

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta – katedra fyziky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta – katedra fyziky

**Automatizace stroje pro odebírání dílů z formy
vstřikovacího lisu**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: **Ing. Michal Šerý**

Autor: **Josef Šefčík**

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je návrh a řešení automatizace stroje pro odebrání dílů ze vstřikovacího lisu. Na základě požadavků zákazníka, vznikne návrh a způsob provedení automatizace. V další části práce bude proveden výběr senzorů, které budou nejvhodnější pro tuto aplikaci s ohledem na správný a bezchybný provoz stroje, stejně tak výběr a návrh řídicí jednotky, která bude svými parametry vyhovovat požadavkům zvoleného způsobu řízení. Poslední část práce bude zaměřena na vlastní realizaci návrhu a případná vylepšení stroje po uživatelské stránce.

ABSTRACT

The aim of this bachelor project is to make design and solution of machine-automation for taking parts from the injection molding machine. Based on the requirements of costumer, will be create a proposal design and mode of implementation for the automation. The next part focus on selection of sensors, that are the most optimal for this application, with regard to the right and error-free machine operation, than on selection and design of the control unit, whose parameters conform to the control mode selection. The last part focus on my implementation of the proposal design. Eventually can be proposed a machine-improvement for the costumer.

Děkuji **Ing. Michalu Šerému** za jeho pomoc, odborné rady a vedení při zpracovávání této bakalářské práce.

Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedené (citované) literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 18. listopadu 2010

Josef Šefčík

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	8
2.1 Typ vstřikovacího lisu	8
2.2 Použití standardní robotické ruky	8
2.3 Typ rozhraní	9
2.4 Cyklus stroje	9
3 NÁVRH ŘEŠENÍ	10
3.1 Konstrukční návrh	10
3.1.1 Návrh výtahu.....	10
3.1.2 Návrh upevnění odebíracího zařízení v lisu.....	11
3.1.3 Návrh dopravníku	11
3.2 Návrh elektrotechnického řešení	13
3.2.1 Osazení výtahu senzory	13
3.2.2 Osazení dopravníku senzory	13
3.2.3 Návrh ovládání a signalizace	14
4 VÝBĚR SENZORŮ.....	18
4.1 Úvod	18
4.2 Výběr senzorů pro pneumatické písty	19
4.3 Výběr optického senzoru	22
4.4 Výběr indukčního senzoru.....	25
5 VÝBĚR ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY	28
5.1 Úvod	28
5.2 Řízení určené pro automatizaci	29
5.3 Vyspecifikování řídicí jednotky	32
5.4 Softwarové prostředí.....	36
6 REALIZACE NÁVRHU.....	39
6.1 Konstrukce rámu.....	39
6.2 Osazení konstrukce pneumatickými komponenty	39
6.3 Elektroinstalace	40
6.4 Software.....	44
6 ZÁVĚR.....	47
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
8 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
9 OBSAH PŘÍLOŽENÉHO CD	50

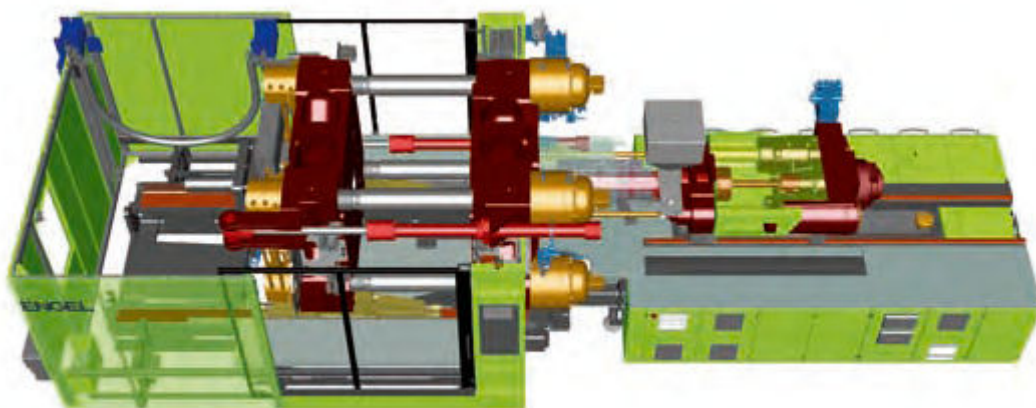
1 ÚVOD

Automatizace představuje významný prostředek pro zvýšení produktivity, jakosti a konkurenční schopnosti výroby a služeb. Je to jeden z prostředků, který umožňuje obstát ve světové konkurenci a pomáhá hospodářství země. [1]

2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU

2.1 Typ vstřikovacího lisu

Firma, která vyrábí výrobky z plastu, zakoupila od firmy ENGEL vstřikovací lis (dále už jen lis) typu duo 600 obr. č. 1, na kterém se budou lisovat umělohmotné stolky do dětských jídelních židliček.



Obr. č. 1 Vstřikovací lis ENGEL duo 600 (interní dokumentace firmy Engel)

Protože se jedná o vylisek větších rozměrů, musí se odebírat přímo s formy lisu. U malých dílů s malou hmotností, vylisky vypadávají z formy přímo na dopravník, který je zasunutý pod šachtou lisu a hotové vylisky vyváží ven k obsluze, kde jsou odebírány.

2.2. Použití standardní robotické ruky

Standardně se pro odebírání z formy používá robotická ruka, kterou firma ENGEL dodává na přání zákazníka k lisu. Firma ENGEL vyrábí několik typů robotické ruky se dvěma nebo se třemi lineárními osami, které mají pneumatický nebo elektropneumatický pohon a liší se dynamikou pohybů a maximálním zatížením ramene. Na obr. č. 2 je zobrazen jeden z typů robotické ruky ERC 33, která má nosnost 25 kg. Pro svou dynamiku a nosnost je nejpoužívanějším typem dodávané robotické ruky.



Obr. č. 2 Robotická ruka ENGEL typ ERC 33 (produkt katalog firmy Engel)

V našem případě, ale není možné použít standardní robotickou ruku. Tato robotická ruka je totiž připevněna na horní části lisu a potřebuje tudíž dostatek místa pro manipulaci s vylisovaným dílem. Zákazník tento prostor nad lisem nemá místo, protože hala, kde je lis umístěn, má nízký strop a je tedy nutné navrhnout odebírací zařízení, které bude odebírat výlisky ze spodní části lisu, kde je prostor pro dopravník. Toto je základní věc, která vedla zákazníka k tomu, aby poptal speciální odebírací zařízení pro odebrání přímo z formy lisu.

2.3 Typ rozhraní

Navržené odebírací zařízení bude tedy zastávat funkci robotické ruky a bude připojeno k lisu přes standardní rozhraní EUROMAP 67. Rozhraní EUROMAP 67 je standardizované rozhraní, přes které si předává robotická ruka s lisem signály, díky kterým je zabezpečena jejich bezchybná spolupráce.

2.4 Cyklus stroje

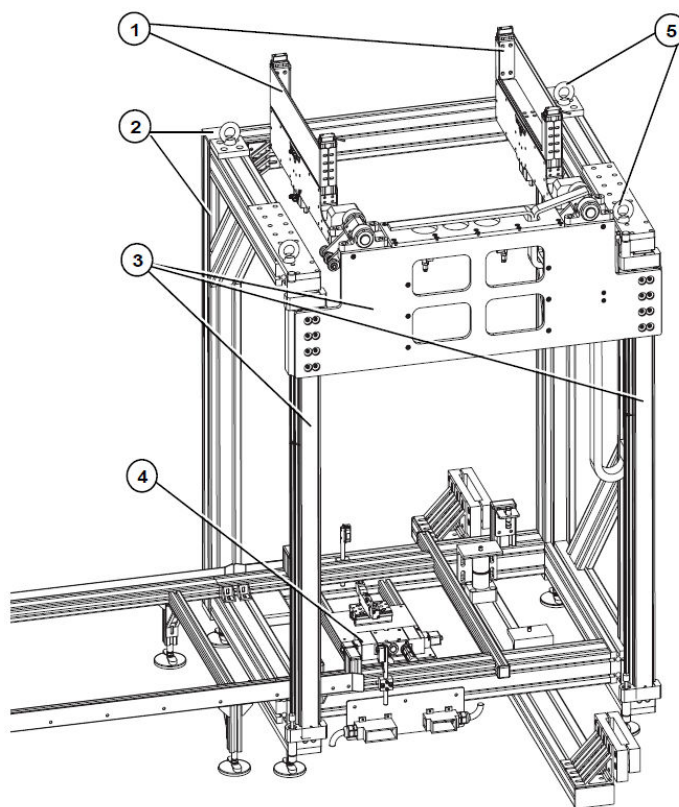
Další důležitý parametr, který dle požadavků zákazníka musí odebírací zařízení splňovat je doba odebrání výlisku a odložení. Cyklus lisu je v tomto případě 48 s. Je to doba, za kterou lis vylisuje výlisek, otevře formu a uvolní ho vyhazovači. Během tohoto cyklu musí navrhované odebírací zařízení odebrat hotový výlisek z formy, odložit ho na pás a připravit se na další odebrání. Odebírací zařízení nesmí být pomalejší než je doba cyklu, aby nedocházelo k prostojům lisu, čímž by se snížila efektivita výroby. Na tento parametr je vždy kladen velký důraz, z důvodu maximálního vytížení lisu.

3 NÁVRH ŘEŠENÍ

3.1 Konstrukční návrh

3.1.1 Návrh výtahu

Na základě výše uvedených požadavků zákazníka, bylo navrženo strojními konstruktéry odebírací zařízení, které bude umístěno v šachtě lisu a bude ze spodu odebírat hotové výlisky přímo z formy. Odebírací zařízení bude koncipováno jako výtah, který při otevření formy najede dovnitř a pomocí tak zvaných odebíracích hlav odebere výlisky. Následně s nimi sjede dolů, kde je odloží na pás, který je vyveze ven. Odebírat se budou dva výlisky najednou, protože se jedná o dvojnásobnou formu. Jako pohon výtahu by mohly být použity lineární pneumatické písty. Pneumatické písty by mohly být taktéž použity pro sklápění odebíracích hlav a pro odložení výlisků na pás. Na obr. č. 3 je zobrazen navržený výtah odebíracího zařízení.

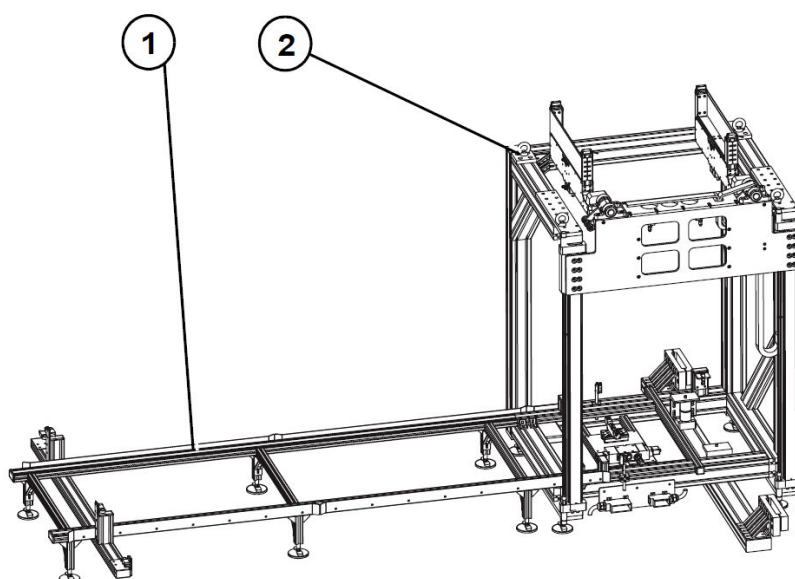


1. Přebírací hlavy
2. Rám
3. Zdvihací jednotka
4. Vzduchotechnika
5. Transportní oka

Obr. č. 3 Návrh výtahu odebíracího zařízení (interní dokumentace firmy Engel)

3.1.2 Návrh upevnění odebíracího zařízení v lisu

Odebírací zařízení bude pomocí podstavce, na kterém jsou příruby, přichyceno k nohám lisu obr. č. 4, aby byla zajištěna jeho poloha a zároveň stabilita. Zajištění stálé polohy je velmi důležité. Odebírací hlavy výtahu musí najíždět do formy s velkou přesností, aby nedošlo ke kolizi s formou nebo vyhazovači. Případná kolize by měla za následek opravu formy což je finančně velmi nákladné a zároveň by zapříčinila prostoj ve výrobě, který zákazník nemůže akceptovat.



- 1. Podstavec
- 2. Výtah

Obr. č. 4 Výtah včetně podstavce (interní dokumentace firmy Engel)

3.1.3 Návrh dopravníku

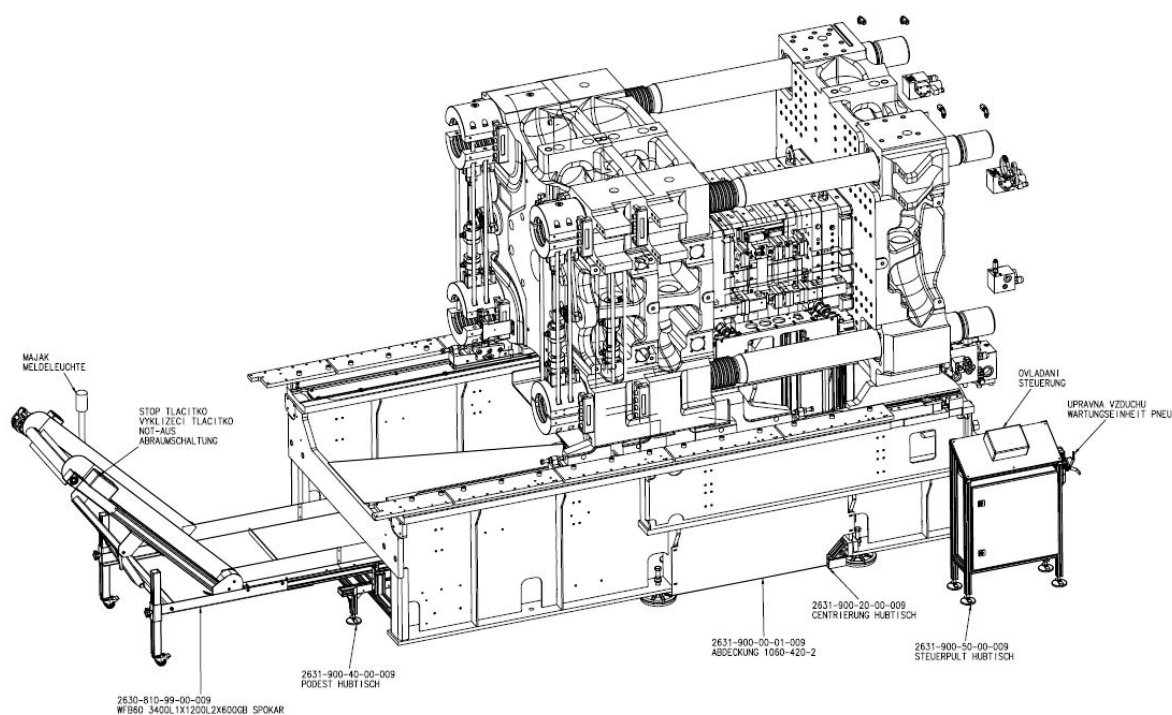
Součástí výtahu pro odebrání výlisku je také již zmíněný dopravník, na který se budou odkládat hotové výlisky. Jedná se o lomený dopravník, který je standardním produktem firmy ENGEL strojírenská Kaplice, obr. č. 5.

Na tomto typu dopravníku s nastavitelným podvozkem se používá pás s příčkami, aby bylo zabezpečeno dopravení materiálu do koncové polohy, hlavně v úhlové části dopravníku a nedocházelo k jeho sesunutí. Na konci dopravníku tento materiál z pravidla odebírá obsluha, nebo materiál padá přímo do beden. Rozdělení pásu příčkami nám zároveň rozděluje pás na jednotlivá pole.



Obr. č. 5 Lomený typ dopravníku (www.engelglobal.com)

Na obr. č. 6 je znázorněna forma včetně výtahu a zakomponovaného dopravníku. Zde je patrné, že rozměry výtahu museli být co nejpřesněji navrženy tak, aby odebírací zařízení vyhovovalo rozměrům formy.

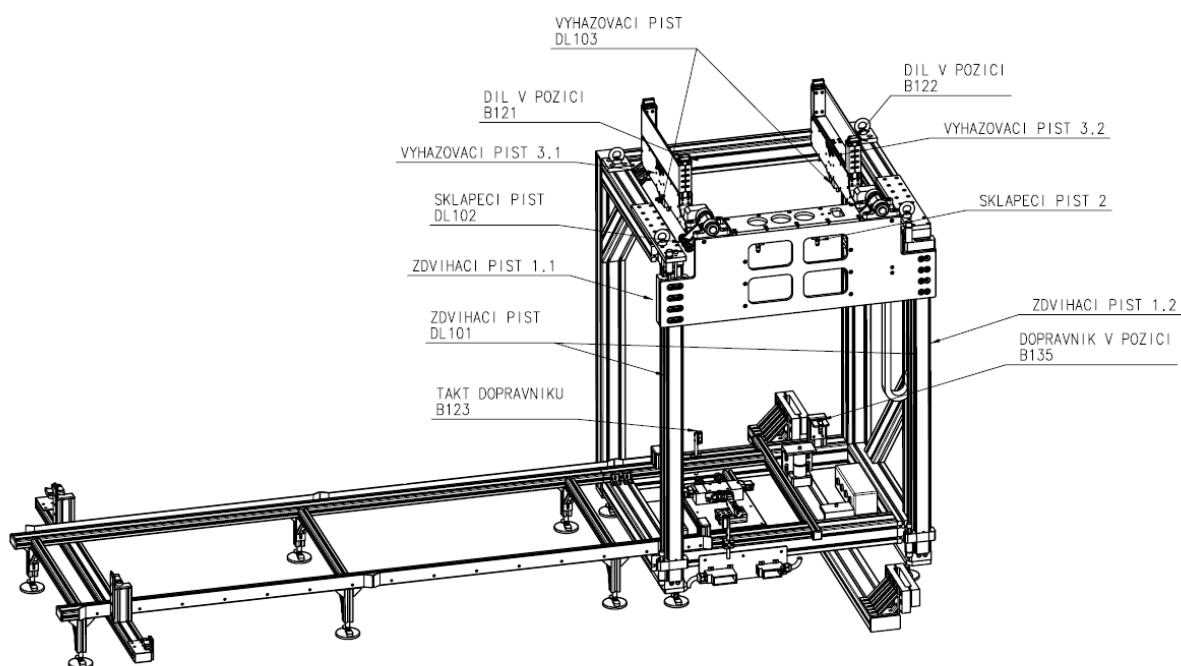


Obr. č. 6 Bližší pohled na formu včetně výtahu a dopravníku (interní dokumentace firmy Engel)

3.2 Návrh elektrotechnického řešení

3.2.1 Osazení výtahu senzory

Jak již bylo zmíněno, pohyb odebíracího zařízení budou zprostředkovávat pneumatické písty. Pro zjištění polohy pístů budou použity indukční snímače do pístů, které budou signalizovat krajní polohu pístů. Dále musí být výtah osazen optickými senzory pro kontrolu přítomnosti dílů obr. č. 7.



Obr. č. 7 Osazení zařízení senzory (interní dokumentace firmy Engel)

3.2.2 Osazení dopravníku senzory

Dopravník bude poháněn třífázovým asynchronním motorem o výkonu 0,12 kW, který bude osazen převodovkou pro dosažení optimální rychlosti a točivého momentu. Déle bude dopravník na vhodném místě osazen optickým senzorem, kterým budeme kontrolovat pozici pásu tak, že pole mezi příčkami budou při zastavení vždy v takové poloze, aby bylo možné do nich odložit hotový výlisek. Protože dopravník nebude pevně spojen s výtahem z důvodu snadnější přepravy a montáže u zákazníka, musí být výtah osazen indukčním čidlem pro kontrolu přítomnosti dopravníku. Dopravník bude v pracovní poloze zajištěn pomocí zápatek.

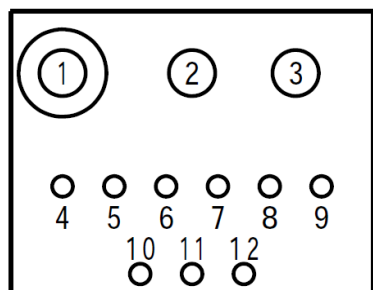
3.2.3 Návrh ovládání a signalizace

Odebírací zařízení bude ovládáno pomocí tlačítek nebo přepínačů, které budou mít standardní funkce používané na většině zařízení. Jsou to funkce přepnutí zařízení do automatického nebo ručního provozu.

Požadavek zákazníka je tlačítko pro krokování v ručním provozu. Jeho funkce by měla být taková, že při každém stisknutí tlačítka vykoná zařízení jeden pohyb. Postupným mačkáním tlačítka vykoná odebírací zařízení celý cyklus od odebrání z formy, až po odložení na pás.

Součástí ovládacího pultu bude i bezpečnostní tlačítko centrál stop. Jedná se o červené tlačítko hřibovitého tvaru na žlutém pozadí dle normy ČSN EN ISO 13850. Při zmáčknutí tohoto tlačítka musí dojít k zastavení všech pohyblivých částí stroje a to v nejkratším možném čase. Všechna bezpečnostní tlačítka na stroji musí být zapojena do série a zmáčknutím jakéhokoliv z nich, dojde k odpojení části napětí, ke kterému jsou připojeny spínací prvky pohyblivých částí, jako jsou například motory či ventily pístů. Jeho opětovná inicializace, neboli odmačknutí se provádí pootočením tlačítka. Po odmačknutí tlačítka však nesmí dojít k okamžitému spuštění stroje. To může nastat až po stlačení dalšího tlačítka, např. tlačítka start.

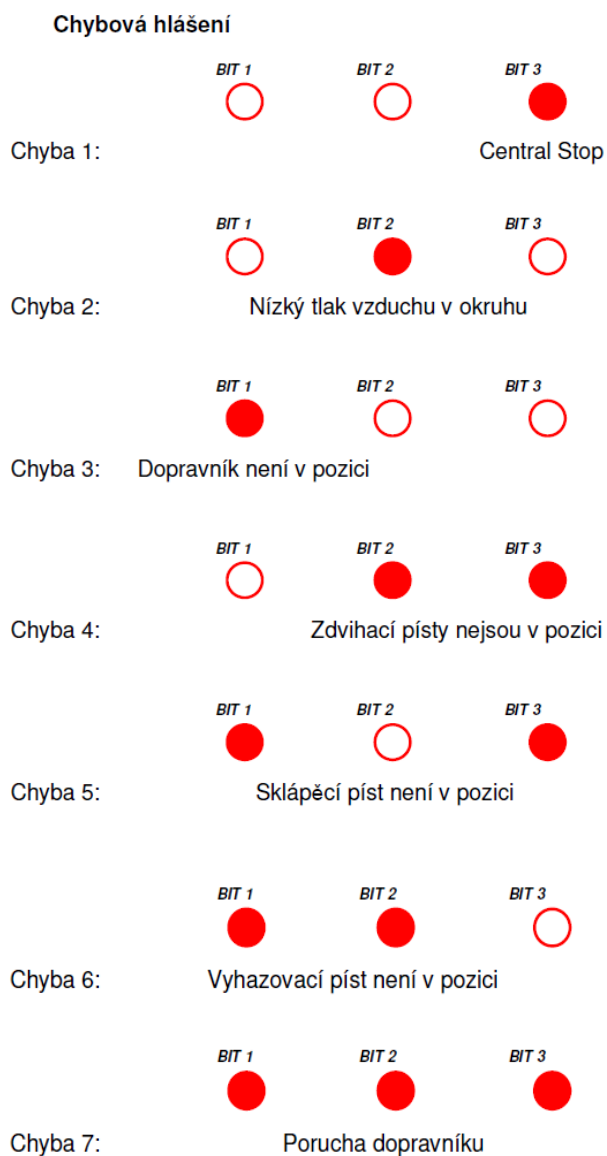
Na ovládacím pultu bude také umístěna dle požadavku zákazníka signalizace o poloze pístů. Zákazník z důvodu nižší ceny nechce grafický panel, proto signalizaci provedeme pomocí LED diod. Stejně tak bude provedeno signalizování typu poruchy. Na obr. č. 8 je znázorněn návrh ovládacího pultu.



1. Centrál stop
2. Ruční / automatický provoz
3. Taktování
4. Zdvihací píst nahoře
5. Zdvihací píst dole
6. Sklápěcí píst vyjetý
7. Sklápěcí píst zajetý
8. Vyhazovací píst vyjetý
9. Vyhazovací píst zajetý
10. Chyba bit 1
11. Chyba bit 2
12. Chyba bit 3

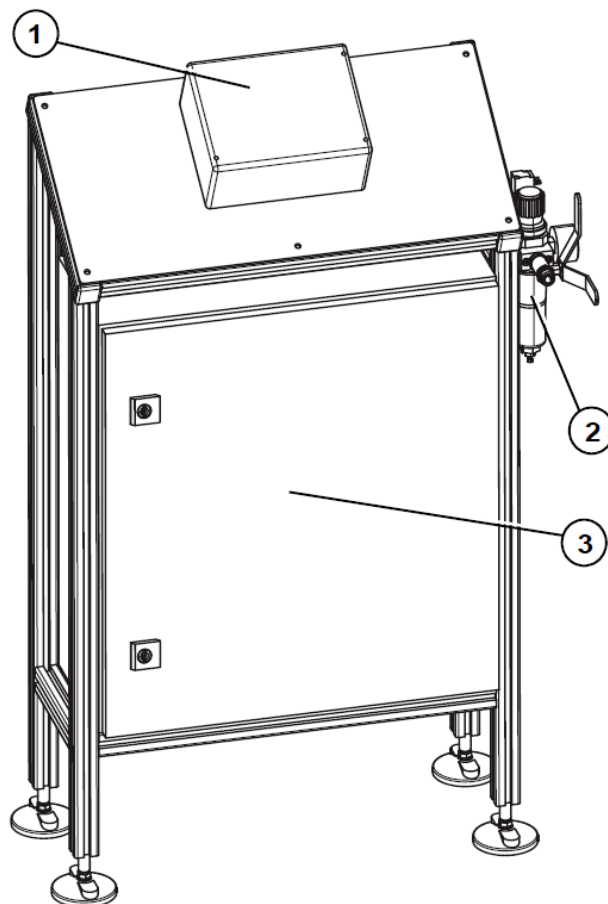
Obr. č. 8 Návrh ovládacích pultu a signalizace polohy pístů (označení 4-9) a signalizace typu poruchy (označení 10-12) (interní dokumentace firmy Engel)

Pro signalizaci typu poruchy budou použity tři červené LED diody. Kombinace rozsvícených jednotlivých LED diod bude určovat typ poruchy. V tomto případě bude možno signalizovat až osm typů poruch, obr. č. 9.



*Obr. č. 9 Návrh signalizace a typu poruchy, pomocí třech červených LED diod
(interní dokumentace firmy Engel)*

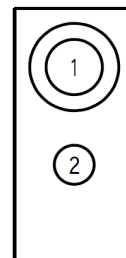
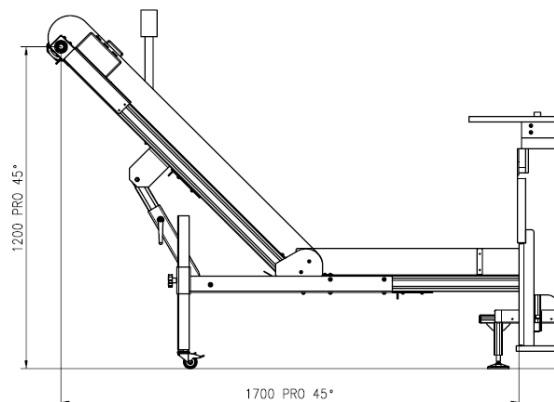
Jak již bylo zmíněno ovládací prvky zařízení, budou umístěny na samostatném pultu, který si zákazník umístí na místo jemu nejvhodnější. Součástí ovládacího pultu bude i rozvaděč, ve kterém bude umístěno řízení obr. č. 10.



- 1. Ovládací krabice
- 2. Úpravna vzduchu
- 3. Spínací skříň

Obr. č. 10 Ovládací pult (interní dokumentace firmy Engel)

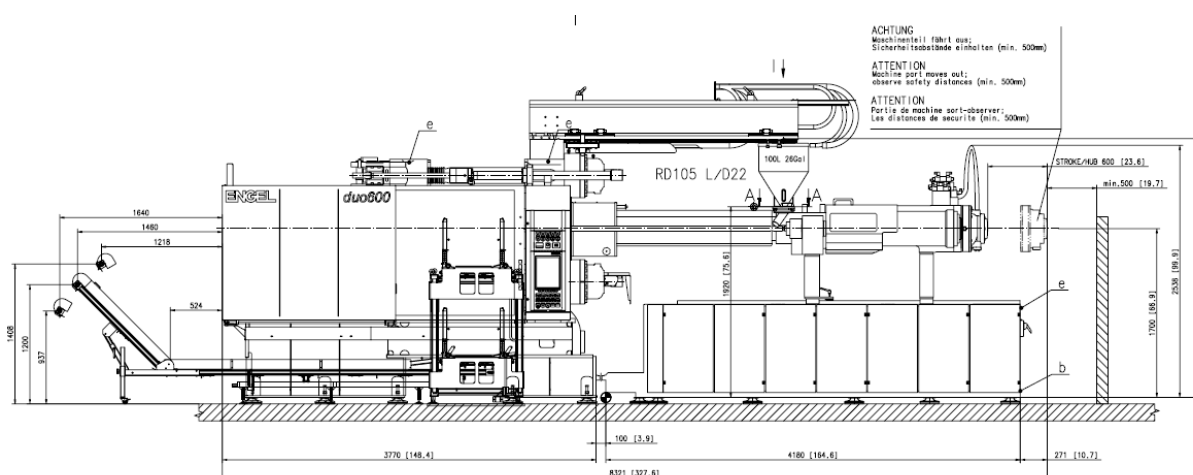
Na dopravníku bude umístěno tlačítko pro vyklizení celého dopravníku a bezpečnostní tlačítko centrál stop obr. č. 11. Protože na konci dopravníku bude stále obsluha, která bude odebírat hotové výlisky a skládat je do bedny, osadíme zde dopravník majákem, aby obsluha měla informaci, zda je odebírací zařízení v ručním nebo automatickém provozu. Automatický a ruční provoz bude signalizován zeleným majákem, signalizace poruchy červeným majákem.



1. Centrál stop
2. Vyklidit dopravník

Obr. č. 11 Umístění majáku a návrh ovládací krabičky dopravníku (interní dokumentace firmy Engel)

Z jednotlivých návrhů, které byly provedeny, vyplynula pravděpodobná koncepce celého odebíracího zařízení pro odebírání výlsků z formy lisu. Bylo navrženo možné konstrukční řešení a osazení senzory jednotlivých částí zařízení. Dalších kapitola se bude podrobněji zabývat konkrétním výběrem možných typů senzorů a typu řízení, které budou nejvhodnější jak z konstrukčního hlediska tak i finančních nákladů. Na obr. č. 12 je znázorněno celkové zakomponování odebíracího zařízení do lisu.



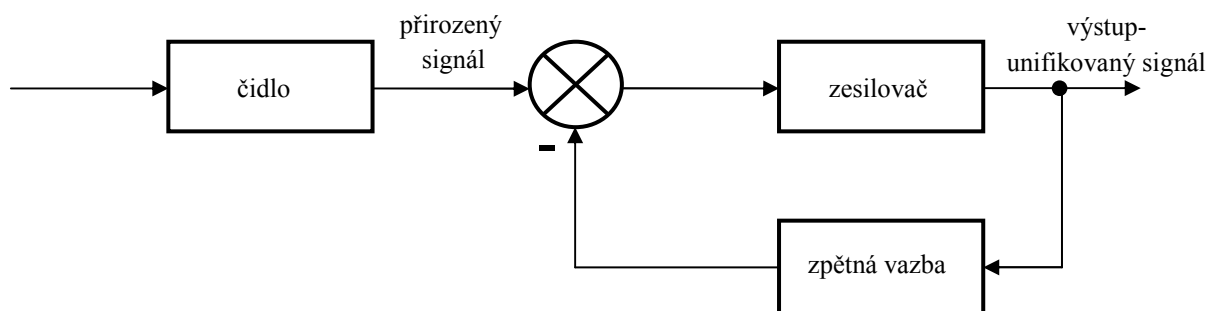
Obr. č. 12 Celkové zakomponování odebíracího zařízení do lisu (interní dokumentace firmy Engel)

4 VÝBĚR SENZORŮ

4.1 Úvod

Základní prvky informující o stavu a činnosti technického zařízení jsou snímače (senzory), převádějící zvolenou technickou veličinu na vstupu na tzv. měronosnou veličinu na svém výstupu. Snímače tím tvoří vazební členy mezi technickým zařízením a jeho řídicím systémem. Technická veličina na vstupu snímače může být měřena dvěma způsoby a to buď přímo na základě její definice (např. měření objemu), nebo nepřímo (např. průtok z tlakové difference na škrťacím orgánu). Nejčastěji se pro zpracování signálů snímačů užívají veličiny elektrické (napětí, proud, odpor, kapacita, vlastní nebo vzájemná indukčnost), méně často veličiny mechanické (pohyb, síla, tlak kapaliny či vzduchu).

Základním prvkem snímače je čidlo, převádějící měřenou veličinu na veličinu dále zpracovatelnou zesilovačem. Zapojení zesilovače se zápornou zpětnou vazbou, při jeho dostatečně velkém zesílení, se dosahuje toho, že celkový přenos obvodu je dán pouze vlastnostmi zpětnovazebního členu, takže všechny vlivy, které mají svůj původ v negativních vlastnostech zesilovače (nelinearita, změny parametrů např. vlivem změn zdroje napájecí energie) jsou eliminovány. Na obr. č. 13 je blokové schéma standardního provedení snímače. [2]



Obr. č. 13 Blokové schéma snímače

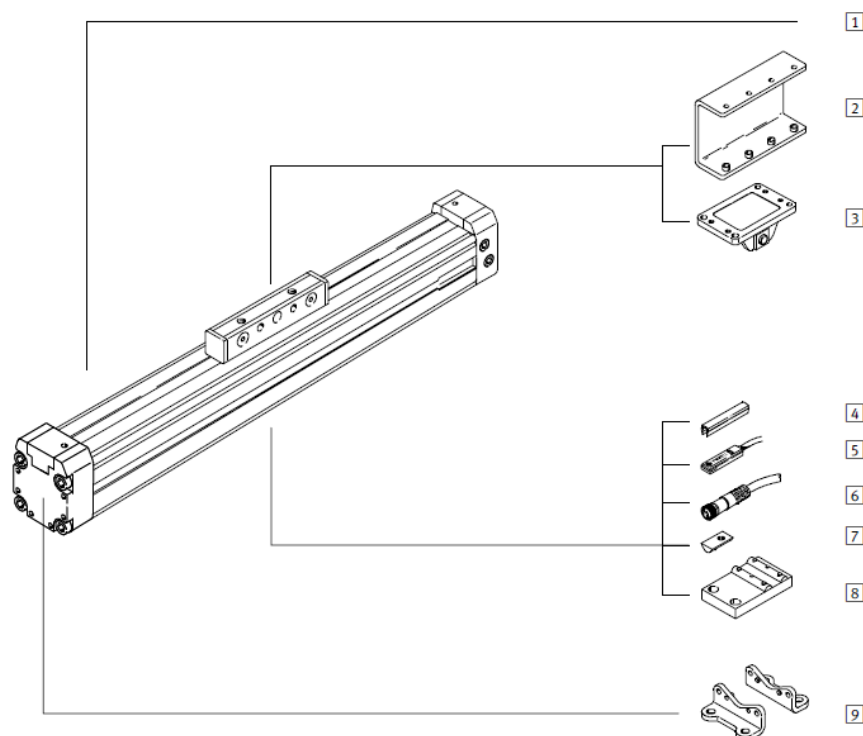
V současné době realizují výrobci automatizačních prostředků tzv. snímače Smart, které integrují měřicí řetězec v jednom kompaktním provedení spolu s jeho citlivou částí (čidlem). V nejnovější generaci je měřicí řetězec integrován na jediném čipu.

Senzory můžeme dále rozdělit dle průběhu výstupního signálu na analogové (spojité) a diskrétní (nespojité). V našem případě budou vhodné senzory nespojitě, tedy se skokovým průběhem výstupního signálu, takže jejich výstupní signál je logického typu (zapnuto – vypnuto, nebo 1-0). Senzory, které použijeme, nám budou detekovat přítomnost určitého média (např. tlak vzduchu nebo přítomnost určitého materiálu či předmětu). [2]

Na trhu je mnoho firem, které se zabývají výrobou snímačů, např. firmy Sick, Keyence, Omron, Türk, Balluf, IFM, atd.

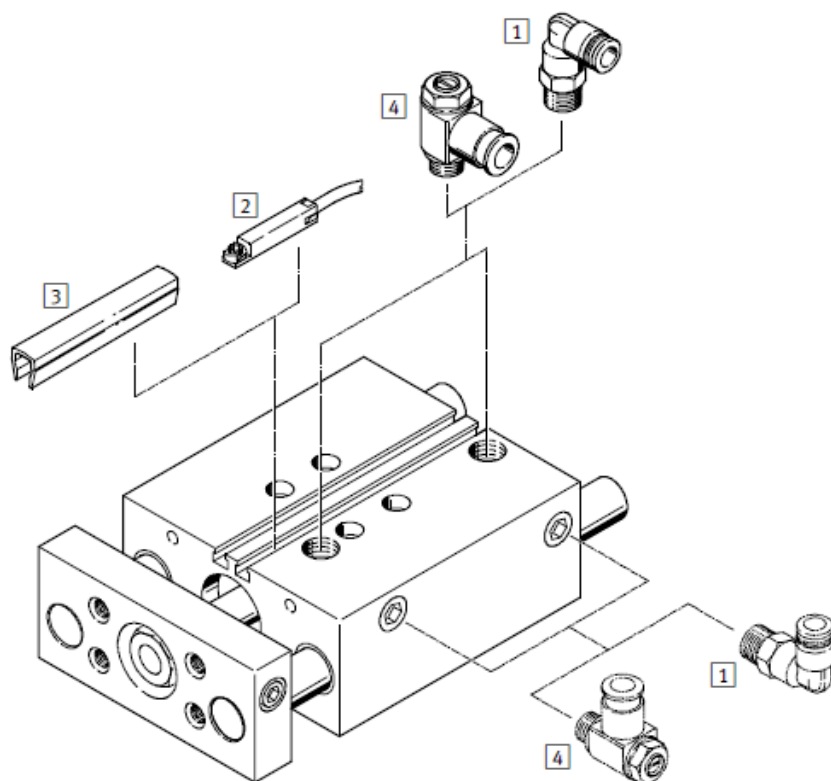
4.2 Výběr senzorů pro pneumatické písty

Dle konstrukčního návrhu budou pro pohyb zařízení použity pneumatické písty. Na odebracím zařízení budou použity pneumatické písty od firmy Festo. Pro zdvih, bude použit píst typu DGPL, pro sklápění odebracích hlav to bude píst DSNU a pro vyhazování výlisků z odebracích hlav bude použit píst typu DFM. Písty mají standardně osazeny pístnici permanentním magnetem, díky němuž je možné detekovat polohu pístu. Písty typu DGLP a DFM mají na plášti drážku pro uchycení senzoru, která má standardizovaný rozměr ve tvaru T, obr. č. 14 a 15.



1. Přímočarý pneumatický pohon s unášečem typu DGPL
2. Silové přemostění, které se používá u pístů s délkou větší než 2m
3. Spojka pro unášeč
4. Krycí lišta do drážky k ochraně před znečištěním a pro upevnění kabelu čidla
5. Čidlo ke snímání polohy pístu – unášeče
6. Zásuvka s kabelem pro čidla na válce
7. Kámen do profilové drážky k upevnění montážních dílů
8. Mezipodpora pro upevnění pohonu
9. Patkové upevnění pohonu

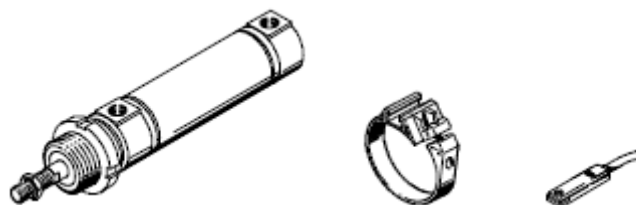
Obr. č. 14 Pneumatický píst firmy Festo typu DGPL (katalog produktů firmy Festo)



1. Šroubení s nástrčnou koncovkou pro připojení hadic na stlačený vzduch
2. Čidlo, které lze integrovat do profilové drážky
3. Krycí lišta do drážky k ochraně před znečištěním a pro upevnění kabelu čidla
4. Jednosměrný škrtkový ventil

Obr. č. 15 Pneumatický píst firmy Festo typu DFM (katalog produktů firmy Festo)

Píst typu DSNU nemá drážku pro uchycení čidla. Pro uchycení čidla je nutné použít objímku, která se připevní na píst a do této objímky již lze senzor upevnit, obr. č. 16.



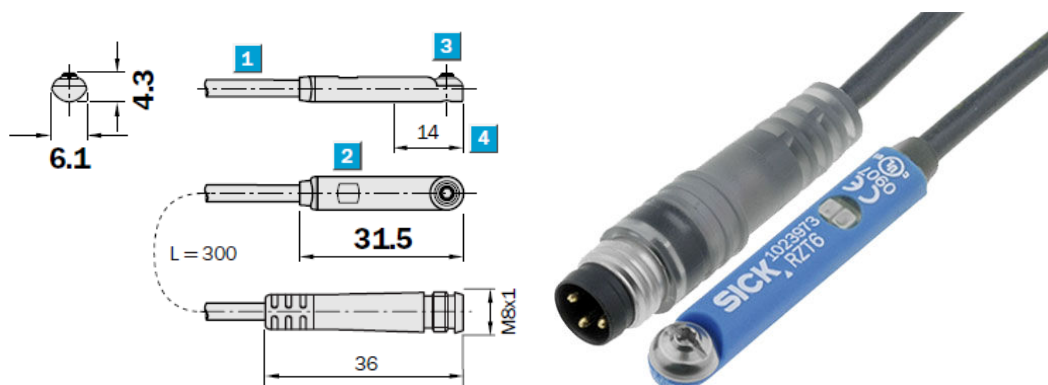
Obr. č. 16 Pneumatický píst firmy Festo typu DSNU (katalog produktů firmy Festo)

Pro detekci polohy pístu bude použit takový typ senzoru, který bude detekovat přítomnost permanentního magnetu na pístnici pístu. Z toho vyplývá, že nejvhodnějším typem senzoru, bude senzor magnetický. Magnetický senzor patří do skupiny odporových snímačů. Skupinu odporových magnetických snímačů tvoří jazýčkové relé, Wiegandův snímač a Hallova sonda. V naprosté většině se pro detekci polohy pístu používají senzory jazýčkové.

Princip jazýčkového senzoru spočívá ve využití silových účinků magnetického pole permanentního magnetu na jazýčky z magneticky měkkého materiálu. Na jazýčky působí magnetická síla způsobená permanentním magnetem, která vyvolá jejich sepnutí.

Přesněji řečeno: magnetický tok Φ vyvolaný permanentním magnetem (v našem případě se jedná o permanentní magnet na pístnici pístu) prochází přes jazýčky a vyvolá magnetickou sílu F_M . Proti ní působí direktivní síla F_D daná tuhostí jazýčků. Výsledná síla F_K , která působí na kontakty (jazýčky) je dána rozdílem síly F_M a F_D . [2]

Pro, tuto aplikaci bude použit senzor od firmy Sick, typ RZT6. Tento senzor může být napájen stejnosměrným nebo střídavým napjetím v rozsahu od 10 až do 30 V. Senzor je osazen 3pin konektorem se závitem M8. Dva kontakty jsou určeny pro napájení a jeden pro výstupní signál. Spínací proud může být až 500 mA. Maximální spínací frekvence je 400 Hz, což je pro naši aplikaci dostačující. Senzor je určen do standardní drážky pístu tvaru T, viz obr. č. 17.



1. Připojení
2. Signalizace detekce pomocí LED
3. Šroubek pro upevnění v drážce pístu
4. Oblast senzoru určený pro detekci

Obr. č. 17 Senzor pro detekci polohy pístu, typ RZT6 od firmy SICK (katalog produktů firmy Sick)

4.3 Výběr optického senzoru

Aby pás dopravníku zastavoval v poloze odložení, tedy v takové poloze, ve které může odložit výlisky do jednotlivých polí, bude použit dle návrhu optický senzor, který bude detekovat jednotlivé příčky pásu. Příčky pásu budou vymezovat jednotlivá pole.

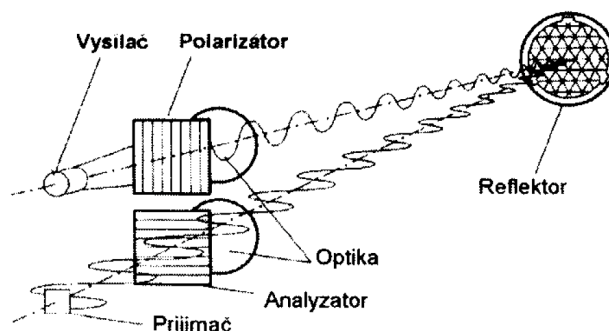
Optické snímače generují binární signál o výskytu indikovaného prvku v určité poloze. Principiálně je rozdělujeme do dvou tříd, a to na snímače průchozí (jednocestné) a reflexní. V obou případech se může jednat o závoru, záclonu nebo světelnou mříž.

Jednoduchá závoru je jednorozměrná. Seřazením několika závor nad sebou a logickým propojením získáme optickou mříž, hlídající celou plochu mezi vysílající a přijímající stranou. Optickou mříž lze provést i tak, že se záření jednoho vysílače vede po odrazu do soustavy zrcadel různými drahami, v tom případě mluvíme o světelné zácloně.

Reflexní provedení má ve srovnání s průchozím menší světelnou účinnost, je náchylnější ke znečištění (např. orosení) prostorově a montážně je ale vzhledem ke své jednoduchosti výhodnější (odpadá obousměrná zástavba). Zdroj i přijímač světla jsou konstrukčně spojeny do jedné jednotky. Na opačné straně sledovaného prostoru je umístěno zrcadlo (reflektor) nebo je paprsek odražen od reflektující plochy objektu. Protože použití obyčejného planárního zrcadla by mohlo působit potíže při provozních změnách jeho polohy, používá se speciálních trojzrcátek, složených ze tří navzájem kolmých rovin (roh krychle – jako u motorových vozidel), která zaručí zpětný odraz i při značném odklonu zrcadla od kolmé roviny.

Aby nedošlo k nežádoucímu odrazu od snímané plochy, která sice přeruší světelný paprsek dopadající na reflektor, ale vzhledem k vlastnostem svého povrchu odrazí tolik světla, že ho elektronika přijímací části vyhodnotí jako nepřítomnost předmětu, používají se polarizační filtry propouštějící světlo pouze v určité rovině. Reflektor musí mít schopnost při odrazu rovinu dopadajícího světla o 90° otočit, takže filtry vysílače a přijímače se musí navzájem proti sobě o 90° přesadit, obr. č. 18.

Rušení cizím světlem se potlačuje tím, že vysílač pracuje střídavě a fotozesilovač se naladí na jeho frekvenci. Průchozí snímače se užívají pro počítání předmětů, zavírání dveří výtahu, reflexní snímače v hygienických zařízeních, snímačích čárového kódu, plnění nádob či otevírání dveří. [2]

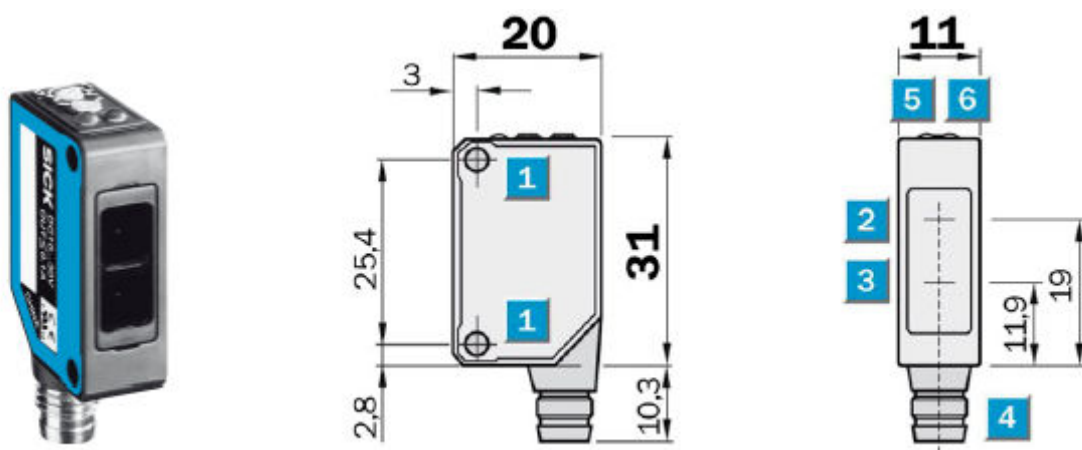


Obr. č. 18 Princip snímače s polarizací světelného paprsku (publikace *Automatizace a automatizační technika 3*)

Pro, tuto aplikaci bude použit tedy reflexní optický senzor se zrcátkem, protože je vhodnější pro detekci příček pásu. Příčka pásu má pouze 4 mm, což je dostačující pro přerušení světelného paprsku a je zde jistota detekce každé příčky.

Optický senzor, který detekuje odražený paprsek od povrchu předmětu, není vhodný. Není zde stoprocentní jistota, že se paprsek od tak malé části povrchu, kterou v tomto případě tvoří příčka pásu o šířce 4mm, vždy odrazí. Příčka je z gumového materiálu a má matnou tmavozelenou barvu. Tento typ povrchu by mohl být problémový, pro správný odraz paprsku.

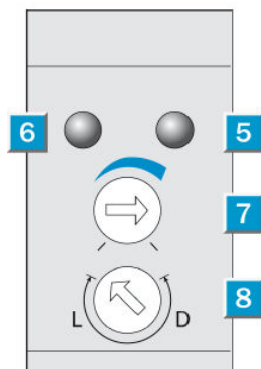
Firma Sick vyrábí širokou škálu optických senzorů. Pro, naší aplikaci by byl vhodný senzor o malé zástavbě. Firma Sick vyrábí optické senzory řady WL100, které vyhovují, co se týče zástavby našim požadavkům. Z této řady je nejvhodnější senzor typu WL100 – P4439, obr. č. 19.



1. Otvory určené k připevnění senzoru
2. Vysílač
3. Přijímač
4. Konektor se závitem M8 určený pro připojení kabelu
5. Zelená LED dioda, která indikuje napájení
6. Oranžová LED dioda, která indikuje detekci předmětu

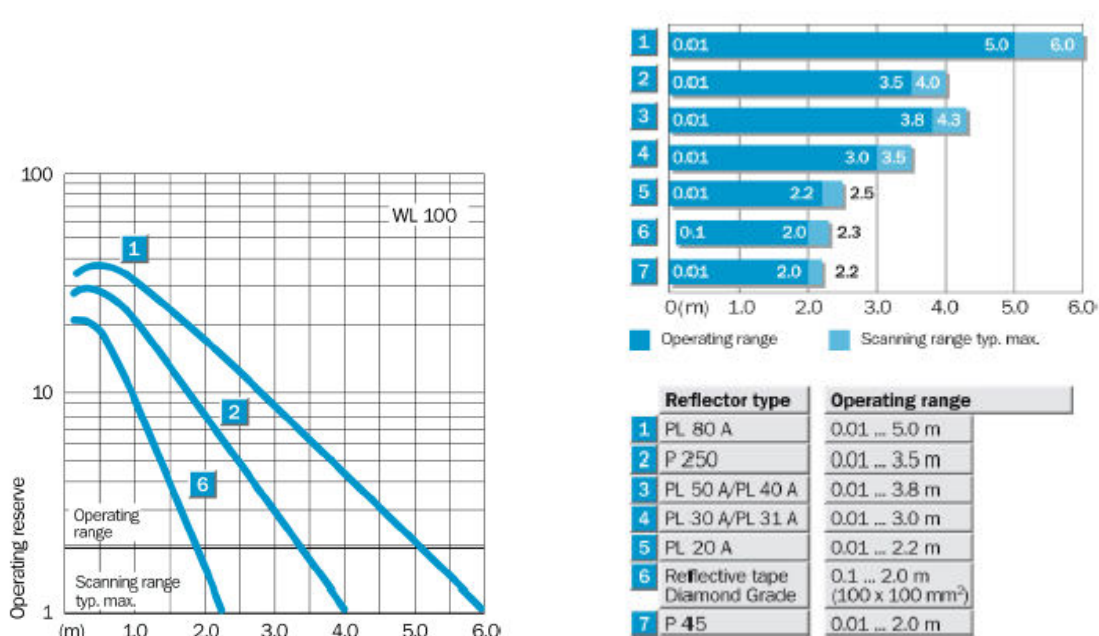
Obr. č. 19 Optický senzor od firmy Sick typ WL100 – P4439 (katalog produktů firmy Sick)

Svémi parametry tento senzor vyhovuje této aplikaci. Jeho napájení je v rozmezí 10 – 30 V stejnosměrných, pracovní vzdálenost je 0,01 – 5 m, což je nadmíru dostačující, pás má šířku pouze 600 mm. Spínací frekvence je 1 kHz, s dobou odezvy 0,5 ms a výstupní proud je 100 mA. Tento senzor je typu PNP, tak že na výstupu je kladné napětí. V tomto případě je to napětí o velikosti 24 V. Výhodou tohoto senzoru je, že pomocí přepínače může být jednoduše nastaven tak, aby spínal na světlo (světelný paprsek není přerušen) nebo na tmu (světelný paprsek je přerušen), obr. č. 20. Na obr. č. 21, je vidět graf, který ukazuje spínací vzdálenost senzoru dle typu použitého zrcátka.



- 5. Zelená LED dioda, která indikuje napájení
- 6. Oranžová LED dioda, která indikuje detekci předmětu
- 7. Trimr pro nastavení citlivosti (spínací vzdálenost)
- 8. Přepínač spínání L (light) - světlo nebo D (dark) - tma

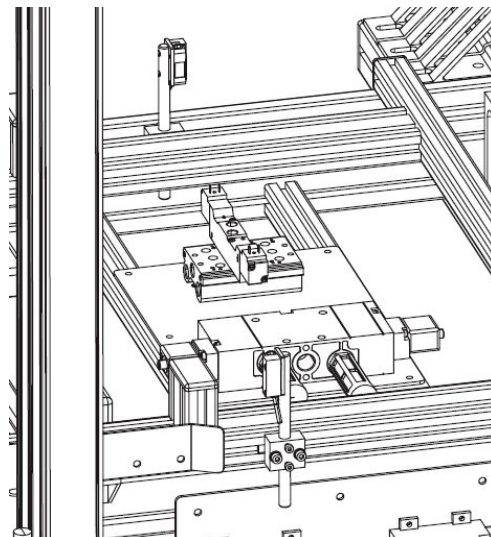
Obr. č. 20 Nastavení senzoru (katalog produktů firmy Sick)



Obr. č. 21 Spínací vzdálenost senzoru dle typu použitého zrcátka (katalog produktů firmy Sick)

V tomto případě bude použito z důvodu zástavby zrcátko typu PL 20 A, u něhož je spínací vzdálenost až 2,2 m, která je pro tuto aplikaci dostačující.

Optický senzor bude umístěn pod dopravník tak, aby byla zajištěna pouze detekce příček. Na horní straně by mohly kromě příček, přerušovat optický paprsek odložené díly, obr. č. 22.



Obr. č. 22 Znáznornění umístění optického senzoru (interní dokumentace firmy Engel)

4.4 Výběr indukčního senzoru

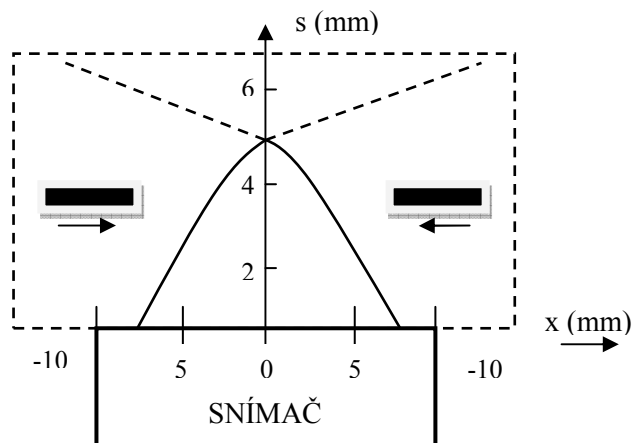
Jak již bylo řečeno, výlisky budou odkládány na dopravník. Musí být tedy zajištěna detekce přítomnosti dopravníku pod výtahem, aby nedošlo k odložení výlisku v případě jeho nepřítomnosti. Dopravník má určité části konstrukce z kovu a proto by bylo nejjednodušší detekovat tuto kovovou část dopravníku indukčním čidlem.

Princip indukčního čidla je takový, že vložením elektricky vodivého a magneticky nevodivého (diamagnetického) materiálu do vysokofrekvenčního magnetického pole snímače o určité intenzitě, indukují se v něm vířivé proudy budící magnetické pole o určité intenzitě. Její směr je podle Lenzova zákona opačný než směr intenzity pole budící cívky, z čehož plyne označení termínem potlačené magnetické pole.

Budící cívka je součástí LC – oscilátoru, po jehož připojení napětí začne LC – obvod kmitat a vznikne vysokofrekvenční magnetické pole soustředěné feritovým jádrem přes aktivní plochu do osy snímače. Při přiblížení elektricky vodivého předmětu k čelu cívky se elektromagnetickým polem vířivých proudů zmenší magnetický tok, tím indukčnost budící cívky a kmitání LC – obvodu utlumí. Výstupní signál rozladovaného oscilátoru je přiveden na vstup komparátoru porovnávající prahovou hodnotu napětí s hodnotou na svém vstupu a v případě přítomnosti předmětu překlopí výstupní klopný obvod. Tento typ indukčního snímače se zpravidla používají pro dvupolohovou indikaci (detektor přiblížení – proximity switch). [2]

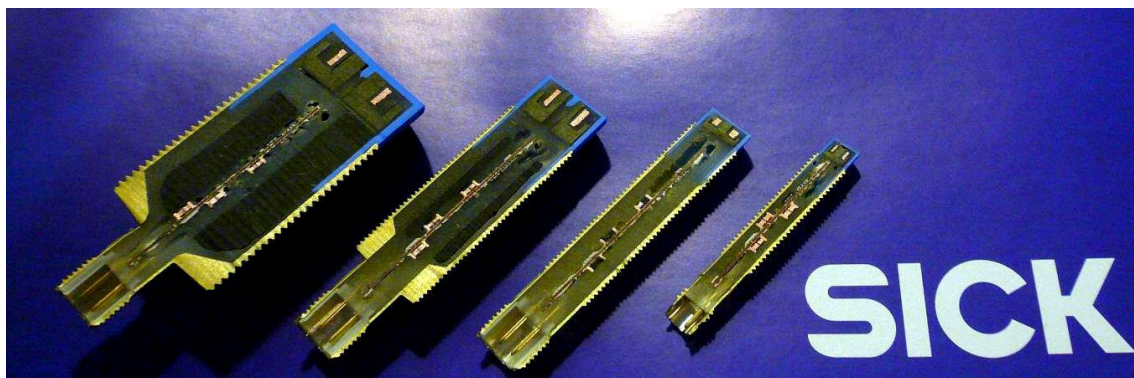
Hlavním technickým parametrem je spínací vzdálenost, která definuje axiální vzdálenost předmětu od aktivní plochy snímače, při níž snímač změní stav výstupu. Vzhledem k různým elektrickým a magnetickým vlastnostem kovů je spínací vzdálenost vždy udávána pro srovnatelný materiál.

Pokud není přibližování předmětu a snímače v ose snímače, uvádějí výrobci spínací charakteristiky pro přiblížení předmětu z bočního směru a to způsobem znázorněným na obr. č. 23, z něhož je patrná souvislost spínací vzdálenosti a vzájemného překrytí předmětu se snímačem (při malé vzdálenosti stačí malé překrytí, při větší vzdálenosti musí být překrytí plochy předmětu a plochy snímače větší). [2]



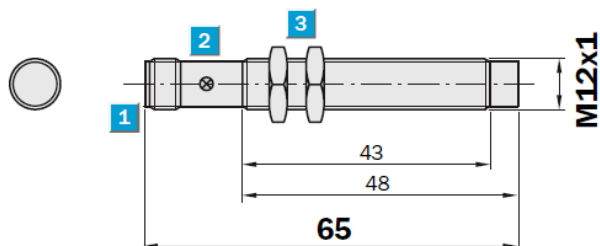
Obr. č. 23 Spínací charakteristika indukčního snímače při bočním přiblížování předmětu

Pro zajímavost je zobrazen na obr. č. 24, řez indukčními snímači firmy Sick. Na obrázku je vidět cívka v hlavě snímače a vyhodnocovací elektroniku, která je zalitá v pryskyřici.



Obr. č. 24 Řez indukčními snímači firmy Sick (katalog produktů firmy Sick)

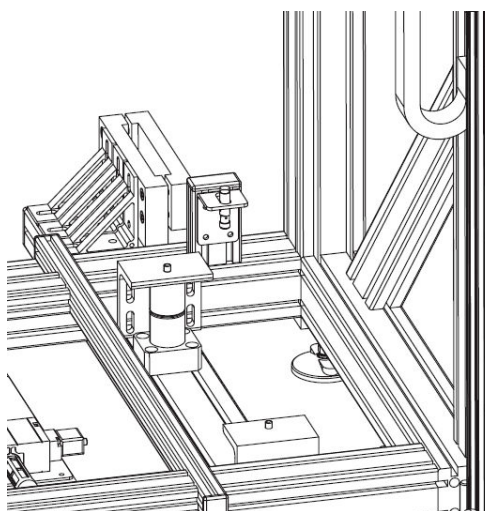
Pro, tuto aplikaci byl vybrán indukční senzor IME12-08NPSZC0S od firmy Sick. Tento senzor má spínací vzdálenost 8 mm. Napájecí napětí je od 10 V do 30 V stejnosměrných. Spínací proud je 200 mA. Spínací frekvence je 500 Hz. Senzor je typu PNP. Pouzdro senzoru je válcové, kovové se závitem M12, obr. č. 25. Těmito parametry je pro tuto aplikaci zcela dostačující.



1. Konektor pro připojení
2. LED dioda pro indikaci sepnutého stavu
3. Matice pro upevnění

Obr. č. 25 Indukční senzor od firmy Sick typ IME12-08NPSZC0S (katalog produktů firmy Sick)

Indukční čidlo musí být umístěno na takovém místě, aby bylo zajištěno, že je dopravník zcela zasunut pod výtahem, tedy že je ve správné poloze, obr. č. 26.



Obr. č. 26 Na obrázku vidíme umístění indukčního čidla na rámu výtahu (interní dokumentace firmy Engel)

5 VÝBĚR ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

5.1 Úvod

Řízení definujeme jako cílevědomou činnost, při níž se hodnotí a zpracovávají informace o řízeném objektu nebo procesu i informace o dějích vně tohoto procesu a podle nich se ovládají příslušná zařízení tak, aby bylo dosaženo předepsaného cíle.

Řízení dělíme na ovládání a regulaci. Ovládání je řízení bez zpětné kontroly měření. Regulace je udržování hodnot zvolené veličiny podle daných podmínek a měřeními získaných hodnot této zvolené veličiny.

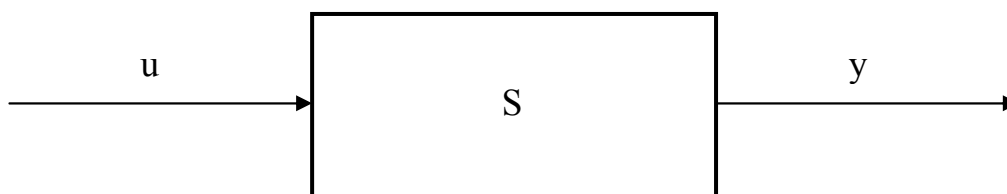
Řízení ovládáním lze použít u jednoduchých, dobře poznaných procesů či objektů. Typický příklad ovládání je pevně naprogramovaný algoritmus řízení jednoduché automatické pračky.

Regulace je nejpoužívanější způsob řízení a používá se pro řízení většiny technických zařízení.

Aby metody a algoritmy řízení, které rozvíjí teorie automatického řízení, byly použitelné pro širokou třídu reálných objektů, abstrahujeme od konkrétních fyzikálních vlastností těchto objektů a zajímáme se pouze o vztahy mezi veličinami v těchto objektech. Vytváříme tak abstraktní modely těchto zařízení, které nazýváme řízené systémy.

Na řízený systém působíme tím, že měníme nezávislé veličiny systému, které nazýváme řídicími veličinami. Tomuto působení na systém říkáme řízení.

Řídicí veličiny nazýváme také vstupní veličiny. Systém sám produkuje řadu veličin. Ty, které nás zajímají, označujeme jako výstupní veličiny systému. Řízený systém může být blokově znázorněn dle obr. č. 27. [3]



u - Vstupní veličina
S - Řízený systém
y - Výstupní veličina

Obr. č. 27 Blokové schéma řízeného systému

5.2 Řízení určené pro automatizaci

Pro řízení automatizací se používají PLC automaty. PLC (z anglického *Programmable Logic Controller*) je zkratka pro programovatelný logický automat. Jedná se o relativně malý průmyslový počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném čase - řízení strojů nebo výrobních linek v továrně. Pro PLC je charakteristické, že program se vykonává v tzv. cyklech. PLC automaty jsou odlišné od běžných počítačů nejen tím, že zpracovávají program cyklicky ale i tím, že jejich periferie jsou přímo uzpůsobeny pro napojení na technologické procesy. Převážnou část periférií v tomto případě tvoří digitální vstupy (DI) a digitální výstupy (DO). Pro další zpracování signálů a napojení na technologii jsou určeny analogové vstupy (AI) a analogové výstupy (AO) pro zpracování spojitých signálů. S rozvojem automatizace v průmyslu jsou používány i další moduly periferních jednotek připojitelných k PLC, které jsou nazývány funkčními moduly (FM) např. pro polohování, komunikačními procesory (CP) pro sběr a přenos dat a další specifické moduly podle výrobce konkrétního systému. [4]

Při návrhu řízení pro automatizaci můžeme vybírat z hlediska konstrukce ze dvou skupin systémů a to buď kompaktních, nebo modulárních.

Kompaktní systém je takový systém, který v jednom modulu obsahuje, CPU (Central Procesor Unit), digitální a analogové vstupy/výstupy a základní podporu komunikace, v některých případech i zdroj. Rozšiřitelnost kompaktních systémů je omezena. [4] Na obr. č. 28 a 29 jsou zobrazeny představitelé kompaktních PLC.



Obr. č. 28 Kompaktní Siemens LOGO! Obsahující CPU, 8 binárních vstupů, z nichž 2 mohou být i analogové, 4 binární výstupy a možnost zadávání programu přímo tlačítky na automatu. K tomuto „kompaktu“ je také možné připojit rozšiřující moduly s dalšími vstupy/výstupy (www.cs.wikipedia.org)



Obr. č. 29 Kompaktní PLC od firmy Omron řady CP1E, základní model má 12 binárních vstupů a 8 binárních výstupů, které mohou být tranzistorové nebo releové (www.industrial.omron.cz)

Modulární systém je takový systém, kde jsou jednotlivé komponenty celku rozděleny do modulů. Celý systém PLC se potom skládá z modulů: zdroje, CPU, vstupů/výstupů, funkčních modulů. Modulární systém je možno dále rozšiřovat (s ohledem na limity výstavby systému) a to v nepoměrně větším rozsahu než u kompaktních systémů. [4]
Na obr. č. 30 a 31 jsou zobrazeny představitelé modulárních PLC.



Obr. č. 30 Modulární systém od firmy Beckhoff. Tento systém lze rozšířit až na celkový počet 255 vstupů a výstupů a to jak digitálních tak analogových (www.beckhoff.de)



Obr. č. 31 Modulární systém od firmy B&R typu X20 (produkt katalog firmy B&R)

Řídící jednotky PLC používají nejčastěji paměti typu ROM, RAM, SRAM a Flasch (která se používá jako výměnné médium ve formě paměťové karty).

Vlastnosti jednotlivých pamětí jsou:

ROM (z anglického Read-Only Memory) je v informatice typ elektronické paměti, jejíž obsah je dán při výrobě, není závislý na napájení (je tzv. nevolatilní) a nelze ji později přepsat.

RAM (anglicky random-access memory, paměť s přímým přístupem) je v informatice typ elektronické paměti, která umožňuje přístup k libovolné části v konstantním čase bez ohledu na její fyzické umístění (na rozdíl od sekvenčních pamětí jako je magnetická páska, optický disk nebo pevný disk).

SRAM (z anglického Static Random Access Memory) neboli statická paměť je označení pro polovodičovou paměť, která k uchování svých dat nepotřebuje jejich periodickou obnovu (na rozdíl od dynamické paměti DRAM).

Flash paměť (nebo jen flash) je nevolatilní (semipermanentní) elektricky programovatelná (zapisovatelná) paměť s libovolným přístupem. Paměť je vnitřně organizována po blocích a na rozdíl od pamětí typu EEPROM, lze programovat každý blok samostatně (obsah ostatních bloků je zachován). Paměť se používá jako paměť typu ROM např. pro uložení firmware (např. ve vestavěných zařízeních). Výhodou této paměti je, že ji lze znovu naprogramovat (např. přeprogramování novější verzí firmware) bez vyjmutí ze zařízení s použitím minima pomocných obvodů. [4]

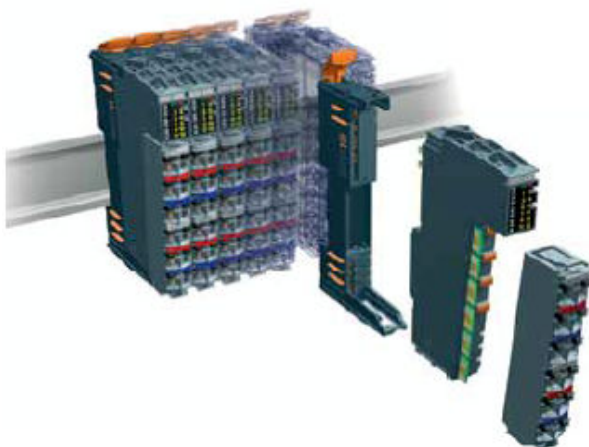
5.3 Vyspecifikování řídicí jednotky

Pro tuto aplikaci byla vybrána řídicí jednotka od firmy B&R typu X20 viz obr. č. 31. Jedná se tedy o modulární typ PLC, jehož výhodou je snadná rozšiřitelnost.

Dalším důvodem pro zvolení tohoto řízení je jeho cenová dostupnost a má vlastní zkušenost s tímto typem řízení.

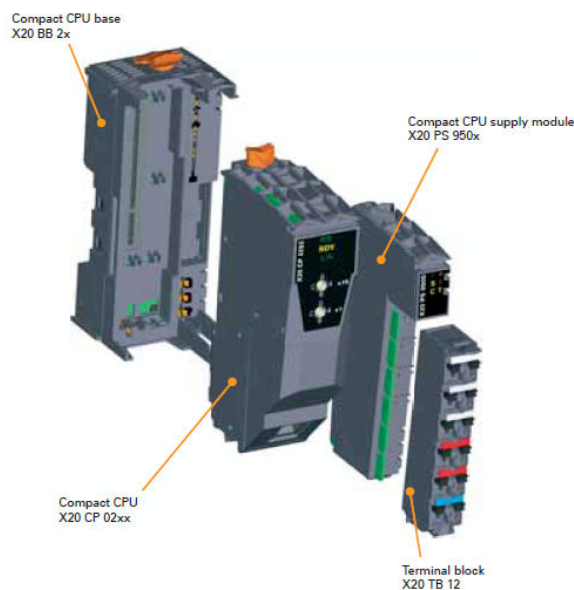
Jedna z velkých výhod řízení X20 od firmy B&R je v jeho hardwarovém provedení. Jednotlivé karty se totiž skládají ze tří částí, obr. č. 32. Tento způsob provedení je výhodný v tom, že kartu lze vyměnit i za chodu stroje, aniž by bylo nutné řídicí jednotku vypnout, protože komunikace s dalšími kartami je zajištěna spodním modulem. S ohledem na případné prostoje je tento způsob provedení velmi výhodný.

- Spodní díl, který se nazývá BUS modul, má na zadní straně sběrnici pro komunikaci s řídicí jednotkou a zároveň napájí příslušnou kartu
- Prostřední díl je samotná karta, která může být různého typu (digitální nebo analogové vstupy a výstupy, komunikační karta atd.)
- Vrchní díl obsahuje svorky pro připojení elektrických komponentů

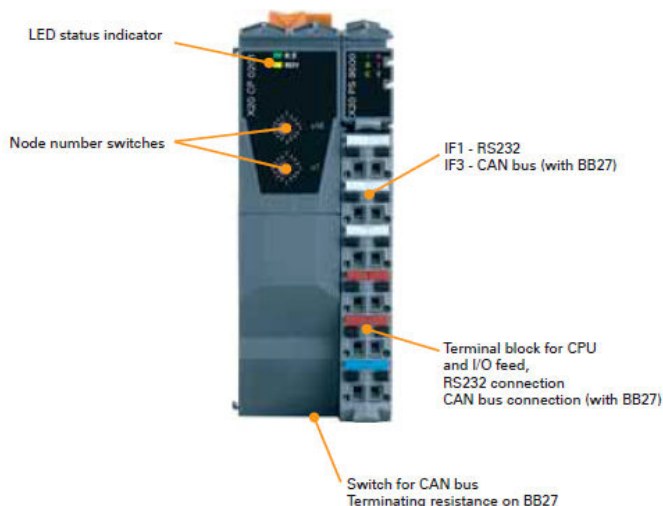


Obr. č. 32 Znáznornění provedení karty, která se skládá ze tří částí (produkt katalog firmy B&R)

Základ řízení bude tvořit kompaktní CPU s označením CP0201. Základní parametry tohoto kompaktního CPU jsou 100 kB paměť SRAM, 1 MB paměť Flash PROM a rychlost cyklického zpracování informací 4ms. Komunikaci s ostatními kartami zprostředkovává vnitřní sběrnice, která se nazývá X2X linka. Součástí základní jednotky je vždy i napájecí karta. CPU společně s napájecí kartou, mají společný spodní díl, obr. č. 33. a 34.

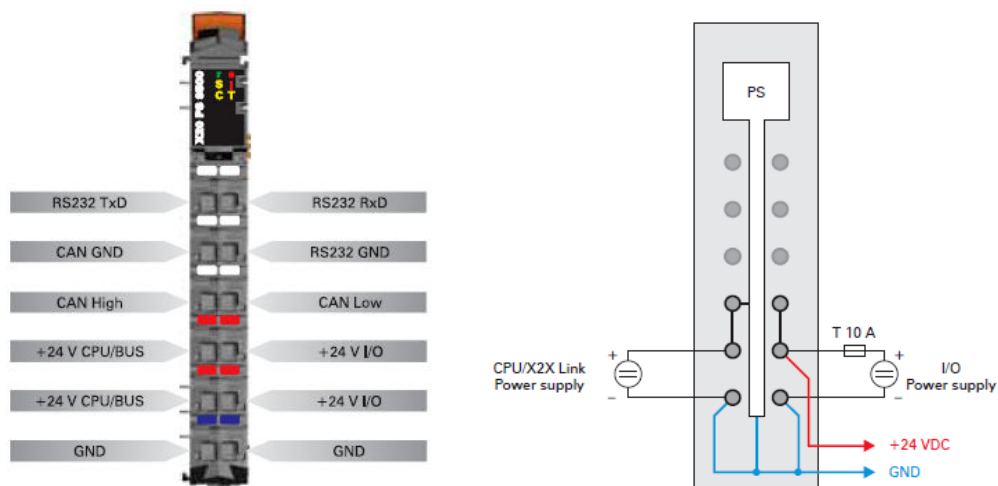


Obr. č. 33 Sestava kompaktního CPU s napájecí kartou (produkt katalog firmy B&R)



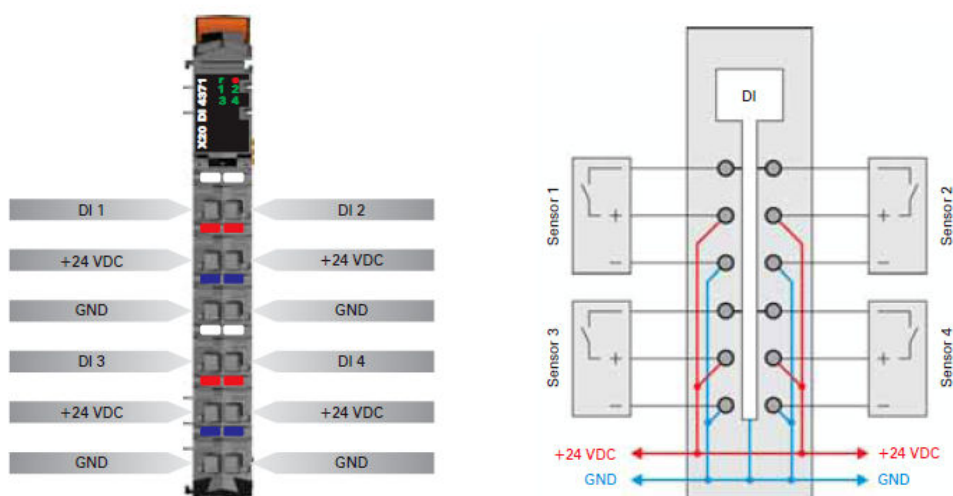
Obr. č. 34 Základní modul, který obsahuje CPU, má na sobě integrovanou indikaci stavu a dva přepínače pro nastavení adresy. Vlevo je napájecí karta PS9500 (produkt katalog firmy B&R)

Napájecí karta PS9500 slouží k napájení CPU, X2X linky a k vnitřnímu napájení I/O karet. CPU a X2X linka je napájena 24 V o maximálním proudu 0,7 A. I/O karty jsou napájeny 24 V o maximálním proudu 10 A (pro výstupní karty). Karta je také vybavena pro připojení sériové linky RS232 (maximální přenosová rychlost je 115,2 kBit/s a komunikace po CAN bus (maximální přenosová rychlost je 1 MBit/s). Na obr. č. 35 je znázorněno zapojení karty.



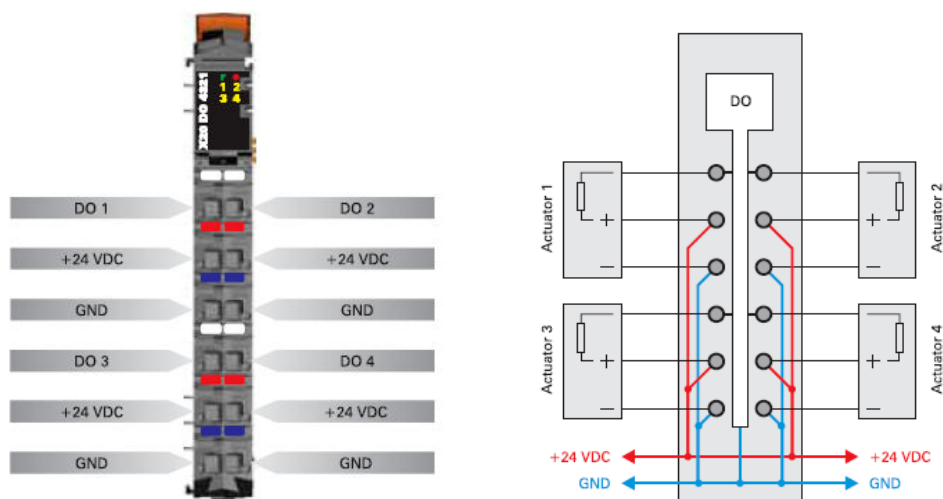
Obr. č. 35 Zapojení napájecí karty PS9500 (produkt katalog firmy B&R)

Pro vstupní signály, tedy jako DI karta bude použit typ DI4371. Jedná se o digitální kartu určenou pro čtyři senzory, které se připojují třemi vodiči. Dva vodiče jsou napájecí 24 V a 0 V a jeden vodič je vstupní signál od senzoru. Vstupní signál musí být kladný, tedy 24 V proti nule. Způsob připojení je znázorněn na obr. č. 36.



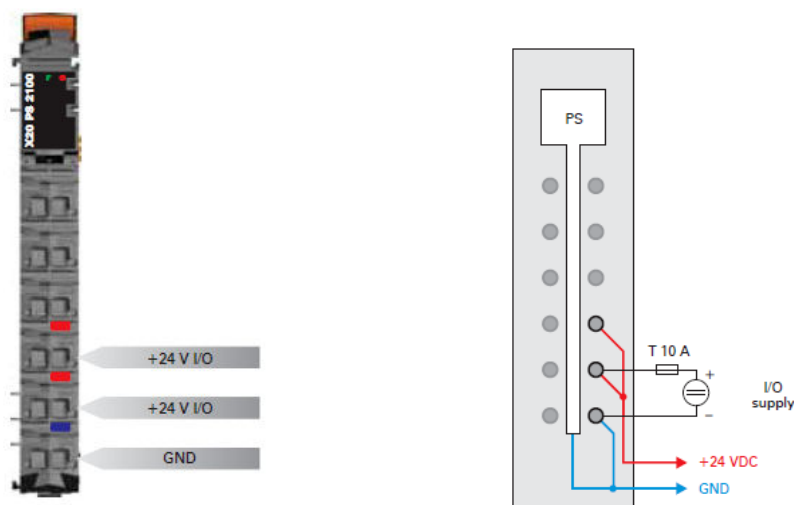
Obr. č. 36 Zapojení vstupní karty DI4371 (produkt katalog firmy B&R)

Jako výstupní karta bude použita karta typu DO4321. Jedná se o kartu se čtyřmi výstupy o maximálním proudu 2 A, což je pro použité ovládací prvky dostačující. Cívka stykače odebírá proud o velikosti 150 mA a cívky pneumatických ventilů 100 mA. Stejně tak signalizace, kde jsou použity LED diody, je proudový odběr řádově v miliampérech. Na obr. č. 37 je vidět zapojení výstupní karty.



Obr. č. 37 Zapojení výstupní karty DO4321 (produkt katalog firmy B&R)

Dále bude použita napájecí karta PS2100. Tato karta bude napájena napětím, které je spínáno bezpečnostním okruhem, tedy bezpečnostním relé. Toto napětí je tedy odděleno od stálého napájení. Tato karta oddělí výstupní karty, u kterých je nutné, aby v případě zmáčknutí tlačítka „Centrál stop“ došlo k jejich vypnutí. Karty, které budou tedy vypínány z hlediska bezpečnosti, jsou karty ovládající pneumatické ventily a motor, čímž bude zabezpečeno to, aby v případě zmáčknutí bezpečnostního tlačítka došlo k bezpečnému zastavení všech pohybů stroje. Na obr. č. 38 je vidět zapojení této napájecí a oddělovací karty.



Obr. č. 38 Zapojení napájecí karty PS2100 (produkt katalog firmy B&R)

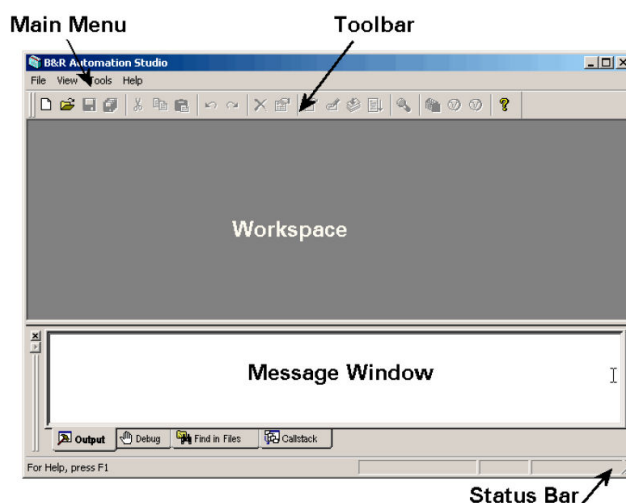
5.4 Softwarové prostředí

Prostředí B&R pro programování se nazývá „Automation Studio“. Toto prostředí je komplexním nástrojem, ve kterém lze naprogramovat řídicí jednotku, vizualizaci, provádět simulace, diagnostiku, řízení a nastavení servopohonů, bezpečnostních modulů a možnost týmové práce, kdy na jednom projektu pracuje více programátorů, viz obr. č. 39.



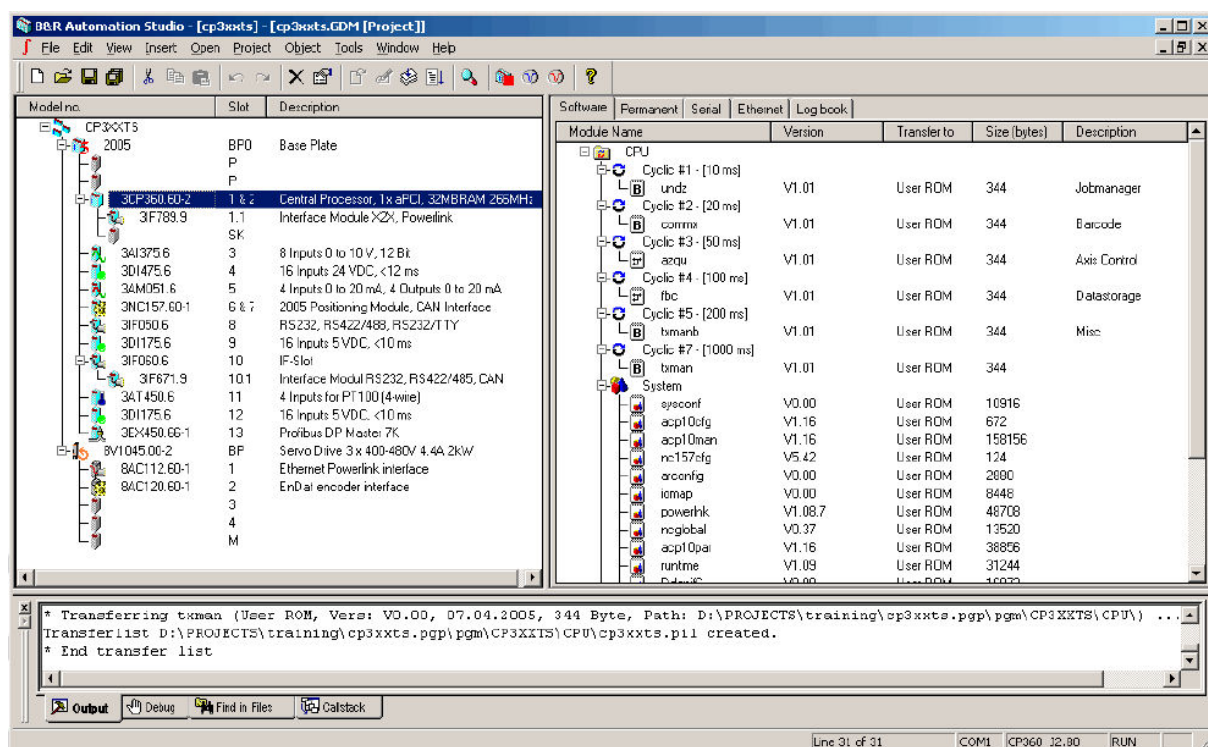
Obr. č. 39 Komplexnost prostředí Automation Studio (produkt katalog firmy B&R)

Základní obrazovka programovacího prostředí B&R Automation Studio je rozdělena na dvě hlavní okna viz obr. č. 40. Horní okno je pracovní prostor pro psaní kódu, dolní okno slouží k vypisování hlášení o chybách v syntaxi a o provedených úkonech. Dále je zde při horním okraji nástrojová lišta a v pravém dolní části je statusová lišta.



Obr. č. 40 Ukázka pracovního okna B&R Automation Studio (produkt katalog firmy B&R)

Na obr. č. 41 je ukázka strukturování projektu. Horní pracovní okno je rozděleno na dvě části. V levé části je vidět sestava hardwaru a v pravém okně je vidět strukturu softwaru. Na jedné obrazovce je tedy vidět celý projekt. Tento způsob rozložení je velmi výhodný z hlediska přehlednosti projektu a jednoduchosti práce.



Obr. č. 41 Ukázka struktury projektu v Automation Studiu (produkt katalog firmy B&R)

Programovací prostředí Automation Studio umožňuje programovat v několika programovacích jazycích, které jsou specifikovány v normě IEC EN 61131-3 (tato norma sjednocuje gramatiku, syntaxi a pravidla pro psaní a programování v jednotlivých jazycích týkajících se řídicích jednotek neboli PLC).

Programovací jazyky určené pro PLC je dělen do dvou skupin. První skupinu tvoří jazyky grafické a druhou jazyky textové.

Grafické jazyky jsou rozděleny do dvou skupin a to na jazyky nižší úrovně, kam patří:

- LD (Ladder Diagram) – reléové schéma

a jazyky vyšší úrovně, kam patří:

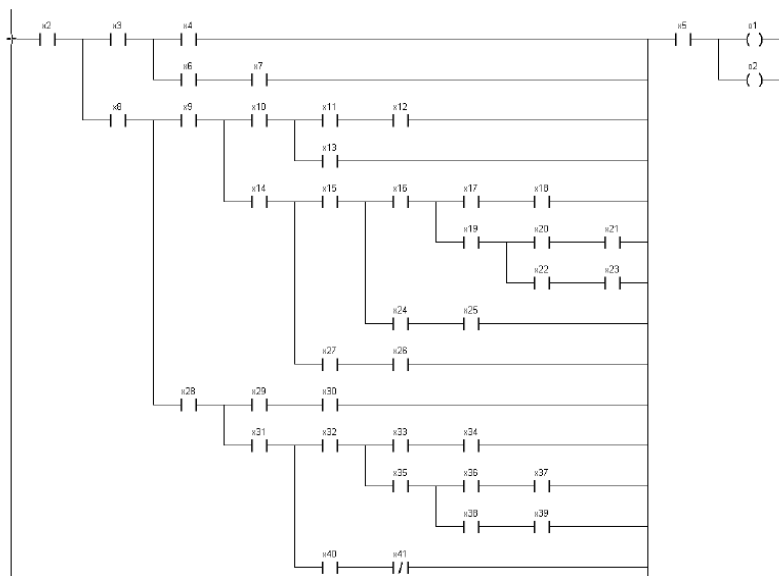
- FBD (Function Block Diagram – jazyk funkčních bloků
- SFC (Sequential Function Chart) – jazyk sekvenčního programování

Mezi textové programovací jazyky, jež jsou vyšší úrovně patří:

- ST (Structured Text) – strukturovaný text
- IL (Instruction List) – jazyk mnemokódů

Automation Studio obsahuje ještě další jazyky, jako je grafický jazyk CFC (Continuous Function Chart), textový jazyk B&R Automation Basic (což je vlastní jazyk firmy B&R podobný strukturovanému textu) a jazyk C.

Na obr. č. 42 a 43 je pro názornost zobrazen zápis v releovém schématu a v jazyce C.



Obr. č. 42 Zápis programu v Ladder Diagramu-releové schéma (produkt katalog firmy B&R)

```

/* cyclic part */
_CYCLIC void cyclic(void)
{
    if (oldpage != visu.page.actpage)
    {
        if (visu.page.actpage == 0) /* output static text on display */
        {
            visu.F_status[2] = 0;
            visu.F_status[3] = 0;
            visu.F_status[4] = 0;
            visu.F_status[5] = 0;
            visu.F_status[6] = 0;
        }
        oldpage = visu.page.actpage ;
    }
    headline.level= level;
    if (level < 90)
        headline.key_sym= 1;
    else
        headline.key_sym= 0;

    switch (level)
    {
        case 10:
            passwordlevel.Level_10 = 1;
            passwordlevel.Level_20 = 1;
            passwordlevel.Level_30 = 1;
            passwordlevel.Level_90 = 1;
            passwordlevel.Color_10 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            passwordlevel.Color_20 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            passwordlevel.Color_30 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            passwordlevel.Color_90 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            break;
        case 20:
            passwordlevel.Level_10 = 0;
            passwordlevel.Level_20 = 1;
            passwordlevel.Level_30 = 1;
            passwordlevel.Level_90 = 1;
            passwordlevel.Color_10 = COLOR_INVISIBLE_TXT;
            passwordlevel.Color_20 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            passwordlevel.Color_30 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            passwordlevel.Color_90 = COLOR_VISIBLE_TXT;
            break;
    }
}

```

Obr. č. 43 Zápis programu v jazyce ANSI C (produkt katalog firmy B&R)

6 REALIZACE NÁVRHU

Po dokončení konstrukčního a elektrického návrhu odebíracího zařízení a vyspecifikování jednotlivých komponentů, může dojít k realizaci projektu.

6.1 Konstrukce rámu

Prvním krokem byla stavba konstrukce rámu výtahu. Konstrukce je tvořena konstrukčními hliníkovými profily od firmy May Tec, obr. č. 44.



Obr. č. 44 Konstrukční hliníkové profily firmy May Tec (produkt katalog firmy May Tec)

Výhoda použití tohoto systému konstrukce je v jeho variabilitě, jednoduchosti při sestavování, tudíž i v rychlosti montáže a nižší hmotnosti celé konstrukce. Hliníková profily mají na sobě drážky, do kterých je možné upevňovat různé komponenty. Odpadá tedy vrtání a vytváření závitů pro ostatní konstrukční prvky.

6.2 Osazení konstrukce pneumatickými komponenty

Po dokončení konstrukce byl rám stroje osazen pneumatickými písty, ventily. Pneumatické ventily byly umístěny do dolní části výtahu (viz obr. č. 47). V této pozici budou chráněny před mechanickým poškozením zasunutým dopravníkem. Po osazení pneumatickými prvky a propojení vzduchových okruhů byla provedena první zkouška funkčnosti výtahu. Během této zkoušky bylo zjištěno, že při pohybu výtahu dochází k výkyvům konstrukce výtahu. Tento problém byl odstraněn doplněním rámu stroje o jeden příčný profil a v rozích rámu úhlovými výztuhami.

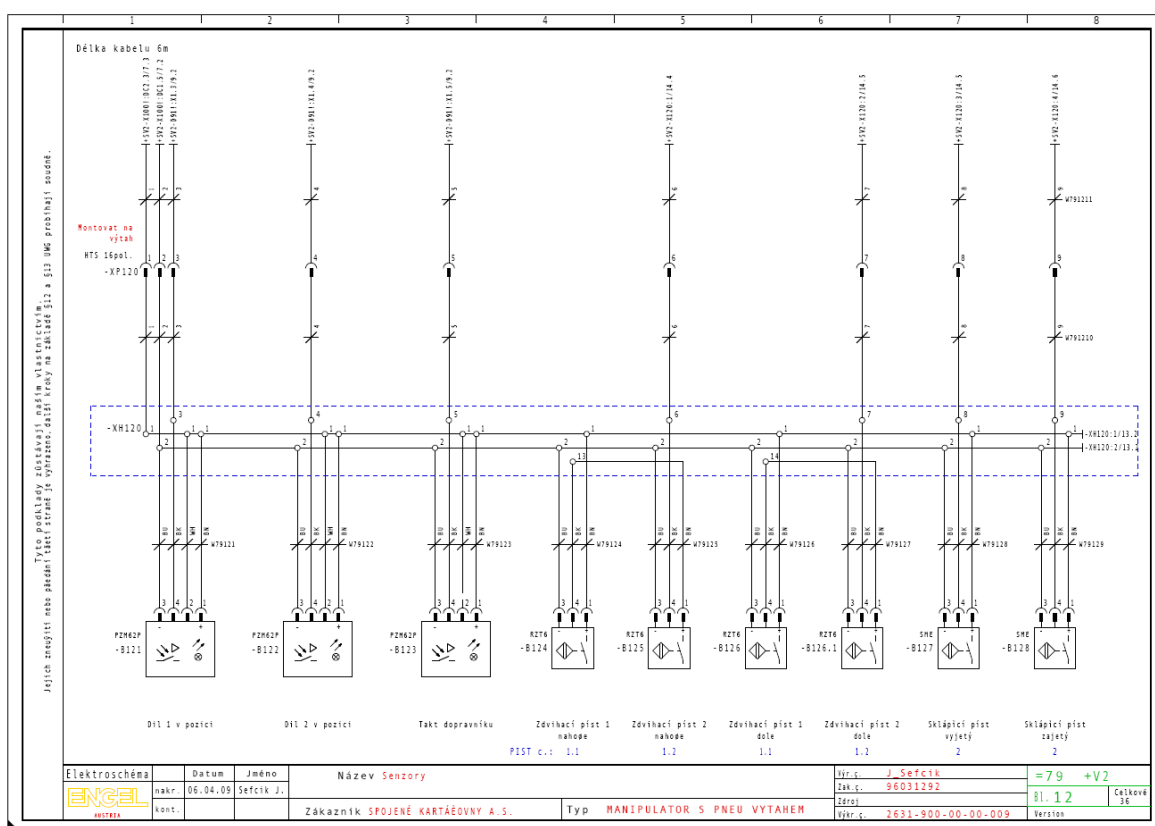
V této fázi montáže zařízení přišel ještě dodatečný požadavek od zákazníka, doplnit stroj o funkci pomalého nájezdu do formy (z důvodu jednoduššího seřízení při usazování stroje do lisu). Tento požadavek byl vyřešen doplněním ještě jednoho pneumatického ventilu pro zdvih s menším průtokem vzduchu. Použitím tohoto ventilu bude dosaženo tedy pomalejšího pohybu. Tento pomalejší pohyb bude umožněn pouze v manuálním provozu stroje.

6.3 Elektroinstalace

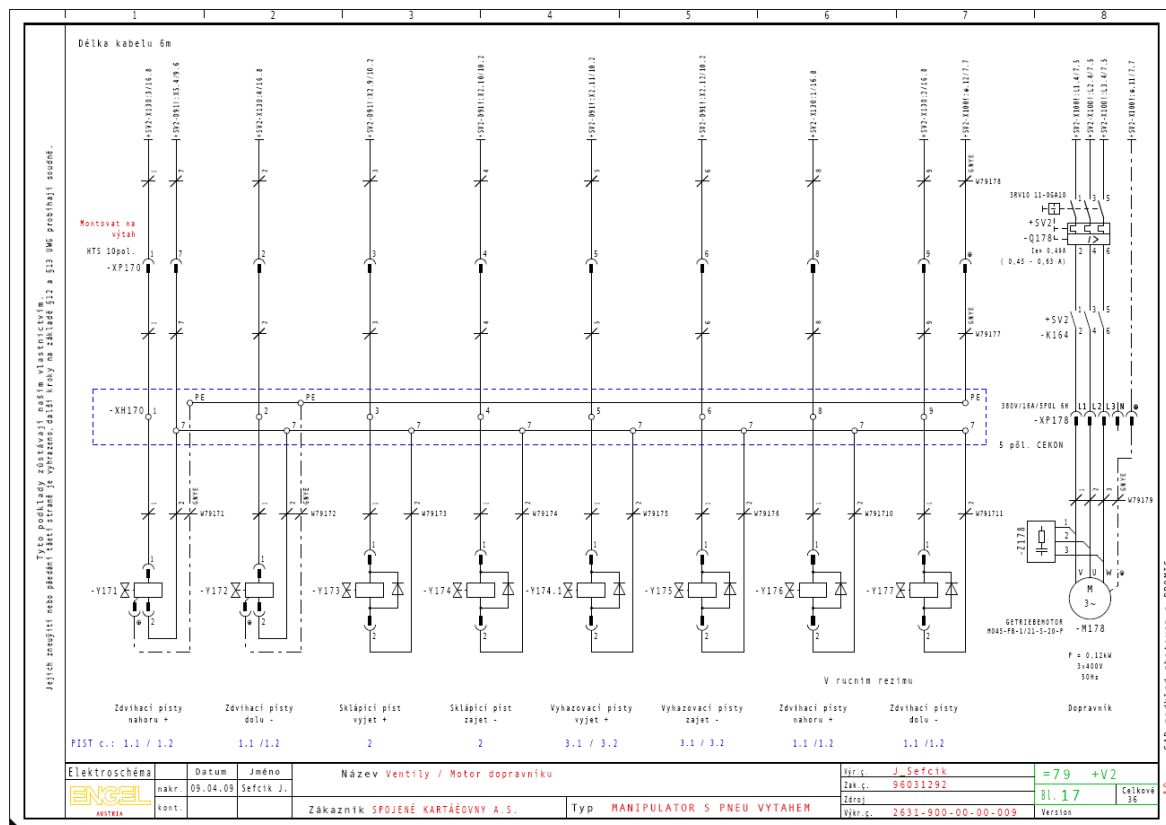
Po dokončení osazení stroje pneumatickými a mechanickými komponenty přichází na řadu elektroinstalace. Provedení elektroinstalace na stroji je dána elektroplánem. Elektroplán vzniká na základě návrhu elektrického provedení na začátku projektu. V elektroplánu je každý senzor označen a má danou svojí pozici, které je zakreslena v konstrukčním plánu, označení senzoru se shoduje s označením v elektroplánu. Stejně tak označení pneumatických ventilů v pneuplánu se shoduje s elektroplánem. Jako každý senzor, tak i kabel k senzoru nebo jiný kabel, krabice se svorkovnicí, tlačítka, signálky, konektory a elektrokomponenty v rozvaděči mají své označení, aby při elektromontáži nedocházelo k chybám při zapojení a jejich umístění.

Elektroplán pro tento projekt je kreslen v programu Promis. Kreslicí program Promis, který je určen pro kreslení elektroschémát je jeden z mnoha CAD programů. Jeden z důvodů používání tohoto kreslicího softwaru je jeho kompatibilita se systémem SAP, který je ve firmě ENGEL používán.

Na obr. č. 45 a 46 je ukázka způsobu zakreslení senzorů a pneumatických ventilů. Je zde vidět označení jednotlivých senzorů, kabelů, svorkovnice a konektoru.

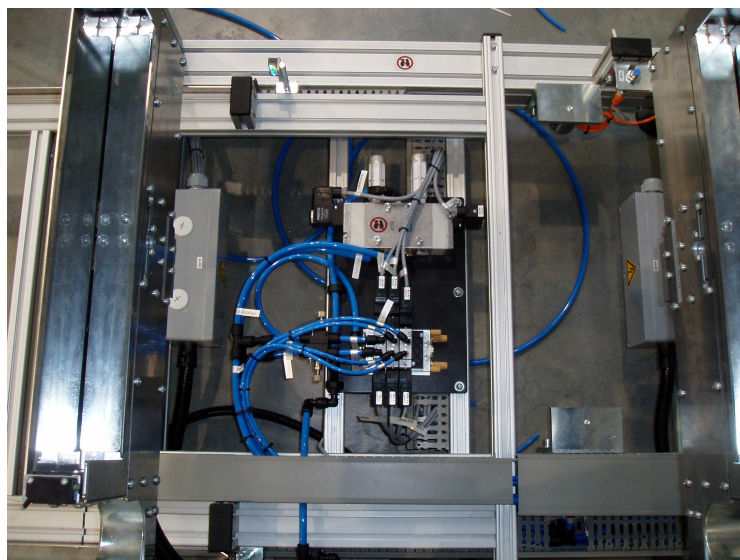


Obr. č. 45 Zakreslené zapojení senzorů (interní dokumentace firmy Engel)



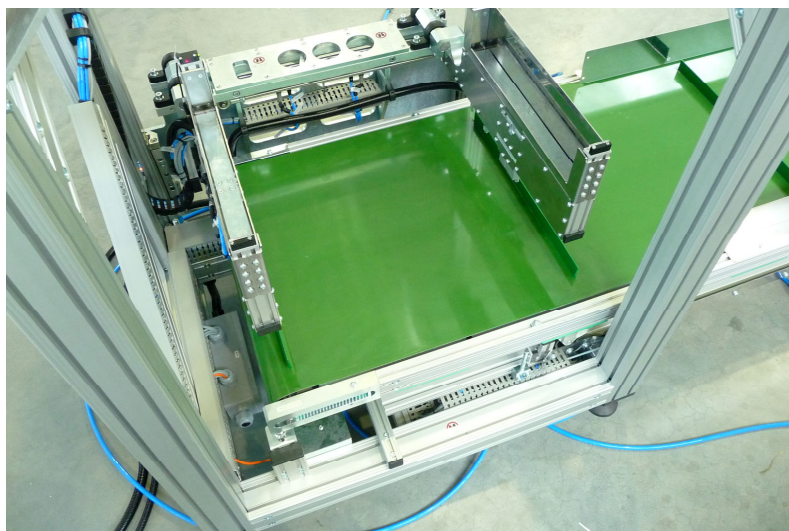
Obr. č. 46 Zakreslené zapojení pneumatických ventilů a motoru dopravníku s jištěním (interní dokumentace firmy Engel)

Na obr. č. 47, je vidět v pravém horním rohu umístěný indukční senzor pro detekci přítomnosti dopravníku. V horní části obrázku je vidět umístěné zrcátko a dole proti němu optický senzor, které společně tvoří světelnou závoru. Světelná závora je umístěna tak, aby ji mohly přerušovat příčky pásu dopravníku. Dále je zde ještě vidět umístění pneumatických ventilů.



Obr. č. 47 Umístění senzorů a pneumatických ventilů na výtahu stroje (interní dokumentace firmy Engel)

Při pokládání kabelů k optickým senzorům na přebíracích hlavách, které detekují přítomnost dílu, museli být použity kabely typu SuperFlex, které jsou určeny do míst, kde dochází k většímu mechanickému namáhání (např. energetické řetězy). Zde bude docházet k namáhání kabelů z důvodu opakovaného sklápění odebíracích hlav při odkládání výlisků na pás a následného vrácení do původní polohy. V tomto místě musely být ještě kabely chráněny proti mechanickému poškození pomocí chránicí hadice, obr. č. 48.



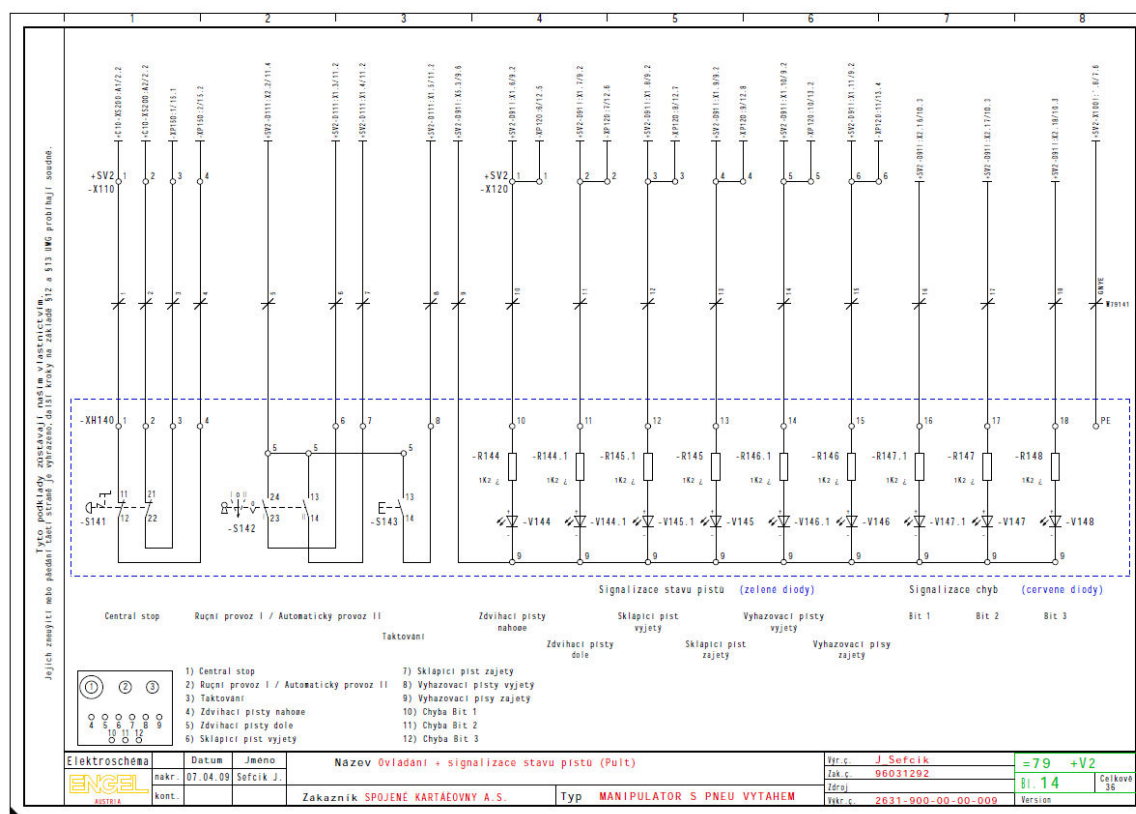
Obr. č. 48 Zde vidíme v horní části obrázku chránicí černou hadici, ve které vedou kabely k světelným závorám na přebíracích hlavách, jejich umístění je zde také vidět (interní dokumentace firmy Engel)

Realizace ovládacího pultu se shoduje s návrhem na obrázku č. 10. Ovládací prvky byly umístěny na krabici, která je připevněna na horní části samostatně stojícího stolku, ve kterém je rozvaděč. Na obr. č. 49 je vidět rozmístění ovládacích prvků jako je bezpečnostní tlačítko centrál stop, přepínač s klíčkem pro přepínání mezi ručním a automatickým provozem (toto tlačítko má ještě funkci resetu chyby – při vzniku chyby pootočením do polohy ručně dojde k vyresetování chyby) a tlačítko taktování, které zároveň slouží jako inicializační při prvním zapnutí stroje (při prvním zapnutí stroje a následném zmáčknutí tohoto tlačítka se stroj nastaví do základní polohy). Dále je zde vidět signalizace polohy pístů a chyby.



Obr. č. 49 Krabice s ovládacími prvky a signalizací (interní dokumentace firmy Engel)

Na obr. č. 50 je vidět elektrické schéma zapojení ovládacích prvků a signalizace.



Obr. č. 50 Schéma zapojení ovládacích prvků a signalizace (interní dokumentace firmy Engel)

Po dokončení celé elektroinstalace, zkontrolování jednotlivých částí dle elektroplánu a přeměření napájecí části zda je vše v pořádku, byl stroj připojen k napájení. Poté mohly být přesně nastaveny jednotlivé senzory a kontrola jejich signálů na vstupních kartách řízení. Po této kontrole a základním nastavení je možné přistoupit k oživení stroje pomocí softwaru. Na obr. č. 51 je vidět kompletně sestavený stroj.

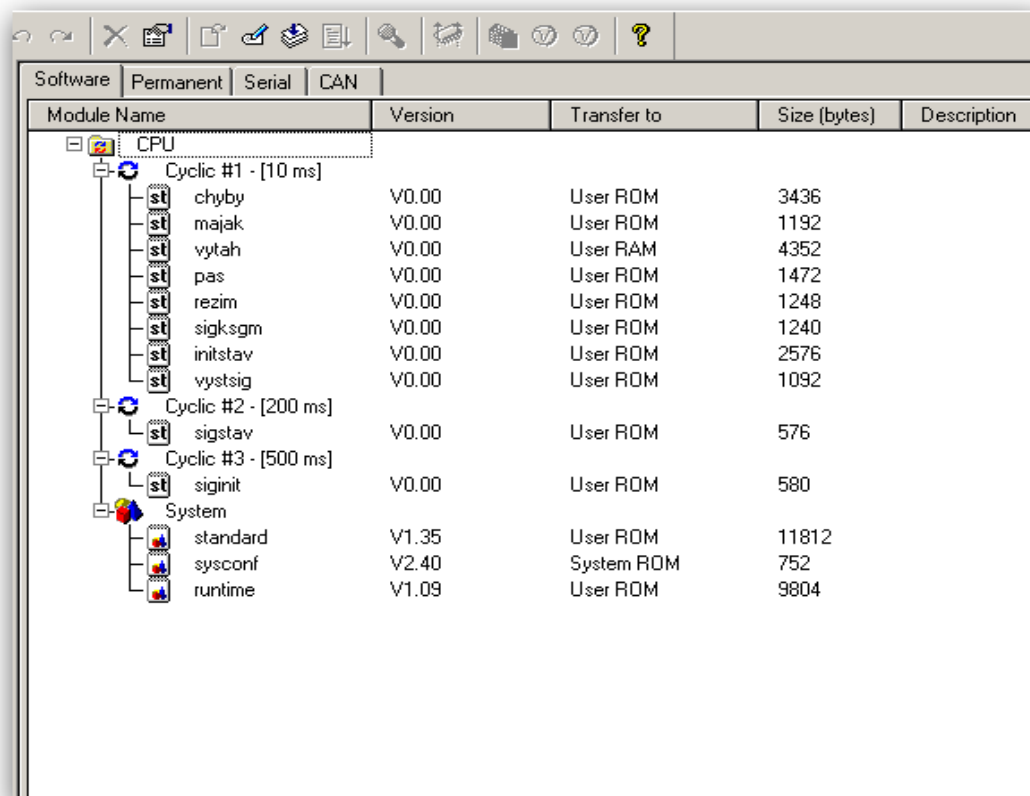


Obr. č. 51 Kompletní sestava odbíracího zařízení včetně dopravníku (interní dokumentace firmy Engel)

6.4 Software

Software, jak již bylo zmíněno je vytvořen v prostředí firmy B&R Automation Studio. Jako programovací jazyk byl zvolen strukturovaný text.

Na obr. č. 52 je znázorněna struktura programu. Celý program byl rozložen do jednotlivých bloků. Vidíme zde bloky „ST“ což jsou jednotlivé bloky, které zpracovávají kód v 10 v 200 a 500 ms cyklech. Dále jsou zde vidět systémové bloky, které obsahují knihovny.



Module Name	Version	Transfer to	Size (bytes)	Description
CPU				
Cyclic #1 - [10 ms]				
st chyby	V0.00	User ROM	3436	
st majak	V0.00	User ROM	1192	
st vytah	V0.00	User RAM	4352	
st pas	V0.00	User ROM	1472	
st rezim	V0.00	User ROM	1248	
st sigksgm	V0.00	User ROM	1240	
st initstav	V0.00	User ROM	2576	
st vystsig	V0.00	User ROM	1092	
Cyclic #2 - [200 ms]				
st sigstav	V0.00	User ROM	576	
Cyclic #3 - [500 ms]				
st siginit	V0.00	User ROM	580	
System				
standard	V1.35	User ROM	11812	
sysconf	V2.40	System ROM	752	
runtime	V1.09	User ROM	9804	

Obr. č. 52 Struktura programu (interní dokumentace firmy Engel)

Na obr. č. 53 je vidět ukázkou z bloku „pas“. Taktování dopravníku je dáno čítačem „gCTU_TaktovaniDopravniku“, který je specifikován na řádce 0007, kde jsou vidět i vstupní proměnné. Proměnná „diTaktDopravniku“ přivádí na vstup čítače impulzy od optické světelné závory. Tyto impulzy jsou dány příčkami pásu, které přerušují světelnou závoru. Když čítač načte dva impulzy (PV:=2) dojde k zastavení pásu a k vyresetování čítače na nulovou hodnotu. Takto je zajištěno posunutí pásu vždy jen o dvě příčky.

Pokud je aktivován přepínač pro vyklizení dopravníku, běží pás do té doby, než se výtah dostane do pozice pro odložení dílů. Potom se aktivuje čítač a pás se zastaví na další druhé příčce. Po odložení dílů se pás opět rozběhne a běží po celou dobu, než se opět dostane výtah do pozice odložení.

```

0001 (* cyclic program *)
0002 (* dopravnik *)
0003
0004 IF gInitStav THEN
0005
0006 (* -----Taktovani dopravniku----- *)
0007 gCTU_TaktovaniDopravniku(CU:=diTaktDopravniku, RESET:=gResetCTU_TaktovaniDopravniku OR gChybaDopravnik, PV:=2);
0008 TON_ZpozdeniVypnutiPasu(IN:=gCTU_TaktovaniDopravniku.Q, PT:=T#200ms);
0009 TON_ZpozdeniZapnutiPasu(IN:=diDopravnikVyklidit, PT:=T#500ms);
0010
0011 IF ((NOT gCTU_TaktovaniDopravniku.Q) AND gTaktPasu AND (NOT gChyba) AND (gAutomatProvoz OR gRucniProvoz)) THEN
0012   doMotorDopravnik:=1;
0013 END_IF
0014
0015 IF TON_ZpozdeniVypnutiPasu.Q THEN
0016   doMotorDopravnik:=0;
0017 END_IF
0018
0019 IF (gCTU_TaktovaniDopravniku.Q AND (NOT doMotorDopravnik)) THEN      (* Signal pro pohyb vytahu *)
0020   gPasVPozici:=1;
0021 ELSE
0022   gPasVPozici:=0;
0023 END_IF
0024
0025 (* -----Vyklizeni dopravniku požadavek od obsluhy----- *)
0026 IF (TON_ZpozdeniZapnutiPasu.Q AND (NOT gTaktPasu) AND (NOT gChyba) AND (gAutomatProvoz OR gRucniProvoz)) THEN
0027   doMotorDopravnik:=1;
0028 END_IF
0029
0030 IF ((NOT diDopravnikVyklidit) AND gResetCTU_TaktovaniDopravniku) THEN
0031   doMotorDopravnik:=0;
0032 END_IF
0033
0034 END_IF
0035

```

Obr. č. 53 Ukázka kódu z bloku „pas“ (interní dokumentace firmy Engel)

Na obr. č. 54 je ukázka z bloku „vytah“. Pro pohyb výtahu byl použit příkaz CASE. Pohyb, který výtah vykonává, se stále opakuje dokola. Formou tohoto zápisu je zajištěno, aby vykonání následujícího pohybu bylo možné vždy až po dokončení toho předchozího.

```

0020
0021 (* -----Automatický a ruční provoz----- *)
0022 CASE gPohybVytahu OF
0023
0024 (* Navrat z pozice odlození dílu *)
0025 0: IF (gAutomatProvoz OR gKrokovani) THEN
0026   IF (gAutomatProvoz OR gKrokovani) THEN
0027     doVyhazPistVyjet:=0;
0028     doVyhazPistZajet:=1;
0029   END_IF
0030
0031 IF (gAutomatProvoz AND diZdvihDole AND gTON_SigVzhazovaciPistZajety.Q AND (NOT diDil1vPozici) AND (NOT diDil2vPozici)) THEN
0032   doSklapecipistVyjet:=1;
0033   doSklapecipistZajet:=0;
0034 ELSIF (gKrokovani AND diZdvihDole AND gTON_SigVzhazovaciPistZajety.Q) THEN
0035   doSklapecipistVyjet:=1;
0036   doSklapecipistZajet:=0;
0037 END_IF
0038
0039 IF (gAutomatProvoz AND gTON_SigSklapecipistVyjet.Q AND (NOT diDil1vPozici) AND (NOT diDil2vPozici)) THEN
0040   gPohybVytahu:=10;
0041 ELSIF (gKrokovani AND gTON_SigSklapecipistVyjet.Q) THEN
0042   gKrokovani:=0;
0043   gPohybVytahu:=10;
0044 END_IF
0045
0046
0047 (* Pohyb výtahu nahoru *)
0048 10: IF (gAutomatProvoz OR gKrokovani) THEN
0049   IF (gAutomatProvoz AND diFormaOtevrena AND diVyhazovaceVpredu AND gTON_SigVzhazovaciPistZajety.Q AND diSklapecipistVyjet AND
0050     doZdvihDolu:=0;
0051     doZdvihNahoru:=1;
0052   ELSIF (gKrokovani AND diFormaOtevrena AND gTON_SigVzhazovaciPistZajety.Q AND (NOT diDil1vPozici OR (NOT diDil2vPozici)) THEN
0053     doZdvihDolu:=0;
0054     doZdvihNahoru:=1;
0055   END_IF
0056
0057 IF (gAutomatProvoz AND gTON_SigZdvihNahore.Q) THEN      (* V automatickem režimu prejde na CASE 20 *)
0058   gPohybVytahu:=20;
0059   doZdvihDolu:=0;
0060   doZdvihNahoru:=1;
0061

```

Obr. č. 54 Ukázka části kódu z bloku „vytah“ (interní dokumentace firmy Engel)

V průběhu realizace softwaru musel být ještě změněn způsob najíždění výtahu do formy lisu. Zákazník poslal doplňující požadavek o pomalém najíždění do formy (již bylo zmíněno v kapitole „6.2. Osazení konstrukce pneumatickými komponenty“. Softwarově byl tento požadavek splněn tak, že v manuálním režimu bude pohyb výtahu zabezpečovat ventil s malým průtokem vzduchu a ventil s plným průtokem vzduchu je blokován. Ventil s plným průtokem vzduchu bude používán pouze v automatickém režimu.

Po odladění softwaru a několika denním zkušebním provozu u nás ve firmě byl stroj odeslán k zákazníkovi, kde proběhla poslední realizace projektu. U zákazníka byl stroj mechanicky začleněn do lisu. Největší problémy byly s přesným usazením stroje v šachtě pod lisem. Výtah musí najíždět do formy s velkou přesností (na 1 mm), aby nedošlo k poškození formy a aby byl díl správně odebrán odebíracími hlavami. Po nastavení stroje a propojení přes rozhraní EUROMAP 67 se ještě muselo provést sladění signálů mezi lisem a odebíracím strojem. Na místě se ještě během zkušebního provozu objevily menší nedostatky softwaru, které byly ihned odstraněny. Když stroj běžel několik dní společně s lisem ve zkušebním provozu bez chyby, byl spuštěn ostrý provoz.

6 ZÁVĚR

V průběhu montáže odebíracího zařízení se vyskytly běžné problémy, které byly operativně řešeny. Díky práci celého týmu, který se na výrobě tohoto odebíracího zařízení podílel, bylo toto zařízení zhotoveno v daném termínu a vyexpedováno k zákazníkovi.

Odebírací zařízení běží v provozu nyní už jeden a půl roku při dvousměnném denním provozu a podle informací zákazníka běží stroj bez poruchy. To, že odebírací zařízení běží v provozu bez poruchy, svědčí o kvalitně odvedené práci konstruktérů, výběru použitých komponentů a v neposlední řadě o dobře odvedeném dílenském zpracování.

Jako elektrokonstruktér se při stavbě zařízení zúčastňuji pouze určitých fází projektu. Díky této práci, jsem ale mohl nahlédnout i do ostatních fází zhotovení zařízení, od návrhu až po uvedení do provozu. Tato zkušenost mi přinesla celkový přehled o problematice výroby automatizovaného zařízení.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] doc. Ing. Branislav Lacko, CSc., doc. Ing. Pavel Beneš, CSc., doc. Ing. Ladislav Maixner, CSc., Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.: Automatizace a automatizační technika I, Computer Press®, 2000

[2] doc. Ing. Pavel Beneš, CSc., Ing. Jan Chlebný, Ing. Josef Langer, Ing. Martin Martinásková, Ing. Rudolf Voráček: Automatizace a automatizační technika III – Prostředky automatizační techniky, Computer Press®, 2000

[3] doc. Ing. Jan Štecha, CSc., doc. Ing. Vladimír Mařík, CSc.: Teorie automatického řízení I, ČVUT, 1985

[4] URL: http://cs.wikipedia.org/wiki/Programovatelný_logický_automat, poslední editace 20.08.2010

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. č. 1 Vstřikovací lis ENGEL duo 800</i>	8
<i>Obr. č. 2 Robot ENGEL typ ERC 33</i>	9
<i>Obr. č. 3 Návrh výtahu</i>	10
<i>Obr. č. 4 Výtah včetně podstavce</i>	11
<i>Obr. č. 5 Lomený typ dopravníku</i>	12
<i>Obr. č. 6 Bližší pohled na formu včetně výtahu a dopravníku</i>	12
<i>Obr. č. 7 Osazení zařízení senzory</i>	13
<i>Obr. č. 9 Návrh signalizace a typu poruchy, pomocí třech červených LED diod</i>	15
<i>Obr. č. 10 Ovládací pult</i>	16
<i>Obr. č. 11 Umístění majáku a návrh ovládací krabice dopravníku</i>	17
<i>Obr. č. 12 Celkové zakomponování zařízení do lisu</i>	17
<i>Obr. č. 13 Blokové schéma snímače</i>	18
<i>Obr. č. 14 Pneumatický píst firmy Festo typu DGPL</i>	19
<i>Obr. č. 15 Pneumatickým píst firmy Festo typu DFM</i>	20
<i>Obr. č. 16 Pneumatickým píst firmy Festo typu DSNU</i>	20
<i>Obr. č. 17 Senzor pro detekci polohy pístu, typ RZT6 od firmy SICK</i>	21
<i>Obr. č. 18 Princip snímače s polarizací světelného paprsku</i>	22
<i>Obr. č. 19 Optický senzor od firmy Sick typ WL100 – P4439</i>	23
<i>Obr. č. 20 Nastavení senzoru</i>	24
<i>Obr. č. 21 Spínací vzdálenost senzoru dle typu použitého zrcátka</i>	24
<i>Obr. č. 22 Znázornění umístění optického senzoru</i>	25
<i>Obr. č. 23 Spínací charakteristika indukčního snímače při bočním přibližování předmětu</i>	26
<i>Obr. č. 24 Řez indukčními snímači firmy Sick</i>	26
<i>Obr. č. 25 Indukční senzor od firmy Sick typ IME12-08NPSZC0S</i>	27
<i>Obr. č. 26 Na obrázku vidíme umístění indukčního čidla na rámu výtahu</i>	27
<i>Obr. č. 27 Blokové schéma řízeného systému</i>	28
<i>Obr. č. 31 Modulární systém od firmy B&R typu X20</i>	31
<i>Obr. č. 32 Znázornění provedení karty, která se skládá ze tří částí</i>	32
<i>Obr. č. 33 Sestava kompaktního CPU s napájecí kartou</i>	33
<i>Obr. č. 34 Základní modul, který obsahuje CPU, má na sobě integrovanou indikaci stavu a dva přepínače pro nastavení adresy. Vlevo je napájecí karta PS9500</i>	33
<i>Obr. č. 35 Zapojení napájecí karty PS9500</i>	34
<i>Obr. č. 36 Zapojení vstupní karty DI4371</i>	34
<i>Obr. č. 37 Zapojení výstupní karty DO4321</i>	35
<i>Obr. č. 38 Zapojení napájecí karty PS2100</i>	35
<i>Obr. č. 39 Komplexnost prostředí Atomation Studia</i>	36
<i>Obr. č. 41 Ukázka struktury projektu v Automation Studiu</i>	37
<i>Obr. č. 42 Zápis programu v Ladder Diagramu (a) a ekvivalentní zápis ve strukturovaném textu (b)</i>	38
<i>Obr. č. 43 Zápis programu v jazyce FBD a ekvivalentní zápis ve strukturovaném textu</i>	38
<i>Obr. č. 44 Konstrukční hliníkové profily firmy May Tec</i>	39
<i>Obr. č. 45 Zakreslené zapojení senzorů</i>	40
<i>Obr. č. 46 Zakreslené zapojení pneumatických ventilů a motoru dopravníku s jištěním</i>	41
<i>Obr. č. 47 Umístění senzorů a pneumatických ventilů na výtahu stroje</i>	41
<i>Obr. č. 48 Zde vidíme v horní části obrázku chránící černou hadici, ve které vedou kabely k světelným závorám na přebíracích hlavách, jejich umístění je zde také vidět</i>	42
<i>Obr. č. 49 Krabice s ovládacími prvky a signalizací</i>	42
<i>Obr. č. 50 Schéma zapojení ovládacích prvků a signalizace</i>	43
<i>Obr. č. 51 Kompletní sestava odbíracího zařízení včetně dopravníku</i>	43
<i>Obr. č. 52 Struktura programu</i>	44
<i>Obr. č. 53 Ukázka kódu z bloku „pas“</i>	45
<i>Obr. č. 54 Ukázka části kódu z bloku „výtah“</i>	45

9 OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

- bakalářská práce ve formátu PDF
- video soubor funkčního zařízení v provozu