

SZAKDOLGOZAT

Frigy Péter Pál

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki Intézet

Ipari gépek biztonsága szakmérnök/ szakember
szakirányú továbbképzési szak

LOTO rendszer bevezetésének vizsgálata egy robotcellával
egybeépített műanyagipari fröccsöntőgép esetében

Belső konzulens: Dr. Földi László József
egyetemi docens
tanszékvezető

Belső konzulens

intézete/tanszéke: Műszaki Intézet
Mechatronika Tanszék

Külső konzulens: Kutasi Róbert
Karbantartási mérnök

Készítette: Frigy Péter Pál
DSS1DM
levelező tagozat

Gödöllő
2024

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Frigy Péter Pál (DSS IDM)

részére

A szakdolgozat címe:

**LOTO rendszer bevezetésének vizsgálata egy robotcellával egybeépített műanyagipari
fröccsöntőgép esetében**

Feladatkiírás:

Bevezetés; szakirodalom feldolgozása, Probléma bemutatás; A vizsgált berendezés LOTO alkalmazhatóságának szükségessége ; A vizsgált berendezés jelenlegi kialakításának vizsgálata ; Javaslatok a LOTO bevezetésére ; Gazdasági számítások; Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Kutasi Róbert*, Karbantartási mérnök, Flextronics International Kft.

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

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom

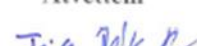


(tanszékvezető)



(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.....	6
2.	Célkitűzés	7
3.	Irodalomkutatás	8
3.1.	A LOTO rendszer eredete, alapjai	8
3.2.	LOTO rendszer jogi és szabvány kapcsolata.....	10
3.3.	LOTO rendszer kapcsolata az ipari munkabiztonsággal	13
3.4.	LOTO rendszer a nemzetközi gyakorlatban	15
3.5.	LOTO rendszer alkalmazhatóságának megjelenési formái az energiák függvényében	16
3.5.1.	Példák az alkalmazható energia kizáró eszközökre és kitáblázási eszközökre	19
4.	A probléma bemutatása	27
4.1.	Dolgozat témájául választott robotcellával egybeépített fröccsöntőgép funkcionális bemutatása	29
5.	A vizsgált berendezés LOTO alkalmazhatóságának szükségessége	33
5.1.1.	Tárolt energiák, vagy a véletlen indulás veszélyének kockázata a dolgozat témájául szolgáló berendezés esetében	33
6.	A vizsgált berendezés jelenlegi kialakításának vizsgálata	37
6.1.	Feszültség alatt álló, villamosan vezető részek közvetlen, vagy közvetett megérintése	37
6.2.	Maradék feszültségek, kivételezett áramkörök	38
6.3.	Sérült, vagy lejárt használati idejű hidraulika tömlők üzemelés közbeni szétrepedése, cseréje	38
6.4.	Olajszűrő csere és olaj szivattyú karbantartása	39
6.5.	Levegőszelep leragadása	39
6.6.	Kondenzvíz leeresztés; szűrőpatron csere vagy tisztítás; pneumatikus tömlők cseréje	40
6.7.	Levegő (mint energia) visszatértekor nem várt mozgások	40

6.8.	Temperáló közeget tartalmazó és forró tömlők cseréje, lecsatlakoztatása.....	40
6.9.	Átfolyásszabályozó karbantartása	41
6.10.	Plasztifikáló hengerből nyomás alatt álló megömlesztett anyag felszabadulása.....	41
6.11.	Általános fröccsöntő géptérben és robotcellában végzett karbantartás, javítás (mozgási energia szempontjából)	41
7.	Javaslatok a LOTO bevezetésére	42
7.1.	LOTO rendszer bevezetésének lépései	42
8.	Gazdasági számítások	58
8.	Összefoglalás.....	60
9.	Summary	61
10.	Nyilatkozat	62
11.	Irodalomjegyzék.....	64

1. Bevezetés

Napjainkban a rövidtávú vállalati stratégiák részét képezi az automatizált gyártórendszerek létrehozása. Céljuk ezzel a munkafolyamatra megállapított ciklusidők növelése, nagyobb minőségi megbízhatóság teljesítése, illetve az emberi munkaerő kiváltása. Ezen céloknak való megfelelés a gép teljes életciklusában feladatokat ad a tervezők, gyártók és üzemeltetők részére.

Választott témám egy robotcellával egybeépített műanyagipari fröccsöntőgép LOTO rendszer szempontjából történő kialakítása illetve kialakíthatóságának vizsgálata. A választott téma komplexitását és létjogosultságát az adja, hogy a LOTO rendszer működtetése a gép teljes életciklusának minden szakaszában határozhat meg feladatokat a tervező, a gyártó és az üzemeltető részére.

A LOTO rendszer kiépítésének és működtetésének elmaradása munkabiztonsági, műszaki, üzembiztonsági és energiahatékonysági szempontból kiemelkedő kockázatokkal járhat. Ezen szempontok mentén megállapítható, hogy minden szereplő részére a saját hatáskörén belül nagy felelősség hárul.

A téma kidolgozása során elsősorban munkabiztonsági - de érintve a műszaki, üzembiztonsági és energiahatékonysági szempontokat is - felmérésre kerül a a választott berendezés LOTO szempontjából történő jelenlegi kialakítottsága, fejlesztési lehetőségei és fennmaradó kockázatai.

2. Célkitűzés

Szakdolgozatom alapvető célja a bevezetőben említett gyártó berendezés vizsgálata LOTO rendszer szempontjából.

A téma feldolgozásának egyik célja feltárni a LOTO rendszer jogi és szabványi háttérét, másik fő célja az előíró keretrendszer alkalmazásának és alkalmazhatóságának vizsgálata a vonatkozó berendezés esetében. A vizsgálat a berendezés esetében megjelenő energiák függvényében történne.

A műszaki szabályozáson túl vizsgálatra kerülnek olyan szervezési intézkedések, amelyek a műszaki intézkedésekkel együtt adják a LOTO rendszer működőképességét.

3. Irodalomkutatás

3.1. A LOTO rendszer eredete, alapjai

A LOTO rendszer elnevezés egy mozaikszó, amely az angol lockout-tagout (Zárd ki és jelöld) kifejezésből származik. Az elnevezésből is szembetűnő, hogy angolszász eredetű a rendszer alapja. Lényege, hogy ha a folyamatról kiképzett szakszemélyzet a normál üzemállapottól eltérő helyzetben (hibaelhárítás, beállítás, mérés stb.) a gépek, technológiák olyan zónáiban tartózkodnak, ahol a tárolt energiák veszélyt jelenthetnek, akkor ellenük védekezniük kell. A védekezés szükségességét egyedi kockázatértékelés alapján mérlegelni lehet, mégpedig a veszélyeztetett személy veszélyzónában való helyzete alapján, tekintettel az esetleges felszabaduló energiák által okozott kár nagyságára. A LOTO rendszer legtöbb esetben nem csupán a tárolt energiák, hanem a véletlen indítás általi mechanikai energiák ellen is használatos. A rendszer vagy folyamat alapja, hogy az alkalmazott gépen bizonyos üzemállapotokban valamennyi energia, vagy csak a bizonyos üzemállapotokhoz kötődő energiák biztonságos levezetése, majd lezárása, jelölése szükséges.

A LOTO rendszer alábbi blokkokból áll:

- Energia alatti berendezés: olyan berendezés, amely energiát, vagy maradék, tárolt energiát tartalmaz.
- Energia kizáró eszköz: Mechanikus kialakítású eszköz, amely fizikálisan meggátolja az energia átadását, kibocsátását. (elektromos megszakítók, leválasztó kapcsoló, vészleállító)
- Zárható eszköz: Olyan energia kizáró eszköz, amely pánttal, füllel, horonnyal rendelkezik, amelyhez vagy amelyen keresztül zár, lakat kapcsolható, vagy amely beépített záró mechanizmussal van ellátva.
- Kizáró Eszköz: Lakat, kulcs vagy ezek kombinációja. Célja, hogy megakadályozza a gép vagy berendezés energia alá kerülését.
- Kitáblázási eszköz: Figyelmeztető jelölés, amely információt biztosít az energia kizáró eszköznél, hogy a berendezés, gép LOTO eljárás alatt van.

-
- Berendezés specifikus LOTO eljárás: Géphez, berendezéshez, munkafolyamathoz tartozó energia leválasztási és újbóli energia alá helyezési követelményeit tartalmazó dokumentum.
 - LOTO eljárás: LOTO rendszerhez köthető személyi felelősségek, oktatások, LOTO eszközök, LOTO eszközökre vonatkozó helyi követelmények, LOTO tevékenység végzésének, kivitelezésének technikai szabályait rögzítő dokumentum.

Gépbiztonsági oldalról, ha a gép életciklusát vizsgáljuk, akkor a LOTO rendszer (Zárd ki és jelöld) végrehajtói oldalról az üzemeltetői oldalon jelenik meg. Mint minden működő rendszer esetében a LOTO esetében is érvényesül, hogy pontos előkészítés, tervezés nélkül működésképtelen, így az üzemeltetői oldal mellett a géptervező, gyártó, kivitelező is felelős. A LOTO rendszerhez kapcsolódó rendszerszintű felelősségek a gép életciklus szakasza alapján az alábbiak szerint épülhet fel:

Tervezés, koncepció alkotás

A vonatkozó energia leválasztására, levezetésére és kizárására vonatkozó eszközök betervezése, melyek megfelelnek a szabványi előírásoknak. Minden esetben tervezői felelősség, azonban kiemelten fontos, hogy már a tervezési szakaszban – különösen igaz ez az egyedileg gyártott gépek esetében - legyen folyamatos konzultáció az üzemeltetővel, így a későbbi méret és helyhiányból fakadó ütközések feloldhatók.

Kivitelezés

A betervezett leválasztó, levezető és kizáró eszközök beépítése a tervek alapján történő kivitelezése, illetve további konzultáció lefolytatása lehet szükséges az üzemeltetővel a későbbi üzemeltetési feltételeket illetően.

Tárolás, raktározás, szállítás

LOTO rendszerrel kapcsolatos hatása annyiban jelenik meg, hogy a LOTO rendszer működtetését biztosító működtető elemek a vonatkozó ciklus alatt fizikai sérülésektől védve legyenek. A tárolás, raktározás, szállítás során biztosítandó feltételek betartása legtöbb esetben a gyártó, importőr vagy forgalmazó felelőssége, de egyedi esetekben és szerződések függvényében üzemeltetői is lehet.

Üzemeltetés

A munkarendszerbe illesztést megelőzően az üzemeltető felelős a munkavédelmi szempontú használatbavételt megelőző vizsgálaton, vagy üzembehelyezést megelőző előzetes vizsgálaton ellenőrizni a LOTO rendszert működtető elemek kilakításának, elhelyezésének, jelölésének meglétét, az alkalmas lezáró eszközök meglétét, továbbá a szervezési oldalról biztosítani annak eljárásrendjét. Az üzemeltetés későbbi fázisaiban a működtetését biztosító elemek megfelelő állapotáért, funkciójuknak megtartásáért szintén az üzemeltető felelős.

Karbantartás, javítás

Az üzemeltetési cikluson belül külön megkülönböztetett a karbantartás, javítás ciklusa. Itt történik ténylegesen a LOTO rendszer üzemeltetése műszaki és szervezési oldalról egyaránt. Jelen fázisban jelenhet meg a gép, berendezés szempontjából lényeges jelentős módosítás fogalma. Ilyen esetben a LOTO rendszer is felülvizsgálandó, az esetleges új megjelenő tárolt energiák, gépmozgások, energiamentesítő- levezető eszközök szempontjából. A karbantartás, javítás során LOTO rendszer szempontjából az üzemeltető a felelős.

Kivonás, bontás

LOTO rendszer szempontjából a kivonás, bontás időintervallumának van jelentősége. Bizonyos tárolt energiák esetében (pl.: vegyi anyagot tartalmazó tartályok, nyomástartó edények) figyelembe kell venni a bontás időpontjában milyen kémiai reakciók mehetnek még végbe a berendezésben. Kivonás, bontás során jelenhet meg a teljes energia leválasztás, levezetés jelentősége, illetve az előre várhatóan mozgó alkatrészek rögzítése (pl. rúgó előfeszítések, függesztett szerkezeti elemek). A kivonás, bontás során LOTO rendszer szempontjából az üzemeltető a felelős.[1]

3.2. LOTO rendszer jogi és szabvány kapcsolata

Lévé, hogy a LOTO rendszer hazánkban jogi értelemben nem kötelező, de a gépek, berendezések tervezése, elhelyezése, munkarendszerbe állítása során követelmény, hogy a 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet [2] a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról szóló rendelet rendelkezik, hogy a gépeket a gyártás, kivitelezés során fel kell szerelni olyan eszközzel vagy eszközökkel (mivel egy berendezés, gép

esetében több energiával is kell számolni), amely az összes energiaforrásról leválasztja azokat, (3.1. fejezetben megadott energia kizáró eszköz + zárható eszközzel). Ezen eszközöknek zárhatónak is kell lenniük. (3.1. fejezetben megadott kizáró eszközökkel). Az energiaforrásról történő leválasztás után el kell végezni az energia levezetését. A jogszabály konkrét megoldási javaslatokat nem ad, csak előíró.

A 2006/42/EK irányelv [3] szintén előíró jelleggel, de a LOTO rendszer szempontjából már konkrétabb előírást fogalmaz meg. Az irányelvben megjelenik az energia ellátottság problémaköréből létrejövő váratlan indulás megakadályozására vonatkozó előírás, az elektromos jellegű veszélyek megakadályozására vonatkozó előíró rendelet, illetve az előbbiekben taglalt energiaforrásról leválaszthatóság, levezethetőség és zárás követelménye.

Fontos kiemelni, hogy a Gépdirektíva harmonizált magyarországi jogszabálya a 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet.

A 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet [4] a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről szóló rendelet 13. § és 14.§-a rendelkezik, hogy munkát csak leállított állapotban szabad végezni, vagy a veszélyes téren kívülről. Fel kell szerelni a energiaforrásról leválasztó szerkezettel, illetve védelem kiépítése szükséges az energia visszatértekor létrejövő váratlan indulás ellen. LOTO rendszer működtetése szempontjából leállított állapotban, vagy veszélyes téren kívülről történő munkavégzéssel kapcsolatban az úgynevezett beállítói, vagy karbantartói üzemmódok tükrében merülhetnek fel anomáliák.

A gépbiztonság területén a jogszabályokon túl szabványok határozzák meg a követelményeket. Amíg a jogszabályok csak keretet, irányt, addig a szabványok konkrétan mérhető, verifikálható, illetve validálható szempontokat adnak meg. A konkrét előírások tekintetében a B- és C- típusú szabványok adnak szempontokat.

Az MSZ EN ISO 12100 A-típusú szabvány [5] a korábban felvázolt jogszabályokhoz hasonlóan előírja az energiaforrásról leválaszthatóság, levezethetőség és zárás követelményét, de konkrét LOTO rendszer tervezhetőségéhez nem szolgáltat informatív adatokat.

B – típusú szabványként LOTO rendszer tekintetében legrelevánsabb az MSZ 14118 :2017 [6] Gépek biztonsága, a váratlan indítás megelőzése szabvány. Géptervezői szempontból már pontos meghatározásokat ad a váratlan indítás megelőzésére. LOTO alkalmazására és az ipari gyakorlatban vett „kizárások” elvégzésére itt kaphatunk előírást. LOTO rendszer kiépítésénél a pontos tervezhetőség szempontjából fel kell mérni, hogy vannak-e olyan tevékenységek, amelyek rutinszerűek, ismétlődőek és szerves részei a gyártási folyamatoknak, és ahol a hagyományos LOTO nem teszi lehetővé ezeknek a feladatoknak az elvégzését. Mindezen tevékenységek esetében alternatív megelőző módszereket kell meghatározni. Géptervezés során szükséges a szabványban megadottakkal tervezni, így a későbbi üzemeltetési életciklus során kialakítandó hatékony LOTO rendszer biztosítható.

B – típusú szabványként LOTO rendszer tekintetében is releváns MSZ EN ISO 60204-1:2019 [7] Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 1. rész: Általános követelmények. A szabvány konkrétan megadja mely eszközök szolgálhatnak táphálózati leválasztóeszközként; megadja a leválasztóeszközök típusait; táphálózati leválasztóeszközök működtető eszközeit; karbantartói, vagy gépbeállítói munkafolyamatok szempontjából lényeges kivételezett áramkörök követelményeit; váratlan indítás megakadályozása szempontjából lényeges tiltókapcsolókat; a villamos leválasztás eszközeit; védelmi módokat az illetéktelen, véletlen és / vagy téves bekapcsolás ellen.

Szintén B- típusú szabványként LOTO szempontjából releváns MSZ EN ISO 4414:2011 [8] Pneumatikus teljesítményátvitel a rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei szabvány, mely magadja a pneumatikus rendszerre vonatkozó kényszerleválasztás energiaforrásról megvalósíthatóságának követelményeit. A szabvány értelmezésében minden pneumatikus rendszert el kell látni a táplálás leválasztására szolgáló

kikapcsoló eszközzel, amely zárható, vagy olyan kikapcsoló eszközzel amely leválaszt, nyomásmentesít és szükség esetén zárható. A pneumatikus rendszer leválasztása megfelelő kialakítottság esetén megtörténhet a villamos tépellátás leválasztásával is. A szabvány rendelkezik arról, hogy LOTO rendszer szempontjából releváns energiát, „tárolt vagy maradék energiát” minden esetben a rendszernek tudni kell levezetnie, nyomásmentesítenie.

További B – típusú szabványként releváns a MSZ EN ISO 4413:2011 [9] Hidraulikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei szabvány. A szabvány a LOTO rendszer szempontjából releváns nem szándékolt nyomásnövekedések, hidroakkumulátorok kockázatáról, vagy a váratlan indítással közvetlenül kapcsolatba hozható leválasztószelepek , illetve közvetve kapcsolatba hozható nem megfelelő fluidumok kezeléséről informál.

Szabvány hierarchia szempontjából megemlítendőek a C – típusú szabványok, amelyek konkrét gép vagy berendezés specifikus előírásokat adhatnak. Fontos, hogy minden esetben, így a LOTO rendszer tervezése, kiépítése esetén is a C- típusú szabványok az irányadóak. Abban az esetben, ha a C-típusú szabvány nem tartalmaz vonatkozó előírást, akkor a B-típusú szabványok az irányadóak. A szabványok közötti eltérésre szemléltető példa a robotrendszerekre vonatkozó MSZ ISO 10218-2 [10] C -típusú szabvány, amely meghatározza, hogy egy robotrendszernek leválasztóeszközzel kell rendelkeznie minden egyes energiaforrásra. Az MSZ EN ISO 60204-1:2019 [7] külön pontos meghatározással nem rendelkezik.

3.3. LOTO rendszer kapcsolata az ipari munkabiztonsággal

A korábban taglaltak alapján rögzítésre került, hogy a LOTO rendszer, mint folyamat jogszabályi értelemben nem kötelező. Fontos kiemelni, hogy az 1993. évi XCIII. törvény [11] a munkavédelemről 11. § értelmében munkavédelemre vonatkozó szabálynak minősül a nemzeti szabványosításról szóló törvény alapján valamennyi munkavédelmi tartalmú nemzeti

szabvány. Ebből következik, hogy a 3.2. fejezetben felsorolt valamennyi nemzeti szabvány betartása kötelező mind a tervezés, mind az üzemeltetés során.

Létezik egy másik vonulata is a LOTO rendszer „kötelező” jellegének, mégpedig az ipari nagyvállalatoknál működtetett MSZ 45001:2018 [12] munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszer szabvány. Az ISO 45001 szabványt a Brit Nemzeti Szabványügyi Testület dolgozta ki. Célja a munkahelyi baleseti veszélyek és egészségkárosodások minimalizálása. A szabvány struktúrájából következően független az iparágtól és annak volumenétől, így szervezett keretet adhat a vevői, jogi (és szabványi) és hatósági megfelelésnek is. A szabvány 9 fejezetből áll. Mivel jelen dolgozatnak nem közvetlen témája a szabvány részletes ismertetése, annyit érdemes felvázolni, hogy a szabvány 6.1.2. fejezetéhez tartozó veszélyek azonosítása, valamint a kockázatok és lehetőségek, a 6.1.4. fejezethez tartozó tevékenységek megtervezése, a 7.2 fejezethez tartozó Felkészültség (kompetencia), a 7.3 . fejezethez tartozó Tudatosság, illetve a 8.1. fejezethez tartozó Működéstervezés és felügyelet (ellenőrzés) struktúra egy felépített LOTO rendszer elméleti alapja. Az imént felvázolt szabványpontok LOTO rendszerre átfordítva:

- Veszélyek felmérése: energiaforrások, tárolt energiák, maradék energiák és ennek megfelelő géptervezés és kivitelezés
- Tevékenységek megtervezése: LOTO eljárás fejlesztése; Berendezés specifikus LOTO eljárások elkészítése
- Felkészültség, kompetencia: LOTO oktatások
- Tudatosság: LOTO rendszer működtetése (leválasztás, levezetés, kizárás, jelölés)
- Működéstervezés és felügyelet (ellenőrzés): LOTO eljárás működésének auditálása

A szabvány alkalmazásával gyakorlatilag a LOTO rendszer folyamatszámleltű működtetése kikerülhetetlen.

Létezik egy harmadik vonulata a LOTO rendszernek az ipari munkabiztonsággal, mégpedig a munkabalesetek, vagy súlyos munkabalesetek megelőzése. Hazánkban a Munkavédelem Foglalkoztatás-felügyelet [13] minden előre meghatározott időszakra elkészíti munkabaleseti kimutatásait. A statisztikai kimutatások között ipari területek és nemzetgazdasági ágazatok

szerinti megbontásban kapunk adatokat. A munkabaleseti kategóriák felosztása halálos, súlyos csonkolásos, egyéb súlyos kategóriák szerint történik. 2023-as évet vizsgálva területi bontásban a feldolgozóipar és gépipar területén történt a legtöbb munkabaleset, az összes munkabalesetek számához viszonyítva 35,9 % - os arányt ad. Természetesen ebből nem szűrhető le még teljesen az, hogy egy LOTO rendszer működtetésével ezen arány csökkenthető lenne, mivel az arány mögött a pontos tevékenység nem ismert. Másik oldalról, ha megvizsgáljuk a súlyos csonkolásos balesetek arányát ugyanezen területeken, akkor ezen arány az összes területhez viszonyítva már 52,7 %. Tekintettel arra, hogy ipari gyártórendszereket, ahol LOTO rendszernek létjogosultsága lehet, pont a feldolgozóipar és gépipar területén használnak, vagy kellene használni legnagyobb arányban. Az elérhető kimutatások során az egyéb súlyos balesetek (pl.: áramütés; égési sérülés; érzékszerv elvesztése) aránya is még hozzáadódhat a LOTO rendszer létjogosultságához.

A fentebbi arányokból mélyebb elemzések és a baleseti okok pontos ismerete nélkül is kijelenthető, hogy a LOTO rendszer működtetésével a munkabalesetek és azon belül is a csonkolásos munkabalesetek száma csökkenthető.

3.4. LOTO rendszer a nemzetközi gyakorlatban

Az európai Gépdirektíva [3] egységes előírásain túl az egyes tagországok külön- külön rendelkeznek a LOTO rendszer alkalmazásáról közvetve vagy közvetlenül.

Ausztriában a Szövetségi Kereskedelmi és Munkaügyi Minisztérium jogszabályt adott ki a munkavállalók védelme érdekében a gépeken, berendezéseken végzett munkákhoz. A 17. § (1) bekezdése kimondja, hogy karbantartás, tisztítás és hibaelhárítás során gondoskodni kell az akaratlan, jogosulatlan és hibás bekapcsolások megakadályozásáról. [14]

Franciaországban az elektromos veszélyek elleni védekezésre hoztak külön előírásokat. [15] Az előírás az átmeneti és telepített gépek, berendezések villamos követelményeit adja meg.

LOTO , illetve feszültségmentesítésre, jelölésre, azonosításra külön előírással rendelkeznek [16].

Spanyolországban rendelet szabályozza és teszi már közvetlenül kötelezővé a LOTO rendszer használatát. A 1215/1997. Királyi rendelet [17] 2. melléklet 14. pontja alapján a váratlan indítás vagy téves csatlakoztatás végett a munkavállalók biztonságát veszélyeztető munkaeszközök karbantartását, beállítását, kioldását, felülvizsgálatát vagy javítását csak a berendezés leállított vagy lekapcsolt, veszélyes maradékgazdag levezetésével és hiányának igazolásával és a szükséges intézkedések megtétele után lehet elvégezni.

Németországban a munkaeszközök használatának biztonságáról és egészségvédelméről szóló rendelet [18] 8. § (5) bekezdése írja elő, hogy minden energiát le kell tudni választani, ezen leválasztási helyeket meg kell jelölni és akadálytalanul megközelíthetőnek kell lenniük. Tárolt energiák levezetésére is műszaki megoldást kell kidolgozni. Ha ez technológiából, kialakítottságból nem megvalósítható, akkor figyelmeztető jelöléseket kell elhelyezni.

Az USA-ban az OSHA (Munkabiztonsági és Foglalkozás-egészségügyi Hivatal) 1910.147 számú rendelete [19] meghatározza, hogy a munkáltatóknak eljárást kell létrehozni, amelyek előírják a megfelelő kizáró -, illetve jelzőeszközök rögzítését az energialeválasztó eszközökhöz, és meg kell akadályozniuk, hogy a gépek és berendezések elektromos áram alá kerüljenek, elinduljanak vagy felhalmozott energiát bocsássanak ki. A LOTO mint rendszer, eljárás itt jelenik konkrétan, úgy hogy az összhangban van az ISO 45001 követelményeivel is.

3.5. LOTO rendszer alkalmazhatóságának megjelenési formái az energiák függvényében

Az MSZ 14118 :2017 [6] szerint a váratlan indítás megakadályozására az energiaellátó rendszerekben intézkedéseket kell hozni. Az energiaellátás lehet villamos, pneumatikus és hidraulikus. A tárolt energiák függvényében a súlyerő / gravitáció, előfeszített rugók hatásaival kell tervezni. Lehetséges külső hatásokkal is számolni kell berendezés esetében , amelyek a környezeti hatásokra idéződik elő. (ilyen lehetnek a szél hatására létrejövő elmozdulások.) A szabvány nem tér ki a mozgási vagy mechanikai energia által kifejtett hatásokra, de LOTO

rendszer esetén minden esetben számolni kell a magas hőmérsékletű és nyomású közegekkel, felületekkel.

Mechanikus, vagy mozgási energia

LOTO rendszer esetében a kinetikus energia (mozgásban lévő testek energiája) sérüléseket okozhat. A létrejövő kinetikus energia forrása lehet pneumatikus, hidraulikus rendszerből származtatható mozgás. LOTO rendszer esetében beszélhetünk tisztán kinetikus energia által (mozgásban lévő testek energiája) okozott sérülésekről, amikor a sérülés vagy mozgó gépek, berendezések szabályozatlan indításából jön létre. Ilyen esetek lehetnek:

- veszélyzónában való személyi tartózkodás során történő gépindítás (pl.: robotcella, konvektor pálya).
- pneumatikus rendszerek szelepkamráinak levegővel való feltöltése során létrejövő mozgás- pneumatikus védelmi megoldások nélküli kiépítés esetén
- Forgó - mozgó berendezések környezeti hatásra történő elmozdulása (pl.: szél által mozgatott szellőző lapát kereke)

Villamos energia

LOTO rendszer, mint energia elleni védekezés elsősorban az elektromos áram okozta élettani hatások végett indokolt. Karbantartási eljárások, munkautasítások és berendezésspecifikus LOTO utasításokban kell meghatározni, hogy megfelelő szakmai kompetenciák mellett milyen villamos jellegű munkavégzésnél kell a villamos rendszerre vonatkozó leválasztást, kizárást, táblázást (jelölés) elvégezni.

A villamos energia leválasztás, kizárás, táblázás (jelölés) nem csupán az energia élettani hatásai elleni védelem végett szükséges, hanem a villamos energia által közvetve vagy közvetlenül felépített hajtásokat, áramlásokat tudjuk megállítani, mozgási energiájukat elvenni. Ilyen megoldások lehetnek:

- hidraulikus rendszerhez tartozó szivattyúesetében villamos energia elvételével a tankba gravitáció útján visszaáramlik a munkafolyadék, illetve a nyomásérték nem épül fel.
- hidraulikus rendszerek esetében elektromos nyomásmentesítő
- pneumatikus rendszerek esetében az elektromos szelepvezérlés

-
- villamos hajtások STO (Biztonsági nyomaték kapcsolás) esetében a frekvenciaváltó impulzusgenerálásának gátlása, vagy az aktuátor (motor) energiáját szakítja , majd választja le ezzel egy időben

Villamos energia tekintetében mint maradék energia megemlíthendők azon áramkörök, amelyeknek teljes energiamentesítést követően is áram alatt kell maradniuk (kivételezett áramkörök) , illetve a maradék feszültségek felhalmózódási helyeivel . Az MSZ EN ISO 60204-1:2019 [7] részletesen rendelkezik ezen áramkörökről és maradék feszültség felhalmózódási helyeivel kapcsolatban.

Pneumatikus, hidraulikus energia

LOTO rendszer esetében a védelmet az összenyomott , magas nyomású közegek hirtelen felszabadulása illetve irányíthatatlan mozgása ellen kell kiépíteni. Ilyen esetek lehetnek:

- hidraulikus vagy pneumatikus rendszer csővezetékek karbantartás során történő megsértése
- pneumatikus és hidraulikus rendszereken túlnyomások
- zárt hidraulikus rendszer karbantartási célból való megnyitása
- pneumatikus rendszerek szelepkamráinak levegővel való feltöltése során létrejövő mozgás
- pneumatikus munkavégző egységek elakadás vagy egyéb műszaki szünetet követően történő ciklus befejezéséből következő mozgás
- hidroakkumulátor kezelése

Gőzök, gáz okozta energia

Nyomástartó edények vagy magas hőmérsékletű közvetítő anyagot tartalmazó rendszerek esetében gőzök, gázok felszabadulása (nyomáskiegyenlítődés által) súlyos balesetet okozhat. Az ilyen rendszerekre történő csatlakozást vagy lecsatlakozást, szerelvényezést LOTO rendszer szempontjából is mérlegelni kell. Érvényesíteni kell a leválasztás, levezetés (nyomásmentesítés) , kizárás és jelölés elvét.

Hőmérséklet (meleg hőmérsékletű felületek)

Adott gépen, berendezésen belül a karbantartási folyamatok esetében a megérinthető felületek hőmérséklete többlet veszélyt hordoz. Szabvány alapján a 0,5- 4 másodpercnél hosszabb ideig történő közvetlen forró felülettel érintkezés nem megengedhető a visszavont MSZ EN 563:1994 /A1:2000 alapján. [20] LOTO rendszer tervezésénél a karbantartási folyamatok ismeretében mérlegelendő.

3.5.1. *Példák az alkalmazható energia kizáró eszközökre és kitáblázási eszközökre*

Villamos - energia kizáró és leválasztó eszközök

LOTO szempontjából villamos leválasztásra alkalmasak az IEC 60947-3 és IEC 60947-2 szerinti szakaszolókapcsolók, szakaszolókapcsoló segédérintkezővel, amely bontja a terhelő áramkört, a szakaszoló főérintkező szétválása előtt, megszakítók (2. kép) amelyek leválasztásra megfelelőek és a csatlakozódugós / csatlakozóaljzatos kialakítások. Ipari környezetben gépek esetében legelterjedtebb az AC-23 B, vagy DC 23 B jelzetűek. Az AC váltakozó a DC egyenáramú rendszerekben használatos. A szám és betű jelzik, hogy milyen berendezések esetében lehet használni, és azokat milyen üzemeltetési körülmények között. Az MSZ EN ISO 60204-1:2019 [7] alapján 23 B jelzetűeket lehet csak felhasználni, amely jelentése szerint motorok és egyéb erősen induktív fogyasztók kapcsolására alkalmas, illetve ennek a működtetése ritkán történik. Színjelölés szürke vagy fekete és a KI és BE állásokat jelölni kell, illetve KI állásban kizáró eszközzel zárhatónak kell lennie. (1.kép) A leválasztó kapcsolónak az összes aktív vezetőt meg kell szakítania. Megszakítóképessége a fellépő áramoknak megfelelő kell legyen. A csatlakozódugós / csatlakozóaljzatos leválasztó eszköz esetében(3. kép) a kapcsolóképességnek megfelelőnek kell lennie, vagy olyan kialakítású kapcsolóeszközzel kell reteszelni, amely megszakítóképessége a fellépő áramoknak megfelelő.



1-es ábra - Szakaszozó kapcsoló[21]



2-es ábra – Megszakító [22]



3-as ábra Csatlakozó dugalj [23]

Mozgási / mechanikus - energia kizáró és megakadályozó eszközök

Legtöbb esetben csak szervezési intézkedések hozhatóak, de LOTO rendszer adta lehetőségeket itt is megfelelően lehet használni. Karbantartási folyamat során, hogy egy mozgó egységet ne indítsanak el felügyeletlenül, úgy hogy veszélyes térben munkát végeznek, arra az előzőekben bemutatott villamos energia kizáró eszközök is használhatóak. Előfordulhatnak olyan technológiai helyzetek, hogy a villamos energiát leválasztani nem lehet teljes mértékig, de a nem várt mozgásokat szeretnénk elkerülni (másík személy általi ráindítás) : ilyenkor megfelelő megoldás lehet a vészleállító gomb, benyomott- működtetett- reteszelt állapotban történő zárása. Ezen megoldás különösen a villamos hajtások esetében alkalmazható hatékonyan, STO, SS1, SOS és SS2 esetében. (4. kép)



4-es ábra - Vészleállító kizárás [24]

Pneumatikus energia kizáró, leválasztó eszközök

Pneumatikus rendszeren a szabvány által előírt a táplálás leválasztására szolgáló kikapcsoló eszközzel, amely zárható, vagy olyan kikapcsoló eszközzel amely leválaszt, nyomásmentesít és szükség esetén zárható az 5. képen látható pneumatikus levegőelőkészítő egység alkalmas.

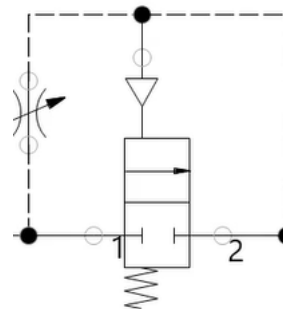
A levegőelőkészítő egység áll:

- 3/2 -es monostabil rugó visszatérítéses szelepből, amely megvalósítja a kényszerleválasztást, nyomásmentesítést és nyitott állapotban történő zárást valósít meg
- nyomásszabályzóból, amely nyomáshatárolás útján akadályozza meg a rendszerre jutó nem szándékos nyomást. A nyomáshatárolás (nyomásszabályozás) a 3-as vezérlési kategóriájú gépeknél, a közös okú meghibásodások ellen tett intézkedések részeként is kötelező alkalmazni. A nyomásszabályozó egy nyomáscsökkentőből és nyomáshatárolóból áll. A nyomásszabályozónak a beállított nyomásértéken az illetéktelen beavatkozás (nyomásérték állítása) ellen védettnek, zárhatónak kell lennie
- Nyomásmérő óra
- Hangtompító (zajcsökkentés) ahol a lefúvásra kerülő levegő (energia) munkavégzési térben való elhelyezését figyelembe kell venni. Szemmagasságban való elhelyezésnél kiegészítő burkolás szükséges.
- Vízleválasztó
- Olajzó
- Nem leválasztó eszköz, de pneumatikus rendszerben a váratlan indítás megakadályására szolgáló eszköz és LOTO rendszer kiépítése során, mint kockázatsökkentő lehetőség számolni kell vele. Erre a célra szolgáló eszköz a nyomásfelfuttató szelep (lágyindító, 6. kép). A lágyindító egy 2/2-es szelepből és állítható fojtóból áll. A szelep minden esetben a betáplált nyomás 50 % -os értékénél kapcsol. Alkalmazásával az energia visszatértekor, ha a munkavégző szelep kézi segédműködtetéssel való feltöltődése során fellépő kinetikus energiák fékezhetőek. A lágyindító beállítási értékét megváltoztatni tilos, így ezt figyelemfelhívást felhasználó információként a dokumentációban rögzíteni kell. A lágyindító beállított értékének megtartása érdekében ragasztóval való

rögzítés is adhat megoldást, de a fojtó szelepek esetében elérhető kulcsos, zárható kivitelű kialakítás is.



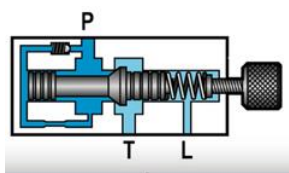
5-ös ábra- Pneumatikus levegőelőkészítő egység [25]



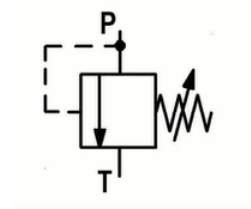
6-os ábra- Lágyindító [26]

Hidraulikus rendszerhez köthető energia kizáró, leválasztó eszközök

A hidraulikus rendszerben az üzemi nyomást, vagy névleges nyomást meghaladó értékek ellen védelmet szükséges kiépíteni. A védelem alapja a nyomáshatárolás, amelynek szerve a nyomáshatároló szelep. (7.kép ; 8.kép) A beállított (nyitási) nyomásérték gyárilag beállított plombált érték, különösen ott, ahol hidroakkumulátort használnak, hogy az ne legyen túlterhelve.



7-es ábra- Nyomáshatároló szelep [27]



8-as ábra- Nyomáshatároló szelep [28]

A hidraulikus rendszerek esetében tervezési követelmény, hogy korlátozzák a lökéshullámokat és nyomásingadozásokat. Ennek kiegyenlítésére szolgál a hidroakkumulátor. A hidrogénakkumulátor egy nitrogénnel töltött, előfeszített rendszer. A rendszernek a hidroakkumulátor esetében is lehetővé kell tennie az energiaforrásról történő kényszerleválasztást, illetve a rendszerben lévő folyadék nyomásmentesítését a váratlan

indulás megakadályozására. A hidroakkumulátor esetében nyomáshatárolót kell használni, amelynek zártnak, plombálnak (beállított értékkel rendelkező) kell lennie. A hidroakkumulátor nyomásmentesítésre használható pillangó szeleppel, illetve kialakítástól függően elektromosan elővezérelt nyomásmentesítő szeleppel kell rendelkeznie. A nyomásmentesítésre használt pillangó szelepnek (tank ág) alaphelyzetben zártnak kell lennie. Váratlan indulás megakadályozására a LOTO rendszer használandó, ilyenkor a betáplálási oldal kerül kizárásra és a nyomásmentesítő (tank ág) pillangószelep pedig nyitott állapotban kerül kizárásra. Az elektromosan elővezérelt nyomásmentesítés esetén kialakítástól függően elegendő lehet a villamos megáplálást megszakítani és kizárni, de a nyomásmentesítő (tank ág) pillangószelep nyitott állapotban való zárása szükséges, hogy az energiamentes állapot biztosított legyen. (10-es ábra)



9-es ábra - Hidroakkumulátor kézi leválasztóval [29]



10-es ábra - Hidraulikus szelep záró-nyitó- pillangószelep [30]

Termikus, hő energia kizáró eszközök

Gömbcsapok esetében az elzáró elem az áramló közeg irányára merőleges tengely mentén elfordulva szabályozza annak haladását, illetve közvetlenül a keresztmetszetét. (11-es ábra)

A pillangószelepek esetében az elzáró elem az áramló közeg irányában egyenes vonalú mozgást végez. (12-es ábra)

A tolózárak esetében a folyadék irányára merőlegesen érintkező zárótestekkel működnek. (nyitás- zárás) (13-as ábra)



11- es ábra- Gömbcsap [31]



12- es ábra- Pillangószelep [32]



13-as ábra – Tolózár [33]

LOTO kizáró eszközök

Lakatok (+ kulcs) : Elsődleges kizáró eszközök. Kiválasztásuknál mérlegelendő szempont lehet a lakatkengyel, lakattest anyaga elektromos vezetőképesség, korrózióállóság és hővel szembeni ellenállóság végett. Színét tekintve legelterjedtebb a piros szín. (14 -es ábra) A OSHA, mint LOTO rendszert kidolgozó és alapító szervezet nem határoz meg kötelező színjelöléseket. Kulcsrendszer tekintetében lehetnek egyedi kulcsosak, vagy különböző kulccsal ellátottak, de legelterjedtebb megoldás a különböző kulccsal ellátott és egy mesterkulccsal gyártott lakatok. A mesterkulcs olyan kulcs, amely az alárendelt különböző kulccsal nyitható lakatok mindegyikét nyitja. A mesterkulcsok rendszerében is további szintek alakíthatóak ki.

Lakatgyűjtő (lakat többszöröző): Több lakat felhelyezésére alkalmas kizáróeszköz. Olyan esetekben, ha több személy dolgozik egy időben egy gépen, a berendezésen valamennyi dolgozónak a saját lakatját el kell helyeznie. (15 -ös ábra)

Megszakító kizáró: Különböző típusú kismegszakítók, biztosítékok zárásához használatos LOTO kizáró eszközök. Alkalmasak egy összetettebb gyártórendszeren végzett villamos jellegű karbantartás során géprészek villamos szempontú leválasztására.(16 -os ábra)



14-es ábra - Lakat [34]



15-ös ábra- Lakat többszöröző [35]



16- ábra - Kismegszakító kizáró[36]

Golyószelep, csap, pillangószelep, tolózár kizáró: Legtöbb esetben a leválasztás eszközei LOTO rendszer értelmében. Víz és gáz közeget szállító rendszerek leválasztására használatosak.



17-es ábra - Golyószelep kizáró [37]



18- as ábra- Csap kizáró [38]



19-es ábra- Pillangószelep kizáró [39]



20-as ábra - Tolózár kizáró [40]

Villamos dugalj kizáró: A Gépdirektíva [2] 1.6.3 pontja alapján, ha gépet, berendezést energiaforráshoz lehet csatlakoztatni (jelen esetben villamos dugaljjal), akkor a villamos leválasztást ennek kihúzott állapota is teljesíti. Kivételt képez az alól az a helyzet, ha munkavégzése során nem tudja végig felügyelet alatt tartani a leválasztás meegtörténtét. Ilyen esetben LOTO rendszer keretében kell a villamos dugaljakat kizárni. (21 -es ábra)



21-es ábra - Villamos dugalj kizáró [41]



22-es ábra- Vészleállító gomb kizáró [42]

Vészleállító gomb kizáró: Bizonyos helyzetekben LOTO kizárási pontként a vészleállítók is használhatóak. A kizárással a vészleállító reteszelt állapotban lezárható. (22-es ábra)

Természetesen a fentebb felvázolt leválasztó és kiválasztó eszközöknek további típusai léteznek, de legáltalánosabb esetben egy ipari gép, berendezés esetében az esetek döntő többségében a LOTO eljárás kivitelezhető ezen eszközökkel.

A LOTO kizáró eszközök területén a fejlesztés folyamatos, hiszen minden szituációra szeretnének a termékfejlesztők optimális megoldást kínálni.

Nem maradhatnak ki a felsorolásból a LOTO kitáblázási , vagy jelölő alkalmatasságok.



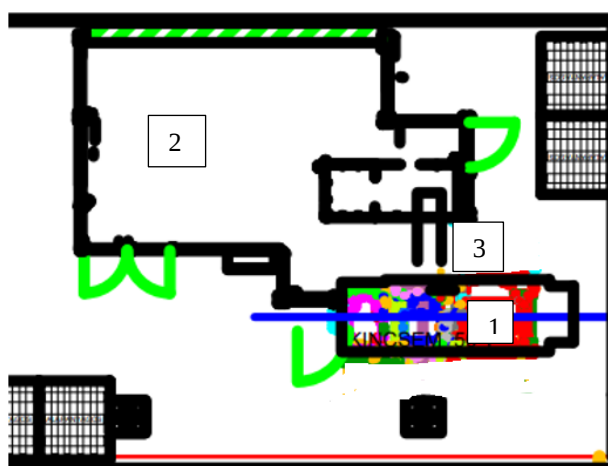
23-as ábra (Saját munka)

Kizárás során a feljogosított személy kettő példányban kitölti és a lakat mellé felhelyezi, illetve egy példányt az üzemi LOTO ponton kihelyez.

4. A probléma bemutatása

A választott téma alapjául szolgáló fröccsöntőgéppel egybeépített robotcellát termelési oldalról 2024. év júniusában helyezték üzembe. A vizsgált berendezés egy ENGEL típusú VC 60/50 Tech elektro-hidraulikus fröccsöntőgép Engel VIPER 6 elszedő robottal, amely egy 50 T megnevezésű egyedi építésű robotcellával került összeépítésre. A berendezés vállalati elnevezése: Kincsem.

Az ENGEL fröccsöntőgép és ENGEL elszedő robot szériagyártású termékként, EK megfelelőségi nyilatkozattal került forgalomba, míg az 50 T robotcella egyedi gyártásúként, helyszíni összeszerelést követően került forgalomba. A következő ábrán a fröccsöntőgép és a hozzá csatlakozó robotcella blokkos ábrája látható.



24- es ábra – Robotcellával egybeépített fröccsöntőgép (Saját munka)

Az ábra 1-es jelzetű egysége a fröccsöntőgép, a 3-as jelzetű egység a fröccsöntőgép elszedő robotja, míg a 2-es jelzetű egység a fröccsöntő géphez épített robotcella egymáshoz viszonyított pozíciója látható.

A felvázolt kialakítás LOTO rendszer bevezetése és működtetése szempontjából több anomáliát is hordoz.

1. Probléma:

A gép, berendezés több önálló EK megfelelőségi igazolással rendelkező gép, egy gépegységként került összeépítésre, amely nem rendelkezik az integrált

gyártórendszerre vonatkozó gépgyártói megfelelőség értékelési folyamattal, így egységes EK megfelelőségi igazolással és az ahhoz kapcsolódó műszaki dokumentációval, magyar nyelvű kezelési használati útmutatóval, integrált rendszerre vonatkozó MSZ 12100 szerinti kockázatértékeléssel és vizsgálati jegyzőkönyvekkel. További problémát jelent, hogy a robot manipulátorra szerelt end-effector részben kész gépnek minősül, így az összeépített berendezésről (robotrendszer) és a teljes integrált gyártórendszerrel egy gyártói / tervezői kockázatértékelés és magyar nyelvű kezelési használati útmutató szükséges.

Az 1. ábrán is vázolt berendezés integrált állapotban robotrendszer és integrált gyártórendszer is. A működésből adódóan a robotrendszer a teljes gyártórendszer működésében jelen van (elérési tartományok, veszélyzónák), így az összeépítést követően a robotrendszerre vonatkozó követelményeket is érvényesíteni kell, de figyelembe kell venni az integrált gyártórendszerre vonatkozó és C- típusú szabványokból adódó egyéb követelményeket is. A felvázoltakból adódik, hogy a dokumentálás és vizsgálatok hiányában a LOTO rendszerrel kapcsolatos szempontok sem kerültek értékelésre. Ilyen szempontok különösen:

- energia leválasztási pontok
- energia leválasztási helyek működési tartományai (mit, honnan választ le)
- energialeválasztási helyek megközelítési helyei
- különböző üzemállapotokban tárolt, veszélyes energiák
- csatlakozó perifériák energetizált állapotból való leválaszthatóságuk
- Kezelési és használati útmutatóban a tárolt, maradék energiákra vonatkozó felhasználói információk

2. Probléma:

A robotcellát gyártó (tervező és kivitelező) cég a forgalombahozatal alkalmával kiadta az EK megfelelőségi igazolást és az adattáblán elhelyezte a CE jelölést. Az üzemeltető a munkarendszerbe illesztés során kezdeményezte a berendezés munkavédelmi használatbavételét megelőző ellenőrzését a vállalati munkavédelmi csoportnál. A munkavédelmi szakemberek által ellenőrzésre kerültek a rendelkezésre álló dokumentumok, amely alapján az integrált gyártórendszer mint egységes gép dokumentációinak hiányát

állapították meg. A dokumentációk ellenőrzése során az energia leválasztás, levezetés, kizárás, jelöléssel kapcsolatos eljárás és munkautasítások alkalmazásának hiányát is megállapították. A feltárt hiányosságok végett a munkavédelmi szakemberek az integrált gyártórendszer munkavédelmi szempontú használatbavételét nem javasolták. LOTO rendszer vonatkozásában a karbantartási csoportnak az integrált gyártórendszerre vonatkozó LOTO rendszer szükségességét, alkalmazhatóságát fel kell mérnie és be kell vezetnie.

4.1. Dolgozat témájául választott robotcellával egybeépített fröccsöntőgép funkcionális bemutatása

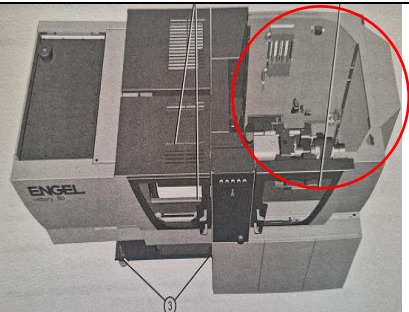
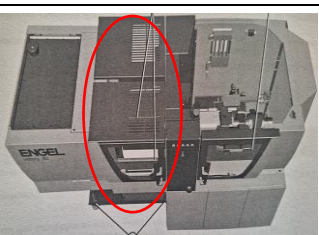
Az integrált gyártórendszer fő célja, hogy a fröccsöntőgép által megformált félkészárut a beépített robotrendszerek segítségével utóformázzák, teszteljék, csomagolási egységre helyezték, illetve csomagolási egységeket készítsenek elő.

Az integrált gyártórendszer részeként a fröccsöntőgép technológiai paramétereinek beállításához tartoznak további berendezések, úgy mint fröccsöntő szerszám hőmérséklet beállítását biztosító temperáló berendezés, műanyag félkésztermék alapját biztosító granulátum szárító, illetve a robotrendszer részeként anyagkihordó hevederes konvektorok. (selejt kihordó)

A következő táblázat a fröccsöntési folyamathoz tartozó főbb részegységeket mutatja be folyamat szerinti sorrendben:

1. táblázat: Fröccsöntési folyamat részegységei (Forrás: saját munka)

1.	Alapanyag előkészítő, szárító: Szerepe a műanyag granulátum tárolása és előszárítása.	
2.	Temperáló berendezés: Szerepe a szerszám fűtése, hűtése . Temperálás közege a víz. Temperálási víz	

	hőmérséklete állítható. (40 – 120 C°)	 
3.	Fröccsöntő gép – Fröccs egység: Szerepe az előszárított granulátum képlékenyítése hő segítségével és a fröccsöntőszerszámba juttatása, fecskendezése	 
4.	Fröccsöntési zóna : Fröccsöntőszerszámok (záróelemek) beállított záróerővel kialakított formára préselik a műanyag félkész terméket.	 
5.	Robot elszedés a fröccsöntési zónából: Egyenesvonalú, derékszögű robotkar típusú robot a fröccsöntési zónában (záróelemek nyitott helyzetében) egy speciális emelőeffectorral a félkész terméket eltávolítja, majd a fröccsöntés során fennmaradó sorja darabot eltávolítás céljából egy ollós mechanizmushoz mozgatja.	 

A fröccsöntőgéphez épített robotcella feladata, hogy a fröccsöntőgéptől érkező termékeket a megfelelő tálcába csomagolja és a tálcákat egy előírt elrendezésű és magasságú rakatba rakja. A kirakás folyamán a robot ellenőrzi a fényvezetős termékeket, és ezen eredmények alapján függ a termék kirakási helye (selejt vagy késztermék). A kirakási folyamat során a kezelő kérhet mintavételre termékeket, ekkor a termékek a mintaszalagra kerülnek kirakásra. A mintaszalagra mindig egy teljes fröccsöntési ciklus termékei kerülnek.

2. táblázat: robotcella főbb részegységeket mutatja be folyamat szerinti sorrendben (*Forrás: saját munka*)

1.	Ollós mechanizmus: Fröccsöntés során fennmaradó sorja darab eltávolítás ollós mechanizmussal	
2.	Pneumatikus mozgató asztal:- Ollós mechanizmus és tálcázó robot közötti munkadarab mozgítás	
3.	Kirakó robot: Munkadarab, mint fényvezetős termék tesztelése és megfelelő teszteredmény alapján tálcára helyezés, nem megfelelő teszteredmény alapján kiadó műanyag hevederes konvejjorra helyezés.	 

4.	Tálcázó robot: biztosítja a gép csomagoló anyaggal történő ellátását. Vízszintes tengelyen mozgó 6 tengelyes robotkar végzi a teli tálcák raklapra helyezését és üres tálcák tálcalefogatási helyre mozgatását.	
----	---	--

5. A vizsgált berendezés LOTO alkalmazhatóságának szükségessége

Annak érdekében, hogy pontos képet kaphassunk a LOTO rendszer bevezethetőségéről első lépésben a szóban forgó integrált gyártórendszer szabvány hátterét, egészen pontosan az egyes „részegységek” szabvány hátterét figyelembe kell venni. A 3.2. fejezetben érintett B – típusú szabványokon túl itt már a berendezésspecifikus C – típusú szabványokat is alkalmazni kell, de figyelembe kell venni a gyártói speciális előírásokat. Ilyen C – típusú szabványok a vizsgált berendezés esetében az MSZ EN ISO 20430:2020 [43], MSZ EN ISO 10218-2:2011 [10] és az MSZ EN 619:2022. [44]A gyártói speciális előírások mellett szintén alkalmazhatóak a gyártói pneumatikus, hidraulikus és villamos kapcsolási rajzok.

Második lépésként figyelembe kell venni a helyi karbantartási utasításokat és gyakorlatokat, amelyeket az alkalmazott technológia és gyártási (termelési) „szokások” alakítanak.

A fentebbiek alapján kijelenthető, hogy a LOTO rendszer alkalmazása mindenhol szükséges , ahol a fentebbi előírások tárolt energiára vagy váratlan indulás veszélyére figyelmeztetnek. Olyan tekintetben, hogy fizikailag kivitelezhető-e a tárolt energiák függvényében a LOTO rendszer , azt a következő fejezet fogja taglalni.

5.1.1. Tárolt energiák, vagy a véletlen indulás veszélyének kockázata a dolgozat témájául szolgáló berendezés esetében

3. táblázat Fröccsöntőgép – robot elszedéssel (Forrás:Saját munka)

Tárolt energia általi veszély	Veszély megjelenése
Hőhatás	Kilépő temperáló közeg és forró tömlők
	Átfolyásszabályozó karbantartása : Temperáló közeg által okozott szennyeződések és károsodások elkerülése végett fontos ezek tisztítása
	Plasztifikáló henger és nyomás alatt álló megömlesztett anyag

Pneumatikus	Olajat tartalmazó levegő használata : Levegőszelep leragadása
	Karbantartás, javítás: nagy nyomású levegő általi sérülés: Kondenzvíz leeresztés; szűrőpatron csere, vagy tisztítás; pneumatikus tömlők cseréje
	Levegő (mint energia) visszatértekor nem várt mozgások: fröccsöntőgép elszedő robot end-effector lap pneumatikus megfogók esetében
Hidraulikus	Sérült vagy lejárt használati idejű hidraulika tömlők üzemelés közbeni szétrepedése
	Sérült vagy lejárt használati idejű hidraulika tömlők cseréje
	Olajszűrő csere: Nyomás alatt álló rendszer megbontása
	Olaj szivattyú karbantartása: Nyomás alatt álló rendszer megbontása
Villamos	Feszültség alatt álló, villamosan vezető részek közvetlen vagy közvetett megérintése
	Maradék feszültségek: Kondenzátorok esetében (fröccsöntőgép esetében)
	Kivételezett áramkörök: Főkapcsoló lekapcsolását követően is feszültség alatt maradó részek

Mozgási (mechanikus)	Karbantartás, javítás: Fogasléc karbantartás; Sínvezetékek általános kenése; Fogasrúd általános kenése; Fogazott szíj cseréje
	Általános fröccsöntő géptérben végzett munka: Szerszámtisztítás

4. **táblázat:** Csatlakozó robotcella (*Forrás: saját munka*)

Tárolt energia általi veszély	Veszély megjelenése
Pneumatikus	Olajat tartalmazó levegő használata : Levegőszelep leragadása
	Karbantartás, javítás: nagy nyomású levegő általí sérülés: Kondenzvíz leeresztés; szűrőpatron csere, vagy tisztítás; pneumatikus tömlők cseréje
	Levegő (mint energia) visszatértekor nem várt mozgások: robotkarok end-effector lap pneumatikus megfogók esetében; pneumatikus olló mechanizmus; pneumatikus munkadarab mozgató asztal; pneumatikus tálcarögzítők
Villamos	Feszültség alatt álló, villamosan vezető részek közvetlen, vagy közvetett megérintése
	Maradék feszültségek: Kondenzátorok, tápegységek esetében (fröccsöntőgép esetében)

	Kivételezett áramkörök: Főkapcsoló lekapcsolását követően is feszültség alatt maradó részek
Mozgási (mechanikus)	Általános robotcellában végzett munka: End-effector csere és általános karbantartási munkavégzés

6. A vizsgált berendezés jelenlegi kialakításának vizsgálata

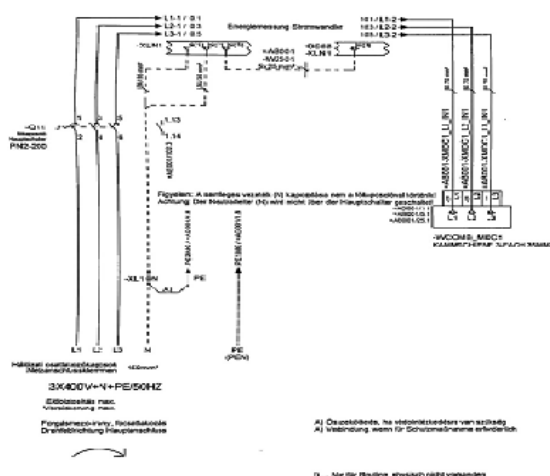
Jelen fejezetben szeretném a vizsgált berendezést a LOTO leválasztó eszközök szempontjából értékelni, hogy azok mennyiben felelnek meg a 3.2. és 3.5.1. fejezetben megadottaknak, továbbá az 5.1.1. fejezetben meghatározott veszélyek csökkenthetőek-e vele.

A vizsgálatot az 5.1. 1. fejezet pontjai alapján végeztem.

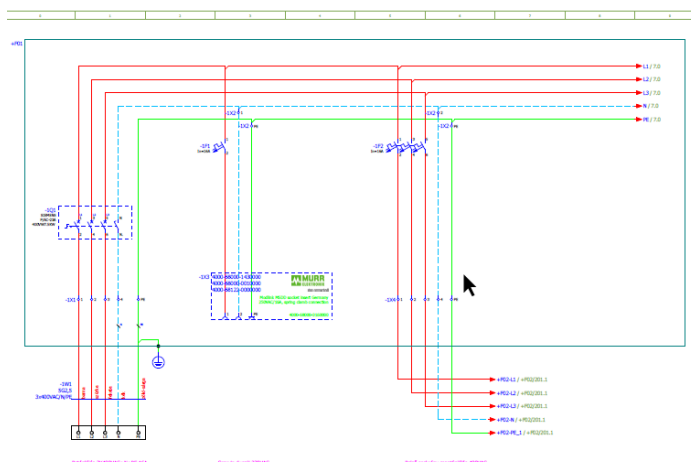
6.1. Feszültség alatt álló, villamosan vezető részek közvetlen, vagy közvetett megérintése

LOTO rendszer alkalmazását három módon lehet megvalósítani a fröccsöntő gép esetében. Mind a három módszer alkalmas a energiaforrásról való leválasztásra és kizárásra. A három mód a következő:

- Fröccsöntőgép villamos főkapcsoló lekapcsolása és kizárása
- Robotcella villamos főkapcsoló lekapcsolása és kizárása
- Fröccsöntőgép adott (karbantartás során érintett részegység) áramköri kismegszakító lekapcsolása és kizárása
- Robotcella adott (karbantartás során érintett részegység) áramköri kismegszakító lekapcsolása és kizárása
- Külső perifériák esetében csatlakozó dugalj, vagy hartmann csatlakozó leválasztása és elzárása (kizárása)



24-es ábra: Fröccsöntőgép villamos bekötés és főkapcsoló [45]



25-ös ábra: Csatlakozó robotcella villamos bekötés és főkapcsoló [46]

A kialakítás végett többletkockázatot jelenthet, hogy a teljes integrált gyártórendszer villamos energia leválasztása egy helyről nem kivitelezhető. Egy leválasztási lehetőség van a fröccsöntő gépnek és elszedő robotnak, illetve külön leválasztási lehetőség van a robotcellának.

6.2. Maradék feszültségek, kivételezett áramkörök

Maradék, fennmaradó feszültséggel kell számolni a fröccsöntő gép 24 V-os akkumulátorai esetében. LOTO rendszer alapján leválasztás és kizárás közvetlenül nem alkalmazható. A kivételezett áramköröket a villamos főkapcsolók minden esetben leválasztják, azonban a kivételezett áramkörhöz tartozó részeket kismegszakítóval leválasztani nem lehet.

6.3. Sérült, vagy lejárt használati idejű hidraulika tömlők üzemelés közbeni szétrepedése, cseréje

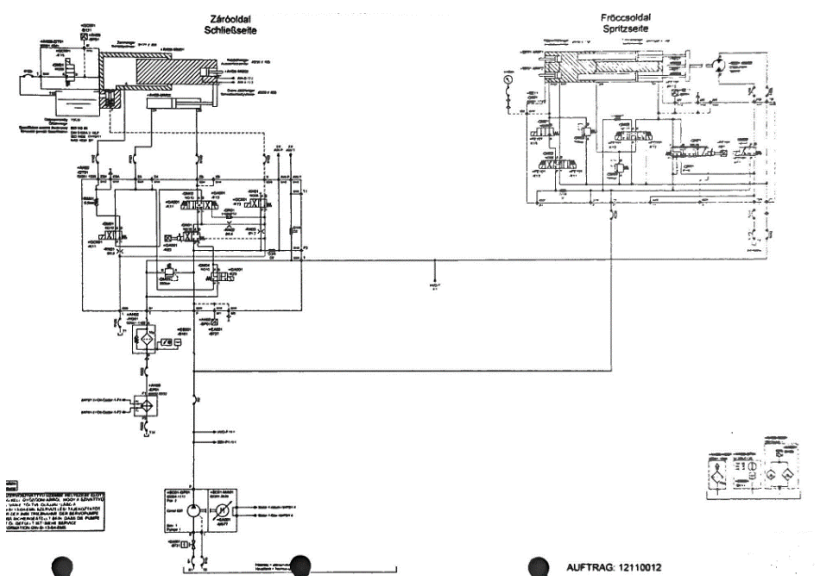
Hidraulika tömlők cseréje során a fröccsöntőgép villamos főkapcsoló lekapcsolása és kizárása, vagy a fröccsöntőgép vészleállító működtetett állapotban történő kizárásával nyomásmentesíthető a rendszer hidraulika szempontjából. A nyomásmentesítés a hidraulika szivattyú tápenergia leválasztásával biztosított. Az alkalmazott módszer a 0-ás, vagy STO leállítási kategóriának felel meg.

A hidraulika tömlők csatlakoztatása során a DN4 mérőtömlőket biztosított megfogó tömlőbiztosítással kell ellátni.

6.4. Olajszűrő csere és olaj szivattyú karbantartása

Olajszűrő cseréje során a fröccsöntőgép vészleállító működtetett állapotban történő kizárásával nyomásmentesíthető a rendszer hidraulika szempontjából. A nyomásmentesítés a hidraulika szivattyú tápenergia leválasztásával biztosított. Az alkalmazott módszer a 0-ás, vagy STO leállítási kategóriának felel meg.

Olajszivattyú karbantartása során a fröccsöntőgép villamos főkapcsoló lekapcsolása és kizárása és fröccsöntőgép vészleállító működtetett állapotban történő kizárásával nyomásmentesíthető a rendszer hidraulika szempontjából.



26-os ábra: Fröccsöntő gép hidraulikus kör [47]

6.5. Levegőszelep leragadása

Nem megfelelő minőségű fluidum esetében a szelepek sérülhetnek, amely munkabiztonsági szempontból nem várt mozgásokhoz vezethet. LOTO rendszer szempontjából szervezési oldalról minden pneumatikus rendszert érintő munkavégzésnél és egyéb robotrendszerben végzett munkavégzés előtt meg kell győződni a energiamentes állapotról. (nyomásmérő által mutatott érték és munkahengerek energiamentes állapotban történő szabad mozgathatósága alapján)

6.6. Kondenzvíz leeresztés; szűrőpatron csere vagy tisztítás; pneumatikus tömlők cseréje

Az energia leválasztására a levegőelőkészítő egységbe épített 3/2 -es monostabil szelep nyitásával elvégezhető, továbbá a kizárás is. A kialakítás végett többletkockázatot jelenthet, hogy a teljes integrált gyártórendszer pneumatikus energia leválasztása egy helyről nem kivitelezhető. Külön leválasztási lehetőség van a fröccsöntő gépnek és elszedő robotnak , illetve külön leválasztási lehetőség van a robotcella pneumatikus rendszerének .

6.7. Levegő (mint energia) visszatértekor nem várt mozgások

A nyomásfelfuttató szelep a táplevegőt fokozatosan engedi rá a pneumatikus hálózatra. A lassú nyomásfelfuttatással elkerülhetők, hogy a pneumatikus hengerek indításkor csapódjanak. A felfuttatás intenzitása egy szabályozó csavarral beállítható. Robotcella esetében az elektromos bekapcsoló szelep akkor engedi rá a táplevegőt a berendezésre, ha a vezérlés aktív. A vezérlés kikapcsolásakor, illetve vészleállításkor táplevegőt elveszi a gépről, és a rendszerben lévő levegő a szelepen keresztül leürül.

6.8. Temperáló közeget tartalmazó és forró tömlők cseréje, lecsatlakoztatása

Fröccsöntő gép esetében nyomás alatt lévő rendszeren és felfűtött temperáló berendezésnél hűtőkört megbontani, lecsatlakoztatni csak a külső temperáló berendezés „visszaszívás” nyomásmentesítése és lekapcsolt, lezárt főkapcsolója esetén, illetve hűtőközeg visszahúlése esetén lehet. A visszahúlése hőmérséklete legalább 40 C °. A veszéllyel a fröccsöntőgép gépterében szerszámtisztítás során kell számolni.

6.9. Átfolyásszabályozó karbantartása

Fröccsöntő gép esetében nyomás alatt lévő és felfűtött rendszeren áramlásszabályozót megbontani, tisztítani csak a külső temperáló berendezés „visszaszívás” nyomásmentesítése és lekapcsolt, lezárt főkapcsolója esetén, illetve hűtő közeg visszahűtése esetén lehet. A visszahűlés hőmérséklete legalább 40 C °.

6.10. Plasztifikáló hengerből nyomás alatt álló megömlesztett anyag felszabadulása

Úgynevezett buga képződése esetén, minden esetben a rendszer (fröccsöntő egység fűtés) visszahűtése szükséges a fröccsöntőgép villamos főkapcsoló lekapcsolásával és kizárásával. Buga képződése akkor jön létre, ha a befecskezendő fűvóka és a szerszám oldali rádiusza nem megegyező. Buga eltömíti a fűvókát és a fröccsegységben lévő olvadék felgázosodik.

6.11. Általános fröccsöntő géptérben és robotcellában végzett karbantartás, javítás (mozgási energia szempontjából)

Fröccsöntő géptérben és elszedő roboton végzett általános karbantartás során vészleállító működtetett állapotban történő kizárásával nyomásmentesíthető a rendszer hidraulika szempontjából, nyomásmentesítés a hidraulika szivattyú tápenergia leválasztásával biztosított, illetve a robothajtások elektromos megszakításával . Az alkalmazott módszer a 0-ás, vagy STO leállítási kategóriának felel meg.

7. Javaslatok a LOTO bevezetésére

LOTO rendszer bevezetése szempontjából nem elegendő a vizsgált berendezésben lévő tárolt energiák és váratlan indítást előidéző eszközök, események feltérképezése, hanem ehhez erőforrásokat és dokumentációs rendszert kell illeszteni. A következőekben a LOTO rendszer kiépítésére szeretnék egy optimális strukturált sorrendet felállítani, majd az 5. és 6. fejezetben megállapított veszélyekre, leválasztási és kizárási pontok alapján berendezés specifikus – tevékenységekre meghatározott munkautasítást összeállítani.

7.1. LOTO rendszer bevezetésének lépései

Tárolt energiák felmérése és azok azonosítása karbantartási folyamatok alkalmával

Annak érdekében, hogy pontosan tisztában legyünk, mire kell és tudunk LOTO eljárást használni, a tárolt energiák felmérése után kaphatunk képet. A fő cél, hogy a tárolt energiák meghatározásra kerüljenek azok nagyságrendje, értéke alapján, legyen energia leválasztási és kizárási lehetőség, továbbá ezek bizonyos munkaműveletnél okozhatnak személyi sérülést, vagy gép, berendezés tönkremenetelét. A felmérést célszerű táblázatos formában elkészíteni és előre a leválasztási / kizárási helyeknek egyedi azonosítót adni.

5. táblázat : Energia felmérő lap (Forrás: Saját munka)

S.sz.	Gép / Berendezés megnevezése	Berendezés Típusa	Leltári sz.	Típus oszop.	Gép / Ber. LOTO sz.	Kapcsolódó energiák elzáróinak azonosító jele													
						Elektromos (E)		Gáz (G)		Levegő (L)		Gőz (S)		Kondenz (Cw)		Termikus 60°C fölött illetve 5°C alatt (W)		Hidraulikus (H)	
						Jele	Értéke (V)	Jele	Értéke (bar)	Jele	Értéke (bar)	Jele	Értéke (bar)	Jele	Értéke (bar)	Jele	Értéke (°C)	Jele	Értéke (bar)

A kizárási pontokat egyedi jelöléssel kell ellátni. Az egyedi jelölést a LOTO berendezés specifikus eljárásban is hivatkozni kell, illetve a kizárási ponton elhelyezett LOTO személyi kártyákon is rögzíteni kell. A kizárási pontokat jelölő azonosítókat energiánként külön színnel kell jelölni és feliratában is utalni kell a kizárandó energiára, továbbá célszerű a gép elnevezését is megadni. Célszerű a villamos energiát E jellel, a veszélyes mozgás V jellel, a pneumatikát L jellel, a hidraulikát amennyiben van külön csak hidraulika kizárási pont H jellel, a termikus

energiát amennyiben van külön csak termikus kizárási pont T jellel jelölni. Természetesen az előző fejezetekben látható volt, hogy bizonyos energiákat (gép kialakítástól függően) egy leválasztó és kizáró eszközzel is energiamentesíthetjük.



27-es ábra - Elektromos kizárási pont jelölése (Saját munka)

28 -as ábra - Veszélyes mozgás kizárási pont jelölése (saját munka)

A vizsgált berendezésen az alábbi energia leválasztási (LOTO pontokat) javaslom:

Villmos energia: Kincsem E1 / Föccsöntő gép villamos főkapcsoló/

Kincsem E2 / Csatlakozó robotcella villamos főkapcsoló/

Mozgási energia: Kincsem V1 / Fröccsöntő gép vészleállító/

Hidraulikus energia: Kincsem E1 / / Föccsöntő gép villamos főkapcsoló//

Pneumatikus energia: Kincsem L1 / Fröccsöntő gép levegőelőkészítő/

Kincsem L2 / Csatlakozó robotcella levegőelőkészítő/

Termikus energia : Kincsem ET1 / Csatlakozó temperáló berendezés villamos főkapcsoló

Személyi felelősségi körök felállítása

A LOTO rendszert üzemi szinten minden ott tartózkodó munkavállalóra kötelező érvényűnek kell tekinteni, függetlenül azok foglalkoztatási jogviszonyától, vagy üzemi területen tartózkodásuk céljától. A bevezetés során főbb csoportokat (szinteket) kell felállítani, hogy LOTO rendszer tekintetében milyen kötelezettségeik és felelősségeik lesznek. LOTO rendszer tekintetében meg kell különböztetni kompetens személyeket, feljogosított személyeket és érintett személyeket.

Kompetens személyek körében tartoznak azon személyek, akik a rendszer bevezetésével kapcsolatban megbízást kaptak. Feladatuk a gép, berendezéshez tartozó tárolt energiák felmérése, azonosítása, kizáró eszközök beszerzése, berendezés- specifikus LOTO eljárások kidolgozása, feljogosított és érintett dolgozók oktatása, LOTO rendszer használatának

ellenőrzése és fejlesztése. A vizsgált berendezés esetében kompetens személynek javasolt az üzemegységhez tartozó karbantartási, műszaki vezető/szakember, épületüzemeltetési vezető/szakember, termelési részlegvezető és helyi munkavédelmi szakemberek. A dolgozat probléma megfogalmazásában meghatározott berendezés- specifikus LOTO eljárások kidolgozására minden esetben üzemegységhez tartozó karbantartási, műszaki vezető/szakembert javaslom.

Feljogosított azon személyek köre, akik az előzetesen elkészített berendezés- specifikus LOTO eljárások alapján a kapott kizáró és jelölő eszközökkel elvégzik a kizárást. A feljogosított személyeknek minden esetben oktatásban kell részesülniük a kompetens személyek által, illetve oktatást évente javasolt megismételni. Soron kívül oktatás szükséges LOTO rendszer ellenőrzésen tapasztalt eltérést követően, vagy új gép, berendezésre elkészített berendezésspecifikus LOTO eljárás kiadását követően. A vizsgált berendezés esetében kompetens személynek javasolt a karbantartó, gépbeállító és szerszámtisztító munkakörben dolgozók. A feljogosított személyek kijelöléséről a gép, berendezés üzemeltetésért felelős vezető felelőssége.

Érintett személyek köre, akik olyan gépen, berendezésen végeznek munkát, vagy annak közvetlen hatókörében tartózkodnak, ahol LOTO eljárást hajtanak végre. Közvetlen feladatuk a LOTO rendszert illetően nincsen, csupán tisztában kell lenniük a kizárási pontok vizuális értelmezését illetően. Az érintett személyeknek minden esetben oktatásban kell részesülniük a kompetens személyek által és az oktatást évente javasolt megismételni, illetve soron kívül LOTO rendszer ellenőrzésen tapasztalt eltérést követően. A vizsgált berendezés esetében közvetlenül érintett személynek javasolt közvetlenül az operátor, szerszámcsereelő, minőségirányítási munkakörben dolgozók.

Minden dolgozó azon személyek köre akik a gyár területén munkát végeznek, illetve látogatók, vendégek. Javasolt, hogy az érintett személyekre vonatkozó követelményeket a vendégek, látogatók az üzemegységbe történő belépést megelőzően megkapják.

Gép, berendezés üzemeltetésért felelős azon személyek köre, akik a gép, berendezés üzemelési helye szerinti feljogosított személyek vezetője. Javasolt, hogy LOTO rendszer szempontjából az egy karbantartási műszakok műszakvezetője, csoportvezetője legyen ezen személy. A gép,

berendezés üzemeltetéséért felelős személynek minden esetben oktatásban kell részesülniük a kompetens személyek által a LOTO eljárás ellenőrzésében való részvételt illetően, illetve a LOTO vészhelyzeti eltávolítást illetően. A gép, berendezés üzemeltetéséért felelős személyt minden esetben a üzemegységhez tartozó karbantartási, műszaki vezető/szakember jelölje ki, a kijelölő személy egyben kompetens személy is.

LOTO rendszer alkalmazásának (fizikai kivitelezés) főbb lépései

A lentebbi pontok szerint javaslom elvégezni a LOTO rendszer kivitelezését a vizsgált berendezésre vonatkozólag.

- Berendezés- specifikus LOTO utasítás előkészítése: Javaslom az utasítást gép, berendezés, mint munkahelyhez tartozó termelési utasítások mellett elhelyezni digitálisan.
- LOTO folyamat engedélyeztetése az érintett személyek közvetlen vezetőjével. Javaslom, hogy az engedélyezési folyamat online rendszerben történjen, így az eljárás kivitelezési időtartama csökkenthető.
- Érintett személyek tájékoztatása. Javaslom, hogy a tájékoztatás egy a berendezésnél elhelyezett (munkautasításokat is tartalmazó) megjelenítőn legyen feltüntetve
- LOTO kizáró eszköz kiválasztása: Javaslom, hogy minden feljogosított személynek személyre szóló lakat kizáró eszköze legyen, illetve az egyéb kizáró eszközt egy központi üzemi LOTO pontról vegyék fel. Alkalmazható megoldás lehet még a lakatok QR kódos azonosítása, így kevesebb lakatra lehet szükség, mivel mindig az éppen használatos lakat lenne feljogosított személyhez hozzárendelve.
- LOTO jelölő, figyelmeztető tábla felvétele. Elhelyezése a központi LOTO ponton javasolt
- Gép/berendezés energiaforrásról leválasztása (6. fejezet szerint)
- LOTO kizáró eszköz felhelyezése és kizárás
- LOTO jelölő, figyelmeztető tábla kitöltése és felhelyezése a kizáró eszköz mellé
- A gép / berendezés leválasztott, energiamentes állapotáról való meggyőződés

-
- Intézkedés több feljogosított személy általi munkavégzés esetén: Minden feljogosított személy felhelyezi a kizáró lakatát a gyűjtőlakatra. (3.5.1. fejezet 12. kép)

A következő főbb pontok mentén javaslom a LOTO folyamat befejezését:

- Eltávolított rögzített védőburkolatokat, szerkezeti elemeket helyre kell állítani
- Szerszámok, anyagok eltávolítása a géptérből, szükség esetén tisztítás
- Gép hatókörében lévők figyelmeztetése a visszakapcsolást illetően
- LOTO lakatok és kizáró eszközök eltávolítása, minden feljogosított személy részéről
- Ellenőrizzük, hogy a gép valamennyi működtető eleme semleges vagy “off” (ki) állásban van, azután kapcsoljuk vissza az energiát a berendezésre.
- Az energia visszatértét ellenőrizni kell
- Érintett személyek tájékoztatása a LOTO eljárás befejezéséről. (a tájékoztatás a fentebb már taglalt online módon javasolt)

LOTO eszközök vészhelyzeti eltávolítása

Vészhelyzeti eltávolításra akkor van szükség, ha műszakváltások alkalmával az előző műszak feljogosított személye nem távolítja el a lakatját a kizárási pontról. A műszakváltáskor esedékes átadás-átvétel nem történik meg. Ilyen esetekben azt javaslom , hogy a gép, berendezés üzemeltetésért felelős személy mesterkulcsával távolítsa el a fennmaradó lakatot. (3.5.1. fejezet) Javaslom, hogy üzemeltetésért felelős személynek állandó kompetens személy általi megbízása legyen.

Berendezés-specifikus LOTO eljárások (munkautasítások)

LOTO rendszer kivitelezését tekintve a berendezés-specifikus LOTO eljárások (munkautasítások) adnak pontos előírásokat a feljogosított személyek részére. LOTO munkautasításokra tett javaslataimat az előzetesen 5. és 6 . fejezetben már felmért veszélytárolt energia – leválasztási pont- tevékenységek mentén határoztam meg. LOTO munkautasításban csak azon tárolt energiákkal, veszélyekkel kell számolni, amely leválasztható és kizárható. Minden olyan tárolt energia, vagy veszély esetén, amely kockázat csökkentése LOTO rendszerrel nem megoldható, az egyéb karbantartási munkautasításokban,

munkavédelmi kockázatértékelésekben kell szabályozni. Az előzetes felmérések alapján a vizsgált berendezés esetében öt fő kategóriára bontható a LOTO munkautasítások köre: villamos energiára, hidraulikus energiára, termikus energiára, pneumatikus energiára és mozgási energiára.

6. táblázat- Berendezés-specifikus LOTO munkautasítás- Villamos energia (Forrás: saját munka)

Berendezés specifikus KIZÁRÁS - KITÁBLÁZÁSI eljárás LOTO UTASÍTÁS			
Gép / Berendezés neve:		Fröccsöntő üzem Kincsem robotcella	
Az eljárás célja:		Karbantartási folyamat során biztosítani a biztonságos munkavégzést	
Munkafolyamat:		Kékes biztosítékok cseréje; Mágneskapcsolók cseréje; Olvadábiztosíték és Kismegszakító csere, hibafeltárás; Fűtőbetét csere; Tápegység csere	
Az eljárás hatálya:		Kincsem robotcella- Fröccsöntő gép és elszedő robot / ENGEL VC 60/50 Tech + Viper 6/ + 50 T robotcella	
Feljogosított személyek:		Villamos karbantartók	
Mindig szabályozott leállítást végezzen kizárás előtt.			
A LEZÁRÁS ÉS VISSZAINDÍTÁS SORRENDJÉT MINDEN ESETBEN KÖTELEZŐ BETARTANI			
1.	Keresse meg a terület vezetőjét (érintett személyek vezetője), és jelentse a LOTO szükségességét, vegye magához a vonatkozó LOTO eljárást		
2.	Menjen oda az üzemi LOTO táblához, vagy LOTO ponthoz és vegye magához a berendezés kizárásához szükséges eszközöket az eljárás szerint.		
A berendezés kizárásához szükséges eszközök			
Kizáró eszközök megnevezése		Darabszám	
Lakat+kártya/fő		2 db lakat és 4 db kártya	
Levegő elzáró kupak / villás dugalj elzáró kupak / levegő cső elzáró kupak		0	
4.	A LOTO folyamat megkezdése előtt értesítse a berendezés és környezetében dolgozó minden érintett személyt.		
5.	A piros személyi kártyára írja rá a nevét, a dátumot, kezdési időpontot, majd fűzze rá a piros személyi lakatra.		
6.	Kizáró és Kitáblázó eszközök felhelyezése az alábbi LEZÁRÁSI SORRENDEN!		
Kizárás sorrendje	Energia típusa, nagysága	Kizárás (LOTO Pont) helye	A kizárás és/vagy az energia felszabadításának eljárása Nulla energia állapot ellenőrzése
7.	Villamos 400 V	Kincsem E1	A fröccsöntő gép elektromos főkapcsolójának lezárása (kapcsoló off/0/ki állása), majd a feljogosított személy lakatjának felhelyezése a kapcsolóra. A lezárási pontnál felhelyezett azonosító címke adatainak megjelölésével (" leállítás oka" mező) töltsön ki két személyi azonosító kártyát, egy példányt helyezzen fel a lakat mellé, a második példányt helyezze ki a karbantartó műhely LOTO szekrényébe, vagy az üzemi LOTO pontra. A kulcsot tartsa magánál és ne adja oda senkinek.
8.	Villamos 400 V	Kincsem E2	A robotcella elektromos főkapcsolójának lezárása (kapcsoló off/0/ki állása), majd a feljogosított személy lakatjának felhelyezése a kapcsolóra. A lezárási pontnál felhelyezett azonosító címke adatainak megjelölésével (" leállítás oka" mező) töltsön ki két személyi azonosító kártyát, egy példányt helyezzen fel a lakat mellé, a második példányt helyezze ki a karbantartó műhely LOTO szekrényébe, vagy az üzemi LOTO pontra.

			A kulcsot tartsa magánál és ne adja oda senkinek.	
HA A RENDSZERT NEM LEHET KIZÁRNI, VAGY HA A RENDSZER 0 ENERGIA ÁLLAPOT ELLENŐRZÉSE NEM MEGVALÓSÍTHATÓ, AKKOR ÉRTEŚÍTSE FELETTESÉT.				
STOP				
A visszaállítás sorrendje a következő:				
Sorrend	Energia típusa, nagysága	Helye	A visszaindítás folyamata	Ellenőrzési eljárás
1.	Mielőtt megkezd a LOTO kizárás megszüntetését értesítse a felettesét a berendezés újraindításáról.			
2.	Értesítse a gép és környezetben dolgozó összes személyt, a szerviz munkák befejezéséről.(Energia visszakapcsolásáról)			
3.	Győződjön meg arról, hogy a szolgáltatások visszakapcsolása nem okoz-e balesetet, anyagi kárt. Burkolatok visszahelyezése			
4.	Távolítsa el a saját lakatjait a LOTO pontokról, majd győződjön meg hogy nincs egyetlen lakat sem a LOTO pontokon			
5.	Távolítsa el az összes elzárószerelevényt a LOTO pontokról.			
6.	Villamos 400 V	Kincsem E1	Fordítsa el a főkapcsolót a "I" vagy "BE" állásba.	Ellenőrizze, hogy a gép indítható állapotban van-e
7.	Villamos 400 V	Kincsem E2	Fordítsa el a főkapcsolót a "I" vagy "BE" állásba.	Ellenőrizze, hogy a gép indítható állapotban van-e
8.	Ellenőrizze a berendezés működőképességét.			
9.	Az eltávolított elzáróeszközöket helyezze vissza a LOTO táblára, vagy üzemi LOTO pontra, valamint a táblán lévő kizárási pont másod azonosítóját helyezze vissza a sor azonos pontjára			
10.	Üzemi LOTO pontnál lévő lévő személyi kártyát vegye le.			
11.	Tájékoztassa a gép, berendezés üzemeltetésért felelős személyt és az érintett személyek vezetőjét a LOTO folyamat befejezéséről.			
LOTO eljárást készítette: Frigy Péter Pál Munkavédelem jóváhagyás: Dátum: 2024.09.30 Dátum:2024.09.30				

7. táblázat- Berendezés-specifikus LOTO munkautasítás- Hidraulikus energia (Forrás:Saját munka)

Berendezés specifikus KIZÁRÁS - KITÁBLÁZÁSI eljárás LOTO UTASÍTÁS	
Fröccsöntő üzem 	
Gép / Berendezés neve:	Kincsem robotcella
Az eljárás célja:	Karbantartási folyamat során biztosítani a biztonságos munkavégzést
Munkafolyamat:	Hidraulika tömlő csere; Olajszűrő cseréje, karbantartása; hidraulika szivattyú karbantartás (függetlenül annak fajtájától)
Az eljárás hatálya:	Kincsem robotcella- Fröccsöntő gép és elszedő robot / ENGEL VC 60/50 Tech + Viper 6/
Feljogosított személyek:	Mechanikus karbantartók

Mindig szabályozott leállítást végezzen kizárás előtt.				
A LEZÁRÁS ÉS VISSZAINDÍTÁS SORRENDJÉT MINDEN ESETBEN KÖTELEZŐ BETARTANI				
1.	Keresse meg a terület vezetőjét (érintett személyek vezetője), és jelentse a LOTO szükségességét, vegye magához a vonatkozó LOTO eljárást			
2.	Menjen oda az üzemi LOTO táblához, vagy LOTO ponthoz és vegye magához a berendezés kizárásához szükséges eszközöket az eljárás szerint.			
A berendezés kizárásához szükséges eszközök				
Kizáró eszközök megnevezése			Darabszám	
Lakat+kártya/fő			1 db lakat és 2 db kártya	
Levegő elzáró kupak / villás dugalj elzáró kupak / levegő cső elzáró kupak			0	
4.	A LOTO folyamat megkezdése előtt értesítse a berendezés és környezetében dolgozó minden érintett személyt.			
5.	A piros személyi kártyára írja rá a nevét, a dátumot, kezdési időpontot, majd fűzze rá a piros személyi lakatra.			
6.	Kizáró és Kitéblázó eszközök felhelyezése az alábbi LEZÁRÁSI SORRENDBEN!			
Kizárás sorrendje	Energia típusa, nagysága	Kizárás (LOTO Pont) helye	A kizárás és/vagy az energia felszabadításának eljárása	Nulla energia állapot ellenőrzése
7.	Hidraulikus 250 bar	Kincsem E1	A fröccsöntő gép elektromos főkapcsolójának lezárása (kapcsoló off/0/ki állása), majd a feljogosított személy lakatjának felhelyezése a kapcsolóra. A lezárási pontnál felhelyezett azonosító címke adatainak megjelölésével (" leállítás oka" mező) töltsön ki két személyi azonosító kártyát, egy példányt helyezzen fel a lakat mellé, a második példányt helyezze ki a karbantartó műhely LOTO szekrényébe, vagy az üzemi LOTO pontra. A kulcsot tartsa magánál és ne adja oda senkinek.	1. Győződjön meg, hogy a kapcsoló nem fordítható el. 2. Az áramtalanított eszközön / gépen győződjön meg annak enegiamentes állapotáról / pl.:próbaindítás; kijelzők;fáziskémlével /
HA A RENDSZERT NEM LEHET KIZÁRNI, VAGY HA A RENDSZER 0 ENERGIA ÁLLAPOT ELLENŐRZÉSE NEM MEGVALÓSÍTHATÓ, AKKOR ÉRTESSÉ FEELETESÉT.				
				
A visszaállítás sorrendje a következő:				
Sorrend	Energia típusa, nagysága	Helye	A visszaindítás folyamata	Ellenőrzési eljárás
1.	Mielőtt megkezdí a LOTO kizárás megszüntetését értesítse a felettesét a berendezés újraindításáról.			
2.	Értesítse a gép és környezetben dolgozó összes személyt, a szerviz munkák befejezéséről.(Energia visszakapcsolásáról)			
3.	Győződjön meg arról, hogy a szolgáltatások visszakapcsolása nem okoz-e balesetet, anyagi kárt. Burkolatok visszahelyezése			
4.	Távolítsa el a saját lakatjait a LOTO pontokról, majd győződjön meg hogy nincs egyetlen lakat sem a LOTO pontokon			
5.	Távolítsa el az összes elzárószerelevényt a LOTO pontokról.			
6.	Hidraulikus 250 bar	Kincsem E1	Állítsa alaphelyzetbe a vészleállítót	Gép vezérlő panelen és / vagy robotcella védőajtónál vészkor nyugtázása
7.	Ellenőrizze a berendezés működőképességét.			
8.	Az eltávolított elzáróeszközöket helyezze vissza a LOTO táblára, vagy üzemi LOTO pontra, valamint a táblán lévő kizárási pont másod azonosítóját helyezze vissza a sor azonos pontjára			
9.	Üzemi LOTO pontnál lévő lévő személyi kártyát vegye le.			

10.	Tájékoztassa a gép, berendezés üzemeltetésért felelős személyt és az érintett személyek vezetőjét a LOTO folyamat befejezéséről.		
LOTO eljárást készítette:		Frigy Péter Pál	Munkavédelem jóváhagyás:
Dátum:		2024.09.30	Dátum:2024.09.30

8. **táblázat**- Berendezés-specifikus LOTO munkautasítás- Termikus energia (*Forrás: Saját munka*)

Berendezés specifikus KIZÁRÁS - KITÁBLÁZÁSI eljárás LOTO UTASÍTÁS			
		Fröccsöntő üzem	
Gép / Berendezés neve:	Kincsem robotcella		
Az eljárás célja:	Karbantartási folyamat során biztosítani a biztonságos munkavégzést		
Munkafolyamat:	Átfolyásszabályozó karbantartása; Szerszámtisztítás		
Az eljárás hatálya:	Kincsem robotcella- Fröccsöntő gép és elszedő robot / ENGEL VC 60/50 Tech + Viper 6/		
Feljogosított személyek:	Szerszámtisztítók; Gépbeállítók		
Mindig szabályozott leállítást végezzen kizárás előtt.			
A LEZÁRÁS ÉS VISSZAINDÍTÁS SORRENDJÉT MINDEN ESETBEN KÖTELEZŐ BETARTANI			
1.	Keresse meg a terület vezetőjét (érintett személyek vezetője), és jelentse a LOTO szükségességét, vegye magához a vonatkozó LOTO eljárást		
2.	Menjen oda az üzemi LOTO táblához, vagy LOTO ponthoz és vegye magához a berendezés kizárásához szükséges eszközöket az eljárás szerint.		
A berendezés kizárásához szükséges eszközök			
Kizáró eszközök megnevezése		Darabszám	
Lakat+kártya/fő		2 db lakat és 4 db kártya	
Levegő elzáró kupak / villás dugalj elzáró kupak / levegő cső elzáró kupak		0	
4.	A LOTO folyamat megkezdése előtt értesítse a berendezés és környezetében dolgozó minden érintett személyt.		
5.	A piros személyi kártyára írja rá a nevét, a dátumot, kezdési időpontot, majd fűzze rá a piros személyi lakatra.		
6.	Kizáró és Kitáblázó eszközök felhelyezése az alábbi LEZÁRÁSI SORRENDBEN!		
Kizárás sorrendje	Energia típusa, nagysága	Kizárás (LOTO Pont) helye	A kizárás és/vagy az energia felszabadításának eljárása
			Nulla energia állapot ellenőrzése

7.	Termikus és magas nyomási (140 °C	Kincsem ET 1	Temperáló berendezésen a visszaszívás elvégzéséhez nyomja meg a visszaszívás gombot, majd a temperáló berendezés elektromos főkapcsolójának lezárása (kapcsoló off/0/ki állása), majd a feljogosított személy lakatjának felhelyezése a kapcsolóra. A lezárási pontnál felhelyezett azonosító címke adatainak megjelölésével (" leállítás oka" mező) töltsön ki két személyi azonosító kártyát, egy példányt helyezzen fel a lakat mellé, a második példányt helyezze ki a karbantartó műhely LOTO szekrényébe, vagy az üzemi LOTO pontra. A kulcsot tartsa magánál és ne adja oda senkinek.	1. Győződjön meg, hogy a kapcsoló nem fordítható el. 2. Az áramtalanított eszközön / gépen győződjön meg annak enegiamentes állapotáról / pl.:próbaindítás; kijelzők;fáziskémlével /
8.	Mozgási	Kincsem V1	A fröccsöntő gép kijelölt vészleállítójának lezárása (benyomott, működtetett állapotban), majd a vészleállító lezárásához szükséges kupakot helyezze fel a kizárni kívánt vészleállító fölé felhelyezett perselybe, majd a feljogosított személy lakatjának felhelyezése a lezáró kupak záró elemére. A lezárási pontnál felhelyezett azonosító címke adatainak megjelölésével (" leállítás oka" mező) töltsön ki két személyi azonosító kártyát, egy példányt helyezzen fel a lakat mellé, a második példányt helyezze ki a karbantartó műhely LOTO szekrényébe. A kulcsot tartsa magánál és ne adja oda senkinek.	1. Győződjön meg, hogy a vészleállító működtetett állapotban való zártaságáról. 2. A kizárt eszközön / gépen győződjön meg a gépmotor lekapcsolt állapotáról (kijelzők) 3. A kizárt eszközön / gépen győződjön meg a robothajtás lekapcsolt állapotáról (kijelzők)
HA A RENDSZERT NEM LEHET KIZÁRNI, VAGY HA A RENDSZER 0 ENERGIA ÁLLAPOT ELLENŐRZÉSE NEM MEGVALÓSÍTHATÓ, AKKOR ÉRTESÍTSE FELETTESÉT.				
				
A visszaállítás sorrendje a következő:				
Sorrend	Energia típusa, nagysága	Helye	A visszaállítás folyamata	Ellenőrzési eljárás
1.	Mielőtt megkezdje a LOTO kizárás megszüntetését értesítse a felettesét a berendezés újraindításáról.			
2.	Értesítse a gép és környezetben dolgozó összes személyt, a szerviz munkák befejezéséről.(Energia visszakapcsolásáról)			
3.	Győződjön meg arról, hogy a szolgáltatások visszakapcsolása nem okoz-e balesetet, anyagi kárt. Burkolatok visszahelyezése			
4.	Távolítsa el a saját lakatjait a LOTO pontokról, majd győződjön meg hogy nincs egyetlen lakat sem a LOTO pontokon			
5.	Távolítsa el az összes elzárószerelevényt a LOTO pontokról.			
6.	Termikus és magas nyomási (140 °C	Kincsem ET 1	Fordítsa el a főkapcsolót a "1" vagy "BE" állásba.	Ellenőrizze, hogy a gép indítható állapotban van-e
7.	Mozgási	Kincsem V1	Állítsa alaphelyzetbe a vészleállítót	Gép vezérlő panelen és / vagy robotcella védőajtójánál vészkör nyugtázása
8.	Ellenőrizze a berendezés működőképességét.			
9.	Az eltávolított elzáróeszközöket helyezze vissza a LOTO táblára, vagy üzemi LOTO pontra, valamint a táblán lévő kizárási pont másod azonosítóját helyezze vissza a sor azonos pontjára			
10.	Üzemi LOTO pontnál lévő lévő személyi kártyát vegye le.			

11.	Tájékoztassa a gép, berendezés üzemeltetésért felelős személyt és az érintett személyek vezetőjét a LOTO folyamat befejezéséről.	
LOTO eljárást készítette:	Frigy Péter Pál	Munkavédelem jóváhagyás:
Dátum:	2024.09.30	Dátum:2024.09.30

9. **táblázat**- Berendezés-specifikus LOTO munkautasítás- Mozgási energia (*Forrás: Saját munka*)

Berendezés specifikus KIZÁRÁS - KITÁBLÁZÁSI eljárás LOTO UTASÍTÁS				
		Fröccsöntő üzem		
Gép / Berendezés neve:	Kincsem robotcella			
Az eljárás célja:	Karbantartási folyamat során biztosítani a biztonságos munkavégzést			
Munkafolyamat:	Robotok karbantartása - Fogasléc karbantartás; Sínvezetékek általános kenése; Fogasrúd általános kenése; Fogazott szíj cseréje			
Az eljárás hatálya:	Kincsem robotcella- Fröccsöntő gép és elszedő robot / ENGEL VC 60/50 Tech + Viper 6/			
Feljogosított személyek:	Mechanikus karbantartó			
Mindig szabályozott leállítást végezzen kizárás előtt.				
A LEZÁRÁS ÉS VISSZAINDÍTÁS SORRENDJÉT MINDEN ESETBEN KÖTELEZŐ BETARTANI				
1.	Keresse meg a terület vezetőjét (érintett személyek vezetője), és jelentse a LOTO szükségességét, vegye magához a vonatkozó LOTO eljárást			
2.	Menjen oda az üzemi LOTO táblához, vagy LOTO ponthoz és vegye magához a berendezés kizárásához szükséges eszközöket az eljárás szerint.			
A berendezés kizárásához szükséges eszközök				
Kizáró eszközök megnevezése			Darabszám	
Lakat+kártya/fő			1 db lakat és 2 db kártya	
Levegő elzáró kupak / villás dugalj elzáró kupak / levegő cső elzáró kupak			0	
4.	A LOTO folyamat megkezdése előtt értesítse a berendezés és környezetében dolgozó minden érintett személyt.			
5.	A piros személyi kártyára írja rá a nevét, a dátumot, kezdési időpontot, majd fűzze rá a piros személyi lakatra.			
6.	Kizáró és Kitáblázó eszközök felhelyezése az alábbi LEZÁRÁSI SORRENDBEN!			
Kizárás sorrendje	Energia típusa, nagysága	Kizárás (LOTO Pont) helye	A kizárás és/vagy az energia felszabadításának eljárása	Nulla energia állapot ellenőrzése

7.	Mozgási	Kincsem V1	A fröccsöntő gép kijelölt vészleállítójának lezárása (benyomott, működtetett állapotban), majd a vészleállító lezárásához szükséges kupakot helyezze fel a kizárni kívánt vészleállító fölé felhelyezett perselybe, majd a feljogosított személy lakatjának felhelyezése a lezáró kupak záró elemére. A lezárási pontnál felhelyezett azonosító címke adatainak megjelölésével (" leállítás oka" mező) töltsön ki két személyi azonosító kártyát, egy példányt helyezzen fel a lakat mellé, a második példányt helyezze ki a karbantartó műhely LOTO szekrényébe. A kulcsot tartsa magánál és ne adja oda senkinek.	1. Győződjön meg, hogy a vészleállító működtetett állapotban való zártságáról. 2. A kizárt eszközön / gépen győződjön meg a gépmotor lekapcsolt állapotáról (kijelzők) 3. A kizárt eszközön / gépen győződjön meg a robtohajtás lekapcsolt állapotáról (kijelzők)
HA A RENDSZERT NEM LEHET KIZÁRNI, VAGY HA A RENDSZER 0 ENERGIA ÁLLAPOT ELLENŐRZÉSE NEM MEGVALÓSÍTHATÓ, AKKOR ÉRTESÍTSE FELETTESÉT.				
				
A visszaállítás sorrendje a következő:				
Sorrend	Energia típusa, nagysága	Helye	A visszaindítás folyamata	Ellenőrzési eljárás
1.	Mielőtt megkezdje a LOTO kizárás megszüntetését értesítse a felettesét a berendezés újraindításáról.			
2.	Értesítse a gép és környezetben dolgozó összes személyt, a szerviz munkák befejezéséről. (Energia visszakapcsolásáról)			
3.	Győződjön meg arról, hogy a szolgáltatások visszakapcsolása nem okoz-e balesetet, anyagi kárt. Burkolatok visszahelyezése			
4.	Távolítsa el a saját lakatjait a LOTO pontokról, majd győződjön meg hogy nincs egyetlen lakat sem a LOTO pontokon			
5.	Távolítsa el az összes elzárószerelevényt a LOTO pontokról.			
6.	Mozgási	Kincsem V1	Állítsa alaphelyzetbe a vészleállítót	Gép vezérlő panelen és / vagy robotcella védőajtónál vészkör nyugtázása
7.	Ellenőrizze a berendezés működőképességét.			
8.	Az eltávolított elzáróeszközöket helyezze vissza a LOTO táblára, vagy üzemi LOTO pontra, valamint a táblán lévő kizárási pont másod azonosítóját helyezze vissza a sor azonos pontjára			
9.	Üzemi LOTO pontnál lévő lévő személyi kártyát vegye le.			
10.	Tájékoztassa a gép, berendezés üzemeltetésért felelős személyt és az érintett személyek vezetőjét a LOTO folyamat befejezéséről.			
LOTO eljárást készítette:		Frigy Péter Pál	Munkavédelem jóváhagyás:	
Dátum:		2024.09.30	Dátum:2024.09.30	

10. **táblázat-** Berendezés-specifikus LOTO munkautasítás- Pneumatikus energia (Forrás: Saját munka)

Berendezés specifikus KIZÁRÁS - KITÁBLÁZÁSI eljárás LOTO UTASÍTÁS

Fröccsöntő üzem				
Gép / Berendezés neve:	Kincsem robotcella			
Az eljárás célja:	Karbantartási folyamat során biztosítani a biztonságos munkavégzést			
Munkafolyamat:	Kondenzvíz leeresztés; szűrőpatron csere, vagy tisztítás; pneumatikus tömlők cseréje			
Az eljárás hatálya:	Kincsem robotcella- Fröccsöntő gép és elszedő robot / ENGEL VC 60/50 Tech + Viper 6/			
Feljogosított személyek:	Mechanikus karbantartó			
Mindig szabályozott leállítást végezzen kizárás előtt.				
A LEZÁRÁS ÉS VISSZAINDÍTÁS SORRENDJÉT MINDEN ESETBEN KÖTELEZŐ BETARTANI				
1.	Keresse meg a terület vezetőjét (érintett személyek vezetője), és jelentse a LOTO szükségességét, vegye magához a vonatkozó LOTO eljárást			
2.	Menjen oda az üzemi LOTO táblához, vagy LOTO ponthoz és vegye magához a berendezés kizárásához szükséges eszközöket az eljárás szerint.			
A berendezés kizárásához szükséges eszközök				
Kizáró eszközök megnevezése		Darabszám		
Lakat+kártya/fő		2 db lakat és 4 db kártya		
Levegő elzáró kupak / villás dugalj elzáró kupak / levegő cső elzáró kupak		0		
4.	A LOTO folyamat megkezdése előtt értesítse a berendezés és környezetében dolgozó minden érintett személyt.			
5.	A piros személyi kártyára írja rá a nevét, a dátumot, kezdési időpontot, majd fűzze rá a piros személyi lakatra.			
6.	Kizáró és Kitáblázó eszközök felhelyezése az alábbi LEZÁRÁSI SORRENDBEN!			
Kizárás sorrendje	Energia típusa, nagysága	Kizárás (LOTO Pont) helye	A kizárás és/vagy az energia felszabadításának eljárása	Nulla energia állapot ellenőrzése
7.	Pneumatikus	Kincsem L1	Levegőelőkészítő előtti levegő betápláló szakaszon váassza le fröccsöntőgépet. Fröccsöntő géphez tartozó 3/2 es monostabil szelepet működtető eleménél fogva válassza le az energiaforrásról , majd nyitott állapotban helyezze rá személyi lakatát.	1. Ellenőrizze a nyomásmérő óra értékét.
8.	Pneumatikus	Kincsem L2	Levegőelőkészítő előtti levegő betápláló szakaszon váassza le a kiegészítő robotcellát. Kiegészítő robotcellához tartozó 3/2-es monostabil szelepet működtető eleménél fogva válassza le az energiaforrásról , majd nyitott állapotban helyezze rá személyi lakatát.	1. Ellenőrizze a nyomásmérő óra értékét.
HA A RENDSZERT NEM LEHET KIZÁRNI, VAGY HA A RENDSZER 0 ENERGIA ÁLLAPOT ELLENŐRZÉSE NEM MEGVALÓSÍTHATÓ, AKKOR ÉRTESSÉ FELETTESÉT.				
				
A visszaállítás sorrendje a következő:				
Sorrend	Energia típusa, nagysága	Helye	A visszaállítás folyamata	Ellenőrzési eljárás
1.	Mielőtt megkezdí a LOTO kizárás megszüntetését értesítse a felettesét a berendezés újraindításáról.			
2.	Értesítse a gép és környezetben dolgozó összes személyt, a szerviz munkák befejezéséről.(Energia visszakapcsolásáról)			

3.	Győződjön meg arról, hogy a szolgáltatások visszakapcsolása nem okoz-e balesetet, anyagi kárt. Burkolatok visszahelyezése			
4.	Távolítsa el a saját lakatjait a LOTO pontokról, majd győződjön meg hogy nincs egyetlen lakat sem a LOTO pontokon			
5.	Távolítsa el az összes elzárószerelevényt a LOTO pontokról.			
6.	Pneumatikus	Kincsem L1	Állítsa vissza a 3/2 es monostabil szelepet alaphelyzetbe, majd a levegőelőkészítő előtti levegő betápláló szakaszon helyezze nyomás alá a rendszert.	1. Ellenőrizze a nyomásmérő óra értékét.
7.	Pneumatikus	Kincsem L2	Állítsa vissza a 3/2 es monostabil szelepet alaphelyzetbe, majd a levegőelőkészítő előtti levegő betápláló szakaszon helyezze nyomás alá a rendszert.	1. Ellenőrizze a nyomásmérő óra értékét.
8.	Ellenőrizze a berendezés működőképességét.			
9.	Az eltávolított elzáróeszközöket helyezze vissza a LOTO táblára, vagy üzemi LOTO pontra, valamint a táblán lévő kizárási pont másod azonosítóját helyezze vissza a sor azonos pontjára			
10.	Üzemi LOTO pontnál lévő lévő személyi kártyát vegye le.			
11.	Tájékoztassa a gép, berendezés üzemeltetésért felelős személyt és az érintett személyek vezetőjét a LOTO folyamat befejezéséről.			
LOTO eljárást készítette:		Frigy Péter Pál	Munkavédelem jóváhagyás:	
Dátum:		2024.09.30	Dátum:2024.09.30	

Tárolt energiák amelyre LOTO nem kivitelezhető

A 6 . fejezetben történt felmérés alapján közvetlenül LOTO rendszert az alábbiakban nem lehet használni:

- Maradék feszültségek, kivételezett áramkörök
Villamosan szakképzett személyzetnek oktatásban kell részesülnie az akkumulátorokkal kapcsolatban, különös tekintettel a rövidzár elkerülésére.
- Levegő (mint energia) visszatértekor nem várt mozgások
Tekintettel arra, hogy a robotcella pneumatikus rendszere olyan kialakítású, hogy vészkör aktiválásakor (ajtónyitás) a pneumatikus rendszer nyomásmentesül (STO) , így csak „zárt” ajtók védőajtók mellett kerül nyomás alá a rendszer. A karbantartó személyzet részére oktatást javaslok, hogy zárt robotcellában tartózkodni tilos.
- Pneumatikus munkahengerek elakadást követően történő ciklus befejezése
Kockázatot csak a robotok end-effector fejébe épített megfogók jelentik. (tekintettel arra, hogy bármely robotcella ajtónyitás az egyéb pneumatikus szelepek nyomásmentesítését okozza) . A karbantartó személyzet részére oktatást javaslok, hogy end-effector működés, elakadás során az end-effector fej / lap levegő betápláló tömlő mechanikus leválasztását javaslom.
- Plasztifikáló hengerből nyomás alatt álló megömlesztett anyag felszabadulása

A kockázat csökkentése érdekében buga képződése esetén a rendszer visszahűtését javaslom. A visszahűtés fontosságáról oktatásban kell részesíteni a gépbeállító személyzetet.

8. Gazdasági számítások

LOTO rendszer bevezetésével közvetve tudunk költségmegtakarítást felmutatni. Költségek merülhetnek fel munkabalesetek tekintetében, amely a kiesett munkanapok, egészségügyi ellátási és egyéb rehabilitációs költségek formájában jelenik meg. Beruházási oldalról a LOTO eszközök beszerzése, külső tanácsadói költségek jelennek meg. A külső tanácsadó eseti jelleggel a kompetens személyek oktatását is elvégzi. A kalkuláció csak a vizsgált berendezésre és egy fő feljogosított személy sérülésével számol. A következő táblázat szemlélteti a beruházási költségeket és a kalkulált költség megtérülés arányát a vizsgált berendezés szempontjából.

11. táblázat: LOTO rendszer közvetett megtérülése (Forrás: Saját munka)

Beruházási költségek			
	Mérnöknap díj	Összes szükséges mérnöki nap	Összesen
Külső mérnöki tanácsadói díj [48]	175.000- HUF	2 nap	350.000- HUF
	LOTO kizáró eszközök / db (1 db lakat + 1db Vészleállító kizáró)	Összes szükséges eszköz (2 db lakat + 1 db Vészleállító kizáró)	Összesen
LOTO kizáró eszközök / fő /költség	17.800 HUF	25.600 - HUF	25.600 - HUF
Megtérülési díj	Karbantartói átlagos óra díj	Kalkulált táppénzes napok száma: Csonkolásos baleset	Összesen
Kalkulált baleseti táppénz összege / fő	3.521- HUF	180 nap	5.070.240 HUF

A felvázolt kalkulációból látható, hogy csekély beruházási költséggel egy későbbi közvetett költség elkerülhető.

8. Összefoglalás

Dolgozatomban az előzetes célkitűzésnek megfelelően törekedtem a LOTO rendszerről egy olyan átfogó, műszaki megközelítésű bemutatást adni, amely a hasonló területen vagy feladatot ellátó személyeknek útmutatást adhat, illetve a vonatkozó berendezés esetében a további üzemeltetéshez hozzájárulhat.

Az átfogó értelmezhetőség érdekében dolgozatom első blokkjában a LOTO rendszerrel kapcsolatos jogi és szabvány aspektusokat ismertettem a hazai és nemzetközi háttér szempontjából. A jogi és szabványi háttér megértése és megismerése segített a probléma megfogalmazásban is felvetett problémák megoldásában, úgy mind: tárolt energiák és váratlan indulás veszélyének lehetséges felismerése.

Dolgozatom második blokkjában a témául szolgáló berendezés esetében törekedtem minden olyan műszaki vonulat megismerésére és bemutatására, amely segítségével a LOTO rendszer teljes mértékig kiépíthető, figyelembe véve a fennmaradó kockázatokat.

Dolgozatomban nem törekedtem egy teljes vállalati LOTO eljárás részletes bemutatására, csupán műszaki oldalról próbáltam felmérni a lehetőségeket és a bevezethetőségre ésszerű, fenntartható javaslatokat adni.

Bízom benne, hogy dolgozatomban bemutatott és azóta megvalósításra került LOTO rendszer a vizsgált berendezés esetében nagyban hozzájárul a biztonságos üzemeltetéshez, amely révén humánerőforrás és üzleti oldalról is bizonyítja létjogosultságát.

9. Summary

In my thesis, in accordance with the preliminary objective, I tried to give a comprehensive, technical approach presentation of the LOTO system, which can provide guidance to people performing tasks in a similar field or, in the case of the relevant equipment, can contribute to the further operation.

In order to make it comprehensively interpretable, in the first block of my thesis, I explained the legal and standard aspects related to the LOTO system from domestic and international background point of view. Understanding and getting to know the legal and standard background helped to solve the problems raised in the problem definition including: possible recognition of the danger of stored energy and unexpected start-up.

In the second block of my thesis, in the case of the equipment serving the topic, I tried to learn about and present all the technical features that can be used to fully develop the LOTO system, taking into account the remaining risks.

In my thesis, I did not try to present a complete corporate LOTO procedure in detail, I only tried to assess the possibilities from a technical point of view and give reasonable, sustainable suggestions for implementation.

I am confident that the LOTO system presented in my thesis and implemented since then will greatly contribute to the safe operation of the tested equipment, which will prove its *raison d'être* from the human resources and business side as well.

10. Nyilatkozat

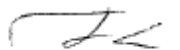
NYILATKOZAT

Frigy Péter Pál (hallgató Neptun azonosítója: DSS1DM) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ 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 javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024 év november hó 07. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Frigy Péter Pál
A Hallgató Neptun kódja:	DSS1DM
A dolgozat címe:	LOTO rendszer bevezetésének vizsgálata egy robotcellával egybeépített műanyagipari fröccsöntőgép esetében
A megjelenés éve:	2024
A konzulens Intézetének neve:	Szent István Campus Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Mechatronika

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

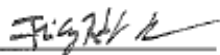
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év november hó 7. nap


Hallgató aláírása

11. Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Földi László József- Berencsi Bence: Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében, Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata 88., Budapest, 2022.
- [2] 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelésének tanúsításáról
- [3] 2006/42/EK irányelv a gépekről
- [4] 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről
- [5] MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010)
- [6] MSZ EN ISO 14118:2018 Gépek biztonsága. A váratlan indítás megelőzése (ISO 14118:2017)
- [7] MSZ EN ISO 60204-1:2019 [7] Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 1. rész: Általános követelmények
- [8] MSZ EN ISO 4414:2011 Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4414:2010)
- [9] MSZ EN ISO 4413:2011 Hidraulikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4413:2010)
- [10] MSZ EN ISO 10218-2:2011 Robotok és robotszerkezetek. Ipari robotok biztonsági követelményei. 2. rész: Robotrendszerek és összehangolásuk (ISO 10218-2:2011)
- [11] 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- [12] MSZ ISO 45001:2018 A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszere. Követelmények alkalmazási útmutatóval
- [13] https://mvff.munka.hu/#/munkabaleseti_statisztika Letöltés ideje: 2024.10.23.
- [14] <https://www.jusline.at/gesetz/am-vo/paragraf/17> Letöltés ideje: 2024.10.23.

-
- [15] <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022758746/> Letöltés ideje: 2024.10.23.
- [16] https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022849123/2011-07-01 Letöltés ideje: 2024.10.23.
- [17] <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-17824> Letöltés ideje: 2024.10.23
- [18] https://www.gesetze-im-internet.de/betrsvchv_2015/_8.html Letöltés ideje: 2024.10.24
- [19] <https://www.osha.gov/laws-regs/standardinterpretations/standardnumber/1910/1910.147%20-%20Index/result> Letöltés ideje: 2024.10.24.
- [20] MSZ EN 563:1994 /A1:2000 Gépek biztonsága. Megérintheső felületek hőmérséklete. Ergonómiai adatok a meleg felületek hőmérsékleti határértékeinek megállapításához
- [21] www.1vill.hu/automatizalas-energiaelosztas/mechanikus-kapcsolok/szakaszolokapcsolok/fokapcsolok/szakaszolo-fokapcsolok-20a-3p-5-5kw400vac-3-elolapi-kozpontos-fix-fekete-t0-2-1easvb-sw-eaton-041246/?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI9eua7pKliQMvf6iDBx3bIwOLEAQYAABEGLLlD_BwE Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [22] <https://elektroprofishop.hu/Schneider-A9F03316-Acti9-iC60N-Kismegszakito-3P-16A-B-6-10kA> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [23] https://www.mentavill.hu/termek/ipari-csatlakozok/?srsltid=AfmBOopHPRhL7HIOBN557fKl_Ito8YMN7mXKcMQKi6xGtqEGWdM_vlJN Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [24] <http://hu.safetylockey.com/electrical-lockout/switch-lockout/emergency-stop-lockout.html> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [25] Dr. Földi László : Pneumatikus hajtások alapismeretek és biztonsági követelmények., Előadás jegyzet , Magyar Agrár és élettudományi Egyetem , Gödöllő, 2024

-
- [26] Dr. Földi László : Pneumatikus hajtások alapismeretek és biztonsági követelmények., Előadás jegyzet , Magyar Agrár és élettudományi Egyetem , Gödöllő, 2024
- [27] Dr. Földi László : Pneumatikus hajtások alapismeretek és biztonsági követelmények., Előadás jegyzet , Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem , Gödöllő, 2024
- [28] Dr. Földi László : Pneumatikus hajtások alapismeretek és biztonsági követelmények., Előadás jegyzet , Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem , Gödöllő, 2024
- [29] Dr. Földi László : Hidraulikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4413), Előadás jegyzet, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem , Gödöllő, 2024
- [30] Dr. Földi László : Hidraulikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4413), Előadás jegyzet, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem , Gödöllő, 2024
- [31] <https://netkazan.hu/termekek/golyoscsap/271> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [32] https://fikesz.com/Pillangoszelep-PN16-DN100-EPDM-GG25-Nikkelezve-GGG40-KAS25?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI4LOPj-uriQMVjq6DBx3jlQqKEAQYAIAABEGsFfD_BwE Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [33] <https://webshop.oktogonkft.hu/szerelvenyek/tolozarak-168/karimas-tolozar-170> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [34] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/loto-lakatok/> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [35] <https://www.tme.eu/hu/news/product-of-the-week/page/9000/lakatok-es-loto-kizaro-eszkozok/> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [36] <https://elektroprofishop.hu/Schneider-A9F03316-Acti9-iC60N-Kismegszakito-3P-16A-B-6-10kA> Letöltés ideje: 2024.10.25.
- [37] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/kizaro-eszkozok-loto/> Letöltés ideje: 2024.10.25.

-
- [38] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/kizaro-eszkozok-loto/> Letöltés ideje:2024.10.25.
- [39] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/kizaro-eszkozok-loto/> Letöltés ideje:2024.10.25.
- [40] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/kizaro-eszkozok-loto/> Letöltés ideje:2024.10.25.
- [41] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/elektromos-kizaro-eszkozok/dugvilla-kizarok-loto/> Letöltés ideje:2024.10.25.
- [42] <https://leantoolbox.hu/termekategoria/loto-eszkozok-lockout-tagout/elektromos-kizaro-eszkozok/nyomogomb-kizarok-loto/> Letöltés ideje:2024.10.25.
- [43] MSZ EN ISO 20430:2020 Műanyag- és gumiipari gépek. Fröccsöntő gépek. Biztonsági követelmények (ISO 20430:2020)
- [44] MSZ EN 619:2022 Folyamatos működésű anyagmozgató berendezések és rendszerek. Egységrakományok mechanikai mozgóberendezéseinek biztonsági követelményei
- [45] VC 60/50 Tech Service Manual- Machine, Engel
- [46] 50T Robotcella gépkönyv, AC Technics
- [47] VC 60/50 Tech Service Manual- Machine, Engel
- [48] <https://mernokvagyok.hu/mernoki-dijszabas/online-medi/> Letöltés ideje: 2024.11.01.