-es magasságban határozták meg, és „C” értéként a 1200 [mm]-el kell számolni a (1) képletben.

A másik típusú beépítési módszer, amikor érzékelési tér párhuzamos a közelítési iránnyal, ahogy a 16. ábra szemlélteti.



16. ábra: Párhuzamos közelítés [8]

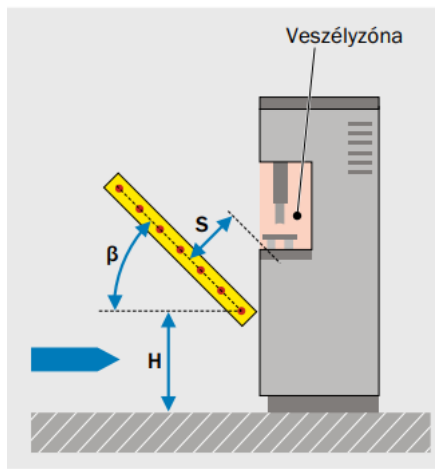
A legkisebb biztonsági távolságra (S) alkalmazott alapképlet megegyezik az előzőben ismertetettel, ahol

$$K = 1600 \text{ [mm/s]}$$

$C = 1200 \text{ [mm]} - 0,4 H$, de nem kisebb 850 [mm] -nél, ahol „ H ” az érzékelési tér magassága a referenciasíktól. A „ H ” érték ne legyen nagyobb 1000 mm -nél, ha nagyobb 300 [mm] -nél, akkor fennáll a nem szándékos érzékelési tér alatti hozzáférés lehetősége, ezt a kockázatfelmérésben számításba kell venni.

Az érzékelési tér legalacsonyabb lehetséges magasságát a $H = 15 \times (d-50)$ összefüggéssel kell kiszámolni.

Ferde közelítési irány esetén a $\pm 30^\circ$ -nál nagyobb szöget bezáró ESPE elrendezést úgy kell kezelni, mint merőleges közelítési irányt. A $\pm 30^\circ$ -nál kisebb szög esetén, pedig vízszintes elrendezési irányként kell kezelni és számításainkat elvégezni. Paraméterek meghatározása a 17. ábra alapján.



17. ábra: Megközelítés eltérő szögből [8]

Az előzőekben ismertetett számítások az érzékelési téren való átnyúlás esetére határoztak meg legkisebb távolságot. Amennyiben az ESPE nem rendelkezik kiegészítő védőberendezéssel, úgy meg kell vizsgálni annak megkerülhetőségét is. Ebben az esetben a C_{RO} érték szerepel a már ismertetett képletben.

$$S = K \times T + C_{RO} \quad (2)$$

A C_{RO} érték meghatározásához a szabvány 1. táblázatát kell használni. A táblázatban a veszélyes tér és az érzékelési tér magasságára meghatározott értékek több tartományra vannak elosztva. Amennyiben az általunk alkalmazott érték a tartományon belül helyezkedik el, úgy azt nem interpolálással kell kiszámolni, hanem a nagyobb biztonságot adó távolságot kell alkalmazni. [16]

Témám részletes ismertetése előtt ezen harmonizált szabványok bemutatása alapvető fontossággal rendelkezik. Alapvető információkat szolgáltatnak a kezdeti kockázatfelmérés és a kockázatcsökkentő intézkedések meghatározásában. Kockázatcsökkentő intézkedések kialakításához elengedhetetlen a biztonságos vezérlőrendszer kialakítása. Ezen szempontok megvizsgálását a szakdolgozat kidolgozása közben többször - ahogy a fejezetben felvázolt iteratív folyamatábrák javasolják - elvégeztem. A műszaki előírások szabvány szerinti kialakítása érdekében azonban a további szabványokban leírtak követelményeit is figyelembe vettem, melyekre a téma részletezése közben kívánok kitérni és annak alkalmazott részeit bemutatni.

3. Palettázó egység felülvizsgálata.

Szakdolgozatom során egy már üzemben lévő berendezés felülvizsgálatát és egy tervezett módosítást kívánok bemutatni. Mindenekelőtt szükséges elvégezni a berendezés aktuális állapotára vonatkozó kockázatfelmérést, hogy azt a módosítás integrálhatóságával összevetve egyértelmű képet kapjunk a módosítás jellegéről, és annak függvényében jogszabályi követelményeiről. Az Európai Bizottság „2022/C 247/01” számú közleményében a módosításra következően a következőket írja le:

„Az olyan termék, amely eredeti teljesítményének, rendeltetésének vagy típusának módosítása céljából jelentős változásokon vagy átalakításon esett át, új terméknek tekinthető. A módosításokat végrehajtó személy a termék gyártójává válik, a rá háruló kötelezettségekkel.”
[1]

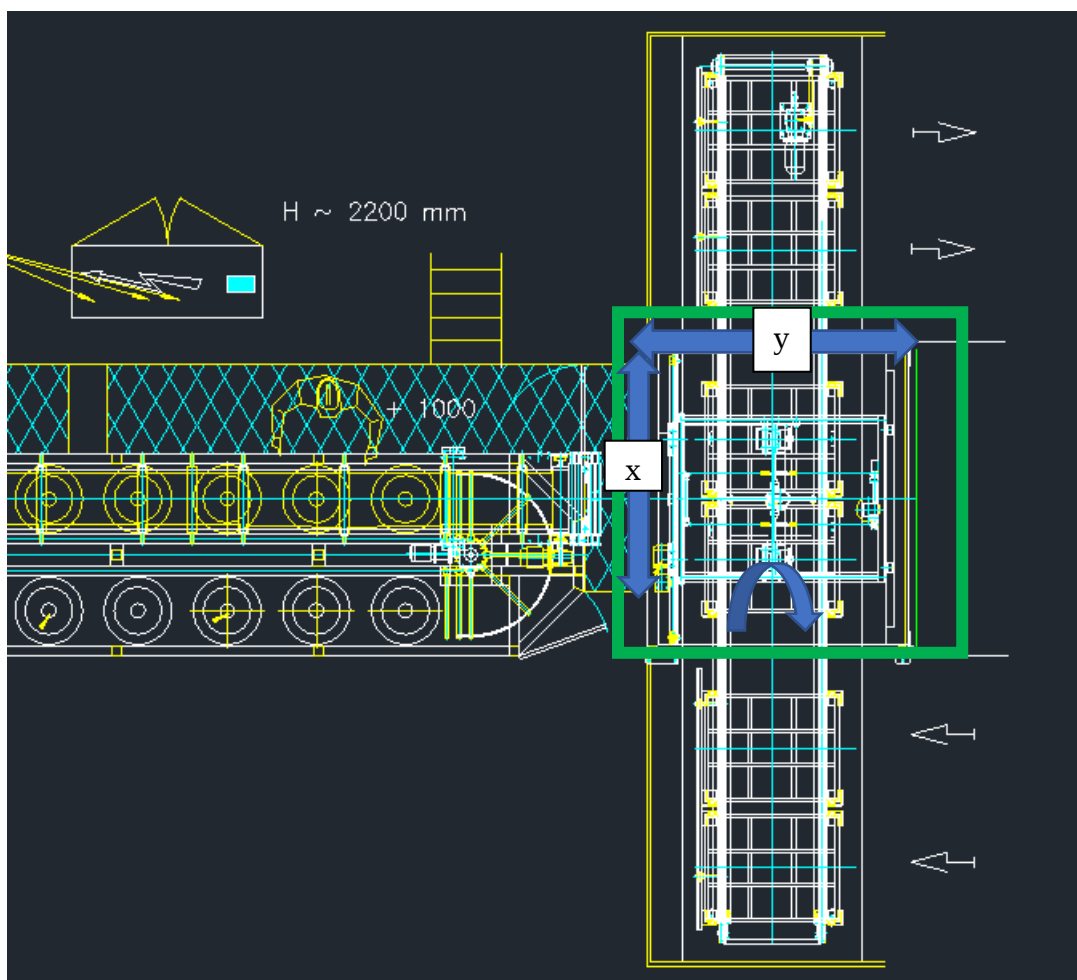
Amennyiben a módosított termék a jelentős módosítás következtében új terméknek minősül, annak üzembe helyezése esetén meg kell felelnie a jogszabályban foglalt rendelkezéseknek. Ebben az esetben ugyanazon követelményeknek kell megfelelnie, mint a gép eredeti gyártójának. El kell készíteni a műszaki dokumentációt, EK-megfelelősségi nyilatkozatot, és a CE-jelölés elhelyezését. [1]

3.1. Berendezés bemutatása

A gyártóeszköz egy komplex gyártóberendezés végén elhelyezkedő egység. Különböző összetételű és paraméterű gumicsíkok palettákba történő elhelyezéseért felelős. Gumiipari hengerszékről leválasztott szalagok speciális anyaggal történő bevonása és egy szárító/hűtőpályán való átvezetés után érkeznek meg a teregető egységhez, mely automata üzemmódban helyezi el az anyagot az alkalmazott palettákba. A csíkok szélessége 18mm-től 150mm-ig terjed, melyeket párhuzamosan 2 csíkban, a keret x és y irányú mozgásával tölti fel a konténereket.

A berendezés 2 irányú mozgást (x-y) hajt végre az alapkereten, mely irányok a paletták arányos feltöltése érdekében kerültek kialakításra. Továbbá egy hajtóműves motor által

meghajtott görgősor felel az anyagáram folyamatos előrehaladásáért. A palettázó egységet a 18. ábrán zöld színnel jelöltem körbe, a mozgásirányok pedig kék színnel láthatóak.



18. ábra: Berendezés felülnézeti képe

A berendezés teljes egésze két operátorral van működtetve. Az anyag hengerszékről történő leválasztását követően az operátornak bizonyos pontokon manuálisan beavatkozva kell végigvezetni és eljuttatni a palettázó egységhez, ahonnan az anyagszálak manuális befűzését követően a berendezés automata üzemmódban látja el feladatát.

A berendezésen több biztonsági funkció kialakítására is sor került. AOPD által ellenőrzött területvédelem a palettázó egység területének védelme érdekében, továbbá reteszelt védőburkolat, vészleállítás, kézi engedélyezés. Továbbá az alkalmazott biztonsági szempontok, mint biztonsági távolságok, fix és reteszelt védőburkolatok.

3.2. Tervezett módosítás bemutatása

A berendezés jelenlegi állapotában, négy szál egyidejű gyártása esetén nem képes a csíkokat a megfelelő minőségben az alkalmazott tárolókba vezetni. Négy csík leválasztása és annak anyagáramlása a teregető egységig biztosítható, azonban a palettákba történő bevezetéskor a szálak keresztezhetik egymást, így a teregetés megfelelő minőségét nem garantálják. A cél, hogy keskenyebb szálak esetén képes legyen a berendezés a palettázás megbízhatóságát garantálni. Ehhez a teregető egység geometriai méretét változtatni szükséges. A berendezés szélességét növelve, a hajtott görgősor hossza is növelhető, így a gumicsíkok jobban elhatárolhatók egymástól és a teregetésük során várhatóan nem okoz minőségbeli problémát.

A gépen alkalmazott manuális beavatkozások miatt az egyszerre több szál egyidejű kezelése szempontjából nőhet az operátorok ergonomiai kitettsége. A teregető egység geometriai méreteinek módosítása következtében szükséges megvizsgálni a biztonsági távolságokat, illetve a gépnek képesnek kell lennie a két szálas és a négy szálas üzemmódban történő működésre. Fel kell ismernie mely esetekben történik a két szálas és mely termékeknél a négy szálas gyártás. Ezt a gép automatikusan képes lesz felismerni termékhez tartozóan, és az alkalmazott induktív érzékelők jelállapotának visszacsatolásából visszajelzést kap a csíkok megfelelő pozíciójáról a görgősoron. A keskeny termékek gyártásánál a jelenlegi működésnél is csak „y” irányban végez mozgást a teregető egység. Az üzemmódok közötti különbség a teregető egység mozgásvezérlésében van. A biztonsági funkciókban nincs különbség.

A következő fejezetben a módosítás előtti gépállapotra kívánom a kockázatelemzést elvégezni, és az alkalmazott kockázatsökkentő intézkedéseket bemutatni. Ezt követően, a jelenlegi állapot ismeretében fogok elemzést végezni a tervezett módosítás gépbiztonságtechnikai hatásáról.

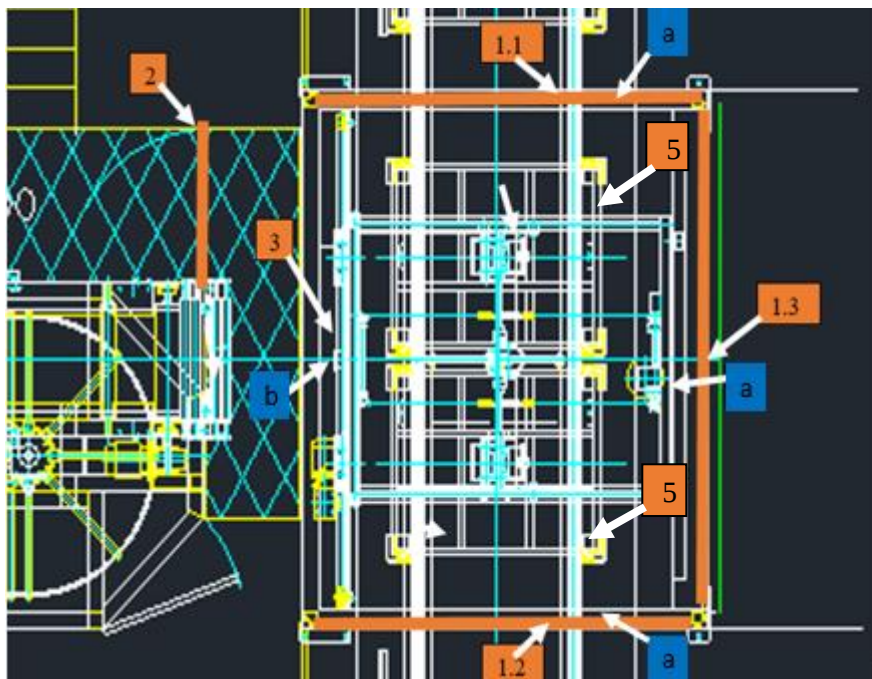
3.3. Eredeti gépállapotra végzett kockázatfelmérés

A szakdolgozatom tartalmi korlátai miatt a kockázatbecslést a meglévő berendezésen a gép végén található 18. ábrán zöld négyzettel körülhatárolt teregető egység környezetére vonatkozóan fogom elvégezni. A kockázatbecslést a gép jelenlegi állapotára végzem el, és a kockázatcsökkentő intézkedések bemutatását is a jelenleg a gépnél alkalmazott eszközökön keresztül mutatom be. Továbbá fontosnak tarom kiemelni, hogy a berendezés üzembehelyezésének éve 2005, így az eredeti gép nem tartozik a jelenleg hatályban lévő 2006/42/EK gépdirektíva alá. A szakdolgozatom során továbbá nem vizsgálom a gép eredeti állapota és a jelenlegi állapota közötti különbségeket.

Annak érdekében, hogy meghatározzam a gép kockázatait, kockázatelemzést kell elvégezni. A gép határainak rögzítését követően a fellépő veszélyek azonosítása a feladat. Egy már üzembe helyezett berendezésről van szó, így a kockázatokat a berendezés üzemeltetésére vonatkozóan fogom megbecsülni. Azonosítom a gép és a személyek által végrehajtandó folyamatokat és a köztük létrejött kölcsönhatásokat, figyelembe véve a különböző gépállapotokat, funkciókat, környezetet. Minden egyes interakcióra megbecsülöm a kockázat mértékét és ismertetem az ezekre hozott védőintézkedéseket.

3.3.1. *Kockázatbecslés, Kockázatcsökkentés*

A 19. és 20. ábrán a berendezés üzemeltetése során fellépő ember-gép kölcsönhatás beavatkozási pontjai láthatóak és az ezek védelmében kialakított védőberendezések elhelyezkedése. Kék színű betűjellel az operátori tevékenység jelölése, narancssárga színű számmal pedig a biztonsági funkciót kiváltó érzékelő elem, védőburkolat elhelyezkedése látható.



19. ábra: Védőberendezések és hozzáférési pontok ábrázolása



20. ábra: Teregető egység és környezete

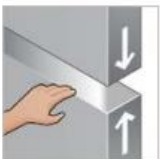
A kockázatértékelés során a veszélyek mértékének figyelembevételével szükséges meghozni a döntést, melyeknél szükséges a kockázatot csökkenteni. Az 1. táblázatban számszerűsített értékek láthatóak a kockázatfelmérés elvégzéséhez, ami az MSZ EN ISO

12100:2011 szabványban leírtakon alapul. E táblázat értékei alapján a nem elhanyagolható kategóriába tartozó kockázatokra védőintézkedést kell hozni.

1. táblázat: Értékelési skála gépek kockázatfelméréséhez [2]

Érték	Kockázati elemek
	Kármérték (Védendő x Károsodás mértéke x Kiterjedés)
	Védendő:
1	Nem Ember
2	Ember
	Károsodás mértéke:
1	Nem igényel orvosi ellátást
3	Orvosi ellátást igényel, visszafordítható, vagy javítást igényel
12	Visszafordíthatatlan, végzetes
	Kiterjedés:
1	1 fő, vagy csak a konkrét berendezés
2	2-5 fő, vagy max 5m sugarú körben található berendezések
3	5 fő felett, vagy 5m sugarú körön túli berendezések
	Valószínűség (Veszély fellépésének valószínűsége x Kitétség x Elkerülési lehetőség)
	Veszély fellépésének valószínűsége:
1	Ritkábban, mint műszakonként
2	Műszakonként legalább egyszer
4	Műszakonként többször, ciklikusan
	Kitétség:
1	Veszély fennállása alatt nem kizárható, de nem szükségszerű
2	Veszély fennállása során időszakosan, pl: ciklusonként
4	Veszély fennállása folyamatosan
	Elkerülési lehetőség:
1	Egyértelmű – veszély könnyen érzékelhető és van mód reakcióra
2	Nem egyértelmű – veszély nehezen érzékelhető, vagy nincs mód reakcióra
Kockázat = Kármérték x Valószínűség	
Kiértékelés:	
Elhanyagolható kockázat: 1-23 pont	
Nem elhanyagolható kockázat: 24-2304 pont	

A károsodás súlyosságának megállapításához figyelembe kell venni az exponált személyek számát, és a veszélyes esemény kialakulása esetén a károsodás mértékét. Ezek összegzésével megkapjuk az szorzat első elemének számszerűsített értékét. A mechanikai veszélyek által bekövetkező veszélyes eseményekre az 21. ábra mutat néhány példát.

	Vágás		Zúzódás
	Nyíródás		Át-/beszúrás
	Behúzás vagy befogás		Behúzás vagy befogás
	Beakadás		Ütés
	Törött alkatrészek okozta ütés		Kivetett forgács okozta ütés

21. ábra: Mechanikai veszélyek [8]

A valószínűség kevésbé egyértelműen értékelhető, azonban részletes elemzéssel jó közelítéssel becsülhető és a szabvány is meghatároz bizonyos esetekben konkrét számokat a minél jobb becsléshez. A **hozzáférés gyakoriságára** az ISO 13849 A2.2 a 15 percenkénti gyakoriságtól sűrűbb hozzáférést gyakori időtartam becslésnek javasolja, és a teljes veszélyes térben eltöltött időnek a teljes működési időhöz képest 1/20 arányban való meghaladására is. A kettő közül bármelyik teljesül, úgy javasolt a gyakori hozzáféréssel számolni. A **veszély fellépésének valószínűsége** és az **elkerülhetőségére** vonatkozóan mérlegelni kell többek között a gép kiszámítható működését, dolgozó szakképzettségét, a veszélyes esemény bekövetkezésének gyorsaságát, veszély kialakulásakor annak észlelhetőségét, a terület beláthatóságát és a menekülésre rendelkezésre álló terület terjedelmét.

Az 1. táblázatot alkalmazva elvégzem a kockázatelemzést a berendezés környezetében végzett operátori tevékenységekkel kapcsolatban, ami a 2. táblázatban látható.

2. táblázat: Kockázatbecslés

Kockázat	A teregető egység oldalirányú, előre-hátra mozgása
Veszélyes esemény	Kar és ujjak: törés, zúzódás, becsípődés
Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$
Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges

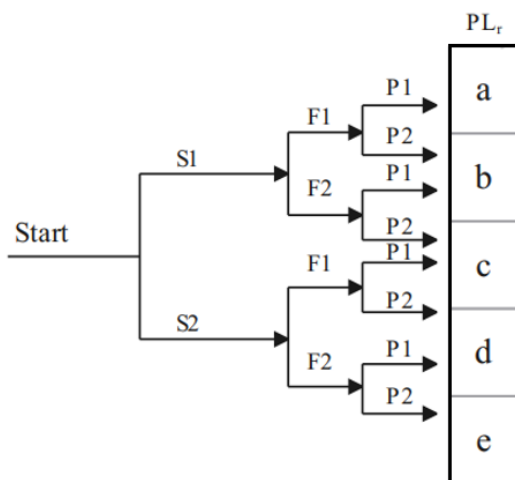
Kockázat	A teregető egységen belül, hajtott görgők mozgása
Veszélyes esemény	Kar és ujjak: behúzás
Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$
Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges

Kockázat	Lánchajtás mozgása
Veszélyes esemény	Ujjak: becsípődés
Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$
Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges

Ahogy a táblázat eredményei mutatják, az összegzett kockázati érték meghaladja a 23 pontot, így a kockázatok csökkentésére védőintézkedéseket kell hozni. A veszélyes térhez az operátor több ponton is hozzáférhet, és veszélyes esemény alakulhat ki a fent leírt kockázati szinten.

A beépített biztonságot adó tervezői védőintézkedésekre a témám során nem térek ki, mivel már egy üzemelő védőberendezésről van szó. Ezen védőintézkedéseken túl, további kiegészítő védőintézkedések kerültek kialakításra, az előző pontban említett valamennyi veszélyhez. A veszélyes terek rögzített és reteszelt védőburkolatokkal vannak elhatárolva. Veszélyes térhez történő hozzáférés gyakorisága miatt, a termelékenységi hatékony biztosítása érdekében rögzített védőburkolatok használata nem alkalmazható számos helyen. Az operátornak a védett térben a műszak során több alkalommal be kell lépnie és beavatkoznia. A biztonságot a vezérlőrendszer biztonságos kialakításával, és biztonsági berendezések megfelelő alkalmazásával kell biztosítani.

A 3. táblázatban az alkalmazott védőintézkedéseket foglalom össze, a vezérlőrendszerek alkalmazása esetén pedig a megkövetelt teljesítményszintet (PL_r) határozom meg a 13849-1:2016 szabvány „A” mellékletében található, 22. ábrán vázolt kockázati gráf alkalmazásával.



22. ábra: Biztonsági funkcióra megkövetelt PL_r meghatározása [14]

3. táblázat: A megkövetelt PL szint meghatározása

Veszélyes esemény [3.3.2]	Védőintézkedés		Sérülés súlyossága	Veszélygyakoriság/ Veszélyexpozíciós idő	Elkerülés lehetősége	PL_r
a.	Rögzített védőburkolat. (4)	ESPE (1) * ₁	S2	F2	P1	d
a.	Rögzített védőburkolat. (4)	Végállás- kapcsoló (5) * ₁	S2	F2	P1	d
b.	Rögzített védőburkolat (4)	Reteszelt védőburkola t (2) * ₁	S2	F2	P1	d
b.		Lábpedal csökk. sebesség (3)	S1	F2	P1	b
b.		Lábpedal, Kézi engedélyezé s	S1	F2	P1	b

*₁ Biztonsági berendezéssel kezdeményezett, biztonsággal összefüggő leállítási funkció

A következő pontokban az operátorok által végzett tevékenységek figyelembevételével az alkalmazott védőintézkedéseket fogom bemutatni és az elhelyezkedésükre vonatkozó utasításokat a szabványok használatával.

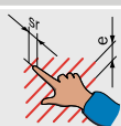
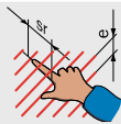
1. Veszélyes esemény (a)

A veszélyes térhez történő hozzáférés a berendezés több pontján is lehetséges, melyet a gyártó különböző védőintézkedésekkel látott el. A teregető egység mozgása során ujjakkal, végtaggal való elérés esetén fennáll a zúzódás, behúzás veszélye.

Az operátor az anyagot manuálisan helyezi el a konténerekben az automata teregetés megkezdése előtt. Ez történhet új termék gyártásának kezdetekor, megtelt paletta váltásakor, illetve anyagszakadás esetén az újrapozicionáláshoz.

Elérés a nyíláson keresztül:

Rögzített védőburkolat vizsgálata: A rögzített védőburkolat csavarokkal van rögzítve, mely csak szerszámmal távolítható el. Védőburkolat több helyen is elhelyezésre került, mely négyzet alakú nyílással rendelkezik. A nyílásméret 25x25 mm. Biztonsági távolság az MSZ EN ISO 13857:2020 szabvány 4. táblázata szerint, az ekkora nyílásmérettel rendelkező burkolatok esetére ≥ 120 mm, ahogy a 23. ábráról is leolvasható. [17]

Testrész	Nyílás e (mm)	Biztonsági távolság (mm)		
		Rés	Négyzet	Kör
Ujjhegy	 $e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
	$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Ujjtól a csuklóig	 $6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
	$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
	 $10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
	$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
	$20 < e \leq 30$	≥ 850	≥ 120	≥ 120
Kartól a vállizületig	 $30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
	$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

23. ábra: Elérés szabályos nyílásokon keresztül [8]

Érzékelési téren való átnyúlás:

Az érzékelési téren való átnyúlás érzékelését „Omron” típusú fényfüggöny végzi. A közelítési irány a fényfüggöny érzékelési síkjára merőleges, a közelítési sebességgel való számításnál a végtaggal való közelítést veszem figyelembe.

Adatok:

AOPD típusa: OMRON F3S-B662P-D

- Magasság (h) : 1650 [mm]
- Felbontás (d): 30 [mm]
- Válaszidő (t): 45 [ms]
- Legalsó sugár magassága a referenciasíkhöz képest (padlószint): 220 [mm]

Biztonsági relé típusa: Schneider Electric XPSAC5121

- Válaszidő (t): 100 [ms]

A veszélyes mozgást végrehajtó hajtáselem SEW típusú kúpkerekes hajtóműves motor. 1 db motor felel a keret oldalirányú mozgásáért, még 1 db motor felel a kereten belül lévő görgősor előre-hátra mozgásáért, és további 1 db motor a görgő hajtásáért. Mindegyik motor teljesítményét külön frekvenciaváltó vezérli. Biztonsági funkció érvényesülése esetén ez a teljesítményvezérlő output elem, mely jelen esetben frekvenciaváltó, STO (Biztonságos nyomaték kikapcsolás) al-biztonsági funkcióval kezdeményezi a motor leállítását.

Frekvenciaváltó típusa (előre-hátra mozgás): Leroy Somer Unidrive M700-034 00025 A

- Válaszidő (t) : 20 [ms]

Frekvenciaváltó típusa (jobbra-balra mozgás): Leroy Somer Unidrive M700-034 00025 A

- Válaszidő (t) : 20 [ms]

Frekvenciaváltó típusa (görgő hajtás): Leroy Somer Unidrive SP1401

- Válaszidő (t) : 20 [ms]

A 2 különböző típusú frekvenciaváltó válaszüzeje megegyezik, így a számított biztonsági távolságok is megegyeznek.

A mechanikai tehetetlenségből adódó válaszüdőre nem rendelkezek pontos adattal. A mechanikai tehetetlenség mérésére, illetve a teljes rendszer leállási idejére utánfutásmérő berendezés használatával, az ezen berendezés által mért hivatalos mérési adatokkal lehet pontos értéket kapni, melyet a műszaki dokumentációban hiteles jegyzőkönyvként lehet csatolni. Szakdolgozatom készítése során sajnos ilyen berendezés nem állt rendelkezésemre, így a gép teljes leállási idejét a vezérlési rendszer elemek reakcióidejének összegzésével határozom meg. Ez érvényes az összes általam vizsgált biztonsági funkció reakcióidejének vizsgálatakor.

t értékek összege (t_1): 165 [ms] = 0,165 [s]

Közelítési sebesség: 2000 [mm/s]

Kiegészítő biztonsági távolság (C):

$$C = 8x(d - 14) = 8x(30 - 14) = 128 \text{ [mm]} \quad (3)$$

Biztonsági távolság (S):

$$S = KxT + C = 2000x0,165+128 = 458 \text{ [mm]} \quad (4)$$

A vezérlőrendszer teljesítményszintjének a kockázatbecslés alapján legalább PL_d szinten kell megvalósulnia.

Elérés védőszerkezet felett

Számolni kell az AOPD által védett terület feletti elérés lehetőségével is. Amennyiben az érzékelő védőszerkezet további védőburkolattal van kombinálva (Érzékelési tér felső érzékelési sugara felett rögzített védőburkolattal van kiegészítve), úgy a következő távolságértékek érvényesek, ahogy a 4. táblázat mutatja (EN ISO 13857:2019 2. táblázat):

4. táblázat: Elérés védőszerkezet felett [17]

Veszélyes tér magassága [mm]	Biztonsági távolság [mm]									
2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	0
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	0	0
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	0	0	0
1800	1500	1400	1100	900	800	600	0	0	0	0
1600	1500	1400	1100	900	800	500	0	0	0	0
1400	1500	1400	1100	900	800	0	0	0	0	0
1200	1500	1400	1100	900	700	0	0	0	0	0
1000	1500	1400	1000	800	0	0	0	0	0	0
800	1500	1300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1400	1300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1400	1200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1100	500	0	0	0	0	0	0	0	0
Védőszerkezet magassága [mm]										
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700

Veszélyes tér magassága: 2150 [mm]

Védőszerkezet magassága: 2500 [mm]

Szabvány szerinti min. távolság: 0mm

Amennyiben az ESPE nem rendelkezik kiegészítő védőberendezéssel, úgy meg kell vizsgálni annak megkerülhetőségét is. Ebben az esetben a C_{RO} érték szerepel a már ismertetett képletben.

$$S = K \times T + C_{RO} \quad (5)$$

Az 5. táblázat értékei az érzékelési tér feletti átnyúlás esetén alkalmazandó C_{RO} értékeket adja meg.

5. táblázat: Elérés az érzékelési tér felett [16]

A veszélyes tér magassága [mm]	Kiegészítő távolság a veszélyes tér felé C_{RO} [mm]											
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A védőmező felső szélének magassága [mm]												
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600

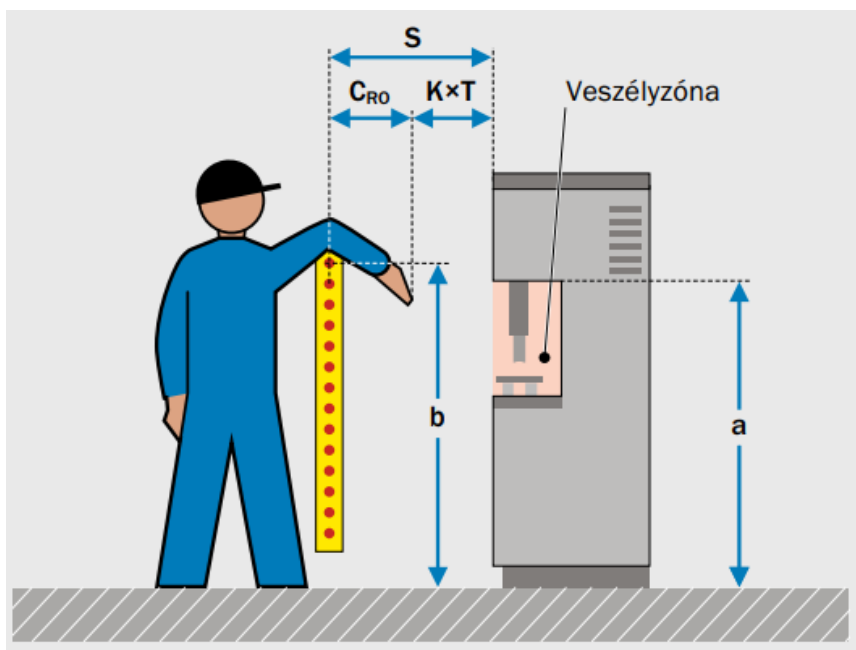
Táblázatból kiolvasott értékek:

Veszélyes tér magassága: 2150 [mm]

Védőszerkezet magassága: 1890 [mm]

Szabvány szerinti min. kiegészítő távolság (C_{RO}): 550mm

A 24. ábra a számításhoz szükséges paramétereket ábrázolja.



24. ábra: Paraméterek a szükséges védőtávolsághoz, átnyúlás esetén [8]

Ezt a kiegészítő távolságot a következő képletbe behelyettesítve kapjuk meg a min. biztonsági távolságot:

$$S = KxT + C_{RO} \quad (6)$$

$$S = 2000 \times 0,165 + 550 = 880 \text{ [mm]} \quad (7)$$

Zúzódási terület elérése

Az egység oldalirányú és előre-hátra mozgása zúzódást okozhat az operátor számára. Az MSZ EN ISO 13854:2017 szabvány minimum távolságértékeket határoz meg a különböző testrészekkel való eléréshez. A veszélyes tér 2000 mm magasan helyezkedik el, ami elérhető a kezelőszemély számára. Az gépkezelő számára az elérhetőség meghatározásához az MSZ EN 547-2:1996+A1:2009 adatait használtam, mely európai lakosság testméreteit vizsgálja. Ez alapján a 95 % és 99%-os értékek becslésével a férfi és női lakosság esetén a következő testmagasság méreteket írja le [19]:

- $h_1 (P95) = 1881 \text{ [mm]}$
- $h_1 (P99) = 1944 \text{ [mm]}$

A testmagasság értékek ismeretében feltételezhető, hogy a teljes test és a fejjel történő hozzáférés nem lehetséges, a karral történő elérés lehetősége azonban továbbra is fennállhat, melyre az MSZ EN ISO 13854 szabvány minimum 120 mm rést határoz meg. [20]

A gyártó végállaskapcsolókkal biztosítja, hogy a keret mozgását biztonságos távolságban tartsa az alapkerettől.

Adatok:

Végállaskapcsoló típusa: Schneider Electric XCK-J, ZCK-E05 kapcsolófejjel.

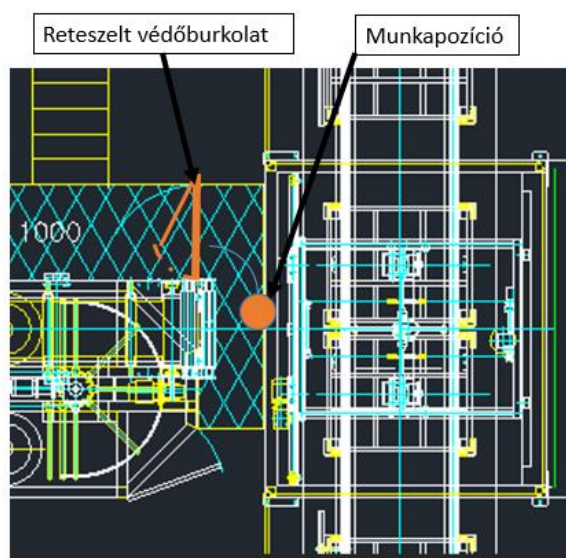
Logika: PLC

Frekvenciaváltó: Leroy Somer Unidrive M700-034 00025 A

A vezérlőrendszer teljesítményszintjének a kockázatbecslés alapján legalább PL_d szinten kell megvalósulnia.

2. Veszélyes esemény (b):

Az operátornak az új termék gyártásának elindításánál be kell mennie a teregető egység beadagoló oldalához. Ehhez egy podesztra kell felmennie, mely reteszelt védőburkolattal van védve, ahogy a 25. ábra szemlélteti. Fennáll a zúzódás, behúzás veszélye.



25 ábra: Reteszelt védőburkolat pozíciója

Elérés burkolatzár nélküli reteszelt védőburkolatnál:

Adatok:

Reteszelt védőburkolat nyílásméret: 25x25 mm

Biztonsági távolság: $\geq 120\text{mm}$

Reteszelőberendezés típusa: Schneider Electric XCSPA791

Elektromechanikus érzékelő, kapcsolónyelvvvel működtetve, burkolatzár nélkül.

Válaszidő: Közvetlen nyitási művelet

Biztonsági relé típusa: Schneider Electric XPSAC5121

Válaszidő (t): 100 [ms]

Frekvenciaváltó típusa: Leroy Somer Unidrive M700-034 00025 A

Válaszidő (t) : 20 [ms]

Közelítési sebesség: 1600 [mm/s] [16]

A „C” értéket a burkolatzár nélküli reteszelt védőburkolatok esetén a védőburkolat nyílásméretének megfelelően kell kiválasztani, ISO 13857:2020 4. táblázat szerint.

25x25 négyzet alakú rácsméret esetén minimum 120mm.

$$S = K \times T + C = 1600 \times 0,12 + 120 = 312 \text{ [mm]} \quad (8)$$

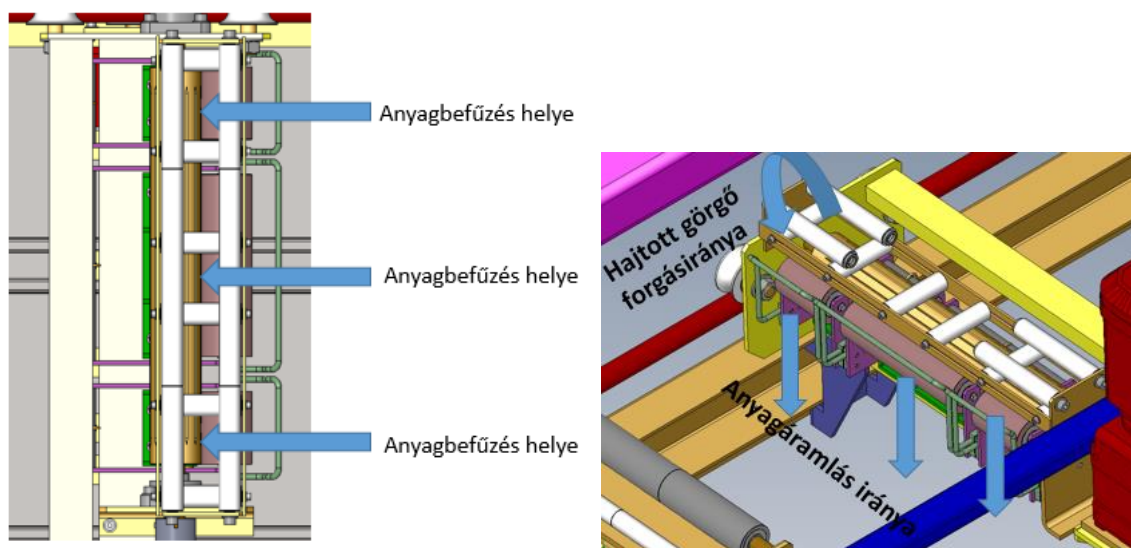
A vezérlőrendszer teljesítményszintjének a kockázatbecslés alapján legalább PL_d szinten kell megvalósulnia.

Működtetés „Hold to run” biztonsági lábpedállal

A reteszelt védőburkolat kinyitását követően az operátornak engedélyezett a munkavégzés, miközben a védőburkolaton belül tartózkodik. A reteszelt védőburkolaton kinyitását követően a fő biztonsági funkció aktív, a motorok STO állapotban vannak. Az operátor az új termék befűzésének folyamata előtt, a reteszelt védőburkolattal védett zónán kívül üzemmódot vált egy kapcsolóval, mely engedélyezi a lábpedállal megvalósított hajtásengedélyezést a görgők hajtómotorjának. Ebben az üzemmódban a motorok közül a berendezés előtti szállítópálya (a szállítópálya mozgását nem vizsgálom) és az említett görgő hajtómotor kaphat engedélyt a

mozgásra. Az operátornak ezen munkavégzési helyen az anyag befűzése a feladata a mozgó kereten lévő görgősor közé. Ahhoz, hogy a műveletet el tudja végezni, az anyagáramlást el kell indítani, amit csak bizonyos hajtáselemek engedélyezésével tud elvégezni. A befűzéshez szüksége van a teregető egység előtti hevederszakasz és a görgősor szinkronizált mozgására.

A görgősor a jobbra balra mozgást végző kereten belül, az előre-hátra mozgást végző egységen található. A művelet elvégzéséhez az egységnek az operátorhoz képest a lehető legközelebbi pozícióban kell megállnia, hogy az ergonomiai hatások kedvezőbbek legyenek a befűzéshez. A következő képen a hajtott görgő sárga színnel, a szorító görgő barna színnel látható. Az alkalmazott munkamódszer szerint a hajtásvezérlés csak a manuális befűzés befejezését követően indítható el. Az anyag befűzési helyét és anyagáramát a 26. ábra mutatja be.



26. ábra: Anyagáramlás

A hajtásvezérlés bemeneti jelét egy 3 állású biztonsági lábpedál biztosítja. Alaphelyzetben a kontaktok nem küldenek vezérlőjelet, középhelyzetben vezérlőjelet küld a biztonsági relén keresztül a frekvenciaváltónak a görgők hajtására. Amennyiben a lábpedált az operátor további nyomóerővel terheli, úgy a kontaktok oldanak és a mozgásparancs megszakad.

Adatok:

Biztonsági lábkapcsoló típusa: Schmersal GFS 2S DÖ VD

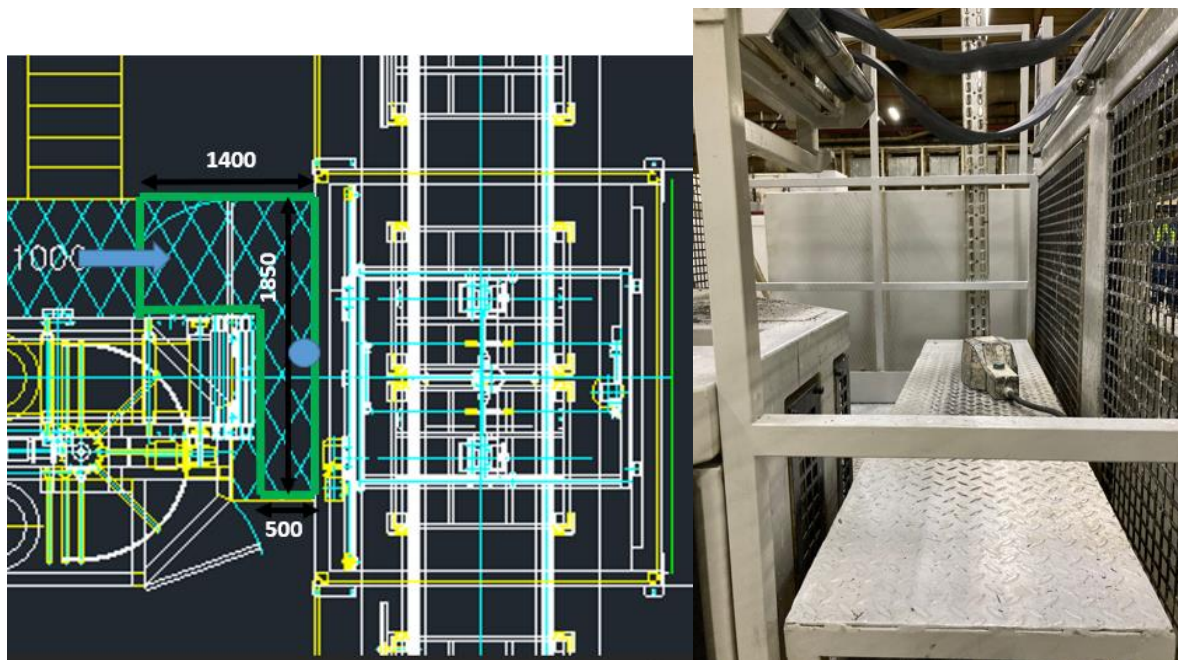
Logika: PLC

Frekvenciaváltó típusa (jobbra-balra mozgás): Leroy Somer Unidrive SP1401

Ebben az esetben a görgők hajtása csak akkor engedélyezett, ha az operátor tudatosan, folyamatosan működteti a lábpedált.

Podeszten lévő munkaállomás hozzáférési helyei

Az operátor ezen a helyen végzi az anyag szállítópályáról való átvezetését a palettázó egységre. Ehhez a 27. ábrán látható méretekkel rendelkező, 1000 mm magasságon elhelyezkedő podeszten kell a munkát elvégeznie. Az akaratlan oldalirányú leesés ellen térdlécvel ellátott védőkorlátok vannak telepítve.



27. ábra: Kezelőhely

A következő fejezetben az ismertetett védőintézkedések megfelelőségét fogom megvizsgálni, valamint tervezett módosítás hatását a kockázatok alakulására.

4. Tervezett módosításra végzett kockázatelemzés javaslattétellel

A négy szállal történő gyártás minőségének szempontjából a szűk keresztmetszet a teregető egységen jelentkezik. A megoldandó feladat, a gumi csíkok anyagáramának problémamentes biztosítása, mely során az azt gyűjtő konténerekbe jól elhatároltan érkeznek meg.

A fejezetben megvizsgálom, hogy a teregető egységen végzett módosítás során a gép biztonsági funkcióiban és biztonsági szempontjaiban történik-e változás és értékelem a jelenleg alkalmazott biztonsági funkciók megfelelőségét.

Kockázatelemzés

Az előző fejezetben elvégzett, a jelen gépállapotra végzett kockázatelemzést a 6. táblázatban összehasonlítom a gép jövőbeni, módosított állapotával. A kockázatbecsléshez ugyanazt az értékelési eljárást alkalmaztam mindkét esetben.

6. táblázat: Eredeti és módosított egység kockázatelemzése (összehasonlítás)

Eredeti egység		Módosított egység	
Kockázat	A teregető egység oldalirányú, előre-hátra mozgása	Kockázat	A teregető egység oldalirányú, előre-hátra mozgása
Veszélyes esemény	Kar és ujjak: törés, zúzódás, becsípődés	Veszélyes esemény	Kar és ujjak: törés, zúzódás, becsípődés
Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = \underline{12}$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = \underline{8}$	Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = \underline{12}$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = \underline{8}$
Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges	Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges

Eredeti egység		Módosított egység	
Kockázat	A teregető egységen belül, hajtott görgők mozgása	Kockázat	A teregető egységen belül, hajtott görgők mozgása
Veszélyes esemény	Kar és ujjak: behúzás	Veszélyes esemény	Kar és ujjak: behúzás
Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$	Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$
Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges	Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges

Eredeti egység		Módosított egység	
Kockázat	Lánchajtás mozgása	Kockázat	Lánchajtás mozgása
Veszélyes esemény	Ujjak: becsípődés	Veszélyes esemény	Ujjak: becsípődés
Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$	Kockázatbecslés:	Kármérték: $2 \times 3 \times 2 = 12$ Valószínűség: $4 \times 2 \times 1 = 8$
Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges	Eredmény:	96 - kockázatsökkentés szükséges

A súlyosság mértéke, személyek veszélyexpozíciója, veszélyes esemény előfordulása és a veszély elkerülhetőségének mértékében nem történik változás, amellyel a gép kockázata növekedne. A biztonsági funkciók sem kerülnek módosításra.

A teljes keretszélesség 270 mm-el lesz szélesebb. Az előző pontban bemutatott, végállaskapcsolókkal biztosított határérték elérésének érzékelését a megnövekedett keretszélességnél is azon az értéken kell biztosítani, hogy a minimum biztonsági távolság megmaradjon a kar zúzódásának elkerülésének érdekében. A mozgó keret így összességében 540 mm-el kevesebb utat fog bejárni, hogy a véghelyeztetel a min. 120 mm-es teret biztosítson a kar zúzódásának elkerülésére. Ehhez a működtető lemezek helyes beállítása szükséges a kereten, hogy azok a végállaskapcsolókat működésbe hozva, a motorok energiaellátásának megszüntetésekor minimum 120 mm távolságban álljon meg az alapkeret belső szélétől.

Az egység oldalirányú mozgásának helyzetéről induktív érzékelők adnak információt. Ezen érzékelők a kívánt véghelyzet elérésekor mozgásparancsot adnak a frekvenciaváltónak a forgásirány megváltoztatásához, ami a teregető egységet az ellenkező oldalra kezdi el mozgatni. A végállaskapcsolók az esetleges érzékelő meghibásodás miatti túlfutás esetén helyezik biztonságos állapotba az egységet.

Nem változnak továbbá az előző pontban ismertetett biztonsági távolságok és elérési pontok helyzetei sem. A kockázat mértékének számszerűsített értéke a kockázatbecslés alapján nem változik.

A rendszer leállási idejének t_1 értékében nem történik változás, ugyanis az SRP/CS elemek nem változnak. A t_2 mechanikai tehetetlenségre vonatkozó időt - ahogy a felülvizsgálat elvégzésénél megjegyeztem - utánfutásmérő berendezés használatával lehet egyértelműen meghatározni.

A következő fejezetben fogom ismertetni az alkalmazott biztonsági berendezések megfelelőségét és javaslatokat teszek arra az esetre, amennyiben a berendezésen olyan mértékű átalakítás történik, mely megköveteli, hogy a vizsgált eszköz biztonsági berendezéseinek módosítást kell végrehajtani.

4.1. Biztonsági funkciók/védőberendezések megfelelőségének értékelése.

Szakdolgozatom előző fejezetében elvégzett, a jelen gépállapotról vonatkozó kockázatfelmérése és a kockázatcsökkentő intézkedések vizsgálata után, ebben a fejezetben ezek megfelelőségét fogom értékelni. A következő javaslatokat a gépen elvégzett jelentős módosítás esetén szükségszerű elvégezni.

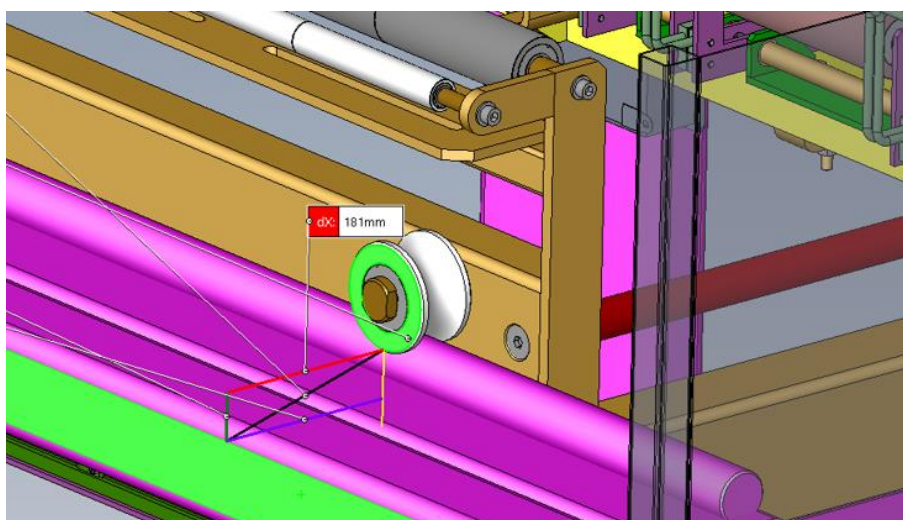
Biztonsági távolságok:

1. Veszélyes esemény kialakulása lehetséges a gép alapkeretének felső részén, ahol jelenleg nem található védőburkolat. A veszélyes tér magasságához viszonyított vízszintes elérés távolságán a gép konstrukcióját nem érdemes módosítani, így védőburkolatokkal könnyen elhatárolható a veszélyes tér. A 28. ábrán látható sraffozott területen védőburkolat elhelyezése szükséges. A burkolat elhelyezése után a veszélyes tér 181mm helyezkedik el a védőburkolattól, melyhez 20-30 mm közötti négyzet, vagy kör alakú nyílással rendelkező burkolat megfelelő.



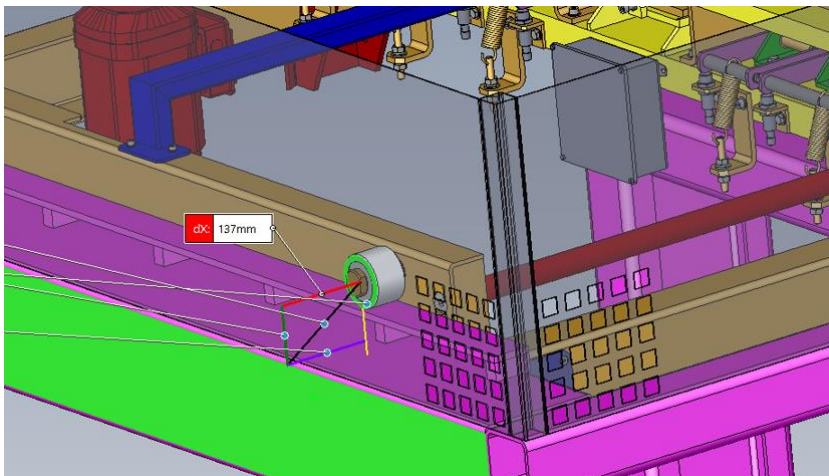
28. ábra: Hiányzó védőburkolat

A 29. ábrán szintén a fenti burkolat hiánya látható. Annak elhelyezése esetén a biztonsági távolság megfelelő. Elhelyezésével a veszélyes tér távolsága: 181 mm.



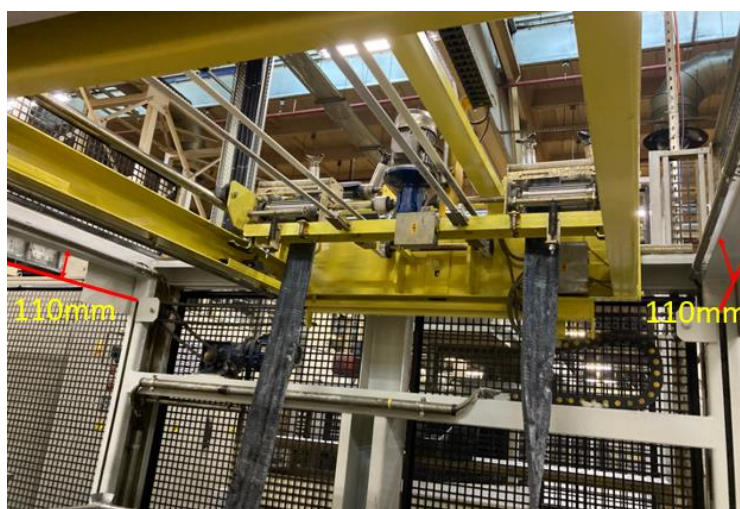
29. ábra: Burkolat elhelyezése esetén a biztonsági távolság

30. ábrán egy helyesen megválasztott burkolat elhelyezése látható. Veszélyes tér távolsága: 137mm → Megfelelő.



30. ábra: Megfelelően megválasztott biztonsági távolság

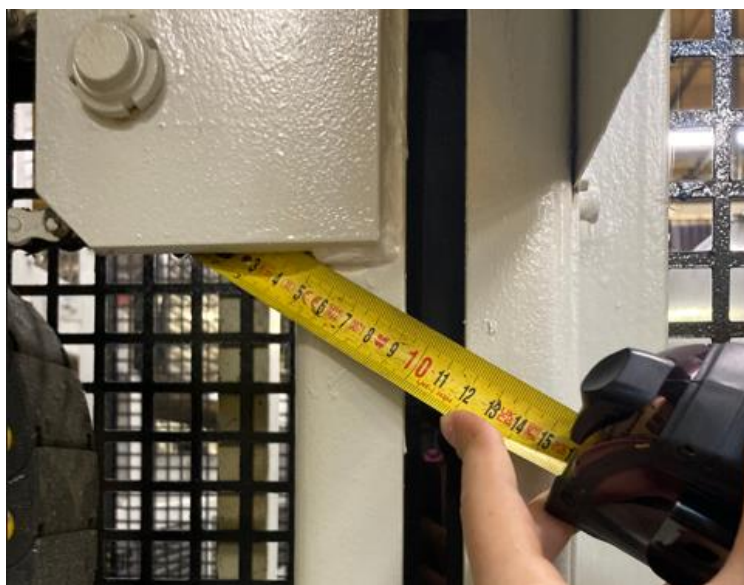
2. „Veszélyes esemény kialakulása lehetséges az érzékelési tér feletti átnyúlással. Ebben az esetben a fényfüggöny felső érzékelési pontja és a védőburkolat között 110 mm-es rés van, 31. ábrán szemléltetve. Az MSZ EN ISO 13855:2010 1. táblázata alapján meghatározott biztonsági távolság elérése nem megvalósítható a gépen. A fényfüggöny felső érzékelési sugara és a zártszelvény közé védőburkolat elhelyezése szükséges a két oldali térhez.



31. ábra: Védetlen terület az érzékelési tér felett

3. Veszélyes esemény kialakulása lehetséges az érzékelési téren való átnyúlással.

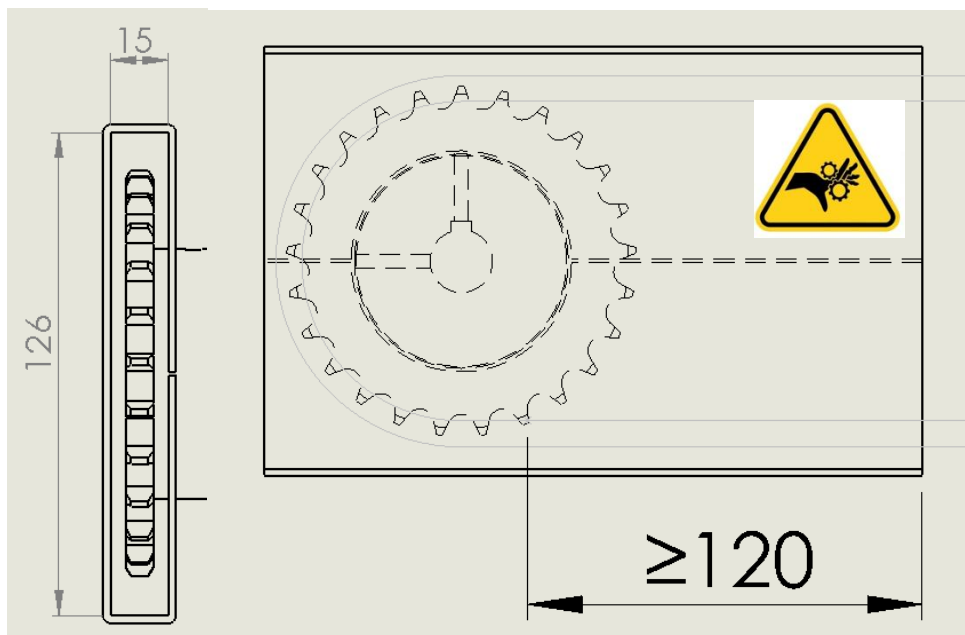
A minimum biztonsági távolság a 3.3.1.-ben elvégzett számítás alapján 458 mm. A 32. ábrán látható lánchajtás veszélyes pontja az ujjak becsípődését okozhatja, mely 100 mm-re helyezkedik el a védett tértől.



32. ábra: Lánchajtás elhelyezkedése

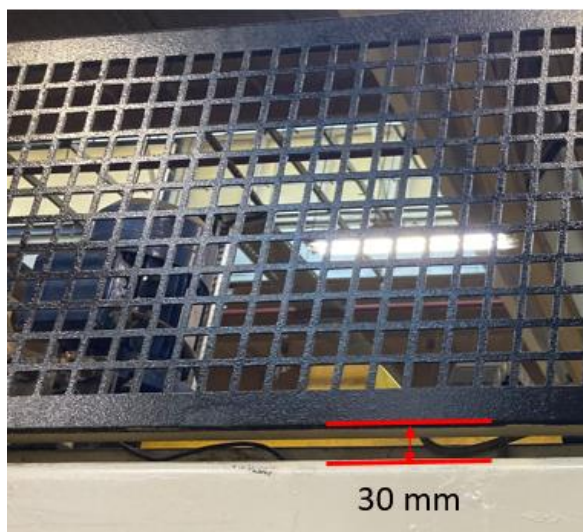
Javasolt a lánckerék burkolatot kicserélése egy zárt védőburkolatra, mely által nem lesz elérhető a lánc és lánckerék közötti becsípődési pont. Továbbá a lánc és a burkolat között is fennáll a becsípődés minimális veszélye. Ez maradó kockázatként lesz jelen, és a burkolaton elhelyezett piktogram figyelmezteti erre a kezelő személyzetet.

A 33. ábrán látható 15 mm széles védőburkolat, legalább 120 mm biztonsági távolsággal a lánckerék és lánc találkozási pontja és a burkolat nyitott vége között megfelel az MSZ EN ISO 13857 szabványban leírtaknak.



33. ábra: Lánckerék védőburkolat

4. Veszélyes esemény kialakulása lehetséges a burkolat szélénél. A 25x25 mm-es nyílásméret a veszélyes tértől való távolság szerint megfelelő, azonban annak elhelyezésekor a vázszerkezeten 30 mm-es rés alakult ki, ahogy a 34. ábrán látható. Horony alakú nyílások esetén ennek a min. biztonsági távolsága 850 mm. Ez a távolság csökkenhet 120 mm-re, amennyiben a burkolat 10 mm-re lejjebb kerül, vagy egy ugyanilyen magasságú lemez kerül elhelyezésre. Ez megfelelő biztonságot nyújt a 137 mm-es veszélyes tér távolságához mérten.

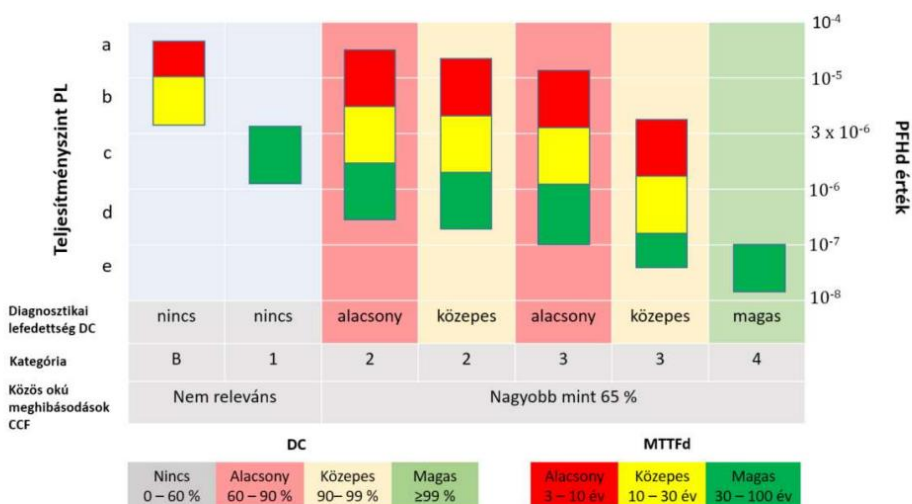


34. ábra: Védőburkolat elhelyezése

Vezérlőrendszer:

A 3.3.1 pontban elvégzett kockázatbecslés a 13849-1:2016-ben ismertetett kockázati gráf alkalmazásával három helyen PL_d két helyen PL_b szintet határozott meg. A PL_d becsült teljesítményszintet legalább 2-es vezérlési kategória elérésével lehet teljesíteni. Magas megbízhatósági jellemzőkkel rendelkező alkatrészek beépítésével és diagnosztika alkalmazásával lehet elérni a kategória követelményeit. A 3-as vezérlési kategória alkalmazása esetén az alkatrészek megbízhatósági értékei közepes értékkel rendelkezhetnek, itt a redundancia biztosítja a biztonsági funkcióban előfordulható hibák nagymértékű csökkentését, diagnosztikai lefedettséggel. Az alkatrészek gyártója által a termék biztonsági adatlapján meghatározott megbízhatósági adatok csak abban az esetben tudják teljes körűen kielégíteni az adott biztonsági szintnek megfelelő megbízhatóságot, amennyiben azok megfelelően vannak beépítve.

A 3-as vezérlési kategória esetén számításba kell venni az alapvető biztonsági elvek, jól bevált biztonsági alapelvek alkalmazását. A vezérlőrendszer megbízhatósága függ az alkatrészek, csatornák $MTTF_D$ számított értékétől, a diagnosztikai lefedettség mértékétől. Ezeket az ISO 13849-1 szabvány tartományokba rendezi és a számításához, becsléséhez a C, D, E melléklete ad iránymutatást. Ezen tényezők összefüggését és hatását a PL szintek alakulásában a 35. ábra mutatja be.



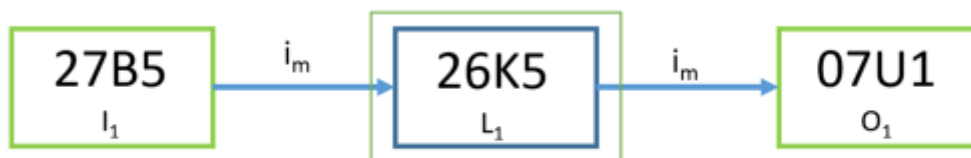
35. ábra: Teljesítményszint, vezérlési kategória, MTTFd, DC és CCF közötti összefüggés

A PL_d teljesítményszint eléréséhez a 3-as vezérlési kategóriát javaslom a következőkben. A következő pontokban a vezérlőrendszer teljesítményszintjének számításához a SISTEMA szoftvert használtam.

1. Fényfüggöny által védett terület

Veszélyes esemény az AOPD biztonsági funkciójának meghibásodása esetén is bekövetkezhet. A vezérlőrendszert úgy kell kialakítani, hogy az a megkövetelt teljesítményszintnek megfeleljen, mely jelen esetben a PL_d teljesítményszint. Az SRP/CS elemek a SISTEMA szoftverhez tartozó gyártói adatbázisban alrendszerként elérhető, önálló teljesítményszinttel rendelkeznek. A biztonsági funkció, a szoftverben elvégzett számítással PL_e teljesítményszinten valósulhat meg.

Az alkatrészek megbízhatósági adatai alapján megfelelő védelmet nyújthat, a helyes alkalmazást kell ellenőrizni. A fényfüggöny 2 OSSD kimenettel rendelkezik, mely az eszköz redundanciáját biztosítja, ami közvetlenül a biztonsági relébe van bekötve. A rajz alapján a fényfüggönyök nem a kategória követelményének megfelelően vannak bekötve, így a rendszer redundanciája nem áll fenn. A 36. ábra a rendszer blokkdiagramját mutatja.



36. ábra: Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás (ESPE) blokkdiagramja

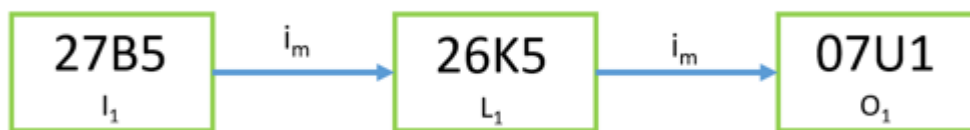
27B5 – Fényfüggöny

26K5 – Biztonsági relé

07U1 – Frekvenciaváltó

A biztonsági relébe a fényfüggöny egy kimenete került bekötésre, így az elért teljesítményszint PL_c . PFHD érték: $1,2 \times 10^{-6}$. Nem teljesül a következő feltétel, $PL_r \leq PL$

A villamos rajz és a beépített elemek bekötésének korrekcióját követően a 37. ábrán bemutatott blokkdiagram szerinti felépítéssel, továbbá az alapvető és jól bevált biztonsági elvek betartásával a biztonsági funkció megfelel a követelményeknek.



37. ábra: Biztonsági berendezés által kezdeményezett leállítás (ESPE) blokkdiagramja

A 36. ábrán logikai egységként a biztonsági relé redundanciája nincs kihasználva, így abba csak 1 csatornás logikai egységként épül be, míg a 37. ábrán a javasolt alkalmazása látható.

A javasolt felépítéssel az elérhető teljesítményszint PL_e , PFHd érték: $4,6 \times 10^{-8}$, teljesül a következő feltétel: $PL_r \leq PL$

Továbbá a kategória követelménye a közös okú meghibásodások (CCF) ellen tett intézkedések végrehajtása. Az ezekre hozott intézkedéseket 2-es, 3-as, 4-es kategória alkalmazásakor is meg kell tenni. Az ISO 13849-1:2015 „F” mellékletének táblázata tartalmazza azokat az intézkedéseket, amelyek hozzájárulnak a közös okú meghibásodások csökkentésében. Az elérhető 100 pontból minimum 65 pontnak megfelelő intézkedést kell hozni.

2. Biztonsági végállaskapcsoló

A teregető egység oldalirányú mozgásiránya az induktív érzékelők által adott jelek alapján változik. Az érzékelők a PLC-n keresztül adnak jelet a frekvenciaváltónak a mozgásirány megváltoztatására. A túlfutás esetére a végállaskapcsolók biztosítják, hogy veszélyes esemény ne alakuljon ki, és minimum 120 mm távolságban megálljon az alapkerettől. Ezt legalább PL_d szinten kell megvalósítani.

A gyártó a végállaskapcsolóra B_{10D} értéket határoz meg a gyártói adatbázisban, 130.000.000 kapcsolási számmal. B_{10D} értékből a következőképpen lehet $MTTF_D$ értéket számolni [14]

$$MTTF_D = \frac{B_{10D}}{0,1 \times n_{OP}} \quad (9)$$

ahol,

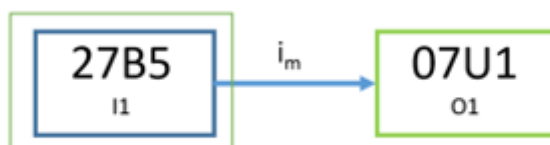
$$n_{OP} = \frac{d_{OP} \times h_{OP} \times 3600 \text{ s/h}}{t_{cycle}} \quad (10)$$

Az éves kapcsolások számához a műszakonkénti egyszeri ellenőrzéssel számolok a programban. A végállaskapcsolók üzemszerű működés során nem lépnek működésbe.

$$t_{\text{cycle}} = 28.800 \text{ [s]}$$

$$MTTF_D = 1.141.552,5 \text{ [év]}$$

A végállaskapcsoló egyik kontaktja a PLC bemeneti jele, míg a másik NC kontakt a frekvenciaváltónak ad parancsot. Biztonsági funkcióban az egyik kontakt vesz részt a 38. ábrán bemutatott felépítéssel.



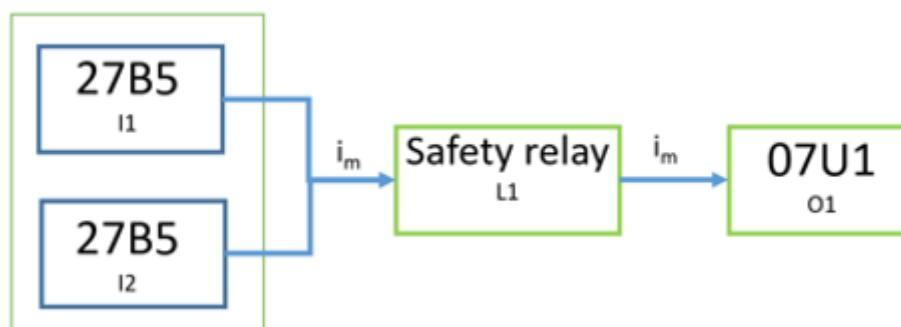
38. ábra: Biztonsági berendezés által kezd. leállítás (végállaskapcsoló) blokkdiagramja

27B5 – Végállaskapcsoló

07U1 – Frekvenciaváltó

A bementi jel nincs monitorozva és a redundanciája sem áll fenn, így a teljesítményszint PL_c , PFHD érték $1,2 \times 10^{-6}$, nem teljesül a következő feltétel, $PL_r \leq PL$

Két NC kontakttal rendelkező végállaskapcsoló beépítése szükséges, és logikai egységként egy biztonsági relé vagy biztonsági PLC beépítése szükséges, hogy a végállaskapcsoló mindkét kimenete monitorozott legyen. A biztonsági funkciót a 39. ábra szerinti logikai felépítéssel kell megvalósítani.

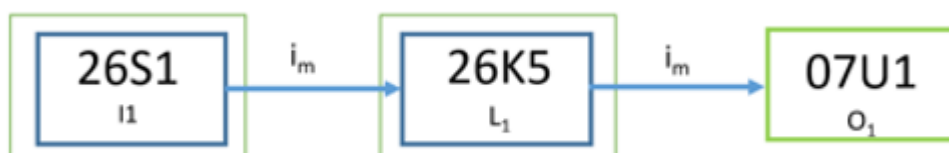


39. ábra: Biztonsági berendezés által kezd. leállítás (végállaskapcsoló) blokkdiagramja

3. Reteszelt védőburkolat

A reteszelt védőburkolattal védett területen a vezérlőrendszert minimum PL_d teljesítményszinten kell megvalósítani. Az alkalmazott reteszelőberendezés 2 NC kontakttal rendelkezik, mely helyesen bekötve a biztonsági relébe > 99%-os diagnosztika lefedettséggel rendelkezik. A biztonsági relé és a frekvenciaváltó önálló teljesítményszinttel rendelkezik.

A villamos rajz alapján egy NC kontakt van bekötve a biztonsági relébe, ami nem biztosítja a megfelelő redundanciát, ennek bekötését ellenőrizni és korrigálni kell és szükség esetén a rajz frissítését el kell végezni. A rendszer blokkdiagramját a 40. ábra szemlélteti, egy kimeneti jellel bekötve a biztonsági relébe.



40. ábra: Biztonsági berendezés által kezd. leállítás (reteszelt védőburk.) blokkdiagramja

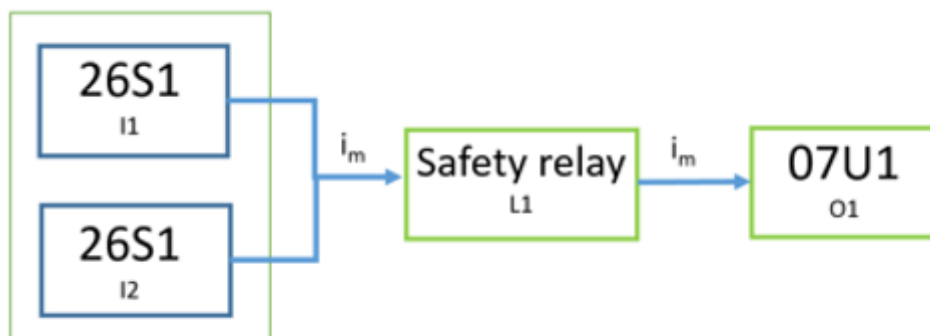
26S1 – Biztonsági reteszelő kapcsoló

26K5 – Biztonsági relé

07U1 - Frekvenciaváltó

A bementi jel nincs monitorozva és a redundanciája sem áll fenn, így a teljesítményszint PL_c , PFHD érték $2,3 \times 10^{-6}$, nem teljesül a következő feltétel, $PL_r \leq PL$.

Javasolt megoldás a két NC kontakt bekötése egy biztonsági relébe, ami monitorozza a bemenő jeleket, így a biztonsági funkció teljesíti a megkövetelt PL szintet. A javasolt rendszer blokkdiagramját a 41. ábra mutatja be.



41. ábra: Biztonsági berendezés által kezd. leállítás (reteszelt védőburk.) blokkdiagramja

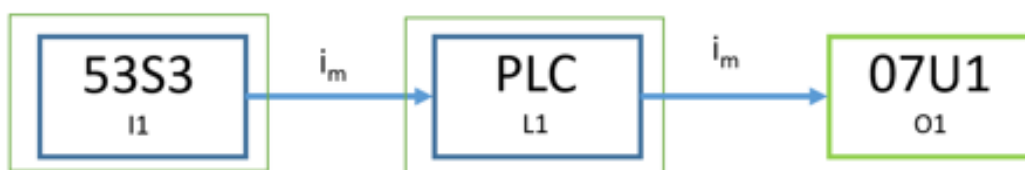
Mint már az előzőekben ismertetett kategóriakövetelményeknél megjegyeztem, ebben az esetben is alkalmazni kell az alapvető és jól bevált biztonsági elveket, továbbá a közös okú meghibásodás ellen tett intézkedéseket.

4. A „Hold to run” biztonsági lábpedál

A lábpedállal végrehajtott mozgásvezérlést legalább PL_b teljesítményszinten kell megvalósítani. Az egyéb hajtáselemek biztonságos állapotba helyezését az üzemmódváltásnak, mint biztonsági funkciónak kell biztosítani, legalább PL_d teljesítményszinten. A jelenlegi vezérlési logika PLC logikai vezérlésén keresztül állítja le a motor mozgásvezérlését. Biztonsági berendezéseknél azonban ez nem alkalmazható megoldás. A standard PLC logikát safety PLC kiváltásával, vagy biztonsági relé beépítésével kell a biztonsági szintnek megfelelően biztonságos állapotba helyezni a berendezést, mielőtt az operátor a védett téren belül végez munkát.

Amennyiben az üzemmódváltás biztosítja a veszélyes mozgást végző hajtáselemek biztonságos állapotba helyezését, abban az esetben kockázatként a görgők hajtása általi ujjbecsípődés lehet jelen, amit PL_b teljesítményszinten kell biztosítani. A kézi engedélyezéshez a „b” teljesítményszintet a legalacsonyabb, „B” vezérlési kategóriával is meg lehet valósítani. Ehhez legalább közepes MTTFD értéken (10-30 év) kell a biztonsági funkciót megvalósítani. Redundancia, diagnosztikai lefedettség nem szükséges, és a közös okú meghibásodások ellen sem kell intézkedéseket hozni. A biztonsági lábpedálra a gyártó B_{10D} értéket határozott meg,

200.000 kapcsolási számmal. Az éves kapcsolások száma az előzőekben ismertetett képlettel meghatározva. $t_{\text{cycle}} = 600 \text{ [s]}$ kapcsolási frekvenciával, az $n_{\text{op}} = 52560$. Az MTTFD értéke 38,1 év, mely a magas megbízhatósági kategóriába tartozik. Az alkatrészre szükséges előírni a gép életciklusa során alkatrészcserét, melyet a T_{10D} érték 3,8 évben határoz meg, és a karbantartási utasításban fel kell tüntetni. Az alkalmazott biztonsági funkció logikai ábráját a 42. ábra szemlélteti.



42. ábra: Kézi engedélyezés

53S3 – Biztonsági lábpedál

Logika – PLC

09U1 – Frekvenciaváltó

A kézi engedélyezés funkció PL_b szinten valósul meg, így teljesül a következő feltétel, $PL_r \leq PL$.

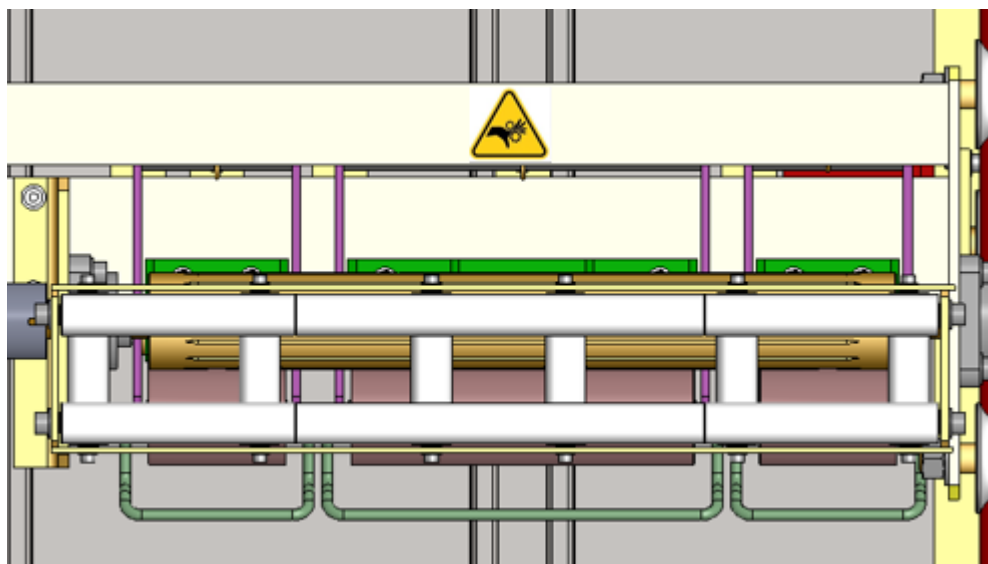
A védett területen belüli biztonságos munkavégzéshez javasolt a görgők hajtását csökkentett sebességgel megvalósítani. Jelenleg ilyen nem került alkalmazásra. A görgősor sebessége 24 m/min, vagyis 0,4 m/s. A javasolt sebesség meghatározásához az EN 619 szabványt alkalmaztam, mely a folyamatosan működő anyagmozgató berendezések biztonsági követelményeit foglalja össze. 4.20.8.4.1 pontjában a 0,12m és 1,5 m között elhelyezkedő szállítóberendezésekre maximum sebességként 0,3 m/s-ben van meghatározva. Javasolt a lábpedál működtetésével megvalósított mozgásvezérlés során a görgők kerületi sebességét ezen érték alatt meghatározni. Javasolt a csökkentett sebességet egy enkóderrel mérni, majd ezt bekötni egy biztonsági sebesség felügyeletére használható biztonsági relébe. Kimeneti eszköznek pedig a telepített frekvenciaváltó alkalmas. A sebesség túllépés esetén a motor STO állapotba helyezi. Biztonsági funkció megvalósítására a 43. ábrán látható blokkdiagram szerinti felépítés javasolt. [18]



43. ábra: SLS (Safety limited speed)

Biztonsági relé: PNOZ S30, sebességek monitorozására alkalmas biztonsági relé.

Az egységen piktogramokkal fel kell hívni a kezelő személyzet figyelmét a hajtott görgők által okozható ujj becsípődésre, a 44. ábrán bemutatott módon.



44. ábra: Piktogrammal ellátott egység

Az alkalmazott vezérlőrendszerekről az ellenőrzést, a szakdolgozatom I. Mellékletében található SISTEMA riport tartalmazza.

Podeszten lévő munkaállomás hozzáférési helyei

Az ISO 14122 szabvány meghatározza a védőkorlátok, kezelőhidak sajátos méreteire vonatkozó utasításokat. Minden olyan helyen alkalmazni kell az ebben leírtakat, ahol a leesés magassága meghaladja az 500 mm-t. A kezelőhely 1000 mm-es magasságban van, így meg kell felelnie a szabványban leírt követelményeknek.

Védőkorlát legkisebb magassága 1100 mm kell legyen és gondoskodni kell lábléc biztosításáról is. A 45. ábrán látható a podeszt elhelyezkedése. Mind a két oldalon eléri a minimum magasságot, azonban ergonómiai szempontok miatt a podeszt meg lett emelve 300 mm magas lépcsővel, így a berendezés felőli oldalon a magasság 800 mm-re csökkent. Gépbiztonsági szempontból a lépcső kivétele javasolt, és az ergonómiai feltételek felülvizsgálata. Az ergonómiai feltételek javítására a befűzési pontot - a hajtott görgősort – minél közelebb kell hozni a kezelőhelyhez. Erre megoldást nyújthat egy burkolatzárral ellátott reteszelőberendezés, amely engedélykérésre a berendezést elindítja a kívánt helyzetbe és pozícióérzékeléskor ad engedélyt a nyitásra. További megoldás lehet kétkezes vezérlőberendezés alkalmazása a kezelőhelyen, a védett területen belül. A kétkezes vezérlőberendezésekről az ISO 13851:2019 szabvány ad részletes leírást, amelyben meghatározza az elhelyezésére és működtetésére vonatkozó követelményeket. Úgy kell kialakítani, hogy azt ne lehessen egy kézzel, vagy egy kézzel és ugyanazon kéz alkarjával való egyszerre történő megnyomására. Az indításparancsnak a nyomógombok egyidejű működtetésének biztosítása érdekében, legfeljebb 0,5 mp különbséggel meg kell történnie. [23]

Az elhelyezésére vonatkozóan az ISO 13855:2010 szabvány szerint a biztonsági berendezések elhelyezésénél már bemutatott képletet kell alkalmazni, melynek eredménye :

$C = 250 \text{ mm}$

$$S = (1600 \times 0,12) + 250 = 442 \text{ [mm]} \quad (11)$$



45. ábra: Kezelőhely kialakítása

A lábléc-térdléc-kézléc közötti legnagyobb szabad távolság 500 mm-ben van meghatározva. A láblécnek minimum 100 mm magasnak kell lennie és legfeljebb 12 mm-re helyezkedjen el az alja a járószinttől. A lábléc kialakítására sor került, azonban a 40. ábrán látható lépcső a lábléc felé emelkedik, így nem látja el funkcióját. A lépcső kivételével teljesíti funkcióját, magassága 140 mm.

A közlekedési terület szélességére vonatkozóan, legalább 800 mm akadálymentes szélességet kell biztosítani, azonban ez 500 mm-re korlátozódik. Ezt a távolságot növelni a berendezés elrendezésének jelentős módosítása nélkül nem lehetséges. [21,22]

A fejezetben meghatározott megoldási javaslatok alkalmazását követően a vizsgált berendezéseken, a biztonsági funkciók teljesítik a velük szemben támasztott követelményeket.

5. Gazdasági számítás

Ebben a fejezetben a bemutatott biztonságtechnikai felülvizsgálatra vonatkozóan elkészíttem a gazdasági számítást. A következő számítás nem tartalmazza a módosításra vonatkoztatott költségeket, csak a jelenlegi gépállapot felülvizsgálatának és ezek eredményeinek kidolgozására fordított munkaórák költségét. A számításhoz a Magyar Mérnöki Kamara 2023..01.01-től érvényes mérnöki napidíj értékét használom, önálló mérnöki díjszabással:

7. táblázat: Mérnöki napidíjak [10]

Mérnöknap díja forintban (a táblázatban szereplő értékek nettó díjak, az áfát nem tartalmazzák)					
Kiemelt Mérnök	Irányító Mérnök	Önálló Mérnök	Beosztott Mérnök	Kezdő Mérnök	Segéd tervező. szerkesztő
344.000 Ft	252.000 Ft	200.000 Ft	151.000 Ft	101.000 Ft	76.000 Ft

8. táblázat: Felülvizsgálat költsége

Tevékenység	Időtartam	Óradíj	Munkadíj
Előkészület – Dokumentációk előkészítése	2 óra	25.000 Ft + ÁFA	50.000 Ft + ÁFA
Kiszállási díj	1 óra	25.000 Ft + ÁFA	25.000 Ft + ÁFA
Helyszíni felülvizsgálat	6 óra	25.000 Ft + ÁFA	150.000 Ft + ÁFA
Kockázatfelmérés	3 óra	25.000 Ft + ÁFA	75.000 Ft + ÁFA
Vonatkozó dokumentumok áttekintése	6 óra	25.000 Ft + ÁFA	150.000 Ft + ÁFA
Felülvizsgálat értékelése, javaslattétel	8 óra	25.000 Ft + ÁFA	200.000 Ft + ÁFA
Összesen:			650.000 Ft + ÁFA

6. Összefoglalás

A gépek biztonságára vonatkozó szabályok az elmúlt évtizedekben a technológia fejlődése és az egyre szigorúbb egészségvédelmi és biztonsági követelmények miatt számos változáson estek át. Szakdolgozatom kidolgozása során a témámhoz kapcsolódó szakirodalmat részletesen áttekintettem és ezekből építettem fel a tartalmi elemeket. Áttekintettem a jelenleg hatályban lévő rendeletet, és a téma kidolgozása során a műszaki megoldásokra vonatkozóan a harmonizált szabványokban leírtaknak megfelelően jártam el.

A témám során vizsgált berendezés egy komplex gyártórendszer részébe van integrálva a termelő üzemben. Biztonságtechnikai szempontból is egy összetett berendezésnek számít, kiterjedt vezérlőrendszerrel, számos biztonsági funkcióval, és a biztonságos munkavégzéshez kialakított műszaki megoldásokkal. A gép határait így a témám középpontjában álló teregető egységre korlátoztam, amin egy tervezett módosítás kerül kialakításra a gyártás megfelelő minőségének biztosítása érdekében. Egy gép módosításának végrehajtása előtt biztonsági felülvizsgálatot kell végezni az adott berendezésen az aktuális állapotra vonatkozóan. Ezen felülvizsgálat eredményeképpen azonosítottam a rá vonatkozó szabványkövetelményeket és elvégeztem a kockázatbecslést. A kockázatok ismeretében értékeltem a tervezett módosítás tartalmát, melyre szintén elvégeztem a kockázatbecslést és összehasonlítottam a két állapotot. Biztonsági funkciók kialakításában, kockázatok mértékében nem történik változás, azok a módosítást követően is ellátják a feladatukat a jelenleg alkalmazott biztonsági szinten. A gép aktuális állapotának felülvizsgálata így egy időszakos felülvizsgálat keretében végzett nem megfelelőségek azonosítására, vagy egy jövőbeni jelentős módosítás esetére szolgál információval. A nem megfelelőségeket azonosítva tettem megoldási javaslatokat a korrigálásukra. Meghatároztam a megkövetelt teljesítményszinthez szükséges korrekciós javaslatokat.

A témám kidolgozása során leírtak is megerősítik az időszakos biztonsági felülvizsgálatok, és az átalakítások előtt végzett ellenőrzések kidolgozásának fontosságát. Üzemeltetőként tisztában kell lenni ezek jelentőségével, hogy a gépeink biztosítani tudják a biztonságos üzemeltetéshez szükséges biztonsági és egészségvédelmi követelményeket.

7. Summary

The rules of machinery safety have undergone many changes in recent decades as technology has evolved and health and safety requirements have become more strict. In writing my thesis, i reviewed the literature in associated with my topic in detail and built up the content based on these. I reviewed the actual regulations and applied the technical solutions for the topic in accordance with the harmonised standards.

The studied equipment in my topic is integrated in a complex production system in the production plant. It is also a complex equipment from a safety point of view, with an extensive control system, numerous safety functions and technical solutions designed for safe working. I therefore limited the scope of the machine to the laying unit, which is in the focus of my topic, on which a planned modification will be made to ensure the proper quality of production. Before implementing any modification to a machine, a safety review of the equipment in its current state must be carried out. As a result of this review, i identified the standard requirements that had to apply to it and carried out a risk assessment. In the light of the risks, i evaluated the content of the proposed modification, for which i have also carried out a risk assessment and compared the two states. There isn't change in the design of the safety functions and the level of risks, which will continue to perform their functions at the current safety level after the modification. A review of the current state of the machine will therefore provide informations to identify non-conformities in the context of a periodic review or in the event of a major modification in the future. I identified the non-conformities and proposed solutions to correct them. I defined the necessary corrections to achieve the required performance level.

The completion of my topic also confirms the importance of making periodic safety reviews and inspections before the modifications. As operators, we need to be aware of the importance of these to ensure that our machinery meets the safety and health requirements for safe operation.

8. Nyilatkozatok

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Pollák János Máté (név) (hallgató Neptun azonosítója: PUX5S7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*²

Kelt: 2024. év 10. hó 26. nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

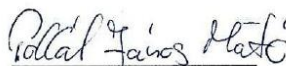
² A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2024. év 10. hó 26. 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 védelemre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2024. év 10. hó 26. nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Pollák János Máté
A Hallgató Neptun kódja: PUX5S7
A dolgozat címe: Teregető egység biztonsági szempontú felülvizsgálata és átalakítása
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Műszaki Intézet
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.

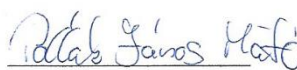
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 26. nap


Hallgató aláírása

9. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, akik a szakdolgozatom készítése során bármikor készséggel álltak rendelkezésemre. Balogh Gábornak, aki több éves tapasztalatával segítette a témám kidolgozását, és hasznos tanácsokkal látott el. Dr. Földi László belső konzulensemnek, aki folyamatos konzultációival segített a témám során felvetődött kérdések esetén. Továbbá szeretnék köszönetet mondani kollégáimnak a szakmai segítségükért.

10. Felhasznált források

- [1] A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE A termékekre vonatkozó uniós szabályozásról szóló 2022. évi útmutató (A kék útmutató) (2022/C 247/01)
- [2] Dr. Földi László József, Berencsi Bence: Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében. Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata 88. 2022
- [3] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2006/42/EK IRÁNYELVE (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról (átdolgozás)
- [4] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 765/2008/EK RENDELETE (2008. július 9.) a termékek forgalmazása tekintetében az akkreditálás és piacfelügyelet előírásainak megállapításáról és a 339/93/EGK rendelet hatályon kívül helyezéséről
- [5] Omron, Gépbiztonsági útmutató 2012/2013
[https://assets.omron.eu/downloads/latest/catalogue/hu/y207_machine_safety_catalogue_hu.pdf]
Hozzáférés dátuma: 2024.10.02.
- [6] [<https://gepek-ce-jelolese.hu/ce-jeloleles-lepesei/3-lepes-megfelelosegertekesi-eljaras-kivalasztasa/>]
Hozzáférés dátuma: 2024.10.15.
- [7] Dr. Földi László, Funkcionális biztonság 13849-x
[https://www.festo.com/media/cms/media/editorial/downloads/safety_downloads/Funkcionlis_biztonsg_ISO_13849_alapok_uni.pdf]
Hozzáférés dátuma: 2024.10.15.
- [8] Sick GmbH, Útmutató a biztonságos gépekhez.
[https://www.sick.com/media/docs/0/00/400/Special_information_Guide_for_Safe_Machinery_hu_IM0062400.PDF]
Hozzáférés dátuma: 2024.10.15.

-
- [9] <https://mtk.bme.hu/anyag/szabvanyositas.ppt>
Hozzáférés dátuma: 2024.09.04. 20:15
- [10] [Mérnöki díjszabás - mérnökvagyok.hu \(mernokvagyok.hu\)](#)
- [11] [\[https://cmsw.hu/gepbiztonsagi-szabvanyok\]](https://cmsw.hu/gepbiztonsagi-szabvanyok)
Hozzáférés dátuma: 2025.10.08.
- [12] [\[https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/elelmiszer-feldolgozas/100376-a-szabvany-hivatkozas-szamaban-lathato-betujelek-jelentese\]](https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/elelmiszer-feldolgozas/100376-a-szabvany-hivatkozas-szamaban-lathato-betujelek-jelentese)
Hozzáférés dátuma: 2024.10.15.
- [13] MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek Biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatsökkentés (ISO 12100:2010)
- [14] MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek Biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei (ISO 13849-1:2015)
- [15] ISO/TR 14121-2:2012 Safety of machinery — Risk assessment — Part 2: Practical guidance and examples of methods
- [16] MSZ EN ISO 13855:2010 Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a=z emberi testrészek közelítési sebességének figyelembevételével (ISO 13855:2010)
- [17] MSZ EN ISO 13857 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére (ISO 13857:2019)
- [18] MSZ EN 619 Folyamatos működésű anyagmozgató berendezések és rendszerek. Egységrakományok mechanikai mozgatóberendezéseinek biztonsági követelményei
- [19] MSZ EN 547-3:1996+A1 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei
- [20] MSZ EN ISO 13854 Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok az emberi testrészek összezúródásának elkerüléséhez (ISO 13854:2017)
- [21] MSZ EN ISO 14122-3 Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 3. rész: Lépcsőfok, lépcsőfokos létrák és védőkorlátok (ISO 14122-3:2016)
- [22] MSZ EN ISO 14122-2 Gépek biztonsága. Gépi berendezések helyhez kötött feljárói. 2. rész: Kezelőállások és kezelőhidak (ISO 14122-1:2016)

-
- [23] MSZ EN ISO 13851:2019 Gépek biztonsága. Kétkezes vezérlőberendezések. A tervezés és kiválasztás elvei. (ISO 13851:2019)

11. Mellékletek

I. Melléklet

SISTEMA riport

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

PR Project name: Szakdolgozat

Project file name:	D:\Szakmémők\Szakdolgozat\Szakdolgozat.ssm
Creation date:	28/09/2024 20:08:58
Project status:	
Project number:	
Project version:	
Authors:	Pollák János Máté
Project managers:	
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	
Version of software:	2.0.8 build 4
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	e71c9176aa592678993a7cff4700952e
Options:	☒ Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) ☐ MTTFD capping for category 4 lower from 2500 to 100 years.
Status:	red
Note:	There are messages with red status listed for this project (or it's subordinate basic elements). These point out either some unaccomplished conditions or inconsistencies.

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 - villamos hajtás leállítása [SF000]	
Required: PLr d	Reached: PL c
PFHD [1/h]: 1,2E-6	Status: red
SF Name: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása [SF001]	
Required: PLr d	Reached: PL c
PFHD [1/h]: 1,2E-6	Status: red
SF Name: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítása [SF002]	
Required: PLr d	Reached: PL c
PFHD [1/h]: 2,3E-6	Status: red
SF Name: Biztonsági lámpedal - Kézi engedélyezés [SF003]	
Required: PLr b	Reached: PL b
PFHD [1/h]: 4,3E-6	Status: yellow

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Identifier of the Safety function:	SF000
Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Érzékelési téren való átnyúlás/áthaladás 27B5,28B5,29B5
Reaction and Behaviour on power failure:	STO (Safe Torque Off) 0. kat. Hajtóelemek energia leválasztása, energiamentes állapot
Safe state:	Energiamentes állapot, nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Mind
Demand rate:	Td = 600 sec
Running-on time:	165 ms
Priority:	NA
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

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

Status / Messages Safety function

Status:	red
---------	-----

Subsystems (1 / 7)

SB Name: F3S-B Safety Light Curtain

Reference designator: 27B5	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	OMRON TechnoGR
Device Identifier:	Safety sensor
Device group:	Safety Light Curtains
Part number:	Revision:
Function:	☒ Input ☐ Output ☐ Logic ☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

F3SJ-B-safety light curtains:

- Hand protection with optical resolution of 25 mm
- Operation range up to 7 m
- Protective height up to 2,065 mm with no dead zone (detection height = sensor height)
- Muting function available
- Series connection up to three sets
- Type 4 sensor complying with EN 61496-1 and up to PLe according EN ISO 13849

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a

PFHD [1/n]: 3,6E-9

Documentation:

PFH was evaluated during development and confirmed during approval

Mission time [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

Cat.:

2

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:

Status / Messages Subsystem

Status:

green

Subsystems (2 / 7)

SB Name: F3S-B Safety Light Curtain

Reference designator: 28B5

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

OMRON TechnoGR

Device Identifier:

Safety sensor

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Device group:	Safety Light Curtains		
Part number:	Revision:		
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown	
Use case:			
Description of the use case:			

Documentation Subsystem

Documentation:	F3SJ-B-safety light curtains: - Hand protection with optical resolution of 25 mm - Operation range up to 7 m - Protective height up to 2,065 mm with no dead zone (detection height = sensor height) - Muting function available - Series connection up to three sets - Type 4 sensor complying with EN 61496-1 and up to PLe according EN ISO 13849
Document:	

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: a	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: a	PFHD [1/n]: 3,6E-9
Documentation:	PFH was evaluated during development and confirmed during approval
Mission time [s]: 20	Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

Cat.:	2
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:	

Status / Messages Subsystem

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

Subsystems (3 / 7)

Name: F3S-B Safety Light Curtain

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Reference designator: 29B5

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: OMRON TechnoGR

Device Identifier: Safety sensor

Device group: Safety Light Curtains

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output

☐ Logic
☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

F3SJ-B-safety light curtains:

- Hand protection with optical resolution of 25 mm
- Operation range up to 7 m
- Protective height up to 2,065 mm with no dead zone (detection height = sensor height)
- Muting function available
- Series connection up to three sets
- Type 4 sensor complying with EN 61496-1 and up to PLe according EN ISO 13849

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a

PFHD [1/n]: 3,6E-9

Documentation:

PFH was evaluated during development and confirmed during approval

Mission time [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

Cat.: 2

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:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (4 / 7)

SB Name: XPSAC

Reference designator: 26K5

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Schneider electric

Device Identifier: XPSAC 5121

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

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

Software 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]

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Requirements of the Category: - 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

Blocks (1 / 1)

BL Name: XPSAC

Reference designator:

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Schneider Electric SE

Device Identifier: XPSAC | Safety modules

Device group: Sicherheitsmodule

Part number: XPSAC

Revision: N/A

Function:

☐ Input

☒ Logic

☐ Output

☐ unknown

Technology:

unknown

Category:

-

Use case:

Logik | CPU | Single | - | -

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

-

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 210,4 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Rate of dangerous failure [FIT]: 542,6

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (5 / 7)

SB Name: Unidrive M700 - STO

Reference designator: 07U1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Control Techniques - A Nidec Company

Device Identifier:

M700

Device group:

Unidrive M

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input

☐ Logic

☒ Output

☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

PL: a	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: a	PFHD [1/h]: 4,2E-11
Documentation:	
Mission time [s]: 20	Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

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:	

Status / Messages Subsystem

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

Subsystems (6 / 7)

SB Name: Unidrive M700 - STO

Reference designator: 08U1	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	Control Techniques - A Nidec Company
Device Identifier:	M700
Device group:	Unidrive M
Part number:	Revision:
Function:	☐ Input ☒ Output ☐ Logic ☐ unknown

Use case:	
Description of the use case:	

Documentation Subsystem

Documentation:	Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.
----------------	---

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Documentation:

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a

PFHD [1/h]: 4,2E-11

Documentation:

Mission time [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

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:

Status / Messages Subsystem

Status:

green

Subsystems (7 / 7)

SB Name: UnidriveSP/Digitax ST - STO

Reference designator: 09U1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input
☒ Output

☐ Logic
☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a

PFHD [1/h]: 3,2E-8

Documentation:

Mission time [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

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:

Status / Messages Subsystem

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Fényfüggöny - villamos hajtás leállítása

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

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

Identifier of the Safety function:	SF001
Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Végálláskapcsoló működtetése, keret túlfutása esetén. 52S5, 52S7
Reaction and Behaviour on power failure:	STO (Safe Torque Off) 0. kat. Hajtóelemek energia leválasztása, energiamentes állapot
Safe state:	Energiamentes állapot, nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Mind
Demand rate:	Td = 28800 sec
Running-on time:	20 ms
Priority:	
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

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

Status / Messages Safety function

Status:	red
---------	-----

Subsystems (1 / 4)

SB Name: Biztonsági végálláskapcsoló	
Reference designator: 52S5, 52S7	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	
Device group:	
Part number:	Revision:
Function:	☒ Input ☐ Output ☐ Logic ☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

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

Software 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

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

BL Name: XCKJ Metall-Endschalter, blaue Farbe

Reference designator:	Inventory number:
<i>Device details Block</i>	
Device Manufacturer:	Schneider Electric SE
Device Identifier:	XCKJ Input devices
Device group:	Eingabegeraete
Part number: XCKJ	Revision: N/A
Function:	☒ Input ☐ Output ☐ Logic ☐ unknown
Technology:	unknown
Category:	-
Use case:	Eingang - - -
Description of the use case:	

Documentation Block

Documentation: -

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 1141552,5 (High)

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

B10D [cycles]: 125000000 nop [cycles/a]: 1095

Nop parameter: Days: 365 Hours: 24 Seconds: 28800

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (2 / 4)

SB Name: Unidrive M700 - STO

Reference designator: 07U1	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	Control Techniques - A Nidec Company
Device Identifier:	M700

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

Device group:	Unidrive M	
Part number:	Revision:	
Function:	☐ Input ☒ Output	☐ Logic ☐ unknown
Use case:		
Description of the use case:		

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: a	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: a	PFHD [1/n]: 4,2E-11
Documentation:	
Mission time [s]: 20	Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

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:	

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (3 / 4)

SB Name: Unidrive M700 - STO

Reference designator: 08U1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Control Techniques - A Nidec Company

Device Identifier: M700

Device group: Unidrive M

Part number:

Revision:

Function: ☐ Input ☒ Output ☐ Logic ☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

PL determination:	requirements of the Category and of the PL)
PL: e	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 4,2E-11
Documentation:	
Mission time [s]: 20	Shortest mission time [s]: 20
Category Subsystem	
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:	
Status / Messages Subsystem	
Status:	green

Subsystems (4 / 4)

SB Name: UnidriveSP/Digitax ST - STO

Reference designator: 09U1	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	
Device group:	
Part number:	Revision:
Function:	☐ Input ☒ Output ☐ Logic ☐ unknown
Use case:	
Description of the use case:	
Documentation Subsystem	
Documentation:	Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági végálláskapcsoló - villamos hajtás leállítása

Documentation: 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination: Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a PFHD [1/n]: 3,2E-8

Documentation:

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

Category Subsystem

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:

Status / Messages Subsystem

Status: green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítás

Identifier of the Safety function:	SF002
Safety function type:	Safety-related stop function initiated by safeguard
Triggering event:	Védőburkolat nyitása
Reaction and Behaviour on power failure:	STO (Safe Torque Off) 0. kat. Hajtóelemek energia leválasztása, energiamentes állapot
Safe state:	Energiamentes állapot, nincs veszélyes mozgás
Operation mode:	Mind
Demand rate:	T = 600 sec
Running-on time:	120 ms
Priority:	NA
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	d
Severity of injury (S): False	Serious (normally irreversible) injury or death
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: c	PFHD [1/h]: 2,3E-6
---------------	--------------------

Status / Messages Safety function

Status:	red
---------	-----

Subsystems (1 / 5)

SB Name: Reteszelőberendezés

Reference designator: 26S1	Inventory number:
Device details Subsystem	
Device Manufacturer:	Schneider Electric
Device Identifier:	XCS-PA791
Device group:	
Part number:	Revision:
Function:	☒ Input ☐ Output ☐ Logic ☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítás

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

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

Software 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

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítás

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

BL Name: XCSA, XCSB, XCSC, XCSMP, XCSPA, XCSTA Verriegelungsschalter

Reference designator:

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Schneider Electric SE

Device Identifier: XCSA/B/C/MP/PA/TA | Input devices

Device group: Eingabegeraete

Part number: XCSA, XCSB, XCSC, XCSMP, XCSPA, XCSTA Revision: N/A

Function:

☒ Input
☐ Output

☐ Logic
☐ unknown

Technology:

unknown

Category:

-

Use case:

Eingang | - | - | -

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

-

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 951,3 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 5000000

nop [cycles/a]: 52560

Nop parameter:

Days: 365

Hours: 24

Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

Subsystems (2 / 5)

SB Name: XPSAC

Reference designator: 26K5

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Schneider Electric

Device Identifier: XPSAC

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítás

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Software 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 [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítása

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

BL Name: XPSAC

Reference designator:

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Schneider Electric SE

Device Identifier: XPSAC | Safety modules

Device group: Sicherheitsmodule

Part number: XPSAC

Revision: N/A

Function:

☐ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

Technology:

unknown

Category:

-

Use case:

Logik | CPU | Single | - | -

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

-

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 210,4 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Rate of dangerous failure [FIT]: 542,6

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (3 / 5)

SB Name: Unidrive M700 - STO

Reference designator: 07U1

Inventory number:

Device details Subsystem

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítása

Device Manufacturer:	Control Techniques - A Nidec Company	
Device Identifier:	M700	
Device group:	Unidrive M	
Part number:	Revision:	
Function:	☐ Input ☒ Output	☐ Logic ☐ unknown
Use case:		
Description of the use case:		

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:	Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)
PL: a	Software suitable up to PL: n.a.
Reached PL: a	PFHD [1/h]: 4,2E-11
Documentation:	
Mission time [s]: 20	Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

Cat:	4
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	Since the category is given by the manufacturer he is responsible to

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítása

Requirements of the Category: satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (4 / 5)

SB Name: Unidrive M700 - STO

Reference designator: 08U1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: Control Techniques - A Nidec Company

Device Identifier: M700

Device group: Unidrive M

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input

☒ Output

☐ Logic

☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítás

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.s.

Reached PL: e PFHD [1/h]: 4,2E-11

Documentation:

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

Category Subsystem

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:

Status / Messages Subsystem

Status: green

Subsystems (5 / 5)

SB Name: UnidriveSP/Digitax ST - STO

Reference designator: 09U1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function: ☐ Input ☒ Output ☐ Logic ☐ unknown

Use case:

Description of the use case:

Documentation Subsystem

Documentation: Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Reteszelt védőburkolat - Villamos hajtás leállítás

Documentation:

value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a

PFHD [1/h]: 3,2E-8

Documentation:

Mission time [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

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:

Status / Messages Subsystem

Status:

green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági lábpedál - Kézi engedélyezés

Identifier of the Safety function:	SF003
Safety function type:	Hold-to-run function
Triggering event:	Biztonsági lábpedál működtetése
Reaction and Behaviour on power failure:	STO (Safe Torque Off) 0. kat. Hajtóelemek energia leválasztása, energiamentes állapot
Safe state:	Folyamatos, egyenletes működtetés esetén ad mozgásparancsot.
Operation mode:	Mind
Demand rate:	T=600 s
Running-on time:	20 ms
Priority:	NA
Documentation:	
Document:	

Required Performance Level Safety function

PLr (by risk graph):	b
Severity of injury (S): True	Slight (normally reversible) injury
Frequency / exposure times to hazard (F):	Frequent to continuous / exposure time is long
Possibility of avoiding (P):	Possible under specific conditions
Risk graph:	

Documentation:	
Document:	

Performance Level Safety function

Reached PL: b	PFHD [1/yr]: 4,3E-6
---------------	---------------------

Status / Messages Safety function

Status:	yellow
---------	--------

Subsystems (1 / 2)

SB Name: Biztonsági lábpedál

Reference designator: 53S3	Inventory number:
<i>Device details Subsystem</i>	
Device Manufacturer:	
Device Identifier:	Schmersal
Device group:	GFS 2S DÖ VD
Part number:	Revision:
Function:	☒ Input ☐ Output ☐ Logic ☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági lábpedál - Kézi engedélyezés

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

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

Software 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: b PFHD [1/h]: 4,2E-6

Documentation:

Category Subsystem

Cat.: B

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category:

- Accordance with relevant standards to withstand the expected influences. [fulfilled]
- Basic safety principles are being used. [fulfilled]
- MTTFD is at least Low or Medium. [fulfilled]

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 38,1 (High)

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

Status / Messages Subsystem

Status: yellow

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági lábpedál - Kézi engedélyezés

MTTFD [a]: 38,1

Blocks (1 / 1)

BL Name: Safety foot switch

Reference designator: 73K7

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Schmersal

Device group:

GFS 2S DÖ VD

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input

☐ Logic

☐ Output

☐ unknown

Technology:

electromechanic

Category:

-

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 38,1 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 200000

nop [cycles/a]: 52560

Nop parameter:

Days: 365

Hours: 24

Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

yellow

Subsystems (2 / 2)

SB Name: UnidriveSP/Digitax ST - STO

Reference designator: 09U1

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági lámpedal - Kézi engedélyezés

Function:

☐ Input

☐ Logic

☒ Output

☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Control Techniques Safe Torque Off function achieves its high MTTFD by using a single channel "fail safe" interface where no single component failure and no combinations of two component failures result in a loss of the safety function. It does not rely on the use of two channels with diagnostic functions to detect potentially dangerous faults, but instead is designed to ensure that such faults are extremely unlikely. Therefore strictly there is no Diagnostic Coverage. Where a value for DC is demanded then Control Techniques suggests that a value of 99% be used for DC, which is the highest value available in EN ISO 13849-1:2008. This is based on the fact that when considering single component failures the Safe Failure Fraction is 100%, which gives the equivalent of a DC of 100%.

Important note regarding the protection of the STO electrical circuit

Since this is a single channel input, measures must be taken to prevent the input from being inadvertently energised by a wiring fault. According to the fault exclusions listed in EN ISO 13849-2:2008, this may be achieved by using a screened (shielded) wire for the STO input, with the screen connected to ground. Alternatively the wires may be segregated from all other wires in a separate physical housing.

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Enter PL/PFHD directly (manufacturer ensures compliance with the requirements of the Category and of the PL)

PL: a

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: a

PFHD [1/h]: 3,2E-8

Documentation:

Mission time [s]: 20

Shortest mission time [s]: 20

Category Subsystem

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:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 Report date: 2024. 10. 26. Checksum: e71c9176aa592678993a7cff4700952e

SF Safety function: Biztonsági lábpedál - Kézi engedélyezés

Status / Messages Subsystem

Status: green

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



Project name: Szakdolgozat

File date: 26/10/2024 11:57:50 **Report date:** 2024. 10. 26. **Checksum:** e71c9176aa592678993a7cff4700952e

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)