

# Návrh jednoúčelového stroje pro kontrolu správnosti montáže sestavy automobilového světlometu

Bc. Jiří Hruboň

---

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. Jiří HRUBOŇ**  
Osobní číslo: **T11580**  
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Návrh jednoúčelového stroje pro kontrolu správnosti montáže sestavy automobilového světlometu**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši na dané téma.
2. Navrhněte jednoúčelový stroj pro kontrolu montáže filtrů a konektorů do automobilového světlometu.
3. Stroj bude fungovat jako univerzální (levé a pravé světlo).
4. Montáž filtrů bude prováděna ručně obsluhou, kontrola pak bude vykonána automaticky sepnutím bezpečnostního obouručního spouštěče.
5. Zhodnoťte výhody a nevýhody.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Dle pokynů vedoucího diplomové práce**

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

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

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

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

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

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě díla 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). Odpirá-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 výdělků 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 výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

## **ABSTRAKT**

Práce se zabývá konstrukčním řešením jednoúčelového stroje, sloužícího ke kontrole montážního procesu u automobilového světlometu. Rešerše pojednává o často používaných prvcích v automatizaci, jako jsou mechanické, pneumatické a elektronické součásti. V každé kapitole je popsán daný prvek a je vysvětlen základní princip funkce. Praktická část obsahuje návrh, konstrukci a výrobu stroje.

Klíčová slova:

jednoúčelový stroj, konstrukce, světlomet, pneumatický válec, senzor

## **ABSTRACT**

Thesis deals with design of construction single purpose machine for checking mounting process of headlight. The survey is focused on the parts that are often used in industrial automation. Namely mechanics, pneumatics and electronics parts. In the each chapter is description of single parts and his function principle. Practical part contains design, construction and production of the machine.

Keywords: single purpose machine, headlight, pneumatic cylinder, sensor

Děkuji vedoucímu práce Ing. Davidu Sámkovi, Ph.D. za veškeré rady a připomínky k práci.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 PNEUMATICKÉ SYSTÉMY</b> .....	<b>13</b>
1.1 VÝROBA, ÚPRAVA A ROZVOD STLAČENÉHO VZDUCHU .....	13
1.1.1 Výroba stlačeného vzduchu.....	13
1.1.1.1 Pístové kompresory.....	14
1.1.1.2 Turbokompresory.....	15
1.1.2 Úprava stlačeného vzduchu.....	15
1.1.2.1 Filtr stlačeného vzduchu .....	16
1.1.2.2 Redukční ventil .....	17
1.1.2.3 Maznice.....	17
1.1.3 Rozvod stlačeného vzduchu .....	17
1.2 VENTILY A ROZVADĚČE.....	18
1.2.1 Rozváděcí ventily .....	18
1.2.2 Zpětný ventil.....	19
1.2.3 Škrticí ventil .....	20
1.3 POHONY A JEJICH ROZDĚLENÍ .....	20
1.3.1 Jednočinné válce .....	21
1.3.2 Dvojčinné válce.....	22
1.3.3 Bezpístnicové válce.....	23
1.3.4 Válce s otočným pohybem .....	24
<b>2 LINEÁRNÍ TECHNIKA</b> .....	<b>25</b>
2.1 LINEÁRNÍ VEDENÍ .....	25
2.1.1 Únosnost a životnost lineárního vedení .....	26
2.1.2 Mazání.....	26
2.1.3 Profilové kolejnice .....	27
2.1.4 Kuličkové vedení.....	27
2.1.5 Válečkové vedení .....	28
2.2 KULIČKOVÉ POUZDRA A VODÍCÍ TYČE .....	29
2.2.1 Kuličková pouzdra .....	29
2.2.2 Vodící tyče .....	31
<b>3 SENZORY MECHANICKÝCH VELIČIN</b> .....	<b>33</b>
3.1 INDUKČNÍ SENZORY .....	33
3.1.1 Princip činnosti.....	33
3.1.2 Redukční faktor .....	35
3.1.3 Konstrukční provedení .....	35
3.2 KAPACITNÍ SENZORY .....	36
3.2.1 Princip činnosti.....	36
3.3 OPTOELEKTRONICKÉ SENZORY .....	37
3.3.1 Princip činnosti.....	38
3.3.2 Dělení optoelektronických senzorů .....	38



3.3.2.1	Reflexní senzory .....	38
3.3.2.2	Reflexní senzory s odrazkou .....	39
3.3.2.3	Senzory obsahující vysílač a přijímač .....	40
3.4	MAGNETICKÉ SENZORY .....	40
3.5	ULTRAZVUKOVÉ SENZORY .....	41
3.6	IDENTIFIKAČNÍ SYSTÉMY A KAMERY .....	42
3.6.1	Checkery a čtečky kódů .....	42
3.6.2	Kamerové systémy .....	43
<b>4</b>	<b>ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....</b>	<b>44</b>
4.1	ROZDĚLENÍ .....	44
4.2	PLC SYSTÉMY .....	45
4.2.1	Charakteristika PLC .....	45
4.2.2	Programování PLC .....	46
<b>5</b>	<b>OVLÁDÁNÍ HMI .....</b>	<b>47</b>
5.1	ROZDĚLENÍ OVLÁDACÍCH PRVKŮ .....	48
5.2	OPERÁTORSKÉ PANELE (OP) .....	48
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>ZADÁNÍ .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>NÁVRH KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ .....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>POSTUP KONSTRUKCE .....</b>	<b>53</b>
8.1	KONSTRUKCE ZAKLÁDACÍHO PŘÍPRAVKU .....	53
8.2	KONSTRUKCE KONTROLY FILTRŮ .....	56
8.2.1	Konstrukce měřicího přípravku .....	59
8.3	KONSTRUKCE KONTROLY KONEKTORU .....	67
8.4	KONSTRUKCE POJEZDU .....	69
8.5	KONSTRUKCE RÁMU .....	72
8.1	DOKONČENÍ KONSTRUKCE .....	76
<b>9</b>	<b>NÁKLADY NA KOMPONENTY .....</b>	<b>79</b>
<b>10</b>	<b>VÝROBA ZAŘÍZENÍ .....</b>	<b>81</b>
10.1	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE .....	81
10.2	VÝROBA TVAROVÝCH DÍLCŮ .....	81
10.3	POVRCHOVÉ OPRACOVÁNÍ .....	82
10.4	MONTÁŽ ZAŘÍZENÍ .....	82
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>88</b>

<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>91</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>92</b>

## ÚVOD

Jednoúčelové stroje zastupují obrovskou skupinu zařízení vyskytujících se ve všech odvětvích současného průmyslu. Stroje, navrženy pro jeden konkrétní úkol, můžeme nalézt jak v potravinářském, elektrotechnickém, tak automobilovém průmyslu.

Zařízení, konstruována k jednomu druhu úkonu, našla své největší využití počátkem 90. let díky rozšíření automatizační techniky. Většina strojů je vyvíjena na základě požadavků urychlení, zjednodušení a zkvalitnění výroby, montáže či kontroly. Nedílnou součástí je logistika, která hojně využívá transportní techniky, jako jsou pásové, řetězové či vibrační dopravníky. Ty slouží k přepravě zboží ať už ze skladu do výroby, tak z jedné části výroby k další. Finálním krokem je expedice výrobků k zákazníkovi.

Při tvorbě jednoúčelového zařízení bývá stanoven tým, který se skládá z následujících členů. Konstruktor mechanických částí, který připraví design a podklady pro výrobu zařízení. K jeho úkolům také patří návrh pneumatického schématu, pokud je na zařízení využito a příprava objednávek pro mechanické komponenty. Dalším členem týmu je projektant elektrických zařízení, jenž má za úkol navrhnout elektrický rozvaděč, který se stará o funkčnost zařízení. Jeho úkolem je elektrické zapojení navržených snímačů a dalších potřebných elektrických komponent. Jeho výstupem je také podklad k objednavce potřebných dílů. Nedílným článkem realizačního týmu je programátor. Jeho úkolem je vytvořit řídicí program dle požadavků na funkci stroje. Musí tedy vědět, jak má zařízení pracovat a jakým způsobem jsou parciální procesy řízeny mechanicky a elektricky. Po vyrobení a doručení požadovaných dílců přichází na řadu poslední článek týmu. Tím je mechanik, který dle výrobní dokumentace stroj složí do výsledné podoby a zabezpečí jeho funkčnost.

Na současném trhu je možné nalézt velké množství firem zabývajících se výrobou jednoúčelových strojů do všech odvětví průmyslu. Díky trendu snižování nákladů na výrobu a tím snižování stavů zaměstnanců je poptávka po poloautomatických, automatických či robotických zařízeních stále větší. Poptávané stroje jsou schopny vytvářet velké množství operací v krátkém čase a to je hlavním důvodem jejich využití.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PNEUMATICKÉ SYSTÉMY

Pneumatické systémy jsou rozsáhlou kategorií, která se zabývá ve své podstatě veškerými prvky, které využívají nebo vyrábějí stlačený vzduch. Systém jako takový, můžeme chápat z komplexního hlediska jako obvod, do kterého na jedné straně vzduch vstupuje a na straně druhé je využíván z funkčního hlediska. Např. k pohonu pneumatického motoru, využití podtlaku ve vakuové technice, upínání pomocí kleštin či běžné využívání samotného stlačeného vzduchu jako média například pro huštění pneumatik či jiných tlakových nádob. Mezi místem, kde vzduch do systému vstupuje a kde je využíván, jsou umístěny další pneumatické nebo elektropneumatické prvky, které slouží k ovládní, regulaci a indikaci celého pneumatického systému.

Jak bylo výše zmíněno, tato kapitola se bude zabývat pneumatikou jako celkem a čtenáři bude nastíněno téma pneumatiky, bez které si lze dnes průmyslovou výrobu jen těžko představit.

### 1.1 Výroba, úprava a rozvod stlačeného vzduchu

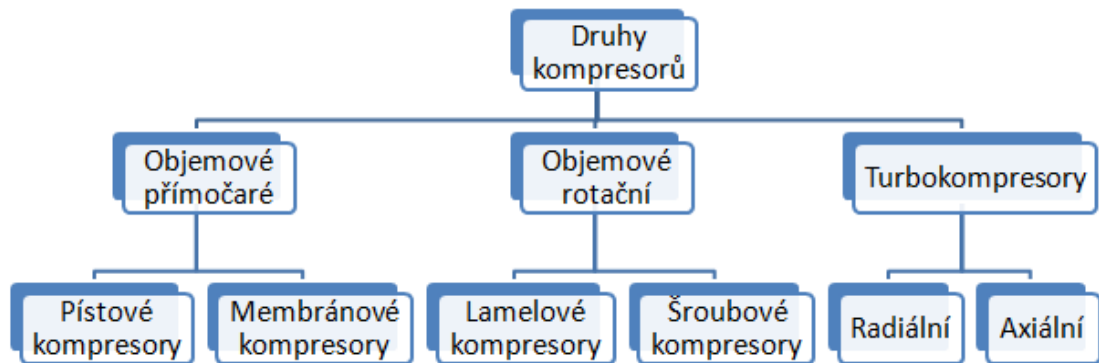
V této kapitole budou přiblíženy veškeré náležitosti, které před samotným užitím stlačeného vzduchu musí nastat. V prvé řadě se jedná o výrobu stlačeného vzduchu, jelikož pro využití vzduchu samotného jej potřebujeme stlačit na pracovní tlak. Dál se bude jednat o úpravu vzduchu, především filtraci od mechanických nečistot a odstranění vlhkosti. Nedílnou součástí je rozvod stlačeného vzduchu od jeho výroby až k místu jeho využití.

#### 1.1.1 Výroba stlačeného vzduchu

K výrobě stlačeného vzduchu se používají kompresory. Ty stlačují vzduch na požadovaný pracovní tlak. Kompresory se jako samostatné jednotky využívají jen zřídka. Mnohem větší uplatnění nacházejí kompresorové stanice, které se skládají jak ze samotného kompresoru, tak z dalších podružných zařízení. Nasávaný vzduch prochází přes vzduchový filtr, dále je stlačován kompresorem, který bývá z většiny případů poháněn elektromotorem. Takto stlačený vzduch je chlazen a dopravován do tlakové nádoby „vzdušníku“. Odtud je přes redukční ventil, sloužící k dodržení povoleného tlaku ve vzdušníku, dopravován přes odlučovač kapalin do pneumatických rozvodů

Kompresory můžeme rozdělit na dvě základní skupiny podle principu činnosti:

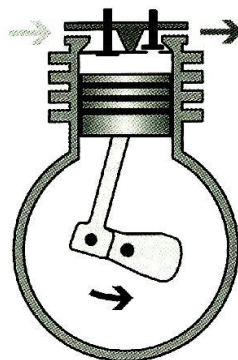
- 1) Objemové kompresory – nasávají vzduch, který je následně uzavřen a zmenšován
- 2) Rychlostní kompresory (turbokompresory) – nasávají vzduch, který je urychlován a jeho kinetická energie je v difuzoru transformována na energii tlakovou. [1, 2]



Obr. 1. Rozdělení kompresorů

#### 1.1.1.1 Pístové kompresory

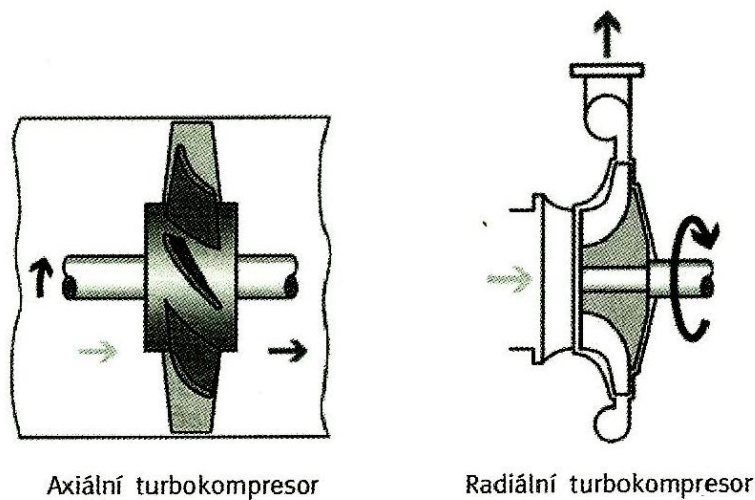
Pístové kompresory s přímočarým pohybem pístu jsou asi nejpoužívanějším typem kompresorů. Jsou vhodné k získání jak nízkých, tak vysokých tlaků pohybujících se od 100kPa až po několik tisíc kPa. Pro dosažení vyšších tlaků je nutné vícestupňové provedení, u kterého se vzduch mezi jednotlivými stupni kompresoru chladí. Nasátý vzduch se v prvním stupni stlačí, následuje jeho ochlazení a pak je stlačován v dalším stupni. Teplo vzniklé při stlačování bývá odváděno vzduchem nebo vodou. [1]



Obr. 2. Pístový kompresor [1]

### 1.1.1.2 Turbokompresory

Turbokompresory pracují na rychlostním principu a jsou nejvíce využívány pro dodávání velkého množství vzduchu. Vyrábí se buď v axiálním provedení, nebo v provedení radiálním, kdy mohou dosahovat i relativně vysokých tlaků (40 kPa). Princip spočívá v nasávání vzduchu jedním nebo více oběžnými koly, která mu udělí vysokou rychlost a částečné stlačení. Tato kinetická energie se díky pevnému difuzoru mění na energii tlakovou. Vzduch nasávaný lopatkami (axiální) nebo oběžným kolem (radiální) získá vysokou rychlost, která se v difuzoru zpomalí, a tím dojde ke zvýšení tlaku. [1]

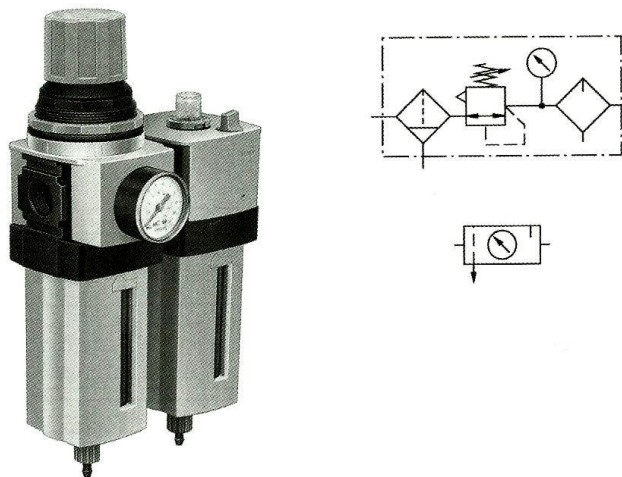


Obr. 3. Turbokompresory [1]

### 1.1.2 Úprava stlačeného vzduchu

Na čistotu vzduchu je v praxi kladen vysoký důraz. Jeho znečištění může způsobit poškození, ba dokonce zničení pneumatických zařízení, případně jejich částí. Nejčastějším znečištěním jsou mechanické nečistoty, jako je prach, zbytky rzi, olejů či zvýšená vlhkost vzduchu.

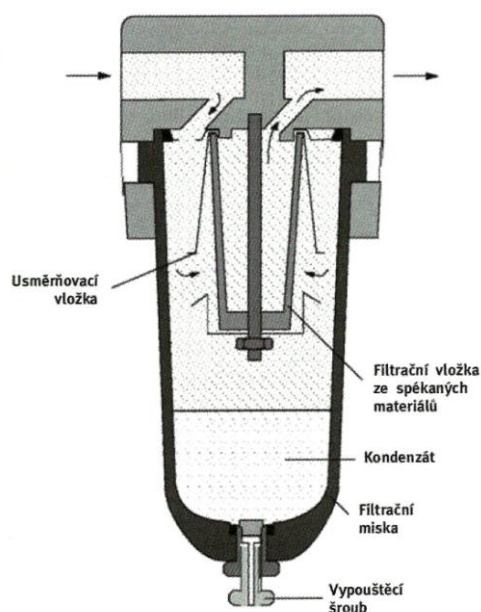
O úpravu stlačeného vzduchu se starají primárně umístěná zařízení na kompresorové stanici, kde jsou odstraněny ty největší nečistoty. Následuje vstup do rozvodné sítě a následně další jemné úpravy prováděné nejčastěji v jednotkách pro úpravu stlačeného vzduchu na pracovním místě. Tyto jednotky jsou sloučené typy zařízení, která nejčastěji obsahují filtr, redukční ventil, manometr a maznici. [1]



Obr. 4. Jednotka pro úpravu stlačeného vzduchu se schematickou značkou [1]

### 1.1.2.1 Filtr stlačeného vzduchu

Filtr má za úkol odstranit z proudícího stlačeného vzduchu nečistoty a kondenzát. Vzduch proudí přes vodící zdíčku do filtrační misky. Zde jsou odstředivou silou odděleny částice kapaliny a nečistoty od proudu vzduchu. Uvolněné částice nečistoty se usadí ve spodní části filtrační misky. Shromážděný kondenzát musí být vypuštěn před dosažením maximální meze, jinak hrozí znovu přivedení do proudu vzduchu. Charakterizující vlastností filtru je velikost pórů, určujících velikost částic propouštěných filtrem k pneumatickému zařízení. [1]



Obr. 5 Filtr stlačeného vzduchu [1]



### 1.1.2.2 Redukční ventil

Redukční ventil má za úkol udržovat konstantní pracovní tlak v zařízení (sekundární tlak) bez přihlídnutí ke kolísání tlaku v rozvodné síti (primární tlak). Kolísavý tlak by mohl mít vliv na funkci pneumatických zařízení, zejména spínací vlastnosti ventilů nebo plynulost pneumatického pohonu. Redukční ventil se umísťuje v pneumatickém obvodu za filtr stlačeného vzduchu. Vstupní tlak musí být vždy větší, než je tlak výstupní, který je udržován membránou. Ta je na jedné straně zatěžována výstupním tlakem a na straně druhé je pružina, která je stavitelná pomocí šroubu. Redukční ventil obsahuje taktéž manometr, který zobrazuje aktuální hodnotu tlaku, kterou je možné na ventilu nastavit zmíněným šroubem. [1]

### 1.1.2.3 Maznice

Maznice má za úkol obohacovat vzduch dávkovaným množstvím oleje, potřebného pro mazání pneumatických prvků. Mazivo (rozptýlený olej) zmenšuje opotřebení pneumatických pohyblivých prvků, snižuje tření, chrání před korozí a tím zvyšuje životnost. Ne vždy je mazání potřebné, vzduch odváděný z kompresoru by neměl být mazán. Proto by se mělo olejování stlačeného vzduchu vždy omezit jen na úseky zařízení, kde je to potřebné. Maznice funguje na principu podtlaku, kterým je olej ze zásobníku nasáván trubičkou do prostoru pro kapání oleje. Z tohoto místa je olej rozprašován do proudícího vzduchu. Rychlost proudění vzduchu nesmí klesnout pod hodnotu udanou výrobcem, jelikož by nedocházelo k podtlaku a tím k mazání. [1]

### 1.1.3 Rozvod stlačeného vzduchu

Abychom zaručili spolehlivý a bezporuchový chod všech pneumatických zařízení, musí být dodržena řada provozních podmínek pro rozvod vzduchu. Mezi nejdůležitější podmínky patří správně dimenzované potrubí, použitý materiál rozvodů, průtokový odpor (ovlivněn zúžením potrubí, záhyby, odbočkami), uspořádání trubek i údržba. Průměr potrubí je nutné volit tak, aby tlaková ztráta mezi vzdušníkem a spotřebičem nepřesáhla cca 10 kPa. Při návrhu je vhodné počítat s možným budoucím rozšiřováním, a proto navrhnout potrubí s větším průřezem než je potřebné, jelikož dodatečné zvětšování je velmi nákladné. Nejčastěji používané potrubí je z PA nebo PE trubek, u menších průměrů PA a PVC hadice.

## 1.2 Ventily a rozvaděče

Ventily a rozvaděče se řadí do kategorie signálních a řídicích členů, které mají za úkol řídit rozběh, zastavení, směr činnosti, regulaci tlaku či průtoku u pracovních členů. Dle účelu se dělí do následujících kategorií:

- rozváděcí ventily,
- zpětné ventily,
- škrticí ventily,
- tlakové ventily,
- uzavírací ventily,

### 1.2.1 Rozváděcí ventily

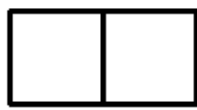
Rozváděcí ventily řídí průchod signálu nebo proudu vzduchu. Jejich úkolem je ovládat neboli rozvádět (proto se často užívá označení rozvaděč) průtok mezi dvěma a více přípoji. Umožňují blokovat, otírat nebo měnit směr média. Ventil je popsán:

- počtem přípojí (cest): 2-cestný, 3-cestný, 4-cestný atd.
- počtem funkčních stavů (poloh): 2 polohy, 3 polohy atd.
- způsobem ovládní: ovládaný manuálně, mechanicky, elektricky, stlačeným vzduchem nebo jejich kombinací
- způsobem vracení do původní polohy: vracení pomocí pružiny, tlaku

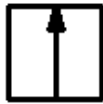
Značení ventilů má normalizované schematické značky, které znázorňují jeho funkci, nikoliv jeho konstrukční provedení. [1]



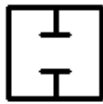
Obr. 6. Rozváděcí ventil CPE [3]



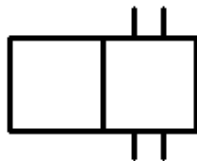
Funkční stav ventilu je znárodněn čtvercem, počet čtverců udává počet funkčních stavů.



Čáry uvnitř udávají průtokové dráhy (vnitřní kanály) a šipky ukazují směr průtoku.

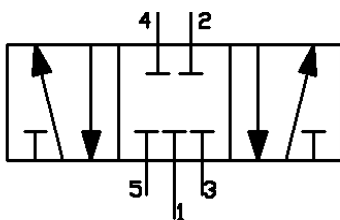


Kanály, které jsou uvnitř prvku uzavřené, se značí příčnými čarami.



Vnější přívody (připojovací vedení) jsou označovány na vnější straně čtverce

Ventily se označují pomocí dvojice čísel rozdělenou šikmou čarou. Tyto čísla udávají společně se značkou ventilu jeho funkci. První číslo udává počet připojení, číslo druhé udává počet funkčních stavů ventilu.



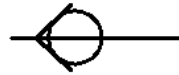
Například jeden z hojně využívaných ventilů, Ventil 5/3 značí 5 přípojnů (napájení, 2 vstupy a 2 odfuky) 2 funkční stavy a uzavření ve střední poloze.

Je-li možné přestavit ventil působením signálu pouze z jedné strany, přičemž návrat do určené výchozí (stabilní) polohy je zajištěn pružinou (respektive pneumatickou pružinou), potom je ventil označován jako **monostabilní**. Pokud má ventil paměť, tedy dvě stabilní polohy, přičemž zůstává v takové poloze, do které byl přestaven posledním ovládacím signálem, je označován jako **bistabilní**. [1]

### 1.2.2 Zpětný ventil

Zpětný (jednosměrný) ventil umožňuje průtok média pouze v jednom směru s malým odporem, v opačném směru je ventil neprůchodný. Mimo jiné tento princip nachází využití u ventilů logické funkce „OR“ nebo u rychloodvětrávacích ventilů. Zpětné ventily mohou být v provedení jak s vratnou pružinou, tak i bez ní. Pro uvolnění průtoku musí být při provedení s pružinou tlaková síla větší než síla pružiny. [1]

Zpětný ventil



Zpětný ventil s pružinou



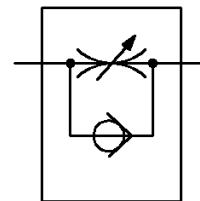
### 1.2.3 Škrticí ventil

Škrticí ventil omezuje nebo škrťí objemový průtok stlačeného vzduchu v příslušném směru pro redukci průtokové rychlosti vzduchu. Je-li symbol škrčení označen šipkou, pak to znamená, že je škrčení nastavitelné. Šipka se nevztahuje na směr průtoku. V ideálním případě je možné plynulé škrčení z plně otevřeného stavu na zcela zavřený. Škrticí ventil by měl být podle možností umístěn v bezprostřední blízkosti pracovního prvku a musí být adekvátně nastaven. Je-li ke škrticímu ventilu dodatečně (paralelně) zapojen zpětný ventil, potom je v jednom směru průtok stlačeného vzduchu škrčen a ve směru opačném propouštěn s minimálním odporem. Škrčení tak probíhá v jednom směru. [1]

Škrticí ventil



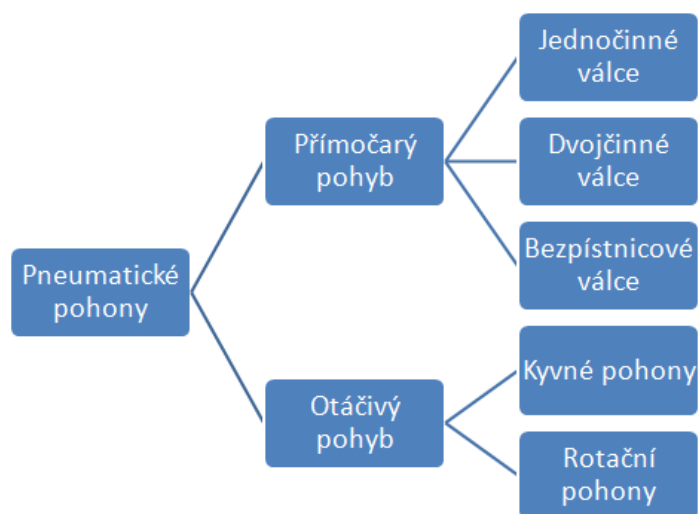
Škrticí ventil v kombinaci se zpětným ventilem -  
tzv. jednosměrný škrticí ventil



## 1.3 Pohony a jejich rozdělení

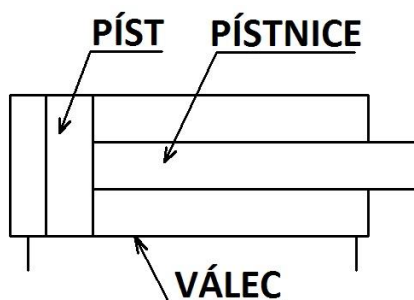
Za pohony považujeme pneumatické prvky, které využívají energii stlačeného vzduchu k přeměně na mechanickou energii přímočarého nebo otáčivého pohybu. K ovládní pohybu válce slouží ventily, které byly popsány v předchozí kapitole. Pneumatické pohony můžeme nalézt v nespočetné řadě provedení. Základní rozdělení je znázorněno na obrázku č. 7. Mezi další dělení lze zařadit konstrukční provedení. Vyrábí se válce s krátkým zdvihem, ploché válce, kruhové válce, válce kombinované s vedením, které zabraňují pootočení pístnice nebo válce miniaturní. Taktéž se výroba dělí dle použitých materiálů, kdy existují válce odolné proti korozi, válce vhodné do výbušného prostředí, či válce odolné proti prachu. Často je možné se setkat s provedením, kdy je píst opatřen pevnými nebo nastavitelnými tlumícími kroužky, které slouží ke snížení rázů a zvýšení životnosti pohonu

nebo provedení pro bezkontaktní snímání poloh válce, kdy jsou na pístnici umístěny magnety, které jsou následně snímány z vnější strany pohonu.



Obr. 7. Rozdělení pneumatických pohonů

Jedním z nejpoužívanějších pohonů jsou pohony přímočaré, které se skládají ze tří základních částí. Válec je tělo, které je pevné, a pohybují se v něm píst s pístnicí, přičemž pístnice je ta část, která z válce vystupuje.

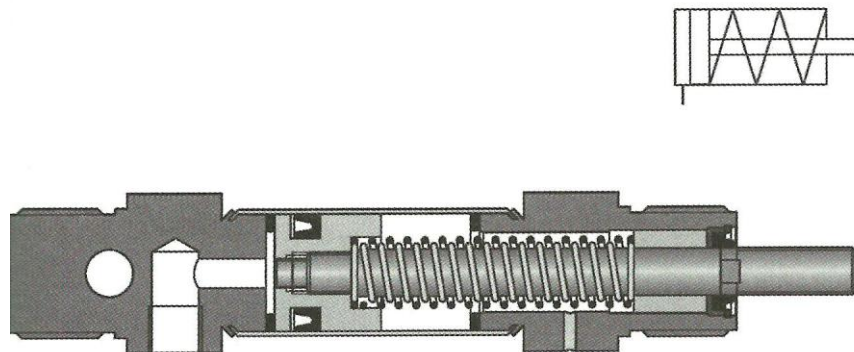


Obr. 8. Popis přímočarého pohonu

### 1.3.1 Jednočinné válce

U jednočinných přímočarých válců působí tlak stlačeného vzduchu jen na jednu stranu pístnice, takže pracovní pohyb je pouze v jednom směru. Zpětný pohyb zajišťuje pružina umístěna mezi válcem a pístem. U těchto válců je omezený zdvih právě díky délce pružiny a pohybuje se maximálně kolem 100 mm. Tlak vzduchu může být přiváděn na obě strany pístnice, čili jak na stranu, která pístnici vysouvá, tak na stranu, která pístnici zasou-

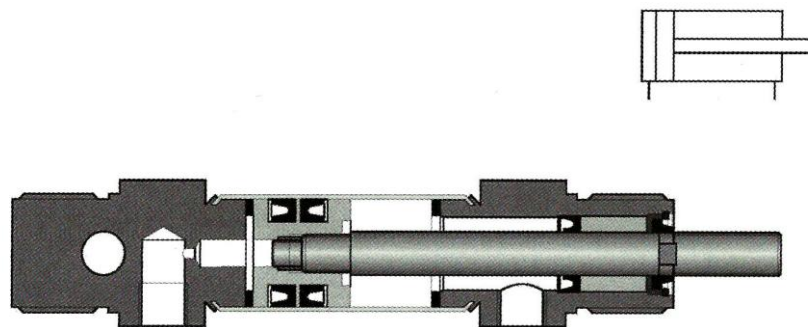
vá. Utěsnění se provádí pomocí pružného materiálu, který je umístěn na pístu a vytváří tření na vnitřní straně válce.



Obr. 9. Jednočinný válec se schematickou značkou [1]

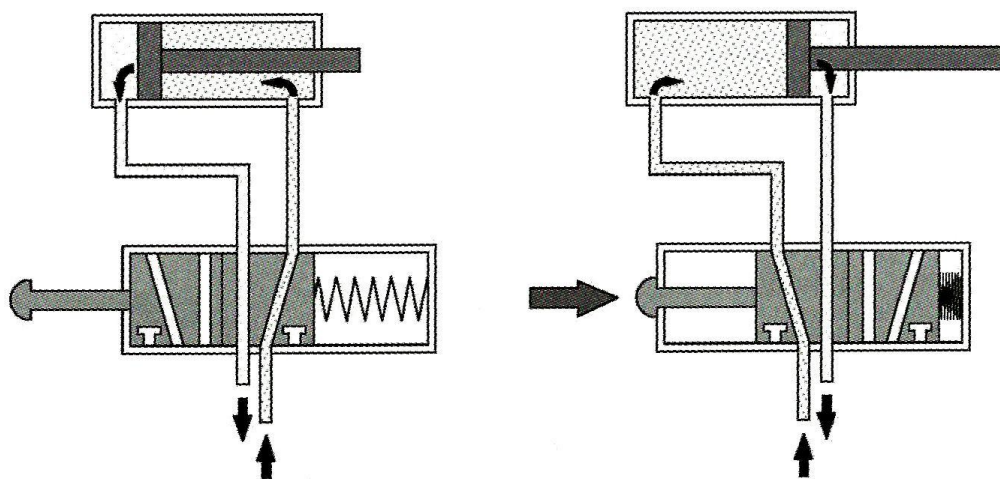
### 1.3.2 Dvočinné válce

U dvočinných přímočarých válců je síla stlačeného vzduchu přiváděna na pístnici z obou stran a pracovní pohyby jsou konány jak při vysunutí, tak při zasunutí pístu. Konstrukce je velice podobná jednočinnému válci, jen se zde nenachází žádná pružina konající vratný pohyb a vzduch je přiváděn do obou přípojů, sloužících jako přívod i odvodu. Své uplatnění nacházejí tam, kde je zapotřebí konat pracovní pohyb v obou směrech pohybu pístu. Délka zdvihu je u dvočinných válců mnohem větší v porovnání s jednočinnými válci a dosahuje více než dvou a půl metru. Síla vzniklá na pístnici při dopředném pohybu je v porovnání se zpětným pohybem větší, jelikož plocha mezi stlačeným vzduchem a pístem je při výsuvném pohybu větší než při pohybu zpětném.



Obr. 10. Dvočinný válec se schematickou značkou [1]

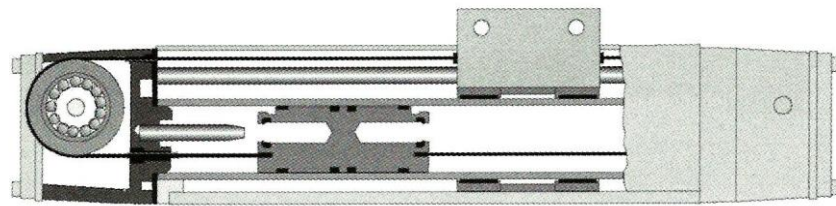
Ovládání pohonu je důležitou součástí pneumatického systému. Jako příklad můžeme uvést řízení dvojčinného válce pomocí monostabilního ventilu 5/2. Válec má po stlačení tlačítka vysunout pístnici a po uvolnění ji opět zasunout. Pracovní pohyby jsou tedy dva, jelikož v obou směrech působí tlak. Monostabilní ventil je ovládán jen jedním směrem, do původní polohy se vrací díky pružině. Má 5 funkčních stavů (4 průchozí kanály a jeden slepý kanál) a 2 polohy (poloha v klidu a poloha po stlačení tlačítka). Při klidové poloze vstupuje stlačený vzduch do válce na straně pístnice a tím ji zatlačuje. Při sepnutí tlačítka proti síle pružiny se tlak stlačeného vzduchu dostane do válce na stranu pístu a tím ho vysune. Do obvodu je nutno zavést přívod stlačeného vzduchu a použít spojovací vedení.



Obr. 11. Ovládání dvojčinného válce [1]

### 1.3.3 Bezpístnicové válce

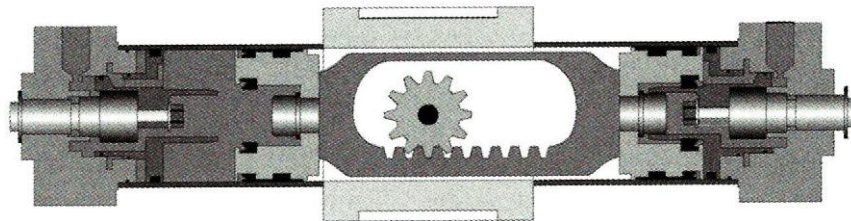
Tyto válce jsou speciálním typem pohonu, který má vysokou výhodu v úspoře prostoru a délce zdvihu, která může být až 10 metrů. Jeho konstrukční provedení může být různé, ale jedno z často využívaných je požití pásového převodu. Pohyb válce není ovládán přímo tlakem stlačeného vzduchu, nýbrž transformovanou energií převedenou z tlaku na mechanický pohyb pásu. Základem je dvojčinný motor, na kterém jsou z obou stran uchyceny pásy. Ty jsou přes kladky spojeny se saněmi a pohybem pístu se pohybují saně. Mezi další používané konstrukční řešení patří bezpístnicové válce s magnetickým přenosem síly, které využívají permanentních magnetů.



Obr. 12. Bezpístnicový válec [1]

#### 1.3.4 Válce s otočným pohybem

Válce s otočným pohybem se využívají tam, kde je za potřebí přesné úhlové polohování či pootočení. Umožňují rotační pohyb, který je převeden z pohybu lineárního pomocí ozubeného hřebene umístěného na pístnici. Ta je ozubením spojena s ozubeným kolem a může tak vykonávat otáčivý pohyb. Otočný pohyb je možné provádět v rozmezí od  $45^\circ$  do  $360^\circ$ , výjimečně až  $720^\circ$ . Přenášený krouticí moment závisí na tlaku, ploše pístu a převodu a může dosahovat hodnoty 150Nm. Tyto pohony nacházejí své uplatnění např. při otáčení obrobků, ohýbání kovových trubek či pohybu uzavíracích šoupátek.



Obr. 13. Válec s otočným pohybem [1]

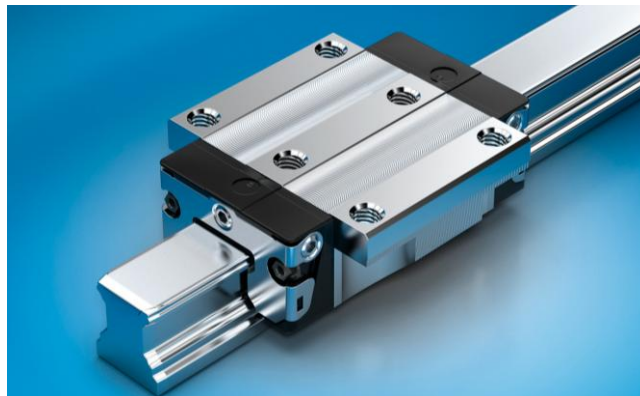


## 2 LINEÁRNÍ TECHNIKA

Lineární technika patří v dnešní průmyslové automatizaci k velice využívaným a potřebným prvkům. Umožňuje přímočarý lineární pohyb pomocí valivých elementů, jako jsou kuličky a válečky. Přenáší vysoké zatěžující síly jak ve vertikálním, tak v horizontálním směru a současně dotáže přenášet ohybový moment, kterým je vedení zatěžováno. Své největší uplatnění nachází lineární technika ve všech odvětvích, kde je zapotřebí přesun břemen se zaručenou přesností, tuhostí, rychlostí a opakovatelností. Lineární technika využívá nejmodernější materiály, které splňují požadavky pro zmíněné aspekty, potřebné k přenosu přímočarého pohybu. Při konstrukci jsou využívány jak ocelové materiály, tak materiály ze slitin hliníku a samozřejmě polymerní materiály sloužící vesměs jako těsnící či hmotnostně nenáročné komponenty. Lineární technika je taktéž kombinována s pneumatickými pohony, kdy dosahujeme sloučených zařízení, které zabezpečují jak pohyb samotný, tak přesnost vedení a zaručení dosahovaných přesností.

### 2.1 Lineární vedení

Lineárním vedením rozumíme soustavu profilové kolejnice a vozíku, pohybujícím se na kolejnici. Tato soustava dokáže přenášet přímočarý lineární pohyb díky valivým elementům (kuličky a válečky) umístěným mezi kolejnicí a vozíkem. Tyto elementy se pohybují v oběžných drahách, kde jsou přidržovány lištou, nebo v oběžných ložiskových klecích. Elementy přenáší třecí síly mezi vozíkem a kolejnicí. Nutností je použití maziva, které snižuje třecí síly, zvyšuje plynulost chodu a taktéž životnost. Konstrukce vozíku je současně opatřena těsněním zabraňujícím vniknutí nečistot a prachu do prostoru oběžné dráhy, a tím samozřejmě chrání vozík proti poškození.



Obr. 14. Lineární vedení [4]

### 2.1.1 Únosnost a životnost lineárního vedení

**Statická únosnost** je veličina daná velikostí statického zatížení působeného ve směru zatížení, při kterém dochází k trvalé plastické deformaci o velikosti 0,0001 násobku průměru valivého tělesa. Maximální statické zatížení, které působí na lineární vedení, nesmí přesáhnout základní statickou zatížitelnost. Je však nutné brát v potaz také bezpečnostní faktor, který závisí na provozních podmínkách.

**Dynamická únosnost** je radiální zatížení, jehož velikost ani směr se nemění. Je to nominální životnost, která odpovídá 50km provozu u kuličkového vedení a 100km provozu u válečkového vedení.

Nominální životnost udává celkovou vzdálenost chodu, kterou 90% lineárních vedení může urazit bez prvních únavových prasklinek. Je pochopitelně ovlivněna provozními podmínkami, jako je tvrdost oběžné dráhy, teplota lineárního vedení a zatížení. Níže je uveden vztah pro výpočet nominální životnosti  $L$  u kuličkového vedení. [5]

$$L = \left( \frac{C_{dyn}}{F} \right)^3 \cdot 50000 \quad (5)$$

$L$  = nominální životnost (m)

$C_{dyn}$  = dynamická únosnost (N)

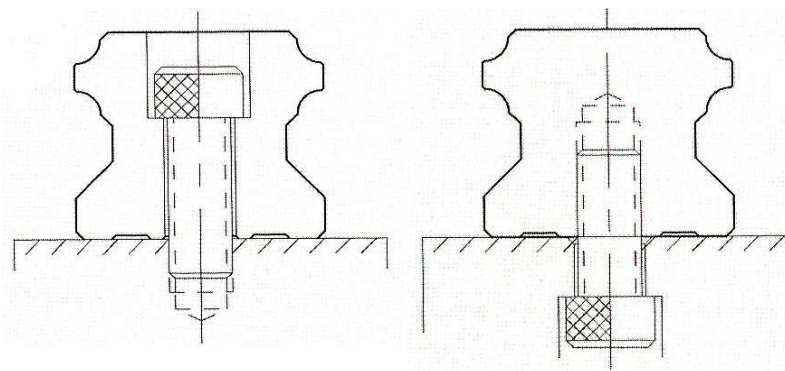
$F$  = ekvivalentní zatížení

### 2.1.2 Mazání

Lineární vedení musí být mazáno tukem nebo olejem. Vlastnosti maziv se můžou lišit dle výrobce a mísitelnost různých maziv je omezená. Po namontování lineárního vedení musí být provedeno promazání. Intervaly mezi dalším mazáním a množství maziva udává velikost použitého vozíku a jeho výrobce. Intervaly jsou uváděny ve vzdálenosti chodu lineárního vedení (km). Jestliže je vedení umístěno svisle, bočně, nebo kolejnicí směrem vzhůru je potřeba mazání cca o 50% vyšší. Existuje i konstrukční provedení vozíku se zabudovanou mazací jednotkou umístěnou mezi vratným systémem pro kuličky a koncovým těsněním. Tyto vozíky se nazývají samomazné. [5]

### 2.1.3 Profilové kolejnice

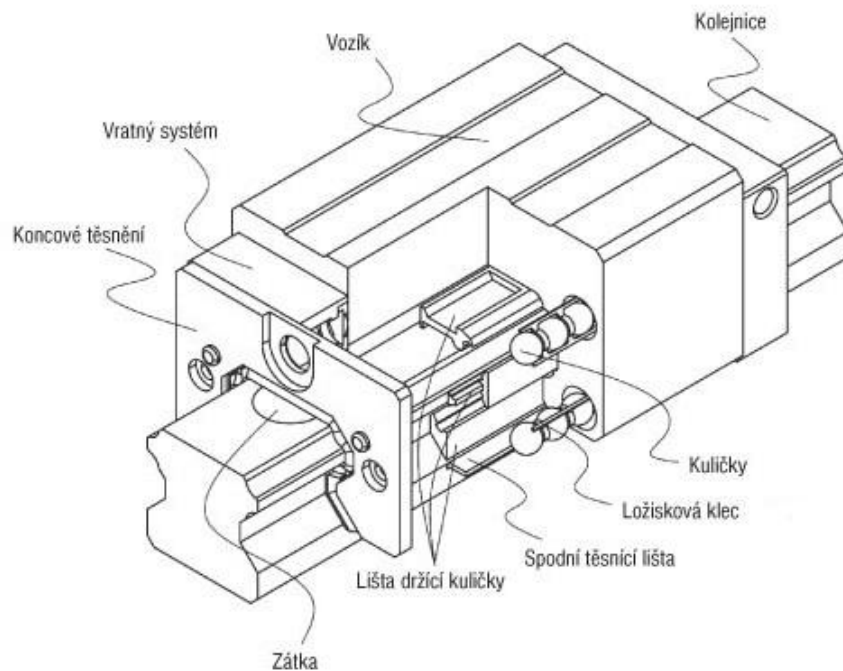
Profilové kolejnice slouží jako pevné členy, které vedou vozík pomocí svého tvaru po přímočaré dráze. Kolejnice se dělí dle výrobce a jím použitého profilu, ale všeobecně platí rozměrové rozdělení, které je určeno podle šířky kolejnice, např. kolejnice 15 má šířku 15mm. Je možné je dělit taktéž podle použitého materiálu, nejčastěji je to ocel. V případech, kdy je potřebné snížit hmotnost, lze využít kolejnici ze slitiny hliníku. Mezi další rozdělení se řadí způsob montáže kolejnice, kdy je na výběr kolejnice pro montáž shora, která obsahuje zahluobené díry, nebo kolejnice se závity pro montáž zespodu.



Obr. 15. Montážní způsoby uchycení kolejnice [5]

### 2.1.4 Kuličkové vedení

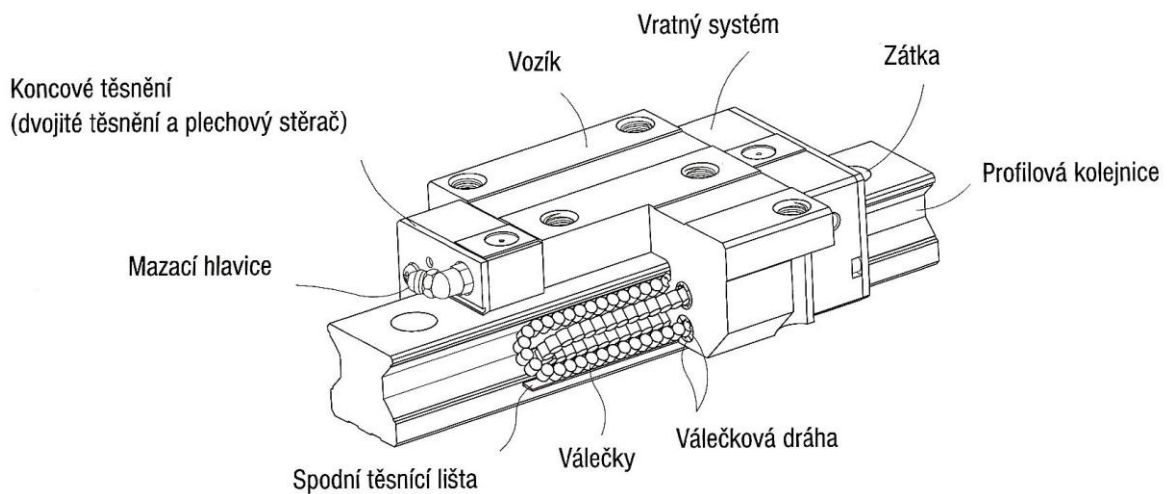
Kuličkové vedení je jedno z nejvíce využívaných. Jako oběžné elementy slouží kuličky, které jsou vyrobeny s vysokou přesností a dodávají vozíku potřebnou tuhost. Provádí se varianty se dvěma nebo čtyřmi oběžnými dráhami. Také existuje provedení, kdy jsou kuličky umístěny v kleci, což zvyšuje přesnost chodu. Vozík, u kterého je použita ložisková klec, se skládá z kuliček v ní umístěných a ty se pohybují v oběžné dráze. Proti vypadnutí kuliček slouží lišta, která kuličky chrání, a také je zde lišta, která zajišťuje těsnění kuliček proti jejich poškození vniknutím nežádoucích nečistot vyskytujících se na kolejnici. Dalším konstrukčním prvkem ve vozíku je vratný systém, který zaručuje otočení kuliček a jejich následnou cestu ve druhém směru k druhému vratnému systému. Ten zaručuje bezchybný chod s co nejnižším valivým odporem. Neposledním prvkem je těsnění umístěné na čele vozíku, které slouží k odstranění největších nečistot uchycených na kolejnici při jeho pohybu. Slouží taktéž k udržení maziva uvnitř vozíku, respektive v mezeře mezi kuličkami.



Obr. 16. Vozík s kuličkovým vedením v ložiskové kleci [5]

### 2.1.5 Válečkové vedení

U válečkového vedení je díky válečkům, které jsou použity místo kuliček, které obíhají ve valivých drahách, možno dosáhnout vysoké tuhosti a únosnosti. Dráhy válečků společně svírají úhel  $45^\circ$ , což zajišťuje zmíněné možnosti zatížení vozíku. Princip chodu valivých elementů a celá konstrukce vozíku je velice podobna kuličkovému vedení.



Obr. 17. Vozík s válečkovým vedením [5]

## 2.2 Kuličkové pouzdra a vodící tyče

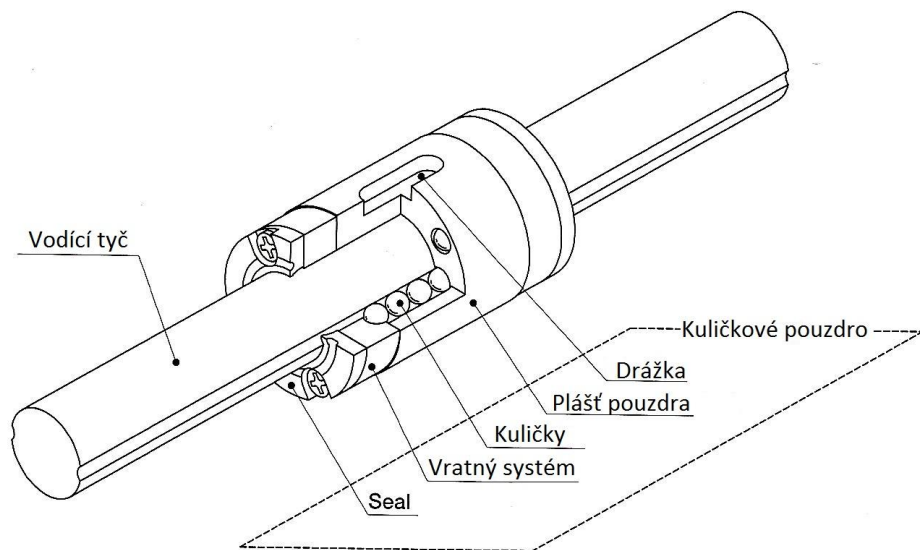
Kuličková pouzdra společně s vodícími tyčemi tvoří sestavu, která zaručuje přímočarý lineární posun. Kuličková pouzdra jsou válcového tvaru a skládají se ze tří základních částí. Vnější plášť, oběžná klec a v ní umístěné kuličky. Právě kuličky umožňují svým odvalováním posun vodící tyče nebo naopak posun pouzdra vůči tyči. Veškeré komponenty jsou vyráběny z materiálů, vykazující vysokou kvalitu a vlastnosti, odpovídající potřebám použití. Systém kuličkového pouzdra s vodící tyčí dokáže přenášet vysoká dynamická i statická zatížení. Společně dokážou přenášet také krouticí moment, který je na ně kladen. Tento druh vedení vykazuje plynulý chod s velice nízkým valivým odporem a umožňuje také rotační pohyb mezi pouzdem a tyčí.



*Obr. 18. Kuličková pouzdra s vodícími tyčemi [6]*

### 2.2.1 Kuličková pouzdra

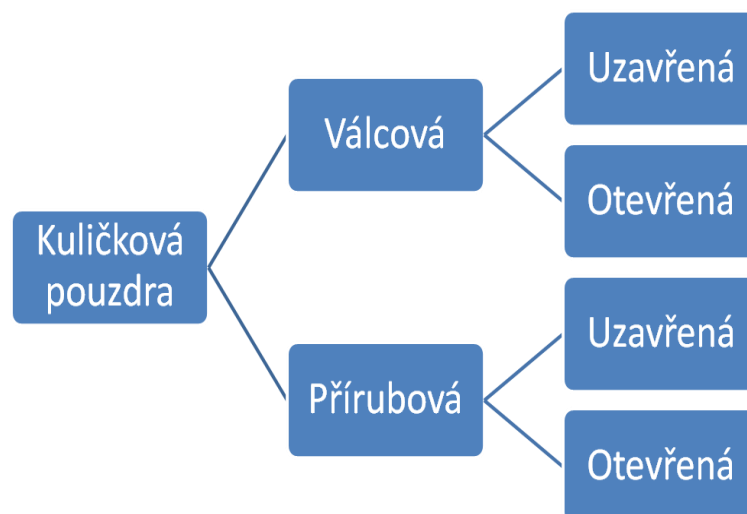
Kuličková pouzdra jsou složena ze tří základních částí, kterými jsou plášť, tvořící vnější rozměr, oběžná klec, která zajišťuje soudržnost kuliček, a samotné valivé elementy, kuličky. Konstrukčně je pouzdro řešeno velice podobným způsobem jako lineární vedení. Kuličky jsou odvalovány v oběžné kleci, která je opatřena vratným systémem, ve kterém se kuličky vracejí na opačný směr pohybu s co nejoptimálnější drahou, navrženou tak, aby kuličky tvořily co nejmenší tření mezi stěnami pouzdra.



Obr. 19. Složení kuličkového pouzdra [7]

Pouzdra můžeme dělit dle přesnosti provedení nebo dle tvaru. Nejčastěji se používají pouzdra tvaru válcového, ale velmi využívané jsou taktéž pouzdra s přírubou. Dalším způsobem rozlišení podle použitého materiálu:

- Plášť – ocel, nerezová ocel, tvrzená ložisková ocel, ve speciálních případech i plast
- Klec – plast (POM), ocel
- Kuličky – broušené kuličky z ložiskové oceli



Obr. 20. Rozdělení kuličkových pouzder

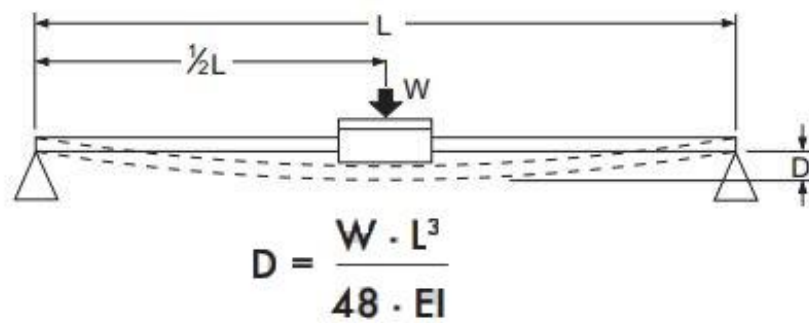




Obr. 21. Druhy kuličkových pouzder [8]

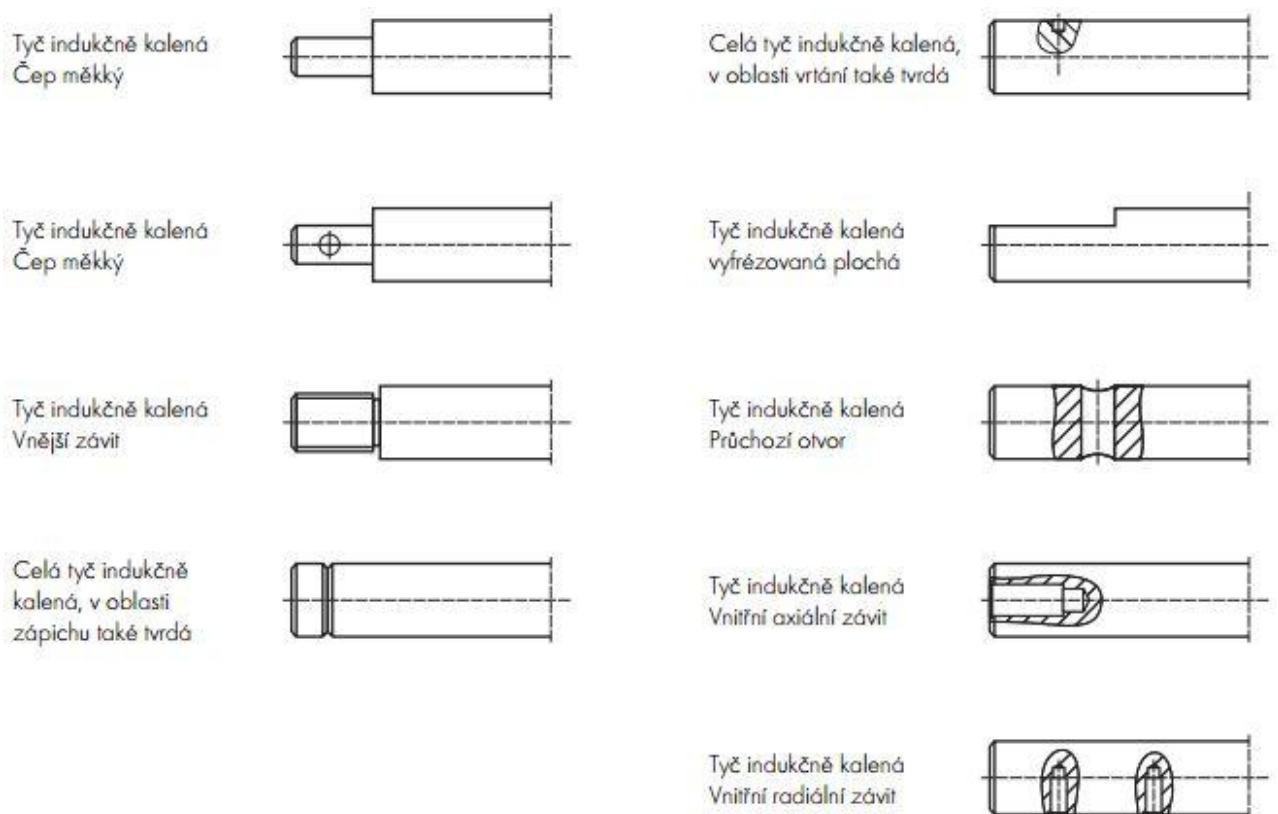
### 2.2.2 Vodící tyče

Vodící tyče jsou nedílnou součástí lineárního vedení v kuličkových pouzdrech. Tyče se vyrábí z vysoce kvalitního materiálu v délkách až do šesti metrů. Povrchová úprava je prováděna indukčním kalením a tím je dosaženo vysoké tvrdosti a stálosti povrchu v celé délce. Na druhou stranu je jádro měkké a zaručuje tak dobrou obrobiteľnosť. Tyče jsou následně broušeny pro zaručení přesnosti rozměru, kruhovitosti, válcovitosti a přímosti povrchu. K tyčím se standardně dodávají různé možnosti podpěr či držáků, zaručujících rovinnost i při dlouhé vzdálenosti obou konců tyče. Můžeme také nalézt provedení v trubkovém profilu, kdy se výrazně snižuje hmotnost společně se zachováním požadovaných vlastností. Největším problémem, převážně u větších délek vodící tyče, je problematika průhybu. Průměr vodící tyče musí být navrhován na předpokládané zatížení s ohledem na koeficient bezpečnosti. K největšímu namáhání dochází při variantě podepření na koncích vodící tyče. Pro výpočet maximálního možného zatížení, popřípadě průměru tyče na základě požadovaného zatížení slouží následující vztah, který závisí jak na zatížení a délce tyče, tak na použitém materiálu a průměru vodící tyče.



Obr. 22. Průhyb vodící tyče [9]

Vodící tyče, které jsou indukčně kaleny, popřípadě chromovány, se vyrábějí nejčastěji z konstrukční oceli třídy 12. Dále se používá nerezová ocel třídy 17 a také oceli třídy 14, které jsou taktéž indukčně kaleny. Vnější průměr je vyráběn s tolerancí h6 či h7. Tyče jsou často podrobeny opracování, jež slouží k lepším možnostem upevnění vodící tyče.



Obr. 23. Opracování konců vodících tyčí [9]



### 3 SENZORY MECHANICKÝCH VELIČIN

Senzory, nazývané též snímače, jsou nepostradatelnou součástí všech strojních celků jak v automatizaci, tak v průmyslu všeobecně. Jedná se o zařízení, která snímají fyzikální, chemické, optické či biologické hodnoty, a ty následně převádí na signál. Sensor je primární zdroj informace, který je v přímém kontaktu s měřeným prostředím. Převodníky slouží k převedení vstupní informace na signál, kterým je často elektrická hodnota, například napětí, proud či kapacita. Převody jsou buď analogové, to znamená, že v každé vzdálenosti je určitá hodnota, nebo binární, které mají dva stavy, a existuje tedy logická 1 nebo 0 (sepnuto, rozepnuto). V moderní sensorové technice je kladen důraz na rychlost snímání, které by mělo mít v nejlepším případě nulové zpoždění, a současně jsou kladeny požadavky na co nejmenší objem dat.

#### 3.1 Indukční senzory

Indukční senzory se řadí do skupiny bezdotykových snímačů. Jak je patrné z názvu, jejich princip je založen na indukci vířivých proudů v měřeném objektu, který však musí být složen z elektricky vodivého materiálu.

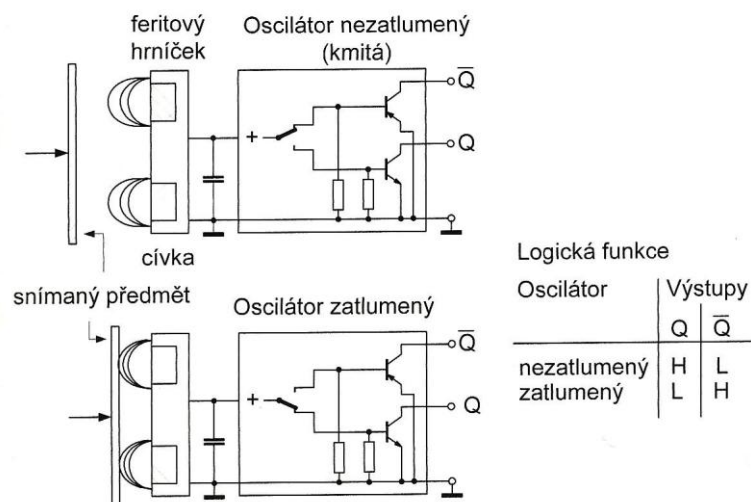
Nejširší uplatnění nacházejí v automatizačním průmyslu, zvláště v provedení senzorů přiblížení (detekce). Díky jejich konstrukci v ocelovém pouzdře, odolném vůči okolním vlivům, mají vysokou spolehlivost a životnost. [10]

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

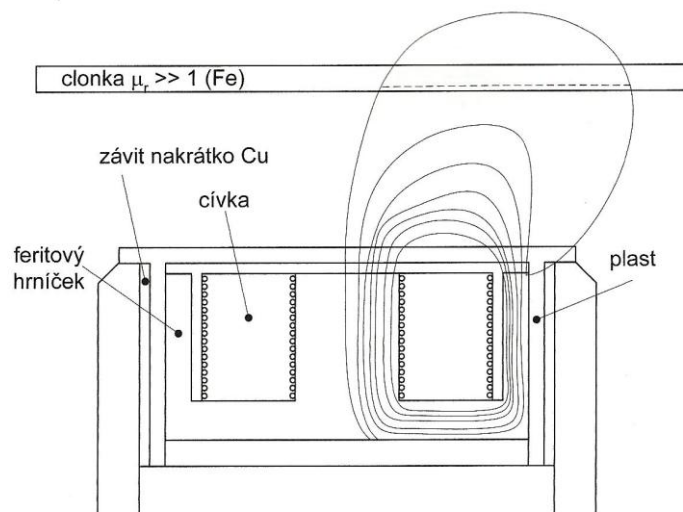
##### 3.1.1 Princip činnosti

Indukční sensor je zcela polovodičový prvek, jehož aktivním členem je cívka umístěná na jádru poloviny feritového hrníčku (obr. 24). Vysokofrekvenční střídavý proud generovaný oscilátorem protéká cívkou a vytváří magnetické pole, které vystupuje z otevřené strany hrníčku. To je také aktivní plocha senzoru.



Obr. 24. Princip indukčního snímače [10]

Jestliže se nachází v blízkosti této aktivní plochy nějaký předmět z elektricky vodivého materiálu, dojde k deformaci magnetického pole. Kvůli přehlednosti je zakreslena jen polovina symetrického magnetického pole (obr. 25).



Obr. 25. Průběh magnetických siločar [10]

V předmětu například z konstrukční oceli, tedy elektricky vodivém a feromagnetickém, se indikují *vířivé proudy*. V terminologii indukčních senzorů se mu říká *tlumící clonka*. Změna magnetického pole vlivem vířivých proudů působí zpátky na cívku tak, že změní její elektrickou impedanci. Tato změna je vyhodnocena elektronikou senzoru a po následném zesílení je převedena na výstupní signál. [10]

### 3.1.2 Redukční faktor

Změna impedance cívky vlivem přítomnosti clonky je závislá na vzdálenosti mezi clonkou a cívkou a na materiálu clonky, především na její vodivosti. Největší změnu vyvolá clonka z konstrukční oceli. Spínací vzdálenost, označována  $s$ , je hodnota uváděná v milimetrech a udává, z jaké vzdálenosti je senzor aktivní. U různých materiálů se hodnota  $s$  porovnává se spínací vzdáleností  $s_n$  dosaženou u konstrukční oceli. Tento poměr se nazývá redukční faktor. Hodnoty vybraných materiálů jsou uvedeny v tabulce. [10] Pokud by tedy měl například obecný indukční snímač spínací vzdálenost pro ocel  $s_n=1\text{mm}$  u hliníku, byla by spínací vzdálenost  $s=0,4\text{mm}$ .

Tabulka 1. Redukční faktor

Materiál	Konstrukční ocel	Nerezová ocel	Olovo	Mosaz	Hliník	Měď
Redukční faktor	1	0,7	0,6	0,45	0,4	0,3

### 3.1.3 Konstrukční provedení

Základním a nejpoužívanějším provedením senzoru je válcový tvar. Jedna čelní plocha válce je zároveň aktivní plocha senzoru. Stejně elektronické vybavení se umísťuje i do méně používaných kvádrových pouzder.

Válcové snímače mají pouzdra z polymerního či kovového materiálu. S kovovými pouzdry se můžeme setkat jak v provedení chromované mosazi, tak častěji z nerezové oceli. Dalším rozdělením je pouzdro hladké anebo pouzdro se závitem. Na aktivní ploše se nachází cívkový systém, chráněný krytou z polymeru. Dále následuje elektronický obvod umístěný na plošném spoji. Na konci plošného spoje se umísťuje LED dioda, sloužící k indikaci sepnutého stavu. Na opačné straně aktivní plochy senzoru je krytka, kterou prochází připojovací kabel, nebo přímo konektor, sloužící k zapojení snímače. Veškerý jeho vnitřní prostor je vyplněn zalévací hmotou.



Obr. 26. Nejobvyklejší tvary snímačů [11]

### 3.2 Kapacitní senzory

Kapacitní senzory se svým tvarem i funkcí velice podobají indukčním sensorům. Pracují bezdotykově a umožňují detekovat jak vodivé, tak nevodivé materiály u kterých nacházejí své největší uplatnění.

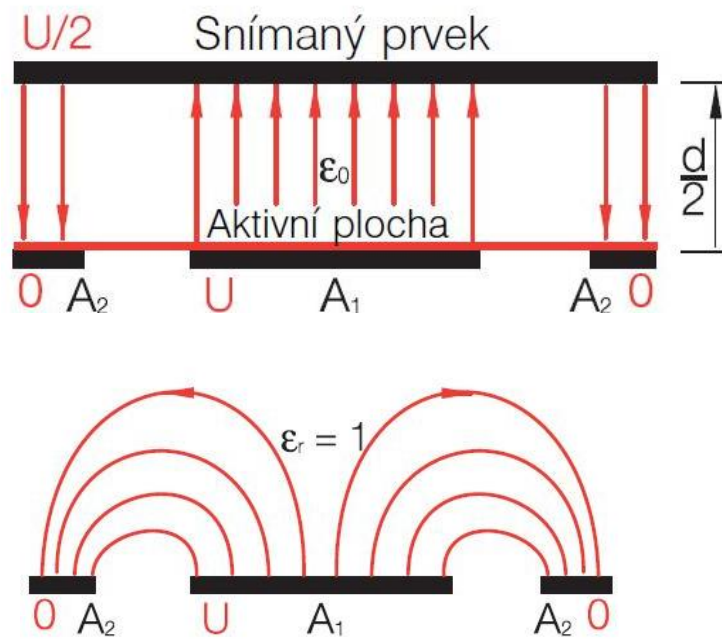
Typickými případy použití jsou:

- snímání nekovových materiálů
- měření hladiny vody, olejů i sypkých materiálů
- kontrola, detekce a počítání kusů na balících linkách
- snímání a určování tloušťky dřeva

#### 3.2.1 Princip činnosti

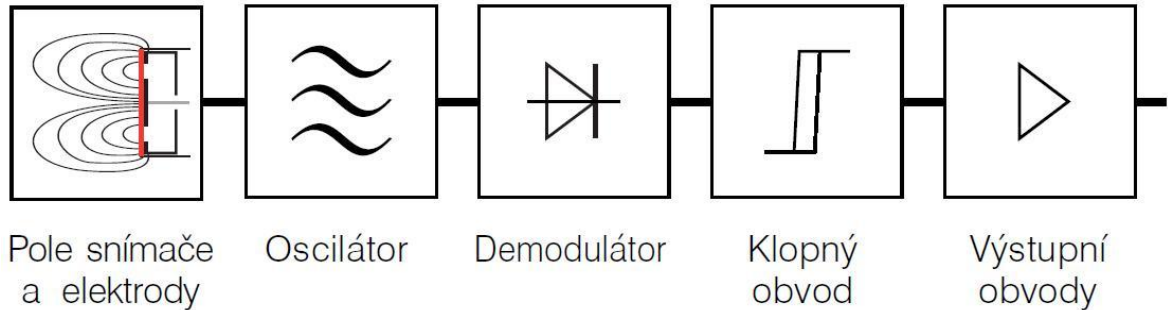
Aktivním prvkem kapacitního senzoru je kotoučová elektroda  $A_1$  uvnitř válcového pouzdra, které působí jako stínění (druhá elektroda)  $A_2$ . Tyto elektrody tvoří v podstatě otevřený kondenzátor se základní kapacitou  $C_Z$ . Ta je závislá na velikosti aktivní plochy, vzdálenosti od snímaného prvku a relativní permitivitě materiálu.

Musí platit, že se siločáry v případě přítomnosti snímaného prvku spojují nejkratší cestou, avšak při nepřítomnosti prvku se uzavírají obloukem od středu aktivní plochy ke kruhové elektrodě. [10, 11]



Obr. 27. Princip kapacitního senzoru [12]

Základní kapacita  $C_Z$  je díky přiblížení snímaného předmětu zvýšena na kapacitu výslednou  $C_V$ , kterou zaznamená oscilátor a následně převede na výstupní signál.



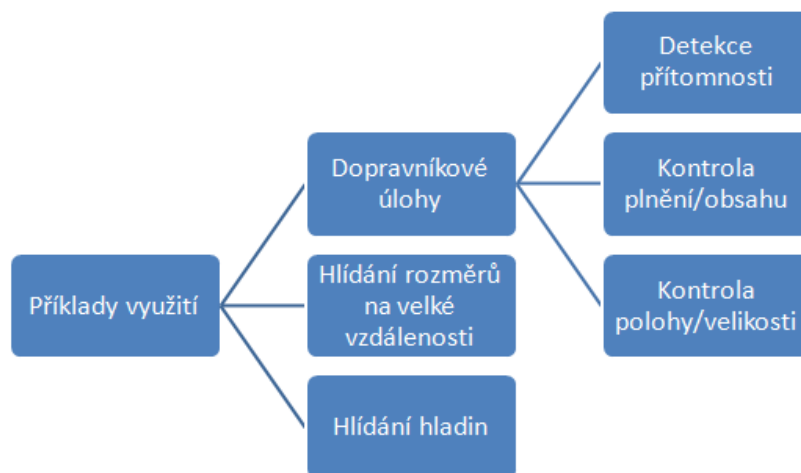
Obr. 28 Blokové schéma kapacitního senzoru [12]

Kapacitní snímače jsou v praxi využívány jen zřídka, převážně z důvodu vysoké ceny ve srovnání s indukčními snímači. Největší využití se nachází právě u materiálů, které nevedou elektrický proud a nedají se tedy snímat indukčními senzory.

### 3.3 Optoelektronické senzory

Optoelektronické senzory se díky svým funkčním schopnostem, a tím pádem vysokému aplikačnímu využití, řadí k nejvíce využívaným sensorům. Značnou výhodou těchto sensorů je jejich velká spínací vzdálenost, dosahující až desítek metrů. Díky ní jsou schop-

ny v binárním využití plnit bezpečnostní aplikace, inspekční úlohy během výroby, ale i náročné měřicí a kontrolní úlohy. Typickým příkladem použití mohou být:



Obr. 29. Příklady použití optoelektronických senzorů

### 3.3.1 Princip činnosti

Základním principem, díky kterému je možné optické snímače použít, je přeměna elektrického proudu na elektromagnetické vlnění (světlo) a obráceně. Světlem máme na mysli elektromagnetické spektrum od ultrafialové oblasti přes oblast viditelného světla až do oblasti infračerveného světla. Tuto přeměnu vykonávají vysílací prvky, kterými jsou dnes nejčastěji používané LED diody a polovodičové laserové diody. Ty vytvoří paprsek světla vysílaný do požadovaného místa, kde může být odražen pohlcen nebo indikován přijímacími prvky jako jsou například fotodiody či fototranzistory. [10]

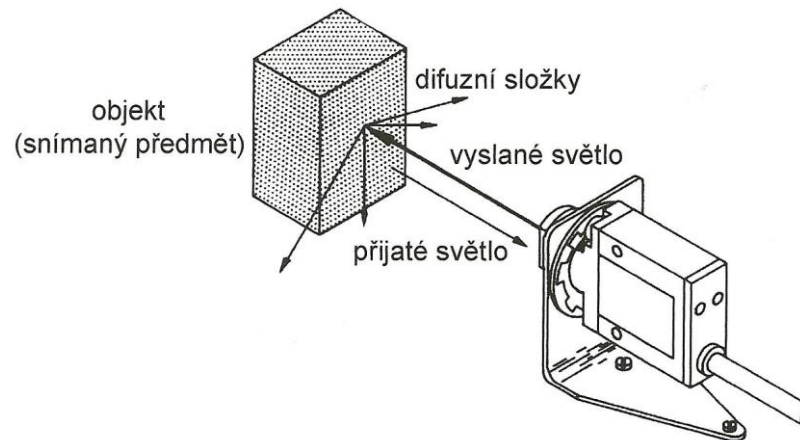
### 3.3.2 Dělení optoelektronických senzorů

Díky velké variabilitě využití optosenzorů byl téměř pro každou aplikaci vyvinut konkrétní typ senzoru. Základní členění však můžeme provést dle principu, na kterém jednotlivé snímače fungují.

#### 3.3.2.1 Reflexní senzory

Jejich principem je snímání či měření světelného výkonu a porovnání s nastavenou (referenční) hodnotou. Světlo vyzářené z vysílače je směřováno k objektu, od kterého je následně odraženo zpět k přijímači. Výsledkem je vyhodnocení množství odraženého světla, které je převedeno na výstup. Tímto způsobem je možné nejen zjišťovat přítomnost

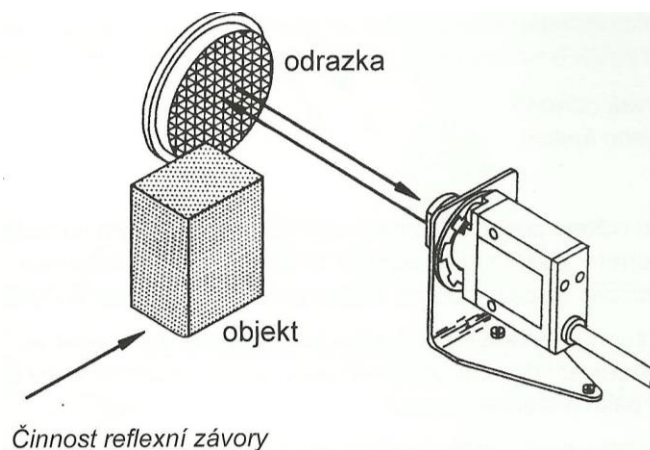
objektu, ale také změřit jeho vzdálenost nebo určit kontrast a barvu. Dosah reflexních snímačů, také označovaných jako difuzních, se pohybuje od 0 do 500mm. [10]



Obr. 30. Reflexní senzor [10]

### 3.3.2.2 Reflexní senzory s odrazkou

Tyto senzory, také označovány jako reflexní závory, vyzařují světlo směrem do odrazky a od ní se vrací zpět. V případě přerušení optické dráhy je aktivován výstup senzoru a zaslán požadovaný výstupní signál. Díky odrazce se do přijímače ve srovnání s difuzními snímači vrátí mnohem větší světelný výkon, a proto je možné dosáhnout spínací vzdálenosti až 10 metrů. Odrazky jsou vyrobeny z lisovaného polymeru, který se skládá z malých trojbokých hranolů, které se vykazují vysokými optickými vlastnostmi. Podmínkou správné funkčnosti je nastavení kolmosti mezi snímačem a odrazkou.



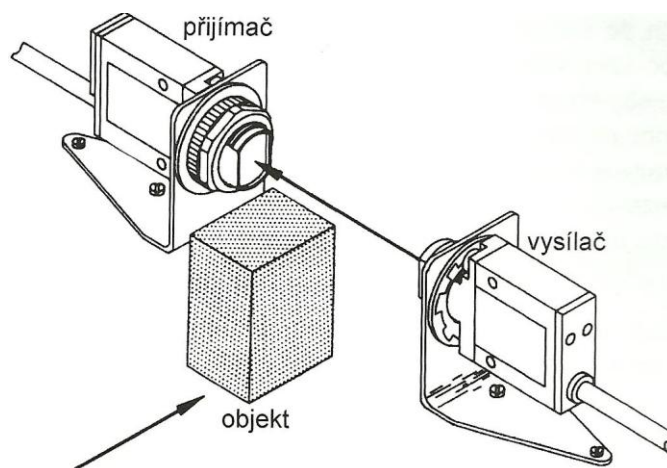
Obr. 31. Reflexní závora [10]



### 3.3.2.3 Senzory obsahující vysílač a přijímač

Princip tohoto druhu senzoru, taktéž označovaný jako jednocestná závora, je velice podobný reflexní závore. Světlo vyzářené vysílačem je vedeno optickou dráhou, na jejímž konci je přijímač. Ten je aktivován, jakmile je tato dráha přerušena objektem do ní vloženým. Snímaná vzdálenost, které je tímto způsobem možné dosáhnout, se pohybuje do vzdálenosti až 200m. Je nutné dodržet vzájemnou stabilitu mezi vysílačem a přijímačem.

[10]



Obr. 32. Jednocestná závora [10]

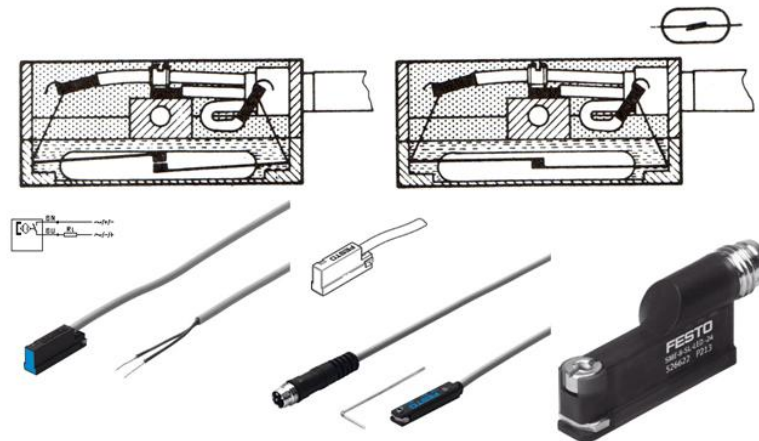
## 3.4 Magnetické senzory

Magnetické senzory pracují na principu magnetického pole. Zdrojem magnetického pole bývá permanentní magnet, který je umístěn na snímaném předmětu. Snímač je poté feromagnetické charakteristiky a získává signál na základě přiblížení magnetu. Nejčastěji se těchto snímačů využívá při:

- snímání polohy pneumatických válců
- snímání hladin kapalin a sypkých materiálů (magnet je součástí plováku)
- jednoduchých identifikačních systémech

Magnetické senzory se skládají ze dvou jazýčků umístěných v trubici. Po přiblížení permanentního magnetu jazýčky skokově přeskočí a spojí se. Tím dají elektrický signál, který je vyžadován. Po následném oddálení magnetů se jazýčky vrátí do původní polohy. Rychlost spínání závisí na použitých materiálech. Spínací vzdálenost u těchto senzorů dosahuje okolo 20 mm.





Obr. 33. Magnetické snímače [3]

### 3.5 Ultrazvukové senzory

Ultrazvukové senzory se řadí do kategorie bezdotykových snímačů a jejich funkce je založena na vysílání ultrazvukových vln. Těmito vlnami rozumíme akustické vlny s frekvenčním rozsahem nad 1GHz, které jsou nad hranicí slyšitelnosti. Zvuk jako samotný vzniká chvěním hmoty a jeho šíření je možné díky předání chvění hmotným částicím, jako je například vzduch. Velice důležitými fyzikálními veličinami, které zvuk charakterizují, jsou rychlost šíření zvuku  $c$ , délka zvukové vlny  $\lambda$ , která určuje vzdálenost mezi částicemi zvuku, a frekvence  $f$ . Mezi těmito veličinami existuje vztah  $c = \lambda \cdot f$ . Rychlost šíření zvuku závisí na prostředí, ve kterém se šíří, a také na jeho fyzikálním stavu, jako je tlak, teplota a vlhkost.

Ultrazvukové senzory musí obsahovat měnič zvuku, aby bylo možné ultrazvukové vlny šířit. Nejčastěji využívaným měničem je piezokeramický měnič. Ten se skládá z materiálu složeného z keramiky a směsi skla a pryskyřice. Princip měniče je založen na magnetostrikci, což znamená, že při přiložení napětí se mění geometrické rozměry a mění tedy elektrickou energii na mechanickou (chvění a vznik vlny).

Principem činnosti ultrazvukových sensorů je měření času odezvy vlny. Měnič vyšle v jistém časovém okamžiku několik impulzů, které se šíří daným prostředím rychlostí zvuku  $c$ . Pokud vlny narazí na nějaký předmět, část z nich se odrazí a za určitý čas dojdou zpět do senzoru. Výsledkem je výstupní signál, který je schopný vyhodnotit vzdálenost snímaného předmětu na základě doby, za kterou se vlna vrátí, či pouze vyhodnocení, zda je v zorném poli snímače jiný objekt či nikoliv. Největší uplatnění tedy senzory nacházejí

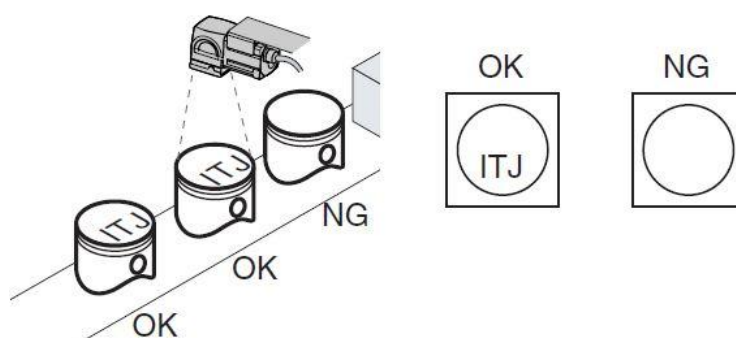
jako detekce přítomnosti či měření vzdálenosti v prostředí, ve kterém se jiné (optoelektronické) snímače nedají využít z důvodu špatného odrazu paprsku či jeho pohlcení. [10]

### 3.6 Identifikační systémy a kamery

Identifikační systémy a kamery jsou hojně využívány při veškerých kontrolách, které vyžadují přesné obrazové výsledky či informaci, která obsahuje více než jen binární výsledek, např. přítomnost objektu. Identifikační systémy můžeme jednoduše rozdělit do dvou skupin. Do první z nich patří kamery a senzory sloužící především pro jednodušší kontroly či čtení kódů. Tyto senzory jsou taktéž nazývány checkery. Druhou kategorií jsou kamerové systémy plnící složitější úlohy, jako je zaměření, zaostření, pořízení snímku a jeho vyhodnocení, které obsahuje konkrétní informace, jež jsou odesílány do řídicího systému, ve kterém se následně shromažďují.

#### 3.6.1 Checkery a čtečky kódů

Do této kategorie řadíme senzory se schopností vytvoření snímku a jeho vyhodnocení na bázi binárního výsledku. V řídicím systému kamery jsou nastaveny parametry, které jsou díky vytvořenému obrazu srovnávány a následně vyhodnoceny. Výstupem senzoru je informace, zda je podmínka nastavená jako výchozí splněna či nikoliv. Tyto kamerové senzory mají jeden přednastavený objektiv a integrované osvětlení. Při jejich aplikačním využití musí být kladen důraz na parametr ohniskové vzdálenosti, kterou je nutné dodržet, jelikož možnosti zaostření nejsou zdaleka tak dokonalé jako u kamerových systémů.



Obr. 34. Příklad využití kamerového senzoru [13]

Dále je zde možné zařadit čtečky kódů, které jsou schopny snímat jak 1D, tak 2D kódy. Mohou vyhodnocovat porovnávací metodou například šarži výrobní série, nebo zasílat informaci, která může obsahovat celý kód nebo jen vybrané informace z kódu.

### 3.6.2 Kamerové systémy

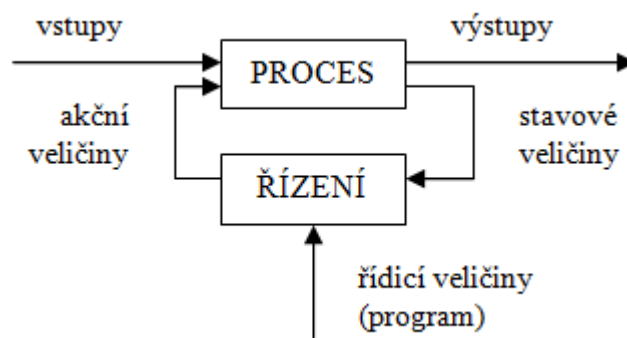
Kamerovými systémy se rozumí soustava kamerového snímače, řídicí a vyhodnocovací jednotky, popřípadě externí osvětlení. Tyto systémy jsou schopny snímat objekty jak z hlediska velikosti, tak z hlediska barvy či inspekčních úloh. Výstupním signálem je snímek, který je vyhodnocován buď v řídicí jednotce, nebo je možné data zasílat přímo do PC či operátorského panelu, kde probíhá zobrazení snímku a jeho vyhodnocení. Tímto způsobem je možné řídit celé výrobní linky či robotické stanice. Kamery mají mnohem kvalitnější optické systémy, které umožňují větší variabilitu snímání.



*Obr. 35. Kamerový systém [14]*

## 4 ŘÍDICÍ SYSTÉMY

Řídicí systémy jsou v průmyslové automatizaci její nezbytnou součástí. Bez jejich přítomnosti by nebylo možné systém automatizovat ani ovládat. Ve své podstatě se jedná o účelově vytvořený počítač, který monitoruje, ovládá a vyhodnocuje veškeré procesy akčních členů a ostatních řídicích členů, které v procesu disponují. Řídicí systémy jsou buď programovatelné, což umožňuje jejich změnu popřípadě úpravu, nebo jsou pevně nastaveny a slouží k úkonům předem určeným. V současnosti jsou nejvíce využívány PLC systémy, které umožňují systém programovat. Svou úlohu však nacházejí také mikropočítače společně s průmyslovými počítači, které mají mnohem větší možnosti, jak z hlediska programátorského komfortu, tak ze strany technologického využití. Pro příklad je na následujícím obrázku uvedeno blokové schéma jednoduchého řízení procesu.



Obr. 36. Blokové schéma řídicího systému

### 4.1 Rozdělení

Jednoznačné rozdělení je díky stále se vyvíjejícím novým a zdokonalujícím se řídicím systémům obtížné. Z toho důvodu je následující rozdělení založeno pouze na základě často využívaných systémů, sloužících k obecnému přehledu.

- průmyslové regulátory (čítače a časovače)
- programovatelné automaty PLC
- velké systémy pro řízení procesu DCS/PCS
- průmyslové PC (Industrial PC)

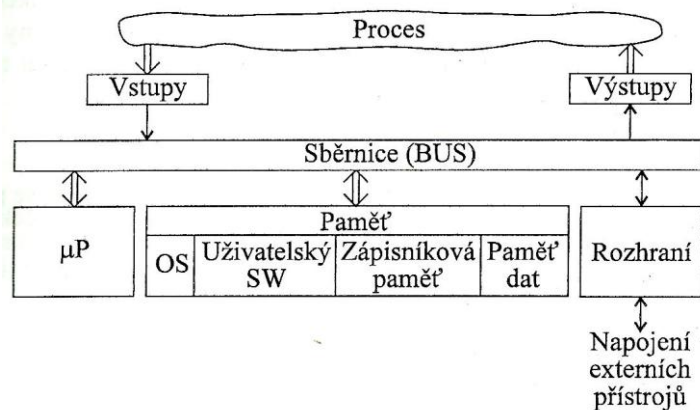
## 4.2 PLC systémy

Programovatelné automaty (Programmable Logic Controlers PLC) jsou nejrozšířenějším řídicím systémem pro řízení technologických procesů, výrobních linek a strojů. PLC jsou využívány již od konce 70. let. Postupné nahrazování logických prvků, jako jsou relé nebo průmyslové regulátory, je dáno možností jednoduše programovat daný systém bez mechanického zásahu do logických prvků. Tímto se PLC dostaly do podvědomí uživatelů a projektantů, kteří je začali hojně využívat. Jejich nespornou výhodou je jednoduchá změna programu, nízké náklady na příslušenství dodávané k PLC, nízké nároky na programátory a projektanty, vysoká spolehlivost a jednoduché uvedení do chodu. Ve srovnání s průmyslovými PC však PLC systémy stále zaostávají, především v otázce programátorského komfortu, možností variability zapojení systému do větších celků nebo vyšší cenou v poměru výkonu a možnosti využití. [15]

### 4.2.1 Charakteristika PLC

V současné době se PLC velice liší od původních programovatelných automatů. Během několika desítek let došlo ke změnám s využitím moderních technologií a dnešní PLC systémy již nahradily původní pomalé procesory s 8 nebo 16 bity mikroprocesory, které jsou součástí každého novodobého PLC.

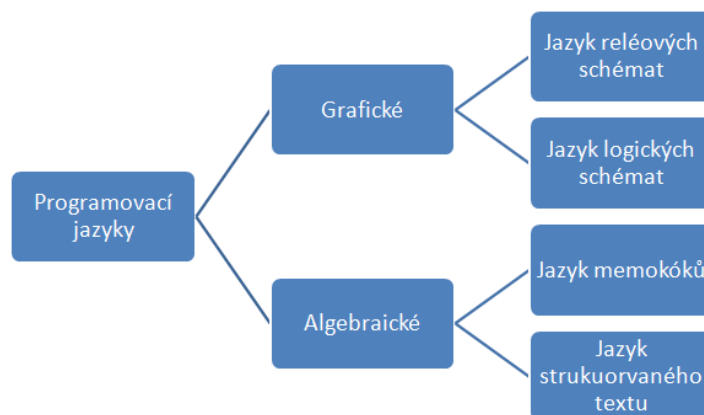
Základem PLC je 16 nebo 32 bitová sběrnice, kolem které je modulárně vytvořen celý programovatelný automat. Další nedílnou součástí je paměť, ve které jsou vyhrazeny prostory pro vstupní data, výstupní data, vnitřní proměnné a paměťový prostor pro vlastní program. V paměti jsou také uloženy funkční bloky a funkce, které jsou vytvořeny uživatelem nebo dány systémem. PLC pracují v režimu reálného času, který je u nich nepostradatelný. Operační systém využívá cyklického způsobu vykonávání programu. Doba tohoto cyklu je zpravidla definována dobou, kterou PLC potřebuje na načtení dat, vyslání dat na výstupy a zpracování 1 000 instrukcí. Blokové schéma jednoduchého modulárního programovatelného automatu je znázorněno na následujícím obrázku. [15]



Obr. 37. Blokové schéma modulárního PLC [15]

#### 4.2.2 Programování PLC

Programovací jazyky PLC jsou v současnosti velmi zjednodušeny a sjednoceny především díky normě IEC 61131-3, která vznikla v 90. letech. Tato norma se skládá ze 4 programovacích jazyků a jejím úkolem je usnadnění a jednoznačná orientace programátorů v jednotlivých programech PLC. Vytvořený program musí být přeložen a uložen do paměti programu PLC. Procesor následně provádí cyklické vyvolávání uživatelského programu. Základní dělení programovacích jazyků je uvedeno níže.



Obr. 38. Rozdělení programovacích jazyků PLC systémů [15]

## 5 OVLÁDÁNÍ HMI

Pojmem HMI (Human Machine Interface) rozumíme vizualizační a ovládací prvky, které jsou nedílnou součástí veškerých automatických, poloautomatických a výrobních linek. Umožňuje nám do řízení děje zasahovat, sledovat ho, napomáhat systém správně identifikovat a následně ovládat. Ve své podstatě se jedná o pomocníka a prostředek pro obsluhu, údržbu a inspekci daného procesu. Má za úkol v co nejvyšší míře zjednodušit, usnadnit a zkvalitnit práci s daným zařízením či procesem jako celkem. K jeho nejlepšímu vnímání slouží veškerý způsoby grafického zobrazení, které jsou pro člověka asi nejvíce přijatelné a pochopitelné. Na mysl máme grafické prostředky od jednoduchých světelných kontrol, přes standardní zobrazovací displeje až po vyšší úroveň dotykových panelů s grafickou vizualizací. Veškerá zobrazovací zařízení jsou nezbytně spojena s řídicím systémem, který jim dává potřebné data a informace pro jejich následnou vizualizaci. HMI jsou také schopny data vyhodnotit a dále je archivovat. Umí pracovat na rozhraní PC, a tak je možné data zasílat do známých nástrojů, např. program Excel, kde mohou uživatelé jednoduše tabulky či grafy dále využívat. Důležitou součástí zobrazovacích prostředků jsou chybové hlášky, které jsou nutné v případě poruchy zařízení nebo v případě, kdy nastane v systému nestandardní situace. Na tyto děje musí být vizualizace dostatečně připravena a musí dát o daném problému okamžitě vědět. Na následujícím obrázku jsou znázorněny některé z používaných vizualizačních prostředků současnosti.



Obr. 39. Příklady HMI [15]

## 5.1 Rozdělení ovládacích prvků

Rozdělení ovládacích prvků je možné provést více způsoby. Následující rozdělení je dle posloupnosti od nejjednodušších ovladačů až po ty složité a tím pádem cenově nákladné.

- jednoduché vizualizační prvky – obsahují pouze zobrazovací prostředky (světelné kontrolky), popřípadě zvukové signalizace, a není možné je ovládat.
- vizualizační systémy – jedná se o programy, které fungují zpravidla na systému Windows, a jejich škála je opravdu veliká. Často jsou vyvíjeny jednoúčelově pro jedinečnou aplikaci a téměř pro každý proces můžeme nalézt vizualizační systém. Nejčastěji jsou spojeny s IPC a současně daný proces řídí i umožňují jeho vizualizaci.
- jednoduché kontrolní panely – tyto zařízení obsahují displej a ovládací tlačítka, ale pouze v omezeném rozsahu, příkladem může být jednořádkový displej s ovládacími tlačítky pro nastavení požadované hodnoty a následné sledování této veličiny (teplota, tlak)
- operátorské panely – patří do kategorie složitějších, ale zároveň mnohem kvalitnějších HMI systémů, které mohou obsahovat několikařádkové displeje s množstvím ovládacích tlačítek, popřípadě dotykový displej.

## 5.2 Operátorské panely (OP)

Do této kategorie řadíme veškerá zařízení, která mají možnost vlastního ovládání a jehož vnitřní parametry jsou vytvořeny dle aplikačního využití. Jedná se panely, které umožňují procesní děje sledovat, ovládat, nastavovat parametry řízení a ukládat výstupní signály případně poruchové hlášky do vnitřní paměti pro zpětnou kontrolu. Operátorské panely můžeme rozdělit do dvou základních kategorií. Panely s displejem a ovládacími tlačítky nebo panely s dotykovými obrazovkami. Pro určení jaký, z široké škály panelů pro danou aplikaci vybrat, je složitost daného procesu, počty vstupů a výstupů na řídicím systému, komunikační rozhraní mezi řídicím systémem a panelem, nároky na ovladatelnost samotného OP a taktéž požadavky na grafické zobrazování. OP jsou programovatelné a je možné je nastavit dle potřebných parametrů, které chceme sledovat. Některé vizualizační děje mohou probíhat automaticky, jiné dle pokynů obsluhy. Současně je možné přepínat



mezi režimy panelu, například automatický režim, ruční režim nebo servisní režim. Veškeré tyto možnosti vycházejí z programového nastavení OP. Panely s dotykovými obrazovkami jsou v současnosti hojně využívanými, ale je nutné brát ohled na pořizovací cenu ve srovnání s úkony, které mají vykonávat. Jejich využití nacházíme převážně u složitějších výrobních linek, které řídí procesy složitější na jejich řízení a vizualizaci. V každém případě je nutné proškolit obsluhu a další členy pracovního týmu, jelikož v případě neznalosti, je možné velmi jednoduše dané zařízení poškodit. Na OP jsou taktéž kladeny vysoké nároky z hlediska krytí IP a konstrukce, která musí odolávat prašnému, vlhkému či jinak nepříznivému prostředí.



*Obr. 40. Příklad složitějšího operátorského panelu [17]*

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 ZADÁNÍ

Zadáním praktické části diplomové práce je vytvořit jednoúčelový stroj. Za tento stroj je považován montážní přípravek a všechny ostatní části jako je rám stroje, elektrický rozvaděč či další komponenty a dílce umístěné na stroji. Zařízení bude sloužit k předmontáži filtrů a konektoru do plastového tělesa automobilového světlometu. Dále bude prováděna kontrola přítomnosti vložených filtrů a kontrola správného vložení, tzn. zacvaknutí konektoru. Při návrhu stroje musí být dodrženy následující požadavky:

- Přípravek je pravolevý, je možné do něj vložit pravý nebo levý díl světlometu.
- Přípravek musí být konstruován tak, aby se do něj dílce vkládaly jednoduše a jednoznačně
- Otvory pro vkládání filtrů musí být kolmé k základové desce přípravku
- Těleso je ihned po vložení do přípravku fixováno (uzamčeno) proti odebrání před dokončením předmontáže.
- Po vložení filtrů a konektoru do tělesa je zkontrolována jejich přítomnost a správnost založení
- Montážní postup je vyhodnocován, a pokud splňuje dané požadavky těleso je z přípravku uvolněno.

## 7 NÁVRH KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Prvním krokem pro správné navrhnutí zařízení je vytvoření základacího přípravku, který bude složen z polymerních základacích kostek kopírujících tvar výrobku a zabraňujících jeho pohybu v potřebných směrech.

Další fází je návrh rámu, na kterém bude přípravek umístěn. V tomto případě se jedná o rám složený ze stavebnicového systému společnosti BOSH Rexroth Group. Použity budou profilové tyče ze slitiny hliníku o rozměru 45x45 mm. Současně musí rám splňovat ergonomické podmínky vhodné pro budoucí obsluhu zařízení. Jednou z podmínek je nastavitelná výška pracovní plochy, odkládací police či dostatečné osvětlení.

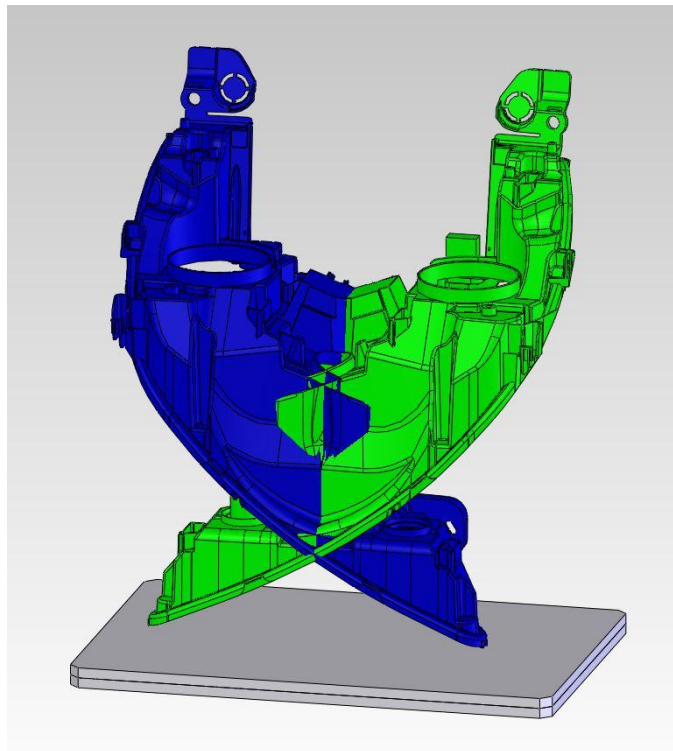
Složitějším a podstatnějším návrhem se jeví kontrola filtrů a konektoru. Jelikož jsou filtry malé velikosti a jsou složeny z polymerních vláken, které jsou do sebe zapleteny a tvoří mezi sebou mezery, bude složité je detekovat. Pro vložení do tělesa světlometu je nutné filtr zdeformovat, jelikož otvor pro vložení je menšího rozměru než samotný filtr. Filtry vložené do tělesa světlometu byly experimentálně otestovány několika různými senzory z předpokládané vzdálenosti mezi filtrem a senzorem. Výsledkem je určení snímače, jež bude filtry z potřebné vzdálenosti detekovat. Jedná se o laserový snímač společnosti SICK s tloušťkou paprsku cca 1 mm a snímací vzdáleností až 500 mm.

Pro konstrukci celého zařízení bude použit software společnosti Solid Works.

## 8 POSTUP KONSTRUKCE

### 8.1 Konstrukce základacího přípravku

Na základě 3D modelu tělesa světloometu, který byl do programu vložen, je navrženo základní uspořádání levého a pravého kusu na desce přípravku. Deska přípravku je dvoudílná, aby bylo možné horní desku, na které budou umístěny základací kostky, odebrat. Spojení těchto dvou desek bude pomocí kolíků a pouzder umístěných do kříže.

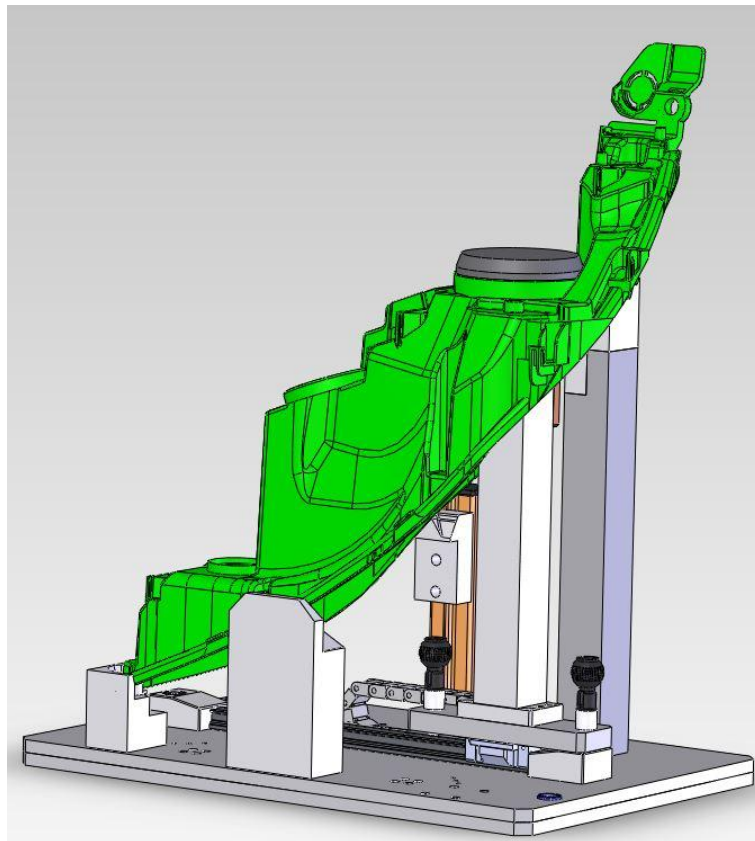


*Obr. 41. Poloha tělesa na základové desce*

Díky zjištění průniku výrobků jsou navržena opěrná místa. Na tato místa je nutné umístit opěrné kostky, popřípadě stojiny pro zvýšení výšky kostek. Jako vhodné místo pro umístění hlavní opěry byl zvolen středový otvor, který bude vhodný k nasazování na trn. Toto řešení obnáší jediný problém, a tím je zmíněný průnik, a proto musí být tento trn umístěn na přesuvné stojině. Další opěrná místa jsou zvolena na okrajích výrobku po jeho obvodu. Celkový počet opěr pro jeden výrobek je pět. Pro zjednodušení a lepší orientaci na přípravku jsou následující obrázky pouze pro založení jednoho tělesa světloometu.

Přesuvná stojina slouží k přesunu středového základacího trnu. Na přesunutí je využito lineárního vedení, které se skládá z kolejničky a vozíku. Na vozíku je umístěna stojina,

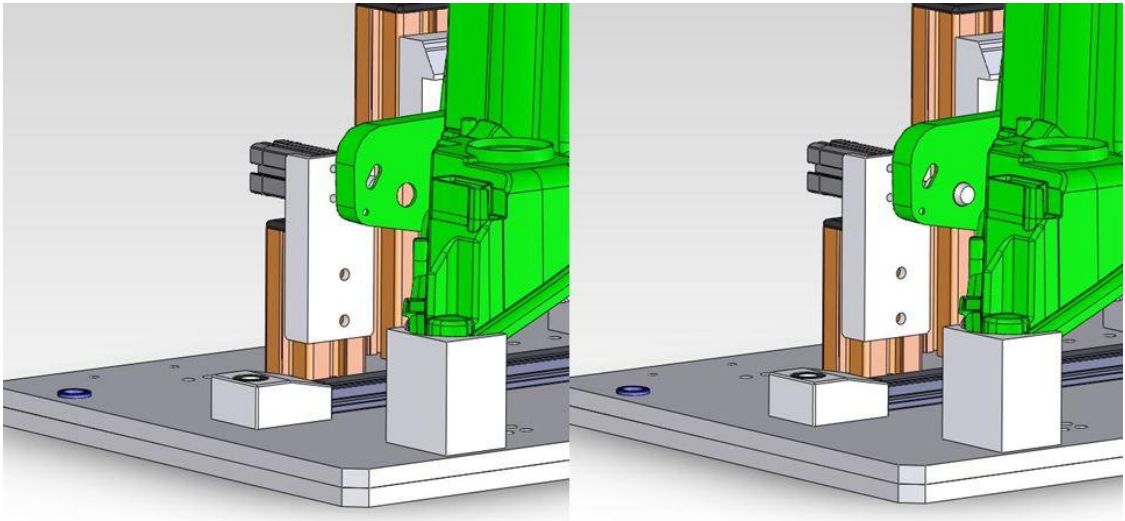
kteřá je opatřena zakládacím trnem. Na každé straně desky je umístěna dorazová kostka, ve které je vloženo pouzdro. Do tohoto pouzdra se vkládá plunžr, jenž zajišťuje přesnou polohu stojiny. Plunžr je součást, která se skládá z několika dílů. Hlavní částí je válcový kolík, který je pod pružinou a pomocí kulové kloboučky umístěného na horní straně se zvedá. Zmíněná pružina jej vrací zpět do vysunuté polohy. Pokud tedy chceme stojinu přesunout, musíme plunžr nadzvednout a teprve v tento okamžik je možné provést přesun.



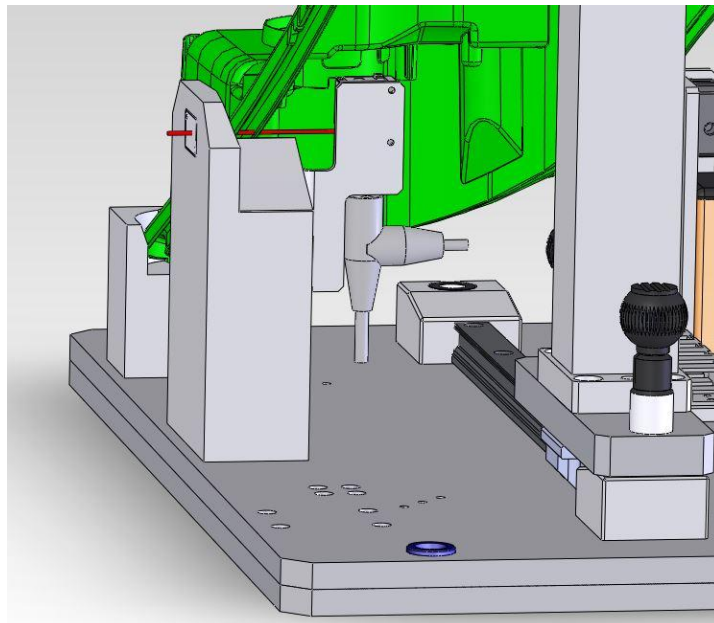
*Obr. 42. Návrh opěrných míst*

Dalším krokem je návrh zamykání. Pro aretaci je zvolen pneumatický válec společnosti FESTO, který zajistí výrobek v dané poloze. Na výrobku je nutné určit vhodné místo pro zamykání. Po důkladném prohlédnutí výrobku bylo zvoleno místo ve spodní části, kde je umístěn otvor vhodný pro aretaci. Válec bude umístěn ze zadní strany, a tudíž nebude překážet v založení přípravku. Současně je nutné zvolit senzor, který bude dávat potřebný signál pneumatickému válci pro pokyn k vysunutí. Vhodným snímačem se jeví reflexní snímač s odrazkou, který bude umístěn taktéž ve spodní části přípravku a bude

sloužit k detekci jak pravého, tak levého kusu. Znamená to, že je společný. Odrazka je situována do prostoru přední opěrné kostky.



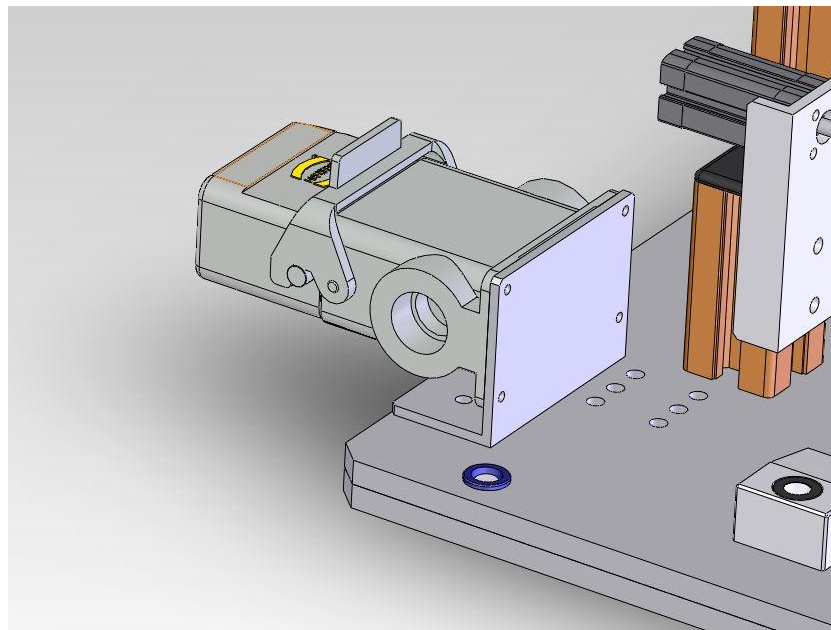
*Obr. 43. Fixace výrobku*



*Obr. 44. Senzor pro přítomnost výrobku*

Aby bylo možné přípravek ze spodní desky odebrat, je nutné využít propojení kabelů od senzorů a hadiček od pneumatického válce přes těžký průmyslový konektor. Zvolen byl konektor s dostatečnou velikostí od společnosti HARTING, který vyniká svou robustností a spolehlivým spojením. Těžký průmyslový konektor je zařízení, které slouží k rozebíratelnému spojení mezi samcem a samicí, ze kterých se konektor skládá. Samec je napevno umístěn na přípravku a samice je k němu připojována. Do samce jsou zavedeny

všechny potřebné kabeláže a hadice z přípravku. Těžký průmyslový konektor obsahuje vnitřní modulové klece a kostky, do kterých se kabely i hadice napojí. Kostky jsou zvlášť pro kabely a zvlášť pro hadice. Do samice jsou zavedeny kabely z rozvaděče a hadice z pneumatické desky. Pokud tedy je vyžadováno přípravek odejmout, je nutné těžký průmyslový konektor rozpojit.

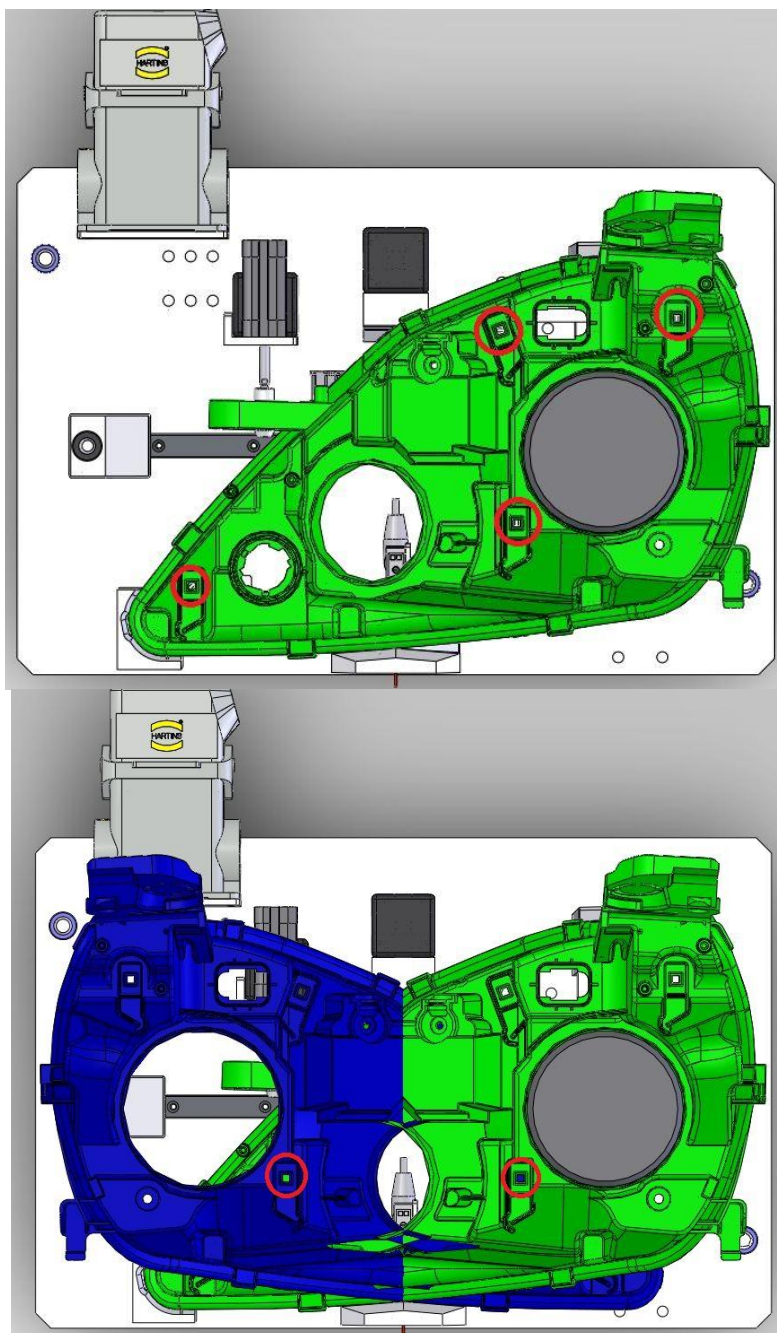


*Obr. 45. Těžký průmyslový konektor*

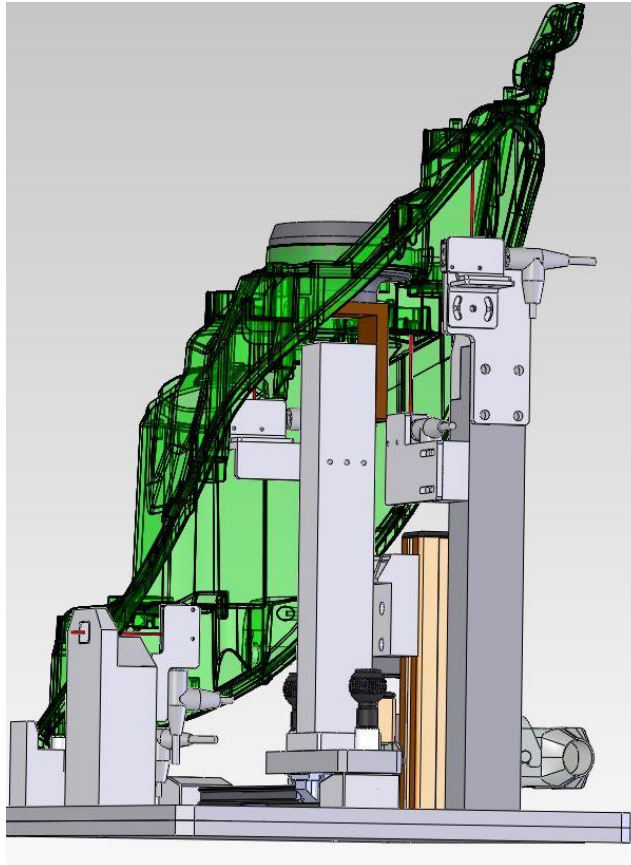
## 8.2 Konstrukce kontroly filtrů

Pro kontrolu filtrů byl zvolen způsob detekce pomocí laserových snímačů. Tyto snímače mají paprsek o tloušťce cca 1,5 mm, a proto je možné detekovat filtry umístěné ve čtvercovém otvoru o rozměru 4,6 mm x 4,6 mm. Snímače budou navrženy tak, aby bylo možné je nastavit ve všech směrech. Otvory pro vkládání filtrů jsou čtyři pro jeden druh výrobku. Filtr umístěný v otvoru nejbližší k trnu není možné kontrolovat zvlášť pro pravou a pro levou stranu, jelikož je v průniku těles. Z tohoto důvodu bude muset být kontrola zmíněného filtru na přesuvné stojině.

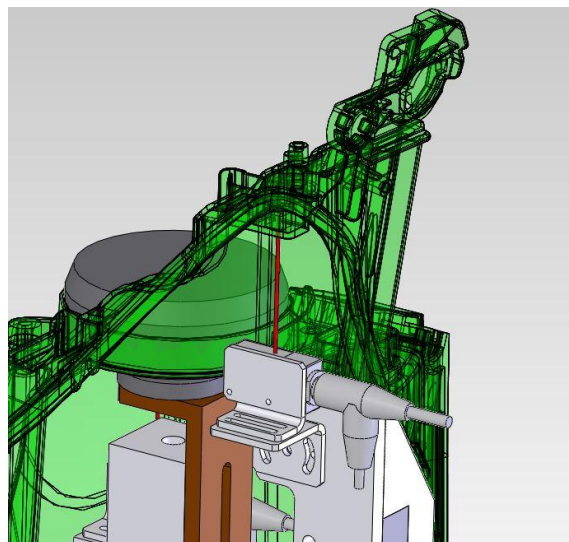




Obr. 46. Mista pro kontrolu filtrů



*Obr. 47. Návrh polohy snímačů*

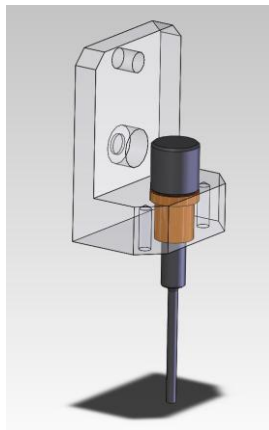


*Obr. 48. Detail nastavení snímače*

Tento způsob řešení se po podrobnějším testování a prověřování jeví jako nevhodný, jelikož detekce filtru snímačem by nebyla 100% spolehlivá. A to jak z hlediska možnosti nastavení snímačů, tak z hlediska malého rozměru snímaných objektů. Tím pádem je spolehlivost snímačů nejistá, a dalším postupem je tak návrh nového způsobu kontroly.

### 8.2.1 Konstrukce měřícího přípravku

Jako složitější ale přesto vhodnější a spolehlivější řešení se jeví kontrola pomocí měřícího přípravku. Ten bude filtry kontrolovat mechanickým způsobem z horní části výrobku. Pod mechanickou kontrolou je myšlen návrh trnů umístěných v kluzných pouzdrech, jež se nalisují do držáku. Trny budou konstruovány jednotlivě pro každý z otvorů a budou umístěny na desce. Ta bude pomocí pneumatického válce najíždět do otvorů pro filtry. Trny budou mít válcový tvar s osazením, aby z pouzdra nevypadly, a svou vlastní vahou se udrží ve spodní poloze. Přijetím měřícího přípravku k výrobku najedou trny do otvorů, a pokud bude v otvoru filtr umístěn, bude trn nadzvednut a sepne snímač.

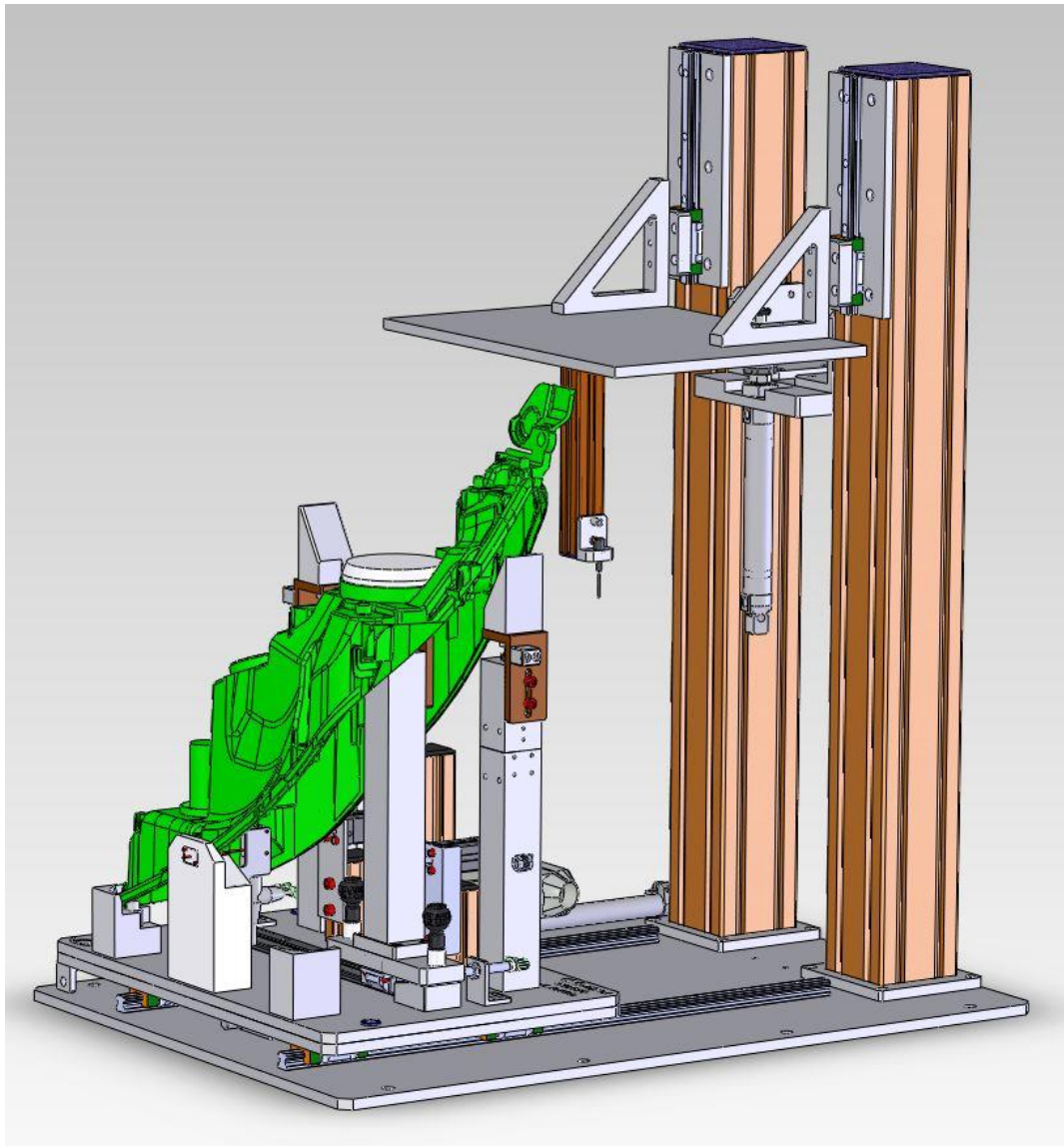


Obr. 49. Trn umístěn v pouzdru

S tímto návrhem je spojen další postup konstrukce. Díky měřicímu přípravku, jenž bude umístěn nad zakládacím přípravkem, by nebylo možné tělesa svtlometu do zakládacího přípravku vkládat. Také montáž filtrů by byla prostorově obtížná a ergonomicky nevhodná. Řešením je vytvoření dvou pozic zakládacího přípravku. V první (přední) pozici se bude dílec zakládat a bude probíhat montáž filtrů. Následně dojde za využití pneumatického válce k přejezdu přípravku do druhé (zadní) pozice, ve které bude možné sjíždět měřícím přípravkem. Po prvotním návrhu pojezdu se bude možné pustit do podrobnější konstrukce měřícího přípravku.

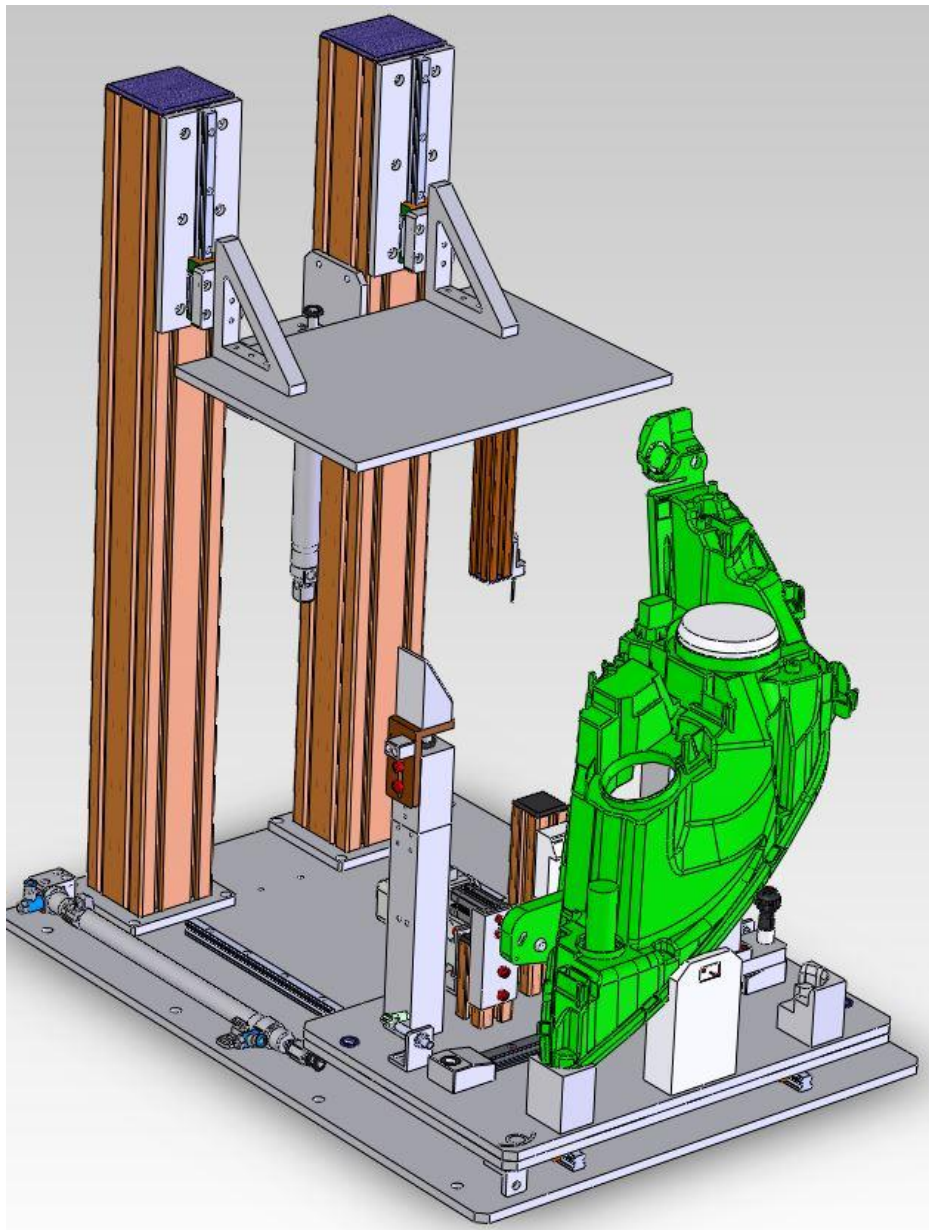
Základem pro tvorbu sestavy pojezdu je základová deska, na kterou jsou umístěny ostatní komponenty. Vertikální i horizontální pohyb zajišťuje lineární vedení japonské společnosti HIWIN. Vybráno bylo na základě plynulého a tuhého chodu s minimálním odporem vzniklým při pohybu vozíku vůči kolejnici. Jejich pohon je vytvořen pomocí pneumatických kruhových válců. Stojiny pro uchycení vertikálního pohybu měřícího přípravku

jsou navrženy za využití hliníkového profilu o rozměru 90x90 mm. Důvodem této volby je umístění dvou drážek na každé straně profilu. Díky tomu je možné uchytit desky, na kterých jsou připevněny kolejníc dostatečně pevně a tuze. Průřez profilu rozšířeného o podložku, zajistí dostatečně velkou plochu, která je umístěna na základovou desku. Díky této ploše je zaručena stabilita a pevnost stojin, které zajišťují potřebnou přesnost a opakovatelnost pohybu měřícího přípravku.



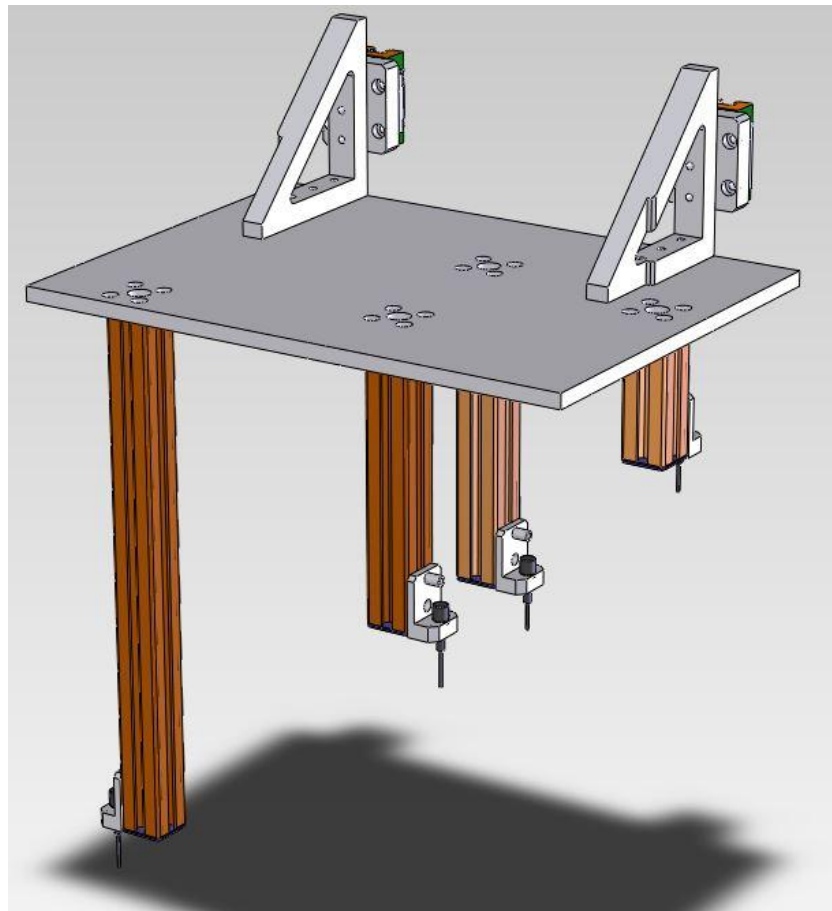
Obr. 50. Návrh pojezdu





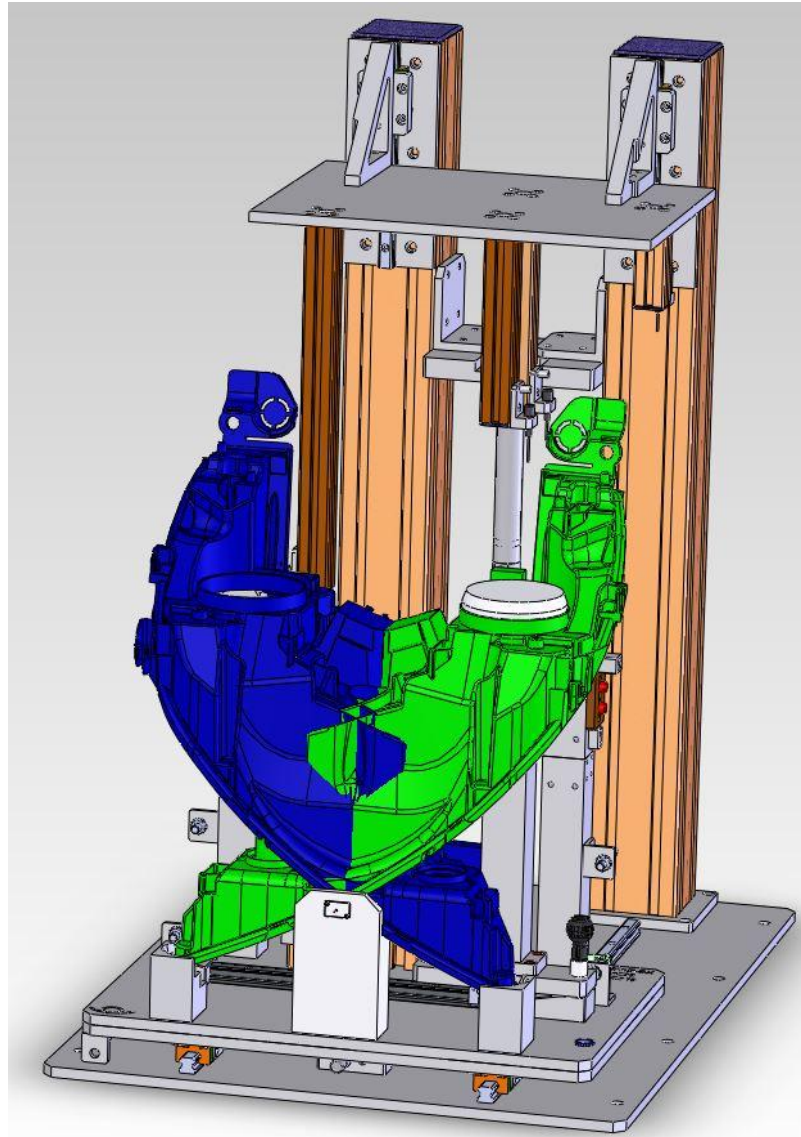
*Obr. 51. Návrh pojezdu*

Samotná konstrukce měřicího přípravku bude využívat taktéž hliníkového profilu, tentokrát však o rozměru 30x30 mm. Na těchto stojinách budou umístěny výše zmíněné trny. Polohy trnů byly určeny posunutím tělesa světlometu do pozice pod měřicí přípravek. Díky vytvoření skici na základové desce, která vznikla přenesením obvodu děr pro filtry, je možné navrhnout uspořádání stojin. Délka stojin byla určena pomocí odměření jednotlivých výšek otvorů pro filtry. Pro zjednodušení je uvedena opět jen jedna polovina měřicího přípravku.



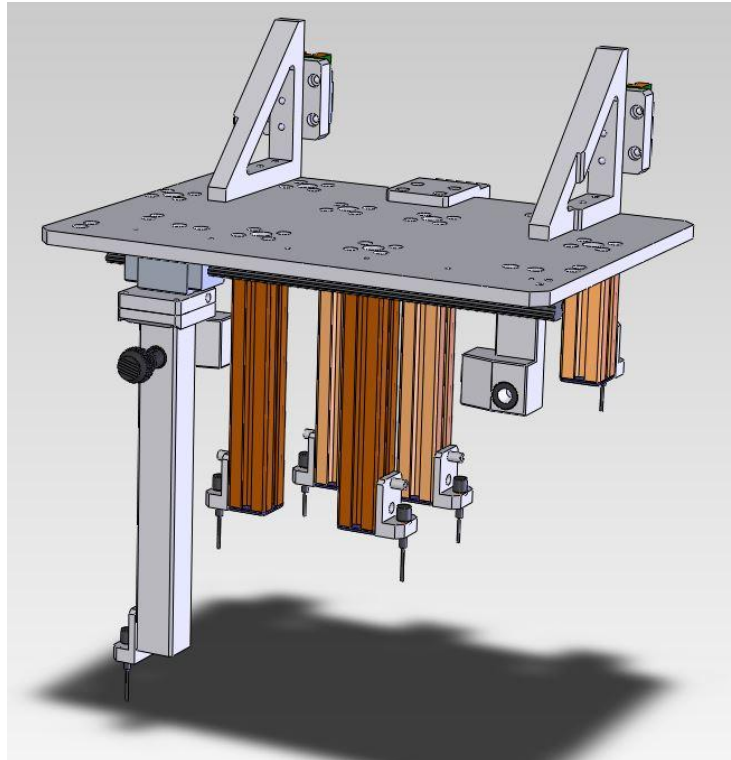
*Obr. 52. Umístění trnů na měřícím přípravku*

Po aktualizaci sestavy s pojezdem a zobrazení obou těles světlometu je zřejmé, že nejdelší stojina bude muset být přesuvná z důvodu kolize s výrobkem. Ostatní stojiny bude možné zrcadlit a zajistit tak přesné pozice pro kontrolu.



*Obr. 53. Zobrazení kolize stojiny s výrobkem*

Přesuvná stojina bude vyřešena obdobným způsobem jako u zakládacího přípravku. Přesun bude realizován ručně pomocí kolejnice s vedením. Zajištění polohy zaručí plunžr, který je po přesunutí stojiny pomocí náběhové kostky stlačen a následně zapadne do pouzdra. Plunžr i pouzdro jsou kvůli potřebné přesnosti opakovaného přesunutí voleny ve tvaru kuželu. Ten zaručuje díky kuželovému styku přesnost v pěti stovkách milimetru.



*Obr. 54. Návrh přesuvné stojiny*

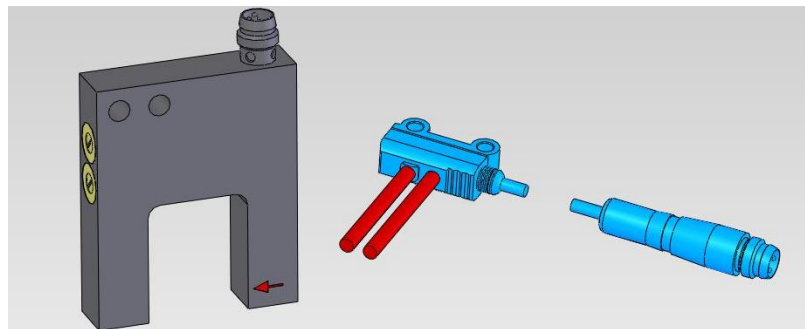


*Obr. 55. Detail plunžru*

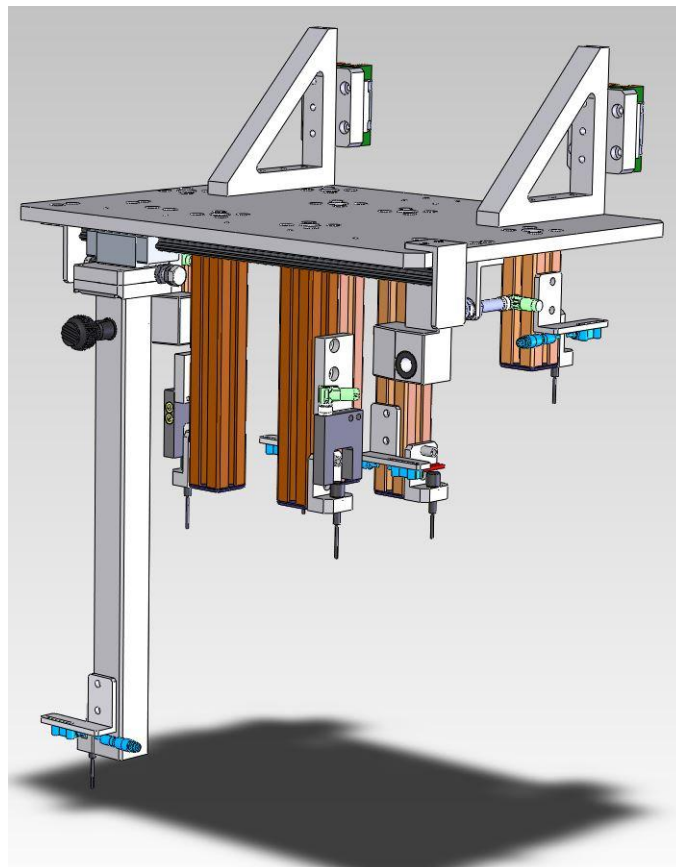
Dále bude vhodné navrhnout snímače pro detekci nadzvednutých trnů. Druh snímače byl zvolen na základě požadované funkce, spínací vzdálenosti a typu snímače. Jako nejvhodnější se jeví optická závora ve tvaru podkovy, která má tenký světelný paprsek a dokáže snímat i malé předměty. Dalším vhodným snímačem, který by splnil dané požadavky, je difuzní senzor, který je vhodný díky nižší ceně, ale přesto dostačujícím parametrům.



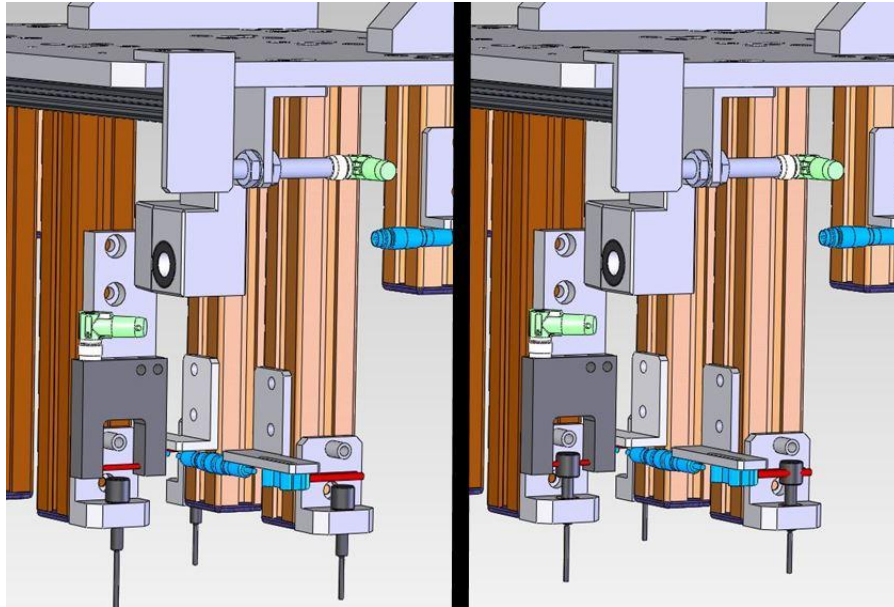
V konstrukci budou tedy využity oba druhy snímačů, aby bylo možné ověřit jejich funkci v poměru s cenou. Držáky snímačů budou konstruovány tak, aby bylo možné snímač nastavit v potřebných směrech, a budou umístěny na stojinách pro kontrolu filtrů. Konstrukce přesuvné stojiny byla vylepšena pevnými dorazy zabraňujícími vyjetí vozíku z kolejnice a také doplněním indukčního senzoru, který je umístěn na obou stranách a určí tak, ve které pozici stojina je. To bude mít vliv především na budoucí programování automatického režimu zařízení. Zabrání se tím kolizi mezi základacím přípravkem a měřícím přípravkem.



Obr. 56. Snímače pro kontrolu filtrů

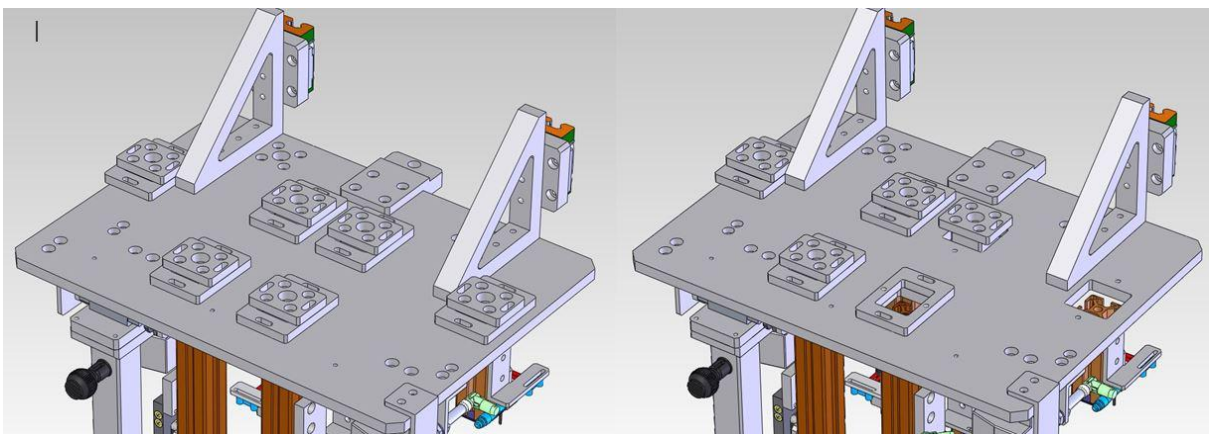


Obr. 57. Umístění snímačů na měřícím přípravku

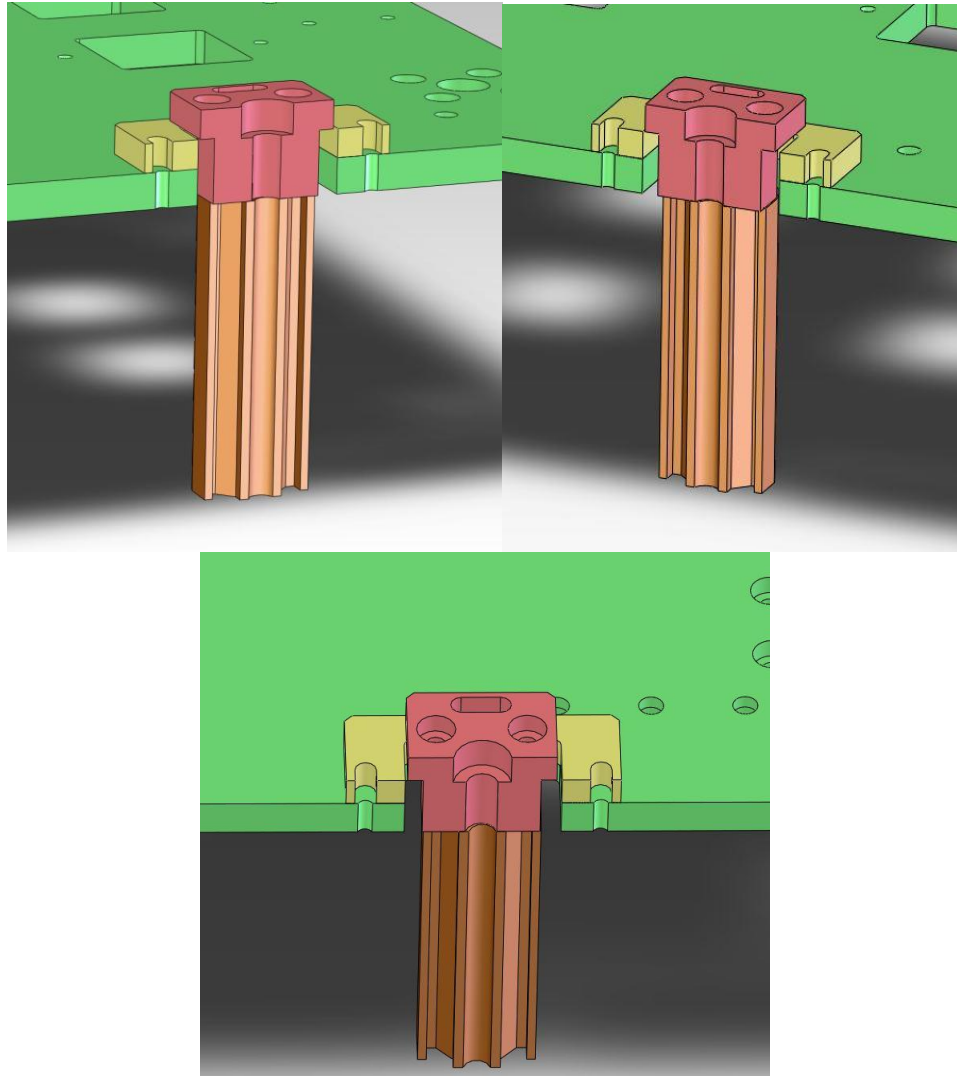


*Obr. 58. Zobrazení trnu ve spodní a horní pozici*

Dalším potřebným krokem je konstrukce, která umožní nastavení celé stojiny v horizontální rovině, tedy ve směru osy x a y. Směr osy z je vertikální. Pro toto nastavení bude využito dvou hliníkových desek, z nichž bude mít každá vyfrézované drážky v potřebném směru. V desce měřicího přípravku bude nutné vyrobít otvory, které budou mít rozměr o 5 mm větší než profil na každou jeho stranu. A desky budou konstruovány taktéž s otvory, které umožní pohyb v požadovaných směrech.



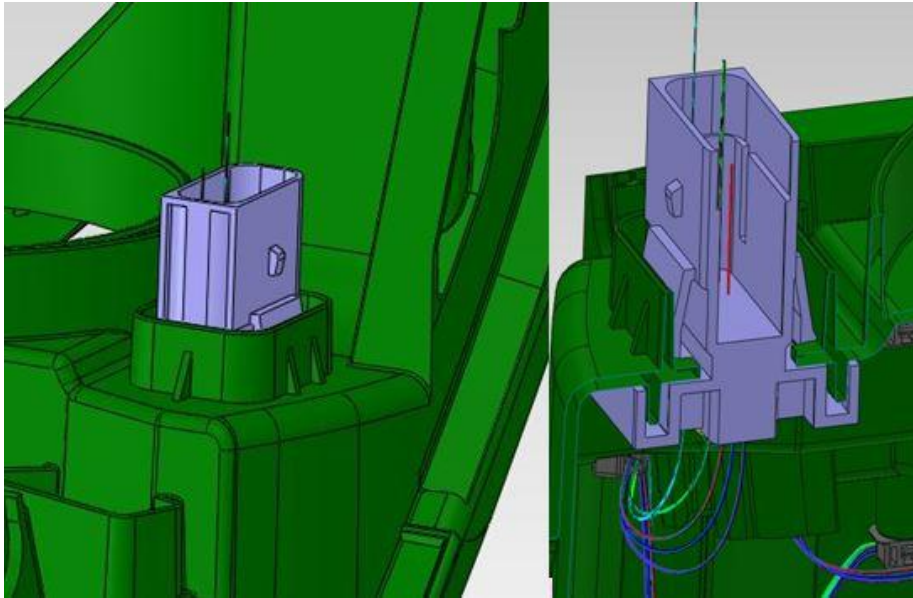
*Obr. 59. Návrh deskového systému pro stranové nastavení stojin*



Obr. 60. Řez deskového systému pro nastavení stojin

### 8.3 Konstrukce kontroly konektoru

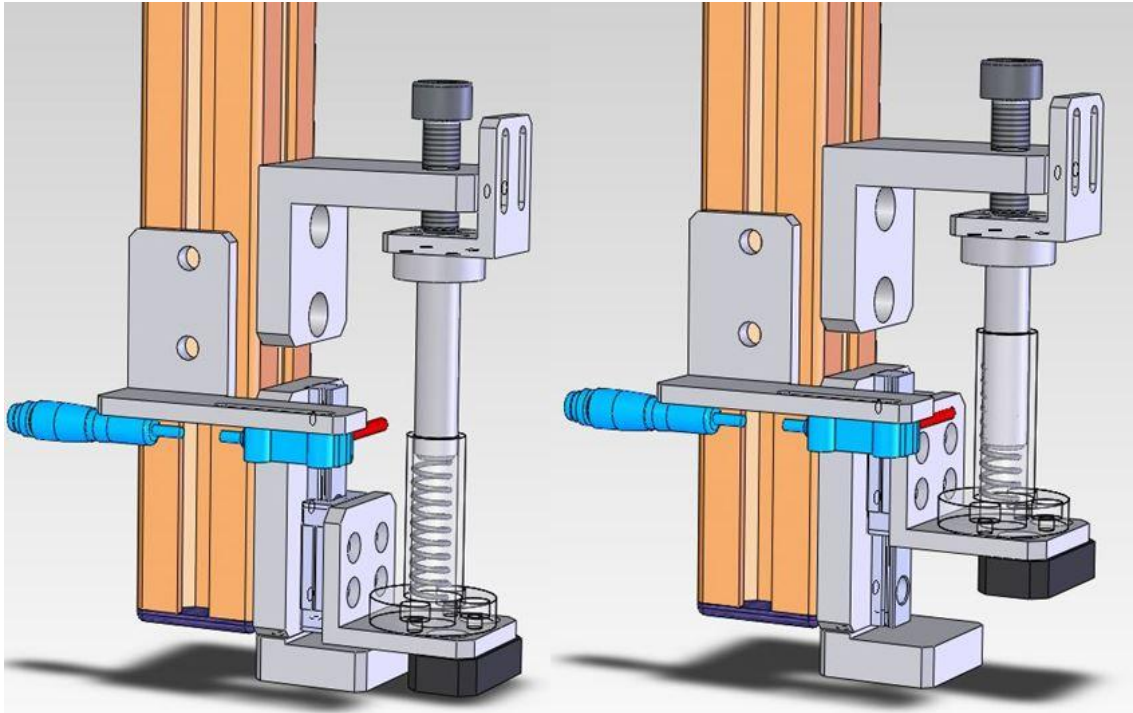
Kontrola konektoru bude sloužit k prověření správnosti montáže konektoru do tělesa světlometu. Konektor je dílec vyrobený z polymeru a do tělesa je uchycen pomocí dvou háčků, které se při montáži samovolně zacvaknou. Montáž konektoru je prováděna ručně před založením tělesa do zakládacího přípravku a konektor je montován ze spodní strany. Podstatou kontroly je ověření zmíněného zacvaknutí.



*Obr. 61. Vyobrazení správně zacvaknutého konektoru*

Návrhem bude mechanismus, který bude umístěn na desce měřicího přípravku a bude tak využívat její pohyb. Konektor bude namáhán z horní části tlakem polymerní kostky, která bude umístěna na mechanismu, a v případě nesprávné montáže bude konektor vytlačen z tělesa světlometu. V případě, že bude konektor zacvaknut, mechanismus se díky pružině v něm umístěné nadzvedne do polohy, kterou zaznamená snímač. Využita při tom bude tlačná pružina, která vytvoří potřebnou sílu pro vytlačení konektoru.

Mechanismus bude umístěn na profilu 30x30 uchyceném na desce měřicího přípravku. Pro vertikální pohyb bude využito miniaturní lineární vedení.

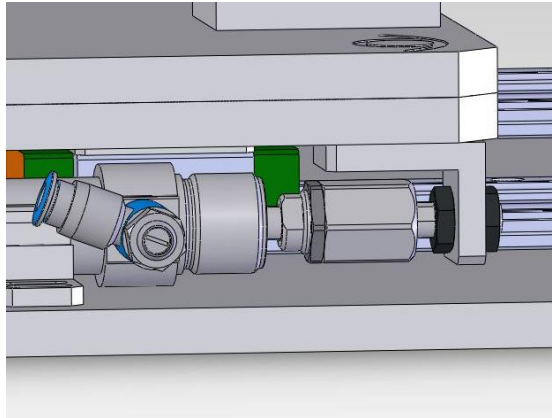


Obr. 62. Návrh kontroly zacvaknutí konektoru

## 8.4 Konstrukce pojezdu

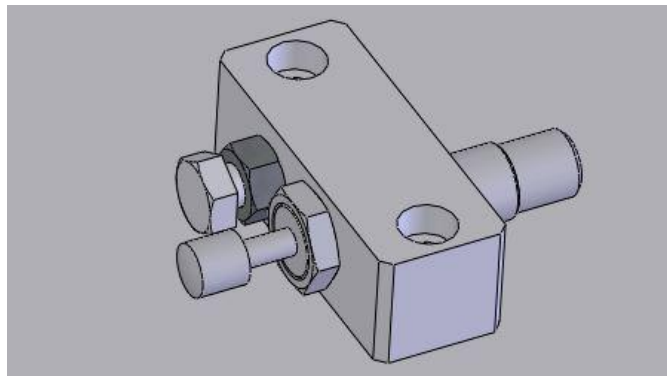
Prvotní návrh konstrukce pojezdu je nutné doplnit o potřebné komponenty. Základem je, jak již bylo uvedeno, základová deska. Na ní je umístěno lineární vedení pro pohyb zakládacího přípravku. Dále jsou na desce uchyceny dvě stojiny, taktéž obsahující lineární vedení tentokrát pro pohyb měřícího přípravku. Pneumatické válce, které zajišťují pohyb přípravků, byly vybrány na základě hmotnosti přípravků určené z 3D modelu. Díky hmotnosti a gravitační síle je možné určit potřebnou sílu válců pro zvednutí či posunutí přípravků. Vybrány byly válce s kruhovým průřezem a průměrem pístu 20 mm pro horizontální pohyb a 25 mm pro vertikální pohyb. Počítáno bylo i s rezervou, to znamená, že válce mají o 50% větší sílu než je teoreticky potřebné k jejich pohybu. Válce jsou uchyceny pomocí vnějšího závitu, který obsahují, a na pístnici je umístěna kompenzační hlava. Ta umožňuje úhlové vychýlení v rozmezí  $5^\circ$  a zabrání tím křížení jednotlivých kolejnic a vozíků lineárního vedení, které by mohlo vzniknout jak výrobní, tak montážní nepřesností. Kompenzační hlava patří mezi standardní příslušenství k pneumatickým válcům a montáž je prováděna přímo na vnější závit pístnice.





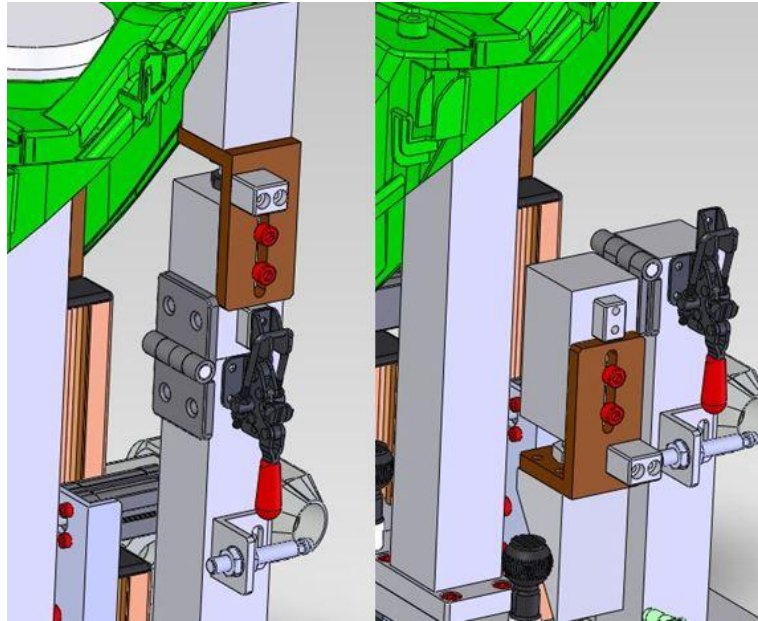
*Obr. 63. Kompenzační hlava*

Dalším doplněním konstrukce bude umístění dorazů na koncové polohy každého ze zdvihů. Tato problematika bude vyřešena za využití pneumatických tlumičů rázu ve spojení s pevným mechanickým dorazem. Pneumatický tlumič rázu je součást, která je složena s polymerního kloboučku umístěného na tyčince, jež je umístěna ve válci napuštěném stlačeným vzduchem. Stlačením kloboučku se současně stlačuje i vzduch a tvoří tak postupné zasouvání bez nežádoucích rázů. Průměr kloboučku 10mm a délka zdvihu taktéž 10mm byly zvoleny ze standardní řady tlumičů Festo. Není doporučeno používat tlumič jako pevný doraz, a tak u něj bude umístěn šroub, který zabrání poškození tlumiče.



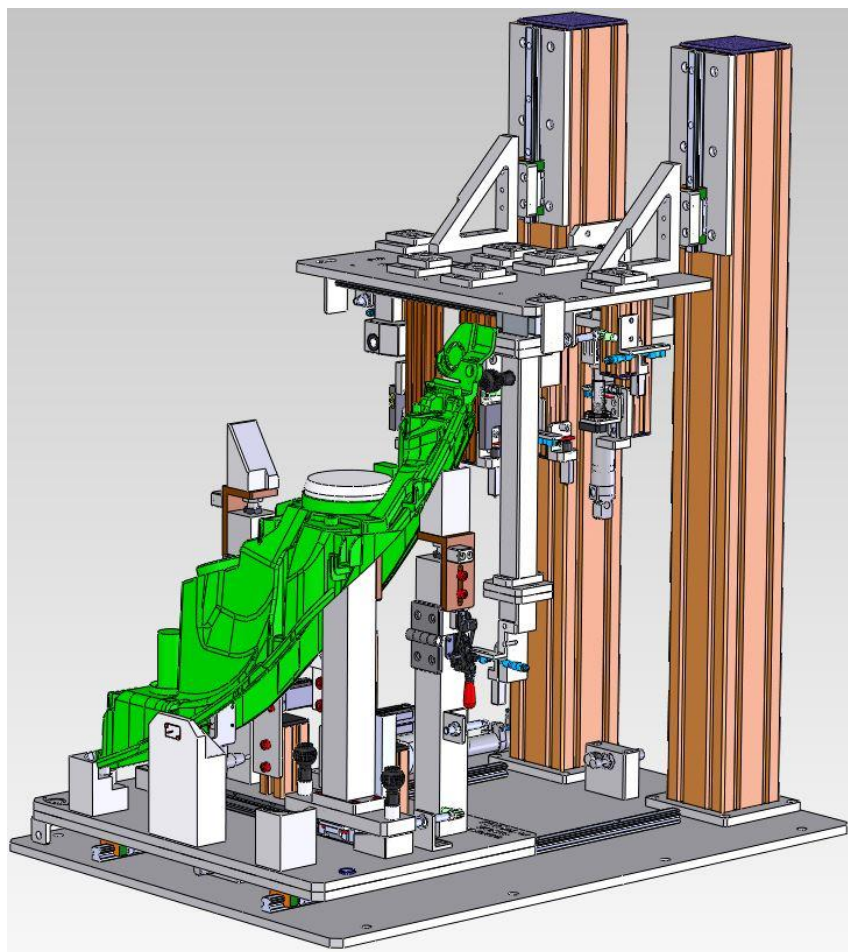
*Obr. 64. Tlumič rázu*

Po vložení obou přípravků do sestavy pojezdu a ověření všech pohybů bylo nutné upravit základací přípravek. Stojiny na něm umístěné vytvářely kolizi se stojinami na měřícím přípravku, a proto byly navrženy stojiny sklopné. Využito při tom bylo pantu a rychloupínacího mechanismu, který zajistí stojinu ve vzpřímené poloze. Současně je nutné doplnění indukčních snímačů pro detekci sklopení stojiny. Tento krok bude mít význam především pro programování zařízení, a tak zabrání kolizi při nesklopení stojiny, která by mohla narazit do přesuvné stojiny měřícího přípravku.



*Obr. 65. Návrh sklopné stojiny*

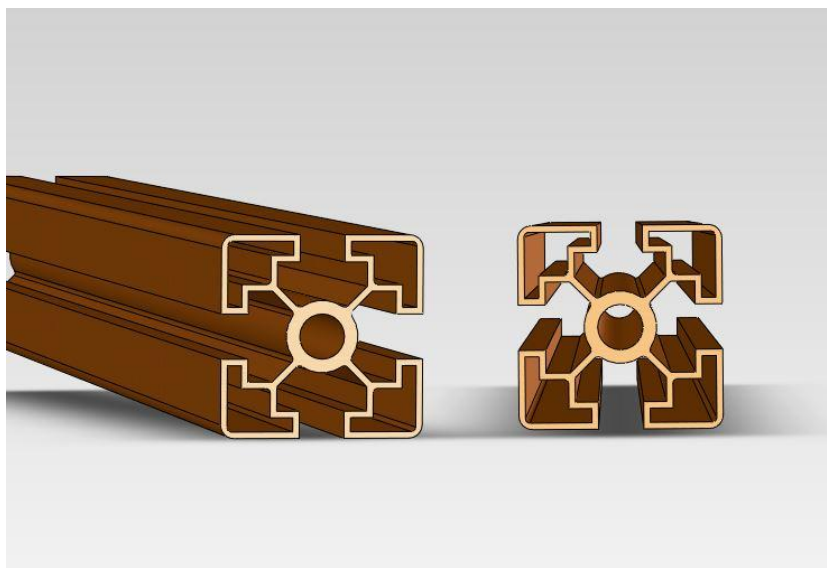
Výsledná podoba pojezdu tedy vypadá následovně.



*Obr. 66. Konstrukce pojezdu*

## 8.5 Konstrukce rámu

Základem pro konstrukci rámu budou hliníkové profily o rozměru 45x45. Jedná se o profily společnosti BOSCH Rexroth, které mají specifický způsob uchycení, montáže a jsou velice variabilní. Profily mají rozpoznatelně již podle názvu profilovaný tvar, který je charakteristický 4 drážkami na obvodu profilu. Dále obsahují středovou díru, která slouží jako důležitý montážní prvek. U rozměru 45x45 mm mluvíme o rozměru drážky 10 mm a středové díře o průměru taktéž 10 mm. Tyto profily jsou dodávány jako polotovary v délce šesti metrů a jsou opatřeny povrchovou úpravou zabraňující oxidaci. Tato povrchová úprava se nazývá eloxování. Velmi jednoduše se dá popsat jako nanesení oxidační vrstvy na požadovaný povrch. Tato vrstva je nanášena elektrochemickým způsobem v lázni a zabraňuje samotné oxidaci, která se u hliníku projevuje vytvořením tmavé vrstvy oxidovaného materiálu na jeho povrchu.

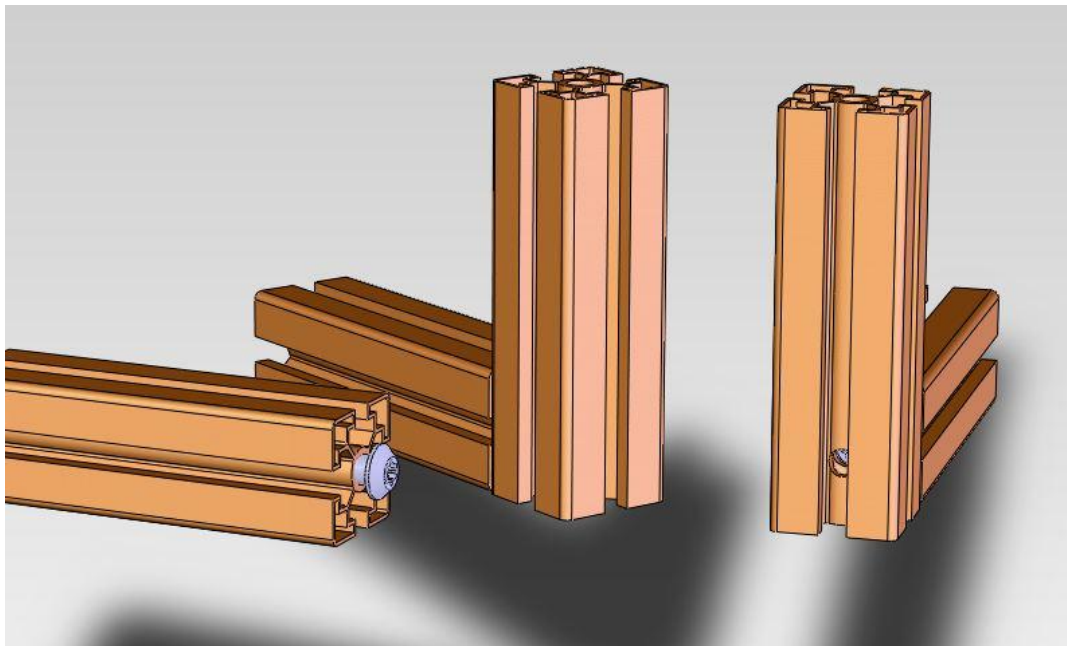


Obr. 67. Hliníkový profil

Drážky společně s otvorem plní základní způsob spojení dvou profilů. Do středového otvoru je namontován samořezný šroub, dodáván jako příslušenství k profilům. Do druhého profilu je nutné navrtat otvor, který bude následně sloužit k vložení torxního šroubováku. Pokud mluvíme o spojení profilů na kolmo k sobě se zarovnáním čela profilu k boku druhého profilu, je nutné otvor vyvrtat 22,5 mm od kraje. Je to z toho důvodu, že díra je umístěna uprostřed profilu, čili v případě profilu 45x45 mm zmíněných 22,5 mm. Pokud šroub nebude zašroubován až po konec závitu, je možné druhý profil přes drážku na šroub nasunout a pomocí šroubováku jej utáhnout. Spoj je tedy tvořen tvarovým spojením a jeho



pevnost je zaručena nepatrnými drážkami na spodní části hlavy šroubu, které se „zakousnou“ do hliníkového profilu.



*Obr. 68. Způsob spojení profilů*

Dalším způsobem spojení je využití příslušenství k profilům, jako jsou úhelníky, speciální matice a šrouby ve tvaru drážky profilu. Ty se spojují „zakousnutím“ do drážky profilu. Mezi další běžné příslušenství patří plastové krytky na čela profilu nebo lišty sloužící k zakrytí nevyužitých drážek. Tím se zabrání vniknutí nečistoty do drážky.

Samotná konstrukce rámu vychází ze způsobů spojení výše zmíněných. Základem je konstrukce, která obsahuje 4 stojiny sloužící jako stojiny a jako hlavní podpěry. Zároveň jsou zadní stojiny díky své výšce využity k umístění konzoly, na kterou bude možné umístit osvětlení, popřípadě další pomůcky pro obsluhu zařízení. Dalším základním krokem je umístění dvojice opěrných nožek a dvojice koleček pro snadnou manipulaci s rámem.



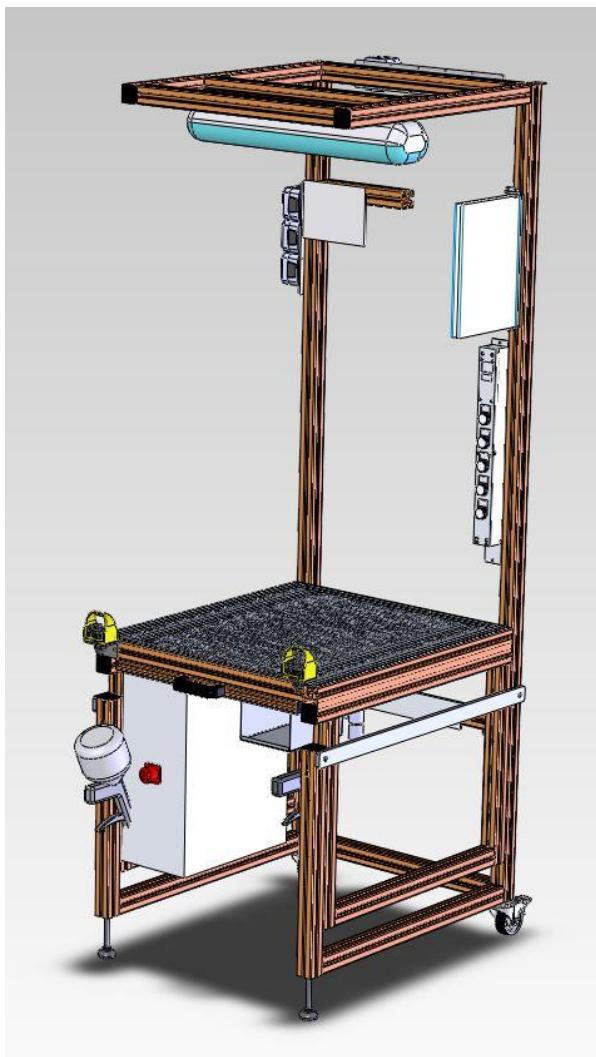
*Obr. 69. Páteřová konstrukce rámu*

Dalším postupem v konstrukci rámu je umístění pracovní roviny, která je dle ergonomie nejlépe řešena nastavitelným způsobem. Základní stojiny vytvoří vnější pevný rám, do kterého bude vložena další část rámu, kterou bude možné výškově nastavit. Pro zpevnění vnější části rámu bude použito výztuh z hliníkové pásoviny, která zajistí tuhost a zároveň nebude prostorově narůstat celý rám. Stavitelná část je na následujícím obrázku zobrazena rozlišnou barvou pro lepší orientaci. Výškové nastavení bude prováděno pomocí šroubového spojení, které využívá drážky profilu. Čelní profil má vyvrtaný průchozí otvor, kterým je nasazen šroub. Ten je v následujícím profilu našroubován do matice ve tvaru drážky profilu a ta se díky vroubkování „zakousne“ do profilu.



*Obr. 70. Rám s pohyblivou pracovní rovinou*

Následujícím postupem při konstrukci rámu je umístění ostatních komponent, které jsou na rámu nutné popřípadě vhodné. Patří mezi ně elektrický rozvaděč, osvětlení, úprava pro úpravu vzduchu s pneumatickou deskou, pracovní deska, elektrické zásuvky, panel pro zobrazení stavu zařízení, pneumatický vysavač, ofukovací pistole, odkládací police a obouruční spouštěče pro bezpečné spuštění zařízení.



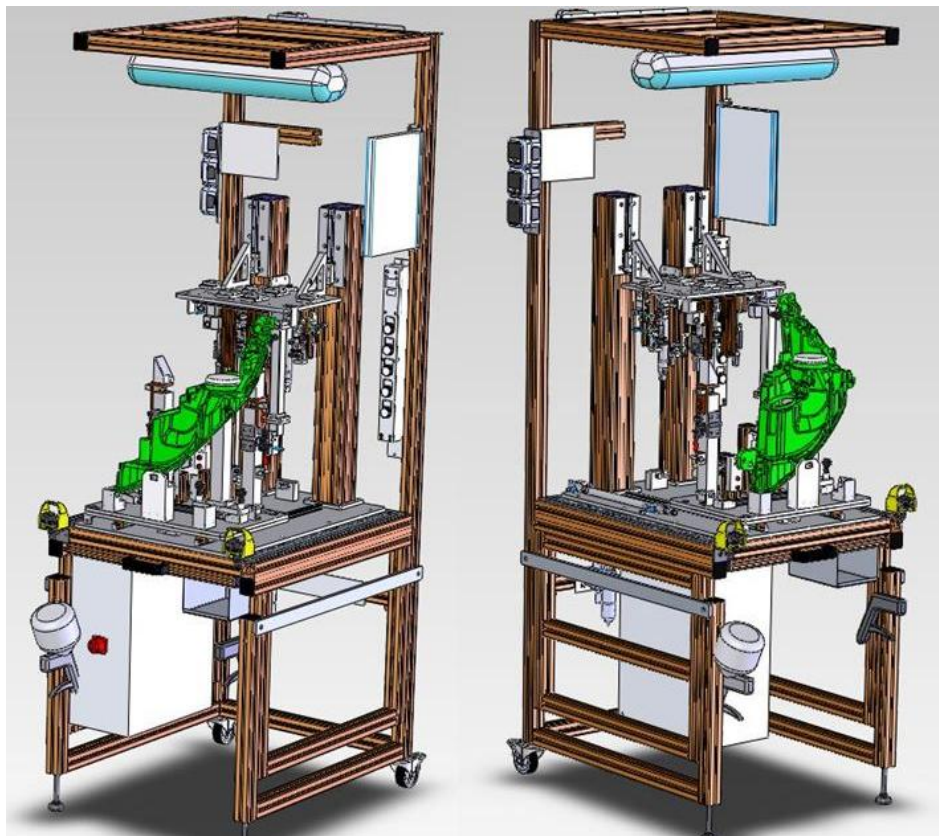
Obr. 71. Výsledná konstrukce rámu

## 8.1 Dokončení konstrukce

Posledním krokem v konstrukci celého zařízení je umístění sestavy pojezdu na rám stroje a vytvoření bezpečnostních krytů, které zabrání případnému zranění na zařízení. Po těchto krocích bude možné vytvořit výrobní dokumentaci potřebnou pro výrobu zařízení.

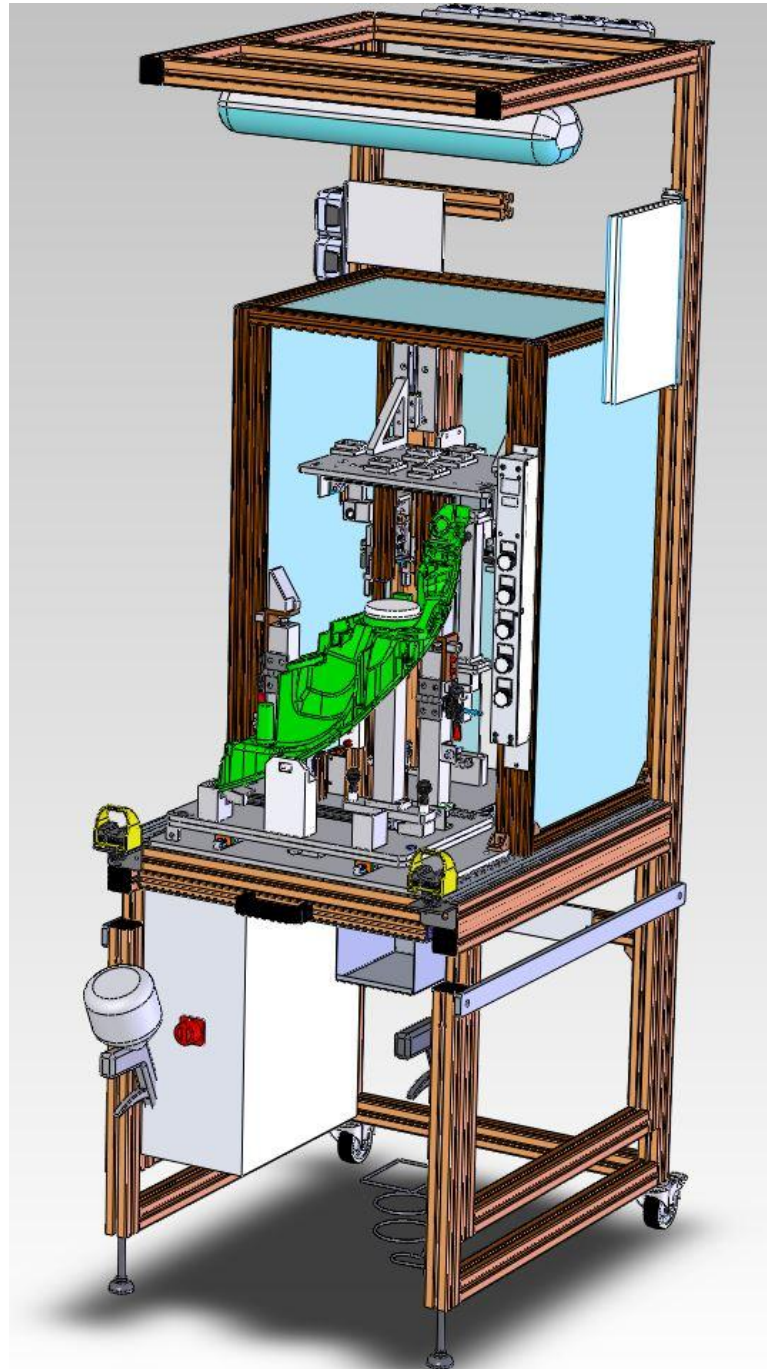
Popis činnosti zařízení je následující. Nejprve je nutné nastavit všechny přesuvné a sklopné elementy do polohy pro požadovaný druh tělesa světlometu (pravý, levý). Následně je vloženo těleso do základacího přípravku. To je na základě čidla přítomnosti zafixováno v přípravku díky pneumatickému válci. Po vložení filtrů je pomocí obouřučního spouštěče stroj spuštěn. Nejprve je vykonán horizontální pohyb základacího přípravku směrem od obsluhy. Následuje vertikální příjezd měřícího přípravku, který provede požadovanou kontrolu filtrů a konektoru. Následně jsou oba pohyby provedeny ve zpětném po-

řadí. Měřicí přípravek odjíždí směrem vzhůru a základací přípravek přejíždí do přední pozice. Po celou dobu procesu je nutné z hlediska bezpečnosti mít prsty umístěny na obouřučním spouštěči. Tím je zabráněno nechtěnému vložení končetiny mezi pohybující se části. Jako poslední proběhne vyhodnocení procesu a zobrazení jeho výsledku na operátorském panelu.



*Obr. 72. Sestava rámu s pojezdem*





Obr. 73. Výsledná konstrukce zařízení

## 9 NÁKLADY NA KOMPONENTY

Veškeré komponenty, které jsou na zařízení použity, je možné rozdělit do skupin dle jejich jednotlivého využití. Jedná se tedy o skupinu mechanickou, pneumatickou a elektrickou. V následujících tabulkách jsou uvedeny ceny základních a důležitých součástí. V řádku s drobnými položkami jsou uvedeny menší komponenty, které byly v každé z kategorií použity. Níže uvedené ceny jsou pouze orientační.

*Tabulka 2. Ceny mechanických komponent*

<b>MECHANIKA</b>	Cena (kč)
zakládací přípravek pro těleso	22 000
základová deska	7 000
držáky čidel	3 000
lineární vedení	15 000
měřicí přípravek	12 000
rám z profilů BOSCH	20 000
drobné položky (spojovací materiál, kryty, úhelníky)	2 500

*Tabulka 3. Cena pneumatických komponent*

<b>PNEUMATIKA</b>	Cena (kč)
válec pro blokadu	6 000
pojezd zakládacího přípravku	4 000
pojezd měřicího přípravku	3 000
škrťací a redukční ventily	6 000
ovládací ventily	8 000
ruční vysavač	1 500
ofukovací pistole	500
snímače na válce	3 000
jednotka úpravy vzduchu	2 500
drobné položky (hadice, spojky, držáky čidel, kompenzační hlavy)	1 000

Tabulka 4. Cena elektrických komponent

<b>ELEKTRO</b>	
obouruční start TURCK	15 000
operační panel	5 000
řízení LOGO	10 000
Kabely	5 000
HARTING	8 000
senzory	20 000
rozvaděč se zdrojem a svorkami	4 000
světlo a zásuvky	2 000
drobné položky (průchodky, konektory)	1 000

Celková cena po sečtení uvedených položek činí 187 000kč.



## 10 VÝROBA ZAŘÍZENÍ

### 10.1 Výkresová dokumentace

Výroba zařízení začíná tvorbou výrobních výkresů a výkresů sestav, na základě kterých jsou jednotlivé dílce vyrobeny a smontovány. Ve výrobních výkresech je kladen důraz na preciznost, návaznost jednotlivých dílců a správné předepsání rozměrových tolerancí. Je zkrátka třeba brát ohled na jednotlivé spojení dílců, jejich vzájemné pohyby a požadované rozměrové přesnosti a geometrické tolerance. Výkresy sestav jsou vytvářeny na dostatečnou velikost formát se zohledněním měřítka, je důležité zobrazení všech dílců v sestavě s ohledem na jejich velikost a umístění. Vyplnění kusovníku následně slouží pro správnou orientaci a montáž dílců na zařízení. Obsahuje název, číslo výrobního výkresu, popřípadě objednáč číslo v případě kupované komponenty, dále druh materiálu či výrobce a rozměr nebo typ výrobku. Pořadové číslo odpovídá pozicím na sestavě.

### 10.2 Výroba tvarových dílců

Výroba dílců dle výrobních výkresů proběhla konvenčním způsobem na strojích jak klasické technologie, čili bez jakéhokoliv řízení, tak na stroji s číslicovým řízením. Jednalo se o univerzální hrotový soustruh, vertikální frézku, souřadnicovou vyvrtávačku a CNC frézku. K přípravě polotovaru sloužila pásová pila pro přířez ocelového materiálu a kotoučová pila pro přířez hliníkového materiálu.



Obr. 74. Stroje pro výrobu dílců

### 10.3 Povrchové opracování

Po obrobení je nutné výrobky povrchově opracovat. U skupiny hliníkových dílců byla zvolena operace eloxování. Povrch je elektrochemicky oxidován a vytvoří odolnou povrchovou vrstvu v šedé barvě. Skupina výrobků z oceli je rozdělena na několik druhů povrchové úpravy podle požadovaných vlastností. Dílce bez požadavku na mechanickou odolnost můžou být černěny, zinkovány či niklovány. Mechanicky namáhané dílce je nutné kalit a následně černit. Dílce vyrobené z nerezové oceli není nutné povrchově opracovávat.

### 10.4 Montáž zařízení

Jakmile jsou vyrobeny požadované montážní dílce, může začít samotná montáž zařízení. Stavba je započata výrobou rámu, kdy je nutné vytvořit přířezy hliníkových profilů. Ty jsou na potřebných místech navrtány za využití vrtacího přípravku pro urychlení úkonu. Následuje smontování profilů dle sestavy rámu. Postupně jsou montovány dílčí sestavy, jako je zakládací a měřicí přípravek. Na základovou desku, která je již součástí rámu, jsou umístěny pojezdové kolejnice lineárního vedení a dvojice stojin s vertikálně umístěnými kolejnici. Nasunutím vozíku na kolejnice dosáhneme pohyblivého spojení mezi přípravky a pevnou částí uchycenou na základové desce. Pneumatické válce jsou umístěny na držáky a spojeny s pojízdovými přípravky, aby mohly tvořit jejich pohon. Dalším krokem je montáž dorazů a tlumičů na koncové polohy přípravků. Jakmile je mechanická část hotova, dochází k montáži kabelu z rozvaděče k senzorům a hadicím od jednotky úpravy vzduchu k pneumatickým válcům. Zapojení je vytvořeno na základě navrženého pneumatického schématu. U pohyblivých částí většího svazku kabelů je využito energetických řetězů. Energetické řetězy se skládají z polymerních členů, jež jsou pohyblivě spojeny a na svých koncích mají umístěny členy s montážními otvory. Tyto řetězy vytvářejí optimální zlom a pohyb kabelů, díky čemuž nedojde k jejich poškození. U hadic tedy nemůže dojít ke zlomu, který by mohl zapříčinit dočasnou nefunkčnost pneumatických válců či poškození hadice. Jako poslední krok při výrobě zařízení je montáž krytů. Ty jsou vyrobeny z průhledného plexiskla, které je umístěno v drážkách profilů. Je tedy možné vidět konané pohyby zařízení, ale je zamezeno možnosti zranění v důsledku neopatrnosti.



*Obr. 75. Vyrobené zařízení*



*Obr. 76. Detail stroje*

## ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na problematiku návrhu, konstrukce a výroby jednoúčelových strojů. Praktická část se zabývala konkrétní konstrukcí stroje pro kontrolu automobilového světlometu. Návrh, který byl na začátku praktické části, se značně liší od výsledné podoby zařízení. Tento postup je v konstrukci jednoúčelových zařízení velmi častý. Jedná se o vývoj zařízení a jen v malém množství případů se povede výsledek na první pokus. V našem případě bylo zařízení navrženo, vyrobeno a odzkoušeno v provozu, kde se prokázalo jako vyhovující. Funkce byla navržena takovým způsobem, který je dostačující. Jediným nedostatkem je dlouhý čas jednotlivé operace z důvodu pneumatických přejezdů a vyhodnocení jednotlivých signálů. Také se projevil nedostatek v měřících trnech, jejichž funkční průměr s rozměrem 2 mm byl po několika desítkách cyklů zdeformován díky nepřesnosti polymerních výlisků a tak musel být vyroben jako náhradní díl, který je nutné měnit.

Kvůli zmíněným nedostatkům je v současné době připravován návrh, který nahradí stávající způsob kontroly filtrů. Bude se jednat o výměnu měřícího přípravku za kameru, která bude vyhodnocovat díky barevnému spektru vložené filtry. Dílec má černou barvu a vkládané filtry jsou modré barvy. Tento způsob nemohl být použit na začátku konstrukce, jelikož původní barva filtrů byla černá, a proto by kamerová zkouška nebyla dostačující. Další změnou na zařízení bude záměna průhledných krytů za kryty z hliníkového plechu a doplnění posuvných dveří na přední část zařízení. Tyto kryty by tedy měly vytvořit dostatečně opakovatelné světelné podmínky pro kameru, která bude dílec kontrolovat.

Kontrola byla navržena způsobem, který je funkčně dostačující, ale díky požadavkům na zvýšení rychlosti zařízení je navrhován způsob, který nebude pro údržbu tak problematický a zaručí větší počet cyklů ve stejném časovém úseku.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] CROSER, P.; EBEL, F.; HUBER, B. *Úvod do pneumatiky*. Festo Didactic KG, Esslingen 2002. 216s.
- [2] Výroba stlačeného vzduchu [online] 2013 [cit. 2013-1-05]. Dostupné z WWW:  
[http://www.edunet.souepl.cz/~moc/vyroba\\_vzduchu/vyroba\\_vzduchu.htm](http://www.edunet.souepl.cz/~moc/vyroba_vzduchu/vyroba_vzduchu.htm)
- [3] FESTO *Průmyslová automatizace*. [online] 2013 [cit. 2013-1-08]. Dostupné z WWW:  
[https://www.festo.com/cms/cs\\_cz/catalog\\_catalog.htm?key=&target=xdki&action=family](https://www.festo.com/cms/cs_cz/catalog_catalog.htm?key=&target=xdki&action=family)
- [4] PK SERVIS *Technické součásti*. [online] 2013 [cit. 2013-1-12]. Dostupné z WWW:  
<http://www.pkservis.com/data/web/linear/7222.jpg>
- [5] HIWIN s.r.o. *Lineární vedení*. 72s.
- [6] MIDOL [online] 2013 [cit. 2013-1-18]. Dostupné z WWW:  
[http://www.midol.cz/files/kulickova-pouzdra/vodici\\_tyce.jpg?full](http://www.midol.cz/files/kulickova-pouzdra/vodici_tyce.jpg?full)
- [7] IKO. *Linear Motion Rolling Guide Series*. NIPPON THOMPSON CO., LTD., Japan 2005. CAT-5505A. 871s.
- [8] MIDOL [online] 2013 [cit. 2013-1-18 ]. Dostupné z WWW:  
[http://www.midol.cz/files/kulickova-pouzdra/kulickova\\_pouzdra\\_1.jpg?full](http://www.midol.cz/files/kulickova-pouzdra/kulickova_pouzdra_1.jpg?full)
- [9] MATIS *Industrie components*. [online] 2013 [cit. 2013-1-18]. Dostupné z WWW:  
[http://www.matis.cz/data/pdfkatalogy/Katalog%202010%20Kulickova%20pouzdra%20Tyc e/Web/matis\\_linearni\\_technika\\_Kulickova\\_pouzdra\\_Tyce\\_2010\\_web.pdf](http://www.matis.cz/data/pdfkatalogy/Katalog%202010%20Kulickova%20pouzdra%20Tyc e/Web/matis_linearni_technika_Kulickova_pouzdra_Tyce_2010_web.pdf)
- [10] MARTINEK, R. *Senzory v průmyslové praxi*. 1 vyd. BEN – technická literatura, Praha 2004. 200 s. ISBN 80-7300-114-4
- [11] IFM Electronic [online] 2013 [cit. 2013-1-25]. Dostupné z WWW:  
<http://www.ifm.com/ifmaus/web/news/inductive-sensors-for-hazardous-areas.html>
- [12] BALLUFF *Sensors worldwide*. [online] 2013 [cit. 2013-1-26]. Dostupné z WWW:  
[http://www.balluff.cz/download/katalogy/haupt/S40\\_0703\\_cz.pdf](http://www.balluff.cz/download/katalogy/haupt/S40_0703_cz.pdf)

[13] OMRON *Průmyslová automatizace*. [online] 2013 [cit. 2013-1-28]. Dostupné z WWW:

[http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/sensing/vision\\_sensors\\_and\\_systems/code\\_readers/fq-cr1/default.html](http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/sensing/vision_sensors_and_systems/code_readers/fq-cr1/default.html)

[14] OMRON *Průmyslová automatizace*. [online] 2013 [cit. 2013-1-28]. Dostupné z WWW:

[http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/sensing/vision\\_sensors\\_and\\_systems/industry\\_vision\\_solutions/default.html](http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/sensing/vision_sensors_and_systems/industry_vision_solutions/default.html)

[15] ZEZULKA, F. *Prostředky průmyslové automatizace*. Vysoké učení technické v Brně, 2004. 178 s. ISBN 80-214-2610-1

[16] PHOENIX CONTACT [online] 2013 [cit. 2013-2-05]. Dostupné z WWW:

[http://www.phoenixcontact.cz/automation/187\\_53902.htm](http://www.phoenixcontact.cz/automation/187_53902.htm)

[17] EXEPD [online] 2013 [cit. 2013-2-05]. Dostupné z WWW:

<http://www.exepd.com/en/ex-control-boxes-zone-2-22.html>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

kPa	Kilo pascal
PA	Polyamid
PE	Polyetylen
PVC	Polyvinylchlorid
mm	Milimetr
Nm	Newton metr
Km	Kilo metr
POM	Polyoximetylén
s	Spínací vzdálenost
$s_n$	Spínací vzdálenost oceli
LED	Light-Emitting-Diode
$C_Z$	Základní kapacita
$C_V$	Výsledná kapacita
GHz	Giga herc
PLC	Programmable Logic Controlers
HMI	Human Machine Interface

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Rozdělení kompresorů</i> .....	14
<i>Obr. 2. Pístový kompresor [1]</i> .....	14
<i>Obr. 3. Turbokompresory [1]</i> .....	15
<i>Obr. 4. Jednotka pro úpravu stlačeného vzduchu se schematickou značkou [1]</i> .....	16
<i>Obr. 5. Filtr stlačeného vzduchu [1]</i> .....	16
<i>Obr. 6. Rozváděcí ventil CPE [3]</i> .....	18
<i>Obr. 7. Rozdělení pneumatických pohonů</i> .....	21
<i>Obr. 8. Popis přímočarého pohonu</i> .....	21
<i>Obr. 9. Jednočinný válec se schematickou značkou [1]</i> .....	22
<i>Obr. 10. Dvojjinný válec se schematickou značkou [1]</i> .....	22
<i>Obr. 11. Ovládání dvojjinného válce [1]</i> .....	23
<i>Obr. 12. Bezpístnicový válec [1]</i> .....	24
<i>Obr. 13. Válec s otočným pohybem [1]</i> .....	24
<i>Obr. 14. Lineární vedení [4]</i> .....	25
<i>Obr. 15. Montážní způsoby uchycení kolejnice [5]</i> .....	27
<i>Obr. 16. Vozík s kuličkovým vedením v ložiskové kleci [5]</i> .....	28
<i>Obr. 17. Vozík s válečkovým vedením [5]</i> .....	28
<i>Obr. 18. Kuličková pouzdra s vodícími tyčemi [6]</i> .....	29
<i>Obr. 19. Složení kuličkového pouzdra [7]</i> .....	30
<i>Obr. 20. Rozdělení kuličkových pouzder</i> .....	30
<i>Obr. 21. Druhy kuličkových pouzder [8]</i> .....	31
<i>Obr. 22. Průhyb vodící tyče [9]</i> .....	32
<i>Obr. 23. Opracování konců vodících tyčí [9]</i> .....	32
<i>Obr. 24. Princip indukčního snímače [10]</i> .....	34
<i>Obr. 25. Průběh magnetických siločar [10]</i> .....	34
<i>Obr. 26. Nejobvyklejší tvary snímačů [11]</i> .....	36
<i>Obr. 27. Princip kapacitního senzoru [12]</i> .....	37
<i>Obr. 28. Blokové schéma kapacitního senzoru [12]</i> .....	37
<i>Obr. 29. Příklady použití optoelektronických senzorů</i> .....	38
<i>Obr. 30. Reflexní senzor [10]</i> .....	39
<i>Obr. 31. Reflexní závora [10]</i> .....	39



<i>Obr. 32. Jednocestná závora [10]</i> .....	40
<i>Obr. 33. Magnetické snímače [3]</i> .....	41
<i>Obr. 34. Příklad využití kamerového senzoru [13]</i> .....	42
<i>Obr. 35. Kamerový systém [14]</i> .....	43
<i>Obr. 36. Blokové schéma řídicího systému</i> .....	44
<i>Obr. 37. Blokové schéma modulárního PLC [15]</i> .....	46
<i>Obr. 38. Rozdělení programovacích jazyků PLC systémů [15]</i> .....	46
<i>Obr. 39. Příklad HMI [15]</i> .....	47
<i>Obr. 40. Příklad složitějšího operátorského panelu [17]</i> .....	49
<i>Obr. 41. Poloha tělesa na základové desce</i> .....	53
<i>Obr. 42. Návrh opěrných míst</i> .....	54
<i>Obr. 43. Fixace výrobku</i> .....	55
<i>Obr. 44. Senzor pro přítomnost výrobku</i> .....	55
<i>Obr. 45. Těžký průmyslový konektor</i> .....	56
<i>Obr. 46. Místa pro kontrolu filtrů</i> .....	57
<i>Obr. 47. Návrh polohy snímačů</i> .....	58
<i>Obr. 48. Detail nastavení snímače</i> .....	58
<i>Obr. 49. Trn umístěn v pouzdru</i> .....	59
<i>Obr. 50. Návrh pojezdu</i> .....	60
<i>Obr. 51. Návrh pojezdu</i> .....	61
<i>Obr. 52. Umístění trnů na měřícím přípravku</i> .....	62
<i>Obr. 53. Zobrazení kolize stojiny s výrobkem</i> .....	63
<i>Obr. 54. Návrh přesuvné stojiny</i> .....	64
<i>Obr. 55. Detail plunžru</i> .....	64
<i>Obr. 56. Snímače pro kontrolu filtrů</i> .....	65
<i>Obr. 57. Umístění snímačů na měřícím přípravku</i> .....	65
<i>Obr. 58. Zobrazení trnu ve spodní a horní pozici</i> .....	66
<i>Obr. 59. Návrh deskového systému pro stranové nastavení stojin</i> .....	66
<i>Obr. 60. Řez deskového systému pro nastavení stojin</i> .....	67
<i>Obr. 61. Vyobrazení správně zacvaknutého konektoru</i> .....	68
<i>Obr. 62. Návrh kontroly zacvaknutí konektoru</i> .....	69
<i>Obr. 63. Kompenzační hlava</i> .....	70
<i>Obr. 64. Tlumič rázu</i> .....	70

---

<i>Obr. 65. Návrh sklopné stojiny .....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 66. Konstrukce pojezdu .....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 67. Hliníkový profil.....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 68. Způsob spojení profilů.....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 69. Páteřová konstrukce rámu.....</i>	<i>74</i>
<i>Obr. 70. Rám s pohyblivou pracovní rovinou.....</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 71. Výsledná konstrukce rámu.....</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 72. Sestava rámu s pojezdem.....</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 73. Výsledná konstrukce zařízení .....</i>	<i>78</i>
<i>Obr. 74. Stroje pro výrobu dílců.....</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 75. Vyrobené zařízení .....</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 76. Detail stroje .....</i>	<i>83</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1. Redukční faktor .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 2. Ceny mechanických komponent .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 3. Cena pneumatických komponent .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabulka 4. Cena elektrických komponent .....</i>	<i>80</i>

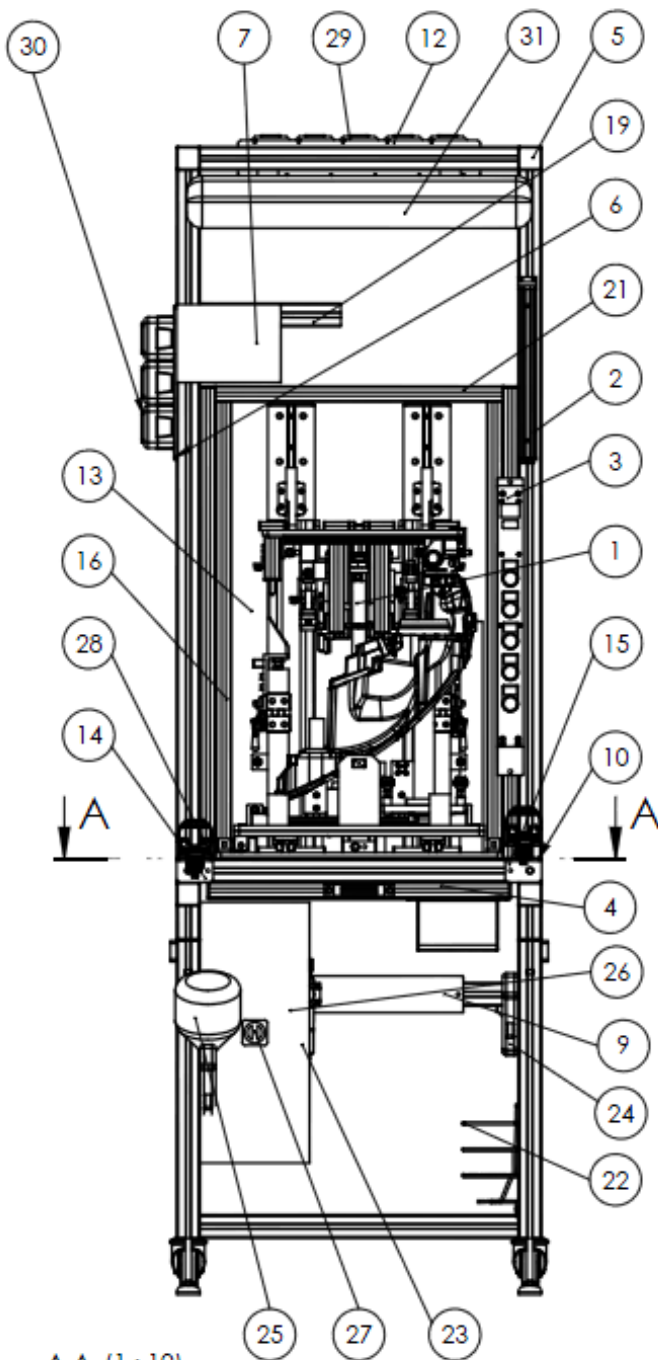
## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výkresy sestav

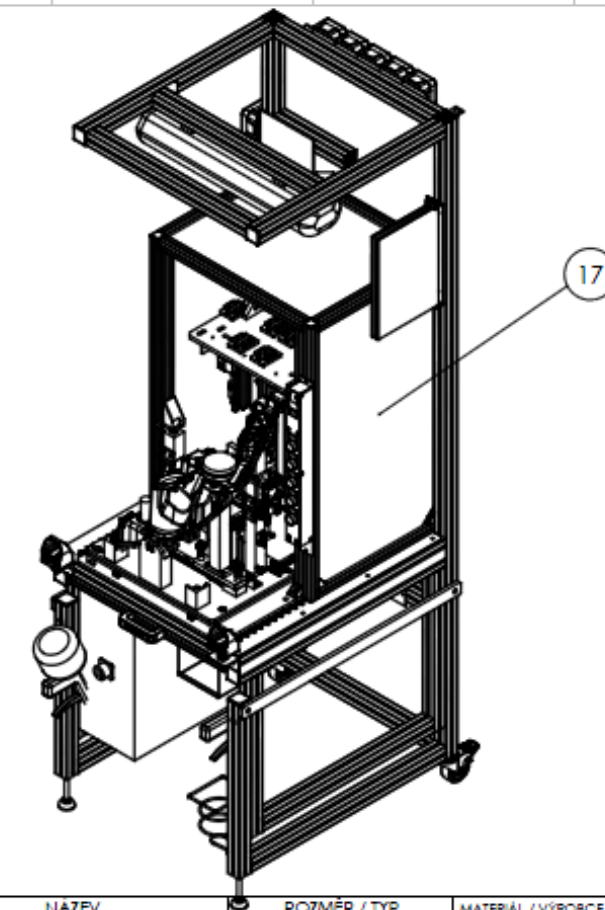
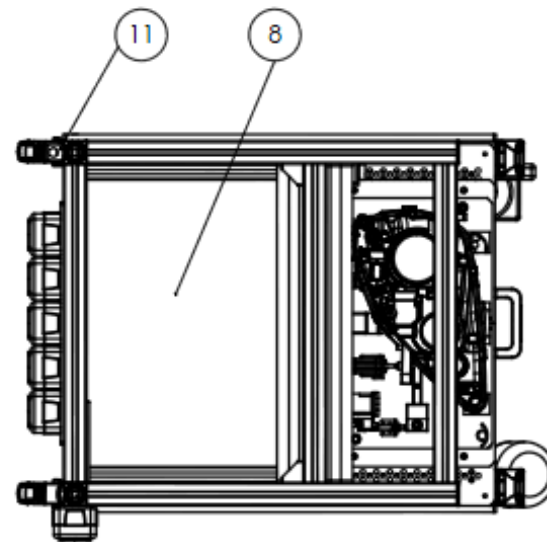
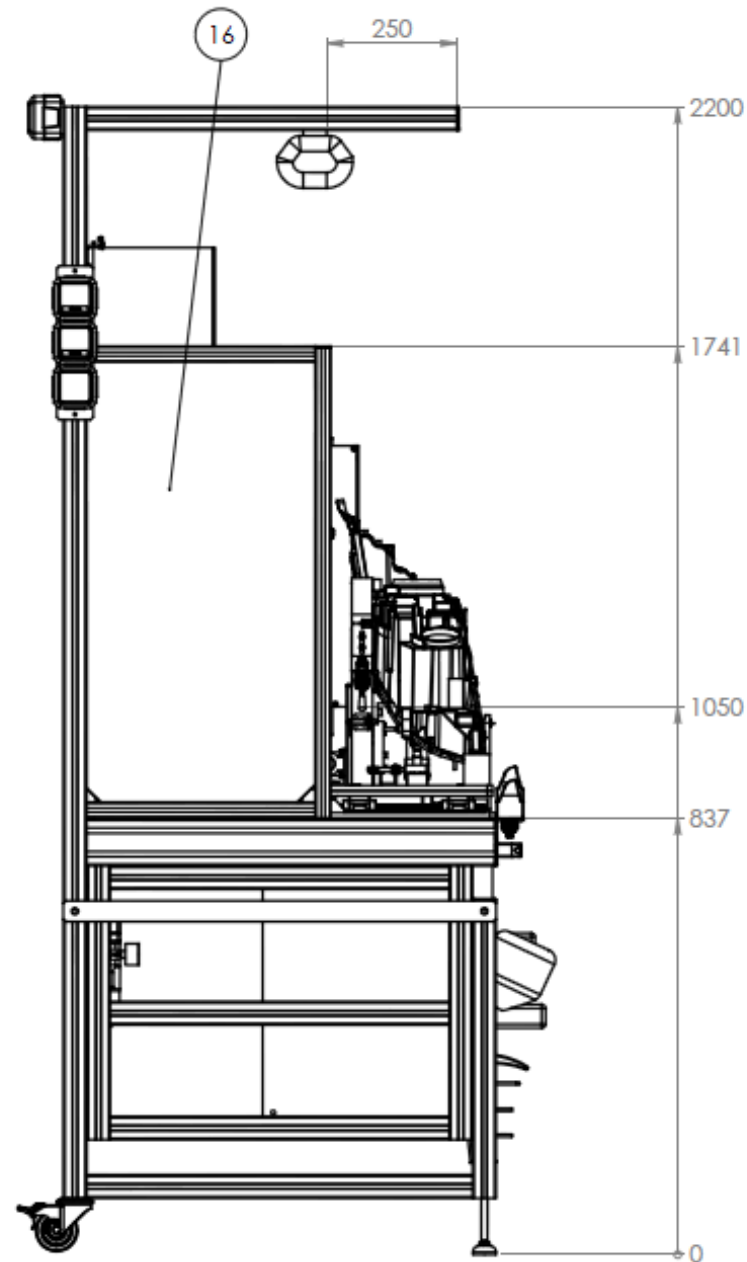
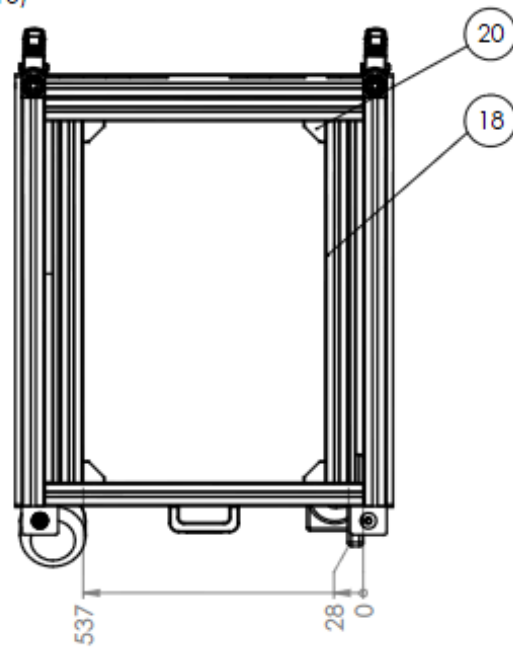
Příloha P II: Pneumatické schéma

**PŘÍLOHA P I: VÝKRESY SESTAV**

## **ŘÍLOHA P II: PNEUMATICKÉ SCHÉMA**



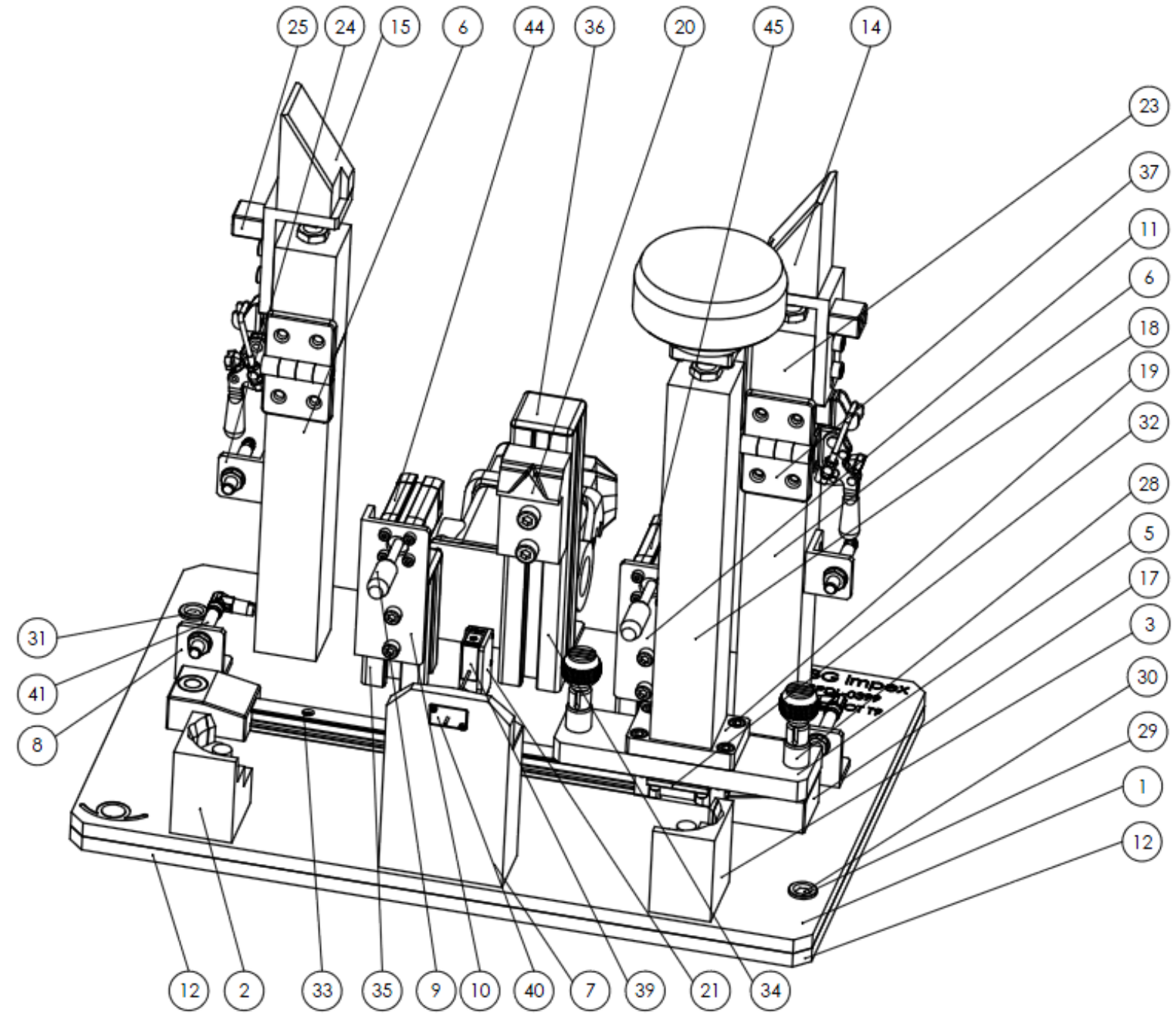
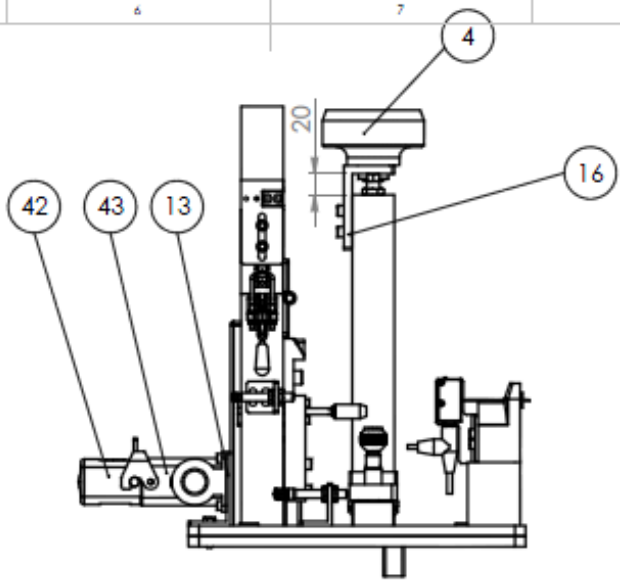
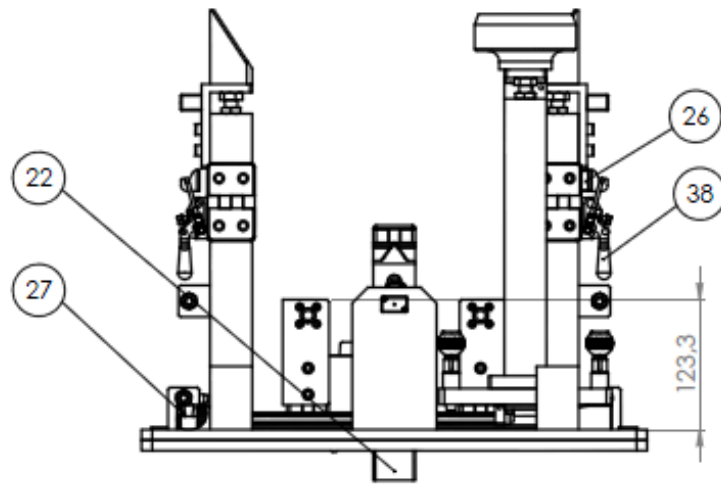
A-A (1:10)



POZ	KS	NAZEV	ROZMĚR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VÝKRESU
1	1	PŘÍPRAVEK		SESTAVA	-20000
2	1	DRŽÁK INFOSLOŽEK			-60000
3	1	DISPLAY			-70000
4	1	ŠUPLÍK			-80000
5	1	STŮL 5700			-90000
6	1	ZÁSUVKOVÁ LIŠTA	70x295,20-5	AlMg4,5Mn0,7	-00001
7	1	ČÍSLO PRACOVISTĚ	200 x 150 x 5	PVC bílá	-00002
8	1	VÝPLŇ		MAKROLON	-000003
9	1	ZÁKLADNA PNEUMATIKY	5x70-400	AlMg4,5Mn0,7	-00004
10	1	PERFOROVANÝ PLECH	PL2 - 694x780	17240	-00005
11	1	PROFIL L	L 30x3x30-30	AlMgSi1	-00006
12	1	ZÁSUVKOVÁ LIŠTA	-	AlMg4,5Mn0,7	-00009
13	1	KRYT		MAKROLON	-00010
14	1	DRŽÁK TLAČÍTKA		AlMgSi1	-20012
15	1	DRŽÁK TLAČÍTKA		AlMgSi1	-20012
16	1	KRYT		-	-73000
17	1	KRYT ZRC		-	-73000_ZRC
18	2	PROFIL 45x45L	693	BOSCH	3 842 992 425
19	1	PROFIL 45x45L	270	BOSCH	3 842 992 425
20	4	ÚHELNÍK 45x45	45x45	BOSCH	3 842 523 558
21	2	PROFIL 30x30	550	BOSCH	
22	1	DRŽÁK LÁHVE		BOSCH	3 842 540 429
23	1	JEDNOTKA ÚPRAVY STLAČENÉHO VZDUCHU	LFR-1_8-D-MINI-KC-A	FESTO	185732
24	1	OFUKOVAČÍ PISTOLE	40x200-60	FESTO	35528
25	1	VYSAVAČ	1/4	UNI-MAX	KH-405
26	1	ROZVADEČ	300x380x155	RITTAL	
27	1	HLAVNÍ VYPÍNAČ	50x50		-
28	2	TLAČÍTKO OBNOUČNÍHO STARTU	5TBVP6G5	BANNER	5TBVP6G5 + OTC-1-YW
29	7	ZÁSUVKA	230V	ABB	ABB
30	1	VYPÍNAČ		ABB	ABB
31	1	ZÁŘÍVKOVÉ TĚLESO	PRIMA 244 AC ETS =662mm	TREVOS	90545

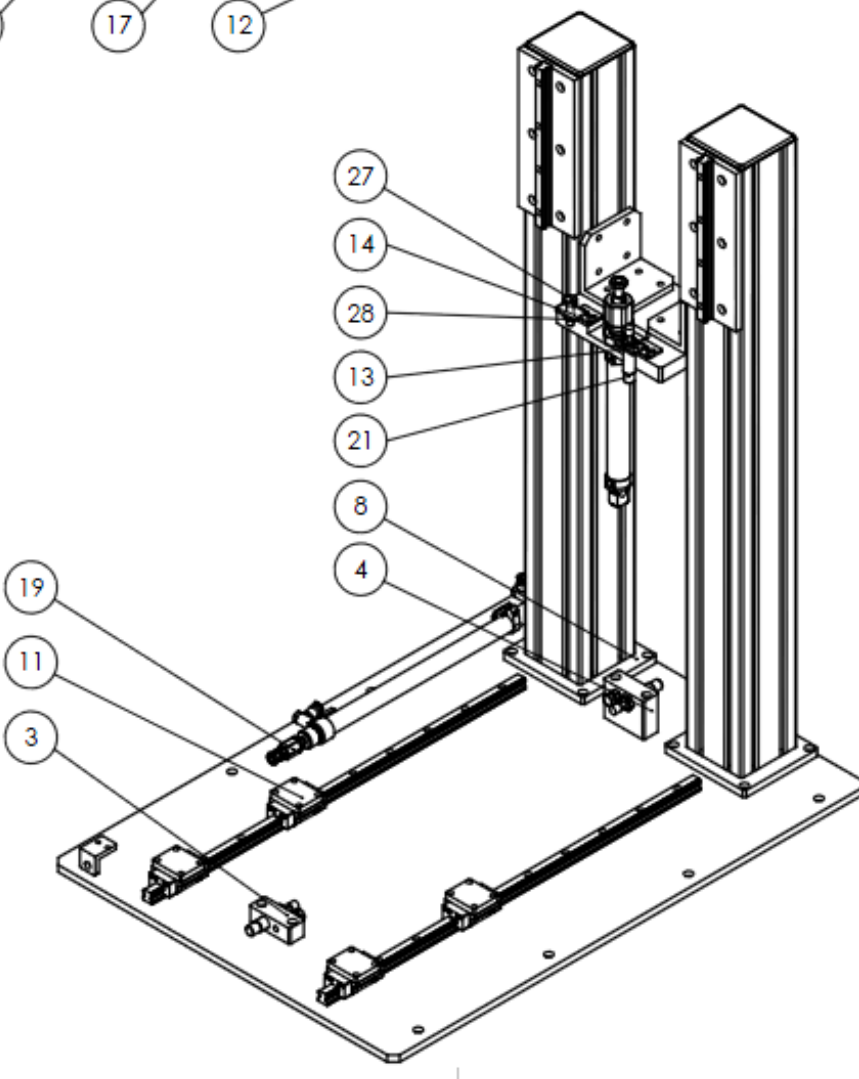
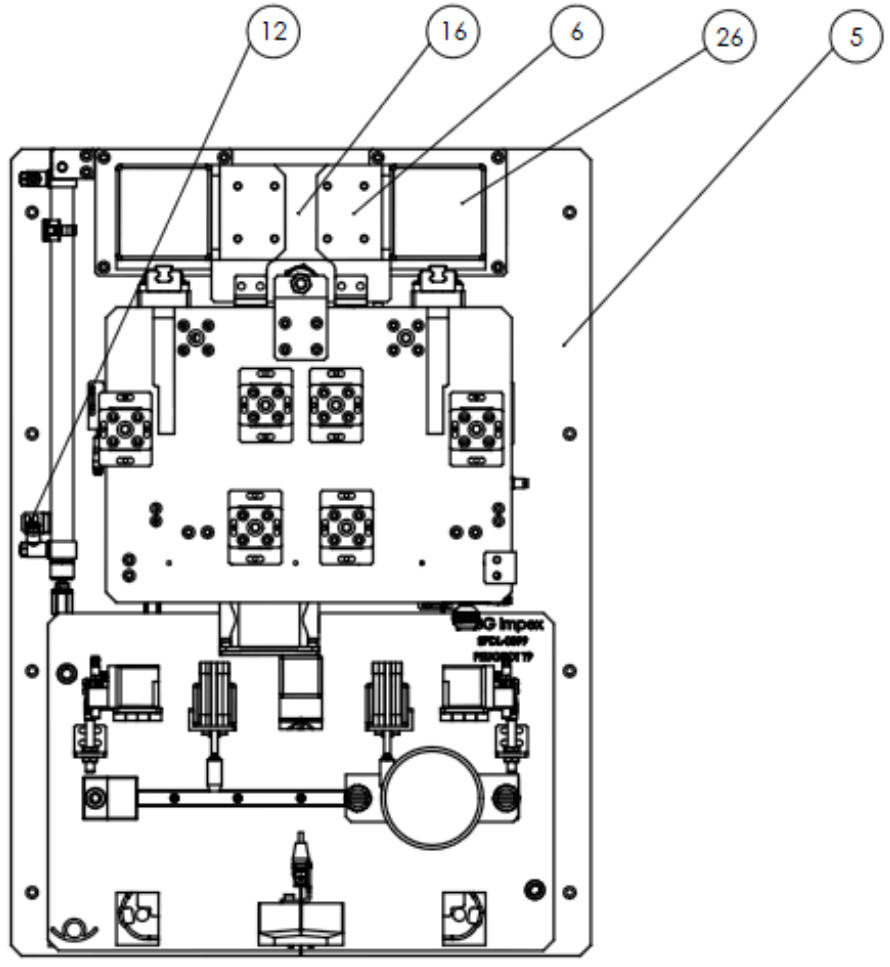
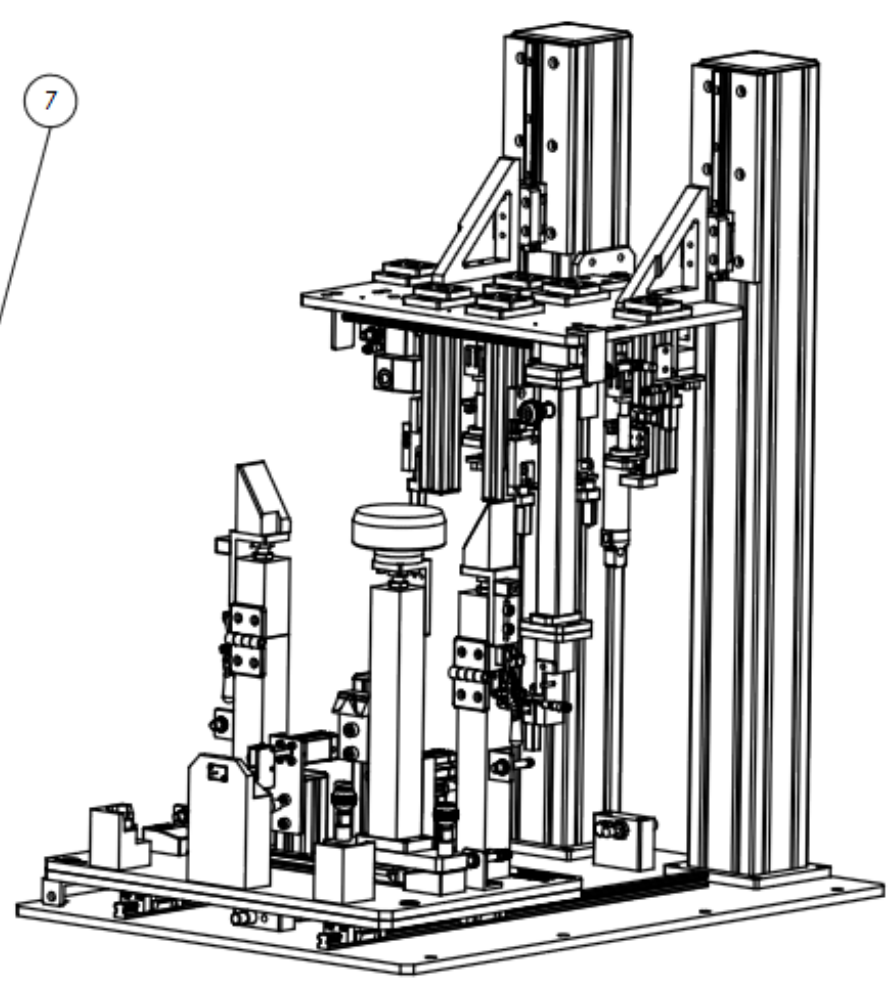
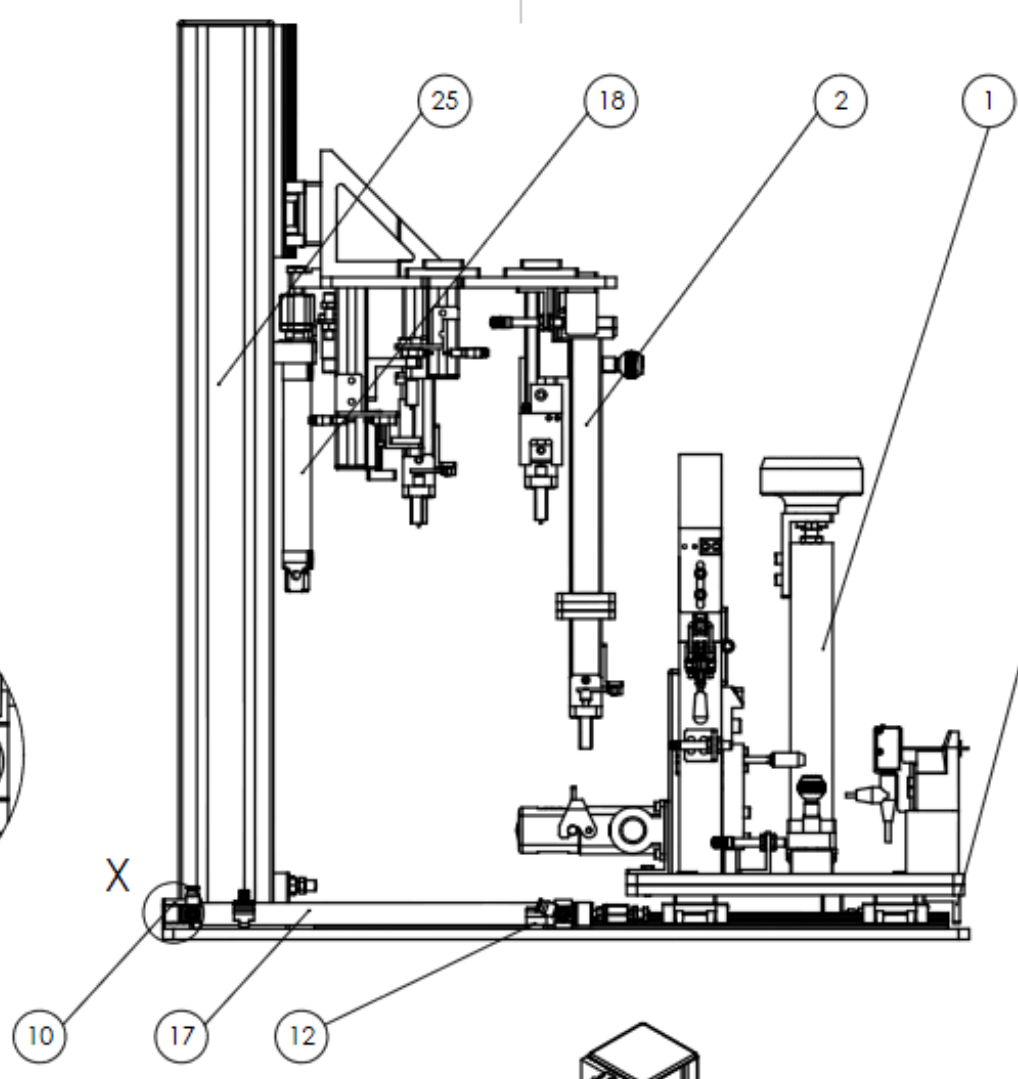
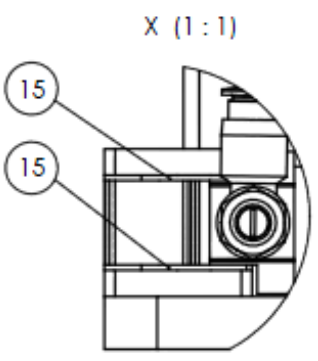
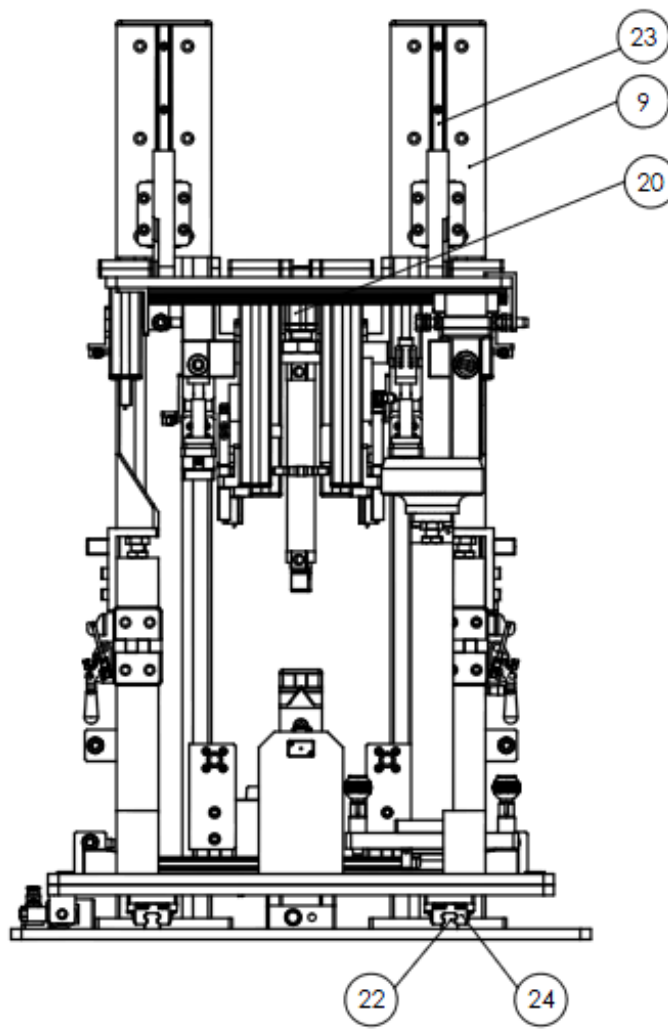
Rozměr/Size		Materiál/Material		Poznámka/Notice	
MM/Inch	mm	Číslo/Part	Název/Name	Číslo/Part	Název/Name
		4.5.2013	HRUBOŇ	KONTROLA FILTRŮ	Solid Works
			HRUBOŇ	Montážní pracoviště	
Název/Title				Č. výkresu/Drawing No.	
Montážní pracoviště				12-265-00000	
				List/Sheet 1	
				List/Sheet 1	





POZ	KS	NAZEV	ROZMÉR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VÝKRESU
1	1	ZÁKLADOVÁ DESKA		AlMg4,5Mn0,7	- 10001
2	1	KOSTKA 1		TECAGLIDE - GREEN	- 10002
3	1	KOSTKA 1 ZRC		TECAFT - BLUE	- 10002_ZRC
4	1	TRN		PE-UHMW	- 10003
5	1	KOSTKA POSUVNÉ STOUHY		AlMg4,5Mn0,7	- 10004
6	2	STOUHA		AlMg4,5Mn0,7	- 10005
7	1	KOSTKA 2		PE-UHMW	- 10006
8	2	DRŽÁK ČIDLA		AlMg4,5Mn0,7	- 10007
9	2	NÁDSTAVEC PÍSTNICE		TECAGLIDE - GREEN	- 10008
10	1	DRŽÁK VÁLCE		AlMg4,5Mn0,7	- 10011
11	1	DRŽÁK VÁLCE ZRC		AlMg4,5Mn0,7	- 10011_ZRC
12	1	MEZIDESKA		AlMg4,5Mn0,7	- 10016
13	1	DRŽÁK HARTINGU		AlMg4,5Mn0,7	- 10017
14	1	KOSTKA 3		TECAGLIDE - GREEN	- 10020
15	1	KOSTKA 3 ZRC		TECAST - BLUE	- 10020_ZRC
16	3	DRŽÁK KOSTEK		AlMg4,5Mn0,7	- 10021
17	2	NÁBĚHOVÁ KOSTKA		AlMg4,5Mn0,7	- 10022
18	1	STOUHA 2		AlMg4,5Mn0,7	- 10023
19	1	MEZIKOSTKA		AlMg4,5Mn0,7	- 10024
20	1	KOSTKA 4		PE-UHMW	- 10025
21	1	DRŽÁK ČIDLA		17240	- 10035
22	1	DORAZ		AlMg4,5Mn0,7	- 10036
23	2	STOUHA		AlMg4,5Mn0,7	- 10037
24	2	DRŽÁK ČIDLA		AlMg4,5Mn0,7	- 10038
25	2	KOSTKA		AlMg4,5Mn0,7	- 10039
26	1	KOSTKA		AlMg4,5Mn0,7	- 10040
27	2	POUZDRO		RAMSEIER	0706 C10
28	2	DESCRIPTION		RAMSEIER	0706 A10
29	2	POUZDRO	A12x12	BLOHM	DIN 172
30	1	STŘEDÍCÍ ČEP	KR12-19	BLOHM	DIN 6321 C12x10
31	1	STŘEDÍCÍ ČEP	KR12-19	BLOHM	
32	1	VOŽÍK	15	BOSCH	
33	1	KOLENICE	310	BOSCH	
34	1	PROFIL 40x40L	190	BOSCH	3 842 993 120
35	2	PROFIL 40x40L	80	BOSCH	3 842 993 120
36	3	KRYTKA 40x40	40x40	BOSCH	
37	2	KLOUBOVÝ ZÁVĚS	40/40	BOSCH	
38	2	JŘÍHKA	323R	DESTACO	323215
39	1	ČIDLO NA PŘÍTOMNOST	WT9L-P430	SICK	1023959
40	1	ODRAZKA	2,90x13,80-23	BALLUFF	BOS R-12
41	4	INDUKČNÍ ČIDLO M8		BALLUFF	
42	1	HARTING HORNÍ		HARTING	19300101541
43	1	HARTING SPODNÍ		HARTING	19300100291
44	1	VÁLEC ADN	12-25	FESTO	536208
45	1	VÁLEC ADN	12-25	FESTO	536208

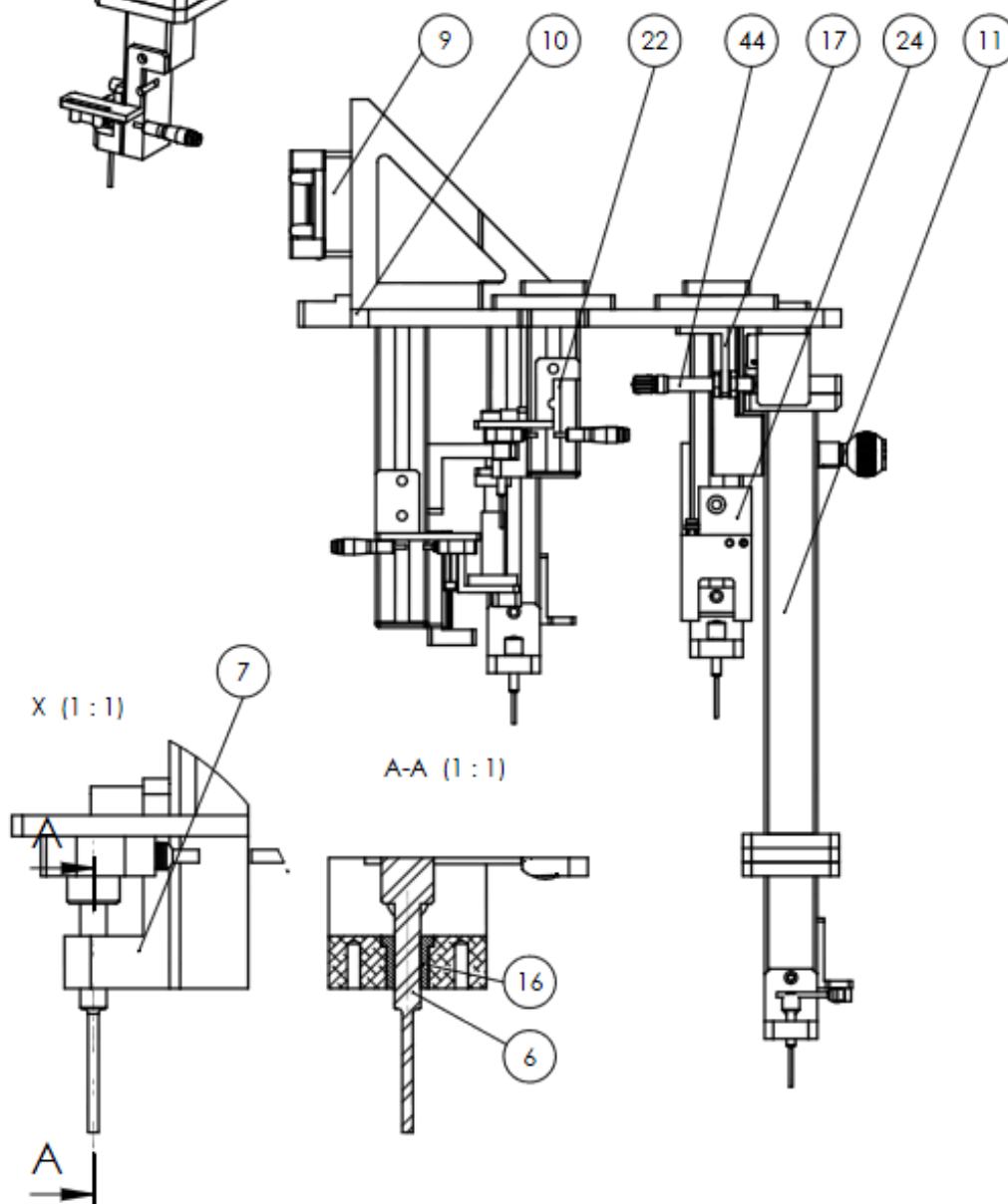
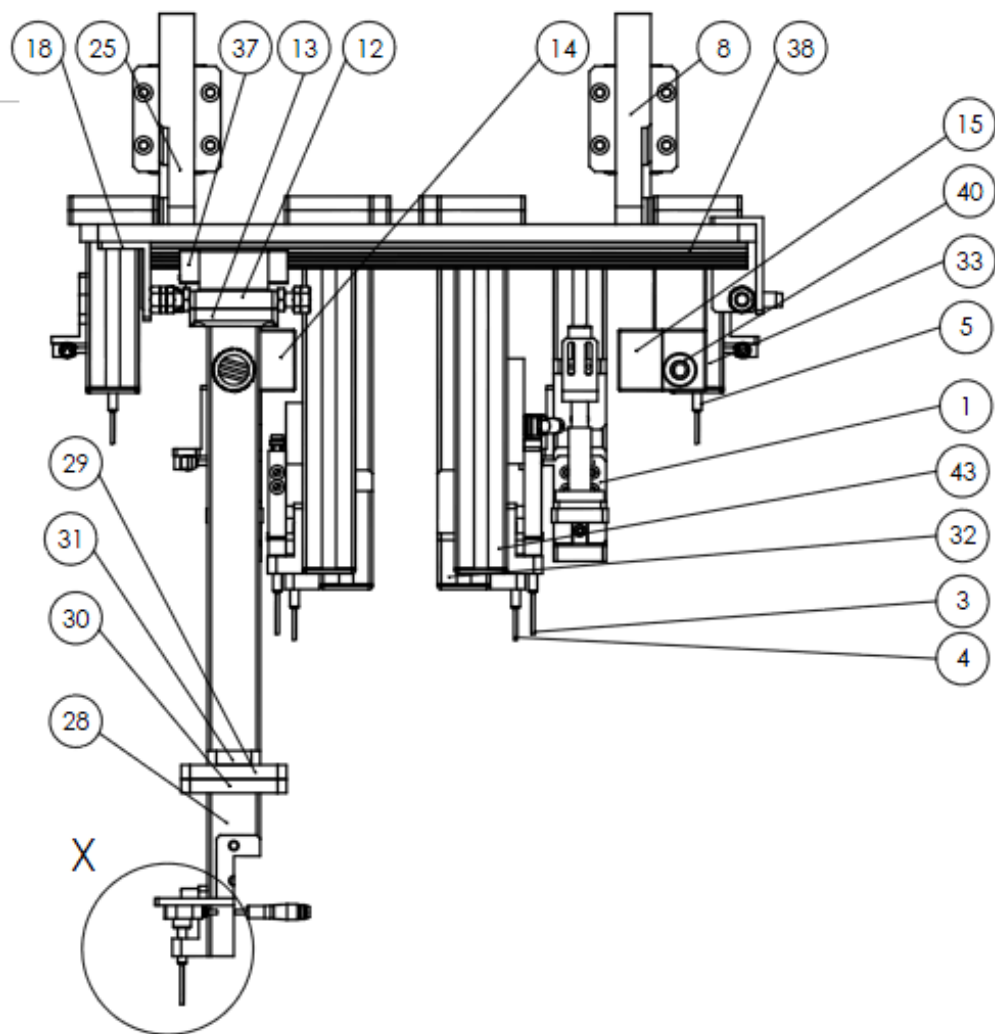
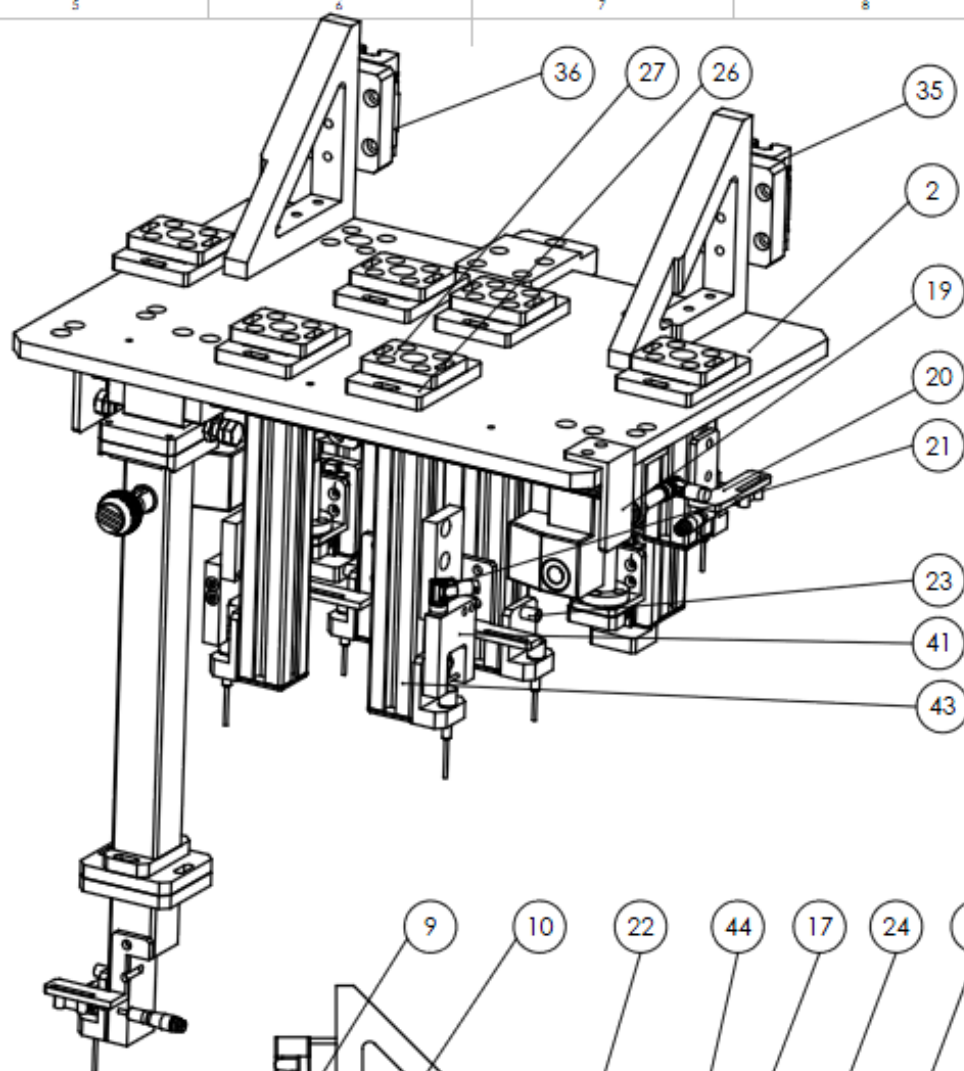
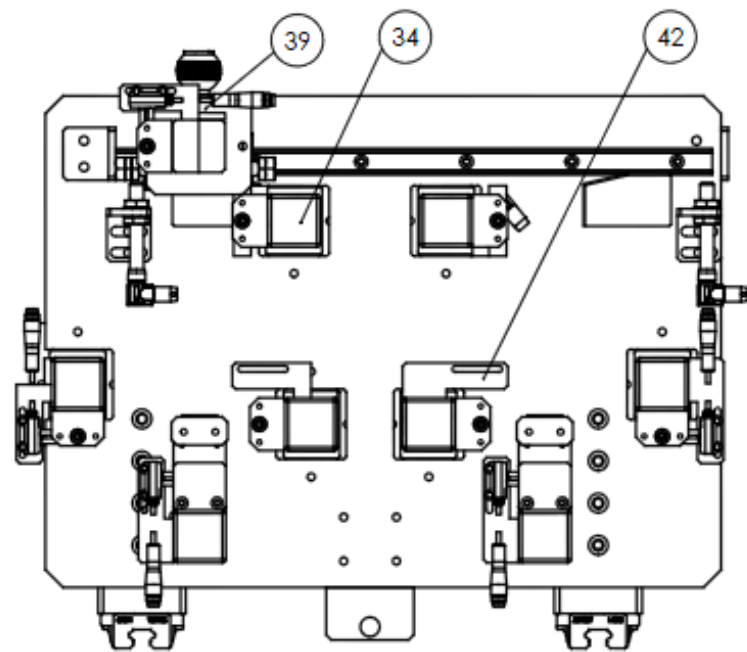
SESTAVA		Ks/Pcs	
Rozebrání/Disassembly	Materiál/Material	Poznámka/Notice	
1:1	4.5.2013	KONTROLA FILTRŮ	
ISO 2768	HRUBOŇ	Montážní pracoviště	
Název/Title		Č. výkresu/Drawing No.	1
PŘÍPRAVEK P1		12-265 - 10000	1



POZ	KS	NÁZEV	ROZMĚR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VÝKRESU
1	1	PŘÍPRAVEK P1	---	SESTAVA	- 10000
2	1	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	---	SESTAVA	- 21000
3	1	SESTAVA DORAŽU	---	SESTAVA	- 22000
4	1	SESTAVA DORAŽU 2	---	SESTAVA	- 23000
5	1	ZÁKLADOVÁ DESKA	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20001
6	2	DRŽÁK ROZPĚRKY	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20002
7	1	PROFIL L	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20003
8	2	PODLOŽKA	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20004
9	2	DESKA KOLEJNICE	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20005
10	1	DRŽÁK VÁLCE	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20006
11	4	PODLOŽKA VOŽÍKU	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20007
12	1	DRŽÁK ČIDLA	---	AlMg4,5Mn0,7	- 20008
13	1	DRŽÁK TLUMIČE	---	17240	- 20009
14	1	DRŽÁK DORAŽU	---	17240	- 20010
15	2	PODLOŽKA	---	SILON	- 20011
16	1	ROZPĚRKA	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21010
17	1	VÁLEC	DSNU 20-300	FESTO	193 990
18	1	VÁLEC	DSNU 25-125	FESTO	193991
19	1	KOMPENZAČNÍ HLAVA	2062 FK-M8	FESTO	2062
20	1	KOMPENZAČNÍ HLAVA	6140 FK-M10x1,25	FESTO	6140
21	1	TLUMIČ RÁZU	YSR-10-10-C	FESTO	191199
22	2	KOLEJNICE	L=601mm	HIWIN	HGR 15R
23	2	KOLEJNICE	L=220mm	HIWIN	HGR 15R
24	4	VOŽÍK	HGW 15 CC	HIWIN	HGW 15 CC
25	2	PROFIL 90x90	850	BOSCH	3 842 992 415
26	2	KRYTKA 90x90	90x90	BOSCH	3 842 242 400
27	1	ŠROUB S ŠESTIHRANNOU HLAVOU	M8	11 500	
28	1	MATICE	M 8	11 500	

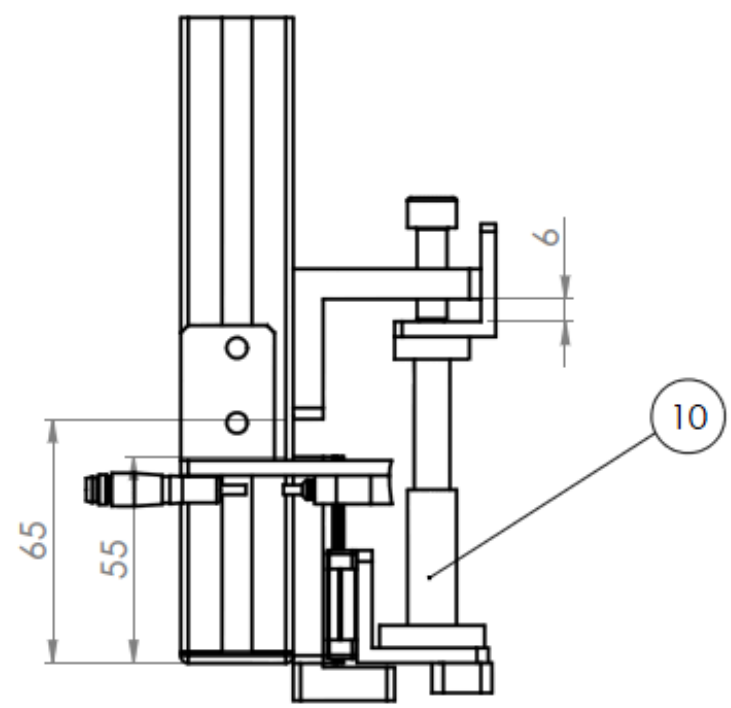
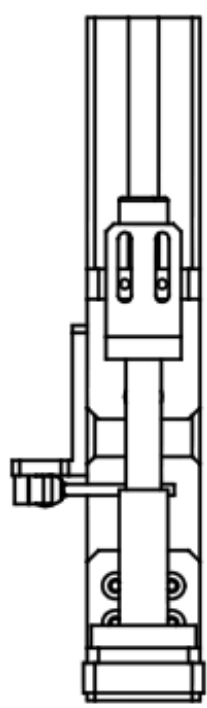
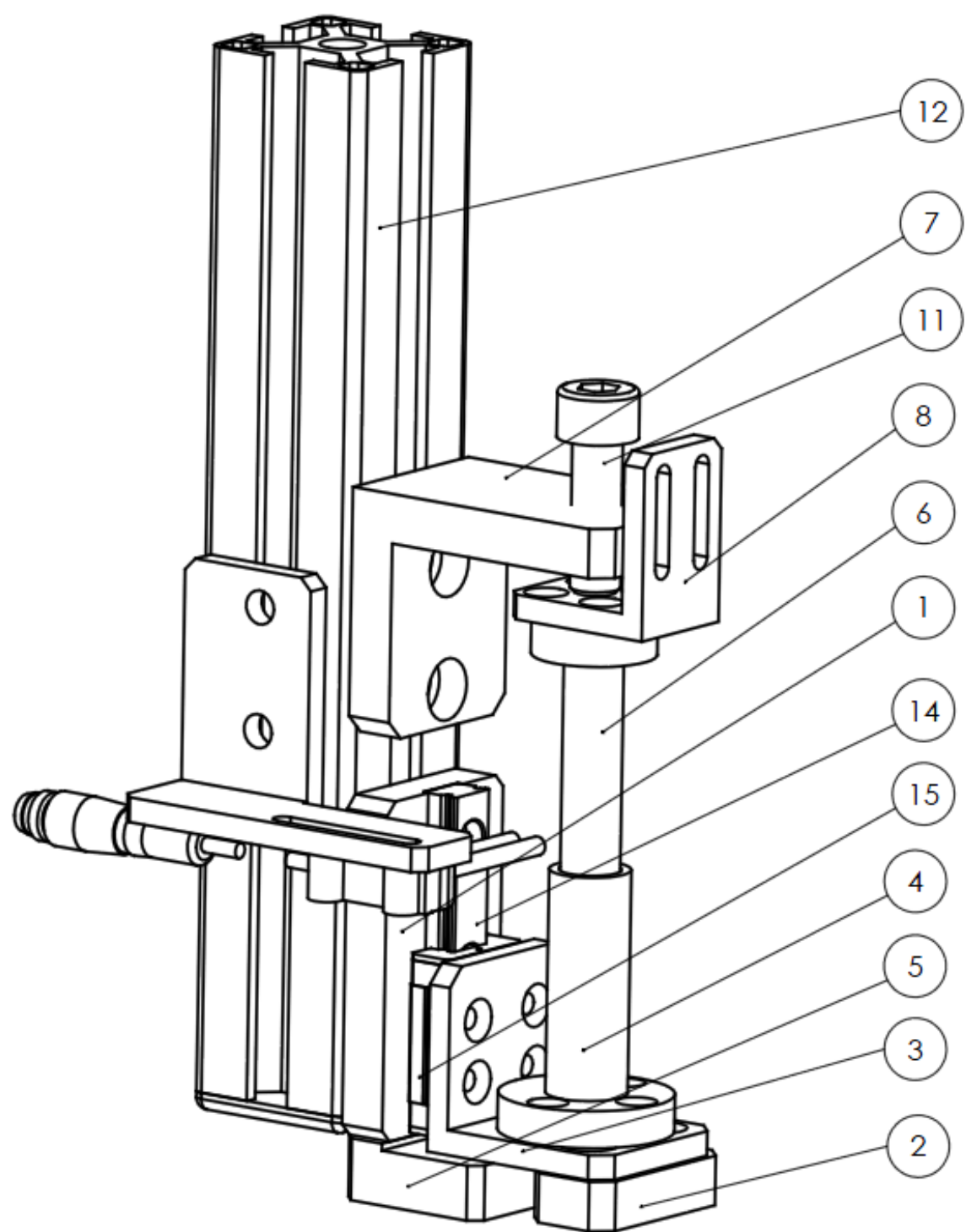
Rozměr/Size 1:1		Datum/Date 4.5.2013		Materiál/Material HRUBOŇ		Poznámka/Notice KONTROLA FILTRŮ Montážní pracoviště		Solid Works
Název/Title PŘÍPRAVEK		Č. výkresu/Drawing No. 12-265-20000		Ks/Pcs 1		1		





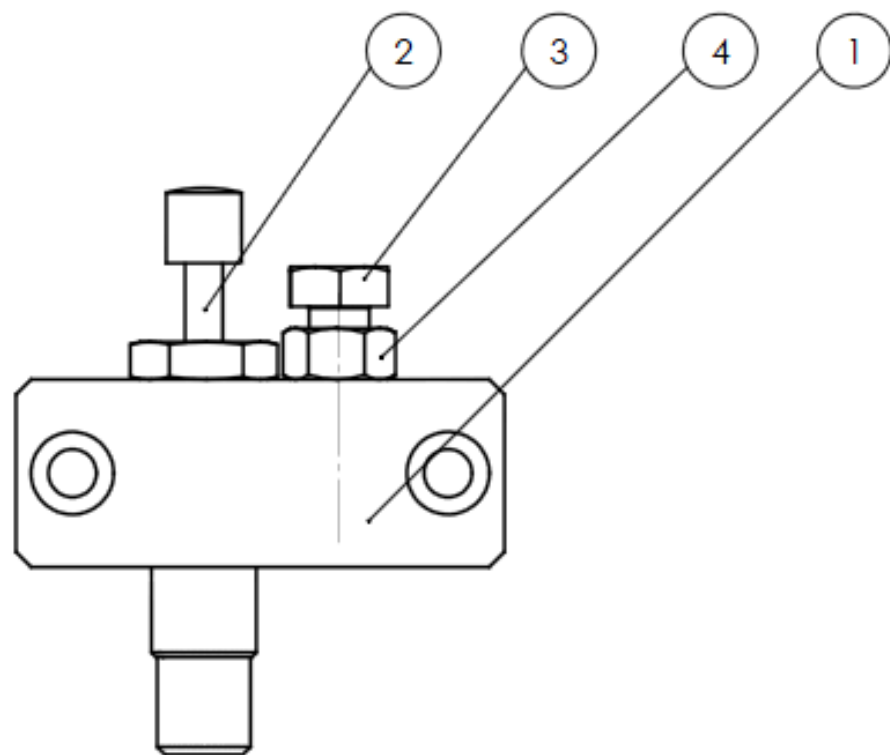
POZ	KS	NAZEV	ROZMÉR / TYP	MATERIÁL / VYROBCE	Č. VÝKRESU
1	2	KONTROLA KONEKTORU	---	SESTAVA	-21100
2	1	HORNÍ DESKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21001
3	2	KONTROLNÍ TYČINKA 1	---	AlMg4,5Mn0,7	-21003
4	2	KONTROLNÍ TYČINKA 2	---	AlMg4,5Mn0,7	-21022
5	2	KONTROLNÍ TYČINKA 3	---	AlMg4,5Mn0,7	-21023
6	1	KONTROLNÍ TYČINKA 4	---	AlMg4,5Mn0,7	-21024
7	7	DRŽÁK POUZDRA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21004
8	1	ŽEBRO	---	AlMg4,5Mn0,7	-21007_A
9	2	DRŽÁK VOZÍKU	---	AlMg4,5Mn0,7	-21008
10	1	DRŽÁK VÁLCE	---	AlMg4,5Mn0,7	-21011
11	1	STOJINA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21012_A
12	1	MEZIKUS	---	AlMg4,5Mn0,7	-21013
13	1	MEZIKUS 2	---	AlMg4,5Mn0,7	-21014
14	1	NÁBBĚHOVÁ KOSTKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21015
15	1	NÁBBĚHOVÁ KOSTKA ZRC	---	AlMg4,5Mn0,7	-21015_ZRC
16	7	POUZDRO	---	BRONZ	-21016
17	2	DRŽÁK INDUKCE	---	AlMg4,5Mn0,7	-21021
18	1	DORAZ 1	---	AlMg4,5Mn0,7	-21026
19	1	DORAZ 2	---	AlMg4,5Mn0,7	-21025
20	2	DRŽÁK ČIDLA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21018
21	1	DRŽÁK ZÁVORY	---	AlMg4,5Mn0,7	-21017
22	3	DRŽÁK ČIDLA ZRC	---	AlMg4,5Mn0,7	-21018_ZRC
23	7	NÁDSTAVEC	---	17240	-21019
24	1	DRŽÁK ZÁVORY	---	AlMg4,5Mn0,7	-21030
25	1	ŽEBRO	---	AlMg4,5Mn0,7	-21007_A
26	6	DEŠTIČKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21031
27	6	KOSTKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21032
28	1	STOJINA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21033
29	1	DESKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21034
30	1	DESKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21035
31	1	DEŠTIČKA	---	AlMg4,5Mn0,7	-21036
32	2	PROFIL 30x30	195	BOSCH	
33	2	PROFIL 30x30	83	BOSCH	
34	6	KRYTKA 30x30	30x30	BOSCH	
35	1	VOZÍK	HGW 15 CC	HIWIN	HGW 15 CC
36	1	VOZÍK	HGW 15 CC	HIWIN	HGW 15 CC
37	1	VOZÍK	HGH 15 CA	HIWIN	HGH 15 CA
38	1	KOLEJNICE	L=340	HIWIN	HGR 15 R
39	1	DESCRIPTION		RAMSEIER	0706 A10
40	2	POUZDRO		RAMSEIER	0706 C10
41	2	OPTICKÁ ZÁVORA BGL 20A		BALLUFF	
42	5	SICK WT2 S P231		SICK	102265P
43	2	PROFIL 30x30	186	BOSCH	
44	2	INDUKČNÍ ČIDLO MB		BALLUFF	

--- SESTAVA ---		--- KgfPcs	
Rozměr/Size	Materiál/Material	Poznámka/Notice	
1:1	HRUBOŇ	KONTROLA FILTRŮ Montážní pracoviště	
ISO 2984	ISO 8015	Solid Works	
Název/Title		Č. výkresu/Drawing No.	1
MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK		12-265 - 21000	1



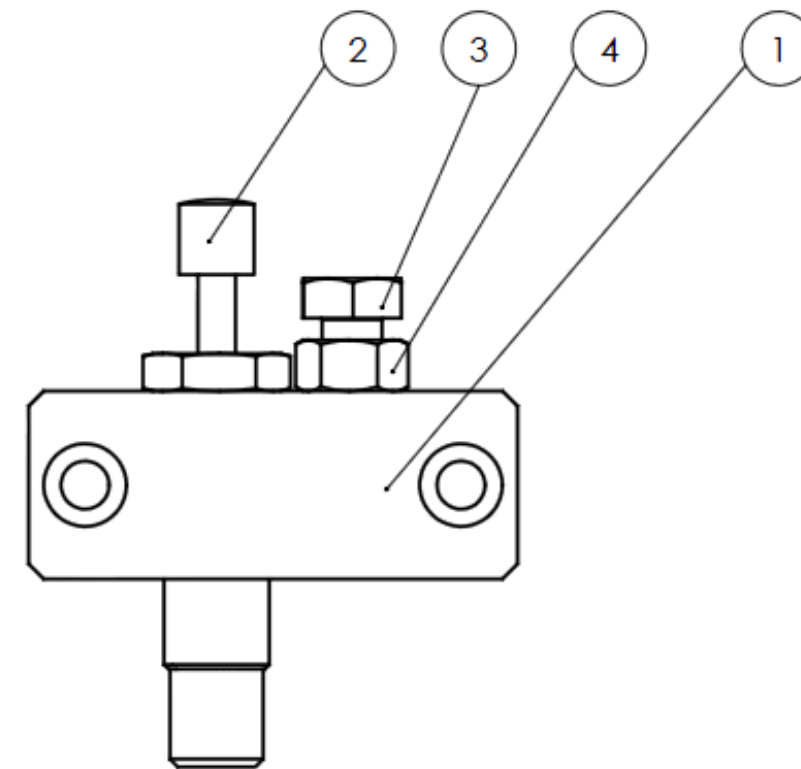
POZ	KS	NÁZEV	ROZMĚR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VYKRESU
1	1	PEVNÁ KOSTKA	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21102
2	1	TLAČNÍK	---	POM	- 21101
3	1	DRŽÁK TLAČKY	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21103
4	1	POUZDRO	---	17240	- 21106
5	1	DORAZ	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21105
6	1	HŘÍDEL	---	17240	- 21104
7	1	PEVNÝ DRŽÁK	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21107
8	1	PROFIL L	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21108
9	1	DRŽÁK ČIDLA	---	AlMg4,5Mn0,7	- 21018
10	1	PRUŽINA	D=9,5 d=1, n=10	PRUŽINOVÁ OCEL	
11	1	ŠROUB	M8x25	CI. 8-8, POZINK	
12	1	PROFIL 30x30	169	BOSCH	
13	1	KRYTKA 30x30	30x30	BOSCH	
14	1	KOLEJNICE	9 mm	HIWIN	MGNR 9
15	1	VOZÍK	9 mm	HIWIN	MGN 9C
16	1	SICK WT2 S P231		SICK	1022659

---		<b>SESTAVA</b>		---		Ks/Pcs
Rozměr/Size		Materiál/Material		Poznámka/Notice		
Měřítko/Scale 1:1	Revizní/Revision ISO 2768 mK	Datum/Date 4.5.2013	Navrh/Designed HRUBOŇ	Projekt/Project KONTROLA FILTRŮ Montážní pracoviště	<b>Solid Works</b>	
	Toleranční/Tolerance ISO 8015	Hmotnost/Weight 405.56	Kresil/Drawn by HRUBOŇ		Č. výkresu/Drawing No. 12-265-21100	List/Sheet 1 Listu/Sheets 1
Název/Title KONTROLA KONEKTORU						



POZ	KS	NÁZEV	ROZMĚR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VÝKRESU
1	1	KOSTKA		AlMg4,5Mn0,7	- 22001
2	1	TLUMIČ RÁZU	YSR-10-10-C	FESTO	191199
3	1	ŠROUB S ŠESTIHRANNOU HLAVOU	M8	11 500	
4	1	MATICE	M 8	11 500	

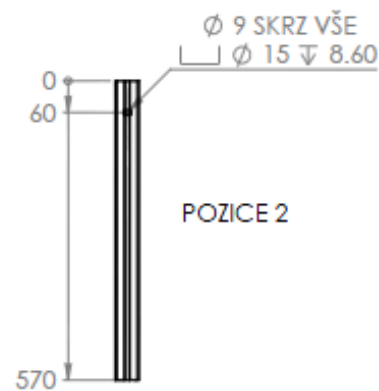
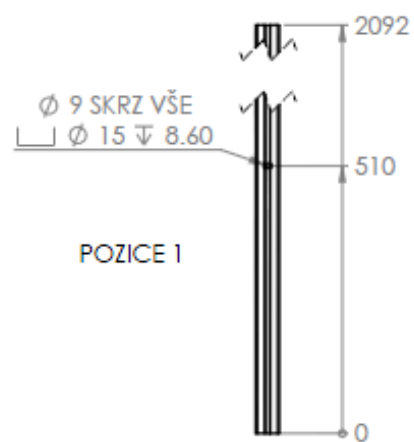
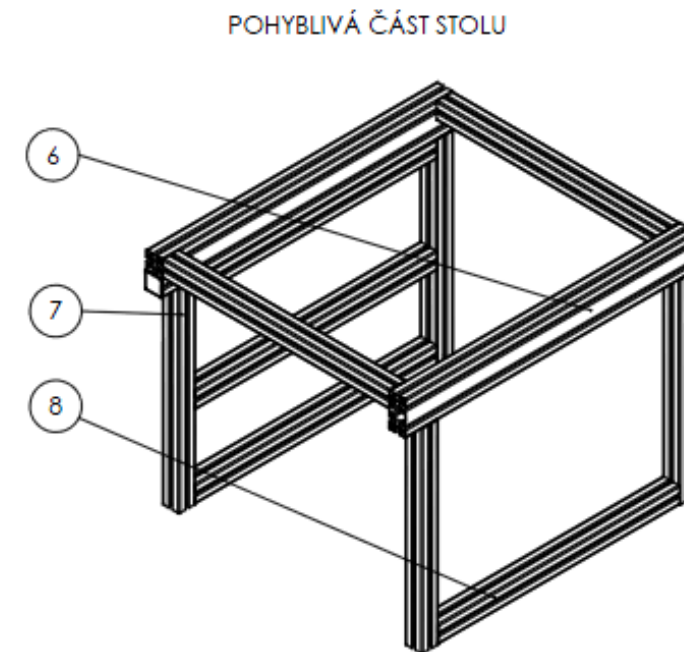
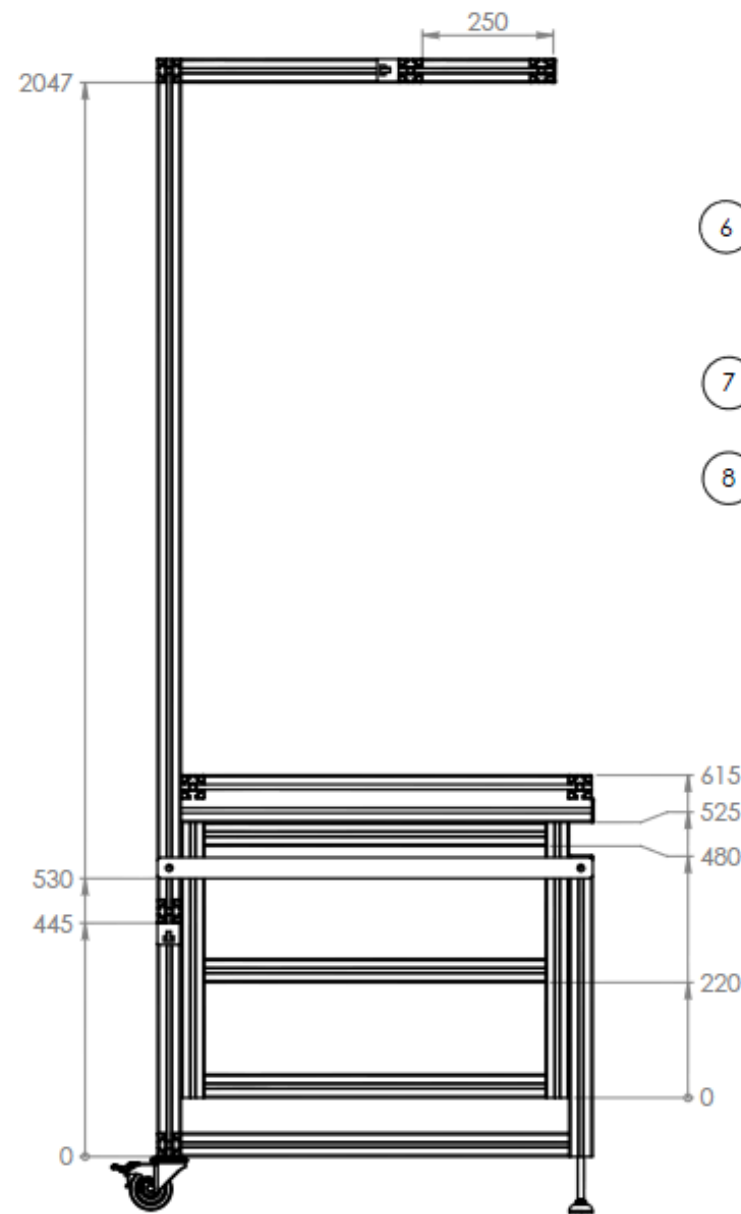
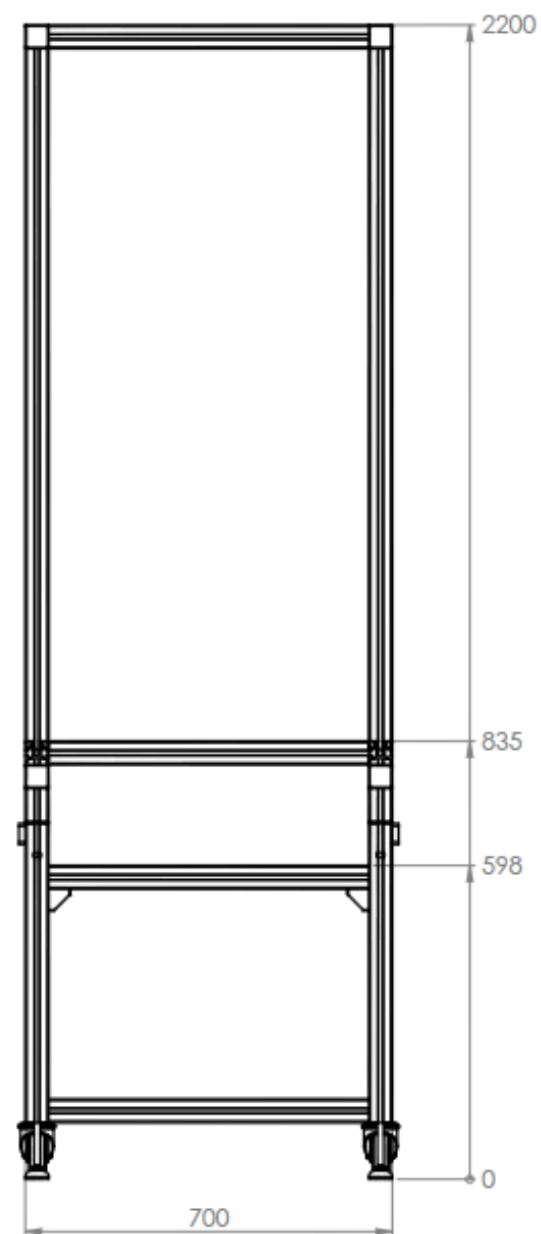
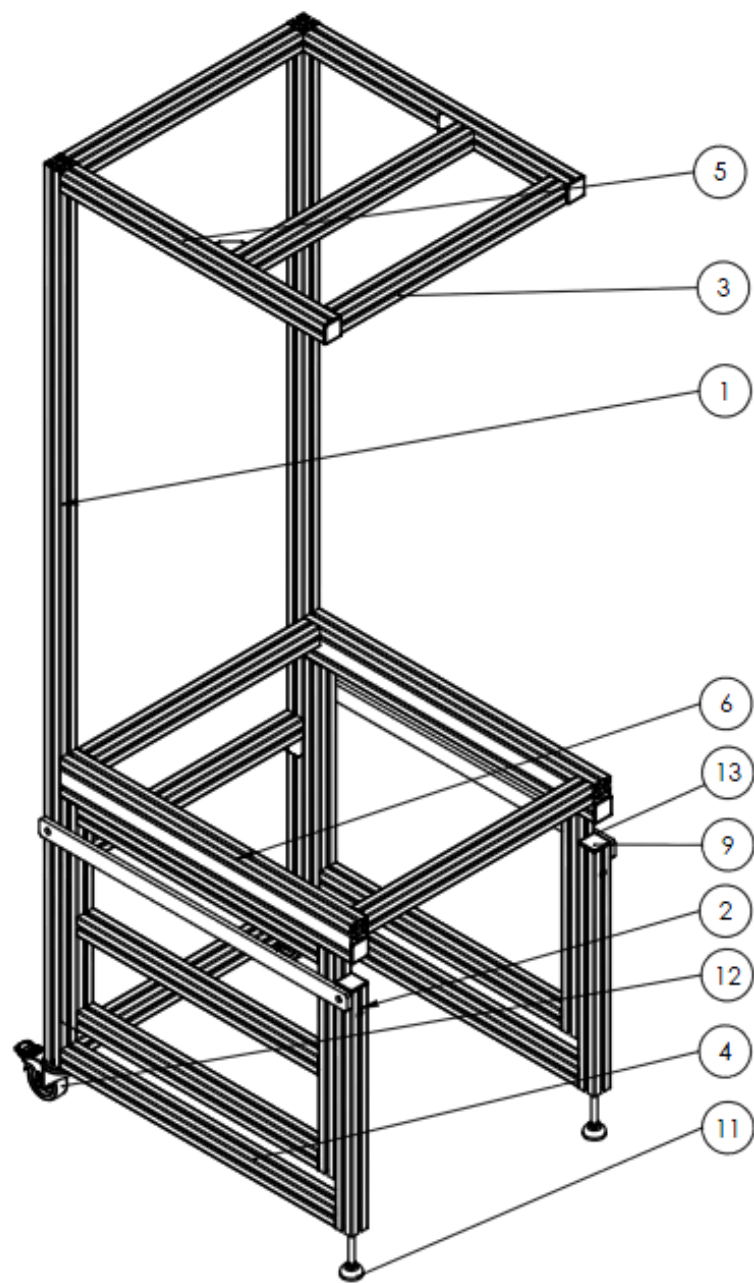
---		SESTAVA		---		Ks/Pcs
Rozměr/Size		Materiál/Material		Poznámka/Notice		
Měřítko/Scale	Forma/Projection	Datum/Date	Navrh/Designed	Projekt/Project		
1:1		4.5.2013	HRUBOŇ	KONTROLA FILTRŮ Montážní pracoviště		
Přesnost/Precision	Tolerance/Tolerance	hmotnost/Weight	Kresil/Drawn by	Solid Works		
ISO 2768 mK	ISO 8015	93.31	HRUBOŇ			
Název/Title				Č. výkresu/Drawing No.		List/Sheet
SESTAVA DORAZU				12-265 - 22000		1
						List/Sheets
						1



POZ	KS	NÁZEV	ROZMĚR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VÝKRESU
1	1	KOSTKA		AlMg4,5Mn0,7	- 23001
2	1	TLUMIČ RÁZU	YSR-10-10-C	FESTO	191199
3	1	ŠROUB S ŠESTIHRANNOU HLAVOU	M8	11 500	
4	1	MATICE	M 8	11 500	

---		SESTAVA		---		Ks/Pcs
Rozměr/Size		Materiál/Material		Poznámka/Notice		
Měřítko/Scale	Forma/Projection	Datum/Date	Navrh/Designed	Projekt/Project		
1:1		4.5.2013	HRUBOŇ	KONTROLA FILTRŮ Montážní pracoviště		
Přesnost/Precision	Tolerance/Tolerance	hmotnost/Weight	Kresil/Drawn by	Solid Works		
ISO 2768 mK	ISO 8015	223.27	HRUBOŇ			
Název/Title				Č. výkresu/Drawing No.		List/Sheet
SESTAVA DORAZU 2				12-265 - 23000		1
						List/Sheets
						1





POZ.	KS	NÁZEV	ROZMĚR / TYP	MATERIÁL / VÝROBCE	Č. VÝKRESU
1	2	PROFIL 45x45L	2092	BOSCH	3 842 992 425
2	2	PROFIL 45x45L	570	BOSCH	3 842 992 425
3	7	PROFIL 45x45L	610	BOSCH	3 842 992 425
4	2	PROFIL 45x45L	740	BOSCH	3 842 992 425
5	2	PROFIL 45x45L	710	BOSCH	3 842 992 425
6	2	PROFIL 45x90L	783	BOSCH	3 842 992 432
7	4	PROFIL 45x45L	525	BOSCH	3 842 992 425
8	4	PROFIL 45x45L	650	BOSCH	3 842 992 425
9	6	KRYTKA 45x45	45x45	BOSCH	3 842 502 674
10	4	ÚHELNÍK 45x45	45x45	BOSCH	3 842 523 558
11	2	NOHA	D44, M12, L=160	BOSCH	3 842 536 470
12	2	KOLO S BRZDOU (ČERNÉ)	D=80, H=108	BLICKLE	LKRA-VPA-BOK-FI
13	2	VÝZTUHA	12x830x40	AIMG4,5Mn0,7	-P0001

Rozměr/Size		Materiál/Material		Poznámka/Notice		Ks/Pcs
1:10	ISO 8015	HRUBON	KONTROLA FILTRŮ	Solid Works		1
60 0268 nč	ISO 8015	33095.07	Montážní pracoviště			1
Název/Title				Č. výkresu/Drawing No.		
STŮL S700				12-265		-90000

