

SZAKDOLGOZAT

VARGA VILMOS
Mechatronikai Mérnöki Szak

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Mechatronikai Mérnöki Szak

PNEUMATIKUS KERETPRÉS TERVEZÉSE

Belső konzulens:	Dr. Földi László József tanszékvezető
Külső konzulens:	Sőregi Rita termelésirányító mérnök
Készítette:	Varga Vilmos Q8XJWX nappali tagozat
Intézet:	Műszaki Intézet
Tanszék:	Mechatronika Tanszék

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
MECHATRONIKAI MÉRNÖK ALAPSZAK
Gépipari mechatronika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Varga Vilmos (Q8XJWX)

részére

A diplomadolgozat címe:

Pneumatikus keretprés tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutatás, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, kockázatelemzés, pneumatikus és elektromos rendszer tervezése, a berendezés gépbiztonsági megfelelőségének ellenőrzése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Sőregi Rita, okl. faipari mérnök, Sőregi Mester Faipari Kft.*

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

Beadási határidő: 2023. május 02.

Gödöllő, 2023. március 05.

Jóváhagyom

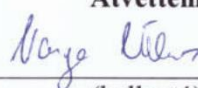


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. május 02.



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	5
1.1 CÉGBEMUTATÁS	6
2. SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁS	7
2.1 A PNEUMATIKA EREDETE ÉS TÖRTÉNETE	7
2.2 A PNEUMATIKA GYAKORLATI ALKALMAZÁSA.....	7
2.3 PNEUMATIKUS RENDSZEREK ÖSSZETEVŐI	9
2.3.1 <i>Levegőelőkészítés</i>	10
2.3.2 <i>Pneumatikus aktuátorok</i>	11
2.3.3 <i>Pneumatikus szelepek</i>	12
2.3.4 <i>Pneumatikus elemek vezérlése</i>	12
2.4 A PNEUMATIKA JÖVŐJE	15
2.5 FAIPARI KÖTÉSEK.....	17
2.5.1 <i>Ragasztók</i>	17
2.5.2 <i>Csapolások, illesztések főbb típusai</i>	18
3. A TÉMA FELDOLGOZÁSA	20
3.1 PROBLÉMA BEMUTATÁSA	20
3.2 KOCKÁZATELEMZÉS	21
3.2.1 <i>Veszélyazonosítás és kockázatértékelés</i>	21
3.2.2 <i>Kockázatcsökkentés módszerei - Biztonságos kialakítás</i>	22
3.2.3 <i>Kockázatcsökkentés módszerei - Műszaki és kiegészítő védőintézkedések</i>	23
3.2.4 <i>Kockázatcsökkentés módszerei - Használati információ</i>	23
3.3 PNEUMATIKUS ÉS ELEKTROMOS RENDSZER TERVEZÉSE	24
3.3.1 <i>Pneumatikus rendszer tervezése</i>	24
3.3.2 <i>Elektromos rendszer tervezése</i>	35
3.3.3 <i>Vezérlőpanel felépítése</i>	46
3.4 BERENDEZÉS GÉPBIZTONSÁGI MEGFELELŐSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE	47
3.4.1 <i>Gépdirektíva</i>	47
3.4.2 <i>Elvárt biztonsági teljesítményszint megállapítása</i>	47
3.4.3 <i>A biztonsági alrendszerek felépítése</i>	49
3.4.4 <i>Gépbiztonsági megfelelés vizsgálatának eredményei</i>	51
3.5 GAZDASÁGI SZÁMÍTÁS	53
3.6 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	54
4. ÖSSZEFOGLALÁS.....	56
5. NYILATKOZATOK	57
6. IRODALOMJEGYZÉK.....	60

7.	ÁBRAJEGYZÉK.....	62
8.	MELLÉKLETEK	64
8.1	KERETPRÉS PNEUMATIKUS RENDSZERE.....	64
8.2	KERETPRÉS VILLAMOS RENDSZERE.....	65
8.3	BIZTONSÁGI FUNKCIÓK VERIFIKÁLÁSA – SISTEMA RIPOORT	67

1. Bevezetés

A technológiai fejlődés rohamos gyorsulása és a közeledő negyedik ipari forradalom egyre nagyobb jelentőséget tulajdonít az automatizálás fejlődésének, valamint mechatronikai fejlesztéseknek, melynek szerves részei a pneumatikus rendszerek is.

Szakdolgozatom témájának éppen ezért egy kis teljesítményű keretprés pneumatikus és elektromos rendszerének tervezését választottam. A vizsgálat helyszíne egy közelemben működő asztalosipari üzem, ahol nagy mennyiségben gyártanak fa nyílászárókat, melyhez jelenleg nagyteljesítményű, hidraulikus működtetésű keretprést alkalmaznak.

A megnövekedett megrendelői igények kielégítése céljából szükség lenne egy kisebb teljesítményű, költséghatékony alternatívára is, mellyel párhuzamos munkavégzés biztosítható az átlagos ciklusidő rövidítése érdekében. A tervezett keretprés működtetéséhez pneumatikus megoldást választottam, mivel a keretek préseléséhez szükséges nyomóerő a jelenleg kiépített sűrített levegős hálózat tápnyomásával könnyedén kielégíthető, továbbá kisebb tömbösítő feladatok elvégzése is teljesíthető.

Mivel a piacon kapható keretprések általában nagy teljesítményűek és méretűek, így azokkal a legtöbb ablak-, ajtókeret préselési feladat megoldható, viszont a legtöbbször előforduló igényeket egy egyszerűbb felépítésű, kisebb teljesítményű és méretű keretpréssel is ki lehet elégíteni. Ez a megoldás nagy segítségére lehet, olyan más asztalosipari cégek számára is, amelyek szabványos fa ablakokat, ajtókat gyártanak nagy mennyiségben.

Célom, hogy a tervezni kívánt keretprést alkotó pneumatikus és elektromos alkatrészek mindegyike szabványos, kereskedelmi forgalomban kapható legyen, így a gép időszakos karbantartása, esetleges meghibásodása esetén szükséges szervizelése egyszerűen megoldható, költséghatékonyan kivitelezhető.

Természetesen alapfeltételként tekintek arra is, hogy a rendszer és alkotóelemei a jelenleg hatályos vonatkozó jogszabályoknak megfeleljenek, a biztonsági előírásokat maradéktalanul kielégítsék.

A témafeldolgozás során a rendszert alkotó elemek kiválasztását, a tervezés folyamatát az eddigi tanulmányaim és a jelenleg fellelhető szakirodalmat segítségül hívva fogom bemutatni.

1.1 Cégbemutató

A vállalkozás alapvető információi

A kartali telephelyű Sőregi Mester Kft. 1989-ben alakult, akkor még egyéni vállalkozásként. A cég munkája iránti növekvő kereslet miatt, folyamatos emelkedett a dolgozók létszáma, illetve a cég használatában lévő asztalosipari gépek és az alkalmazott technológiák száma. Napjainkban a vállalat. 15 fős létszámmal rendelkezik. Az alkalmazottak nagy része asztalos végzettségű, munkájukat a cég vezetésében és tulajdonosi körében lévő faipari mérnökök koordinálják. A cég gépparkjában nagy számban találhatóak CNC vezérlésű, elektro-hidraulikus és elektro-pneumatikus működtetésű asztalos ipari gépek. A vállalkozás fő profilja a faajtó, faablak gyártás, bútorgyártás, de referenciái között megtalálhatóak fából készült belsőépítészeti munkák, egyedi faipari megrendelések teljesítése.

A magánszemélyeknek végzett munkák mellett több nagyobb céges és állami megrendelést is teljesít a vállalat.

Mivel az ügyfélkör meglehetősen nagy és változatos, ezért referenciamunkáik is széles skálán mozognak, melyet a **1. számú táblázat** szemléltet.

1. táblázat A vállalkozás főbb referenciái

Forrás: saját szerkesztés

Gödöllői Királyi Kastély	Béke Szálló - Hajdúszoboszló
Királyi Város – Gödöllő	Mensa Bistro - Gödöllő
Lukács Gyógyfürdő - Budapest	Hotel Kristály - Tata
Madarász Irodapark - Budapest	Angolkert: Pálmaház - Tata
Annagora Aquapark - Balatonfüred	Fenyő Bowling Klub - Dunakeszi
Berkenye lakópark I. és II. - Dabas	Sulyán cukrászda - Gödöllő
Park Inn by Radisson - Budapest	Sulyán fagyizó - Veresegyház
Roulette & Cafe - Dabas	Kastélykert étterem és panzió - Kartal
Passage üzletház - Dabas	Német Nemzetiségi Általános Iskola - Etyek
Andrew's Ties - Budapest, West End és Mamut	SYMA Sport- és Rendezvényközpont - Budapest
Könyves Kálmán Általános Iskola - Kartal	FTC Népligeti Sportkomplexum belsőépítészete - Budapest
Barcsi Gyógyfürdő és Rekreációs Központ - Barcs	FM Kiemelt Sportlétesítmények Intézménye: Kék Duna Sporttelep – Göd

2. Szakirodalom feldolgozás

2.1 A pneumatika eredete és története

A pneumatika két görög szó összetételéből származik: a pneuma, azaz légzés, levegő és a kinima, azaz mozgás, mozgatás szavakból.

„A sűrített levegő a legrégebb energia fajta, melyet az ember saját munkavégzésének megkönnyítésére, teljesítménye fokozására felhasznál. A levegő, mint közeg és a vele való többé-kevésbé tudatos munka már évezredek óta ismert.” [Meixner H. – Kobler R. 1979, 7. old.]

Az első írásos dokumentációk az ókori görög birodalom időszakából lelhetők fel. Szélesebb körű elterjedésére, valamint az iparban való alkalmazására azonban az első ipari forradalom kezdetéig még várni kellett.

2.2 A pneumatika gyakorlati alkalmazása

A pneumatikát a korábban felsoroltokon kívül számos egyéb területen alkalmazzák, elsősorban gyártási területeken anyagmozgatásra, automatizációra, csomagolásra, hegesztésre, különböző anyagok megmunkálására, átalakítására, robotizálásra. [Krivts I. L. – Krejnin G. V., 2006]

Emellett szintén elterjedt az energiatermelés alternatívájaként köszönhetően a különböző turbináknak. Pneumatika nélkül a gép-, és szerszámgyártás is jóval fejletlenebb lenne, mivel a piaci forgalomban kapható fúrók, légkalapácsok és vésőgépek nagy része is a pneumatika technológiáját használja. A járműgyártásban is kiemelt jelentősége van, elsősorban a különböző fék, felfüggesztési és lengéscsillapítási rendszerek formájában, de számos egyéb gyártási és termelési automatizáció területén is fellelhető mivel nagyon rugalmas technológiáról van szó. A következő fejezetben ezekről az előnyökről, illetve egyes hátrányairól kaphatunk betekintést.

A technológia előnyei

A pneumatikus rendszereknek számos előnye van. Mindenekelőtt nagyon biztonságos technológiáról van szó, ahol az elektromos meghibásodás lehetősége csekély és sokkal kevésbé tűz-, és balesetveszélyes, mint a hidraulikus rendszerek. A gyártás és működtetés során minimális károsanyag kibocsátás keletkezik ezáltal egyben meglehetősen

környezetkímélő is. Rugalmas felhasználási módokkal rendelkezik és kimondottan megbízható még zord külső környezeti tényezők mellett is.

A gáz összenyomhatósága miatt sokkal kevésbé érzékeny a gépezetet ért rázkódásokra és a közeg erőelnyelő képességének köszönhetően csökkentheti az alkatrészekre nehezedő terhelést meghibásodás esetén. Áramkimaradás esetén lehetőségünk van felhasználni a légtartályban eltárolt sűrített gázt. Tervezésükre, méretezésükre, dokumentálásukra számos megoldás elérhető, üzemeltetésük és karbantartásuk viszonylag egyszerű.

Nem igényli komplex áramkörök kiépítését, alkatrészei könnyen, egyszerűen pótolhatóak. Széleskörű elterjedésük a költséghatékonyságuknak tudható be, ami meglehetősen előnyös alternatívává teszi őket más elektromos és hidraulikus rendszerekkel szemben. A mozgatas iránya és ereje jól kontrollálható ezért kimondottan alkalmas pontos, repetitív munkafolyamatok ismételt, megbízható elvégzésére. Külön előnyt jelent, hogy a legtöbb munkafolyamat akár elektromos relékkel is könnyen vezérelhető.

A technológia hátrányai

Az előnyök mellett szükséges szót ejteni a technológia hátrányairól is. Talán a legnagyobb gátja a technológiának a viszonylagosan alacsony teljesítmény más hidraulikus vagy elektromos rendszerekkel szemben. Ezt nehezíti a nyomáscsökkenés jelensége, mely viszonylag limitált erőátviteli távolságot tesz lehetővé. Mindezek mellett viszonylag nehéz a mozgás kontrollálása is, főként alacsony sebesség esetén.

A sűrített levegő viszonylagosan nagy zajkibocsátással operál, ami hátrányokat jelenthet az üzemben való elhelyezés tekintetében. Amennyiben szükség van zajmérésre fontos, hogy kizárjuk a háttérzajt, ami Smetana definíciója szerint legalább 10dB-lel kell, hogy elmaradjon az aktív, mérendő zajforrástól, hogy értékelhető eredményről beszélhessünk, emellett egyéb korrekciókra is szükség lehet az üzem kialakításának, környezetének függvényében.
[Smetana C., 1975, 67. old]

Annak ellenére, hogy a pneumatikus rendszerek üzemeltetése és kiépítése költséghatékony, karbantartásuk viszonylag körülményes, mivel rendszeres olajozást kívánnak egyes alkatrészek. Továbbá kiemelt hangsúly van a megfelelő szűrők alkalmazásán és a levegő előkészítésén, ugyanis a rendszer tiszta és száraz levegőt igényel a zavartalan működéshez.

Bármilyen por-, és egyéb szennyeződés befolyásolhatja a teljesítményt és adott esetben sérülést okozhat a rendszerben, ezért a tiszta munkakörnyezet meglétére is a megszokottnál nagyobb hangsúlyt kell fektetni. A tápnyomás biztonsági okokból normál felhasználás esetén általában nem haladja meg a 10 bart, így teljesítménye korlátozott, csakúgy, mint hatásfoka az elektromos változatokhoz képest. [Elek I. – Hudáky J., 1979]

2.3 Pneumatikus rendszerek összetevői

A pneumatikus rendszerek építőelemeit többféleképpen lehet csoportosítani. A legáltalánosabb kategorizálás szerint beszélhetünk levegőelőkészítést végző alkatrészekről, pneumatikus aktuátorokról, szelepekről és vezérlésről. Amennyiben tovább szeretnénk bontani ezeket a kategóriákat, akkor számos egyéb alkatrészt is meg kell különböztetnünk.

A levegőelőkészítés rendszerének legfőbb összetevője a kompresszor, ami a levegő összesűrítésére szolgál. Az összesűrített levegőt általában egy erre a célra kialakított légtartályban tárolják, ami biztosítja a pneumatikus rendszer többi elemeinek működtetését. Fontos, hogy a kompresszorból érkező levegő meg legyen szűrve, nyomása szabályozva legyen és a mozgó alkatrészek megfelelő kenéssel rendelkezzenek. A pneumatikus gépeknek ehhez különféle egyéb alkatrészekre is szüksége van, mint például levegőszűrők, kenő-, és páratlanítórendszerek.

A következő nagy kategória a vezérlőegység, mely általában jeladókból, különböző szelepekből, valamint programozható logikai vezérlőkből, avagy PLC-ből épül fel. Célja, hogy a sűrített levegőt az aktuátorokhoz, azaz a munkavégzést biztosító alkatrészekhez eljuttassa. A szelepek szabályozása történhet pneumatikus, elektropneumatikus vagy tisztán elektromos kapcsolók segítségével.

A munkavégzés folyamatához valamiféle pneumatikus aktuátorra is szükségünk van, melynek számos változata létezik, például: munkahengerek, forgó-, és fogókarok.

Emellett a sűrített levegő áramlását is biztosítanunk kell a rendszer elemei között, amire különféle csövek és idomok állnak rendelkezésünkre. Ezek a csövek és idomok elsősorban fémből, műanyagból vagy gumiból készülnek. Szükség esetén számos egyéb kiegészítő is beépíthető a pneumatikus rendszerekbe, melyek bonyolultabb logikai műveletek, számítások elvégzését és komplexebb munkafolyamatok kivitelezését teszik lehetővé, mérőórák, érzékelők és egyéb modulok segítségével.

2.3.1 Levegőelőkészítés

Kompresszorok

A kompresszoroknak, avagy légsűrítő berendezéseknek többféle kategorizálása létezik. Működési elvük alapján megkülönböztethetünk térfogatkiszorítás, illetve áramlástechnika elvén működő típusokat. Az utóbbi kategóriába tartoznak a turbókompresszorok, melynek fellelhetők axiális és radiális kivitelei is.

A térfogatkiszorítás elvén működő kompresszorok között a legelterjedtebb a dugattyús, de léteznek forgódugattyús és csúszólapátos kivitelek, valamint egyéb speciális megoldások is, mint például a membrán, root kompresszor vagy a csavarkompresszorok.

Légtartályok

A légtartályok a kompresszorok által előállított sűrített levegő tárolására szolgálnak, továbbá biztosítják a pneumatikus rendszer folyamatos sűrített levegővel történő ellátását.

Különböző formában kaphatók attól függően, hogy mekkora levegőtérfogatra és nyomásra van szükség. Anyagukat tekintve általában acélból vagy alumíniumból készülnek, a legtöbb közülük 6-7 báros nyomáson képes üzemelni, de vannak ennél nagyobb ipari felhasználású változatok is.

Légtartályok alkalmazása számos előnnyel jár, nem kell például állandó levegő utánpótlás biztosítása a kompresszornak, tehát energiát spórolhatunk, továbbá van lehetőségünk a nyomás szabályozásra és fölösleges levegő eltárolására is.

Elmondható, hogy a légtartályok alkalmazása meglehetősen biztonságos mivel általában jelentősen túl vannak méretezve és nyomáscsökkentő, illetve leszellőztető szelepekkel is ellátják őket, hogy elkerülhető legyen a túlnyomás kialakulása.

Szűrés és tisztítás

Amint azt már a korábbiak során említettük a sűrített levegőt az idegen anyagokat tartalmazhat, mint például a víz, por, olaj, rozsdá. Ahhoz, hogy ezektől a nem kívánatos anyagoktól megszabaduljunk szükségünk van szárítási eljárásokra és levegőszűrőkre.

A szárítási eljárások főbb típusai Meixner csoportosítása szerint az abszorpció, az adszorpció és a hideg szárítás.

Abszorpciós szárítás esetén kémiai reakció segítségével vonjuk ki a levegő nedvességtartalmát, úgynevezett olvadékanyagot használva, melyet rendszeresen után kell pótolni, viszont cserébe egyszerű, megbízható szárítást garantál.

Adszorpciós szárítás esetén szintén szárítóanyag használatára van szükség, ami az átáramló levegőben lévő vizet megköti, ám ezt az anyagot egy meleg levegőt keringtető szárító segítségével regenerálni, vízmentesíteni lehet, így cseréjére csak 2-3 évente van szükség.

Hideg szárítás esetén a levegő harmatpont alá hűtésével érik el a nedvesség kicsapódását, viszont ehhez előszűrő alkalmazására van szükség, mely az olajat és szennyeződést leválasztja, megakadályozva ezzel a spirálcövek hűtőhatékonyságának csökkenését.

A levegőszűrők működési elve nagyon hasonló egymáshoz, többnyire a centrifugális erő segítségével választják le a beáramló levegőből a szennyeződéseket és pórusméretük határozza meg a szűrés mértékének finomságát, melynek függvényében változik a tisztítási igényük is. [Meixner H., 1976]

2.3.2 Pneumatikus aktuátorok

Munkahengerek

„A pneumatikában a legfontosabb működtető szerkezet, végrehajtó elem a munkahenger.

A munkahenger egy olyan energia-átalakító eszköz, amely az áramló közeg (levegő) nyomásának energiáját alakítja át...” [Ferenczi I., 2018, 40. old]

Többféle változata létezik, mint például az egyszeres működésű munkahenger, ahol a dugattyú csak egy irányban mozog és valamiféle külső erő vagy rugó által tér vissza az eredeti pozíciójába.

Másik változata a kettős működésű munkahenger, ami sűrített levegőt használ ahhoz, hogy a dugattyút mindkét irányban mozgatni tudja. Ezt úgy érik el, hogy felváltva, a dugattyú két oldalán biztosítanak sűrített levegőt, mellyel szabályozni tudják a dugattyú mozgásának irányát.

Manapság már léteznek dugattyúrúd nélküli munkahengerek is, amelyek szintén egyenes vonalú mozgást biztosítanak. Ezeket többnyire speciális munkafolyamatokhoz alkalmazzák, ahol a lökethossz extrém méretet kívánna hagyományos dugattyús munkahengerekkel való kialakítás esetén.

A pneumatikus munkahengerek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. Egyszerűen kezelhetők, gyors reakcióidővel rendelkeznek és minimális karbantartást igényelnek, mindemellett viszonylag olcsók, valamint nagy erő és sebesség kezelésére alkalmasak.

Légmotorok

A légmotorok a munkaközeg mozgási energiáját felhasználva tetszőleges szögelfordulású mozgást hoznak létre, ellentétben a fordítómodulokkal, ahol a szögelfordulás korlátozott. Szerkezetük egyszerű kialakítású, működésük megbízható, éppen ezért széles körben elterjedt a kéziszerszámoknál és az élelmiszeriparban. A technológia rugalmasan felhasználható sokfajta ipari környezetben.

2.3.3 Pneumatikus szelepek

A pneumatikus szelepeket a levegőáramlás nyomásának és az irányának szabályozására használják. Alapvető alkotóelemei a pneumatikus rendszernek és működésük során aktuátorok mozgását határozzák meg. Jaksa megfogalmazása szerint: „A vezérlő szelepek feladata, hogy az adott időpontban a kívánt logikai feladatot megvalósítsák, azaz kimenő jelet adjanak a végrehajtó szerv (munkahenger) vezérlésére (mozgatására).” [Jaksa I., 1988, 12. old]

A szelepek záróelemei szerint megkülönböztethetünk ülékes vagy tolattyús szelepeket. Az ülékes kategóriába tartozik a golyó, tányér és kúp kialakítású. A tolattyús kategóriába pedig a sík, henger és forgó kialakítású.

Más felosztás szerint beszélhetünk útváltó szelepekről, melyek a sűrített levegő áramlásának irányát szabályozzák. Zárószelepekről, melyek segítségével egyirányú áramlást tehetünk lehetővé. Nyomásirányító szelepekről, melyek szabályozzák a minimális vagy maximális nyomás mértékét. Áramlásszabályozó szelepekről, melyek a keresztmetszet változtatásával a levegőáramlás sebességét tudják befolyásolni, akár csak egy adott irányban is. Továbbá beszélhetünk még elzárószelepekről is, melyek értelemszerűen a levegőáramlást meglétét vagy hiányát szabályozzák.

2.3.4 Pneumatikus elemek vezérlése

A pneumatikus vezérlések csoportosítása többféle szempont alapján történhet, az egyik ilyen szempont a nyomáshatár Hasebrink és Kobler felosztásában. Nyomáshatár alapján

beszélhetünk kisnyomású (1,5 bar alatti), normálnyomású (1,5-16 bar közötti) és nagynyomású (16 bar feletti) rendszerekről. [Hasebrink J. K. – Kobler R., 1977]

Másik módja a csoportosításnak a működési elv szerint történő kategorizálás, mely alapvetően változtatja meg a rendszer tervezését és felépítését. Ennek függvényében beszélhetünk pneumatikus, elektropneumatikus vagy szabadon programozható logikai vezérlőkről (PLC).

Tisztán pneumatikus vezérlés

A tisztán pneumatikus rendszereknél, kizárólag az említett technológiát használják a vezérlésre és munkavégzésre. A működési logikát a különböző szelepek és lépéskapcsolók határozzák meg, melyeket lehetőségünk van egyetlen kapcsolási rajz segítségével ábrázolni. Manapság viszonylag ritkán találkozhatunk tisztán pneumatikus megoldásokkal, az elektropneumatikus és PLC megoldások jóval elterjedtebbek megbízhatóságuknak és hatékonyságuknak köszönhetően.

Elektropneumatikus vezérlés

A vezérlések másik nagy csoportja az elektropneumatikus, avagy relés vezérlés. Kapcsolás tekintetében két különálló rajzra van szükségünk, egy a pneumatikus-, és egy az elektromos bekötési tervre.

Ennek a vezérlési fajtának számos előnye van a tisztán pneumatikus vezérléssel szemben. A kevesebb mozgó alkatrész miatt jóval megbízhatóbb, gyorsabb, helytakarékosabb, tervezése és kivitelezése komplexitás tekintetében költséghatékonyabb, éppen ezért alkalmazása mára széles körben elterjedt. Mivel a munkaközeg és a vezérlés különböző elven működik, ezért jelátalakítókra van szükség mágnesszelepek formájában, melyek legtöbbször már a munkahengerbe építve kerülnek kialakításra.

Emellett nagy hangsúlyt kell helyezni a biztonságra is. „Egy elektropneumatikus vezérlést úgy kell megvalósítani, hogy valamely villamos energia kiesés vagy kábel szakadás esetén a készülék és a munkadarabok ne károsodjanak váratlan mozgások által. A pneumatikus hengerek viselkedését ilyen váratlan üzemi helyzetekben a mágnes szelepek megválasztásával lehet befolyásolni.” [Dimitrios R., 2015, 64. old]

PLC vezérlés

Bizonyos komplex rendszerek esetén szükség lehet programozható logikai vezérlők (PLC) alkalmazására. Ezek a programozható vezérlőberendezések, a vezérlési (esetleg szabályozási) funkciókat szoftver útján valósítják meg. [Forgó Z., 2009, 137. old]

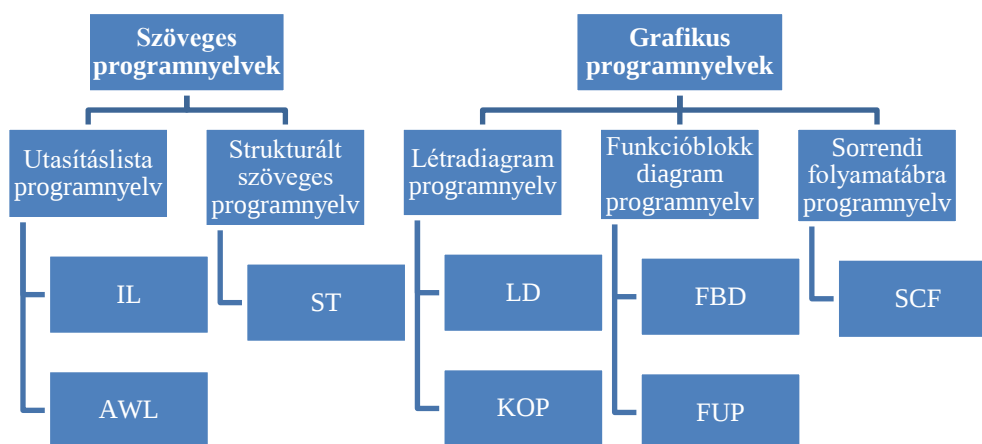
Felépítésük általában egy központi processzorból (CPU), memóriából (RAM), be-, és kimeneti modulokból, tápegységből, valamint kommunikációs interfészből áll. A PLC-k által irányítani és figyelni tudjuk a munkavégzőket, illetve visszacsatolást is tudunk adni a felhasználók felé.

Különböző szenzorok segítségével komplex, döntést igénylő munkafeladatokat is el lehet végezni, melyet költséghatékonyan módosíthatunk és rugalmasan alakíthatunk felhasználási igényeinknek megfelelően.

A technológia meglehetősen megbízható a limitált mennyiségű mozgóalkatrésznek köszönhetően, magas fokú automatizálás tesz lehetővé, ezáltal kimondottan előnyös a korábban ismertetett alternatívákkal szemben. Nem meglepő, hogy mára meghatározó a piaci jelenléte és a XXI. század ipara elképzelhetetlen lenne PLC-k nélkül.

Alapvetően két típusukat különböztethetjük meg: a kompakt és a moduláris PLC-ket. A kompakt kivitel esetén meghatározott számú bemenet és kimenet áll rendelkezésre, mely nem bővíthető, viszont helyigényük kicsi és minden szükséges összetevőt tartalmaznak. Moduláris kivitelek esetében különféle bemeneteket és kimeneteket, szenzorokat építhetünk a rendszerbe, amik általában egy tartószerkezeten (rack) helyezkednek el, így nagy fokú testreszabhatóság érhető el megfelelő programkód használatával. A PLC programozás rendszerint a vázlatkészítésből, programkód írásból, kódfordításból és tesztelésből áll. [Bolla Gy. (szerk.), 2006]

Gyártótól függően, lehetőség nyílik többféle programnyelv alkalmazására, hogy a korábban említett a be és kimeneti modulokat, valamint szenzorokat vezérelni tudjuk, melyeknek főbb típusai az **1. ábrán** láthatók.



1. ábra PLC programnyelvek csoportosítása

Forrás: saját szerkesztés [Bakó K. S. – Kirják I. – Kurusa J., 2020] nyomán

Pneumatikus hálózati elemek

A piacon kapható csövek és csatlakozók kialakítása biztosítja, hogy hézagmentes összeköttetés jöjjön létre a pneumatikus rendszer elemei között. Többféle rögzítési módszer lehetséges, vannak hagyományos, hollanderes roppantógyűrűs, illetve gyorscsatlakozók is. A leggyakrabban használt csövek általában poliuretán, nejlón vagy PVC anyagból készülnek, mivel ezek az anyagok rugalmasak könnyűek és kopásállóak, továbbá stabil szerkezetűek és nehezen lépnek kémiai reakcióba más anyagokkal. A használt csatlakozók és csövek elérhetőek különböző átmérővel és vastagsággal tervezett igénybevétel függvényében. Fontos meggyőződni róla, hogy a kiválasztott csatlakozók és csövek megfeleljenek a várható nyomás-, és hőmérséklet-terhelésnek.

2.4 A pneumatika jövője

Jelenleg azt mondhatjuk, hogy a harmadik ipari forradalomban időszakát éljük, amit a digitális technológiák, nagy teljesítményű számítógépek, valamint a nagy sebességű, széles körben elérhető internet jellemez.

Az ipari fejlődés korábbi szakaszaihoz hasonlóan szintén növekvő életszínvonal, gyorsuló kommunikáció, hatékonyabb gyártás és termelés jellemzi. Az számítástechnika fejlődésének köszönhetően számos új iparág alakult ki és szolgáltatás jelent meg a piacon, ezáltal a fejlesztések magukkal hozták azt a pozitív eredményt, hogy ez az időszak elsősorban a

szolgáltatások terén tette lehetővé az exponenciális fejlődést a globalizációnak és digitalizációnak köszönhetően.

Az ipari forradalom következő, negyedik szakasza (Ipar 4.0) várhatóan még további automatizációt, robotikát, szélesebb körű, felhő alapú internet (beleértve a hálózatba kapcsolt eszközöket – avagy dolgok internetét) és mesterséges intelligencia használatot fog magával hozni, ezáltal növelve az információáramlást, prediktív elemzést, a termelékenység és a hatékonyság növekedését a karbonkibocsátás szintjének elvárt csökkentése mellett. Egyes várakozások szerint a fizikai és biológiai határok is várhatóan el fognak mosódni a génmódosításnak és egyéb modern kísérleti beavatkozásoknak köszönhetően, melyek az emberek biológiai és kémiai működését hivatottak megérteni.

Mivel a jövő pneumatikáját várhatóan ebben az Ipar 4.0 környezetben kell elképzelni, nem meglepő, hogy szervesen át fogják hatni az új kor vívmányai. Vélhetően hálózatba kapcsolt pneumatikus komponenseket fog alkalmazni, melyek valós idejű összeköttetést és információáramlást fognak lehetővé tenni értékláncokon, beszállítókon és vevőkön átívelően. A fizikai lokáció kiválasztása rugalmasabb szempontok alapján történhet majd a távvezérlésnek és prediktív karbantartásoknak köszönhetően, melyeket az intelligens érzékelők fognak lehetővé tenni. Ezek az úgy nevezett smart szenzorok már beépített jelfeldolgozó egységgel rendelkeznek és képesek döntést hozni, hibákat diagnosztizálni és alkalmazkodni a mért értékek és környezeti tényezők függvényében.

Az ipar mellett a társadalomnak is fel kell készülnie jelentős változatokra, Martin Ford, ekképpen ír róla könyvében:

„Az információtechnológia természetesen nem egyedüli tényezőként formálja a jövőt; elválaszthatatlanul összefonódik majd sokféle egyéb társadalmi és környezeti kihívással, mint amilyen az elöregedő társadalom, a klímaváltozás és az erőforrások kimerülése. Gyakran találkozni azzal az előrejelzéssel, mely szerint súlyos munkaerőhiány fog kialakulni, amikor a „baby boom” generáció végleg kilép a munkaerőpiacról, és ez hatékonyan ellensúlyozza – sőt talán le is győzi – az automatizálás lehetséges hatásait.”

[Ford, M. 2017, 17.old]

2.5 Faipari kötések

A famegmunkálás története még messzebbre vezet minket vissza, mint a pneumatika, egészen pontosan az őskorba. Az első régészeti leletek a paleolitikumból származnak i.e. kb. 10 000-ből. Ezek a korai leletek általában egyszerű eszközök voltak melyeket fából faragtak és főképp vadászatra használtak. Később a kialakult civilizációk tovább fejlesztették a technológiát és a vadászaton kívül megjelent más felhasználási mód is, az ókori Egyiptomban például már különböző bútorokat és szarkofágokat is készítettek.

Később az egyszerű kéziszerszámok feltalálásával, mint például a véső, fejsze, fűrész vagy akár a furdancs, még komplexebb bútorokat tudtak készíteni.

A pneumatikához hasonlóan szintén ugrásszerű fejlődés következett be a görög és római civilizációk korában, ahol a különböző faillesztéseket is elkezdtek használni, mint például a hornyokat vagy a csapokat. A kor bútorkészítésében láthatunk példákat akár fecskefarkú hornyokra, de akár intarziára is.

Ahogy a szerszámok tovább fejlődtek a középkor során, egyre bonyolultabb és bonyolultabb építészeti és asztalos megoldások láthattak napvilágot. Elterjedt a gyalu használata és a faipari ismeretek továbbvitelében nagyban segített a céhek kialakulása és elterjedése is, mely lehetővé tette a generációkon történő tudásátadást.

Az első ipari forradalomnak köszönhetően felbukkantak az első gőz által hajtott fűrészek is, amik nagyban felgyorsították a faanyagok, fűrészáruk előállítását és megmunkálását egyben megteremtette a tömeggyártás kezdeti feltételeit a fűrészáru és bútorgyártásban.

Szintén erre az időszakra tehető a furnér lapok gyártásának elterjedése és a laminálás alkalmazása is. Manapság a famegmunkálás és a bútorkészítés feltételei adóttak, a szükséges eszközök könnyen elérhetőek és beszerezhetőek, ezáltal a foglalkozás hobbiként is terjedésbe kezdett. Számos ipari és kéziszerszám segíti a szakemberek és hobbisták munkáját mellyel költség és időhatékonyan tudnak funkcionális, esztétikus bútordarabokat készíteni.

2.5.1 Ragasztók

Számos ragasztó áll a rendelkezésünkre a fából készült elemek összeillesztésére. Az egyik legelterjedtebb közülük az enyv, ami természetes állati kollagénből készül és évszázadok óta használatos. Általában a bútorrestaurációkhoz is ezt a ragasztóanyagot használják, amit hő és víz segítségével könnyen fel is tudnak oldani. Érdeemes megemlíteni más természetes

ragasztóanyagokat is, mint például a méhviaszt vagy a kaucsuk ragasztót.

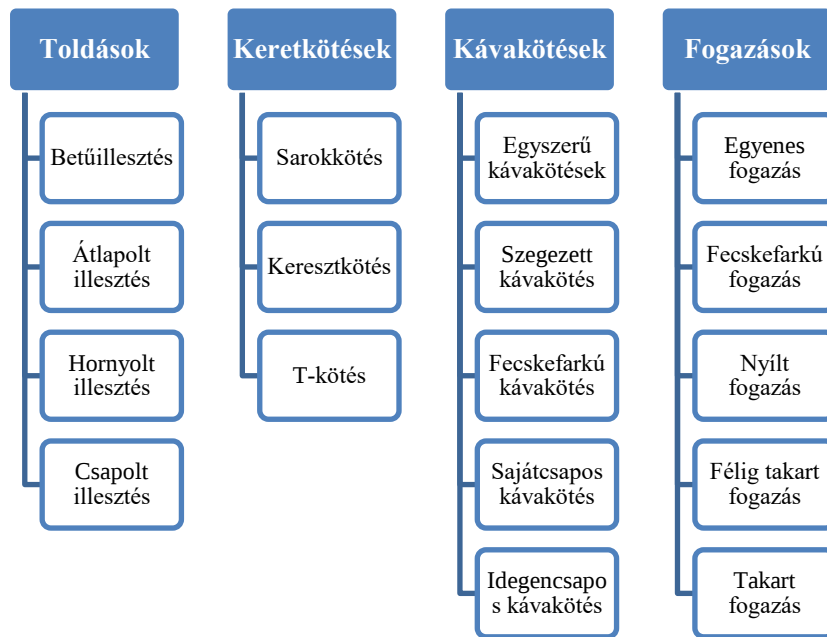
A természetes anyagokkal szemben a szintetikus ragasztók piaca jóval szélesebb, számos alternatíva áll rendelkezésünkre. Manapság talán a leggyakrabban reklámozott opció az epoxigyanta, amit különböző festékanyagokkal is el lehet keverni, így meglehetősen dekoratív bútorokat lehet belőle készíteni ötvözve a fa és a fényáteresztő műgyanta tulajdonságait.

A vízbázisú ragasztók közül a vinilpolimer, avagy polivinil-acetát (PVA) a legelterjedtebb és a köznyelvben asztalos ragasztóként is hivatkoznak rá. Az előállítási költségek csökkenésével a poliuretán ragasztók is terjedni kezdtek a piacon, melyből elérhető egy-, és kétkomponensű változat is. Az egykomponensű változat teljes kötés után is rugalmas marad, viszonylagosan környezetbarát anyag. A kétkomponensű változata valamivel károsabb az egészségre, viszont gyorsabb és masszívabb kötést tesz lehetővé a komponensek miatt beinduló kémiai reakciónak köszönhetően. Az ilyen típusú poliuretán ragasztók másik nagy előnye, hogy vízállóak. A vízállóság szintén elmondható a pillanatragasztókról, avagy ciánakrilát ragasztókról. A ma használatos pillanatragasztók kötési reakcióit a levegőben lévő víztartalom idézi elő és eredményeképp egy gyorsan megszilárduló műanyag hálós szerkezet jön létre, mely alkalmas különböző típusú anyagok gyors egymáshoz rögzítésére. Tipikusan kisebb terhelésnek kevésbé kitett tárgyak ragasztására alkalmazzuk a háztartásokban a korábbi típusokkal ellentétben.

Végül érdemes megemlíteni az úgynevezett kontakt, avagy neoprén ragasztókat, melyek alkalmasak számos különböző felület egymáshoz ragasztására, például: fa, tégl, beton, kő, PVC, fém stb. Meglehetősen erős kötést biztosítanak, hőállóak és viszonylagosan gyorsan kötő változataik is elérhetők, ezáltal szintén közkedvelt, keresett terméknek minősülnek.

2.5.2 Csapolások, illesztések főbb típusai

A fakötések fő célja, hogy a bútorok, vagy egyéb fából készült tárgyak alkatrészeit fogják össze oldható vagy oldhatatlan kötés által. Oldható kötések esetében a szegekre, csavarokra és ékekre gondolunk, míg az oldhatatlan esetében általában ragasztásra. A fakötések céljukat tekintve szolgálhatják a faanyagok méretnövelését toldás vagy hosszabbítás által, a faanyagok merevítését, illetve különböző módon való egymáshoz rögzítését. A főbb kötéstípusokat az **2. ábrán** tekinthetjük meg.



2. ábra Fakötések típusai

Forrás: saját szerkesztés [Sydorkó Gy. 2008] nyomán

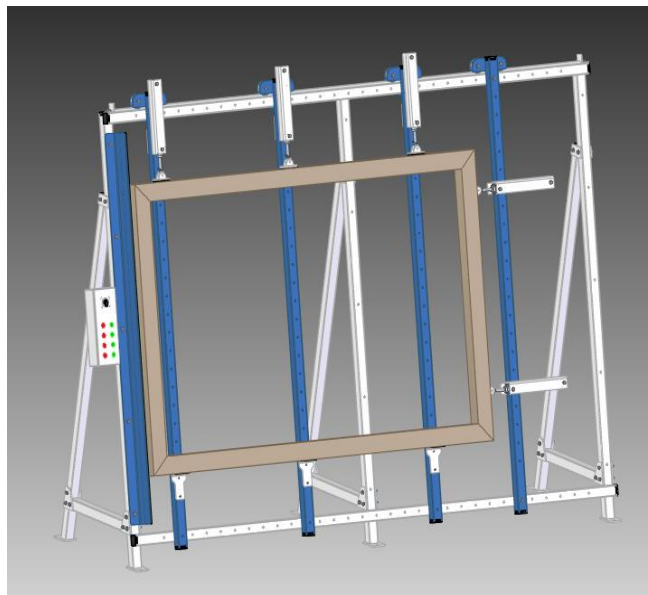
3. A téma feldolgozása

3.1 Probléma bemutatása

Feladatomban egy faipari keretprés, pneumatikus és elektromos körének tervezését választottam. A prést a Sőregi Mester Kft. asztalosüzemében való használatra terveztem, de a legtöbb faajtók és faablakok gyártásával foglalkozó cég elvárásainak megfelel. Az asztalosipari keretprések döntő hányada hidraulikus működtetésű, robosztus szerkezet, ennek megfelelően áruk magas, telepítésük, mozgatásuk nehézkes. A szabvány faajtók, faablakok gyártásához préselési erejük fölöslegesen nagy. A tervezett présben gyártani kívánt ajtók, ablakok gyártásához a maximálisan elvárt nyomóerő hengerenként 1800N, amelyet ragasztóanyagtól függően 8-30 percen keresztül kell fenttartani. A prés elvárt befoglaló mérete 2400*1600mm. A préselést 5 darab pneumatikus munkahenger végzi. A pneumatikus kör tápigényét, az üzemben lévő nagyteljesítményű kompresszorokból fedezzük. A gépet az üzemben kiépített sűrített levegős csatlakozáshoz kapcsoljuk. További elvárás a géppel kapcsolatban, hogy a függőlegesen és vízszintesen felszerelt munkavégzőket külön lehessen elindítani felszerelési irányuktól függően, illetve az eltérő irányú aktuátorok maximális nyomóerejének egymástól függetlenül, szabályhatónak kell lennie.

A présbe kell helyezni az összeillesztett, ragasztóval ellátott ajtó, ablakkeretet, **(3. ábra)** majd az alaphelyzetben lévő munkahengereket a tartószelvényeken, a kerethez leközelebbi pozícióban rögzíteni kell. A hengerek működtetésére, a prés bal oldalán található vezérlőpanelen van lehetőség.

A munkahengerek vezérléséhez a körben lévő elektromos elemek miatt szükség van egy 24V-os elektromos tápegységre.



3. ábra Pneumatikus keretprés terv

Forrás: saját szerkesztés (Solid Edge)

3.2 Kockázatelemzés

A gépek tervezésének kritikus lépése a kockázatelemzés, melyhez több nemzetközi szabvány ad módszertant, útmutatást és fogalmaz meg biztonsági elvárásokat a veszélyek értékelésének és csökkentésének érdekében. Alapvető lépései a veszélyek beazonosítása, a kockázatok becslése, kiértékelése és szükség esetén a kockázatcsökkentési intézkedések definiálása. Vizsgálataim és elemzéseim során az EN ISO 12100 (Gépek biztonsága - kockázatfelmérés), és az EN ISO 13849-1 (Gépek biztonsága – biztonsági vezérlések) szabványok iránymutatását fogom követni. Utóbbi szabvánnyal részletesebben a gépbiztonsággal foglalkozó fejezetben fogunk behatóbban megismerkedni.

Az ISO 12100 szabvány szerint, a gép akkor tekinthető biztonságosnak, ha a rendeltetésszerű használatnak megfelelően beüzemeltethető, beállítható, szerelhető és karbantartható, anélkül, hogy bármilyen mértékű egészségkárosodást, sérülést okozna.

Amennyiben a biztonságos működés eléréséhez kockázatcsökkentésre van szükség, akkor egy háromlépéses módszertant szükséges alkalmaznunk, melynek fázisai a „biztonságos kialakítás”, „műszaki és kiegészítő védőintézkedések” és a „használati információk” meghatározása.

3.2.1 Veszélyazonosítás és kockázatértékelés

A veszélyek azonosítására és a kockázatok kiértékelésére a gépbiztonsági tanulmányaim során rendelkezésemre bocsátott MS Excel munkafüzetet alkalmaztam, ami specifikusan az EN ISO 12100:2010 szabvány módszertanára épül.

A kockázatelemzés eredményeként a megadott veszély típusok, előfordulásuk valószínűsége, felmerülés gyakorisága, károsodás mértéke és a veszélyeztetett személyek számának függvényében egy mutatószámot kapunk, ami 0-1000+ skálán mozog. Az egyes tartományokhoz tartozó kockázati besorolást és az elvárt lépéseket a 4. ábra szemlélteti.

Kockázatértékelés eredménye	Kockázati besorolás	Szükséges lépések
0-1	Elhanyagolható kockázat	Nem igényel további kockázatcsökkentést
1-5	Nagyon alacsony kockázat	
5-10	Alacsony kockázat	
10-50	Jelentős kockázat	Kockázatcsökkentést igényel
50-100	Magas kockázat	
100-500	Nagyon magas kockázat	
500-1000	Extrém kockázat	
1000+	Elfogadhatatlan kockázat	

4. ábra Kockázatértékelés

Forrás: saját szerkesztés EN.ISO 12100:2010 szerint

A keretprés esetében csupán az üzemszerű működés során felmerülő mechanikai kockázatról beszélhetünk, ugyanis az üzemben nem dolgoznak egészségre jelentősen ártalmas vegyszerekkel és nincs kitettség nagyobb hőforrásnak sem. A nyílászárók keretprésbe való mozgatása és az illesztések összepréselése viszont rutinszerű feladat minden egyes munkadarab esetén, mely egyéb biztonsági intézkedések implementálása nélkül nagyon magas (200-as) kockázati tényezőt hordoz magában. Ennél a kategóriánál már szükségszerű kockázatot csökkenteni, melyekre számos lehetőségünk nyílik, az általam alkalmazott megoldásokat a következőkben típusonként fogom ismertetni, mely tényezők segítségével a rendszer kockázati szintje (5) a nagyon alacsony kategóriába szorítható. A kockázatértékelés eredményeit a **2. táblázat** foglalja össze.

2. táblázat Kockázatelemzés eredményei

Forrás: saját szerkesztés EN.ISO 12100:2010 szerint

Kategória megnevezése	Értékelés kockázatsökkentés előtt	Értékelés kockázatsökkentés után	
Veszély típusa	1 Mechanikai veszélyek		
Veszély eredete	1.3. Mozdgó elem közelítése fix részben		
Lehetséges következmények	1.c zúzódás;		
A gép életciklusának fázisa	4 Működtetés (normál)		
A veszélyek, veszélyhelyzetek és veszélyes események példái	4.5 Kézi be- és kirakodás		
Előfordulási valószínűség (LO)	10	1	0 = lehetetlen 0,1 Szinguláris elképzelhetetlen 0,5 Nagyon valószínűtlen 1 = Nem valószínű 2 = Lehetséges 5 = Egyenlő esély 8 = Valószínű 10 = Nagyon valószínű 15 = Bizonyos
A veszély gyakorisága (FE)	5	5	0,1 = ritkán 0,2 = évente 1 = havonta 1,5 = hetente 2,5 = Naponta 4 = Óránként 5 = állandóan
A lehetséges károsodás mértéke (DPH)	4	1	0,1 = karcolás / zúzódás 0,5 = Csiszolás / enyhe károsodás 1 = törés (kisebb csont) 2 = törés (főcsont) 4 = 1 végtag / szem elvesztése v. súlyos betegség (átmeneti) 8 = 2 végtag / szem elvesztése v. súlyos betegség (állandó) 15 = Halál
Veszélyeztetett személyek száma (NP)	1	1	1 = 1-2 fő 2 = 3-7 fő 4 = 8-15 fő 8 = 16-50 fő 12 = Több mint 50 fő
Eredmény $HRN = LO \cdot FE \cdot DPH \cdot NP$	200	5	

3.2.2 Kockázatsökkentés módszerei - Biztonságos kialakítás

Mivel a kockázatelemzés kiindulópontja a tervezés fázisa, ezért már a gép kezdeti kialakítása során is jelentős mértékű kockázatot tudunk csökkenteni vagy akár kizárni is gondos, előrelátó kialakítás alkalmazásával, melynél figyelembe vesszük a fizikai és egyéb határokat a működés során.

Esetünkben ilyen biztonságos kialakítást szorgalmazó intézkedésnek minősül a kezelőpanel kellő távolságra történő elhelyezése a munkavégző elemektől. Továbbá a munkahengerek fojtása a lassabb, kiszámíthatóbb működés érdekében, illetve a kétkezes indítás nyomógombokkal történő megvalósítása, ami rákényszeríti a gép kezelőjét, hogy végtagjait biztos távolságban tudhassa az esetleges kockázattól. A pneumatikus rendszer emellett körültekintően van méretezve annak érdekében, hogy ne fejtsen ki lényegesen nagyobb erőt, mint ami feltétlenül szükséges a préselési munkafolyamat megvalósításához.

3.2.3 Kockázatsökkentés módszerei - Műszaki és kiegészítő védőintézkedések

Mivel a biztonságos működés nem garantálható csupán gondos tervezés révén, ezért szükségünk lesz további kockázatsökkentésre, aktív műszaki védőintézkedés alkalmazásával. Jelen esetben ez a védőintézkedés a Vészstop gomb kialakítás és beépítése lesz, mely „0. leállítási kategóriába” esik, tehát megnyomása esetén a hajtóelemek energiaellátását teljes mértékben felfüggeszti, ezzel megelőzve a súlyos veszélyhelyzetek kialakulását. A Vészstop gomb funkcióját és tulajdonságait részletesen fogom ismertetni a soron következő rendszer tervezés és gépbiztonság fejezetek során.

3.2.4 Kockázatsökkentés módszerei - Használati információ

Az alkalmazott tervezési eljárások és a kiegészítő védőintézkedések jelentős mértékben csökkentették a kockázatot, ám azt nem szüntették meg teljes mértékben, ezért szükségszerű a fennmaradó kockázatokra felhívni a figyelmet dokumentáció, piktogramok és tréningek segítségével. Fontos továbbá, hogy a felhasználók egyéni védőeszközöket használjanak pl.: kesztyű, maszk, egyéb munkavédelmi ruházat és kiegészítők. A mozgó elemek veszélye miatt, az **5. ábrán** mellékelt lehetséges kézsérülés piktogramját mindenképpen szükséges jól látható helyen feltüntetni a gép vezérlőfelülete közelében.



5. ábra Kézsérülés veszélyét jelző tábla

Forrás: ISO 7010:2019

3.3 Pneumatikus és elektromos rendszer tervezése

3.3.1 Pneumatikus rendszer tervezése

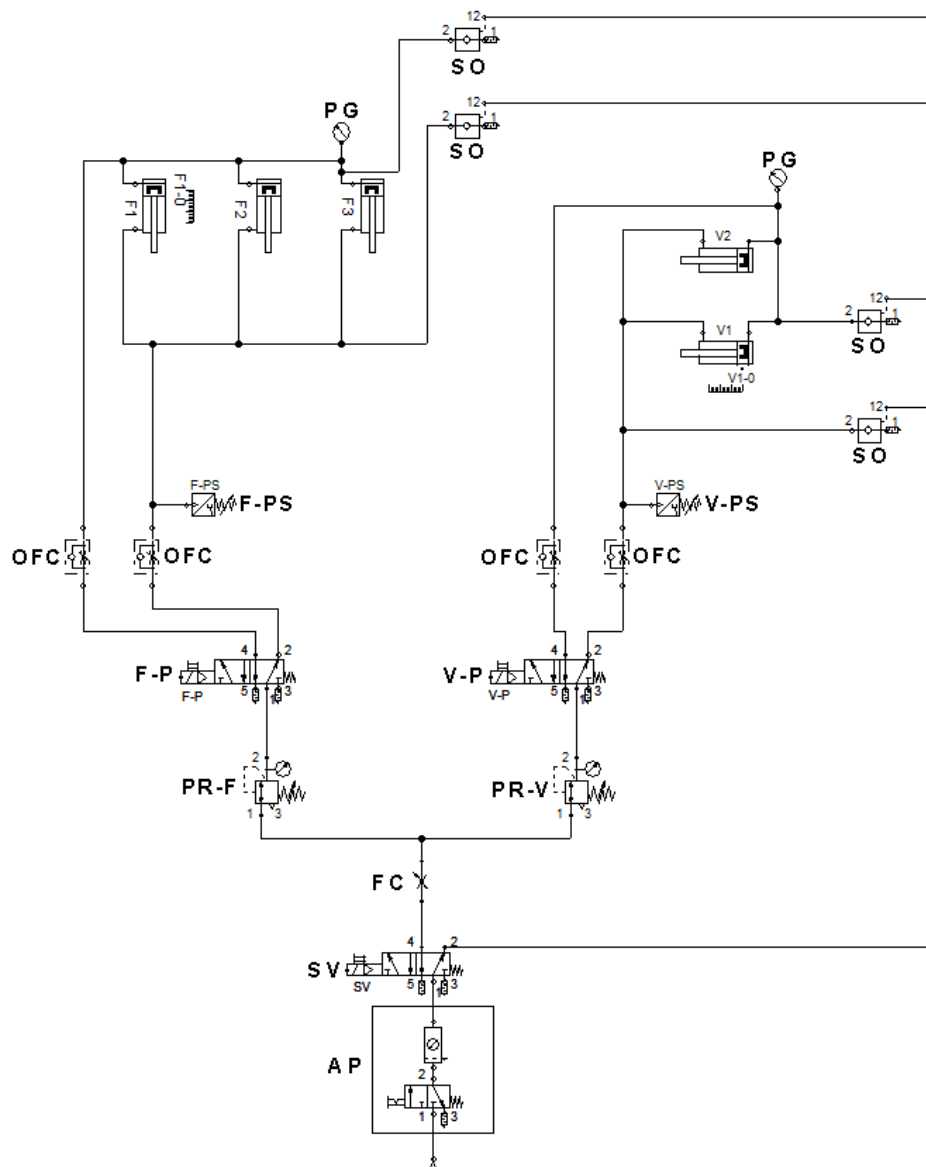
Pneumatikus rendszer felépítése

A pneumatikus körben lévő összetevők mindegyike, a kereskedelmi forgalomban kapható, szabványos alkatrész. Esetleges meghibásodásuk esetén cseréjük, illetve időszakos karbantartásuk könnyedén megoldható. A pneumatikus elemek összekötéséhez 8mm-es külső átmérőjű műanyag tömlőt használunk, amelynek 5,7 mm-es belső átmérője van. Nyomásállósága 10 bar, így a 6 bar maximális üzemi nyomásnak megfelel. A felhasznált pneumatikus elemek csatlakozási pontjai nagyrészt 8 mm-es gyorscsatlakozással rendelkeznek. Amely elemeknél ez nem volt kivitelezhető, ott az összeszerelés során az 1/4-es csatlakozásról, dugaszolóaljzatok segítségével biztosítjuk a megfelelő méretű csatlakozási pontot. A tömlő elágazásainál, szintén gyors csatlakozós „T” elosztókat használunk. A pneumatikus kör felépítését a **6. ábra**, a körben szereplő alkatrészek listáját a **3. táblázat** mutatja be. A műszaki dokumentációt a **8.1-es melléklet** foglalja magába.

3. táblázat Pneumatikus elemek listája

Forrás: saját szerkesztés

Megnevezés	Gyártó	Cikkszám	Hivatkozási szám	Rajzjel	Menny. (db)
Sűrítettlevegő-előkészítő egység	Festo	8025354	MSB4-1/4:C3:J1-WP	AP	1
Munkahenger	Festo	2126641	DSBC-80-300-PPSA-N3	F1, F2, F3, V1, V2	5
Biztonsági szelep	Festo	8031532	VUVG-L18-M52-MT-G14-1R8L	SV	1
Munkaszelep	Festo	575511	VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1	F-P, V-P	2
Nyomásszabályzó szelep	Festo	8086005	VRPA-CM-Q8-E	PR-F, PR-V	2
Fójtó-visszacsapó szelep	Festo	193970	GR-QS-8	OFC	4
Fójtószelep	Festo	2109	GRO-1/4	FC	1
Vezérelt visszacsapó-szelep	Festo	530032	HGL-3/8-B	SO	4
Nyomásmérő óra	Festo	18900	MA-40-10-G1/4-EN	PG-F, PG-V	2
Nyomáskapcsoló	Festo	159259	PEV-1/4-A-SW27	F-PS, V-PS	2
Közelítéskapcsoló	Festo	8059124	SDBT-MSX-1L-NU-E-2.5-N-LE	F1-0, V1-0	2



6. ábra Pneumatikus rendszer felépítése

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)

Pneumatikus rendszer elemei

1. Sűrítettlevegő-előkészítő egység



Gyártó: Festo

Típus: MSB4-1/4:C3:J1-WP

Cikkszám: 8025354

Mennyiség: 1 db

7. ábra Sűrítettlevegő-előkészítő egység

Forrás: Festo gyártói katalógus

A táplevegőt, az üzemben kiépített levegőrendszerből fogjuk biztosítani. A levegőrendszer 6 baros üzemi nyomáson működik, amelyet többdugattyús nagyteljesítményű kompresszorokkal tartanak fent. A kiválasztott előkészítő egység (7. ábra) reteszeltető bekapcsoló gombbal, szűrővel és nyomásszabályzóval rendelkezik. A kimeneti nyomást 0.5 és 12 bar között képes szabályozni, a beépített szűrővel biztosítani tudja a munkaközeg ISO 8573-1:2010 [7:4:4] szerinti megfelelőségét.

2. Munkahengerek



8. ábra Munkahenger

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Gyártó: Festo

Típus: DSBC-80-300-PPSA-N3

Cikkszám: 2126641

Mennyiség: 5 db

A kiválasztott munkahenger (8. ábra) 80mm-es dugattyúátmérővel rendelkezik, így 6 bar nyomáson pozitív irányban 3016 N nyomóerő kifejtésére képes. A szerkezetünktől maximum 1800 N nyomóerőt várunk el 6 báros nyomáson, így ezt stabilan tudja biztosítani. A hengerenként 3000 N feletti nyomóerővel, kisebb tömbösítő feladatok is elvégezhetőek. A dugattyú lökete 300mm. Mivel a vízszintes és függőleges hengerek rögzítési pozíciói 100 mm-ként változtathatóak, ezért ekkora lökethosszal a prés könnyedén beállítható, a maximális befoglaló méretnél (2400x1600mm) kisebb munkadarabokhoz. Önbeálló löketvégi csillapítással rendelkezik, amely lassú dugattyúmozgások miatt megfelelő a szerkezetéhez.

3. Biztonsági szelep



9. ábra Biztonsági szelep

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Gyártó: Festo

Típus: VUVG-L18-M52-MT-G14-1R8L

Cikkszám: 8031532

Mennyiség: 1 db

A présben alkalmazott biztonsági szelep **(9.ábra)** egy Festo gyártmányú 5/2-es monostabil útszelep, amelynek alaphelyzetbe visszatérítéséről, mechanikus rugó gondoskodik. Működtetése elektromos, levegő vezérléses, illetve mechanikus módon történhet, esetünkben csak az elektromos működtetési módot használjuk. A szelep bekapcsolásához 24V-os egyenfeszültségre van szükség. Pneumatikus csatlakozásai G1/4-esek, amelyekhez a leszellőzéseken, nagyméretű hangtompító szelepeket használunk, illetve a munkaközeg továbbításához tartozó kimenetein, a G1/4-ről, 8 mm-es gyorscsatlakozást lehetővé tévő átalakítókat alkalmazunk.

4. Munkaszelepek



10. ábra Munkaszelep

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Gyártó: Festo

Típus: VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1

Cikkszám: 575511

Mennyiség: 2 db

A biztonsági szelephez hasonlóan 5/2-es monostabil, mechanikus rugóvisszatérítésű útszelepet **(10. ábra)** használunk a Festo termékkínálatából. Működtetése elektromosan, pneumatikusan és mechanikusan lehetséges, de esetünkben csak az elektromos vezérlést használjuk. Pneumatikus csatlakozásainak mindegyike G1/4-es, amelyet biztonsági szelephez hasonlóan nagyméretű hangtompítóval és 8 mm-es gyorscsatlakozást lehetővé tévő átalakítóval látunk el.

5. Nyomásszabályozó



11. ábra Nyomásszabályozó

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Gyártó: Festo

Típus: VRPA-CM-Q8-E

Cikkszám: 8086005

Mennyiség: 2 db

A függőleges és vízszintes munkahengerekben kialakítható maximális nyomást, 2 darab nyomásszabályzó szelep (**11. ábra**) segítségével állíthatjuk be, egymástól függetlenül. Az alkalmazott szelep 1-8 barig képes szabályozni a kimeneti nyomást. Esetünkben a szelepre érkező maximális nyomás 6 bar, amely elegendő, az általunk megkövetelt nyomóerő kifejtéséhez. A kiválasztott szabályzó szelep rendelkezik beépített nyomásmérő órával, így a kezelő láthatja, az általa beállított kimeneti nyomást, amely közvetlen összefüggésben van a munkahengerek által kifejtett nyomóerővel.

6. Fojtó-visszacsapó szelep



12. ábra Fajtó-visszacsapó szelep

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Gyártó: Festo

Típus: VRPA-CM-Q8-E

Cikkszám: 8086005

Mennyiség: 2 db

A munkahengerek sebességének csökkentéséhez szekunder fajtást alkalmazunk. A választott szelepek (**12. ábra**) csőbe építhető kivitelűek, 8mm-es gyorscsatlakozással rendelkeznek. A telepítés során, a 6 baros nyomáson beállított megfelelően lassú mozgási sebességet beállítjuk. Az üzem közbeni, gépkezelők általi nyomás változtatások miatt, az általunk 6 baron beállított sebességtől csak lassabb mozgások valósulhatnak meg. Esetünkben, a maximális 300 mm-es löket és a hosszú préselési idő miatt, amely legalább 8 perc, a dugattyú mozgási sebessége nem befolyásolja jelentős mértékben a termelékenységet.

7. Fajtószelep



13. ábra Fajtószelep

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Gyártó: Festo

Típus: GRO-1/4

Cikkszám 2109

Mennyiség: 1 db

A pneumatikus körben, közvetlenül a biztonsági szelep után egy állítható, állandó fajtást biztosító szelepet szerelünk (**13. ábra**). A „Vészstop” gomb megnyomása esetén, a biztonsági szelep után lévő pneumatikus körből a levegő leszellőzik, azonban előfordulhat,

hogy a munkahengerek nem alaphelyzetben vannak. A „Vészstop” gomb visszakapcsolása után, a „Start/Reset” gombot megnyomva, a munkahengerek visszatérnek alaphelyzetbe. Ennek a visszaállásnak a sebességét szabályozzuk, a primer levegő fojtásával a kiválasztott szelep segítségével. A levegő csatlakozás a szelep mindkét oldalán G1/4. Dugaszoló aljzatok segítségével 8mm-es gyorscsatlakozást valósítunk meg.

8. Vezérelt visszacsapó-szelep



Gyártó: Festo

Típus: HGL-3/8-B

Cikkszám: 530032

Mennyiség: 4 db

14. ábra Vezérelt visszacsapó-szelep

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

A „Vészstop” gomb megnyomása esetén, vezérelt visszacsapó-szelepek (14. ábra) segítségével leszellőztetjük a munkahengerek pozitív és negatív ágait, a munkahengerek táplevegő ellátását megszüntetjük. A szelepek 1-es leszellőztető kimenetére 3/8-ados menettel rendelkező nagyméretű hangtompítót csatlakoztatunk. A 2-es bemeneten és a vezérlőkör bemenetén dugaszolóaljzatokat használunk, amelyek segítségével 8mm-es gyorscsatlakozási pontokat hozunk létre.

9. Nyomásmérő óra



Gyártó: Festo

Típus: MA-40-10-G1/4-EN

Cikkszám: 183900

Mennyiség: 2 db

15. ábra Nyomásmérő óra

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

A függőleges és vízszintes munkahengerek beállítástól függően eltérő nyomású levegőköreinek ellenőrzésére, a gépkezelő számára is jól látható helyre felszerelésre kerül 2 darab nyomásmérő órát (15. ábra) szerelünk fel.

A kiválasztott manométer méréshatára 10 bar, csatlakozása ¼-es, amelybe dugaszoló aljzat segítségével 8mm-es gyorscsatlakozást alakítunk ki.

10. Nyomáskapcsoló



Gyártó: Festo

Típus: PEV-1/4-A-SW27

Cikkszám: 159259

Mennyiség: 2 db

16. ábra Nyomáskapcsoló

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

A kétkezes indítás miatt, a gombok elengedése után, a munkahengerek pozitív irányú mozgását biztosító szelep kivezérlését fenn kell tartani. A negatív kamrák nyomásának lecsökkenésekor, a negatív levegőkörbe szerelt nyomáskapcsoló **(16. ábra)** nem engedi tovább a villamos vezérlő jelet. Ennek következtében a vezérlőjel által meghúzott alaphelyzetben zárt relé, öntartásba tudja helyezni a megfelelő körhöz tartozó munkaszelep mágnesszelepét. A kapcsolási nyomást, a gép telepítési során kell beállítani.

11. Közelítéskapcsoló



Gyártó: Festo

Típus: SDBT-MSX-1L-NU-E-2.5-N-LE

Cikkszám: 8059124

Mennyiség: 2 db

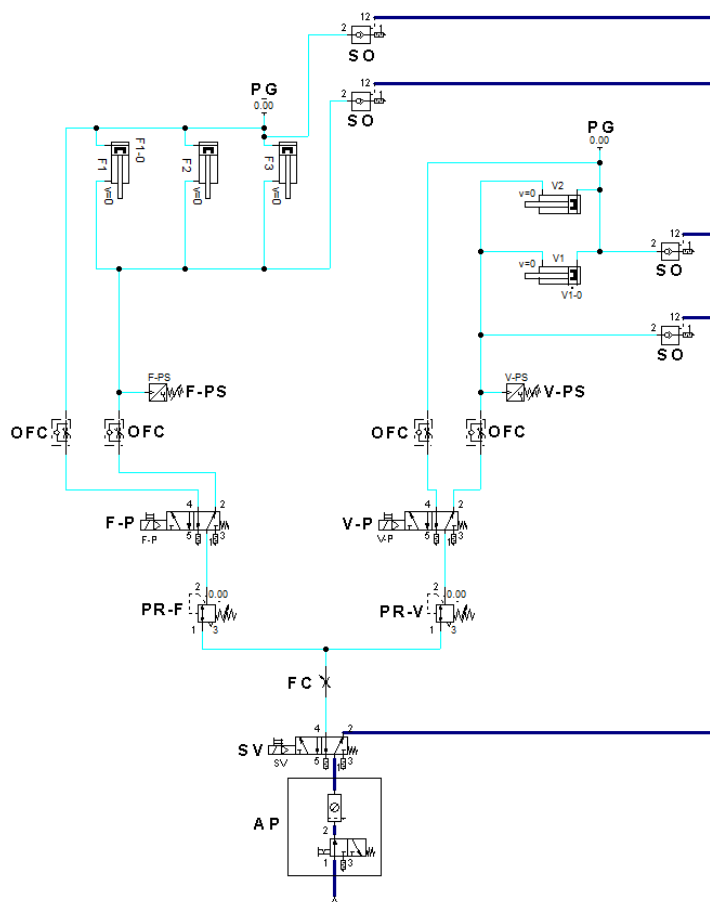
17. ábra Közelítéskapcsoló

Forrás: Festo gyártói katalógus alapján

Az munkahenger pozitív irányú mozgását biztosító pneumatikus mágnesszelep öntartó körének fenntartásához, szükség van a munkahenger alaphelyzetéből való kimozdulását jelző közelítéskapcsolóra **(17. ábra)**. A munkahengerek kiválasztása során elvárás volt, hogy a közelítéskapcsoló beépítésére elő legyen készítve. A választott érzékelő működhet nyitó és záró kontaktusként, beállításól függően. Üzemi feszültsége 24V DC, így beilleszthető, az általunk használt elektromos körbe.

A tervezett berendezés pneumatikus körének ellenőrzése szimulációval

1. Tápnymás engedélyezése

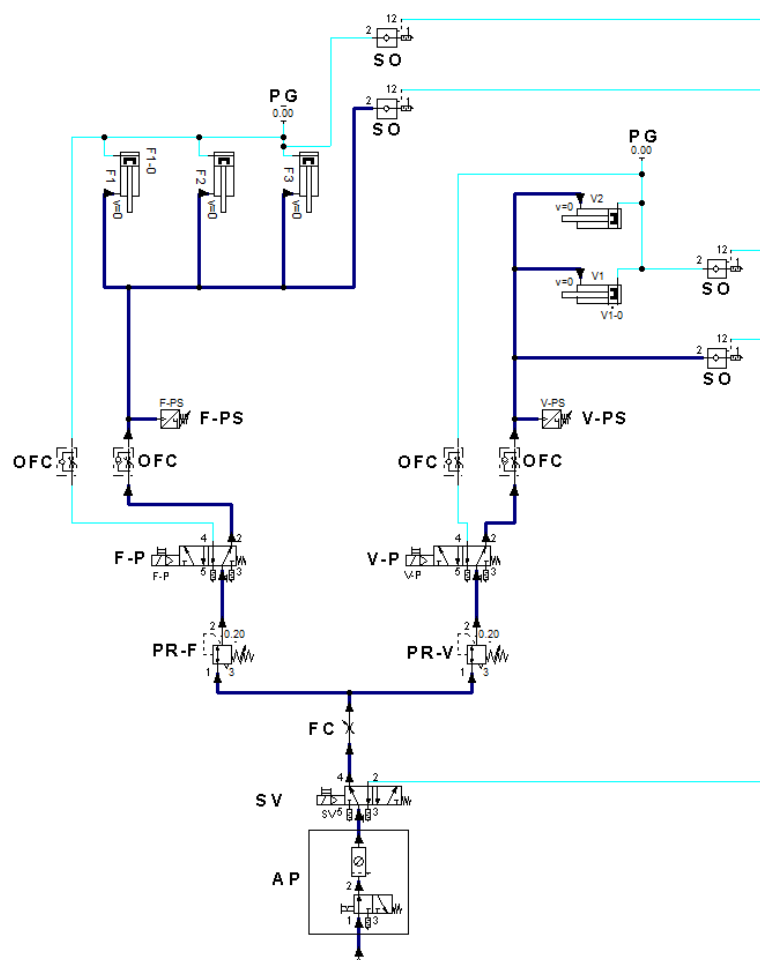


18. ábra Szimuláció - Tápnymás engedélyezése

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)

A keretprés, levegőrendszerhez való csatlakoztatása után, a levegő-előkészítő egységen lévő reteszeltető mechanikus gomb megnyomásával, a tápnymás megjelenik a 4 darab vezérelt visszacsapó szelep 12-es csatlakozóján, a biztonsági szelepen keresztül. Ennek hatására a szelepek leszellőztetik a munkahengerek mindkét irányú levegő csatornáját. Ebben az üzemállapotban, a kezelőpaneelen lévő gombok inaktívak, a Start/Reset gomb és a Vészstop kivételével. A Start/Reset gomb megnyomása nélkül, nem lehet elindítani a prés működését, mivel ebben az esetben meg van szakítva a munkaszelepek reléjének köre, így azok a stabil alaphelyzetüket veszik fel. A munkaszelepek ezen állapotukban, a majd érkező munkavégző közeget, a munkahengerek negatív irányú mozgását biztosító kamráiba irányítják. A folyamatot a **18. ábra** szemlélteti.

2. Start/Reset gomb megnyomása

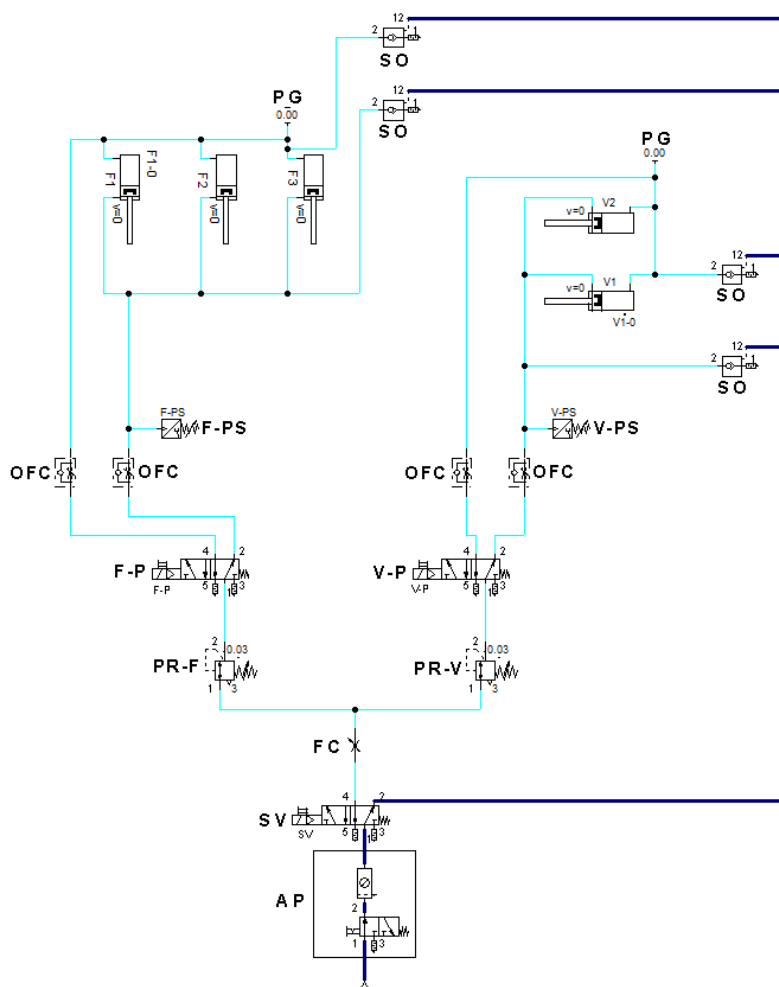


19. ábra Szimuláció - Start/Reset gomb megnyomása

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)

A Start/Reset gomb lenyomásakor, a munkahengereket vezérlő útváltó szelepek elektronikus kivezérlése megszűnik, így a szelepek felveszik alaphelyzetüket. Amennyiben a Vészstop gomb alaphelyzetben, tehát zárt állapotban van, a táplevegő eljut a munkaszelepekig. Ezen szelepek alaphelyzetben állása következtében, a munkahengerek negatív kamrája töltődik fel, az előre beállított fojtásokon keresztül, így a munkahengerek minden pozícióból, alaphelyzetbe állnak a beállított fojtástól függően, lassú mozgási sebességgel. A folyamatot a **19. ábra** szemlélteti.

4. Vészstop gomb benyomva



21. ábra Szimuláció - Vészstop gomb benyomva

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)

Amennyiben a gépkezelő megnyomja a Vészstop gombot, a biztonsági szelep vezérlőlevegőt küld, a munkahengerek köreit leürítő szelepekre, továbbá elzárja a táplevegőt, a pneumatikus elemektől. Ennek következtében, a munkahengerek egyik irányban sem fejtenek ki erőt. Ezen pneumatikus állapot megegyezik az első üzemállapot ábrán szereplővel. A Vészstop gomb visszakapcsolása után, a kezelőpanel gombjai nem aktívak. A gép újbóli használatához meg kell nyomni a Start/Reset gombot, amellyel, a munkaszelepeket alapállásba vezéreljük, így a

nem alaphelyzetben levő munkahengerek minden esetben lassú negatív irányú mozgással visszatérnek a kiindulási állapotukba. A folyamatot a **21. ábra** szemlélteti.

3.3.2 Elektromos rendszer tervezése

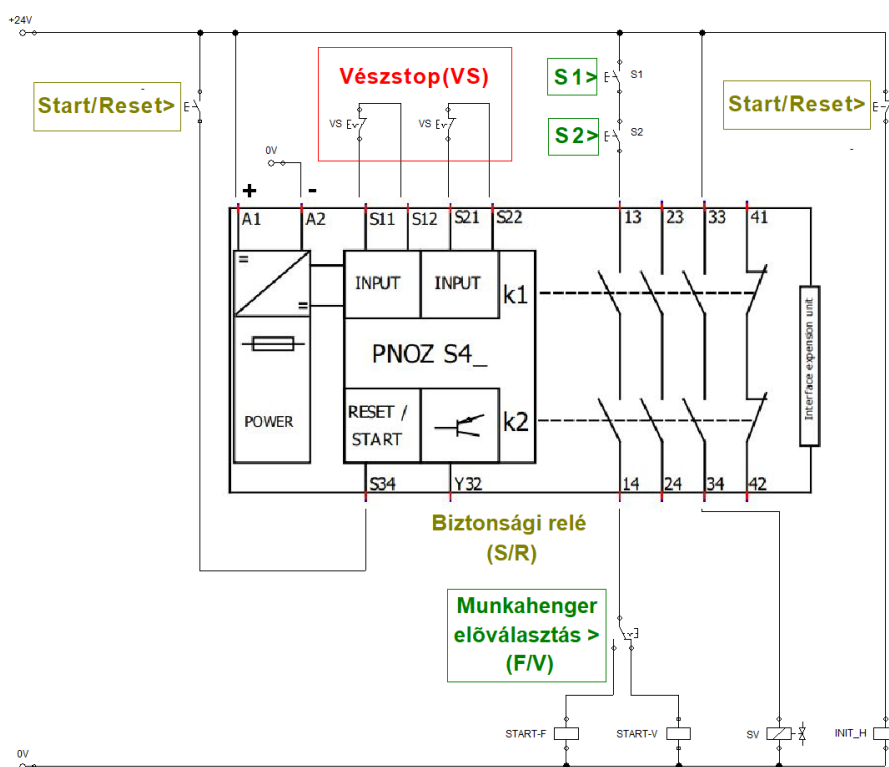
Elektromos rendszer felépítése

A keretprés pneumatikus eleminek vezérléséhez 24V-os egyenáramú hálózat kiépítése szükséges. A tápigény biztosítására ipari tápegységet használunk, ami, a 230V-os hálózati váltakozó áramból állítja elő a megkövetelt feszültségű egyenáramot. Az elektromos kör szabványos elektronikai alkatrészekből épül fel. Meghibásodás esetén a pótalkatrészek beszerzése egyszerűen megoldható. Az elektromos rendszernek megfelelően kell vezérelnie a munkahengereket, biztosítani kell a kétkezes indítást, a vészstop funkciót, illetve az első indítás és vészleállítás utáni inicializálást. A rendszer szimulációját a FluidSIM programmal végeztem el, ahol a pneumatikus és elektromos kör egyidejűleg kerül modellezésre, mivel a két rendszer működése nem szétválasztható.

Az elektromos rendszer bekötését a jobb áttekinthetőség miatt, három ábrán jeleníttem meg, de a rendszert egészében kell vizsgálni, mivel bizonyos relék tekercsei és kontaktusai külön ábrákon kerülnek megjelenítésre. A biztonsági funkciókért felelős relé, vészstop gomb, inicializáló gomb és a munkahenger indításáért felelős kétkezes indítás gombjai az **22. ábrán** láthatóak. A függőleges munkahengerek mozgását biztosító relék, kapcsolóelemek és az azokból kialakított öntartó körök felépítése a **23. ábrán**, míg a vízszintes munkahengerek mozgását biztosító elektromos elemek és bekötésük a **24. ábrán** láthatóak. A vízszintes és függőleges munkahengerek mozgását biztosító elektromos kapcsolások logikailag teljesen megegyeznek, különbség, csak a kört alkotó elektromos elemek megnevezésében van. Az elektromos kört alkotó alkatrészek, a **4. táblázatban** kerültek összefoglalásra. A műszaki dokumentációt a **8.2-es melléklet** tartalmazza.

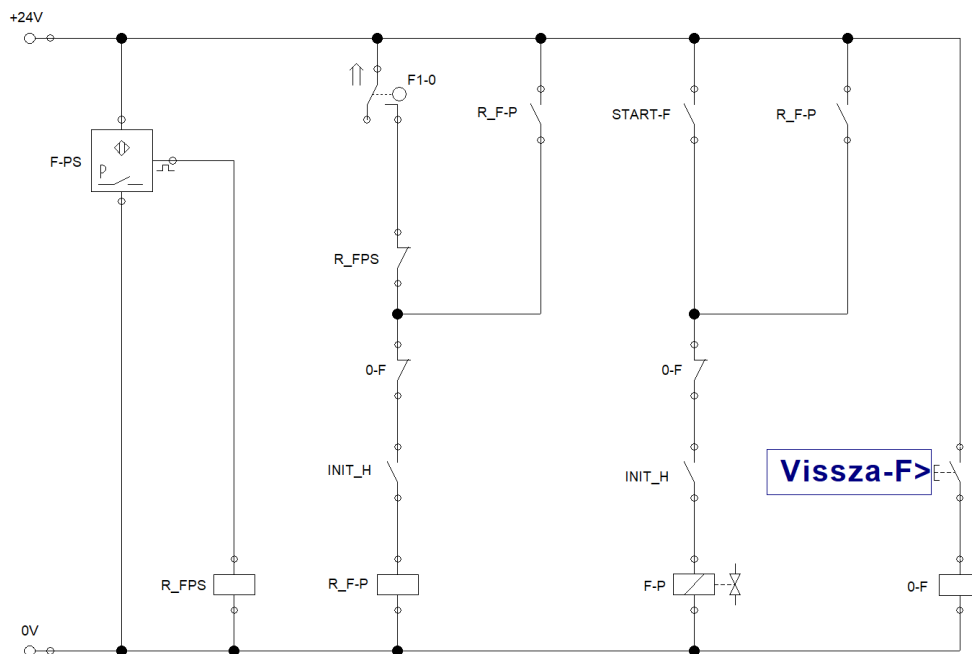
Forrás: saját szerkesztés

Megnevezés	Gyártó	Cikkszám	Hivatkozási szám	Rajzjel	Mennyiség (db)
Vészstop gomb	Pilz	400447	PIT es Set1s-5s	VS	1
S1, S2 gomb	Schneider	ZB4FH03	Harmony XB4	S1, S2	2
Start/Reset gomb	Schneider	XB5AA55	Harmony XB5 (Yellow)	Start/Reset	1
Vissza-F, Vissza-V	Schneider	XB5AA55	Harmony XB5 (Blue)	Vissza-F, Vissza-V	2
F/V munkahenger előválasztás	Schneider	XB5DD	Harmony XB5R	XB5DD	1
Biztonsági relé (S/R)	Pilz	750124	PNOZ S4	S/R	1
Relé 2 kontaktussal	Finder	55.32.9.024.0000	Ipari relé 55-ös sorozat (2 kontakt)	Start-F, Start-V, R_FPS, R_VPS, R_F-P, R_V-P, 0-F, 0-V	8
Relé 4 kontaktussal	Finder	55.34.9.024.0000	Ipari relé 55-ös sorozat (4 kontakt)	INIT_H	1
Relé foglalat	Finder	94.74.	Foglalat 55.32/55.34 reléhez	-	9
Tápegység	SPB	SBP-240-24	SPB-240-24	-	1



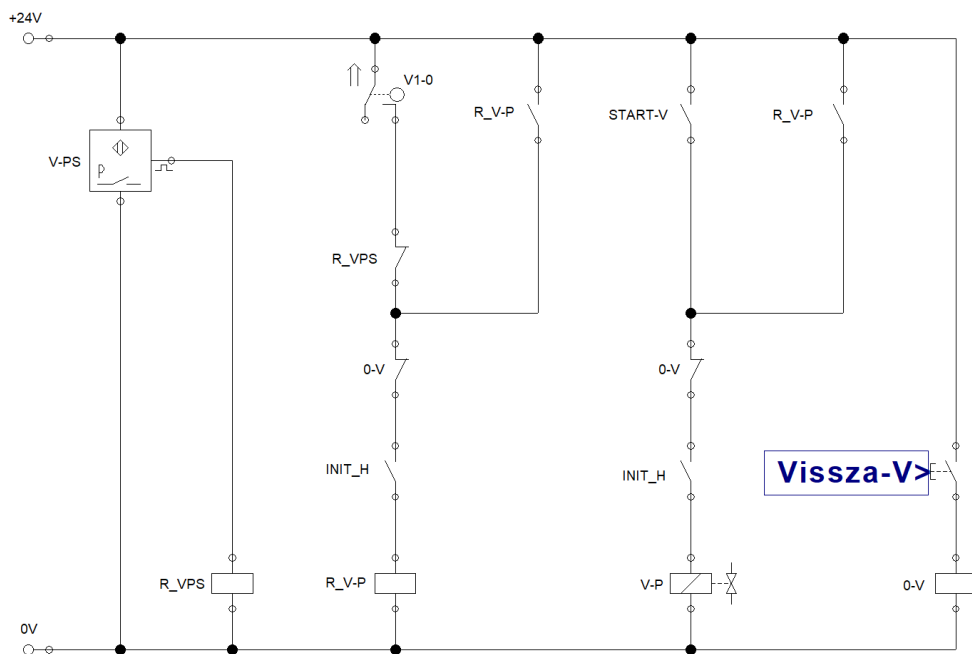
22. ábra Elektromos rendszer – Biztonsági kör és nyomógombok

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)



23. ábra Elektromos rendszer - Függőleges munkahengerek vezérlése

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)



24. ábra Elektromos rendszer - Vízszintes munkahengerek vezérlése

Forrás: saját szerkesztés (FluidSIM)

Elektromos rendszer elemei:

1. Vészstop gomb



Gyártó: Pilz

Típus: PIT es Set1s-5s

Cikkszám: 400447

Mennyiség: 1 db

25. ábra Vészstop gomb

Forrás: Pilz gyártói katalógus alapján

A Vészstop gombnak (25. ábra) egy Pilz gyártmányú reteszelt, alaphelyzetben zárt gombot választottam. Egy nyomógombhoz 2 bontó kontaktus tartozik. A gomb benyomása után reteszeli, visszakapcsolásához el kell fordítani. A gombhoz kiválasztott biztonsági relé, diagnosztizálja a gomb működését, oly módon, hogy a kétkörös bekötés miatt, a relé megszakítja az egyik, majd a másik kontaktus, közben ellenőrzi a gomb felől érkező bementi jellemzők változását.

2. S1, S2 gomb



Gyártó: Schneider

Típus: Harmony XB4

Cikkszám: ZBFH03

Mennyiség: 2 db

26. ábra S1, S2 gomb

Forrás: Schneider gyártói katalógus alapján

A kétkezes indításhoz 2 darab, alaphelyzetben nyitott kontaktusú gombra (26. ábra) van szükség. Süllyesztett kialakítását kell beépítenünk, a gomb kitámasztásának elkerülése érdekében. A 2 gombot sorba kötjük, így amíg a negatív kamrák le nem ürülnek, addig bármelyik gomb felengedésére a munkaszelep kivezérlése megszűnik.

3. Start/Reset gomb



Gyártó: Schneider

Típus: Harmony XB5 (Yellow)

Cikkszám: XB5AA55

Mennyiség: 1 db

27. ábra Start/Reset gomb

Forrás: Schneider gyártói katalógus alapján

A Start/Reset gombnak, szintén egy Schneider gyártmányú süllyesztett gombot (27. ábra) használunk, amely 1 alaphelyzetben nyitott és egy alaphelyzetben zárt kontaktussal rendelkezik. A gomb benyomásakor az NO kontaktus összezár és a biztonsági relé „Reset/Start” bemenetére jelet ad. Az NC kontaktus megszakad és az INIT_H relé áramát megszakítja. Az INIT_H relé elengedése, a munkahengerek alaphelyzetbe állításához szükséges.

4. Vissza-F, Vissza-V gomb



Gyártó: Schneider

Típus: Harmony XB5 (Blue)

Cikkszám: XB5AA55

Mennyiség: 2 db

28. ábra Vissza-F, Vissza-V gomb

Forrás: Schneider gyártói katalógus alapján

A Reset/Start gombbal megegyező típust használunk, a függőleges és vízszintes munkahengerek alaphelyzetbe állításához. A kapcsolók NO kontaktusait használjuk. A kontaktus zárásakor az öntartó áramkörökben lévő alaphelyzetben zárt relét vezéreljük ki, amelyek megszakítják az öntartást. A gomb a 28. ábrán látható.

5. F/V munkahenger előválasztó kapcsoló



Gyártó: Schneider

Típus: Harmony XB5R

Cikkszám: XB5AD23

Mennyiség: 1 db

29. ábra F/V gomb

Forrás: Schneider gyártói katalógus alapján

A függőlegesen és vízszintesen felszerelt munkahengerek pozitív irányú mozgását, csak külön-külön tudjuk elindítani. A gép használata során, a vezérlés így célszerű. A vezérelni kívánt munkahengereket egy két állású választókapcsolóval (**29.ábra**) tudjuk kiválasztani. A kapcsoló 90°-ban tud elfordulni és a 2 állása van, a bemenetét kapcsolja össze, a kiválasztott kimenettel.

6. Biztonsági relé (S/R)



Gyártó: Pilz

Típus: PNOZ S4

Cikkszám: 750124

Mennyiség: 1 db

30. ábra Biztonsági relé (S/R)

Forrás: Pilz gyártói katalógus alapján

A Vészstop gombhoz megfelelő biztonsági relét (**30.ábra**) alkalmazunk. A relé 3 NO és 1 NC kontaktussal rendelkezik. A Vészstop bekötéséhez 2 bemenettel rendelkezik, így a gomb diagnosztizálására képes. A Vészstop gomb visszakapcsolása után, a relé S34-es bementére is küldenünk kell egy feszültség impulzust, amellyel inicializálja magát az egység.

7. További relék, foglalatok

Az elektromos rendszerben a biztonsági relén kívül, 9 darab 24V DC relére van szükségünk. Ezen relék közül 4 darab 1 kontaktusos, 2 darab 2 kontaktusos, illetve 1 darab 4 kontaktusos. Az anyagbeszerzés egyszerűsítése érdekében 8 darab, 2 váltókontaktusos relét (**31.ábra**) és 1 darab 4 váltókontaktusos ipari relét (**32.ábra**) használunk. A relék megfelelő bekötését a villamos tervrajz tartalmazza.

- Relé 2 kontaktussal



31. ábra Relé 2 kontaktussal

Forrás: Finder gyártói katalógus alapján

Gyártó: Finder

Típus: 55-ös sorozat (2 kontakt)

Cikkszám: 55.32.9.024.0000

Mennyiség: 8 db

- Relé 4 kontaktussal



32. ábra Relé 4 kontaktussal

Forrás: Finder gyártói katalógus alapján

Gyártó: Finder

Típus: 55-ös sorozat (4 kontakt)

Cikkszám: 55.34.9.024.0000

Mennyiség: 1 db

A relék villamos körbe való beillesztéséhez szükségünk van reléfoglalatokra. A kiválasztott foglalattal mind a 2 fajta relét be lehet kötni. A foglalathoz csavaros szorítóval rögzítjük a kábeleket, amelyeket, a bekötéshez érvéghüvellyel előkészítettünk. A kiválasztott foglalat a Finder gyártó 94.74-es típusa.

8. Tápegység:



33. ábra Tápegység

Forrás: Autonics gyártói katalógus alapján

Gyártó: Autonics

Típus: SPB-240

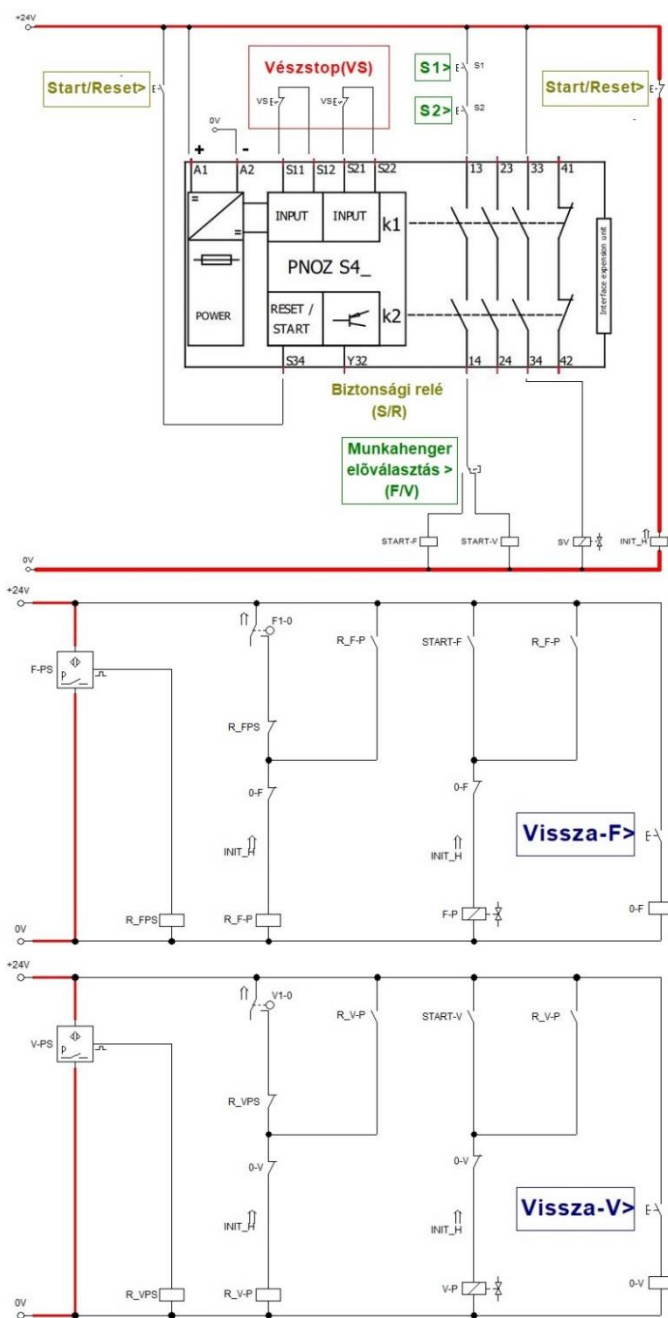
Cikkszám: SPB-240-24

Mennyiség: 1 db

A villamos hálózat tápellátáshoz a fenti tápegységet használjuk. Az üzem villamos hálózatához csatlakoztatjuk konnektoron keresztül, így a kimenetén biztosítani tudja a 24V-os egyenáramot. Teljesítménye 240 W, kimeneti áramerőssége 10A. A keretprés villamos körét ki tudja szolgálni. Túláram védelemmel rendelkezik.

A tervezett berendezés elektromos körének ellenőrzése szimulációval

1. Tápfeszültség bekapcsolva, „Start/Reset” gomb nincs megnyomva



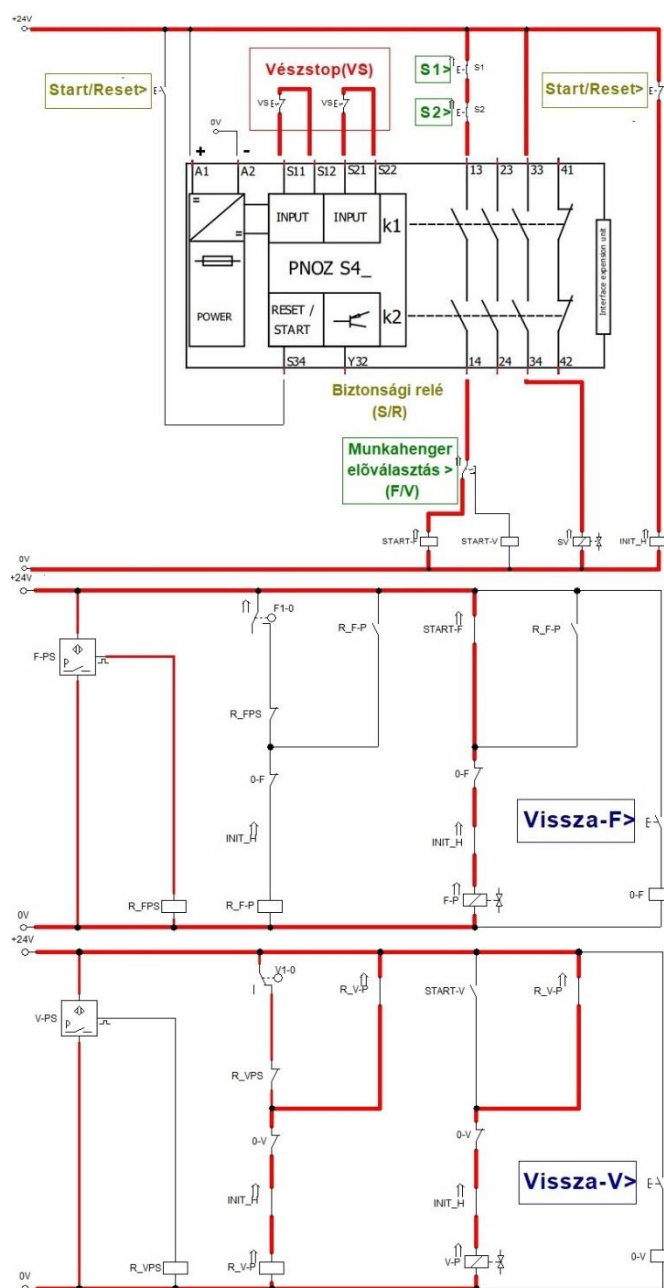
34. ábra Tápfeszültség bekapcsolva, alapállapot

Forrás: Saját szerkesztés (FluidSIM)

A 24v-os egyenáramú tápegység bekapcsolásakor a **34. ábrán** látható villamos állapot áll fenn. Az egész villamos körben, csak az INIT_H relé van meghúzva. A munkahengerek indítógombja (S1,S2) inaktívak. A gép használatának megkezdéséhez, a tápfeszültség

rákapcsolása és a vészstop gomb megnyomása után, a gép kezelőjének minden esetben meg kell nyomnia a „Start/Reset” gombot. Ezen gomb megnyomására a biztonsági relé megkapja az inicializáló jelet, illetve a kapcsolásban szereplő INIT_H relének megszakad a kivezrlése, a gomb nyomva tartása alatt, így a munkaszelepek öntartó körei megszakadnak, a munkahengerek visszaállnak alaphelyzetbe.

2. Start/Reset gomb megnyomva, majd munkahengerek kivezélve



35. ábra Start/Reset gomb megnyomva, munkahengerek kivezélve

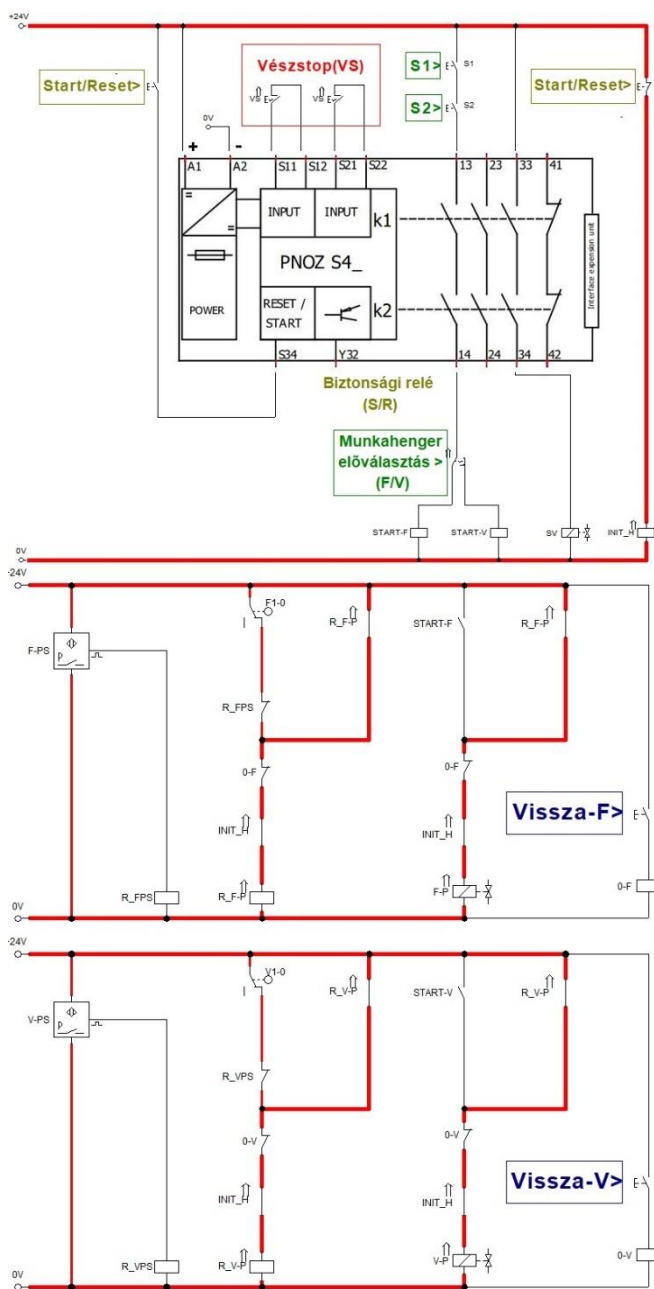
Forrás: Saját szerkesztés (FluidSIM)

A **35. ábrán** látható állapotban a függőleges munkahengerek kivezérlés alatt vannak. A FluidSIM programban a biztonsági relé (S/R) érintkezői sajnos nem szimulálhatók, így az áramút biztosítása miatt, a relé képe alá el vannak helyezve a megfelelő kapcsolóelemek, amelyek szimulálják az üzemszerű működést. Mivel ezeket az elemeket a relé képe alá helyeztem 1 szinttel, ezért, az ábrákon nem láthatóak.

A Start/Reset gombot megnyomva, az SV jelű mágnesstekercs meghúz és a biztonsági relét átbillenti monostabil alapállapotából. Ennek hatására a munkaszelepekig eljut a tápnyomás. Az S1, S2 gombot folyamatosan nyomja a gépkezelő, az előválasztó kapcsoló F (függőleges munkahengerek) állásban van. a START-F relé érintkezője az F-P jelű, függőleges munkahengerek mozgatásáért felelős útszelep tekercsére feszültséget kapcsol. A munkahengerek kivezérlése során, jól látszik, hogy az S1, S2 gomb bármelyikének felengedése, a Vissza-F gomb, vagy a Start/Reset gomb megnyomása elveszi a kivezérlést a monostabil pneumatikus szelep tekercséről, így az alaphelyzetbe állva, negatív irányba indítja a munkahengereket. Áramszünet esetén is alaphelyzetbe állnak a munkahengereket vezérlő útszelepek. A vízszintes munkahengerek villamos körén (alsó), megfigyelhető, hogy a munkahengerek negatív kamrái leürültek, mivel a V-PS nyomáskapcsoló nem ad jelet. Jelen állapotban, a munkahenger elhagyta az alaphelyzetet, mivel a V1-0 pozíció jeladó zárja a villamos kört. Ezen két bemeneti információ hatására az R_V-P relé öntartásba helyezi magát, illetve meghúzva tartja a V-P jelzésű tekercset, ami a alaphelyzetből kibillentve tartja a vízszintes munkahengerek útszelepét.

Az ábrán látható, hogy az előválasztó kapcsoló miatt, csak az egyik irányú munkahengerek vezérelhetőek egyidejűleg, de ez üzemszerű használat esetén elvárt. A munkadarab préselésekor általában előbb a vízszintes, majd a függőleges munkahengerek kerülnek kivezérlésre. Az fojtószelekkel beállított lassú mozgások miatt a gépkezelő figyelemmel tudja kísérni a folyamatot, így tud korrigálni, de természetesen vészhelyzet esetére, a kezelőfelületen megtalálható a vészstop gomb.

3. „Vészstop” gomb megnyomva, munkahengerek kint



36. ábra Vészstop gomb megnyomva, munkahengerek kint

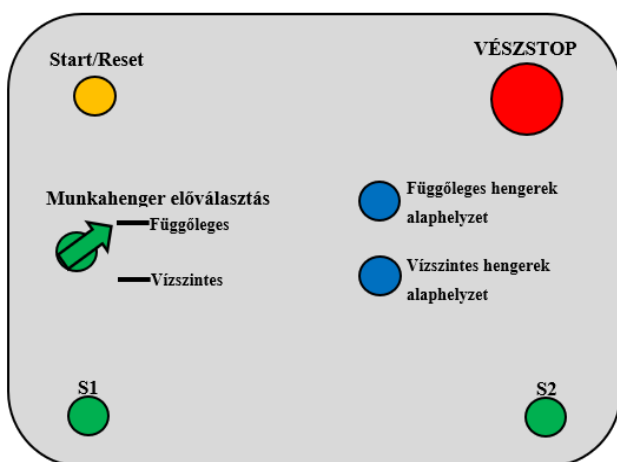
Forrás: Saját szerkesztés (FluidSIM)

A „Vészstop” gomb benyomott állapotát a 36. ábra mutatja. A gomb reteszeli a nyitott állapotban. A munkahengerek kivezérelt állapotban vannak, de a biztonsági relé elengedte a biztonsági mágnesszelepet, így a munkahengerek minden ága leszellőzött, a tápnyomás elzárásra került. A „Vészstop” gomb visszaállítása után nem vezérelhetők a

munkahengerek. A „Start/Reset” gombot meg kell nyomni, így a biztonsági relé inicializálódik illetve a munkahengerek felveszik az alaphelyzetüket.

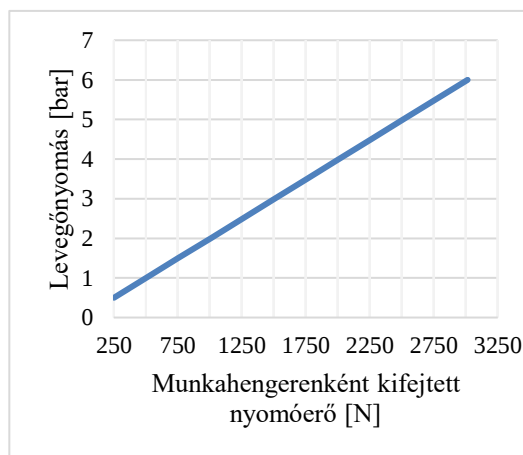
3.3.3 Vezérlőpanel felépítése

A vezérlőpanel (34.ábra) kialakításánál az ergonómiai szempontokon kívül, figyelnünk kell az S1, S2 indítógombok megfelelő távolságának megtartására. Süllyesztett gombokat kell alkalmaznunk, így nehezítve meg, az indítógombok kitámasztását. A munkahengerek indításához a gép kezelőjének mindkét kezét használnia kell, ezzel megelőzhető, hogy a szabad kéz beszoruljon a munkahenger végére rögzített nyomólap és a munkadarab közé. Ezen megfontolásból a vezérlőpanelt, a legközelebbi munkahengertől is, kellő távolságban kell elhelyezni. Ez a gép kialakítását tekintve, könnyen kivitelezhető.



37. ábra Vezérlőpanel kialakítása

Forrás: saját szerkesztés



38. ábra p-F diagram

Forrás: saját szerkesztés

A vezérlőpanel mellé rögzíteni kell az egyes ágak nyomásától függő, hengerenként kifejtett nyomóerőt megjelenítő diagramot (35.ábra). A kezelő a függőleges és a vízszintes munkahengerekhez érkező maximális munkaközeg nyomást, vezérlési áganként tudja szabályozni. Ennek következtében eltérő lehet a különböző orientációjú munkahengerek által kifejtett maximális nyomóerő.

Ajtóknál a legtöbb esetben, függőlegesen három, vízszintesen kettő munkahengert használunk. Ablakoknál sok esetben, elég kettő darab függőleges munkahengert használni. Ebben az esetben az F2 megnevezésű, középső függőleges munkahenger, alaphelyzetben

lévő tolófejéhez, egy erre a célra kialakított támasztékot teszünk, amely a munkahengert tartó zártszelvényre rögzíthető. Ezzel, elérjük azt, hogy a munkadarabra nem fejt ki nyomóerőt az F2-es munkahengert, viszont a pneumatikus körben lezajló folyamatokban részt vesz.

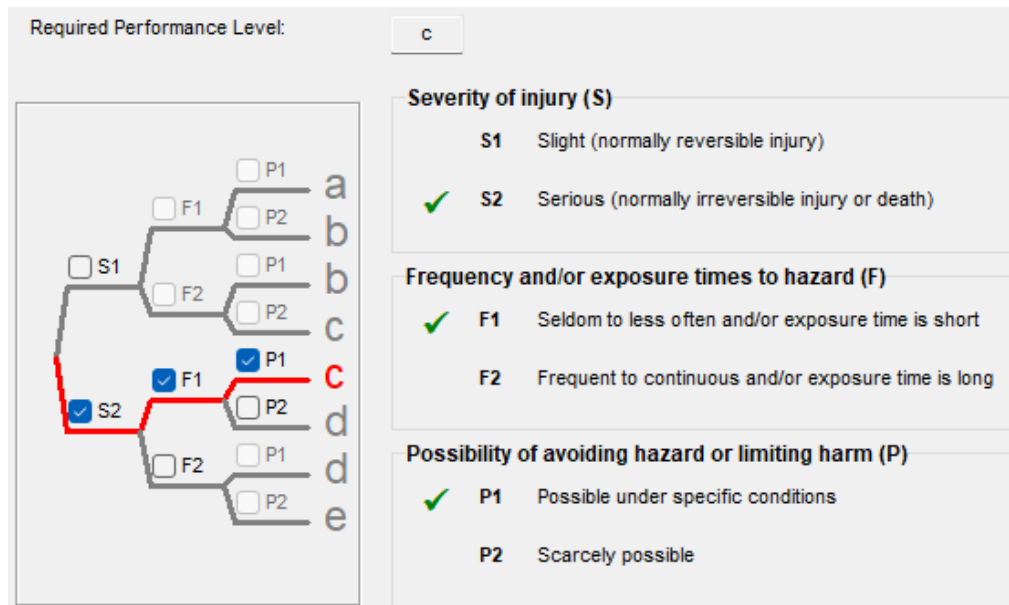
3.4 Berendezés gépbiztonsági megfelelőségének ellenőrzése

3.4.1 Gépdirektíva

Az Európai Közösség összes tagállamában kötelezően alkalmazandóak a gépdirektíva (MD) iránymutatásai. Ennek részletezése a 2006/42/EK irányelvben történik. Magyarországon a 16/2008. (VIII.30.) NFGM rendelet szabályozza. Alapelvárás, a legyártott és forgalomba helyezett gépekkel kapcsolatban, hogy biztonságosak legyenek. Akkor tekinthetjük biztonságosnak a gépet, ha azt az előírásoknak megfelelően használva nem jelent veszélyt, vagy a legkisebb veszélyt jelenti a személyi biztonság védelmére. Azon gépre, amelyek teljesíti ezeket az előírásokat és valamely tanúsító szervezet vizsgálatán megfelelt, CE (európai megfelelőség) jelölést lehet feltüntetni. Természetesen a szakdolgozatom témaként választott keretprés esetén is alapvetésként kezelem, hogy a gépdirektíva elvárásait maradéktalanul teljesítsem.

3.4.2 Elvárt biztonsági teljesítményszint megállapítása

A tervezett keretprés esetében súlyos sérülés alakulhat ki a nagy nyomóerő miatt. A veszély gyakorisága és időtartama tekintetében az F1 kategóriába esik, mivel óránként maximum 1-4 munkadarab ki-, és behelyezése történik az alkalmazott ragasztási technológiától függően. A veszély elkerülésére lehetőség nyílik, mivel a munkahengerek mozgási sebességét fojtószelepek segítségével drasztikusan lecsökkentettük. A paraméterek függvényében az elvárt biztonsági szint „c” besorolású, melyet a **39. ábra** szemléltet.



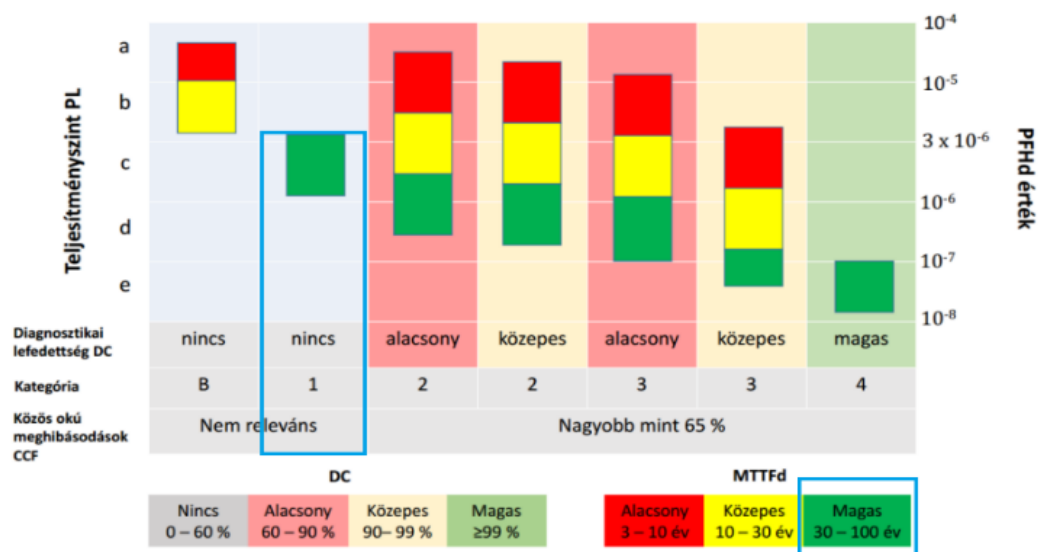
39. ábra Elvárt biztonsági szint

Forrás: Saját szerkesztés (SISTEMA)

Esetünkben két biztonsági alrendszert alkalmazunk. A vészstop és a kétkezes indítás alrendszereknek is legalább „c” szintűnek kell lennie, ez egyben azt is jelenti, hogy az alrendszereket alkotó egységek mindegyikének el kell érnie a megfelelő szintet.

Az alkalmazott vészstop funkció, az EN 60204-1 szabvány szerint „0”. leállítási kategóriájú, amelynek értelmében a hajtóelemek energiaellátását szüntetjük meg.

Biztonsági alrendszer teljesítményszintjének meghatározásához figyelembe kell venni az alkalmazott vezérlési kategórián és az alkatrészek megbízhatóságán kívül a kapcsolások gyakoriságát. Ezen teljesítményszintnek többféle módon meg lehet felelni, például 2-es, vagy annál magasabb vezérlési kategória és közepes MTTFd értékű alkatrészek használatával, de a 2-es vezérlési kategóriában elvárás az alrendszerbe beépített diagnosztika, amely drágább alkatrészeket, további költségnövekedést eredményezne, ezért mindkét alrendszer esetében 1-es vezérlési kategóriát és magas MTTFd értékkel rendelkező alkatrészeket választunk, így biztosítva a „c” teljesítményszintet. Az általam kiválasztott megvalósítási lehetőséget a **40. ábrán** jelöltem meg.



40. ábra Teljesítményszintek

Forrás: Saját szerkesztés (SISTEMA)

A fenti ábrán jól látható, hogy gép alrendszerének tervezésakor arra kell törekednünk, hogy jól bevált alkatrészeket használjunk, amelyeknek a számított MTTFd értéke magas lesz.

3.4.3 A biztonsági alrendszerek felépítése

Vészstop alrendszer (41.ábra)



41. ábra Vészstop alrendszer

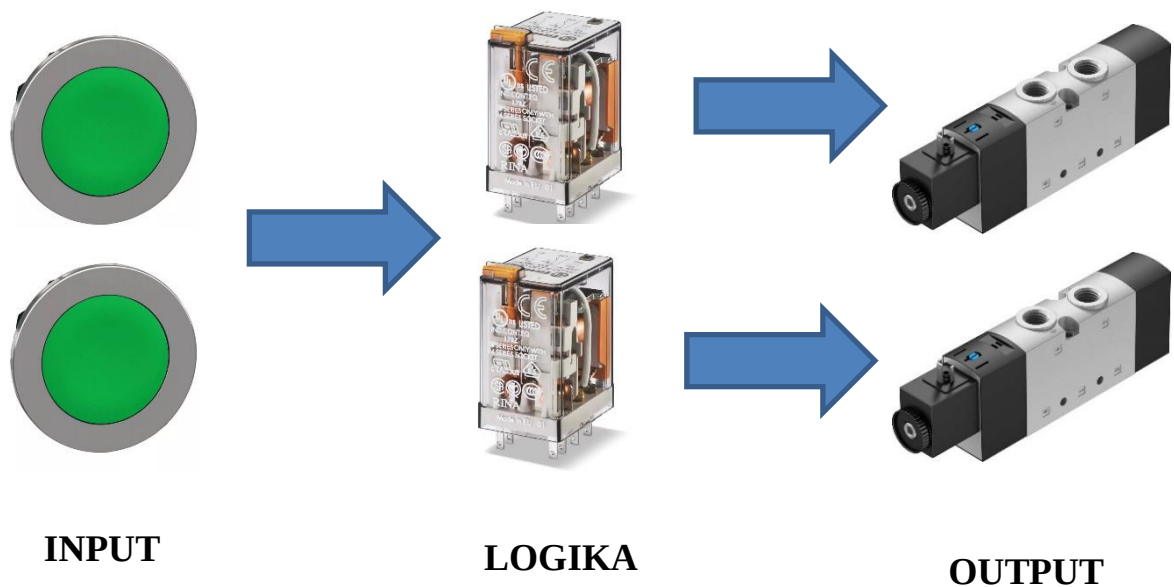
Forrás: Saját szerkesztés

Az alkalmazott vészstop funkció „0.” leállítási kategóriájú, a hajtóelemek energiaellátását szünteti meg, a pneumatikus szelepünket tekintjük kimenetnek. Esetünkben az input és a logikai, tehát a vészstop gomb és a biztonsági relé tudja az „e” teljesítményszintet, de mivel

az output, tehát az elektromos vezérlés mágnesszelep csak „c” teljesítményszintű, ezért a teljes alrendszer eredő teljesítményszintje „c”.

A gomb és a relé a legmagasabb teljesítményszint értelmében 2 szálon vannak összekapcsolva, amely segítségével, a relé diagnosztizálni tudja a gombot. A két kontaktus miatt figyelmet kell fordítani a közös okú meghibásodások vizsgálatára is, amelynek eredménye 70pont lett, így teljesítette a minimális 65 pontot. Részletes értékelést, a **6. táblázat**, illetve **8.3-as melléklet** tartalmazza.

Kétkezes indítás alrendszer (42. ábra)



42. ábra Kétkezes indítás alrendszer

Forrás: Saját szerkesztés

A kétkezes indítás alrendszert további két alrendszerre bontottam fel. Elektromos és pneumatikus alrendszerre. Az elektromos alrendszer magában foglalja a 2 nyomógombot (S1, S2), a két vezérlő relét (Start-F. Start-V). A pneumatikus alrendszerben a 2 5/2-es monostabil útszelep szerepel. Az egységek mindegyike jól bevált alkatrész magas B10, B10d értékekkel, így az elemzés során magas MTTFd értékek kerültek megállapításra.

A pneumatikus és elektromos alrendszer is tudja a „c” szintet, így ezek eredője is „c”.

Mivel az éves munkanapok, napi munkaóra, és a kapcsolások száma adott, ezért csak a magas B10, illetve B10d értékekkel rendelkező alkatrészek választásával tudtam kedvezőbb eredményeket kapni. A gép naponta 8 órát üzemel, a hét 5 napján, egész évben. A vészstop alrendszerénél napi egyszeri, a kétkezes indítás alrendszerénél, 10 percenkénti indítást feltételezünk. A **43. ábrán** megtekinthető a SISTEMA programban felépített alrendszerek struktúrája.



43. ábra Alrendszerek struktúrája

Forrás: Saját szerkesztés SISTEMA

3.4.4 Gépbiztonsági megfelelésség vizsgálatának eredményei

A két alrendszert felépítő elemek biztonsággal kapcsolatos értékeit, a gyártó által közzétett megbízhatósági adatlapok segítségével számoltam ki. A két biztonsági alrendszer

mindegyike tudja a „c” szintet, így a keretprés, ezen alkatrészek alkalmazásával megfelel az előírt gépbiztonsági szintnek. Az eredményeket a **6. táblázat** tartalmazza.

5. táblázat Gépbiztonsági vizsgálat eredményei

Forrás: Saját szerkesztés

	Vészstop alrendszer		
Alkatrész típusa	Vészstop gomb	Vészstop relé	Vészstop szelep
Alkatrész gyártója	Pilz GmbH & Co. KG	Pilz GmbH & Co. KG	Festo Vertrieb GmbH & Co. KG
Alkatrész azonosítója	PILZ400447	PILZPNOZS4	VUVG -L18-M52-MT-G14-1R8L
B10 (Kapcsolási ciklusok száma a komponensek 10%-ának veszélyes meghibásodásáig)	52 000	200 000	30 000 000
B10d (Kapcsolási ciklusok száma a komponensek 10%-ának veszélyes meghibásodásáig)	104 000	400 000	60 000 000
Éves kapcsolások száma (n_{op})	Napi egyszeri működtetést feltételezve, évi 260 munkanapot alapul véve.	Napi egyszeri működtetést feltételezve, évi 260 munkanapot alapul véve.	Napi egyszeri működtetést feltételezve, évi 260 munkanapot alapul véve.
MTTFd (Átlagos idő a veszélyes meghibásodásig)	12000 év	15385 év	6923077 év
PL (Teljesítményszint)	e	e	c
	Kétkezes indítás alrendszer		
	Elektromos alrendszer		Pneumatikus alrendszer
Alkatrész típusa	Indítógomb (S1, S2)	Indítórelé (START-F, START-V)	5/2 szelep (F-P, V-P)
Alkatrész gyártója	Schneider	Finder	Festo Vertrieb GmbH & Co. KG
Alkatrész azonosítója	Harmony XB4	55.32.9.024.0000	VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1
B10 (Kapcsolási ciklusok száma a komponensek 10%-ának veszélyes meghibásodásáig)	2 500 000	10 000 000	35 000 000
B10d (Kapcsolási ciklusok száma a komponensek 10%-ának veszélyes meghibásodásáig)	5 000 000	20 000 000	70 000 000
Éves kapcsolások száma (n_{op})	Napi 8 óra, évi 260 nap, 10 percenkénti működtetést feltételezve.	Napi 8 óra, évi 260 nap, 10 percenkénti működtetést feltételezve.	Napi 8 óra, évi 260 nap, 10 percenkénti működtetést feltételezve.
MTTFd (Átlagos idő a veszélyes meghibásodásig)	4006 év	16026 év	56090 év
PL (Teljesítményszint)	c	c	c

A manuális számolás mellett a SISTEMA nevű programban is végrehajtottam az elemzést, amely kifejezetten gépbiztonsági ellenőrzések elkészítésében nyújt segítséget.

A szoftverben fellelhető gyártói alkatrészinformációkat segítségül hívva állítottam össze a biztonsági alrendszer kiértékelését, mely megerősítette a korábban számított értékek helytállóságát és lehetőséget nyújtott automatizált riport generálására, amely a **8.3-as számú mellékletben** megtekinthető.

3.5 Gazdasági számítás

Az elvárásaink szerint megtervezett pneumatikus keretprés költségelemzése során egyértelműen megállapíthatóvá vált, hogy a legnagyobb költséget a munkahengerek beszerzése jelenti. A pneumatikus és elektromos hálózatot alkotó elemek mindegyike magas minőségű termék. A teljes rendszer költségének több, mint 70%-át a pneumatikus elemek teszik ki, melyek a **7. táblázaton** részletesen megtekinthetők. A megjelölt árak az ÁFA-t tartalmazzák, a munkadíj a Magyar Mérnöki Kamara ajánlott díjszabása alapján került megállapításra.

6. táblázat Pneumatikus és elektromos rendszer önköltsége

Forrás: Saját szerkesztés

Pneumatikus rendszer elemei					
Megnevezés	Gyártó	Cikkszám	Mennyiség (db)	Egységár Ft-ban	Ár összesen
Sűrítettlevegő-előkészítő egység	Festo	8025354	1	Ft 58 990	58 990 Ft
Munkahenger	Festo	2126641	5	Ft 90 219	451 095 Ft
Biztonsági szelep	Festo	8031532	1	Ft 42 393	42 393 Ft
Munkaszelep	Festo	575511	2	Ft 46 990	93 980 Ft
Nyomásszabályzó szelep	Festo	8086005	2	Ft 30 751	61 502 Ft
Fojtó-visszacsapó szelep	Festo	193970	4	Ft 14 903	59 612 Ft
Fojtószelep	Festo	2109	1	Ft 29 540	29 540 Ft
Vezérelt visszacsapó-szelep	Festo	530032	4	Ft 24 990	99 960 Ft
Nyomásmérő óra	Festo	18900	2	Ft 7 505	15 010 Ft
Nyomáskapcsoló	Festo	159259	2	Ft 41 925	83 850 Ft
Közelítéskapcsoló	Festo	8059124	2	Ft 12 990	25 980 Ft
Egyéb (csatlakozók, vezetékek stb.)	Festo	n/a	n/a	Ft 30 000	30 000 Ft
Pneumatikus rendszer költsége összesen					995 932 Ft

Elektromos rendszer elemei					
Megnevezés	Gyártó	Cikkszám	Mennyiség (db)	Egységár Ft-ban	Ár összesen
Vészstop gomb	Pilz	400447	1	22 292 Ft	22 292 Ft
S1, S2 gomb	Schneider	ZB4FH03	2	6 244 Ft	12 488 Ft
Start/Reset gomb	Schneider	XB5AA55	1	5 028 Ft	5 028 Ft
Vissza-F, Vissza-V	Schneider	XB5AA55	2	5 028 Ft	10 056 Ft
F/V munkahenger előválasztás	Schneider	XB5DD	1	6 517 Ft	6 517 Ft
Biztonsági relé (S/R)	Pilz	750124	1	130 669 Ft	130 669 Ft
Relé 2 kontaktussal	Finder	55.32.9.024.0000	8	3 685 Ft	29 480 Ft
Relé 4 kontaktussal	Finder	55.34.9.024.0000	1	3 897 Ft	3 897 Ft
Relé foglalat	Finder	94.74.	9	2 210 Ft	19 890 Ft
Tápegység	Autonics	SBP-240-24	1	51 435 Ft	51 435 Ft
Egyéb (csatlakozók, vezetékek stb.)	n/a	n/a	n/a	15 000 Ft	15 000 Ft
Elektromos rendszer költsége összesen					306 752 Ft

Munkadíj összesen (1 nap)	76 000 Ft
---------------------------	-----------

VÉGÖSSZEG	1 378 684 Ft
-----------	--------------

3.6 Következtetések és javaslatok

A szakdolgozatom elkészítésének a célja az volt, hogy megtervezzem egy faipari keretprés pneumatikus és elektromos rendszerét, ezen rendszerek működését szimulációval ellenőrizsem, illetve gépbiztonsági és kockázati szempontok szerint értékeljem, feltételezve, hogy egy lehetséges pneumatikus megoldás költséghatékony alternatívát jelent az általam vizsgált vállalatnál jelenleg alkalmazott hidraulikus rendszerű keretprésekkel szemben.

A prés alkatrészeinek kiválasztása során a biztonsági előírásoknak való megfelelést és a megbízhatóságot alapvető szempontként kezeltem, illetve könnyen beszerezhető, szabványos alkatrészeket alkalmaztam. Ezen alkatrészek használata miatt, a gép karbantartása, esetleges szervizelése, rövid időn belül, költséghatékonyan megoldható, továbbá a saját tervezés miatt elkerülhető a forgalmazó által javasolt szakszervizek munkadíjainak vélhető költségtöbblete is. Mivel lehetőségem volt a kiépített pneumatikus hálózatra csatlakozni a gépet és onnan biztosítani a tápellátást, ezért nem volt szükségem kompresszor beépítésére. Amennyiben a kiépített pneumatikus tápellátás elérhetetlenné

válna, a viszonylagosan alacsony levegőfogyasztás miatt, könnyen biztosíthatjuk azt kis teljesítményű kompresszor beépítésével. Mivel a pneumatikus munkahengerek által kifejtett nyomóerő meghaladja az általunk elvárt mértéket, így az általam tervezett prés felhasználható kisebb tömbösítési feladatok elvégzésére is. A pneumatikus kör szelepeinek vezérlését 24V-os egyenáramú kapcsolóelemek segítségével valósítottam meg, melynek elektropneumatikus vezérlése megbízható, könnyen összeállítható, illetve hiba esetén hatékonyan diagnosztizálható. Kijelenthető továbbá, hogy a keretprés a legtöbb fa nyílászáró gyártásával foglalkozó asztalosüzemben változtatás nélkül átvehető és hatékonyan alkalmazható. A tervezés során természetesen alapvető elvárás volt a prés egyszerű kezelhetőségének biztosítása és a gépkezelőt fenyegető, jelentős veszélyek minimalizálása kockázatsökkentő intézkedések révén. Ennek eredményeképpen a keretprés az előírt gépbiztonsági előírásoknak és szabványoknak teljes mértékben megfelelt.

A jelenlegi elektropneumatikus vezérlés PLC-re történő cseréje további biztonsági és ellenőrző funkciók bevezetését tenné lehetővé, többek között fényfüggöny alkalmazását is. További, nagyobb nyomóerőt igénylő tömbösítő feladatok elvégzésére javasolt lenne nagyobb felületű dugattyúval szerelt munkahengerek beépítése. Költségcsökkentés céljából megfelelő piackutatást követően javasolt lehet a jelenleg alkalmazott, piacvezető vállalatok által biztosított, a gépbiztonságot közvetlenül nem befolyásoló alkatrészeket összemérni más elérhető, anyagilag kedvezőbb alternatívákkal is.

4. Összefoglalás

Szakdolgozatom a Sőregi Mester Kft. asztalosüzemének igényeire szabott pneumatikus keretprés pneumatikus és elektromos rendszerének tervezési folyamatát mutatja be az olvasó számára. Rövid áttekintést adva a pneumatika és faipar fejlődéséről, a jelen és jövő kihívásairól. A dolgozat érdemi részében a prés pneumatikus munkavégző körének és annak elektromos vezérléstechnikájának megtervezése kerül részletezésre, továbbá információt kaphat az olvasó a jelenkorban érvényes gépbiztonsági elvárásokról és az ehhez kapcsolódó kockázat értékelésének módszereiről és az ennek következtében alkalmazott kockázatsökkentési intézkedésekről.

Különösen fontosnak éreztem a téma jelentőségét a vállalatra nézve, mivel a megnövekedett vevői igények miatt szükségessé válik a termelékenység növelése. Ezt egy új prés üzembe helyezésével kívánják elérni, amely lehetőséget ad párhuzamos munkavégzésre. A piacon elterjedt nagyteljesítményű hidraulikus présekkel szemben számos előnyét láttam, egy kisebb teljesítményű, pneumatikus elven működő keretprés megtervezésének, amelyet akár más faipari vállalkozások is hasznosítani tudnának. A szabványos pneumatikus munkahengerekkel megvalósítható a szükséges nyomóerő kifejtés, az üzemben rendelkezésre álló sűrítettlevegő rendszer, kellő rugalmasságot ad a berendezés elhelyezésének szempontjából és szükségtelenné teszi külön kompresszor beépítését.

A rendszer tervezéséhez, a működés szimulálásához és a gépbiztonság dokumentálásához az iparban előszeretettel alkalmazott segédprogramokat használtam. Amelyek segítségével meggyőződhettem a tervezett rendszer megfelelő működéséről.

Meggyőződésem, hogy az elkészített szakdolgozat által megszerzett elméleti és gyakorlati tapasztalataimat, a jövőben is lesz lehetőségem kamatoztatni, mivel a pneumatika kiemelt jelentőségű lesz az Ipar 4.0 térhódítása során, amelynek szerves részét képezik a hagyományos pneumatikus rendszerekre épülő fejlett vezérléstechnikai megoldások.

5. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Varga Vilmos
A Hallgató Neptun kódja: Q8XJWX
A dolgozat címe: Pneumatikus keretprés tervezése
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Mechatronika Tanszék

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

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

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

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

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

Kelt: 2023. május 02.

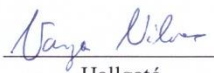

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2023. május 02.


Hallgató

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Varga Vilmos (hallgató Neptun azonosítója: Q8XJWX) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023. május 02.



Belső konzulens

6. Irodalomjegyzék

- Bakó K. S. – Kirják I. – Kurusa J. (2020): Irányítástechnikai- és pneumatikai ismeretek, Budapest, Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 334 p., 213,
- Bolla Gy. (2006, szerk.): Bevezetés az elektropneumatikába, Budapest, Festo Kft., 78 p., 54-55,
- Dimitrios R. (2015): Pneumatika – Elektropneumatika – Rendszertechnika, Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 140 p., 8-9, 64
- Elek I. – Hudáky J. (1979): Az ipari pneumatika alapjai, Budapest, Interpress Kiadó és Nyomda Vállalat, 211 p., 9-10,
- Ferenczi I. (2018): Automatizálási alapismeretek, Nyíregyháza, Nyíregyházi Egyetem, 80 p., 40,
- Ford M. (2017): Robotok kora – Milyen lesz a világ munkahelyek nélkül?, Budapest, HVG Kiadó Zrt., 352 p., 14-17,
- Forgó Z. (2009): Bevezetés a mechatronikába, Kolozsvár, Erdélyi Múzeum-Egyesület, 204 p., 137,
- Földi L. J. – Berencsi B. (2022): Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében, Budapest, Magyar Mérnöki Kamara, 279p, 10-105,
- Hasebrink J. K. – Kobler R. (1977): Vezérléstechnika 1. – A pneumatika és az elektropneumatika alapjai, Budapest, Kohó- és Gépipari Tudományos Műszaki Tájékoztató Intézet, 215 p., 53,
- Jaksa I. (1988): Pneumatika gyakorlati alkalmazása, Gödöllő, ATE Oktatástechnikai Osztály Sokszorosító Üzem, 67 p., 12,
- Krivts I. L. – Krejnin G. V. (2006): Pneumatic Actuating Systems for Automatic Equipment – Structure and Design, London, Taylor & Francis Group LLC, 345 p., 241,
- Meixner H. – Kobler R. (1979): Bevezetés a pneumatikába, Budapest, Kohó- és Gépipari Tudományos Informatikai és Ipargazdasági Központ, 201 p., 7,
- Meixner H. (1976): Pneumatikai készülékek és berendezések karbantartása, Budapest, KG-Informatik Nyomda, 243 p., 10-20,
- Smetana C. (1975): Zaj-és rezgésmérés, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 222 p., 67, 156-157,
- Sydorkó Gy. (2008): Fakötések: toldások, keretkötések ábrázolása, Budapest, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 74 p.,

ONLINE HIVATKOZÁSOK

- <https://blog.acdist.com/manufacturing-safety-performance-levels> Letöltés ideje: 2023.04.27.
- Festo Automatika Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. – Bevezetés a Pneumatikába
http://www.sze.hu/~jager/Erzekelok_beavatkozok/Tanuland%c3%b3_anyagok/
Letöltés ideje: 2023.04.27.
- <https://www.gt-engineering.it/en/insights/machinery-safety/stop-functions/> Letöltés ideje: 2023.04.27.
- <https://www.iso.org/standard/51528.html> Letöltés ideje: 2023.04.27.
- <https://www.iso.org/standard/69883.html> Letöltés ideje: 2023.04.27.
- <https://machinerysafety101.com/2017/01/30/iso-13849-analysis-part-3/> Letöltés ideje: 2023.04.27.
- Trimantec - Pneumatic Systems & Components: An Industrial Guide
<https://trimantec.com/blogs/t/pneumatic-components-industrial-guide> Letöltés ideje: 2023.04.27.

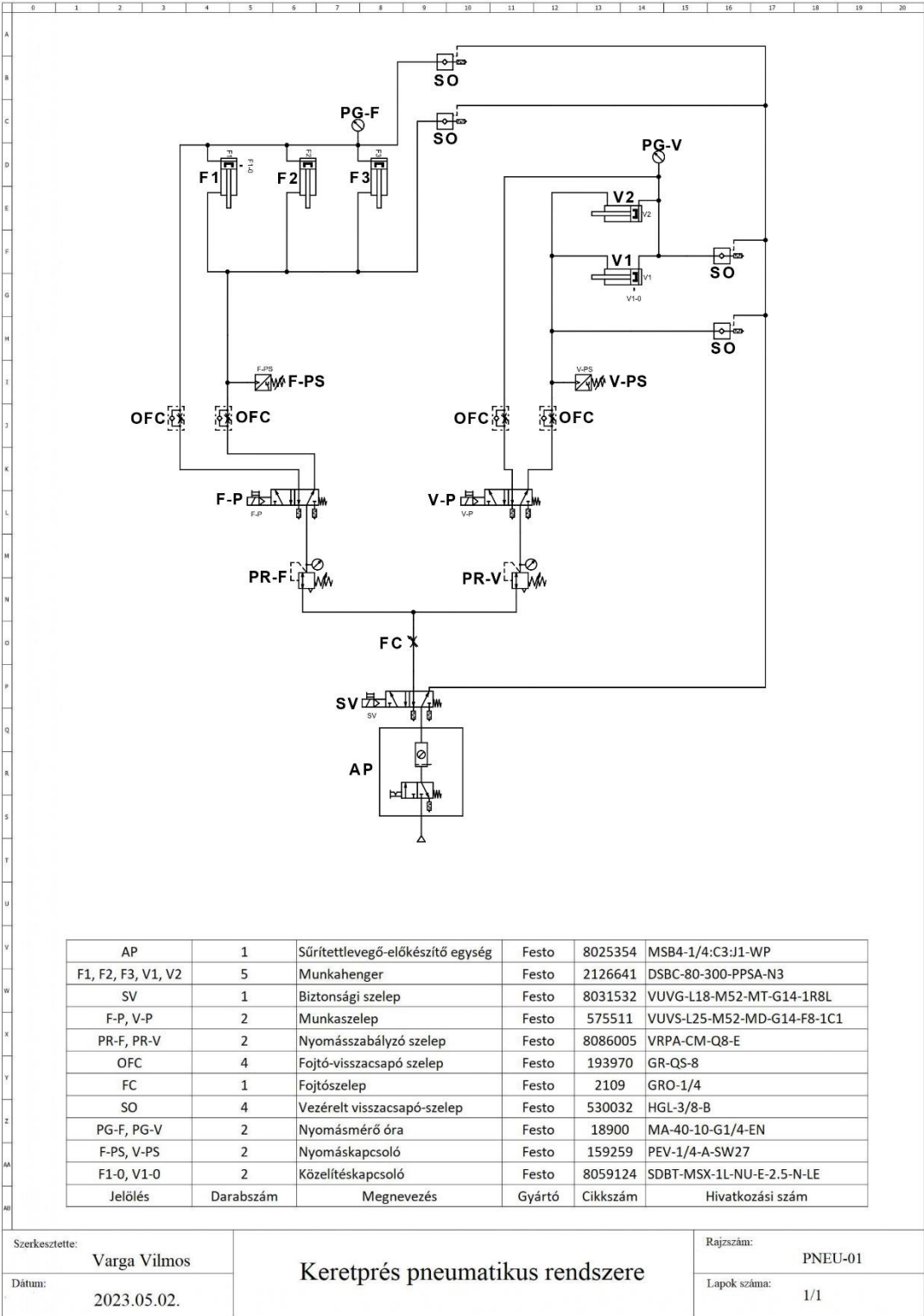
7. Ábrajegyzék

1. ábra PLC programnyelvek csoportosítása	15
2. ábra Fakötések típusai.....	19
3. ábra Pneumatikus keretprés terv	20
4. ábra Kockázatértékelés	21
5. ábra Kézsérülés veszélyét jelző tábla.....	23
6. ábra Pneumatikus rendszer felépítése	25
7. ábra Sűrítettlevegő-előkészítő egység	25
8. ábra Munkahenger	26
9. ábra Biztonsági szelep	26
10. ábra Munkaszelep	27
11. ábra Nyomásszabályozó.....	27
12. ábra Fojtó-visszacsapó szelep	28
13. ábra Fojtószelep	28
14. ábra Vezérelt visszacsapó-szelep	29
15. ábra Nyomásmérő óra	29
16. ábra Nyomáskapcsoló	30
17. ábra Közelítéskapcsoló	30
18. ábra Szimuláció - Tápanyomás engedélyezése	31
19. ábra Szimuláció - Start/Reset gomb megnyomása	32
20. ábra Szimuláció - Munkahengerek véghelyzetben	33
21. ábra Szimuláció - Vészstop gomb benyomva.....	34
22. ábra Elektromos rendszer – Biztonsági kör és nyomógombok.....	36
23. ábra Elektromos rendszer - Függőleges munkahengerek vezérlése	37
24. ábra Elektromos rendszer - Vízszintes munkahengerek vezérlése	37
25. ábra Vészstop gomb	38
26. ábra S1, S2 gomb	38
27. ábra Start/Reset gomb	39
28. ábra Vissza-F, Vissza-V gomb	39
29. ábra F/V gomb	40
30. ábra Biztonsági relé (S/R).....	40
31. ábra Relé 2 kontaktussal	41
32. ábra Relé 4 kontaktussal	41
33. ábra Tápegység	41
34. ábra Tápfeszültség bekapcsolva, alapállapot	42
35. ábra Start/Reset gomb megnyomva, munkahengerek kivezérelve	43
36. ábra Vészstop gomb megnyomva, munkahengerek kint	45
37. ábra Vezérlőpanel kialakítása 38. ábra p-F diagram	46
39. ábra Elvárt biztonsági szint.....	48
40. ábra Teljesítményszintek	49
41. ábra Vészstop alrendszer	49
42. ábra Kétkezes indítás alrendszer.....	50
43. ábra Alrendszerek struktúrája	51

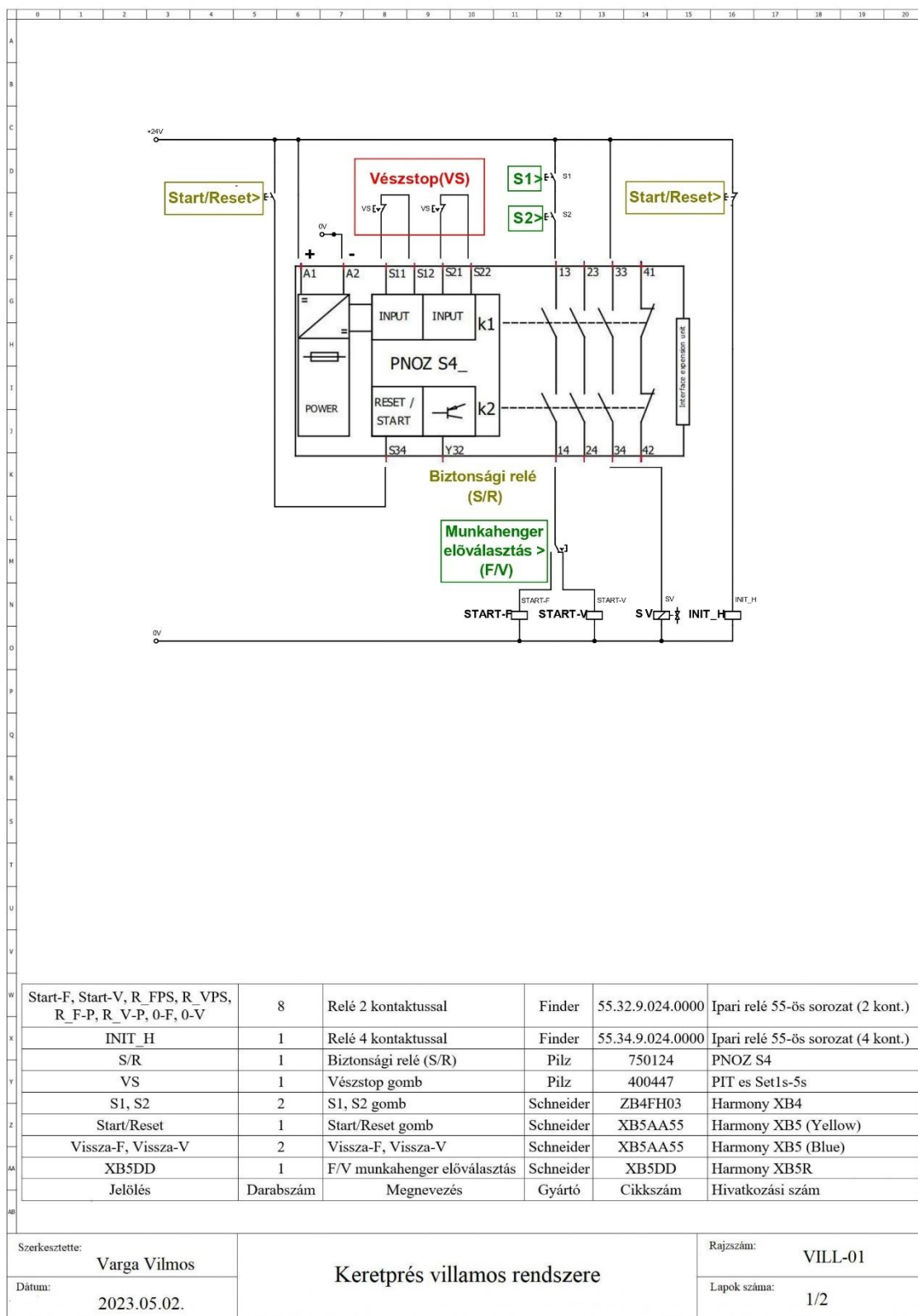
1. táblázat A vállalkozás főbb referenciái.....	6
2. táblázat Kockázatelemzés eredményei	22
3. táblázat Pneumatikus elemek listája	24
4. táblázat Elektromos elemek listája.....	36
5. táblázat Gépbiztonsági vizsgálat eredményei	52

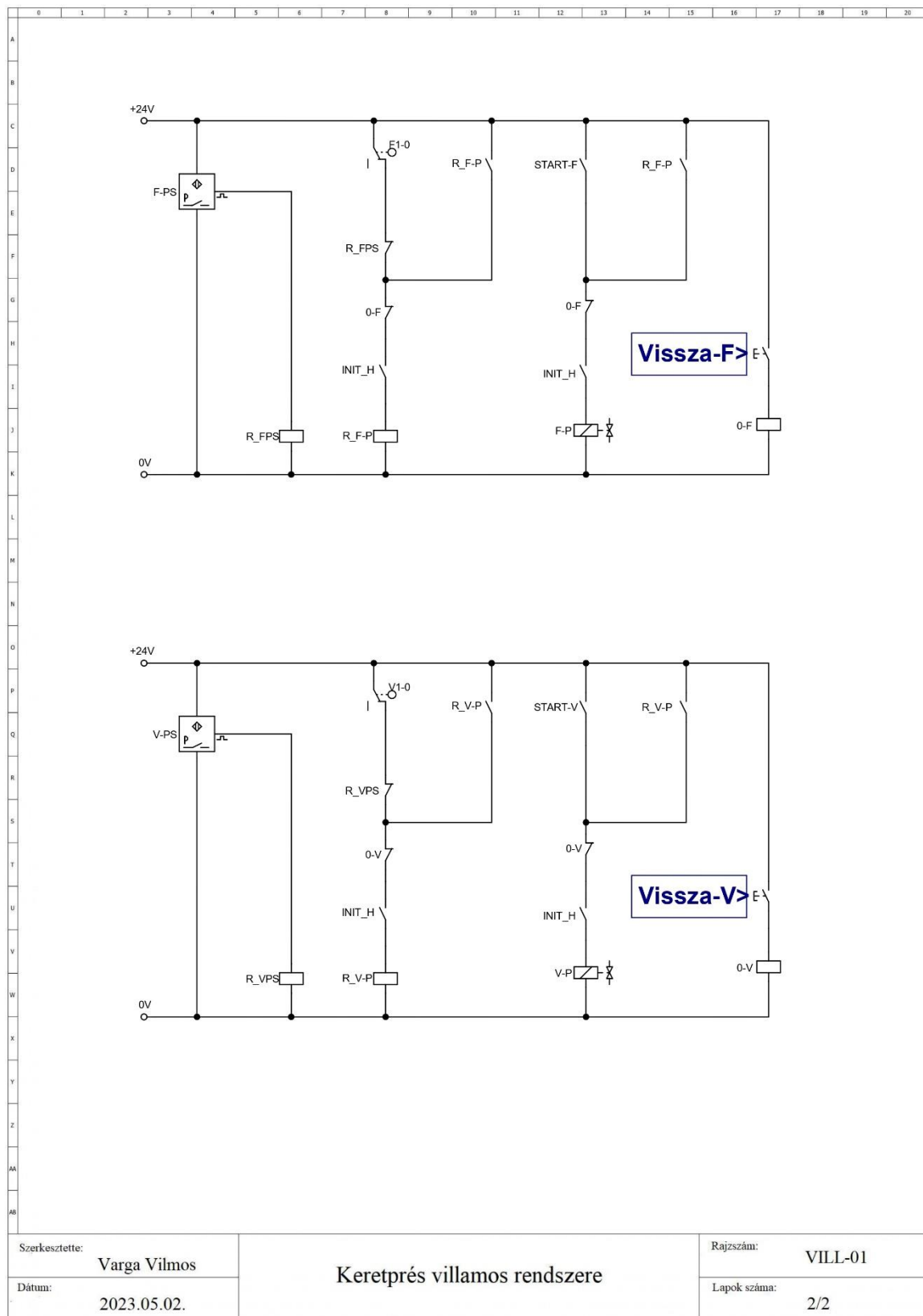
8. Mellékletek

8.1 Keretprés pneumatikus rendszere



8.2 Keretprés villamos rendszere





8.3 Biztonsági funkciók verifikálása – SISTEMA riport

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

PR Project name: KERETPRÉS

Project file name:	C:\Users\langa\OneDrive\Asztali gép\SISTEMA funkciók\Varga Vilmos.ssm
Creation date:	04/05/2023 09:41:40
Project status:	Done
Project number:	
Project version:	
Authors:	Varga Vilmos
Project managers:	
Inspectors:	
Dangerous point/machine:	
Documentation:	
Document:	
Version of software:	2.0.8 build 4
Version of standard:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7
Options:	☒ Use DC intermediate levels for calculation of PFHD (more precise) ☐ MTTFD capping for category 4 lower from 2500 to 100 years.
Status:	green
Note:	There are no warnings listed for this project (or it's subordinate basic elements).

Print options

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

Contained safety functions

SF Name: Vészleállítás			
Required: PLr c	Reached: PL c	PFHD [1/h]: 1,1E-6	Status: green
SF Name: Kétkezes indítás			
Required: PLr c	Reached: PL c	PFHD [1/h]: 2,3E-6	Status: green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

Safety function: Vészleállítás

Identifier of the Safety function:

Safety function type: Emergency stop function

Triggering event: Vészleállító gomb megnyomása

Reaction and Behaviour on power failure: Hajtóelemek energiaellátásának azonnali megszüntetése

Safe state: Nincs mozgás, nyomásmentes

Operation mode: minden

Demand rate: 86400 sec

Running-on time:

Priority:

Documentation:

Document:

Required Performance Level Safety function

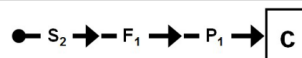
PLr (by risk graph): c

Severity of injury (S): False Serious (normally irreversible) injury or death

Frequency / exposure times to hazard (F): Seldom to less often / exposure time is short

Possibility of avoiding (P): Possible under specific conditions

Risk graph:



Documentation:

Document:

Performance Level Safety function

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

Status / Messages Safety function

Status: green

Subsystems (1 / 3)

 Name: Vészstop kapcsoló

Reference designator: VS

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: PILZ

Device Identifier: 400447

Device group: PITestop-Sets

Part number: 400447

Revision: 1.0

Function:

☒ Input
☐ Output

☐ Logic
☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Vészleállítás

Use case:	Sensor Zweikanalig - Allgemeine Verwendung -
Description of the use case:	
<i>Documentation Subsystem</i>	
Documentation:	https://www.pilz.com/en-ES/eshop/Operating-and-monitoring/Control-and-signal-devices/PITestop-emergency-stop-pushbuttons/PITestop-s ets/PIT-es-Set1s-5-s/p/400447/pdf
Document:	
<i>Performance Level Subsystem</i>	
PL determination:	Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg
Software suitable up to PL:	n.a.
PL requirements:	fulfilled
The PL shall be determined by the estimation of the following aspects:	- Behaviour of the safety function under fault conditions (see clause 6) [fulfilled] - safety-related software according to clause 4.6 or no software included [fulfilled] - systematic failure (see Annex G) [fulfilled] - Ability to perform a safety function under expected environmental conditions [fulfilled]
Reached PL: e	PFHD [1/h]: 9,1E-10
Documentation:	
<i>Category Subsystem</i>	
Cat.:	4
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	- Accordance with relevant standards to withstand the expected influences. [fulfilled] - Basic safety principles are being used. [fulfilled] - Well-tried safety principles are being used. [fulfilled] - A single fault tolerance and reasonable fault detection are given. [fulfilled] - Accumulation of faults does not lead to a loss of the safety function. [fulfilled] - MTTFD is at least High. [fulfilled] - DCavg is at least High; [fulfilled] - The achieved score of the CCF-rating is at least 65. [fulfilled]
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	
<i>MTTFD and Mission time Subsystem</i>	
MTTFD [a]:	2500 (High)
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

Safety function: Vészleállítás

Diagnostic coverage Subsystem

DCavg [%]:	99 (High)
------------	-----------

Common cause failure Subsystem

CCF Points:	70 (fulfilled)
-------------	----------------

CCF Measures:

- Separation / Segregation (15 Points)
Physical separation between signal paths, for example:
 - separation in wiring/piping;
 - detection of short circuits and open circuits in cables by dynamic test;
 - separate shielding for the signal path of each channel;
 - sufficient clearances and creepage distances on printed-circuit boards.
- Design / application / experience (5 Points)
Components used are well-tried.
- Design / application / experience (15 Points)
Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, over-temperature, etc.
- Environmental (25 Points)
For electrical/electronic systems, prevention of contamination and electromagnetic disturbances
(EMC) to protect against common cause failures in accordance with appropriate standards (e.g. IEC 61326-3-1).
Fluidic systems: filtration of the pressure medium, prevention of dirt intake, drainage of compressed air, e.g. in compliance with the component manufacturers' requirements concerning purity of the pressure medium.
NOTE For combined fluidic and electric systems, both aspects should be considered.
- Environmental (10 Points)
Other influences
Consideration of the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards).

Documentation:

Document:

Status / Messages Subsystem

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

Channels / Test channels (1 / 2)

 Name: Channel 1

MTTFD [a]: 2500

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Vészleállítás

Blocks (1 / 1)

BL Name: PIT es Set/1

Reference designator: Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Pilz

Device Identifier: 400447 V1.3

Device group: PITestop - Sets

Part number: 400447 Revision: 1.3

Function: ☒ Input ☐ Logic
☐ Output ☐ unknown

Technology: electromechanic

Category: -

Use case: Sensor | Zweikanalig | - | Allgemeine Verwendung | -

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation: Not-Halt-Taster

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 12000 (High)

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

B10D [cycles]: 104000 nop [cycles/a]: 87

Nop parameter: Days: 260 Hours: 8 Seconds: 86400

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure: Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Channels / Test channels (2 / 2)

CH Name: Channel 2

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Vészleállítás

MTTFD [a]: 2500

Blocks (1 / 1)

BL Name: PIT es Set/1

Reference designator:

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

Pilz

Device Identifier:

400447 V1.3

Device group:

PITestop - Sets

Part number: 400447

Revision: 1.3

Function:

☒ Input
☐ Output

☐ Logic
☐ unknown

Technology:

unknown

Category:

-

Use case:

Sensor | Zweikanalig | - | Allgemeine Verwendung | -

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation:

Not-Halt-Taster

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 12000 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 104000

nop [cycles/a]: 87

Nop parameter:

Days: 260

Hours: 8

Seconds: 86400

Documentation:

Diagnostic coverage Block

DC [%]: 99 (High)

Measure:

Cross monitoring of input signals and intermediate results within the logic (L), and temporal and logical software monitor of the program flow and detection of static faults and short circuits (for multiple I/O) (Input devices) (99 %)

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Vészleállítás

Subsystems (2 / 3)

SB Name: PNOZ s4

Reference designator: S/R

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Pilz

Device Identifier:

750104 V1.0

Device group:

Überwachung von Not-Halt, Schutztüren, Lichtschranken

Part number: 750104

Revision: 1.0

Function:

☐ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

Use case:

Logikfunktion | Zweikanalig | Relaisausgang | Verzögerung, keine | -

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

<https://www.pilz.com/en-ES/eshop/Operating-and-monitoring/Control-and-signal-devices/PITestop-emergency-stop-pushbuttons/PITestop-s ets/PIT-es-Set1s-5-s/p/400447/pdf>

https://www.pilz.com/download/open/PNOZ_s4_Operat_Man_21396-EN-20.pdf

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

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

PL: e

Software suitable up to PL: n.a.

Reached PL: e

PFHD [1/h]: 2,3E-9

Documentation:

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

Category Subsystem

Cat.:

4

Category requirements:

fulfilled

Requirements of the Category:

Since the category is given by the manufacturer he is responsible to satisfy the requirements.

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

Status / Messages Subsystem

Status:

green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Vészleállítás

Subsystems (3 / 3)

SB Name: Pneumatikus alrendszer

Reference designator: SV

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

FESTO

Device Identifier:

VUVG-L18-M52-MT-G14-1R8L

Device group:

Ventile und Ventilbaugruppen

Part number: 8031532

Revision: 1.0

Function:

☐ Input
☒ Output

☐ Logic
☐ unknown

Use case:

Ventile und Ventilbaugruppen

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Weitere Informationen:

Online Datenblatt:

https://www.festo.com/cat/de_de/DKI3WebDataSheet.asp?part=8031531

Online Datenblatt Produktzuverlässigkeit:

https://www.festo.com/eap/de_de/ReliabilityDatasheet/start.do?partno=8031531

Supportportal:

https://www.festo.com/net/de_de/SupportPortal/default.aspx?q=8031531&tab=3

Document:

Performance Level Subsystem

PL determination:

Determine PL/PFHD from Category, MTTFD and DCavg

Software suitable up to PL:

n.a.

PL requirements:

fulfilled

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

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

Reached PL: c

PFHD [1/h]: 1,1E-6

Documentation:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Vészleállítás

Category Subsystem

Cat.:	1
Category requirements:	fulfilled
Requirements of the Category:	- Accordance with relevant standards to withstand the expected influences. [fulfilled] - Basic safety principles are being used. [fulfilled] - Well-tried components are being used. [fulfilled] - Well-tried safety principles are being used. [fulfilled] - MTTFD is at least High. [fulfilled]
Documentation:	
Source (e.g. standard) Category:	
File:	

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]:	100 (High)
Mission time [a]: 20	Shortest mission time [a]: 20

Status / Messages Subsystem

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

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 1)

BL Name: 5/2-es monostabil szelep

Reference designator: SV	Inventory number:
Device details Block	
Device Manufacturer:	FESTO
Device Identifier:	vuvg-l-18-m52-mt-g14-1R8
Device group:	valves
Part number: 8031532	Revision:
Function:	☐ Input ☐ Logic ☒ Output ☐ unknown
Technology:	pneumatic
Category:	1
Use case:	Ventile und Ventilbaugruppen
Description of the use case:	

Documentation Block

Documentation:	Weitere Informationen:
----------------	------------------------

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

Safety function: Vészleállítás

Documentation:

Online Datenblatt:
https://www.festo.com/cat/de_de/DKI3WebDataSheet.asp?part=8031531

Online Datenblatt Produktzuverlässigkeit:
https://www.festo.com/eap/de_de/ReliabilityDatasheet/start.do?partno=8031531

Supportportal:
https://www.festo.com/net/de_de/SupportPortal/default.aspx?q=8031531&tab=3

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 6923076,9 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10 [cycles]: 30000000

RDF [%]: 50

B10D [cycles]: 60000000

nop [cycles/a]: 87

Nop parameter:

Days: 260

Hours: 8

Seconds: 86400

Documentation:

Status / Messages Block

Status:

green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

Safety function: Kétkezes indítás

Identifier of the Safety function:

Safety function type: Other safety-related function on drive

Triggering event: Nyomógombok felengedése

Reaction and Behaviour on power failure: SDI - mozgáirány visszafordítása

Safe state: Munkahenger alaphelyzetben

Operation mode: mind

Demand rate: 10 min (600 sec)

Running-on time:

Priority:

Documentation:

Document:

Required Performance Level Safety function

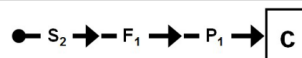
PLr (by risk graph): c

Severity of injury (S): False Serious (normally irreversible) injury or death

Frequency / exposure times to hazard (F): Seldom to less often / exposure time is short

Possibility of avoiding (P): Possible under specific conditions

Risk graph:



Documentation:

Document:

Performance Level Safety function

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

Status / Messages Safety function

Status: green

Subsystems (1 / 2)

 Name: Elektromos alrendszer

Reference designator:

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer:

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☒ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

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

Software suitable up to PL: n.a.

PL requirements: fulfilled

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

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

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

Documentation:

Category Subsystem

Cat.: 1

Category requirements: fulfilled

Requirements of the Category:

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

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 100 (High)

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

Status / Messages Subsystem

Status: green

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 4)

BL Name: Nyomógomb 1

Reference designator: S1

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Schneider

Device Identifier: Harmony XB4

Device group: Button

Part number: ZBFH03

Revision: 1.0

Function:

☒ Input

☐ Logic

☐ Output

☐ unknown

Technology: electromechanic

Category: 1

Use case: Button

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation: <https://www.se.com/ww/en/product/download-pdf/ZB4FH03>

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4006,4 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 5000000

nop [cycles/a]: 12480

Nop parameter: Days: 260

Hours: 8

Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (2 / 4)

BL Name: Nyomógomb 2

Reference designator: S2

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Schneider

Device Identifier: Harmony XB4

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

Device group:	Button		
Part number: ZBFH03	Revision: 1.0		
Function:	☒ Input ☐ Output	☐ Logic ☐ unknown	
Technology:	electromechanic		
Category:	1		
Use case:	Button		
Description of the use case:			

Documentation Block

Documentation: <https://www.se.com/ww/en/product/download-pdf/ZB4FH03>

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 4006,4 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 5000000

nop [cycles/a]: 12480

Nop parameter: Days: 260

Hours: 8

Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (3 / 4)

BL Name: RELÉ

Reference designator: START-F

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Finder

Device Identifier: Series 55

Device group: Relay

Part number: 55.32.9.024.0000

Revision:

Function: ☐ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

Technology: electromechanic

Category: 1

Use case: Relay

Description of the use case:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

Documentation Block

Documentation: https://cdn.findernet.com/app/uploads/2021/07/07105901/UKC_A_55_Issue1.pdf

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 16025,6 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 20000000

nop [cycles/a]: 12480

Nop parameter: Days: 260

Hours: 8

Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (4 / 4)

BL Name: RELÉ

Reference designator: START-V

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: Finder

Device Identifier: Series 55

Device group: Relay

Part number: 55.32.9.024.0000

Revision:

Function:

☐ Input
☐ Output

☒ Logic
☐ unknown

Technology: electromechanic

Category: 1

Use case: Relay

Description of the
use case:

Documentation Block

Documentation: https://cdn.findernet.com/app/uploads/2021/07/07105901/UKC_A_55_Issue1.pdf

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 16025,6 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10D [cycles]: 20000000

nop [cycles/a]: 12480

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

Nop parameter: Days: 260 Hours: 8 Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Subsystems (2 / 2)

SB Name: Pneumatikus alrendszer

Reference designator:

Inventory number:

Device details Subsystem

Device Manufacturer: FESTO

Device Identifier:

Device group:

Part number:

Revision:

Function:

☐ Input
☒ Output

☐ Logic
☐ unknown

Use case:

Description of the
use case:

Documentation Subsystem

Documentation:

Document:

Performance Level Subsystem

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

Software suitable up to PL: n.a.

PL requirements: fulfilled

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

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

Reached PL: c

PFHD [1/h]: 1,1E-6

Documentation:

Category Subsystem

Cat.: 1

Category requirements: fulfilled

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

Requirements of the Category:

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

Documentation:

Source (e.g. standard) Category:

File:

MTTFD and Mission time Subsystem

MTTFD [a]: 100 (High)

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

Status / Messages Subsystem

Status: green

Channels / Test channels (1 / 1)

CH Name: Channel 1

MTTFD [a]: 100

Blocks (1 / 2)

BL Name: 5/2-es szelep

Reference designator: F-P

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer: FESTO

Device Identifier: VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1

Device group: Ventile und Ventilbaugruppen

Part number: 575511

Revision: 1.0

Function:

☐ Input
☒ Output

☐ Logic
☐ unknown

Technology: pneumatic

Category: 1

Use case: Ventile und Ventilbaugruppen

Description of the use case:

Documentation Block

Documentation: <https://www.festo.com/us/en/a/download-document/datasheet/575511>

Document:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

SF Safety function: Kétkezes indítás

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 56089,7 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10 [cycles]: 35000000

RDF [%]: 50

B10D [cycles]: 70000000

nop [cycles/a]: 12480

Nop parameter:

Days: 260

Hours: 8

Seconds: 600

Documentation:

Status / Messages Block

Status: green

Blocks (2 / 2)

BL Name: 5/2-es szelep

Reference designator: V-P

Inventory number:

Device details Block

Device Manufacturer:

FESTO

Device Identifier:

VUVS-L25-M52-MD-G14-F8-1C1

Device group:

Ventile und Ventilbaugruppen

Part number: 575511

Revision: 1.0

Function:

☐ Input

☐ Logic

☒ Output

☐ unknown

Technology:

pneumatic

Category:

1

Use case:

Ventile und Ventilbaugruppen

Description of the use case:

Documentation Block

Documentation:

<https://www.festo.com/us/en/a/download-document/datasheet/575511>

Document:

MTTFD and Mission time Block

MTTFD [a]: 56089,7 (High)

Mission time [a]: 20

Shortest mission time [a]: 20

B10 [cycles]: 35000000

RDF [%]: 50

B10D [cycles]: 70000000

nop [cycles/a]: 12480

Nop parameter:

Days: 260

Hours: 8

Seconds: 600

Documentation:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

Safety function: Kétkezes indítás

Status / Messages Block

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

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



Project name: KERETPRÉS

File date: 07/05/2023 04:59:41 Report date: 2023. 05. 07. Checksum: 143d9f72e65490436e0e73afa53c36c7

EXCLUSION OF LIABILITY

Care has been taken in production of the software SISTEMA, which corresponds to the state of the art. It is made available to users free of charge.

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

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

The IFA undertakes to keep its website free of viruses; nevertheless, no guarantee can be given that the software and information provided are virus-free. The user is therefore advised to take appropriate security precautions and to use a virus scanner prior to downloading software, documentation or information.

CONTACT

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

Name in block letters:

Authors

Inspectors

Date, signature:

Authors

Inspectors