



Lesnická
a dřevařská
fakulta

17. 10. 2017, Brno
Připravil:
doc. Ing. Zdeněk Kopecký,
CSc.

Pohonné motory

Předmět: Strojní mechanismy

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah přednášky

1. Spalovací motory
2. Trojfázové indukční asynchronní elektromotory
3. Stejnoseměrné sériové a střídavé jednofázové elektromotory



1. Spalovací motory



Charakteristika

- **Spalovací motor (SM) je tepelný stroj**, který transformuje tepelnou energii obsaženou v palivu na mechanickou práci.
- Pohony dřevařské techniky jsou vybavovány převážně pístovými SM s přímočarým pohybem pístu.
- SM můžeme nalézt například v konstrukci motorové řetězové pily, křovinořezu, mobilní pásové (rámové) pily, manipulační techniky a dopravních prostředků, atd.
- Z hlediska přívodu energie představují nezávislý zdroj výkonu v rozsahu od několika kW až do několika set kW.

Rozdělení pístových spalovacích motorů

Podle použitého paliva:

- SM na kapalná paliva - vznětové nebo zážehové
- SM na plynná paliva

Podle principu začátku hoření paliva:

- Vznětové
- Zážehové

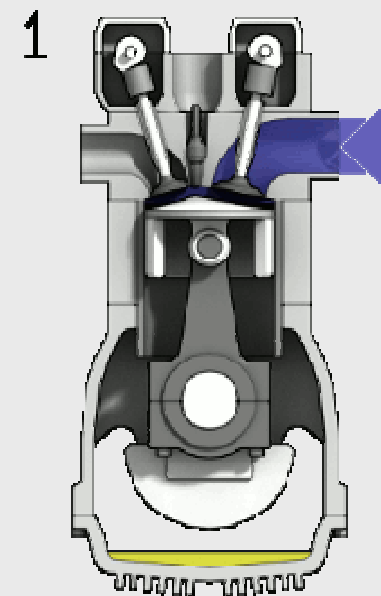
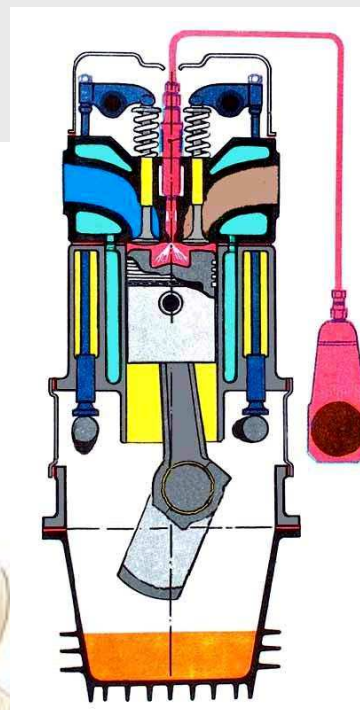
Podle pracovních dob:

- Dvoudobé
- Čtyřdobé

Podle chlazení:

- Vzduchem chlazené
- Kapalinou chlazené

Čtyřdobý vznětový motor



Scania DT 12, čtyři ventily na válci,
zdvihový objem $11,7 \text{ dm}^3$, chladič
plnicího vzduchu, maximální výkon
motoru 309 kW při $1\,900 \text{ min}^{-1}$,
maximální kroutící moment 2100 Nm
dosahuje motor při $1100 - 1350 \text{ min}^{-1}$

Nakladač Volvo L180F se čtyřdobým vznětovým motorem



Nakladač VOLVO při manipulaci se štěpkou
<http://www.youtube.com/watch?v=iVyo00EbdTI>

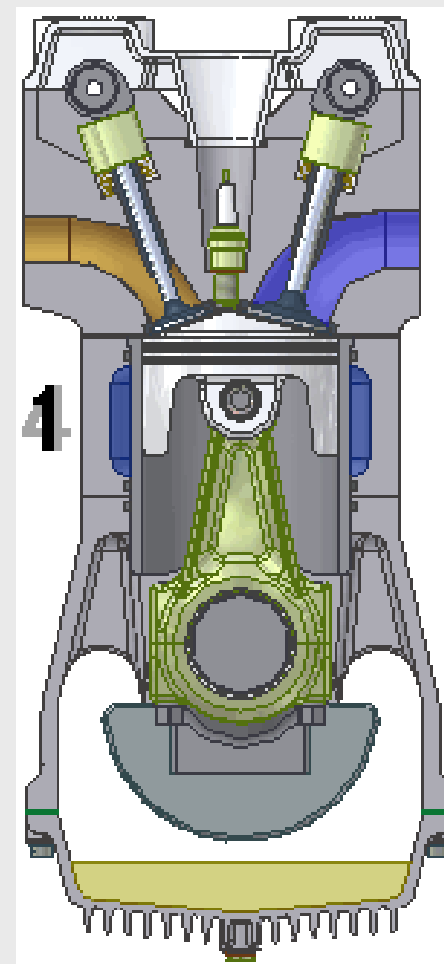


Čtyřdobý zážehový motor



<https://www.youtube.com/watch?v=LSEX9yrvwJi8>

Motor pro Bugatti Veyron - vidlicový šestnáctiválec do V, zdvihový objem 7 993 ccm, výkon 736 kW (tj. 1 001 HP) při 6 000 min⁻¹, nejvyšší točivý moment 1250 Nm je k dispozici mezi 2200 a 5500 min⁻¹

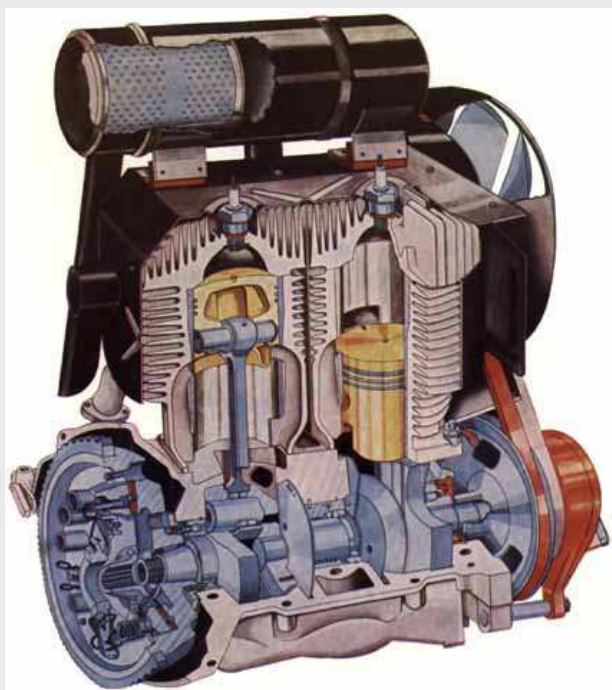


Horizontální pásová pila se spalovacím motorem

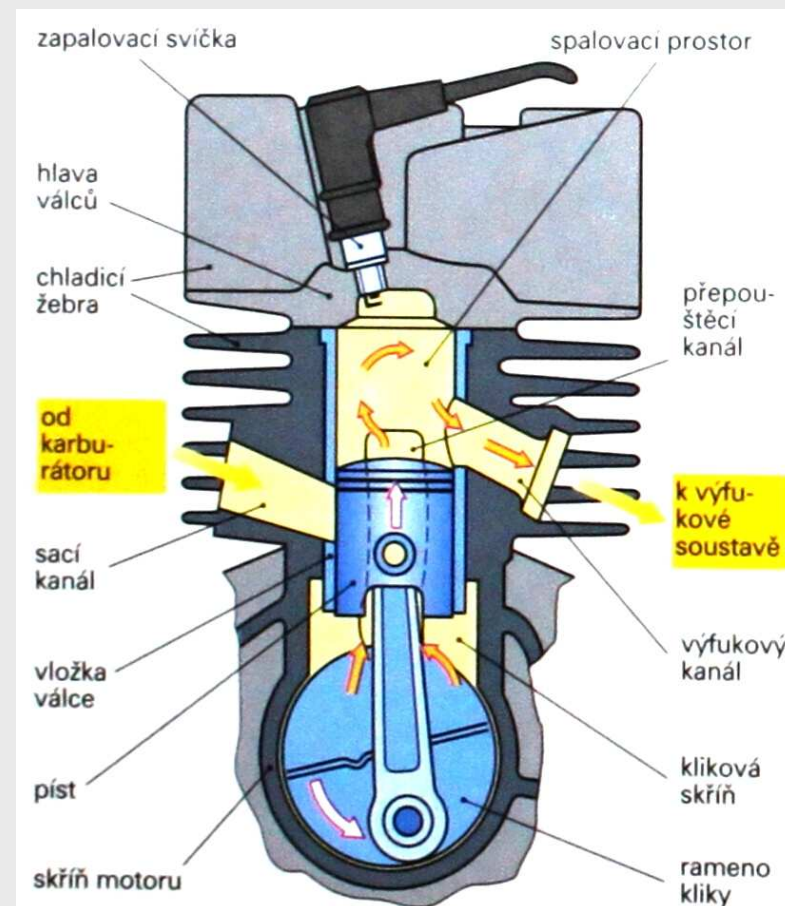


Čtyřdobý zážehový
motor 26.5 HP
ECH749-3018
KOHLER
COMMAND PRO
CH749S E3
WOODMIZER

Dvoudobý zážehový motor



Dvouválcový
motor
Trabant 601



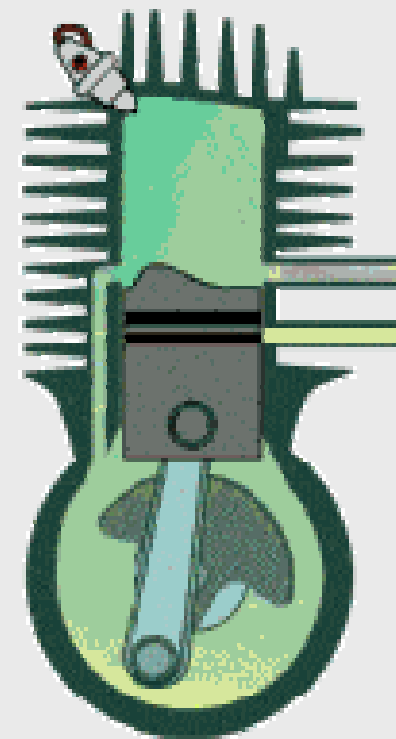
Proti čtyřdobým motorům jsou díky jednodušší konstrukci lehčí a obvykle mají při stejných otáčkách vyšší měrný výkon (daný dvojnásobným počtem pracovních cyklů na jednu otáčku), ale pracují s nižší účinností danou tím, že komprese a/nebo expanze musejí být zkráceny, aby mohla proběhnout výměna paliva a výfukových plynů v pracovním prostoru.

MŘP HUSQVARNA 576XP s dvoudobým motorem

$V_m = 73,5 \text{ ccm}$

$P = 4,2 \text{ kW při } 9600 \text{ rpm}$

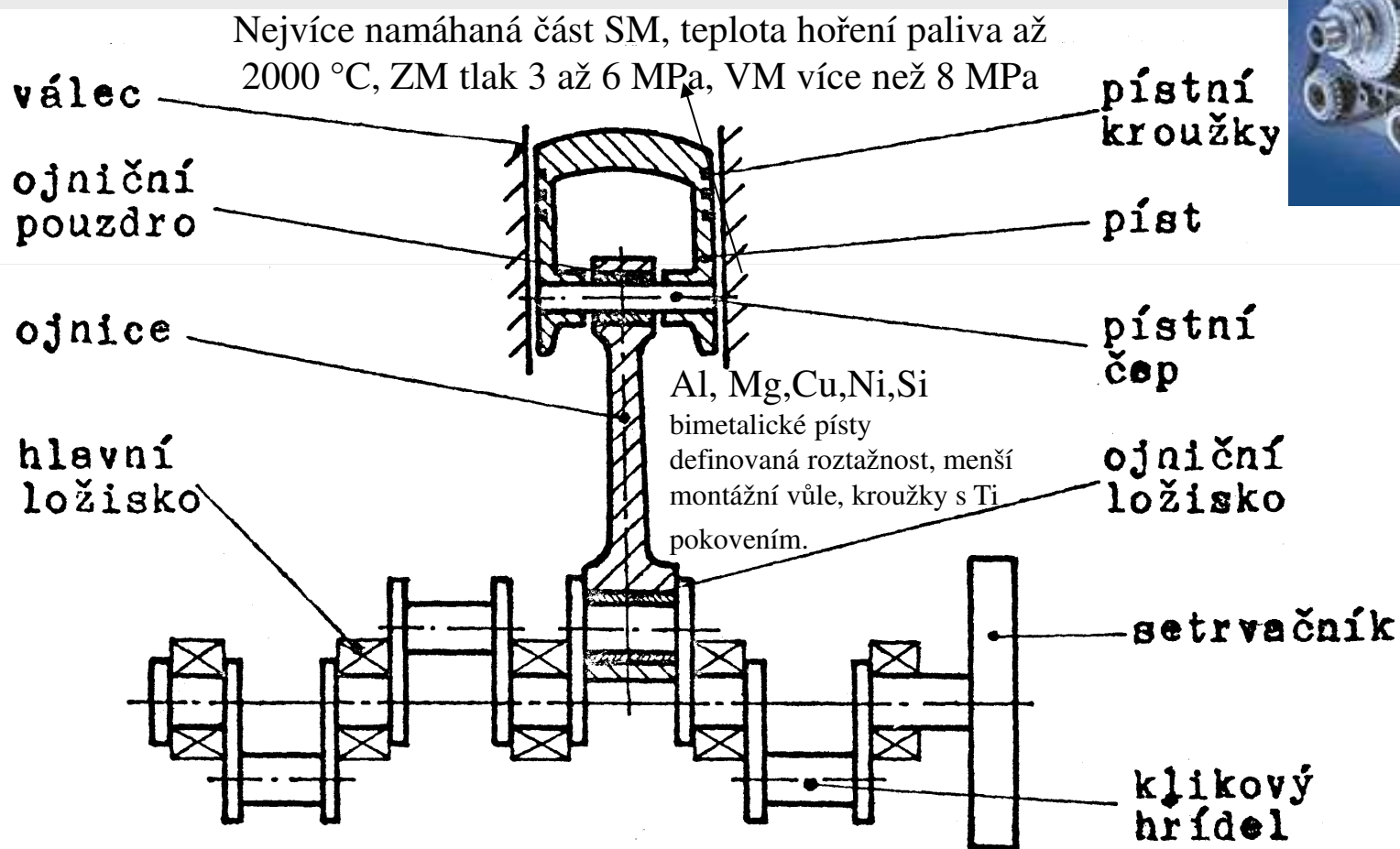
Délka lišty 38- 71 cm



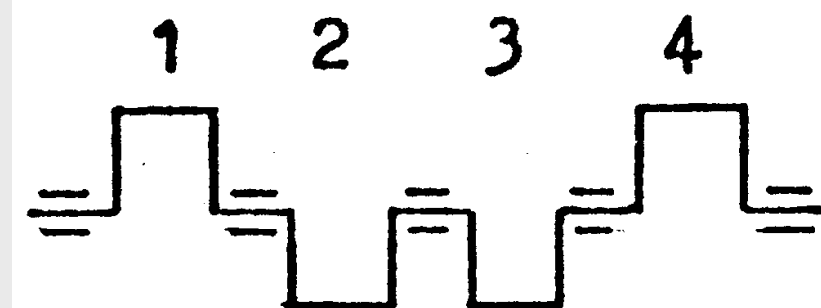
HUSQVARNA 576XP pro náročné profesionální použití. Motor X-TORQ, který zajišťuje vysoký kroutící moment při velmi širokém rozpětí otáček, společně s nízkou spotřebou pohonných hmot a nízkou hladinou výfukových plynů. Ergonomicky upravené rukojeti zmírňují únavu. Vyhřívané rukojeti zvětšují pohodlí při práci v mrazivém počasí.

<http://koupitauto.com/motor>

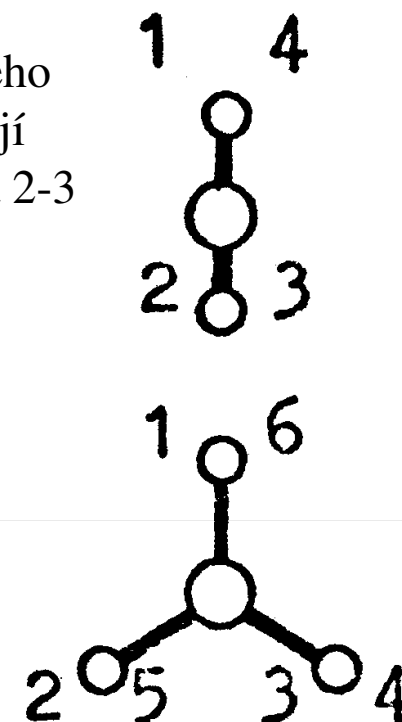
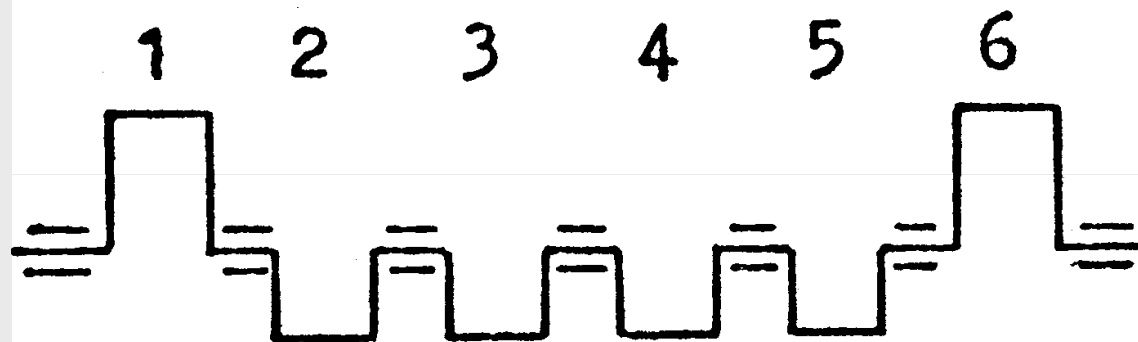
Pístová skupina a klikové ústrojí



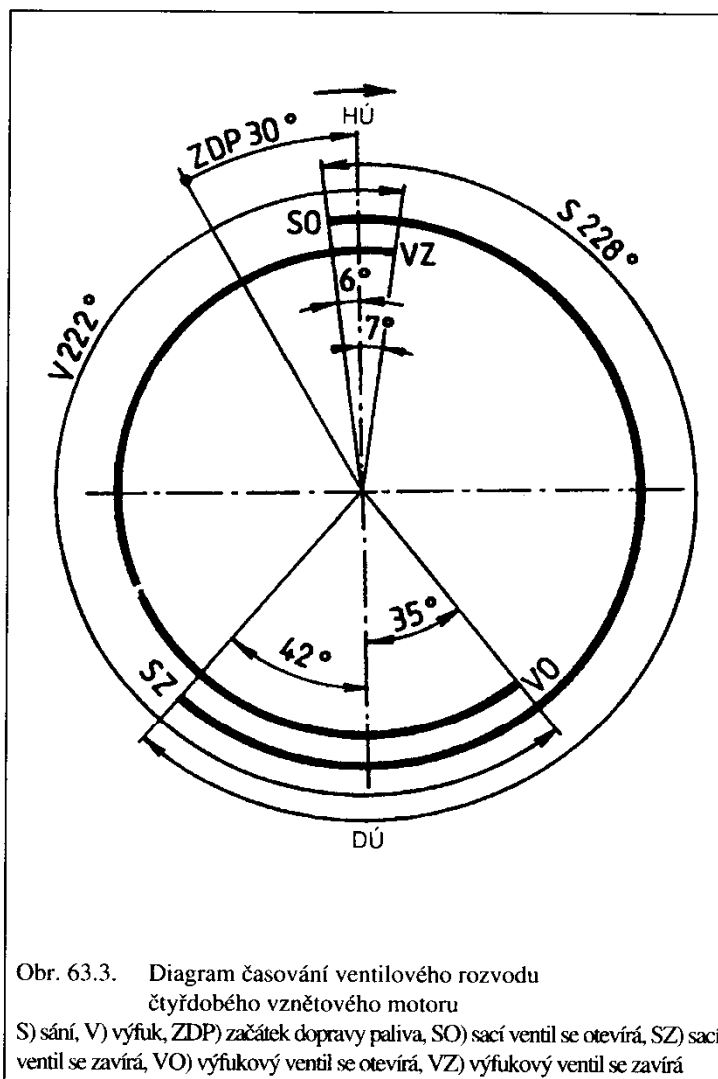
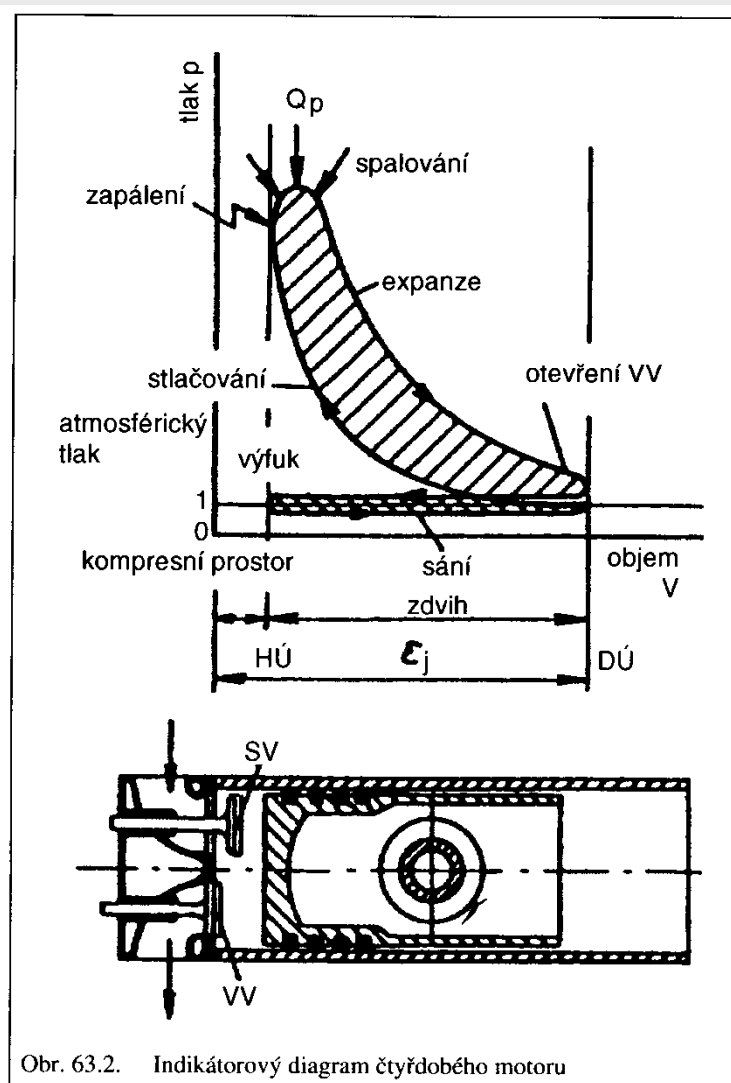
Tvar klikové hřídele u řadových motorů



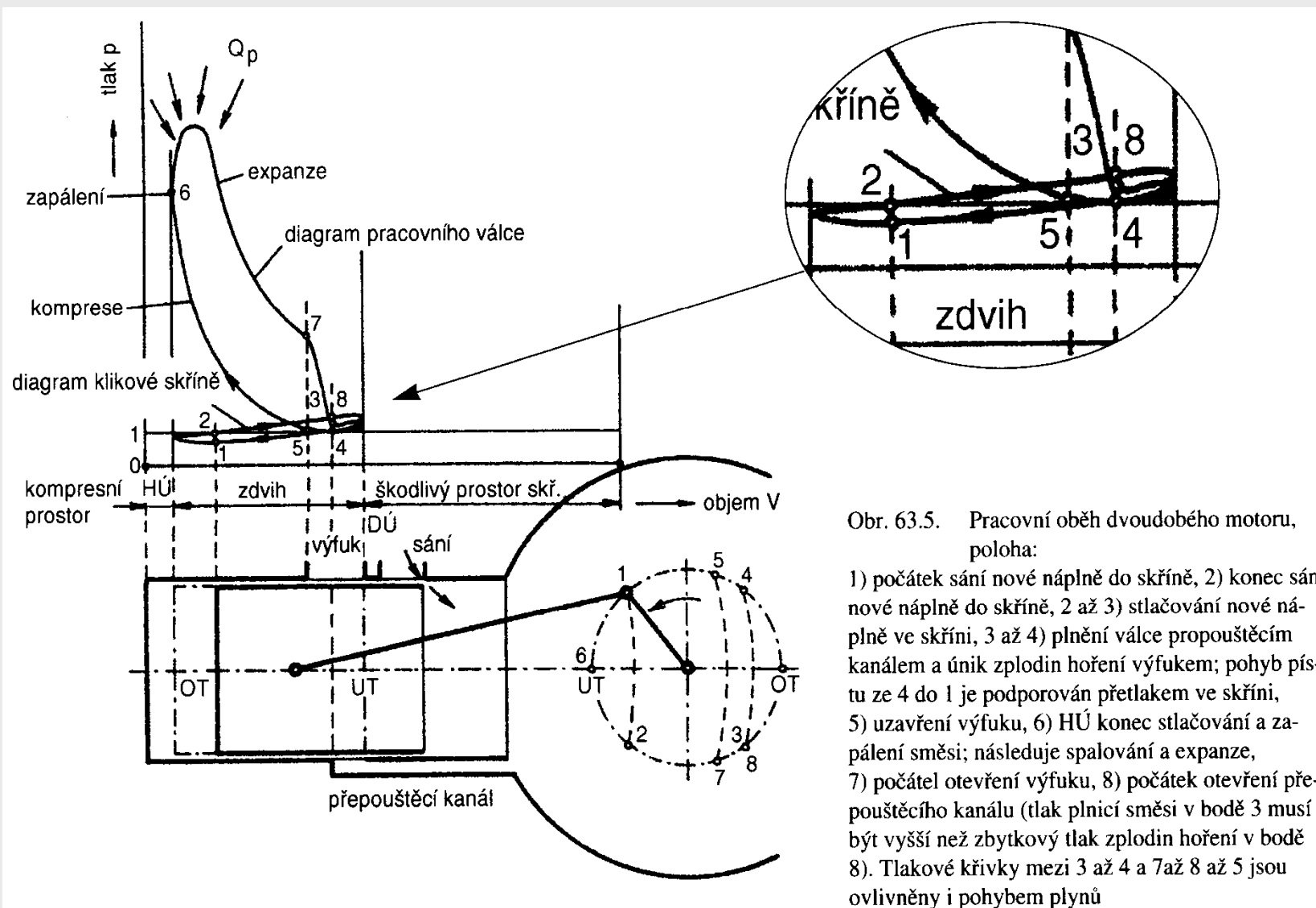
U čtyřválcového
motoru běhají
spolu 1-4 píst a 2-3
píst



Základní charakteristiky čtyřdobého motoru



Základní charakteristika dvoudobého motoru

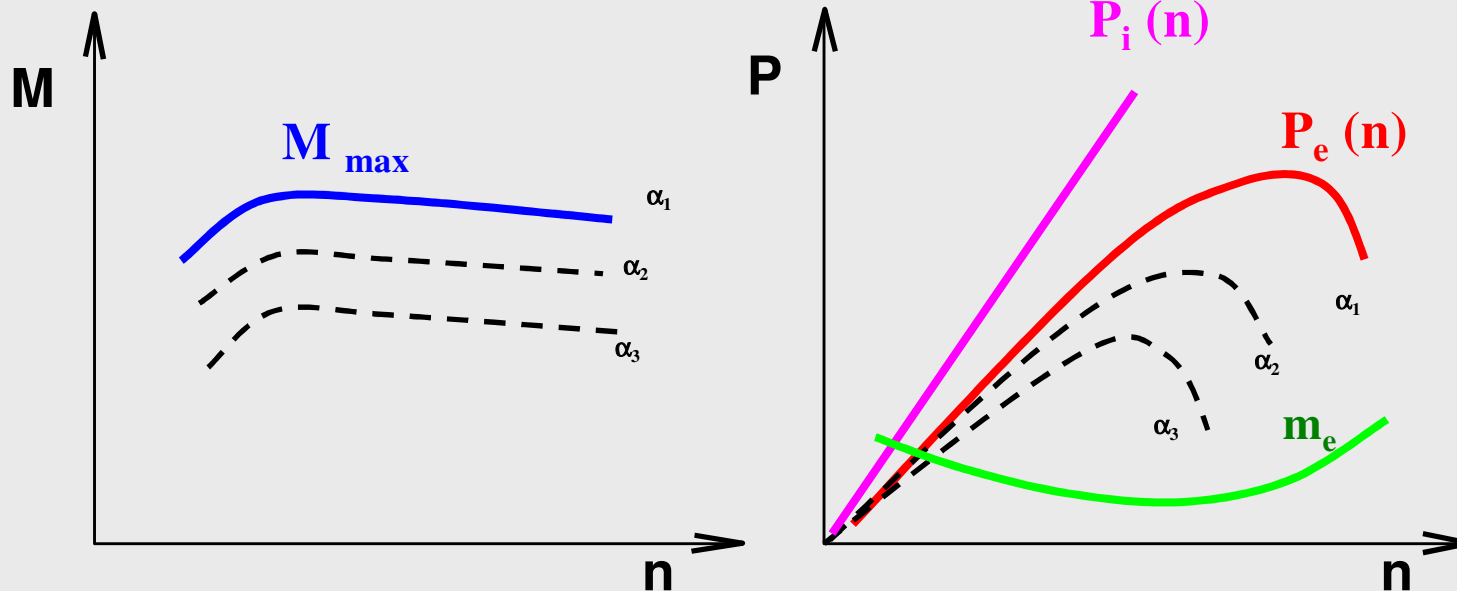


Obr. 63.5. Pracovní oběh dvoudobého motoru, poloha:

1) počátek sání nové náplně do skříně, 2) konec sání nové náplně do skříně, 2 až 3) stlačování nové náplně ve skříně, 3 až 4) plnění válce propouštěcím kanálem a únik zplodin hoření výfukem; pohyb pístu ze 4 do 1 je podporován přetlakem ve skříně, 5) uzavření výfuku, 6) HÚ konec stlačování a zapálení směsi; následuje spalování a expanze, 7) počátek otevření výfuku, 8) počátek otevření přepouštěcího kanálu (tlak plnicí směsi v bodě 3 musí být vyšší než zbytkový tlak zplodin hoření v bodě 8). Tlakové křivky mezi 3 až 4 a 7 až 8 jsou ovlivněny i pohybem plynů

Indikovaný (teoretický) výkon

$$P_i = p_i \cdot V_z \cdot z \cdot n \cdot i = p_i \cdot V_m \cdot n \cdot i$$



Výkon SM bez uvažování mechanických ztrát je tzv. **indikovaný výkon P_i** a určuje se z indikátorového diagramu.

z ... počet válců motoru
 V_z ... zdvihový objem jednoho válce
 V_m ... zdvihový objem celého motoru
 i ... počet pracovních dob na 1 ot.
 (2dob-i=1, 4dob. i=0,5)

Efektivní (užitečný) výkon

$$P_e = V_z \cdot z \cdot p_i \cdot \eta_m \cdot n \cdot i = V_m \cdot p_e \cdot n \cdot i$$

Efektivní výkon P_e je k dispozici na spojce motoru. Proti indikovanému je zmenšen o třecí ztráty vznikající třením pístů a pístních kroužků, ztráty v ložiskách, termodynamické ztráty při výměně náplně, pohon připojených zařízení při měření, atd.

Mechanická účinnost

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = 0,75 \div 0,92$$

Kompresní poměr

$$\varepsilon = \frac{V_z + V_k}{V_k}$$

V_k – objem kompresního prostoru

**Střední pístová
rychlost =
kritérium
rychloběžnosti
motoru**

$$c_s = 2Z \cdot n$$

Střední efektivní tlak

$$p_e = p_i \cdot \eta_m$$

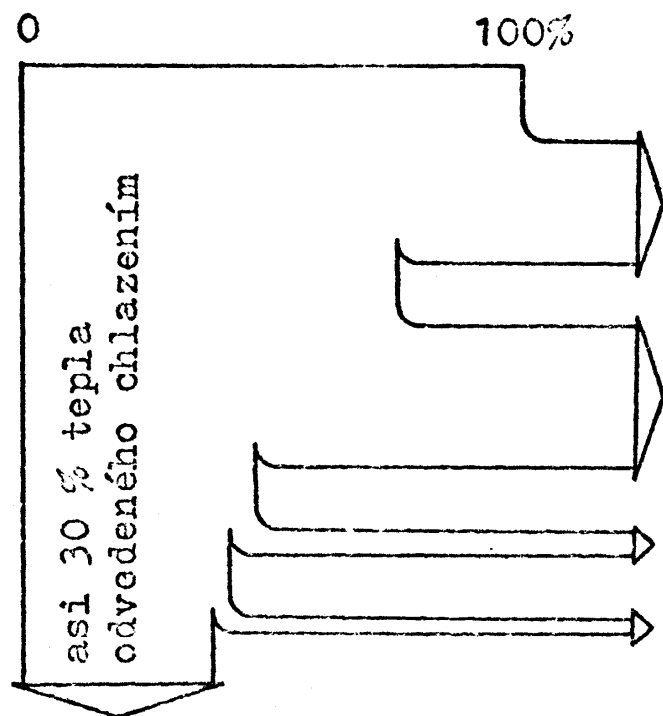
Střední indikovaný tlak p_i je myšlená střední konstantní hodnota tlaku působící na píst, při které se při jednom zdvihu vykoná práce rovná indikované práci.

Zdvihový poměr

$$\lambda = \frac{Z}{D}$$

Z – zdvih pístu
 D – vrtání válce

Tepelná a energetická bilance



asi 30% tepla přeměněného
v užitečnou práci

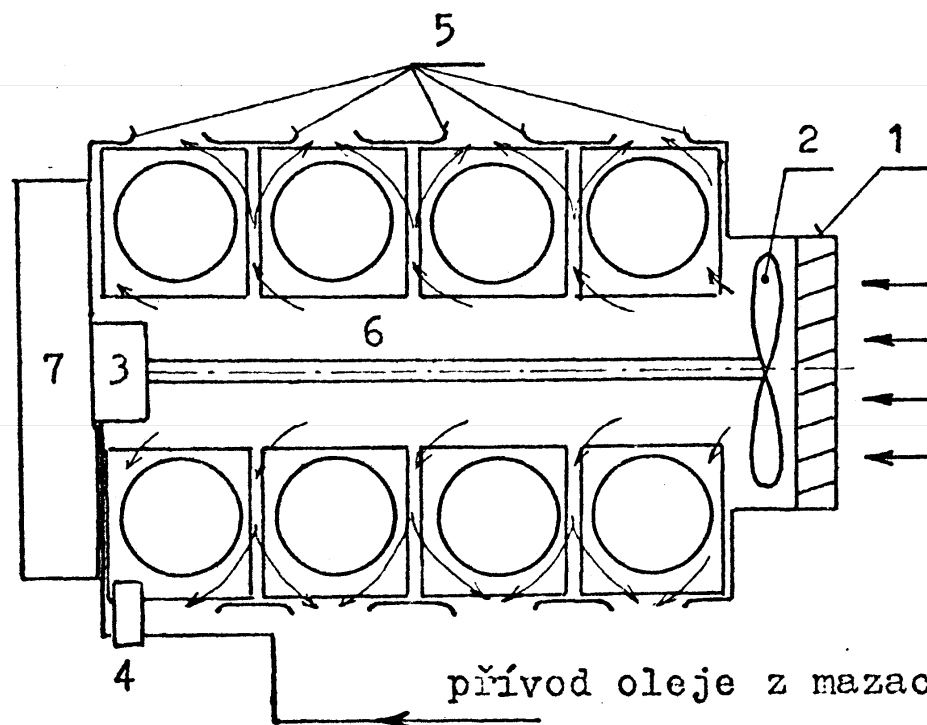
asi 35% tepla odvedeného
výfukovými plyny

asi 2-4% tepla odvedeného
mazacím olejem

asi 1-2% tepla odvedeného
přestupem do atmosféry

Místa určení teploty	Teplota součástí ve °C	
	Chlazení vzduchem	Chlazení kapalinou
Stěny válců	140 - 180	90 - 110
Dna pístů	300 - 400	300 - 400
Talířek sacího ventilu	200 - 250	150 - 200
Talířek výfuk. ventilu	600 - 800	600 - 800
Ložiska klikového hřídele	70 - 90	70 - 90

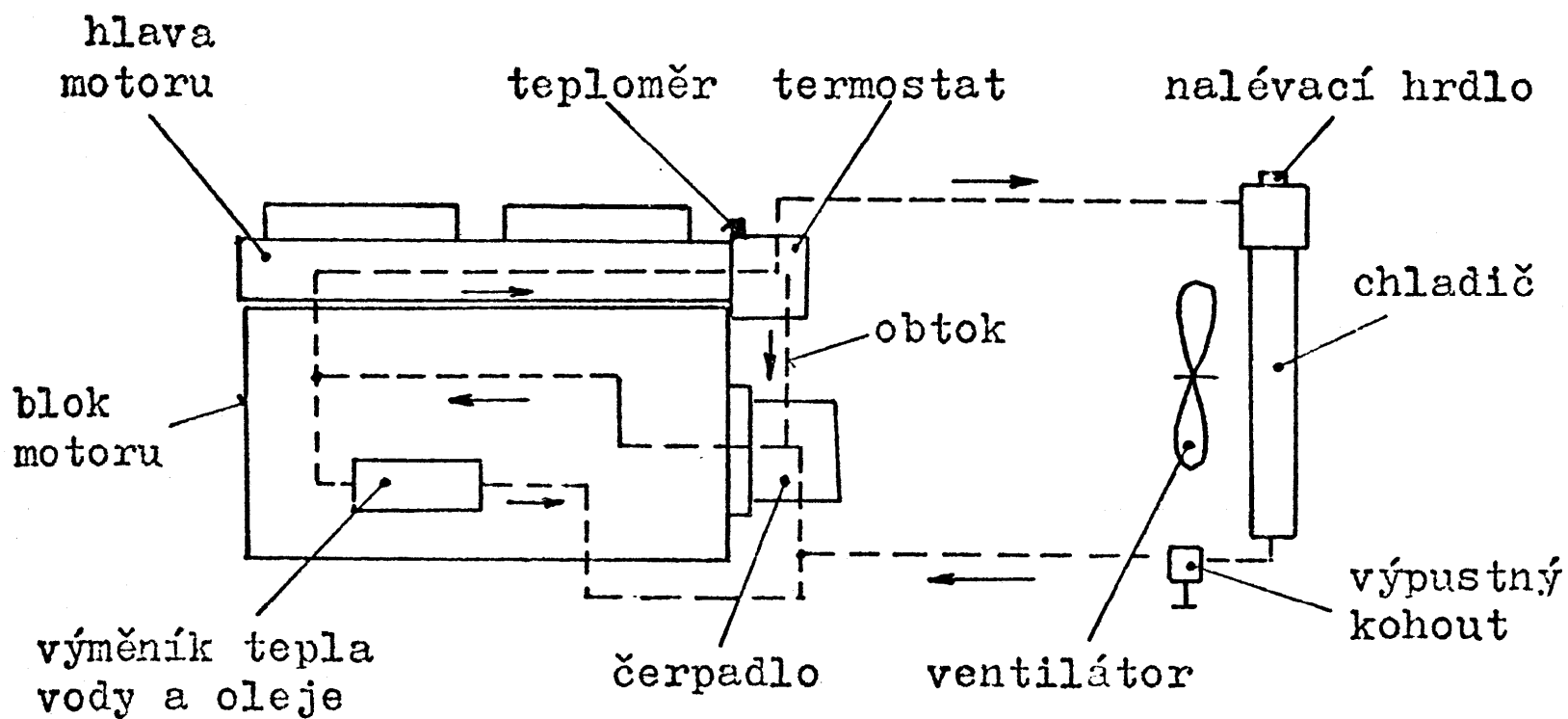
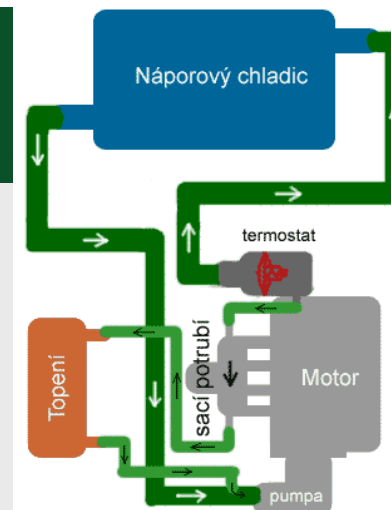
Vzduchem chlazené motory



- 1 - rozváděcí kolo ventilátoru
- 2 - oběžné kolo ventilátoru
- 3 - kapalinová spojka
- 4 - ventil regulace chlazení
- 5 - deflektory
- 6 - hřídel
- 7 - rozvodová kola

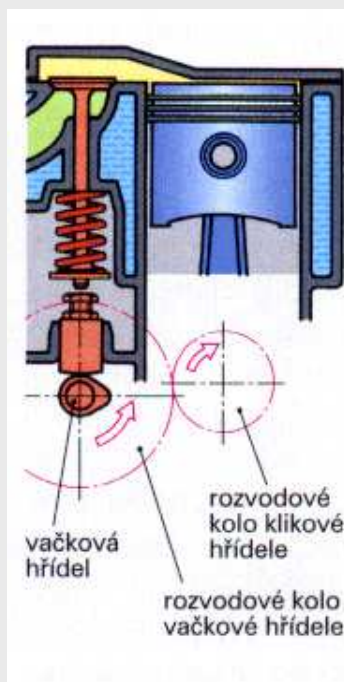
přívod oleje z mazací soustavy motoru

Kapalinou chlazené motory

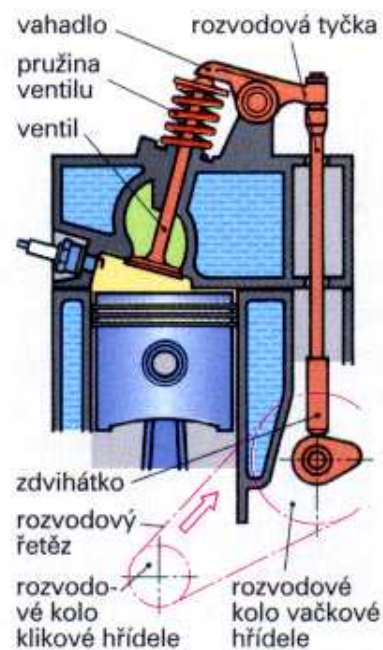


Rozvodová ústrojí

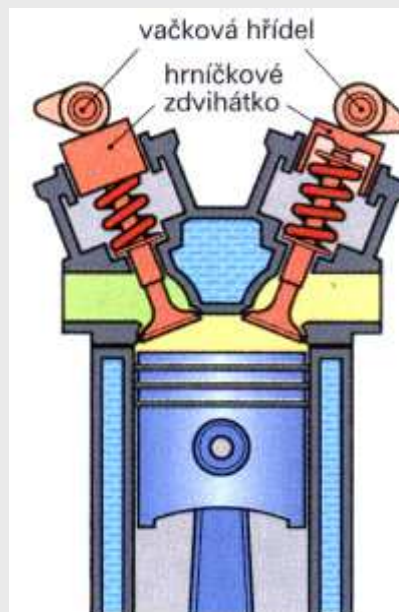
SV
Side Valves



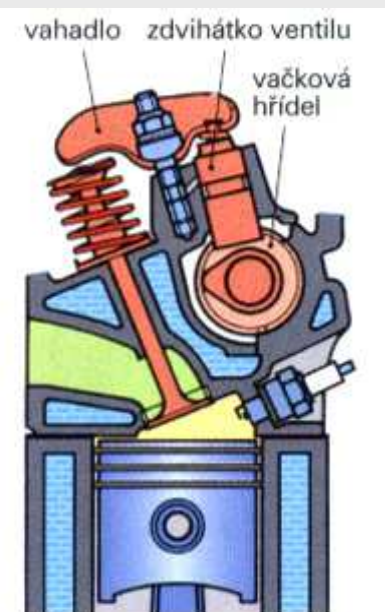
OHV
Over Head
Valves



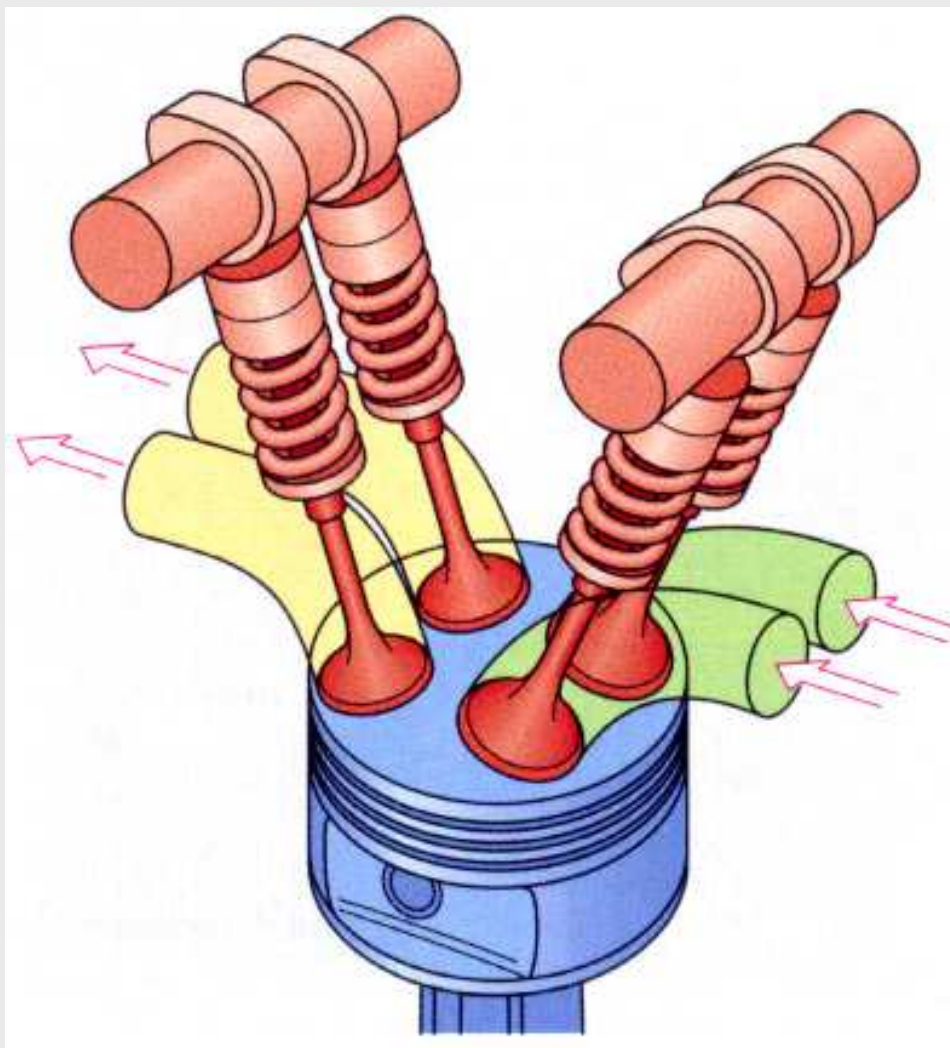
DOHC
Double
Over Head
Camshaft



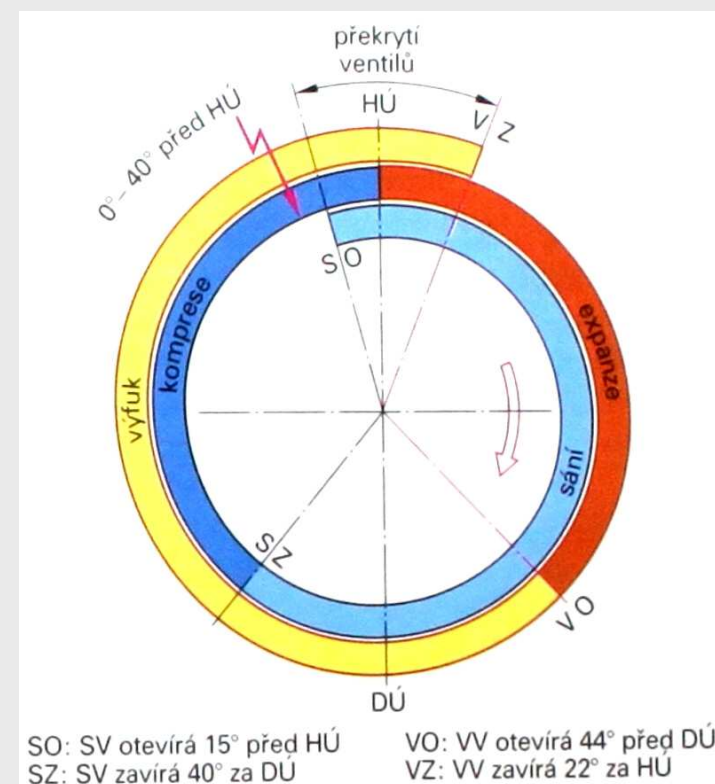
OHC
Over Head
Camshaft



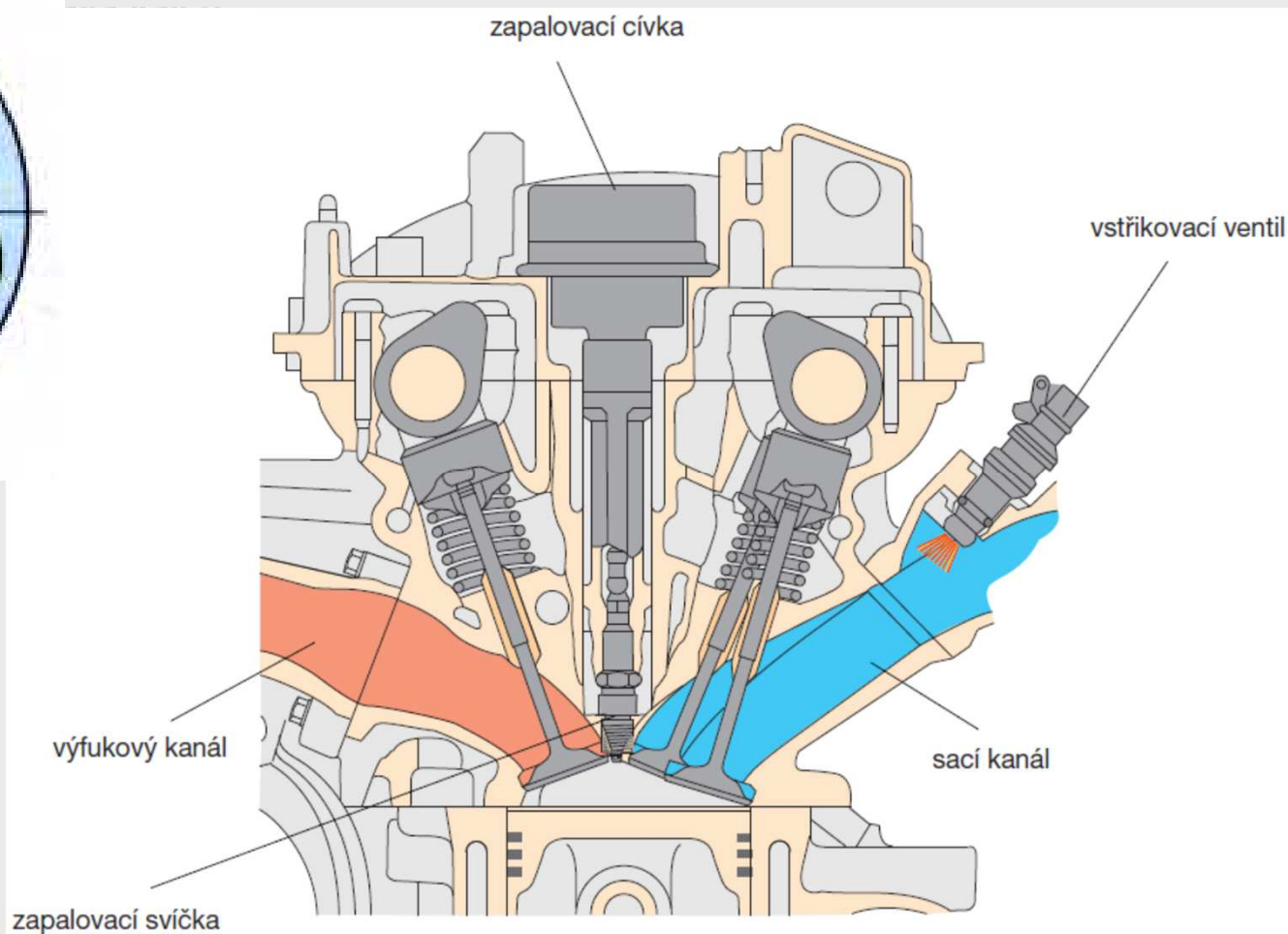
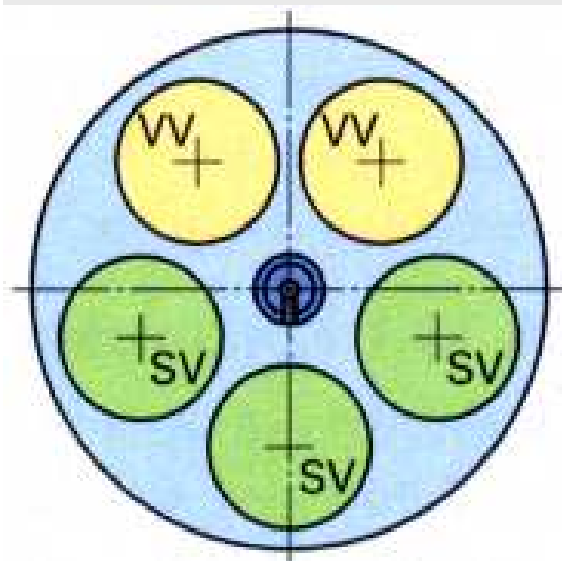
Víceventilová technika



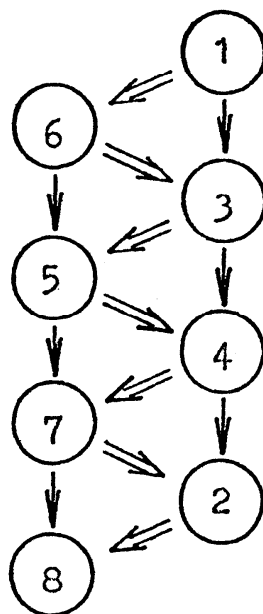
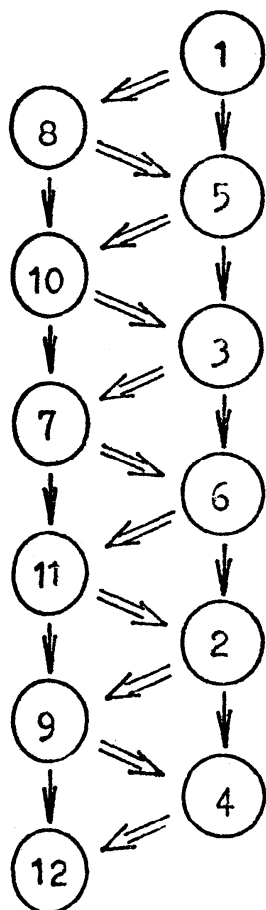
Zlepšení výměny náplně ve válcích, vytvoření max. průtočného profilu pro výměnu náplně. Jedna vačková hřídel ovládá sací a druhá výfukové ventily



Uspořádání spalovacího prostoru u 5-ti ventilové techniky s proměnným časováním sání

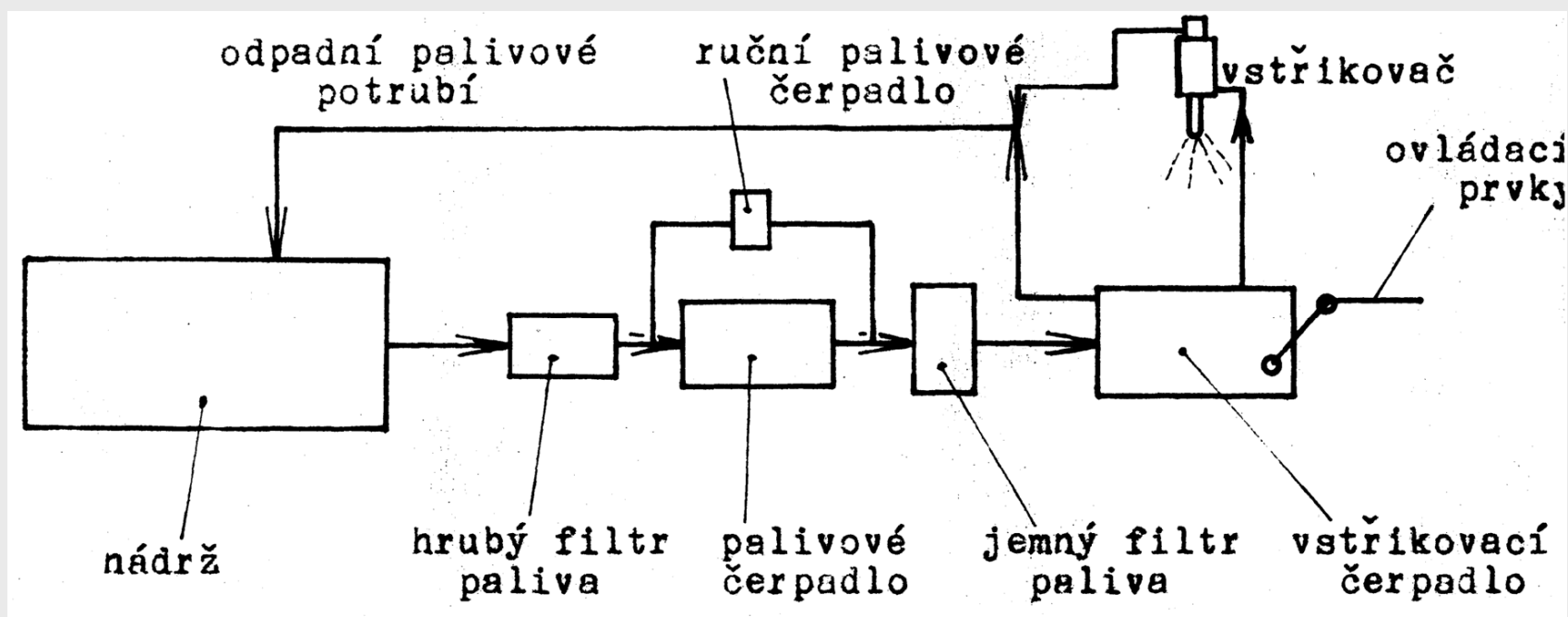
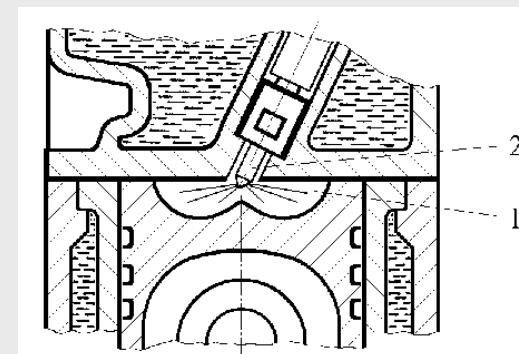


Střídání pracovních dob u 12V, 8V, 6V a 4V

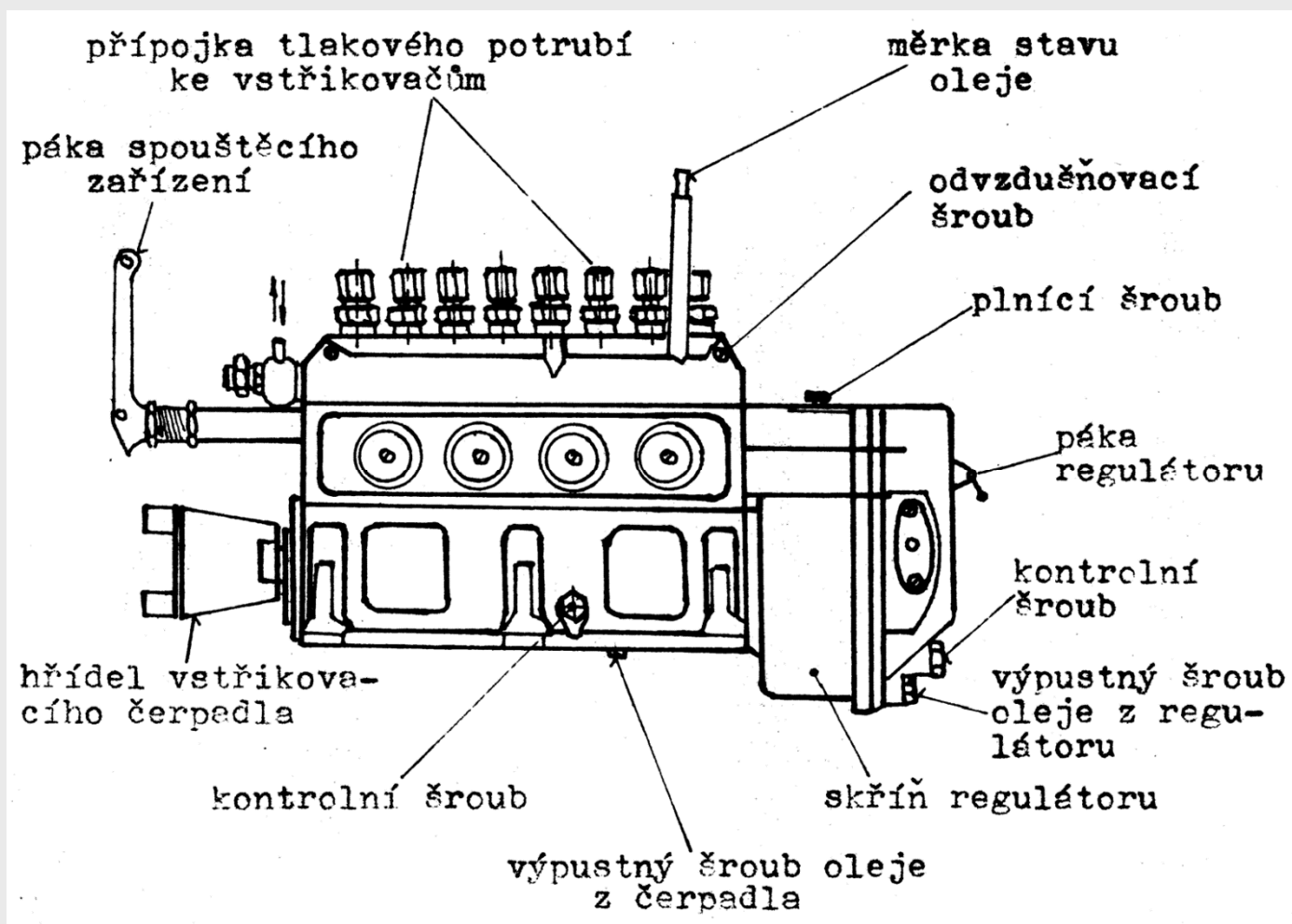


Palivové soustavy vznětových motorů

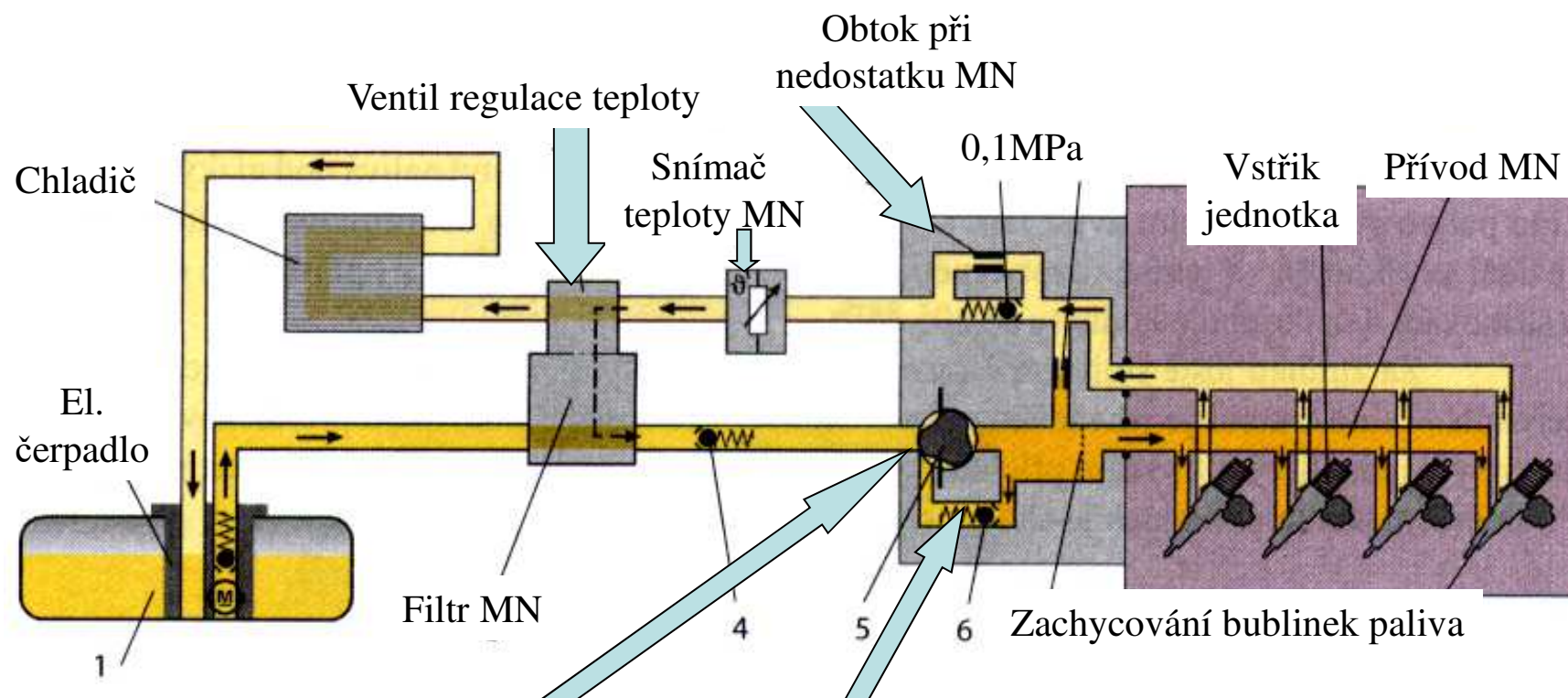
Klasický vstříkovací systém



Vstřikovací čerpadlo



Vstřikovací systém čerpadlo tryska - PDS

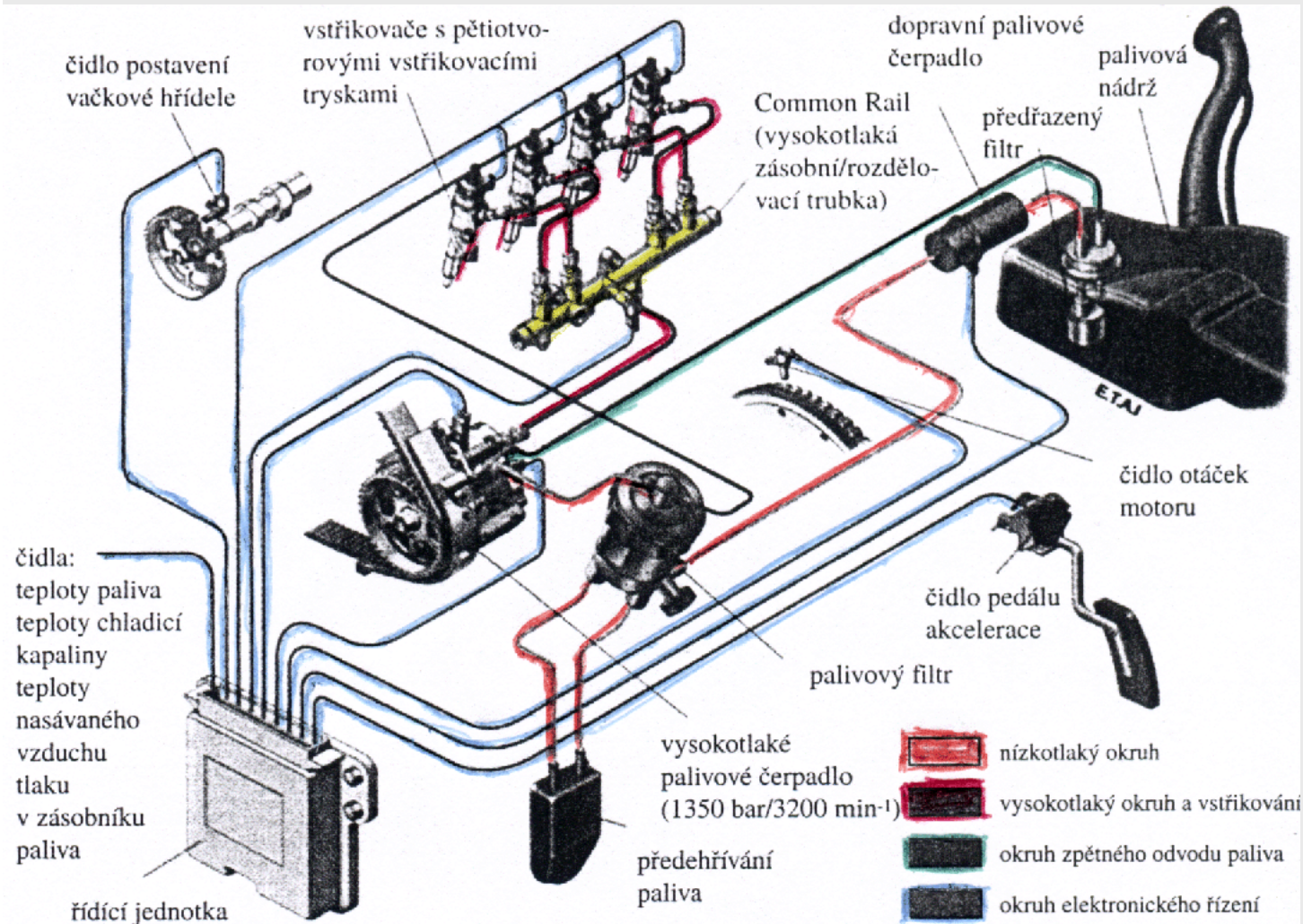


Mechanické čerpadlo (5) dopravuje naftu k elmg. ventilům trysek pod tlakem 0,1 MPa nastaveném na zpětném ventilu (12)

Pojistný ventil (6) max. tlak 0,75 MPa

Dvě fáze - předvstřik a vstřik - tlak až 205 MPa.
Při vstřiku musí být dodržen požadovaný vysoký tlak měnící se jak s požadovanými časovými intervaly tak i s jeho množstvím .

Vstřikovací systém Common Rail

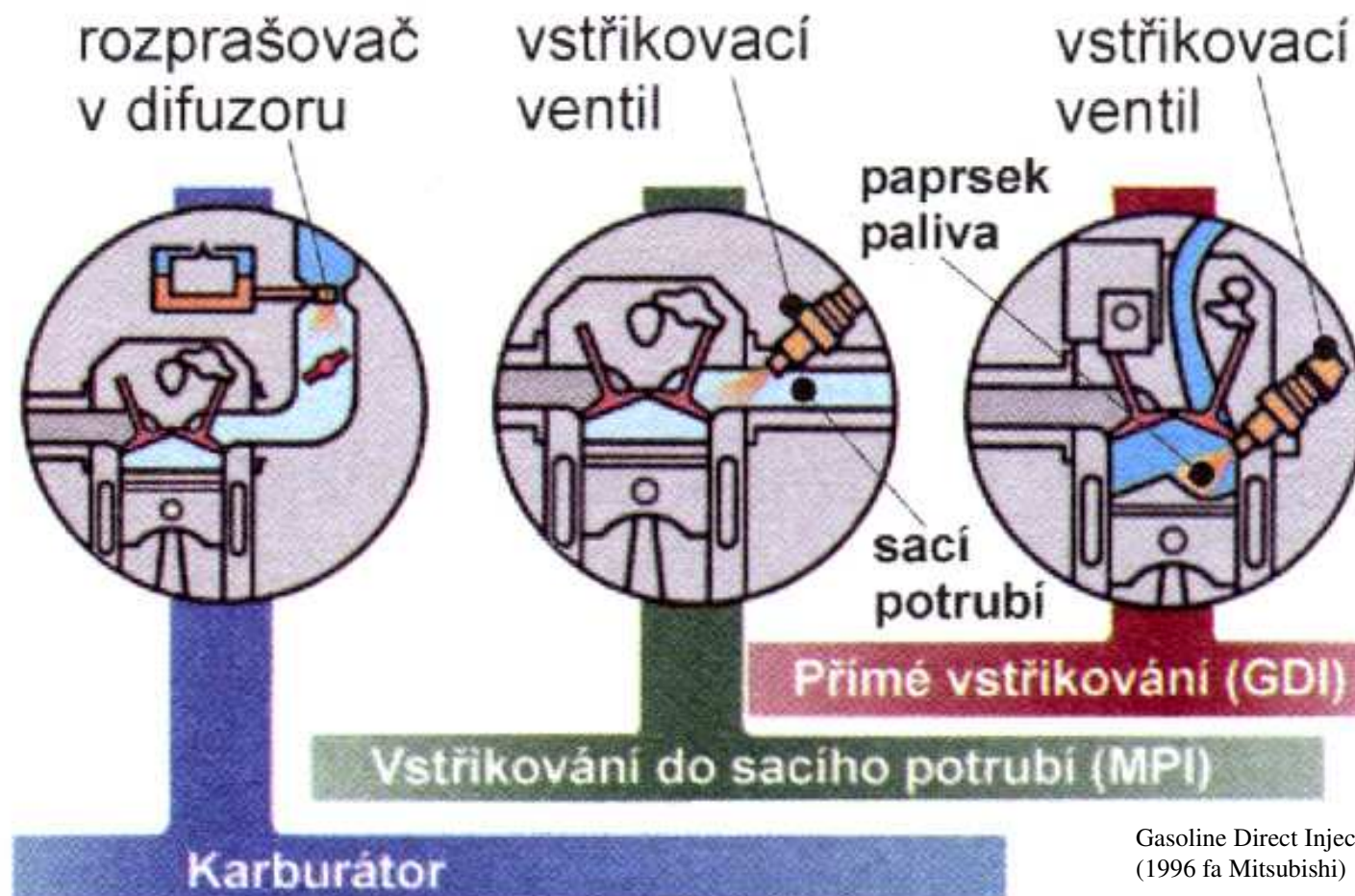


Tlak v nízkotlakém obvodu 0,25 MPa
Tlak v Common Rail až 135 MPa

Výhody:

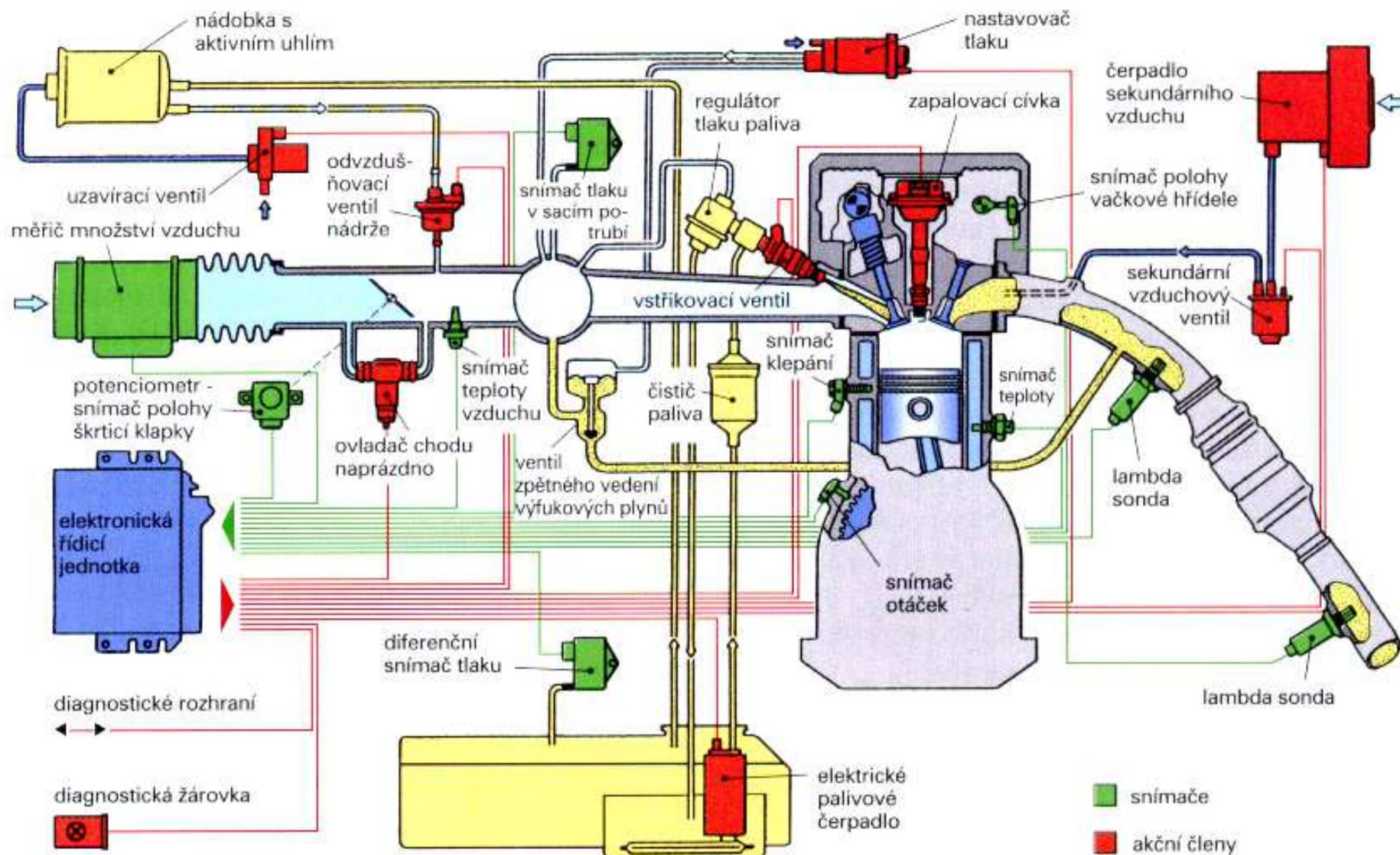
- Extrémně jemné rozprášení paliva - „okamžité“ odpaření,
- Vyšší výkon až o 25% ve srovnání s klasickým SM,
- Nižší spotřeba paliva až o 20%,
- Snížení emisí ve výfukových plynech NO_x o 20%, CO 40%, HC o 50%, saze až 60% - minimální kouřivost
- Tichý chod motoru.

Palivové soustavy zážehových motorů

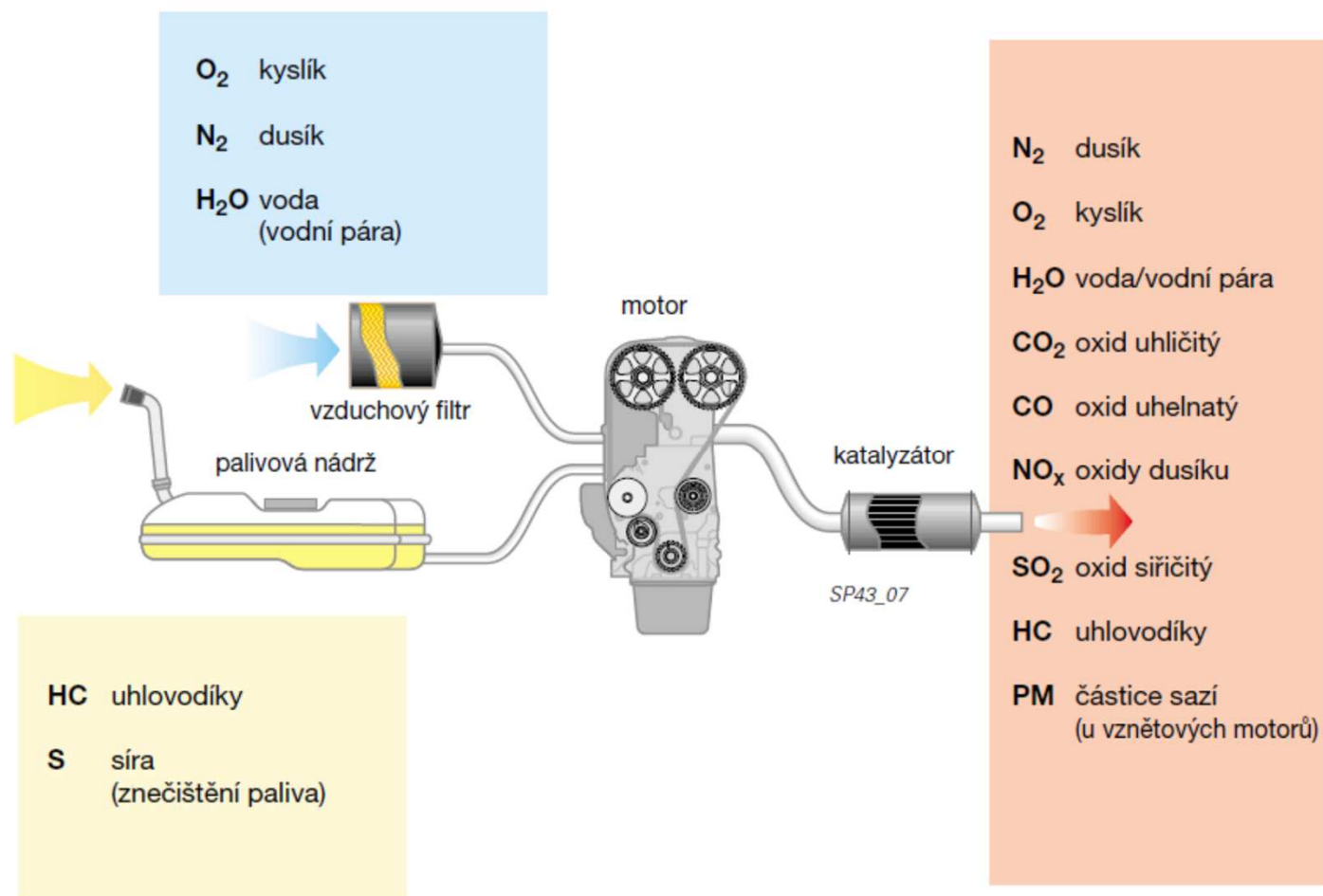


Gasoline Direct Injection
(1996 fa Mitsubishi)

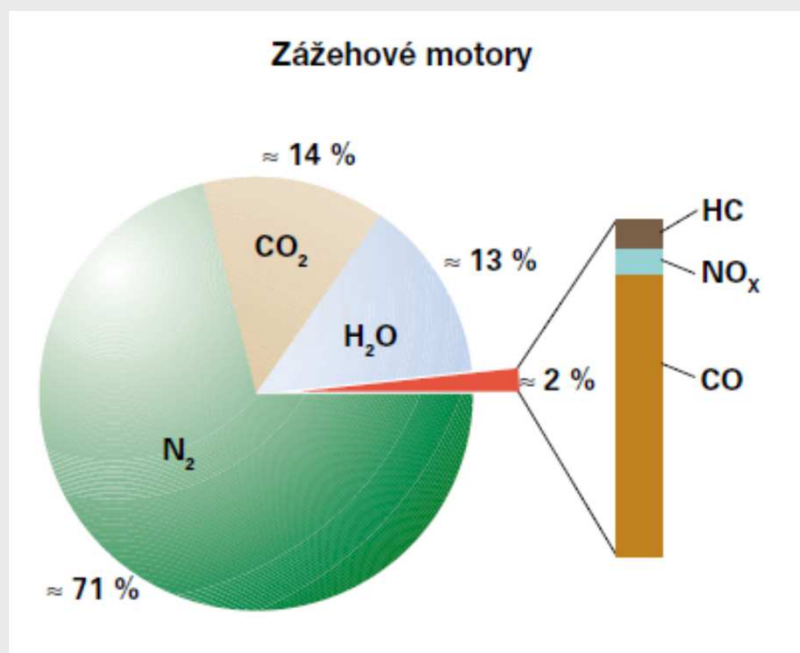
MPI - Multi Point Injection (Motronic)



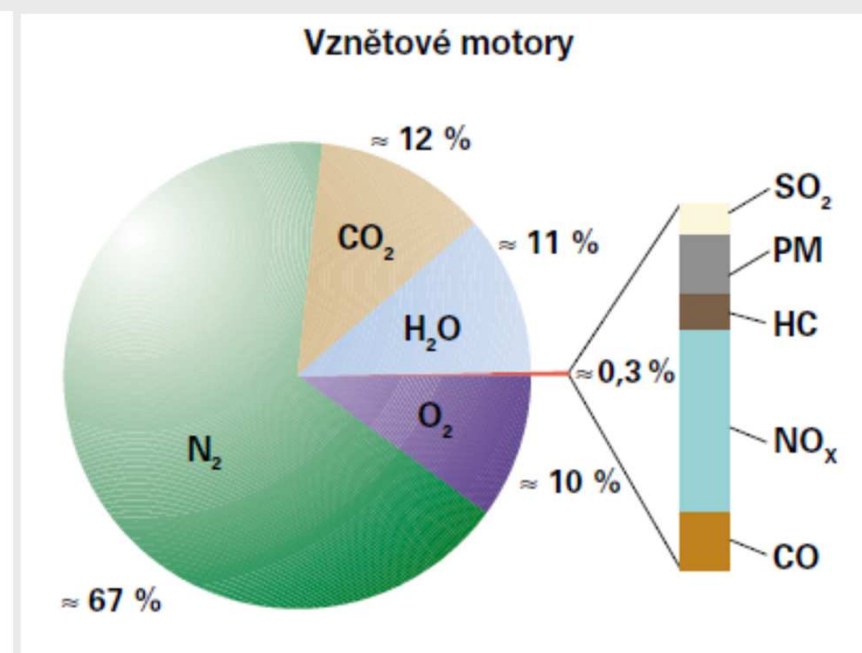
Emise výfukových plynů



Složení výfukových plynů

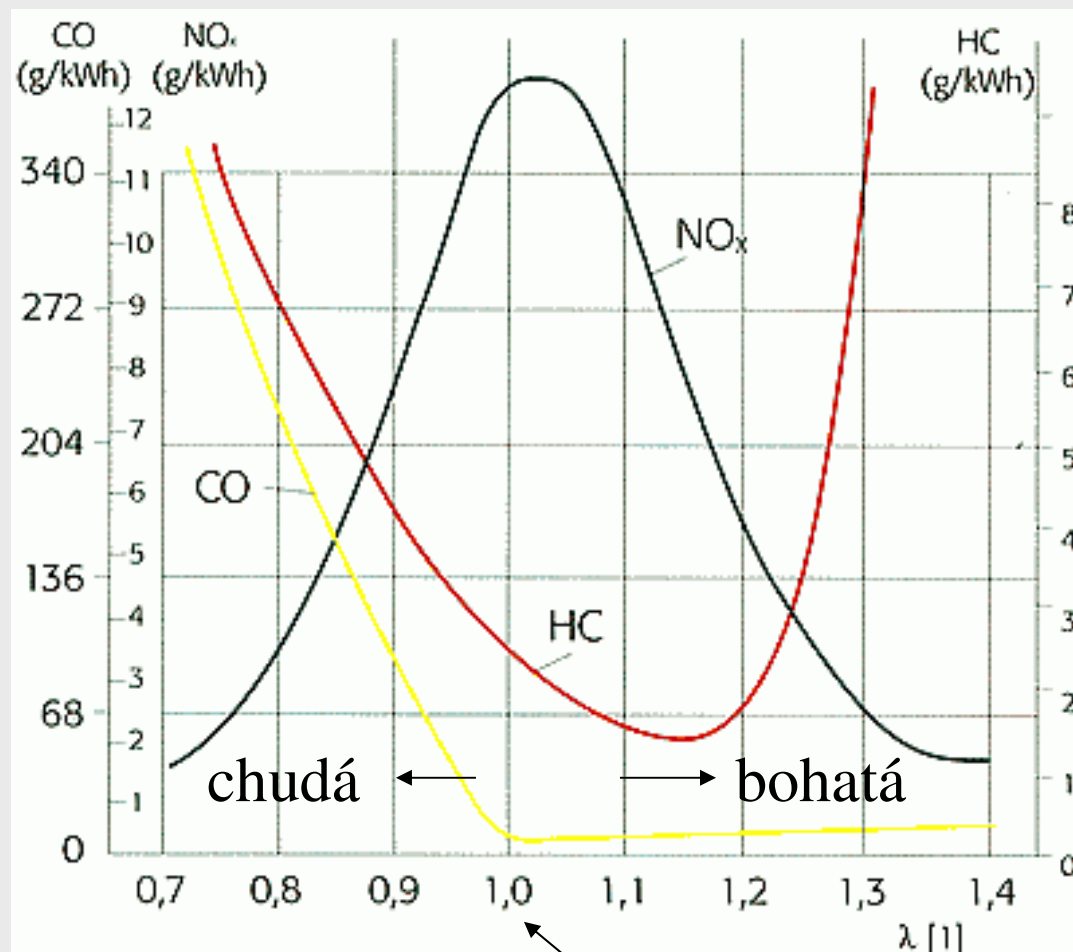


Bude-li probíhat ideální spalování – uhlík C s kyslíkem O_2 reaguje na CO_2 a vodík $2H_2$ s kyslíkem O_2 na $2H_2O$.



Ve spalovacím prostoru vzniká bohužel nedokonalé hoření a vytváří se škodlivé produkty CO, HC, NO_x saze a sirné sloučeniny.

Emisní škodliviny



14,7 kg vzduchu na 1 kg benzínu

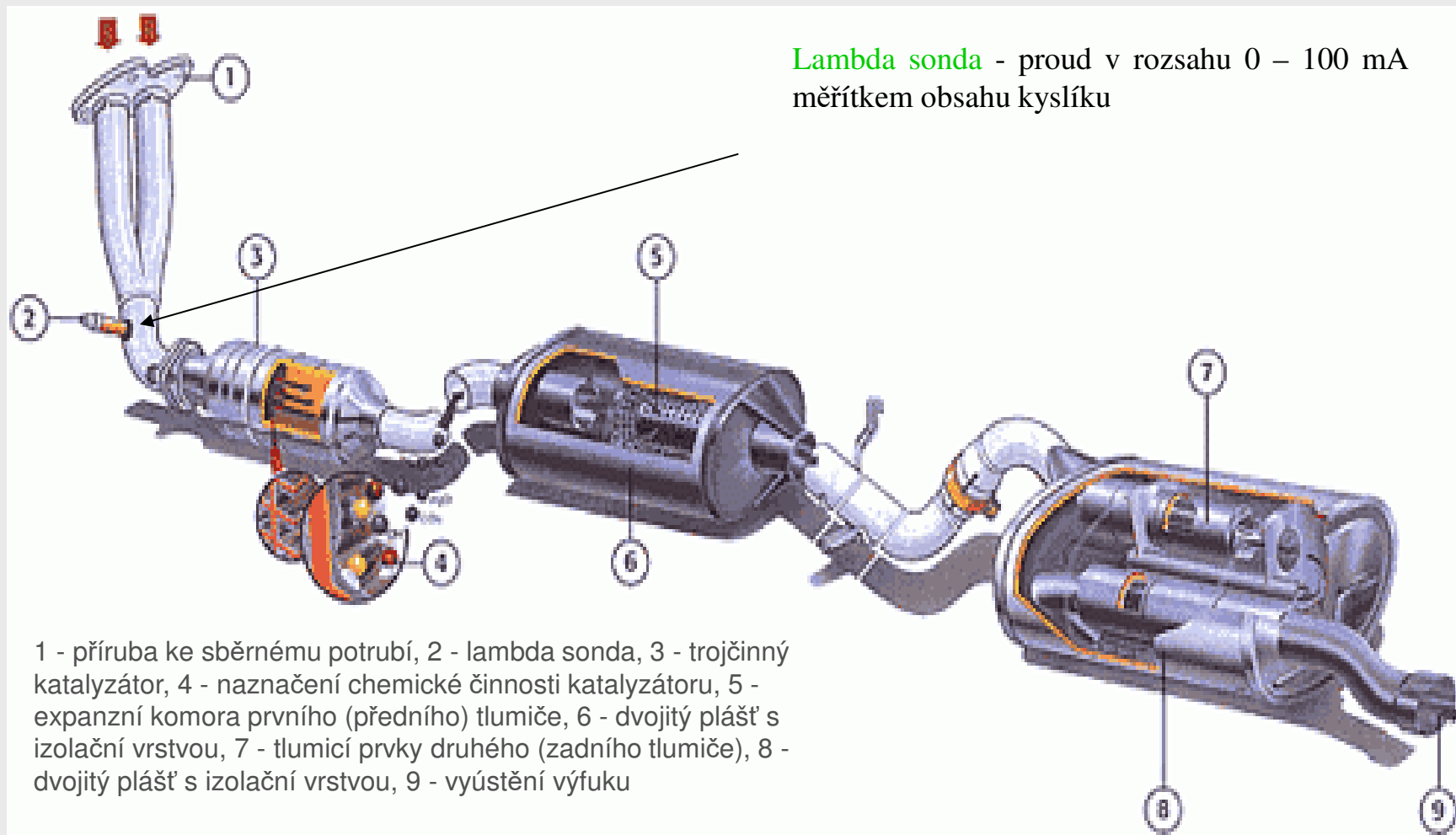
Pro dosažení co nejlepších výsledků je důležité co nejlepší rozprášení a promíchání optimálního množství paliva se vzduchem a dodržování přesně stanoveného součinitele přebytku vzduchu $\lambda = 1$. Respektování těchto požadavků dnes umožňují moderní vícebodové vstřikovací systémy.

Účinek výfukových plynů na lidský organismus

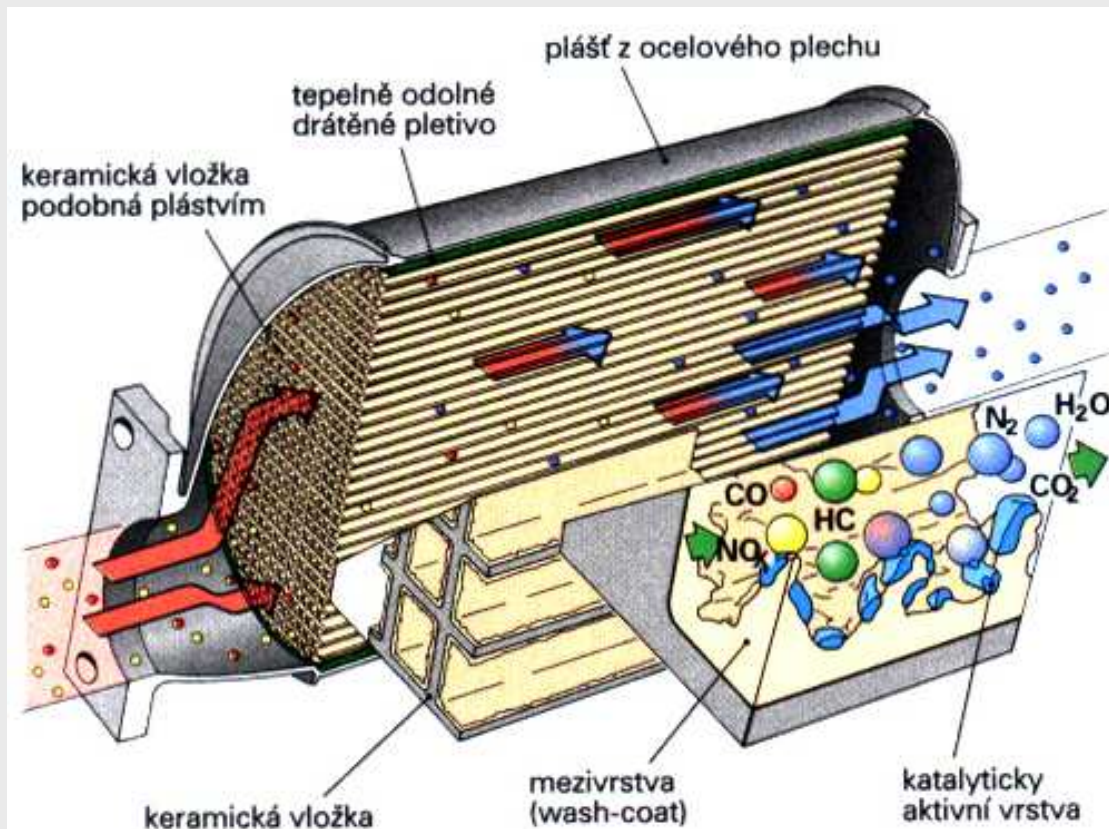
- **Oxid uhelnatý (CO)** - váže se na krevní barvivo a blokuje přenos kyslíku krví. Nejcitlivějším orgánem na nedostatek kyslíku je mozek, stačí již koncentrace 0,5% na m³ a během 30 min nastává smrt.
- **Oxidy dusíku (NO_x)** - zejména oxid dusičitý NO₂ ostře páchnoucí červeno-hnědý jedovatý plyn napadá plíce -vyvolává pocit dušení a nucení ke kašli - vznik smogu - zvýšené koncentrace přízemního ozónu (O₃), který je pro člověka jedovatý. Oxidy dusíku přispívají k chemické reakci, při níž ozón vzniká.
- **Nespálené uhlovodíky (HC)** – parafiny dráždí pokožku, sliznici a oči. Olefiny a acetyleny – podílejí se na tvorbě smogu. Aromatické uhlovodíky – narkotické působení s rakovinotvorným působením.
- **Pevné částice (saze)** - při provozu vznětových motorů - pevný uhlík ve formě sazí. Saze mohou být nosičem rakovinotvorných látek, které se po vdechnutí usazují v plicních sklípcích.
- **Oxid uhličitý (CO₂)** - Není přímou škodlivinou, proto není legislativně omezen. Avšak přispívá k tvorbě tzv. skleníkového efektu, který má za následek globální oteplování Země. Rostliny jej přeměňují za působení slunečního záření na uhlík a kyslík.

Dle statistických údajů bylo například v roce 1998 pouze silniční dopravou v České republice vyprodukováno: 9 662 000 tun CO₂, 250000 tun CO, 187000 tun NO_x, 71000 tun HC, 6300 tun SO₂, 130 tun Pb a 5700 tun pevných částic, převážně sazí.

Katalyzátory



Konstrukce a funkce katalyzátoru



Optimální pracovní teplota uvnitř katalyzátoru je mezi 400 až 800 °C.

Konstrukce katalyzátoru sestává z plechového pláště a tělesa tvořeného keramickým monolitem s několika tisíci jemných kanálků. Kanálky jsou opatřeny velmi porézní mezivrstvou – účinný povrch katalyzátoru se tak zvyšuje až 7000x.

Na tuto mezivrstvu se napařuje katalyticky účinná tenká vrstva vzácných kovů – platina, rhodium, paládium (asi 2g).

Trojčinný katalyzátor – vedle sebe probíhají současně tři chemické reakce: NOx se redukuje na dusík (uvolňuje se kyslík)-Rhodium,

CO oxiduje na CO₂ – Platina, paládium

HC oxidují na CO₂ a H₂O - Platina

2. Trojfázové indukční asynchronní elektromotory



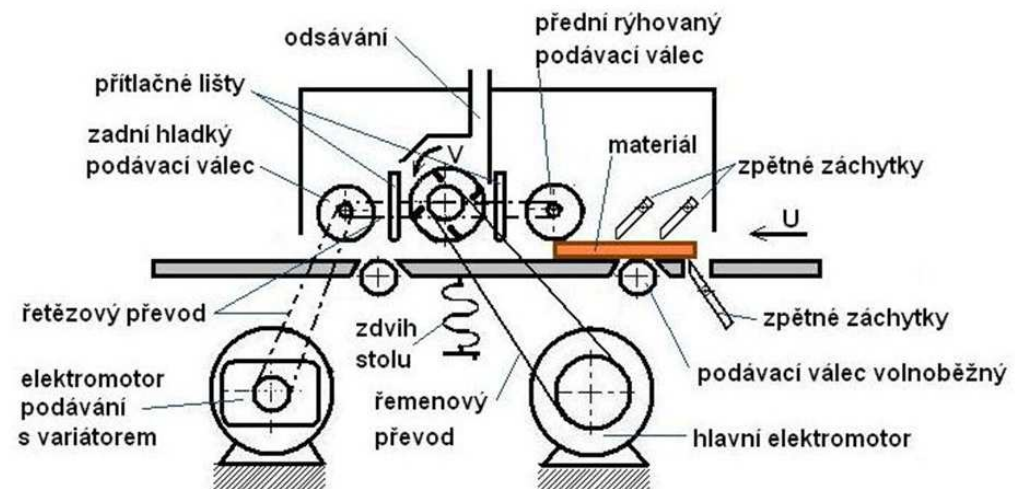
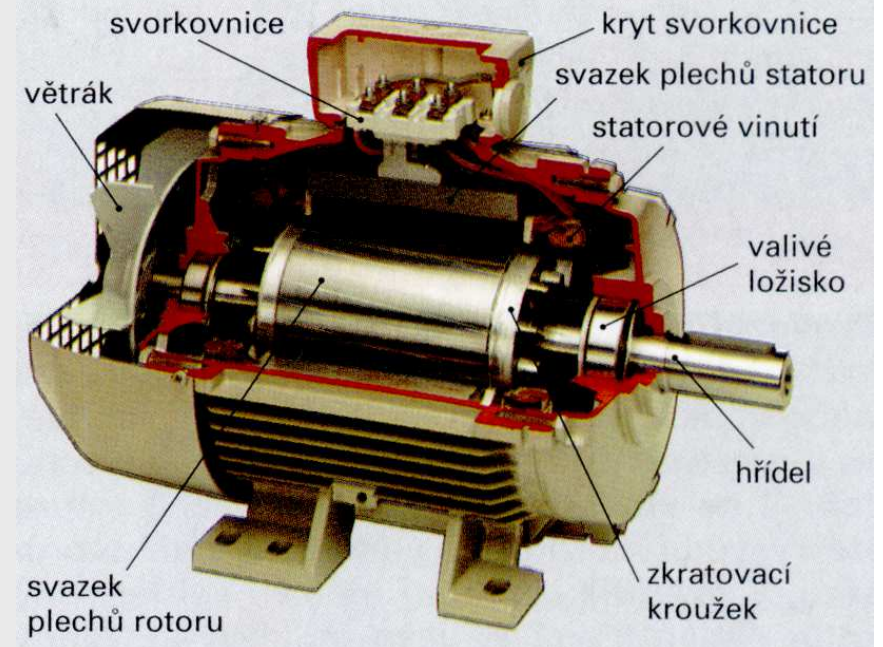
Charakteristika trojfázových asynchronních indukčních elektromotorů

Jsou nejrozšířenějšími pohonnými jednotkami u stacionární dřevařské techniky a to zejména pro svoji **konstrukční jednoduchost, provozní spolehlivost, nízké investiční náklady** a **minimální nároky na údržbu**.

Asynchronní indukční motory však mají také některé nevýhody a to především:

obtížnou regulaci otáček

velký záběrný proud při přímém připojení na síť (až 6-ti násobek pracovního proudu)



Provedení asynchronních elektromotorů



Motory s klecovým rotorem mají drážky v rotoru vyplněné tyčemi a na obou stranách rotoru jsou tyče spojeny na krátko kruhy (tímto způsobem jsou na rotoru místo vinutí vytvořeny měděné nebo hliníkové klece), výkony od 120 W do 15 kW.

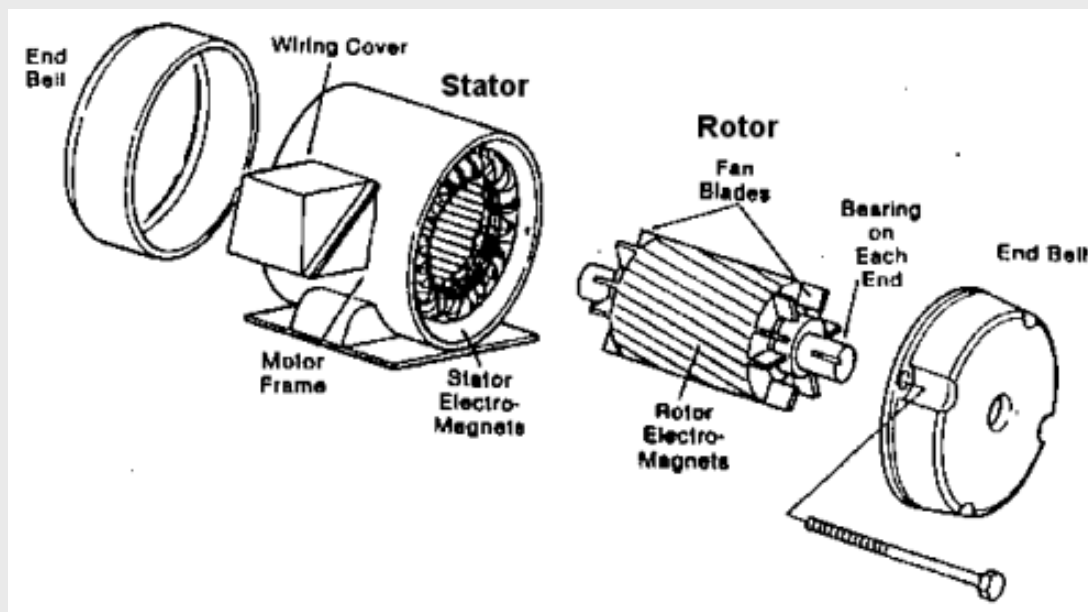


Velké **motory** jsou provedeny obvykle **s trojfázovým vinutím na rotoru**, přičemž konce cívek jsou propojeny přes kroužky a uhlíky s odporovými můstky pro regulaci proudu odebíraného motorem (běžně jsou konstruovány pro výkony nad 15 kW).

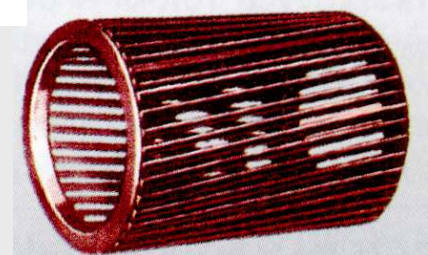
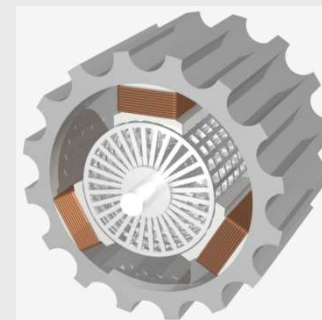


Podle počtu cívek na statoru a vytvoření magnetických pólů jsou v praxi nejčastěji rozlišovány 2-pólové ($p=1$), 4-pólové ($p=2$), 6-ti pólové motory ($p=3$).

Motory s klecovým rotorem

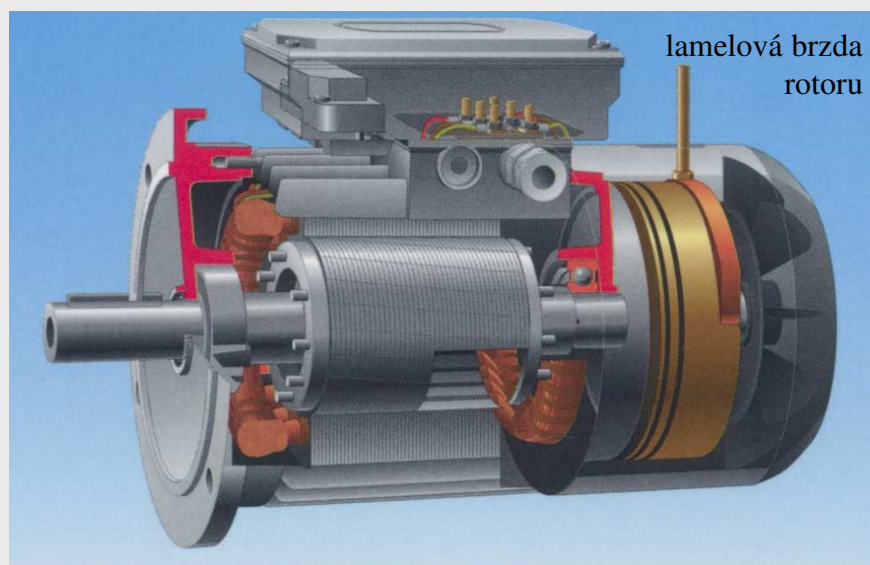


mají drážky rotoru vyplněné vodivými tyčemi a na obou stranách rotoru jsou vzájemně propojeny kroužky (**používají se měděné nebo hliníkové klece**).



Přírubové elektromotory u dřevoobráběcích strojů

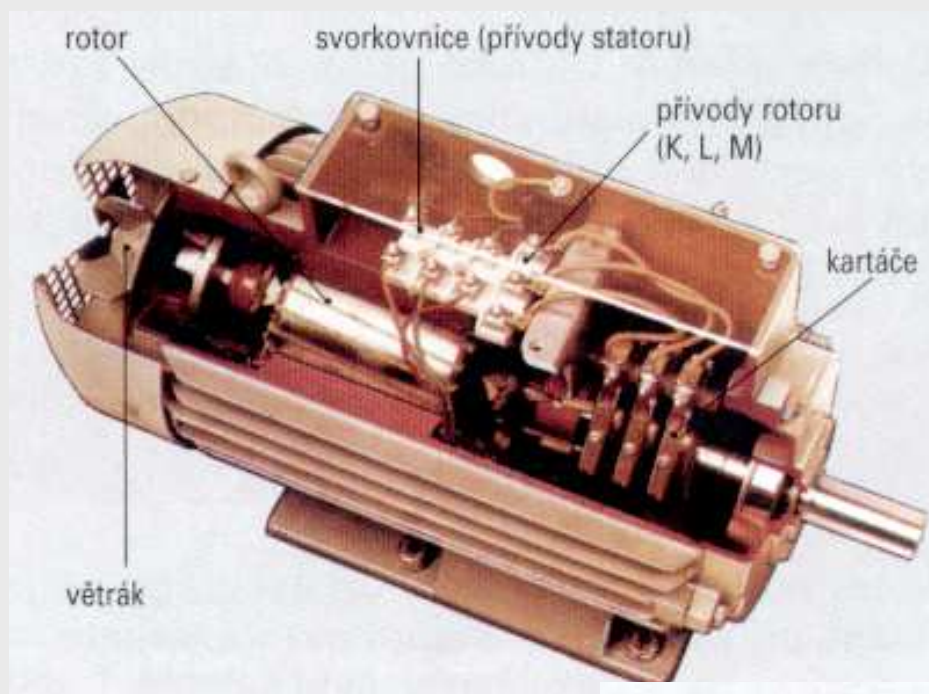
**Konstrukce s lamelovou
rotorovou brzdou - např. pohon
kuličkového šroubu
přestavování suportu vřetene
frézky**



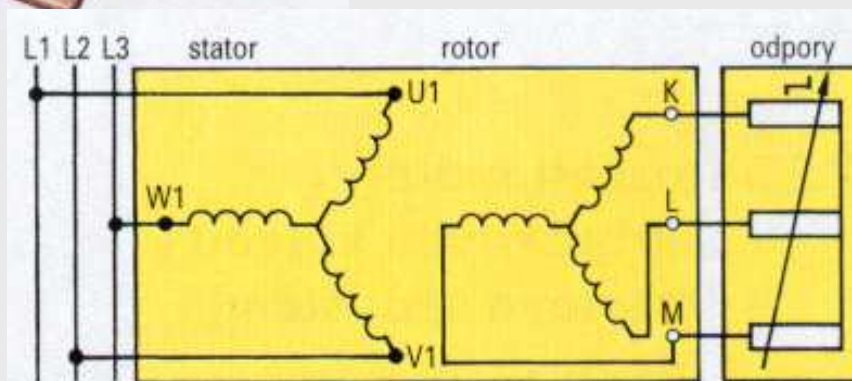
**Konstrukce se
šnekovou převodovkou
– např. pohon
podávacích válců
rovinné frézky**



Motory s rotorovým vinutím (kroužkové)



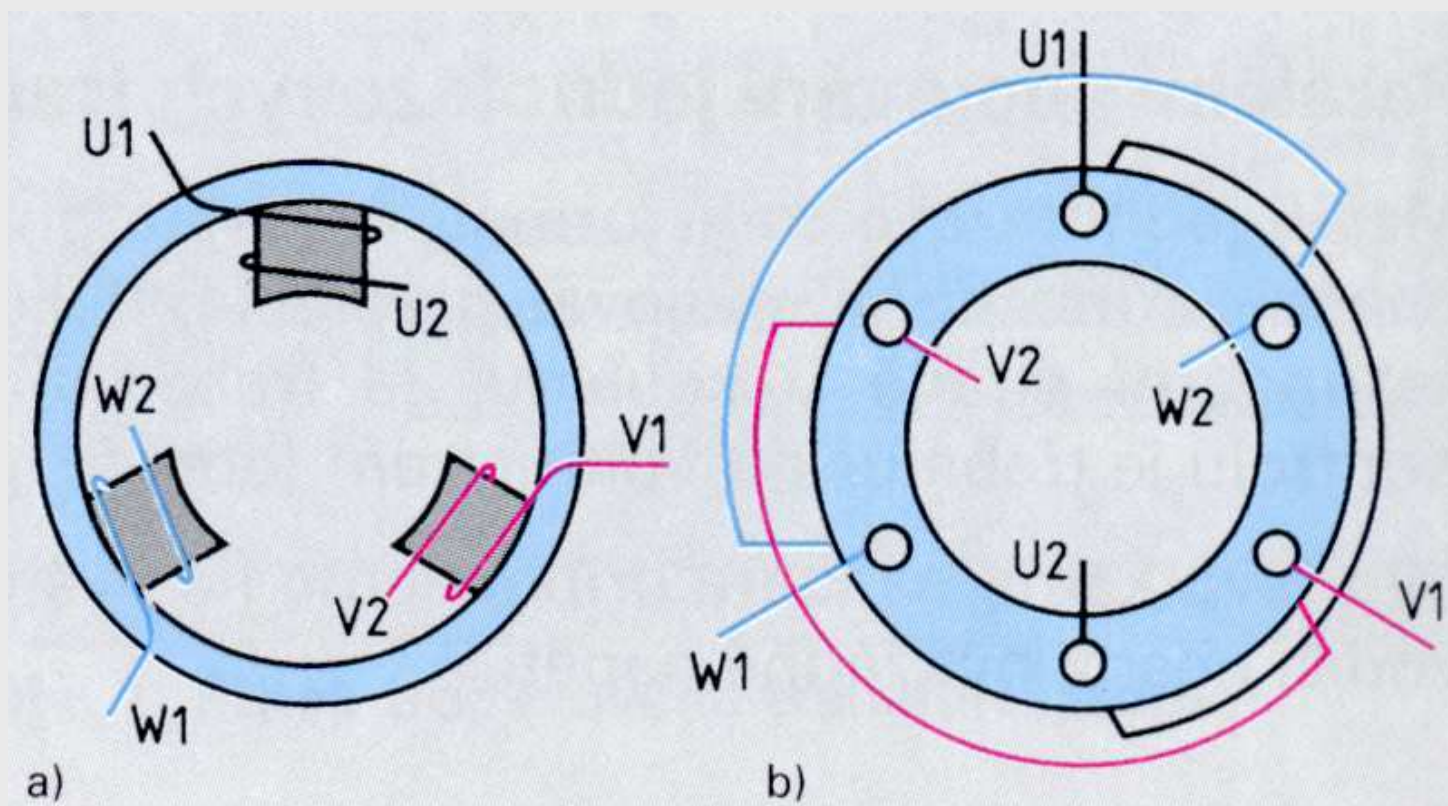
Velké motory (nad 15 kW) jsou obvykle provedeny jako **kroužkové** (na rotoru je trojfázové vinutí). Ve svazku rotorových plechů je umístěno rotorové vinutí vyvedené na uhlíkové kartáče a přes ně připojené na odpory.



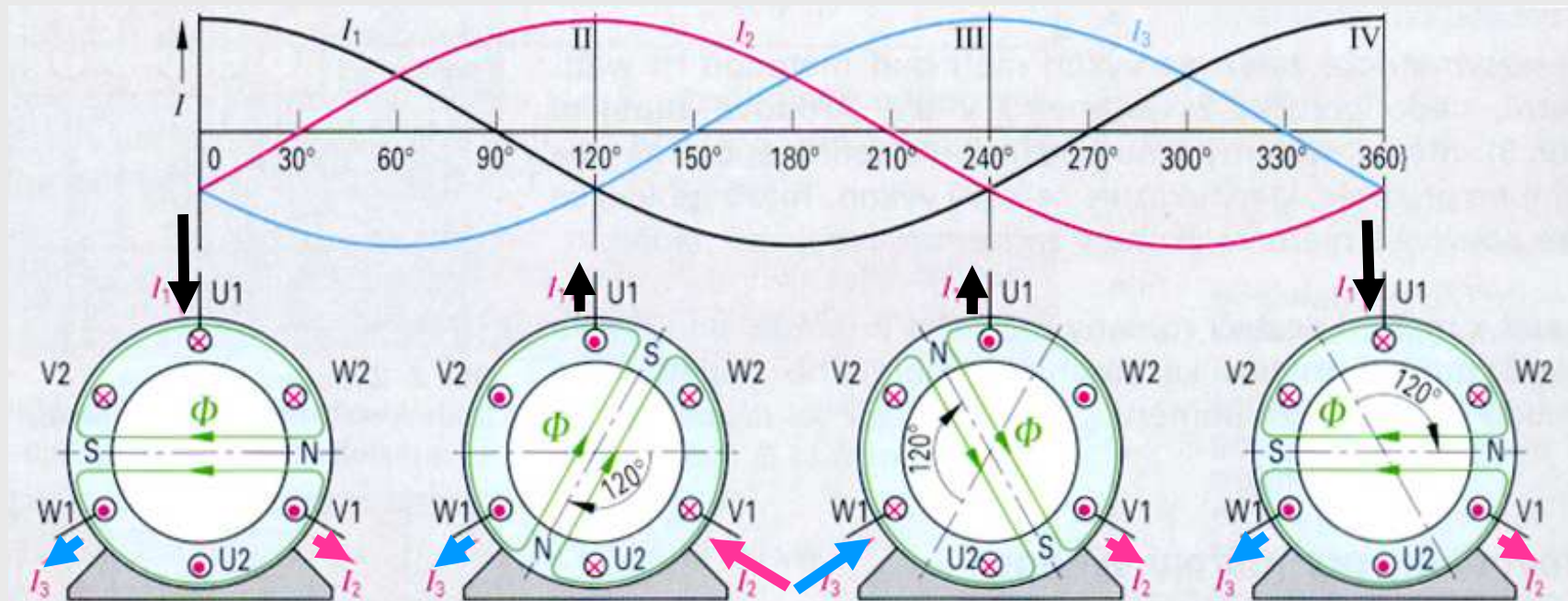
Stator

Na *statoru* motoru jsou buď pólové nástavce s třemi vinutími pootočenými o 120° ad a)

nebo je stator složen z plechů s otvory pro 3 vinutí ad b).



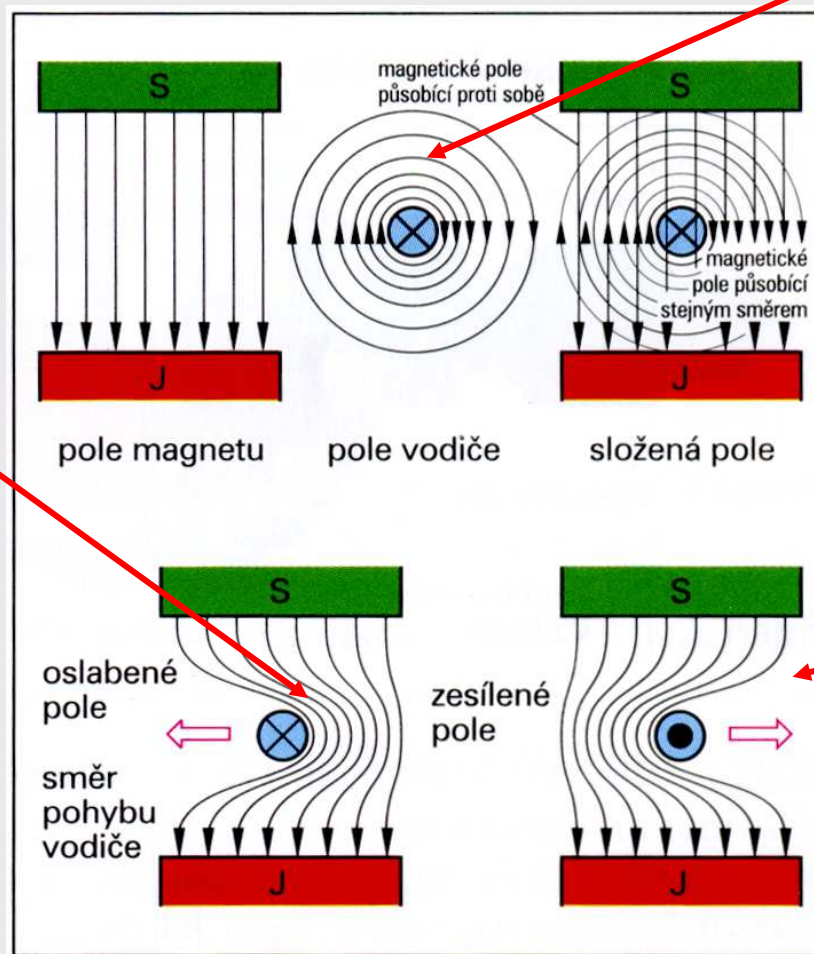
Princip činnosti – vznik točivého magnetického pole na statoru (tři vinutí na statoru)



- Trojfázový proud s fázemi připojenými na soustavu statorových vinutí pootočených o 120° vytvoří točivé magnetické pole.
- Otáčky točivého magnetického pole jsou určeny kmitočtem v síti (50Hz) – jedná se o synchronní otáčky.
- Točivé pole má severní a jižní pól, tedy jeden pólový pár ($p = 1$).
- Bude-li na statoru 6 vinutí odsazených od sebe po 60° , zdvojnásobí se počet pólových párů ($p=2$) a otáčky budou poloviční – cesta od jednoho pólu vinutí k druhému bude poloviční.

Vznik elektromotorické síly

Magnetické siločáry se snaží nejkratší cestou dosáhnout jižního pólu magnetického pole statoru a vytlačují vodivou tyč rotoru ven z pole.



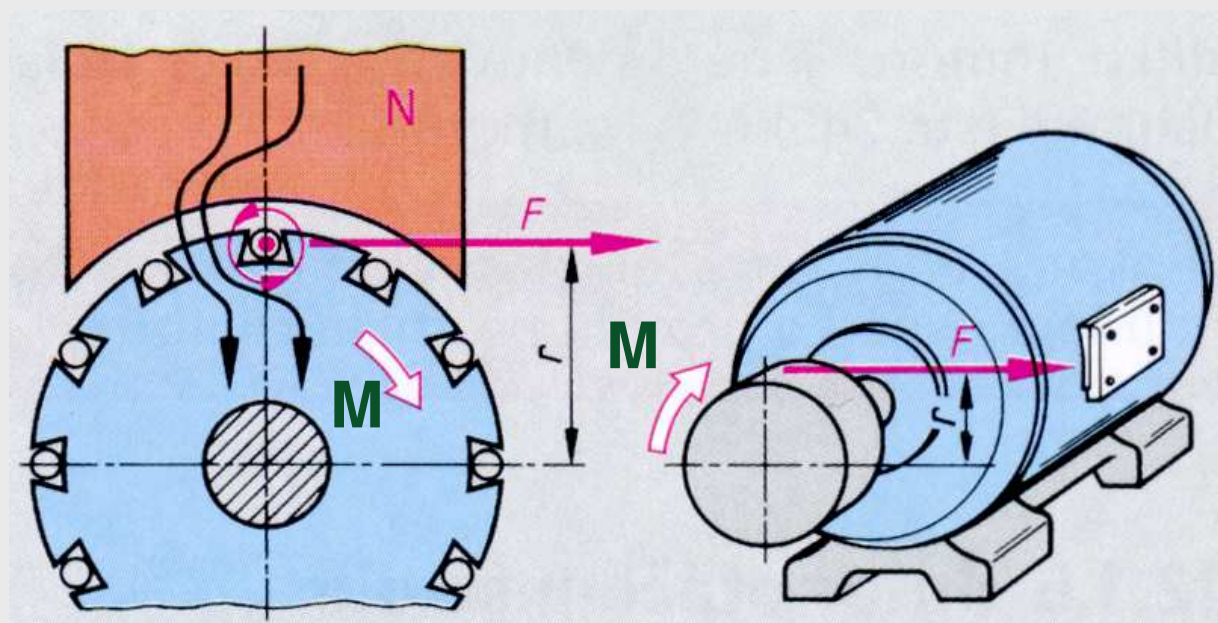
Vlivem elektromagnetické indukce se na tyčích rotoru indukuje napětí. Vzhledem k tomu, že tyče jsou kroužky velmi dobře vodivě propojeny bude těmito tyčemi protékat rotorový proud, který kolem tyčí vytvoří vlastní magnetické pole.

Změní-li se směr magnetického pole nebo směr proudu ve vodiči, tak je výsledné pole vlevo zesílené a vodič je vytláčován směrem doprava.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vznik točivého momentu na rotoru



Velikost magnetického toku procházejícího plochou stojícího závitu klece rotoru se během otáčení točivého magnetického pole mění. Změnou magnetického toku se v závitě indukují napětí, které jím protlačuje proud. Tento proud vybudí vlastní magnetické pole rotoru, které spolu s točivým polem statoru vytvoří elektromotorickou sílu F a točivý moment M .

Momentová charakteristika motoru s klecovým rotorem

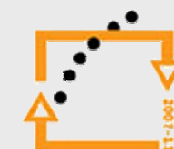
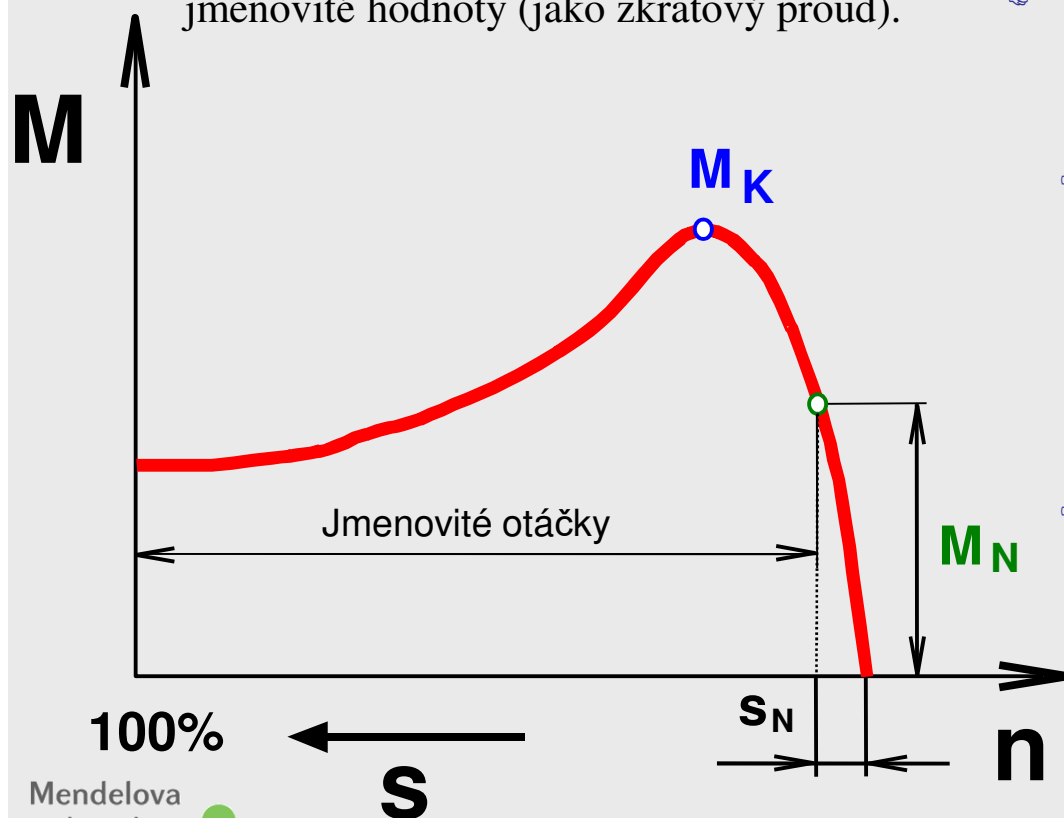
V okamžiku zapnutí motoru se nehybný rotor chová jako indukční zátěž. Činný odpor vodivé klece je velmi malý a rozběhový proud může dosáhnout až 6-ti násobku jmenovité hodnoty (jako zkratový proud).

Při rozbíhání rotoru se moment motoru postupně zvyšuje (indukované napětí a proud v rotoru klesá) až do hodnoty **momentu zvratu** M_K .

Při jmenovitých otáčkách působí **jmenovitý moment** M_N vyvolaný jmenovitým zatížením. V nezatíženém stavu dosahuje motor téměř synchronních otáček.

S růstem zatížení motoru otáčky rotoru klesají poměrně málo – v pracovní oblasti **existuje „tvrdá“ momentová charakteristika** \Rightarrow provozní výhody z hlediska dodržení otáček pohonu se změnou zátěže.

Momentová přetížitelnost $m_p = M_K/M_N$ u dobře navrženého motoru je 1,5 až 2,5. Při překročení momentu zvratu se rotor zastavuje a motor ze sítě odebírá max. proud - hrozí spálení vinutí na statoru!



Synchronní otáčky

U ideálního indukčního motoru, bez jakýchkoli mechanických ztrát, by se rotor točil synchronně s otáčkami točivého magnetického pole. Jeho vodiče by ovšem neprotínaly žádné indukční čáry a neindukoval by se v nich proud. Točivý moment by se rovnal nule a rotor by se točil pouze setrvačností.

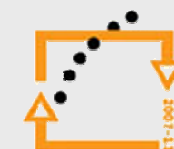
$$n_s = \frac{60f}{p}$$

f ... kmitočet magnetického pole
(frekvence střídavého proudu 50 Hz)

p ... počet magnetických pol-párů (sever-jih)
na statoru

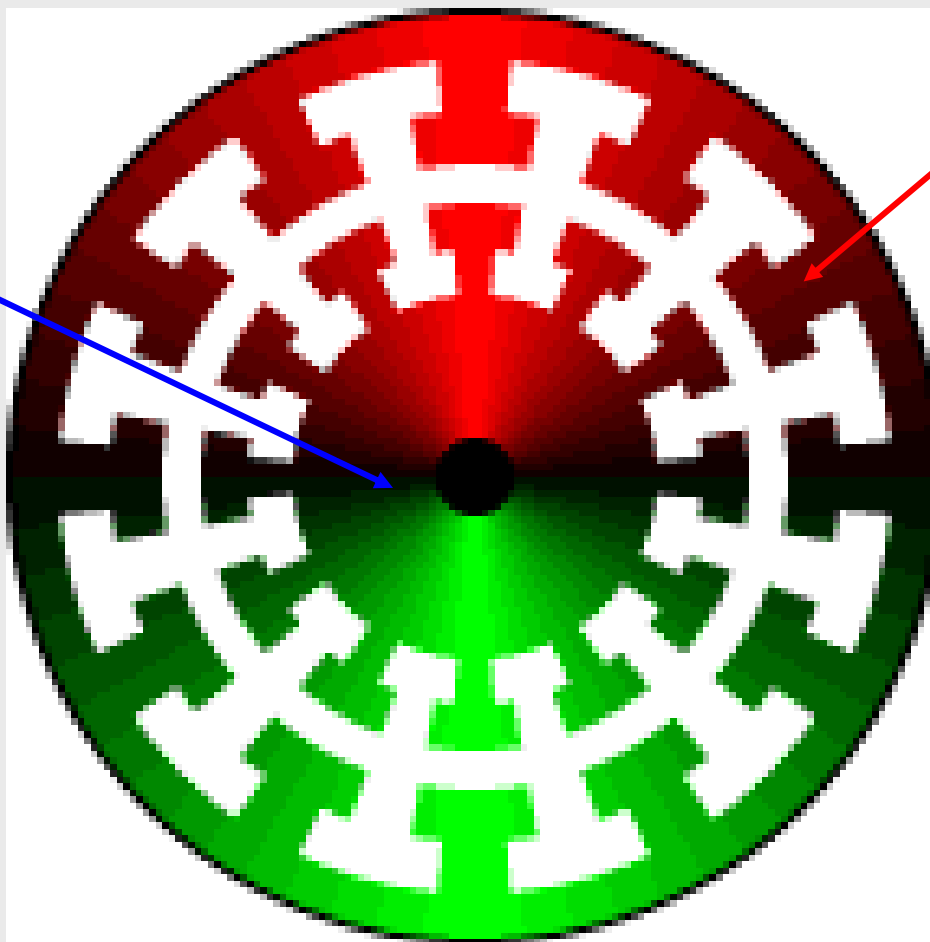
$$n_s = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ min}^{-1}$$

p	1	2	3	4	5	6	8	10
$n_s[\text{min}^{-1}]$	3000	1500	1000	750	600	500	375	300



Může rotor dosáhnout synchronních otáček?

Otáčky
rotoru n



Otáčky
magnetického
pole na statoru
 n_s

$$n_s = n ?$$



Otáčky rotoru

U reálného motoru existují třecí odpory v ložiskách rotoru, ventilační ztráty, které rotor zpomalují, takže indukční čáry protínají vodiče, ve kterých se indukuje proud potřebný pro vznik tažné síly. Čím více se motor zatíží, tím větší je rotorový proud a otáčky rotoru klesají \Rightarrow **motor vždy pracuje se skluzem.**

$$n = n_s \cdot (1 - s)$$

kde s ... skluz

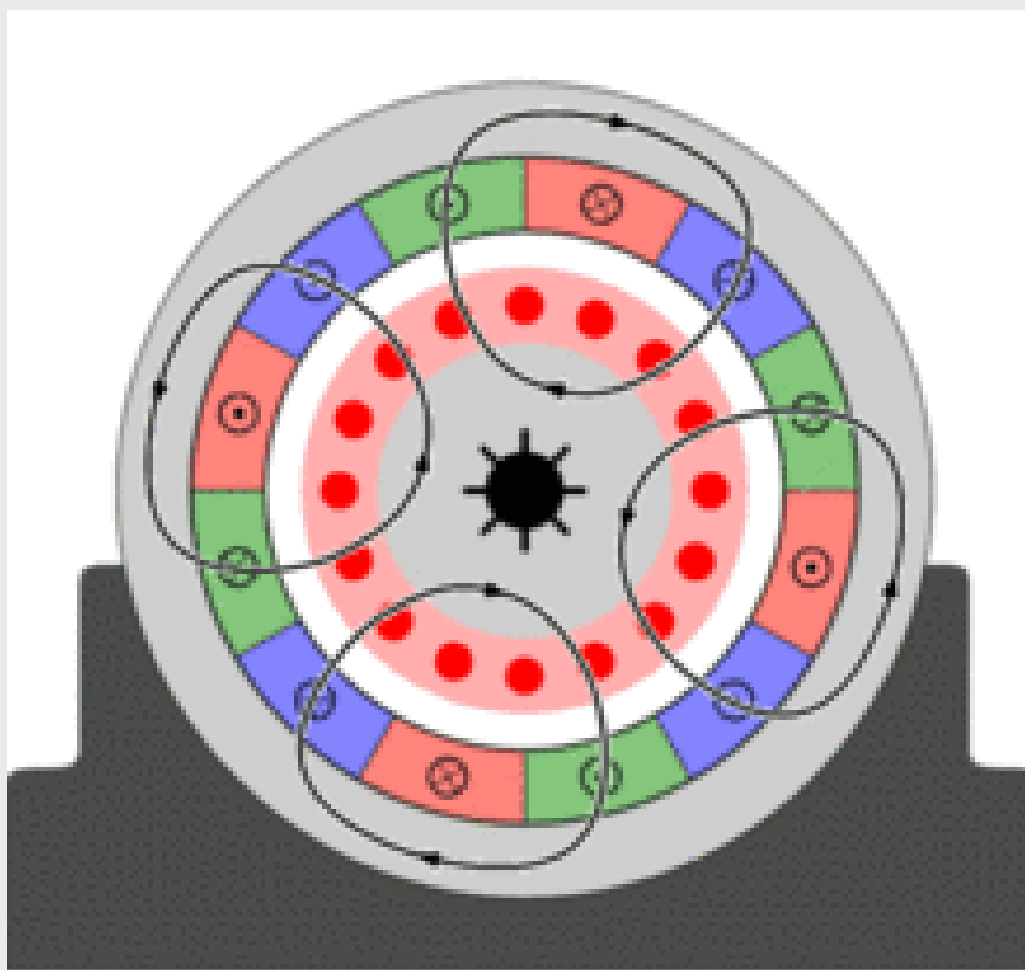
$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100$$

např. 4-pólový indukční motor při skluzu 4%
a kmitočtu 50 Hz bude mít otáčky

$$n = n_s \cdot (1 - s) = \frac{60f}{p} \cdot (1 - s) = \frac{60 \cdot 50}{2} \cdot (1 - 0,04) = 1440 \text{ min}^{-1}$$



Animace funkce



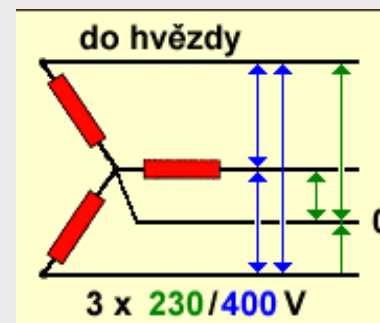
http://cs.wikipedia.org/wiki/Asynchronn%C3%AD_motor

Problémy při spouštění asynchronního elektromotoru o větším výkonu

- Motory s klecovým rotorem mají záběrové proudy až 6x větší než jsou jmenovité proudy při běžném provozu.
- Aby proud nepřekročil určitou velikost a nezpůsobil ve veřejné síti větší pokles napětí, lze bez omezení přímo spouštět motory s příkonem do 3 kW.
- Motory o větších výkonech než 3 kW spouštíme např. pomocí přepínačů **hvězda – trojúhelník**.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

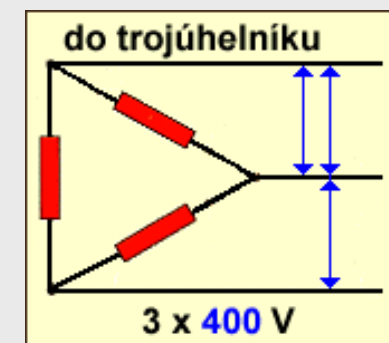
Rozběh



$$U_f = 230 \text{ V}$$

$$I_Y = \frac{U_f}{Z} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

Trvalý chod



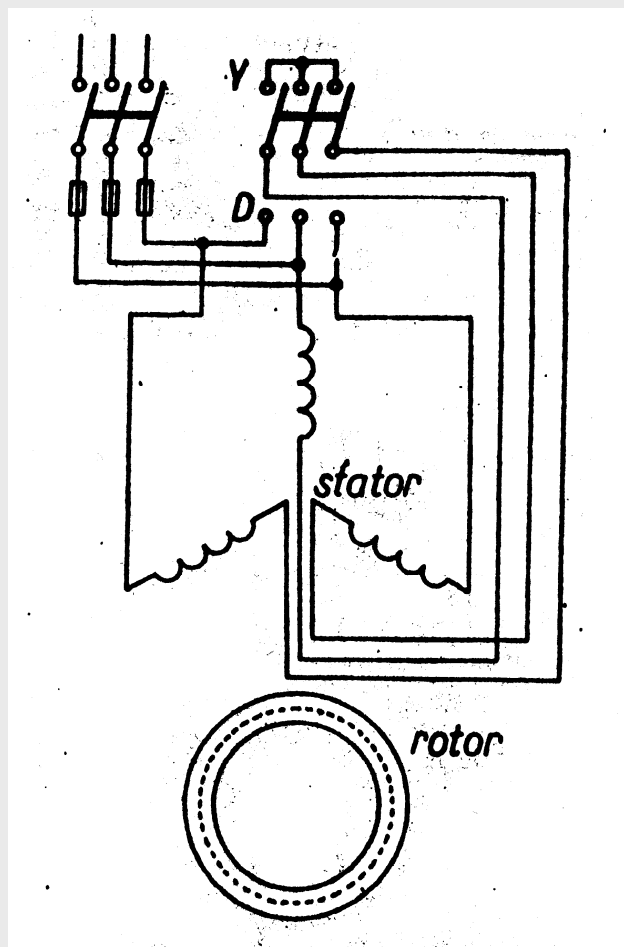
$$U_s = 400 \text{ V}$$

$$I_D = \sqrt{3} \cdot I_f = \sqrt{3} \cdot \frac{U_s}{Z}$$

$$\frac{I_Y}{I_D} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z} \cdot \frac{Z}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{1}{3}$$

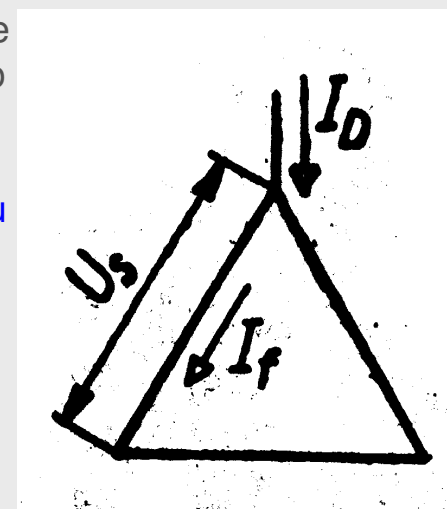
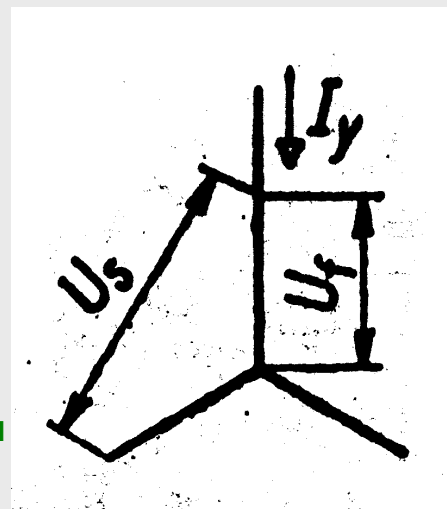
$$I_Y = \frac{1}{3} \cdot I_D$$

Přepínač hvězda - trojúhelník



Cívky trojfázového vinutí statoru se jedním koncem přes vypínač při rozběhu motoru připojí k síti na **fázové napětí 230 V** a druhé konce cívek prostřednictvím **přepínače a kontaktů Y** do uzlu \Rightarrow **hvězda**.

Po dosažení **provozních otáček** se konce cívek propojí do série **pomocí kontaktů D** \Rightarrow **trojúhelník** na **každé cívce statoru je plné sružené napětí 400 V**.



Přepínač hvězda - trojúhelník



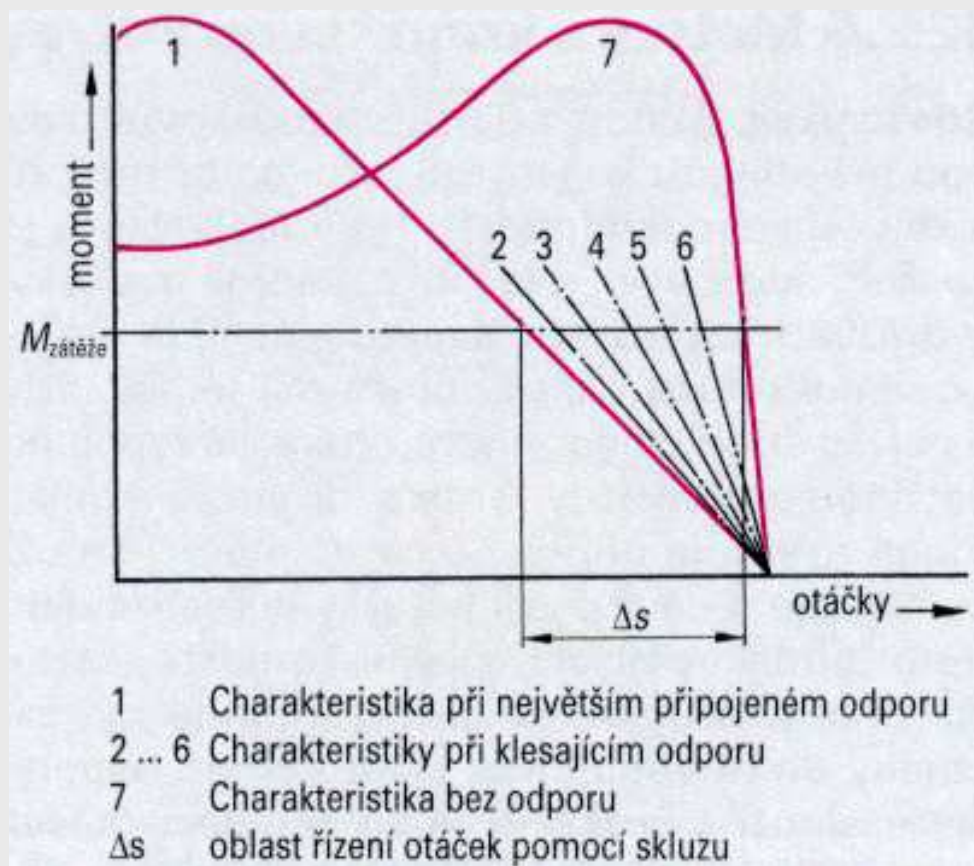
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řízení otáček motoru

- **stupňovitá změna otáček (ve výrobě vyšším počtem cívek na statoru – viz. synchronní otáčky)**
- **řazením odporů k vinutí rotoru (jen u kroužkových motorů)**
- **frekvenčními měniči**



Řízení otáček motoru s vinutím na rotoru

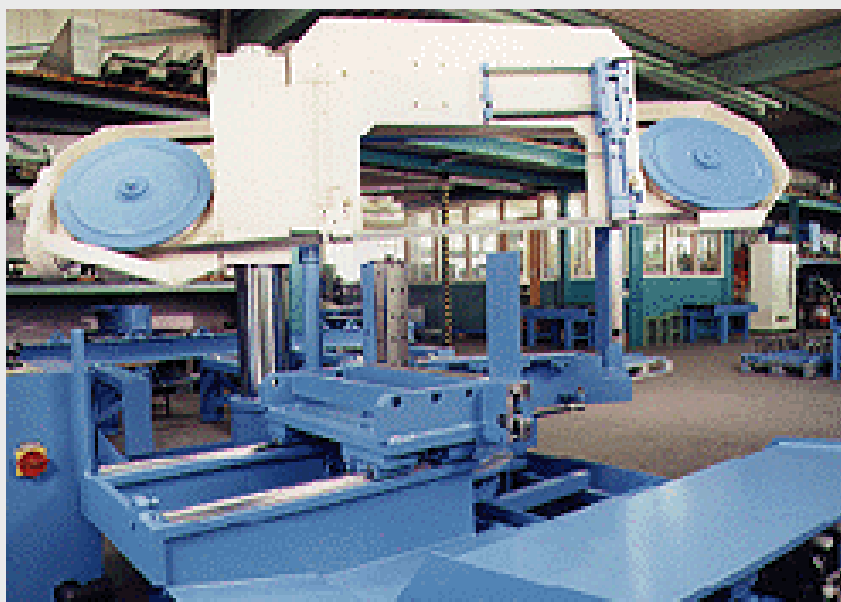


Otáčky indukčního asynchronního motoru s vinutím na rotoru se řídí velikostí odporů v obvodu rotoru. Řízení otáček je možné při zatížení konstantním momentem.

U velkých motorů je ovšem toto řízení (snižování otáček) nevhodné pro velké tepelné ztráty.



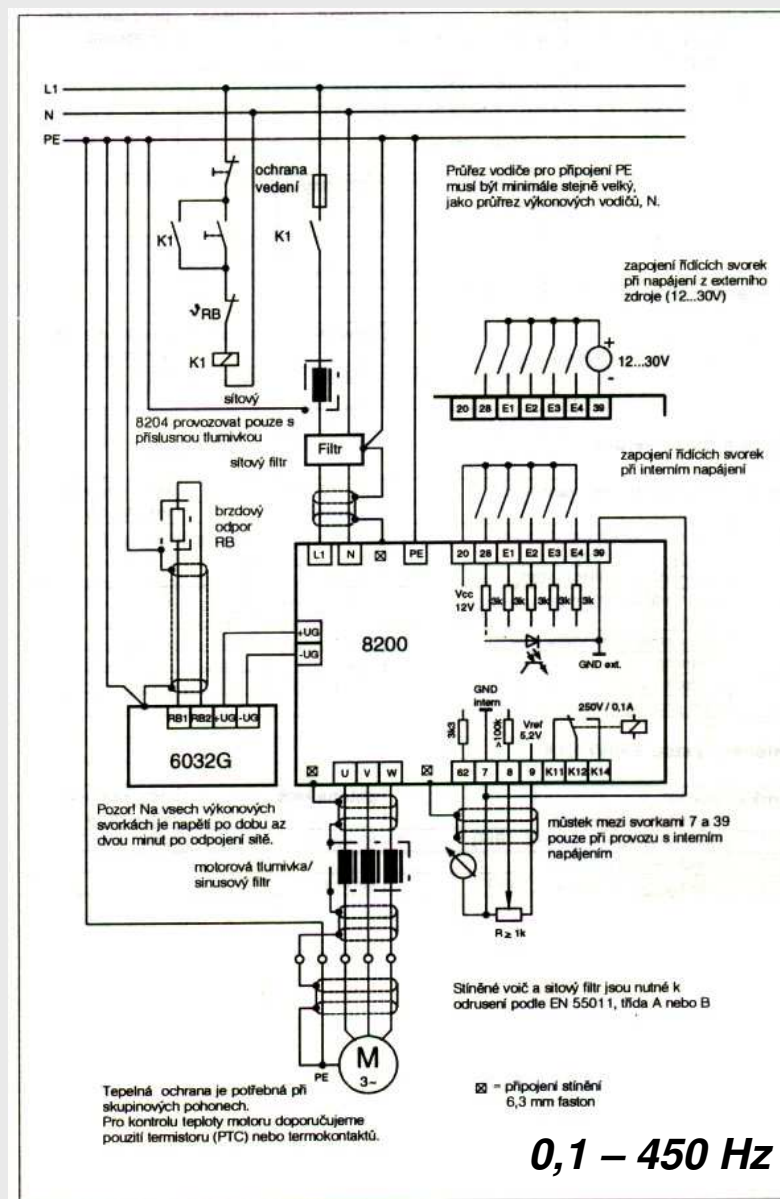
Řízení otáček frekvenčním měničem



Frekvenční měnič při řízení otáček asynchronního motoru zabezpečuje plynulou a širokou regulaci otáček pásové pily změnou frekvence a velikosti napájecího napětí.



Příklad zapojení a princip činnosti



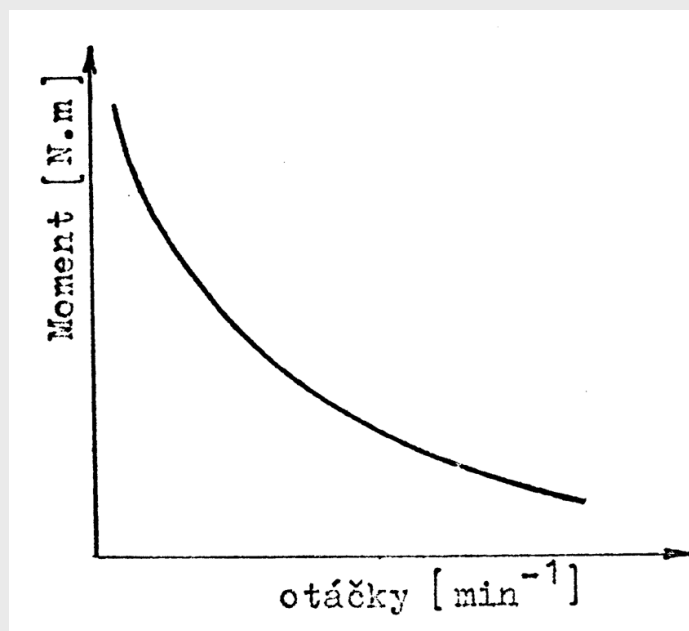
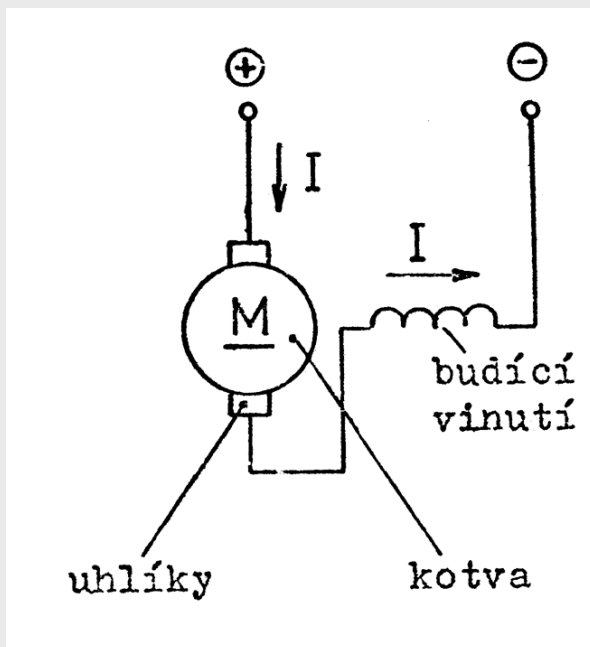
Měnič nejdříve napájecí jednofázové (malé výkony do 0,5 kW) nebo trojfázové napětí usměrní a potom pomocí sinusové pulsně šířkové modulace (U/f řízení) vytvoří trojfázové průběhy napětí pro nastavenou frekvenci. Při snížení frekvence ovšem musí úměrně zvýšit amplitudu napětí, aby záběrný moment byl na odpovídající úrovni.

3. Stejnoseměrné sériové a střídavé jednofázové elektromotory

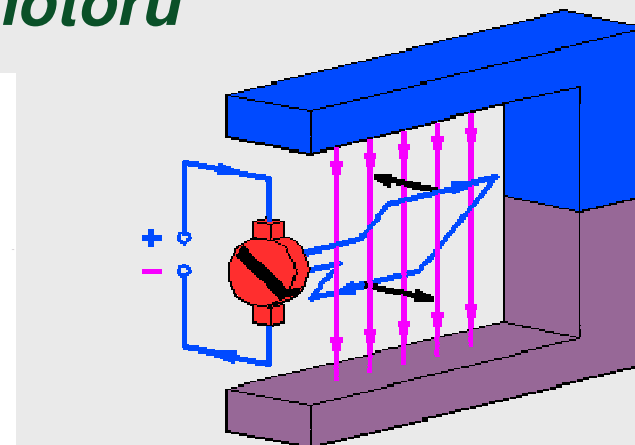
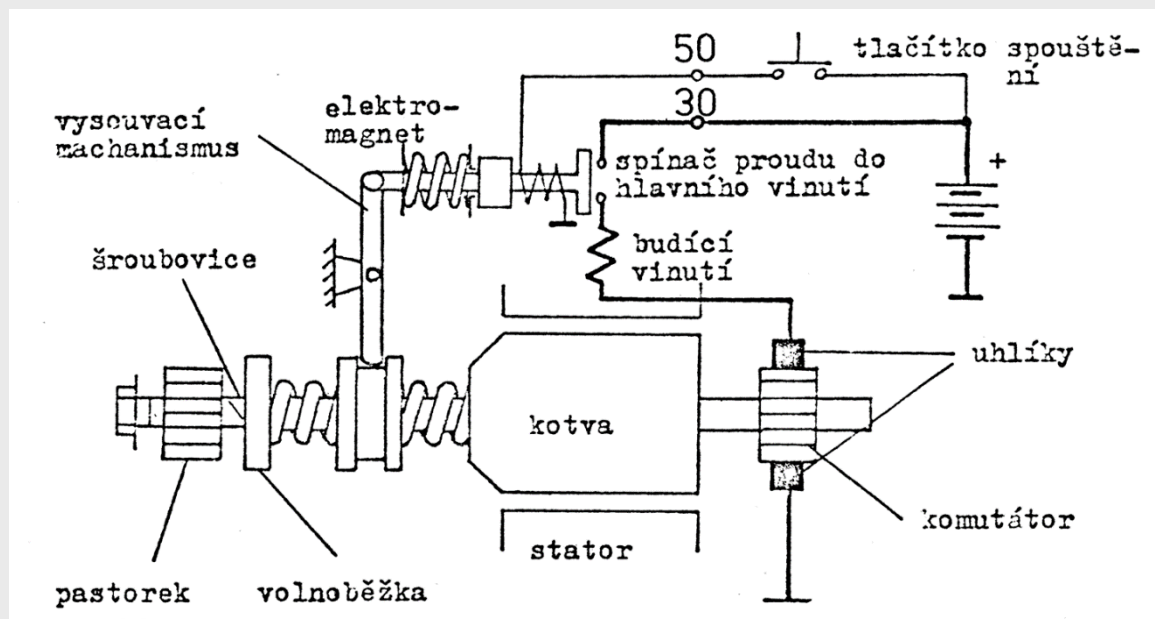


Stejnoseměrný sérový elektromotor

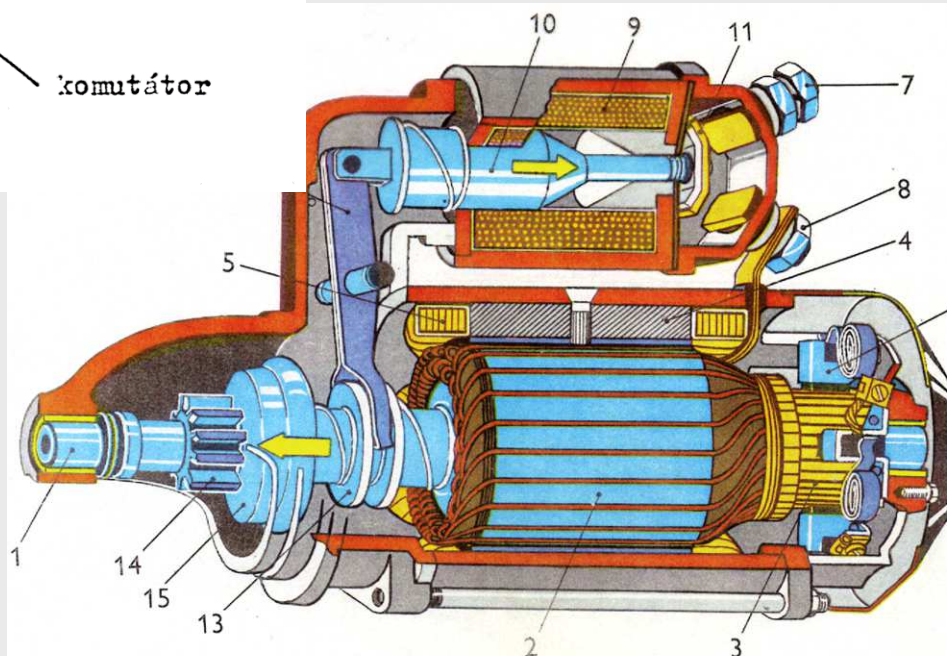
Stejnoseměrný sériový motor se velmi často používá v dielelektrické trakci (lokomotivy, tramvaje, těžké stavební stroje) nebo jako spouštěč (startér) spalovacího motoru. Tento motor se také vyskytuje pro napájení střídavým jednofázovým proudem pro pohon el. ručního nářadí.



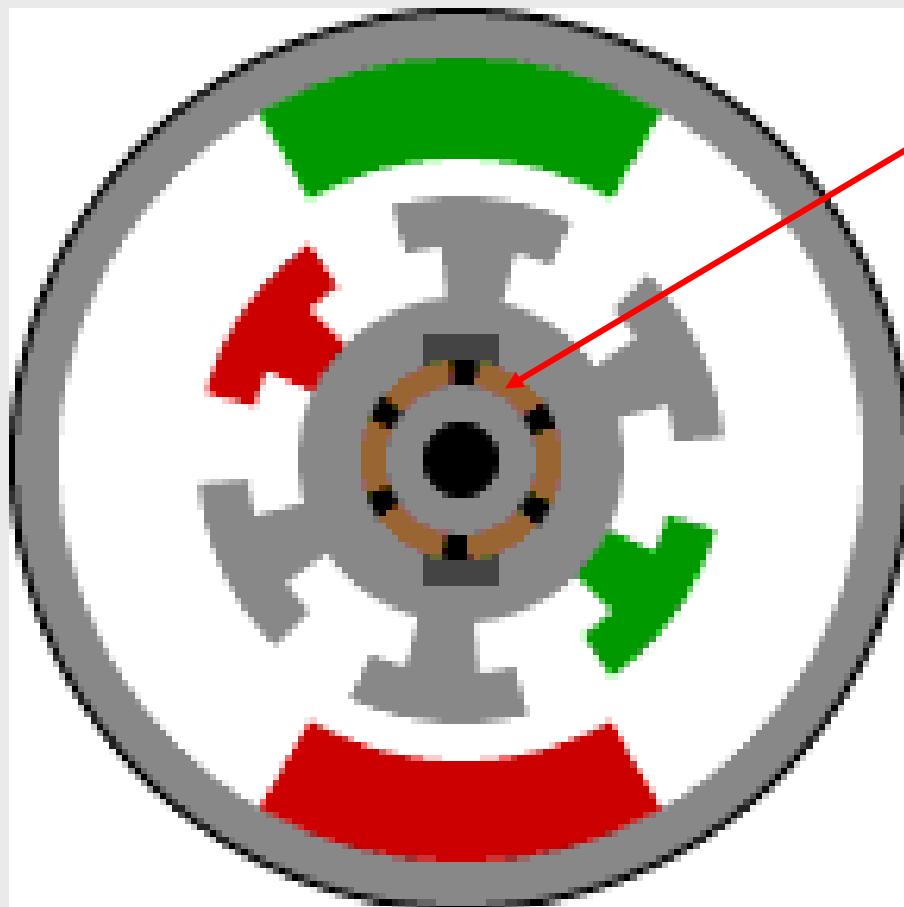
Konstrukce spouštěče spalovacího motoru



Na lamelách komutátoru dochází k přepojování smyček vinutí rotoru tak, aby byl dosažen stejný smysl otáčení rotoru.



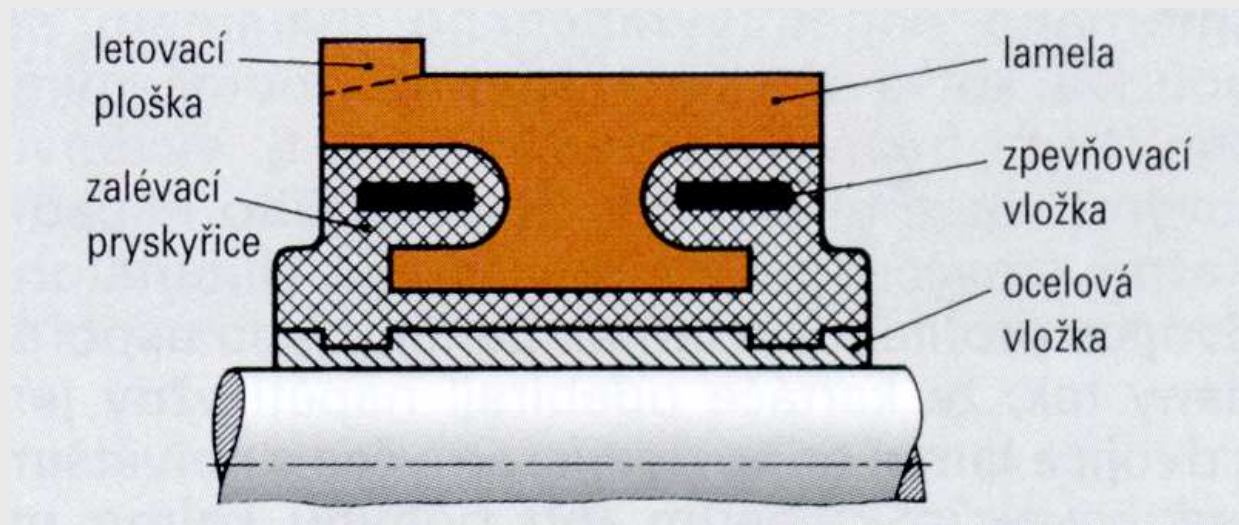
Animace funkce



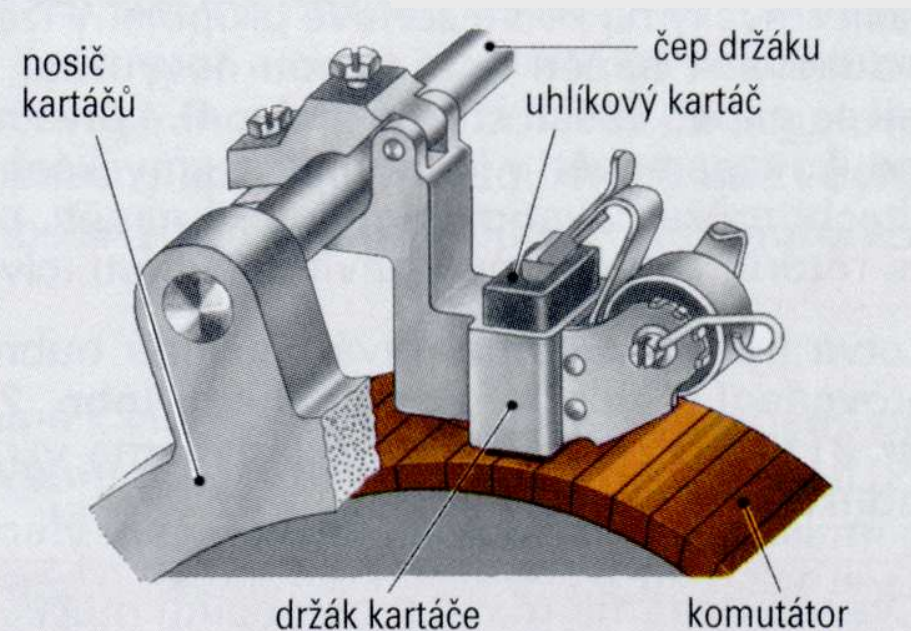
Komutátor je mechanický rotační usměrňovač (respektive mechanický rotační přepínač). Zajišťuje přepínání směru proudu vedeného do rotorových cívek tak, aby byla napájena vždy cívka pod aktivním pólem a byla dosažena co největší účinnost motoru.



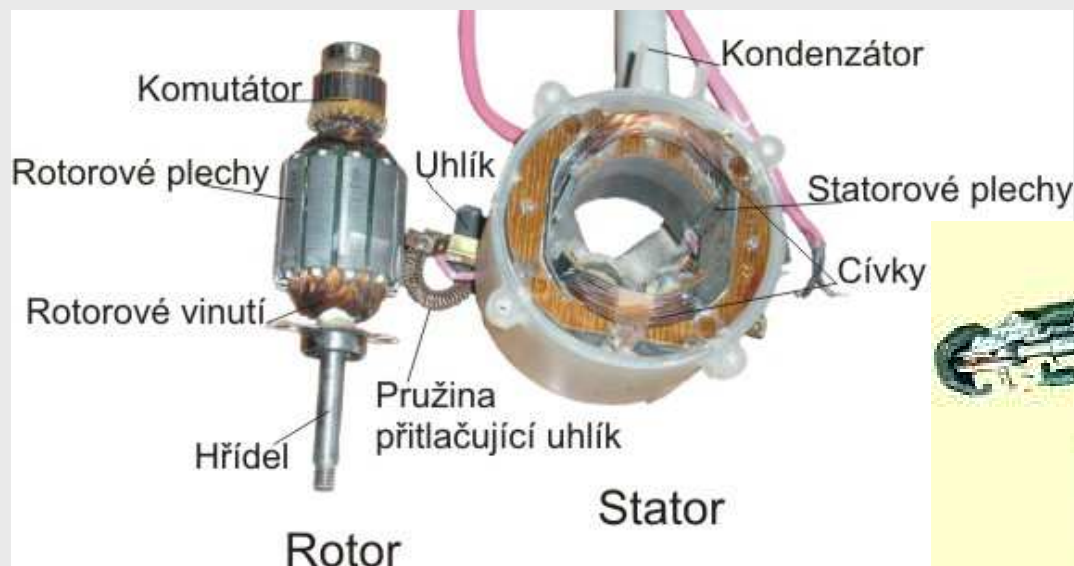
Konstrukce komutátoru



Stejnoseměrné motory jsou konstruovány jako komutátorové stroje.



Střídavý sériový jednofázový elektromotor



Při napájení střídavým proudem pracuje stejně jako stejnosměrný motor. I přes to, že vinutím rotoru a statoru teče střídavý proud, na vodiče působí vždy síla stejného směru, protože **vinutí jsou v sérii a tak se v nich polarita proudu mění současně**. Tyto motory mají přece jen několik odlišností od stejnosměrných motorů. Protože vinutím protéká střídavý proud, musí být stator i rotor složen z elektrolechů, aby se snížily ztráty způsobené vířivými proudy (podobně jako u transformátoru se nepoužívá plné jádro, ale listové).

Děkuji za pozornost

