

# Využití senzorů na pneumatickém manipulátoru

Žižka Michal

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal ŽIŽKA**

Osobní číslo: **T09390**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Využití senzorů na pneumatickém manipulátoru**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na dané téma
2. Navrhněte rozšíření stávajícího pneumatického manipulátoru o senzory
3. Při návrhu zohledněte finanční náročnost celého zařízení a v maximální možné míře využijte již dostupných komponent
4. Vypracujte několik variant řídicích programů

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**dle pokynů vedoucího diplomové práce**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. David Sámek, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

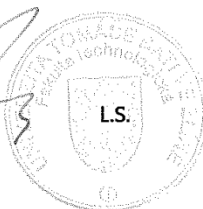
**13. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**25. května 2012**

Ve Zlíně dne 13. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
ředitel ústavu

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 23.5.2012



.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá rozšířením funkčnosti jednoduchého pneumatického manipulátoru pick-and-place, který simuluje práci třídící linky. Bylo vypracováno několik variant k jeho vylepšení o senzory. Práce dále obsahuje několik programů, na nichž jsou prezentovány nové možnosti manipulátoru.

Klíčová slova: pick-and-place, PLC, programování PLC, senzor, pneumatický pohon

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the upgrade of a simple pneumatic pick-and-place manipulator, which simulates the work of sorting lines. There have been designed a few enhancements using sensors. Furthermore, the thesis consists several variants of control program, that present new abilities of the manipulator.

Keywords: pick-and-place, PLC, programming PLC, sensor, pneumatic drive

Chtěl bych na tomto místě poděkovat Ing. Davidu Sámkovi, Ph.D. za odborné rady při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Šálkovi, který vyrobil potřebné díly.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PROGRAMOVÁNÍ PLC AUTOMATŮ</b> .....	<b>12</b>
1.1 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA PLC .....	12
1.2 NORMA IEC 61 131 .....	12
1.2.1 Norma IEC 61 131-3 .....	13
1.2.1.1 Společné prvky .....	13
1.2.1.2 Programovací jazyky .....	14
1.3 STRUCTURED TEXT – JAZYK STRUKTUROVANÉHO TEXTU .....	16
1.3.1 Výrazy .....	16
1.3.2 Seznam příkazů v jazyce ST .....	17
<b>2 ČIDLA</b> .....	<b>21</b>
2.1 VYSVĚTLENÍ POJMŮ .....	21
2.2 ROZDĚLENÍ ČIDEL PODLE VÝSTUPNÍ INFORMACE.....	21
2.2.1 Analogová čidla .....	21
2.2.2 Binární čidla .....	22
2.2.3 Číslicová čidla .....	22
2.3 ROZDĚLENÍ ČIDEL PODLE DRUHU .....	22
2.3.1 Indukční čidla .....	22
2.3.2 Magnetická čidla .....	23
2.3.3 Optoelektronická čidla .....	24
<b>3 PNEUMATICKÉ POHONY</b> .....	<b>26</b>
3.1 PŘÍMOČARÉ PNEUMATICKÉ POHONY .....	26
3.1.1 Jednočinné pneumatické pohony .....	26
3.1.2 Dvojčinné pneumatické pohony.....	28
3.2 ROTAČNÍ PNEUMATICKÉ POHONY .....	29
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>34</b>
<b>4 ANALÝZA MANIPULÁTORU</b> .....	<b>35</b>
<b>5 NÁVRH A PROVEDENÍ ÚPRAV</b> .....	<b>37</b>
5.1 ROZPOZNÁNÍ MATERIÁLU VE VSTUPNÍM ZÁSOBNÍKU.....	37
5.2 SNÍMÁNÍ KONCOVÝCH POLOH PNEUMATICKÉHO VÁLCE .....	41
<b>6 PROGRAMOVÁ ČÁST</b> .....	<b>43</b>
6.1 FESTO FST .....	43
6.1.1 Project settings .....	44
6.1.2 Project documentation.....	44
6.1.3 Allocation list .....	44
6.1.4 Programs, CMPs, CFMs .....	46
6.1.5 Controller settings .....	46
6.1.6 Control panel .....	47
6.1.7 Online display .....	47
6.2 POPIS PROJEKTŮ .....	48
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>51</b>



<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>53</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>54</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>55</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>58</b>

## ÚVOD

V technické praxi se od 60. let minulého století setkáváme s automaty nahrazujícími práci člověka v obtížném prostředí. Tyto automatické stroje nazýváme roboty. Toto zařízení samostatně vykonává činnost dle příkazů člověka – od jednoduchých až po značně složitých. Robotizací nazýváme seskupování strojů a robotů na automatizovaných technologických pracovištích. Průmyslové roboty a manipulátory odstraňují těžkou fyzickou námahu člověka. Např. manipulace s materiálem, sklady, slévárny, lisovny. Nahrazují člověka při výzkumných pracích v podzemí, na dně řek a moří, v kosmu. Průmyslový robot může sloužit jako výrobní zařízení nebo být součástí technologických celků v integrovaných výrobních úsecích a pružných výrobních systémech.

Manipulátor, univerzální podávací zařízení, automatická ruka či robot nahrazují stále více lidského činitele při manipulaci s materiálem.

Při spojení s výrobními stroji jsou využívány v celé řadě technologických operací.

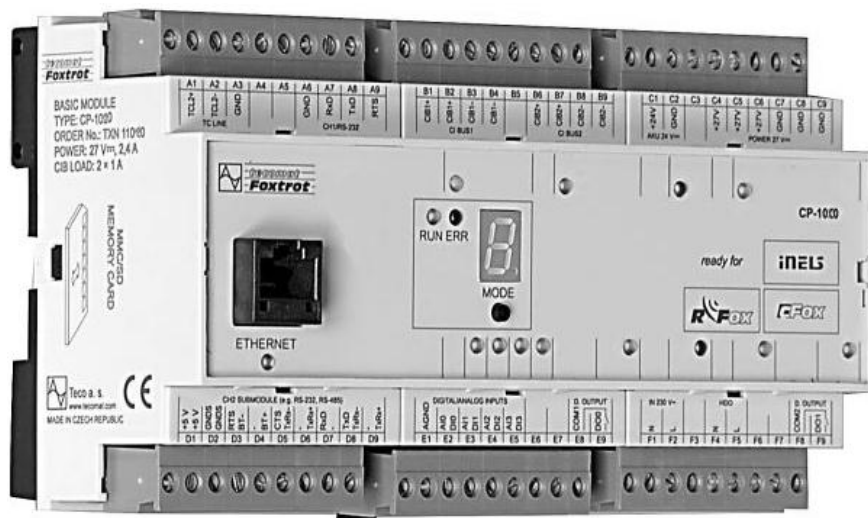
Průmyslové roboty a manipulátory slouží k rozsáhlé automatizaci technologických procesů ve vyspělé společnosti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PROGRAMOVÁNÍ PLC AUTOMATŮ

## 1.1 Řídící jednotka PLC

Programovatelné logické automaty PLC (z anglického Programmable Logic Controller) mají podobnou strukturu jako mikropočítače, jsou však orientované na interaktivní binární řízení v reálném čase. PLC obsahuje centrální jednotku s procesorem a operační paměť, programovou paměť, jednotky vstupů a výstupů, napájecí zdroj a další jednotky. Na rozdíl od pevně nastavených řídicích systémů, jejichž řídicí program je dán zapojením, je řídicí algoritmus PLC uložen v programové paměti, kterou je možné vyměnit za paměť s jiným programem. [1]



Obr. 1. PLC Tecomat Foxrot [5]

## 1.2 Norma IEC 61 131

Norma IEC 61 131 je mezinárodně uznávaný standard pro programování PLC jednotek. Není závislá na žádné organizaci a firmě. Určuje technické i programové vybavení systému. [4]

V ČR byla norma přijata pod následujícími čísly a názvy:

ČSN EN 61 131-1 Programovatelné řídicí jednotky - Část 1: Všeobecné informace

ČSN EN 61 131-2 Programovatelné řídicí jednotky - Část 2: Požadavky na zařízení a zkoušky

ČSN EN 61 131-3 Programovatelné řídicí jednotky - Část 3: Programovací jazyky

ČSN EN 61 131-4 Programovatelné řídicí jednotky - Část 4: Podpora uživatelů

ČSN EN 61 131-5 Programovatelné řídicí jednotky - Část 5: Komunikace

ČSN EN 61 131-7 Programovatelné řídicí jednotky - Část 7: Programování fuzzy řízení

Jazyky pro programování určuje norma IEC 61 131-3.

Normu vyvíjel tým patřící do skupiny SC65B WG7 mezinárodní standardizační komise IEC (International Electrotechnical Commission). Výsledkem je specifická syntaxe a sémantika unifikovaného souboru programovacích jazyků, včetně obecného softwarového modelu a strukturujícího jazyka. Normu bere většina firem jako závaznou vnitřní směrnici pro vývoj PLC jednotek. [4]

### **1.2.1 Norma IEC 61 131-3**

Dělí se na dvě základní části: [4]

- Společné prvky
- Programovací jazyky

#### ***1.2.1.1 Společné prvky***

##### **Typy dat**

Definovány jsou základní typy dat. Vyvarujeme se tím chybám na začátku projektu. Nejpoužívanější datové typy jsou BOOL, BYTE, WORD, INT, REAL, DATE, TIME, STRING, atd. Od těchto se pak odvozují další tzv. odvozené datové typy. [4]

##### **Konfigurace, zdroje a úlohy**

Konfigurace je řízení určitého problému na nejvyšší softwarové úrovni. Liší se podle značky a hardwarového vybavení a řešení. [4]

**Funkce**

Standardní funkce určuje norma IEC 61 131-3. Např. ADD pro sčítání, ABS pro absolutní hodnotu, SQRT pro odmocninu. Pokud se definují nové uživatelské funkce tak se mohou užívat opakovaně. [4]

**1.2.1.2 Programovací jazyky**

Standardem jsou čtyři programovací jazyky. Jsou přesně definovány normou. [4]

Dělí se na dvě základní skupiny: [4]

**Textové jazyky**

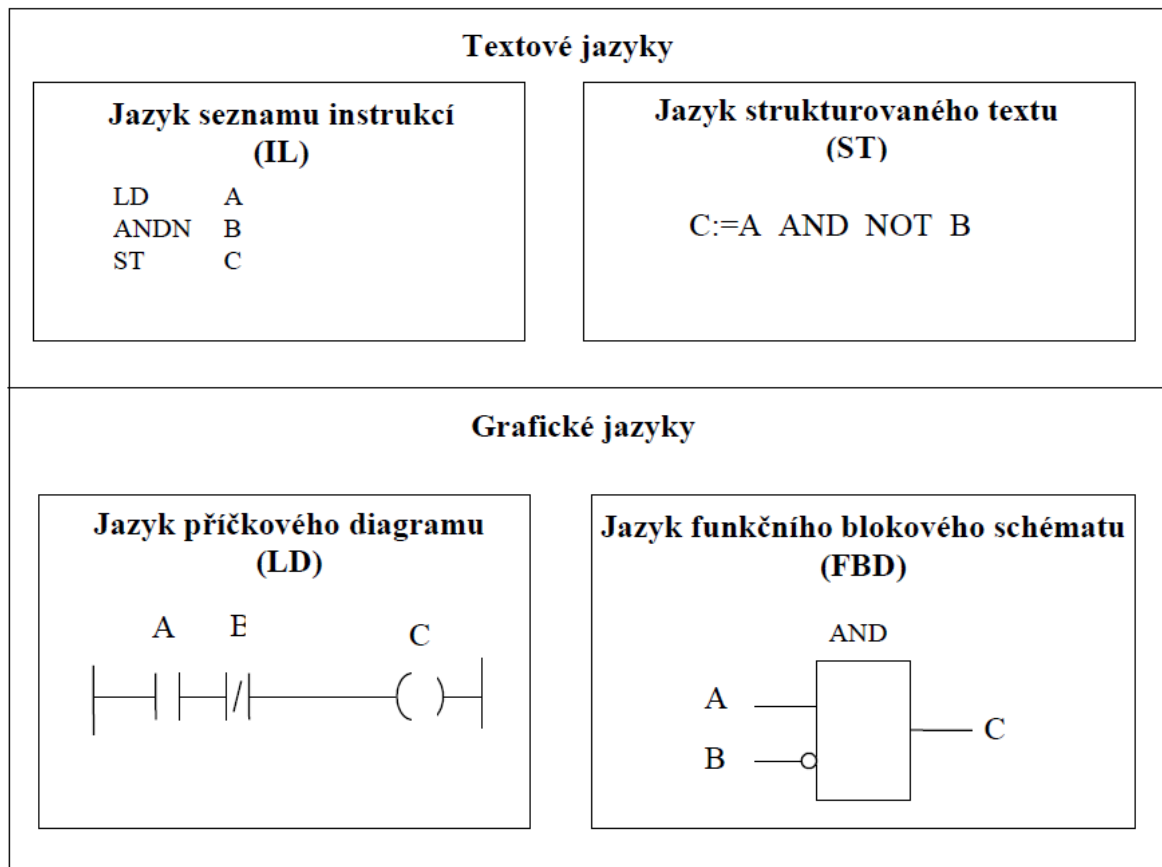
IL - Instruction List - jazyk seznamu instrukcí

ST -Structured Text - jazyk strukturovaného textu

**Grafické jazyky:**

LD - Ladder Diagram - jazyk příčkového diagramu (jazyk kontaktních schémat)

FBD - Function Block Diagram - jazyk funkčního blokového schématu



*Obr. 2. Příklad funkce ANDN ve čtyřech jazycích [4]*

Programovací jazyk si volí programátor dle svého uvážení. Záleží na jeho praxi v konkrétním jazyce a účelu programu. [4]

Všechny čtyři jazyky jsou navzájem provázány. [4]

#### **LD - Ladder Diagram - jazyk příčkového diagramu**

- Původ v USA
- Nazývá také jazykem kontaktních schémat, Program je zapsán sítí propojených grafických prvků.

#### **IL - Instruction List - jazyk seznamu instrukcí**

- Evropský protějšek LD
- Připomíná assembler, programová organizační jednotka je složena ze sekvence instrukcí

### FBD - Function Block Diagram - jazyk funkčního blokového schématu

- Vyjadřuje program jako vzájemně provázaný grafický blok
- Každý výrobce nabízí odlišný soubor bloků

### ST - Structured Text - jazyk strukturovaného textu

- Vychází z jazyků Ada, Pascal a C
- Nejvýkonnější jazyk, obsahuje prvky moderního programovacího jazyka včetně větvení a iterační smyčky

## 1.3 Structured Text – jazyk strukturovaného textu

ST algoritmu se dělí na jednotlivé příkazy (statements). Příkazy se používají pro výpočet a přiřazení hodnot, řízení toku vykonávání programu a pro volání resp. ukončení programové organizační jednotky. Výraz je část příkazu, která vypočítává hodnotu. Pro provedení příkazů je zapotřebí výpočtů výrazů. [4]

### 1.3.1 Výrazy

Výraz se skládá z operátorů a operandů. Operandem může být literál, proměnná, volání funkce nebo jiný výraz. Operátory jsou vypsány v tabulce. [4]

Tab. 1. Přehled operátorů [4]

Operátor	Operace	Priorita
()	Závorky	Nejvyšší
**	Umocňování	
-	Znaménko	
NOT	Doplňek	
*	Násobení	
/	Dělení	
MOD	Modulo	
+	Sčítání	
-	Odčítání	
<, >, <=, >=	Porovnání	
=	Rovnost	
<>	Nerovnost	
&, AND	Booleovské AND	
XOR	Booleovské exkluzivní OR	
OR	Booleovské OR	Nejnižší



### 1.3.2 Seznam příkazů v jazyce ST

Seznam příkazů v jazyce ST se nachází v tabulce. Příkaz se ukončuje středníkem. Znak konce řádku znamená totéž jako znak mezery. [4]

Tab. 2. Seznam příkazů [4]

Příkaz	Popis	Příklad	Poznámka
<b>:=</b>	Přiřazení	A := 22;	Přiřazení hodnoty vypočtené na pravé straně do identifikátoru na levé straně
	Volání funkčního bloku	<b>InstanceFB</b> ( par1 := 10, par2 := 20);	Volání funkčního bloku s předáváním parametrů
<b>IF</b>	Příkaz výběru	<b>IF</b> A > 0 <b>THEN</b> B := 100; <b>ELSE</b> B := 0; <b>END_IF</b> ;	Výběr alternativy v podmíněný výrazem BOOL
<b>CASE</b>	Příkaz výběru	<b>CASE</b> kod <b>OF</b> 1 : A := 11; 2 : A := 22; <b>ELSE</b> A := 99; <b>END_CASE</b> ;	Výběr bloku příkazů podmíněný hodnotou výrazu „kod“
<b>FOR</b>	Iterační příkaz smyčka FOR	<b>FOR</b> i := 0 <b>TO</b> 10 <b>BY</b> 2 <b>DO</b> j := j + i; <b>END_FOR</b> ;	Vícenásobná smyčka bloku příkazů s počáteční a koncovou podmínkou a hodnotou inkrementu
<b>WHILE</b>	Iterační příkaz smyčka WHILE	<b>WHILE</b> i > 0 <b>DO</b> n := n * 2; <b>END_WHILE</b> ;	Vícenásobná smyčka bloku příkazů s podmínkou ukončení smyčky na začátku
<b>REPEAT</b>	Iterační příkaz smyčka REPEAT	<b>REPEAT</b> k := k + i; <b>UNTIL</b> i < 20; <b>END_REPEAT</b> ;	Vícenásobná smyčka bloku příkazů s podmínkou ukončení smyčky na konci
<b>EXIT</b>	Ukončení smyčky	<b>EXIT</b> ;	Předčasné ukončení iteračního příkazu
<b>RETURN</b>	Návrat	<b>RETURN</b> ;	Opuštění právě vykonávané POU a návrat do volající POU
<b>;</b>	Prázdný příkaz	<b>::</b>	

#### Příkaz přiřazení

Přiřazovací příkaz nahrazuje aktuální hodnotu jednoduché nebo složené proměnné výsledkem, který vznikne po vyhodnocení výrazu. Přiřazovací příkaz se skládá z odkazu na pro-

měnnou na levé straně, za ním následuje operátor přiřazení „:=“, za kterým je uveden výraz, který se má vyhodnotit. [4]

### **Příkaz volání funkčního bloku**

Funkční bloky se volají příkazem, který se skládá ze jména instance funkčního bloku, za kterým následuje seznam pojmenovaných vstupních parametrů s přiřazenými hodnotami. Na pořadí, v němž jsou parametry v seznamu při volání funkčního bloku uvedeny, nezáleží. Při každém volání funkčního bloku nemusí být přiřazeny všechny vstupní parametry. Pokud nějakému parametru není přiřazena hodnota před voláním funkčního bloku, pak se použije hodnota naposledy přiřazená (nebo hodnota počáteční, pokud nebylo ještě provedeno žádné přiřazení). [4]

### **Příkaz IF**

Příkaz IF specifikuje, že se má provádět skupina příkazů jedině v případě, že se přiřazený Booleovský výraz vyhodnotí jako pravdivý (TRUE). Pokud je podmínka nepravdivá, pak se neprovádí buď žádný příkaz anebo se provádí skupina příkazů, které jsou uvedeny za klíčovým slovem ELSE (nebo za klíčovým slovem ELSIF, pokud jemu přiřazená podmínka je pravdivá). [4]

### **Příkaz CASE**

Příkaz CASE obsahuje výraz, který se vyhodnotí do proměnné typu INT (to je tzv. „selektor“), a dále seznam skupin příkazů, kde každá skupina je označena jedním nebo více přiřazenými čísly nebo rozsahem přiřazených čísel. Tím je vyjádřeno, že se bude provádět první skupina příkazů, do jejíž mezí patří vypočítaná hodnota selektoru. Pokud se vypočítaná hodnota nehodí ani do jedné skupiny příkazů, provede se sekvence příkazů, které jsou uvedeny za klíčovým slovem ELSE (pokud se v příkazu CASE vyskytuje). Jinak se neprovede žádná sekvence příkazů. [4]

### **Příkaz FOR**

Příkaz FOR se používá, pokud počet iterací může být určen předem, jinak se používají konstrukce WHILE nebo REPEAT. [4]

Příkaz FOR indikuje, že sekvence příkazů se má provádět opakovaně až do výskytu klíčového slova END\_FOR, přičemž se zvyšují hodnoty řídicí proměnné smyčky FOR. Řídicí proměnná, počáteční hodnota a koncová hodnota jsou výrazy stejného typu integer (SINT, INT nebo DINT) a nesmí se měnit vlivem jakéhokoli z opakovaných příkazů. Příkaz FOR zvyšuje nebo snižuje hodnotu řídicí proměnné cyklu od počáteční do koncové hodnoty, a to po přírůstcích určených hodnotou výrazu (defaultně je tento přírůstek roven jedné). Test ukončovací podmínky se provádí na začátku každé iterace, takže pokud počáteční hodnota řídicí proměnné cyklu překročí hodnotu koncovou, sekvence příkazů se neprovede. [4]

### **Příkaz WHILE**

Příkaz WHILE způsobí, že se sekvence příkazů až do klíčového slova END\_WHILE bude provádět opakovaně, až do té doby, dokud není přiřazený booleovský výraz nepravdivý. Pokud je přiřazený booleovský výraz na začátku nepravdivý, pak se sekvence příkazů neprovede vůbec. Smyčka FOR... END\_FOR se dá přepsat použitím konstrukce WHILE ... END\_WHILE. [4]

### **Příkaz REPEAT**

Příkaz REPEAT způsobí, že se sekvence příkazů až do klíčového slova UNTIL bude provádět opakovaně (a alespoň jednou) až do té doby, dokud není přiřazený booleovský výraz pravdivý. Smyčka WHILE...END\_WHILE se dá přepsat použitím konstrukce REPEAT ... END\_REPEAT. [4]

### **Příkaz EXIT**

Příkaz EXIT se používá pro ukončení iterací před splněním ukončovací podmínky.

Pokud je příkaz EXIT umístěn uvnitř vnořené iterační konstrukce (příkazy FOR, WHILE, REPEAT), odchod nastane z nejhlubší smyčky, ve které je EXIT umístěn, tzn. že se řízení předá na další příkaz za prvním ukončením smyčky (END\_FOR, END\_WHILE, END\_REPEAT), který následuje za příkazem EXIT. [4]

### **Příkaz RETURN**

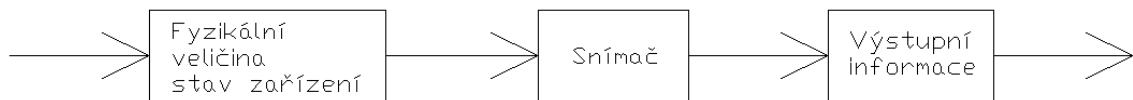
Příkaz RETURN se používá k opuštění funkce, funkčního bloku nebo programu před jeho dokončením. [4]

V případě použití příkazu RETURN ve funkci je potřebné nastavit výstup funkce (proměnnou, která se jmenuje stejně jako funkce) před provedením příkazu RETURN. V opačném případě nebude výstupní hodnota funkce definována. [4]

Pokud bude příkaz RETURN použit ve funkčním bloku, měl by programátor zajistit nastavení výstupních proměnných funkčního bloku před provedením příkazu. Nenastavené výstupní proměnné budou mít hodnotu odpovídající inicializační hodnotě pro příslušný datový typ nebo hodnotu nastavenou v předchozím volání funkčního bloku. [4]

## 2 ČIDLA

Posláním těchto přístrojů je získat informace o průběhu procesu. Dále tuto informaci převádějí na vhodný výstupní signál, kterému rozumí řídicí jednotka.



Obr. 3. Princip snímače

### 2.1 Vysvětlení pojmů

Slova čidlo, senzor a snímač se často nesprávně zaměňují.

Pojem čidlo představuje funkční jednotku, která detekuje určité fyzikální zákony. Slovo senzor je převzato z anglického *sensor* znamená totéž co čidlo.

Snímač znamená kompaktní celek. Obsahující samotné čidlo, držák, kabeláž a popřípadě měnič signálu.

### 2.2 Rozdělení čidel podle výstupní informace

#### 2.2.1 Analogová čidla

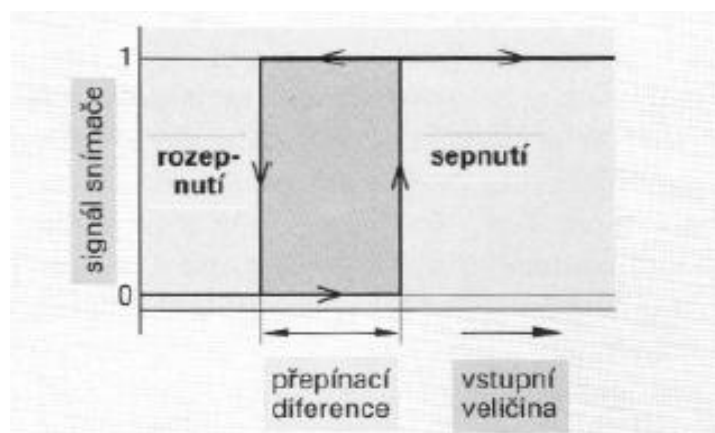
Analogová čidla snímají mechanické veličiny, např. délku posuvu části stroje nebo elektrické veličiny jako napětí, proud, výkon a převádějí tyto snímané veličiny na elektrické signály, a to napětěvé nebo proudové. [1]

Po připojení čidla signálu na měřidlo a kalibrace stupnice měřidla vznikne měřicí přístroj snímané veličiny. [1]

Kalibrace spočívá ve zjištění vztahu mez hodnotami měřené veličiny a stupnicí a označení stupnice odpovídajícími hodnotami. Při nepřímém měření, např. při měření rychlosti větru pomocí měření odporu žhaveného drátu ochlazovaného proudícím vzduchem, může být stupnice kalibrována (cejchována) přímo v jednotkách měřené veličiny, např. v jednotkách rychlosti, tj. m/s. [1]

### 2.2.2 Binární čidla

Binární čidla mají binární výstupní signál, např. sepnuté/rozpojené kontakty, napětí 0 V/ 10 V nebo proud 0 mA/ 20 mA. Binární snímače většinou vyhodnocují, zda je snímaná analogová veličina pod nastavenou prahovou úrovní nebo nad ní. Binární snímače mohou mít podobu mechanických spínačů nebo elektronických prahových spínačů. Při překročení prahové úrovně např. prahový spínač přepne do stavu 1 a při návratu spínané veličiny zpět pod prahovou úroveň přepne zpět do stavu 0. Diference mezi přepínací úrovní snímané veličiny pro přepnutí z 0 do 1 a přepínací úrovní pro přepnutí z 1 do 0 se nazývá přepínací diference. [1]



Obr. 4. Přepínací diference [1]

### 2.2.3 Číslcová čidla

Číslcové čidla (digitální senzory) mají číslcový výstupní signál, který je číslcovým kódem snímané veličiny, např. dráhy, doby nebo energie. Některé snímače digitalizují s pomocí mikroprocesoru snímanou analogovou veličinu, např. obrazové snímače digitalizují obrazový signál, který pak slouží k posouzení tvaru snímaného tělesa. [1]

## 2.3 Rozdělení čidel podle druhu

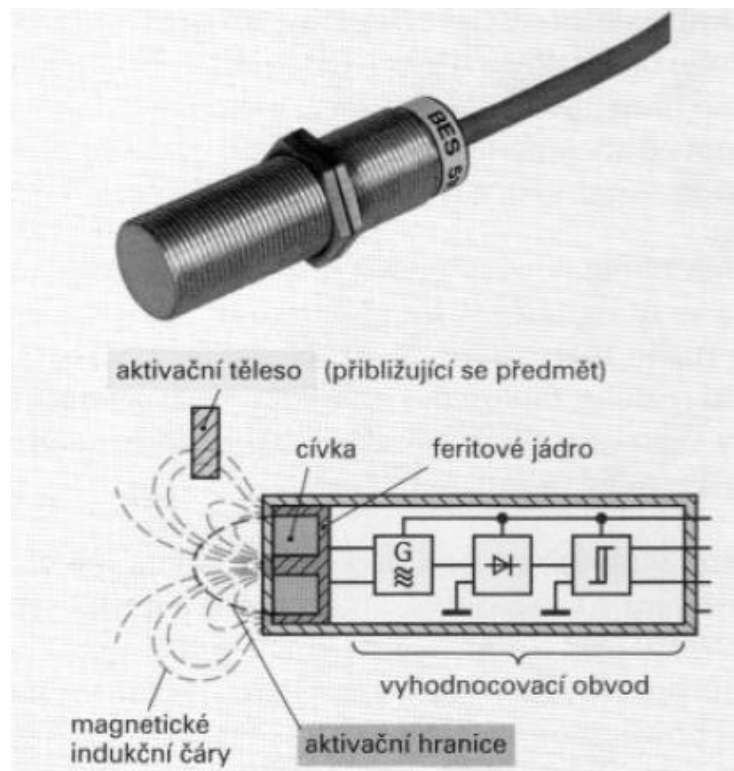
V dnešní době existuje nepřehledné množství druhů čidel. Zde jsou zmíněny pouze čidla, se kterými se pracuje v praktické části.

### 2.3.1 Indukční čidla

Reagují na přiblížení kovového předmětu k cívce čidla. Cívka tvoří indukčnost rezonujícího kmitavého obvodu LC. Přiblížením kovového předmětu se změní magnetický tok a tím

celková indukčnost obvodu a jeho rezonanční kmitočet. Výstupní signál se tím utlumí. Tento signál je zesílen, usměrněn, vyhlazen a přiveden na prahový přepínací obvod, který se přepne do jiného stavu. Výstupem může být také dvouhodnotový signál indikující stavem 1 přiblížení kovového předmětu. [1]

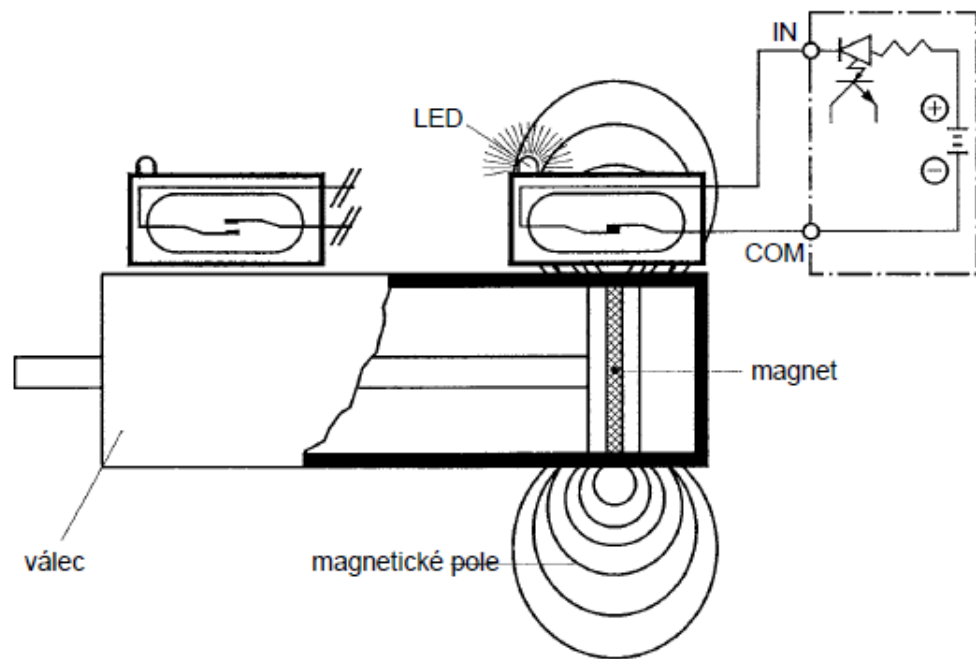
Jsou odolné proti prachu, nečistotám a otřesům a reagují na všechny kovy. Pracují se spínacími kmitočty až do 3 000 sepnutím sekundu a s přesností zachování přepínací vzdálenosti pro tentýž předmět asi 1%. [1]



Obr. 5. Indukční snímač [1]

### 2.3.2 Magnetická čidla

Jedná se o snímače založené na principu snímání změn magnetického pole. Jako čidlo se používá konstantní spínač (jazýčkové relé) Hallova sonda, případně magnetorezistor. Jazýčkové relé pracuje na principu skokové změny odporu v závislosti na změně polohy magnetického pole. Nejčastěji je používán na snímání polohy pneumatických válců. Konstrukčně se jedná o dva kontakty, které jsou zatavené ve skleněné trubičce, naplněné inertním plynem. Po přiblížení pístu válce s permanentním magnetem se působením vnějšího magnetického pole jazýčky zmagnetizují, na jejich volných koncích se objeví opačné magnetické póly. Ty se vzájemně přitáhnou a kontakt se spojí. [3]



Obr. 6. Princip magnetického čidla s jazýčkovým relé [3]

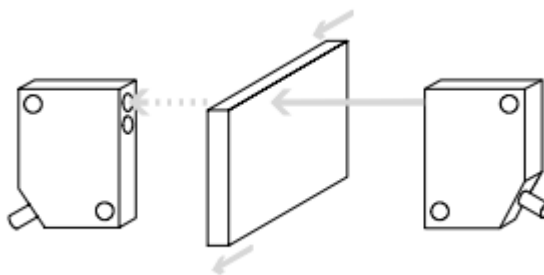
### 2.3.3 Optoelektronická čidla

Jsou to důležité komponenty automatizované výroby. Všude tam, kde musí být bezdotykově rozpoznány objekty ve větších vzdálenostech, se používají optoelektronické snímače. Na trhu jsou různé fyzikální principy ve velkém množství provedení. Proto se dají rozpoznat téměř všechny objekty v nejrůznějších oblastech použití. [3]

#### Jednocestné světelné závory

Sestavují se ze samostatného vysílače a přijímače. Při přerušení optického signálu je obvod sepnut. Lze dosahovat velkých vzdáleností. Seřízení je náročnější, kvůli přesnému nasměrování vysílače a přijímače. [6]

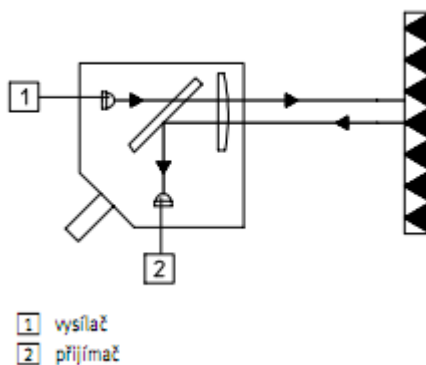




Obr. 7. Světelná závora [6]

### Reflexní světelná závory

Vysílač i přijímač je spojen do jednoho objektu. Vyslaný paprsek se odráží zpět. Pomocí autokorelačního principu lze sledovat i průhledné materiály např. PMMA. Vysílač svítí paprsek, který projde polopropustným zrcadlem a polarizačním filtrem. Na odrazce se odrazí. Při cestě zpět projde filtrem. Polopropustné zrcadlo směřuje odražený paprsek na přijímač. Vysílaný a přijímaný paprsek se překrývá. Měření je přesné. Snímaný předmět může přerušit paprsek vodorovně i svisle. Nevýhodou je malý dosah. [6]



Obr. 8. Autokorelační princip [6]

### 3 PNEUMATICKÉ POHONY

Pneumatické pohony přeměňují energii stlačeného vzduchu na energii mechanickou.

Vynikají relativně vysokými výkony vzhledem ke své velikosti. Mají velké rozběhové momenty. Jelikož je vzduch stlačitelný, tak vydrží přetížení. Mohou se používat v nebezpečných provozech. Jsou lehce opravitelné. Otáčky jsou ale velmi závislé na zatížení motoru. Nejpoužívanější pneumatické motory jsou pístové, lamelové a turbínové. [1]

#### 3.1 Přímočaré pneumatické pohony

Dle konstrukce se dělí na jednočinné, kdy tlak působí pouze na jednu stranu pístu a dvojitě činné, tlak působí na obě strany válce.

##### 3.1.1 Jednočinné pneumatické pohony

###### Jednočinné pneumatické válce

Síla vyvinutá tlakem vzduchu na plochu pístu jednočinného válce působí pouze v jednom směru. Podle provedení válce ji lze využít jako sílu tažnou nebo jako sílu tlačnou. Po přerušení přívodu stlačeného vzduchu do válce je pístnice vrácena do výchozí polohy silou pružiny. Existují dvě základní provedení jednočinných válců: [2]

- s pístnicí v klidové poloze zasunutou



Obr. 9. Jednočinný pneumatický válec s pístnicí v klidové poloze zasunutou

[2]

- s pístnicí v klidové poloze vysunutou

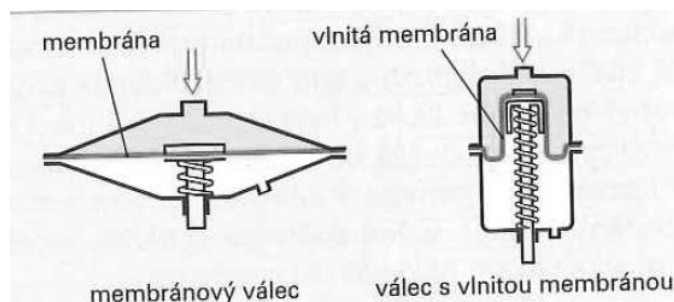


Obr. 10. Jednočinný pneumatický válec s pístnicí v klidové poloze vysunutou [2]

Jednočinné pneumatické válce je možné použít k upínání polotovarů, jako vyhazovače u různých přípravků, k podávání polotovarů, jejich zvedání a k realizaci řady dalších operací. Ve srovnání s dvojčinnými pneumatickými válci stejných rozměrů mají menší spotřebu vzduchu. Síla šroubové pružiny působí proti síle vyvinuté tlakem vzduchu na plochu pístu, takže využitelná síla je menší o sílu pružiny. Doraz ve válci brání dosednutí závitů pružiny. Šroubová pružina má také svoji délku, proto jsou jednočinné válce proti dvojčinným válcům se stejným průměrem a zdvihem delší. [2]

### Membránový válec

U membránového válce je tlakem vzduchu prohýbána membrána. Průhyb membrány se přenáší na lineární pohyb pístnice. Zpětný pohyb zajišťuje buď napružení membrány, vnější síla nebo vratná pružina. Výška zdvihu rovných membrán bývá do 40 mm a u vlnitých membrán až 80 mm. [1]



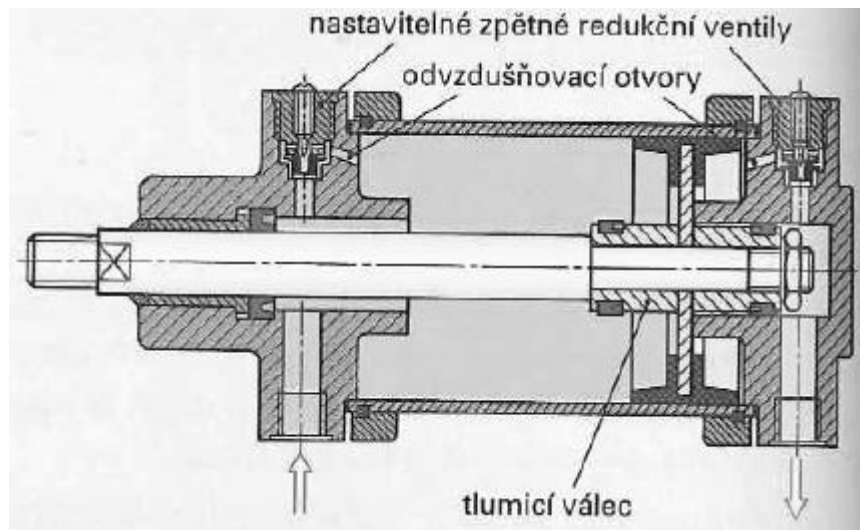
Obr. 11. Membránové válce [1]

### 3.1.2 Dvojčinné pneumatické pohony

#### Dvojčinné pneumatické válce

Jedná se o pneumatické válce, kde síla vyvinutá tlakem vzduchu na plochu pístu působí podle přívodu vzduchu střídavě v obou směrech pohybu pístu. Dvojčinné pneumatické válce se používají tam, kde mechanismus i při zpětném pohybu má vykonávat práci. Zdvih dvojčinných pneumatických válců je teoreticky omezen pouze s ohledem na průhyb a vzpěrnou délku pístnice. [2]

Při zasouvání pístnice vyvinou dvojčinné pneumatické válce menší sílu než při vysouvání, protože účinná plocha pístu je menší o plochu danou průměrem pístnice. To je třeba vzít v úvahu, pokud má válec pracovat se stejným zatížením pístnice v obou směrech. [2]

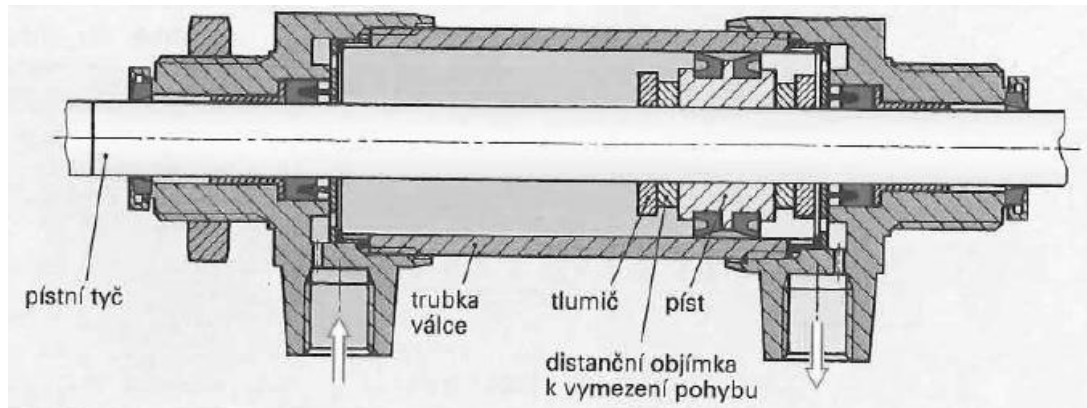


Obr. 12. Dvojčinný pneumatický válec s oboustranným tlumením

[1]

#### Pneumatický válec s průchozí pístnicí

Tyto pneumatické válce nejsou citlivé na radiální zatížení pístnice, protože pístnice je uložena ve dvou ložiskách. Kromě toho lze na volný konec pístnice upevnit narážku pro aktivaci koncových spínačů. Síla pneumatického válce je stejná v obou směrech pohybu, protože obě strany pístu mají shodnou plochu. [2]

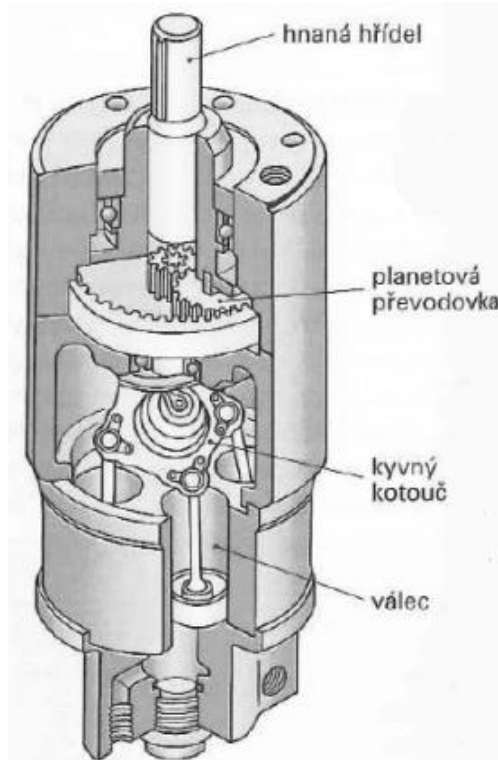


Obr. 13. Pneumatický válec s průchozí pístnicí [1]

## 3.2 Rotační pneumatické pohony

### Axiální pístové pohony

Sestaven ze 4 až 5 pístů, jejichž osy jsou navzájem rovnoběžné. Pohyb se na hnanou hřídel přenáší pomocí kyvného kotouče. Kyvný kotouč je uložen kose na šikmo lomeném konci hnané hřídele. Tlak je rozložen vždy alespoň na dva písty. Rychlost a smysl otáčení lze měnit rotačním rozvodovým šoupátkem. Pomocí planetové převodovky lze snížit otáčky. [1]

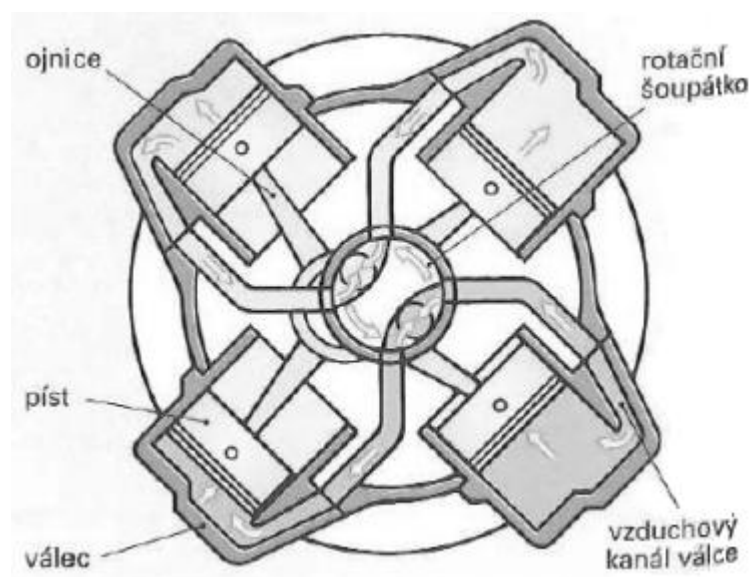


Obr. 14. Axiální pístový pohon [1]

### Radiální pístové pohony

Válce jsou uspořádány hvězdicově. Písty pohánějí klikovou hřídel pomocí ojníc. Smysl otáčení rozvodové hřídele je shodný se smyslem otáčení rotačního rozvodového šoupátka.

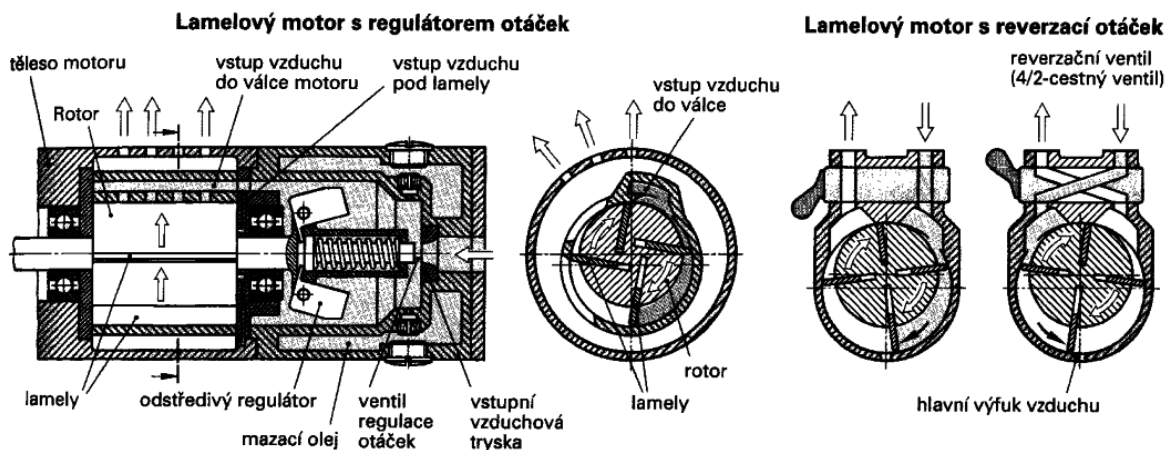
[1]



Obr. 15. Radiální pístový pohon [1]

## Lamelové pohony

Lamelové pohony obsahují hlavně válec a rotor s čelními víky. Rotor má podélné radiální drážky pro plastové lamely. Protože je osa rotace rotoru odlišná od osy válcového rotoru a je s ní rovnoběžná, má prostor mezi oběma válci srpkovitý průřez a je výsuvnými lamelami rozdělen do více komor. V závislosti na natočení rotoru jsou lamely různě zasunuty do drážek a vytvářejí v každé z komor dvě stěny, z nichž větší stěna je od menší stěny vždy ve směru otáčení rotoru. Na tuto větší stěnu působí větší tlak vzduchu a výsledná obvodová síla pohání rotor. Lamely jsou odstředivými silami tlačeny ke stěnám válce a utěsňují vzájemně sousední komory. Při rozběhu motoru zajišťují přítlak lamel péra v drážkách pod nimi nebo stlačený vzduch proudící pod lamely drážkami vyfrézovanými v čelním víku rotoru. [1]



Obr. 16. Pneumatický lamelový pohon [1]

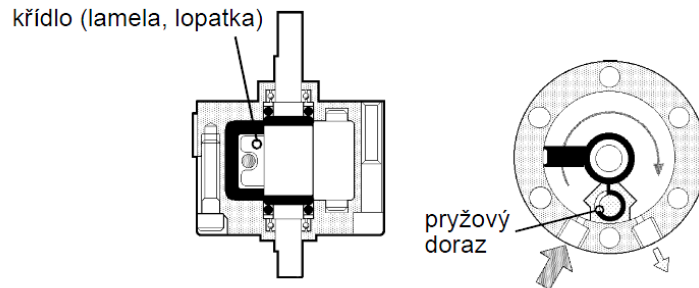
## Turbínový pohon

Rotor je poháněn stlačeným vzduchem proudícím většinou z trysky na jeho lopatky. Dělí se na axiální, radiální, tangenciální turbíny a turbíny s volným prouděním. Používá se na vysokootáčkové nástroje. Motor dosahuje 350 000 až 450 000 otáček za minutu. [1]

## Kyvné křídlové pohony

Stlačený vzduch působí na jednu nebo dvě plochy křídla (lamely, lopatky), spojeného s hřídelí, uloženou ve valivých ložiskách. Obvod křídla (lamely, lopatky) je proti tělesu pohonu utěsněn trojrozměrným elastomerovým těsněním. Kyvné pohony tohoto typu mají většinou těleso válcového tvaru, vyrobené z hliníkových slitin. Výstupní členy (hřídele,

příruby) těchto pohonů konají otáčivý pohyb kyvný v rozsahu  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $270^\circ$ . Volný konec průchozí hřídele lze spojit s nastavcem pro upevnění snímačů polohy, s nastavcem s přestavitelnými dorazy pro omezení úhlu kyvu hřídele nebo kombinací obou nastavců. [2]

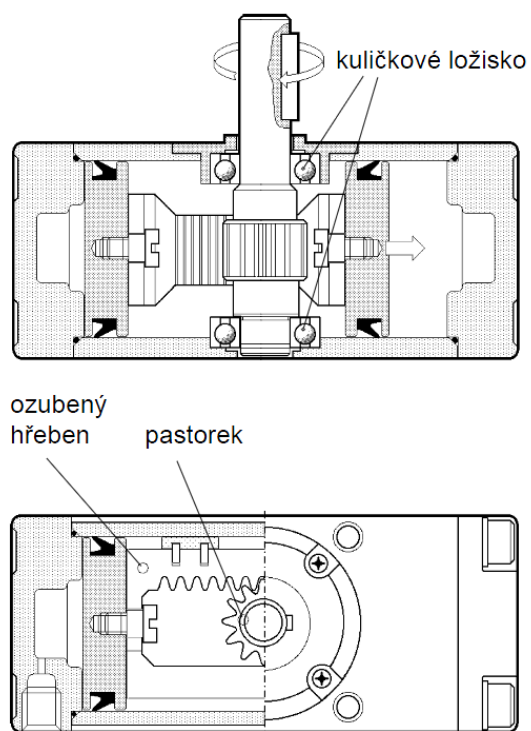


*Obr. 17. Kyvný pohon s rotorem a jedním křídlem s úhlem  $270^\circ$  [2]*

### **Kyvné pohony s ozubeným hřebenem a pastorkem**

Hřídel pohonu, uložená ve valivých ložiskách, tvoří s pastorkem jeden celek. Do ozubení pastorku zabíhá ozubení tyče, přesouvané do koncových poloh písty. Na tělese pohonu jsou drážky pro upevnění snímačů polohy. Výstupní hřídele těchto motorů konají otáčivý pohyb kyvný v rozsahu  $90^\circ$  nebo  $180^\circ$ . Ve srovnání s pohony s rotorem s křídlem dosahují větších krouticích momentů. [2]



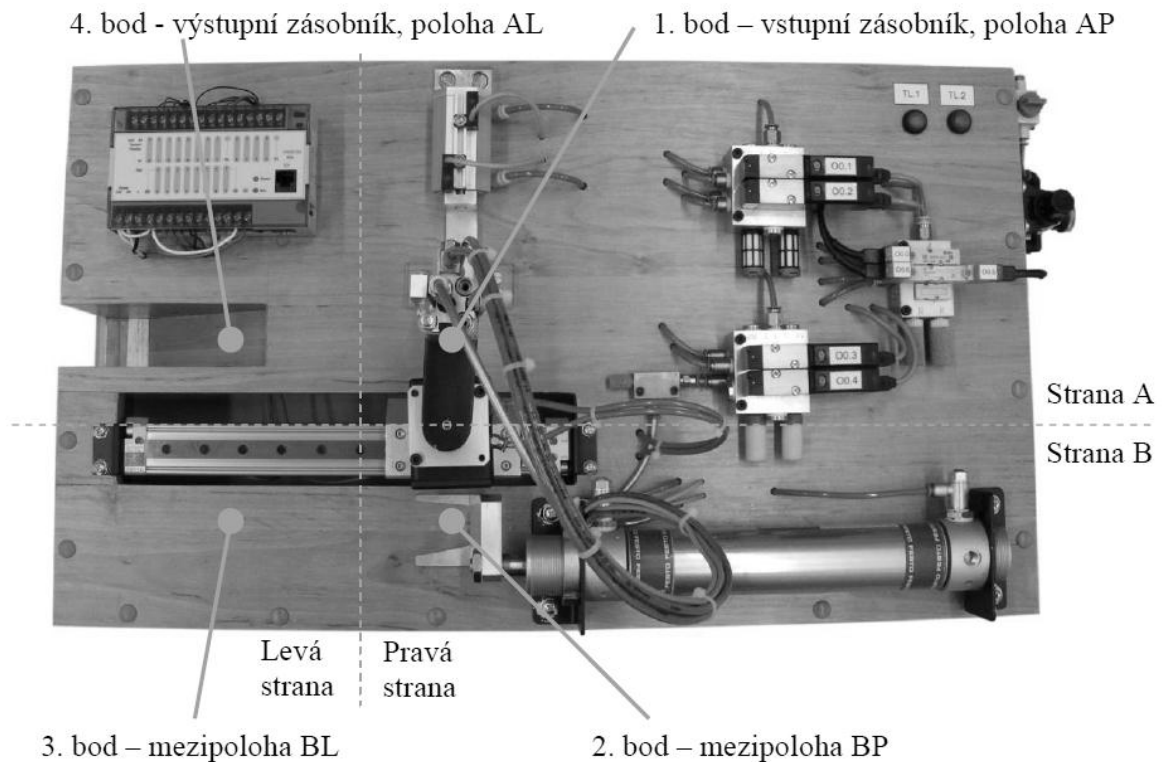


*Obr. 18. Kyvný pohon s ozubeným hřebenem a pastorkem [2]*

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 ANALÝZA MANIPULÁTORU

Zařízení funguje jako pick-and-place manipulátor s proměnlivým programem. Do vstupního zásobníku se naskládá přepravovaný předmět. V našem případě kostičky ze dvou materiálů: dural a polyetylen. Po vysunutí ze zásobníku se kostička dostane na pracovní desku do prvního bodu. Zde kostičku odebere přísavka. Ta se pomocí kyvného pohonu může otáčet o 180° ze strany A na stranu B. Také se může pohybovat z pravé strany na levou díky bezpístnicovému válci. Přísavka se dostane do čtyř bodů. Druhý a třetí bod slouží jako mezipoloha, protože přísavka z těchto bodů může kostičky znovu odebrat. Ze čtvrtého bodu to není možné - slouží jako výstupní zásobník. Kostičky se také mohou posunovat z druhého bodu do třetího díky pneumatickému válci.



Obr. 19. Počáteční stav manipulátoru [8]

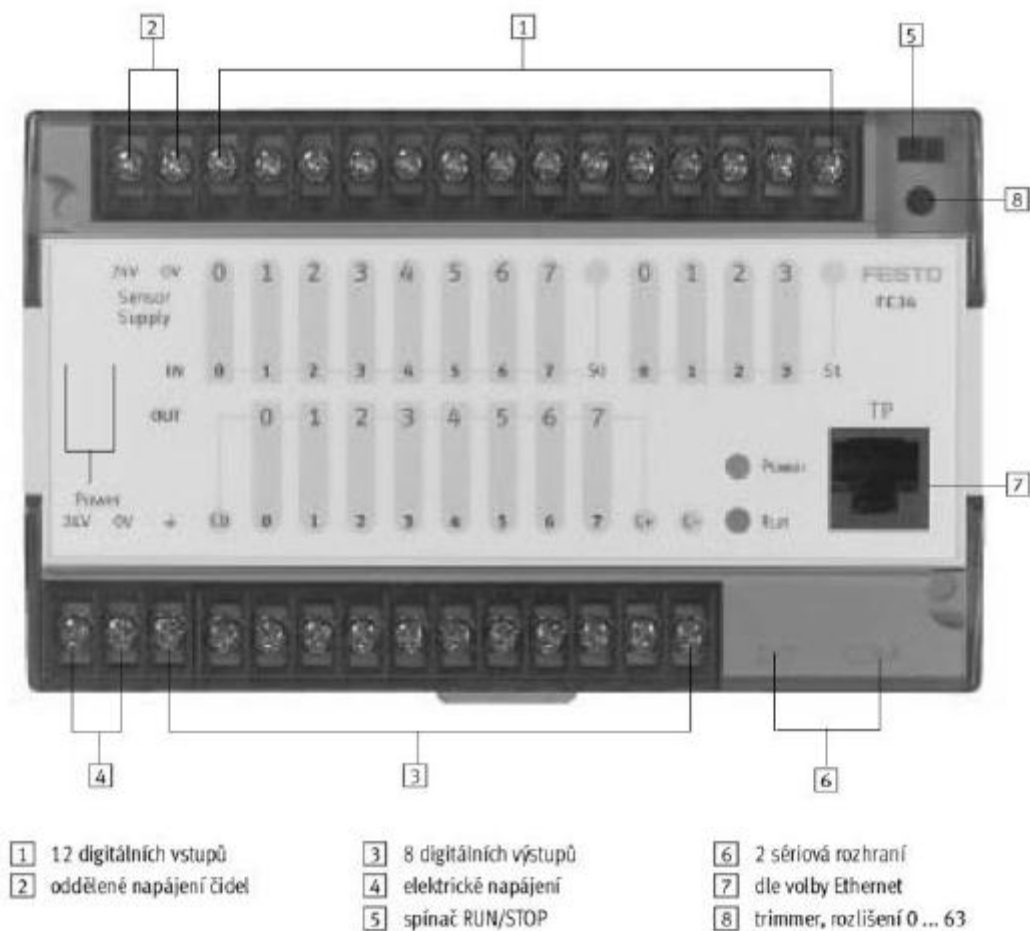
Některé prvky nejsou opatřeny snímači, které by zabezpečily bezpečné provedení daného úkonu. Program, který řídí manipulátor, počítá se zásobníkem, ve kterém budou kostičky v určité kombinaci např. AABBAB. Pokud by kostičky byly seřazeny např. ABABAB systém nepozná rozdíl a výsledné uspořádání by nebylo správné.

Přísavka pracuje pomocí podtlaku, to však není kontrolováno, jestli byl vytvořen. V případě poruchy např. přírodních hadic by systém pracoval „naprázdno“.

Kyvný pohon, otáčející přísavku, také není kontrolován, v jaké pozici se nachází. Problém je řešen použitím časovače. Při zadání příkazu otočení a konstantním tlaku  $p = 0,6 \text{ MPa}$  se nastaví časová prodleva  $t = 1 \text{ s}$ , během níž, se kyvný pohon otočí.

Podobný problém nastává u pneumatického válce při posunování kostiček z druhé do třetí mezipohy. Zde je časová prodleva  $t = 2 \text{ s}$ .

Celý systém je řízen PLC automatem FESTO FEC-FC34-FST. Ten nabízí celkem dvanáct vstupů, ze kterých jsou čtyři volné. Ty lze použít jako PNP nebo NPN. Výstupů je celkem osm, jeden je volný. Šest výstupů je tranzistorových a dva jsou reléové. Reléové výstupy mohou pracovat až do  $230 \text{ V AC}$ . Automat je propojen ke stolnímu počítači přes rozhraní ethernet. S koncovkou RJ45 a rychlostí přenosu dat  $10 \text{ MBit/s}$ . Programování PLC automatu probíhá pomocí jazyka FST.



Obr. 20. PLC automat FESTO FEC-FC34-FST [7]

## 5 NÁVRH A PROVEDENÍ ÚPRAV

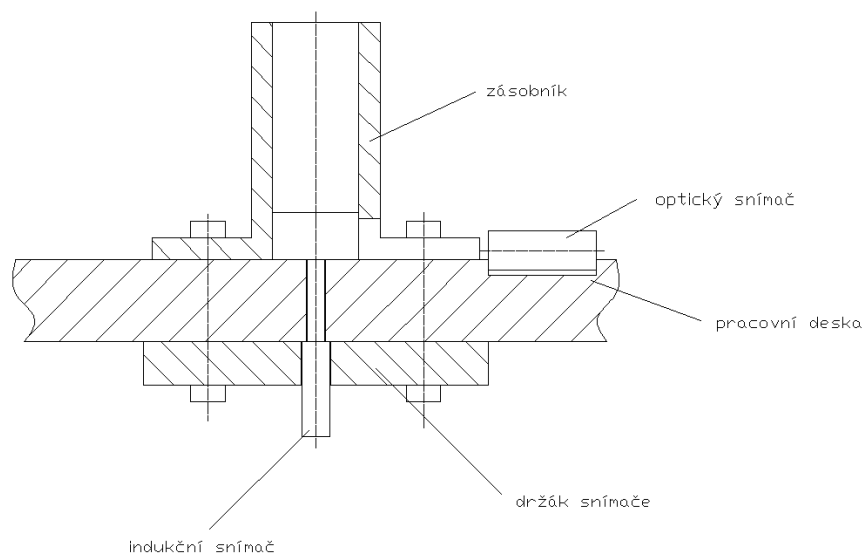
Cílem práce je upravit manipulátor tak, aby jeho chod byl nezávislý na obsluze. To zn. indikaci materiálu v zásobníku. Rozlišit materiál s jakým manipulátor pracuje. Zabránit kolizi přísavky s pístnicí pneumatického válce.

Z cílů práce vyplívají následně popsané úpravy.

### 5.1 Rozpoznání materiálu ve vstupním zásobníku

#### První návrh:

První návrh využívá již vyrobené pracovní kostičky. K realizaci by bylo potřeba použít dva snímače a to indukční a optický. Indukční snímač by se vsunul zespodu do pracovní desky, ve které je vyvrtaná díra. Indukční snímač by byl přichycen k jeho držáku. Optický snímač, např. reflexní světelná závora, by se umístila vedle vstupního zásobníku. Viz. obrázek:



Obr. 21. Schéma prvního návrhu

Indukční snímač by detekoval přítomnost kovu, optický zase přítomnost materiálu. Pokud by oba snímače byly aktivní, v zásobníku by byla kostička z duralu. Ale při aktivaci pouze optického snímače by byla v zásobníku polyethylenová kostička.

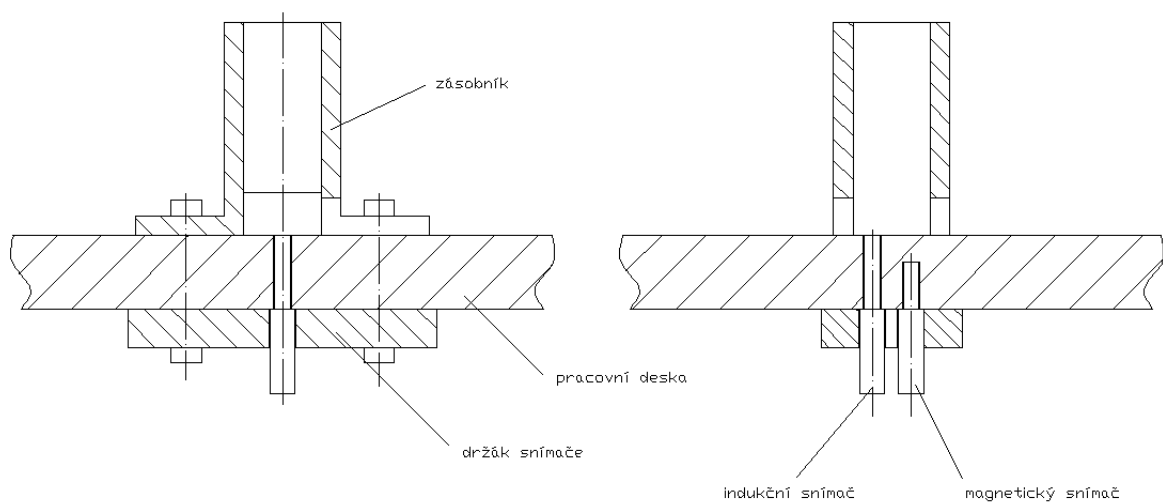
Nevýhoda návrhu je složité ustavení optického snímače. Další nevýhoda je nutnost výroby nového vstupního zásobníku. V dílně UVI se nachází optický snímač, jehož průměr je 18

mm. Pro naše účely je tedy příliš velký. Koupě nového, menšího typu by úpravu značně prodražila.

Tento návrh byl kvůli vysoké pořizovací ceně optického snímače zamítnut.

### Druhý návrh

Druhé řešení vyžaduje úpravu polyethylenových kostiček. Do kostiček se vyfrézuje drážka, do které se vloží magnet. Použije se indukční a magnetický snímač. Oba snímače jsou uchyceny pod vstupním zásobníkem. Indukční snímač je ve stejné výšce jako pracovní deska. Magnetický je pod pracovní deskou, protože dokáže spínat na větší vzdálenost.

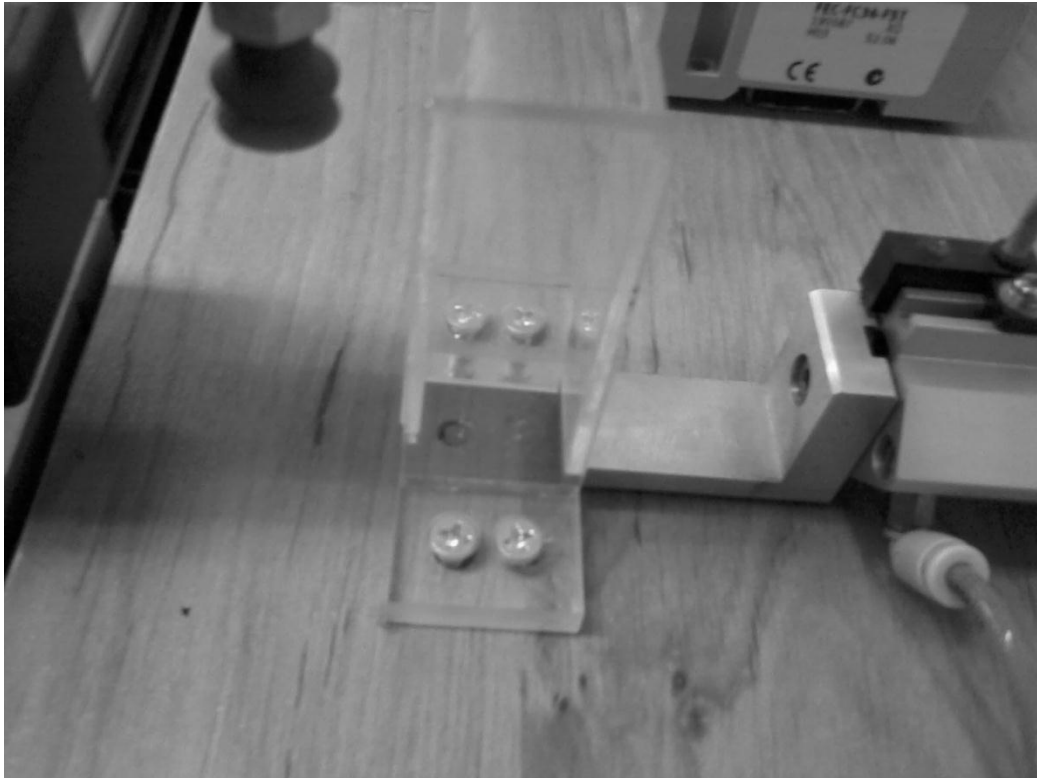


Obr. 22. Schéma druhého návrhu

Pomocí magnetického snímače by systém poznal polyethylenovou kostičku s magnetem a indukční snímač duralovou.

Oba snímače jsou k dispozici na UVI.

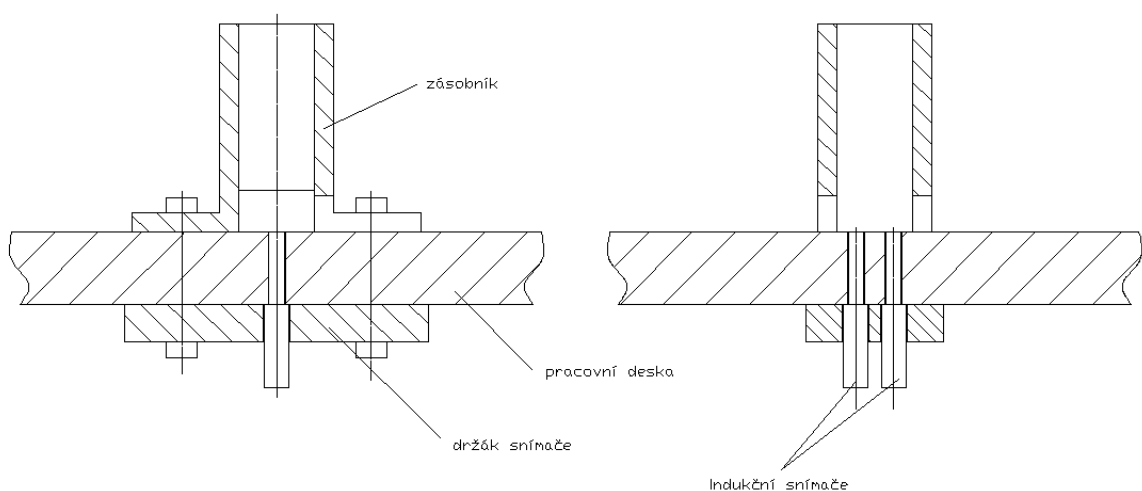
Tento návrh byl přijat. Dle výkresové dokumentace uvedené v příloze byl vyroben držák snímačů a nová polyethylenová kostička. Následná montáž proběhla bez problémů. Ovšem při zkouškách funkčnosti, byl zjištěn problém. Při vysouvání kostičky ze zásobníku se polyethylenová kostička s magnetem nedokázala odtrhnout od ostatních kostiček pro působení silného magnetického pole. Při náhradě slabším magnetem nastal problém se snímáním.



Obr. 23. Druhý návrh

### Třetí návrh

Poslední návrh vyžadoval výrobu nových ocelových kostiček, které nahradily polyethylenové. Vyroběný držák snímačů se zde použije. Magnetický snímač nahradí druhý indukční snímač, umístěný 2 mm pod pracovní deskou. Tento snímač je využit ke snímání ocelového materiálu - na dural nereaguje. Snímač zarovnaný s pracovní deskou reaguje na duralové kostičky.



Obr. 24. Schéma třetího návrhu

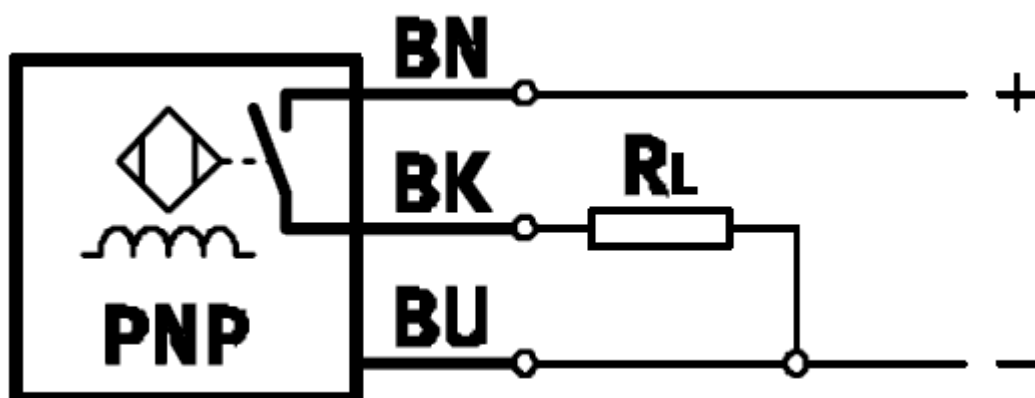
Konkrétně jsou zde použity snímače FESTO SIE-4S-PS-S-LED pro snímání duralu a FESTO SIE-M8x1-NS-K pro snímání ocele.



Obr. 25. Indukční snímače vlevo FESTO SIE-4S-PS-S-LED, vpravo FESTO SIE-M8x1-NS-K

### Elektrické zapojení

Indukční snímače FESTO SIE-4S-PS-S-LED a SIE-M8x1-NS-K pracují jako PNP a jejich zapojení je dle následujícího schématu:



Obr. 26. PNP zapojení [7]

Hnědý vodič je napojen na +24V, černý vodič je připojen na vstup PLC jednotky a modrý vodič na 0V.



## 5.2 Snímání koncových poloh pneumatického válce

Pneumatický válec přesouvá kostičky z 2. bodu – mezipoloha BP do 3. bodu – mezipoloha BA. Systém pracuje tak, že spoléhá na funkčnost pneumatického válce. Po zadání příkazu pro přesun kostičky již dále nezkontroluje jeho polohu. Dosavadní praxe byla taková, že po zadání příkazu přesunutí se nastavil další příkaz časové prodlevy  $t = 2s$ . Tato prodleva ale stejně nezaručila změnu polohy. Pokud by se snížil pracovní tlak vzduchu, doba chodu válce by se prodloužila, nebo by se válec dokonce zastavil. Po vypršení časové prodlevy se chod programu opět spustí. V této situaci by bylo reálné riziko kolize přísavky s pístnicí. Proto je zde nutné snímat koncové polohy.

Tab. 3. Parametry pneumatického válce CRDSW [8]

<b>CRDSW-40-140-PPV</b>		
<b>Parametr (v označení)</b>	<b>Hodnota/typ</b>	<b>Jednotky</b>
průměr pístu (40)	40	mm
zdvih (140)	140	mm
tlumení (PPV)	nastavitelné v koncových polohách	-
typ šroubení	G <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	-

Pro snímání koncových poloh byly použity dva magnetické snímače SMC D-90. Každý je umístěn pod pracovní deskou v krajní poloze vidličky přichycené k pístnici pneumatického válce. Magnety, které spínají snímače, jsou uloženy v nové vidličce, zhotovené dle výkresové dokumentace uvedené v příloze. Výkres držáku magnetického snímače je v příloze.



*Obr. 27. Pneumatický válec CRDSW*

Magnetický snímač SMC D-90 je dvoužilový. Jeden vodič se naveden na +24V, druhý na vstup PLC jednotky.



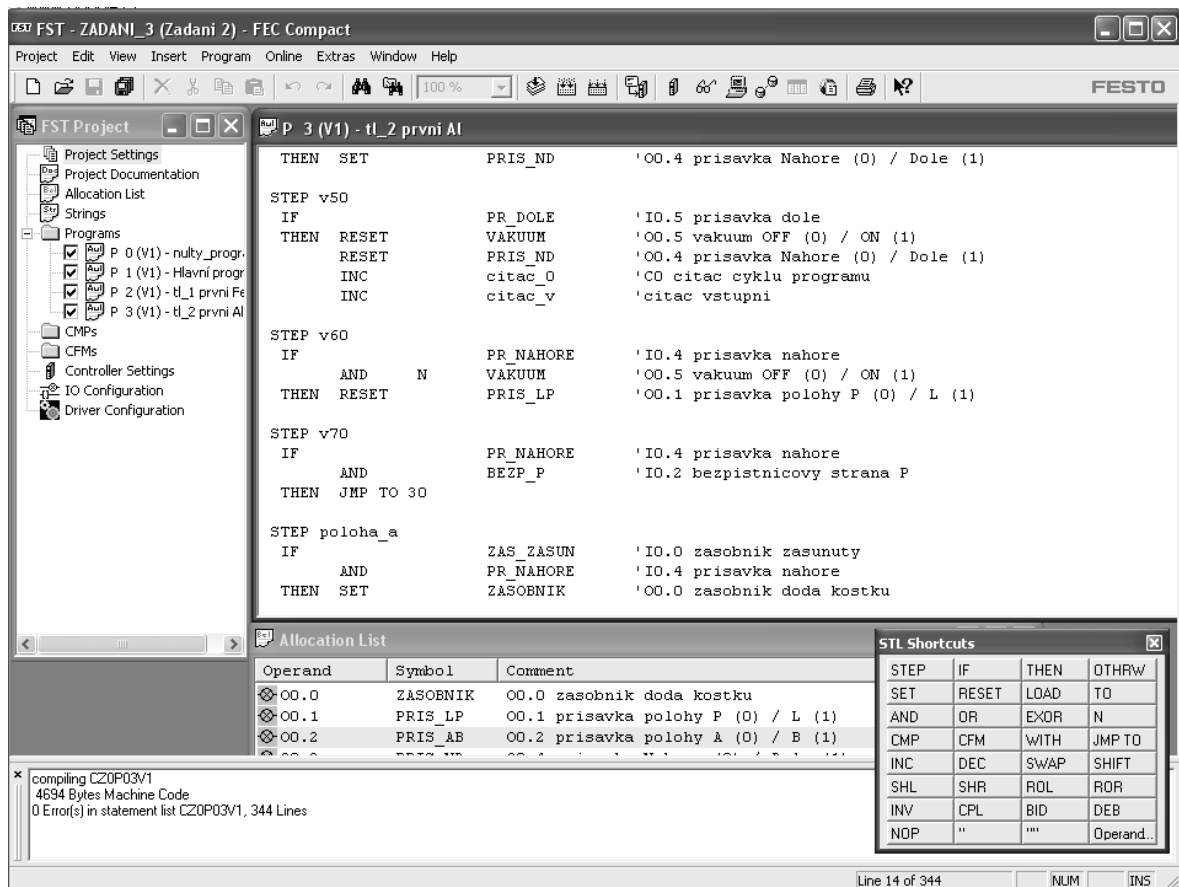
*Obr. 28. Magnetický snímač SMC D-90*

## 6 PROGRAMOVÁ ČÁST

Po rozšíření zařízení o nové snímače, bylo nutno vytvořit nové řídicí programy pro stávající jednotku PLC FESTO FEC-FC34-FST. Byl použit programovací software Festo FST. Tento software vytváří a přenáší programy z PC do PLC automatu. Slouží také pro sledování a řízení PLC v reálném čase.

### 6.1 Festo FST

Program pracuje na platformě Windows. Vzhledově je podobný ostatním programům, které pracují na stejné bázi.

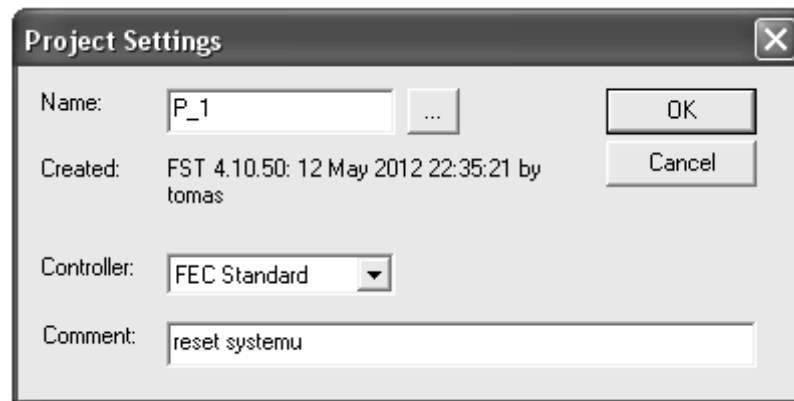


Obr. 29. Festo FST

Vše v FST programu je organizováno pomocí projektů. Každý projekt má jméno a komentář. Jméno může obsahovat až 8 znaků, mezery nejsou podporovány, musí se používat podtržítka. Jména slouží k identifikaci projektu. Musí být unikátní v rámci jednoho adresáře. Komentář může obsahovat až 255 znaků. Používá se pro stručný popis projektu.

### 6.1.1 Project settings

Nový projekt se vytvoří kliknutím na liště na „Project“ a následně na „New“. Do kolonky „Name“ se napíše jméno projektu. Kliknutím na OK a otevře se okno Project settings. Zde se volí typ PLC automatu a dopíše se komentář. Kliknutím na OK se vytvoří nový projekt.



Obr. 30. Okno „Project settings“

### 6.1.2 Project documentation

Slouží pro zápis vlastních poznámek. Ukládá se do adresáře projektu. Otevře se dvojklikem na záložku, nebo kliknutím pravým tlačítkem na záložku a z kontextového menu se vybere „Open“. Tento soubor se může otevřít a editovat bez pomoci softwaru FST, stačí k tomu textový editor.

### 6.1.3 Allocation list

PLC programy se skládají z programového kódu pro manipulaci dat. Tato data jsou k dispozici ve formě operandů. Všechny použité operandy jsou vypsány v tabulce allocation list. Je vhodné vytvořit seznam operandů ještě před psaním programu a pak jen používat symbolické označení. Vytvoření nového operandu lze provést třemi způsoby. V tabulce allocation list pravým tlačítkem otevřít kontextové menu a vybrat možnost „insert operand“, nebo dvojklikem v tabulce allocation list na prázdné pole, nebo přímo v programové části napsat ještě neexistující operand. V každém případě se otevře okno „Allocation list entry“. Zde se musí vyplnit kolonka „absolute operand“. Kolonka „symbolic operand“ slouží k jednoduššímu zadávání operandů do programu.

Allocation List Entry

Absolute Operand: I1.0

Symbolic Operand: DURAL

Comment: indukcni snimac pod zasobnikem

OK Cancel

Obr. 31. Okno „Allocation list entry“

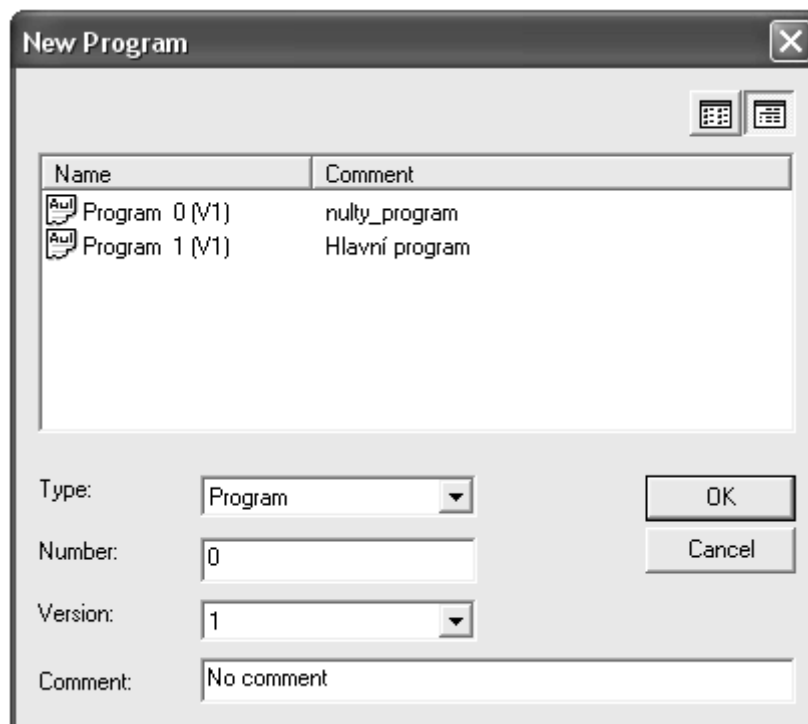
Tabulka Allocation list se všemi operandy bude vypadat následovně:

Operand	Symbol	Comment
⊗ 00.0	ZASOBNIK	00.0 zasobnik doda kostku
⊗ 00.1	PRIS_LP	00.1 prisavka polohy P (0) / L (1)
⊗ 00.2	PRIS_AB	00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
⊗ 00.3	PRIS_ND	00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
⊗ 00.4	VAKUUM	00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
⊗ 00.5	POLOHA_P	00.5 jezdec strana P
⊗ 00.6	POLOHA_L	00.6 jezdec strana L
⊗ OWO	ALL_OUT	OWO vsechny vystupy
[-] IO.0	ZAS_ZASUN	IO.0 zasobnik zasunuty
[-] IO.1	ZAS_VYSUN	IO.1 zasobnik vysunuty
[-] IO.2	BEZP_P	IO.2 bezpistnicovy strana P
[-] IO.3	BEZP_L	IO.3 bezpistnicovy strana L
[-] IO.4	PR_NAHORE	IO.4 prisavka nahore
[-] IO.5	PR_DOLE	IO.5 prisavka dole
[-] IO.6	TL_1	IO.6 tlacitko 1
[-] IO.7	TL_2	IO.7 tlacitko 2
[-] I1.0	DURAL	indukcni snimac pod zasobnikem
[-] I1.1	ZELEZO	magneticky snimac pod zasobnikem
[-] I1.2	Valec_p	magneticky snimac vidlicky vpravo
[-] I1.3	VALEC_L	magneticky snimac vidlicky vlevo
[-] IWO	ALL_IN1	IWO vsechny vstupy IO.0 - IO.7
1010 0101	FO.1	BEH_PROG2 Status behu programu P2
1010 0101	FO.2	BEH_PROG3 Status behu programu P3
1010 0101	PO	PO - nuly program
1010 0101	P1	P1 - Volba materialu
1010 0101	P2	P2 - Dural
1010 0101	P3	P3 - Ocel
1010 0101	T0	cas_kyv T0 casovac pro kyvny pohon
1010 0101	T1	casjezdPL T1 casovac jezdec P to L
1010 0101	T2	casjezdLP T2 casovac jezdec L to P

Obr. 32. Okno „Allocation list“

#### 6.1.4 Programs, CMPs, CFMs

Projekt může obsahovat až 64 programů. U každého programu lze uložit až 9 verzí ale pouze jedna může být použita v PLC automatu v jednu dobu. Vytvoření nového programu se provede dvojklikem na záložku „Programs“. Objeví se následující okno.



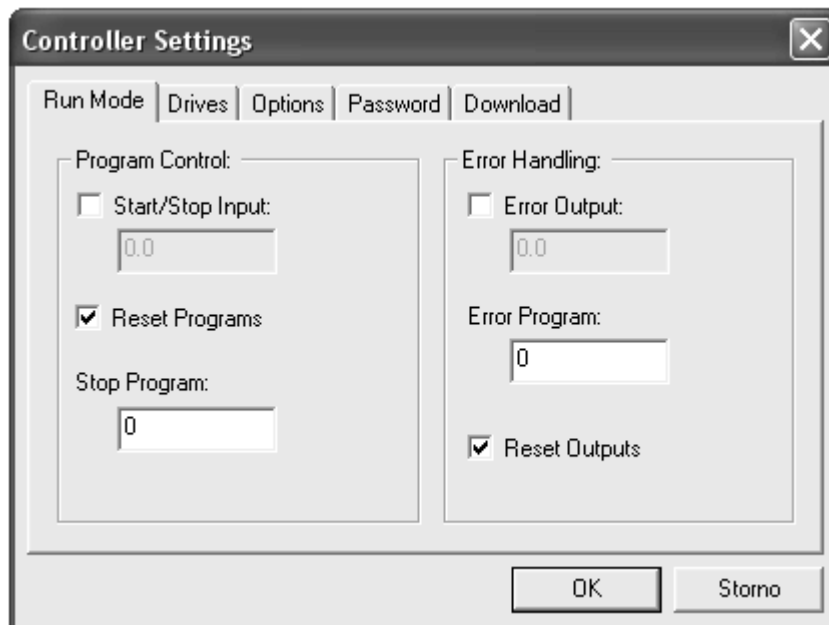
Obr. 33. Okno „New program“

Do kolonky „Number“ se napíše číslo nového programu. Vybere se, o jakou verzi programu se jedná, popřípadě se dopíše komentář. Po potvrzení kliknutím na OK se otevře okno, do kterého se píše program.

Podprogramy CMPs a CFMs se odlišují od hlavního programu tím, že nemohou spouštět další programy. CFM se používá pro vyvolání speciální funkce, ale nesmí obsahovat příkaz „STEP“. CMP je plnohodnotný podprogram.

#### 6.1.5 Controller settings

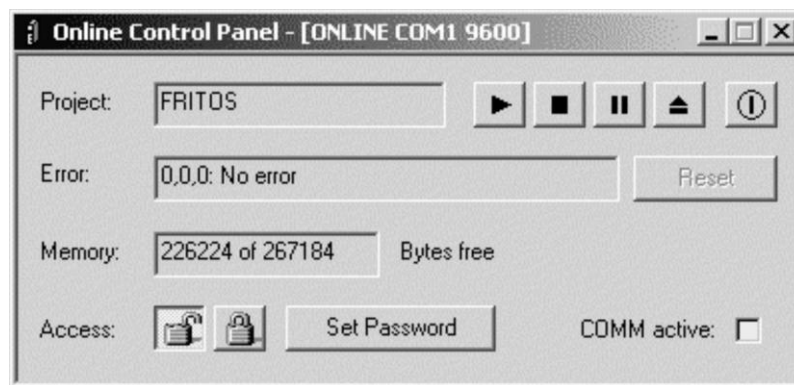
Detailní nastavení PLC automatu se provádí v okně „Controller settings“.



Obr. 34. Okno „Controller settings“

### 6.1.6 Control panel

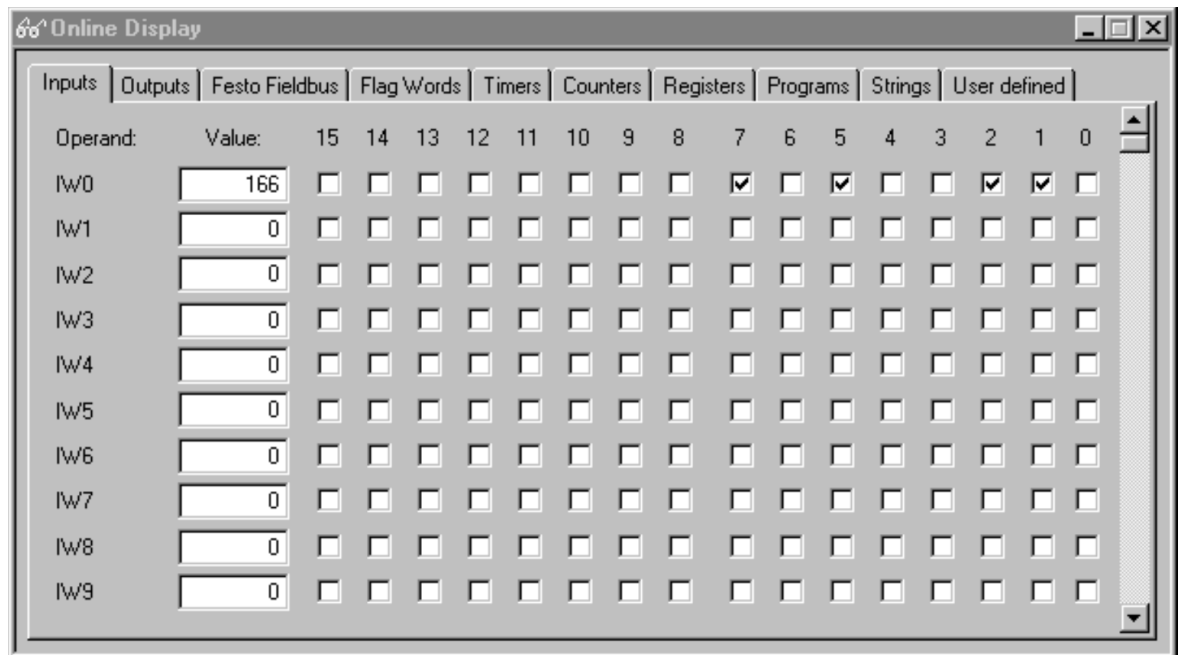
Tento panel slouží k ovládání programu. V případě, že je vypnutý autostart, zapíná se zde běh programu.



Obr. 35. Okno „Control panel“

### 6.1.7 Online display

Panel Online kontrol slouží k sledování a kontrole všech parametrů PLC automatu. Lze ručně nastavovat vstupy, výstupy, časovače, čítače, atd.



Obr. 36. Okno „Online display“

## 6.2 Popis projektů

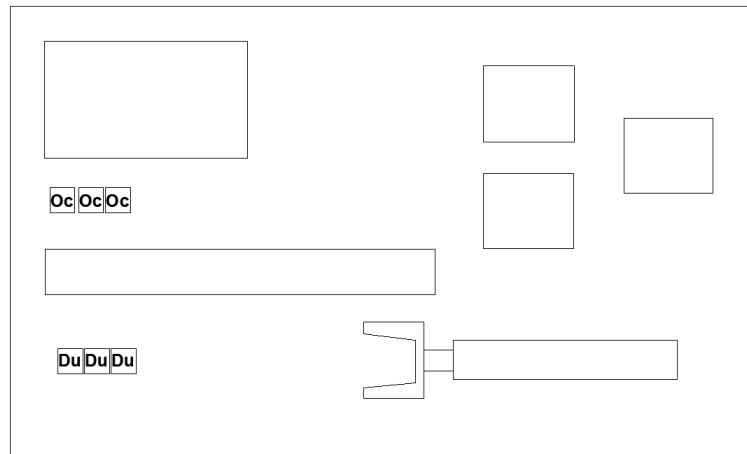
V programu FST byly vytvořeny tři projekty, které předvádí nové možnosti manipulátoru. Všechny projekty obsahují totožný nulový program. Nulový program resetuje všechny výstupy a pneumatický válec navede do pravé polohy. Používá se z důvodu bezpečnosti. Při neočekávaném vypnutí programu a následném neřízeném spuštění by hrozila kolize. Nulový program je uveden v příloze P II.

### První projekt

Do vstupního zásobníku se naskládají kostičky v náhodném pořadí. Program se spustí stiskem prvního tlačítka. Hlavní program rozřídí kostičky na ocel a dural. Ocelové kostičky přemístí do 4. bodu - výstupní zásobník. Duralové kostičky přemístí do 2. bodu – mezipoloha BP, odkud je pneumatický válec přesune do 3. bodu. Tam duralové kostičky zůstanou. Nakonec zůstanou tři ocelové kostičky ve výstupním zásobníku a tři duralové kostičky na pracovní desce. Čítač ukončí program po šesti přemístěných kostičkách. Program se resetuje současným stiskem prvního a druhého tlačítka. Poté čeká na spuštění prvním tlačítkem.



Zdrojový kód všech programů tohoto projektu je uveden v příloze P II a P III.

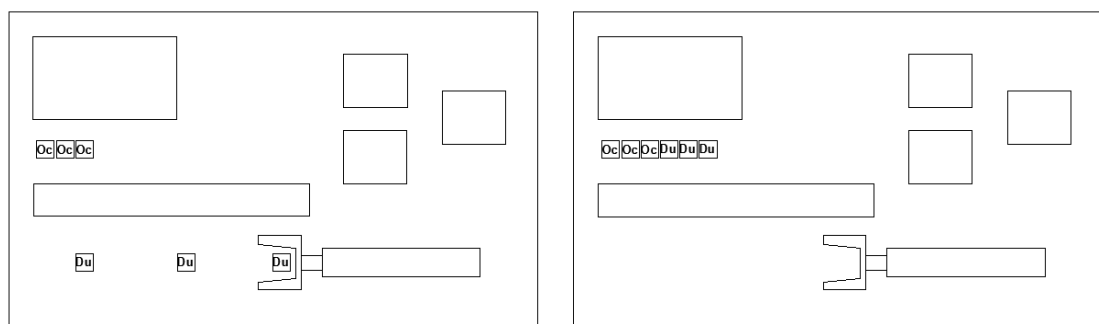


Obr. 37. Project 1

## Druhý projekt

Obsahuje celkem čtyři programy. Hlavní program P1 má za úkol spustit další pracovní program P2 nebo P3. Prvním tlačítkem se spustí program P2 a druhým tlačítkem program P3. Program P2 je naprogramován tak, že náhodně uspořádané kostičky ve vstupním zásobníku přemístí do výstupního zásobníku. První tři kostičky ve výstupním zásobníku budou ocelové. Duralové kostičky se budou skládat na pracovní desku. Po naplnění ocelovými kostičkami se začnou do výstupního zásobníku přemísťovat duralové kostičky. Po načtení šesti kostiček se program zastaví. Resetuje se současným stiskem obou tlačítek. Poté chod přeskočí na program P1 a čeká na stisknutí jednoho ze dvou tlačítek. Program P3 pracuje stejně jako P2, ale do výstupního zásobníku se nejprve naskládají duralové a poté ocelové kostičky.

Zdrojový kód všech programů tohoto projektu je uveden v příloze P II, P IV, P V a P VI.

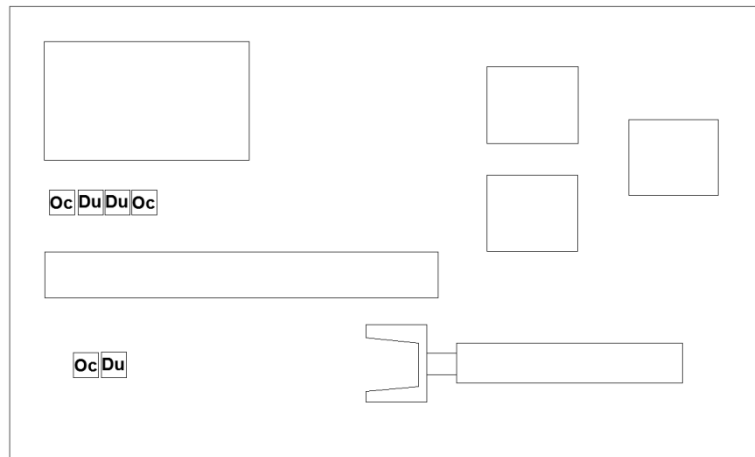


Obr. 38. Project 2tl.1. vlevo po vyskládání kostiček, vpravo na konci programu

### Třetí projekt

Hlavní program tohoto projektu předvádí použité materiály kostiček. Do výstupního zásobníku přemístí čtyři kostičky a na pracovní desce v 3. bodě nechá duralovou a ocelovou kostičku. Čítač po šesti kostičkách program ukončí. Stiskem obou tlačítek se program resetuje. Prvním tlačítkem se opět spouští.

Zdrojový kód všech programů tohoto projektu je uveden v příloze PII a P VII.



Obr. 39. Project 3

## ZÁVĚR

V práci jsem analyzoval počáteční stav pneumatického manipulátoru. Bylo zjištěno několik nedostatků. PLC automat pracoval s programem, který počítal s předem naskládaným vstupním zásobníkem, kde materiál byl v pevně určené kombinaci. Systém sám nedokázal určit, zda je ve vstupním zásobníku materiál a jakého je druhu. Dále nedokázal zjistit, v jaké pozici se nachází pneumatický válec, který přesunuje kostičky z 2. bodu – mezipoloha BP a 3. bodu – mezipoloha BA. Bylo zde nutné používat časovou prodlevu  $t = 2s$  při tlaku  $p = 0,6 \text{ MPa}$ , aby bylo zajištěno bezpečné přesunutí pístnice. Obdobný problém byl u kyvného pohonu přemísťující kostičky z 1. bodu - vstupní zásobník, poloha AP a 2. bodu – mezipoloha BP resp. 3. bodu – mezipoloha BA a 4. bodu - výstupní zásobník, poloha AL. Zde se používala časová prodleva  $t = 1s$  při tlaku  $p = 0,6 \text{ MPa}$ . Protože válec ani kyvný pohon nejsou vybaveny snímači koncových poloh. Dále systém nemůže ověřit správnou funkci přísavky, neboť zde také není snímač tlaku.

Po prozkoumání PLC automatu bylo zjištěno, že zbývají pouze čtyři volné vstupy a jeden volný vstup. Z tohoto důvodu a s ohledem na finanční náročnost celé úpravy bylo rozhodnuto vyřešit problém se vstupním zásobníkem a pneumatickým válcem. Práce popisuje několik návrhů řešení jak rozlišit materiál. Použit byl poslední, kdy pod vstupním zásobníkem jsou umístěny dva indukční snímače v rozdílné vzdálenosti od povrchu pracovní desky, aby systém rozlišil dva materiály: dural a ocel. Tím také systém zjistí, zda se v zásobníku nachází materiál. Problém s pneumatickým válcem byl vyřešen tak, že se na vidličku, která je přichycena k pístnici, umístil magnet. Pod pracovní desku do krajních poloh se přichytí dva magnetické snímače, které dají vědět PLC automatu, že pneumatický válec je ve své krajní poloze.

Problémy se zjištěním polohy kyvného pohonu a stavem nebyly řešeny z důvodu nedostatku volných vstupů. Kdybychom tyto záležitosti řešili, byla by nutná koupě nového PLC automatu s více vstupy, což by vedlo ke zvýšení finančních nákladů. K řešení bychom dále potřebovali nové snímače: vakuový snímač a světelnou závoru. Vakuovým snímačem bychom kontrolovali činnost přísavky. Pokud by snímač byl sepnutý, systém by věděl, že je uchopená kostička. Snímání polohy kyvného válce by bylo komplikovanější. Pro snímání každé polohy by byl třeba samostatný snímač. Nejvhodnější jsou světelné závory. Ty by snímaly rameno kyvného pohonu, na kterém je upevněna přísavka.

Aby mohly být provedené úpravy ověřeny, bylo nutno vypracovat nový program řídicí PLC jednotky. Byly naprogramovány tři programy, které demonstrují chod manipulátoru.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] SCHMID, Dietmar a kol. *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*. Praha: Europa-Sobotáles cz., 2005. ISBN: 80-86706-10-9
- [2] Kolektiv autorů. *SMC Training : Stlačený vzduch a jeho využití*. [online] 2009 [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW: <[http://2009.oc.smc-cee.com/sk/pdf/LG1\\_Antriebe.pdf](http://2009.oc.smc-cee.com/sk/pdf/LG1_Antriebe.pdf)>. Pneumatické lineární pohony, s. 119-135
- [3] Kolektiv autorů. *SMC Training : Stlačený vzduch a jeho využití*. [online] 2009 [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW: <[http://2009.oc.smc-cee.com/cz/pdf/LG2\\_Steuerungen.pdf](http://2009.oc.smc-cee.com/cz/pdf/LG2_Steuerungen.pdf)>. Elektronické řízení, s. 299-344
- [4] Kolektiv autorů. *Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic*. [online] 2007 [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW: <[http://www.edumat.cz/texty/Programovani\\_IEC61131-3.pdf](http://www.edumat.cz/texty/Programovani_IEC61131-3.pdf)>.
- [5] Kolektiv autorů. *Tecomat Foxtrot*. [online] [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW: <[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/PRINTS/Cat\\_Foxtrot-CZ-datasheets/Foxtrot-CZ\\_cat.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/PRINTS/Cat_Foxtrot-CZ-datasheets/Foxtrot-CZ_cat.pdf)>
- [6] FESTO optoelektronická čidla [online]. [cit. 2011-08-11]. Dostupný z WWW: <[http://www.festo.com/cat/cs\\_cz/data/doc\\_cs/PDF/CZ/SOEX\\_CZ.PDF](http://www.festo.com/cat/cs_cz/data/doc_cs/PDF/CZ/SOEX_CZ.PDF)>.
- [7] Festo AG & Co. KG. FESTO : Průmyslová a procesní automatizace [online]. 2009 [cit. 2010-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.festo.cz>>.
- [8] BOROVIČKA, Petr. Konstrukce pneumatického manipulátoru s proměnlivým programem. Zlín 2011. 112 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáš Bati ve Zlíně.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

FBD	Function Block Diagram	
I	Proud	[A]
IEC	International Electrotechnical Commission	
IL	Instruction List	
LD	Ladder Diagram	
PLC	Programmable Logic Controller	
ST	Structured Text	
U	Napětí	[V]
t	Čas	[s]
p	Tlak	[Pa]

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. PLC Tecomat Foxtrot [5]</i> .....	12
<i>Obr. 2. Příklad funkce ANDN ve čtyřech jazycích [4]</i> .....	15
<i>Obr. 3. Princip snímače</i> .....	21
<i>Obr. 4. Přepínací diference [1]</i> .....	22
<i>Obr. 5. Indukční snímač [1]</i> .....	23
<i>Obr. 6. Princip magnetického čidla s jazýčkovým relé [3]</i> .....	24
<i>Obr. 7. Světelná závora [6]</i> .....	25
<i>Obr. 8. Autokorelační princip [6]</i> .....	25
<i>Obr. 9. Jednočinný pneumatický válec s pístnicí v klidové polo-ze zasunutou [2]</i> .....	26
<i>Obr. 10. Jednočinný pneumatický válec s pístnicí v klidové poloze vysunutou [2]</i> .....	27
<i>Obr. 11. Membránové válce [1]</i> .....	27
<i>Obr. 12. Dvojčinný pneumatický válec s oboustranným tlumením [1]</i> .....	28
<i>Obr. 13. Pneumatický válec s průchozí pístnicí [1]</i> .....	29
<i>Obr. 15. Radiální pístový pohon [1]</i> .....	30
<i>Obr. 16. Pneumatický lamelový pohon [1]</i> .....	31
<i>Obr. 17. Kyvný pohon s rotorem a jedním křídlem s úhlem 270° [2]</i> .....	32
<i>Obr. 18. Kyvný pohon s ozubeným hřebenem a pastorkem [2]</i> .....	33
<i>Obr. 19. Počáteční stav manipulátoru [8]</i> .....	35
<i>Obr. 20. PLC automat FESTO FEC-FC34-FST [7]</i> .....	36
<i>Obr. 21. Schéma prvního návrhu</i> .....	37
<i>Obr. 22. Schéma druhého návrhu</i> .....	38
<i>Obr. 23. Druhý návrh</i> .....	39
<i>Obr. 25. Indukční snímače vlevo FESTO SIE-4S-PS-S-LED, vpravo FESTO SIE-M8x1-NS-K</i> .....	40
<i>Obr. 26. PNP zapojení [7]</i> .....	40
<i>Obr. 28. Magnetický snímač SMC D-90</i> .....	42
<i>Obr. 30. Okno „Project settings“</i> .....	44
<i>Obr. 31. Okno „Allocation list entry“</i> .....	45
<i>Obr. 32. Okno „Allocation list“</i> .....	45
<i>Obr. 33. Okno „New program“</i> .....	46
<i>Obr. 34. Okno „Controller settings“</i> .....	47
<i>Obr. 35. Okno „Control panel“</i> .....	47

---

<i>Obr. 36. Okno „Online display“ .....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 37. Project 1 .....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 38. Project 2tl.1. vlevo po vyskládání kostiček, vpravo na konci programu.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 39. Project 3 .....</i>	<i>50</i>



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Přehled operátorů [4]</i> .....	16
<i>Tab. 2. Seznam příkazů [4]</i> .....	17
<i>Tab. 3. Parametry pneumatického válce CRDSW [8]</i> .....	41

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: seznam operandů (allocation list)

Příloha P II: Nultý program

Příloha P III: Project 1 P1

Příloha P IV: Project 2 P1

Příloha P V: Project 2 P2

Příloha P VI: Project 2 P3

Příloha P VII: Project 3 P1

Příloha P VIII: Výkresová dokumentace

## PŘÍLOHA P I: SEZNAM OPERANDŮ (ALLOCATION LIST)

Vstupy		
Operand	Symbol	Comment
I0.0	ZAS_ZASUN	I0.0 zasobnik zasunuty
I0.1	ZAS_VYSUN	I0.1 zasobnik vysunuty
I0.2	BEZP_P	I0.2 bezpistnicovy strana P
I0.3	BEZP_L	I0.3 bezpistnicovy strana L
I0.4	PR_NAHORE	I0.4 prisavka nahore
I0.5	PR_DOLE	I0.5 prisavka dole
I0.6	TL_1	I0.6 tlacitko 1
I0.7	TL_2	I0.7 tlacitko 2
I0.10	DURAL	indukcni snimac pod zasobnikem
I0.11	OCEL	indukcni snimac pod zasobnikem
I0.12	VALEC_P	magneticky snimac vidlicky vpravo
I0.13	VALEC_L	magneticky snimac vidlicky vlevo
IWO	ALL_IN1	IWO vsechny vstupy I0.0 - I0.7

## PŘÍLOHA P II: NULTÝ PROGRAM

```
STEP init
  IF                                NOP
  THEN RESET                        P1          'P1 - Hlavní program

""STEP init2 vypne všechny výstupy.

STEP init2
  IF                                NOP
  THEN LOAD                          V0
        TO                          ALL_OUT    'OW0 vsechny vystupy

""STEP init3 presune pneumatický válec do pravé polohy
STEP init3
  IF                                NOP
  THEN SET                            POLOHA_P  '00.5 jezdec strana P

""STEP konec ceka az se pneumaticky valec presune, pote zapne hlavni pro-
gram P1
STEP konec
  IF                                valec_p    'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN RESET                        POLOHA_P  '00.5 jezdec strana P
        SET                            P1      'P1 - Hlavní program
        JMP TO init
```

## PŘÍLOHA P III: PROJECT 1 P1

```
STEP init_prog
  IF
  THEN RESET          NOP          P0          'P0 - nuly program

STEP Z000
  IF
  THEN SET           TL_1          'I0.6 tlacitko 1
  LOAD              citac_0       'C0 citac cyklu programu
  TO                V6
  pocet_cyk         'CP0 pocet cyklu programu

STEP Z00
  IF
  AND N             PR_NAHORE     'I0.4 prisavka nahore
  citac_0          'C0 citac cyklu programu

  THEN JMP TO stop
  OTHRW JMP TO Z01

STEP Z01
  IF
  AND N            ocel          'magneticky snimac pod zasobnikem
  AND N            dural         'indukcni snimac pod zasobnikem
  THEN JMP TO stop
  OTHRW JMP TO Z0

STEP Z0
  IF
  AND              ZAS_ZASUN     'I0.0 zasobnik zasunuty
  PR_NAHORE       'I0.4 prisavka nahore

  AND              ocel          'magneticky snimac pod zasobnikem
  THEN JMP TO Z19
  OTHRW JMP TO Z1

STEP Z1
  IF
  AND              ZAS_ZASUN     'I0.0 zasobnik zasunuty
  PR_NAHORE       'I0.4 prisavka nahore
  AND              dural         'indukcni snimac pod zasobnikem

  THEN SET        ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku
  OTHRW JMP TO Z01

STEP Z2
  IF
  THEN RESET      ZAS_VYSUN     'I0.1 zasobnik vysunuty
  ZASOBNIK       'O0.0 zasobnik doda kostku

STEP Z3
  IF
  THEN SET        ZAS_ZASUN     'I0.0 zasobnik zasunuty
  PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET            VAKUUM         'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP Z4
  IF
  THEN RESET      PR_DOLE       'I0.5 prisavka dole
  PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP Z5
  IF
  PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
```

```

THEN SET          PRIS_AB          '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET            cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH          1s

STEP Z6
IF              N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN SET       PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP Z7
IF              PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
THEN RESET    VAKUUM          '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP Z8
IF              N          VAKUUM          '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
THEN RESET    PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP Z9
IF              PR_NAHORE          'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET    PRIS_AB          '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET            cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH          1s

STEP Z10
IF              N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN SET       POLOHA_L          '00.6 jezdec strana L

STEP Z11
IF              VALEC_L          'magneticky snimac vidlicky vlevo
THEN RESET    POLOHA_L          '00.6 jezdec strana L

STEP Z12
IF              N          POLOHA_L          '00.6 jezdec strana L
THEN SET       POLOHA_P          '00.5 jezdec strana P

STEP Z13
IF              valec_p          'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN RESET    POLOHA_P          '00.5 jezdec strana P

STEP Z14
IF              N          POLOHA_P          '00.5 jezdec strana P
THEN JMP TO Z29

STEP Z19
IF              PR_NAHORE          'I0.4 prisavka nahore
THEN SET       ZASOBNIK          '00.0 zasobnik doda kostku

STEP Z20
IF              ZAS_VYSUN          'I0.1 zasobnik vysunuty
THEN RESET    ZASOBNIK          '00.0 zasobnik doda kostku

STEP Z21
IF              ZAS_ZASUN          'I0.0 zasobnik zasunuty
THEN SET       PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET            VAKUUM          '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP Z22
IF              PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
THEN RESET    PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP Z23

```

```

IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN SET   PRIS_LP        'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP Z24
IF          BEZP_L         'I0.3 bezpistnicovy strana L
THEN SET   PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP Z25
IF          PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
THEN RESET VAKUUM        'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP Z26
IF          N              VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
THEN RESET PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP Z27
IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET PRIS_LP        'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP Z29
IF          BEZP_P         'I0.2 bezpistnicovy strana P
AND        N              POLOHA_P    'O0.5 jezdec strana P
THEN INC   citac_0        'C0 citac cyklu programu

STEP Z30
IF          BEZP_P         'I0.2 bezpistnicovy strana P
AND        N              POLOHA_P    'O0.5 jezdec strana P
THEN JMP TO Z00

STEP stop
IF          TL_1           'I0.6 tlacitko 1
AND        TL_2           'I0.7 tlacitko 2
THEN SET   P0             'P0 - nulovy program
          JMP TO init_prog

```

## PŘÍLOHA P IV: PROJECT 2 P1

```
STEP init_prog
  IF
  THEN RESET          NOP          'P0 - nulty program

STEP 10
  IF
  THEN SET            TL_1          'I0.6 tlacitko 1
                    P2            'P2 - tl_1
                    JMP TO init_prog

  IF
  THEN SET            TL_2          'I0.7 tlacitko 2
                    P3            'P3 - tl_2
                    JMP TO init_prog

STEP 20
  IF
  THEN JMP TO 10      NOP
```





```

STEP vystup
  IF          ZAS_ZASUN      'I0.0 zasobnik zasunuty
              AND          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET    ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku

STEP v10
  IF          ZAS_VYSUN      'I0.1 zasobnik vysunuty
  THEN RESET ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku
              SET          PRIS_ND       'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
              SET          VAKUUM       'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP v20
  IF          PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP v30
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET    PRIS_LP       'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP v40
  IF          BEZP_L         'I0.3 bezpistnicovy strana L
  THEN SET    PRIS_ND       'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP v50
  IF          PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET VAKUUM         'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
              RESET        PRIS_ND       'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
              INC          citac_0       'C0 citac cyklu programu
              INC          citac_v       'citac vstupni

STEP v60
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
              AND          VAKUUM       'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
  THEN RESET PRIS_LP       'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP v70
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
              AND          BEZP_P       'I0.2 bezpistnicovy strana P
  THEN JMP TO 30

STEP poloha_a
  IF          ZAS_ZASUN      'I0.0 zasobnik zasunuty
              AND          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET    ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku

STEP a10
  IF          ZAS_VYSUN      'I0.1 zasobnik vysunuty
  THEN RESET ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku
              SET          PRIS_ND       'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
              SET          VAKUUM       'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

```

```

STEP a20
  IF
  THEN RESET
          PR_DOLE
          PRIS_ND
          'I0.5 prisavka dole
          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a30
  IF
  THEN SET
        SET
        WITH
          PR_NAHORE
          PRIS_AB
          cas_kyv
          1s
          'I0.4 prisavka nahore
          '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          'T0 casovac pro kyvny pohon

STEP a40
  IF
  THEN JMP TO a45
          N
          cas_kyv
          'T0 casovac pro kyvny pohon

STEP a45
  IF
  THEN JMP TO a110
  OTHRW JMP TO a50
          N
          citac_1
          'citac prvni pozice

STEP a50
  IF
  THEN SET
        AND
          PR_NAHORE
          Valec_p
          PRIS_ND
          'I0.4 prisavka nahore
          'magneticky snimac vidlicky vpravo
          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a60
  IF
  THEN RESET
        RESET
        INC
        INC
        INC
        INC
          PR_DOLE
          VAKUUM
          PRIS_ND
          citac_1
          citac_1a2
          citac_123
          citac_v
          'I0.5 prisavka dole
          '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          'citac prvni pozice
          'citac prvni a druhe pozice
          'citac prvni, druhe a treti pozice
          'citac vstupni

STEP a70
  IF
  THEN RESET
        SET
        WITH
          PR_NAHORE
          PRIS_AB
          cas_kyv
          1s
          'I0.4 prisavka nahore
          '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          'T0 casovac pro kyvny pohon

STEP a80
  IF
  THEN SET
        SET
        WITH
          N
          cas_kyv
          POLOHA_L
          cas_kyv
          1s
          'T0 casovac pro kyvny pohon
          '00.6 jezdec strana L
          'T0 casovac pro kyvny pohon

STEP a90
  IF
  THEN RESET
        SET
          N
          cas_kyv
          POLOHA_L
          POLOHA_P
          'T0 casovac pro kyvny pohon
          '00.6 jezdec strana L
          '00.5 jezdec strana P

STEP a100
  IF
  THEN RESET
          Valec_p
          POLOHA_P
          'magneticky snimac vidlicky vpravo
          '00.5 jezdec strana P

```

```

                JMP TO 30

STEP a110
  IF            N      cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
                AND    N      citac_la2  'citac prvni a druhe pozice
  THEN JMP TO a160
  OTHRW JMP TO a120

STEP a120
  IF            PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
                AND    Valec_p  'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN SET      PRIS_ND      '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a130
  IF            PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET    VAKUUM      '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
                RESET    PRIS_ND  '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
                INC      citac_la2  'citac prvni a druhe pozice
                INC      citac_123  'citac prvni, druhe a treti pozice
                INC      citac_v    'citac vstupni

STEP a140
  IF            PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET    PRIS_AB      '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
                SET      cas_kyv    'T0 casovac pro kyvny pohon
                WITH     1s

STEP a150
  IF            N      cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN JMP TO 30

STEP a160
  IF            PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
                AND    Valec_p  'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN SET      PRIS_LP      '00.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP a170
  IF            BEZP_L      'I0.3 bezpistnicovy strana L
  THEN SET      PRIS_ND      '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a180
  IF            PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET    VAKUUM      '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
                RESET    PRIS_ND  '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
                INC      citac_123  'citac prvni, druhe a treti pozice
                INC      citac_v    'citac vstupni

STEP a190
  IF            PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET    PRIS_LP      '00.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP a200
  IF            BEZP_P      'I0.2 bezpistnicovy strana P
  THEN RESET    PRIS_AB      '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
                SET      cas_kyv    'T0 casovac pro kyvny pohon
                WITH     1s

STEP a210
  IF            N      cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN JMP TO 30

```

```

STEP all_in
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET   PRIS_AB        'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
            SET   cas_kyv    'T0 casovac pro kyvny pohon
            WITH 1s

STEP ai10
  IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  AND        Valec_p     'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN SET   PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET        VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP ai20
  IF          PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai30
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET PRIS_AB        'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET        cas_kyv    'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH 1s

STEP ai40
  IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET   PRIS_LP      'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP ai50
  IF          BEZP_L       'I0.3 bezpistnicovy strana L
  THEN SET   PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai60
  IF          PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
  RESET     PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  INC       citac_0     'C0 citac cyklu programu

STEP ai70
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET   PRIS_AB        'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET        cas_kyv    'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH 1s

STEP ai80
  IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET   PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET        VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP ai90
  IF          PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai100
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET PRIS_AB        'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET        cas_kyv    'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH 1s

STEP ai110
  IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET   PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

```

```

STEP ai120
  IF          PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET  VAKUUM          'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
              RESET          PRIS_ND          'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
              INC            citac_0          'C0 citac cyklu programu

STEP ai130
  IF          PR_NAHORE        'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET    POLOHA_L        'O0.6 jezdec strana L

STEP ai140
  IF          VALEC_L          'magneticky snimac vidlicky vlevo
  THEN RESET  POLOHA_L        'O0.6 jezdec strana L
              SET            POLOHA_P        'O0.5 jezdec strana P

STEP ai150
  IF          Valec_p          'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN RESET  POLOHA_P        'O0.5 jezdec strana P

STEP ai160
  IF          PR_NAHORE        'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET    PRIS_AB          'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
              SET            cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
              WITH          1s

STEP ai170
  IF          N                cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET    PRIS_ND          'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
              SET            VAKUUM        'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP ai180
  IF          PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET  PRIS_ND          'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai190
  IF          PR_NAHORE        'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET  PRIS_AB          'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
              SET            cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
              WITH          1s

STEP ai200
  IF          N                cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET    PRIS_ND          'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai210
  IF          PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET  VAKUUM          'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
              RESET          PRIS_ND          'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
              INC            citac_0          'C0 citac cyklu programu

STEP ai220
  IF          PR_NAHORE        'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET  PRIS_LP          'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP ai230
  IF          BEZP_P           'I0.2 bezpistnicovy strana P
  THEN JMP TO 30

STEP stop
  IF          TL_1             'I0.6 tlacitko 1

```

```
AND          TL_2          'I0.7 tlacitko 2
THEN SET     P0            'P0 - nulty program
JMP TO init_p1
```

## PŘÍLOHA P VI: PROJECT 2 P3

```
STEP init_p2
  IF
  THEN RESET          NOP          P0          'P0 - nuly program

STEP 20
  IF
  THEN SET            NOP          citac_0      'C0 citac cyklu programu
  LOAD                V6
  TO                  pocet_cyk      'CP0 pocet cyklu programu
  SET                 citac_v        'citac vstupni
  LOAD                V6
  TO                  pocet_v        'pocet cyklu vstupu
  SET                 citac_fe       'citac ocel
  LOAD                V3
  TO                  pocet_fe       'pocet ocelovych kosticek
  SET                 citac_al       'citac dural
  LOAD                V3
  TO                  pocet_al       'pocet duralovych kosticek
  SET                 citac_1        'citac prvni pozice
  LOAD                V1
  TO                  pocet_1        'pocet prvni pozice
  SET                 citac_la2      'citac prvni a druhe pozice
  LOAD                V2
  TO                  pocet_la2      'pocet prvni a druhe pozice
  SET                 citac_123     'citac prvni, druhe a treti pozice
  LOAD                V3
  TO                  pocet_123     'pocet prvni, druhe a treti pozice

STEP 30
  IF                  N              citac_0      'C0 citac cyklu programu
  THEN JMP TO stop
  OTHRW JMP TO 40

STEP 40
  IF                  N              citac_v      'citac vstupni
  THEN JMP TO all_in
  OTHRW JMP TO 50

STEP 50
  IF                  Ocel           'indukcni snimac pod zasobnikem
  AND                 Dural          'indukcni snimac pod zasobnikem
  THEN JMP TO poloha_a
  OTHRW JMP TO 60

STEP 60
  IF                  Dural          'indukcni snimac pod zasobnikem
  AND                 N              Ocel          'indukcni snimac pod zasobnikem
  THEN JMP TO vystup
  OTHRW JMP TO 50

STEP vystup
  IF                  ZAS_ZASUN      'I0.0 zasobnik zasunutý
  AND                 PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET            ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku
```



```

STEP v10
  IF          ZAS_VYSUN      'I0.1 zasobnik vysunuty
  THEN RESET ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku
          SET   PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          SET   VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP v20
  IF          PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP v30
  IF          PR_NAHORE    'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET   PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP v40
  IF          BEZP_L      'I0.3 bezpistnicovy strana L
  THEN SET   PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP v50
  IF          PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
          RESET PRIS_ND   'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          INC   citac_0    'C0 citac cyklu programu
          INC   citac_v    'citac vstupni

STEP v60
  IF          PR_NAHORE    'I0.4 prisavka nahore
  AND        VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
  THEN RESET PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP v70
  IF          PR_NAHORE    'I0.4 prisavka nahore
  AND        BEZP_P      'I0.2 bezpistnicovy strana P
  THEN JMP TO 30

STEP poloha_a
  IF          ZAS_ZASUN    'I0.0 zasobnik zasunuty
  AND        PR_NAHORE    'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET   ZASOBNIK     'O0.0 zasobnik doda kostku

STEP a10
  IF          ZAS_VYSUN    'I0.1 zasobnik vysunuty
  THEN RESET ZASOBNIK     'O0.0 zasobnik doda kostku
          SET   PRIS_ND   'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          SET   VAKUUM    'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP a20
  IF          PR_DOLE      'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a30
  IF          PR_NAHORE    'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET   PRIS_AB     'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          SET   cas_kyv   'T0 casovac pro kyvny pohon
          WITH 1s

STEP a40
  IF          N           cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN JMP TO a45

STEP a45

```

```

IF          N          citac_1          'citac prvni pozice
THEN JMP TO a110
OTHRW JMP TO a50

STEP a50
IF          PR_NAHORE          'I0.4 prisavka nahore
          AND          Valec_p          'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN SET          PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a60
IF          PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
THEN RESET          VAKUUM          '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
          RESET          PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          INC          citac_1          'citac prvni pozice
          INC          citac_la2          'citac prvni a druhe pozice
          INC          citac_l23          'citac prvni, druhe a treti pozice
          INC          citac_v          'citac vstupni

STEP a70
IF          PR_NAHORE          'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET          PRIS_AB          '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          SET          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
          WITH          1s

STEP a80
IF          N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN SET          POLOHA_L          '00.6 jezdec strana L
          SET          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
          WITH          1s

STEP a90
IF          N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN RESET          POLOHA_L          '00.6 jezdec strana L
          SET          POLOHA_P          '00.5 jezdec strana P

STEP a100
IF          Valec_p          'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN RESET          POLOHA_P          '00.5 jezdec strana P
          JMP TO 30

STEP a110
IF          N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
          AND          N          citac_la2          'citac prvni a druhe pozice
THEN JMP TO a160
OTHRW JMP TO a120

STEP a120
IF          PR_NAHORE          'I0.4 prisavka nahore
          AND          Valec_p          'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN SET          PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a130
IF          PR_DOLE          'I0.5 prisavka dole
THEN RESET          VAKUUM          '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
          RESET          PRIS_ND          '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          INC          citac_la2          'citac prvni a druhe pozice
          INC          citac_l23          'citac prvni, druhe a treti pozice
          INC          citac_v          'citac vstupni

STEP a140
IF          PR_NAHORE          'I0.4 prisavka nahore

```

```

THEN RESET          PRIS_AB          '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET              cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH            1s

STEP a150
IF                N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN JMP TO 30

STEP a160
IF                PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  AND             Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN SET          PRIS_LP        '00.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP a170
IF                BEZP_L         'I0.3 bezpistnicovy strana L
THEN SET          PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP a180
IF                PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
THEN RESET       VAKUUM         '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
  RESET          PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  INC            citac_123      'citac prvni, druhe a treti pozice
  INC            citac_v        'citac vstupni

STEP a190
IF                PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET       PRIS_LP        '00.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP a200
IF                BEZP_P         'I0.2 bezpistnicovy strana P
THEN RESET       PRIS_AB        '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET            cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH            1s

STEP a210
IF                N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN JMP TO 30

STEP all_in
IF                PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN SET         PRIS_AB        '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET            cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH            1s

STEP ai10
IF                N          cas_kyv          'T0 casovac pro kyvny pohon
  AND             Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN SET         PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET            VAKUUM         '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP ai20
IF                PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
THEN RESET       PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai30
IF                PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET       PRIS_AB        '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET            cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH            1s

STEP ai40

```

```

IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN SET    PRIS_LP    'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP ai50
IF          BEZP_L      'I0.3 bezpistnicovy strana L
THEN SET    PRIS_ND    'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai60
IF          PR_DOLE    'I0.5 prisavka dole
THEN RESET VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
          RESET PRIS_ND 'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          INC   citac_0  'C0 citac cyklu programu

STEP ai70
IF          PR_NAHORE  'I0.4 prisavka nahore
THEN SET    PRIS_AB    'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          SET    cas_kyv 'T0 casovac pro kyvny pohon
          WITH   1s

STEP ai80
IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN SET    PRIS_ND    'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          SET    VAKUUM  'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP ai90
IF          PR_DOLE    'I0.5 prisavka dole
THEN RESET PRIS_ND    'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai100
IF          PR_NAHORE  'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET PRIS_AB    'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          SET    cas_kyv 'T0 casovac pro kyvny pohon
          WITH   1s

STEP ai110
IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN SET    PRIS_ND    'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai120
IF          PR_DOLE    'I0.5 prisavka dole
THEN RESET VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
          RESET PRIS_ND 'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
          INC   citac_0  'C0 citac cyklu programu

STEP ai130
IF          PR_NAHORE  'I0.4 prisavka nahore
THEN SET    POLOHA_L  'O0.6 jezdec strana L

STEP ai140
IF          VALEC_L    'magneticky snimac vidlicky vlevo
THEN RESET POLOHA_L  'O0.6 jezdec strana L
          SET    POLOHA_P 'O0.5 jezdec strana P

STEP ai150
IF          Valec_p    'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN RESET POLOHA_P  'O0.5 jezdec strana P

STEP ai160
IF          PR_NAHORE  'I0.4 prisavka nahore
THEN SET    PRIS_AB    'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
          SET    cas_kyv 'T0 casovac pro kyvny pohon

```

```

                WITH          1s

STEP ai170
  IF              N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET        PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET            VAKUUM       'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP ai180
  IF              PR_DOLE     'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET      PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai190
  IF              PR_NAHORE   'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET      PRIS_AB     'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET            cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  WITH          1s

STEP ai200
  IF              N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  THEN SET        PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP ai210
  IF              PR_DOLE     'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET      VAKUUM       'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
  RESET          PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  INC            citac_0     'C0 citac cyklu programu

STEP ai220
  IF              PR_NAHORE   'I0.4 prisavka nahore
  THEN RESET      PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP ai230
  IF              BEZP_P      'I0.2 bezpistnicovy strana P
  THEN JMP TO 30

STEP stop
  IF              TL_1        'I0.6 tlacitko 1
  AND            TL_2        'I0.7 tlacitko 2
  THEN SET        P0         'P0 - nulaty program
  JMP TO init_p2

```

## PŘÍLOHA P VII: PROJECT 3 P1

```
STEP init_prog
  IF
  THEN RESET          NOP          P0          'P0 - nuly program

STEP 0
  IF
  THEN SET            TL_1          'I0.6 tlacitko 1
  LOAD               citac_0       'C0 citac cyklu programu
  TO                 V6
  SET                pocet_cyk     'CP0 pocet cyklu programu
  LOAD               citac_1       'citac cyklu programu 1
  TO                 V1
  SET                pocet_c1      'pocet cyklu programu
  LOAD               citac_2       'citac cyklu programu 2
  TO                 V1
  SET                pocet_c2      'pocet cyklu programu

STEP 10
  IF
  AND                N            PR_NAHORE    'I0.4 prisavka nahore
  AND                N            citac_0     'C0 citac cyklu programu

  THEN JMP TO stop
  OTHRW JMP TO 15

STEP 15
  IF                N            Dural        'indukcni snimac pod zasobnikem
  AND                N            Ocel        'magneticky snimac pod zasobnikem
  THEN JMP TO stop
  OTHRW JMP TO 20

STEP 20
  IF
  AND                ZAS_ZASUN     'I0.0 zasobnik zasunuty
  AND                PR_NAHORE     'I0.4 prisavka nahore
  AND                Ocel          'magneticky snimac pod zasobnikem
  THEN SET          ZASOBNIK       'O0.0 zasobnik doda kostku
  JMP TO 300
  OTHRW JMP TO 30

STEP 30
  IF
  AND                ZAS_ZASUN     'I0.0 zasobnik zasunuty
  AND                PR_NAHORE     'I0.4 prisavka nahore
  AND                Dural        'indukcni snimac pod zasobnikem
  THEN SET          ZASOBNIK       'O0.0 zasobnik doda kostku
  OTHRW JMP TO 20

STEP 40
  IF
  THEN RESET        ZAS_VYSUN     'I0.1 zasobnik vysunuty
  ZASOBNIK         'O0.0 zasobnik doda kostku

STEP 50
  IF
  ZAS_ZASUN        'I0.0 zasobnik zasunuty
```

```

THEN SET          PRIS_ND      '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
  SET            VAKUUM        '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP 60
IF              PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
THEN RESET     PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 70
IF              PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN JMP TO 80

STEP 80
IF              citac_1        'citac cyklu programu 1
THEN SET       PRIS_AB        '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET          cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
    WITH      1s
  INC          citac_1        'citac cyklu programu 1
OTHRW JMP TO 500

STEP 90
IF              N              cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
  AND          Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN SET       PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 100
IF              PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
THEN RESET     VAKUUM        '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP 110
IF              N              VAKUUM        '00.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
THEN RESET     PRIS_ND        '00.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 112
IF              PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
THEN SET       POLOHA_L      '00.6 jezdec strana L

STEP 114
IF              VALEC_L        'magneticky snimac vidlicky vlevo
THEN RESET     POLOHA_L      '00.6 jezdec strana L
  SET          POLOHA_P      '00.5 jezdec strana P

STEP 116
IF              Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN RESET     POLOHA_P      '00.5 jezdec strana P

STEP 120
IF              PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  AND          Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
THEN RESET     PRIS_AB        '00.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
  SET          cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
    WITH      1s

STEP 130
IF              N              cas_kyv        'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN INC      citac_0        'C0 citac cyklu programu
  JMP TO 10

```

```

STEP 300
  IF          ZAS_VYSUN      'I0.1 zasobnik vysunuty
  THEN RESET ZASOBNIK      'O0.0 zasobnik doda kostku

STEP 310
  IF          ZAS_ZASUN      'I0.0 zasobnik zasunuty
  THEN SET   PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)
           SET   VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP 320
  IF          PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 330
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN JMP TO 340

STEP 340
  IF          citac_2        'citac cyklu programu 2
  THEN SET   PRIS_AB        'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
           SET   cas_kyv     'T0 casovac pro kyvny pohon
           WITH 1s
           INC   citac_2     'citac cyklu programu 2
  OTHRW JMP TO 600

STEP 350
  IF          N              cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
  AND        Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN SET   PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 360
  IF          PR_DOLE        'I0.5 prisavka dole
  THEN RESET VAKUUM        'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)

STEP 370
  IF          N              VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
  THEN RESET PRIS_ND        'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 380
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  THEN SET   POLOHA_L       'O0.6 jezdec strana L

STEP 390
  IF          VALEC_L        'magneticky snimac vidlicky vlevo
  THEN RESET POLOHA_L       'O0.6 jezdec strana L
           SET   POLOHA_P     'O0.5 jezdec strana P

STEP 400
  IF          Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN RESET POLOHA_P       'O0.5 jezdec strana P

STEP 410
  IF          PR_NAHORE      'I0.4 prisavka nahore
  AND        Valec_p        'magneticky snimac vidlicky vpravo
  THEN RESET PRIS_AB        'O0.2 prisavka polohy A (0) / B (1)
           SET   cas_kyv     'T0 casovac pro kyvny pohon
           WITH 1s

STEP 420

```



```

IF          N          cas_kyv      'T0 casovac pro kyvny pohon
THEN INC     citac_0    'C0 citac cyklu programu
      JMP TO 10

STEP 500
IF          PR_NAHORE   'I0.4 prisavka nahore
THEN SET    PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP 510
IF          BEZP_L      'I0.3 bezpistnicovy strana L
THEN SET    PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 520
IF          PR_DOLE     'I0.5 prisavka dole
THEN RESET  VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
      RESET  PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 530
IF          PR_NAHORE   'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET  PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)
      INC     citac_0    'C0 citac cyklu programu
      JMP TO 10

STEP 600
IF          PR_NAHORE   'I0.4 prisavka nahore
THEN SET    PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)

STEP 610
IF          BEZP_L      'I0.3 bezpistnicovy strana L
THEN SET    PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

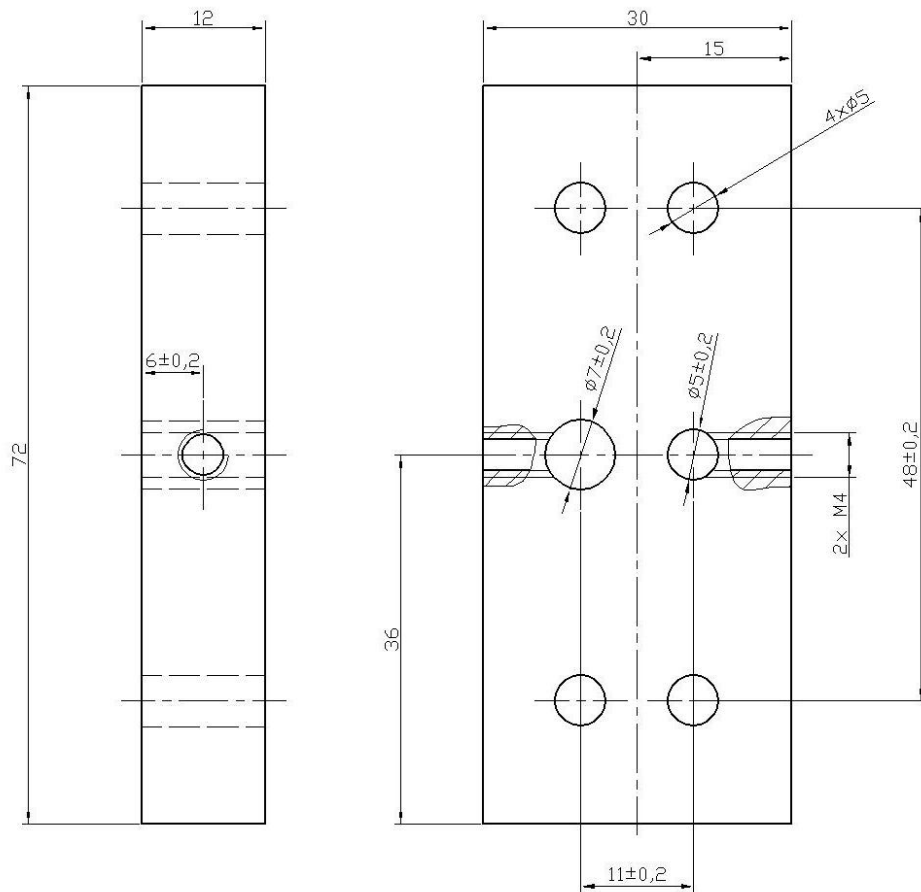
STEP 620
IF          PR_DOLE     'I0.5 prisavka dole
THEN RESET  VAKUUM      'O0.5 vakuum OFF (0) / ON (1)
      RESET  PRIS_ND     'O0.4 prisavka Nahore (0) / Dole (1)

STEP 630
IF          PR_NAHORE   'I0.4 prisavka nahore
THEN RESET  PRIS_LP     'O0.1 prisavka polohy P (0) / L (1)
      INC     citac_0    'C0 citac cyklu programu
      JMP TO 10

STEP stop
IF          TL_1        'I0.6 tlacitko 1
      AND    TL_2        'I0.7 tlacitko 2
THEN SET    P0          'P0 - nulty program
      JMP TO init_prog

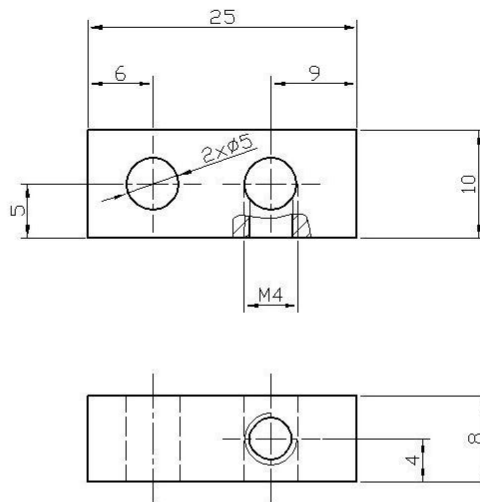
```

# PŘÍLOHA P VIII: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE



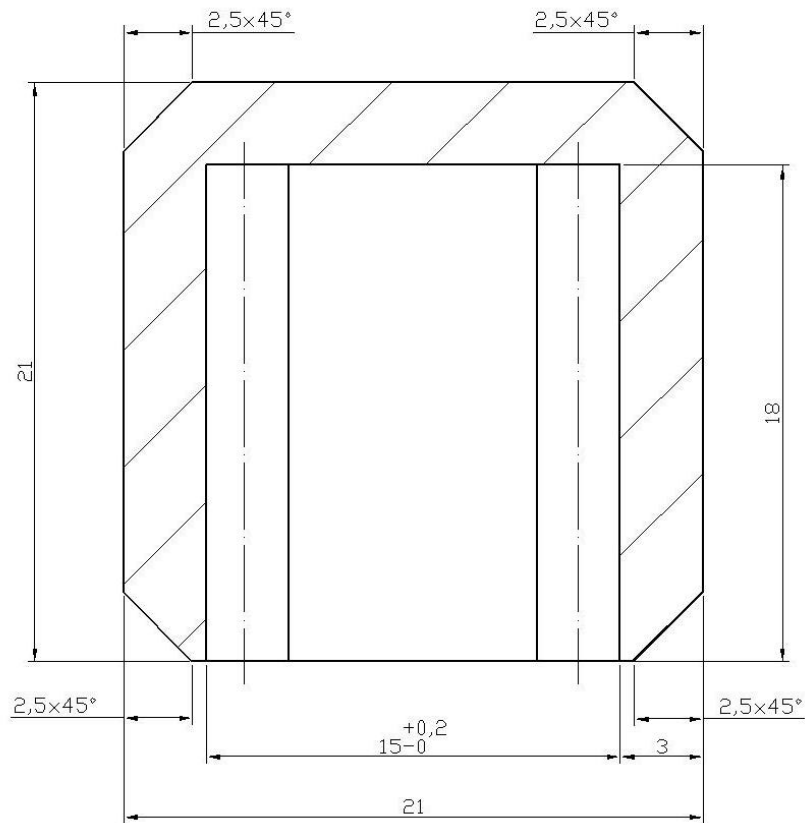
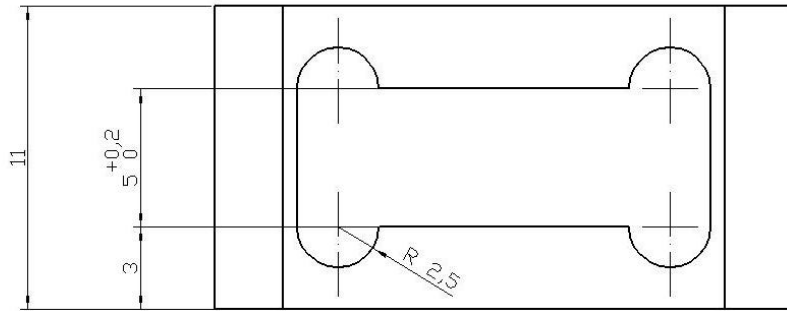
√Ra 6,3

				UNIVERZITA TOMÁŠE BATI Z L I N		
				PŘESNOST	MATERIÁL	Dural
				TOLEROVÁNÍ	PDLOT.	
				PROMÍTÁNÍ	Č.HMOT.	
	ZMĚNA	DATUM	INDEX	PODPIS	NÁZEV	
		NAVRHL			Držák in_snímačů	
		KRESLIL	ŽIŽKA		Č. VÝKRESU	
		PŘEZKOUŠEL			001	
		TECHNOLOG			LIST	
		NORM.				
		SCHVÁLIL				
		DATUM	18.1.2012			
MĚŘITKO						
2:1						
Č. SEZNAMU						
Č. SESTAVY						
ST. VÝKRES						
N. VÝKRES						

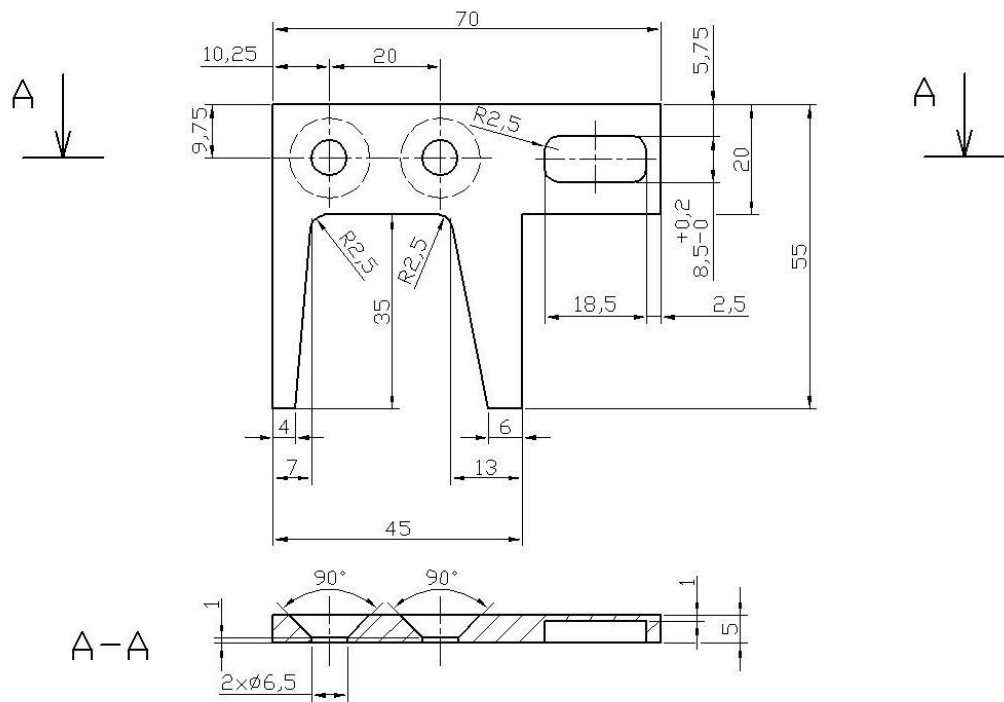


√Ra 6,3

				UNIVERZITA TOMÁŠE BATI <b>Z L I N</b>			
				PŘESNOST TOLEROVÁNÍ ISO 2768 - mk		MATERIÁL Dural	
				PROMĚTÁNÍ ISO - E		POLOT.	
MĚŘÍTKO	ZMĚNA	DATUM	INDEX	PODPIS	NÁZEV	Č.HMOT.	
2:1		NAVRHL			Držák ma_snímačů		
		KRESLIL	ŽIŽKA				
Č. SEZNAMU		TECHNOLOG			TYP		
Č. SESTAVY		NORM.			Č. VÝKRESU		
ST. VÝKRES		SCHVÁLIL			002		
N. VÝKRES		DATUM	26.2.2012			LIST	



				UNIVERZITA TOMÁŠE BATI Z L I N			
				PŘESNOST		MATERIÁL PE	
				TOLEROVÁNÍ ISO 2768 - mk		POLOT.	
				PŘEMĚTÁNÍ ISO - E		Č.HMOT.	
				NÁZEV			
				Kosticka pro mag			
				TYP			
				Č. VÝKRESU			
				003			
				LIST			
				3.8.2011			
ZMĚNA		DATUM	INDEX	PODPIS			
MĚŘITKO 5:1		NAVRHL	ŽIŽKA				
Č. SEZNAMU		PREZKOUSEL					
Č. SESTAVY		TECHNOLOG					
ST. VÝKRES		NORM.					
N. VÝKRES		SCHVÁLIL					
		DATUM					



√ Ra 6,3

				UNIVERZITA TOMÁŠE BATI <b>Z L I N</b>			
				PŘESNOST TOLEROVÁNÍ ISO 2768 - mk		MATERIÁL Dural	
				PROMĚTÁNÍ ISO - E		POLOT.	
				NÁZEV <b>Vidlicka</b>			
				TYP <b>004</b>			
				Č. VÝKRESU			
				LIST			
ZMĚNA		DATUM	INDEX	PODPIS			
MĚŘÍTKO <b>1:1</b>		NAVRHL					
Č. SEZNAMU		KRESLIL	ŽIŽKA				
Č. SESTAVY		PŘEZKOUSEL					
ST. VÝKRES		TECHNOLOG					
N. VÝKRES		NORM.					
		SCHVÁLIL					
		DATUM	26.2.2012				