

SZAKDOLGOZAT

TÓTH GÁBOR

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Ipari Gépek Biztonsága Szakmérnök Szak

**Egyedi automata élezőgép kockázatértékelése, villamos
biztonságtechnika tervezése.**

Belső konzulens: Dr. Földi László
egyetemi docens

Külső konzulens: Horváth Zsolt
Műszaki vezető, NRB Holding Kft

Készítette: **Tóth Gábor**
W7M8OT
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet
Mechatronika Tanszék

GÖDÖLLŐ
2024

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Tóth Gábor (W7M8OT)

részére

A szakdolgozat címe:

**Egyedi automata élezőgép kockázatértékelése,
villamos biztonságtechnika tervezése**

Feladatkiírás:

Bevezetés, Szakirodalom feldolgozása, probléma bemutatása, Kockázatértékelés
PLr Meghatározás, Biztonsági funkciók megtervezése, SRP/CS tervek, PL teljesítményszint
értékelés, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: Horváth Zsolt, gépész tervező, NRB Holding Kft., Zalaegerszeg

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

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
1.1.	Téma jelentősége	6
1.2.	Célkitűzés.....	8
2.	Szakirodalom feldolgozása	9
2.1.	Jogszabályi szint	9
2.1.1.	Gépdirektíva (MD)	9
2.1.2.	A kisfeszültségű direktíva (LVD).....	11
2.1.3.	Az elektromágneses összeférhetőség irányelve (EMC)	11
2.2.	Harmonizált szabványok.....	12
2.2.1.	Szabványok csoportosítása	12
2.2.2.	MSZ EN ISO 12100 – A-típusú szabvány	15
2.2.3.	MSZ EN ISO 13849-1 – B1 típusú szabvány.....	17
2.2.4.	MSZ EN ISO 13850 – B2 típusú szabvány	19
2.2.5.	MSZ EN ISO 14120 – B2 típusú szabvány	19
3.	Az élezőgép tervezési folyamatának bemutatása	20
3.1.	Alapkérdések tisztázása	20
3.1.1.	Technológiai elvárások:.....	20
3.1.2.	Energia ellátás:	20
3.1.3.	Kezelhetőség.....	20
3.1.4.	Gépbiztonsági alapkérdések	21
3.2.	Gépészeti terv.....	21
3.3.	Technológiai lépések meghatározása.....	23
4.	Kockázatfelmérés	24
4.1.	Gép határainak rögzítése 12100:5.3 [10]	24

4.2.	Veszélyek azonosítása, kockázatsökkentési lehetőségek tervezése.....	24
4.2.1.	Korongrobbanás.....	25
4.2.2.	Vágási, égési sérülés.....	25
4.2.3.	Szikraképződés	25
4.2.4.	Behúzás veszélye.....	26
4.2.5.	Zúzódás veszélye.....	26
4.2.6.	Vágási sérülés veszélye késtartó kezelésnél.....	26
4.2.7.	Zajhatás.....	27
4.2.8.	Nem várt működések veszélye	27
4.3.	Konklúzió a veszélyek csökkentésére.....	28
4.4.	Kockázatbecslés.....	29
4.4.1.	Károsodás súlyossága S1-S2	30
4.4.2.	Veszélyexpozíció, veszélyes esemény előfordulási gyakorisága F1-F2	30
4.4.3.	Veszélyes esemény elkerülésének lehetősége: P1-P2	30
5.	Biztonsági funkciók megtervezése, SRP/CS tervek.....	33
5.1.	SF1 - Vészleállítás biztonsági funkció.....	34
5.2.	SF2 – Zárható reteszelt védőburkolat biztonsági funkció = biztonsági ajtó.....	39
5.3.	SF3- Zárható reteszelt védőburkolat nyitás engedélyező funkciója, biztonsági ajtó nyitás engedély.....	42
6.	PL teljesítményszint értékelés.....	46
7.	Gazdasági számítás	47
8.	Összefoglalás.....	49
9.	Summary	50
10.	Nyilatkozat.....	51
11.	Irodalomjegyzék	53

1. Bevezetés

Az iparban működő vállalkozásoknál gyakran előfordul, hogy olyan egyedi, sajátos gépi berendezésre, vagy meglévő gép átalakítására van szükség, mely normál kereskedelmi forgalomban nem beszerezhető. Ilyenkor vagy gépgyártókhoz fordulnak, vagy - ha rendelkeznek saját belső műszaki kapacitással - saját erőforrásaikat felhasználva terveznek-kiviteleznek saját fejlesztésű berendezéseket.

Ezek a berendezések nem kerülnek kereskedelmi forgalomba, egyedi gépként szolgálják, segítik a termelő tevékenységet. A saját célra történő gyártás is forgalomba hozatalnak minősül. Természetesen ezeknek is ki kell elégíteniük az alapvető gépbiztonsági előírásokat: el kell látni CE jelöléssel, illetve biztosítani kell a helyi munkakörnyezethez a biztonságos munkavégzés feltételeit. Mivel a gép gyártója és üzemeltetője ebben az esetben azonos, ezért a CE jelölésről és a munkavédelmi jellegű feladatokról is neki kell gondoskodnia. Ez előnyt is jelent, hiszen a helyi körülményeket, követelményeket már ismeri, ezeket már a tervezés során figyelembe veheti.

Gyakori eset azonban, hogy az ilyen, saját célra gyártott berendezések nem rendelkeznek CE jelöléssel, EK megfelelőségi nyilatkozattal, viszont megtörténik a munkavédelmi üzembe helyezés. Ez ellene megy a következő jogszabálynak:

Munkavédelmi Tv. 18. § ... [2]

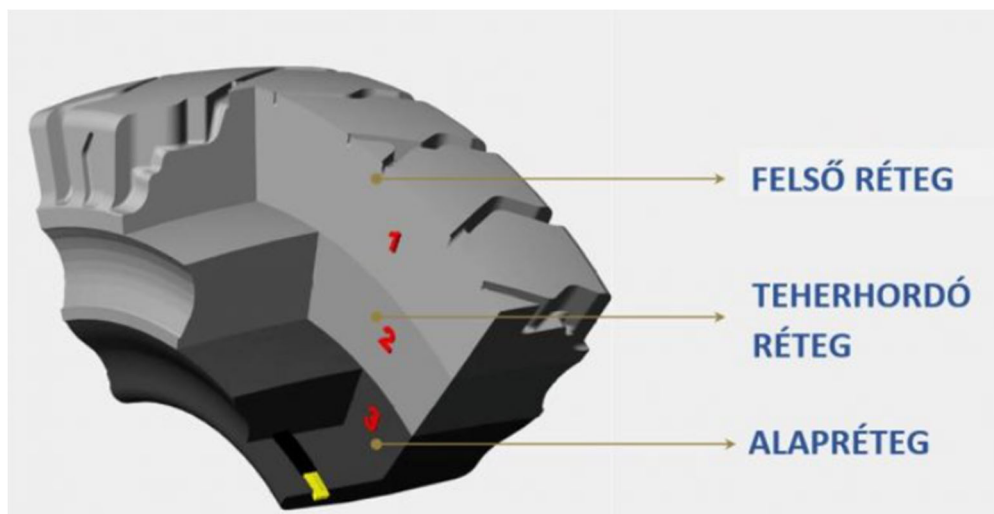
„(3) Munkaeszközt üzembe helyezni, valamint használatba venni csak abban az esetben szabad, ha az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés követelményeit kielégíti, és rendelkezik az adott munkaeszközzel, mint termékre, külön jogszabályban meghatározott EK-megfelelőségi nyilatkozattal, illetve a megfelelőséget tanúsító egyéb dokumentummal (pl. tanúsítvány).”

1.1. Téma jelentősége

A szakdolgozat egy hulladékfeldolgozó vállalkozás saját célra gyártandó gép tervezésén keresztül mutatja be, hogy milyen jogi és szabványossági előírásoknak kell megfelelni az EU-s gépbiztonsági normatívákhoz.

A vállalkozás hulladék targoncagumi feldolgozásával foglalkozik. Köztudott, hogy Magyarország EU-s kötelezettségei alapján évi 15.000–20.000 tonna gumihulladék feldolgozására kötelezett. A vállalkozás a hazai gumihulladék újrahasznosításból vállal egy kis szeletet. Hulladék targoncagumiabroncsból gumihorzsalékot állít elő. A gumi termékekre egyre nagyobb igény mutatkozik, így a gumihorzsalékra is egyre nagyobb a kereslet, mivel egyre több cég foglalkozik gumi járólapok, játszótér-, ill. sportpálya burkoló rendszerek gyártásával.

Az anyagmozgatás terén pedig egyre több targonca kerül forgalomba, melyek elhasznált gumiabroncsainak újrahasznosításával csökkenthető a környezetünk szennyezése.



1. ábra Targoncagumi rétegrendje [16]

A technológia hasonló a gumiabroncs vulkanizálásra történő előkészítéshez, ahol is a futófelületet kaparják le kaparófűrész lapokkal. Itt, a horzsalékgyártásnál azonban egészen az alaprétegegig „lehorzsolják”, lekaparják az abroncs rétegeket. Az alaprétegeből már horzsolással nem lehet kinyerni a gumit, mivel acélhuzalokat tartalmaz (, ez biztosítja, hogy a gumi ne mozduljon el a felnin).

A technológiával foglalkozók különböző szakkifejezéseket használnak a fent említett kaparófűrészre: kaparófűrész, kaparókés, horzsolókés, kratzpenge. A következőkben én a horzsolókés kifejezést használom. A 2. ábra egy horzsolókést mutat be.

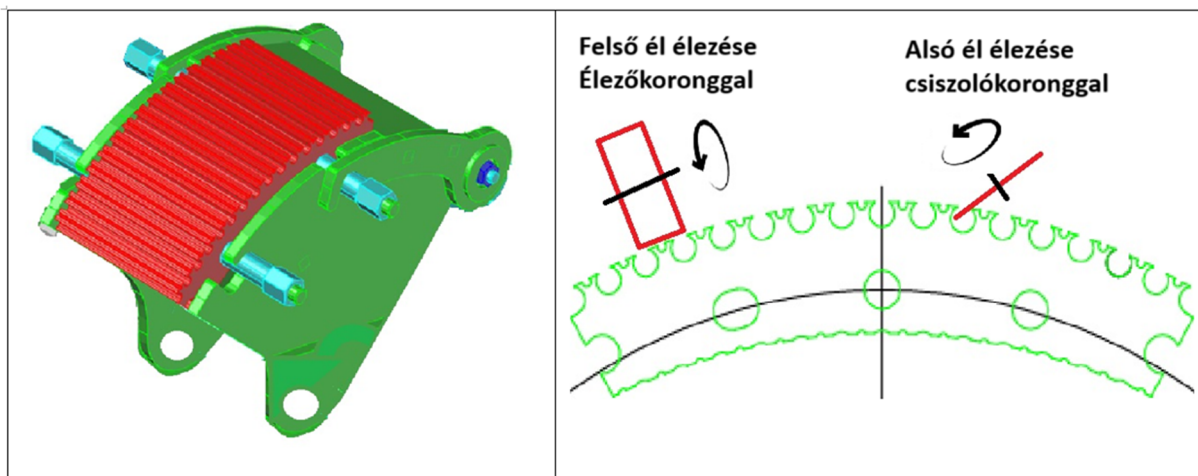


Hiba! Nincs megadva sorozat-azonosító. ábra Kaparófűrész (horzsolókés) – speciálisan edzett acéllemezből

A gyártási technológia röviden: 60db horzsolókés egy henger alakú szerszámmra van spirál alakban, körkörösén felfűzve. Ez a horzsoló fej. A forgó gumiabroncs folyamatosan halad a szintén forgó horzsolófejjel szemben. Így a forgó kések folyamatosan kaparják, horzsolják a gumi felületét, szálakat kifarva a gumi felületéről. A kimart darabok elszívórendszeren keresztül kerülnek big-bag zsákokba. A forgás kerületi sebességével, a gumi és horzsolófej közelítési sebességével szabályozható a gumihorzsálék mérete.

A gumi horzsálék minőségét és mennyiségét, illetve a gépek termelékenységét nagyban befolyásolja a horzsolókések állapota is. Élezéssel növelhető a horzsolókések minősége, élettartama. Tapasztalatok szerint 3-4 élezésig lehet használni a késeket. Élezésükhöz eddig egy manuálisan működtetett szerszámot alkalmaztak: A 60 db kést egy fordítható tartóra felfűzték (továbbiakban késtartó), így egy 60fokos körcikket kaptak, majd egy forgó köszörűtárcsát egy vízszintes konzolon végighúztak a kések felett, azokra merőlegesen.

A 3. ábra egy késtartót mutat be a 60db felfűzött horzsolókéssel, ill. a csiszoló- és köszörűkorong élezési pozíciója látható.



3.ábra. Késtartó késekkel és a köszörülés, csiszolás szemléltetése

Ezt a műveletet a késtartó 4fokos elfordításával 16x kellett megismételni. Ezután egy satuba befogva a késtartót, egy sarokcsiszolóval kell megélezni a kések alsó ívét. Egy élezés 20-25 percet vesz igénybe. Folyamatos gyártás mellett 4x kell kést élezni egy műszakban. E manuális tevékenységet nem is végezheti akárki, a folyamat kimenete láthatóan személy függő is. Tehát a manuális élezés időigényes, személy függő, és munkavédelmi szempontból is hagy némi kivetnivalót. Ráadásul a vállalkozás termelése olyannyira felfutott, hogy második műszakot is el kell indítani, így a délelőtti műszakban már 8-szor kell kést élezni, hogy a délutáni műszaknak is jusson.

1.2. Célkitűzés

A fentiek alapján felmerült az igény, hogy a késélezést automatizálni kell, a cél egy automata élezőgép elkészítése, egyedi gépet kell gyártani. A vállalkozás műszaki vezetője úgy döntött, hogy saját erőforrásokat felhasználva megtervezi és összeállítja a berendezést, az automatizálási feladatokra pedig egy külső vállalkozót kér fel.

A projekt vezetője így a vállalkozás műszaki vezetője lett, ő vállalta magára a gépészeti tervezést is, engem külsőként a villamos tervezés, PLC programozás, beüzemelés részéhez kértek fel munkáltatómon keresztül. A gépészeti szerelést a vállalkozás TMK-lakatos, a villamos szerelést, vezérlőszekrény készítést egy egyéni vállalkozó végzi terveim alapján.

E szakdolgozat bemutatja tervezés során felmerült gépbiztonsági kérdéseket, a kockázatok felmérését és a kockázatok csökkentésére irányuló megoldásokat. Mindezeket az Európai Unió követelmények tükrében.

2. Szakirodalom feldolgozása

Azon túl, hogy egy berendezés, gép megfelelően ellássa a tőle elvárt termelékenységi, minőségbiztosítási mutatókat, meg kell felelnie számos, környezetével kapcsolatos elvárásnak is. Az élezőgépnek meg kell felelnie egészségvédelmi és biztonsági követelményeknek is. Ez azt jelenti, hogy a vele dolgozó munkavállalók és a gép környezetében tartózkodók is megfelelő védelem alatt álljanak.

És ehhez a biztonságos kialakításhoz ad teljeskörű iránymutatást az Európai Parlament és Tanács irányelvekkel, rendeletekkel, jogszabályokkal és a harmonizált szabványokkal.

Az Európai Unió gazdasági és politikai egyesülésként egységes jogrendszerrel igyekszik szabályozni az európai piacot, így biztosítva a személyek, áruk, szolgáltatások és a tőke szabad áramlását. Ebből az egységes jogrendszerből a gépipar és ezen belül a gépgyártás sem maradt ki. E fejezetben bemutatom azokat az EU-s normatívákat, amelyeket az élezőgép tervezési folyamatában figyelembe kellett venni.

2.1. Jogszabályi szint

2.1.1. Gépdirektíva (MD)

A gépgyártás „alap” jogszabálya a 2006/42/EK irányelv [9], amelyet nemrégiben AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2023. június 14-i (EU) **2023/1230 RENDELETE** váltott fel. Ez a rendelet a 2006/42/EK irányelveit alkalmazva rendelet formájában határozza meg a gépek alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelményeinek és a megfelelőségértékelési eljárásoknak az alkalmazását. Az irányelv és a rendelet célja is a gépekre vonatkozó elvárások harmonizálása érdekében született, hisz így a tagállamok gépkereskedelme közötti akadályokat lehet megszüntetni. Az irányelv és a rendelet célja is a gépek működéséből eredő kockázatok kezelése, csökkentése; a munkavállalók biztonsága a piac szabad működése mellett. Itt fontos megjegyezni, hogy a rendeletnél már nemcsak a rendeltetésszerű használatból hanem az előrelátható helytelen használatából eredő kockázatokat is figyelembe kell venni!

A rendelet nemcsak a gyártók, hanem az importőrök, forgalmazók kötelezettségeit is meghatározza.

Az irányelv volt az EU legmagasabb szintű harmonizációs törekvése a gépgyártás területén, iránymutatásaként jöttek és jönnek létre azok a harmonizált szabványok, melyek betartását a gépgyártásban szereplőktől el kell várni.

Hatály azonban nemcsak gépekre, hanem a 2. cikkben felsorolt további termékekre is vonatkozik:

- a) cserélhető berendezések;
- b) biztonsági alkatrészek;
- c) emelőberendezések tartozékai;
- d) láncok, kötelek és hevederek;
- e) leszerelhető mechanikus erőátviteli szerkezetek;
- f) a részben kész gépekre is alkalmazandó.

A rendelet III. Melléklete foglalkozik részletesen a gépek és hozzájuk kapcsolódó termékek tervezésére és építésére vonatkozó alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelményekkel. Amennyiben a gépgyártó, importőr vagy forgalmazó bizonyítottan teljesíti e mellékletben foglaltakat, úgy termékére EU-megfelelőségi nyilatkozatot állíthat ki.

A megfelelőségnek jele is van: a CE jelölés. A 765/2008/EK rendelet 30.cikk határozza meg a CE jelölésre vonatkozó előírásokat. [3] E jelölés tanúsítja, hogy a termék megfelel a harmonizációs jogszabályok követelményeinek.

E rendelet (45) pontja utal a **1025/2012/EU rendeletre**, mely az EU szabványkidolgozási rendszerét szabályozza.[6] Hisz a gépdirektíva nem tartalmazhat minden részletre kiterjedő előírásokat, csak keretet biztosít az általános elvárásokhoz. A konkrétabb, részletes megoldásokat a szabványok biztosítják.

Az EU-s gépdirektíva magyarországi jogi megnyilvánulása a *16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról*.

Az élezőgép teljes értékű gépként kezelendő, természetesen a gépdirektíva elvárásai vonatkoznak rá is.

2.1.2. A kisfeszültségű direktíva (LVD)

Ez az európai piacon újonnan gyártott vagy 3. országból behozott elektromos berendezésekre vonatkozó **2014/35/EU irányelv** [8] a meghatározott feszültséghatáron belüli használatra tervezett elektromos berendezések forgalmazására vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizációjáról. A 75V-1500 V feszültségű, egyenáramú elektromos berendezésekre és az 50V-1000 V feszültség közé eső, váltakozó áramú, elektromos berendezésekre szól, a II. Mellékletben felsoroltak kivételével. A felsorolt elektromos berendezések egészséget nem veszélyeztető, biztonságos használatot lehetővé tevő gyártói, importóri, forgalmazói előírásokat tartalmazza. Ez az irányelv is EK megfelelési eljárást és CE jelölés feltüntetését tűzi ki célul.

Az EU-s LVD direktíva magyarországi jogi megnyilvánulása a *23/2016. (VII.7.) NGM rendelet a meghatározott feszültséghatáron belüli használatra tervezett villamossági termékek forgalmazásáról, biztonsági követelményeiről és az azoknak való megfelelés értékeléséről*

Az élezőgép tápellátása 230V AC, és nem sorolható a II. Melléklet kivételei közé. Ezért a kisfeszültségű direktíva előírásai is vonatkoznak rá.

2.1.3. Az elektromágneses összeférhetőség irányelve (EMC)

Az elektromágnesesség okozta zavarokat is szabályozni kell, hogy biztosítani lehessen az elektromos és elektronikai eszközök szabad mozgását. Az európai Parlament és Tanács 2014/30/EU irányelve az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizálásáról ezzel foglalkozik. [7] Itt a megfelelésértékelés kizárólag a gyártó feladata. Az importőröknek a 3. országbeli gyártótól kell megkövetelni, hogy a terméken elvégezzék a megfelelési eljárásokat.

Az elektromágneses összeférhetőséget itt is EU megfelelési nyilatkozat bizonyítja, és a berendezésen CE jelölést kell feltüntetni.

Az élezőgép esetében életbe lép a 19.cikk (1) pontja: „Olyan készülék esetében nem kötelezőek azonban a 6–12. cikk és a 14–18. cikk rendelkezései, amelynek rendeltetése, hogy egy adott helyhez kötött létesítménybe szereljék, de egyébként nem forgalmazzák.”

Csak az I. Melléklet 2. pontjának kell megfelelni, ill. ezt dokumentálni: „A helyhez kötött létesítményt helyes műszaki gyakorlattal és az alkatrészek rendeltetésszerű használatára vonatkozó információk figyelembevételével kell telepíteni...”

Az EU-s EMC direktíva magyarországi jogi megnyilvánulása a 8/2016. (XII.6.) NMHH rendelet az elektromágneses összeférhetőségről.

2.2. Harmonizált szabványok

A fentebb említett **direktívák, rendeletek** kiegészülnek konkrétabb követelményekkel. Ezeket az Európai Unió Hivatalos Lapjában közzétett harmonizált szabványok tartalmazzák. A harmonizált szabványok olyan EN jelű Európai szabványok, amelyek elkészítését az Európai Bizottság írja elő. A harmonizált szabványok előírásainak felhasználásával bizonyítható, hogy egy termék vagy szolgáltatás eleget tesz az EU jogszabályi követelményrendszerének.

2.2.1. Szabványok csoportosítása

A 4. és 5. ábra a szabványok kétfajta csoportosítását mutatja be.

Nemzetközi szabvány	valamely nemzetközi szabványügyi testület által elfogadott szabvány;
Európai szabvány	valamely európai szabványügyi szervezet (CEN;CENELEC;ETSI) által elfogadott szabvány
Harmonizált szabvány	a Bizottság felkérésére az uniós harmonizációs jogszabályok alkalmazásának elősegítésére elfogadott európai szabvány
Nemzeti szabvány	valamely nemzeti szabványügyi testület (<u>Magyarországon az MSZT</u>) által elfogadott szabvány által

4.ábra Szabvány kategóriák

A gépdirektívához tartozó harmonizált szabványok 3 fő csoportra oszthatjuk:

A	A-típusú szabványok Általánosan alkalmazható gépbiztonsági alapszabványok Minden gépre alkalmazható elvek és szempontok
B	B1-típusú szabványok Gépbiztonsági csoportszabványok Meghatározott biztonsági szempontokra Biztonsági funkciók kialakítására
	B2-típusú szabványok Gépbiztonsági csoportszabványok Meghatározott biztonsági berendezésekre Biztonsági berendezések követelményeire
C	C-típusú szabványok Gépspecifikus biztonsági szabványok Géptípusokra meghatározott követelmények

5.ábra Gépbiztonsági szabványok struktúrája

Hogy egy adott szabvány A, B vagy C típusú, azt maga a szabvány deklarálja önmagáról.

- **A típusú szabványok:** Az A típusú szabványok a valamennyi gépkategóriára alkalmazandó alapfogalmakat, terminológiai és tervezési elveket határozzák meg. Pusztán az ilyen szabványok alkalmazása, jóllehet alapvető keretet biztosít a gépekről szóló irányelv helyes alkalmazásához, nem elegendő az irányelvben foglalt vonatkozó alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelményeknek való megfelelés biztosításához, ezért nem alapozza meg teljes körűen a megfelelés vélelmét. [9]
- **B típusú szabványok:** a gépek biztonságának konkrét szempontjaival vagy a biztosítékok konkrét típusaival foglalkoznak, amelyek számos különböző gépkategória esetében használhatók. A B típusú szabványok előírásainak alkalmazása az általuk érintett, a gépekről szóló irányelvben szereplő alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelmények tekintetében akkor alapozza meg a megfelelés vélelmét, ha C típusú szabvány vagy a gyártó kockázatelemzése igazolja, hogy a B típusú szabvány által

meghatározott megoldás az adott gépkategória vagy -modell esetében megfelelő. Az önállóan forgalomba hozott biztonsági alkatrészekre vonatkozó előírásokat tartalmazó B típusú szabványok alkalmazása az adott biztonsági alkatrész, valamint a szabvány által érintett alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelmények tekintetében alapozza meg a megfelelőség vélelmét. [9]

B típusú szabvány megoszlik B1 és B2 típusra. A **B1 típusú** szabványok adott biztonsági szempontokat tárgyalnak, például biztonsági távolsággal, a **B2 típusú** szabványok többféle géptípuson használható biztonsági berendezésekre vonatkoznak, például kétkezes kapcsolókra.

- **C típusú szabványok:** A C típusú szabványok egy adott gépkategóriára vonatkozóan tartalmazznak előírásokat. A C típusú szabvány által érintett kategóriába tartozó különböző géptípusok rendeltetésszerű használata hasonló, és hasonló veszélyeket okoznak. A C típusú szabványok hivatkozhatnak A vagy B típusú szabványokra, megjelölve, hogy a szóban forgó gépkategóriára az A vagy B típusú szabvány mely előírásai alkalmazandók. Amikor a gépek biztonságának egy adott szempontját illetően a C típusú szabvány eltér egy A vagy B típusú szabvány előírásaitól, a C típusú szabvány előírásai előnyt élveznek az A vagy B típusú szabvány előírásaival szemben. Egy C típusú szabvány előírásainak a gyártó kockázatelemzésén alapuló alkalmazása a szabvány által érintett, a gépekről szóló irányelvben foglalt alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelmények tekintetében alapozza meg a megfelelőség vélelmét. [9]

Egy gépgyártónak akkor a legkönnyebb a feladata, ha létezik az adott gépre vonatkozó C típusú szabvány melyet figyelembe vehet a gép biztonságának kialakításához.”

Hazánkban 1995 óta a Magyar Szabványügyi Testület (MSZT) feladata a magyar nemzeti szabványok kiadása és közzététele, és az európai, nemzetközi szabványok magyar nyelvű bevezetése.

2.2.2. MSZ EN ISO 12100 – A-típusú szabvány

MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatsökkentés (ISO 12100:2010) [10]. A gépbiztonság alapszabványa.

E szabvány a gépgyártóknak alapvető fogalmakat határoz meg, módszertant és alapelveket biztosít a géptervezőknek az elérendő biztonságra vonatkozóan. A kockázatfelmérés és a kockázatsökkentés tervezői fázisában ad segítséget, ill. e folyamatok eredményeinek dokumentálására és igazolására ad útmutatást.

Az élezőgép tervezési fázisában e szabvány segítségével, útmutatásai alapján készítettem a kockázatfelmérési és kockázatsökkentési folyamatot. A 6. ábrán bemutatott iteratív háromlépéses módszer is e szabvány alapján készült. Ezeket a lépéseket felhasználva jutottam el tervezés során a kockázatsökkentő megoldásokhoz.

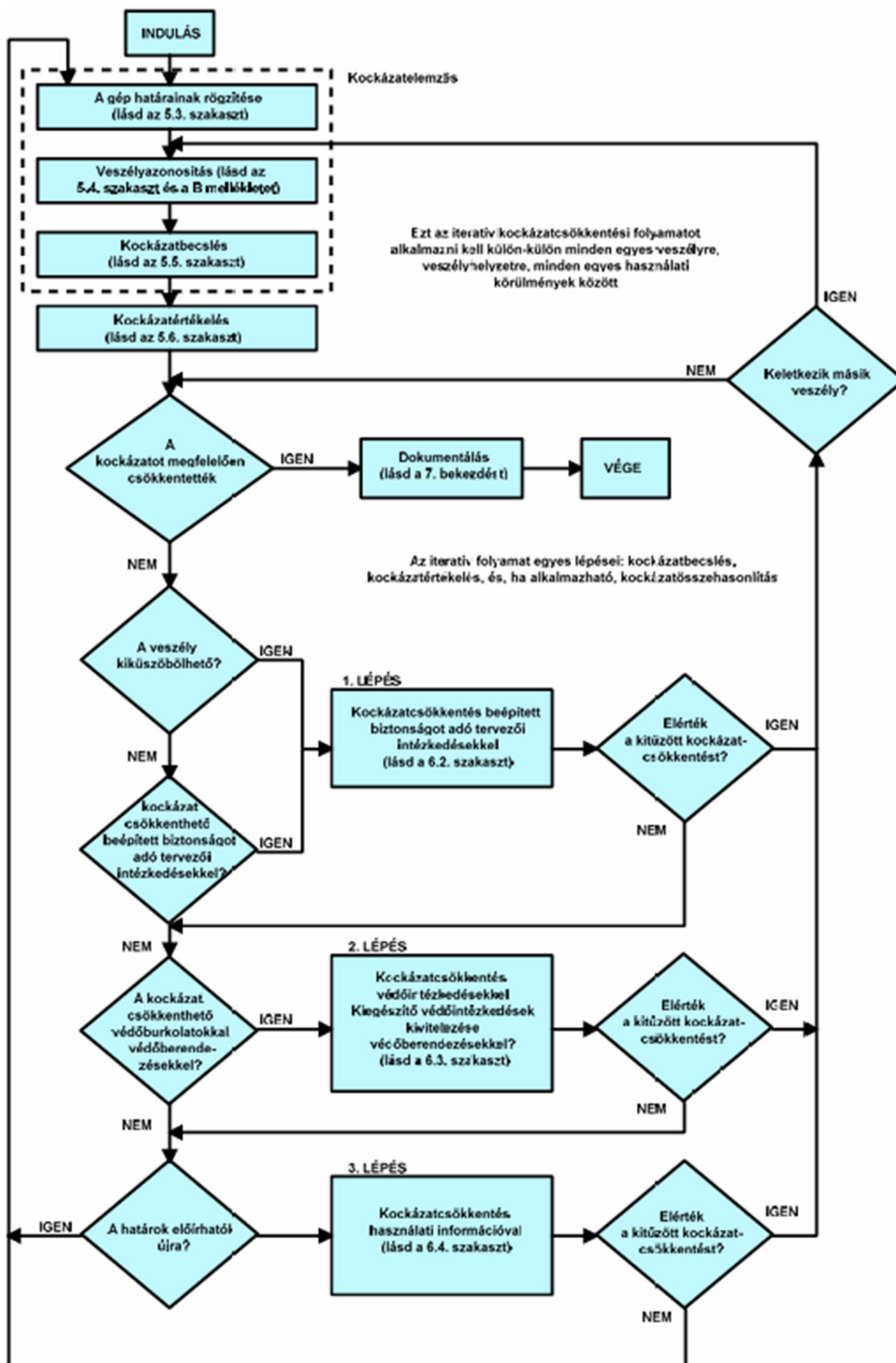
A **kockázatelemek** definiálásával juthatunk el a kockázatbecsléshez, az alábbi meghatározások szerint (5.5.2.1 pont):

- a. károsodás súlyossága
- b. a károsodás előfordulásának valószínűsége
- c. a károsodás elkerülésének lehetőségei

Beépített biztonságot adó tervezői intézkedéseket is meghatároz:

- geometriai tényezőkre és fizikai szempontokra.
- mechanikai igénybevételekre
- anyagokra és azok tulajdonságaira
- kibocsátási értékekre
- védőburkolatok és védőberendezések kiválasztására

[10]



6.ábra Az iteratív háromlépéses módszert magában foglaló kockázatcsökkentési folyamat [1]

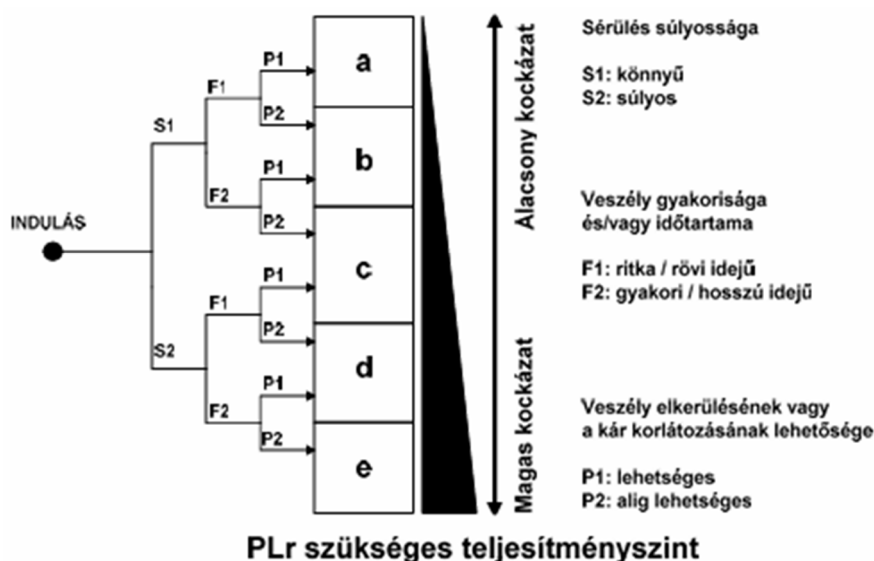
2.2.3. MSZ EN ISO 13849-1 – B1 típusú szabvány

MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1.rész. A tervezés általános alapelvei.

Közben novembertől lép életbe a az MSZ EN 13849-1:2023 [14]

Biztonsági követelményeket és útmutatásokat tartalmaz a **vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részeinek** (továbbiakban **SRP/CS** - safety-related part of a control system) tervezéséhez és beépítéséhez, beleértve a szoftvertervezést is. [11]

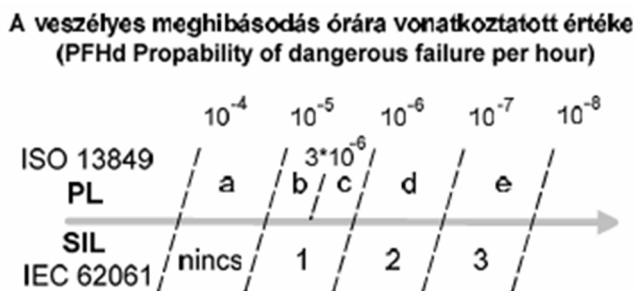
E szabvány fő feladata, hogy bemutassa hogyan lehet SRP/CS eszközökkel általános tervezési eljárással megvalósítani egy gép kockázatainak csökkentését. Az SRP/CS-ek tervezési eljárása a PLr (Performance Level requirement) teljesítményszint meghatározása és annak megvalósulása köré épül. A szabvány lépésről lépésre bemutatja, hogy egy gép kockázatainak csökkentése milyen módon alakítható ki, milyen főbb paraméterek figyelembevételével tudjuk megvalósítani az SRP/CS-ek teljesítményszintjét. Ezeket hívja a szakirodalom Safety releváns fogalmaknak. A 8. ábra ezeket foglalja össze.



7. Szükséges teljesítményszint meghatározás kockázati gráffal [1]

B10d (= 2xB10)	Az építőelemek 10%-os meghibásodásáig elviselt ciklusok száma (Pneumatikus és elektromechanikus építőelemek kapcsolási szám)
Cat.	Kategória. A vezérlőrendszer biztonsággal összefüggő részeinek osztályozása azok hibákkal szembeni ellenállása, és hibaállapotban követett viselkedése alapján. (Kategóriák: B;1;2;3;4)
CCF (Common Cause Failure)	Közös okú meghibásodás. Különböző termékek olyan meghibásodásai, amelyeket egyszeri esemény okozott.
DC (Diagnostic Coverage)	Diagnosztikai lefedettség. A diagnosztikai hatékonyság mértéke, az észlelet veszélyes meghibásodások és az összes veszélyes meghibásodás aránya.
MTTFd (Mean Time To Teilure)	Adott építőelem veszélyes meghibásodásáig eltelt átlagos idő (év). $MTTFd = \frac{B_{10d}}{0,1 \times n_{op}}$
n_{op} (Numbers of operation per year)	átlagos éves működtetések száma $n_{op} = \frac{d_{op} \times h_{op} \times 3600 \frac{s}{h}}{t_{cycle}}$ d _{op} – Átlagos éves üzemidő napokban (általában 220 nap) h _{op} – átlagos napi üzemidő, órákban t _{cycle} – adott elem két egymást követő ciklusának kezdete közötti átlagos idő másodpercben
PFHd (Probability of dengerous Failure per Hour)	A veszélyes meghibásodás bekövetkezésének óránkénti valószínűsége (1/h)
PL (Performance Level)	Teljesítmény szint. A vezérlés biztonsági elemeinek azon képességét fejezi ki, hogy előrelátható feltételek mellett képesek egy bizonyos biztonsági funkció végrehajtására. (Teljesítmény szintek: a;b;c;d;e)
PL_r (Performance Level requirement)	Megkövetelt teljesítmény szint. A vezérlés biztonsági elemeitől megkövetelt minimális teljesítmény szint, aminek meg kell felelniük.

8.ábra Safety releváns paraméterek összefoglalása [1]



9. ábra. A veszélyes meghibásodás órára vonatkoztatott értéke és a teljesítményszint közötti összefüggés [11]

2.2.4. MSZ EN ISO 13850 – B2 típusú szabvány

MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO13850:2015) [12]

A vészleállítás-funkciójára vonatkozó működési követelményeket és tervezési alapelveket írja elő, a használt energiafajtától függetlenül. [12]

Néhány fontos gondolat a szabványból:

- A vészleállítás –funkciót egyetlen emberi cselekvés indítsa el
- működtetésekor fenn kell maradnia mindaddig, amíg kézzel szándékosan vissza nem állították
- Kiegészítő óvintézkedés, nem szabad alkalmazni biztonsági funkciók kiváltására
- 0-s és 1-es leállítási kategóriát különböztet meg.
- meghatározza a vészleállító működtető színét: Vörös, háttere sárga

2.2.5. MSZ EN ISO 14120 – B2 típusú szabvány

MSZ EN ISO 14120:2016 Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei. (ISO 14120:2015)[13]

Általános követelményeket határoz meg a személyek mechanikai veszélyek elleni védelmére felszerelt védőburkolat tervezésére, kialakítására és kiválasztására. Bemutatja a különböző típusú védőburkolatokkal szembeni elvárásokat. [13]

Néhány, az élezőgép tervezéséhez kapcsolódó fogalom :

- rögzített védőburkolat
- zárható, reteszelt védőburkolat
- kirepülő részek és más hatások visszatartása
- zaj
- ergonómiai alapelvek

3. Az élezőgép tervezési folyamatának bemutatása

3.1. Alapkérdések tisztázása

Az élezőgép tervezésének első lépéseként meghatározásra kerültek azok a technológiai lehetőségek amelyek szükségesek a horzsolókések hatékony, jó minőségű élezéséhez. Szükségszerűen az alapkérdések tisztázása is ekkor történik. Az élezés manuális folyamatának elemzése, az ott felhasznált berendezések, kialakult tapasztalat alapján indult el a tervezés.

Az automatizált folyamatra aztán a következő elvárások alakultak ki:

3.1.1. Technológiai elvárások:

- Az élek alsó és felső élezése is egy berendezésben történjen.
- Olyannyira automatizált legyen, hogy ne igényeljen folyamatos felügyeletet.
- A meglévő késtartó ház felhasználásra kerüljön.
- A köszörű- és csiszoló gépek legyenek rögzítettek, hisz a késtartó ház mozgatása egyszerűbb.
- a köszörű- és csiszológépek befogása tartsa az élszögeket, emellett állítható is legyen.
- A késtartó ház szögbe állítására (4°-os fordításokhoz) léptetőmotor tűnik a legalkalmasabbnak.
- A késtartó ház mozgatása az élezőgépek alatt egy jól megvezetett szánszerkezettel történjen.
- A késtartó szán mozgatását is célszerű léptetőmotorral megoldani.

3.1.2. Energia ellátás:

- Energiaforrásként elegendő legyen csak villamos megtáplálás.
- A vezérlést célszerű olyan PLC-vel megoldani, ami léptetőmotor vezérlésére alkalmas.
- A vezérlőszekrény a gép vázához legyen rögzítve

3.1.3. Kezelhetőség

- A gépet úgy kell kialakítani, hogy a kezelő álló pozícióban tudja működtetni.
- A vezérlőszekrény felső oldallemezére kerüljenek a kezelőgombok
- A kezelő funkciók, nyomógombok elhelyezése kényelmes munkavégzést biztosítson
- helyi megvilágítás beépítése

Ahogy kezdett összeállni a technológiai folyamat, és épült fel a berendezés a „tervezőasztalon” (10-11-14. ábra), szinte egyidőben merültek fel gépbiztonsági, munkavédelmi kérdések is.

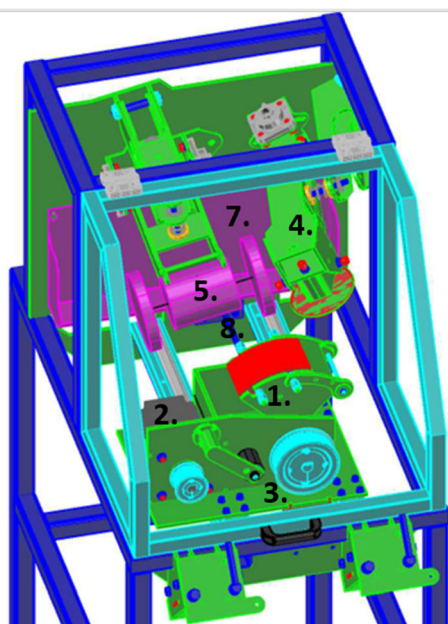
3.1.4. Gépbiztonsági alapkérdések

- A köszörű- és sarokcsiszológép nagy kerületi sebességgel forog, súlyos vágási, akár égési sérülést okozhat
- köszörűgépek egyik legnagyobb veszélye a korongrobbanás
- Szikraképződés történik az élezés közben, szemkárosodást okozhat, tűzveszély is lehet
- Léptetőmotorok nagy nyomatéka zúzódást okozhat
- késtartó ház behelyezés, kivétele is sérüléssel járhat

A felsoroltakból már érezhető, hogy olyan zárt burkolatot kell létrehozni, mely a külvilágtól mechanikus védelmi megoldással, zárt burkolattal határolja el a veszélyes teret.

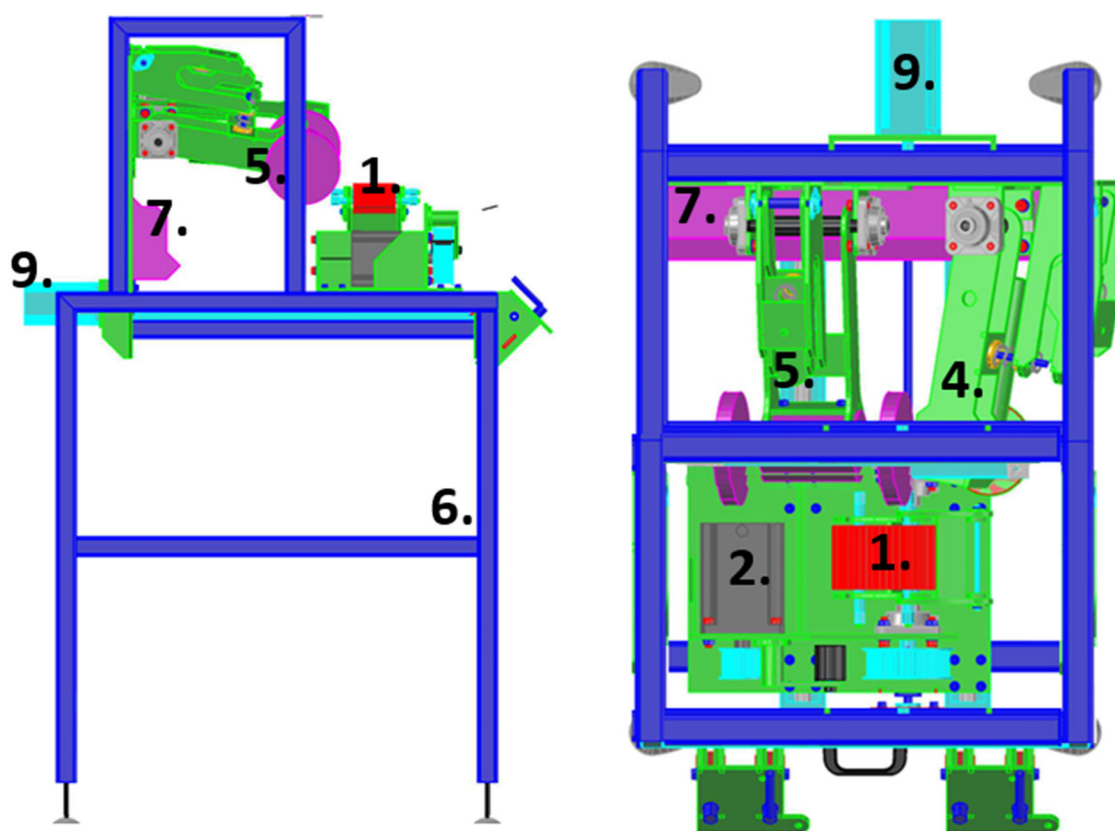
3.2. Gépészeti terv

A manuális élezőgépet mintának véve és a fenti követelményeket szem előtt tartva a következő kialakításban került megtervezésre az automata élezőgép:



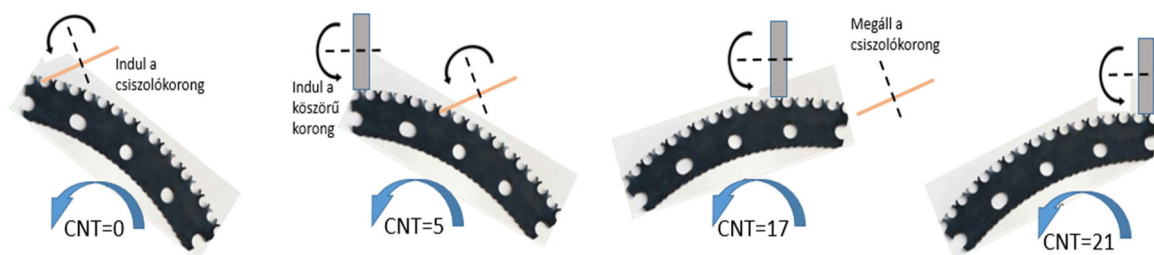
1. Késtartó ház a felfűzött késekkel
2. Léptető motor-késtartó pozicionálás
3. Késház tartó szánszerkezet
4. Csiszológép
5. Köszörűgép
6. Gépláb
7. Szikrafogó hátlap
8. Orsó a szánszerkezet mozgatásához
9. Szánmozgató léptetőmotor

10. ábra Az élezőgép főbb egységei - 3D



11. ábra Az élezőgép főbb egységei - 2D

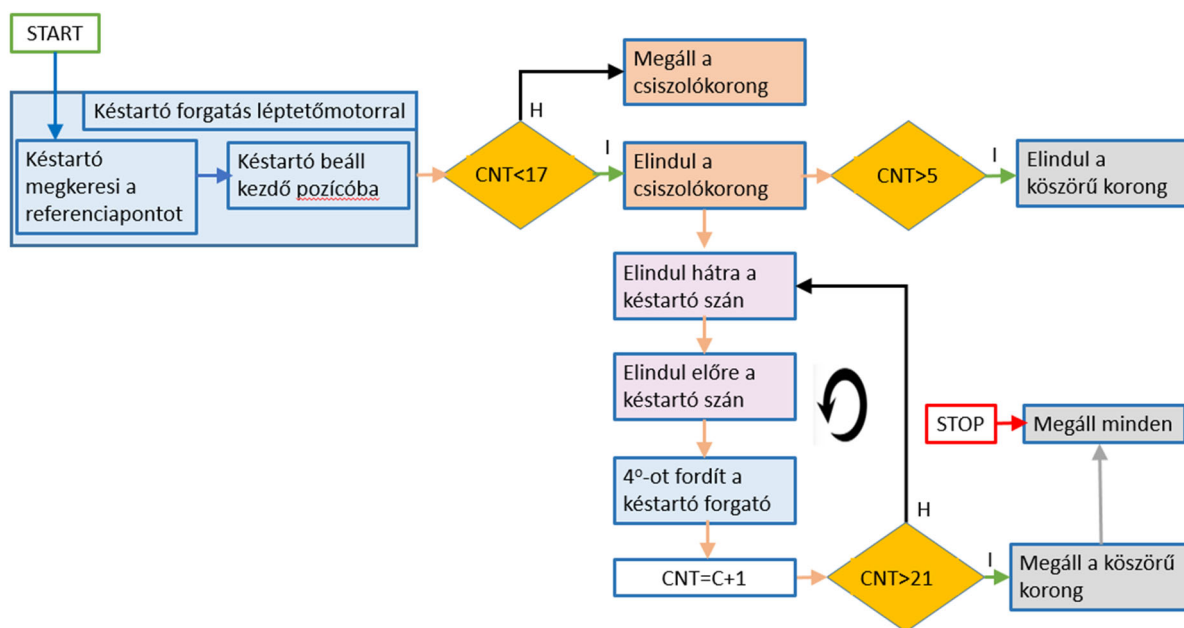
Az alábbi ábra késtartó szerszám pozícióját mutatja, az élezőgépek indulási, leállási pozíciójában.



12. ábra Szemléltetés - Késtartó forgatás 21 lépésben -

3.3. Technológiai lépések meghatározása

A manuális élezőgép működését elemezve, és a fenti követelményeket figyelembe véve a kialakultak a folyamatlépések. A 13. ábra ezt szemlélteti.



13. ábra Élezőgép működésének folyamatábrája

Az élezés automata folyamata: a késtartóban elhelyezett horzsolókések egy szánra vannak rögzítve. A szán egy lineáris pályán előre-hátra mozog az alsó élt élező csiszológép és a felső élt élező köszörűgép alatt. Miután egy lépés megtörtént, az alaphelyzetben várakozó szánon lévő késtartó 4°-ot fordul egy léptetőmotor segítségével. Ezt ismétli 21 lépésen keresztül. Azért van szükség 21 lépsre, mivel a csiszológép és a köszörűgép között 5 pozíció különbség van. Ezért van az is, hogy a köszörűgép az 5. lépésnél kapcsol be, a csiszológép a 16. lépésnél kapcsol ki. A két gép így egyidejűleg csak 11 lépésen keresztül működik együtt. Ezzel a zajexpozíció mértéke és az energiafogyasztás is csökken (hozáadék).

Az alábbi ábra késtartó szerszám pozícióját mutatja, az élezőgépek indulási, leállási pozíciójában.

4. Kockázatfelmérés

Azt élezőgép kockázatfelmérés az MSZ EN ISO 12100:2011 5. pontja alapján történt.

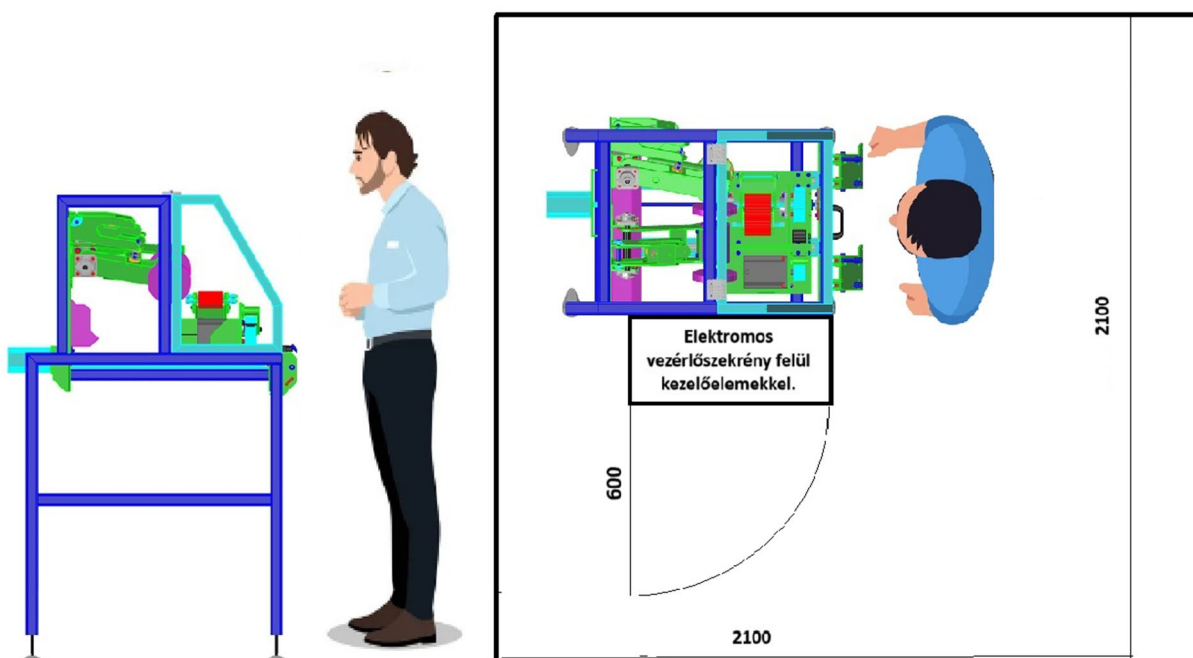
4.1. Gép határainak rögzítése 12100:5.3 [10]

A tervezett élezőgép méretei: magasság: 1600mm szélesség: 600mm mélység: 900mm

Üzemeltetés: A kezelőszemélyzet a gép előtt állva tudja behelyezni, ill. kivenni a késtartót.

Karbantartás: A napi tisztítási és a csapágyházak havi kenési feladatainak ellátása szintén a gép kezelői oldaláról elvégezhető. Hibaelhárítás, keresés esetére a vezérlőszekrény nyithatóságát biztosítani kell.

Energiaellátás: 1 fázisú, 230VAC, teljesítmény: 2000W



14. Élezőgép fizikális határai

4.2. Veszélyek azonosítása, kockázatcsökkentési lehetőségek tervezése

A kockázat valamely veszély létrejöttének valószínűsége, a sérülés vagy az egészségkárosodás súlyosságának együttes hatása. Csökkentésével a veszély létrejöttének

lehetőségét minimalizálhatjuk. Kockázatsökkentés folyamatában a tervezés során tett intézkedések a legfontosabbak és leghatékonyabbak. Az alábbiakban felsorolom a tervezés során felmerült veszélyforrásokat, és bemutatom a kockázatsökkentési megoldásokat. Ezek lehetnek beépített biztonságot adó tervezői intézkedések, védőintézkedések, és használati információ. Ez tulajdonképpen lefedi a 3 kockázatsökkentési szintet, de mint már említettem jelen esetben a tervező, a gyártó és a felhasználó ugyanaz a vállalkozás.

A felsorolás a legsúlyosabbtól a kevésbé súlyos balesetet okozó veszélyek sorrendjében történik.

4.2.1. Korongrobbanás

Veszély azonosítása, definiálása: Nagy sebességű, forgó mozgást végző köszörűgép egyik legnagyobb veszélye korongrobbanás. Elég a korongon egy hajszáltrepedés, apró sérülés ahhoz, hogy a munkadarabhoz érve a robbanás bekövetkezzen.

Veszély csökkentése: Olyan burkolatot kell kialakítani, ami megakadályozza a repülő darabok kijutását.

Használati információ: A köszörű korongokat óvatosan kell mozgatni, biztonságosan kell tárolni. Rendszeresen ellenőrizni kell a korong épségét! Ezt szemrevételezéssel és hangpróbával is lehetséges.

4.2.2. Vágási, égési sérülés

Veszély azonosítása, definiálása: Nagy sebességgel forgó köszörűkorong a bőrrel érintkezve horzsolásos, akár égési sérüléseket is okozhat. A szintén nagy sebességgel forgó csiszolókorong vágásos, csonkolásos sérülést is okozhat.

Veszély csökkentése: Védőkesztyű (PPE) használatával csökkenthető az ilyen jellegű veszély, de tervezéskor a kollektív védőszközt (CPE) kell előtérbe részesíteni. Elburkolással csökkenthető a balesetveszély. A burkolat kinyitásakor a veszélyforrások nem működhetnek!

4.2.3. Szikraképződés

Veszély azonosítása, definiálása: Köszörülés, csiszolás során képződő nagy sebességű leforgácsolt fémszemcsék és kitöredezett kőszemcsék izzó szikrák formájában válnak le a késről és köszörűkorongról. Ez a szem károsodását okozhatja, emellett a keletkezett hő miatt

tűzveszélyes is. A korong 2/3-át átölelő burkolat csak részben csökkenti a szikraképződés okozta veszélyeket.

Veszély csökkentése: A köszörűgép és csiszológép köré olyan burkolatot kell készíteni, amely a szikrák kijutását megakadályozza. A burkolaton belül kerülni kell az éghető anyagok használatát. A köszörű- és csiszológép forgásirányát úgy kell kialakítani, hogy a kicsapódó szikrák egy irányba haladjanak. Ha a becsapódási hely alá egy lemeztál kerül, akkor a fémhulladék nagy része felfogható. Ez tulajdonképpen egy szikragyűjtő ami nagyban csökkenti a tűz veszélyét. Ezt időközönként üríteni kell, ezért kivehetőnek kell lennie.

Használati információ: A gép közelében vegyszert, éghető, robbanásveszélyes anyagot tárolni nem szabad!

Megjegyzés: A burkolat nyitott állapotában élezés nem történhet, így megelőzhető a szikrák kijutása.

4.2.4. Behúzás veszélye

Veszély azonosítása, definiálása: Hozzáférhető forgó géprészek mozgásokból adódó veszélye. Jelen esetben a szánmozgatást végző trapézmenetes orsó gyors mozgása okozhat behúzás veszélyt.

Veszély csökkentése: Hozzáférést kell megakadályozni, vagy működését letiltani, ha hozzáférhető állapotban van.

Megjegyzés: Itt is az elburkolás jöhet szóba. A burkolat kinyitásakor a forgó mozgás megállításával a veszélyforrás megszűnik.

4.2.5. Zúzóadás veszélye

Veszély azonosítása: A késtartó automata fordítása közben a szán asztala és a késtartó alá szorulhat a kézfej, ujj. A lineáris szánmozgatásnál is beszorulhat a kéz. Mindkét hajtást léptetőmotor végzi, nagy nyomatóka miatt zúzóadásos sérülés lehetséges.

Veszély csökkentése: Elburkolás, ill. burkolat nyitásakor a működések letiltása.

4.2.6. Vágási sérülés veszélye késtartó kezelésnél

Veszély azonosítása: Késtartó be –és kiserelésénél a kések élei horzsolásos, ill vágási sérüléseket ejthetnek.

Veszély csökkentése: PPE-védőkesztyű – felhasználó figyelem felhívása.

Használati információ: A gép kezelője a késtartó be-ill kiserelésekor használjon védőkesztyűt!

4.2.7. Zajhatás

66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről [5]

Veszély azonosítása: A köszörű- és csiszológép egyidejű működése átlépheti a zajexpozíciós határértéket, halláskárosodást okozva.

Veszély csökkentése: Zajmérést kell végezni a gépgyártás befejező szakaszában, és amennyiben szükséges a rögzített burkolatra, de akár a nyitható burkolat elemre is zajvédő elemeket kell elhelyezni.

Használati információ: PPE – zajcsökkentő fültek használata

4.2.8. Nem várt működések veszélye

Veszély azonosítása: Köszörű- és csiszológép forgásirányváltásakor a szikra az operátor irányába csapódik.

Veszély csökkentése: Egyfázisú motorokat alkalmazása.

Használati információ: Karbantartás, javítás után ellenőrizni kell a motorok forgásirányát

4.3. Konklúzió a veszélyek csökkentésére

Védőburkolatot kell a gépre építeni, nyitható elemmel. Ezt mutatja a 18.ábra.

Elvárás a védőburkolattal:

- meg kell gátolnia a szikrák kijutását,
- fel kell fognia az esetleges korongrobbanás darabjait,
- belátást kell nyújtania a munkafolyamatra
- kell beépíteni egy nyitható elemet, ajtót, ahol a késtartót cserélni lehet
- továbbá fel kell készülni arra (ha szükséges), hogy zajszigetelőt is lehessen rá rögzíteni

Az alábbi specifikáció rajzolódott ki:

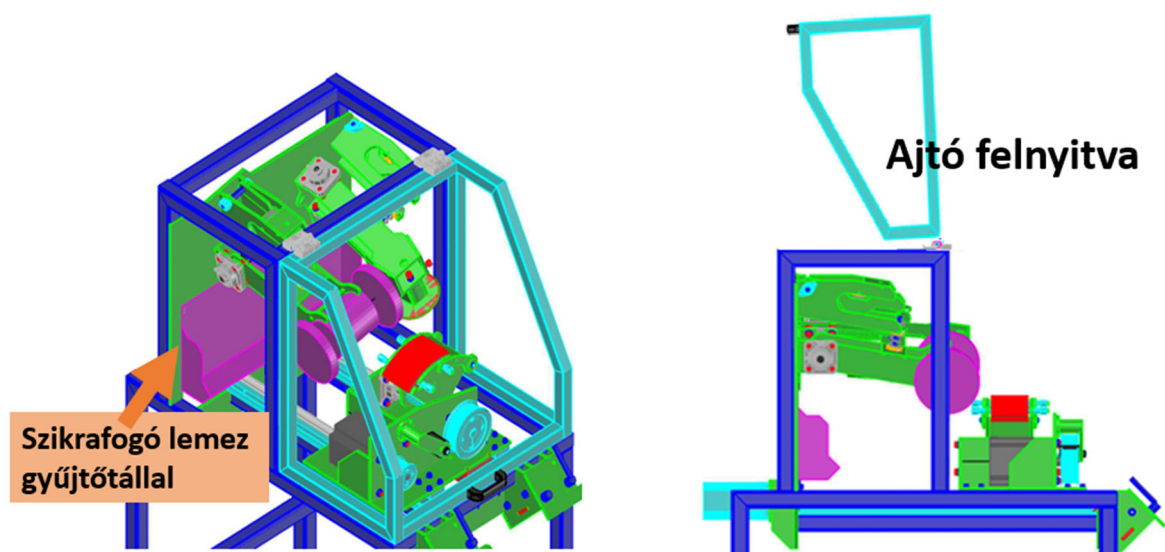
- rögzített védőburkolat (zárt lemezburkolat), a vázra csavarokkal rögzítve
- nyitható védőburkolat ajtó, azaz nyitható ajtó egy 180x80mm –es plexi betekintő nyílással
- hátfalra szikrafogó lemez kiemelhető gyűjtőtállal

A nyitható védőburkolat (ajtó) szembeni elvárás: ajtó kinyitásakor sem a csiszológép, sem a köszörűgép, sem a szánmozgatás, sem a késtartó léptetés nem működhet, és ezeket ne is lehessen elindítani. Energiamentes állapotot kell létrehozni.

Ez megfelel az MSZ EN ISO 12100:2011 [10] 3.27.5 Zárható reteszelt védőburkolatnak.

Fogalommeghatározás a szabványból: „Zárral ellátott és reteszelőberendezéssel úgy összekapcsolt védőburkolat, hogy a gép vezérlőrendszerével közösen teljesíti a következő funkciókat:

- a védőburkolattal „lefedett” veszélyes gépi funkciók nem működtethetők mindaddig, amíg a védőburkolat nincs becsukva és lezárva;
- a védőburkolat addig marad becsukva és lezárva, amíg a védőburkolattal „lefedett” veszélyes gépi funkciókhoz kapcsolódó kockázat meg nem szűnik;
- ha a védőburkolat be van csukva és le van zárva, akkor a védőburkolattal „lefedett” veszélyes gépi funkciók működtethetők (a védőburkolat becsukása és lezárása önmagában nem indítja el a veszélyes gépi funkciókat.” [10][13]



15. ábra. Szikrafogó és védőajtó működése

A nyitható védőburkolatot nyitott helyzetben is rögzíteni kell, erről a gépész tervező mechanikus retesz felszerelését tervezi majd be. A védőburkolat mechanikai szilárdságát is ő határozza meg.

4.4. Kockázatbecslés

„A károsodás valószínű súlyosságának és előfordulási valószínűségének meghatározása”.
[11]

Átlagos éves működtetés (n_{op}) meghatározása: A gép üzemszerű használata esetén a délelőtti műszak karbantartója és/vagy műszakvezetője megélezi a 2 műszaknak elegendő késmennyiséget. Ez 8 szettnyi kés élezését jelenti, azaz 8-szor kell kivenni/behelyezni a késtartót a veszélyes térbe. E csere művelet maximum 30 másodpercet vesz igénybe. A napi javasolt egyszeri takarítást célszerű az utolsó élezéskor elvégezni, ennek ideje max. 10 perc. A gépkezelő így a 8 óra alatt 8-szor kerül a veszélyes tér közelébe naponta, összesen 14 percnyi időben.

Éves előfordulási valószínűség:

$$(220 \text{ munkanap} \times 8 \text{ késtartó csere}) + (12 \text{ hó} \times 2 \text{ karbantartás}) = 1784 \text{ nyitás/év}$$

Az MSZ EN ISO 13849-1 szabvány kockázati gráfot ajánl a szükséges biztonsági szint (PLr) meghatározásához. 3 kockázati elem segítségével történhet a kockázatbecslés, a PLr meghatározása. [1] [10] [11]

4.4.1. Károsodás súlyossága S1-S2

- S1: könnyű sérülés(rendszerint visszafordítható, gyógyítható)
- S2: súlyos (visszafordíthatatlan vagy halálos)

A 4.2. fejezetben felsorolt veszélyek között több súlyos sérüléssel járó soroltam fel.

4.4.2. Veszélyexpozíció, veszélyes esemény előfordulási gyakorisága F1-F2

- F1: Veszélyhelyzetbe ritkán kerül személy. Ritkábban, mint 15 perc és az összegzett expozíciós idő nem lépi túl a működés 1/20-át
- F2: gyakori vagy folyamatos veszélyhelyzetben van a személy. Ha a gyakoriság negyed óránál sűrűbb.

4.4.3. Veszélyes esemény elkerülésének lehetősége: P1-P2

- P1: ha van reális esély a megelőzésre
- P2: alig lehetséges a veszélyes körülmény elkerülése.

A november 1-től hatályba lépő MSZ EN ISO13849-1:2023-ban már egy sokkal kézzelfoghatóbb megfogalmazása van P1,P2 választásának. Ezt mutatja be a 1. és 2. táblázatok [1]:

1. táblázat. P paraméter meghatározása novembertől [1][14]

Factor	C	B	A
1. A gép használata		szakképzetlen ember	szakképzett személy
2. a gép azon részének sebessége, amely az adott géptől függően veszélyes eseményt idézhet elő, és a veszélyes helyzetből való kimenekülési idő vagy a veszélyes helyzet elkerülése.	nagy sebességű esemény például. > 1 000 mm/s, a veszélyig eltelt idő <1 s és/vagy nincs vagy túl kevés idő a menekülésre	közepes sebességű esemény például. 251 mm/s-ig 1 000 mm/s, idő a veszélyig >=1 s és <3 s és/vagy korlátozott idő a menekülésre	alacsony vagy nagyon alacsony sebesség esemény pl.< 250 mm/s, idő a veszély: 3 s és/vagy elég idő a meneküléshez
3. a veszély elől való menekülés térbeli lehetősége	nem lehetséges	Alkalmanként/ritkán lehetséges	könnyen lehetséges: az esetek 50%-ában
4. a veszély felismerésének/tudatosságának lehetősége (pl. forró/hideg felület, nem ionizáló sugárzás stb.)	nem lehetséges például. műszerezés szükséges, az emberi érzékszervek nem képesek érzékelni a veszélyt, a környezeti feltételek elrejtik az érzékelést	a veszély alkalmi/ritka felismerése az esetek < 50%-ában lehetséges	a veszély könnyű felismerése lehetséges: az esetek 50%-ában
5. a művelet összetettsége (emberi interakció a művelet számában és/vagy az ehhez a művelethez rendelkezésre álló időzítésben)		közepestől magas komplexitásig például. hibaelhárításhoz használja a hold to run vezérlést a gép egy részének beállításához	alacsony komplexitás például. állítsa be a munkadarab-bilincseket, vagy nagyon alacsony bonyolultság/vagy nincs kölcsönhatás például. tegyen egy munkadarabot a gépbe

2. táblázat: P1-P2 kiértékelési segédlet

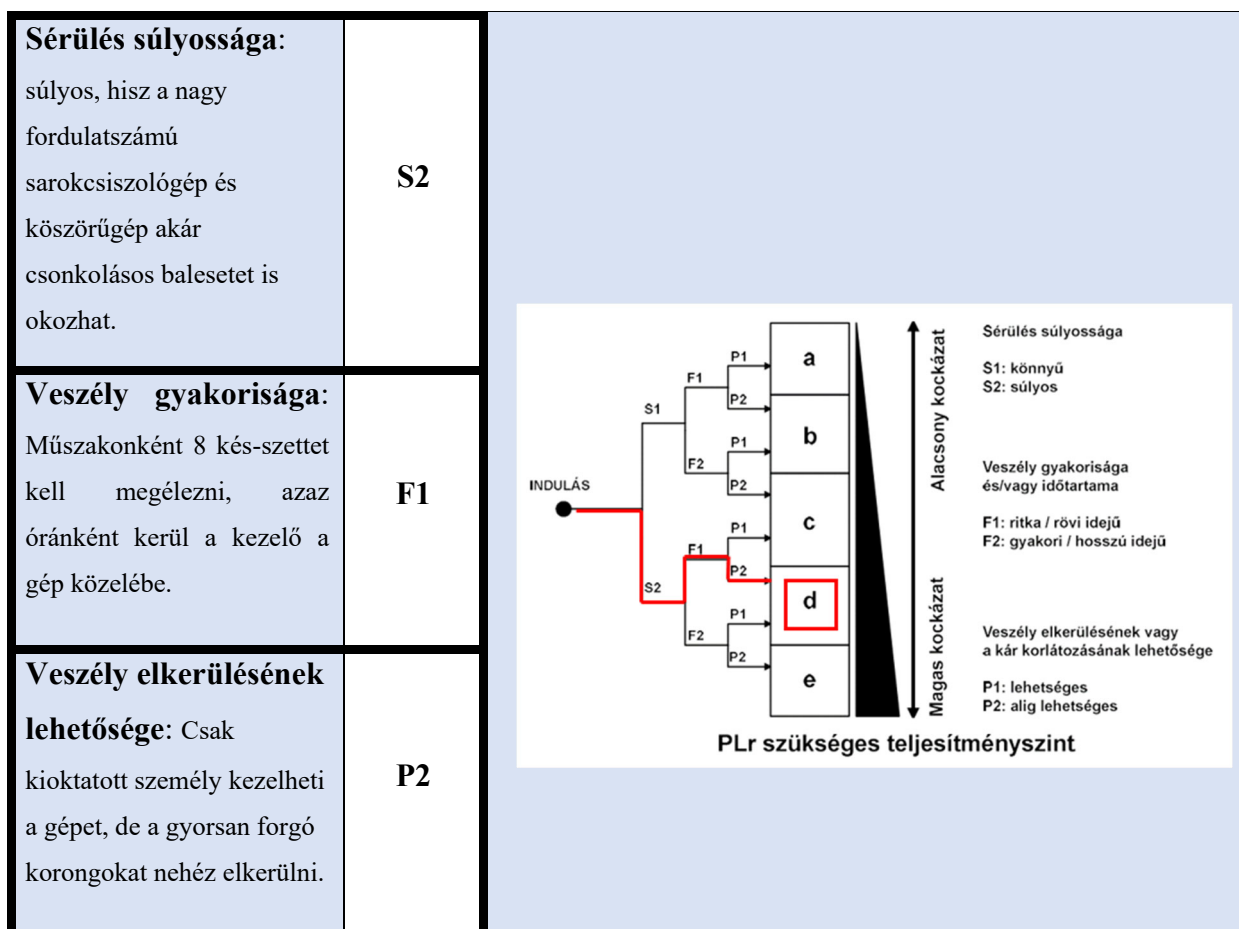
Összes pont						Parameter "P"
egy vagy több "C"						P2
no "C", három vagy több "B"						P2
no "C", két "B", a többi "A"						P1 or P2 az adott helyzettől függően
no "C", egy vagy nincs "B", a többi "A"						P1

Szükséges teljesítményszint meghatározása (PLr)

A szükséges teljesítményszint meghatározására 2 lehetőségem van:

1. Az élezőgépre vonatkozóan keresni kell C típusú szabványt, ez magdja a PLr-t
2. Kockázati gráf segítségével. Ld.: MSZ EN ISO 13849-1:2010

Mivel C típusú szabványt nem találtam, így az ajánlott megközelítés módszert választottam szükséges teljesítményszint meghatározására. Leírás a 16. ábrában.



16.ábra S-F-P meghatározás

Szükséges biztonsági szint: PLr=d

Tehát olyan műszaki megoldást kell alkalmazni, ahol az SRP/CS minimum $Pl \geq d$ szintű.

5. Biztonsági funkciók megtervezése, SRP/CS tervek

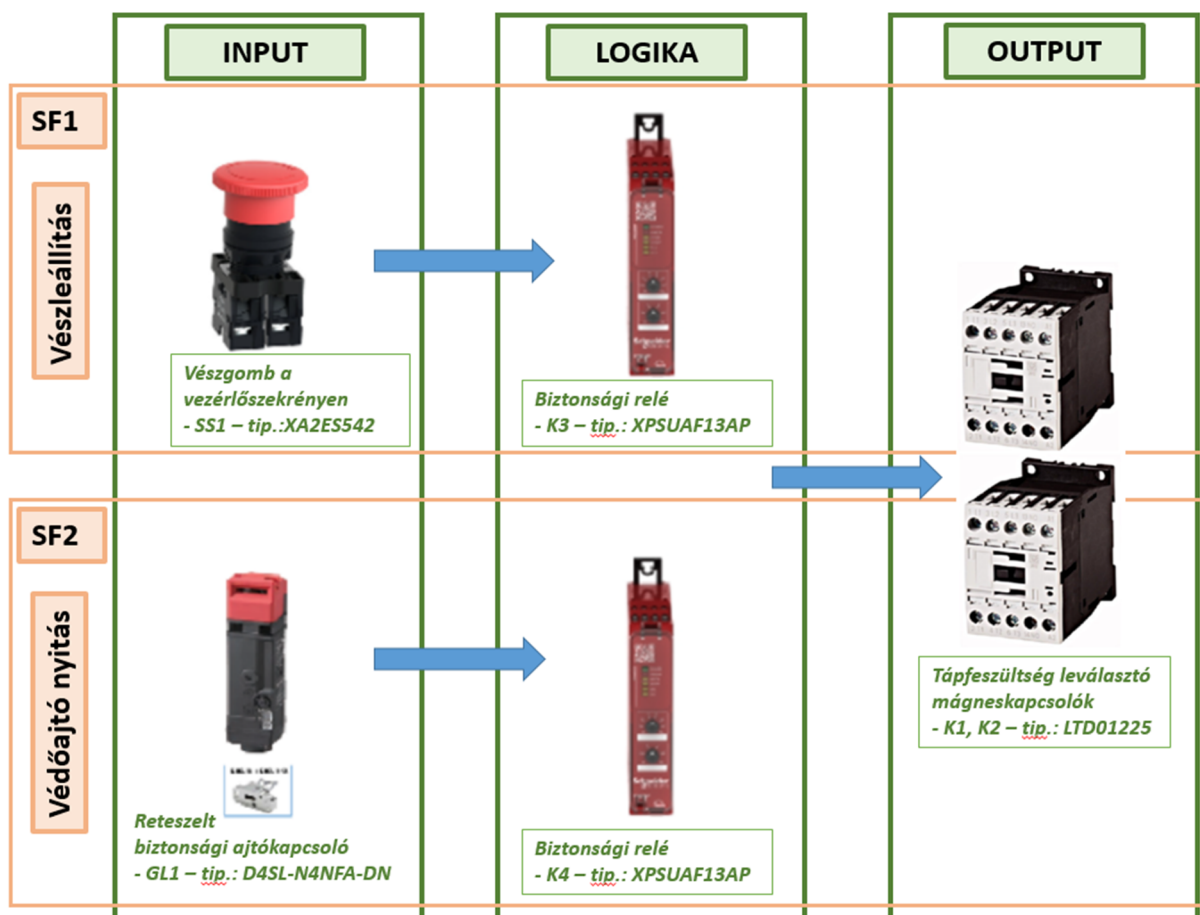
A tervezés során a következő 3 biztonsági berendezéssel kezdeményezett, biztonsággal összefüggő leállítás funkciót találtam megfelelőnek a gép biztonságos működtetéséhez:

SF1: Vészleállítás funkció, lásd 17.ábra és 6.1.pont

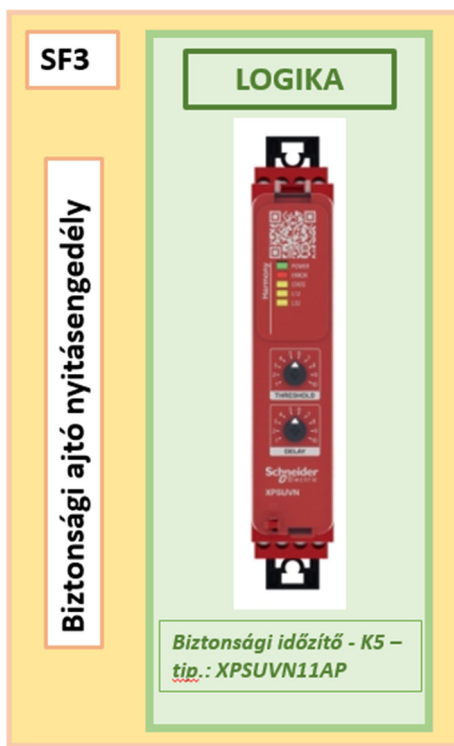
SF2: Zárható reteszelt védőburkolat reteszelt funkciója, lásd 17. ábra és 6.2. pont

SF3: Zárható reteszelt védőburkolat nyitás engedélyező funkciója lásd 18.ábra és 6.3. pont

Mindhárom ismertetésénél elemzésre kerülnek a biztonsági csatornák és alrendszerek safety releváns tulajdonságai is. Meghatározásra kerül a CCF (Ellenállóság a közös módú meghibásodásokkal szemben) a 3. és 5. táblázatban, megbízhatóság (MTTFd), diagnosztikai lefedettség (DCavg), és a veszélyes meghibásodás órára vonatkoztatott értéke (PFHd). Ennek eredményeként a teljesítményszint (PL) is kimutatásra kerül.



17. ábra. SF1, SF2 energiaforrás leválasztás



18. SF3 Időzítés a biztonságos ajtónyitáshoz

5.1. SF1 - Vészleállítás biztonsági funkció

MSZ EN 12100 6.3.5.2. pontjából: „A vészkipcsoló berendezés egyszeri aktív működtetését abbahagyva a vészkipcsolási parancsot követően, e parancs hatását fenn kell tartani mindaddig, amíg a berendezést nem oldják fel. [10]

MSZ EN ISO 13850:2016 4.1.1.5 pontjából: „A vészleállítás –funkciót úgy kell kialakítani, hogy a vészleállító eszköz működtetése után a gép veszélyes mozgásai és működései megfelelő módon leálljanak anélkül, hogy járulékos veszélyek keletkezzenek, valamint anélkül, hogy bármilyen további közbeavatkozásra kerüljön sor.” [12]

Feladat: a villamos hajtások energiájának leválasztása. A hajtások energiamentessé válnak, így nincs olyan erő, ill. nyomaték ami veszélyt okozhat.

Az élezőgép vészleállítására akkor lehet szükség, ha valamilyen nem várt esemény következik be. A biztonsági ajtóretesz (ld.:6.2.fejezet) rendeltetésszerű használata mellett személyi sérülés

nem történhet, így a vészleállítás nem várt működések megszakítására alkalmas. (pl.: korongrobbanás, elakadás, ütközés, stb...)

A vészleállítás 0. leállítási kategóriát indukál. Azaz a gépműködtetés azonnali energiaellátását szünteti meg. Az élezőgép csiszológépe és köszörűgépe nincs ellátva fék rendszerrel, megállásuk nem azonnali, szabad lefutással állnak meg. Ez a csiszológép esetében 18,2 másodperc, a köszörűgép esetében 6,4 másodperc. Ezek az adatok az SF3 biztonsági funkciónál igazán fontosak.

A 19. ábrán láthatóak az SF1 vészleállító berendezések:

Input: Retszelt vész nyomógomb 2db bontó érintkezővel, lásd még 20.ábrát.

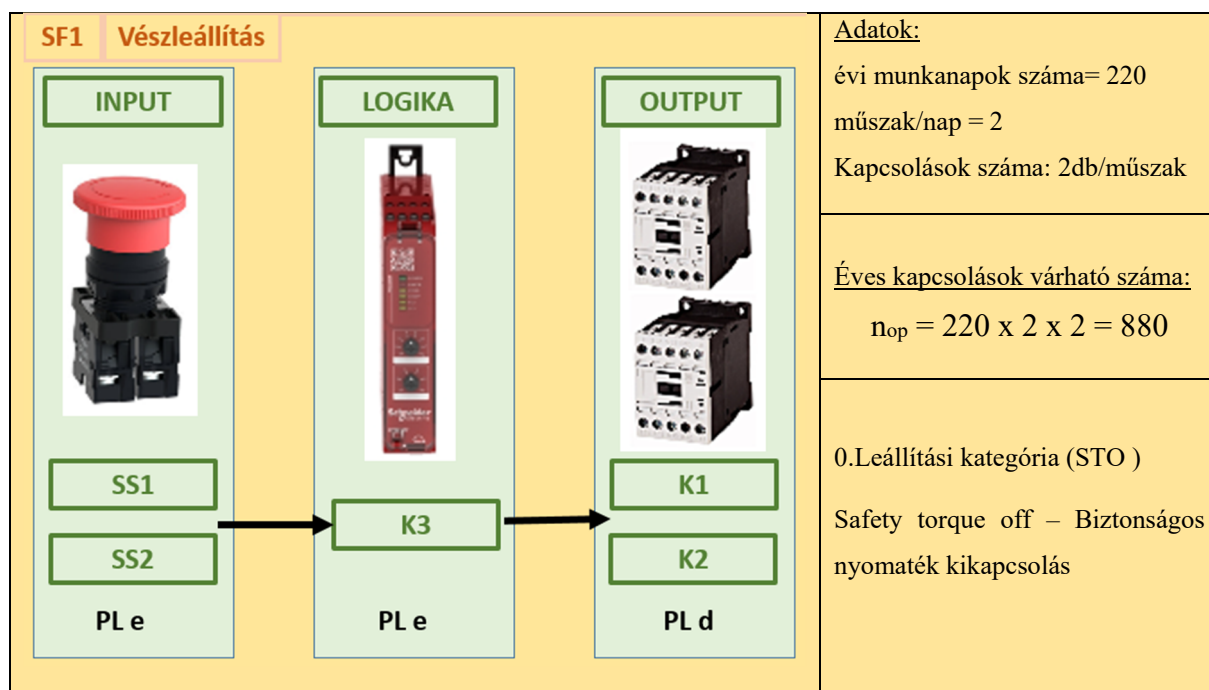
Logika : biztonsági relémodul, lásd még 21. ábrát.

Output : 2db mágneskapcsoló, leválasztják az erősáramú erőátvitelt. Lásd még a 22. ábrát.

Safety releváns paraméterek az 4. táblázatban láthatóak.

Megbízhatóságot az (1) egyenlet alapján
$$MTTFd = \frac{B_{10d}}{0,1 \times n_{op}} \quad (1)$$

DC (diagnosztikai lefedettség) meghatározása az MSZ EN ISO 13849-1 E melléklet alapján [11]



19.ábra SF1 SRP/CS-ek

SF1 Input: Vészgomb 2bontó érintkezővel, Gyártó : Schneider Electric, tip.: XA2ES542 [17]

	pozitív nyitás	NC kontaktussal
	Mechanikai tartósság	100000 ciklus
	csatlakozás típusa	Csavaros sorkapocs, <= 2 x 1,5 mm² Csavaros sorkapocs, <= 1 x 2,5 mm² Csavaros sorkapocs, >= 1 x 0,5 mm² Gyorscsatlakozás 6,3 mm
	meghúzási nyomaték	0,8 N.m
	rövidzárlat-védelem	10 A gL biztosító megfelel IEC 60269-1/2
	[Ui] névleges szigetelési feszültség	600 V megfelel IEC 60947-1
	[Uimp] névleges lökő-feszültség állóság	6 kV megfelel IEC 60947-1
	[Ie] névleges üzemi áram	3 A -240 V, AC-15: B300, A600 0,27 A -250 V, DC-14, Q600
	elektromos élettartam	500000 ciklus, AC-15: B300, 3 A -230 V, működési sebesség <60 cikl/perc, terhelési tényező: 0,5 megfelel IEC 60947-5-5 500000 ciklus, DC-14, 0,2 A -1150 V, működési sebesség <60 cikl/perc, terhelési tényező: 0,5 megfelel IEC 60947-5-5
	elektromos megbízhatóság IEC 60947-5-4	$\Lambda < 10^{\exp(-8)} -24 V$

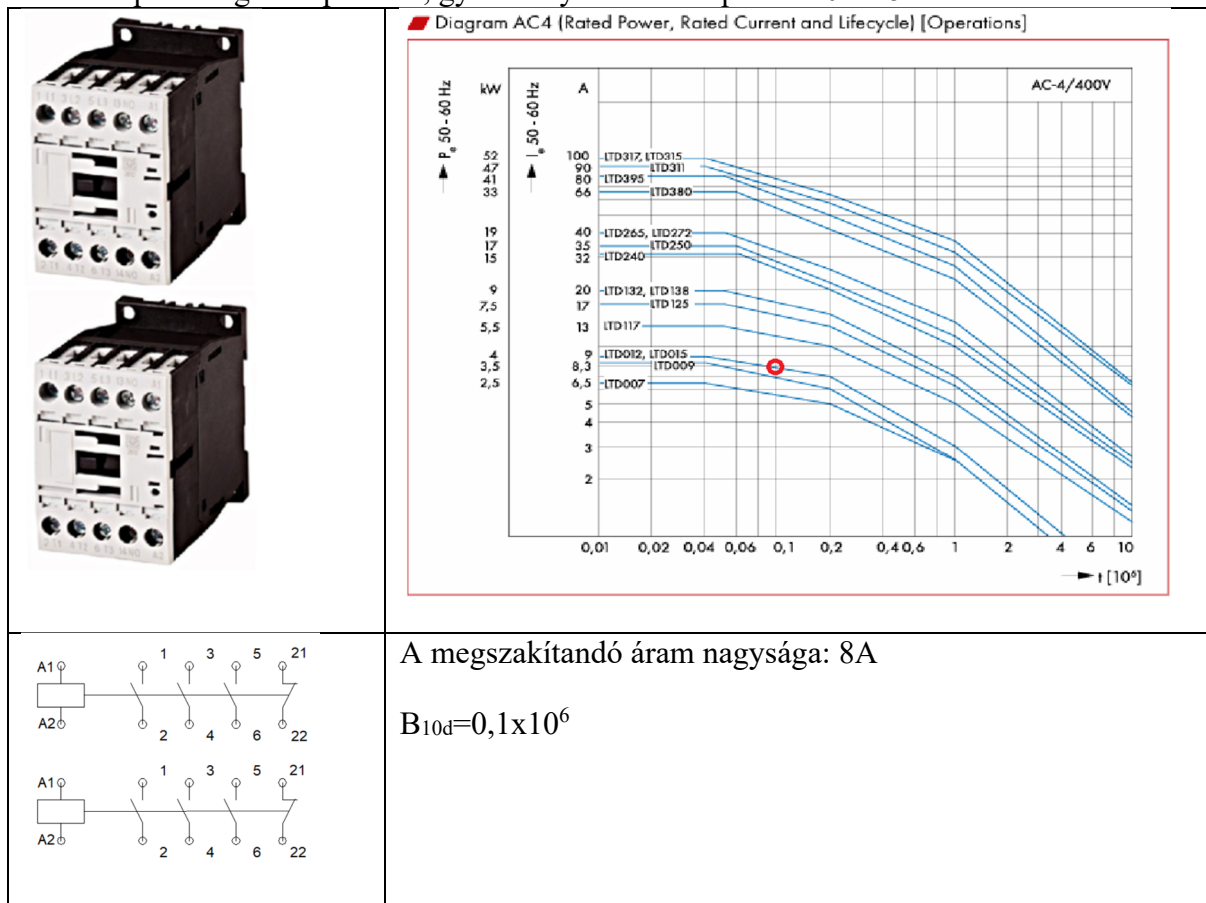
20. ábra. Vész nyomógomb adatai

SF1 Logika: Biztonsági relé, gyártó: Schneider Electric, Tip.: XPSUAF13AP [19]

	biztonsági modul név	XPSUAF
	biztonsági modul alkalmazás	Ellenpár figyelés Vészleállító kapcsoló, védőajtó és fényfüggöny figyeléshez
	modul funkciója	Vészleállító gomb 2 db NC érintkezővel Védelem figyelés 1 vagy 2 végálláskapcsolóval 2 PNP szenzor figyelés Kódolt mágneses kapcsoló figyelés Fényfüggöny figyelés RFID kapcsoló Elektro-érzékeny védőberendezések felügyelete (ESPE) Közelítésérzékelő figyelés
	biztonsági szint	Can reach PL e/category 4 megfelel ISO 13849-1 4. kategóri Elérheti a SILCL 3-at megfelel IEC 62080 SIL 3 elérhető megfelel IEC 61508-1
	biztonsági megbízhatósági adatok	MTTFd > 30 years megfelel ISO 13849-1 4. kategória Dcavg >= 99 % megfelel ISO 13849-1 4. kategória PFHd = 1.13E-09 megfelel ISO 13849-1 4. kategória HFT = 1 megfelel IEC 62080 PFHd = 1.13E-09 megfelel IEC 62080 SFF > 99% megfelel IEC 62080 HFT = 1 megfelel IEC 61508-2 PFHd = 1.13E-09 megfelel IEC 61508-2 SFF > 99% megfelel IEC 61508-2 Type = B megfelel IEC 61508-2

21. ábra.SF1 Logika, Biztonsági relé adatai

SF1 Output: Mágneskapcsolók, gyártmány :Schrack tip.: LTD01225



22. ábra. Leválasztó mágneskapcsolók adatai

3. táblázat. SF1, Input és Output CCF összegzés

Ssz.	CCF elleni intézkedés SF1	Input	Output	MAX
		pont		
1.	Szétválasztás, elkülönítés	15	15	15
2.	Diverzitás elv	0	0	0
3.1	Túlfeszültség elleni védelem	15	15	15
3.2.	Jól bevált alaktérselek használata	5	5	5
4.	Felmérés , elemzés	0	0	20
5.	Szakértelem, betanítás	5	5	5
6.1.	Környezet / villamos rendszer	25	25	25
6.2.	Környezet / Egyéb befolyások	10	10	10
Összesen		75	75	100

4. táblázat: SF1 Safety releváns paraméterek összefoglalása

	Input	Logika	Output
B_{10d}	500 000		1 000 000
MTTFd	5682 (2500) év	>30 év	11364 (2500) év
Cat.	4	4	4
CCF	75	-	75
DC	99%	99%	99%
PFHd	$9,06 \times 10^{-10}$	$1,13 \times 10^{-9}$	$9,06 \times 10^{-10}$

Az MTTFd korlátozása Input és Output esetén 2500 év, mivel 4. kategóriás SRP/CS esetén a max érték 2500 évre növekszik. MSZ EN ISO 13849-1. 4.5.2. [11]

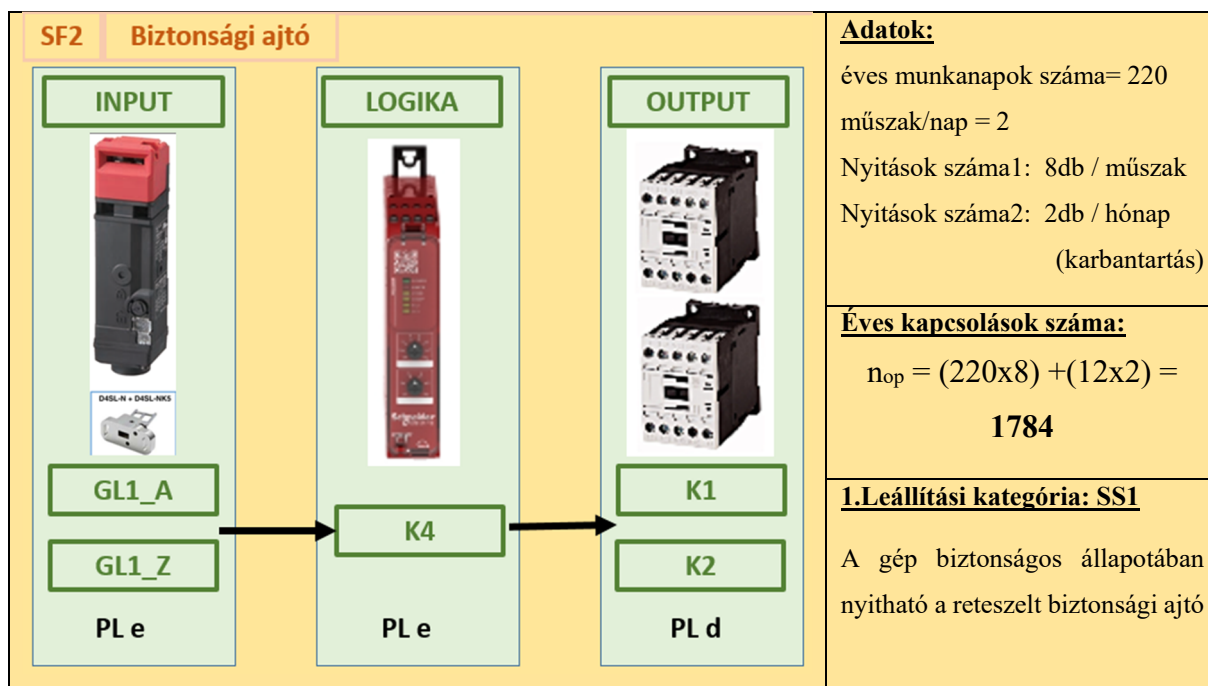
Az Input és Output óránkénti veszélyes meghibásodás (PFHd) meghatározásánál a MSZ EN ISO 13849-1 K1 táblázatot használtam. [11]

$$PFH_{d, SF1} = 9,06 \times 10^{-10} + 1,13 \times 10^{-9} + 9,06 \times 10^{-10} = 2,942 \times 10^{-9}$$

a fent i eredmény alapján $PL_{SF1} = e$, mivel $PFH_{d, SF1} < 10^{-7}$

Átlagos diagnosztikai lefedettség $DC_{avg} = 99\%$

5.2. SF2 – Zárható reteszelt védőburkolat biztonsági funkció = biztonsági ajtó



23. ábra Ajtóretesz

Zárható reteszelt védőburkolat reteszelt funkciója az MSZ EN ISO 12100:2011 [10] 3.27.5 pontjából: „ - a védőburkolattal lefedett veszélyes gépi funkciók nem működtethetők mindaddig, amíg a védőburkolat nincs becsukva és lezárva”

Nyitott védőajtónál a gép villamos tápellátását válassza le ugyanazzal K1, K2 mágneskapcsolóval, mint az SF1 vészleállítás funkció használt. Lásd még az idevágó villamos tervlapot a 28. ábrán.

A 23. ábrán láthatóak az SF2 biztonsági funkció berendezései:

Input: Reteszelt biztonsági ajtókapcsoló 2db bontó érintkezővel, lásd még a 24. ábrát.

Logika : biztonsági relémodul, ugyanaz a típus, mint SF1-nél. Lásd még a 21. ábrát.

Output : Ugyanaz a 2db mágneskapcsoló, mint az SF1 Outputnál. Lásd még a 22. ábrát.

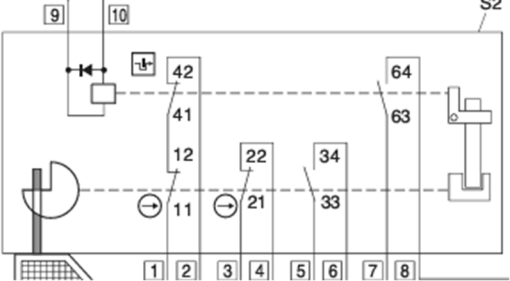
Safety releváns paraméterek az 6. táblázatban láthatóak.

SF2 Input: Reteszelt biztonsági ajtózár, Gyártó: Omron tip.:D4SL-N4NFA-DN [18]



D4SL-N + D4SL-NK5





Characteristics

Interlock type		Type 2 (EN ISO 14119)
Coding level		Low level coded (EN ISO 14119)
Degree of protection		IP67 *1 TYPE 4X Indoor use only (UL, CSA)
Durability *2	Mechanical	1,000,000 operations min.
	Electrical	150,000 operations min. (1 A resistance at 125 VAC) *3
Operating speed		0.05 to 1 m/s
Operating frequency		4- and 5-contact Model: 30 operations minute max. 6-contact Model: 5 operations minute max.

Highest achievable PL/ safety category	Model	Stop category	Reset
PL _e /4 equivalent	Guard Lock Safety-door Switch D4SL-N□E□A-□ (Mechanical Lock Type) Safety Limit Switch D4N/D4F/D4B-N Safety Relay Unit G9SE-201 (24 VAC/VDC)	0	Manual

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

24. ábra. SF2 Input: Reteszelt biztonsági ajtózár

A 23. ábrán jól látható, hogy itt is a Schneider Electric XPSUAF13AP típusú biztonsági relét terveztem be. A kimenet pedig ugyanazt a K1,K2 mágneskapcsolók működését szakítja meg, így feszültségmentesítve a működtető elemeket.

5. táblázat. SF1, Input és Output CCF összegzés

Ssz.	CCF elleni intézkedés SF2	Input	Output	MAX
		pont		
1.	Szétválasztás, elkülönítés	15	15	15
2.	Diverzitás elv	0	0	0
3.1	Túlfeszültség elleni védelem	15	15	15
3.2.	Jól bevált alaktérselek használata	5	5	5
4.	Felmérés , elemzés	0	0	20
5.	Szakértelem, betanítás	5	5	5
6.1.	Környezet / villamos rendszer	25	25	25
6.2.	Környezet / Egyéb befolyások	10	10	10
Összesen		75	75	100

6. táblázat: SF2 Safety releváns paraméterek összefoglalása

	Input	Logika	Output
B _{10d}	150 000		1 000 000
MTTFd	840 (820) év	>30 év	5605 (2500) év
Cat.	4	4	4
CCF	75	--	75
DC	99%	99%	99%
PFHd	2,79 x 10 ⁻⁹	1,13 x 10 ⁻⁹	9,06 x 10 ⁻¹⁰

Az MTTFd korlátozása Output esetén 2500 év, mivel 4. kategóriás SRP/CS esetén a maximális érték 2500 évre növekszik. MSZ EN ISO 13849-1. 4.5.2. [11]

Az Input és Output óránkénti veszélyes meghibásodás (PFHd) meghatározásánál a MSZ EN ISO 13849-1 K1 táblázatot használtam, ahol is az inputhoz a 820 év MTTFd értéket tudtam társítani. Ez látható a zárójelben. [11]

$$PFH_{d, SF2} = 2,79 \times 10^{-10} + 1,13 \times 10^{-9} + 9,06 \times 10^{-10} = 1,298 \times 10^{-8}$$

E fenti számítás szerint $PL_{SF2} = e$, mivel $PFH_{d, SF2} < 10^{-7}$

Átlagos diagnosztikai lefedettség $DC_{avg} = 99\%$

5.3. SF3- Zárható reteszelt védőburkolat nyitás engedélyező funkciója, biztonsági ajtó nyitás engedély

	Adatok: éves munkanapok száma= 220 műszak/nap = 2 Nyitások száma1: 8db / műszak Nyitások száma2: 2db / hónap (karbantartás) Éves kapcsolások száma: $n_{op} = (220 \times 8) + (12 \times 2) = 1784$ 1.Leállítási kategória: SS1 A gép biztonságos állapotában nyitható a reteszelt biztonsági ajtó
--	---

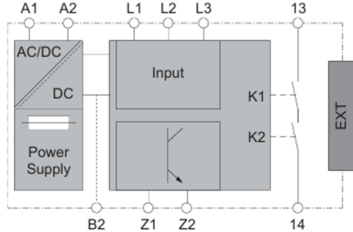
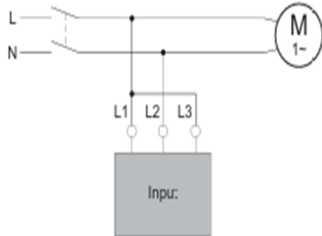
25. ábra Biztonsági ajtó nyitás engedély

Zárható reteszelt védőburkolat nyitás engedélyező funkciója (MSZ EN ISO 12100:2011 [10] 3.27.5 pontjából): „ - A védőburkolat becsukva és lezárva marad mindaddig, amíg a védőburkolattal lefedett veszélyes funkciókhoz kapcsolódó kockázat meg nem szűnik.”

Azaz amíg a veszélyt okozó mozgások meg nem szűnnek, addig az élezőgép ajtaját nem lehet kinyitni. A megállás történhet rendes üzemi körülmények közt az élezés végeztével, vagy az élezés menet közbeni megállítással, vagy a vészfunkció működtetésével. A null-sebesség érzékelős időzítő figyeli a motorok felé folyó áramot, az időzítés csak a villanymotorok leállt állapota után indul, majd az időzítő lejártá után nyitható az ajtó. Minden esetben az ajtónyitás csak akkor történhet, ha eltelik az az idő, amíg biztosan megáll minden berendezés. Az idő leteltével az ajtónyitás nyomógomb LED-je világít, a nyomógomb megnyomásával az a biztonsági ajtóretesz elektromechanikus zárja kinyílik, az ajtó nyitható. Innentől már az SF2 biztonsági funkció él.

A veszélyes mozgások maximális ideje 18,2 másodperc. Az időzítőre még további 2 másodpercet javaslok beállítani. Ezt a 20 másodperces várakozást a technológiai folyamat elbírná, hisz a gépet óránként kell 15 percet működtetni. Lásd még az ehhez tartozó villamos tervlapot a 27.ábrán.

SF3 Logika: Biztonsági relé null-sebesség érzékeléshez időzítővel, tip.:XPSUVN11AP [20]

	Safety level Can reach PL e/category 3 for normally open relay contact conforming to ISO 13849-1 Can reach SILCL 3 for normally open relay contact conforming to IEC 62061 Can reach SIL 3 for normally open relay contact conforming to IEC 61508 Safety reliability data MTTFd > 30 years conforming to ISO 13849-1 Dcavg = 98.9 % conforming to ISO 13849-1 PFHd = 2.39E-9 1/h conforming to ISO 13849-1 HFT = 1 conforming to IEC 62061 PFHd = 2.39E-9 1/h conforming to IEC 62061 SFF > 99% conforming to IEC 62061 HFT = 1 conforming to IEC 61508-1 PFHd = 2.39E-9 1/h conforming to IEC 61508-1 SFF > 99% conforming to IEC 61508-1 Type = B conforming to IEC 61508-1 Product certifications TÜV cULus
	  A megfelelő bemeneti és kimeneti eszközökkel az XPSUVN elérheti a PLe Cat3 szintet.

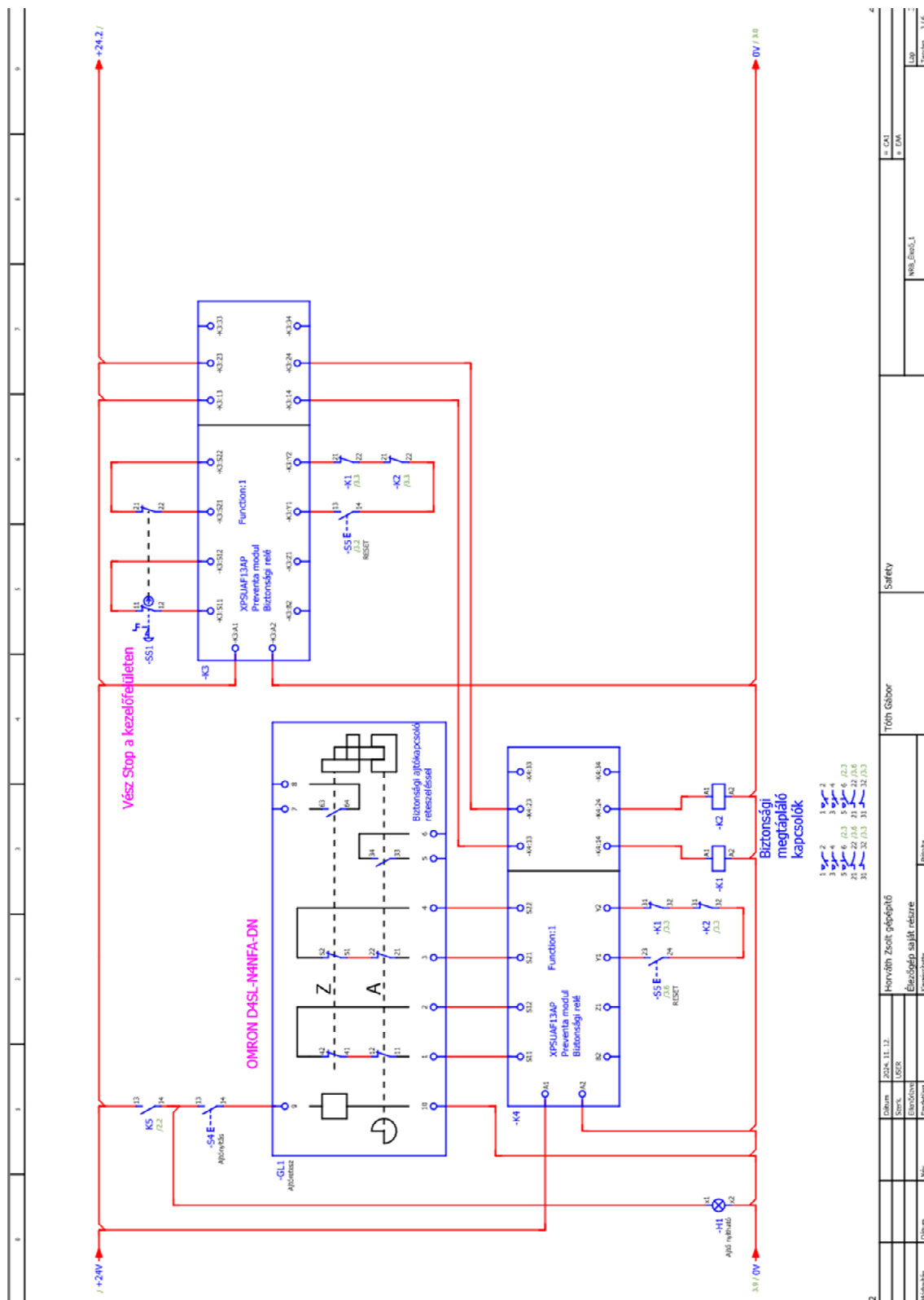
26. ábra. SF3 Logika Biztonsági időzítő

1. A biztonsági modul automatikus indítással/újraindítással működik
2. A Z1 félvezető impulzus kimenetet a logikai vezérlő megfelelő bemenetéhez csatlakoztatva, lehet a diagnosztikai mintát használni.
3. A félvezető bináris állapotkimenet Z2 akkor aktiválódik, amikor a biztonsági kimenetek aktiválva vannak.

7. táblázat: SF3 Safety releváns paraméterek összefoglalása

	Logika	Értékelés
MTTFd	>30 év	$PFH_{d, SF3} = 2,39 \times 10^{-9}$ A 9. táblázat szerint $PL_{SF3} = e$, mivel $PFH_{d, SF3} < 10^{-7}$
Cat.	3	
DC	98,9%	
PFHd	$2,39 \times 10^{-9}$	





28.ábra Villamos tervlap SF1, SF2 biztonsági funkciókkal

6. PL teljesítményszint értékelés

Az előző fejezetben bemutatott és értékelt három biztonsági funkció meghaladta az elvárt $PL_r=d$ szintet. Ezt mutatja az 8. táblázat

8. táblázat. SF1 safety releváns alkotók összefoglalása

	SF1	SF2	SF3
PL	e > d teljesült	e > d teljesült	e > d teljesült

Az 5. fejezetben meghatározásra került megkövetelt teljesítményszint $PL_r=d$.

Mivel mindhárom biztonsági funkció teljesítményszintje ennél nagyobb, $PL=e$, ezért az SRP/CS-ekkel felépített gépbiztonsági megoldás tervezése sikeres.

7. Gazdasági számítás

A tervezés folyamán a betervezett alkatrészek műszaki tartalmán túl figyelembe kell venni a termékek beszerzési árát is. Én az erősáramú, a vezérléstechnikai és SRP/CS eszközöket specifikáltam, figyelembe véve az anyagi lehetőségeket is. A biztonsági elemek ára a normál vezérléstechnikai eszközök áránál jóval magasabb. Különösen a biztonsági null-sebességes időzítő árára lettem figyelmes: nettó 218.049 Ft.

Alternatívaként felmerült bennem, hogy a biztonsági körben kiválasztott logikai elemek, a biztonsági relék biztonsági PLC-vel is kiválthatóak, ezek ára is már mérséklődött az elmúlt években. A PLC gazdasági előnye mellett hátránya lehet a beüzemelési költsége, mivel itt a beszerelésen, bekötésen túl programozási feladatok is vannak. A program dokumentálása is időt és szakértelmet igényel, hisz ez a megfelelőségértékelési eljárás, dokumentáció részét képezi. [15] Az alábbi 9. és 10. táblázat összehasonlítja az élezőgép fent felsorolt SRP/CS elemeinek és kiváltóként használható biztonsági PLC anyag és munkadíját.

9. táblázat Biztonsági relékkel megvalósított logika költségei (anyag és munkadíj)

SRP/CS logikai elemek biztonsági relékkel	gyártó / típus / munka	egység	egységár	nettó ár Ft
Biztonsági relé, vészörhöz, és ajtózárhoz	Schneider Electric XPSUAF13AP	2 db	46 102	92 204
Biztonsági relé nulla sebesség- érzékeléshez időzítővel	Schneider Electric XPSUVN11AP	1 db	218 049	218 049
Beszerelés bekötés	villanyszerelő munkadíj	1 óra	6 000	6 000
			Összesen:	316 253

10.táblázat Biztonsági PLC-vel megvalósított logika költségei (anyag és munkadíj)

SRP/CS logikai elemek biztonsági PLC-vel	gyártó / típus / munka	egység	egységár	nettó ár Ft
Biztonsági PLC (8In/4Out)	Pilz Pnoz m C0	1db	121 072	121 072
Biztonsági PLC memoria kártya	Pilz Pnoz multi Chipcard	1db	4 115	4 115
Biztonsági PLC csatlakozó kapocs	Pilz Pnoz s Setspring loaded	1 db	9 310	9 310
Biztonsági PLC programozás	PLC programozó díja	2 óra	75 000	150 000
Biztonsági PLC program ellenőrzés, dokumentálás	mérnöki munkadíj	1 óra	50 000	50 000
Beszereles bekötés	villanyszerelő munkadíj	1óra	6 000	6 000
			Összesen:	340 497

A biztonsági relék beszerelésével és paraméterik beállításával a biztonsági kör már működőképes, míg a biztonsági PLC-t fel kell programozni, és ezt még dokumentálni.

Mint látszik, nem elhanyagolható szempont a szerelési és beüzemelési költség, de jól látható, hogy a biztonsági PLC-vel történő gyártás az élezőgép esetén versenyképes költséget mutat. A biztonsági PLC-k ára már olyannyira mérséklődött, hogy kisebb számú biztonsági funkció esetén is versenyképes a hagyományos biztonsági relés megoldásokhoz képest.

A Pilz Pnoz m C0 [4] biztonsági PLC 8 bementével és 4 kimenetével a programozható logikák közül az egyik legegyszerűbb, de a fenti feladatok ellátására elegendő. PLe teljesítményszintjével pedig ugyanazt a biztonságot érhetjük el, mint a fent felsorolt biztonsági relékkel.

Konklúzió: érdemes figyelemmel kísérni a programozható biztonsági PLC-ket, hisz már kisebb feladatoknál is versenyképes lehet a biztonsági relékkel.

8. Összefoglalás

A szakdolgozat felhívja a figyelmet arra, hogy a saját részre készülő, kereskedelmi forgalomba nem kerülő gépeket is el kell látni EK megfelelőségi nyilatkozattal.

A szakdolgozat bemutatja egy automata élezőgép tervezési folyamatát, a tervezés során a gép működésével kapcsolatos veszélyek értékelését és kockázatsökkentési intézkedéseket. Meghatározásra kerül a gépbiztonsághoz szükséges teljesítményszint és ennek eléréséhez műszaki megoldásokat keres és talál.

Bemutatja az ide vezető utat. Bemutatja az EU-s irányelveket, kiemelve az élezőgéppel kapcsolatos előírásokat. Ez alapján meghatározásra kerültek biztonságos működéshez szükséges védőberendezések és SRP/CS elemek. Az így megvalósított teljesítményszint eleget tesz a kockázatértékelés eredményeként elvárt teljesítményszintnek.

Fontos a szakdolgozat gazdasági számítása is, ami rávilágít arra, hogy a műszakilag magasabb tartalmú biztonságtechnikai elemek is versenyképes árral bírnak a tömeges elterjedésük miatt.

9. Summary

The thesis draws attention to the fact that machines manufactured in-house, which are not placed on the market, must also be accompanied by an EU declaration of conformity.

The thesis describes the design process of an automatic sharpening machine, the assessment of the hazards associated with the operation of the machine during the design process and the risk mitigation measures. The level of performance required for machine safety is defined and technical solutions to achieve this are sought and found.

The thesis shows the way to a solution. It presents EU directives, highlighting the requirements for sharpening machines. On this basis, the protective equipment and SRP/CS elements required for safe operation are identified. The level of performance thus achieved meets the level of performance expected as a result of the risk assessment.

The economic calculation of the thesis is also important, highlighting the fact that technically higher content safety elements are also competitively priced due to their mass distribution.

10. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

Alulírott Tóth Gábor, 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: Gödöllő, 2024. év november hó 03. 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: Gödöllő, 2024. év november hó 03. nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Tóth Gábor
A Hallgató Neptun kódja: W7M8OT
A dolgozat címe: Egyedi automata élezőgép kockázatértékelése, villamos biztonságtechnika tervezése
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: Zalaegerszeg, 2024. év november hó 03 nap



Hallgató aláírása

11. Irodalomjegyzék

- [1] Berencsi, Földi. Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében. Magyar Mérnöki Kamara Kiadvónysorozata 88. kötet, 2022
- [2] 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- [3] Az Európai Parlament és a Tanács 765/2008/EK rendelete (2008. július 9.) a termékek forgalmazása tekintetében az akkreditálás és piacfelügyelet előírásainak megállapításáról
- [4] <https://www.pilz.com/en-EG/eshop/Small-controllers-PNOZmulti/Small-controllers-PNOZmulti-2/PNOZmulti-2-base-units/PNOZmulti-2-base-units/PNOZ-m-C0/p/772105#productDownloads> [Letöltés dátuma:2024.10.28.]
- [5] 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről
- [6] Az Európai Unió Hivatalos lapja: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 1025/2012/EU RENDELETE (2012. október 25.)
- [7] Az Európai Unió Hivatalos lapja: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2014/30/EU IRÁNYELVE (2014. február 26.)
- [8] Az Európai Unió Hivatalos lapja: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2014/35/EU IRÁNYELVE (2014. február 26.)
- [9] Az Európai Unió Hivatalos lapja: A Bizottság közleménye a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról szóló 2006/42/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv végrehajtása keretében
- [10] MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010)

-
- [11] MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1.rész. A tervezés általános alapelvei.
- [12] MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO13850:2015)
- [13] MSZ EN ISO 14120:2016 Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei
- [14] MSZ EN ISO 13849-1:2023 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1.rész. A tervezés általános alapelvei.
- [15] Villamos/elektronikus/programozható elektronikus biztonsági rendszerek működési biztonsága. 6. rész: Az IEC 61508-2 és az IEC 61508-3 alkalmazásának irányelvei (IEC 61508-6:2010) (angol nyelvű)
- [16] https://targoncagumik.com/jo_tudni/tomor-targoncagumi-retegrendje [Letöltés dátuma: 2024.10.28.]
- [17] <https://www.se.com/hu/hu/product/XA2ES542/harmony-easy-series-%C3%B822-komplett-v%C3%A9szgomb-%C3%B840-fej-piros-1nc/>[Letöltés dátuma:2024.10.28.]
- [18] <https://industrial.omron.eu/en/products/D4SL-N4NFA-DN>[Letöltés dátuma:2024.10.28.]
- [19] XPSUAF13AP - Preventa biztonsági relé modul, Cat.4, biztonsági be/ki: 2/3CO, PNP, 24VAC/DC, csavaros | Schneider Electric Magyarország [Letöltés dátuma:2024.10.28.]
- [20] <https://download.schneiderelectric.com/doc/EIO0000004260/EIO0000004260.00.pdf> (XPSUVN11AP_angol_használati utasítás:) [Letöltés dátuma:2024.10.28.]