

# **Návrh a konstrukce jednoúčelového stroje pro montáž sestavy stavěcího šroubu**

Bc. Tomáš Vacek

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Vacek**  
Osobní číslo: **T11735**  
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh a konstrukce jednoúčelového stroje pro  
montáž sestavy stavěcího šroubu**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte řešení na dané téma.
2. Navrhněte jednoúčelový stroj pro montáž sestavy stavěcího šroubu do světlometu automobilu.
3. Stroj by měl fungovat jako dvojnásobný (levá + pravá strana) s možností montáže 2x stejné strany.
4. Požadovaná doba cyklu i se založením komponent obsluhou 15s (strojní čas 3s).
5. Zhodnoťte výhody a nevýhody.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. RUDOLF, Bedřich. Jednoúčelové stroje, automaty a výrobní systémy. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1984, 164 s.

2. SCHMID, Dietmar. Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2005, 420 s. ISBN 8086706109.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. David Sámek, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**8. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce:

**10. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

*děkan*



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.

*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....VACEK TOMAŠ.....

Obor: .....VÝROBNÍ.....  
INŽENÝRSTVÍ

## 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 .....7.5.2013.....

..........

<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 nevdělečně 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**

Tato práce se zabývá návrhem a konstrukčním řešením jednoúčelového stroje pro montáž sestavy plastového dílu a šroubu pomocí sponky. První část diplomové práce je teoretická, kde jsou popsány jednotlivé části používané při stavbě jednoúčelových strojů. V druhé, praktické části byl navrhnout a sestaven stroj na základě požadavků zákazníka a dodaných vzorků a 3D modelů sestav stavěcích šroubů.

Klíčová slova: jednoúčelový stroj, montáž, sestava

## **ABSTRACT**

This thesis deals with design of single-purpose machine for mounting of plastic parts and screw assemblies using fasteners. The first part is theoretical and describes the parts used in the mechanical design of single-purpose machines. In the second practical part was designed and built the machine based on customer requirements and provided samples and 3D parts set screws assembly.

Keywords: single-purpose machine, mounting, assembly

Tímto bych rád poděkoval Ing. Davidu Sámkovi, Ph.D. pod jehož vedením vznikla tato práce a Ivanu Bábkovi, který mi umožnil výběr na toto téma a mohl jsem tak písemně zpracovat projekt realizovaný v mém pracovním životě. Zároveň děkuji svým rodičům za jejich podporu.

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 MONTÁŽNÍ PRACOVISTĚ</b> .....	<b>12</b>
1.1 DRUHY MONTÁŽÍ.....	12
1.1.1 Ruční montáž .....	12
1.1.2 Strojní montáž .....	13
1.2 RÁM STROJE .....	13
1.2.1 Stavebnicový systém rámu.....	14
1.2.2 Typy spojů profilů.....	14
<b>2 PNEUMATICKÉ SYSTÉMY</b> .....	<b>17</b>
2.1 VÝROBA A ROZVOD STLAČENÉHO VZDUCHU .....	17
2.1.1 Objemové kompresory .....	17
2.1.2 Proudové kompresory .....	18
2.1.3 Rozvod stlačeného vzduchu .....	20
2.1.4 Úprava stlačeného vzduchu.....	20
2.2 PNEUMATICKÉ POHONY .....	21
2.2.1 Rotační pneumatické motory .....	21
2.2.2 Přímočaré pneumatické motory .....	23
2.3 VENTILY.....	27
2.3.1 Značení ventilů.....	27
2.3.2 Cestné ventily.....	31
2.3.3 Průtokové ventily .....	34
2.3.4 Blokovací ventily .....	35
2.3.5 Tlakové a uzavírací ventily .....	37
<b>3 HYDRAULICKÉ SYSTÉMY</b> .....	<b>39</b>
3.1 HYDRAULICKÁ ČERPADLA.....	39
3.1.1 Zubová čerpadla .....	39
3.1.2 Šroubová čerpadla .....	40
3.1.3 Lopatková čerpadla .....	40
3.1.4 Pístová čerpadla .....	41
3.2 HYDRAULICKÉ ZÁSOBNÍKY .....	42
3.3 JEDNOTKY HYDRAULICKÝCH POHONŮ.....	43
3.3.1 Jednočinné hydraulické válce .....	43
3.3.2 Dvojčinné hydraulické válce.....	43
3.3.3 Dvojčinné symetrické hydraulické válce .....	44
3.3.4 Kyvné motory.....	44
3.3.5 Hydraulické motory (hydromotory).....	44
3.4 HYDRAULICKÉ VENTILY .....	45
3.4.1 Tlakové ventily.....	47
3.4.2 Cestné ventily.....	48
3.4.3 Blokovací ventily .....	48
3.4.4 Průtokové ventily .....	48



3.5	HYDRAULICKÉ KAPALINY .....	49
3.5.1	Minerální oleje .....	49
3.5.2	Málo vznětlivé hydraulické kapaliny .....	50
<b>4</b>	<b>ELEKTROINSTALACE.....</b>	<b>51</b>
4.1	SENZORY .....	51
4.1.1	Indukční senzory .....	51
4.1.2	Kapacitní senzory .....	52
4.1.3	Magnetické senzory .....	52
4.1.4	Ultrazvukové senzory.....	53
4.1.5	Optické senzory.....	53
4.2	PROGRAMOVATELNÉ LOGICKÉ AUTOMATY .....	54
4.3	KONSTRUKČNÍ PRVKY ELEKTRICKÉHO KONTAKTNÍHO ŘÍZENÍ .....	56
4.3.1	Tlačítkové spínače.....	56
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>POŽADAVKY NA STROJ.....</b>	<b>59</b>
5.1	MONTOVANÉ DÍLY .....	59
5.2	FUNKCE A CHOD STROJE.....	60
<b>6</b>	<b>KONSTRUKCE STROJE.....</b>	<b>62</b>
6.1	ULOŽENÍ DÍLŮ .....	62
6.1.1	Druhy uložení.....	62
6.1.2	Založení a zajištění.....	66
6.1.3	Pneumatické a elektrické připojení .....	67
6.1.4	Identifikace uložení .....	68
6.2	RÁM STROJE .....	69
6.2.1	Vložený rám .....	72
6.3	KONTROLA .....	72
6.3.1	Kontrola zapadnutí sponky .....	72
6.3.2	Kontrola sponky .....	73
6.4	ZNAČENÍ OK DÍLŮ.....	74
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>79</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>82</b>

## ÚVOD

Nedílnou součástí výroby jednotlivých dílů je i jejich montáž do jednotlivých sestav nebo podsestav, které jsou připraveny na další montáž. Aby zákazník ušetřil finance, tak od výrobce požaduje dodání již sestaveného výrobku. To má naopak za následek zvýšení nákladů na výrobu kdy je potřeba zavést další úsek pro montáž, potřebné montážní prostory, lidské zdroje a případnou kontrolu kvality sestaveného produktu před dodáním k odběrateli.

Při nižších počtech vyrobených a montovaných kusů stačí ruční montáž, kdy je ekonomicky výhodnější zaplatit personál, než použít strojní montáž. Po překročení určitého počtu výrobků za dané časové období je již finančně výhodnější strojní montáž.

Jsou také případy, kdy je vyžadována výhradně strojní montáž a to i při nižších počtech montovaných kusů, protože montážní jednoúčelový stroj je vybaven kontrolou správného sestavení a zároveň značením OK dílů. Tím je z montážního úseku výrobního procesu odstraněn lidský faktor a spolu s ním eliminovány chyby tímto způsobené.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 MONTÁŽNÍ PRACOVISTĚ

## 1.1 Druhy montáží

Rozlišujeme dva základní typy a to ruční a strojní montáž. Rozhodování o volbě typu montáže závisí na mnoha aspektech jako například její složitost, počet montovaných kusů za určitou časovou jednotku, potřebné dosažení parametrů během montáže (dodržení krouticího momentu, rozměrové vlastnosti, atd.) a v neposlední řadě také finanční prostředky pro zařizení montážního pracoviště. [1]

### 1.1.1 Ruční montáž

Při ruční montáži musí být pracoviště vhodně uspořádáno z ergonomického hlediska (hlediska ruční práce). Pracoviště by mělo umožňovat při některých pracích střídat pozici vsedě a vstoje. [1]

Při uspořádání pracoviště pro ruční montáž by měly být dodrženy tyto zásady:

- Dráhy rukou potřebné k dosažení na jednotlivé montované součástky by měly být co nejkratší. Dráhy podávání součástek by měly směřovat ve směru jejich zamontování a na celek by měly být postupně umísťovány pokud možno zleva doprava nebo ještě lépe od okrajů směrem do středu (při obouruční práci).
- Všechny krabice se součástkami by měly být umístěny v optimálně dosažitelném prostoru. Krabice s nejčastěji odebíranými součástkami, montážní a nastavovací nástroje by měly být umístěny uprostřed přímo před pracovníkem za nebo nad montovaným celkem. Místa hlavních montážních prací PAP (*Primary Assembly Process*) by měla být položena ve výšce pod úroveň srdce.
- Je třeba využít všech možností práce obou rukou. Dva montované díly by měly být připraveny nalevo a napravo symetricky pro obě ruce tak, aby byly přemístěny k sobě a k pracovníkovi (zvenku dovnitř pracovního prostoru).
- Nejčastěji používané součástky mají být uprostřed přímo před pracovníkem. Drobné součástky jako podložky, matičky i pomocný materiál jako mazivo, lepidlo a pasty mohou být také umístěny uprostřed před pracovníkem.
- Umístění velkých zásobníků se součástkami a těžkých dílů musí být dobře ověřeno. Velké zásobníky by měly být vlevo nebo vpravo od hlavního zorného pole. Pracovník by neměl být obestaven zásobníky ze všech stran a v případě nutnosti je třeba

ba součástky rozdělit do menších zásobníků, které se všechny vejdou do dosažitelného prostoru.

- Těžké díly by neměly být na pracovní stůl zvedány, ale přesouvány. Velké zásobníky mohou být také zavěšeny v otočných kolech typu páternoster. [1]

### 1.1.2 Strojní montáž

Při automatické montáži strojů, přístrojů a montážních celků je pracoviště třeba uspořádat tak, aby byly jednotlivé díly přikládány k celku především vodorovnými nebo svislými přímými pohyby. Složitější pohyby by měly sloužit jen k pomocným účelům, jako např. uzavření bajonetového závěru. [1]

Pro automatickou montáž pomocí robotu se velmi dobře hodí robot s vodorovným ramenem a řízením ve čtyřech osách typu SCARA (*Selective Compliance Assembly Robot Arm* = rameno montážního robotu s nastavitelnou přizpůsobivostí). Tyto manipulátory mají velmi tuhou konstrukci a přesnost nastavení ve svislém směru a určitou přizpůsobivost v směrech kolmých ke svislé ose. [1]

Všechny síly ve svislém směru přenáší kloubový závěs a v kolmých směrech pak řízené motorové pohony. Předností toho je možnost volného přizpůsobivého spojování ve svislém směru bez nebezpečí vzpříčení (např. tyčky v otvoru). Nevýhodou robotizovaného montážního pracoviště je omezený prostor pro montáž, daný rozsahem pohybu ramena robotu. Karuselová montážní pracoviště pootočí po každé montážní operaci montovaný celek na další pozici, na které se provede další montážní operace. Každá montážní pozice je vybavena odpovídajícími díly a nástroji. Uspořádání je závislé na počtu operací a na prostorové náročnosti jednotlivých operací. K zásobování součástkami jsou zde používány často vibrační zásobníky. [1]

Spojovací pohyby by měly být pokud možno prováděny svisle svrchu dolů nebo ve vodorovném směru. [1]

## 1.2 Rám stroje

Volba typu a konstrukce rámu stroje má zásadní vliv na jeho vlastnosti a chování během užívání v provozu a vlivu provozních podmínek. Obecně lze říci, že čím větší přesnost je vyžadována od montážního nebo obráběcího stroje, tím vyšší musí být jeho tuhost. [1]

Rozlišujeme tyto základní typy rámu:

- litinové (vysoká tuhost)
- svařované (nižší tuhost než u odlévaných rámů)
- stavebnicové (profily ze slitin hliníku – nižší tuhost) [1]

### 1.2.1 Stavebnicový systém rámu

Slouží ke stavbě nejrůznějších jednoúčelových strojů a zařízení. Základem systému jsou přesné eloxované profily ze slitin hliníku s podélnými drážkami a otvory pro upevnění spojovacích prvků a rozsáhlého příslušenství. Povrchové plochy jsou odolné proti korozi a poškrábání. [15]

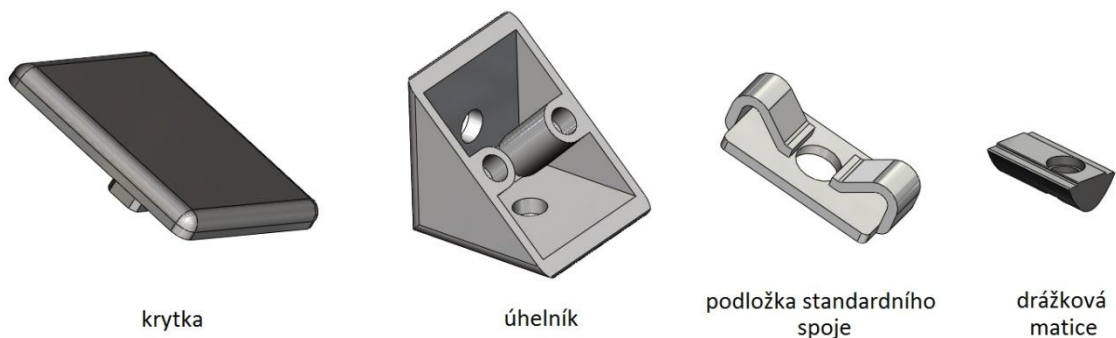
Mezi nejvýznamnější dodavatele patří Bosch Rexroth, Haberkorn (Item), Alutec či Alváris. V některých případech, zejména u levnějších dodavatelů, mají profily stejný tvar a dají se mezi sebou zaměňovat.

Výhodou je:

- Snadné navrhování a konstruování s podporou katalogů a CAD daty, které poskytuje výrobce online nebo na CD.
- Vysoká životnost jednotlivých dílů při zachování nízké hmotnosti konstrukčního celku.
- Jednoduchá příprava výroby, jednoduchá montáž a možnost opakovaného použití jednotlivých dílů.
- Velký výběr prvků. [15]

### 1.2.2 Typy spojů profilů

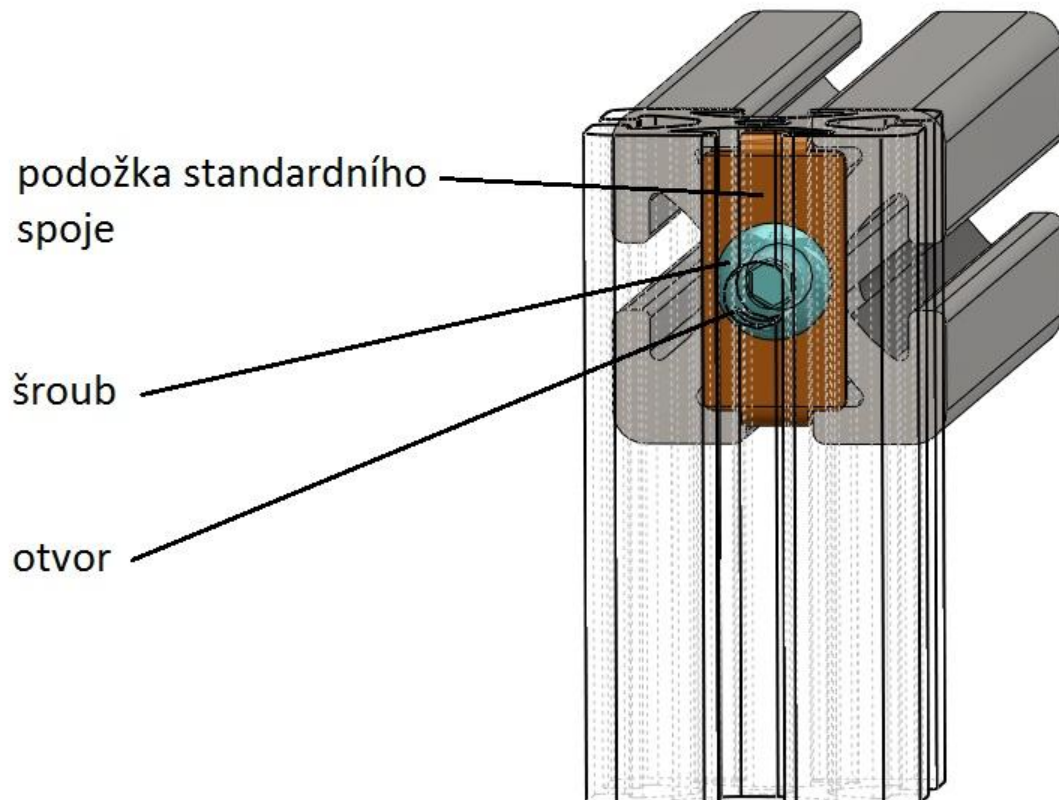
Pro spojení profilů slouží standardizované komponenty, které jsou nabízeny výrobcem těchto profilů.



Obr. 1. Komponenty pro spojování profilů

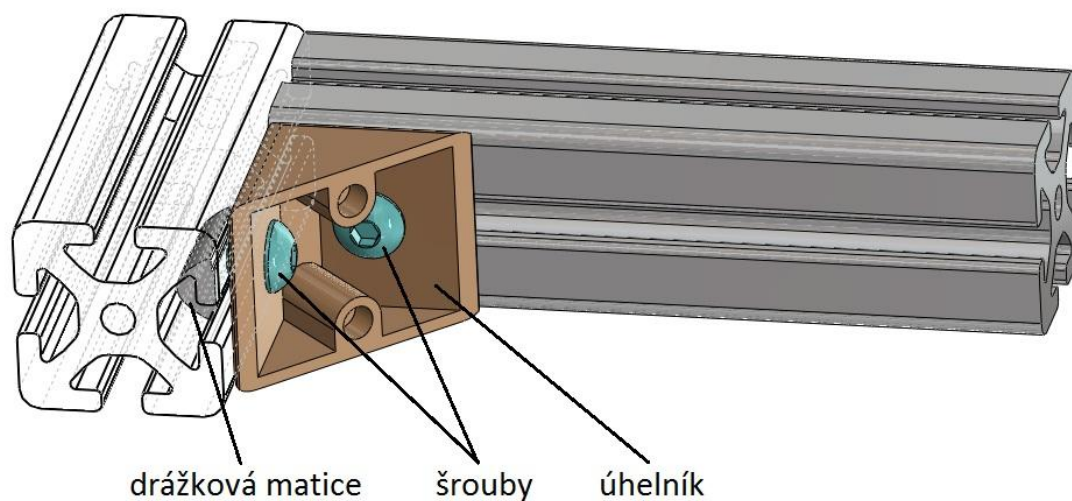
Každý z typu spojení má své výhody a nevýhody a je zejména finanční otázkou, který spoj bude použit.

Standardní spoj je jednoduchý a levný díky malému počtu potřebných komponent. Je pevný a po vyříznutí závitu do jednoho profilu a vyvrtání otvoru do druhého, je připraven ke spojení.



Obr. 2. Standardní spoj

Spojení pomocí úhelníku je dražší než standardní spoj díky vyššímu počtu a složitější konstrukci použitých komponent. Tento spoj zaručuje pravoúhlé spojení, kde nemá vliv přesnost řezu čela profilu.



Obr. 3. Spojení pomocí úhelníku

Dále je možno profily spojovat pomocí kloubů, do různých úhlů nebo čelně (čelo na čelo).



## 2 PNEUMATICKÉ SYSTÉMY

Pneumatické pohony lze využít u průmyslových robotů a manipulátorů. Jsou zásobovány stlačeným vzduchem z centrálního zdroje, na který navazuje skupina prvků tvořící zařízení pro úpravu vzduchu (odlučovač vody s filtrem, redukční ventil, maznice a tlakoměr). Další část tvoří řídicí prvky (rozvaděč, škrticí ventil a zpětný ventil) a vlastní pneumatický motor. [2]

K výhodám pneumatických mechanismů patří zejména možnost napojení na centrální zdroj energie bez potřeby zpětného vedení, možnost dosažení rychlých přímočarých pohybů s velkými zdvihy, konstrukční jednoduchost a spolehlivost a možnost nasazení i v nejsložitějších pracovních podmínkách (v prostředí s nebezpečím výbuchu, ve vlhku, při vysokých i nízkých teplotách okolí a jinde). K nevýhodám patří zejména vysoká energetická náročnost související s přípravou a rozvodem tlakové energie, obtížné udržení rovnoměrného pohybu při pomalých rychlostech, malá tuhost a obtížnější řízení rychlosti a polohy zastavení. [2]

Nejpoužívanějšími jsou motory s přímočarým pohybem. V důsledku setrvačných sil působících zejména na držený předmět a vlastní pracovní hlavici není možné využít vysokých rychlostí, kterých lze u těchto motorů snadno dosáhnout. Pro malé zdvihy lze využít membránových motorů. Rotační pneumatické motory nejsou příliš vhodné pro jejich vysoké provozní otáčky, obtížné řízení a hlučnost. Jejich výhodou je možnost přetížení bez nebezpečí poškození. [2]

### 2.1 Výroba a rozvod stlačeného vzduchu

Pro dosažení požadovaného tlaku vzduchu je nutné užití kompresorů. Vzduch může obsahovat nečistoty, jako jsou prach či jiné pevné částice, proto prochází přes sací filtr. Způsoby stlačování vzduchu dělíme na objemový (statický) a proudový (dynamický) způsob.

#### 2.1.1 Objemové kompresory

Objemový kompresor zmenšuje objem daného množství vzduchu a tím zvětšuje jeho tlak. Objem je zmenšován v tvarově proměnném prostoru. Pístové kompresory jsou pro tlaky do 10 bar jednodušové a používají se pro výkony do 100 m<sup>3</sup>/h nasávaného vzduchu. Objemový výkon kompresoru je udáván vždy pro objem nasávaného vzduchu za běžného atmosférického tlaku. [1]

Pro výrobu stlačeného vzduchu s tlakem nad 10 bar se většinou používají dvoustupňové pístové kompresory s chlazením mezi prvním a druhým stupněm komprese. Vzduch je přitom po prvním stupni stlačení ochlazován pokud možno na okolní teplotu atmosférického vzduchu a pak je stlačován ve druhém stupni kompresoru. Objem vzduchu se zmenšuje pohybem pístu ve válci. [1]

Membránové kompresory stlačují vzduch pohybem pružné membrány a na rozdíl od pístových kompresorů nemusí být mazány, proto mohou být používány v potravinářském průmyslu. Dosahují tlaku do 10 bar, dodávají stlačený vzduch bez olejové mlhy a jsou nenáročné na údržbu. [1]

Kompresory s rotačními písty pracují tiše a pro tlak nad 7 barů jsou konstruovány jako dvoustupňové s chladicím mezistupněm. Při vstřikování oleje, který zlepšuje těsnost, je možné s jednostupňovým komorovým rotačním kompresorem nebo šroubovým kompresorem dosáhnout tlaku přes 10 bar. Olej slouží kromě utěsnění i k mazání a chlazení kompresoru. [1]

Rotační komorové a šroubové kompresory pracují většinou trvale a pokrývají základní potřebu stlačeného vzduchu. Při špičkovém krátkodobém odběru je doplňkově zapínán ještě pístový kompresor. [1]

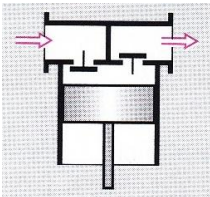
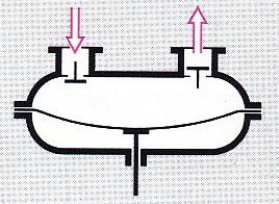
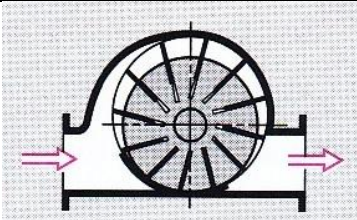
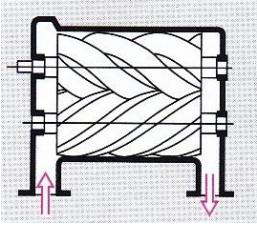
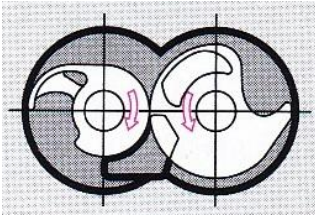
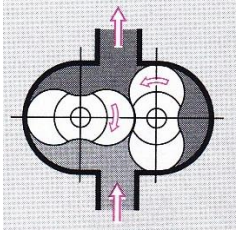
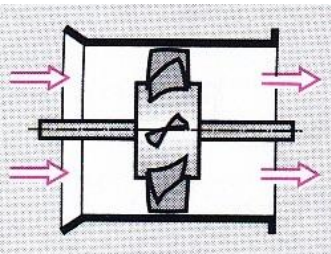
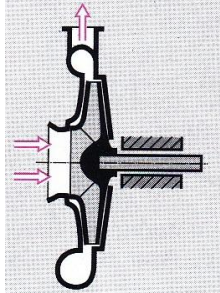
Šroubové kompresory se skládají ze dvou do sebe zapadajících šroubových válců. Šrouby do sebe zapadají a přitom posunují vzduch podél stěn skříně, ke kterým těsně přiléhají, od sacího přívodu k výfuku. [1]

Zubové rotační kompresory nasávají vzduch vstupním otvorem při jeho odkrytí. Vzduch je pak přemísťován podél stěny ve zmenšující se dutině a při odkrytí výstupního otvoru vypuštěn. Oba jednozubové rotory jsou synchronně poháněny tak, aby jejich pohyby byly přesně sladěny. Během jedné otáčky proběhne sání, komprese i výfuk. [1]

### **2.1.2 Proudové kompresory**

Proudové nebo též turbínové kompresory nasávají pomocí lopatkového kola nebo vrtule atmosférický vzduch, který uvádějí do rychlého pohybu. Pohybová energie pohybujícího se vzduchu se pak mění v potenciální energii stlačeného vzduchu v tlakovém zásobníku. Turbínové kompresory (používané i v leteckých proudových motorech) jsou buď axiální (někdy i vícestupňové) nebo radiální. Turbinové kompresory mají velký výkon. [1]

Tab. 1. Typy kompresorů [1]

OBJEMOVÉ KOMPRESORY		
Přímočaré kompresory		
Pístový kompresor	Membránový kompresor	
		
Rotační kompresory s jednou osou		
Vícekomorový rotační kompresor		
		
Rotační kompresory se dvěma osami		
Šroubový kompresor	Zubový rotační kompresor	Rootsův kompresor
		
PROUDOVÉ KOMPRESORY (TURBÍNOVÉ)		
Axiální turbínový kompresor	Radiální turbínový kompresor	
		

### 2.1.3 Rozvod stlačeného vzduchu

Stlačený vzduch je rozváděn od kompresorové stanice na místa spotřeby sítí trubek a tlakových hadic. Používají se především trubky ocelové bezešvé, měděné a PVC. Hlavní rozvod je zpravidla kruhový. Ztráty tlaku v rozvodech (trubkách, obloucích a armaturách) by neměly při provozním tlaku 8 barů přesáhnout 0,1 baru. Průměr trubek rozvodů stlačeného vzduchu závisí na procházejícím minutovém objemu, odporu proudění v rozvodech, délce vedení, provozním tlaku a přípustném poklesu tlaku. [1]

Hlavní (kruhový) rozvod stlačeného vzduchu by měl mít ve směru proudění vzduchu spád alespoň 1% a v nejnižším místě pak výpustní ventil na vypouštění shromážděné kondenzační vody. Kvůli stékající kondenzační vodě musí být odbočky připojeny k trubce hlavního rozvodu na její horní straně. Netěsnosti v rozvodu stlačeného vzduchu způsobují velké ztráty energie. Rozvodová síť musí být proto pravidelně kontrolována a netěsnosti odstraněny. [1]

### 2.1.4 Úprava stlačeného vzduchu

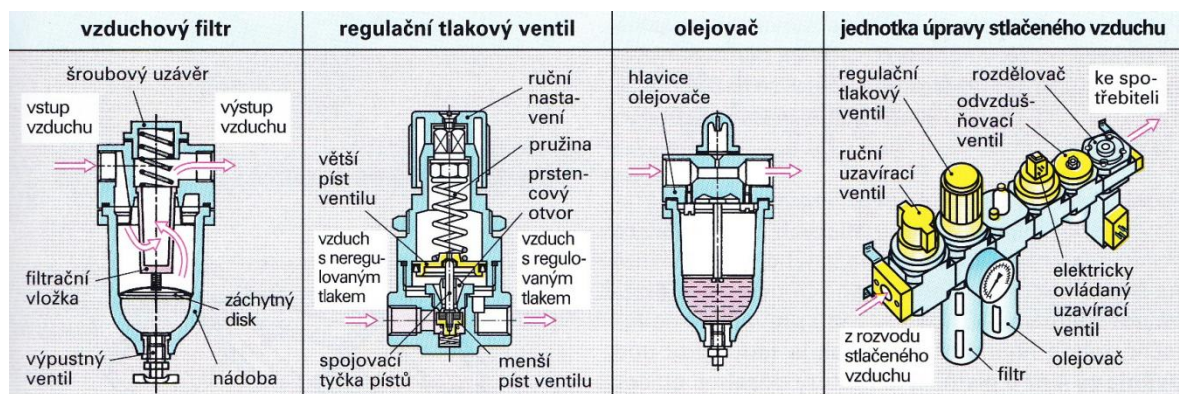
Drobné částičky zkorodovaného povrchu kovových trubek a armatur, unášené proudem stlačeného vzduchu, mohou narušit funkci pneumatických motorů i řídicích a regulačních jednotek, proto musí být zachycovány filtry. Tlak vzduchu musí být udržován (regulován) v požadovaných mezích a při potřebě mazání poháněných jednotek musí být stlačený vzduch sycen olejovou mlhou. Jednotka úpravy stlačeného vzduchu většinou obsahuje vzduchový filtr, regulační tlakový ventil a rozprašovač oleje. [1]

Do válcového vzduchového filtru vstupuje stlačený vzduch bočním vstupním otvorem a víří v jeho vnitřním prostoru. Větší nečistoty, jako částičky rzi nebo kapičky vody a oleje jsou při víření vzduchu vrženy odstředivými silami na vnitřní stěny a záchytný disk a mohou být vypouštěny výpustným ventilem ve dně nádoby filtru. Jemnější nečistoty ulpí (v závislosti na jemnosti otvorů) na stěnách válcové filtrační vložky tvořené bronzovým, mosazným nebo ocelovým sítem, nebo při větších nárocích na jemnost filtru spékáním kovovým, plastovým nebo keramickým materiálem (viz. Obr. 4). [1]

Úlohou regulačního tlakového ventilu, který se v běžné technické praxi označuje jako redukční ventil, je udržování provozního tlaku v rozvodech v požadovaných hodnotách. Regulace se uskutečňuje pomocí dvoupístového ventilu. Na větší píst působí provozní tlak vzduchu a proti němu stavitelná pružina z druhé strany pístu. Poklesne-li provozní tlak pod

nastavenou hodnotu, stlačí pružina níže větší a tím i menší píst, který otevře více otvorů pro vzduch s vyšším neregulovaným tlakem. Dosáhne-li provozní tlak nastavené hodnoty, přepouštěcí otvor se opět uzavře. Jednotka úpravy vzduchu má na vstupu ruční uzavírací otočný ventil, kterým může být přívod vzduchu uzavřen. Jednotka je dále vybavena ručním odvzdušňovacím ventilem, kterým je možné při výpadku energie pomalu odvzdušnit (snížit tlak) pneumatický systém a zabránit případnému prudkému snížení tlaku v systému. [1]

Rozprašovač oleje (olejovač), sytí stlačený vzduch mazivem. Rozprašovač využívá principu Venturiho trubice, v jejímž zúženém místě proudí vzduch rychleji, má menší statický a větší dynamický tlak. Menší statický tlak na stěny je relativní podtlak, který nasává z boční trysky olej, který se pak rozprašuje. Kuželovou škrticí jehlou lze pomocí šroubu (pod krytkou) nastavit průtok oleje trubičkou trysky. [1]



Obr. 4. Jednotka úpravy stlačeného vzduchu [1]

## 2.2 Pneumatické pohony

Pneumatické pohony mění energii stlačeného vzduchu v mechanickou energii. Rozlišují se nepřetržitě pracující rotační pohony bez vymezení rozsahu pohybu (pneumatické rotační motory) a kmitavé pohony s vymezeným pracovním pohybem kyvným (vahadlový motor) nebo přímým (pneumatické válce). [1]

### 2.2.1 Rotační pneumatické motory

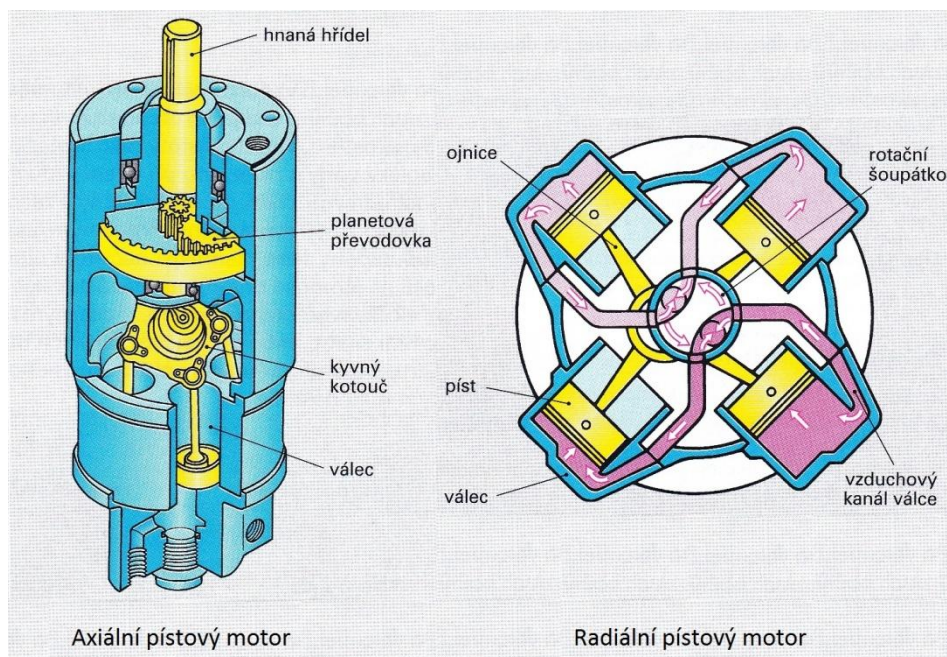
Pneumatické motory jsou pro malou hmotnost vzhledem k výkonu a snadnou obsluhu používány jako pohony pro různé druhy nářadí a zdvihací mechanizmy. U pneumatických motorů je možné snižováním provozního tlaku a snižováním minutového objemu stlačeného vzduchu stupňovitě přestavovat výkon, otáčky a točivý moment. Mají velký rozběhový moment, jsou přetížitelné, bezpečné v prostředí s nebezpečím exploze, robustní a nenáročné.

né na údržbu a opravy. Směr otáčení lze rychle a jednoduše měnit. Otáčky jsou však velmi závislé na zatížení motoru. Nejčastěji používané pneumatické motory jsou pístové, lamelové a turbínové motory. [1]

Pístové motory mohou být konstruovány jako axiální pístové motory nebo jako radiální pístové motory. Pro pohon pneumatického nářadí se běžně používá lamelových motorů, které mají význam i pro pohon zvedacích zařízení, navijáků a jeřábů. [1]

Axiální pístový motor má 4 až 5 rovnoběžných kruhově uspořádaných pneumatických pístů. Pomocí kyvného kotouče, uloženého šikmo na šikmo lomeném konci hnané hřídele, jsou fázově posunuté vratné pohyby pístů převáděny na rotační pohyb hnané hřídele. Tyto motory dosahují otáček do  $6\,000\text{ min}^{-1}$ . Rotačním rozvodovým šoupátkem lze řídit směr i rychlost otáčení. [1]

Radiální pístový motor má 4 až 6 hvězdicovitě uspořádaných pneumatických válců, jejichž písty pohánějí pomocí ojníc klikovou hřídel. Rotační rozvodové šoupátko se otáčí ve směru požadovaného otáčení hnané hřídele a řídí tak jeho otáčení. Radiální pístové motory mají velkou hlučnost a jsou již na ústupu. [1]



Obr. 5. Pístové motory [1]

Lamelový pneumatický motor se používá jako pohon pro nářadí rotačním pohybem nástrojové hlavy (např. bruska, vrtačka nebo šroubovák). Skládají se hlavně z válce a rotoru 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 různé zasunuty do drážek a vytvářejí v každé z komor dvě stěny, z nichž větší (plošně) 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. Obousměrné lamelové motory jsou ovládány pomocí 4/2-cestného ventilu (se 4 vývody s 2 polohami). [1]

Lamelové motory dosahují  $30\,000\text{ min}^{-1}$  a jsou většinou vybaveny planetovou zpomalovací převodovkou. Otáčky jsou omezovány odstředivým regulátorem, který ovládá přívod vzduchu. [1]

Turbinový motor má rotor (kolo turbíny) poháněné stlačeným vzduchem, proudícím (většinou z trysek) na jeho lopatky. Rozlišují se axiální, radiální, tangenciální turbíny a turbíny s volným prouděním. Přes relativně malou hmotnost (vzhledem k výkonu) a vysoké otáčky ( $350\,000\text{ min}^{-1}$  až  $450\,000\text{ min}^{-1}$ ) jsou turbíny používány jen k pohonu speciálních vysokootáčkových nástrojů. Malé nástrojové brusky dosahují s turbinovým pohonem otáček přes  $75\,000\text{ min}^{-1}$ . [1]

### 2.2.2 Přímočaré pneumatické motory

Pneumatické válce mění energii stlačeného vzduchu na mechanickou energii a dělí se na jednočinné válce s pohonem v jednom směru a dvojčinné válce s pneumatickým pohonem v obou směrech. Lineární pohony pomocí pneumatických válců se používají k přemístování, zvedání nebo podávání polotovarů, výrobků nebo nástrojů (pomocí posuvných válců) nebo k sevření či rozevření upínačů pomocí upínacích či otevíracích válců. [1]

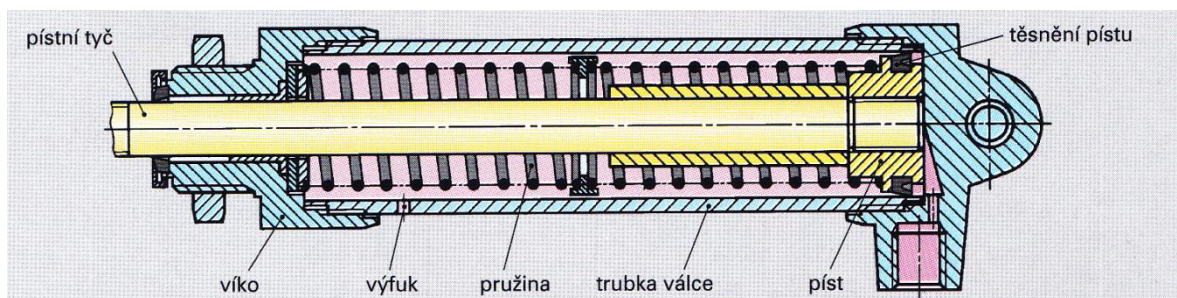
#### Jednočinné pneumatické válce

Jednočinné pneumatické válce jsou konstruovány buď jako membránové, nebo jako pístové. Tlak vzduchu může působit jen na jednu stranu membrány nebo pístu, proto může být práce konána jen při jednom směru pohybu, např. při upínání, přisunu, odsunu nebo lisování. [1]

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. Membránové válce nevyžadují téměř žádnou údržbu a jsou používány při upínání, ražení nebo nýtování. [1]

U pístového válce je tlakem na čelo pístu vytlačována z válce pístní tyč (nebo ojnice). Zpětný pohyb pístu zajišťuje buď vnější síla, nebo vratná pružina. Zdvih je určen vnějším dorazem, délkou pístního válce nebo distančními objímkami. Výška zdvihu vratných pružin omezuje zdvih přibližně na 100 mm. Konstantní vratnou sílu lze získat u dvojčinného válce působením redukováného tlaku na opačnou stranu (na straně pístní tyče nebo též pístnice) pístu. [1]



Obr. 6. Jednočinný pneumatický válec s pístem [1]

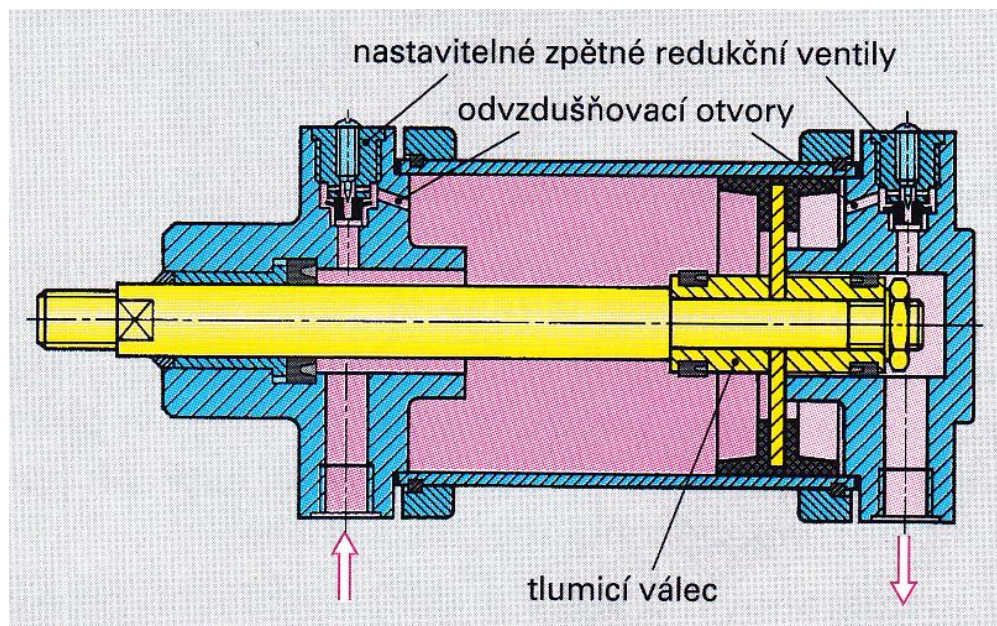
### Dvojčinné pneumatické válce

Ve dvojčinném pneumatickém válci působí stlačený vzduch střídavě na opačné strany pístu. Pracovní pohyb je možný v obou směrech. Dvojčinné válce mají oproti jednočinným válcům několik podstatných předností. Dosahují zdvihu až 2 m, pracovní pohyb není ovlivňován vratnou pružinou a zpětný chod je rychlý a rovnoměrný. Kromě toho je možné nastavit rychlosti pohybu pístu v obou směrech. Rozsah pohybu se většinou vymezuje zářázkami pístu ve válci. Škody vznikající opotřebením prudkými nárazy do zářázek je možné omezit např. pomocí pružných podložek tlumících nárazy. Nastavitelné tlumení umožňuje měkké zastavení v koncových polohách. [1]

Krátce před koncovou polohou se zasune tlumicí válec pístní tyče do dutiny v čelní stěně válce, který je nepatrně většího průměru než tlumicí válec. Postupně stlačovaný vzduch v této válcové dutině zpomalí pohyb pístu. Aby bylo možné dosáhnout koncové polohy, je dutina odzdušněna malým otvorem. Při pracovním pohybu v opačném směru prochází stlačený vzduch volně zpětným škrtkicím ventilem a působí tlakem na opačnou stranu pístu. Dvojčinný pneumatický válec s oboustranně vyvedenou pístní tyčí může díky oboustrannému vedení v kluzných ložiscích odolávat velkým příčným silám. Při nedostatku místa



nebo nebezpečí znečištění jsou kontrolní čidla umístěna na opačné straně válce, než je vyvedena pístní tyč k ovládanému mechanismu. [1]



Obr. 7. Dvojitý pneumatický válec [1]

### Speciální pneumatické válce

Vícepolohový válec může být proveden jako dvou-pístový s pístními tyčemi vyvedenými na protějších koncích. Při třech různých vystaveních (dva zdvihy a jejich součet) může tedy válec zaujmout (včetně výchozí polohy) čtyři různé polohy. [1]

Tandemový válec má v jednom válci za sebou dvě tlakové komory, ve kterých jsou dva písty na společné pístní tyči. Tandemový válec se používá při nutnosti velké síly při malém průměru válce. [1]

Válec nekruhového průřezu je svým tvarem jistěn proti otáčení pístu kolem osy pístní tyče a je odolný proti momentům. [1]

Válec bez pístní tyče (pneumatický lineární pohon) má píst spojený s můstkem vně válce pevnými spojkami, které se pohybují v podélné průchozí drážce v plášti válce. Utěsnění proti úniku stlačeného vzduchu z válce je provedeno tenkým ocelovým plechem, který se pohybuje zároveň s pístem, přitlačený k vnitřní stěně válce a zakrývá podélnou drážku při všech polohách pístu. Proti vniknutí nečistot do válce kryje drážku pohyblivý kryt z tenkého ocelového plechu na vnější straně válce. Oba těsnicí ocelové pásy jsou u stěn ocelového válce drženy permanentními magnety, zapuštěnými ve stěně válce. Tyto lineární poho-

ny se vyrábějí s délkou zdvihu do 5 m. Vnější můstek pístu má pevné vedení v drážce válce a je proto odolný proti příčným výkyvům i naklápění. [1]

Pohyb pístu je možné bez pístní tyče přenášet na hnaný mechanismus pomocí vnějšího prstence válce, spojeného s pístem uvnitř válce elektromagneticky. Z válce se pak nevysouvá pístní tyč. Mezi pístem a vnějším mechanismem není mechanické spojení a válec proto může být bez otvorů drážek. [1]

Při elektromagnetickém přenosu síly může být pneumatický válec hermeticky utěsněn. Válce s bezkontaktním snímáním koncových poloh umožňují přesné řízení s měkkými doběhy do koncových poloh bez potřeby mechanických tlumičů. V pístu jsou zabudovány trvalé magnety a ve válci snímače jejich magnetických polí, např. jazýčkové kontakty. Signály z těchto snímačů umožňují řízením přívodu vzduchu zpomalovat plynule doběhy pístu do koncových poloh. [1]

### **Parametry pneumatických válců**

K parametrům pneumatických válců patří typ, způsob upevnění válce, připojovací závit (např. na pístní tyči), velikost (průměr a zdvih) a spotřeba vzduchu. Typ válce, případně konstrukční provedení, se určí podle způsobu a místa použití. Způsob upevnění válce se volí podle funkce a podle možnosti upevnění na zařízení nebo na stroji. Válec může být konstruován buď jen pro jeden způsob upevnění, nebo může obsahovat různé upevňovací prvky podle principu stavebnicové stavby strojů a zařízení, např. pevné úchyty jako příruby, nožky, boční úchyty nebo závit na hrdle pístní tyče, nebo kyvné kloubové úchyty jako je úhlová patka pro kyvný závěs u dna válce, čepy na čele válce nebo kloubový závěs na pístní tyči. [1]

Při kyvném zavěšení válce a velkém zdvihu je pístní tyč namáhána na vzpěr, více se ohýbá a více opotřebovává vodící pouzdro. Proto je lépe použít pro kyvné zavěšení válec se silnější pístní tyčí. Upevňovací závit na hrdle pístní tyče má průměr závislý na rozměrech válce a maximální síle přenášené pístní tyčí. Některé válce mají dva upevňovací závity, menší závit pro menší rychlosti pístu a menší přenášené síly a větší závit pro přenosy větších sil při větších rychlostech. [1]

### **Výpočet průměru pneumatického válce**

Průměr válce se vypočítává z požadované síly  $F$  a daného tlaku vzduchu  $p_e$ , tedy ze vztahu:

$$F = p_e \cdot A \cdot \eta \quad (1)$$

kde  $A$  je plocha pístu a  $\eta$  je účinnost, která je vlivem různých ztrát menší než 1 (100 %) a leží mezi 0,5 až 0,9. [1]

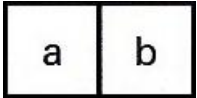
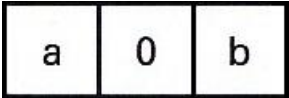
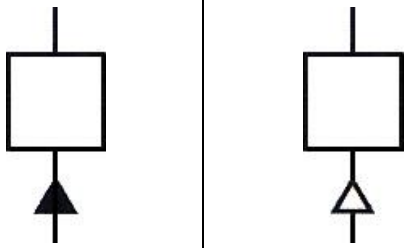
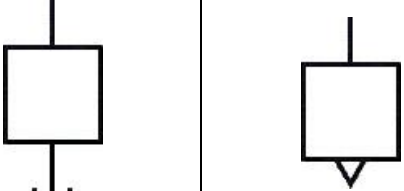
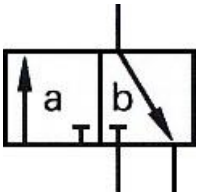
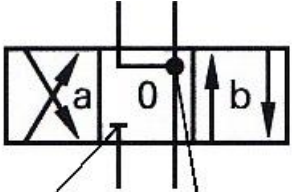


## **2.3 Ventily**

Ventily, mimo rozběhu a zastavení (start / stop), také řídí směr proudění, tlak a množství stlačeného vzduchu, které jimi prochází.

### **2.3.1 Značení ventilů**

Vícepolohové ventily mohou být ve více různých polohách, např. v klidové poloze nebo v aktivované poloze. Jednotlivé polohy ventilu jsou označeny bloky, ležícími vedle sebe, a značka ventilu obsahuje tolik bloků (čtvercových políček) v řadě vedle sebe, kolik má různých poloh. [1]

Tab. 2. Zobrazení ventilů

Ventil s pevnými polohami	
Počet políček = počet poloh	
 <p>2 polohy</p>	 <p>3 polohy</p>
 <p>Šipky na vedení</p>	 <p>Výpusť kapaliny      Výpusť vzduchu</p>
<p>Ventil se 3 přívody a 2 polohami</p>  <p>a = pracovní poloha b = výchozí poloha</p>	<p>4/3-cestný ventil</p>  <p>uzavření      spojení vedení</p>
Ventil bez pevné polohy	
<p>Výchozí poloha</p> 	<p>Pracovní poloha</p> 

Výchozí nastavení ventilu je nastavení, ve kterém je ventil při startu systému. Klidová poloha nebo nulová poloha je u ventilů s vratnou pružinou taková poloha, ve které jsou v neaktivovaném stavu. Ve schématech pneumatického nebo hydraulického řízení je vedení tlakového média přiváděno na políčko reprezentující výchozí nebo nulovou polohu ventilu. Průchozí poloha je nastavení, při kterém proudí tlakové médium ventilem k místu pracovního využití. Uzavřená poloha je nastavení, při kterém neproudí ventilem tlakové médium. [1]

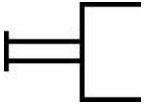
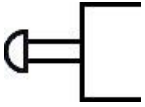
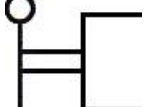

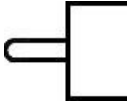
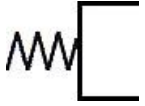
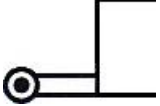
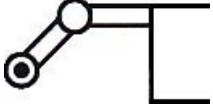
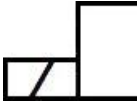
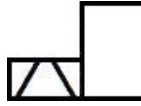
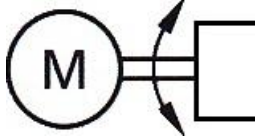
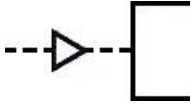
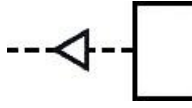
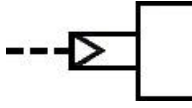
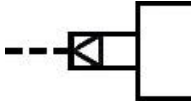
Polohy (políčka) mohou být označeny písmeny a, b nebo 0. Vedení v políčkách jsou znázorněna úsečkami s šipkami, které označují směr proudění. Uzavření vedení je označeno krátkou příčnou čárkou na končícím vedení. Spoje vedení jsou označovány plnými kolečkami. Přívody jsou ve schématu přivedeny k políčku výchozí polohy a pomyslně stejně i k ostatním políčkům. Při přestavení ventilu se políčko odpovídající jinému stavu (poloze) přesune pomyslně po bloku políček ve vodorovném směru tak, aby bylo napojeno v nové pozici na odpovídající vývody. Z rozdílu ve vnitřních spojkách políček je pak zřejmá funkce přestavení ventilu. [1]

Ventily bez pevných poloh zaujímají při provozu polohy mezi dvěma koncovými polohami. Takové ventily jsou zobrazovány jedním políčkem. Změna nastavení je znázorněna posunutím vnitřního spoje v políčku, např. do polohy mezi vnější přívody, ve které představuje stav plné průchodnosti. Přívody (vývody) ventilů jsou číslovány (dříve označovány písmeny) dohodnutým způsobem. [1]

Tab. 3. Značení pneumatických a hydraulických jednotek ve schématech řízení [1]

Druh vývodu	Aktuální číselné označení	Dřívější značení písmeny
Přívod tlakového média	1	P
Pracovní tlakový výstup	2, 4, 6	A, B, C
Výpust, od vzdušnění	3, 5, 7	R, S, T
Řídicí přívod	10, 11, 12, 14	X, Y, Z

Tab. 4. Způsoby ovládání

Manuální ovládání			
			
obecně	tlačítkem	pákou	pedálem
Mechanické ovládání			
			
páčkou nebo tlačítkem	pružinou	přítlačnou kladkou	přítlačnou kladkou s volným chodem zpět
Elektrické ovládání			
			
elektromagnetem s jedním vinutím	elektromagnetem se dvěma vinutími s opačnými účinky	Elektromotorem	
Pneumatická ovládání			
přímé ovládání		nepřímé ovládání	
			
přivedením tlaku	uvolněním tlaku	přivedením tlaku na pracovní ventil pomocným ventilem	uvolněním tlaku na pracovní ventil pomocným ventilem

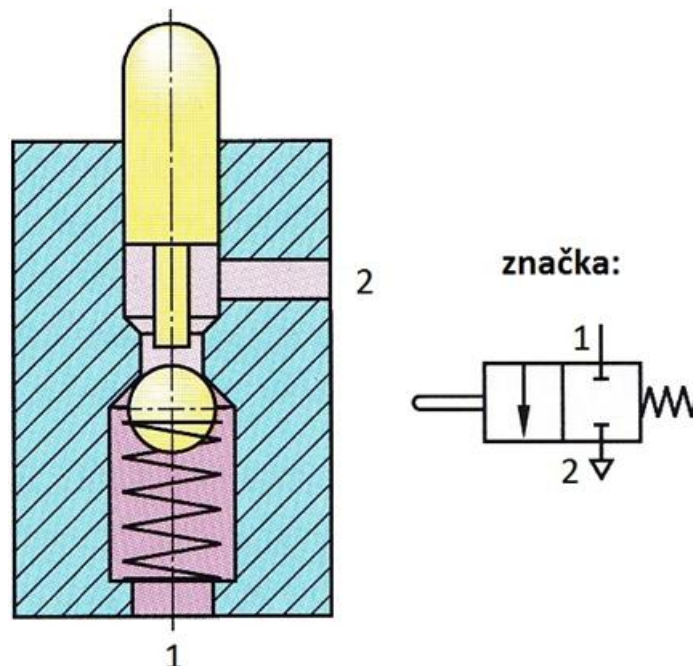
Přívod tlakového média je označován číslem 1. Vývody k ovládaným zařízením jsou označovány malými sudými čísly 2, 4 nebo 6. Výfuky jsou označovány lichými čísly 3, 5 nebo 7. Způsobí-li aktivace (přesun z výchozí nebo klidové polohy) přívodu 1 u více-cestného ventilu jeho spojení s výpustí 2 nebo 4, je odpovídající řídicí přívod označen dvoumístným číslem složeným z čísel propojovaných vývodů, tedy číslem 12 nebo 14. Čísla 10 a 11 označují tlakové přívody, např. u dvou-tlakového ventilu. [1]

### 2.3.2 Cestné ventily

Cestné ventily mění cesty tlakového média propojováním dílčích cest a přitom mění rychlost a směr proudění média v těchto cestách. Ve zkráceném označování ventilů je uváděn počet řízených (propojovaných) přívodů a počet poloh ventilu např. cestný ventil se 3 ovládanými vývody (pro tlakové médium) a 2 polohami se označuje jako 3/2-cestný ventil a nazývá se třícestný dvoupolohový ventil. Má-li pneumatický cestný ventil více odvzdušňovacích vývodů, mohou být všechny odpovídající vývody označeny jako jediný vývod jediným číslem. [1]

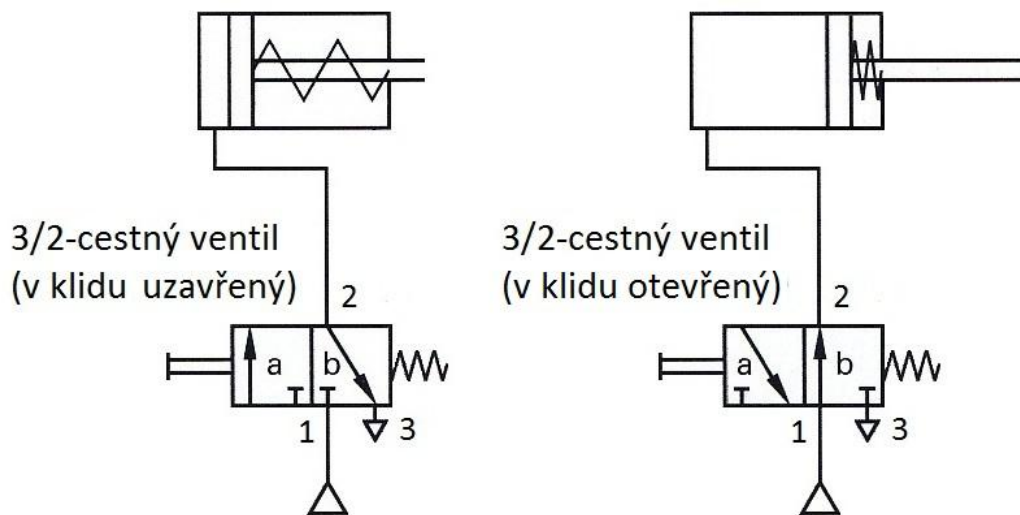
#### Rozdělení cestných ventilů podle funkce

2/2-cestné ventily jsou používány jako průchozí ventily, uzavírací ventily a jako odvzdušňovací spouštěče impulsu. [1]



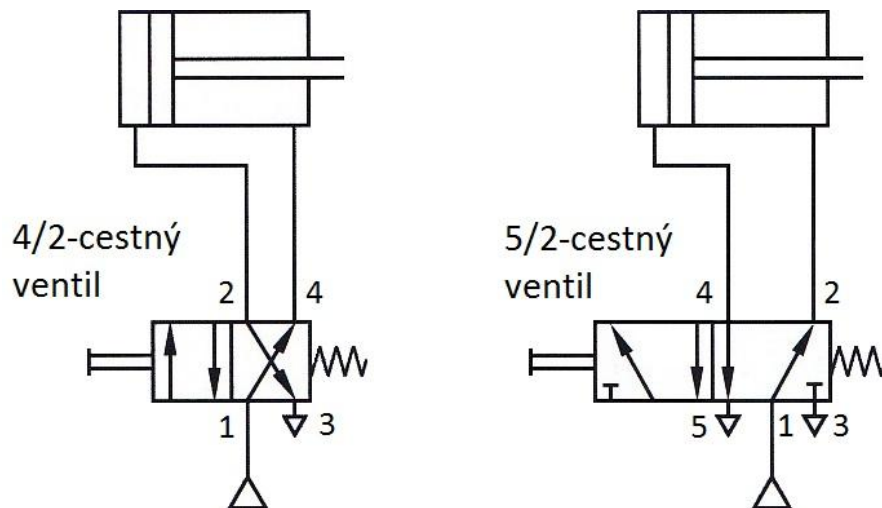
Obr. 8. 2/2-cestný ventil

3/2-cestné ventily mohou ve 2 polohách střídavě plnit a odvzdušňovat provozní vedení. Pomocí 3/2-cestných ventilů jsou řízeny jednočinné válce a zdroje impulzů. Je-li ventil při činnosti déle ve stavu klidovém než v aktivovaném, používá se 3/2-cestný ventil s aretací v klidové poloze. Je-li doba klidu mnohem kratší než doba aktivovaného stavu, používá se ventil, který je v klidovém stavu průchozí. [1]



Obr. 9. Řízení jednočinného válce

Pomocí 4/2-cestných a 5/2-cestných ventilů, jsou řízeny dvojčinné válce. Při použití 5/2-cestných ventilů má každý z obou pracovních vývodů vlastní odvzdušňovací vývod. [1]



Obr. 10. Řízení dvojčinného válce

Pomocí 4/3-cestného, případně 5/3-cestného ventilu je možné udržovat dvojčinný válec pod tlakem nebo bez tlaku v libovolné mezipoloze mezi krajními polohami, ve které je možné válec pneumaticky aretovat nebo jej udržovat v plovoucí poloze bez aretace. Ve stavu plovoucí polohy může být válec (např. při seřizování) ručně přestavován. [1]



### Rozdělení cestných ventilů podle konstrukce

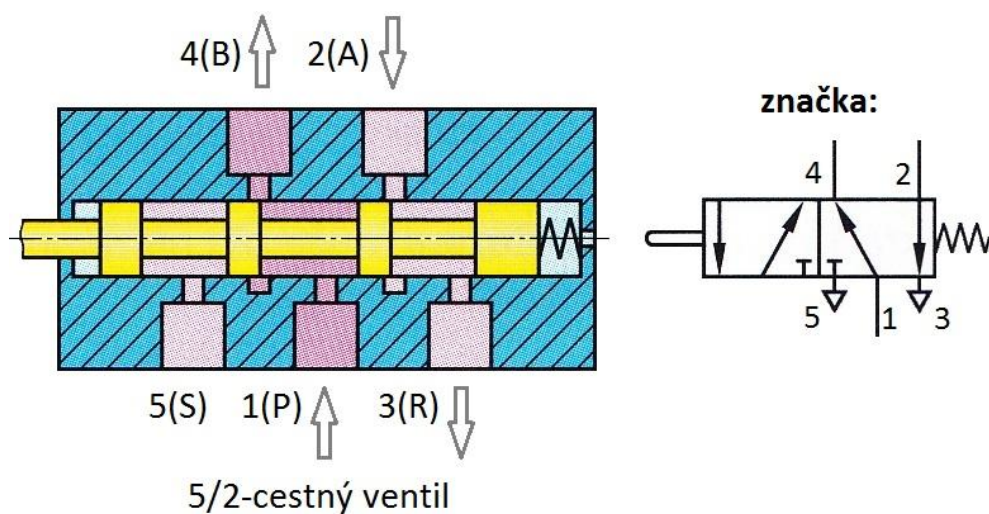
Podle konstrukce se rozlišují sedlové a šoupátkové ventily. V uzavíracím tělese, dosedajícím na sedlo může být kulička, kužel, kotouč nebo talíř. [1]

Sedlové ventily nejsou citlivé na znečištění a mohou být vybaveny libovolným ovládním. Návrat do klidové polohy zajišťuje většinou zpětná pružina. [1]

Díky malému zdvihu sedlových ventilů stačí k jejich ovládní krátká dráha. Při větších průměrech však vyžadují příliš velké ovládací síly. K ovládní velkých sedlových ventilů se proto používají pomocné ovládací (předřazené) ventily ovládané tlakově nebo elektricky. [1]

Zpožděné ventily (reagující se zpožděním) reagují na přivedení stlačeného vzduchu k pomocnému ovládacímu ventilu až po naplnění vzduchové komůrky před pístem ovládním hlavní talířový ventil. Dobu zpoždění je možné nastavit šroubkem zpětného škrticího ventilu. Návrat hlavního ventilu do klidové polohy je nezpožděný. Při nepřímém ovládní (dálkovém řízení) je oddělen nastavovací člen od signálního (řídícího) členu. [1]

U šoupátkových ventilů jsou vývody ovládný (uzavírány, otevírány a propojovány) pomocí ovládacího (přepouštěcího) pístového šoupátka. Pomocí šoupátkového ventilu je možné řídit malou silou velké průtoky tlakového média. Ve ventilech s plochým šoupátkem jsou třecí plochy šoupátka i těla ventilu rovinné. Ovládací píst posouvá šoupátko s přepouštěcími kanály a mění tak propojení přívodů a vývodů. [1]



Obr. 11. Šoupátkový ventil [1]

Impulzové ventily jsou šoupátkové ventily, ve kterých je pohyb šoupátka ovládný tlakovým médiem v obou směrech a ventil zůstává po přestavení v dané poloze, dokud není

opačným impulzem přestaven do opačné polohy, uchovává tedy stav po posledním řídicím impulzu. Při číslicovém řízení jsou proto impulzové ventily používány jako paměti stavů. Při impulzovém řízení mohou být pohyby válců sledovány pomocí signálních jednotek ovládaných pístními tyčemi (přes přítlačnou kladku) a řízení tak může být závislé na dosud provedených pohybech, tedy může být interaktivní pohybové řízení. Pomocí impulzového řízení je možné vzájemně logicky podmínit pohyby více válců. [1]

Při časovém řízení (závislém na čase a ne na stavu řízeného procesu) může být zdrojem signálu např. ručně ovládané tlačítko. [1]

### 2.3.3 Průtokové ventily

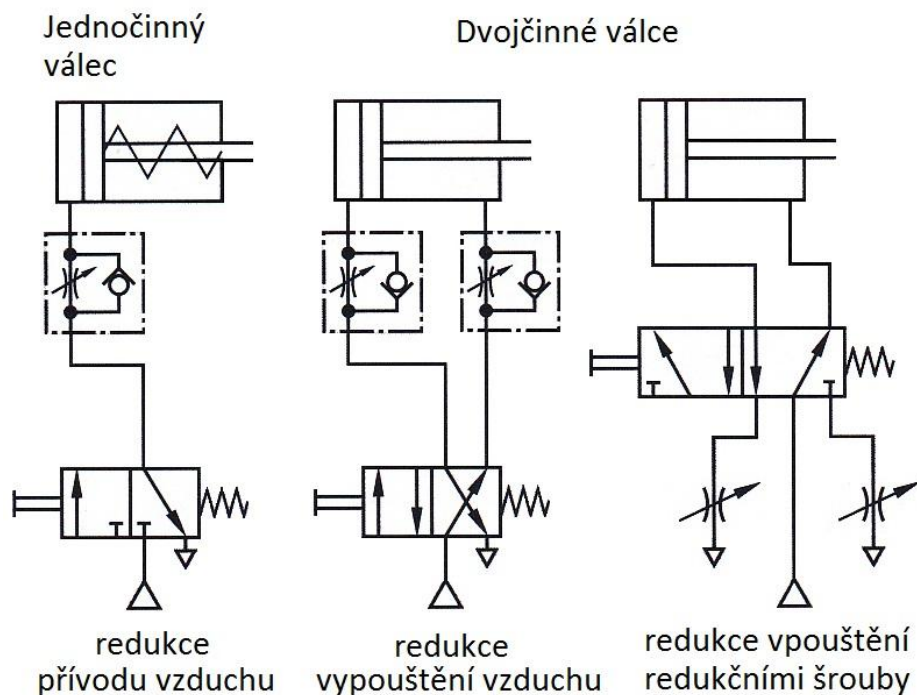
Průtokové ventily změnami průtočného průřezu řídí průtok vzduchu (nebo kapaliny) pro pohon válců nebo motoru (redukce pracovního tlaku) nebo při řízeném odvzdušnění (omezení rychlosti poklesu tlaku). Tím je možné řídit rychlosti válce nebo otáčky motoru. [1]

Nastavení průtoku vzduchu do rozvodu pneumatického systému se provádí tlakovým regulačním ventilem, který udržuje v rozvodu konstantní pracovní tlak. Zmenšením jeho průřezu je možné zabránit vzniku přetlaku v zúženém místě průtokového ventilu a tím překročení pracovního tlaku. Průtokové ventily se dělí na škrťací ventily (s dlouhým zúženým vedením) a clonové ventily (s velmi krátkým zúžením). Zúžení může být neměnné nebo s nastavitelným průřezem. [1]

Zpětné redukční (škrťací) ventily omezují průtok v jednom směru, v opačném směru je průtok bez omezení. Jsou používány k řízení rychlosti pneumatických válců a jsou instalovány v jejich přívodním vedení. Bývají také opatřeny kladkovou pákou pro vačkové ovládaní a vratnou pružinou. Páka s kladkou může být programově naklápěna pomocí tvarové lišty a tím může být programově řízena rychlost pohybu pneumatického válce, jako např. při rychlém nájezdu do pracovní polohy, při pracovním posuvu a při rychlém zpětném posuvu. [1]

### Řízení rychlosti pneumatických pohonů

Rychlost jednočinných válců i jednosměrných motorů je možné řídit nastavováním přívodu stlačeného vzduchu, tedy přívodním průtokovým ventilem. Rychlost dvojčinných pneumatických válců je možné ovlivňovat řízením rychlosti odvzdušňování z jedné nebo druhé části válce. U 5cestných ventilů se nastavení vypouštění vzduchu provádí pomocí škrťacích šroubů ve vypustných ventilech. [1]



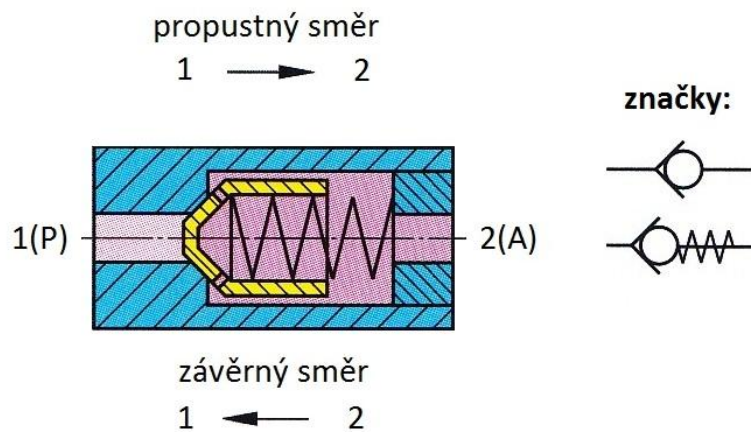
Obr. 12. Řízení rychlosti pneumatických válců [1]

### 2.3.4 Blokovací ventily

Blokovací ventily jsou jednosměrně uzavírající ventily, propouštějící tlakové médium jen v jednom směru a blokují průtok v opačném směru. Patří k nim zpětné ventily, ventily pro rychlé odvzdušnění, přepínací ventily a dvoutlakové ventily. [1]

#### Zpětné ventily

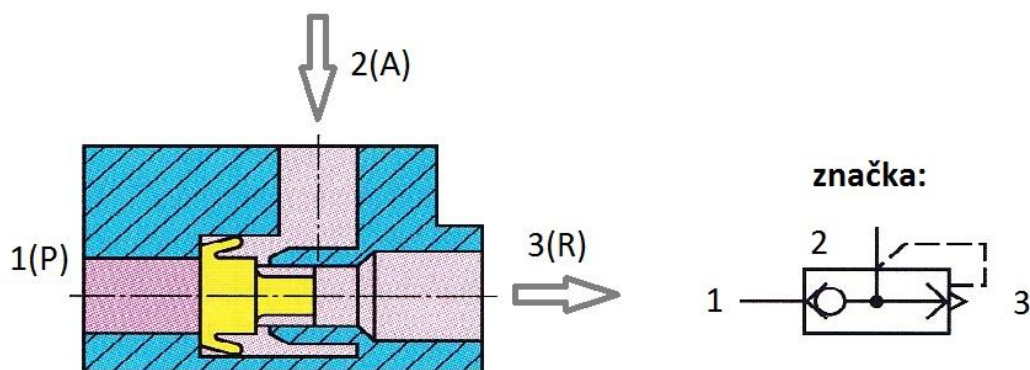
Používají k uzavření průchozího otvoru kuličku, kužel, destičku nebo membránu. Uzavření je způsobené tlakem (tlakového média) nebo pružinou. Používají se např. v přívodu tlakového média k upínacímu zařízení, aby se při náhlém poklesu tlaku ve vedení upínač neotevřel. [1]



Obr. 13. Zpětný ventil [1]

### Rychlé odvzdušňovací ventily

Pomáhají rychlým odvzdušněním zvýšit rychlost pístů ve válcích. Jsou-li namontovány přímo ve válcích, je vyloučeno brzdění vyfukovaného vzduchu ve vedení a v nastavovacím členu. Při plnění válce je odvzdušňovací otvor třicestného ventilu tlakem média (vzduchu) uzavřen volně posuvným pístovým uzávěrem, který zároveň otevírá průchod média do válce. Je-li nastavovacím členem přívodní vedení odvzdušněno, poklesne tlak v přívodu 1 ventilu pro rychlé odvzdušnění, přetlakem z válce se přesune pístový uzávěr do polohy, ve které přívod 1 uzavírá a zároveň tak otevře průchod mezi přívodem 2 z válce k výfukovému vývodu 3 a válec se může rychle odvzdušnit. [1]

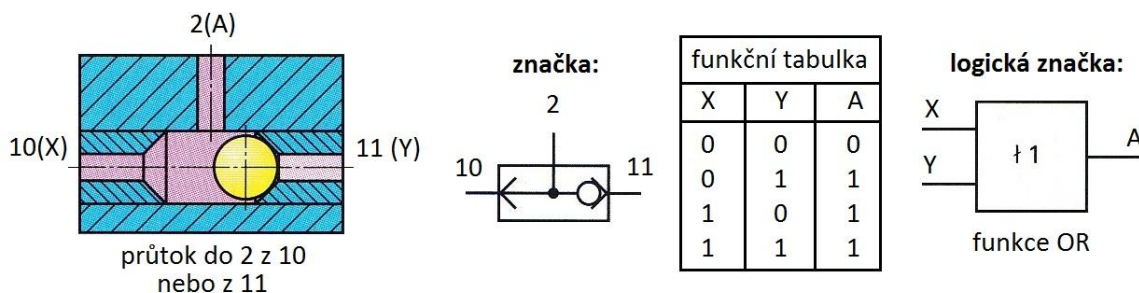


Obr. 14. Ventil pro rychlé odvzdušnění [1]

### Přepínací ventil

Má 2 řídicí přívody 10 (X) a 11 (Y) a jeden pracovní vývod 2 (A). Ventil spojuje pracovní vývod s tím přívodem, ve kterém je větší tlak, který přetlačí kuličku ve válcové dutině.

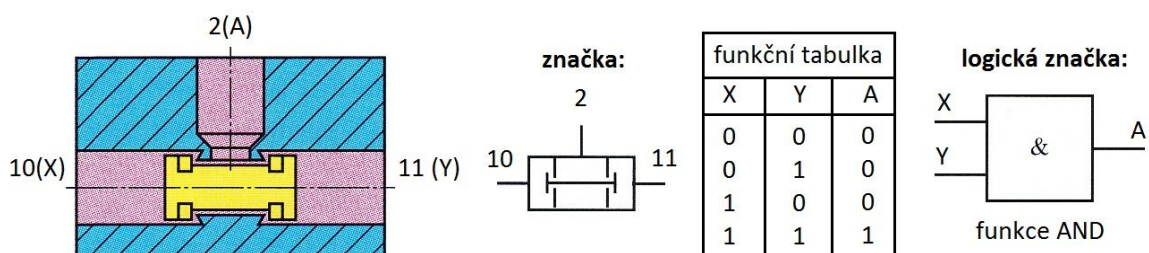
Přepínací ventil má funkci odpovídající logicky logické funkci OR a je při binárním řízení používán jako logický člen OR. [1]



Obr. 15. Přepínací ventil [1]

### Dvoutlakový ventil

Má dva řídicí vstupy 10 (X) a 11 (Y) a jeden výstup 2 (A). Stlačený vzduch může na výstup proudit jen tehdy, jsou-li pod tlakem oba vstupy. Je-li pod tlakem jen jeden vstup, je průchod na výstup uzavřen. Je-li mezi příchodem tlakových signálů na vstupy časová prodleva, projde stlačený vzduch na výstup až z druhého tlakového impulsu. Funkce dvoutlakového ventilu odpovídá funkci dvou 3/2-cestných tlakem ovládaných ventilů se zpětnými pružinami, zařazených za sebou. Dvoutlakový ventil má funkci odpovídající logicky logické funkci AND a je při číslicovém (resp. binárním) řízení používán jako logický člen AND. U řídicích systémů s blokovými (podmíněnými) funkcemi blokuje dvoutlakový ventil tlakový impuls z jedné signální jednotky tak dlouho, dokud nedostane druhý tlakový impuls na druhý vstup. [1]



Obr. 16. Dvoutlakový ventil [1]

### 2.3.5 Tlakové a uzavírací ventily

Tlakové ventily ovlivňují tlak v obvodu vzduchového systému tím, že ho udržují na konstantní hodnotě, vypouštějí vzduch při překročení určité hodnoty tlaku nebo ho uzavírají úplně. Jejich účelem je udržovat tlak v určených hodnotách a tím konstantní pracovní podmínky stroje.

### Regulační tlakový ventil

Udržuje při měnícím se vyšším vstupním tlaku konstantní výstupní pracovní tlak. Používá se v jednotce úpravy stlačeného vzduchu jako regulátor tlaku. [1]

### Tlakové omezovací ventily

Jsou používány jako bezpečnostní ventily. Stoupne-li tlak nad povolenou mez, vypustí ventil přetlak ven do okolí. [1]

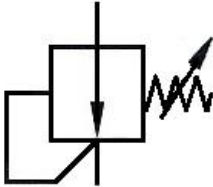
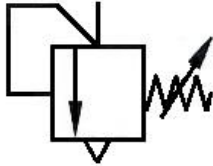
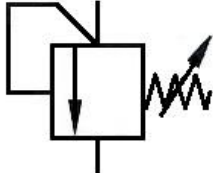
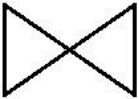
### Postupné ventily

Připojují při dosažení nastaveného tlaku další uživatele řídicího systému. Válec posuvu je připojen až potom, kdy je pod tlakem upínací zařízení. [1]

### Uzavírací ventily

Jsou ventily, které buď průtok volně otevírají, nebo uzavírají. V řídicích systémech jsou montovány tam, kde není při uzavření nutné odvodušnění. [1]

Tab. 5. Tlakové a uzavírací ventily [1]

název	schematická značka
	regulační tlakový ventil
	tlakový omezovací ventil
	postupný ventil
	uzavírací ventil

### 3 HYDRAULICKÉ SYSTÉMY

Do oblasti hydrauliky patří pohony, řídicí jednotky a regulační jednotky strojů, které využívají k přenosu sil tlaků kapaliny. Hydraulika je používána především v těžkém strojírenství, u lisů, na jeřábech a na mobilních stavebních strojích. Další důležitou oblastí použití hydrauliky jsou obráběcí stroje a linky, používající hydraulické upínání a hydraulické mechanismy pro manipulaci s výrobky při transportu. [1]

Vlastnosti hydrauliky:

- prostorově malé konstrukční jednotky přenášející velké síly
- rychle, jemně a stupňovitě přestavitelné rychlosti pohybů válců a motorů
- jednoduché zabránění přetížení omezením tlaku
- viskozita hydraulického oleje je závislá na teplotě
- vznikají ztráty prosakováním
- náchylnost ke kmitání a hlučnosti. [1]

#### 3.1 Hydraulická čerpadla

Čerpadla přenášejí mechanickou energii do hydraulické kapaliny stálým vytlačováním tlakové kapaliny ze sacího potrubí do tlakových rozvodů. Podle druhu součástí, vytvářejících kompresní prostory čerpadla se rozlišují zubová, šroubová, lopatková a pístová čerpadla. Objem kapaliny vytlačený při jedné otáčce (nebo periodickém pracovním taktu) čerpadla se nazývá výtlačný objem  $V$ . Výtlačný objem násobený kmitočtem (např. otáčkami  $n$ ) čerpadla dává objemový průtok  $Q$ , který je u neřízených čerpadel konstantní. U přestavitelných čerpadel je možné měnit objemový průtok čerpadla plynule změnou objemu výtlačného objemu čerpadla. V tlakovém rozvodu hydraulické kapaliny vzniká tlak tehdy, kladou-li pohony na konci tlakových rozvodů proudící kapalině odpor. Odpor kladený kapalině je dán zatížením pohonů nebo nastavením přetlakových pojistných ventilů. [1]

##### 3.1.1 Zubová čerpadla

Zubové čerpadlo s vnějším ozubením je tvořeno dvěma vně ozubenými koly stejného průměru, z nichž jedno je poháněné. Při otáčení kol je hydraulická kapalina přemísťována v mezerách mezi zuby kol podél válcových stěn komory čerpadla z nasávací strany na výtlačnou stranu. Zuby kol zapadají tak těsně, že zabraňují zpětnému proudění kapaliny. Zu-

by přitom uzavírají mezery dříve, než je z mezer mezi koly úplně vytlačena kapalina, která pak uniká ze zmenšujících se uzavřených dutin za velkého hluku. [1]

Zubová čerpadla s vnějším ozubením jsou odolná proti znečištění, nepříznivým podmínkám nasávání a proti kolísání viskozity hydraulické kapaliny. Používají se pro tlak do 300 bar, mají velkou životnost a jsou hlučné. Zubové čerpadlo s vnitřním ozubením má vnitřně ozubené kolo poháněné vnitřním ozubeným pastorkem. Kapalina je nejprve vedena mezerami mezi zuby pastorku podél plochy vnitřního bloku a pak vytlačována ze zmenšujících se dutin mezi zuby přes otvory do drážky nad výtlačným otvorem. Díky dlouhému plynulému záběru ozubení, mezi kterými není vůle, má čerpadlo poměrně tichý chod. [1]

Ve stabilních hydraulických zařízeních se používají přednostně zubová čerpadla s vnitřním ozubením pro jejich tichý chod. Mají všechny výhody zubových čerpadel s vnějším ozubením, jsou však dražší. [1]

### 3.1.2 Šroubová čerpadla

Šroubová čerpadla se používají pro velké objemové průtoky při malých tlacích. Skládají se ze dvou vřeten se šnekovým ozubením, která do sebe těsně zapadají jako kola s šikmým ozubením a při otáčení vedou kapalinu v posouvajících se dutinách podél stěn pouzdra od sacích otvorů k výtlačným otvorům. Těsně přiléhající závity vřeten brání zpětnému toku kapaliny mezi vřeteny. Vzhledem k plynulému nepřerušovanému záběru vřeten má čerpadlo velmi tichý chod a výstupní objemový průtok je plynulý, nepulzující. [1]

### 3.1.3 Lopatková čerpadla

Lopatková komorová čerpadla jsou vyráběna jako konstantní nebo jako přestavitelná čerpadla. V rotoru konstantního čerpadla jsou radiální drážky a v drážkách jsou zasunuté lopatky, které jsou při otáčení rotoru tlačeny odstředivými silami na stěny komory a vytvářejí kompresní komory. Z důvodu symetrického zatížení hřídele jsou sací i kompresní části komory symetricky zdvojeny. [1]

U přestavitelných lopatkových komorových čerpadel může být měněn objem kompresních komor. Lopatky kloužou po vnitřní straně kruhového prstence, který může být excentricky přesouván. Excentrickým přesouváním se změní stupeň komprese a tím i výstupní objemový průtok. [1]

Lopatková komorová čerpadla dávají plynulý objemový průtok, pracují tiše, lze snadno měnit jejich díly, je možné je kombinovat s jinými typy čerpadel. K nevýhodám těchto



čerpadel patří citlivost na poruchy v nasávání, na překročení otáček, na změny viskozity vlivem teploty a na znečištění hydraulického oleje. [1]

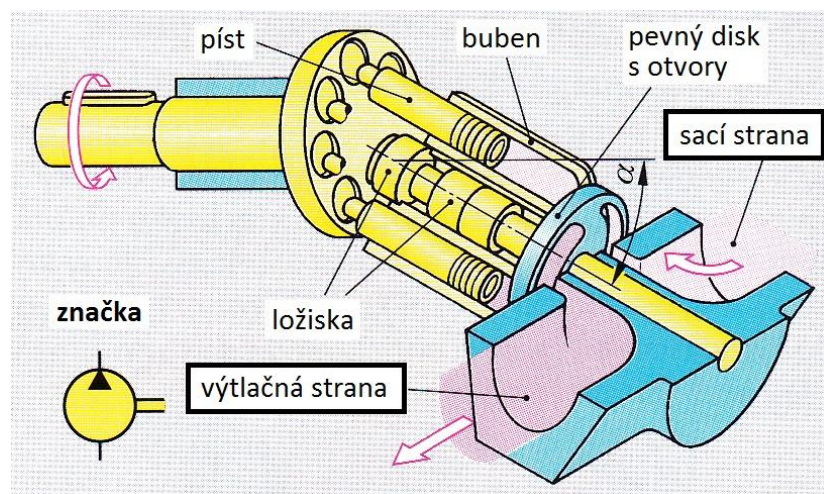
### 3.1.4 Pístová čerpadla

Kompresní prostory pístových čerpadel jsou tvořeny válci a písty, slícovanými tak, aby umožnily těsný pohyb s nepatrným průsakem při velkém tlaku a s vyhovujícím třením. Pístová čerpadla se proto používají pro střední a velké hydraulické tlaky. Podle poloh pístů vzhledem k hnací hřídeli jsou rozlišována axiální a radiální pístová čerpadla. [1]

V axiálních pístových čerpadlech se pohybují písty paralelně s osou otáčení hnacího hřídele, nebo jsou směry jejich pohybů od osy otáčení odkloněny o úhel velikosti do  $40^\circ$ . Písty radiálního čerpadla se pohybují kolmo k ose rotace. Jsou vhodná pro střední a vysoké tlaky od 150 do 500 bar. [1]

Axiální pístová čerpadla dělíme na:

- axiální pístové čerpadlo s šikmou osou
- axiální pístové čerpadlo s šikmým diskem



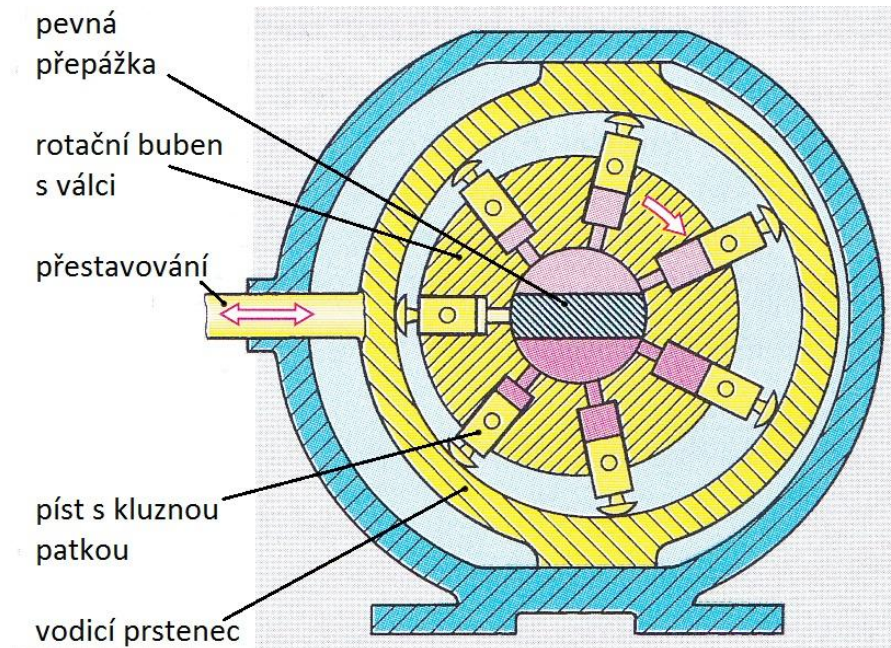
Obr. 17. Axiální pístové čerpadlo s šikmou osou [1]

V radiálním pístovém čerpadle se pohybují písty kolmo k ose pohonu čerpadla. Díky výhodnému přenosu sil na písty mohou tato čerpadla pracovat s velkým tlakem. [1]

Rozlišují se čerpadla:

- radiální pístové čerpadlo s obvodovým ovládním pístů (rotující písty jsou stlačovány vnitřní stěnou pevného prstence)

- radiální pístové čerpadlo s centrálním ovládním pístů (písty nehybných válců jsou stlačovány rotující vačkou) [1]



Obr. 18. Přestavitelné radiální pístové čerpadlo [1]

### 3.2 Hydraulické zásobníky

Energie hydraulické kapaliny může být dočasně přeměněna na energii napnuté pružiny nebo energii zvednutého břemene a v případě potřeby předána zpět kapalině. Tímto způsobem může být energie uchována. Ve většině případů je však uchování energie dosaženo stlačením určitého objemu plynu. [1]

Funkce hydraulického zásobníku:

- uchování energie
- tlumení výkyvů tlaku
- vyrovnávání nerovnoměrného odběru objemového průtoku
- doplňování ztrát únikem hydraulické kapaliny
- uchování rezervy energie pro případ nouze.

Hydraulické zásobníky jsou různého konstrukčního provedení. [1]

**Membránové zásobníky** bývají menších objemů mezi 0,1 až 4 litry a membrána napínaná plynem má přibližně polokulový tvar. [1]

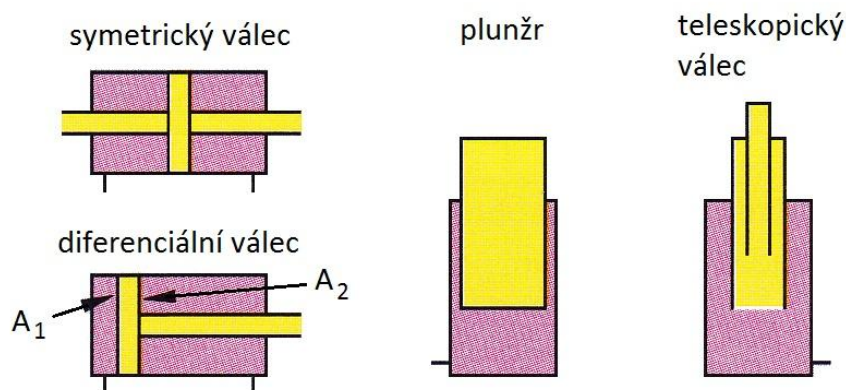
**Měchové zásobníky** mají plastový měch, který odděluje stlačený dusík od kapaliny. Tyto zásobníky mívají objem do 200 litrů. [1]

**Pístové zásobníky.** V pístových zásobnících odděluje kapalinu od plynu píst. Pro zvětšení schopnosti akumulovat energii může být vzduchová komora propojena s lahvemi se stlačeným dusíkem. [1]

### 3.3 Jednotky hydraulických pohonů

#### 3.3.1 Jednočinné hydraulické válce

Jednočinné válce s plnými válcovými písty (bez ojnic a křížáků) se nazývají plunžry, jejich písty jsou vytlačovány hydraulicky a zatlačovány zpět vnější silou (vahou zvedaného mechanismu). Díky dlouhému válcovému pístu jsou plunžry pevné na vzpěr i ve vysunuté poloze. Výhodou je jednoduchá konstrukce a dobrá těsnost proti prosakování oleje, který působí tlakem jen na jednu stranu pístu. [1]



Obr. 19. Hydraulické válce [1]

#### 3.3.2 Dvojčinné hydraulické válce

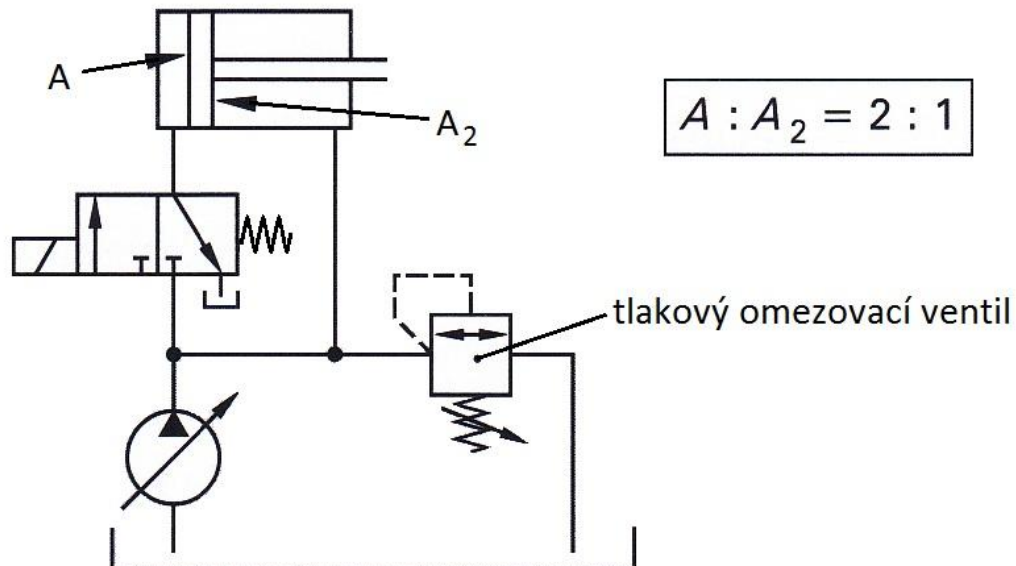
Tyto válce mají jednostranně nebo oboustranně vyvedené pístní tyče. Dvojčinné válce s jednostranně vyvedenou pístní tyčí (pístnicí) se nazývají také diferenciální válce. [1]

##### Diferenciální válec

Při použití pro diferenciální ovládání (různými silami při stejných tlacích) nebo ovládání s obtékáním pístu je potřeba dodržet poměr plochy mezikruží mezi pístní tyčí a válcem a plochy pístu na straně bez pístnice na hodnotě 1:2. Při stejném tlaku kapaliny na obou stranách pístu pak výsledná síla vysouvá pístní tyč z válce. Při poměru ploch pístu 1:2 se po-

hybuje píst při zpětném směru (zasouvání), při přívodu tlakového oleje jen na stranu pístu s pístnicí, stejnou rychlostí jako při vysouvání (při stejných tlacích na obou stranách pístu).

[1]



Obr. 20. Zapojení diferenciálního válce s obtékáním

### 3.3.3 Dvojčinné symetrické hydraulické válce

Tyto válce mají oboustranně vyvedenou pístní tyč. Pohyby v obou směrech jsou při stejných tlacích stejně rychlé bez použití průtokových ventilů. Stejně jsou i síly v obou směrech pohybu. Nevýhodou je velká stavební délka válců. [1]

### 3.3.4 Kyvné motory

Kyvné motory jsou používány pro pohon kyvných mechanismů s rozsahem otáčení (kývání) od 50° do 360°. Jsou robustní a přenášejí v malém prostoru velké silové momenty, a to nezávisle na úhlech kývání. Podle konstrukce se rozlišují lopatkové kyvné motory, kyvné motory s posuvným pístem a kyvné motory s krouživým pístem. Kyvné motory jsou používány pro uzavírání, otevírání či přestavování klapek, pro pohyby části transportních zařízení a pro uchopení či upnutí předmětů. [1]

### 3.3.5 Hydraulické motory (hydromotory)

Hydraulické motory jsou z hlediska toku energie opakem hydraulických čerpadel. Mění energii hydraulické kapaliny na mechanickou energii. [1]

### **Zubové motory**

Jsou hydraulické motory s ozubenými koly, bývají konstruovány pro tlaky do 250 barů. Jsou cenově výhodné, masivní a pevné konstrukce, bezúdržbové a zabírají relativně malý prostor. Nevýhodami jsou velké tření a tím je dána horší účinnost a velká hlučnost. Při rozběhu nemohou být zatíženy. [1]

### **Lopátkové komorové motory**

Jsou před zubovými motory upřednostňovány díky jejich menšímu objemovému průtoku. V provedení se čtyřmi tlakovými komorami uspořádanými do dvojic protilehlých komor může být přítok kapaliny odstupňovaný. K výhodám lopátkových komorových motorů patří rovnoměrný chod, malá hlučnost, velká životnost, jsou malé a levné. K nevýhodám patří menší otáčky, nutnost jemné filtrace oleje. [1]

## **3.4 Hydraulické ventily**

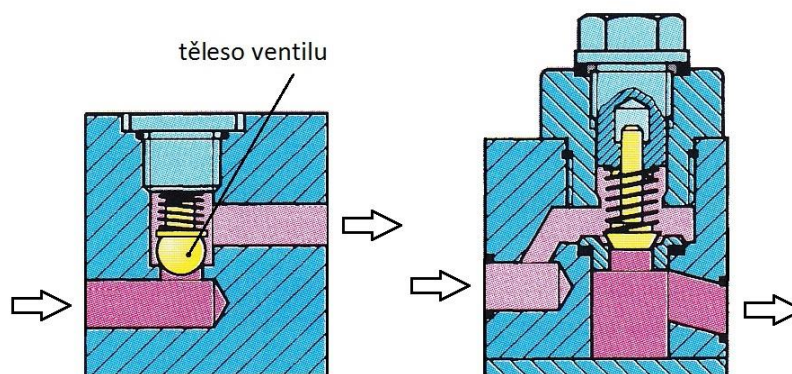
Ventily přestavují cesty hydraulické kapaliny, mění objemové průtoky a tlaky kapaliny v tlakových rozvodech a tím mění směry pohonů, rychlosti i síly a momenty hydraulicky poháněných válců a motorů. Podle konstrukce se rozlišují sedlové ventily a šoupátkové ventily s pístovými šoupátky (pístové ventily). [1]

### **Sedlové ventily**

Mají kruhové dosedací plochy a jako ventilové těleso používají ventilový talíř, kouli nebo kužel. [1]

Vlastnosti sedlových ventilů:

- uzavírají velmi těsně a mají malé ztráty průsakem
- jsou vhodné i pro málo viskózní tekutiny jako např. vodu, protože nevyžadují mazání
- jsou necitlivé na nečistoty
- vyžadují velké ovládací (přítlačné) síly [1]



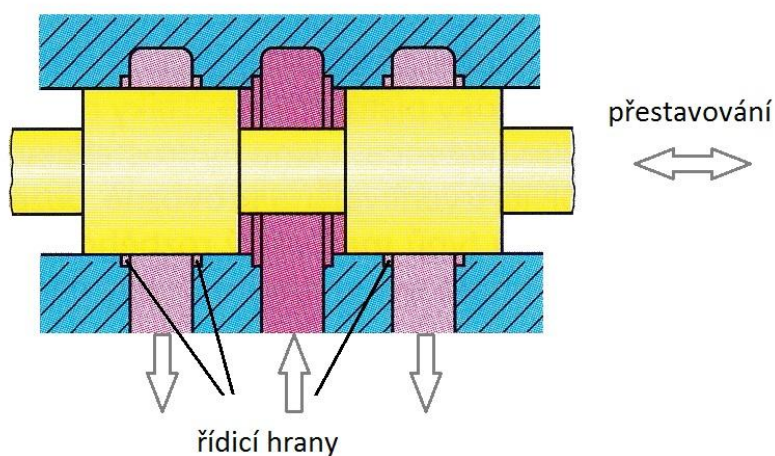
Obr. 21. Sedlové ventily [1]

### Pístové ventily

Uzavírají a otvírají otvory vývodů ve válcovém plášti přesouváním válcového pístu přes otvory nebo obvodové drážky v plášti ventilu. Hraný pístu, přecházející přes otvory v plášti, se nazývají řídicí hrany. [1]

Vlastnosti pístových ventilů:

- v nastavených polohách nemusí působit na čelní strany pístu žádné síly a přestavování ventilů vyžaduje jen malé síly
- funkce ventilu může být konstrukčně rozšířena např. vestavbou dalšího pístu
- vzhledem k nutné pohybové vůli pístů dochází k průsaku hydraulické kapaliny
- při rychlém proudění kapaliny kolem hran pístů vznikají vibrace při turbulentním proudění, které mohou vést k nestabilitě poloh pístů [1]



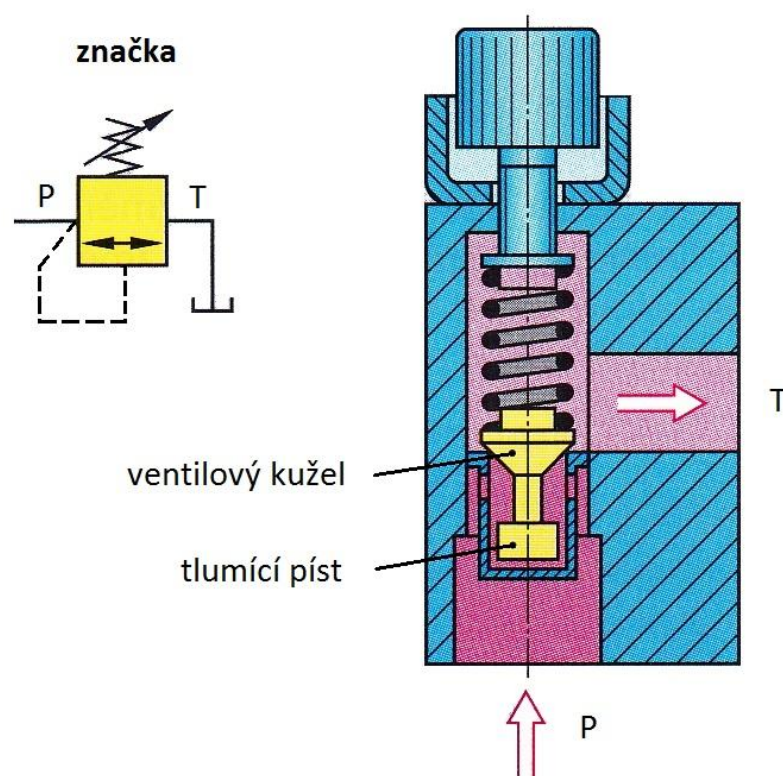
Obr. 22. Pístový ventil [1]

### 3.4.1 Tlakové ventily

Tlakové ventily slouží k omezení tlaku, k připojování a odpojování akčních členů a k udržování konstantního pracovního tlaku. [1]

#### Tlakový omezovací ventil

Jeho úlohou je chránit hydraulické zařízení před přetlakem. Tlačí-li na plochu ventilu kapalina, vzniká síla působící proti nastavitelné síle pružiny. Je-li pružina zcela uvolněna, chová se tlakový omezovač jako průtokový ventil. [1]



Obr. 23. Tlakový omezovací ventil [1]

#### Přednastavený tlakový omezovací ventil

Používají se pro přesné nastavení tlaku při velkém průtoku tlakové hydraulické kapaliny. Skládají se z velkého hlavního ventilu pro řízení objemového průtoku a malého sedlového kuželového ventilu pro nastavení (řízení) tlaku. Na sedlovém kuželovém ventilu je nastaven nejvyšší přípustný tlak. Přesáhne-li tlak v systému tlak nastavený sedlovým ventilem, odtéká přebytek kapaliny do zásobníku, a to přes průtokový (škrticí) ventil vestavený v pístu hlavního ventilu. Pomocí přednastavených tlakových ventilů je možné řídit velké objemové průtoky. [1]

### **Vlečné ventily**

Podobně jako tlakové omezovači ventily mohou být přednastavením vybaveny i jiné tlakové ventily. Vlečný ventil je ovládán vnějším tlakovým signálem na vstupu. Kapalina protékající přednastavovacím ventilem je odváděna bez tlaku výpustným vývodem. [1]

### **Tlakové regulační ventily**

Tlakové regulační ventily (redukční ventily) jsou bez vnějšího vlivu otevřené. U tlakových regulačních ventilů bez odlehčovacích výstupů je pracovní tlak ve vedení za ventilem udržován na konstantní hodnotě. Tlakové regulační ventily se často využívají k omezení přítlačné síly. Omezení je nutné např. při upínání tenkostěnného výrobku. [1]

### **3.4.2 Cestné ventily**

Pomocí cestných ventilů jsou měněny cesty a tím i směry proudění kapaliny, směry pohybů pístů ve válcích a pomocí signálů start a stop jsou nastavovány velikosti pracovních zdvihů. Ve většině případů jsou cestné ventily konstruovány jako šoupátkové pístové ventily, které mají jednoduchou konstrukci. Pomocí členitého pístu, který uzavírá a otevírá různé otvory uvnitř ventilu, je možné sestrojít například 4/3-cestný ventil ovládaný dvěma elektromagnety. Cestné hydraulické ventily mohou být ovládány mechanicky, pneumaticky, hydraulicky nebo elektromagneticky. Nouzové ovládání většiny ventilů je ruční. [1]

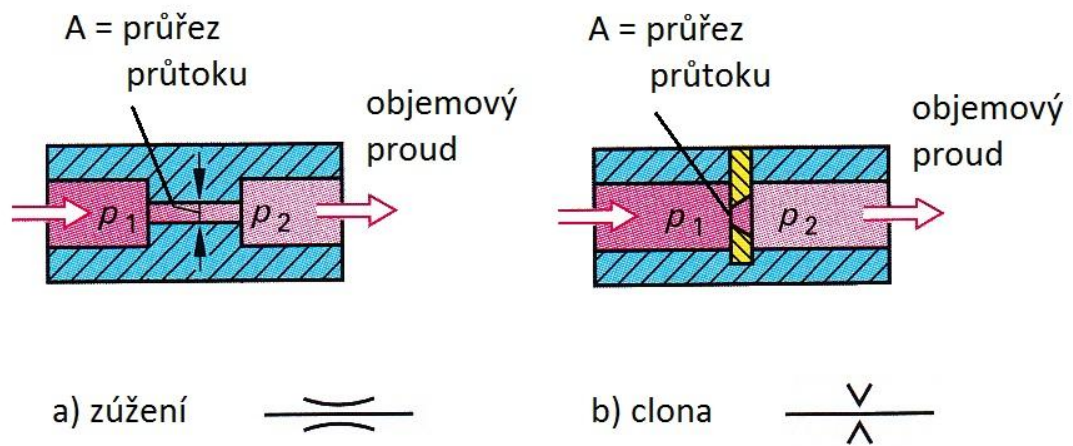
### **3.4.3 Blokovací ventily**

Blokovací ventily se přestavují tlakem proudící kapaliny a nejsou řízeny vnějšími signály. Jejich úlohou je uzavírat průtok v jednom směru. Nejdůležitějším blokovacím ventilem je zpětný ventil, pracující na stejném principu jako pneumatický zpětný ventil. Je proveden většinou jako dobře těsnící sedlový ventil s kuželovým nebo s kulovým uzávěrem. [1]

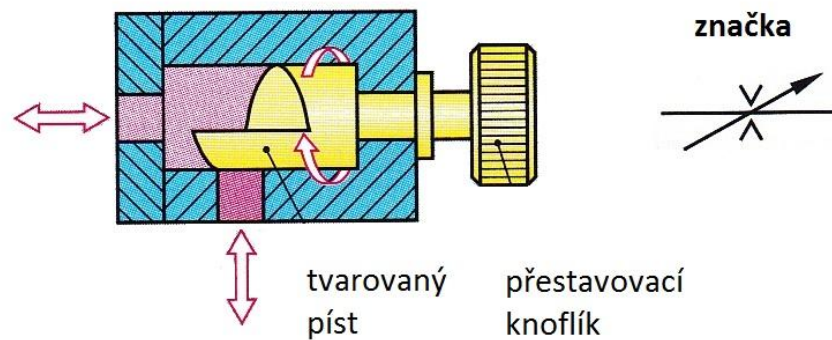
### **3.4.4 Průtokové ventily**

Objemový průtok tlakové kapaliny může být zmenšen zmenšením průtočného průřezu. Tímto způsobem je možné zmenšit rychlost pohybu akčních členů. Podle konstrukce rozlišujeme škrticí ventily a clonové ventily, podobně jakou pneumatických ventilů. [1]





Obr. 24. Škrťací a clonový ventil [1]



Obr. 25. Stavitelný clonový ventil [1]

### 3.5 Hydraulické kapaliny

Hydraulická kapalina přenáší síly, zlepšuje mazáním vzájemný skluz mechanických částí, chrání kovy před korozi, odvádí ztrátové teplo a odplavuje nečistoty. Používají se většinou minerální oleje, které díky svým vlastnostem vyhovují pro požadovanou aplikaci. Hydraulické oleje nejsou zcela nestlačitelné. Při zvýšení o 100 bar zmenší svůj objem zpravidla o 0,65 % (pokud neobsahují vzduch). To může způsobovat kmity v dlouhém tlakovém vedení. S rostoucí teplotou se zvětšuje objem oleje. Při zvýšení teploty o 10 °C přibližně o 0,65 %. Při takovémto zvýšení může dojít k nechtěnému zvýšení tlaku. [1]

#### 3.5.1 Minerální oleje

Hydraulické kapaliny na bázi minerálních olejů se dělí do několika skupin:

- **Hydraulické oleje H** jsou trvanlivé bez zvláštních přísad (aditiv).

- **Hydraulické oleje HL** obsahují aditiva pro zvýšení trvanlivosti a zlepšení ochrany proti korozi. Používají se při vyšších teplotách a při nebezpečí koroze.
- **Hydraulické oleje HLP** obsahují přísady pro snížení opotřebení. Používají se u mechanismů, které se rozbíhají z klidového stavu nebo jsou namáhány jinými druhy smíšeného tření.
- **Hydraulické oleje HV** obsahují aditiva zmenšující pokles dynamické viskozity s rostoucí teplotou. Jsou určeny pro použití při velkém rozpětí teplot (stavební stroje).
- **Hydraulické oleje HLPD** jsou schopny pohlcovat vnikající vodu, vytvářet s vodou emulzi a snižují korozi. [1]

### 3.5.2 Málo vznětlivé hydraulické kapaliny

Označují se HF a používají se v prostředí s nebezpečím exploze nebo při možnosti kontaktu s plamenem (kovací lisy). Nejčastěji používané HF kapaliny jsou:

- **Hydraulické kapaliny HFA.** Jedná se o emulzi oleje a vody (80 až 90 %). Tato kapalina je levná a poměrně šetrná k životnímu prostředí. Má malou viskozitu a nechrání proti opotřebení. Má velké ztráty průsakem, není odolná proti zamrznutí. Používá se jen pro nízké provozní tlaky.
- **Hydraulické kapaliny HFC** je roztok polyglykolu ve vodě, které mírně chrání proti opotřebení.
- **Hydraulické kapaliny HFD** jsou drahé syntetické kapaliny bez příměsí vody s dobrou ochranou proti opotřebení, ale s velkým teplotním kolísáním dynamické viskozity. [1]

## 4 ELEKTROINSTALACE

Elektrický řídicí systém se skládá z elektrického nastavovacího členu (např. servomotoru) a z elektrické řídicí jednotky. Nejjednodušší elektrické řízení (ovládání) je spínačem ovládaný elektromotor, pracující jako pohon posuvu obráběcího stroje. Motor se spínačem tedy řídí průběh činnosti stroje nejjednodušším způsobem, a může být vypnut nebo zapnut. K řídicí jednotce patří ještě bezpečnostní a ukazovací zařízení, jako např. hlídání teploty a signalizace žárovkami. Uskutečňuje-li se řízení spínáním elektrických kontaktů, mluvíme o kontaktním řízení. V opačném případě mluvíme o bezkontaktním řízení nebo o elektronickém řízení. [1]

### 4.1 Senzory

Namísto koncových spínačů jsou často používány bezdotykové přibližovací spínače.

Indukční přibližovací spínače spínají při přiblížení kovových předmětů. Používají se jako koncové spínače ve spojení s kovovými (přibližovacími) palci. [3]

Kapacitní přibližovací spínače reagují na látky s odlišnou dielektrickou konstantou, než má vzduch, zvláště kapaliny. Hodí se proto k hlídání a regulaci výšky hladiny vody nebo jiné kapaliny. [3]

Optoelektronické přibližovací spínače reagují na odražené světlo vysílané infračerveným nebo laserovým impulzním zdrojem. Na denní světlo a běžné osvětlení nereagují. [3]

Ultrazvukové přibližovací spínače měří časové zpoždění echa, tj. ozvěny odražené od blízkého předmětu a z něj určují vzdálenost a spínají tehdy, když klesne vzdálenost blízkého předmětu pod nastavenou mez. [3]

#### 4.1.1 Indukční senzory

Indukční senzory, zvláště v provedení senzorů přiblížení, mají široké použití v automatizaci průmyslu. Pracují samozřejmě bezdotykově, bez zpětného působení a jsou díky uzavřenému pouzdru odolné vůči vlivům provozního prostředí a tím se vyznačují vysokou spolehlivostí. Indukční senzor je zcela polovodičový prvek, pracuje s vysokou spínací frekvencí, a pokud nedojde k jeho mechanickému poškození, má téměř neomezenou životnost. Typickými příklady použití jsou:

- náhrada mechanických koncových spínačů
- zpětné hlášení polohy akčního členu (ventilu, pohonu)

- inspekční úloha (přítomnost, správná poloha a zjišťování chybějících částí)
- počítání kusů
- regulační úlohy (poloha, rychlost) [3]

Princip činnosti: Aktivním prvkem indukčního senzoru je cívka umístěná na jádru poloviny feritového hrníčku. Vysokofrekvenční střídavý proud generovaný oscilátorem protéká cívkou a vytváří magnetické pole, které vystupuje z otevřené strany hrníčku. To je také aktivní plocha senzoru. [3]

#### 4.1.2 Kapacitní senzory

Kapacitní senzory přiblížení pracují právě tak, jako indukční senzory, bezdotykově, bez zpětného působení a s polovodičovým výstupem. S kapacitními senzory se nechají detekovat nevodivé i vodivé materiály. Většinou se používají jako senzory přiblížení, vyrábějí se však i v analogovém provedení. Příklady použití:

- snímání nekovových předmětů
- hlídání hladin kapalin a sypkých hmot [3]

Princip činnosti: Aktivním prvkem kapacitního senzoru je kotoučová elektroda uvnitř válcového pouzdra, které působí jako stínění. Obě tyto elektrody vytvářejí kondenzátor se základní kapacitou. Přiblížením clonky ke snímací ploše senzoru se změní kapacita. Kondenzátor je součástí RC oscilátoru, jehož výstupní napětí je závislé na aktivní kapacitě mezi elektrodou senzoru a stíněním. Výstupní napětí oscilátoru je usměrněno, vyfiltrováno a přivedeno do obvodu, který potlačí případné poruchy signálu. Tím je k dispozici řídicí signál pro koncový stupeň. [3]

#### 4.1.3 Magnetické senzory

Magnetické senzory jsou založeny na principech známých z měření magnetického pole. Zdrojem magnetického pole bývá trvalý magnet, který je umístěn na snímaném předmětu. Méně častý případ je, že magnet je součástí senzoru (pod čelní plochou). Snímaný předmět musí být pak feromagnetický. [3]

Nejčastější příklady aplikace:

- snímání poloh pneumatikových válců
- snímání hladin kapalin a sypkých materiálů (magnet je v plováku)
- jednoduché identifikační systémy [3]

#### 4.1.4 Ultrazvukové senzory

Doplníme-li měnič o další funkční prvky, vznikne přístroj, se kterým je možno měřit vzdálenost nebo tvar zjišťovaného předmětu. Takový přístroj se pak nazývá ultrazvukový senzor. [3]

Ultrazvukové senzory pro měření vzdálenosti pracují na principu měření času odezvy (echa). Poněvadž se vyhodnocení odezvy provádí na stejném místě, jako byl ultrazvukový signál vyslán, označuje se takový způsob snímání jako reflexní nebo difuzní podle analogie s optickými senzory. Měnič vyšle několik impulzů (signál), které se šíří daným prostředím rychlostí zvuku. Narazí-li tato dávka na nějaký předmět, část vlnění se odrazí, a dojde po době návratu zase zpátky k senzoru. Odezva, která se vrátí, je detekována buď stejným měničem, nebo samostatným druhým měničem (přijímačem), a potom zesílena v následujícím zesilovači na signál schopný dalšího zpracování. Vyhodnocovací elektronika zjišťuje vzdálenost předmětu. [3]

Jestliže se pro vyslání a příjem používá jediný měnič, mluví se potom o systému jednoduchém. Toto provedení je nejčastější. Pokud se pro vysílání a příjem používají dva samostatné a oddělené měniče, nazývá se tento systém dvojitý. Nevýhodou jednoduchého systému je, že po vyslání impulzu až k možnému příjmu odezvy musí senzor nečinně čekat po dobu, kdy měnič dokmitává. Teprve když hodnota přijaté odezvy je větší než amplituda dozívajícího měniče, může být odezva zjištěna. Následkem mrtvého času mají ultrazvukové měniče s jednoduchým systémem těsně u senzoru nefunkční pásmo, nazývané mrtvá zóna, v němž nemůže být žádná odezva detekována. [3]

#### 4.1.5 Optické senzory

Optické senzory, nazývané přesněji optoelektronické nebo fotoelektronické, dnes představují z pohledu funkčního rozsahu a s tím spojených aplikačních možností, nejvíce používané senzory v průmyslové automatizaci. Při montážních technologiích sou používány v jednoduchých binárních aplikacích, bezpečnostních aplikacích, inspekčních úlohách během výroby, ale i v náročných měřicích a kontrolních úlohách na konci výrobního procesu. Některé typické aplikace optických senzorů:

- dopravníkové úlohy
- detekce přítomnosti
- detekce značek

- kontrola plnění/obsahu
- kontrola polohy/velikosti
- kontrola chybějících částí
- regulace polohy navíjených pásů
- hlídání rozměrů na velké vzdálenosti
- hlídání hladin
- inspekční úlohy s rozlišením barvy [3]

Jedním z důvodů rostoucího zájmu o optosenzory jsou stále menší rozměry a stále stoupající výkonnost. Používají se především tam, kde je požadována větší spínací vzdálenost. Jejich další výhodou je zejména necitlivost vůči rušivým elektromagnetickým polím a hluku. Nevýhodou je menší odolnost vůči vlhkosti, silnému znečištění a infračervenému záření. [3]

## 4.2 Programovatelné logické automaty

Programovatelné logické automaty nacházejí své uplatnění prakticky ve všech oblastech průmyslu. Lze je použít na řízení strojů, výrobních linek, kontrolu výrobních procesů a sběr dat, ale i na řízení vytápění a klimatizace v budovách, pro výstražné a zabezpečovací systémy, regulaci spotřeby elektrické energie apod. [16]

Programovatelný logický automat - tzv. PLC (Programmable Logic Controller) je zařízení, jehož základem je programovatelný mikropočítač s možností uložení a automatického spuštění programu po zapnutí automatu. Další nedílnou součástí PLC jsou vstupy a výstupy. Těmi je automat schopen na jedné straně sbírat informace ze svého okolí a na straně druhé připojená zařízení řídit a regulovat. Automaty většinou obsahují i obvod reálného času, poskytující informaci o aktuálním čase a datu. Důležitá je i možnost rozšiřování systému do budoucna a komunikační možnosti, např. vizualizace řízeného procesu na PC, stahování dat na PC, propojení přes telefonní modem atd. [16]

Z hlediska konstrukce se PLC dělí:

- Kompaktní systém: je takový systém, který v jednom modulu obsahuje CPU (Central Processor Unit), digitální a analogové vstupy/výstupy a základní podporu komunikace, v některých případech i zdroj. Rozšiřitelnost kompaktních systémů je omezena.

- Modulární systém: je takový systém, kde jsou jednotlivé komponenty celku rozděleny do modulů. Celý systém PLC se potom skládá z modulů: zdroje, CPU, vstupů/výstupů, funkčních modulů. Modulární systém je možno dále rozšiřovat a to v nepoměrně větším rozsahu než u kompaktních systémů. Lze ve zkratce říci, že nasazení adekvátního PLC na jakoukoliv aplikaci automatizace nebo měření a regulace není nikdy špatnou volbou. Kdyby nic jiného, přináší do budoucna flexibilitu pro další úpravy a rozšiřování a dává svým uživatelům kvalitní možnosti ovládání a komunikace s řízeným systémem [16]



Obr. 26. Kompaktní PLC Siemens LOGO! [17]

Během navrhování jednoúčelového stroje je potřeba zvážit několik kritérií pro volbu PLC:

- počet vstupů a výstupů
- druhy vstupů a výstupů (analogové, digitální)
- možnost budoucího rozšíření
- připojení k síti (Ethernet)

Počet vstupů PLC je závislý na tom, kolik snímačů, přístrojů a čidel nám poskytuje data, které vyhodnocujeme. Stejně tak je tomu s výstupy. Druh vstupu je odvozen od toho, jaký druh signálu potřebujeme zpracovat. Například pro dráhový snímač polohy, který posílá do PLC hodnoty od 0 do 10 voltů, je nutné analogový vstup a naopak pro bezpečnostní brány nebo kontrolu přítomnosti založeného dílu, je zapotřebí digitální vstup.

Při každém návrhu je třeba brát v úvahu, zda se v budoucnu nepočítá s rozšířením funkcí stroje (připojení dalších senzorů, zapojení bezpečnostních prvků, atd.) nebo připojením na lokální síť.

Připojení na síť umožňuje využít dalšího potenciálu PLC, kde program zapisuje získaná data z výroby a po jejich vyhodnocení může být výrobní proces modifikován a optimalizován.

### 4.3 Konstrukční prvky elektrického kontaktního řízení

Nejdůležitějšími prvky elektrického kontaktního řízení jsou spínací přístroj, zástrčky, ukazatele a spojovací vodiče. K přehlednému zobrazení řídicího systému slouží schéma zapojení. Ve schématech jsou konstrukční prvky zobrazeny normovanými funkčními symboly, nazývanými značky pro elektrická schémata nebo schematické značky. Schematické značky spínacích přístrojů zobrazují klidový stav kontaktů. Kontakty mohou být z klidového stavu (rozepnutého nebo sepnutého) uvedeny do aktivního stavu prstem (tlačítko), vačkou, narážkou (koncový spínač) nebo elektromagnetem (stykač, relé, krokový spínač) při dálkovém ovládní. [1]

Podle způsobu návratu spínacího přístroje do výchozího (nebo základního) stavu (automaticky, stejně jako při aktivaci nebo napínacím mechanismem) rozlišujeme tlačítkový spínač, volicí spínač nebo zámkový vypínač. Spínač přitom může současně spínat, rozpínat i přepínat více kontaktů jako např. relé. [1]

#### 4.3.1 Tlačítkové spínače

Tlačítkový spínač (spínací přístroj) je v aktivním stavu jen po dobu trvání aktivačního signálu, např. tlaku prstu nebo procházejícího proudu v cívce relé. Tlačítkový spínač, nebo stručně tlačítko, např. zvonkové tlačítko je v aktivním stavu (např. sepnutém) jen po dobu tlaku na ovládací knoflík. Změna stavu (sepnutí, rozpojení nebo přepnutí) se uskutečňuje změnou polohy pohyblivého kontaktu, např. tlakem na tlačítko nebo klávesu. Tlačítko může ovládat více kontaktů, např. 3 spínací a 3 rozpínací. Pružina napínaná při stlačování tlačítka vrátí tlačítko po ukončení tlaku do výchozí (klidové) polohy. Tlačítkovými spínači je často spínána současně se zařízením i světelná signalizace. Tlačítka s velkou červenou hlavou na žlutém pozadí slouží jako nouzové vypínače. [1]

Nouzové vypínače mají vždy rozpínací kontakty, protože nouzová akce musí být vždy zahájena vypnutím, tj. přerušením proudového obvodu. [1]

Koncové spínače ovládané vačkami nebo narážkami signalizují dosažení koncových poloh pohyblivých zařízení, např. suportu (saní) obráběcího stroje. Koncové spínače jsou vyba-



veny mžikovými spínači, které i při velmi pomalém pohybu tlačítka změni velmi rychle polohu kontaktů, tj. mžikově spínají i rozpínají. [1]

Tlačítko koncového spínače může být stlačováno přímo pohybujícím se zařízením přes mezičlánek z tvrdé oceli nebo nepřímo pomocí páky s kladkou. Pákou se zvětší ovládací dráha a zmenší se ovládací síla. Rozdíl dráhy (polohy) ovládače mezi aktivací spínače a deaktivací spínače (návratem do výchozí polohy) se nazývá přepínací diference. [1]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 POŽADAVKY NA STROJ

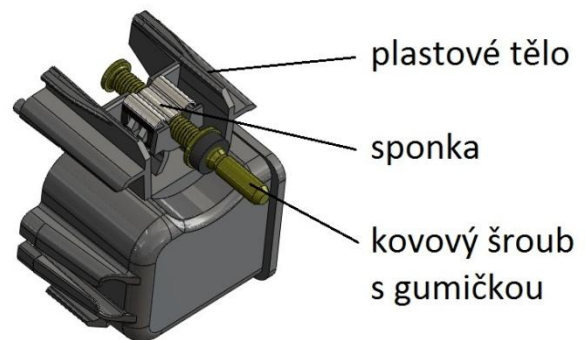
Hlavním úkolem bylo navrhnout jednoúčelový stroj pro montáž stavěcího šroubu do světlometu automobilu. Jelikož jsou v automobilu vždy levý a pravý světlomet, tak i stroj musí zvládat montáž levé i pravé strany zároveň, navíc s možností montáže 2x stejné strany.

Dalším požadavkem byla doba cyklu, která měla trvat 3 sekundy strojního času, se založením pak 15 sekund.

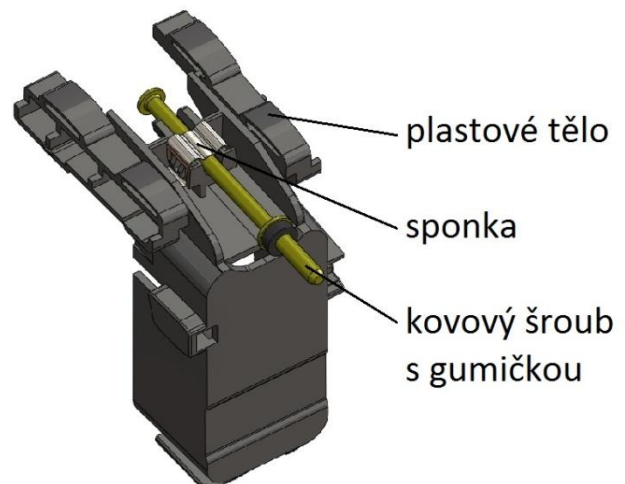
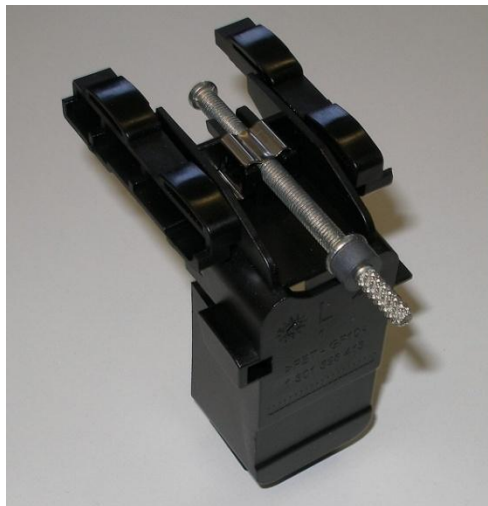
Z hlediska finančních možností zákazníka a počtu kusů montovaných za rok, je zvolen poloautomatický chod stroje, kdy pro založení jednotlivých dílů je vyžadováno obsluhy. To sebou nese nevýhody jako je ovlivnění délky celkového cyklu lidským faktorem nebo nutná instalace optických závor pro přerušení chodu stroje a zamezení poranění od pohyblivých součástí stroje během montážního cyklu. To by se také dalo řešit levnější variantou jakou je dvoutlačítkový spouštěcí systém, ale tím by přišla obsluha o možnost přípravy součástí pro další montáž a cyklus by tak byl delší.

### 5.1 Montované díly

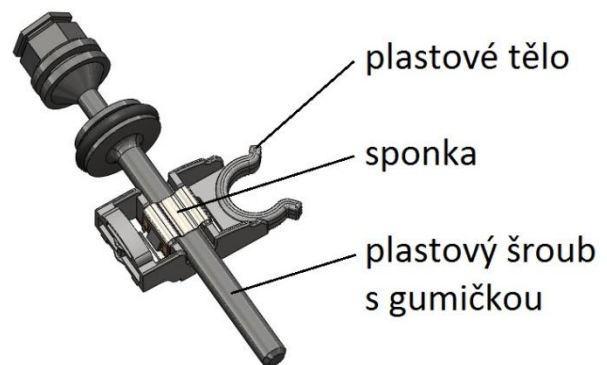
Byly zadány 3 druhy sestav stavěcích šroubů. Jejich základem je vždy plastové tělo, šroub (kovový nebo plastový) s gumičkou a plechová sponka, která spojuje tyto dva díly dohromady.



Obr. 27. Sestava A



Obr. 28. Sestava B

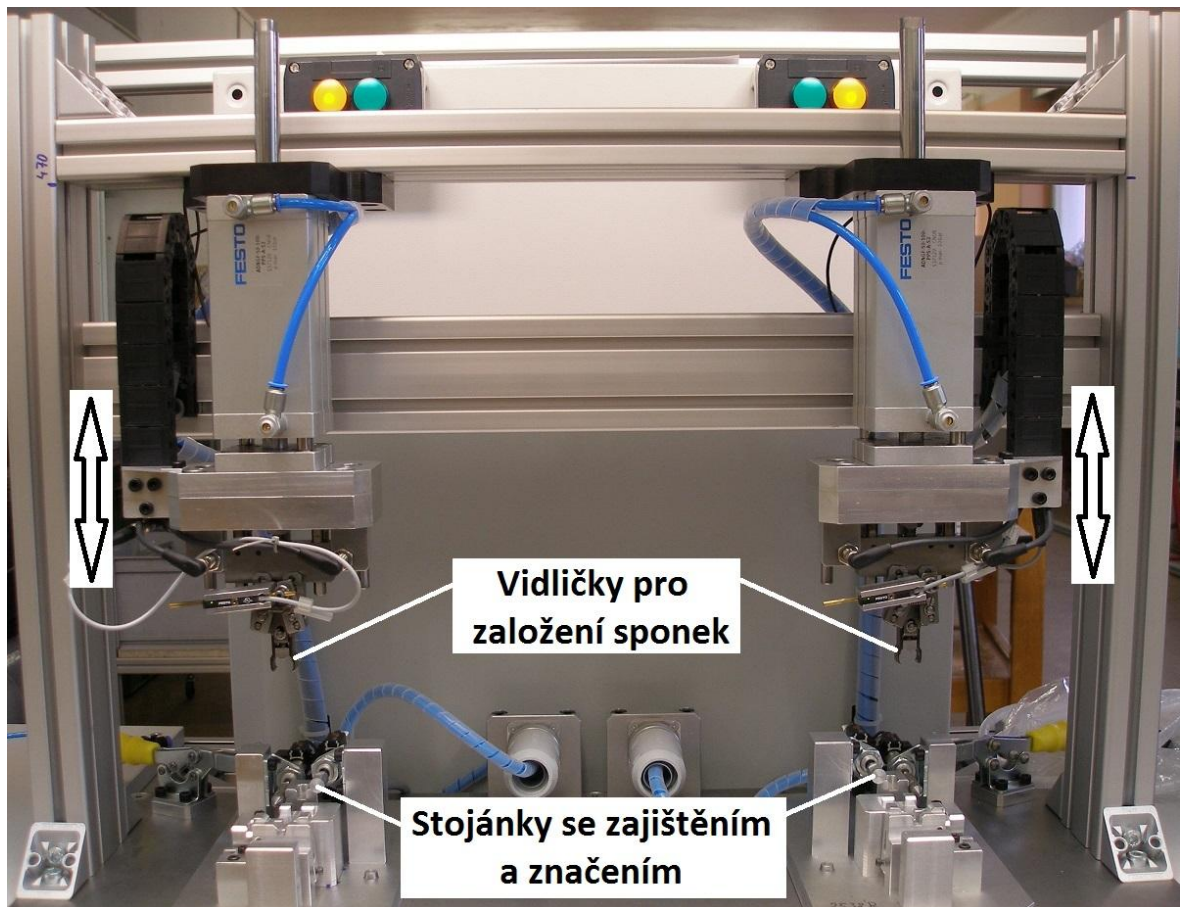


Obr. 29. Sestava C

## 5.2 Funkce a chod stroje

Jak už bylo zmíněno, tak založení dílů obstarává obsluha, která po tomto úkonu stiskne tlačítko (v našem případě aktivuje koncový spínač s pružinou) a tím se spustí pracovní cyklus stroje.

Během pracovního cyklu dojde nejprve k zajištění plastového dílu proti uvolnění a poté k pohybu vidliček držících sponku a pomocí ní k přichytnutí šroubu k plastovému tělu sestavy. Po kontrole správného dosednutí sponky do zobáčků plastového těla následuje mechanické označení plastového těla a odsunu vidličky směrem od sestavy. V poslední řadě je díl uvolněn a může být vyjmut obsluhou, čímž končí celý cyklus.



Obr. 30. Pohled z místa obsluhy

## 6 KONSTRUKCE STROJE

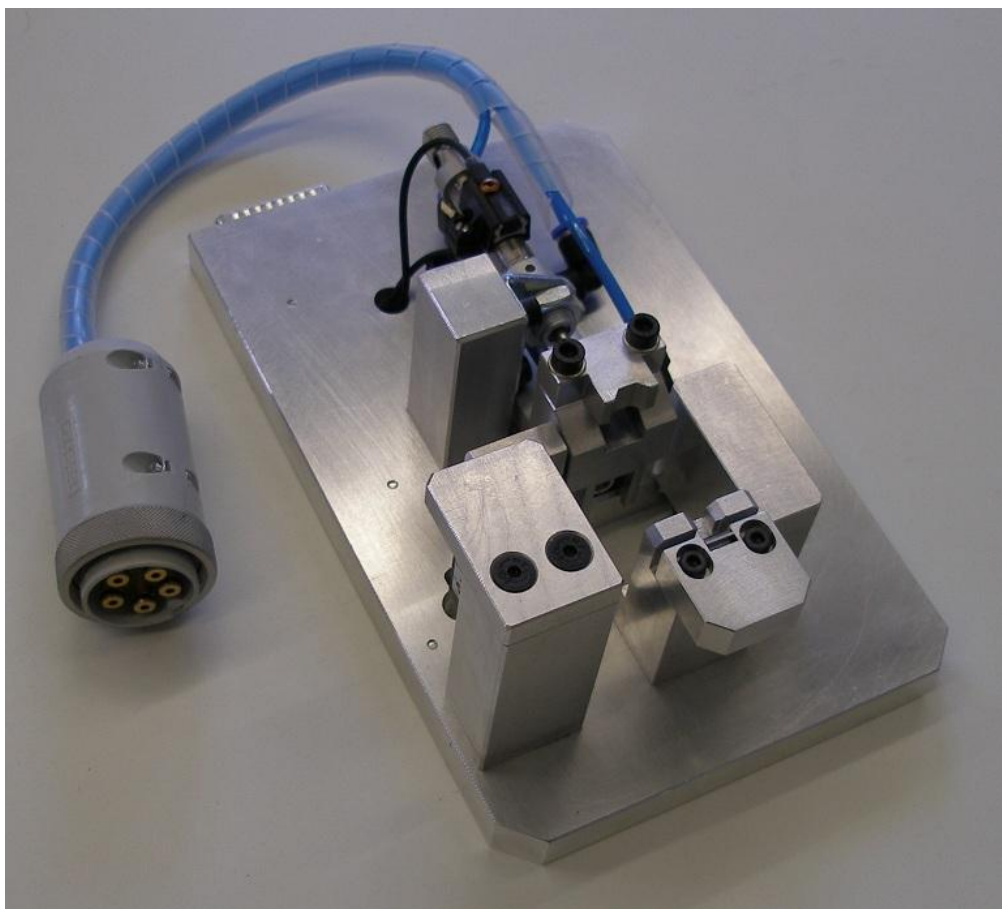
Konstrukce stroje je navržena s ohledem na zvyklosti firmy a zároveň požadavky na případnou jednoduchou úpravu.

### 6.1 Uložení dílů

Jeden z hlavních požadavků byl krátký cyklus. Na to má zejména vliv rychlost založení dílů a jejich vyjmutí po sestavení. Hlavnímu tělesu musí být po založení znemožněn pohyb, protože šroub s tělesem musejí vůči sobě po sestavení zaujímat přesně danou polohu s tolerancí  $\pm 0,5\text{mm}$ .

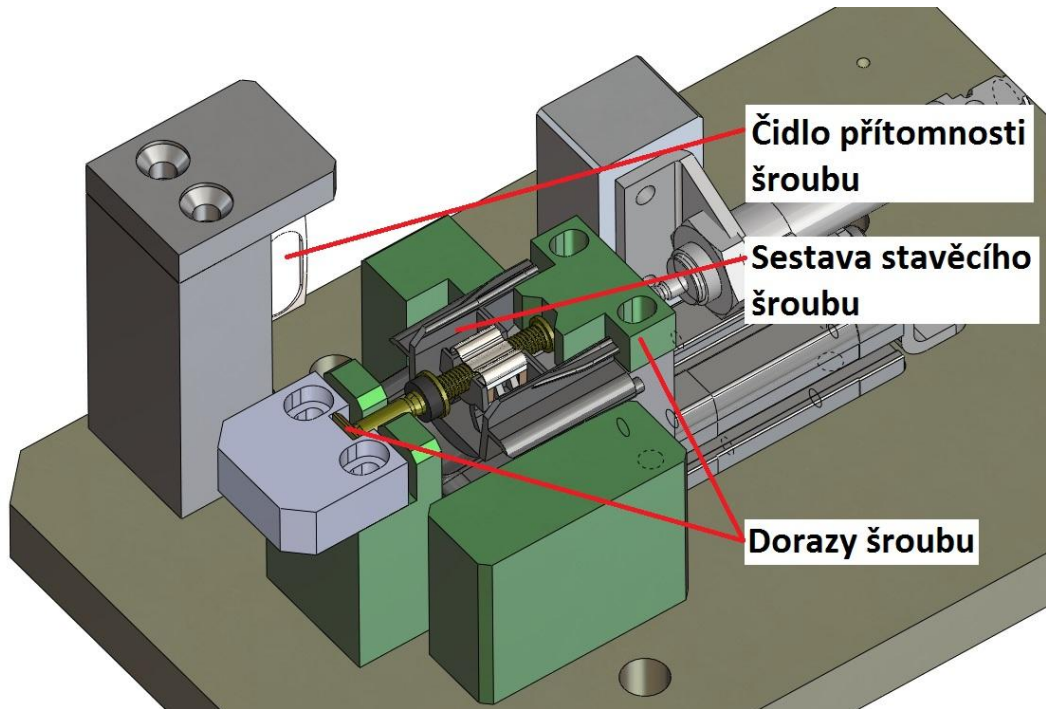
#### 6.1.1 Druhy uložení

Pro každý typ sestavy bylo zapotřebí vyrobit stojánek, který umožní fixaci jednotlivých komponent tak, aby sponka vždy zaskočila ve stejný moment a stejné poloze vidličky a nedošlo tak k nezaskočení (plastový díl příliš nízko), nebo zdeformování sponky (plastový díl příliš vysoko).

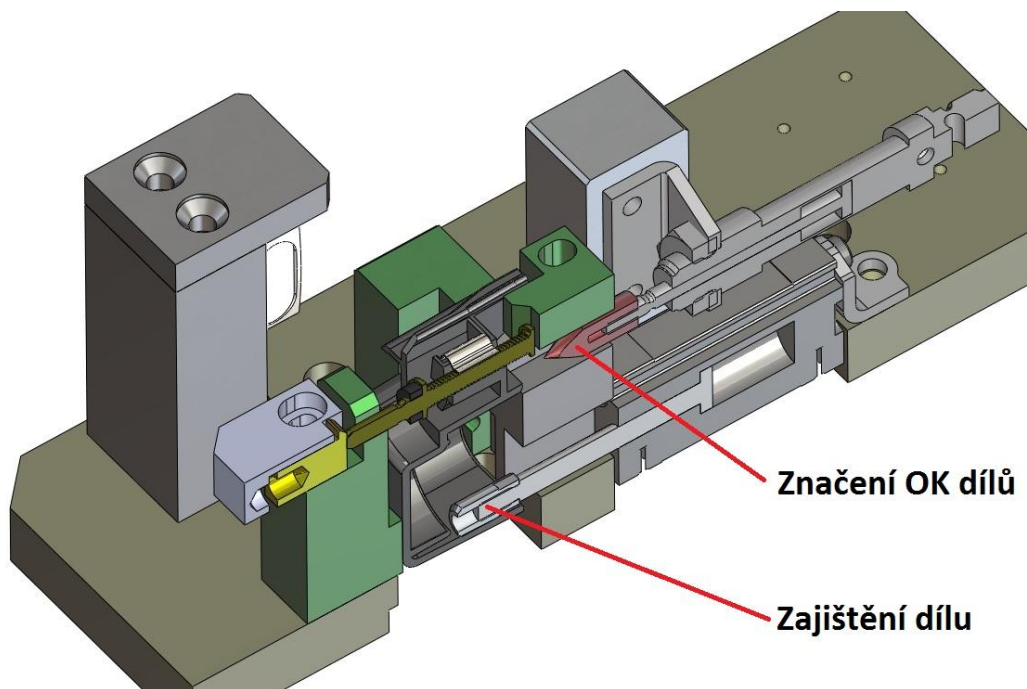


Obr. 31. Stojánek pro sestavu A

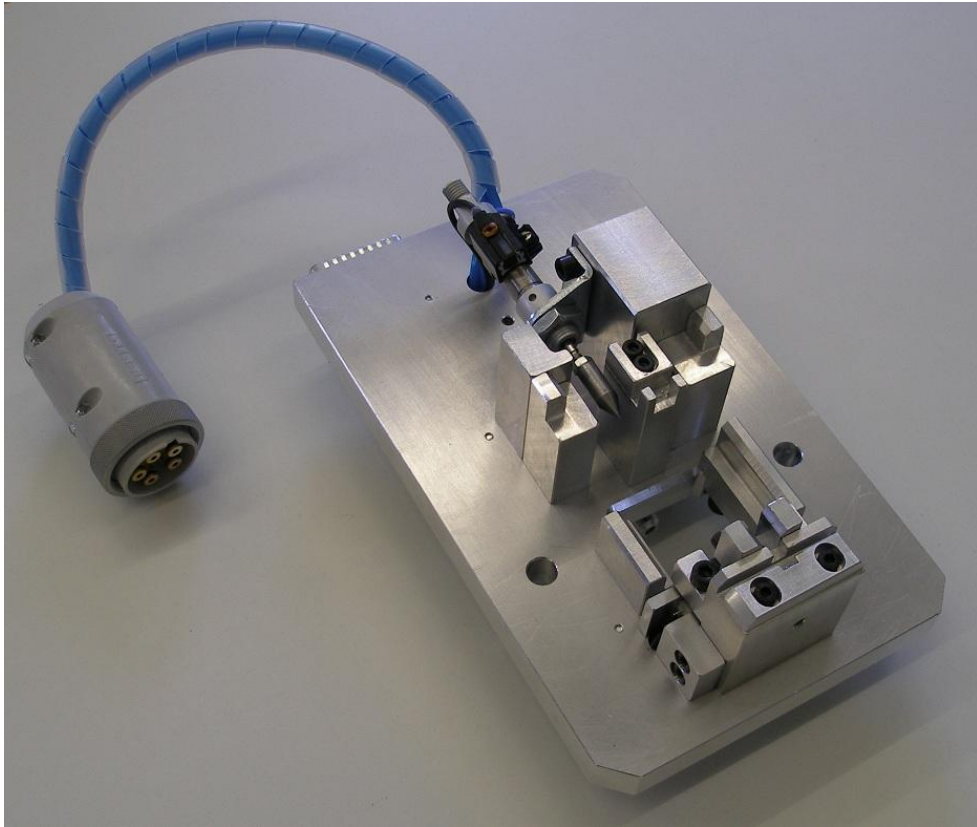
U stojánku pro sestavení stavěcího šroubu „A“ bylo použito optického čidla pro kontrolu přítomnosti šroubu s gumičkou. Pohyb hrotu značení zajišťuje jednočinný pneumatický válec o zdvihu 10mm a průměru 10mm, válec pro zajištění plastového dílu proti vytažení je dvojčinný a má zdvih 20mm a průměr 10mm. Tyto válce byly voleny s ohledem na prostor co nejmenší.



Obr. 32. Model stojánku pro sestavu A

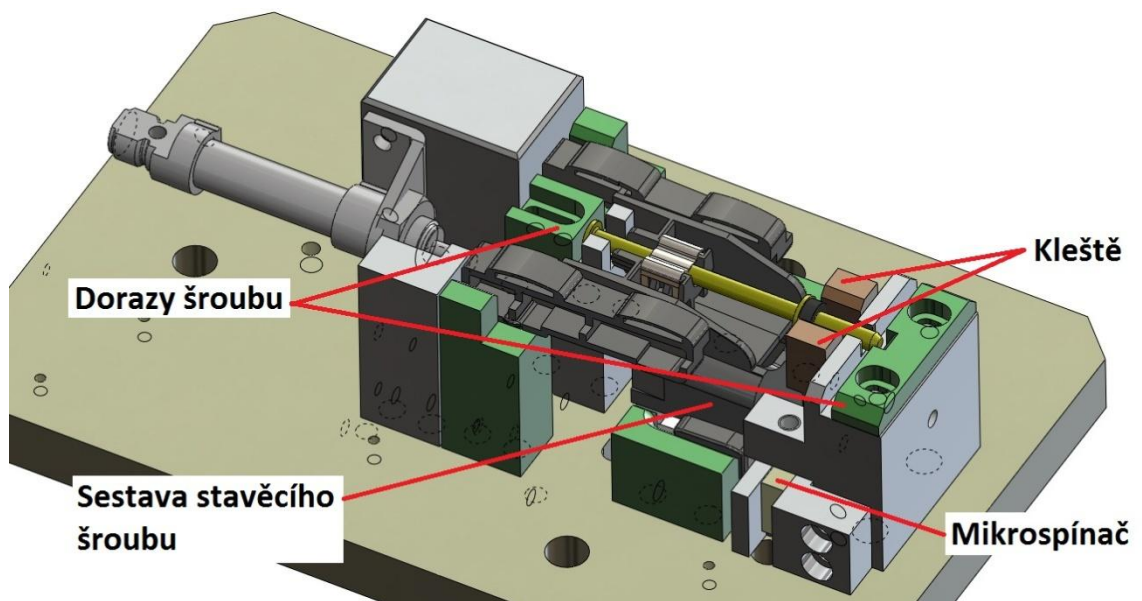


Obr. 33. Model stojánku pro sestavu A - řez



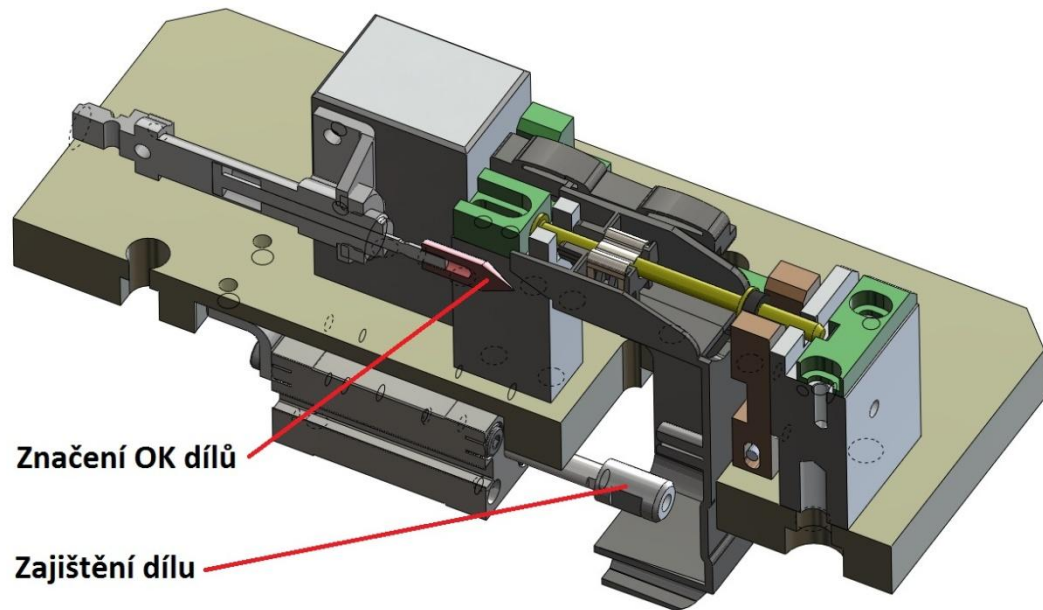
Obr. 34. Stojánek pro sestavu B

U stojánku pro sestavení stavěcího šroubu „B“ bylo pro kontrolu přítomnosti šroubu s gumíčkou použito kleští, které při rozevření sepnou mikrospínač. To byla pro tuto variantu levnější alternativa, než při použití optického čidla. Pohyb hrotu značení a zajištění plastového dílu zajišťují stejné válce jako u stojánku A.

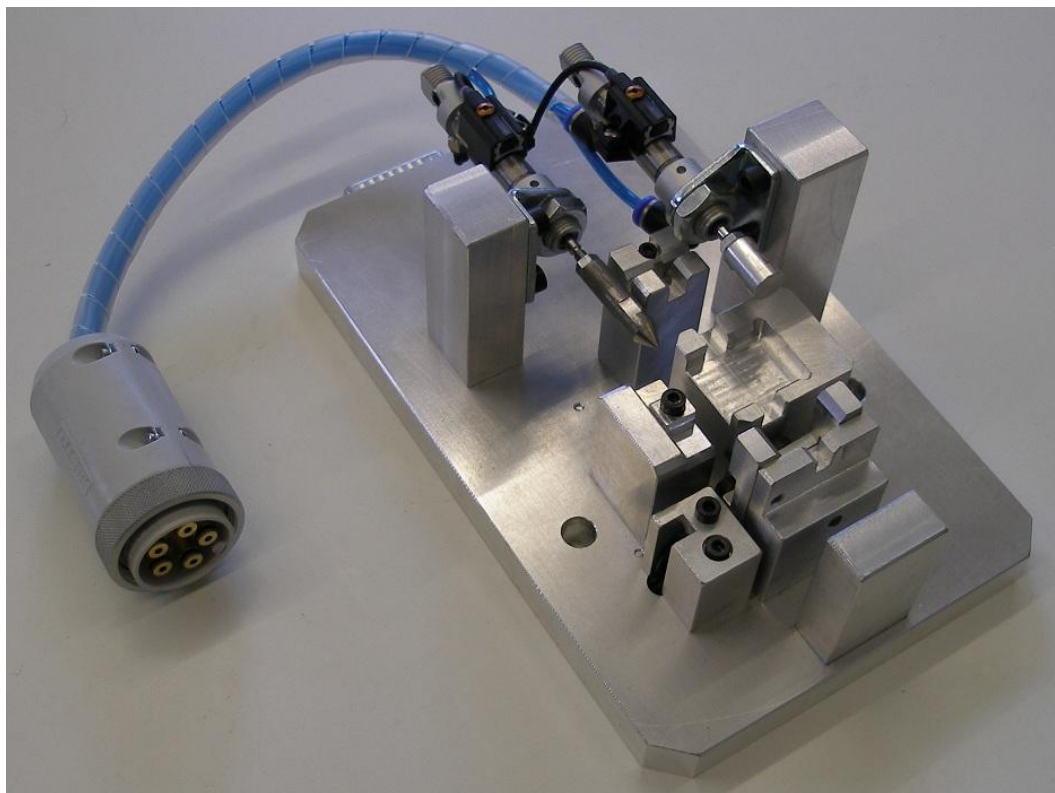


Obr. 35. Model stojánku pro sestavu B





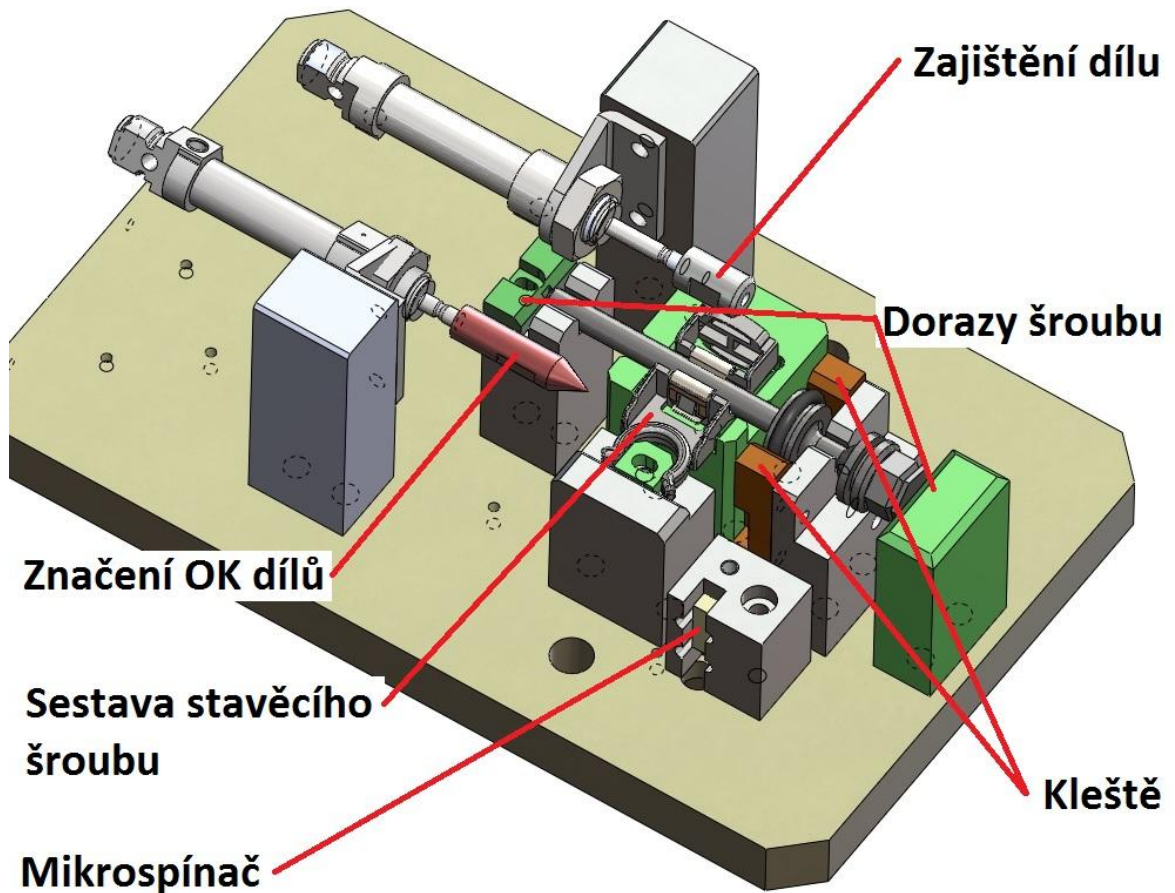
Obr. 36. Model stojánku pro sestavu B – řez



Obr. 37. Stojánek pro sestavu C

Také u stojánku „C“ bylo z finančních důvodů použito ke kontrole přítomnosti šroubu s gumičkou pomocí kleští se spínáním mikropsínače. Pro značení byl použit jednočinný

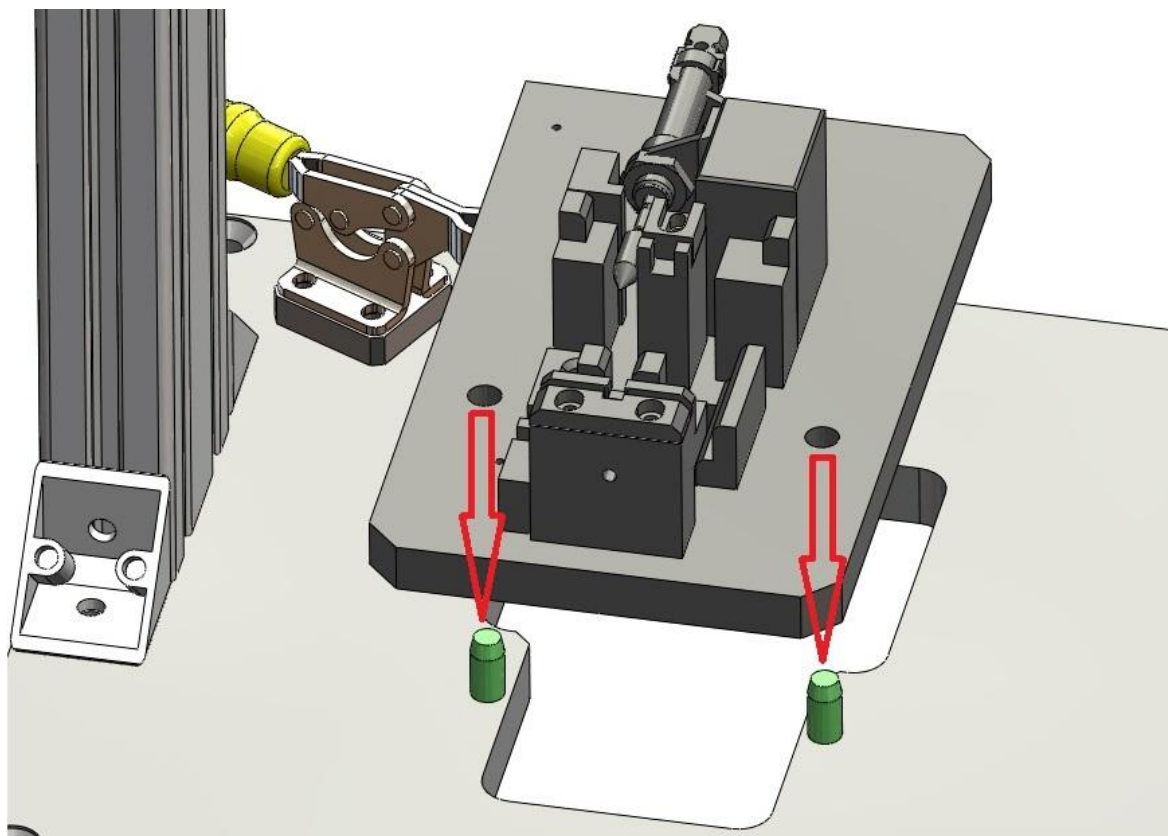
pneumatický válec s průměrem 10mm a zdvihem také 10mm, pro zajištění plastového dílu  
válec dvojčinný se stejným průměrem a zdvihem jako u značení.



Obr. 38. Model stojánku pro sestavu C

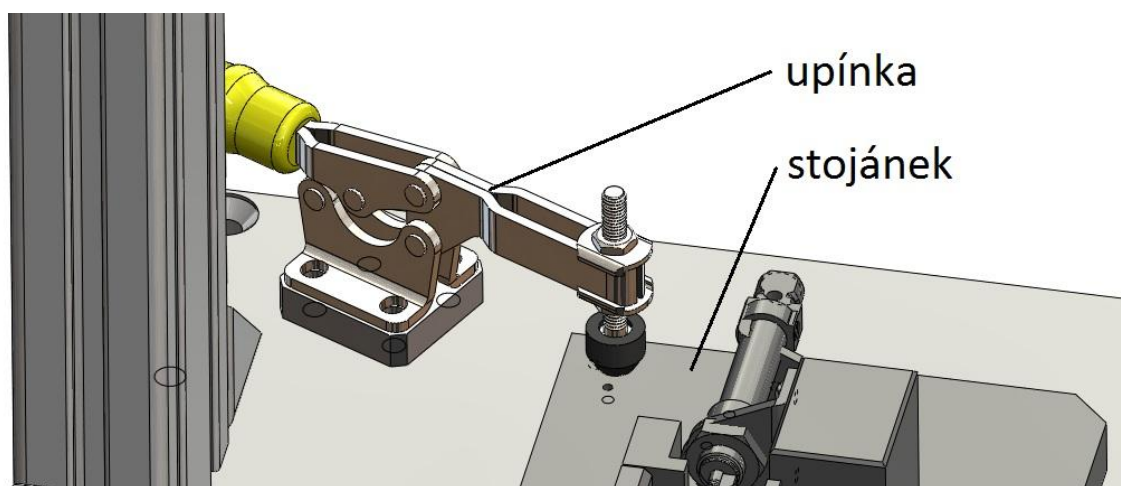
### 6.1.2 Založení a zajištění

Stojánky jsou fixovány ve správné poloze díky přesným dírám na jejich základně a kolíčkům připevněným na středové konzole rámu, které do těchto děr při založení zapadají.



Obr. 39. Založení stojánu

Proti náhodnému vytažení je stojánek fixován pomocí upínky.

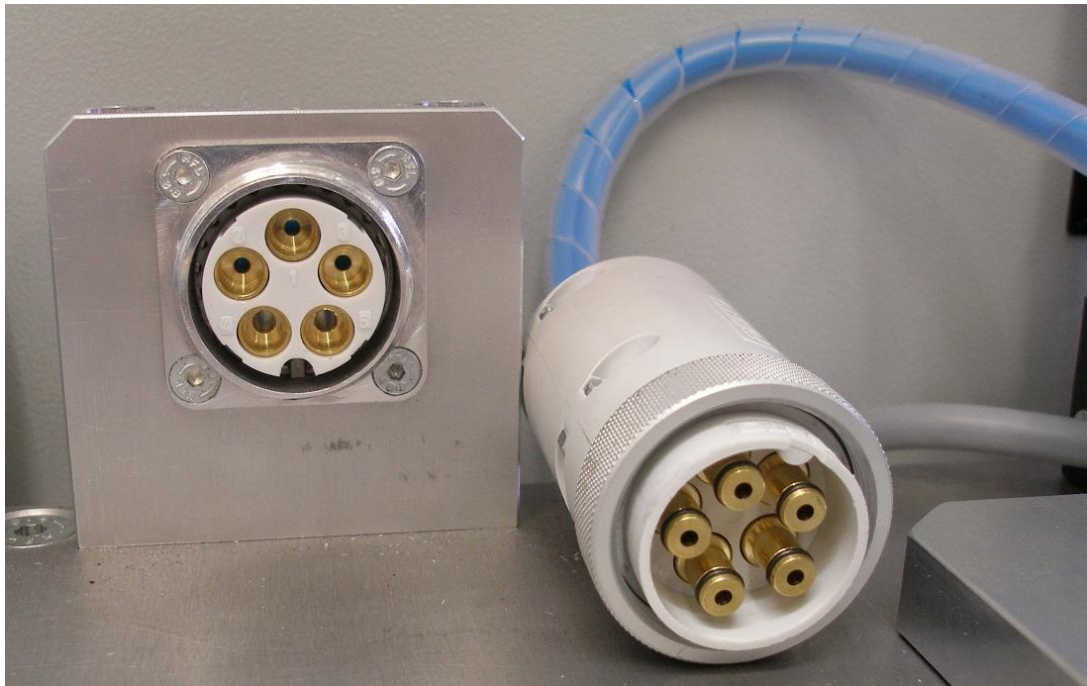


Obr. 40. Zajištění stojánu upínkou

### 6.1.3 Pneumatické a elektrické připojení

Každý stojánek má pneumatické válce pro zajištění dílu a pro jejich značení po správně vykonaném cyklu. Pro snadnou výměnu bylo zapotřebí také jednoduchého připoje-

ní/odpojení vzduchu. To bylo zajištěno šroubovacími vícenásobnými spojkami Festo řady KSV/KDVF.



Obr. 41. Šroubovací spojka Festo KSV/KDVF

Pro zapojení čidel a mikrospínačů pro kontrolu přítomnosti dílů byl využit 25-ti pinový CANON konektor.



Obr. 42. CANON konektor

#### 6.1.4 Identifikace uložení

Identifikace stojánku byla řešena pomocí již zmíněného 25-ti pinového CANON konektoru, kde bylo využito volných pinů. Pomocí příslušného propojení určených pinů ve stoján-

ku a přiřazení těchto pinů v PLC jednotlivým druhům sestav, dochází k identifikaci stojánku ihned po připojení CANON konektoru k zařízení.

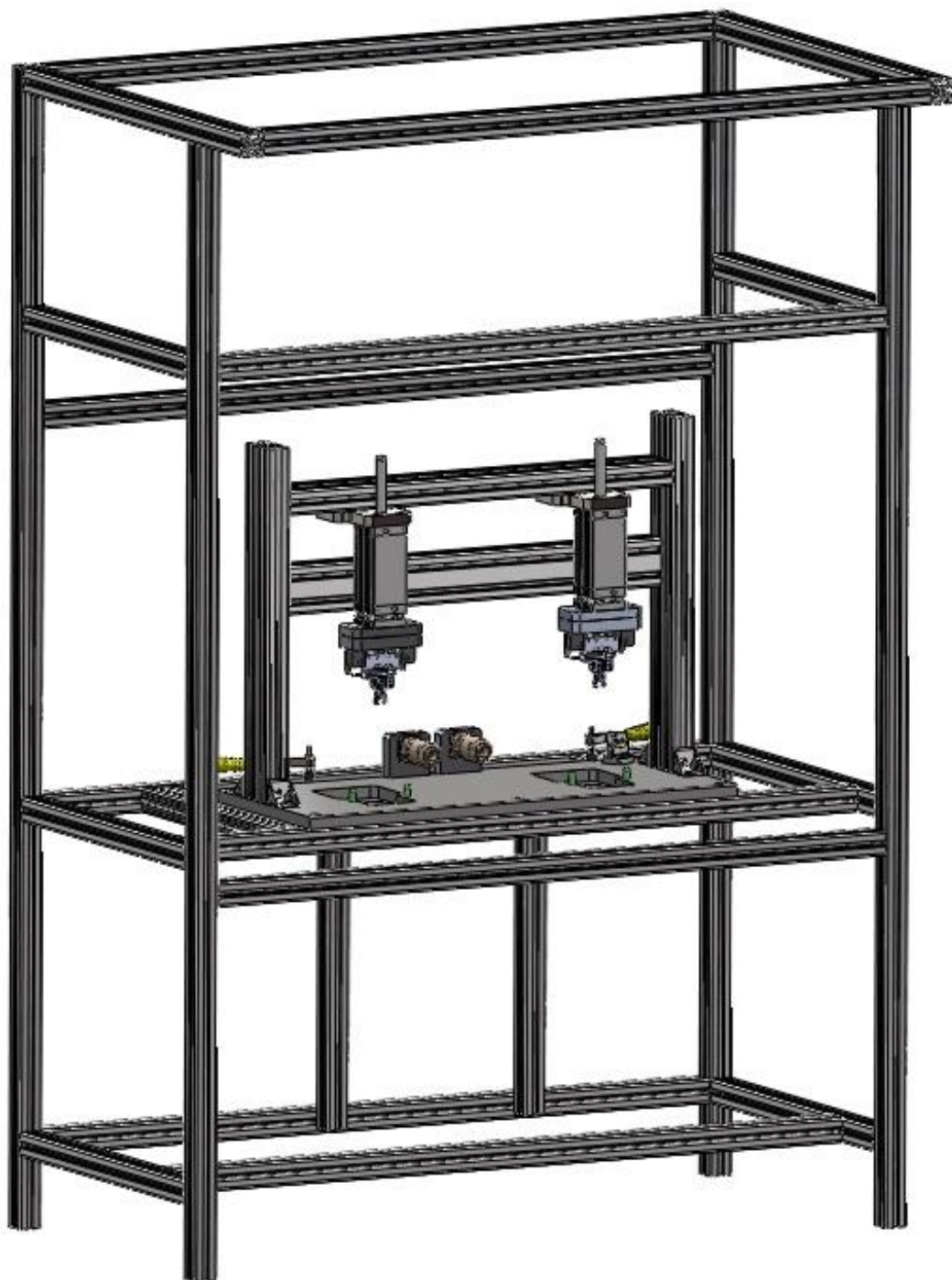
Rozeznání je nutné kvůli kontrole správného dosednutí sponky, kde sponka ve vidličce je pro každou podsestavu rozevřena jinak a magnetické čidlo polohy tedy posílá do PLC jiné hodnoty voltů.

## **6.2 Rám stroje**

Byl zvolen stavebnicový systém rámu, kde se během návrhu a stavby projevila výhodou jeho univerzálnost a jednoduchosti během úprav.

Dle specifikace od zákazníka bylo dané, že stroj musí být obsluhován v sedě a prostor pro založení jednotlivých komponent musí být pohodlně v dosahu obsluhy.

Zpočátku byl rám postaven jako jeden celek, kde profily držící válce s vidličkami byly upevněny na profily vnějšího rámu. Toto řešení bylo předěláno na vložený rám držící válce s vidličkami, který byl spojen pouze se základovou deskou.



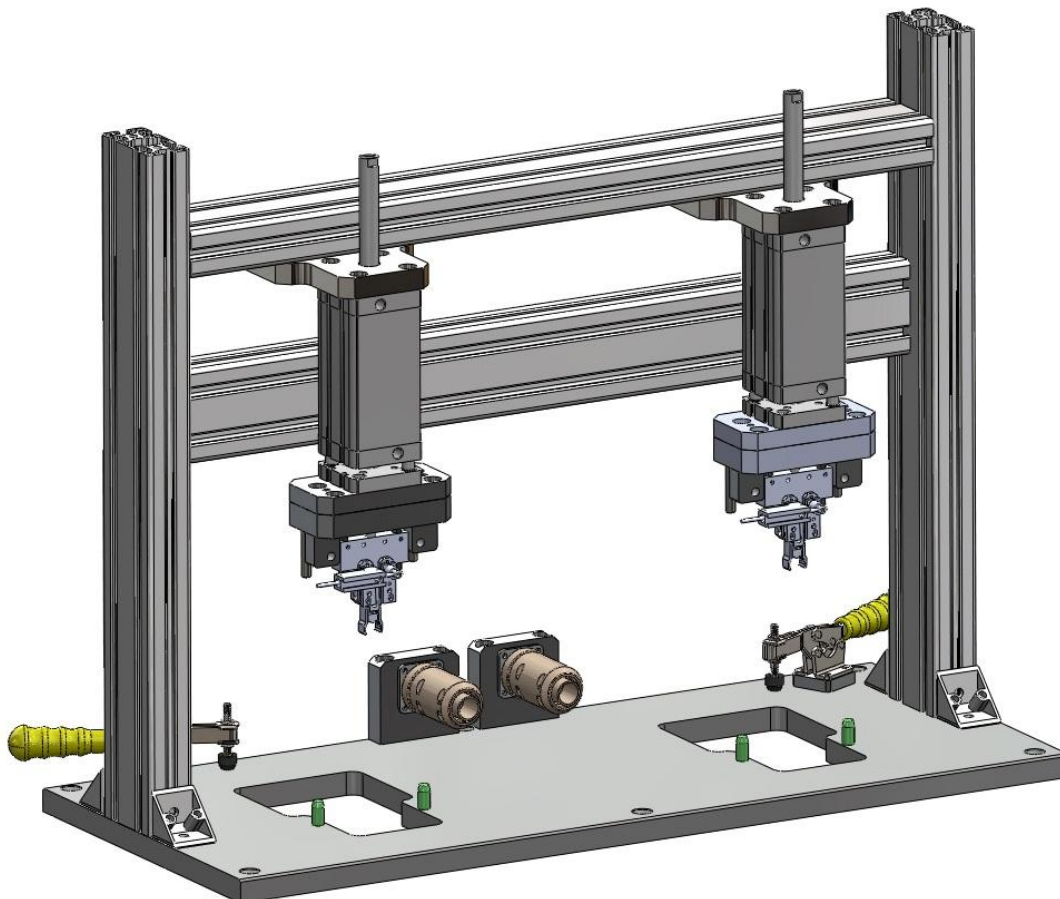
Obr. 43. Rám stroje



Obr. 44. Celkový pohled na stroj

### 6.2.1 Vložený rám

Kvůli přesnosti montáže a univerzálnosti byl rám navrhnut tak, že pohyblivé a na sebe navazující díly jsou samostatně upevněny na vnitřním rámu, který je namontován na odnímatelnou desku z vnějšího rámu stroje.



Obr. 45. Vložený rám

## 6.3 Kontrola

Aby prodleva mezi jednotlivými pracovními cykly byla co nejmenší, bylo nutné vyřešit kontrolu pomocí montážního stroje.

### 6.3.1 Kontrola zapadnutí sponky

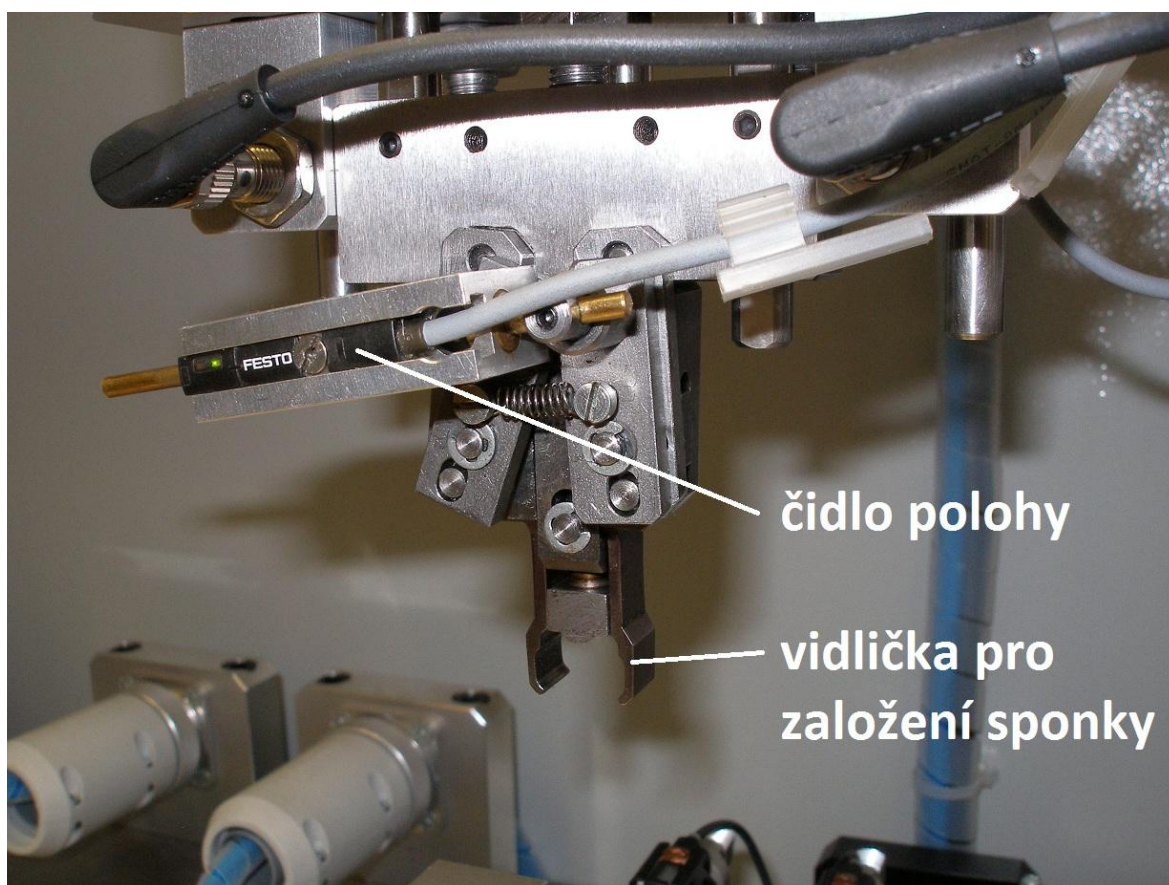
Bylo by nežádoucí, aby vyšel z přístroje sestavený kus, který by spojovala sponka zapadnutá pouze z jedné strany. Hrozilo by vypadnutí šroubu a tím ztráta funkčnosti sestavy. Bylo tedy uvažováno o kontrole pomocí čidly, které by přijížděly k namontované sponce



ze spodní strany. Avšak tvar některých těles toto neumožnil a při zkoušení se projevila tato varianta jako nespolehlivá a navíc by i prodloužila celkový cyklus.

Pro tuto kontrolu bylo tedy využito pohybu vidličky, do které je sponka zasazována. Na tento pohyb bylo napojeno magnetické čidlo polohy, které vydává analogový výstupní signál, přímo na analogový vstup PLC. V našem případě bylo použito čidlo polohy Festo SMAT-8M, které má rozsah odměřování 40 mm a v této vysílá hodnoty od 0 do 10 V.

Pohyb vidličky byl však krátký na to, aby PLC rozeznalo rozdíly hodnot vyslaných čidlem polohy mezi správně a špatně zapadlou sponkou. Vidlička byla doplněna o pákový převod, který tento pohyb znásobil a čidlo polohy tak do PLC vyslalo rozdílné hodnoty mezi správně a špatně zapadlou sponku do zobáčků těles.



Obr. 46. Vidlička s čidlem polohy

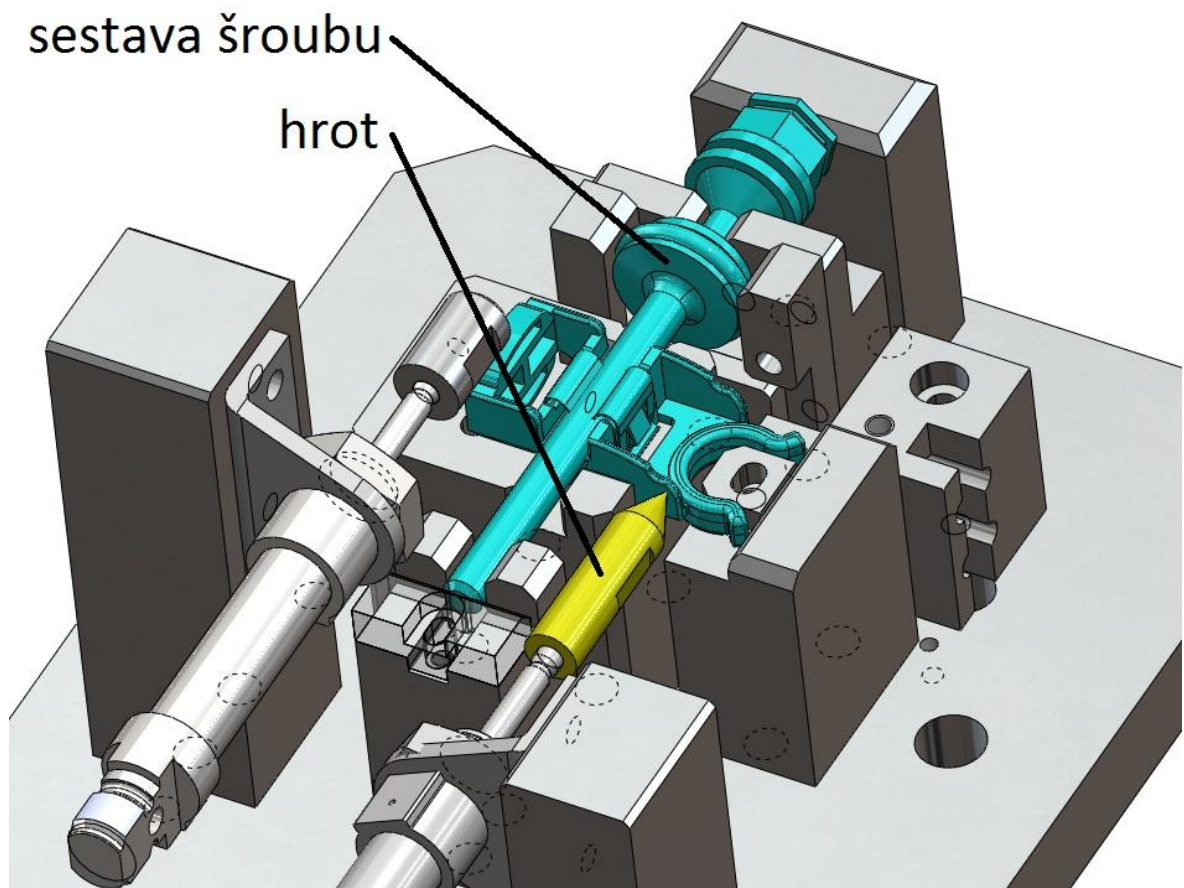
### 6.3.2 Kontrola sponky

Vlivem přepravy a skladování sponek se může stát, že sponky mohou být deformovány (rozevřeny). Bylo by tedy zbytečné, aby se po založení komponent s takovou sponkou vůbec spouštěl cyklus a tak v PLC kontroluje pomocí čidla polohy rozevření vidličky a do-

jde-li před spuštěním pracovního cyklu k většímu rozevření, neumožní spuštění pracovního cyklu stroje do té doby, než je sponka vyměněna za tvarově korektní.

#### 6.4 Značení OK dílů

Aby nedošlo k zamíchání neshodných dílů s těmi správně smontovanými, bylo zapotřebí zavést značení. Jako nejjednodušší a nejlevnější variantou bylo zvoleno mechanické značení hrotem připevněným na pneumatický válec. Po správném zapadnutí sponky a vyhodnocení čidlem polohy dojde k pohybu válce s hrotem a k vyražení značky na plastové tělo sestavy stavěcího šroubu.



Obr. 47. Značení OK dílů

## ZÁVĚR

Úkolem této diplomové práce bylo navrhnout jednoúčelový stroj pro montáž 3 různých sestav stavěcích šroubů.

Největší důraz byl kladen na konstrukci stojánků, které mají největší vliv na rychlé a pohodlné založení jednotlivých komponent. To je důležité pro splnění časový limit cyklu, kde založení trvá nejdéle. Při zkoušení se projevilo, že stejně tak jako snadné založení, tak i vyjmutí sestaveného šroubu nemůže být podceňováno. Jednotlivé díly jdou vložit do stojánku lehce, ale po sestavení může dojít k vzepření celku vlivem sesednutí šroubu do závitového uložení plastového dílu, proto je potřeba uložení stojánků s mírnou vůlí.

Vlivem zavedení kontroly pomocí kleští a magnetického čidla polohy, se podařilo strojní čas zkrátit na 3s. Celkový cyklus se zpočátku jevil jako příliš krátký pro obsluhu, ale díky zkoušení a postupnému získání zručnosti se této hranice podařilo dosáhnout u všech 3 typů sestav.

Všechny stojánky musely být vyrobeny duplicitně, aby bylo možné montovat dvojnásobně levou nebo pravou stranu jednotlivých sestav stavěcích šroubů. To je výhodné pro obsluhu, protože zakládá pouze jeden typ plastového těla a zakládání je tak ještě o něco rychlejší, než při manipulaci levého a pravého dílu najednou. Další výhodou stroje je, že je možné souběžně montovat na dvou různých typech stojánků nebo pouze na jedné straně stroje (druhá strana při nezaložení dílů zůstává nečinná). Kvůli tvarové rozmanitosti jednotlivých sestav je nevýhodou složitost stojánků a tak musí být kladen důraz na opatrnost během manipulace s nimi.

Konstrukční práce byly provedeny v programu SolidWorks a následně stroj vyroben a sestaven do funkční podoby. Rám stroje byl sestaven dle zvyklostí firmy pomocí profilů Haberkorn Ulmer.

Během realizace této práce se požadavek zákazníka rozrostl o další dvě sestavy stavěcích šroubů. Z časových důvodů však nejsou v této práci obsaženy.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] SCHMID, Dietmar. *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2005, 420 s. ISBN 80-86706-10-9.
- [2] MAŇAS, Miroslav. *Základy robotiky*. 1. vyd. Brno: VUT, 1991, 99 s. ISBN 8021402792.
- [3] MARTINEK, Radislav. *Senzory v průmyslové praxi*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 199 s. ISBN 8073001144.
- [4] *Automatizace a automatizační technika I: systémové pojetí automatizace*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2012, 217 s. ISBN 978-80-251-3628-7.
- [5] KARGER, Adolf a Marie KARGEROVÁ. *Základy robotiky a prostorové kinematiky*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 2000, 265 s. ISBN 80-01-02183-1.
- [6] HRUŠKA, František. *Technické prostředky automatizace II: úvod, popis funkce, konstrukce a aplikací*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2006, 112 s. ISBN 8073183978.
- [7] HRUŠKA, František. *Technické prostředky automatizace III: (senzory, jejich principy a funkce)*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 118 s. ISBN 80-7318-315-3.
- [8] TALÁCKO, Jaroslav a Robert MATIČKA. *Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1995, 236 s. ISBN 8001012913.
- [9] RIPKA, Pavel. *Senzory a převodníky*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 136 s. ISBN 80-01-03123-3.
- [10] CHVÁLA, Břetislav, Robert MATIČKA a Jaroslav TALÁCKO. *Průmyslové roboty a manipulátory*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990, 275 s. ISBN 80-03-00361-x.
- [11] EHRENBERGER, Zdeněk. *Průmyslové roboty*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1993, 145 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 80-214-0530-0.
- [12] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2003, 865 s. ISBN 80-864-9074-2.
- [13] BALLUFF. [online]. 2013 [cit. 2013-01-15]. Dostupné z: <http://www.balluff.cz/index.asp>

- [14] FESTO. [online]. 2013 [cit. 2013-01-09]. Dostupné z:  
[http://www.festo.com/cms/cs\\_cz/index.htm](http://www.festo.com/cms/cs_cz/index.htm)
- [15] Haberkorn Ulmer. [online]. 2012 [cit. 2012-12-17]. Dostupné z:  
<http://www.haberkorn.cz/>
- [16] *MM: Průmyslové spektrum* [online]. 2013 [cit. 2013-01-06]. Dostupné z:  
<http://www.mmspektrum.com/>
- [17] *SIEMENS* [online]. 2013 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z:  
<http://www.siemens.com/entry/cz/cz/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

A	Plocha pístu.
bar	Jednotka tlaku.
F	Síla.
$p_e$	Tlak vzduchu.
Q	Objemový průtok.
n	Otáčky.
V	Výtlačný objem.
$\eta$	Účinnost.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Komponenty pro spojování profilů.....	14
Obr. 2. Standardní spoj .....	15
Obr. 3. Spojení pomocí úhelníku .....	16
Obr. 4. Jednotka úpravy stlačeného vzduchu [1].....	21
Obr. 5. Pístové motory [1] .....	22
Obr. 6. Jednočinný pneumatický válec s pístem [1] .....	24
Obr. 7. Dvočinný pneumatický válec [1].....	25
Obr. 8. 2/2-cestný ventil .....	31
Obr. 9. Řízení jednočinného válce.....	32
Obr. 10. Řízení dvočinného válce.....	32
Obr. 11. Šoupátkový ventil [1] .....	33
Obr. 12. Řízení rychlosti pneumatických válců [1] .....	35
Obr. 13. Zpětný ventil [1] .....	36
Obr. 14. Ventil pro rychlé odvzdušnění [1] .....	36
Obr. 15. Přepínací ventil [1] .....	37
Obr. 16. Dvoutlakový ventil [1].....	37
Obr. 17. Axiální pístové čerpadlo s šikmou osou [1] .....	41
Obr. 18. Přestavitelné radiální pístové čerpadlo [1] .....	42
Obr. 19. Hydraulické válce [1] .....	43
Obr. 20. Zapojení diferenciálního válce s obtékáním.....	44
Obr. 21. Sedlové ventily [1].....	46
Obr. 22. Pístový ventil [1] .....	46
Obr. 23. Tlakový omezovací ventil [1].....	47
Obr. 24. Škrťící a clonový ventil [1] .....	49
Obr. 25. Stavitelný clonový ventil [1] .....	49
Obr. 26. Kompaktní PLC Siemens LOGO! [17] .....	55
Obr. 27. Sestava A .....	59
Obr. 28. Sestava B .....	60
Obr. 29. Sestava C .....	60
Obr. 30. Pohled z místa obsluhy .....	61
Obr. 31. Stojánek pro sestavu A .....	62
Obr. 32. Model stojánku pro sestavu A .....	63

---

Obr. 33. Model stojánku pro sestavu A - řez .....	63
Obr. 34. Stojánek pro sestavu B .....	64
Obr. 35. Model stojánku pro sestavu B .....	64
Obr. 36. Model stojánku pro sestavu B – řez.....	65
Obr. 37. Stojánek pro sestavu C .....	65
Obr. 38. Model stojánku pro sestavu C .....	66
Obr. 39. Založení stojánku.....	67
Obr. 40. Zajištění stojánku upínkou.....	67
Obr. 41. Šroubovací spojka Festo KSV/KDVF .....	68
Obr. 42. CANON konektor.....	68
Obr. 43. Rám stroje.....	70
Obr. 44. Celkový pohled na stroj .....	71
Obr. 45. Vložený rám .....	72
Obr. 46. Vidlička s čidlem polohy .....	73
Obr. 47. Značení OK dílů .....	74



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Typy kompresorů [1].....	19
Tab. 2. Zobrazení ventilů.....	28
Tab. 3. Značení pneumatických a hydraulických jednotek ve schématech řízení [1] .....	29
Tab. 4. Způsoby ovládání .....	30
Tab. 5. Tlakové a uzavírací ventily [1].....	38

## SEZNAM PŘÍLOH

Výkres: Sestava montážního stroje