

2. Úvod do pneumatiky

↔ Pneumatika se zabývá využíváním stlačeného vzduchu

2.2. Vlastnosti stlačeného vzduchu

Plyn

↔ je skupenství látek, kdy částice jsou daleko od sebe, volně se pohybují a nepůsobí na sebe přitažlivou silou

↔ je stlačitelný

↔ uzavřený plyn působí **stejným tlakem** na všechny stěny nádoby - využívá se toho při přenosu síly

Vzduch

↔ je směs plynů tvořící plynný obal Země - atmosféru

↔ nejvíce je zastoupen dusík, kyslík, argon, CO₂

↔ kromě toho obsahuje vodní páru a rozptýlené částice (prach, pyl, mikroorganismy)

2.2.1. Tlak

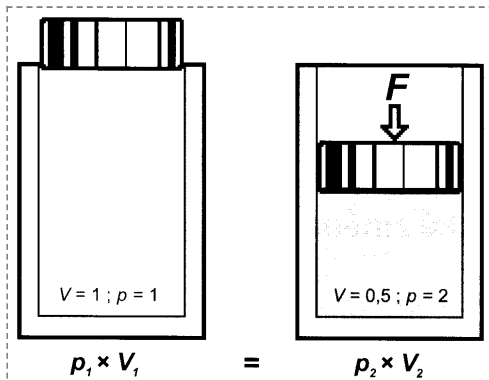
↔ je síla rozložená na plochu

$$p = F/S \text{ [Pa]}$$

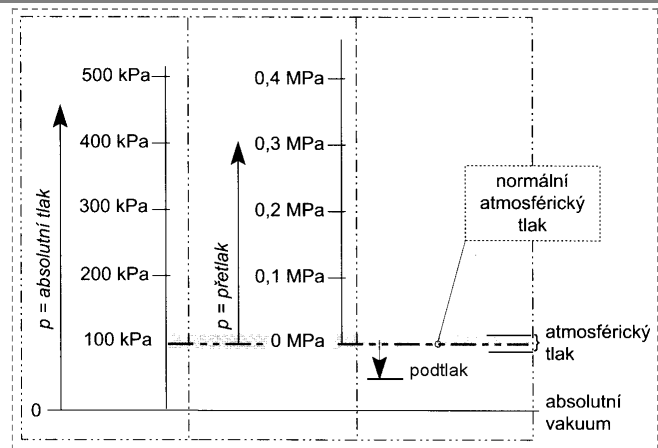
Jednotky tlaku -

100000 Pa = 1000 hPa = 100 kPa = 0,1 MPa = 1 bar = 1000 mbar = asi 1 atmosféra

Závislost objemu a tlaku plynu



Atmosférický tlak



Závislost objemu plynu na tlaku za stálé teploty

↔ $p \cdot V = \text{konst.}$ ↔ součin tlaku a objemu plynu je konstantní (Boyle-Mariottův zákon)

↔ při zmenšení objemu plynu se jeho tlak zvětší (při zmenšení objemu na 1/2 se tlak zvětší dvakrát)

- a naopak - při zvětšení objemu se tlak snižuje

Atmosférický tlak (barometrický tlak)

↔ **tlak způsobený hmotností vzduchu** (na jednotlivé molekuly vzduchu působí gravitační síla Země)

↔ **čím je nadmořská výška větší, tím je atmosférický tlak menší** - sloupec vzduchu se směrem nahoru zmenšuje (na Mount Everestu v 8848 m je 330 hPa = podtlak, ve výšce 1000 km skoro nula)

↔ **Normální atmosférický tlak** ↔ tlak vzduchu v nulové nadmořské výšce při teplotě 15 °C:

$$p_n = 1013,25 \text{ hPa} = 0,1 \text{ MPa}$$

↔ **Přetlak** ↔ tlak, který je **větší** než normální atmosférický

↔ **Podtlak** ↔ vakuum - tlak **menší** než normální atmosférický – vyjadřuje se jako **záporné číslo**

2.2.2. Průtok

Bernoulliho rovnice průtoku	
$E_t + E_k = \text{konst.}$ $p_1 + \frac{1}{2} \rho \times v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho \times v_2^2$ <p>ρ = hustota protékajícího média</p>	
↔ Průtok Q	= objem vzduchu, který proteče daným průřezem za jednotku času [l/min, l/s, m ³ /s, m ³ /h]
↔ Proudící tekutina má ve zmenšeném průřezu	větší rychlost, ale menší tlak
↔ Použití - trysky karburátoru, průtokoměry - měří se tlak před a za zúženým průřezem a výpočtem se stanoví průtok, podobně Pitotova trubice pro měření rychlosti letadel	

2.2.3. Vlhkost vzduchu

↔ obsah vodních par – má vliv na množství sražené vody (kondenzátu) při chlazení vzduchu v rozvodu
↔ Voda v pneumatickém rozvodu způsobuje korozi, vymývá mazivo - je nežádoucí

2.3. Vlastnosti pneumatiky

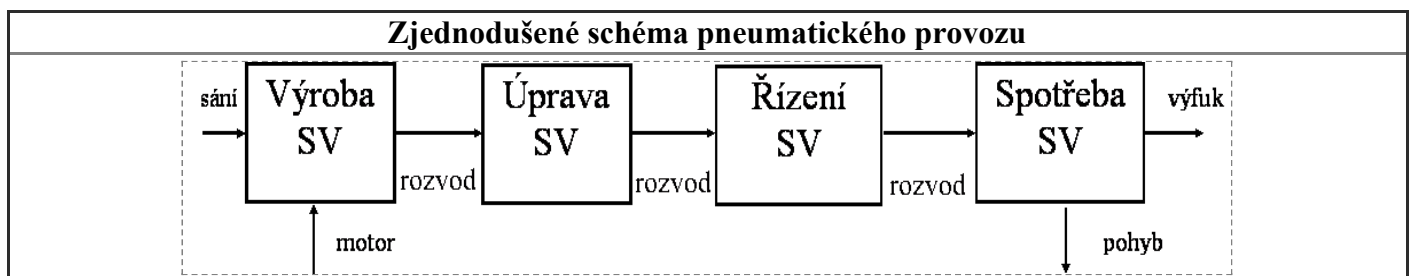
Výhody:

↔ skladování	↔ uchovávání stlačeného vzduchu v zásobnících
↔ odolnost zařízení proti přetížení	↔ zařízení se nezničí při zablokování pohybu – vzduch „pruží“
↔ rychlé pohyby	↔ (oproti hydraulice) – malá hmotnost pohyblivých částí, velká rozpínavost stlačeného vzduchu
↔ bezpečnost	↔ stlačený vzduch může být používán v prostorách se zvýšeným požárním nebezpečím a s nebezpečím výbuchu
↔ odvzdušnění	↔ není třeba odpadové větve rozvodu - odvzdušňuje se do ovzduší
↔ jednoduché řízení	↔ rychlost průtokem, síla tlakem vzduchu

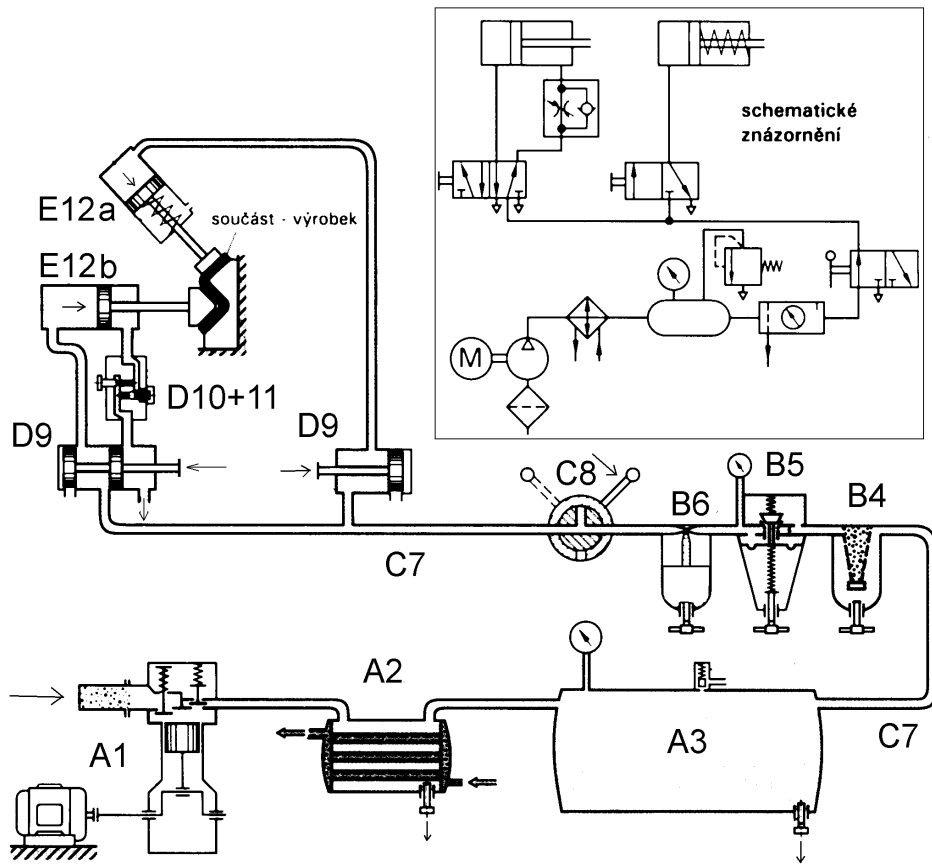
Nevýhody:

↔ menší síly	↔ (oproti hydraulice) - tlak ve válcích může být prakticky jen do 10 barů = 1 MPa
↔ závislost na zatížení	↔ dynamika pohybu pohonů je závislá na zatížení
↔ pružnost vzduchu	↔ nelze dosáhnout rovnoměrného pomalého pohybu válců (jako u hydrauliky), nepřesné zastavování v mezipolohách
↔ hlučnost	↔ kompresory a vypouštěcí ventily
↔ ztráty netěsnostmi, vysoká cena	

2.4. Části pneumatického provozu



Příklad provozu s pneumatickými lisy



A) Výroba stlačeného vzduchu (kompresorová stanice),

1	kompressor	↔	zdroj stlačeného vzduchu poháněný motorem, na vstupu je filtr
2	chladič	↔	vodní, vzduchový - chladí vzduch ohřátý stlačením + odvádí sraženou vodu
3	zásobník	↔	pro uchování stlačeného vzduchu (vzdušník)

B) Úprava stlačeného vzduchu

4	filtr	↔	odstranění nečistot (rzi)
5	redukční ventil	↔	nastavení tlaku
6	maznice	↔	mazání vzduchu olejem

C) Rozvod stlačeného vzduchu

7	trubky	↔	spádované min. 1%, odbočky ke spotřebičům napojované shora, provozní přetlak 5-7 bar
8	ventily	↔	uzavírání průtoku

D) Řízení stlačeného vzduchu

9	cestné ventily	↔	řídí směr toku vzduchu - 3, 4, 5-cestné
10	škrtící ventily	↔	řídí průtok vzduchu a tím rychlost válců
11	zpětné ventily	↔	zajišťují průtok vzduchu jen jedním směrem

E) Spotřeba stlačeného vzduchu - pohony

12	válce	↔	mění tlakovou energii na přímočarý pohyb
			a) jednočinné (píst se vrací pružinou)
			b) dvojitě (vzduch se pouští střídavě na obě strany pístu)

4. Úprava stlačeného vzduchu

4.1. Chlazení vzduchu

↔	Vzduch zahřátý stlačováním se musí chladit , aby se z něj kondenzací odstranila vlhkost - odloučila voda a aby se zamezilo vznícení mazacího oleje
---	--

- ↔ **Vlhkost** ve vzduchu u pneumatických zařízení **způsobuje**: korozi, vymývá mazivo (tím způsobuje větší tření a opotřebení), také s olejem tvoří emulzi, která po ztvdnutí brání pohybu součástí (pístů, ventilů)
- ↔ Vzduch se chladí v rámci kompresoru nebo v samostatném chladiči
- ↔ Výstupní teplota vzduchu z chladiče je **10-15°C**, vzduch není úplně vysušený

Vodní chlazení	Vzduchové chlazení	Sušení vzduchu
1 - chlazený vzduch, 2 - chladicí voda, 3 - odlučovač kondenzátu	1 - chlazený vzduch, 2 - chladicí vzduch, 3 - ventilátor	1 - vysoušený vzduch, 2 - vysoušecí chemikálie, 3 - odlučovač vody

Typy chladičů:

a)	vodní	↔	vzduch se chladí ve výměníku , kde předává teplo obíhající chladicí kapalině (chladicí kapalina obíhá díky čerpadlu, teplo z chladicí kapaliny lze pak využít pro vytápění)
b)	vzduchové	↔	přes žebrované trubky se stlačeným vzduchem se profukuje ventilátorem vzduch

4.2. Vysoušení vzduchu (sušička)

- ↔ Vzduch se **vysouší**, pokud je třeba vodu odstranit úplně (např. pneumatické obvody v mrazárnách, u přesných měřicích přístrojů)

Způsoby vysoušení:

a)	kondenzační vysoušení	↔	pomocí ochlazení v „ledničce“ - vzduch se ochladí pod teplotu, kdy vodní páry kondenzují (+2°C), kondenzát se hromadí v odlučovači
b)	profukování vzduchu přes vysoušecí chemikálie	↔	tyto chemikálie (tzv. desikanty) bývají absorpční (pohlcující vlhkost - pórovité granule) nebo adsorpční (zachycující vlhkost na povrchu)

4.3. Zásobník stlačeného vzduchu (vzdušník)

- ↔ Uchovává **zásobu** stlačeného vzduchu, která zaručuje **plynulou dodávku** i při kolísavém odběru
- ↔ Vzduch se v něm také **ochlazuje** - vyzářuje teplo stěnou zásobníku
- ↔ Velikost zásobníku je volena podle spotřeby s potřebnou rezervou – čím je větší, tím jsou delší intervaly spínání kompresoru
- ↔ Provedení: ležaté, stojaté

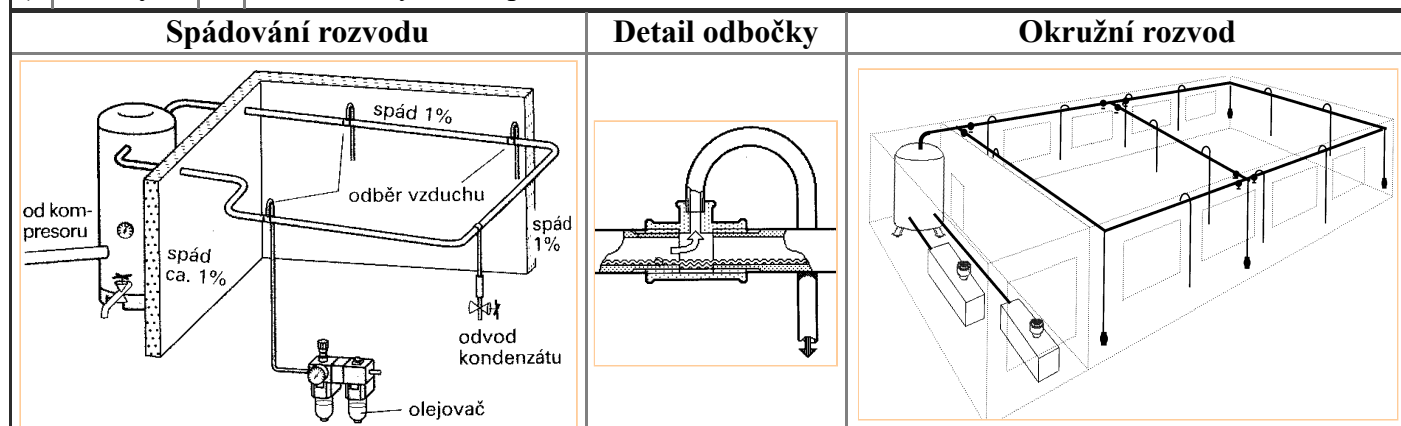
Vzdušník s příslušenstvím	Automatický odlučovač vody		Značky
		<p>1 vzduch</p> <p>2 sražená voda</p> <p>3 plovák s uzávěrem</p>	

Součásti vzdušníku (armatury):

1	tlakoměr (manometr)	↔	měřič tlaku v zásobníku - při poklesu tlaku se tlakovým spínačem zapíná kompresor
2	bezpečnostní přetlakový ventil	↔	při dosažení max. přípustného tlaku odpouští vzduch do atmosféry
3	odlučovač kondenzátu	↔	vlhkost ve vzduchu kondenzuje, voda stéká na dno a po dosažení určité hladiny se plovákovým ventilem automaticky odpouští

4.4. Rozvod stlačeného vzduchu**Prvky rozvodu:**

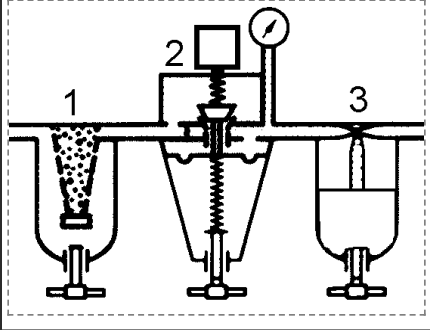
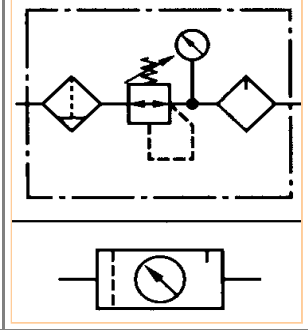
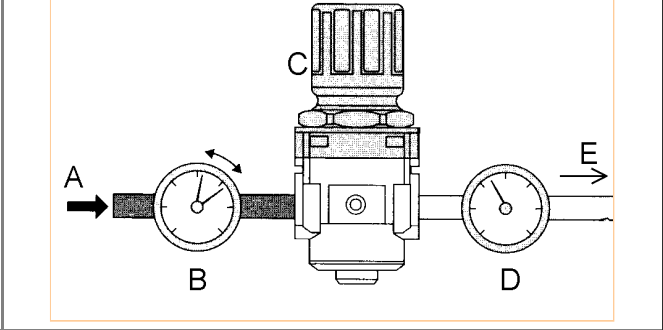
a)	trubky	↔	používají se ocelové bezešvé (spojení závity, svarem, přírubou) nebo také měď, mosaz (Cu+Zn), hliník (dražší, dobře tvarovatelné, nekorodují), plastové (PVC)
		↔	velikost se uvádí jako světlost v mm nebo palcích (= přibližně vnitřní průměr), závity – trubkový G, R (kuželový těsnící) – velikost v palcích, i metrický
b)	tlakové hadice	↔	tvarovatelné, snadná úprava délky, snadné přepojení, pro pohyblivé součásti – plastové - polyuretan, nylon, teflon (parametry - průměr, max. tlak, rozsah teplot)
c)	spojky	↔	pro spojení vedení – závitovými (šroubením – závity trubkové (G,R), případně metrické), nástrčnými
d)	tvarovky	↔	ke změně směru - kolena (oblouky), rozbočení (T, kříže), koncovky (záslepky)
e)	armatury	↔	pomocné součásti – uzavírací ventily, pojistné a ochranné (zpětné ventily, filtry), měřicí přístroje (manometr, teploměr)
f)	držáky	↔	také konzoly - části pro uložení

**Vlastnosti rozvodu:**

↔	Provozní tlak v rozvodech stlačeného vzduchu bývá obvykle 6-8 bar (tedy přetlak 5-7 bar)
↔	Hlavní rozvod stlačeného vzduchu by měl mít spád alespoň 1% (výška 1 cm na délce 1 m - kvůli odtékání vody) a v nejnižším místě výpustný ventil na kondenzovanou vodu – automaticky nebo ručně vypouštěný
↔	Kvůli stékající vodě musí být odbočky připojovány k hlavnímu rozvodu na horní straně jeho trubky
↔	Druhy rozvodů - uzavřený nebo okružní (dražší, ale výhodnější při opravách, kdy se uzavře jen část rozvodu)
↔	V rozvodu dochází k tlakovým ztrátám - např. odpor tvarovek, netěsnosti

4.5. Jednotka úpravy stlačeného vzduchu

↔	Umožňuje úpravu parametrů vzduchu podle potřeby spotřebiče = pneumatického zařízení (čištění, tlak, mazání)
↔	Umísťuje se co nejbližší ke spotřebiči
↔	Konstrukčně se provádí tak, že tvoří celek složený z modulů (stavebnice)

Jednotka úpravy vzduchu	Značky	Schéma regulace tlaku
		
1 - filtr, 2 - tlakový ventil, 3 - maznice, ,		A - kompresor, B - tlak v primárním okruhu, C - tlakový ventil, D - tlak v sekundárním okruhu, E - válec

4.5.1. Vzduchový filtr

<p>↔ Vzduch se čistí filtry, protože obsahuje drobné částice rzi z <i>povrchu trubek a armatur</i>, prachu, těsnění, které by mohly poškodit pneumatická zařízení (90% poruch pneumatických prvků je způsobeno nečistotami ve vzduchu)</p>
--

Provedení:

↔ Základní filtr	↔ odstraňuje hrubší nečistoty (nad 5 mikrometrů)
	↔ Činnost filtru:
	<p>↔ vzduch víří v nádobě filtru a větší nečistoty (rez, olej, voda) dopadají odstředivou silou na vnitřní stěnu a pak se hromadí na dně nádoby, ze kterého se odstraní výpustným ventilem</p> <p>↔ jemnější nečistoty pak zůstanou na stěnách filtrační vložky tvořené jemným kovovým sítem nebo ještě jemnějším materiálem – vložka se musí vyměňovat (při zvětšení tlakové ztráty)</p>
	↔ Filtry se montují vždy svisle (kvůli jímání nečistot)
↔ Mikrofiltr	↔ jemný filtr (vložka z papíru, textilních vláken, molitanu) pro odstranění oleje a nečistot nad 3 mikrometry, měl by být zařazen až za základní filtr

4.5.2. Regulační tlakový ventil

↔ Slouží pro nastavení pracovního tlaku pneumatického zařízení za ventilem (každé zařízení může vyžadovat jiný tlak)
↔ Přesněji udržuje konstantní tlak v rozvodu za ventilem nezávisle na kolísání tlaku v rozvodu před ventilem (tlak vzduchu před ventilem musí být větší než požadovaný tlak za ventilem)
↔ Tlak lze kontrolovat tlakoměrem a nastavovat otočným ovladačem

4.5.3. Olejovač (rozprašovací maznice)

↔ Slouží k přimazávání vzduchu olejem – některá pneumatická zařízení to vyžadují
↔ Proudící vzduch v olejovači nasává ve zúženém místě podtlakem olej z nádoby, který se v něm rozprašuje – vzniká aerosol (podobně jako v karburátoru)
↔ Množství oleje lze řídit šroubem – škrtícím ventilem

Opakování - celkové schéma výroby a úpravy stlačeného vzduchu