

1) Kategorie a druhy motorových vozidel a jejich hlavní části, rozdělení motorových vozidel, základní rozměry a hmotnosti, základní koncepce osobních vozidel

Odborné otázky/úkoly:

- Vyjmenujte kategorie vozidel a vysvětlete, jaká vozidla se do nich řadí?
- Vyjmenujte a stručně popište hlavní části osobních a nákladních vozidel.
- Proveďte základní rozdělení motorových vozidel.
- Vyjmenujte a stručně popište základní rozměry a hmotnosti automobilu.
- Vyjmenujte a popište základní koncepce osobních automobilů.

Kategorie vozidel

Legislativně jsou vozidla dle Vyhlášky č. 153/2023 Sb. rozdělena do kategorií L, M, N, O, T, C, R a S, Z

Kategorie L

- Vozidla kategorie L zahrnují dvoukolová, tříkolová a čtyřkolová motorová vozidla rozdělená do dílčích kategorií a podkategorií včetně motokol, dvoukolových a tříkolových mopedů, dvoukolových a tříkolových motocyklů, motocyklů s postranním vozíkem, lehkých a těžkých silničních čtyřkolek a lehkých a těžkých quadrimobilů.
- Podrobnější rozdělení specifikuje Nařízení EU č. 168/2013 ze dne 15. ledna 2013.

Kategorie M

Zahrnuje motorová vozidla konstruovaná a vyrobená především pro přepravu osob a jejich zavazadel a dělí se na:

- kategorii M₁: motorová vozidla s nejvýše osmi místy k sezení kromě místa k sezení řidiče a bez prostoru pro stojící cestující, bez ohledu na to, zda je počet míst k sezení omezen na místo k sezení řidiče;
- kategorii M₂: motorová vozidla s více než osmi místy k sezení kromě místa k sezení řidiče a s maximální hmotností nepřevyšující 5 tun, bez ohledu na to, zda tato motorová vozidla mají prostor pro stojící cestující;
- kategorii M₃: motorová vozidla s více než osmi místy k sezení kromě místa k sezení řidiče a s maximální hmotností převyšující 5 tun, bez ohledu na to, zda tato motorová vozidla mají prostor pro stojící cestující;
Trolejbus je v České republice zařazen do kategorie drážních vozidel, ačkoliv se jedná o motorové vozidlo poháněné elektrickým motorem. Z důvodu této kategorizace není trolejbus opatřen registrační značkou.

Kategorie N

Zahrnuje motorová vozidla konstruovaná a vyrobená především pro přepravu zboží a dělí se na:

- kategorii N₁: motorová vozidla s maximální hmotností nepřevyšující 3,5 tuny;
- kategorii N₂: motorová vozidla s maximální hmotností převyšující 3,5 tuny, ale nepřevyšující 12 tun;
- kategorii N₃: motorová vozidla s maximální hmotností převyšující 12 tun;

Kategorie O

Zahrnuje přípojná vozidla a dělí se na:

- kategorii O₁: přípojná vozidla s maximální hmotností nepřevyšující 0,75 tuny;
- kategorii O₂: přípojná vozidla s maximální hmotností převyšující 0,75 tuny, ale nepřevyšující 3,5 tuny;
- kategorii O₃: přípojná vozidla s maximální hmotností převyšující 3,5 tuny, ale nepřevyšující 10 tun;
- kategorii O₄: přípojná vozidla s maximální hmotností převyšující 10 tun.

Kategorie T

- Veškeré kolové traktory; podle konstrukční rychlosti je každá kategorie kolového traktoru na konci doplněna písmenem „a“ nebo „b“, kde „a“ označuje kolové traktory s maximální konstrukční rychlostí nejvýše 40 km/h a „b“ označuje kolové traktory s maximální konstrukční rychlostí vyšší než 40 km/h;
- Podrobnější rozdělení do subkategorií specifikuje Nařízení EU č. 167/2013 ze dne 5. února 2013.

Kategorie C

- Pásové traktory poháněné nekonečnými pásy nebo kombinací kol a nekonečných pásů, přičemž jejich subkategorie jsou definovány analogicky k subkategoriím kategorie T;

Kategorie R

- Přípojná vozidla traktorů; podle konstrukční rychlosti je každá kategorie na konci doplněna písmenem „a“ nebo „b“, kde „a“ platí pro přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí rovnou 40 km/h nebo nižší a „b“ platí pro přípojná vozidla s maximální konstrukční rychlostí vyšší než 40 km/h;

Kategorie S

Vozidla kategorie S se vedle podkategorií podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího schvalování vozidel kategorií T, C, R a S dále dělí na:

- SS – pracovní stroj samojízdný
- SP – pracovní stroj přípojný
- SN – pracovní stroj nesený

Nařízení EU č. 167/2013 specifikuje kategorii S jako výměnné tažené zařízení. Podle konstrukční rychlosti je každá kategorie výměnného taženého zařízení na konci doplněna písmenem „a“ nebo „b“, kde „a“ platí pro výměnné tažené zařízení s maximální konstrukční rychlostí rovnou 40 km/h nebo nižší a „b“ platí pro výměnné tažené zařízení s maximální konstrukční rychlostí vyšší než 40 km/h.

Kategorie Z

- Zahrnuje ostatní vozidla, která nelze zařadit do jiné kategorie.

Hlavní části motorových vozidel

Hlavní části osobního automobilu

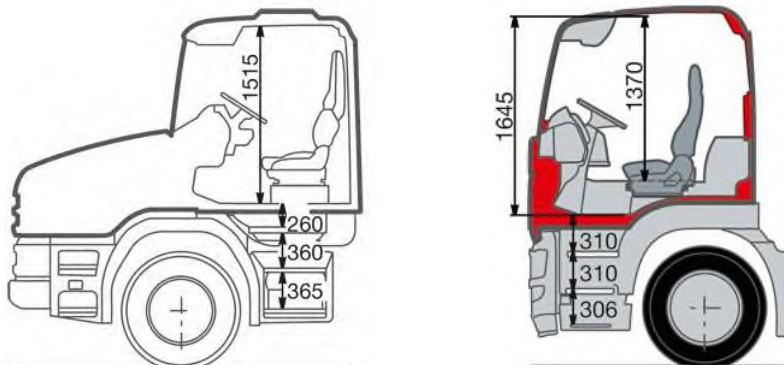
- Podvozek

- Podvěsy (přední, zadní)
 - Nápravy (řídící, hnací, hnaná)
 - Odpružení vozidla (pružiny, tlumiče)
 - Brzdový systém
 - Kola
- Řízení (hřídel volantu, posilovač řízení, převodka řízení, řídící tyče)
- Příslušenství podvozku (ovládání spojky, ovládací mechanismus převodovky, lanovod ruční brzdy)
- Poháněcí soustava
 - Hnací ústrojí (vozidlový motor + příslušenství např. mazání, chlazení)
 - Převodná ústrojí
 - Spojka
 - Převodovka
 - Klouby a spojovací hřídele
 - Rozvodovka (stálý převod, diferenciál)
- Samonosná karosérie - základní nosná část osobního automobilu, který nemá samostatný rám. Nese přední a zadní podvěs.
- Příslušenství - zařízení a přístroje pevně spojené s vozidlem. Pro jeho provoz jsou nezbytně nutné, např. zapalování, palivová soustava, elektrická výzbroj, chlazení, mazání atd.
- Výstroj - zařízení a přístroje pevně spojené s vozidlem, avšak nejsou nezbytně nutné pro jeho provoz. Jsou legislativně předepsané nebo účelné pro provoz na pozemních komunikacích (stěrače, zrcátka, zádržné systémy, elektronické brzdové systémy).
- Výbava - není pevně spojená s vozidlem. Může se jednat o tzv. povinnou výbavu, která je předepsaná legislativně (lékárnička, trojúhelník, náhradní žárovky, pojistky).
- Komfortní výbava - funkce či systémy, které přispívají k většímu pohodlí jízdy a snížení únavy posádky vozidla (vyhřívání sedadla, klimatizace, tempomat atd.).

Hlavní části nákladního automobilu

- Strojový spodek (ŠASI – slovo je odvozeno z angl. chassis = podvozek)
 - Podvozek
 - Rám (základní nosná část automobilu)
 - Podvěsy (přední, zadní)
 - Řízení
 - Odpružení vozidla (pružiny, tlumiče)
 - Brzdový systém
 - Kola
 - Příslušenství podvozku (např. rozvod tlakového vzduchu pro vozidlové pružiny a brzdy, nebo rozvod hydraulického oleje pro ovládání sklápění či jiného příslušenství)
 - Poháněcí soustava
 - Vozidlový motor s příslušenstvím
 - Převodná ústrojí
 - ✓ Spojka
 - ✓ Převodovka
 - ✓ Spojovací kloubový hřídel

- ✓ Redukční převodovka
- ✓ Rozdělovací převodovka
- ✓ Rozvodovka
 - Stálý převod
 - Diferenciál (nápravový, mezinápravový)
- Karoserie - podvozková karoserie není nosnou částí automobilu.
 - Kabina řidiče (kapotovaná, čelní-trambusová)



- Nástavba (valníková, skříňová atd.)
- Příslušenství
- Výstroj
- Výbava

Pozn.:

Nákladní automobil se od osobního liší několika konstrukčními znaky:

- použití rámu, který tvoří základní nosnou část,
- tlakovým vzduchem, který slouží k ovládání brzd vozidla, k jeho odpružení a dále jako posilovač spojky a řazení,
- složitější konstrukcí převodného ústrojí, které je doplněno o další komponenty sloužící k lepší prostupnosti terénem (připojitelný pohon všech kol) či k optimálnímu využití výkonu motoru (zvětšením počtu převodových stupňů).

Základní rozdělení motorových vozidel

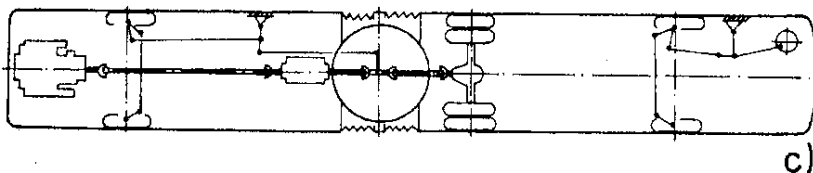
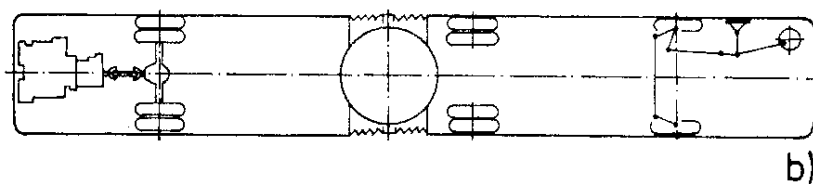
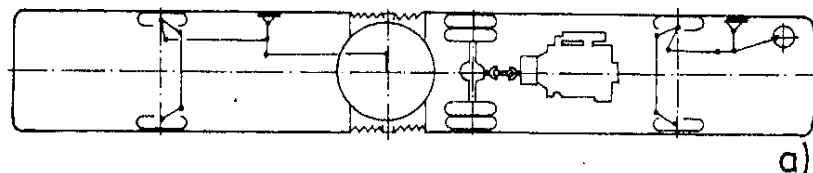
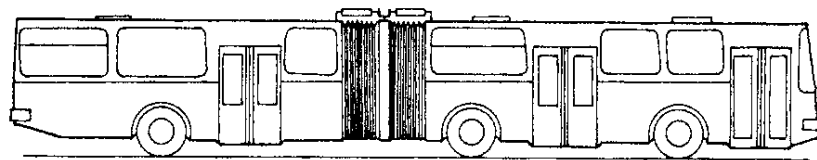
Rozdělení autobusů

- **minibus** – jedná se vlastně o osobní automobil s karosérií pro 6 – 9 osob včetně řidiče; VW Transporter, Fiat Ducato, Ford Transit a další; jeho hmotnost je do 3,5 tun; kategorie M1
- **midibus** – někdy také označován jako mikrobús. Je větší než minibus, ale zároveň nesplňuje parametry velkého autobusu; je určen pro přepravu 9 – 30 osob; postaven na podvozku MB

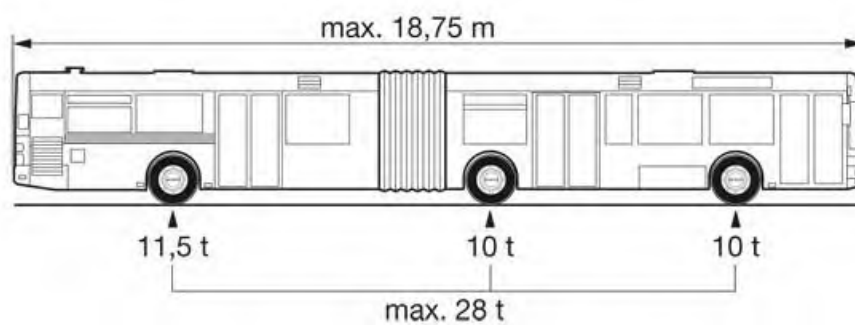
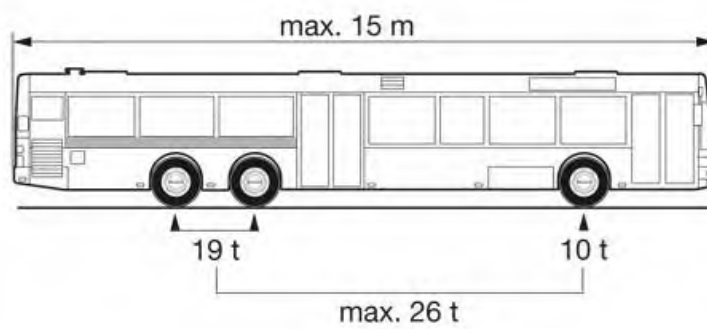
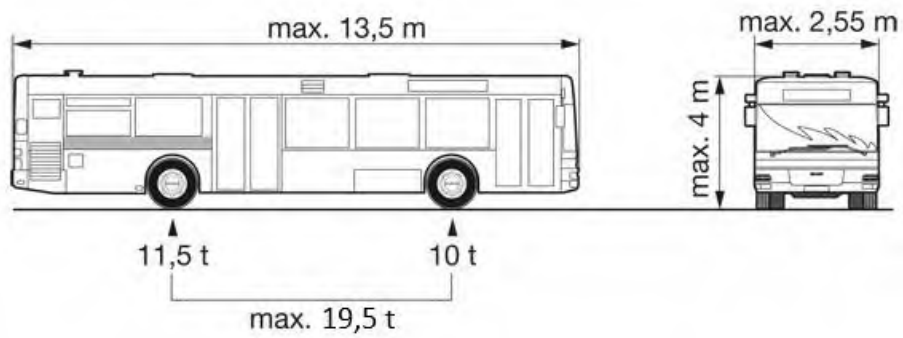
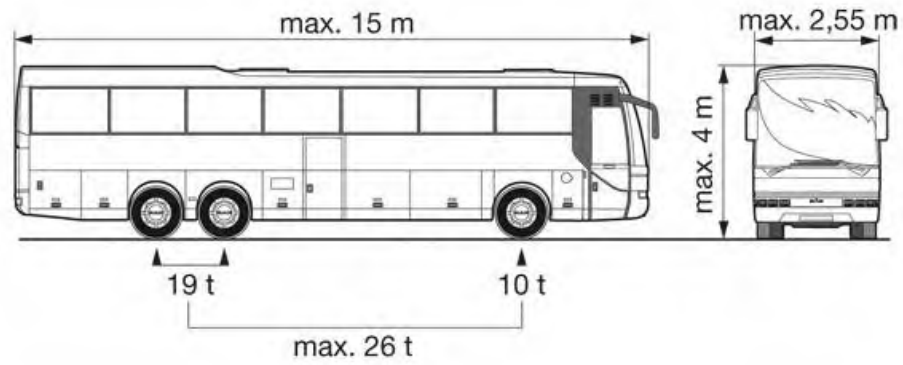
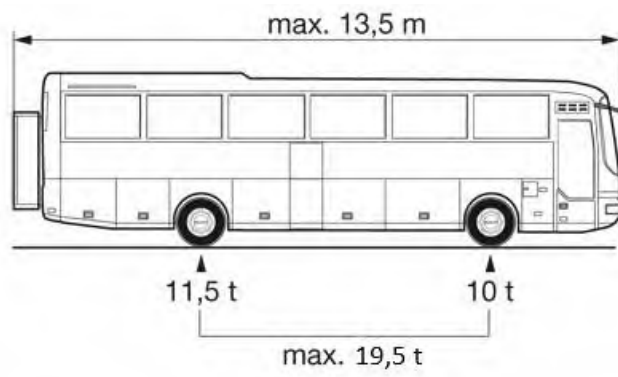


Sprinter, VW Crafter, Iveco Daily, Ford Transit a další; jeho hmotnost je do 5 tun; kategorie M2

- **městské** – karosérie je určena pro větší počet sedících i stojících osob; sedadla jsou uspořádána příčně, jejich orientace však může být různá; vozidlo má obvykle troje dveře; nemívá žádné úložné prostory pro zavazadla
- **linkové** – uspořádání je podobné jako u městského autobusu i v tomto případě se počítá s tím, že někteří cestující budou stát; karosérie má obvykle jedny nebo dvoje dveře; sedadla jsou uspořádána příčně ve dvojicích orientovaných čelně ve směru jízdy; mívá středně veliké úložné prostory pro zavazadla
- **dálkové** – provedení je prakticky stejné jako v předchozím případě; podstatný rozdíl je v komfortu vybavení karosérie; autobus je určen pouze pro sedící cestující; počet míst je menší než u linkových autobusů; má velké úložné prostory pro zavazadla; může být dvoupodlažní
- **kloubové** – karosérie je dvou nebo třídílná, spojená měchem; rovněž dvoudílný (trojdílný) strojový spodek je spojen kloubem nebo točnicí; jednotlivé díly nelze používat samostatně; autobusy rozdělujeme na tažné nebo tlačné – dle uložení hnacího řetězce.







Rozdělení nákladních automobilů

Dodávkové automobily

- **pick-up** – ložný prostor je otevřený; ohraničený pevnými stěnami střední výšky; budka řidiče je uzavřená; ložný prostor může být kryt snímatelnou plachtou nebo laminátovou střechou; v zadní části jsou dveře
- **valníkové** – ložný prostor je otevřený; ohraničený odnímatelnými bočnicemi a čely; budka řidiče je uzavřená; ložný prostor může být kryt snímatelnou plachtou
- **skříňové** – prostor karosérie pro obsluhu i náklad je společný a může být vnitřně rozdělený

Nákladní automobily

- **valníkové** – konstrukce je shodná jako u dodávkových automobilů, rozdíl je pouze v užitečné hmotnosti vozidla
- **se skříňovou nástavbou** – funkční skříňová část vozidla s příslušenstvím je umístěna na strojovém spodku nákladního automobilu
- **sklápěčkové** – ložná plocha je sklopná (dozadu nebo do stran); korba může být opatřena ochranným štítem, který zasahuje nad budku obsluhy (dump-car)
- **speciální (vozidla zvláštního určení)** – do této skupiny patří celá řada vozidel se speciálními nástavbami, například hasičská vozidla, domíchávače, betonpumpy, plošiny, odtahová vozidla, cisternová vozidla, sací bagry a mnoho dalších





Tahače

- **přívěsové** – opatřené závěsným zařízením (automatickým čepem nebo koulí), za které se připojuje přívěs
- **návěsové** – opatřené točnicí, na kterou se ukládá přední část návěsu

Přípojná vozidla

- **přívěsy** – připojují se k závěsnému zařízení umístěné na tažném vozidle; na tažné vozidlo se prakticky tíha přívěsu nepřenáší (maximálně do 1000 kg); rozdělují se na točnicové (s rejdovni nápravou) a tandemové (s pevnou ojí); přívěsy mohou být karavany, autobusové, nákladní, podvalníky a spousta dalších
- **návěsy** – jsou nesamostatná přípojná vozidla, která se svou přední částí zapojují na točnici nebo návěsný čep umístěný na tažném vozidle (traktory); v tomto případě se určitá, někdy podstatná část hmotnosti návěsu přenáší na tažné vozidlo

Jízdní souprava

Je souprava složená z jednoho nebo více motorových vozidel a jednoho nebo více přípojných vozidel. Jízdní souprava může být autobusová, nákladní a speciální. Podle

přípojného vozidla jsou soupravy přívěsové, návěsové nebo smíšené (návěsový tahač, návěs a jeden přívěs). Existují také jízdní soupravy mostové, které mají mostový nosník pro uložení dopravovaného nákladu.

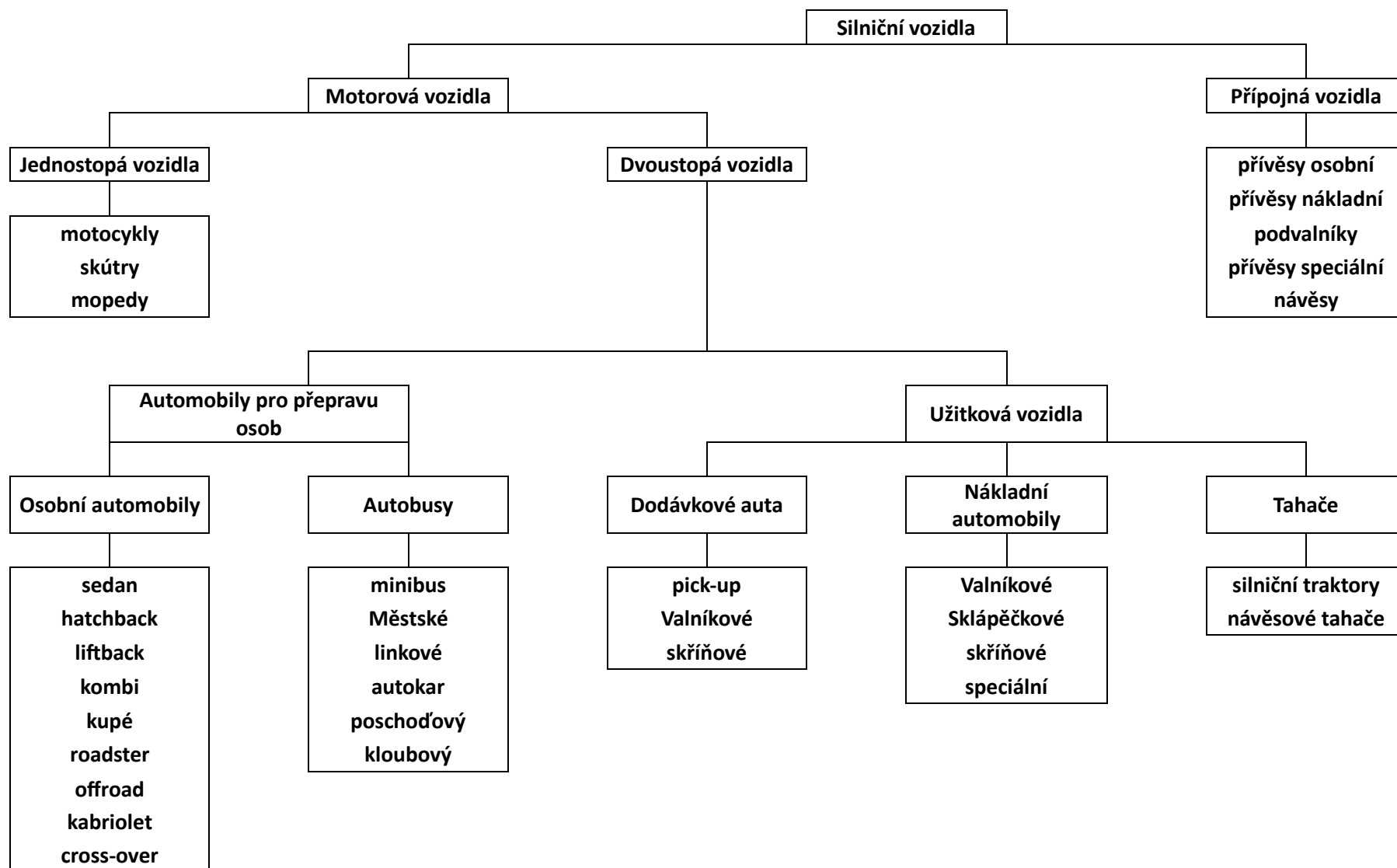


Rozdělení osobních automobilů

Pro účel členění je možné využít i marketingové (obchodní) značení třídy:

- mini,
- malé vozy,
- nižší střední,
- střední,
- vyšší střední,
- luxusní,
- sportovní,
- terénní,
- MPV.

Osobní vozidla je také možné rozdělit dle tvaru karosérie – viz schéma níže.



Základní rozměry a hmotnosti automobilu

Rozvor [A]: vzdálenost kolmice spuštěných na podélnou střední rovinu vozidla ze stopníků dvou kol umístěných za sebou na téže straně vozidla (zjednodušeně je rozvor vzdálenost středů dvou náprav umístěných za sebou na téže straně vozidla). Určuje se při přípustné celkové hmotnosti vozidla. Pozor, rozvor na levé a pravé straně může být různý a u vozidel s větším počtem náprav se celkový rozvor udává jako součet stejně určených dílčích rozvorů směrem od předu dozadu.

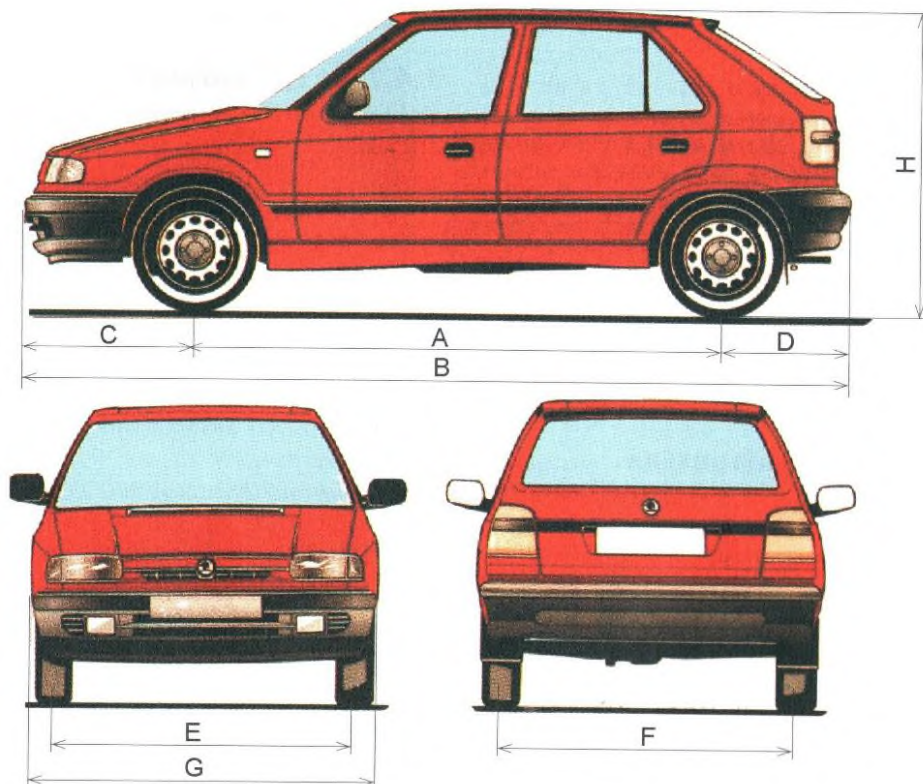
Délka automobilu [B]: vzdálenost dvou svislých rovin kolmých k podélné střední rovině automobilu a dotýkajících se předního a zadního konce vozidla. Všechny části upevněné k vozidlu (nárazník, tabulka SPZ, závěsná zařízení atd.) leží mezi těmito rovinami.

Převis [C, D]: přední převis je vzdálenost mezi svislou rovinou procházející středem kol a nejvzdálenějším bodem na přední části vozidla. Zadní převis je vzdálenost mezi svislou rovinou procházející středem nejzadnějších kol a nejvzdálenějším bodem na zadní části vozidla. Do převisů se zahrnují všechny části upevněné k vozidlu (nárazník, tabulka SPZ, závěsná zařízení atd.).

Rozchod [E, F]: se přibližně shoduje se vzdáleností středu otisku kol téže nápravy na vodorovné vozovce. Určuje se při přípustné celkové hmotnosti automobilu.

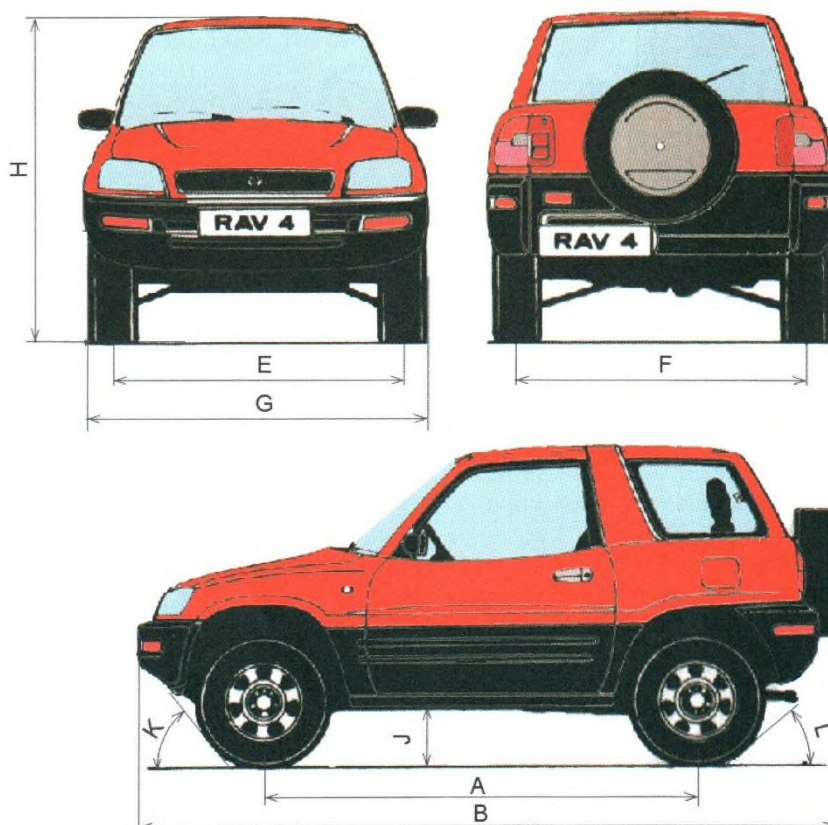
Šířka automobilu [G]: vzdálenost dvou rovin rovnoběžných s podélnou střední rovinou automobilu, které se dotýkají automobilu na obou stranách této roviny. Určuje se při přípustné celkové hmotnosti automobilu. Mezi těmito rovinami leží všechny pevné části automobilu s výjimkou: zpětných zrcátek, obrysových světlů, směrových světlů, indikátoru tlaku v pneumatikách, celních plomb, pružných blatníků, zatahovatelných schodů, sněhových řetězů, vychýlených částí boku pneumatik).

Výška automobilu [H]: vzdálenost mezi vodorovnou rovinou dotýkající se nejvyššího pevného bodu automobilu a základnou. Mezi těmito rovinami leží všechny pevné části automobilu. Určuje se při pohotovostní hmotnosti automobilu.

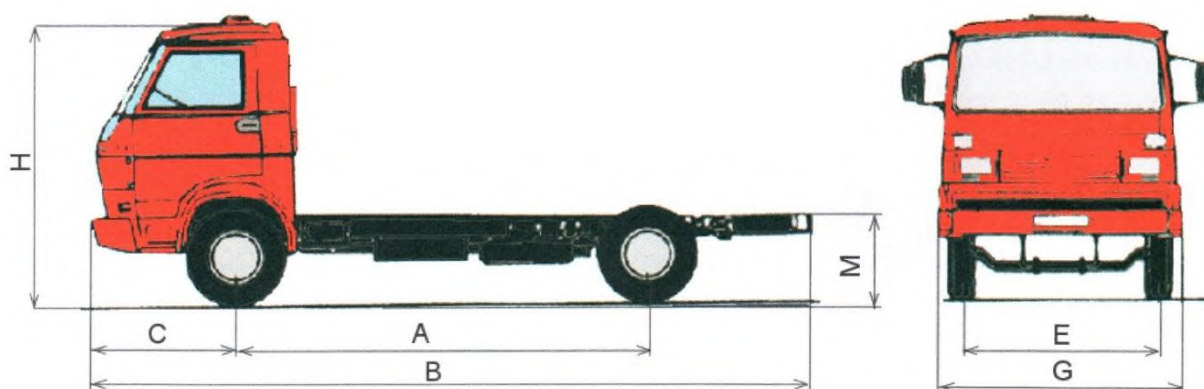


Světlá výška automobilu [J]: vzdálenost nejnižšího pevného bodu střední části automobilu od základny. Určuje se při přípustné celkové hmotnosti automobilu. Do světlé výšky se nezařazují části brzdových bubnů a zavěšení kol.

Nájezdový úhel [K, L]: největší úhel sevřený základnou a rovinami tečnými k pneumatikám (dotýkajících se pneumatik) staticky zatížených předních, popřípadě zadních kol tak, že žádný bod automobilu před nebo za nápravou a žádná část pevně připojená k automobilu neleží pod těmito rovinami. Určuje se při celkové přípustné hmotnosti automobilu.

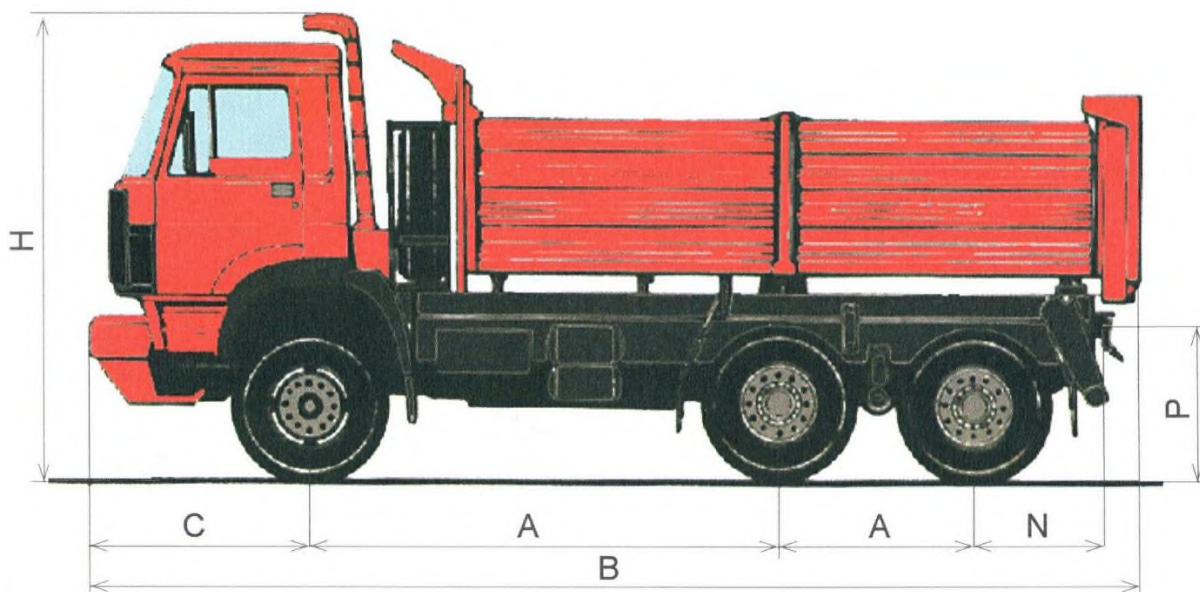


Výška rámu nad vozovkou [M] (u užitkových vozidel): je to vzdálenost mezi vodorovnou přímkou kolmou k podélné střední rovině automobilu a dotýkající se horního povrchu rámu měřená nad osou nápravy a základnou. Určuje se při přípustné celkové hmotnosti, tak i při pohotovostní hmotnosti vozidla. U vícenápravových vozidel se měří nad osami krajních náprav (neplatí pro zvedačky).



Vyložení závěsného zařízení [N]: vzdálenost mezi svislou rovinou proloženou osou poslední nápravy automobilu kolmou k podélné střední rovině automobilu a středem závěsné koule nebo osou závěsného čepu závěsu pro přívěs, popřípadě středem závěsného háku.

Výška závěsného zařízení [P]: vzdálenost základny od středu závěsné koule nebo střední vodorovné roviny (hubice) závěsu pro přívěs při svislé poloze závěsného čepu, popřípadě středu závěsného háku. Určuje se jak při přípustné celkové hmotnosti, tak i při pohotovostní hmotnosti automobilu.



V registru silničních vozidel se dále u silničního vozidla uvádí největší technicky přípustná hmotnost; největší povolená hmotnost a provozní hmotnost silničního motorového vozidla a největší technicky přípustná hmotnost na nápravu a největší povolená hmotnost na nápravu; druh spojovacího zařízení; největší technicky přípustná hmotnost naloženého přípojného vozidla; největší povolená hmotnost přípojného vozidla, největší technicky přípustná hmotnost naložené jízdní soupravy a největší povolená hmotnost soupravy.

Největší povolená hmotnost

Hmotnost vozidla stanovená správními orgány jako největší pro provoz na pozemních komunikacích. Při kontrolním vážení nesmí být tato hmotnost překročena.

Největší technicky přípustná hmotnost

Hmotnost vozidla stanovená výrobcem na základě technických vlastností vozidla, aby bylo zajištěno, že nedojde k poškození způsobené přetížením. Může být totožná s největší povolenou hmotností.

Provozní hmotnost vozidla

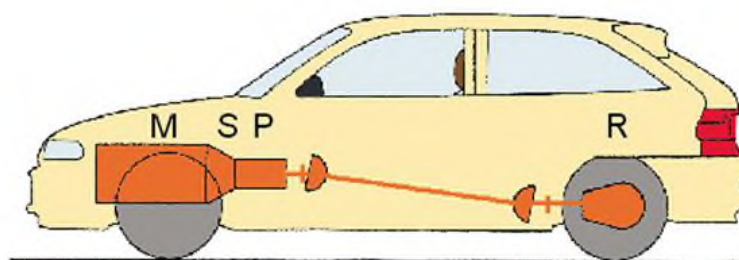
Je to hmotnost vozidla s karoserií, které je vybaveno úplným elektrickým vybavením a ostatním příslušenstvím nutným pro normální provoz plus hmotnost prvků dodávaných výrobcem jako standardní příslušenství nebo příslušenství na přání, které musí být uvedeno v seznamu plus hmotnost provozních náplní a povinné výbavy vozidla.

Pozn. Palivová nádrž musí být naplněna nejméně z 90 %.

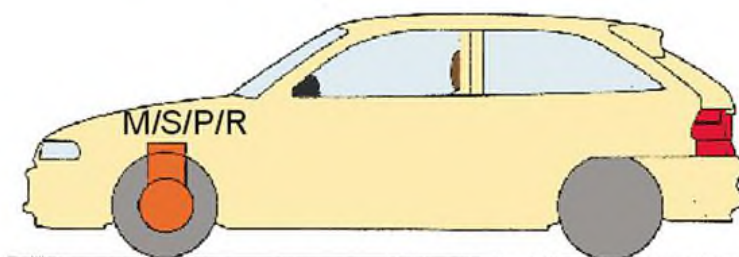
Základní koncepce osobních automobilů

Jedná se o rozmístění hnacího ústrojí (motoru, převodovky, rozvodovky) vzhledem k nápravám vozidla. Existují tři základní koncepce:

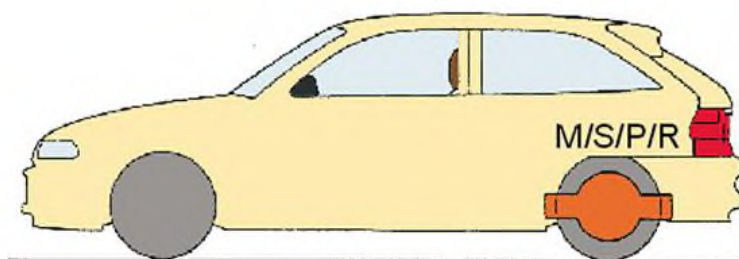
- **klasická** – motor (uložen podélně), spojka a převodovka jsou umístěny vpředu, přičemž přenos hnací síly je uskutečněn pomocí spojovacího kloubového hřídele (v praxi se používá zjednodušený název kardan) na zadní hnací nápravu, kde je umístěna rozvodovka. Pomocí hnacího hřídele kol (poloosa) je moment přenesen z rozvodovky na zadní kola vozidla. Zvláštní variantou této koncepce je transaxle, kdy je převodovka umístěna vzadu u zadní hnací nápravy.
- **přední** – motor (uložen podélně či příčně), spojka a převodovka s rozvodovkou (ve společné skříni) jsou umístěny vpředu. Rozvod hnacího momentu je pomocí hnacích hřídelů kol (poloos) přenesen na kola přední nápravy. Jedná se o nejrozšířenější koncepci.
- **zadní** – motor (uložen podélně či příčně), spojka, převodovka a rozvodovka jsou umístěny u zadní hnací nápravy. Motor může být z důvodu lepšího rozložení hmotnosti umístěn před zadní hnací nápravou. Tohoto řešení se využívá u sportovních vozidel (např. Audi R8).



a) klasická koncepce



b) pohon přední nápravy



c) pohon zadní nápravy

M - motor
S - spojka

P - převodovka
R - rozvodovka

2) Spojky

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží spojka ve vozidle? (účel spojky)
- Vyjmenujte druhy spojek používaných v motorových vozidlech a uveďte příklad jejich použití. (rozdělení spojek)
- Vyjmenujte jednotlivé části úplné vozidlové spojky (kotoučová třecí spojka s talířovou pružinou) a proveďte její konstrukční popis.
- Stručně popište způsoby ovládání spojek, vysvětlete princip činnosti úplné vozidlové spojky ve vozidle a uveďte její nejčastější možné závady, jejich příčiny a projevy.

Účel spojky

- Spojit klikovou hřídel motoru se vstupní hřídelí převodovky a tím umožnit přenos točivého momentu motoru.
- Umožnit měkký a plynulý rozjezd vozidla.
- Krátkodobě přerušit točivý moment motoru mezi klikovou hřídelí a převodovkou a tím umožnit:
 - změnu rychlostních stupňů.
 - usnadnit studený start motoru.
- Tlumit torzní kmity přenášené od motoru.

Rozdělení spojek

- **Dle způsobu spojení:**
 - *Pevné* – spojují oba hřídele trvale
 - *Výsuvné* – umožňují krátkodobé či dlouhodobé spojení
- **Dle způsobu přenosu pohybu mezi hnací a hnanou částí:**
 - *Třecí* – hnací a hnaná část jsou k sobě přitlačovány mechanickou, odstředivou nebo elektromagnetickou silou
 - Spojky **kuželové** – tvoří součást synchronizačního mechanismu v převodovce
 - Spojky **kotoučové**
 - **s talířovou pružinou** – hlavní vozidlová spojka většiny vozidel s manuální převodovkou nebo jako tzv. „suchá“ spojka převodovky DSG
 - **s obvodovými vinutými pružinami** – veteráni, jedná se o předchůdce spojky s talířovou pružinou
 - **Vícemelová třecí spojka** – tzv. „mokrý“ spojka, používá se např. jako spojka převodovky DSG nebo jako spojka Haldex nebo u jednostopých vozidel
 - **Kapalinové** – točivý moment je přenášen hydrodynamickými vlastnostmi kapaliny
 - Používá se např. jako spojka náhonu ventilátoru chlazení u nákladních vozidel či autobusů (tzv. „hydro“).

- Z její konstrukce a principu vychází hydrodynamický měnič
- Z dalších spojek je možné vyjmenovat:
 - **Viskózní spojka** – spojka náhonu ventilátoru chlazení nebo spojka pohonu 4x4 (VW Syncro – předchůdce spojky Haldex)
 - **Elektromagnetická spojka** – spínání kompresoru klimatizace
 - **Odstředivá spojka** – mopedy, drobná zahradní a lesnická technika

Úplná vozidlová spojka

- **Úplný štít spojky** – je přišroubován do setrvačníku motoru
 - kryt spojky,
 - přitlačný kotouč (talíř) – v praxi se pro úplný štít spojky používá zkrácený název „přítlačák“. Jeho třecí plocha dosedá na obložení spojkové lamely a přitlačuje ji na setrvačník.
 - talířová (membránová) pružina – vytvoří přitlačnou sílu,
 - tangenciální ploché pružiny – pružné spojení mezi krytem a přitlačným kotoučem,
 - ochranný kroužek a vymezovací čepy – správná poloha a uložení talířové pružiny.



- **Spojková lamela** (hnaný kotouč spojky) – je suvně uložena na vstupním hřídeli převodovky (spojkový hřídel) a přenáší točivý moment motoru do předovky.
 - Náboj,
 - obvodové vinuté pružiny – tlumí torzní kmity motoru a tím umožňují měkčí záběr. Pokud je lamela nemá, tak jejich funkci plní dvouhmotový setrvačník motoru.
 - třecí obložení spojkové lamely – je přinýtováno ke kotouči spojkové lamely.



- **Setrvačník** – je přišroubován k zadnímu konci klikové hřídele motoru, slouží k zajištění předepsané rovnoměrnosti chodu motoru tak, že akumuluje pohybovou energii při pracovním zdvihu motoru a uvolňuje ji při zdvizech nepracovních k překonání pasivního odporu.

- v jeho valivém ložisku je uložen přední konec vstupního hřídele převodovky (spojkový hřídel),
- je opatřen ozubením pro pastorek spouštěče motoru,
- může být v dvoumotovém provedení, tzn., že tlumí torzní kmity od motoru do převodovky.



- **Vypínací zařízení** – slouží k vypnutí spojky a tím k přerušení točivého momentu z motoru do převodovky. Dosedá na paprsky talířové pružiny a tak dochází k vypnutí spojky.
 - vypínací spojkové ložisko, vypínací páka

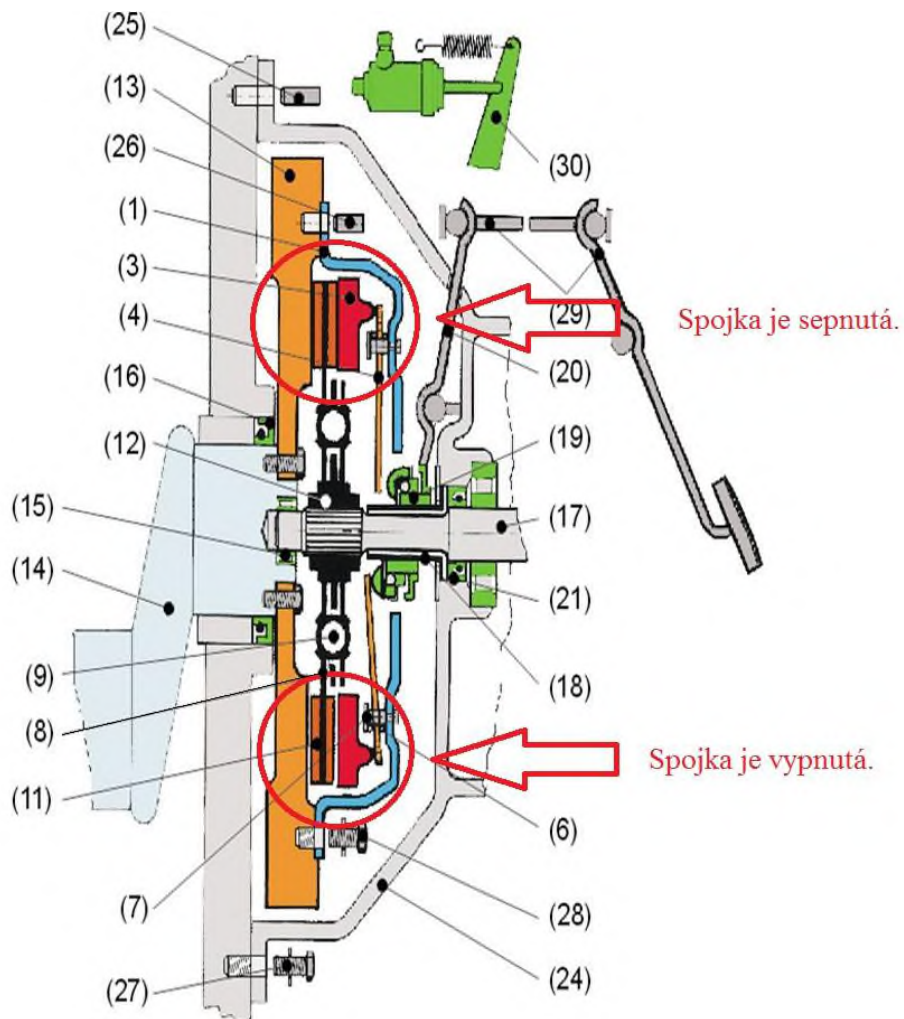
Základní princip činnosti:

- Spočívá v rychlém přerušení a opětovném spojení hnací a hnané části.
- Spojování probíhá prokluzováním jako důsledek vyrovnávání rozdílných otáček mezi hnacím hřídelem motoru a hnaným hřídelem spojky.
- Tím je zajištěn plynulý rozjezd a řazení bez rázů.
- Jednotlivá ústrojí dle jejich účelu můžeme rozdělit na:
 - **Třecí ústrojí** – vyvíjí třecí sílu pro přenos pohybu a momentu mezi hnací a hnanou částí spojky.
 - **Přítlačovací ústrojí** – přitlačuje k sobě hnací a hnanou část spojky a tím umožňuje vznik třecí síly.
 - **Vypínací ústrojí** – umožňuje oddálit od sebe hnací a hnané části spojky a tím přerušit M_t motoru.
 - **Seřizovací ústrojí** - nastavuje ve spojce vůli tak, aby:
 - nebyla příliš citlivá (nevypínala příliš brzo)
 - nebyla málo citlivá (nevypínala příliš pozdě či nedokonale)

Funkční schéma kotoučové spojky s talířovou (membránovou) pružinou

- V horní polovině obrázku je spojka sepnutá, spojkový pedál není sešlápnutý, spojka přenáší točivý moment motoru do převodovky.

- Ve spodní polovině obrázku je spojka vypnutá, spojkový pedál je sešlápnutý, spojka nepřenáší točivý moment motoru do převodovky.



- 1 – kryt spojky,
- 3 – přitlačný kotouč,
- 4 – talířová (membránová) pružina,
- 8 – nosná část spojkové lamely,
- 9 – obvodové vinuté pružiny,
- 11 – obložení spojkové lamely,
- 12 – náboj spojkové lamely,
- 13 – setrvačník,
- 14 – kliková hřídel motoru,
- 15 – valivé ložisko setrvačníku,
- 17 – vstupní hřídel převodovky (spojkový hřídel),
- 19 – vypínací spojkové ložisko,
- 21 – ložisko hřídele převodovky + radiální hřídelové těsnění („gufero“),
- 24 – skříň spojky,

Ovládání spojek – ovládací síla řidiče působící na spojkový pedál může být přenesena na vypínací mechanismus spojky:

- **mechanicky** - páky, lanka, táhla apod.
- **hydraulicky** – tlak kapaliny přes ovládací a vypínací válec, využívá se brzdová kapalina



- **elektricky** (eClutch nebo clutch by wire) – nemá mechanickou vazbu mezi spojkovým pedálem a vypínacím mechanismem. Spojkový pedál je de facto pouze spínač a vlastní vypnutí spojky zajišťuje akční člen.

Možné závady spojek

- **spojka prokluzuje** – opotřebené obložení spojkové lamely či znečištění třecích ploch spojky olejem
 - diagnostika závady – při zařazeném převodovém stupni vozidlo zvyšuje otáčky motoru, ale zřetelně nezrychluje
 - příčina – jízda s opřenou nohou o spojkový pedál, dlouhý rozjezd vozidla s příliš vysokými otáčkami motoru apod.
- **spojka nevypíná** – nedochází k úplnému vypnutí spojky při sešlápnutí spojkového pedálu. Problém může být opotřebené vypínací ložisko, závada na vypínacím mechanismu, vylomené paprsky talířové pružiny, zarezlý či poškozený profil náboje spojkové lamely
 - diagnostika závady – obtížné řazení převodových stupňů
 - příčina – velká vůle v mechanismu ovládání spojky, zavzdušněný systém ovládání spojky
- **trhavý rozjezd vozidla** – nerovnosti na třecích plochách spojky (házivost) nebo opotřebený dvouhmotový setrvačnický nebo předřazený vypínací mechanismus
 - diagnostika závady - vozidlo cuká při rozjezdu nebo při záběru spojky např. při podřazování
 - příčina – nadměrné vyhrátí spojky, podtáčení motoru

3) Převodovky

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží ve vozidle převodovka? (účel převodovky)
- Proveďte rozdělení převodovek používaných v motorových vozidlech a uveďte příklady jejich použití.
- Co to je převodový poměr, co ovlivňuje a jak je možné ho vypočítat?
- Vysvětlete, k čemu slouží synchronizační zařízení v převodovce, proveďte konstrukční popis a vysvětlete princip činnosti.
- Vysvětlete, jaké převodovky se používají u nákladních vozidel a autobusů. Věnujte se zejména vícenásobným převodům.

Účel převodovky

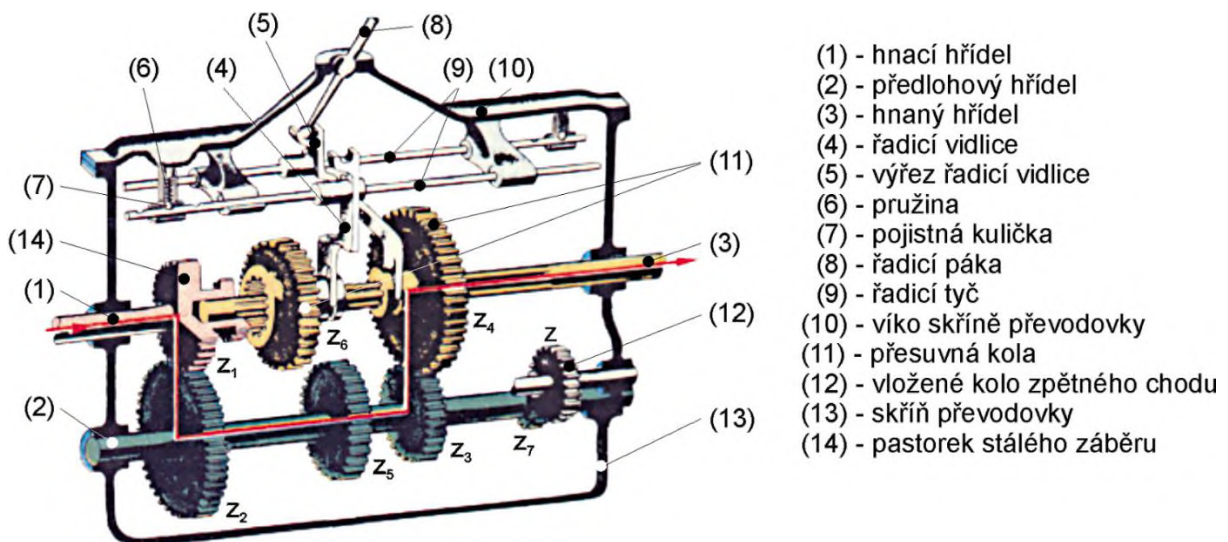
- Přenášet a měnit velikost točivého momentu a otáčky výstupního hřídele převodovky.
- Měnit smysl otáčení hnacích kol vozidla.
- Umožnit volnoběh motoru u stojícího vozidla.
- Převodovka je mechanický měnič točivého momentu motoru.
- Velikost točivého momentu musí být měněna tak, aby vozidlo bylo schopné pohybu za všech provozních podmínek.
- Převodovka udržuje otáčky motoru v jeho pracovním rozsahu.

Rozdělení převodovky

- **Podle způsobu přenosu točivého momentu:**
 - **mechanické** – točivý moment je přenášen ozubenými koly
 - **hydraulické** – točivý moment je přenášen hydrostaticky, používá se u zemědělské či stavební techniky
 - **kombinované** – jedná se o kombinaci mechanické a hydraulické části, příklad použití může být klasická automatická převodovka (hydrodynamický měnič + mechanická převodovka) nebo plynulé bezstupňové převodovky traktorů (např. převodovka CVX)
- **Dle změny převodového poměru:**
 - **stupňovitá** změna – omezený počet převodových stupňů
 - **plynulá** změna – nekonečný počet převodových stupňů (např. variátor)
- **Dle způsobu řazení převodových stupňů:**
 - **manuální** řazení
 - **polo-automatické** řazení (automatizovaná nebo robotizovaná převodovka)
 - **plně automatické** řazení – např. dvouspojková automatická převodovka známá pod zkratkou DSG
- **Dle druhu ozubení**
 - **S čelními ozubenými koly**
 - bez synchronizace – starší vozidla – např. Tatra 815
 - se synchronizací – téměř všechna dnes provozovaná vozidla

- **Planetové převodovky**
 - Používá se např. jako:
 - hlavní vozidlová plně automatická převodovka ve spojení s hydrodynamickým měničem
 - rozsahová redukce u nákladních vozidel či autobusů
 - koncové převody (redukce v kolech)
 - násobič točivého momentu u traktorů
- **Dle účelu**
 - **Hlavní převodovka**
 - **Přídavná redukční převodovka** – nákladní vozidla, autobusy
 - S rozsahovou redukcí – „malá a velká řada“
 - S předřazenou (dělicí) redukcí – „půlené převodové stupně“
 - **Rozdělovací převodovka** – připojitelný pohon hnacích náprav, zpravidla přední.
- **Dle počtu hřídelí**
 - **Dvuhřídelová - vstupní** (hnací, spojkový) hřídel a **výstupní** (hnaný) hřídel
 - Hřídele neleží v jedné ose.
 - Převod je tvořen pouze jedním párem ozubených kol.
 - **Tříhřídelová - vstupní, výstupní a předlokový** hřídel
 - Vstupní (hnací spojkový) hřídel a výstupní (hnaný) hřídel leží v jedné ose.
 - Přední konec hnaného hřídele je uložen v hřídeli hnacím.
 - Rovnoběžně s nimi je uložen hřídel PŘEDLOHOVÝ.
 - Převod tvoří vždy dva páry ozubených kol (soukolí stálého záběru a soukolí jednotlivých převodových stupňů).

Tříhřídelová třístupňová převodovka



Převodový poměr

- Mění velikost přenášeného točivého momentu mezi motorem a převodovkou (pp převodovky) nebo mezi motorem a hnací koly vozidla (celkový pp vozidla).

- Velký převod = nízké otáčky hnacích kol = nízká rychlost vozidla.
 - Převodový poměr do pomala, tzn. $i > 1$
- Malý převod = vysoké otáčky hnacích kol = vysoká rychlost vozidla.
 - Převodový poměr do rychla, tzn. $i < 1$
- Velikost a počet převodových stupňů, tedy převodový poměr ovlivňuje:
 - *Dynamické vlastnosti vozidla*
 - *Ekonomiku provozu vozidla*
 - *Využití výkonu motoru*
- Může být:
 - Měnitelný - převodovky
 - Stálý – rozvodovka (stálý převod + diferenciál), koncový převod, pohon přední nápravy
- Výpočet převodového poměru:
 - Celkový převodový poměr vozidla je dán součinem převodových poměrů jednotlivých funkčních skupin.
 - Např. u osobního vozidla s pohonem předních kol:

$$i_{\text{celkový}} = i_{\text{převodovka}} \cdot i_{\text{rozvodovka}} [-]$$
 - Nebo ho lze vypočítat z poměru otáček motoru a otáček hnacích kol:

$$i_{\text{celkový}} = \frac{n_{\text{motoru}}}{n_{\text{hnacích kol}}} [-]$$
 - Obecně lze převodový poměr vypočítat např.:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} [-]$$

kde: z – počet zubů ozubených kol
 D – průměr ozubených kol
 n – otáčky
 index 1 – vstup; index 2 – výstup

Synchronizační zařízení převodovky

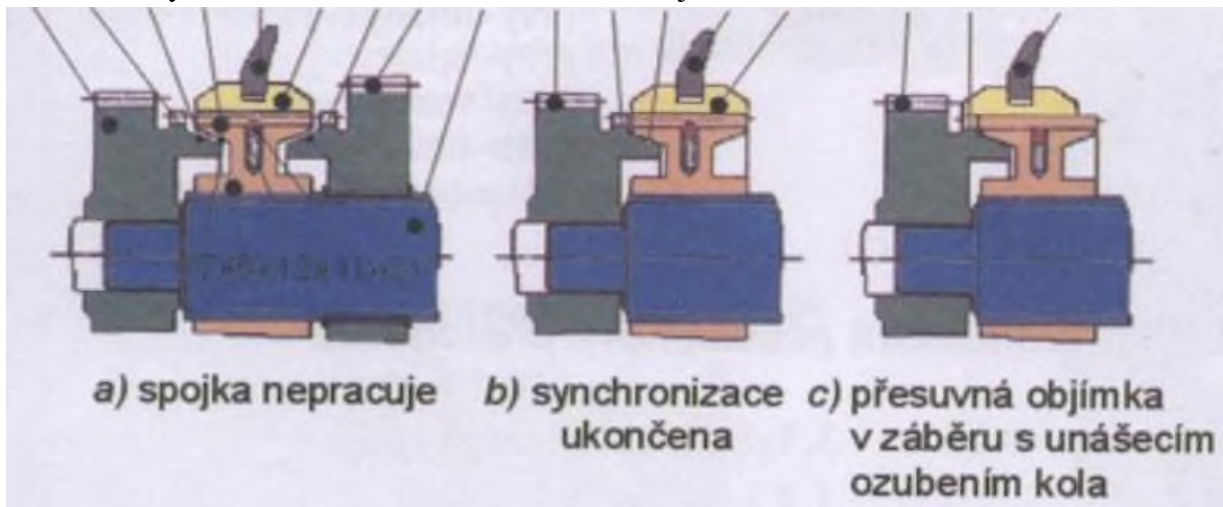
Účel

- Vyrovnává rozdíl otáček řadící synchronizační spojky (hnaného hřídele) a ozubeného kola převodového stupně (hnacího hřídele) před jejich vzájemným spojením.
- Slouží k bezhlučnému, plynulému a zároveň rychlému zařazení.
- Všechna ozubená kola jsou ve stálém záběru (vyjma zpátečky).
- Pro snížení hlučnosti a zvýšení životnosti mají ozubená kola šikmé ozubení.

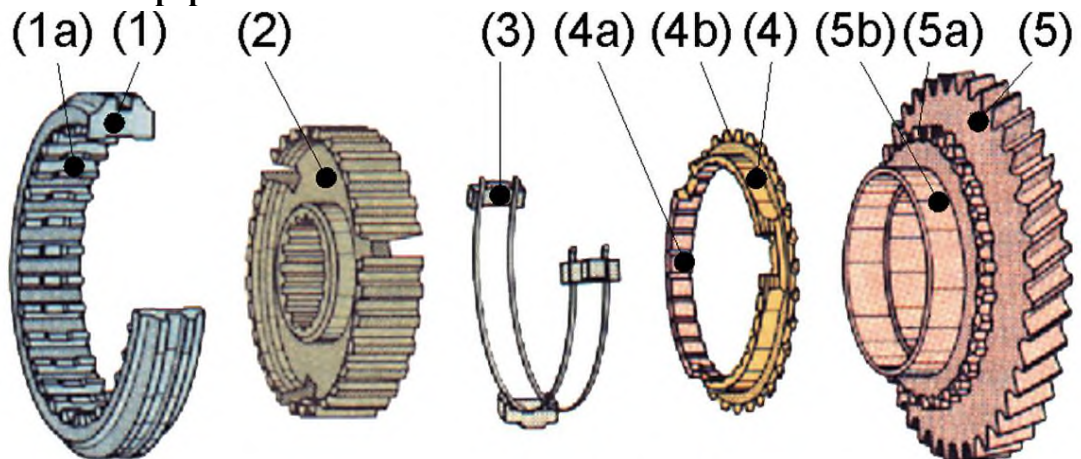
Princip činnosti

- Řadí se přesunutím objímky synchronizační spojky:
 - Jednostranné spojky – umožňují řadit pouze jeden rychlostní stupeň.
 - Dvoustranné spojky – umožňují řadit dva rychlostní stupně.
- Řadící vidlice posunuje objímku spojky.
- Bronzový kužel synchronizační spojky dosedne na třetí kužel kola $\Rightarrow$ vznikne tření $\Rightarrow$ vyrovnává rozdílné otáčky hnaného hřídele (synchron. spojky) a ozubeného kola (hnacího hřídele).

- Poté dojde ke spojení hnacího hřídel s hnáným dalším posunutím objímky.
- Vyrovnávání otáček trvá určitou dobu $\Rightarrow$ je třeba řadit s citem.



Konstrukční popis



- | | |
|------------------------------|------------------------|
| (1) - objímka | (4a) - třecí plocha |
| (1a) - ozubení | (4b) - clonící ozubení |
| (2) - jádro spojky | (5) - ozubené kolo |
| (3) - kámen | (5a) - unášecí ozubení |
| (4) - synchronizační kroužek | (5b) - třecí plocha |

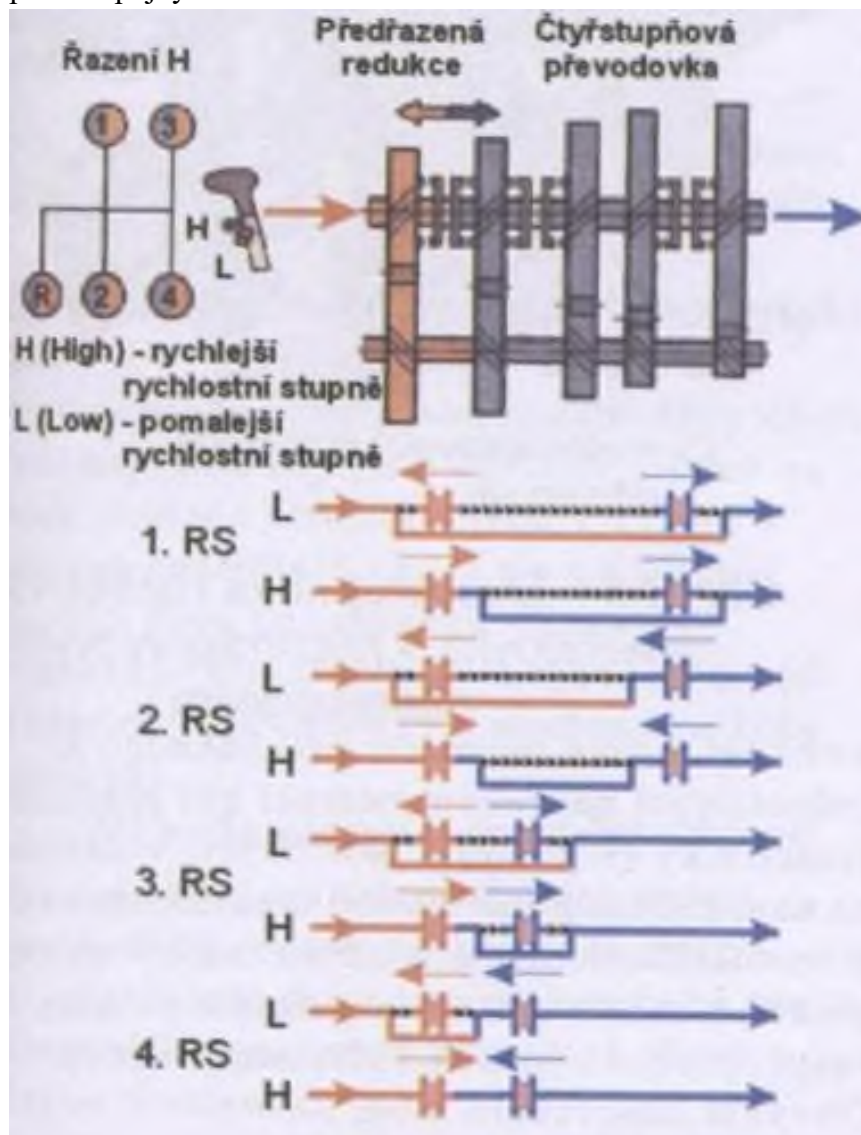
Vícenásobné převody

- Používají se u těžkých nákladních vozidel, tahačů, dálkových autobusů $\Rightarrow$ značně se mění zatížení a jízdní podmínky, např. jízda s plně naloženým vozidlem do svahu.
- Zvětšují rozsah převodových stupňů hlavní převodovky.
- Umožňují provoz spalovacího motoru v oblasti nízké spotřeby paliva a vysokého točivého momentu motoru a tím umožňují co nejlépe využít výkon motoru.

Základní druhy

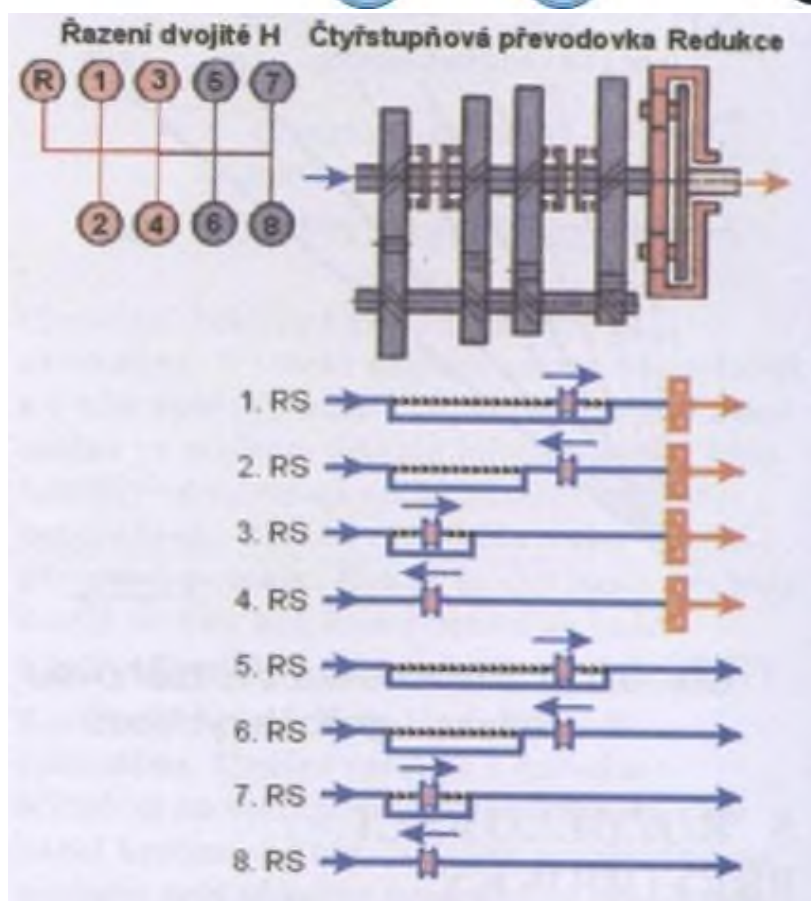
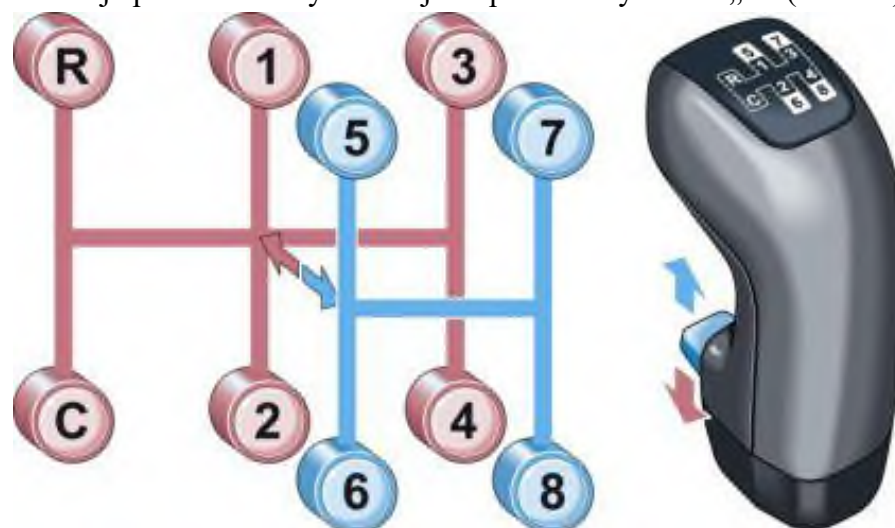
- Spojení hlavní převodovky s **předřazenou** (dělicí) **redukcí** (půlené rychlosti, známé pod názvem „split“)

- Spojení hlavní převodovky s **rozsahovou redukcí** (malá a velká řada, známé pod názvem „range“)
- **Převodovka s předřazenou redukcí**
 - Přídavný převod je umístěn před hlavní převodovkou.
 - Půlí (zdvojnásobuje) každý převodový stupeň $\Rightarrow$ přechod mezi převodovými stupni je méně strmý a používá se tam, kde je potřeba jemně odstupňovat převodovku.
 - Na voliči řadící páky může řidič využít:
 - **Normální** (rychlý – **H** – high) **převod** soukolí stálého záběru
 - **Redukční** (pomalý – **L** – low) **převod** soukolí stálého záběru
 - K vlastnímu řazení dochází samočinně (elektropneumaticky) po vyšlápnutí pedálu spojky.



- **Převodovka s rozsahovou redukcí**
 - Přídavný převod je umístěn za hlavní převodovkou.
 - Použije se pro redukcí převodů hlavní převodovky a zvětšení točivého momentu motoru $\Rightarrow$ zvětší rozsah převodovky.

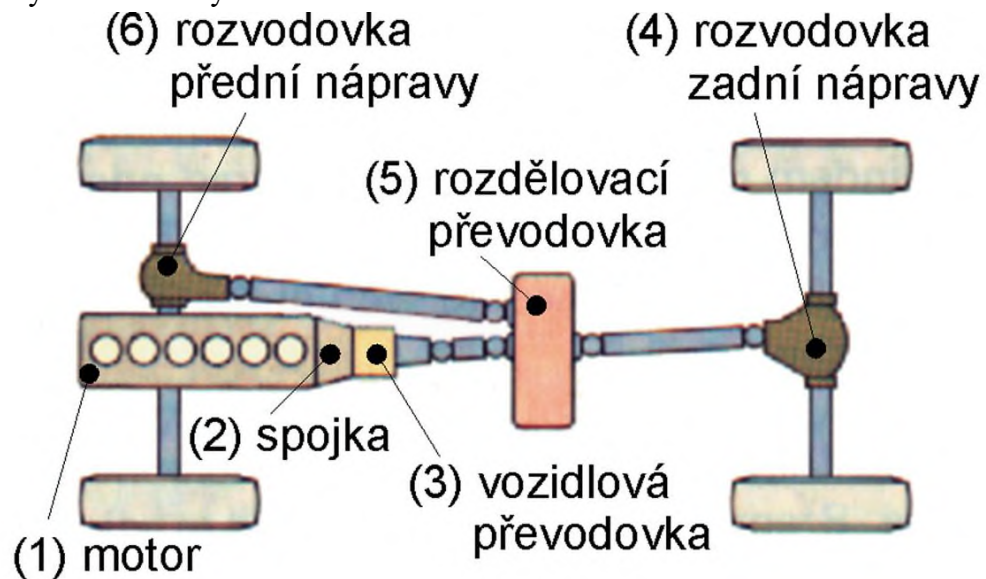
- Redukční převodovkou je buď planetové soukolí nebo převodovka s čelními ozubenými koly.
- Řidič si volí mezi „malou“ a „velkou“ řadou pomocí voliče na řadící páce.
- Rychlosti velké řady řidič řadí přesouváním řadící páky ve stejných dráhách jako u řady malé, pouze na voliči předvolí na velkou řadu. U některých vozidel je převodovka vybavena ještě plazivou rychlostí „C“ (crawler).



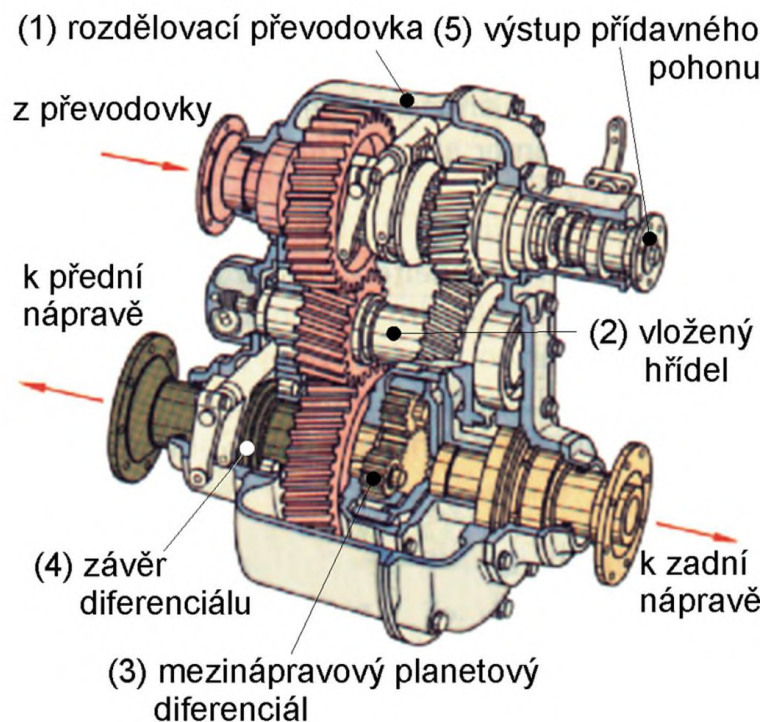
Rozdělovací převodovky

- Rozdělují točivý moment motoru odebíraný z převodovky na všechny hnací nápravy.
- Zpravidla slouží k připojení pohonu trvale nepoháněné nápravy (viz obrázek níže).

- Může být dvoustupňová $\Rightarrow$ zvětšení rozsahu převodů základní převodovky $\Rightarrow$ zvětšení počtu převodových stupňů. Řidič redukcí aktivuje zpravidla ovladačem se symbolem želvy.



- Točivý moment přiváděný k přední a zadní nápravě nemusí být rozdělen symetricky (50:50), ale může být libovolně rozdělen v závislosti na uspořádání planetového mezinápravového diferenciálu.
- Převodovka může být doplněna výstupem pro přídatný pohon, např. u sklápěčových nákladních vozidel pro pohon čerpadla hydrauliky.



4) Automatické převodovky

Odborné otázky/úkoly:

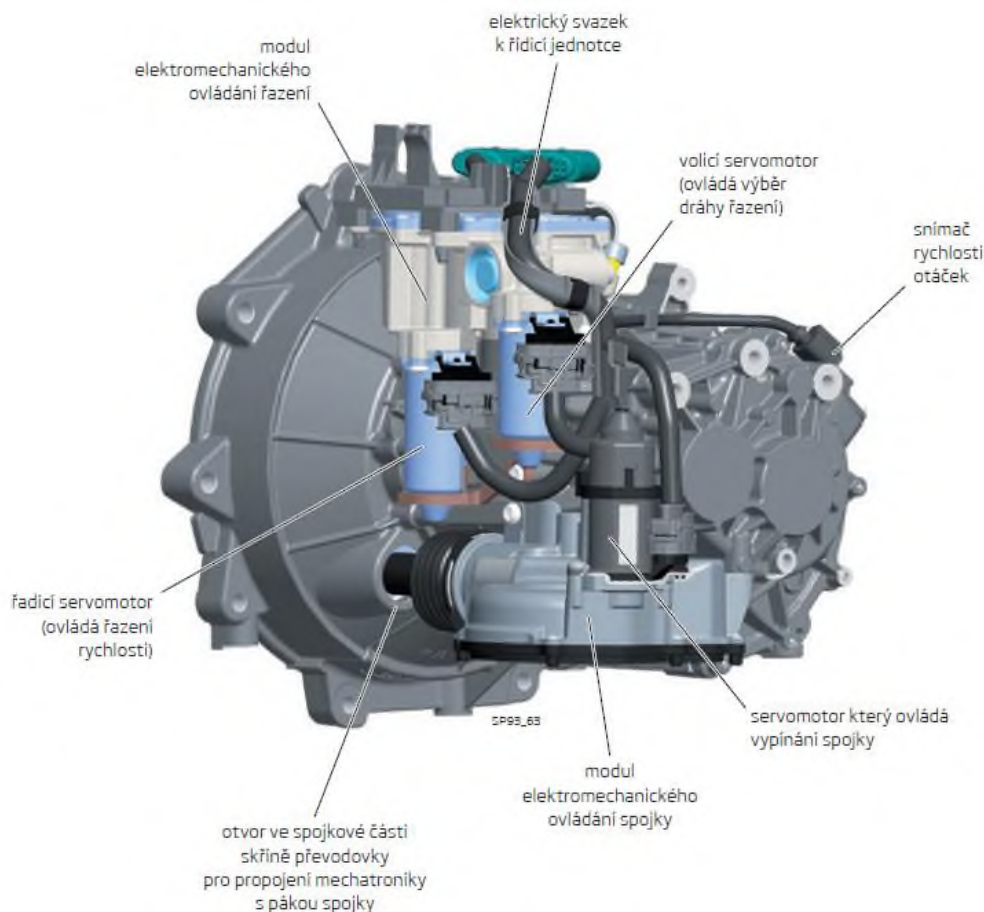
- Vysvětlíte, k čemu slouží ve vozidle převodovka? (účel převodovky)
- Proved'te rozdělení automatických převodovek používaných v motorových vozidlech a uveďte příklady jejich použití.
- Proved'te konstrukční popis a princip činnosti převodovky CVT (variátor).
- Proved'te konstrukční popis a princip činnosti hydrodynamického měniče a planetové převodovky.
- Proved'te konstrukční popis a princip činnosti dvouspojkové automatické převodovky (DSG).

Účel převodovky

- Přenášet a měnit velikost točivého momentu a otáčky výstupního hřídele převodovky.
- Měnit smysl otáčení hnacích kol vozidla.
- Umožnit volnoběh motoru u stojícího vozidla.
- Převodovka je mechanický měnič točivého momentu motoru.
- Velikost točivého momentu musí být měněna tak, aby vozidlo bylo schopné pohybu za všech provozních podmínek.
- Převodovka udržuje otáčky motoru v jeho pracovním rozsahu.

Rozdělení automatických převodovek

- **Polosamočinné (automatizované nebo také robotizované) převodovky**
 - Přerušování přenosu točivého momentu (vypnutí spojky) probíhá elektrohydraulickým, elektropneumatickým nebo elektromechanickým ovládáním.
 - Spojkový pedál může sloužit pouze k rozjezdu, ale vozidlo jím nemusí být vůbec vybaveno.
 - Převodové stupně se mohou řadit ručně elektronickým voličem nebo automaticky.
 - Jedná se o klasickou manuální převodovku osazenou akčními členy, které zajišťují řazení převodových stupňů a ovládání spojky.
 - Neumožňuje řadit pod zatížením, tedy bez přerušování točivého momentu motoru.
 - Příklady použití – Škoda Citigo automat nebo automatické převodovky nákladních vozidel či autobusů.



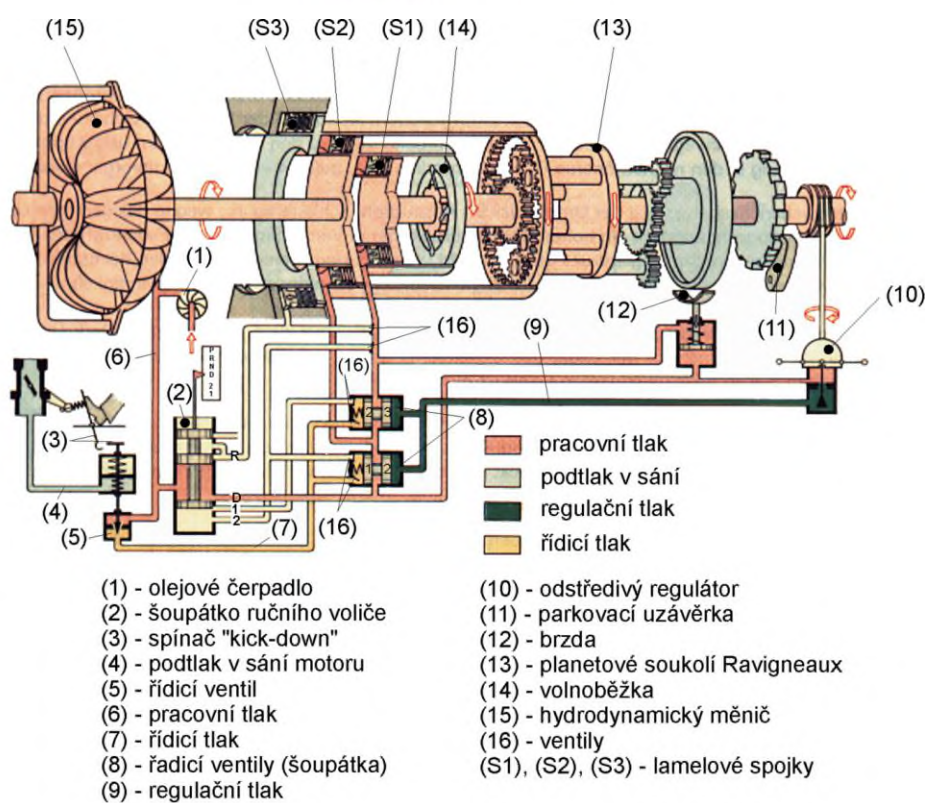
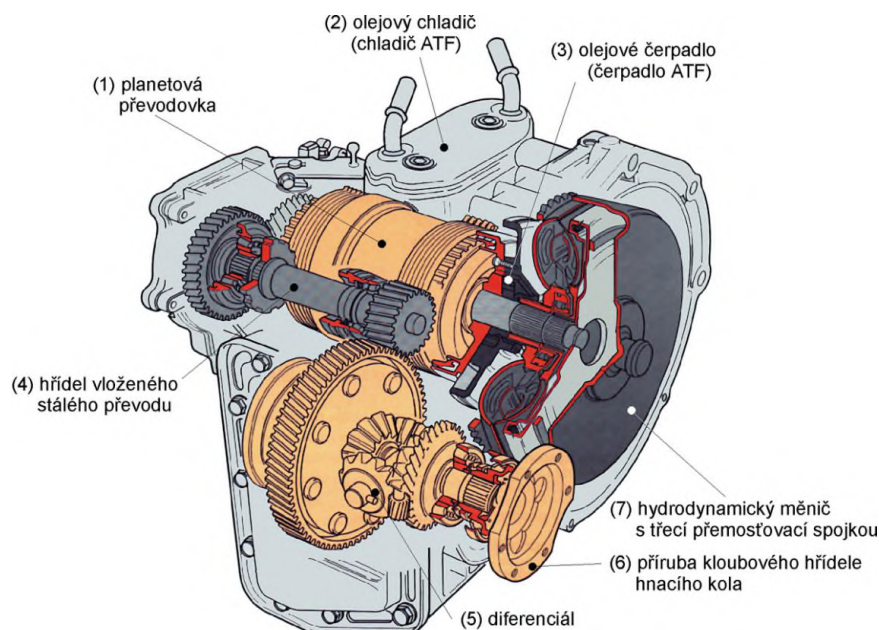
- **Plně samočinné převodovky**

- Řazení jednotlivých převodových stupňů je plně automatické bez přerušení točivého momentu motoru, umožňují řazení pod zatížením.
- Vozidlo nemá spojkový pedál.
- Změna převodového poměru může být stupňovitá nebo bezstupňová.
- Voličem řadicí páky nebo voliči pod volantem (tzv. „pádla“) lze provádět řazení dle pokynů řidiče.

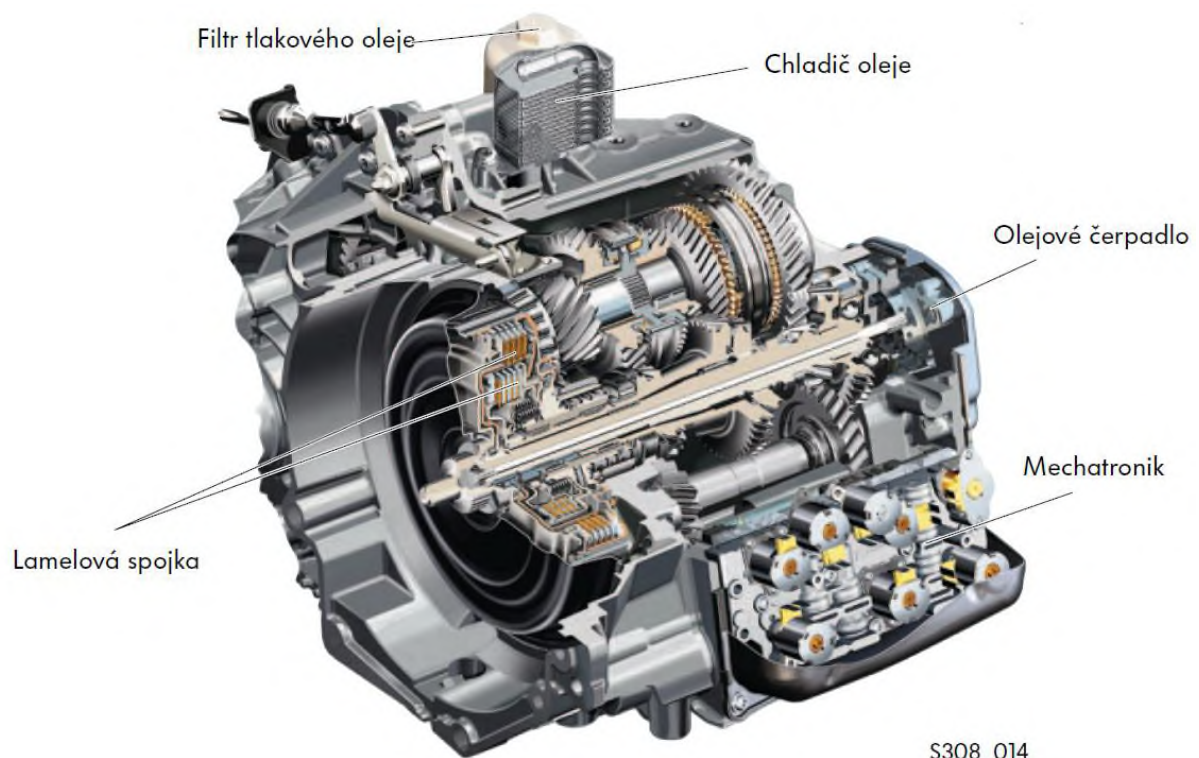
Existuje několik konstrukčních provedení těchto převodovek

- **Hydrodynamický měnič + složené planetové soukolí** (mechanická převodovka) + mechanicko-hydraulické řízení (akční členy), které provádí řazení jednotlivých převodových stupňů (mění převodové poměry) ⇒ akčními členy jsou lamelové spojky nebo pásové brzdy.

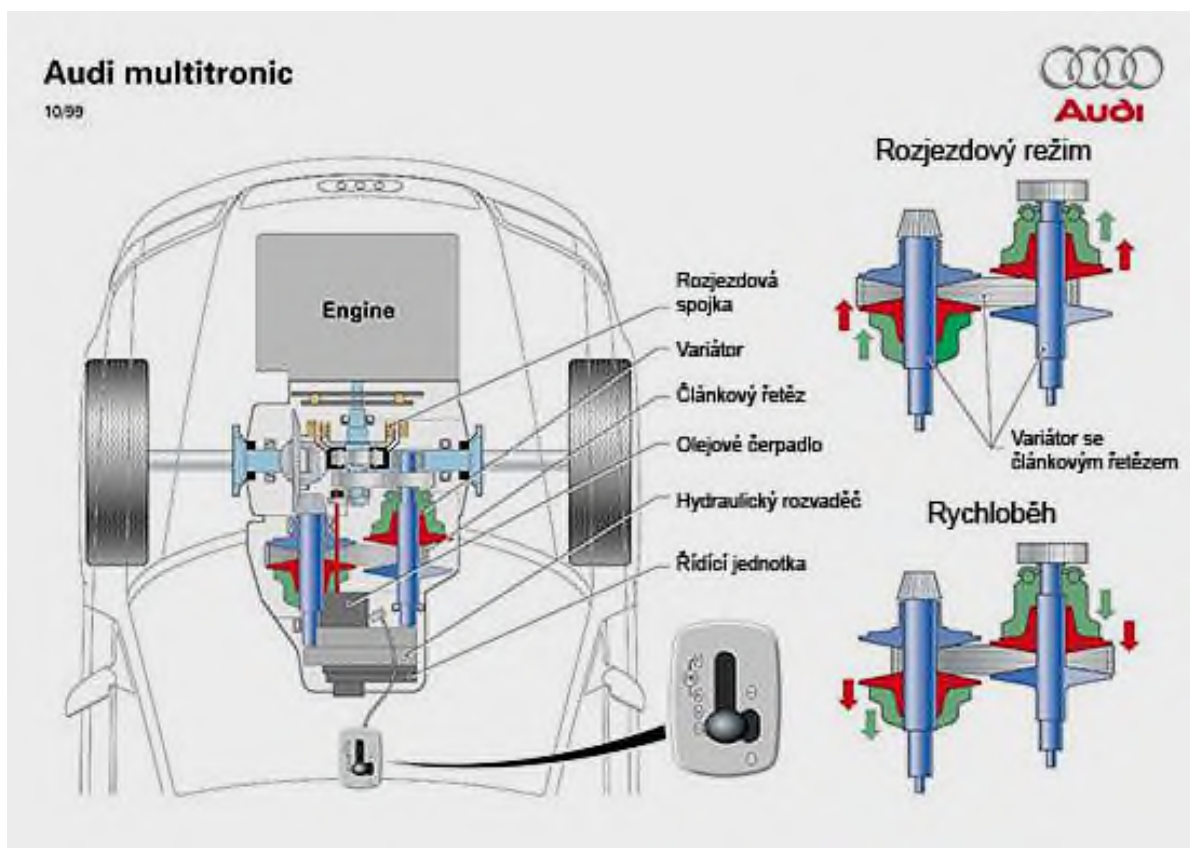
Toto provedení se označuje jako **klasická automatická převodovka**. Audi označuje tuto převodovku jako Tiptronic. Toto konstrukční provedení se používá také např. u autobusů MHD.



- **Dvouspojková automatická převodovka** s přímým řazením známá pod názvem **DSG** (**D**irect **S**hift **G**ear nebo **D**irekt **S**chalt **G**etriebe) – např. VW. Volvo ji označuje jako **Powershift**, AUDI jako **S tronic**. Toto provedení se používá hlavně u osobních vozidel Spojuje výhody manuální a automatické převodovky.



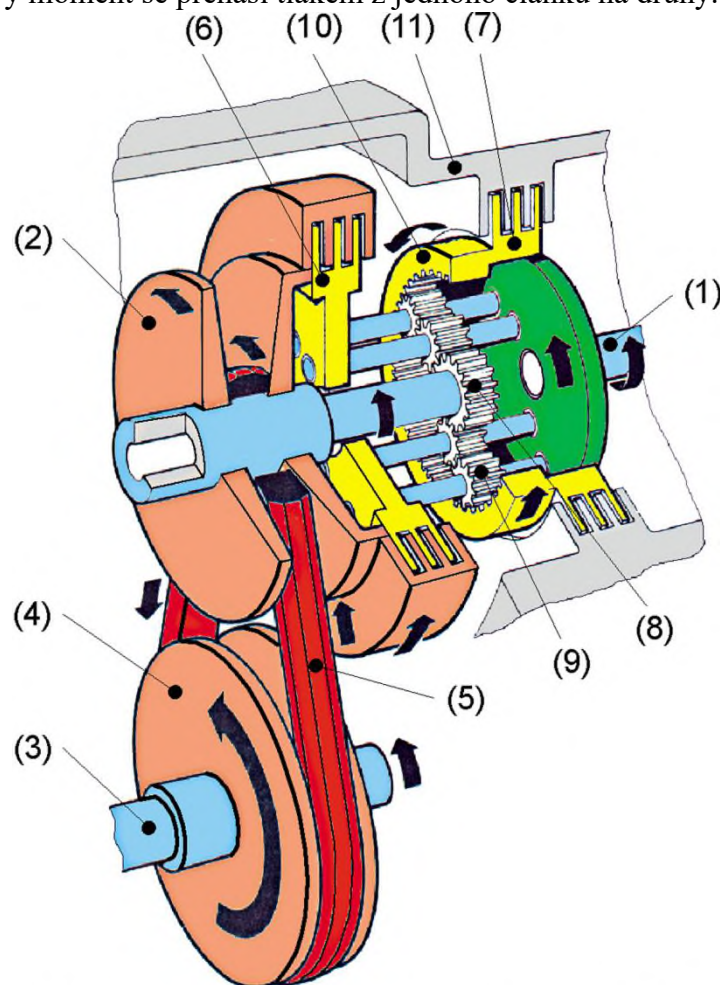
- **Variátor** – umožňuje **plynulou změnu převodového poměru** v závislosti na jízdních podmínkách, jedná se o tzv. **bezstupňovou převodovku**.
- Typické použití je ve skútrech. Označuje se jako převodovka **CVT** (Continuously Variable Transmission). Variátor se používá i v osobních vozidlech, např. u AUDI – Multitronic nebo TOYOTA Hybrid.



Variátor

• Konstrukce

- Dvě klínové řemenice (hnací a hnaná). Každá z nich je tvořena dvěma ocelovými kuželovými kotouči.
- Jeden kotouč je vždy axiálně posuvný, druhý je axiálně nepohyblivý (je spojen s hnací, resp. s hnanou hřídelí).
- Točivý moment přenáší článkový tlačný ocelový řemen.
- Točivý moment se přenáší tlakem z jednoho článku na druhý.



- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (1) - vstupní hřídel | (6) - spojka pro jízdu vpřed (S1) |
| (2) - hnací (vstupní) řemenice | (7) - spojka pro jízdu vzad (S2) |
| (3) - výstupní hřídel | (8) - centrální kolo |
| (4) - hnaná (výstupní) řemenice | (9) - satelit |
| (5) - tlačný ocelový řemen | (10) - korunové kolo |
| | (11) - skříň |

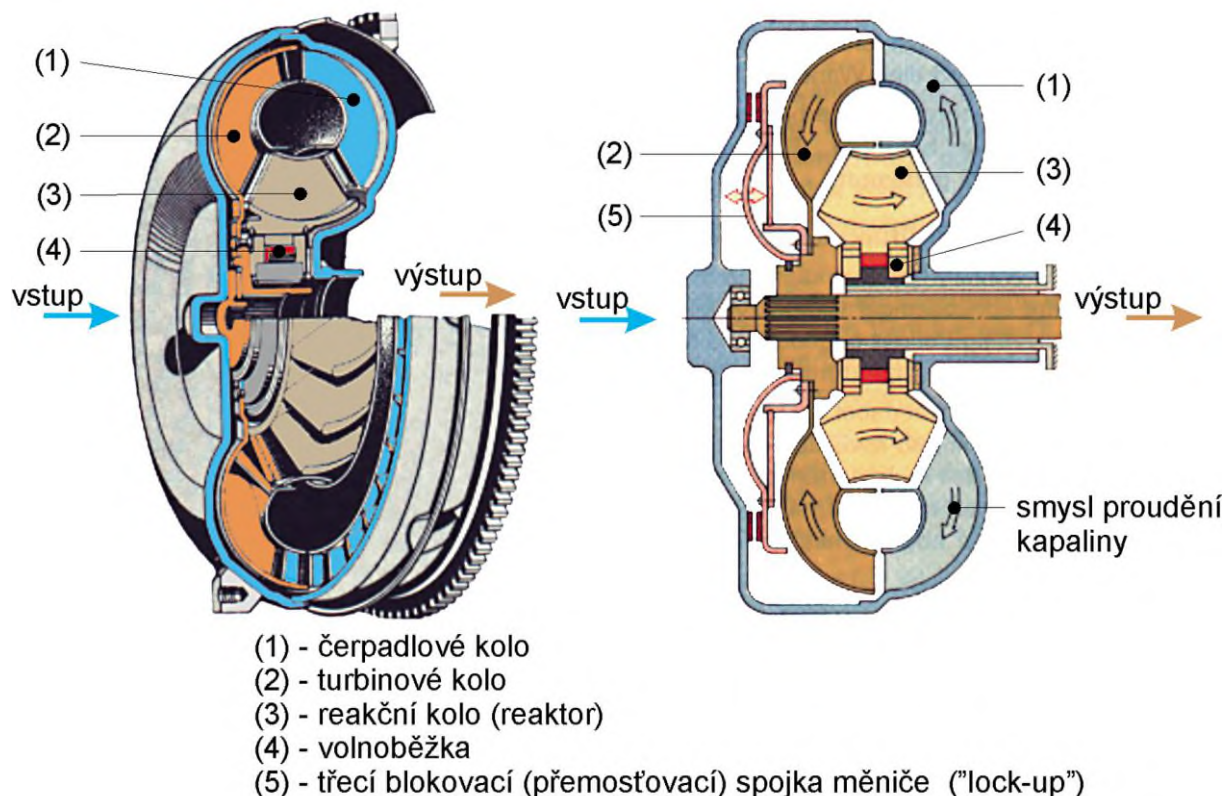
• Princip činnosti

- Axiální posuvem pohyblivých částí řemenic se plynule mění převodový poměr.
- **PŘEVOD DORYCHLA** - části hnací řemenice se přiblíží k sobě a části hnané řemenice se zároveň od sebe oddálí (viz obr. výše – rychloběh).

- **PŘEVOD DOPOMALA** - části hnané řemenice se přiblíží k sobě a části hnací řemenice se zároveň od sebe oddálí (viz obr. výše – rozjezdový režim).

Hydrodynamický měnič

- Je umístěn mezi motorem a mechanickou převodovkou.
- Spojení měniče a mechanické převodovky (planetové) s akčními členy (samočinné řazení) ⇒ plně automatická převodovka.
- Plní funkci rozjezdové spojky.
- Plynule zvyšuje přenášený točivý moment mezi motorem a převodovkou.
- **Konstrukce**
 - Lopatkové kolo **ČERPADLA** (hnací) – spojené s klikovou hřídelí motoru
 - Lopatkové kolo **TURBÍNY** (hnané) – spojené s hřídelem vstupujícím do převodovky
 - Lopatkové kolo **REAKTORU** s volnoběžkou – umístěno mezi čerpadlem a turbínou, usměrňuje proudění kapaliny mezi turbínou a čerpadlem
 - Jednotlivá kola mají zakřivené lopatky a otáčejí se v kapalině naplněné uzavřené skříni.
 - Měnič je dále doplněn extra čerpadlem ⇒ oběh kapaliny přes vnější chladič ⇒ chlazení a zabránění vzniku bublin.
 - Měnič je ještě vybaven třecí mechanickou spojkou ⇒ pevné spojení mezi čerpadlem a turbínou při vyšších převodových stupních.

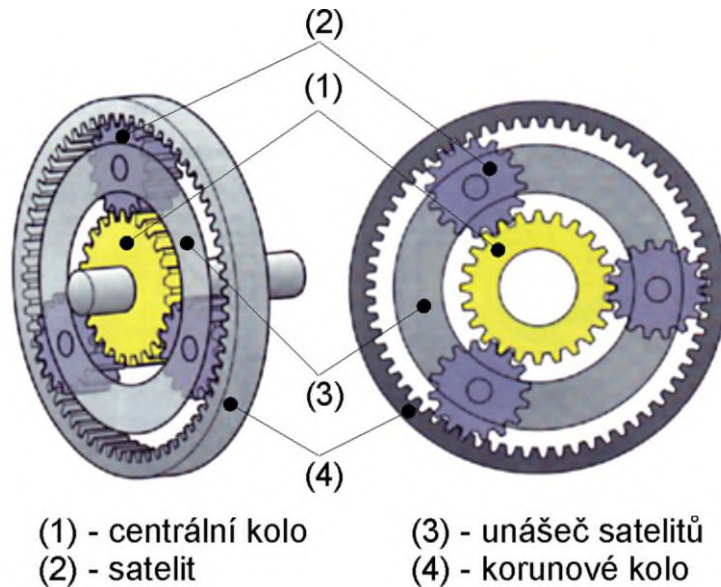


- **Princip činnosti**
 - Točivý moment je přenášen **kinetickou energií kapaliny**.
 - Spalovací motor roztáčí čerpadlo ⇒ kapalina proudí v čerpadle odstředivou silou na jeho obvod a vstupuje do turbíny ⇒ točivý moment je tak přenášen do převodovky.

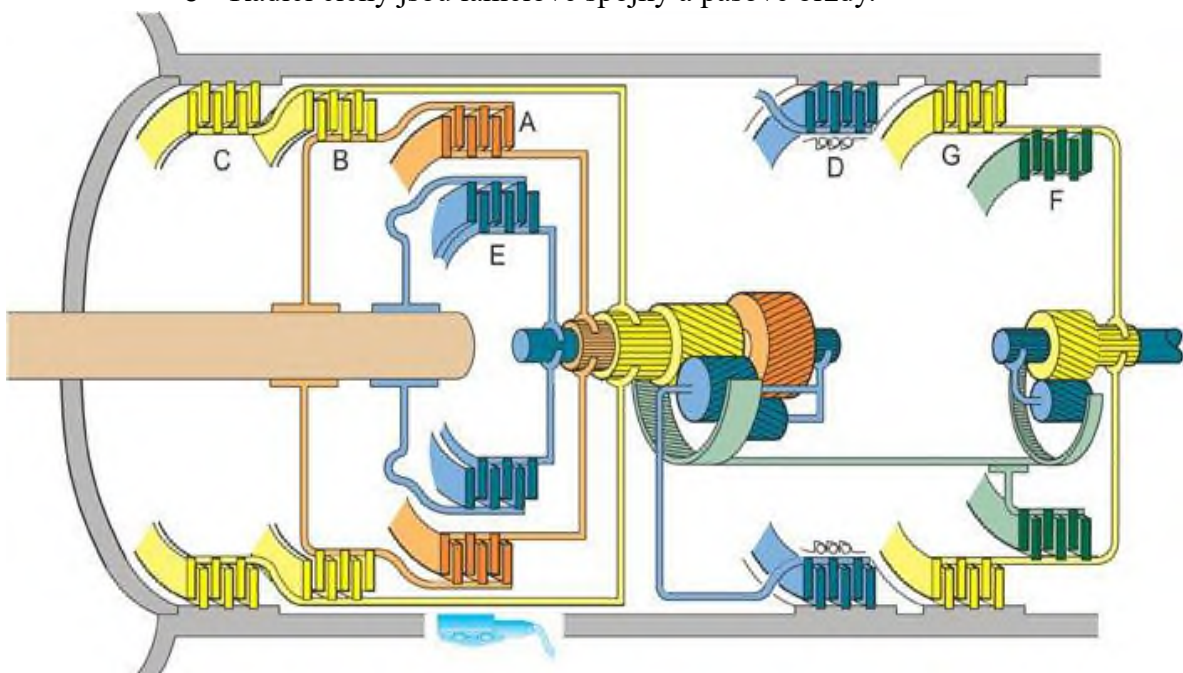
- **Z turbíny proudí kapalina přes reaktor zpět do čerpadla** a tím se snaží otáčet reaktorem proti pohybu čerpadla a turbíny $\Rightarrow$ **tomu brání volnoběžka na reaktoru $\Rightarrow$ reaktor tak vede kapalinu pod vhodným úhlem zpět na lopatky čerpadla** a násobí točivý moment turbíny.

Planetová převodovka

- **Konstrukce jednoduché planetové převodovky**



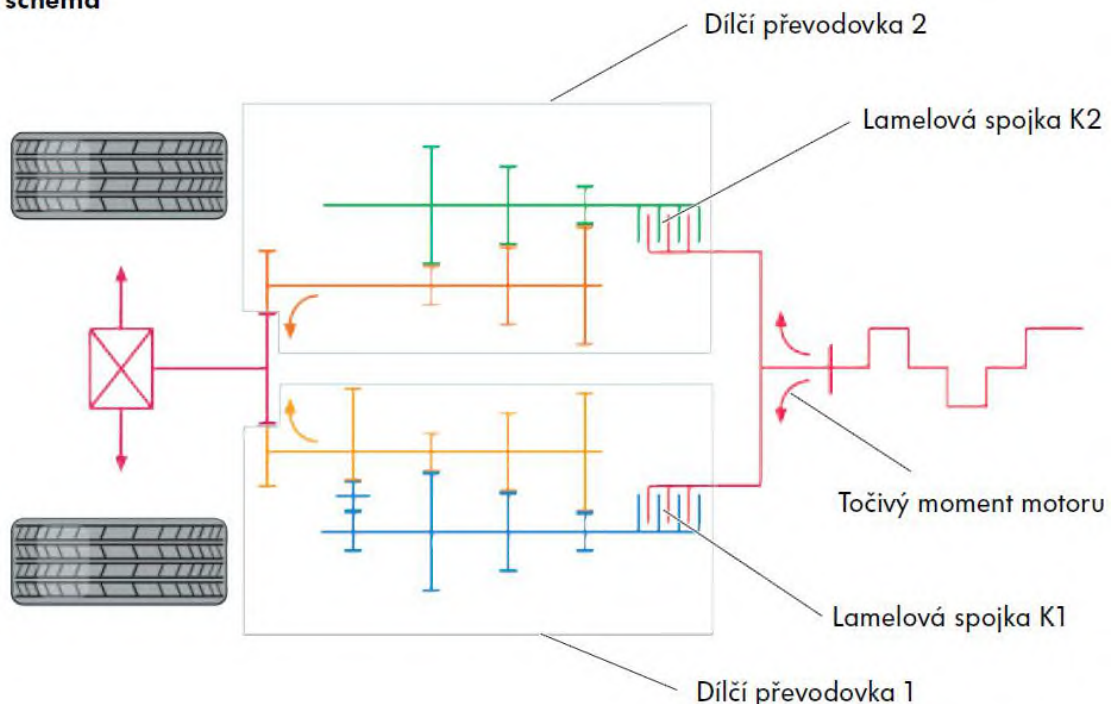
- U plně automatické převodovky nestačí jednoduché planetové soukolí, ale používá se **složené planetové soukolí** ve spojení s hydrodynamickým měničem.
 - Různé převody složeného planetového soukolí jsou vytvořeny:
 - Poháněním centrálního kola nebo korunového kola se současným zabrzděním dalších členů planetového soukolí.
 - Vzájemným spojením jednotlivých členů planetového soukolí.
 - Řadící členy jsou lamelové spojky a pásové brzdy.



Dvouspojková automatická převodovka (DSG)

- **Spojka** může být:
 - **Vícetlamelová** – tzv. „mokrý“ spojka – spojkové lamely (kotouče) pracují v olejové lázni.
 - **Třecí kotoučová** – tzv. „suchá“ spojka – jedná se o klasickou spojku používanou u manuální převodovky, ale je ovládaná elektromagneticky.
- Základem převodovky DSG je dvojice paralelně uspořádaných dvouhřídelových převodovek. TVOŘÍ ALE JEDEN CELEK!

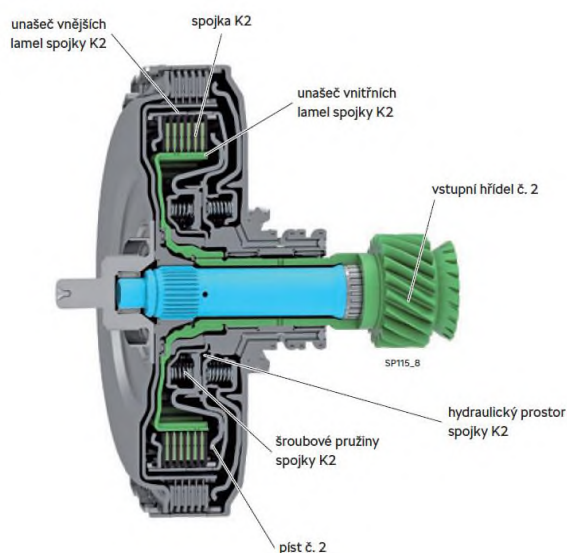
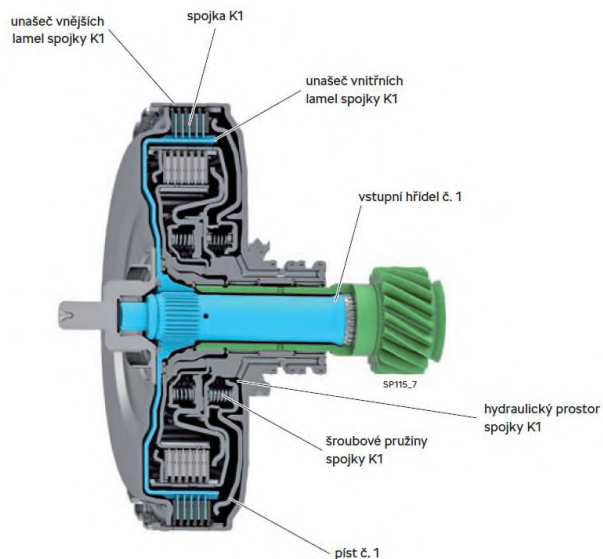
Funkční schéma



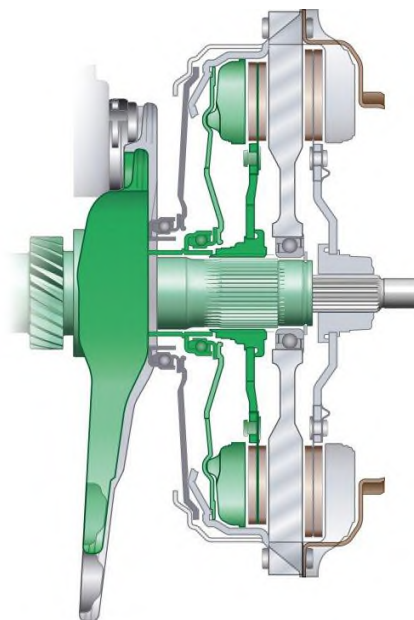
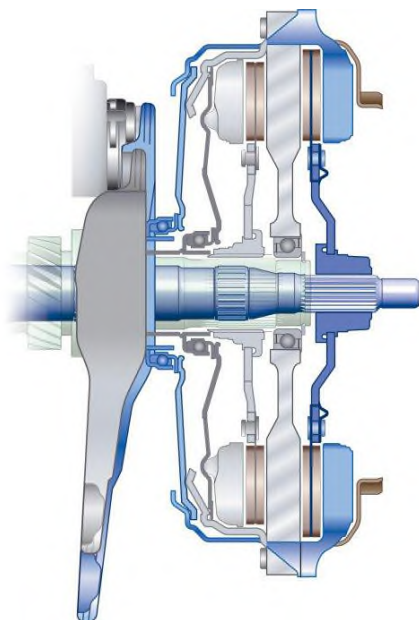
- **Konstrukce**
 - Každá z dílčích převodovek je konstruována jako mechanická a má svoji spojku.
 - Spojka K1 spíná RS 1, 3, 5, (7), R
 - Spojka K2 spíná RS 2, 4, 6
 - Aby mohla být převodovka co nejmenší, jsou vstupní hřídele vloženy do sebe.
 - Jeden vstupní (hnací) hřídel je plný – RS 1, 3, 5, (7), R
 - Druhý vstupní (hnací) hřídel je dutý – RS 2, 4, 6
 - Převodovka má rovněž dva výstupní (hnané) hřídele, které se slučují ve stálém převodu.
 - Řídicí centrum převodovky se nazývá **mechatronika**, je umístěna uvnitř převodovky. Skládá se z elektronické řídicí jednotky a z elektrohydraulické řídicí jednotky. Řídí a kontroluje provádění veškerých operací.
- **Princip činnosti**
 - Elektrohydraulický řídicí modul stále připravuje jeden dopředu zařazený převodový stupeň.
 - Při rozjezdu je zároveň zařazen 1. a 2. převodový stupeň.
 - Po sešlápnutí plynů je aktivována spojka pro 1.RS a dojde k rozjezdu.

- V okamžiku, kdy motor dosáhne optimálních otáček pro řazení, dojde pouze k postupnému vypínání spojky č. 1 (1.RS) za současného zapínání spojky č. 2 (2.RS)
- Nedochází tak k přerušení toku výkonu na kola, umožňuje řadit pod zatížením.
- Je-li naplno sepnuta spojka č. 2 (2.RS) připraví převodovka 3.RS u v té chvíli rozepnuté spojky č. 1 a celý proces se opakuje.

Vícelamelové (mokré) spojky



Dvojité třecí kotoučové (suché) spojky



5) Rozvodovky, pohony 4x4, klouby a spojovací hřídele

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží ve vozidle rozvodovka? (účel rozvodovky)
- Jaké požadavky jsou kladeny na rozvodovku?
- Proveďte konstrukční popis rozvodovky.
- K čemu slouží ve vozidle diferenciál? (účel diferenciálu)
- Proveďte konstrukční popis kuželového diferenciálu a vysvětlete jeho princip činnosti.
- Vysvětlete, k čemu slouží uzávěrka diferenciálu?
- Popište, jaké existují konstrukční provedení pohonů všech kol a stručně je popište.
- Vysvětlete, k čemu slouží klouby a spojovací hřídele?
- Proveďte konstrukční popis spojovacího kloubové hřídele (kardanu).
- Vyjmenujte klouby hnacích hřídelů kol přední a zadní nápravy a stručně je popište.
- Popište kontrolu těchto kloubů na vozidle.

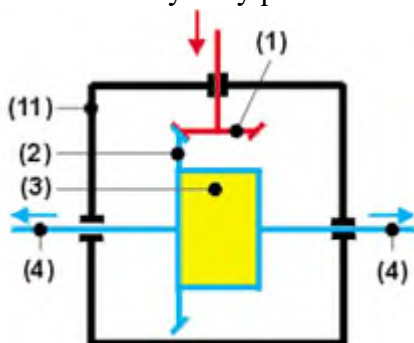
Rozvodovky

Účel

- **Přenos a zvětšení točivého momentu na hnací kola vozidla**
 - Moment vystupující z převodovky musí být zvětšen na hodnotu potřebnou k překonání jízdních odporů.
- **Snížení otáček hnacích hřídelů kol**
 - Otáčky na výstupu z převodovky jsou snižovány stálým převodem $\Rightarrow$ požadovaná rychlost vozidla při daném točivém momentu.
- **Rozvést točivý moment na hnací kola**
 - Dle uložení motoru se rozlišují dva základní druhy stálého převodu:

Podélně uložený motor

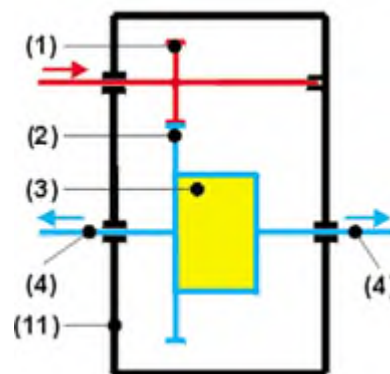
Kuželový stálý převod



- 1 – hnací kolo stálého převodu (pastorek)
- 2 – hnací kolo stálého převodu (talířové kolo)
- 3 – diferenciál
- 4 – hnací hřídel kola, 11 – skříň rozvodovky

Příčně uložený motor

Stálý převod s čelními ozubenými koly



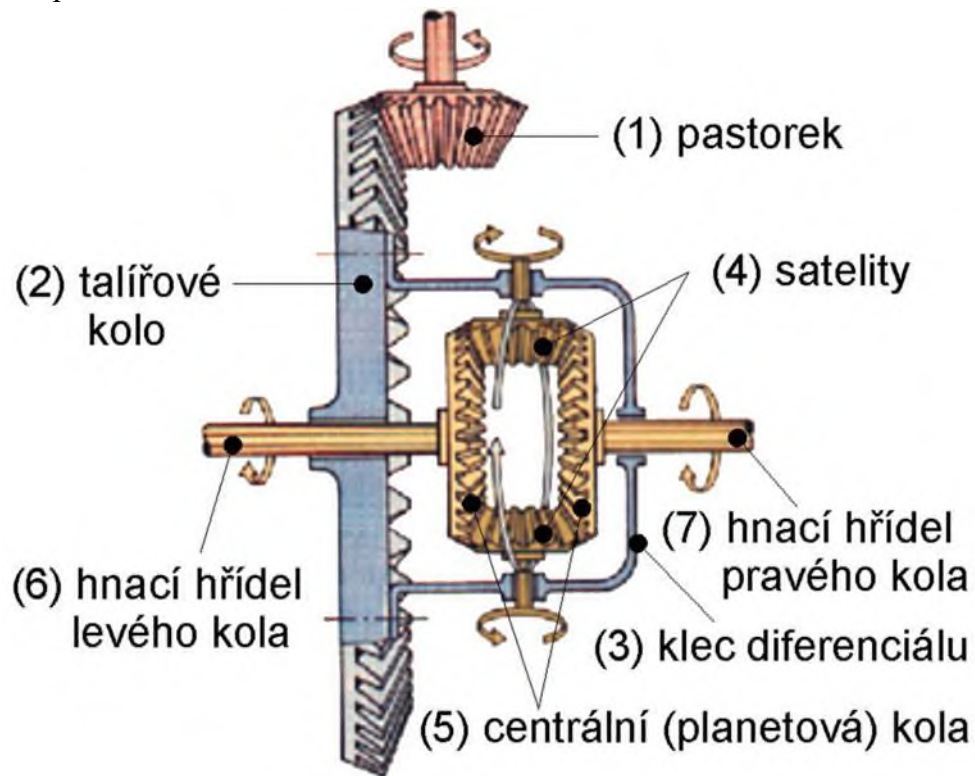
Požadavky

- zajištění potřebného převodového poměru,
- malé rozměry a nízká hmotnost,
- plynulý chod bez rázů,

- nízká hlučnost,
- vysoká mechanická účinnost,
- vysoká spolehlivost a nenáročná údržba.

Dvě hlavní části rozvodovky:

- **stálý převod** – je tvořen pastorkem (vstup) a talířovým kolem (výstup), ke kterému je připevněna klec diferenciálu.
- **diferenciál** – je tvořen klecí diferenciálu, v níž jsou uloženy satelity a centrální kola, která pohání hnací hřídele kol



Diferenciál

Účel

- **Umožnit rozdílné otáčky hnacích kol**
 - Při jízdě v zatáčce nebo po nerovnostech, rozdílném tlaku vzduchu P a L pneu.
 - Pokud by byla hnací kola upevněna na společném hřídeli bez vřazeného diferenciálu, měla by stejné otáčky $\Rightarrow$ to nastane v případě uzavření diferenciálu.
- **Rovnoměrné rozdělení točivého momentu na obě hnací kola**

Konstrukce kuželového diferenciálu (viz obr. výše)

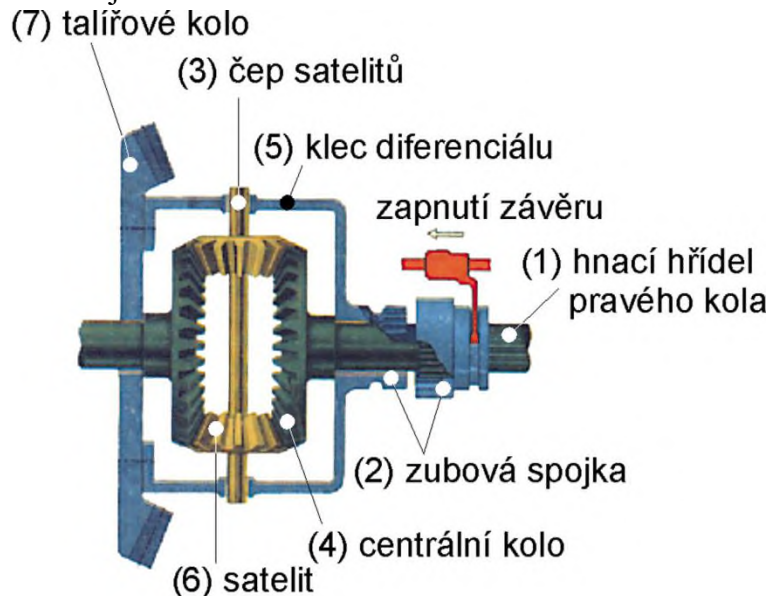
- Kuželový pastorek je v záběru s talířovým kolem.
- Klec diferenciálu je přišroubována k talířovému kolu.
- S klecí diferenciálu je pevně spojen čep satelitů, na kterém jsou otočně uloženy satelity.
- Satelity jsou ve stálém záběru s planetami.
- Planety jsou spojeny s hnacím hřídelem kola.

Princip činnosti

- **Jízda v přímém směru** – satelity se neotáčejí, plní funkci zubové spojky mezi klecí a planetami. Klec se otáčí společně s talířovým kolem a satelity pouze obíhají $\Rightarrow$ mají stejné otáčky jako klec. Planety mají taktéž stejné otáčky jako klec $\Rightarrow$ rozdělení toč. momentu 50% : 50%.
- **Jízda v zatáčce** – vnitřní kolo a jeho hnací hřídel a tím i planeta se zpomaluje. Satelity se odvalují po zpomalené planetě $\Rightarrow$ tím urychlí druhé centrální kolo a jeho hnací hřídel, což urychlí vnější kolo. **O co se zpomalí vnitřní kolo, o to se zrychlí vnější kolo. Satelity konají oběžný (s klecí dif.) a otáčivý (na čepech) pohyb.**

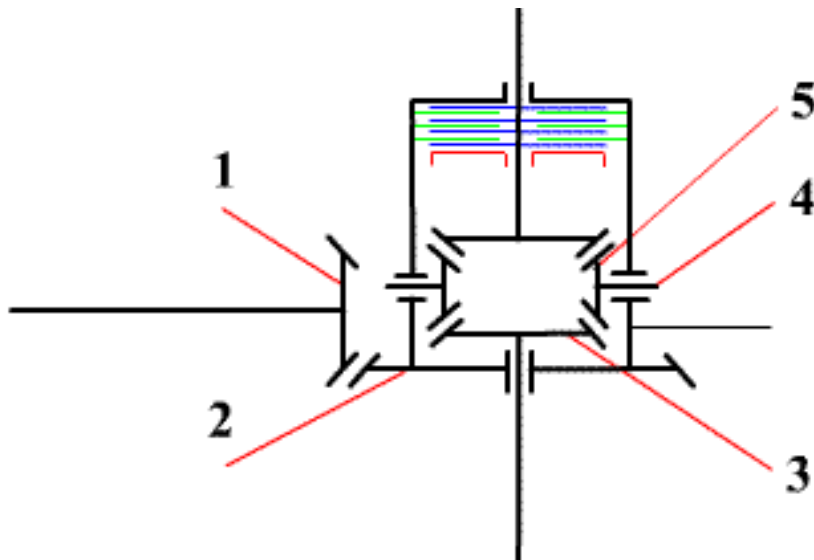
Uzávěrka diferenciálu

- Má za úkol vyřadit z činnosti diferenciál $\Rightarrow$ zabrání rozdílným otáčkám pravého a levého kola, např. při rozjezdu na kluzké vozovce nebo při jízdě v terénu
- Znehybní jednu planetu (hnací hřídel kola) vůči diferenciálu $\Rightarrow$ dojde ke spojení klece diferenciálu s jedním hnacím hřídelem kola.



- K vlastnímu uzavření diferenciálu může dojít mechanicky, elektropneumaticky či elektrohydraulicky.
- Uzávěrka se zapíná v kabině vozidla.
- Uzavření může být zubovou spojkou (viz obr výše) nebo lamelovými spojkami (viz obr níže).

Pozn.: Jedná se o mechanickou uzávěrku diferenciálu. U dnešních vozidel se používá elektronická uzávěrka, který vychází ze systému ABS.

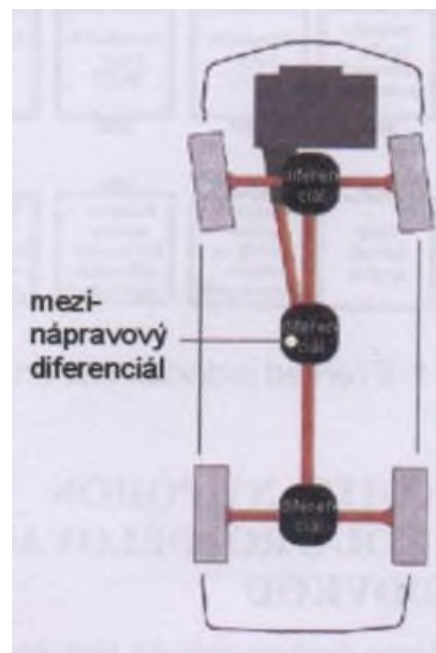
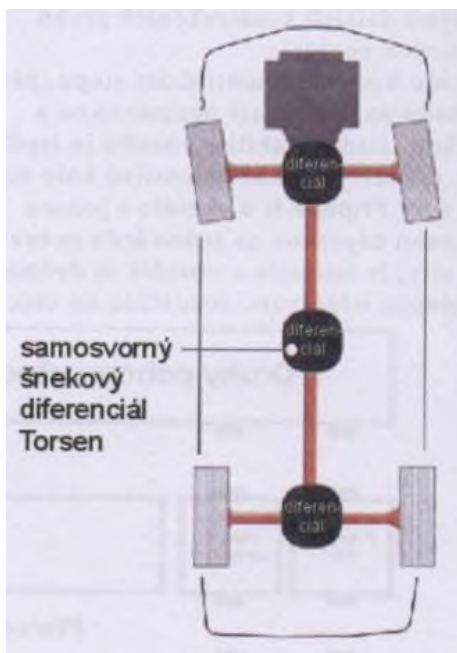


Pohon všech kol

- Umožňuje rozdělit hnací sílu motoru na všechna kola $\Rightarrow$ zlepšení jízdní stability $\Rightarrow$ každé kolo přenáší menší hnací sílu v porovnání s pohonem pouze jedné nápravy.
 - lepší záběr kol,
 - vyšší směrová stabilita,
 - větší jízdní bezpečnost vozidla.
- Druhy pohonu všech kol lze rozdělit na:
 - připojitelný pohon všech kol s **rozdělovací převodovkou**,
pozn.: rozdělovací převodovka je popsána na konci otázky „Převodovky“
 - **stálý** pohon všech kol,
 - **samočinně připojitelný** pohon všech kol.

Stálý pohon všech kol

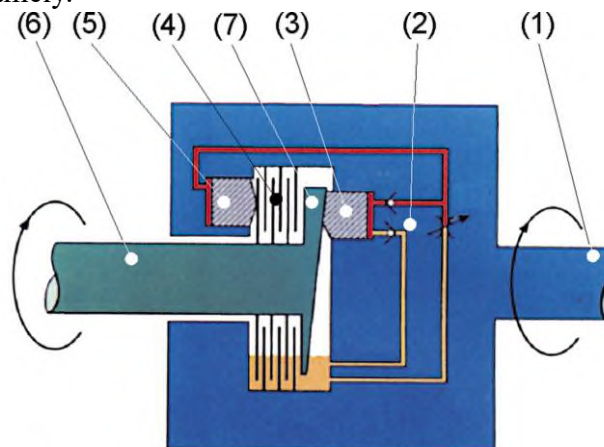
- Přední a zadní náprava jsou trvale poháněny.
- Toto uspořádání vyžaduje použití mezinápravového diferenciálu.



Samočinně připojitelný pohon všech kol

Spojka Haldex

- Jedná se o mezinápravovou lamelovou spojku.
- Používá se u osobních vozidel se samočinně připojitelným pohonem 4x4.
- Je připevněna k rozvodovce zadní nápravy a propojena se spojovacím hřídelem.
- Dokáže rychle a plynule rozdělovat točivý moment na kola přední a zadní nápravy od nuly až do poměru 50 : 50.
- ELŘJ vyhodnocuje informace od snímačů: otáček kol, polohy pedálu akcelérátoru, otáček motoru, ABS, ASR a reguluje průběh hydraulického tlaku působícího na lamely.



- (1) - vstupní hnací hřídel
- (2) - regulační ventil
- (3) - axiální pístové čerpadlo
- (4) - lamely
- (5) - pracovní píst
- (6) - výstupní hnací hřídel (vstup na pastorek stálého převodu zadní nápravy)
- (7) - axiální vačkový kotouč

Elektropohon trvala nepoháněné nápravy

- Pohon 4x4 u elektromobilů je realizován nejčastěji pomocí dvou elektromotorů, jednoho na každé nápravě.
- U hybridních vozidel může spalovací motor pohánět přední kola a elektromotor kola zadní, přičemž systém automaticky zapíná pohon všech kol, když je potřeba.
- U tohoto typu pohonu není potřeba spojovací kloubový hřídel (kardan).

Hydrostatický pohon přední nápravy

- Používá se u nákladních vozidel k připojení trvale nepoháněné přední nápravy.
- Slouží ke zvýšení trakce a jízdní bezpečnosti v terénu nebo na kluzkém povrchu.
- Na rozdíl od klasického pohonu všech kol je lehčí a nemá tak negativní vliv na užitečné zatížení a celkovou výšku vozidla, což přispívá k lepší stabilitě.

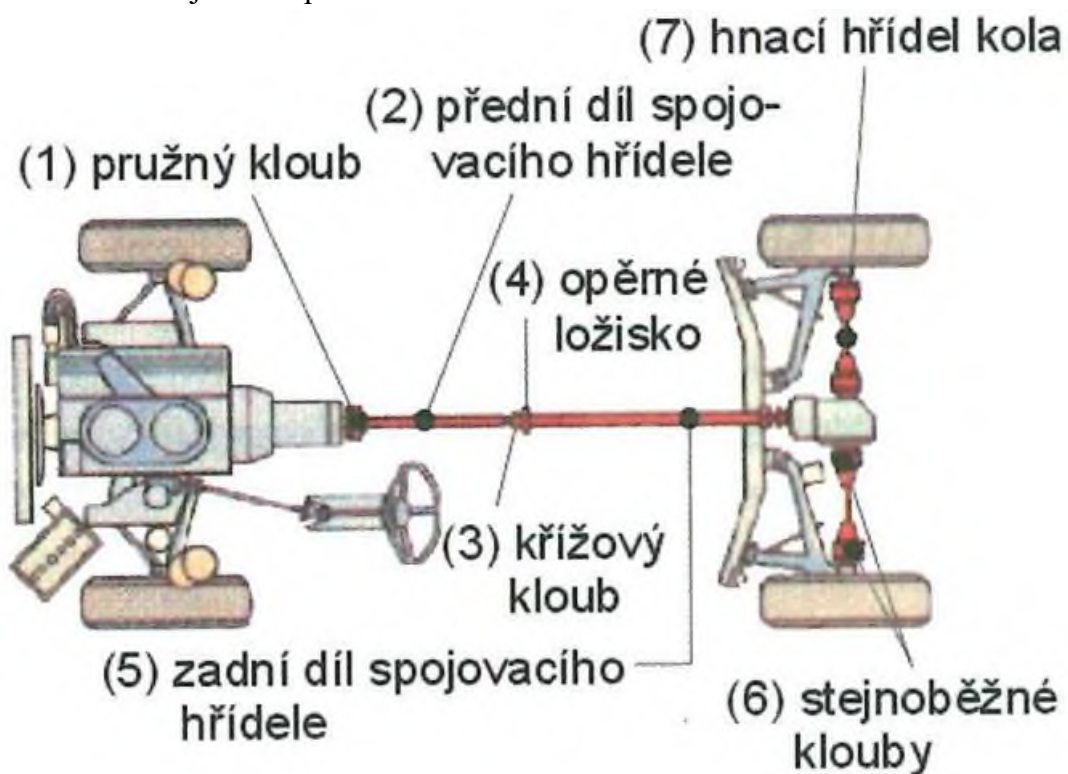
Klouby a spojovací hřídele

Účel

- přenášet točivý moment,
- vyrovnávat axiální posuv a umožnit vzájemnou výchylku os,
- tlumit vibrace (pružný člen).

Vymezení pojmů

- **Spojovací kloubový hřídel** – používá se vždy u vozidel s motorem vpředu a pohonem zadní nápravy. Točivý moment musí být přenesen z převodovky (vpředu) do rozvodovky (vzadu) a dále na kola vozidla pomocí hnacího hřídele kola s klouby.
- **Klouby hnacích hřídelů kol** (poloosy) – používají se pro přenos točivého momentu z rozvodovky na hnací kola vozidla, např. u vozidel s motorem vzadu a pohonem zadní nápravy nebo motorem vpředu a pohonem přední nápravy. Přední a zadní koncepce nepotřebuje spojovací kloubový hřídel, poněvadž převodovka a rozvodovka jsou ve společné skříni.

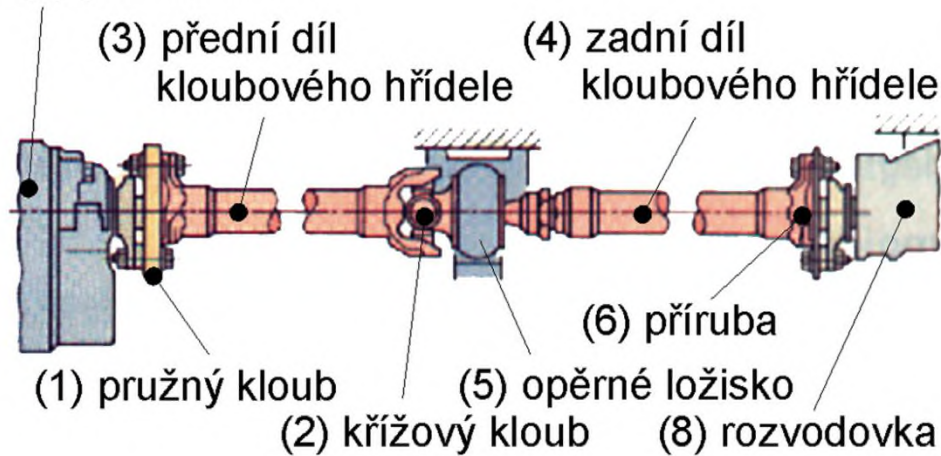


Spojovací kloubový hřídel

- Spojují části převodového ústrojí, které mění svou vzájemnou polohu (typicky převodovka a rozvodovka).
- **Konstrukce** – tenkostěnná trubka s posuvným členem a klouby.
- Nejčastější jsou dvoudílné kloubové hřídele (sníží hluk a vibrace).
- K dělení kloubu dochází v opěrném ložisku.
- Křížový kloub před opěrným ložiskem se nazývá KARDANŮV. (v praxi je pro tento hřídel zažitý název „kardan“).

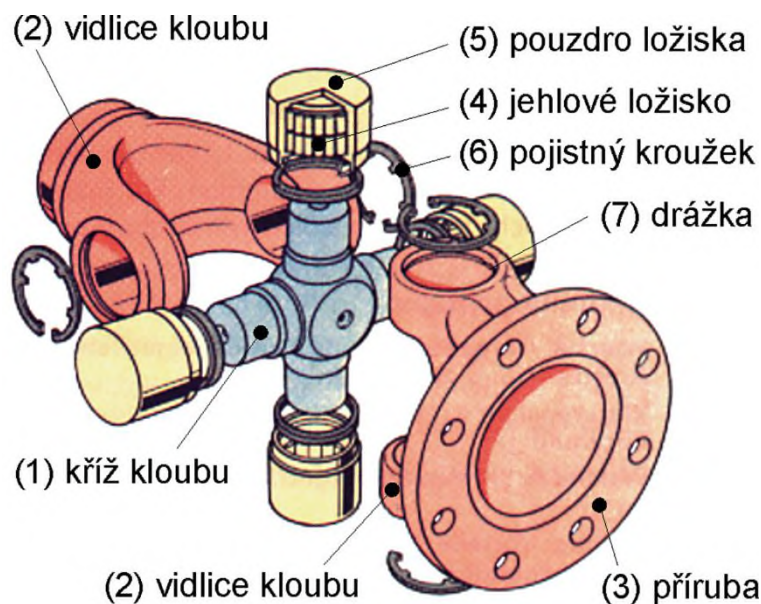
- Nástavec kardanova kloubu má jemné drážkování a je posuvně spojen s předním koncem zadního dílu kloubového hřídele, tvoří tzv. **posuvný člen**.
- Tím je zajištěn **axiální posuv** obou dílů kloubového hřídele.

(7) převodovka

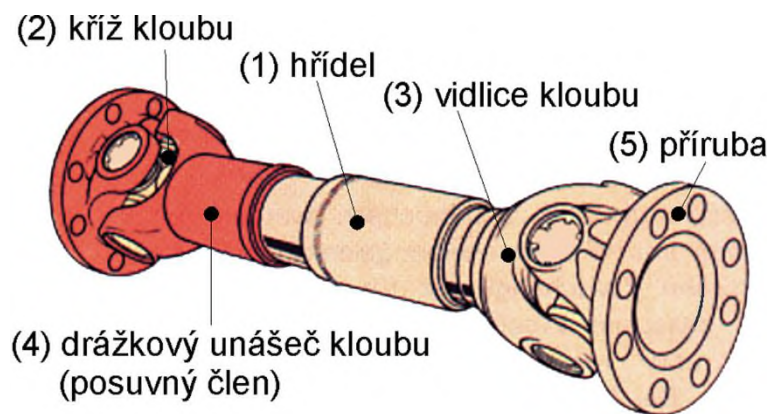


Křížový kloub

- Vidlice kloubu jsou vzájemně spojeny křížem kloubu.
- Čepy kloubového hřídele jsou uloženy v jehlových ložiskách, vyžadují mazání.
- Osová výchylka až 15° .

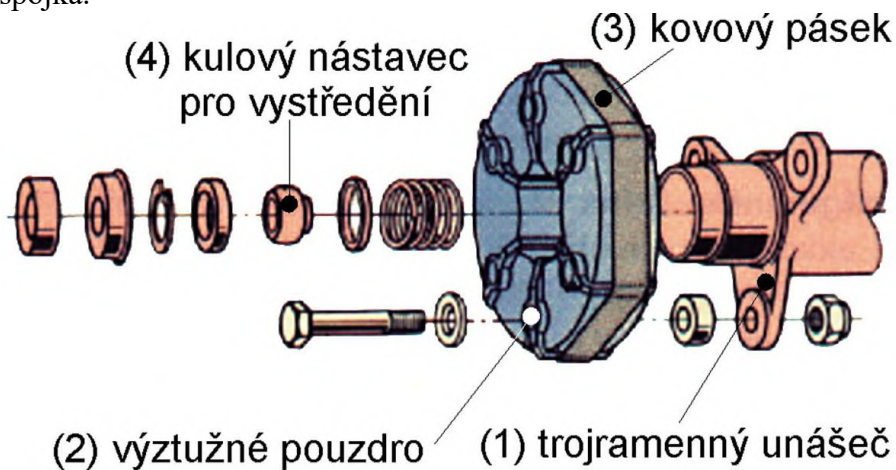


- Jestliže má kloubový hřídel jen jeden křížový kloub, otáčí se rovnoměrně, **jen pokud není zalomen**. (malé osově výchylky)
- Při větších **osových výchylkách** $\Rightarrow$ **různé úhlové rychlosti hřídelí** (před a za křížovým kloubem).
- Velká **změna polohy převodovka** $\Leftrightarrow$ **rozvodovka** $\Rightarrow$ nutnost použití kloubového hřídele se **dvěma křížovými klouby**.



Pružný kloub

- Pružné členy při přenosu točivého momentu, hlavním účelem je tlumení vibrací a hlučnosti z kardanu do převodovky, resp. rozvodovky.
- Nevyžadují mazání, dovolují malou osovou výchylku a axiální posuv.
- Nejčastěji se používá pružný kotoučový kloub, který se nazývá Hardyho spojka.



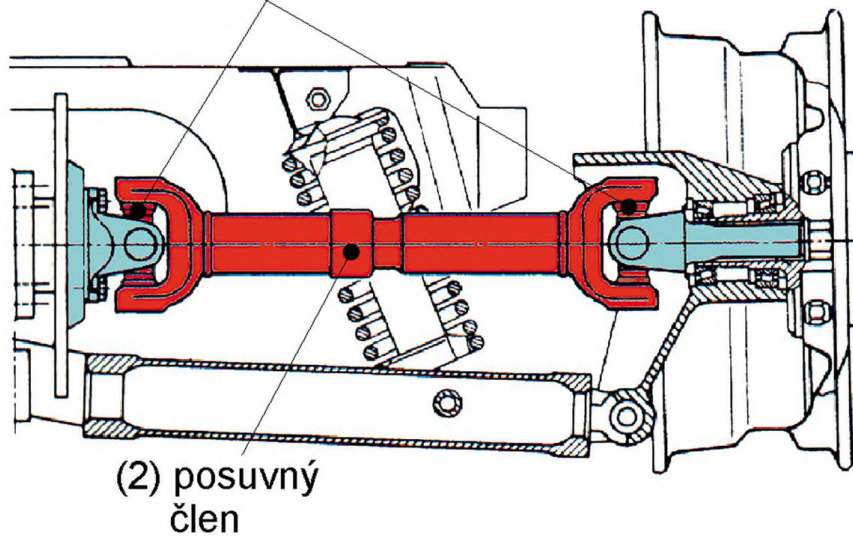
- Obrázek níže ilustruje opotřebenou Hardyho spojku



Klouby hnacích hřídelů kol zadní nápravy

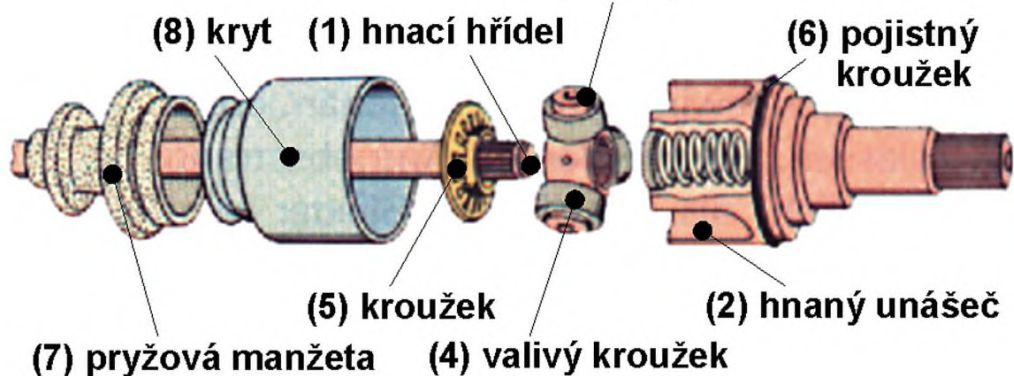
- Křížové klouby

(1) křížový kloub



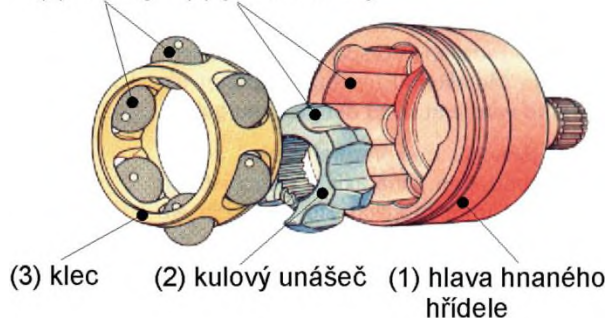
- Třiramenné klouby (Tripode) – axiálně posuvné klouby

(3) tříčepový unášec (tripod)



- Kuličkové klouby s axiálním posuvem - stejnoběžné (homokinetické) klouby

(4) kuličky (balls) (5) přímé drážky (straight grooves)



Klouby hnacích hřídelů kol přední nápravy nákladních vozidel

Vozidlo s pohonem přední nápravy musí umožnit ještě natočení kol do rejdu.

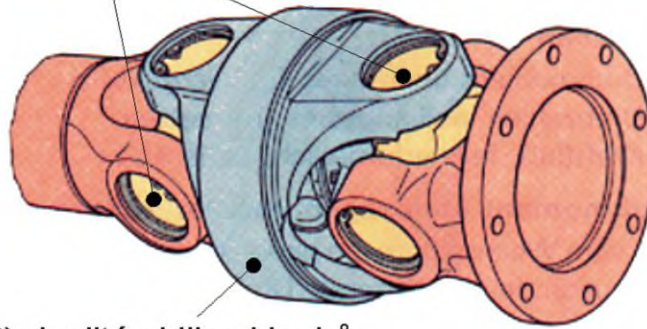
Používají se:

- Dvojitě křížové klouby – nákladní vozidla

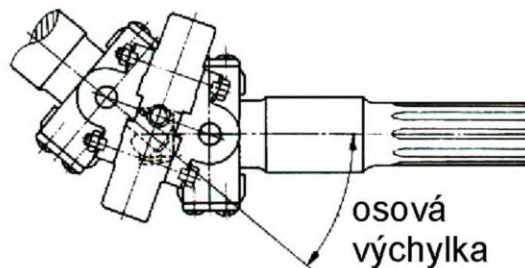
- Jedná se o dva křížové klouby umístěné, co nejblíže k sobě.

- Neumožňují axiální posuv, proto musí mít ještě posuvný člen.

(1) kříže kloubů s čepy

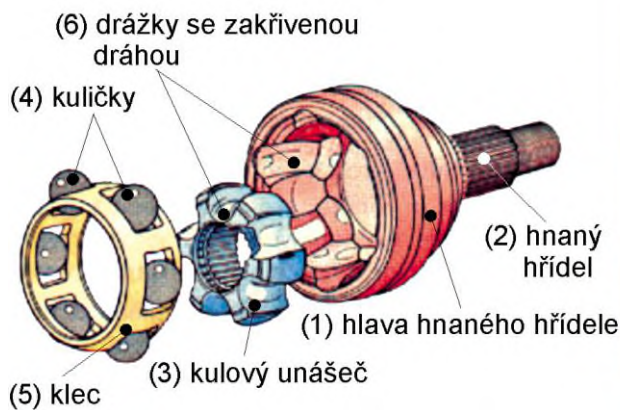


(2) dvojité vidlice kloubů

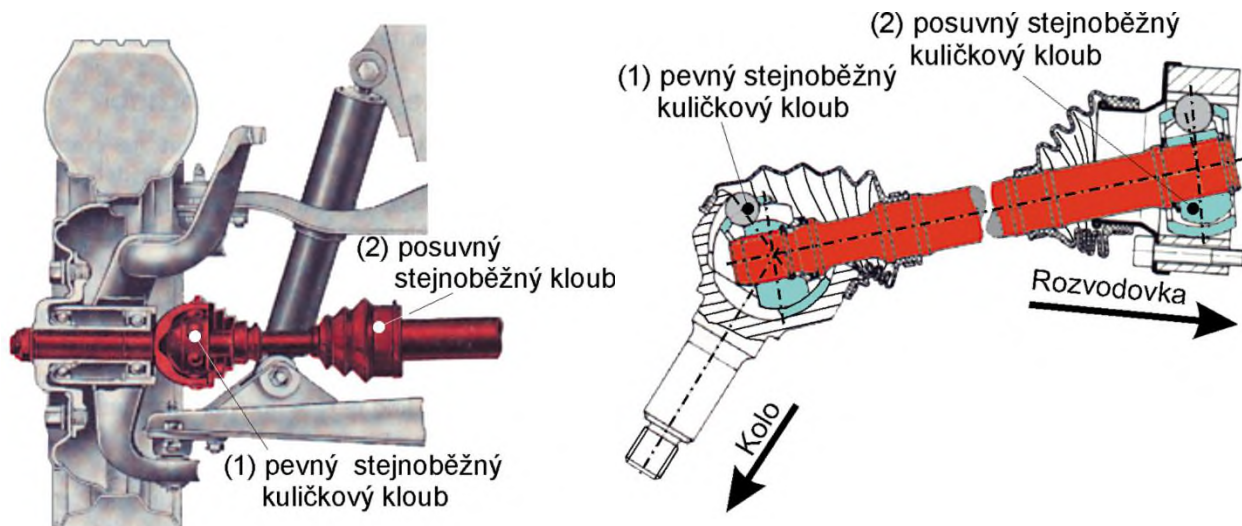


Klouby hnacích hřídelů kol přední nápravy osobních vozidel

- Na straně kola
 - **Pevný stejnoběžný (homokinetický) kuličkový kloub** (dovoluje pouze osovou výchylku, tzn. natočení do rejdu, nikoliv axiální posuv)



- Na straně rozvodovky (dovolují pouze axiální posuv, nikoliv osovou výchylku)
 - Posuvný kloub Tripode
 - Posuvný stejnoběžný (homokinetický) kuličkový kloub



Kontrola kloubů na vozidle

- Zesilující hluk a vibrace při zvyšování rychlosti vozidla. Příčinou může být špatné vyvážení hřídele z důvodu ztráty vyvažovacího tělíska nebo z důvodu deformace.
- Ze závad menšího rozsahu je možné dle hluku určit také opotřebení jehlových ložisek, čepu křížového kloubu nebo opotřebení drážkování hřídele.
- Uvolnění šroubů přírub a křížových kloubů nebo porušené pružné spojky se projevují slabými údery či klepáním při řazení převodových stupňů, případně při jízdě setrvačností vozidla. Stejné symptomy doprovázejí i porušení drážkování hřídele či unášeče kloubové hřídele.
- U homokinetických kloubů se kontroluje zejména neporušenost manžety a tím její těsnost. Dále mechanické poškození hnacího hřídele kola, poškození drážkování a vůle v kloubech. Opotřebení kloubu se projevuje jeho cvakáním při akceleraci s natočenými koly do rejdu.



6) Řízení - účel, umístění na vozidle, požadavky, části řízení, lichoběžník řízení

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží ve vozidle řízení? (účel řízení)
- Popište umístění řízení na vozidle.
- Jaké požadavky jsou kladeny na řízení?
- Vyjmenujte jednotlivé části řízení.
- Vysvětlete lichoběžník řízení a popište Ackermannovu podmínku.
- Popište konstrukci a princip činnosti převodky řízení. Vyjmenujte jednotlivé druhy převodky řízení a stručně je popište.
- Proveďte konstrukční popis řídicích tyčí, zaměřte se na kulové klouby řízení.
- Popište kontrolu řízení na vozidle.

Účel

- Natočením kol do rejdu měnit směr jízdy.
- Umožnit rozdílný úhel rejdu rejdových kol při průjezdu zatáčkou.
- Dostatečně zvětšit silový moment pro ovládání rejdových kol.

Umístění na vozidle

- Ovládací orgán (volant) je umístěn v kabině řidiče.
- Části, které provádějí vlastní natáčení kol do rejdu, jsou na rejdové nápravě.
- Převodné části, které přenášejí pohyb z volantu na řídicí části, jsou jednak na rámu (samonosné karosérii) a jednak mezi rámem a řídicí nápravou.



Požadavky

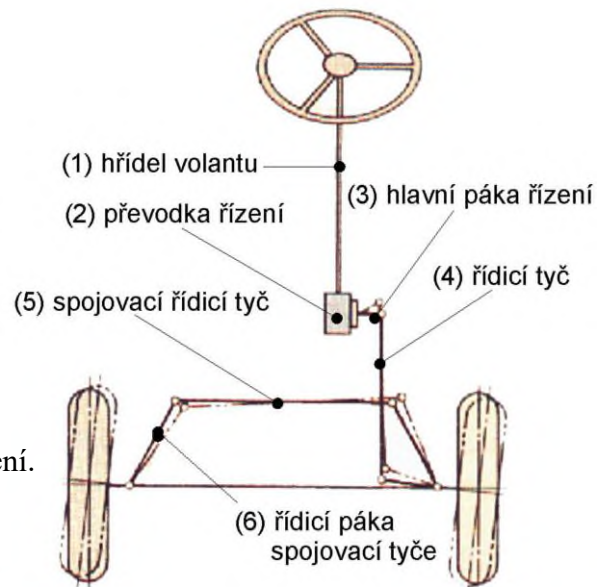
- snadná, rychlá a bezpečná ovladatelnost,
- řízená kola se po projetí zatáčky musí samovolně vracet do přímého směru,

- opotřebené části řídicího ústrojí a vzniklé vůle musí být tak malé, aby v žádném případě nehrozilo nebezpečí uvolnění spojení a nedošlo tak k ohrožení bezpečnosti provozu,
- všechny součásti řízení se musí opravovat pouze tak, aby nebyla nepříznivě ovlivněna struktura materiálu a aby nebyl materiál z pevnostního hlediska nedovoleně oslaben, tj. i prosté rovnání ohybem za studena i za tepla, tzn., že diagnostické zjištění deformace znamená vyřadit součástku z provozu.
- kola se musí neustále odvalovat, nikoliv smýkat.

Hlavní části

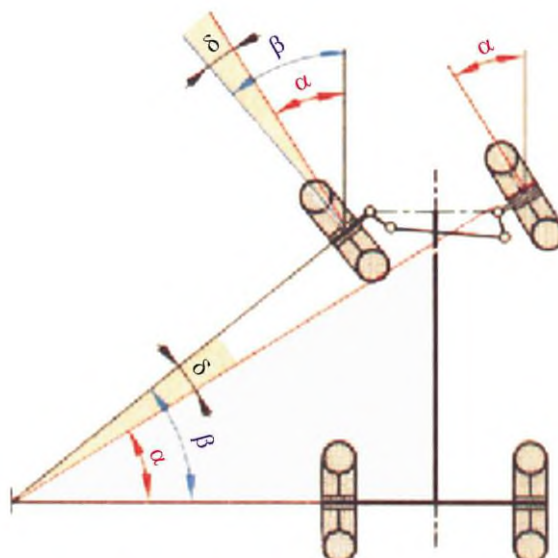
- volant,
- hřídel volantu,
- převodka řízení,
- hlavní páka řízení,
- řídicí tyč,
- spojovací řídicí tyč,
- řídicí páka spojovací tyče,
- (posilovač řízení).

Pozn.: Na obrázku je znázorněné zjednodušené konstrukční schéma řízení.



Lichoběžník řízení

- Umožňuje nestejně natočení rejdových kol při jízdě zatáčkou.
- Každé kolo se otáčí okolo vlastní rejdové osy.
- Při jízdě zatáčkou ujedou kola téže nápravy nestejnou dráhu, vnitřní kolo je natočeno více (ujede kratší dráhu), vnější méně (ujede delší dráhu), což je základní podmínka odvalování kol. To je způsobeno geometrií řídicího mechanismu, která musí splňovat tzv. Ackermannovu podmínku
- Pro splnění této podmínky se používá Ackermannův lichoběžník řízení.
- Řídicí páky se spojovací tyčí mají tvar lichoběžníku.



Převodky řízení

Účel

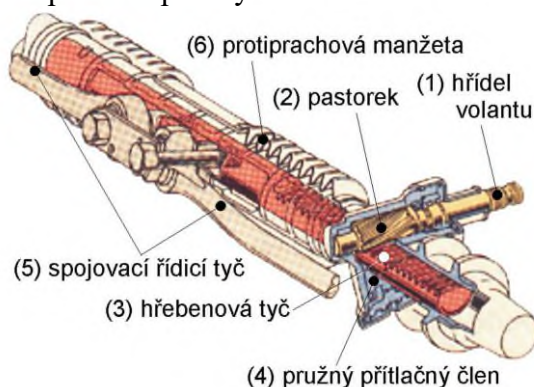
- Mění otáčivý pohyb volantu a hřídele volantu na natočení kol do rejdu.
- Zvětšují točivý moment, který vzniká působením síly řidiče na volant tak, aby mohlo dojít k natočení kol do rejdu.

Princip činnosti

- Otáčivý pohyb volantu se přenáší přes hřídel do převodky řízení.
- V převodce řízení se tento pohyb zpřevoduje dopomala a změní na posuvný, který je pomocí řídicích pák a spojovacích tyčí přenesen na kola.
- Převodový poměr převodky je poměr mezi úhlem natočení volantu a úhlem natočení kol do rejdu. Převodový poměr 15:1 znamená, že natočíme-li volant o 15°, kola se natočí o 1°.
- Převodový poměr musí být takový, aby ovládací síla nepřesáhla 250 N. U osobních vozidel bývá od 12:1 – 25:1, u nákladních od 14:1 – 35:1. Dnes už vozidla bývají vybavena posilovačem řízení, proto se i dost významně zmenšil průměr volantu.
- Vůle v řízení
 - U vozidel schválených před 1. 1. 2002, nestanoví-li výrobce jinak, mechanická obvodová vůle volantu nesmí přesahovat při nastavení kol do přímého směru:
 - 36° u vozidel s konstrukční rychlostí do 40 km/h
 - 27° u vozidel s konstrukční rychlostí do 100 km/h
 - 18° u vozidel s konstrukční rychlostí nad 100 km/h
 - U vozidel schválených po 1.1.2002, nestanoví-li výrobce jinak, mechanická obvodová vůle volantu přesahuje při nastavení kol do přímého směru jednu pětinu průměru volantu (měřeno na obvodu věnce volantu). Jinak je hodnocena jako nebezpečná závada (typu C) na STK.

Konstrukční druhy

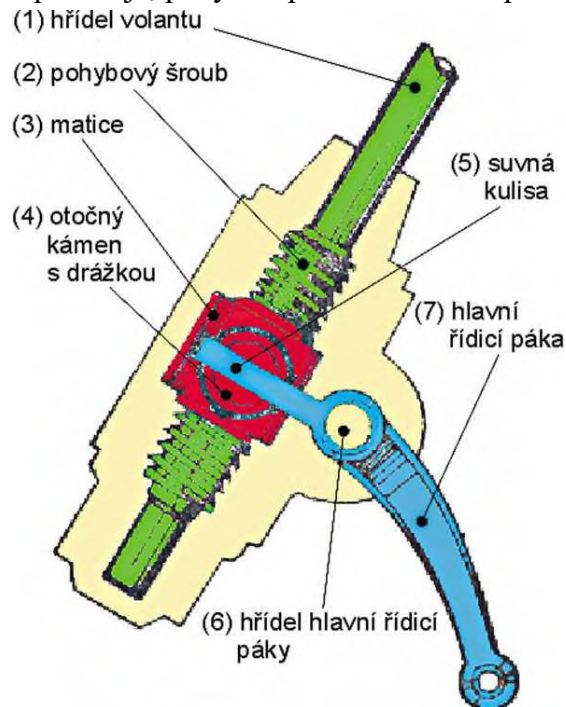
- **Hřebenová**
 - nejběžněji používaná převodka řízení u osobních vozidel
 - pastorek, který je uložen ve skříni převodky řízení a spojen s hřídelem volantu, zabírá do šikmého ozubení hřebenové tyče. O vymezení vůle v ozubení se stará pružina, která přitlačuje tyč k pastorku. Otáčením volantu se posouvá hřebenová tyč, která prostřednictvím řídicích tyčí a pák natáčí kola do rejdu.
 - Tato převodka je výrobně jednoduchá, vyznačuje se přesným řízením, které se lehce vrací do původní polohy.



- **Maticová**

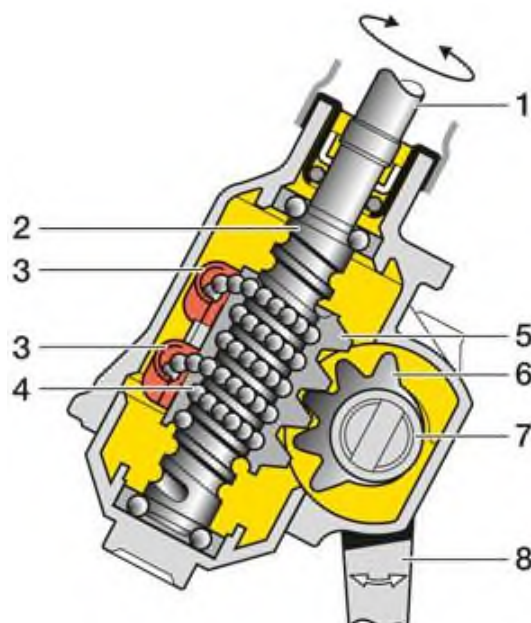
- **Běžná (jednoduchá) maticová převodka**

- převodku tvoří šroub s pohybovým závitem a bronzová matice. Matice se otáčením šroubu posunuje, pohyb se přenáší z matice přes kulisu na hřídel a řídicí páku.



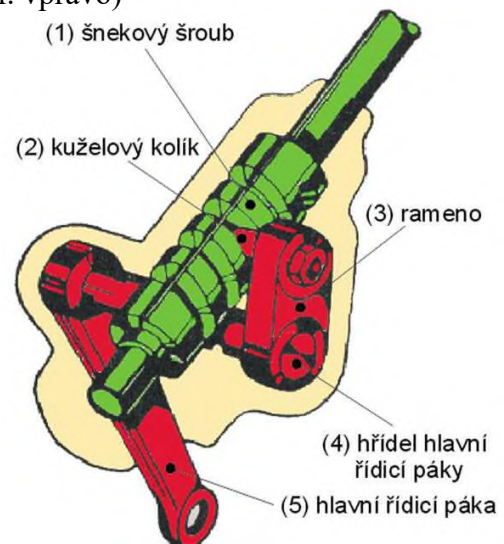
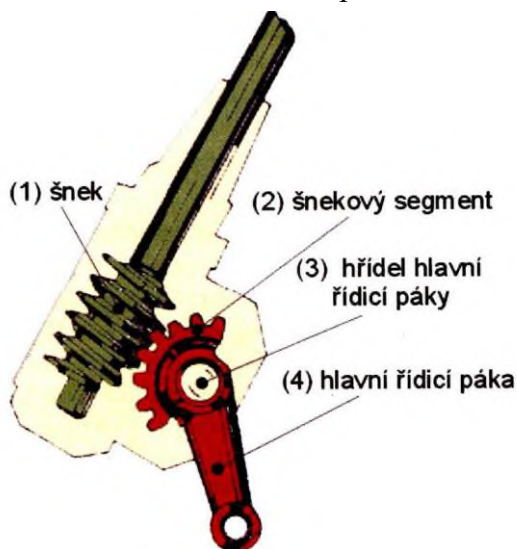
- **Maticová převodka kuličková**

- používá se u nákladních vozidel a autobusů spolu s integrovaným hydraulickým posilovačem řízení
- pro snížení třecích ztrát mezi maticí (5) a šroubem (2) se používají ocelové kuličky (4), které obíhají mezi závity šroubu a matice. Začátek a konec závitu je spojen trubicou (3) naplněnou rovněž kuličkami tak, že je vytvořen jejich uzavřený okruh. Otáčením šroubu (hřídelí volantu (1)) se posouvá matice, jejíž ozubení v dolní části zapadá do ozubeného segmentu (6), který pomocí hřídele (7) natáčí řídicí páku (8).



- **Šneková**

- dříve se používala jako jedna z nejpoužívanějších u nákladních automobilů, dnes se příliš nepoužívá.
- Druhy:
 - šneková převodka se segmentem (obr. vlevo)
 - šneková převodka s kladkou
 - šneková převodka s kolíkem (obr. vpravo)



Volant a hřídel volantu

Dnes se u všech motorových vozidel standardně používají bezpečnostní volanty a hřídele volantů. Z hlediska pasivní bezpečnosti řidiče při čelním nárazu vozidla vyhovují tyto konstrukční varianty:

- dvoudílný hřídel volantu
- dělený hřídel volantu
- vícedílný hřídel volantu

Řídící tyče

Účel

- Přenos pohybu z převodky řízení na rejdivá kola.
- Přenos síly a její změna dle potřeby.
- Nastavení vzájemné polohy rejdivých kol.

Hlavní části

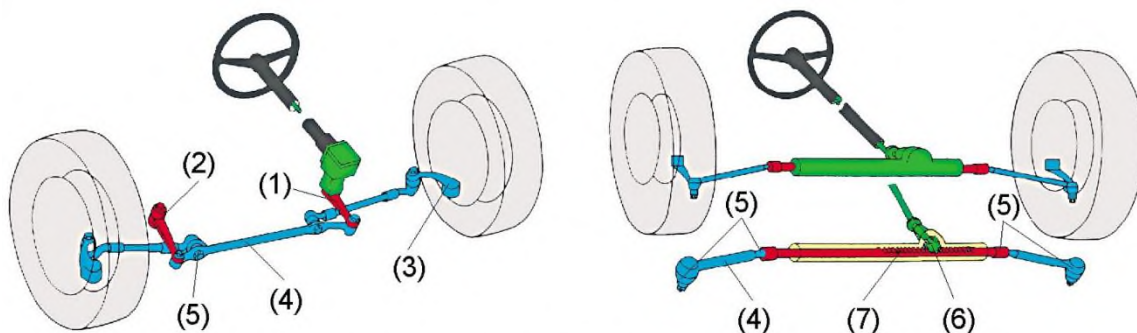
- Spojovací řídicí tyče,
- Kulové klouby řízení,
- Řídící páky.

Uspořádání spojovacích řídicích tyčí

- **Spojovací řídicí tyče u tuhé nápravy**

- Kola nemohou měnit vzájemnou polohu.
- Lichoběžník řízení zůstává stejný.

- Je použita jednodílná spojovací tyč.
- **Spojovací řídicí tyče u výkyvné nápravy**
 - U nezávislého zavěšení kol se při propérování pohybují kola nezávisle na sobě a jejich dráha může být různě velká.
 - Kolové páky řízení nemohou být propojeny jednou spojovací tyčí.
 - Došlo by totiž ke zvýšenému namáhání, změnám sbíhavosti kol a zvýšenému opotřebení pneumatik.
 - Používají se tedy dělené spojovací tyče.



a) uspořádání částí maticového popř. šnekového řízení

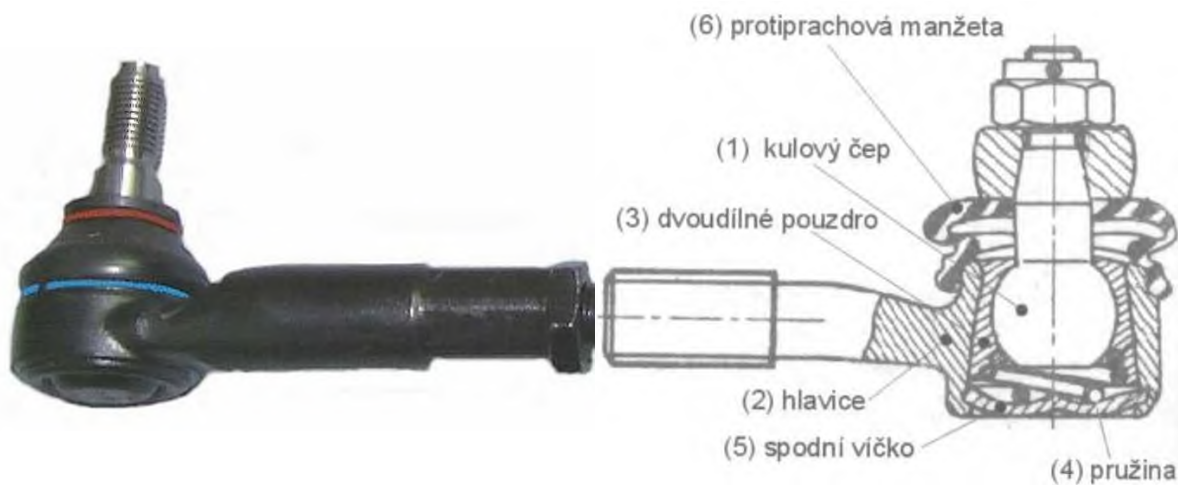
b) uspořádání částí hřebenového řízení

- (1) - hlavní řídicí páka
- (2) - pomocná řídicí páka
- (3) - kolová řídicí páka
- (4) - spojovací řídicí tyč

- (5) - kulový kloub
- (6) - pastorek
- (7) - hřebenová tyč

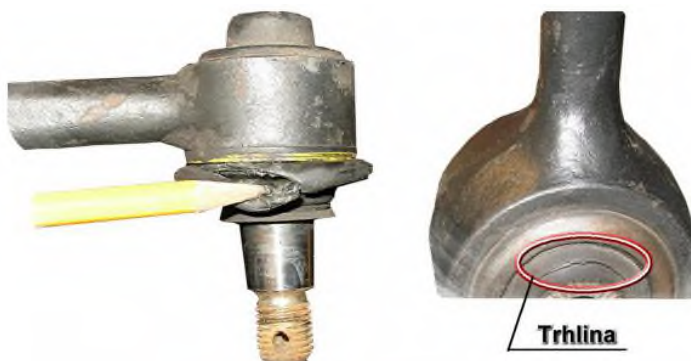
Kulové klouby řízení

- Spojují řídicí tyče a řídicí páky.
- Umožňují prostřednictvím závitů nastavení požadované sbíhavosti rejdových kol.
- Od převodky řízení se pohyb přenáší soustavou pák a řídicích tyčí.
- Jejich vzájemný pohyb není rovinný, ale prostorový.
- Proto se používají ke spojení kulové klouby.



Kontrola řízení

- Kontroluje se zejména zda v řízení není příliš velká vůle.
- Dále se kontroluje stav manžet, např. na řídicích tyčích nebo na kulových kloubech řízení.



- Obecně se kontroluje nepoškozenost jednotlivých částí řízení.
- Další kontrola spočívá ve správné funkci posilovače řízení, u hydraulických posilovačů se kontroluje dostatečné množství oleje a těsnost systému.
- Spolu s řízením se kontroluje i geometrie řídicí nápravy, protože právě ta má významný vliv na říditelnost vozidla, bezpečnost jízdy a opotřebení pneumatik, na základě kterého lze diagnostikovat špatnou geometrii. Na STK se kontroluje sbíhavost kol.

7) Posilovače řízení

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží ve vozidle řízení? (účel řízení)
- Popište umístění řízení na vozidle.
- Jaké požadavky jsou kladeny na řízení?
- Vyjmenujte jednotlivé části řízení.
- Vysvětlete, k čemu slouží posilovače řízení? (účel posilovače)
- Vyjmenujte jednotlivé konstrukční druhy posilovačů řízení?
- Proveďte konstrukční popis jednotlivých druhů posilovačů a vysvětlete jejich princip činnosti.

Účel

- Natočením kol do rejdu měnit směr jízdy.
- Umožnit rozdílný úhel rejdu rejdových kol při průjezdu zatáčkou.
- Dostatečně zvětšit silový moment pro ovládání rejdových kol.

Umístění na vozidle

- Ovládací orgán (volant) je umístěn v kabině řidiče.
- Části, které provádějí vlastní natáčení kol do rejdu, jsou na rejdové nápravě.
- Převodné části, které přenášejí pohyb z volantu na řídicí části, jsou jednak na rámu (samonosné karosérii) a jednak mezi rámem a řídicí nápravou.



Požadavky

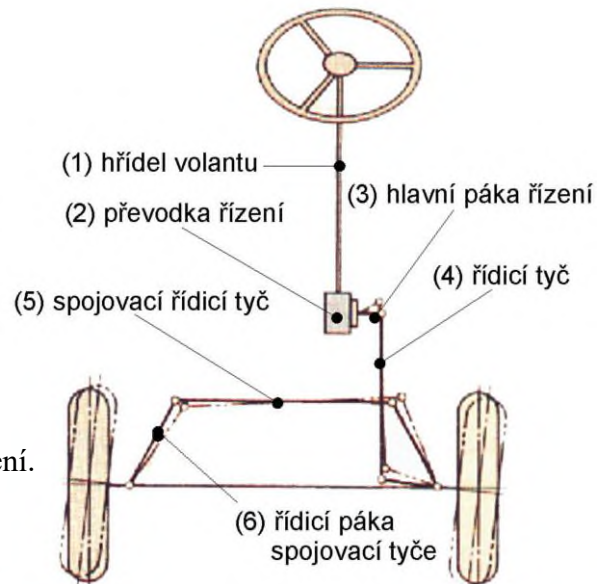
- snadná, rychlá a bezpečná ovladatelnost,
- řízená kola se po projetí zatáčky musí samovolně vracet do přímého směru,
- opotřebené části řídicího ústrojí a vzniklé vůle musí být tak malé, aby v žádném případě nehrozilo nebezpečí uvolnění spojení a nedošlo tak k ohrožení bezpečnosti provozu,

- všechny součásti řízení se musí opravovat pouze tak, aby nebyla nepříznivě ovlivněna struktura materiálu a aby nebyl materiál z pevnostního hlediska nedovoleně oslaben, tj. i prosté rovnání ohybem za studena i za tepla, tzn., že diagnostické zjištění deformace znamená vyřadit součástku z provozu.
- kola se musí neustále odvalovat, nikoliv smýkat.

Hlavní části

- volant,
- hřídel volantu,
- převodka řízení,
- hlavní páka řízení,
- řídicí tyč,
- spojovací řídicí tyč,
- řídicí páka spojovací tyče,
- (posilovač řízení).

Pozn.: Na obrázku je znázorněné zjednodušené konstrukční schéma řízení.



Účel

- U vozidel s velkým zatížením řídicí nápravy (nebo více náprav) je pro natočení rejdivých kol nutná velká ovládací síla.
- Ovládací sílu je sice možné snížit použitím většího mechanického převodu (a většího průměru volantu), ale pak je pro natočení kol do krajních poloh potřeba příliš mnoho otáček volantu.
- **Základním úkolem je tedy snížení ovládací síly na volant při běžném převodu řízení a tím i snížení svalové únavy řidiče.**

Druhy posilovačů řízení

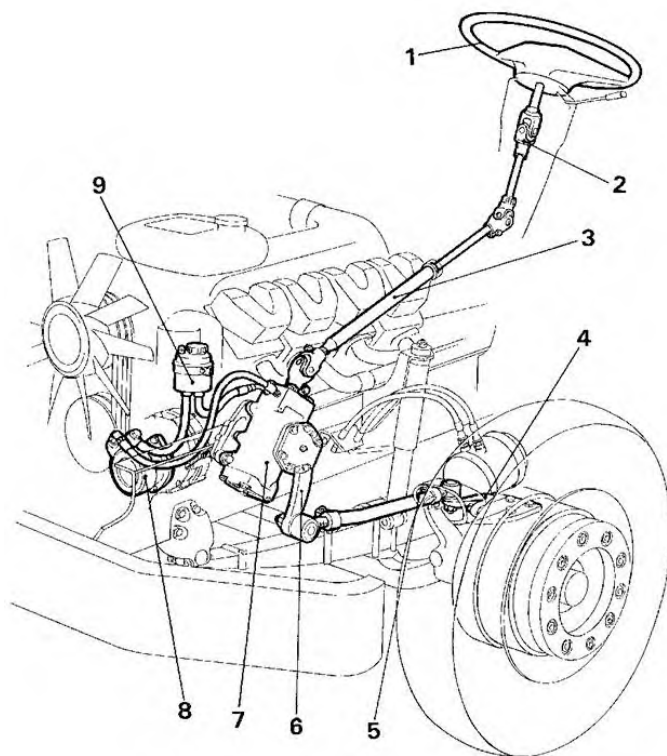
- pneumatický posilovač řízení (dlouhou dobu se už nepoužívá)
- hydraulický posilovač řízení
- elektrohydraulický posilovač řízení
- elektromechanický posilovač řízení

Řízení s hydraulickým posilovačem

- Skládá se z obvyklých částí, ale je opatřeno převodkou řízení, ve které je dvojčinný pracovní píst a připojeným hydraulickým řízením.
- Tlak oleje (150-170 bar) potřebný pro posilovací účinek vytvoří vysokotlaké olejové čerpadlo, které je spojeno se zásobníkem a poháněno spalovacím motorem.
- V závislosti na natočení volantu řídicí ventil přepouští tlakový olej na jednu nebo druhou stranu pracovního pístu, který pak pomáhá k natočení kol do rejdu.
- Takto vzniklý posilovací účinek snižuje sílu potřebnou k ovládání volantu.
- Zařízení musí být provedeno tak, aby bylo vozidlo ovladatelné i při poruše, i když s podstatně větší silou.

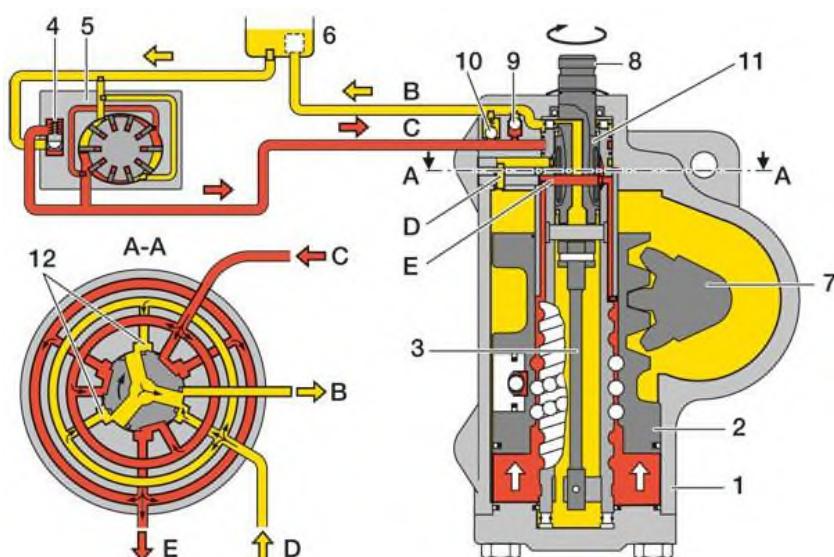
Konstrukční popis

- 1) volant
- 2) horní část sloupku řízení
- 3) spodní část sloupku řízení
- 4) řídící páka (levá)
- 5) řídící tyč
- 6) hlavní páka řízení
- 7) převodka řízení
- 8) hydraulické čerpadlo
- 9) olejová nádrž + filtr



Princip činnosti

- Při přímé jízdě je řídící ventil nastaven tak, aby olej proudil z olejového čerpadla přes řídící ventil zpět do čerpadla. Na obou stranách pracovního pístu je stejný tlak, píst se v pracovním válci (v převodce řízení) nepohybuje.
- Při natočení volantu se pootočí i řídící ventil. Tím se otevře přívod oleje z čerpadla do jedné části pracovního válce a současně je z druhé části olej čerpadlem odčerpáván. Na jedné straně se tlak zvýší na opačné naopak poklesne.
- Pracovní píst svým pohybem podporuje posun ozubeného segmentu a tím posiluje ovládací sílu řízení.



- 1) skříň převodky řízení
- 2) pracovní píst
- 3) torzní prvek
- 4) ventil omezující průtok
- 5) lopatkové olejové čerpadlo
- 6) olejová nádrž
- 7) ozubený segment
- 8) volantová tyč
- 9) sací ventil
- 10) přetlakový ventil
- 11) řídící ventil
- 12) axiální drážka
- A-A) řez řídícím ventilem
- B) návrat oleje do nádržky
- C) vstup oleje od čerpadla
- D) návrat oleje z horní komory
- E) tlakový olej do spodní komory

Řízení s elektrohydraulickým posilovačem

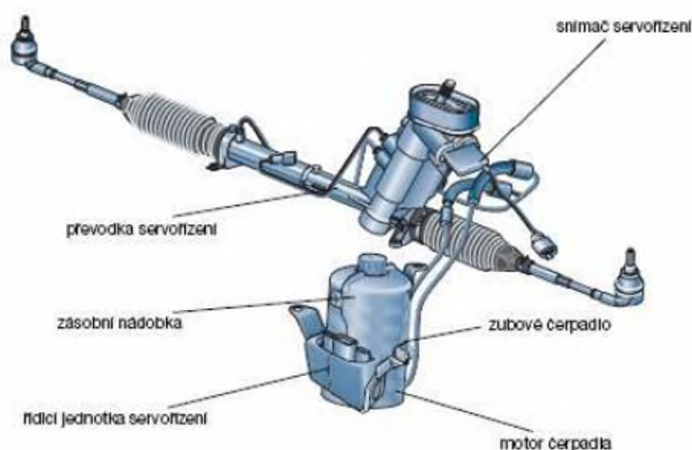
- Jedná se o posilovač s modulovaným tlakem.

- Pracuje v závislosti na rychlosti vozidla.
- Řídící jednotka pomocí snímače rychlosti vozidla redukuje posilovací účinek.
- Plný posilovací účinek je k dispozici při nízké rychlosti $\Rightarrow$ parkování.
- S rostoucí rychlostí je posilovací účinek stále více redukován.

Hlavní výhody

Zvýšení komfortu – při parkovacích manévrech je posilování větší, při vyšších rychlostech naopak menší, řízení je tužší, což přispívá k větší bezpečnosti provozu.

Snížení spotřeby paliva – spotřeba energie odpovídá okamžitým potřebám a nezávisí na provozním stavu spalovacího motoru.

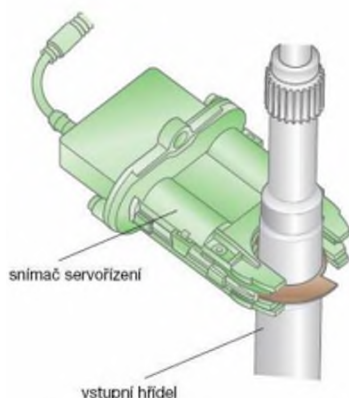
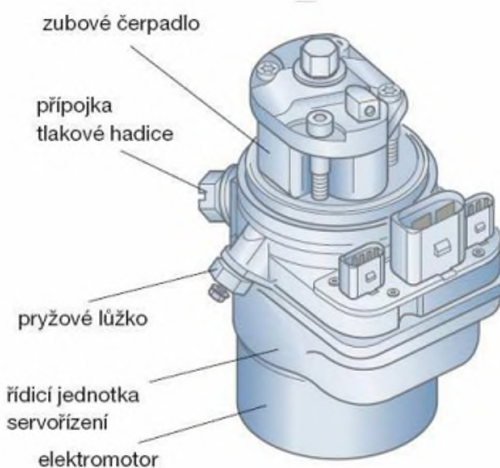


Princip činnosti

Vstupními signály jsou:

- Otáčky spalovacího motoru
- Rychlost jízdy
- Rychlost otáčení volantem.

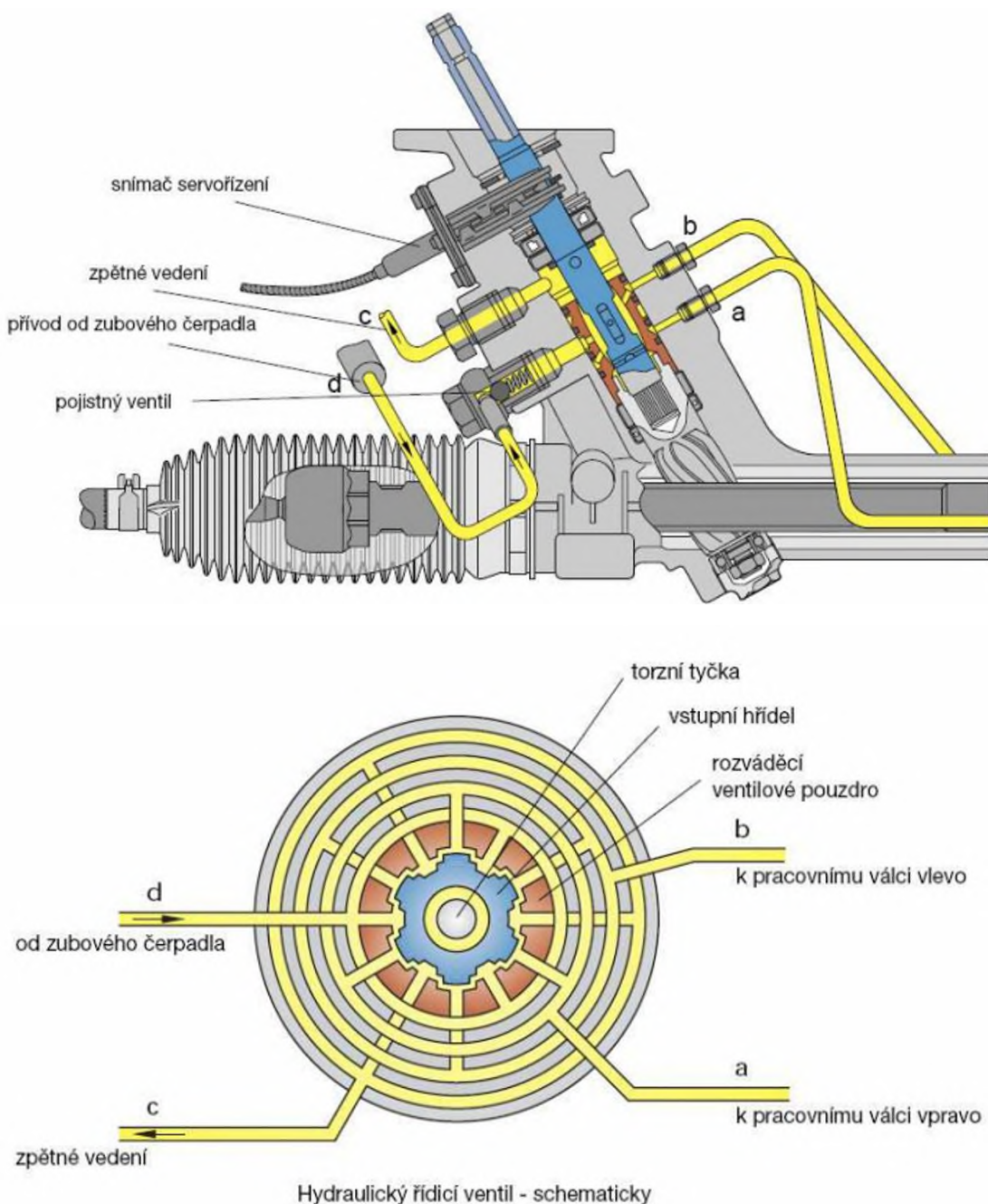
Na základě těchto signálů dochází k pohonu zubového čerpadla, který závisí na rychlosti otáčení volantem a na rychlosti jízdy.



Pomocí signálu snímače servořízení rozpoznává řídící jednotka pohyby volantem. Čím vyšší je rychlost otáčení volantem, tím vyšší jsou otáčky zubového čerpadla a dopravované množství hydraulického oleje.

V hydraulickém řídicím ventilu je umístěna (stejně jako u běžného servořízení) torzní tyčka, která je na jednom konci spojena se vstupním hřídelem a na druhém konci

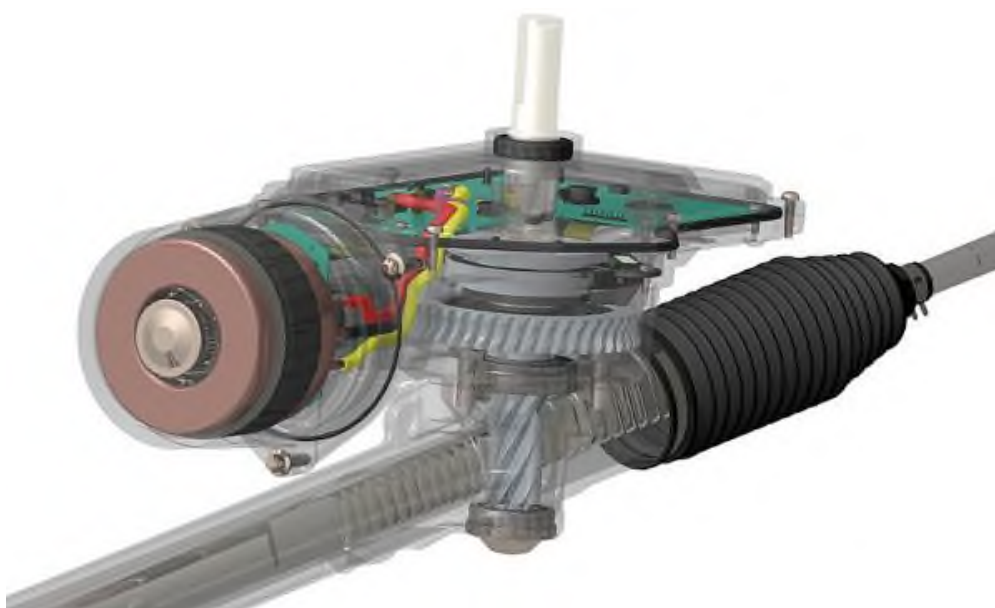
s pastorkem řízení a rozváděcím pouzdem. Torzní ryč udržuje vstupní hřídel a rozváděcí ventilové pouzdro při přímé jízdě v neutrální poloze. Snímač servořízení nezaznamenává žádný úhel natočení volantu. Olej protéká takřka bez tlaku hydraulickým řídicím ventilem a vrací se z něj zpětným vedením do zásobní nádoby.



Řízení s elektromechanickým posilovačem

- Princip snímání silového momentu na hřídeli volantu je obdobný jako u hydraulických posilovačů.
- Hřídel volantu je dělený.
- Do přerušného hřídele volantu je vložena skříňka, která obsahuje deformační člen, snímač zkrutného momentu a další elektrické prvky, které nahradily hydraulické části tedy:

- Motor elektromechanického posilovače,
- Přerušovací spojku,
- Řídící jednotku.



- Celý systém může být umístěn na hřídeli volantu pod přístrojovou deskou (obrázek níže) nebo na převodce řízení (obrázek výše).
- Optoelektronicky snímaný moment z torzní tyčky je předáván do řídící jednotky, ze které vychází impulsy řídicí moment elektromotoru, který vytváří posilovací účinek.
- Řídící jednotka zpracovává rovněž informace o rychlosti jízdy, jízdním pohodlí, požadavcích na výši posilovacího účinku a o činnosti elektronických brzdových systémů.



- Řidič si může volit posilovací účinek a rovněž i řídící jednotka může samočinně měnit posilovací účinek v závislosti na jednotlivých jízdních režimech (např. režim sport).
- Při závadě lze vozidlo řídit běžně bez posilovače.
- Při závadě dojde k rozpojení spojky mezi elektromotorem a pastorkem posilovače.

Výhody:

- snížení spotřeby paliva,
- nízká hmotnost a malý zástavový prostor,
- snadná a rychlá montáž,
- spolehlivost,
- možnost volby velikosti posilovacího účinku.

8) Geometrie podvozku

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlíte pojem geometrie podvozku.
- Na co má vliv geometrie podvozku?
- Vyjmenujte jednotlivé parametry geometrie podvozku.
- Jaké jsou obecné požadavky na správnost geometrie podvozku?
- Popište jednotlivé parametry geometrie podvozku.
- Popište, jak se projevuje nesprávně seřízená geometrie na opotřebení pneumatik.

Geometrie podvozku

U řízení a řídicího ústrojí jsou jednotlivé parametry zpravidla přímo využívány jako diagnostické signály. Je tomu tak zejména proto, že mechanismy podvozku jsou dobře přístupné přímé rozměrové kontrole a z hlediska předpisů o bezpečnosti provozu nelze přímou rozměrovou kontrolu ve většině případů nahradit. Na řiditelnost vozidla, bezpečnost jízdy a opotřebení pneumatik má při jízdě značný vliv geometrická poloha kol vozidla (geometrie zavěšení kol). Geometrie podvozku je dána:

- Vzájemnou polohou kol a náprav vozidla,
- Geometrií zavěšení kol (geometrie řídicí nápravy),
- Geometrií zadní nápravy.

V kontrole řízení má zásadní vliv souhrnný diagnostický signál – geometrie kol (podvozku). Jak plyne z pojmenování, geometrie se neváže pouze k řídicím, ale ke všem kolům vozidla. Náročnost geometrie podvozku plyne z množství faktorů, které mohou být změnou geometrie vyvolány – ovladatelnost, opotřebení mechanických dílů podvozku a pneumatik, hospodárnost plynoucí ze změny odporu valení atd.

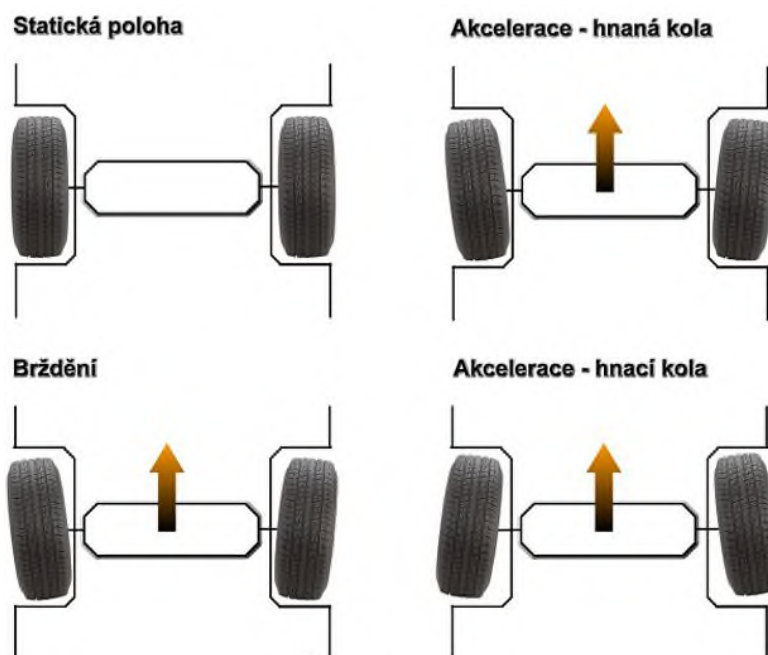
Pohybová křivka kola ve svislé ose je určena kinematikou nápravy. Změny polohy kola a rámu (karosérie) vyvolá i např. statické zatížení vozidla osobami či nákladem.

V provozu je model geometrie podvozku mnohem náročnější, neboť je nutné uvažovat i dynamické závislosti – setrvačné síly či gyroskopické momenty. Při akceleraci i deceleraci dochází ke změně pozice kol a náprav v důsledku působení sil na odpružení – viz obr níže.

Geometrie podvozku má přímý vliv na bezpečnost jízdy, jízdní stabilitu, opotřebení pneumatik a kmitání volantu. Aby se dosáhlo optimálních vlastností, musejí být kola řízené i neřízené nápravy ve správné poloze vzhledem k vozovce a směru jízdy.

Nesprávná geometrie podvozku se projevuje zejména:

- zvýšeným opotřebením pneumatik
- zvýšenou spotřebou paliva
- namáháním částí řízení a ložisek kol
- kmitáním volantu
- tzv. čtyřstopým vozidlem



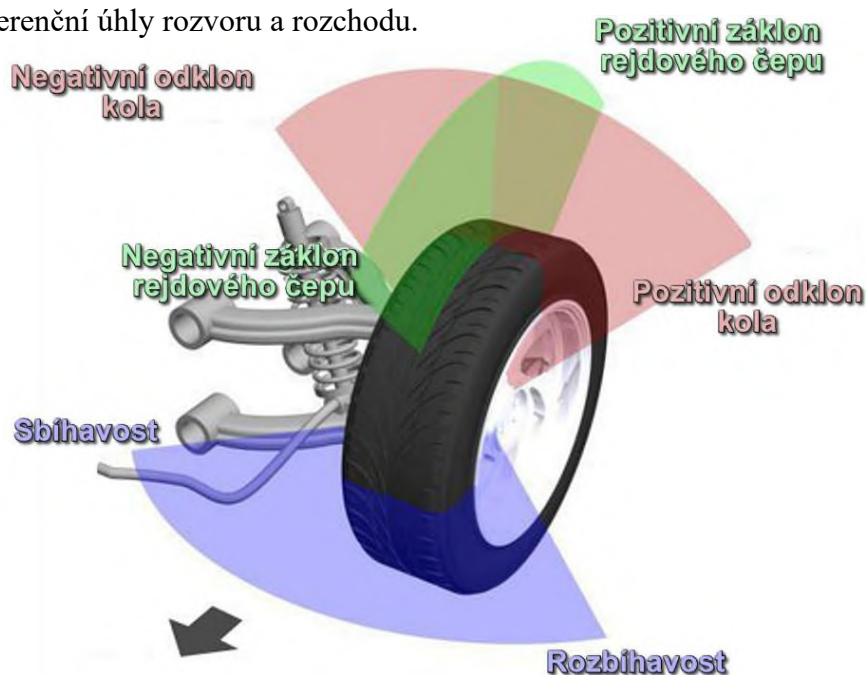
Parametry geometrie podvozku

Základní:

- Sbíhavost kol,
- Odklon kol,
- Příklon rejdového čepu (osy),
- Záklon rejdového čepu (osy),
- Diferenční úhel rejdů.

Rozšířené:

- Rovnoběžnost náprav,
- Přesazení kol,
- Diferenční úhly rozvoru a rozchodu.



Obecné požadavky na geometrii podvozku

Konstrukční rozmanitost podvozků je značná a proto existuje i široké spektrum zařízení a metod pro seřízení geometrie. Všechny by ale měly respektovat obecné požadavky na správnost geometrie podvozku:

- Všechny parametry geometrie leží v rozmezí stanoveném výrobcem.
- Osy náprav jsou kolmé na podélnou osu vozidla.
- Nápravy jsou symetrické k podélné ose vozidla a řídící kola v přímém směru jízdy mají průsečík sbíhavosti v této ose.
- Řízení je v centrální poloze, tzn., že, převodka řízení je ve středu svého rozsahu a volant svou polohou indikuje přímou jízdu.

Základní parametry

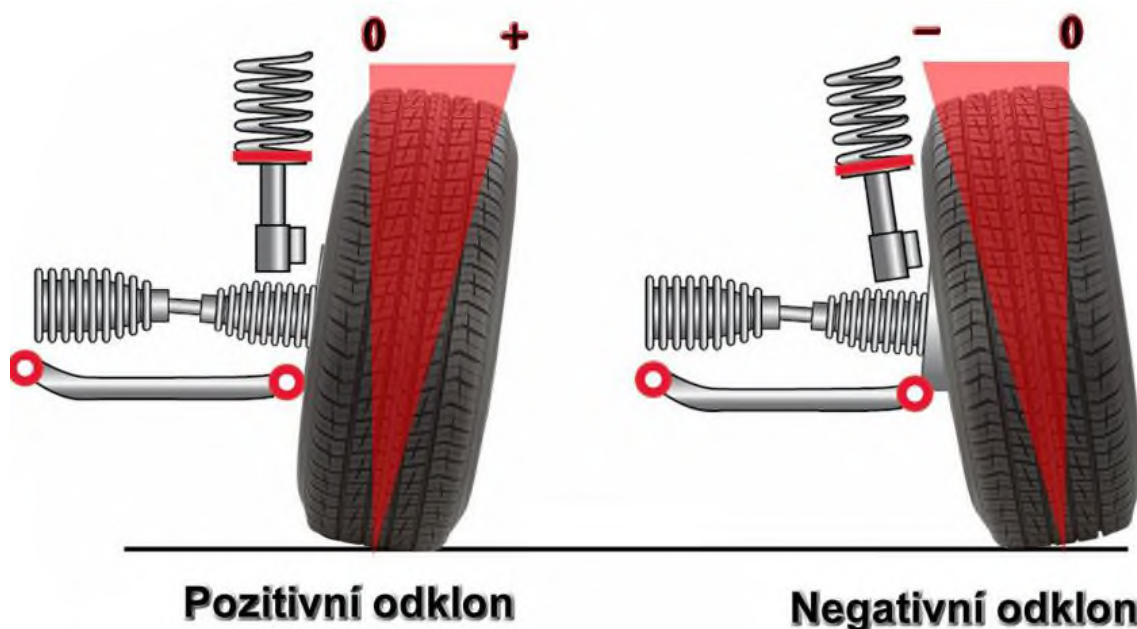
Odklon kola

Je to odchýlení střední roviny kola od roviny kolmé k vozovce. Úhel odklonu kola se udává v úhlových stupních a minutách. Odklon kola může být pozitivní nebo negativní (příklon).

Odklon, popřípadě příklon vytváří axiální (osovou) sílu, která zatěžuje kolová ložiska. Tím se brání kmitání („třepetání“) kol.

Pozitivní odklon: většina vozidel má u přední rejdové nápravy pozitivní odklon kola, který zlepšuje směrovou stabilitu vozidla při přímé jízdě a zmenšuje poloměr rejdu.

Negativní odklon: většina vozidel má u zadní nápravy negativní odklon kola (příklon), který zlepšuje boční vedení při jízdě zatáčkou, ale zvyšuje opotřebení vnitřní plochy běhounu pneumatiky.



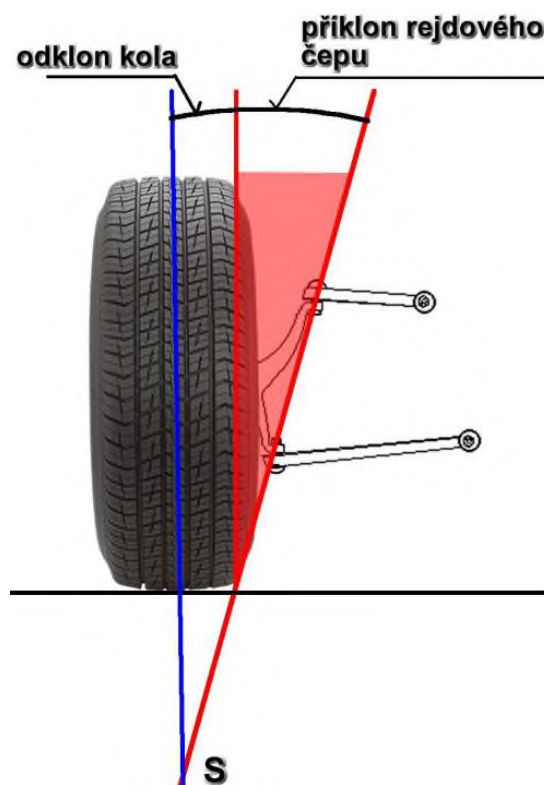
Příklon rejdové osy

Jedná se o úhel, který svírá rejdová osa s podélnou rovinou kolmou na vozovku. Udává se v úhlových stupních a minutách. Je dán konstrukčně uložením kola. Průsečík (S) rovin

odklonu kola a příklonu rejdového čepu určuje poloměr kružnice, po které se kolo při natočení řízení odvaluje.

Odklon kola a příklon rejdové osy spolu tvoří sdružený (součtový) úhel, jehož velikost při seřizování zůstává neměnná (čím je odklon kola větší, tím je menší příklon rejdové osy a naopak). Odklon a příklon společně určují velikost poloměru rejdu, udržují přímý směr jízdy a snižují ovládací síly na řízení.

Příklon rejdové osy způsobuje nadzvednutí přední části vozidla při natočení rejdových kol a vlivem zatížení přední nápravy se vytvoří vratný moment pro zpětné natočení kol do přímého směru (samočinné vrácení kol do přímého směru). Příklon také zabraňuje „třepetání“ kol.



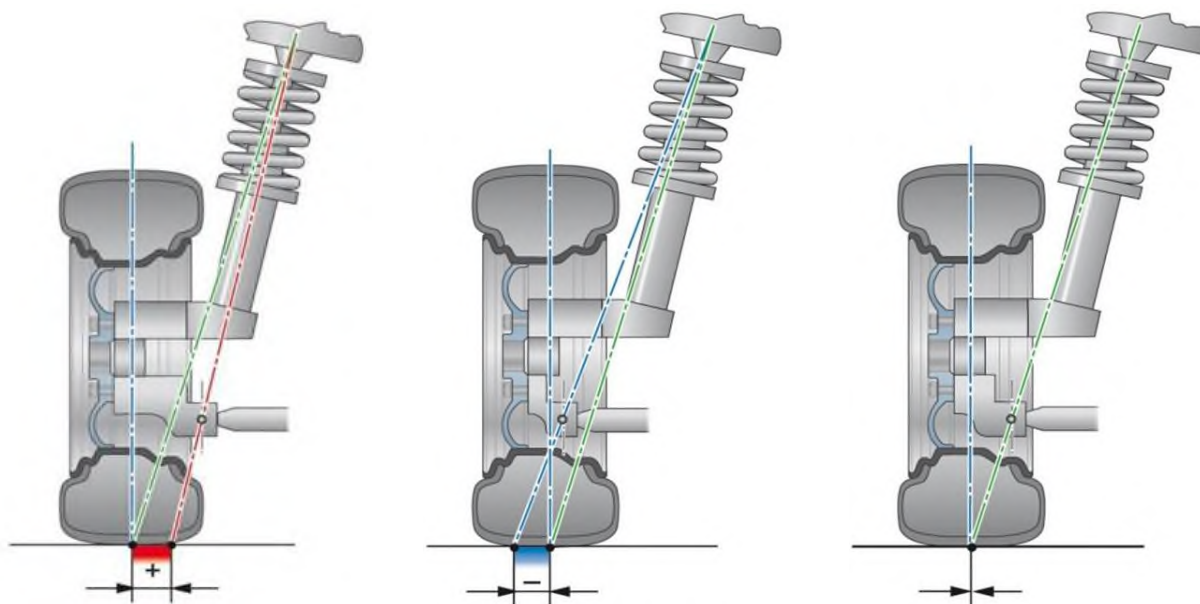
Poloměr rejdu

Je rameno, na kterém působí třecí síla mezi kolem a vozovkou. Je to vzdálenost středu stopy kola od průsečíku prodloužené rejdové osy s vozovkou. Rozlišujeme pozitivní, negativní a nulový poloměr rejdu.

Pozitivní poloměr rejdu (obr. níže vlevo): prodloužená rejdová osa protíná vozovku na vnitřní straně stopy pneumatiky. Při brzdění působící síla natáčí přední část kola ven (do rozbíhavosti). Pokud je rozdílná přilnavost kol, kolo s větší přilnavostí je natáčeno více ven a vozidlo „táhne“ do strany. Proto má být poloměr rejdu malý, ale přesto dostatečný pro zachování přiměřené ovládací síly řízení a zabránění „třepetání“ kol.

Negativní poloměr rejdu (obr. níže uprostřed): prodloužená rejdová osa protíná vozovku ve vnější polovině stopy pneumatiky. Brzdná síla působící na kolo vytváří stáčivý moment, který natáčí přední část kola dovnitř (do sbíhavosti), protože bod otáčení leží ve vnější části stopy kola. Pokud je při brzdění různá přilnavost kol, natáčí brzdná síla kolo s větší přilnavostí směrem dovnitř. Svým natáčením působí kolo proti „táhnutí“ vozidla na tu stranu, na které kola intenzivněji brzdí vlivem větší přilnavosti. Tento samočinný stabilizující účinek je zvláště důležitý při defektu pneumatiky přední nápravy.

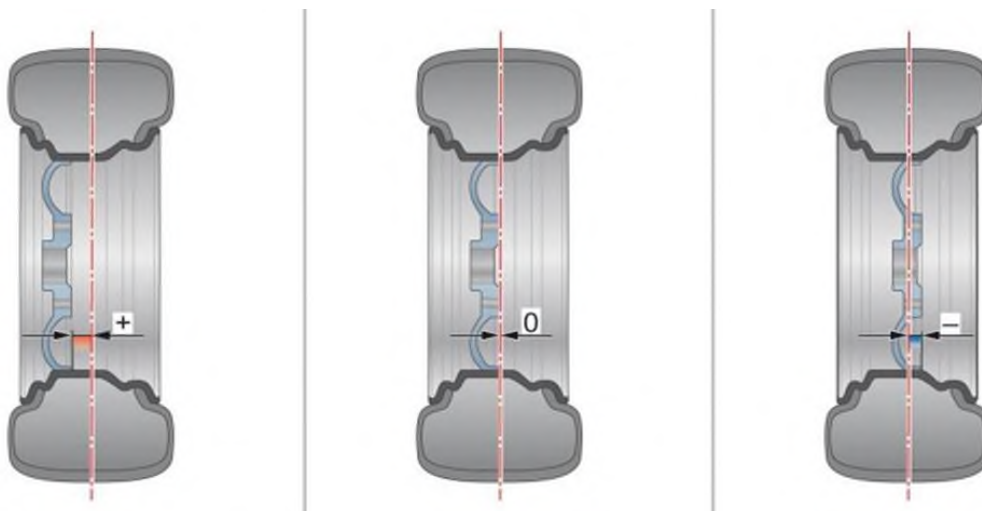
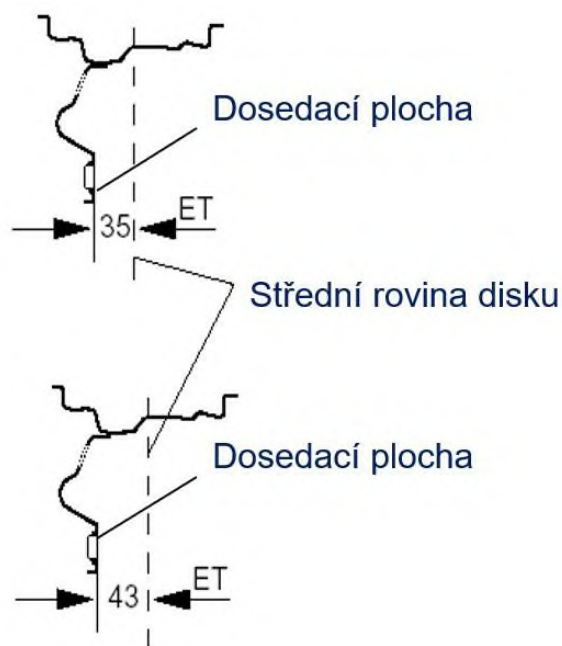
Nulový poloměr rejdu (obr. níže vpravo): prodloužená rejdová osa protíná vozovku přesně ve středu stopy pneumatiky. Kola se natáčí do rejdu na místě, u stojícího vozidla je nutná velká síla v řízení pro natočení kol do rejdu. Při brzdění je kolo natáčeno ven, ale natáčecí moment je podstatně menší než u pozitivního poloměru rejdu.



Zális - ET (prolisování disku)

Je dáno vzdáleností střední roviny kola od dosedací plochy kola, kterou je kolo opřeno o náboj kola. Ovlivňuje rozchod kol, poloměr otáčení a rameno rušivých sil.

Pozor: použití disků na vozidle s jiným ET, než předepisuje výrobce, nebo použití podložek mezi náboj kola a disk, vede ke změnám poloměru rejdu kola a tím ke změnám jízdních vlastností, které mohou vést k nadměrnému a nestandardnímu opotřebení pneumatik nebo kontaktu kola s karoserií. Čím větší hodnota ET, tím je kolo více vsazeno do podběhu.



Záklon rejdové osy

Je to úhel, který svírá rejdová osa a kolmice k vozovce ve svislé ose kole. Záklon většinou určujeme jako úhel v úhlových stupních a minutách. Pokud se protáhne osa rejdového čepu k vozovce, pak průsečík na vozovce značí tzv. zavlek kola, je-li tento průsečík za kolem, pak se jedná o předvlek. V tomto případě se udává v milimetrech. Je-li kolo tlačené, jedná se o pozitivní záklon. Je-li kolo tažené, jedná se o negativní záklon (předklon) rejdové osy.

Pozitivní záklon (tlačené kolo): v tomto případě jsou kola vlečena a stabilizována v přímém směru. Působením záklonu je vnitřní kolo při natočení v zatáčce nadzvedáváno a vnější kolo stlačováno. Tím se vytváří vratný moment, který působí vrácení kol do přímého směru po projetí zatáčkou. Osobní automobily s motorem vzadu, u kterých je přední náprava méně zatížena, mají větší úhel záklonu, než vozidla s motorem vpředu.

Negativní záklon nebo také předklon (vlečené kolo): používá se u některých vozidel s pohonem předních kol a způsobuje zmenšení vratného momentu při jízdě v zatáčce. Tím se brání příliš intenzivnímu vrácení kol do přímého směru.

Záklon společně s příklonem ovlivňují velikost vratného stabilizujícího momentu, který působí na kola v rejdu, stabilizují kola v přímém směru jízdy a zabráňují jejich „třepetání“.

Sbíhavost

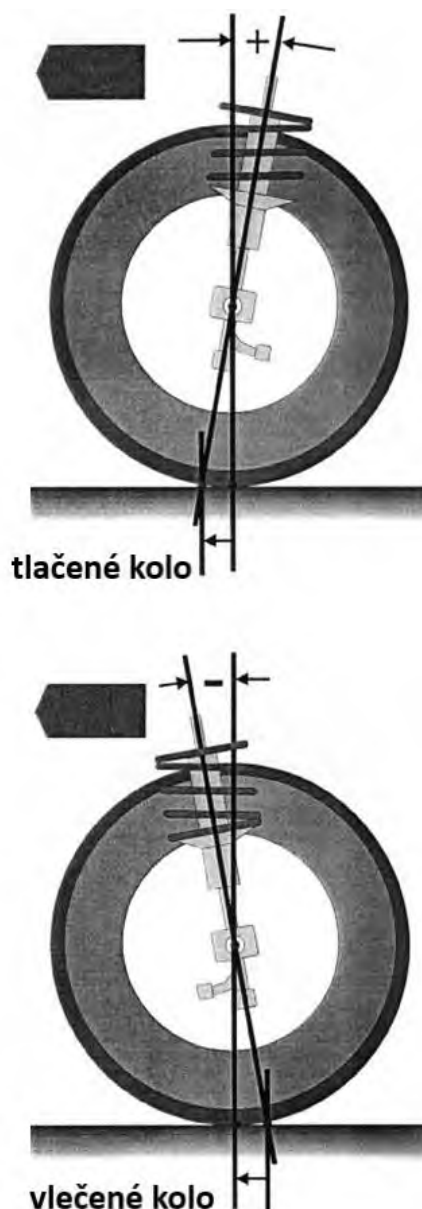
Je rozdíl vzdáleností mezi vnitřními okraji ráfků kol při postavení kol do přímého směru. Měření se provádí ve vodorovné rovině procházející středy kol, určuje se pro obě kola společně v milimetrech nebo úhlových stupních a minutách. Rozlišuje se:

$$\text{sbíhavost } (l_2 - l_1) > 0$$

$$\text{nulovou sbíhavost } (l_2 - l_1) = 0$$

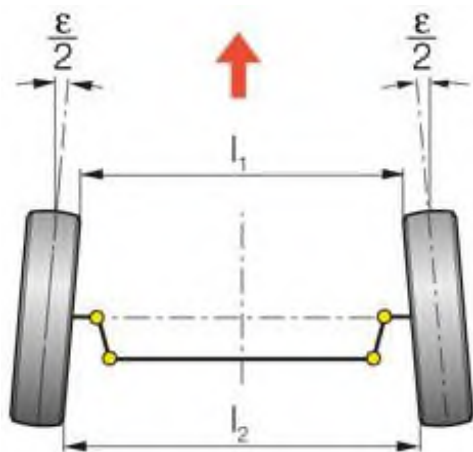
$$\text{negativní sbíhavost (rozbíhavost) } (l_2 - l_1) < 0$$

Přední kola vozidel s pohonem zadní nápravy při pozitivním poloměru rejdu mají snahu se natáčet svou přední částí ven (do rozbíhavosti). Nastavením sbíhavosti zabráníme kmitání kol a zlepšíme směrovou stabilitu v přímé jízdě.

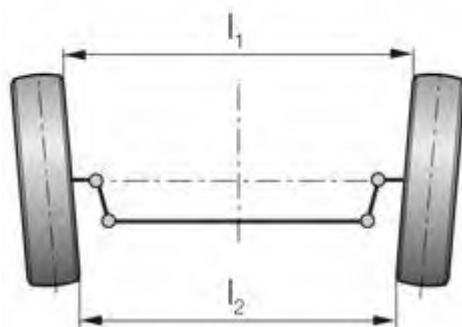


U vozidel s předním pohonem se vzhledem k působení hnací síly přední kola natáčí dovnitř (do sbíhavosti). Proto se u těchto vozidel často nastavuje rozbíhavost, pokud však mají rejdová kola negativní poloměr rejdů, používá se sbíhavost (např. koncernové vozy).

Sbíhavost



Rozbíhavost

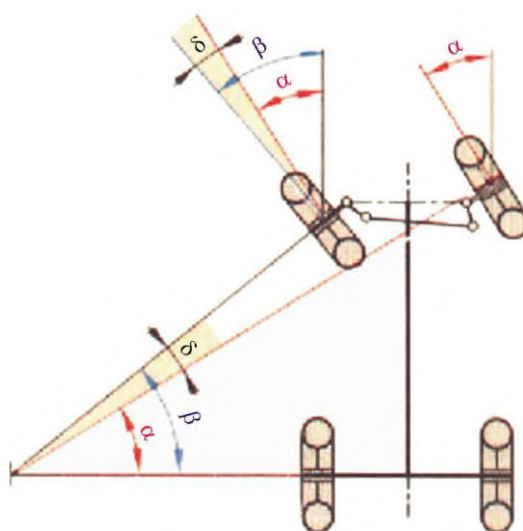
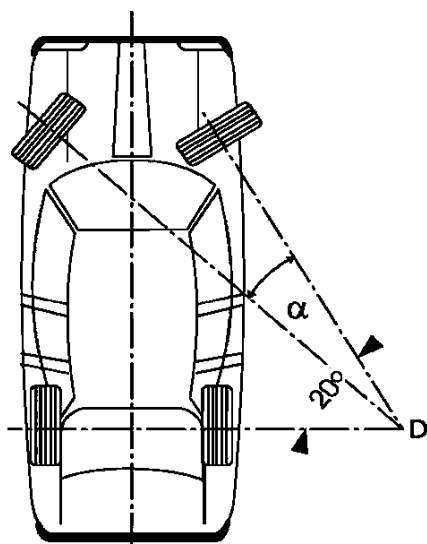


Diferenční úhel rejdů

Je úhel, o který je vnitřní kolo natočeno více než vnější při průjezdu zatáčkou. Každé kolo téže nápravy, vnitřní i vnější se v zatáčce pohybuje po různě dlouhé dráze, dané různým poloměrem této dráhy. Konstrukce lichoběžníku řízení zajišťuje při jízdě v zatáčce různé natočení protilehlých kol přední nápravy, přičemž prodloužené osy vychýlení daných kol se teoreticky protínají na prodloužené ose zadních kol. Diferenční úhel se různým natočením řízení stále mění, avšak musí mít stejnou hodnotu při stejném natočení vlevo i vpravo. Není-li tomu tak, pak se jedna z pneumatik více či méně smýká.

Nejčastější příčinou chybného rozdílu rejdů bývá neodborné seřizování sbíhavosti změnou délky jen jedné řídicí spojovací tyče u hřebenového řízení nebo ohnutou řídicí pákou. Tím se nejenom změní poloha příčky volantu, ale hlavně poruší lichoběžník řízení.

Velikost diferenčního úhlu se obvykle zjišťuje při natočení vnitřního kola do rejdu o 20°. Jeho měření je nutné při kontrole lichoběžníku řízení. Diferenční úhel má značný vliv na jízdní vlastnosti vozidla a opotřebení pneumatik.



Rozšířené parametry

Rovnoběžnost náprav (diferenční úhel os)



Přesazení kol



Diferenční úhel rozvoru

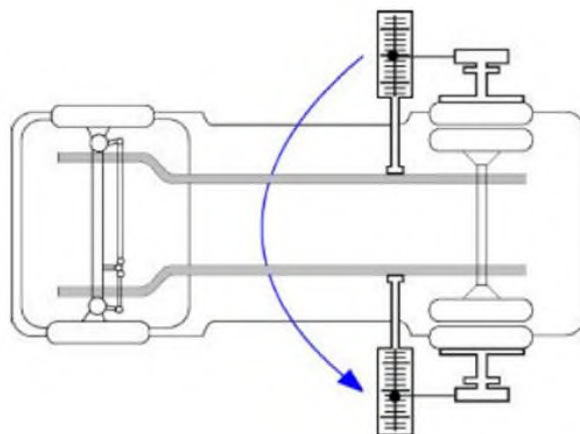


Stranové přesazení nápravy



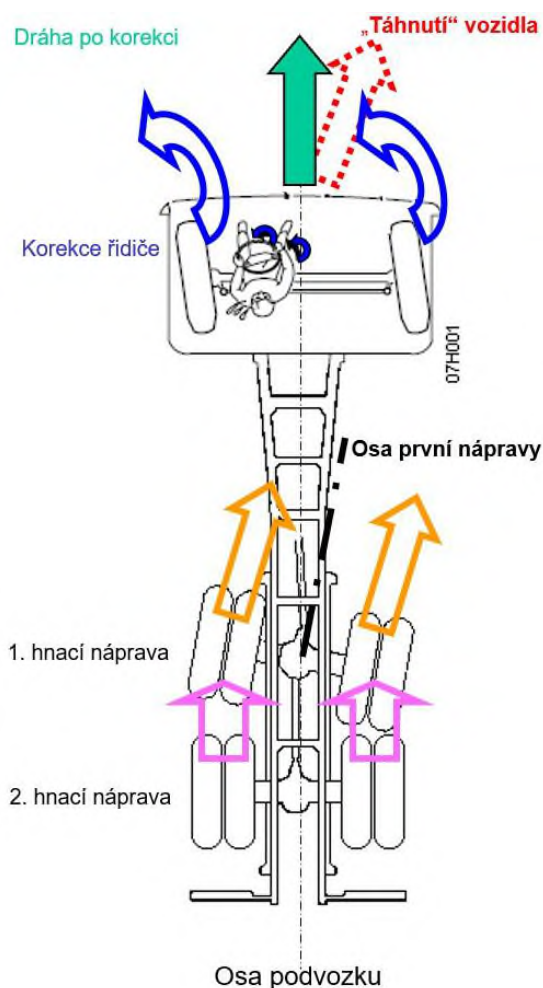
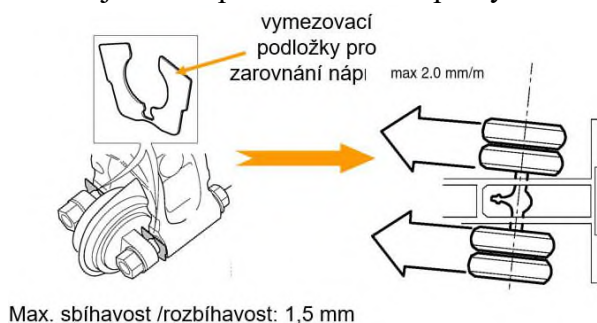
Přesazení náprav vůči rámu

Je přesazení nápravy vzhledem k podélné ose vozidla. Vyjadřuje se jako polovina rozdílu vzdáleností odečtené na pravé a levé straně. Má význam u užitkových vozidel a u nákladních vozidel je nutné ji kontrolovat u všech (obou) zadních náprav.



Např. táhnutí vozidla do strany může být v některých případech důsledkem nesprávné polohy náprav, poněvadž hnací náprava, přenášející hnací sílu určitým směrem, může způsobit směrovou odchylku vozidla, což ilustruje obrázek vpravo.

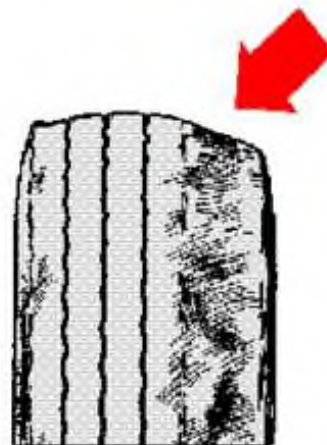
Osa druhé hnací nápravy je dokonale kolmá na osu podvozku. Osa první hnací nápravy není přesně kolmá na osu vozidla. Druhá náprava jede přímo v ose podvozku. První hnací náprava „táhne“ doprava. Pokud bude volant přímo, bude vozidlo táhnou doprava. Korekce pootočením volantu vlevo, řidič kompenzuje táhnutí vozidla vpravo. Pak vozidlo jede přímo. Obrázek níže ukazuje řešení pro zarovnání nápravy.



Opotřebení pneumatik jako diagnostický signál

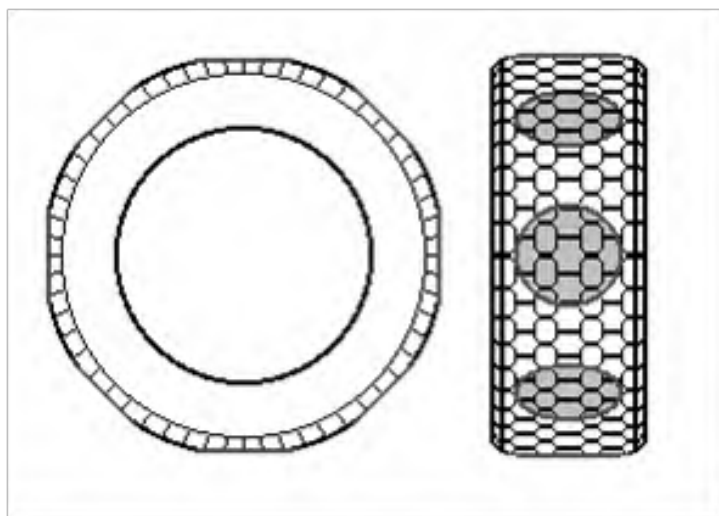
Jednostranné opotřebení

- příliš negativní odklon - pneumatika je sjetá na vnitřní straně
- rozbíhavost – pneumatika je osmýkaná na vnitřní straně
- příliš pozitivní odklon – pneumatika je sjetá na vnější straně
- sbíhavost - pneumatika je osmýkaná na vnější straně



Plošky způsobené kmitáním

špatné tlumiče
vytlučené klouby náprav
nevyvážená kola



Opotřebení na vnější a vnitřní hraně

Špatný diferenční úhel rejdů

Příliš nízký tlak vzduchu v pneumatice



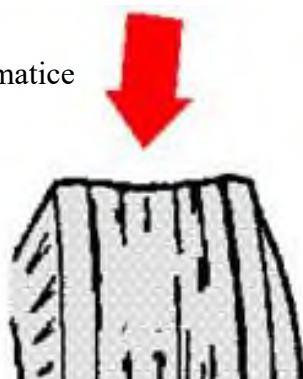
Pilovité opotřebení

příliš velká sbíhavost nebo rozbíhavost



Středové opotřebení

Příliš vysoký tlak vzduchu v pneumatice



9) Nápravy – účel, umístění na vozidle, rozdělení, zavěšení kol, uložení kola na nápravě

Odborné otázky/úkoly:

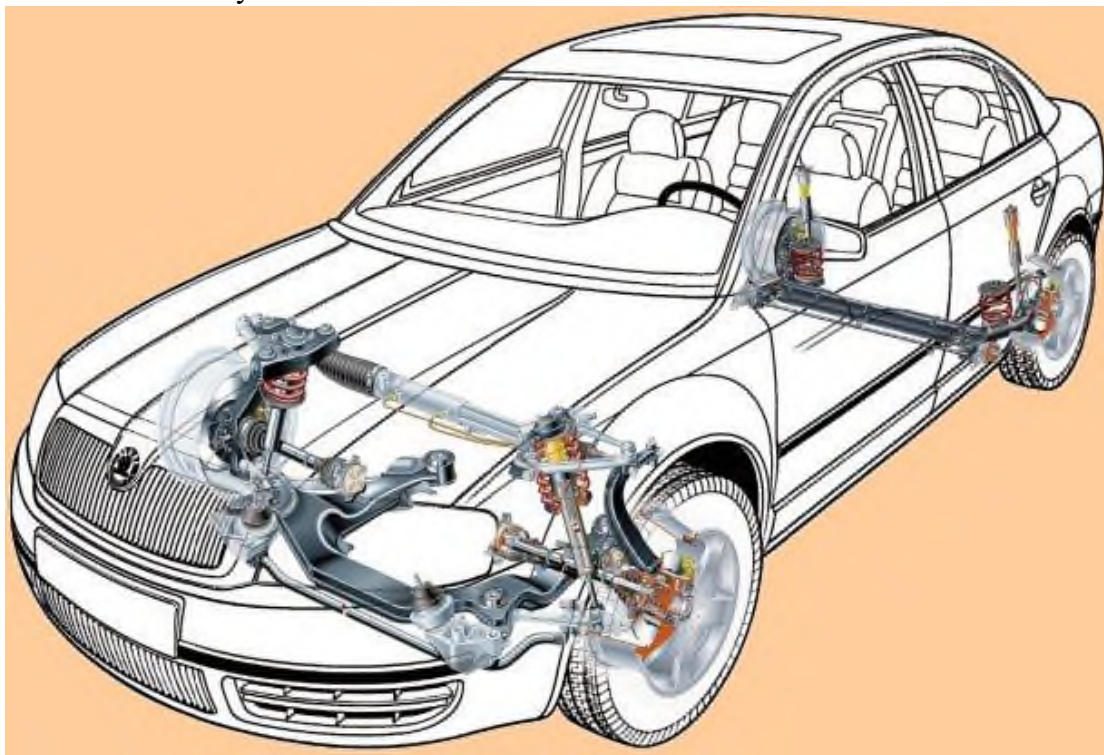
- Vysvětlete, k čemu slouží náprava vozidla? (účel náprav)
- Popište umístění nápravy ve vozidle.
- Jaké požadavky jsou kladeny na nápravy?
- Vysvětlete, jaké funkce musí plnit zavěšení kol a stručně je popište.
- Proveďte rozdělení náprav a vyjmenujte jednotlivé typy náprav používané v motorových vozidlech.
- Popište způsoby uložení kola na nápravě
- Popište kontrolu zavěšení kol na vozidle.

Účel

- Nést tíhu vozidla a přenášet jí na kola.
- Přenášet hnací, brzdné a boční síly mezi kolem a rámem (samonosnou karosérií).
- Umožnit odpružení vozidla pomocí pružin, které jsou umístěny mezi nápravami a rámem nebo samonosnou karosérií.

Umístění na vozidle

- Nápravy jsou umístěny pod rámem (karosérií) a to podle konstrukce buď úplně (tuhé nápravy), nebo částečně (ostatní druhy).
- Nápravy neboli zavěšení kol tedy tvoří spojení mezi rámem nebo samonosnou karosérií a koly vozidla.



Požadavky

- jízdní bezpečnost,
- co možná největší přizpůsobivost aktuálním jízdním podmínkám,
- požadovaná ovladatelnost vozidla,
- komfort jízdy,
- zajištění minimálního a zároveň rovnoměrného opotřebení pneumatik,
- zachycovat rázy od kol způsobené přejezdem po nerovnostech na vozovce,
- co největší životnost.

Funkce zavěšení kol

- **Vedení kola**
 - Umožňuje propnutí kol vůči rámu (karosérii).
 - Udržuje požadovanou geometrii řízení, což je klíčové pro správné odvalování kola.
 - Eliminuje nežádoucí pohyby kola, neboť správný směr vedení kola musí být zajištěn nejen při přímé jízdě po rovné vozovce, ale také při jízdě zatáčkou nebo při přejezdu nerovností, kdy se vlivem propnutí kol rychle mění vzdálenost kol od karosérie automobilu.
 - Kola by měla být ideálně stále kolmá na vozovku ve všech jízdních režimech, aby byla zajištěna co možná největší styčná plocha pneumatiky s vozovkou, aby byl zajištěn co možná největší přenos bočních vodících sil umožňující rychlé a bezpečné průjezdy zatáčkami.
- **Přenos síly**
 - **Svislé** (zatížení vozidla)
 - **Podélné** (hnací, brzdné)
 - **Příčné** nebo také boční (při jízdě zatáčkou)
- **Přenos momentů**
 - **Hnací**
 - **Gyroskopický** – při propnutí nápravy a naklápění karosérie mění rotující kolo hodnotu odklonu. Tato změna vytváří gyroskopický moment, který způsobuje kmitání volantu a neklid řízení.
 - **Moment klopení karosérie** – způsobuje naklápění karosérie vozidla při průjezdu zatáčkou vlivem odstředivé síly. Je to nežádoucí jev, který by měl být co nejvíce minimalizován. Dochází k velkému přenosu silového zatížení mezi levou a pravou stranou vozu. Pro dosažení ideální přilnavosti pneumatiky s vozovkou je podstatné, aby zatížení vnitřního a vnějšího kola při průjezdu zatáčkou bylo přibližně stejné. Jedním z prvků zabráňujících klopení karosérie jsou stabilizátory, které umožňují přenos zatížení mezi koly jedné nápravy.

Rozdělení náprav

- **Dle konstrukce**
 - Tuhé
 - Výkyvné
 - Víceprvkové
- **Dle vztahu k pohonu vozidla a k řízení**

- **Hnací** – kyvadlová, resp. úhlová – např. zadní náprava Škody 120, resp. 130,
- **Hnaná** – kliková – např. zadní náprava Octavia I,
- **Hnací, řídící** – McPherson – např. přední náprava Octavia, Fabia nebo Lichoběžníková náprava – např. přední náprava Superb (viz obr. výše)
- **Hnaná, řídící** – např. přední lichoběžníková náprava Škody 120

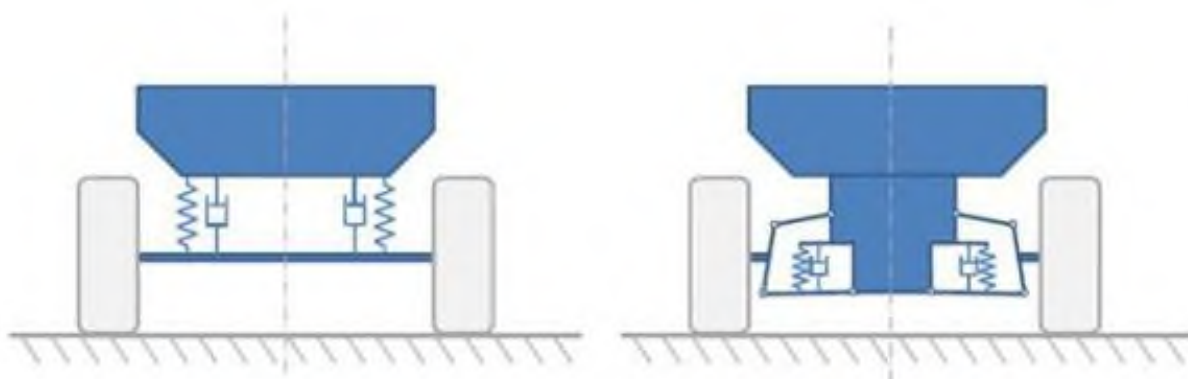
Pozn.:

Hnaná náprava přenáší pouze tíhu vozidla.

Hnací náprava přenáší kromě tíhy vozidla také točivý moment motoru na hnací kola.

- **Dle druhu zavěšení**

- **Nezávislé** zavěšení (obr. dole vpravo) - snížení neodpružených hmot $\Rightarrow$ lepší styk kola s vozovkou $\Rightarrow$ lepší adheze. U hnacích náprav je rozvodovka s diferenciálem na rámu (samonosné karosérii)
- **Závislé** zavěšení - tuhá náprava (obr. dole vlevo) - nejstarší způsob zavěšení kol. Kola jsou na společném nosníku, vzájemná poloha se nemění. Velký podíl neodpružených hmot. Horší jízdní komfort a jízdní stabilita. Uplatňují se jako zadní nápravy užitkových automobilů.

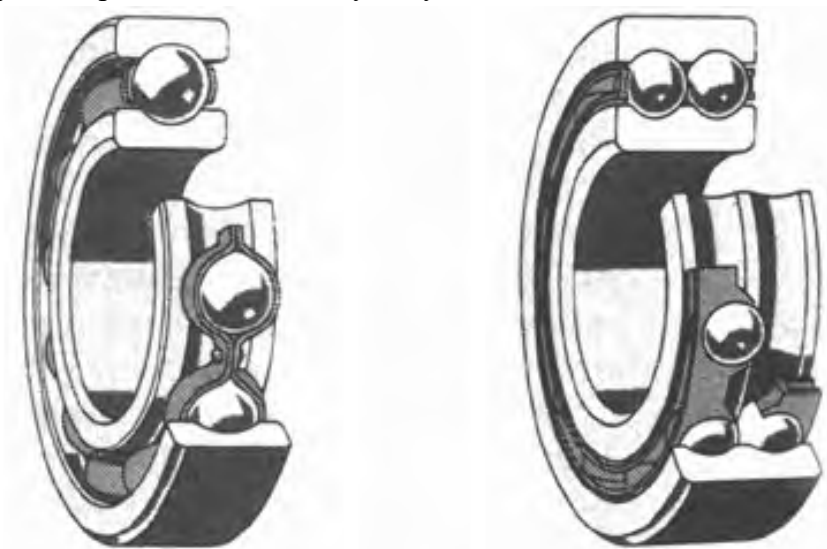


Odpružené a neodpružené hmoty

- **Hmotnost odpružených částí** neboli odpérovaná hmota - je to hmotnost všech částí vozidla nad pružícím a tlumícím systémem vozidla. Zjednodušeně můžeme říct, že se jedná o vlastní vozidlo, posádku a náklad.
- **Hmotnost neodpružených částí** neboli neodpérovaná hmota - je to hmotnost všech částí vozidla pod tlumícím a pružícím systémem vozidla. Jedná se o kola a pneumatiky, nápravy, brzdový a řídící systém, tedy všechny části, které kopírují nerovnosti vozovky.
- Čím větší je poměr hmotnost odpružených částí k hmotnosti neodpružených částí, tím je lepší stabilita vozidla, tzn. lepší styk kola s vozovkou $\rightarrow$ schopnost přenosu sil $\rightarrow$ větší adheze.

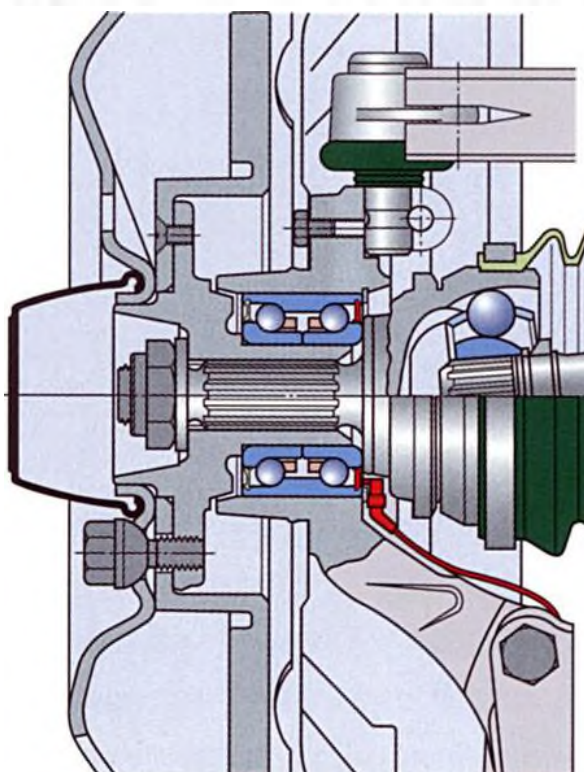
Uložení kol na nápravě

- Rozhodující je, jestli jde o kola hnaná nebo hnací. Princip uložení je de facto stejný, ale rozdíl je v tom, že:
 - hnané kolo přenáší pouze tíhu vozidla,
 - hnací kolo kromě tíhy vozidla přenáší také hnací moment a je tedy nutné vzít v úvahu zatížení hnacího hřídele kola na ohyb a další namáhání.
- Uložení je provedeno prostřednictvím **valivých ložisek**.
 - **Kuličkových** – jednořadá (moc se nepoužívají), dvouřadá; dvouřadá mohou být naklápěcí nebo s kosoúhlým stykem

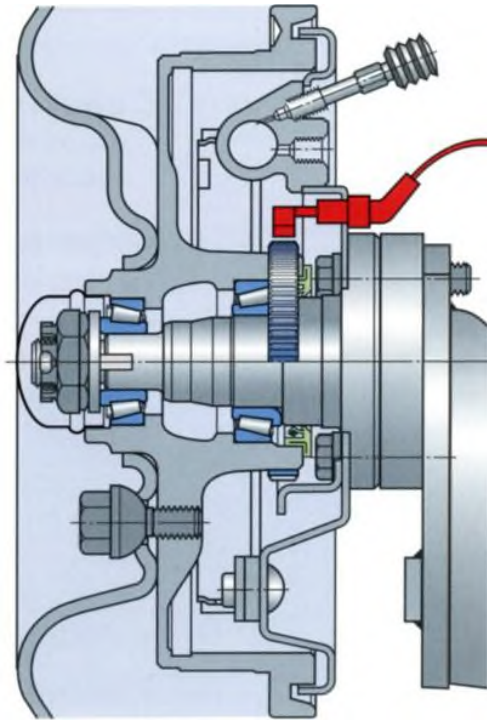


1 Ložiska jednořadá

2 Ložiska dvouřadá

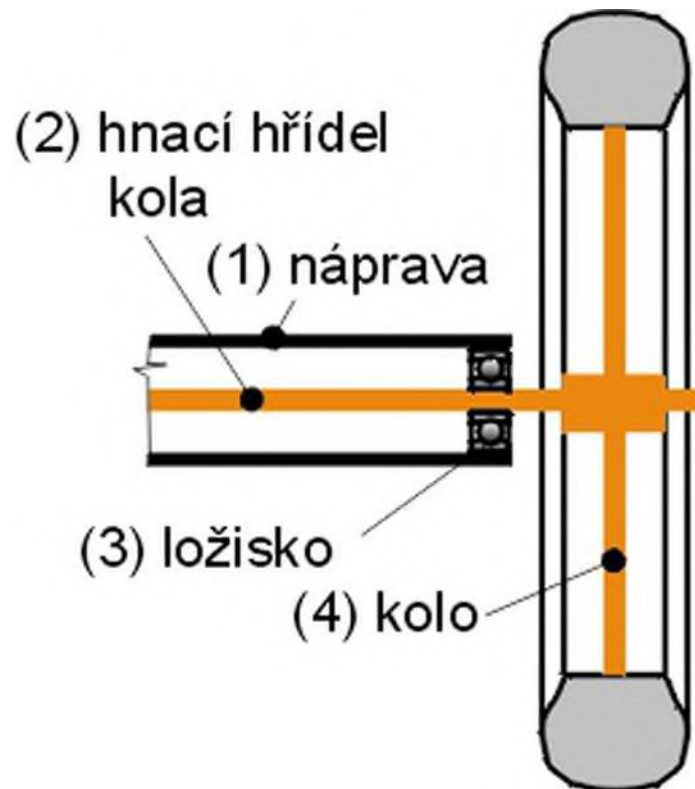


- **Kuželíkových** - montují se vždy ve dvojích umístěních tak, aby přenášela axiální síly v obou směrech.

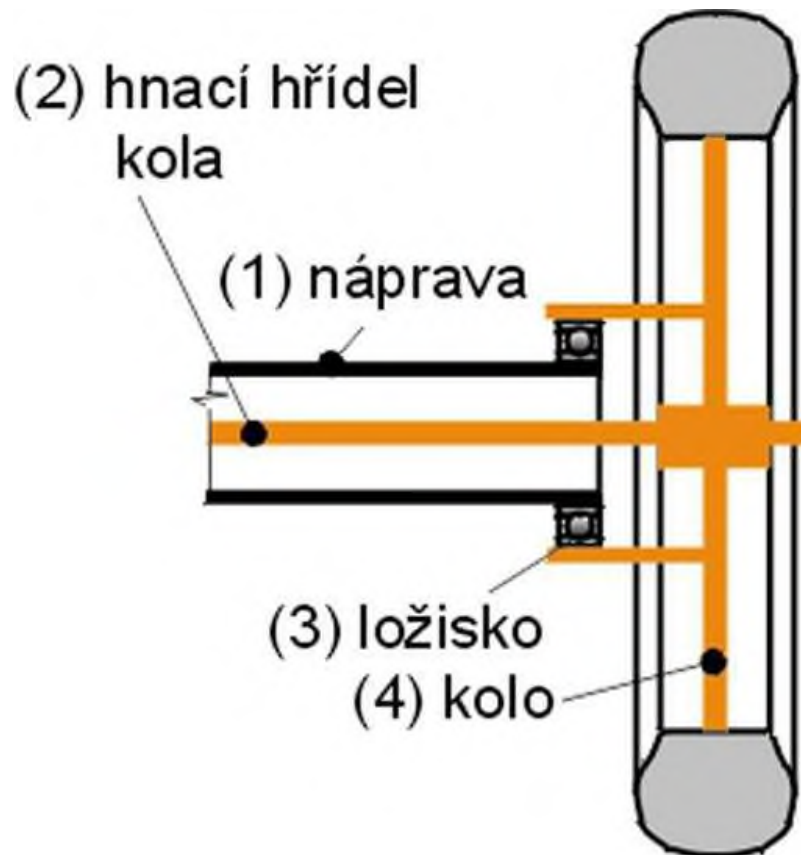


- **Způsoby uložení kol na nápravě**

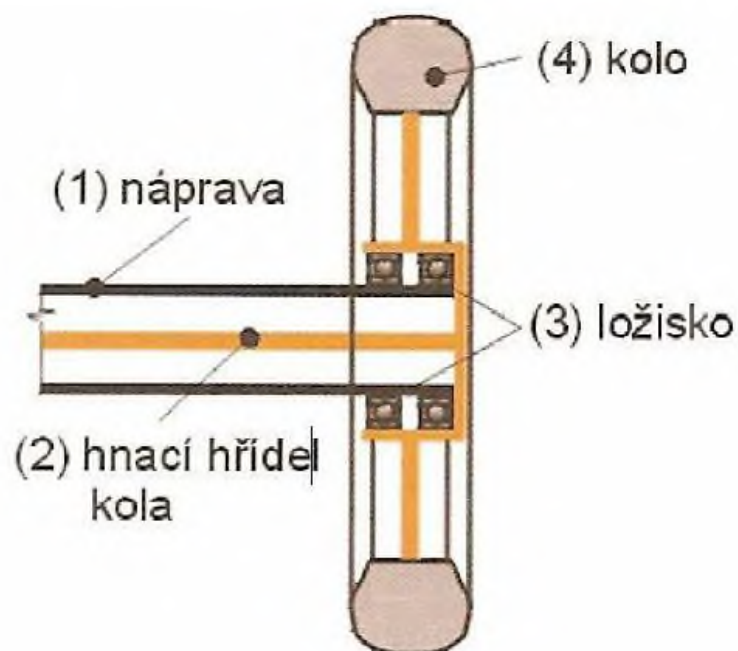
- **Letmé** - hnací hřídel kola je namáhán nejen přenášeným točivým momentem, ale také momentem ohybovým, který vzniká zatížením kola tíhou vozidla, proto musí být hřídel dostatečně dimenzován.



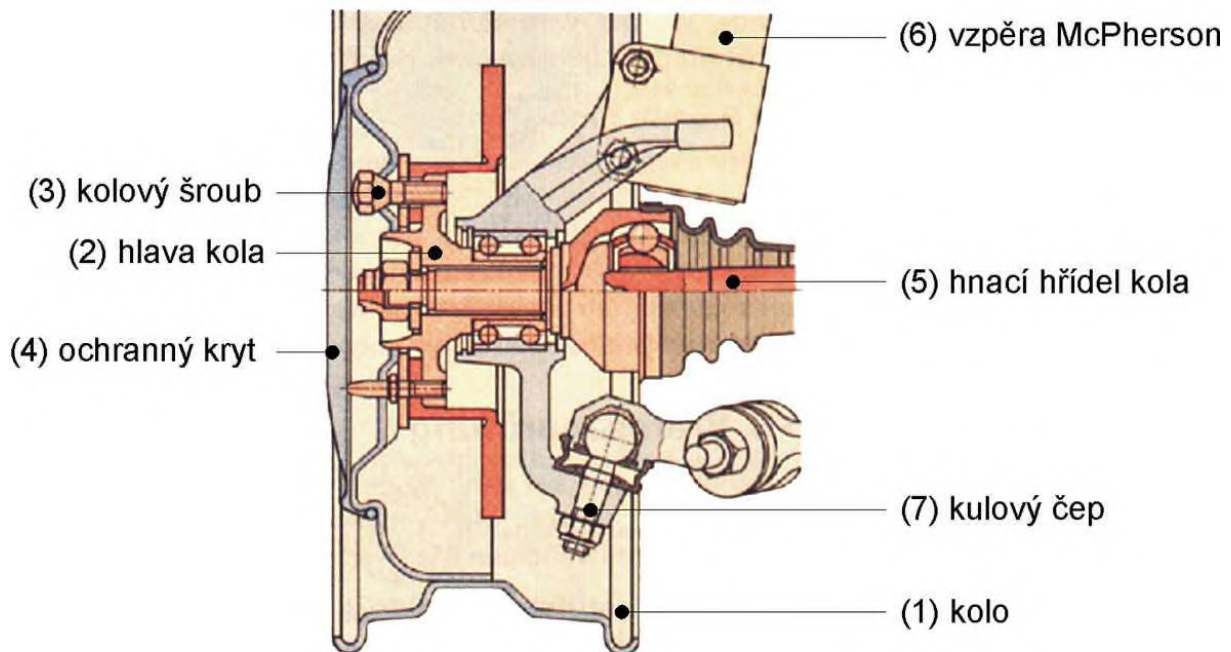
- **Pololetmé** - část ohybového momentu přenáší náprava a tím je hnací hřídel kola částečně odlehčen.



- **S odlehčeným hnacím hřídelem (na mostě)** - kolo je uloženo na dvou ložiskách. Zatížení od tíhy vozidla přenáší konstrukce nápravy. Hnací hřídel kola je zatížen pouze točivým momentem. V porovnání s výše uvedenými možnostmi dochází k úspoře hmotnosti hnacího hřídele a také k měkčímu záběru kol, neboť hřídel má menší průřez a je pružnější.

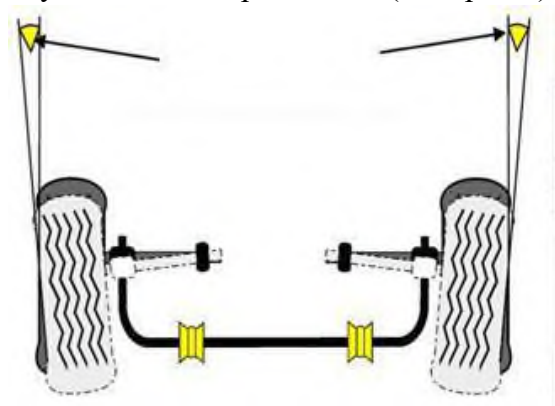


- **Uložení kola na nápravě McPherson** - Jedná se o hnací, řídící nápravu. Uložení kola na nápravě je letmé. Na konci hnacího hřídele kola je pomocí matice uchycena hlava kola. Hlava kola je uložena ve dvouřadém kuličkovém ložisku s kosoúhlým stykem.



Kontrola zavěšení a uložení kol vozidla

- Skládá se z vizuální a funkční kontroly.
- Kontroluje se zejména mechanické poškození jednotlivých částí nápravy a dále opotřebení v uložení, které vede ke vzniku vůlí.
- Konkrétně se jedná o kontrolu ramen nápravy a jejich uložení pomocí pryžových silentbloků v rámu či samonosné karosérii vozidla. Závada může být způsobena jen přirozeným stárnutím (viz obr níže vlevo) nebo může být silentblok utržený. Opotřebené silentbloky jsou příčinou změny nastavení kol při brzdění (obr vpravo).



- Dále se kontroluje stav čepů, kloubů, horní uložení nápravy (u nápravy McPherson stav valivého ložiska horního závěsu), stav pružin, tlumičů, stabilizátoru a jejich uložení.
- Na STK se provádí kontrola vůlí nápravy pomocí pohyblivých plošin, které konají příčný a podélný pohyb, který je přenášen na kola vozidla.

10) Tuhá náprava, ústrojí pro přenos sil mezi nápravou a rámem, náprava De-Dion

Odborné otázky/úkoly:

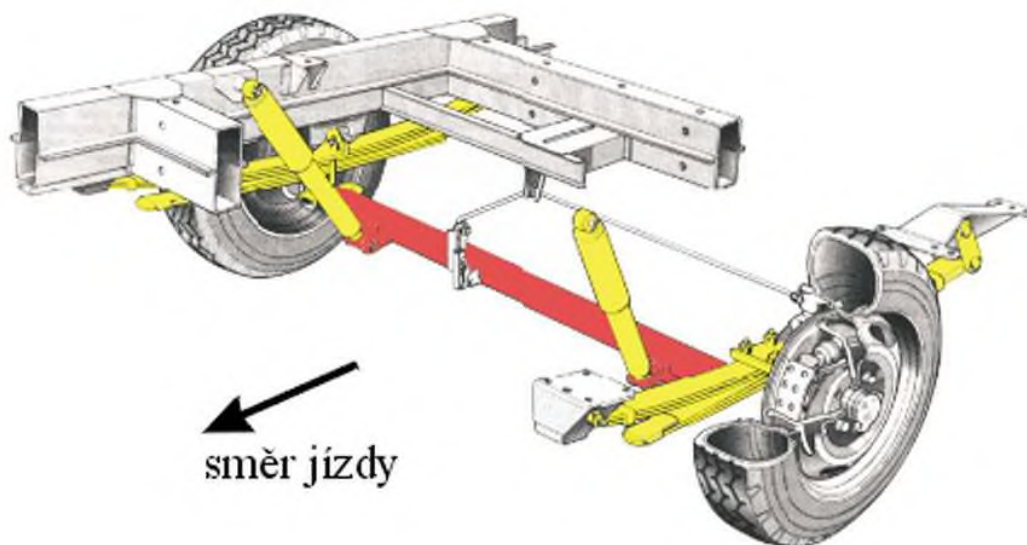
- Vysvětlete, k čemu slouží náprava vozidla? (účel náprav)
- Proveďte konstrukční popis tuhé nápravy.
- Popište, jaké existují konstrukční provedení tuhé nápravy?
- Uveďte výhody a nevýhody jednotlivých typů tuhých náprav.
- Popište, jak je zajištěn přenos sil mezi nápravou a rámem?
- Proveďte konstrukční popis jednotlivých ústrojí pro přenos sil mezi nápravou a rámem.
- Proveďte konstrukční popis nápravy De-Dion a uveďte její vlastnosti.

Účel náprav

- Nést tíhu vozidla a přenášet jí na kola.
- Přenášet hnací, brzdné a boční síly mezi kolem a rámem (samonosnou karosérií).
- Umožnit odpružení vozidla pomocí pružin, které jsou umístěny mezi nápravami a rámem nebo samonosnou karosérií.

Tuhá náprava

- Jedná se o nejstarší způsob zavěšení kol používaný u vozidel.
- Je to typický příklad závislého zavěšení kol.
- Velmi používaný způsob v první polovině 20. stol. jako zadní, ale i jako přední řídicí náprava.
- Dnes se používá nejčastěji jako zadní u lehkých užitkových (viz obr. níže) a terénních automobilů s výjimkou traktorů nebo některých terénních vozidel, kde může být i jako přední. Další aplikace lze najít v nákladních vozidlech či autobusech.



Konstrukce

- Obě kola jsou uložena na společném nosníku a tedy pevně spojena.

- Není možná změna rozchodu, tzn., že vzájemná poloha kol se nemění.
- Náprava je jako celek odpružena vzhledem k vozidlu.
- Jedná se o velmi jednoduchou a levnou konstrukci, což platí jak pro výrobu, tak i pro údržbu.
- Na obr. níže je zobrazena zadní náprava osobního vozidla včetně ústrojí pro přenos sil mezi nápravou a rámem.



Vlastnosti

- Vyžaduje větší prostor k propružení.
- Má větší neodpružené hmoty.
- Automobily mají vyšší světlou výšku a vyšší polohu těžiště.
Světlá výška vozidla je vzdálenost mezi nejnižším bodem podvozku nebo karoserie a vozovkou.
- Vyšší těžiště znamená horší jízdní stabilitu při jízdě zatáčkou.
- Vyšší světlá výška způsobuje větší odpor vzduchu.
- V porovnání s nezávislým zavěšením má tuhá náprava horší jízdní vlastnosti.
- Je nutné udržovat stálý styk kola s vozovkou zejména pokud se jedná o nápravu přední (řídící).
- Přední tuhá náprava se používá tedy u traktorů a některých terénních automobilů.

Nápravnice

- Pokud je náprava použita jako řídící mohou být kola na konci nápravy uložena dvojím způsobem a dle toho rozlišujeme nápravnici:

Nerozvidlenou

Čep kola: koncový díl nápravy držící kolo s ložisky.

Náboj: střední díl na němž jsou seskupeny díly rotující kolem osy.

Čep kola a náboj jsou dvě slova označující stejný prvek.

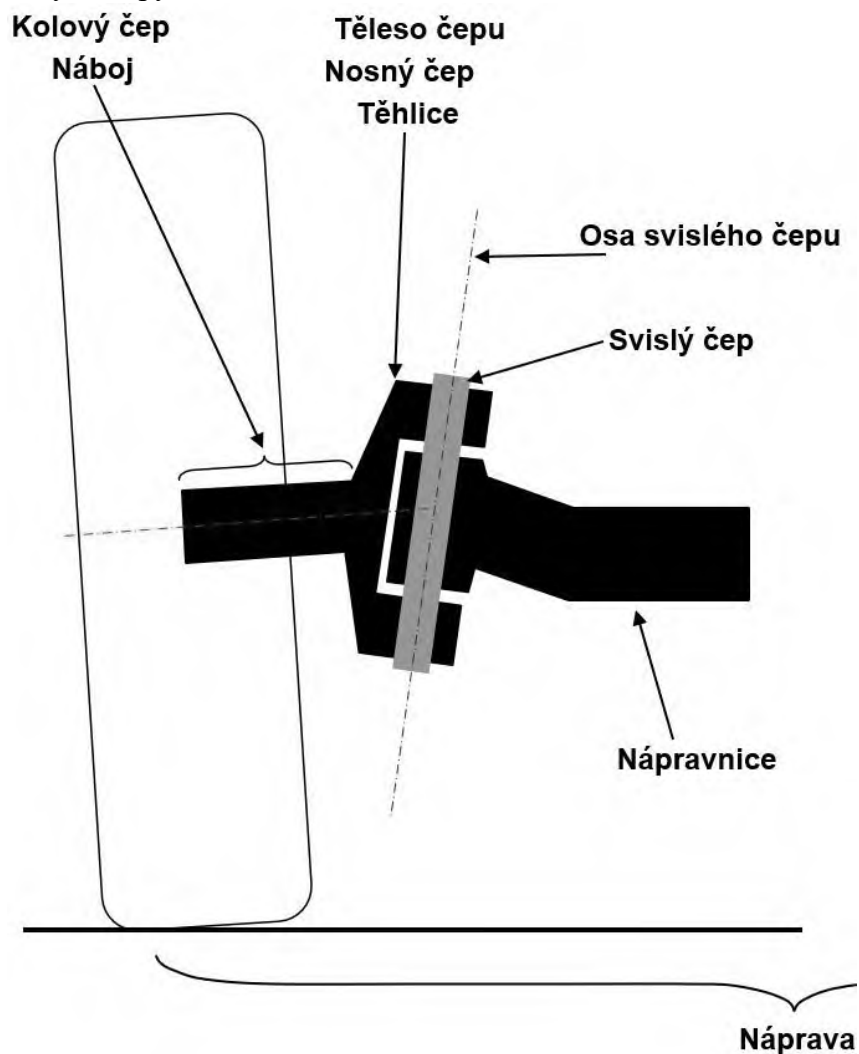
Držák čepu (těhlice): kovový díl nesoucí čep, pohyblivě uložený na tělese nápravy. Těhlice je rovněž označována jako držák čepu nebo čep náboje.

Svislý čep: kovový čep umožňující rotaci těhlice na tělese nápravy.

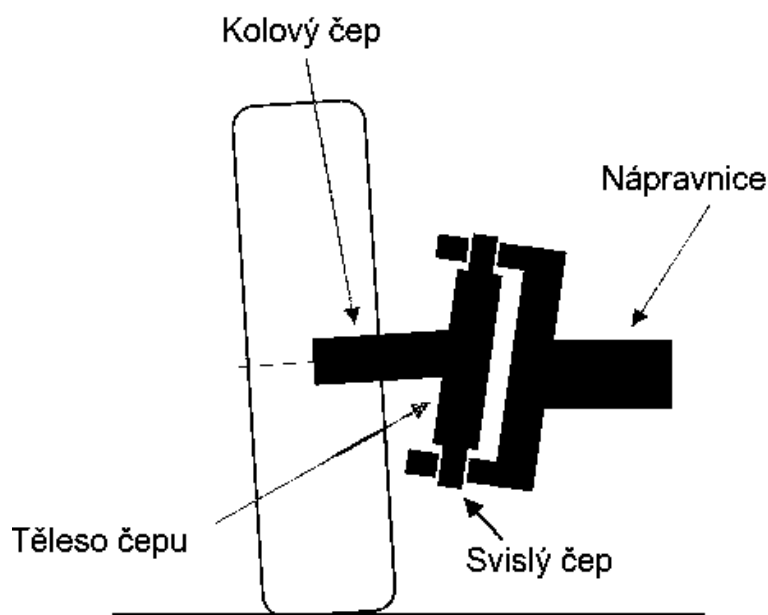
Osa svislého čepu: osa, kolem které se točí těhlice. Často je čep nazýván rovněž otočný čep.

Těleso nápravy: základní díl spojující pravá a levá kola na podvozku a nesoucí váhu vozidla.

Náprava: sestava tvořená tělesem nápravy (nápravnici), těhlicemi a otočnými čepy.

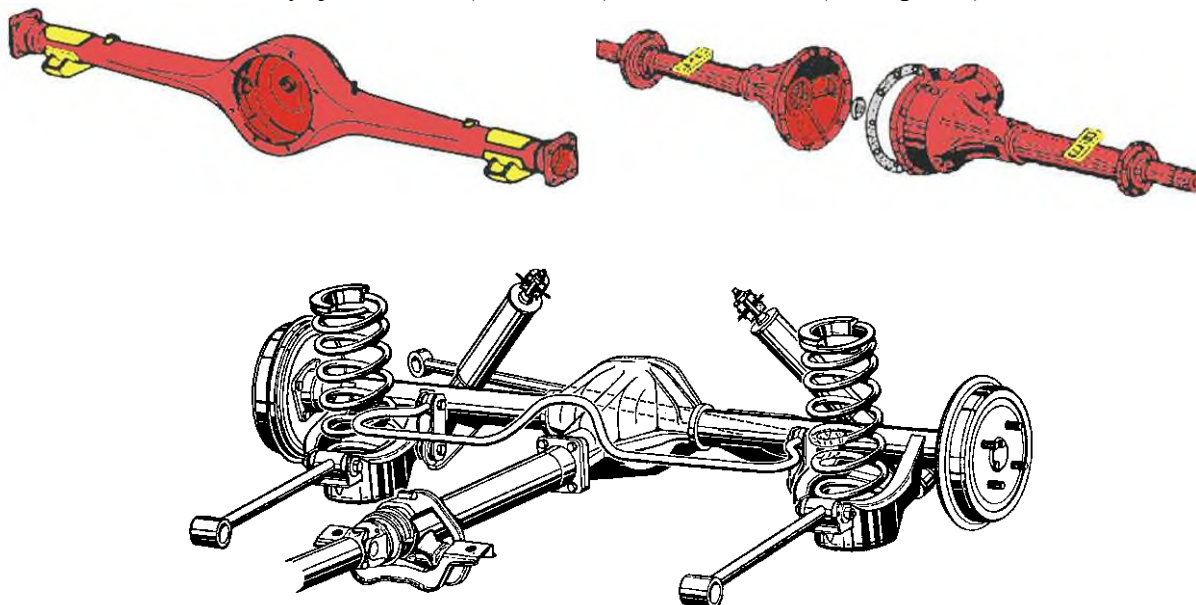


Rozvidlenou - Oko na čepu zasahuje do rozvidlené nápravnice, spojení je opět provedeno rejdovým čepem. Rejdový čep je spojen pevně s čepem kola a uložen otočně v nápravnici.



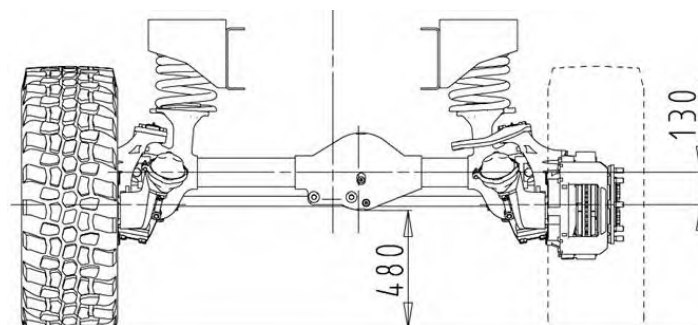
Mostová náprava

- Jedná se o zadní tuhou hnací nápravu.
- Jednoduchá, pevná konstrukce bez kloubů a čepů.
- Přesný styk kola s vozovkou beze změny rozchodu.
- Velká neodpružená hmota – zejména u zadní hnací nápravy je značná, což je velmi nevhodné.
- Je tvořena:
 - mostovými rourami, ve kterých jsou uloženy hnací hřídele kol,
 - skříní rozvodovky se soukolím stálého převodu a diferenciálem,
- Vyrobená je obvykle z ocelolitiny.
- Může být jednodílná (obr. vlevo) nebo vícedílná (obr. vpravo).



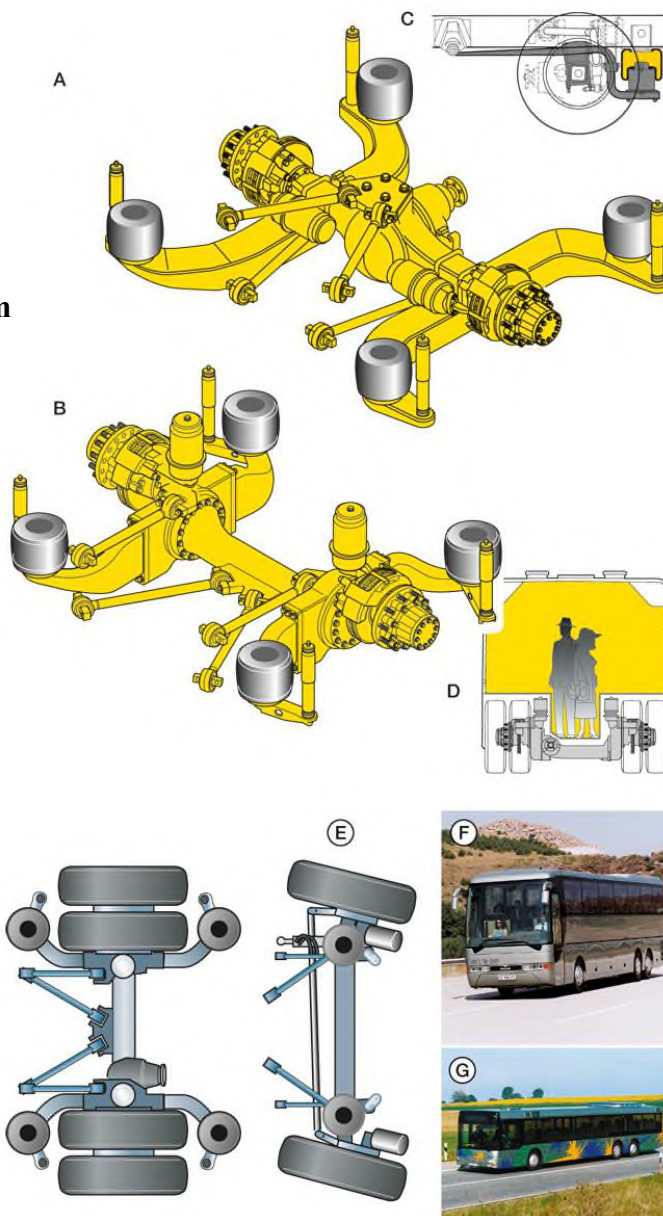
Portálové nápravy

Jejich největší výhodou, kvůli které jsou využívány, je možnost úpravy světlé výšky nápravy vhodným konstrukčním uspořádáním stálého převodu. Toho se využívá hlavně u terénních nákladních automobilů Tatra 810 nebo Praga V3S, kde je takto zvýšena světlá výška nápravy a tím zlepšena průchodnost vozidla terénem. Naopak snížení světlé výšky nápravy je vhodné pro nízkopodlažní autobusy.



Zadní nápravy autobusů:

- A) standardní tuhá hnací náprava (nesnížená)
- B) portálová tuhá hnací náprava (snížená)
- C) náprava s kombinovaným zavěšením vzduch / list
- D) požadavky na prostor v zadní části
- E) vlečná řiditelná náprava pro autobusy nad 13,5 m
- F) linkový autobus (standardní náprava)
- G) městský autobus (snížená portálová náprava)

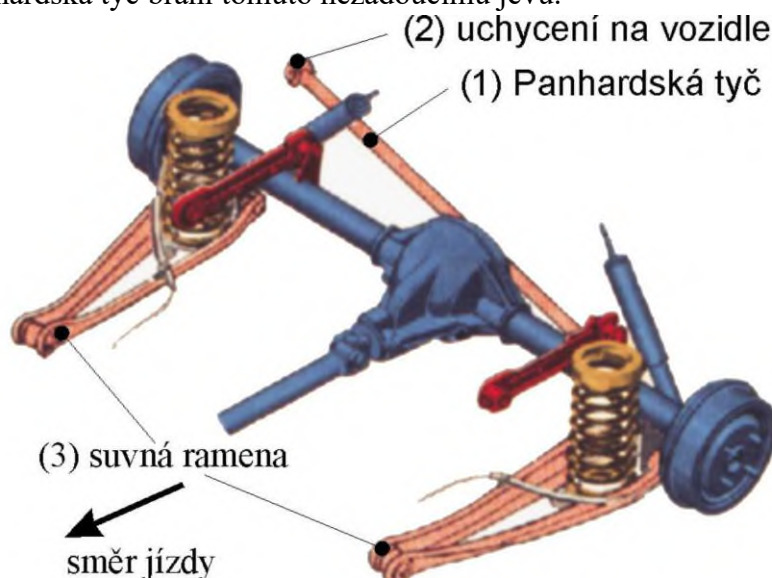


Ústrojí pro přenos sil mezi nápravou a rámem

- Pružiny, které nemají schopnost vést nápravu (např. vinuté či pneumatické) musí být opatřeny příslušným mechanismem pro přenos podélných (hnací, brzdné) a příčných (suvný) sil mezi nápravou a rámem (samonosnou karosérií).
- K podélnému vedení nápravy jsou použita ramena.
- K příčnému vedení se používá:
 - Panhardská tyč
 - Scott-Russellův mechanismus
 - Wattův přímovod
- Všechny uvedené varianty zároveň brání bočnímu posunutí nápravy a vozidla.

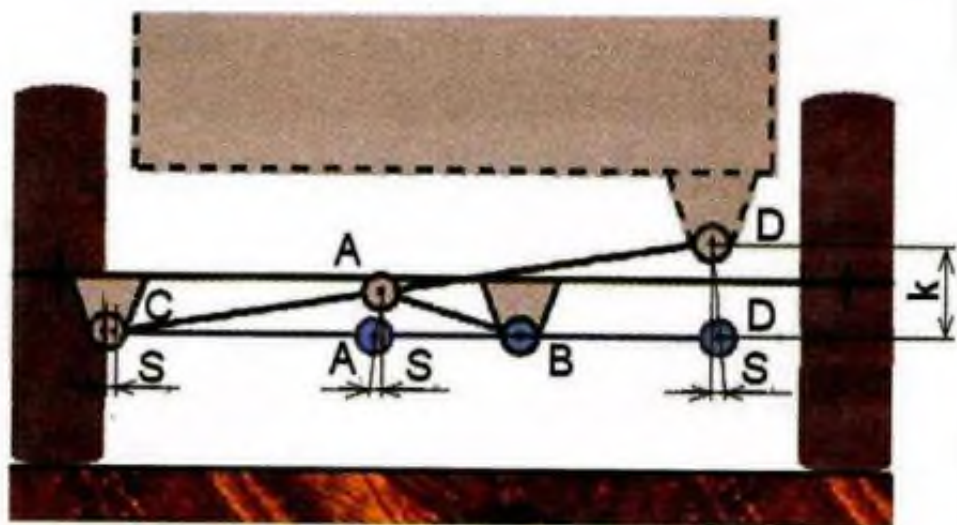
Panhardská tyč

- Jedním koncem je upevněna otočně na nápravě, druhým na rámu.
- Při propuštění dojde k vzájemnému příčnému (bočnímu) pohybu nápravy a vozidla, což je z hlediska jízdní stability nevhodné.
- Panhardská tyč brání tomuto nežádoucímu jevu.



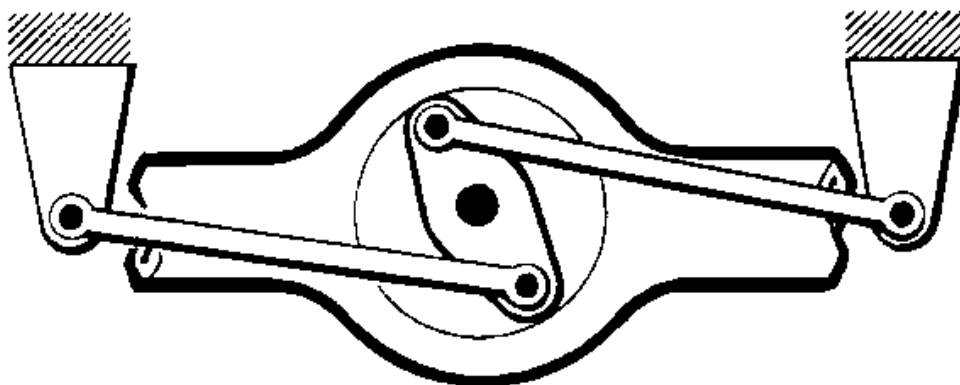
Scott-Russellův mechanismus

- Jedná se o zlepšené provedení panhardské tyče.
- Na tyč je připevněna další vzpěra, která je spojena s nápravou (A – B).
- Díky tomuto vylepšenému řešení nedojde k vzájemnému bočnímu pohybu nápravy a vozidla (bod D se pohybuje svisle).

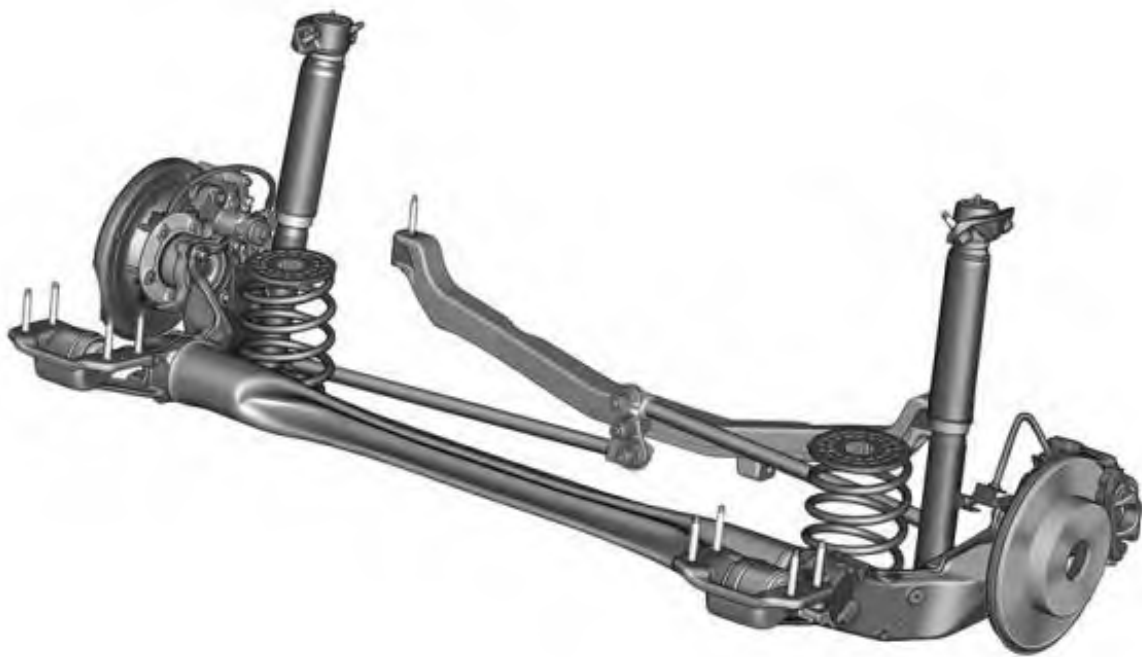


Wattův přímovod

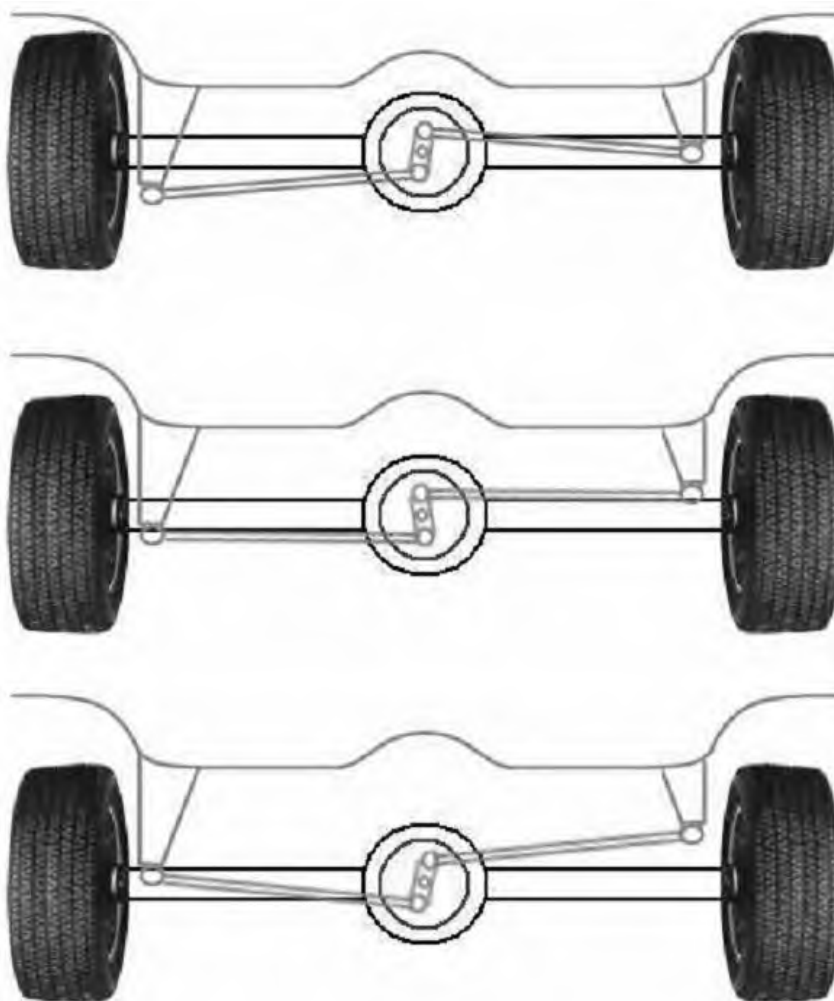
- Jedná se v podstatě o 2 panhardské tyče montované proti sobě.
- Konstrukce je v ideální podobě středově souměrná.
- Při změnách polohy ramen se střed bude pohybovat po přímce.
- Výsledkem je přímý svislý pohyb nápravy.
- Kola jsou neustále kolmá k vozovce.



- Toto ústrojí se nepoužívá jen u tuhých náprav, ale může být použito i na jiných konstrukčních provedeních zadních náprav, např. u klikové nápravy. Vznikne tak v podstatě přechod mezi vlečenou a víceprvkovou nápravou (viz obr. níže).
- Hlavní výhodou je větší tuhost nápravy v příčném směru,
- Uložení vlečených ramen nemusí přenášet žádné boční síly působící při průjezdu zatáčkou a tím se mohou použít měkčí pouzdra, která účinněji tlumí hluk i vibrace.

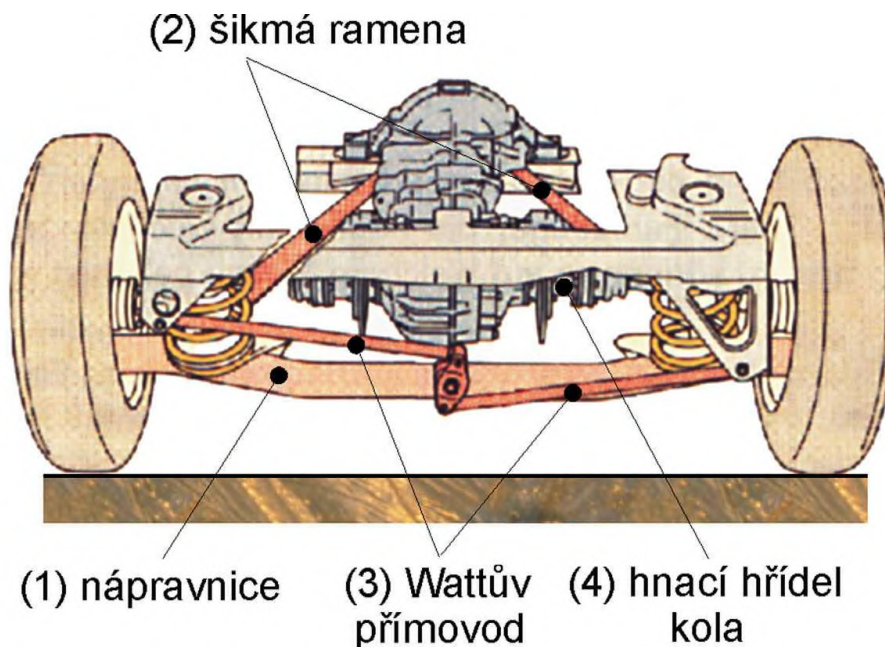


- Obrázek níže ilustruje činnost Wattova přímovodu při propružení.



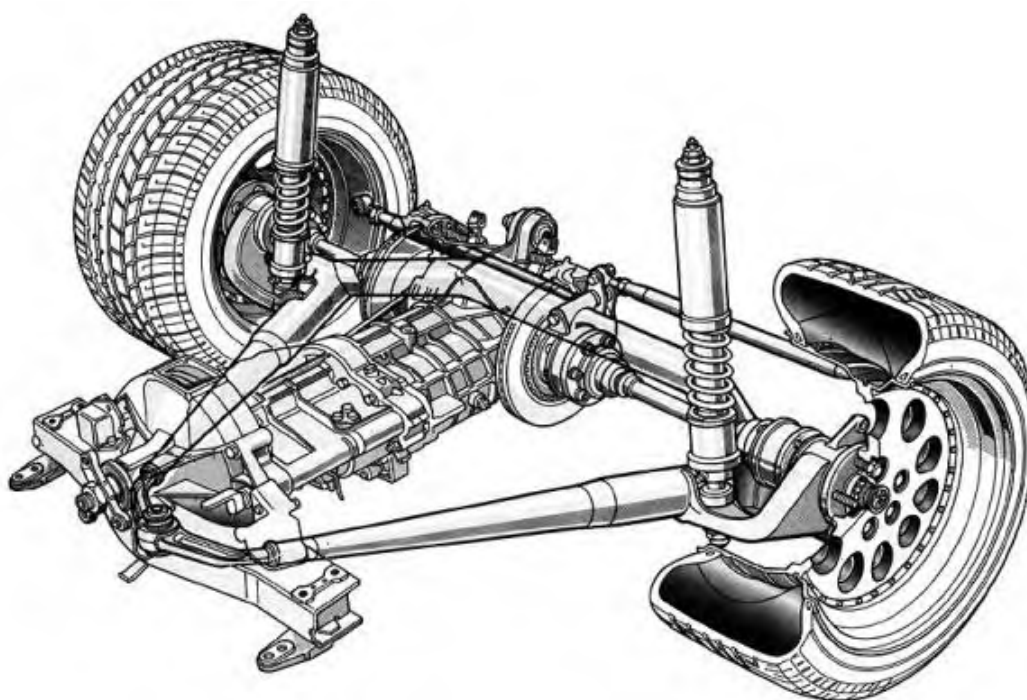
Náprava De-Dion

- Jedná se o přechod mezi tuhou a výkyvnou nápravou.
- Spojuje výhody nezávislého zavěšení kol a tuhé nápravy.
- Je to zřídka používaný typ konstrukce zadní hnací nápravy.



Konstrukce a vlastnosti

- Kola jsou spojena tuhým nosníkem, vzájemná poloha kol se nemění.
- Rozvodovka je ale spojena s rámem nebo karosérií, tedy součástí odpružených hmot.
- Tímto řešením se sníží neodpružená hmotnost.



- Točivý moment je přenášen hnacími hřídeli kol, každý z nich má dva stejnoběžné klouby.
- Šikmá (podélná) ramena jsou uchycena na karosérii a zajišťují podélné ustavení nápravy.
- Příčné ustavení zajišťuje Wattův přímovod.
- Kotoučové brzdy jsou umístěny přímo u rozvodovky, což vede k dalšímu snížení neodpružených hmot.



11) Výkyvné nápravy

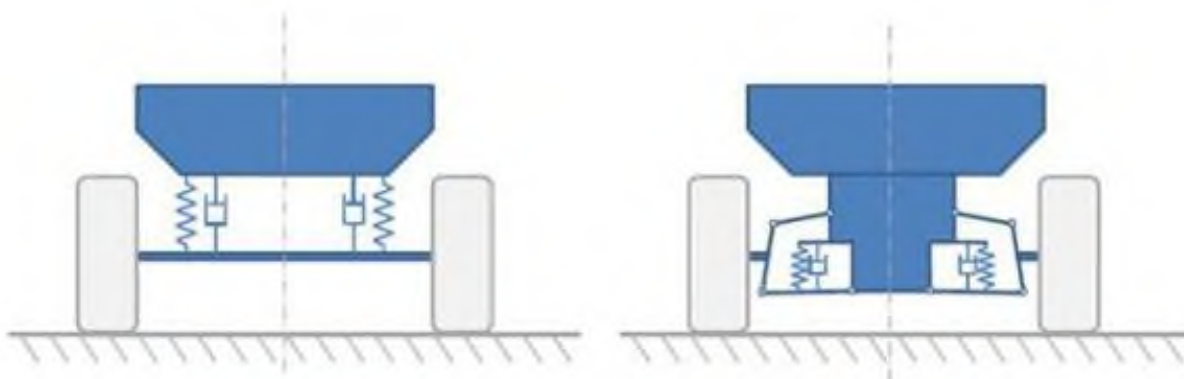
Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží náprava vozidla? (účel náprav)
- Popište základní rozdíly mezi závislým a nezávislým zavěšením kol.
- Vyjmenujte jednotlivé konstrukční druhy výkyvných náprav používaných v osobních vozidlech.
- Proveďte konstrukční popis těchto náprav a uveďte k nim jejich vlastnosti.
- Popište konstrukci nezávislého zavěšení kol u nákladních vozidel a autobusů.

Účel náprav

- Nést tíhu vozidla a přenášet jí na kola.
- Přenášet hnací, brzdné a boční síly mezi kolem a rámem (samonosnou karosérií).
- Umožnit odpružení vozidla pomocí pružin, které jsou umístěny mezi nápravami a rámem nebo samonosnou karosérií.

Závislé a nezávislé zavěšení kol



- Na obr. vlevo je znázorněno závislé zavěšení kol (tuhá náprava). Kola jsou na společném nosníku, vzájemná poloha se nemění. Velký podíl neodpružených hmot. Horší jízdní komfort a jízdní stabilita.
- Na obr. vpravo je znázorněno nezávislé zavěšení kol (výkyvná náprava). Kola jsou zavěšena samostatně pomocí „polonáprav“ a mohou tedy vykyvovat nezávisle na sobě. Ve srovnání s tuhými nápravami mají podstatně nižší neodpruženou hmotnost, lepší styk kola s vozovkou a tím i lepší jízdní komfort a stabilitu.

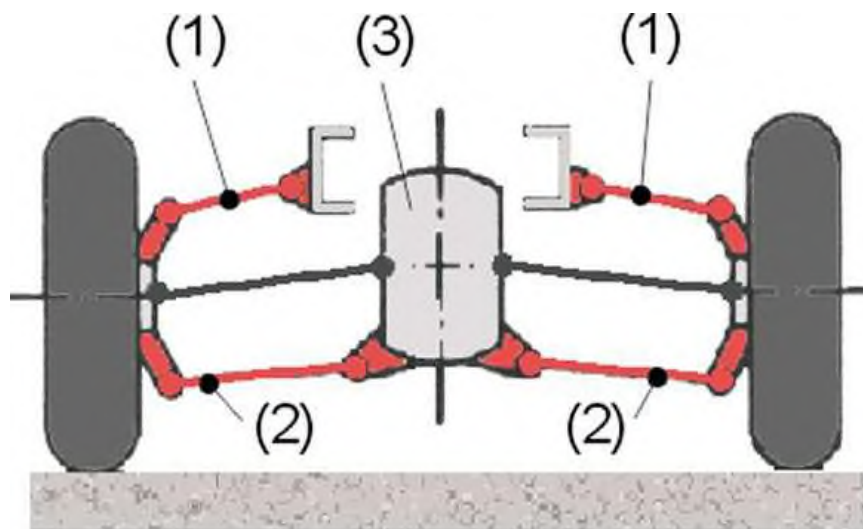
Výkyvné nápravy

Existují tyto konstrukční druhy:

- **Lichoběžníková náprava**
- **Náprava McPherson**
- **Kyvadlová náprava**
- **Úhlová náprava**
- **Kliková náprava**
- **Víceprvková náprava**

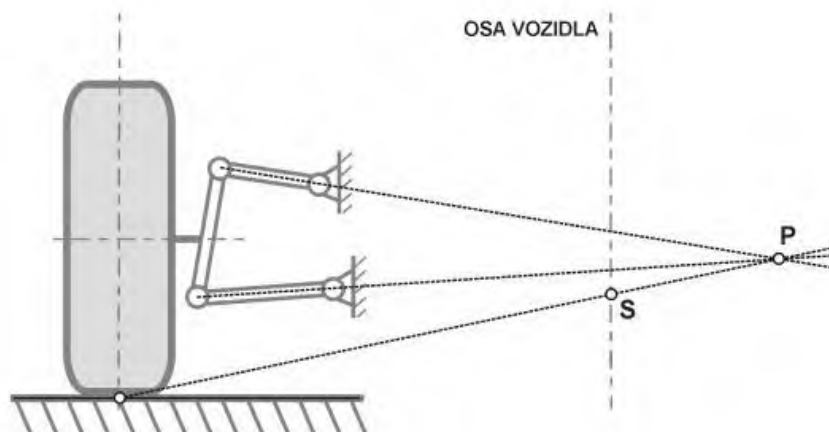
Lichoběžníková náprava

- Používá se nejčastěji jako přední řídicí.
- Může být hnaná i hnací.
- Kola jsou zavěšena na nápravnici, rámu případně skříni rozvodovky pomocí dvou nestejně dlouhých příčných trojúhelníkových ramen.
- Horní rameno je zpravidla kratší. Důvodem je co nejmenší změna rozchodu kol na nápravě a také zvětšení prostoru pro uložení motoru. Spodní rameno je více zatěžováno, a proto musí mít robustnější konstrukci.



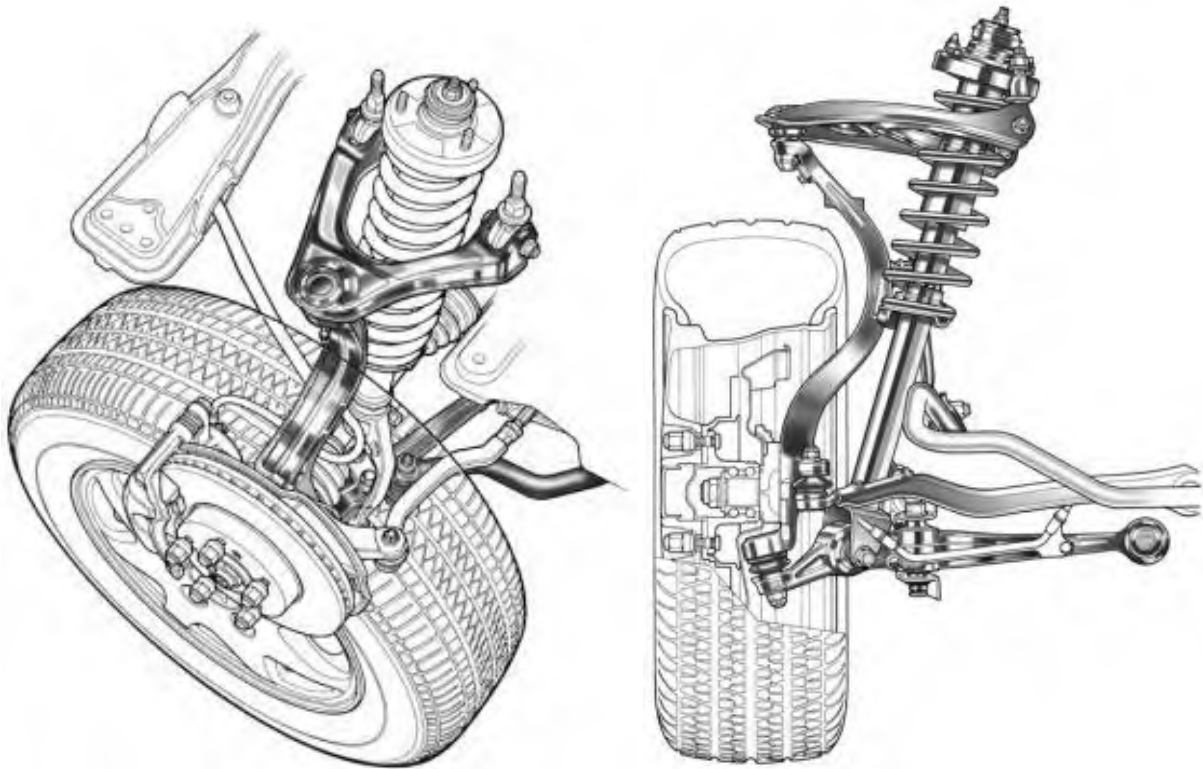
(1) - horní příčné rameno
 (2) - spodní příčné rameno
 (3) - skříň rozvodovky

- Při propružení dochází ke změně odklonu kola, sbíhavosti kol i změně rozchodu kol, což má nepříznivý vliv na jízdní vlastnosti.
- Vhodnou volbou vzájemného poměru délky obou ramen lze dosáhnout velmi příznivé kinematiky, což může minimalizovat tyto nežádoucí vlivy.
- Leží-li okamžitý střed klopení kola P daleko od kola, vznikají jen malé změny odklonu i rozchodu, vozidlo má dobré jízdní vlastnosti. Bod S je střed klopení karosérie.



- Konce obou ramen jsou spojeny čepem, na kterém je uloženo kolo.

- Každé z ramen je uchyceno na karosérii pomocí dvou pryžových pouzder.
- Zvláštní typ konstrukce je uložení kulového čepu vrchního ramene nad pneumatikou a spodního kulového čepu co nejbližší do středu ráfku kola (viz obr. níže).
- Osa kulových kloubů leží co nejbližší k ose natáčení kola.
- Tím se sníží ovládací síly na řízení a přenos parazitních momentů od vozovky.

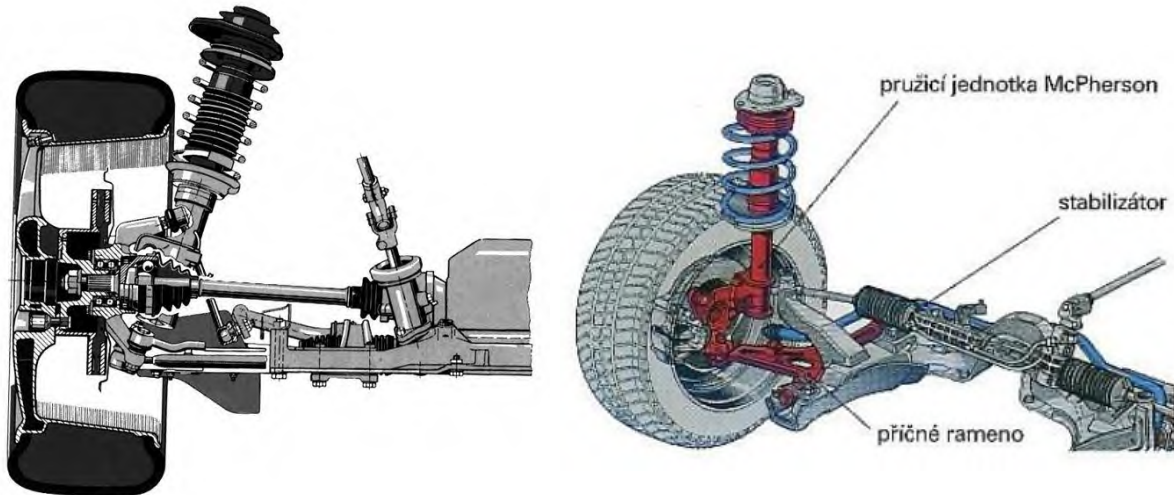


Náprava McPherson

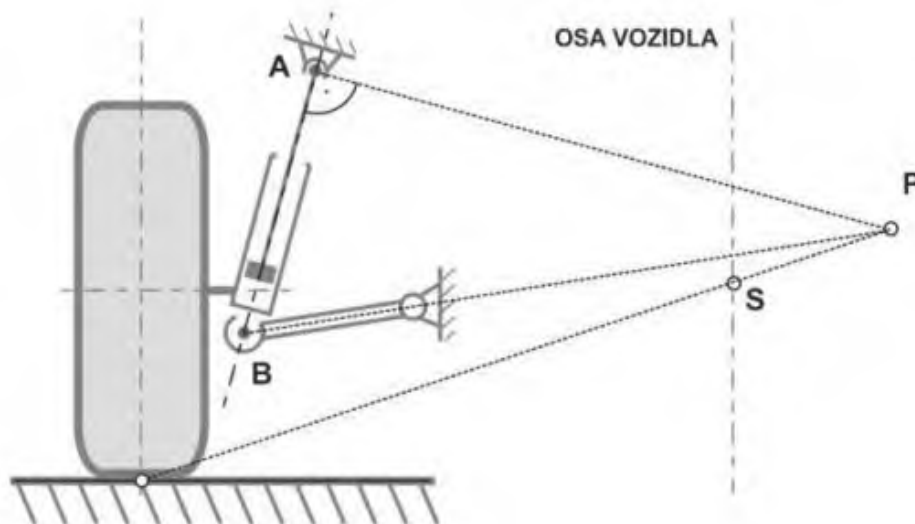
- Používá se převážně jako přední, řídící, hnací náprava.
- Může se však použít i jako zadní hnaná i hnací.
- Vychází z lichoběžníkové nápravy $\Rightarrow$ horní rameno bylo odstraněno a nahrazeno tlumičovou vzpěrou $\Rightarrow$ větší prostor pro uložení motoru.
- Tato konstrukce nápravy umožňuje:
 - pružení, tlumení,
 - natočení kol do rejdu,
 - přenos hnacího momentu motoru.
- Zavěšení je tvořeno příčným ramenem uchyceným pod osou kola, pružicí a tlumicí jednotkou a spojovací tyčí řízení.



- Kolo je uchyceno kulovým kloubem na výkyvném rameni uloženém šikmo k podélné ose vozidla.
- Horní závěs tvoří axiální valivé ložisko, případně dvě ložiska, které přenáší hmotnost příslušné části vozidla na vinutou pružinu.
- Pružina se opírá svým spodním koncem o miskou, spojenou s vnější částí tlumičové vzpěry McPherson.
- Tlumičová vzpěra McPherson je vlastně vhodně upravený teleskopický tlumič. Kola se otáčejí do rejdu kolem spojnice středů ložiska a kulového kloubu, která představuje virtuální osu. Tato spojnice tvoří také osu zatěžování pružiny.

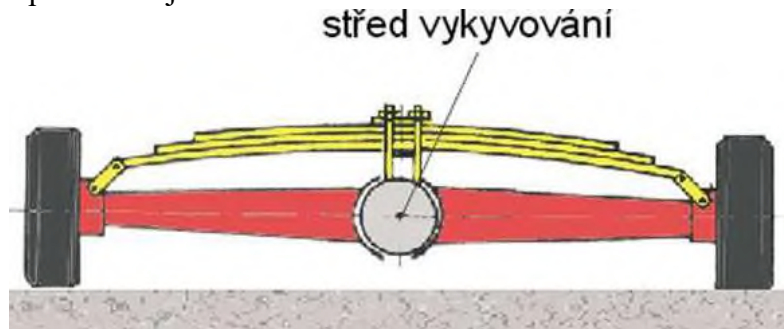


- Při propružení nápravy a naklápění karosérie mění kolo hodnotu odklonu. To vytváří gyroskopický moment. Ten způsobuje kmitání kol (volantu).

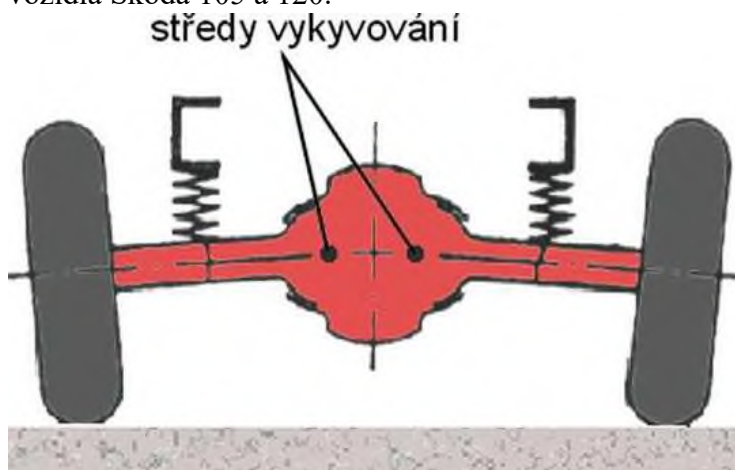


Kyvadlová náprava

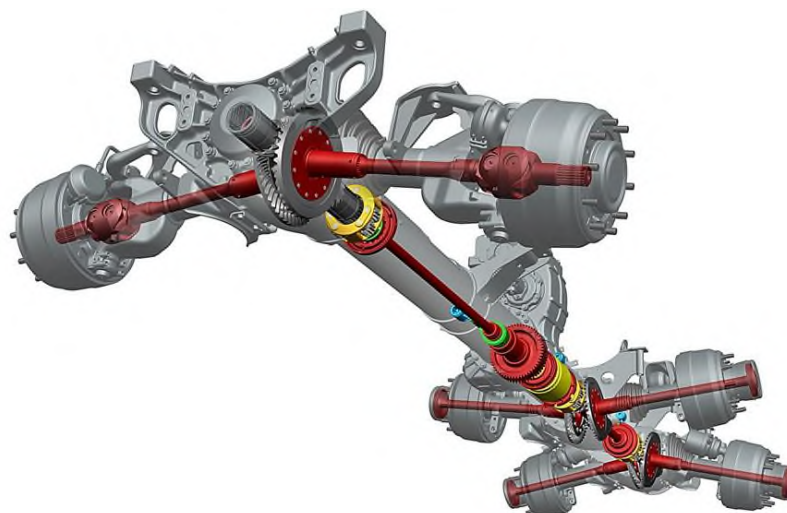
- Dělí se na:
 - **Nápravu s jedním kloubem (nezkrácená)** - každé kolo je zavěšeno na samostatném rameni a obě ramena vykyvují kolem společného středu. Náprava není vhodná jako řídicí, je však často, zejména u těžších vozidel, používána jako hnací.



- **Nápravu se dvěma klouby (zkrácená)** - každé rameno má vlastní střed vykyvování. Z hlediska kinematiky je méně vhodná, protože při propružení dochází k větší změně odklonu a rozchodu kol než u nezkrácené. Používají se u vozidel klasické koncepce a u vozidel s motorem za zadní nápravou, např. vozidla Škoda 105 a 120.



- U nákladních vozidel se používá především u značky TATRA. Principem je použití centrální nosné roury a náprav s nezávisle zavěšenými výkyvnými polonápravami sešroubovanými v jeden celek.
 - Koncepce TATRA:
 - vyvinuto pro obtížné terénní podmínky
 - vysoká průchodnost terénem
 - vysoký jízdní komfort
 - vysoká přepravní rychlost v náročném terénu
 - vysoká stabilita vozidla při jízdě v zatáčkách a ve svazích
 - minimální údržba a minimální možnost poškození hnacího traktu
 - vysoká tuhost podvozku s centrální nosnou rourou
 - modulární systém umožňuje sestavu 2, 3, 4, 5 i vícenápravových vozidel



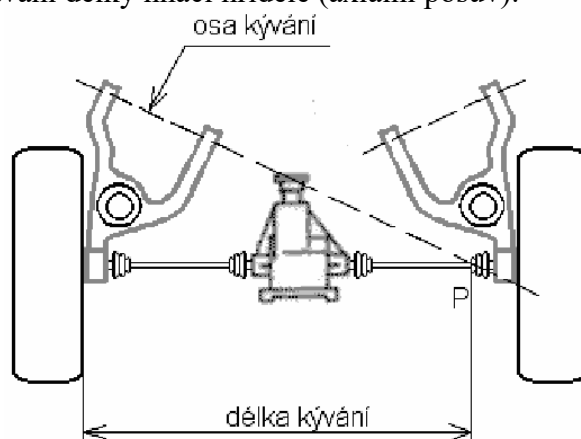
Kombinací vzduchových vaků (vlnovců) s mechanickými prvky pérování se docílí zvýšení nosnosti pérování, zvýšení živostnosti pneumatik (eliminace stranového opotřebení), zvýšení jízdního komfortu a snížení vibrací přenášených na nástavbu a do kabiny. Postavení kol ilustruje obr. níže.

Nezatížená náprava s mechanickým pérování (vlevo) a s kombinací pérování (vpravo).



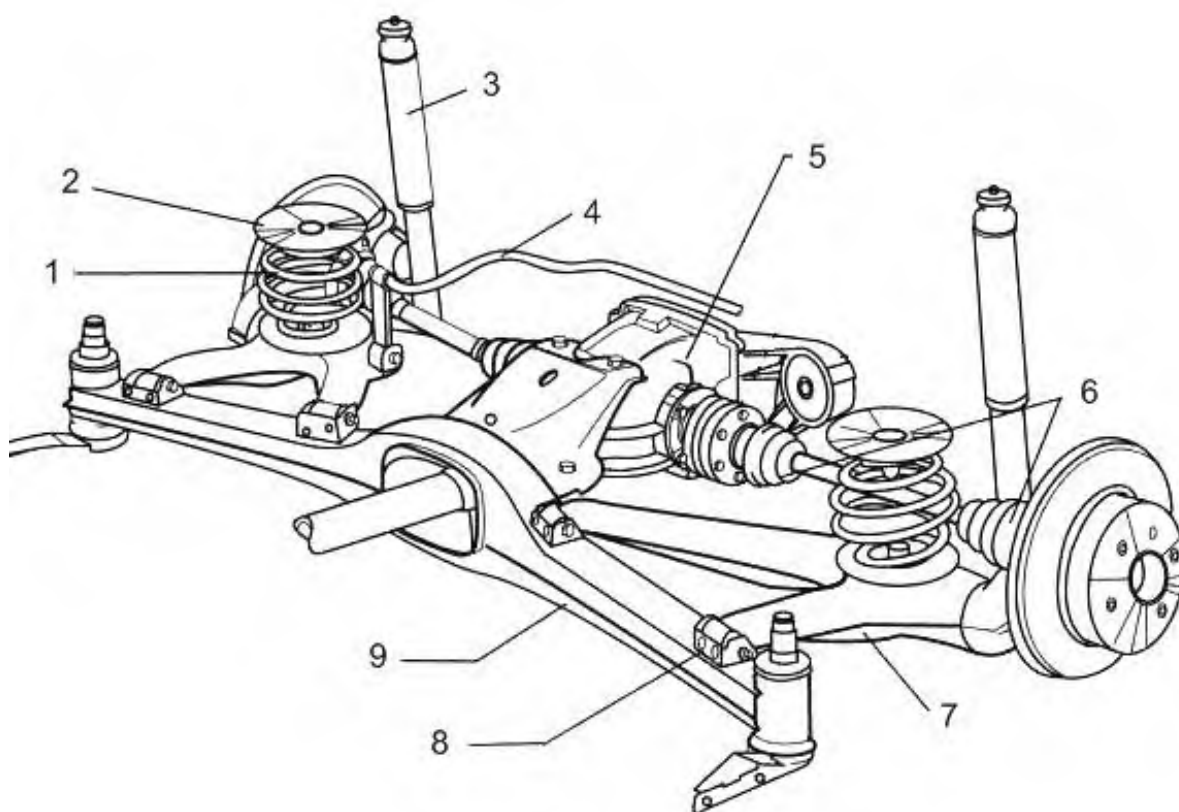
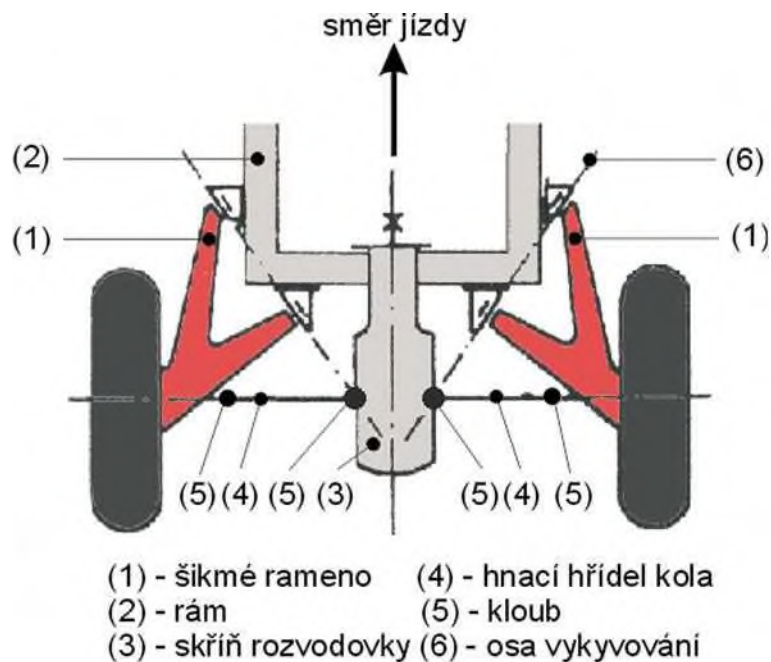
- **Kinematika kyvadlové nápravy**

- Spojíme-li osu kývání s osou otáčení kola dostaneme bod P.
- Vzdálenost mezi bodem P a kolem je délka kývání.
- Čím je větší, tím je menší změna odklonu a rozchodu kol při propružení.
- Délka kývání je asi stejně velká jako rozchod kol na nápravě.
- Vhodnou volbou úhlů kývání lze korigovat jízdní vlastnosti vozu.
- Při propružení kyvadlové nápravy však vzniká změna odklonu a rozchodu.
- U poháněných náprav proto musí být kvůli změnám rozchodu zajištěno vyrovnávání délky hnací hřídele (axiální posuv).



Úhlová náprava

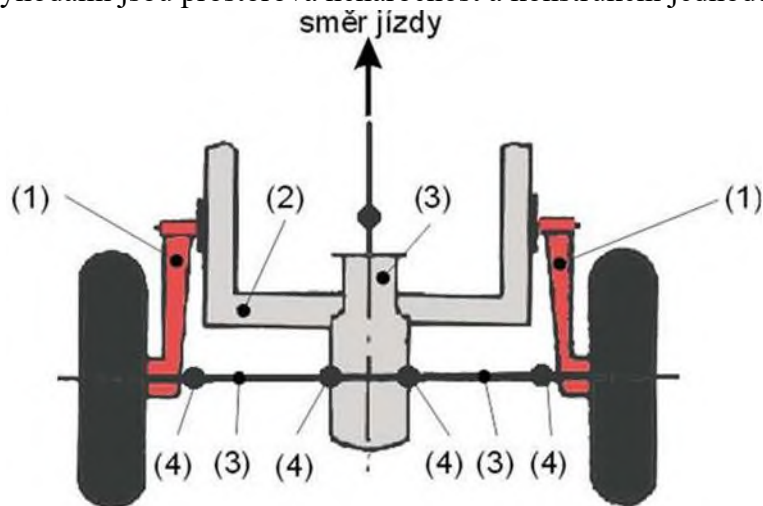
- Je to vlastně náprava kyvadlová doplněná o šikmé rameno.
- Kola jsou uchycena na dvou rozvidlených ramenech se šikmou osou kývání.
- Oproti předchozí konstrukci má přesnější vedení kola.



- 1 – vinutá pružina, 2 – miska pružiny, 3 – tlumič, 4 – stabilizátor, 5 – rozvodovka,
6 – klouby hnacích hřídelů kol, 7 – šikmé rameno, 8 – uložení ramene v nápravnici,
9 – nápravnice

Kliková náprava

- Označuje se také jako polotuhá náprava s vlečnými rameny.
- Používá se nejčastěji jako zadní hnaná náprava, ale může se použít i jako hnací.
- Každé kolo je zavěšeno na jednom či dvou podélných ramenech.
- Kola vykyvují kolem osy kolmé k podélné ose vozidla.
- Určitou nevýhodou této nápravy jsou problémy se zachycováním bočních sil, které vznikají například při průjezdu zatáčkou.
- Hlavními výhodami jsou prostorová nenáročnost a konstrukční jednoduchost.



- (1) - klikové rameno (4) - kloub
(2) - rám (5) - skříň rozvodovky
(3) - hnací hřídel kola

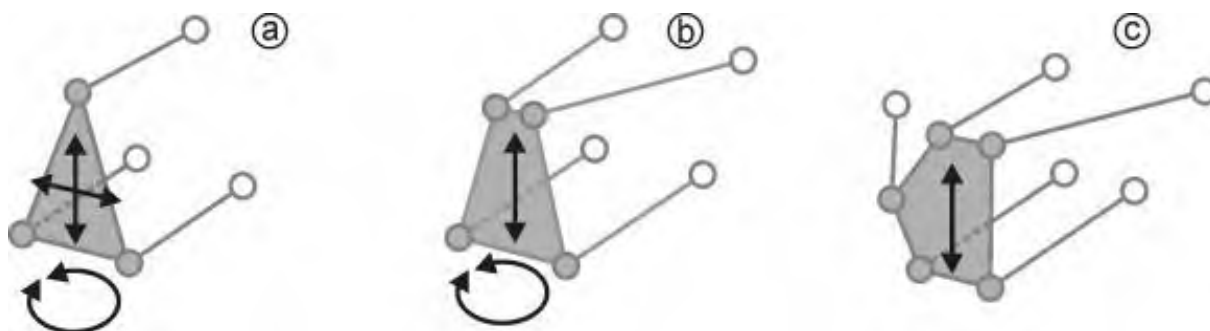
- Vlečná ramena mohou být také spojena torzní pružinou.
- Odtud vzniklo nejčastější provedení s torzním spojením - **spřažená náprava s propojenými podélnými rameny**.
- Toto provedení se nazývá jako **polotuhá náprava s vlečnými rameny** (viz obr. níže).



- Z hlediska kinematického se jedná o přechod mezi tuhou a klasickou klikovou nápravou.
- Podélná ramena jsou spojena příčkou profilu U.
- Tato příčka nahrazuje stabilizátor.
- Při stejnoběžném (sousedním) propnutí se nedeformuje.
- Při protiběžném je torzně namáhána a zkrucuje se.
- **Výhodami** této konstrukce jsou:
 - snadná montáž a demontáž celé nápravy,
 - malá prostorová náročnost (snazší umístění rezervy a palivové nádrže),
 - velmi málo konstrukčních dílů a snadné upevnění pružící a tlumící jednotky,
 - malá neodpružená hmotnost,
 - malá změna sbíhavosti, odklonu a rozchodu kol.
- **Nevýhodami** této konstrukce jsou:
 - prakticky nemožnost použití nápravy jako poháněné,
 - vysoké namáhání torzní příčky a jejich svarů a tím menší přípustné zatížení zadní nápravy,
 - Horší zachycování bočních sil při průjezdu zatáčkou.

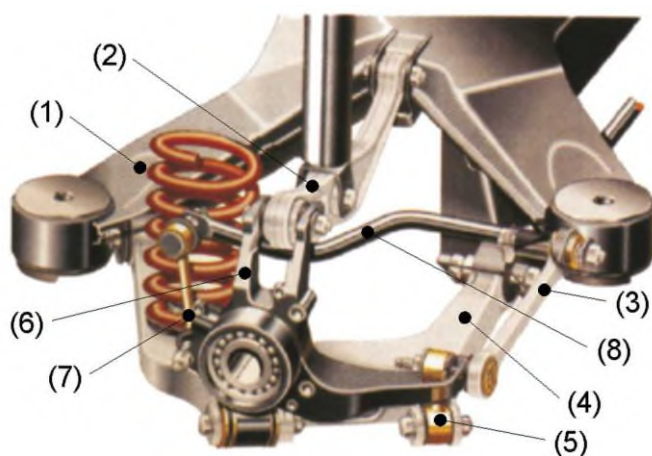
Víceprvková náprava

- Každé kolo je zavěšeno na více (až 5 či 7) ramenech.
- Může se použít jako přední i zadní, hnaná či hnací.
- Zajišťuje optimální zavěšení kol.
- Jedná se o prostorově složitý systém.
- Kinematika nápravy se liší dle toho, zda se jedná o nápravu přední či zadní.
- Konstrukce i výroba je náročnější.
- Vychází z předchozích druhů náprav, které jsou doplněny o další ramena.
- Dílčí konstrukce mohou obsahovat různý počet podélných, příčných či šikmých ramen nebo jiných konstrukčních prvků.
- Její přednosti jsou přesné vedení kol, jízdní komfort a stabilita, nízká hmotnost, nízký valivý odpor kol, potlačení vibrací a hluku od vozovky.
- Vliv počtu ramen na kinematiku nápravy je znázorněn na obr. níže:



- Přední náprava musí zajistit optimální polohu rejdové osy, kolem které se natáčí kolo do rejdu.
- U zadní nápravy je hlavním úkolem víceprvkových závěsů dosažení vysokého komfortu jízdy, což se projevuje zejména stabilitou vozidla. Jedná se jak o pohyb vozidla v přímém směru, tak i při průjezdu zatáčkou. Zadní nápravy tohoto druhu

umožňují tzv. pasivní řízení. Uložení nápravy umožňuje směrově proměnlivou tuhost, což zajišťuje při průjezdu zatáčkou přiručení nápravou, a to tak, že se kola natáčí ve směru shodném s koly přední nápravy.



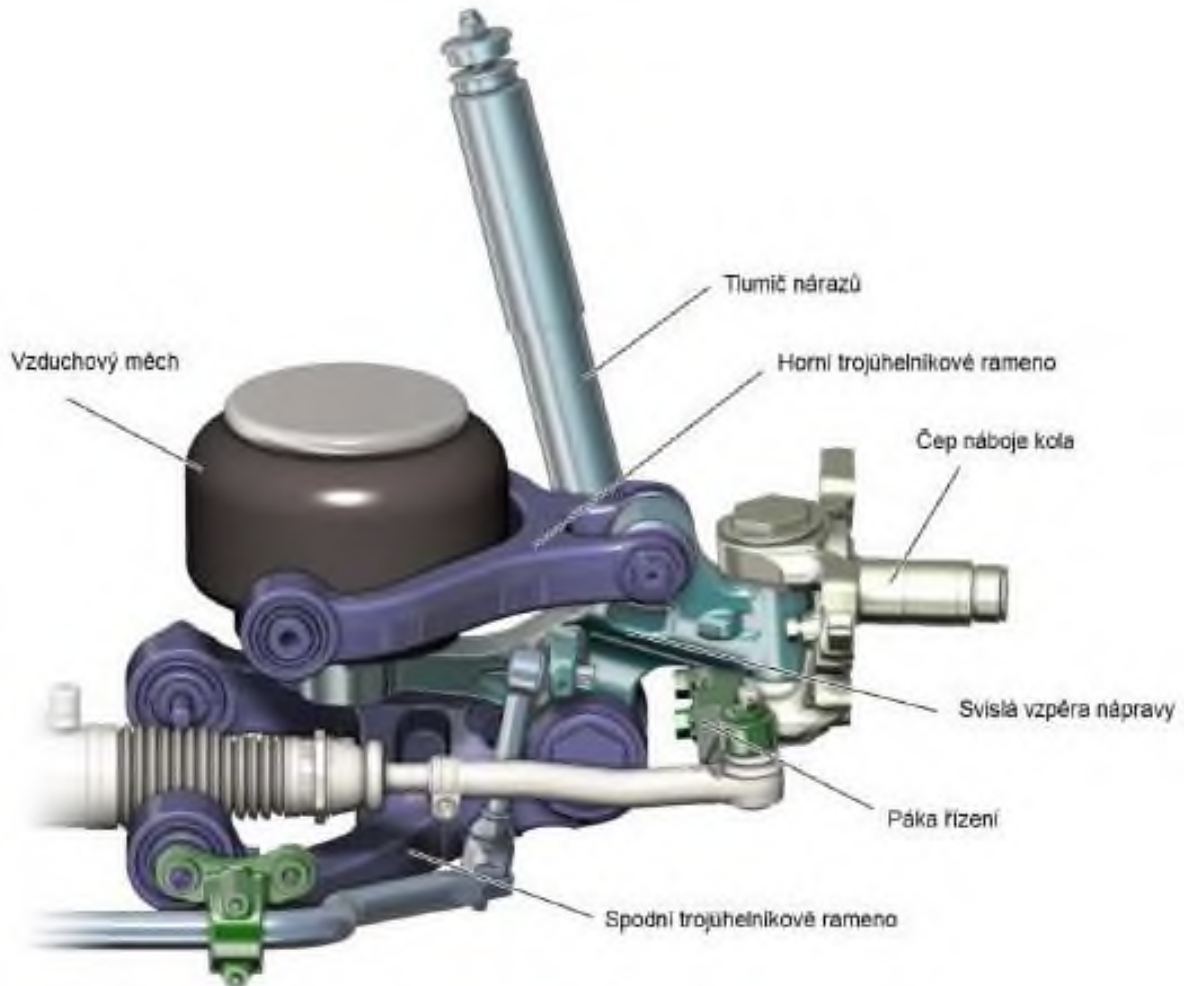
- | | |
|---------------------|----------------------------|
| (1) - pomocný rám | (5) - krátké raménko |
| (2) - horní rameno | (6) - těhlice |
| (3) - zadní rameno | (7) - závěs |
| (4) - spodní rameno | (8) - zkrutný stabilizátor |

Nezávislé zavěšení kol u nákladních vozidel a autobusů

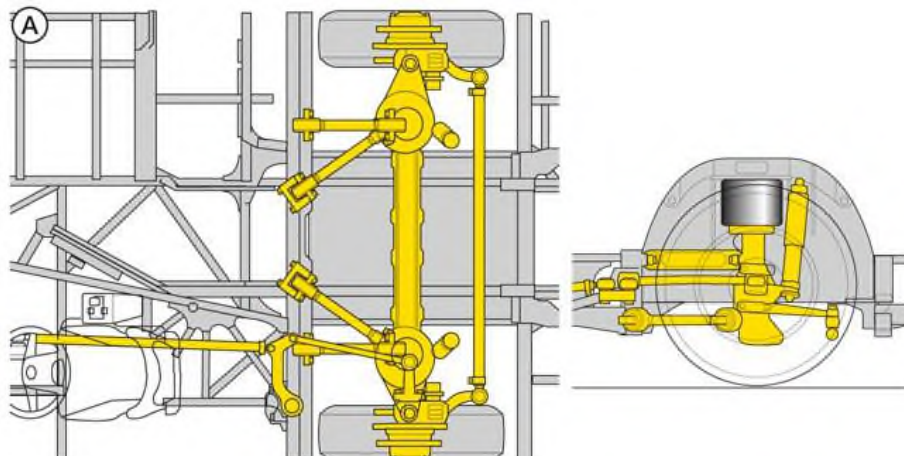
- Nezávislé zavěšení předních kol u nákladního automobilu zobrazené ze dvou pohledů na obrázku níže představuje mimořádně propracované konstrukční řešení, které podstatně zvyšuje kvalitu jízdních vlastností nákladního vozidla.
- Princip a význam nezávislého zavěšení je dávno známý a používaný v osobních vozidlech, ale zde se jedná o podstatně větší síly, jejich reakce a jimi vytvořené momenty, které působí na přední nápravu, která ovládá celé vozidlo.



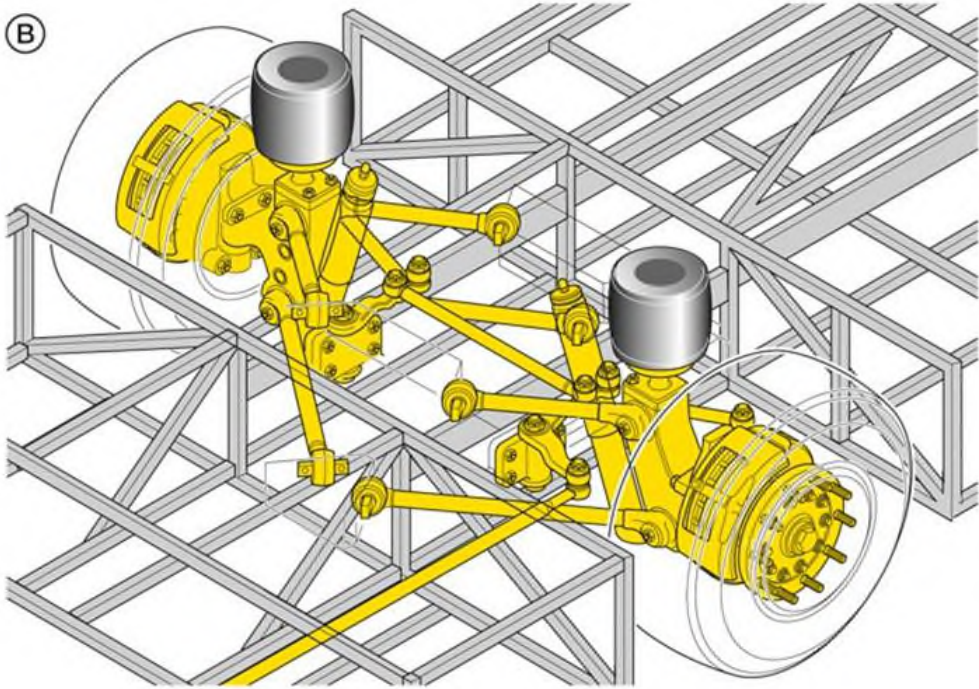
- Na obrázku níže je ještě patrná svislá vzpěra nápravy, která spojuje horní a dolní rameno a vytváří s nimi základ pákového systému pro přenos sil při výkyvu ramen. Na jedné straně nese čep kola a na opačné straně nosník vzduchového pružícího měchu.
- Horní rameno je orientováno kolmo na rám, spodní pak šikmo dozadu pro zachycení setrvačných sil při brždění. Tlumič nárazů je rovněž přišroubován na svislou vzpěru, kterou tak prochází všechny hlavní působící síly.



- Kvůli lepšímu komfortu cestování se u většiny autobusů používají víceprvkové nápravy s pneumatickým pérováním.



Ⓑ



Dynamika

12) Brzdy – účel, umístění na vozidle, požadavky, rozdělení brzdových soustav a jejich popis, základní pojmy

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží brzdová soustava vozidla? (účel brzd)
- Popište umístění brzd a jejich ovládacích prvků na vozidle.
- Vyjmenujte požadavky na brzdové soustavy.
- Proveďte rozdělení brzdových soustav dle různých hledisek a stručně je popište.
- Popište jednotlivé složky brzdné dráhy.
- Vysvětlete, co to je brzdné zpomalení vozidla, jak se vypočítá a jaké faktory ho ovlivňují?

Účel

- Slouží ke zpomalení, zastavení a k zajištění stojícího vozidla proti pohybu.
- Při brzdění dochází k přeměně kinetické energie na jiný druh energie, přičemž se část energie vždy nevratně mění na teplo.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ [J]}$$

m – hmotnost vozidla [kg]

v – rychlost vozidla [m/s]

Umístění na vozidle

- ovládací orgány (pedál, ruční páka, elektronický ovladač apod.) jsou umístěny v kabině řidiče,
- třecí části jsou umístěny na koncích náprav a v kolech,
- odlehčovací brzdy (motorová brzda) jsou umístěny ve výfukovém potrubí, popřípadě je jejich funkce realizována úpravou funkce výfukových ventilů nebo turbodmychadla,
- odlehčovací brzdy (retardéry) - standardní retardéry jsou integrovány přímo do převodovky nebo na výstupu z ní (mezi převodovku a spojovací hřídel – kardan)
- jednotlivé části jsou podle způsobu ovládání spojeny táhly, lanky, ocelovým potrubím, pryžovými hadicemi apod., u moderních brzdových systémů (EBD, EBV a EBS) také kabelové svazky.

Požadavky

- předepsaného brzdného účinku musí být dosaženo bez blokování kol,
- u osobních a nákladních vozidel a autobusů mohou mít brzdové soustavy zajišťující provozní, nouzové, parkovací, případně odlehčovací brzdění společné části, přičemž musí mít nejméně dva na sobě nezávislé ovládací orgány,
- ovládací orgány provozního a parkovacího brzdění musí být vždy nezávislé,
- porucha v části hydraulického nebo pneumatického převodu musí být signalizována řidiči,



- parkovací brzdy musí být schopny spolehlivě zabránit protáčení kol vozidla při jeho celkové hmotnosti na svahu (ve stoupání i klesání):
 - u osobních vozidel nejméně 18%
 - u nákladních vozidel a u autobusů u jednotlivého vozidla nejméně 18%, u soupravy nejméně 12%

Rozdělení brzdových soustav

Dle účelu

- **Provozní brzdová soustava**
 - snižuje rychlost vozidla, případně až do jeho úplného zastavení, přičemž se vozidlo nesmí odchýlit od přímého směru,
 - provozní brzdy jsou ovládány pouze nohou řidiče, jejich účinek musí být odstupňován (regulovatelný) a musí působit na všechna kola.
- **Nouzová brzdová soustava**
 - plní úkoly provozních brzd při jejich poruše a musí působit alespoň na jedno kolo z každé strany vozidla,
 - soustava nemusí být samostatná, může to být neporušený okruh dvouokruhových provozních brzd nebo brzda parkovací – konkrétní řešení je v kompetenci výrobce vozidla.
- **Parkovací brzdová soustava**
 - zajišťuje stojící vozidlo proti pohybu (zejména na svahu), a to i za nepřítomnosti řidiče,
 - ovládá se ruční pákou, výjimečně samostatným pedálem nebo elektronickým ovladačem (tlačítkem),
 - působí zpravidla na kola zadní nápravy,
 - neslouží ke snížení rychlosti nebo k zastavení (s výjimkou, kdy je použita jako nouzová brzda).
- **Zpomalovací brzdová soustava**
 - jedná se o pomocné (odlehčovací) brzdy,
 - snižuje rychlost vozidla nebo ji udržuje na konstantní hodnotě podle potřeby (zejména při sjíždění dlouhých svahů), aniž se použije brzda provozní, nouzová nebo parkovací,
 - úkolem těchto brzd není vozidlo zastavit,
 - konkrétně jde o motorovou brzdu nebo retardér,
 - její použití předchází použití provozní brzdy, kterou šetří

- ovládá se buď brzdovým pedálem nebo samostatným ovladačem na podlaze vozidla nebo páčkou umístěnou u volantu,
- působí pouze na kola hnací nápravy.

Dle druhu převodu

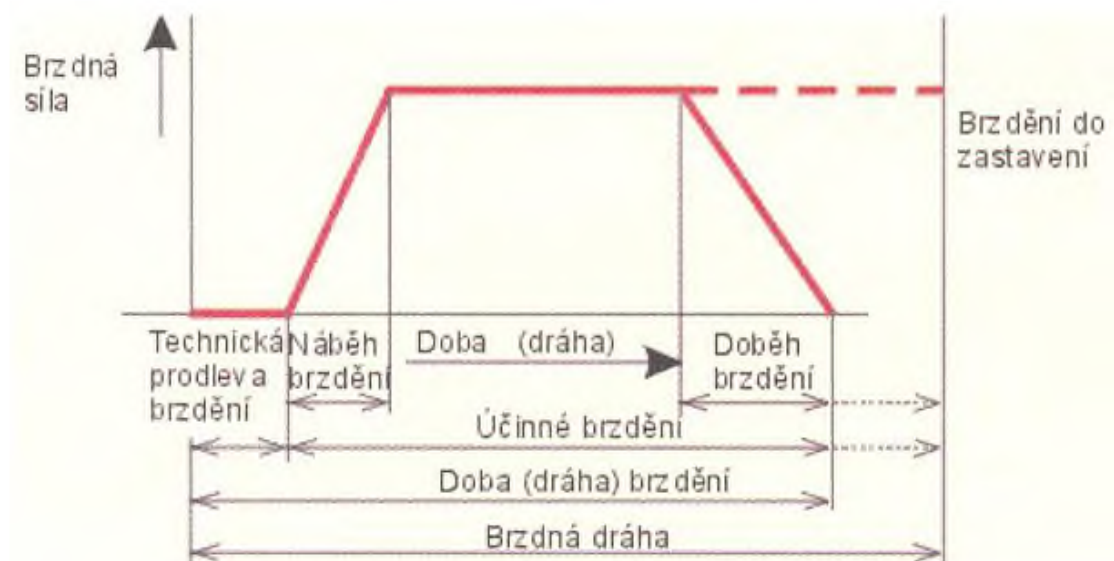
- Mechanický – pevná vazba – páky, táhla, lanka
- Hydraulický – využívá energie kapaliny
- Pneumatický – využívá stlačeného vzduchu, např. vzduchotlaké brzdy
- Elektrický – tvořen pomocí elektrického okruhu, např. el. parkovací brzda
- Smíšený – využívá kombinace více převodů, např. vzduchokapalinové brzdy

Dle zdroje energie

- **Přímočinná brzdová soustava**
 - Brzdná síla je vytvářena vlastní silou řidiče.
 - Tato síla se dále přenáší mechanickým nebo hydraulickým převodem na kola vozidla.
- **Brzdová soustava s posilovačem**
 - Jestliže nedostačuje síla řidiče, může být posílena pomocí podtlakového nebo elektrického nebo výjimečně i hydraulického posilovače brzd.
 - Posilovač musí být konstruován tak, aby při jeho poruše zůstala brzdová soustava v činnosti a při tom ovládací síla na brzdový pedál nepřesáhla 800 N.
- **Nepřímočinná brzdová soustava (strojní brzdy)**
 - Brzdný účinek je tvořen jiným zdrojem energie (obvykle tlakem vzduchu), který řidič pouze ovládá.

Základní pojmy

- **Doba brzdění** uplyne od okamžiku, kdy řidič začne působit na brzdu vozidla (brzdovou soustavu), až do okamžiku, kdy účinek brzdy pomine nebo kdy se vozidlo zastaví. Udává se v sekundách. Jednotlivé složky znázorňuje obrázek níže.



- Doba brzdění má tyto složky:

- **Doba technické prodlevy brzd** uplyne od okamžiku, kdy řidič začne působit na brzdový pedál vozidla, až do okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat.
- **Doba náběhu brzdění** uplyne od okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat až do okamžiku, kdy dosáhne plné výše.
- **Účinná doba brzdění** uplyne od okamžiku, kdy se účinek brzdy začne projevovat, až do okamžiku, kdy pomine nebo kdy vozidlo zastaví.
- **Doba doběhu brzdění** - uplyne od okamžiku, kdy řidič přestane působit na brzdový pedál, až do okamžiku, kdy účinek brzd pomine.

Pozn.: Při určování celkové doby brzdění se musí připočítat i reakční doba řidiče (cca 1 sekunda).

- **Dráha brzdění** je dráha, kterou vozidlo ujede v době brzdění. Udává se v metrech. Je znázorněna na obr. výše. Má tyto složky:
 - Dráha technické prodlevy brzdy je dráha, kterou vozidlo ujede v době prodlevy brzdy.
 - Dráha náběhu brzdění je dráha, kterou vozidlo ujede v době náběhu brzdění.
 - Dráha účinného brzdění je dráha, kterou vozidlo ujede v účinné době brzdění.
 - Dráha doběhu brzdění je dráha, kterou vozidlo ujede v době doběhu brzdění.
- **Brzdná dráha** je dráha brzdění vozidla až do jeho zastavení. Udává se v metrech.
- **Brzdné zpomalení vozidla** - je úbytek rychlosti vozidla za 1 sekundu způsobený účinkem brzdy, popř. odlehčovací brzdy. Jednotkou jsou m.s^{-2} . Brzdné zpomalení lze zjistit z přímého měření nebo empiricky či výpočtem.
 - Při výpočtu maximálního brzdného zpomalení vozidla se vychází ze setrvačné síly vozidla a z brzdné síly vozidla.
 - Setrvačná síla vozidla je dána vztahem:

$$F_a = m \cdot a \text{ [N]}$$

m – hmotnost vozidla [kg]

a – zrychlení/zpomalení vozidla [m.s^{-2}]

- Brzdná síla vozidla je dána vztahem:

$$F_B = m \cdot g \cdot \mu \text{ [N]}$$

m – hmotnost vozidla [kg]

g – tíhové zrychlení [m.s^{-2}], $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

μ - součinitel využití adheze [-], u kolových vozidel a za ideálních podmínek je $\mu_{\text{max.}} = 1$

- Jestliže má brzdná síla zmařit setrvačnou sílu vozidla, pak platí:

$$F_a = F_B$$

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \mu$$

$$a = g \cdot \mu$$

$$a_{\text{max.}} = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

- Maximální brzdné zpomalení kolových vozidel je za ideálních podmínek rovno hodnotě tíhového zrychlení.
- Závisí na faktorech, jako je účinnost brzd, stav pneumatik, rychlost a povrch vozovky. Všechny tyto faktory v sobě zahrnuje součinitel využití adheze.
- Čím větší je brzdné zpomalení, tím kratší je brzdná dráha vozidla.

13) Kapalinové brzdy

Konstrukce, princip činnosti, uspořádání brzdových okruhů, brzdová kapalina

Odborné otázky/úkoly:

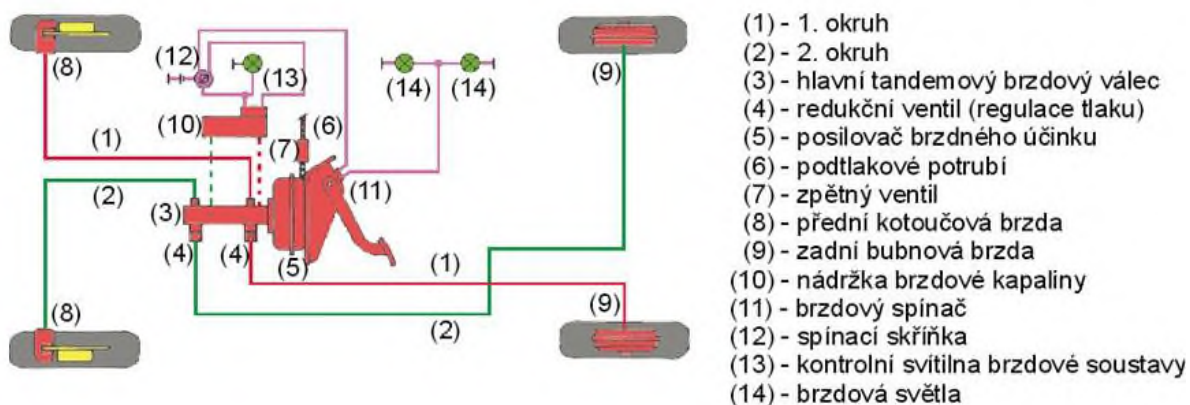
- Vyjmenujte všechny části kapalinových brzd.
- Popište konstrukci kapalinové brzdové soustavy.
- Popište princip činnosti kapalinové brzdové soustavy.
- Vysvětlíte, proč se na vozidlech používají dvouokruhové brzdové soustavy?
- Vysvětlíte konstrukci a princip činnosti hlavního brzdového válce.
- Vyjmenujte jednotlivé způsoby uspořádání brzdových okruhů a stručně je popište.
- Uveďte požadované vlastnosti brzdové kapaliny, její značení a zdůvodněte po jakých intervalech a proč se musí měnit brzdová kapalina?

Kapalinová (hydraulická) brzdová soustava je tvořena:

- brzdovým pedálem,
- podtlakový posilovač brzd,
- hlavním tandemovým brzdovým válcem,
- brzdovým potrubím,
- jednotkou ABS
- brzdovými hadičkami,
- kolovými brzdovými válečky,
- vlastními kolovými brzdami.

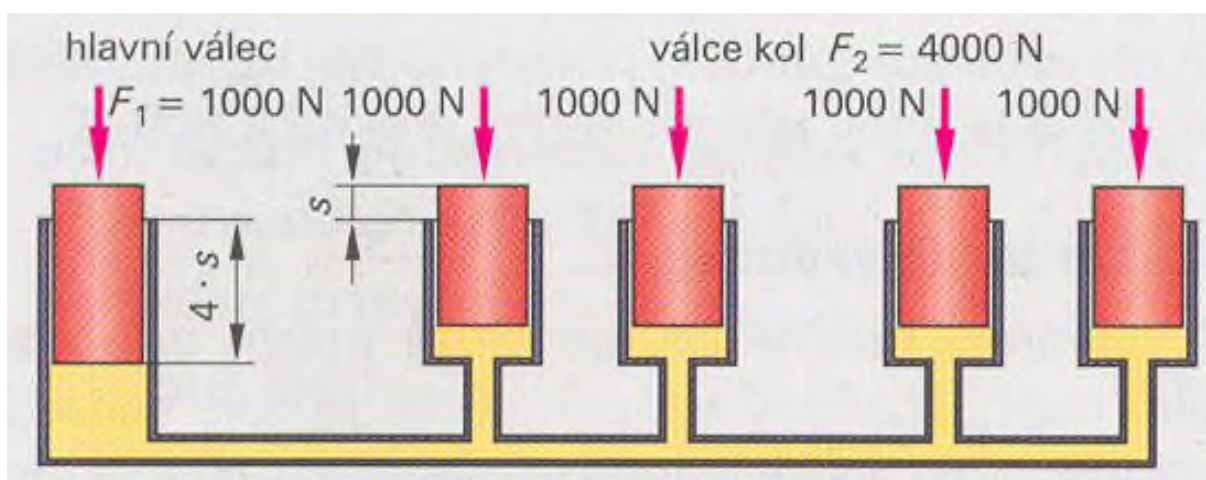
Konstrukce

- Na hlavní brzdový válec působí ovládací síla brzdového pedálu, která může být zvýšena posilovačem brzd. Pomocí hydraulického převodu, popřípadě doplněného posilovačem je možno vytvořit velkou přitlačnou sílu v kolových brzdách při poměrně malé ovládací síle na brzdovém pedálu.
- V některé části brzdové soustavy (například v okruhu brzd zadní nápravy) mohou být omezovače nebo regulátory tlaku brzdové kapaliny. U dnešních vozidel se nepoužívají, neboť regulace tlaku brzdové kapaliny je řešena elektronicky prostřednictvím systému ABS. Konkrétně se jedná o systém EBV.
- Jako kolové brzdy se používají u předních kol obvykle brzdy kotoučové, u zadních bubnové, je však možno použít kotoučové brzdy u všech kol.
- Z důvodů bezpečnosti jsou dnes brzdové soustavy tvořeny prakticky vždy dvěma brzdovými okruhy (dvou-okruhová brzdová soustava). U kapalinových brzd vyžaduje taková soustava použití dvojitého, obvykle tandemového hlavního brzdového válce. V případě poruchy jednoho brzdového okruhu může být vozidlo zabrzděno okruhem neporušeným.



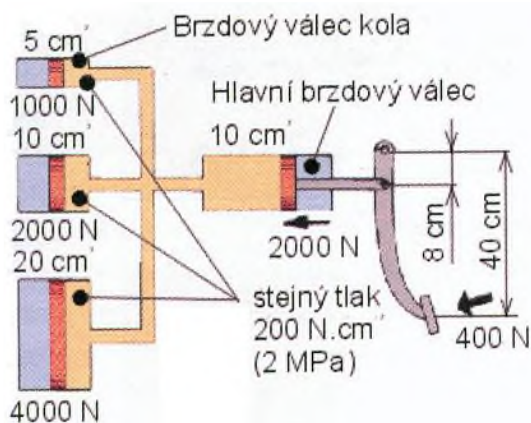
Princip činnosti

Činnost kapalinové brzdové soustavy je založena na využití Pascalova zákona: „Tlak vyvolaný vnější silou, která působí na povrch kapaliny v uzavřené nádobě, je ve všech místech kapaliny stejný“.



Tlak kapaliny je vytvořen brzdovým pedálem, který působí silou na píst v hlavním brzdovém válci. Kapalina přenáší tlakovou sílu na pístky v kolových brzdových válečkách, přičemž obvykle vytváří i příslušný převod.

V hydraulickém systému jsou působící síly ve stejném poměru, v jakém jsou velikostí ploch pístků, to znamená, že na pístek s větší plochou působí větší síla a naopak, přičemž tlak kapaliny je stejný. Zdvihy pístků jsou v opačném poměru než působící síly.



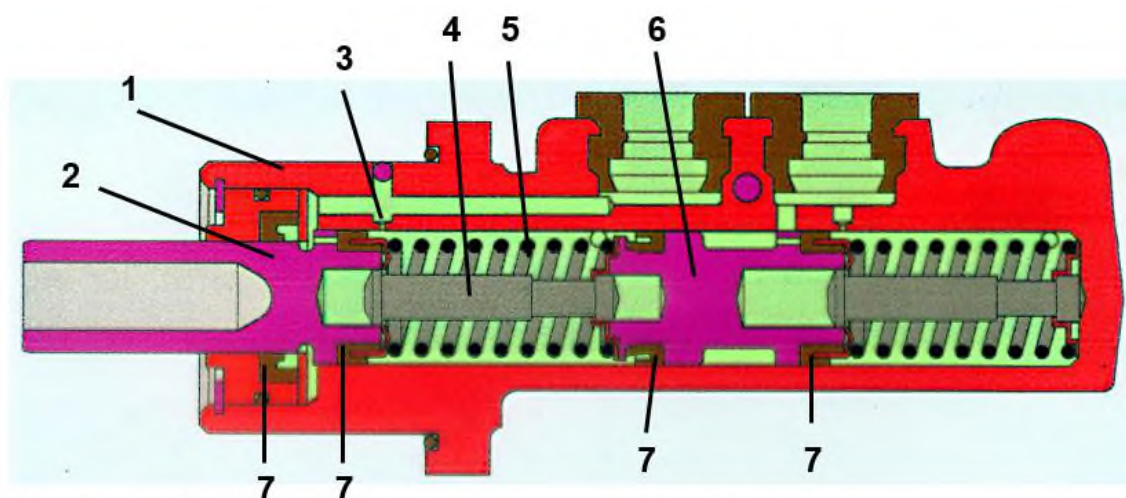
Kapalinové brzdy pracují s vysokým tlakem (až 12 MPa, krátkodobě až 18 MPa), což umožňuje, aby jednotlivé části brzdové soustavy měly poměrně malé rozměry. Pokud jsou malé vůle, okamžitě po stlačení pedálu se dá do pohybu malé množství kapaliny, tlak v systému vzroste a brzdy začnou účinkovat, to znamená, že pracují pouze s malým zpožděním. Kapalinové brzdy vyžadují pouze malou údržbu.

Hlavní brzdový válec

Účel

- vytvořit tlak v každém brzdovém okruhu,
- umožnit změnu objemu kapaliny v závislosti na změně teploty,
- umožnit rychlé snížení tlaku v systému při rychlém uvolnění brzdového pedálu.

Konstrukce



1 – těleso válce

2 – tlačný píst

3 – vyrovnávací otvor

4 - čep

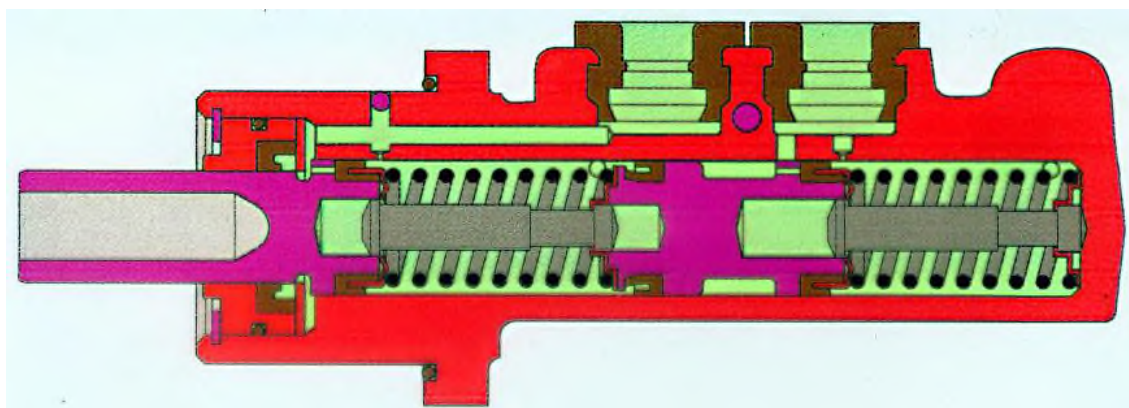
5 - pružina

6 – plovoucí píst

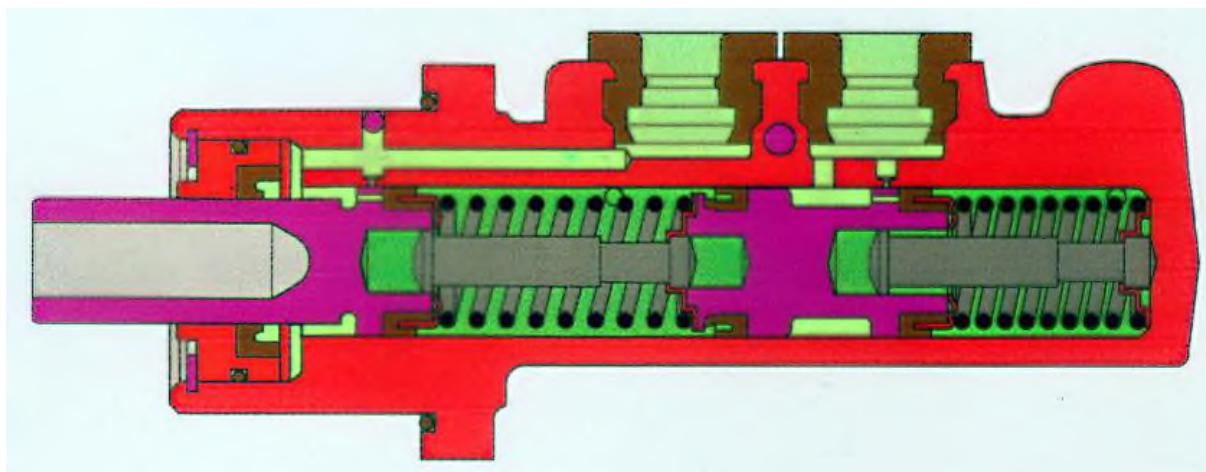
7 – těsnící manžety

Princip činnosti

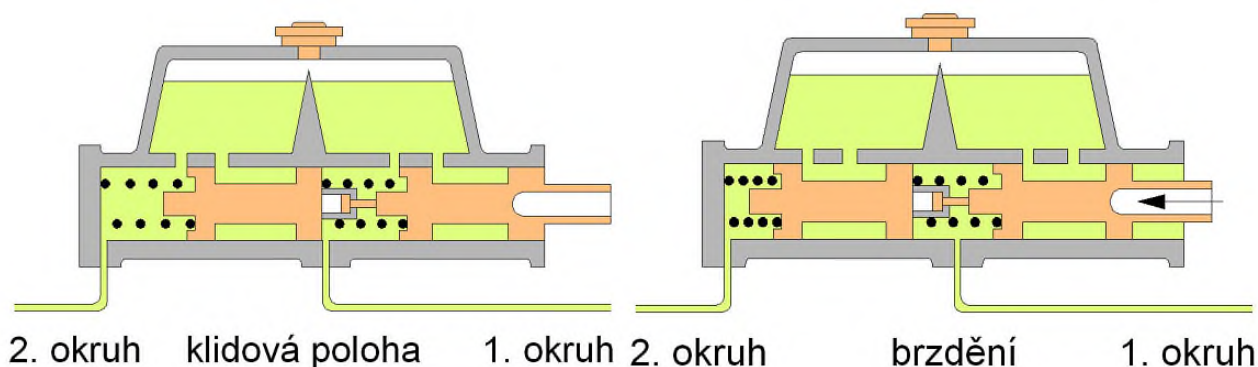
Klidová poloha - v této poloze musí být vyrovnávací otvory odkryty. Oba pracovní písty jsou spojeny s vyrovnávací nádobkou, což umožňuje změnu objemu brzdové kapaliny při jejím ohřívání nebo ochlazování.



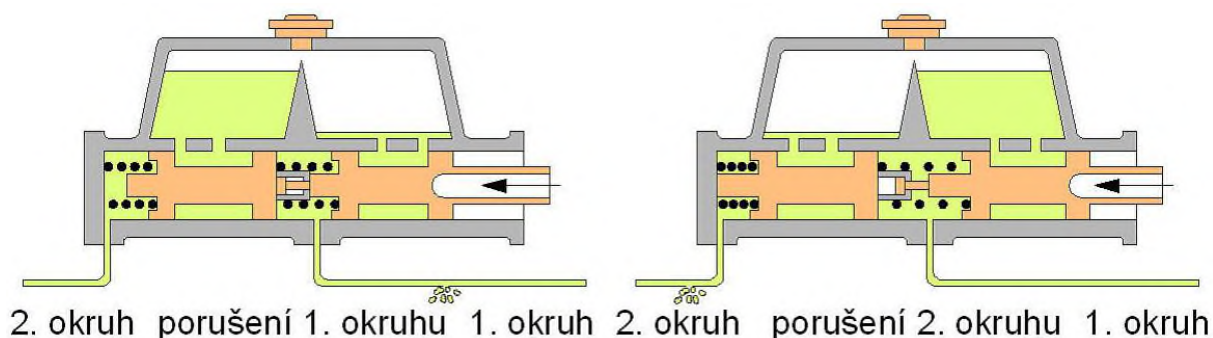
Brzdění - primární tlačný píst se pohybuje při sešlápnutí brzdového pedálu vlevo. Manžeta zakryje vyrovnávací otvor a v pracovním prostoru prvního okruhu dochází k vzrůstu tlaku. Vlivem zvýšení tlaku se posune vlevo i plovoucí píst a tlak vzroste i v pracovním prostoru druhého okruhu.



Obrázky níže schematicky znázorňují standardní princip činnosti hlavního brzdového válce



a činnost hlavního brzdového válce při porušení 1. nebo 2. brzdového okruhu.



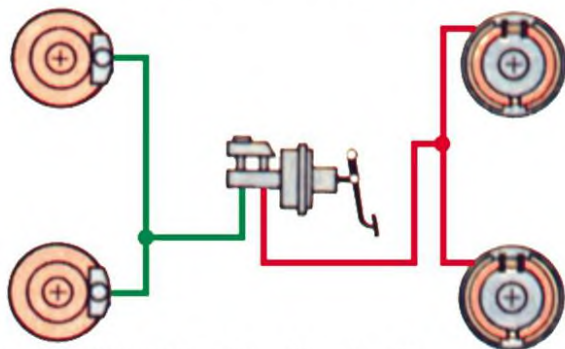
Uspořádání brzdových okruhů

Uspořádání „přední/zadní“ („TT“) - Přední a zadní náprava jsou brzděny oddělenými okruhy. Při poruše předního okruhu se však vytvoří velmi malý účinek neporušeným okruhem brzd zadních. V tomto případě je možno použít bubnové nebo kotoučové brzdy na všech kolech nebo vpředu brzdy kotoučové a vzadu bubnové.

Uspořádání „diagonální“ („X“) - Brzdový okruh tvoří vždy jedno přední kolo a k němu diagonálně umístěné kolo zadní.

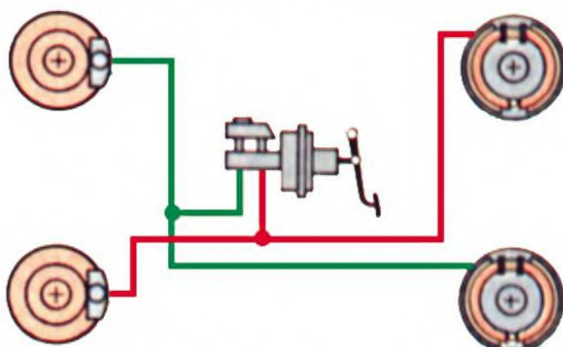
Uspořádání „trojúhelníkové“ („LL“) - Při použití čtyřpístkových kotoučových brzd u přední nápravy působí každý okruh na přední nápravu a jedno zadní kolo.

Dvoupístková Bubnová nebo
kotoučová brzda kotoučová brzda



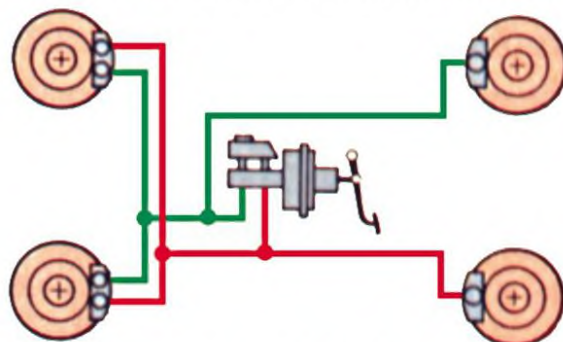
a) uspořádání přední/zadní ("II")

Dvoupístková Bubnová nebo
kotoučová brzda kotoučová brzda



b) uspořádání "diagonální" ("X")

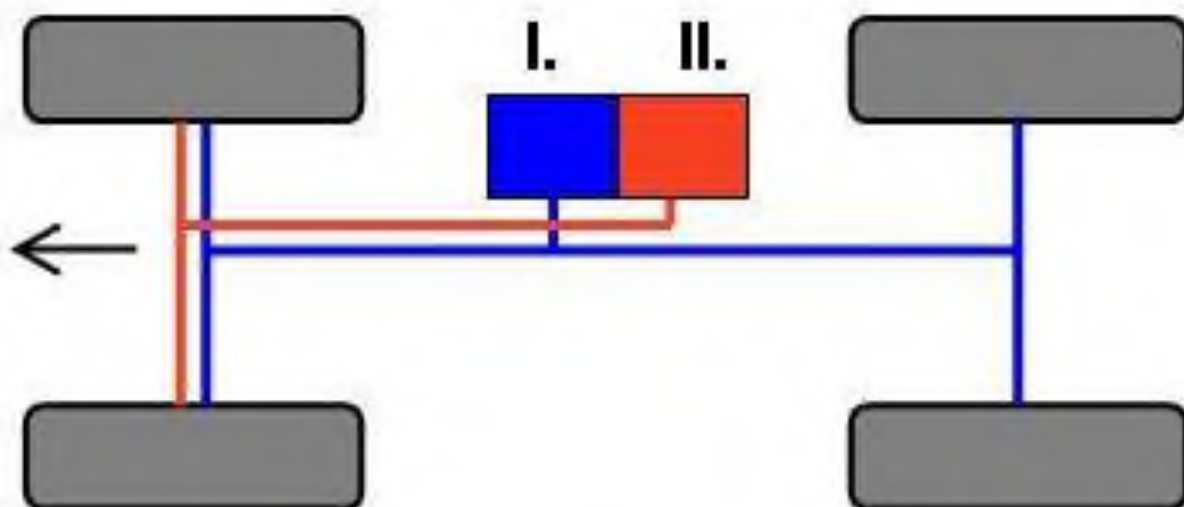
Čtyřpístková Bubnová nebo
kotoučová brzda kotoučová brzda



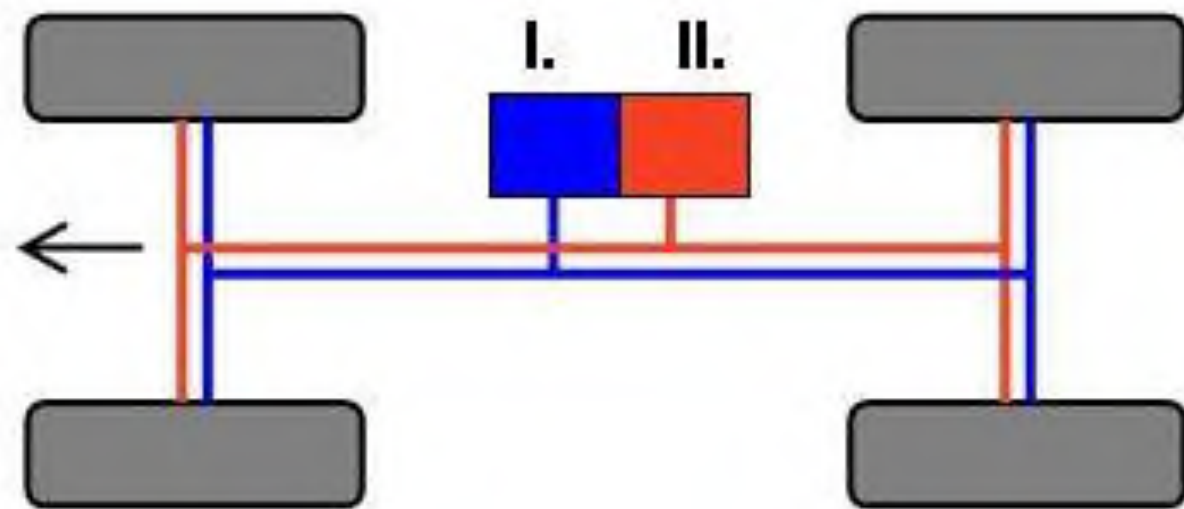
— 1. okruh
— 2. okruh

c) uspořádání "trojúhelníkové" ("LL")

Uspořádání „čtyři-dva“ („HT“) - Při použití čtyřpístkových kotoučových brzd u přední nápravy působí 1.okruh na všechna kola vozidla a 2.okruh pouze na přední nápravu.



Uspořádání „čtyři-čtyři“ („HH“) - Oba dva okruhy působí na všechna kola vozidla. Toto uspořádání je možné jen tehdy, jestliže jsou použity čtyřpístkové kotoučové brzdy na všech kolech.



Brzdová kapalina

Označují se zkratkou DOT dle amerických předpisů, které podrobně stanovují požadované vlastnosti brzdových kapalin. Dle této normy se označují a rozdělují na DOT 3, DOT 4, DOT 5 a DOT 5.1.

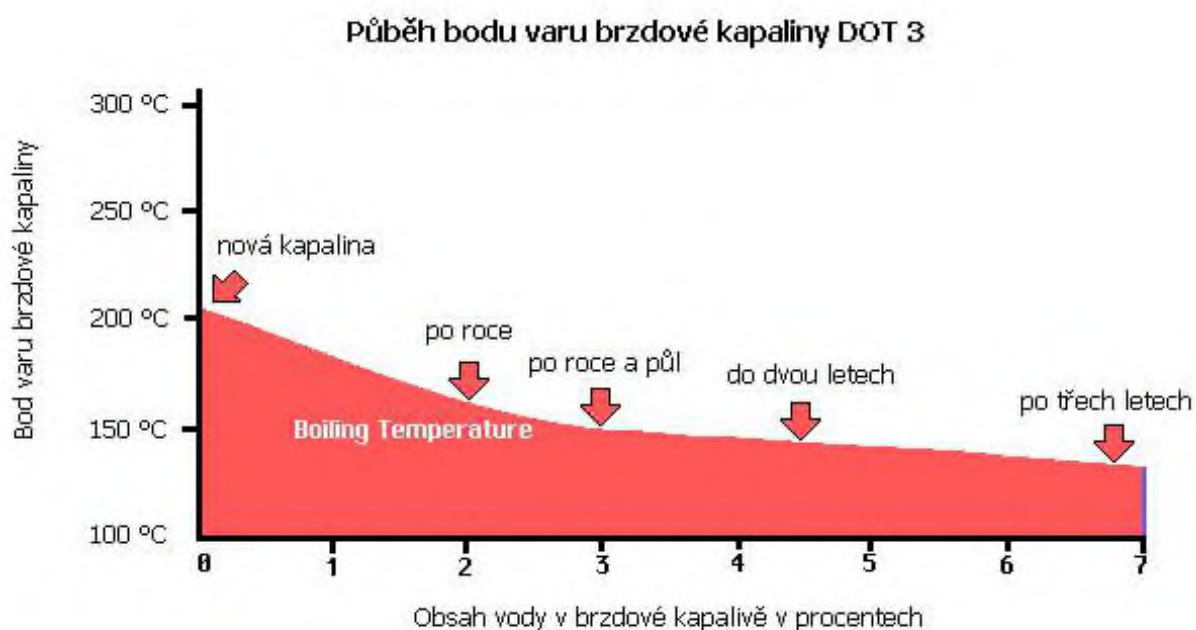
Požadavky na brzdovou kapalinu

- co nejmenší stlačitelnost,
- vysoký bod varu (např. 260 °C a více),
- stálost při vysoké teplotě a nízký bod tuhnutí (např. -60 °C),
- odolnost proti stárnutí,
- nízká a konstantní viskozita,

- mísitelnost s ostatními brzdovými kapalinami.

Musí být chemicky neutrální, nesmí působit korozivně na kovové části brzdového systému a chemicky na pryžová těsnění.

Brzdové kapaliny jsou silně hygroskopické, tzn., že pohlcují vzdušnou vlhkost, která se do ní dostává odvětrávacími otvory ve vyrovnávací nádobce a v brzdách. Pohlcováním vlhkosti se zhoršují vlastnosti brzdové kapaliny, protože již při poměrně nízké teplotě se v ní mohou vytvořit bublinky vodních par, což může vést i k selhání brzd. Obrázek níže ilustruje snižování bodu varu brzdové kapaliny v závislosti na obsahu vody. Doporučenou dobu pro výměnu brzdové kapaliny stanovuje výrobce vozidla, ale lze říci, že by se měla měnit po cca 1-2 letech.



14) Vzduchotlaké a vzduchokapalinové brzdy

Konstrukce, princip činnosti, systém EBS

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete základní rozdíly mezi kapalinovou, vzduchokapalinovou a vzduchotlakou brzdovou soustavou a uveďte příklady použití těchto soustav ve vozidlech.
- Popište konstrukci vzduchotlaké brzdové soustavy.
- Vysvětlete princip činnosti vzduchotlaké brzdové soustavy.
- Vysvětlete, co to je systém EBS, stručně ho popište a uveďte jeho hlavní výhody.
- Popište konstrukci vzduchokapalinové brzdové soustavy.
- Vysvětlete princip činnosti vzduchokapalinové brzdové soustavy.

Kapalinová - Vzduchokapalinová – Vzduchotlaká brzdová soustava

Kapalinová brzdová soustava (dnes výhradně s posilovačem brzd) se řadí mezi tzv. přímočinné brzdové soustavy, tzn., že svalová síla řidiče na brzdový pedál je posílena a dále působí na píst hlavního brzdového válce, ve kterém dochází k vytvoření tlaku brzdové kapaliny v brzdových okruzích, což způsobí provozní brzdění vozidla. Její použití je typické u osobních vozidel.

Vzduchokapalinovou brzdovou soustavu (dnes se příliš nepoužívá) lze zjednodušeně vysvětlit jako kapalinovou brzdovou soustavu s přetlakovým posilovačem brzd. U těchto brzd je totiž síla řidiče působící (přes pedál brzdy) na hydraulický systém posílena nebo zcela nahrazena silou stlačeného vzduchu. Jedná se tedy o kombinaci vzduchotlakého a kapalinového brzdového systému. Její aplikaci lze najít u užitkových vozidel s celkovou hmotností do 10 t nebo u traktorů.

Vzduchotlaká brzdová soustava se řadí mezi tzv. nepřímochinnou brzdovou soustavu, tzn., že svalová síla řidiče působící na brzdový pedál je nahrazena stlačeným vzduchem. Označují se také jako strojní brzdy. Fyzická síla řidiče působící na brzdový pedál pouze uvolňuje energii stlačeného vzduchu, která je pak regulovaně použita pro brzdění vozidla. Používá se především u nákladních automobilů a autobusů.

Vzduchotlaká brzdová soustava

Hlavní části

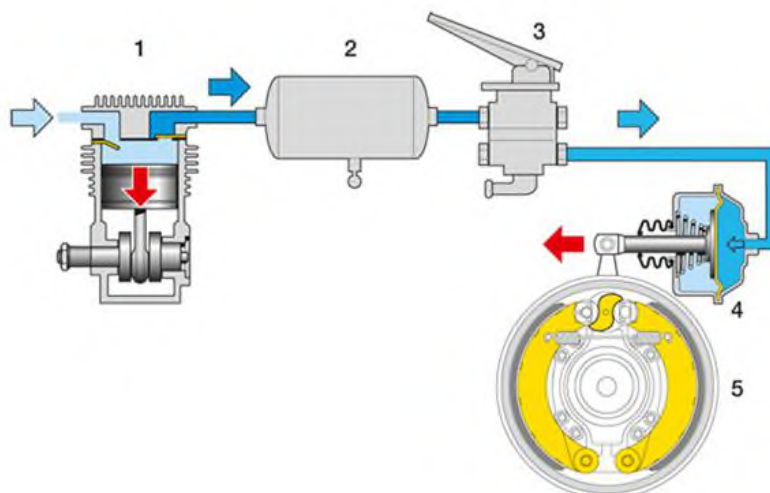
Plnicí část - zařízení vytvářející zásobu stlačeného vzduchu: kompresor, regulátor tlaku, čtyřokruhový pojistný ventil, vzduchojemy s odkalovacími ventily a tlakoměry.

Ovládací část - zařízení, které řídí brzdný účinek soustavy: pedálový dvouokruhový brzdič, zátěžový regulátor tlaku, jednoduchý (membránový) válec, kombinovaný (pružinový) válec, ovládací ventil parkovací brzdy a brzdič přívěsu.

Brzdy – přeměňují pohybovou energii vozidla v tepelnou: třecí kotoučové nebo bubnové brzdy (kolové brzdy).

Velmi zjednodušené schéma znázorňuje obrázek níže.

- 1 – kompresor
- 2 – vzduchojem
- 3 – hlavní pedálový brzdič
- 4 – kolový brzdový válec
- 5 – vlastní brzda



Princip činnosti

Zdroj tlakového vzduchu (kompresor) dodává vzduch přes vysoušeč vzduchu, ve kterém se vzduch zbavuje olejových nečistot a vlhkosti, do čtyř-okruhového pojistného ventilu, který rozděljuje stlačený vzduch do vzduchotlakých okruhů (viz obr. níže – pozice 4).

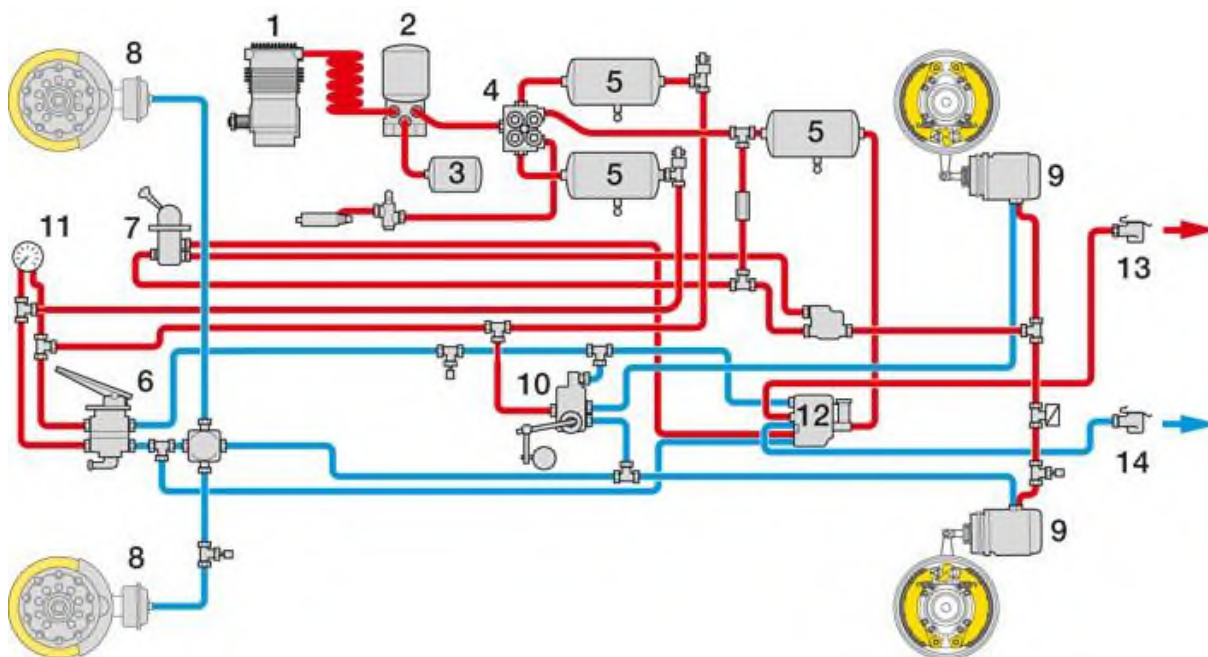
Regulátor tlaku vzduchu zabraňuje překročení maximální hodnoty dovoleného tlaku (0,8 – 1,2 MPa, tj. 8 -12 bar) vypouštěním přebytečného vzduchu do atmosféry. Stlačený vzduch postupuje do nejméně dvou (dva okruhy) vzduchojemů, odkud je dále dodáván přímo k pedálovému hlavnímu brzdiči. Vzduchojemy slouží jako zásobníky stlačeného vzduchu pro provozní brzdy, parkovací brzdy a brzdy přívěsu. Systém je opatřen tlakovými spínači, které vyvolají při poklesu tlaku pod minimální hodnotu akustický nebo optický varovný signál.

Pokud řidič sešlápne pedálový brzdič, tak otevře cestu tlakovému vzduchu, který postupuje brzdovým potrubím zakončeným zpravidla u kol tlakovými brzdovými hadicemi do vzduchových brzdových válců. Čím více je brzdový pedál stlačen, tím větší množství vzduchu proudí ze vzduchojemů do brzdových válců přední nápravy a přes zátěžový regulátor tlaku do pružinových brzdových válců zadní nápravy. Vzduch je v soustavě ztrátovým médiem, neboť se po odbrzdění vypouští do atmosféry, proto je neustále podle potřeby určeného tlaku v soustavě doplňován kompresorem.

Pro řízení provozní brzdy přívěsu je pedálový dvouokruhový brzdič spojen výstupní přípojkou také s brzdičem přívěsu. Tímto způsobem mohou být vedle provozních brzd nákladního vozidla řízeny i provozní brzdy přípojného vozidla.

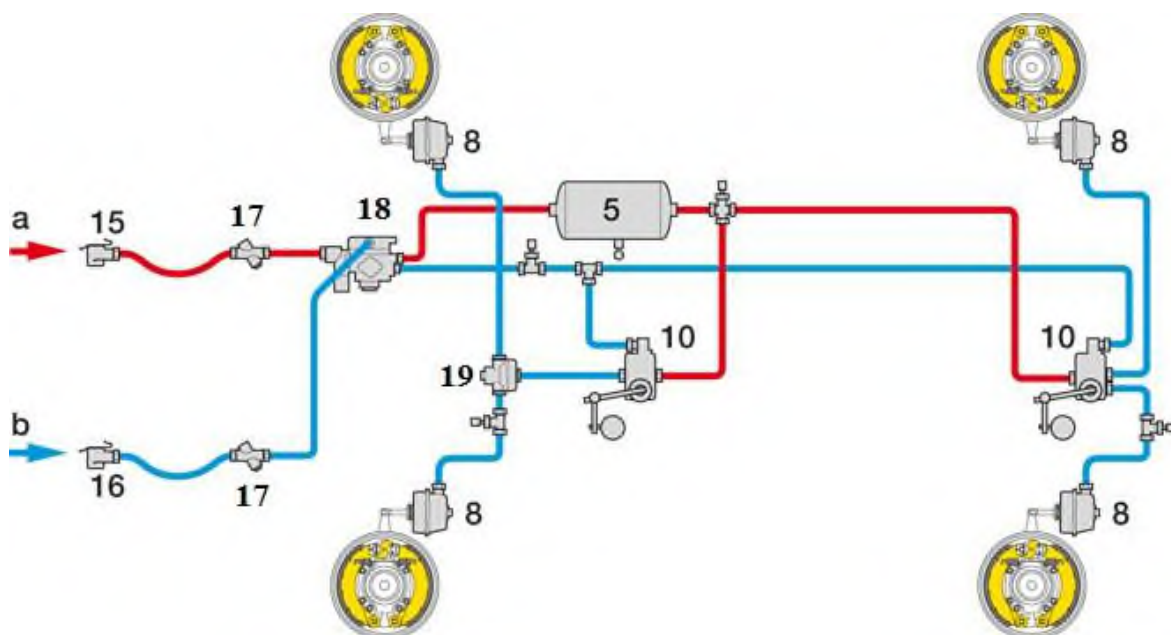
Parkovací brzda je ovládána pneumaticky a je uvedena do činnosti ruční pákou ventilu parkovací brzdy. Při odbrzdění jsou pružinové brzdové válce zadní nápravy propojeny přes ventilové relé s příslušným vzduchojemem a zavzdušněny. V pracovní poloze jsou odvzdušněny, tzn., že při poklesu tlaku vzduchu v soustavě je vozidlo zabrzděno. Ventil parkovací brzdy je výstupní přípojkou spojen s řídicím ventilem přívěsu. Tímto způsobem jsou řízeny parkovací brzdy přívěsu.

Vzduchotlaká brzdová soustava nákladního vozidla



- 1) kompresor
- 2) vysoušeč s regulátorem tlaku vzduchu
- 3) regenerační vzduchojem (u novější konstrukce vozidel se nepoužívá, neboť vzduch potřebný pro fázi regenerace je odebírán z ostatních vzduchojemů)
- 4) čtyř-okruhový pojistný ventil - může být i pět okruhů:
 - 1 – zadní
 - 2 – přední
 - 3 – parkovací/bezpečnostní
 - 4 – pomocný
 - 5 – pérování
- 5) vzduchojemy
- 6) dvouokruhový hlavní brzdič (pedálový dvouokruhový brzdič)
- 7) ventil parkovací brzdy (ručně ovládaný)
- 8) membránový brzdový válec (kolový)
- 9) kombinovaný pružinový brzdový válec
- 10) zátěžový regulátor brzdného tlaku
- 11) dvojitý tlakoměr / manometr (umístěný na přístrojové desce)
- 12) brzdič přívěsu
- 13) připojovací hlavice – plnicí (červená)
- 14) připojovací hlavice – ovládací (žlutá)

Vzduchotlaká brzdová soustava přívěsu



- 5) vzduchojem
- 8) membránový brzdový válec (na zadní nápravě může být kombinovaný pružinový válec)
- 10) zátěžové regulátory brzdného tlaku
- 15) přípojovací hlavice – plnicí (červená)
- 16) přípojovací hlavice – ovládací (žlutá)
- 17) čistič vzduchu
- 18) brzdový ventil přívěsu (rozvaděč přívěsu)
- 19) retenční ventil

Systém EBS (Electronic Brake System)

Jedná se o elektronicky řízenou vzduchotlakou brzdovou soustavu nákladních vozidel a autobusů. Mechanicko-pneumatické ovládání je nahrazeno elektronickými akčními členy. Elektronicky řízená brzdová soustava vychází z klasické koncepce vzduchových brzdových systémů, pouze ovládání je realizováno elektrickými aktuátory. Nejčastěji je systém proveden jako jednookruhový elektronický systém se sekundárním pneumatickým jištěním s pomocným pneumatickým brzdíčem, který je stále legislativně předepisován.

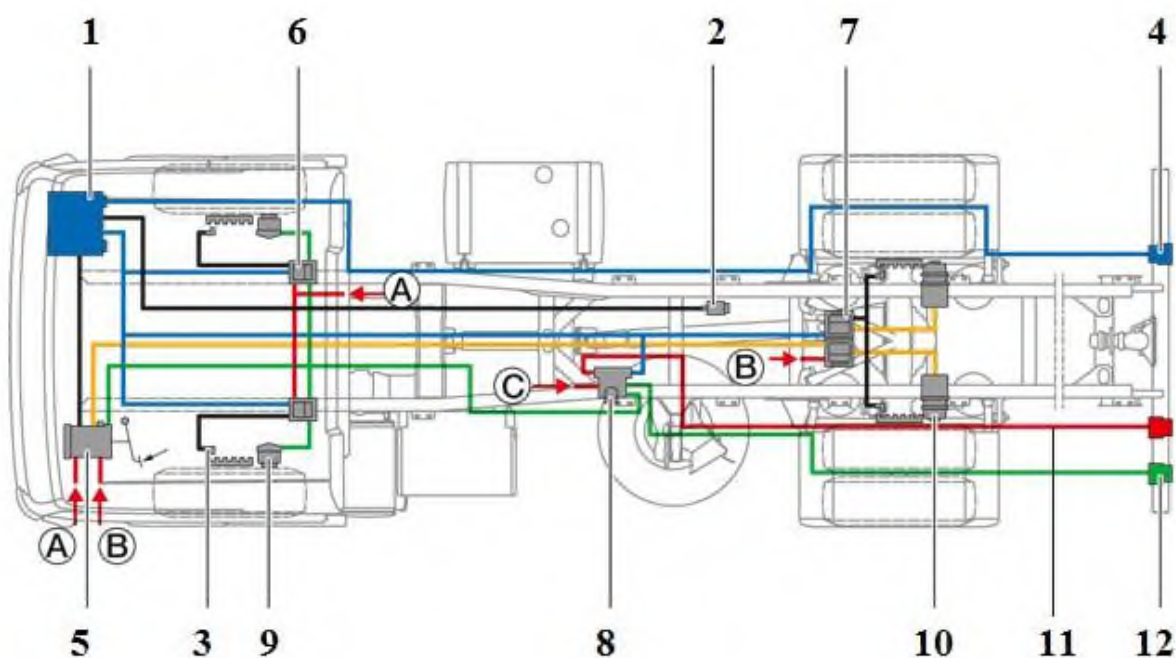
Klasický systém je doplněn o další vedení „neregulovaného tlaku“, který je přiveden k elektricky ovládaným modulátorům. Tím se významně zkrátí negativní vlastnost dynamiky plynů v součinnosti s délkou potrubí a škrcením v jednotlivých komponentech. Elektrické aktuátory mohou reagovat mnohonásobně rychleji. Udává se 0,1 s (oproti klasické 0,4 – 0,6) což je při rychlosti 90 km/h o cca 2,5 metrů zkrácení brzdného dráhy.

Další funkce jsou například: optimalizace brzdné síly na jednotlivé nápravy dle rozložení hmotnosti, kontrola tloušťky brzdového obložení a informace o ní na přístrojové desce, informace zatížení jednotlivých náprav, automatické zvedání nebo spouštění náprav dle aktuálního zatížení, přímá kontrola tlaku v pneumatikách a mnoho dalších. Všechny tyto

funkce jsou dostupné jak pro tažné vozidlo, tak i pro přívěs nebo návěs (pokud jsou vybaveny systémem EBS).

Hlavní části

- snímače rychlosti otáčení kol (využívá se senzorů ABS)
- modulátory tlaku
- snímač zatížení hmotnosti (nahrazuje původní zátěžový regulátor)
- snímač opotřebení brzdového obložení (pouze kotoučové brzdy)
- elektronická řídicí jednotka
- brzdič provozní brzdy se snímačem brzdné hodnoty (tlak na pedále je přímo úměrný brzdnému účinku)
- 7-pin zásuvka se dvěma piny vyhrazenými pro CAN-Bus návěsu



A – vstup plnění okruhu přední nápravy (neregulovaný tlak)

B – vstup plnění okruhu zadní nápravy (neregulovaný tlak)

C – vstup plnění okruhu přívěsu (neregulovaný tlak)

1 – řídicí jednotka EBS

2 – snímač zatížení (zadní náprava)

3 – indukční snímač rychlosti kola

4 – zásuvka napájení a CAN-Bus pro návěs
nebo přívěs

5 – hlavní brzdič EBS

6 – modulátor tlaku EBS přední náprava

7 – modulátor tlaku EBS zadní náprava

8 – EBS modul přípojného vozidla

9 – kolový brzdový válec přední náprava
(membránový)

10 – kolový brzdový válec zadní náprava
(pružinový)

11 – plnicí připojovací hlavice (červená)

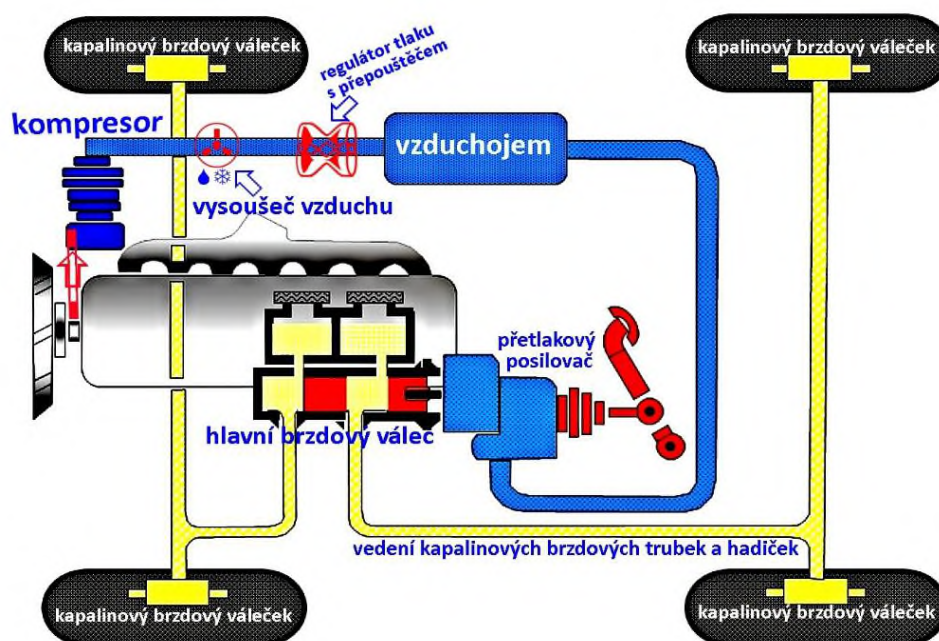
12 – ovládací připojovací hlavice (žlutá)

Vzduchokapalinová brzdová soustava

Kombinovaná vzduchokapalinová brzdová soustava využívá výhod přesného, zástavbově nevelkého kapalinového systému. Pro pohodlné ovládání celého brzdového systému využívá výhody stlačeného vzduchu. Jsou zde tedy použita dvě pracovní média a sice brzdová kapalina a vzduch.

Hlavní části a princip činnosti

K vytvoření tlakového vzduchu, který je prostý nečistot, dojde v kompresoru, poháněného motorem. Následně stlačený vzduch postupuje do vysoušeče vzduchu, kde je ze vzduchu odloučen olej a vlhkost a dále je v regulátoru tlaku s přepouštěcím ventilem regulován tlak a vzduch je dodáván do vzduchojemu. Odtud tlakový vzduch postupuje do přetlakového posilovače brzd, který je spojen s kapalinovou brzdovou soustavou. Sešlápnutím pedálu brzdy se otevře cesta tlakovému vzduchu, který začne působit značnou silou na kapalinový hlavní brzdový válec. Vytvoří se tak tlak brzdové kapaliny, která se šíří brzdovým potrubím a brzdovými hadičkami přímo do kolových brzdových válečků, které vytvoří brzdovou sílu na třecích brzdových segmentech.



15) Kotoučové a bubnové brzdy osobních a nákladních vozidel

Odborné otázky/úkoly:

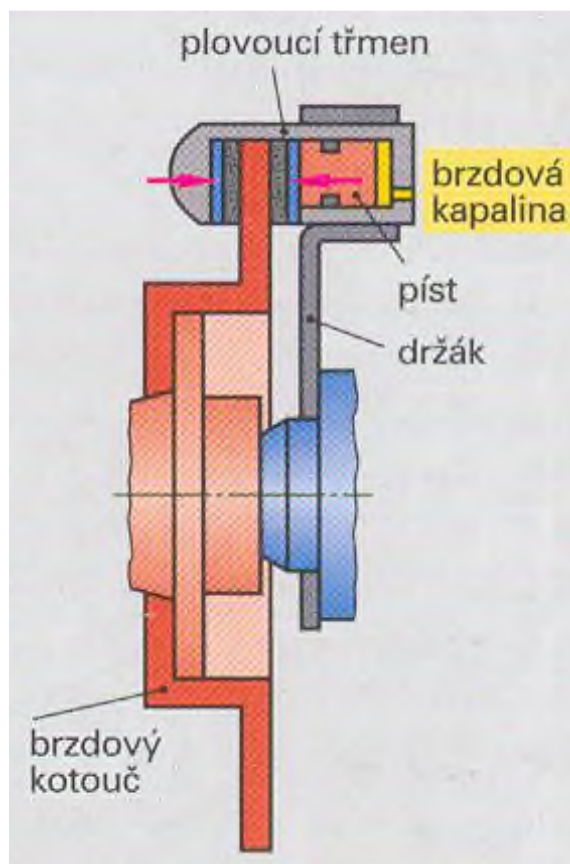
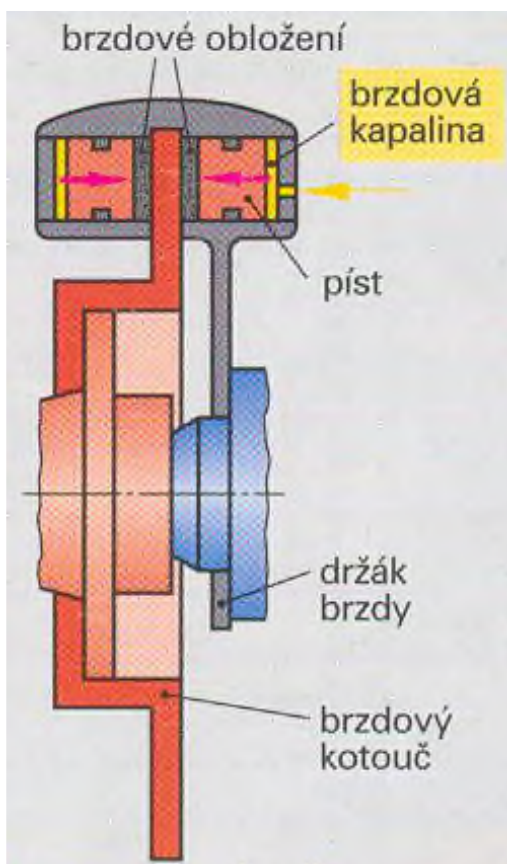
- Popište konstrukci, princip činnosti a vlastnosti kotoučových brzd.
- Popište konstrukci, princip činnosti a vlastnosti bubnových brzd.
- Popište kontrolu kotoučových a bubnových brzd.

Kolová brzda je část brzdové soustavy, která vytváří sílu působící proti pohybu vozidla. Tím se přemění pohybová (kinetická) energie vozidla v energii tepelnou (teplo). Třecí brzdy se dělí na kotoučové a bubnové.

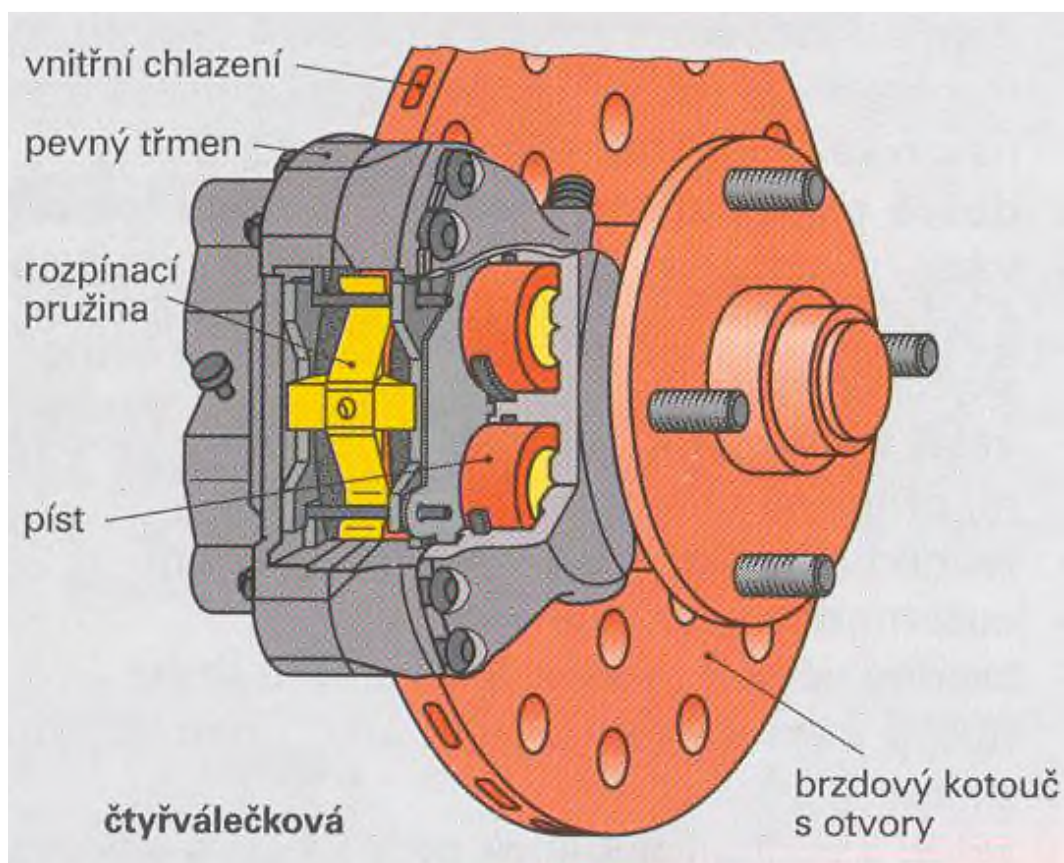
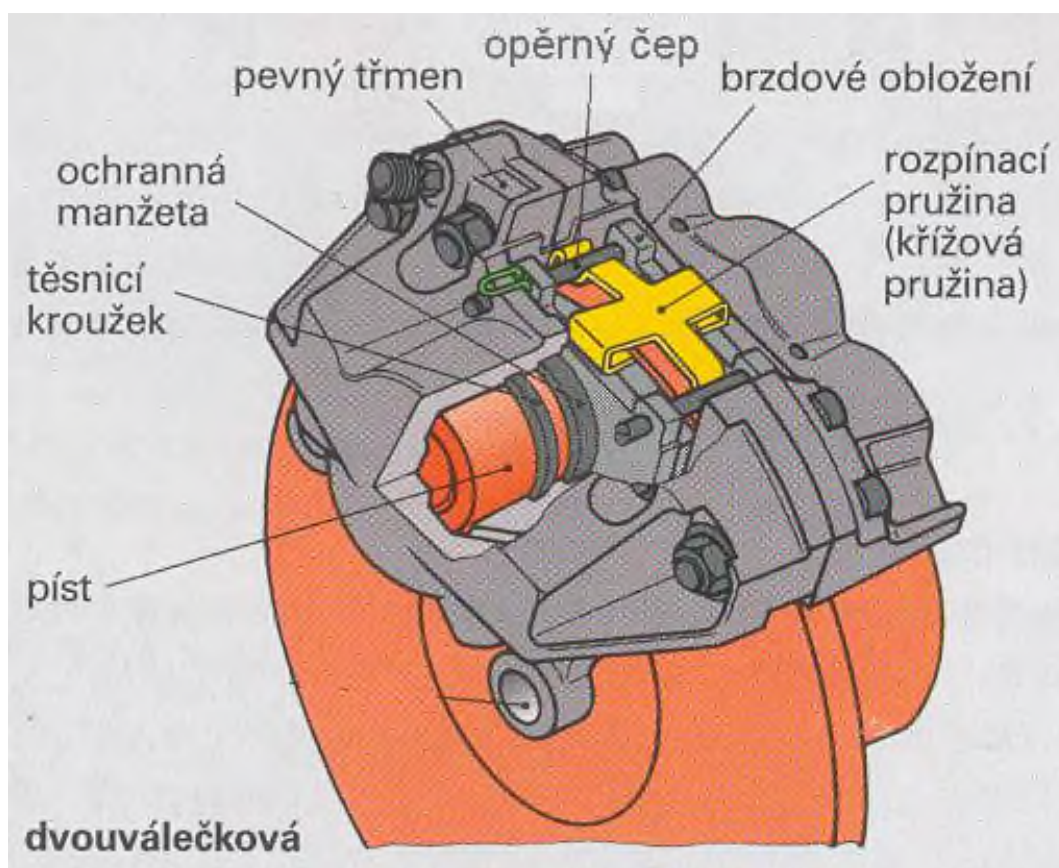
Kotoučové brzdy s kapalinovým ovládáním

Konstrukce a princip činnosti

- U kotoučových brzd s **pevným třmenem** (obr. vlevo) jsou na obou stranách třmenu vytvořeny válečky, ve kterých se pohybují pístky. Třmen je pevně přišroubován k držáku brzdy. Při brzdění přitlačují pístky brzdové obložení (třecí segmenty) z obou stran na brzdový kotouč. Přítlačná síla je vytvořena tlakem brzdové kapaliny.
- U kotoučových brzd s **plovoucím třmenem** (obr. vpravo) je třmen uložen posuvně v pevném držáku. Pístek ve válečku tlačí obložení proti brzdovému kotouči. Reakční síla posouvá třmen, který se přitlačí na brzdový kotouč na opačné straně.

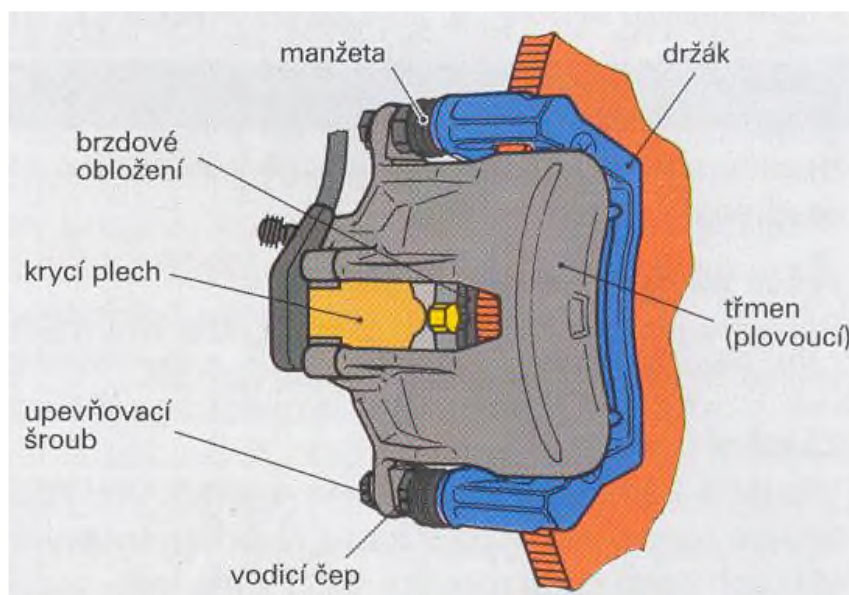


Kotoučová brzda s pevným třmenem může být dvoupístková nebo čtyřpístková



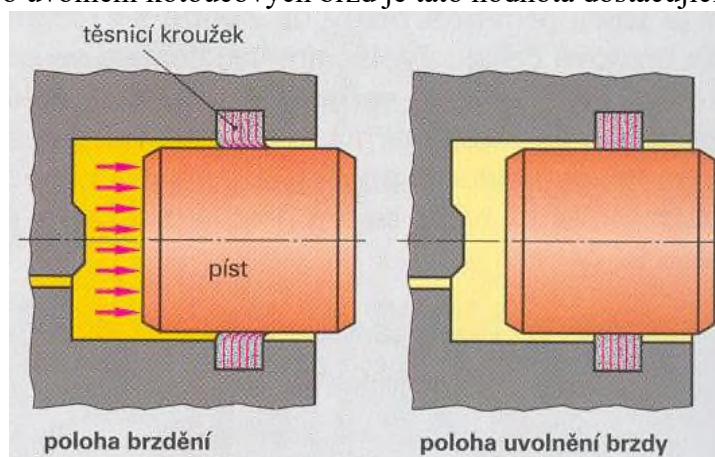
Kotoučová brzda s plovoucím třmenem

- Oproti kotoučovým brzdám s pevným třmenem mají menší rozměry a hmotnost. Vzhledem k tomu, že pístek (popř. dva pístky) je umístěn pouze z jedné strany, snižuje se možnost vzniku parních bublin v brzdové kapalině při intenzivním brzdění.
- Držák brzdy je pevně spojen s některou částí zavěšení kola. V držáku jsou zašroubovány dva vodící čepy. Třmen je vodícími pouzdry posuvně uložen na vodících čepích držáku brzdy.
- **U této konstrukce hrozí nebezpečí zadření posuvné části třmene v držáku a v jeho důsledku snížení brzdného účinku.**



Samočinné nastavení vůle

- V drážce brzdového válečku je těsnicí pryžový kroužek, kterým je pístek utěsněn. Vnitřní průměr kroužku je menší než průměr pístku, kroužek tedy obepíná pístek s předpětím.
- Při brzdění se vlivem pohybu pístku kroužek pružně deformuje. Síla vzniklá touto deformací vrací při poklesu tlaku brzdové kapaliny kroužek a tím i pístek zpět do původní polohy.
- Vzdálenost, o kterou se pístek posune zpět, se nazývá brzdová vůle. Vůle činí asi 0,15mm, ale pro uvolnění kotoučových brzd je tato hodnota dostačující.



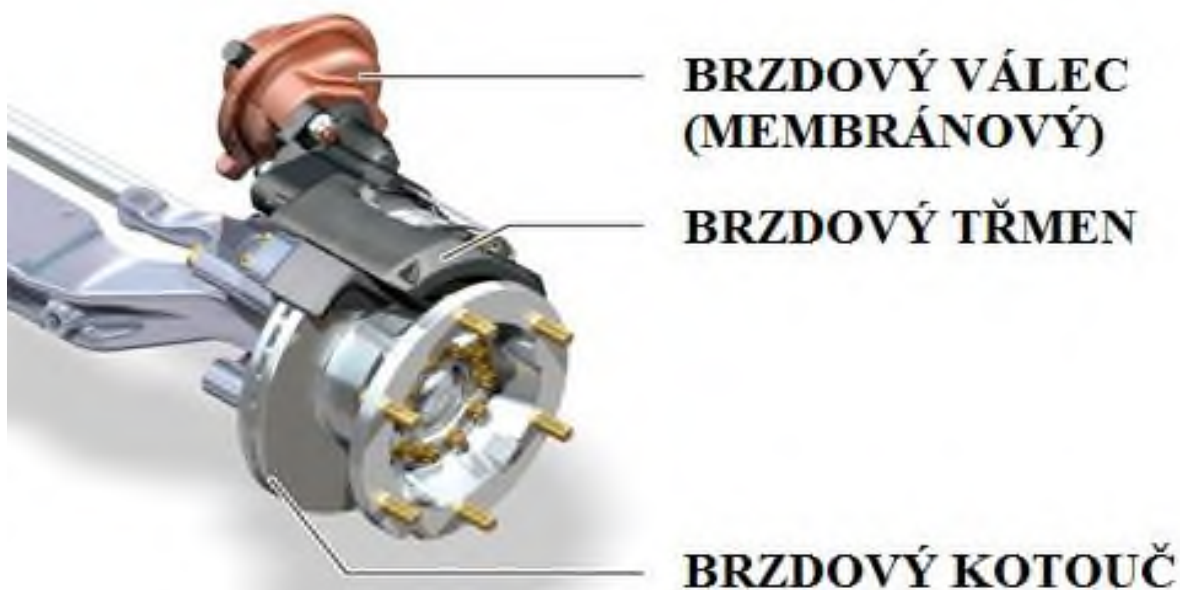
Vlastnosti kotoučových brzd

- I při dlouhodobém brzdění se součinitel tření mění jen málo. Brzdná síla proto kolísá nepatrně.
- Seřízení brzdové vůle je samočinné.
- Velikost brzdného účinku nezáleží na smyslu otáčení kola.
- Dochází k rychlejšímu opotřebení třecích částí brzd (oproti bubnovým).
- Jednoduchá výměna a kontrola.
- Nemají samoposilující účinek. Brzdové válečky mají větší průměr

Kontrola kotoučových brzd

- opotřebení brzdových destiček a brzdových kotoučů,
- stav brzdových destiček (spálené obložení, deformace, vydrolený materiál obložení),
- stav brzdových kotoučů (koroze, házivost, prasknutí),
- prolínání brzdové kapaliny,
- pohyblivost pístků, pohyblivost plovoucího třmenu,
- kontrola ochranných pryžových manžet,
- čistota částí kotoučové brzdy.

Kotoučové brzdy se vzduchotlakým ovládáním



Konstrukce:

a – atmosferický tlak

b – brzdný tlak

1 – brzdový kotouč

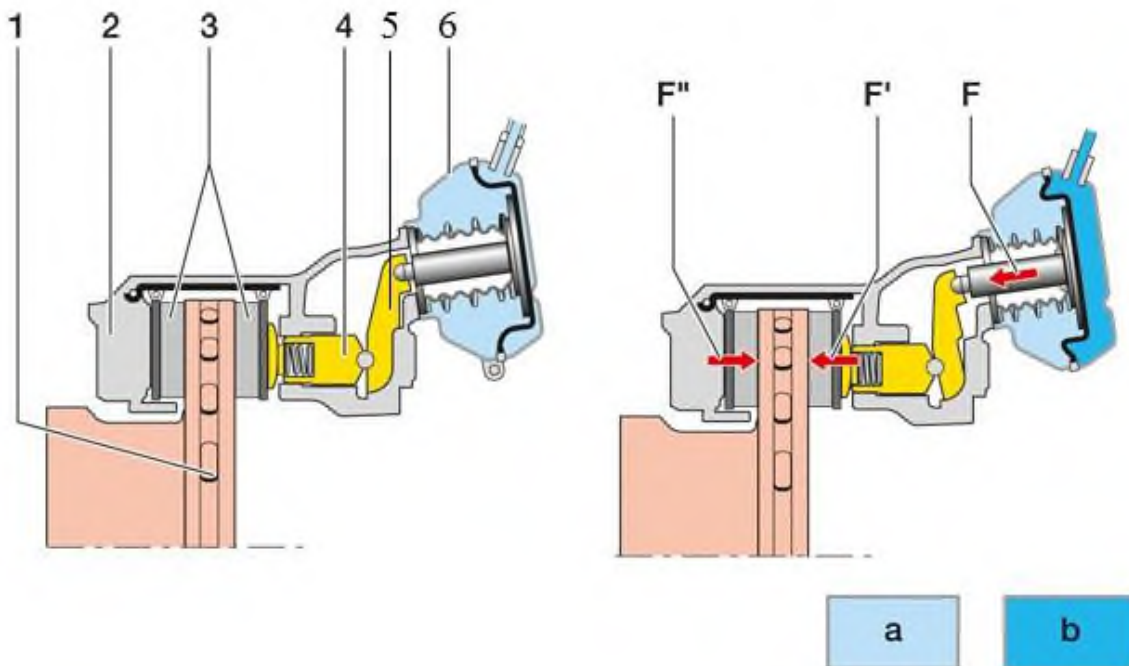
2 – třmen kotoučové brzdy

3 – třecí segmenty (brzdové destičky)

4 – tlačný mechanismus s automatickým vymezováním vůle (tlačný čep)

5 – páčka výstředníku (pákový převod)

6 – membránový brzdový válec



Samočinné nastavení vůle

Vzdálenost mezi brzdovým obložením a brzdovým bubnem nebo brzdovým kotoučem se zvětšuje s jejich opotřebením. Tím se i prodlužuje prodleva při brzdění. Pokud by nedošlo k seřízení této brzdové vůle, prodloužila by se dráha pístu v brzdovém válci a v extrémním případě by nenastal žádný brzdný účinek. K nastavení správné vůle dochází v okamžiku uvolnění (odbrzdění) třecí brzdy (např. pákového nastavovače).

Tlačný mechanismus má v sobě integrován systém pro automatické vymezování vůle sloužící pro kompenzaci normálního a nevyhnutelného opotřebení brzdových desek. Proto je doba náběhu brzdění konstantní po celou dobu životnosti brzdových desek.

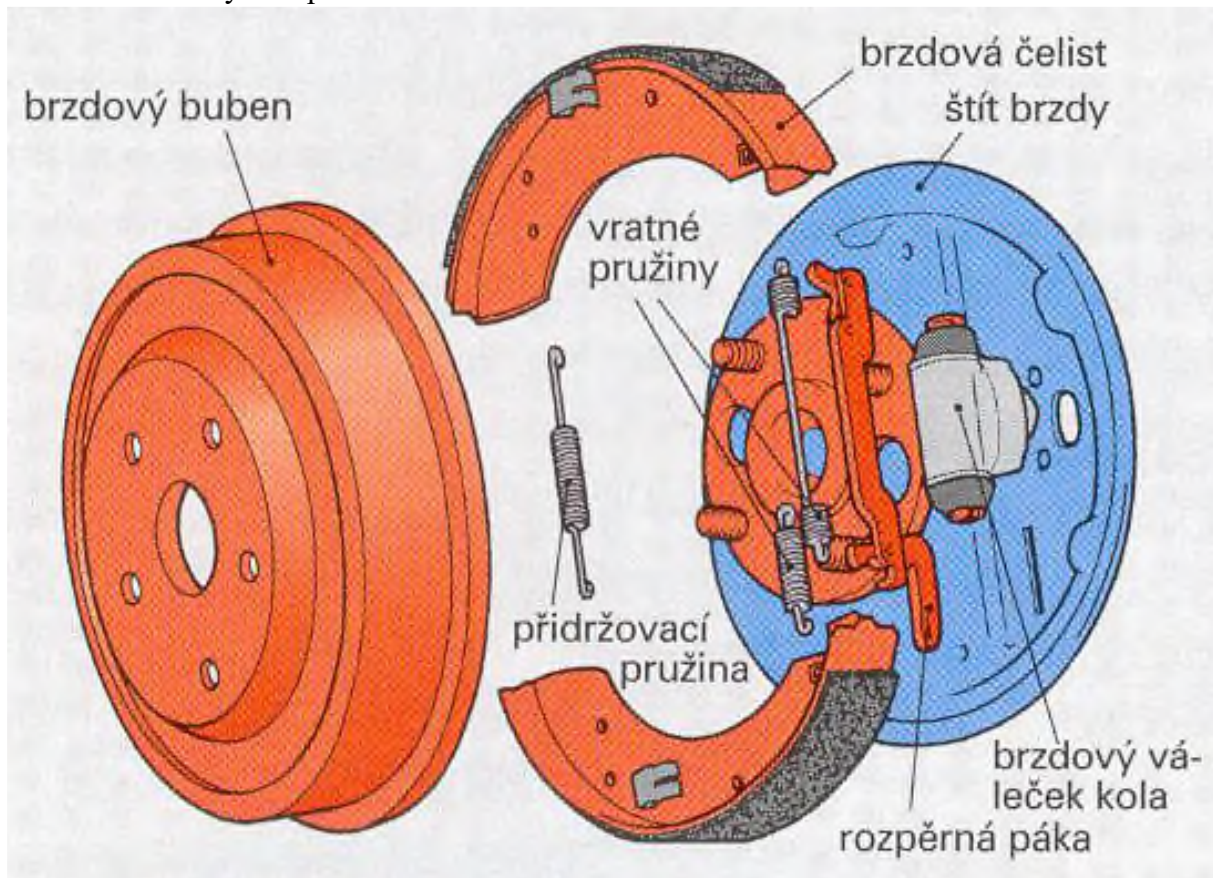
Bubnové brzdy s kapalinovým ovládáním

U těchto brzd se vytvoří třecí síla na vnitřní třecí ploše brzdového bubnu. Nejdůležitější části jsou brzdový buben, brzdové čelisti, rozpěrné zařízení, vratné pružiny a štít brzdy.

Konstrukce a princip činnosti

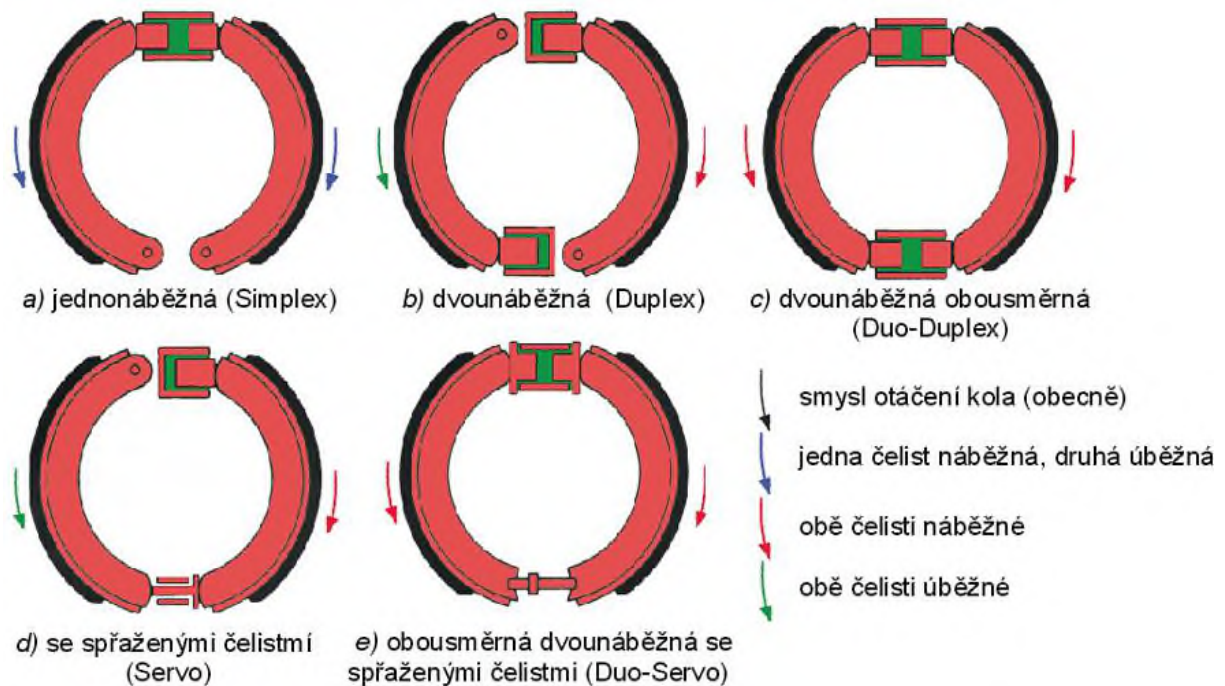
- Brzdový buben je pevně spojen s kolem otáčí se s ním.
- Brzdové čelisti a části pro vytváření přitlačné síly jsou uloženy na štítu brzdy. Štít je pevně spojen s nápravou a neotáčí se.

- Brzdové čelisti jsou přitlačovány rozpěrným ústrojím na vnitřní plochu brzdového bubnu. Při přitlačení čelistí opatřených obložení na vnitřní plochu bubnu vzniká tření a tím se vytváří potřebná brzdná síla.



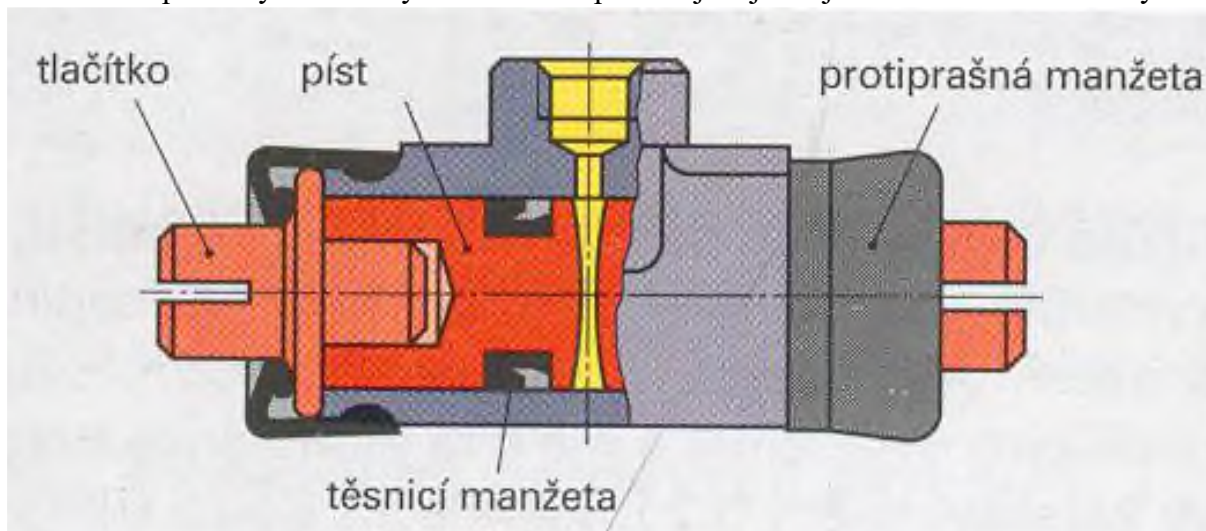
Druhy bubnových brzd

Podle ovládání a uložení brzdových čelistí rozlišujeme toto uspořádání:



Rozpěrné zařízení

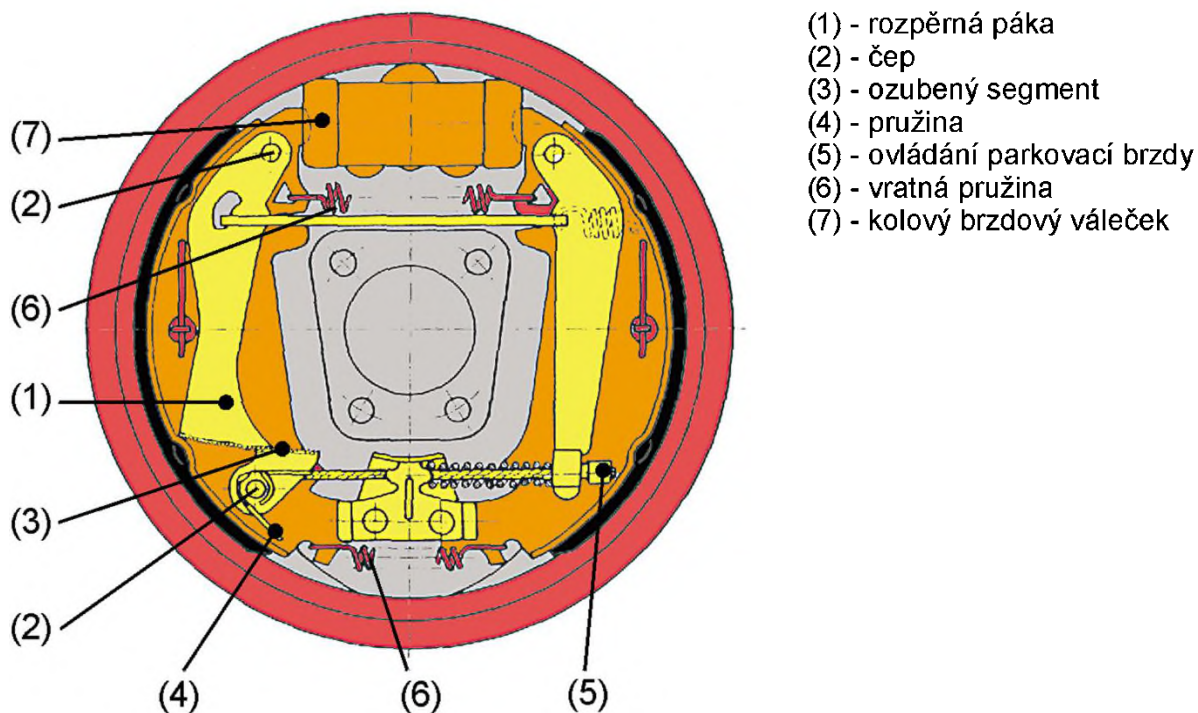
- Má za úkol přitlačit brzdové čelisti k třecí ploše brzdového bubnu.
- U kapalinových brzdových soustav se používají nejčastěji kolové brzdové válečky.



- U vzduchotlakých brzd se používá obvykle vačka (S-vačka).
- U mechanicky ovládaných parkovacích brzd se rozevření čelistí provádí nejčastěji rozpěrnou pákou nebo klíčem.

Zařízení pro seřízení brzdových čelistí

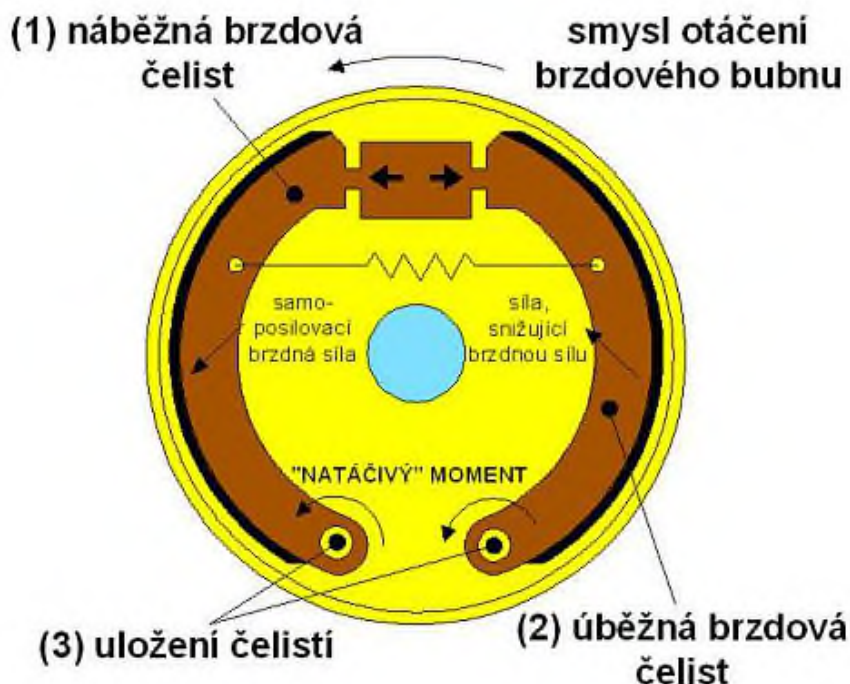
- Opotřebením brzdového obložení se zvětšuje vůle mezi obložením a třecí plochou brzdového bubnu. Tím se zvětšuje volný chod brzdového pedálu, a proto je nutno bubnové brzdy ručně nebo samočinně seřizovat (viz obr. níže).



- Zařízení na obr. výše se skládá z rozpěrné páky a ozubeného segmentu. Obě části jsou uloženy otočně na čepích. Poloha segmentu je zajištěna pružinou, která se opírá o brzdovou čelist.

Vlastnosti bubnových brzd

- mají samoposilující (servo) účinek, který může být poměrně velký a závisí na uspořádání brzdových čelistí (viz obrázek níže)



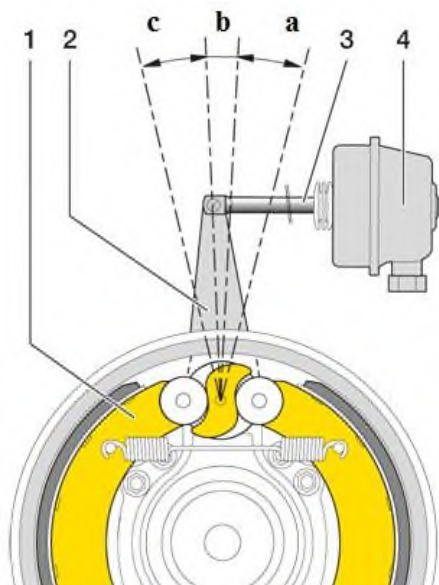
- prakticky celá brzda je umístěna uvnitř bubnu, a je tak chráněna proti nečistotám
- umožňují jednoduché přizpůsobení pro funkci parkovací brzdy
- mají poměrně velkou životnost brzdového obložení
- při zahřátí, např. vlivem dlouhodobého brzdění, u nich nastává pokles brzdného účinku (tzv. "slábnutí" brzd - fading). Při silném zahřátí může dojít i k deformaci brzdového bubnu.

Kontrola bubnových brzd

- vizuální kontrola opotřebení obložení, což je možné provést kontrolním otvorem ve štítu brzdy,
- opotřebení obložení lze zjednodušeně diagnostikovat také pomocí nefunkční parkovací brzdy,
- kontrola stavu a správné funkce mechanických částí,
- kontrola přívodu brzdové kapaliny, nastavení parkovací brzdy a celková těsnost systému, včetně brzdového válečku a hadic

Bubnové brzdy se vzduchotlakým ovládáním

Bubnová brzda (simplex) s S-vačkou ovládaná membránovým vzduchovým válcem



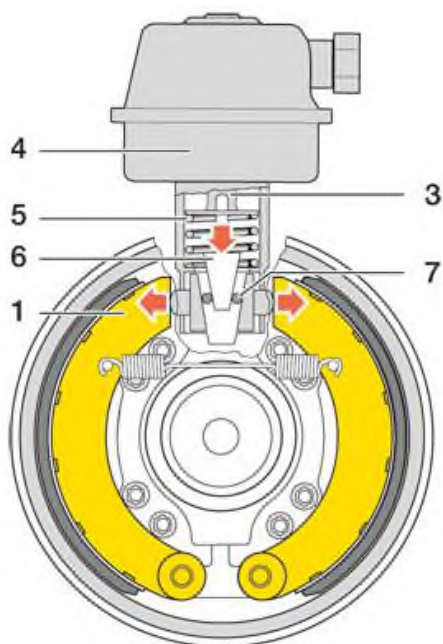
- 1 – brzdová čelist
- 2 – brzdová páka (pákový nastavovač)
- 3 – pístnice brzdového válce
- 4 – membránový brzdový válec

- a – konstrukční vůle brzdy
- b – vůle vzniklá opotřebením
- c – vůle vzniklá elasticitou brzdy

Při brzdění musí píst v brzdovém válci překonat určitou dráhu, kterou lze rozdělit do tří úseků:

- a) **konstrukční vůle brzdy** je vzdálenost mezi brzdovým obložením a brzdovým bubnem, popřípadě brzdovým kotoučem, která je dána konstrukcí brzdy.
- b) **vůle vzniklá opotřebením** je přídavná vůle vzniklá opotřebením obložení a bubnu nebo kotouče
- c) **vůle vzniklá elasticitou brzdy** je vůle, která je dána pružností brzdového bubnu, brzdového kotouče a brzdového obložení, jakož i pružností všech součástí při přenosu síly mezi brzdovým válcem a kolovou brzdou.

Bubnová brzda (simplex) s rozpínacím klínem ovládaná membránovým vzduchovým válcem

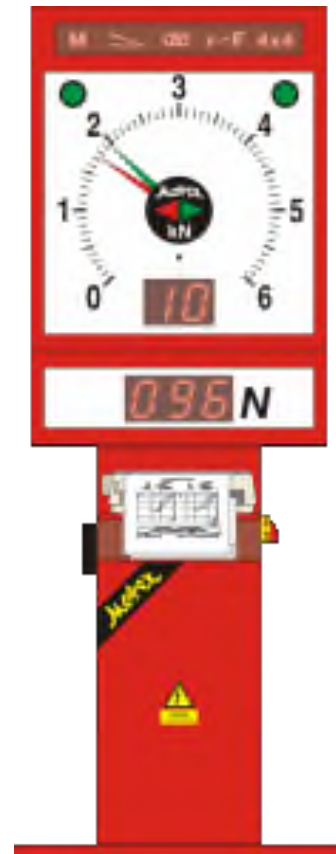


- 1 – brzdová čelist
- 3 – pístnice brzdového válce
- 4 – membránový brzdový válec
- 5 – vratná pružina
- 6 – rozpínací klín
- 7 – posuvné válečky

Diagnostika brzd na válcové zkušebně

Na válcové zkušebně je možné zjistit:

- Brzdnou sílu na obou kolech měřené nápravy
- Ovládací sílu na brzdový pedál
- Souměrnost brzdných sil
- Účinek působení parkovací brzdy
- Ovalitu brzdových bubnů
- Házivost brzdových kotoučů



16) Posilovače brzd

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlíte, k čemu slouží posilovač brzd? (účel posilovače)
- Vyjmenujte jednotlivé druhy posilovačů brzd.
- Popište konstrukci a princip činnosti podtlakového posilovače brzd.
- Popište konstrukci a princip činnosti elektromechanického posilovače brzd.

Účel

- Podpořit svalovou sílu řidiče při brzdění, tj. umožnit snížení ovládací síly na brzdový pedál.
- Přispívat k aktivní bezpečnosti vozidla díky rychlejšímu nárůstu brzdového tlaku krizovém brzdění.

Druhy posilovačů brzd

- **Podtlakový** – jedná se o nejrozšířenější typ posilovače brzd používaný u osobních vozidel. Posilovací účinek je vytvořen pomocí podtlaku, který je odebírán ze sání motoru u atmosférických motorů nebo vytvářen podtlakovým vakuovým čerpadlem (vývěvou), které je poháněno buď mechanicky od motoru nebo elektricky ze zdrojové soustavy vozidla
- **Hydraulický (kapalinový)** – jeho použití je spíše výjimečné. Používal se u vozidel s hydraulickým posilovačem řízení, kdy byl vysoký tlak oleje vytvořený čerpadlem využit i pro vytvoření posilovacího brzdného účinku. Z důvodu složité konstrukce a nahrazení hydraulického posilovače řízení elektrickým se dnes již nepoužívá.
- **Přetlakový** – jedná se de facto o vzduchokapalinové brzdy, tedy o kapalinovou brzdovou soustavu s přetlakovým posilovačem brzd. U těchto brzd je totiž síla řidiče působící (přes pedál brzdy) na hydraulický systém posílena nebo zcela nahrazena silou stlačeného vzduchu. u užitkových vozidel s celkovou hmotností do 10 t nebo u traktorů.
- **Elektromechanický** – s nástupem hybridních a elektrických vozidel došlo k nahrazení podtlakového posilovače posilovačem elektromechanickým. Toto konstrukční řešení umožňuje dosáhnout díky téměř úplné rekuperaci velkého dojezdu i kratší brzdné dráhy při kritickém brzdění, díky výrazně rychlejšímu nárůstu brzdového tlaku. Posilovací účinek je vyvozen elektromotorem.

Podtlakový posilovač brzd

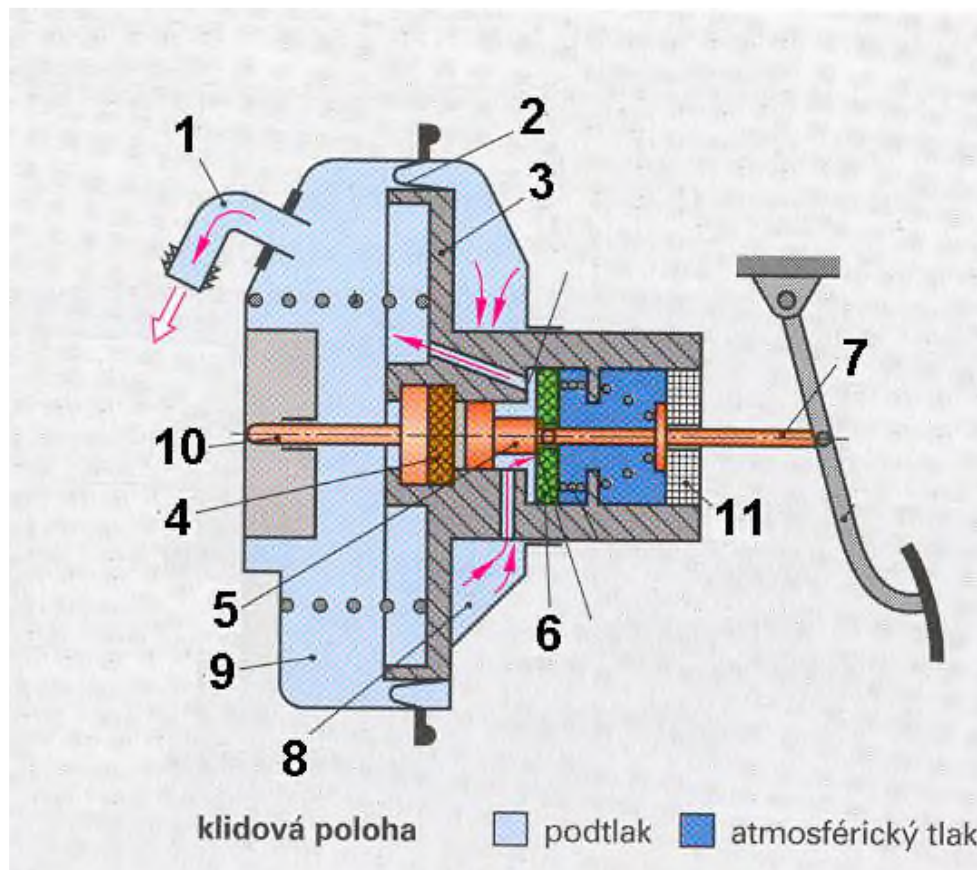
U motorů plněných podtlakem (atmosférické) může být podtlak jednoduše odebírán ze sacího potrubí motoru. Protože podtlak v sacím potrubí je malý (asi 20 kPa, tj. 0,2 bar), je potřebná velká plocha a prostor, aby se dosáhl potřebný posilovací účinek. Z toho plyne také skutečnost, že posilovač se plní i vyprazdňuje poměrně dlouhou dobu.

U vznětových motorů a u přeplňovaných motorů je podtlak vytvářen podtlakovým vakuovým čerpadlem (vývěvou), které je poháněno mechanicky od motoru (nejčastěji od vačkové hřídele) nebo elektricky.

Konstrukce

- Hlavní brzdový válec je připevněn k posilovači pomocí příruby.

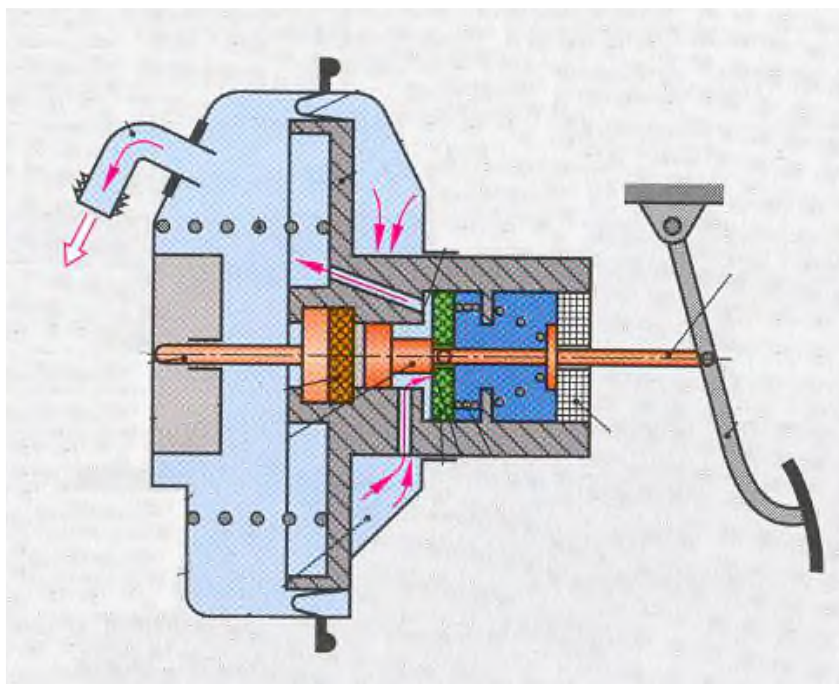
- Pracovní píst s membránou rozděluje skříň posilovače na dvě komory:
 - **Podtlakovou** – je k ní připojen přívod podtlaku, vedení je opatřeno zpětným ventilem, který brání úniku podtlaku z posilovače po vypnutí motoru.
 - **Pracovní** – je střídavě propojena s atmosférou nebo s podtlakovou komorou prostřednictvím dvojitého ventilu (odděluje podtlak a atmosférický tlak). Dvojitý ventil je ovládán posuvem tlačné tyčky pedálu brzd.
- Tlačná tyčka také působí přes ventilový pístek a pryžový kotouč na pracovní píst posilovače. Tak je umožněno ovládání tlačné tyčky hlavního brzdového válce i při poruše posilovače brzd.



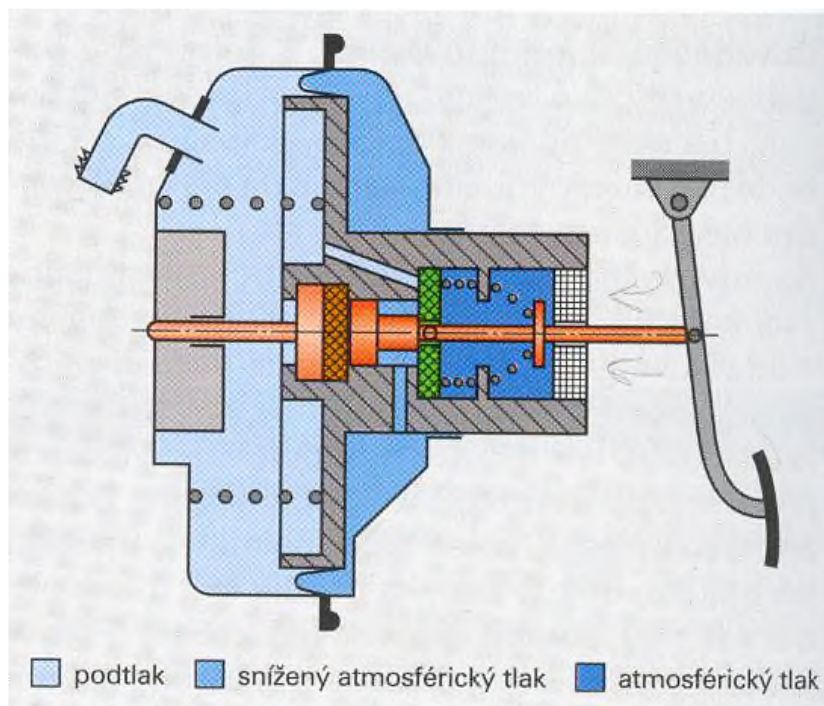
- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1 - připojení podtlaku | 7 – tlačná tyčka pedálu |
| 2 - membrána | 8 – pracovní komora |
| 3 – pracovní píst | 9 – podtlaková komora |
| 4 – pryžový kotouč | 10 – tlačná tyčka hl. brzd. válce |
| 5 – ventilkový pístek | 11 – vstup vzduchu |
| 6 – dvojitý ventil | |

Princip činnosti

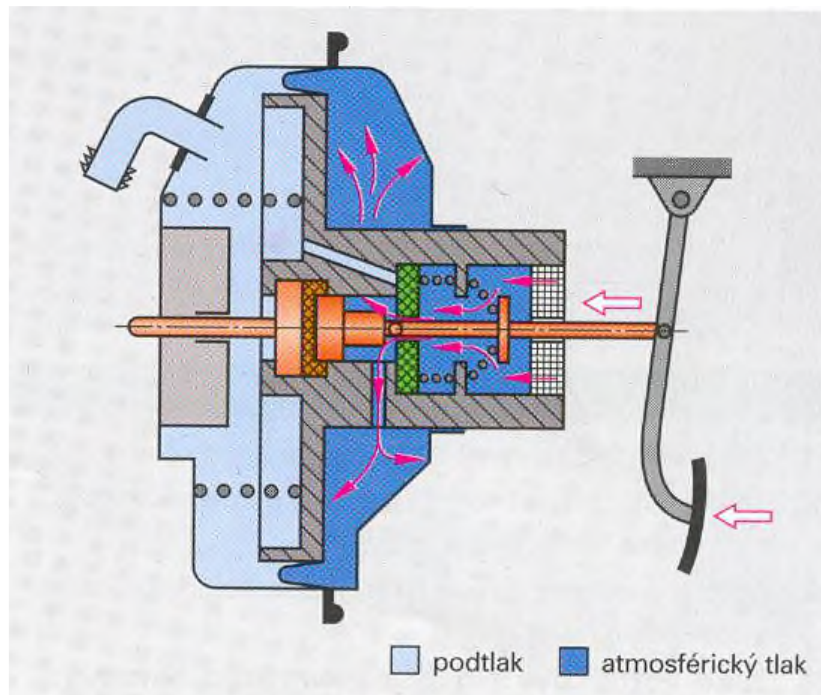
- **Klidová poloha** - atmosférický ventil je uzavřen a pracovní komora je přes otevřený podtlakový ventil spojena s podtlakovou komorou. Na obou stranách pracovního pístu je stejný tlak, pracovní píst je tlačnou pružinou držen v klidové poloze.



- **Částečné brzdění** - při sešlápnutí brzdového pedálu je nejprve uzavřen podtlakový a otevřen atmosférický ventil. Podtlak v pracovní komoře se snižuje, pokud tlak kapaliny v hlavním brzdovém válci nezastaví posun tlačné tyčky a tím i posuv pryžového kotouče a ventilového pístku.



- **Plné brzdění** - působí-li na brzdový pedál maximální ovládací síla, je pryžový kotouč deformován tlačnou tyčkou brzdového pedálu a reakční silou tlačné tyčky hlavního brzdového válce. Tato deformace umožní plné otevření atmosférického ventilu a dosažení největšího možného tlakového rozdílu mezi oběma komorami a tím i největšího posilovacího účinku.



Zpětný ventil - v přívodu podtlaku do podtlakové komory udržuje v posilovači podtlak, i když motor není v chodu. Tím je umožněno minimálně jedno zabrzdění s nezměněným brzdovým účinkem i při vypnutém motoru. Při dalším sešlápnutí pedálu však podtlak v posilovači postupně klesá a ovládací síla na brzdový pedál se zvyšuje.

Elektromechanický posilovač brzd

Jedná se o brzdový posilovač určený pro hybridní a elektrická vozidla. Oproti podtlakovému posilovači má jednodušší konstrukci, neboť nepotřebuje pro svoji činnost podtlak. Toto konstrukční řešení bylo zavedeno především z důvodu rekuperace brzdné energie při zpomalování bez užití provozních brzd, které jsou použity až následně jako sekundární možnost.

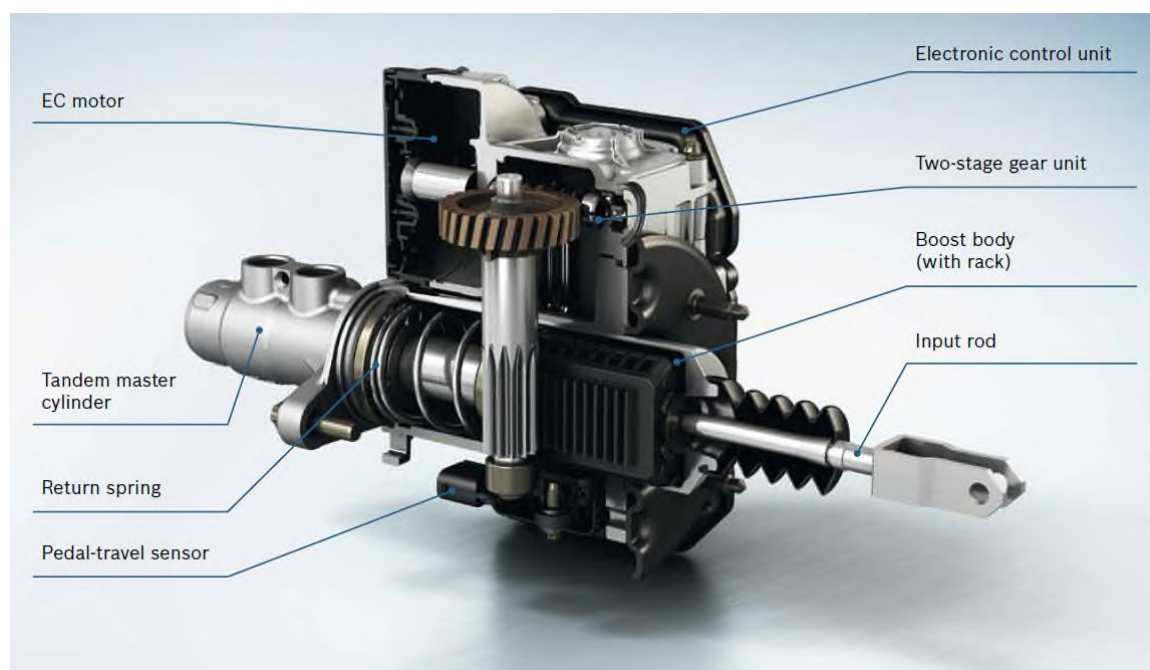


Konstrukce a princip činnosti

Pracuje na čistě elektromechanickém principu. Posilovací účinek je vytvořen elektromotorem. V porovnání s podtlakovým posilovačem umožňuje zvýšit brzdný tlak až třikrát rychleji a zároveň výrazně přesněji. Zkracuje brzdovou dráhu při kritickém brzdění

a umožňuje i citlivé automatické přibrzdňování v kolonách, neboť v těchto situacích byl brzdný tlak doposud vytvářen čerpadlem ABS. Další výhodou je spolupráce s adaptivním tempomatem (ACC) a možnost provádění automatického aktivního brzdění. Posilovač rovněž umožňuje měnitelnou charakteristiku brzdového pedálu, čili řidič má stále stejnou odezvu na brzdový pedál bez ohledu na to, zdali je vozidlo bržděno rekuperací nebo provozní brzdou.

Při brzdění část požadovaného brzdného momentu přebírá generátor. Jedná se o tzv. rekuperaci, kdy elektromotor pracuje v generátorovém režimu, což zapříčiňuje zpomalování vozidla. Jakmile začne řidič působit na brzdový pedál, tak posilovač rozdělí požadavek na brzdění mezi generátor a provozní brzdu. Při zastavení klesá generátorový moment k nule, provozní brzdy musí chybějící moment doplnit. Při vysokých rychlostech převezme generátor větší moment a brzdový moment může být zredukován na nulu, tzn., že provozní brzdy nejsou v činnosti. Individuální sledování brzdného tlaku na jednotlivých kolech umožňuje realizaci rozdělování brzdné síly.



17) Zpomalovací (odlehčovací) brzdy

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlíte, k čemu slouží zpomalovací brzdy a u jakých vozidel a proč se používají?
- Vyjmenujte jednotlivé druhy zpomalovacích brzd.
- Popište konstrukci a princip činnosti výfukové a motorové (dekompresní) brzdy.
- Popište konstrukci a princip činnosti elektromagnetického retardéru.
- Popište konstrukci a princip činnosti hydrodynamického (kapalinového) retardéru.

Účel a použití

- Snižují rychlost vozidla nebo ji udržují na konstantní hodnotě podle potřeby (zejména při sjíždění dlouhých svahů), aniž se použije provozní brzda.
- Používají se zejména jako brzdy odlehčovací (pomocné) při sjíždění dlouhých táhlých svahů, kdy snižují zahřívání a opotřebení provozních brzd, tedy jim odlehčují. Jejich využití je rovněž možné při jakémkoliv snižování rychlosti jízdy, např. i na rovině.
- Typicky se využívají u nákladních vozidel a autobusů, poněvadž vyšší celková hmotnost těchto vozidel klade vyšší nároky na brzdovou soustavu a pokud by byly použity pouze provozní brzdy, mohlo by dojít k jejich přehřátí, což by způsobilo snížení brzdného účinku a ohrožení bezpečnosti silničního provozu. Přispívají rovněž i k větší plynulosti jízdy při zpomalování vozidla.
- Retardéry rovněž umožňují využít vyšší pojezdovou rychlost při jízdě ze svahu, neboť při potřebě brzdění napomáhají provozním brzdám dostatečným brzdným účinkem.
- Pracují bez opotřebení, protože přeměňují brzdnou energii na teplo bez tření (na rozdíl od brzd třecích). Jsou v činnosti pouze při pohybu vozidla.

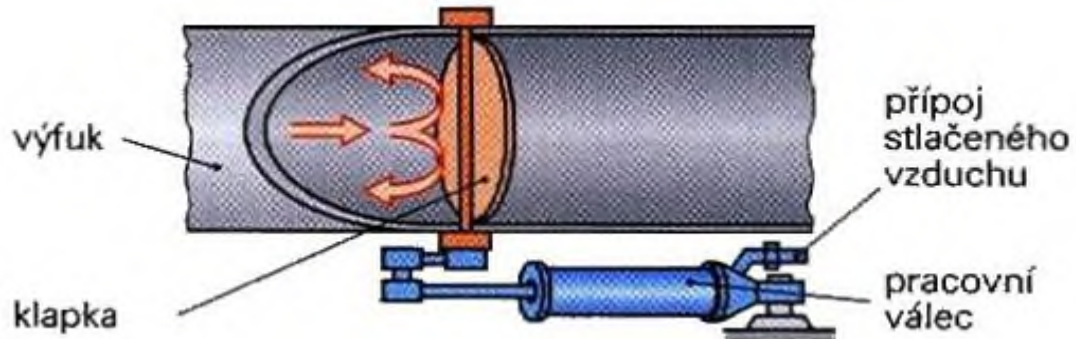
Druhy zpomalovacích brzd

- Výfuková brzda
- Motorová (dekompresní) brzda
- Elektromagnetický retardér
- Hydrodynamický (kapalinový) retardér

Výfuková brzda

- Jestliže řidič uvolní pedál akcelérátoru, přeruší tím dodávku paliva do motoru. Motor je při zařazeném převodovém stupni poháněn přes převody vozidlem a působí jako brzda, zejména při vysokých otáčkách. Proto se má každé klesání sjíždět se zařazeným převodovým stupněm.
- Brzdný účinek motoru se může zvýšit utěsněním výfukového potrubí.
- K tomuto účelu se nejčastěji používá klapka umístěná ve výfukovém potrubí v blízkosti motoru. Ovládání klapky je zpravidla pneumatické, tedy stlačeným vzduchem prostřednictvím ručního (páčka, tlačítko) nebo nožního ovladače v kabině vozidla
- Při aktivaci se uzavře klapka ve výfukovém potrubí, spaliny tedy působí otevřenými výfukovými ventily zpětně proti pohybu pístů. Tím snižují jejich rychlost a rovněž také otáčky motoru. Přes převodové ústrojí se brzdný účinek přenesení na kola poháněné nápravy. Pro zvýšení brzdného účinku je nutné zvýšení otáček motoru, tedy podřazení na nižší převodový stupeň.

- U vznětových motorů je nutno současně s uzavřením výfukového potrubí přerušit i dodávku paliva, což je u dnešních motorů zajištěno automaticky při uvolnění pedálu akcelérátoru.
- Jedná se o generačně nejstarší odlehčovací brzdu a dnes se již kvůli dokonalejším systémům a menší účinnosti nepoužívá.



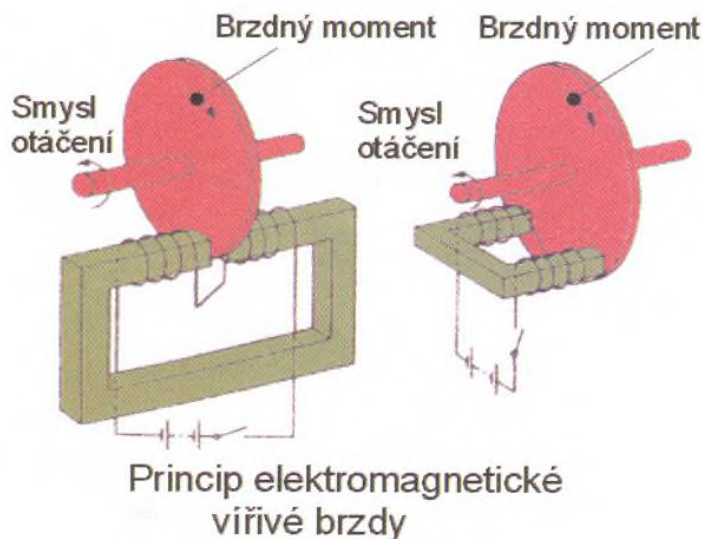
Motorová (dekompresní) brzda

- Jedná se o konstrukční zdokonalení výfukové brzdy, kdy se k dosažení většího brzdného účinku používá odpouštění motorem stlačeného vzduchu na konci kompresního zdvihu (2.doby činnosti motoru) do otevřeného nebo uzavřeného výfukového potrubí. Brzdný účinek lze dále zvýšit také s přispěním turbodmychadla u přeplňovaných motorů.
- Základním principem této brzdy je přeměnění motoru do kompresorového režimu. Požadovaného brzdného účinku je dosaženo změnou časování ventilového rozvodu u výfukových ventilů. Stlačený vzduch se na konci komprese odpustí otevřeným výfukovým ventilem a tím nemůže v expanzním zdvihu (3.doba činnosti motoru) působit tlakem na písty, naopak vzniká ve válci podtlak.
- Tyto motorové brzdy jsou velmi účinné, mají měkký záběr a pro svoji spolehlivost jsou užívané dodnes. Jejich nevýhodou je, že rozvody motoru jsou složitější.
- Aktivuje se ovladačem na přístrojové desce nebo pod volantem. Může mít i více stupňů (obvykle tři) brzdného účinku. Např. u šesti válcového motoru je dle brzdného požadavku měněno časování výfukových ventilů na různém počtu válců motoru.

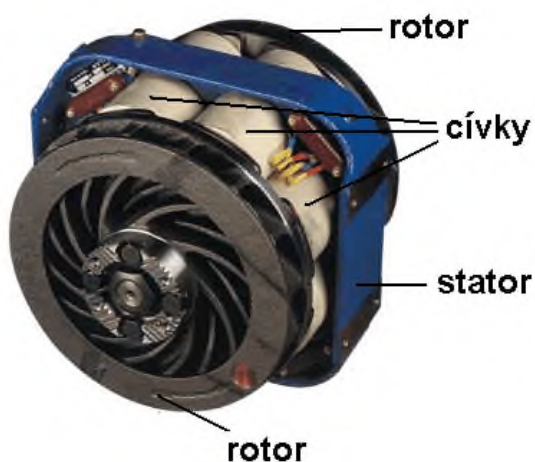
Elektromagnetický retardér

- Využívají elektromagnetické indukce a Foucaultova jevu. Otáčí-li se kovový kotouč v magnetickém poli, indukují se v kotouči (foucaultovy) vířivé proudy. Tyto proudy působí proti pohybu (brzdí kotouč) a vytvářejí teplo. Stejný efekt vzniká i tehdy, jestliže se kotouč neotáčí mezi póly magnetu, ale před nimi. Brzdný účinek závisí na otáčkách kotouče a intenzitě magnetického pole.
- Pracují na základě vzniku vířivých proudů při průchodu stejnosměrného proudu budícím vinutím, přičemž změnou jeho velikosti dochází k regulaci brzdného účinku.
- Skládá se ze:
 - **statoru** (pevně spojen s rámem vozidla), ve kterém je cívka a při průchodu stejnosměrného budicího proudu vytváří magnetický tok.
 - **rotoru** (otáčí se spolu se spojovací kloubovým hřídelem – kardanem), který při otáčení ve statoru zapříčiňuje vznik pulsací magnetického toku v jeho povrchové

vrstvě a dochází k indukci foucaultových vířivých proudů v rotoru. Tím vzniká moment, jímž je brzděn rotor a tím i spojovací hřídel a následně kola poháněné nápravy.



- Dva kotouče z magneticky měkkého materiálu se otáčejí v elektromagnetickém poli, vytvářeném cívkami, které jsou pravidelně rozmístěny na statoru mezi kotouči.
- Brzdný účinek se reguluje změnou velikosti elektrického proudu, který prochází vinutím cívek elektromagnetů a je odebírán z elektrické zdrojové soustavy vozidla.
- Tato brzda je chlazena vzduchem proudícím radiálně mezi lopatkami rotorů.

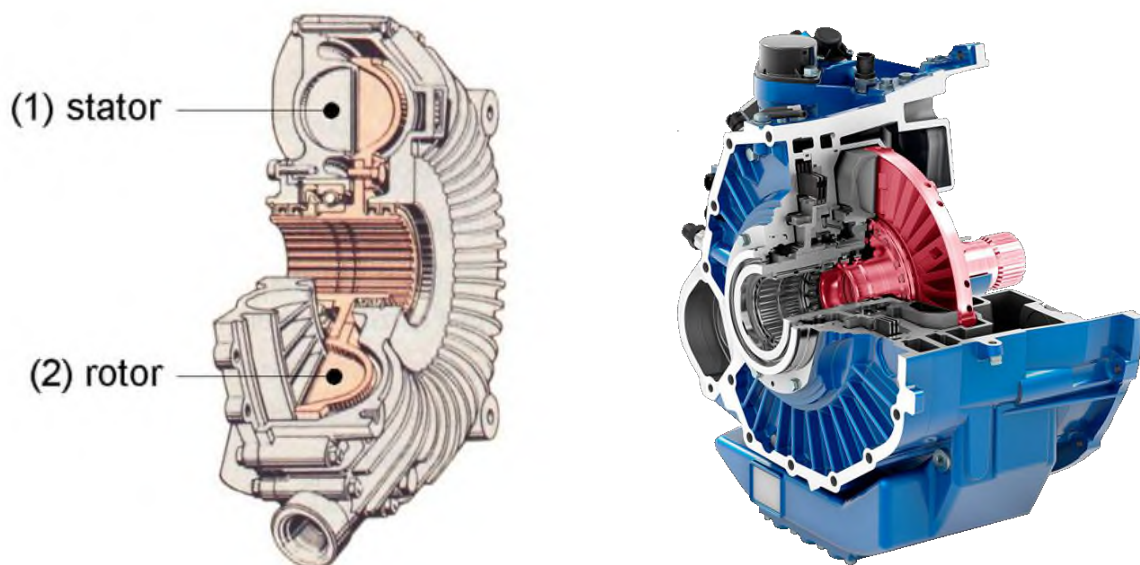


- Na vozidle jsou vířivé brzdy umístěny zpravidla na spojovacím kloubovém hřídeli.
- Ovládány jsou páčkou na přístrojové desce nebo pod volantem.
- Výhodou těchto brzd je velký brzdný účinek, který je poměrně snadno regulovatelný.
- Nevýhodou je silné zahřívání kotoučů při dlouhotrvajícím brzdění, značná hmotnost (až 300 kg) a vysoká cena (ve srovnání s motorovými brzdami).

Hydrodynamický (kapalinový) retardér

- Brzdná energie se přeměňuje v teplo třením v kapalině v uzavřeném prostoru.
- Tato brzda je tvořena dvěma lopatkovými koly:
 - **statorem** - pevně spojeno se skříní brzdy,

- **rotorem** – otáčí se a je poháněno obvykle od spojovacího kloubového hřídele nebo vloženo přímo do převodovky – tzv. „intardér“.
- Kapalina usměrněná lopatkami statoru proudí na opačně orientované lopatky rotoru a brzdí tak jeho otáčení.
- Regulace brzdného účinku se provádí změnou tlaku kapaliny v prostoru rotoru pomocí čerpadla a regulačních ventilů (různým stupněm plnění retardéru olejem). Brzdný účinek je plynulý, bez rázů a řidič si jeho velikost může přesně nastavit (odstupňovat) pákou na přístrojové desce.
- Hydrodynamický retardér je vybaven vlastním zásobníkem oleje a výměníkem (chladicí kapalina motoru – olej), který slouží ke chlazení oleje retardéru, neboť při brzdění je olej značně zahříván.
- Výhodou tohoto typu retardéru je vysoká účinnost při malé hmotnosti, plynulý nástup a skvělá odstupňovatelnost brzdného účinku, včetně funkce udržování konstantní rychlosti při jízdě ze svahu a minimální údržba. Nevýhodou je složitost celého systému. Výhodou i nevýhodou je závislost na přídavném chlazení (chladicí systém motoru):
 - Nevýhodou je, že při dlouhodobém intenzivním brzdném účinku může dojít ke zvýšení teploty chladicí kapaliny a i k přehřátí motoru.
 - Výhodou je, že je možné využít tuto závislost k rychlejšímu ohřátí motoru na provozní teplotu automatickou krátkodobou aktivací retardéru i při běžné jízdě se sešlápnutým pedálem akceleračního.



Pokud je zapnutí odlehčovacích brzd spojeno s pedálem provozní brzdy (automatický režim), je při jeho stlačování vždy uvedena do činnosti nejprve odlehčovací brzda (možno i v několika stupních příp. kombinace retardéru a motorové brzdy) a teprve následně při potřebě vyššího brzdného účinku provozní brzda.

Účinnost retardéru stoupá s rychlostí vozidla, účinnost motorové brzdy s otáčkami motoru.

Motorová brzda se samočinně vypíná při poklesu otáček pod stanovenou mez. Činnost odlehčovacích brzd může být signalizována na přístrojové desce oranžovou kontrolkou.

Odlehčovací brzdy nelze používat při jízdě na povrchu se sníženou adhezí (mokro, sníh, náledí), neboť by mohlo při jejich uvedení do činnosti dojít k zastavení motoru v důsledku zablokování kol a tím i ke smyku vozidla. U vozidel vybavených systémem EBS vypnutí odlehčovacích brzdových systémů zajistí řídicí jednotka EBS, u starších vozidel bez EBS je nutno odlehčovací brzdu vypnout ručně ovladačem na přístrojové desce.

Dynamika

18) Odpružení vozidla – účel, hlavní části, umístění na vozidle, požadavky na odpružení, základní pojmy

Odborné otázky/úkoly:

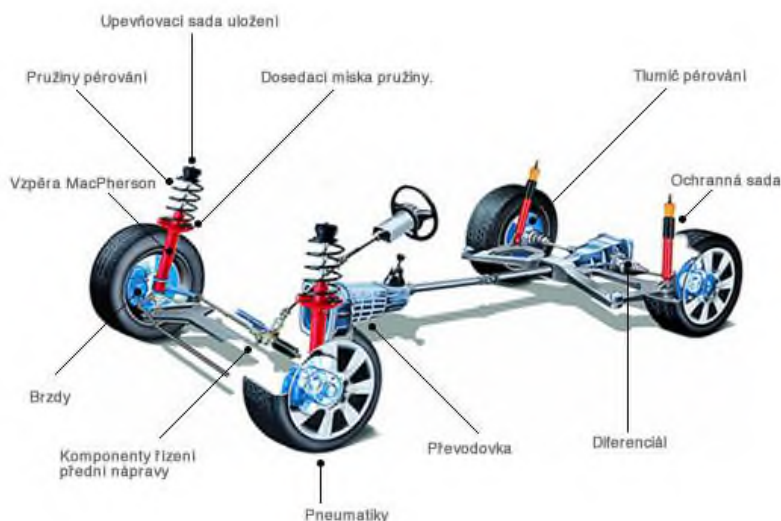
- Vysvětlete, k čemu slouží odpružení vozidla? (účel odpružení)
- Popište umístění odpružení na vozidle.
- Vyjmenujte jednotlivé typy vozových pružin a uveďte k nim příklady použití.
- Vyjmenujte požadavky na odpružení vozidla a stručně je popište.
- Vysvětlete základní pojmy týkající se odpružení:
 - Kvalita odpružení
 - Odpružená hmotnost
 - Neodpružená hmotnost
 - Kmitání
 - Frekvence vlastních kmitů pružiny
 - Tuhost pružiny
 - Progresivita pérování
 - Schopnost pružiny vést nápravu
 - Samotlumicí účinky pružiny

Účel

- Zmírnit rázy a otřesy karosérie od nerovností vozovky.
- Zmenšit namáhání rámu, zejména na krut.
- Udržet všechna kola ve stálém styku s vozovkou a tím zajistit dostatečnou adhezi, přenos sil a řiditelnost vozidla.

Umístění na vozidle

- Odpružení je umístěno mezi nápravou a rámem (popř. samonosnou karosérií) vozidla.



- Odpružení vozidla nebo také pérování v sobě zahrnuje zejména:

- **Pružicí systém** - vozové **pružiny** (ocelové, pneumatické, hydropneumatické)
- **Tlumicí systém** – **tlumiče** (kapalinové, plynokapalinové)
- **Stabilizátor** – doplňuje systém odpružení zejména při jízdě zatáčkou
- Systém odpružení vozidla dále doplňují:
 - **Pneumatiky** - pohlcují kmity od drobných nerovností vozovky a tím zmenšují výkmit náprav
 - **Pružné uložení částí podvozku**, popřípadě částí kinematického řetězce - motor, převodovka, nápravy atd. jsou uložena v kovopryžových pouzdrech (silentbloky)
 - **Uložení kabiny** - silentbloky, pružiny, měchy (platí pro nákladní vozidla)
 - **Pružná sedadla** - doplňují celý systém a zachycují zejména kmity a chvění, které vznikají až za vozovými pružinami

Rozdělení vozových pružin

Dle konstrukce, materiálu, využití a dalších vlastností se dělí na

- **Ocelové pružiny**
 - **Listová pera** – odpružení zadní nápravy nákladních vozidel či lehkých užitkových vozidel.
 - **Vinuté pružiny** – jejich typická aplikace je u převážné většiny osobních vozidel.
 - **Zkrutné (torzní) tyče** – používají se na přední nápravě u některých nákladních vozidel nebo u amerických vozidel Pick-up či SUV
- **Pryžové pružiny** – většinou jako dorazy v kombinaci s vinutou nebo listovou pružinou, zřídka kdy jako samostatný systém odpružení
- **Pneumatické (vzduchotlaké) pérování** – typicky se používají v nákladních vozidlech (jako hlavní vozové pružiny či k uložení kabiny) a autobusech, ale mohou být využity i v osobních vozidlech.
- **Hydropneumatické pérování** – tímto konstrukčním typem odpružení je proslulá automobilka Citroën.

Požadavky

- Dobré jízdní pohodlí,
- Vysoká jízdní bezpečnost,
- Stabilita vozidla v zatáčce,
- Malý zástavbový prostor tlumících a pružících systémů,
- Přizpůsobení výškové polohy.

Jízdní pohodlí

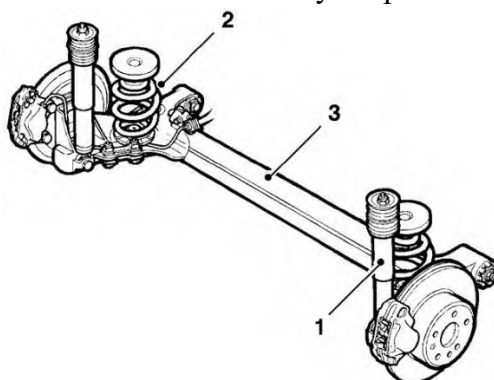
- Patří sem hluk, mechanické otřesy, zrychlení atd.
- Jsou to podmínky, které vyvolávají co nejmenší únavu (nervovou, svalovou).
- Důležitým kritériem je vlastní frekvence kmitů karosérie. Pro člověka je optimální 60 – 80 kmitů za minutu, což odpovídá rytmu chůze. Vyšší frekvence je pocíťována jako rychlé, nepříjemné otřesy, pomalejší frekvence může způsobit i mořskou nemoc.
- Do jízdního pohodlí patří i adaptivní tlumení, tedy v závislosti na zatížení vozidla a jízdním stavu.

Jízdní bezpečnost

- Zahrnuje zejména udržení stálého styku kola s vozovkou, tedy dostatečnou adhezi a schopnost přenosu sil na vozovku, tedy zachování říditelnosti vozidla.
- Jedním z faktorů bezpečnosti jízdy je malé kolísání zatížení kola, které souvisí zejména se stabilitou vozidla v zatáčce. Při jízdě v zatáčce dochází ke sníženému zatížení vnitřních kol a tím nižší schopnosti přenosu zejména bočních sil → vynášení vozidla ze zatáčky. Odpružení vozidla v tomto případě společně se stabilizátory musí zajistit dostatečnou velikost adheze mezi všemi koly vozidla a vozovkou.
- Dále sem patří úrovňová regulace (výšková poloha těžiště – umožňují pouze některé druhy odpružení, např. vzduchotlaké), dostatečné pružící dráhy a dostatečné tlumení, udržení konstantní polohy světlometů.

Malý zástavbový prostor systémů

- Malé vnější průměry a krátké konstrukční délky např. s ohledem na využití zavazadlového prostoru.



Přizpůsobení výškové polohy

- Snížení výškové úrovně při vysokých rychlostech nastavením optimální vzdálenosti od vozovky a dále nastavení správného sklonu karosérie pro optimální součinitel vzdušného odporu.
- Zvýšení světlé výšky v terénu.
- Tuto funkci umožňují pouze některé druhy odpružení, např. pneumatické či hydropneumatické.

CITROËN C5

Suspension Hydractive 3

Normální jízdní poloha



Snížená poloha pro rychlou jízdu
aktivuje se při rychlosti přes 110 Km/h
při 90 km/h se auto vrací na původní výšku



Terén - zvýšená poloha
je použitelná do rychlosti 70 km/h

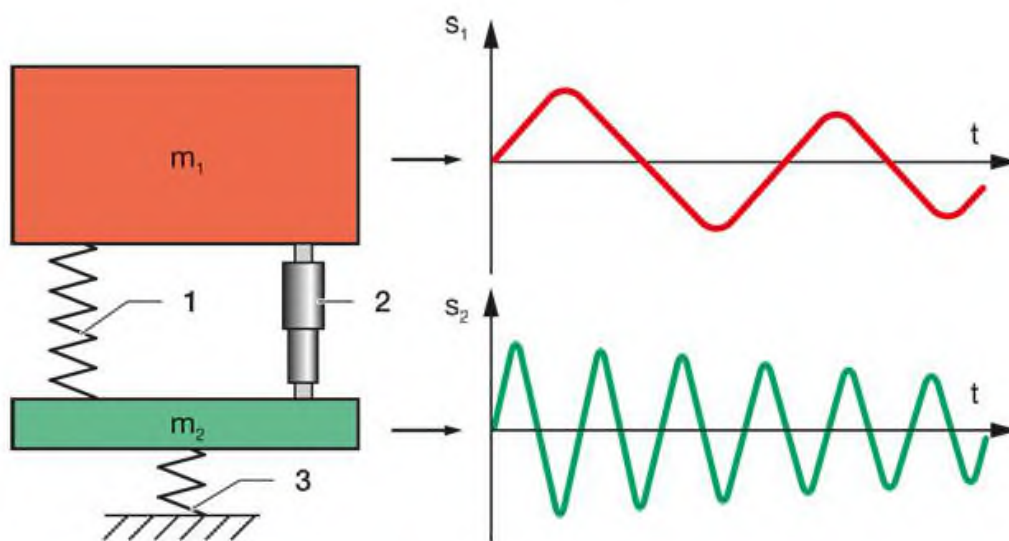


Důležité pojmy

Kvalita odpružení

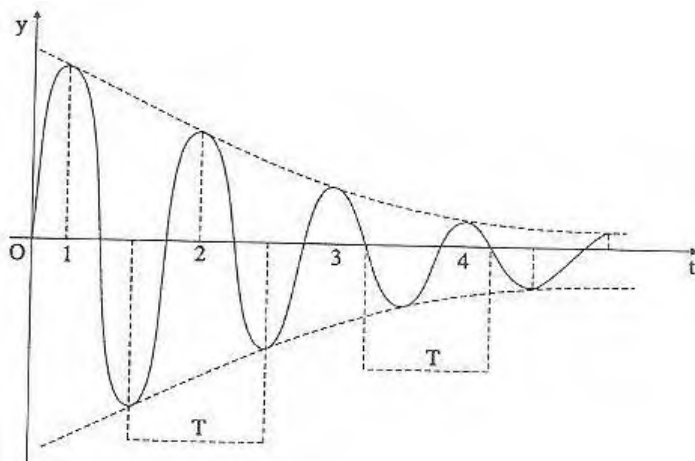
Závisí na poměru hmotnosti odpružených částí k hmotnosti částí neodpružených. Čím je tento poměr větší (tzn., čím je hmotnost odpružených částí větší vzhledem k hmotnosti částí neodpružených), tím je pérování kvalitnější a také je lepší styk kola s vozovkou.

- **Hmotnost odpružených částí** (odpérovaná hmota) - je to hmotnost všech částí vozidla nad pružícím a tlumícím systémem vozidla. Zjednodušeně lze říct, že se jedná o vlastní vozidlo, posádku a náklad. Na obr. hmotnost m_1 .
- **Hmotnost neodpružených částí** (neodpérovaná hmota) - je to hmotnost všech částí vozidla pod tlumícím a pružícím systémem, tedy až po vozové pružiny - kola, části náprav nebo i celé nápravy, části brzdového a řídicího systému. Na obr. hmotnost m_2 .



Kmitání

Při přejezdu vozidla přes nerovnosti dochází k rozkmitání kol i karosérie (přesněji odpružené hmotnosti vozidla). Při pohybu kola k vozidlu se pružina stlačuje, tento pohyb se přenáší na rám nebo samonosnou karosérii a ty se pohybují rovněž kolmo vzhůru. Po určité době překoná tíha odpružené hmoty vozidla sílu pružiny. Karosérie, která dosáhla maximální horní výchylky, se začne pohybovat zpět. Po dosažení rovnovážné polohy se bude odpružená hmota pohybovat dále směrem dolů, až dosáhne maximální dolní výchylky. Pak se začne opět pohybovat vzhůru. Toto kmitání bude pokračovat tak dlouho, dokud nebude vnějšími vlivy utlumené – tlumené kmitání.



Frekvence vlastních kmitů pružiny

Je to počet kmitů, kterým po rozkmitání pružina kmitá. Označuje se také jako vlastní kmitočet pružiny. Frekvence vlastních kmitů není závislá na amplitudě. V závislosti na tuhosti pružiny kmitání samo po určité době skončí (tzv. samotlumicí účinek pružiny). Tuhost pružiny má vliv rovněž na frekvenci vlastních kmitů. Čím má pružina větší tuhost, tím je frekvence kmitů vyšší.

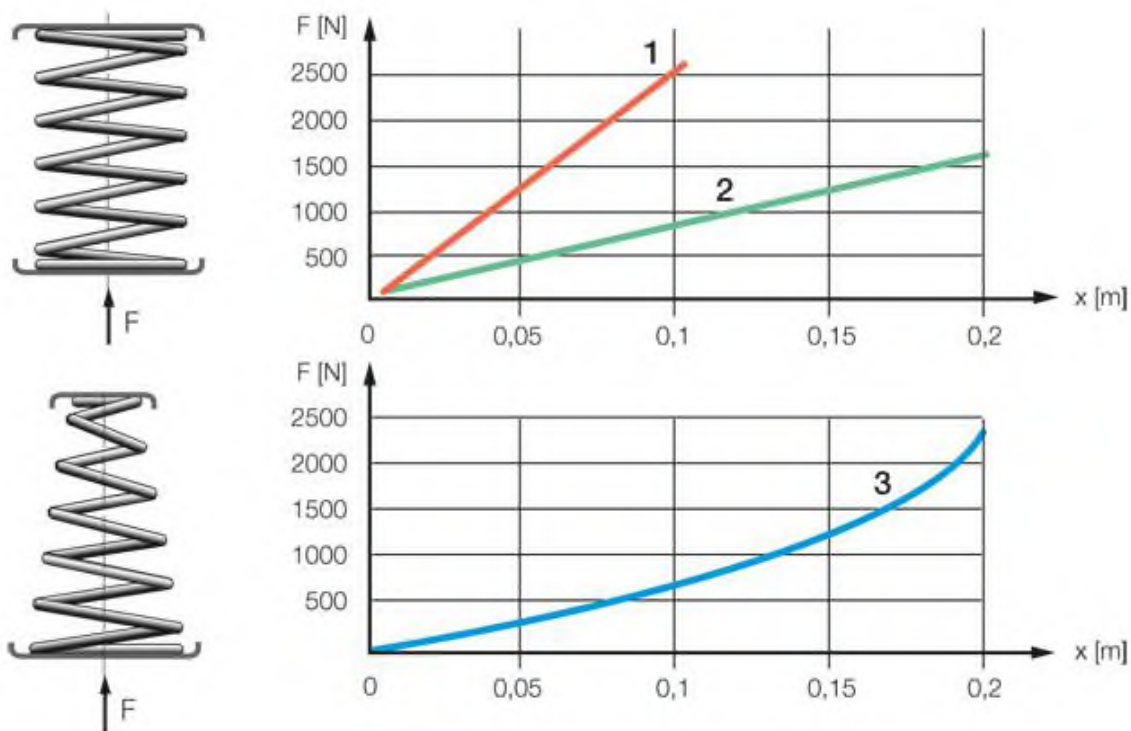
Tuhost pružiny

Závisí na konstrukci (druhu) pružiny:

- U vinuté pružiny na průměru pružiny, průřezu drátu, počtu pružících závitů.
- U listových per na počtu a rozměru listů, délce hlavního listu a uspořádání.
- U pneumatické (vzduchové) pružiny na rozměrech (objemu) a tlaku vzduchu

Na zatížení je tuhost pružiny závislá nepřímo, čím větší je zatížení, tím je tuhost pružiny menší a obráceně. To znamená, že u konkrétní pružiny s rostoucím zatížením klesá její vlastní kmitočet a opačně. Obrázek níže znázorňuje:

- 1) Tvrdou pružinu lineární
- 2) Měkkou pružinu lineární
- 3) Progresivní pružinu



Progresivita pérování

Poměr mezi zatížením pružiny a frekvencí vlastních kmitů pružiny, resp. jejím vlastním kmitočtem. Se změnou zatížením se mění i vlastní kmitočet pružiny. Ideální případ je takový, kdy je vlastní kmitočet pružiny i při změně zatížení konstantní. Má tedy proměnnou tuhost, taktéž samočinnou progresivitu pérování. Progresivity se dosahuje buď konstrukční úpravou, nebo je samočinná a plyne z principu činnosti (např. u pneumatického pérování).

Schopnost pružiny vést nápravu

Je to schopnost pružiny přenášet hnací, brzdné a suvné síly mezi nápravou a rámem, popř. samonosnou karosérií vozidla. Dobrá je například u listových per, špatná u vinutých pružin, které musí být vybaveny ústrojím pro přenos sil mezi nápravou a rámem.

Samotlumicí účinky pružiny

Schopnost utlumit po určité době vlastní kmitání. Závisí především na druhu a konstrukci dané pružiny. Čím větší jsou samotlumicí účinky pružiny, tím méně výkonné tlumiče pružina potřebuje. Dobrý je u listových per a hydropneumatických pružin, horší u vinutých a vzduchových pružin.

19) Odpružení vozidla ocelovými pružinami

Odborné otázky/úkoly:

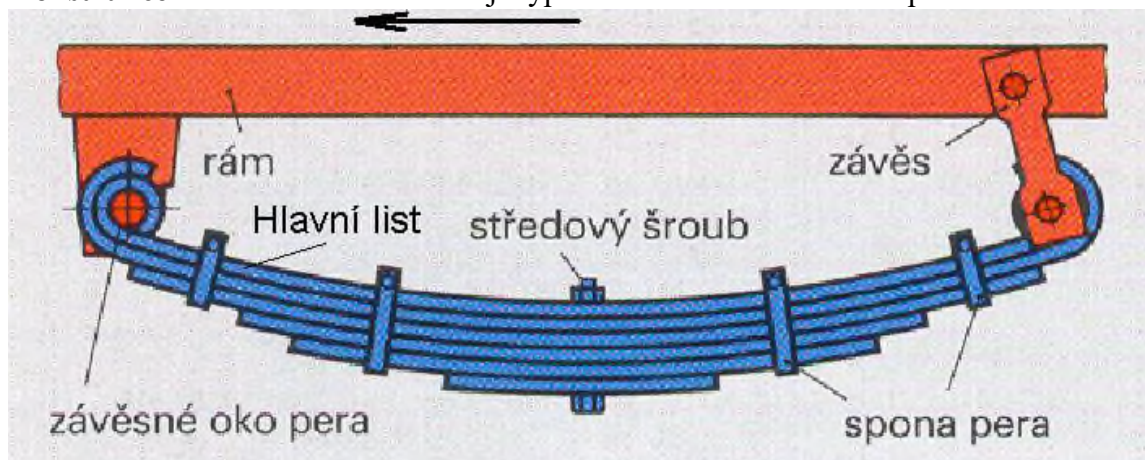
- Vysvětlíte, k čemu slouží odpružení vozidla? (účel odpružení)
- Popište konstrukci a vlastnosti listových per. Dále popište možnosti umístění listových per na vozidle a uveďte jakými způsoby se dosahuje progresivity pérování?
- Popište konstrukci a vlastnosti vinutých pružin. Dále popište umístění vinutých pružin na vozidle a uveďte jakými způsoby se dosahuje progresivity pérování?
- Popište konstrukci a vlastnosti zkrutných (torzních) tyčí. Dále popište možnosti umístění torzních tyčí na vozidle a uveďte jakými způsoby se dosahuje progresivity pérování?
- Popište kontrolu pružin na vozidle.

Účel odpružení

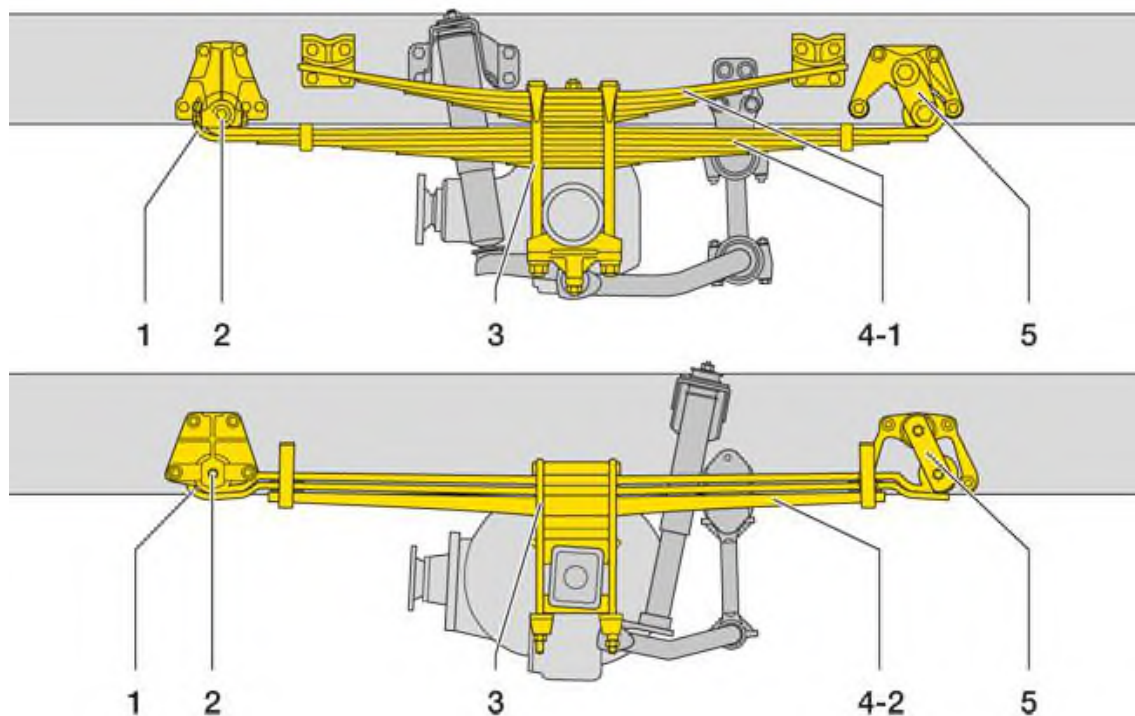
- Zmírnit rázy a otřesy karosérie od nerovností vozovky.
- Zmenšit namáhání rámu, zejména na krut.
- Udržet všechna kola ve stálém styku s vozovkou a tím zajistit dostatečnou adhezi, přenos sil a říditelnost vozidla.

Listová pera (listové pružiny)

Konstrukce – obrázek níže znázorňuje typickou konstrukci listového pera



Na dalších obrázcích níže je nejen konstrukce pera, ale i jedna možnost uchycení k rámu. Pero je tvořeno hlavním listem s oky (1) a dalšími listy. Vzájemné spojení listů je provedeno třmeny a sponami tak, aby byla při propružení umožněna změna délky pera. Pozice (4-1) znázorňuje lichoběžníkovou stupňovou pružinu (tzv. trapézy) nebo pozice (4-2) parabolické pružiny, které jsou nasazeny na středícím čepu a s nápravou staženy třmeny (3). K rámu je uchyceno předním otočným uložením pera (2) a zadním pohyblivým závěsem pera (5) tak, aby byla při propružení umožněna změna délky pera. Dalším konstrukčním řešením, které umožňuje pohyb pera je uložení prostřednictvím kluzné patky. Proti vybočování zejména delších listů z přímého směru jsou vzájemně spojeny sponami, podélnému posuvu listů brání středový šroub.



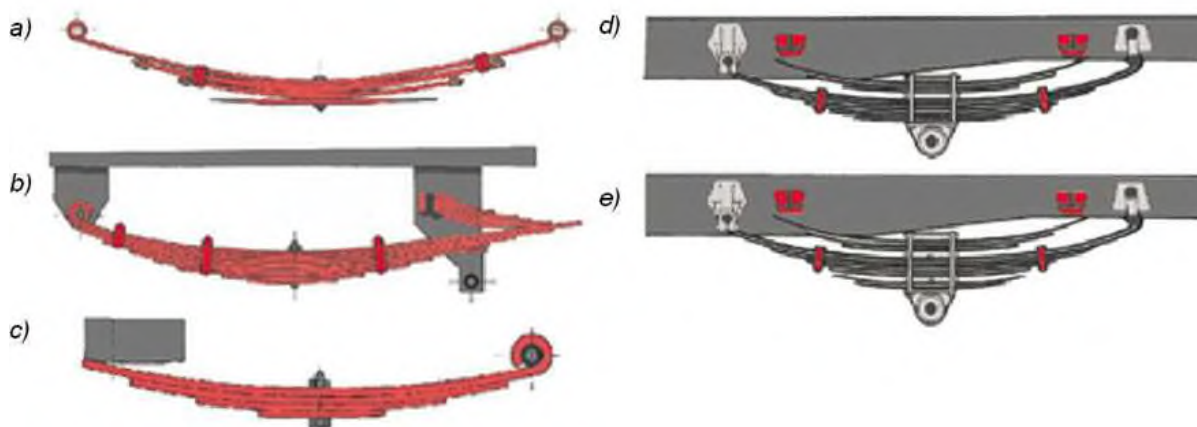
Progresivita pérování

Tuhost pera závisí na:

- Pružící délce hlavního listu
- Rozměrech ostatních listů a jejich počtu
- Tvaru pera

Progresivity pérování lze dosáhnout:

- Stupňovým perem se spodním opěrným listem – obr. a)
- Zkrácením délky hlavního listu – obr. b) c)
- Změnou počtu pružících listů
 - Dvoustupňové pero – obr. d)
 - Třístupňové pero – obr. e)



Umístění na vozidle - listová pera bývají na vozidle obvykle umístěna podélně, mohou však být umístěna i příčně a výjimečně i šikmo.

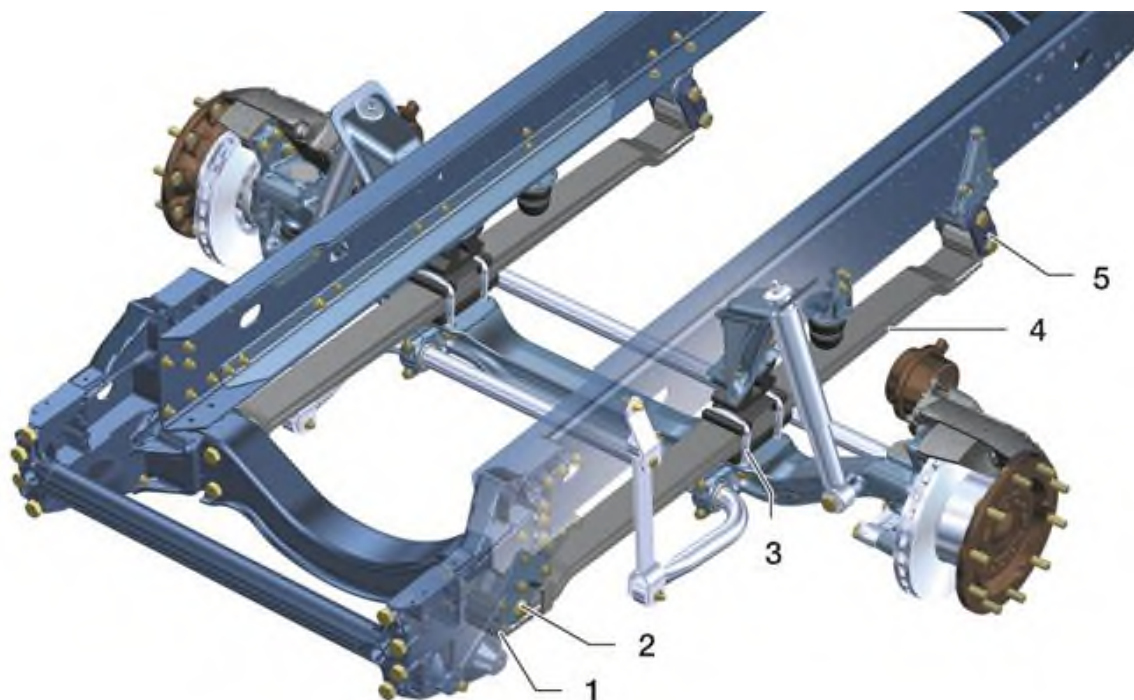
Podélné umístění



Příčné umístění



Příklad umístění na nákladním vozidle



Vlastnosti listových per

- Konstrukčně složité, zvýšené nároky na kontrolu a na opravy.
- Pera jsou značně rozměrná a hmotná, velký zástavbový prostor.
- Jestliže je pero opřeno pouze o patky, musí být doplněno ústrojím pro přenos sil mezi nápravami a rámem.
- Progresivity pérování se dosahuje jednotlivými konstrukčními úpravami.
- Samotlumičí účinky má pero dobré, jsou vytvořeny TŘENÍM MEZI LISTY.

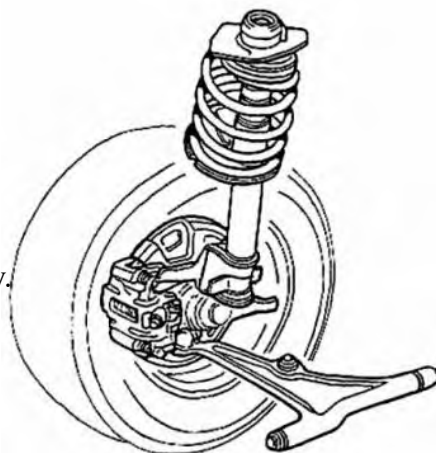
Vinuté pružiny

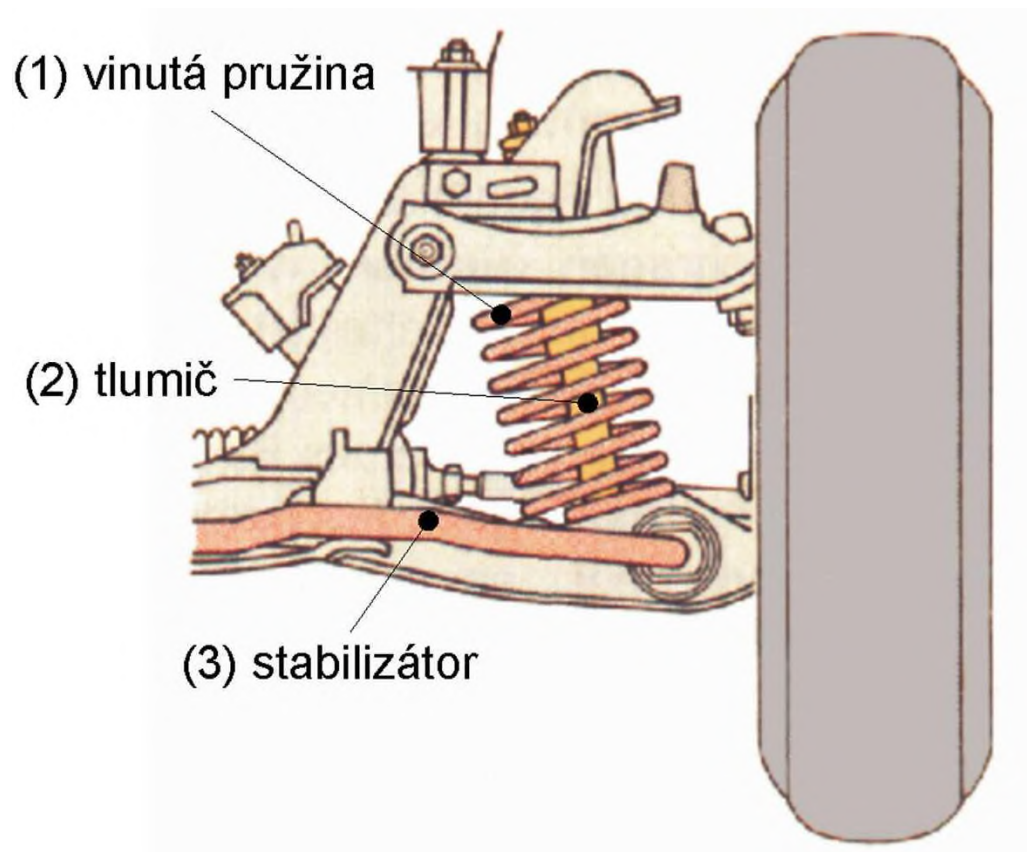
Konstrukce

Pružina je navinuta z drátu kruhového průřezu, který je broušen na požadovaný průměr. Pružina musí být uložena tak, aby stlačující síla působila v její ose. Dosahuje se toho broušením dosedacích ploch závěrných závitů kolmo k ose pružiny nebo použitím vhodných opěrných talířů.

Umístění na vozidle

- Pružiny jsou umístěny mezi nápravou a rámem,
- nebo karosérií vozidla.
- Mohou tvořit i součást nápravy (McPherson), tak, jak je znázorněno na obr. vpravo.
- Přesný způsob umístění závisí na druhu nápravy.





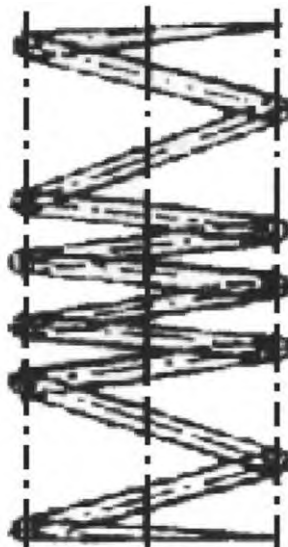
Progresivita pérování

Tuhost vinuté pružiny závisí na:

- Průměru drátu
- Počtu pružících závitů
- Stoupání závitů
- Průměru pružiny

Progresivity lze dosáhnout:

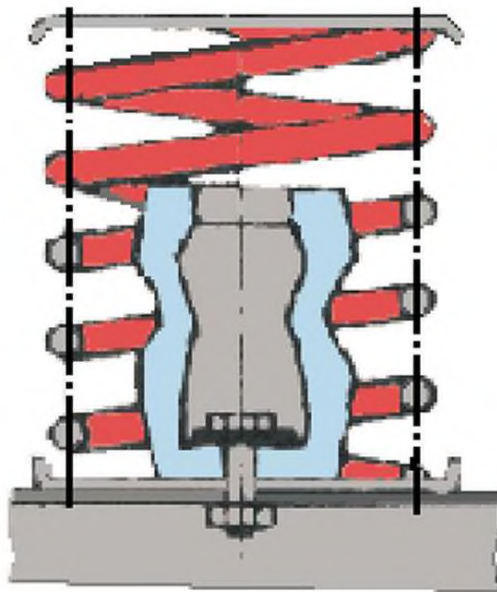
- Pružinou s nesterpným stoupáním závitů



- Pružinou s proměnným průměrem (soudečkové – viz obr., kuželové)



- Pružinou doplněnou pryžovým blokem



Vlastnosti vinutých pružin

- Malá konstrukční složitost, bezúdržbovost.
- Menší rozměry a hmotnost v porovnání s listovým perem.
- Nemají schopnost vést nápravu.
- Progresivity pérování se dosahuje konstrukčně.
- Nemá samotlumičí účinky → POTŘEBUJE TLUMIČE

Zkrutné (torzní) tyče

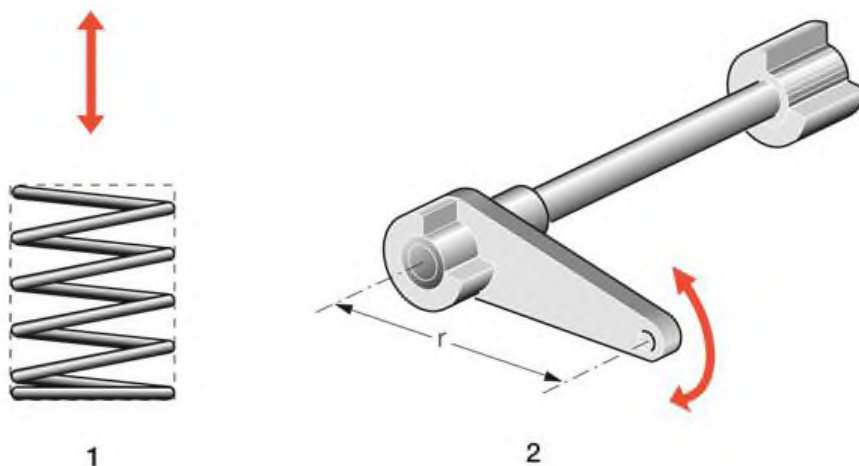
Konstrukce

Princip odpružení spočívá na zkrucování tyče, obvykle kruhového průřezu po délce. Tyč je po celé délce broušena na stejný průměr. Konce tyče jsou zesíleny a opatřeny šestihranem

nebo jemným drážkováním. Tyč může být opatřena ochranným obalem z plastu, který ji chrání proti poškození, popřípadě je uložena v ocelové trubce, která navíc brání jejímu namáhání na ohyb. Méně často jsou pro odpružení použity tyče čtvercového průřezu, svazky tvořené plochými tyčemi nebo trubky.



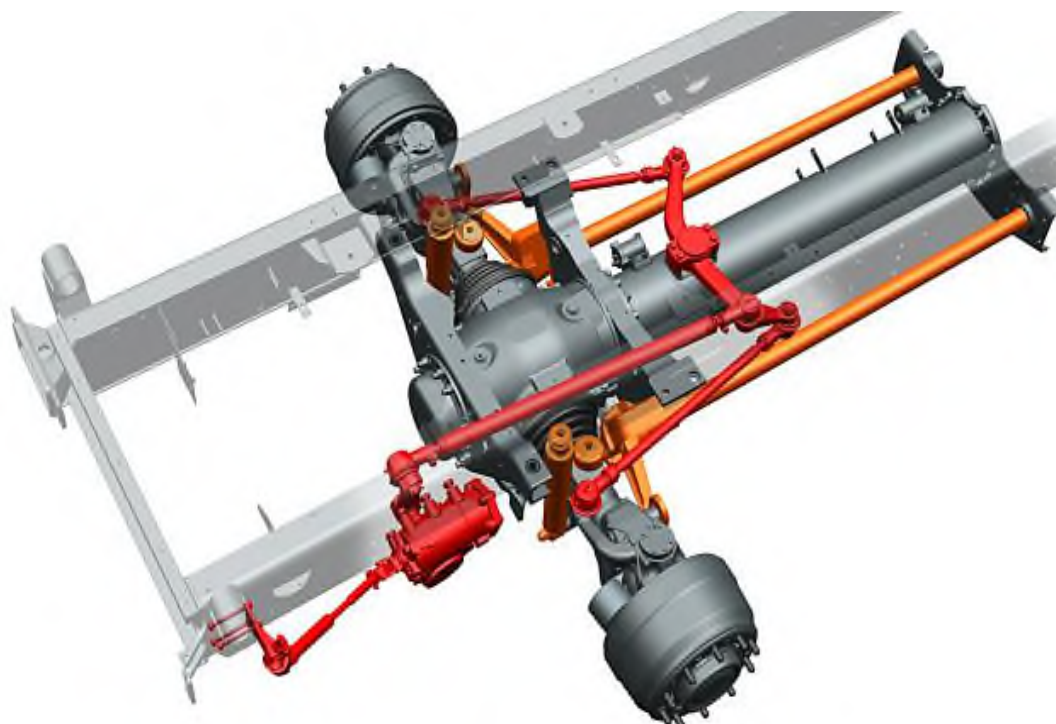
Princip činnosti torzní tyče ilustruje na příkladu pružení vinuté pružiny obrázek níže.



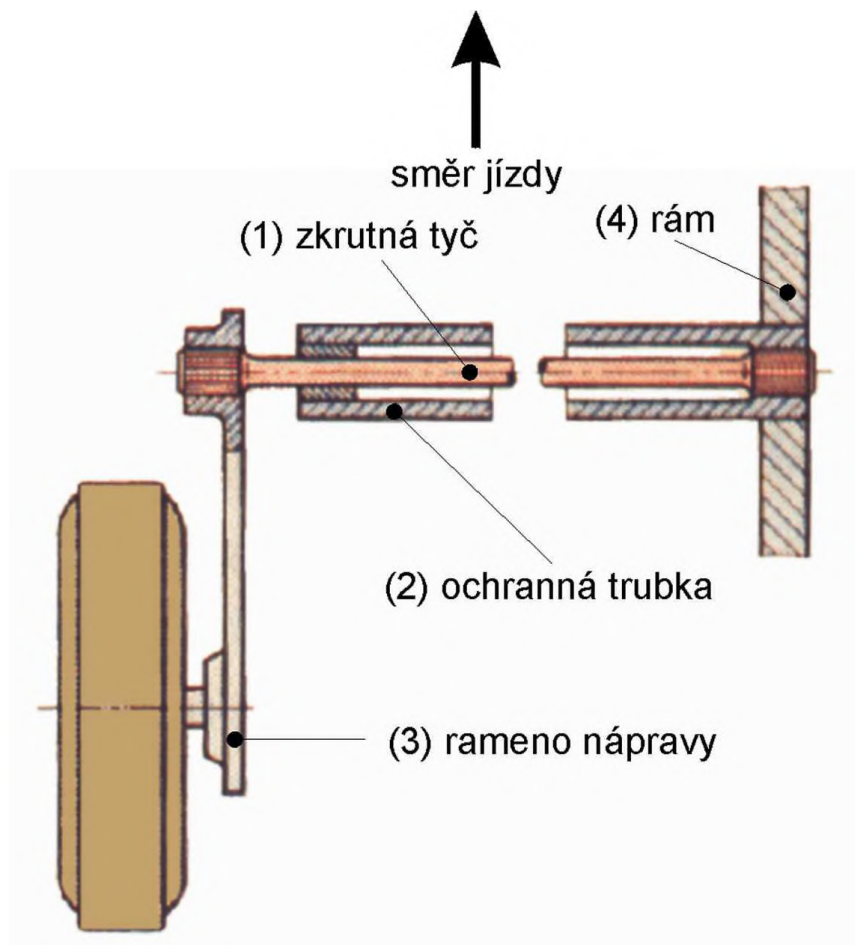
Umístění na vozidle

Může být provedeno podélně nebo příčně, přičemž při podélném uložení může být délka tyče, a tedy i úhel jejího zkroucení větší.

Podélné umístění



Příčné umístění



Progresivita pérování

- Tuhost zkrutné tyče je závislá na jejím průměru a délce.
- Pro dosažení progresivity může být zkrutná tyč doplněna zkrutnou trubicí, která se po určitém zkroucení tyče začne zkrucovat společně s ní, a tak zvýší tuhost odpružení.

Vlastnosti vinutých pružin

- Malá konstrukční složitost, bezúdržbovost.
- Schopnost vést nápravu nemá (nevhodné ohybové namáhání).
- Progresivity pérování se dosahuje konstrukčně.
- Nemá samotlumičí účinky → POTŘEBUJE TLUMIČE

Kontrola pružin na vozidle

Na pružinách na vozidle se obecně kontroluje:

- Praskliny
- Koroze
- Deformace
- Opotřebení
- Uložení pružiny
- Celistvost pružiny (např. u listových per)
- Čistota

20) Pneumatické a hydropneumatické pérování

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlíte, k čemu slouží odpružení vozidla? (účel odpružení)
- Popište konstrukci, princip činnosti, kontrolu a vlastnosti pneumatického (vzduchotlakého) pérování.
- Popište konstrukci, princip činnosti a vlastnosti hydropneumatického pérování.

Účel odpružení

- Zmírnit rázy a otřesy karosérie od nerovností vozovky.
- Zmenšit namáhání rámu, zejména na krut.
- Udržet všechna kola ve stálém styku s vozovkou a tím zajistit dostatečnou adhezi, přenos sil a říditelnost vozidla.

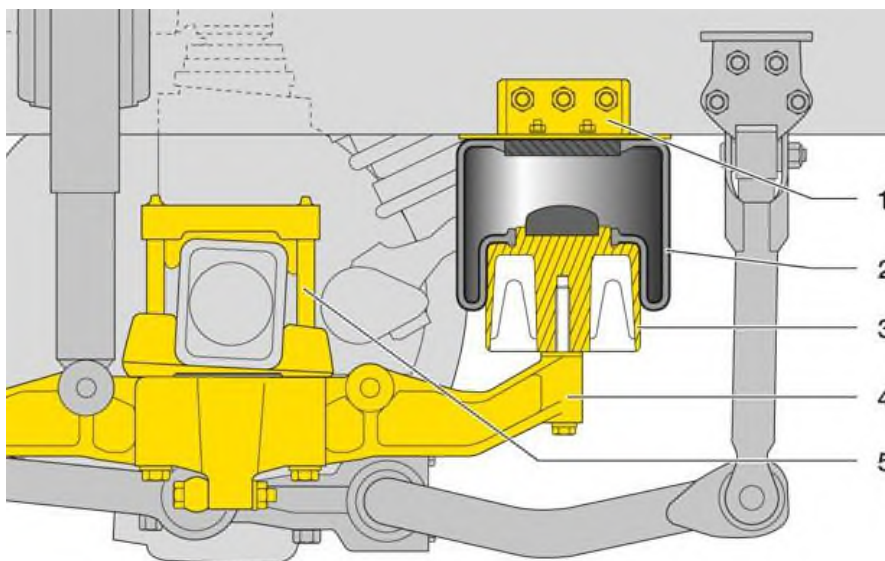
Pneumatické (vzduchotlaké) pérování

U tohoto odpružení pruží vzduch uzavřený v nádobě vytvořené z pružného měchu nebo ocelového válce, v níž je píst těsněn membránou. Zásadně nelze použít pístu těsněného ve válci kroužky.

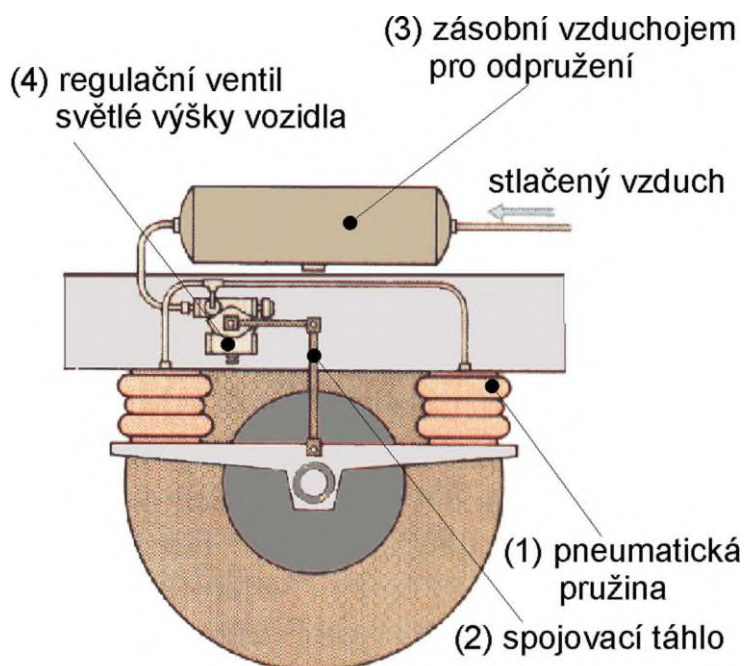
Pneumatické pružiny (měchy) jsou používány zejména u užitkových vozidel (nákladní automobily, autobusy, přívěsy, návěsy apod.), lze je však použít i u vozidel osobních (Audi A8, Mercedes-Benz třídy S atd.).

Konstrukce

Pružina je tvořena pružným měchem s membránou (2). Kovový válec nebo deska (1) slouží k upevnění na rám. Ve spodní části je kovový nebo plastový píst (3) spojený se spodním podélným ramenem (4) a uchycení nápravy k ramenu pérování (5). V horní části měchu je otvor pro připojení vzduchového systému. U osobních vozidel může být použit dusík.



Umístění na vozidle



Princip činnosti

Při zvětšení zatížení se pružiny stlačí. Prostřednictvím regulačního ventilu se do pružin doplňuje takové množství vzduchu, aby se obnovil jejich původní objem. Tím se jednak zvýší tlak v pružině, pružina se stane tužší, je tak dosaženo progresivity pérování, a zároveň je udržovaná konstantní vzdálenost podlahy vozidla od náprav.

Regulace vzduchotlakého odpružení osobních vozidel

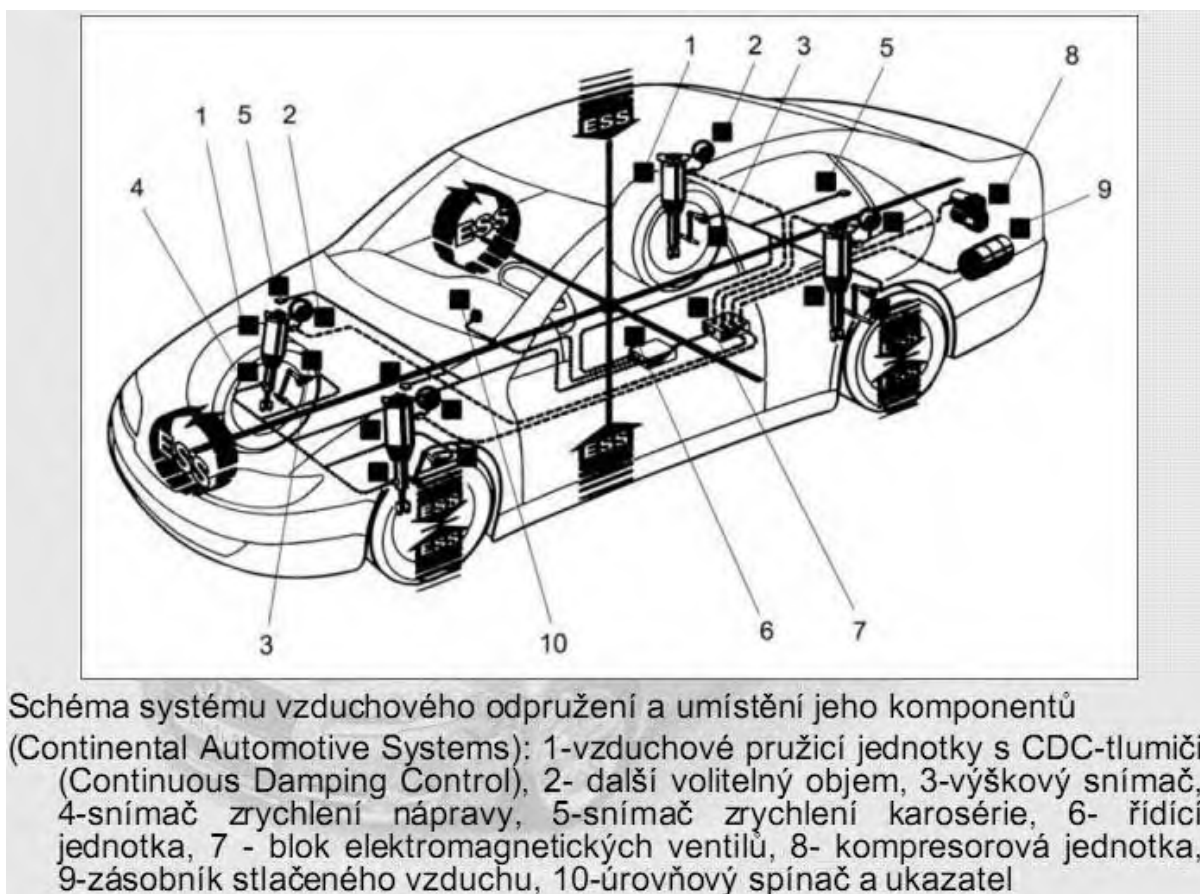


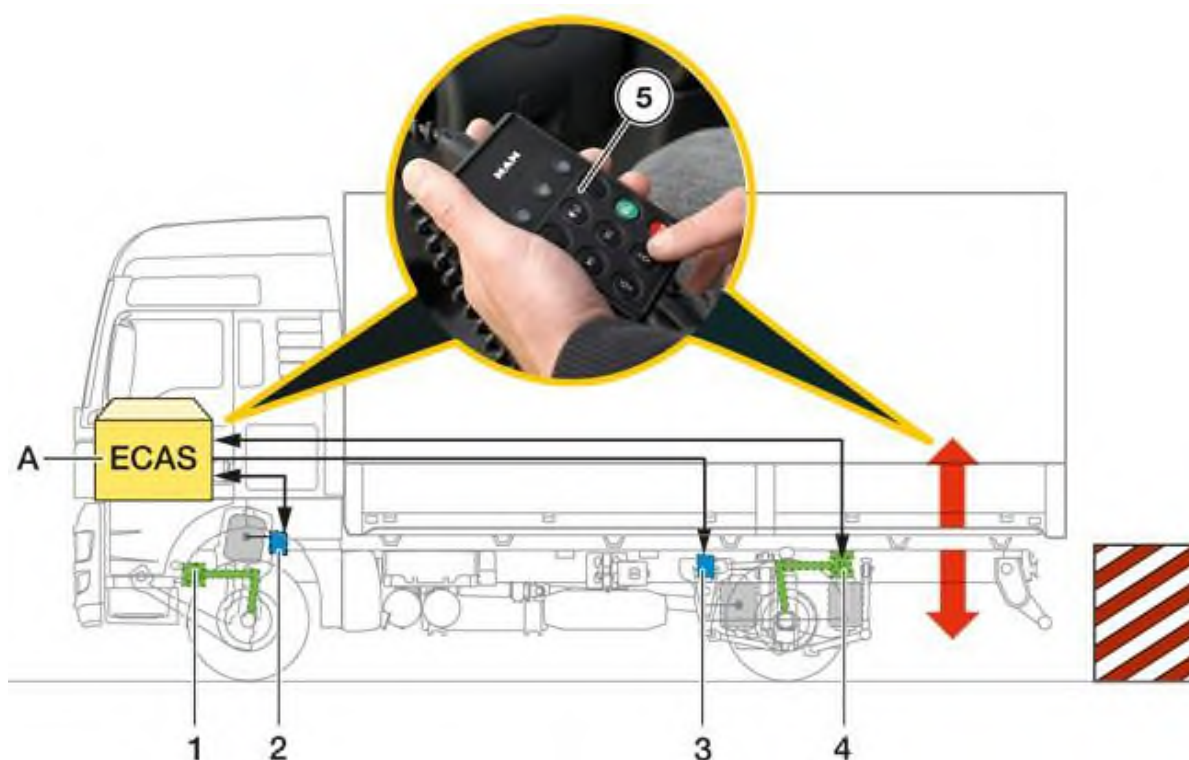
Schéma systému vzduchového odpružení a umístění jeho komponentů (Continental Automotive Systems): 1-vzduchové pružicí jednotky s CDC-tlumiči (Continuous Damping Control), 2- další volitelný objem, 3-výškový snímač, 4-snímač zrychlení nápravy, 5-snímač zrychlení karosérie, 6- řídicí jednotka, 7 - blok elektromagnetických ventilů, 8- kompresorová jednotka, 9-zásobník stlačeného vzduchu, 10-úrovňový spínač a ukazatel

Základními částmi systému jsou:

- modul zásobování stlačeným vzduchem,
- vzduchové pružící jednotky vpředu a vzadu,
- výškové snímače,
- řídicí jednotka,
- vzduchové a elektrické vedení.

Nezbytností je stlačený vzduch, který dodává kompresor poháněný elektromotorem. Výškové snímače neustále hlásí řídicí jednotce aktuální stav a signály pro regulaci světlé výšky. Řídicí jednotka potom ovládá vstup vzduchu do pružiny a tlak v nich. Pružiny jsou plně nosné a spolu s hydraulickými tlumiči tvoří systém odpružení.

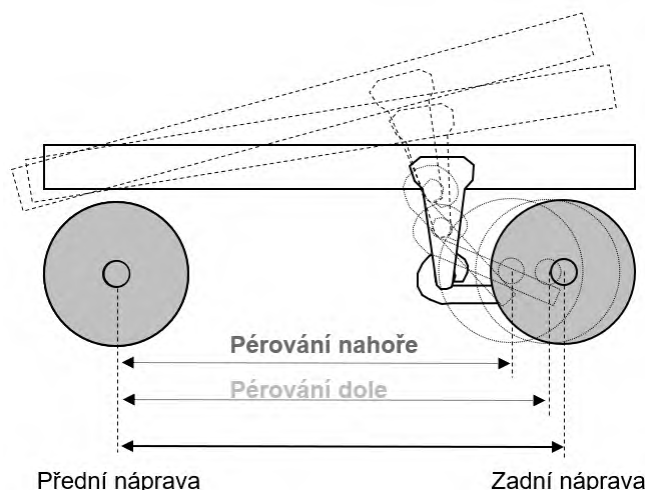
Regulace vzduchotlakého odpružení nákladních vozidel



A) řídicí jednotka ECAS

- 1) snímač polohy (výšky) přední nápravy
- 2) elektropneumatický ventil pro plnění a vypouštění přední nápravy
- 3) elektropneumatický ventil pro plnění a vypouštění zadní nápravy
- 4) snímač polohy (výšky) zadní nápravy
- 5) ovládací jednotka spouštění a zvedání

Pozn.: při spouštění nebo zvedání vozidla se mění rozvor. Pokud jsou vozidla vybavena kombinovanými pružinovými válci i na přední nápravě (standardně SCANIA a VOLVO), musí být vozidlo vybaveno elektropneumatickým ventilem pro rychlé uvolnění parkovací brzdy.



Pérování dole: rozvor je prodloužen



Pérování nahoře: Zmenšený rozvor

Vlastnosti pneumatických pružin

U osobních vozidel při vyšších rychlostech samočinně sníží podvozek. Tím se sníží těžiště a zadní kola se při brzdění více zatěžují, to přispívá ke zkrácení brzdné dráhy. Omezují podstatně proměnlivost zatížení kol v důsledku nerovností vozovky. Udržují konstantní vzdálenost podlahy vozidla od náprav.

- konstrukčně složité, velký zastavěný prostor,
- nemá schopnost vést nápravu,
- nemá samotlumicí účinky a tudíž potřebuje tlumiče,
- samočinná progresivita pérování vyplývá z principu činnosti.

Kontrola pneumatického pérování

- celková těsnost systému,
- stav měchů – poškození, popraskání, nadměrné opotřebení,
- uchycení na vozidle,
- kontrola rozvodů vzduchu – poškození hadic, vedení, kontrola dotažení spojů,
- kontrola kompresoru,
- kontrola vyrovnaní výškové úrovně vozidla – náklon vozidla na některou stranu značí závadu v pneumatickém pérování.

Hydropneumatické pérování

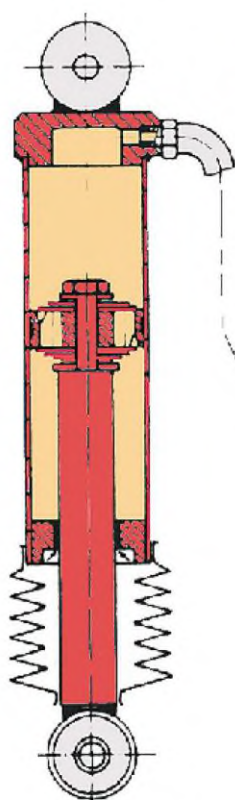
Konstrukce

Základní části

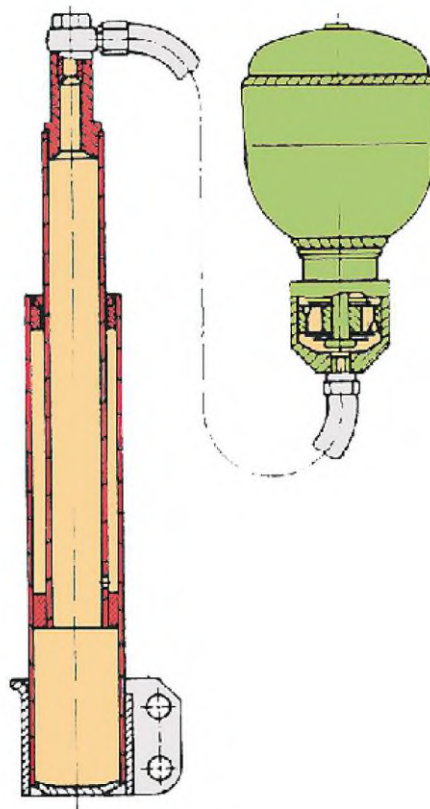
- Válec pružiny s pístem – zajišťuje přenos sil z nápravy na stlačený plyn,
- Zásobník stlačeného plynu – zpravidla dusík, který je stlačen na 10 – 20 MPa a tvoří pružící látku,
- Zásobník hydraulické kapaliny – pro případ nutnosti změny objemu oleje v pružící jednotce,
- Hydrogenerátor (čerpadlo) – přivádí tlakový olej do pružící jednotky.

Konstrukční provedení

- 1) Válec pružiny a zásobník jsou odděleny a vzájemně spojeny tlakovým potrubím. Válec může být řešen dvojím způsobem:
 - a) **válec s kotoučovým pístem**, ve kterém jsou uspořádány ventily. Válec plní současně funkci tlumiče
 - b) **válec s plunžrem**, který umožňuje ve srovnání s předchozím provedením zmenšení průměru. V tomto případě jsou ventily zajišťující funkci tlumiče umístěny ve vstupním hrdle zásobníku plynu. Válec pružiny včetně spojovacího potrubí je naplněn olejem. Množství plynu je konstantní, plyn je od oleje oddělen membránou. Membrána zabraňuje pění oleje plynem, a tak zajišťuje správnou funkci pružiny. V přírubě je z boku otvor, který umožňuje vstup a výstup tlakového oleje při regulaci.

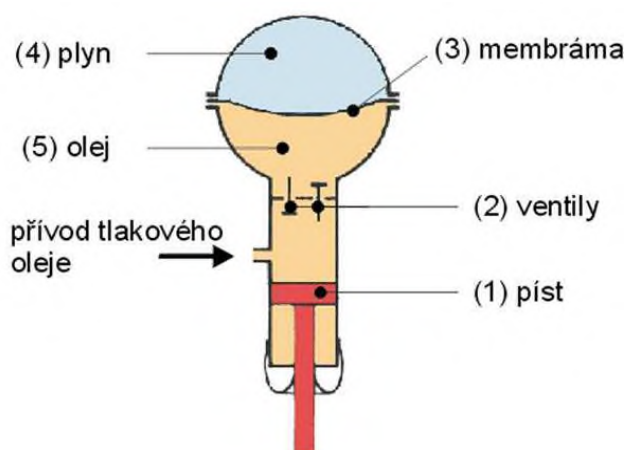


a) tlumičové provedení

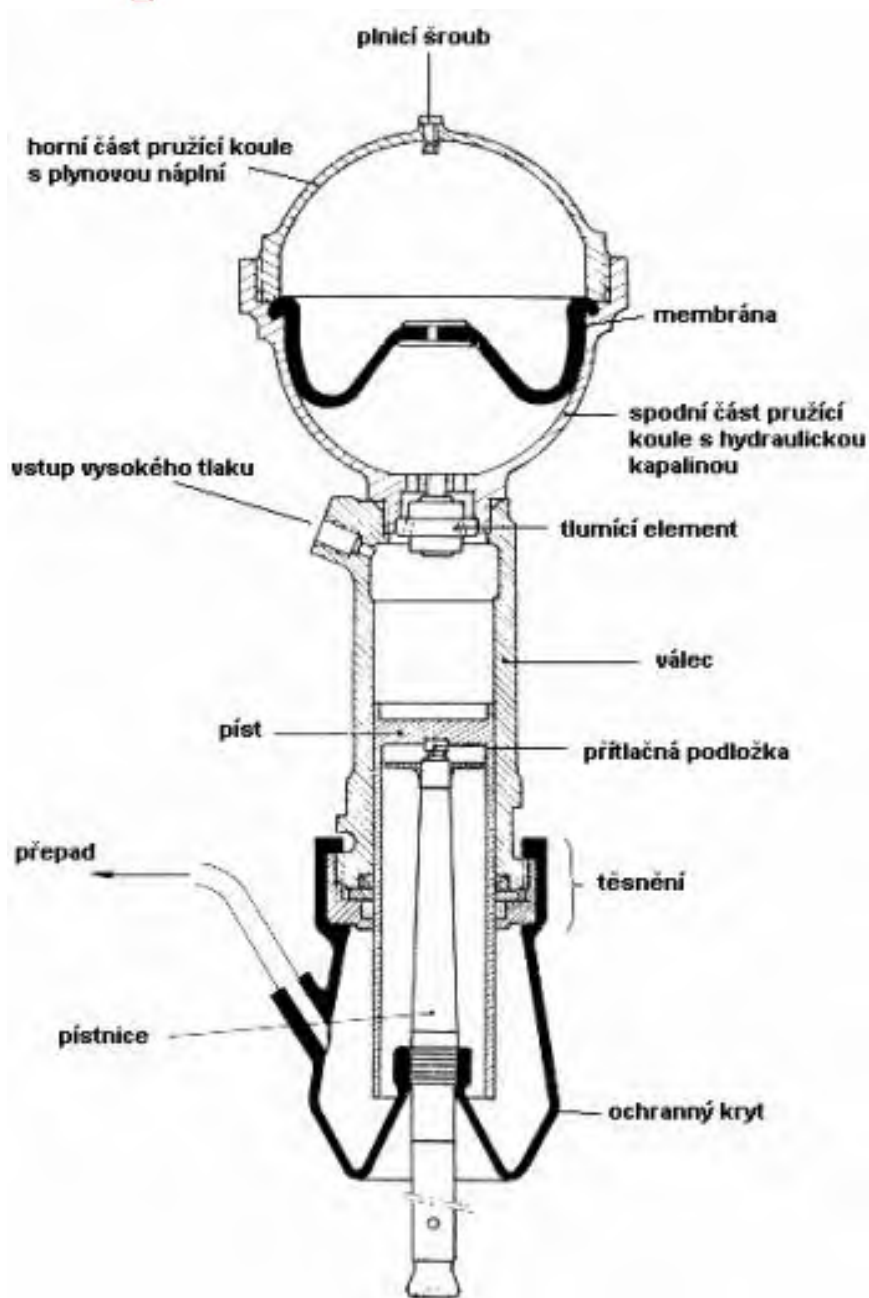


b) plunžrové provedení

2) Válec pružiny i zásobník stlačeného plynu tvoří jeden celek.



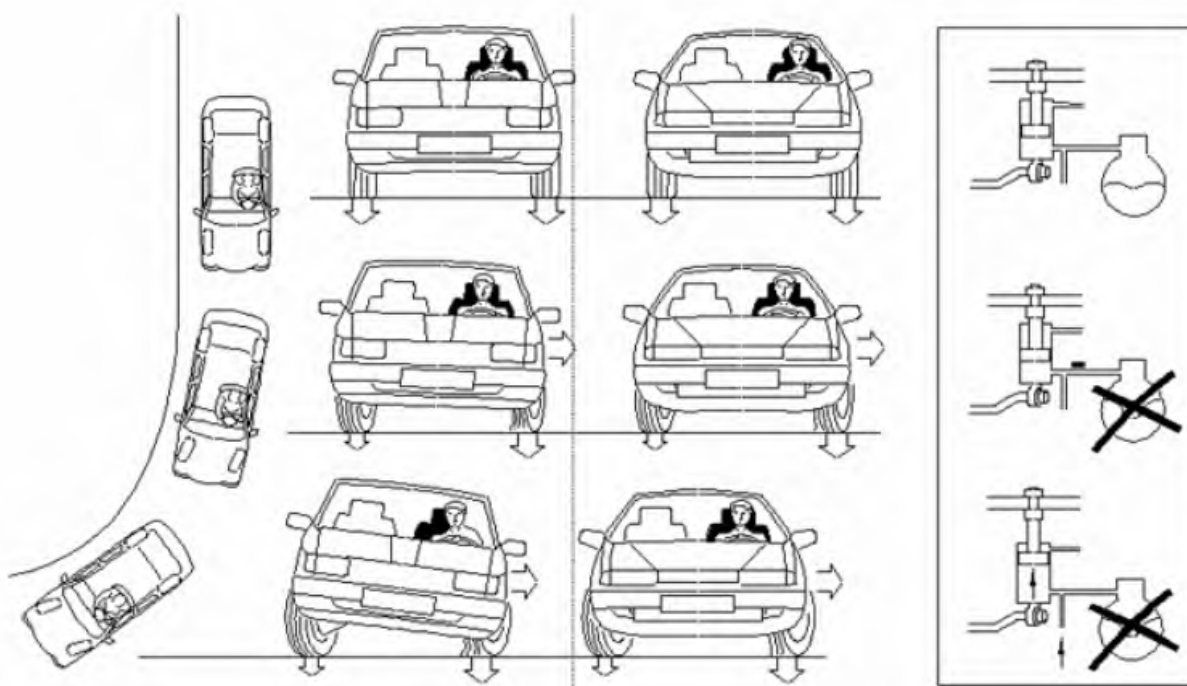
Také v tomto případě je plyn od oleje oddělen membránou a pružina plní současně funkci tlumiče. U tohoto způsobu odpružení, podobně jako u pružin pneumatických, lze samočinně udržovat konstantní vzdálenost podlahy vozidla od náprav. Dosahuje se toho tak, že např. při zvětšení zatížení se plyn stlačí a do válce se doplní takové množství tlakového oleje, aby byla podlaha v požadované úrovni.



Vlastnosti hydropneumatického pérování

- konstrukčně složité,
- nemají schopnost vést nápravu,
- menší zastavěný prostor oproti vzduchovému odpružení (vyšší pracovní tlak),
- progresivita pérování je samočinná a vyplývá z principu činnosti,
- postupné ubývání plynu, který vzhledem k vyšším tlakům proniká přes membránu do kapaliny,
- velké ztráty třením - je nutno utěsnit vysoký tlak ve válci pružiny ucpávkou.
- Jako výhody lze uvést vysokou jízdní bezpečnost (viz obr. níže) a velmi dobré pohodlí jízdy.

V levé části obrázku je znázorněn průjezd zatáčkou se standardním způsobem odpružení a vpravo s hydropneumatickým pérováním.



21) Tlumiče pérování, stabilizátory

Odborné otázky/úkoly:

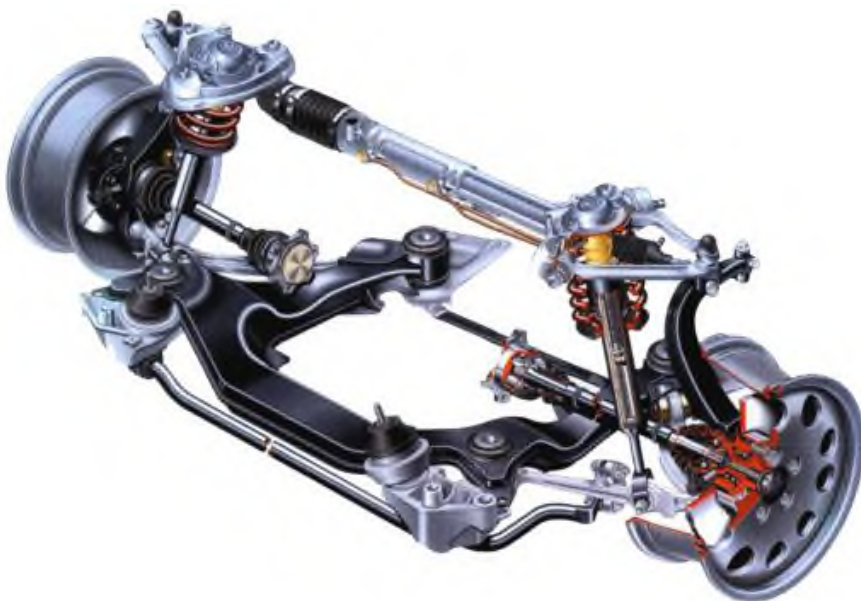
- Vysvětlete, k čemu slouží na vozidle tlumiče? (účel tlumičů)
- Popište umístění tlumičů na vozidle.
- Popište konstrukci a vysvětlete princip činnosti tlumičů pérování.
- Vysvětlete, co to je elektronicky řízený tlumič a stručně popište jeho konstrukci a princip činnosti. Uveďte jeho hlavní výhody.
- Popište kontrolu tlumičů pérování na vozidle a uveďte, jak se projevují špatné (nefunkční) tlumiče na jízdních vlastnostech vozidla.
- Vysvětlete, k čemu slouží na vozidle stabilizátor? (účel stabilizátoru)
- Popište umístění stabilizátoru na vozidle.
- Popište konstrukci a vysvětlete princip činnosti stabilizátoru.
- Popište kontrolu stabilizátoru na vozidle.

Účel tlumiče

- Hlavním úkolem tlumičů pérování je udržovat stálý styk kola s vozovkou a tím zajistit dostatečnou velikost adheze → přenos sil na vozovku → říditelnost vozidla.
- Dále účinně tlumit vlastní kmity pružiny při přejezdu kola přes nerovnosti a zabránit nadměrnému vertikálnímu rozkmitání karosérie.
- Většina pružin totiž nemá dostatečné samotlumičí účinky, a proto musí být pružící systém opatřen tlumiči pérování.

Umístění na vozidle

- Stejně jako vozové pružiny jsou umístěny mezi nápravou (koly vozidla) a rámem (samonosnou karosérií), přičemž každé kolo má svůj vlastní tlumič.



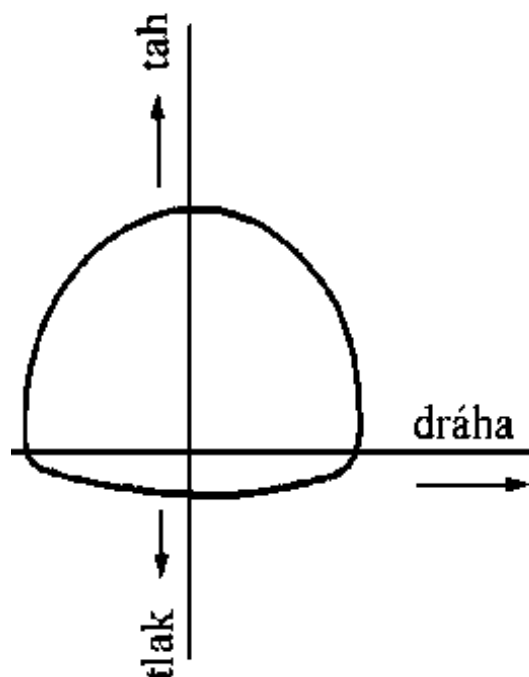
Základní rozdělení tlumičů

- **kapalinové** – pracovní látkou je olej, prostor nad ním je vyplněn vzduchem a spojen s atmosférou.
- **plynokapalinové** – prostor nad olejem je vyplněn dusíkem a není spojen s atmosférou. Udrží v tlumiči trvale přetlak, omezuje možnost zavzdušnění.

Konstrukce a princip činnosti tlumiče

Základní pojmy

Tlumiče musí být účinné jak při stlačování, tak i při roztahování. Pracují tedy jak při pohybu nápravy od vozidla, tak i při pohybu nápravy k vozidlu. Tlumič by měl co nejméně ovlivňovat tuhost pružiny, a proto je účinnost tlumiče při pohybu nápravy k vozidlu menší. Jsou tedy účinnější v tahu než-li v tlaku. Nemají lineární charakteristiku (viz obr. níže - zdvihová charakteristika tlumiče).



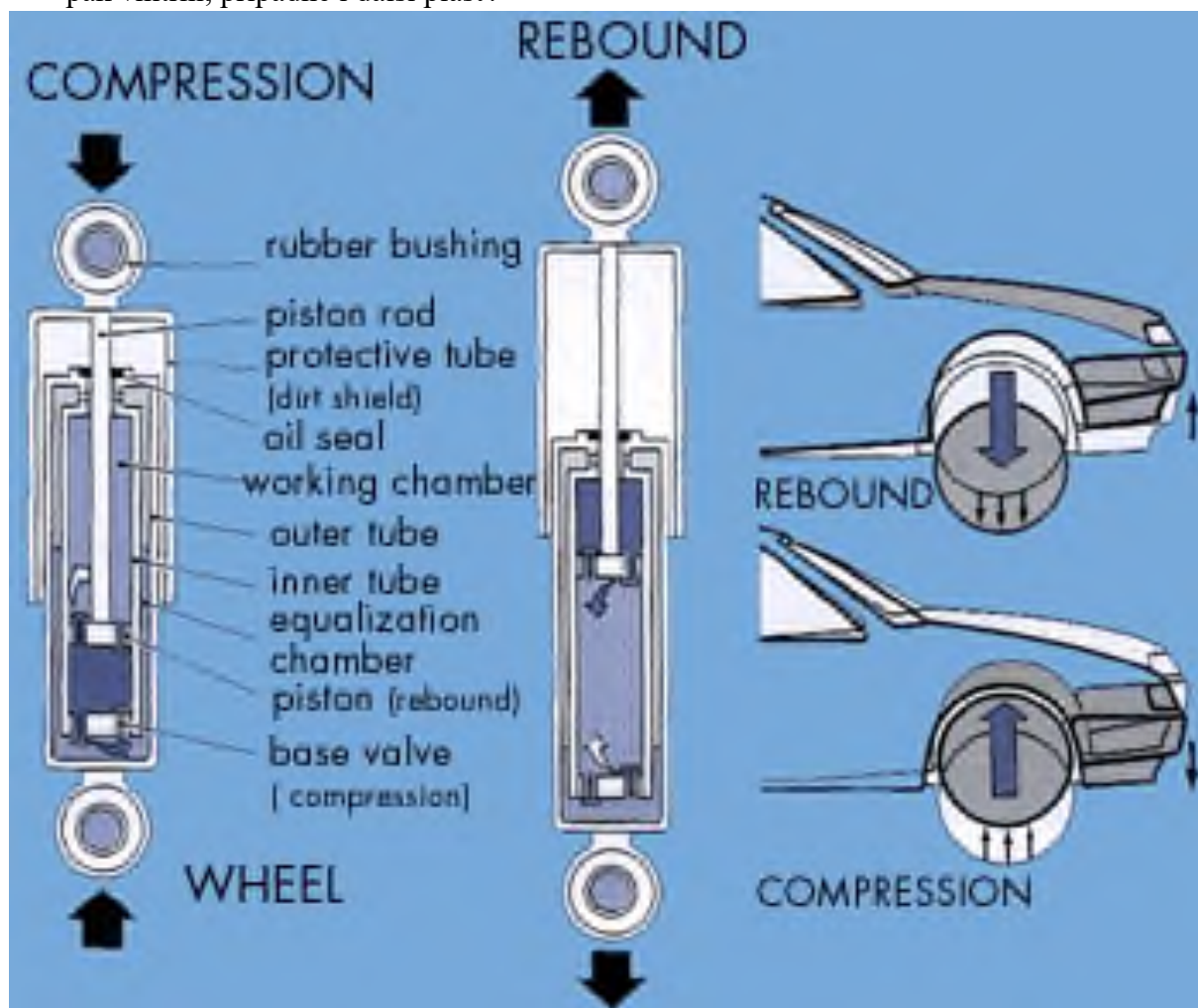
Používají se tedy teleskopické dvojčinné (tah i tlak) kapalinové tlumiče pérování. V tlumiči dochází k přetlačování oleje z jednoho vnitřního prostoru do druhého otvorem určitého průřezu. Velikost průřezu určuje míru škrcení průtoku, tedy velikost tlumení a tím i účinnost tlumiče. Pohybová energie se mění na teplo.

Konstrukce a princip činnosti

Tlumič je tvořen jedním nebo dvěma plášti, přičemž prostor uvnitř vnitřního pláště je pracovní. Kromě toho je tlumič opatřen ještě ochranným pláštěm. V názvu tlumiče je obsažen počet plášťů bez ochranného obalu.

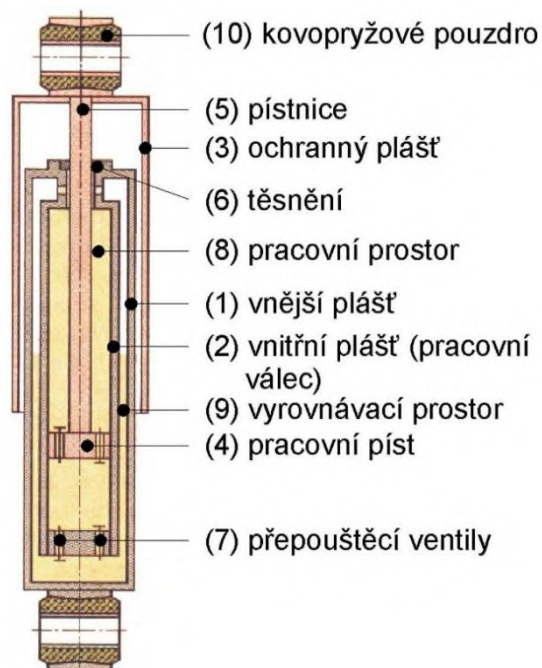
Uvnitř pracovního pláště se pohybuje píst ovládaný pístnicí, spojenou s ochranným pláštěm. V pístu jsou otvory opatřené obvykle samočinnými ventily. Různá účinnost tlumiče v jednotlivých směrech pohybu pístu je zajištěna různým průřezem otvorů nebo jejich různým počtem. Pokud jsou v tlumiči ještě další vyrovnávací prostory, jsou od pracovního prostoru rovněž odděleny ventily.

S vozidlem je tlumič spojen obvykle kovopryžovými pouzdry, přičemž uspořádání je většinou takové, že s rámem nebo karosérií je spojen ochranný plášť – pístnice, s nápravou pak vnitřní, případně i další plášť.



Tlumiče kapalinové

Mohou být provedeny pouze jako dvouplášťové. Při pohybu nápravy ke karosérii je jedním ventilem nebo více ventily v pístu (4) protlačován olej z prostoru pod pístem do prostoru nad pístem. Poněvadž se objem pracovního prostoru zmenšuje o objem pístnice (5), je přebytečný olej vytlačován ven ventilem (7) ve dnu do vyrovnávacího prostoru (9) mezi vnitřním (2) a vnějším (1) pláštěm. Vyrovnávací prostor (9) je otvůrkou v horní části spojen s atmosférou. Při pohybu nápravy od karosérie se přetlačuje olej z prostoru nad pístem do prostoru pod pístem a současně se jeho množství doplňuje ventilem ve dnu nasáváním z vyrovnávacího prostoru.



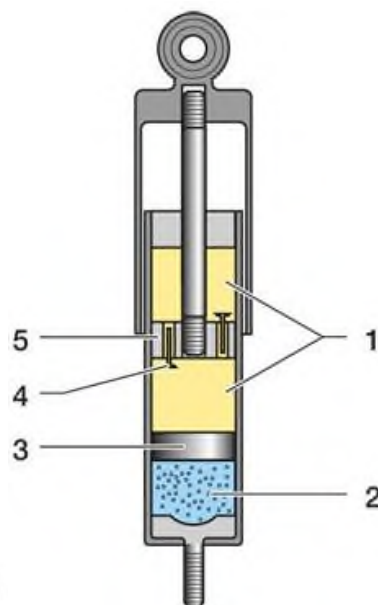
Tlumiče plynokapalinové

Jednoplášťový plynokapalinový tlumič (obr. vpravo)

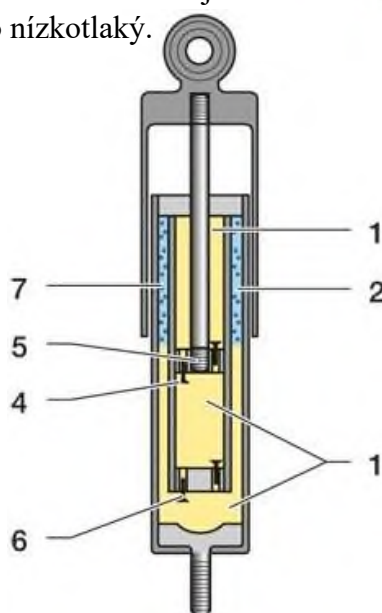
u tohoto typu tlumiče není vytvořen samostatný vyrovnávací prostor. Změny vnitřního objemu pracovního prostoru tlumiče se vyrovnávají změnou objemu plynu pod plovoucím pístem. Jinak je princip činnosti stejný jako u kapalinového tlumiče. Tento tlumič pracuje jako vysokotlaký, tlak plynu se pohybuje v rozmezí 20 bar až 40 bar.

Dvouplášťový plynokapalinový tlumič (obr. níže)

konstrukce i princip jsou v podstatě stejné jako u dvouplášťového tlumiče kapalinového. Zásadní rozdíl spočívá v tom, že prostor nad kapalinou je vyplněn dusíkem a není spojen s atmosférou. Tlak dusíku nad hladinou oleje je 2 bar až 8 bar a tlumič tedy pracuje jako nízkotlaký.



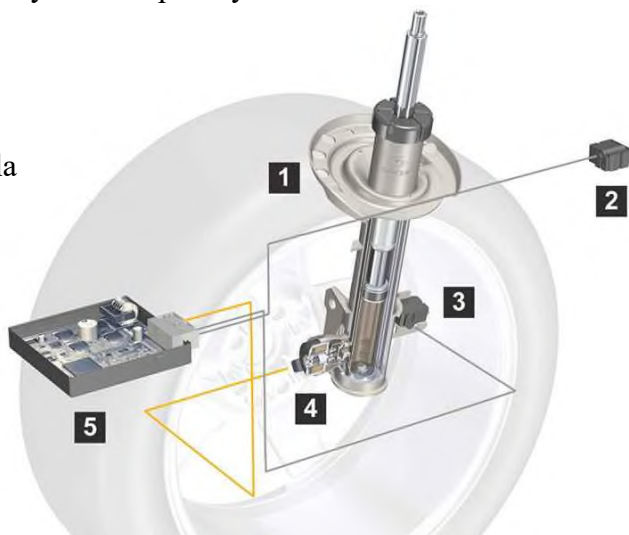
- 1) pístnice
- 2) plyn (dusík)
- 3) plovoucí píst
- 4) samočinné (jednosměrné) ventily
- 5) pracovní píst
- 6) přepouštěcí ventily
- 7) vyrovnávací prostor



Elektronicky řízené tlumiče

Součástí tlumiče je šoupátko nastavované elektromagneticky a ovládané řídicí jednotkou. Údaje pro řídicí jednotku přicházejí od snímačů zrychlení kol, regulátoru světla výšky vozidla, snímače zatížení, snímače polohy řízení a polohy rámu nebo karosérie.

- 1 – elektronicky řízený tlumič
- 2 – snímač zrychlení karosérie
- 3 – snímač vertikálního zrychlení kola
- 4 – elektromagnetický řídicí ventil
- 5 – řídicí jednotka



Tlumič CDC (Continuous Damping Control)

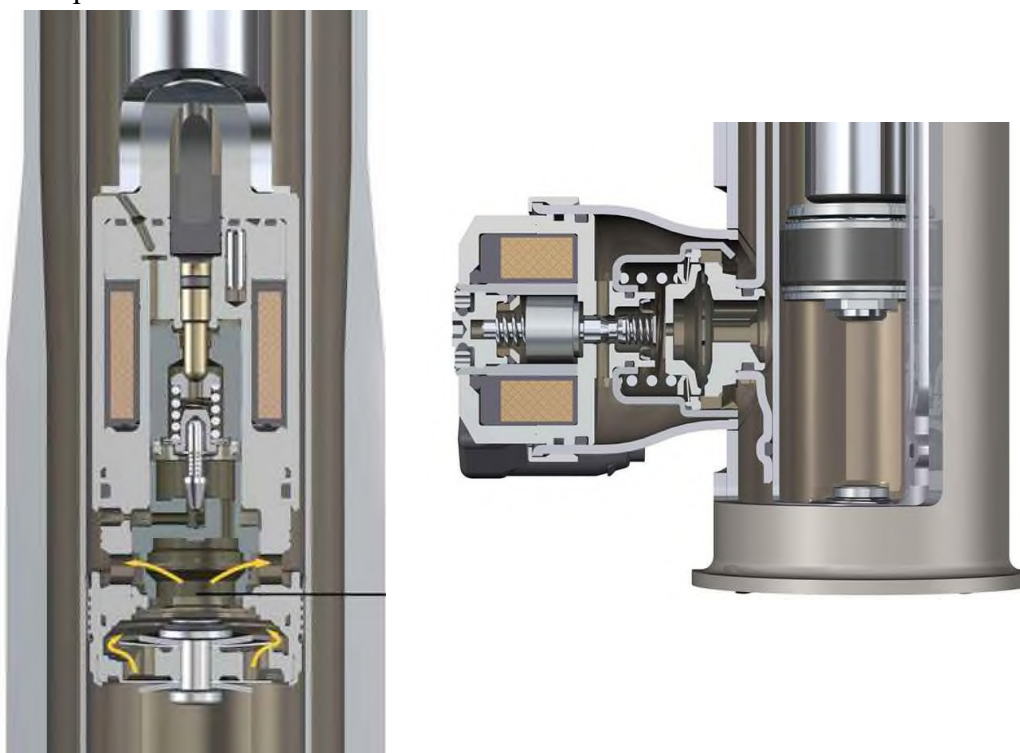
Jedná se o dvouplášťový aktivní tlumič. Nejdůležitější částí je řídicí ventil, který je vymezován polohou elektromagnetického pístku. Uzavírá či otevírá průtočné kanálky a tím zvětšuje či zmenšuje průtok kapaliny skrz planžety zpětného ventilu a tím plynule mění velikost tlumení. Řídicí jednotka každé 2 ms zjišťuje aktuální potřebu tlumení a následně až 20x za sekundu upravuje proud, který ovládá pohyb pístku.

Existují 2 provedení CDC

CDCi (obr. vlevo) – proporcionální ventil je zabudovaný v pístu tlumiče (v podstatě dvouplášťový tlumič s plynule proměnlivými průtočnými ventily)

CDCe (obr. vpravo) – proporcionální elmag. vent. je umístěn mimo tělo tlumiče

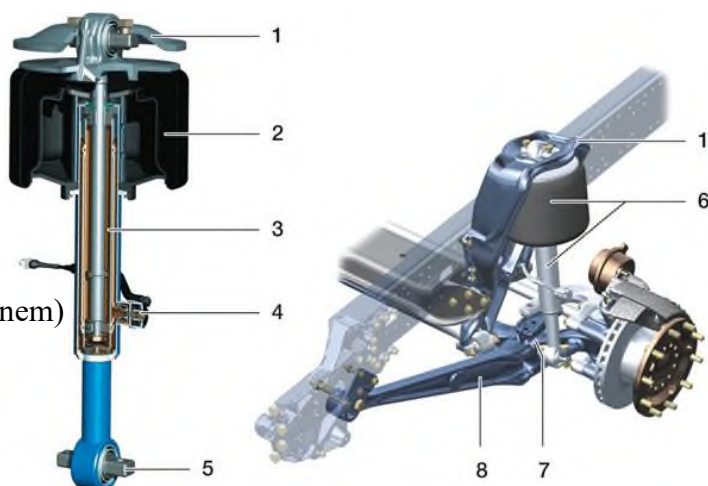
Obě verze vyžadují nízký příkon pro ovládání změny průtočných průřezů. V případě výpadku napětí ztrácí systém adaptivní funkci, pružina odsune ventil do sportovní (tvrdé) polohy a bezpečnost vítězí nad komfortem.



S CDC tlumičem spolupracují další systémy, např. el. brzdové systémy ABS, ASR, ESP, elektrický posilovač řízení, elektronický pedál akcelérátoru, řídicí jednotka automatické převodovky aj. Řidič si může zvolit režim naladění podvozku, ale při krizové situaci je vždy prioritní bezpečnost bez ohledu na navolený režim řidičem.

Tlumič CDC umožňuje aktivní stabilizaci zabráňující převrácení vozidla, např. při jízdě zatáčkou, rychlém přejetí do jiného jízdního pruhu nebo jiných prudkých manévrech vyrovnává vozidlo změnou nastavení tvrdosti tlumičů a zabráňuje tak naklánění a houpání vozidla. Využívá se rovněž u nákladních vozidel a autobusů se vzduchotlakým pérováním, jak je patrné z obrázku níže.

- 1) držák na rámu
- 2) vzduchový měch
- 3) tlumič pérování
- 4) ovládací proporcionální ventil
- 5) držák na nápravě
- 6) modul tlumiče vzduchové pružiny
- 7) nápravový paprsek (upevněný jako torzní pružina spojený s vlečným ramenem)
- 8) podélné vlečné rameno



A) klasický tlumič bez CDC

A



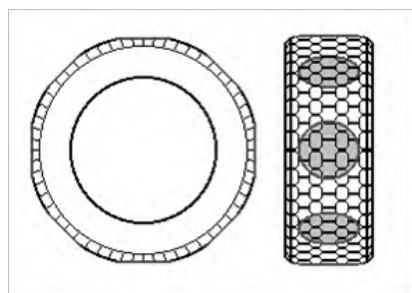
B) aktivní stabilizace s CDC

B



Kontrola tlumičů pérování

- Vizuálně – kontrola poškození, koroze, uložení tlumiče a kontrola těsnosti tlumiče
- Testerem tlumičů pérování - speciální plošiny, které rozkmitají kolo a měří tlumení neodpružené hmoty
- Jízdní zkouška – vozidlo tzv. odskakuje při jízdě v zatáčce, nedrží směrovou stopu, „plave“. Vadné tlumiče nezajišťují dostatečný styk kola s vozovkou a prodlužují významně brzdnou dráhu.
- Vadné tlumiče lze rovněž diagnostikovat z opotřebení pneumatiky, která je tzv. „doskákaná“. Při jízdě za vozidlem se špatnými tlumiči je zřetelně vidět kmitání kola ve svislém směru, což způsobuje plošky na běhounu pneumatiky (viz obr. vpravo).



Účel stabilizátoru

- Zmenšit naklopení karosérie zejména při průjezdu vozidla zatáčkou a tím udržet na všech kolech dostatečnou velikost adheze a zajistit tak řiditelnost.

Umístění na vozidle

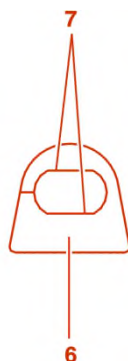
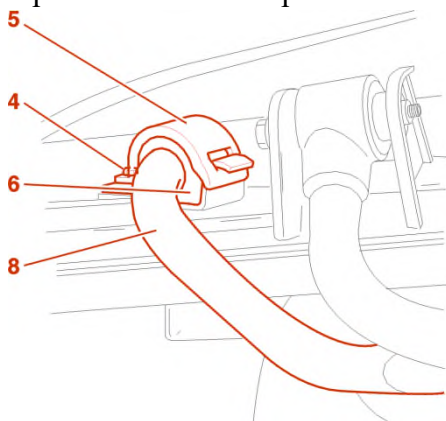
- Stabilizátor je umístěn napříč vozidla a je společný pro obě kola téže nápravy.

Konstrukce stabilizátoru

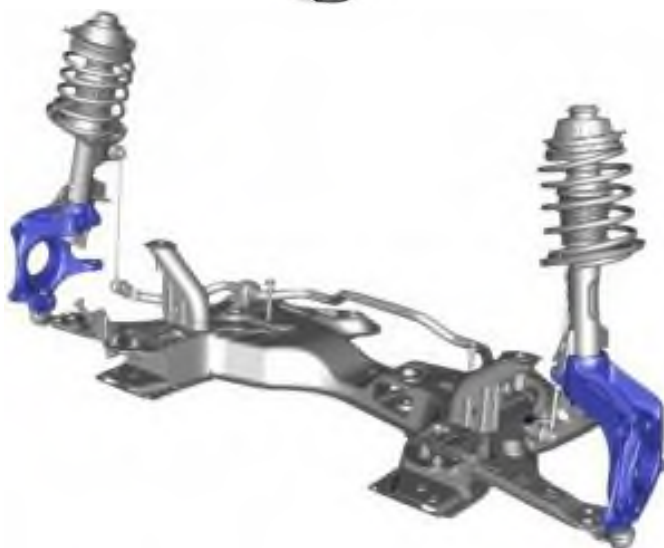
Klasické provedení stabilizátoru bývá označováno jako „U“ stabilizátor. Zkrutná tyč, která tvoří stabilizátor, je ve dvou místech upevněna otočně pomocí kovopřyzových pouzder na rám vozidla. Konce jsou spojeny s pravým a levým kolem téže nápravy tak, aby se výchylky přenášely na zkrutnou tyč. U nákladních vozidel s tuhou nápravou bývá stabilizátor uchycen k nápravě a konce jsou spojeny s rámem vozidla.

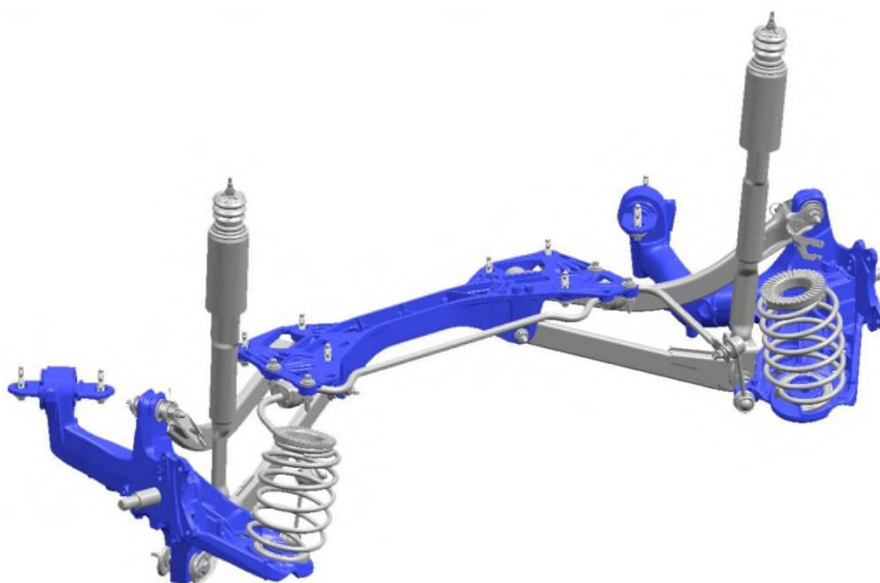
Podle typu vozidla, a také podle toho, pro jaký provoz je vozidlo určeno, může být stabilizátor použit pouze na přední nebo zadní nápravě nebo na obou nápravách. U nákladních vozidel a autobusů s vysokým těžištěm se stabilizátory většinou umísťují na všechny nápravy.

Uložení stabilizátoru je otočně v pryžových blocích, které jsou připevněny pomocí páskových spojů k pomocnému rámu nebo nápravnici. Konce stabilizátoru jsou připevněny na spodních ramenech nebo na tlumiči (McPherson) pomocí vzpěry s klouby nebo v pružném lůžku na spodních ramenech.



- 4 – šroub držáku lůžka stabilizátoru
- 5 – držák (spona) lůžka stabilizátoru
- 6 – pryžové uložení (lůžko) stabilizátoru
- 7 – horní a spodní část lůžka (detail níže)
- 8 – stabilizátor



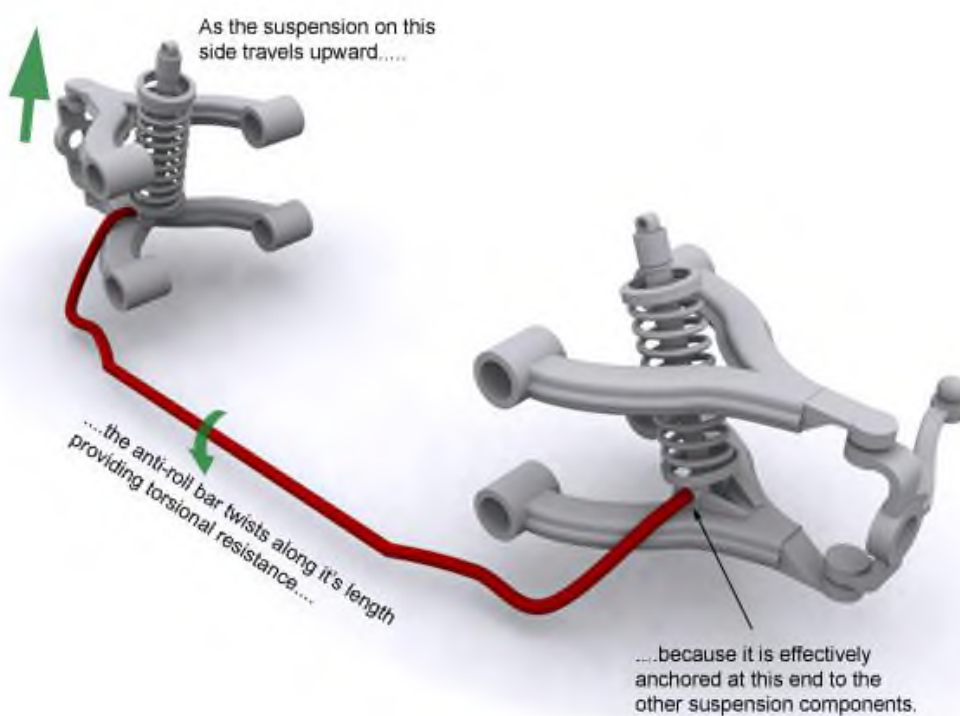


Princip činnosti stabilizátoru

Najedou-li obě kola téže nápravy na nerovnost, zkrutná tyč se pouze pootočí v pouzdrech a nezkrucuje se.

Najede-li na překážku jen jedno kolo, bude se pohybovat k vozidlu a rameno stabilizátoru natáčet nahoru. Zkrutná tyč přeneseme tento pohyb i na druhé rameno, které se bude pohybovat ve stejném smyslu, stlačí příslušnou pružinu a tím zmenší naklopení karosérie.

Při průjezdu zatáčkou se budou vnější pružiny stlačovat více než vnitřní. Na vnitřní straně vozidla se bude rameno zkrucovat směrem nahoru a bude tak svojí tuhostí působit proti pružině tak, že ji stlačí. Na vnější straně se zkrucuje stejným směrem a působí tak proti stlačující se pružině a tím zmenší naklopení karosérie.



Velikost stabilizace ovlivňuje tuhost stabilizátoru, která závisí na délce ramen, průměru zkrutné tyče a materiálu, ze kterého je vyroben. Čím bude stabilizátor tužší, tím bude naklopení karosérie menší. Pokud by ale byla tuhost stabilizátoru přílišná, mohla by vést k nadměrnému odlehčení vnitřního kola a ke snížení směrové stability.

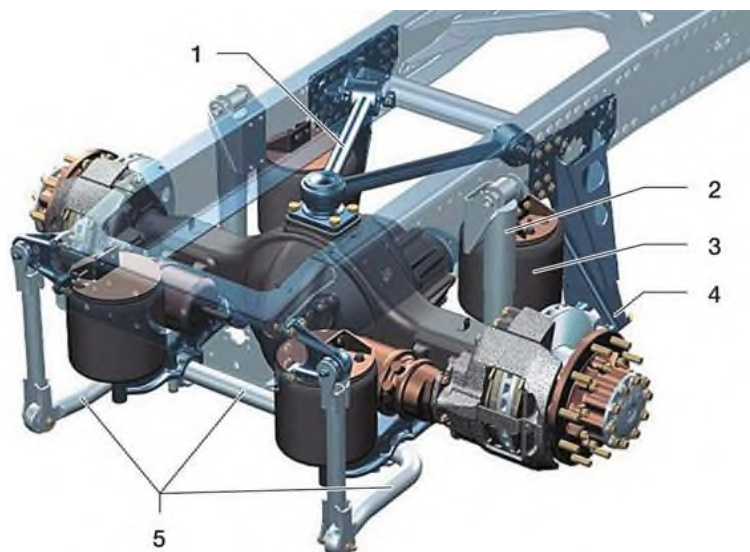
Vozidla s předním náhonem a lehkou tuhous zadní nápravou mají zadní nápravu provedenu tak, že přímo plní funkci stabilizátoru. Nosnou část tvoří nosník ve tvaru „U“, který při namáhání v krutu plní stejnou funkci jako příčný stabilizátor.



U nákladních vozidel s pneumatickým pérováním se používá kromě „U“ stabilizátoru také „V“ stabilizátor. Jde o reakční tyče, které drží nápravu proti bočnímu posuvu a zároveň brání nápravě v jejím pootočení vůči rámu například při brzdění nebo zrychlování. Tyto stabilizátory mohou být i ve tvaru písmene X.

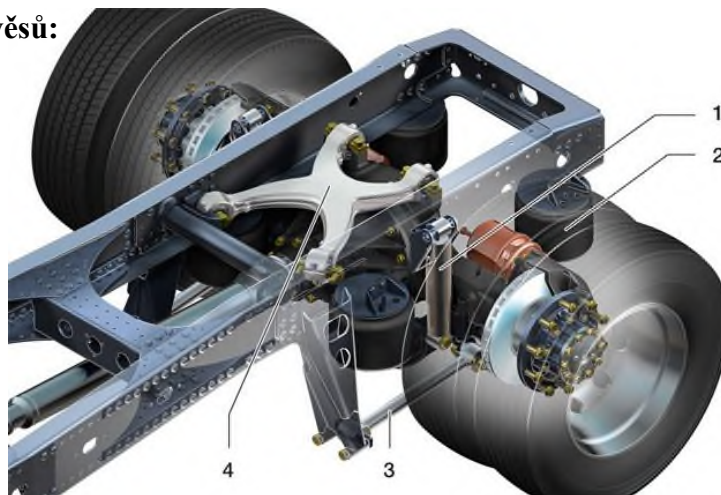
Zadní hnací náprava valníku

- 1) V stabilizátor
- 2) tlumič pérování
- 3) měch
- 4) podélné rameno
- 5) příčný zkrutný stabilizátor

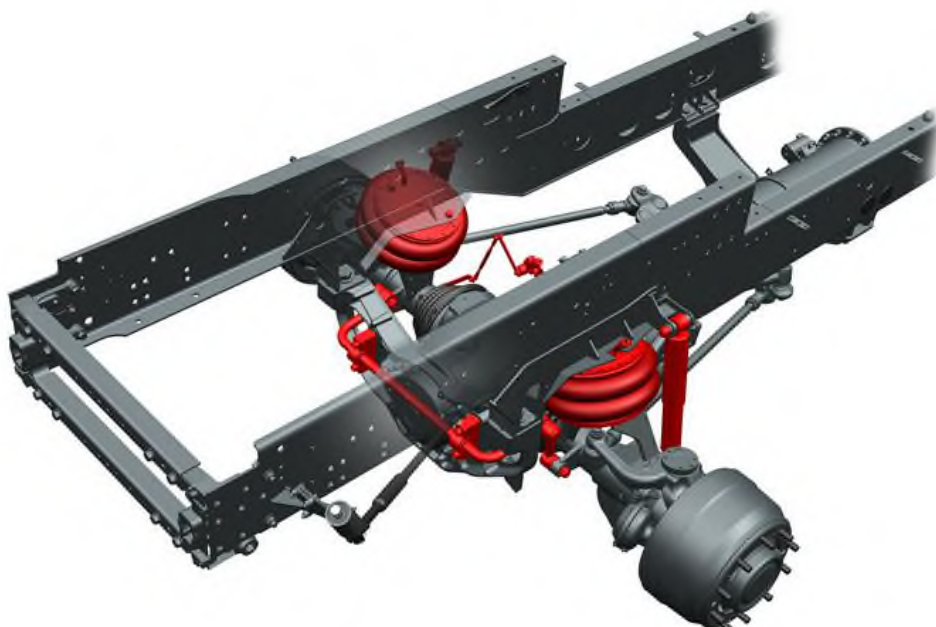


Zadní hnací náprava tahače návěsů:

- 1) tlumič pérování
- 2) měch
- 3) podélné rameno
- 4) čtyřbodový X stabilizátor



Uložení stabilizátoru na podvozku TATRA



Kontrola stabilizátorů

- Vizuálně – mechanické poškození, koroze, praskliny, uchycení na vozidle.
- Kontrola vůlí v uložení stabilizátoru, zejména kulových kloubů tyčky nebo vzpěry stabilizátoru, která se slangově v autoopravárenství označuje jako „kost“ stabilizátoru.
- Vůle v uložení stabilizátoru se projevuje klepáním při jízdě po nerovné vozovce.

22) Jízdní odpory a výkonová bilance vozidla

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlíte, co jsou jízdní odpory vozidla?
- Proved'te rozdělení jízdních odporů a uveďte, jak se určuje celkový jízdní odpor vozidla.
- Popište jednotlivé složky jízdních odporů a uveďte k nim výpočtové vztahy.
- Vysvětlíte, co to je výkonová bilance motorového vozidla?
- Vyjmenujte a popište jednotlivé složky výkonů a uveďte k nim výpočtové vztahy.

Jízdní odpory vozidla

- Jsou to síly působící proti pohybu vozidla, proto se nazývají také odpory proti pohybu vozidla.
- Hnací síla vozidla musí překonat všechny tyto odpory.
- Jízdní odpory lze rozdělit na:
 - Ztrátové
 - F_V – síla na překonání odporu valení - valivý odpor
 - F_W – síla na překonání odporu vzduchu - odpor vzdušný (aerodynamický)
 - Spotřebované
 - F_S – síla na překonání odporu stoupání (svahu) - odpor stoupání
 - F_a – síla na překonání odporu zrychlení - odpor zrychlení
 - Užitečné
 - F_T – tahová síla neboli odpor přípojného vozidla
- Celkový jízdní odpor
 - Určí se sečtením jednotlivých jízdních odporů.
 - Hnací sílu vozidla F_H , která je potřebná pro překonání jízdních odporů určíme ze vztahu:

$$F_H = F_V + F_W + F_S + F_a + F_T \text{ [N]}$$

- Při jízdě konstantní rychlostí do cca 30 km.h⁻¹ po rovině a bez přípojného vozidla lze zanedbat odpor vzduchu, zrychlení, stoupání i přípojného vozidla. Celkový jízdní odpor je pak dán zjednodušeným vztahem, neboť valivý odpor nelze při pohybu vozidla nikdy zanedbat:

$$F_H = F_V \text{ [N]}$$

Valivý odpor - F_V

- Vzniká deformací pneumatiky a vozovky. Je-li vozovka tvrdá, pak dochází pouze k deformaci pneumatiky.
- V přední části stopy pneumatiky ve směru valení dochází ke stlačování obvodu pneumatiky do roviny vozovky a v zadní části se obvod vyrovnává zpět do kruhového tvaru.
- Vlivem ztrát v pneumatice (mění se v teplo) jsou síly potřebné ke stlačení větší než síly, jimiž působí pneumatika na vozovku při vracení do kruhového tvaru. Označují se proto jako hysterezní.

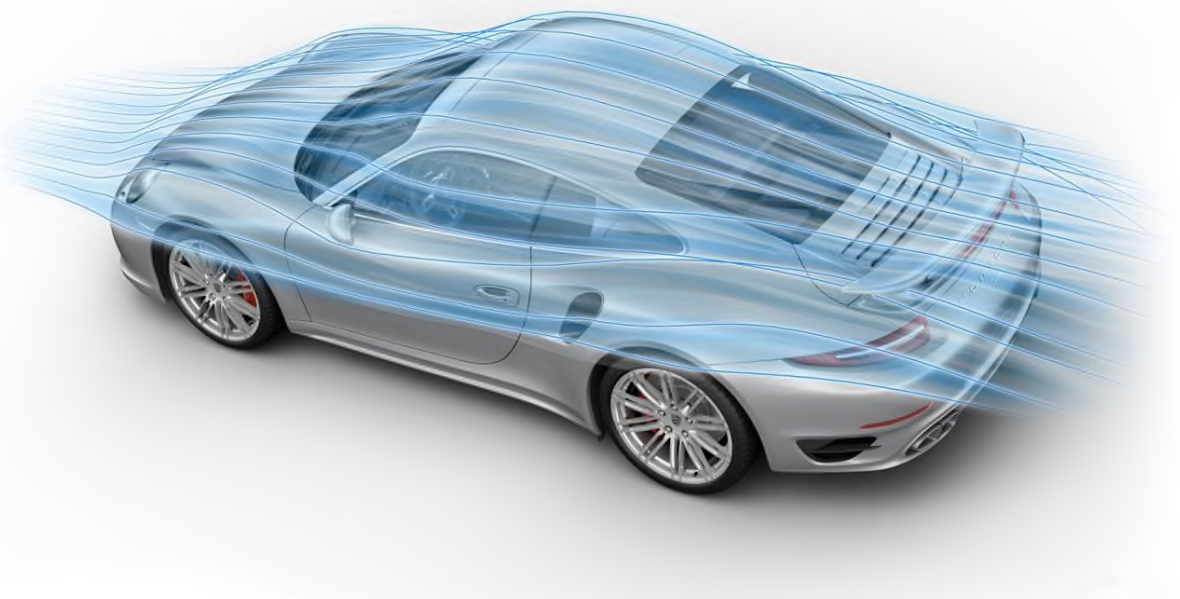
- Velikost valivého odporu je určena tíhou vozidla G , druhem a vlastnostmi vozovky a deformací pneumatiky, což charakterizuje součinitel valivého odporu f , který je bezrozměrný. Valivý odpor neboli ztráta valením je dán vztahem:

$$F_v = f \cdot G \text{ [N]}$$

- Velikost součinitele valivého odporu (f) tedy závisí především na povrchu vozovky, deformaci pneumatiky a na rychlosti otáčení kola.
 - Při menším tlaku vzduchu v pneumatice dochází k větší deformaci a valivý odpor se zvětšuje. Současně dochází ke zvýšení spotřeby paliva a emisí. Proto musí být všechna dnes vyráběná vozidla povinně legislativně vybavována systémem sledování tlaku vzduchu v pneumatice, ať už přímým měřením nebo nepřímo na základě porovnávání obvodu kola.
 - Při větších rychlostech nestačí pneumatika vyrovnávat deformace a valivý odpor se zvětšuje. Při menších rychlostech do cca 50 km.h⁻¹ lze součinitel valivého odporu považovat za nezávislý na rychlosti jízdy.

Odpor vzdušný (aerodynamický) - F_w

- Vzniká při jízdě vozidla nutností vytlačit vzduch před vozidlem nad horní část karosérie a pod vozidlo.
- Velikost vzdušného odporu jedoucího vozidla je dána:
 - Výslednicí tlaku vzduchu na čelní plochu vozidla.
 - Výslednicí třecích sil, které působí v tečném směru proudění vzduchu kolem karosérie.
 - Odpor, který vznikají při průchodu vzduchu chladícím a větracím systémem vozidla.
 - Odpor, který vznikají vířením a třením vzduchu u otáčejících se kol vozidla.
- Síla potřebná na překonání odporu vzduchu významně ovlivňuje spotřebu paliva a emise. Výrobci vozidel, zejména nákladních, se snaží co nejvíce minimalizovat aerodynamický odpor.



- Celkový vzdušný odpor vozidla se určí ze vztahu:

$$F_W = \frac{1}{2} \cdot c_x \cdot S \cdot \rho_v \cdot v^2 \text{ [N]}$$

c_x – součinitel odporu vzduchu [-], závisí především na tvaru vozidla, zjišťuje se měřením na vozidle v aerodynamickém tunelu,

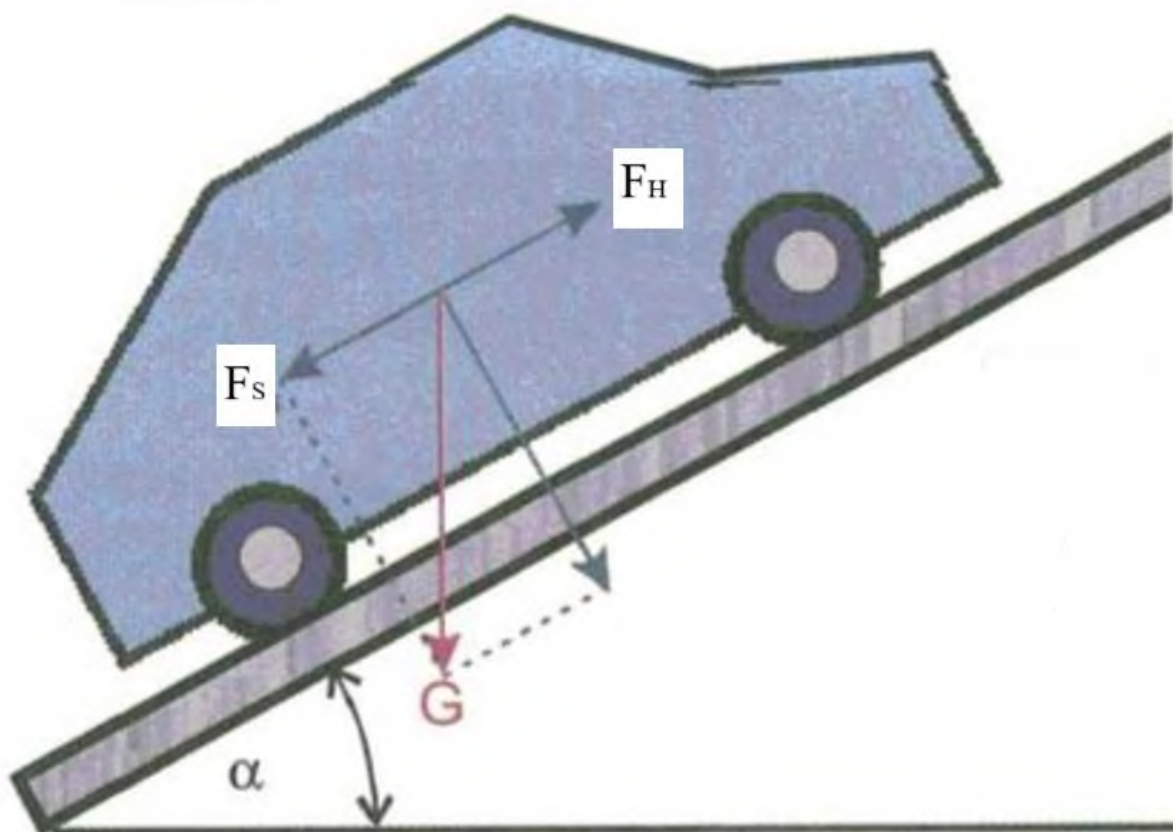
S – čelní plocha vozidla [m^2], získá se čelní projekcí vozidla,

ρ_v – hustota vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$], závisí na teplotě a tlaku vzduchu

v – rychlost vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

- Síla na překonání odporu vzduchu se tedy zvětšuje s druhou mocninou rychlosti.

Odpor stoupání - F_s



- Síla na překonání odporu stoupání je dána vztahem:

$$F_s = G \cdot \sin \alpha \text{ [N]}$$

G – tíha vozidla [N]

α – úhel stoupání [$^\circ$]

Odpor zrychlení – F_a

- Vyjadřuje působení setrvačné síly proti směru zrychlení, jinými slovy jde o odpor setrvačné hmoty vozidla proti zrychlení.
- Při jeho výpočtu je nutné brát v úvahu jak posuvné části, tak i rotační části, např. motor (písty, ojnice, kliková hřídel), převodné ústrojí, kola aj.
- Odpor zrychlení posuvných částí se vypočítá jednoduše jako součin hmotnosti posuvných částí (m) při zrychlení (a).

- Odpor zrychlení rotačních částí zohledňuje v celkovém výpočtu odporu zrychlení tzv. součinitel vlivu rotačních částí (hmot), zn. řeckým písmenem theta (θ), který velmi závisí na zařazeném převodovém stupni.
- Pro výpočet odporu zrychlení se vychází z II. Newtonova zákona a používá se vztah:

$$F_a = \theta \cdot m \cdot a \text{ [N]}$$

θ – součinitel vlivu rotačních částí [-]

m – hmotnost vozidla [kg]

a – zrychlení vozidla [m.s^{-2}]

Odpor přípojného vozidla – F_T

- Neboli tažná síla, kterou musí překonávat tažné vozidlo k překonání jízdních odporů přípojného vozidla.
- Jednotlivé složky jízdního odporu se určí stejně jako u tažného vozidla, přičemž aerodynamický odpor přípojného vozidla se neurčuje samostatně, ale pro celou jízdní soupravu. Součinitel odporu vzduchu se určí pro obě vozidla.



Výkonová bilance motorového vozidla

- Spalovací motor je tepelný stroj, který mění energii obsaženou v palivu na mechanickou práci. Mechanická práce jako veličina, udává právě velikost této předané či přeměněné energie. Práce vykonaná za jednotku času se nazývá výkon. Efektivní neboli užitečný výkon motoru představuje hodnotu výkonu motoru využitelnou pro pohon vozidla a pohon spotřebičů. Rozděluje se na jednotlivé složky užitečných a ztrátových výkonů. Toto rozdělení se označuje jako výkonová bilance.
- Efektivní výkon totiž nelze bezezbytku přeměnit na výkon hnací – výkon užitečný (potřebný pro pohon vozidla). Proces této přeměny doprovázejí ztráty – ztrátové výkony. Část výkonu motoru se zmaří v převodech – mechanické ztráty, část výkonu ve styku hnacích kol vozidla s podložkou – ztráty prokluzem a valením, část vlivem jízdních podmínek – stoupání, zrychlení, odpor vzduchu.
- Obecný výpočtový vztah pro výpočet výkonu na překonání daného jízdního odporu je součin síly na překonání daného jízdního odporu a rychlosti vozidla:

$$P_x = F_x \cdot v \text{ [W]}$$

P_x – výkon na překonání jízdního odporu [W]

F_x – síla na překonání jízdního odporu [N]

v – rychlost vozidla [m.s^{-1}]

- Přehled o rozdělení efektivního výkonu motoru na jednotlivé složky užitečných a ztrátových výkonů je patrný z výkonové bilance silničního motorového vozidla, kterou je možno vyjádřit matematickým vztahem:

$$P_e = P_H + P_m + P_\delta + P_v + P_s + P_w + P_a \text{ [W]}$$

P_e	efektivní výkon motoru [W]
P_H	hnací výkon vozidla [W]
P_m	výkon ztracený v převodovém ústrojí [W]
P_δ	výkon ztracený prokluzem [W]
P_v	výkon ztracený valením [W]
P_s	výkon potřebný na překonání stoupání [W]
P_w	výkon potřebný na překonání odporu vzduchu [W]
P_a	výkon potřebný na zrychlení [W]

- Tento matematický vztah, stejně jako u jízdních odporů, platí pro obecný pohyb vozidla, tzn. pro jízdu nerovnoměrnou rychlostí do svahu. Při jízdě rovnoměrnou neboli konstantní rychlostí odpadá ztrátový výkon P_a . Při jízdě po rovině ztrátový výkon P_s . Výkon potřebný na překonání odporu vzduchu P_w závisí na rychlosti vozidla. Při rychlostech vozidla do 30 km.h^{-1} nemá odpor vzduchu pro ztrátu výkonu rozhodující vliv a můžeme ho tedy zanedbat. Zjednodušená rovnice, pak má tvar:

$$P_e = P_H + P_m + P_\delta + P_v \text{ [W]}$$

Hnací výkon vozidla – P_H

- Lze také vyjádřit jako součin hnací síly a rychlosti vozidla:

$$P_H = F_H \cdot v \text{ [W]}$$

v - rychlost vozidla [m.s^{-1}]

F_H - hnací síla vozidla [N]

- Hnací síla vozidla závisí na hmotnosti vozidla a na povrchu, na který je přenášena. Kvalitu podložky (povrchu) charakterizuje součinitel využití adheze μ , který je bezrozměrný. Jestliže se jedná o sílu, musí se hmotnost vozidla vynásobit tíhovým zrychlením.

$$F_H = m \cdot g \cdot \mu = G \cdot \mu \text{ [N]}$$

m - hmotnost vozidla [kg]

g - tíhové zrychlení [m.s^{-2}], $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

μ - součinitel využití adheze [-], u kolových vozidel $\mu_{\text{max.}} = 1$

G - tíha vozidla [N]

Výkon ztracený v převodech - P_m

- Část výkonu přenášena od motoru na kola se zmaří v převodovém ústrojí, tj. v ozubených soukolích a ložiskách. Zmařená energie se přemění převážně na teplo vzniklé třením v ozubených kolech, ložiskách a těsněních, vířením oleje a vzduchu ve

skříních převodů. Množství zmařené energie závisí na přesnosti opracování styčných ploch, na druhu ozubení a ložisek, na způsobu mazání a vlastnostech maziva a na velikosti přenášeného zatížení.

- Mechanická účinnost charakterizuje právě ztráty v převodovém ústrojí. Ovlivňuje ji počet párů ozubených kol, které jsou v záběru, přičemž:
 - m - počet párů čelních kol v záběru,
 - n - počet párů kuželových kol v záběru,
 - p - počet ložisek (uložení hřídelů) přenášejících výkon od motoru na hnací kola.
 - Obecně lze mechanickou účinnost vyjádřit vztahem:

$$\eta_m = \eta_{\text{čk}}^m \cdot \eta_{\text{kk}}^n \cdot \eta_l^p [-]$$

- Účinnost soukolí s čelním ozubením bývá zpravidla $\eta_{\text{čk}}^m = 0,98$, soukolí s kuželovými koly $\eta_{\text{kk}}^n = 0,97$ a ložisek $\eta_l^p = 0,995$. Obvykle se mechanická účinnost pohybuje v rozmezí:

$$\eta_m = 0,9 - 0,95 [-]$$

- Jestliže maximální účinnost převodů může být 100 %, tak ztráty v převodech se dle hodnot uvedených výše pohybují v rozmezí 5 – 10 %. Výkon zmařený v převodech lze tedy potom vypočítat ze vztahu:

$$P_m = P_e \cdot (1 - \eta_m) [W]$$

Výkon ztracený prokluzem - P_δ

- Při odběru výkonu pojezdovým ústrojím (hnací kola) vznikají prokluzem hnacích kol (zn. δ) ztráty přenášeného výkonu. Hodnota prokluzu je tím větší, čím větší hnací sílu hnací kola přenáší. Jednoduše řečeno – pokud je hnací síla motoru větší, než-li hnací síla vozidla, která závisí na hmotnosti vozidla a na povrchu vozovky, dojde k prokluzu hnacích kol. Prokluz můžeme spočítat například dle následujícího vztahu:

$$\delta = \frac{l_o - l_z}{l_o} [-]$$

l_o - dráha nezatíženého kola [m]

l_z - dráha zatíženého kola [m]

- Pro lepší pochopení praktický příklad: Hnací síla motoru je 10 kN. Hnací síla vozidla je 7 kN. Vozidlo je tedy schopno přes hnací kola přenést na podložku 7 kN. Motor ale vyvine 10 kN, tzn., že 3 kN budou zmařeny prokluzem kol a na podložku se přenesou pouze 7 kN.
- Výkon zmařený prokluzem P_δ je tedy hodnota, o kterou se zmenší výkon na hnacích kolech vlivem prokluzové účinnosti η_δ :

$$\eta_\delta = 1 - \delta [-]$$

$$P_{\delta} = P_H \cdot \delta \text{ [W]}$$

nebo

$$P_{\delta} = P_e \cdot \eta_m \cdot \delta \text{ [W]}$$

- Prokluz se v praxi udává v procentech, do vztahů je však třeba dosazovat podělený 100 ($\delta = 5\% = 0,05$, $\eta_{\delta} = 0,95$).

Výkon ztracený valením – P_v

- Při pohybu vozidla rychlostí v je výkon na překonání valivého odporu:

$$P_v = F_v \cdot v = f \cdot G \cdot v \text{ [W]}$$

Ze vztahu plyne, že výkon potřebný na překonání odporu valení je úměrný rychlosti vozidla v . Zmenšit jej je možno především snížením tíhy G .

Výkon potřebný na překonání odporu vzduchu – P_w

- Při pohybu vozidla rychlostí v je výkon na překonání odporu vzduchu:

$$P_w = F_w \cdot v \text{ [W]}$$

Jestliže síla na překonání odporu vzduchu roste s druhou mocninou rychlosti, tak dle uvedeného výpočtového vztahu roste výkon potřebný na překonání odporu vzduchu s třetí mocninou rychlosti.

23) Výstupní parametry a charakteristiky spalovacích motorů

Odborné otázky/úkoly:

- Vyjmenujte výstupní parametry motoru a stručně je popište?
- Uveďte výpočtové vztahy pro výstupní parametry motoru.
- Uveďte, jak se vypočítá hnací síla a hnací výkon na kolech vozidla?
- Vysvětlete, co to je charakteristika spalovacího motoru?
- Vyjmenujte, jaké druhy charakteristik spalovacích motorů existují a stručně je popište.
- Vysvětlete, co vyjadřuje pružnost motoru a převýšení točivého momentu motoru. Co ovlivňují?
- Vysvětlete, co to je ideální otáčková charakteristika motoru?

Výstupní parametry motoru

- Základními výstupními parametry motoru jsou **výkon** motoru a **točivý moment** motoru při určitých **otáčkách** motoru.
- Výkon motoru se neměří, ale zjišťuje se výpočtem z naměřeného točivého momentu motoru při určitých otáčkách. K měření parametrů se používají zařízení zvaná dynamometry (výkonové brzdy), které mohou být buď:
 - **vozidlové (válnové)** – zjišťuje se výkon na hnacích kolech vozidla, tedy bez nutnosti demontovat motor z vozidla. Dynamometr měří sílu na hnacích kolech a rychlost vozidla a jejich součinem je vypočítán výkon na kolech. Při zohlednění všech ztrát při přenosu výkonu motoru z klikové hřídele na hnací kola se výpočtem určí tzv. efektivní (užitečný) výkon motoru.
 - **motorové** – zjišťuje se výkon na klikové hřídeli motoru, tzn., že motor musí být demontován z vozidla a upevněn na zkušební stoličce v motorové zkušebně. Pozn.: Měření výkonu motoru bude podrobněji rozebráno v otázce „Zkoušení motorových vozidel“.
- Jak bylo zmíněno výše, jedná se o výkon naměřený na klikové hřídeli, který se označuje jako **efektivní (užitečný) výkon motoru**, tedy po odečtení ztrát třením pístu ve válci a pohonu příslušenství motoru (např. olejové čerpadlo, čerpadlo chladicí kapaliny nebo vstřikovací čerpadlo). Výpočtový vztah **efektivního výkonu motoru**:

$$P_e = M_t \cdot \omega = M_t \cdot 2\pi \cdot n_m \text{ [kW]}$$

P_e – efektivní výkon motoru [kW], udává se zpravidla v kilowattech, ale může být uveden i v koních. Pro přepočítání platí, že 1 kW = 1,36 k.

M_t – točivý moment motoru [Nm], udává se v Newtonmetrech, zjišťuje se měřením na motorovém dynamometru.

ω – úhlová rychlost [$\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$], alternativně se používá jednotka [s^{-1}].

Vypočítá se z naměřených otáček motoru (n_m) dle výpočtového vztahu výše. Otáčky motoru za minutu [min^{-1}] je třeba převést na otáčky za sekundu [s^{-1}].

Pozn.: Při dosazení v uvedených jednotkách vyjde výsledek ve wattech a je třeba ho převést na kilowatty.

- Při potřebě výpočtu **točivého momentu motoru** z efektivního výkonu motoru se vychází ze stejného výpočtového vztahu, pouze se vyjádří točivý moment:

$$M_t = \frac{P_e}{\omega} = \frac{P_e}{2\pi \cdot n_m} \text{ [Nm]}$$

- **Hnací síla na kolech vozidla** – při výpočtu hnací síly na kolech vozidla se vychází ze vztahu:

$$F_{H-K} = \frac{M_t \cdot i_c \cdot \eta_m}{r_d} \text{ [N]}$$

F_{H-K} – hnací síla na kolech vozidla [N]

M_t – točivý moment motoru [Nm]

i_c – celkový převodový poměr vozidla [-], může se určit jako poměr otáček motoru (n_m) a otáček hnacího kola (n_k):

$$i_c = \frac{n_m}{n_k} \text{ [-]}$$

η_m – mechanická účinnost, tedy účinnost převodovky [%]

r_d – dynamický poloměr kola [m]

U vozidlového (válcového) dynamometru se může určit točivý moment motoru výpočtem, vyjádřením ze vztahu hnací síly na kolech vozidla.

$$M_t = \frac{F_{H-K} \cdot r_d}{i_c \cdot \eta_m} \text{ [Nm]}$$

- **Hnací výkon na kolech vozidla** pak lze jednoduše vypočítat jako součin hnací síly na kolech vozidla a rychlosti vozidla.

$$P_{H-K} = F_{H-K} \cdot v \text{ [kW]}$$

- **Efektivní výkon motoru** lze rovněž určit z hnacího výkonu na kolech vozidla, přičemž se musí přičíst ztráty při přenosu výkonu motoru z klikové hřídele na hnací kola. Jedná se o ztráty v převodech, valením a prokluzem. Pro maximální přesnost je tedy nutné znát mechanickou, valivou a prokluzovou účinnost. Zjednodušený výpočet se omezuje pouze na mechanickou účinnost a je tedy dán výpočtovým vztahem:

$$P_e = \frac{P_{H-K}}{\eta_m} \text{ [kW]}$$

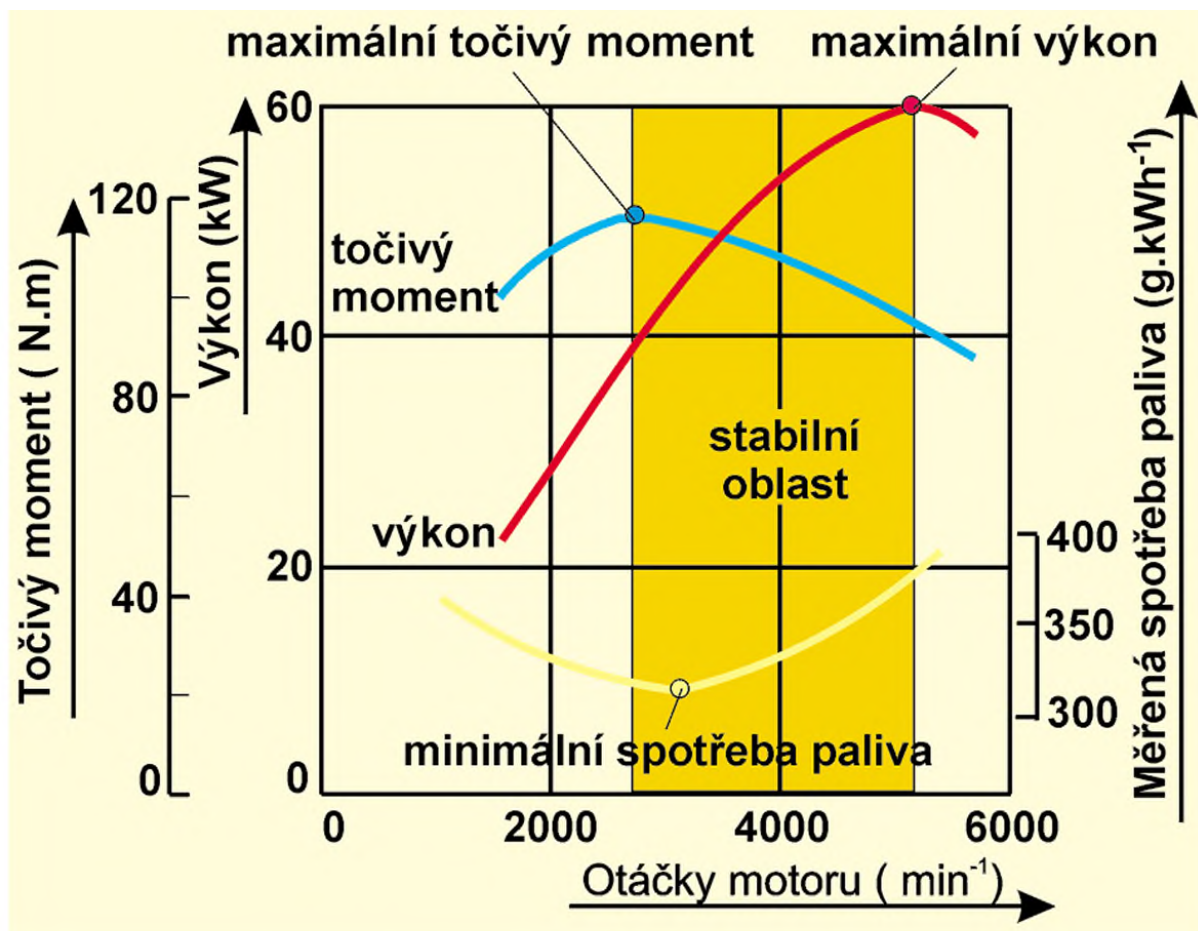
Charakteristiky spalovacích motorů

- Jedná se o grafické znázornění vzájemné závislosti vybraných provozních veličin motoru v soustavě pravoúhlých souřadnic.
- Rozdělení charakteristik:
 - **Otáčkové** charakteristiky (dříve nazývané rychlostní) - nezávislou proměnnou jsou otáčky klikové hřídele motoru n_m [min^{-1}]. Dále se dělí na:

- **Vnější – zážehové motory** – měří se při plně otevřené škrtkové klapce.
- **Jmenovitou – vznětové motory** – měří se při plné dodávce paliva, která odpovídá maximálnímu, trvale přetížitelnému (jmenovitému) výkonu.
- **Zatěžovací charakteristiky** - nezávislou proměnnou je veličina charakterizující zatížení motoru, tedy např. točivý moment motoru M_t [Nm] nebo efektivní výkon motoru P_e [kW].
- **Seřizovací charakteristiky** – nezávislou proměnnou je některý z parametrů ovlivňující seřízení motoru, např. tlak v railu, úhel předstihu zážehu atd. Používají se při vývoji a výzkumu pístových spalovacích motorů.
- Samostatnou skupinu tvoří tzv. **úplná charakteristika motoru**. Nezjišťuje se přímým měřením, ale sestavuje se z dílčích částečných charakteristik.

Otáčková charakteristika

- Znázorňují závislost užitečného výkonu P_e [kW], točivého momentu M_t [Nm], hodinové spotřeby paliva Q_h [kg.h⁻¹] nebo měrné spotřeby paliva m_{pe} [g.kWh⁻¹] a dalších parametrů na otáčkách klikového hřídele motoru n_m [min⁻¹] při konstantní (maximální) poloze ovládacího orgánu řízení dodávky paliva do motoru.
- Změna otáček je způsobena brzdícím momentem přenášeným na spalovací motor z výkonové brzdy (dynamometru).



Pružnost motoru

- Je měřítkem schopnosti motoru pracovat co nejdéle ve stabilní oblasti otáčkové charakteristiky, aniž by bylo nutné měnit převodový stupeň. Jedná se o oblast mezi otáčkami, při kterých je dosaženo maximálního točivého momentu a otáčkami, při kterých je dosaženo maximálního efektivního výkonu motoru.
- Rozlišuje se:
 - **momentová** pružnost – určí se jako poměr mezi maximálním točivým momentem a točivým momentem při maximálním efektivním výkonu motoru. Je lepší zpravidla u vznětových motorů.

$$e_m = \frac{M_{tMAX.}}{M_{tPeMAX.}} [-]$$

- **otáčková** pružnost – určí se jako poměr mezi otáčkami při maximálním efektivním výkonu a otáčkami při maximálním točivém momentu. Je lepší zpravidla u zážehových motorů.

$$e_n = \frac{n_{PeMAX.}}{n_{MtMAX.}} [-]$$

- **celková** pružnost motoru je dána součinem momentové a otáčkové pružnosti.

$$e_{celk.} = e_m \cdot e_n [-]$$

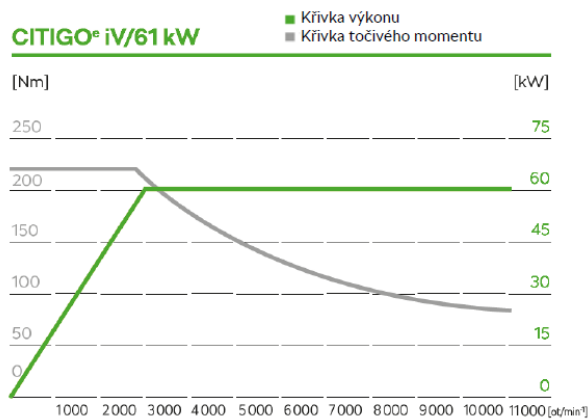
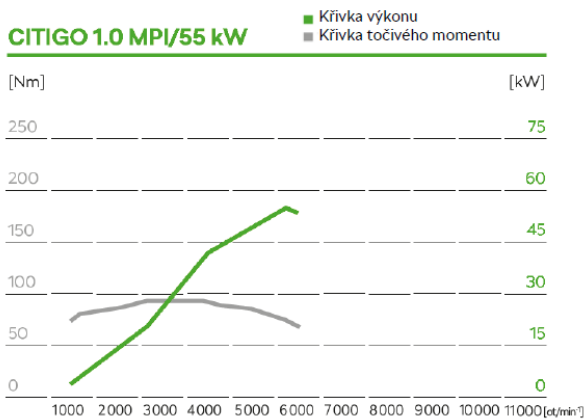
Převýšení točivého momentu motoru

- Je to schopnost motoru reagovat na změnu zatížení motoru bez nutnosti podřazovat na nižší převodový stupeň. Je vysoké zejména u vznětových motorů nákladních vozidel a traktorů. Zjednodušeně se dá konstatovat, že vyjadřuje de facto to stejné, co momentová pružnost motoru. Převýšení točivého momentu se udává v procentech a je dáno vztahem:

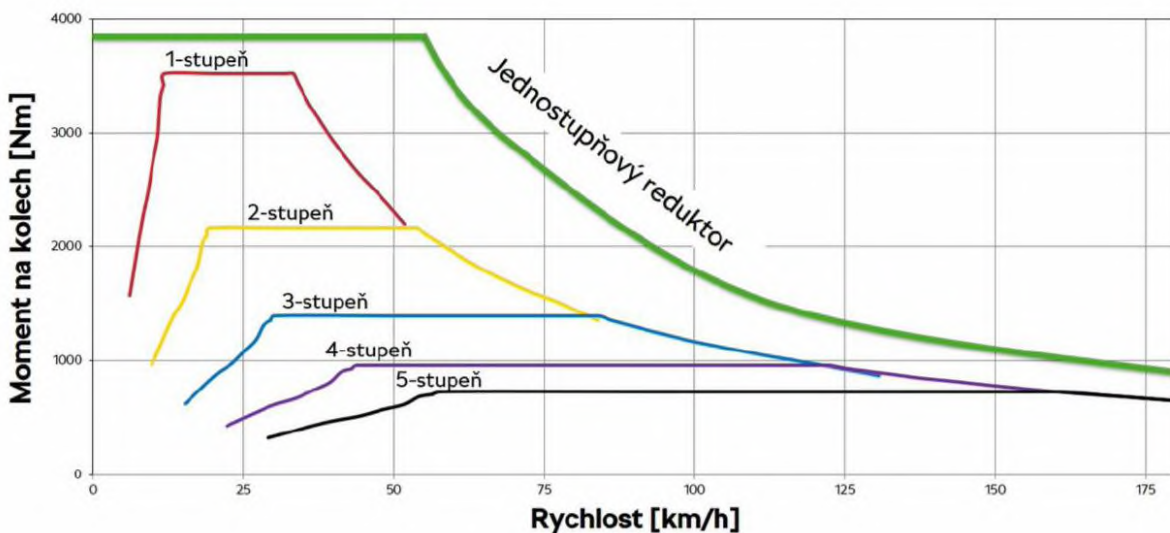
$$k = \frac{M_{tMAX.} - M_{tPeMAX.}}{M_{tPeMAX.}} \cdot 100 [\%]$$

Ideální otáčková charakteristika motoru

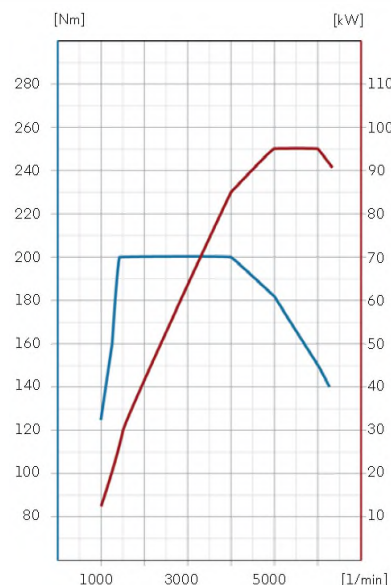
- Pokud by měl pístový spalovací motor ideální otáčkovou charakteristiku, nemusel by mít převodovku.
- Jak bylo zmíněno výše, tak efektivní výkon motoru závisí na otáčkách motoru. Ideální průběh výkonu nastane v případě, kdy je konstantní v celém rozsahu otáček motoru. Průběh točivého momentu motoru při konstantním výkonu motoru je potom hyperbolický. S poklesem otáček motoru vzrůstá točivý moment motoru podle hyperbolické závislosti. Tento ideální průběh mají elektromobily.
- Hnací síla na kolech vozidla je přímo úměrná točivému momentu motoru a rychlost vozidla je rovněž přímo úměrná otáčkám motoru čili ideální hyperbola se týká i závislosti hnací síly na kolech vozidla na rychlosti.
- Daná tvrzení je možno doložit konkrétním příkladem a jsou jasně patrná z následujících otáčkových charakteristik vozidla Škoda Citigo se spalovacím motorem (vlevo) a elektromotorem (vpravo).



- Obrázek níže znázorňuje závislost hnacího momentu na kolech vozidla na rychlosti jízdy. U elektrického vozidla stačí místo převodovky použít jednostupňový reduktor, který zpřevoduje do pomalu otáčky elektromotoru, neboť ten má sám o sobě ideální hyperbolické rozložení momentu. V obrázku je rovněž znázorněn točivý moment spalovacího motoru, který se snaží za pomoci 5^o převodovky přiblížit k ideálnímu hyperbolickému rozložení. Ideální hyperbolické rozložení by spalovací motor mohl dosáhnout, pokud by jako převodovka byl použit např. variátor, který má nekonečný počet převodových stupňů.



Pozn.: Výrobci současných pístových spalovacích motorů se snaží moderními konstrukčními trendy o tzv. plochou křivku točivého momentu motoru, jak je patrné ze zobrazené otáčkové charakteristiky. Tzn., že maximální točivý moment motoru je k dispozici již od nízkých otáček motoru a drží se na konstantní maximální hodnotě v širokém otáčkovém rozsahu. Tento jev se kladně projevuje na jízdních vlastnostech vozidla (akcelerace) a také na spotřebě paliva a produkci emisí. Pístový spalovací motor ale nikdy nemůže dosáhnout ideální otáčkové charakteristiky.



24) Kola a pneumatiky

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlete, k čemu slouží na vozidle kola a pneumatiky? (účel)
- Popište umístění kol na vozidle.
- Jaké požadavky jsou kladeny na pneumatiky?
- Proveďte rozdělení kol a pneumatik.
- Popište konstrukci kol a pneumatik.
- Vysvětlete značení kol a pneumatik.
- Vysvětlete, proč se musí vyvažovat kola a jak se projevují nevyvážená kola na jízdních vlastnostech vozidla?
- Vysvětlete, co to je Kammova kružnice přilnavosti a popište její význam pro bezpečnost jízdy.

Účel (kolo včetně pneumatiky)

- Nést hmotnost vozidla.
- Přenášet síly mezi vozovkou a vozidlem (hnací, brzdné, boční).
- Doplnovat pružící systém vozidla.

Umístění na vozidle

- Kola jsou umístěna na koncích náprav.
Pozn.: Pojem „kolo“ není u motorového vozidla zcela jednoznačný. V případě účelu je „kolo“ myšleno jako celek, tzn. kovová část kola (nejčastěji diskového) včetně pneumatiky. Pokud jde o konstrukci značení, rozdělení nebo požadavky, tak pod pojmem „kolo“ je myšlena pouze kovová část a pneumatika je uvažována samostatně.

Požadavky na pneumatiky

- Nízký valivý odpor.
- Zabezpečit jízdní pohodlí, stabilitu a bezpečnost jízdy → proto musí být kolo včetně pneumatiky dokonale vyváženo → zabrání kmitání kola.
- Nízká hlučnost.
Pozn.: Kolo se řadí do neodpérované hmoty, proto by mělo mít, pokud možno, co nejnižší hmotnost.

Rozdělení pneumatik

- **Dle ročního období**
 - Zimní
 - Letní
 - Univerzální (tzv. All season)
- **Dle účelu použití (vozidla)**
 - Pro jednostopá vozidla (značně dynamicky namáhané)
 - Pro osobní vozidla
 - Pro nákladní vozidla a autobusy
 - Pro zemědělské stroje

- **Dle konstrukce kordové vrstvy**
 - Radiální
 - Diagonální
- **Dle oblasti použití**
 - Silniční
 - Off-roadové
- **Dle použití duše**
 - Dušové (tube type)
 - Bezdušové (tubeless)
 - Dojezdové (Runflat) – zesílená bočnice umožňující dojezd i při poklesu tlaku vzduchu v pneumatice, typicky při defektu.
- **Dle dezénu**
 - Symetrický
 - Asymetrický
 - Směrový (šípový)

Rozdělení kol

- **Kola disková**
 - Ocelová
 - Odlitek z lehkých slitin neboli litá kola (slangově „litáky“ či „elektrony“)
- **Kola hvězdicová**
- **Kola drátová**

Konstrukce kola

- Kolo se skládá z hlavy (pomocí ní je upevněno na nápravě) a z ráfku, na kterém je uložena pneumatika.
- Ráfek a hlava kola jsou spolu spojeny diskem, hvězdicí nebo dráty a dle toho se, jak je uvedeno výše, dělí na kola disková (nejpoužívanější), hvězdicová či drátová.

Kola disková

- Používají se u osobních i nákladních vozidel.
- Disk je lisován z ocelového plechu (obr. vlevo) a spojen s ráfkem nýtováním, častěji však svařováním.
- V disku jsou otvory různého tvaru. Snižují hmotnost a přispívají k chlazení brzd.
- Disková kola mohou být i odlitky z lehkých slitin tzv. litá kola (obr. vpravo).



Kola hvězdicová

- Obdobná konstrukce jako u kol diskových.
- Disk je ale nahrazen hvězdicí.
- Pro osobní automobil jsou hvězdice lisovány z tenkého ocelového plechu, a proto jsou lehké.
- Pro nákladní automobily se odlévají s hlavou vcelku a mají většinou třídílný ráfek (Trilex) – viz obr. vpravo.
- V dnešní době se již nepoužívají.



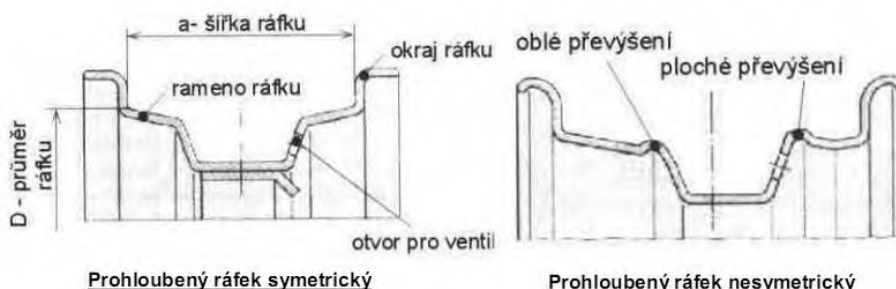
Kola drátová

- Již se příliš nepoužívají, výjimečně u motocyklů.
- Mají větší pevnost a menší hmotnost v porovnání s předchozími.
- Jsou ale konstrukčně složitá, drahá, náročná na údržbu a mají větší aerodynamický odpor.

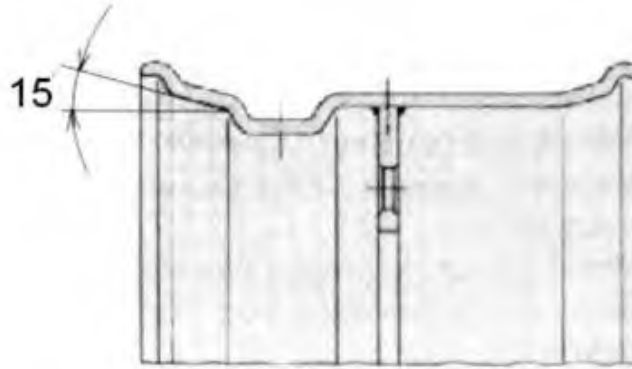


Konstrukce ráfků

- **Základní rozdělení ráfků**
 - Prohloubené
 - Ploché
 - Jednodílné
 - Vícedílné
- **Ráfky jednodílné-prohloubené**
 - Používají se u osobních automobilů
 - Ráfky jsou s diskem nebo hvězdicí spojeny buď nerozebiratelně a to nýtováním nebo svařováním nebo jsou odlity či vykovány vcelku (litá kola).
 - Ráfky mohou být:
 - Symetrické
 - Nesymetrické

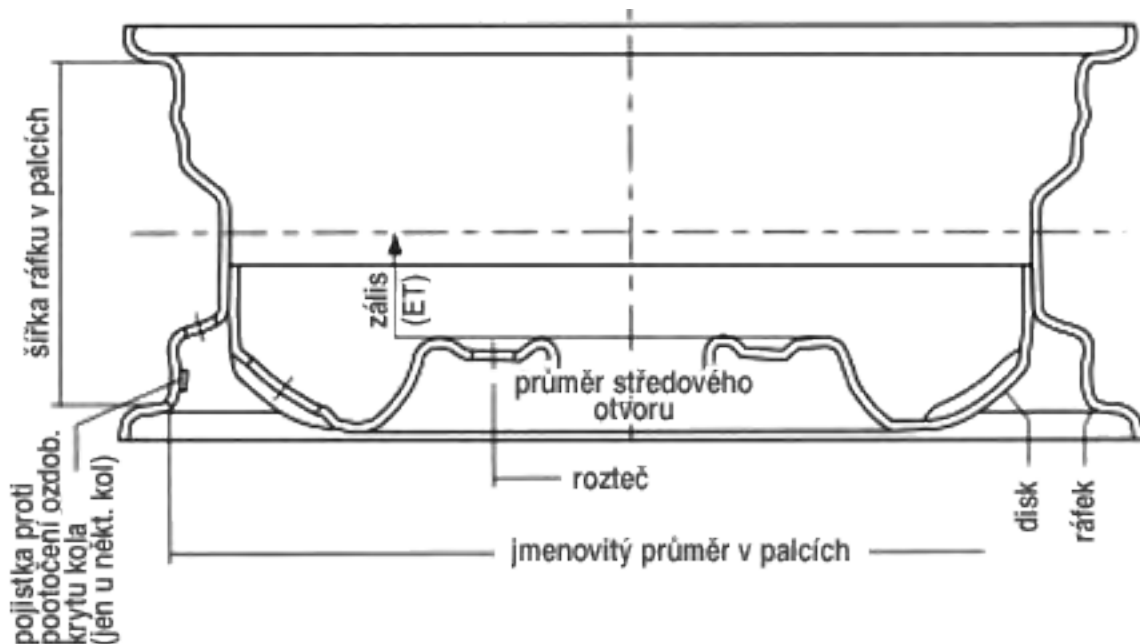


- U **bezdušových** pneumatik musí být na konci ramen ráfku blíže k prohloubení provedeno **bezpečnostní převýšení** → zabrání vtlačování patek pneumatiky při velké boční síle do prohloubení.
- **Ráfky jednodílné-prohloubené s kuželovou dosedací plochou**
 - Používají se u nákladních automobilů a autobusů.
 - Dosedací plochy ráfku pro pneumatiky mají sklon 15°.
 - Po nahuštění je patka pneumatiky přitlačována na ramena ráfku zvětšenou silou.



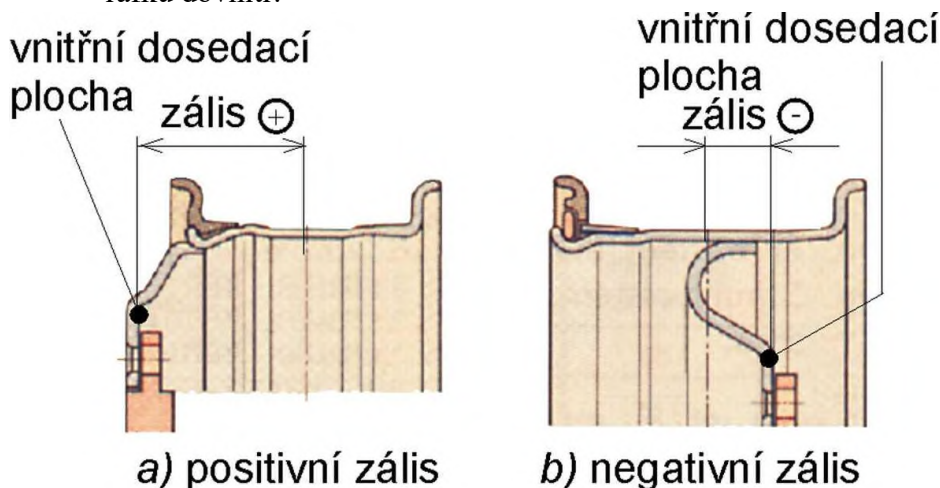
Značení ráfků

- Je normalizováno a uvedeno na každém ráfku výrobcem.
- Ráfek je určen:
 - jmenovitou šířkou (**a**) v anglických palcích,
 - jmenovitým průměrem v místě dosednutí patek pneumatiky (**D**) v anglických palcích,
 - velikostí zálisu **ET** (EinpressTiefe) v milimetrech.
 - U prohloubených ráfků je značka ještě doplněna **písmeny**.



Zális (ET)

- Je vzdálenost vnitřní dosedací plochy kola od středu ráfku.
- Může být:
 - Pozitivní – vnitřní dosedací plocha kola je posunuta vzhledem ke středu ráfku ven.
 - Negativní – vnitřní dosedací plocha kola je posunuta vzhledem ke středu ráfku dovnitř.



- Rozměry **a**, **D** jsou odděleny znakem „x“, značka je doplněna písmeny:

4 J x 15 H2 5x100 ET 43

4 – rozměr a

J – tvar okraje ramene ráfku

15 – rozměr D

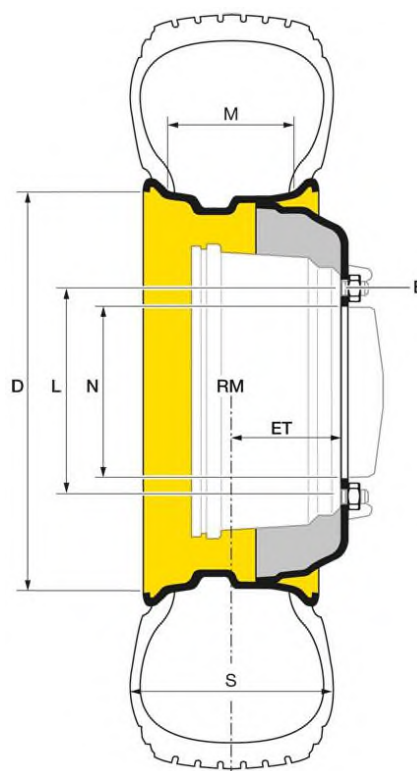
H2 – bezpečnostní převýšení na obou stranách ramene

5x100 – počet děr a průměr roztečné kružnice v milimetrech

ET 43 – pozitivní zális 43 mm

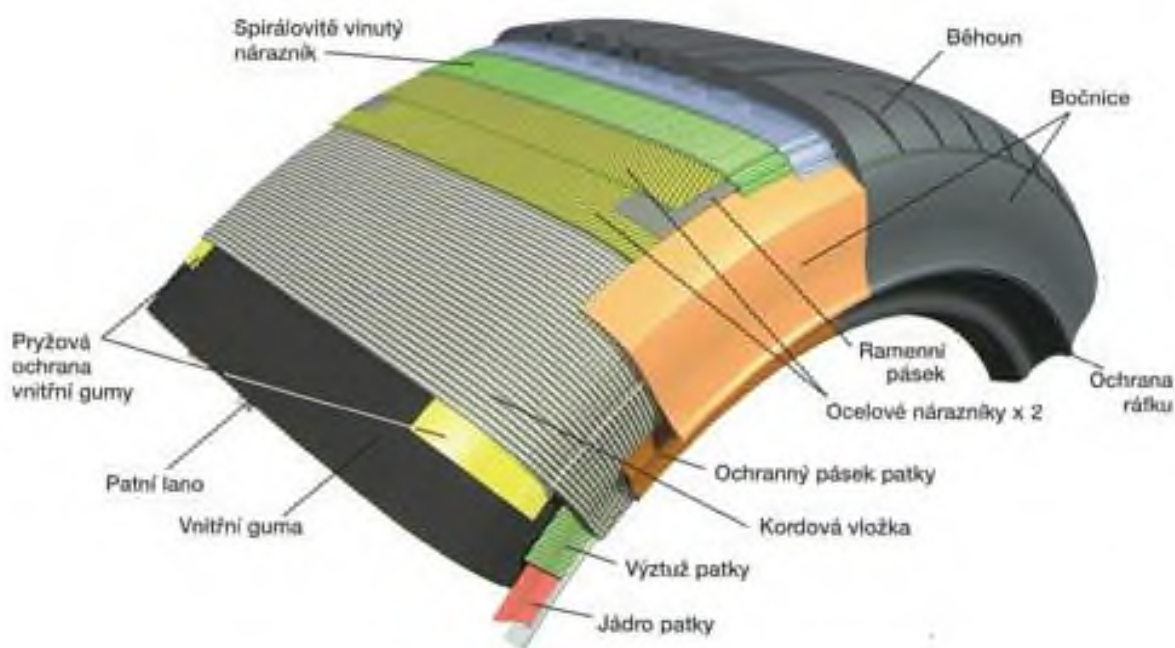
- Značení u nákladních vozidel a autobusů
 - D průměr ráfku [palce]
 - M šířka ráfku [palce]
 - L rozteč šroubů [mm]
 - N průměr středové díry [mm]
 - ET zális ráfku (v tomto případě pozitivní) [mm]
 - RM středová rovina kola (střed ráfku)
 - B otvor pro šrouby s maticemi kol
 - S šířka pneumatiky [mm]

Rozměr ráfku: 9 x 22,5 (šířka ráfku x průměr)



Konstrukce pneumatik

- K hlavním částem patří **kostra**, **nárazník**, **běhoun**, **patka pláště**, **bok pláště**.



- **Kostra (kordová vrstva)**

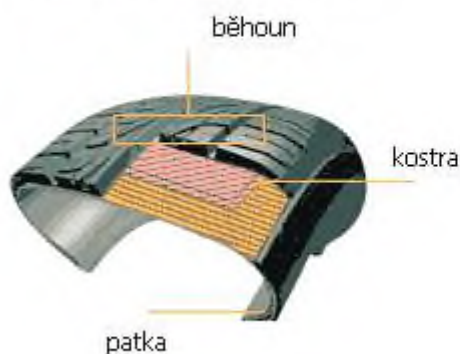
- Vložky tvořené vlákny (bavlna, plast, polyester, ocel). Vlákná jsou spojena pryží. Podle toho, jak jsou pásy vložek vedeny, rozeznáváme pneumatiky:

- **Diagonální** – pásy jsou vedeny od patky k patce a vzájemně se kříží pod určitým úhlem (30 – 40°)
- **Radiální** - pásy jsou vedeny od patky k patce kolmo na rovinu rotace kola.

V porovnání s diagonálními:

- lépe zachycují boční síly (měkkí bok pláště)
- mají lepší adhezi
- menší opotřebení
- odolnější proti průrazu
- menší valivý odpor (tvrdý běhoun)
- dražší, choulostivé na správné nahuštění, hlučnější na nerovné vozovce

Radiální pneumatika

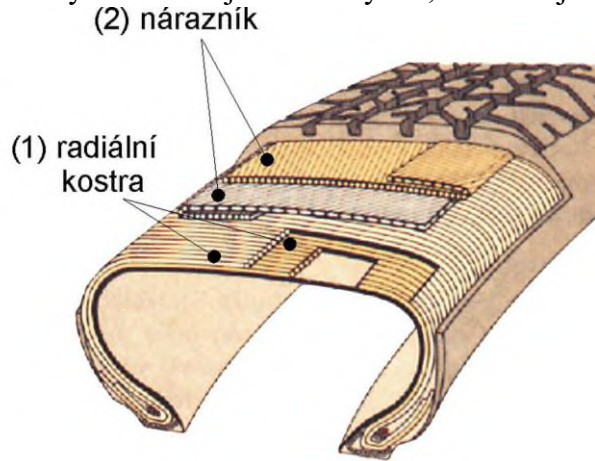


Diagonální pneumatika



- **Nárazník**

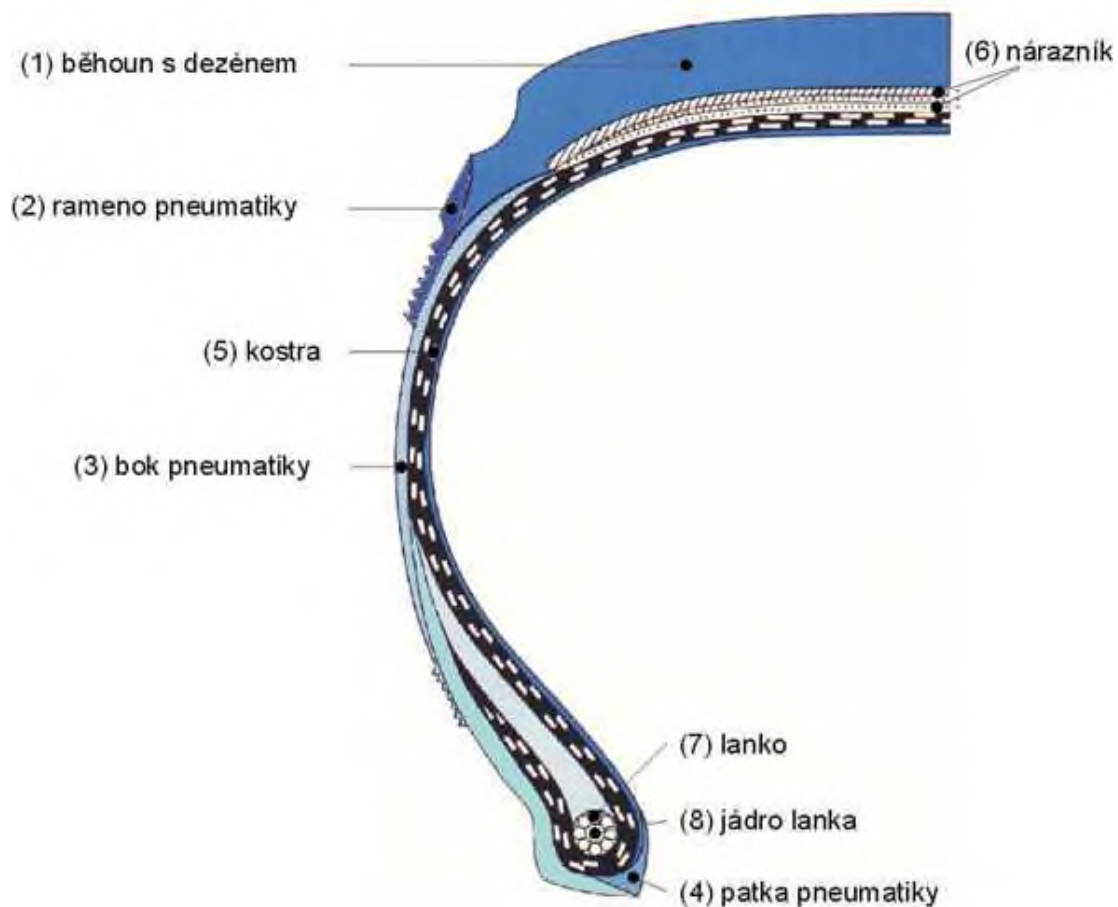
- Stejně jako kostra je tvořen vložkami z vhodných druhů vláken spojených pryží.
- Je umístěn nad horní částí kostry.
- Jeho úkolem je přijímat větší část nárazů od vozovky.
- Chrání pneumatiku proti proražení.
- Jednotlivé vrstvy nárazníku jsou vedeny tak, že se vzájemně kříží.



- **Běhoun pneumatiky**

- Styčná plocha mezi pneumatikou a vozovkou.
- Hlavní roli zde hraje účelně vytvořený **dezén** pneumatiky. Je tvořen soustavou podélných a příčných drážek předepsané hloubky, které jsou uspořádané na běhounu pneumatiky.
- **Podle směru jakým jsou vedeny drážky rozlišujeme:**
 - **Podélné** drážky – zajišťují přenos bočních sil a ovlivňují tedy směrovou stabilitu, odvádí vodu mimo pneumatiku.
 - **Příčné** drážky – zajišťují přenos hnací a brzdné síly na vozovku.
- Hloubka drážek má vliv pro vznik dostatečné adheze mezi vozovkou a pneumatikou. **Nedostatečná hloubka ⇒ hrozí vznik aquaplaningu.** Jedná se o jev, kdy pneumatika nestačí odvádět vodu mezi pneumatikou a vozovkou, ztrácí s ní tak kontakt a vozidlo se stává neřiditelným, neboť se pohybuje na vodním polštáři.
- Legislativně je minimální hloubka dezénu stanovena na 1,6 mm. Pokud je ovšem na vozovce v období od 1.11. do 31.3. souvislá vrstva sněhu, ledu nebo námrazy, případně lze tyto jevy předpokládat, musí být na vozidle do 3,5 t na všech kolech zimní pneumatiky s minimální hloubkou dezénu 4 mm. Na vozidle nad 3,5 t za těchto podmínek musí být zimní pneumatika s minimální hloubkou dezénu 6 mm pouze na trvale poháněné nápravě. Stejně podmínky platí, pokud toto řidiči přikazuje dopravní značka zimní výbava.
- Indikátor opotřebení běhounu (TWI) je jednoduchý a rychlý způsob, jak zjistit aktuální hloubku dezénu bez měřicích zařízení. V drážkách dezénu jsou umístěny můstky, které po zarovnání s dezénem značí opotřeбенou pneumatiku. Na bočníci pneumatiky jsou umístěny značky TWI (Tread Wear Indicator) označující místo kontrolních můstků v dezénu.
- Dalšími druhy dezénu mohou být vodící – řídící nápravy, záběrový – hnací nápravy nebo vlečný – návěsy, přívěsy.

- **Patka pláště**
 - Spodní zesílená část pláště dosedající na ráfek.
 - Patka je na ráfek přitlačována tlakem vzduchu v pneumatice a musí spolehlivě přenést všechny síly mezi pneumatikou a ráfkem.
 - U bezdušové pneumatiky musí navíc zajistit utěsnění vzduchu v pneumatice.
 - Patka je vyztužena ocelovým lankem.
- **Bok pláště**
 - Spojuje běhoun pneumatiky s patkami.
 - Chrání kostru pneumatiky před mechanickým poškozením.
 - Přenáší boční síly.



- **Zvláštnosti v konstrukci bezdušových pneumatik**
 - Duše je nahrazena vrstvou vzduchotěsné pryže, která je navulkanizovaná na vnitřní straně pláště a okolo patek.
 - Utěsnění se dosahuje natažením patky pláště na ráfek.
 - Patka pláště má menší průměr než u stejné dušové pneumatiky.
 - Na těsnicí ploše patky mohou být obvodové žlábkové, které vytvářejí labyrintové těsnění.
 - Na ráfku pro bezdušové pneumatiky jsou vytvořena bezpečnostní převýšení a ventilek je umístěn přímo v ráfku.

Značení pneumatik



195 – šířka pneumatiky v milimetrech

65 – profilové číslo v procentech, je to procentuální poměr výšky profilu pláště k jeho šířce

R – radiální konstrukce kostry pneumatiky neboli radiální pneumatika

15 – průměr dosedací plochy ráfku v palcích

91 – hmotnostní index

T – rychlostní index

Na pneumatice je uvedeno ještě další označení, např.:

DOT 1225 - čtyřmístná číselná značka, která slouží k identifikaci termínu výroby. První dvě čísla označují kalendářní týden a následující dvě čísla označují rok výroby pneumatiky. Obecně se doporučuje používat pneumatiky do stáří pěti let.

Zimní pneumatika – ozn. sněhovou vločku na pozadí horského štítu nebo také trojice alpských vrcholů se sněhovou vločkou uvnitř.

Inside (vnitřní strana) nebo **outside** (vnější strana) - je nutné mít na zřeteli při montáži pneumatiky na disk. Vyskytuje se u asymetrického dezénu.

→ **Rotation** → označuje směr rotace pneumatiky u směrového dezénu.

Vyvažování kol

O nevyváženost se jedná v případě, kdy hmota rotačního tělesa není pravidelně rozdělená okolo osy rotace. Vyjádřeno přesně podle ISO, hlavní osa setrvačnosti se neshoduje s osou rotace. Velikost nevyváženosti je násobkem hmoty a poloměru, se kterým těžiště hmoty rotuje okolo osy otáčení.

Rozlišuje se:

- **statická nevyváženost** - otáčející se těžiště mění stále výšku, a proto statická nevyváženost vyvolává kmitání kola ve svislé rovině.
- **dynamická nevyváženost** - ovlivňuje přilnavost kola v menší míře než statická nevyváženost, způsobuje však kmitání kola. Nebezpečné je zejména horizontální kmitání řízených kol.

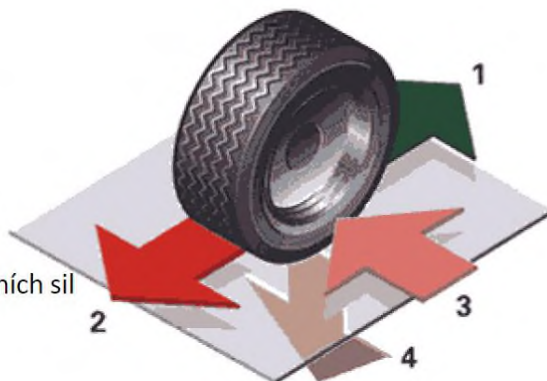
Vyvažování kol je proces, který zajišťuje rovnoměrné rozložení hmotnosti ráfku a pneumatiky po celém obvodu okolo osy rotace, aby se zabránilo vibracím a nerovnoměrnému opotřebení pneumatik. Vibrace ničí podvozkové části, např. ložiska,

čepy a další součástky. Vyvažování se provádí na speciálním pneu servisním přístroji, tzv. vyvažovače kol. Nevyvážená kola se projevují vibracemi volantu při určitých rychlostech jízdy. Zpravidla se udává rychlostní rozmezí 80-120 km.h⁻¹.

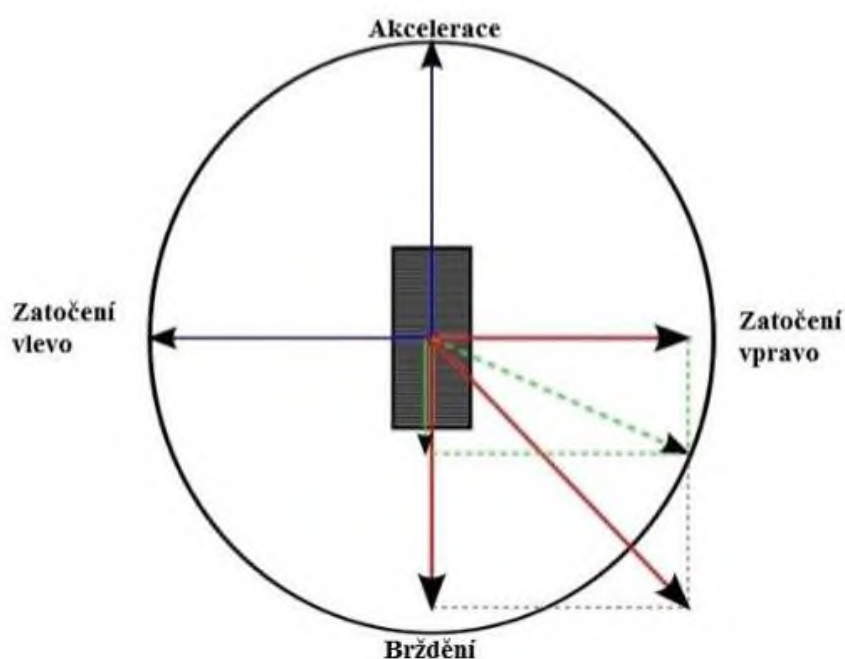
Kammova kružnice přilnavosti

Jízdní stabilita a dobrá ovladatelnost vozidla v kritických situacích je hlavním předpokladem dostatečné aktivní bezpečnosti vozidla. Základní podmínkou je přitom přilnavost kol k vozovce čili adheze. Adhezní podmínky lze jednoduše znázornit pomocí tzv. Kammovy adhezní kružnice. Adheze je dána silami působícími za jízdy na styčnou plochu pneumatiky s vozovkou:

1. hnací síla
2. brzdná síla, působící proti hnací síle
3. stranové vodící síly, zajišťují říditelnost vozu
4. tíha, spolu s třením umožňují působení ostatních sil



Kammova kružnice přilnavosti je znázorněna na obrázku níže, ze kterého vyplývá, že maximální výsledná síla, která může působit na pneumatiku, se musí nacházet uvnitř kružnice. Pokud by se tak nestalo, dojde ke ztrátě adheze, a tudíž i ovladatelnosti vozidla. Červené šipky ukazují, jaká bude výslednice sil, pokud bude vozidlo zatáčet vpravo, a přitom se bude blížit k limitu přilnavosti (okraj kružnice) a zároveň dojde k výraznému brzdění. V moment prudkého sešlápnutí brzdového pedálu dojde k výraznému nárůstu výsledné síly, která se dostane mimo vymezené pole, a tudíž dojde ke ztrátě adheze, tedy ke smyku. Pokud je žádoucí zachovat soudržnost pneumatiky s vozovkou při zachování velikosti zatáčení, musí být použita pouze omezená brzdná síla, která je zobrazena zelenou šipkou.



25) Zkoušení motorových vozidel

Odborné otázky/úkolů:

- Definujte pojem zkoušení a vysvětlete rozdíl mezi technickou diagnostikou vozidla a zkoušením vozidla.
- Uveďte základní principy zkoušení.
- Proveďte základní rozdělení zkoušek vozidel.
- Vyjmenujte jednotlivé druhy zkoušek vozidel a vybrané zkoušky stručně popište.

Základní pojmy

- Zkoušení je činnost, při které zjišťujeme vlastnosti objektu (např. brzdné či výkonové vlastnosti vozidla).
- Po každé zkoušce je vystaven protokol s kladným či záporným stanoviskem zkoušky (vyhovuje x nevyhovuje) a činnost je ukončena.
- Jestliže při technické prohlídce či kontrole vozidla zjišťujeme jeho vlastnosti, jedná se o zkoušení motorových vozidel.
- Technická diagnostika a zkoušení vozidel k sobě mají blízko, ale nejsou to synonyma. Diagnostika vozidel zkoumá objekty za účelem zjištění a posouzení jejich technického stavu, tj. schopnosti vykonávat určitou funkci. Jedná se např. o měření kompresí spalovacího motoru nebo o měření elektrických veličin či sledování reálných hodnot pomocí diagnostiky. Výsledkem je správný, mezní nebo nesprávný technický stav objektu.

Základní principy zkoušení

- Zkoušení musí být:
 - **Bezdemontážní** – je-li nutná demontáž, tak musí být zachována podmínka činnosti funkční skupiny
 - **Nedestruktivní** – nedojde k poškození objektu, výjimku tvoří nárazové zkoušky, tzv. crash testy.
- **Výsledek zkoušky** je z hlediska použitelnosti pro další provoz buď:
 - **Bezporuchový**
 - **Poruchový** tzn., že při zkoušení byla zjištěna porucha či závada. Poté následuje lokalizace poruchy, což někdy bývá velmi složitý úkol.
- Dále se hodnotí vlastní stav objektu:
 - Bezvadný
 - Provozoschopný
 - Poruchový

Pozn.: V hodnocení stavu je možné najít určitou podobnost s hodnocením vozidel na STK, kdy vozidlo může být zcela bez závad nebo jen s lehkými závadami (A), které nemají vliv na bezpečnost provozu. Dále může mít vozidlo vážnou závadu (B), která neohrožuje bezprostředně bezpečnost provozu, ale vozidlo je technicky způsobilé pouze na 30 dní a musí se po odstranění závady podrobit opakované technické prohlídce. Anebo má vozidlo nebezpečnou závadu (C), která bezprostředně ohrožuje bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a vozidlo je technicky nezpůsobilé k provozu.

Rozdělení zkoušek vozidel

- Existují 2 druhy zkoušek:
 - Ve skutečných podmínkách ⇒ **jízdní zkoušky**
 - V nasimulovaných podmínkách ⇒ **zkoušky laboratorní**
- **Jízdní zkoušky**
 - **Funkční** – ovladatelnost vozidla, brzdné zkoušky, měření spotřeby paliva, emisí,
 - **Provozní životnosti** – zkouší se životnost určitých součástí či celků, kdy je např. spalovací motor zatěžován dynamometrem a je provozován v režimu maximálního výkonu několik stovek hodin a poté je zjišťováno opotřebení zkoušených částí.

Z důvodu zajištění bezpečnosti a plynulosti silničního provozu a opakovatelnosti měření se zkoušky provádějí zpravidla na polygonech nikoliv v reálném provozu. Polygon je speciální víceúčelová zkušební dráha, která zaručuje mj. stálost zkušebních podmínek, bezpečnost a tím i vysokou jakost provedených jízdních zkoušek.
- **Laboratorní zkoušky**
 - Snaží se přiblížit skutečným podmínkám provozu.
 - Zaručená opakovatelnost měření při stále stejných podmínkách.
 - Časová úspora zejména při zkouškách životnostních.
 - Zjištění velkého množství údajů během jedné zkoušky.

Přehled základních zkoušek vozidel

- **Podvozkové zkoušky**
 - Geometrie náprav
 - Zkoušky tlumičů pérování
 - Zavěšení kol
- **Zkoušky brzd** (pomaloběžná či rychloběžná zkušebna)
- **Nárazové zkoušky (crash testy)** – EURO NCAP
- **Homologační zkoušky** – schvalovací proces, při kterém se ověří, zda vozidlo a jeho součásti splňují technické a bezpečnostní předpisy s cílem získat od schvalovacího orgánu konečné schválení.
- **Kontrola a hodnocení technického stavu vozidel na Stanici technické kontroly a Stanici měření emisí**
- **Měření výstupních parametrů motoru**
 - Motorový dynamometr
 - Vozidlový (válcový) dynamometr
- **Jízdní zkoušky**
 - Ovladatelnost vozidla
 - Vyhýbací manévr – tzv. losí test

Stání pro kontrolu geometrie náprav

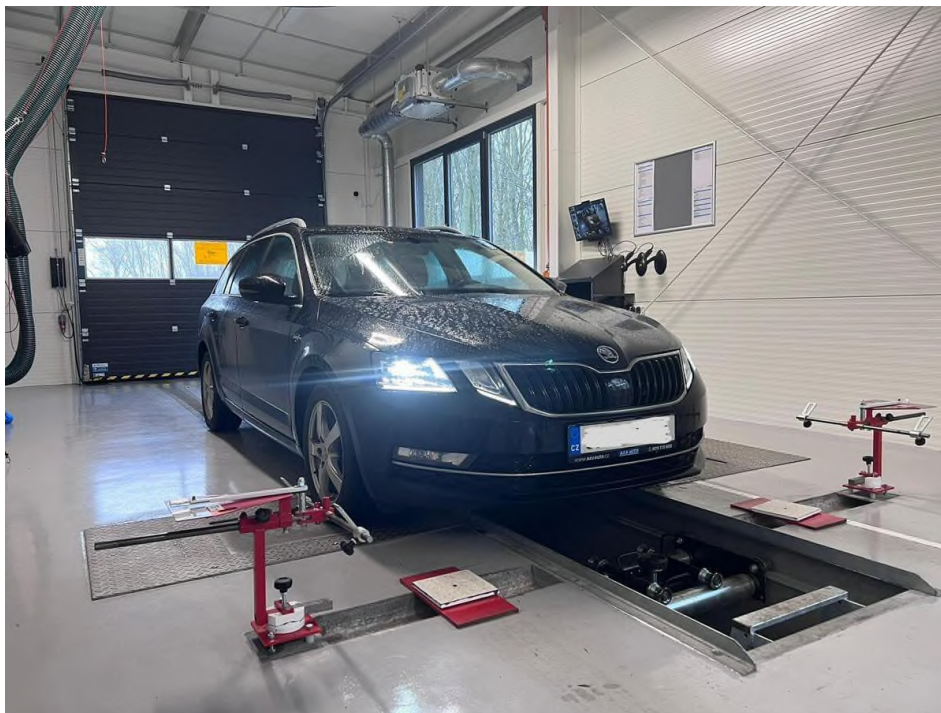
- Jedná se o specializovaná stání, jehož základem je nivelovaná plocha. Povolené úchytky nivelované plochy jsou $\pm 1 \text{ mm/1 m}$ ve všech směrech. Stání může být navázáno i na montážní jámu, zejména kvůli přístupnosti seřizovacích prvků, ale není to v tomto

případě podmínkou. Další možností je použití speciálního zařízení ve formě čtyřsloupkového zvedáku. Toto zařízení je schopno ustavit vozidlo do vodorovné polohy a nemusí být svázáno s nivoletovanou plochou. V současné době se v autoopravárenství používá pro osobní i nákladní vozidla 3D systém (viz obr. níže) pro měření a seřizování geometrie náprav vozidel, který využívá 4 HD kamery a laserovou technologii. Poskytuje extrémní přesnost a rychlost (měření již za 70 sekund). Díky bezkontaktním 3D terčům je šetrný i k drahým ráfkům, má intuitivní software s video návody a databází vozidel.



- Pokud je vyžadováno měření geometrie řízené nápravy na STK pomocí měřicí přístroje, tak se používá zpravidla jednoduchých mechanických prostředků jako jsou posuvné

tyče s hroty nebo úhlová měřidla. Příklad takového měřícího přístroje je zobrazen na obrázku.



Zkoušky tlumičů pérování

- V autoopravárenství se nejčastěji využívá pracoviště pro bezdemontážní kontrolu tlumičů pérování. Slouží k orientační kontrole funkce tlumičů pérování přímo na vozidle. Jeho základem jsou pohyblivé plošiny, pomocí kterých se nuceně rozkmitávají kola jedné nápravy vozidla.



Vyhodnocení a indikace
výsledků zkoušky

Stání pro kontrolu tlumičů se zkušebními plošinami



- Metoda je založena na principu sledování kontaktu kola se zkušební plošinou. Staticky se změří hmotnost na kolo, což značí 100 %. Zkušební plošina se rozkmitá na určitou frekvenci a sleduje se nejmenší síla přitlaku. Výpočet se pak provádí podělením hodnot minimální přitlačné síly a statického zatížení. Tlumiče se pak vyhodnocují dle následující tabulky:

Naměřená hodnota adheze (%)	Hodnocení tlumiče
Více než 61 %	výborný
41 – 60 %	dobrý
21 – 40 %	vyhovující
1 – 20 %	nevyhovující
0 %	neúčinný

Zkoušky zavěšení kol

- Provádí se na samostatném diagnostickém stání zvaném montážní jáma. Slouží ke kontrole podvozkových částí vozidel a obecně spodku vozidla. Často bývá vybavena zvedákem pojízdným v podélné ose jámy. STK jsou vybavena zařízením ke kontrole vůlí náprav, jiným slovy zavěšení kol. Jedná se o pohyblivé plošiny, na které najede vozidlo koly jedné nápravy, a které simulují zatížení nápravy v provozu. Metoda je založena na vizuální kontrole vůlí technikem STK se subjektivním vyhodnocením zjištěné velikosti vůle.



Zkoušky brzd

- Válcová pomaloběžná zkušebna** – měří brzdné síly vždy na kolech jedné nápravy při ustálené rychlosti do 20 km/h při současném snímání síly na pedál brzdy nebo tlaku vzduchu v brzdovém okruhu. Typicky se používá na STK.

- **Válcová rychloběžná zkušebna** – měří a zaznamenává průběhy brzdných sil v závislosti na čase a rychlosti vozidla, často pro všechny nápravy vozidla současně. Zároveň musí umět simulovat setrvačnou hmotu vozidla. Při zkoušce je vozidlo nejprve rozjeto na požadovanou rychlost a poté zabrzděno, stejně jako v silničním provozu. Tuto zkoušku nazýváme statickou. U dynamické zkoušky se jedná o simulaci tzv. alpského sjezdu, kdy jsou brzdy zatěžovány dynamicky a dlouhou dobu. Zkušební válce neustále roztáčí kola vozidla a brzdy musí být schopny ubrzdít vozidlo a udržet požadovanou rychlost.
- **Plošinová zkušebna brzd** – vozidlo najede na měřicí plošiny a zabrzdí. Umožňuje vyhodnotit základní parametry, zejména souměrnost brzdného účinku. Příliš se nepoužívá.
- **Zkušební dráha** – úsek volné komunikace, na které se měří chování vozidla a brzdné dráhy při brzdění ze stanovených rychlostí. Délka úseku musí odpovídat předpokládané rychlosti jízdy. Povrch musí být kvalitní, suchý a dostatečně adhezní. Používá se těž v STK.

Nárazové zkoušky EURO NCAP

- Nový automobil může při testech získat maximálně 5 hvězdiček. Maximum můžou získat opravdu jen ty nejbezpečnější vozidla nejen pro cestující, ale také pro chodce. Dbá se také na bezpečnost před a po nehodě, tj. funkčnost asistenčních systémů.
- Metodiku znázorňuje obrázek níže.

Čelní náraz

do deformovatelné překážky (šířka 100 cm, tloušťka 54 cm, 40% přesahu přídě vozu) v rychlosti 64 km/h.



Boční náraz

do boku vozidla vozíkem v rychlosti 50 km/h.



Boční náraz na sloupek

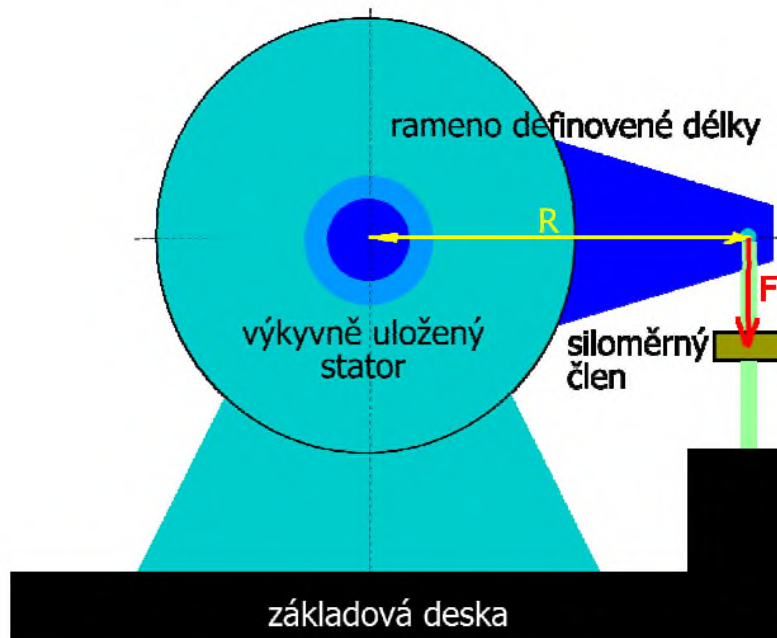
(tzv. pole test) se provádí v rychlosti 29 km/h. Ocelový sloupek má průměr 254 mm.



Měření výstupních parametrů motoru

- Jak bylo již zmíněno, tak měření výstupních parametrů motoru se provádí na dynamometrech. Nejpoužívanějším typem je elektrický vířivý dynamometr.
- Výkon motoru se měří nepřímou. Stanovuje se na základě veličin při rotačním pohybu odečtem hodnot na klikové hřídeli (motorový dynamometr) nebo na kole vozidla (vozidlový dynamometr).

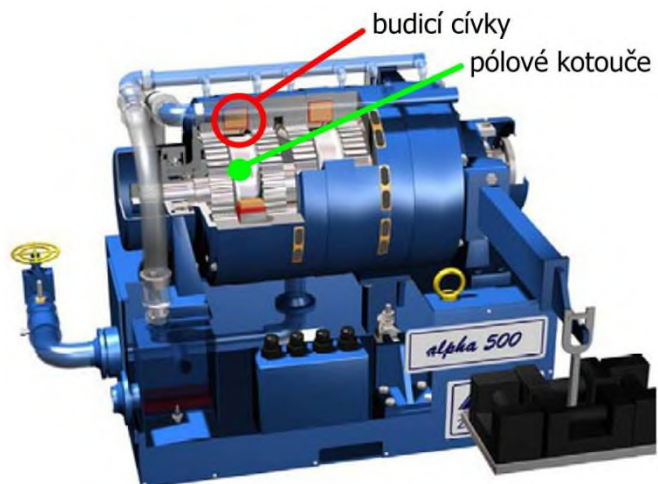
- Otáčející se součást přenáší výkon, měří se točivý moment a otáčky motoru.
- Dynamometr neboli výkonová brzda $\Rightarrow$ zařízení vytváří stejnou výši momentu, jakou generuje spalovací motor, pouze má opačný smysl působení $\Rightarrow$ **brzdný moment dynamometru = točivý moment motoru**.
- Výkon motoru se vypočte z naměřeného točivého momentu a otáček motoru. Schéma motorového dynamometru zobrazuje následující obrázek:



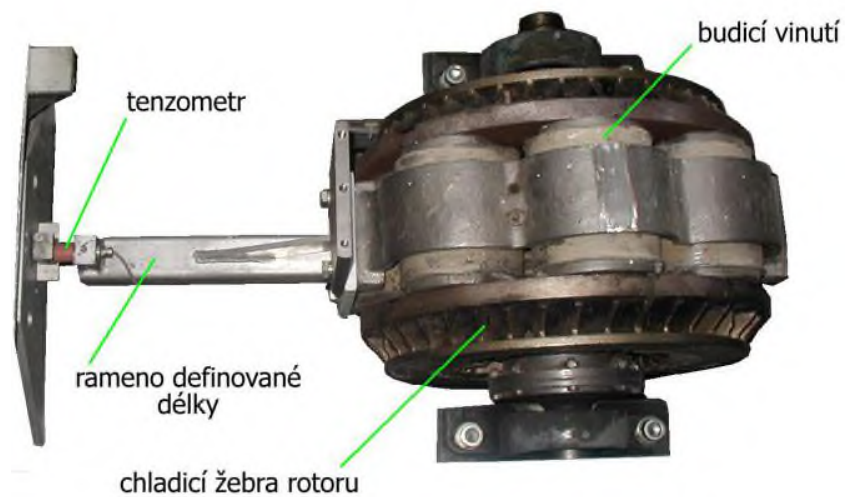
- Točivý moment je zjištěn výpočtem $M_t = F \cdot R$ [Nm], otáčkoměr je součástí dynamometru.

Vířivý dynamometr

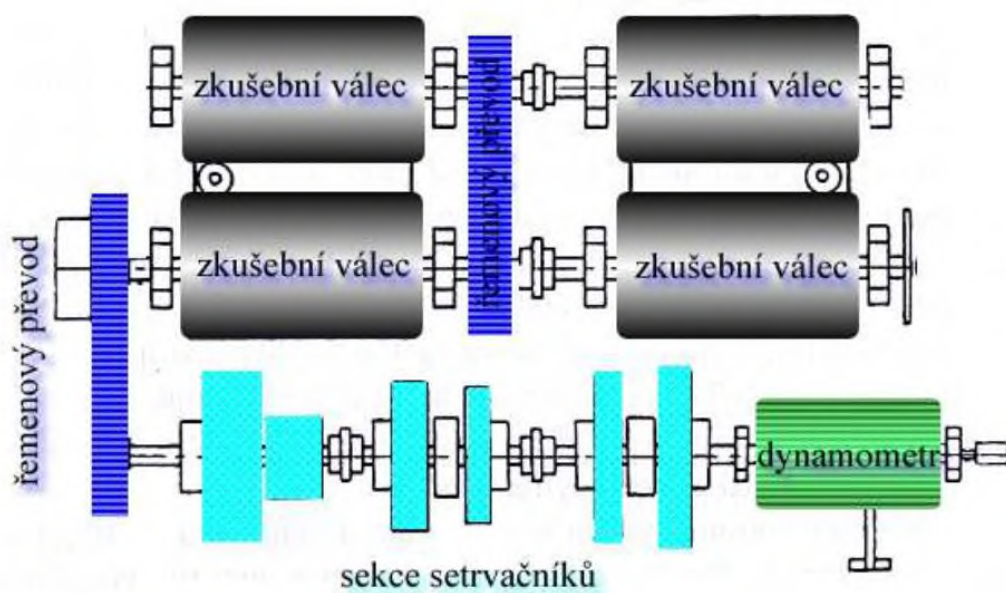
- Pracuje na základě vzniku vířivých proudů při průchodu stejnosměrného proudu budícím vinutím, přičemž změnou jeho velikosti dochází k regulaci.



- Skládá se:
 - ze statoru**, ve kterém je cívka a při průchodu stejnosměrného budicího proudu vytváří magnetický tok,
 - a z rotoru**, který při otáčení ve statoru zapříčiňuje vznik pulsací magnetického toku v jeho povrchové vrstvě a dochází k indukci foucaultových vířivých proudů v rotoru. Tím vzniká moment, jímž je brzděn rotor a tím i motor. Tento moment se přenáší ramenem na tahový snímač síly.

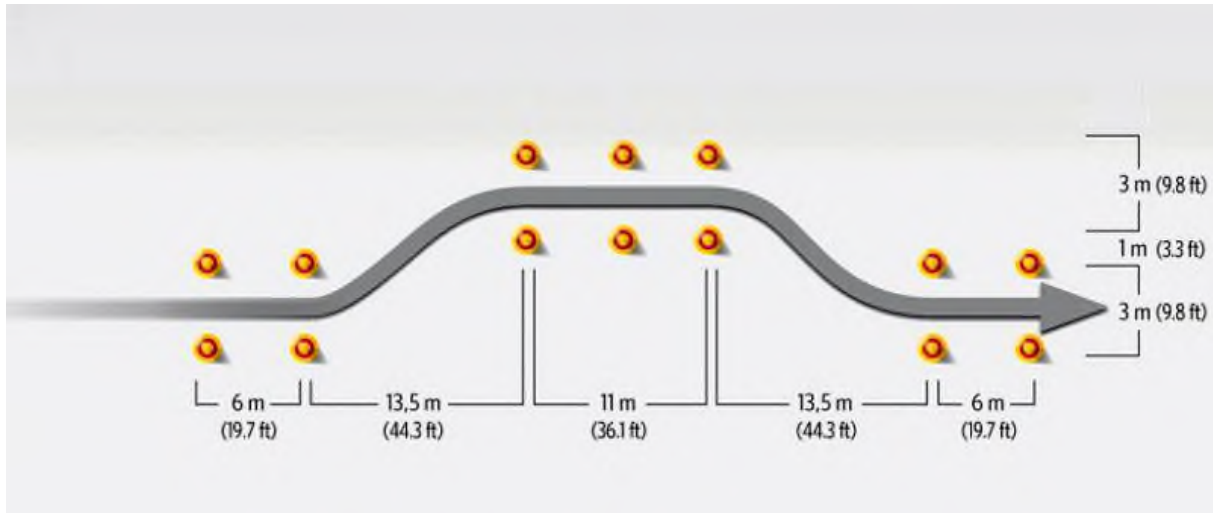


Válcový (vozidlový) dynamometr



Vyhýbací manévr – „Losí test“

- Losí test je jízdní zkouška ověřující boční stabilitu automobilu při vyhýbacím manévru.
- Losí test se provádí na suché vozovce s plně zatíženým vozidlem. Dopravní kužely nahrazují překážku a jsou uspořádány do koridoru. Testovací **řidič musí provést rychlý vyhýbací manévr**, objet první řadu kuželů a zařadit se zpět do původního jízdního pruhu, viz schéma. Zkouška se opakuje stále se zvyšující rychlostí, dokud automobil neshodí krajní kužely nebo nedostane smyk. To se obvykle stává při rychlosti kolem 90 km/h.
- Obrázek níže zobrazuje uspořádání zkušební dráhy při losím testu.



26) Princip činnosti spalovacího motoru

Odborné otázky/úkoly:

- Vysvětlíte definici spalovacích motorů.
- Uveďte základní rozdělení spalovacích motorů.
- Vysvětlíte rozdělení spalovacích motorů v přímočarém pohybu pístu.
- Vysvětlíte princip činnosti a uveďte rozdělení dle principu činnosti.

Definice spalovacího motoru

- Spalovací motor je tepelný stroj, ve kterém se tepelná energie získaná spalováním vhodného paliva převádí na mechanickou práci.
- Spalování probíhá přímo v pracovním prostoru motoru při tlaku vyšším, než atmosférickém. Pracovní látkou jsou samotné zplodiny hoření.
- Při přeměně tepelné energie na mechanickou práci probíhají ve spalovacím motoru termodynamické děje. Tyto děje tvoří pracovní oběhy, čili cykly spalovacích motorů.

Základní rozdělení spalovacích motorů

- **Pístové spalovací motory:**
 - S přímočarým vratným pohybem pístu
 - S krouživým pohybem pístu
- **Spalovací turbíny:**
 - Mechanická energie se získává z dynamické energie spalin
- **Reaktivní motory:**
 - Proudové
 - Raketové

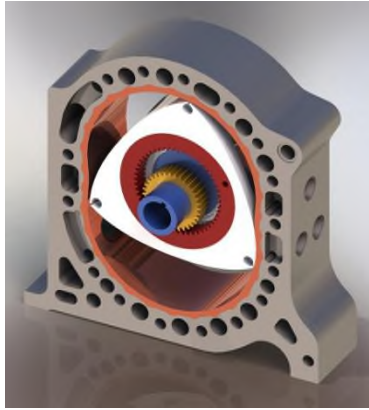
Rozdělení spalovacích motorů s přímočarým pohybem pístu

- **Podle druhu paliva:**
 - Motory na plynná paliva – používají se vhodné plyny ve směsi se vzduchem (např. zemní plyn – CNG, LNG, propan –butan – LPG, vodík)
 - Motory na kapalná paliva - nejčastěji používaná. Lehká paliva (benziny) a těžká paliva (nafta, topný olej, mazut)
- **Podle principu činnosti:**
 - Dvoudobé motory – pracovní cyklus probíhá během 2 zdvihů pístu (1 otáčka klikového hřídele)
 - Čtyřdobé motory – pracovní cyklus probíhá během 4 zdvihů pístu (2 otáčky klikového hřídele)
- **Podle způsobu plnění válce:**

- Motory plněné podtlakem (atmosférické) – podtlak je tvořen pohybem pístu ve válci a pracovní náplň je do válce nasávána
- Motory plněné přetlakem – přetlak vytváří dmychadlo nebo kompresor, což má za cíl zvýšení výkonu
- Motory s vyplachováním – motory dvoudobé. K dopravě náplně do válce je využíván přetlak vyvolaný dmychadlem nebo spodní kompresí (stlačením vzduchu nebo směsi pístem při jeho pohybu do dolní úvrati. Čerstvá náplň vyplachuje válec od zbylých spalín.)
- **Podle způsobu zapálení směsi:**
 - Motory s umělým zážehnutím – zážehové (okamžik zážehu je proveden jiskrou)
 - Motory se samočinným vznícením – vznětové (vznícení se docílí vstříknutím paliva do vzduchu zahřátého kompresí na teplotu vyšší, než je zápalná teplota paliva.)
- **Podle konstrukce:**
 - Podle uspořádání válců
 - řadové – válce v jedné řadě
 - ploché – boxer – válce proti sobě ve vodorovné rovině
 - vidlicové – dvě řady válců nad klikovým hřídelem , které tvoří tvar písmene „V“
 - Podle použitého rozvodu
 - ventilový rozvod
 - šoupátkový rozvod
 - Podle smyslu otáčení
 - pravotočivé
 - levotočivé
- **Základní pojmy:**
 - Horní úvrat' – HÚ
 - Dolní úvrat' – DÚ
 - Zdvih – dráha pístu mezi HÚ a DÚ (jeden zdvih je polovina otáčky KH). Uvádí se v mm.
 - Vrtání válce – vnitřní průměr válce v mm.
 - Zdvihový objem válce – objem pracovního prostoru mezi HÚ a DÚ. (cm^3 , dm^3)
 - Zdvihový objem motoru – zdvihový objem válce násobený počtem válců.
 - Objem kompresního prostoru – objem zbývající části pracovního prostoru v okamžiku, kdy je píst v HÚ. Kompresní prostor může být vytvořen i v pístu nebo hlavě válců.
 - Kompresní poměr – poměr pracovního objemu válce k objemu kompresního prostoru.

Motory s krouživým pohybem pístu – Wankelův motor

- Základ motoru tvoří píst, který vykonává pravidelný rotační pohyb. U tohoto motoru lze bez problémů s vyvážením zvyšovat otáčky a tím i výkon motoru.
- Nevyžaduje rozvodové ústrojí. Trojboký píst pracující ve skříni trochoidního tvaru umožňuje realizaci čtyřdobého cyklu během jedné otáčky pístu.
- Píst současně řídí i rozvod.



- S použitím Wankelova motoru je spojena značka Mazda.

Výhody Wankelova motoru:

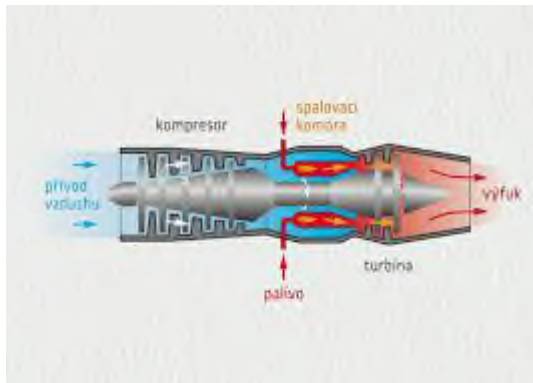
- Pouze 2 pohyblivé hlavní části
- Rovnoměrný chod
- Nižší náročnost na oktanové číslo benzínu
- Bez rozvodového ústrojí – výměna náplně je řízena pístem a kanály

Nevýhody Wankelova motoru:

- Vyšší spotřeba paliva
- Nižší účinnost
- Nutnost mazání pístu a těsnících lišt – dávkovací olejové čerpadlo
- Vyšší výrobní náklady

Spalovací turbíny

- Jedná se o rotační spalovací motor, u kterého se využívá kinetická energie horkých spalin proudících na lopatky turbínového kola. Spalovací turbína obsahuje pouze rotující pohyblivé díly a její rozměry jsou velmi malé.
- Pracuje vždy s přebytkem vzduchu, teploty při spalování jsou nižší, než v pístovém motoru.



27) Spalovací motory s přímočarým pohybem pístu

Dvoudobý zážehový motor

- Pracovní cyklus probíhá za dva zdvihy pístu, tj. během jedné otáčky klikového hřídele.
- Výměna náplně ve válci je řízena pístem a uskutečňuje se prostřednictvím kanálů ve stěně válce.
- Pro výměnu náplně se využívá i prostor pod pístem, nebo-li prostor klikové skříně.
- Pracovní cyklus tedy probíhá ve válci v prostoru nad pístem, i pod pístem (v klikové skříně).
- Kliková skříň musí být plynotěsná

Tříkanálový dvoudobý motor:

- **Sací kanál**
 - spojuje karburátor s klikovou skříní
- **Přepouštěcí kanál**
 - spojuje klikovou skříň se spalovacím prostorem ve válci
- **Výfukový kanál**
 - spojuje spalovací prostor a výfukovou soustavu

Princip činnosti

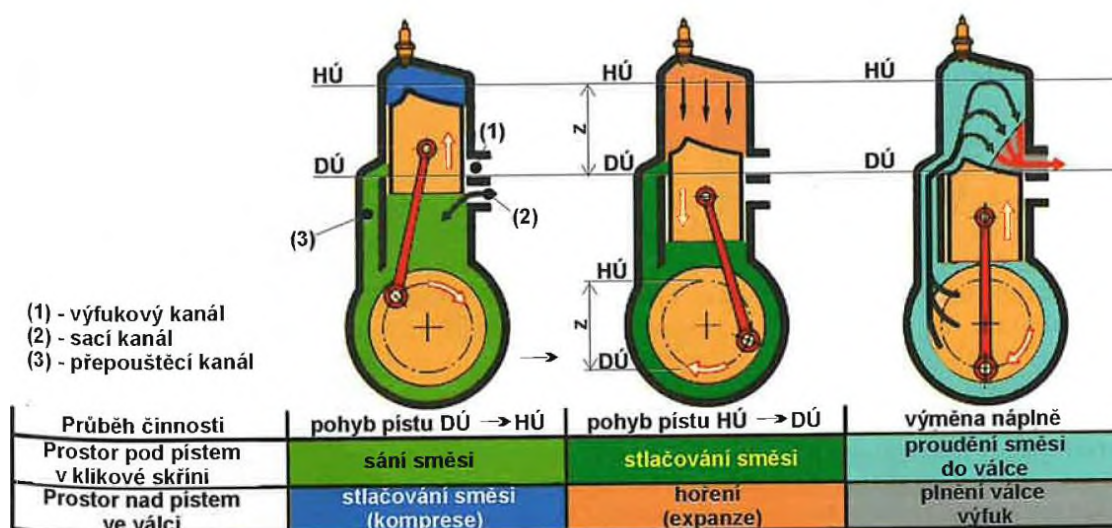
Pohyb pístu z DÚ do HÚ:

- Činnost v klikové skříně
 - Píst uzavře přepouštěcí kanál, kliková skříň zvyšuje objem a vzniká v ní podtlak zhruba 20 až 40 kPa.
 - Spodní hrana pístu otevře sací kanál a začíná nasávání směsi do klikové skříně.
- Činnost ve spalovacím prostoru nad pístem
 - Uzavřením výfukového kanálu začíná stlačování směsi v prostoru nad pístem.
 - Krátce před HÚ dojde k přeskoku jiskry na zapalovací svíčke a k zažehnutí směsi.

Pohyb pístu z HÚ do DÚ:

- Činnost ve spalovacím prostoru
 - V důsledku hoření směsi vzrůstá tlak i teplota, vzniklé plyny se rozpínají a tlačí píst do DÚ.
- Činnost v klikové skříně
 - Spodní hrana pístu uzavře sací kanál, směs v klikové skříně se začne stlačovat. Přetlak 30 až 60 kPa.
 - Horní hrana pístu otevře výfukový kanál a zplodiny unikají do výfukového potrubí vlivem přetlaku.
 - Následně horní hrana pístu otevře přepouštěcí kanál a směs z klikové skříně proudí do pracovního prostoru válce, kde současně vytlačuje zplodiny hoření.

- Výměna náplně končí za DÚ uzavřením přepouštěcího a následně i výfukového kanálu.



Čtyřdobý zážehový motor

- Pracovní cyklus probíhá za čtyři zdvihy pístu, tj. za dvě otáčky klikového hřídele.
- Fáze pracovního cyklu jsou:
 - sání
 - komprese
 - expanze
 - výfuk
- K zapálení směsi dochází pomocí elektrické jiskry vytvořené mezi elektrodami zapalovací svíčky.
- Výměnu náplně ve válci zprostředkovává rozvodový mechanismus prostřednictvím sacích a výfukových ventilů.

Princip činnosti

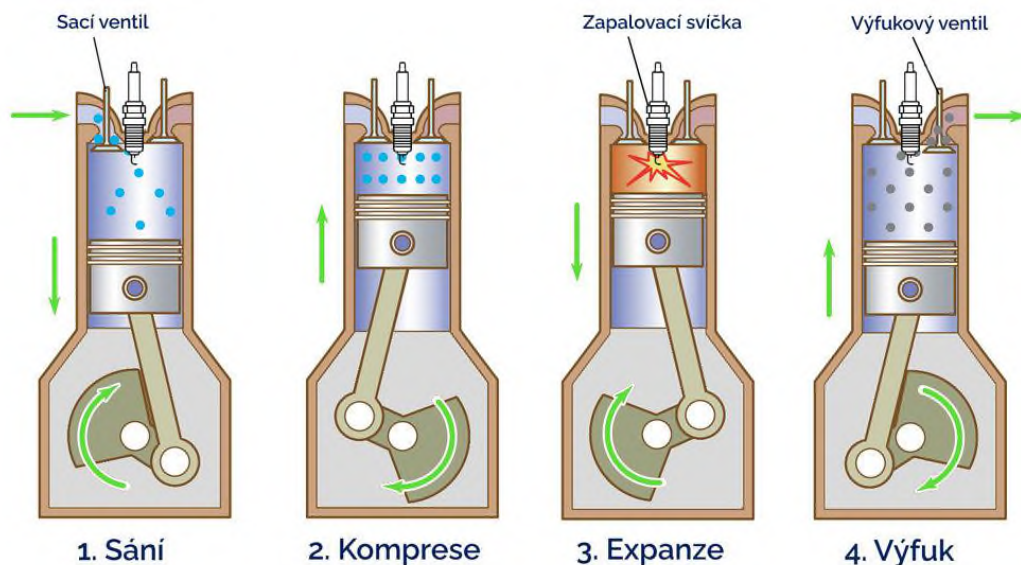
- **1. doba – sání**
 - Píst se pohybuje z HÚ do DÚ, ve válci vzniká podtlak 10 až 20 kPa, sací ventil je otevřen a do válce je nasávána směs (popř. vzduch). Zápalná směs paliva vzduchu se tvoří buď v sacím kanálu, nebo přímo ve válci vstřikem paliva. Sací ventil se otevírá již před HÚ (40° - 0°) a zavírá se za DÚ (35° - 90°).
- **2. doba – komprese**
 - Píst se pohybuje z DÚ do HÚ, sací i výfukové ventily jsou uzavřeny, dochází ke stlačování čerstvé náplně. Zvyšuje se teplota (350°C - 450°C), a narůstá tlak (až na 1,8 MPa).

- **3. doba – expanze**

- Expanze je jedinou pracovní dobou čtyřdobého motoru.
- Ve vhodném okamžiku před HÚ dojde k přeskoku jiskry na zapalovací svíčce. Tento okamžik se nazývá předstih zážehu.
- Zažehnutá směs má teplotu 2000° až 2500° a rozpínající plyny tlačí na dno pístu.
- Největší část expanzního zdvihu tedy zabírá rozpínání výfukových plynů.
- Během pohybu pístu z HÚ do DÚ se tepelná energie obsažená v palivu mění na mechanickou práci.
- Síla se přenáší z pístu prostřednictvím ojnice na klikový hřídel.

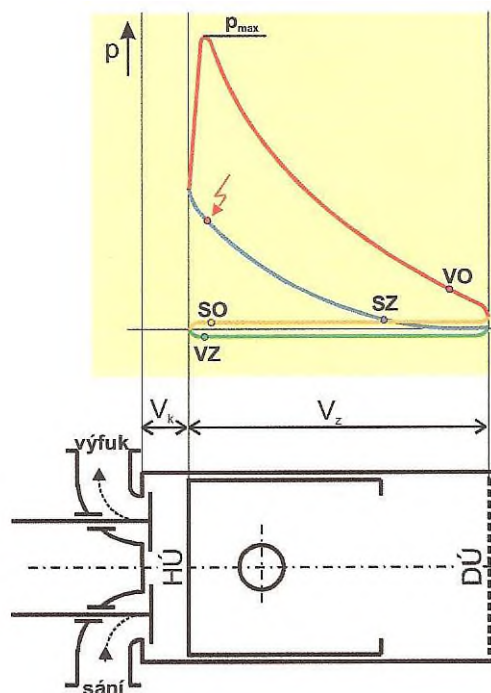
- **4. doba – výfuk**

- Před ukončením expanzního zdvihu se začne otevírat výfukový ventil (35° až 90° před DÚ).
- Výfukové plyny začnou proudit otevřeným výfukovým ventilem do výfukového potrubí.
- Pohybem pístu z DÚ do HÚ se ve válci udržuje přetlak cca $0,2\text{ MPa}$, kterým jsou vytlačovány zbylé výfukové plyny.
- Výfukový ventil zavírá až za HÚ (0° až 30°), což přispívá k co nejlepšímu výtoku výfukových plynů.
- V té době se již otevírá sací ventil. Překrytí otevření ventilů se nazývá **stříh ventilů**.
- Stříh ventilů podporuje výplach válce a ochlazením spalovacího prostoru se zlepšuje plnění válce.



Indikátorový diagram (pracovní)

- Jedná se grafické znázornění změn tlaku ve válci v závislosti na změně vnitřního objemu pracovního prostoru v důsledku pohybu pístu.
- Indikátorový diagram je zakreslen v pravoúhlém souřadnicovém systému, jehož vodorovná osa znázorňuje objem pracovního prostoru V a svislá osa znázorňuje tlak ve válci p .
- Průběh tlaku je snímán pomocí piezoelektrického indikátoru na zkušebním dynamometru při běžícím motoru.
- Tlaky a teploty ve válci čtyřdobého zážehového motoru:
 - tlak na konci komprese: 1,0 MPa až 1,8 MPa
 - teplota na konci komprese: 350°C až 450°C
 - maximální tlak: 4 MPa až 6,5 MPa
 - maximální teplota: 2000°C až 2500°C
 - tlak na začátku výfuku: 0,25 MPa až 0,40 MPa
 - teplota výfukových plynů: 800°C až 900°C



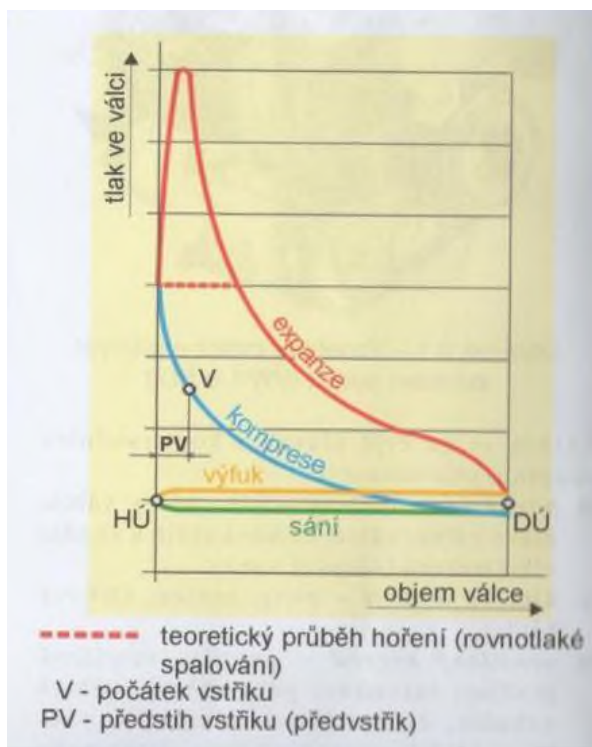
Čtyřdobý vznětový motor

- Vznětový motor se od zážehového liší především způsobem přípravy zápalné směsi.
 - vznětový motor nasává čistý vzduch
 - má vyšší kompresní poměr (15:1 až 23:1)
 - pracuje s přebytkem vzduchu
 - palivo je vstřikováno do stlačeného vzduchu
- Vzduch je stlačením zahřátý na takovou teplotu, že po vstřiku paliva dojde k jeho samovznícení.

Pracovní cyklus

- **1. doba – sání**
 - Píst se pohybuje z HÚ do DÚ, do válce se přes sací ventil nasává čistý vzduch, který se zahřívá od horkých částí motoru.
- **2. doba – komprese**
 - Ventily jsou zavřeny, píst se pohybuje z DÚ do HÚ a stlačuje vzduch ve válci. Tlak se zvyšuje na hodnotu 2,5 MPa až 4,5 MPa a vzduch se zahřeje na 600°C až 900°C. Před koncem kompresního zdvihu se do válce začne vstříkovat jemně rozprášené palivo.
- **3. doba – expanze**
 - Vstříkované palivo se vlivem vysoké teploty vzduchu začne odpařovat a mísit se vzduchem. Dojde k samovznícení vzniklé zápalné směsi. Tlak plynů při hoření (6,5 MPa až 9 MPa) tlačí píst do DÚ.
- **4. doba – výfuk**
 - Díky přetlaku, který vznikne ve válci při spalování zápalné směsi, jsou po otevření výfukového ventilu výfukové plyny vytlačovány do výfukového potrubí. Přetlak je udržován pístem, který se pohybuje z DÚ do HÚ. Při plném zatížení je teplota spalin 600°C až 750°C.

Indikátorový diagram čtyřdobého vznětového motoru



28) Pevné a pohyblivé části motoru

Pevné části motoru

- Válce

- Účel:

- zachycovat tlaky, které vznikají během pracovního oběhu
 - spolu s hlavou válců a pístem spoluvytvářet spalovací prostor
 - odvádět teplo do chlazení motoru
 - vést píst během pracovního oběhu

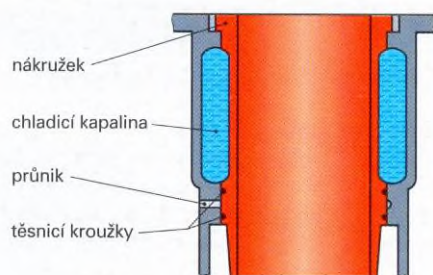
- Požadavky:

- dostatečná pevnost a těsnost
 - odolnost proti tepelnému namáhání
 - odolnost proti korozi
 - dobrá tepelná vodivost
 - dobré třecí vlastnosti

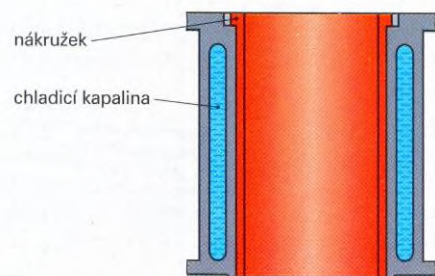
- Válce chlazené kapalinou:

- obvykle vytvořeny v jednom bloku válců
 - v bloku válců jsou kanály pro oběh chladicí kapaliny
 - u kapalinou chlazených motorů je blok válců odlit společně s horní částí klikové skříně (**označujeme jako blok motoru**)
 - u bloků z šedé litiny mohou být válce vytvořeny přímo v bloku
 - u bloků z hliníkových slitin musí být použity vložené válce nebo vložky válců, popř. musí být třecí plocha válců speciálně upravena

- Vložené válce – mokré vložky

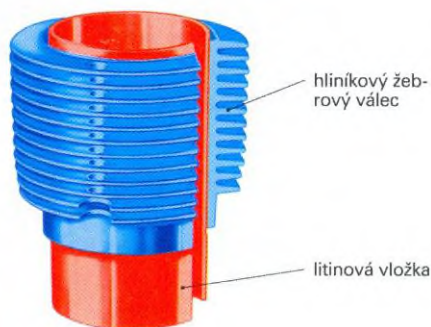


- Vložky válců – suché vložky



○ Válce chlazené vzduchem

- jsou opatřeny chladicími žebry, které zvětšují plochu pro odvod tepla
- téměř výhradně se používají samostatné válce (výjimečně blok dvou válců)
- šroubují se ke klikové skříni
- převážně jsou odlity z hliníkové slitiny
- vnitřní povrch válce speciálně upraven, nebo je použita litinová vložka

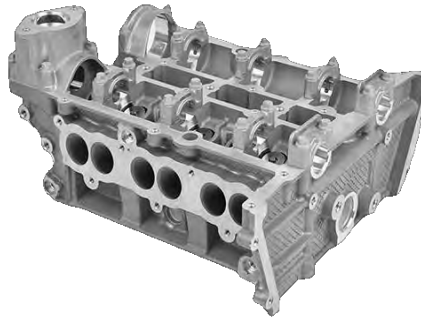


● Hlavy válců

○ Účel:

- uzavírat pracovní prostor ve válci
- spolu s válcem a pístem vytvářet spalovací prostor
- odvádět teplo do chlazení motoru

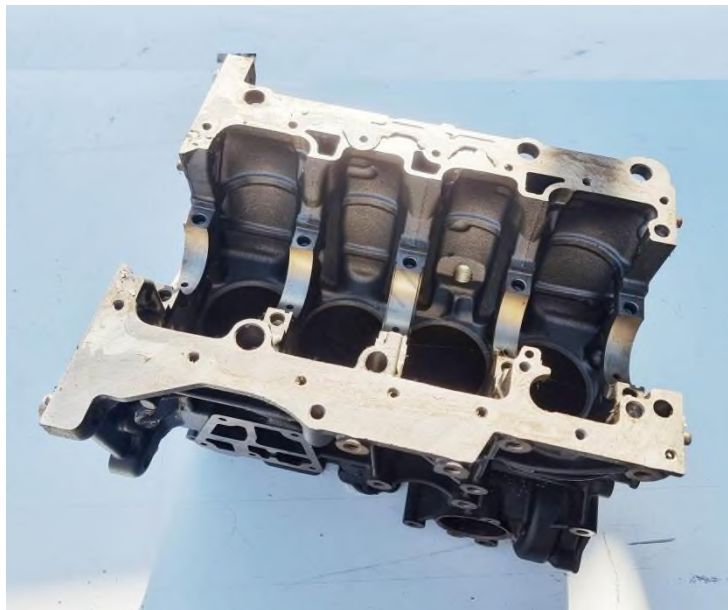
- Hlava válce tvoří horní víko pracovního prostoru ve válci.
- Šrouby hlavy válce musí být dotaženy předepsaným způsobem a momentem.
- Mezi hlavou válců a blokem válců je použito těsnění hlavy válců
- V hlavě válců je umístěna zapalovací svíčka, popř. žhavicí svíčka, vstřikovače, části ventilového rozvodu, sací a výfukové kanály, ventily, vodítka ventilů, atd.
- Hlava válců musí být dobře chlazená.
- Hlava válců je buď chlazená kapalinou nebo vzduchem.



obr. hlava válců

- **Kliková skříň**

- Účel:
 - nést ložiska pro uložení klikového hřídele
 - u motorů s rozvodem OHV nést i ložiska pro uložení vačkového hřídele
- Konstrukce:
 - používají se dvoudílné klikové skříně
 - kliková skříň je opatřena výztužnými žebry
 - u motorů chlazených kapalinou tvoří horní část přímo část bloku motoru
 - spodní část klikové skříně může být provedena jako suchá (u motorů s tlakovým mazáním z olejové nádrže) nebo jako olejová vana (u motorů s tlakovým mazáním z klikové skříně)
 - Kliková skříň musí být dobře utěsněna a zároveň i odvzdušněna.



obr. kliková skříň včetně bloku motoru

- **Olejevá vana (spodní víko motoru)**

- Tvoří olejovou nádrž, která není oddělena od prostoru klikové skříně.
- Její součástí je vypouštěcí zátka.
- Spodní víko motoru je vylisováno z plechu, odlito z lehké slitiny nebo vyrobeno z plastu.



- **Horní víko motoru**

- Obsahuje těsnění, které dosedá na hlavu válců a zajišťuje dobrou těsnost.
- Je vyrobenou z plastu, lehké slitiny nebo se jedná o plechový výlisek.
- Součástí víka může být zátka pro napuštění oleje.
- Přes horní víko motoru bývá provedeno odvětrání motoru.



- **Sací a výfukové potrubí**

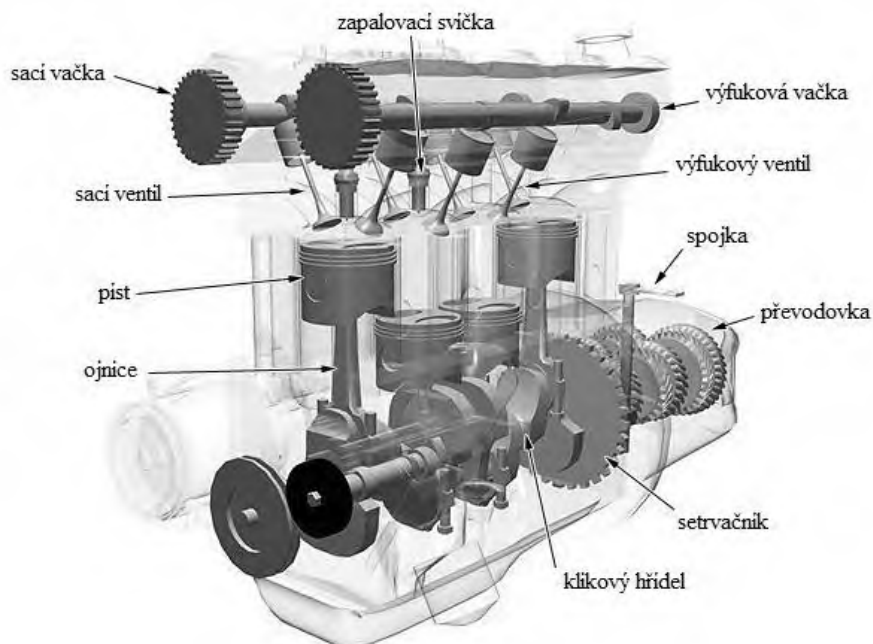
- Sací potrubí
 - připevněno k hlavě válců
 - slouží k přivedení vzduchu nebo zápalné směsi do válce motoru
 - vyrobeno ze slitiny hliníku nebo z plastu
 - tvar a délka sacího potrubí má vliv na plnění válce
 - variabilní sací potrubí umožňuje proměnlivou délku sacího kanálu



- Výfukové potrubí
 - slouží k odvádění spalin z motoru do výfukového systému
 - vyrábí se z ocelových trubek nebo je odlito z litiny
 - u moderních vozidel může být součástí hlavy válců
 - na výfukové potrubí se připevňuje turbodmychadlo nebo zařízení pro snižování množství škodlivin

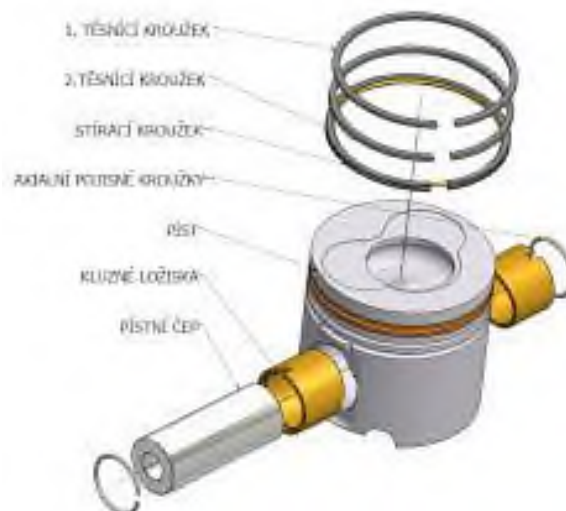


Pohyblivé části motoru



- **Píst**

- Účel:
 - zachytit tlak plynů vznikající při hoření, převést jeho sílu na ojnici a na klikový hřídel
 - utěsnit spalovací prostor od prostoru klikové skříně
 - odolávat tepelnému namáhání a odvádět teplotu ze dna pístu do stěn válce
- Materiál pístu:
 - nejčastěji ze slitiny hliníku a křemíku
 - písty se vyrábějí odléváním do kokil nebo kováním
- Konstrukce pístu:
 - dno pístu – spoluvytváří spalovací prostor a ovlivňuje průběh a kvalitu hoření
 - koruna pístu - část pro pístní kroužky
 - plášť pístu - vodící část
 - pístní oko - nálipek pro pístní čep
- Značení pístu:
 - značka pro správnou polohu pístu – např. šipka
 - rozměrové označení – většinou číselné, určuje jmenovitý rozměr (normální nebo výbrusový)
 - toleranční třída – A, B, C, (D, E)
 - hmotnostní skupina – římskou nebo arabskou číslicí
 - rozměrová skupina oka pístu – X nebo Y



- **Pístní kroužky**

- Pružné prstence v jednom místě rozříznuté, toto místo nazýváme zámek.
- Vůle v zámku ovlivňuje spotřebu oleje a utěsnění spalovacího prostoru (0,05 mm až 0,3 mm).
- Některé pístní kroužky jsou opatřeny značkou v blízkosti zámku, která se montuje směrem ke dnu pístu.
- Používají se pístní kroužky těsnící a stírací.

- **Pístní čepy**

- Přenáší síly mezi pístem a ojnici.
- Jsou vyrobeny z cementační nebo nitridační oceli.
- Uložení pístních čepů:
 - uložení v pístu - „plovoucí“
 - uložení v oku ojnice – uložení s vůlí
 - pevné uložení

- **Ojnice**

- Účel:
 - spojit píst s klikovým hřídelem
 - přenést síly z pístního čepu na klikový hřídel
 - změnit přímočarý vratný pohyb pístu na otáčivý pohyb klikového hřídele
- Materiál ojníc:
 - tvárná nebo temperovaná litina
 - legovaná ocel – kované ojnice
 - slitiny titanu – závodní automobily
 - ojnice ze spěkaných kovů – vyrobené práškovou technologií
- Konstrukce ojníc:
 - oko ojnice – nese pístní čep, může obsahovat pouzdro nebo ložisko (jehličkové)
 - dřík ojnice – spojuje oko a hlavu ojnice
 - hlava ojnice – svírá ojnicí ložisko, může být dělena rovně, šikmo nebo lámáním
- Ojnicí ložisko:
 - u čtyřdobých motorů kluzné ložisko
 - u jednoválcových motorů valivé ložisko – v tomto případě není hlava ojnice dělená



- **Klikový hřídel**

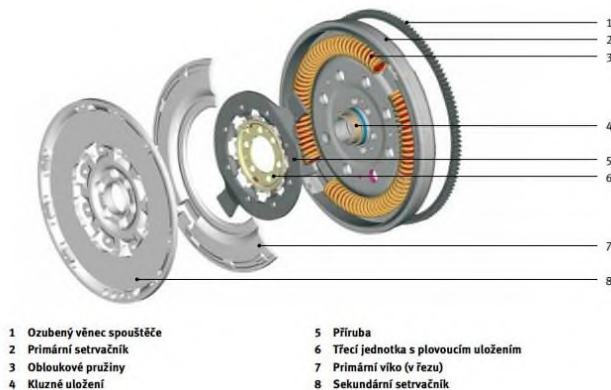
- Účel:
 - přenášet posuvný pohyb ojnice na otáčivý
 - větší část točivého momentu přenést na setrvačnick a dále na spojku
 - pohánět ventilový rozvod, olejové čerpadlo, atd.

- Materiál klikových hřídelů:
 - uhlíková ocel
 - legovaná ocel
 - tvárná litina
- Konstrukce:
 - klikový hřídel se skládá z hlavních a klikových čepů, které jsou spojeny klikovými rameny
 - ramena kliky tvoří vyvažovací protizávaží
 - klikový čep se dvěma rameny kliky tvoří jedno zalomení
 - klikový hřídel obsahuje řetězové (popř. ozubené) kolo pro pohon rozvodového ústrojí, popř. pro pohon olejového čerpadla
 - na přední konec se montuje řemenice pro pohon pomocných agregátů
 - na zadním konci je příruba pro montáž setrvačníku



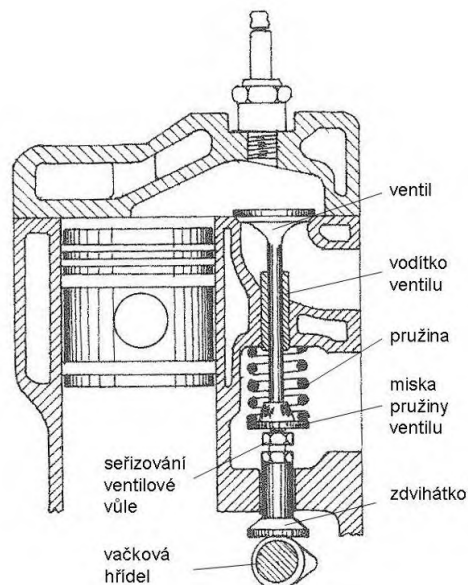
• Setrvačnick

- Účel:
 - při pracovním zdvihu motoru akumulovat pohybovou energii, která je potřebná k překonání pasivních odporů při zdvizech nepracovních
 - zlepšit rovnoměrnost chodu motoru
 - umožnit převod ze spouštěče na motor
 - umožňuje montáž štítu spojky
- Konstrukce setrvačníku:
 - jedná se o litinový nebo ocelolitinový kotouč uložený na zadním konci klikového hřídele
 - je opatřen ozubeným věncem, do kterého zabírá pastorek spouštěče
 - na obvodu setrvačníku bývá označena poloha pro HÚ prvního válce
- Dvouhmotový setrvačnick:
 - pomáhá tlumit torzní kmity způsobené nerovnoměrností chodu motoru

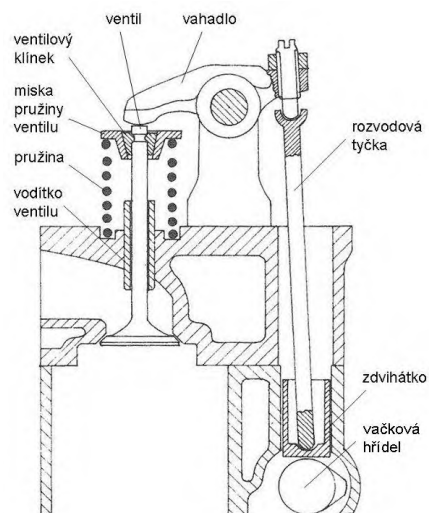


29) Rozvodové mechanismy motorů.

- **Účel**
 - Řídit plnění válců motoru směsí nebo vzduchem
 - Ovládat odvod spalín hoření z válců
- **Uspořádání a druhy ventilových rozvodů**
 - Klikový hřídel pohání pomocí ozubeného řemene, válečkového řetězu nebo čelního ozubeného soukolí hřídel vačkový.
 - Vačky vačkového hřídele otevírají sací a výfukové ventily proti síle ventilových pružin.
 - Ventilové pružiny uzavírají sací a výfukové ventily.
 - Vačkový hřídel má oproti klikovému hřídeli poloviční otáčky.
- **Rozvod s postranními ventily – SV (Side Valves)**
 - Ventily jsou umístěny na jedné straně bloku válce.
 - Výhodou je jednoduchost a nízká hmotnost
 - Nevýhodou je, že se velmi obtížně vytváří kompresní prostor s vyšším kompresním poměrem.
 - Motory mají malou plnicí účinnost.
 - Tento druh rozvodu se dnes téměř nepoužívá (používají např. některé sekačky).

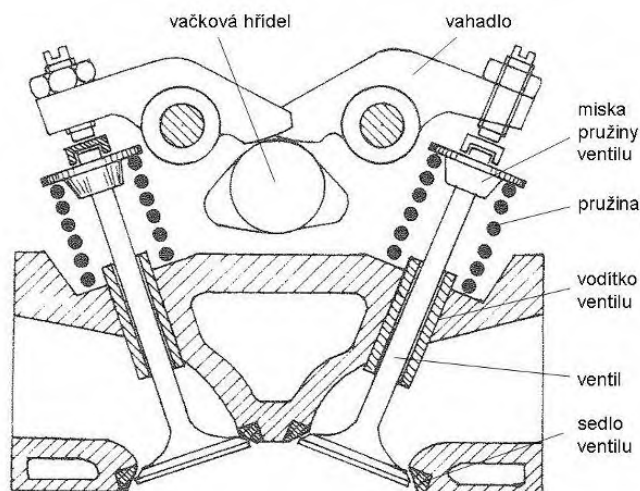


- **Rozvod s visutými ventily v hlavě válců – OHV**
 - Rozvod má poměrně jednoduchou konstrukci.
 - Ventily jsou umístěny shora v hlavě válců, obvykle v jedné řadě.
 - Vačkový hřídel je umístěn v klikové skřini.
 - Od vačkového hřídele se ventily ovládají ventilovými zdvihátky a rozvodovými tyčkami, které přes vahadla ovládají ventily.
 - Vahadla jsou otočně uložena na čepu vahadel.
 - Nevýhodou tohoto rozvodu je velký počet součástí a jejich hmotnost.



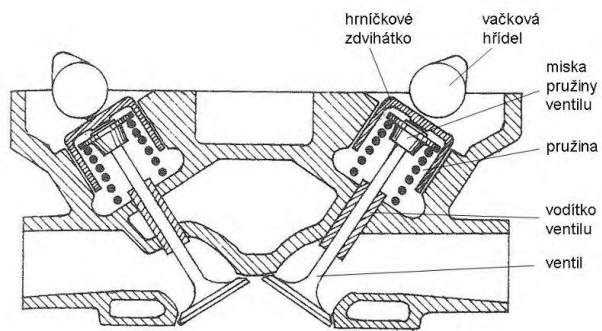
- **Rozvod s ventily v hlavě válců a vačkovým hřídelem na hlavě válců – OHC**

- Jedná se o nejpoužívanější rozvod u osobních vozidel.
- Vačkový hřídel umístěn na hlavě motoru buď nad ventily, nebo mezi ventily.
- Ventily jsou ovládány rozvodovými pákami, přímo přes hrníčková zdvihátka nebo pomocí vahadel.
- Výhodou je malý počet součástí.
- Nevýhodou je větší výška hlavy válců.
- Někdy je tento druh označován jako **SOHC** (Simple OHC).

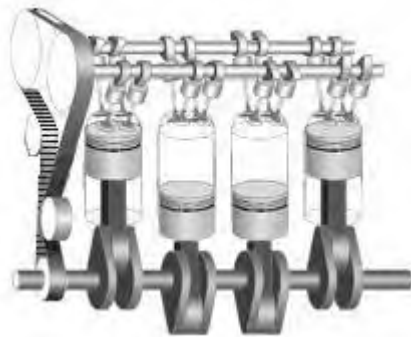


- **Rozvod se dvěma vačkovými hřídeli na hlavě válců – DOHC**

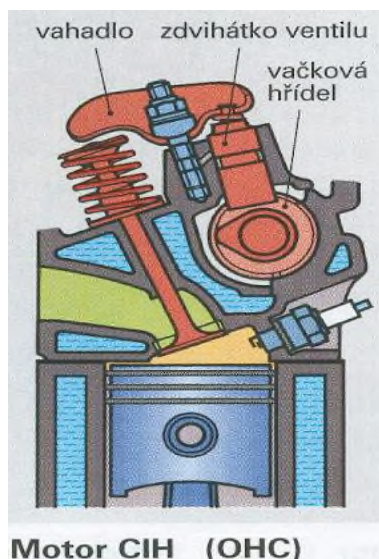
- Obdoba rozvodu OHC se dvěma vačkovými hřídeli na hlavě válců.
- Používá se u víceventilových rozvodů.
- Někdy se také značí jako rozvod 2 x OHC.



- Přenos pohonu u rozvodu OHC nebo DOHC je proveden prostřednictvím rozvodového řemenu, rozvodového řetězu, popř. ozubeným soukolím.



- **Rozvod s vačkovým hřídelem v hlavě válců – CIH**
 - Vačkový hřídel umístěn v hlavě válců a ovládá ventily pomocí ventilových zdvínátek a vahadel.



Hlavní části ventilového rozvodu

• Ventily

- Otevírají a uzavírají sací a výfukové kanály na straně spalovacího prostoru.
- Ventily se skládají z talířku s kuželovou těsnicí plochou, dříku a stopky.
- Talířek ventilu dosedá do sedla v hlavě válců.
- Sací ventily – mají obvykle větší průměr talířku a vyrábí se z chromkřemíkové oceli.
- Výfukové ventily – značně tepelně namáhány, vyrábí se z austenitických ocelí legovaných chromem, niklem, wolframem nebo molybdenem.
- Ventilová vůle – aby docházelo k bezchybnému uzavírání ventilů za všech provozních podmínek motoru, je třeba nastavit určitou ventilovou vůli nebo je třeba použít hydraulické vymezování (hydraulické zdvihátko) nebo se používají podložky libovolných rozměrů.
- Nastavení ventilové vůle:
 - provádí se měřením mezery mezi dříkem ventilu a vahadlem (nebo zdvihátkem) pomocí spárové měrky, když je ventil zavřený (píst v horní úvrati)
 - cílem je nastavit specifikovanou vůli pro optimální chod, těsnění a životnost motoru
 - měření se provádí povolením pojistné matice a nastavením stavěcího šroubu, následně zkontrolováním a dotažením
 - ventilovou vůli předepisuje výrobce vozidla (motoru) a zpravidla bývá odlišná pro sací a výfukový ventil (např. v rozmezí 0,15 mm až 0,25 mm)
- Malá ventilová vůle
 - ztráta tlaku ve válci
 - zhoršení plnění válce
 - ventil nedostatečně chlazen

- může dojít k podpálení ventilu a ventilového sedla
- Velká ventilová vůle
 - kratší doba otevření ventilu
 - zhoršení plnění válce a snížení výkonu
 - větší mechanické namáhání a vyšší hlučnost
- Ventil je veden ve vodítku ventilu, na jehož horním konci je nalisované těsnění (gufero).
- **Vačkový hřídel**
 - Zajišťuje otevírání ventilů ve správném pořadí.
 - Doba otevření ventilu, zdvih ventilu a rychlost otevírání a zavírání ventilu jsou určeny tvarem vačky.
 - Je vyroben zpravidla z jednoho kusu jako odlitek z tvárné nebo temperované litiny nebo jako zápusťkový výkovek z uhlíkové oceli.
- **Pohon vačkového hřídele**
 - Základem pohonu rozvodového ústrojí je přesná synchronizace pohybu klikového hřídele a hřídele vačkového.
 - Pohon rozvodovým ozubeným řemenem
 - Pohon ocelovým válečkovým řetězem – jednořadý nebo dvouřadý řetěz
 - Pohon ozubenými koly
 - U rozvodu DOHC může být sací i výfukový vačkový hřídel poháněn přímo společným ozubeným řemenem nebo společným válečkovým řetězem. Často je ale přímo poháněn pouze jeden vačkový hřídel (obvykle výfukový), druhý vačkový hřídel je potom poháněn krátkým válečkovým řetězem nebo ozubenými koly od přímo poháněného vačkového hřídele.
- **Změna časování ventilového rozvodu**
 - Využívá se variabilní časování ventilů, které umožňuje měnit polohu vačkových hřídelů vůči klikovému hřídeli.
 - BMW – systém Vanos, Valvetronic
 - Honda – systém VTEC a další

30) Přepřňování motorů

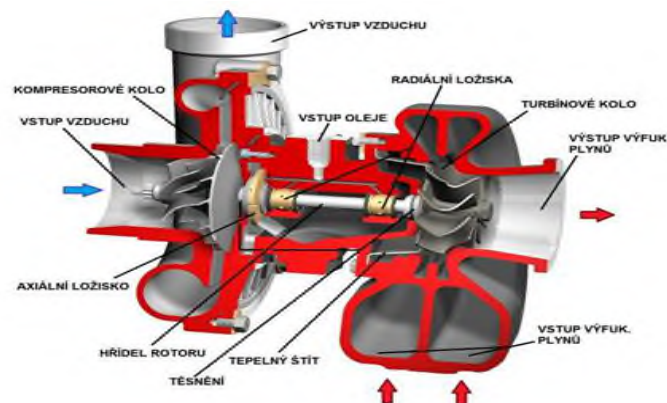
- Jedná se o technické řešení pro zlepšení plnění válců.
- Válec je plněn nuceně tlakem vyšším než atmosférickým.
- Přepřňováním se dostává do pracovního prostoru větší množství vzduchu, kterému je třeba přizpůsobit i množství paliva.
- Přepřňováním lze buď zvýšit výkon motoru, nebo při stejném výkonu zmenšit jeho rozměry.

Přepřňování turbodmychadlem

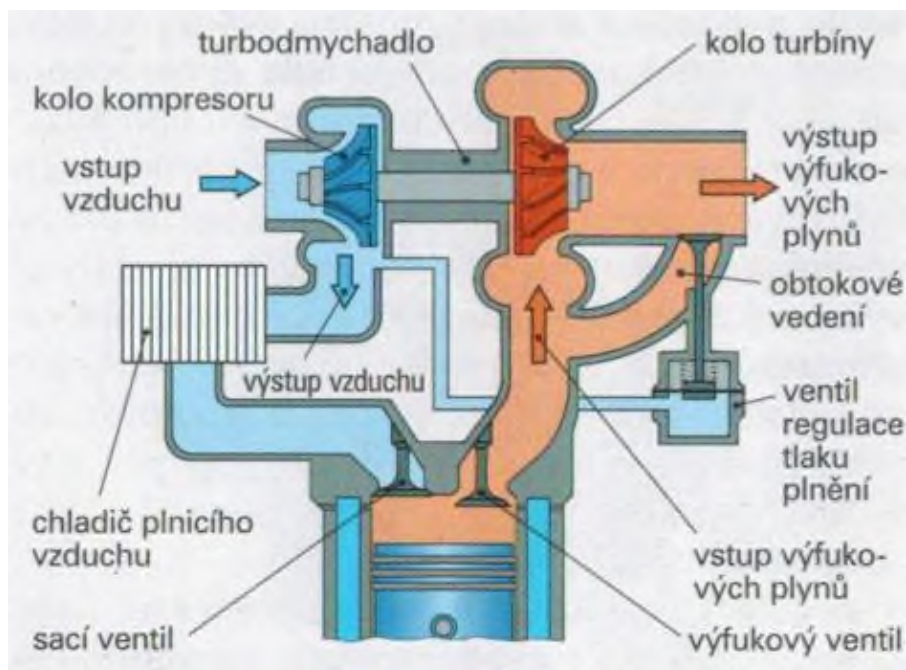
- Turbína je poháněna energií výfukových plynů.
- Turbína následně pohání přes hřídel dmychadlo, které nasává čerstvý vzduch a dopravuje ho s přetlakem do válců motoru.
- Mezi dmychadlo a motor se obvykle umísřuje chladič stlačeného vzduchu (intercooler), který snižuje teplotu plnicího vzduchu.
- Ochlazením stlačeného vzduchu se zvyšuje plnicí účinnost motoru.

Konstrukce turbodmychadla

- Turbodmychadlo se skládá z lopatkového turbínového kola a lopatkového kola dmychadla. Obě kola jsou uložena na hřídeli a mají společné otáčky.
- Otáčky turbodmychadla se dle zatížení mohou pohybovat v rozmezí $50\,000\text{ min}^{-1}$ až $180\,000\text{ min}^{-1}$.
- Hřídel s lopatkovými koly musí být vyvážen a musí být zajištěno mazání.
- Hřídel je uložen v jehlových ložiscích nebo v plovoucích kluzných pouzdrech.
- Mazání turbodmychadla je napojeno na tlakový mazací systém motoru.
- Skříň turbíny a skříň ložisek je vyrobena z šedé litiny. Skříň turbíny bývá často vyráběna jako součást výfukového potrubí.
- Skříň dmychadla se vyrábí ze slitiny hliníku.



Základní uspořádnání turbodmychadla



Princip činnosti turbodmychadla

- Turbína převádí energii výfukových plynů na otáčivý pohyb a tím pohání dmychadlo.
- Dmychadlo dodává nasátý a stlačený vzduch do válců motoru.
- Podle velikosti plnicího přetlaku se přeplňované motory rozdělují do tří skupin:
 - s nízkotlakým přeplňováním – přetlak 0,2 bar až 0,5 bar
 - se středotlakým přeplňováním – přetlak 0,5 bar až 1 bar
 - s vysokotlakým přeplňováním – přetlak vyšší než 1 bar
- Stlačením se vzduch zahřeje až na 130°C, proto je třeba jej ochladit v chladiči plnicího vzduchu. Ochlazení až o 60°C.

Chladič plnicího vzduchu – intercooler

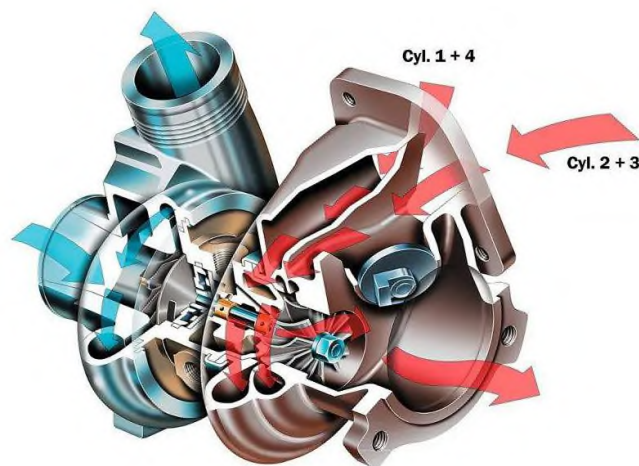
- Horký vzduch z turbodmychadla prochází přes lamelový výměník, okolní vzduch (nebo voda) jej ochladí, čímž zvyšuje jeho hustotu a množství kyslíku, což vede k efektivnějšímu spalování, vyššímu výkonu a lepší reakci motoru, jelikož chladnější vzduch s více kyslíkem umožňuje přidat více paliva.
- Snížením teploty plnicího vzduchu se zvýší jeho hustota, sníží se teplota pracovního oběhu motoru a tím i tepelné namáhání funkčních částí spalovacího prostoru.
- Používají se chladiče vzduchové – plnicí vzduch je ochlazován okolním proudícím vzduchem a chladiče kapalinové - jsou umístěny přímo v sacím potrubí. U chladičů kapalinových dochází k minimálním tlakovým ztrátám.

Regulace plnicího tlaku turbodmychadla

- Nevýhoda přepínání motorů pomocí turbodmyhadla je tzv. „turboefekt“, což je zpoždění reakce motoru na sešlápnutí akcelérátoru.
- Toto zpoždění je způsobeno opožděným roztočením turbíny a tím i dmyhadla, kvůli zvýšenému množství výfukových plynů.
- Proto se používá regulace turbodmyhadla
 - pomocí obtokového regulačního ventilu plnicího tlaku – tzv. bypass
 - pomocí nastavitelné geometrie rozváděcích lopatek turbíny

- **Regulace pomocí obtokového regulačního ventilu plnicího tlaku**

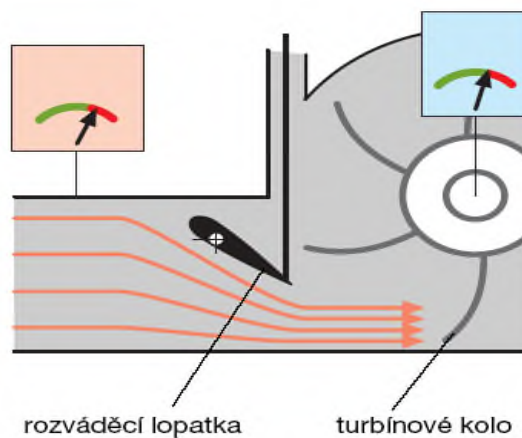
- Tento způsob regulace je pasivní.
- Turbodmyhadlo dává poměrně velké množství vzduchu již při nízkých otáčkách motoru.
- Při zvyšování otáček motoru vzrůstá plnicí tlak až do okamžiku, kdy se otevře obtokový regulační ventil (bypass) a část výfukových plynů je odvedena obtokovým potrubím do výfuku.
- Obtokem výfukových plynů se sníží účinnost turbodmyhadla.



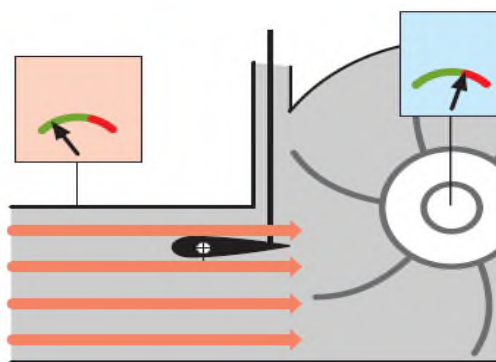
- **Regulace turbodmyhadla pomocí nastavení geometrie rozváděcích lopatek turbíny**

- Jedná se o aktivní regulaci, kdy plnicí tlak turbodmyhadla není regulován obtokovým ventilem, ale nastavitelnými rozváděcími lopatkami v turbíně.
- Rozváděcí lopatky řídí proud výfukových plynů tak, že turbína pracuje nezávisle na otáčkách motoru a tedy i okamžitém objemu výfukových plynů.
- Pohyb lopatek zajišťuje ovládací podtlakový válec.
- Konstrukce turbodmyhadla s proměnnou geometrií turbíny:
 - plnicí tlak se reguluje v celém rozsahu pracovních otáček motoru
 - skříň turbodmyhadla je tvořena kolem výfukového potrubí
 - průřez pro proudění výfukových plynů a směr proudu je ovlivňován nastavitelnými rozváděcími lopatkami
 - turbínou proudí celý objem výfukových plynů
- Princip regulace plnicího tlaku:

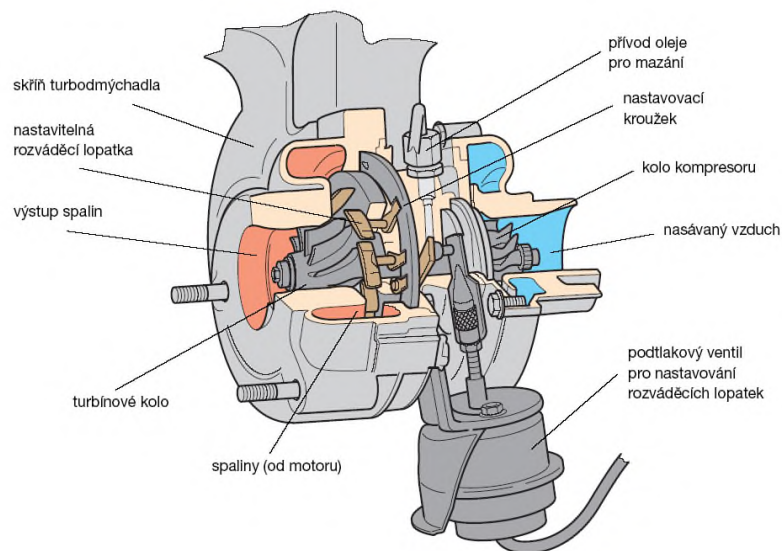
- škrcením průřezu toku výfukových plynů se zvyšuje rychlost proudění výfukových plynů
- v nízkých otáčkách požadujeme vysoký plnicí tlak, lopatky zmenší průřez, rychlost proudění se zvýší, tím pádem se zvýší i rychlost otáčení turbíny
- díky vysokým otáčkám turbíny se i při nízkých otáčkách motoru dosáhne potřebného plnicího tlaku
- ve vysokých otáčkách motoru nesmí být překročen maximální plnicí tlak, proto je nutné jej regulovat
- při regulaci plnicího tlaku se pootočí nastavovací lopatky a zvýší průřez natolik, aby nebyl překročen maximální plnicí tlak a přitom byl zachován výkon turbodmychadla



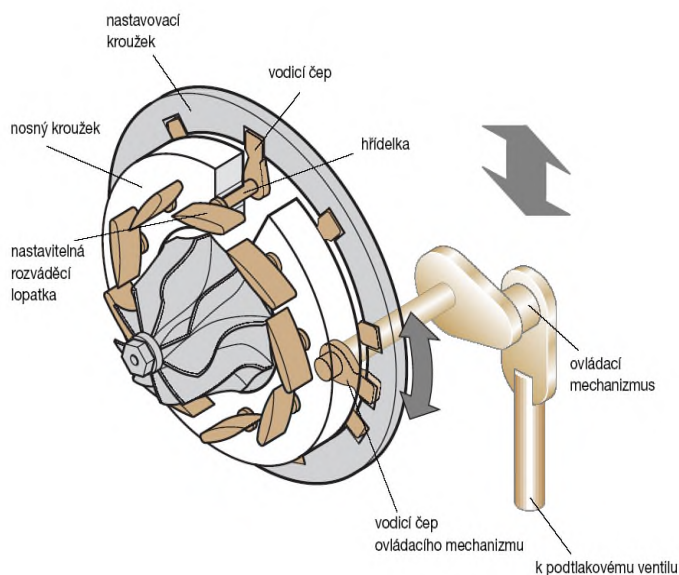
obr. nízké otáčky motoru, zúžený průřez, vysoká rychlost proudění plynů, vysoké otáčky turbíny, vysoký plnicí tlak



obr. vysoké otáčky motoru, větší průřez, nižší rychlost proudění plynů, nižší otáčky turbíny, nižší plnicí tlak



obr. turbodmychadlo s proměnnou geometrií lopatek



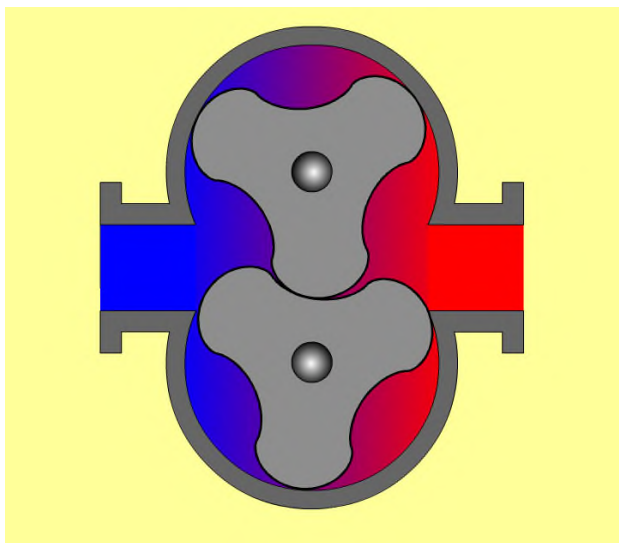
obr. ovládání nastavení rozváděcích lopatek

Mechanicky poháněná dmychadla – kompresory

- Poháněna přímo od motoru prostřednictvím převodného ústrojí.
- Kompresory na rozdíl od turbodmychadel zaručují lineární přírůstek výkonu a velký točivý moment už při nízkých otáčkách motoru.
- Díky vazbě mezi motorem a kompresorem odpadá prodleva reakce motoru při změně polohy akceleračního pedálu.
- Nevýhodou oproti turbodmychadlu je odběr určitého výkonu motoru.

Šroubové dmychadlo – Rootsovo

- Používají se třílaločné rotory šroubového typu.



- Rotory jsou vyrobeny z lehké slitiny, potaženy vrstvou speciálního plastu.
- Otáčky jsou zpravidla dvojnásobné oproti otáčkám motoru.
- Synchronizace protisměrného otáčení rotorů je dosažena párem ozubených kol.
- Dmychadla jsou hlučná – charakteristický je bzučivý hluk.
- Dmychadlo spíná elektromagnetická spojka.



Šroubové mechanické dmychadlo – Lysholmovo

- Hlavní rotor se širokým profilem zubů, které zapadají do mezer mezi zuby vedlejšího rotoru.
- Vedlejší rotor má větší počet zubů.
- Zuby obou rotorů jsou vinuty na rotorech ve šroubovici.
- Rotory se otáčejí ve společné skříni a jejich otáčky jsou synchronizovány ozubeným soukolím.
- Oproti Rootsovu dmychadlu může mít vyšší otáčky a má i menší hlučnost.

- Nevýhodou je náročná výroba a citlivost na zvětšení vůle mezi rotory.



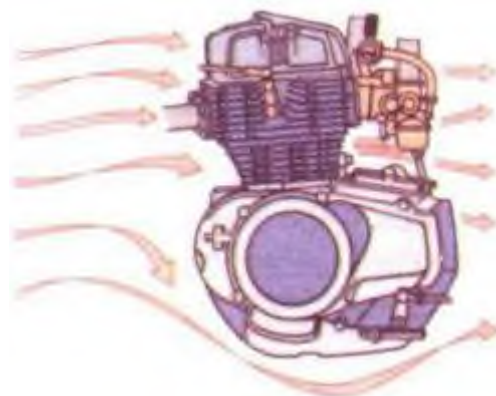
31) Chlazení a mazání motorů.

Chlazení pístových spalovacích motorů

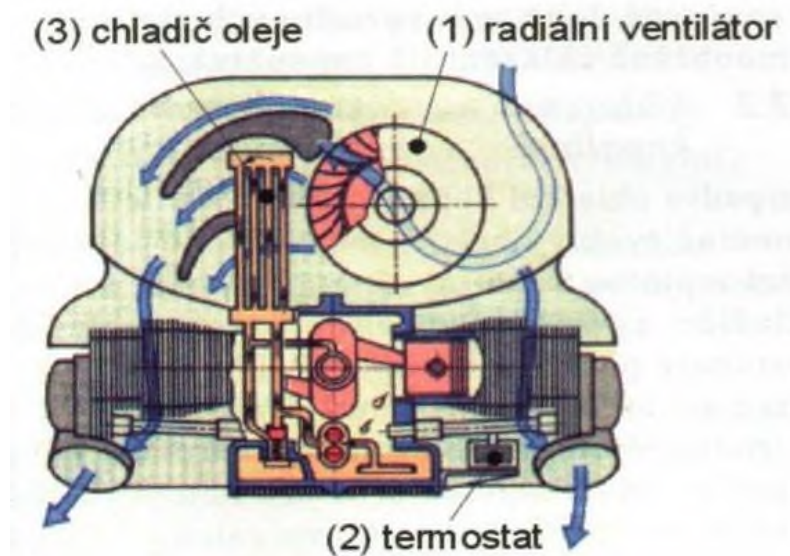
- **Účel:**
 - Udržovat teplotu motoru a jeho částí na takové výši, která je pro provoz nejvhodnější
 - Teplota motoru má rovněž vliv na jakost a životnost oleje
- **Požadavky na chladicí systém:**
 - Vysoký chladicí výkon
 - Pokud možno nízká hmotnost
 - Rovnoměrné ochlazování jednotlivých částí a tím zamezení vzniku vnitřních pnutí
 - Dobrý přestup tepla
- **Druhy chlazení:**
 - Vzduchové:
 - náporové, prouděním
 - s nuceným prouděním vzduchu
 - Kapalinové:
 - samooběžné (termosifonové)
 - s nuceným oběhem chladicí kapaliny

Chlazení vzduchové:

- U vzduchového chlazení je přebytečné teplo odváděno přímo do okolního vzduchu.
- Aby bylo dosaženo co nejlepší tepelné vodivosti, jsou válce a hlavy válců často odlity z legované lehké slitiny.
- Přestup tepla do okolí se zlepší použitím chladicích žeber, které zvětšují účinnou chladicí plochu.
- Náporové chlazení vzduchem:
 - nejjednodušší způsob chlazení
 - používá se především u motocyklů
 - nezakrytý motor je ochlazován proudem vzduchu při jízdě
 - chlazení je nerovnoměrné, intenzita chlazení závislá na okolní teplotě a rychlosti pohybu vozidla



- Chlazení s nuceným prouděním vzduchu:
 - umožňuje dostatečné chlazení zakrytých motorů
 - používá se u motorů zabudovaných do vozidel a skútrů
 - pro vytvoření proudu vzduchu se používají axiální nebo radiální ventilátory
 - vzduch proudící ze skříně ventilátoru je pomocí kanálů a usměrňovacích plechů pokud možno rovnoměrně přiváděn k jednotlivým válcům
 - ventilátor může být poháněn přímo od klikového hřídele, případně může být použit převod klínovým řemenem, ozubeným soukolím nebo hydraulicky

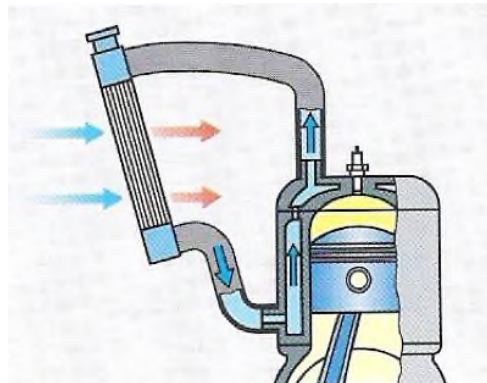


- Regulace chladicího výkonu – teploty motoru:
 - škrcením průtoku vzduchu:
 - před ventilátorem – nevýhodou je, že se ventilátor může dostat do nestabilní oblasti, ve které ztrácí účinnost
 - za ventilátorem – výhodná je regulace recirkulací chladicího vzduchu přes motor, např. pomocí klapky ovládaných termostatem
 - změnou otáček ventilátoru:
 - tento způsob vyžaduje změnu převodu mezi ventilátorem a motorem, což je obtížné
 - používá se buď měnitelný převod klínovým řemenem, převod hydrostatický, převod pomocí hydrodynamické (kapalinové) spojky nebo regulace vypínáním a zapínáním ventilátoru (nejčastěji elektromagneticky ovládanou třecí spojkou)
- Výhody a nevýhody vzduchového chlazení:
 - výhody:
 - jednodušší konstrukce, nižší výrobní náklady
 - nižší hmotnost
 - menší rozměry
 - spolehlivější v oblastech s extrémními povětrnostními vlivy (zima, tropické podnebí)

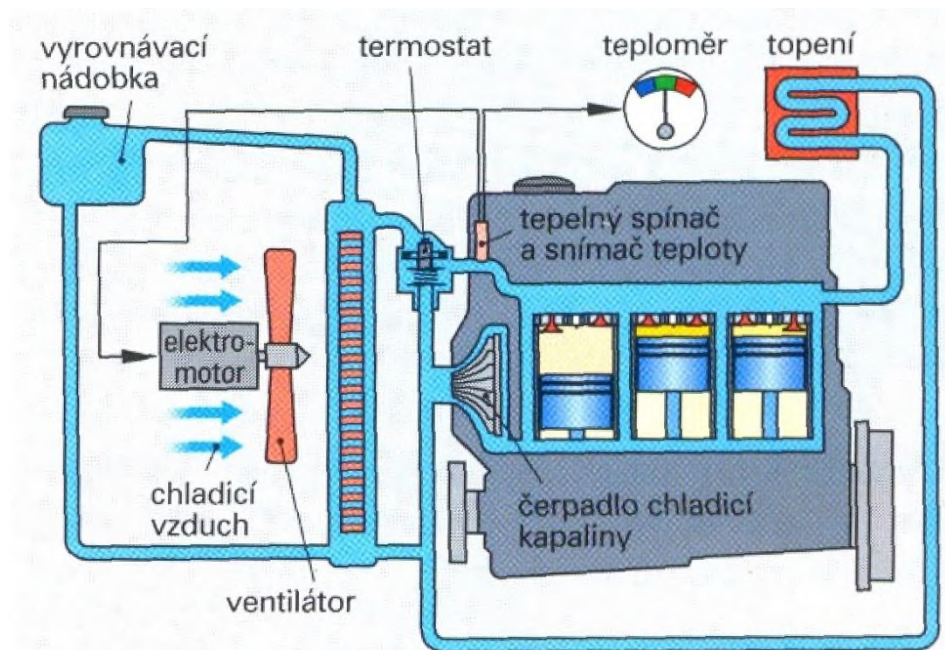
- jednodušší údržba
- rychlejší zahřátí motoru na provozní teplotu
- nevýhody:
 - kolísání provozní teploty motoru
 - vyžaduje větší vůli pístů ve válcích
 - velký příkon výkonu ventilátoru
 - větší hlučnost motoru (nemá tlumicí kapalinový plášť), samotný ventilátor zvyšuje hlučnost motoru
 - nebezpečí deformací, opotřebení a poruch kvůli nerovnoměrným teplotám hlav a válců motoru
 - obtížnější regulace

Chlazení kapalinové:

- Válce a hlavy válců jsou opatřeny dvojími stěnami. Prostor mezi stěnami je vyplněn kapalinou.
- Samooběžné chlazení – termosifonové:
 - ohřátá kapalina s menší měrnou hmotností stoupá nahoru a na její místo přichází chladnější kapalina z chladiče
 - tento systém používaly menší motory
 - pohyb kapaliny je poměrně pomalý
 - malá účinnost chlazení, vyžaduje velký chladič
 - v současnosti se již nevyužívá



- Chlazení s nuceným oběhem chladicí kapaliny:
 - oběh kapaliny zajišťuje čerpadlo
 - u studeného motoru je v činnosti tzv. malý chladicí okruh (čerpadlo dopravuje kapalinu do prostor kolem válců a hlavy válců, dále do systému vytápění a zpět na sací stranu čerpadla).
 - po dosažení provozní teploty motoru začne termostat otevírat vstup do chladiče, kapalina proudí přes chladič tzv. velkým chladicím okruhem.



- Čerpadlo chladicí kapaliny:
 - většinou odstředivé radiální čerpadlo
 - pohon obvykle pomocí klínového nebo drážkového řemene od motoru nebo prostřednictvím ozubeného řemene od rozvodu motoru
 - v současné době se používají čerpadla elektrická (jako pomocné dodatečné čerpadlo)
- Ventilátor chladiče:
 - zajistit proudění vzduchu kolem chladiče i motorovým prostorem zejména tehdy, je-li přirozené proudění nedostatečné
 - způsob pohonu větráku:
 - přímý pohon větráku
 - větrák s regulací v závislosti na teplotě motoru
 - mechanicky poháněný větrák s viskózní spojkou
 - mechanicky poháněný větrák s třecí spojkou
- Chladič:
 - úkolem chladiče je předat teplo, které odvádí chladicí kapalina z motoru do okolní atmosféry
 - používají se chladiče se svislým prouděním kapaliny a chladiče s příčným prouděním kapaliny
 - chladicí síť představuje velkou plochu tvořenou systémem trubek a lamel
 - chladič se skládá ze dvou komor, mezi komorami je umístěna síť chladiče tvořená chladicími trubkami a lamelami
 - komory chladiče jsou vyrobeny z plastu, mosazného plechu nebo hliníkové slitiny
 - trubky nebo lamely chladiče jsou vyrobeny z mědi nebo hliníku
- Uzávěr plnicího hrdla:
 - uzavěr plnicího hrdla je opatřen přetlakovým a podtlakovým ventilem

- přetlakový ventil umožňuje zvýšení bodu varu chladicí kapaliny
 - při chladnutí kondenzují v chladiči vodní páry a vzniká podtlak uvnitř chladiče
 - aby nedošlo k deformaci chladiče, otevře se podtlakový ventil a tlak uvnitř chladiče se vyrovná s atmosférickým
- Regulační termoventil – termostat:
 - úkolem termostatu je ovládat proudění chladicí kapaliny v systému tak, aby po spuštění studeného motoru došlo co nejrychleji k jeho zahřátí na provozní teplotu a aby kolísání provozní teploty motoru bylo co nejmenší
 - termostat je umístěn ve skříni termostatu na vstupu nebo výstupu chladicí kapaliny z motoru
- Chladicí kapaliny:
 - Požadavky:
 - vysoké měrné teplo
 - tekutost i při nízkých teplotách
 - nesmí vylučovat usazeniny
 - nesmí působit agresivně na materiály chladicího systému
 - nesmí být hořlavá
 - musí mít dostatečně vysoký bod varu
 - Chladicí kapaliny se vyrábějí na bázi netoxického propylenglykolu nebo na bázi etylenglykolu
 - Chladicí kapaliny se ředí destilovanou vodou

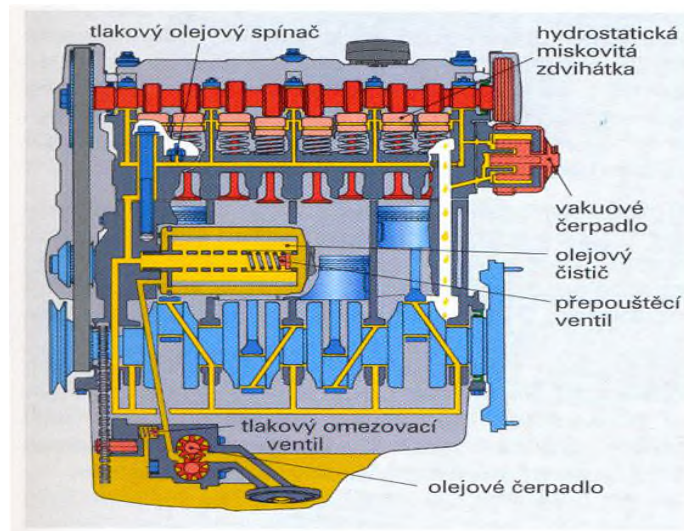
Mazání pístových spalovacích motorů

- **Účel:**
 - Zmenšit třecí ztráty a opotřebení pohybujících se částí motoru
 - Odvést část tepla z motoru
 - Zlepšit těsnění jednotlivých součástí motoru, zejména pístu ve válci
 - Odvést nečistoty z motoru a mazací soustavy
 - Konzervovat vnitřek motoru a zabránit vzniku koroze
 - Snížit hlučnost motoru
- **Druhy tření:**
 - Když se dvě pevná tělesa po sobě posouvají, vzniká tření. Je tím větší, čím silněji jsou k sobě obě části přitlačovány a čím drsnější jsou stykové plochy.
 - Suché tření:
 - vzniká při přímém dotyku po sobě se posouvajících částí
 - dochází k bodovému svařování (třecí svařování), které vede k silnému opotřebení a zvýšení teploty
 - Polosuché tření:

- vzniká tehdy, jestliže jsou stykové plochy mazány a přesto dochází k příležitostným kontaktům, protože nelze vytvořit souvislou olejovou vrstvu
- Mokrý tření:
 - vznikne tehdy, když olejová vrstva (film) oddělí např. ložisko od hřídele
 - v tomto případě existuje pouze vnitřní tření v kapalině
 - opotřebení a zvýšení teploty je minimální
 - při otáčení unáší hřídel mazací olej po směru svého otáčení
 - pod otáčejícím se hřídelem vzniká „olejový klín“, který se snaží hřídel nadzvednout
 - v nejužším místě mezi hřídelem a ložiskem se vytvoří největší tlak
 - pokud dojde v této oblasti k porušení olejového filmu, hřídel dosedne na ložisko a zvýší se tření
 - kluzná ložiska jsou vyráběna ze slitin mědi, slitin hliníku a slitin olova s cínem
 - rovněž ložiska z litiny mají dobré třecí vlastnosti
- Namáhání motorového oleje:
 - olej v motoru je vystaven tepelnému, chemickému a mechanickému namáhání
 - díky tomu olej v motoru „stárne“ a ztrácí své mazací schopnosti
 - olej je znečišťován karbonovými, prachovými a kovovými částicemi
 - u vznětových motorů je olej navíc znečišťován i sazemi
 - těžší složky benzínu, hlavně u studeného motoru, ředí mazací film na stěně

Tlakové mazání čtyřdobých motorů:

- Mazací olej je na jednotlivá místa vytlačován olejovým čerpadlem a cirkuluje motorem.
- Používají se dva základní způsoby tlakového mazání:
 - mazání z klikové skříně:
 - při němž je zásoba oleje ve spodním víku klikové skříně (olejové vaně)
 - mazání z olejové nádrže:
 - při němž je zásoba oleje v nádrži mimo vlastní klikovou skříň (nákladní terénní automobily, traktory)

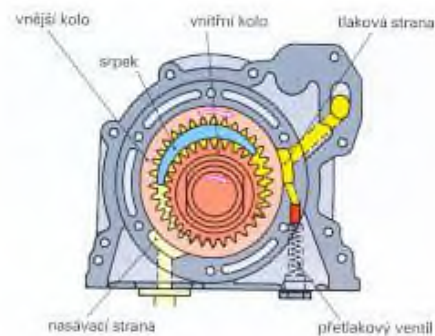


- Olejové čerpadlo:
 - Pohon olejového čerpadla může být proveden od hřídele rozdělovače, ozubeným řemenem, řetězem nebo ozubeným soukolím
 - Zubové olejové čerpadlo:
 - čerpadlo se skládá ze skříně, ve které jsou dvě stejná čelní ozubená kola, která jsou spolu v záběru
 - hnací kolo je spojeno s hnacím hřídelem, hnané je uloženo otočně na čepu
 - olej se nasává do mezer mezi zuby a po obvodě kol je dopravován na výtláčnou stranu
 - zde jsou zuby opět do záběru, objem mezer mezi zuby se zmenšuje a olej je vytlačován do výtláčného potrubí

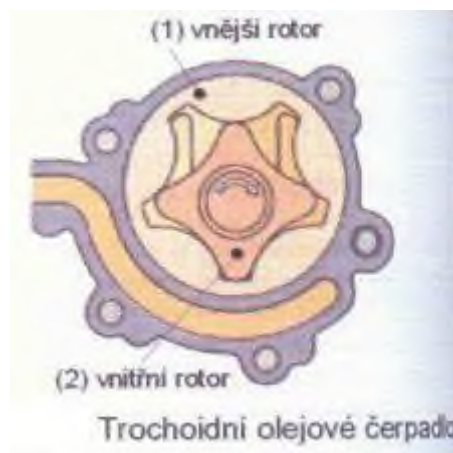


- Olejové čerpadlo s vnitřním ozubením – srpkové:
 - vnitřní ozubené kolo je obvykle umístěno přímo na klikovém hřídeli
 - vnější kolo s vnitřním ozubením je vzhledem k vnitřnímu kolu umístěno výstředně (excentricky)

- tímto uspořádáním vznikají sací a výtlačný prostor, které jsou vzájemně odděleny tělesem tvaru srpku
- olej je dopravován v mezerách mezi zuby podél obou stran srpku
- oproti zubovému čerpadlu má větší dopravní výkon



- Trochoidní olejové čerpadlo:
 - vnitřní rotor má o jeden zub méně, než vnější
 - ozubení vnitřního rotoru je tvarováno tak, aby se dotýkalo každého zubu vnějšího rotoru a vzniklé prostory mezi rotory byly řádně utěsněny
 - při otáčení rotorů se prostor na sací straně zvětšuje – čerpadlo nasává
 - na výtlačné straně se prostor mezi rotory zmenšuje a olej je vytlačován do výtlačného potrubí
 - trochoidní čerpadlo pracuje rovnoměrně a je jím možno dosáhnout vysokého výtlačného tlaku



- Kontrola tlaku oleje:
 - Tlak olej je možné kontrolovat pomocí tlakoměru, opticky kontrolkou mazání a akustickým signálem.
 - Kontrolka mazání se rozsvítí při poklesu tlaku pod určitou hodnotu (cca 0,5 bar).
 - Po spuštění motoru nesmí varovná kontrolka tlaku oleje svítit.
 - Jestliže se během jízdy rozsvítí kontrolka tlaku mazání, je nutno okamžitě zastavit a zhasnout motor. Následně zjistit příčinu poklesu tlaku.
- Čistič oleje:

- Účelem čističe oleje je odstranit z oleje nečistoty, které se do něj dostávají při provozu motoru.
- Jedná se především o mechanické nečistoty.
- Podle umístění a průtoku oleje se čističe dělí na plnoprůtokové a obtokové.
- Plnoprůtokový čistič musí být vybaven obtokovým ventilem, aby i při neprůchodnosti čističe bylo umožněno dostatečné mazání motoru (např. při ucpané čistící vložce).
- Nejčastěji se používají čističe s papírovou filtrační vložkou. Tato vložka se buď mění samostatně a je umístěna v modulu čističe oleje nebo je umístěna v tělese z ocelového plechu.
- Můžeme se také setkat se síťovým čističem oleje, lamelovým čističem oleje nebo odstředivým čističem oleje.

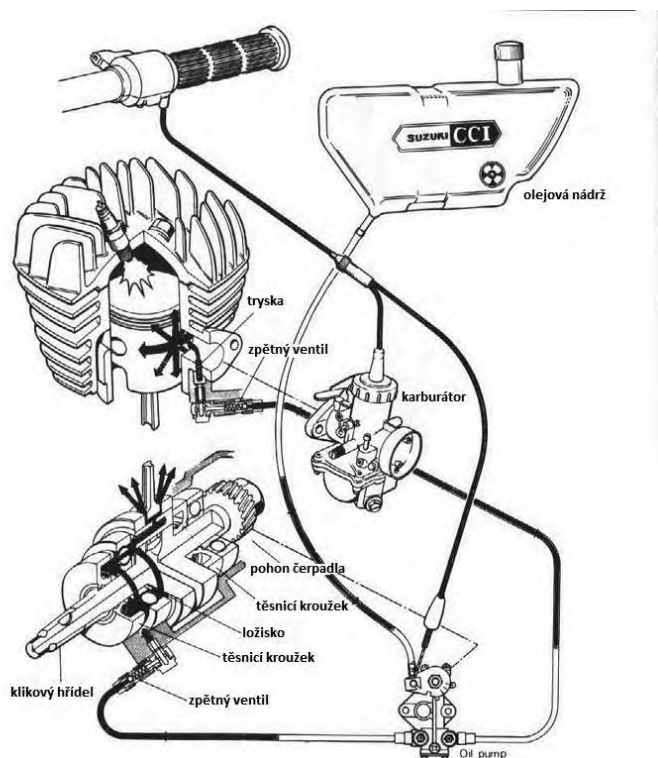
Mazání dvoudobých motorů:

- **Mazání směsí:**

- jedná se o nejjednodušší způsob mazání motorů
- mazací olej je přimísen do paliva nebo se nachází v oddělené olejové nádrži
- olej se s palivem ředí obvykle v poměru 1:25 až 1:100

- **Ztrátové mazání:**

- čerstvý olej je dopravován z olejové nádržky dávkovacím pístovým čerpadlem k mazaným místům
- olejové čerpadlo dávkuje olej v závislosti na poloze šoupátka akcelérátoru a na otáčkách motoru



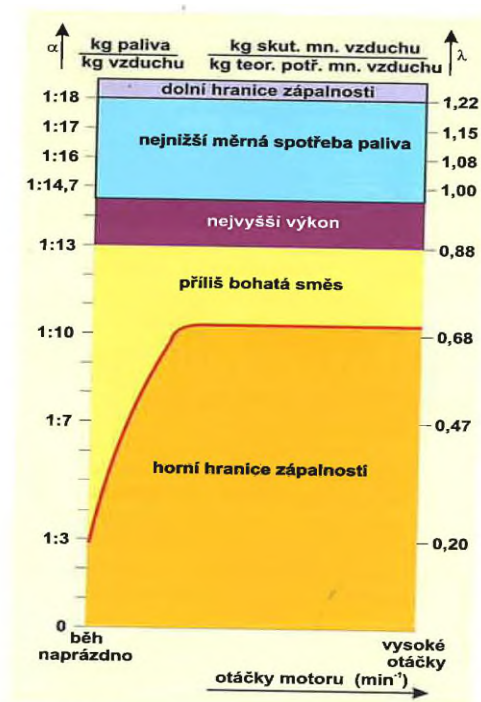
32) Palivové soustavy zážehových motorů

- **Základní definice**

- Zápalná směs (vzduch – benzin) je u zážehových motorů připravována karburátorem nebo pomocí vstřikování benzínu do sacího potrubí (nepřímé vstřikování) nebo je nasáván čistý vzduch a palivo vstřikováno přímo do válců motoru (přímé vstřikování).

- **Složení zápalné směsi**

- Vyjadřuje se dvěma základními způsoby:
 - směšovací poměrem
 - pomocí součinitele přebytku vzduchu
- Směšovací poměr vyjadřuje složení směsi pomocí hmotnostního poměru množství benzínu a vzduchu obsaženém v dané zápalné směsi.
- Rozlišujeme teoretický a skutečný směšovací poměr:
 - teoretický je asi 1:14,7 – což znamená, že pro dokonalé spálení 1 kg benzínu je potřeba 14,7 kg vzduchu (stechiometrický směšovací poměr)
 - skutečný směšovací poměr se liší od teoretického v závislosti na teplotě, otáčkách a zatížení motoru
- Pokud je v zápalné směsi větší díl benzínu (např. 1:13), je tato směs „bohatá“
- Směs s menším množstvím benzínu (např. 1:16) se nazývá „chudá“
- Stechiometrickému směšovacímu poměru odpovídá vzdušný součinitel λ ($\lambda = 1$).
- Spouštění studeného motoru:
 - vzhledem k nízké teplotě velká část paliva zkondenzuje na chladných stěnách sacího potrubí a válců motoru a zhoršuje se výrazně odpařitelnou paliva
 - proto je třeba připravit velmi bohatou směs (asi 1:3, $\lambda = 0,2$ až 0,3)
- Běh naprázdno (volnoběh):
 - je nutno vytvořit bohatou směs (asi 1:14, $\lambda = 0,9$ až 0,98)
- Střední zatížení:
 - jedná se o běžnou jízdu, kdy se vytváří mírně chudá směs (asi 1:16, $\lambda = 1,05$ až 1,15), při které má motor nejmenší měrnou spotřebu paliva
- Plné zatížení:
 - přechod z volnoběhu na vyšší otáčky vyžaduje mírně obohacenou směs (asi 1:13,5, $\lambda = 0,85$ až 0,95)
 - směs za tohoto složení nejrychleji hoří a motor má nejvyšší výkon

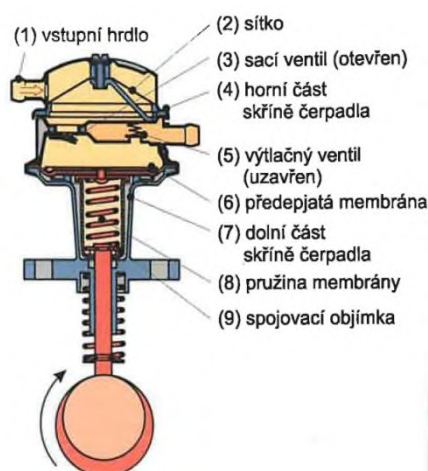


Obrázek 2.1 – Směšovací poměr a vzdušný součinitel λ

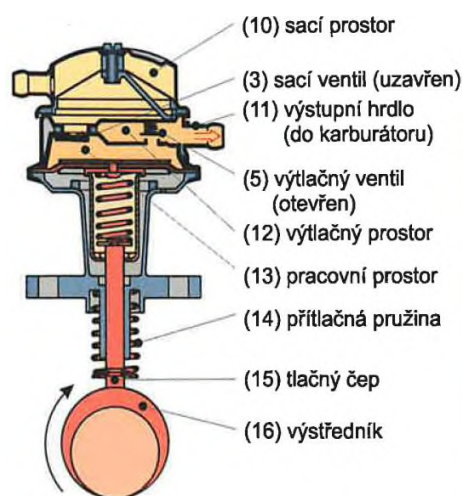
• Palivové soustavy s karburátorem

- Palivová soustava musí zajistit plnění motoru vhodnou zápalnou směsí při jakémkoli režimu chodu motoru.
- Palivo je dopravováno z nádrže potrubím přes čistič membránovým palivovým čerpadlem do plovákové komory karburátoru.
- Vzduch je nasáván motorem přes čistič a karburátor.
- V karburátoru dochází k mísení paliva se vzduchem, zápalná směs pak proudí sacím potrubím a sacími kanály v hlavě motoru do jednotlivých válců.
- Hlavní části:
 - Palivová nádrž:
 - z plechu, plastu nebo slitiny hliníku
 - je opatřena odvzdušňovacím potrubím
 - plnicí hrdlo a odvzdušňovací zařízení musí být opatřeno ventily, které zabrání úniku paliva při velkých náklonech karoserie
 - aby nedocházelo k úniku odpařeného paliva do ovzduší, používá se uzavřený palivový systém s nádobkou s aktivním uhlím
 - v palivové nádrži je umístěno zařízení pro měření množství paliva - plovák)
 - Palivové potrubí:
 - je vyrobeno z ocelových trubek, speciálních pryžových hadic nebo z plastu odolného vůči ropným produktům
 - musí být konstruováno tak, aby nedošlo k jeho poškození během vibrací vozidla a vlivem kroucení karoserie

- Čistič paliva:
 - používají se síťové čističe nebo čističe s papírovou vložkou
- Dopravní palivová čerpadla:
 - úkolem čerpadla je dopravit palivo z palivové nádrže do karburátoru
 - palivové čerpadlo může být mechanické, podtlakové nebo elektrické
 - elektricky poháněná válečková nebo odstředivá lopatková čerpadla (tlak 1 bar až 6,5 bar) se používají u vstřikování benzínu, podtlakem ovládaná membránová se používají u dvoudobých motorů
 - čtyřdobé karburátorové motory používají obvykle membránová čerpadla (tlak 0,2 bar až 0,3 bar)
 - nejčastěji se používají mechanicky poháněná čerpadla

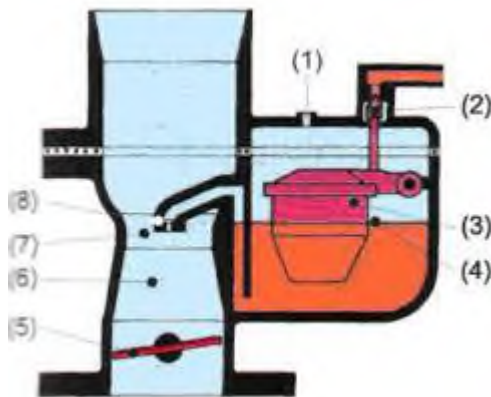


a) sací zdvih



b) výtlačný zdvih

- Karburátor:
 - účelem je připravit zápalnou směs v potřebném množství a složení v závislosti na otáčkách a zatížení motoru
 - je důležité, aby došlo k co nejrychlejšímu odpaření kapiček paliva a jeho smísení s nasávaným vzduchem ve správném poměru
 - jemné rozprašení benzínu a jeho dávkování je hlavním úkolem karburátoru
 - na odpařování paliva a mísení se vzduchem má vliv především jemnost rozprašování paliva, teplota a tlak
- Základní princip karburátoru:
 - během sacího zdvihu pístu ve válci motoru proudí karburátorem vzduch
 - zúžením průtočného průřezu vzduchového trychtýře se zvýší průtočná rychlost vzduchu
 - v nejužším místě (difuzoru) je nejvyšší rychlost vzduchu a největší podtlak, proto je v tomto místě ústí palivové trubice
 - tlakovým rozdílem mezi atmosférickým tlakem a tlakem v difuzoru je palivo nasáváno z plovákové komory karburátoru, rozprašeno v proudícím vzduchu a míseno se vzduchem ve směšovací komoře karburátoru
 - přídatný vzduch pro přimísení paliva je nasáván přes vzdušník pod hladinu paliva
 - průtok paliva je omezen palivovou tryskou
 - uzavíráním a otevíráním škrticí klapky se mění množství nasávané směsi a tím také výkon a otáčky motoru



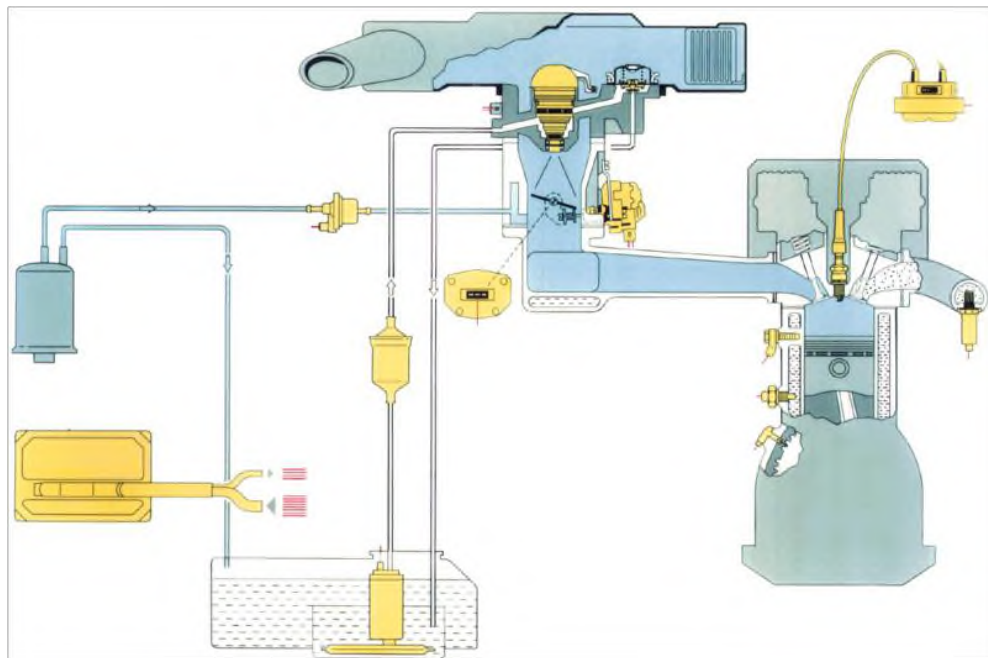
Jednoduchý karburátor

- 1) odvodušnění plovákové komory
- 2) jehlový ventil
- 3) plovák
- 4) hladina paliva
- 5) škrticí klapka
- 6) směšovací komora
- 7) difuzor
- 8) rozprašovací trubice

- **Palivové soustavy s nepřímým vstřikováním benzínu**

- Palivo je vstřikováno do sacího potrubí, popř. do sacího kanálu.
- Palivo může být vstřikováno během sacího zdvihu pístu a mísit se s nasávaným vzduchem, ale může být vstřikováno i před otevřením sacího ventilu, po otevření sacího ventilu je pak nasávána již přimísená směs.
- Ke konečnému promísení a vytvoření zápalné směsi dochází ve válci motoru během kompresního zdvihu.
- Řízení vstřikování může být mechanické nebo elektronické.
- Účel:
 - vstříknout a rozprášit palivo
 - smísit palivo se vzduchem
 - přizpůsobit složení zápalné směsi zatížení a otáčkám motoru
- Výhody vstřikování benzínu:
 - lepší plnění válců
 - rovnoměrnější rozdělení zápalné směsi do jednotlivých válců
 - vyšší měrný výkon a větší točivý moment
 - nižší měrná spotřeba paliva
 - dobré přechody, lepší pružnost motoru
 - snadnější spouštění studeného i zahřátého motoru
 - rychlejší reakce motoru na změnu polohy škrticí klapky
 - úspora paliva – odstavení vstřikování při brzdění motorem
- Rozdělení systémů s nepřímým vstřikováním:
 - podle počtu vstřikovacích ventilů rozdělujeme systémy na jednobodové a vícebodové
- **Jednobodové vstřikování benzínu – SPI:**
 - elektronicky řízený vstřikovací systém
 - palivo je vstřikováno přerušovaně jedním elektromagnetickým vstřikovacím ventilem, umístěným před škrticí klapkou
 - rozdělení zápalné směsi do jednotlivých válců je provedeno prostřednictvím sacího potrubí
- Jednobodové vstřikování benzínu Mono – Jetronic:
 - elektronicky řízené nízkotlaké jednobodové vstřikování benzínu s jedním centrálně umístěným elektromagnetickým vstřikovacím ventilem
 - samostatná řídicí jednotka pro vstřikování paliva a zapalování
- Jednobodové vstřikování benzínu Mono – Motronic:
 - nízkotlaké jednobodové vstřikování benzínu s integrovaným elektronickým zapalováním
 - tento systém umožňuje optimalizaci jak přípravy směsi, tak i řízení zapalování
- Palivový systém jednobodového vstřikování:
 - elektrické palivové čerpadlo dopravuje palivo z nádrže přes čistič paliva do vstřikovací jednotky

- čerpadlo může být umístěno přímo v nádrži nebo v potrubí
- čerpadlo je dvoustupňové, vyznačuje se tichým chodem a dopravuje palivo bez tlakových pulsací
- je – li čerpadlo umístěno přímo v palivové nádrži, je jeho součástí hrubý čistič paliva a plovák pro měření hladiny paliva
- výtláčný tlak je cca 1 bar
- vstřikovací jednotka je umístěna na sacím potrubí a vstřikuje palivo centrálně
- vstřikovací jednotka obsahuje vstřikovací ventil, regulátor tlaku paliva, snímač úhlu natočení škrticí klapky, nastavovač škrticí klapky a snímač teploty nasávaného vzduchu



obr. vstřikování paliva Mono – Motronic

- Řídicí systém:
 - elektronická řídicí jednotka, která obsahuje jednotlivé systémy elektronicky řízeného vstřikování, zapalování, regulace volnoběžných otáček lambda regulace a vlastní diagnostiky
 - předností celého řídicího systému jsou optimální provozní podmínky (složení zápalné směsi a okamžik zážehu) a snadná údržba

○ **Vícebodové vstřikování paliva – MPI:**

- každému válci motoru přísluší jeden nebo více vstřikovacích ventilů
- palivo je vstřikováno přímo na sací ventil
- starší systémy:
 - mechanické vstřikování Bosch K- Jetronic – systém nevyžaduje žádný pohon, palivo je vstřikováno nepřerušovaně
 - mechanicko – elektronické vstřikování Bosch KE – Jetronic – systém navazuje na K – Jetronic, elektronicky řízené vstřikování má přesnější přizpůsobení dávky paliva a umožňuje vytvoření některých přídatných funkcí
 - elektronický vstřikovací systém Bosch L – Jetronic – palivo je vstřikováno přerušovaně elektromagnetickými vstřikovacími ventily

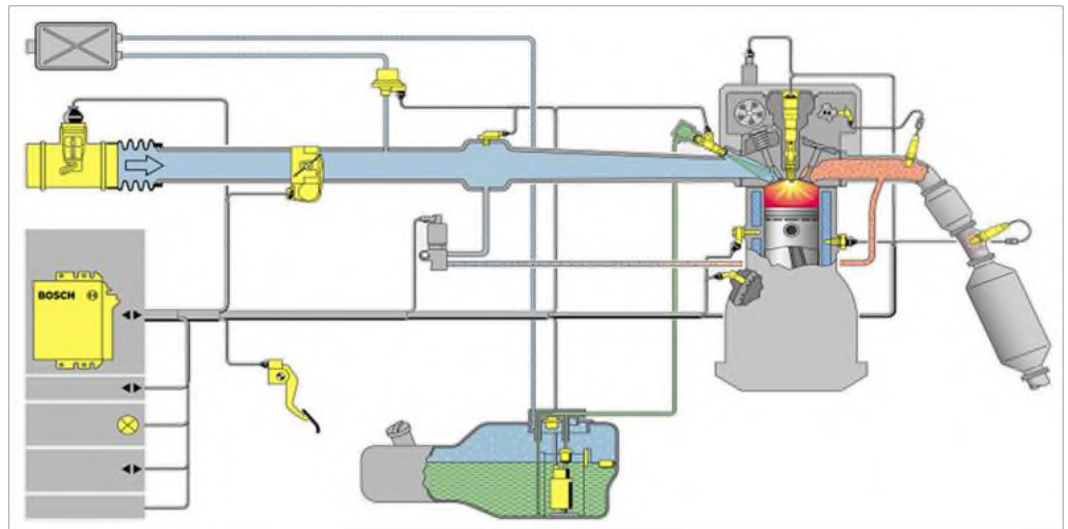
○ Bosch Motronic:

- řídicí jednotka Motronic ovládá systém vícebodového vstřikování paliva a systém plně elektronického zapalování
- jedná se o sekvenční vstřikování paliva, což znamená, že každý vstřikovací ventil je ovládán samostatně a palivo je dávkováno přímo do sacího zdvihu daného válce
- základním snímačem pro výpočet doby vstřiku je měřič hmotnosti nasávaného vzduchu
- dále systém pracuje s hodnotami jako teplota motoru, teplota nasávaného vzduchu, otáčky motoru a po zahřátí motoru aktuální složení výfukových plynů, snímaných lambda sondou
- u starších systémů se využívalo mechanické ovládání pedálu akcelérátoru, ale systémy novější (např. Motronic ME 7,5) má elektronické ovládání pedálu akcelérátoru
- to znamená, že řídicí jednotka motoru nastavuje škrticí klapku do požadované polohy pomocí servomotoru, a to na základně signálu ze snímače polohy pedálu akcelérátoru
- systém dále obsahuje odvětrání palivové nádrže do uhlíkového filtru, třícestný řízený katalyzátor, regulace klepání a zpětné vedení výfukových plynů
- vstřikování Motronic provádí vlastní diagnostiku řídicího systému a adaptuje se na aktuální provozní podmínky a technický stav motoru

○ Doprava a vstřikování paliva:

- elektrické palivové čerpadlo umístěné v nádrži dopravuje palivo přes čistič paliva do rozdělovacího palivového potrubí s elektromagnetickými vstřikovacími ventily
- výtlačný tlak paliva je zhruba 2,5 až 3 bar
- regulátor tlaku paliva je umístěn na vstřikovací liště nebo může být součástí čističe paliva

- vstříkovací ventily vstříkují přesně stanovené množství paliva do sacího potrubí před sací ventily
- měnící se rychlost proudění paliva přes otevřené vstříkovací ventily, způsobená měnícími se tlakovými poměry v sání, je zde kompenzována změnou vypočítané doby vstřiku, a to na základě informace ze snímače tlaku v sacím potrubí



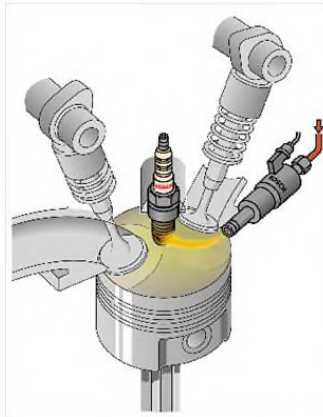
- Snímače zajišťující vstupní informace pro řídicí jednotku motoru:
 - měřič hmotnosti nasávaného vzduchu
 - snímač otáček a polohy klikového hřídele
 - snímač polohy vačkového hřídele
 - snímač polohy škrticí klapky
 - snímač polohy pedálu akcelérátoru
 - snímač teploty chladicí kapaliny
 - snímač teploty nasávaného vzduchu
 - snímač klepání motoru
 - lambda sonda před katalyzátorem
 - lambda sonda za katalyzátorem (systémy s OBD diagnostikou)
 - spínač volnoběhu
 - spínač brzdového pedálu
 - spínač spojkového pedálu
 - napětí akumulátoru
- Akční členy ovládané řídicí jednotkou motoru:
 - vstříkovací ventily
 - ventil odvětrání palivové nádrže
 - ventil recirkulace spalin
 - servomotor škrticí klapky
 - zapalovací cívky s koncovými stupni
 - relé palivového čerpadla
- Systém zpětného vedení výfukových plynů:
 - doplňkový systém snižující emise oxidů dusíku (NOx)

- část výfukových plynů se přepouští zpět do sacího potrubí
- tím dochází ke snížení teploty spalování a omezení tvorby oxidů dusíku
- recirkulaci spalín ovládá řídicí jednotka motoru přes AGR (EGR) ventil, který je buď pneumatický nebo elektrický (pneumatický je ovládán pod tlakem od elektropneumatického měniče, elektrický je ovládán řídicí jednotkou)

- **Palivové soustavy s přímým vstřikováním benzínu**

- benzin je vstřikován přímo do spalovacího prostoru motoru
- systém GDI (Gasoline Direct Injection) – firma Mitsubishi, systém FSI (Fuel Stratified Injection) – firma Bosch pro koncern VW
- v závislosti na otáčkách a zatížení lze dosáhnout snížení spotřeby paliva o 5 až 40% při trvalém snížení emisí CO₂
- systémy přímého vstřikování paliva pracují ve dvou základních režimech:
 - v úsporném režimu, kdy se spaluje chudá vrstvená směs
 - ve výkonném režimu, kdy se spaluje homogenní směs
- kromě těchto dvou základních režimů umožňuje elektronika motoru ještě tzv. režim dvoufázového vstřikování, používaný např. při startování a rozjíždění se studeným motorem
- u přímého vstřikování benzínu je důležité během provozu zajistit vyladěné střídání režimu s vrstvenou směsí a režimu s homogenní směsí
- **Částečné zatížení – úsporný režim:**
 - v oblasti částečného zatížení motoru pracuje motor s velmi chudou směsí (součinitel přebytku vzduchu $\lambda = 2,7$ až $3,4$)
 - tomu odpovídá směšovací poměr, cca 1:40 až 1:50, který je již pod mezí zápalnosti
 - proto se během sání proud vzduchu uvádí do točivého pohybu
 - v době komprese se tento proud vzduchu vychyluje tvarovým dnem pístu (deflektor s prohlubní) a dosahuje se šroubového pohybu vzduchu ve válci
 - do takto rozvířeného vzduchu je ke konci kompresního zdvihu, krátce před HÚ, vstříknuto minimální potřebné množství paliva
 - pomocí vířivé vstřikovací trysky je palivo velmi jemně rozprášeno
 - šroubový pohyb vzduchu spolu s vhodně směřovaným výstřikem paliva vytváří ve válci vrstvy s různými směšovacími poměry, tzv. vrstvené plnění
 - v oblasti zapalovací svíčky je bohatá směs paliva se vzduchem, která je obklopena chudými vrstvami
 - bohatá směs paliva se vzduchem v okolí zapalovací svíčky se bezpečně zažehne jiskrou a hořící palivo zapálí bez problému okolní chudou směs, což zaručuje celkově stabilní a čisté spalování

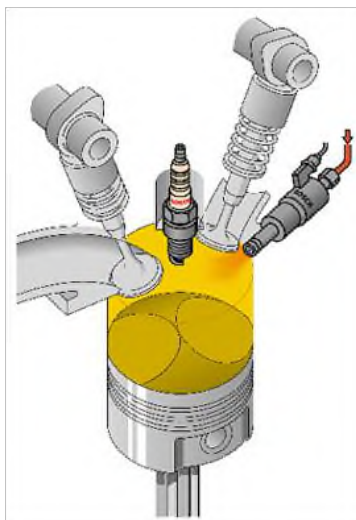
- motor je vlivem provozu s vrstvenou směsí regulován kvalitativně, podobně jako motor vznětový, což znamená, že běží s naplno otevřenou škrticí klapkou a při přidání plynu se zvýší pouze množství vstřikovaného paliva



obr. spalování vrstvené směsi

○ **Plné zatížení – vysoký výkon:**

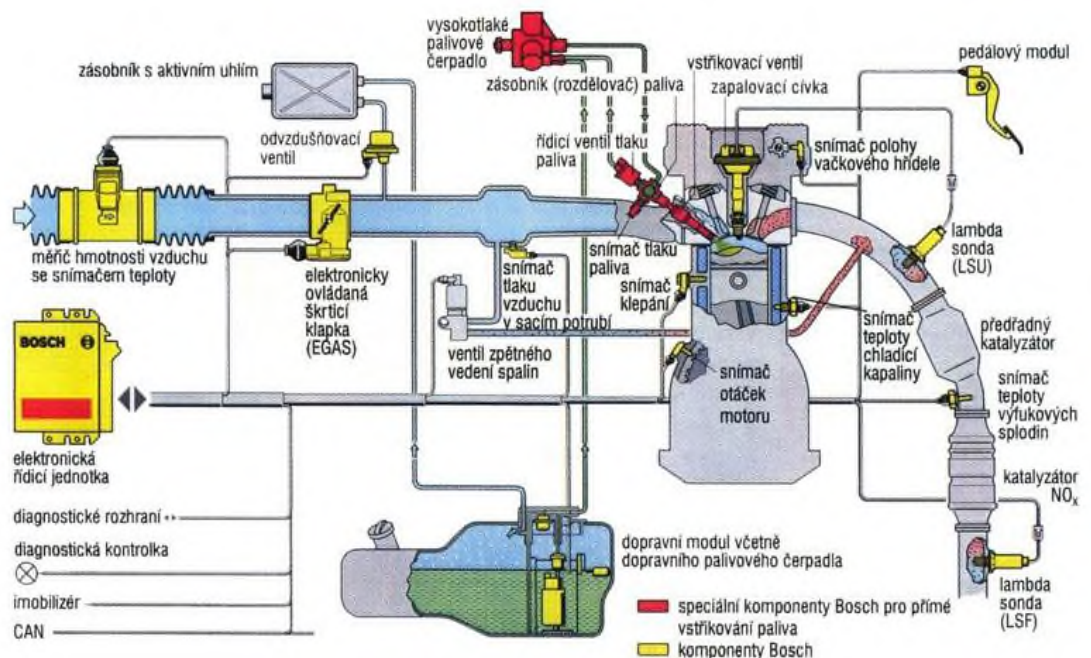
- palivo je vstřikováno vířivou tryskou do spalovacího prostoru v době sání a vytváří s nasávaným vzduchem homogenní směs o poměru cca 1:14,7 (součinitel přebytku vzduchu $\lambda = 1$)
- v průběhu kompresního zdvihu tlačí tvarový píst vytvořenou homogenní směs k zapalovací svíčke, kde krátce před HÚ proběhne její zážeh
- u přímého vstřikování ve výkonném režimu odpovídá průběh spalování běžnému motoru se vstřikováním do sacího potrubí
- při homogenním provozu je motor regulován kvantitativně, což znamená, že točivý moment motoru odpovídá přímo poloze akceleračního pedálu a je nastavován elektronicky ovládanou škrticí klapkou



obr. spalování homogenní směsi

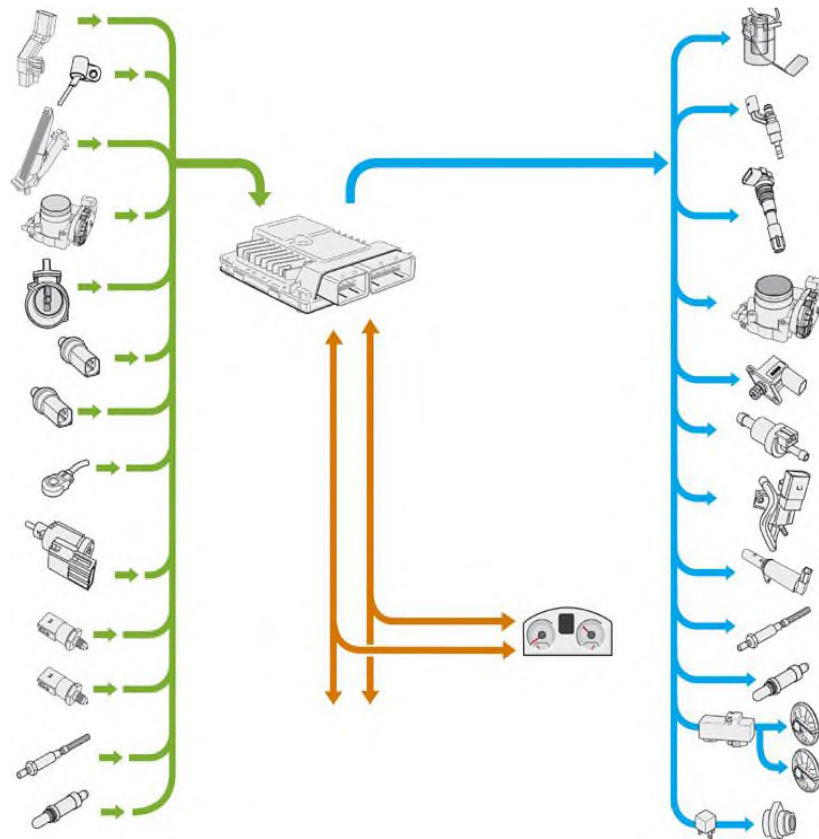
- **Přímé vstřikování paliva Bosch Motronic MED 7**

- Vysokotlaký systém vstřikování benzínu s tlakovým zásobníkem (společně rozdělovací palivové potrubí).
- Systém sdružuje ovládání přímého vstřikování benzínu a systému plně elektronického zapalování, ovládá systém zpětného vedení výfukových plynů a systém odvětrání palivové nádrže.
- Množství nasávaného vzduchu se reguluje elektronicky ovládanou škrticí klapkou.
- K přesnému odměření hmotnosti nasávaného vzduchu je použit měřič hmotnosti vzduchu s vyhřívaným filmem.
- Kontrola složení směsi je zajištěna pomocí dvou lambda sond umístěných před katalyzátorem a za ním.
- Ve výfukovém systému se za klasickým třicestným katalyzátorem nachází ještě další, tzv. zásobníkový katalyzátor Nox, který zachycuje oxidy dusíku, produkované ve velké míře při vrstveném spalování v úsporném režimu.
- Regenerace zásobníkového katalyzátoru probíhá změnou tvorby směsi, tzn. přepnutím z vrstveného režimu na homogenní režim s hodnotou $\lambda < 1$. Tím se rychle zvýší teplota katalyzátoru nad potřebných 650°C a dojde ke spálení škodlivých složek emisí.
- Namísto zadní lambda sondy může být namontován snímač Nox informující management motoru o naplněnosti katalyzátoru a nutnosti regenerace.



obr. Bosch Motronic MED 7

- Doprava paliva:
 - elektrické nízkotlaké čerpadlo je umístěno v palivové nádrži a dopravuje palivo pod tlakem 3,5 bar přes palivový filtr do vysokotlakého čerpadla, umístěného na hlavě válců a poháněného vačkovou hřídelí
 - z vysokotlakého čerpadla je palivo dopravováno do rozdělovací trubice, tzv. railu a dále ke vstřikovačům, kde je v závislosti na zatížení a otáčkách motoru vstřikováno pod tlakem 50 až 120 bar přímo do spalovacího prostoru motoru přes elektricky ovládané vstřikovací ventily
 - na tlakovém zásobníku je umístěno čidlo tlaku snímající aktuální tlak paliva v railu
 - požadovaný vstřikovací tlak nastavuje elektronika motoru pomocí regulačního ventilu tlaku, přičemž přebytečné palivo je přepouštěno zpět do nízkotlakého okruhu



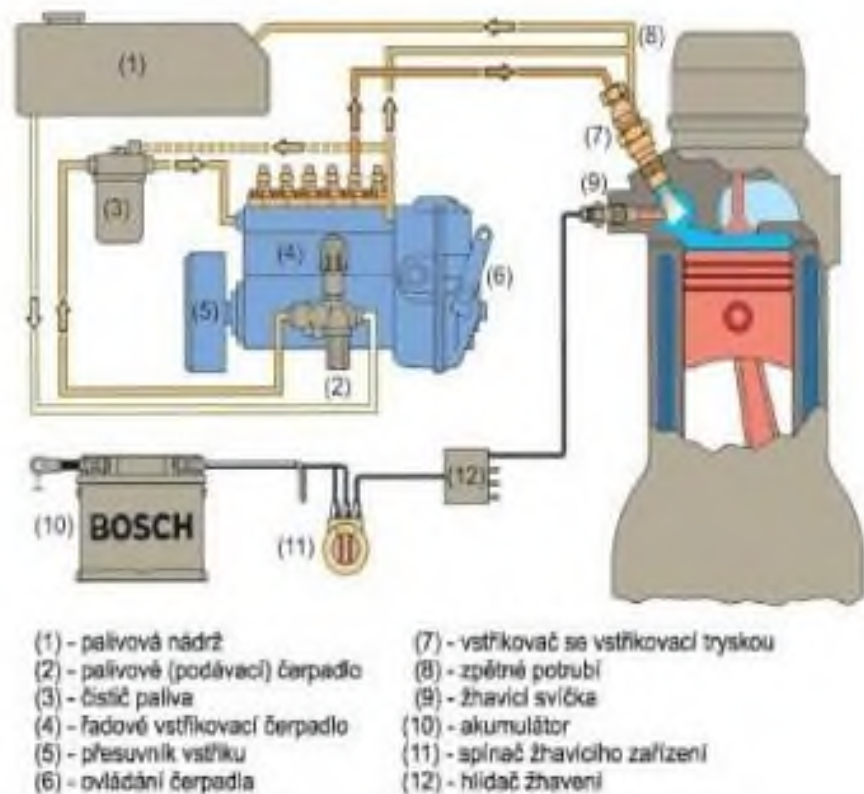
obr. snímače zajišťující vstupní informace pro řídicí jednotku a akční členy ovládané řídicí jednotkou motoru

- Snímače:
 - měřič hmotnosti nasávaného vzduchu se snímačem teploty
 - snímač otáček a polohy klikového hřídele
 - snímač polohy vačkového hřídele
 - snímač polohy škrticí klapky
 - snímače teploty chladicí kapaliny

- snímač polohy pedálu akcelérátoru
- snímač tlaku vzduchu v sacím potrubí
- snímač tlaku paliva v railu
- snímač klepání
- lambda sonda před a za katalyzátorem
- snímač teploty výfukových plynů
- spínač volnoběhu
- spínač brzdového a spojkového pedálu
- napětí akumulátoru
- Akční členy:
 - vstřikovací ventily
 - ventil odvětrání paliva
 - zapalovací cívky
 - řídicí jednotka palivového čerpadla
 - servomotor škrticí klapky
 - ventil regulace tlaku paliva
 - ventil recirkulace spalin
 - vyhřívání lambda son
 - hlavní napájecí relé
 - ventil omezení plnicího tlaku
 - doplňkové výstupní signály
- **Přímé vstřikování benzínu a kvalita paliva**
 - Na tuzemském trhu tankujeme benzin s vyšším obsahem síry.
 - Síra obsažená v benzínu způsobuje zanášení zásobníkového katalyzátoru Nox a výrazně tak snižuje jeho účinnost.
 - To má za následek daleko častější regenerační cykly a přednost přímého vstřikování benzínu v úspoře paliva se tímto vytrácí.
 - Díky tomu jsou vozidla s přímým vstřikováním benzínu dodávaná na náš trh softwarově upravena a umožňují provoz pouze na homogenní směs.

33) Palivové soustavy vznětových motorů

- **Účel:**
 - dopravit do spalovacího prostoru palivo
 - palivo ve spalovacím prostoru rovnoměrně rozdělit a vhodně rozpráshit
 - řídit vstřikování časově a také z hlediska množství paliv
- **Rozdělení palivových soustav vznětových motorů:**
 - **Palivová soustava s řadovým vstřikovacím čerpadlem:**
 - skládá se ze zařízení pro dopravu a čištění paliva (nizkotlaký okruh) a ze vstřikovacího zařízení (vysokotlaký okruh)
 - nizkotlaký okruh tvoří:
 - palivová nádrž
 - nizkotlaké palivové potrubí
 - dopravní (podávací) palivové čerpadlo
 - jemný čistič paliva
 - vysokotlaký okruh:
 - řadové vstřikovací čerpadlo
 - vysokotlaké palivové potrubí
 - vstřikovače
 - **Princip činnosti:**
 - dopravní podávací čerpadlo nasává palivo z nádrže a vytlačuje je jej přes čistič paliva do vstřikovacího čerpadla
 - v sacím potrubí dopravního čerpadla je podtlak 0,2 bar, ve výtlačném potrubí je tlak 1 až 1,5 bar
 - vstřikovací čerpadlo dodává palivo vysokotlakým potrubím do vstřikovací trysky upevněné ve vstřikovači
 - ve vysokotlakém potrubí je tlak 250 až 1200 bar
 - přebytečné palivo se vrací zpětným potrubím do nádrže

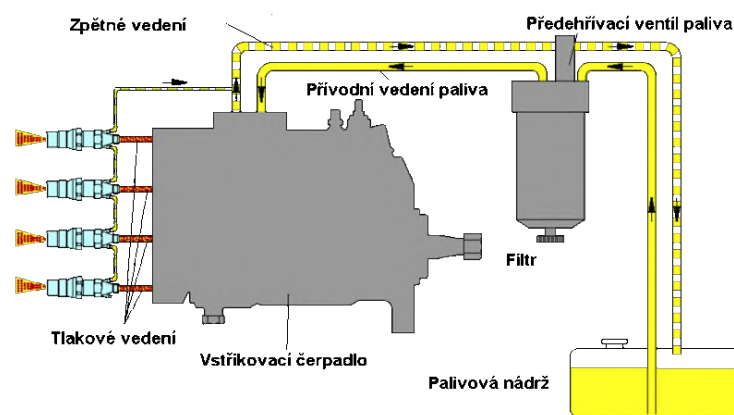


obr. palivová soustava s řadovým vstřikovacím čerpadlem

○ Palivová soustava s rotačním vstřikovacím čerpadlem:

- vstřikovací soustava s rotačním vstřikovacím čerpadlem se skládá z palivového vedení s čističem, rotačního vstřikovacího čerpadla s integrovaným podávacím čerpadlem, vysokotlakého vstřikovacího potrubí a vstřikovačů se vstřikovacími tryskami
- některé systémy mají v palivové nádrži pomocné elektrické čerpadlo s malým výkonem pro zlepšení dopravy paliva ke vstřikovacímu čerpadlu
- rotační vstřikovací čerpadlo je poháněno rozvodovým mechanismem motoru
- podle způsobu řízení množství dělíme rotační vstřikovací čerpadla na čerpadla řízená hranou a čerpadla řízená magnetickými ventily
- řízení hranou znamená, že doba trvání vstřiku se mění pomocí řídicích hran, vývrtů a šoupátka, počátek vstřiku mění hydraulický přesuvník vstřiku
- u řízení magnetickými ventily uzavírá vysokotlaký magnetický ventil vysokotlaký prostor a určuje tak počátek vstřiku a dobu vstřiku
- podle způsobu vytváření vysokého tlaku rozdělujeme rotační vstřikovací čerpadla na čerpadla s axiálním pístem a čerpadla s radiálními písty

- čerpadla s axiálním pístem stlačují palivo jedním pístem, pohybujícím se axiálně vůči hnací hřídeli čerpadla
- čerpadla s radiálními písty stlačují palivo více písty, uspořádanými radiálně vůči hnací hřídeli čerpadla
- podle způsobu regulování rozdělujeme rotační vstřikovací čerpadla na čerpadla s mechanickou regulací a čerpadla s elektronickým řízením (EDC)
- mechanickou regulaci zajišťuje regulační pákový mechanismus s regulačním šoupátkem pro odměřování dávky paliva
- elektronickou regulaci provádí řídicí jednotka motoru pomocí akčních členů umístěných v čerpadle, a to na základě vstupních informací ze snímačů

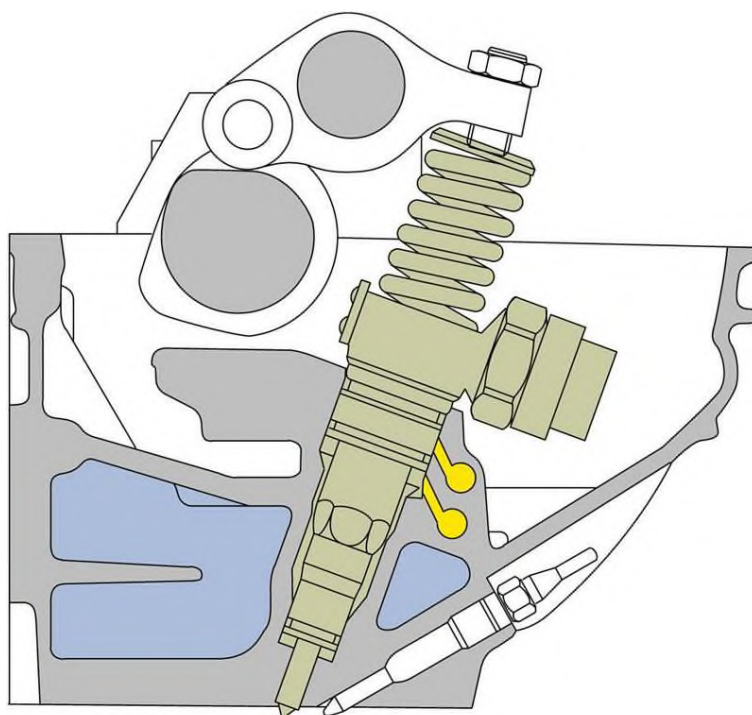


obr. palivová soustava s rotačním vstřikovacím čerpadlem

○ Vstřikovací systém čerpadlo – tryska PD (Pumpe Düse) nebo UIS (Unit-Injektor-System):

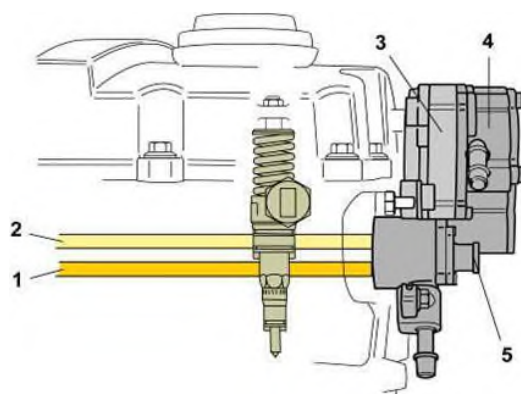
- vznětový motor s elektromagneticky ovládanými sdruženými vstřikovači (u osobních vozidel používá koncern VW)
- předností systému čerpadlo-tryska jsou vysoké vstřikovací tlaky, přes 2000 barů, a přesná regulace procesu vstřikování
- každý válec má svou jednotku čerpadlo-tryska
- vysoký tlak se vytváří odděleně v každé jednotce pohybem pístu po uzavření elektromagnetického ventilu
- po dosažení otevíracího tlaku dojde k nadzvednutí jehly ve vstřikovací trysce a ke vstřiku paliva
- proces vstřiku paliva řídí řídicí jednotka uzavíráním a otevíráním odtoku paliva elektromagnetickým ventilem
- jednotky jsou umístěny v hlavě válců a přes vahadla poháněny od vačkového hřídele
- díky tomu je počet dílů, které vedou vysoký tlak, malý a jednotky čerpadlo-tryska mohou pracovat s daleko vyšším vstřikovacím tlakem
- u tohoto systému tedy odpadají vysokotlaké trubky, které byly zdrojem nežádoucích pulzací a prodlev v dodávce paliva

- jednotka čerpadlo-tryska je ve své podstatě jednoválcové vstříkovací čerpadlo s elektromagneticky ovládanou vstříkovací tryskou



obr. jednotka čerpadlo tryska umístěná v hlavě motoru

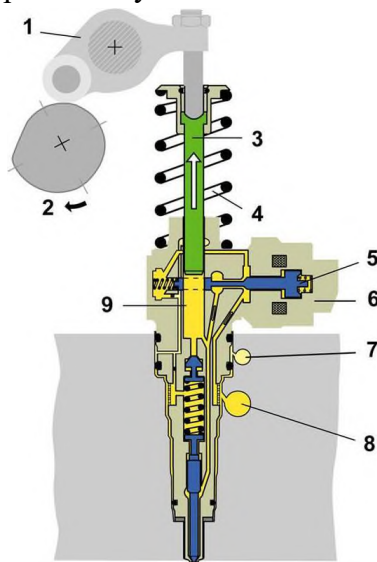
○ Palivová soustava:



- 1 - přívod paliva k jednotkám čerpadlo-tryska
- 2 - zpětné vedení paliva
- 3 - vakuové čerpadlo
- 4 - mechanické palivové čerpadlo
- 5 - zkušební přípojka pro manometr

- doprava paliva k vysokotlakým jednotkám čerpadlo-tryska je zajišťována mechanickým čerpadlem, umístěným na hlavě válců a poháněným od vačkové hřídele

- mechanické palivové čerpadlo je spojeno s vakuovým čerpadlem a nazývá se tandemové čerpadlo
 - systém může být doplněn elektrickým podávacím čerpadlem o výkonu cca 0,5 bar, které je umístěno přímo v palivové nádrži
 - z tandemového čerpadla je palivo dopravováno kanálkem v hlavě válců k jednotlivým jednotkám čerpadlo-tryska
 - tlak paliva měřený na výstupu z tandemového čerpadla se mění v závislosti na otáčkách motoru, jeho minimální hodnota je 3,5 baru při 1500 otáčkách za minutu
 - maximální hodnota 7,5 baru je hlídána regulačním ventilem tlaku
 - přebytečné palivo je vedeno kanálkem v hlavě válců zpět do tandemového čerpadla a odtud zpětným potrubím přes chladič paliva do palivové nádrže
 - palivo se v jednotkách čerpadlo-tryska díky vysokému tlaku a teplotě zahřívá, proto je nutné použít ve větvi zpětného vedení chladič paliva
 - palivový filtr je umístěn mezi nádrží a tandemovým čerpadlem
- Průběh vstřikování:
- Plnění prostoru vysokého tlaku:
 - silou pružiny se píst čerpadla pohybuje nahoru a zvětšuje tak objem prostoru vysokého tlaku
 - elektromagnetický ventil není ovládán, jehla ventilu je v klidové poloze a umožňuje propojení kanálu přívodu paliva s prostorem vysokého tlaku
 - pod tlakem, který vytváří tandemové čerpadlo, proudí palivo do prostoru vysokého tlaku

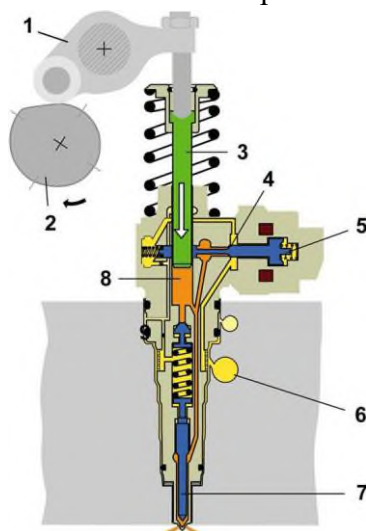


- 1) vahadlo
- 2) vstřikovací
vačka
- 3) píst čerpadla
- 4) pružina pístu
- 5) jehla ventilu

- 6) elektromagnetický ventil
- 7) zpětné vedení
- 8) přívod paliva
- 9) prostor vysokého tlaku

▪ Začátek pilotního vstřiku:

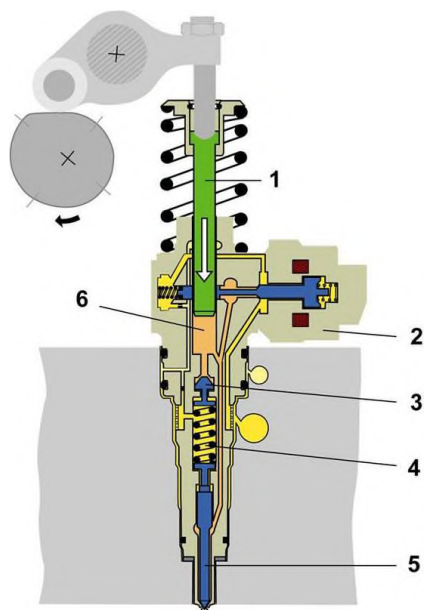
- píst čerpadla je zatlačován vstřikovací vačkou přes vahadlo dolů a vytlačuje palivo z prostoru vysokého tlaku do kanálu přívodu paliva
- řídicí jednotka motoru zahájí proces vstřikování tím, že aktivuje elektromagnetický ventil
- jehla ventilu je zatlačena do sedla a tím uzavře cestu od prostoru vysokého tlaku do kanálu přívodu paliva
- tím dojde v prostoru vysokého tlaku k nárůstu tlaku
- při tlaku cca 180 barů je překonána síla pružiny, jehla trysky se nadzvedne a začíná pilotní vstřik



- 1) vahadlo
- 2) vstřikovací vačka
- 3) píst čerpadla
- 4) sedlo ventilu
- 5) jehla ventilu
- 6) přívod paliva
- 7) jehla trysky
- 8) prostor vysokého tlaku

▪ Konec pilotního vstřiku:

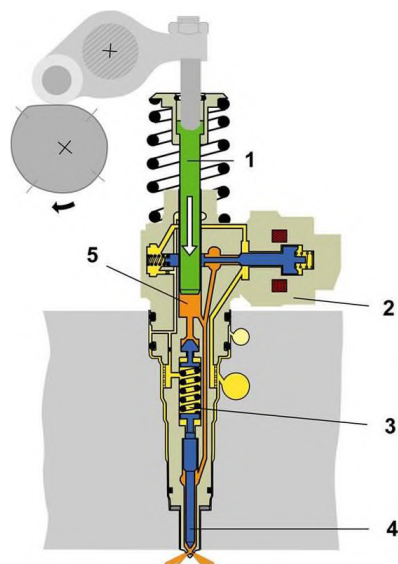
- s narůstajícím tlakem se zatlačí kuželový pístek dolů, zvětší se objem prostoru vysokého tlaku, tím rychle poklesne tlak a dojde k uzavření trysky
- současně se ale zvýší předpětí pružiny a pro další otevření trysky při hlavním vstřiku bude zapotřebí vyššího tlaku než při pilotním vstřiku



- 1) píst čerpadla
- 2) elektromagnetický ventil
- 3) kuželový pístek
- 4) pružina
- 5) jehla trysky
- 6) prostor vysokého tlaku

▪ Začátek hlavního vstříku:

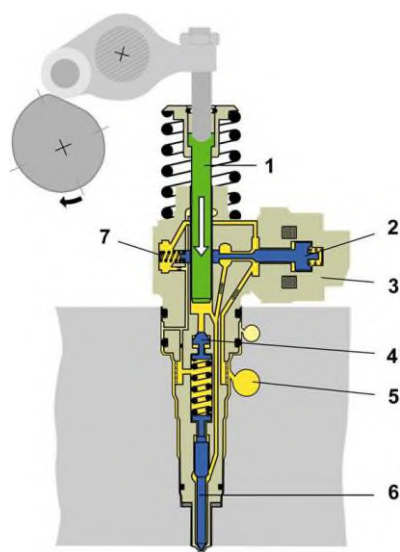
- krátce po uzavření trysky stoupne v prostoru vysokého tlaku opět tlak
- elektromagnetický ventil zůstává aktivován, je uzavřen a píst čerpadla pohybující se dolů nadále stlačuje palivo
- při tlaku cca 300 barů je opět překonána síla pružiny, jehla trysky se nadzvedne a začíná hlavní vstřík
- tlak i nadále stoupá, neboť přítok paliva do prostoru vysokého tlaku převyšuje odtok paliva přes otevřenou vstřikovací trysku
- při maximálním výkonu motoru, tedy při maximálních otáčkách motoru a současně při maximální dávce paliva může tento vstřikovací tlak dosáhnout hodnoty až 2050 barů



- 1) píst čerpadla
- 2) elektromagnetický ventil
- 3) pružina
- 4) jehla trysky
- 5) prostor vysokého tlaku

▪ Konec hlavního vstřiku:

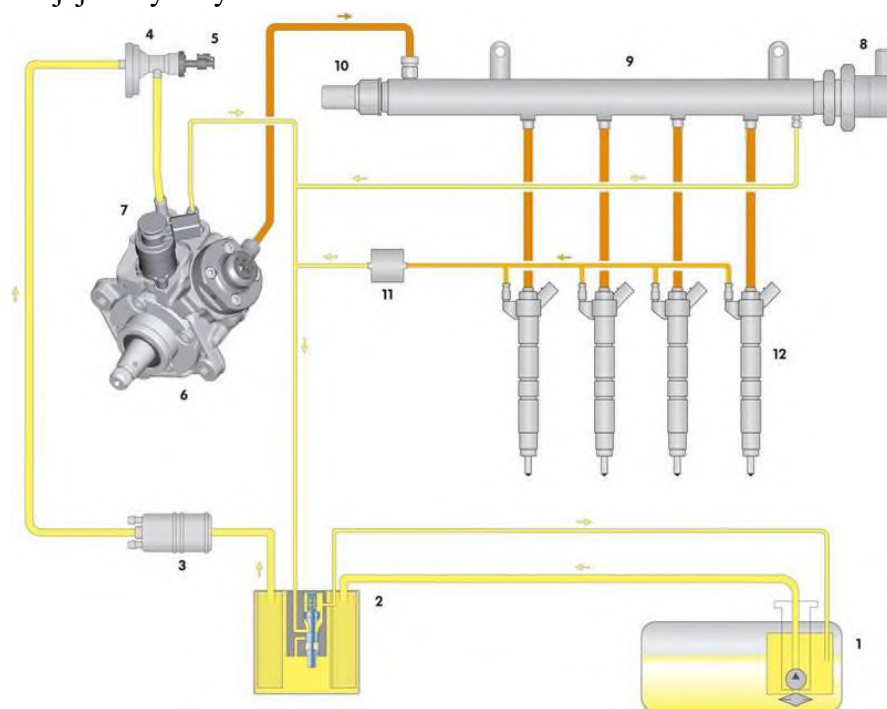
- konec vstřikování nastane ve chvíli, kdy řídicí jednotka motoru přestane aktivovat (napájet) elektromagnetický ventil
- jehla ventilu je tak pružinou vrácena do klidové otevřené polohy a palivo je pístem čerpadla vytlačováno do kanálu přívodu paliva
- tím okamžitě poklesne tlak v prostoru vysokého tlaku, jehla trysky se uzavře a kuželový pístek jde nahoru do své výchozí pozice a odlehčuje pružinu
- je ukončen hlavní vstřík



- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1) píst čerpadla | 5) přívod paliva |
| 2) jehla ventilu | 6) jehla trysky |
| 3) elektromagnetický ventil | 7) pružina ventil |
| 4) kuželový pístek | |

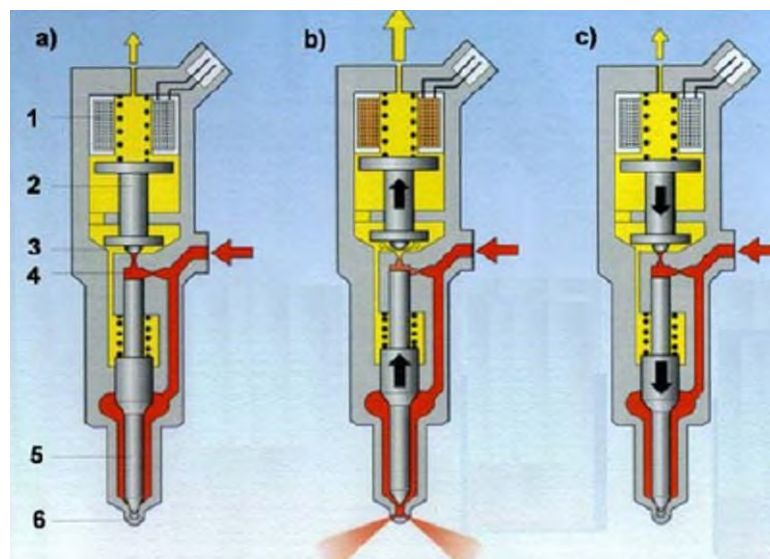
- **Vstřikovací systém se společným zásobníkem – Common Rail:**
 - „common rail“ (společná lišta) znamená, že pro vstřikování paliva se využívá vysokotlaký zásobník paliva, tzv. rail, společný pro vstřikovací ventily všech válců
 - vytváření vysokého tlaku a samotné vstřikování paliva je u tohoto systému řešeno odděleně
 - vysoký tlak paliva vytváří vysokotlaké palivové čerpadlo
 - vysoký tlak paliva se akumuluje ve vysokotlakém zásobníku paliva (railu) a dále je prostřednictvím krátkého vstřikovacího potrubí přiváděn ke vstřikovačům jednotlivých válců
 - vysokotlaké palivové čerpadlo bývá poháněno zpravidla rozvodovým mechanismem motoru
 - dopravu paliva z nádrže k vysokotlakému čerpadlu zajišťuje elektrické palivové čerpadlo nebo zubové čerpadlo, případně je použita kombinace obou čerpadel
 - tlak paliva v systému common rail se pohybuje v rozmezí cca 150 bar při startu motoru až 2200 bar při plném zatížení
 - common rail používá dvě varianty vstřikovacích ventilů – ovládané elektromagneticky nebo piezoelektricky
 - elektronické řízení motoru se standardně skládá ze snímačů, řídicí jednotky motoru a akčních členů
 - řízení motoru zajišťuje přesnou regulaci množství vstřikovaného paliva, počátku vstřiku, volnoběžných otáček, maximálních (přeběhových) otáček
 - dále ještě řídí dobu žhavení, systém recirkulace výfukových plynů a regulaci plnicího tlaku
 - kromě toho provádí ještě neustálou kontrolu jednotlivých komponentů a funkcí vstřikovacího systému, včetně kontroly přídatných zařízení ke snižování emisí výfukových plynů
 - rozpoznané chyby se zaznamenávají do paměti závad v řídicí jednotce motoru a spolu s dalšími daty jsou přístupné při vyhledávání pomocí sériové diagnostiky
 - hlavní výrobci systémů common rail jsou Bosch, Delphi, Continental, Siemens, VDO a Denso
 - v současné době se může setkat s několika generacemi od každého z výrobců, přičemž každý výrobce a každá generace se konstrukčně odlišují
- Regulace vysokého tlaku:
 - ventilem regulace tlaku:
 - ventil bývá umístěn na vysokotlakém zásobníku nebo je součástí vysokotlakého palivového čerpadla

- reguluje vysoký tlak tím, že přepouští přebytečné palivo zpět do palivové nádrže
- nevýhodou tohoto způsobu regulace je, že vysokotlaké palivové čerpadlo nezávisle na aktuální potřebě motoru dodává neustále maximální množství paliva
- tím je zbytečně větší spotřeba energie vysokotlakého čerpadla
- naopak výhodou je dynamický průběh regulace
- dávkovací jednotkou v nízkotlaké části:
 - ventil dávkování paliva je součástí vysokotlakého palivového čerpadla, zabezpečuje regulaci tlaku paliva ve vysokotlakém zásobníku dle aktuální potřeby
 - ventil dávkování paliva v podstatě reguluje množství přiváděného paliva potřebného k vytvoření vysokého tlaku
 - výhodou je, že vysokotlaké palivové čerpadlo vytváří jen takový tlak, který je potřebný pro aktuální provozní režim
 - tím je menší spotřeba energie čerpadla a menší ohřev paliva
 - nevýhodou je pomalejší regulace vysokého tlaku při rychlých změnách zatížení motoru
- některé systémy common rail kombinují oba způsoby regulace, spojí se tak jejich výhody

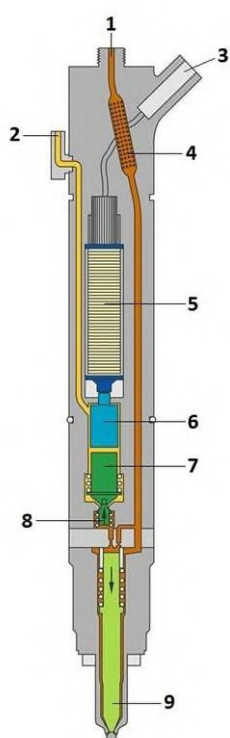


1 – elektrické palivové čerpadlo; 2 – palivový filtr s předehřevem; 3 – přidavné elektrické čerpadlo; 4 – filtrační vložka; 5 – snímač teploty paliva; 6 – vysokotlaké čerpadlo; 7 – ventil dávkování paliva; 8 – ventil regulace tlaku; 9 – rail; 10 – snímač tlaku v railu; 11 – ventil protitlaku; 12 – vstřikovací ventily

- Průběh vstřikování paliva:
 - pilotní vstřík:
 - před začátkem hlavního vstřiku je do spalovacího prostoru vstříknuto malé množství paliva, což způsobí nárůst teploty a tlaku
 - tento pilotní vstřík a následná prodleva před hlavním vstřikem zajišťují, že se tlaky ve spalovacím prostoru nevytvoří skokově, ale budou narůstat pozvolněji
 - díky tomu probíhá spalování tišeji a snižuje se i obsah oxidů dusíku (NOx) ve výfukových plynech
 - hlavní vstřík:
 - po pilotním vstřiku následuje po krátké pauze hlavní vstřík
 - vstřikované množství paliva je řídicí jednotkou motoru přesně spočítané a odpovídá aktuálnímu provoznímu režimu
 - hodnota vstřikovacího tlaku zůstává během celého procesu vstřikování téměř stejná
 - dodatečný vstřík:
 - následuje po hlavním vstřiku a používá se u motorů s filtrem pevných částic ve výfukovém systému
 - dodatečný vstřík způsobí zvýšení teploty výfukových plynů a tím dojde ke spálení sazí v částicovém filtru
- Vstřikovací ventily:
 - vstřikovací ventily vstřikují palivo přímo do spalovacího prostoru motoru
 - řídicí jednotka motoru aktivuje elektromagnetický nebo piezoelektrický spínací ventil integrovaný ve vstřikovači
 - ten otevírá a zavírá vstřikovací trysku
 - doba otevření vstřikovacího ventilu a hodnota vstřikovacího tlaku určují vstřikované množství paliva
 - vstřikovací proces lze řídit pro každý válec samostatně
 - piezoelektricky ovládané vstřikovače mají asi čtyřikrát vyšší rychlost spínání než vstřikovače ovládané elektromagnetem
- Zpětné vedení paliva:
 - pro správnou činnost vstřikovačů je důležité udržovat ve zpětném vedení přetlak
 - k tomu slouží zpětný tlakový ventil umístěný ve zpětném vedení
 - elektromagnetické vstřikovače vyžadují ve zpětném vedení přetlak 2 barů a piezoelektrické vstřikovače 10 barů, tedy výrazně vyšší



- a) vstřikovač uzavřen
- b) vstřikovač se otevírá
- c) vstřikovač se zavírá
- 1) cívka elektromagnetu
- 2) kotva
- 3) kulička ventilu
- 4) řídicí prostor
- 5) jehla trysky
- 6) vstřikovací otvor



- 1) přípojka vysokého tlaku
- 2) zpětné vedení paliva
- 3) připojovací konektor
- 4) filtr
- 5) piezoelement
- 6) spojovací píst
- 7) píst ventilu
- 8) řídicí ventil
- 9) jehla trysky

- Snímače zajišťující vstupní informace pro řídicí jednotku motoru:
 - měřič hmotnosti nasávaného vzduchu
 - snímač otáček a polohy klikového hřídele
 - snímač polohy vačkového hřídele
 - snímač polohy plynového pedálu
 - snímač teploty chladicí kapaliny
 - snímač teploty nasávaného vzduchu
 - snímač teploty paliva
 - snímač tlaku paliva v railu
 - snímač tlaku plnicího vzduchu
 - spínač brzdového a spojkového pedálu
 - signál rychlosti jízdy
 - napětí akumulátoru
 - tempomat, klimatizace, atd.
- Akční členy ovládané řídicí jednotkou motoru:
 - elektromagnetické nebo piezoelektrické vstřikovací ventily
 - ventil regulace tlaku/ventil dávkování paliva
 - ventil recirkulace spalin
 - ventil regulace plnicího tlaku
 - žhavicí svíčky, atd. dle výbavy vozidla

34) Emisní systémy motorů

- **Měření emisí**

- Hoření paliva ve spalovacím prostoru můžeme chápat jako slučování jeho spalitelných prvků, zejména uhlíku a vodíku s kyslíkem.
- Spalování probíhá v krátkém časovém úseku a jedná se o soubor složitých chemických a fyzikálních jevů.
- Při použití vzduchu jako okysličovadla je vždy hlavním podílem spalin dusík (N_2).
- Při spalování uhlovodíkového paliva se vzduchem vzniká oxid uhličitý (CO_2) a voda (H_2O).
- Při nedokonalé oxidaci uhlíku a vodíku jsou ve spalinách přítomny oxid uhelnatý (CO) a vodík (H).
- Kyslík (O_2) se objevuje ve výfukových plynech v okamžiku, když se celé jeho množství nevyužije k oxidaci paliva, protože byl v čerstvé směsi v přebytku nebo nebyl využit z jiných důvodů.
- Za vysokých teplot ve spalovacím prostoru vznikají oxidací vzdušného dusíku oxidy dusíku (NO_x), skládající se z oxidu dusného (NO) a menšího množství oxidu dusičitého (NO_2).
- Při nepříznivých podmínkách pro oxidaci paliva obsahují výfukové plyny nespálené uhlovodíky (HC) různého složení.
- U motorů s vnější tvorbou směsi se HC objevují jako součást spalin i z důvodu úniku části čerstvé směsi přímo do výfukového potrubí.
- Za totálního nepřístupu vzduchu nastává při vysoké teplotě dekompozice molekul uhlovodíků, čímž vznikají pevné částice (saze) ve spalinách.
- S výfukovými plyny odchází z motoru ve spalinách také velmi malé množství dalších částic (produkty degradace mazacího oleje, prach, popel, částčky rzi, atd.).
- Obsah síry v motorové naftě je jedním z legislativně sledovaných parametrů.
- Celosvětově je žádané, aby byl obsah síry co nejnižší.
- Při spalování se uvolňují oxidy síry, které se při použití oxidačního katalyzátoru usazují na jeho aktivním povrchu a snižují jeho účinnost.
- Mezi škodliviny se počítají CO, NO_x , HC, saze a pevné částice.

- **Oxid Uhelnatý (CO):**

- jedná se o bezbarvý plyn bez zápachu a chuti, o něco málo lehčí než vzduch
- reaguje s hemoglobinem a zabraňuje přenosu kyslíku do krve

- neproniká do těla pokožkou, proto je jedinou důležitou ochranou ochrana dýchacích cest
- lehčí otravy se projevují bolestmi hlavy, tlakem na prsou a závratěmi
- dostavuje se celková nevolnost a zvracení
- může dojít až ke smrti
- otrava CO je jednou z nejčastějších otrav vůbec
- CO vzniká jako produkt nedokonalé oxidace uhlíku, obsaženého v uhlíkových palivech
- nejvyšší koncentrace oxidů uhlíku je při spalování směsi s λ menší než 1, tedy u „bohaté“ směsi
- nedostatek kyslíku se může objevit u víceválcových motorů jen v některých válcích nebo jen v určitých místech spalovacího prostoru
- nedokonalá oxidace může také probíhat při spalování směsi okolo $\lambda=1$
- z těchto důvodů může být CO obsažen ve spalínách společně s kyslíkem

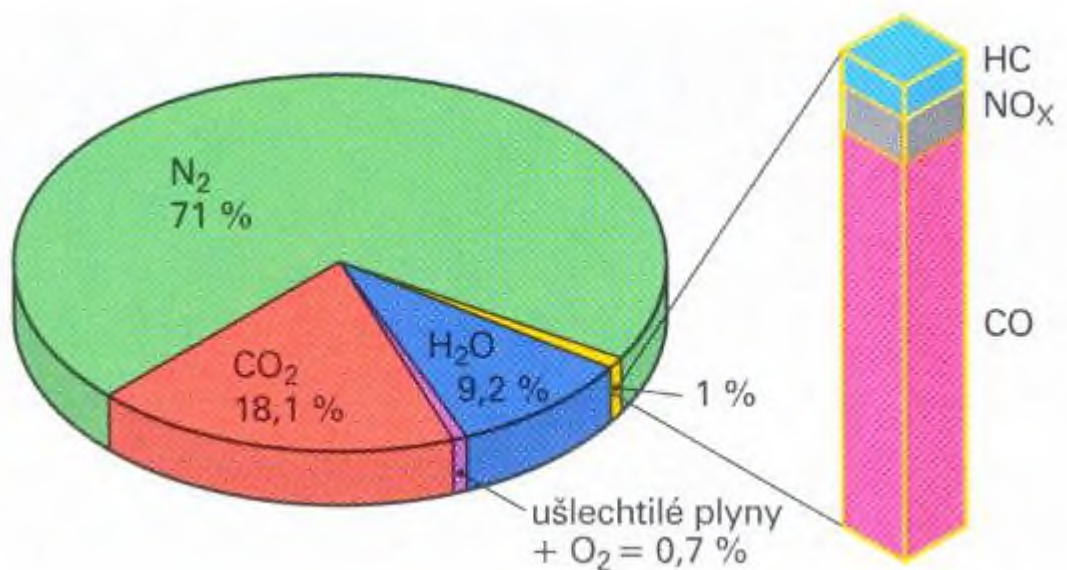
○ **Oxidy dusíku NO_x:**

- jedná se o obecný termín pro oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂)
- NO je bezbarvý jedovatý plyn, za přítomnosti vlhkosti leptající
- přímá účinnost na lidský organismus je nízká
- NO₂ je červenohnědý, prudce jedovatý plyn
- v ovzduší patří k plynům způsobující kyselé deště
- způsobuje záněty dýchacích cest, příznakem otravy je dušení a nucení ke kašli
- NO_x vznikají oxidací dusíku obsaženého v atmosférickém vzduchu
- nejvyšší koncentrace je při spalování mírně chudé směsi, kde se kombinuje vysoká teplota s dostatkem kyslíku
- při spalování bohatých směsí je tvorba NO_x omezena nedostatkem kyslíku ve spalované směsi
- snaha o zvýšení účinnosti motoru má za následek zvýšenou tvorbu NO_x
- výhodou NO_x je, že dodatečná úprava zpět na dusík je vysoce účinná a jednoduchá

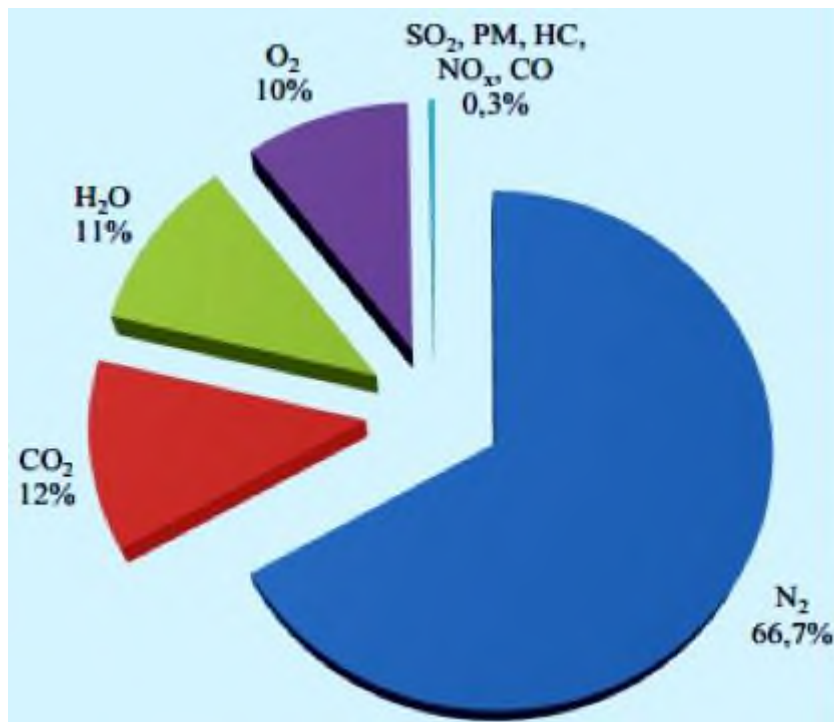
○ **Nespálené uhlovodíky HC:**

- HC obsažené v palivu jsou nejméně nebezpečné pro lidský organismus, nicméně polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) mají rakovinotvorný účinek
- do výfukových plynů se dostávají z mazacího oleje
- některé HC se významně podílí na letním smogu
- nespálené HC jsou důsledkem nedokonalé oxidační reakce paliva se vzduchem
- při spalování extrémně chudé směsi se objevuje vysoká koncentrace HC, stejně jako při spalování bohatých směsí
- HC se do spalín dostávají z míst spalovacího prostoru s nízkou teplotou hoření

- dále vznikají při vnější tvorbě směsi nebo přímou ztrátou paliva při překrytí ventilů
- **Pevné částice PM:**
 - vznikají u zážehových motorů s přímým vstřikováním a u vznětových motorů
 - čím je částice menší, tím déle se udrží v ovzduší, než se usadí
 - částice se dělí podle velikosti na PM_{10} , $PM_{2,5}$ a $PM_{1,0}$
 - částice větší, než $10\mu m$ (PM_{10}) se obvykle zachytí již na nosní sliznici
 - částice menší, než $10\mu m$ se usazují dále v průduškách
 - částice $PM_{2,5}$ a $PM_{1,0}$ mohou putovat přímo do plicních sklípků a jsou nejvíce rizikové
 - PM škodí jak mechanickým zaprášením, tak i obsahem jedovatých a rakovinotvorných látek
 - PM vznikají při spalování uhlovodíkových paliv jejich vysokoteplotním rozkladem bez přístupu kyslíku
 - PM byly dříve problémem pouze vznětových motorů, ale dnes se týkají i zážehových motorů s přímým vstřikováním
- **Složení výfukových plynů zážehových a vznětových motorů:**



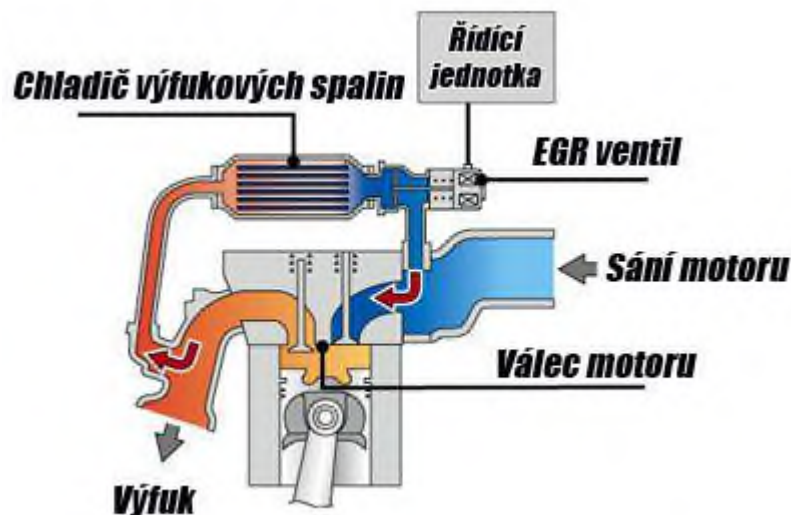
Zážehový motor



Vznětový motor

- **Zařízení pro snižování emisí ve výfukových plynech**
 - Snižování emisí lze provést více způsoby a pro jejich rozdělení můžeme použít dvě hlavní skupiny.
 - První skupina opatření je uvnitř motoru, kam řadíme opatření před motorem a opatření u motoru.
 - Druhou skupinu tvoří opatření za motorem.
 - Aby bylo možné v současnosti splnit přísné emisní limity dle norem EURO 5 a 6, tak je nezbytné využívat systémů obou těchto skupin.
- Opatření před motorem a u motoru:
 - Směšovací poměr:
 - pro eliminaci emisí před motorem patří volba směšovacího poměru a tvorba směsi
 - složení směsi je dáno poměrem vzduchu a hmotností paliva (14,7:1)
 - Tvar spalovacího prostoru:
 - u vznětových motorů a zážehových motorů s přímým vstřikováním dochází k vlastní tvorbě směsi až ve válci, proto je velmi důležité správně navrhnout tvar spalovacího prostoru a celkově systém plnicí soustavy motoru
 - Volba kompresního poměru:
 - při konstrukci motoru jde mnohdy o nalezení kompromisů, které zohledňují různé vzájemně protichůdné požadavky
 - např. při vysokém kompresním poměru má motor větší sklon ke klepání a ke vzniku vyšších hodnot emisí především NO_x

- snížení kompresního poměru s sebou přináší nižší maximální teploty, což má za následek redukcí NO_x a pokud je dodržen i ideální směšovací poměr ($\lambda = 1$), pak i emise HC jsou sníženy
- Regulace zážehu:
 - aby byla zaručena správná funkce motoru, je nutné přesně určit bod, ve kterém má dojít k zážehu směsi
 - pokud dojde k zapálení směsi příliš brzo nebo příliš pozdě, vždy to má za následek snížení účinnosti motoru
- Recirkulace výfukových plynů:
 - účelem recirkulace výfukových plynů je ovlivnit poměr směsi vzduchu a paliva a tím samotný proces spalování
 - jedná se o zařízení, které vrací část výfukových plynů zpět do sacího systému motoru, čímž snižuje teplotu spalování a následně tvorbu oxidů dusíku (NO_x)
 - snížení oxidů dusíku (NO_x) je klíčové pro plnění emisních norem
 - recirkulace výfukových plynů se používá v dieselových i benzínových motorech
 - recirkulace musí být přesně řízena – ani příliš málo, ani příliš mnoho výfukových plynů není správně
 - o recirkulaci výfukových plynů se stará EGR ventil, což je součástka propojující výfukové potrubí a sání motoru
 - EGR ventil se otevírá pouze po zahřátí motoru a při jeho nízkém a středním zatížení
 - při plném zatížení motoru zůstává ventil zavřený
 - přidáním nehořlavých výfukových plynů do směsi paliva a vzduchu se sníží teplota ve spalovacím prostoru
 - moderní systémy recirkulace jsou navíc vybaveny chladičem výfukových plynů, který teplotu ještě sníží, a tím dále omezuje tvorbu NO_x
 - nižší teplota spalování brání vzniku oxidů dusíku (NO_x)
 - množství recirkulovaných plynů je přesně řízeno řídicí jednotkou motoru
 - u moderních vozidel jsou spaliny z výfuku odebírány až za filtrem pevných částic (DPF), který z nich odstraní významné procento částic tvořící karbon
 - u motorů s technologií AdBlue je navíc EGR ventil mnohem méně vytěžován, neboť škodliviny jsou ničeny v katalyzátoru vstřikováním technické močoviny



- Opatření za motorem:
 - do této kategorie zahrnujeme katalyzátory, filtry pevných částic (DPF) a systém selektivní katalytické redukce (SCR)
 - z důvodu stále větších nároků na spalovací motory, jsou tyto systémy velmi často kombinovány navzájem nebo i v kombinaci se systémem recirkulace výfukových plynů
 - druhy lambda sond:
 - sonda se skokovou charakteristikou:
 - skládá se z keramického tělesa, např. oxidu zirkoničitého, které nepropouští plyn a které je zevnitř i vně potaženo tenkou vrstvou platiny
 - sonda bývá vyhřívaná, aby co nejdříve dosáhla provozní teploty
 - vnější povrch sondy je vystaven proudu výfukových plynů
 - povrch je platinovou vrstvou spojen s pouzdrem sondy a tvoří záporný pól
 - vnitřek je spojen s atmosférickým vzduchem, přes platinovou vrstvu je spojen s kladným pólem
 - keramický materiál sondy začíná být kolem 300 °C vodivý pro kyslíkové ionty
 - při různých podílech kyslíku na straně vzduchu a výfukových plynů u sondy vzniká elektrické napětí mezi 100 mV (chudá směs) a 800 mV (bohatá směs)
 - při hodnotě $\lambda=1$ dochází ke skokové změně napětí
 - při $\lambda=1$ je elektrické napětí zhruba 450 mV až 500 mV
 - sonda je v podstatě jen čidlem přítomnosti kyslíku ve výfukových plynech

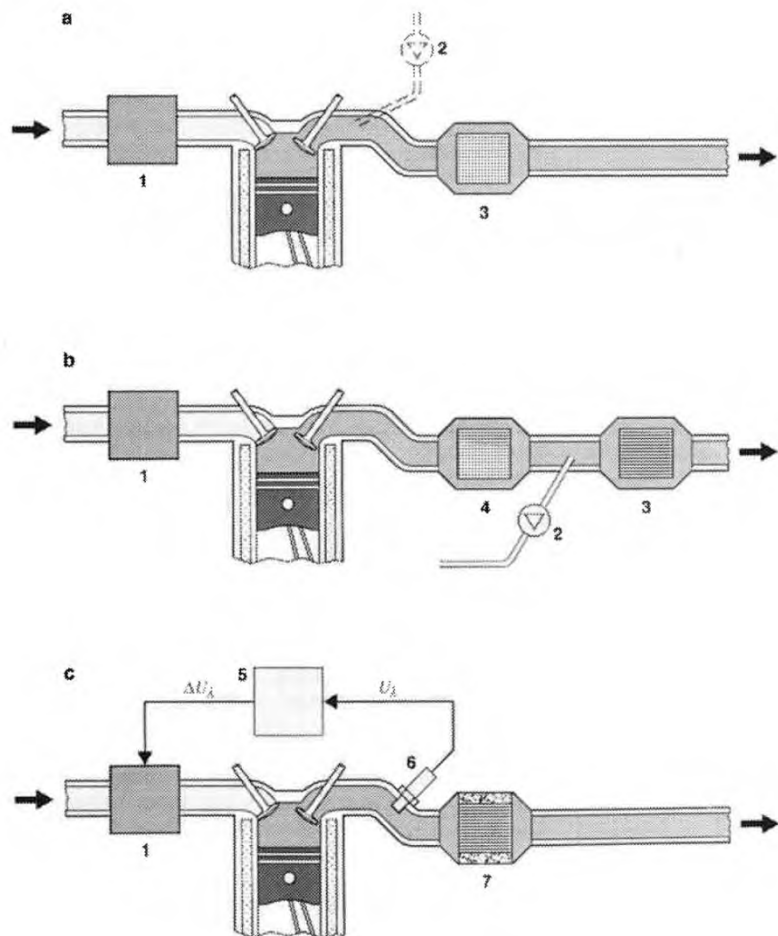
- odporová lambda sonda:
 - keramické těleso sondy je z oxidu titaničitého, který je potažen porézními platinovými elektrodami
 - v praxi se téměř nepoužívá
- širokopásmová lambda sonda:
 - s touto sondou je možné plynule měřit hodnoty λ větší, než 0,7
 - hodí se proto i ke stálé regulaci λ pro zážehové motory s koncepcí spalování chudých směsí, vznětové motory a motory s pohonem na plyn
 - optimální provozní teplota je 700 až 800 °C
 - skládá se ze dvou sond se skokovou charakteristikou, přičemž jedna slouží jako měřicí článek a druhá jako čerpací článek
 - měřicím prostorem je difuzní štěrba mezi oběma články a je nasávacím otvorem spojena s výfukovými plyny
 - měřicím článkem se určí zbytkový obsah kyslíku ve výfukových plynech
 - pokud je např. směs chudá, připojí regulační elektronika napětí na čerpací článek tak, že se ionty kyslíku z difuzní štěrby pohybují přes porézní pevný elektrolyt směrem ke straně výfukových plynů
 - děje se to tak dlouho, dokud v měřicím článku není $\lambda=1$
 - čerpací proud tak slouží jako měřicí veličina pro okamžitou hodnotu λ
 - řídicí jednotka tím může stále vytvářet požadovaný směšovací poměr
- Katalyzátory:
 - Oxidační katalyzátor:
 - pracuje s přebytkem vzduchu a přeměňuje pomocí oxidace CO a HC na CO₂ a vodní páry
 - ke snížení NO_x kvůli přebytku vzduchu prakticky nedochází
 - kvůli vysokému obsahu kyslíku ve výfukových plynech začíná oxidační katalyzátor pracovat již při 170 °C
 - optimální provozní teplota je 250 až 350 °C
 - Dvoukomorový katalyzátor:
 - skládá se ze dvou katalyzátorů řazených za sebou
 - motor musí být poháněn bohatou směsí ($\lambda < 1$), s přebytkem paliva
 - výfukové plyny proudí přes redukční a poté přes oxidační katalyzátor
 - mezi nimi dochází k přifukování vzduchu
 - v prvním katalyzátoru jsou přeměněny oxidy dusíku NO_x, ve druhém uhlovodíky HC a oxid uhelnatý CO

▪ Třícestný katalyzátor:

- v jednom tělese katalyzátoru probíhají současně tři chemické přeměny, tzn. redukce všech tří škodlivých složek současně (CO, HC, NO_x)
- CO oxiduje na CO₂
- NO_x se redukuje na dusík (N), uvolňuje se kyslík O₂
- sloučeniny HC oxidují na CO₂ a H₂O
- třícestný katalyzátor řízený – pracuje ve spojení s regulací λ
- katalyzátor se skládá z plechového obalu a tělesa (nosiče) aktivní vrstvy
- optimální provozní teplota je 400 až 800 °C
- třícestný katalyzátor má aktivní vrstvu z platiny, rhodia a palladia

Obr. 20 Systémy katalyzátorů.

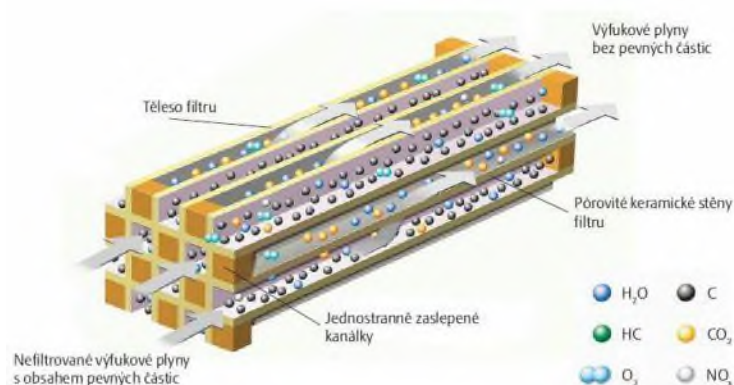
a) jednokomorový oxidační katalyzátor, b) dvoukomorový katalyzátor, c) třícestný jednokomorový katalyzátor.
1 tvorba směsi, 2 sekundární vzduch, 3 oxidační katalyzátor HC, CO, 4 redukční katalyzátor NO_x, 5 elektronická řídicí jednotka, 6 Lambda - sonda, 7 třícestný katalyzátor NO_x, HC, CO



○ Filtr pevných částic DPF, FAP:

- skládá se většinou z keramického voštinového filtračního tělesa
- používají se také filtrační tělesa ze slinutých kovů
- kanály filtru pevných částic jsou střídavě uzavřeny
- výfukový plyn musí proudit přes porézní filtrační stěny
- pevné částice se tak zachytí a pomalu ucpávají póry
- protitlak výfukových plynů pozvolna roste
- to způsobuje zvýšení spotřeby paliva a snížení výkonu
- z toho důvodu se musí filtr regenerovat
- regenerace:
 - přeměňují se usazené pevné částice na oxid uhličitý a vodní páru
 - teplota spalování pevných částic je cca 550 až 650 °C
 - pro regeneraci se používají dva systémy – snížení teploty spalování pevných částic nebo zvýšení teploty výfukových plynů
 - snížení teploty spalovaných částic docílíme přidáním aditiva (např. EOLYS) dávkovací jednotkou do paliva v nádrži
 - tím se sníží teplota potřebná pro spalování pevných částic zhruba o 100 °C
 - zvýšení teploty výfukových plynů docílíme cíleným následným vstříkem paliva
- tvorba popela:
 - při spalování pevných částic vzniká malý podíl popela
 - ten postupně filtr ucpává, proto je nutné následně filtr demontovat z vozidla a vyčistit, popř. vyměnit
 - rozhodující pro životnost filtru je provoz vozidla a způsob jízdy
 - interval zanesení filtru se pohybuje cca od 100 000 km po 250 000 km
- pasivní regenerace filtru pevných částic:
 - částčky sazí se spalují bez zásahu řídicí jednotky motoru
 - dochází k tomu převážně při vysokém zatížení motoru a při teplotách výfukových plynů mezi 350 °C a 500 °C
 - částčky sazí se přitom mění reakcí s oxidem dusičitým na oxid uhličitý
 - při vysokém podílu různých provozních režimů jsou teploty výfukových plynů pro pasivní regeneraci příliš nízké
 - protože již nelze částčky pasivně odbourávat, dochází k jejich hromadění ve filtru
 - jakmile je dosaženo určitého naplnění filtru sazemí, aktivuje řídicí jednotka motoru aktivní regeneraci filtru pevných částic

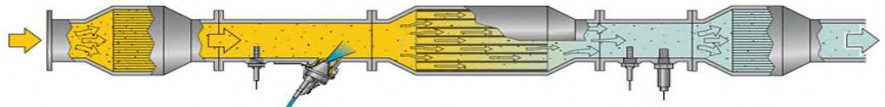
- aktivní regenerace filtru pevných částic:
 - tato regenerace probíhá při teplotě výfukových plynů 550 °C a 650 °C kdy dochází k přeměně (spalováním) částic na oxid uhličitý
 - při provozu vozidla na extrémně krátkých trasách se nedosáhne dostatečně vysoké teploty pro regeneraci filtru pevných částic
 - dosáhne-li stav naplnění filtru pevných částic určité mezní hodnoty, je tato skutečnost signalizována rozsvícením kontrolky filtru pevných částic v panelu přístrojů
 - řidič je tímto signálem vyzván k provedení regenerační jízdy
 - vozidlo v takovém případě musí jet po krátkou dobu zvýšenou rychlostí v určitém rozsahu otáček, aby se dosáhlo dostatečně vysoké teploty výfukových plynů a konstantních provozních podmínek potřebných pro úspěšnou regeneraci
 - pokud regenerační jízda řidiče neproběhla úspěšně a stav naplnění filtru pevných částic sazemi dosáhl nejvyšší možné procentuální hodnoty, rozsvítí se kromě kontrolky filtru pevných částic ještě kontrolka žhavení, popř. kontrolka závad diagnostiky motoru
 - aby se předešlo poškození filtru pevných částic, je v tomto případě řídicí jednotkou motoru zablokována aktivní regenerace filtru pevných částic
- servisní regenerace:
 - pokud je filtr zaplněn cca nad 40g popela a nepomůže aktivní regenerace, je třeba navštívit servis a spustit servisní regeneraci
 - když nepomůže ani servisní regenerace, je nutná výměna filtru pevných částic



○ SCR katalyzátor:

- cílem SCR katalyzátoru je redukce NO_x na N₂ a H₂O (podíl vzduchu)
- při chudém hoření ($\lambda > 1$, vznětový motor) je vedle NO_x také mnoho O₂
- je potřeba redukční činidlo, které selektivně redukuje NO_x na N₂
- pro tuto reakci se používá čpavek (NH₃)

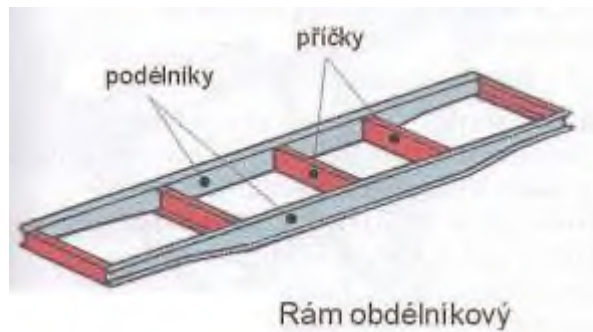
- ten se tvoří z redukčního prostředku AdBlue.
- AdBlue je roztok močoviny ve vodě ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$).
- Snížení oxidů dusíku ve výfukových plynech se dosahuje dodatečným vstřikováním roztoku AdBlue do výfuku
- SCR katalyzátor je doplňkem dalších emisních systémů, např. EGR ventilu, který kapacitou k dostatečné redukci oxidů dusíku v současné zákonné úpravě již nestačí
- hlavní části systému SCR:
 - nádrž na redukční přípravek (AdBlue)
 - dávkovací modul AdBlue
 - vyhřívací prvek
 - snímač teploty v nádrži
 - SCR katalyzátor
 - řídicí jednotka
 - NO_x senzory



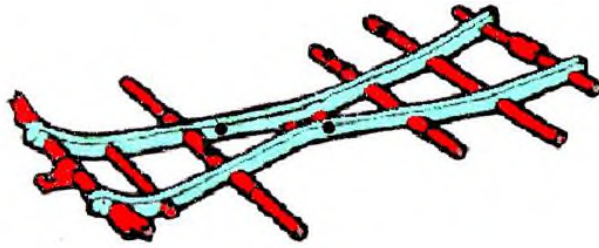
35) Rámy a karoserie vozidla

- **Rámy**

- Účel:
 - spojovat mezi sebou nápravy
 - nést karoserii a náklad a přenášet jejich tíhu na nápravy
 - nést poháněcí ústrojí vozidla (motor, převodovka, příslušenství)
 - přenášet hnací, brzdné a suvné síly mezi nápravami a karoserií
- Požadavky na rám:
 - pružný, tuhý a pevný, aby odolával namáhání krutem a ohybem
 - pokud možno lehký
- Rám představuje nosnou část vozidla. Jsou na něm umístěny všechny části vozidla včetně karoserie.
- V současnosti ve většině případů plní funkci rámu u osobních vozidel samonosná karoserie.
- **Druhy rámu:**
 - **Rám žebřinový (obdélníkový):**
 - rám je tvořen dvěma podélníky
 - podélníky jsou spojeny několika příčkami
 - spoje jsou buď svařené nebo nýtované
 - podélníky bývají v oblasti náprav prohnuty, aby bylo umožněno pérování
 - rám je pružný
 - profil příčnicků a podélníků má nejčastěji tvar „U, I, L“

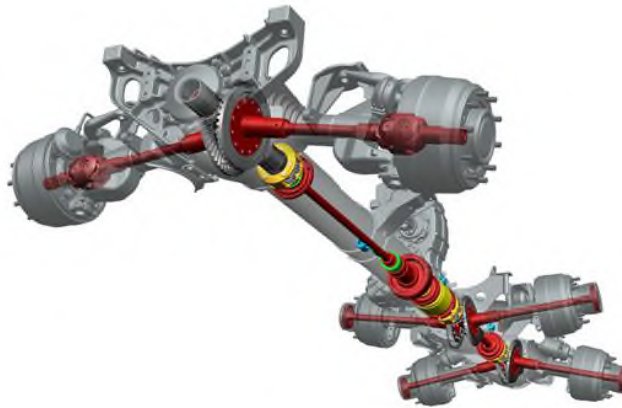


- **Rám křížový:**
 - podélníky rámu se ve střední části přibližují a vytváří tvar písmene „X“
 - podélníky jsou nejčastěji spojeny svařováním
 - oproti žebřinovému rámu má rám křížový vyšší tuhost
 - použití není příliš časté



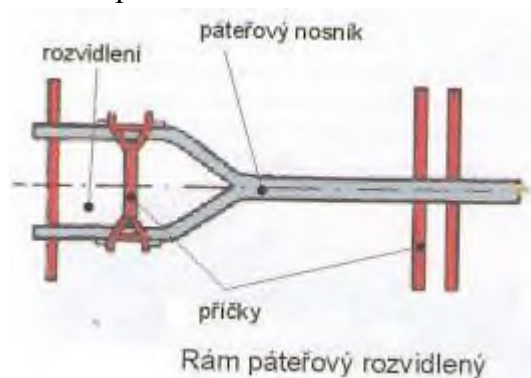
▪ Rám páteřový:

- základní částí je páteřový nosník, který bývá v přední nebo v zadní části rozvidlený pro uložení motoru nebo rozvodovky, případně rozvodovky s výkyvnými polonápravami
- pro uchycení držáků, korby a dalších komponentů se využívá pomocný rám
- nejlepší, ale nejdražší je Manesmannova roura
- páteřové rámy používá firma Tatra



▪ Rám páteřový rozvidlený:

- rozvidlení se využívá pro pružné uložení motoru a převodovky na jedné straně nebo také pro uložení rozvodovky na straně druhé
- díky pružnému uložení motoru je částečně odstraněna nevýhoda vibrací způsobená chodem motoru



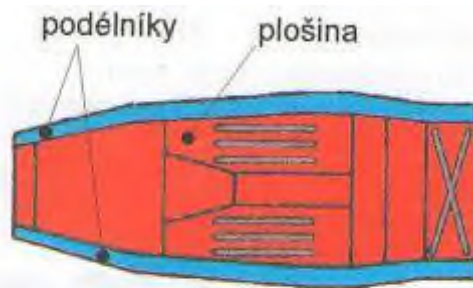
▪ **Rám páteřový nastavný:**

- páteřový nosník (roura) je vpředu prodloužen motorem s převodovkou a vzadu rozvodovkou
- agregáty jsou připevněny pomocí šroubů přímo k rouře
- z důvodu vibrací, které vznikaly chodem motoru a přenášely se na rouru (zvýšený hluk), se tato konstrukce příliš neosvědčila
- středem nosníku vede spojovací hřídel
- výhodou tohoto rámu je značná pevnost v krutu



▪ **Rám plošinový:**

- rám je předchůdcem samonosné karosérie
- základní plošina je vylisována z ocelového plechu, který je na svých okrajích zpevněn přivařenými podélníky a tento celek tvoří podlahu karosérie



Rám plošinový

▪ **Rám příhradový:**

- rám se vyrábí svařením trubek, výlisků či profilů a jako celek tvoří prostorovou příhradovou konstrukci
- nejčastěji tento typ rámu najdeme u speciálních závodních automobilů a autobusů
- výhodou je pevnost, odolnost vůči krutu a ohybu a jeho nízká hmotnost
- nevýhodou je jeho složitost při výměně poškozené části, např. při havárii



- **Rám smíšený:**

- jedná se o rám, který je jako celek tvořen několika druhy rámu (příhradovým, prostorovým a žebřinovým)
- tato kombinace se používá hlavně u autobusů

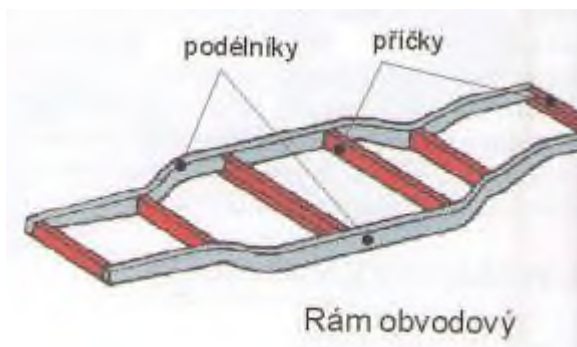


- **Rám pomocný:**

- slouží k uchycení větších skupin (např. přídatná převodovka)
- je upevněn k nosnému rámu

- **Rám obvodový (perimetrický):**

- u tohoto rámu je střední část rozšířena na šířku karosérie
- přední a zadní část rámu je zúžena a jsou zde uloženy nápravy automobilu



- **Rámy motocyklů:**

- **Rám otevřený:**

- používá se pro malé a střední motocykly
 - spodní nosník otevřeného rámu je spojen pouze s horním nosníkem
 - spojením motoru a rámu pomocí šroubů dojde k jeho ucelenému zpevnění



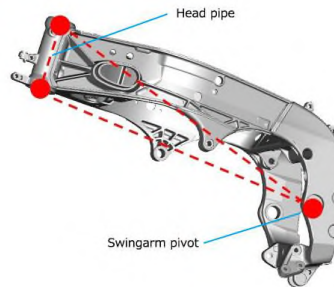
- **Rám uzavřený:**

- je sestaven z nosných prvků (trubky, plechové výlisky), které spojují hlavu řízení a zadní vidlici
 - spodní nosník umístěný před motorem a horní nosník umístěný nad motorem tvoří uzavřenou rámovou konstrukci
 - poháněcí ústrojí je pouze zavěšeno
 - pro silnější motocykly se používají dvojité uzavřené rámy



- **Rám z lehkých slitin:**

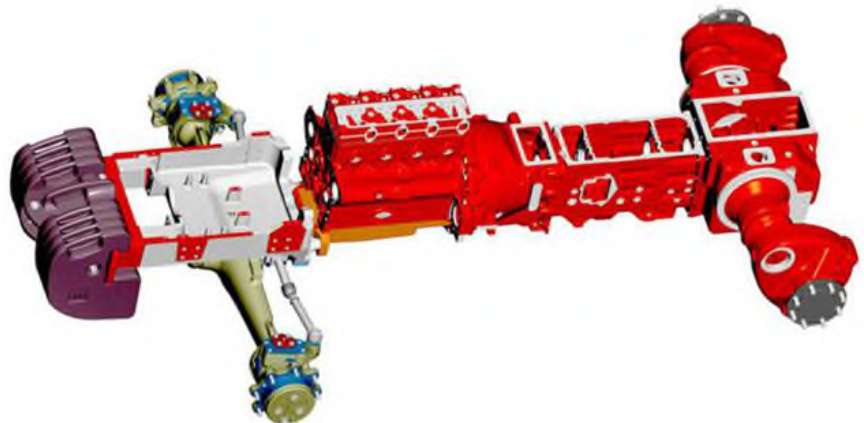
- většina nových sportovních motocyklů používá hliníkový rám – takzvaný DELTABOX
- od hlavy řízení prochází dva nosníky kolem motoru a končí u čepu zadní kyvné nápravy
- rám je levný, má malou hmotnost a velkou tuhost



MOTORESS
www.MOTORESS.com

- **Rámy traktorů:**

- u kolových traktorů obvykle rám nenajdeme, jelikož jsou konstruovány jako monoblok
- monoblokem rozumíme vzájemně spojené konstrukce motoru, převodové skříně a skříně zadní nápravy
- u monoblokové konstrukce se používá přídatných rámu pro zavěšení nářadí a různých nástaveb



- **Karosérie automobilů**

- Karosérie je ta část automobilu, ve které jsou přepravovány osoby, nebo náklad. Můžeme je rozdělit na několik druhů, podle provedení střechy, zadní části vozidla, nebo způsobu použití.
- **Účel:**
 - ochránit osoby a řidiče před vlivy počasí
 - ochránit osoby a řidiče při havárii
 - zajistit komfort a pohodu během jízdy
 - vhodnými tvary zajistit co nejmenší odpor vzduchu

- Podle účelu dělíme karosérie na:
 - vozidla s uzavřenou karosérií
 - vozidla s měnitelnou karosérií
 - vozidla s otevřenou karosérií
- Umístění na vozidle:
 - podvozková karosérie:
 - upevněna na podvozku nebo strojovém spodku, jehož tuhost umožňuje i jízdu bez karosérie
 - polonosná karosérie:
 - částečně přebírá nosnou funkci rámu, který díky tomu může mít lehčí konstrukci
 - samonosná karosérie:
 - zcela přebírá nosnou funkci rámu
- Dvoustopá motorová vozidla s uzavřenou karosérií:
 - Sedan:
 - má dvě řady sedadel, stupňovitou zád' a obvykle na každé straně dvě boční okna
 - je zde oddělen zavazadlový prostor od prostoru pro posádku
 - karosérie je čtyřdveřová, nejméně čtyřmístná



- Tudor:
 - karosérie je dvoudveřová
 - čtyři sedadla ve dvou řadách



- Limuzína:

- jedná se o sedan s dlouhým rozvorem, tedy čtyřdveřové uspořádání se dvěma a více řadami sedadel
- limuzína může mít za předními sedadly přepážku, oddělující prostor pro řidiče a cestujících



- Liftback:

- je tři nebo pětidveřová uzavřená karoserie s výklopnými zadními dveřmi
- proti hatchbacku je zád' delší a svažuje se pod mírnějším úhlem dolů
- výhodou liftbacku je především snadný přístup do zavazadlového prostoru



- Hatchback:

- karoserie se šikmou zádí v tří, nebo pětidveřovém uspořádání
- většinou má dvě řady sedadel
- hatchback je typická karoserie, používaná u vozů nižších tříd



- Kombi (combi):

- typ karoserie s velkým zavazadlovým prostorem
- střecha je protažená až do zadní části vozu do zavazadlového prostoru
- svislá zadní stěna tvoří páté, výjimečně třetí dveře
- kombi mívá obvykle dvě až tři řady sedadel, přičemž zadní jsou sklápěcí nebo vyjímatelné pro větší využití prostoru
- prodloužená část je na bocích doplněna třetí řadou bočních oken



- Kupé:

- jedná se o dvoudveřovou uzavřenou karoserii sportovního charakteru
- má jednu řadu sedadel, popřípadě je druhá menší, méně komfortnější



- MPV:

- označení znamená Multi Purpose Vehicle nebo také Multi Utility Vehicle
- jedná se o velkoprostorový vůz
- jde o druh osobního automobilu, jenž se tvarem podobá dodávce
- odlišnost od vozů kombi je především ve zvýšené střeše a větší variabilitě interiéru
- MPV mívají dvě až tři řady sedadel, která jsou většinou výše než je běžné v osobním automobilu
- uspořádání je obvykle pětidveřové



- SUV:

- Sport utility vehicle
- jedná se o sportovní užitkové vozidlo, které kombinuje výhody většího vnitřního a zavazadlového prostoru
- je schopné jezdit po silnicích, ale i v lehkém terénu



- Crossover:

- Crossover jde napříč kategoriemi
- většinou má pohon 4x4 a vyšší světlou výšku z SUV, navíc pobírá prvky MPV
- tyto vozy zvládnou i lehčí terén, ale jsou primárně určeny do městského provozu.



- Off-road:

- dvoupřístorová karosérie pro 4 až 8 osob
- stavba karosérie je podřízena dobré průchodností terénem
- má vyšší světlou výšku a velké nájezdové úhly



- Kabriolet:

- tříprostorová otevřená dvou nebo čtyřdveřová karosérie pro 4 až 5 osob
- střecha je plátěná nebo kovová skládací



- Roadster:

- Roadster nebo také Spider jsou otevřené původně dvoudílné karoserie bez bočních a zadních oken
- střecha je plátěná skládací nebo pevná odnímatelná (tzv. hard-top)



- Pick Up:

- malý nákladní automobil
- nákladní prostor je původně odkrytý, ale může být zakryt plachtou nebo nástavbou
- samostatná uzavřená kabina pro posádku mívá jednu až dvě řady sedadel



- Minibus:

- je to osobní automobil pro přepravu 6 – 9 osob včetně řidiče



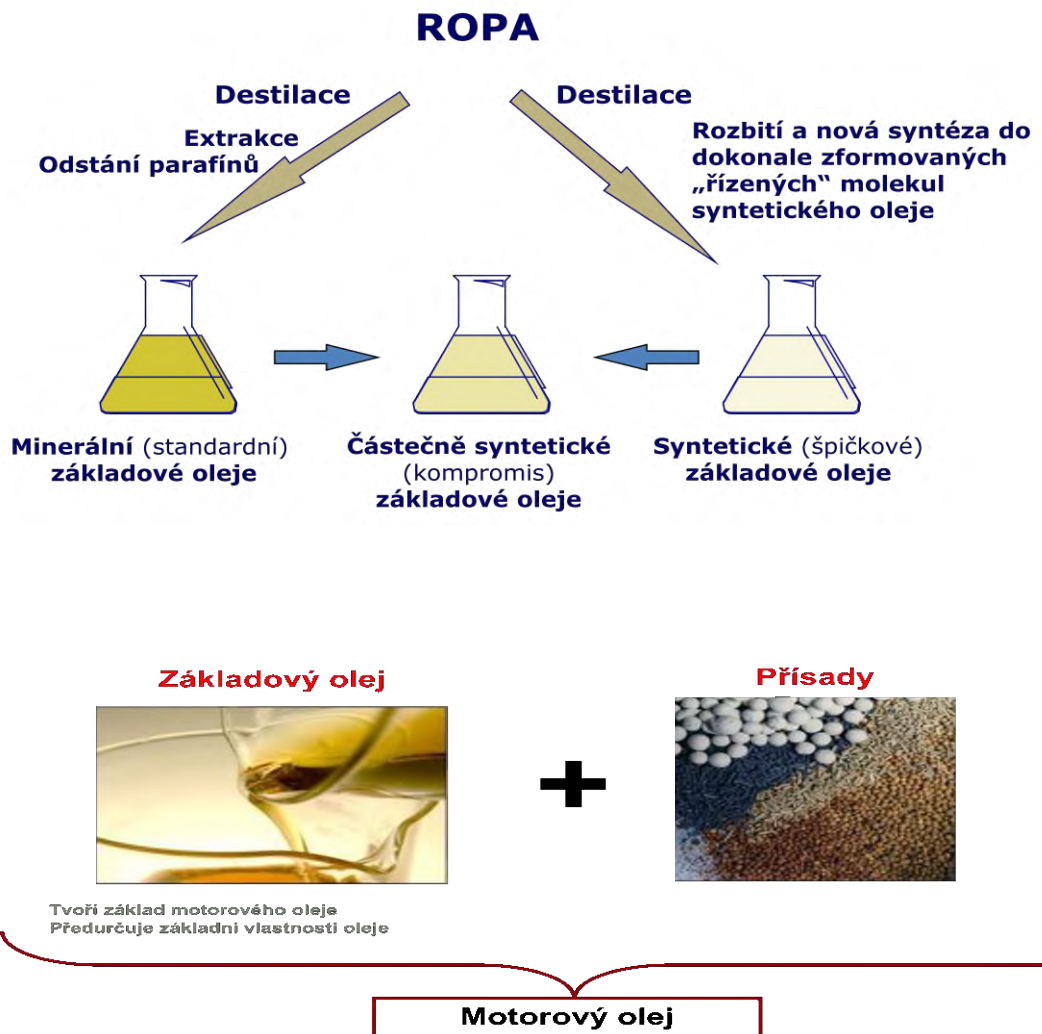
Charakteristiky a dělení ocelí v automobilovém průmyslu

- Vysokopevnostní oceli (HSS):
 - mají mez kluzu od 210 do 550 MPa a pevnost v tahu od 270 do 700 MPa
- Velmi vysokopevnostní oceli (UHSS):
 - mají mez kluzu vyšší než 550 MPa a pevnost v tahu nad 700 MPa
- Měkká ocel (MS Sheet Metal):
 - dosahuje pevnosti v tahu mezi 400 a 700 MPa a je cenově výhodná a dobře svařitelná, díky čemuž je široce používána

36) Druhy olejů a maziv, brzdová kapalina

Motorové mazací oleje

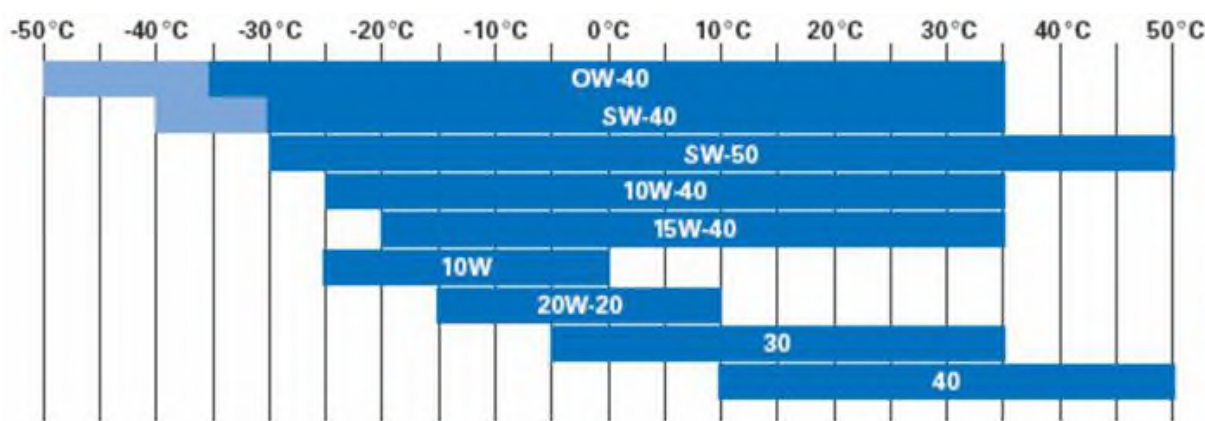
- Motorové oleje můžeme dělit podle mnoha kritérií. Základní dělení se však provádí podle technologie výroby, chemického původu a účelu.
- **Požadavky na motorové oleje:**
 - mazání, chlazení, utěšňování, udržování čistoty motoru, antikorozní vlastnosti, přenos sil
 - chránit motor proti opotřebení
 - snižovat tření mezi pohyblivými částmi motoru
 - snižovat spotřebu paliva
 - chránit pístní kroužky
 - zamezit tvorbě úsad
 - nebýt agresivní vůči ostatním materiálům
- **Rozdělení motorových olejů podle technologie výroby**
 - Výchozím produktem všech maziv, ať už na bázi minerální nebo syntetické, je ropa.
 - Minerální oleje:
 - vyrábí se vakuovou destilací zbytku z destilace atmosférické – mazutu
 - pro výrobu základních olejů se používají olejové destiláty, které se upravují rafinačními pochody
 - Hydrokrakové oleje (polysyntetické):
 - kvalita je vyšší, než u minerálních
 - nevýhodou je vyšší cena
 - Syntetické oleje:
 - vyrábí se chemickou cestou
 - obsahují mnohem méně nečistot
- **Složení motorových olejů**
 - Základní oleje a směs přísad



• Viskozitní klasifikace motorových olejů

- Viskozitní klasifikace SAE J300 charakterizuje viskozitně teplotní vlastnosti oleje symbolem složeným z číslic a přídatným písmenem W (Winter).
- Viskozita - míra vnitřního tření mazacího oleje, závisí na okolních podmínkách.
- Při provozu motoru dochází ke změnám teploty a tlaku a je žádoucí, aby se za těchto podmínek viskozita oleje měnila co nejméně.
- Závislost viskozity oleje na teplotě je vyjádřena tzv. viskozitním indexem.
- Viskozitní index se uvádí v katalozích výrobců automobilových maziv.
- Pro běžné označení viskozitních vlastností motorového oleje se používá výhradně klasifikace SAE.
- Tato norma používá pro klasifikaci olejů 6 zimních tříd označených číslem a písmenem "W"- Winter (OW, 5W, 10W, 15W, 20W a 25W) a 5 letních tříd označených číslem (20, 30, 40, 50 a 60).
- Obecně platí, že čím nižší zimní třída, tím nižší může být okolní teplota, při zachování tekutosti oleje dostatečné pro snadné startování motoru, tedy olej není příliš viskózní („hustý“).

- Oleje OW umožňují bezproblémové startování motoru i při teplotách pod -50°C, 5W oleje při teplotách kolem -40°C atd.
- Letní označení zaručuje dostatečnou viskozitu oleje při vysokých letních teplotách.
- Obecně platí, že čím vyšší číslo letní třídy, tím vyšší může být okolní teplota, pokud je motor dostatečně mazán, to znamená, že olej není příliš viskózní, aby porušil mazací film.
- V současné době se téměř výhradně používají vícesezónní motorové oleje.
- Vyznačují se kombinací zimní a letní třídy (OW-40, 5W-40 nebo 5W-50, 10W-40 a 15W-40, aj.).



• Výkonnostní klasifikace motorových olejů

- motorové a převodové oleje do motorových vozidel jsou rozděleny do výkonnostních tříd dle evropské normy ACEA nebo americké normy API
- výrobci automobilů požadují, aby olej použitý pro mazání motoru nebo převodů vyhovoval určité výkonnosti tříd definované v mezinárodních normě ACEA / API nebo výkonnosti třídě, kterou si výrobce sám definuje (podnikové normy výrobce, např. podniková norma VW 502 00 odpovídá přibližně mezinárodní normě ACEA A3)
- ACEA - klasifikace ACEA (Evropská asociace výrobců automobilů) dělí motorové oleje do čtyř hlavních skupin:
 - A - Benzinové motory
 - B - Dieselové motory osobních automobilů, dodávek a lehkých užitkových vozidel
 - E - Dieselové motory těžkých užitkových vozidel
 - C - Zážehové a vznětové motory osazené částicovými filtry
- Označení ACEA určuje, zda je olej vhodný pro daný motor.

- ACEA určuje, zda je olej určen pro benzín/diesel, pro prodloužené intervaly výměny, nebo pro motory s filtry pevných částic.
- Vždy je důležité řídit se doporučením výrobce vozidla uvedeným v manuálu, které uvádí potřebnou specifikaci ACEA, popř. SAE (např. 5W-30).
- HTHS „High Temperature High Shear“:
 - jedná se o dynamickou viskozitu, kterou měříme v laboratorních podmínkách a v podstatě simulujeme provozní podmínky v těch nejkritičtějších místech, kde dochází při vysoké teplotě k rychlému tření materiálu
 - naměřená HTHS viskozita udává, jak tlustý je mazací film daného oleje
 - měření probíhá při teplotě 150 °C a při smykovém spádu 106 s^{-1}
 - jedná se vlastně o viskozitu oleje za provozních podmínek
 - velmi důležitou hodnotou HTHS viskozity je 3,5 mPa.s
 - běžné oleje mají HTSH viskozitu právě 3,5 mPa.s a vyšší
 - výrobce konstruuje motor na nějakou HTHS viskozitu oleje, pod kterou bychom se neměli dostat
 - dříve to byla hodnota 3,5 mPa, dnes se pohybujeme v rozmezí 2,6-2,9 mPa.s
 - takové oleje mohou objektivně hůře mazat, pokud bude agregát ve vysoké zátěži a olejová náplň se ohřeje na vyšší teplotu
 - nikdy by však nemělo dojít k přehřívání motoru
 - pokud to výrobce vozidla povoluje, je na delší dálniční jízdy lepší použít olej s vyšší HTHS viskozitou, než olej s doporučenou

Výkonnostní třída ACEA	Použití oleje	HTHS [mPa.s]
A1, B1	Standardní olej, normální intervaly výměny	2,9 - 3,5
A2, B2	Standardní olej, normální intervaly výměny (Již neplatné)	> 3,5
A3, B3	Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny	> 3,5
B4	Jako B3 + možno použít pro dieselové motory s přímým vstřikováním	> 3,5
A4	Rezervováno pro oleje pro benzínové motory s přímým vstřikováním	> 3,5
A5, B5	Jako A3 / B4, avšak se sníženou viskozitou HTHS	2,9 - 3,5

A7/B7-23	Oleje s vysokým obsahem sulfátového popela, (% m/m $\leq 1,6$) fosforu a síry (SAPS). Jsou určeny pro použití ve vysoce výkonných benzinových a lehkých vznětových motorech, které jsou navrženy tak, aby byli schopny používat olej s nízkou viskozitou	≥ 2.6 a $\leq 3,5$
	Diesellové motory těžkých užitkových vozidel	
E1	Již neplatné od 3/2000	$\geq 3,5$
E2	Standardní olej, normální intervaly výměny	$\geq 3,5$
E3	Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny (Již neplatná)	$\geq 3,5$
E4	Olej pro extrémně vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny	$\geq 3,5$
E5	Olej pro vysokou zátěž, možnost prodloužení intervalu výměny	$\geq 3,5$
E6	Vysoce stabilní oleje podporující čistotu pístů, snižující opotřebení (včetně působením sazí) a zajišťující stálé mazání. Olej je doporučován pro moderní, vysoce zatěžované vznětové motory, splňující emisní limity Euro 1-4. Umožňuje prodloužené výměnné intervaly dle doporučení výrobce. Je vhodný pro motory se systémy EGR (Exhaust Gas Recirculation), DPF (Diesel Particulate Filter) a SCR NO _x (Selective Catalytic Reduction). Třída E6 je zvláště doporučována pro motory s DPF systémy, které spalují palivo s nízkým obsahem síry (50 ppm).	$\geq 3,5$
E7	Stabilní oleje zabraňující usazování nečistot na pístech a vzniku zrcadlových ploch na stěnách válců. Omezuje opotřebení (včetně působením sazí), vznik úsad v turbodmychadlu. Olej je doporučován pro moderní, vysoce zatěžované vznětové motory splňující	$\geq 3,5$

	emisní limity Euro 1-4. Umožňuje prodloužené výměnné intervaly dle doporučení výrobce. Je vhodný pro většinu motorů se systémy EGR (Exhaust Gas Recirculation) a SCR NO _x (Selective Catalytic Reduction). není vhodný pro systémy DPF (Diesel Particulate Filter).	
E9	je nový LOW -SAPS olej (zaveden v r. 2008) splňující požadavek na vysoce kvalitní olej Super Diesel (SHPD) pro použití v polovině dostupných aplikací. ACEA E9 obsahuje mnoho prvků v Severní Americe uznávané specifikace API CJ-4 . ACEA doporučila normu ACEA E9 do vozidel vybavených moderními systémy následného zpracování výfukových plynů na snížení množství znečišťujících částic (FAP) a oxidy dusíku (EGR a / nebo SCR) v kombinaci s nízkým obsahem síry v naftě. E9 předpokládá základní využití pro Euro VI legislativy emisí, která bude pravděpodobně požadovat povinné DPF filtry u všech vozidel v Evropě (sulfátový popel max 1,0 % hm.)	>= 3,5
Výkonnostní třída ACEA	Použití oleje	HTHS [mPa.s]
C1	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro vysoce výkonné zážehové i vznětové motory osobních a lehkých nákladních automobilů se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst), které vyžadují nízkoviskózní oleje se sníženým obsahem SAPS (Sulfate Ash Phosphorus Sulfur – sulfátový popel, síra, fosfor) a HTHS vyšší než 2.9 mPa.s. Tyto oleje prodlužují životnost systémů DPF a TWC a snižují spotřebu paliva.	> 2,9
C2	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro vysoce výkonné zážehové i vznětové motory osobních a lehkých nákladních automobilů se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way	> 2,9

	Catalyst), které vyžadují nízkoviskózní oleje s HTHS vyšší než 2.9 mPa.s. Tyto oleje prodlužují životnost systémů DPF a TWC a snižují spotřebu paliva.	
C3	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro automobily se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst). Tyto oleje prodlužují životnost těchto systémů.	> 3,5
C4	Stabilní olej kompatibilní s katalyzátorem pro automobily se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst). Tyto oleje prodlužují životnost těchto systémů. (platná od roku 2006)	> 3,5
C5	Stabilní motorový olej kompatibilní s katalyzátorem pro vysoce výkonné zážehové i vznětové motory osobních a lehkých nákladních automobilů se systémy DPF (Diesel Particulate Filter) a TWC (Three Way Catalyst), které vyžadují nízkoviskózní oleje se středním obsahem SAPS (Sulfate Ash Phosphorus Sulfur – sulfátový popel, síra, fosfor) a HTHS ≥ 2.6 mPa.s. a $\leq 2,9$ mPa.s.	≥ 2.6 a $\leq 2,9$
C6	ACEA C6 je nová kategorie pro ACEA 2021 a zaměřuje se na prémiová maziva se středním sulfátovým popelem, fosforem a sírou (SAPS). Jsou navrženy pro použití ve vysoce výkonných benzinových a lehkých vznětových motorech s prodlouženými servisními intervaly, kde se používají pokročilé systémy následné úpravy, jako jsou filtry pevných částic (DPF) a třícestné katalyzátory (TWC). Oleje ACEA C6 se vyznačují nízkou minimální viskozitou HTHS 2,6 cP a soustřeďují se na ochranu před předzápalem při nízkých otáčkách (LSPI), opotřebení turbodmychadla a kompresního nánosu turbodmychadla (TCCD). ACEA C6 staví na výkonnostních úrovních stanovených ACEA C5 a přináší specifické	≥ 2.6 a $\leq 2,9$

	testy zaměřené na ochranu LSPI a turbodmychadla a zároveň zavádí nové testování spotřeby paliva.	
C7	Nová kategorie olejů s extrémně nízkou viskozitou HTHS ($\geq 2,3$ a $\leq 2,6$ mPa.s). Zaměřená na zlepšení spotřeby paliva u vozidel se všemi typy moderních systémů následné úpravy. Oleje kategorie ACEA C7 spadají do viskozitní třídy SAE 0W-16. ACEA C7 je založena na ACEA C6 a zachovává všechny výkonnostní parametry kromě spotřeby paliva, která má přísnější požadavky ($\geq 0,3$ % oproti referenčnímu). ACEA C7 se zaměřuje se na prémiová maziva se středním sulfátovým popelem, fosforem a sírou (SAPS) která jsou určena pro použití ve vysoce výkonných benzinových a lehkých vznětových motorech s prodlouženými servisními intervaly, kde se používají pokročilé systémy následné úpravy, jako jsou filtry pevných částic (DPF) a třícestné katalyzátory (TWC). Soustředí se rovněž na ochranu motoru před předzápalem při nízkých otáčkách (LSPI), opotřebení turbodmychadla a kompresního nánosu turbodmychadla (TCCD).	2,6 ≥ 2.3 a $\leq$

○ API:

- tato norma dělí motorové oleje podle typu motoru na zážehové, označené písmenem „S“ a vznětové, označené písmenem „C“
- výkonnostní stupeň je vyjádřen pro daný typ motoru dalším písmenem (od „A“ výše).
- v zásadě platí, že čím je toto písmeno dále v abecedě, tím kvalitnější je olej
- je-li jako první uvedena specifikace „S“, je olej určen prioritně pro zážehové motory, pokud „C“, pak je určen pro vznětové motory
- SJ/CF - olej prioritně pro benzinové motory, použitelný i pro naftové motory
- CE/SG - olej prioritně pro naftové motory, použitelný i pro benzinové motory
- **V současné době jsou používány následující výkonnostní třídy API:**

SE (od r. 1972)	oleje pro velmi vysoké namáhání, splňující požadavky výrobců motorů vyrobených od roku 1971 do roku 1979
SF (od r. 1980)	oleje pro velmi vysoké zatížení motorů vyrobených v letech 1980 až 1989, oproti SE vylepšené protioděrové vlastnosti, oxidační stabilita a ochrana proti tvorbě úsad
SG (od r. 1989)	oleje pro motory vyrobené po roce 1989, splňující nejpřísnější požadavky na minimalizaci opotřebení a sníženou tvorbu kalů
SH (od r. 1993)	vlastnosti jako SG, testováno podle náročnějšího zkušebního protokolu CMA (CMA = Chemical Manufacturers Association)
SJ (od r. 1997)	specifikace olejů pro zážehové motory, která zohledňuje nejpřísnější emisní limity a nároky na úsporu paliva
SL (od r. 2001)	pro všechny současné motory i starší motory. Kategorie zavedena roku 2001.
SM (od r. 2004)	pro všechny současné motory. Kategorie zavedena 30. listopadu 2004. Oleje klasifikace SM obsahují aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebení a aditiva zlepšující vlastnosti oleje za nízkých teplot.
SN	Zavedená v říjnu 2010 pro motory vyrobené po roce 2011 a starší. Vhodná tam, kde je potřeba poskytnout vyšší ochranu pístů, při vyšších teplotách, kde je požadovaná přísnější kontrola kalu a kompatibility s těsněními. Klasifikace SN zaručuje vyšší ochranu turbodmychadla a motoru provozovaném na ethanol do E85. SN zároveň hovoří o vyšší kontrole emisí a nižší spotřebě paliva.
SN+	Zavedená v květnu 2018 jako doplněk k API SN a ILSAC GF-5 s cílem zajistit, aby motorové oleje řádně chránily před nízkorychlostním předzápalem (LSPI), což je závažný problém poškození u maloobjemových výkonných motorů, s přímým vstřikováním benzínu (GDI) a u benzínových přeplňovaných motorů GDI (T-GDI).
SP	Představená v květnu 2020, navržená tak, aby poskytovala ochranu před tzv. nízkorychlostním předzápalem (LSPI), ale i ochranu proti opotřebení rozvodového řetězu, vylepšenou ochranu proti usazování na pístech a turbodmychadlech při vysokých teplotách a přísnější kontrolu kalů, laků a koroze. API

	SP s ochranou zdrojů odpovídá ILSAC GF-6A v kombinaci výkonu se zlepšenou úsporou paliva, ochranou systémů regulace emisí a ochranou motorů provozovaných na paliva obsahující ethanol až do E85.
CC (od r. 1961)	oleje pro mírně přeplňované vznětové motory pracující ve středně náročných a náročných podmínkách, obsahující protikorozi přísady a přísady bránící tvorbě vysokoteplotních úsad (pro modely 1964 - 1970)
CD (od r. 1955)	oleje pro vysoce zatěžované, přeplňované vznětové motory s kompresorem pracující při vysokých otáčkách a s různě kvalitním palivem, obsahují přísady bránící tvorbě vysokoteplotních úsad a korozi ložisek (pro modely 1970 - 1979)
CE (od r. 1984)	oleje pro vysoce namáhané přeplňované rychloběžné motory s přímým vstřikováním (pro modely od r. 1983)
CF (od r. 1994)	oleje pro motory s nepřímým vstřikováním bez kontroly emisí, oproti CD vyšší odolnost proti tvorbě úsad na pístu a korozi ložisek
CF-2 (od r. 1994)	oleje pro dvoudobé motory vyžadující účinnou kontrolu otěru a tvorby úsad
CF-4 (od r. 1990)	oleje pro čtyřdobé motory těžkých nákladních vozů pracujících s nejvyšším stupněm přeplňování v nejnáročnějších podmínkách, zejména pro těžké tahače v dálničním provozu (pro modely od r. 1990)
CG-4 (od r. 1994)	oleje pro čtyřdobé vysokootáčkové motory vozů pracujících v nejnáročnějších silničních i terénních podmínkách. V současné době nejvyšší specifikace olejů pro vznětové motory
CH-4 (od r. 1998)	Zavedena v roce 1998. Pro vysoko-rychlostní čtyřdobé motory, u kterých je vyžadováno splnění výfukových emisních norem z roku 1998. CH-4 oleje mají speciální složení pro užití s palivem s hmotnostním obsahem síry do 0.5%. Může být použit místo CD, CE, CF-4 a CG-4 olejů.
CI-4 (od r. 2002)	Zavedena v září 2002. Pro vysoko-rychlostní čtyřdobé motory, u kterých je vyžadováno splnění výfukových emisních norem roku 2004 zavedených v roce 2002. CI-4 oleje mají speciální složení a trvanlivost pro užití v motorech s recirkulací výfukových zplodin (EGR). Jsou určeny pro použití v motorech, které používají palivo s hmotnostním obsahem síry do 0.5%.

	Může být použit místo CD, CE, CF-4, CG-4 a CH-4 olejů.
CJ-4	motorové oleje s velmi vysokou výkonovou rezervou pro vznětové motory vyráběné po roce 2006. API CJ-4 oleje překračují výkonnostní kritéria API CI-4, CH-4, CG-4 a CF-4 a mohou efektivně mazat motory vyžadující tyto kategorie API.
CK-4	motorové oleje pro vznětové motory modelové řady od roku 2017 pro motorové nafty se standardním obsahem síry od 15 do 500 ppm. Oleje API CK-4 překračují výkonnostní kritéria API CJ-4, CI-4 a CH-4 a mohou efektivně mazat motory vyžadující tyto kategorie API.
FA-4	speciální motorové oleje pro vznětové motory modelové řady od roku 2017 s viskozitními třídami SAE xW-30 a pro používání motorové nafty s velmi nízkým obsahem síry pod 15 ppm. HTHSV 3,5 cP! Oleje API FA-4 nejsou vzájemně zaměnitelné ani zpětně kompatibilní s API CK-4, CJ-4, CI-4 a CH-4. Informace o tom, zda jsou oleje API FA-4 vhodné pro použití, naleznete v doporučení výrobce motoru.

Brzdové kapaliny

- Brzdové kapaliny můžeme v základu dělit podle jejich označení DOT, které zároveň určuje jejich vlastnosti.
- Ve specifikacích jednotlivých brzdových kapalin najdeme zásadní údaj - bod varu (mokrý a suchý). Dva údaje jsou dány proto, že je kapalina hydroskopická. Tzn. váže na sebe vodu.
- Bod varu brzdové kapaliny se dá měřit. Každý renomovaný servis vlastní zařízení pro měření bodu varu brzdové kapaliny.
- Dle specifikace výrobce je třeba dodržovat pravidelný interval výměny. Ten bývá zpravidla každé 2 až 3 roky.
- Druhy brzdových kapalin:
 - červená brzdová kapalina:
 - červená brzdová kapalina má označení **Syntol červený**
 - jedná se o speciální brzdovou kapalinu pro starší hydraulické brzdové systémy automobilů a zemědělských strojů
 - jedná směs rostlinného oleje s butanolem
 - není to klasická kapalina podle mezinárodních standardů DOT
 - není kompatibilní s moderními brzdovými kapalinami na bázi glykolu
 - dnes se již téměř nepoužívá
 - brzdová kapalina DOT 3:
 - kapalina na bázi glykoletheru

- její suchý bod varu má hodnotu 205 °C, mokrý bod varu (kapalina s 3,7% obsahem vody) je 140 °C
- moderní automobily ji nepoužívají
- brzdová kapalina DOT 4:
 - kapalina na bázi glykoletheru
 - současně je však obohacena o aditiva pro zvýšení bodu varu a lepší teplotní stabilitu
 - nejpoužívanější typ brzdové kapaliny
 - suchý bod varu má 230 °C, mokrý 155 °C
- brzdová kapalina DOT 4+:
 - je řidší (s nižší viskozitou při nízkých teplotách)
 - má vyšší bod varu 265 °C
 - vhodná pro moderní vozidla se systémy ESP
- brzdová kapalina SL6:
 - jedná se o brzdovou kapalinu DOT 4
 - je to syntetická kapalina na bázi glykoletherů a esterů kyseliny borité, která obsahuje inhibitory koroze a antioxidační přísady
 - je vhodná pro moderní vozidla s ESP
 - suchý bod varu 265 °C
- brzdová kapalina DOT 5:
 - kapalina na bázi silikonu, který není hygroskopický, tedy nemá tendence na sebe vázat vodu
 - původně pro armádu, bez nutnosti výměny
 - silikonový olej velmi efektivně maže veškeré gumové části a těsnění
 - suchý bod varu je 260 °C, mokrý 180 °C
- brzdová kapalina DOT 5.1:
 - kapalina na bázi glykoletheru
 - používá se u vysokovýkonných a závodních strojů
 - suchý bod varu 260 °C, mokrý bod varu je 180 °C
- závodní brzdové kapaliny:
 - výkonnost přesahující standard DOT 4
 - suchý bod varu je více než 310°C, mokrý bod varu 194°C
- Hydraulické brzdové systémy u jízdních kol mohou používat speciální brzdové minerální oleje. Tyto oleje jsou méně náchylné k absorbování vlhkosti.
- Mísitelnost brzdových kapalin:
 - brzdové kapaliny se zásadně nemíchají, pokud nejsou stejné báze a specifikace
 - DOT 3, 4, 5.1 jsou glykolové a částečně mísitelné, ale s degradací vlastností (např. bod varu)
 - mísit lze pouze kapaliny se stejnou specifikací, ale od jiného výrobce (např. DOT 4 s jinou DOT 4)

- systémy ABS a ESP vyžadují nízkoviskozitní brzdové kapaliny (např. DOT 4+, SL6) a proto není bezpečné je míchat s běžnými kapalinami na bázi glykoletheru
- kapalina DOT 5 je na bázi silikonu a nesmí se míchat s jinými brzdovými kapalinami

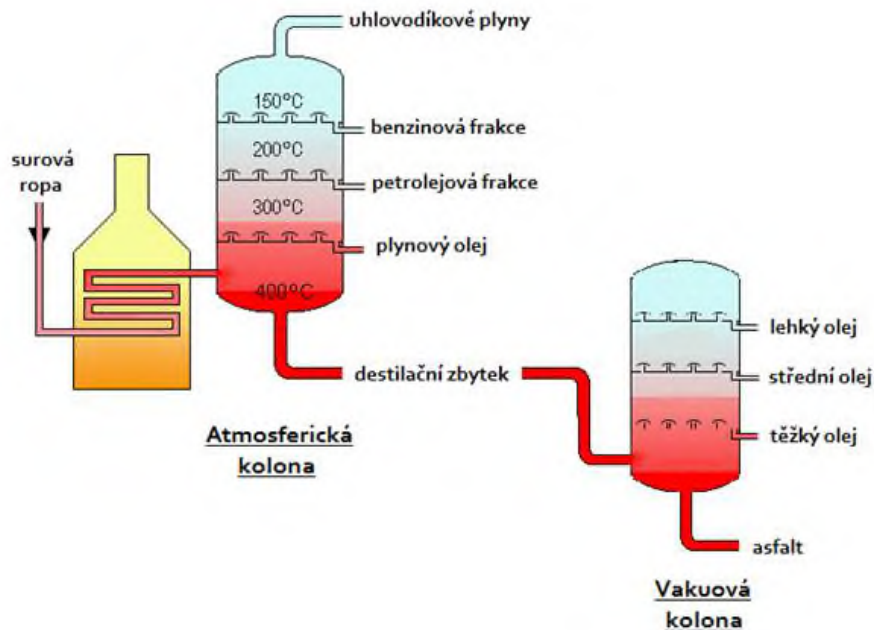
37) Paliva pro pístové spalovací motory

- **Paliva**

- Paliva se skládají ze směsi sloučenin uhlovodíků, které se liší stavbou molekul.
- Stavba a velikost molekuly i vzájemný číselný poměr atomů vodíku a uhlíku podstatně určují chování paliva při spalování v motoru.
- Jako palivo se může používat i čistý vodík.

- **Výroba**

- Nejdůležitější výchozí surovinou pro výrobu paliv a dalších organických sloučenin je ropa.
- Tento chemický nositel energie vznikl podle dnešních předpokladů během milionů let rozkladem odumřelých a potopených mořských živočichů, nepřímých akumulátorů sluneční energie.
- Všechny uhlovodíky obsažené v ropě se nehodí jako motorové benziny, popř. motorová nafta.
- Větší část se musí přeměnit chemickými postupy.
- Výroba konečných produktů probíhá dvěma postupy v rafineriích:
 - oddělováním – destilace, filtrace
 - přeměna – krakování, reformování



- **Benzín (Gasoline)**

- nejběžnější palivo pro zážehové motory
- používá se zejména u osobních automobilů, motocyklů a některých menších strojů

- Chemické složení:
 - směs různých uhlovodíků, většinou C₄–C₁₂
 - má nízký bod varu
 - snadno se odpařuje, což je ideální pro startování a chod motoru
- Výhody:
 - vysoký energetický obsah:
 - má relativně vysokou energetickou hustotu, což znamená, že motor může běžet na menším objemu paliva
 - dostupnost a infrastruktura:
 - je široce dostupný a infrastruktura pro jeho distribuci je velmi rozvinutá
 - výkon a efektivita:
 - zážehové motory mají velmi dobrý výkon, zvláště při vyšších otáčkách
- Nevýhody:
 - emise:
 - zážehové motory produkují CO₂, CO, NO_x a další znečišťující látky, což má negativní vliv na životní prostředí
 - omezená obnovitelnost:
 - benzín je fosilní palivo, což znamená, že je neudržitelný a vytváří závislost na těžbě ropy
- Provozní parametry:
 - zážehové motory jsou navrženy pro palivo s oktanovým číslem mezi 87 a 98, což ovlivňuje, jak snadno dochází k detonaci (klepání motoru) a efektivitě spalování
- Oktanové číslo:
 - míra odolnosti paliva proti samovolnému vznícení (samozápalu) ve spalovacím motoru, které se projevuje jako „klepání“
 - čím vyšší je oktanové číslo, tím vyšší je odolnost paliva, a tím vyšší je také jeho „kvalita“ pro výkonnější motory s vyšším kompresním poměrem
 - číslo se určuje porovnáním s referenční směsí, kde 100 % je izooktan (výsoce odolný) a 0 % je n-heptan (velmi málo odolný)
 - například oktanové číslo 95 znamená, že palivo je stejně odolné jako směs 95 % izooktanu a 5 % n-heptanu
- **Ethanol (EtOH)**
 - Je alkohol, který se často používá v kombinaci s benzínem (například směsi jako E85 obsahující 85 % ethanolu a 15 % benzínu).
 - Chemické složení:
 - ethanol je alkohol (C₂H₅OH) vyrobený z rostlinných materiálů, jako jsou kukuřice, cukrová třtina nebo jiné biomasy

- Výhody:
 - obnovitelnost:
 - biopalivo, které může být vyrobeno z obnovitelných zdrojů (například biomasa)
 - to znamená nižší emise CO₂, protože rostliny absorbují CO₂ během svého růstu
 - vysoké oktanové číslo:
 - ethanol má vysoké oktanové číslo (přibližně 110), což znamená, že je odolný vůči detonaci a může zlepšit výkon motoru a účinnost spalování
 - nižší emise:
 - ethanol spaluje „čistěji“ než benzín, což znamená nižší emise CO a dalších škodlivých látek
- Nevýhody:
 - nižší energetická hustota:
 - ethanol má nižší energetickou hustotu než benzín, což znamená, že na stejné množství paliva ujedete menší vzdálenost
 - korozivní účinky:
 - ethanol může být korozivní pro některé materiály v palivovém systému, což vyžaduje úpravy v motoru a palivovém systému
 - náklady na výrobu:
 - vyrábět ethanol z biomasy je nákladnější než těžit a rafinovat ropu
- Provozní parametry:
 - motory na ethanol nebo směsi s ethanolem vyžadují upravený vstříkovací systém a někdy i změněné spalovací komory pro optimální výkon

• Metanol (MeOH)

- Metanol je také alkohol (CH₃OH) a může být použit jako alternativní palivo.
- Chemické složení:
 - metanol je jednoduchý alkohol vyrobený z fosilních paliv (zemní plyn) nebo biomasy
- Výhody:
 - vysoké oktanové číslo:
 - metanol má velmi vysoké oktanové číslo (přibližně 110), což znamená, že se dá využít v motorech pro vyšší výkon a lepší spalování
 - nižší emise CO₂:
 - v porovnání s benzínem metanol spaluje čistěji, ačkoli jeho produkce CO₂ je stále přítomna
 - obnovitelnost:
 - metanol může být vyráběn z obnovitelných zdrojů, což z něj činí potenciálně ekologičtější alternativu

- Nevýhody:
 - nízká energetická hustota:
 - stejně jako ethanol, má metanol nižší energetickou hustotu než benzín, což znamená, že budete potřebovat více paliva pro stejný výkon = vyšší spotřeba
 - toxický:
 - metanol je toxický pro lidské zdraví (požití nebo vdechnutí výparů může být nebezpečné)
 - korozivní:
 - metanol je velmi korozivní pro některé materiály, což může vyžadovat časté údržby a úpravy motoru
- Provozní parametry:
 - metanol je často používán v motorsportu, kde je vysoký výkon důležitý, ale jeho použití je omezeno na speciálně upravené motory
- **LPG (Liquefied Petroleum Gas)**
 - Zkapalněný ropný plyn, který je směsí propanu a butanu, je běžně používán v automobilovém průmyslu, zejména u vozidel upravených na LPG.
 - Chemické složení:
 - LPG je směs uhlovodíků (hlavně propan a butan) a je v kapalném formě při tlaku, ale přechází do plynného stavu při uvolnění tlaku
 - Výhody:
 - nižší emise:
 - LPG má nižší emise CO₂, NO_x a dalších škodlivých látek než benzín
 - nižší náklady:
 - LPG je levnější než benzín a jeho cena je stabilnější
 - dostupnost:
 - LPG je dostupné v mnoha zemích a existuje rozsáhlá infrastruktura pro jeho distribuci
 - Nevýhody:
 - nižší energetická hustota:
 - LPG má nižší energetickou hustotu než benzín, což znamená nižší dojezd na stejný objem paliva
 - potřeba přestavby motoru:
 - většina vozidel vyžaduje speciální úpravy palivového systému motoru a příslušenství, montáž nádrže a dalších částí
 - Provozní parametry:
 - motory na LPG mohou mít podobnou výkonnost jako zážehové motory
- **CNG (Compressed Natural Gas)**
 - CNG je zemní plyn, který je stlačen do formy plynu.
 - Chemické složení:
 - CNG je především metan (CH₄), což je jednoduchý uhlovodík
 - Výhody:

- nízké emise:
 - CNG má nízké emise CO₂ a prakticky nulové emise pevných částic, což je výhodné pro životní prostředí
 - ekonomika:
 - CNG je levné palivo, což je výhodné pro dlouhodobý provoz, zejména u komerčních vozidel
 - Nevýhody:
 - nízká energetická hustota:
 - CNG má nízkou energetickou hustotu, což znamená, že vozidla na CNG mají omezený dojezd
 - potřeba speciální infrastruktury:
 - CNG vyžaduje speciální palivové nádrže a infrastrukturu pro plnění
 - Provozní parametry:
 - motory na CNG obvykle vyžadují menší úpravy (např. změna vstřikovacího systému), ale mají vyšší efektivitu a nižší emise
- **Vodík**
 - Vodík lze využít jako palivo v palivových článcích, které vyrábí elektřinu pro pohon vozidel, přičemž jediným emisním produktem je voda.
 - Přestože je vodík ekologický, netoxický a obnovitelný (např. elektrolýzou vody), jeho rozšířené využití brání vysoká cena, problémy s výrobou a skladováním a omezená infrastruktura čerpacích stanic.
 - V současné době se více uplatňuje v hromadné dopravě (autobusy, vlaky), zatímco osobní auta na vodík jsou stále spíše v počátcích.
- **Nafta (Diesel)**
 - Aby se zamezilo projevům detonačního spalování, měly by motorové nafty na rozdíl od benzinových paliv být pokud možno snadno vznětlivé.
 - Spalovací vlastnosti motorové nafty vyjadřujeme tzv. cetanovým číslem CČ.
 - Čím více uhlovodíků s řetězovou strukturou je obsaženo v naftě, tím je nafta západnější.
 - Cetanové číslo pro naftu by mělo být pokud možno vyšší než 51, současná paliva dosahují CČ až 62.
 - Nafta je základní palivo pro vznětové pístové motory.
 - Vlastnosti:
 - směs těžších uhlovodíků
 - vysoké cetanové číslo
 - vysoká energetická hustota
 - málo se odpařuje
 - Výhody:
 - vyšší účinnost motoru

- nízká spotřeba
- vysoký točivý moment
- dobré mazací schopnosti

○ Nevýhody:

- vyšší emise NO_x a pevných částic
- horší studené starty bez žhavení
- náchylnější na čistotu a kvalitu paliva

• **Zimní nafta**

- Nafty mají tu vlastnost, že při nízkých teplotách vytvářejí krystaly alkanů (parafinů), které od určité velikosti již nemohou protékat čističem paliva.
- Čistič se ucpe a motor přestane postupně běžet.
- Zimní nafta je speciálně upravené palivo pro diesellové motory, které obsahuje přísady (depresanty) zabraňující tuhnutí a krystalizaci parafinu při nízkých teplotách, čímž zajišťuje spolehlivé startování a provoz až do teplot kolem -20 °C.
- Filtrovatelnost (schopnost procházet palivovým filtrem v mrazu) se udává hodnotou Cold Filter Plugging Point (CFPP - bod filtrovatelnosti za studena).
- CFPP je klíčový parametr nafty, který udává nejnižší teplotu, při které palivo stále projde standardním filtrem bez ucpání parafínem nebo krystalyalkanů, což je zásadní pro spolehlivý chod motoru v zimě.
- Krystaly alkanů lze rozpustit pouze teplem, např. montáží vyhřívání do palivového filtru.

• **Bionafta**

- Vyrábí se z řepkového oleje, tedy z obnovitelných surovin (metylester řepkového oleje RME).
- Při použití ve vznětovém motoru je třeba dbát na to, aby bylo spalovací zařízení pro bionaftu vhodné.
- Výrobci moderních vznětových motorů buď nedoporučují, nebo přímo zakazují provoz na bionaftu.
- Plastové hadice a těsnění mohou nabobtnat a přestat těsnit.
- Bionafta je hygroskopická, tzn. pohlcuje vodu, působí na laky jako rozpouštědlo a měla by proto být při kontaktu s lakem ihned odstraněna.
- Při spalování bionafty v motoru zůstává podstatně méně nespálených uhlovodíků a vzniká méně oxidu uhelnatého a částic, než u běžné nafty.
- Podíl oxidů dusíku je o něco vyšší, emise CO₂ se vyrovnávají spotřebou CO₂ při růstu řepky.

• **HVO (Hydrotreated Vegetable Oil, česky Hydrogenovaný rostlinný olej):**

- Syntetické biopalivo, které slouží jako ekologická náhrada nafty, vyráběné z rostlinných olejů a živočišných tuků či odpadního kuchyňského oleje.
- Jedná se o palivo velmi podobné klasické naftě, má však vyšší cetanové číslo a lepší vlastnosti při nízkých teplotách.

- Snižuje emise CO₂ až o 90 % a je plně kompatibilní s většinou moderních diesellových motorů.
- Na rozdíl od bionafty se nepoužívá metanol, ale hydrogenace (přidání vodíku), což vede k čistšímu palivu.
- Má vysoké cetanové číslo (kolem 70), což zajišťuje lepší spalování, vyšší účinnost, tišší chod a snížení emisí pevných částic a síry.
- Lze jej míchat s běžnou naftou nebo použít 100% (HVO100) ve vznětových motorech, zejména těch splňujících normu Euro 6, které mají na víčku nádrže označení XTL.
- Výrazně redukuje emise skleníkových plynů (až o 90 %) ve srovnání s fosilní naftou.
- Nevýhodou je vyšší cena a horší dostupnost.

38) Ohmův zákon

- Ohmův zákon je jeden ze základních fyzikálních zákonů.
- Ohmův zákon popisuje vztah mezi elektrickým proudem (I), napětím (U) a odporem (R) v elektrickém obvodu.
- Proud je přímo úměrný napětí a nepřímo úměrný odporu.
- Lze ho vyjádřit matematickým vztahem $U = R \cdot I$
- To znamená, že při stálém napětí se při zvýšení odporu sníží proud, a naopak při stálém odporu se při zvýšení napětí zvýší proud.
- **Klíčové principy:**
 - Přímá úměrnost napětí:
 - pokud zvyšujete napětí v obvodu, elektrický proud se zvýší ve stejném poměru
 - Nepřímá úměrnost odporu:
 - pokud zvyšujete odpor v obvodu, elektrický proud se sníží (a naopak)
- **Vzorec:**
 - Vztah lze vyjádřit třemi základními rovnicemi:

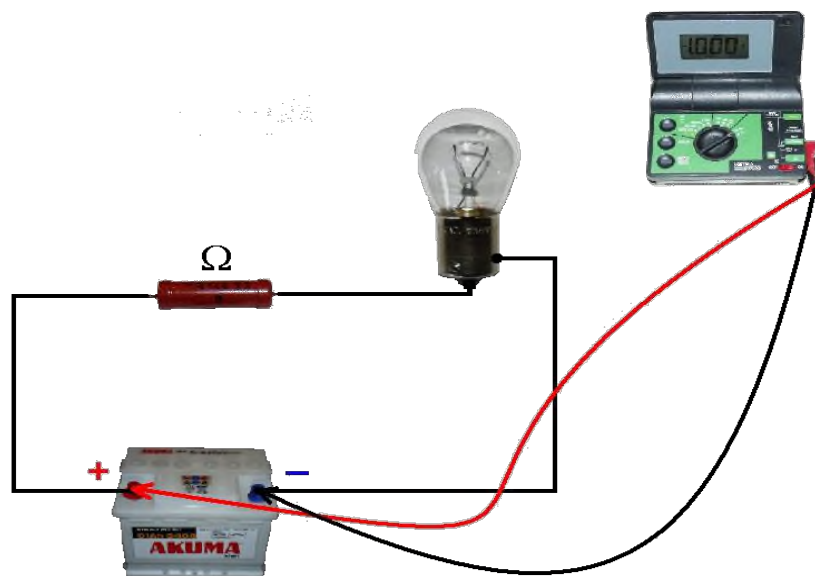
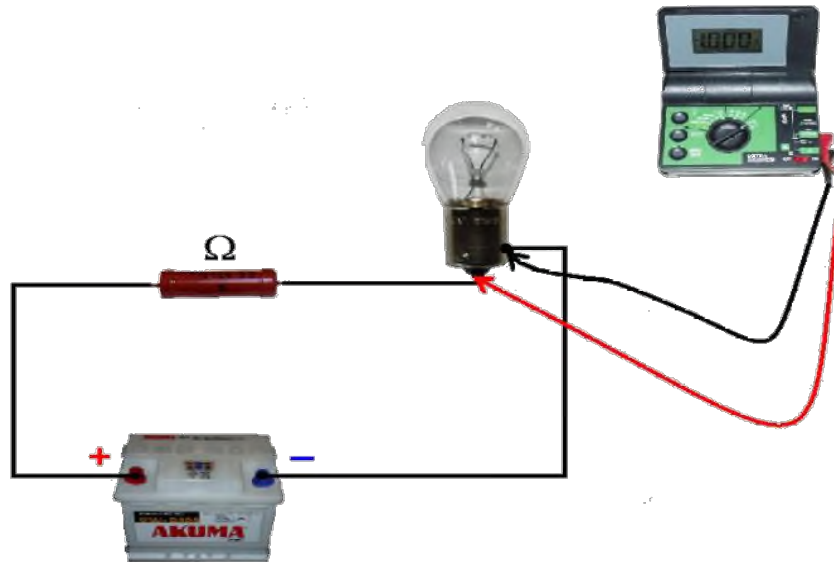
$$R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{U}{R}$$

$$U = R \times I$$



- **Jednotky:**
 - Napětí (U) – Volt (V)
 - Proud (I) – Ampér (A)
 - Odpor (R) – Ohm (Ω)
- **Platnost:**
 - Zákon platí pro tzv. ohmovské vodiče a obvody (ty, kde se proud a napětí chovají lineárně), jako jsou kovové vodiče za konstantní teploty. Neplatí pro plyny.
- **Příklad:**
 - Pokud je na rezistoru s odporem 5Ω připojeno napětí 15 V, potom bude protékající proud 3 A.
- **Napětí:**

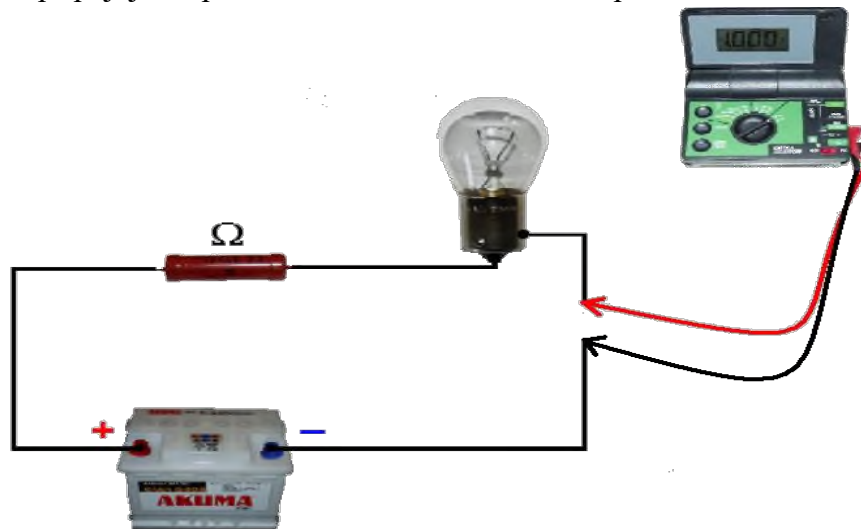
- Elektrické napětí je určeno prací elektrických sil přepočítanou na jednotku náboje, nebo jej také můžeme definovat jako rozdíl elektrických potenciálů.
- Napětí 1 V je takové napětí, které je mezi konci vodiče, do kterého konstantní proud 1 A dodává výkon 1 W. V takovém případě má vodič odpor 1 Ω .
- Pro měření elektrického napětí použijeme měřicí přístroj „Voltmetr“, který se připojuje paralelně ke spotřebiči nebo zdroji napětí.



- **Proud:**

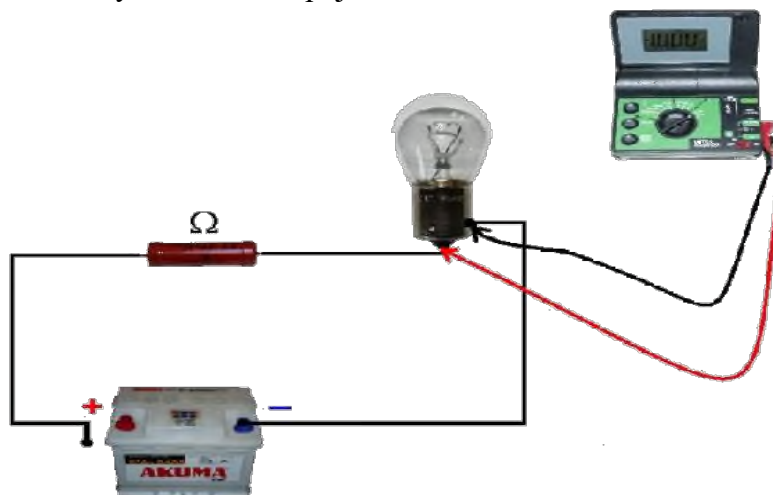
- Elektrický proud je tvořen usměrněným pohybem elektronů nebo jiných částic s elektrickým nábojem uvnitř vodiče, kdy se nabitě částice kromě svého tepelného pohybu posouvají ve směru působení elektrické síly.

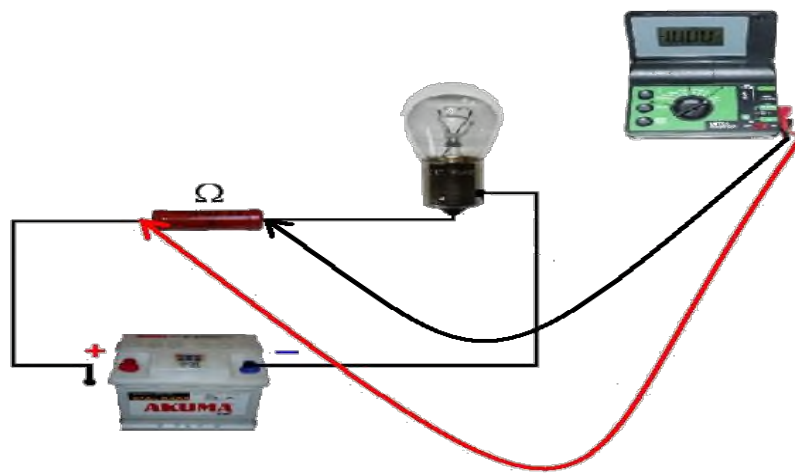
- Pro měření elektrického proudu použijeme měřicí přístroj „Ampérmetr“, který se připojuje do proudového obvodu sériově se spotřebičem.



- **Odpor:**

- Elektrický odpor je vlastnost elektrických vodičů, které kladou průchodu elektrického proudu odpor.
- Ohm je odpor vodiče, v němž stálé napětí 1 voltu mezi konci vodiče vyvolá proud 1 ampéru.
- Pro měření odporu použijeme měřicí přístroj „Ohmmetr“, který se připojuje paralelně k měřené součástce.
- Elektrický obvod musí být bez elektrického napětí.
- Pro správné změření odporu je nutné součástku ze složitých elektrických obvodů odpojit.





39) Měření elektrických veličin, druhy měřících přístrojů

- Měření elektrických veličin je základní činností v elektrotechnice, elektronice, energetice i dalších technických oborech.
- Umožňuje sledovat stav elektrických obvodů, kontrolovat jejich funkci, odhalovat poruchy a ověřovat správné parametry zařízení.
- Elektrické veličiny jsou fyzikální hodnoty, které popisují děje v elektrickém obvodu.
- Patří sem především napětí, proud, odpor, výkon, frekvence, kapacita, indukčnost a další parametry.
- **Základní elektrické veličiny a jejich měření:**
 - Napětí (U):
 - udává elektrický potenciální rozdíl mezi dvěma body
 - jednotka volt (V)
 - napětí je základní veličinou pro pohyb elektrických nábojů v obvodu
 - měření:
 - napětí se měří voltmetrem, který se připojuje paralelně k měřenému prvku
 - napětí stejnosměrné – DC, elektrický proud protéká obvodem stále stejným směrem
 - napětí střídavé – AC, směr se pravidelně mění
 - Proud (I):
 - udává množství náboje, které proteče vodičem za jednotku času
 - jednotka je ampér (A)
 - měření:
 - pro měření se používá ampérmetr, který se připojuje sériově do obvodu
 - proud se může měřit také klešťovým ampérmetrem bez přerušení vodiče
 - Elektrický odpor (R):
 - elektrický odpor je vlastnost elektrických vodičů, které kladou průchodu elektrického proudu odpor
 - Jednotka: ohm (Ω)
 - měření:
 - pro měření odporu použijeme měřicí přístroj „Ohmmetr“, který se připojuje paralelně k měřené součástce
 - elektrický obvod musí být bez elektrického napětí
 - pro správné změření odporu je nutné součástku ze složitých elektrických obvodů odpojit
 - Výkon (P):

- určuje, kolik energie elektrický obvod spotřebuje nebo vyrobí za jednotku času
- jednotka watt (W)
- typy výkonu:
 - činný výkon: skutečná energie přeměněná na užitečnou práci, například na teplo nebo světlo
 - jalový výkon: energie, která se přemísťuje mezi zdrojem a spotřebičem, ale není spotřebována jako užitečná práce
 - zdánlivý výkon: součet činného a jalového výkonu
- Frekvence (f):
 - určuje, kolikrát za sekundu proběhne perioda střídavého signálu
 - příklad využití frekvence u elektrického proudu:
 - síťová frekvence 50 Hz, což znamená, že napětí se během jedné sekundy 50krát změní z kladného na záporné a zpět
 - měření:
 - frekvenční měřiče, multimetry, osciloskopy
- Kapacita (C):
 - schopnost prvku uchovávat elektrický náboj
 - jednotka je farad (F)
 - měření:
 - kapacitní měřiče, některé multimetry
 - často se měří i ESR (ekvivalentní sériový odpor kondenzátoru)
- Indukčnost (L):
 - schopnost cívky vytvářet magnetické pole a indukovat napětí
 - jednotka je henry (H)
 - měření:
 - LCR metry, můstky, speciální přístroje

• Měřicí přístroje

- Základní rozdělení měřících přístrojů:

- analogové
- digitální
- Analogové měřicí přístroje:
 - jsou vybaveny jednou nebo více stupnicemi
 - měřenou hodnotu ukazuje ručička
 - každé naměřené hodnotě náleží jiná poloha ručičky
 - jsou vhodné tam, kde je třeba sledovat plynulou změnu velikosti
- Digitální měřicí přístroje:
 - naměřené hodnoty se odečítají na displeji
 - jsou zobrazené číslicemi
 - oproti analogovým umožňují celou řadu funkcí (uložení naměřené hodnoty, ochranu proti přetížení apod.)
 - mohou být doplněny analogovou stupnicí
- Multimetr:
 - nejpoužívanější přístroj v elektrotechnice
 - umožňuje měřit:
 - napětí AC/DC
 - proud AC/DC
 - odpor
 - kapacitu
 - frekvenci
 - test diod
 - někdy i teplotu



obr. ruční multimetr

- Osciloskop:
 - přístroj pro zobrazení průběhu napětí v závislosti na čase

- dokáže změřit:
 - tvar signálu
 - amplitudu
 - frekvenci
 - rušení nebo poruchy v obvodech
- je nezbytný při měření rychlých, střídavých nebo pulzních signálů



obr. přenosný 4 kanálový osciloskop



obr. dílenský motortester s osciloskopem

- Klešťový ampérmetr:

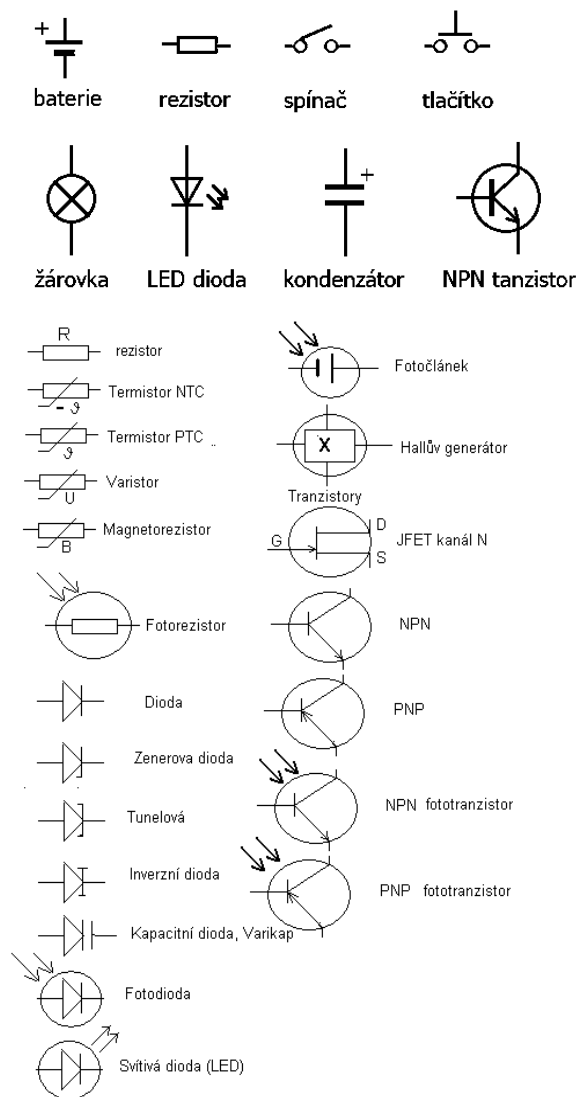
- měří proud bez rozpojování obvodu
 - funguje na principu magnetické indukce
- Wattmetr a analyzátory sítě:
 - používají se pro měření výkonu a rozbor kvality elektrické energie
 - dokáže změřit činný, jalový a zdánlivý výkon
- Můstky (Wheatstonův, Kelvinův apod.)
 - jedná se o speciální měřicí přístroje, které se využívají především v laboratořích
- **Metody měření elektrických veličin**
 - Přímé měření:
 - použití měřicího přístroje přímo na veličině (např. voltmetr na napětí)
 - rychlá a jednoduchá metoda
 - Nepřímé měření:
 - veličina se vypočítá z jiných hodnot (např. výpočet odporu z U a I)
 - Diferenciální měření:
 - porovnání dvou hodnot
 - používá se např. u přesných můstků
 - Měření osciloskopem:
 - umožňuje sledování dynamických změn signálu
 - používá se zejména u střídavých a pulzních průběhů
- **Bezpečnost při měření**
 - Při práci s elektrickými veličinami je důležité dodržovat bezpečnostní pravidla.
- Měření elektrických veličin představuje klíčovou součást elektrotechniky.
- Díky mnoha typům měřicích přístrojů – od jednoduchého multimetru až po sofistikované analyzátory – je možné přesně zjistit hodnoty napětí, proudu, odporu, výkonu i dalších parametrů obvodu.
- Přesné měření umožňuje efektivní návrh, údržbu i diagnostiku elektrických zařízení.
- Ovládání měřicích metod a přístrojů je tedy nezbytnou znalostí každého technika nebo elektrikáře.

40) Schematické značky

- Schematické značky jsou grafické symboly, které se používají v elektrotechnických výkresech, zapojeních a diagramech ke znázornění jednotlivých elektrických, elektronických nebo mechanických prvků.
- Jejich hlavním účelem je umožnit jednoznačné, přehledné a univerzální zobrazení elektrických obvodů, které lze snadno pochopit a interpretovat i bez dlouhého popisu.
- Díky tomu mohou technici, elektrikáři, konstruktéři i studenti rychle porozumět funkci a struktuře obvodu.
- Schematické značky jsou definovány v normách, nejčastěji ČSN, IEC, EN nebo ISO, které zabezpečují, že se v technické praxi používají tytéž symboly v různých zemích i odvětvích.
- **Účel a význam schematických značek:**
 - vyjádřit elektrické obvody přehledně a srozumitelně
 - popsat funkci obvodu bez nutnosti dlouhých textů
 - rychle identifikovat prvky v dokumentaci
 - usnadnit výrobu, servis a diagnostiku zařízení
 - sjednotit způsob značení mezi různými konstruktéry
- Díky sjednoceným značkám lze dokumentaci používat mezinárodně, což je zásadní zejména v průmyslu, energetice a elektrotechnice.
- **Rozdělení schematických značek:**
 - Schematické značky lze rozdělit podle toho, jaký prvek znázorňují.
 - Značky pasivních prvků:
 - patří sem prvky, které samy negenerují energii
 - Značky aktivních prvků:
 - prvky, které zesilují, spínají nebo řídí elektrické signály
 - Značky zdrojů:
 - symboly prvků, které poskytují energii nebo signál
 - Značky spínačů a ochranných prvků
 - Značky měřicích přístrojů:
 - používají se v diagnostice a kontrolních diagramech

○ Značky elektrických strojů

• **Symbols:**



	konektorový spoj ve vedení		žárovka
	konektorový spoj na konstrukčním dílu		žárovka (dvouvláknová)
	rozpojitelný spoj na konstr. dílu		elektromotor
	nerozpojitelný spoj		dioda
	vnitřní spoj v konstrukčním dílu		zenerova dioda
	pojistka		světelná dioda
	spínač, ručně ovládaný		elektronická součástka konstr. díl
	spínač, odpružená poloha, ručně ovládaný		relé (elektronicky řízené)
	spínač, mechanicky ovládaný		ukazatel
	tlakový spínač		analogové hodiny
	termospínač		zapalovač cigaret
	vícenásobný spínač, ručně ovládaný		zapalovací svíčka
	odpor		relé
	potenciometr		stínění
	odpor - teplotně závislý		cívka



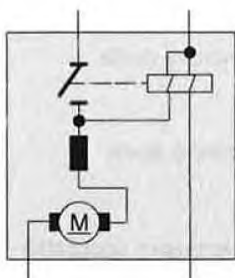
kondenzátor



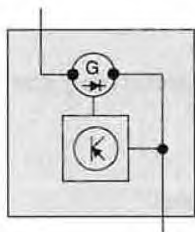
lambda sonda



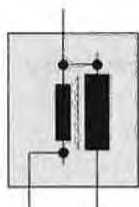
akumulátor



spouštěč



alternátor



zapalovací cívka



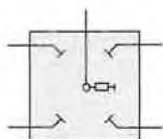
digitální hodiny



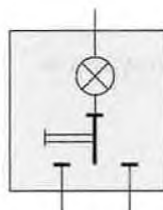
vícenásobný ukazatel



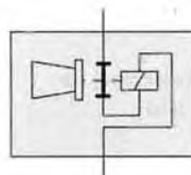
snímač otáček-Hallův



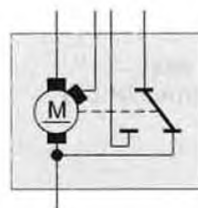
rozdělovač



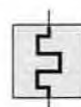
osvětlení interiéru



zvuková houkačka



stěrač dvourychlostní



zadní vyhřívané okno



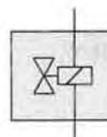
topný odpor/žhavicí
svíčka



startovací automatika



teplotně závislý ventil



elektromagnetický ventil



anténa



reproduktor

- **Pravidla pro kreslení schémat:**

- Při tvorbě elektrotechnických schémat platí několik základních zásad:

- kreslení přehledně a logicky
- vstupy vlevo, výstupy vpravo
- zem dole
- používání standardních značek podle norem
- označování prvků (R1, C3, D5 apod.)
- vyznačení propojení (tečky na spojích)
- vyhnutí se křížení vodičů, pokud to není nutné
- čitelnost i v černobílé verzi

- **Význam schémat:**

- Bez schematické dokumentace by nebylo možné bezpečně a efektivně pracovat s elektrickými zařízeními.
- Schémata jsou klíčová pro:

- konstrukci obvodů
- výrobu elektronických zařízení
- servis a opravy
- údržbu strojů
- vývoj a testování
- výuku elektrotechniky

- Schematické značky představují univerzální jazyk elektrotechniky.
- Umožňují jednoznačně zobrazit funkci elektrických obvodů a prvků pomocí jasně definovaných symbolů.
- Díky mezinárodním normám jsou schémata srozumitelná po celém světě a tvoří nezbytný základ každé technické dokumentace.
- Znalost těchto značek je proto důležitá nejen pro odborníky, ale i pro studenty a techniky, kteří pracují s elektrickými obvody.

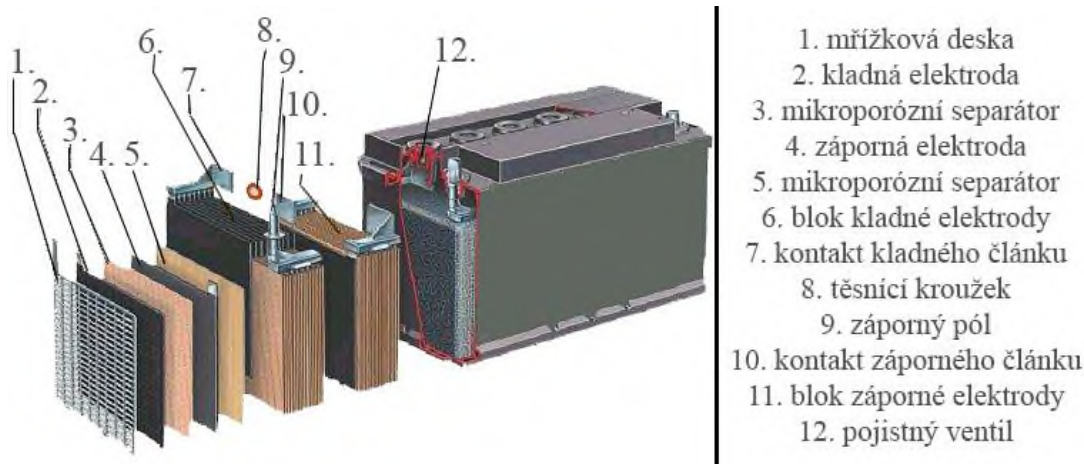
41) Zdroje elektrické energie ve vozidlech – akumulátory, alternátory

- Elektrické příslušenství motorových vozidel lze v podstatě rozdělit do čtyř základních skupin:
 - Zdroje elektrického proudu
 - Spotřebiče elektrického proudu
 - Zapalovací zařízení
 - Pomocná zařízení
- Elektrickou energii je nejprve potřeba vyrobit. K tomu slouží zdroje, což jsou u motorových vozidel akumulátory a zdroje točivé – alternátory, popř. dynamy.
- Akumulátor je zdroj, který není závislý na práci spalovacího motoru.

• Akumulátory

- Akumulátor je chemický zdroj elektrické energie, který dokáže energii ukládat a kdykoliv ji zase vydat.
- Ve vozidlech se používá především olověný akumulátor, protože je spolehlivý, cenově dostupný a zvládá vysoké proudy potřebné pro startování motoru.
- **Klasické olověné akumulátory:**
 - elektrody tvoří desky odlité z olova
 - desky jsou kladné a záporné a spojují se paralelně do deskových sad
 - jednotlivé desky jsou vzájemně spojeny pólovými můstky
 - záporných desek je vždy o jednu více, tzn. že vnější desky jsou vždy záporné
 - činná hmota na kladných deskách je oxid olovičitý PbO_2 a na záporných deskách je to čisté houbovitě olovo
 - desky v článku jsou odděleny separátory
 - separátory jsou vyrobeny z materiálu, který odolává agresivnímu prostředí (skelné tkaniny, plasty)
 - olověné akumulátory jsou naplněny elektrolytem
 - jako elektrolyt slouží kyselina sírová H_2SO_4 zředěná destilovanou vodou
 - hustota elektrolytu se udává v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

Stav nabití	Napětí v klidu [V]	Hustota elektrolytu [g/cm^3]	
100%	> 12,60	1,26 - 1,28	v pořádku
75%	12,40 - 12,54	1,24 - 1,25	
50%	12,24 - 12,40	1,21 - 1,24	ihned dobít
25%	11,88 - 12,18	1,13 - 1,18	
0%	< 11,88	< 1,12	



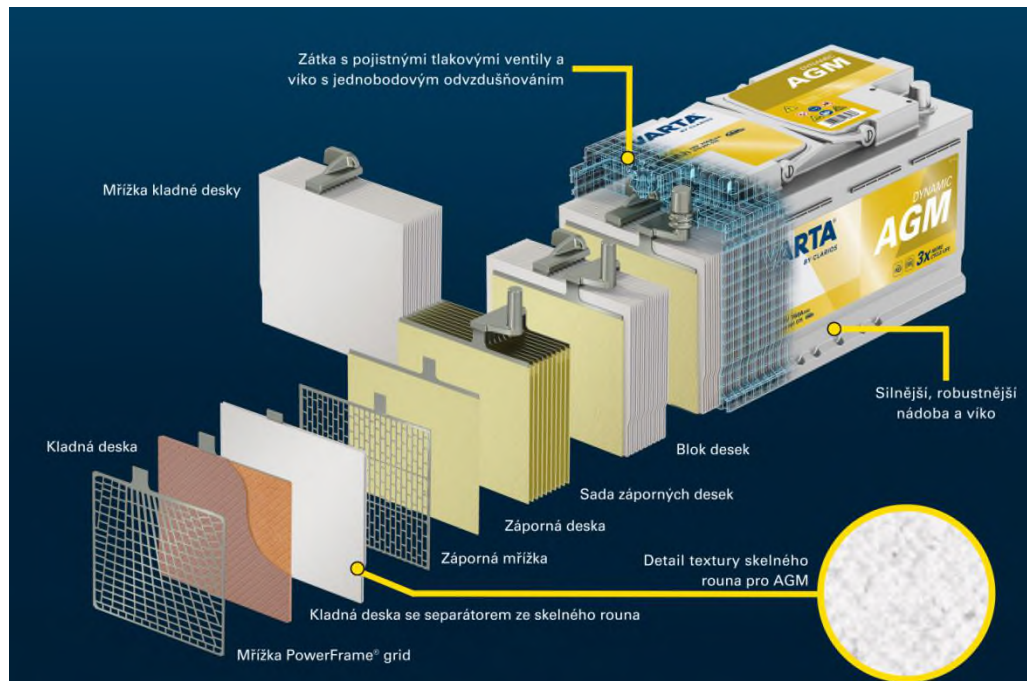
○ **EFB akumulátory:**

- EFB (Enhanced Flooded Battery) je typ akumulátoru, který kombinuje výhody klasického olověného akumulátoru s pokročilými technologiemi pro lepší výkon a odolnost vůči cyklům vybíjení a nabíjení
- EFB akumulátory jsou ideální pro vozidla s technologickými funkcemi, jako jsou start-stop systémy, které často vyžadují opakované starty motoru
- kladné desky jsou vyztuženy polyesterovým roumem (nebo uhlíkovými přísadami pro zvýšení vodivosti) a aktivní materiál je tak lépe vázán
- používají se silnější desky a speciální separátory, což zvyšuje jejich cyklickou odolnost a životnost
- hlavní rozdíly oproti klasickým akumulátorům:
 - zvýšená cyklická odolnost - EFB snáší více nabíjecích a vybíjecích cyklů
 - vyšší odolnost proti vibracím a otřesům - díky silnějším deskám a lepšímu vázání aktivního materiálu
 - pomaleji rostoucí vnitřní odpor - zajišťuje, že si baterie udrží výkon po delší dobu
 - jsou vhodné pro vozidla se základními systémy start-stop nebo pro vozy s vyšší spotřebou energie
 - při výměně může být použit akumulátor EFB nebo typu AGM

○ **AGM akumulátory:**

- akumulátor AGM (Absorbent Glass Mat) se skládá z olověných desek a elektrolytu (kyseliny sírové) nasáknutého do netkané textilie ze skelných vláken, která slouží jako separátor
- bezúdržbové baterie AGM jsou odolné proti vytečení
- jsou výkonné, hodí se pro automatické systémy start-stop a mají velmi dobrou charakteristiku pro startování za studena
- vhodná pro vozidla s automatickými systémy start-stop a s využitím brzděné energie (rekuperace)
- při výměně akumulátoru se musí opět použít akumulátor typu AGM

- při použití nesprávného typu akumulátoru může dojít k odpojení automatického systému start-stop, selhání komfortních funkcí a snížení životnosti akumulátoru



○ **Trakční akumulátory:**

- trakční baterie představují specializovanou kategorii akumulátorů navržených pro dlouhodobé dodávání energie v cyklickém režimu
- trakční baterie jsou konstruovány pro hluboké vybíjení a opakované nabíjení
- trakční baterie mají robustnější konstrukci desek, které lépe odolávají mechanickému namáhání při hlubokém vybíjení
- větší objem elektrolytu zajišťuje lepší chlazení a delší životnost v cyklickém režimu
- kromě standardních 12V baterií se často používají i 6V, 24V, 36V nebo 48V systémy, zejména v průmyslových aplikacích
- technologie trakčních baterií:
 - olověné baterie s tekutým elektrolytem
 - AGM bezúdržbové baterie
 - gelové trakční baterie
 - lithium-železo-fosfátové (LiFePO4)

○ **Gelové akumulátory:**

- konstrukce gelového akumulátoru se stejně jako u klasických olověných akumulátorů skládá z řady paralelních olověných desek, které fungují jako elektrody a jsou od sebe odděleny izolačními separátory, aby se zabránilo náhodnému zkratu sousedních desek

- hlavní rozdíl však spočívá ve struktuře elektrolytu (elektrolyt je smíchán s oxidem křemičitým a tvoří hustý gel)
- mají schopnost pracovat v jakékoli poloze, a navíc mohou být vyráběny v uzavřených pouzdrech
- používají se pro motocykly, čtyřkolky, skútry, invalidní vozíky, vysokozdvizné vozíky, golfové vozidla nebo lodě
- gelové baterie se také hojně využívají v systémech obnovitelných zdrojů energie

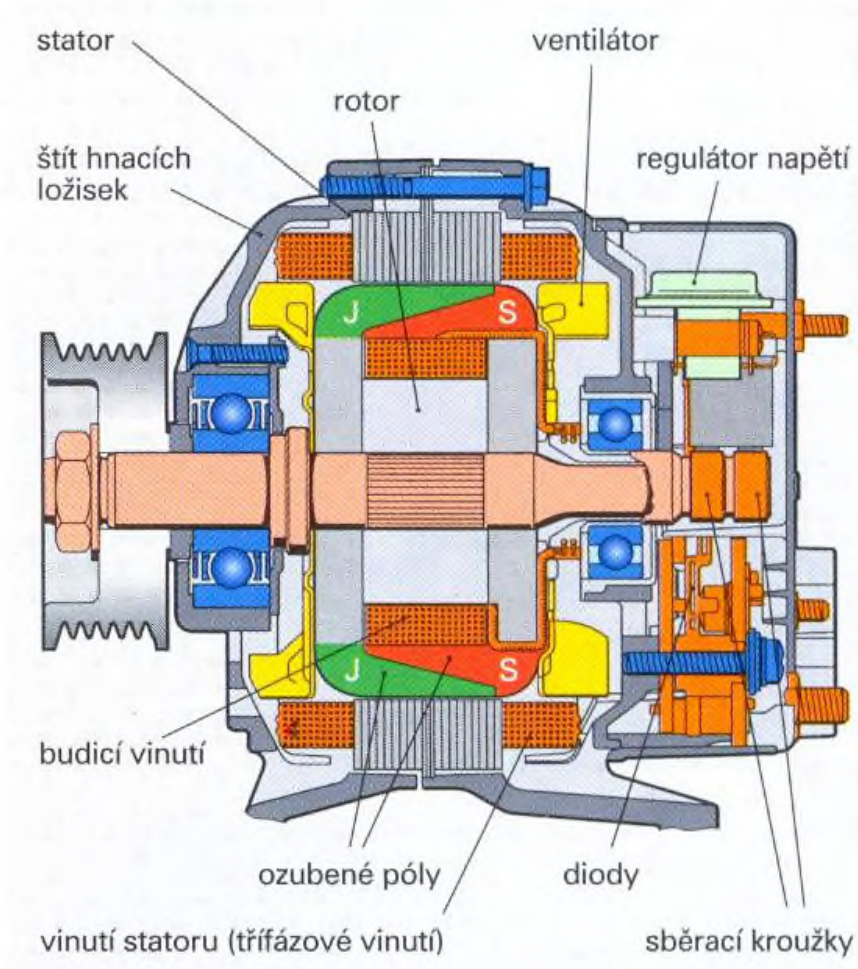
○ Akumulátor OPTIMA:

- na rozdíl od běžných akumulátorů s deskovými elektrodami využívají baterie Optima spirálovitě vinuté elektrody
- každý článek obsahuje dvě čisté olověné desky (kladnou a zápornou), které jsou odděleny absorbentním separátorem ze skelných vláken nasáklým elektrolytem
- výhody:
 - spirálový uspořádané desky poskytují větší kontaktní plochu, což znamená vyšší kapacitu
 - kratší vnitřní cesty pro tok proudu snižují vnitřní odpor
 - elektrolyt je vázán v separátoru, takže nemůže unikát
 - odolnost proti vibracím
 - vysoký startovací výkon
 - menší rozměry
 - funkčnost v jakékoliv poloze
 - rychlejší nabíjení



• Alternátory

- Alternátor je točivý elektrický stroj, který přeměňuje mechanickou energii na elektrickou energii.
- Je tedy zdrojem střídavého elektrického napětí.
- Alternátor pracuje na principu elektromagnetické indukce.
- Skládá se ze statoru, rotoru a budicí soustavy.

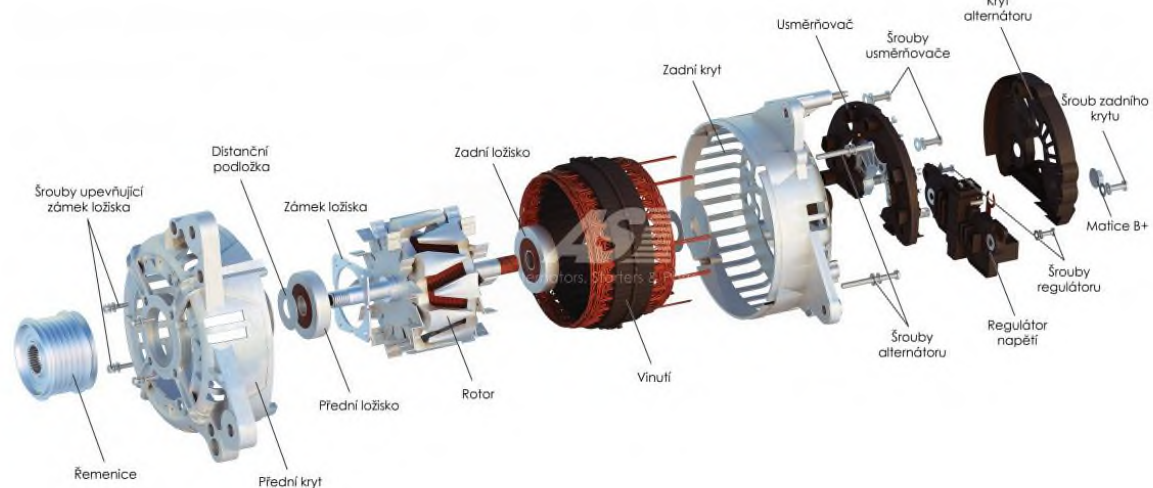


- Stator:
 - stator je pevná část alternátoru, která obsahuje vinutí
 - ve vinutí se indukují proud
 - v podstatě se jedná o jádro s cívkami, které je umístěno vnější části alternátoru kolem rotoru
 - pro výukové účely lze stator rozebrat spolu s ostatními částmi alternátoru, analyzovat jeho mechanické poškození a kontrolovat elektrické parametry
- Rotor:
 - rotor alternátoru je rotující část
 - při svém otáčení vytváří magnetické pole
 - vzduchová mezera mezi rotorem a statorem je velmi malá

- pólové nastavce rotoru mají takový tvar, aby ve vzduchové mezeře vzniklo magnetické pole sinusového průběhu
- na pólových nastavcích jsou umístěny budicí cívky obvykle spojeny do série tak, aby vznikl střídavě severní a jižní pól
- stejnosměrný proud se k pólovým nastavcům přivádí z budicí soustavy přes sběrací kroužky
- u alternátoru rozlišujeme dvě točivá magnetická pole
- jedno vzniká ve statoru, je-li alternátor zatížen (třífázovým vinutím prochází třífázový proud, který vytváří točivé magnetické pole)
- druhé točivé magnetické pole je vybuzeo stejnosměrným proudem na rotoru
- obě magnetická pole se otáčejí stejným počtem otáček, proto tyto stroje nazýváme synchronní stroje

○ Budicí soustava:

- dodává stejnosměrný proud do budicího vinutí rotoru, aby se vytvořilo magnetické pole nezbytné pro výrobu proudu
- v automobilových alternátorech je buzení obvykle zajišťováno kontrolkou dobíjení přes vývod „L”
- při nastartování motoru se přes kontrolku dobíjení (nebo přes vývod 15 ze spínací skřínky) dostane malý proud do budicího vinutí
- toto buzení vytvoří počáteční magnetické pole, které způsobí, že rotor začne generovat napětí
- jakmile začne alternátor vyrábět napětí, kontrolka dobíjení zhasne a buzení se následně reguluje automaticky (obvykle pomocí integrovaného regulátoru napětí), aby se udrželo stabilní výstupní napětí



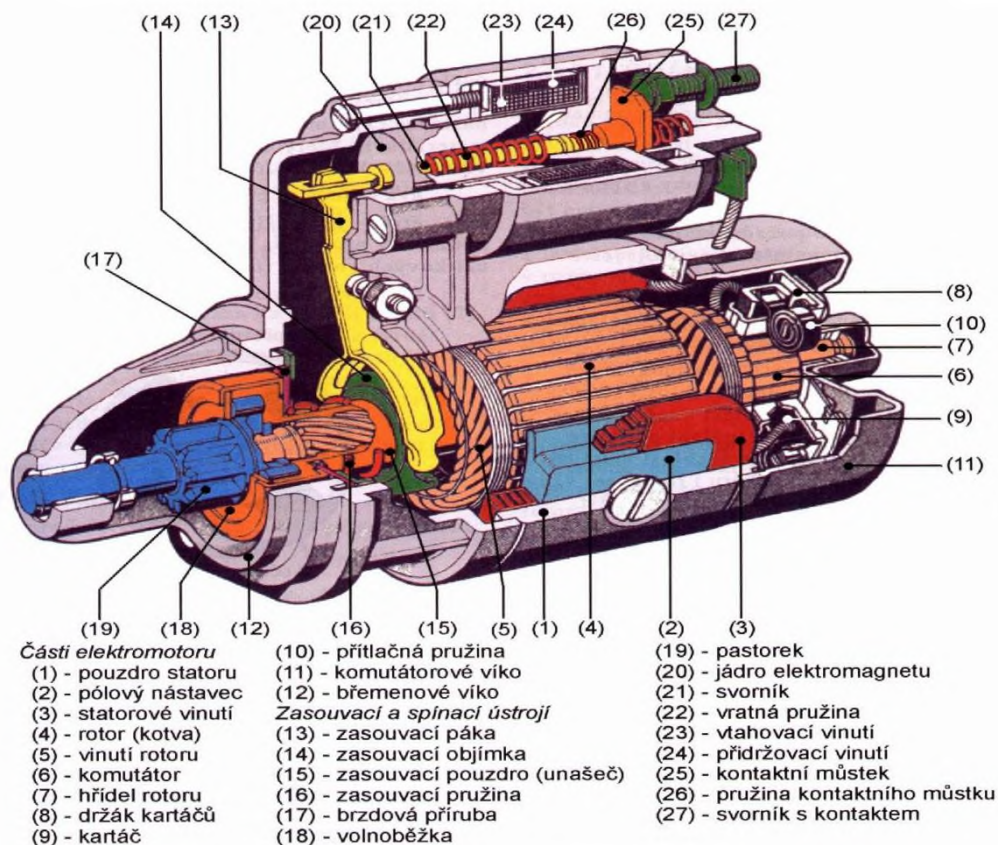
○ Dobíjení:

- alternátor vyrábí elektrický proud, který dobíjí baterii a napájí veškerá elektrická zařízení ve vozidle, jako jsou světla, rádio, klimatizace, atd.

- regulátor dobíjení zajišťuje, že napětí nekolísá a zůstává v bezpečných mezích, obvykle mezi 13,8 a 14,6 V při běžícím motoru

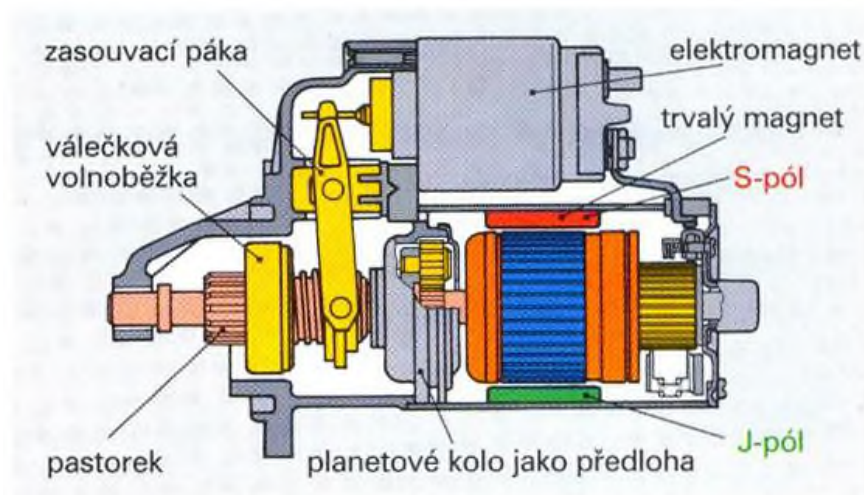
42) Spouštěče (startéry)

- Účel:
 - Roztočit spalovací motor do takových otáček, při kterých bude schopen samostatně pracovat.
- Spouštěč (startér) je elektrický motor, který při startu uvádí spalovací motor do pohybu tím, že otáčí jeho klikovou hřídel prostřednictvím ozubeného pastorku a setrvačníku motoru.



- Druhy spouštěčů:
 - Spouštěč s výsuvným pastorkem
 - Spouštěč s výsuvnou kotvou
 - Spouštěč systému Bendix
 - Spouštěč s vnitřním převodem (např. planetovým)
 - Spouštěč generátor
- Požadavky na spouštěč:
 - Pokud není spouštěč v činnosti, je nutné, aby byl pastorek bezpečně mimo záběr s ozubeným věncem setrvačníku.
 - Zajištění dokonalého zasunutí pastorku do setrvačníku.
 - Pastorek zcela zasunut během celé doby spouštění.
 - Po rozběhu motoru automatické uvolnění spojení.
 - Po vypnutí spouštěče se pastorek vrací do klidové polohy a spouštěč se zastaví.

- **Hlavní části:**
 - Stator:
 - bezešvá ocelová trubka se statorovým vinutím nebo permanentními magnety
 - Rotor:
 - ze vzájemně odizolovaných plechů z křemíkové oceli (dynamoplechů), které jsou vzájemně elektricky odizolovány
 - rotorové vinutí uloženo v drážkách rotoru, konce vinutí připájeny k lamelám komutátoru
 - komutátor umístěn na hřídeli rotoru, složen z lamel z tvrdé mědi, mění směr proudu v rotorových cívkách
 - hřídel rotoru se otáčí v kluzných samomazných ložiscích, uložených ve víkách spouštěče
 - Kartáče (uhlíky):
 - grafitové s Cu práškem (lepší elektrická i tepelná vodivost), přivádějí proud přes komutátor do vinutí rotoru, většinou 4 póly pootočené o 90°
 - Držák kartáčů:
 - zajišťuje stabilní polohu a umožňuje volný pohyb kartáčů, bez zbytečné vůle
 - Víka:
 - komutátorové víko nese držák kartáčů
 - v břemenovém víku uloženo ložisko pro prodloužený konec hřídele rotoru s volnoběžkou a pastorkem
 - Volnoběžka:
 - zabráňuje přenosu točivého momentu z motoru na spouštěč, vnitřní plocha věnce je opatřena svěrnými dutinami s válečky, na něž působí pružina
 - Pastorek:
 - spojen s volnoběžkou, se kterou tvoří jeden celek
 - při startování se vysouvá po šroubovici a zapadá do ozubeného věnce setrvačníku
- **Spouštěč s výsuvným pastorkem:**
 - Jedná se o nejrozšířenější typ spouštěče.
 - V současné době bývá velmi často doplněn planetovým převodem, který zvyšuje převodový poměr mezi pastorkem a ozubeným věncem.



obr. spouštěč s výsuvným pastorkem

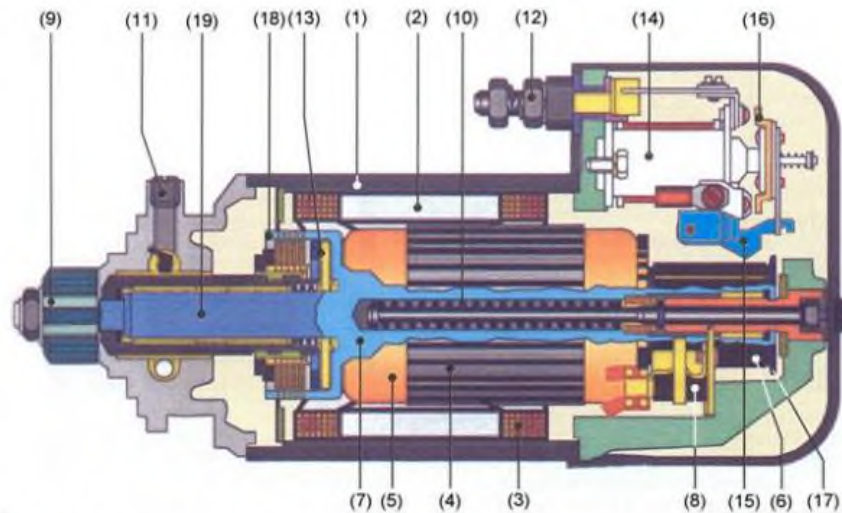
- **Princip spouštění:**

- Vysunutí pastorku:
 - po otočení klíčkem nebo stisknutí tlačítka se aktivuje elektromagnetický spínač
 - tento spínač přitáhne jádro cívky
- Propojení s motorem:
 - jádro cívky je spojeno s vidličkou, která mechanicky vysune pastorek startéru na hřídeli
 - pastorek zapadne do ozubeného věnce setrvačníku na klikovém hřídeli
- Roztočení motoru:
 - zároveň s vysunutím pastorku dojde k sepnutí hlavních silových kontaktů startéru
 - to způsobí přivedení velkého proudu z baterie na samotný elektromotor startéru
 - elektromotor se roztočí a přes propojený pastorek otáčí setrvačником
- Zajištění volnoběžky:
 - jakmile se motor rozběhne, volnoběžka na startéru umožní, aby se pastorek mohl volně otáčet a nebyl poškozen otáčkami motoru
- Zasunutí pastorku:
 - po uvolnění klíčku ze startovací polohy se přeruší napájení startéru
 - síla pružiny vrátí jádro spínače a s ním i vidličku a pastorek do původní polohy, čímž se oba motory opět mechanicky rozpojí

- **Spouštěč s výsuvnou kotvou:**

- Jedná se o dvoustupňový spouštěč.
- Vysouvání pastorku docíleno vysunutím celé kotvy spouštěče.
- Přenos točivého momentu mezi hřídelem kotvy a hřídelem pastorku je proveden momentovou spojkou.
- Veškerá vinutí jsou navinuta na statoru, odpadá zasouvací elektromagnet
- Nutný široký komutátor, protože se kotva axiálně pohybuje.

- Základní polohu udržuje vratná pružina.

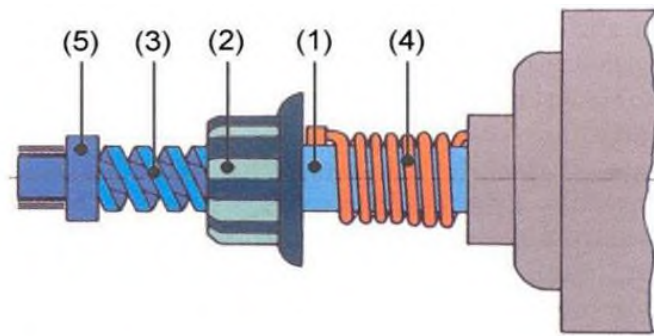


Obrázek 1 Startér s výsuvnou kotvou [1]

1- Pouzdro statoru	8- Kartáč	14- Ovládací relé
2- Pólový nástavec	9- Pastorek	15- Zápádka
3- Statorové vinutí	10- Vratná pružina	16- Sklopný můstek
4- Rotor (Kotva)	11- Šroub s mazacím otvorem	17-
5- Vinutí rotoru	12- Přívod proudu	18- Uvolňovací kroužek
6- Komutátor	13- Momentová spojka	19- Unášec
7- Hřídel rotoru		20- Hřídel pastorku

- **Spouštěč systému Bendix:**

- U systému Bendix se k zasunutí pastorku do záběru využívá setrvačné energie samotného pastorku.
- Na hřídeli je nasazeno pouzdro se strmým závitem, které je spojeno pomocí silné pružiny.
- Na závitu je volně uložen pastorek, který se díky své uměle vytvořené nevyváženosti zastavuje směrem k zemi.
- Po zapnutí proudu, který teče z akumulátoru do zátěže, se zprudka roztočí kotva, ale pastorek díky svému setrvačnému momentu vklouzne do záběru se setrvačníkem motoru šroubovitým způsobem.
- Pružina snižuje náraz a překrucování hřídele, protože naprázdno roztočená kotva má velkou pohybovou energii.
- Jakmile je motor spuštěn, pastorek se sám zpět zasune ze záběru

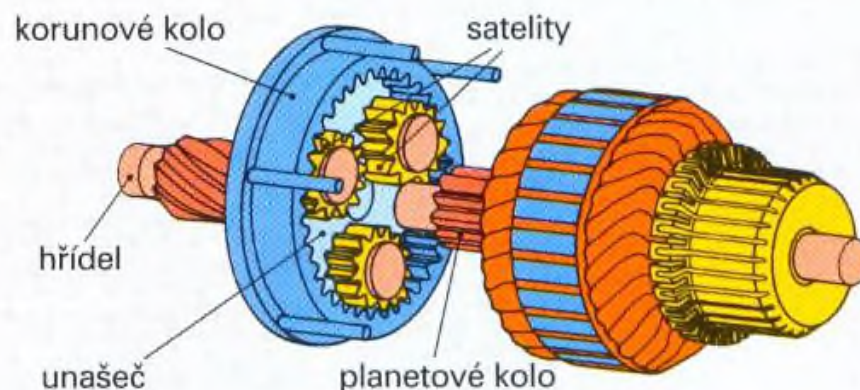


Obrázek 2 Startér se systémem Bendix [1]

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1- Hřídel rotoru | 4- Tlumicí pružina |
| 2- Pastorek | 5- Doraz |
| 3- Pouzdro s pohyblivým závitem | |

- **Spouštěč s planetovým převodem:**

- Planetový převod zvyšuje převodový poměr mezi pastorkem a ozubeným věncem setrvačníku.
- Osy hřídele pastorku a rotoru zůstávají souosé.
- Planetový převod je umístěn mezi rotor a vysouvací ústrojí.
- Mezi oběma hřídeli je převod dopomala.
- Spouštěč s planetovým převodem může mít menší rozměry.



- **Spouštěč (startér) – generátor:**

- Startér-generátor je pokročilejší verzí běžného startéru.
- Jedná se o multifunkční zařízení, které kombinuje funkci startéru (roztočení motoru) a generátoru (výroba elektrické energie).
- V moderních vozidlech slouží k úspornému provozu díky technologii Start/Stop, umožňuje rekuperaci brzděné energie a dodává energii pro elektrické systémy vozidla.
- Funkce startéru:
 - při startu vozidla přeměňuje elektrickou energii z baterie na mechanickou, aby roztočil klikovou hřídel spalovacího motoru
 - vysune se ozubený pastorek, který se spojí se setrvačníkem motoru a roztočí ho

- Funkce generátoru:
 - výroba energie - jakmile je motor v chodu, přepne do režimu generátoru
 - mechanickou energii z motoru přeměňuje na elektrickou energii
 - napájení systémů - tato energie napájí elektrické systémy vozidla (např. světla, rádio, klimatizaci) a dobývá baterii



43) Osvětlení a elektrická instalace motorových vozidel

- Elektrická instalace motorových vozidel tvoří komplexní systém, který zajišťuje napájení, řízení, signalizaci a bezpečný provoz automobilu.
- Mezi nejdůležitější části této instalace patří systém vnějšího i vnitřního osvětlení, který umožňuje bezpečnou jízdu ve tmě, za špatného počasí i komunikaci mezi účastníky silničního provozu.
- Osvětlení je nejen komfortní prvek, ale hlavně základní bezpečnostní součást každého vozidla.
- Jeho provedení a funkce jsou dány homologacemi a předpisy (EHK/ES).

- **Elektrická instalace:**

- Elektrická instalace zahrnuje všechny elektrické obvody, kabeláž, pojistky, relé, řídicí jednotky i konektory.
- Zajišťuje činnost většiny systémů ve vozidle, od startování motoru až po infotainment.

- **Funkce elektrické instalace:**

- Elektrická instalace ve vozidle plní tyto hlavní úkoly:
 - rozvod elektrické energie od baterie a alternátoru
 - napájení řídicích jednotek (ECU)
 - ovládání světel, blinkrů a signalizace
 - napájení spotřebičů (klimatizace, rádio, čerpadla, senzory)
 - zajištění komunikace mezi systémy (CAN, LIN sběrnice)
 - ochrana obvodů – pojistky, relé, jističe
 - bezpečnostní funkce – airbagy, ABS, ESP
- Moderní elektrická instalace je rozsáhlý systém propojený několika kabelovými svazky a datovou komunikací.

- **Hlavní části elektrické instalace:**

- Zdroje energie:
 - akumulátor
 - alternátor
- Rozvod a ovládání:
 - kabelové rozvody a datové sítě
 - spínací skříňka
 - pojistkový panel
- Spotřebiče a systémy:

- startér
- osvětlení
- signalizační systémy
- ovládací systémy
- asistenční systémy
- zapalovací soustava u zážehových motorů

- **Součásti elektrické instalace:**

- Kabelové svazky:

- vedou energii i signál
- chráněné izolací, opletem nebo plastovými trubkami

- Pojistky:

- chrání elektrické obvody před přetížením nebo zkratem
- dělí se na nožové (standart, mini maxi), trubičkové (skleněné nebo keramické), páskové nebo speciální podle výrobce (např. Japonské vozy)



- nožové pojistky jsou barevně rozlišeny



- Relé:

- spínají velké proudy pomocí malého ovládacího signálu

- Řídicí jednotky (ECU):
 - inteligentní elektronika řídící motor, světla, klimatizaci, airbagy atd.
- Konektory:
 - spojují jednotlivé prvky instalace
 - musí být odolné proti vodě, vibracím a teplotě
- **Osvětlení motorových vozidel:**
 - Osvětlení vozidla se dělí na vnější a vnitřní, přičemž obě skupiny mají specifické funkce.
 - Každý druh světla má přesně stanovené parametry podle předpisů – barvu, intenzitu, umístění a účel.
- **Vnější osvětlení:**
 - Hlavní světlomety:
 - slouží k osvětlení vozovky před vozidlem
 - funkce:
 - obrysová světla - slouží k označení obrysů vozidla za snížené viditelnosti, zejména když vozidlo stojí
 - potkávací světla (tlumená) - zajišťují dobrou viditelnost pro řidiče do vzdálenosti asi 50–75 metrů
 - dálková světla - slouží k osvětlení vozovky na velkou vzdálenost za jízdy v noci na neosvětlených silnicích
 - denní svícení - viditelnost vozidla za dne
 - Typy zdrojů světla:
 - halogenové žárovky (H4, H7, H3, H1, atd.)
 - xenonové výbojky (D1S, D1R, D2S, D2R, atd.)
 - LED světlomety (LED Matrix nebo MultiBeam LED světlomety s vyšším počtem světelných zdrojů)
 - laserové světlomety (u luxusních aut)
 - Směrovky (blinkry):
 - slouží ke signalizaci změny směru jízdy
 - vyzařují oranžové světlo
 - mohou být žárovkové, LED nebo dynamické
 - Zadní svítilny:
 - skupinová zadní svítilna obsahuje:

- zadní obrysová světla
- brzdová světla
- zadní směrovky
- světlo zpátečky
- zadní mlhovka

- mohou být žárovkové nebo LED

- Osvětlení registrační značky:

- bílé světlo zajišťující čitelnost SPZ

- Mlhová světla:

- přední mlhovky (bílé/žluté) – při husté mlze
- zadní mlhovka (červená) – musí být výraznější než obrysová světla

- Třetí brzdové světlo:

- LED nebo žárovkové světlo umístěné u horní části zadního okna nebo na dveřích
- zvyšuje viditelnost při brzdění

- **Vnitřní osvětlení vozidla:**

- Zahrnuje:

- stropní světla
- osvětlení prostoru pro nohy
- osvětlení zavazadlového prostoru
- osvětlení přístrojové desky
- ambientní osvětlení (moderní vozy)

- účelem je komfort a lepší orientace v interiéru

- **Moderní technologie v osvětlení:**

- LED technologie:

- nízká spotřeba
- vysoká životnost
- rychlá reakce → výhoda u brzdových světel
- umožňují kreativní design

- Matrix LED a laserová světla:

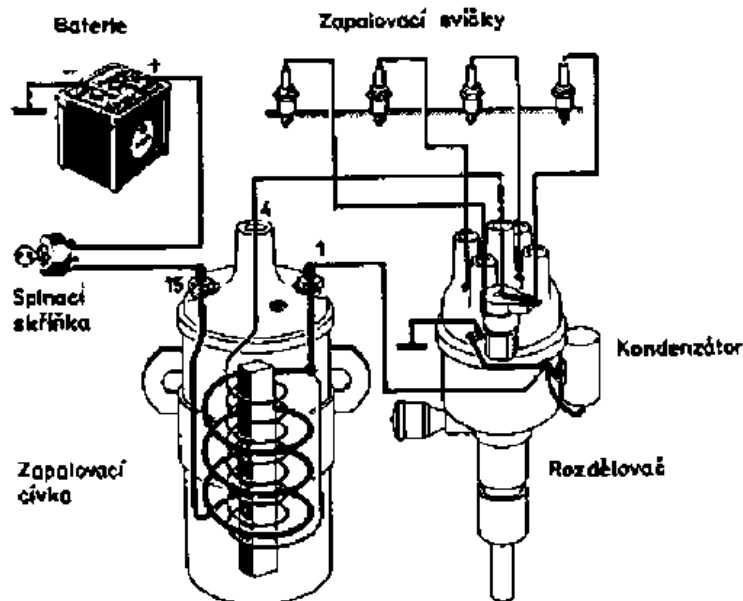
- automaticky vypínají části světel, aby neoslňovaly protijedoucí
- výborné osvětlení zatáček i dálky

- Automatické ovládání světel:
 - využívá snímač šera
 - snímač deště
 - automatické přepínání dálkových a tlumených světel
- **Údržba osvětlení:**
 - Světla je nutné udržovat v dobrém stavu, protože přímo ovlivňují bezpečnost.
 - Údržba zahrnuje:
 - čištění krytů světlometů
 - pravidelnou výměnu žárovek
 - seřizování sklonu světlometů
 - kontrolu funkce všech světelných okruhů
 - kontrolu pojistek a kabeláže
- **Ochrana elektrických obvodů ve vozidle:**
 - pojistky – přepálením odpojí přetížený okruh
 - relé – spínají velké proudy bez přetížení tlačítek v kabině
 - jističe (u moderních nebo těžkých vozidel)
 - řídicí jednotky – diagnostika a hlídání poruch
- **Závěr:**
 - Osvětlení a elektrická instalace motorových vozidel tvoří klíčové části automobilu, které zajišťují bezpečnou jízdu, komunikaci s okolím a správnou funkci všech elektrických systémů.
 - Osvětlení je přísně regulováno a podléhá bezpečnostním normám, zatímco elektrická instalace je navržena tak, aby byla spolehlivá, odolná a schopná napájet stále větší množství elektroniky moderních vozidel.
 - Znalost těchto systémů je zásadní pro údržbu, diagnostiku i konstrukci automobilů.

44) Elektronické součásti vozidel

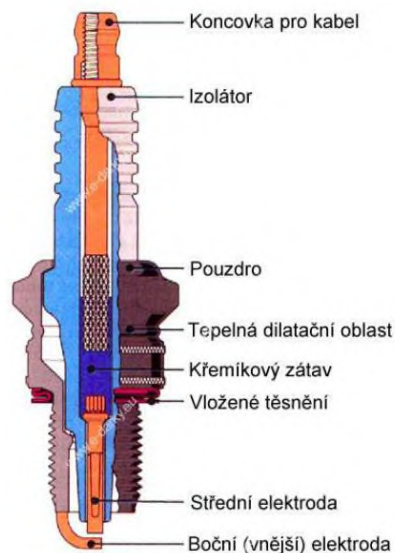
Zapalování

- U všech zážehových motorů je směs paliva a vzduchu zapalována cizím zdrojem.
 - To se provádí elektrickou jiskrou vyrobenou zapalovacím systémem.
 - Provedení zapalovacího systému se liší způsobem získání vysokého napětí, způsobem jeho rozdělení a přenosu, způsobem regulace předstihu.
 - Na základě toho rozlišujeme čtyři hlavní varianty zapalovacích systémů - konvenční cívkové zapalování (SZ), tranzistorové zapalování (TZ), elektronické zapalování (EZ) a plně elektronické zapalování (VZ).
 - Okamžik zapálení je regulován zejména v závislosti na otáčkách a zatížení motoru.
 - Elektronicky řízené zapalovací systémy při regulaci předstihu zohledňují navíc teplotu motoru a složení směsi.
 - Hodnota předstihu má výrazný vliv na výkon motoru, spotřebu paliva a emise výfukových plynů.
 - Obecně platí, že dřívější zapálení směsi (větší předstih) způsobí zvýšení výkonu motoru, snížení spotřeby paliva, ale zhoršení některých emisních hodnot, zejména nespálených uhlovodíků HC a oxidů dusíku NOx.
 - Důležitá je také souvislost mezi předstihem a náchylností ke klepání.
 - K tomu dochází, je-li stlačená směs zapálena příliš brzy.
 - Správná funkce zapalovacího systému tedy zásadně ovlivňuje činnost každého zážehového motoru.
-
- **Konvenční cívkové zapalování (bateriové zapalování):**
 - Proud, který protéká cívkou, je vypínán a zapínán mechanickým přerušovačem v rozdělovači.
 - Nejstarší a nejjednodušší varianta zapalovacího systému, u které je vše řízeno a regulováno mechanicky, tedy bez jakéhokoli elektronického zásahu.
 - Hlavní části:
 - zapalovací cívka
 - rozdělovač
 - vysokonapěťové zapalovací kabely
 - zapalovací svíčky
 - součástí rotačního rozdělovače je mechanický přerušovač s paralelně připojeným kondenzátorem, odstředivý regulátor předstihu, podtlakový regulátor předstihu, raménko rozdělovače (palec) a víko



- Rozdělovač bývá poháněný zpravidla od vačkové hřídele a má poloviční otáčky než klikový hřídel.
- Během této jedné otáčky rozdělí vysoké napětí postupně do všech válců motoru podle stanoveného pořadí zapalování.
- Princip činnosti:
 - při provozu motoru je napětí z akumulátoru vedeno přes spínací skříňku na svorku 15 zapalovací cívky, prochází primárním vinutím zapalovací cívky a ze svorky 1 je vedeno na mechanický přerušovač v rozdělovači
 - v době sepnutí kontaktů přerušovače protéká proud na kostru
 - primární okruh je uzavřen, v primárním vinutí zapalovací cívky vzniká magnetické pole, ve kterém se hromadí potřebná zapalovací energie
 - v okamžiku rozepnutí kontaktů přerušovače dojde k přerušení toku proudu zapalovací cívkou
 - magnetické pole se rychle ztrácí a v obou vinutích cívky, tj. v primárním i sekundárním, se naindukuje vysoké napětí potřebné pro přeskok jiskry
 - naindukané vysoké napětí je vedeno ze svorky 4 přes vysokonapěťový kabel do víka rozdělovače a dále přes odpružený uhlík, raménko rozdělovače a vysokonapěťový kabel na zapalovací svíčku daného válce
 - kondenzátor pohlcuje elektrický oblouk vznikající na kontaktech přerušovače při jejich rozepnutí, tím urychluje přerušení primárního proudu, zvyšuje intenzitu jiskry a výrazně zpomaluje nežádoucí opalování kontaktů
 - toto elektrické opotřebení kontaktů přerušovače způsobuje postupně změnu v nastavení odtrhu a spolu s ním i změnu v úhlu sepnutí a předstihu
 - obecně platí, že zmenšení odtrhu vlivem elektrického a mechanického opotřebení zvětší hodnotu úhlu sepnutí a zmenší hodnotu předstihu
 - z tohoto důvodu by se měla po určitém počtu najetých kilometrů provádět předepsaná údržba a seřízení zapalovacího systému
 - odtrh: mezera mezi kontakty přerušovače při maximálním rozevření
 - úhel sepnutí: úhel otočení hřídele rozdělovače, při kterém jsou kontakty přerušovače sepnuty

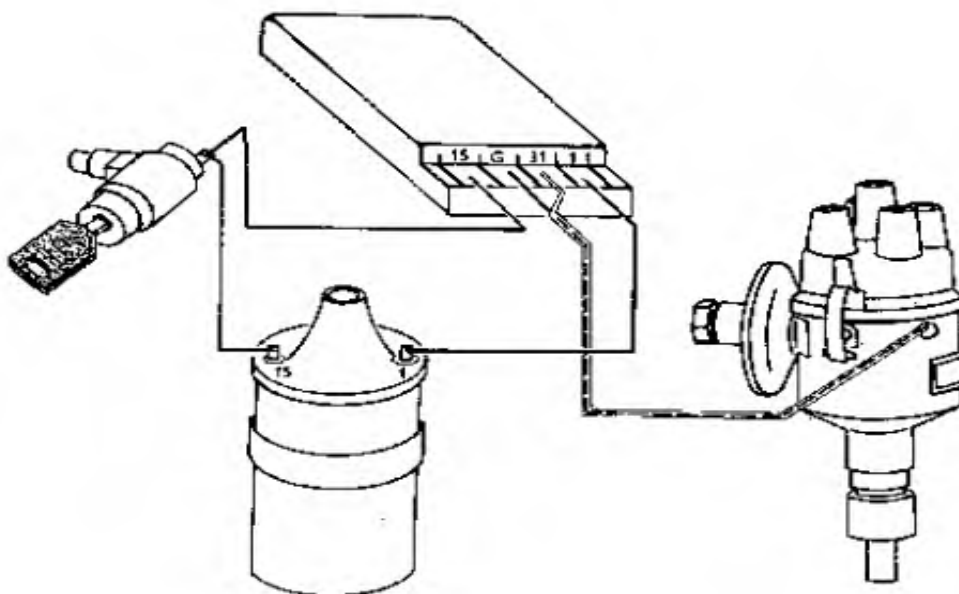
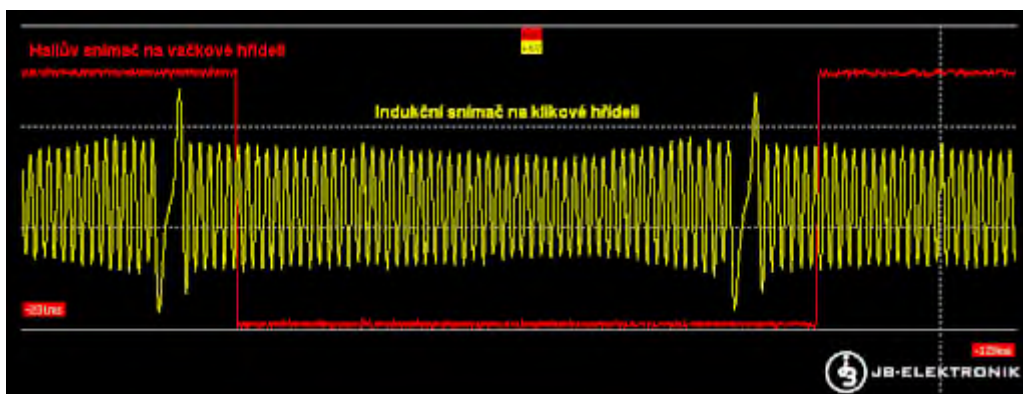
- předstih: úhel otočení klikové hřídele od okamžiku přeskočení jiskry po dosažení horní úvrati pístu
- Typy regulace předstihu:
 - odstředivá regulace:
 - reguluje předstih v závislosti na otáčkách motoru - s rostoucími otáčkami natáčí dvojice odstředivých závaží horní část hřídele rozdělovače vpřed, směrem k dřívějšímu rozepnutí kontaktů přerušovače, tedy k většímu předstihu
 - podtlaková regulace:
 - reguluje předstih v závislosti na zatížení motoru
- Zapalovací svíčky:
 - zapaluje stlačenou směs ve válci a tím iniciuje expanzi plynů, která uvádí píst do pohybu
 - zapalovací svíčky se vyměňují v předepsaných intervalech



- **Tranzistorové zapalování:**

- Je řízeno indukčním nebo Hallovým snímačem, umístěným v rozdělovači.
- V systému odpadá mechanický přerušovač a s ním spojená údržba a seřizování.
- Výkonným prvkem, který zde vypíná a zapíná proud tekoucí primárním vinutím zapalovací cívky, je tranzistor v tranzistorové spínací jednotce.
- Tranzistorové zapalování se skládá, podobně jako konvenční cívkové, ze zapalovací cívky, rozdělovače, vysokonapěťových zapalovacích kabelů a zapalovacích svíček, navíc má pouze tranzistorovou spínací jednotku.
- Regulaci předstihu zajišťuje stále ještě odstředivý a podtlakový regulátor v rozdělovači.
- U tranzistorového zapalování se v praxi kontroluje a seřizuje pouze předstih.
- Indukční snímač:
 - skládá se z rotoru umístěného na hřídeli rozdělovače a statoru, který je tvořen trvalým magnetem, a indukčním vinutím s jádrem
 - indukční snímač je generátor

- při otáčení rotoru se periodicky mění šířka vzduchové mezery mezi nástavci rotoru a statoru, tím se periodicky mění magnetické pole v indukčním vinutí a indukuje se v něm střídavé napětí
- Hallův snímač:
 - skládá se z magnetické závory (trvalý magnet), clonového rotoru a integrovaného obvodu
 - počet clon odpovídá počtu válců motoru
 - otáčí-li se hřídel rozdělovače, pohybuje se clonový rotor ve vzduchové mezeře magnetické závory
 - pokud je vzduchová mezera volná, dosahuje Hallovo napětí maxima
 - naopak, vběhne-li některá clonka do vzduchové mezery, je Hallovo napětí nulové
 - výsledným signálem z Hallova snímače je stejnosměrné obdélníkové napětí



obr. tranzistorové zapalování

- **Elektronické zapalování:**

- Kompletně řízeno elektronikou.
- Odpadá i mechanická regulace předstihu odstředivým a podtlakovým regulátorem.
- Elektronické zapalování se skládá z rozdělovače, indukčního nebo Hallova snímače, tzv. zapalovacího traťu s koncovým stupněm, vysokonapěťových zapalovacích kabelů a zapalovacích svíček.
- Postačuje správné základní nastavení rozdělovače při jeho montáži.
- Indukční nebo Hallův snímač může být umístěn v rozdělovači nebo na motoru a snímat otáčky a polohu klikové hřídele.
- Vypínání a zapínání primárního proudu zajišťuje koncový stupeň, který je součástí zapalovacího traťu.
- Ovládá ho elektronická řídicí jednotka zapalování, respektive řídicí jednotka motoru.



- **Plně elektronické zapalování:**

- Odpadá rotační rozdělovač a vysoké napětí je rozdělováno na jednotlivé válce motoru staticky – zapalovacími cívkami.
- V praxi se používají zapalovací cívky dvoujiskrové (zkratka DFS) nebo jednojiskrové (zkratka EFS).
- DFS – současně zapaluje 1 a 4 válec a následně 2 a 3 válec.
- EFS – samostatná zapalovací cívka pro každý válec.
- U plně elektronického zapalování s DFS cívkami může být použit pouze snímač otáček a polohy klikové hřídele, zatímco zapalovací systém s EFS cívkami vyžaduje ještě navíc snímač polohy vačkové hřídele.
- Systém zapalování DFS může být vyroben jako zapalovací lišta, která je nasazena přímo na zapalovacích svíčkách nebo jako zapalovací modul a se svíčkami spojen prostřednictvím kabelů
- U systému EFS je cívka nasazena přímo na zapalovací svíče.



obr. zapalovací cívka s koncovým výkonovým stupněm systém DFS



obr. zapalovací cívka s koncovým výkonovým stupněm systém DFS

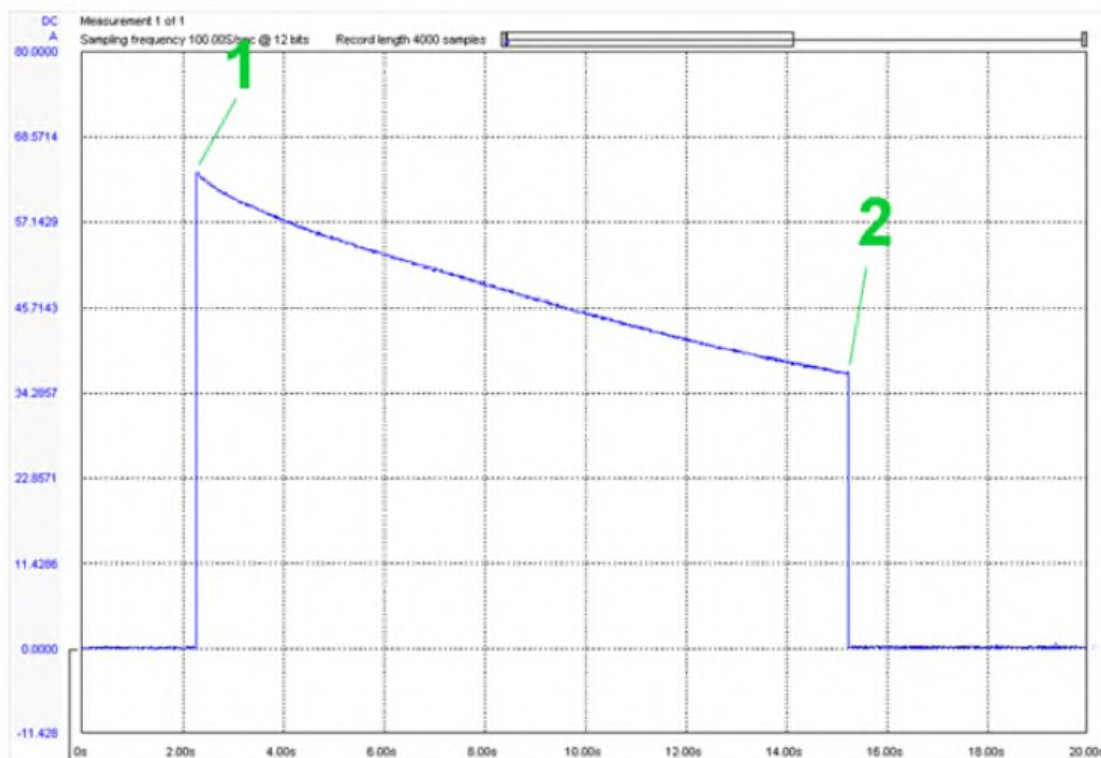


obr. zapalovací cívka systém EFS

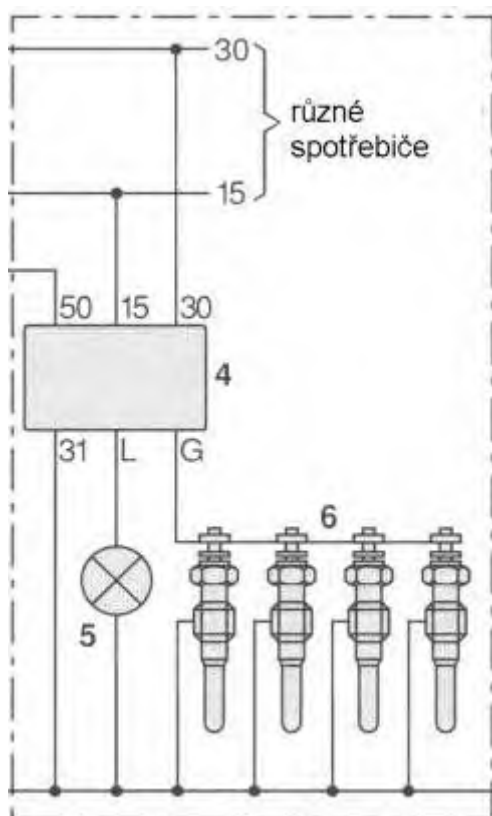
45) Žhavení

- **Úvod:**
 - Žhavení je u vznětových motorů nezbytné pro zimní studené starty, kdy podporuje vznik vysoké teploty ve spalovacím prostoru nutné pro samovznícení nafty při kompresi.
 - Dále u vozidel vybavených filtry pevných částic pracuje i po nastartování motoru pro zlepšení podmínek pro vznícení paliva a tím potlačení výskytu sazí a to dokonce i v letních měsících.
 - Při poruše žhavení se u starších typů vozidel ani nerozsvítí kontrolka závad, nicméně závada byla uložena v paměti řídicí jednotky.
 - U moderních vozidel vybavených filtry pevných částic se již kontrolka rozsvěcuje.
 - Chybou na žhavení totiž nehrozí jen nesnadný start v zimě, ale problémy s nadměrným plněním filtru částic sazemi a mnohem častější regenerace, protože výskyt sazí při rozjezdech studeného motoru bez dožhávání za jízdy je násobně vyšší.
- **Nefunkční žhavení:**
 - U starších vznětových motorů hrozí potíže při zimních startech a zvýšená kouřivost.
 - U moderních motorů s filtrem pevných částic a vysokovýkonným oxidačním katalyzátorem (EURO 5 a výše) hrozí při vyšší kouřivosti zanášení nejen filtru pevných částic, ale při používání vozidla na kratší trasy, kdy se motor, ale ani výfukový systém moc nezahřívá, dochází k zanášení studeného katalyzátoru jemným povlakem sazí, takže spaliny přestanou mít časem styk s katalytickou vrstvou, takže katalyzátor prakticky vyřadí z provozu.
 - Ten pak ani za provozní teploty motoru není schopen redukovat HC (saze) ani vyvíjet potřebnou teplotu pro regenerace a tím hrozí problémy s plněním či ucpaným filtrem částic a mohou následně vznikat i mechanická poškození motoru či turbodmychadla.
- **Kdy je žhavení v činnosti:**
 - U starších dieselových motorů s nepřímým vstřikováním (komůrkové) je žhavení v činnosti i při vyšších teplotách.
 - U moderních motorů s přímým vstřikováním se žhavení uvádí do činnosti pouze před startem motoru a při nízkých teplotách.
 - Problémy se startováním se tedy objeví až v chladném období (zhruba pod 10 °C).
 - Moderní motory s přímým vstřikováním paliva vybavené filtry pevných částic (DPF, FAP) využívají žhavení před startem motoru a pouze při nízkých teplotách, ale také po startu motoru i v létě (dožhávání za běžícího motoru) zejména na kratších trasách a ve městě.
- **Kontrola žhavení:**
 - U starších vozidel bylo možné ověřit funkci žhavicích svíček jednoduše multimetrem nebo žárovkovou zkoušečkou.

- Bylo ovšem nutné odpojit přívod k jednotlivým žhavicím svíčkám, jelikož je přívodní vedení připojeno paralelně.
- U moderních vozidel je pro kontrolu funkce žhavení jako nejlepší způsob použití osciloskopu a proudových kleští.
- Pomocí proudových kleští měříme úbytek protékajícího proudu.
- S postupným zahříváním žhavicích svíček se zvyšuje jejich elektrický odpor a tím elektrický proud klesá.
- U studeného motoru připadá na jednu žhavicí svíčku proud zhruba 15 A až 25 A.
- Po aktivaci žhavení proud začne klesat a klesá zhruba na hodnotu 7 A až 10 A.
- Měříme-li celý žhavicí obvod současně, je nutné vynásobit hodnotu proudu počtem válců motoru.
- **Provedení kontroly žhavení:**
 - U starších vozidel bylo nutné před aktivací žhavení odpojit teplotní snímač motoru (tím vozidlo žhaví i při vyšších teplotách).
 - Následně připojit proudové kleště a zapnout zapalování.
 - Sledovat průběh proudu na obrazovce osciloskopu.
 - U moderních vozidel vybavených filtrem pevných částic je třeba připojit sériovou diagnostiku a spustit test akčních členů (aktivace žhavení).
 - Pomocí proudových kleští následně sledovat průběh žhavení.



- Pozice 1 – počátek žhavení
- Pozice 2 – konec žhavení



4 – řídicí jednotka žhavení

5 – kontrolka žhavení

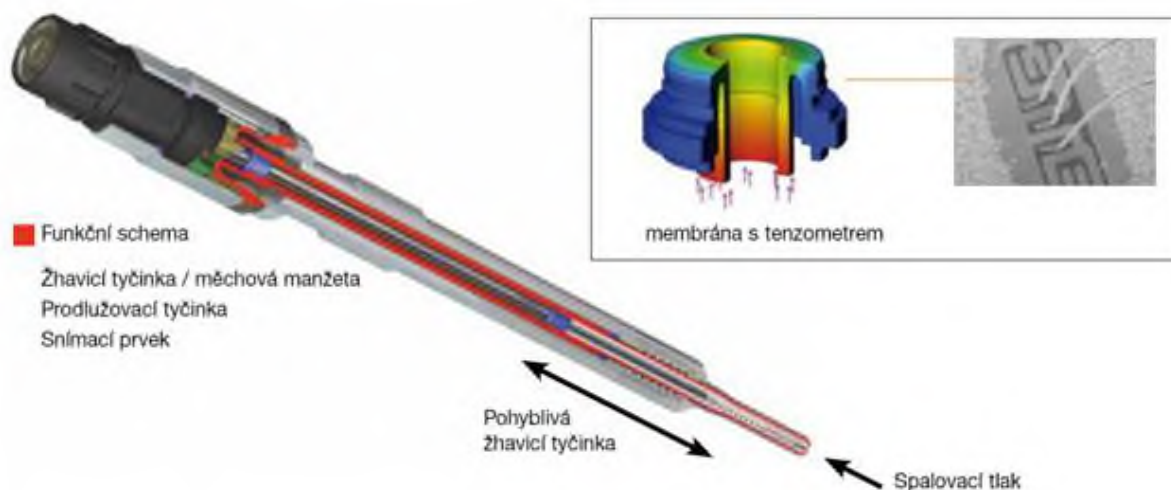
6 – žhavicí svíčky

- **Hlavní části žhavicí soustavy:**

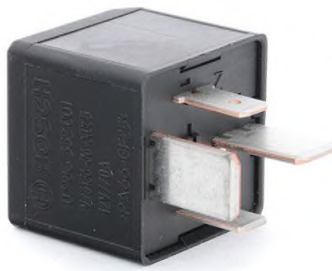
- Žhavicí svíčky:

- žhavicí svíčky jsou jednou z klíčových součástí žhavení motoru
- jejich hlavním úkolem je zajištění dostatečného zahřátí vzduchu ve válcích před vstřikem paliva
- žhavicí svíčky se nacházejí ve vznětových motorech a jsou vyrobeny z keramiky nebo kovu s keramickým jádrem
- při zapnutí zapalování se rychle rozžhaví (až na 800–1 000 °C) a ohřejí vzduch ve spalovacím prostoru, aby se nafta mohla snadno vznítit
- nejčastěji se používají kovové žhavicí svíčky, klasické tyčinkové svíčky, které se zahřívají na 800-1000 °C během 3-20 sekund v závislosti na typu
- u moderních vozidel mohou být namontovány keramické žhavicí svíčky
- jedná se o modernější typ, který se zahřeje na vyšší teplotu (až 1300 °C) ještě rychleji (méně než 3 sekundy) a má delší životnost
- napájení žhavicích svíček zajišťuje buď relé žhavení, nebo řídicí jednotka žhavení

- Žhavicí svíčka s tlakovým snímačem:
 - svíčka se snímačem tlaku měří během každého spalovacího cyklu prudké změny tlaku v jednotlivých válcích a informace předává řídicí jednotce motoru
 - princip měření je založen na pohyblivé žhavicí tyčince, která zároveň přenáší informaci na piezoodporové záznamové zařízení v zadní části žhavicí svíčky
 - zde se pomocí tenzometru vyhodnotí deformace měřicí membrány a získá se tak přesná informace o okamžitém tlaku ve spalovací komoře
 - výhody:
 - řídicí jednotka dokáže upravovat vstřikování paliva, plnicí tlak a recirkulaci výfukových plynů
 - sníží se hluchnost spalování
 - zlepšené startování za studena a lepší chod za studena
 - žhavicí svíčka bývá zpravidla montována pouze pro jeden válec, u některých výrobců vozidel se ovšem může objevit u všech válců (např. Opel)



- Relé žhavení:
 - relé žhavení je elektronický spínač, který řídí dodávku proudu do žhavicích svíček vznětového motoru
 - jeho funkcí je zajistit správné načasování a délku žhavení, aby se motor spolehlivě nastartoval, zejména při nízkých teplotách, protože zahřívá vzduch ve spalovacím prostoru na teplotu nutnou pro vznícení nafty
 - relé také zajišťuje, že svíčky dostávají proud po správnou dobu, aby nedocházelo k jejich poškození nebo nadměrnému vybíjení baterie



○ Řídicí jednotka žhavení:

- řídicí jednotka žhavení spravuje proces žhavení vznětového motoru tím, že řídí elektrické napájení žhavicích svíček
- její hlavní funkce spočívá v tom, že na základě dat z čidel (např. teploty motoru) řídí dobu a intenzitu, po kterou je do svíček přiváděn proud
- to umožňuje spolehlivý start motoru i při nízkých teplotách
- dříve obsluhovalo žhavicí svíčky žhavicí relé, dnes je to inteligentní řídicí jednotka
- řídicí jednotka tedy rozhoduje o procesu žhavení, a relé provádí spínání proudu podle jejího pokynu

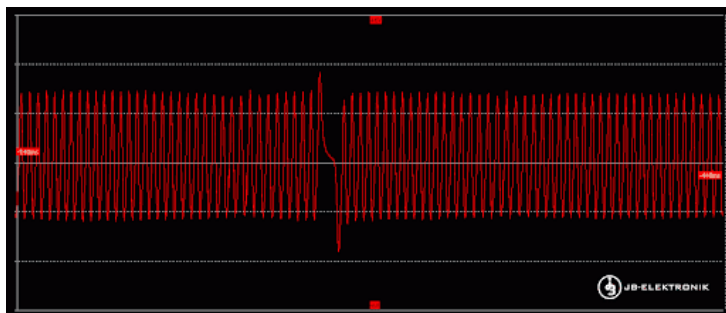
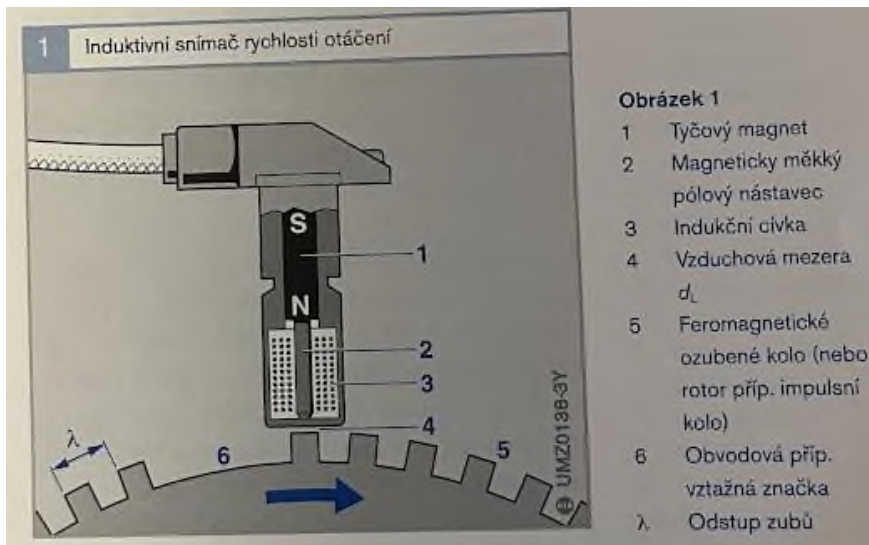


46) Snímače v motorových vozidlech

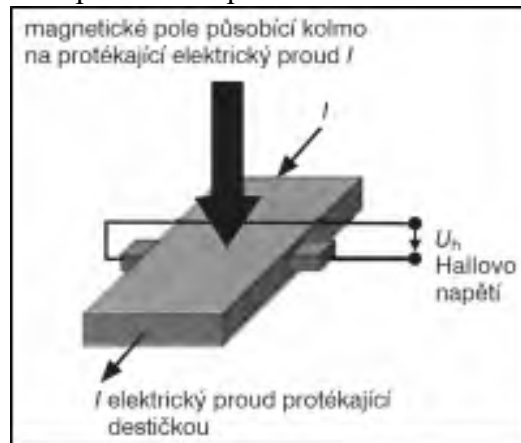
- **Úvod:**
 - Dnešní moderní vozidla jsou vybavena velkým množstvím snímačů.
 - Snímače převádí proměnné vstupní signály, které jsou potřebné pro řídicí a regulační funkce.
- **Použití v motorových vozidlech:**
 - Snímače a akční členy tvoří rozhraní mezi vozidlem (pohon, brzdy, podvozek, karoserie, řízení, navigace, atd.) a digitální řídicí jednotkou provádějící zpracování.
 - Signály snímačů se upravují pomocí přizpůsobovacích obvodů do standardizovaného tvaru požadovaného řídicí jednotkou.
- **Snímače pro motorová vozidla lze rozčlenit do několika kategorií:**
 - Podle použití a funkce:
 - funkční snímače pro řídicí a regulační účely
 - snímače pro bezpečnost a zabezpečení (ochrana proti odcizení)
 - snímače pro kontrolu vozidla (palubní diagnostika, veličiny spotřeby a opotřebení) a k informování řidiče a spolucestujících
 - Podle charakteristiky:
 - k řízení, regulaci a sledování musí snímače vykazovat různé charakteristiky
 - Podle druhu výstupního signálu:
 - spojitý analogový výstupní signál:
 - odpovídající proudu, napětí, frekvenci, periodě, délce impulsu nebo střídě
 - nespojitý výstupní signál:
 - dvouúrovňový, víceúrovňový
- **Požadavky na snímače:**
 - Vysoká spolehlivost
 - Nízké výrobní náklady
 - Provoz v tvrdých provozních podmínkách
 - Malé rozměry
 - Vysoká přesnost
- **Druhy snímačů:**
 - Snímače polohy:
 - snímače polohy snímají dráhy a úhly nejrůznějšího druhu
 - používají se snímače kontaktní nebo bezkontaktní
 - do této skupiny řadíme:
 - snímače polohy škrticí klapky
 - snímač hladiny paliva v nádrži
 - snímač pedálu akceleraace
 - snímač úhlu natočení volantu
 - snímač náprav pro automatickou regulaci sklonu světel
 - ultrazvukové snímače, např. parkovací senzory
 - radar pro regulaci odstupu, atd.



- Snímače otáček a rychlosti:
 - tyto snímače měří úhel nebo dráhu za jednotku času
 - snímače otáček měří otáčky klikového a vačkového hřídele, otáčky jednotlivých kol, otáčky vstřikovacího čerpadla, otáčky převodovky, otáčení kolem svislé osy, atd.
 - do této skupiny řadíme:
 - indukční snímače – cívkové



- hallový snímač – využívají hallův jev
- hallův jev:
 - proud prochází polovodičovou destičkou a kolmé magnetické pole odchyluje nosiče náboje (elektrony) na jednu stranu destičky, čímž na jejích okrajích vzniká měřitelné Hallovo napětí
 - toto napětí je přímo úměrné síle magnetického pole, což umožňuje jeho využití k měření síly magnetického pole nebo proudu bez přímého kontaktu

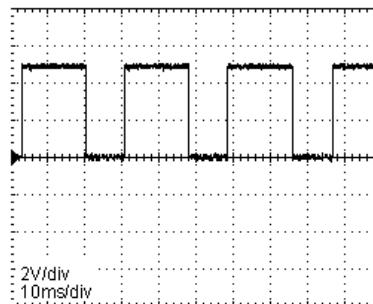


Specifikace

napájecí napětí: 5 V

informace o oscilogramu: motor ve volnoběhu

Rozsah 1



- snímač otáček kol
 - snímač otáček převodovky
 - snímač otáčení kolem svislé osy, atd.
- Snímače zrychlení a vibrací:
 - jsou vhodné pro regulaci klepání u spalovacích motorů k iniciaci systémů ochrany cestujících (airbag, předpínač bezpečnostních pásů) a ke snímání zrychlení v zatáčkách a změn rychlosti u vozidel s pohonem všech kol
 - řadíme sem:
 - hallův snímač zrychlení
 - piezoelektrický snímač zrychlení

- piezoelektrický snímač klepání



- Snímače tlaku:
 - měření tlaku se provádí přímo, prostřednictvím deformování membrány nebo snímačem síly
 - příklady:
 - tlak v sacím potrubí
 - tlak v pneumatikách
 - brzdny tlak
 - tlak chladiva u systému klimatizace
 - tlak paliva
 - tlak u vzduchového odpružení, atd.
- Snímače síly a točivého momentu:
 - snímače síly a točivého momentu se musí zařazovat přímo do trasy přenosu síly – převádět celou měřenou veličinu
- Průtokoměry:
 - potřeba měření průtoku se využívá např. pro snímání dodávaného množství paliva nebo pro snímání množství nasávaného vzduchu
 - průtokoměry pro měření průtoku paliva se v dnešní době téměř nevyužívají
 - pro měření průtoku vzduchu se používají hmotnostní poměry a cílem měření je tedy hmotnost nasávaného vzduchu
 - u starších vozidel se používaly systémy na principu proměnné měřicí clony (vzdouvací klapky)
 - v současnosti se setkáváme se skutečnými měřiči hmotnosti vzduchu, které využívají termickou metodu (anemometry s vyhříváním drátem nebo vyhříváním filmem)
 - příklady použití:
 - měřič množství vzduchu s klapkou LMM
 - měřič hmotnosti vzduchu s vyhříváním drátem HLM
 - měřič hmotnosti vzduchu s vyhříváním filmem HFM2
 - měřič hmotnosti vzduchu s vyhříváním filmem HFM5
- Snímače plynů, měřiče koncentrace:

- koncentrace látky udává, s jakým hmotnostním nebo objemovým podílem je určitá látka obsažena v jiné látce nebo ve směsi jiných látek
 - v motorových vozidlech se měří následující veličiny:
 - obsah kyslíku ve spalínách
 - obsah CO a NO_x, jakož i vlhkost vzduchu v kabině
 - vlhkost vzduchu u vzduchových brzdových soustav
 - vlhkost vnějšího vzduchu
 - koncentrace sazí ve spalínách, atd.
 - příklady snímačů:
 - snímač kvality vzduchu
 - dvoubodová lambda sonda
 - planární širokopásmová lambda sonda
 - snímač NO_x, atd.
- Snímače teploty:
- u plynných nebo kapalných médií lze obecně měřit ve všech prostorových bodech
 - u pevných těles se měření omezuje většinou na povrch
 - používají se:
 - odporové snímače
 - rezistory NTC ze spékané keramiky
 - tenkovrstvé a tlustovrstvé kovové PTC rezistory
 - tlustovrstvé rezistory PTC/NTC
 - monokrystalické křemíkové polovodičové rezistory PTC
 - termočlánky
 - polovodičové přechody
 - použití snímačů teploty:
 - snímač teploty motoru
 - snímač teploty vzduchu
 - snímače teploty motorového oleje
 - snímač teploty výfukových plynů
 - snímač teploty vzduchu v interiéru
 - snímač teploty paliva, atd.
- Optické snímače:
- snímač deště (dešťový senzor)
 - snímač znečištění
 - radar, atd.

47) Elektronické brzdové systémy

- Elektronické brzdové systémy se dělí do několika základních skupin:
 - Systémy protiblokovací: ABS, EBV, MSR
 - Systémy protiprokluzové: ASR, EDS
 - Systémy stabilizační: ESP
 - Brzdový asistent: HBA, MBA
 - Optimální rozložení hnací síly: 4x4, 4 Motion, Quattro
- **ABS (Antilock Braking System):**
 - Jedná se o protiblokovací systém automobilu.
 - Signalizace:
 - kontrolka systému se rozsvítí na několik sekund po zapnutí zapalování
 - zásah ABS není nijak signalizován (řidič pouze cítí pulzaci brzdového pedálu)
 - systém nelze vypínat a při poruše trvale svítí kontrolka
 - Funkce:
 - ABS zamezuje zablokování kol i při intenzivním brzdění nebo při brzdění na kluzkém povrchu
 - systém sleduje a porovnává otáčky všech kol a kontroluje, zda nedošlo k jejich zablokování
 - při blížícím se zablokování kola ABS zabrání dalšímu zvýšení tlaku v brzdové soustavě a v případě potřeby systém tlak snižuje, čímž se obnoví odvalování kola
 - tím je zachována řiditelnost a stabilita vozidla
 - Argumentace:
 - systém je schopen ovládat každé kolo zvlášť a to několikrát za sekundu (až 16x)
 - usnadňuje řidiči řešit kritické situace, např. brzdění v zatáčce, na mokru, nebo na náledí
 - umožňuje zvládat vyhybovací manévry při současném brzdění, při nutnosti vyhnout se nečekané překážce na vozovce
 - zabrání zničení pneumatiky (vytvoření plošky) díky neustálému odvalování kola
 - řidič díky pulzaci do pedálu pozná, že se pohybuje po vozovce se sníženou adhezí a může tak přizpůsobit rychlost vozidla a styl jízdy
- **EBV (Elektronische Bremskraft Verteilung):**
 - Elektronický rozdělovač brzdného tlaku.
 - Signalizace:
 - systém nemá samostatnou signalizaci
 - při výpadku systému svítí současně kontrolka ABS a vykřičník
 - systém nelze vypínat
 - Funkce:
 - EBV je standardní součástí systému ABS

- samočinně rozděluje intenzitu brzdného účinku mezi přední a zadní nápravu vozidla podle okamžitého zatížení zadní nápravy
- sleduje při brzdění otáčení kol zadní nápravy oproti kolům předním (zadní náprava je při brzdění nadlehčována)
- při prudkém snížení otáček kol na zadní nápravě, EBV na této nápravě snižuje brzdný tlak, aby nedošlo k jejímu přebrzdění a ztrátě stability
- EBV zasahuje ještě před nástupem ABS

○ Argumentace:

- kola na zadní nápravě jsou schopna přenášet větší příčné síly, vozidlo je stabilnější a ovladatelnější
- systém je rychlejší a přesnější, než zátěžový regulátor, který se používal dříve
- EBV stabilizuje vozidlo při brzdění
- pomocí EBV se dosáhne optimálního rozdělení brzdné síly mezi PN a ZN
- funguje i při výpadku ABS

● **MSR (Motor Schleppmoment Regelung):**

- Regulace brzdného momentu motoru.
- Signalizace:
 - systém nemá žádnou samostatnou signalizaci a nelze vypínat
- Funkce:
 - zabráňuje při prudkém brzdění motorem ztrátě říditelnosti vozu vlivem skluzu kol hnací nápravy
 - jedná se o další přídatnou funkci ABS
 - systém porovnává, zda otáčky kol hnací nápravy nejsou nižší, než otáčky kol nápravy hnané
 - řídicí jednotka vydává signály řídicí jednotce motoru a ta reguluje krouticí moment motoru (zvýší otáčky) tak, aby se vyrovnaly otáčky kol přední a zadní nápravy
- Argumentace:
 - systém umožňuje bezpečnou jízdu a ovladatelnost, a to především v zatáčkách při razantnějším podřazení nebo náhlém ubrání plynu

● **EDS (Elektronische Differential Spere):**

- Elektronická uzávěrka diferenciálu.
- Signalizace:
 - systém nemá žádnou samostatnou signalizaci a nelze vypínat
- Funkce:
 - při rozjezdu a zrychlování na povrchu s různou adhezí pro pravé a levé kolo hnací nápravy automaticky přibrzdí protáčející se kolo

- zajistí tak přenos hnacího momentu motoru na hnací kola i v podmínkách, ve kterých by se vůz bez EDS jinak nemohl rozjet
 - EDS ruší nežádoucí efekt diferenciálu
 - EDS reguluje prokluz vždy jen jednoho protáčejícího se kola
 - funkce EDS je podmíněna funkcí ABS
 - EDS v sobě zahrnuje systémy ABS a EBV
- Argumentace:
 - EDS zabraňuje prokluzování jednoho z hnacích kol a umožňuje rozjezd vozidla
 - systém umožňuje plynulé zrychlení nebo rozjezd zvláště při jízdě do kopce na vozovce s rozdílným povrchem pod levým a pravým kolem hnací nápravy
- **ASR (Antriebs Schlupf Regelung):**
 - Protiprokluzová soustava.
 - Signalizace:
 - kontrolka se rozsvítí na několik sekund po každém zapnutí zapalování
 - při jízdě bez zásahu ASR kontrolka nesvítí
 - zásah ASR je signalizován blikáním kontrolky
 - při výpadku ASR kontrolka svítí trvale
 - systém lze vypínat
 - při vypnutí svítí kontrolka trvale
 - Funkce:
 - systém ASR je o stupeň výše, než EDS (ten je jeho součástí)
 - ASR reguluje prokluz u obou hnacích kol
 - řídicí jednotka vydává pokyny k přibrzdění protáčejících se kol i ke snížení krouticího momentu (ubrání plynu), čímž se zabrání prokluzu hnacích kol vozu
 - prokluzu kol je regulován při jakýchkoli rychlostech vozidla
 - Argumentace:
 - systém zabraňuje prokluzu hnacích kol a umožňuje bezpečnější a plynulejší rozjezd
 - přednosti ASR vynikají i při zrychlování na vyšší rychlostní stupně
 - přispívá ke snížení opotřebení pneumatik, diferenciálu a dalších součástí
 - vypnutí systému lze použít např. při rozjetí v hluboké vrstvě sněhu, pro rozjezd po montáži sněhových řetězů, apod.
- **ESP:**
 - Elektronický stabilizační program.
 - Signalizace:

- má stejnou kontrolku jako ASR, rozsvítí se na několik sekund po zapnutí zapalování
- při jízdě bez zásahu systému kontrolka nesvítí
- zásah je signalizován blikáním kontrolky
- při poruše systému kontrolka svítí trvale
- u starších vozidel lze tlačítkem vypínat, u moderních vozidel už vypnout nelze (lze vypnout pouze ASR)
- při vypnutí svítí kontrolka trvale
- Funkce:
 - systém automaticky vyrovnává smyk a pomáhá udržovat směr vozu dle požadavku řidiče
 - řídicí jednotka sleduje požadavky řidiče (úhel natočení volantu, rychlosti jednotlivých kol) a porovnává je se skutečným chováním vozidla (snímač příčného zrychlení, snímač otáčení kolem svislé osy)
 - pokud se skutečný pohyb odlišuje, ESP okamžitě zasáhne cíleným přibrzděním příslušného kola
 - v případě potřeby pomáhá zabránit kritické situaci i snížením točivého momentu motoru
 - součástí ESP jsou již všechny uvedené systémy (ABS, EBV, MSR, ASR, EDS)
- Argumentace:
 - v kritických situacích výrazně snižuje riziko nehody
 - včas rozpozná přetáčivý nebo nedotáčivý smyk a bez zásahu řidiče se pokouší problém vyřešit
 - v rámci fyzikálních zákonů eliminuje chyby řidiče
 - smyk rozpozná dříve, než řidič
 - v případě neřešitelného problému se snaží vozidlo připravit na čelní náraz, na který je vozidlo lépe uzpůsobeno

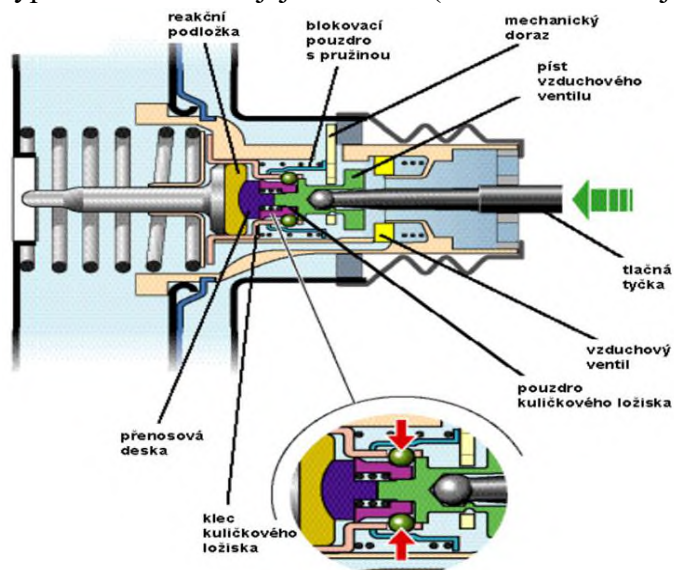
- **Pohon všech kol:**

- Systém nespadá přímo do elektronických brzdových systémů a bude dále popsán v kapitole „Aktivní a pasivní bezpečnost“.
- Jedná se o systém, který rozděluje výkon motoru na všechna čtyři kola automobilu, čímž zajišťuje lepší trakci a stabilitu na kluzkém, nerovném nebo sypkém povrchu, jako je sníh, led, bláto nebo šterk. Umožňuje plynulejší rozdělování síly a zlepšuje ovladatelnost vozidla, což vede k bezpečnější a stabilnější jízdě.
- Systém může pracovat jako stálý, připojitelný nebo kombinovaný.

- **MBA:**

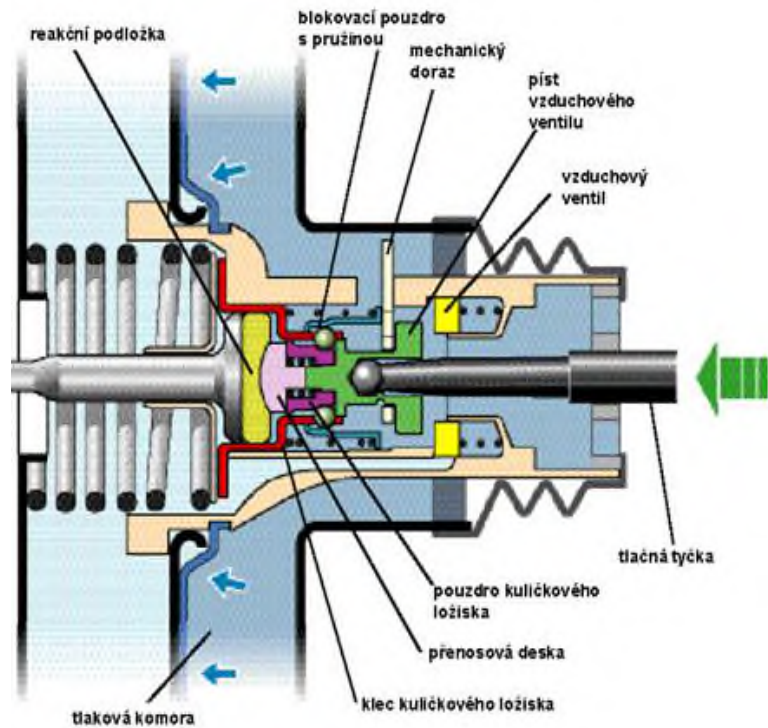
- Mechanický brzdový asistent.
- Signalizace:

- systém nemá vlastní kontrolku a nelze vypnout
- Funkce:
 - MBA je jednoduché mechanické zařízení
 - umístěno mezi brzdovým pedálem a posilovačem brzd
 - ke spuštění MBA dochází při brzdění v kritické situaci
 - rozhodující veličinou pro aktivaci MBA je rychlost nebo síla stlačení brzdového pedálu
 - po uvolnění brzdového pedálu se systém automaticky vypíná
 - MBA snižuje brzdnou dráhu vozidla a může být použito i v kombinaci s ABS
- Argumentace:
 - MBA snižuje běžnou prodlevu účinnosti brzdového systému
 - systém funguje bez elektronické regulace
 - řidič při aktivaci MBA cítí snížený odpor brzdového pedálu vlivem rychlejšího a zvýšeného účinku posilovače brzd
- Aktivace MBA:
 - při aktivaci je reakční podložka intenzivně stlačena (tlačná tyčka, píst vzduchového ventilu, skříň kuličkového ložiska a přenosová deska)
 - pohyb uvedených částí je velmi rychlý, zbývající komponenty brzdového posilovače ho nestačí provést
 - tím vzniká rozdíl v reakci mezi klecí kuličkového ložiska a pouzdem kuličkového ložiska – setrvačnost
 - tato setrvačnost způsobí, že se pouzdro kuličkového ložiska posune vpřed vůči kleci a tím kuličky zapadnou do drážek pouzdra kuličkového ložiska
 - blokovací pouzdro je uvolněno a díky působení jeho pružiny zabrání vypadnutí kuliček z jejich drážek (nouzové brzdění je aktivováno)



- Působení MBA:
 - začíná poté, co jsou kuličky zajištěny ve svých drážkách pomocí blokovacího pouzdra s pružinou

- tlačná tyčka je posunuta vpřed a je zablokována, takže celková délka posuvných částí je nyní menší, než v klidovém stavu
- pokud je mechanismus MBA v tomto stavu, postačí pouze malá síla na brzdovém pedálu k tomu, aby píst vzduchového ventilu otevřel vstup atmosférického tlaku do tlakové komory brzdového posilovače
- reakční podložka přitom nemusí být stlačena
- tím je docíleno velkého rozdílu tlaků mezi oběma komorami brzdového posilovače



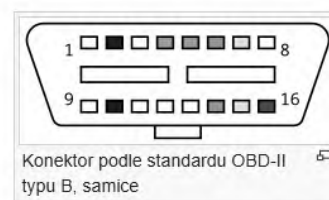
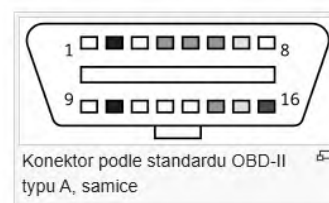
48) OBD II, CAN – Bus, řídicí jednotky

• OBD II

- OBD-II (On-BoardDiagnostics II) je standardizovaný systém pro palubní diagnostiku vozidel, který umožňuje sledovat a diagnostikovat různé systémy vozu, zejména ty související s emisemi.
- Díky tomuto systému je možné pomocí speciálních zařízení (sériové diagnostiky) číst a mazat chybové kódy, zobrazovat živá data ze senzorů, kontrolovat stav systémů a provádět základní testy.
- Standardní 16pinový konektor pro připojení diagnostického přístroje umožňuje širokou kompatibilitu napříč různými značkami a modely vozidel.
- V souvislosti s evropskou modifikací standardu hovoříme o normě **EOBD**(European On-BoardDiagnostics) a stala se povinnou pro nové vozy od roku 2000/2003.
- Začátky používání protokolu OBD II:
 - Americké vozy - odr.v. 1996
 - Evropské vozy - benzin - od r.v. 2001
 - Evropské vozy - diesel - od r.v. 2003-2004
 - Japonské vozy - cca od roku 2000
- 16pinový konektor musí být přístupný z místa řidiče a umístěn v interiéru vozidla.
- **Hlavní funkce OBD II:**
 - čtení a mazání chybových kódů -umožňuje diagnostikovat a resetovat problémy vozidla
 - zobrazení skutečných hodnot -poskytuje přístup k aktuálním datům ze senzorů, jako jsou otáčky motoru, rychlost vozidla, teplota chladicí kapaliny, kontrola vynechání zapalování, tlak paliva, doba vstříku, atd.
 - zobrazení "FreezeFrame" dat -ukazuje stav vozidla v okamžiku, kdy došlo k chybě
 - kontrola stavu "Readiness" -informuje o tom, zda jsou všechny monitorovací systémy připraveny pro testování emisí
 - identifikace vozidla - umí načíst identifikační číslo vozidla (VIN)
- **Komunikační protokoly:**
 - OBD-II/EOBD - norma se vyvíjela postupně a stále existují různé komunikační protokoly, které diagnostický nástroj musí podporovat
 - K vedení – používáno u starších vozů
 - CAN – Bus - novější a rychlejší sběrnice, která je běžná u vozů vyrobených po roce 2004

○ Připojovací konektor:

Zapojení pinů			
1	Podle výrobce	9	Podle výrobce
2	Sběrnice +	10	Sběrnice -
3	Podle výrobce	11	Podle výrobce
4	Kostra	12	Podle výrobce
5	Signálová nula	13	Podle výrobce
6	CAN high	14	CAN low
7	K-line	15	L-line
8	Podle výrobce	16	Napětí baterie +12 V pro typ A / +24 V pro typ B



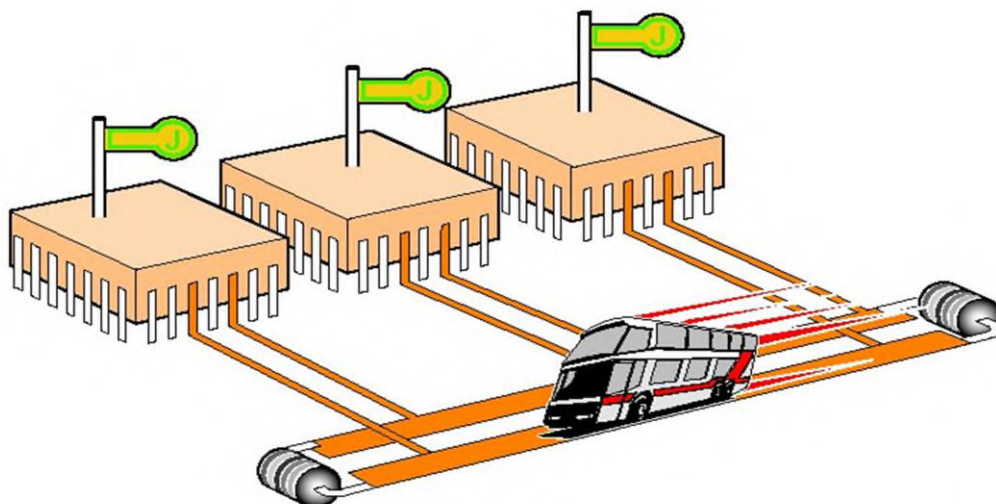
○ Chybové kódy:

- chybové kódy jsou standardizovány podle SAE J2012
- jsou rozděleny podle funkčních skupin
- B pro karoserii
- C pro podvozek
- P pro hnací ústrojí
- U pro síťové systémy
- systém OBD II vyžaduje zatím pouze kód P

P0xxx	Kódy nezávislé na výrobci (pod ISO/SAE)
P01xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P02xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P03xx	Systém zapalování, poruchy zapalování
P04xx	Přídavné zařízení pro snížení emisí
P05xx	Rychlost vozidla, nastavení volnoběhu a ostatní výstupní signály
P06xx	Palubní počítač a ostatní výstupní signály
P07xx	Převodovka
P08xx	Převodovka
P09xx	Volné pro ISO/SAE
P00xx	Volné pro ISO/SAE
P1xxx	Kódy zadávané výrobcem (volně volitelné)
P11xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P12xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P13xx	Systém zapalování, poruchy zapalování
P14xx	Přídavné zařízení pro snížení emisí
P15xx	Rychlost vozidla, nastavení volnoběhu a ostatní výstupní signály
P16xx	Palubní počítač a ostatní výstupní signály
P17xx	Převodovka
P18xx	Převodovka
P19xx	Kategorie ISO/SAE
P20xx	Kategorie ISO/SAE

• CAN – Bus

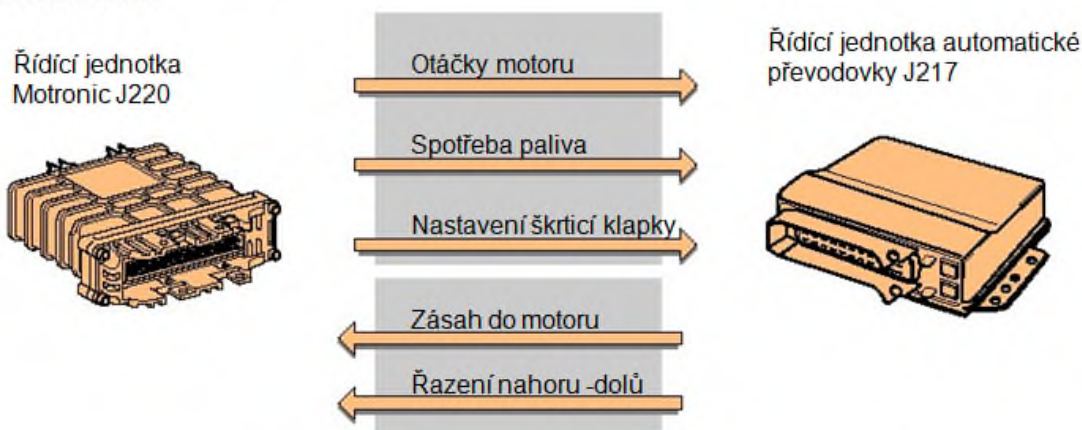
- Komunikační sběrnice používaná v automobilech a průmyslové automatizaci k propojení elektronických řídicích jednotek (ECU).
- Umožňuje jim spolehlivě a rychle sdílet informace, například o stavu motoru, senzorů nebo parkovacího systému, bez potřeby centrálního počítače.
- Hlavním cílem jeho vývoje bylo zjednodušení kabeláže a zvýšení spolehlivosti přenosu dat.



Přenos dat

První možnost:

Každá informace je přenášena po vlastním vedení.

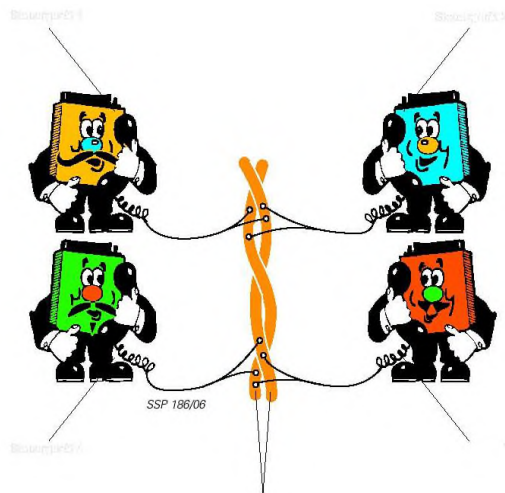


Druhá možnost:

- Všechny informace jsou přenášeny mezi řídicími jednotkami maximálně po dvou vodičích, po sběrnici CAN.

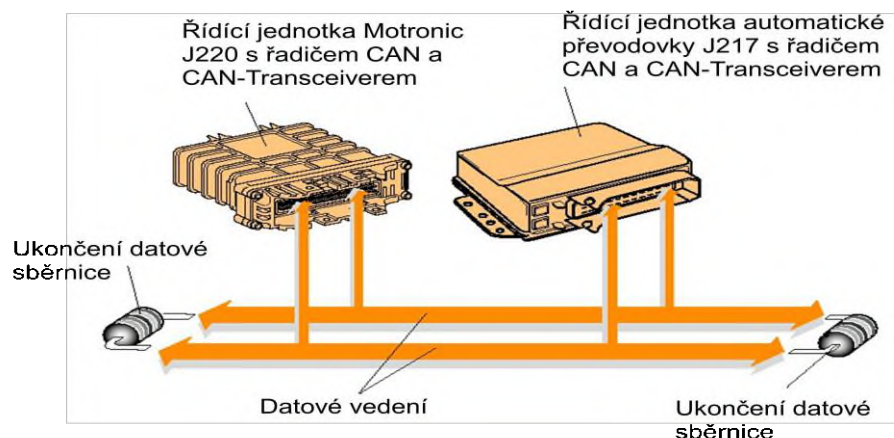


- **Datová sběrnice CAN:**
 - je způsob přenosu dat mezi řídicími jednotkami
 - spojuje jednotlivé řídicí jednotky do uceleného systému
 - čím více informací má řídicí jednotka o stavu celého systému, tím lépe může vyhodnocovat jednotlivé funkce
- **Použité CAN systémy ve vozidlech Škoda:**
 - CAN-Pohon 500 kBit/s
 - CAN-Komfort 100 kBit/s (62,5 kBit/s)
 - CAN-Infotainment 100 kBit/s
 - CAN-Panel přístrojů 500 kBit/s
 - CAN-Diagnostika 500 kBit/s
- **Přednosti datové sběrnice CAN:**
 - značné zjednodušení propojení
 - velmi rychlý přenos dat mezi řídicími jednotkami
 - úspora místa díky menším rozměrům řídicích jednotek a menším svorkovnicím
 - snížení počtu poruch v důsledku soustavné kontroly přenášených dat řídicími jednotkami
 - bude-li potřeba rozšířit přenosový protokol o další informace, stačí jen upravit software
 - datová sběrnice CAN je normalizovaná v celém světě; to má tu výhodu, že výměna dat je možná i mezi řídicími jednotkami různých výrobců



○ **Datová sběrnice CAN se skládá z:**

- jednoho řadiče
- jednoho transceiveru
- dvou ukončení datové sběrnice
- dvou vedení datové sběrnice



○ **Řadič CAN:**

- dostává od mikropočítače v řídicí jednotce ta data, která mají být poslána
- řadič je upravuje a předává dále do CAN-Transceiveru
- současně ale data od CAN-Transceiveru dostává.
- tyto pak připravuje a předává dále mikropočítači v řídicí jednotce

○ **CAN-Transceiver:**

- je vysílač (Transmitter) a přijímač (Receiver) v jednom
- mění data řadiče CAN v elektrické signály
- obdobně přijímá elektrické signály, které mění na data pro řadič CAN

○ **Vedení datové sběrnice:**

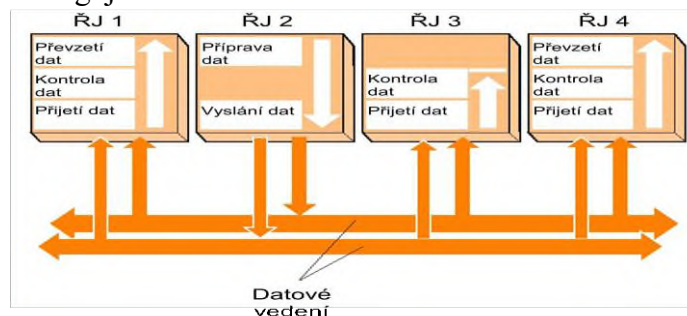
- je obousměrné a slouží k přenosu dat
- označuje se CAN-High a CAN-Low

- **Ukončení datové sběrnice:**

- je tvořeno odpory, které zabraňují tomu, aby se jednou poslaná data vracela z konců sběrnice zpět a zkreslovala data nová

- **Průběh datového přenosu:**

- příprava dat:
 - zprávy (data) vycházejí vždy z řídicí jednotky
 - řídicí jednotka předává svému řadiči data, která mají být poslána
- vyslání dat:
 - CAN-Transceiver dostává tato data od řadiče CAN, přemění je na sériové elektrické signály a pošle je dál
- přijetí dat:
 - ostatní řídicí jednotky, které jsou zapojeny do sítě datové sběrnice CAN, poslaná data přijmou
- kontrola dat:
 - řídicí jednotky prověřují, zda jsou přijatá data pro jejich činnost potřebná
- převzetí dat:
 - jsou-li přijatá data pro řídicí jednotku potřebná, převezme je a dále zpracuje
 - nejsou-li přijatá data potřebná pro činnost řídicí jednotky, tak na ně nereaguje



- **Zabezpečení přenášených dat a detekce chyb:**

- zprávy přenášené protokolem CAN jsou zabezpečeny několika mechanismy, které pracují současně
- monitoring
- CRC kód (Cyclic Redundancy Check)
- vkládání bitu (Bit stuffing)
- kontrola zprávy (Message Frame Check)
- potvrzení přijetí zprávy (Acknowledge)

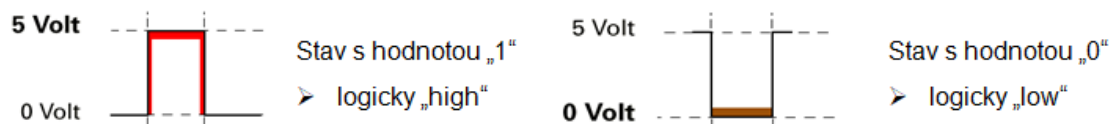
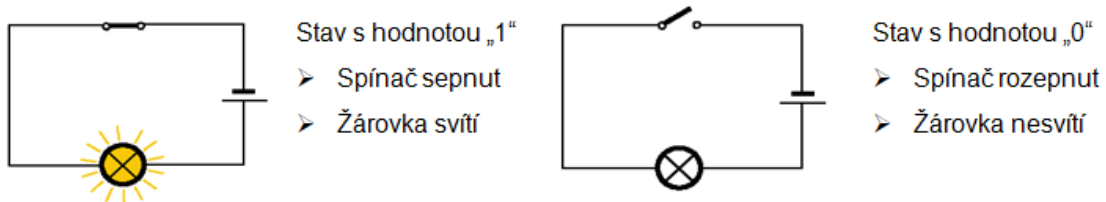
- **Signalizace chyb:**

- každá řídicí jednotka má zabudována dvě interní počítadla chyb udávající počet chyb při příjmu a při vysílání
- podle obsahu počítadel může řídicí jednotka přecházet, co se týká hlášení chyb a její aktivity na sběrnici, mezi třemi stavy (aktivní, pasivní a odpojený)

- pokud řídicí jednotka generuje příliš mnoho chyb, je automaticky odpojena (přepnuta do stavu Bus-off)
- z hlediska hlášení chyb tedy rozdělujeme řídicí jednotky do tří skupin:
 - aktivní
 - pasivní
 - odpojené

○ Vznik datového protokolu:

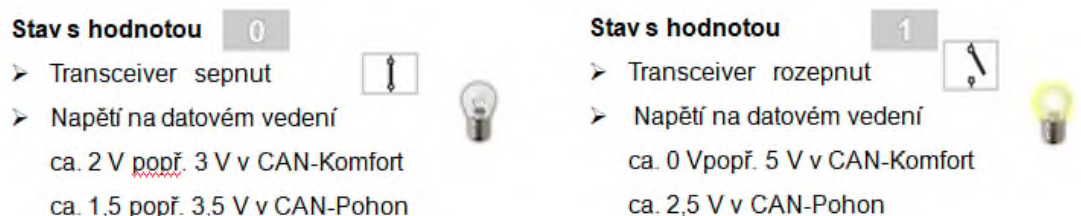
- každý bit může mít pouze dva stavy „0“ nebo „1“



○ Negativní logika:



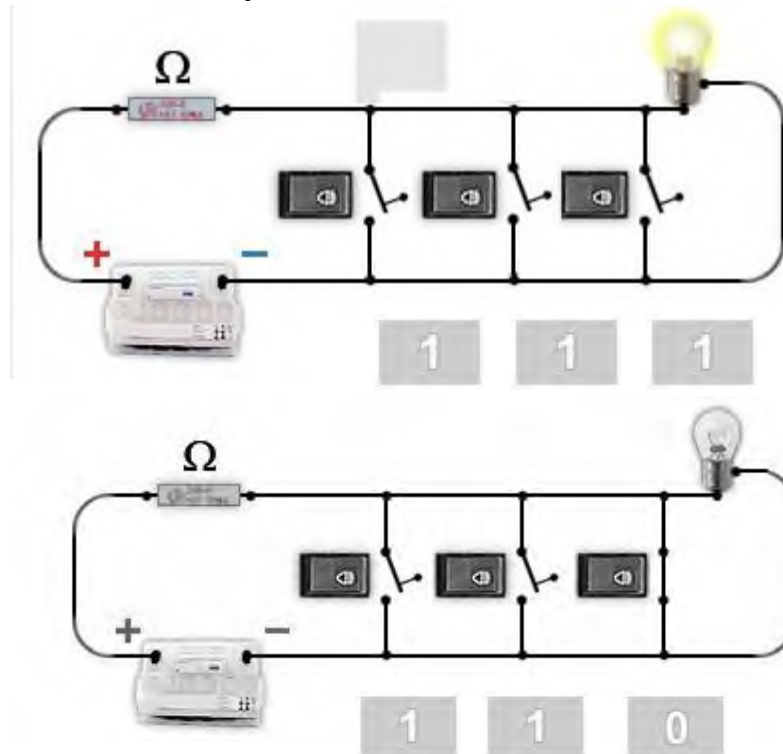
- specifikace CAN-Bus je založena na negativní logice:



○ 0-Dominance:

- na CAN-Bus systém je vždy připojeno více řídicích jednotek
- pokud všechny řídicí jednotky vysílají bit „1“ je informace na sběrnici logická „1“
- vysílá-li minimálně jedna řídicí jednotka bit „0“, tak je informace na sběrnici logická „0“

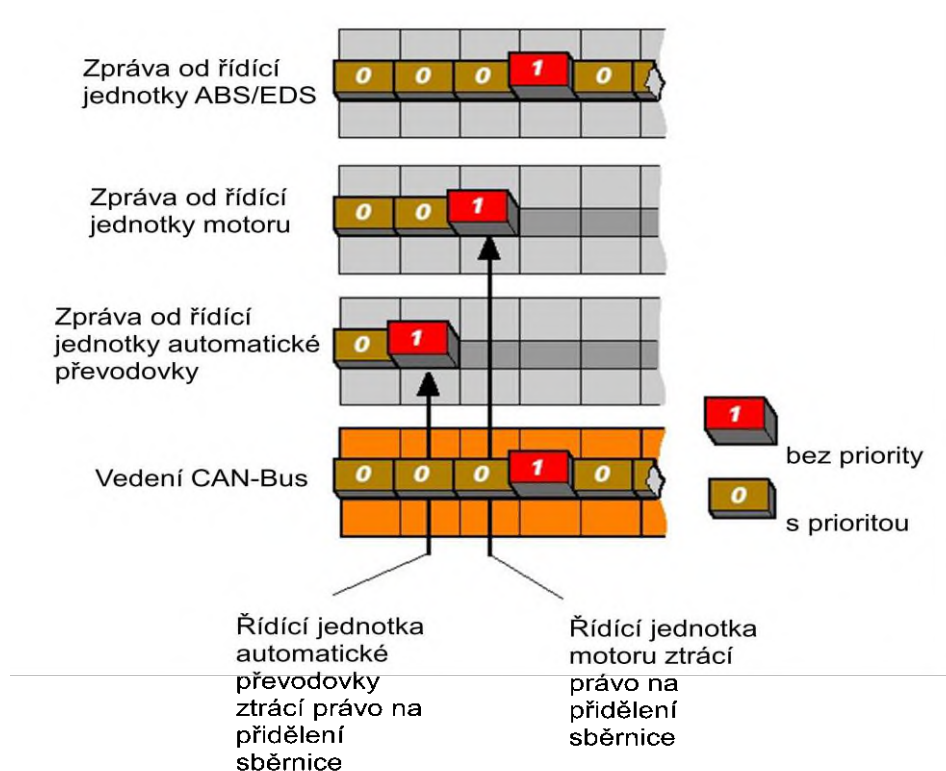
- bit s hodnotou „0“ vysílaný některou z jednotek přepíše u ostatních řídicích jednotek informaci s hodnotou „1“
- bit s hodnotou „0“ je dominantní
- bit s hodnotou „1“ je recesivní



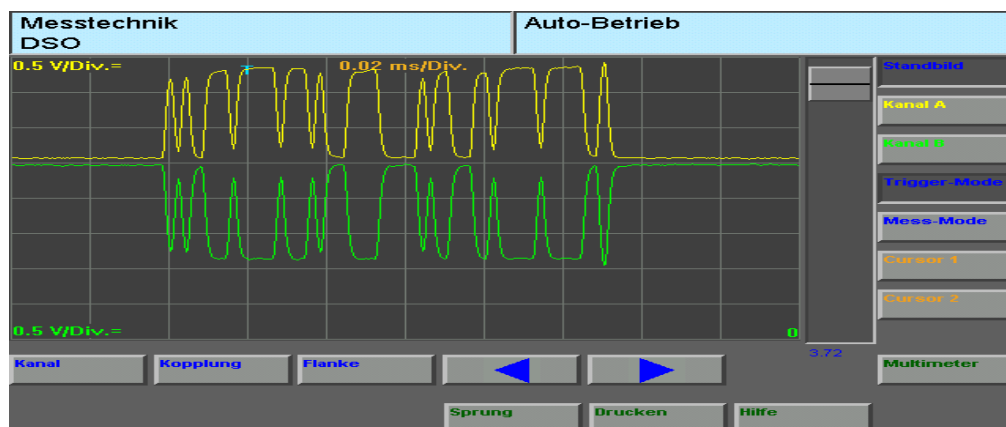
○ **Přiřazování datové sběrnice CAN:**

- jestliže chce více řídicích jednotek vyslat svůj datový protokol současně, je potřeba rozhodnout, kterému bude dána přednost
- přednost bude dána protokolu s nejvyšší prioritou

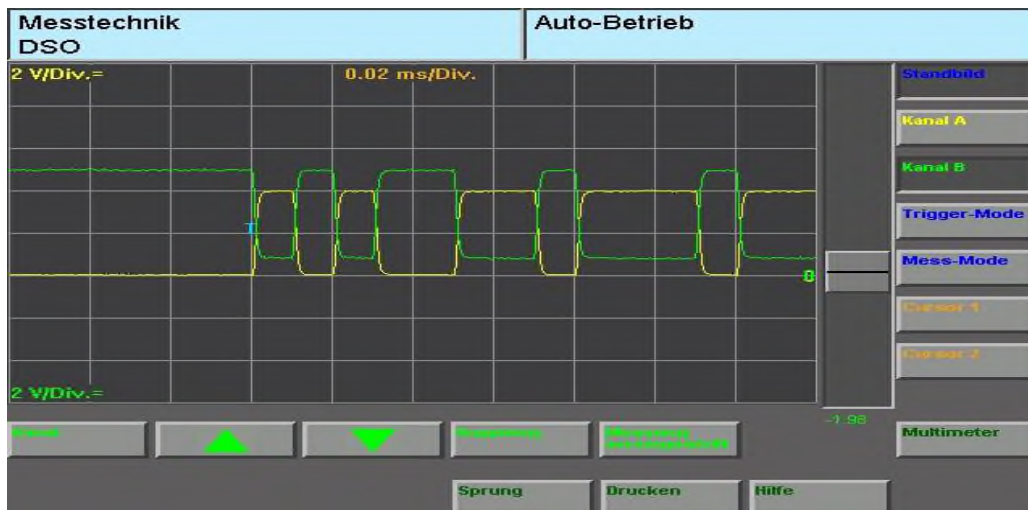
Priorita	Datový protokol	Stavové pole
1	ABS	001 1010 0000
2	Motor	010 1000 0000
3	Převodovka	100 0100 0000



- všechny tři řídicí jednotky začnou současně posílat svůj datový protokol
 - současně se začnou porovnávat bity (bit za bitem) na datovém vedení
 - zjistí-li řídicí jednotka ve stavovém poli bit s prioritou na místě, kde je její bit bez priority, přestane vysílat a začne přijímat
- **Signály naměřené na systémech CAN-Bus pomocí osciloskopu:**



CAN – pohon



CAN - komfort

- **Řídicí jednotky**

- Řídicí jednotka vozidla, známá také jako ECU (Electronic Control Unit), je v podstatě počítač, který řídí a optimalizuje různé systémy ve vozidle, včetně motoru, převodovky, brzd (ABS), airbagů a dalších.
- Získává data ze senzorů, která zpracovává a na jejich základě vydává pokyny k provedení optimálních funkcí, jako je vstřikování paliva nebo časování zapalování.
- **Hlavní systémy:**
 - řízení motoru:
 - zajišťuje optimální vstřikování paliva a načasování zapalování pro maximální výkon a efektivitu
 - řízení převodovky:
 - spravuje automatické řazení a adaptaci převodovky
 - bezpečnostní systémy:
 - řídí funkce jako ABS (protiblokovací systém brzd), ESP (elektronická kontrola stability) a systémy airbagů, atd.
 - emisní systémy:
 - kontroluje a reguluje emise vozidla, například prostřednictvím systémů jako EGR nebo DPF
 - ostatní systémy:
 - spravuje i další systémy, jako je klimatizace nebo systémy ovládání dveří
- **Hlavní funkce:**
 - sběr dat:
 - jednotka přijímá signály ze senzorů rozmístěných po celém automobilu, které monitorují parametry jako teplota, tlak nebo rychlost
 - zpracování informací:
 - na základě dat ze senzorů a svého softwaru provádí výpočty a rozhoduje o optimálních akcích

- řízení akcí:
 - odesílá řídicí signály do různých akčních členů, jako jsou vstřikovače paliva, zapalovací cívky nebo ventily, a zajišťuje tak správný chod systému
- síťová komunikace:
 - v moderních vozidlech je více řídicích jednotek vzájemně propojených a komunikují spolu prostřednictvím speciální sběrnice (např. CAN sběrnice), aby koordinovaly své funkce

49) Infotainment, komunikační systémy, telematika motorových vozidel

- **Infotainment:**

- Infotainment se dá zjednodušeně popsat jako „informace a zábava“.
- Infotainment ve vozidle je systém pro zábavu a informace, který spojuje audio, navigaci, konektivitu a další funkce prostřednictvím palubního displeje.
- Zahrnuje rádio, přehrávače médií, navigaci, Bluetooth, Wi-Fi a možnost zrcadlení chytrého telefonu pomocí platform jako Android Auto nebo Apple CarPlay.
- Moderní systémy často nabízejí i speciální aplikace, hlasové ovládání a online služby.
- Funkce a možnosti:
 - Audio a zábava:
 - poslech rádia, CD, hudby z USB nebo streamovacích služeb
 - Navigace:
 - vestavěné navigace nebo online navigace s aktuálními informacemi o dopravě a možnost vyhledávat body zájmu
 - Konektivita s telefonem:
 - Android Auto nebo Apple Car Play
 - zrcadlí funkce telefonu na displeji auta pro bezpečné ovládání hlasem, dotykem nebo tlačítky a umožňuje přístup k aplikacím
 - Další funkce:
 - hlasové ovládání
 - informace o stavu vozidla, informace o nutnosti servisu, apod.



- **Komunikační systémy:**

- Vnější komunikační systémy - zvyšují bezpečnost a komfort, například upozorněním na nebezpečí nebo připojením k internetu.

- Komunikační a navigační systémy ve vozidlech kombinují určení polohy vozidla s komunikací s řidičem a dopravním centrem, často s využitím GPS.
- Zajišťují navigaci z bodu A do B s dynamickým přizpůsobováním trasy aktuálnímu provozu.
- Dále zajišťuje vzájemnou komunikaci mezi vozidly pro informování o nebezpečích, jako jsou práce na silnici, pomalá vozidla nebo vozidla záchranné služby.
- Komunikační funkce:
 - komunikace mezi jednotlivými vozidly - vozidla si vyměňují data o své rychlosti, poloze a směru, což umožňuje varování před nebezpečími nebo spolupráci při jízdě
 - komunikace s dopravní infrastrukturou - semaforey nebo dopravní značky
 - další typy komunikace - například komunikace s chodci nebo s chytrými zařízeními
 - mobilní sítě - systémy využívají mobilní sítě pro poskytování služeb jako je navigace, připojení k internetu a pro nouzové volání
 - bluetooth - umožňuje bezdrátové připojení mobilních telefonů pro telefonování, přehrávání hudby nebo pro integraci s aplikacemi, jako je CarPlay
 - GSM alarmy - využívají mobilní sítě GSM k odeslání upozornění na telefon majitele v případě narušení vozidla
 - informování o stavu vozidla a nákladu - umožňují přenos dat o poloze a stavu vozidla nebo nákladu do řídicího střediska
 - obousměrná komunikace - poskytují možnost pro řidiče odeslat zpětnou vazbu zpět do dispečinku
 - dispečink a řidič - umožňují posílat textové zprávy a souřadnice přímo do navigačního systému vozidla, například pro zadání cílové adresy nebo pokynů
- Komunikace uvnitř vozidla:
 - řídicí jednotky (ECU) - moderní vozidla mají desítky řídicích jednotek, které sbírají data ze senzorů a řídí různé systémy vozidla (motor, ABS, airbagy, klimatizace, apod.)
 - datové sběrnice - jednotky komunikují mezi sebou po sběrnících, jako je například CAN
 - bezpečnostní a komfortní systémy - součástí jsou i systémy jako adaptivní tempomat, který na základě dat ze senzorů a radarů automaticky upraví rychlost a vzdálenost od jiných vozidel
- Systém nouzového volání eCall:
 - automaticky nebo ručně spojí vozidlo s linkou 112 v případě nehody a odešle minimální datový soubor s informacemi o poloze a nehodě

- systém se aktivuje buď nárazovými senzory (např. aktivací airbagů), nebo ručním stisknutím tlačítka SOS uvnitř vozu
- umožňuje rychlejší a efektivnější záchranu, protože poskytuje záchranným složkám přesnou polohu a další relevantní údaje ještě před jejich příjezdem na místo
- všechny nové modely aut schválené v EU po 31. březnu 2018 musí být tímto systémem vybaveny
- jak systém eCall funguje:
 - v případě vážné nehody senzory v autě (např. airbagy) automaticky spustí tísňové volání
 - cestující mohou systém spustit ručně stisknutím tlačítka SOS, například pokud se stanou svědky nehody
 - systém pošle záchranné službě minimální datový soubor, který obsahuje informace o poloze vozidla, čase nehody, směru jízdy a počtu zapnutých bezpečnostních pásů
 - zároveň se s vozidlem naváže hlasové spojení s operátorem tísňové linky 112, aby mohl operátor zjistit další podrobnosti
 - systém má vlastní napájení, které mu umožňuje komunikovat i v případě, že dojde k odpojení hlavního akumulátoru vozidla po nehodě

- **Telematika motorových vozidel:**

- Jedná se o soubor technologií pro sběr, ukládání a přenos dat z vozidel pomocí telekomunikace a informatiky.
- Zahrnuje využití systémů jako GPS a senzory pro sledování polohy, stavu vozidla, chování řidiče a provozních dat v reálném čase.
- Hlavním cílem je optimalizovat správu vozových parků, snížit provozní náklady, zvýšit bezpečnost a efektivitu provozu.
- Funkce:
 - sledování a správa vozového parku:
 - přesná poloha vozidel v reálném čase
 - monitorování provozních dat, jako je spotřeba paliva, pracovní doba řidiče a stav vozidla
 - zlepšení efektivity trasování a optimalizace tras
 - bezpečnost a zabezpečení:
 - monitorování chování řidiče (např. styl jízdy) pro snížení rizika nehod
 - včasná upozornění na problémy a aktivaci bezpečnostních systémů
 - ochrana proti krádeži pomocí geolokace
 - optimalizace nákladů a výkonu:
 - snížení nákladů na palivo
 - lepší plánování a využití vozidel

➤ automatické sledování a správa servisních prohlídek

○ Jak telematika funguje:

- informace se sbírají z elektronické řídicí jednotky vozidla a GPS přijímače
- data jsou bezdrátově odesílána přes mobilní síť do centrálního serveru
- data se zpracovávají a zobrazují dispečerům nebo správcům přes webový portál, mobilní aplikaci nebo jiná rozhraní

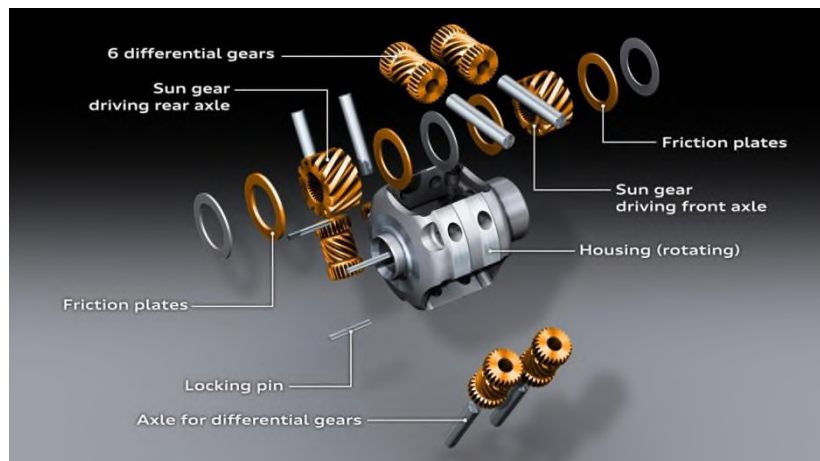
• **GPS ve vozidlech:**

- Slouží k navigaci a pro sledování polohy pomocí satelitů (navigace) nebo k ochraně proti krádeži a sledování vozidla (lokátory).
- Lokátory se instalují buď zapojením do OBD zásuvky, skrytě do elektroinstalace, nebo jako samostatně napájená zařízení s magnetickým držákem, která lze umístit pod sedadlo, do kufru či pod podvozek.
- Funkce:
 - navigace - systém pomáhá řidiči najít cestu pomocí map a satelitního signálu
 - sledování - GPS lokátory sledují pohyb vozidla a data odesílají přes mobilní síť
 - zabezpečení – v případě krádeže umožňuje lokátor sledovat polohu vozidla a pomáhá ho najít
 - sledování firemních vozidel - firmy používají GPS k monitorování služebních vozidel, což usnadňuje správu vozového parku a kontrolu nákladů na palivo
- Montáž skrytého lokátoru:
 - pod palubní desku
 - v kufru
 - pod sedadla
 - pod nárazník
 - pod kapotu nebo v motorovém prostoru

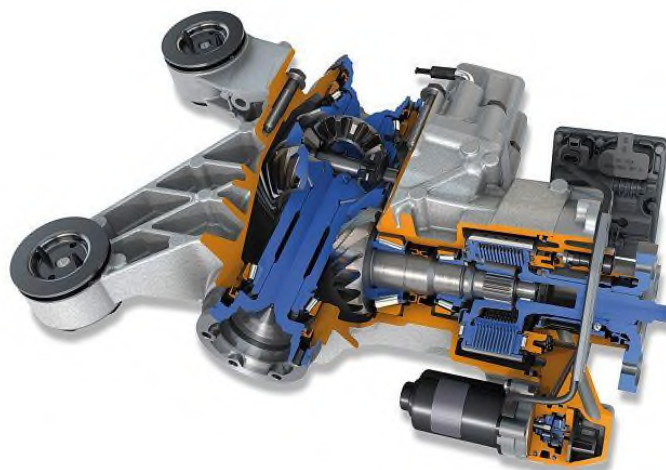
50) Aktivní a pasivní bezpečnost

- **Aktivní bezpečnost:**

- Prvky aktivní bezpečnosti jsou systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které pomáhají zabránit nebo předejít dopravním nehodám a minimalizovat příčiny.
- Mezi aktivní prvky patří zejména kvalitní brzdy, přesné řízení a celá řada bezpečnostních elektronických systémů, jako například elektronický protiblokovací, protiprokluzový, stabilizační systém a pohon více náprav.
- Do prvků aktivní bezpečnosti řadíme také výhled z vozidla (senzor deště, stěrače).
- Nesmíme opomenout i kvalitní pneumatiky (stáří, dezén odvádějící dobře vodu, hloubka dezénu, v zimě zimní pneumatiky).
- **Elektronické brzdové a stabilizační systémy:**
 - viz. otázka č. 47
- **Pohon všech kol:**
 - stálý pohon všech kol:
 - nejčastěji je poháněn středový diferenciál, který rozděluje krouticí moment mezi nápravy v určitém poměru (50/50, 40/60)
 - používá se mezinápravová uzávěrka diferenciálu, která v případě prokluzu diferenciál uzamkne a zajistí tím potřebnou trakci
 - offroady pak používají i uzávěrky předního a zadního diferenciálu, aby každé kolo přenášelo stejnou sílu, jako kola ostatní
 - systém quattro od Audi:
 - stálý pohon všech kol
 - zlepšuje trakci, stabilitu a ovladatelnost vozidla
 - samosvorný mezinápravový diferenciál Torsen
 - Torsen diferenciál automaticky rozděluje točivý moment mezi přední a zadní nápravu nebo mezi koly jedné nápravy
 - využívá šneková kola nebo šroubovicové ozubení, které mechanicky přenáší výkon
 - když dojde k rozdílu otáček mezi koly (např. na jednom kole dojde ke ztrátě trakce), diferenciál automaticky přesměruje točivý moment na kolo s lepší přilnavostí
 - oproti lamelovým diferenciálům je méně náchylný k opotřebení a funguje plynuleji

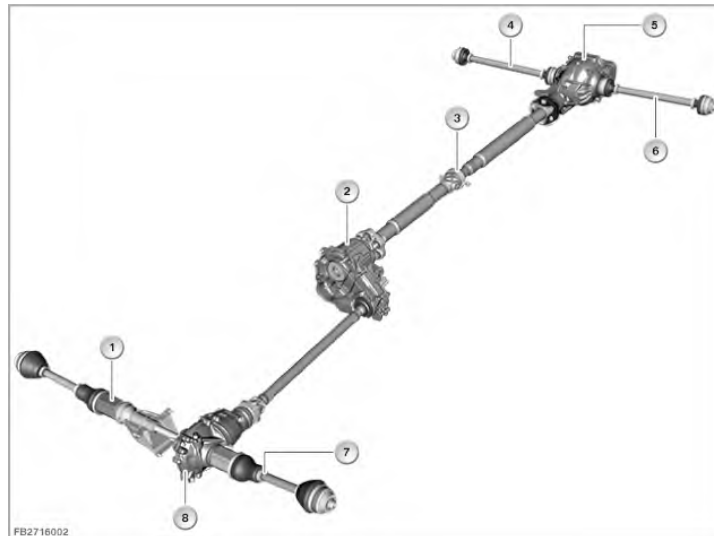


- připojitelný pohon všech kol:
 - systém, kdy je poháněna jedna náprava a druhá se dle potřeby připojuje
 - k tomu slouží většinou mezinápravová lamelová spojka
 - zástupcem tohoto způsobu pohonu je Haldex spojka používaná u koncernu VW
 - v současné době se můžeme setkat s několika generacemi Haldex spojek
 - elektronika neustále vyhodnocuje otáčky všech kol a dokáže ztrátě adheze účinně předcházet a ne ji řešit až v okamžiku, kdy nastane
 - poměr sil přenášených mezi nápravami se tak mění prakticky neustále a velice jemně
 - při rozjezdu řídicí jednotka využívá z větší části zadní kola, protože mají lepší trakci
 - přední náprava je se zadní spojena hnací hřídelí
 - dokud nedochází k prokluzu je zadní náprava téměř odpojena a na zadní nápravu jde zhruba 10 % výkonu
 - když přední kola proklouznou, zvýší se tlak oleje v systému a spojka se začne přivírat
 - s rostoucím rozdílem v otáčkách se spojka přivírá víc a víc a na zadní kola jde větší a větší síla
 - elektronika řídí úroveň sepnutí spojky přes ovládací ventil
 - od čtvrté generace je na zadní nápravě elektronický diferenciál s omezenou svorností, který umí rozdělovat točivý moment na jednotlivá kola (na přední nebo zadní kola může jít až 100% krouticího momentu)



obr. Haldex s rozvodovkou

- variabilní rozdělení točivého momentu:
 - xDrive od firmy BMW
 - variabilně rozděluje točivý moment mezi přední a zadní nápravu v závislosti na jízdních podmínkách
 - systém je řízen elektronikou, která neustále monitoruje různé parametry, jako je rychlost, úhel natočení volantu a poloha plynového pedálu
 - elektronicky řízená vícelamelová spojka nepřetržitě a dynamicky přerozděluje hnací sílu mezi nápravami
 - v běžných podmínkách, kdy je trakce dobrá, je většinou preferována zadní náprava
 - jakmile systém detekuje ztrátu trakce, automaticky přesune větší část výkonu na nápravu nebo kola, která mají lepší přilnavost
 - xDrive úzce spolupracuje s elektronickou stabilizací (DSC), což umožňuje předejít smyku
 - v moderních elektrických a hybridních vozech může být zadní náprava poháněna elektromotorem, který se aktivuje v případě potřeby



- 1,4,6,7 – hnací hřídel
- 2 – rozdělovací převodovka
- 3 – podélný hnací hřídel (kardanový hřídel)
- 5 – zadní rozvodovka
- 8 – přední rozvodovka

- značení pohonu všech kol:

- 4 MOTION
- AWD
- 4WD
- QUATTRO
- X DRIVE
- 4x4

- **Senzor deště:**

- dešťový senzor slouží především k automatické aktivaci a regulaci rychlosti stěračů na čelním skle vozidla v závislosti na intenzitě deště
- senzor monitoruje množství vody nebo nečistot na čelním skle a automaticky zapne stěrače, když je to potřeba, aniž by musel řidič ručně zasahovat
- dokáže plynule měnit rychlost stěračů
- senzor je obvykle umístěn v oblasti kolem vnitřního zpětného zrcátka
- funguje na optickém principu: vysílá infračervené světlo do čelního skla
- když je sklo suché, světlo se odráží zpět do senzoru
- pokud jsou na skle kapky deště, světlo se láme nebo rozptýluje a do senzoru se nevrátí všechno
- na základě množství vráceného světla systém vyhodnotí intenzitu deště a určí potřebnou rychlost stěračů

- za určitých podmínek dochází k tomu, že vlnění z jednoho prostředí do jiného vůbec nepřejde, neboť se celé odrazí zpět do výchozího prostředí = totální reflexe (úplný odraz)
- to, jestli k totální reflexi dojde, či nikoliv závisí na úhlu dopadu
- jsou-li na vnější straně čelního skla (např. v důsledku dešťových kapek) porušeny podmínky lomu, dojde i při splnění podmínky úhlu dopadu pro totální reflexi k tomu, že ne všechno vlnění se odrazí zpět
- část unikne z čelního skla do prostoru



- **Pasivní bezpečnost:**

- Oproti aktivním prvkům slouží pasivní prvky až v okamžiku dopravní nehody.
- Jde o konstrukční zařízení, jehož cílem je minimalizovat následky střetu.
- Mezi prvky pasivní bezpečnosti patří bezpečná konstrukce karoserie, opěrka hlavy, bezpečnostní pás, předpínač bezpečnostního pásu, airbagy atd.

- **Zádržné systémy:**

- jedná se systém, který slouží ke snížení rizika poranění uživatele v případě náhlého snížení rychlosti vozidla omezením dopředného pohybu uživatele
- zádržné systémy tedy slouží pro eliminaci nežádoucího pohybu posádky vozidla během střetu
- mohou mít různá provedení a konstrukční řešení, přičemž nejznámější jsou tříbodové a dvoubodové bezpečnostní pásy a dětské autosedačky
- bezpečnostní pásy:
 - společně s pyrotechnickými předpínači pásů a airbagy snižují rychlost nárazu hlavy a hrudníku
 - úkolem bezpečnostního pásu je udržet cestujícího v sedačce a zabránit poranění o vnitřní vybavení vozu
 - povinnost užití bezpečnostního pásu je přímo zakotvena v zákoně o silničním provozu
- dětské autosedačky:
 - přepravované dítě musí být usazeno do dětské autosedačky

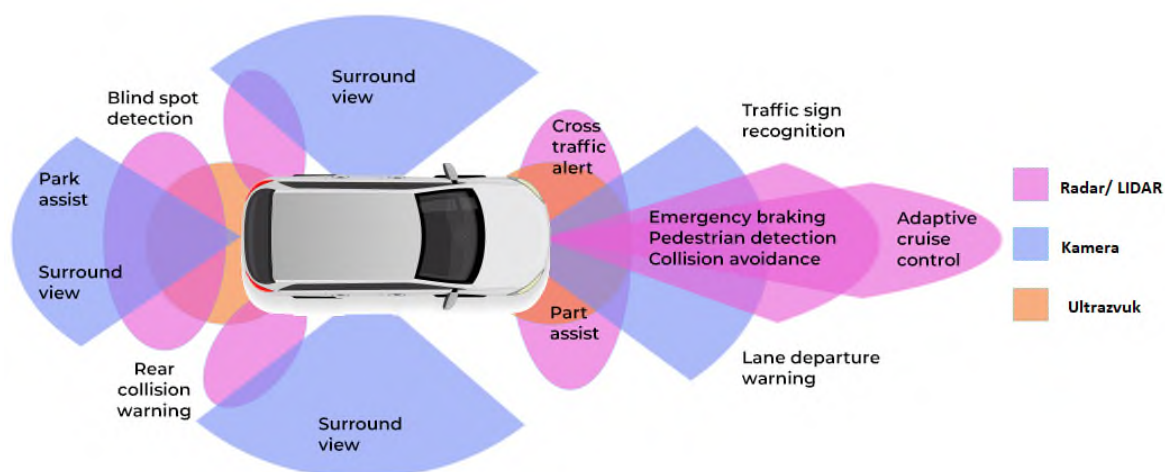
- nařízení platí pro děti menší než 150 cm a lehčí než 36 kg
- při výběru vhodné dětské autosedačky je nutné věnovat pozornost její kategorii, možnosti upevnění v automobilu a homologaci
- airbagy:
 - úkolem je ochránit příslušnou část těla cestujícího před nárazem do vybavení interiéru vozidla (např. palubní deska v případě spolujezdce, volant v případě řidiče), a tím předcházet zraněním při nárazu
 - airbag sám o sobě pouze zpomalí náraz, je tedy bezpodmínečně nutné, aby celá osádka ve vozidle byla připoutána bezpečnostními pásy
 - v případě nárazu se aktivuje pyrotechnický článek, který vak rychle nafoukne, a tím tlumí náraz těla
 - senzory detekují sílu a úhel nárazu
 - řídicí jednotka vyhodnotí tato data a rozhodne, zda je nutné airbag aktivovat
 - po aktivaci se spustí chemická reakce, která rychle vyprodukuje plyn (např. dusík) a nafoukne vak
 - ihned po nafouknutí se začne kontrolovaně vypouštět plyn
 - celý proces nafouknutí proběhne během zlomku sekundy, obvykle za přibližně 0,04 sekundy



- **ADAS:**
 - Jedná se o pokročilý asistenční systém (Advanced Driver Assistance Systems), který pomocí senzorů a kamer zvyšuje bezpečnost a komfort jízdy.
 - Zahrnuje funkce jako je automatické nouzové brzdění, adaptivní tempomat, asistent pro jízdu v jízdním pruhu, parkovací asistent a rozpoznávání dopravních značek.
 - Soubor těchto systémů varuje řidiče před nebezpečím nebo dokonce sám zasáhne, aby zabránil nehodě.
 - Funkce ADAS:
 - adaptivní tempomat (ACC):
 - udržuje nastavenou rychlost a bezpečný odstup od vozidla před sebou
 - asistent pro jízdu v jízdním pruhu (Lane Assist):

- upozorní řidiče, pokud vozidlo nechtěně opouští svůj jízdní pruh, a může ho i jemně vrátit zpět
- automatické nouzové brzdění (AEB):
 - detekuje hrozící kolizi a v případě, že řidič nereaguje, aktivuje brzdy
- rozpoznávání dopravních značek:
 - identifikuje a zobrazuje dopravní značky na displeji palubní desky
- monitorování mrtvého úhlu:
 - varuje řidiče před vozidly, která jsou ve slepém úhlu zpětných zrcátek
- parkovací asistent:
 - pomáhá s parkováním, ať už vizuálními radami nebo automatickým ovládáním volantu

JAK ADAS PRACUJE



Park assist – parkovací asistent

Surround view – výhled do okolí

Blind spot detection – hlídání mrtvého úhlu

Rear collision warning – varování před nárazem zezadu

Cross traffic alert – varování před křížící se dopravou

Traffic sign recognition – rozpoznávání dopravních značek

Emergency braking – systém nouzového brzdění

Pedestrian detection – rozpoznání chodců

Collision avoidance – předcházení kolizím

Lane departure warning – udržování v jízdních pruzích

Adaptive cruise control – adaptivní tempomat

- Cíle systému ADAS:
 - snížit počet nehod způsobených lidskou chybou
- Senzory:
 - systémy využívají kamery, radar, ultrazvukové senzory a další
- Kalibrace:
 - po určitých servisních zásazích (výměna čelního skla, lehká kolize, apod.) je nutná kalibrace systémů, aby mohly správně fungovat
 - kalibrace je buď statická (na dílně) nebo dynamická (servisní jízda)
 - kalibruje se zvlášť kamera a radar
- **Systém nouzového volání eCall:**
 - automaticky nebo ručně spojí vozidlo s linkou 112 v případě nehody a odešle minimální datový soubor s informacemi o poloze a nehodě
 - systém se aktivuje buď nárazovými senzory (např. aktivací airbagů), nebo ručním stisknutím tlačítka SOS uvnitř vozu
 - umožňuje rychlejší a efektivnější záchranu, protože poskytuje záchranným složkám přesnou polohu a další relevantní údaje ještě před jejich příjezdem na místo
 - všechny nové modely aut schválené v EU po 31. březnu 2018 musí být tímto systémem vybaveny
 - jak systém eCall funguje:
 - v případě vážné nehody senzory v autě (např. airbagy) automaticky spustí tísňové volání
 - cestující mohou systém spustit ručně stisknutím tlačítka SOS, například pokud se stanou svědky nehody
 - systém pošle záchranné službě minimální datový soubor, který obsahuje informace o poloze vozidla, čase nehody, směru jízdy a počtu zapnutých bezpečnostních pásů
 - zároveň se s vozidlem naváže hlasové spojení s operátorem tísňové linky 112, aby mohl operátor zjistit další podrobnosti
 - systém má vlastní napájení, které mu umožňuje komunikovat i v případě, že dojde k odpojení hlavního akumulátoru vozidla po nehodě
- **Autonomní řízení:**
 - Technologie, která umožňuje vozidlu řídit se samo bez zásahu řidiče, a to pomocí senzorů, kamer, radarů a umělé inteligence.
 - Existuje šest úrovní autonomie od 0 (bez automatizace) po 5 (plná autonomie), přičemž cílem je zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy.
 - Funkce:
 - vozidlo vnímá své okolí a rozhoduje o řízení na základě dat ze senzorů (jako jsou radar, lidar, kamery) a umělé inteligence
 - Legislativa v ČR:
 - od 1. ledna 2026 bude v České republice legální provoz vozidel s automatizovaným řízením úrovně SAE Level 3 na vybraných dálnicích

- řidič musí zůstat na sedadle řidiče a být připraven převzít řízení, i když systém dočasně řídí sám
- i při automatizované jízdě platí základní povinnosti řidiče, jako je požití alkoholu a použití bezpečnostních pásů
- Úrovně autonomního řízení:
 - úroveň 0 - bez automatizace:
 - všechny jízdní úkony, jako je zrychlování, brzdění a řízení, má plně pod kontrolou řidič
 - asistenční systémy pouze varují, ale nezasahují do řízení
 - úroveň 1- asistence řidiče:
 - vozidlo nabízí systémy jako adaptivní tempomat nebo asistent jízdy v pruzích, které pomáhají s jedním úkonem řízení, ale řidič musí neustále dohlížet a být připraven zasáhnout
 - úroveň 2 - částečná automatizace:
 - vozidlo umí automaticky řídit, zrychlovat i brzdit, ale řidič musí stále sledovat okolní provoz a být připraven převzít řízení
 - většina současných vozidel s pokročilými asistenčními systémy spadá do této kategorie
 - úroveň 3 - podmíněná automatizace:
 - v definovaných podmínkách může vozidlo řídit samo a řidič se nemusí plně věnovat řízení („eyes off“)
 - řidič ale musí být připraven převzít řízení na výzvu systému v časovém limitu
 - úroveň 4 - vysoká automatizace:
 - vozidlo je schopno řídit samo a reagovat na většinu situací v předem definovaném operačním prostředí (např. na dálnici nebo v určité oblasti města)
 - řidič je stále přítomen, ale nemusí zasahovat, dokud nejsou splněny všechny podmínky pro řízení
 - úroveň 5 - plná automatizace:
 - vozidlo je plně autonomní a je schopno řídit samo v jakýchkoli podmínkách bez nutnosti přítomnosti řidiče
 - mohou postrádat i tradiční ovládací prvky jako volant a pedály a sloužit například jako robotické taxi

- **PreCrash systémy:**

- Systém proaktivní ochrany cestujících.
- Systém zasáhne v případě, že nastane kritická jízdní situace.
- Pro její rozpoznání jsou využívány informace od několika systémů vozu, asistenčních systémů a jejich senzorů.
- Při rozpoznání nebezpečí jsou v závislosti na situaci přijata různá bezpečnostní opatření.
- Dojde k napnutí bezpečnostních pásů předních sedadel, zamknou se dveře a zavřou se okna včetně panoramatického střešního okna.

- Při hrozící kolizi s vozidlem, které se blíží zezadu, je aktivována varovná funkce směrových světel (blinkrů) s vysokou frekvencí blikání.
- Některé systémy se aktivují i v případě rizika kolize při couvání nebo manévrování na nebezpečných místech, jako jsou křižovatky nebo parkoviště.
- Systém umí také varovat řidiče pomocí vizuální a akustické signalizace.
- Po aktivaci airbagů může systém automaticky zavolat záchranné složky a odeslat jim polohu a další relevantní informace.