

## Všeobecné podmínky pro provoz pneumatických obvodů

- při nasazování výrobků do provozu je zapotřebí dodržovat příslušná bezpečnostní pravidla, návody, doporučení a předepsané technické parametry (teplota, tlak a podobně)
- oblasti, které zůstávají pod tlakem i po uzavření přívodu vzduchu a odvzdušnění, se mají v pneumatických obvodech speciálně označit
- je nutné vzít v úvahu selhání výrobku, případně vznik nebezpečných situací, v důsledku nesprávného zacházení, stáří nebo poruchy
- doporučuje se označit zvláštním nápisem celé pneumatické obvody, u kterých je nezbytná vysoká opatrnost při opravárenských pracích
- na zařízeních, kde jsou namontovány pneumatické válce, se nedoporučuje provádět svářečské práce elektrickým obloukem
- koncoví uživatelé musí učinit dostatečná ochranná opatření k zamezení vzniku škod na materiálu a zdraví zaměstnanců

## Podmínky pro použití a provoz pneumatických válců

- demontáž jednočinných válců je nutné provádět velmi obezřetně, neboť uvnitř zabudovaná pružina je montována s předpětím
- pracovním médiem válců je upravený stlačený vzduch
- doporučujeme používat náš pneumatický olej pro přimazávání stlačeného vzduchu, případně některý olej ze seznamu doporučených olejů, pro obnovení trvalé tukové náplně použijte mazací tuk SAP-FML2A
- používání jiných než doporučených olejů vede k poškození O-kroužků a těsnění zabudovaných nejen ve válcích, ale i v ostatních zařízeních pneumatického obvodu
- pokud je rychlost vysouvání pístnice do  $1 \text{ ms}^{-1}$  není nutné stlačený vzduch přimazávat; pokud je rychlost vyšší, doporučujeme stlačený vzduch přimazávat pomocí maznice a pneumatických olejů (viz výše); rovněž doporučujeme stlačený vzduch přimazávat v případě, že stlačený vzduch má rosný bod pod  $-20^\circ\text{C}$
- pro těžké pracovní podmínky a do agresivního prostředí je možné na válcích provést speciální povrchovou úpravu nebo vyrobit pístnici z nerezového materiálu, případně chránit pístnici krycí prachovkou
- po dohodě s technickým oddělením naší společnosti je možné provést další speciální konstrukční úpravy válců či změny v materiálech O-kroužků a těsnění dle požadavků zákazníka
- je nutné dodržet správnou montáž válců a správné vedení pístnice bez účinků bočních sil na pístnici (mimo provedení, které jsou výslovně určeny pro zachycení bočních sil jako například válce s lineárním vedením H)
- při velkých rychlostech pístnic válců s velkou zátěží doporučujeme použít externí tlumiče rázů, čímž se podstatně prodlouží životnost celého zařízení

## Tolerance zdvihu pneumatických válců

Zdvih válců může mít podle norem DIN ISO 6431, DIN ISO 6432 a VDMA 24562 kladnou odchylku od požadované hodnoty. Tato odchylka je dána výrobními tolerancemi a liší se podle průměru válce a zdvihu takto:

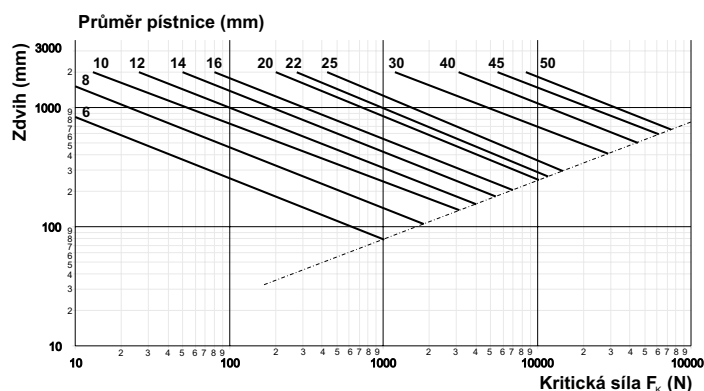
Norma	Průměr pístu válce [mm]	Zdvih [mm]	Přípustná odchylka zdvihu [mm]
DIN ISO 6432	8, 10, 12, 16, 20, 25	0 až 500	+1,5
DIN ISO 6431 VDMA 24562 NF E 49003.1	32, 40, 50	0 až 500	+2,0
		501 až 1250*	+3,2**
	63, 80, 100	0 až 500	+2,5
		501 až 1250*	+4,0**
	125, 160, 200, 250, 320	0 až 500	+4,0
		501 až 1250*	+5,0**

\*) U zdvihů větších než 1250 mm záleží přípustné odchylky na dohodě mezi výrobcem a zákazníkem

\*\*) Tato hodnota není v normě VDMA 24562, resp. NF E 49003.1 uvedena a uvedená hodnota platí pouze pro normu DIN ISO 6431

## Kritická pevnost na pístní tyči (vzpěrová pevnost)

U velkých zdvihů je zapotřebí zkontrolovat, zda nedojde k překročení pevnosti ve vzpěru, i když by podle průměru pístu válec zatížení snesl. Rychlou kontrolu můžete provést odečtením z následujícího grafu:



Pro přesné určení kritické síly použijte následující vztah (kritická síla  $F_k$  pak musí být vyšší než zatížení, aby nedošlo k poškození pístní tyče):

kde:  $F_k$  je kritická síla na pístnici válce [N]

$E$  je modul pružnosti  $2,1 \cdot 10^5$  MPa

$J$  je kvadratický moment průřezu [mm<sup>4</sup>]

$$F_k = \frac{\pi^2 \times E \times J}{l^2 \times k}$$

$l$  je kritická délka (=dvojnásobek zdvihu) [mm]

$k$  je součinitel bezpečnosti (v praxi obvykle 4)

## Podmínky pro použití a provoz pneumatických rozvaděčů

- při uvedení zařízení do provozu je nutné mít na paměti, že rozvaděče mohou mít nedefinované spínací polohy, čímž může dojít k nekontrolovaným pohybům
- při nasazení 5/3 rozvaděčů nebo zpětných ventilů do řídicích systémů je nutné mít na paměti, že některé dílčí oblasti mohou nadále zůstat pod tlakem; z tohoto důvodu je nezbytná vysoká opatrnost při opravárenských pracích
- je nutné dodržovat uvedená technická data, zejména tlak vzduchu, jeho čistotu a napětí na elektromagnetech
- odvodušňovací otvory v rozvaděčích by měly být opatřeny tlumiči hluku, aby se předešlo vniknutí nečistot do rozvaděče
- rozvaděče a ventily je možné provozovat jak na suchý, tak na mazaný vzduch (blíže viz. vlastnosti upraveného stlačeného vzduchu)

Označování vstupních a výstupních otvorů na rozvaděčích:

Otvor	Označení podle ISO 5599	Označení podle DIN*	Označení podle ANSI*
přívod stlačeného vzduchu	1	P	P
pracovní větev	2	A	B
odvětrání	3	R	EB
pracovní větev	4	B	A
odvětrání	5	S	EA
ovládání	12	Z	CA
ovládání	14	Y	CB

\*) Označování písmeny se v dnešní době již nepoužívá

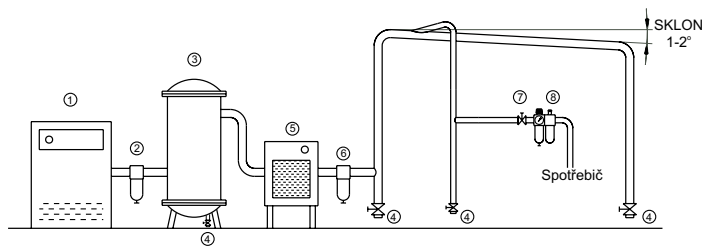
## Ochrana kontaktů při použití elektromagnetických cívek

Elektromagnetická cívka je cívka, která se brání každé změně napětí. Tím je možné že při přivedení nebo odebrání napětí z kontaktů cívky se vytvoří napěťová špička, nebo elektrický oblouk. Při tom by mohlo dojít k proražení izolace nebo k opálení kontaktů. Existují přinejmenším čtyři způsoby, jak je možné toto nebezpečí eliminovat:

- sériové zapojení RC obvodu, hodnoty odporu a kondenzátoru je nutné určit konkrétně pro danou aplikaci
- pro stejnosměrné napětí kde je zaručena polarita je možné použít diodu, jejíž hodnota se musí určit pro konkrétní aplikaci
- pro střídavé i stejnosměrné napětí je možné použít Zenerovu diodu, jejíž hodnota se musí určit pro konkrétní aplikaci
- pro střídavé i stejnosměrné napětí je možné použít varistor, ten se dodává zabudovaný v konektoru k rozvaděči (viz příslušenství příslušného rozvaděče)

## Rozvod stlačeného vzduchu

Provozní spolehlivost a životnost pneumatických obvodů podstatně závisí na kvalitě přiváděného stlačeného vzduchu. Nečistoty jako okuje, rez, prach a vlhkost vzduchu zvyšují míru povrchového opotřebení součástí a těsnění, čímž se snižuje hospodárnost a životnost pneumatických prvků. Kromě toho má na prvky v obvodu neblahý účinek i kolísání tlaku vlivem zapínání a vypínání kompresoru, nebo nepravidelnou spotřebou vzduchu. Aby byly nepříznivé účinky těchto vlivů potlačeny, musí být v každém zařízení použity jednotky pro úpravu stlačeného vzduchu. Jednotky pro úpravu stlačeného vzduchu mohou být složeny z několika modulů, čímž je možné vyhovět veškerým požadavkům na stav dodávaného vzduchu do obvodu.



### Příklad rozvodu stlačeného vzduchu

Stlačený vzduch z kompresoru prochází hrubým filtrem do tlakové nádoby. Odtud je veden přes sušičku vzduchu do dalšího filtru, který by měl zachytávat nečistoty uvolněné z tlakové nádoby a sušičky. Sušička se používá jen v opodstatněných případech. Následuje vlastní rozvod vzduchu pomocí plastových nebo kovových trubek, přičemž potrubí by mělo mít spád 1-2° pro odtok případně z kondenzované vody. Jednotlivé odbočky ke spotřebičům by měly vycházet z hlavního rozvodu šikmo nahoru. Pokud má spotřebič prudké rázy při odběru stlačeného vzduchu, je vhodné mezi hlavní rozvod a spotřebič umístit ještě další menší tlakovou nádobu, pomocí které by se rázy při odběru vzduchu vyrovnaly. Dále je připojena jednotka na úpravu vzduchu nebo jen některé moduly a odtud se vzduch veden přímo do spotřebiče.

### Legenda:

- 1) kompresor
- 2) hrubý filtr
- 3) tlaková nádoba
- 4) vypouštění kondenzátu
- 5) sušička
- 6) filtr
- 7) uzavírací ventil
- 8) jednotka na úpravu vzduchu

## Upravený stlačený vzduch

Upravený stlačený vzduch = filtrovaný vzduch zbavený pevných částic a kapalin, případně přimazaný.

Vzhledem k tomu, že všechny námi vyrobené pneumatické prvky jsou již při výrobě namazány speciálním mazacím tukem, není již zapotřebí tyto prvky při běžném provozu přimazávat. Doporučujeme však pravidelně kontrolovat stav trvalé tukové náplně a při zjištění úbytku mazacího filmu tukovou náplň obnovit. Takto namazané prvky však nesmí být vystaveny proniknutí vody či oleje do obvodu. Došlo by k vypláchnutí trvalé tukové náplně, která by poté musela být obnovena, nebo by vzduch musel být přimazáván. Speciální mazací tuk vhodný pro vytvoření trvalé tukové náplně je k dispozici v obchodním oddělení naší společnosti.

Pokud se však jedná o namáhaný a zatížený obvod, doporučujeme vzduch přimazávat pneumatickým olejem pro zvýšení životnosti pneumatických prvků.

Provozní spolehlivost a životnost pneumatických obvodů závisí mimo jiné i na kvalitě přiváděného stlačeného vzduchu.

Nečistoty a vlhkost v něm obsažené zvyšují míru povrchového

opotřeбенí součástí a těsnění, čímž se snižuje hospodárnost a životnost pneumatických prvků. Úprava stlačeného vzduchu se tedy skládá z odstranění kapalin (zejména vody a oleje), vhodně dimenzované filtrace tuhých nečistot a případného přimazání olejem.

Vzduch po úpravě musí být tak čistý, aby nezpůsobil poruchu pneumatických prvků a následně škodu na zařízení. Zařazením filtru do obvodu však snižujeme maximální průtok, protože filtr je v podstatě odpor, který brání průtoku vzduchu. Filtr by tedy měl mít takový filtrační element, aby výsledkem byla dostatečná čistota s ohledem na hospodárnost obvodu. Je-li vyžadována vysoká kvalita stlačeného vzduchu, měl by se vzduch filtrovat v několika stupních. Pokud bychom zařadili do obvodu pouze jemný filtr, který nám požadovanou kvalitu zajistí, musíme počítat s podstatným zkrácením jeho doby životnosti.

Kvalita stlačeného vzduchu se vyjadřuje jakostními třídami, které jsou popsány v normě ČSN ISO 8573-1. Zde jsou také stanoveny přípustné hodnoty nečistot odpovídající jednotlivým třídám.

### Jakostní třídy podle ČSN ISO 8573-1

Třída	Tuhé nečistoty		Max. tlakový rosný bod [°C]	Max. koncentrace oleje [mg/m <sup>3</sup> ]
	Max. velikost částic [µm]	Max. koncentrace [mg/m <sup>3</sup> ]		
1	0,1	0,1	-70	0,01
2	1	1	-40	0,1
3	5	5	-20	1
4	15	8	+3	5
5	40	10	+7	25
6	—	—	+10	—
7	—	—	nestanoven	—

### Doporučené použití jakostních tříd

Odvětví	Tuhé nečistoty		Voda		Olej	
	Max. třída	Max. velikost částic [µm]	Max. třída	Max. rosný bod [°C]	Max. třída	Max. koncentrace [mg/m <sup>3</sup> ]
pneumatické válce	5	40	4	+3	5	25
pneumatické rozvaděče	3 až 5	5 až 40	4	+3	5	25
jemné redukční ventily	3	5	4	+3	3	1
měřicí technika	2	1	4	+3	3	1
ostatní průmysl	5	40	3 až 7	-20 až +10 a více	3 až 5	1 až 25

## Montáž, obsluha a údržba prvků pro úpravu stlačeného vzduchu

Při montáži modulů je nutné věnovat pozornost směru průtoku vzduchu, který je vyznačen šipkami a/nebo nápisy IN (vstup) a OUT (výstup). Dále je třeba dodržet následující řazení modulů: uzavírací ventil, filtr, jemný filtr, redukční ventil, maznice. Nádobky jednotlivých modulů musí vždy směřovat svisle dolů. Maznice by měla být co možná nejbližší spotřebiči (max. 5 až 10 m).

Hladina zkondenzované vody v nádobce nesmí přesáhnout úroveň dna filtrační vložky, resp. vyznačené úrovně na nádobce. Pro odvod tohoto kondenzátu je na dně nádoby přípoj pro hadičku. Automaticky vypouštěč kondenzátu nevyžaduje prakticky žádnou údržbu, je-li ale v nádobce namontováno poloautomatické vypouštění kondenzátu, je nutné je použít vždy, když hladina nashromážděného kondenzátu dosáhne úrovně dna filtrační vložky resp. vyznačené úrovně na nádobce. Poloautomatické vypouštění kondenzátu automaticky vypustí kondenzát při poklesu vstupního tlaku pod 0,05 MPa. Poloautomatické vypouštění je možné aktivovat i ručně - buď je nádobka s vývodem opatřena tlačítkem, které po stisknutí začne kondenzát vypouštět, nebo je možné vývod zatlačit směrem do nádoby, což rovněž způsobí vypouštění kondenzátu. Pokud je znečištěna filtrační vložka, je nutné ji vyměnit. Při výměně filtrační vložky se filtr musí odpojit od přívodu stlačeného vzduchu, odejmout nádobku - pokud je na nádobce pojistka, je nutné ji stisknout a poté se nádobka pootočí a vytáhne směrem od filtru (bajonetové uchycení), pokud na nádobce pojistka není, je nutné nádobku zatlačit směrem dovnitř a poté pootočit a vytáhnout. Poté se odšroubuje usměrňovač proudu vzduchu (plastové kolečko pod filtrační vložkou) a filtr se vyjme. Při montáži filtrační vložky je postup opačný.

Pokud je použita maznice, musí se v ní neustále udržovat dostatečná hladina oleje. Minimální úroveň hladiny oleje je vyznačena na nádobce. Doplnění oleje se provádí buď přímo do nádoby při odpojení přívodu stlačeného vzduchu, nebo odšroubováním uzávěru na vrchní straně maznice a doplněním při provozu maznice. Při doplňování oleje do nádoby se maznice musí odpojit od přívodu stlačeného vzduchu, odejmout nádobku - pokud je na nádobce pojistka, je nutné ji stisknout a poté se nádobka pootočí a vytáhne směrem od filtru (bajonetové uchycení), pokud na nádobce pojistka není, je nutné nádobku zatlačit směrem dovnitř a poté pootočit a vytáhnout. Poté se do nádoby nalije olej a nádobka se opačným způsobem upevní zpět na maznici. Je nutné používat pouze předepsané oleje. Hladina oleje nesmí přesáhnout maximální úroveň vyznačenou na nádobce.

Nádobky, které jsou vyrobeny z polykarbonátu se mohou čistit pouze mýdlem a vodou. Na čištění žádných nádobek se nesmí použít rozpouštědla (alkohol), jinak dojde k popraskání nádobek, nebo ukazatelů stavu hladiny.

## Předepsané oleje pro mazání stlačeného vzduchu

V první řadě Vám důrazně doporučujeme používat náš olej objednáací číslo 2995 0101 0000 0000, jehož složení jsme pro tento účel speciálně navrhli. Jedná se o olej, který nepění, není agresivní k použitým těsnicím prvkům a má vhodné mechanické vlastnosti (viskozita atd.).

V případě potřeby můžete použít i následující oleje:

Dodavatel	Označení	Dodavatel	Označení
Stránský a Petržík	Pneumatický olej obj.č. 2995 0101 0000 0000	Fuchs	Renolin MR1, MR3
Shell	Tellus Ol 10	Optimol	Ultra 10
Mobil Oil	Velocite Oil No. 6	Agip	OSO10
BP	Energol HLP10	Elf	Spinelf 5, 10
Esso	Spinesso 10, Nutto H5, H10	Total	Azolla 10
Aral	Vitamol GF10, DE 10, Sumorol CM5, CM10	Fina	Cirkan 10

## Spotřeba stlačeného vzduchu

Výpočet spotřeby vzduchu pro pneumatický válec:

$$Q = Z \times (qp + qz) \times n \times 0,1$$

kde

Q je spotřeba vzduchu [l/min]

Z je zdvih [mm]

qp je spotřeba vzduchu na 10 mm zdvihu při vysouvání pístní tyče [l]

qz je spotřeba vzduchu na 10 mm zdvihu při zasouvání pístní tyče [l]

n je počet dvojjzdvihů (vysunutí a zasunutí) za minutu

Tabulka spotřeby vzduchu sp / sz [l] na 10 mm zdvihu:

Průměr pístu mm	Plocha pístu mm <sup>2</sup>		Pracovní přetlak (MPa)									
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
8	50	qp	0,0010	0,0015	0,0020	0,0025	0,0030	0,0035	0,0040	0,0045	0,0050	0,0055
	38	qz	0,0007	0,0011	0,0015	0,0019	0,0023	0,0026	0,0030	0,0034	0,0038	0,0041
10	79	qp	0,0015	0,0024	0,0031	0,0039	0,0047	0,0055	0,0063	0,0071	0,0079	0,0086
	66	qz	0,0013	0,0020	0,0026	0,0033	0,0040	0,0046	0,0053	0,0059	0,0066	0,0073
12	113	qp	0,0023	0,0034	0,0045	0,0056	0,0067	0,0078	0,0089	0,01	0,0111	0,0123
	90	qz	0,0018	0,0027	0,0036	0,0045	0,0054	0,0063	0,0072	0,0081	0,009	0,0099
16	200	qp	0,004	0,006	0,008	0,01	0,012	0,014	0,016	0,018	0,02	0,022
	170	qz	0,0034	0,0051	0,0068	0,0085	0,012	0,0119	0,0136	0,0153	0,017	0,0187
20	314	qp	0,0063	0,0094	0,0126	0,0157	0,0188	0,022	0,0251	0,0283	0,0314	0,0345
	260	qz	0,0052	0,0078	0,0104	0,013	0,0156	0,0182	0,0208	0,0234	0,026	0,0288
25	491	qp	0,0098	0,0147	0,0196	0,0245	0,0295	0,0344	0,0393	0,0442	0,0491	0,054
	410	qz	0,0082	0,0123	0,0164	0,0205	0,0246	0,0287	0,0328	0,0369	0,041	0,0451
32	804	qp	0,016	0,024	0,032	0,04	0,048	0,056	0,064	0,072	0,08	0,088
	691	qz	0,014	0,021	0,028	0,035	0,042	0,049	0,056	0,063	0,07	0,076
40	1256	qp	0,025	0,038	0,05	0,063	0,076	0,088	0,1	0,113	0,126	0,138
	1002	qz	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11
50	1963	qp	0,039	0,059	0,079	0,089	0,118	0,137	0,157	0,177	0,196	0,216
	1708	qz	0,034	0,051	0,068	0,085	0,102	0,12	0,137	0,154	0,17	0,188
63	3116	qp	0,062	0,093	0,125	0,156	0,187	0,218	0,249	0,28	0,312	0,343
	2726	qz	0,055	0,072	0,109	0,136	0,164	0,191	0,218	0,245	0,273	0,3
80	5024	qp	0,1	0,15	0,2	0,25	0,301	0,351	0,402	0,452	0,502	0,552
	4644	qz	0,093	0,139	0,186	0,232	0,279	0,325	0,372	0,418	0,464	0,51
100	7850	qp	0,157	0,236	0,314	0,382	0,471	0,549	0,628	0,706	0,785	0,862
	7144	qz	0,143	0,214	0,286	0,357	0,429	0,5	0,571	0,643	0,714	0,786
125	12266	qp	0,245	0,368	0,49	0,613	0,736	0,859	0,981	1,104	1,226	1,349
	11559	qz	0,231	0,347	0,462	0,578	0,694	0,809	0,925	1,04	1,156	1,272
160	20096	qp	0,402	0,603	0,804	1,005	1,206	1,407	1,608	1,809	2,01	2,211
	18840	qz	0,377	0,565	0,754	0,942	1,13	1,319	1,507	1,696	1,884	2,072
200	31400	qp	0,628	0,942	1,256	1,57	1,884	2,198	2,512	2,826	3,14	3,454
	30144	qz	0,603	0,904	1,206	1,507	1,808	2,11	2,412	2,713	3,014	3,316
250	49063	qp	0,981	1,473	1,964	2,455	2,946	3,437	3,928	4,419	4,91	5,401
	47100	qz	0,942	1,413	1,884	2,355	2,826	3,297	3,768	4,239	4,71	5,181
320	80425	qp	1,609	2,413	3,217	4,021	4,826	5,630	6,434	7,238	8,042	8,847
	77308	qz	1,546	2,319	3,092	3,865	4,639	5,412	6,185	6,958	7,731	8,504

*Doporučené průtoky stlačeného vzduchu [l/min] v závislosti na tlaku:*

Tlak [MPa]	Velikost připojení					
	G1/8"	G1/4"	G3/8"	G1/2"	G3/4"	G1"
0,2	126	227	357	797	1416	2213
0,4	212	377	593	1328	2361	3689
0,6	297	529	826	1860	3306	5163
0,8	382	680	1062	2391	4250	6640
1,0	468	830	1299	2923	5194	8115

Údaje o průtoku se vztahují na normalizovaný stav daný pro teplotu 20°C a tlak 0,1 MPa. Pro výpočet se předpokládala rychlost proudění 25 ms<sup>-1</sup>.

## Síla na pístní tyči pneumatického válce

*Výpočet síly na pístní tyči pneumatického válce:*

$$F = (S_p \text{ (nebo } S_z) \times p) - T$$

kde

F je síla na pístní tyči pneumatického válce [N]

S<sub>p</sub> je plocha pístu při vysouvání pístní tyče [mm<sup>2</sup>]

S<sub>z</sub> je plocha pístu při zasouvání pístní tyče [mm<sup>2</sup>]

p je pracovní tlak [MPa]

T je třecí síla (v praxi obvykle okolo 10%)

*Tabulka vysouvací síly na pístní tyči pneumatického válce [N]*

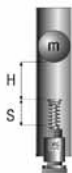
Průměr pístu [mm]	Pracovní tlak [MPa]											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
8	4,5	9,0	13,6	18,1	22,6	27,1	31,7	36,2	40,7	45,2	49,8	54,3
10	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	70,7	77,8	84,8
12	10,2	20,4	30,5	40,7	50,9	61,1	71,2	81,4	91,6	102	112	122
16	18,1	36,2	54,3	72,4	90,5	109	127	145	163	181	199	217
20	28,3	56,5	84,8	113	141	170	198	226	254	283	311	339
25	44,2	88,4	133	177	221	265	309	353	398	442	486	530
32	72,4	145	217	290	362	434	507	579	651	724	796	869
40	113	226	339	452	565	679	792	905	1018	1131	1244	1357
50	177	353	530	707	884	1060	1237	1414	1590	1767	1944	2121
63	281	561	842	1122	1403	1683	1964	2244	2525	2805	3086	3367
80	452	905	1357	1810	2262	2714	3167	3619	4071	4524	4976	5429
100	707	1414	2121	2827	3534	4241	4948	5655	6362	7068	7775	8482
125	1104	2209	3313	4418	5522	6627	7731	8835	9940	11044	12149	13253
160	1810	3619	5429	7238	9048	10857	12667	14476	16286	18095	19905	21714
200	2827	5655	8482	11309	14137	16964	19791	22619	25446	28274	31101	33928
250	4418	8835	13253	17671	22089	26506	30924	35342	39760	44177	48595	53013
320	7238	14476	21714	28952	36190	43428	50666	57904	65142	72380	79618	86856

## Výpočet hydraulického tlumiče energie

K výpočtu je nutné znát pět základních hodnot:

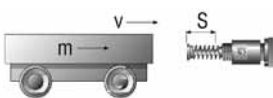
- hmotnost zastavovaného systému  $m$  (kg)
- rychlost pohybu  $v$  (m/s)
- další síly působící na hmotu, např. hnací síla  $F$  (N)
- počet cyklů za hodinu  $X$  (1/h)
- počet paralelně řazených hydraulických tlumičů energie

### Volně padající hmota



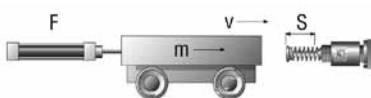
- $W_k = m \cdot g \cdot H$
- $W_A = m \cdot g \cdot S$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$
- $v = v_e = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$

### Hmota bez hnací síly



- $W_{kg} = \frac{m \cdot v^2}{2}$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $v = v_e$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

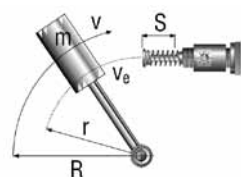
### Hmota s hnací silou



Pohyb dolů:  $W_A = (F + m \cdot g) \cdot S$   
 Pohyb nahoru:  $W_A = (F - m \cdot g) \cdot S$

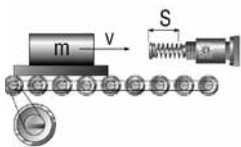
- $v_e = \frac{v}{K_1}$
- $W_k = \frac{m \cdot v_e^2}{2}$
- $W_A = F \cdot S$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

### Otáčející se hmota s hnacím momentem



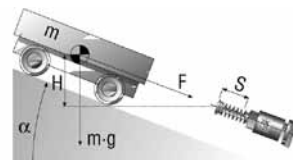
- $W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{J \cdot \omega^2}{2}$
- $W_A = \frac{M \cdot S}{r}$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $v_e = r \cdot \omega = \frac{v \cdot r}{R}$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

### Hmota na poháněné válečkové trati



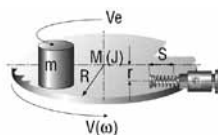
- $W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$
- $W_A = m \cdot g \cdot S \cdot \mu$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $v = v_e$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

### Hmota na šikmé ploše



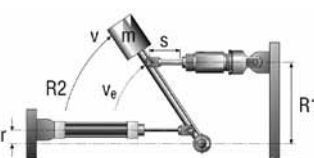
- $W_k = m \cdot g \cdot H$
- $W_A = m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot S$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $v = v_e = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

### Otočný stůl s hnacím momentem



- $W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{J \cdot \omega^2}{2}$
- $W_A = \frac{M \cdot S}{r}$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $v_e = r \cdot \omega = \frac{v \cdot r}{R}$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

### Otáčející se hmota s hnací silou



- $W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$
- $W_A = \frac{M \cdot S}{R_1} = \frac{F \cdot r \cdot S}{R_1}$
- $W_{kg} = W_k + W_A$
- $W_{kg/h} = W_{kg} \cdot X$
- $v_e = R_1 \cdot \omega = \frac{v \cdot R_1}{R_2}$
- $m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$

### Vzorce

Efektivní hmotnost	Zpětná síla	Čas zpomalení
$m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v_e^2}$	$F_G = \frac{W_{kg} \cdot 1.2^*}{S}$	$t = \frac{2 \cdot S}{v_e} \cdot 1.2^*$
	Zpomalení	Zdvih tlumiče
	$a = \frac{v^2}{2 \cdot S} \cdot 1.2^*$	$S = \frac{v^2}{2 \cdot a} \cdot 1.2^*$

\*) Výpočet pro optimální nastavení. Použijte bezpečnou rezervu!

### Použité veličiny a proměnné

$W_k$ [Nm]	kinetická energie	$K_1$ [1]	opr. součinitel pro pneum. válec $K_1=0,65$
$W_A$ [Nm]	energie hnací síly	$M$ [Nm]	hnací moment
$W_{kg}$ [Nm]	celková energie	$R, r$ [m]	poloměry
$W_{kg/h}$ [Nm·h <sup>-1</sup> ]	celková energie za 1 hodinu	$H$ [m]	výška
$m$ [kg]	hmotnost	$g$ [m·s <sup>-2</sup> ]	gravitační zrychlení
$m_e$ [kg]	efektivní hmotnost	$J$ [kg·m <sup>2</sup> ]	moment setrvačnosti
$v$ [m·s <sup>-1</sup> ]	nárazová rychlost	$\omega$ [s <sup>-1</sup> ]	úhlová rychlost
$v_e$ [m·s <sup>-1</sup> ]	efektivní rychlost	$\mu$ [1]	koefficient tření (ocel=0,2)
$X$ [h <sup>-1</sup> ]	počet cyklů za 1 hodinu	$a$ [°]	úhel
$S$ [m]	zdvih tlumiče	$\alpha$ [m·s <sup>-2</sup> ]	zrychlení / zpomalení
$F$ [N]	hnací síla	$t$ [s]	čas zpomalení
$F_p$ [N]	síla pneumatického válce	$F_G$ [N]	zpětná síla

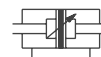
## Výběr schematických značek pneumatických prvků podle DIN ISO 1219

### Pohony, zdroje tlaku a podtlaku

Válec jednočinný bez pružiny



Válec dvojitý s průběžnou pístní tyčí s nastavitelným tlumením v koncových polohách s magnetickým pístem



Válec jednočinný s pružinou



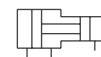
Válec rotační



Válec dvojitý



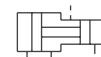
Multiplikátor pneumatický



Válec dvojitý s průběžnou pístní tyčí



Multiplikátor pneumohydraulický



Válec dvojitý s nastavitelným tlumením v koncových polohách



Kompresor



Válec dvojitý s nastavitelným tlumením v koncových polohách s průběžnou pístní tyčí



Vývěva



Válec dvojitý s nastavitelným tlumením v koncových polohách s magnetickým pístem

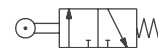


### Rozvaděče

2/2 ručně ovládaný



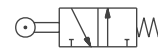
3/2 s kladičkou NC



2/2 elektricky ovládaný NC



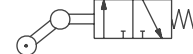
3/2 s kladičkou NO



2/2 elektricky ovládaný NO



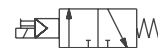
3/2 se zpětnou kladičkou NC



3/2 ručně ovládaný



3/2 nepřímo elektromagneticky ovládaný NC



3/2 s páčkou



3/2 nepřímo elektromagneticky ovládaný NO



3/2 s tlačítkem



5/2 s páčkou



3/2 nožní



5/2 s tlačítkem



3/2 pneumaticky ovládaný monostabilní



5/2 nožní



3/2 pneumaticky ovládaný bistabilní



5/2 pneumaticky ovládaný monostabilní



5/2 nepřímo elektromagneticky ovládaný monostabilní



5/3 s páčkou s uzavřenou střední polohou NC



5/2 nepřímo elektromagneticky ovládaný bistabilní



5/3 s páčkou s otevřenou střední polohou NO



5/3 nepřímo elektromagneticky ovládaný s uzavřenou střední polohou NC



5/3 nepřímo elektromagneticky ovládaný s otevřenou střední polohou NO



**Rozvaděče - obecně**

2 polohy



ovládání zpětnou kladkou



3 polohy



elektromagnetické přímé ovládání



manuální ovládání obecné



ovládání tlakem vzduchu



ovládání tlačítkem



ovládání podtlakem



ovládání páčkou



pomocné ovládání tlakem



ovládání nožní (pedál)



elektromagnetické nepřímé ovládání



ovládání narážkou


 elektromagnetické nepřímé ovládání  
s ručním pomocným ovládáním


ovládání pružinou



aretace pro 3 polohy



ovládání kladkou


**Úprava vzduchu**

filtr



sušička



odlučovač



maznice



automatický odlučovač


 kompletní jednotka (filtr, redukční ventil,  
maznice) zjednodušeně


automatický odlučovač s filtrem



redukční ventil


**Vedení a šroubení**

hlavní rozvod



manometr



ovládací rozvod



zdroj stlačeného vzduchu



pomocný rozvod



ohebná (spirálová hadice)



škrticí ventil jednosměrný



křížení s propojením



škrticí ventil obousměrný



rychlospojka



tlakový přepínač



otočné spojení jednocestné



jednosměrný ventil



otočné spojení dvojcestné



jednosměrný ventil řízený



tlumič hluku



OR disjunkce (logické „nebo“)



rychloodvzdušňovací ventil



AND konjunkce (logické „a zároveň“)



tlaková nádoba

