



MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Intelligens palettázó rendszer tervezése

Kavecz Máté és Marinkovics Péter Ádám

5. éves BSc-s mechatronikai mérnök hallgatók

Témavezetők:

Antal Dániel

tanársegéd

Lénárt József

tanársegéd

Robert Bosch Mechatronikai Tanszék

Miskolc, 2012

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	1
2.	Célkitűzés.....	2
3.	Intelligens palettázó rendszer felépítése.....	3
3.1	Pneumatikus adagoló henger és vezérlése	4
3.2	NC lineáris előtoló, pozicionáló szán.....	4
3.2.1	Golyósorsós előtoló szánegység.....	4
3.2.2	Hajtómotor	5
3.3	Pneumatikus megfogó egység.....	6
3.4	Hajtás-vezérlő.....	7
3.5	Fanuc LR Mate 200iC ipari robot	7
3.6	Schunk PG 70 megfogó.....	8
4.	Mechanikai tervezés.....	10
4.1	Felhasznált anyagok	10
4.2	A szán és a megfogó közötti rögzítő lemez.....	10
4.3	Megfogó pofák	11
4.4	Adagoló	11
4.5	Toló villa	13
4.6	Tartólemez.....	13
4.7	Schunk megfogót a robothoz rögzítő lemez.....	14
5.	Pneumatikus rendszer.....	15
5.1	Pneumatikus egységek	15
5.2	Pneumatikus kapcsolási rajz.....	16
5.3	Levegő fogyasztás számítása.....	16
6.	Adagoló egység elhelyezése.....	18
6.1	Az adagoló elhelyezése a megfogóhoz képest	18
6.2	Az adagoló elhelyezése a szánhoz képest	18
7.	Elektronikai tervezés	20
7.1	Kommunikáció	20
7.2	Érzékelők.....	20
8.	Palettázó rendszer felépítése	22
8.1	Palettázási terv.....	22
8.1.1	Paletta elhelyezése.....	22
8.1.2	Paletta kialakítása	23
9.	Programozás	24

9.1	A szán vezérlőprogramja.....	24
9.1.1	Vizualizáció.....	24
9.1.1.1	Üres	25
9.1.1.2	Error	25
9.1.1.3	Robot jel ki	25
9.1.1.4	Robot jel be	25
9.1.1.5	Start	25
9.1.1.6	Betöltés.....	25
9.1.1.7	Lépésenként.....	25
9.1.1.8	Reset.....	25
9.1.1.9	Adagoló-Megfogó Mdb, Munkahenger Be-Ki.....	25
9.1.2	Változók deklarálása	26
9.1.3	Algoritmus.....	27
9.2	Schunk megfogó programozása	29
9.2.1	A feltöltött program.....	30
9.2.2	Megfogó mozgatása a robotról.....	30
9.3	A robot kalibrálása	31
9.4	A robot programozása	32
9.4.1	A programmal szemben támasztott követelmények.....	32
9.4.2	A program működésének főbb lépései	32
9.4.3	A program részletezése	33
10.	Biztonság.....	40
11.	Összegzés	41
12.	Felhasznált irodalom	43
13.	Ábrajegyzék	44
14.	Táblázatjegyzék.....	45
15.	Mellékletek.....	45

1. Bevezetés

A mechatronikát az 1970-es évektől használják az új fejlesztésű intelligens gépekre, berendezésekre, termékekre, amelyek a gépészet, az elektrotechnika-elektronika és az informatika együttműködését úgy valósítják meg, hogy egymás hatását kölcsönösen erősítik.

A lemezjátszótól a hordozható CD-lejátszóig, a kézi sebességváltótól az automata sebességváltóig terjedő sikertörténetek, vagy említhetnénk akár a mindennapossá vált katalizátoros, ABS-el, ESP-vel, ASR-el felszerelt járműveket, auto-fókuszos fényképezőgépeket, automatizált intelligens palettázó rendszereket mind-mind a mechatronikában rejlő fejlesztési képességet igazolják.

Mechatronika jellemzői:

- Sikerpotenciált hordoz magában,
- Komplexitás jellemzi,
- Heterogén rendszereket integrál,
- A gépészet szinergikus integrációja az elektronikával és az információtechnikai (IT) eszközökkel

„Egy tipikus mechatronikai rendszer jeleket fogad, dolgoz fel, majd a jeleket erőkké és mozgásokká alakítva bocsátja ki”. /Schweitzer, G. 1989 / [18]

2. Célkitűzés

A tudományos diákköri dolgozat témája egy intelligens palettázó rendszer és kiszolgálórendszerének tervezése, valamint gyakorlati megvalósítása. A berendezés hűen szimulálja a mechatronikai berendezéseket gyártó cégek hasonló feladatokat megvalósító egységeit, itt egyszerűbb és áttekinthetőbb formában.

A rendszer tervezésénél figyelembe vettük a Robert Bosch Mechatronikai Tanszék adottságait, eszközeit amelyeket a munkánkhoz felhasználni tudtunk.

Az alkalmazott főbb egységek a következők:

- Bosch Rexroth eCKK 110 lineáris szánvezeték, vezérlő és meghajtó fokozat,
- Gimatic pneumatikus megfogó,
- Fanuc LRmate 200iC 6-tengelyes ipari robot,
- iR Vision optikai felismerő rendszer,
- Schunk PG 70 elektronikus megfogó,
- Különböző szenzorok

Ezen részegységekből egyetemi BSc képzésünkön túlmutató komplex mechatronikai rendszer építhető, amely a következő funkciókat valósítja meg.

1. A munkadarabokat a rendszertelen sorrendben tárolás (behelyezés), amelyet az erre a célra tervezett ejtő-tároló valósít meg.
2. A pneumatikus adagoló egy NC lineáris szán segítségével a leválasztott és manipulátorral megfogott munkadarabokat egy 6D-s ipari robot környezetébe szállítja.
3. A robot a beérkezett munkadarabot orientálja, majd egy induktív szenzorhoz viszi válogatási céllal, amely anyagminőség szerint rendezi a darabokat a palettázáshoz. A munkadarabok a palettára sorszám szerint és rendezetten kerülnek be.

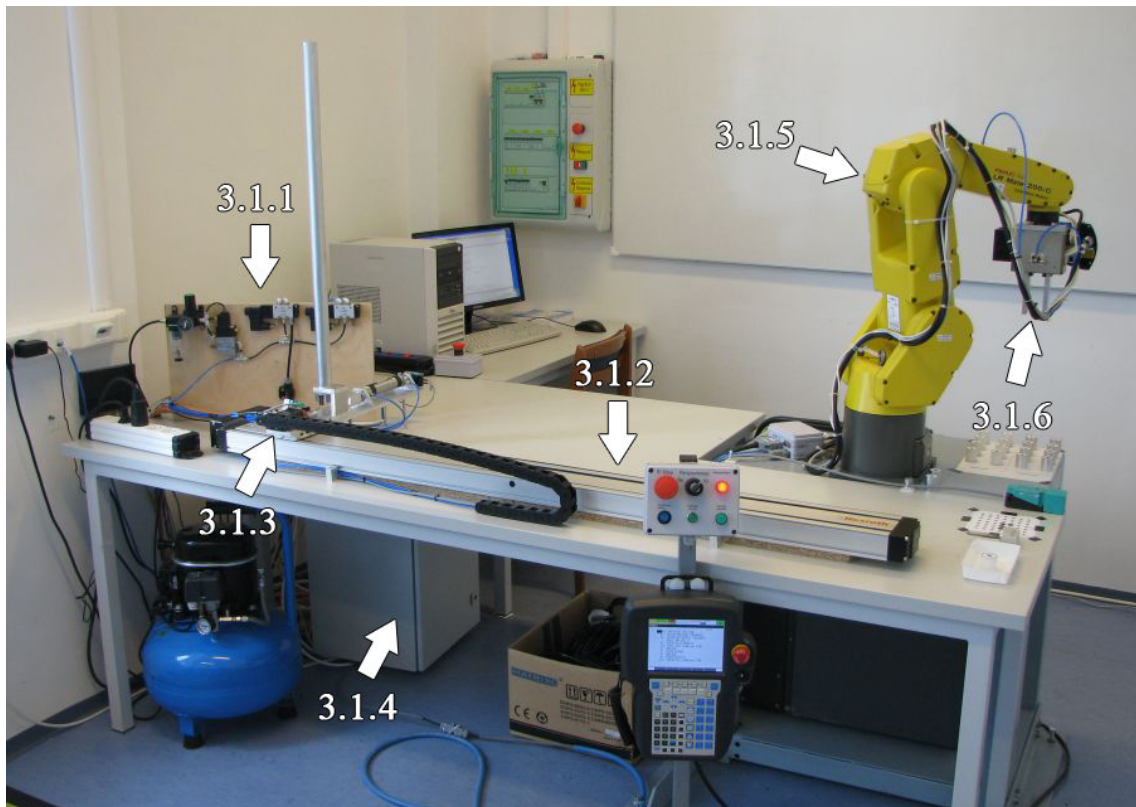
A rendszer kizárja az emberi mulasztásból adódó hibákat is. A robothoz felszereltünk egy a munkatérén kívüli kezelőtáblát, amin elhelyezhető a TeachPendant is, illetve a biztonság miatt egy vészstop gombot és egy optikai szenzorokból álló kaput is a munkatér elé.

Az egységek mechanikai tervezésénél és modellezésénél a Dassault Systèmes által gyártott SolidWorks programot használtuk fel. Ez a programrendszer nagyban megkönnyítette és felgyorsította a további szükséges részegységek tervezését, mind 2D-s, mind 3D-s formában.

3. Intelligens palettázó rendszer felépítése

A termelés meggyorsításának érdekében már a múlt század elején is fontos volt a munkadarabok, szerkezeti egységek automatizált továbbítása. Henry Ford 1913-ban tervezi meg az első futószalagos gyártmány továbbítást, melynek hatására Ford-T modellnek gyártási ideje jelentősen lecsökken. A rendszer lényege, hogy a gyártmányt nem egyesével fix munkaállomásokon szerelik össze, hanem a gyártmány mozgási és állási ciklusok váltogatásával folyamatosan halad a gyáron belül. Így a munkásoknak csak egy-egy részfeladatra kellett koncentrálniuk. [1]

A gyártás azóta sokat változott, de a munkadarab továbbítás elmélete ugyanaz maradt: eljuttatni az alkatrészt A-ból B-be a lehető legkisebb távon és idő alatt a gyáron belül. A munkánkban hasonló ipari feladatszerű megoldást mutatunk be, amelynek fényképét az 1. ábra mutatja.



1. ábra: Intelligens palettázó rendszer fényképe

Az intelligens palettázó rendszer egységeit és elemeit az alábbiakban ismertetjük balról jobbra sorrendben.

3.1 Pneumatikus adagoló henger és vezérlése

A henger feladata a munkadarabok feladása a manipulátorba egy csöves adagolóból. Részletes ismertetését és vezérlését egy későbbi fejezetben mutatjuk be.

3.2 NC lineáris előtoló, pozicionáló szán

A Bosch gyár által eLINE Compact-Modulnak nevezett termék családból az eCKK 110-es - golyósorsós hajtással rendelkező előtoló szánegységet [2] választottuk a célkitűzések megvalósításához. Ez fizikai méreteit tekintve 1500 mm hosszú, 110 mm széles valamint 50 mm magas szerkezet.

Az egység mechanikai felépítését tekintve három fő szerkezeti részre tagolható fel:

- golyósorsós előtoló részegység,
- hajtómotor,
- tengelykapcsoló.

Az NC szán főbb paramétereit az 1. táblázat tartalmazza [2]:

Lökethossz:	1500 mm
Kontroller:	CSH01.1C és HCS02.1E
Maximális terhelhetőség (vízszintes):	30 kg
Ismétlési pontosság:	+/- 0.05 mm
A szán tömege:	16 kg

1. Táblázat: NC szán főbb paramétereit

3.2.1 Golyósorsós előtoló szánegység

A golyósorsó alapvető tulajdonsága az orsó menetének emelkedésétől függ. Nagyobb menetemelkedésnél nagyobb sebességet, gyorsulást és jobb hatásfokot kapunk. Míg kisebb menetemelkedésnél megnő a pozicionálási pontosság és sokkal finomabb mozgás érhető el. A golyósorsó-anya beépítést tekintve két fő típust különböztetünk meg:

- az orsó a hajtott elem, és az anya rögzített; (ez az alkalmazott megoldás)
- az orsó rögzített, és az anya a hajtott elem.

A golyósorsó a hajtott oldalon axiál-radiál csapágyazású a másik végén csak radiális csapágyazású. A csapágyak ferde hatásvonalú golyóscsapágyak [3].

3.2.2 Hajtómotor

A Bosch Rexroth gyártmányú előtoló szánegységen egy MSK 030C típusjelzésű AC szervó motor (2. ábra) található, amely egy 1:1-es hajtóviszonyú fogas-szíj hajtáson keresztül forgatja a golyósorsót.



2. ábra: MSK 030C AC szervomotor

Az AC szervomotor állandó mágnesű szinkron motor, amelyet csak dinamikus üzemmódban működtetünk, amely a hajtás igényünknek megfelel.

A szervomotorral szemben megfogalmazott követelmények az alábbiak:

- széles fordulatszám tartománya legyen ($0-6000 \frac{1}{\text{min}}$),
- túlmelegedés nélkül bírják az extrém alacsony fordulatszámon való folyamatos működést,
- alacsony fordulaton is egyenletes járás,
- a forgásirány könnyű változtathatósága,
- álló állapotában legyen tartó nyomatéka,
- rövid ideig le tudja adni névleges nyomatékának többszörösét.

A szervomotorok mindig szabályozott üzemben működnek, amihez a tengelyükön elhelyezett visszacsatoló berendezések pontos információval szolgálnak a vezérlés felé a motor szögsebességéről és a tengely elfordulási szögéről. Ezzel zárt hurkú szabályozás valósítható meg [4].

3.3 Pneumatikus megfogó egység

Az anyagmegfogó berendezés megvalósításához egy, az Olasz Gimatic® cég által gyártott GS-25 (3. ábra) jelzésű pneumatikus megfogót alkalmaztunk.



3. ábra: GS-25 pneumatikus megfogó

Az iparban számos helyen alkalmaznak pneumatikus, elektro-pneumatikus megfogókat az elektro-mechanikus működtetésű szerkezetek mellett. A levegővel működtetett aktuátorok előnyös tulajdonságai például az [5] irodalom szerint:

- hajtás magas teljesítménysűrűsége,
- az erő és sebesség fokozatmentesen állítható,
- a szerszámok túlterhelés ellen védettek,
- egyszerű felépítés,
- egyszerű karbantartás,
- külső hatásokra kevésbé érzékeny.

A Gimatic megfogó főbb paramétereit az 1. táblázat tartalmazza [19]:

Lökethossz:	14,4 mm
Maximális szorító erő (6 bar):	140 N
Megfogó tömeg:	365 g
Üzemi nyomás tartomány:	2,5 bar – 8 bar
Maximálisan megengedett ujjhossz:	100 mm
Levegő csatlakozás:	M5

2. Táblázat: GS-25 megfogó főbb paramétereit

3.4 Hajtás-vezérlő

A felhasznált szervovezérlő egység, a Bosch Rexroth gyár által forgalmazott Indra Drive hajtás vezérlő család C /compact/ sorozatából származik. A vezérlő két fő egységből áll: egy erősáramú és egy vezérlő egységből. Mindkét egységet szabadon konfigurálhatjuk a nekünk tetsző módon, ill. aszerint, hogy az adott feladat megoldásához milyen tudású beállításokra van szükségünk. A vezérlő egységeket teljesítményük és konfigurációjuk szerint tudjuk megkülönböztetni. Rugalmasságuk révén számos egyedi alkalmazás megvalósítását teszik lehetővé. A választott vezérlő egységek:

- Bosch Rexroth CSH01.1C hajtásvezérlő,
- Bosch Rexroth HCS02.1E-W0012 hajtás erősítő.

3.5 Fanuc LR Mate 200iC ipari robot

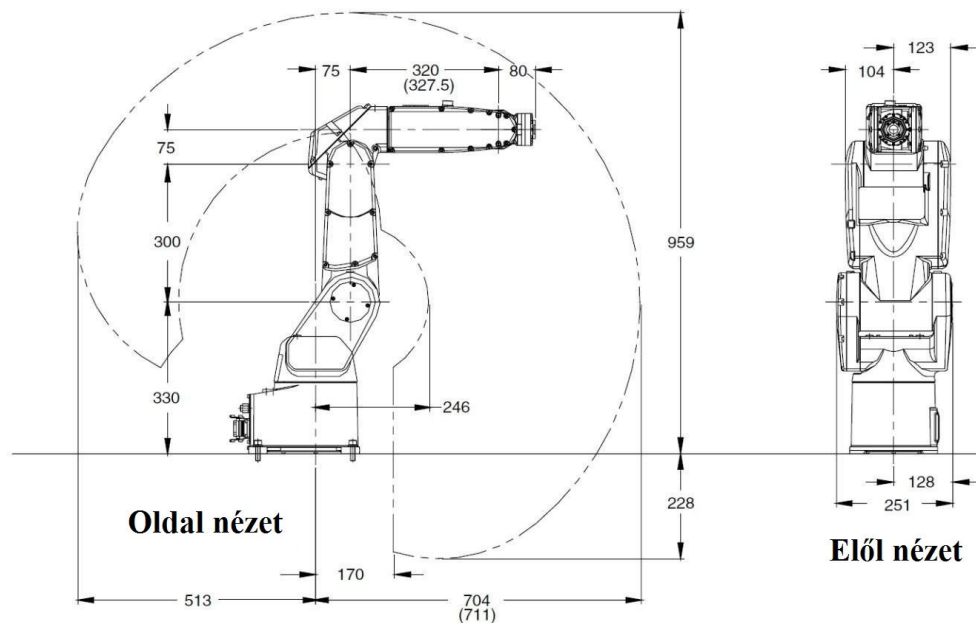
Az LR Mate 200iC 6D-s Fanuc robot az összeszerelő robotok egyik legkisebb tagja. Alkalmas lehet szerelésre, válogatásra, anyagkezelésre, anyagleválasztásra és egyéb műveletekre is. A tanszéken lévő robot rendelkezik egy iR Vision 3DL képalkotó rendszerrel, ami alkalmassá teszi 3D-s munkadarab felismerésére akkor is, ha a munkadarabok helyzete nem teljes pontossággal előre meghatározott helyzetű, vagy palettázásnál valamely szabad tárpozíció megtalálására. A robot negyedik tagján elektromos és pneumatikus csatlakozók találhatók a szerszámok, megfogók vagy egyéb eszközök működtetése számára.

A robot főbb paramétereit az 3. táblázat tartalmazza [6]:

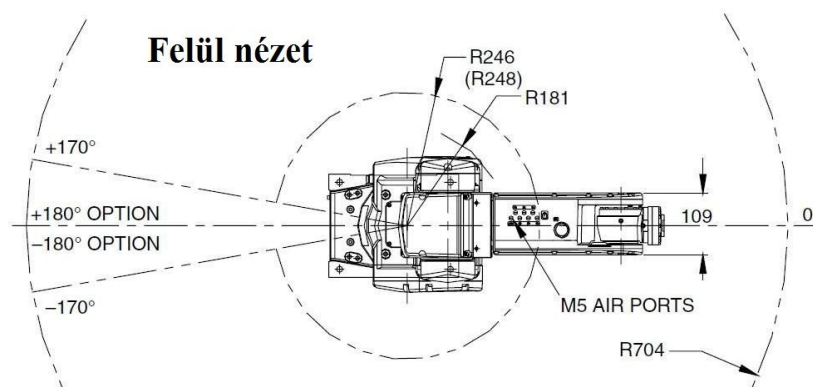
Vezérelt tengelyek száma:	6
Kontroller:	R-30iA Mate
Maximális terhelhetőség a csuklón:	5 kg
Ismétlési pontosság:	+/- 0.02 mm
A robot tömege:	27 kg
A robotkar maximális kinyúlása:	704 mm
IP védettség:	IP67

3. Táblázat: Fanuc LR Mate 200iC robot főbb paramétereit

A robot főbb méreteit és a munkaterét, ami a rendszer kialakítása szempontjából alapvető, a 4. és 5. ábra mutatja be.



4. ábra: Főbb méretek oldalról és előlről



5. ábra: Főbb méretek felülről

3.6 Schunk PG 70 megfogó

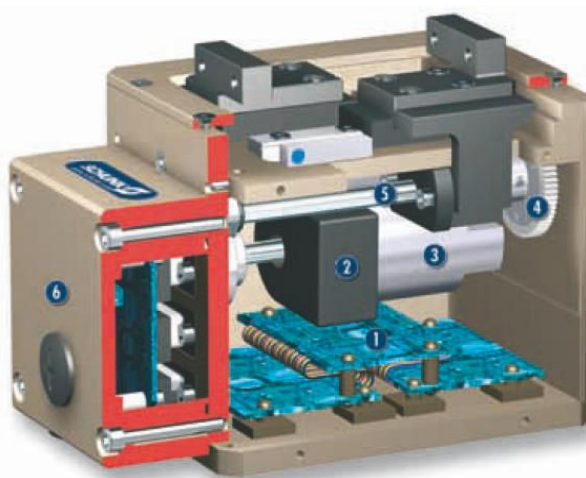
A robotok megfogóinak alkalmazkodniuk kell az általuk kiszolgált technológiai feladathoz, amely szerint pedig lehetnek munkadarab megfogók vagy szerszám megfogók. A megfogás megvalósítható alakzáró vagy erőzáró kapcsolattal. Megfogni lehet szorítópofákkal, ujjakkal és speciális készülékekkel, stb. pl. a [17] irodalom szerint.

A megfogót egy DC szervomotor működteti és egy külön belső vezérlés irányítja. A magasabb szintű külső vezérlőbe (robotvezérlő, PC) már csak a szükséges paraméterek kerülnek át. Ezek a paraméterek lehetnek a pillanatnyi áram, a pofák mozgási sebessége és gyorsulása, valamint a pofák helyzete.

A szervomotoros megfogó főbb paramétereit a 4. táblázat tartalmazza [7]:

Lökethossz:	34 mm
Szorító erő:	30-200 N
Megfogó tömeg:	1,4 kg
Munkadarab ajánlott tömege:	1 kg
Maximálisan megengedett ujjhossz:	140 mm
IP védettség:	IP20
Ismétlési pontosság:	+/-0,05 mm
Maximális sebesség:	85 mm/s
Maximális gyorsulás:	328 mm/s²
Tápfeszültség:	24 V DC
Névleges/maximális áram:	1,4 / 1,8 A
Kommunikáció:	CAN / PROFIBUS / RS232

4. Táblázat: Schunk PG70 főbb paramétereit



6. ábra: A megfogó metszeti képe

A 6. ábra számokkal jelölt egységei:

1. Integrált vezérlő és teljesítmény elektronika a szervó motor számára,
2. Enkóder, a pofa helyzetérzékelése és pozicionálása,
3. Kefe nélküli DC szervó motor,
4. Fogaskerekes erőátvitel a szervomotor tengelyéről,
5. Orsó, a forgó mozgás lineárisá alakítása,
6. Elektromos csatlakozó megfogó az áramellátáshoz és a kommunikációhoz.

4. Mechanikai tervezés

4.1 Felhasznált anyagok

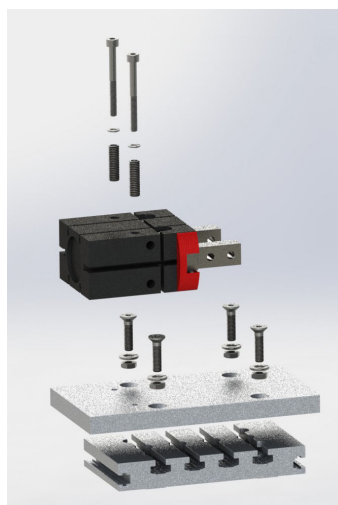
A dolgozatban minden egyes általunk tervezett és legyártott alkatrész, egység 6061-O hőkezelt alumínium ötvözetből készült. Ennek az anyagnak a tulajdonságai megfeleltek az általunk felállított követelményeknek. Kis fajsúlya, könnyű megmunkálhatósága és korrózióállósága, olcsó és könnyű beszerezhetősége kiváltképp vonzó volt számunkra. Az anyag főbb tulajdonságai [8]:

- sűrűség: $2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- szakítószilárdság: 125 MPa
- folyáshatár: 55 MPa

4.2 A szán és a megfogó közötti rögzítő lemez

A rögzítő lemez fő feladata, hogy a pneumatikus megfogót az elektromosan vezérelt szánra épített adapterhez rögzítse (7. ábra). Az adapter a Bosch-Rexroth gyár szabványa szerint készült. Ennek felületére kellett egy olyan lemezt tervezni, amelyre a pneumatikusan működtetett megfogó kerül csavarozásra. Az így kialakított szerkezeti egység először a rátolt hengeres munkadarabot megtartja, majd a megfogó rögzíti.

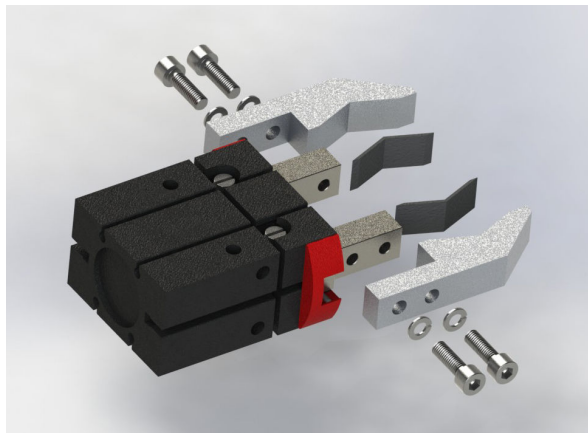
A fő problémát tervezéskor a megfogón átmenő végig menetes furat okozta. A logika azt diktálná, hogy a belevaló M6-os csavart használjunk a rögzítésére, de ezt az egymás alatt lévő két menetes furat miatt nem használhattuk. Ezért döntöttünk az M4-es csavarok és hézagoló perselyek alkalmazása mellett.



7. ábra: Pneumatikus megfogó rögzítése az adapter lemezhez

4.3 Megfogó pofák

A pneumatikusan működtetett manipulátor megfogó pofáit a munkadarabok anyagához és méretéhez kellett tervezni és legyártani. Irányadó volt a munkadarab 27 mm-es átmérő mérete és a műanyag és alumínium alapanyag. A munkadarabok szabatos megfogásához a pofákat 140° -os nyílásszögű szimmetrikus bemunkálással láttuk el (8. ábra), amellyel a munkadarabokat mindig azonos módon lehetett megfogni és a megfelelő helyre pozicionálni, ezzel is egyszerűsítve a palettázó robot munkáját és megkönnyítve a programozást. A pofákat gumi lapokkal vontuk be a munkadarabok felületének védelmére.



8. ábra: Pofák rögzítése a megfogóhoz

4.4 Adagoló

A munkadarabok adagolására egy gravitációs elven működő ejtő tárolót terveztünk. A gravitációs erő csak a munkadarabok folyamatos érkezését hivatott biztosítani, a munkadarabok megvezetését egy vezetőcső végzi. A tár és a megfogó közötti munkadarab adagolást egy pneumatikus munkahenger végzi. A dugattyúrúd végére egy egyedi toló villát terveztünk, amelyet a dugattyúrúd menetes végére rögzítettünk. Ennek feladata kettős: egyrészt a csőben tárolt munkadarab leválasztása, másrészt a munkadarab manipulátorhoz való juttatása. Az adagoló a következő egységekből és elemekből épül fel:

- Ejtőtároló (9. ábra)
 - Alaplemez,
 - Magasságtartó lemez,
 - Oldaltartó lemez,
 - Vezetőcső.

- Munkadarab leválasztó
 - Tartólemez,
 - Munkahenger tartó konzolok,
 - Pneumatikus munkahenger,
 - Toló villa.

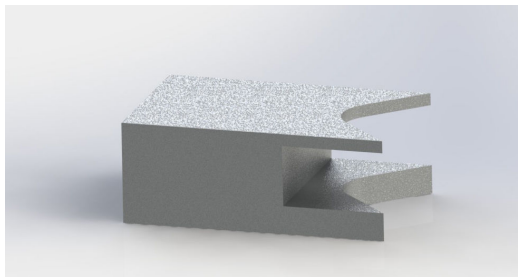
A csöves tároló alaplemezének feladata a teherviselés, valamint a részegységek egymáshoz képesti pozíciójának biztosítása. Ezen helyezkedik el a munkadarabok magasságának megfelelő távtartó lemez, amely a csőtartó lemez vízszintes helyzetét is hivatott biztosítani. Ez tartja a vezetőcsövet a toló villa „V” alakú pofájának helyzetéhez képest és biztosítja a munkadarabok egytengelyűségét. A csőtartó lemezen található egy 32,2 mm átmérőjű átmenő furat, amelybe a 32 mm külső átmérőjű cső csatlakozik. A cső rögzítését a csövet befogó lemez fölhasításával erőzáró kötéssel valósítottunk meg. Ez lehetőséget ad arra, hogy finomhangolással a cső hosszirányú helyzetét (a cső homlokfelülete és a munkadarab felső éle közötti távolságot) be tudjuk állítani és a cső deformációját is elkerüljük. Az adagoló berendezés elhelyezését az alaplemezen elhelyezett 4 db furaton keresztül lehetséges megoldani.



9. ábra: Ejtőtároló felépítése

4.5 Toló villa

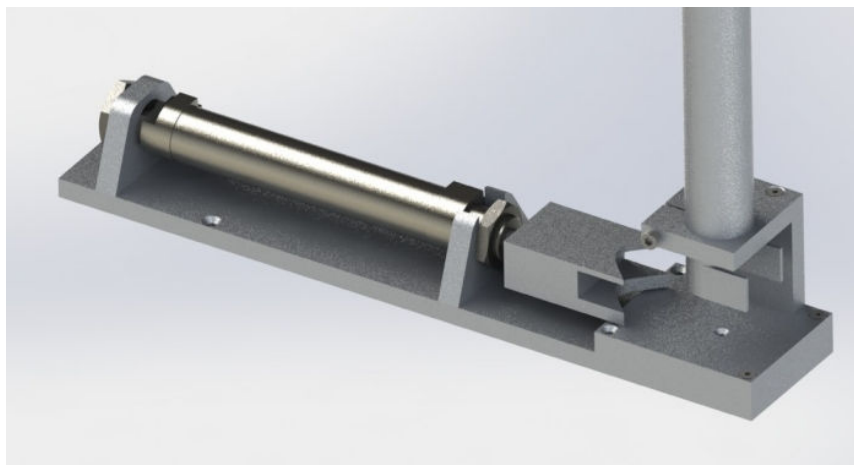
A munkadarab méreteiből, dugattyú lökethosszából, az ejtőtár elhelyezéséből és geometriai adataiból meghatározhatók a villa főbb méretei. A pofa munkadarabbal érintkező felületeinek kialakításánál a cél a munkadarab szabatos adagolása, továbbá kitolt helyzetben a szánon lévő megfogóval való ütközés elkerülése volt. A 10. ábra szerinti kivitel biztosítja, hogy az ütközés mentes munkadarab adagolás mindkét helyen biztosított legyen. A toló villát egy M10×1,25 menetes zsákfurat segítségével lehet a dugattyúrúdhoz rögzíteni.



10. ábra: Toló villa

4.6 Tartólemez

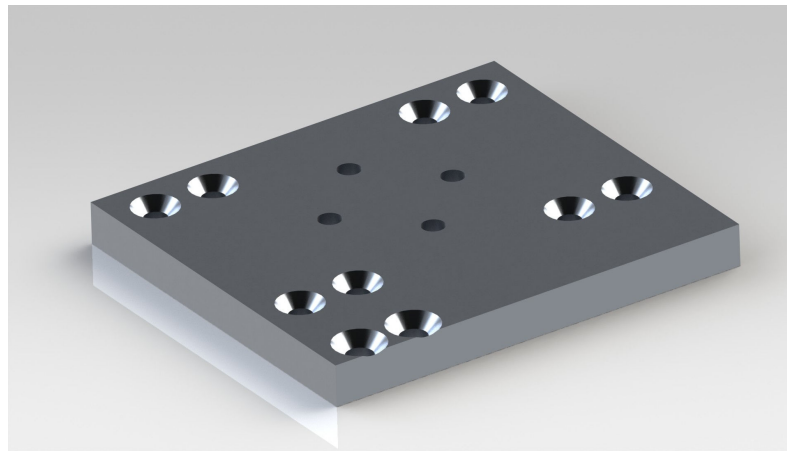
A rendszer megfelelő és fix pozicionálása végett a munkahengert és az ejtőtárolót egy közös alaplemezre helyeztük (11. ábra). A tartólemez tervezésénél figyelembe kellett venni a munkahenger lökethosszát, átmérőjét és a csatlakozók elhelyezkedését, valamint azt is, hogy a toló villa alsó síkja és az alaplemez felső síkja közötti távolságnak legalább 1 mm legyen. A lemezt úgy terveztük meg, hogy a munkahengert axiális irányba állítani lehessen rajta 4 mm-es tartományban a pontos helyzetbeállítás érdekében.



11. ábra: Tartólemezre felszerelt munkahenger és ejtőtároló

4.7 Schunk megfogót a robothoz rögzítő lemez

A Schunk megfogót úgy kell felszerelni, hogy a pofák által megfogott tárgy tengelyvonala koncentrikus legyen a 6. robotcsukló forgástengelyével. A rögzítő konzolra fogtuk föl az iR Vision optikai rendszert is. A kialakítás nem akadályozhatja a megfogót a működésben, de a megfogó sem zavarhatja a kamera látását. Figyelni kellett arra is, hogy a két eszköz csatlakozói és vezetékei egymás mellett elférjenek, ami különösen a kamera csatlakozójánál jelentett gondot. Amiatt, hogy lemezszerű rögzítő konzolt alkalmaztunk, (12. ábra) a csavarok fejét be kellett süllyeszteni, különben a megfogót nem lehetne a lemezre felfektetni a lemezt a robot csuklójához rögzítő csavarok fejétől.



12. ábra: Rögzítő lemez

5. Pneumatikus rendszer

A pneumatikus rendszert egy Condor gyártmányú 50/24-es labor kompresszor látja el táplevegővel. A kompresszor egy beépített levegő előkészítő egységen keresztül kapcsolódik a pneumatikus rendszerhez. A kompresszor maximálisan 50 l/perc levegőszállításra és 8 bar üzemi nyomásra képes.

5.1 Pneumatikus egységek

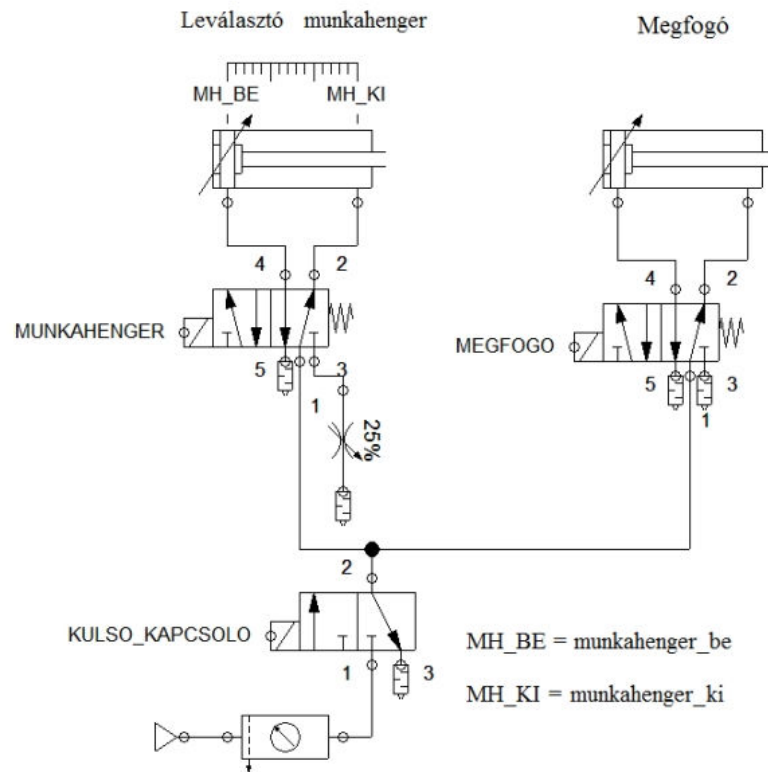
A rendszer működésének engedélyezését egy 3/2-es, alaphelyzetben zárt rugó visszatérítésű elektro-pneumatikus szeleppel végezhetjük kívülről kézzel, egy elektromos kapcsolóval.

A munkahengerek mozgatására 2 darab "AZ pneumatica" olasz cég által gyártott 5/2-es rugó visszatérítéses monostabil útváltó szelepeket alkalmaztunk. A választásunk azért esett erre a szelepre, mivel csak egy vezérlőjel szükséges a PLC-től, így kimenetet tudtuk spórolni a hajtásvezérlőn.

A leválasztó munkahenger a Bosch Rexroth gyár MNI pneumatikus munkahenger családjának "0822334505" típusát használtuk fel, amelynek főbb tulajdonságai [9]:

1. Beépített mágnes a dugattyúban,
2. 25 mm-es dugattyú átmérő,
3. 10 mm-es dugattyúrúd átmérő,
4. 100 mm-es lökethossz.

5.2 Pneumatikus kapcsolási rajz



13. ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz

Pneumatikus kapcsolást (13. ábra) a FluidSim programmal terveztük meg. Az ábrán látszik, hogy a munkadarabot leválasztó előtoló henger működésénél (munkamenetben) a henger sebességét vezérlő fojtást az útváltó szelep után a leszellőző ágba helyeztük el. Erre azért volt szükség, mert a tanszéken megtalálható, oktatásban nem használt anyagok speciális csatlakozóval voltak szerelve. Ezért bár ideiglenes is, de munkaütemben terhelés alatt kell tartani az útváltó szelepet, ezzel csökkentve annak élettartamát. Ipari körülmények között természetesen ezt úgy oldanánk meg, hogy a munkahenger és az útváltó szelep között helyeznénk el a fojtószelepet, és ezzel tehermentesítenénk az útváltót. A kapcsoláson fellelhető címkék: munkahenger_be, munkahenger_ki, munkahenger, megfogó, a PLC programban elhelyezett szenzorok illetve az aktuátorok nevei.

5.3 Levegő fogyasztás számítása

A rendszer levegő fogyasztása folyamatos üzem mellett a legnagyobb. Ezért ilyen igénybevétel esetén számítottuk ki a levegőfogyasztást, amelyre az alábbi képletek használtuk fel [5]:

$$q_{V0} = [(A_D + A_{D-d}) \cdot s + V_T] \cdot n$$

és

$$q_{Vü} = q_{V0} \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_1},$$

ahol:

q_{V0}	$\left[\frac{dm^3}{min} \right]$	térfogatáram 20 °C-on és 1 bar-on
A_D	$[mm^2]$	dugattyúfelület kifelé mozgáskor
A_{D-d}	$[mm^2]$	gyűrűfelület (dugattyúrúd oldali) visszamozgáskor
s	$[mm]$	lökét
V_T	$[mm^3]$	kiegészítő térfogat (veszteségtér)
n	$\left[\frac{1}{min} \right]$	lökét száma/idő
$q_{Vü}$	$\left[\frac{dm^3}{min} \right]$	térfogatáram az üzemi nyomáson
p_1	$[bar]$	üzemi nyomás (hatásos nyomás)
p_0	$[bar]$	légköri nyomás
T_0	$[K]$	viszonyítási hőmérséklet (293 K=20 °C)
T_1	$[K]$	üzemi hőmérséklet

Légfogyasztás a leválasztó munkahengeren:

$$q_{V0(1)} = \left[(490.87 \text{ mm}^2 + 176.71 \text{ mm}^2) \cdot 100 \text{ mm} + 2000 \text{ mm}^3 \right] \cdot 4 \frac{1}{min} = 275032 \frac{mm^3}{min} \approx 0.275 \frac{dm^3}{min}$$

$$q_{Vü(1)} = 0.275 \frac{dm^3}{min} \cdot \frac{3.4 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot \frac{293 \text{ K}}{297 \text{ K}} \approx 0.922 \frac{dm^3}{min}$$

Légfogyasztás a megfogón:

$$q_{V0(2)} = [14000 \text{ mm}^3] \cdot 4 \frac{1}{min} = 56000 \frac{mm^3}{min} \approx 0.056 \frac{dm^3}{min}$$

$$q_{Vü(2)} = 0.056 \frac{dm^3}{min} \cdot \frac{3.4 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot \frac{293 \text{ K}}{297 \text{ K}} \approx 0.188 \frac{dm^3}{min}$$

Az összes levegőfogyasztás folyamatos üzem esetén:

$$q_{Vü} = q_{Vü(1)} + q_{Vü(2)}$$

$$q_{Vü} = 0.922 \frac{dm^3}{min} + 0.188 \frac{dm^3}{min} = 1.11 \frac{dm^3}{min}$$

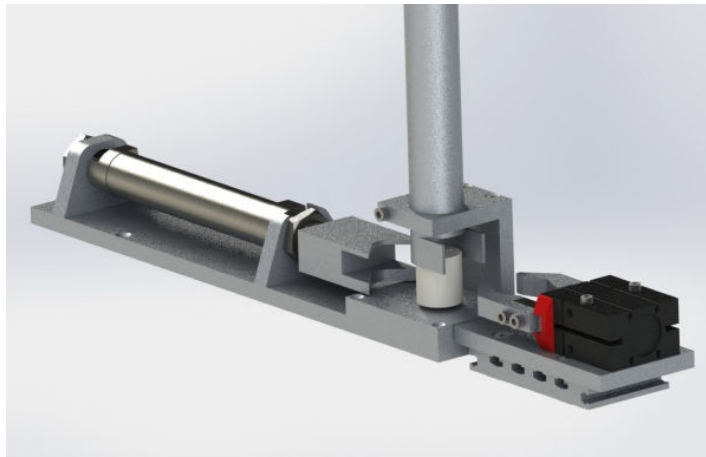
A kapott eredmény jócskán alatt van a Condor laborkompresszor levegőszállítási

képességének amely $50 \frac{dm^3}{min}$.

6. Adagoló egység elhelyezése

6.1 Az adagoló elhelyezése a megfogóhoz képest

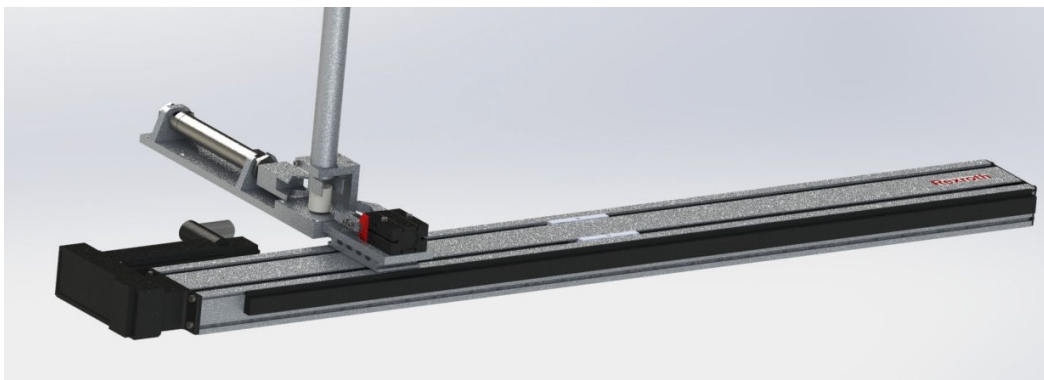
A munkadarab adagolót mindig úgy kell elhelyezni (14. ábra), hogy az adagoló talp felső síkja 1 mm-el magasabban legyen a pneumatikus megfogót rögzítő adapter lemez felső síkjától. Továbbá az adagoló és a megfogót rögzítő talp közötti távolság ne haladja meg a 2 mm-t. Az általunk beállított érték 1 mm, ugyanis így biztosított a munkadarabok zavartalan áthelyezése egyik szerkezetről a másikra



14. ábra Adagoló elhelyezése a megfogóhoz képest

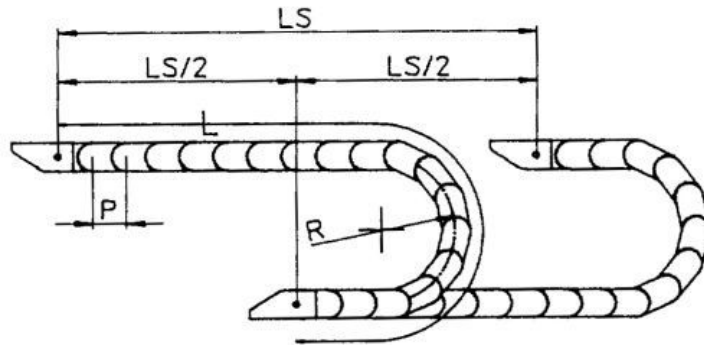
6.2 Az adagoló elhelyezése a szánhoz képest

Az adagolóberendezést a lineáris szánvezeték motoroldalán helyeztük el. (15. ábra) Ennek az elhelyezésnek vannak hátrányos és előnyös tulajdonságai. Hátránya közé sorolható, hogy ebben az adagolási helyzetben nem lehet kihasználni a teljes szán lökethosszt. Nagy előnye viszont az, hogy a mozgó pneumatika és szenzor vezetékek nem haladnak át a szán felett, és így nem akadhatnak bele semmibe. További előny, hogy ez az elrendezés a palettázó robot mozgását nem befolyásolja.



15. ábra: Adagoló elhelyezése a szán mellett

A mozgó pneumatika és szenzor vezetékek egységesítése végett, ill. az esetleges beakadások kockázatát csökkentve, a vezetékeket szabvány energialáncba helyeztük el.



16. ábra: Az energialánc kiválasztáshoz szükséges méretek

Az energialánc (16. ábra) hosszának kiszámítására az alábbi képletet használtuk [10]:

$$L = \frac{LS}{2} + \pi \cdot R + 2 \cdot P$$

L	(mm)	szükséges hossz
LS	(mm)	működési hossz
R	(mm)	minimális rádiusz (specifikus katalógus adat)
P	(mm)	egy szem hossza (specifikus katalógus adat)

$$L = \frac{1500}{2} + \pi \cdot 40 + 2 \cdot 30$$

$$L = 935,6 \text{ mm.}$$

Vásárlásra az 1000 mm-es hosszt választottuk ki, mivel 1 m-es kiszerelésben lehet hozzájutni a CAVOTEC-SR250-40-es energialáncához. Az eltérés nem befolyásolja negatívan a rendszer működését.

7. Elektronikai tervezés

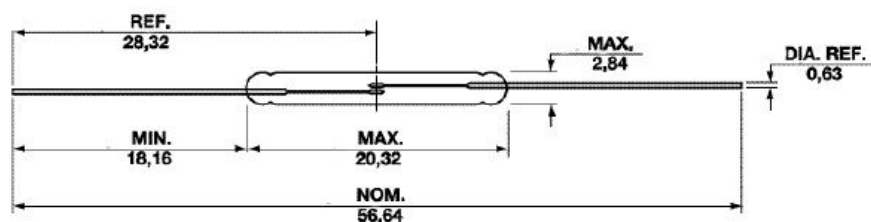
7.1 Kommunikáció

A szán vezérlőjének és a robot közötti kommunikációt 2 db kimenet-bemenet kapcsolattal valósítottuk meg. A két vezérlő azonos 24 V-os jelszinttel működik, ezért szintillesztő kapcsolásra nincs szükség. A kommunikációt egy 9 PIN-es D-Sub csatlakozón keresztül oldottuk meg, ahol 4 PIN-en a kimenetek 4 PIN-en a bemenetek valamint 1 PIN-en a közösített földelés futnak. A közösített földelésre azért volt szükség, hogy az esetleges potenciálkülönbségeket kiküszöböljük.

7.2 Érzékelők

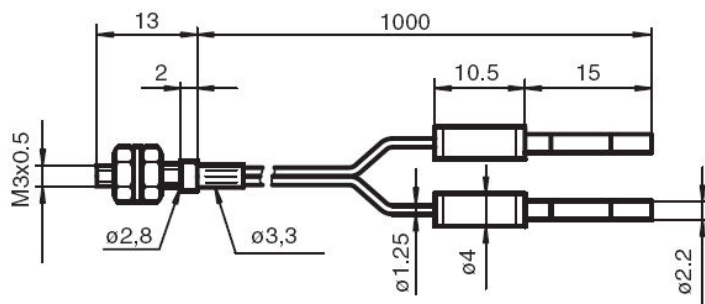
Az NC szán közvetett útmérővel felszerelt, ezért nem tartottuk szükségesnek az adagolónál, ill. a palettázó robotnál a helyzetérzékelést, mivel a szán lökethelyezeteinek programozásával ezt megoldottuk. Veszély esetére a szán fel van szerelve 1-1 db Reed végállás érzékelővel, amely megállítja a hajtást, ha a vontatmány valamiért túlfutna a véghelyezeten.

Az előtoló munkahenger végállapotainak érzékelésére 1-1db Reed érzékelőt (17. ábra) használtunk, amelyre a maximálisan rákapcsolható feszültség: 250 V (DC), áram: 1 A, teljesítmény: 50 W [11].



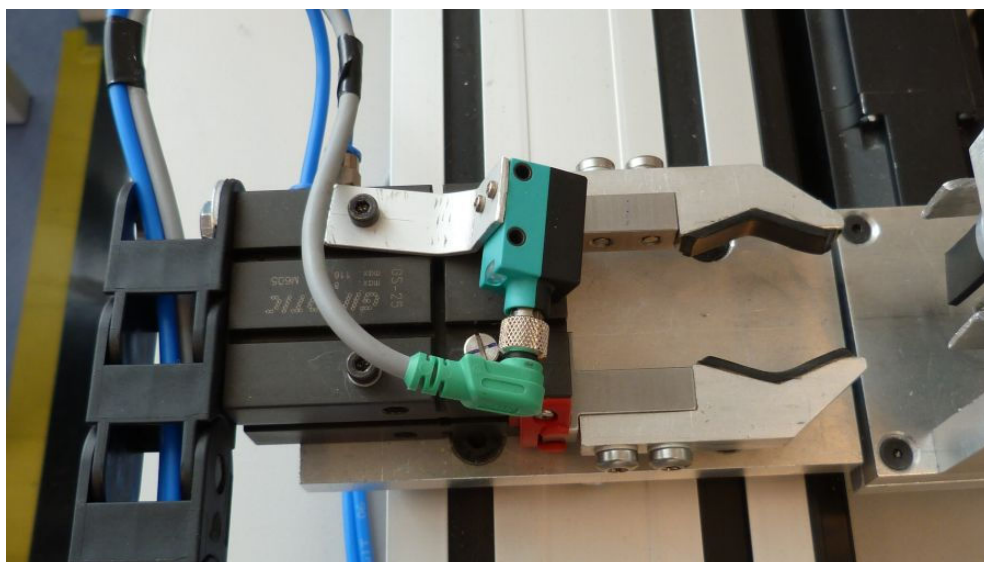
17. ábra: Hamlin MRPR-8 reed érzékelő

Továbbá 2 db reflexiós optikai érzékelőt használtunk a munkadarab jelenlétének, valamint egy induktív szenzort a munkadarab anyagminőségének érzékeléséhez használtunk fel. Mind a három szenzor a nagy múltra visszatekintő Pepperl+Fuchs gyár terméke. Az egyik a SU18-16/40a/102/115a/126a típusjelzésű alapmodul, amelyhez egy KLR-C02-1,25-1,0-K75 (18. ábra) jelű optikai szálat csatlakoztattunk. Így az érzékelő 4 mm-es érzékelési tartománnyal [12] rendelkezik. Ez az érzékelő a leeső munkadarab alatti alaplemezbe menettel kapcsolódik, magassági beállítását és működő képességét külön ellenőriztük.



18. ábra: KLR-C02-1,25-1,0-K75 optikai szálvezeték

A munkadarab megfogón elhelyezett optikai érzékelő típusa: ML6-8-H-40-RT/59/95/136. Érzékelési tartománya 10 mm-től~50 mm-ig terjed [13], ezért nem szükséges a munkadarab közvetlen környezetében elhelyezni. Az érzékelő felfogatásához (19. ábra) külön adapter lemezt készítettünk és a szereltünk fel.

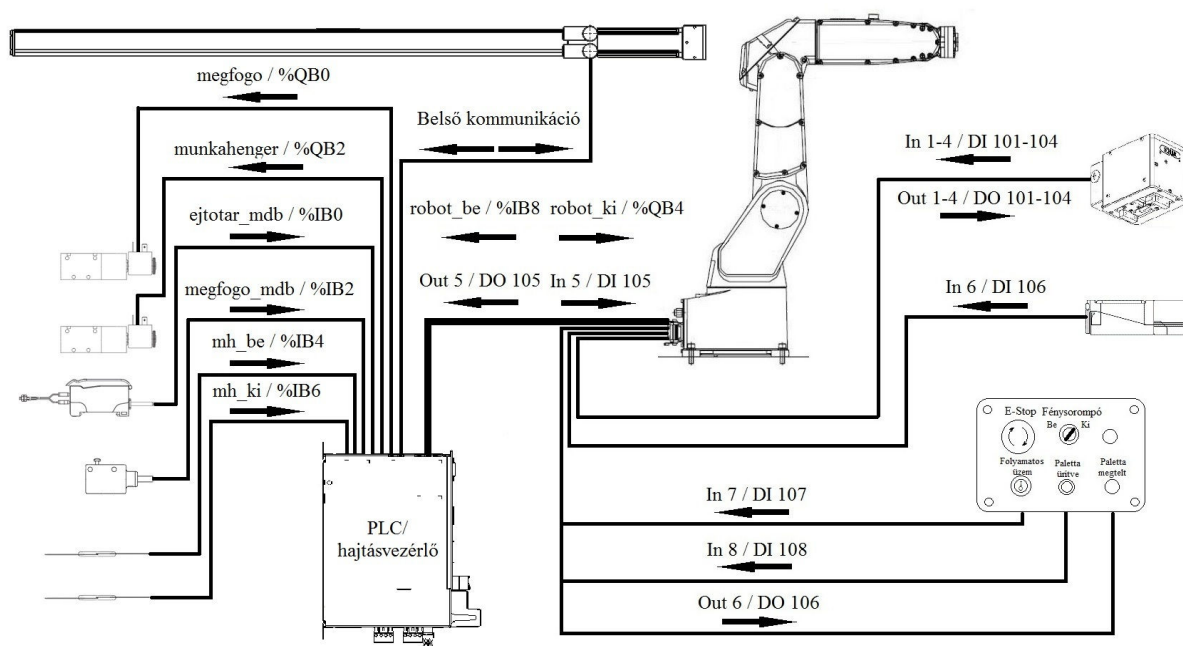


19. ábra. ML6-8-H-40-RT/59/95/136 szenzor felfogatás

Az NJ15+U1+E2 induktív szenzort a munkadarab anyagának vizsgálatára használtuk fel és a robot munkaterében, a szán és a paletta közé az asztalra rögzítettük. A szenzor érzékelő feje 4x90°-ban és egy kiegészítő irányban állítható. Az elhelyezésből adódóan a robot a munkadarabot könnyen, a paletta helyek irányába történő mozgása során találja meg. Az érzékelő névleges kapcsolási távolsága acélnál 15 mm, alumíniumnál 5 mm [14].

8. Palettázó rendszer felépítése

A kommunikációs rendszer vázlatát és a robot, valamint a szán ki- és bemeneteinek bekötését a 20. ábra szemlélteti. A robot és a hozzá kapcsolt eszközök közötti kommunikációt a CRMA 15-ös csatlakozóval oldottuk meg, ugyanez a hajtásvezérlőn az X31 és X32 csatlakozón történt. Az ábrában a nyilak a jel irányát, a nyilak fölött lévő felirat pedig a felhasznált ki/be menetet jelölik.

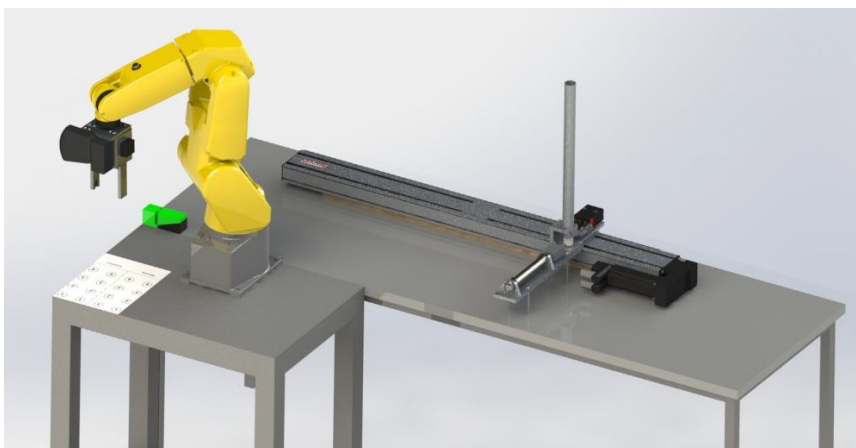


20. ábra: Ki és bemenetek bekötése

8.1 Palettázási terv

8.1.1 Paletta elhelyezése

A robot a munkadarabokat az NC szántól, az 5. ábra alapján, a munkatér 0°-nál lévő részéből veszi el. A paletta hozzátétőleges közepét a robot első tengelyének +160°-os helyzetéhez jelöltük ki. Ez lehetővé teszi, hogy a szán és a paletta közé később, ha szükséges, be lehessen helyezni valamilyen kiegészítő technológiát. A rendszer főbb elemeit CAD-ben modelleztük (21. ábra). Végleges helyzetüket így a gyakorlati kivitelezés előtt meghatároztuk.



21. ábra: Eszközök egymáshoz képesti elhelyezkedése

8.1.2 Paletta kialakítása

A munkadarabokat egy 4×4-es mátrixba helyeztük el egy 210 × 297 mm-es palettán. A robot megfogó pofáinak nem szabad akkor sem munkadarabba ütköznie, amikor kinyit, ezért a pozíciók középpontjait 57 mm-re helyeztük el egymástól. Ekkor a palettázás után 30 mm távolság marad az egyes munkadarabok között a mátrix főirányaiban. A paletta fehér színű, a rajta elhelyezendő munkadarabok pozícióit pedig ugyan azok az alakzatok (számok) jelölik, mint amelyek a munkadarabokat is. Az adagolóból 4 különböző jelöléssel ellátott munkadarab típus érkezik, amelyeknek anyaga lehet műanyag vagy alumínium, amit a jelölés alapján nem lehet megállapítani. A palettán a munkadarabokat az őket jelölő számok szerinti növekvő sorrendben helyezük el. Mivel (az anyagukat is figyelembe véve) nyolc féle munkadarab érkezik és 16 feltöltendő pozíció van, így egy féle munkadarabra két pozíció is jut a palettán. A hosszirányban elhelyezett palettán fentről lefelé növekvő sorrendű oszlopokat, balról jobbra töltjük fel. A palettán a bal oldali két oszlop a műanyag a jobb oldali kettő az alumínium munkadarabok számára szolgál. Amellett, hogy a munkadarabokat szétválogatjuk a leírt módon, mindegyiket azonos, az értelmezhető jelölés szerinti orientációban helyezük el.

A paletta pozícióit a robotvezérlés pozíció regiszterekben tárolja, így palettacsere után az új palettát mindig azonos pozícióba kell letenni, ezt az asztalhoz rögzített tájolókkal (ütközőkkel) lehet megvalósítani. Mivel a robot a paletta üres pozícióit a kamera segítségével állapítja meg, így a palettákat tisztán kell tartani, és a robot környezetében homogén fényviszonyokat kell biztosítani. Amennyiben a paletta pozícióinak a jelölése megsérül vagy lekopik, a robot arra a pozícióra nem helyez munkadarabot.

9. Programozás

9.1 A szán vezérlőprogramja

A szánt működtető motor vezérlésére IndraDrive C HCS02 kompakt modult alkalmaztuk. A modul tartalmaz egy PLC-t, melynek analóg/digitális be/kimeneteivel megvalósítható a szenzorok jeleinek PLC programban való felhasználása, VészStop műveletek és a robottal való kommunikáció. Az egyes portok konfigurálása IndraWorks Engineering programmal lehetséges. A vezérlő egység 7 db bemenetet és 4 db digitális ki/bemenetet tartalmaz. Két digitális bemenet analóg üzembe is konfigurálható. A PLC-vel való kommunikációra soros porton keresztül van lehetőség. A programozás az IEC 61131-3 szabványban rögzített bármely program nyelvvel lehetséges. A működtetés programját CFC (Continuous Function Chart), SFC (Sequential Function Chart) és ST (Structured Text) programnyelveken készítettük el a jobb áttekinthetőség érdekében [15]. A működtetéshez vizualizáció készült, melyen keresztül virtuális kapcsolók segítségével működtethető a rendszer automata üzemben, vagy lépésenkénti üzemben. Az 22. ábra a vizualizáció során megjelenített képernyő felületet mutatja.

9.1.1 Vizualizáció

A vizualizáció egy 4 gombos, 4+4 LED visszajelzős ki/bemeneti perifériát hivatott modellezni, ahol az alapvető prezentáláshoz szükséges ki- és bemeneti kapcsolók, ill. jelzők foglaltak helyet.



22. ábra: Kezelőpanel vizualizáció

9.1.1.1 Üres

Minden ciklus elején a program elvégez egy munkadarab vizsgálato, ha nem talál munkadarabot, akkor erre figyelmeztető LED gyullad ki. Ilyenkor használható a betöltés funkció.

9.1.1.2 Error

A programban a vezérlő Box-ok Error lábainak vizuális megjelenítésre szolgál.

9.1.1.3 Robot jel ki

Az NC szán a robot felé kommunikál. - folyamatos jelet küld - egy LED világít.

9.1.1.4 Robot jel be

Amikor a robot az NC szán felé kommunikál, addig világít a LED, amíg jel van a bemeneten.

9.1.1.5 Start

A program elindításáért felelős kapcsoló, egyszeri bekapcsolásával egy ciklust hajt végre. A folyamatos működéshez bekapcsolt állapotban kell lennie.

9.1.1.6 Betöltés

Az adagoló betöltéséért felelős gomb. Üres jelzésnél, egyszeri benyomásra a leválasztó munkahenger dugattyúja kifelé mozdul, így a betárazott munkadarabok végig a csőben maradnak. Másodszori benyomásra a munkahenger visszaáll alapállapotba és a munkadarabok az alaplapon ütköznek fel.

9.1.1.7 Lépésenként

A prezentáláshoz szükséges nyomógomb. Lépésről lépésre hajtható végre minden művelet.

9.1.1.8 Reset

Az esetleges hibák, javítása után a Reset gombot megnyomva a szán a kezdő pozícióba áll.

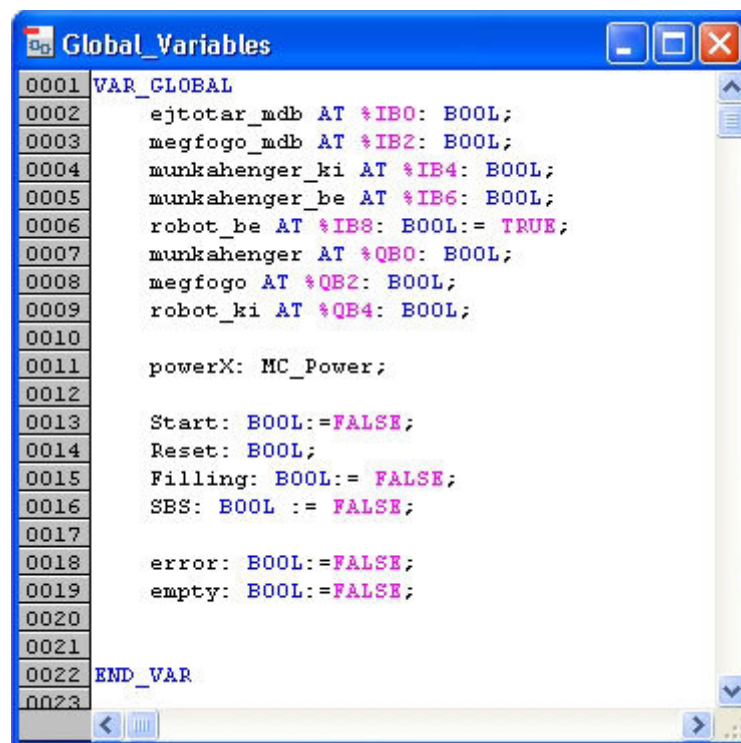
9.1.1.9 Adagoló-Megfogo Mdb, Munkahenger Be-Ki

A szenzorok állapotáról hivatottak jelzést adni. Aktív állapot esetén világítanak, passzív állapot esetén nem.

9.1.2 Változók deklarálása

A programban alkalmazott változókat – ,kapcsolók, LED-ek, belső változók – a program elején deklarálni kell, ami szöveges úton történik. Itt adhatjuk meg a változók nevét, típusát és alapértékeit, ill. azt, hogy belső vagy külső változóként kívánjuk használni.

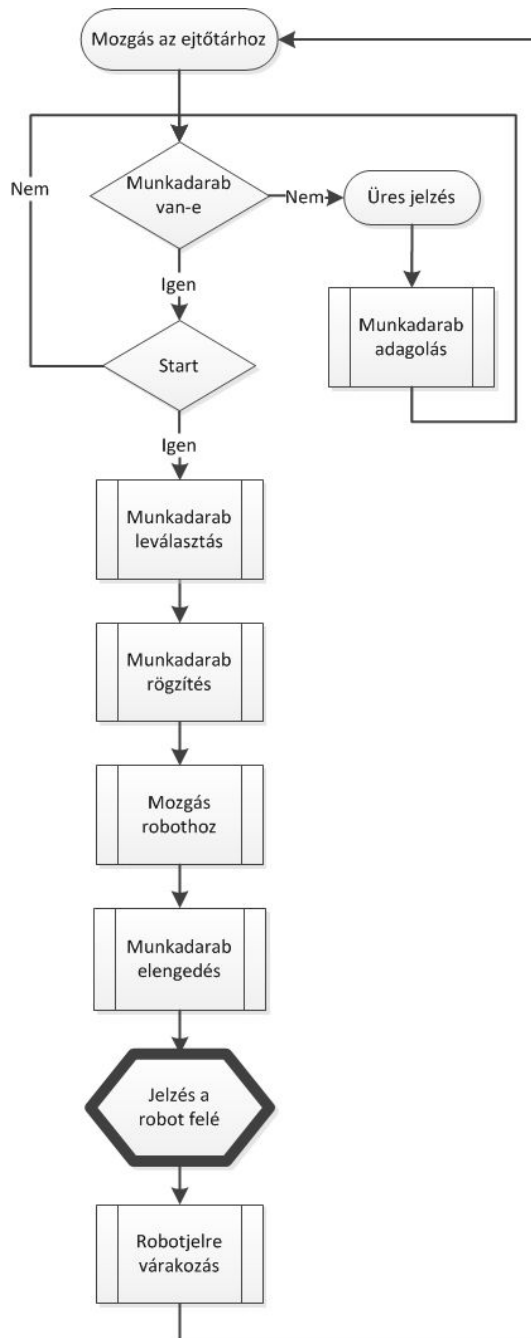
Kétféle változót különböztethetünk meg, helyi és globális változókat (23. ábra). A helyi változókat csak abban a programban tudjuk használni, ahol deklaráltuk őket. A globális változóknaál viszont biztosított a különböző programok, programrészek hozzáférhetősége az egész algoritmusban.



```
0001 VAR_GLOBAL
0002     ejtotar_mdb AT %IB0: BOOL;
0003     megfogo_mdb AT %IB2: BOOL;
0004     munkahenger_ki AT %IB4: BOOL;
0005     munkahenger_be AT %IB6: BOOL;
0006     robot_be AT %IB8: BOOL:= TRUE;
0007     munkahenger AT %QB0: BOOL;
0008     megfogo AT %QB2: BOOL;
0009     robot_ki AT %QB4: BOOL;
0010
0011     powerX: MC_Power;
0012
0013     Start: BOOL:=FALSE;
0014     Reset: BOOL;
0015     Filling: BOOL:= FALSE;
0016     SBS: BOOL := FALSE;
0017
0018     error: BOOL:=FALSE;
0019     empty: BOOL:=FALSE;
0020
0021
0022 END_VAR
0023
```

23. ábra: Globális változók

9.1.3 Algoritmus



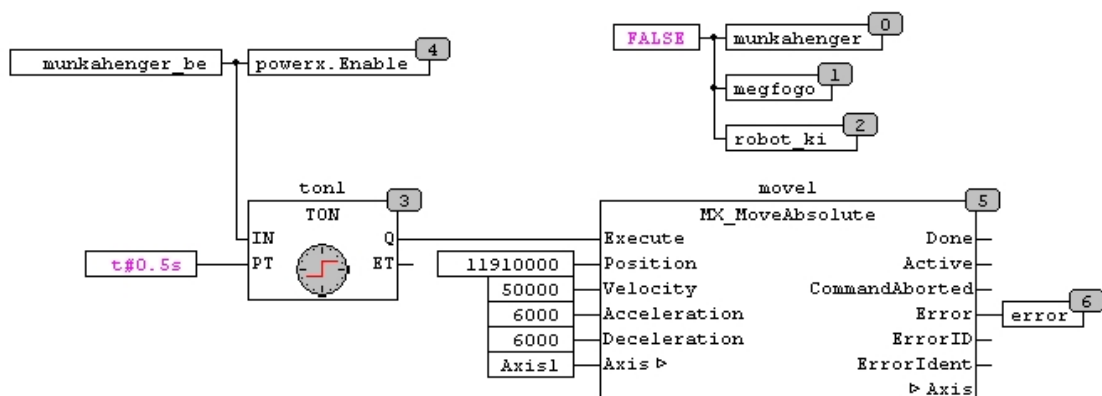
24. ábra: PLC program folyamatábrája

A 24. ábra a PLC program egyszerűsített működését folyamatábrán mutatja be. Mivel az SFC program és maga a folyamatábra nagyon hasonló struktúrájú, ezért a fő programot ezen a nyelven írtuk, ill. a PLC_PRG fájlban (melyet először beolvas a PLC) a kezdő programrészlet egy CFC program, amelyben a mozgási ciklus és az NC szán motorjának tápellátását engedélyező program fut párhuzamosan. A működtető energia ellátásra a mozgást vezérlő programban hivatkozunk, ahol engedélyezzük, ill. tiltjuk azt.

Az NC szán munkapozícióiban tartónyomatékokat nem programoztunk, ugyanis axiális erővel nem terheljük a vontatmányt.

Az SFC program tulajdonságából adódik, hogy a minden egyes csomópontban (boxban) lehetőségünk van az IEC 61131-3 szabványban rögzített bármely program nyelven részprogramot írni [16]. Ezekben a csomópontokban felváltva használtunk CFC és ST programnyelveket, mikor melyiket találtuk egyszerűbbnek az adott feladat megoldásához. Általában a több, ki-bemeneti regiszter változót kezelő utasításokat CFC-ben, az egyszerűbb, kevesebb regisztert használó utasításokat ST-ben írtuk meg.

Magát a szánt mozgató csomópontban a mozgásvezérlést az egyszerűség végett CFC programnyelven írtuk, ugyanis itt csupán hat változó megadásával tudjuk vezérelni a szánt és azt is grafikus úton. A legelső „Init” boxot (folyamatábrában: "mozgás az ejtőtárhoz") úgy írtuk meg (25. ábra), hogy a leválasztó munkahenger visszafutott alaphelyzetében indulhat csak a szán az adagoló elé – ha esetleg nem lenne ott – valamint a kimeneteket alaphelyzetbe, logikai 0-ba helyezi.



25. ábra: "Init" CFC kezdő program

A motor indítójelének 500 ms-os késleltetése azért szükséges, mert ha a mozgató energiellátás és a vezérlő jel egy időben érkezik a szánra, hibajelzést küld a PLC, és a program futása megszakad.

Az algoritmus soron következő részeit (munkadarab vizsgálat, Start gomb vizsgálat, munkadarab leválasztás, munkadarab rögzítés) ST programnyelven írtuk (26. ábra). Mivel az algoritmus a bemenetek függvényében változtatja a kimenetek állapotát, így ezekben a programrészletekben feltételek futnak. A feltételekben vagy a bemenetek és azok kombinációi, vagy bemenetek híján a kimenetek állapotát vizsgáljuk. Sajnos csak a kimenetek vizsgálatával nem építhető teljes biztonsággal működő rendszer, mivel a kis számú bemenetek ezt nem tették lehetővé.

```

0001 IF megfogo=FALSE AND ejtotar_mdb=TRUE
0002 THEN ton2 (IN:=TRUE, PT:=t#0.2s);
0003 END_IF;
0004
0005 IF ton2.Q=TRUE
0006 THEN munkahenger:=TRUE;
0007 ELSE error:=TRUE;
0008 END_IF;

```

26. ábra: Munkahenger kitoló ST program

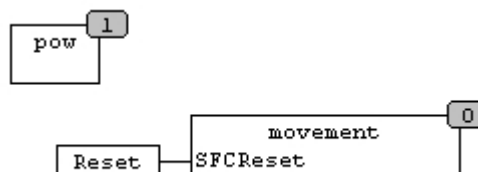
A rendszerben felhasználtunk egy SFC specifikus vezérlőbitet (Flag-et) is (27. és 28. ábra), név szerint SFCReset. Amely szintén párhuzamosan fut magával az SFC programmal. A vezérlő bit egy program megszakítást kezdeményez, ha logikai 1-ben van az állapota. A megszakítás eredményeként a program bármely résznél tart is, visszaugrik az "Init" kezdő lépésre. Ezután a vezérlő bit automatikusan visszaáll logikai 0-ra. Ezt azért volt célszerű alkalmazni, mert csökkenteni lehet vele a program méretét és növelni átláthatóságát. Az alaphelyzetbe visszaállást úgy is el lehet végezni, hogy minden egyes lépéssel párhuzamosan beágyazunk egy feltételt, ami vizsgálja a "Reset" gomb állapotát.

```

0024 VAR_INPUT
0025     SFCReset: BOOL;
0026 END_VAR

```

27. ábra: SFCReset deklarálása



28. ábra: SFCReset bekötése

9.2 Schunk megfogó programozása

A Schunk PG 70-es megfogót programozni, az aktuális állapotát és az általa végrehajtott funkciókat megtekinteni számítógép segítségével lehet az MCDemo program segítségével. A kommunikáció RS232 porton keresztül történik, amit mi egy USB átalakítón keresztül kapcsoltunk a PC-hez. A megfogó programját, egy külön szöveges fájlban kell megírunk. A megfogó vezérlőjére hét különböző utasítás tölthető fel egyszerre, amikre úgy tudunk külön-külön hivatkozni, hogy a bemeneteire különböző kombinációkban magas vagy alacsony feszültség jelet kapcsolunk, ezeken kívül meghívhatunk referencia felvételt is.

9.2.1 A feltöltött program

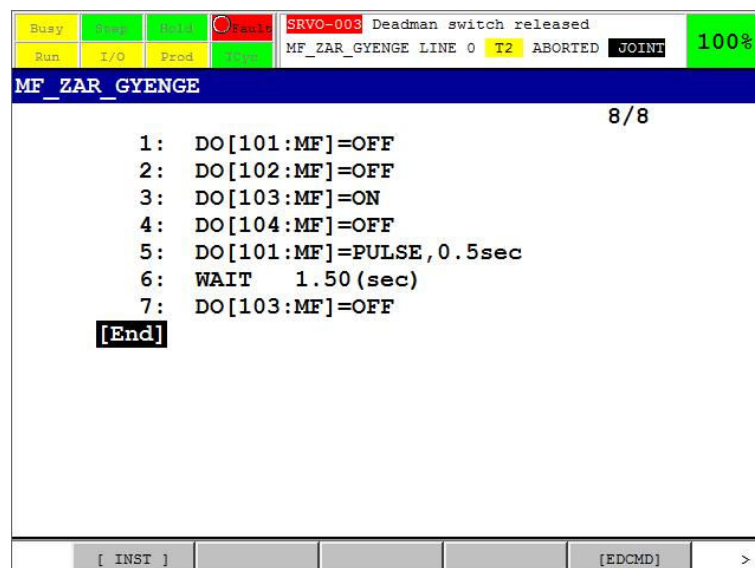
A megírt program hét sorból áll, minden sor egy utasítás. Az utasítások lehetnek mozgás parancsok, vagy egyéb funkciók. A mozgás parancsok első része a mozgás típusa, ezek lehetnek például pozícióra mozgás adott erővel (Amper értéket adunk meg) szorítás adott távolsággal (nyitás vagy zárás stb.), a második részük pedig zárójelben a mozgás paraméterei. A beprogramozott mozgásoknak az üzemeltetés szempontjából legfontosabb tulajdonságait a 5. táblázat tartalmazza.

MOVE_POS(68, 80, 300, 3.5) MILLIMETRE	Mozgás 68 mm-re (nyitás)
MOVE_GRIP(-0.5, 40) MILLIMETRE	Szorítás 0.5 Amperrel
MOVE_GRIP(-4, 80) MILLIMETRE	Szorítás 4 Amperrel
MOVE_POS_REL(-5, 80, 200, 3.5) MILLIMETRE	Zárás 5 mm-el
MOVE_POS_REL(5, 80, 200, 3.5) MILLIMETRE	Nyitás 5 mm-el
MOVE_POS(20, 60, 200, 3) MILLIMETRE	Mozgás 20 mm-re
CMD_ACK	Hiba törlés

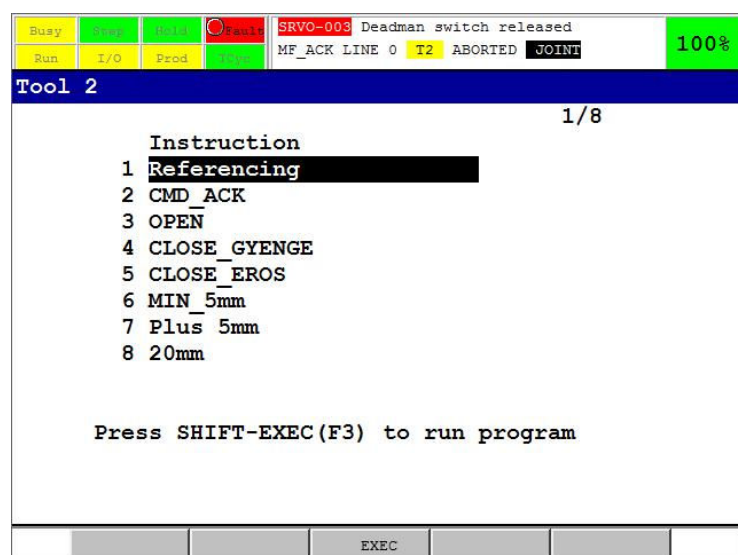
5. Táblázat: Megfogóra feltöltött programsorok kommentelve

9.2.2 Megfogó mozgatása a robotról

A megfogónak a robotról egyszerűen működtethetőnek kell lennie, ezért minden kombinációra írtunk egy-egy makro programot. Az 29. ábra a palettázáskor is használt 0,5 A-es megfogás programját mutatja be. Itt azért van szükség az 1,5 másodperces várakozásra, hogy a megfogó pofái biztosan elérjék a munkadarabot, és a szorítóerő kialakuljon. A beprogramozott makrókat a TPE (Teach Pendant) második makró előhívó gyors gombjára (*Tool 2 menü*) tettük ki. Ezt a TPE menüjében a *Macro Command* menüpontban lehet beállítani, ezen kívül itt a makrónak új nevet is lehet adni, amit majd a makró meghívásakor fogunk látni. Az 30. ábra a TPE gyors gombjával előhívott makrókat mutatja.



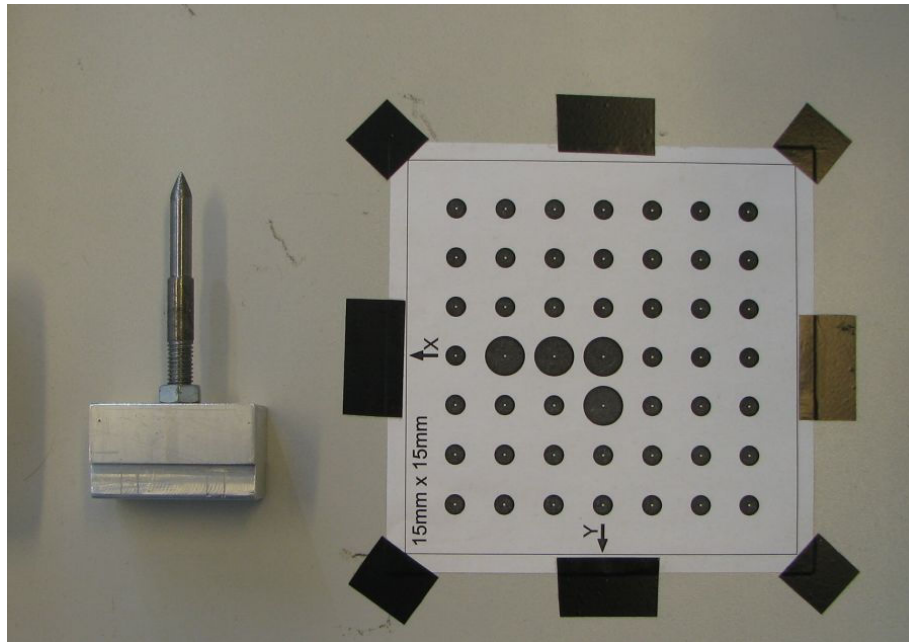
29. ábra: Makró mintaprogram



30. ábra: Megfogóhoz beállított makrók listája

9.3 A robot kalibrálása

A robotra szerelt kamera kalibrálása előtt, el kell helyezni a robot munkaterében egy kiválasztott kalibráló ábrát úgy, hogy a robot a síkbeli ábra fölött függőleges irányban elegendően nagy utat be tudjon járni. A kalibráló ábrán kívül szükség van egy számítógépre, amiről el lehet érni a robotot hálózaton keresztül, és egy kalibráló tűskére is, amelynek a hegye a TCP-be (szerszám-középpontba) esik. A kalibráló tűskét úgy alakítottuk ki, hogy azt a már felszerelt megfogóba stabilan, mindig azonos pozícióban lehessen megfogni. A 31. ábra fényképén a kalibráló tűske látható a kalibráló ábrával. A kalibráló ábrát a kalibrálás idejére stabilan rögzítettük.



31. ábra: Kalibráló tűske és ábra

9.4 A robot programozása

9.4.1 A programmal szemben támasztott követelmények

A programot úgy kellett megírni, hogy a kívánt feladatot elvégezze, és ne okozhasson kárt sem magában, sem más eszközökben, továbbá kizárja az indokolatlan emberi beavatkozás vagy emberi mulasztásból, tévesztésből adódó hibákat. A programnak ki kell tudnia szűrni a hibás munkadarabokat, ha ilyen érkezik, hogy az ne kerülhessen a palettára, és ne akassza meg a folyamatot. Futás közben a kezelőt tájékoztassa a TPE-n keresztül, hogy hol áll a program és milyen lépés következik.

9.4.2 A program működésének főbb lépései

A program egyszerűsített működését a „Folyamatábra a robot működéséről” c. csatolmány tartalmazza, amelynek főbb lépései:

- Indulás a paletta fölül,
- Mozgás a szán-megfogó-munkadarab fölé,
- Ha a vezérlő jel megérkezik a szántól, a Vision process futtatása következik,
- Ha felismeri a munkadarabot, akkor arra ráforgás, megfogás, kiemelés és visszaforgás ciklus következik,
- Mozgás a szenzorhoz, anyagminőség vizsgálat,
- Mozgás a paletta fölé és palettázás.

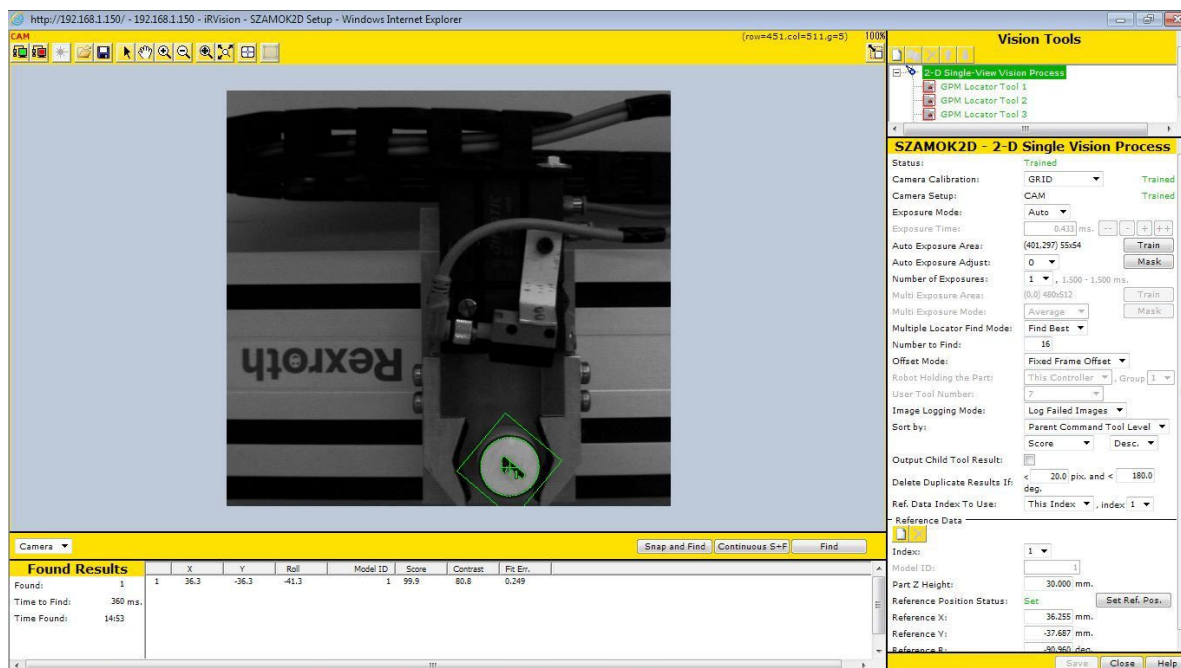
9.4.3 A program részletezése

A program részletezésében kifejtük az egyes programrészek feladatát és működését. A részletezés nem tartalmazza a teljes programot, csak részeit soronként kiemelve. A teljes program egyben a mellékletek között található meg. A programban először megadjuk a használni kívánt User és Tool frame-t majd a robot a paletta fölül indul (ha nem ott van, akkor először oda mozog), a megfogó működésének ellenőrzése, és a *R[Paletta tele]* változó kinullázása. Addig vár, amíg a megfogó minden kimenetén magas jel nem érkezik, ekkor megjelenik a *Megfogo mukodik* és a *--START--* felirat.

```
WAIT (DI[101:MF] AND DI[102:MF] AND DI[103:MF] AND DI[104:MF]) ;  
MESSAGE[Megfogo mukodik] ;  
MESSAGE[--START--] ;
```

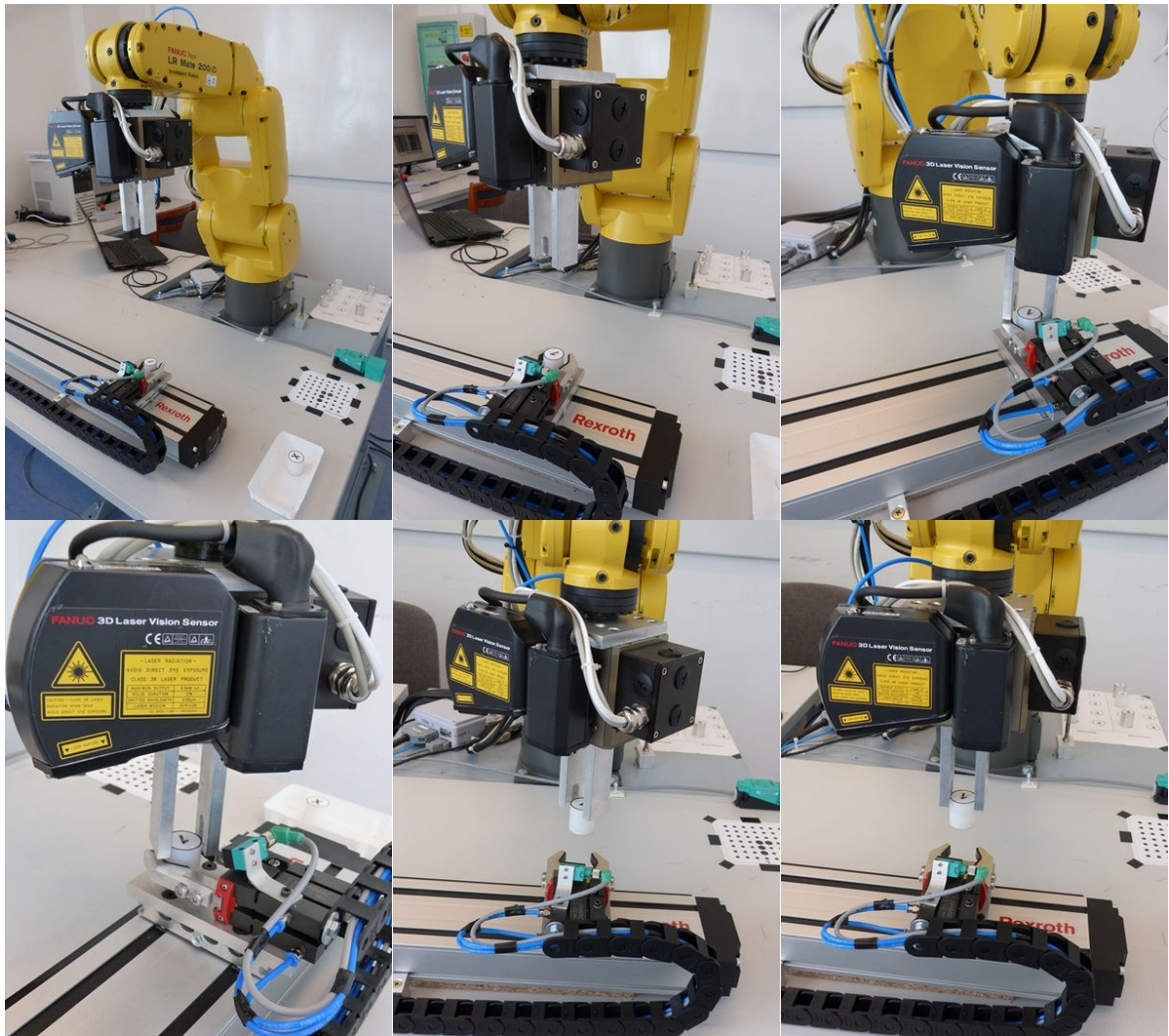
A paletta fölül a robot elmozog a szán fölé és várakozik a szán jelére. Ha a szán elérte az átadási pozíciót és jelet adott, akkor lefuttatja a *SZAMOK2D* Vision processt, majd kiolvassa a kapott értékeket. Ekkor, ha nem ismer fel munkadarabot, azt selejtnek veszi és miután kiemelte jelet ad a szánnak, hogy új munkadarabot hozhat, majd kiteszi a darabot egy a szán mellett lévő tárolóba, visszamegy az átadási pozícióhoz és visszaugrik a szán jelére való várakozáshoz.

Ha talál munkadarabot, akkor annak az azonosító számát letárolja a *R[20]*-ba és megjelenik a *JO* felirat. A robot kamerája által látott kép a 32. ábrán látható. A felismert munkadarabot zöld kerettel és kontúrokkal jelöli, A Found Results felirat mellett pedig a munkadarab adatai láthatóak. Számunkra a fontos értékek a Roll felirat alatt az elfordulás szöge, illetve a Model ID felirat alatt az azonosító szám.



32. ábra: Robot képe a megfogó felett

A robot, a munkadarab felvételekor végzi el a ráforgást az alkatrészekre, hogy palettázáskor már megfelelően álljanak. Mivel a szán az alkatrészeket megbízhatóan ugyan oda szállítja, így az alkatrészek pozíciójából nekünk csak az elfordulásuk érdekes, a betanított álláshoz képest. Ezt az egy értéket nem tudjuk külön kiolvasni a Vision regiszterből, így először a munkadarabra vonatkozó összes pozíció értéket kimentjük egy pozíció regiszterbe. A kivétel úgy történik, hogy abból a pozícióból ahonnan a kamerával a képet készítjük, megközelítjük a munkadarabot, és közben elvégezzük a ráforgást. Ráforogva lemegyünk egészen a kivételi pozícióig. Megfogjuk a munkadarabot és még mindig beforogva kiemeljük. Amikor már a szánra szerelt pneumatikus megfogótól biztonságos távolságban van a robot, akkor forog vissza a munkadarabbal, majd indul a szenzor felé. A munkadarab kiemelése és közben a megfogó beforgatása a 33. ábrán látható.



33. ábra: Munkadarab kivétele

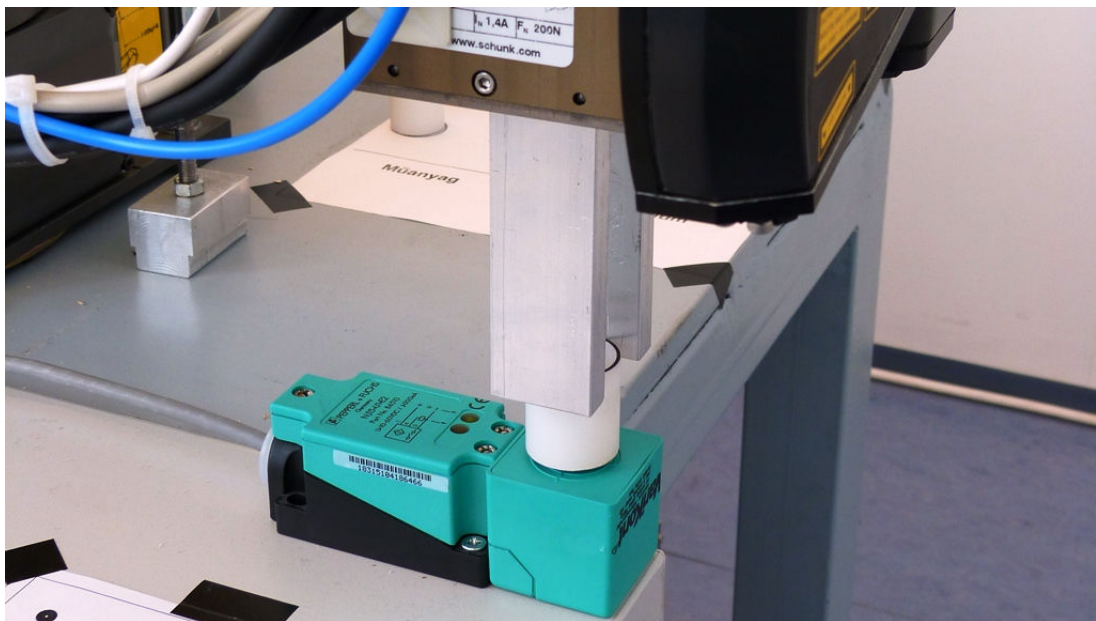
A kép készítése, a munkadarab fölötti, és a kivételi pozíció mind egy-egy pozíció regiszterbe van letárolva (beforgás nélkül). Pozíció regiszterek közt már tudunk műveleteket végezni, akár koordinátaként is. A műveletvégzés előtt, hogy az eredeti pozíciók ne módosuljanak, sorrendben (amelyikkel éppen műveletet szeretnénk végezni) bemásoljuk őket egy segéd regiszterbe. A segéd regiszteren elvégezzük a módosítást, ami az utolsó koordináta kicserélése a Vision regiszterből kimentettre (ez a legutolsó csukló elfordulását eredményezi), majd rámozgunk a már módosított segédregiszterre. Ez után a következő pozíciót másoljuk a segédregiszterbe és végezzük el a módosítást és így tovább a visszaforgásig ahol már a módosítatlan pozíciót használjuk. (Közben a beforgásoknál a koordináta rendszerek egymáshoz képesti elfordulása miatt hozzá kell adni konstans szögértékeket az elforduláshoz.) A visszaforgáskor a robot mindig a beforgással ellenkező irányban forog vissza, így a vezetékeit nem tekeri fel. Ez a programban így néz ki:

```

PR[18]=VR[1].FOUND_POS[1] ;
PR[17:Valtozo]=PR[14:Szanfent] ;
PR[17,6:Valtozo]=PR[18,6:Cam]+180 ;
L PR[17:Valtozo] 500mm/sec FINE ;
PR[17:Valtozo]=PR[10:Szan] ;
PR[17,6:Valtozo]=PR[18,6:Cam]+90 ;
L PR[17:Valtozo] 200mm/sec FINE ;
CMD_ACK ;
CLOSE_GYENGE ;
PR[17:Valtozo]=PR[14:Szanfent] ;
PR[17,6:Valtozo]=PR[18,6:Cam]+180 ;
L PR[17:Valtozo] 400mm/sec FINE ;
L PR[14:Szanfent] 500mm/sec FINE ;

```

Miután a művelet befejeződött a robot jelet ad a szánnak, hogy már nincs a szán útjában, és elviszi a munkadarabot a szenzorhoz (34. ábra) ahol attól függően folytatódik a program, hogy a szenzortól érkezik-e jel.



34. ábra: Vizsgálat az induktív szenzornál

Ha a szenzor nem ad jelet (DI 106) akkor a munkadarab műanyag, ha ad jelet akkor alumínium, és a program átugorja a műanyag palettázását. Mivel a műanyag és az alumínium alkatrészek palettázása hasonlóan történik, így csak a műanyag esetben írjuk le a műveletet.

A palettázás intelligens módon történik a 7. Palettázási terv c. fejezetben leírtak szerint. A szabad helyek megállapítását és a paletta megtelését a robot a kamera segítségével állapítja meg. A szabad helyek megállapításához négy külön Vision Processt, oszloponként egyet, a paletta teljes megtelésének gyors felismeréséhez pedig plusz egyet használ. Először műanyag esetén az *R[24 : Muanyag_Alu]* regisztert 1-el teszi egyenlővé (alumínium esetén 2-vel), Majd kiírja a *Muanyag* üzenetet. A robot elmozog a paletta fölé egy olyan pozícióba, ahonnan a paletta összes pozícióját jól látja a kamera, majd lefuttatja a '*PALSZMI*' nevű Vision Processt, ami a műanyagok első oszlopának helyeit tartalmazza a palettán. Ezután egy ciklus kezdődik, amiben először az első találatot lementi a *VR[2]*-be, majd ebből a regiszterből a munkadarab azonosító számát átmásolja az *R[23]*-ba. Ezután az *R[23]*-at összehasonlítja az *R[20 : Szamok]* regiszterrel, és amennyiben nem egyezik a tartalmuk, kezdi előlről a ciklust. Mivel a *VISION GET_OFFSET* parancs (amivel az eredmény lementi a program) ciklikusban egymás után futtatva az általunk beállított találati sorrend szerint egymás után másolja be a találatokat, így minden felismert szabad pozíció sorra kerül. Amennyiben nem talál felismerhető pozíciót akkor egy címkére ugrást hajt végre, ezért addig tart a ciklus, amíg az oszlopban van szabad hely. Ha a két regiszter tartalma megegyezik, tehát a munkadarab felismerésekor lementett Modell ID és a palettán felismert megegyezik, az azt jelenti, hogy a munkadarab számára a paletta adott oszlopában van szabad hely. A ciklus a programban a következőképpen néz ki:

```

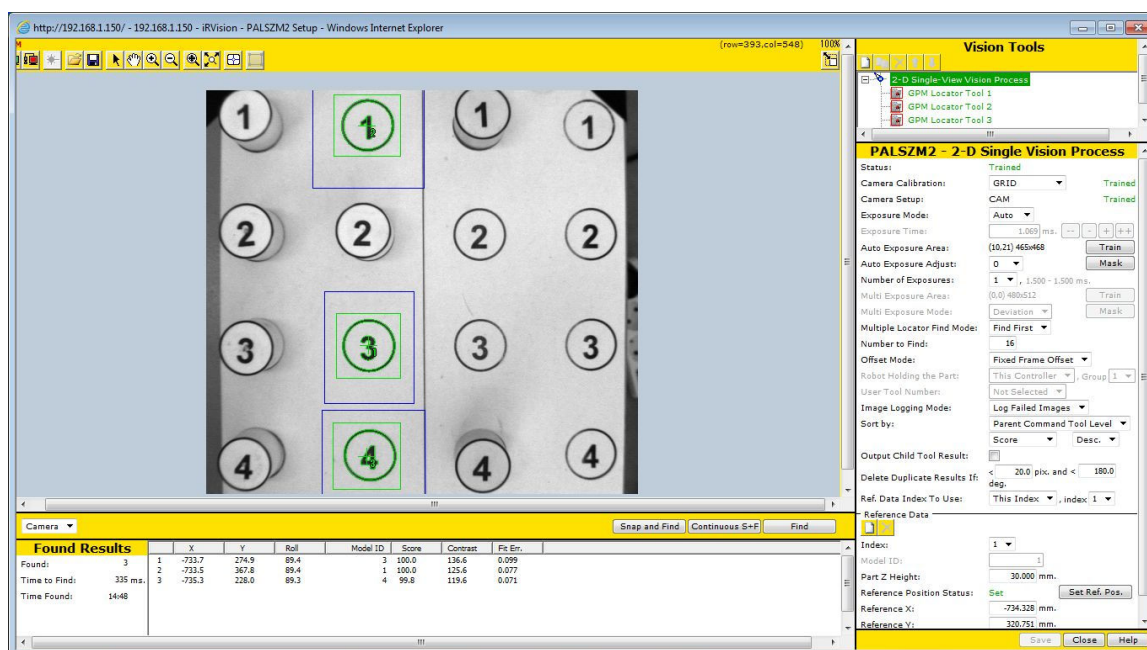
VISION RUN_FIND 'PALSZMI' ;
LBL[310] ;
VISION GET_OFFSET 'PALSZMI' VR[2] JMP LBL[350] ;
R[23]=VR[2].MODELID ;
IF R[20:Szamok]<>R[23],JMP LBL[310] ;

```

Ha nem talál szabad helyet, akkor a program tovább ugrik és lefuttatja a '*PALSZAM2*' nevű Vision Processt ami a műanyagok második oszlopát tartalmazza. Itt hasonlóképp történik az üres hely keresése, mint az első oszlopban. Ha ebben az oszlopban sem talál üres helyet, akkor a palettán a munkadarab számára nincs hely és a kezelőpanelen elkezd villogni egy jelzőlámpa, valamint megjelenik a *Nincs ures hely* üzenet. A program akkor fut tovább, ha a Paletta Ürítve gombot megnyomjuk ekkor mivel az *R[25 : Paletta tele]* regiszter értéke nulla (akkor íródik át egyre, ha a robot leteszi a munkadarabot) nem fejeződik be, hanem visszaugrik a szabad pozíció

keresésének elejére, attól függően, hogy az R[24: Paletta tele] regiszter tartalma egy vagy kettő.

A szabad és a foglalt pozíciók megkülönböztetése már eleve a felismerésükkor történik. A teli pozíciókat eleve nem ismeri fel annak ellenére, hogy a pozíciót pontosan ugyanaz az ábra jelöli, mint a munkadarabot. A Vision Rendszernek felismeréskor be lehet állítani a felismerendő alakzat mérettűrését. Ha egy pozíción munkadarab van, akkor az azon lévő ábra a munkadarab magasságával közelebb esik a kamerához, mint a palettán lévő. Az optika leképzése miatt (ez emberi szem esetében is), ha egy alakzat közelebb van, azt nagyobbak látjuk ez a perspektíva hiba. Ezt kihasználva a mérettűrést alacsonyra véve, a rendszer már nem ismeri fel azokat a pozíciókat ahol munkadarab van. A 35. ábrán a műanyag második oszlopában lefuttatott Vision Process látható, amin a rendszer csak a három üres pozíciót ismerte fel. A felismert pozícióknál a *Fit Err.* érték jelöli a méretbeli eltérést, ami pozícionálási pontosságból adódik, tehát az eltérés mértékét nem szabad túl alacsonyra venni, mert akkor az esetlegesen szabad pozíciókat is foglaltnak veheti.



35. ábra: Paletta szabad helyeinek felismerése

A program mivel az üres pozíció megtalálásával, még nem tudja, hogy melyik pozíció regiszter által jelölt helyre tegye le a munkadarabot, így ezt más módszerrel határozzuk meg. A paletta helyeit jelölő pozíció regiszterek sorban vannak egymás után oszloponként felvéve. A műanyag első oszlopának első pozíciója (egyes számú munkadarab helye) a PR[21]-ben a kettes a PR[22]-ben és így tovább, a második

oszlop első helye a *PR[25]*-ben egészen az alumínium második oszlopának negyedik helyéig ami a *PR[36]*-ban lett eltárolva. A műanyag első oszlopa esetén (ha talált a munkadarab számára szabad pozíciót és nem ugrott a második oszlopra) a program kiírja az 1. Oszlop feliratot majd az *R[21 : Szamokpal]*-be bemásolja a munkadarab azonosítóját, plusz húszat. Tehát például a hármas munkadarab esetén huszonhármat. Ezután a robotot az *R[21 : Szamokpal]* által meghatározott pozíció regiszterre mozgatjuk. A huszonhármass pozíció regiszter pedig a műanyagok első oszlopának harmadik pozícióját jelöli. Ez a programban így néz ki:

```
MESSAGE[1. Oszlop] ;  
R[21: Szamokpal]=R[20: Szamok]+20 ;  
L PR[R[21]] 800mm/sec FINE ;
```

Azért, hogy a munkadarabok minden oszlop esetén a helyükre kerüljenek az első oszlopnál 20-at, a másodiknál 24-et, a harmadiknál 28-at, a negyediknél pedig 32-t adunk hozzá.

A megfelelő pozícióra rámozgás után a megfogó kinyit (ezzel leteszi a munkadarabot), a program beírja az *R[25 : Paletta tele]* regisztert egyre, a robot pedig visszamozog a paletta fölötti pozícióba (ami a kezdő pozíció is), ahol a paletta összes pozícióját tartalmazó 'PALTELE' Vision processt futtatja le. Amennyiben van találat a palettán, a program a végére ugrik ahol az *R[25 : Paletta tele]* regisztert kinullázza, megjelenik a *Vege* üzenet, majd ha *DI[107 : Automata ciklus kapcsoló]* igaz az elejére ugrik, ha nem megáll. Ha nincs találat akkor a paletta megtelt, megjelenik a *Nincs ures hely* üzenet, és elkezd villogni a paletta megtelt lámpa. Ha a paletta ürítve gombot megnyomjuk mivel az *R[25 : Paletta tele]* változó értéke egy a program az előbb leírt nullázásra és utána lévő műveletekre ugrik.

A működtetéshez szükséges lámpák, és kapcsolók egy mobil állványon kaptak helyet ami működés közben a munkatérén kívül helyezhető el. Az állványra felakasztható a TPE-t is.

10. Biztonság

A balesetek elkerülése végett a robot munkaterét jól látható sárga-fekete szalaggal jelöltük és két optikai szenzor (36. ábra), valamint prizma (37. ábra) felhasználásával összeállított fénysorompóval védjük. A robot vezérlője (Fanuc R-30iA Mate) rendelkezik munkatér-védelmi bemenettel, ezt használtuk fel a fénysorompó bekötéséhez. A fénysorompó funkcióját két Pepperl Fuchs RL28 retroreflektív szenzor látja el.



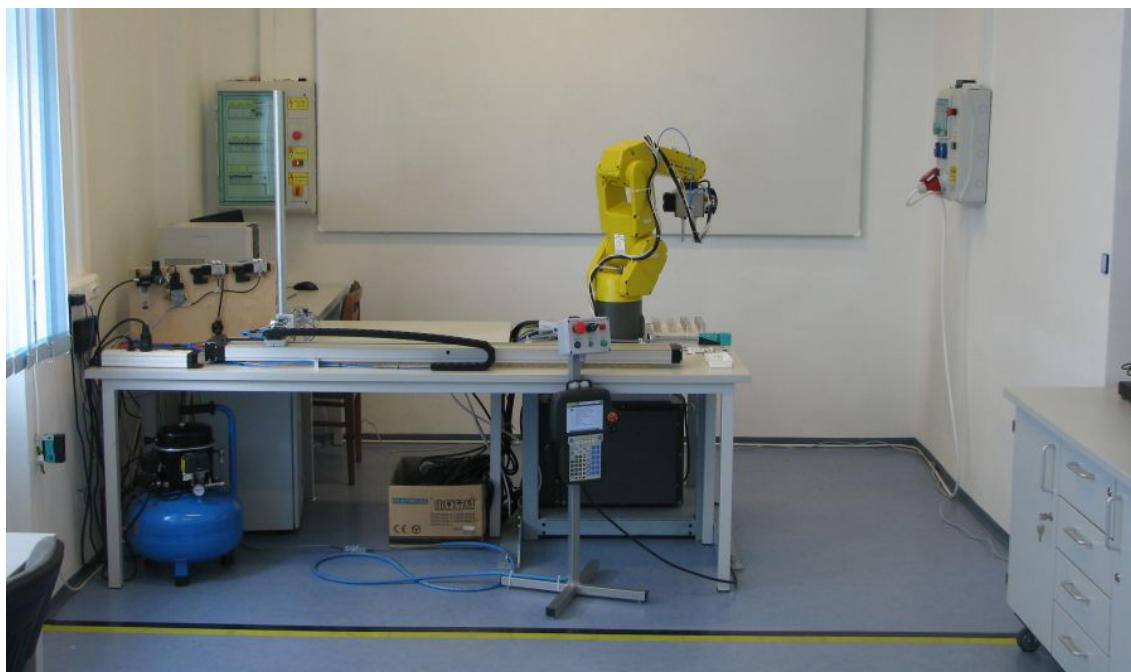
36. ábra: RL28 retroreflektív szenzorok



37. ábra: Reflektor lapok

11. Összegzés

A dolgozat egy PLC vezérelésű, munkadarab kiszolgáló és adagolórendszer, valamint egy robotos palettázó együttműködésének elméleti és gyakorlati megvalósítását mutatja be, amelyben az egyes elemek tervezési szempontjai a feladathoz kapcsolódóan ismertetésre kerültek. A PLC vezérelésű adagoló rendszer, a palettázó válogató rendszer részeként, a Fanuc LR Mate200iC robot kiszolgálásához alkalmazható. A bemutatott rendszert (38. ábra) több lépésben, iterációval készítettük el. Mind a hardveres mind a szoftveres részben adódó feladatokat, problémákat közösen oldottuk meg. A felmerülő nehézségek elhárításához megfelelő konzultációkhoz folyamodtunk. A kész szerkezet a későbbiekben oktatási és kutatási feladatokra is alkalmas lehet. A feladat jól modellezi egy valós ipari feladat megoldásának folyamatát.



38. ábra: A kész rendszer

A dolgozathból két részben, két cikk készült: „Antal Dániel egyetemi tanársegéd, Lénárt József egyetemi tanársegéd, **Kavecza Máté BSc hallgató**, Marinkovics Péter Ádám BSc hallgató: *PLC vezérelt munkadarab adagoló rendszer megvalósítása*” és „Lénárt József egyetemi tanársegéd, Antal Dániel egyetemi tanársegéd, **Marinkovics Péter Ádám BSc hallgató**, Kavecza Máté BSc hallgató: *Automata palettázó rendszer megvalósítása*” címmel. Melyeket a „Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Szemináriumán (2012. november 8-9.)” kerültek előadásra.

Köszönjük a Robert Bosch Mechatronikai Tanszéknek a lehetőséget, a munka során nyújtott jelentős anyagi támogatást, valamint a tanszék oktatóinak szakmai segítségét.

A kutató munka a TÁMOP-4.2.1B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

12. Felhasznált irodalom

- [1] A tömegtermelés fejlődése. *Ford*.
<http://www.ford.hu/ford/vallalat/orokseg/The%20EvolutionofMassProduction>
- [2] Kompakt modul CKK. *Bosch-Rexroth katalógus*.
http://www.boschrexroth.com/country_units/europe/france/fr/produits_applications/translation_montage/rep_download/lt_catalogues/INSTRUCTIONS_CKK_R320103982_2009_08.pdf?searchQuery=R320103982
- [3] Varsányi Péter: Szerszámgépek építőelemei
http://ftp.cnhungary.com/Varsanyi_Peter/Pdf-ek/Szerszamgepek_epito_elemei.pdf
- [4] Zsuffa Attila: Villamos hajtások és mozgásvezérlők - 8. rész. AC motorok és hajtások. *Q-Tech Mérnöki szolgáltató Kft.*
<http://www.q-tech.hu/pdf/PR/Villamos%20hajtások%20es%20mozgasvezerlok-8.pdf>
- [5] Ing.-Büro J.P. Hasebrink: A pneumatika alapjai
Bosch Rexroth AG Service Automation Didactic D-64711 Erbach 1991
- [6] Fanuc LR Mate 200iC & R30iA Mate Controller. *Fanuc katalógus*
http://www.fanucrobotics.com/cmsmedia/datasheets/LR%20Mate%20200iC%20Series_10.pdf
- [7] Schunk PG70 elektro-mechanikus megfogó. *Schunk katalógus*
http://www.schunk.com/schunk_files/attachments/PG_70_EN.pdf
- [8] Dr. habil. Kalácska Gábor: Műszaki műanyag félkész termékek.
Ismertető sorozat. 7.rész .Anyagcsoport: Poli(vinil-klorid) PVC
<http://www.muanyagipariszemle.hu/2006/04/ismerteto-sorozat-7resz-15.pdf>
- [9] ISO 6432 mini MNI munkahenger család. *Bosch-Rexroth katalógus*
http://www.boschrexroth.hu/pneumatics-catalog/Pdf.cfm?CFID=7278921&CFTOKEN=88621219&Language=EN&file=en/pdf/PDF_p8744_en.pdf
- [10] Cavotec SR250-40 Energialánc. *Farnell katalógus*
<http://www.farnell.com/datasheets/99894.pdf>
- [11] MRPR-8 Reed érzékelő. *Hamlin katalógus*
<http://www.hamlin.com/specsheets/MRPR-8.pdf>
- [12] Reflexiós optikai szenzorok. *Pepperl-Fuchs katalógus*
http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/doct/tdoct1420_eng.pdf
- [13] Reflexiós optikai szenzorok. *Pepperl-Fuchs katalógus*
http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/131548_eng.pdf
- [14] Reflexiós optikai szenzorok. *Pepperl-Fuchs katalógus*
http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/038045_eng.pdf
- [15] Ajtonyi István, Gyuricza István: Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek, Műszaki Kvk., Budapest, 2007, ISBN: 978 963 16 1897 6
- [16] Bosch Rexroth: PLC Programming with Rexroth IndraLogic 1.0
Bosch Rexroth AG P.O.Box 11 62 D-64701 Erbach 2004
- [17] Makó Ildikó: Robotok előadás jegyzet
- [18] Robert Bosch Mechatronikai Tanszék oktatási és szakmai anyagai
<http://www.bosch.uni-miskolc.hu>
- [19] Párhuzamos működésű megfogók. *Gimatic katalógus*
<http://www.gimatic.com/inglese/pdf/gs.zip>

13. Ábrajegyzék

1. ábra: Intelligens palettázó rendszer fényképe	3
2. ábra: MSK 030C AC szervomotor.....	5
3. ábra: GS-25 pneumatikus megfogó	6
4. ábra: Főbb méretek oldalról és előlről	8
5. ábra: Főbb méretek felülről.....	8
6. ábra: A megfogó metszeti képe	9
7. ábra: Pneumatikus megfogó rögzítése az adapter lemezhez.....	10
8. ábra: Pofák rögzítése a megfogóhoz	11
9. ábra: Ejtőtároló felépítése	12
10. ábra: Toló villa.....	13
11. ábra: Tartólemezre felszerelt munkahenger és ejőtároló	13
12. ábra: Rögzítő lemez	14
13. ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz	16
14. ábra Adagoló elhelyezése a megfogóhoz képest	18
15. ábra: Adagoló elhelyezése a szán mellett	18
16. ábra: Az energialánc kiválasztáshoz szükséges méretek	19
17. ábra: Hamlin MRPR-8 reed érzékelő.....	20
18. ábra: KLR-C02-1,25-1,0-K75 optikai szálvezeték	21
19. ábra. ML6-8-H-40-RT/59/95/136 szenzor felfogatás.....	21
20. ábra: Ki és bementek bekötése.....	22
21. ábra: Eszközök egymáshoz képesti elhelyezkedése	23
22. ábra: Kezelőpanel vizualizáció	24
23. ábra: Globális változók	26
24. ábra: PLC program folyamatábrája.....	27
25. ábra: "Init" CFC kezdő program	28
26. ábra: Munkahenger kitoló ST program.....	29
27. ábra: SFCReset deklarálása	29
28. ábra: SFCReset bekötése	29
29. ábra: Makró mintaprogram	31
30. ábra: Megfogóhoz beállított makrók listája	31
31. ábra: Kalibráló tűske és ábra.....	32
32. ábra: Robot képe a megfogó felett.....	34
33. ábra: Munkadarab kivétele.....	35
34. ábra: Vizsgálat az induktív szenzornál.....	36
35. ábra: Paletta szabad helyeinek felismerése	38
36. ábra: RL28 retroreflektív szenzorok	40
37. ábra: Reflektor lapok	40
38. ábra: A kész rendszer	41

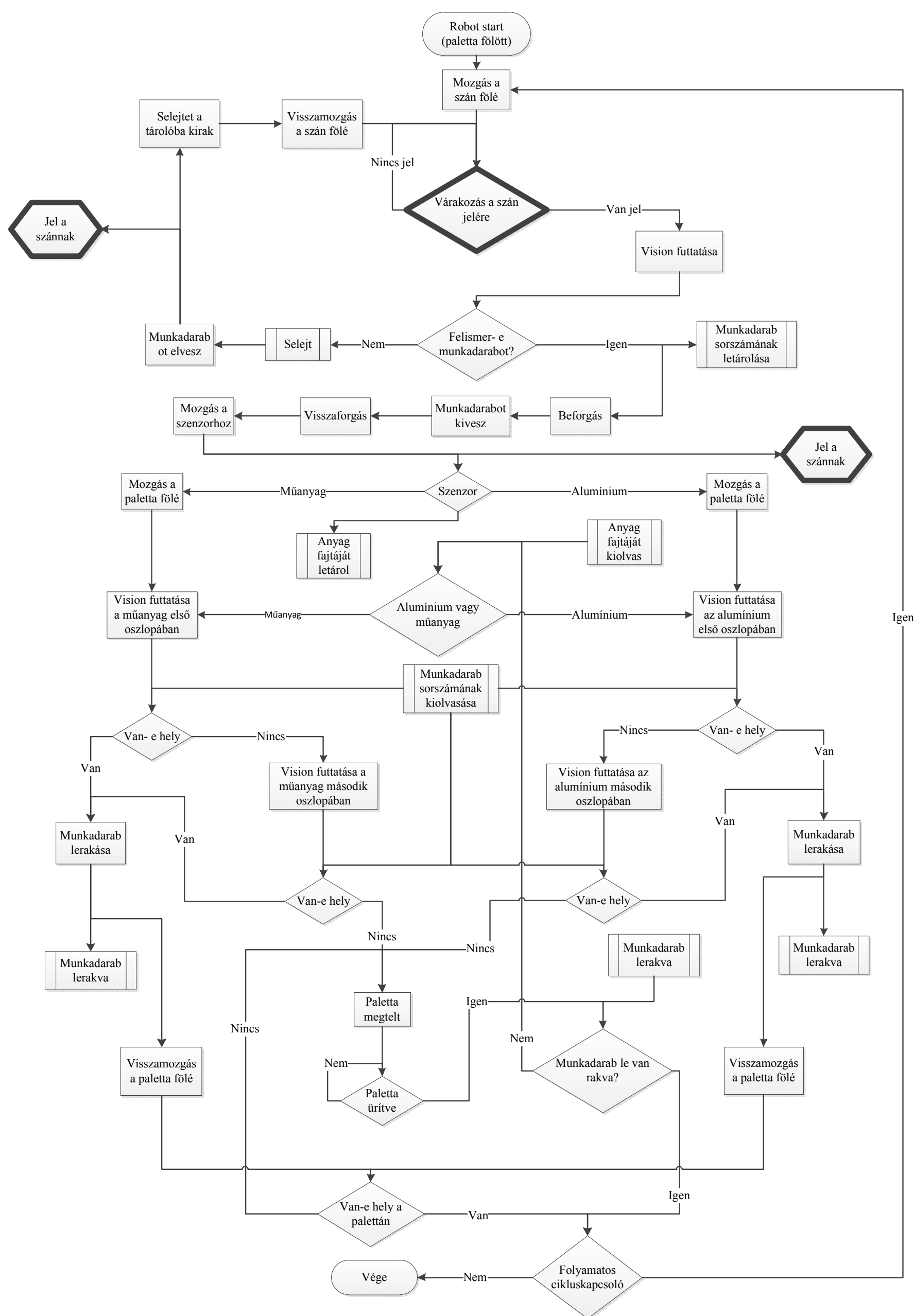
14. Táblázatjegyzék

1. Táblázat: NC szán főbb paramétere	4
2. Táblázat: GS-25 megfogó főbb paramétere	6
3. Táblázat: Fanuc LR Mate 200iC robot főbb paramétere	7
4. Táblázat: Schunk PG70 főbb paramétere	9
5. Táblázat: Megfogóra feltöltött programsorok kommentelve	30

15. Mellékletek

1. Melléklet: Folyamatábra a robot működéséről	M 1
2. Melléklet: Teljes robot program	M 2

1. Melléklet: Folyamatábra a robot működéséről



2. Melléklet: Teljes robot program

```
1: UFRAME_NUM=3 ;
2: UTOOL_NUM=6 ;
3: R[25:Paletta tele]=0 ;
4: LBL[100] ;
5: WAIT (DI[101:MF] AND DI[102:MF] AND DI[103:MF] AND DI[104:MF]) ;
6: MESSAGE[Megfogo mukodik] ;
7: MESSAGE[--START--] ;
8:L PR[11:Paletta kam] 200mm/sec FINE ;
9:C PR[12:Asztal]
  : PR[13:SzKam] 2000mm/sec FINE ;
10: LBL[101] ;
11: CMD_ACK ;
12: 20mm ;
13: WAIT (DI[105:Szan]) ;
14: MESSAGE[Vizsgalat] ;
15: VISION RUN_FIND 'SZAMOK2D' ;
16: VISION GET_OFFSET 'SZAMOK2D' VR[1] JMP LBL[200] ;
17: R[20]=VR[1].MODELID ;
18: ;
19: ;
20: MESSAGE[JO] ;
21: PR[18]=VR[1].FOUND_POS[1] ;
22: PR[17:Valtozo]=PR[14:Szanfent] ;
23: PR[17,6:Valtozo]=PR[18,6:Cam]+180 ;
24:L PR[17:Valtozo] 500mm/sec FINE ;
25: ;
26: PR[17:Valtozo]=PR[10:Szan] ;
27: PR[17,6:Valtozo]=PR[18,6:Cam]+90 ;
28:L PR[17:Valtozo] 200mm/sec FINE ;
29: CMD_ACK ;
30: CLOSE_GYENGE ;
31: PR[17:Valtozo]=PR[14:Szanfent] ;
32: PR[17,6:Valtozo]=PR[18,6:Cam]+180 ;
33:L PR[17:Valtozo] 400mm/sec FINE ;
34:L PR[14:Szanfent] 500mm/sec FINE ;
35: DO[105:Szan]=PULSE,1.0sec ;
36: ;
37: ;
38: JMP LBL[110] ;
39: LBL[200] ;
40: MESSAGE[Ismeretlen munkadarab] ;
41:L PR[14:Szanfent] 500mm/sec FINE ;
42:L PR[10:Szan] 200mm/sec FINE ;
43: CMD_ACK ;
44: CLOSE_GYENGE ;
45:L PR[14:Szanfent] 400mm/sec FINE ;
46: DO[105:Szan]=PULSE,1.0sec ;
47:L PR[15:Selejt] 600mm/sec FINE ;
```

```

48: CMD_ACK ;
49: 20mm ;
50: MESSAGE[Vege] ;
51: L PR[13:SzKam] 600mm/sec FINE ;
52: JMP LBL[101] ;
53: LBL[110] ;
54: ;
55: ;
56: L PR[16:Szenzor] 1000mm/sec FINE ;
57: MESSAGE[Palettazas] ;
58: IF (DI[106:Szenzor]),JMP LBL[400] ;
59: LBL[300] ;
60: R[24:Muanyag_Alu]=1 ;
61: MESSAGE[Muanyag] ;
62: L PR[11:Paletta kam] 1200mm/sec FINE ;
63: VISION RUN_FIND 'PALSZM1' ;
64: LBL[310] ;
65: VISION GET_OFFSET 'PALSZM1' VR[2] JMP LBL[350] ;
66: R[23]=VR[2].MODELID ;
67: IF R[20:Szamok]<>R[23],JMP LBL[310] ;
68: ;
69: MESSAGE[1. Oszlop] ;
70: R[21:Szamokpal]=R[20:Szamok]+20 ;
71: L PR[R[21]] 800mm/sec FINE ;
72: CMD_ACK ;
73: 20mm ;
74: L PR[11:Paletta kam] 800mm/sec FINE ;
75: R[25:Paletta tele]=1 ;
76: VISION RUN_FIND 'PALTELE' ;
77: VISION GET_OFFSET 'PALTELE' VR[3] JMP LBL[500] ;
78: JMP LBL[600] ;
79: ;
80: ;
81: LBL[350] ;
82: VISION RUN_FIND 'PALSZM2' ;
83: LBL[360] ;
84: VISION GET_OFFSET 'PALSZM2' VR[2] JMP LBL[500] ;
85: R[23]=VR[2].MODELID ;
86: IF R[20:Szamok]<>R[23],JMP LBL[360] ;
87: MESSAGE[2. Oszlop] ;
88: R[21:Szamokpal]=R[20:Szamok]+24 ;
89: L PR[R[21]] 800mm/sec FINE ;
90: CMD_ACK ;
91: 20mm ;
92: L PR[11:Paletta kam] 800mm/sec FINE ;
93: R[25:Paletta tele]=1 ;
94: VISION RUN_FIND 'PALTELE' ;
95: VISION GET_OFFSET 'PALTELE' VR[3] JMP LBL[500] ;
96: JMP LBL[600] ;
97: ;

```

```

98: ;
99: LBL[400] ;
100: MESSAGE[Aluminium] ;
101: R[24:Muanyag_Alu]=2 ;
102:L PR[11:Paletta kam] 1000mm/sec FINE ;
103: VISION RUN_FIND 'PALSZA1' ;
104: LBL[410] ;
105: VISION GET_OFFSET 'PALSZA1' VR[2] JMP LBL[450] ;
106: R[23]=VR[2].MODELID ;
107: IF R[20:Szamok]<>R[23],JMP LBL[410] ;
108: MESSAGE[1. Oszlop] ;
109: R[21:Szamokpal]=R[20:Szamok]+28 ;
110:L PR[R[21]] 800mm/sec FINE ;
111: CMD_ACK ;
112: 20mm ;
113:L PR[11:Paletta kam] 800mm/sec FINE ;
114: R[25:Paletta tele]=1 ;
115: VISION RUN_FIND 'PALTELE' ;
116: VISION GET_OFFSET 'PALTELE' VR[3] JMP LBL[500] ;
117: JMP LBL[600] ;
118: ;
119: ;
120: LBL[450] ;
121: VISION RUN_FIND 'PALSZA2' ;
122: LBL[460] ;
123: VISION GET_OFFSET 'PALSZA2' VR[2] JMP LBL[500] ;
124: R[23]=VR[2].MODELID ;
125: IF R[20:Szamok]<>R[23],JMP LBL[460] ;
126: MESSAGE[2. Oszlop] ;
127: R[21:Szamokpal]=R[20:Szamok]+32 ;
128:L PR[R[21]] 800mm/sec FINE ;
129: CMD_ACK ;
130: 20mm ;
131:L PR[11:Paletta kam] 800mm/sec FINE ;
132: R[25:Paletta tele]=1 ;
133: VISION RUN_FIND 'PALTELE' ;
134: VISION GET_OFFSET 'PALTELE' VR[3] JMP LBL[500] ;
135: JMP LBL[600] ;
136: ;
137: ;
138: LBL[500] ;
139: MESSAGE[Nincs ures hely] ;
140: LBL[510] ;
141: DO[106:Pal lampa]=PULSE,1.0sec ;
142: IF (DI[108:Pal gomb]),JMP LBL[520] ;
143: WAIT 2.00(sec) ;
144: IF (DI[108:Pal gomb]),JMP LBL[520] ;
145: JMP LBL[510] ;
146: LBL[520] ;
147: VISION RUN_FIND 'PALTELE' ;

```

```
148: VISION GET_OFFSET 'PALTELE' VR[3] JMP LBL[500] ;
149: IF R[25:Paletta tele]=1,JMP LBL[600] ;
150: IF R[24:Muanyag_Alu]=1,JMP LBL[300] ;
151: IF R[24:Muanyag_Alu]=2,JMP LBL[400] ;
152: ;
153: ;
154: LBL[600] ;
155: R[25:Paletta tele]=0 ;
156: MESSAGE[Vege] ;
157: IF (DI[107:Automata ciklus kapcsolo]),JMP LBL[100] ;
```