

5. Pneumatické pohony

↔	Mění energii stlačeného vzduchu na pohyb (mechanickou energii)
---	-----------------------------------------------------------------------

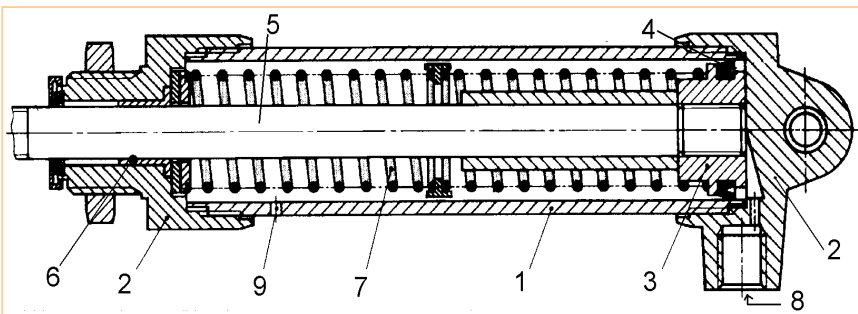
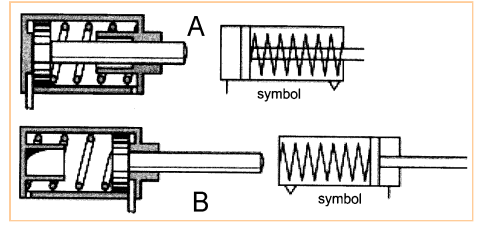
Rozdělení:

a)	válec	↔	pro přímé (lineární) pohyby
b)	pneumotory	↔	pro točivý pohyb - <i>pro šroubování, vrtání, broušení</i>
c)	kyvné pohony	↔	pro kývavý pohyb

5.1. Pneumatické válce

↔	Mění energii stlačeného vzduchu na přímočarý pohyb (lineární)			
↔	Používají se k přemísťování, zvedání, podávání polotovarů, výrobků, nástrojů; k upínání (k sevření nebo rozevření upínačů), lisování, ražení, nýtování			
↔	Rozdělují se na válce	a) jednočinné	↔	poháněné jen v jednom směru (<i>přívod vzduchu na jedné straně válce</i>)
		b) dvojčinné	↔	poháněné v obou směrech (<i>přívod na obou stranách válce</i>)

5.1.1. Jednočinné pneumatické válce

↔	Tlak vzduchu působí jen na jednu stranu pístu		
↔	Použijí se tam, kde je potřeba pracovní pohyb jen v jednom směru		
Řez jednočinným válcem		Provedení	
			
		A - válec se zasunutou pístnicí v klidové poloze, B - válec s vysunutou P v KP	

Části:

1	trubka válce	↔	bezešvá tažená trubka (z oceli nebo hliníku)
2	víka	↔	také čela - uzavírají válec, bývají našroubovány nebo staženy šrouby (svorníky)
		↔	pro pevné uchycení mívají závit, přírubby, patky; pro pohyblivé zavěšení (otočné, kyvné) - oka, čepy; u menších průměrů se používá lemový spoj
3	píst	↔	pohybuje se ve válci, působí na něj tlak vzduchu, má kruhový tvar
4	těsnění pístu	↔	zabraňuje úniku vzduchu okolo pístu
5	pístní tyč	↔	také pístnice - je spojena s pístem závitem, druhý konec vystupuje z válce, je namáhána na vzpěr a ohyb (při kyvném zavěšení)
6	kluzné ložisko	↔	vede pístnici a zajišťuje její pohyb s malým třením
		↔	zajišťuje zpětný pohyb pístu, omezuje jeho zdvih (při dosednutí), zmenšuje využitelnou sílu (působí proti tlaku vzduchu)
7	tlačná pružina	↔	pružina nemusí ve válci být, pokud zpětný pohyb zajistí vnější síla (např. břemeno u zvedáku)
		↔	
8	přívod vzduchu	↔	závit pro napojení rozvodu - používá se metrický nebo trubkový
9	odvzdušnění	↔	výfuk z komory na druhé straně pístu pro lehký pohyb

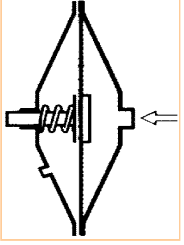
Vlastnosti:

↔	Zdvih bývá do 100 mm
↔	Oproti dvojčinným mají menší spotřebu vzduchu, ale jsou delší o dosednutou pružinu a nelze u nich nastavit rychlost zpětného pohybu

Provedení jednočinného válce: (obr. nahoře vpravo)

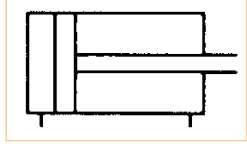
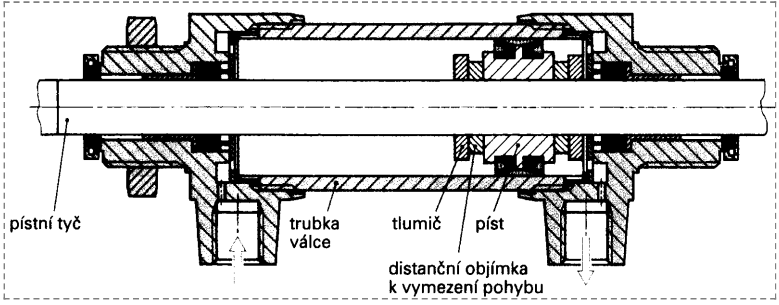
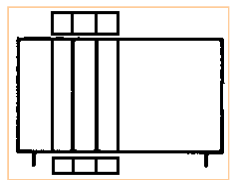
A	s pístní tyčí v klidu zasunutou	↔	pracovní pohyb = tlak - píst tlačí před sebou
B	s pístní tyčí v klidu vysunutou	↔	pracovní pohyb = tah - píst za sebou táhne

Další provedení - membránové válce

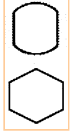
↔	Tlakem vzduchu je prohýbána membrána , která bývá rovná nebo vlnitá	
↔	Zpětný pohyb může zajišťovat napružení membrány (na způsob talířové pružiny) nebo šroubovitá pružina	
↔	zdvih bývá menší - do 40 mm u rovné membrány, 80 mm u vlnité	
↔	použití pro upínání, ražení, nýtování; snadná údržba, vzduch se neznečišťuje olejem	

5.1.2. Dvojčinné pneumatické válce**Vlastnosti:**

↔	Tlak vzduchu působí střídavě na opačné strany pístu (válec nemá pružinu)
↔	Použije se tam, kde je potřeba pracovní pohyb v obou směrech
↔	Místo odvodu vzduchu je druhý přívod vzduchu
↔	Může mít větší zdvih než jednočinný válec - až 2 m, zdvih lze vymezen tzv. distančními objímkami
↔	Rychlost pohybu lze nastavit v obou směrech (průtokem vzduchu)

S jednostrannou tyčí	Válec s oboustrannou tyčí	Válec bez pístní tyče
		
1 - trubka válce, 2 - píst, 3 - pístnice, 4 - distanční objímka, 5 - tlumič		

Provedení pístní tyče:

a) jednostranná	↔	plocha pístu na straně pístní tyče je menší – v jednom směru se vyvine menší síla	
	↔	pístní tyč může být i nekruhového průřezu - píst je pojištěn proti otáčení kolem své osy – např. dvěma vodícími plochami, šestihranem	
b) oboustranná	↔	průchozí - díky oboustrannému uložení v kluzných ložiskách snese větší radiální zatížení , v obou směrech působí na píst stejná síla	
c) bez pístní tyče	↔	Používá se pro velké zdvihy v omezeném prostoru (řádově metry) - má menší spotřebu místa – např. výsuvné dveře, manipulátory	
	↔	přenos pohybu mezi vnějším hnaným členem (suportem, prstencem) a pístem bývá mechanický	
	↔	válec má podélnou průchozí drážku, ve které se pohybuje hnaný člen spojený mechanicky s pístem - tzv. můstek (jezdec, suport)	
	↔	utěsnění drážky je zajištěno tenkým ocelovým plechem ve stylu dvoustranného "zipu" – není zaručena absolutní těsnost, ale můstek může být více zatížen	
	↔	varianta provedení s tažným páskem	

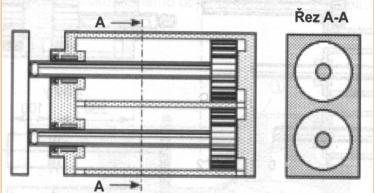
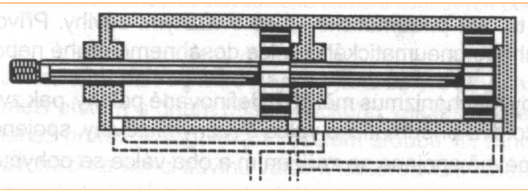
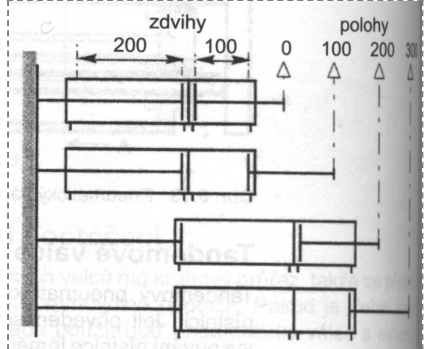
↔	přenos pohybu také může být magnetický
↔	píst i suport mají silné permanentní magnety nebo elektromagnety
↔	válec je hermeticky (vzduchotěsně) uzavřen, ale přenesení menší zátěže

Provedení tlumení válců:

↔	Pozn. Důvod tlumení: při velkých rychlostech pístu (nad 0,5 m/s) hrozí na konci zdvihu poškození	
a)	válců s nenastavitelným tlumením	↔ měkké zastavení v koncových polohách zajišťují tlumiče - pružné (elastomerové - gumové) podložky
b)	válců s nastavitelným tlumením	↔ tlumení pomocí vzduchového polštáře - tlumení je nastavitelné škrťacím ventilem

- Pozn. Také existuje hydraulické tlumení (hydraulickým tlumičem)

Provedení s více válci:

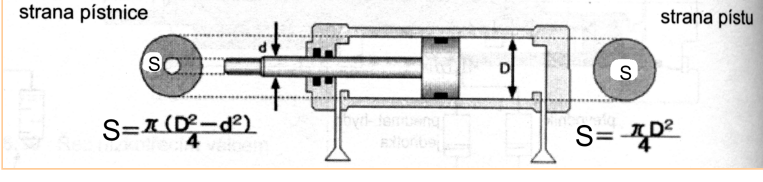
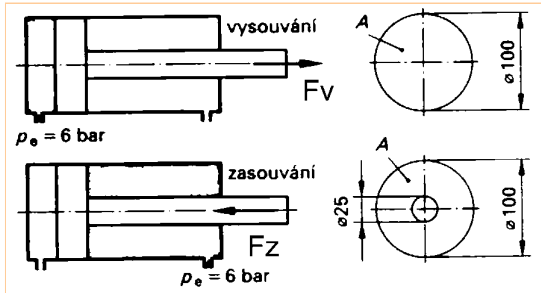
	Paralelní válce	Sériové válce	Vícepolohový válec	
				
a)	Paralelní spojení válců	↔ písty jsou vedle sebe , konce pístních tyčí jsou spojené deskou (větší tlačná plocha a stabilita) – zvětšení síly při stejném zdvihu		
b)	Sériové spojení válců	↔ také tandemový válec - v jednom válci jsou za sebou dvě komory s písty na společné pístní tyči - používá se pro zvětšení síly při stejném průměru válce		
c)	Vícepolohový válec	Vznikne spojením dvou válců s vysunováním v opačném směru a s poměrem zdvihů 2:1 - jeden konec pístní tyče je ukotven, druhý konec pístní tyče může mít 4 polohy :		
		Poloha	1. píst (zdvih 200)	2. píst (zdvih 100)
		0	zasunutý	zasunutý
		100	zasunutý	vysunutý
		200	vysunutý	zasunutý
		300	vysunutý	vysunutý

Další prvky válců:

↔	Snímače koncových poloh	↔ v pístu jsou trvalé (permanentní) magnety , na válci jsou snímače (Reedovy nebo Hallovy) jejich magnetických polí
		↔ signál ze snímačů umožní řídicímu systému zjistit polohu pístu
↔	Lineární vedení	↔ válce mají přesné přímočaré vedení v podobě paralelních sloupků
↔	Zámky	↔ umožňují zamykání polohy

5.1.3. Výpočty pneumatických válců

1. Výpočet síly válce

Rozdíl v plochách pístu při vysouvání a zasouvání		Hodnoty pro cvičení	
			
↔	Známé hodnoty: provozní přetlak vzduchu p, průměr pístu D, tření neuvažujeme		
↔	Pro tlak ve válci platí vztah: p=F/S (síla rozložená na plochu)		
a)	při vysouvání	↔	tlak na plochu pístu S=π*D²/4 , tedy síla F = p * S = p*π*D²/4
b)	při zasouvání	↔	tlak na plochu pístu zmenšenou o plochu pístnice , tedy S = π*(D²-d²)/4 , kde d je průměr pístní tyče
↔	Ve skutečnosti je síla menší , protože musíme počítat se ztrátami vlivem: tření pístu a pístní tyče, tlumení v koncových polohách pístu, u jednočinného válce i s protitlakem pružiny (část síly se spotřebuje na stlačení pružiny)		

3. Výpočet průměrné spotřeby vzduchu

↔	Zjistíme objem nestlačeného vzduchu - je potřebný pro určení velikosti kompresoru, vzdušníku, ventilů a rozvodů, pro výpočet nákladů na energii
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

a) Jednočinný válec

↔	Známe: p_s - absolutní tlak stlačeného vzduchu, V_s - objem stlačeného vzduchu (válce), n - počet zdvihů válce za minutu
↔	Spotřeba nestlačeného vzduchu za minutu: Q_{min} = V_a * n (objem nestlačeného vzduchu za zdvih * počet zdvihů za minutu)
↔	Boyle-Mariottův zákon: p_a*V_a = p_s*V_s = konst. , kde p _a je atmosférický tlak, V _a je hledaný objem nestlačeného vzduchu, p _s je absolutní tlak stlačeného vzduchu, V _s je objem stlačeného vzduchu (objem válce)
↔	Objem válce: V_s = S * h = (π * D²/4) * h (plocha pístu * zdvih)
↔	Objem nestlačeného vzduchu při jednom zdvihu V_a = p_s*V_s/ p_a = p_s * (π * D²/4) * h / p_a

Celková spotřeba vzduchu za minutu (průtok) je

↔	Q_{min} = V_a * n = p_s * π * D² * h * n / (4 * p_a) [m ³ /min, l/min]	n - počet pracovních zdvihů pístu za minutu
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

- *Pozn. Výpočet je přibližný – nezahrnuje změny teploty vzduchu, mrtvé objemy rozvodných hadic, ztráty netěsnostmi*

Vzhledem ke ztrátám netěsnostmi se průtok navyšuje o 20%, takže

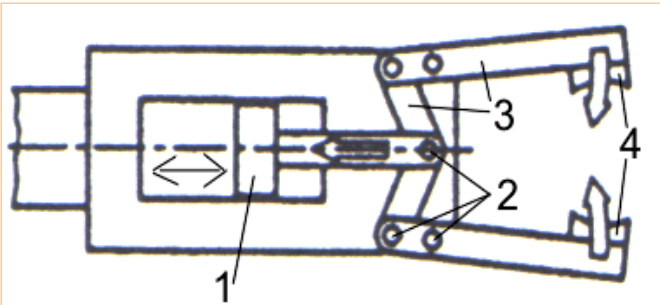
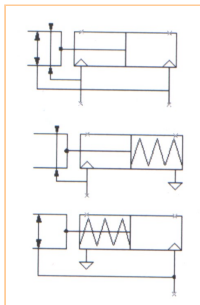
↔	Q_{celk} = Q_{min} * 1,2 [m ³ /min, l/min]
---	------------------------------------------------------------------------------

- Celkový průtok vzduchu všech napojených zařízení je pak (součet spotřeb všech válců) **Q = Σ Q_{celk}**

b) Dvojitý píst

↔	Q_{min} = V_a * n * 2 = p_s * π * D² * h * n * 2 / (4 * p_a) [m ³ /min, l/min]	za 1 cyklus se spotřebuje vzduch za 2 zdvihy
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

5.1.4. Aplikace válců - úchopné hlavice

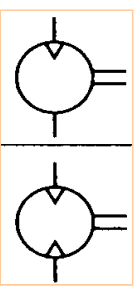
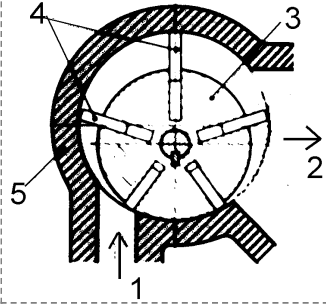
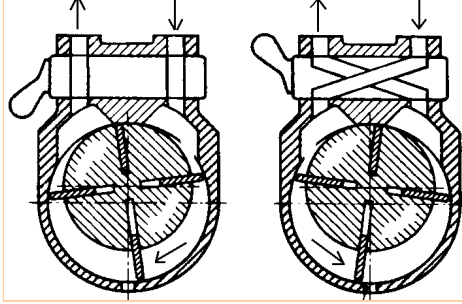
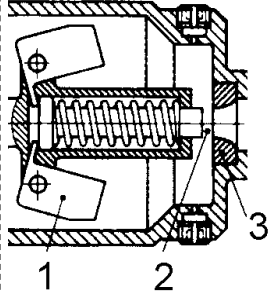
Úchopná hlavice s rotačním pohybem čelistí		Značky
		1 píst ve válci
		2 čepy
		3 páky
		4 čelisti
		
↔ Použití	↔	svírání součástí při manipulaci a montáži na automatizovaných výrobních linkách - koncové prvky manipulátorů, robotů
↔ Činnost	↔	píst přes páky ovládá pohyb otočných čelistí
↔ Vlastnosti	↔	s délkou čelistí se mění upínací síla - čím jsou ramena čelistí kratší, tím je upínací síla větší
	↔	běžný úhel čelistí -10 až +30°, speciální hlavice až do 180°

5.2. Pneumatické motory

↔	Mění energii stlačeného vzduchu na otáčivý pohyb
↔	Používají se jako pohony pro nářadí (utahováky, vrtačky, brusky, pily) a zdvihací mechanismy, ve zdravotnictví

Vlastnosti:

↔	bezpečné ve výbušném nebo vodním prostředí
↔	jsou přetížitelné bez poškození
↔	robustní (odolné, spolehlivé), nenáročné na údržbu
↔	mají velký výkon vzhledem k hmotnosti a velikosti (oproti elektromotorům)
↔	velký rozsah otáček, otáčky jsou ale závislé na zatížení motoru

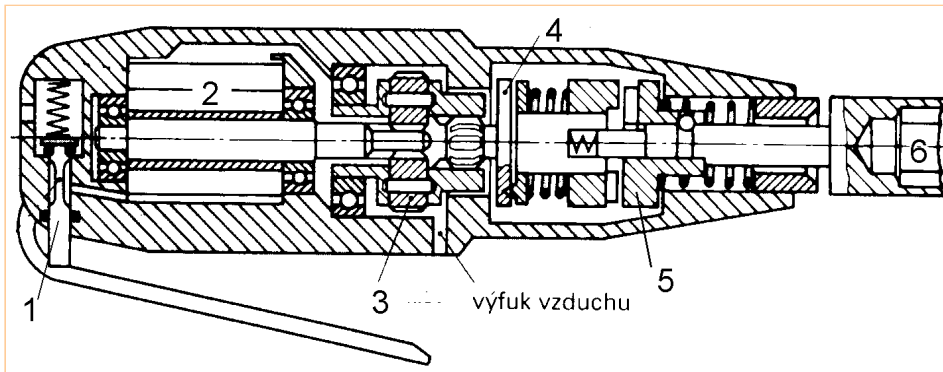
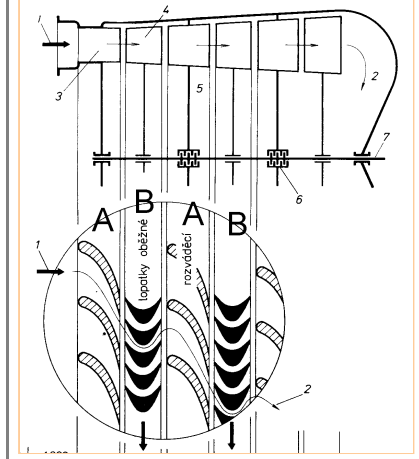
Značky pneumotorů	Jednosměrný lamelový motor	Obousměrný motor	Odstředivý regulátor otáček
			
s 1 a 2 směry proudění	1 - přívod stlačeného vzduchu, 2 - výfuk, 3 - rotor, 4 - lamely, 5 - stator	reverzace otáček cestným ventilem,	1 - lopatky regulátoru, 2 - průtokový ventil, 3 - vstupní tryska

5.2.1. Lamelové (křídlové) motory

- jsou konstrukcí podobné lamelovému kompresoru

↔	výstředně (excentricky) uložený rotor s výsuvnými lamelami v drážkách
↔ Činnost	↔ tlak vzduchu na lamely roztáčí rotor, lamely jsou odstředivou silou tlačeny ke stěně válce (při rozběhu jsou tlačeny pružinami nebo se pod ně pouští stlačený vzduch)

↔	Vlastnosti	↔	otáčky až desítky tisíc za min., vzduch se musí mazat
↔	Řízení směru otáčení	↔	reverzace otáček - obousměrné motory jsou ovládány pomocí cestného ventilu, který umožňuje zaměňovat přívod a výfuk
↔	Regulace otáček	↔	se provádí škrcením - řízením množství přiváděného vzduchu mechanicky odstředivým regulátorem nebo elektronicky

Pneumatický utahovák**Turbína****Příklad nářadí s lamelovým pneumotorem - pneumatický utahovák**

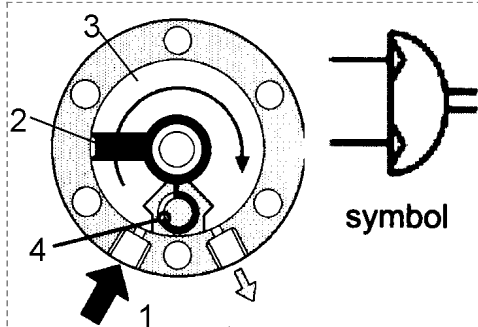
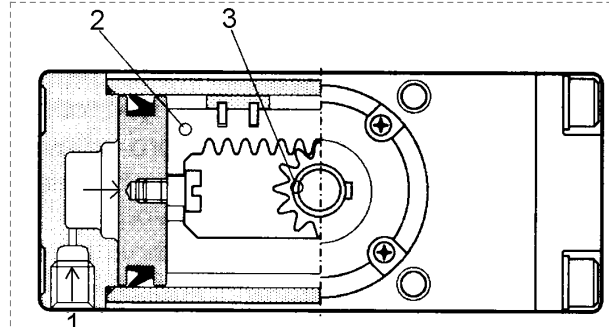
1	cestný ventil	↔	řídí přívod vzduchu, ovládá se pákou
2	pneumotor	↔	vlastní pohon
3	planetová převodovka	↔	zmenšuje otáčky a zvětšuje utahovací moment
4	pojistná prokluzovací spojka	↔	omezuje utahovací moment
5	ozubcová spojka	↔	zapíná a vypíná pohon utahovací hlavice (6)

5.2.2. Turbínové motory

↔	A	↔	pevné kolo (stator) s rozváděcími lopatkami (tvořícími trysky) - zrychlují a směřují stlačený vzduch
	B	↔	oběžné kolo (rotor) - roztáčí se tlakem vzduchu na lopatky
↔	motor může mít více stupňů - více dvojic statoru a rotoru - na obrázku AB = stupeň		
↔	vysoké otáčky - stovky tisíc za min. - speciální vysokootáčkové nástroje (nástrojové brusky), zubní vrtačky		
↔	vzduch se nemusí mazat, mají malé rozměry a hmotnost		

5.3. Kyvné pohony

↔	pneumatické pohony s mechanicky omezeným úhlem otáčení		
↔	Použití: manipulátory, roboty - otáčení, obracení prvků (zápěstí), armatury - otevírání klapky a ventilů, otevírání dveří		

Kyvný křídlový pohon**Kyvný hřebenový pohon**

1 - vzduch, 2 - křídlo na hřídeli, 3 - komora, 4 - pryžový doraz

1 - vzduch, 2 - ozubený hřeben + píst, 3 - pastorek + hřídel

a) Kyvné křídlové pohony

↔	Vzduch působí na plochu křídla (lamely, lopatky) spojeného s hřídelí
↔	výhody: nemají mechanický převod, jednoduchost
↔	nevýhody: křídlo musí být utěsněno => ztráty třením, při netěsnosti mezi křídlem a komorou – větší ztráty vzduchu
↔	rozsah kyvného úhlu běžně až 270°

b) Kyvné hřebenové pohony

↔	vzduch tlačí na píst spojený s hřebenem, který svým pohybem přes ozubení otáčí pastorkem
↔	umožňují dosáhnout větších kroutcích momentů
↔	rozsah kyvu většinou do 180°

Opakování - pohony:

