

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
Ústav techniky a automobilové dopravy

Doprava a mobilní energetické prostředky
1. přednáška
ÚVOD + SPALOVACÍ MOTORY



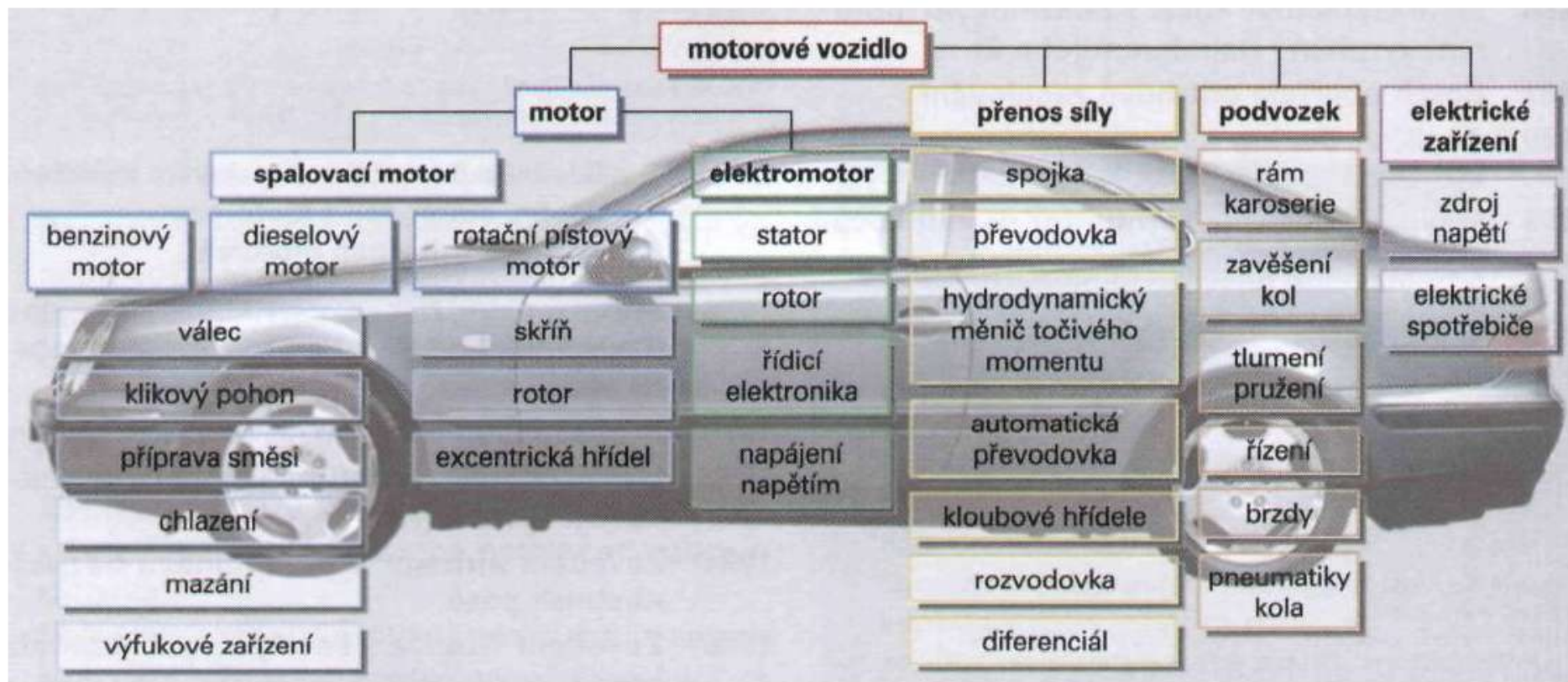
Obsah předmětu

1. Spalovací motory
2. Emise spalovacích motorů a prostředky pro jejich snižování
3. Paliva pro spalovací motory
4. Ústrojí pro přenos točivého momentu
5. Hybridní pohony a vozidla
6. Karoserie a rámy motorových vozidel
7. Podvozky motorových vozidel
8. Kola a pneumatiky motorových vozidel
9. Brzdové systémy
10. Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti
11. Vyhláška MZV č.64/19876 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí (ADR) a předpisy související
12. Zákon č.111/1994 Sb., o silniční dopravě, v platném znění, vyhláška MDS č.478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě, v platném znění a předpisy související
13. Vyhláška MZV o mezinárodní přepravě rychle zkazitelných potravin (ATP) a předpisy související
14. Doprava v zemědělství

Literatura

1. MACEK, J.: Spalovací motory I, Praha: Nakladatelství ČVUT,2007
2. BAUER, F. -- SEDLÁK, P. -- ČUPERA, J. -- POLCAR, A. -- FAJMAN, M. -- ŠMERDA, T. -- KATRENČÍK, J.:Traktory a jejich využití, Praha: Profi Press s.r.o.2013
3. VLK, F.Podvozky motorových vozidel, Brno: František Vlk,2006
4. SYROVÝ, O. a kol.: Doprava v zemědělství, Praha:Profi Press, 2008
5. Technologie a řízení dopravy IV.: Silniční doprava, Pradubice:Universita Pardubice, 1999
6. PERNICA, P.:Logistika. Aktivní prvky, Praha:VŠE, 1998

Hlavní části automobilu



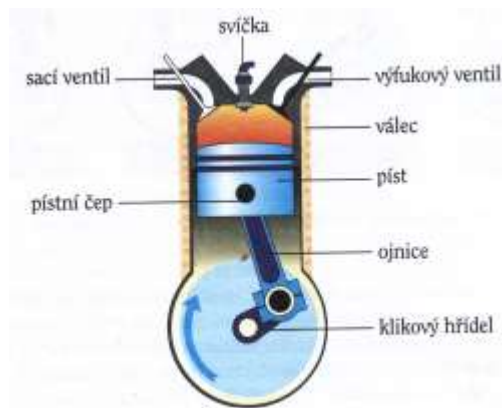
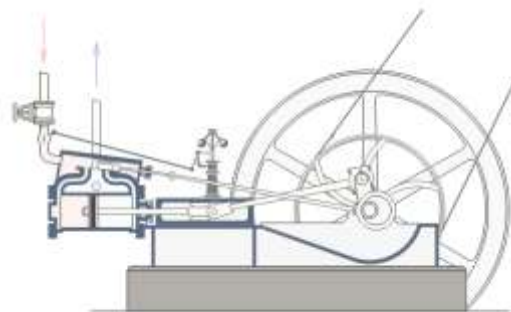
Motor - definice

Motor je hnací stroj dopravního prostředku, transformující nějaký druh energie na mechanickou práci, která se využívá na pohon dopravního prostředku, případně na pohon jeho dalších zařízení

Rozdělení motorů

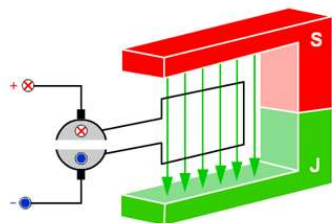
Podle zdroje energie na:

Tepelné motory - parný stroj,
- spalovací motory transformuje chemickou energii obsaženou v palivu na mechanickou práci.



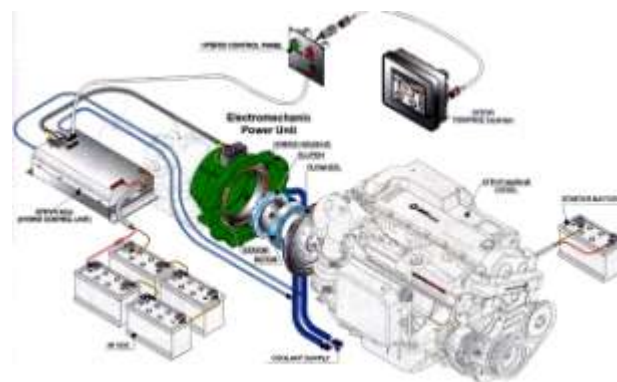
Definice

Ostatní - elektromotory - elektromotor transformuje elektrickou energii na mechanickou práci na principu elektromagnetické indukce,

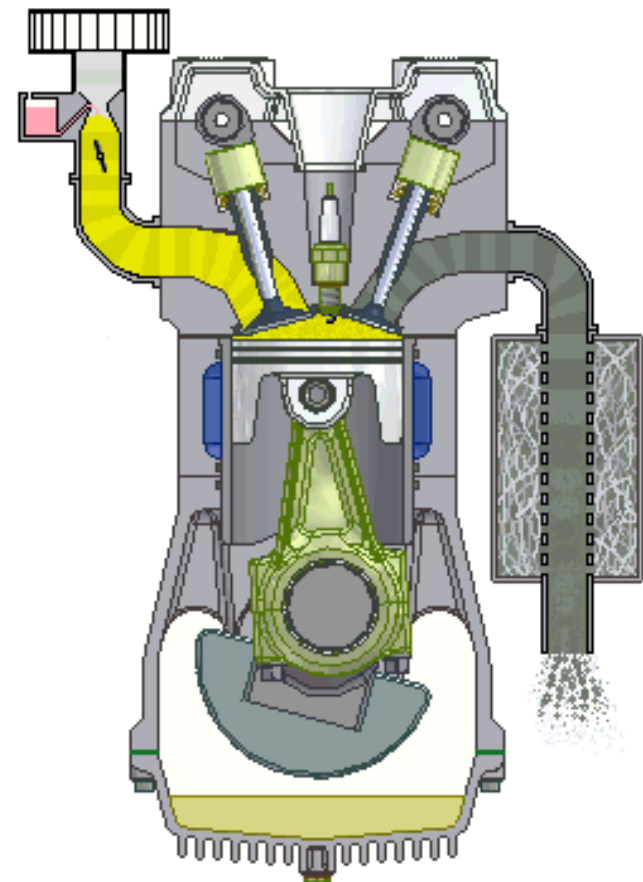
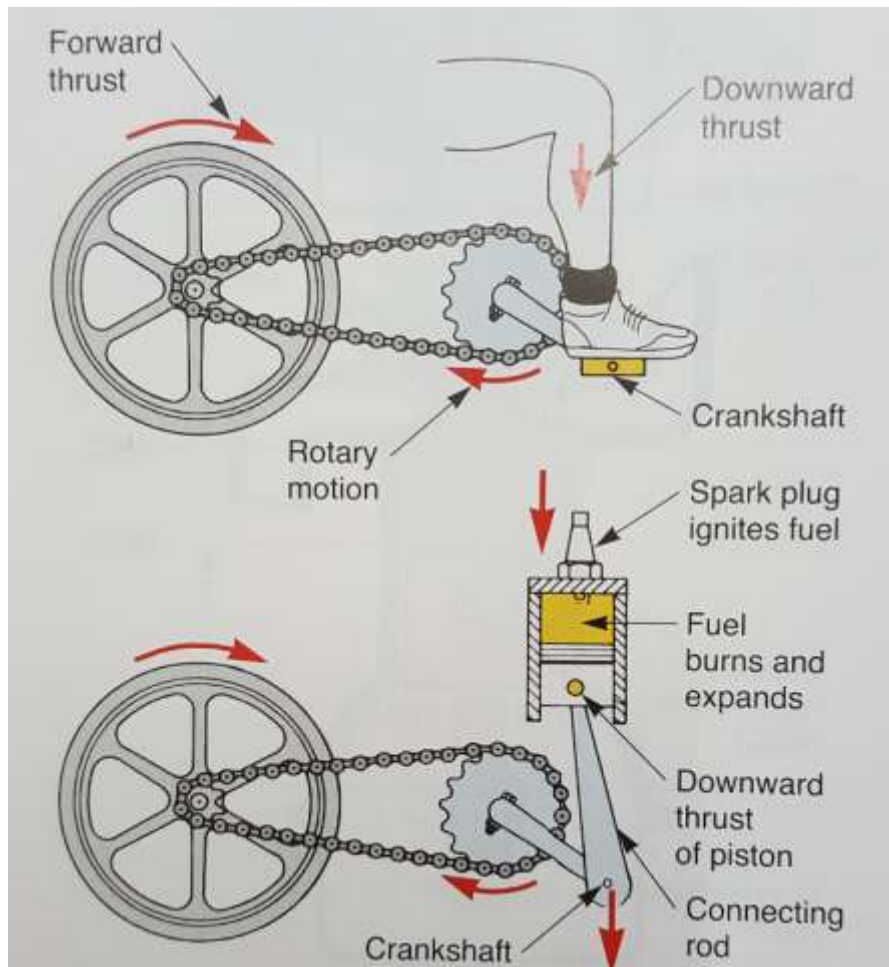


- setrvačnickové motory - setrvačnickový motor transformuje kinetickou energii, akumulovanou v setrvačnicku na mechanickou práci,

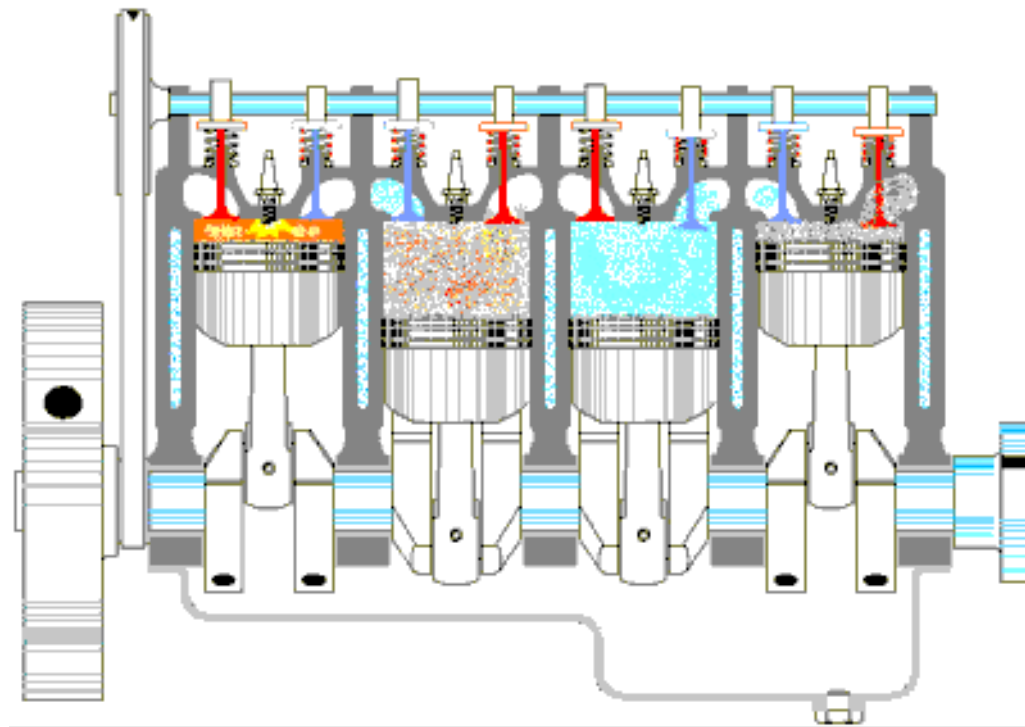
- hybridní motory (pohony)
hybridní pohon využívá několik principů transformace energie na mechanickou práci.

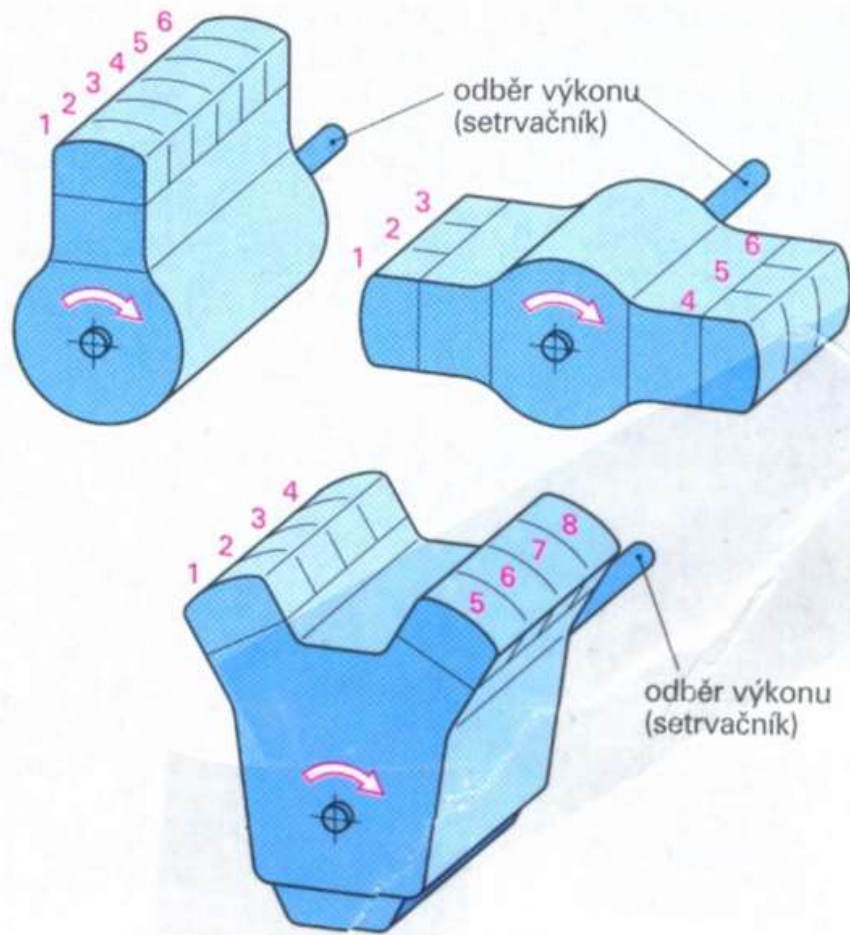
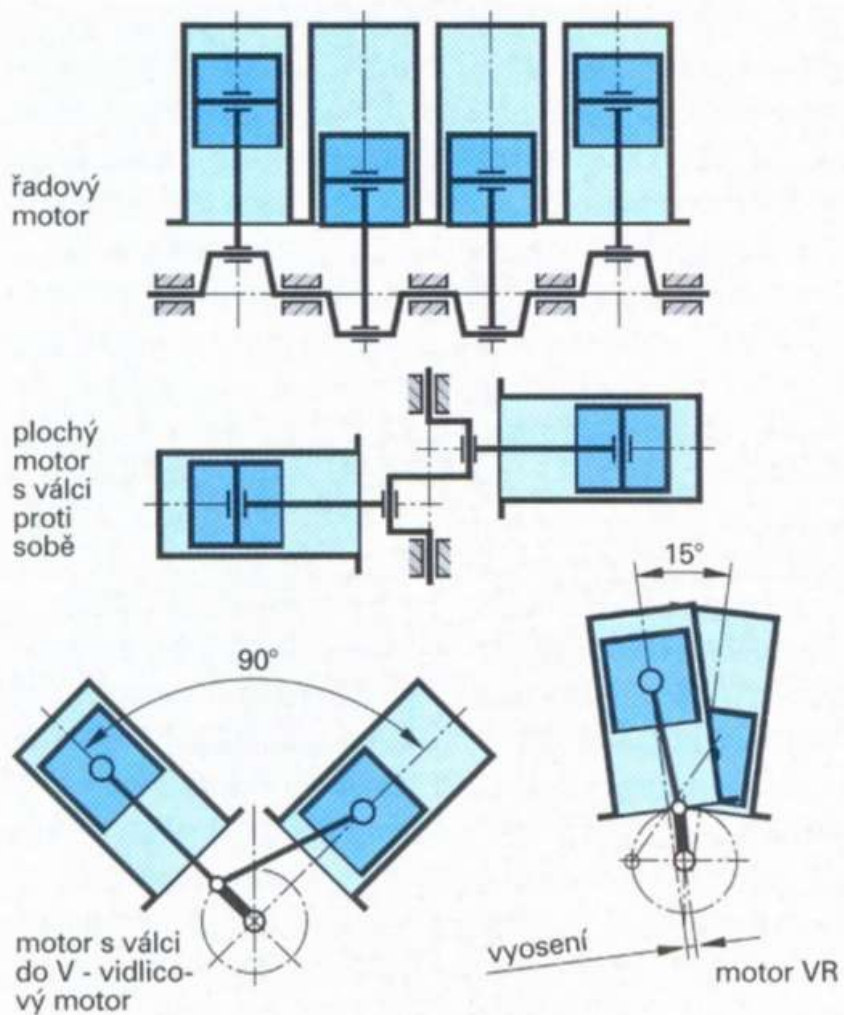


Spalovací motor – princip funkce



Spalovací motor – princip funkce





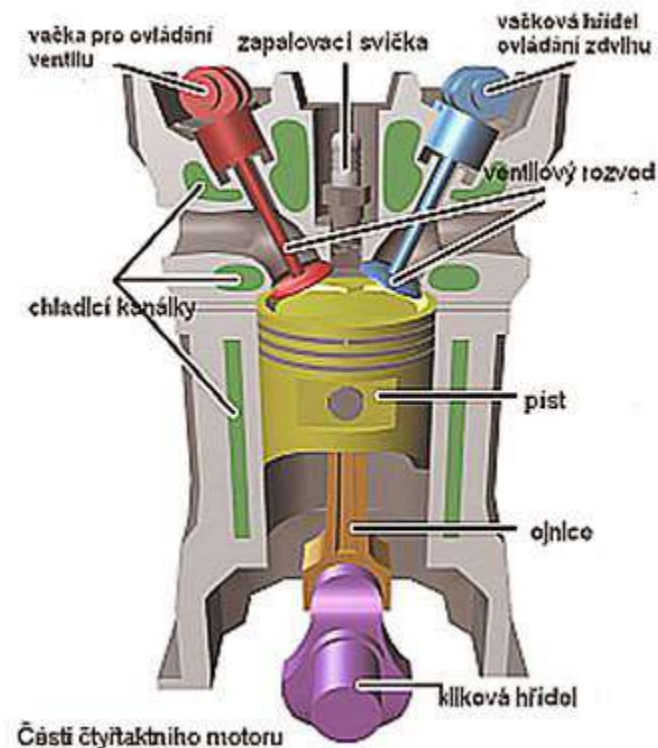
– Systém číslování válců.

Spalovací motory

Dělení:

➤ podle typu:

- **motory zážehové** - palivem pro motory je automobilový benzín (lehce odpařitelná paliva), výbušná směs (vzduch + benzín) je zapálen zapalovací svíčkou – nutná zapalovací soustava



Spalovací motory

Dělení:

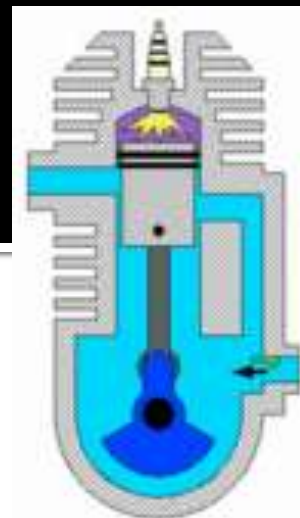
➤ podle typu:

- **motory vznětové**

zapálení směsi paliva se vzduchem probíhá samovolně na základě působení vysokých tlaků (3 – 5 MPa) a teplot (600 – 800 °C) ve spalovacím prostoru. Na základě toho dochází ke **vznícení směsi**. Není tedy potřeba žádného vnějšího zdroje pro zapálení směsi paliva se vzduchem. Vznětové motory pracují s hůře odpařitelnými palivy, nejčastěji motorovou naftou.



Spalovací motory

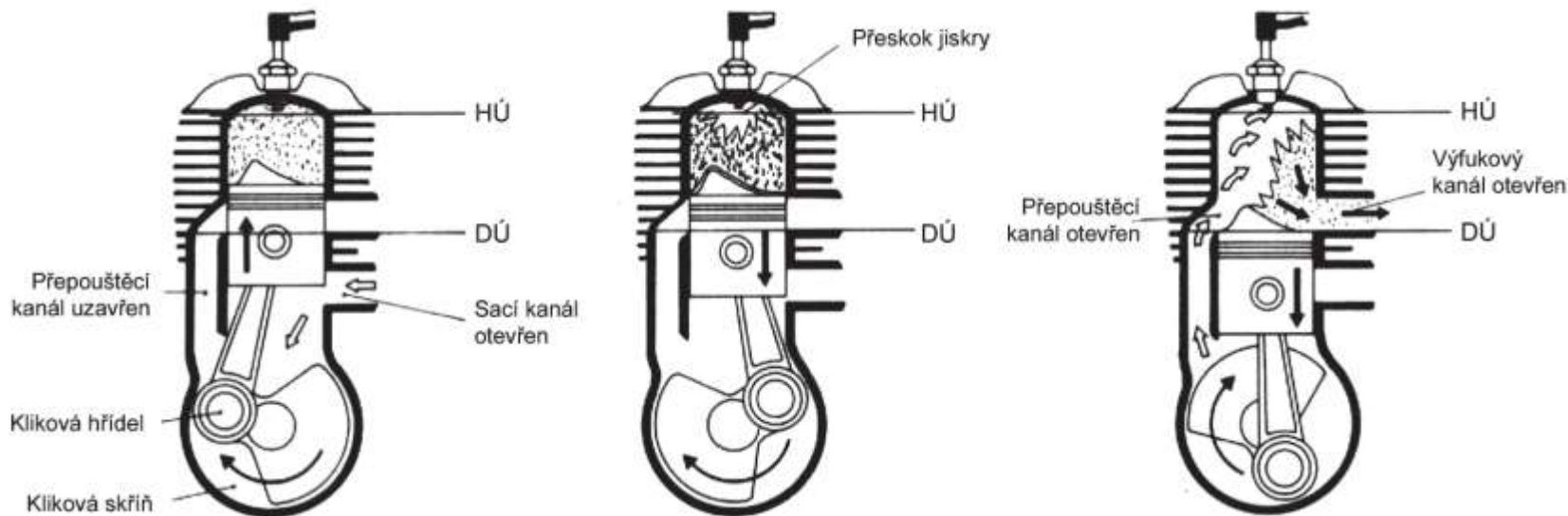


Dělení:

- podle způsobu činnosti:
 - motory dvoudobé
 - motory čtyřdobé

Dvoudobé motory

Pro dvoudobé motory je charakteristické, že pracovní oběh motoru (sání, komprese, expanze a výfuk) proběhne v průběhu jedné otáčky klikového hřídele motoru. Pracovní cyklus přitom probíhá nad pístem nebo pod ním.

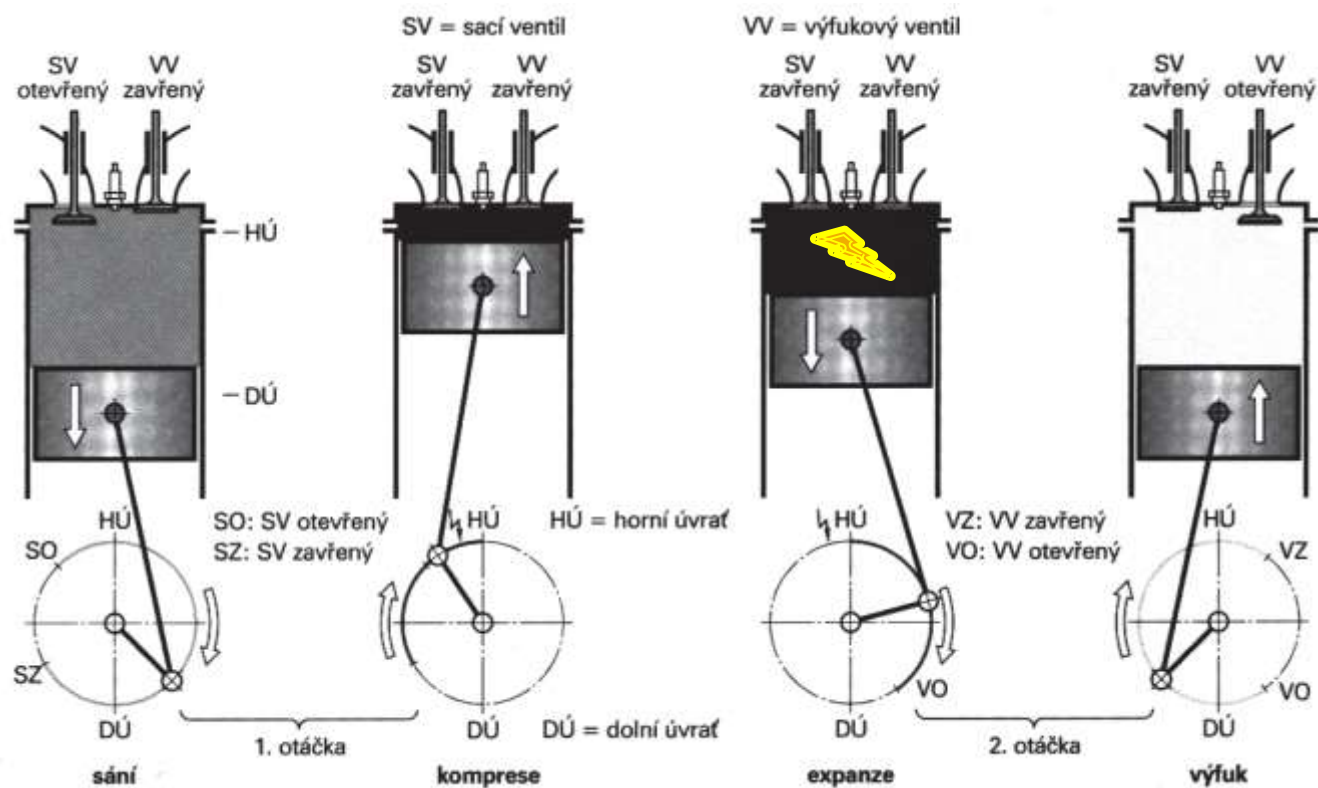


Spalovací motory

Čtyřdobé motory - zážehové

Pracovní cyklus čtyřdobého motoru probíhá během dvou otáček klikového hřídele a je složen ze čtyř na sebe navazujících částí:

- Sání
- Komprese
- Expanze
- Výfuk

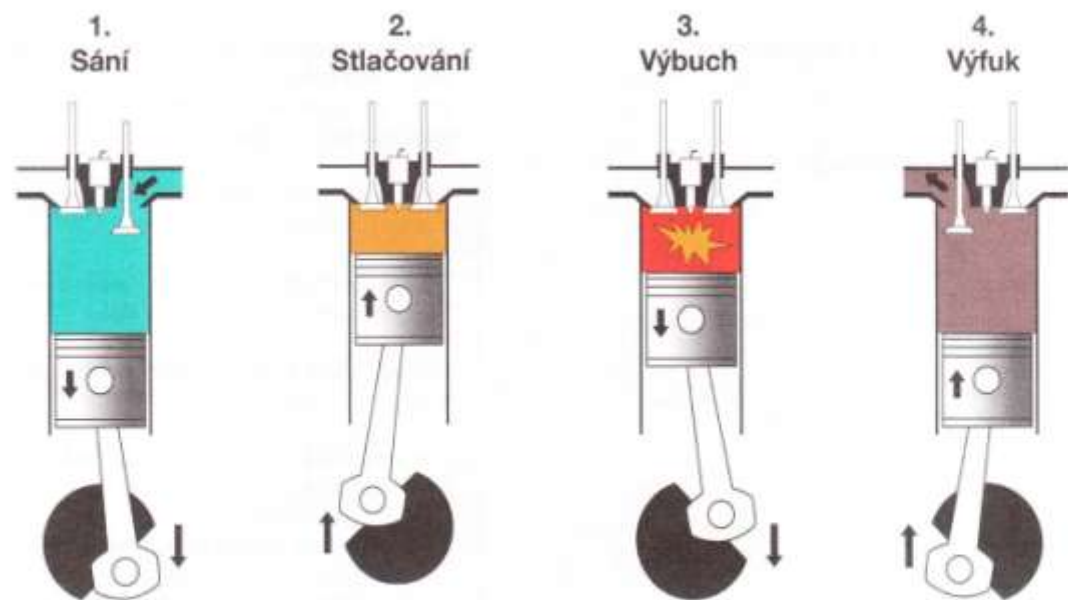


Spalovací motory

Čtyřdobé motory - vznětové

Pracovní cyklus čtyřdobého motoru probíhá během dvou otáček klikového hřídele a je složen ze čtyř na sebe navazujících částí:

- Sání
- Komprese
- Expanze
- Výfuk



Účinnost motoru



Energie paliva
ekv. 300 kW

Zážehové motory $\pm 32\%$
Vznětové motory $\pm 45\%$

30 %

Mechanická
práce 90 kW



30 %

Výfuk
ekv. 90 kW



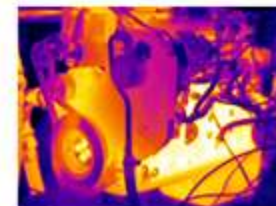
30 %

Chladičí kapalina
(chlazení oleje)
ekv. 90 kW



10 %

Sálání a sdílení
ekv. 30 kW

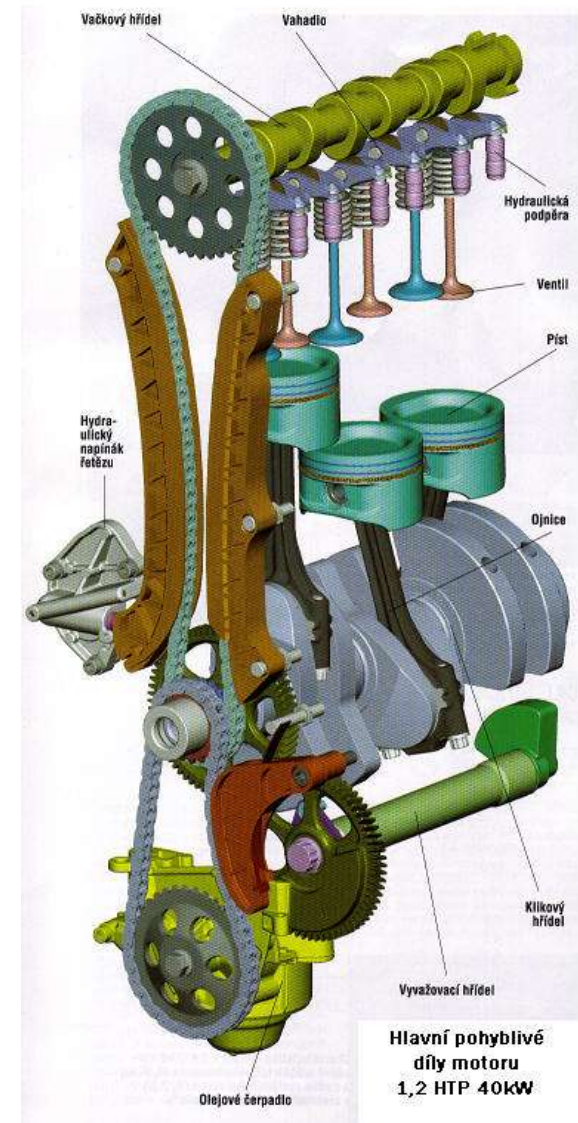


Části motoru

- ❑ pevné, nepohyblivé – blok válců, kliková skříň, hlava válců, spodní víko motoru, kryty a těsnění.
- ❑ pohyblivé části motoru – klikové ústrojí a rozvody motoru.
- ❑ příslušenství – pomocná zařízení, která umožní chod motoru (chladicí soustava, mazání motoru, palivový systém, zapalování, příprava směsi atd.).



- ❑ Základem pohyblivých částí motoru je klikový mechanismus.
- ❑ Klikový mechanismus mění přímočarý vratný pohyb pístu na otáčivý pohyb klikového hřídele.
- ❑ Rotační pohyb je dále využíván přes převodová ústrojí k pohybu vozidla.
- ❑ Klikový mechanismus se skládá z pístu, pístních kroužků, pístního čepu, ojnice, klikového hřídele, závaží a setrvačníku.



1

2

3

4

5





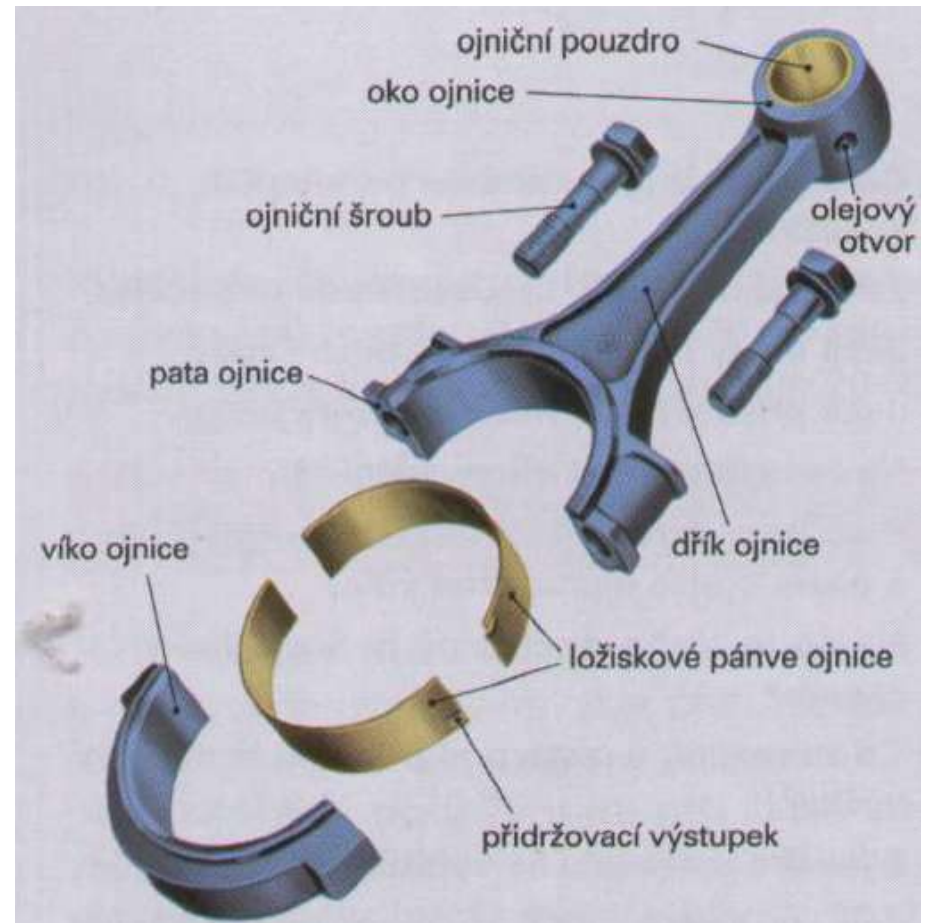
www.tdi-plc.com





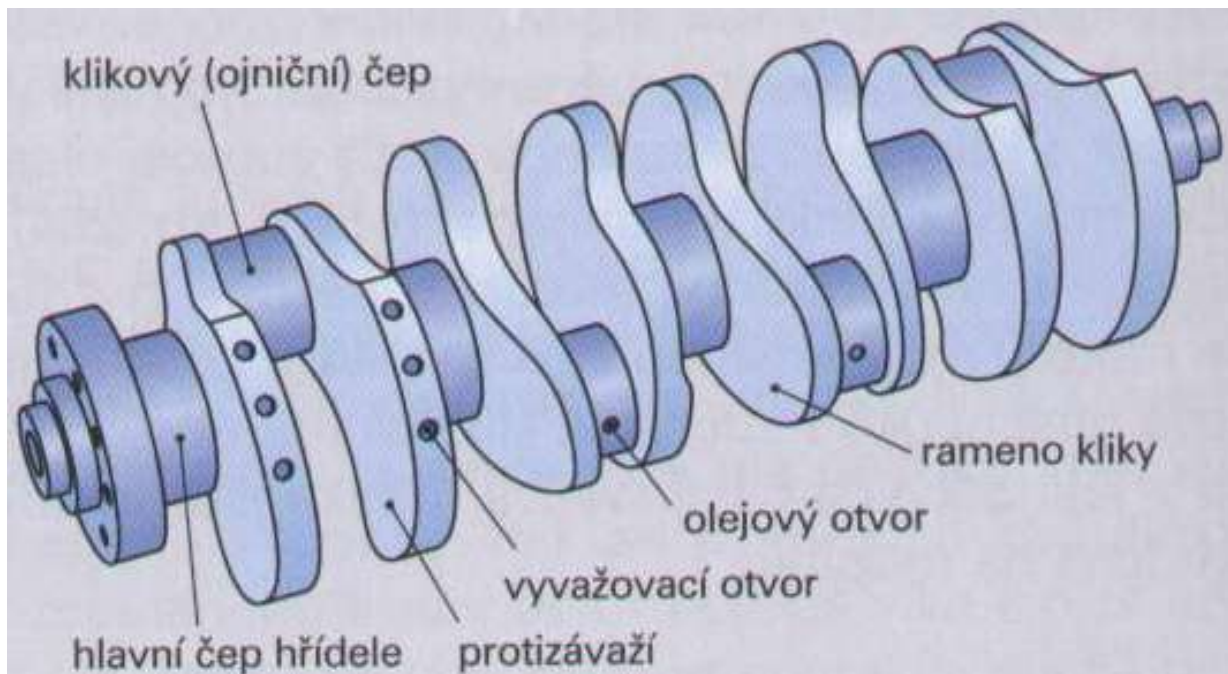
Části motoru

- Ojnice spojuje píst s klikovým hřídelem a svým výkyvem mění přímočarý pohyb pístu na rotační pohyb klikového hřídele.



Části motoru

- Klikový hřídel koná rotační pohyb který se přes převodová ústrojí přenáší na hnací kola.
- Klikový hřídel je uložen v klikové skříni.
- Na jednom konci klikového hřídele je připevněn setrvačnick a na druhém pohon pro rozvodný mechanismus.





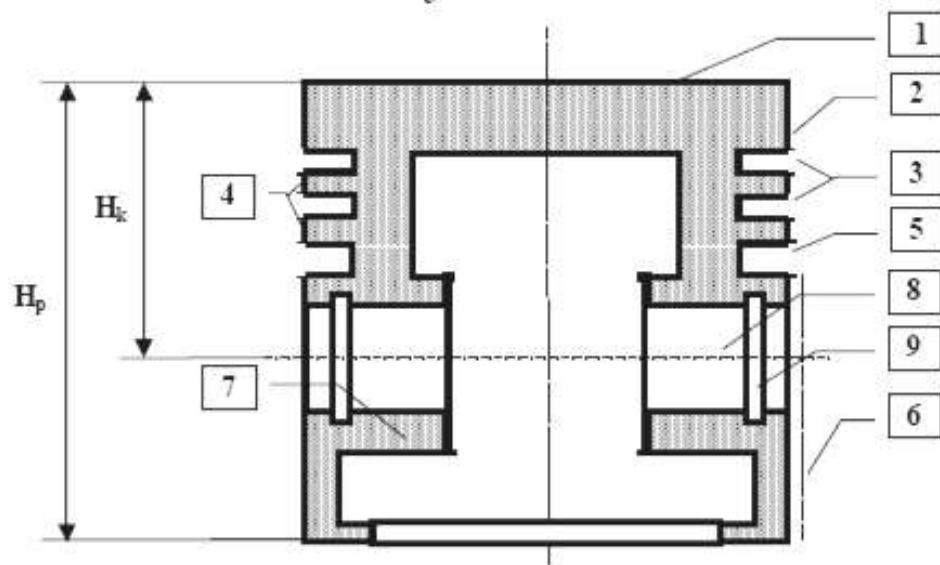
Animace

Části motoru

- ❑ Píst přenáší tlak plynů ve spalovacím prostoru a sílu, která tak vzniká a přenáší ji přes pístní čep, ojnici na klikový hřídel.
- ❑ Protože je píst velmi tepelně namáhaný, musí být ve válci s vůlí.
- ❑ Z toho důvodu je opatřen pístními kroužky, které dotěsňují prostor mezi pístem a válcem.





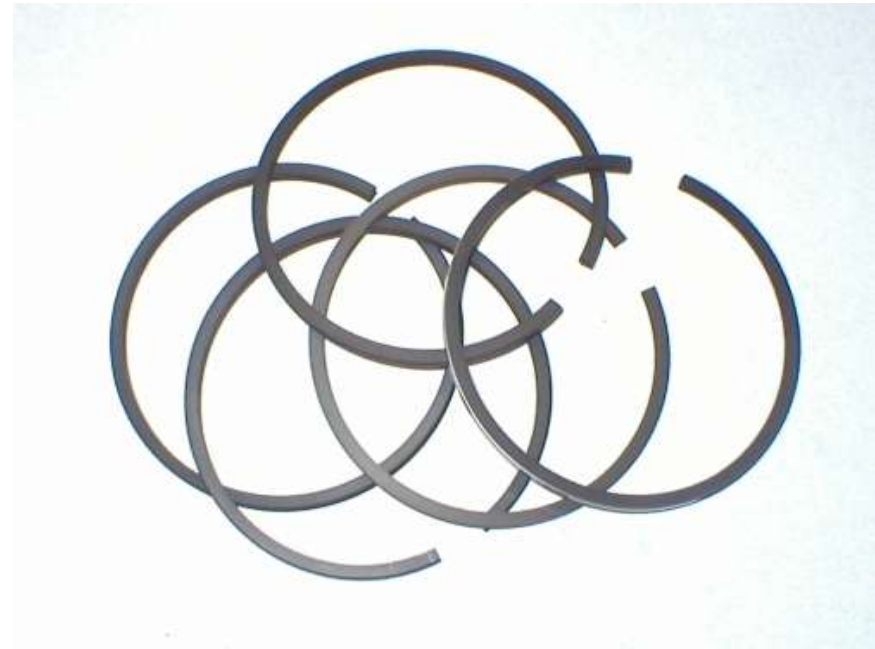


Obr. 3.1 Konstrukční provedení pístu

- 1 - dno pístu ,
- 2 - horní můstek ,
- 3 - drážky pro těsnící pístní kroužky ,
- 4 - můstky mezi drážkami pro kroužky ,
- 5 - drážka pro stírací pístní kroužek ,
- 6 - plášť pístu ,
- 7 - nálitek pro pístní čep ,
- 8 - uložení pístního čepu ,
- 9 - drážka pojistky pístního čepu .

Části motoru

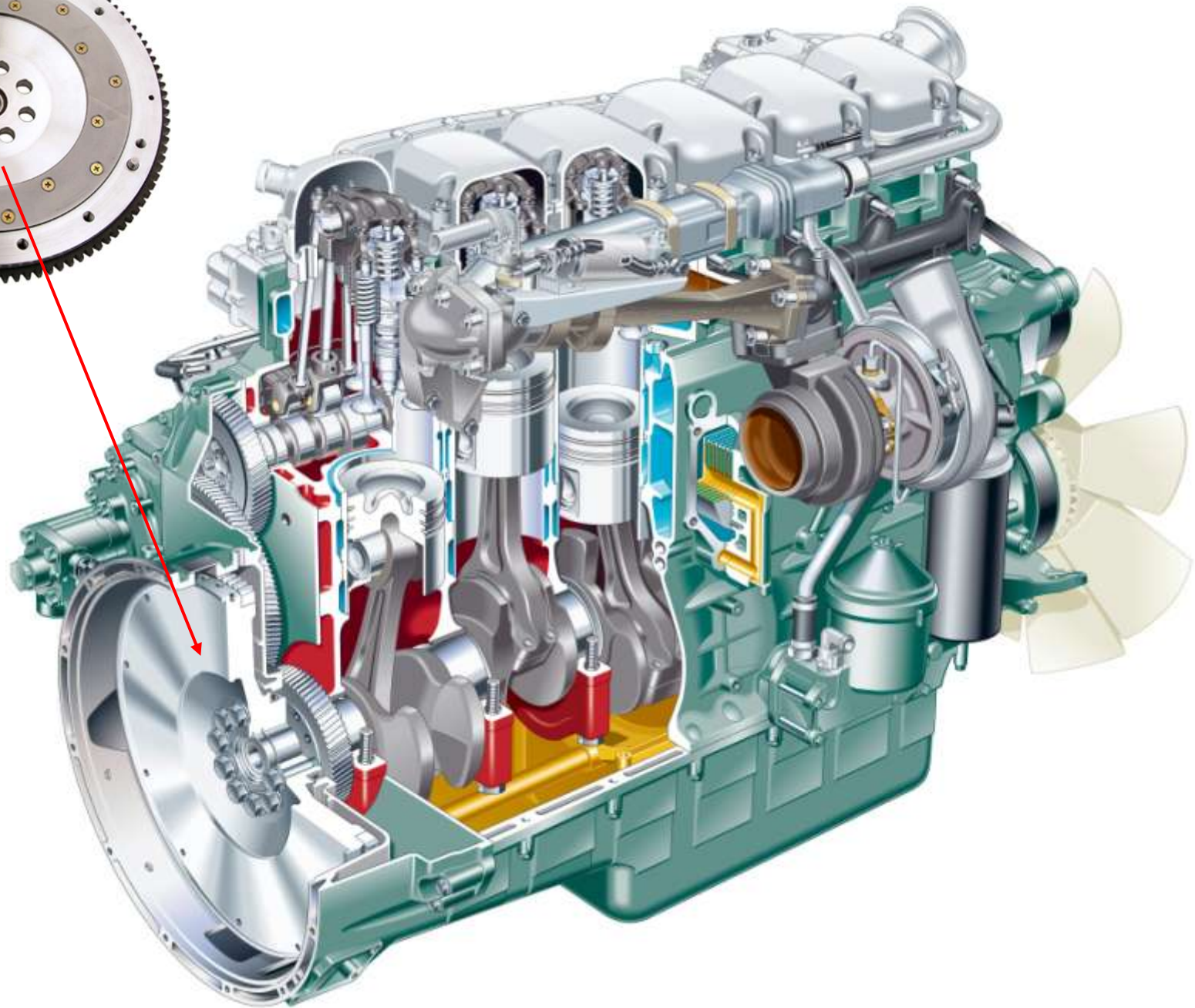
- ❑ Pístní kroužky utěsňují spalovací prostor a odvádí teplo z pístu do stěny válce. Na pístu jsou umístěny těsnící a stírací kroužky.
- ❑ Těsnící kroužky jsou umístěny v horní části pístu a jejich účelem je utěsnit spalovací prostor proti unikání spalin do klikové skříně. Těsnící kroužek je silně ohříván od tepla uvolněného spalováním a třením o stěnu válce.
- ❑ Stírací kroužky ovládají přívod oleje na povrch pístu a k těsnícím kroužkům. Otírají přebytečný olej na stěnách válce.



Části motoru

- Setrvačnick akumuluje energii, potřebnou pro překonání nepracovních zdvihů motoru.
- Další důležitou úlohou je, že zlepšuje rovnoměrnost chodu spalovacího motoru.
- V tělese setrvačnicku je namontována spojka pro řazení převodových stupňů.

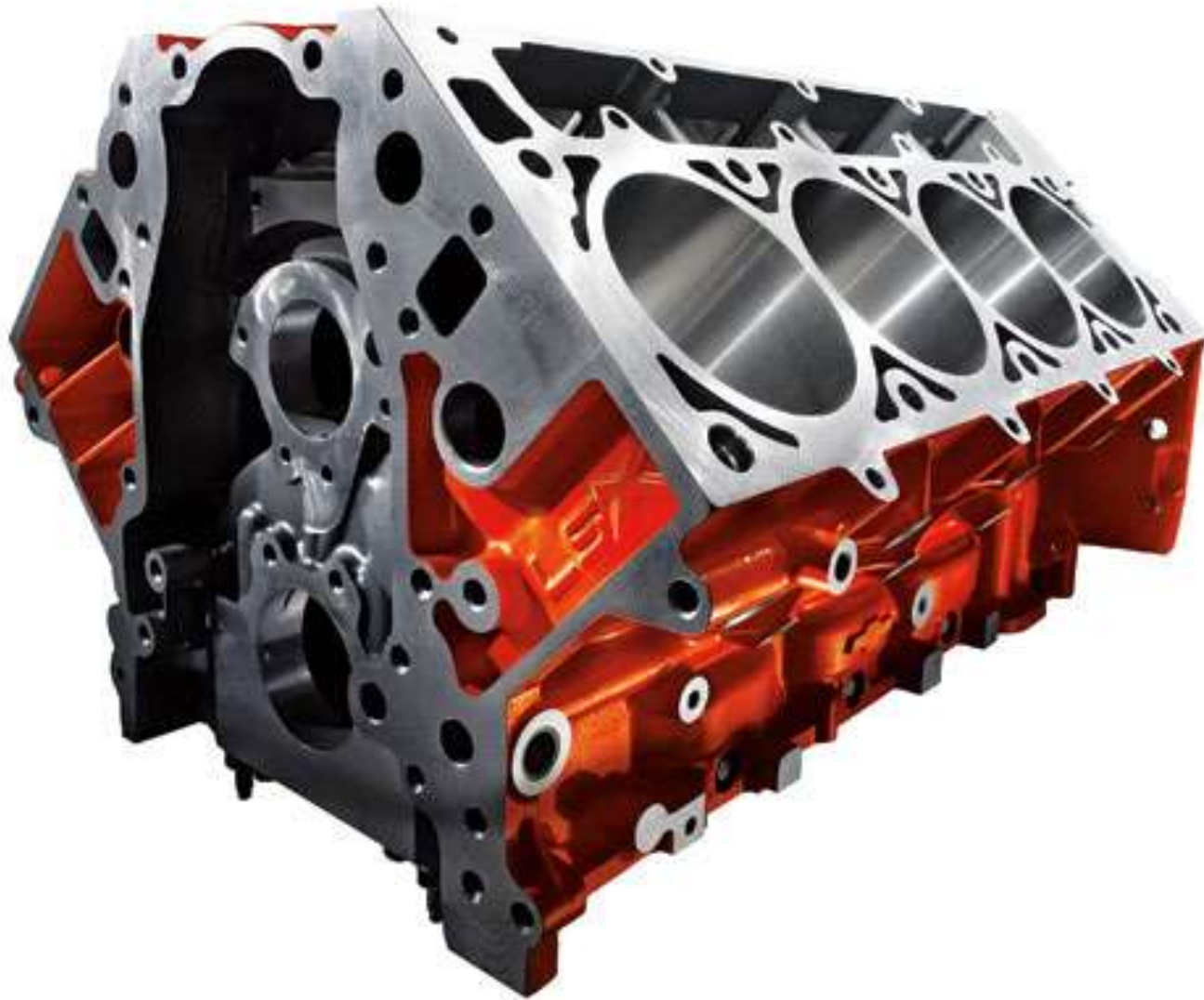




Části motoru – nepohyblivé části

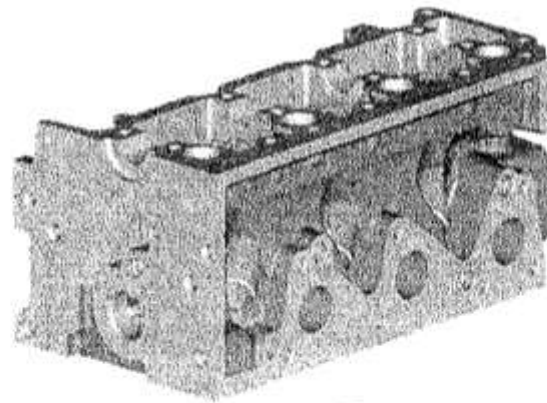
- ❑ Nepohyblivé části slouží obvykle k uložení a vedení pohyblivých částí spalovacího motoru.
- ❑ Do této skupiny patří blok válců, kliková skříň, blok motoru, hlava válců, víko motoru atd.



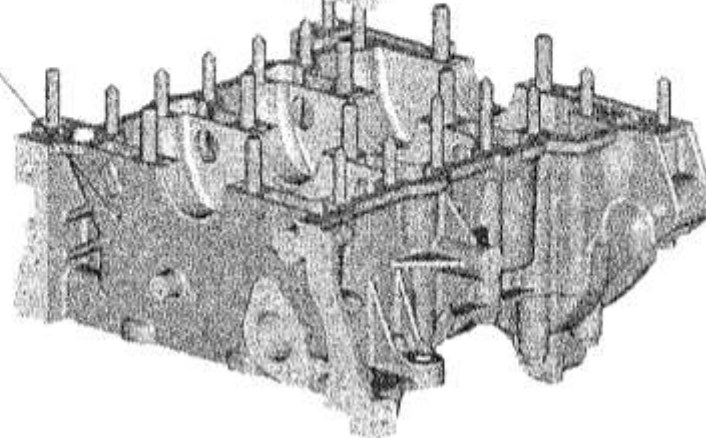
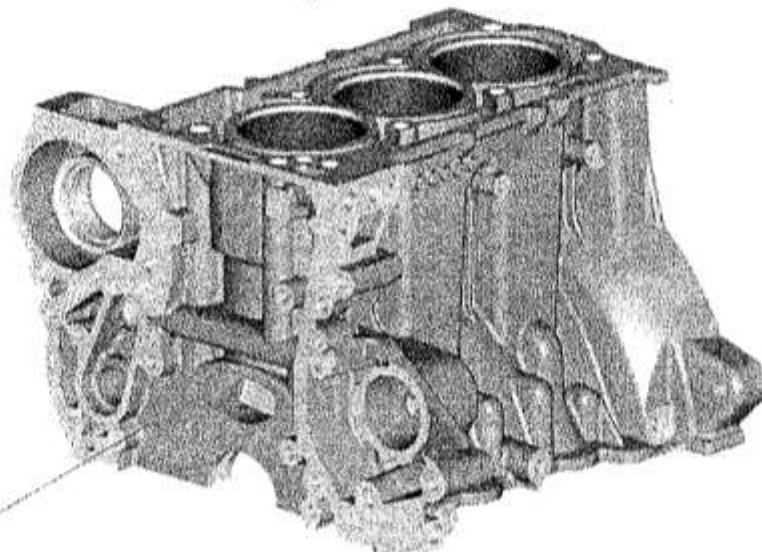


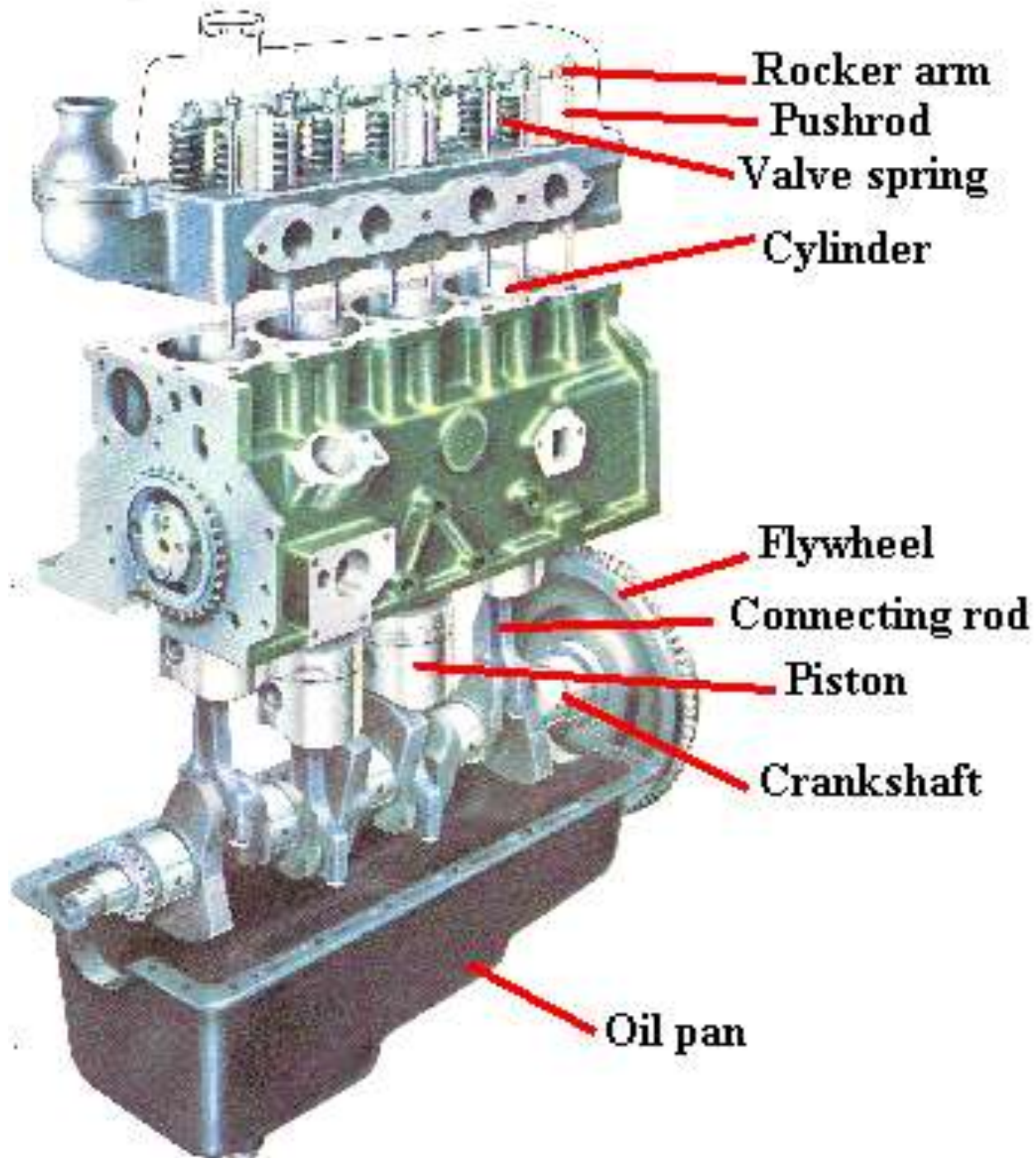


Hlava válců



Blok motoru





Části motoru

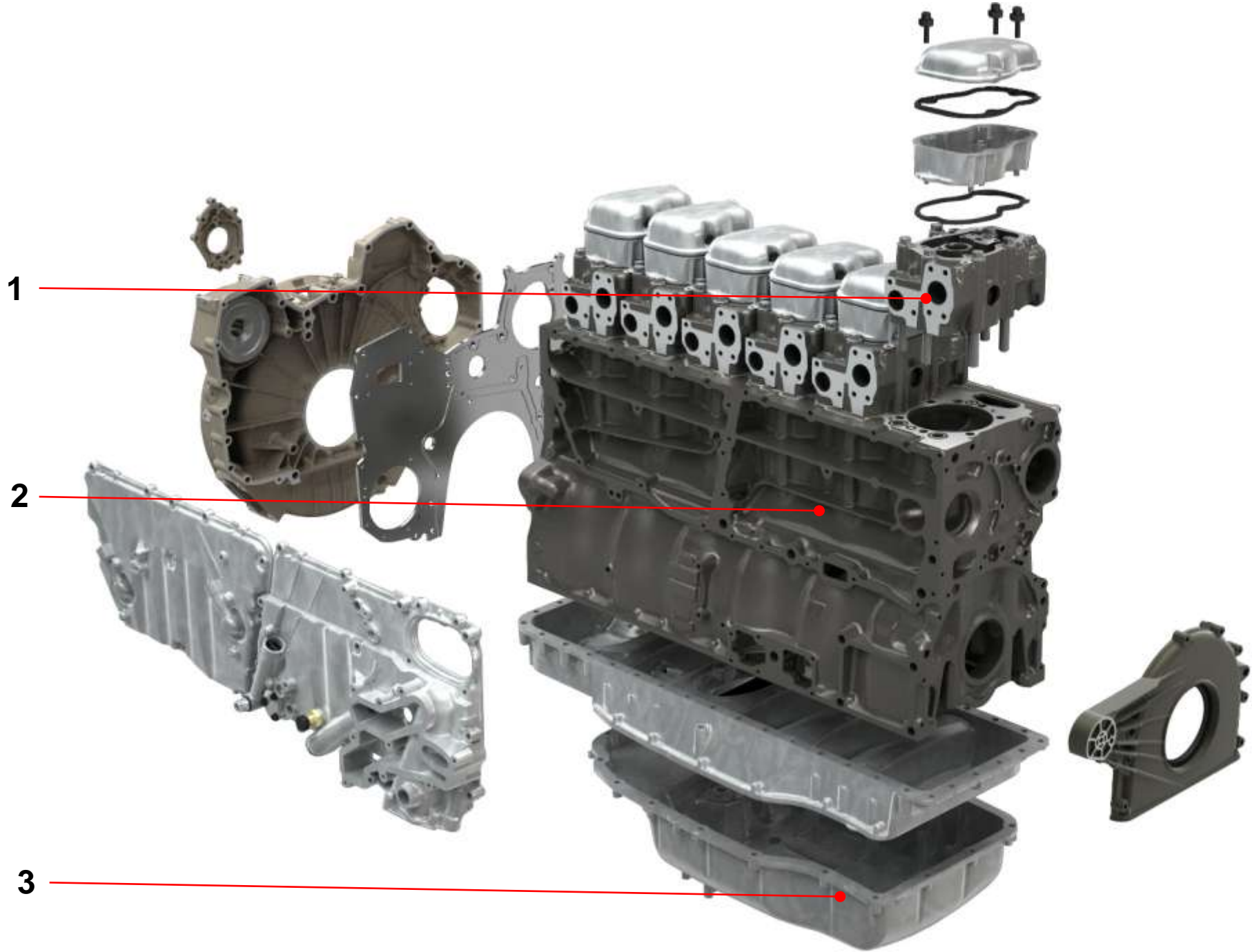
- ❑ Hlava válců je samostatnou součástí a uzavírá pracovní prostor válce.
- ❑ Tvoří část spalovacího prostoru.
- ❑ V hlavě válce jsou vytvořeny otvory pro ventily a jejich ovládání, kanály pro chlazení motoru a kanály pro sání a výfuk.
- ❑ V hlavě válce jsou dále vrtání pro zapalovací svíčku a vstřikovač.
- ❑ Hlava válce může být rozdělená tzn. pro každý válec samostatně nebo z jednoho kusu pro všechny válce.



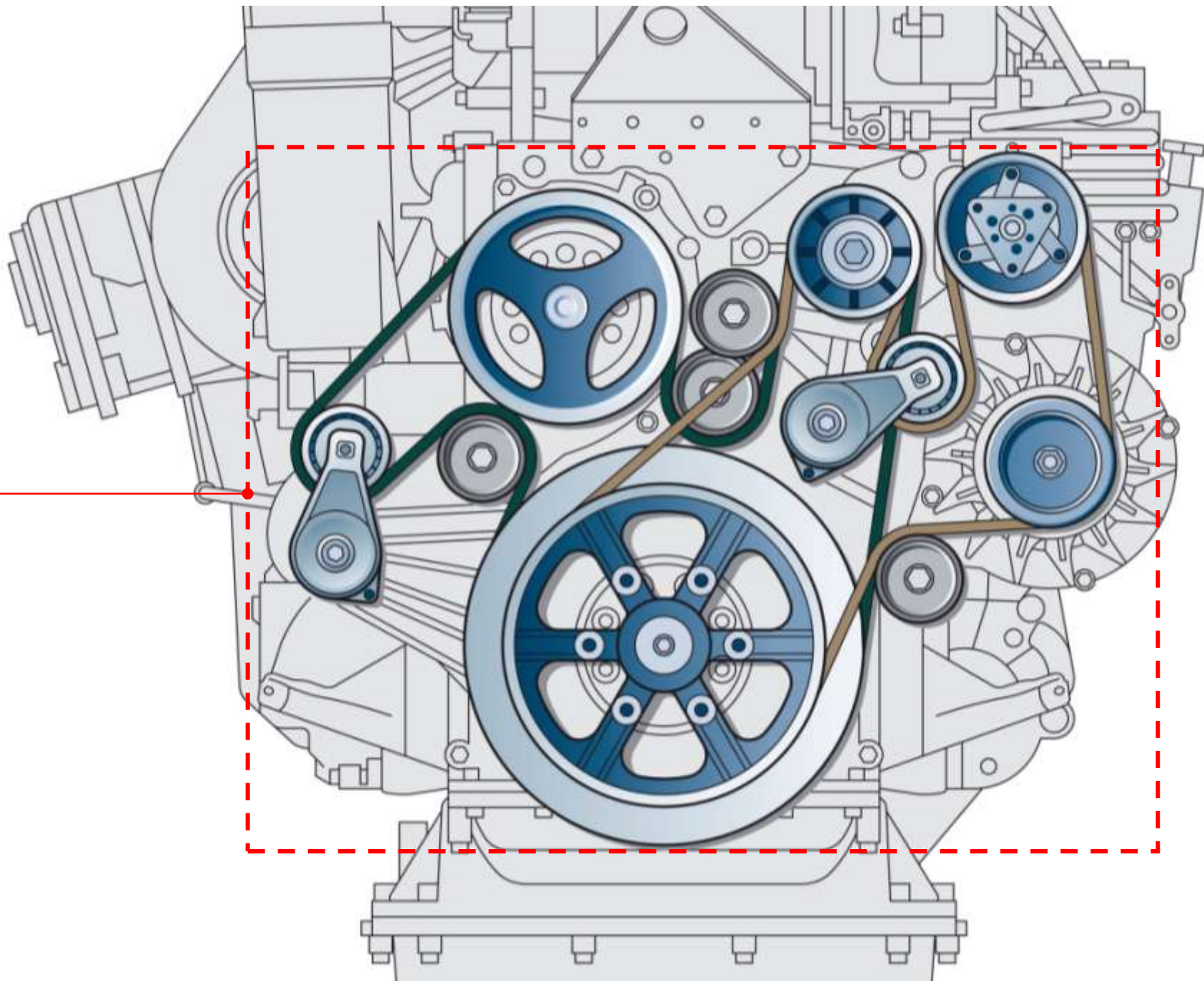
1

2





1









Příslušenství motoru

- Mazací soustava
- Chladicí soustava
- Palivová soustava
- Zapalovací soustava
- Přepřívání



Mazací soustava

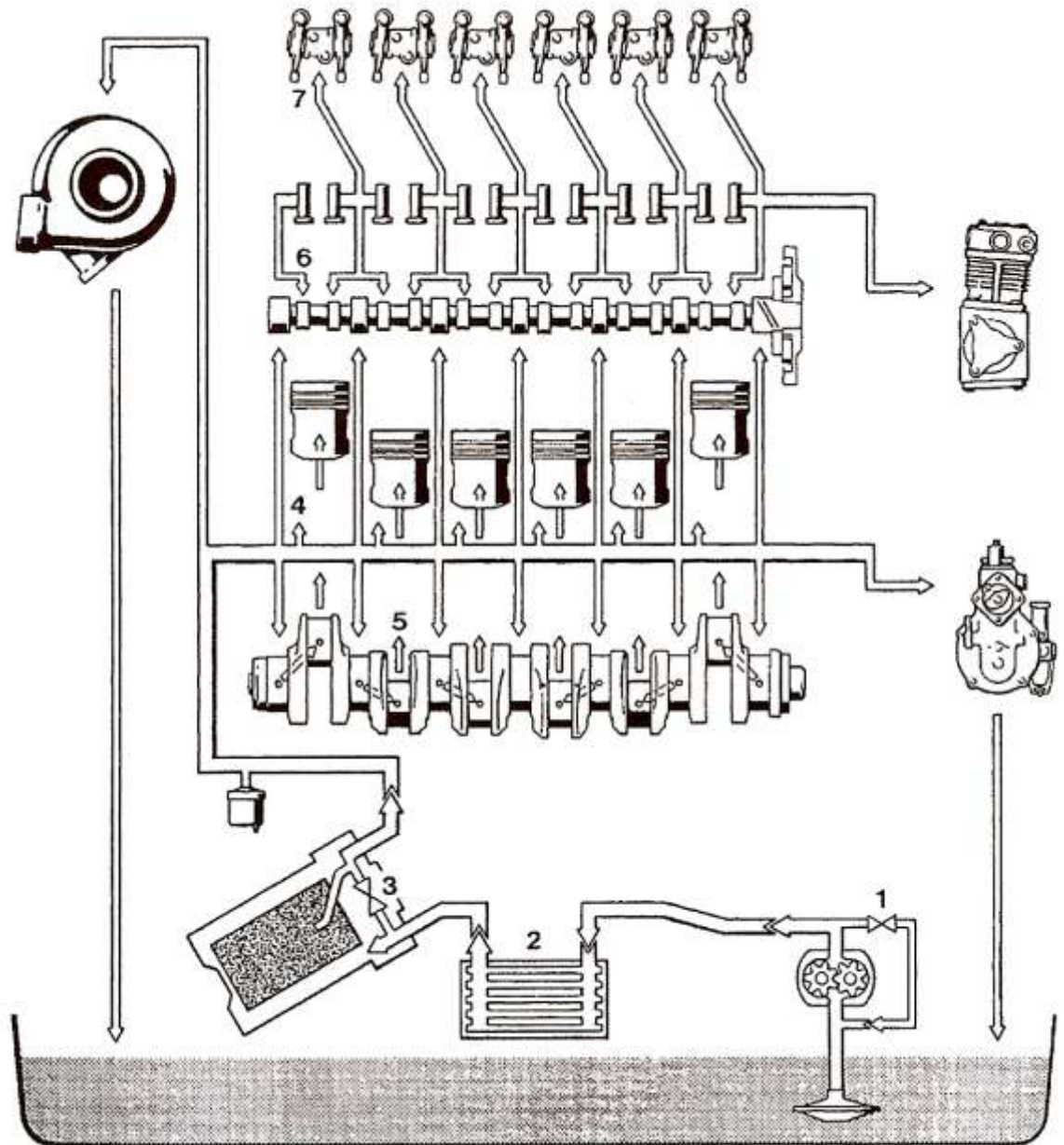
Základní úkoly mazání

- Vytvoření olejového filmu, bránícího dotyku kovových povrchů
- Odvod tepla z nechlazených částí motoru
- Dotěšňování stykových ploch SP
- Ochrana proti korozi
- Vynášení otěrových částic z kontaktních ploch

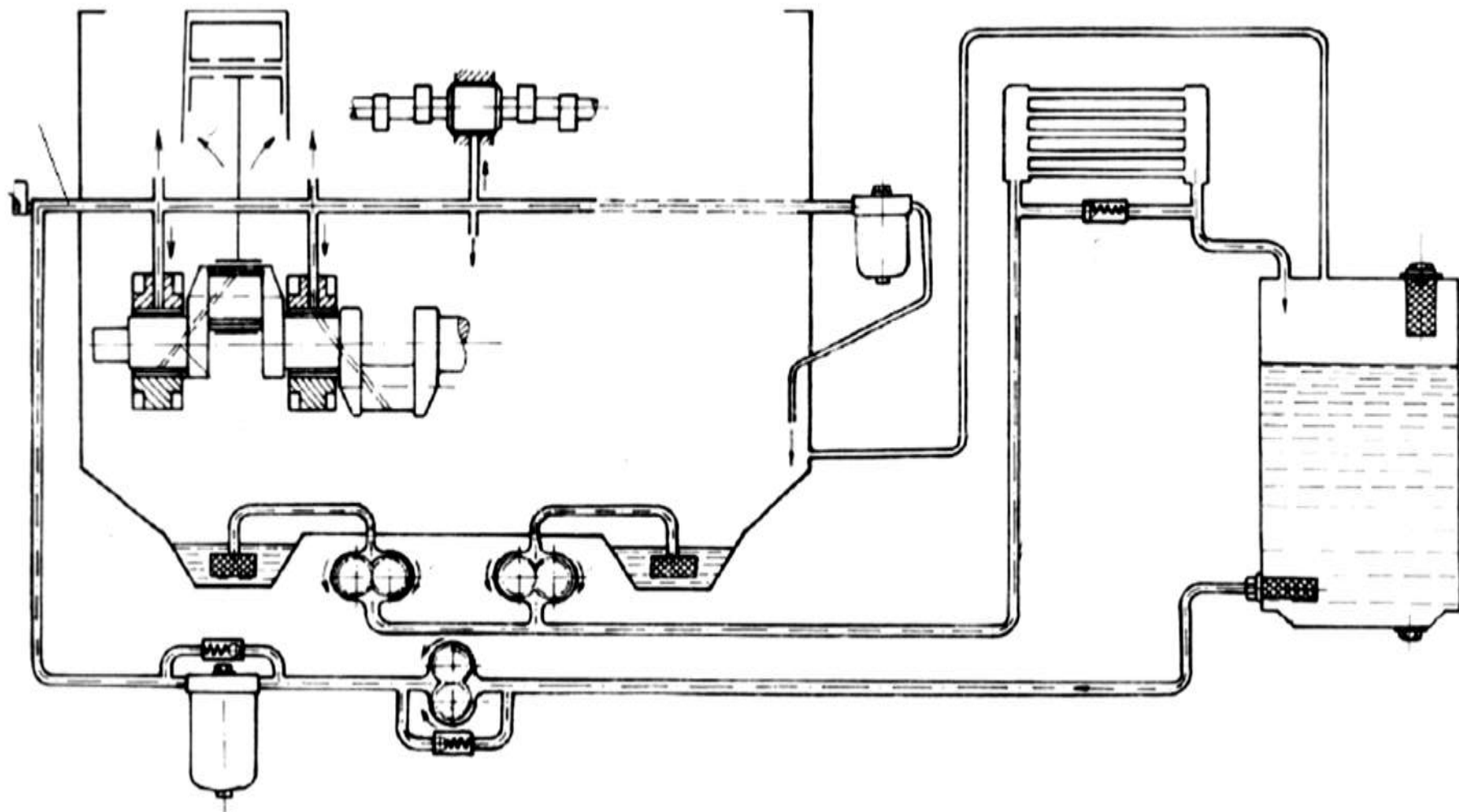


MAZÁNÍ SPALOVACÍHO MOTORU – s mokrou skříní

- 1-zubové čerpadlo
- 2-olejový chladič
- 3-olejový čistič
- 4-hlavní mazací kanál
- 5-výstup na ojnici
- 6-mazání vačkového hřídele
- 7-mazání vahadel



MAZÁNÍ SPALOVACÍHO MOTORU – se suchou skříní



Olejový filtr

Podle velikosti zachycovaných částic rozdělujeme olejové filtry na :

- hrubé - zachycují částice větší jak 40 μm ,
- jemné - zachycují částice větší jak 1 až 2 μm .

Podle konstrukčního provedení je možno olejové čističe rozdělit na:

- štěrbínové – rozměr zachycovaných částic je určen velikostí štěrbin mezi filtračními elementy,
- s papírovou filtrační vložkou – jsou v současné době používány výhradně.



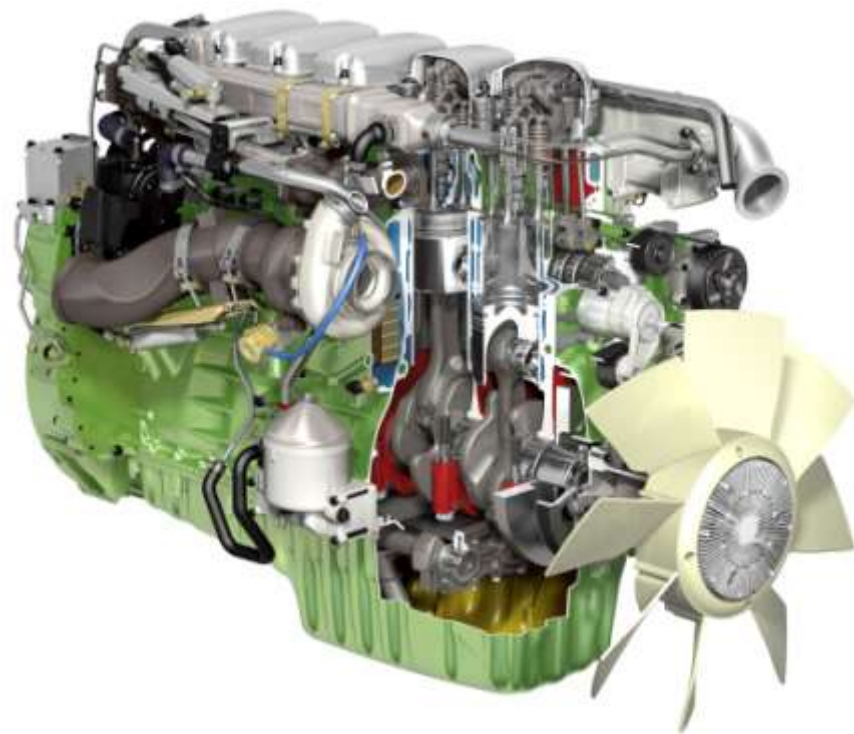
Olejový filtr



Chladicí soustava

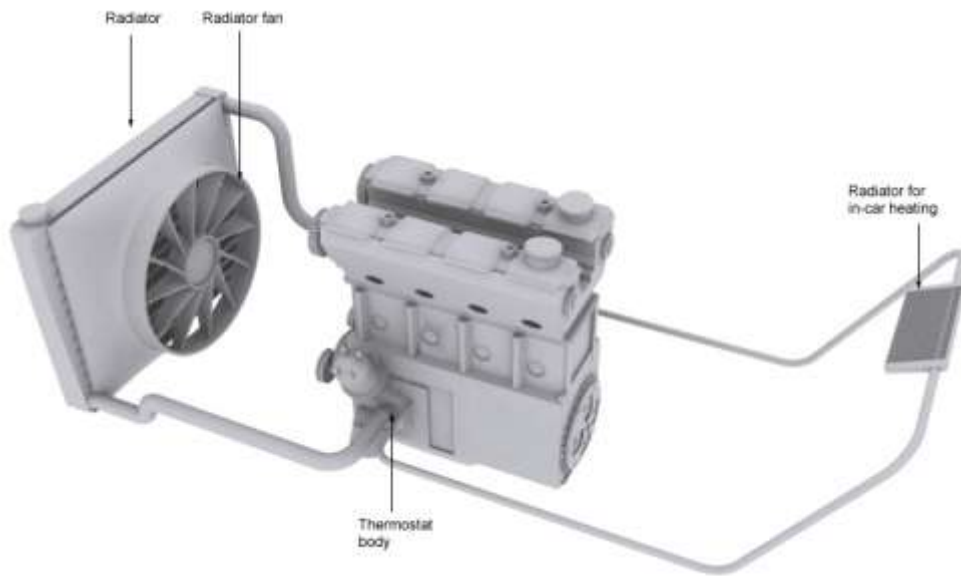
Úkolem chladicího systému je tedy především:

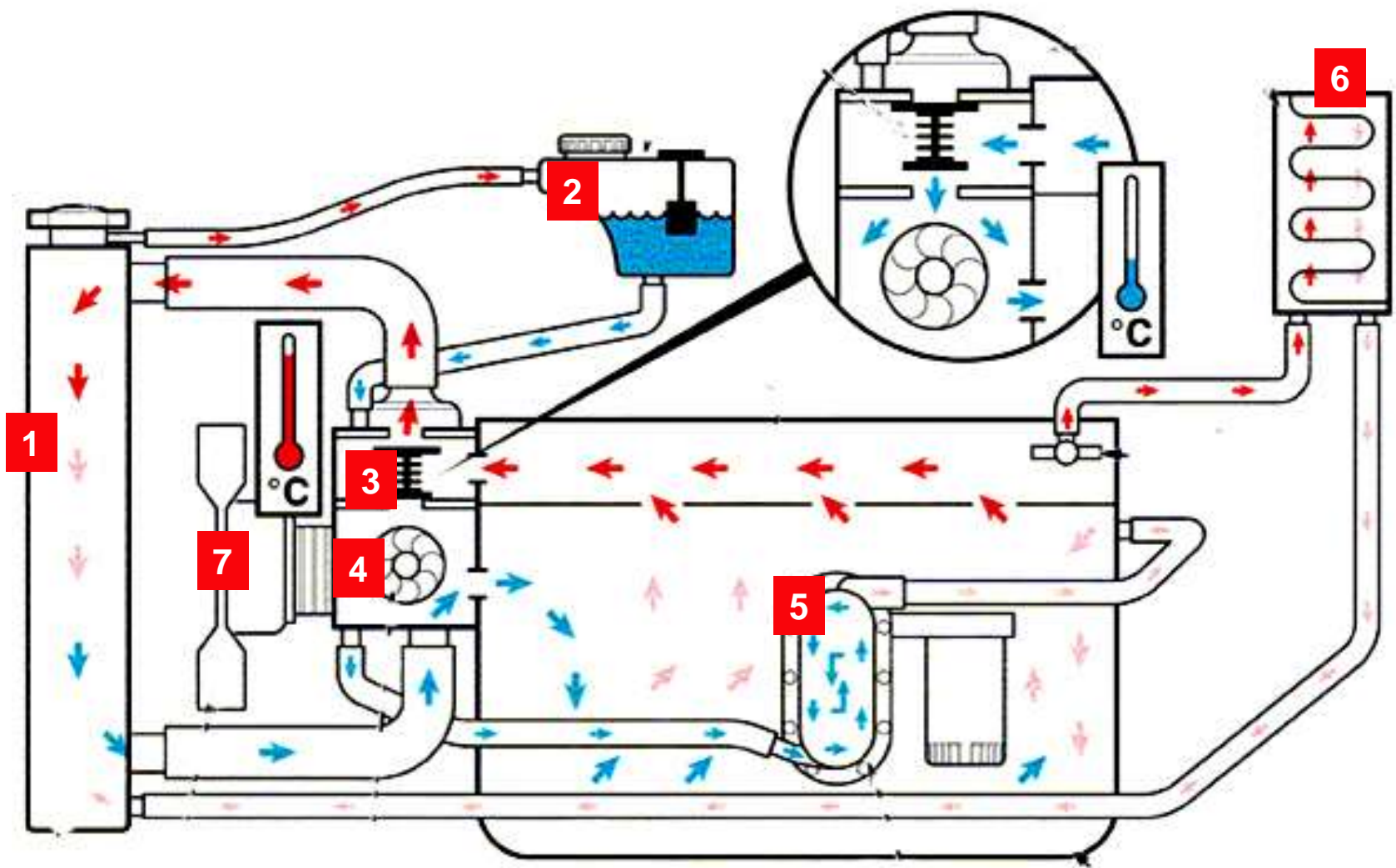
- udržovat přípustnou teplotu v nejvíce tepelně namáhaných místech (hlava válců, vložky válců, písty, ventily a další)
- odvádět teplo z plnicího vzduchu u přeplňovaných motorů, mazacího oleje, hydraulického oleje, paliva, chladicí kapaliny (klimatizace) apod.
- zajistit rychlý ohřev motoru na provozní teplotu.



Druhy

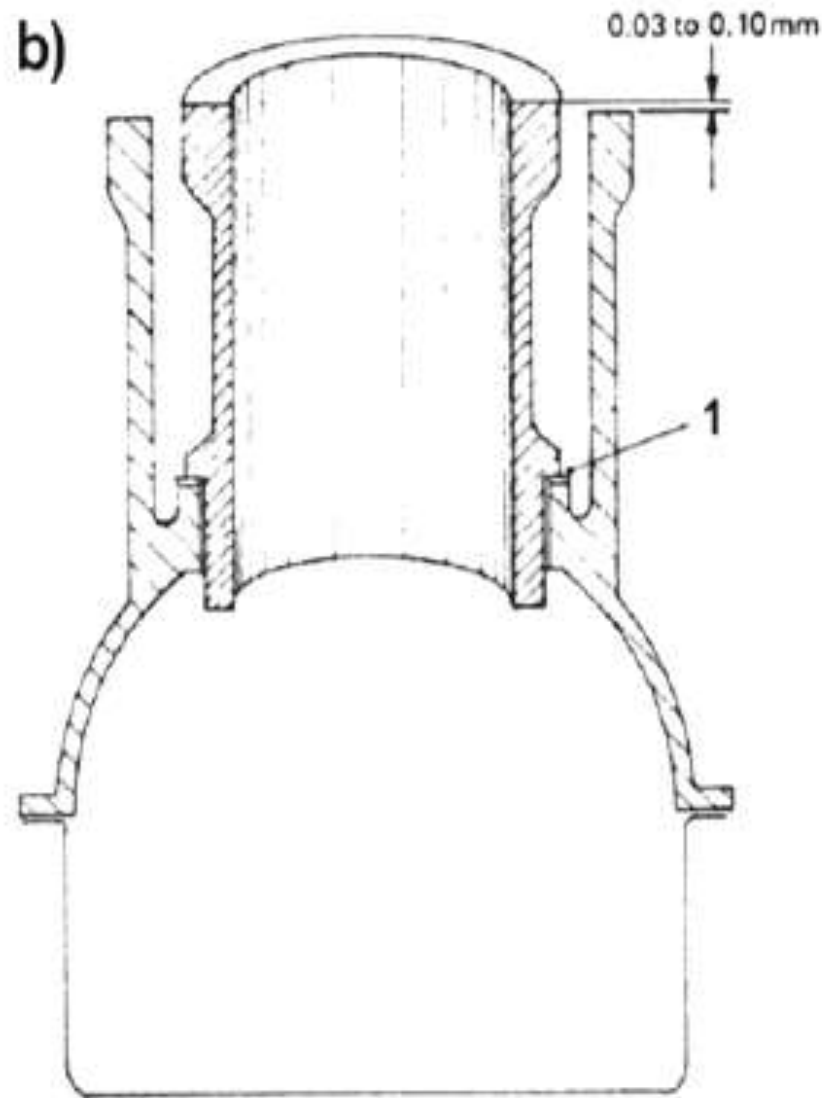
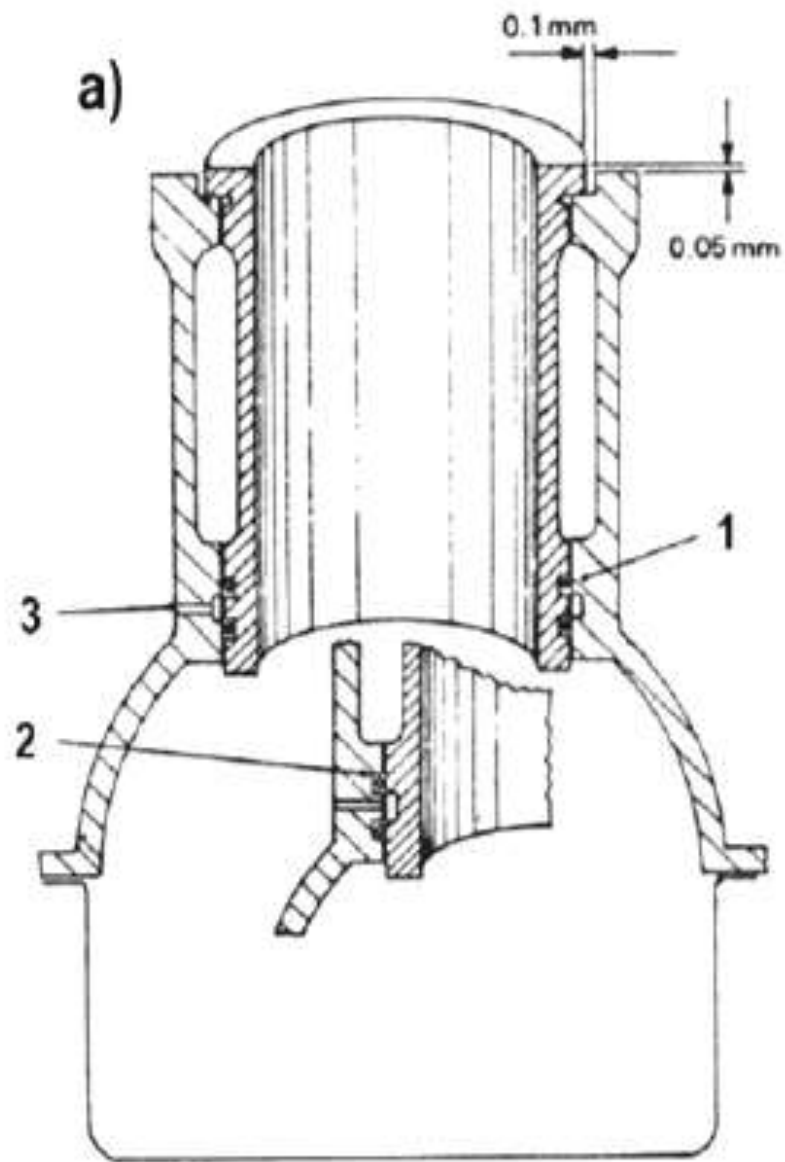
- Kapalinové chlazení
- Vzduchové chlazení





Chladicí systém motoru

1-chladič kapaliny pro chlazení motoru, 2-vyrovnávací nádržka, 3-termostat, 4-oběhové čerpadlo, 5-výměník chladicí kapalina-olej, 6-vytápění, 7-ventilátor.

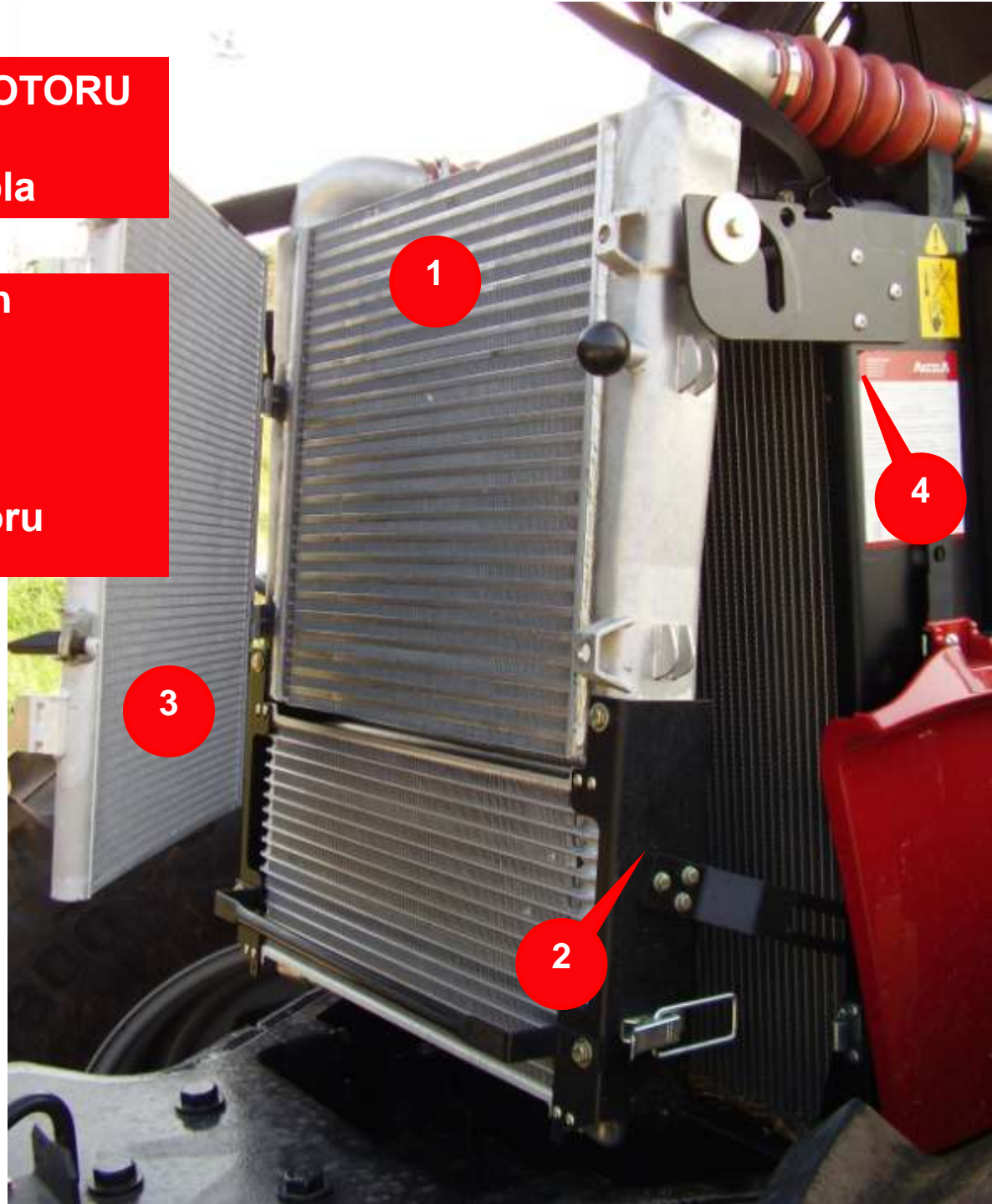




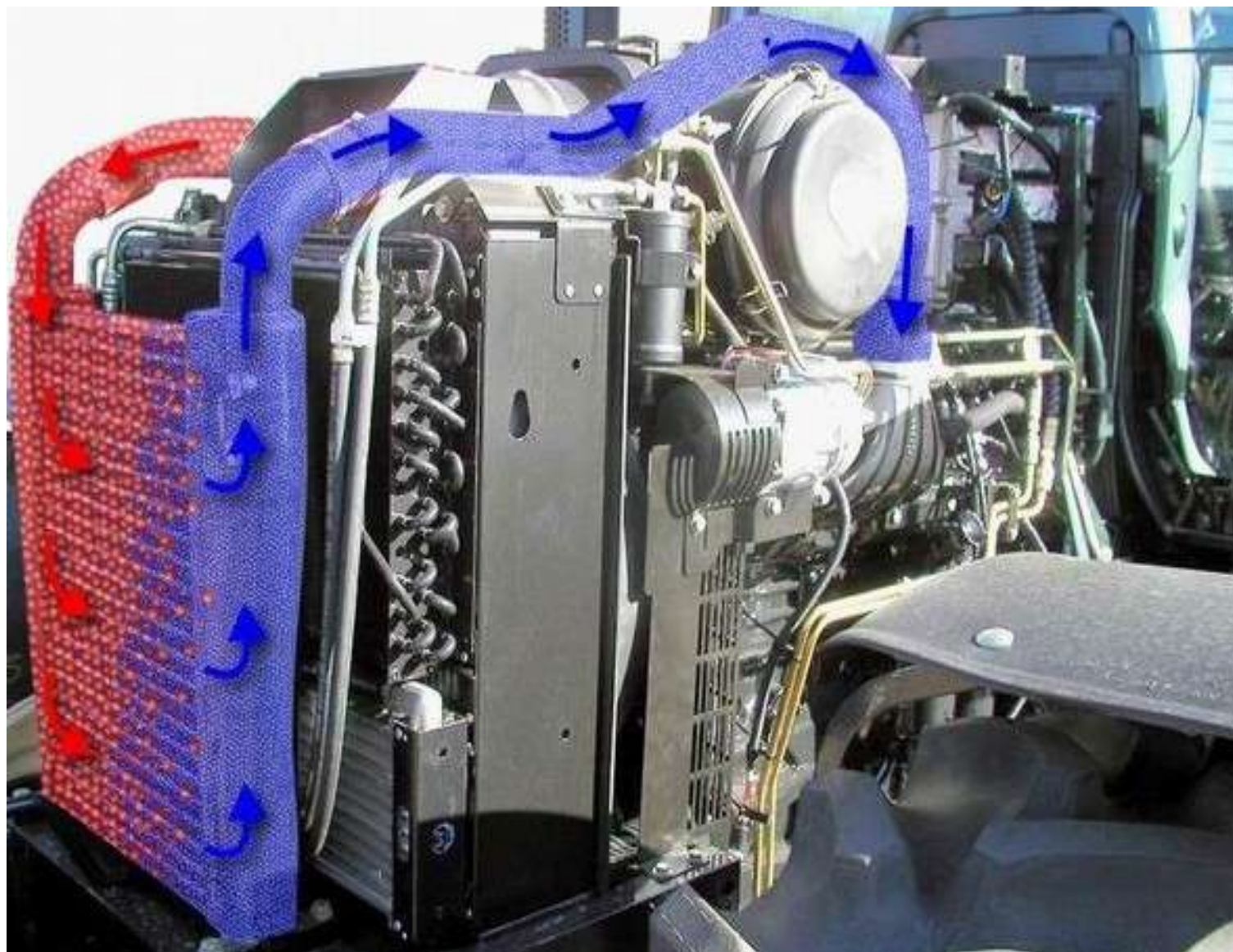
CHLAZENÍ SPALOVACÍHO MOTORU

Chladiče – výměníky tepla

1. Mezichladič vzduch - vzduch
2. Chladič oleje převodovky
3. Kondenzor klimatizace
4. Chladič chladící směsi motoru

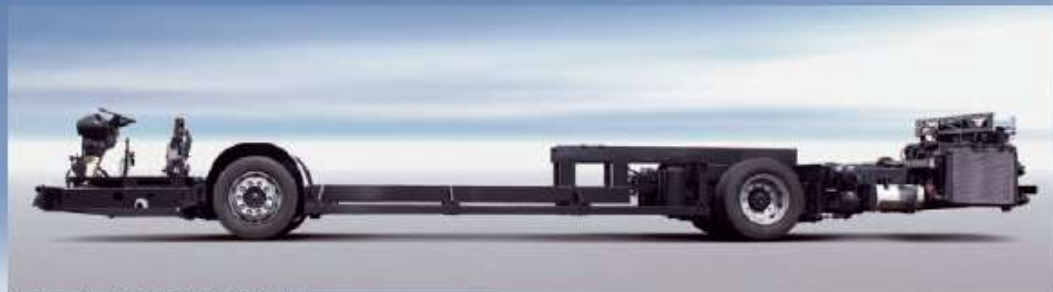


Chlazení plnicího vzduchu





Mercedeschassis 14.280 HOCL



Low-Entry-Chassis 18.240 / 280 / 310 HOCL-NL



Reisebuschassis 24.400 HOCLN



Niederflerschassis NL 243 / 273 / 313 F

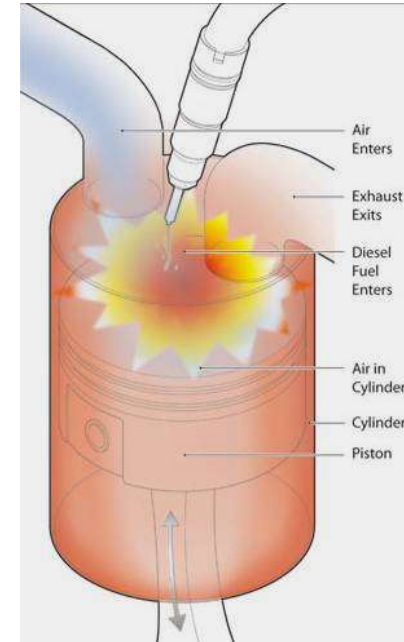
umfasst die ganze
n, Gelenkbusse
sicher Bauart so-
sige Niederfler-
m 2-Achser mit
Chassis von 14,6
chernaßen in

Rechts- und Linkslenkerausführung. Das gilt natürlich auch für
Clubbusse, Wohnmobile oder Pferdetransporter sowie für
Sonderaufbauten fast jeder Art. Fast alles ist möglich, so varia-
bel sind die Auslegungsmöglichkeiten der einzelnen MAN-Chas-
sistypen: unterschiedliche Radstände, Motor-Getriebe-Kombina-
tionen, Achs- und Federungsvarianten – alles da für Sie. Und
noch viel mehr.

Palivová soustava vznětového motoru:

Úkoly:

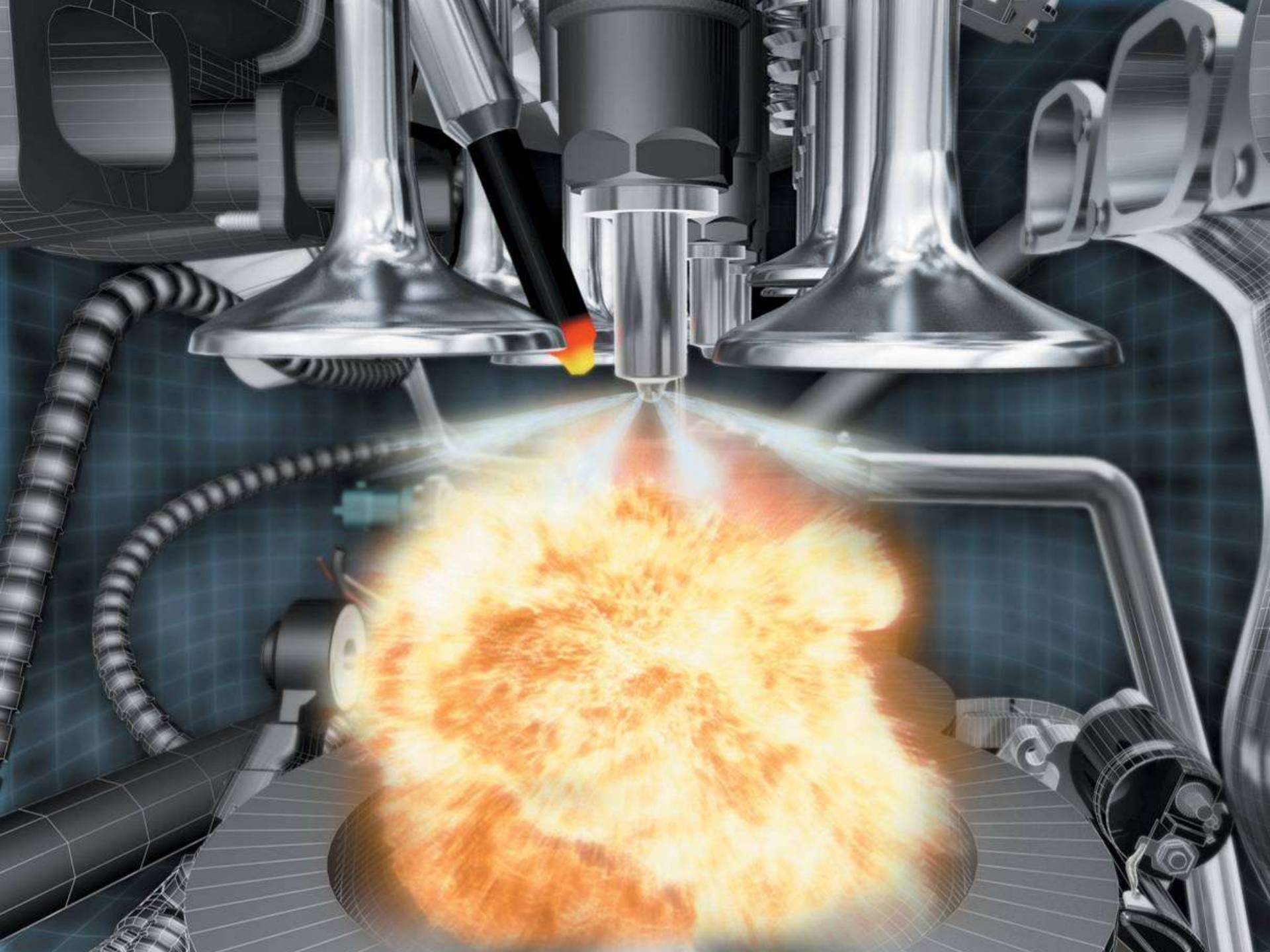
- Vstříknutí požadovaného množství paliva
- Palivo je do spalovacího prostoru přiváděno ve správný okamžik - předvstřík paliva
- Uvolnění tepelné energie
- Přeměna na mechanickou práci.
- Kvalitativní regulace



- **Vznětové motory** požívají obtížně odpařitelná kapalná paliva (motorová nafta, rostlinné oleje).
- Směs vytvořená palivovým systémem motoru se vznítí na základě vysokých tlaků a teplot na konci kompresního zdvihu.

Hoření paliva probíhá především v prostoru pístu





Tvoření směsi a průběh spalování ovlivňují následující činitele:

- začátek vstříku,
- doba vstříku,
- průběh vstříku,
- vstříkovací tlak,
- směr vstříkování a počet vstříkovaných paprsků,
- přebytek vzduchu,
- rozvíření vzduchu



Palivový systém vznětového motoru je tvořen:

Nízkotlaká část zajišťuje dopravu paliva z nádrže přes čistič k vysokotlaké části. Kromě dopravy paliva zajišťuje zpravidla také chlazení vstřikovacího čerpadla. Některé traktorové motory mají proto v nízkotlaké větvi vřazen také chladič paliva.

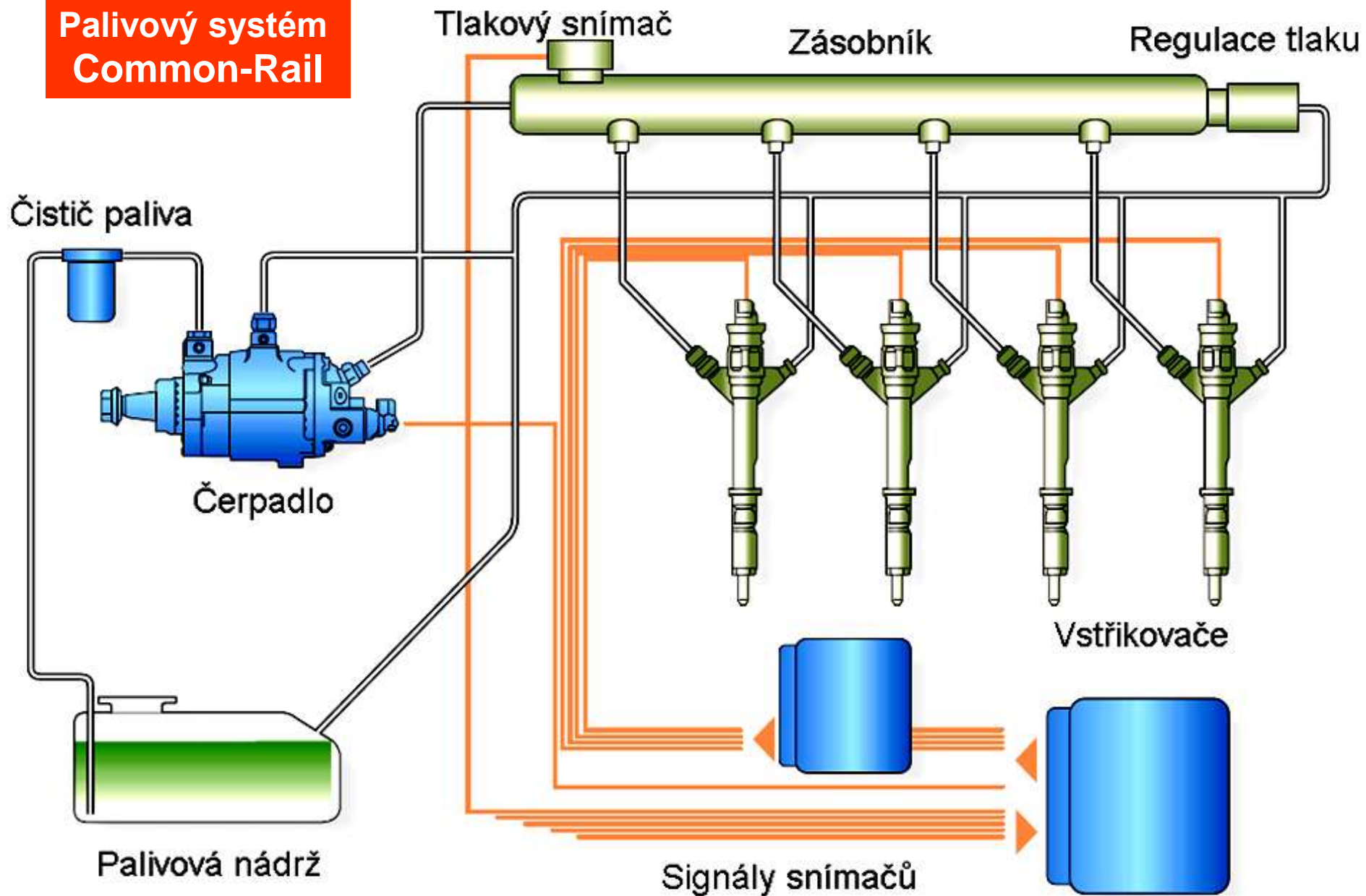
Vysokotlaká část zajišťuje vytvoření vysokého tlaku paliva, jeho dopravu ke vstřikovačům a dávkování paliva přes trysku do spalovacího prostoru.

Činnost:

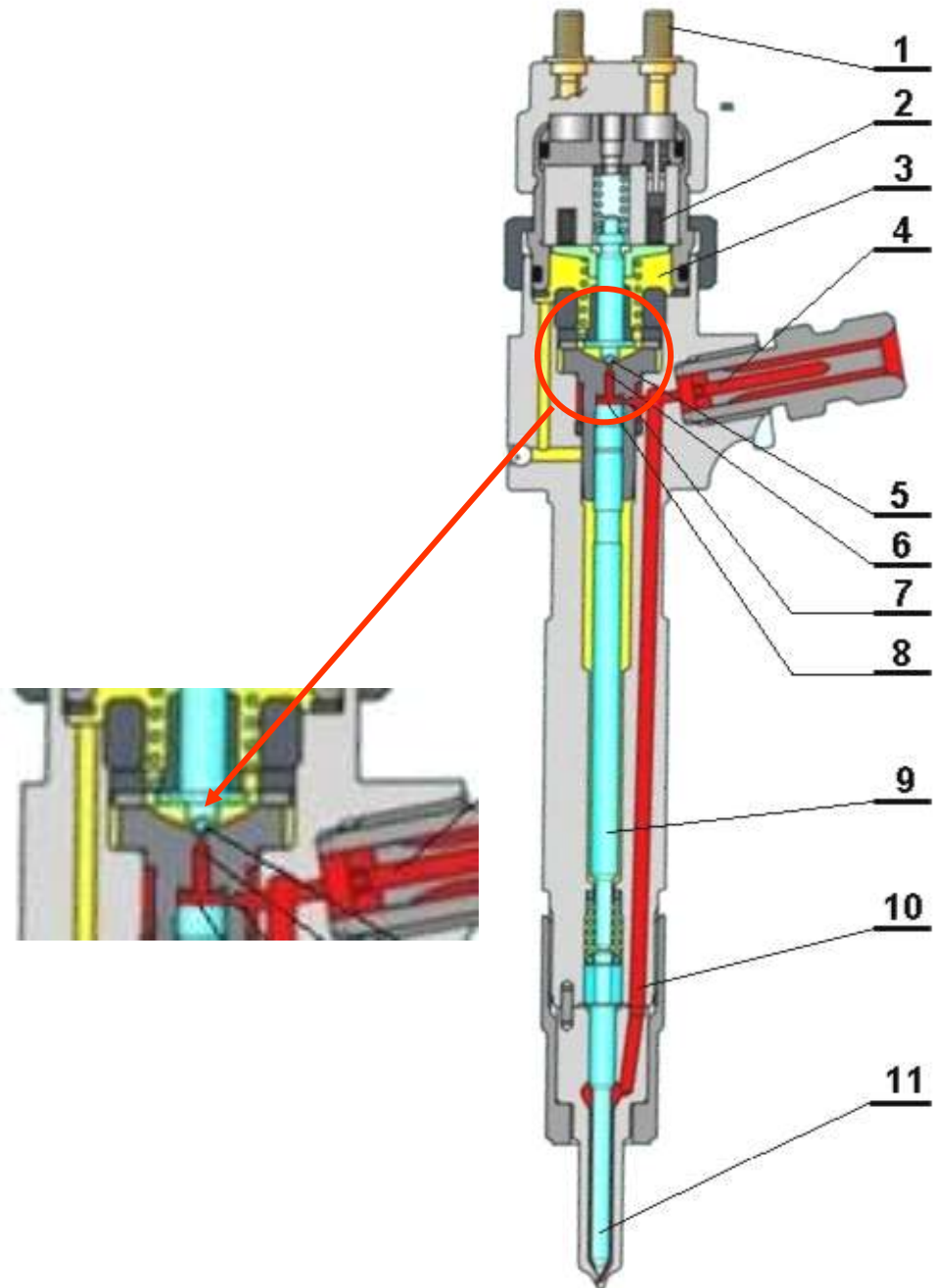
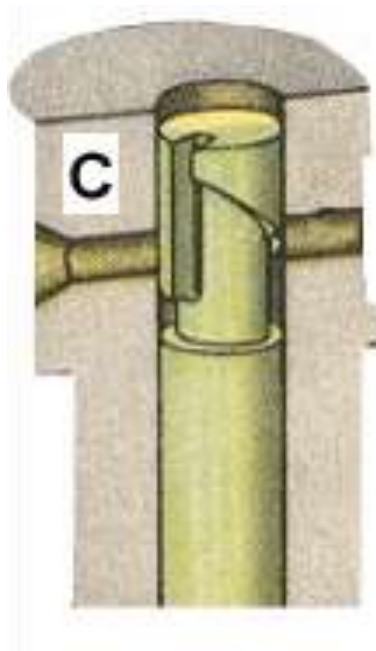
Dopravní čerpadlo nasává přes hrubý čistič palivo z nádrže. Palivo je filtrováno přes čistič paliva do vstřikovacího vysokotlakého čerpadla. Čerpadlo dodává palivo vysokotlakým potrubím do vstřikovací trysky vstřikovače. Palivo je poté ve vhodném okamžiku vstřikováno do spalovacího prostoru či komůrky. Přebytek paliva je odváděn zpět do nádrže.



Palivový systém Common-Rail



- řízení dodávky paliva bylo řešeno pomocí hrany (starší systémy),
- dnes se používá řízení dodávky paliva délkou otevření ventilu, ovládaného elektronikou.



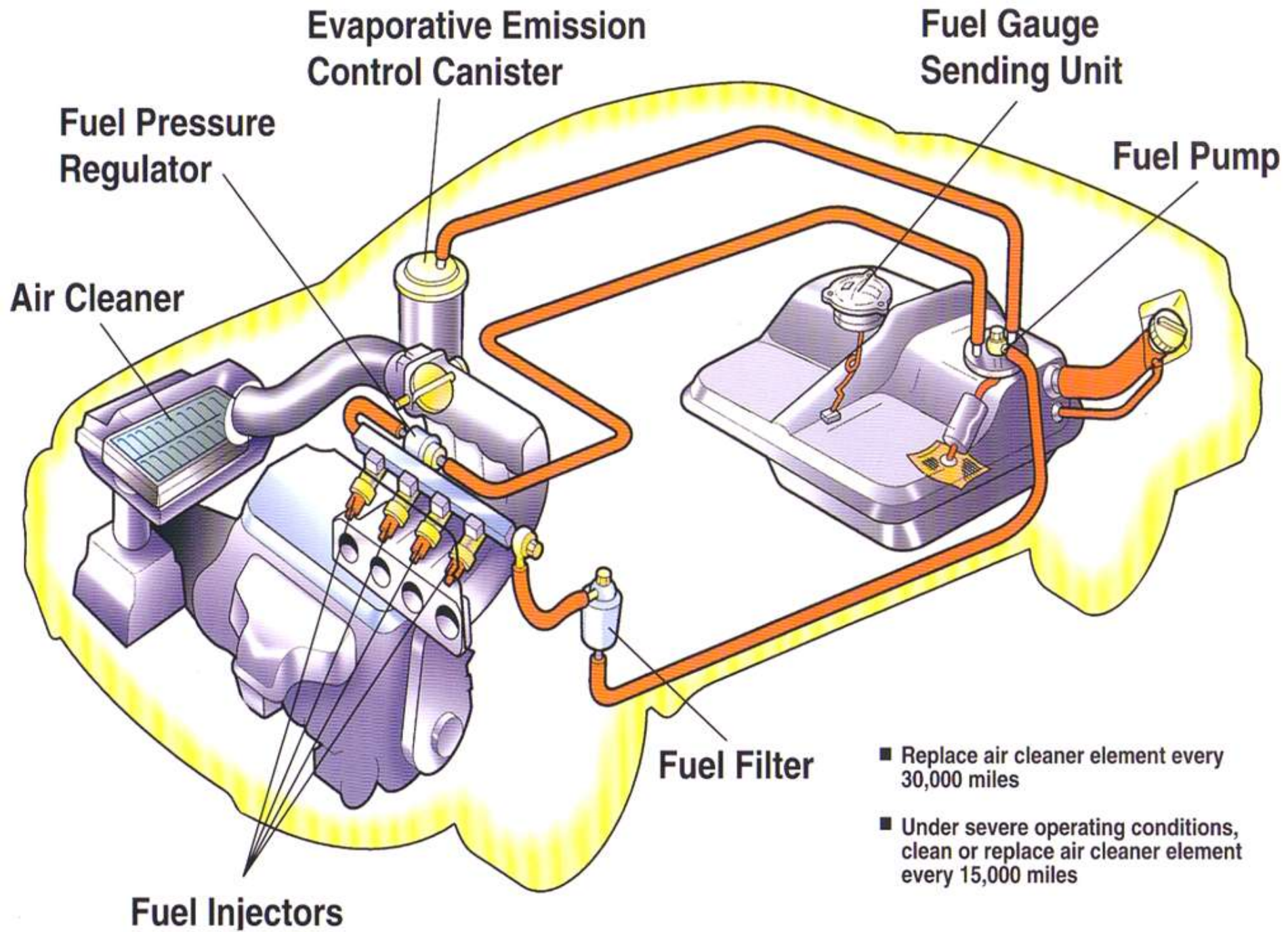
Palivové soustavy zážehového motoru

Úkolem palivové soustavy je přivést, ve vhodný okamžik vzhledem k poloze pístu potřebné množství paliva do spalovacího prostoru nebo sacího potrubí.

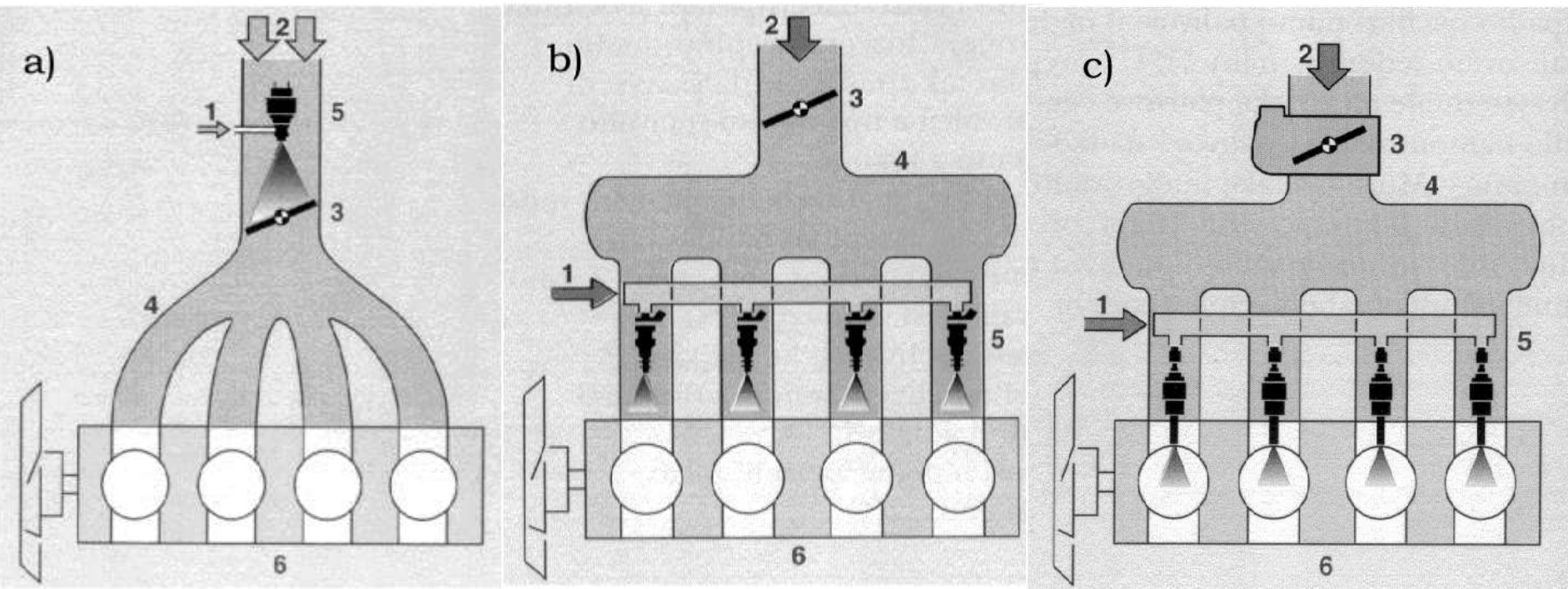
U lehce odpařitelných kapalných paliv, používaných u zážehových motorů se směs paliva se vzduchem odměřuje a tvoří pomocí:

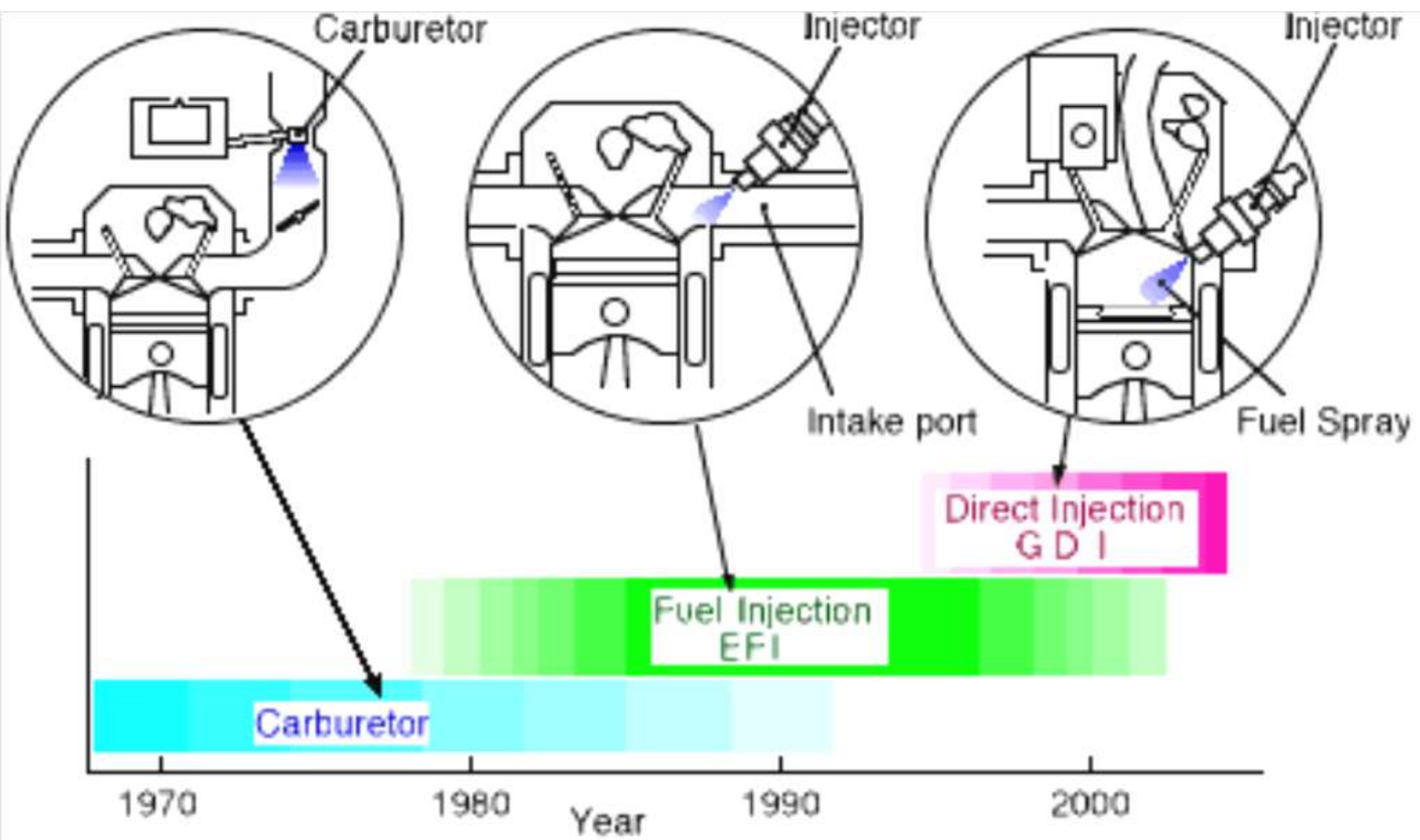
- Karburátorů
- Vstřikováním paliva do sacího potrubí – nepřímé vstřikování
- Vstřikováním paliva do válce – přímé vstřikování





- Replace air cleaner element every 30,000 miles
- Under severe operating conditions, clean or replace air cleaner element every 15,000 miles







ultrasonic

Zapalovací soustava

Úkol:

Zažehnutí směsi paliva se vzduchem ve válci v motoru v požadovaném okamžiku s ohledem na pracovní podmínky

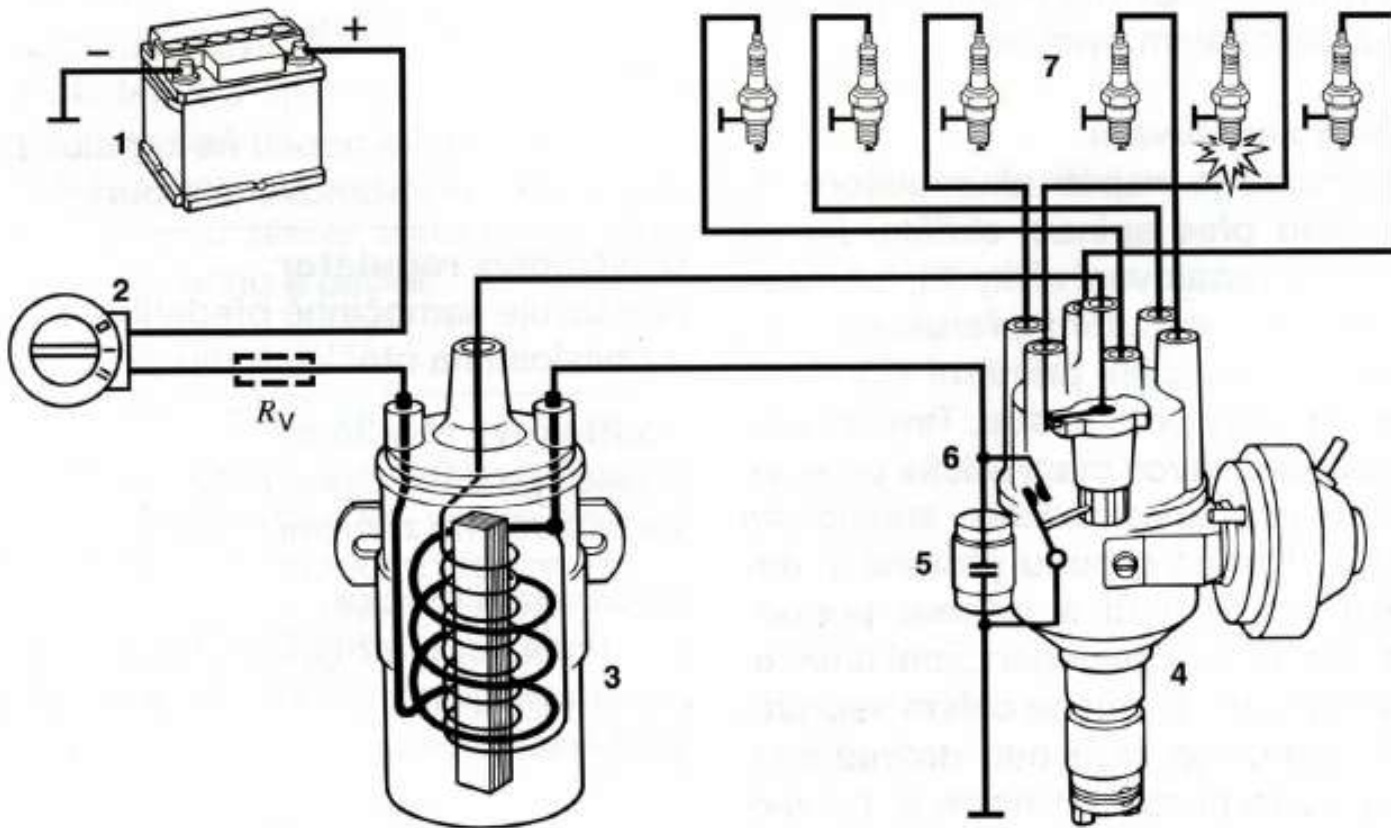
Dělení zapalovacích soustav:

- Cívkové
- Tranzistorové
- Elektronické
- Plně-elektronické zapalování

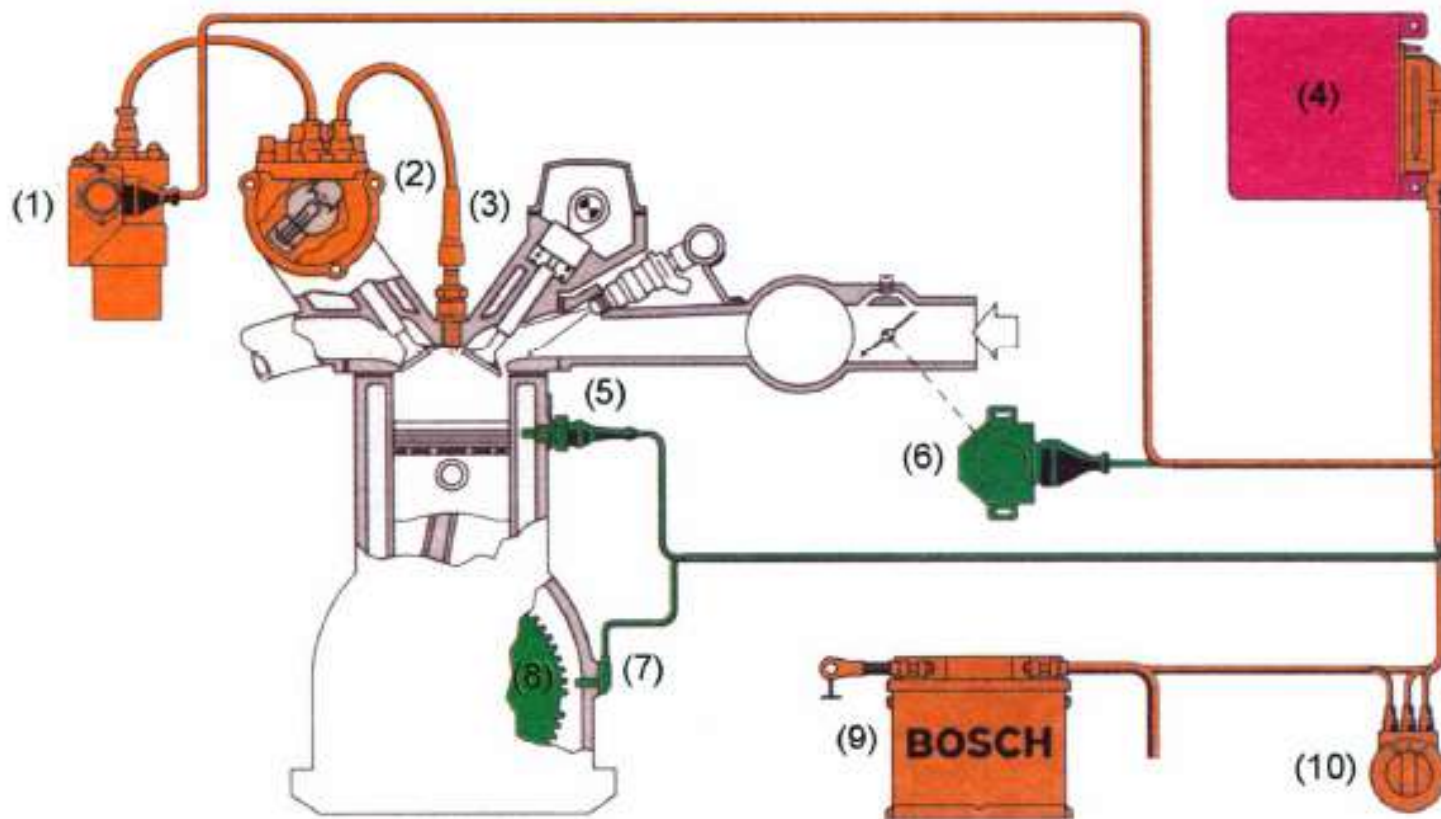


■ Cívkové zapalování

1 akumulátor, 2 spínací skříňka, 3 zapalovací cívka, 4 rozdělovač, 5 kondenzátor, 6 přerušovač, 7 zapalovací svíčky, R_V předřadný odpor



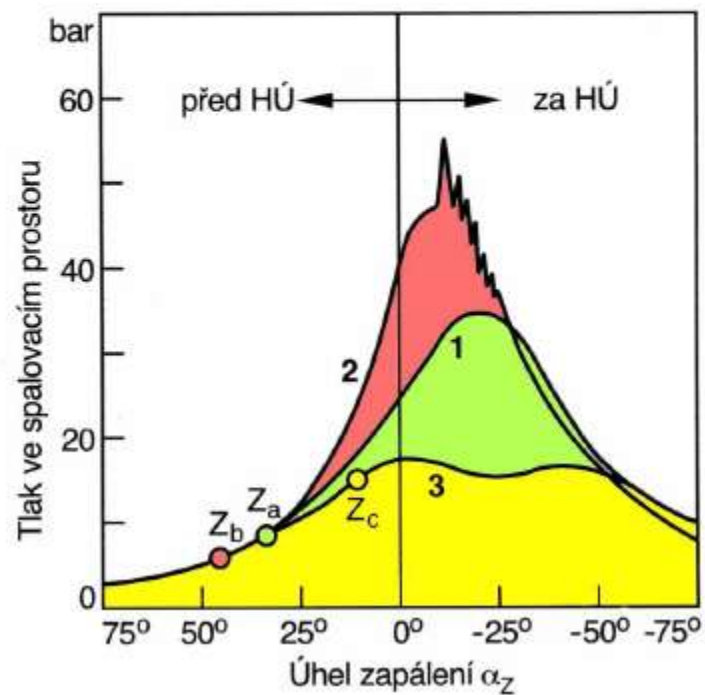
■ Elektronické zapalování



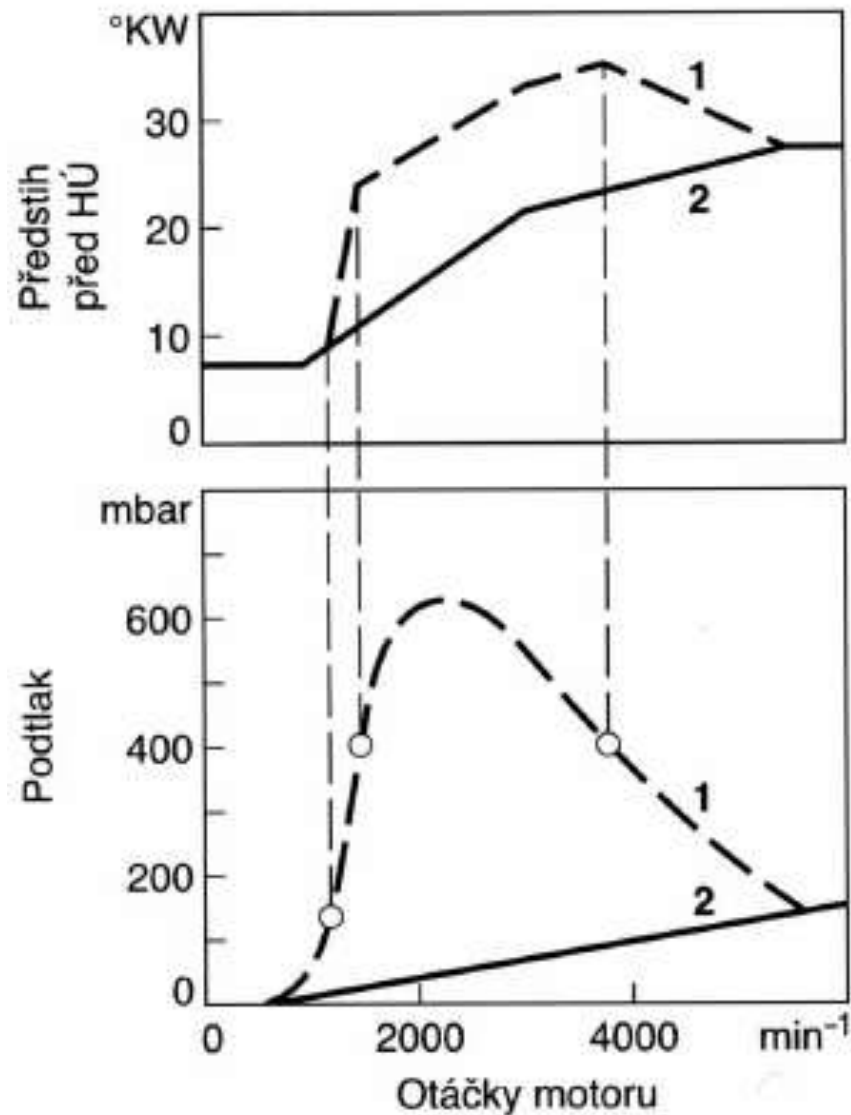
- (1) - zapalovací cívka se zabudovaným koncovým stupněm
- (2) - mechanický rozdělovač
- (3) - zapalovací svíčka
- (4) - řídicí jednotka
- (5) - snímač pro měření teploty motoru

- (6) - snímač úhlu nastavení škrticí klapky
- (7) - snímač otáček a polohy klikového hřídele
- (8) - ozubený kotouč
- (9) - akumulátorová baterie
- (10) - spínací skříňka

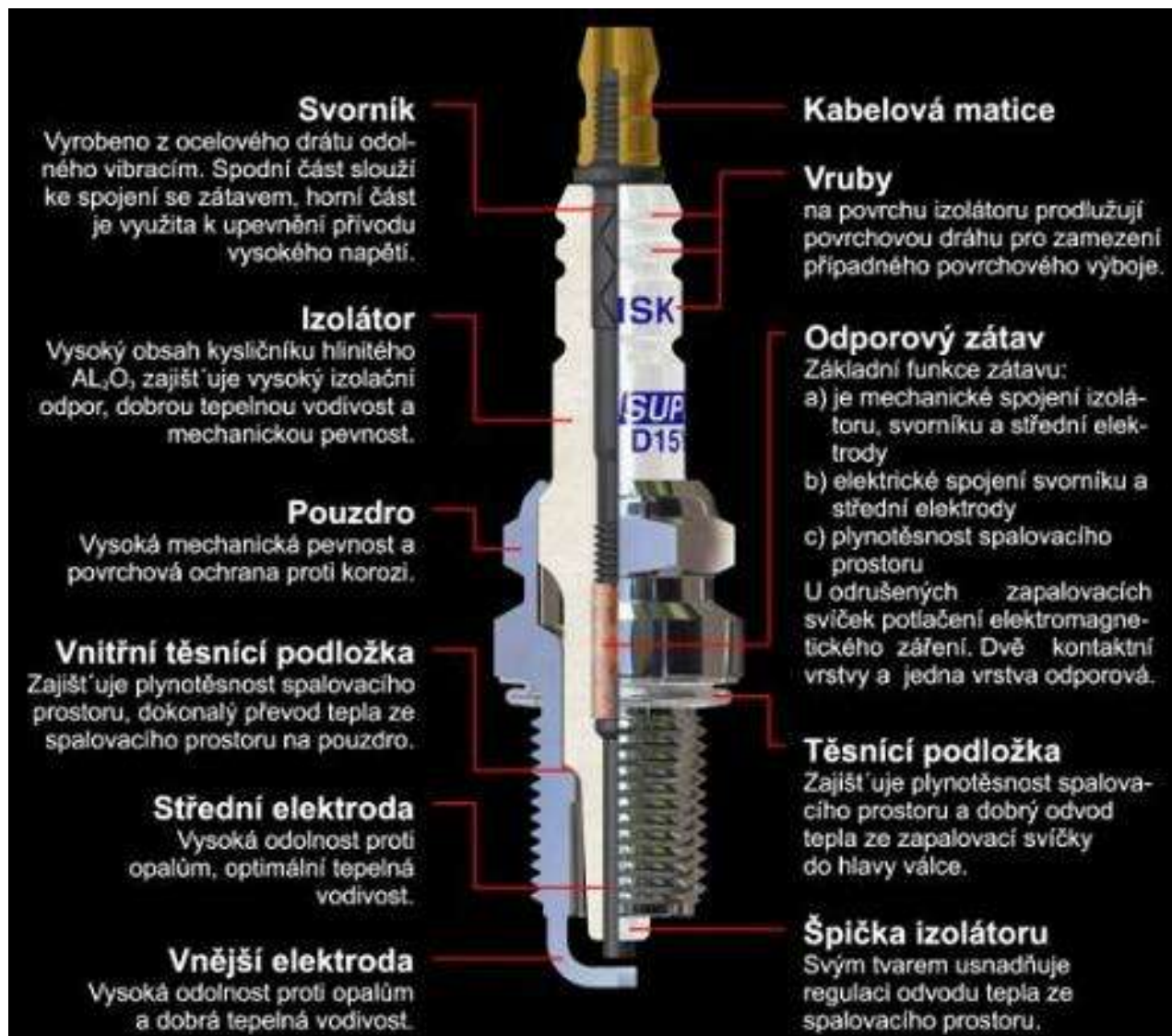
1 Správný předstih, zapálení Z_a ve správném okamžiku, 2 Velký předstih, zapálení Z_b příliš brzo (klepání při spalování), 3 Malý předstih, zapálení Z_c příliš pozdě



1 částečné zatížení
2 plné zatížení



■ Zapalovací svíčka



Přepřňování

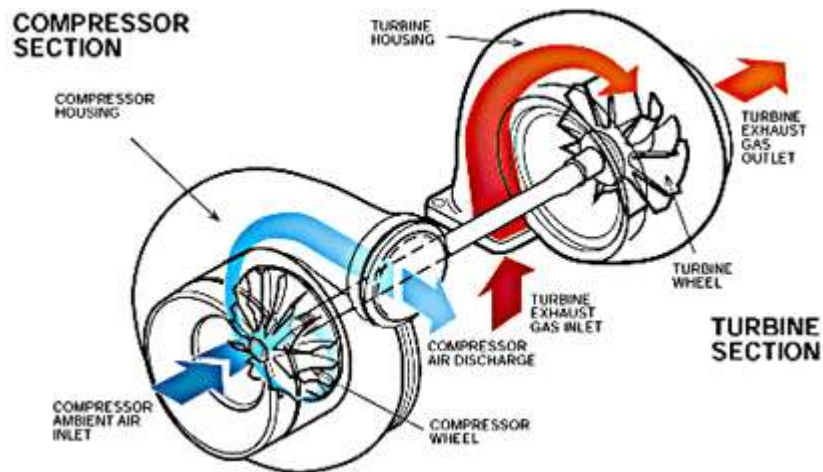
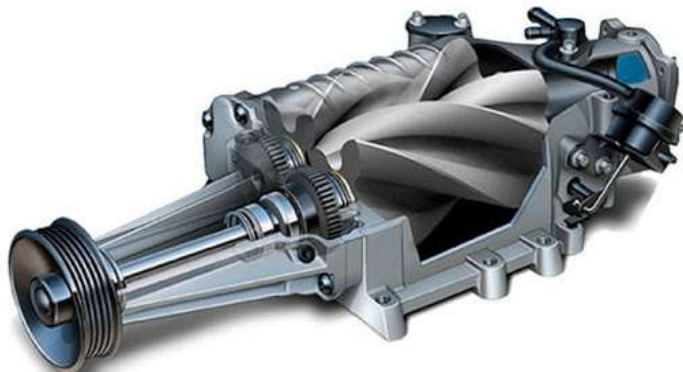
Motory s atmosférickým plněním

Sání motoru probíhá při malém podtlaku, pohybem pístu z horní úvrati do dolní. Takové motory se označují jako nepřepřňované.

Motory s přetlakovým plněním

Během sání motoru je přiváděn tlak větší než atmosférický, který se označuje jako přetlak. Normální atmosférický tlak má hodnotu 101 325 Pa. Přetlak se vytváří pomocí

turbodmychadla,
umístěného na spalovacím motoru. Takové motory se označují jako přepřňované.





Základní výstupní parametry motoru:



1. Výkon motoru / při otáčkách
- 2 Točivý moment motoru/ při otáčkách
3. Spotřeba paliva – dráhová (l/100km), hodinová (l/h), měrná (g/kWh)
4. Produkce emisí



Další parametry:

5. Kompresní poměr
6. Převýšení točivého momentu

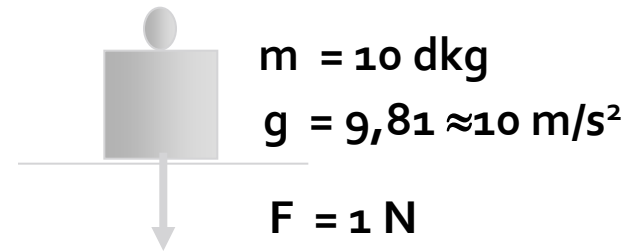


Síla: - Hmotnost krát zrychlení

$$F = m \cdot a = m \cdot g$$

m – hmotnost [kg]

a (g) – zrychlení (tíhové zrychlení) [m/s^2]



Jednotky: V soustavě SI – newton [N]

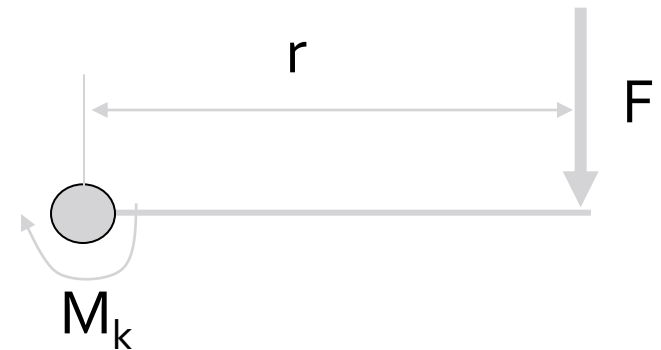
Starší jednotka – kilopond [kp] (nepoužívá se)

Točivý moment: - Síla působící na rameni

$$M_k = F \cdot r$$

Jednotky: V soustavě SI - newtonmetr [Nm],

Starší jednotka - kilopondmetr [kpm] (nepoužívá se)



Výkon: - Točivý moment krát úhlová rychlost klikové hřídele

$$P = M_k \cdot \omega$$

$$\omega = 2\pi \cdot n$$

n – otáčky motoru (s^{-1})

Jednotky: V soustavě SI – watt (kilowatt) [W, kW]

Starší jednotka – kůň (HP) [k]

$$1 \text{ kW} = 0.74 \text{ k}$$

$$1 \text{ k} = 1.36 \text{ kW}$$



Výkon motoru se přímo neměří ale vypočte se z naměřeného točivého momentu a otáček motoru .

Pro zjištění výkonu je třeba:

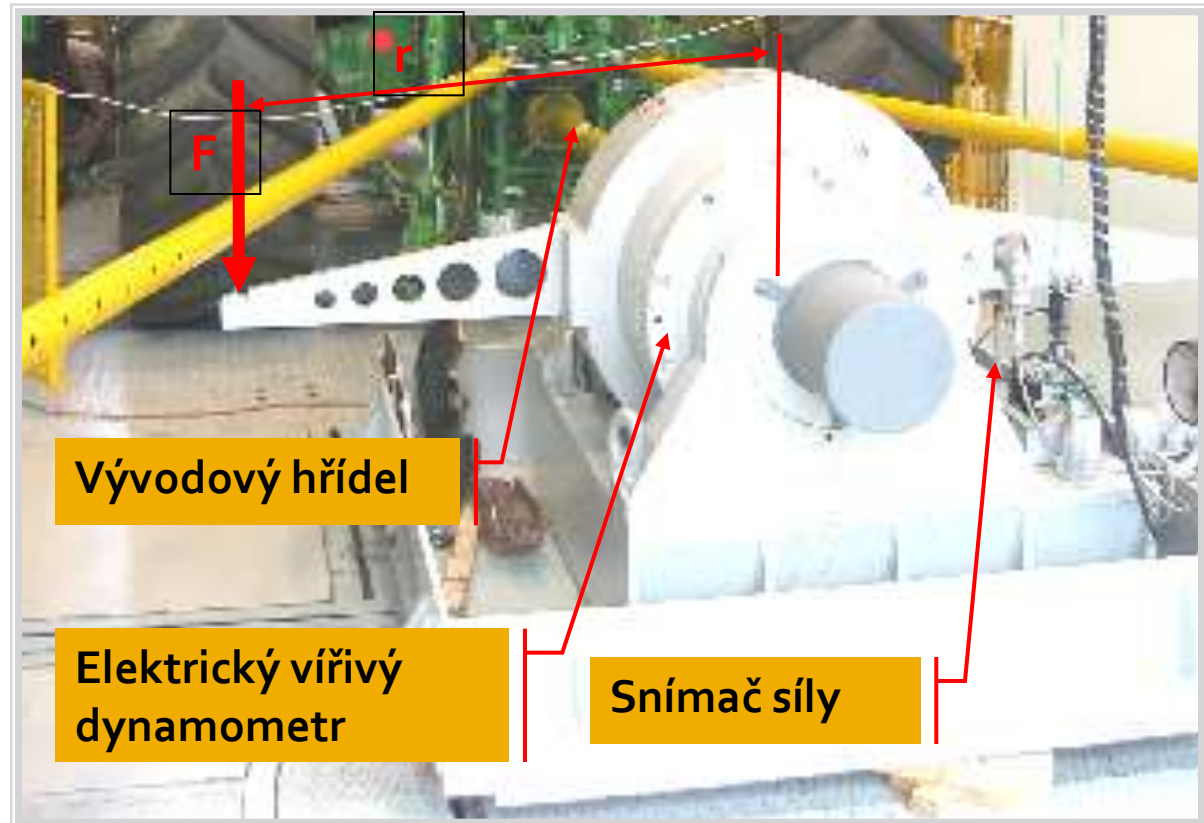
- dynamometr (měří točivý moment) a
- otáčkoměr (měří otáčky motoru).

Dynamometr:

$$M_k = F \cdot r \text{ [Nm]}$$

Otáčkoměr:

je součástí dynamometru



Pro měření spotřeby se používá průtokoměr zapojený do palivové soustavy motoru. Průtokoměrem se zjistí hodinová spotřeba z níž se vypočte měrná spotřeba.

Naměřená hodinová spotřeba: - litry za hodinu [l/h]

Z ní se vypočte hmotnostní spotřeba.

Vypočtená hodinová spotřeba hmotnostní: - kilogramy za hodinu [kg/h]

$$M_p = Q \cdot r \quad [\text{kg/h}]$$

Q - naměřená objemová spotřeba [l/h]

r - hustota paliva [kg/l]

Měrná spotřeba: - gramy na kilowatt a hodinu [g/kW.h]

$$m_p = \frac{M_p}{P} \cdot 10^3 \quad [\text{g/kW.h}]$$

P – výkon motoru [kW]

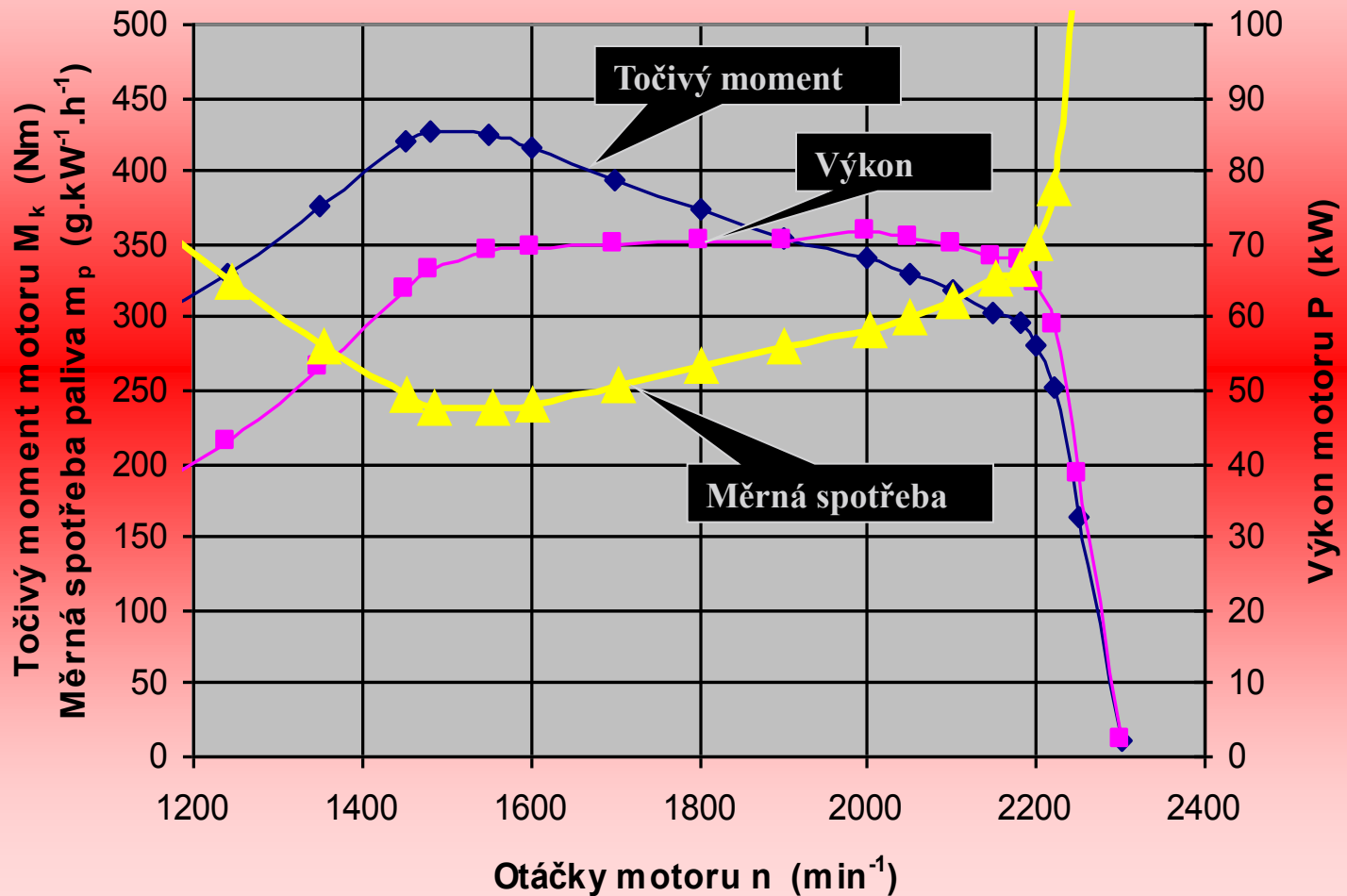




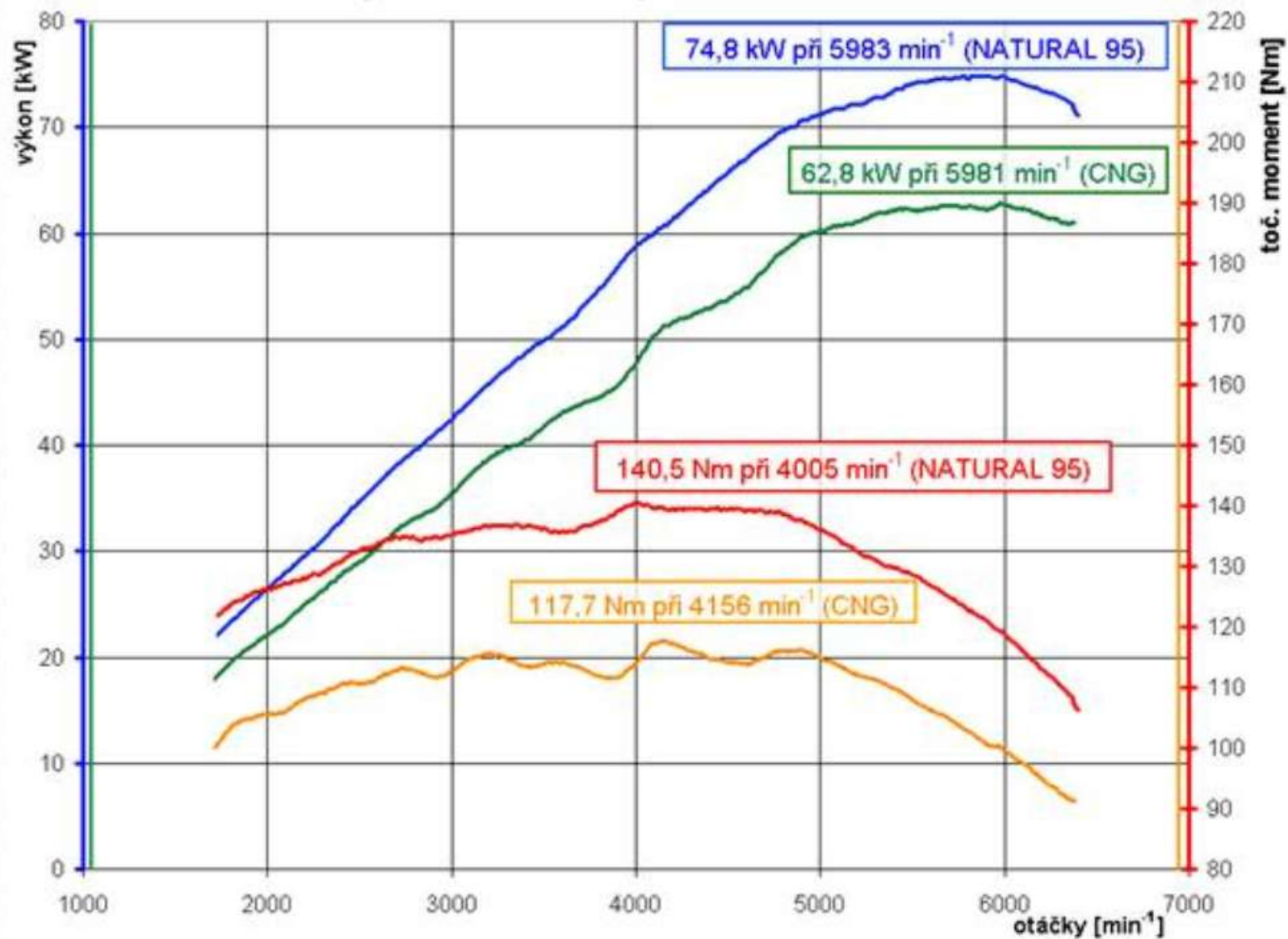


Otáčková charakteristika.

Naměřené a vypočtené hodnoty se vynesou do grafu otáčkové charakteristiky motoru a proloží se křivkami. Do charakteristiky se nejčastěji vynáší průběh točivého momentu, výkonu a měrné spotřeby paliva.



Výkon, toč. moment - palivo Natural 95 x CNG



Jaká je úspora nafty (vyjádřena v korunách) při 8-ti hodinovém provozování traktoru při různých provozní režimech?

Hustota nafty je 825 kg/m^3 a cena za 1 litr 34,50 Kč

Režim motoru I:

otáčky $n = 1400 \text{ min}^{-1}$

točivý moment $M_t = 615 \text{ N.m}$

měrná spotřeba paliva

$m_{pe} = 220 \text{ g.kw}^{-1}.\text{h}^{-1}$

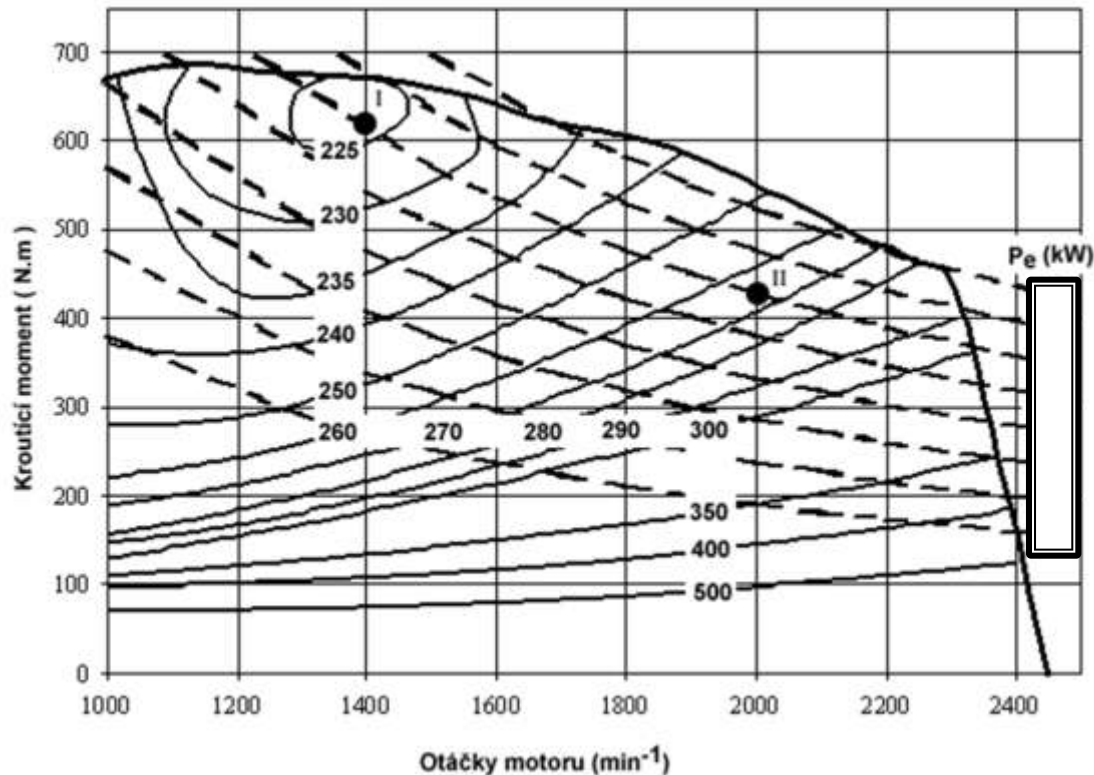
Režim motoru II:

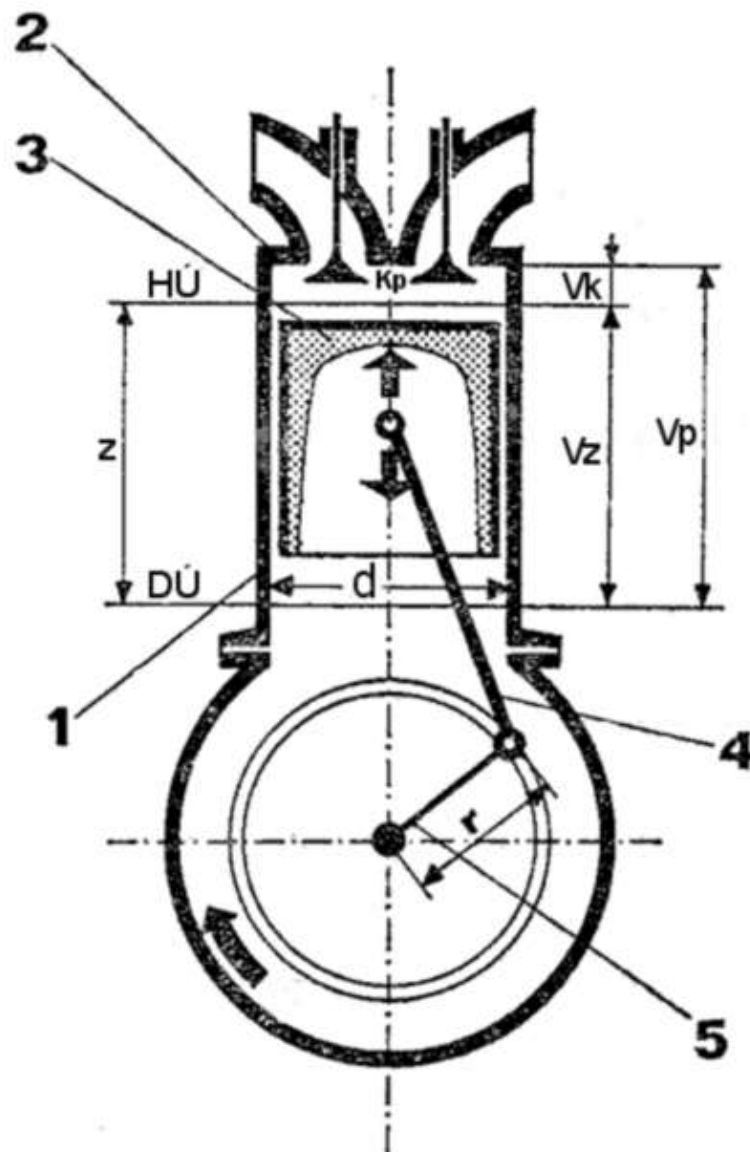
otáčky $n = 2000 \text{ min}^{-1}$

točivý moment $M_t = 430 \text{ N.m}$

měrná spotřeba paliva $m_{pe} =$

$265 \text{ g.kw}^{-1}.\text{h}^{-1}$





Obr. 1 Základní schéma čtyřdobého motoru jeho názvosloví a hlavní parametry. [4]

Popis obr. 1: 1- válec; 2 - hlava válců; 3 - píst; 4 - ojnice; 5 - klikový hřídel; HÚ - horní úvrať; DÚ - dolní úvrať; z - zdvih pístu; d - průměr válce-vrtání; V_z - zdvihový objem; V_k - objem kompresního prostoru; V_p - pracovní objem; K_p - kompresní prostor; r - poloměr klikového hřídele.

Zdvihový objem válce

Zdvihový objem válce je jmenovitý objem prostoru ve válci motoru omezený horní a dolní úvratí:

$$V_z = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot z$$

$$V_z = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot z \cdot i_v$$

Kompresní poměr se vypočte.....?

KONEC