

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T001 Dopravní a manipulační technika

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Moderní trendy v manipulační technice

Autor: **Bc. Vladimír Vokoun**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jaromír Horák, CSc.**

Akademický rok 2012/2013

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Jaromíru Horákovi, CSc., za vedení mé diplomové práce, za podklady, rady a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl touto cestou poděkovat Ing. Pavlu Slezákovi, za odbornou pomoc při vypracování této diplomové práce, dále za cenné rady a poskytnutý čas. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Janu Žákovi, za cenné rady a čas, který mi věnoval.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Vokoun	Jméno Vladimír	
STUDIJNÍ OBOR	2301T001	Dopravní a manipulační technika	
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Horák, CSc.	Jméno Jaromír	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Moderní trendy v manipulační technice		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	85	TEXTOVÁ ČÁST	58	GRAFICKÁ ČÁST	27
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce obsahuje návrh mechanismů pro ovládání překlápěčky. Řešení návrhu pomocí vybraného pneumatického mechanismu a vytvoření schéma. Dále pak návrh konstrukce překlápěčky a vytvoření modelu včetně výkresů. Ekonomické zhodnocení vybraného řešení.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	pneumatický mechanismus, překlápěcí mechanismus, karkasa, stlačený vzduch, pneumatické prvky, pneumatický válec

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Vokoun	Name Vladimír	
FIELD OF STUDY	2301T001	Transport Vehicles and Handling Machinery	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Horák, CSc.	Name Jaromír	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Modern Trends in Handling Technology		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2013
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	85	TEXT PART	58	GRAPHICAL PART	27
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The thesis contains a proposed mechanism for controlling tilt mechanism. The design and development of a model tilt mechanism including drawings. Economic evaluation of the selected solution.
KEY WORDS	pneumatic mechanism, tilt mechanism, carcass, compressed air, pneumatic components, pneumatic cylinder

Obsah

Obsah	- 6 -
1 Úvod	- 7 -
1.1 Cíl práce	- 7 -
1.2 Moderní trendy v manipulační technice	- 7 -
2 Rešerše stávajícího stavu	- 12 -
2.1 Společnost Mitas a.s.	- 12 -
2.2 Situace	- 13 -
2.3 Stávající stav	- 15 -
3 Návrh variant řešení	- 16 -
3.1 Pneumatický mechanismus	- 16 -
3.2 Hydraulický mechanismus	- 17 -
3.3 Elektrický mechanismus.....	- 18 -
3.4 Srovnání	- 19 -
3.5 Volba varianty	- 20 -
4 Vypracování vybrané varianty	- 22 -
4.1 Pneumatický válec	- 23 -
4.1.1 Základní informace	- 23 -
4.1.2 Volba pneumatického válce a příslušenství	- 31 -
4.2 Škrťací ventil	- 34 -
4.2.1 Základní informace	- 34 -
4.2.2 Volba škrťacího ventilu	- 34 -
4.3 Ventil (rozvaděč)	- 35 -
4.3.1 Základní informace	- 35 -
4.3.2 Volba ventilu (rozvaděče) a příslušenství	- 43 -
4.4 Jednotka na úpravu stlačeného vzduchu	- 45 -
4.4.1 Základní informace	- 45 -
4.4.2 Volba jednotky na úpravu stlačeného vzduchu	- 54 -
4.5 Tlumič hluku	- 56 -
4.5.1 Základní informace	- 56 -
4.5.2 Volba tlumiče hluku	- 56 -
4.6 Spojovací technika	- 57 -
4.6.1 Základní informace	- 57 -
4.6.2 Volba spojovací techniky	- 59 -
4.7 Pneumatické schéma	- 60 -
5 Konstrukční návrh	- 61 -
6 Ekonomické hodnocení	- 64 -
7 Závěr	- 66 -
Seznam použité literatury	- 67 -
Seznam výkresové dokumentace	- 68 -
Seznam příloh	- 68 -
Příloha 1: Pneumatické schéma	- 69 -
Příloha 2: Pneumatické schéma – rozpiska	- 71 -
Příloha 3: Katalogové listy navržených pneumatických prvků Festo	- 73 -

1 Úvod

1.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je, poohlédnout se, po moderních trendech v manipulační technice.

Dále pak, na konkrétním případě překlápěcího mechanismu na karkasy, navrhnout ovládání tohoto mechanismu, který by měl vyhovovat svou funkčností, úsporou a bezpečností. U vybraného řešení pak vytvořit schéma ovládání a konstrukční návrh překlápěcího mechanismu vymodelovat pomocí 3D softwaru. Závěrem pak udělat ekonomické zhodnocení.

1.2 Moderní trendy v manipulační technice

Manipulace s materiálem, jako soubor nutných operací při výrobě, se stala významným oborem novodobé techniky. Obor se začal značně rozvíjet. Dnes se do manipulace běžně započítává veškerá technologická doprava a skladování a další řada manipulačních operací.

Manipulace s materiálem je neoddělitelná složka logistiky. Logistika staví na základech dílčích disciplín manipulace s materiálem, skladování, balení, dopravy a na základech informačních a komunikačních systémů. Není jejich prostým pospojováním. Je zcela novým know-how, které svým systémovým pojetím vede k nové kvalitě.

Manipulace s materiálem je odborné přemístování, ložení a usměrňování materiálu ve výrobě, oběhu a skladování. Jedná se o souhrn operací skládajících se převážně z nakládky, přepravy, vykládky a překládky, tedy z dopravy materiálů, polotovarů, z technologických manipulací, vážení, balení, třídění, dávkování, měření a z počítání kvantity, a z manipulace s odpadem.

Značnou měrou se podílí na nákladech firmy, tj. spotřebovává energii na přepravu, vyžaduje manipulační prostředky, přípravky, pracovní sílu.

Manipulační systém je pak seskupení dvou nebo více zařízení a prostředků tvořících celek pro určitou oblast manipulace a přepravy, včetně organizace a řízení.

K manipulaci s materiálem jsou využívány prostředky a zařízení, které jsou přehledně uvedeny v normě ČSN 26 0002 a zahrnují:

- zdvihací zařízení (jeřáby, zdvihadla, výtahy apod.)
- dopravní zařízení (dopravníky, lanovky, prostředky pneumatické a hydraulické dopravy apod.)
- zařízení pro operační a mezioperační manipulaci (roboty a manipulátory)
- zařízení pro ložné operace (rýpadla, zakladače, zemní a stavební práce)
- přepravní prostředky (obaly, palety, kontejnery)
- skladovací zařízení (zařízení pro sklad kus. zboží, zařízení pro ložné operace)
- zařízení pro úpravu materiálu k manipulaci (váhy, plnicí a balící stroje, transportní zařízení)
- dopravní prostředky (vozíky, přívěsy, návěsy, automobily, kolejová vozidla, lodě, letadla)

Objektem manipulace s materiálem je pracovní síla, manipulátor či manipulační linka či robot jsou prostředky a předmět je to, s čím je manipulováno. Manipulace jako proces se všemi jeho předměty, prostředky a objekty se dá chápat i systémově, kdy zmíněné prvky tvoří skupiny systémy a podsystémy. V globálním měřítku firmy se dá manipulace s materiálem považovat za podsystém výrobního závodu.

Manipulace s materiálem se standardně nepovažuje za technologické operace, je však při výrobě všudypřítomná. Její forma, rychlost, náplň je spjatá přímo s technologickými operacemi a především s vyráběným předmětem (pohybujeme-li se v oblasti průmyslové výroby). Manipulace s polotovary, materiálem, výrobky v různých stavech rozpracovanosti má přímý vliv na průběh výroby a naopak. Vhodně voleným způsobem, s ohledem na prostorové dispoziční výrobních prostředků, směrem a prostředky, můžeme minimalizovat ztrátové (nevýrobní) časy, energetickou a jiné kapacitní spotřebu a tak zajišťovat její plynulost. Z nákladového hlediska hledáme ekonomickou efektivnost. Nevhodným návrhy, nevhodným materiálovým tokem popř. rozmístěním strojů a parametry můžeme způsobit ztráty a mnohdy až škody, a ohrožovat bezpečnost pracovníků.

Stále roste poptávka po sofistikovaných řešeních.

Velký rozvoj je například v oblasti stohování palet. Skladování palet je možné volně na zemi, stohování, pokud to přepravovaný materiál umožňuje. Pokud stohování je nemožné, je nezbytné palety ukládat do regálů. Těch je několik typů, od konvenčních, vjezdových, spádových, zatlačovacích až po mobilní. Základními prostředky pro manipulaci jsou stohovací a vysokozdvizný zakladače, a paletové vozíky.

Dále nelze opominout ani zdvihací zařízení, jeřáby a balancery. Jeřáby jsou speciální druh manipulačního prostředku, který je určený pro převážení břemen v nejrůznějších

provozech. Jejich konstrukční provedení a umístění je voleno především tak, aby obsluhovaly co největší prostor, měly požadovanou nosnost, rychlost manipulace a co nejméně překážely v provozních prostorech. Dle umístění pracovního prostoru dělíme jeřáby na mostové, otočné (sloupové, nástěnné), podvěsné a portálové. Do oblasti skladů jsou především určeny jeřáby magnetové a stohovací.

Ve skladovací technice se stejně jako v jiných oblastech uplatňují průmyslové roboty. Především tam, kde je velký podíl manuální rutinní práce (velké množství opakujících se úkonů), která je například fyzicky náročná, jsou na ni kladeny nároky na přesnost a vytrvalost.

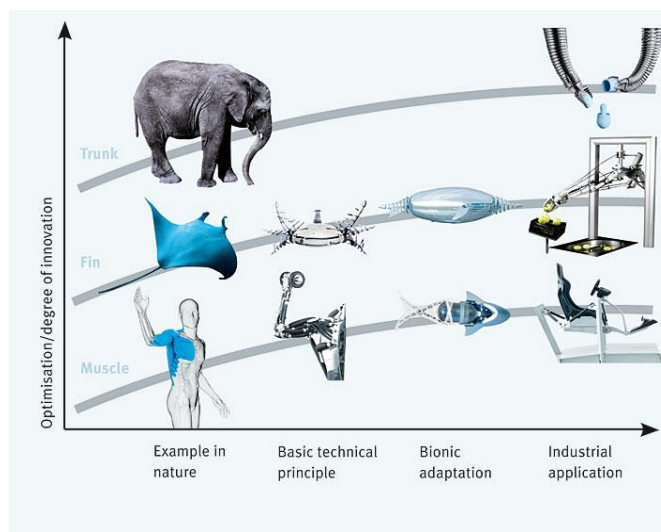
Velký rozmach je i mezi koncovými efekty, to je výraz spojený především s automatizací a robotikou. Jedná se o tu část manipulátoru, robotu, která přichází do kontaktu s manipulovaným materiálem, součástí atd. Jejich konstrukční provedení se vždy obsahuje aktivní silové členy a prvky kontrolní. V širším významu se může jednat o část jakéhokoli manipulačního zařízení plnící tuto úlohu – zprostředkovat kontakt mezi strojem a materiálem.

Jedná se o tyto prostředky:

- jeřábové vidle
- zvedací magnety
 - permanentní
 - elektro-permanentní
 - elektromagnety
- C-háky
- svěrky na plech
- manipulační kleště
- svěrky IP
- vakuové efekty
- traverzy
- svěrky na nosníky

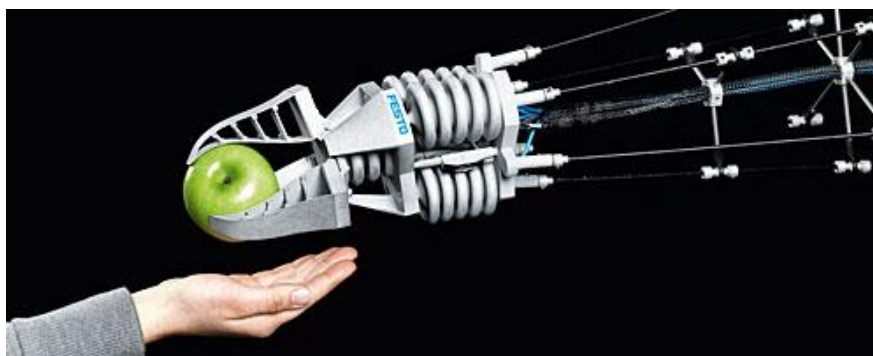
Jsou také novinky, které se inspirovaly v přírodě. Pokus o přenos přírodních strategií efektivity na automatizační technologii. Testování nových technologií a výrobních procesů. Vývoj energeticky účinných a biomechatronických výrobků.

Biomechatronický postup společnost Festo chápe jako dokumentaci (r)evolučního vývoje v rámci sítě Bionic Learning Network, např. bionických akčních členů, ploutví a svalů. Biomechatronika představuje vývoj a dokonalou podobu mechatronických výrobků a procesů pomocí bioniky – od přírody coby modelu, přes základní technologické principy a bionické úpravy, až po průmyslové použití.



Obr. 1 Znárodnění stupně inovace.

Bionický Tripod 2.0 – výsledná flexibilita a ohebnost z této struktury dělají ideální nástroj pro vykonávání úloh zahrnujících interakci mezi člověkem a strojem, jako je na příklad třídění ovoce a zeleniny v zemědělské výrobě, třídění materiálů k recyklaci v průmyslu nebo jako „třetí ruka“ a ideální pomocník pro veškeré druhy instalačních prací.



Obr. 2 Bionický Tripod 2.0.

Další a poslední ukázkou moderních trendů je pneumatický fluidní sval, zcela nový druh pneumatického pohonu, je vynálezem společnosti Festo. Tyto bionické svaly sestávají z větší části z dutých elastomerových válců obklopených aramidovými vlákny. Když se fluidní sval plní vzduchem, zvětšuje svůj průměr a zmenšuje svou délku, čímž umožňuje realizaci plynulých, elastických pohybů. Použití fluidních svalů umožňuje vytvářet sledy pohybů, které se blíží lidským pohybům nejen z hlediska kinematiky, rychlosti a síly, ale také citlivosti. Fluidní sval může vyvíjet desetkrát větší sílu než porovnatelně velký standardní pneumatický válec, je velmi tuhý a může být dokonce používán v extrémních a prašných podmínkách.

Výhody:

- výkon i v těch nejmenších prostorech
- dynamické zrychlení
- plynulý pohyb bez rozjezdového efektu
- přizpůsobivost
- hermeticky uzavřená konstrukce poskytuje ochranu proti prachu, nečistotám a vlhkosti
- bez údržby



Obr. 3 Fluidní sval.

2 Rešerše stávajícího stavu

Na úvod bych chtěl nejprve představit zadavatele diplomové práce společnost Mitas, její historii a co vyrábí. Dále pak bych chtěl přiblížit, k čemu slouží překlápěcí mechanismus a na závěr této rešerše popsat stav stávajícího překlápěcího mechanismu.

2.1 Společnost Mitas a.s.

Společnost Mitas je součástí České gumárenské skupiny (ČGS). Českou gumárenskou skupinu dále tvoří společnosti Rubena a Savatech. Do roku 2012 byl součástí skupiny Buzuluk Komárov. Česká gumárenská skupina je tvořena výhradně českým kapitálem (2 vlastníci).

Společnost Mitas založil v pražských Strašnicích francouzský výrobce Michelin jako svou dceřinou společnost PneuMichelin v roce 1933. Současný název nese firma od roku 1946, který vznikl spojením dvou slov **Michelin** a **Veritas**. Společnost Mitas má výrobní závody v Praze, Zlíně a Otrokovcích. Další výrobní závod v Rumě v Srbsku (koupeno 2008) a od roku 2012 výrobní závod v Charles City v Iowě. Dále má vlastní globální a prodejní síť.

Výrobní portfolio je celkem veliké. Společnost Mitas vyrábí a prodává své výrobky po celém světě pod třemi obchodními značkami Mitas, Continental a Cultor. Značku Continental získala odkoupením licence na výrobu zemědělských pláštů v roce 2004. Tuto značku může používat do roku 2019. Mitas vyrábí a distribuuje mimo silniční pláště – zemědělské, industriální a letecké. Dále pak pod značkou Mitas vyrábí a distribuuje pláště pro motocykly.

Mitas je druhý největší výrobce zemědělských pláštů v Evropě (25-27%) a třetí největší výrobce industriálních pláštů v Evropě (30%). Společnost Mitas je členem asociace evropských výrobců pneumatik a pryže ETRMA (European Tyre and Rubber Manufacturing Association).



Obr. 4 Logo a pneumatiky Mitas.

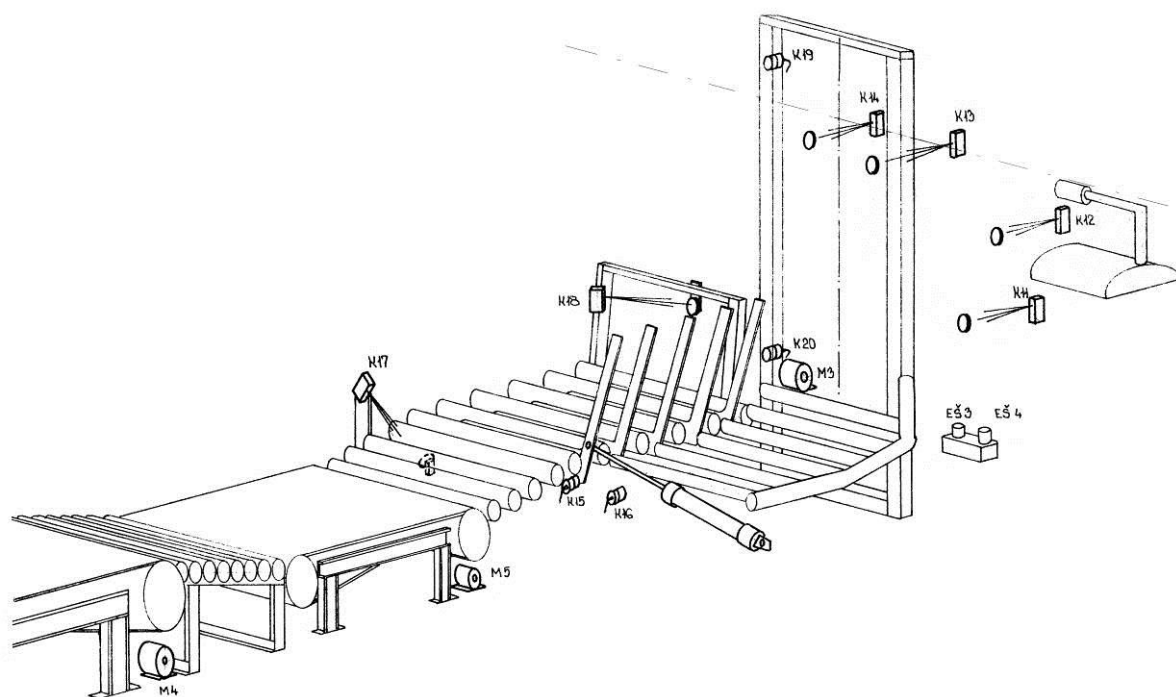
2.2 Situace

Zařízení je určeno pro automatické nakládání karkas ze sběrného dopravníku na háky podvěsné dopravy mezi konfekcí a vulkanizací.

Obsluha nakládá karkasy na pásový sběrný dopravník, dopravník dopravuje karkasy k válečkové dráze, kde dochází k oddělení vždy první karkasy a zastavení pásového dopravníku. Karkasa sjede na válečkovou dráhu s dorazem, z které překlápěcí zařízení přemístí karkasu na výtah s nakládací plošinou.

Výtah při splnění podmínek, tj. přijíždí prázdný a správně orientovaný hák, dopraví karkasu do místa, kde je hákem nabrána. Dále směřuje zavěšena na háku podvěsnou dopravou na vulkanizaci, kde pomocí výtahu sjede dolů, překlápěcí mechanismus ji překlopí na pásový dopravník a na něm směřuje do stříkací kabiny, kde je následně nanesen vnější a vnitřní postřík.

Zařízení funguje v automatickém a ručním režimu. V automatickém režimu se cyklus opakuje až do naložení připravených polotovaru.



Obr. 5 Sběrný dopravník, překlápěcí mechanismus a výtah.

Dopravník dopravuje karkasy ve svislé poloze (Obr. 6) na válečkovou dráhu s dorazem, kde překlápěcí mechanismus překlopí karkasu do vodorovné polohy na plošinu výtahu. V této vodorovné poloze je pak výtahem vyvezena a následně nabírána háky podvěsné dopravy.



Obr. 6 Karkasa.

V této diplomové práci se objevuje výraz karkasa, je to název pro surovou nezvulkanizovanou pneumatiku, někdy nazývanou polotovar (Obr. 6). Finální tvar pneumatiky karkasa dostává až ve vulkanizačním lisu.

Dalším výrazem je překlápěčka, jedná se o překlápěcí mechanismus pro karkasy, ovládaný pneumatickým mechanismem, který je hlavním předmětem této práce.

2.3 Stávající stav

Současný stav překlápěcího mechanismu není zcela ideální, stávající překlápečka má řadu nedostatků, které jsou potřeba odstranit.

Překlápěcí mechanismus je tvořený vidlicemi spojenými s hřídelí pomocí svarů. Vidlice jsou tvořené žebry vyrobené z plocháčů. Hřídel je uložena v ložiskové skříni. Překlápečka je ovládaná pneumatickým válcem pomocí páky, která je spojena s hřídelí pomocí pera.

Z funkčního a konstrukčního hlediska překlápečky, není úplně vyhovující tvar žeber překlápečky, kdy po překlopení karkasy mnohdy dochází k mírnému vyosení karkasy. Po vyvezení karkasy výtahem, pak dochází k ne vždy zcela správnému nabrání karkasy na háky podvěsné dopravy a hrozí tím i nebezpečí možného pádu z výšky. V současné době toto hlídá obsluha a při mírném vyosení ihned karkasu srovná, než ji vyveze výtah k podvěsné dopravě. Dále dochází k občasnému utržení pera, které slouží jako spojení hřídele s pákou.

Z konstrukčního hlediska bych se chtěl zaměřit na lepší rozložení žeber, aby nedocházelo k vyosení karkasy, poté pak na uložení, aby nedocházelo k utržení pera.

Hlavní náplní této práce bude vypracovat nový mechanismus, který bude ovládat překlápečku. V současné době překlápečku ovládá pneumatický mechanismus pomocí válce řízeného dvěma ventily. Pneumatický válec má průměr pístu 160 mm a zdvih 400 mm. Ventily jsou třicestné dvupolohové, elektricky ovládané. O stlačený vzduch se stará základní jednotka na úpravu vzduchu s filtrem, maznicí a regulátorem tlaku s manometrem. Pneumatický mechanismus už trpí netěsnostmi, které pak zvyšují náklady na provoz tohoto zařízení.

3 Návrhy variant řešení

Nový navržený ovládací mechanismus by měl především dbát na bezpečnost, funkčnost a na snížení provozních nákladů. Dále musí zvládat ovládání překlápěčky, zatíženou karkasou. Hmotnost karkasy se pohybuje do 70 kg.

Obecně se nabízí pro ovládání překlápěčky tři varianty řešení. Ovládání pomocí pneumatického, hydraulického nebo elektrického mechanismu.

Jednotlivé varianty přiblížím v následujících podkapitolách. Pokusím se vyzdvihnout jejich výhody a nevýhody, a udělat jejich porovnání. Následně pak vyberu jednu variantu jako volbu pro řešení, kterou přiblížím z pohledu obecných informací a zásad z této oblasti.

3.1 Pneumatický mechanismus

Pneumatický mechanismus je největším favoritem volby.

Při opětovném využití pneumatického mechanismu, by se dalo uvažovat o novém válci i s případným menším průměrem pístu, který by samozřejmě musel silově vyhovovat. Dva řídicí ventily pak nahradit jedním a použít škrťací ventily pro regulaci plynulosti válce. Úpravnou jednotku pak použít novou, odpovídající současným trendům.

Pneumatické mechanismy patří do kategorie tekutinových mechanismů. Nositelem energie je stlačený plyn, nejčastěji vzduch. Ten je prakticky v neomezeném množství všude. Oproti hydraulickým mechanismům jsou využívány silové výkony spíše malé a střední. Stlačený vzduch lze dopravovat do větších vzdáleností, protože není nutné jako u hydrauliky zpětné vedení. Stlačený vzduch jde akumulovat v tlakové nádobě a není citlivý na změnu teplot.

Výhody:

- stlačený vzduch je čisté pracovní médium
- stlačený vzduch lze dopravovat na větší vzdálenosti
- možnost připojení na centrální rozvod stlačeného
- možnost činnosti ve výbušném prostředí a v provozech s nebezpečím vznícení od otevřeného ohně
- jednoduchý rozvod bez zpětného odvádění vzduchu
- ekologický provoz, vzduch lze vypouštět do atmosféry
- možnost dosažení rychlých přímočarých pohybů
- snadná údržba, jednoduché určení poruch úniku vzduchu

- prvky mají nižší hmotnost a jsou levnější než hydraulické mechanismy
- rychlost a síly pneumatických prvků jsou říditelné ve velkém rozsahu

Nevýhody:

- dražší výroba stlačeného vzduchu než elektrického proudu i než tlakové kapaliny
- stlačený vzduch musí být zbaven vlhkosti, mechanických nečistot a přimazáván olejovou mlhou
- energetické ztráty vznikající odfukem stlačeného vzduchu do atmosféry
- díky stlačitelnosti vzduchu je menší tuhost mechanismu
- hlučnost vyfukovaného vzduchu
- pracuje s malými tlaky (do 10 bar)
- na stejný výkon mají pohony oproti hydraulickým větší rozměry

3.2 Hydraulický mechanismus

Hydraulické mechanismy jsou zařízení využívající tlakové kapaliny k přenosu energie a informací mezi hnacím a hnaným členem. Jako pracovní kapalina se v hydraulických mechanismech používají minerální oleje.

Hydraulické mechanismy se využívají v zařízeních především větších výkonů, tak i při realizaci jednoduchých pohybových funkcí.

Výhody:

- velká tuhost
- velká účinnost
- dosažení velkých sil
- plynulý chod, možnost dosažení i malých rychlostí pohybů bez převodů a s velmi dobrou rovnoměrností
- jednoduché řízení zejména rychlosti, výkonu, tlaku a směru pohybu
- malé opotřebení, velká životnost
- poměrně nízké náklady na údržbu

Nevýhody:

- nutnost zpětného odvádění kapaliny do nádrže
- problém dopravy tlakové kapaliny a těsnosti soustavy
- choulostivost na nečistoty
- náročnost na konstrukci a výrobu
- poměrně obtížné dosažení vyšších pohybových rychlostí
- hořlavost některých druhů pracovních kapalin

3.3 Elektrický mechanismus

Elektrické mechanismy zažívají trend stále častějšího využívání elektrických akčních prvků, než tomu bylo v minulosti. To je způsobeno neustále se snižujícími cenami elektrických prvků a také zvyšující se úrovní vzdělání pracovníků v konstrukcích i ve výrobě.

Elektrické pohony v současné době nahrazují především menší hydraulické pohony. Elektrické pohony se i objevují v nebezpečných prostředích, avšak náhrada bývá složitější a také nákladnější.

Pneumatické prvky se v porovnání s elektrickými vyznačují konstrukční jednoduchostí a vyšším výkonem vzhledem ke své hmotnosti či velikosti. Jejich některé nahrazování elektrickými pohony, má jasný původ v postupující globalizaci světového trhu. Ta totiž tlačí výrobce k větší přizpůsobivosti strojů, častějším změnám nastavení apod. Potřebné polohování pohonů je samozřejmě doménou (nikoliv však zcela) zejména pohonů elektrických.

Výhody:

- vysoká účinnost
- vhodné zejména pro rotační pohyby
- čistota
- levnější prvky oproti hydraulickým
- dobrá nastavitelnost a říditelnost
- rychlost pohonů

Nevýhody:

- menší zatížitelnost pohonů
- použití v omezeném prostředí
- nutno chránit proti přetížení

3.4 Srovnání

Z výše uvedených typů mechanismů je zřejmé, že každý mechanismus má své pro a proti. Záleží tedy na tom, kde by byl mechanismus využit, jaké by byly potřebné síly a rychlosti, a jaké by bylo dané prostředí.

Dalším důležitým faktorem je cena prvků a náklady na provoz.

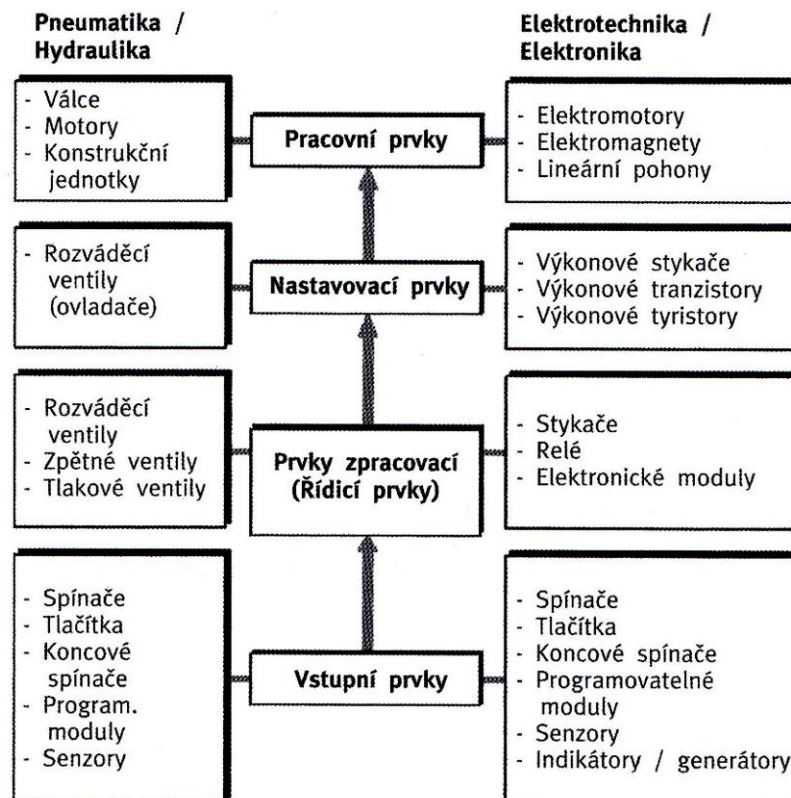
Malý přehled všech tří mechanismů přináší následující tabulka vypracovaná firmou Festo (Tab. 1).

Srovnání pracovních médií

Charakteristika	Pneumatika	Hydraulika	Elektrika
Dostupnost	**	*	***
Doprava	**	*	***
Náklady na uskladnění	***	**	*
Ochrana proti výbuchu	***	***	***
Čistota	***	*	***
Cena komponentů	***	*	**
Rychlost pohonu	**	*	***
Síla pohonu	**	***	*
Spolehlivost (životnost)	***	***	***
Bezpečnost proti přetížení	***	**	*
Nastavitelnost a říditelnost	***	***	***

Tab. 1 Srovnání pracovních médií.

Jednotlivé mechanismy se skládají z odlišných prvků. Nejvíce si je podobná pneumatika a hydraulika. To dokazuje následující schéma (Obr. 7).



Obr. 7 Odlišnost využití prvků jednotlivých mechanismů.

3.5 Volba varianty

Z možných variant řešení vybírám pneumatický mechanismus, který bude nejvhodnější pro ovládání překlápěčky.

Tento mechanismus bude dostačující jak z hlediska potřebné síly pístu, tak i rychlosti zdvihu. Stávající zařízení je také ovládáno pomocí pneumatického mechanismu a vše funguje až na malé drobnosti bezproblémově, takže není žádný důvod tuto koncepci měnit. Navíc do místa zařízení je již přiveden stlačený vzduch, což je také velká výhoda.

U hydraulického mechanismu by se do místa poblíž zařízení musela zřizovat nová hydraulická stanice, u které by byl problém s nedostatkem místa pro její umístění, a představovalo by to nemalé pořizovací náklady.

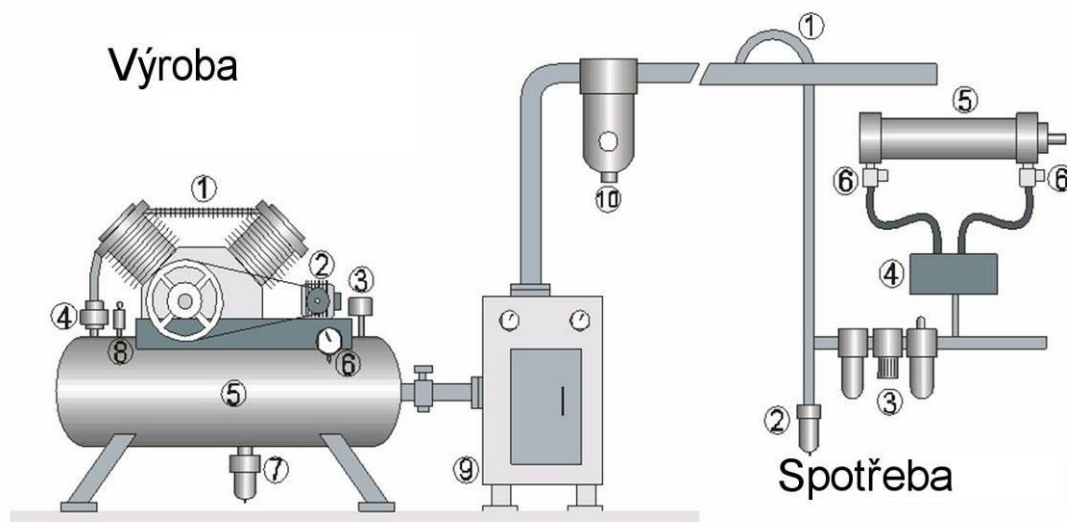
Použitím elektrického mechanismu by na potřebnou sílu pro ovládání překlápěčky byl zapotřebí větší elektromotor, který by též představoval větší pořizovací náklady.

Při návrhu řešení pneumatického mechanismu je na úvod důležité znát několik obecných informací o pneumatice.

Základní pneumatický obvod se skládá ze dvou hlavních částí. Jednou částí je výroba stlačeného vzduchu a druhou je jeho spotřeba (Obr. 8).

Na **výrobu** je potřeba elektromotor (2), který je zdrojem mechanické energie pro kompresor (1). Kompresor stlačuje atmosférický vzduch do vzdušníku (5). Tlakoměr indikuje tlak ve vzdušníku (6). Tlakový senzor (3) snímá tlak ve vzdušníku, díky kterému po dosažení požadovaného tlaku vypne kompresor. Zpětný ventil (4) zabraňuje pronikání vzduchu ze vzdušníku do kompresoru. Vzdušník má zesponu automatický odtok kondenzátu (7). Při překročení maximálního povoleného tlaku ve vzdušníku, vypouští bezpečnostní ventil (8) přebytečný vzduch do atmosféry. K odstranění vody ze vzduchu slouží sušička (9), která ochlazuje vzduch, vzniká tím kondenzát, který je odváděn. Filtr (10) pomáhá udržet vzduch bez vody, oleje a mechanických nečistot.

Spotřeba začíná přípojkou (1) s odvodem vzduchu směrem nahoru, aby se zabránilo vnikání případného kondenzátu do rozvodu. V nejnižším místě potrubí je automatický odvaděč kondenzátu (2). Poslední konečná úprava vzduchu před vniknutím stlačeného vzduchu do ventilů, válců a jiných prvků, je v jednotce pro úpravu vzduchu (3). Ventily neboli rozvaděče (4) slouží k ovládání akčních členů. Akční členy (5) slouží k přeměně energie stlačeného vzduchu na mechanickou práci. Škrťací ventily (6) slouží k nastavení rychlosti akčních členů.



Obr. 8 Systém rozvodu vzduchu.

V následující kapitole se budu zabývat podrobněji jednotlivými pneumatickými prvky, a následně jejich konkrétnímu výběru, pro sestavení potřebného pneumatického mechanismu.

4 Vypracování vybrané varianty

Obecně při sestavování pneumatického schéma je vždy vhodné začít s volbou akčních členů, v tomto případě volbou vhodného pneumatické válce. Dále pak postupovat přes volbu řídicích ventilů až k jednotce na úpravu vzduchu.

Při návrhu pneumatického mechanismu je důležité znát velikost tlaku ve vzduchovém potrubí. V Mitasu je rozvod vzduchu koncipován zhruba na 7 bar, ale vlivem kolísání tlaku a délce potrubních rozvodů, je reálná hodnota tlaku u koncových zařízení většinou přes 6 bar. Budu tedy při návrhu pneumatických komponentů počítat s tlakem 6 bar.

Na trhu je několik společností zabývajících se pneumatickými zařízeními.

V Mitasu se na většině pneumatických zařízení používají prvky od společnosti Festo, takže i já budu při výběru prvků vybírat ze širokého sortimentu společnosti Festo.

Požadavky na stlačený vzduch

V praxi se často klade velký důraz na kvalitu stlačeného vzduchu. Znečištění vzduchu bývá mechanickými nečistotami, částicemi rzi, zbytky oleje a vlhkostí. Stlačený vzduch musí být čistý, aby nezpůsobil žádnou poruchu nebo poškození. Nečistoty způsobují opotřebení na kluzných plochách a v těsnících prvcích. Tím může docházet ke zkracování životnosti pneumatických dílů. Kvalita stlačeného vzduchu se vyjadřuje v třídách kvality dle normy. Údaje o třídách kvality obsahují informace ohledně pevných nečistot, obsahu vody a celkového obsahu oleje. Pokud je vyžadována vysoká kvalita stlačeného vzduchu, měl by být vzduch filtrován ve více stupních. Kondenzát se odstraňuje v první fázi v odlučovači umístěném za chladičem vzduchu. Na pracovním místě se pak provádí jemné odlučování, filtrace a další úpravy tlakového vzduchu.

Obecně v důsledku hospodárnosti se stlačený vzduch s vysokou kvalitou používá pouze tam, kde je to nezbytně nutné.

4.1 Pneumatický válec

Vzhledem k široké škále typů a provedení pneumatických válců, navíc s různými zdvihy a průměry, je zapotřebí při výběru vhodného válce postupovat velice opatrně. Nejjednodušší variantou je vždy případ, pokud měníme starý válec za nový, nebo když hledáme nový, podobných parametrů, protože se již starý nevyrábí.

V této diplomové práci je to případ vytipování úplně nového pneumatického válce. Základním parametrem válce je průměr a zdvih. Při návrhu je dále rozhodující tlačná síla vyvozená pístem, zástavbové rozměry, a zda bude píst jednočinný nebo dvojčinný. Při hledání vhodného válce je nutné myslet i na to, jestli bude zapotřebí tlumení v koncových polohách a jestli bude nutné snímání polohy pístu.

4.1.1 Základní informace

Medium

Pneumatické pohony Festo mohou za normálních podmínek použití pracovat jak s mazaným, tak i nemazaným stlačeným vzduchem. Pokud by bylo nutné ve zvláštních případech použít jinou kvalitu stlačeného vzduchu, tak by to bylo uvedené v technických údajích. Pokud ale jsou jednou použity pohony s mazaným vzduchem, je bezpodmínečně nutné pro další provoz použít zase mazaný vzduch, neboť mazaný vzduch vypláchnul původní tuk. V každém případě je však vyžadovaná jemnost filtrace, která odstraní nečistoty až do velikosti 40 μm (standardní provedení filtrační vložky). Pro zvláštní způsoby použití může být nezbytný velmi jemně filtrovaný stlačený vzduch.

Síla pístu

Průměr válce je rozhodující pro stanovení tlačné síly, která je přímo úměrná průměru válce a tlaku vzduchu.

Tlačnou sílu pístu můžeme vypočítat dle předepsaného vzorce nebo odvodit z tabulky. K výběru vhodného typu pneumatického válce nám také může pomoci online program na webových stránkách Festo [1]. Já program využiji pro kontrolu svého návrhu.

Sílu pístu F lze vypočítat dle následujícího vzorce, kde A je plocha pístu, p je provozní tlak a R je tření.

Síla pístu

$$F = p \cdot A - R$$

kde pro pohyb vpřed je plocha pístu

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

a pro zpětný pohyb je plocha pístu ze strany pístnice

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

kde

F [N] – síla pístu

p [bar] – provozní tlak

A [mm²] – plocha pístu

D [mm] – průměr pístu

d [mm] – průměr pístnice

R [N] – tření (přibližně 10%)

Sílu pístu lze také odvodit z následující tabulky Tab. 1. Z tabulky je také zřejmé, že síla pístu je přímo úměrná tlaku a průměru pístu.

Síla pístu [N]								
∅ pístu[mm]	provozní tlak [bar]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5
3,5	0,9	1,7	3,8	3,5	4,3	5,2	6,1	6,9
5,35	2	4	6,1	8,1	10,1	12,1	14,2	16,2
6	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,3	17,8	20,4
8	4,5	9	13,6	18,1	22,6	27,1	31,7	36,2
10	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5
12	10,2	20,4	30,5	40,7	50,9	61,0	71,3	81,4
16	18,1	36,5	54,3	72,4	90,5	109	127	145
20	28,3	56,5	84,8	113	141	170	198	226
25	44,2	88,4	133	177	221	265	309	353
32	72,4	145	217	290	362	434	507	579
40	113	226	339	452	565	679	792	905
50	177	353	530	707	884	1 060	1 240	1 410
63	281	561	842	1 120	1 400	1 680	1 960	2 240
80	452	905	1 360	1 810	2 260	2 710	3 170	3 620
100	707	1 410	2 120	2 830	3 530	4 240	4 950	5 650
125	1 100	2 210	3 310	4 420	5 520	6 630	7 730	8 840
160	1 810	3 620	5 430	7 240	9 050	10 900	12 700	14 500
200	2 830	5 650	8 480	11 300	14 100	17 000	19 800	22 600
250	4 420	8 840	13 300	17 700	22 100	26 500	30 900	35 300
320	7 240	14 500	21 700	29 000	36 200	43 400	50 700	57 900

Tab. 2 Tabulka tlaků a sil.

Zdvih pístu

Zdvih pístu určuje potřebnou vzdálenost pohybu pístnice, která koná přímočarý pohyb. Délka zdvihu pístu by však neměla u pneumatických válců přesáhnout zhruba 2m. U velkých průměrů pístů a velkých zdvihů začíná být použití pneumatických válců značně nevhodné, jelikož narůstá spotřeba vzduchu. Navíc u velkých zdvihů dochází k značnému mechanickému zatížení pístnice a vodících pouzder. Proto se u větších zdvihů volí kvůli vzpěrnému namáhání větší průměr pístnice než je teoretický (vypočtený), díky možné deformaci. Tím se sníží současně jak namáhání, tak i opotřebení uložení pístnice.

Diagram vzpěrného zatížení

Dovolené zatížení pístnice je pro velké zdvihy díky vzpěrné pevnosti nižší, než dovoluje maximální dovolený tlak a plocha pístu. Zátěž nesmí překročit určité nejvyšší hodnoty. Ty jsou závislé na zdvihu a průměru pístnice.

Diagram ukazuje závislost dle vzorce:

$$F_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

kde

F_K [N] – dovolená vzpěrná síla

E [N/mm²] – modul pružnosti

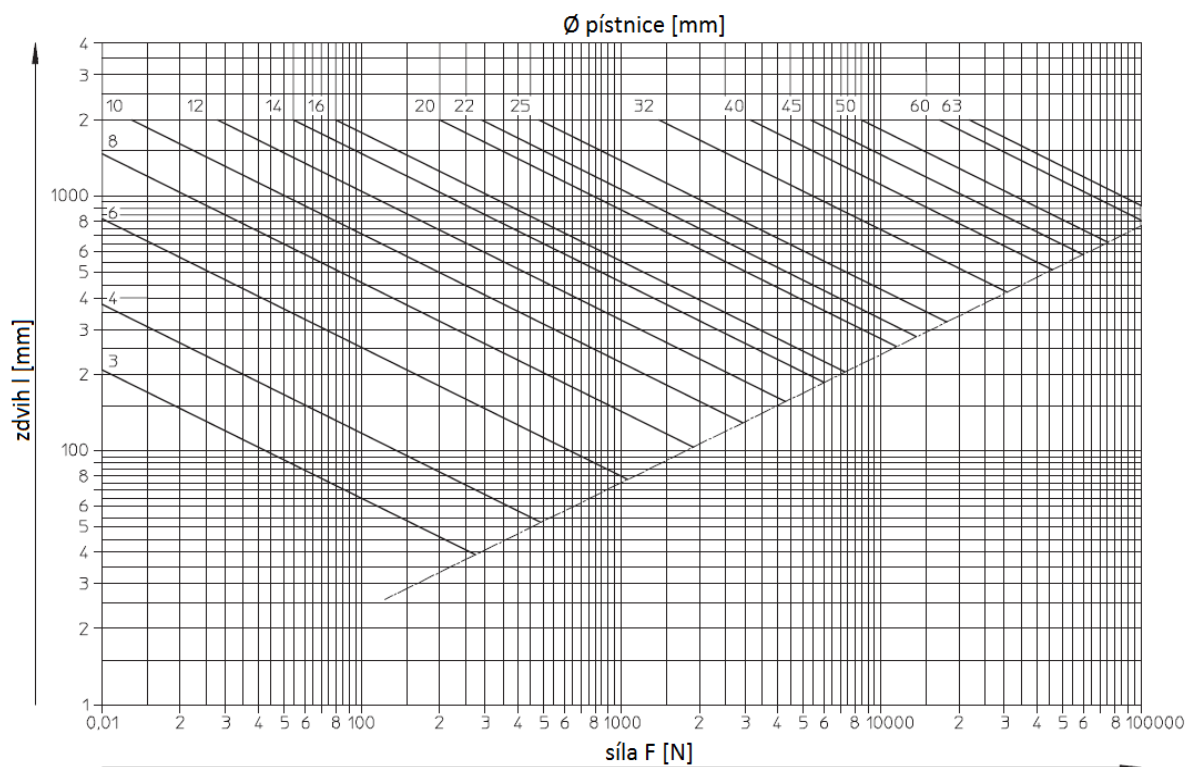
J [cm²] – moment setrvačnosti

l [cm] – vzpěrná délka = 2 x zdvih

S [1] – bezpečnost (voleno 5)

Pro tento způsob namáhání je nejnevhodnější otočné upevnění válce. Pro jiné typy upevnění je dovolená zátěž vyšší.

V diagramu vzpěrného zatížení je znázorněn průměr pístnice v závislosti na zdvihu l a síle F .



Obr. 9 Diagram vzpěrného zatížení.

Diagram spotřeby vzduchu

Spotřeba tlakového vzduchu tvoří část provozních nákladů.

Diagram udává spotřebu dle vzorce:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2) \cdot h \cdot p \cdot 10^{-6}$$

kde

Q [l] – objem vzduchu na cm zdvihu

d_1 [mm] – průměr pístu

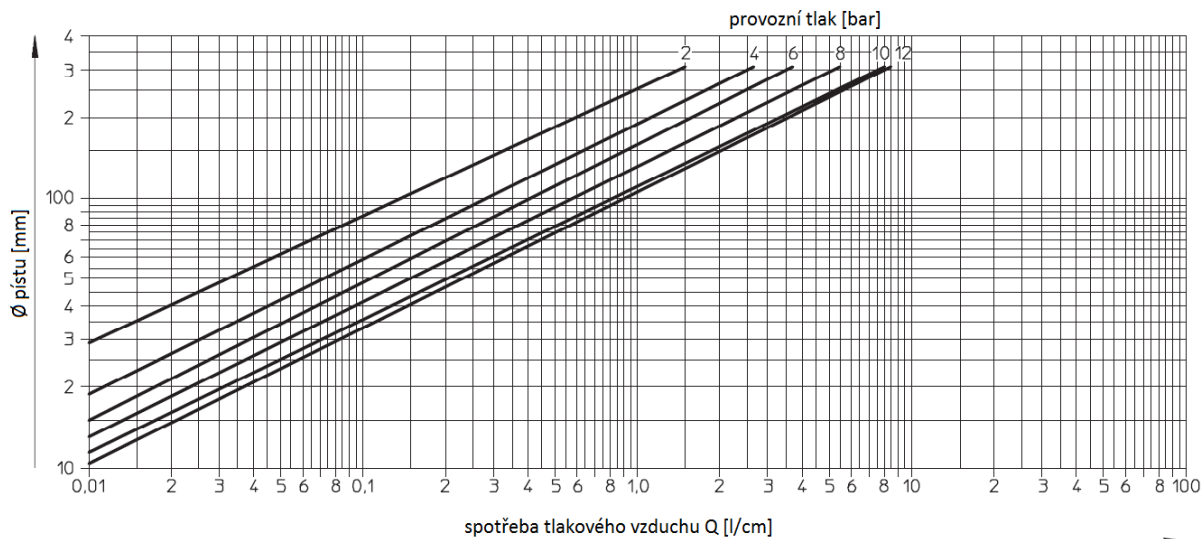
d_2 [mm] – průměr pístnice

h [mm] – zdvih

p [bar] – provozní tlak

Takto zjištěné hodnoty spotřeby vzduchu jsou pouze orientační, protože občas (zvláště při vysokých taktech) nedochází k úplnému odvětrání tlakového prostoru, takže skutečná spotřeba vzduchu může být relativně nižší.

V diagramu je znázorněna spotřeba vzduchu Q v závislosti na průměru pístu a provozním tlaku p . Získanou hodnotu spotřeby vzduchu z diagramu je třeba vynásobit délkou zdvihu.



Obr. 10 Diagram spotřeby tlakového vzduchu.

Rychlost pístu

Rychlost pístu závisí na síle působící proti pohybu pístnice, na tlaku vzduchu, průřezu a délce přípojovacího potrubí a na průtočných parametrech řídicího ventilu. Dále pak ovlivňuje rychlost tlumení v koncových polohách pístu.

Rychlost můžeme nastavovat jednosměrnými škrťacími ventily. Průměrná rychlost pístu u standardních válců bývá v rozmezí cca 0,1 až 1,5 m/s. U speciálních válců může být rychlost až 10 m/s.

Jednočinné a dvojčinné pneumtické válce

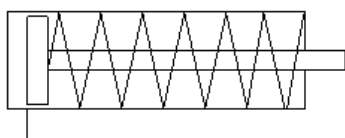
Pneumatické válce konající přímočarý (lineární) pohyb jsou jednočinné nebo dvojčinné.

U jednočinného válce působí tlakový vzduch na jednu stranu pístu a zpětný pohyb je mechanický, většinou ho vykonává pružina. Takže je zde omezení délkou a rychlostí pružiny. Pružina nám omezuje zdvih a rychlost zpětného pohybu. Válce tohoto typu mívají zdvih do 100mm. K ovládání jednočinných válců se používají zejména 3/2 ventily.

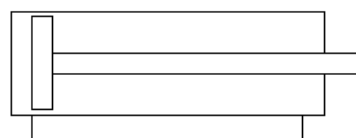
U dvojčinného válce působí tlakový vzduch na obě strany pístu, takže všechny pohyby pístu jsou vykonávány vzduchem, neobsahují tedy žádné vratné pružiny. Oba přípoje jsou používány k přívodu vzduchu a k odvodu. Přenášená síla na pístnici je při dopředném pohybu o trochu větší než při zpětném pohybu, protože na straně pístu je větší plocha než na straně pístnice. K ovládání dvojčinných válců se používají zejména 5/2 a 5/3 ventily.

Výhodou dvojčinných válců oproti jednočinným je větší škála zdvihů a sil. U většiny katalogových válců je na objednávku možnost volby různé délky zdvihu i po jednotlivých milimetrech. Výjimkou jsou jednočinné válce, kde je zdvih omezen délkou pružiny.

Schématická značka:



Obr. 11 Jednočinný válec.

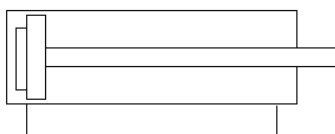


Obr. 12 Dvojčinný válec.

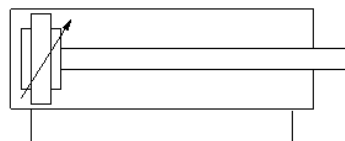
Tlumení koncové polohy

Pro zamezení vzniku rázů a případného poškození válce se používá tlumení pohybu v koncových polohách, především pro k pístnici připojené objekty s větší hmotností. Tlumení je řešeno škrťacími ventily (stavěcími šrouby), které škrťají vyfukovaný vzduch do ovzduší. Tyto ventily nemohou být ale zcela zavřené, jinak by pístnice nedosáhla koncové polohy. Pohyb pístu se díky škrcení před dosažení koncové polohy zpomaluje. Pro velké síly a vysoké zrychlení se používají externí tlumiče, které napomáhají brždění.

Schématická značka:



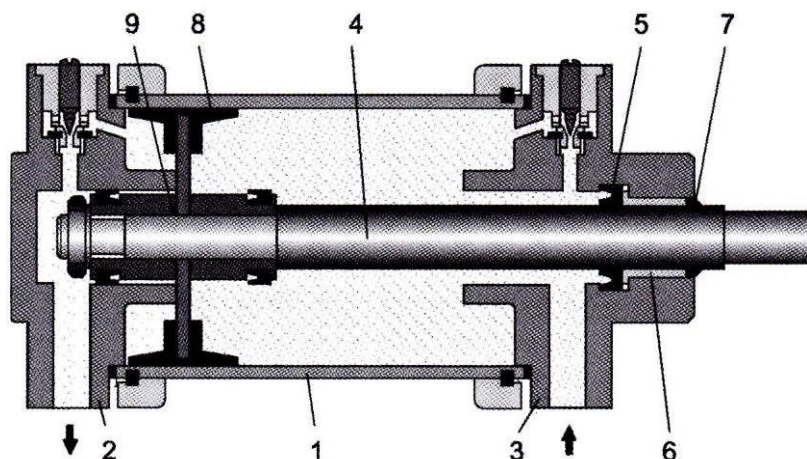
Obr. 13 Jednostranné nenastavitelné tlumení.



Obr. 14 Oboustranné nastavitelné tlumení.

Konstrukce pneumatického válce

Konstrukce pneumatického válce s tlumením v koncových polohách se skládá z tělesa válce (1), zadního a předního čela (2,3), pístu s těsněním (8), pístnice (4), pouzdra ložiska na vedení pístnice (6), těsnícího kroužku (5), stíracího kroužku (7), O-kroužku (9), dalších těsnění a spojovacích dílů.



Obr. 15 Konstrukce pneumatického válce s tlumením v koncových polohách.

Těleso válce je vyrobené z hliníkové slitiny nebo z bezešvé ocelové trubky. Pro zvýšení životnosti těsnění pístu bývá vnitřní povrch válce honován. Ve zvláštních případech se těleso válce vyrábí z hliníkových slitin, mosazi nebo oceli s tvrdě chromovanou vodící plochou.

Přední a zadní čelo je nejčastěji z hliníku nebo temperované litiny a k tělesu válce jsou připevněny svorníky se závity nebo přírubami.

Pístnice se většinou vyrábí z legované oceli. Ocel obsahuje určité procento chromu pro zvýšení ochrany proti korozi. Na přání se dodávají i kalené. Vyšší jakost povrchu se dosahuje válečkováním, kdy drsnost dosahuje přibližně hodnoty 1 μm . Závity na pístnici jsou většinou vyrobeny válcováním, aby neklesala jejich pevnost a snížilo se tím nebezpečí prasknutí. V hydraulice se používají tvrdě chromované nebo kalené pístnice. Pístnice je kluzně vedena v pouzdře ložiska, které je z bronzu nebo z pokovené umělé hmoty. Z vnitřní strany válce se před ložiskem pístnice k utěsnění používá těsnící kroužek. Z vnější strany za ložiskem pístnice se používá stírací kroužek, který zamezuje vnikání prachu a dalších nečistot do vnitřního prostoru válce.

Na těsnění pístu, a tedy i pracovní plochy válce, se používá dvojitá hrcová manžeta. Materiály pro manžety jsou perbunan (pro teploty $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$), viton (pro teploty $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$) a teflon (pro teploty $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Těsnící O-kroužky slouží pouze ke statickému utěsnění, musí se v drážce předepnout, aby nedocházelo za pohybu ke tření, a tím ke zvýšení třecích sil.

Snímání polohy

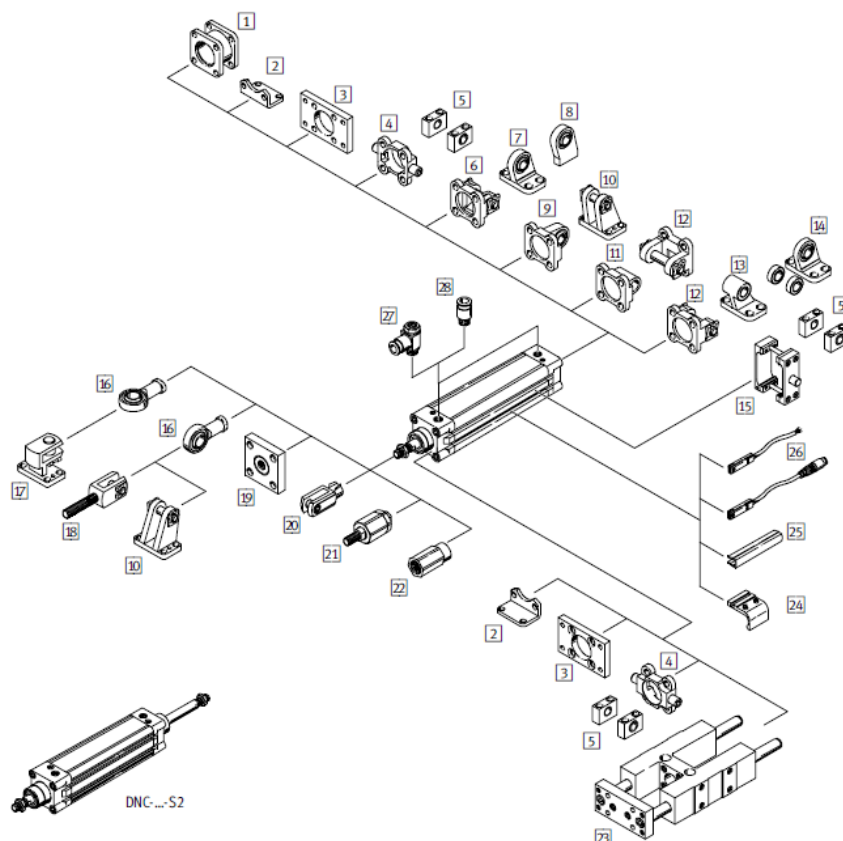
Pro snímání polohy pístu se používají přibližovací čidla nebo čidla polohy. Přibližovací čidla snímají polohu pomocí permanentních magnetů umístěných v pístu válce a jazýčkového relé. Po přiblížení permanentního magnetu se jazýčky relé spojí a tím vznikne elektrický signál. Po následném oddálení permanentního magnetu dojde k odmagnetování jazýčků a jejich návratu do výchozí polohy. Snímání je bezdotykové. Pomocí čidel lze snímat koncové polohy nebo mezipolohy pístu. Čidlo se umísťuje do drážky, kterou má válec na vnější straně.

Upevňovací prvky

Zástavbové rozměry hrají důležitou roli, pokud je v zamýšleném místě nedostatek prostoru. Válec se musí totiž uchytit, takže se musí navíc počítat s upevňovacími prvky. Výběr těchto periférií je skutečně veliký, viz. Obr. 16 níže, periferie nabízené společností Festo.

Válce dle norem DNC, ISO 15552
přehled periférií

FESTO



Obr. 16 Přehled periférií.

4.1.2 Volba pneumatického válce a příslušenství

Pneumatický válec

Pro výběr pneumatického válce jsem vypočítal potřebnou sílu pístu k správné funkci překlápěčky. V úvahu jsem vzal maximální rozměry a hmotnosti používaných karkas a hmotnost samotné překlápěčky. Potřebná síla je zhruba 5000N.

Z praktického a provozního hlediska mi bylo konzultantem doporučeno volit pneumatický válec s větší silou, než jsem vypočítal. Zajistí se tím dostatečné síly při poklesu tlaku v potrubí, který vzniká současným provozem více strojů a navíc se dosáhne lepšího chodu překlápěčky v důsledku nerovnovážné polohy karkasy a od ní zachytávání setrvačných sil.

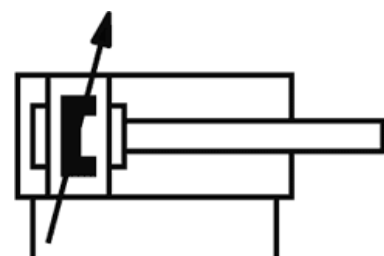
Z těchto důvodů volím dle Tab. 2 průměr pístu válce 125 mm. Při tlaku vzduchu 6 bar to splňuje potřebnou sílu. Dále musí mít zdvih 400 mm, být dvojčinný a mít tlumení v koncových polohách. Pro snímání polohy dle čidla pak aby měl umístěné permanentní magnety v pístu válce. Požadované parametry a představu splňuje válec Festo typu DNC. Volím Festo **DNC-125-400-PPV-A**. Tím nahradím současný válec s průměrem pístu 160 mm a zdvihem 400 mm.

parametr	hodnoty
průměr pístu	125 mm
zdvih	400 mm
teoretická síla při 6 bar, zpětný chod	6,881 N
teoretická síla při 6 bar, dopředný chod	7,363 N
provozní režim	dvojčinný
závit na pístnici	M27x2
připojení pneumatiky	G1/2

Tab. 3 Základní parametry pneumatického válce Festo DNC-125-400-PPV-A.



Obr. 17 Pneumatický válec Festo DNC-125-400-PPV-A.



Obr. 18 Schématická značka.

Snímání polohy

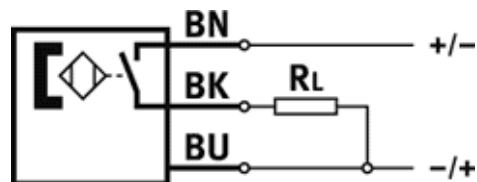
Potřebné čidlo musí mít splňující tvar pro umístění do T-drážky ve válci. Elektrické připojení s kabelem co má tři vodiče, rozsah provozního napětí 12 až 30 V. Musí fungovat jako spínač. Volím přibližovací čidlo s jazýčkovým relé Festo **SME-8-K-LED-24**.

parametr	hodnoty
konstrukční tvar	pro T-drážku
princip měření	jazýčkové relé
funkce spínaného prvku	spínač
rozsah provozního napětí DC	12 až 30 V
elektrické připojení	kabel 3 vodiče
ukazatel polohy sepnutí	žlutá LED
stupeň krytí	IP65, IP67

Tab. 4 Základní parametry přibližovacího čidla Festo SME-8-K-LED-24.



Obr. 19 Přibližovací čidlo Festo SME-8-K-LED-24.



Obr. 20 Schématická značka.

Upevňovací prvky

Válec uchytím kyvnou přírubou Festo **SNCS-125** v ložiskovém tělese Festo **LBG-125**. K pístnici připojím kloubovou hlavici Festo **SGS-M27x2**.



Obr. 21 Kyvná příruba Festo SNCS-125.



Obr. 22 Ložiskové těleso Festo LBG-125.



Obr. 23 Kloubová hlavice Festo SGS-M27x2.

4.2 Škrťící ventil

4.2.1 Základní informace

Jednosměrný škrťící ventil nám zajistí požadovanou rychlost pohybu pístnice. Tento ventil se někdy nazývá zpětný škrťící ventil. Průtok u tohoto ventilu je škrčen pouze ve směru, ve kterém je jednosměrný ventil neprůchodný. V opačném směru se jednosměrný ventil otevře a vzduch volně prochází mimo přiškrcený průřez. Škrťící ventil by měl být umístěn co nejbližší pneumatickému válci. U pneumatických válců se nejčastěji škrťí odvod vzduchu z válce, tím se zpomaluje pohyb pístu.

4.2.2 Volba škrťícího ventilu

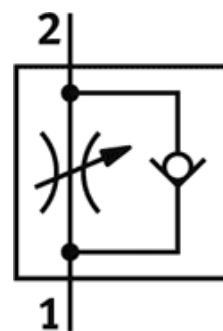
Vzhledem k tomu, že má pneumatický válec připojení G1/2, volím jednosměrný škrťící ventil Festo **GRLA-1/2-QS-12-D** s vnějším závitem G1/2 a nástrčným připojením QS rozměru 12mm.

parametr	hodnoty
funkce ventilu	jednosměrné škrčení na odvětrání
připojení pneumatiky 1	QS-12
připojení pneumatiky 2	G1/2
nastavovací prvek	šroub se zářezem
typ upevnění	šroubovatelný
provozní tlak	0,2 až 10 bar

Tab. 5 Základní parametry jednosměrného škrťícího ventilu Festo GRLA-1/2-QS-12-D.



Obr. 24 Jednosměrný škrťící ventil Festo GRLA-1/2-QS-12-D.



Obr. 25 Schématická značka.

4.3 Ventil (rozvaděč)

Pomocí ventilů lze řídit směr a velikost proudu stlačeného vzduchu navrhnutým pneumatickým systémem, a tak ovlivňovat chování celého pneumatického systému.

Před volbou vhodného ventilu musí být zřejmá hlavní kritéria ventilu, jako je funkce ventilu a jeho ovládání. Dále se zaměřím hlavně na rozváděcí ventil.

4.3.1 Základní informace

Rozdělení ventilů

Pneumatické řídicí obvody se skládají ze signálních členů, řídicích členů a výkonových (pracovních) členů. Signální a řídicí členy ovlivňují průběh činnosti výkonových členů a nazývají se rozvaděče nebo ventily. Řídí rozběh, zastavení a směr činnosti jakož i tlaku nebo průtoku média.

Podle konstrukčního způsobu se dají rozdělit do následujících kategorií:

- rozváděcí ventily
- zpětné ventily
- škrťací ventily
- tlakové ventily
- uzavírací ventily

Ventily pro řízení směru proudu vzduchu, často nazývané pouze ventily (rozvaděče), mění směr proudu vzduchu, přičemž otevírají, zavírají nebo propojují vstupní (přívodní) a výstupní kanály v tělese ventilu.

Zpětné ventily, nazývané jednosměrné, umožňují průtok média pouze v jednom směru s malým odporem, v opačném směru jsou neprůchodné. Tento princip nachází využití u ventilů logické funkce „OR“ nebo u rychloodvětrávacích ventilů.

Ventily pro řízení průtoku vzduchu, známé též jako škrťací ventily, mění plochu průřezu, kterým protéká proud vzduchu. Převážně se používají k regulaci rychlosti pneumatických válců.

Ventily pro řízení tlaku proudu vzduchu, známé jako takové ventily, dělíme do tří skupin. Na ventily omezovací, regulační a spínací.

Ventily pro uzavření proudu vzduchu, nazývané uzavírací ventily, uzavírají průtok proudu vzduchu v jednom směru.

Medium

Pneumatické ventily Festo mohou za normálních podmínek použití pracovat s mazaným i nemazaným stlačeným vzduchem. Pokud by ve zvláštních případech bylo nutné použít jinou kvalitu stlačeného vzduchu, je to uvedené v technických údajích u příslušného výrobku.

Provoz bez oleje je umožněn volbou použitých kombinací materiálů, geometrickým uspořádáním dynamických těsnění a základním mazacím tukem z výroby. Jakmile jsou ale jednou ventily použity s mazaným vzduchem, je bezpodmínečně nutné pro další provoz použít zase mazaný vzduch, neboť mazaný vzduch vypláchnul původní tuk. V každém případě je však vyžadována jemnost filtrace, která odstraní nečistoty až do velikosti 40 μm (standardní provedení filtrační vložky). Pro zvláštní způsoby použití může být nezbytný velmi jemně filtrovaný stlačený vzduch.

Hlavní parametry

Rozváděcí ventily řídí průchod signálů nebo proud vzduchu. Jejich úlohou je ovládat (rozvádět) průtok mezi dvěma a více přípoji pomocí vnějšího signálu pro ovládání válce, blokovat, otvírat nebo měnit směr stačeného media. Ovládají směr průtoku vzduchu ke spotřebiči.

Ventil je popsán:

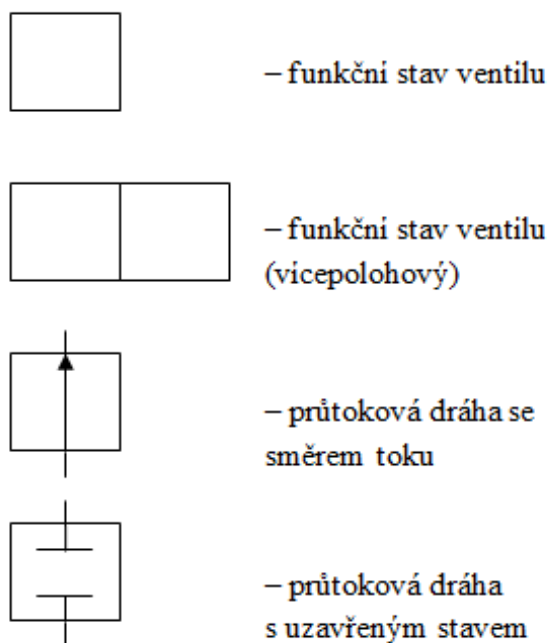
- počtem přípojů (cest)
- počtem funkčních stavů (poloh)
- způsobem ovládání ventilu
- způsobem vrácení do původní polohy (pomocí pružiny, tlaku)

Znázornění a popis ventilů

Pro znázornění ventilů se používají normalizované značky, které vyjadřují pouze jeho funkci, nikoli konstrukční provedení.

Počet čtverců udává počet funkčních stavů ventilu (počet spínacích poloh). Čáry uvnitř políček udávají průtokové dráhy, šipky ukazují směr průtoku. Kanály uzavřené uvnitř prvku

se označují příčnými čárkami. Vnější přívody (připojovací vedení) jsou vyznačeny na vnější straně čtverce. Např. označení ventilu 5/3 znamená, že ventil má 5 připojení a 3 funkční stavy (spínací polohy).



Obr. 26 Základní schématické značení ventilů.

Ovládání ventilů

Ovládání ventilů může být realizováno:

- manuálně
- mechanicky
- pneumaticky (stlačeným vzduchem)
- elektricky
- kombinací

Monostabilní ventil se po zrušení signálu pro ovládání okamžitě vrátí do výchozí polohy pružinou. Impuls pro ovládání ventilu (elektrický, mechanický, manuální atd.) musí trvat po celou dobu jeho přestavení do požadované polohy.

Bistabilní ventil nemá žádnou definovanou výchozí polohu. Pro jeho ovládání jsou třeba dva na sobě nezávislé impulsy. Bistabilní ventil zůstane po přestavení v poloze, která odpovídá poslednímu impulsu pro jeho přestavení.

Podle trvání řídicího signálu se rozlišuje trvale a krátkodobě působící řídicí signál.

Pokud je řídicí signál **trvale působící**, ventil je po celou dobu přestavení vystaven působení řídicího signálu (ručně, mechanicky, pneumaticky nebo elektricky), zpětný pohyb je realizován ručně nebo pružinou.

V případě krátkodobě působícího řídicího signálu (impulsu) je přestavení provedeno jedním, zpětné přestavení druhým krátkodobě působícím signálem (impulsem).

V souvislosti se základním způsobem ovládání ventilu se musí brát v úvahu i návrat do výchozí (základní, klidové) polohy. Obvykle jsou symboly pro ovládání uvedeny na obou stranách spínacích (funkčních) poloh. Dodatečné způsoby ovládání, jako např. pomocné ruční ovládání, jsou vyznačeny odděleně.

Výchozí poloha (nastavení) je taková spínací poloha ventilu, kterou zaujmají pohyblivé části po jeho zapojení do systému a přivedení tlaku do sítě, případně elektrického napětí.

Průchozí poloha je takový stav ventilu, kdy přes ventil proudí tlakové medium.

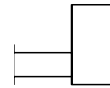
Uzavřená poloha je takový stav ventilu, kdy přes ventil neproudí tlakové medium.

Poloha ventilu se rozumí jako vnitřní nastavení ventilu, které určuje, jakým způsobem bude tlakové medium ovlivňováno. Ventil má zpravidla dvě nebo tři možné pracovní polohy. Propojení cest pro tlakové medium v jednotlivých polohách je dáno šipkou ve směru proudění. Uzavření přívodů je v jednotlivých polohách vyznačeno krátkou příčnou čárkou na vedení.

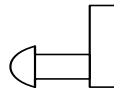
Způsob ovládání ventilů může být realizováno a schematicky zobrazeno celou řadou možností:

▪ manuální ovládání

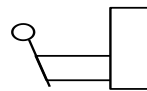
– obecný znak



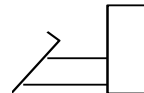
– tlačítkem



– pákou

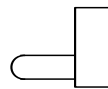


– pedálem



▪ mechanické ovládání

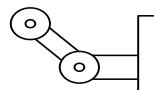
– narážkou



– pákou s kladkou



– sklopnou pákou s kladkou

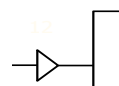


– pružinou



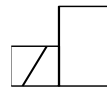
▪ ovládání stlačeným vzduchem

– tlakem vzduchu

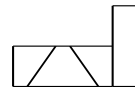


- elektrické ovládání

- elektromagneticky cívkou
s jedním vinutím

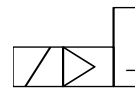


- elektromagneticky cívkou
s dvěma vinutími s opačnými účinky



- kombinované ovládání

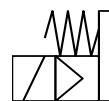
- elektromagnetem a pomocným
ventilem



- elektromagnetem nebo pomocným
ventilem



- kombinované ovládání doplněné
o zpětnou pružinu



Ventily ovládáme přímo nebo nepřímo.

Přímo ovládané ventily jsou takové ventily, u kterých tlačítko, kladka, nebo kotva elektromagnetu přímo přestavují funkční prvek sedlového ventilu, nebo šoupátko. Přímé ovládání se používá u ventilů malých světlostí, protože se zvětšující se světlostí roste i síla, potřebná k jejich přestavení. U velkých světlostí elektromagneticky ovládaných ventilů to představuje velký, těžký elektromagnet, který potřebuje silný proud, který jej při delším sepnutí zahřívá.

U nepřímo ovládaných ventilů slouží k přestavení funkčního prvku sedlového ventilu, nebo šoupátka malý 3/2 ventil, který po přestavení vzduchem přestaví funkční prvek sedlového ventilu, nebo šoupátko. Síly potřebné k přestavení ovládacího 3/2 ventilu jsou velmi malé ve srovnání se silami k přestavení přímo ovládaných ventilů.

Rozsah provozních tlaků je určen tím, zda se jedná o ventily s přímým nebo nepřímým ovládaním.

	ovládání	
	přímé	nepřímé
příkon cívky elektromagnetu	1,8 až 10 W	0,5 až 1 W
doba (čas) reakce ventilu	≤ 10 ms	≤ 20 ms
rozsah provozních tlaků	od 0,0 MPa	0,1 až 0,2 MPa
použití pro vakuum	ano	ne
průtočný objem	malý	velký

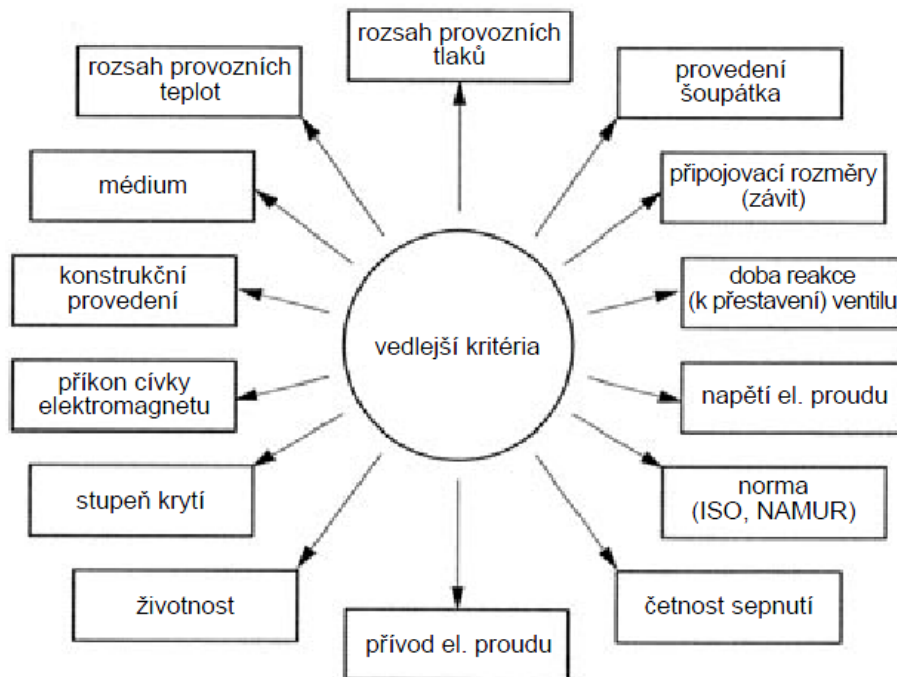
Tab. 6 Srovnání vlastností přímo a nepřímo ovládaných ventilů.

Průtok vzduchu

Z rozměrů připojovacích závitů nelze odvodit objem vzduchu, který může ventilem protéci. Určení velikosti ventilu se musí provést výpočtem potřebného množství vzduchu za minutu pro příslušný pneumatický pohon v závislosti na rychlosti pohybu pneumatického pohonu, provozním tlaku vzduchu a zvolené tlakové ztrátě (tlakovém pádu).

Vedlejší kritéria pro výběr ventilu

Vedlejší kritéria definují další požadavky, které musí splňovat ventil zvolený pro dané použití. Nejdůležitější z nich jsou uvedeny na Obr. 27.



Obr. 27 Vedlejší kritéria pro výběr ventilů.

Konstrukce ventilů

Rozváděcí ventily jsou zařízení ovlivňující dráhu proudu vzduchu. Konstrukční princip těchto ventilů je určujícím faktorem pro jejich životnost, způsob ovládání, ovládací sílu, připojovací rozměry a vlastní velikost. Symbol ventilu přehledně podává informaci o počtu přípojů, spínacích polohách a způsobu ovládání. Tyto schématické značky neříkají však nic o samotné konstrukci, ukazují pouze funkci ventilu.

Podle principu konstrukce rozlišujeme:

- sedlové ventily
 - kuličkové sedlové ventily
 - talířové sedlové ventily
- šoupátkové ventily
 - s válcovými šoupátky
 - s plochými posuvnými (přímočarými) šoupátky
 - s plochými rotačními šoupátky

U **sedlových ventilů** jsou dráhy otevírány nebo zavírány kuličkami, talíři, deskami nebo kuželkami. K utěsnění sedel se obvykle používají pružná těsniva. Ventily tohoto typu mají málo součástí, které jsou vystaveny opotřebení, a proto mají vysokou životnost. Jsou značně robustní a necitlivé na nečistoty v pracovním mediu. Potřebná ovládací síla je však relativně velká, protože musí být překonána síla vestavěných vratných pružin nebo tlak vzduchu.

U **šoupátkových ventilů** se propojování kanálů provádí válcovými, plochými nebo rotačními šoupátky.

Ventily vyznačující se dobrými těsníciemi vlastnostmi a konstrukční jednoduchostí, jsou **talířové sedlové ventily**. K ovládní stačí velmi malé zdvihy (malé časové konstanty), které mají za následek změnu velké průtočné plochy. Stejně jako kuličkové sedlové ventily jsou necitlivé na znečištění vzduchu a mají značnou životnost.

4.3.2 Volba ventilu (rozvaděče) a příslušenství

Ventil (rozvaděč)

Pro řízení a požadovanou funkci vybraného válce DNC-125-400-PPV-A, je zapotřebí volit ventil s pěti přípoji. Z hlediska výběru poloh ventilu a jeho plně funkčního ovládní válce, je dostačující použít ventil dvoupolohový.

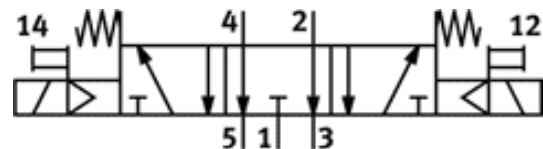
Já nakonec navrhuji z důvodu větší bezpečnosti ventil třípolohový ve střední poloze odvětráný, s typem ovládní elektricky a nepřímo řízený, s návratem do střední polohy mechanicky pomocí pružiny. Tyto parametry splňuje ventil Festo **MFH-5/3E-D-3-C**. Díky tomuto ventilu se při zastavení stroje (třeba nouzovému) rychleji odvětrá náplň z válce a může se s ním snadněji pohybovat. Dále musí být v řídicí jednotce nastaveno, že při uvedení stroje do provozu, musí přijít okamžitě řídicí elektrický signál na ventil, který přepne ventil do požadované polohy, než začne do systému proudit stlačený vzduch.

parametr	hodnoty
funkce ventilu	5/3 ve střední poloze odvětráný
typ ovládní	elektrický
provozní tlak	3 až 10 bar
typ návratu do původní polohy	mechanická pružina
typ řízení	nepřímo řízené
elektrické připojení	konektor
připojení pneumatiky	připojovací deska velikosti 3

Tab. 7 Základní parametry ventilu Festo MFH-5/3E-D-3-C.



Obr. 28 Ventil Festo MFH-5/3E-D-3-C.



Obr. 29 Schématická značka.

Připojovací deska

Pro připojení ventilu Festo MFH-5/3E-D-3-C volím připojovací desku Festo **NAS-1/2-3A-ISO** s připojením G1/2.

parametr	hodnoty
typ upevnění	průchozí dírou
připojení pomocného řídicího tlaku 12/14	G1/8
připojení pneumatiky	5x G1/2

Tab. 8 Základní parametry připojovací desky Festo NAS-1/2-3A-ISO.



Obr. 30 Připojovací deska Festo NAS-1/2-3A-ISO.

4.4 Jednotka na úpravu stlačeného vzduchu

Aby bylo možné atmosférický vzduch použít pro pneumatické zařízení, je nutné jej řádně upravit. Jak bylo v úvodu této kapitoly uvedeno, atmosférický vzduch nasávaný kompresorem obsahuje mechanické nečistoty a vlhkost ve skupenství plynném (vodní páru). Vodní pára za kompresorem v chladiči, vzduchojemu a v potrubí zkondenzuje. Dojde-li ke sloučení vody s kondenzovanými parami kompresorového oleje, vznikne velmi lepkavá emulze. Pokud tato emulze ve ventilech, válcích a pohonech ztvrdne, zabrání vzájemnému pohybu jejich funkčních dílů. Také obsah mechanických nečistot (okuje z trubek, odrolené části těsnění a jiné pevné nečistoty) působí nepříznivě na prvky pneumatických obvodů. Zvýšené opotřebení dynamických těsnění, koroze a znečištění kanálů pro průchod vzduchu ve ventilech snižuje životnost těchto prvků a spolehlivost provozu zařízení.

Devadesát procent všech poruch pneumatických prvků připadá na nedostatečné a nevhodné filtrování stlačeného vzduchu. Proto je třeba, pokud možno co nejbližší místu spotřeby, zbavit stlačený vzduch nečistot.

Do úpravy vzduchu před místem spotřeby zahrnujeme také regulaci tlaku, a pokud je to nutné, i jeho přimazávání. Dále však, pokud je to potřebné, spínací ventil, ventil s pomalým náběhem tlaku, rozbočovací modul či čidlo průtoku.

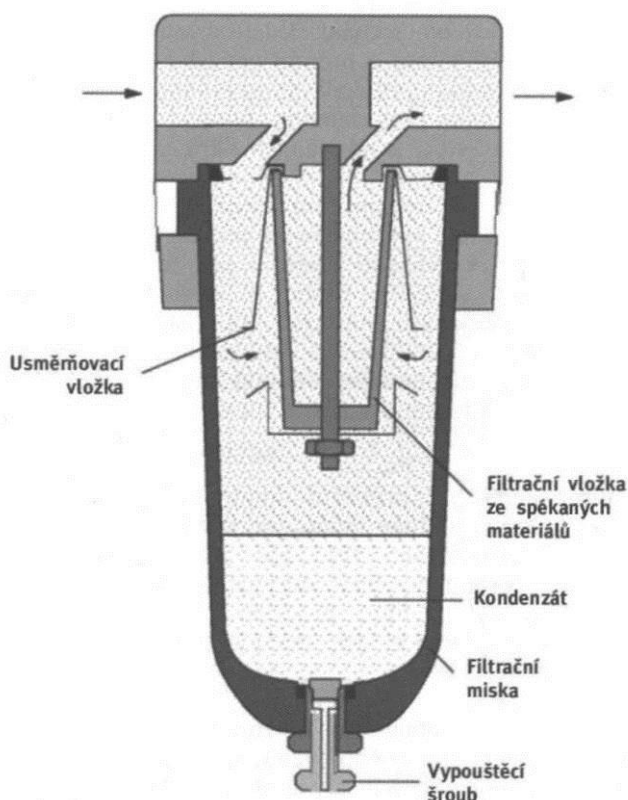
Návrh jednotek pro úpravu stlačeného vzduchu vychází z toho, jakou spotřebu vzduchu má konkrétní zařízení. Malé jednotky vedou ke kolísání tlaku a ke kratší životnosti filtru.

4.4.1 Základní informace

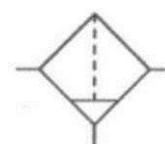
Filtr stlačeného vzduchu

Filtr stlačeného vzduchu má za úkol odstranit z proudícího stlačeného vzduchu nečistoty a kondenzát. Stlačený vzduch proudí přes vodící zdířku do filtrační misky. Zde jsou odstředivou silou odděleny částice kapaliny a nečistot od proudu vzduchu. Uvolněné částice nečistot se usadí ve spodní části filtrační misky. Shromážděný kondenzát musí být odpuštěn před překročením maximální meze, jinak je znovu přiveden do proudu vzduchu.

Kondenzovaná voda, nečistoty a příliš mnoho oleje může vést k opotřebení u pohyblivých částí a těsnění pneumatických prvků. Tyto látky mohou vystupovat netěsnými místy. Bez použití filtrů stlačeného vzduchu by mohli být znečištěny např. produkty zpracovávané v potravinářském, chemickém a farmaceutickém průmyslu, a tím by se staly nepoužitelnými.



Obr. 31 Filtr stlačeného vzduchu.



Obr. 32 Schématická značka.

Výběr filtru stlačeného vzduchu hraje důležitou roli pro přivádění stlačeného vzduchu žádané kvality do pneumatického systému. Charakteristickou veličinou filtru stlačeného vzduchu je velikost pórů, určujících velikost částic propouštěných filtrem k pneumatickým zařízením.

Nahromaděný kondenzát musí být vypuštěn z filtrační misky před dosažením vyznačené horní mezní hranice, aby bylo zabráněno jeho strhávání proudem vzduchu.

Při častém výskytu kondenzátu ve filtrační misce je možné využít namísto manuálního vypouštěcího kohoutu automatické vypouštěcí zařízení. V takovém případě se musí hledat příčina přílišného vzniku kondenzované vody, kterou může být například i nevhodně řešená rozvodná síť.

Princip automatického vypouštění kondenzátu je založen na funkci plováku. Kondenzát stéká spojovací trubičkou do plovákové komory, kde stoupající hladina zvedá plovák. Při dosažení určité výšky hladiny uvolní plovák pomocí páky otvor trysky. Vrtáním začne proudit tlakový vzduch do dalšího prostoru a působí na membránu, která svým zdvihem otevře výpustný ventil a kondenzát může odtékat výpustným otvorem. Při následujícím poklesu hladiny kondenzátu plovák opět uzavře otvor trysky a stlačený vzduch je odvětrávací tryskou vyveden do ovzduší. Dodatečně může být sběrná nádoba vyprázdněna ručním ovládním.

Při vstupu do filtru proudí stačený vzduch proti usměrňovací vložce a přechází do rotačního pohybu. Odstředivou silou jsou oddělovány částice vody a pevná cizí tělesa z proudu vzduchu. Zachytávají se na vnitřní stěně filtrační misky, odkud odtékají do sběrného prostoru. Předběžně vyčištěný vzduch proudí dále přes jemnou filtrační vložku, kde jsou zachycovány menší částice nečistot, u normálních filtrů s póry od 40 μm do 5 μm .

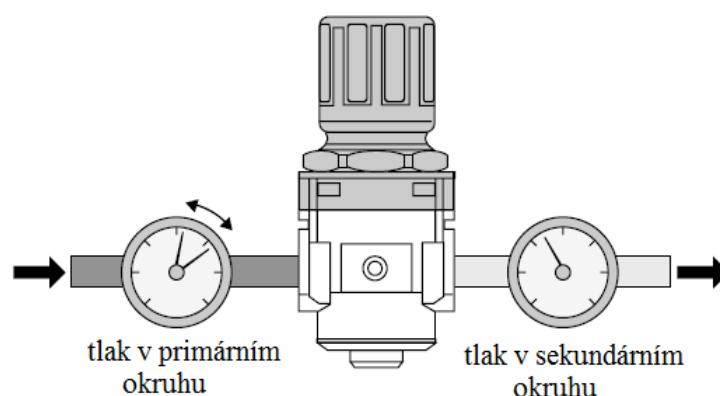
Jemné filtry se pak používají při zvýšených nárocích na čistotu stlačeného vzduchu (např. v potravinářském, chemickém a farmaceutickém průmyslu, nebo u systému tzv. nízkotlaké pneumatiky). Jemné filtry zbavují stlačený vzduch téměř úplně zbytků kondenzátu a částic oleje.

Stav filtru musí být průběžně kontrolován a procházet po delší době provozu údržbou, protože může být ucpan zachycenými částicemi nečistot. S rostoucím znečištěním filtru je proud vzduchu vystavován většímu odporu proti proudění, čímž dochází k většímu poklesu tlaku. Z tohoto důvodu musí být u filtrů prováděna pravidelná vizuální kontrola nebo měření tlakové difference, aby mohl být filtr včas vyčištěn nebo vyměněna filtrační vložka.

Časový interval potřebný pro údržbu filtru (resp. výměnu filtrační vložky) závisí na stavu stlačeného vzduchu, na spotřebě stlačeného vzduchu připojených pneumatických prvků a na velikosti filtru.

Redukční ventil

Redukční ventil má za úkol udržovat konstantní pracovní tlak v zařízení (sekundární tlak) bez přihlídnutí ke kolísání tlaku v rozvodné síti (primárního tlaku) a spotřeby vzduchu.



Obr. 33 Funkce regulačního ventilu.

Stlačený vzduch vytvářený kompresorem nemá konstantní tlak, v rozvodné síti kolísá. Kolísání tlaku v systému by mohlo negativně ovlivnit spínací vlastnosti ventilů, doby chodu válců a časové regulace u škrtek a zpožďovacích ventilů.

Konstantní pracovní tlak je předpokladem pro bezproblémový provoz pneumatických zařízení. Aby byla konstantní hladina tlaku zaručena, jsou připojovány na síť stlačeného vzduchu redukční ventily, které zabezpečují konstantní tlak na svém výstupu (sekundární tlak) nezávisle na kolísání tlaku v rozvodné síti (primární tlak).

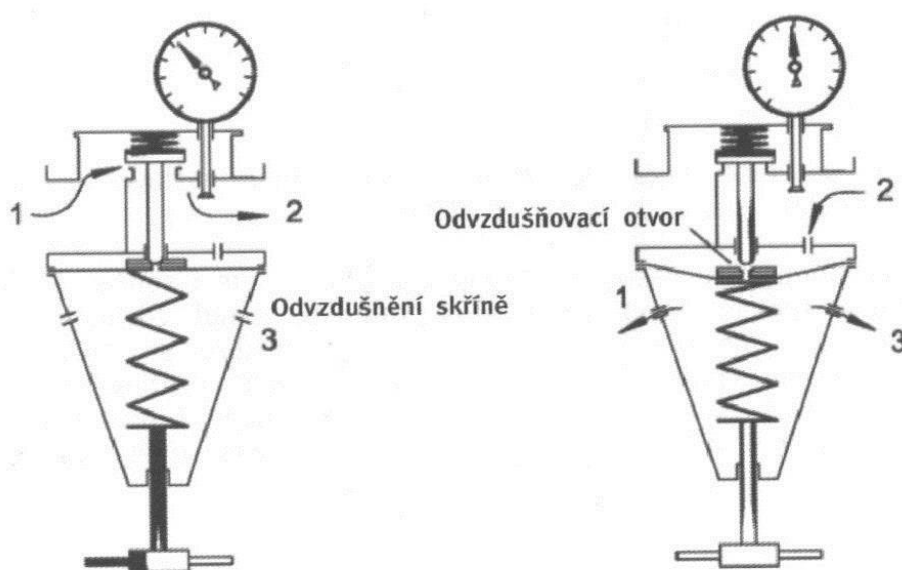
Redukční ventil je do pneumatického obvodu zařazen za filtr stlačeného vzduchu a udržuje konstantní pracovní tlak pro připojené pneumatické prvky.

Výška tlaku by měla být nastavena vždy podle požadavků příslušné části zařízení. V praxi byl prokázán jako hospodárný a technicky nejlepší kompromis mezi vytvářením stlačeného vzduchu a jeho spotřebou výkonnostními součástmi pracovní tlak o hodnotách:

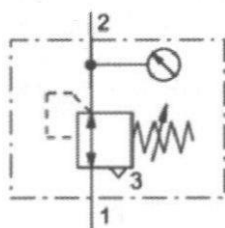
- 600 kPa (6 bar) v rozvodné síti
- 300 až 400 kPa (3 až 4 bar) ve výstupné části s připojeným zařízením

Vyšší provozní tlak by vedl k nepříznivému využití energie a k většímu opotřebení, nižší tlak by způsobil menší účinnost, především ve výkonové části.

Vstupní tlak (primární tlak) na redukčním ventilu musí být vždy vyšší než výstupní tlak (sekundární tlak). Hodnota výstupního tlaku je udržována membránou. Na jedné straně membrány působí vstupní tlak, na druhé straně síla pružiny, nastavitelná šroubem.



Obr. 34 Redukční ventil s odvzdušňovacím otvorem.



Obr. 35 Schématická značka.

Pokud se zvýší tlak na sekundární straně, např. při změně zátěže u válce, je membrána tlačena proti pružině a tím vypouštěcí průtočný průřez na ventilovém sedle zmenší (přivře) nebo zcela uzavře. Výstupní tlak je tedy regulován protékajícím množstvím vzduchu. Při zvýšení odebíraného množství tlak klesne a pružina začne otvírat ventil. Regulace nastavitelné hodnoty výstupního tlaku se tedy dosahuje stálým otvíráním nebo přivíráním průtočného průřezu ventilového sedla. Aby nedocházelo k rozkmitání, je pohyb ventilového dřívku tlumen (např. mechanicky pružinou). Nastavitelný výstupní tlak je většinou měřen a ukazován zabudovaným tlakoměrem.

Při náhlém zvýšení tlaku na výstupní straně se membrána prohne proti pružině a po uzavření ventilků se otevře průtočný otvor a umožní snížení tlaku odfukem do atmosféry. Provozní tlak se zobrazí na měřicím přístroji.

Používají se také regulační ventily, které udrží nastavenou hodnotu výstupního tlaku bez odfuku do atmosféry. Stavěcím šroubem je nastaveno předpětí pružiny a tím i současně předpětí membrány. Tím je nastavena velikost průtoku, neboť zdvihátko ventilu otevře více či méně průtočný průřez ventilu. Jestliže se zvýší tlak na výstupní straně, prohne se membrána proti síle pružiny, ta přitlačí zdvihátko tak, že se uzavře průtok ventilovým sedlem. Teprve po poklesu tlaku na výstupní straně se zdvihátko zvedne a vzduch opět může proudit ze vstupu na výstup.

Maznice

Maznice má za úkol obohacovat vzduch dávkovaným množstvím oleje, pokud je to nutné pro provoz pneumatického zařízení. Toto mazivo (v podobě rozptýleného oleje) zmenšuje opotřebení jednotlivých částí, snižuje třecí síly a chrání před korozi.

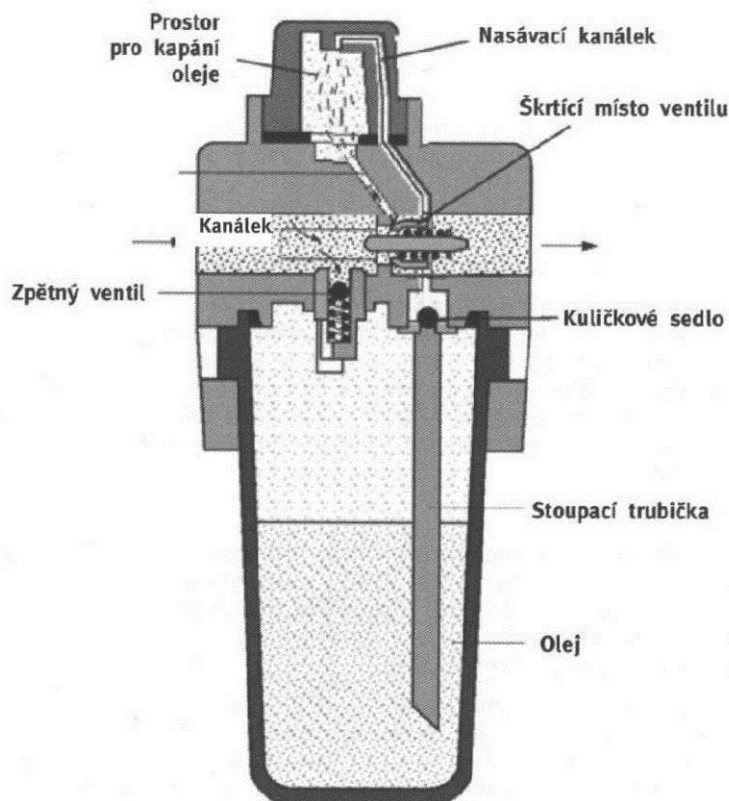
Použití maznice na olejování stlačeného vzduchu nebývá v moderních zařízeních často potřebné. V případě potřeby se používá pouze ve výkonové části zařízení. Stlačený vzduch v řídicí části by neměl být olejován. Olej odváděný z kompresoru do stlačeného vzduchu není vhodný k mazání pneumatických součástí.

Stlačený vzduch by měl být naolejován, když:

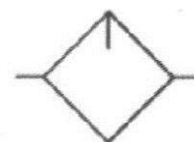
- jsou vyžadovány extrémně rychlé průběhy pohybu
- jsou používány válce a velkým průměrem (správně by měla být olejnička předřazena válci)

Při nadměrném olejování mohou nastat následující problémy:

- funkční poruchy součástí
- zvýšené zatížení životního prostředí
- uváznutí součástí po delší době stání



Obr. 36 Maznice stlačeného vzduchu.



Obr. 37 Schématická značka.

Vzduch proudí maznicí ze vstupu na výstup. Zmenšením průtočného průřezu ventilem vzniká tlakový spád a tím podtlak v kanálku a prostoru pro kapání nasávaného oleje. Olej je nasáván nasávacím kanálkem a stoupací trubičkou ze zásobníku oleje. Olej kape do prostoru pro kapání, stéká kanálkem a v prostoru škrťícího místa ventilu je rozprašován do proudícího vzduchu. Se změnou rychlosti proudícího vzduchu se mění i tlakový spád, což má za následek i změnu množství rozprašovaného oleje. Nastavování množství oleje lze provádět pomocí stavěcího šroubu. Prostor nad olejem je jednosměrným ventilem spojen se vstupním kanálem rozprašovače, takže v zásobníku vzniká mírný přetlak, působící na hladinu oleje v zásobníku.

Naolejování stlačeného vzduchu by mělo být omezeno pouze na části zařízení, které to ke své funkci zařízení vyžadují. Pro přívod oleje jsou nainstalovány maznice nejlépe přímo před spotřebovávající prvky. Pro řídicí část pneumatického zařízení by měly být zvolené prvky s vlastním mazáním.

Spínací ventil

Spínací ventil je ruční nebo elektrický.

Ruční spínací ventil se zpravidla v úpravné jednotce řadí na začátek. Napájecí tlak lze díky tomuto ventilu ručně sepnout nebo odvětrat.

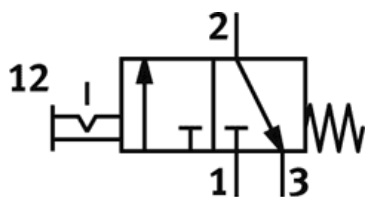
Elektrický spínací ventil se v úpravné jednotce většinou řadí za redukční ventil s filtrem, pokud úpravná jednotka obsahuje maznici, tak se řadí až za ni. Při vypnutí tlak vzduchu díky rychlému odvětrání rychle klesne.



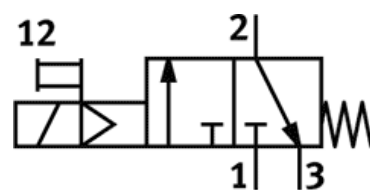
Obr. 38 Ruční spínací ventil.



Obr. 39 Elektrický spínací ventil.



Obr. 40 Schématická značka.



Obr. 41 Schématická značka.

Ventil s pomalým náběhem tlaku

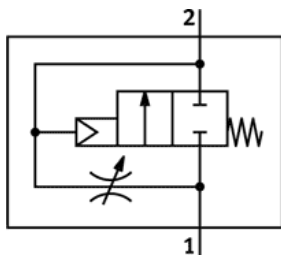
Ventil s pomalým náběhem tlaku zamezuje nechtěným prudkým pohybům válců při jejich přesunu do základní polohy. Ventil s pomalým náběhem tlaku je elektrický nebo pneumatický.



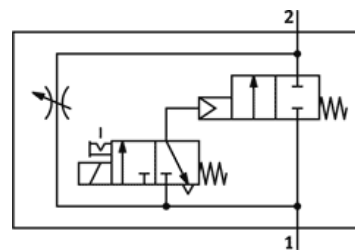
Obr. 42 Ventil s pomalým náběhem tlaku, pneumatický.



Obr. 43 Ventil s pomalým náběhem tlaku, elektrický.



Obr. 44 Schématická značka.



Obr. 45 Schématická značka.

Rozbočovací modul

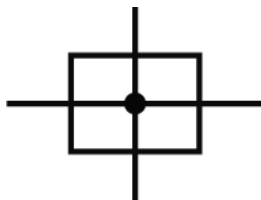
Rozbočovací modul slouží jako odbočka pro různé jakosti vzduchu. Většinou má jeden přívod a tři vývody, a slouží jako nosič pro další moduly. Výstupy má nahoru a dolů. Kromě standardního modulu je možnost využít modul s integrovaným zpětným ventilem, který zabraňuje zpětnému proudění např. mazaného vzduchu. Je také možnost modul kombinovat s tlakovým čidlem pro indikaci výstupního tlaku a elektrickým výstupem, nebo manometrem. Často se využívá jako elektrické hlídání tlaku s nastavitelným bodem sepnutí.



Obr. 46 Rozbočovací modul.



Obr. 47 Rozbočovací modul s elektrickým výstupem.



Obr. 48 Schématická značka.

4.4.2 Volba jednotky na úpravu stlačeného vzduchu

Velikost jednotky pro úpravu vzduchu se volí podle velikosti průtoku vzduchu. Příliš velký průtok vzduchu má za následek velkou tlakovou ztrátu. Bezpodmínečně musí být dodržovány údaje výrobce. Provozní tlak nesmí překročit hodnotu uvedenou na jednotce úpravy. Teplota okolí by neměla být vyšší než 50 °C (max. hodnota pro plastové části).

Volím úpravnou jednotku Festo řady MS, velikosti 6 a s připojením G1/2. Na začátek úpravné jednotky volím standardně ruční spínací ventil, který má funkci spínací a odvětrací. Dále pak volím kombinovaný redukční ventil s filtrem 40 µm s ručním odpouštěním kondenzátu a manometrem. Za redukční ventil s filtrem se standardně dává maznice, ale vzhledem k tomu, že všechny komponenty pneumatické sestavy volím nové, které obsahují vlastní mazací tuk, použiji úpravnou jednotku bez maznice. Místo ní za redukční ventil s filtrem volím elektrický spínací ventil, který při vypnutí funguje jako rychloodvětrávací ventil. Za něj, z bezpečnostního důvodu, volím elektricky ovládaný ventil s pomalým náběhem tlaku, který zamezí při zapnutí úpravné jednotky rychlému vniknutí proudu vzduchu do pneumatického válce, který by mohl rychlým a nečekaným pohybem ohrozit bezpečnost obsluhy. Na konec této úpravné jednotky volím rozbočovací modul s elektrickým hlídáním tlaku s nastavitelným bodem sepnutí.

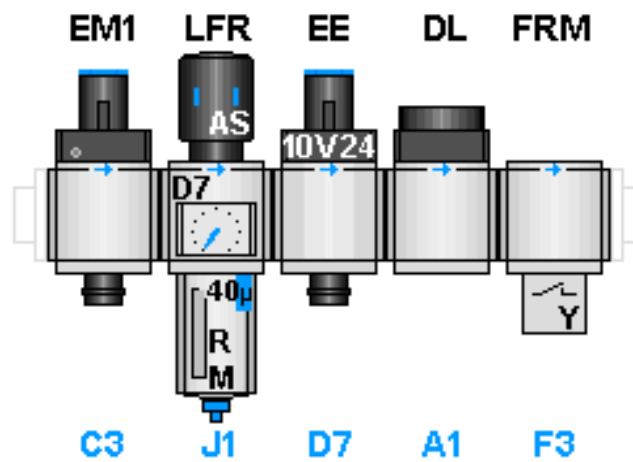
Toto vše splňuje úpravná jednotka stlačeného vzduchu Festo **MSB6-1/2:C3:J1:D7:A1:F3-WP**, a proto jí volím.

parametr	hodnoty
řada, velikost	MS, 6
pojistka ovládání	otočná hlavice s aretací, zamykatelný
stupeň filtrace	40 µm
odpouštění kondenzátu	ručně otočný
konstrukce	spínací ventil redukční ventil s filtrem a manometrem ventil s pomalým náběhem tlaku rozbočovací modul tlakový spínač
funkce regulátoru	konstantní výstupní tlak se sekundárním odvětráním s možností zpětného průtoku
ukazatel tlaku	s manometrem
provozní tlak	4,5 až 10 bar
rozsah řízeného tlaku	4 až 9 bar
normální jmenovitý průtok	3,100 l/min
provozní médium	stlačený vzduch
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přimazáváním olejem je možný
parametry cívky	24V DC
připojení pneumatiky	G1/2

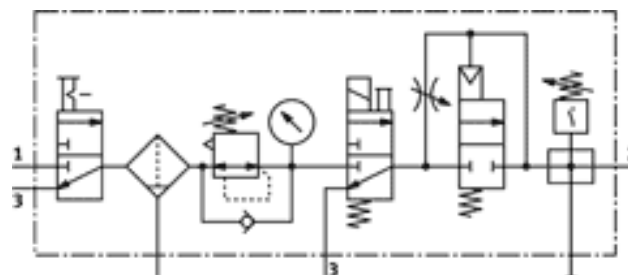
Tab. 9 Základní parametry jednotky na úpravu vzduchu Festo MSB6-1/2:C3:J1:D7:A1:F3-WP.



MSB6-1/2:C3:J1:D7:A1:F3-WP



Obr. 49 Jednotka na úpravu vzduchu Festo MSB6-1/2:C3:J1:D7:A1:F3-WP.



Obr. 50 Schématická značka.

4.5 Tlumič hluku

4.5.1 Základní informace

Tlumič hluku slouží pro omezení hluku při odvětrání. Konstrukce je většinou z hliníkového tlakového odlitku, polymeru nebo spékaného kovu. Důležitým parametrem je rozměr připojení a hladina akustického tlaku. Tlumiče hluku lze čistit v petroleji nebo benzínu.

4.5.2 Volba tlumiče hluku

Pro odvětrání ventilu (rozvaděče) Festo MFH-5/3E-D-3-C volím tlumič hluku z hliníkového tlakového odlitku a s připojením G1/2. Pro jednotku úpravy vzduchu Festo MSB6-1/2:C3:J1:D7:A1:F3-WP volím tentýž. Těmto požadavkům odpovídá konkrétně tlumič hluku Festo **U-1/2-B**, proto ho volím.

parametr	hodnoty
montážní poloha	libovolná
provozní tlak	0 až 10 bar
hladina akustického tlaku	80 dB
připojení pneumatiky	G1/2

Tab. 10 Základní parametry tlumiče hluku Festo U-1/2-B.



Obr. 51 Tlumič hluku Festo U-1/2-B.



Obr. 52 Schématická značka.

4.6 Spojovací technika

4.6.1 Základní informace

Nedílnou součástí návrhu pneumatického mechanismu je výběr spojovací techniky, bez níž by jednotlivé prvky v pneumatickém obvodu nemohly fungovat. Jedná se především o hadice, spojky a různá šroubení.

Šroubení

Šroubení se rozdělují na šroubení nástrčná, šroubení s nátrubky a závitová šroubení.

Nástrčná šroubení nabízí spolehlivé řešení s koncovkou Quick Star, která se snadno a rychle s hadicí připojuje i odpojuje. Spoj je bezpečný. Nedochází k poškození povrchu hadice, protože šroubení má západku z nerezové oceli. Záchvěvy a tlakové rázy se absorbují. Hadice se uvolňuje prostým stlačením modrého uvolňovacího kroužku. Pro snazší orientaci je vnější průměr hadice uveden na uvolňovacím kroužku. Těsnící kroužek z nitrilkaučuku zaručuje absolutní těsnost mezi hadicí a tělesem šroubení. Hadice dle norem spolu s nástrčným spojem Festo jsou vhodné pro stlačený vzduch i vakuum. Všechny těsnící díly šroubení Festo s nástrčnými koncovkami jsou povrchově zušlechtěny niklovou vrstvou, a jsou tedy velmi odolné korozi. K prvku se šroubení připojuje metrickým závitem, závitem G a závitem R. Typické tvary nástrčných šroubení a spojek jsou přímé, tvaru L, T, X, Y. Tento komfortní a oblíbený systém šroubení obsahuje více než 1000 typů standardních a funkčních šroubení.

Šroubení s nátrubky je méně využívané, využívají se spíše jen spojky a rozdělovače s nátrubky nebo nástrčné připojení s převlečnou maticí.

U **závitového šroubení** se používají především spojky, redukce a záslepky.



Obr. 53 Ukázka nástrčných šroubení Festo s koncovkou Quick Star.

Hadice

Hadice se dělí na hadice s kalibrovaným vnějším průměrem, kalibrovaným vnitřním průměrem a na spirálové hadice. Provozním médiem může být vzduch, vakuum a voda. Hadice z plastu jsou velmi pružné a odolné otěru. Dle potřeby a využití se vyrábí z polyamidu, polyuretanu, polyetylénu a nitrilkaučuku. Dělají se hadice též s opletem. Vyrábí se s různými vlastnostmi, odolné vysokým teplotám, odolné vůči hydrolýze, antistatické a mající třeba certifikát pro potravinářství. Nabídka hadic je v různých barvách.

Další možností vedení média jsou trubky, provedené z vysokopevnostního polyamidu nebo hliníku, které jsou odolné proti korozi.



Obr. 54 Hadice z plastu Festo.

4.6.2 Volba spojovací techniky

Šroubení

Pro připojení hadice k jednotlivým prvkům volím nástrčné šroubení s koncovkou Quick Star s přímým tvarem a nástrčným připojením pro hadici s vnější kalibrací 12 mm a s vnějším závitem R1/2. Tomu odpovídá nástrčné šroubení Festo **QS-1/2-12**, a proto ho volím.

parametr	hodnoty
konstrukce	princip push-pull
provozní médium	stlačený vzduch
připojení pneumatiky 1	vnější závit R1/2
připojení pneumatiky 2	pro vnější průměr hadice 12 mm

Tab. 11 Základní parametry nástrčného šroubení Festo QS-1/2-12.



Obr. 55 Nástrčné šroubení Festo QS-1/2-12.

Hadice

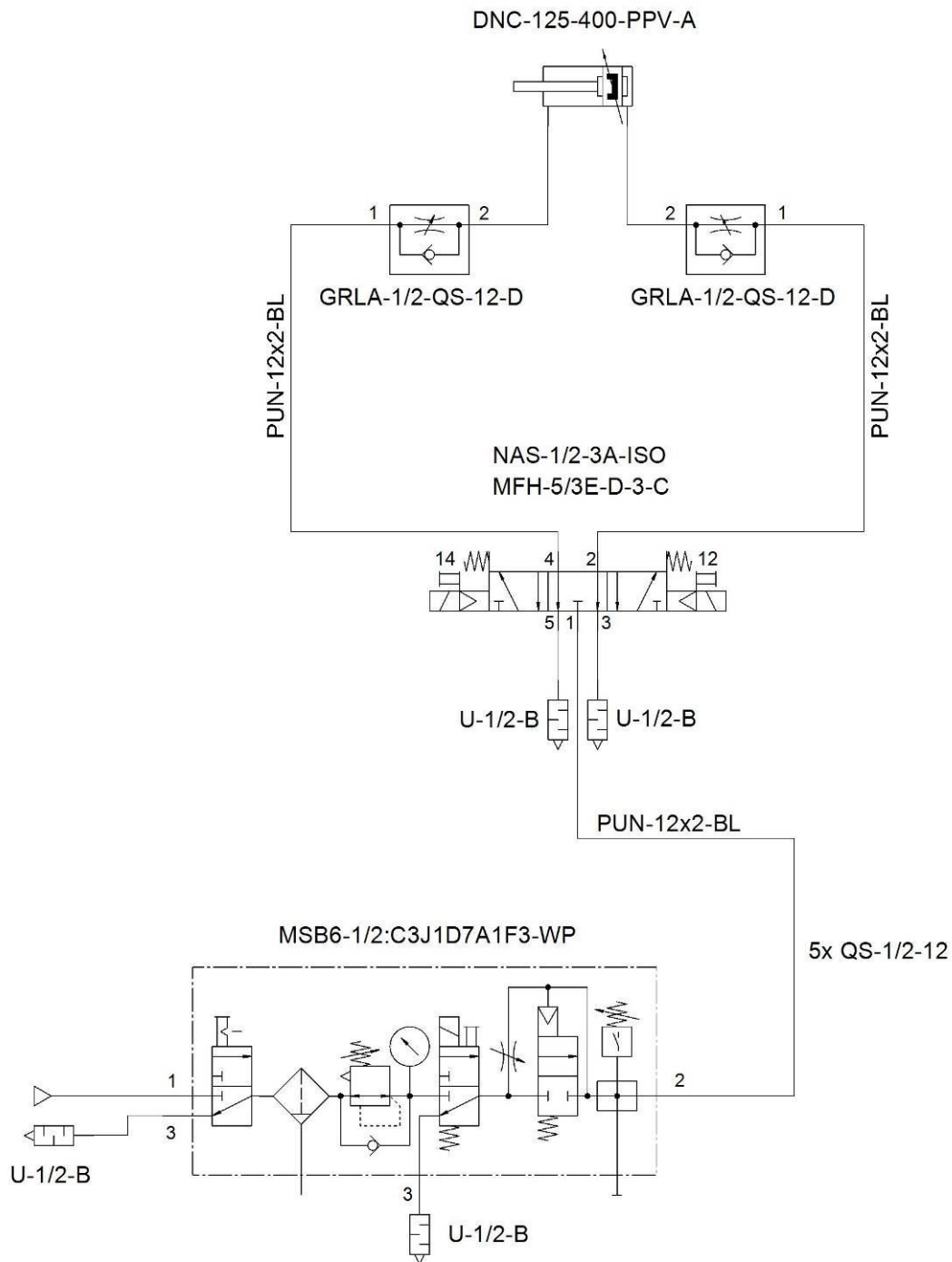
Na rozvod stlačeného vzduchu vyhovuje hadice z plastu s vnějším kalibrovaným průměrem 12 mm. Volím plastovou hadici modré barvy Festo **PUN-12x2-BL**.

parametr	hodnoty
vnější průměr	12 mm, vnější kalibrace
vnitřní průměr	8 mm
provozní tlak	-0.95 až 10 bar
provozní médium	stlačený vzduch
barva	modrá
materiál hadice	polyuretan

Tab. 12 Základní parametry plastové hadice s vnějším kalibrovaným průměrem Festo PUN-12x2-BL.

4.7 Pneumatické schéma

Po výběru všech potřebných komponentů sestavuji pneumatické schéma. Příslušný výkres pneumatického schéma včetně rozpisky je v příloze (Příloha 1 a 2).



Obr. 56 Navržené pneumatické schéma.

5 Konstrukční návrh

Při konstrukčním návrhu překlápěčky je důležité, aby výsledný návrh plnil požadovanou funkci. Stávající překlápěčka má řadu nedostatků, které jsou potřeba odstranit.

Samotná překlápěčka je uložena v ložiskovém tělese SKF SNL 512-610 a je ovládána pneumatickým válcem přes páku, která je spojena s hřídelí pomocí pera. Při volbě uložení pera pro spojení páky a hřídele vyhází výpočet na uložení pomocí jednoho pera, ale při stávajících provozních podmínkách je to nedostatečné (vliv hmotnosti zařízení a karkasy - setrvačné síly), a proto volím uložení pomocí dvou per 16e7 x 10 x 70 (ČSN 022562).

Hřídel je složena z ocelové bezešvé trubky a dvou ocelových kruhových tyčí k trubce přivařených. Po sesazení a přivaření ocelových tyčí k hřídeli, je nutné vyfrézovat do hřídele drážky pro žebra navržené z plocháčů. Materiál hřídele je konstrukční ocel kruhová ČSN 11523.

Dále jsem se zaměřil na optimálnější rozložení žeber navržených z plocháčů, ve kterých je karkasa při překlopení umístěna. Jde především o to, aby byla karkasa při překlopení ve stabilnější poloze a neměla tendenci vypadnout. Materiál plocháčů volím standardní konstrukční ocel vhodnou ke svařování ČSN 11373.

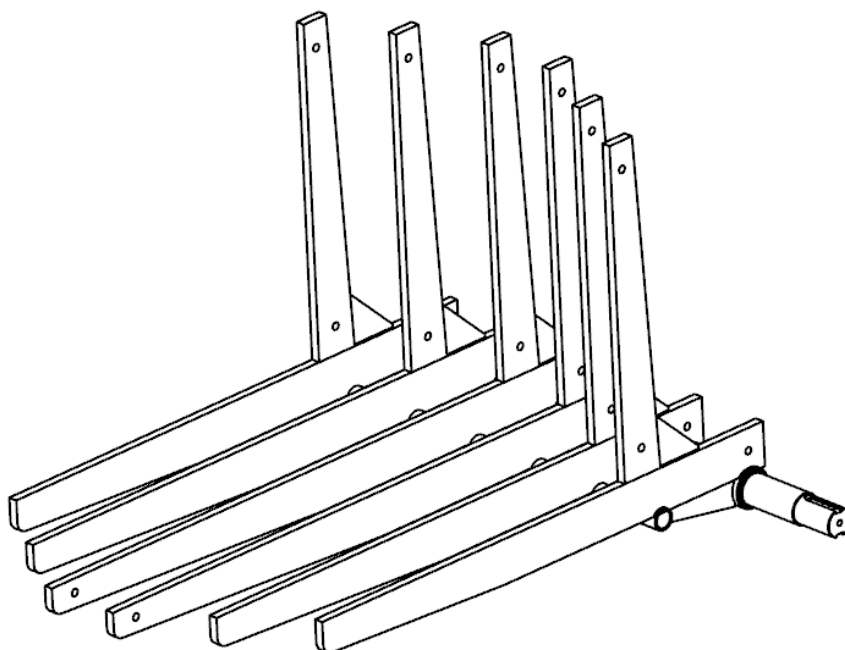
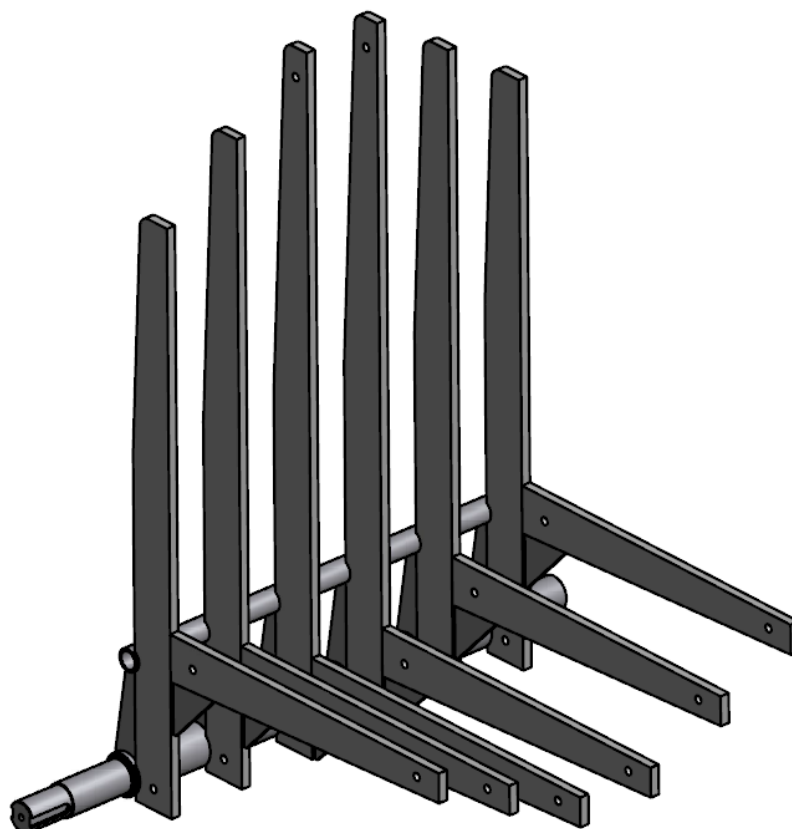
Žebra vidlice jsem zpevnil pomocí výstuh z plocháčů též z materiálu ČSN 11373. Pro zesílení výztuhy a udržení rozteče mezi jednotlivými žebry jsem volil ocelovou bezešvou trubku materiálu ČSN 11523. Do trubky je nutné vyfrézovat drážky pro žebra.

Vše pak sestavit a svařit dle výkresu sestavy S2013 v příloze.

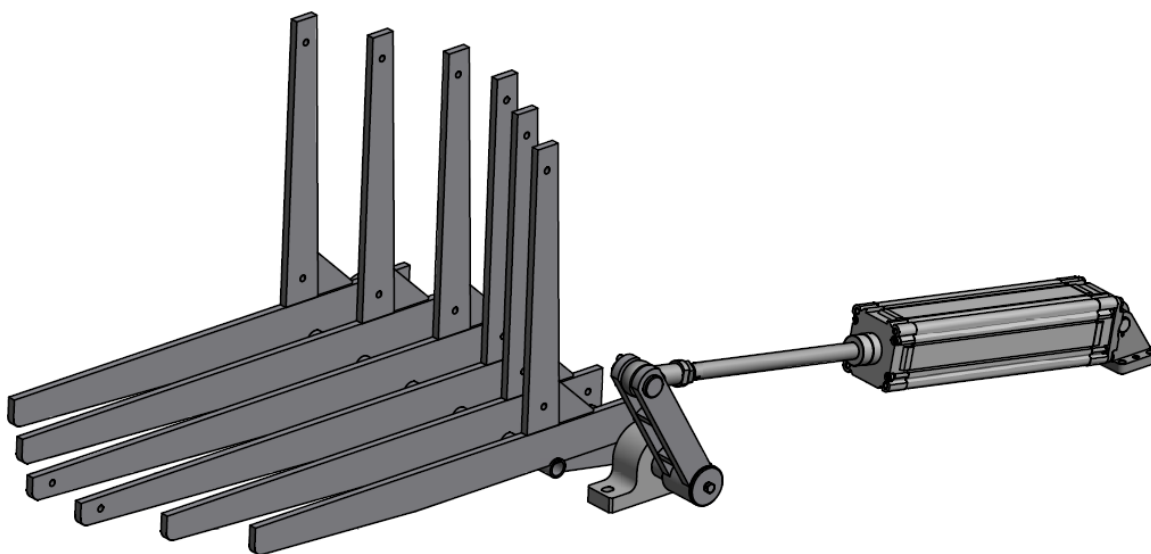
Kompletní výkresová dokumentace je též v příloze.

V Inventoru jsem udělal pro názornost pevnostní analýzu, u modelu překlápěčky jsem nasimuloval zatížení silou 900 N (reálné zatížení karkasou max. 60 kg). Ze simulace je patrné (Obr. 59), že zvýšené napětí se tvoří především v oblasti výstuh žeber.

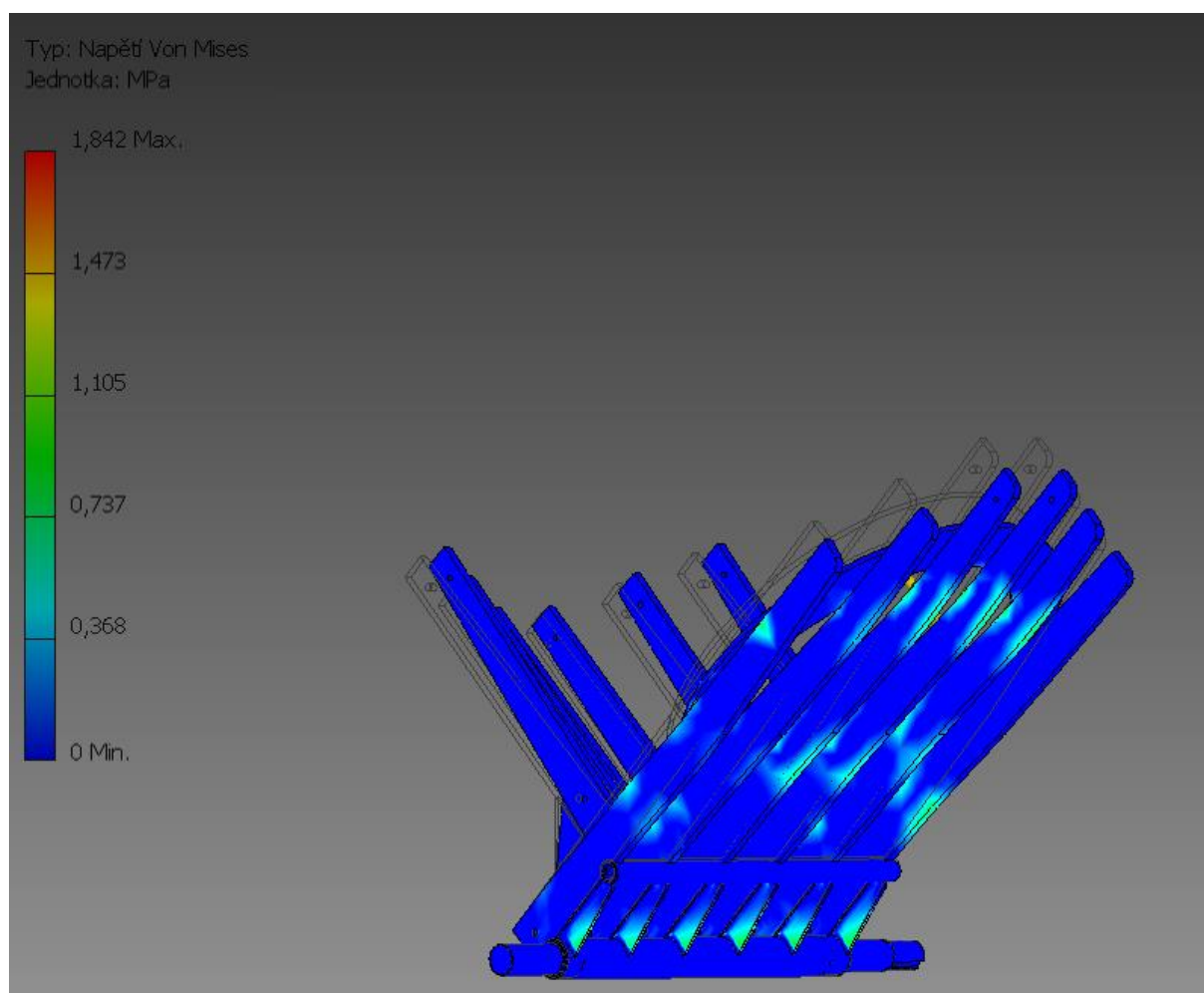
Dle simulace konstrukce překlápěčky zcela vyhovuje.



Obr. 57 Model překlápěčky.



Obr. 58 Model - sestava.



Obr. 59 Zatížení silou 900 N.

6 Ekonomické hodnocení

Výběr stlačeného vzduchu jako pracovního média pro překlápěcí mechanismus je důsledkem obecného srovnání s jinými druhy energie, a hlavně je běžně využívaným médiem v Mitasu. Tím odpadají i případné náklady na nákup potřebných zařízení k výrobě tohoto média.

Stlačený vzduch je na výrobu sice dražší nosič energie, ale poskytuje však řadu výhod. Vysoké náklady vynaložené na výrobu a distribuci stlačeného vzduchu často svádí k názoru, že použití pneumatických zařízení je spojeno s vynaložením vysokých nákladů. Do úvah o hospodárnosti je však nezbytné zahrnout nejen výdaje na energii, ale je nezbytné započítat veškeré vynaložené náklady. Při bližší analýze se ukazuje, že náklady na energii ve srovnání s pořizovacími náklady, s náklady na údržbu, s opravami a se mzdami, jsou relativně nízké, a že nakonec nehrají podstatnou roli. V Mitasu, jak jsem již uvedl v úvodu této kapitoly, navíc odpadají pořizovací náklady na zařízení na výrobu stlačeného vzduchu.

Náklady na provoz pneumatických zařízení však mohou značně vzrůst v důsledku případných netěsností v rozvodné síti stlačeného vzduchu nebo v samostatných pneumatických prvcích. Ztráty netěsnostmi jsou jedny z nejhlavnějších a nejvýznamnějších ztrát. Již malé netěsnosti mají za následek podstatné zvýšení nákladů. Ztráty v některých extrémních případech přesahují 50 % výroby stlačeného vzduchu. Je to zaviněno především špatnou údržbou rozvodů stlačeného vzduchu (netěsnící příruby), liknavým přístupem obsluhy zařízení k detekovaným netěsnostem a nedisciplinovaností obsluhy zařízení využívající stlačený vzduch. Například jen malá dírka v hadici se stlačeným vzduchem může stát 10 000 Kč za rok.

Úplné odstranění ztrát stlačeného vzduchu však není možné, neboť je stále nutno počítat se ztrátami při odlučování oleje a vlhkosti, a se ztrátami zaviněnými mikroskopickými a těžko zjistitelnými netěsnostmi.

Velikost únosných ztrát se odvíjí od velikosti rozvodné sítě. Ztráty, považované za únosné, se v malých a středních sítích pohybují od 5 do 7 %, v rozsáhlých sítích 10 % a ve velmi rozsáhlých sítích (doly, hutě) 13 až 15 %.

Obecně dle statistik 80 % nákladů na výrobu stlačeného vzduchu jsou náklady na elektrickou energii.

Díky návrhu zcela nového pneumatického mechanismu pro ovládání překlápěčky a důkladnému výběru nových prvků, dojde nejen k zvýšení bezpečnosti, ale také z ekonomického hlediska dojde k snížení nákladů, konkrétně k snížení spotřeby stlačeného vzduchu.

K snížení spotřeby stlačeného vzduchu dojde především díky výběru nového pneumatického válce se stejným zdvihem, ale s menším průměrem pístu. Další nemalý podíl budou mít nové pneumatické prvky, které netrpí netěsností. Současná netěsnost pneumatických prvků činí zhruba 10 % z celkové spotřeby stlačeného vzduchu pneumatického mechanismu.

V následujících dvou tabulkách je především porovnání spotřeby a nákladů na energii navrženého a stávajícího válce. Provoz je 24 h denně a 220 dní za rok. Jeden m³ stlačeného vzduchu stojí 0,43 Kč.

Výpočty jsem částečně prováděl pomocí specializovaného online programu Festo na spotřebu vzduchu pro válec [i1].

válec	ø pístu [mm]	zdvih [mm]	tlak [bar]	počet cyklů [1/min]	spotřeba vzduchu [m ³ /min]
navržený válec	125	400	6	1	0,066
stávající válec	160	400	6	1	0,109

Tab. 13 Porovnání základních parametrů navrženého a stávajícího válce.

válec	denní provoz	spotřeba vzduchu		náklady na energii	
	[h]	[m ³ /den]	[m ³ /rok]	[Kč/den]	[Kč/rok]
navržený válec	24	95,717	21057,74	41,16	9054,83
stávající válec	24	157,07	34555,4	67,54	14858,82

Tab. 14 Porovnání spotřeby vzduchu a nákladů na energii navrženého a stávajícího válce.

V Tab. 14 je vidět u navrženého válce patrný rozdíl v úspoře spotřeby vzduchu a nákladů na energii za rok. U stávajícího válce jsou reálné hodnoty ještě zhruba o 10 % vyšší vlivem netěsností, takže skutečný roční náklad na energii u stávajícího válce vychází zhruba na 16344 Kč.

Roční rozdíl v úspoře na nákladech na energii mezi navrženým a stávajícím válcem je přibližně 7289 Kč, což je úspora přibližně 45 % ve prospěch navrženého válce.

7 Závěr

V této diplomové práci jsem se poohlédl po trendech v manipulační technice.

Dále jsem se snažil přiblížit současný stav překlápěcího mechanismu, který byl předmětem této práce. Pokusil jsem se zvážit možnosti řešení ovládní překlápěčky. Nakonec jsem se rozhodl pro pneumatický mechanismus, který je využíván současně, avšak díky jeho několika nedostatků, jsem navrhl kompletně nový mechanismus, který by měl být stejně funkční, bezpečnější a měl by více šetřit provozní náklady. V programu FluidDraw [s3] jsem nakreslil pneumatické schéma.

Z konstrukčního hlediska jsem se snažil odstranit neduhy současné překlápěčky. Především jsem se zaměřil na lepší rozložení žeber, aby nedocházelo při překlápění k vyosení karkasy. Dále v uložení páky s hřídelí jsem navrhl dvě pera oproti jednomu současnému, které se občas utrhuje. V inventuru [s4] jsem udělal model překlápěčky a kompletní výkresovou dokumentaci. Potom jsem udělal v inventuru pevnostní kontrolu modelu. Model po zatížení zcela vyhovuje.

Návrh pneumatického mechanismu jsem ekonomicky zhodnotil a zjistil jsem, že zmenšením průměru pístu snížím roční náklady o 7289 Kč, což je úspora zhruba 45 %.

Věřím, že navržený pneumatický mechanismus a upravená konstrukce překlápěčky bude fungovat a tato práce bude přínosem, jako byla přínosem pro mě.

Díky této diplomové práci jsem se poprvé blíže setkal s pneumatickými mechanismy. Tento obor mě velmi zaujal a nadále bych se chtěl v tomto oboru vzdělávat. V rámci lepšího pochopení problematiky, jsem absolvoval již několik školení základů pneumatiky u společnosti Festo.

Seznam použité literatury

- [1] CROSER, P., EBEL, F., HUBER, B. *Úvod do pneumatiky*. Festo, 2002.
- [2] FESTO DIDACTIC - *Úvod do pneumatik*. Praha: ČVUT, 1989.
- [3] FESTO, s. r. o. : *firemní literatura*.
- [4] Kolektiv autorů. *SMC Training*. SMC.
- [5] MITAS, a.s. : *firemní podklady*.
- [6] POLÁK, J., PAVLISKA, J., SLÍVA, A. *Dopravní a manipulační zařízení I*. Ostrava: VŠB.

Seznam použitých internetových stránek

- [i1] www.festo.cz
- [i2] www.smc.cz
- [i3] www.technikaaatrh.cz

Seznam použitého softwaru

- [s1] Microsoft Word 2010, Microsoft Corporation
- [s2] Microsoft Excel 2010, Microsoft Corporation
- [s3] FluidDraw S5, Festo AG&Co.
- [s4] Autodesk Inventor 2012, Autodesk

Seznam příloh

Příloha 1: Pneumatické schéma

Příloha 2: Pneumatické schéma – rozpiska

Příloha 3: Katalogové listy navržených pneumatických prvků Festo

Seznam výkresové dokumentace

S2013 – Rozpiska

S2013 – Sestava

V2013-1 – Přední trubka

V2013-2 – Výztuha

V2013-3 – Výztuha 2

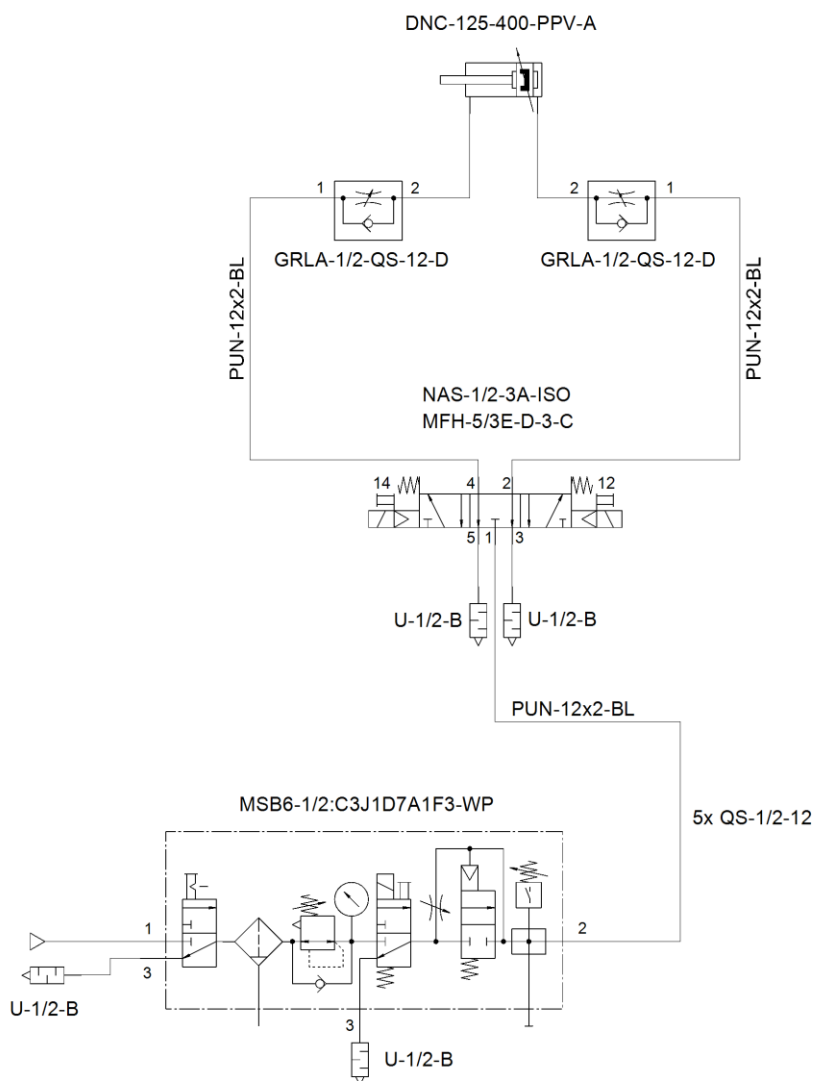
V2013-4 – Hřídel

V2013-5 – Páka

V2013-6 – Podložka

PŘÍLOHA č. 1

Pneumatické schéma



Umístění pneumatických prvků po dohodě s konstruktérem.
POZN.: ZÁKLADNÍ POLOHA - PŘÍVOD VZDUCHU OTEVŘEN

Kusy	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	T. odp.	Č. hm.	Hr. hm.	Číslo výkresu	Poz.
Poznámka:				Celková čistá hmotnost:				Soubor:	
Měřitko	Kreslil	01 13	V. Vokoun	Č. sn.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	
	Kontroloval	01 13	Ing. Slezák						
	Schválil	01 13	Ing. Slezák	Č. tr.					
	Vedoucí								
	D	M	R	Jméno	Podpis				
 a.s. PRAHA 10	Název dílce			Skupina	Starý výkres		Nový výkres		
	Pneumatické schéma						P 2013	Listů 2	
	Název stroje			Překlápěčka		Č. v.		List 1	

PŘÍLOHA č. 2

Pneumatické schéma – rozpiska

	číslo dílu	typ	jednotka balení	označení výrobku
1	163507	DNC-125-400-PPV-A	1ks	válce dle norem
2	193152	GRLA-1/2-QS-12-D	2ks	jednosměrný škrtkový ventil
3	151874	MFH-5/3E-D-3-C	1ks	elektromagnetický ventil
4	10336	NAS-1/2-3A-ISO	1ks	samostatná přípojovací deska
5	542635	MSB6-1/2:C3J1D7A1F3-WP	1ks	kombinace jednotek a zařízení
6	6844	U-1/2-B	4ks	tlumič hluku
7	153010	QS-1/2-12	5ks	nástrčné šroubení
8	159670	PUN-12x2-BL	1ks (50m)	hadice z plastu
9				
10	150855	SME-8-K-LED-24	2ks	čidlo
11	10774	SGS-M27x2	1ks	kloubová hlavice
12	174403	SNCS-125	1ks	kyvná příruba

Kusy	Název - Rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	T. odp.	Č. hm.	Hr. hm.	Číslo výkresu	Poz.
Poznámka:				Celková čistá hmotnost:				Soubor:	
Měřítka	Kreslil	01 13 V. Vokoun	Č. sn.	Změna			Datum	Podpis	Index změny
	Kontroloval	01 13 Ing. Slezák							
	Schválil	01 13 Ing. Slezák							
	Vedoucí								
		D M R Jméno	Podpis	Č. tr.					
	Název dílce	Skupina	Starý výkres	Nový výkres				Listů	
	Rozpiska			P 2013				2	
	Název stroje	Překlápěčka		Č. v.			List	2	

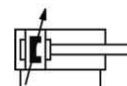
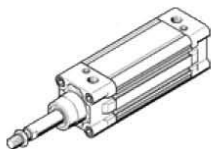
PŘÍLOHA č. 3

Katalogové listy navržených pneumatických prvků Festo

**válce dle norem
DNC-125-400-PPV-A**

č. dílu: 163507

FESTO

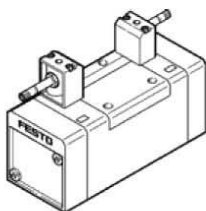


katalogový list

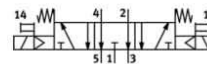
parametr	hodnoty
zdvih	400 mm
průměr pístu	125 mm
závit na pístnici	M27x2
tlumení	PPV: nastavitelné pneumatické tlumení na obou stranách
montážní poloha	libovol.
odpovídá normě	ISO 15552 (dříve také VDMA 24652, ISO 6431, NF E49 003.1, UNI 10290)
konec pístnice	vnější závit
konstrukce	píst pístnice profilová trubka
snímání polohy	pro čidla
varianty	jednostranná pístnice
provozní tlak	0,6 ... 10 bar
provozní režim	dvojčinný
provozní médium	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:4:4]
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přímazáváním olejem je možný (v jiných režimech se vyžaduje)
třída odolnosti korozi KBK	2
okolní teplota	-20 ... 80 °C
povolení	Germanischer Lloyd
energie nárazu v koncových polohách	5 J
délka tlumení	42 mm
teoretická síla při 6 barech, zpětný chod	6,881 N
teoretická síla při 6 barech, dopředný chod	7,363 N
pohybující se hmotnost při zdvihu 0 mm	2,809 g
přirůstek hmotnosti na 10 mm zdvihu	168 g
základní hmotnost při zdvihu 0 mm	6,771 g
přirůstek hmotnosti na každých 10 mm zdvihu	63 g
typ upěvnění	vnitřním závitem přislušenstvím
připojení pneumatiky	G1/2
upozornění k materiálu	ve shodě s RoHS
informace o materiálu víka	hliníkový tlakový odlitek potažený
informace o materiálu těsnění	TPE-U(PU)
informace o materiálu pístnice	vysoce legovaná ocel
informace o materiálu trubky válce	hliník legovaný pro tváření hladce eloxováno

elektromagnetický ventil MFH-5/3E-D-3-C

č. dílu: 151874



FESTO

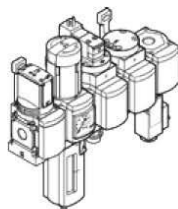


katalogový list

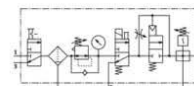
parametr	hodnoty
funkce ventilu	5/3 ve stří. poloze odvětr.
typ ovládní	elektrický
stavební šířka	65 mm
normální jmenovitý průtok	4,600 l/min
provozní tlak	3 ... 10 bar
konstrukce	pístové šoupě
typ návratu do původní polohy	mechanická pružina
stupeň krytí	IP65
povolení	Germanischer Lloyd
jmenovitá světlost	14,5 mm
rozměr rastru	72 mm
funkce odvětrání	lze škrtit
princip těsnění	měkký
montážní poloha	libovol.
odpovídá normě	ISO 5599-1
pomocně ruční ovládní	s příslušenstvím, aretace tlačítkem
kód ISO	357
typ řízení	nepřímé řízení
napájení řídicím tlakem	vnitřní
směr proudění	nelze obrátit
vypínací čas	78 ms
spínací čas	37 ms
provozní médium	filtrovaný stlačený vzduch, jemnost filtrace 40 µm, mazaný nebo nemazaný
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přimazáváním olejem je možný (v jiných režimech se vyžaduje)
teplota média	-10 ... 60 °C
okolní teplota	-5 ... 40 °C
hmotnost výrobku	1,040 g
elektrické připojení	konektor
typ upevnění	na připojovací desce přúchozí dírou
připojení odvětrání řídicího tlaku 82	M5
připojení odvětrání řídicího tlaku 84	M5
připojení pneumatiky 1	připojovací deska velikosti 3 podle ISO 5599-1
připojení pneumatiky 2	připojovací deska velikosti 3 podle ISO 5599-1
připojení pneumatiky 3	připojovací deska velikosti 3 podle ISO 5599-1
připojení pneumatiky 4	připojovací deska velikosti 3 podle ISO 5599-1
připojení pneumatiky 5	připojovací deska velikosti 3 podle ISO 5599-1
informace o materiálu těsnění	NBR
informace o materiálu pouzdra	hliníkový tlakový odlitek

kombinace jednotek a zařízení MSB6-1/2:C3J1D7A1F3-WP

č. dílu: 542635



FESTO



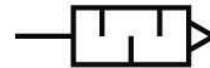
katalogový list

parametr	hodnoty
velikost	6
řada	MS
pojistka ovládní	otočná hlavice s aretací s příslušenstvím, zamykatelný
montážní poloha	svisle +/- 5°
stupeň filtrace	40 µm
odpouštění kondenzátu	ručně otočný
konstrukce	rozbočovací modul ventil s pomalým náběhem tlaku tlakový spínač spínací ventil redukční ventil s filtrem a manometrem
funkce regulátoru	konstantní výstupní tlak s kompenzací řídicího tlaku se sekundárním odvětráním s možností zpětného průtoku
ochrana nádobky	ochranný koš z plastu
ukazatel tlaku	s manometrem
provozní tlak	4,5 ... 10 bar
rozsah řízeného tlaku	4 ... 9 bar
normální jmenovitý průtok	3,100 l/min
parametry cívky	24V DC, 2,5W
provozní médium	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:4:4] inertní plyny
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přimazáváním olejem je možný (v jiných režimech se vyžaduje)
třída odolnosti korozi KBK	2
skladovací teplota	-10 ... 60 °C
třída čistoty vzduchu na výstupu	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:4:4]
teplota média	-10 ... 50 °C
okolní teplota	-10 ... 50 °C
hmotnost výrobku	3,500 g
typ upěvnění	příslušenstvím
připojení pneumatiky 1	G1/2
připojení pneumatiky 2	G1/2
připojení pneumatiky 3	G1/2
informace o materiálu pouzdra	hliníkový tlakový odlitek
informace o materiálu nádobky	PC

tlumič hluku
U-1/2-B
č. dílu: 6844



FESTO



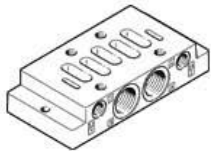
katalogový list

parametr	hodnoty
montážní poloha	libovol.
provozní tlak	0 ... 10 bar
průtok vzhledem k atm osfěře	7,622 l/min
provozní médium	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:...]]
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přímazáváním olejem je možný
hladina akustického tlaku	80 dB(A)
okolní teplota	-10 ... 70 °C
hmotnost výrobku	75 g
připojení pneumatiky	G1/2
informace o materiálu tlumicí vložky	PE
informace o materiálu závitové části	hliníkový tlakový odlitek
upozornění k materiálu	prostě mědi a PTFE ve shodě s RoHS

samostatná připojovací deska NAS-1/2-3A-ISO

č. dílu: 10336

FESTO

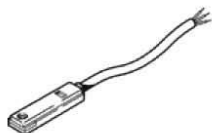


katalogový list

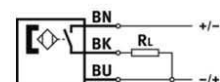
parametr	hodnoty
odpovídá normě	ISO 5599-1
povolení	UL - Recognized (OL)
hmotnost výrobku	360 g
typ upevnění	průchozí dírou
připojení pomocného řídicího tlaku 12/14	G1/8
připojení pneu matky 1	G1/2
připojení pneu matky 2	G1/2
připojení pneu matky 3	G1/2
připojení pneu matky 4	G1/2
připojení pneu matky 5	G1/2
upozornění k materiálu	prostě mědi a PTFE
informace o materiálu připojovací desky	hliníkový tlakový odlitek

čidlo
SME-8-K-LED-24

č. dílu: 150855



FESTO



katalogový list

parametr	hodnoty
konstrukční tvar	pro T-drážku
odpovídá normě	EN 60947-5-2
povolení	C-Tick
značka CE (viz prohlášení o shodě)	podle směrnice EU-EMC
upozornění k materiálům	prostě mědi a PTFE ve shodě s RoHS
princip měření	jazyčkové relé
okolní teplota	-40 ... 60 °C
spínaný výstup	s kontaktem, bipolární
funkce spínaného prvku	spínač
opakovatelná přesnost sepnutí	+/- 0,1 mm
dob a sepnutí	<= 0,5 ms
vypínací čas	0,03 ms
max. spínací frekvence	800 Hz
max. výstupní proud	500 mA
max. spínaný výkon DC	10 VA 10 W
pokles napětí	0 V
odolnost zkratu	ne
odolnost přetížení	není k dispozici
rozsah provozního napětí AC	12 ... 30 V
rozsah provozního napětí DC	12 ... 30 V
ochrana proti přepólování	ne
elektrické připojení	kabel 3 vodiče
směr výstupu připojení	podélně
délka kabelu	2,5 m
informace o materiálu pláště kabelu	TPE-U(PUR)
typ upevnění	upevněno svorkou do T-drážky možnost nasunutí podélně do drážky
dotahovací moment	0,2 Nm
hmotnost výrobku	30 g
informace o materiálu pouzdra	epoxidová pryskyřice PC PET vysoce legovaná nerezová ocel
ukazatel polohy sepnutí	žlutá LED
okolní teplota při pohyblivém prodloužení kabelu	-5 ... 60 °C
stupeň krytí	IP65 IP67
izolační napětí	50 V
napěťová pevnost	0,8 kV
stupeň znečištění	3

nástrčné šroubení
QS-1/2-12

č. dílu: 153010

FESTO



katalogový list

parametr	hodnoty
velikost	standard
jmenovká světlost	8.7 mm
typ těsnění na závitovém dílku:	potah
montážní poloha	libovol
velikost balení	1
konstrukce	princip push-pull
provozní tlak závislý na teplotě	-0.95 ... 14 bar
provozní médium	stlačený vzduch podle IS 08573-1:2010 [7:--]
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přímazávaním olejem je možný
třída odolnosti korozi KBK	1
okolní teplota	-10 ... 80 °C
povolení	Germanischer Lloyd
max. utahovací moment	28 Nm
hmotnost výrobku	49.5 g
připojení pneu matky	vnější závit R 1/2 pro vnější průměr hadice 12 mm
barva uvolňujícího kroužku	modrý
upozornění k materiálu	ve shodě s RoHS
informace o materiálu pouzdra	mos az poniklováno
informace o materiálu uvolňovacího kroužku	POM
informace o materiálu těsnění hadice	NBR
informace o materiálu prvku pro upevnění hadice	vysoce legovaná nerezová ocel

jednosměrný škrticí ventil GRLA-1/2-QS-12-D

č. dílu: 193152

FESTO



katalogový list

parametr	hodnoty
funkce ventilu	funkce jednosměrného škrtení na odvětrání
připojení pneumatiky 1	QS-12
připojení pneumatiky 2	G1/2
nastavovací prvek	šroub se zářezem
typ upevnění	našroubovatelný
normální jmenovitý průtok ve směru škrtení	1,580 l/min
normální jmenovitý průtok ve zpětném směru	925 ... 1605 l/min
provozní tlak	0,2 ... 10 bar
okolní teplota	-10 ... 60 °C
povolení	Germanischer Lloyd
montážní poloha	libovol.
normální průtok ve směru škrtení 6 -> 0 barů	2,220 l/min
normální průtok ve zpětném směru 6 -> 0 barů	1910 ... 2500 l/min
provozní médium	stlačený vzduch podle ISO8573-1:2010 [7:4:4]
upozornění pro provozní a ovládací médium	provoz s přímazáváním olejem je možný (v jiných režimech se vyžaduje)
teplota média	-10 ... 60 °C
max. utahovací moment	18 Nm
hmotnost výrobku	106 g
informace o materiálu závitové části	hliník legovaný pro tváření
upozornění k materiálu	ve shodě s RoHS
informace o materiálu těsnění	NBR
informace o materiálu uvolňovacího kroužku	PO M
informace o materiálu regulačního šroubu	mosaz
informace o materiálu klyněho přívodu	zinkový tlakový odlitek chromátovaný

**hadice z plastu
PUN-12x2-BL**

č. dílu: 159670

FESTO



katalogový list

parametr	hodnoty
vnější průměr	12 mm
poloměr ohybu relevantní průtoku	62 mm
vnitřní průměr	8 mm
min. poloměr ohybu	33 mm
provozní tlak závislý na teplotě	-0,95 ... 10 bar
provozní médium	stlačený vzduch podle IS 08573-1:2010 [7: - -]
okolní teplota	-35 ... 60 °C
povolení	TUV
hmotnost výrobku dle délky	0,0767 kg/m
barva	modrý
tvrdost Shore	D 52 +/- 3
upozornění k materiálu	prostě mědi a PTFE ve shodě s RoHS
informace o materiálu hadice	TPE-U (PU)

**kloubová hlavice
SGS-M27x2**

č. dílu: 10774

FESTO



katalogový list

parametr	hodnoty
velikost	M27x2
třída odolnosti korozi KBK	2
okolní teplota	-40 ... 150 °C
hmotnost výrobku	1,333 g
upozornění k materiálu	ve shodě s RoHS
informace o materiálu kloubové hlavice	ocel pozinkováno
informace o materiálu ložisk a kloubu	ocel PTFE
informace o materiálu matice	ocel pozinkováno

**kyvná příruba
SNCS-125**

č. dlu: 174403

FESTO



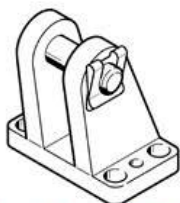
katalogový list

parametr	hodnoty
velikost	125
podle normy	ISO 15552 (dříve také VDMA 24652, ISO 6431, NF E49003.1, UNI 10290)
třída odolnosti korozi KBK	2
okolní teplota	-40 ... 150 °C
hmotnost výrobku	1,410 g
upozornění k materiálu	prostě mědi a PTFE ve shodě s RoHS
informace o materiálu upevnění	hliník legovaný pro tvárění
informace o materiálu ložisk a kloubu	ocel PTFE
informace o materiálu šroubů	ocel pozinkováno

ložiskové těleso LBG-125

č. dílu: 31767

FESTO



katalogový list

parametr	hodnoty
velikost	125
třída odolnosti korozi KBK	2
okolní teplota	-40 ... 150 °C
hmotnost výrobku	4,140 g
upozornění k materiálu	prostě mědi a PTFE ve shodě s RoHS
informace o materiálu upevnění	kuličková litina
informace o materiálu čepů	cementační ocel
informace o materiálu pojistky	pružinová ocel