

### 3. Výroba stlačeného vzduchu - kompresory

↔	Kompresory jsou stroje ke <b>stlačování</b> (kompresi) vzduchu, neboli zvýšení jeho tlaku
↔	Mění mechanickou energii motoru (otáčivého pohybu) na tlakovou energii vzduchu
↔	Jsou poháněny elektromotory nebo spalovacími motory ( <i>kteří mění elektrickou nebo tepelnou energii na mechanickou energii – otáčivý pohyb</i> )

#### Rozdělení kompresorů podle principu činnosti:

a)	<b>Pístové</b>	↔	vzduch se stlačuje přímočarým pohybem pístu
b)	<b>Rotační</b>	↔	lamelové, šroubové, Rootsovy – vzduch se stlačuje otáčivým pohybem rotoru
c)	<b>Turbínové</b>	↔	vzduch se otáčivým pohybem rotoru zároveň zrychluje (pro letecké motory)

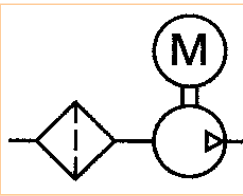
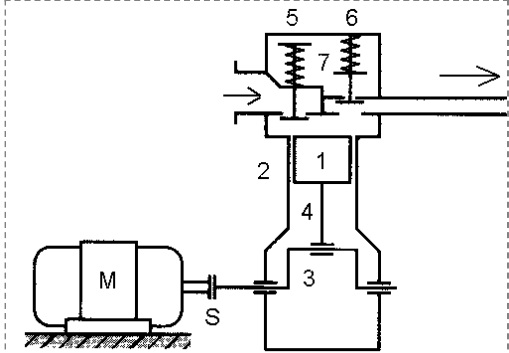
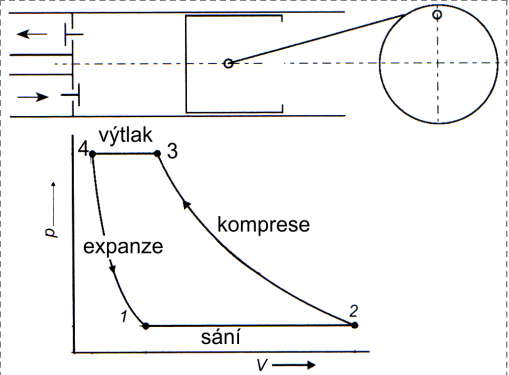
#### Příbuzná zařízení:

a)	<b>ventilátor</b>	↔	větrák - dopravuje vzduch malým přetlakem ( <i>jen málo jej stlačuje</i> ) – pro klimatizace, vytápění, chlazení, odsávání
b)	<b>ventilační turbína</b>	↔	ventilátor poháněný větrem (na střechách budov - LOMANCO)
c)	<b>dmýchadlo</b>	↔	slouží pro dodávku vzduchu pro spalování v tepelných zařízeních – topeniště kotlů, pece, výhně, také dříve u spalovacích motorů
d)	<b>turbodmýchadlo</b>	↔	dmýchadlo poháněné turbínou, která je poháněná výfukovými plyny - používá se pro přeplňování spalovacích motorů vzduchem v autech -
e)	<b>vývěva</b>	↔	slouží ke tvorbě podtlaku - vysává plyny z uzavřeného prostoru ( <i>používá se naopak zapojený kompresor nebo ejektor</i> )

### 3.1. Pístové kompresory

↔	Vzduch se stlačuje <b>zmenšením jeho objemu pístem</b> ve válci
↔	Pro přeměnu otáčivého pohybu motoru na přímočarý pohyb pístu se využívá <b>klikový mechanismus</b>

#### 3.1.1. Jednostupňový jednočinný pístový kompresor

Značka kompresoru	Části pístového kompresoru	Pracovní oběh pístového kompresoru
		

#### Části pístového kompresoru:

<b>M</b>	<b>motor</b>	↔	elektromotor nebo spalovací
<b>S</b>	<b>spojka</b>	↔	spojuje hřídele a přenáší mezi nimi otáčivý pohyb
<b>1</b>	<b>píst</b>	↔	koná přímočarý vratný pohyb ve válci
<b>2</b>	<b>válec</b>	↔	vede píst
<b>3</b>	<b>kliková hřídel</b>	↔	točí se - je poháněna motorem, přenáší pohyb na ojnici
<b>4</b>	<b>ojnice</b>	↔	přenáší pohyb z klikovky na píst
<b>5</b>	<b>sací zpětný</b>	↔	pouští vzduch do válce, ale nepouští ven (otvírá se dovnitř válce), vzduch se nasává

	<b>ventil</b>		do kompresoru přes filtr - odděluje se prach a nečistoty
6	<b>výtlačný zpětný ventil</b>	↔	vypouští vzduch z válce, ale nepouští dovnitř (otvírá se ven z válce) - také se říká výfukový
7	<b>pružiny</b>	↔	urychlují vracení ventilů a udržují je dovnitř

### Pracovní oběh pístového kompresoru (viz diagram tlak-objem):

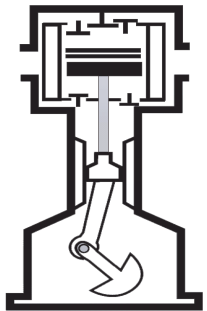
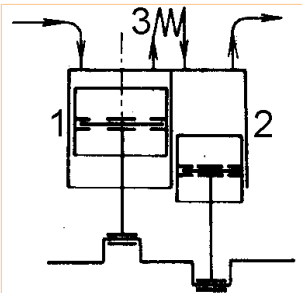
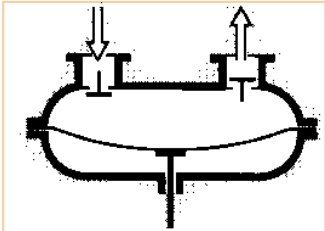
1-2	<b>Sání</b>	↔	píst jde od hlavy, <b>podtlakem</b> se otevře sací ventil, nad píst se <b>nasává</b> vzduch (zvětšuje se objem, tlak se nemění)
2-3	<b>Stlačování</b>	↔	<b>komprese</b> - píst jde k hlavě – ventily jsou zavřené, nad pístem se zmenšuje objem a <b>zvětšuje se tlak</b> vzduchu
3-4	<b>Výtlač</b>	↔	<b>přetlakem</b> se otevře výtlačný (výfukový) ventil a <b>vzduch se vytlačuje</b> z kompresoru, nad pístem zůstává (v mrtvém prostoru) zbytek vzduchu, který se nevytlačí
4-1	<b>Roztahování</b>	↔	<b>expanze</b> - píst jde od hlavy – ventily jsou zavřené, nad pístem se zvětšuje objem zbytku vzduchu a snižuje jeho tlak (vytváří se <b>podtlak</b> ), podtlakem se otevře sací ventil a začíná sání 1-2

### Vlastnosti:

↔	<b>jednostupňový</b>	↔	stlačení probíhá najednou v jednom válci
↔	<b>jednočinný</b>	↔	vzduch se stlačuje jen na jedné straně pístu
↔	<b>objemový výkon</b>	↔	nasávaný objem vzduchu za čas (za atmosférického tlaku) - také kapacita
↔		↔	$Q = S * H * q * n$ [l/min, m <sup>3</sup> /s, m <sup>3</sup> /h] ↔ $S$ je <b>plocha</b> pístu, $H$ je <b>zdvih</b> pístu, $q$ je <b>počet</b> válců, $n$ jsou <b>otáčky</b> kompresoru, $Q$ bývá do 100 m <sup>3</sup> /h
↔	<b>tlak</b>	↔	dosažitelný tlak na výstupu - do 7 bar
↔	<b>hlučnost</b>	↔	výstup vzduchu není plynulý (na výtlačku jsou tlakové rázy) - kompresor je hlučný
↔	<b>znečištění vzduchu</b>	↔	vzduch je znečištěný olejem z mazání
↔	<b>chlazení</b>	↔	stlačováním se vzduch zahřívá (existuje nebezpečí vznícení mazacího oleje) - kompresor se musí chladit - vzduchem (žebrováním a větrákem) nebo účinněji vodou
↔	<b>účinnost</b>	↔	Skutečné dodávané množství (objemový výkon) je nižší o objemové (netěsnosti) a tepelné ztráty

### 3.1.2. Jednostupňový dvojčinný pístový kompresor

↔	<b>dvojčinný</b>	↔	vzduch se stlačuje střídavě na <b>obou</b> stranách pístu (vyžaduje kvůli utěsnění pístní tyče <b>úplný klikový mechanismus</b> )
↔	<b>objemový výkon</b>	↔	dodává větší objemový výkon - vytlačuje vzduch při každém zdvihu pístu (má dvojnásobný počet ventilů)
↔	<b>hlučnost</b>	↔	má plynulejší výstup vzduchu

Jednostupňový dvojčinný pístový kompresor	Dvoustupňový pístový kompresor	Membránový kompresor
		
	1 1. stupeň	
	2 2. stupeň	
	3 chladič	

### 3.1.3. Dvoustupňový pístový kompresor

#### Vlastnosti:

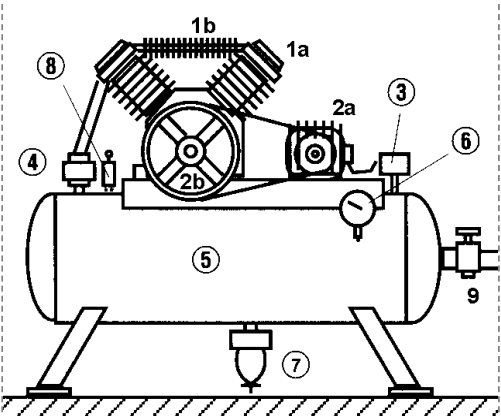
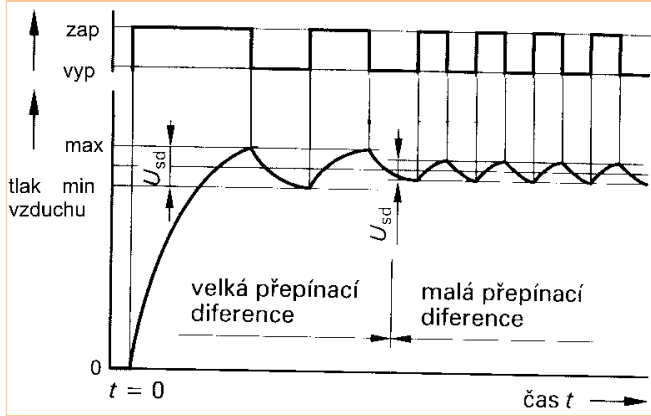
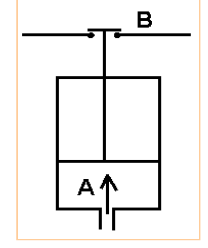
↔	<b>dvoustupňový</b>	↔	stlačování na konečný tlak probíhá postupně ve 2 válcích (stupních)
		↔	2. válec má menší objem – vzduch má po prvním stlačení menší objem
↔	<b>tlak</b>	↔	až 12 bar
↔	<b>chlazení</b>	↔	výstupní teplota vzduchu je přes 100°C, mezi prvním a druhým stupněm je chladič vzduchu – <i>teplo může být využito k vytápění</i>

### 3.1.4. Membránový kompresor

↔	Nasává a stlačuje vzduch <b>prohýbáním membrány</b> ( <i>místo pístu</i> ) - je vhodný jen pro malá množství plynu
↔	stlačený vzduch <b>neobsahuje olej</b> - využití např. v potravinářském průmyslu, zdravotnictví

### 3.1.5. Regulace kompresorů

↔	<b>Regulace</b>	↔	= udržování požadovaného tlaku stlačeného vzduchu ( <i>v zásobníku</i> ) při nerovnoměrné spotřebě vzduchu
---	-----------------	---	--

Sestava kompresoru	Diagram dvupolohové regulace	Tlakový spínač
		 <p>A - tlak vzduchu B - rozpínací kontakt</p>

**Sestava kompresoru:** 1a - kompresor, 1b - chladič, 2a - motor, 2b - převod + větrák, 3 - tlakový spínač, 4 - zpětný ventil, 5 - vzdušník, 6 - manometr, 7 - odlučovač kondenzátu, 8 - pojistný ventil, 9 - uzavírací ventil

#### a) Regulace změnou otáček kompresoru:

↔	otáčky motoru se plynule řídí (frekvenčním měničem) podle aktuálního tlaku
---	--

#### b) Dvupolohová regulace (zapnutí - vypnutí):

↔	při dosažení maximálního tlaku (vypínacího) v zásobníku se <b>tlakovým spínačem vypne</b> pohon kompresoru
↔	při poklesu tlaku pod minimální tlak (zapínací tlak = provozní tlak minus 0,2 až 0,4 bar) se pohon kompresoru <b>tlakovým spínačem zapne</b>

#### c) Regulace během naprázdno:

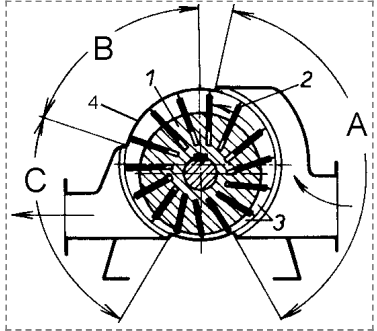
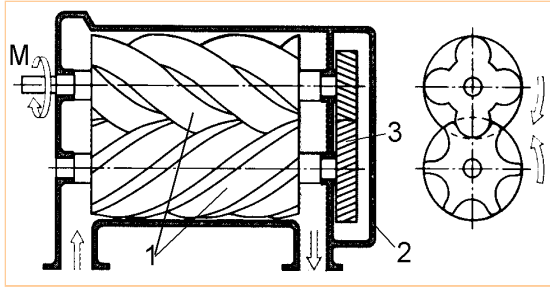
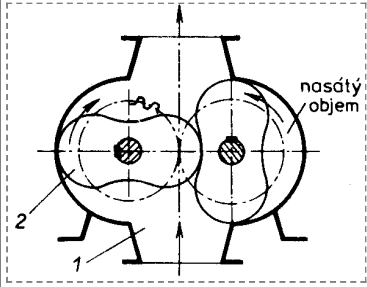
↔	<b>kompresor běží nepřetržitě</b> - při překročení max. tlaku se nechá sací zpětný ventil otevřený i při kompresi
↔	při poklesu tlaku pod min. tlak se sací ventil zase uvede do činnosti
↔	používá se u velkých kompresorů, které mají velké setrvačné hmoty

- existuje více způsobů praktického provedení - např. se může nechat sací ventil pořád zavřený
- **zpožděná dvupolohová regulace** - po určité době běhu naprázdno se kompresor může nechat zastavit

## 3.2. Rotační kompresory

↔	Vzduch se stlačuje otáčivým pohybem rotoru
↔	Mají plynulejší výstup vzduchu, vyšší otáčky, nemají ventily

- Přetlaky i přes 10 bar (pro tlak nad 7 bar jsou dvoustupňové s mezichladičem)

Lamelový kompresor	Šroubový kompresor	Kompresor Roots
		
A - sání, B - komprese, C - výtlač		1 - stator, 2 - rotor

### 3.2.1. Lamelový (křídlový, komorový) kompresor

#### Části:

1	<b>rotor</b>	↔ točí se, je uložen výstředně (excentricky)
2	<b>výsuvné lamely</b>	↔ také lopatky, křídla - vysouvají se z drážek rotoru odstředivou silou při otáčení a jsou přitlačovány ke stěně skříně, uzavírají vzduch do komor
3	<b>komory</b>	↔ <b>při sání (A) se komory mezi lamelami zvětšují, na výtlačné straně (B+C) se komory zmenšují</b>
4	<b>skříň</b>	↔ obsahuje sací a výtlačné hrdlo

#### Vlastnosti:

↔	<b>vzduch se musí mazat</b> vstřikováním oleje - před výstupem vzduchu se olej odstraňuje filtrem
↔	funkce oleje - maže (kvůli tření lamel o skříň), utěšňuje, odvádí teplo - chladí
↔	kompresor tvoří často celek se zásobníkem stlačeného vzduchu

### 3.2.2. Šroubový kompresor

#### Části:

1	<b>šrouby</b>	↔ také šneky - <b>rotory</b> s různým počtem šroubovitých <b>zubů</b> (na obr. 4+6) s velkým stoupáním
		↔ rotory do sebe svým profilem zubů zapadají a otáčí se proti sobě (otáčí se různými otáčkami)
		↔ rotory mají vysoké otáčky (až desítky tisíc/min.) - používá se převodovka dorychla
2	<b>skříň</b>	↔ obsahuje sací a výtlačný otvor
		↔ vzduch se dopravuje uzavřen v závitu mezi šrouby a skříní (princip mlýnku na maso)
3	<b>převod</b>	↔ zajišťuje otáčení rotorů v poměru podle počtu zubů (šroub s více zuby se točí pomaleji)

#### Vlastnosti:

↔	slouží pro velké objemové výkony (až stovky m <sup>3</sup> /hod.)
↔	mají dlouhou životnost a velkou spolehlivost, jsou tišší než pístové

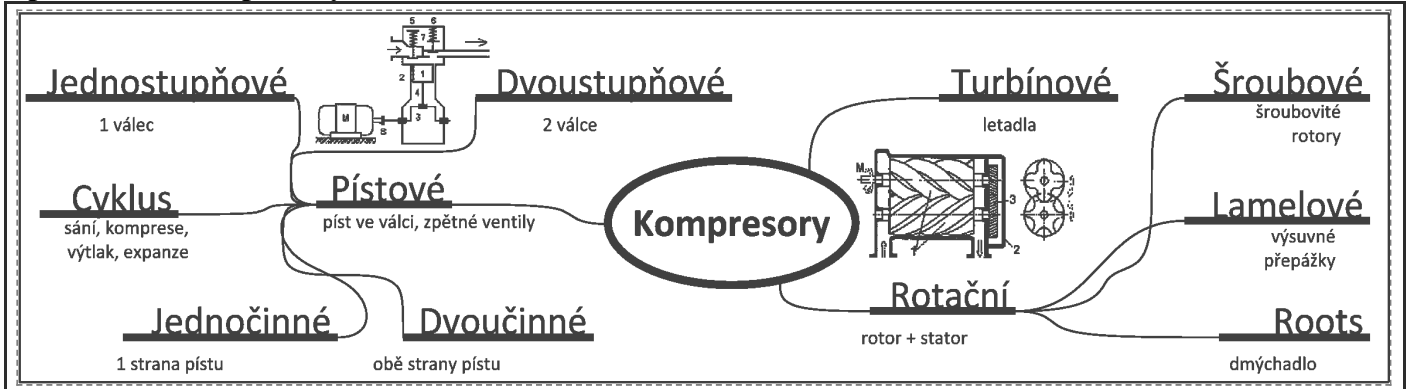
### 3.2.3. Kompresor Roots

↔	2 tvarované rotory ("ozubená kola se 2 zuby"), které se po sobě odvalují (otáčejí se proti sobě) ve skříní, jeden rotor je hnáný, druhý hnací přes ozubení (mají stejné otáčky)
↔	vzduch se nasává mezi rotor a stěnu skříně

↔ dodává menší tlaky (větší netěsnosti)

- používal se dříve i u spalovacích motorů pro přeplňování jako mechanické dmýchadlo (narozdíl od turbodmychadla poháněného výfukovými plyny)

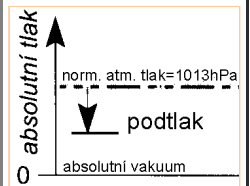
### Opakování - kompresory:



## 8. Vakuum

↔ = **podtlak** - tlak menší než atmosférický (1013 hPa)

↔ **Absolutní vakuum** - znamená dokonale prázdný prostor bez částic neboli vzduchoprázdno, v němž je tlak roven 0 (uvažuje se o něm jen teoreticky – nelze jej prakticky dosáhnout)



↔ **Velikost vakua** se vyjadřuje vzhledem k normálnímu atmosférickému tlaku jako **záporné číslo** v kPa, mbar (např. vysavač je schopen vytvořit podtlak asi – 80 kPa) nebo v **procentech** (0% = normální atmosférický tlak, 100% = absolutní vakuum)

### Využití vakua:

↔ <b>uchopování pomocí přísavek</b>	↔	např. těžko uchopitelné díly ( <b>tenké ploché součásti</b> - plechy, desky, skla, papír) nebo díly, u kterých nesmí dojít k poškození jejich povrchu (plastové výlisky z forem) - díly musí mít hladký, neprodyšný povrch
↔ <b>tvorba chemicky netečného prostředí</b>	↔	ochranná atmosféra – svařování, pájení, pokovování
	↔	elektrotechnika - žárovky, výbojky, obrazovky CRT, elektronky, výroba polovodičů, čipů
	↔	potravinářství – vakuové balení, sušení
↔ <b>tepelné izolace</b>	↔	zabránění úniku tepla - stavebnictví (princip termosky, termotašek)

- také vysavače prachu, odsávání plynů při svařování, pilin, grafitu při obrábění, pomocí vakua lze také snížit teplotu varu vody

## 8.1. Vývěvy

↔ Zařízení pro vytváření podtlaku - nasávají vzduch z uzavřeného prostoru a vytlačují je do prostoru

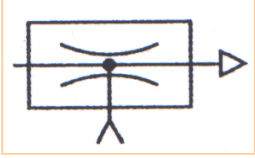
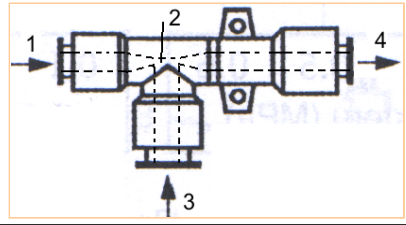
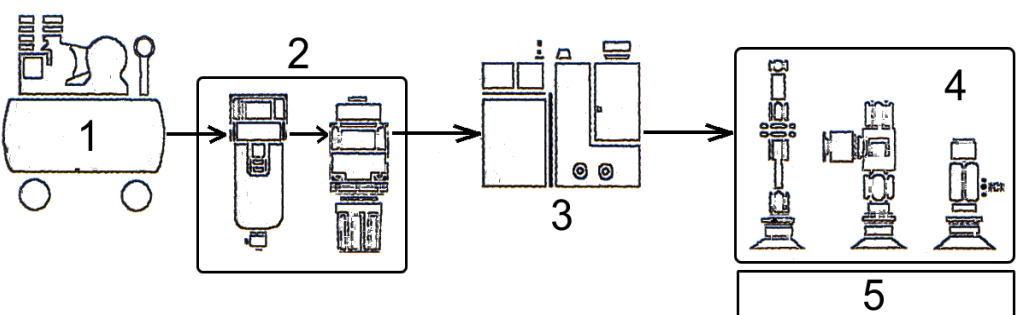
### 8.1.1. Mechanické vývěvy

↔ naopak zapojené kompresory

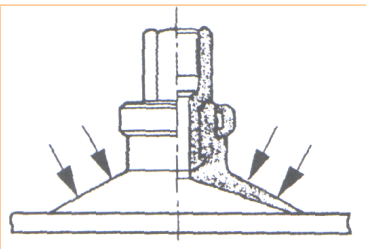
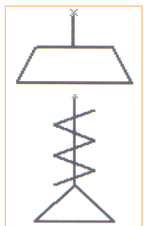
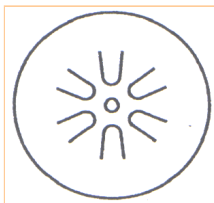
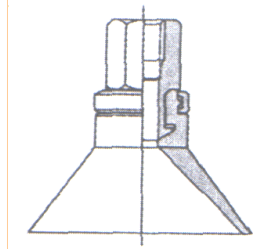
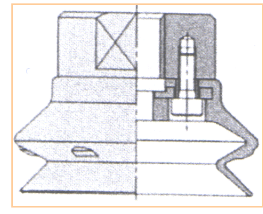
↔ **pístové vývěvy**, pro větší objemy **rotační vývěvy** - lamelové, šroubové, Roots - principy viz kapitola kompresory

- Pozn. Tlak v uzavřeném prostoru klesá dokud se nedosáhne **rovnovážného stavu**, pak už vývěva odsává jen vzduch, který vniká netěsnostmi

## 8.1.2. Proudové vývěvy (ejektory)

Značka	Schéma ejektoru	
		<p>1 vstup tlakového vzduchu od kompresoru</p> <p>2 tryska - zúžený průřez</p> <p>3 uzavřený prostor - vakuum</p> <p>4 vyfukovaný vzduch</p>
↔	tlakový vzduch (0,2 – 0,6 MPa) proudí zúženým místem (tryskou) a vytváří podtlak, kterým se přisává vzduch z uzavřeného prostoru – aplikace Bernoulliho rovnice při proudění tekutin	
↔	ejektory se dodávají jako <b>funkční bloky</b> , ke kterým se rovnou připojují přísavky, umožňují podtlaky až -90 kPa	
↔	ve vakuovém rozvodu bývají také <b>vakuové filtry</b> pro odstranění nečistot, <b>vakuové snímače</b> – hlídají nastavenou hodnotu vakua (blokují při nízké úrovni vakua), <b>vakuometry</b> , <b>tlumiče</b>	
Schéma vakuového rozvodu s ejektorem		
		<p>1 kompresor</p> <p>2 JUV (filtr, tlakový ventil)</p> <p>3 ejektor (blok)</p> <p>4 přísavky</p> <p>5 předmět</p>

## 8.2. Využití vakua - přísavky

Princip ploché přísavky	Značky	S žebry	Hluboká	S měchem
				
↔	Prísavky jsou na předmět při vyčerpání vnitřního prostoru <b>přitlačeny</b> okolním <b>atmosférickým tlakem</b>			
↔	Prísavka se uvolní po <b>vyrovnání tlaků</b> vně a uvnitř přísavky			
↔	<b>Materiály</b> (podle prostředí použití): polyuretan, kaučuk (silikonový, nitrilbutadienový), viton			
↔	<b>Správná poloha</b> přísavky - celá funkční plocha musí pokrývat předmět, přísavka by měla být v těžišti předmětu			

Základní tvary přísavek:

↔	<b>plochá</b>	↔	pro rovné plochy, pro poddajné materiály (fólie, papír) mívá opěrná žebra
↔	<b>hluboká</b>	↔	pro kulové plochy
↔	<b>s měchem</b>	↔	přizpůsobí se zakřivenému povrchu – pro skla, plechy u aut