SZAKDOLGOZAT

Köteles Zsolt
Ipari gépek biztonsága szakmérnök

Gödöllő
2024

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

ROBOTCELLA VEZÉRLŐRENDSZERÉNEK MEGFELELŐSÉG ELLENŐRZÉSE

Belső konzulens:	Dr. Földi László József
	Egyetemi docens
Külső konzulens:	Schmidt Tamás Gáspár
	Villamosmérnök
Készítette:	**Köteles Zsolt**
	IM7D4I
	Levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet GÈTI - Mechatronika

Gödöllő
2024

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

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

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Köteles Zsolt (IM7D4I)

részére

A szakdolgozat címe:

ROBOTCELLA VEZÉRLŐRENDSZERÉNEK MEGFELELŐSÉG ELLENŐRZÉSE

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutatás, Szakirodalom feldolgozása, Tesztelő robotcella vezérlőrendszerének megfelelőség ellenőrzése, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Schmidt Tamás Gáspár, villamos tervezö,* thyssenkrupp Automation Engineering GmbH. Mo-i Fióktelepe, Györ

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

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom		**Átvettem**
(tanszékvezető)	(szakfelelős)	(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.

(külső konzulens)

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

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

Tartalom

1. Bevezetés

Dolgozatomban bemutatom egy németországi autógyártó konszern részére cégünk által tervezett és gyártott robotcella vezérlőrendszerének biztonsági értékelését.

1.1. Cég bemutatása

Szakdolgozatom alkalmával bemutatott és vizsgált robotcellát a thyssenkrupp Automation Engineering GmbH. Magyarországi Fióktelepén, a győri telephelyünkön terveztük és installáltuk.

A thyssenkrupp Automation Engineering GmbH teljes gyártósorok, egyedi gépek és ipari robotcellák tervezésére és gyártására specializálódott az autóipar, főként a nagy autógyártók számára. Megoldásainkat elsősorban személygépjárművek belsőégésű motorjainak és elektromos erőátviteli rendszereinek gyártási folyamatainál alkalmazzák, de jelen vagyunk a teherautók motorgyáraiban is.

1.2. Célkitűzés

Szakdolgozatom célja a dolgozat témájául szolgáló robotcella vezérlőrendszerének biztonsággal kapcsolatos részeinek validálása, felülvizsgálata egyebek mellett a SISTEMA program segítségével. Ezen célkitűzés keretében elengedhetetlen, hogy a gép megfeleljen a jelenleg érvényes jogi követelményeknek, így a dolgozatomban részletesen bemutatom a vonatkozó előírásokat és azok gyakorlati alkalmazását. Külön hangsúlyt fektetek a vezérlőrendszerre vonatkozó biztonsági követelményekre, hiszen ezek kulcsfontosságúak a rendszer integritásának és megbízhatóságának biztosításában.

A dolgozat további részében szisztematikusan elemzem a robotcella és a vezérlőrendszer biztonsági szempontból releváns elemeit, beleértve a robot vezérlőrendszerének biztonsági értékelését (SISTEMA) és ellenőrzési tervét is. Az értékelés során szükség esetén javaslatot teszek a nem megfelelőség kiküszöbölésére irányuló intézkedésekre, hogy a rendszert maximálisan biztonságossá és megbízhatóvá tegyük a gyártási folyamat során.

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

2. Szakirodalom feldolgozása

Ebben a fejezetben foglalkozok a gépek biztonságával, azok kialakítási elveit taglaló szabvánnyal, továbbá a vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részeire vonatkozó előírásokkal, illetve a robotok vezérlőrendszereire vonatkozó követelményrendszereket is ismertetem. A megfelelő, idevonatkozó szabványokat figyelembe véve röviden bemutatom azok illeszkedését a hazai jogszabályi keretrendszerbe. Ezen gondolatmeneten keresztül pedig az általam választott témát kívánom bemutatni.

2.1. ISO 12100 szabvány - A kialakítás általános elvei, kockázatértékelés és kockázatcsökkentés

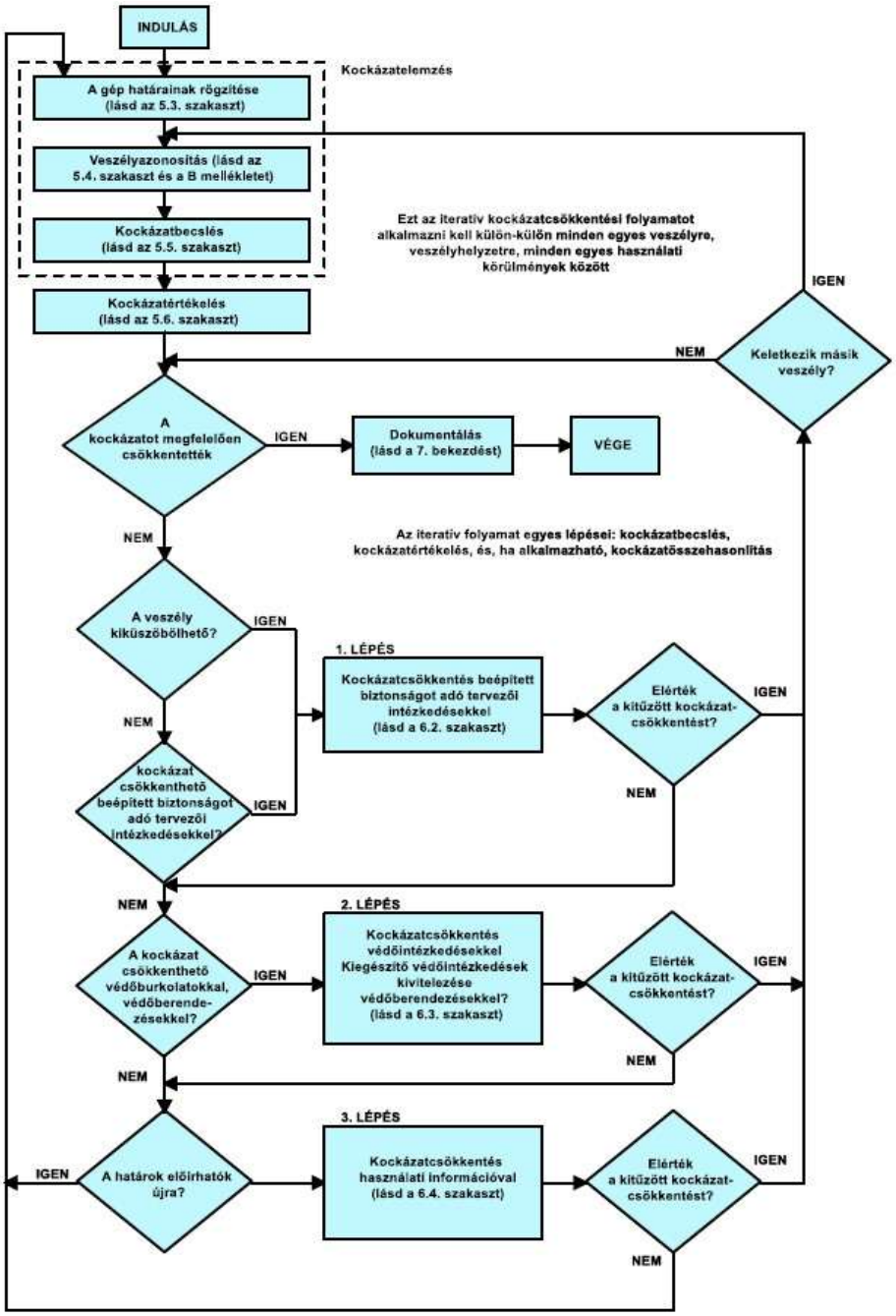
A gépek biztonsága alapvető jelentőséggel bír az ipari környezetben, mivel a gépek üzemeltetése során kockázatok merülhetnek fel, amelyek közvetlenül befolyásolják a munkavállalók és a környezet biztonságát. Az EN ISO 12100 szabvány, mint „A típusú” szabvány, részletes útmutatást nyújt a gépek tervezéséhez és a biztonsági intézkedések alkalmazásához, amelyek a kockázatok azonosítására és csökkentésére irányulnak.

A biztonság elérését egy iteratív háromlépéses módszer logikája alapján írja le, amelynek lényege, hogy a feltárt kockázatokat első lépésben a megfelelő tervezési elvek alkalmazásával kell csökkenteni, lehetőleg az azonosított veszélyek kizárásával. Következő lépésként a megmaradt kockázatokra műszaki védőintézkedéseket kell hozni védőberendezések, biztonsági funkciók megfelelő kiválasztásával, kialakításával és alkalmazásával, majd az ezt követően is fennmaradó kockázatokról információt kell szolgáltatni a felhasználó részére. [1] Jól mutatja ezt az 1. ábra.

Ezen stratégia alkalmas a gép teljes életciklusának lefedésére. Három fő lépésben szükséges a gépre vonatkozó veszélyelemzési és kockázatcsökkentési intézkedéseket megtenni, melyek az alábbika:

- Tervezési fázisban kiküszöbölni a veszélyeket, csökkenteni a kockázatot – tervező által
- Kockázatcsökkentés kiegészítő védőintézkedéssel, megfelelő műszaki védelemmel

- Használati információk megadásával csökkenteni az esetleges fennmaradó kockázatot



1. ábra
Kockázatcsökkentés lépéseinek logikai ábrája [2]

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

2.2. 2006/42/EK - Gépdirektíva

Alapvető feltétele egy termék forgalomba hozatalának, hogy az adott kategóriára vonatkozó összes jogszabályban lefektetett egészségvédelmi és biztonsági követelményeknek megfeleljen. A 2006/42/EK Irányelv, más néven Machinery Directive (továbbiakban Gépdirektíva) a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról szól. Alapkövetelményeket fogalmaz meg a vezérlőrendszerekkel szemben, melyek irányt mutatnak konkrét műszaki tartalom nélkül.

Szakdolgozatom témájaként szolgáló robotcella megfelel a 2006/42/EK irányelv által meghatározott „gép" fogalmának, így CE jelölési kötelezettséggel jár. Ami azt jelenti, hogy mind a hazai, mind pedig az Európai Uniós jogszabályok alapvető egészségügyi és biztonsági követelményeinek meg kell felelnie. Ezért különös figyelmet fordítok az értékelés során a direktíva 1. számú mellékletében található vezérlőrendszerekre vonatkozó bekezdésre.

„A vezérlőrendszereket úgy kell megtervezni és gyártani, hogy a veszélyes helyzetek kialakulása megakadályozható legyen. Mindenekelőtt úgy kell ezeket megtervezni és gyártani, hogy:

- álljanak ellen a tervezett működési behatásoknak és külső hatásoknak,
- a vezérlőrendszer hardverének vagy szoftverének meghibásodása ne vezessen veszélyes helyzethez,
- a vezérlőrendszer logikájának hibái ne vezessenek veszélyes helyzetekhez,
- a működés közbeni észszerűen előrelátható emberi hiba ne vezessen veszélyes helyzetekhez.

Különös figyelmet kell fordítani az alábbiakra:

- a gép nem indulhat el váratlanul,
- a gép paraméterei nem változhatnak irányítatlanul, ha ilyen változás veszélyes helyzetekhez vezethet,
- a gépet ne lehessen megakadályozni a leállásban, ha a leállítási parancsot kiadták,
- a gép mozgó alkatrésze vagy gép által tartott darab nem eshet le vagy dobódhat ki,
- lehetővé kell tenni minden mozgó rész automatikus vagy kézi megállítását,

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

- a védőberendezések maradjanak teljesen működőképesek vagy adjanak parancsot a leállásra,
- a vezérlőrendszer biztonsági részei összehangoltan vezéreljék a gép és/vagy részben kész gép teljes szerelékét.

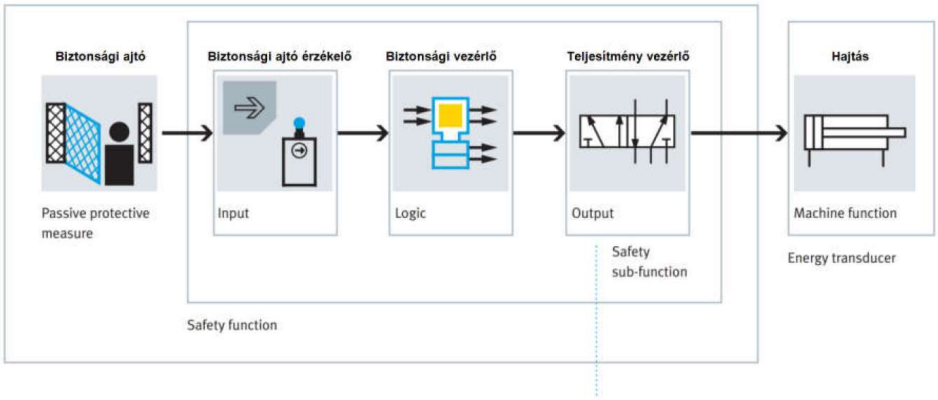
Kábel nélküli vezérlésnél automatikus leállási parancsot kell adni, ha a megfelelő vezérlési jelek nem érkeznek be, beleértve a kommunikáció elvesztését is." [3]

2.3. ISO 13849-1 - Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei

Az ISO 13849-x szabványcsalád és az IEC 62061 szabványa vezérlőrendszerek biztonságával foglalkozik. Az ISO 13849-x szabványcsalád útmutatást ad a vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részeinek (továbbiakban: SRP/CS) kiépítésére, valamint a szoftverek kialakítására is. Azokat a jellemzőket írja elő, amelyek a biztonsági funkciók végrehajtására vonatkozó megkövetelt teljesítményszintet foglalják magukban. Ezen szabványcsalád elektromos, pneumatikus, hidraulikus, mechanikus rendszereket tartalmazó, illetve alkalmazó berendezések vezérléseivel foglalkozik. Tehát komplexebb, mint a csupán elektromos vezérléseket tárgyaló és arra korlátozódó IEC 62061 szabvány.

A biztonsági elemeket, mint például az érzékelőket, teljesítményvezérlőket és munkavégző elemeket a szükséges biztonsági szinteknek és funkcióknak megfelelően kell kijelölni. Fontos, hogy a vezérléseket oly módon szükséges kialakítani, hogy elkerülhetőek legyenek a veszélyes helyzetek, illetve a gépet vagy berendezést csak egy erre a célra kialakított vezérlőkészülék szándékos működtetésével lehessen elindítani. [4]

ISO 12100 szerint megfogalmazva a biztonsági funkció (safety function) olyan funkciója a gépnek, amely meghibásodása közvetlen növekedését eredményezheti a kockázatnak, kockázatoknak. Az 2. ábra segítségével könnyebben értelmezhető a biztonsági funkció fogalma. Az ábrán egy pneumatikus hajtás blokkvázlata található, mely potenciális veszélyes. Ezt a veszélyforrást a tervezés fázisában, a kockázatelemzés során beazonosítottuk, mely szerint védőintézkedésre van szükségünk. A pneumatikus hajtómű veszélyes hajtását kell megállítanunk, amit vezérléstechnikai elemekkel (SRP/CS) tudunk kivitelezni. A blokkvázlat szerint ennél a konkrét példánál az alábbi elemek alkalmazásával tudjuk megvalósítani a szükséges védőintézkedést:



2. ábra
Általános biztonsági funkció [5]

- ***INPUT*** – a biztonsági ajtó kinyitását érzékeli egy biztonsági kapcsoló, érzékelő
- ***LOGIKA*** – programozott logikával rendelkező biztonsági vezérlő (szelepet vezérli)
- ***OUTPUT*** – teljesítményvezérlő szelep (veszélyes mozgást állítja meg)

Leggyakoribb biztonsági funkciók:

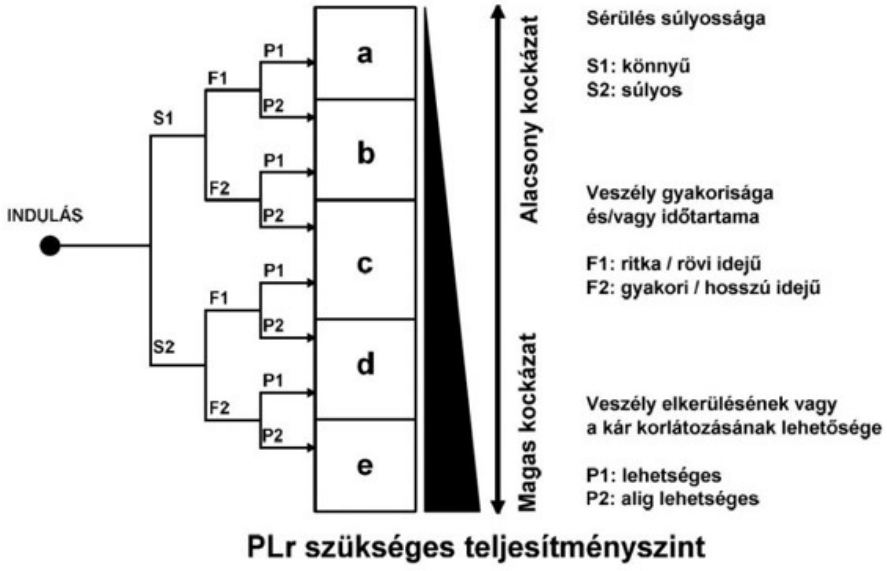
- Biztonsági berendezéssel kezdeményezett, biztonsággal összefüggö leállítás
- Kézi visszaállítás funkció
- Indítás / újraindítás funkció
- Helyi vezérlés funkció
- Bénítás / Muting funkció
- Önmüködö visszakapcsolás funkció
- Összehangoló berendezés funkció
- Váratlan indulás/indítás megelőzése
- Beszorult személyek kiszabadítása és mentése
- Leválasztás és energialevezetés funkció
- Vezérlési mód és módválasztás
- Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő különféle részei közötti kölcsönhatás
- Biztonsággal összefüggő bemeneti értékek paraméterezésének ellenőrzése/monitorozása
- Vészleállítás funkció

2.3.1. Teljesítményszint és szükséges teljesítményszint

A kockázatértékelési eljárás során (ISO 13849-1 és IEC 62061 szabványok alkalmazásával) határozzuk meg a szükséges biztonsági szintet. Minden eljárás alkalmával az alábbi három fő és alapvető paraméter segítségével tudjuk meghatározni:

- a lehetséges sérülés / egészségkárosodás súlyossága
- veszélynek való kitettség gyakorisága és/vagy időtartama
- veszély elkerülésének lehetősége

Meg kell határozni továbbá minden egyes biztonsági funkcióra a megkövetelt teljesítményszintet (*PLr, requried performance level*) és a jellemzőket és dokumentálni is kell azokat a biztonsági követelmények előírásában. A teljesítményszint meghatározását egy ötfokú skála segítségével tudjuk elérni (3. ábra**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), mely azért fontos, hogy minden egyes biztonsági funkció esetén elérjék a megkövetelt kockázatcsökkentést.



3. ábra
Szükséges teljesítményszint meghatározása kockázati gráffal [1]

Tehát az ISO 13849-1 szabvány szerint a teljesítményszintek az óránkénti veszélyes meghibásodások valószínűségének (PFH_D) szempontjából vannak meghatározva. A legkisebb PL a-tól a legmagasabb PL e-ig terjedő tartományig öt teljesítményszintet állapítottak meg.

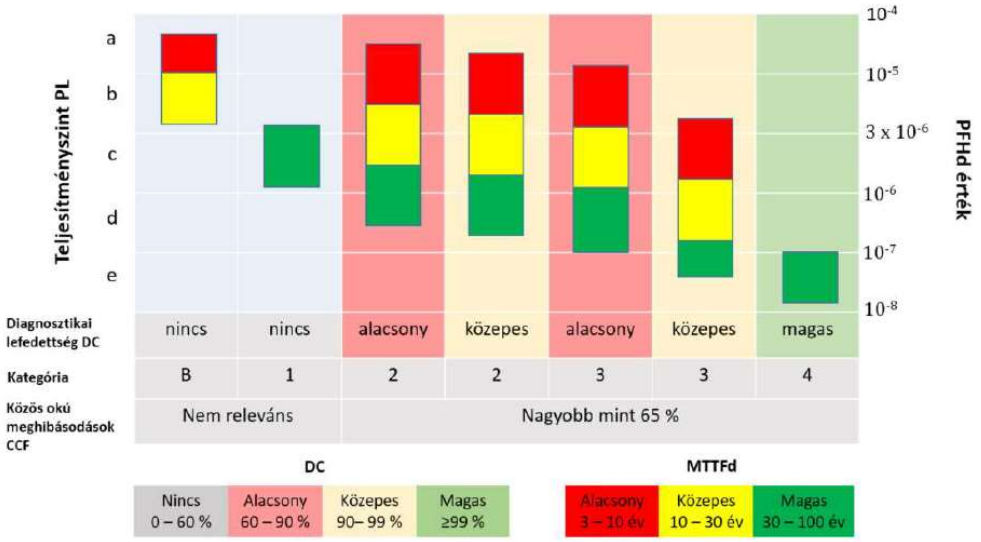
PL	Az óránkénti veszélyes meghibásodások átlagos valószínűsége (PFH_D) 1/h
a	$\geq 10^{-5} - < 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6} - < 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6} - < 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7} - < 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8} - < 10^{-7}$

1. táblázat
A teljesítményszint az óránkénti veszélyes meghibásodások átlagos valószínűsége alapján [6]

A biztonsági funkciók alrendszerekből épülnek fel, melyek biztonsági szintje (PL) a különböző biztonságtechnikai jellemzőtől függ. Ezen a jellemzőket az alább található alfejezetekben részletezem is.

2.3.2. Alrendszer PL értékének meghatározása

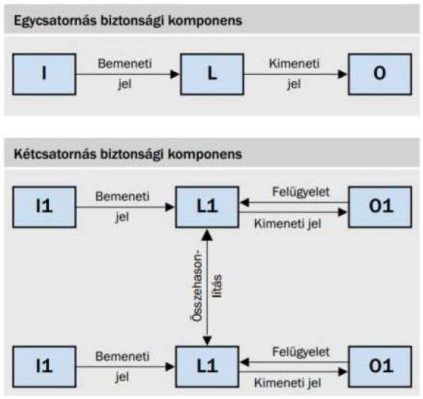
E mögött az eljárás mögött összetett, ám a felhasználó számára észrevehetetlen matematikai modell húzódik. A pragmatikus megközelítés biztosítása érdekében a kategória, MTTFd és DC paraméter előre definiálva van. Példa a d teljesítményszint elérésére: a „d” teljesítményszint pl. kétcsatornás vezérléssel (3-as kategória) valósítható meg. Ez vagy jó alkatrészminőséggel (MTTFd = közepes) érhető el, ha szinte az összes hibát fel kell ismerni (DC = közepes), vagy pedig nagyon jó alkatrészminőséggel (MTTFd = magas), ha sok hibát kell felismerni (DC = alacsony). [1]



4. ábra
A teljesítményszint és a vezérlési kategória, MTTFd, DC és CCF közötti összefüggés [7]

2.3.3. Struktúra vagy kategória (CAT category)

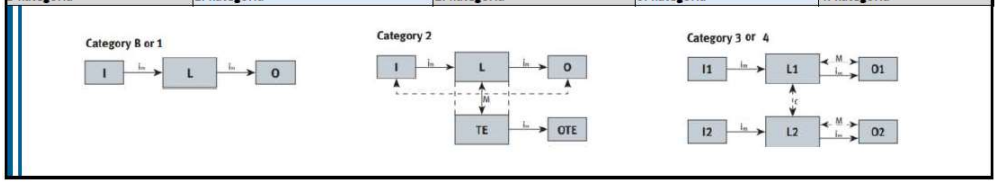
Annak érdekében, hogy a biztonsági komponens hibaérzékenységét redukálni tudjuk, szükség van a biztonságtechnikai funkciók több csatornán és párhuzamosan történő végrehajtására. A gépbiztonság területén a kétcsatornás biztonsági komponensek terjedtek el (lásd az alábbi ábrát). A két különböző kialakítású biztonsági csatorna mindegyike alkalmas külön-külön is a veszélyes állapot leállítására.



5. ábra
Egy- és kétcsatornás biztonsági körök [7]

Vezérlési kategóriák:

- Egy csatornás ellenőrzés nélkül (CAT „B” és CAT „1”)
- Egy csatornás ellenőrzéssel (CAT „2”)
- Kétcsatornás alacsony szintű ellenőrzéssel (CAT „3”)
- Kétcsatornás magas szintű ellenőrzéssel (CAT „4”)

<table>
<tr><td colspan="5">Az alapvető biztonsági elveket be kell tartani (ISO 13849-1 Pt. 6.2.3/ISO 13849-2 Tab. A 1/B.1/ C.1/ D.1)</td></tr>
<tr><td colspan="5">A külső hatásoknak megfelelő méretezés(ISO 13849-1, 6.2.3 pont)</td></tr>
<tr><td>1 csatorna
0 hibabiztonság
(ISO 13849-1Pt. 6.2.3)</td><td colspan="4">A jól bevált biztonsági elveket be kell tartani(ISO 13849-2 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.7; ISO 13849-2 Tab. A.2/B.2/C.2/D.2)</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">1 csatorna
Jól bevált alkatrészek(ISO 13849-1 Pt. 6.2.4;ISO 13849-2 tab. A.3/D.3)
0 hibabiztonság (ISO 13849-1, 6.2.4 pont)
Az alapvető és jól bevált biztonsági elvek betartása. Megfelelő szabványoknak való megfelelés.
Bizonyítottan használatban lévő komponensek. Már használt hasonló alkalmazásokban (lásd ISO 13849-2 B.4)</td><td>1 csatorna
A vizsgálati arány ≤1/100-a vagy a biztonsági funkció kérésére azonnali vizsgálat, vagy a követelmény aránya ≤1/25 az arány PFH D * 1.1 használata esetén (ISO 13849-1, 4.5.4, 6.2.5 és megjegyzés a K.1 táblázatban)
0 hibabiztonság a tesztfázisok között</td><td>2 csatorna
(ISO 13849-1, 6.2.6. pont)
Néhány, de nem minden hibát észlel a biztonsági funkció következő kérése előtt vagy közben.
1 hibabiztonság Az észleletlen hibák felhalmozódása a biztonsági funkció elvesztését eredményezheti.</td><td>2 csatorna
(ISO 13849-1, 6.2.7. pont)
Minden hibát észlelni kell a biztonsági funkció következő kérése előtt vagy közben.
≥ 1 hibabiztonság</td></tr>
<tr><td>B kategória</td><td colspan="2">1. kategória</td><td>2. kategória</td><td>3. kategória</td><td>4. kategória</td></tr>
<tr><td colspan="5"> 
</td></tr>
</table>

6. ábra
Az egyes kategóriák és azok tulajdonságai [7]

2.3.4. A komponensek, ill. készülékek megbízhatósága

Kiemelt fontossággal bír a biztonsági komponensek használata, mivel minden egyes biztonsági komponens meghibásodása zavart okozhat a gyártási, működési folyamatban. Amennyiben a megbízhatósági szint növekszik, akkor a veszélyes meghibásodás valószínűsége csökken. Elektromechanikus és pneumatikus alkatrészek esetében ezeket, az élettartam során bekövetkező, véletlenszerű meghibásodás mértékére vonatkozó értéket B10 értéknek nevezzük. A B10 a kapcsolási ciklusok azon számát adja meg, amely után a komponensek 10%-a meghibásodik. A B10d érték viszont azt az értéket jeleníti meg, ami megmutatja számunkra, hogy hány kapcsolási ciklus elteltével hibásodik meg veszélyesen (dangerous) az adott komponens. A komponensek ezen jellemzőjét a gyártó szokta megadni, amennyiben nem adja meg, akkor a B10d = 2 x B10 összefüggést kell alkalmaznunk.

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

2.3.5. Átlagos idő a veszélyes meghibásodás kialakulásáig (MTTFd)

Az MTTF (Mean Time To Failure) egy rövidítés, mely egy elméleti értéket határoz meg. Nevezetesen az átlagos időt a komponens meghibásodásáig. Viszont az ISO 13849-1 szabvány csupán a veszélyes meghibásodásokkal foglalkozik, azaz azt a veszélyes meghibásodást veszi figyelembe, mely a biztonsági funkció meghibásodásához vezet (MTTFd – „d" jelzés a veszélyes (dangerous) jelzőre utal). Ez az MTTFd érték szintén egy elméleti érték, mely a komponens élettartama alatti, annak veszélyes meghibásodásának valószínűségét fejezi ki. Alapszabályként tekinthető, hogy pneumatikus és elektromechanikus komponensek esetén a B10 értékből kiindulva tudjuk meghatározni.

Az alábbi tartományokba sorolja az ISO 13849-1 szabvány az MTTFd értékeket:

Megnevezés	Tartomány
Alacsony	3 év ≤ MTTFd < 10 év
Közepes	10 év ≤ MTTFd < 30 év
magas	30 év ≤ MTTFd < 100 év

7. ábra
Az MTTFd értékek tartománya ISO 13849-1 szerint

2.3.6. Diagnosztika a hibafelismeréshez (DC)

Némely hibák felderíthetők diagnosztikai intézkedéssel, mint például a kölcsönös felügyelet, az áram- és feszültségfelügyelet vagy a rövid idejű működési tesztek. Viszont nem minden hiba ismerhető fel, ezért hibamód és hatáselemzést szükséges végezni (FMEA). Összetett kialakítás esetén a szabványokban előírt intézkedések és tapasztalati értékek nyújtanak segítséget.

A diagnosztikai lefedettségi ráta (DC – Diagnostic Coverage) a veszélyes hibák felismerési képességének mértéke. Az ISO 13849-1 szabvány intézkedésekre tesz javaslatot az FMEA helyett és mennyiségileg fejezi ki a diagnosztikai lefedettségi rátát. Ezt a szabvány különböző tartományokba sorolja be. A diagnosztikai lefedettség a diagnosztikával feltárható veszélyes meghibásodások viszonyítva az összes veszélyes meghibásodáshoz [%]. [4]

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

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

8. ábra
Diagnosztikai lefedettségi ráta [6]

2.4. Robotok vezérlőrendszereire vonatkozó követelmények ISO 10218-2

Az MSZ EN ISO 10218-x szabványcsalád a robotok és robotszerkezetek, valamint az ipari robotok biztonsági követelményeit tárgyalja. Így ezt a „C" típusú szabványcsaládot kifejezetten alkalmaznunk kell a megnevezett robotcella esetében.

Az ipari robotrendszer (*industrial robot system*) nem más, mint egy integrált gyártórendszer egy vagy több robottal kiegészítve. Erre vonatkozik az MSZ EN ISO 10218-2 „C" típusú szabvány.

A biztonsággal összefüggő vezérlőrendszer-teljesítményt úgy kell megtervezni ipari robotok, robotrendszerek esetében, hogy minimálisan az MSZ EN ISO 13849-1 szerint 3. kategóriának megfelelő PL=d-nek feleljen meg. Lehetőség van MSZ EN IEC 62061-ben leírtak szerinti SIL értékekre is „átfordítani", mely SIL2-nek felelne meg 1-es hardverhibatűrés-határral, de iparban jellemzően a *Performance Level* értéket alkalmazzuk. Ettől a teljesítményszinttől lehetőségünk van eltérni, mint tudjuk a szabvány csupán iránymutatást ad. Dönthetünk úgy, hogy ettől szigorúbb követelményrendszert állítunk föl. Illetve dönthetünk úgy is, hogy nem szükséges a CAT 3 / Plr=d, elegendő ettől „lazább" követelményrendszert kialakítani, viszont ebben az esetben meg kell tudnunk indokolnunk, hogy megfelelő döntést hoztunk. Ebben az esetben kerül előtérbe a kockázatfelmérés szerepe, hiszen az átfogó vizsgálat eredményei és a tervezett alkalmazás alapján tudjuk megállapítani, hogy az adott alkalmazáshoz milyen biztonsággal összefüggő vezérlőrendszer-teljesítmény indokolt. A megfelelő korlátozásokat és óvintézkedéseket az érintett berendezéshez mellékelt használati útmutatónak tartalmaznia kell. [8]

A biztonsággal összefüggő vezérlőrendszernek bármely hibája esetén az MSZ EN 60204-1 szerinti 0. vagy 1. kategóriát kell eredményeznie. [9]

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

2.5. SISTEMA

A német munkabiztonsági és egészségvédelmi intézet (IFA) gondozásában készült egy ingyenesen letölthető szoftver, a SISTEMA (Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications), mely segítséget nyújt a tervezés, vagy fejlesztés alatt álló gép ISO 13849 szabvány szerinti kockázati és biztonsági besorolásában. A SISTEMA szoftver segítségével könnyen elkészíthetők a szabvány szerinti kockázati számítások. A program az előzőekben említett EN ISO 12100-ra, valamint az EN ISO 13849-1/2 szabványra épül. Ezért a program megfelelő használatához, illetve a korrekt dokumentációk készítéséhez ezen szabványok ismerete nélkülözhetetlen. [10]

A SISTEMA program segítségével az ISO 13849-es szabvány használatát tudjuk megkönnyíteni. Könnyen definiálhatóak benne a különböző vezérlési kategóriák, a biztonsági funkciók, azok elemei és biztonsági szempontból releváns paraméterei. Az IFA honlapjáról letölthető gyártói adatbázisok tovább könnyítik a program használatát.

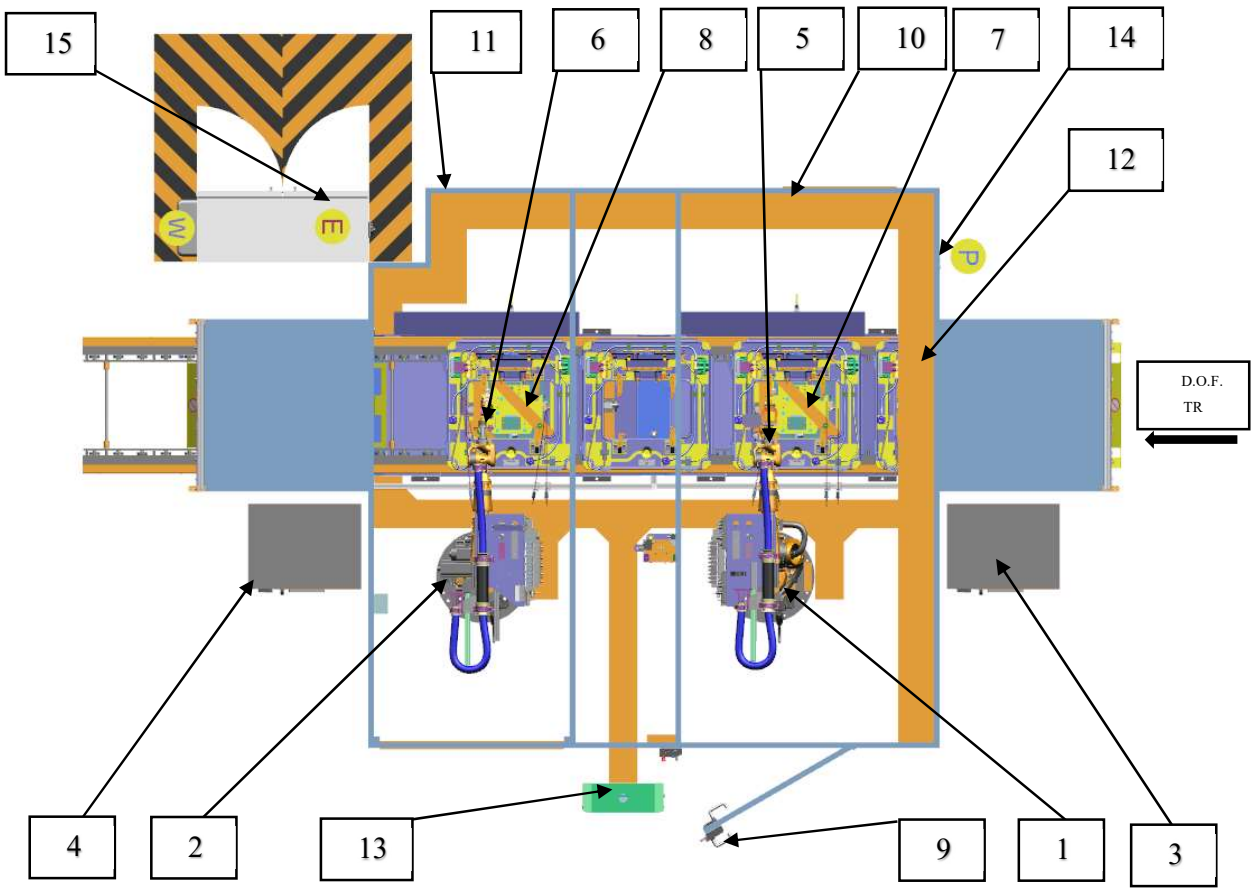
Általunk megadott információk és a gyártói adatok alapján elvégzi a szükséges számításokat és kiértékeli a biztonsági funkciókat a szabványnak megfelelően. Az eredményeket riport formájában dokumentálhatjuk.

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

3. Adapterfelhelyező robotcella bemutatása

3.1. Robotcella bemutatása

A robotcella egy személyautókba szánt elektromos erőforrást előállító gyártósoron található. A tárgyalt automata állomás tartalmaz két *KUKA KR22* típusú robotot, melyet általunk tervezett egyedi megfogókkal egészítettünk ki. Ezek a megfogók lehetővé teszik a speciális csatlakozóadapterek megfogását és biztos felhelyezését az elektromotorok megfelelő csatlakozási pontjaira. Ahhoz, hogy megfelelően pozícionáljuk a motort, egy-egy palettakiemelő-indexáló egységet is integráltunk az állomáson belül a gyártósorra. Tárgyreflexiós szenzorok segítségével pedig lekérdezzük, visszaellenőrizzük az adapterek meglétét. A 9. ábra alapján a főbb egységeket mutatom be.



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

9. ábra
Adapterfelhelyező robotcella

Pozíció	***Megnevezés***	***Funkció rövid leírása***
1	Robot 1	Elektromos adapter felhelyezését végzi (KUKA KR22)
2	Robot 2	Hűtőközeg-adapter felhelyezését végzi (KUKA KR22)
3	Robotvezérlő 1	Robot 1 vezérlése (KUKA KR C4)
4	Robotvezérlő 2	Robot 2 vezérlése (KUKA KR C4)
5	Megfogó – Elektromos adapter	Az elektromos csatlakozóadaptereket fogja meg /helyezi fel az erőforrásra
6	Megfogó – Hűtőközeg-adapter	Az hűtőközeg csatlakozóadaptereket fogja meg /helyezi fel az erőforrásra
7	Indexáló-kiemelő egység 1	A munkadarabot szállító palettát indexálja és elemeli a sorról annak érdekében, hogy a pozícionálás minél pontosabb legyen
8	Indexáló-kiemelő egység 2	A munkadarabot szállító palettát indexálja és elemeli a sorról annak érdekében, hogy a pozícionálás minél pontosabb legyen
9	Védőajtó ajtózárral ellátva	Veszélyes térhez való hozzáférést feltételesen lehetővé tevő védőintézkedés, EUCHNER (MBG-L1HB-PNA-R) ajtózárral ellátva
10	Eltávolítható védőburkokat biztonsági kapcsoló	Veszélyes térhez való hozzáférést akadályozó védőintézkedés, eltávolítható és EUCHNER (CES-AP-C01-AH-SB) érzékelővel ellátva
11	Védőburkokat	Mechanikai védelmet biztosító, a veszélyes térhez való hozzáférést akadályozó védőintézkedés
12	Kábelcsatorna	Elektromos és pneumatikus kábelek és csövek biztonságos és rendezett elvezetése

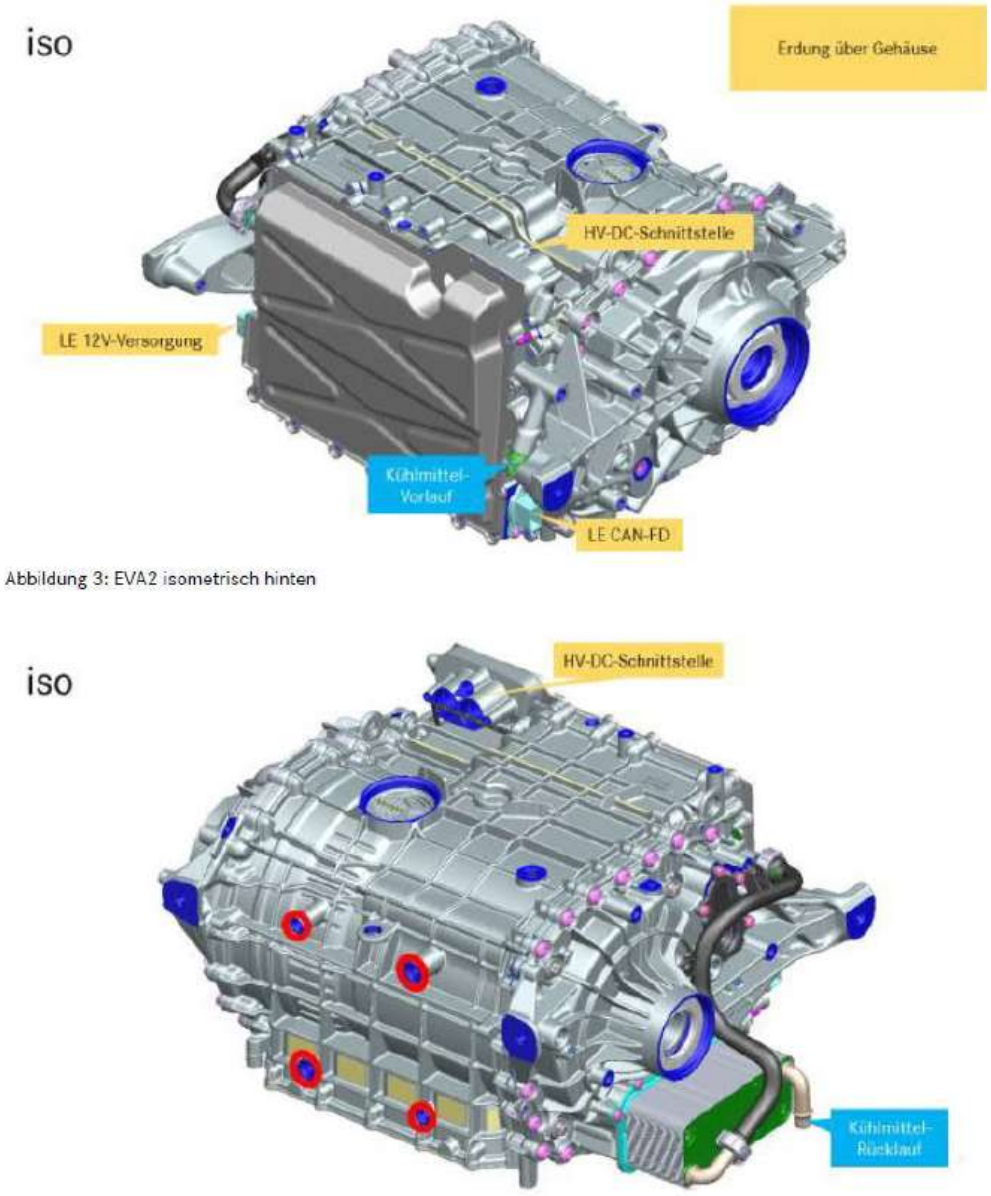
13	Kezelőpult - HMI	A robotcella kezelőpultja (Siemens)
14	Pneumatika fal	Levegőelőkészítő egység(ek), szelepek és egyéb pneumatikus eszközök itt találhatóak.
15	Villamos szekrény	A robotcella tápellátása, védelmi eszközei, PLC, a vészkör vezérlőelemei, teljesítményvezérlők, stb találhatók benne.

2. táblázat
A robotcella főbb részegységei

A folyamat leírása:

Ebben az állomásban a Megrendelőnk által gyártott elektromos erőforráshoz (annak minden változatnál) teljesen automatikusan kell csatlakoztatnunk a következő elemeket:

- Nagyfeszültségű elektromos csatlakozó az egységen (beleértve az érzékelő kábelt a feszültségesések kompenzálására a következő cellákban)
- Elektromos csatlakozó 12V-os tápellátás az LE-hez
- Elektromos csatlakozási jelcsatlakozó CAN-FD az LE-hez
- Hűtőközeg adapter



10. ábra
A csatlakoztatási pontok bemutatása

Változattól függően ezek az egység különböző helyein és tájolásában találhatók, így a tervezés során amellett, hogy különböző kialakításúak is ezen adapterek, kellő kihívás elé állította csapatunkat. Valamennyi fent említett elektromos érintkezőhöz olyan ipari csatlakozókat kellett kifejleszteni és gyártani, amelyek funkciójukban és formájukban hasonlóak az eredeti, járműben lévő csatlakozókhoz, de megfelelő anyagválasztással hosszú élettartamot érnek el, és nem károsítják a terméket.

A robotcella egy komplex gyártási folyamatban vesz részt egy komplex gyártósorba illesztve, mégis önálló gépként kezelendő, természetesen EK-megfelelőségi nyilatkozattal.

3.2. Alkalmazott biztonsági funkciók bemutatása

Az alábbiakban a tárgyalt robotcella biztonsági funkcióit mutatom be.

3.2.1. Vészleállítás

Definíció szerint a vészleállítás [11] a vészhelyzetben történő leállítás, amely egy kiegészítő óvintézkedés, nem pedig elsődleges kockázatcsökkentő eszköz. A vészleállítás részletes kialakításával a B-típusú, EN ISO 13850-es szabvány foglalkozik. Tartalma összhangban van a gépdirektívával harmonizált egyéb szabványokkal, mint például az EN ISO 12100. A C-típusú szabványok többsége a vészleállítást az EN ISO 13850-es szabványra hivatkozva követelik meg annak előírásai szerint.

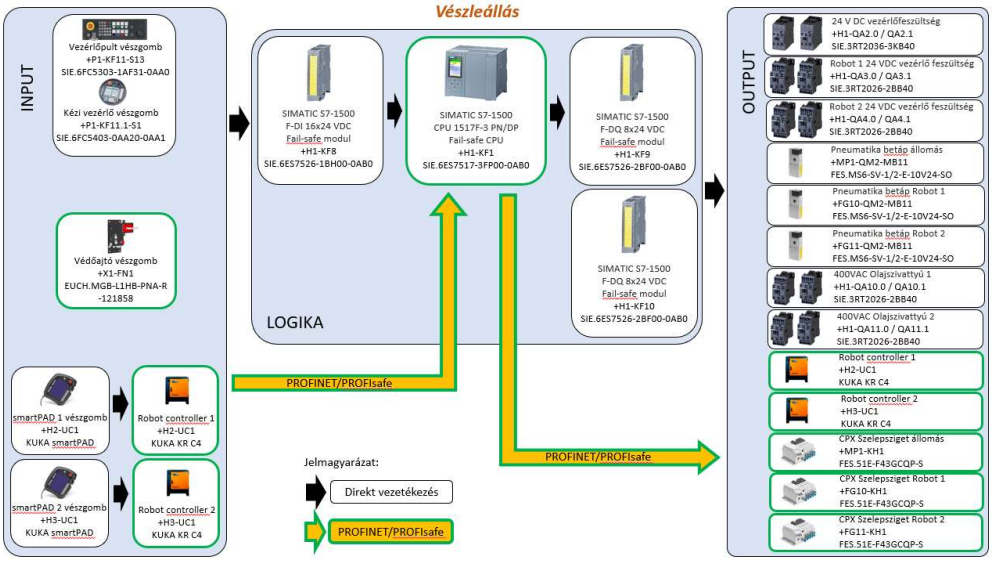
Az alábbiakban, felsorolás jelleggel, a teljesség igénye nélkül, a vészleállítás néhány fontos jellemzője, az MSZ EN ISO 13850 szabvány alapján (Vészleállítás részletes követelménylistája):

- A vészleállítási funkciót egyetlen szándékos emberi cselekvésnek kell indítani úgy, hogy az ne igényelje hatásainak mérlegelését.
- Vészleállítás alatt nem indulhat semmilyen más művelet, működés és a visszaállításnak, a reteszelések oldásának (vezérléstechnikainak is) szintén szándékos emberi művelettel kell történnie.
- A feloldott vészleállítás nem indíthat újra semmit, csupán ennek lehetőségét biztosítja.
- A vészleállítás mindig kiegészítő védőintézkedés, nem helyettesíthet egyéb, sem technológiai, sem biztonsági funkciót.
- A vészleállítási folyamatnak két kategóriája van, a 0-ás és 1-es leállítási kategória.
- Hatókör piktogrammal jelölni kell a kezelőszerveknél, hogy mire vonatkozik a vészleállítás.
- A biztonsági vezérlés minimális, megkövetelt szintje: PLr c illetve SIL1 (ISO 13849-1 ill. IEC 62061).
- Leggyakoribb működtető elemek, nyomógombok, kötelek, rudak, fogantyúk.
- A működtető szerveknek a hozzáférési szint felett 0,6 és 1,7 m között kell lennie.

- A működtető eszköznek vörös színűnek kell lenni, sárga háttérrel. Célszerű kerülni a kulcsot igénylő visszaállítást. [12]

A tárgyalt cella esetében négy helyen van lehetőség a vészleállítás aktiválására, ezek az alábbiak:

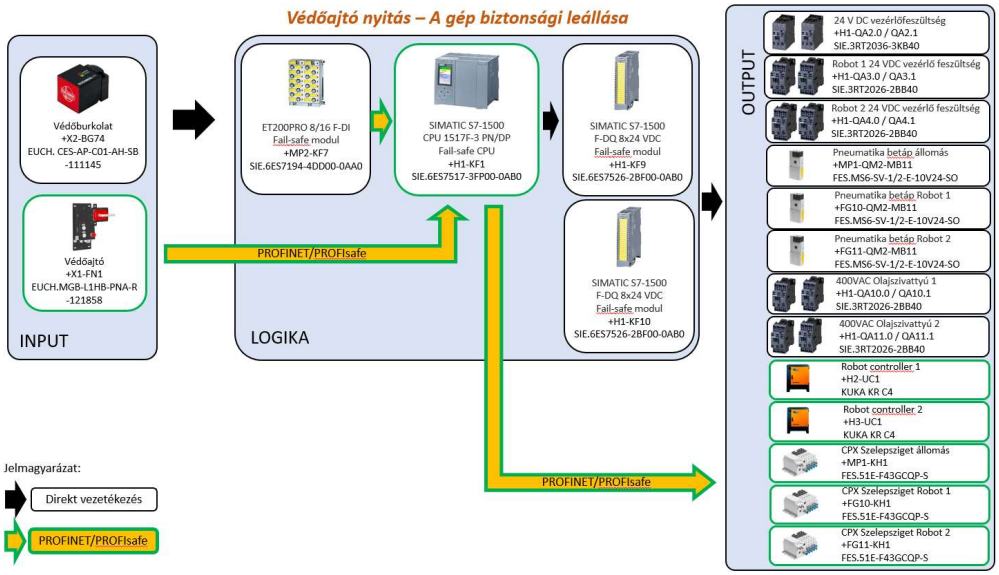
- Vezérlőpulton
- Állomás kézivezérlőjén
- Védőajtó zárszerkezetén
- Robotvezérlőkön



11. ábra
Vészleállítás

3.2.2. Védőajtó nyitása – A gép biztonsági leállítása

A robotcella veszélyes terének elérését a megfelelően kialakított védőburkolat mellett egy védőajtó és egy eltávolítható védőburkolat kialakításával oldottuk meg. A védőajtót az *EUCHNER MGB-L1HB-PNA-R* típusú biztonsági zárszerkezettel láttunk el. Az eltávolítható védőburkolatot pedig az *EUCHNER* érintésmentes biztonsági kapcsolójával (*CES-AP-C01-AH-SB*) egészítettünk ki. Ez a védőburkolat egy mechanikailag rögzített, de szükség, illetve szerviz esetén levehető védőburkolatot jelent.



12. ábra
Védőajtó nyitása

Reteszelő- / zárvatartó modul - Védőajtó

A rendszer legalább egy *MGB-L1* zármodulból és egy fogantyúmodulból *MGB-H* áll. Az MGB biztonsági rendszere egy védőburkolat-zárral ellátott reteszelőberendezés (4. típus). Az unicode kiértékelésű készülékek magas szintű kódolással, míg a multikód kiértékelésű készülékek pedig alacsony szintű kódolással rendelkeznek.

A mozgatható védőburkolattal és a vezérlőrendszerrel együtt ez a biztonsági elem megakadályozza, hogy a védőburkolat kinyíljon, miközben veszélyes gépfunkciót hajtanak végre. Ha a védőberendezés a veszélyes gépmozgás közben nyitásra kerül, akkor megtörténik a megállító parancs kiadása. Ez a következőket jelenti:

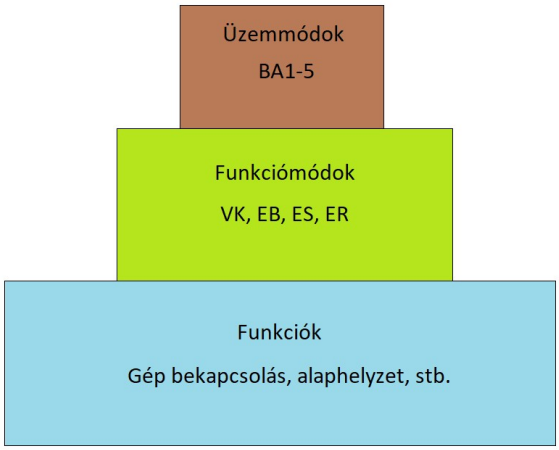
- A gép veszélyes funkcióira vonatkozó bekapcsolási parancsok csak akkor léphetnek érvénybe, ha a védőburkolat zárva és reteszelve van.
- A védőburkolat reteszelését csak akkor szabad feloldani, ha a veszélyes gépfunkció befejeződött
- A védőburkolat bezárása és reteszelése nem okozhatja a veszélyes gépfunkció automatikus elindulását. Erre a célra külön indítási parancsot kell kiadni. A kivételeket lásd az EN ISO 12100 szabványban vagy a vonatkozó C szabványokban. [13]

Eltávolítható védőburkolat

Az érintésmentes biztonsági kapcsoló főként abban különbözik a védőajtón elhelyezett biztonsági zárszerkezettől, hogy nem képes a burkolatot mechanikailag zárva tartani, csupán annak helyzetét, meglétét ellenőrzi. Viszont ez a burkolatelem mechanikusan rögzítve van a védőkerítéshez. Amennyiben ezt a rögzítést megszüntetjük és eltávolítjuk a burkolatot a helyéről, úgy az érintésmentes biztonsági kapcsolónk nyitott állapotot érzékel. Nyitott állapotban pedig veszélyes gépi funkció következhet be, ezért *STOP* parancsot ad ki a vezérlőlogikának, mely természetesen biztonságos állapotot idéz elő.

3.2.3. Üzemmódváltás – Vezérlési mód módválasztás

Ahhoz, hogy az üzemmódváltást, vezérlési mód módválasztását meg tudjuk érteni ennél az állomásnál, érdemes áttekinteni a Megrendelőnknél bevezetett standardok szerinti üzemmódok, funkciómódok és funkciók hierarchiáját.



13. ábra
Üzemmód, funkciómód és funkció struktúrája

Funkciómódok (Funktionsarten)

Négy funkciómód van definiálva, melyek az alábbiak:

- *Teljesen automata funkciómód – VK (Verketteter Betrieb)*

Teljesen automata lefutás.

- *Egyszeri működés funkciómód – EB (Einzelbetrieb)*

Egyszeres automata ciklus, mely alatt megcsinál egy munkaciklust és a paletta benn marad az állomáson belül – minden alaphelyzetbe áll, de a megállító nem engedi ki a palettát

- *Egylépéses funkciómód – ES (Einzelschrittbetrieb)*

Lépésenkénti lefutást jelent, ami a gyakorlatban annyit tesz, hogy a START gombot minden egyes mozgás után meg kell nyomni a következő mozgás indításához. A párhuzamos mozgások együtt futnak le.

- *Beállítási funkciómód – ER (Einrichtbetrieb)*

Hagyományos kézi funkciómód. Egyenként tudjuk mozgatni az egységeket (pl. kiemelő, fixáló, stopper). Természetesen feltételekhez vannak kötve az egyes mozgások. Robotmozgás engedélyezett zárt ajtók mellett.

Üzemmódok (Betriebsart)

BA1-töl BA5-ig, de jelen cellánál csupán az első 3 üzemmódot használjuk

- *Üzemmód – BA1*

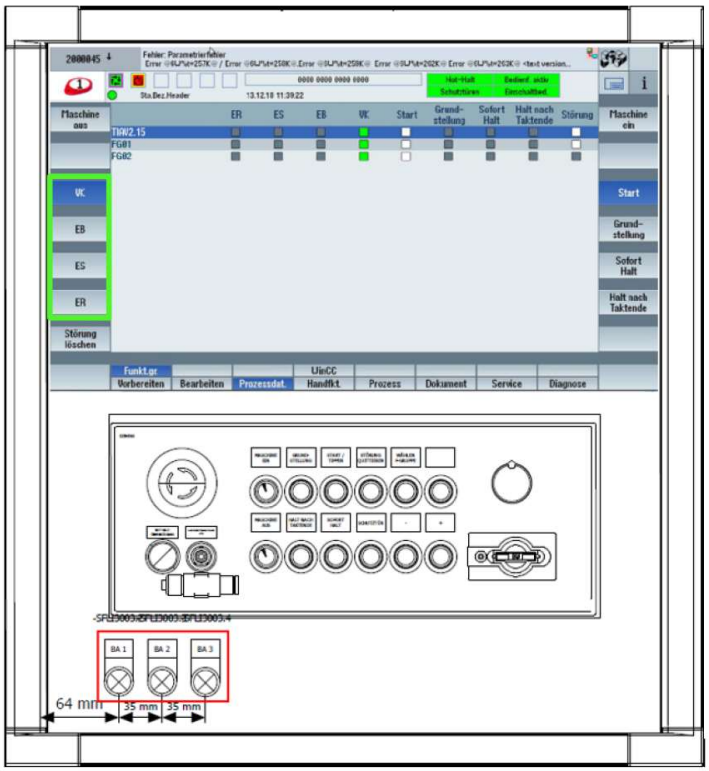
Négy funkciómódot tudunk használni.

- *Üzemmód – BA2*

Csupán az ***ER*** funkciómód használható ebben az üzemmódban csak egy nyitott védőajtó mellett. További feltétel, hogy kizárólag az állomás kézivezérlőjéről lehetséges az egyes mozgásokat indítani. Ebben az üzemmódban a robot egyáltalán nem mozgatható.

- *Üzemmód – BA3*

Két funkciómódot enged aktiválni, ***EB***-t és ***ES***-t. Olyan üzemmód, melyben le lehet futtatni az automata ciklust (az ***EB***-re és az ***ES***-re vonatkozó feltételekkel). Csökkentett sebességgel és nyitott ajtónál lehetséges ezt a funkciómódot használni (kizárólag a kézivezérlővel). Gyakorlatilag ez egy csökkentett sebességű automata lefutás nyitott ajtó mellett és a kézivezérlő használatával.



14. ábra
Vezérlőpult kialakítása – Funkciómódok és üzemmódok kiválasztása

Robot üzemmódjai:

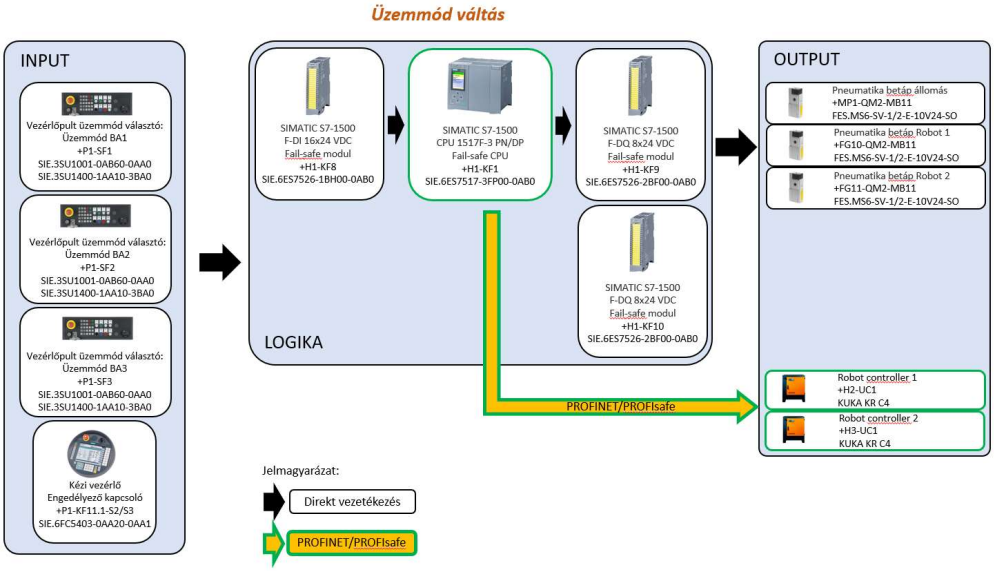
- ***T1*** kézi üzemmód csökkentett sebességgel

Mozgásra vonatkozó feltételek: zárt védőajtó, BA1-ben vagy BA3-ban lehetséges csupán a robottal mozogni nyitott ajtó mellett. Az viszont nincs összefüggésben a robot mozgással, hogy ES vagy EB funkció van kiválasztva.

- ***T2*** kézi üzemmód

100% sebességgel mozog - mozgásra vonatkozó feltételek megegyezőek a T1-el (a 100% az automata ciklusnál beállított sebességértékre vonatkozik)

- ***Automata*** üzemmód



15. ábra
Üzemmód választás

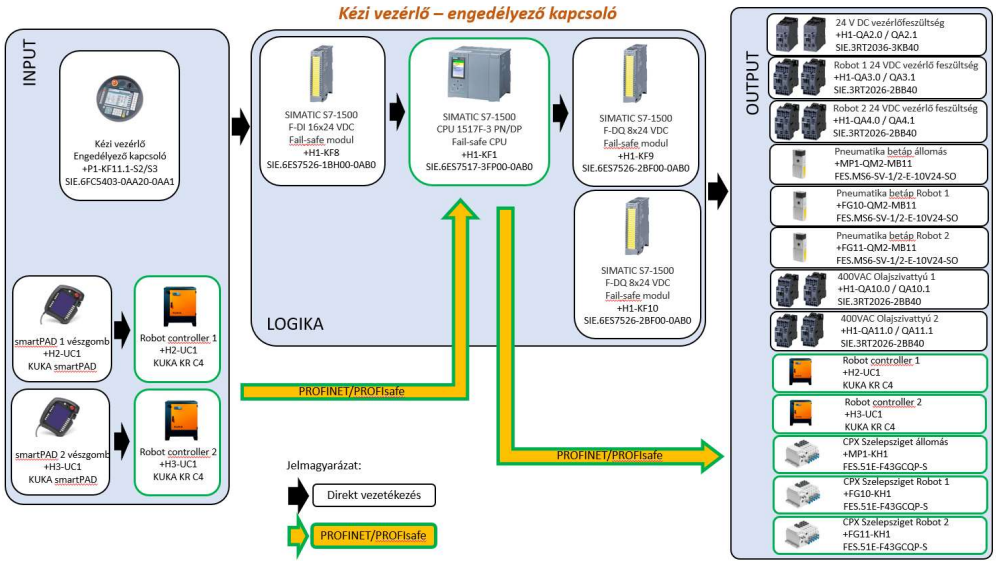
3.2.4. Kézi- és robotvezérlő

Az EN ISO 10218-x szabványsorozat szerint egy vagy több külső védőberendezéshez való csatlakoztatásra kialakított biztonsági leállító funkcióval kell rendelkezniük. Melyeknek 0. vagy 1. leállítási kategóriával kell a robot mozgásának leállítását kivitelezniük. A tárgyalt robotcella esetben két robot került beépítésre. A vezérlésükkel kapcsolatban azt a célt kell megfogalmaznunk, hogy bármely SF aktiválása esetén a robotok végrehajtsák a biztonságos nyomatékkikapcsolás funkciót. A robothoz tartozó kézi kezelőkészülék *KUKA* gyártmányú *smartPAD* egység (*KUKA KR C4* típusú robotvezérlő) [14], melyből külön-külön, mindkét robothoz tartozik egy. Természetesen ezen típusú vezérlőegység kialakítása is megfelel az EN ISO 10218-1 szabvány szerinti előírásoknak, miszerint a kézi vagy a tanító vezérlőeszköznek legyen háromállású engedélyezőeszköze. Amikor folyamatosan „középen engedélyezett” állásban tartják, az engedélyezőeszköznek engedélyeznie kell a robot mozgását és bármilyen egyéb veszély robot általi vezérlését. [15]

Az engedélyezőeszköz kialakításával szemben támasztott követelmények az alábbiak:

- Az engedélyezőeszköz lehet integrált vagy fizikailag elkülönített (pl. markoló típusú) a kézi vezérlőeszköztől.
- Minden más mozgásvezérlő funkciótól vagy eszköztől függetlenül kell működnie.

- Elengedés vagy a „középen engedélyezett” állásán való túlnyomás → veszélyek leállítása
- A „középen engedélyezett” álláson való túlnyomása után, teljesen el kell engedni
- A teljesen megnyomott állásból a „középen engedélyezett” állásba visszaengedés nem okozhat indítást
- Leesése nem eredményezhet mozgást lehetővé tevő meghibásodást
- Engedélyező kimeneti jel esetén a kimenetnek jeleznie kell a leállási állapotot tápellátás megszűnésekor
- Üzemmódváltás a „középen engedélyezett” állás közben → biztonsági leállítás és csak elengedést és újraengedélyezést követően indíthat
- Az engedélyezőeszköz megkerülése legyen megakadályozva [15]



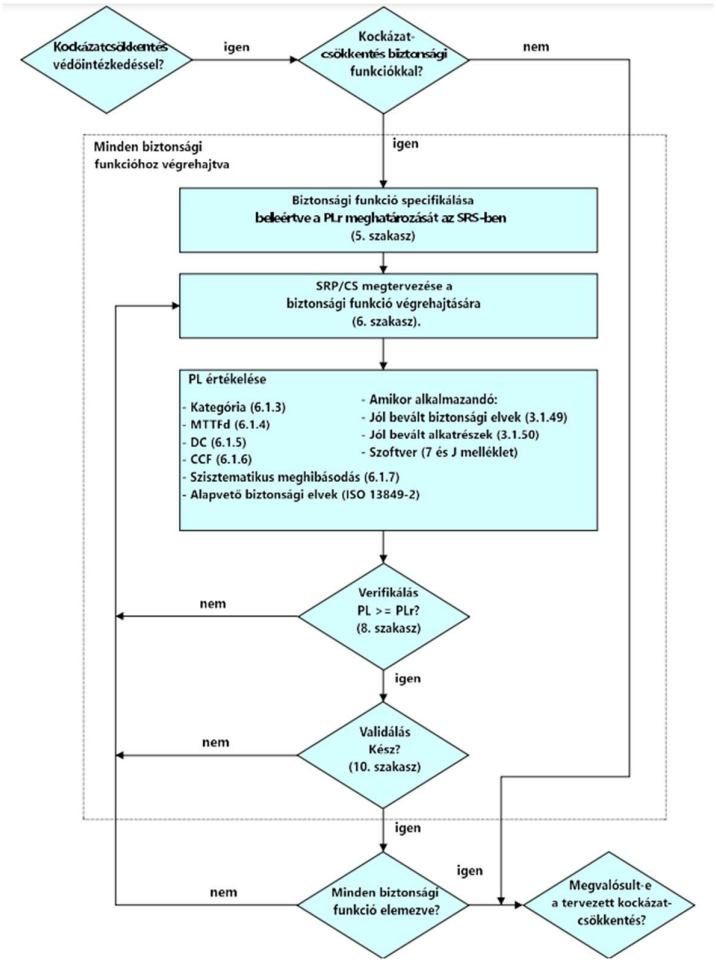
16. ábra
Kézi- és robotvezérlő

3.3. Funkcionális biztonsági terv

Funkcionális biztonsági tervet szükséges készíteni és dokumentálni minden SRP/CS tervezése esetén, valamint ezeket frissíteni kell. A funkcionális biztonsági terv célja, hogy intézkedéseket biztosítson a helytelen specifikációs, végrehajtási vagy módosítási problémák megelőzésére.

Az ISO 13849-1:2023 szerint a megfelelő funkcionális biztonsági terv:

- meghatározza az SRP/CS tervezési folyamatának releváns tevékenységeit (specifikáció, tervezés, integráció, elemzés, telepítés, tesztelés, ellenőrzés, validálás) és annak részleteit, hogy mikor kell elvégezni őket;
- meghatározza az egyes tevékenységek végrehajtásához és felülvizsgálatához szükséges szerepeket és erőforrásokat;
- meghatározza a hardver és szoftver konfigurálására, dokumentálására és módosítására vonatkozó eljárásokat;
- validálási tervet készít (lásd a 10. pontot.1.2);
- bármilyen módosítás végrehajtása előtt azonosítsa a vonatkozó tevékenységeket [16]



17. ábra
Funkcionális biztonsági terv folyamatábra [16]

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

3.4. Biztonsági követelmények specifikációja – SRS

Mint ismert az új, frissített „Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei.” ISO 13849-1:2023-as szabványban néhány szakaszt és mellékletet átdolgoztak. (Az ISO 13849-1:2015-ös szabvány még hivatalosan alkalmazható 2027.05.15-ig.) Többek között az 5. szakasz „A biztonsági funkciók meghatározása” és az M. melléklet is átdolgozásra került.

Az 5. szakasz egyik új alpontja szerint a tervezőknek minimalizálniuk kell a biztonsági funkciók meghiúsítására irányuló motivációt. A gép használata során a gyakorlati megvalósíthatóságot már korai szakaszban, a biztonsági funkció meghatározásakor figyelembe kell venni. Illetve egy másik új alpontban pedig arról rendelkezik, hogy alapértelmezés szerint a távoli hozzáférést úgy kell korlátozni, hogy a gép veszélyes terében személyek észrevétlen jelenléte ne idézhessen elő veszélyes helyzeteket.

A biztonsági követelmények specifikációja (*SRS - Safety Requirements Specification*) pontosításra került. Mivel az egyes biztonsági funkciókat pontosan és teljesen szükséges meghatározni, ezért a szabvány ezen része megmutatja, hogy milyen konkrét adatokra van szükségünk ehhez, melyek a következők:

- rövid leírás vagy cím (egyedi hivatkozásként),
- biztonsági funkciót igénylő esemény kiváltása,
- a szükséges reakció, amelyet a biztonsági funkciónak el kell indítania a tervezett biztonságos állapot elérése érdekében,
- szükséges PL r teljesítményszint,
- megengedett válaszidő, azaz a biztonsági funkció betöltése és a biztonságos állapot elérése között eltelt idő,
- üzemmódok, amelyekben a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie,
- a biztonsági funkció kapcsolódási pontjai a gép vezérlőrendszerével és más biztonsági funkciókkal,
- szükség esetén a meghibásodásra adott válasz leírása, azaz az, hogy a gép hogyan állítható vissza biztonságos állapotba, miután hibát észleltek egy funkcionális csatornában,
- a gép viselkedése energiaveszteség esetén, pl. visszacsapó szelepek előírása közvetlenül a hengeren vagy kiegészítő mechanikus fékek (két biztonsági funkcióra

való szétválasztás is lehetséges – az egyik a rendelkezésre álló energiával, a másik pedig a rendelkezésre álló energia nélkül),

- a biztonsági funkció iránti igény mértéke (rd),
- a különböző biztonsági funkciók rangsorolása, amelyek egyidejűleg engedélyezhetők, és egymásnak ellentmondó válaszokat válthatnak ki (prioritás),
- a termékszabványok kiegészítő biztonsági követelményei (C típusú szabványok),
- a biztonsági funkció kérését követő újraindítást lehetővé tevő feltételek. [16] [17]

A dolgozatom 2. számú mellékleteként csatoltam a tárgyalt robotcella biztonsági követelményeinek specifikációját (SRS).

3.5. PLC program tervezés, paraméterezés

Természetesen a megfelelő PLC program is elkészült a robotcellához, melyet kollégám készített, de ennek részletes bemutatása nem képezi részét a dolgozatomnak.

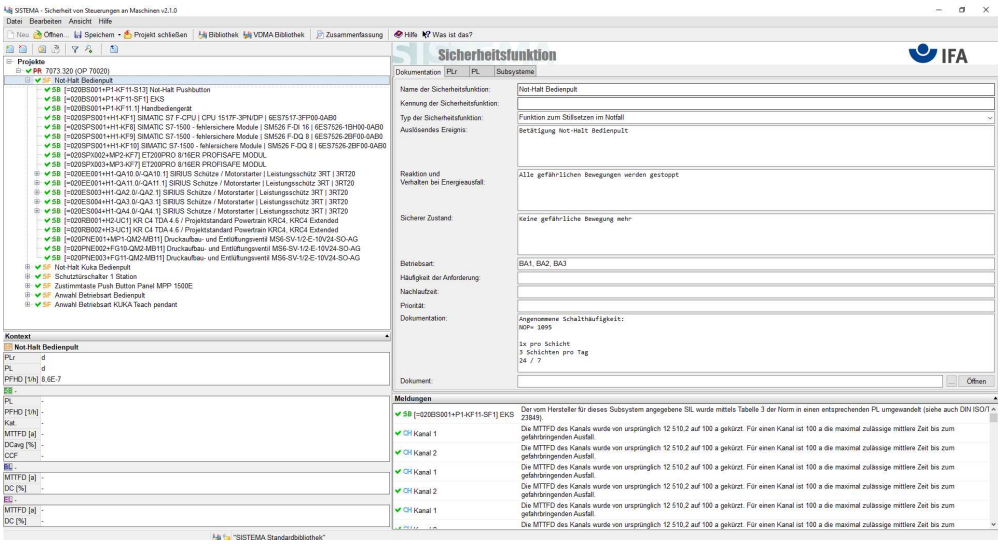
3.6. Verifikálás SISTEMA program segítségével

Az ellenőrzés és érvényesítés célja annak biztosítása, hogy az SRP/CS tervezése megfeleljen a hivatkozott szabványnak.

Mivel az EN ISO 13849-1 a gépekről szóló irányelv szerint harmonizált, mint a gépvezérlés B típusú szabványa, a V&V (hitelesítési és érvényesítési) tevékenységeknek igazolniuk kell, hogy a biztonsággal kapcsolatos valamennyi alkatrész és az általuk ellátott biztonsági funkciók megfelelnek az EN ISO 13849-1 szabványnak. Bizonyítani kell, hogy megfelelnek a követelményeknek.

Ezek alapján a verifikálást a SISTEMA program segítségével végzem el. Ahhoz, hogy ezt az ellenőrzést el tudjam végezni, ismerni kell a robotcella felépítését, installálásakor alkalmazott műszaki megoldásokat, pneumatikus és villamos terveket, valamint a teljes konstrukciót. Ez a felsorolás jól mutatja, hogy a program használatához átfogó ismeretekre van szükség, mely magában foglalja az alkalmazandó szabványok ismeretét, illetve átfogó villamos és gépész szaktudást is.

A SISTEMA szoftverben létrehozom a *7073.320 (OP 70020)* projektet (*PR* jelöléssel látja el a program). (18. ábra)



18. ábra
SITEMA szoftver munkafelülete

A *projekt* (*PR*) a hierarchia csúcsán áll. Első lépésként definiálom ezt a szintet és megadom a szükséges adatokat, mint pl. a gép azonosítóit, a robotcellához tartozó dokumentumok elérési útvonalait.

A *biztonsági funkciók* (*SF*), amiket korábbi alfejezetekben már bemutattam, a projekt alatti szintre kerülnek. Itt megadom többek közt ezen biztonsági funkciók nevét, típusát, tervjelét, a kiváltó eseményt, működési módot, bekövetkezés gyakoriságát egyéb információkat és dokumentumokat. Az alapadatok kitöltését követően meghatározom a PLr-t vagy a kockázati gráf segítségével, vagy közvetlen módon. A PL szint értékét viszont a szoftver fogja meghatározni a későbbiekben megadott alrendszerekből.

A *biztonsági alrendszerek* (*SB*) megadása két különböző módon lehetséges. Az egyik, hogy a gyártók által előre definiált alrendszereket adunk meg, a másik pedig, hogy olyan alrendszert definiálunk, amely nem biztonsági építőelemekből áll, viszont szabványos vezérléstechnikai architektúrákat alkalmazunk.

A *blokk* (*BL*) meghatározására szintén két lehetőségünk van. Az egyik, ha gyártói adatbázisból dolgozunk. A másik lehetőség, ha manuálisan adjuk meg. A blokkok megadása után a program kiszámolja az MTTFd és a DCavg értékét (ha nem lehetséges a blokkokból meghatározni,

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

abban az esetben közvetlen módon is megadhatjuk). Illetve a közös okú meghibásodás elleni intézkedések értékét (CCF) a meglevő intézkedések kiválasztásával a szoftver szintén képes automatikusan meghatározni.

A folyamat végén, illetve a számítások alapján a SISTEMA program által az egyes biztonsági funkciók kétféle értékelést kapnak: *megfelelt – pipa* vagy *nem megfelel – x* jelölés. Ezután elkészíthetjük a SISTEMA-riportot, mely fontos eleme a műszaki dokumentációnak. Az általam készített riportot a 3. számú melléklet tartalmazza.

3.7. Biztonsági funkciók validálása

Jelen állomás, robotcella érvényesítési folyamatát személy szerint nem én végeztem, viszont néhány gondolatot fontosnak tartok megemlíteni dolgozatomban a validálás céljáról és magáról a folyamatról.

A validálási, érvényesítési folyamat célja annak megerősítése, hogy az SRP/CS megfelel az 5. és 7. záradékkal összhangban létrehozott átfogó SRS-nek. Az SRP/CS érvényesítés biztosítja, hogy a biztonsági funkciók elérjék a kívánt kockázatcsökkentést, és a gép általános érvényesítési folyamatának részét képezi. [16]

Az ISO 13849-1 szerinti megfogalmazás szerint:

„3.1.54 Érvényesítés. Annak vizsgálata és objektív bizonyítékokszolgáltatása, hogy a meghatározott tervezett felhasználás részleges követelményei teljesülnek.” [6]

Az IEC 62061 szerinti definíció alapján:

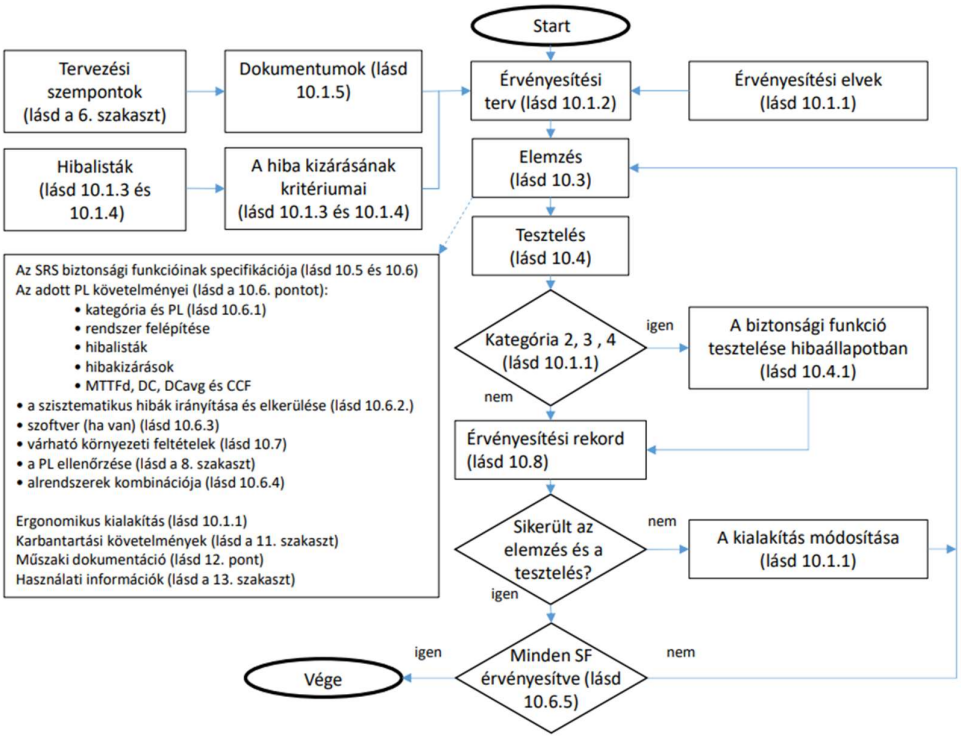
„3.2.65 A (biztonsági funkció) érvényesítése. Vizsgálat (pl. tesztek, elemzés) megerősítése, hogy az SCS megfelel az adott alkalmazás funkcionális biztonsági követelményeinek.” [18]

A validálás folyamatát végző személyről is ad iránymutatást mind az ISO 13849-1, mind pedig az IEC 62061 szabvány is. Az ISO 13849-1 szerinti megközelítés alapján a validálás folyamatát olyan személynek kell végeznie, aki független és nem vett részt az SRP/CS-ek kialakításában. Arra viszont nem feltétlen van szükség, hogy ez a személy egy harmadik, független fél legyen.

Az IEC 62061 ettől a megközelítéstől kicsit jobban korlátozza a független személy meghatározását. Ez alapján a független személy olyan személy, aki részt vehet ugyanabban a

projektben, de nem vehet részt a tervezési munkálatokban, valamint nem felelős a projektmenedzsmentért és nem rendelkezik felsőbb szereppel.

A 19. ábra szemlélteti a validálás folyamatát. [16]



19. ábra
Validálás folyamata

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

4. Gazdasági számítás

Ebben a fejezetben részletezem a robotcella tervezése (és kivitelezése) során szükségszerűen elvégzett, a szabványok útmutatása szerinti, CE jelölési folyamat gazdasági összetevőit. Az alábbi adatokat kifejezetten a tervezés oldaláról közelítem meg. Kizárólag a robotcella gépbiztonságát garantáló intézkedések kialakításával és a már említett CE jelölési folyamattal összefüggő mérnöki munkaórákat számolom ide. Jelen számítás nem tartalmazza a teljes műszaki tervezés idejét, az installálásra fordított időt, a programozói időkeretet és teljes dokumentáció elkészítésére fordított időt, valamint a projektmenedzseri feladatokra elhasznált munkaórákat, mint például a vevői kapcsolattartás, konstrukciós egyeztetések és adatbekérés stb.

A feladat főbb mérföldköveit adom meg a projekt készültségi szintjéhez mérten, melyet százalékban fejezek ki, valamint megadom az adott munkafolyamat elvégzéséhez szükséges munkaidőt órában kifejezve.

Készültségi szint	***Feladat***	***Munkaóra***
5-15%	Géphatárok rögzítése – első kör	16 óra
	Előzetes kockázatbecslés és -értékelés, veszélyek azonosítása	8 óra
	Kockázatcsökkentő intézkedések javaslatai	2 óra
	Vezérlőrendszer biztonsági teljesítményszintjének meghatározása	2 óra
50-75%	Konstrukció kialakítása – biztonsági funkciókra vetítve	4 óra
	Géphatárok rögzítése, finomhangolása – a konstrukciós megbeszélések után	2 óra
	Előző fázisban meghatározott kockázatcsökkentő intézkedések okozta új veszélyek azonosítása – új javaslatok	1 óra
	Vezérlőrendszer biztonsági teljesítményszintjének meghatározása	1 óra
	Verifikálási és validálási tervek elkészítése	12 óra

90-100%	Végleges konstrukció kialakítása - biztonsági funkciókra vetítve	1 óra
	Végleges géphatárok rögzítése – a konstrukció engedélyeztetése után	1 óra
	Végleges kockázatcsökkentő intézkedések meghatározása	1 óra
	Végleges vezérlőrendszer biztonsági teljesítményszintjének meghatározása	1 óra
	Verifikálás és validálás	16 óra
	Műszaki dokumentáció elkészítése,	4 óra
	Megfelelőségi nyilatkozat kiállítása és a CE-jelölés elhelyezése	1 óra
	Összes munkaóra:	***73 óra***

3. táblázat
Mérnöki munkaórák a CE-jelölési folyamat egyes feladataira

A díjazás kiszámításánál a Magyar Mérnöki Kamara ajánlását vettem figyelembe (20. ábra). A táblázat szerinti „Önálló Mérnök” oszlop értékét alkalmazom a számításhoz és egy mérnöknapot 8 órával számolok, tehát 1 mérnökóra *29.375.- Ft* költséggel jár.

Ezek alapján a teljes CE jelölési folyamatra fordított mérnöki munka költsége: *2.144.375.- Ft*

ÚJ MÉRNÖKI DÍJSZABÁS
(Érvényes 2024. január 1-től.)

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**
405.000 Ft	296.000 Ft	235.000 Ft	178.000 Ft	119.000 Ft	89.000 Ft

20. ábra
Mérnöki díjszabás

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

5. Összefoglalás

A szakdolgozatom első szakasza a szakirodalom feldolgozása, melyben bemutattam a gépek biztonságos kialakításának általános elveit az ide vonatkozó szabványok alapján. Valamint a Gépdirektíva 1. számú mellékletében található vezérlőrendszerekre vonatkozó bekezdésre is nagy hangsúlyt fektettem az egész dolgozatomban. Az irodalomfeldolgozás legnagyobb részében pedig a vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részeit és annak legfontosabb jellemzőit mutattam be, illetve kitértem a robotok vezérlőrendszereire vonatkozó követelményekre is. A fejezet zárásaként a SISTEMA szoftver létjogosultságáról és annak létrehozásáról tettem említést.

A dolgozatom középső, saját munkámat tartalmazó részében bemutattam a munkahelyem, a thyssenkrupp Automation Engineering GmbH. által tervezett és installált adapterfelhelyező ipari robotcellát. Ezt a fő fejezetet a robotcella részletes ismertetésével kezdtem (feladata, főbb gépegységek), majd ezt követte az alkalmazott biztonsági funkciók bemutatása, amely pontban felsoroltam és részletesen kifejtettem a robotcella tervezése során kialakított egyes biztonsági funkciókat, mint a vészleállítás, védőajtó nyitása, üzemmódváltás és robotvezérlő használata. Természetesen az elkészült robotcella CE-jelöléssel rendelkezik és az ehhez a folyamathoz előírt és szükséges folyamatot cégünk szakosztályai elvégezték. Viszont dolgozatomban a vezérlőrendszer biztonságával kapcsolatos megfelelőség ellenőrzésével foglalkoztam, illetve a terjedelmi korlátok miatt csupán az általam elvégzett ellenőrzési feladatokat mutattam be részletesen. Mint például funkcionális biztonsági terv, a biztonsági követelmények specifikációja és az imént felsorolt biztonsági funkciók ellenőrzése, verifikálása az általam készített SISTEMA riportban is részletesen megjelenik. Ezen dokumentumok a szakdolgozatom mellékleteként megtalálhatóak.

Dolgozatom zárásaként egy kalkulációt készítettem a robotcella tervezése és installálása során végzett mérnöki munka költségeire, melynél kifejezettem a gépbiztonsággal és a CE-jelölési folyamattal összefüggő mérnöki feladatok óraszámaival kalkuláltam.

6. Summary

The first part of my thesis is a literature review, in which I presented the general principles of safe design of machinery based on the relevant standards. I have also placed great emphasis throughout my thesis on the paragraph on control systems in Annex 1 of the Machinery Directive. In the main part of the literature review, I have presented the safety-related parts of control systems and their most important characteristics, and I have also covered the requirements for robot control systems. The chapter concluded with a discussion of the justification for the SISTEMA software and its creation.

In the middle part of my thesis, which contains my own work, I presented the adapter mounting industrial robot cell designed and installed by my employer, thyssenkrupp Automation Engineering GmbH. I started this main chapter with a detailed description of the robot cell (task, main machine components), followed by a presentation of the safety functions used. In this section I have listed and explained in detail some of the safety functions that were developed during the design of the robot cell, such as emergency stop, safety door opening, mode change and use of the robot controller. Naturally, the robot cell produced is CE marked and the process required and necessary for this process has been carried out by our company's specialist departments. However, in my thesis I have focused on the control system security compliance verification and due to space constraints I have only presented in detail the verification tasks I have performed. Such as functional security plan, specification of security requirements and verification of the security functions I have just listed are also detailed in my SISTEMA report. These documents can be found as annexes to my thesis.

To conclude my thesis, I have made a calculation of the cost of the engineering work for the design and installation of the robotic cell, explicitly calculated in terms of the number of hours of engineering work related to machine safety and the CE marking process.

7. Konzultációs nyilatkozat

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A *KÖTELES ZSOLT* (hallgató Neptun azonosítója: *IM7D4I*) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot[1] áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/*szakdolgozatot*/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre *javaslom* / nem javaslom[2].

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

Kelt: 2024. év október hó 28. nap

Belső konzulens

[1] A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.
[2] A megfelelő aláhúzandó.
[3] A megfelelő aláhúzandó.

8. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

Alulírott *Köteles Zsolt (IM7D4I)*, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, *Szent István* Campus, *IPARI GÉPEK BIZTONSÁGA* szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/*Szakdolgozatom*/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2024. év október hó 28. nap

Hallgató

NYILATKOZAT

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

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

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

Kelt: 2024. év október hó 28. nap

Belső konzulens

***Kérjük a megfelelőt aláhúzni!**

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

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

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió[1] nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	KÖTELES ZSOLT
A Hallgató Neptun kódja:	IM7D4I
A dolgozat címe:	ROBOTCELLA VEZÉRLŐRENDSZERÉNEK MEGFELELŐSÉG ELLENŐRZÉSE
A megjelenés éve:	2024
A tanszék neve:	Mechatronika Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió[2] egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2024. év október hó 28. nap

Hallgató aláírása

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

9. Felhasznált források

[1] L. J. Dr. Földi és B. Berencsi, Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai, Budapest: Magyar Mérnöki Kamara, 2022.

[2] MSZ EN ISO 12100, *Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés (ISO 12100:2010).*

[3] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS AZ EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA, „Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról (átdolgozás),” 2006.

[4] SICK, Útmutató a biztonságos gépekhez, Online: SICK , 2015.

[5] Festo AG, *Guideline for functional safety, 135242 (EN),* https://www.festo.com/net/en-us_us/SupportPortal/Files/730454/63212_Guideline_Functional_safety_EN_2022_135242.pdf, 2022/02.

[6] MSZ EN ISO 13849-1, *Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei (ISO 13849-1:2015).*

[7] L. Dr. Földi, Szerző, *Gépbiztonsági szabványok - Vezérlőrendszerek biztonságával összefüggő szerkezeti részek (ISO 13849).* [Performance]. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2024.

[8] B. Berencsi, Szerző, *Ipari robotrendszerek biztonsága.* [Performance]. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2024.

[9] MSZ EN ISO 10218-1, *Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 1. rész: Robotok (ISO 10218-1:2011).*

[10] J. Szilágyi, Használati segédlet kockázatkiértékelés készítéséhez Sistema program használatával, FESTO, 2016.

[11] International Electrotechnical Commission, *MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO 13850:2015),* Budapest: Magyar Szabványügyi Testület, 2016.

[12] CMSW Safexpert Kft., „Vészleállítás tervezési alapelvei az MSZ EN ISO 13850 szabvány alapján," https://cmsw.hu/veszleallitas-tervezesi-alapelvei-az-msz-en-iso-13850-szabvany-alapjan.

[13] Euchner GmbH + Co. KG, *Betriebsanleitung Sicherheitssysteme MGB-L..B-PN.-... (PROFINET) und mit Datenstruktur Typ B,* https://assets2.euchner.de/Downloads/Betriebsanleitung/de/MAN_Betriebsanleitung-Sicherheitssysteme-MGB-L%E2%80%A6_DE_3179062_2115174.pdf, 03/2024.

[14] KUKA Deutschland GmbH, „www.kuka.com," [Online]. Available: https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/87f2706ce77c4318877932fb36f6002d/kuka_pb_controllers_en.pdf?rev=e8d133f6ddc64b3cb5329645eea0cc8e&hash=90B1C2377022BEC4AA9EAF67B28F5735. [Hozzáférés dátuma: 2 10 2024].

[15] B. Berencsi, Szerző, *Ipari robotrendszerek biztonsága.* [Performance]. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2024.

[16] L. Dr. Földi, Szerző, *Vezérlőrendszerek biztonsága, validálás mintapéldával.* [Performance]. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2024.

[17] MSZ EN ISO 13849-1, *Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei (ISO 13849-1:2023).*

[18] EN IEC 62061:2021, *Gépek biztonsága. A biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerek működési biztonsága (IEC 62061:2021).*

[19] MSZ EN ISO 14119:2014, *Gépek biztonsága. Védőburkolatok összekapcsolt reteszelőberendezések. Kialakítási és kiválasztási irányelvek. (ISO 14119:2013).*

[20] *Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen - IFA Report 2/2017 - Anwendung der DIN EN ISO 13849,* ISBN (online): 978-3-86423-184-1: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), 2021.

[21] International Electrotechnical Commission, „MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO 13850:2015),” Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 2016.

10.Ábrajegyzék

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

11. Táblázatjegyzék

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

12.Mellékletek

1. számú melléklet – Funkcionális biztonsági terv

2. számú melléklet – Biztonsági követelmények specifikációja (SRS)

3. számú melléklet – SISTEMA riport

Funkcionális biztonsági terv

Projekt név:	OP 70020_Aggregat rüsten	
Projekt szám:	7073.320	
Dokumentum azonosító:	Funkcionális biztonsági terv_910100042493	
Készítette (név, aláírás):	Köteles Zsolt	
Ellenőrizte (név, aláírás)	Pleva Martin	
Dátum:	2024.09.20.	

Változásjegyzék

S.sz.	Dátum	Szerkesztő	Változás
R0	2024. 09. 20.	Köteles Zs.	

Tevékenység	mit tartalmaz	ki készíti	ki ellenőrzi	mikor, melyik fázisban	Erőforrás (program, eszköz, stb)	dokumentáció
Biztonsági terv	spec, terv, integráció, elemzés, tesztelés, ellenőrzés, validálás	Köteles Zsolt	Pleva Martin	biztonságkezelés	MS	Funkcionális biztonsági terv _910100042493
Specifikáció	SRS, PLr	Köteles Zsolt	Pleva Martin	specifikáció	MS	SRS Specifikáció_910100042493
Tervezés	hardver kiválasztás, alrendszerek tervezése és kiválasztása, integrálása.	Bittmann Roland, Nagy Zoltán	Schmidt Tamás, Pörneczi Ákos	villamos tervezés gépész tervezés	E-plan, P-Plan Siemens NX 12	910100042493 (7073.320)_20241021 K.07103.320.ST.00
Programozás, paraméterezés	program specifikáció, programozás (LVL, FVL)	Somogyi Viktor	Tolnai Attila	programkészítés és üzembehelyezés	PNOZmulti Configurator	szoftverdokumentáció
Ellenőrzés	verifikálás PLr <= PL	Köteles Zsolt	Pleva Martin	mérnöki tervezés	SISTEMA	910100042493_OP70020_ 7073.320_241024_Sistema
Validálás	Validálás elemzéssel, validálás tesztekkel	Peter Ripken	Jens Placke	Validálás	MS	910100042493_OP70020_ 7073.320_valid

Specifikáció, SRS, PLr

Projekt név:	OP 70020_Aggregat rüsten	
Projekt szám:	7073.320	
Dokumentum azonosító:	SRS Specifikáció_910100042493	
Készítette (név, aláírás):	Köteles Zsolt	
Ellenőrizte (név, aláírás)	Pleva Martin	
Dátum:	2024.10.01.	

SRS input információi (SF001-re):

Biztonsági funkció neve azonosítója	SF001 - Not-Halt Bedienpult (Vészleállítás – kezelőpult)
a) a gép vagy részei kockázatértékelésének eredményeit minden egyes konkrét veszélyre, ha a kapcsolódó kockázatcsökkentő intézkedés(ek) a biztonsági funkció végrehajtásához a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerre támaszkodnak;	ISO 12100 szerinti kockázatelemzés
b) a gép működési jellemzői, beleértve:	
a gép rendeltetésszerű használata	A robotcella különböző adaptereket csatlakoztat az elektomos motorhoz
ésszerűen előrelátható visszaélés	NA
működési módok (pl. helyi üzemmód, automatikus üzemmód, egy zónához vagy a gép egy részéhez kapcsolódó üzemmódok)	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
az üzemmód(ok), amely alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie	Minden üzemmód alatt
ciklusidő, a biztonsági funkció várható gyakorisága	Td = 28800 sec
válaszidő a biztonságos állapot eléréséig az ISO	T = 0.05 sec (50 ms)

13855:2010 szabvány 5.1. pontja szerint	
c); vészhelyzeti üzem (IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, E melléklet)	STO 0. kat leállítás
d) a különböző munkafolyamatok és kézi tevékenységek egymásra hatásának leírása (pl. javítás, beállítás, tisztítás, hibaelhárítás, működési módok felfüggesztett biztonsági funkciókkal);	NA
e) ergonómiai szempontok a helytelen működés vagy meghibásodás minimalizálása érdekében;	EN 1005-x Ergonómia
f) a környezeti feltételekhez kapcsolódó felhasználási korlátok;	Működési hőmérséklet tartomány 18– 40 ºC Működési páratartalom tartomány 20 – 70 %
g) átfedő veszélyek hatása (lásd A.4).	NA

SRS tartalma (SF001-re):

a) a biztonsági funkció rövid leírása/címe;	SF001 - Not-Halt Bedienpult (Vészleállítás – kezelőpult)
b) a biztonsági funkciót kiváltó esemény;	Vészleállító nyomógomb működtetése a kezelőpulton
c) a biztonsági funkció kimenete(i) által elindítandó reakció a tervezett biztonságos állapot eléréséhez;	KUKA Robotvezérlőszekrények és a FESTO MS6-SV-1/2-E-10V24-SO-AG energiaellátásának azonnali leválasztása 0. kategóriájú leállítás (STO)
d) a szükséges PLr teljesítményszint (lásd 5.,1);	PLr d CAT 3. – ISO 10218-2
e) azt a reakcióidőt, hogy a gép biztonságos állapotot érjen el, miután a biztonsági funkció igényét, pl. a rendszer teljes leállási teljesítménye (reakcióidő plusz leállási idő) az ISO 13855:2010 szerint;	T = 0.3 sec (300 ms)
f) az üzemmód(ok), amely(ek) alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie;	Minden üzemmód alatt
g) a biztonsági funkció interfészei a gépvezérlő	A biztonsági funkció (vészleállítás) kommunikál a SIMATIC S7 F-CPU | CPU 1517F-3PN/DP vezérléssel. A biztonsági jelek feldolgozása biztonsági be- és kimeneti kártyákkal történik.

rendszerrel és egyéb biztonsági funkciókkal;	
h) ha szükséges, egy funkcionális csatornában észlelt hiba esetén a gép biztonságos állapotba hozására vonatkozó eljárások, beleértve a biztonságos állapot fenntartásának módját a hiba kijavításáig;	NA
i) a gép viselkedése a teljesítmény elvesztése esetén (lásd 5.2.2.8);	Energia mentes állapot, a leállási idő után nincs veszélyes mozgás, megegyezik a biztonsági funkcióval kiváltott reakcióval
j) a biztonsági funkció igénylését és/vagy az SRP/CS működési gyakoriságát;	Td = 28800 sec
k) az egyidejűleg aktív, és ellentmondást (ütközést) okozó biztonsági funkciók prioritását;	NA
l) az SRP/CS vagy alrendszer tervezésére vonatkozó C típusú szabványok biztonsági követelményei (pl. ISO 23125:2015, ISO 16090-1);	ISO 10218-2
m) a biztonsági funkció aktiválása utáni újraindítás engedélyezésének feltételei.	Az összes funkcionális csatorna (S13, +H2-UC1, +H3-UC1, +X1+FN1, +X2+FN1, és +P1-KF11) jeleinek megszűnése, majd ismételt visszaállítása és a nyugtázó gomb ACK megnyomása.
A gép biztonságos állapota	Energiamentes állapot és nincs veszélyes mozgás

SRS input információi (SF002-re):

Biztonsági funkció neve azonosítója	SF002 - Not-Halt Kuka Bedienpult (Vészleállítás – Kuka kezelőpult)
a) a gép vagy részei kockázatértékelésének eredményeit minden egyes konkrét veszélyre, ha a kapcsolódó kockázatcsökkentő intézkedés(ek) a biztonsági funkció végrehajtásához a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerre támaszkodnak;	ISO 12100 szerinti kockázatelemzés
b) a gép működési jellemzői, beleértve:	
a gép rendeltetésszerű használata	A robotcella különböző adaptereket csatlakoztat az elektomos motorhoz
ésszerűen előrelátható visszaélés	NA
működési módok (pl. helyi üzemmód, automatikus üzemmód, egy zónához vagy a gép egy részéhez kapcsolódó üzemmódok)	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
az üzemmód(ok), amely alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie	Minden üzemmód alatt
ciklusidő, a biztonsági funkció várható gyakorisága	Td = 28800 sec
válaszidő a biztonságos állapot eléréséig az ISO 13855:2010 szabvány 5.1. pontja szerint	T = 0.05 sec (50 ms)
c); vészhelyzeti üzem (IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, E melléklet)	STO 0. kat leállítás
d) a különböző munkafolyamatok és kézi tevékenységek egymásra hatásának leírása (pl. javítás, beállítás, tisztítás, hibaelhárítás, működési módok felfüggesztett biztonsági funkciókkal);	NA
e) ergonómiai szempontok a helytelen működés vagy meghibásodás minimalizálása érdekében;	EN 1005-x Ergonómia

f) a környezeti feltételekhez kapcsolódó felhasználási korlátok;	Működési hőmérséklet tartomány 18– 40 °C Működési páratartalom tartomány 20 – 70 %
g) átfedő veszélyek hatása (lásd A.4).	NA

SRS tartalma (SF002-re):

a) a biztonsági funkció rövid leírása/címe;	SF002 - Not-Halt Kuka Bedienpult (Vészleállítás – Kuka kezelőpult)
b) a biztonsági funkciót kiváltó esemény;	Vészleállító nyomógomb működtetése a Kuka vezérlőpulton
c) a biztonsági funkció kimenete(i) által elindítandó reakció a tervezett biztonságos állapot eléréséhez;	KUKA Robotvezérlőszekrények és a FESTO MS6-SV-1/2-E-10V24-SO-AG energiaellátásának azonnali leválasztása 0. kategóriájú leállítás (STO)
d) a szükséges PLr teljesítményszint (lásd 5.,1);	PLr d CAT 3. – ISO 10218-2
e) azt a reakcióidőt, hogy a gép biztonságos állapotot érjen el, miután a biztonsági funkció igényét, pl. a rendszer teljes leállási teljesítménye (reakcióidő plusz leállási idő) az ISO 13855:2010 szerint;	T = 0.3s (300 ms)
f) az üzemmód(ok), amely(ek) alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie;	Minden üzemmód alatt
g) a biztonsági funkció interfészei a gépvezérlő rendszerrel és egyéb biztonsági funkciókkal;	A biztonsági funkció (vészleállítás) kommunikál a SIMATIC S7 F-CPU | CPU 1517F-3PN/DP vezérléssel. A biztonsági jelek feldolgozása biztonsági be- és kimeneti kártyákkal történik.
h) ha szükséges, egy funkcionális csatornában észlelt hiba esetén a gép biztonságos állapotba hozására vonatkozó eljárások, beleértve a biztonságos állapot fenntartásának módját a hiba kijavításáig;	NA
i) a gép viselkedése a teljesítmény elvesztése esetén (lásd 5.2.2.8);	Energia mentes állapot, a leállási idő után nincs veszélyes mozgás, megegyezik a biztonsági funkcióval kiváltott reakcióval
j) a biztonsági funkció igénylését és/vagy az SRP/CS működési gyakoriságát;	Td = 28800 sec

k) az egyidejűleg aktív, és ellentmondást (ütközést) okozó biztonsági funkciók prioritását;	NA
l) az SRP/CS vagy alrendszer tervezésére vonatkozó C típusú szabványok biztonsági követelményei (pl. ISO 23125:2015, ISO 16090-1);	ISO 10218-2
m) a biztonsági funkció aktiválása utáni újraindítás engedélyezésének feltételei.	Az összes funkcionális csatorna (S13, +H2-UC1, +H3-UC1, +X1+FN1, +X2+FN1, és +P1-KF11) jeleinek megszűnése, majd ismételt visszaállítása és a nyugtázó gomb ACK megnyomása.
A gép biztonságos állapota	Energiamentes állapot és nincs veszélyes mozgás

SRS input információi (SF003-ra):

Biztonsági funkció neve azonosítója	SF003 - Schutztürschalter 1 Station (Védőajtó - Állomás 1)
a) a gép vagy részei kockázatértékelésének eredményeit minden egyes konkrét veszélyre, ha a kapcsolódó kockázatcsökkentő intézkedés(ek) a biztonsági funkció végrehajtásához a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerre támaszkodnak;	ISO 12100 szerinti kockázatelemzés
b) a gép működési jellemzői, beleértve:	
a gép rendeltetésszerű használata	A robotcella különböző adaptereket csatlakoztat az elektomos motorhoz
ésszerűen előrelátható visszaélés	NA
működési módok (pl. helyi üzemmód, automatikus üzemmód, egy zónához vagy a gép egy részéhez kapcsolódó üzemmódok)	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
az üzemmód(ok), amely alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie	BA1
ciklusidő, a biztonsági funkció várható gyakorisága	Td = 28800 sec
válaszidő a biztonságos állapot eléréséig az ISO 13855:2010 szabvány 5.1. pontja szerint	T = 0.05 sec (50 ms)
c); vészhelyzeti üzem (IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, E melléklet)	SS2 – Biztonságos müködési leállítás
d) a különböző munkafolyamatok és kézi tevékenységek egymásra hatásának leírása (pl. javítás, beállítás, tisztítás, hibaelhárítás, működési módok felfüggesztett biztosítékokkal);	NA
e) ergonómiai szempontok a helytelen működés vagy meghibásodás minimalizálása érdekében;	EN 1005-x Ergonómia

f) a környezeti feltételekhez kapcsolódó felhasználási korlátok;	Működési hőmérséklet tartomány 18– 40 °C Működési páratartalom tartomány 20 – 70 %
g) átfedő veszélyek hatása (lásd A.4).	NA

SRS tartalma (SF003-ra):

a) a biztonsági funkció rövid leírása/címe;	SF003 - Schutztürschalter 1 Station (Védőajtó - Állomás 1)
b) a biztonsági funkciót kiváltó esemény;	Védőajtó kinyitása
c) a biztonsági funkció kimenete(i) által elindítandó reakció a tervezett biztonságos állapot eléréséhez;	Az SS2 funkció gyorsan és biztonságosan leállítja a motort, majd leállás után aktiválja az SOS funkciót. (A motor teljesítménye nem kapcsol ki, hanem a vezérlőrendszer megakadályozza, hogy az álló helyzetét elhagyja, még akkor is, ha külső erő hat rá.)
d) a szükséges PLr teljesítményszint (lásd 5.,1);	PLr d CAT 3. – ISO 10218-2
e) azt a reakcióidőt, hogy a gép biztonságos állapotot érjen el, miután a biztonsági funkció igényét, pl. a rendszer teljes leállási teljesítménye (reakcióidő plusz leállási idő) az ISO 13855:2010 szerint;	T = 0.3s (300 ms)
f) az üzemmód(ok), amely(ek) alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie;	BA1
g) a biztonsági funkció interfészei a gépvezérlő rendszerrel és egyéb biztonsági funkciókkal;	A biztonsági funkció (vészleállítás) kommunikál a SIMATIC S7 F-CPU | CPU 1517F-3PN/DP vezérléssel. A biztonsági jelek feldolgozása biztonsági be- és kimeneti kártyákkal történik.
h) ha szükséges, egy funkcionális csatornában észlelt hiba esetén a gép biztonságos állapotba hozására vonatkozó eljárások, beleértve a biztonságos állapot fenntartásának módját a hiba kijavításáig;	NA
i) a gép viselkedése a teljesítmény elvesztése esetén (lásd 5.2.2.8);	Energia mentes állapot, a leállási idő után nincs veszélyes mozgás, megegyezik a biztonsági funkcióval kiváltott reakcióval
j) a biztonsági funkció igénylését és/vagy az SRP/CS működési gyakoriságát;	NA

k) az egyidejűleg aktív, és ellentmondást (ütközést) okozó biztonsági funkciók prioritását;	NA
l) az SRP/CS vagy alrendszer tervezésére vonatkozó C típusú szabványok biztonsági követelményei (pl. ISO 23125:2015, ISO 16090-1);	ISO 10218-2
m) a biztonsági funkció aktiválása utáni újraindítás engedélyezésének feltételei.	Az összes funkcionális csatorna (S13, +H2-UC1, +H3-UC1, +X1+FN1, +X2+FN1, és +P1-KF11) jeleinek megszűnése, majd ismételt visszaállítása és a nyugtázó gomb ACK megnyomása.
A gép biztonságos állapota	Álló helyzetét tartja a gép, még akkor is, ha külső erő hat rá.

SRS input információi (SF004-re):

Biztonsági funkció neve azonosítója	SF004 - Zustimmtaste Push Button Panel MPP 1500E (Nyomógomb - kézivezérlőn)
a) a gép vagy részei kockázatértékelésének eredményeit minden egyes konkrét veszélyre, ha a kapcsolódó kockázatcsökkentő intézkedés(ek) a biztonsági funkció végrehajtásához a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerre támaszkodnak;	ISO 12100 szerinti kockázatelemzés
b) a gép működési jellemzői, beleértve:	
a gép rendeltetésszerű használata	A robotcella különböző adaptereket csatlakoztat az elektomos motorhoz
ésszerűen előrelátható visszaélés	NA
működési módok (pl. helyi üzemmód, automatikus üzemmód, egy zónához vagy a gép egy részéhez kapcsolódó üzemmódok)	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
az üzemmód(ok), amely alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie	BA2 a védőajtó kinyitása; BA2 (kézi működtetés)
ciklusidő, a biztonsági funkció várható gyakorisága	Td=28800 s
válaszidő a biztonságos állapot eléréséig az ISO 13855:2010 szabvány 5.1. pontja szerint	T = 0.05 sec (50 ms)
c); vészhelyzeti üzem (IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, E melléklet)	STO 0. kat. leállítás
d) a különböző munkafolyamatok és kézi tevékenységek egymásra hatásának leírása (pl. javítás, beállítás, tisztítás, hibaelhárítás, működési módok felfüggesztett biztosítékokkal);	NA
e) ergonómiai szempontok a helytelen működés vagy meghibásodás minimalizálása érdekében;	EN 1005-x Ergonómia

f) a környezeti feltételekhez kapcsolódó felhasználási korlátok;	Működési hőmérséklet tartomány 18– 40 °C Működési páratartalom tartomány 20 – 70 %
g) átfedő veszélyek hatása (lásd A.4).	NA

SRS tartalma (SF004-re):

a) a biztonsági funkció rövid leírása/címe;	SF004 - Zustimmtaste Push Button Panel MPP 1500E (Nyomógomb – HT8 kézivezérlőn)
b) a biztonsági funkciót kiváltó esemény;	„DEADMAN" gomb felengedése
c) a biztonsági funkció kimenete(i) által elindítandó reakció a tervezett biztonságos állapot eléréséhez;	STO 0. kat. leállítás
d) a szükséges PLr teljesítményszint (lásd 5.,1);	PLr d CAT 3. – ISO 10218-2
e) azt a reakcióidőt, hogy a gép biztonságos állapotot érjen el, miután a biztonsági funkció igényét, pl. a rendszer teljes leállási teljesítménye (reakcióidő plusz leállási idő) az ISO 13855:2010 szerint;	T=0,3s (300ms)
f) az üzemmód(ok), amely(ek) alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie;	BA2
g) a biztonsági funkció interfészei a gépvezérlő rendszerrel és egyéb biztonsági funkciókkal;	A biztonsági funkció (vészleállítás) kommunikál a SIMATIC S7 F-CPU | CPU 1517F-3PN/DP vezérléssel. A biztonsági jelek feldolgozása biztonsági be- és kimeneti kártyákkal történik.
h) ha szükséges, egy funkcionális csatornában észlelt hiba esetén a gép biztonságos állapotba hozására vonatkozó eljárások, beleértve a biztonságos állapot fenntartásának módját a hiba kijavításáig;	NA
i) a gép viselkedése a teljesítmény elvesztése esetén (lásd 5.2.2.8);	Energia mentes állapot, a leállási idő után nincs veszélyes mozgás, megegyezik a biztonsági funkcióval kiváltott reakcióval
j) a biztonsági funkció igénylését és/vagy az SRP/CS működési gyakoriságát;	

k) az egyidejűleg aktív, és ellentmondást (ütközést) okozó biztonsági funkciók prioritását;	NA
l) az SRP/CS vagy alrendszer tervezésére vonatkozó C típusú szabványok biztonsági követelményei (pl. ISO 23125:2015, ISO 16090-1);	ISO 10218-2
m) a biztonsági funkció aktiválása utáni újraindítás engedélyezésének feltételei.	Az összes funkcionális csatorna (S13, +H2-UC1, +H3-UC1, +X1+FN1, +X2+FN1, és +P1-KF11) jeleinek megszűnése, majd ismételt visszaállítása és a nyugtázó gomb ACK megnyomása.
A gép biztonságos állapota	Energiamentes állapot és nincs veszélyes mozgás

SRS input információi (SF005-re):

Biztonsági funkció neve azonosítója	SF005 – Anwahl Betriebsart Bedienpult (Üzemmódválasztás - kezelőpult)
a) a gép vagy részei kockázatértékelésének eredményeit minden egyes konkrét veszélyre, ha a kapcsolódó kockázatcsökkentő intézkedés(ek) a biztonsági funkció végrehajtásához a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerre támaszkodnak;	ISO 12100 szerinti kockázatelemzés
b) a gép működési jellemzői, beleértve:	
a gép rendeltetésszerű használata	A robotcella különböző adaptereket csatlakoztat az elektomos motorhoz
ésszerűen előrelátható visszaélés	NA
működési módok (pl. helyi üzemmód, automatikus üzemmód, egy zónához vagy a gép egy részéhez kapcsolódó üzemmódok)	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
az üzemmód(ok), amely alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
ciklusidő, a biztonsági funkció várható gyakorisága	T=432000s
válaszidő a biztonságos állapot eléréséig az ISO 13855:2010 szabvány 5.1. pontja szerint	T=0,05s (50ms)
c); vészhelyzeti üzem (IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, E melléklet)	NA
d) a különböző munkafolyamatok és kézi tevékenységek egymásra hatásának leírása (pl. javítás, beállítás, tisztítás, hibaelhárítás, működési módok felfüggesztett biztosítékokkal);	NA
e) ergonómiai szempontok a helytelen működés vagy meghibásodás minimalizálása érdekében;	EN 1005-x Ergonómia

f) a környezeti feltételekhez kapcsolódó felhasználási korlátok;	Működési hőmérséklet tartomány 18– 40 ºC Működési páratartalom tartomány 20 – 70 %
g) átfedő veszélyek hatása (lásd A.4).	NA

SRS tartalma (SF005-re):

a) a biztonsági funkció rövid leírása/címe;	SF005 – Anwahl Betriebsart Bedienpult (Üzemmódválasztás - kezelőpult)
b) a biztonsági funkciót kiváltó esemény;	Kezelőpulton elhelyezett nyomógomb megnyomása
c) a biztonsági funkció kimenete(i) által elindítandó reakció a tervezett biztonságos állapot eléréséhez;	NA
d) a szükséges PLr teljesítményszint (lásd 5.,1);	PLr d CAT 3. – ISO 10218-2
e) azt a reakcióidőt, hogy a gép biztonságos állapotot érjen el, miután a biztonsági funkció igényét, pl. a rendszer teljes leállási teljesítménye (reakcióidő plusz leállási idő) az ISO 13855:2010 szerint;	T=0.3s (300ms)
f) az üzemmód(ok), amely(ek) alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie;	Minden üzemmód
g) a biztonsági funkció interfészei a gépvezérlő rendszerrel és egyéb biztonsági funkciókkal;	A biztonsági funkció kommunikál a SIMATIC S7 F-CPU | CPU 1517F-3PN/DP vezérléssel. A biztonsági jelek feldolgozása biztonsági be- és kimeneti kártyákkal történik.
h) ha szükséges, egy funkcionális csatornában észlelt hiba esetén a gép biztonságos állapotba hozására vonatkozó eljárások, beleértve a biztonságos állapot fenntartásának módját a hiba kijavításáig;	NA
i) a gép viselkedése a teljesítmény elvesztése esetén (lásd 5.2.2.8);	Energia mentes állapot, a leállási idő után nincs veszélyes mozgás, megegyezik a biztonsági funkcióval kiváltott reakcióval
j) a biztonsági funkció igénylését és/vagy az SRP/CS működési gyakoriságát;	T=432000s

k) az egyidejűleg aktív, és ellentmondást (ütközést) okozó biztonsági funkciók prioritását;	Vészleállításnak prioritása van
l) az SRP/CS vagy alrendszer tervezésére vonatkozó C típusú szabványok biztonsági követelményei (pl. ISO 23125:2015, ISO 16090-1);	ISO 10218-2
m) a biztonsági funkció aktiválása utáni újraindítás engedélyezésének feltételei.	Az összes funkcionális csatorna (S13, +H2-UC1, +H3-UC1, +X1+FN1, +X2+FN1, és +P1-KF11) jeleinek megszűnése, majd ismételt visszaállítása és a nyugtázó gomb ACK megnyomása.
A gép biztonságos állapota	Energiamentes állapot és nincs veszélyes mozgás

SRS input információi (SF006-re):

Biztonsági funkció neve azonosítója	SF006 – Anwahl Betriebsart KUKA Teach pendant– (Üzemmódválasztás KUKA kézivezérlőn)
a) a gép vagy részei kockázatértékelésének eredményeit minden egyes konkrét veszélyre, ha a kapcsolódó kockázatcsökkentő intézkedés(ek) a biztonsági funkció végrehajtásához a biztonsággal kapcsolatos vezérlőrendszerre támaszkodnak;	ISO 12100 szerinti kockázatelemzés
b) a gép működési jellemzői, beleértve:	
a gép rendeltetésszerű használata	A robotcella különböző adaptereket csatlakoztat az elektomos motorhoz
ésszerűen előrelátható visszaélés	NA
működési módok (pl. helyi üzemmód, automatikus üzemmód, egy zónához vagy a gép egy részéhez kapcsolódó üzemmódok)	Három fö üzemmód: BA1; BA2 és BA3
az üzemmód(ok), amely alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie	BA3 + KUKA T1
ciklusidő, a biztonsági funkció várható gyakorisága	NA
válaszidő a biztonságos állapot eléréséig az ISO 13855:2010 szabvány 5.1. pontja szerint	T = 0.05 sec (50 ms)
c); vészhelyzeti üzem (IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, E melléklet)	SLS
d) a különböző munkafolyamatok és kézi tevékenységek egymásra hatásának leírása (pl. javítás, beállítás, tisztítás, hibaelhárítás, működési módok felfüggesztett biztosítékokkal);	NA
e) ergonómiai szempontok a helytelen működés vagy meghibásodás minimalizálása érdekében;	EN 1005-x Ergonómia

f) a környezeti feltételekhez kapcsolódó felhasználási korlátok;	Működési hőmérséklet tartomány 18– 40 ºC Működési páratartalom tartomány 20 – 70 %
g) átfedő veszélyek hatása (lásd A.4).	NA

SRS tartalma (SF006-ra):

a) a biztonsági funkció rövid leírása/címe;	SF006 – Anwahl Betriebsart KUKA Teach pendant– (Üzemmódválasztás KUKA kézivezérlőn)
b) a biztonsági funkciót kiváltó esemény;	KUKA smartPAD kezelőegység használata
c) a biztonsági funkció kimenete(i) által elindítandó reakció a tervezett biztonságos állapot eléréséhez;	KUKA Robotvezérlőszekrények, sebességcsökkentés; SLS BA3-nál (max. 33mm/s)
d) a szükséges PLr teljesítményszint (lásd 5.,1);	PLr d CAT 3. – ISO 10218-2
e) azt a reakcióidőt, hogy a gép biztonságos állapotot érjen el, miután a biztonsági funkció igényét, pl. a rendszer teljes leállási teljesítménye (reakcióidő plusz leállási idő) az ISO 13855:2010 szerint;	Csökkentett sebesség BA3-nál (max. 33mm/s)
f) az üzemmód(ok), amely(ek) alatt a biztonsági funkciónak aktívnak kell lennie;	BA3
g) a biztonsági funkció interfészei a gépvezérlő rendszerrel és egyéb biztonsági funkciókkal;	A biztonsági funkció kommunikál a SIMATIC S7 F-CPU | CPU 1517F-3PN/DP vezérléssel. A biztonsági jelek feldolgozása biztonsági be- és kimeneti kártyákkal történik. Teach pendant kommunikál a robotvezérlővel
h) ha szükséges, egy funkcionális csatornában észlelt hiba esetén a gép biztonságos állapotba hozására vonatkozó eljárások, beleértve a biztonságos állapot fenntartásának módját a hiba kijavításáig;	NA
i) a gép viselkedése a teljesítmény elvesztése esetén (lásd 5.2.2.8);	A hajtás megbízhatóan figyeli a fordulatszámot, és a konfiguráció által meghatározott hibareakciót aktiválja a beállított sebességhatár túllépése esetén.

j) a biztonsági funkció igénylését és/vagy az SRP/CS működési gyakoriságát;	432000s
k) az egyidejűleg aktív, és ellentmondást (ütközést) okozó biztonsági funkciók prioritását;	Vészleállítás prioritása van
l) az SRP/CS vagy alrendszer tervezésére vonatkozó C típusú szabványok biztonsági követelményei (pl. ISO 23125:2015, ISO 16090-1);	ISO 10218-2
m) a biztonsági funkció aktiválása utáni újraindítás engedélyezésének feltételei.	KUKA smartPAD-en AUTOMATA üzemmód kiválasztása, Kezelőpulton BA1 kiválasztása és ezután a nyugtázó gomb ACK megnyomása.
A gép biztonságos állapota	Biztonságosan korlátozott sebesség (SLS); csökkentett sebesség BA3-nál (max. 33 mm/s)

SISTEMA - Sicherheit von Steuerungen an Maschinen

Projektname: 7073.320 (OP 70020)

Dateidatum: 29.10.2024 08:34:08 Reportdatum: 2024. 10. 29. Prüfsumme: 406d55f1b45354d9e7190ae6092fe1e8

PR Projektname: 7073.320 (OP 70020)

Name der Projektdatei:	C:\Users\mplevare\Desktop\910100042493_OP70020_7073.320_080224_Sistem_proba.ssm
Erstellungsdatum:	-
Projektstatus:	Erledigt
Projektnummer:	OP 70020_Aggregat rüsten
Projektversion:	00
Autoren:	Köteles Zsolt
Projektleitende:	
Prüfende:	Pleva Martin
Gefahrenstelle / Maschine:	
Dokumentation:	
Dokument:	
Version der Software:	2.1.0 build 3
Version der Norm:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Prüfsumme:	406d55f1b45354d9e7190ae6092fe1e8
Optionen:	☑ DC-Zwischenstufen zur Berechnung der PFHD verwenden (genauer) ☐ MTTFD-Kappung für Kategorie 4 von 2500 auf 100 Jahre absenken
Status:	✔ grün
Anmerkung:	Für das Projekt (bzw. seine untergeordneten Grundelemente) liegen keine Meldungen vor.

Druckoptionen

☑ Sicherheitsfunktionen anzeigen
☐ zusätzlich Blöcke anzeigen
☐ zusätzlich Subsysteme anzeigen
☐ zusätzlich Elemente anzeigen

Enthaltene Sicherheitsfunktionen

SF Name: Not-Halt Bedienpult

Gefordert: PLr d	Erreicht: PL d	PFHD [1/h]: 8,6E-7	Status: grün

Liste der Geräte mit einer zulässigen Betriebszeit (T10D) von weniger als 20 Jahren:
- Keine Geräte bekannt -

Enthaltene Sicherheitsfunktionen

SF Name: Not-Halt Kuka Bedienpult

Gefordert: PLr d	Erreicht: PL d	PFHD [1/h]: 4,8E-7	Status: grün

Liste der Geräte mit einer zulässigen Betriebszeit (T10D) von weniger als 20 Jahren:
- Keine Geräte bekannt -

PR Projektname: 7073.320 (OP 70020)

Enthaltene Sicherheitsfunktionen

SF Name: Schutztürschalter 1 Station

Gefordert: PLr d	Erreicht: PL d	PFHD [1/h]: 4,9E-7	Status: grün

Liste der Geräte mit einer zulässigen Betriebszeit (T10D) von weniger als 20 Jahren:

- Keine Geräte bekannt -

Enthaltene Sicherheitsfunktionen

SF Name: Zustimmtaste Push Button Panel MPP 1500E

Gefordert: PLr c	Erreicht: PL d	PFHD [1/h]: 5,1E-7	Status: grün

Liste der Geräte mit einer zulässigen Betriebszeit (T10D) von weniger als 20 Jahren:

- Keine Geräte bekannt -

Enthaltene Sicherheitsfunktionen

SF Name: Anwahl Betriebsart Bedienpult

Gefordert: PLr d	Erreicht: PL d	PFHD [1/h]: 3,3E-7	Status: grün

Liste der Geräte mit einer zulässigen Betriebszeit (T10D) von weniger als 20 Jahren:

- Keine Geräte bekannt -

Enthaltene Sicherheitsfunktionen

SF Name: Anwahl Betriebsart KUKA Teach pendant

Gefordert: PLr d	Erreicht: PL d	PFHD [1/h]: 3,3E-7	Status: grün

Liste der Geräte mit einer zulässigen Betriebszeit (T10D) von weniger als 20 Jahren:

- Keine Geräte bekannt -

Projektname: **7073.320 (OP 70020)**

Dateidatum: 29.10.2024 08:34:08 Reportdatum: 2024. 10. 29. Prüfsumme: 406d55f1b45354d9e7190ae6092fe1e8

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

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

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

Das Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) ist bemüht, seine Homepage virenfrei zu halten, gleichwohl kann keine Virenfreiheit der zur Verfügung gestellten Software und Informationen zugesichert werden. Nutzerinnen und Nutzern wird daher empfohlen, vor dem Herunterladen von Software, Dokumentationen oder Informationen selbst für angemessene Sicherheitsvorkehrungen und Virenscanner zu sorgen.

KONTAKT

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Fachbereich 5: Unfallverhütung - Produktsicherheit

Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin

E-Mail: sistema@dguv.de

www.dguv.de/ifa (Webcode: d561582)

Name in Druckbuchstaben:	Datum, Unterschrift:
Autoren	Autoren
Prüfende	Prüfende