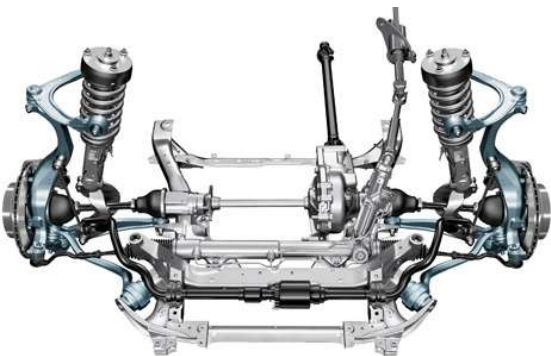


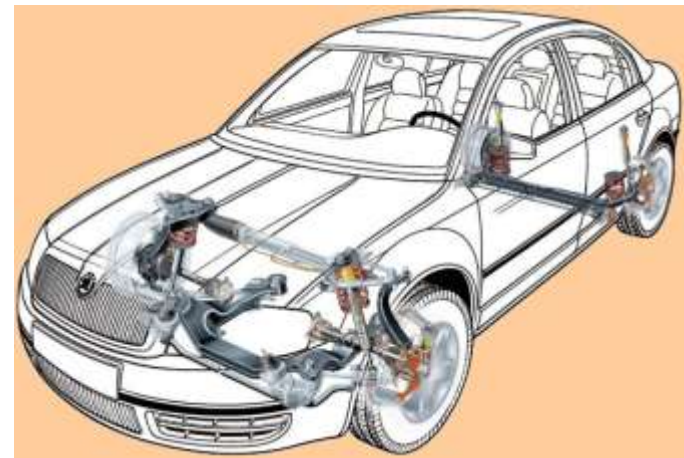
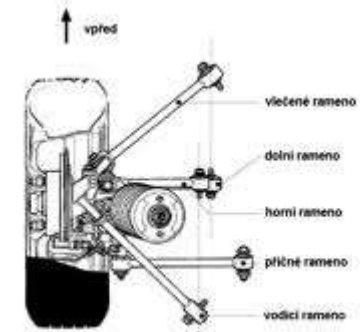


## 6. přednáška PODVOZKY MOTOROVÝCH VOZIDEL



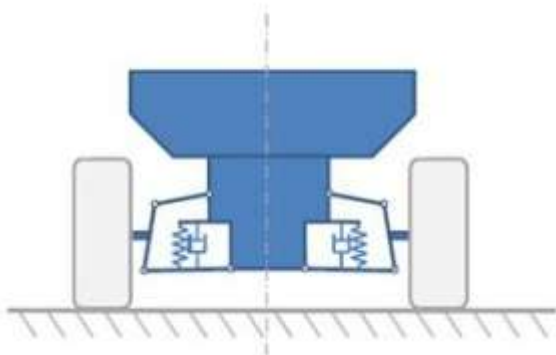
# Zavěšení kol

- Vedení kola
  - pro pružení vůči rámu
  - eliminace nežádoucích pohybů
- Přenos síly
  - svislé (zatížení vozidla)
  - podélné (hnací, brzdná)
  - příčná (odstředivá)
- Přenos momentu
  - hnací



# Druhy zavěšení

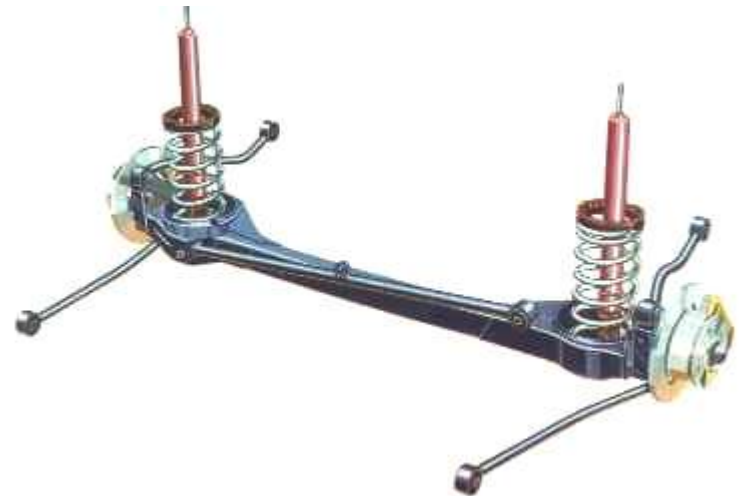
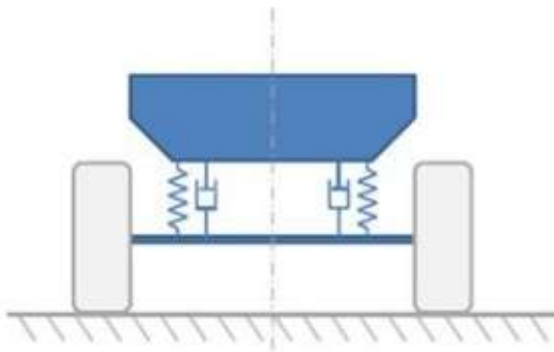
- **Nezávislé zavěšení** - u nezávislého zavěšení kol je každé kolo zavěšeno na karoserii zvlášť, prakticky nezávisle na pohybu kola protilehlého. Takovéto řešení umožňuje podstatné snížení hmotnosti neodpružených hmot. U poháněných náprav je pohon (rozvodovka a diferenciál) upevněn na karoserii.



# Druhy zavěšení

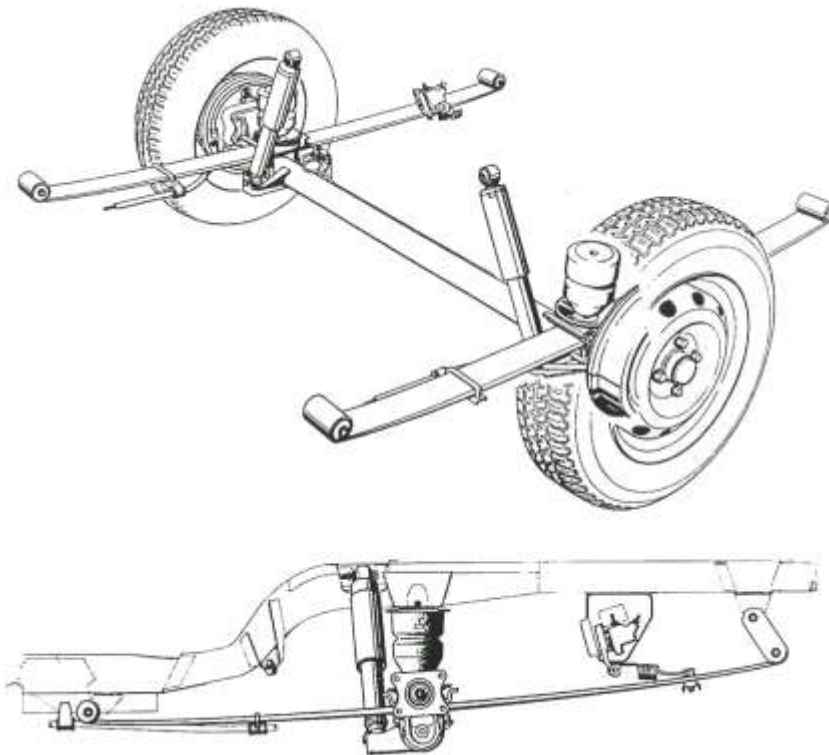
## ➤ Závislé zavěšení

- tuhá náprava – jedná se o nejstarší nápravu a v dnešní době se používá převážně u nákladních automobilů, autobusů, přípojných vozidel, u terénních automobilů a užitkových automobilů, kola jsou uložena na společném nosníku. Jejich vzájemná poloha se nemění. Tuhé nápravy jsou konstrukčně jednodušší a levnější. Mají však velký podíl neodpružených hmot a zhorší bezpečnost jízdy.



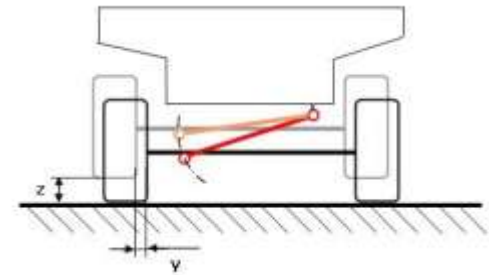
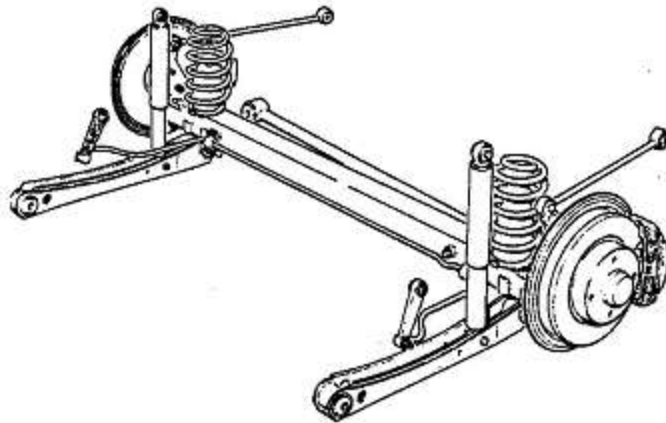
# Vedení tuhé nápravy

- dvojicí podélných lisových pružin



# Vedení tuhé nápravy

- čtyřmi podélnými (suvnými) tyčemi a jednou příčnou (Panhardskou) tyčí



- snaha o co nejdelší tyč

K odpružení [tuhých náprav](#) osobních automobilů a lehkých nákladních automobilů se v dnešní době téměř výlučně používají vinuté pružiny. Vinuté pružiny nahradily dříve používaná listová pera, jejichž nepostradatelnou funkcí bylo také vedení nápravy. Vinutá pružina nemá žádné boční vedení (nepřenesse téměř žádné boční síly), a proto k podélnému vedení tuhé nápravy s vinutými pružinami slouží dvě nebo čtyři ramena. V příčném směru je vedení zajištěno příčným ramenem (tzv. Panhardskou tyčí).



# Vedení tuhé nápravy

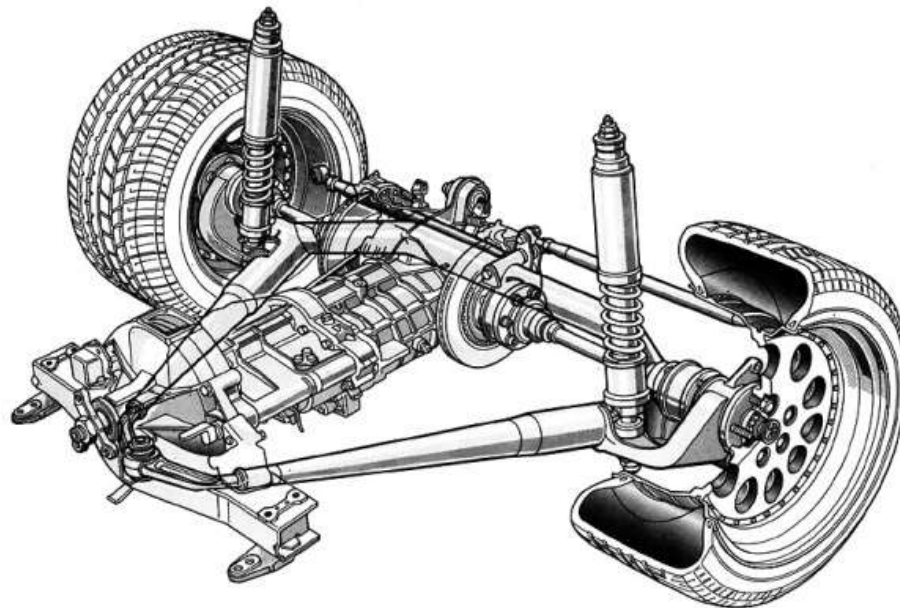
- Wattovým přímovodem a podélnými rameny – stejnou funkci jako panhardská tyč – k zabezpečení příčného vedení nápravy a k zamezení nežádoucího posunu mezi nápravou a skeletem vozidla (Wattův přímovod je přesnější)



- použití u moderního nezávislého zavěšení kol ke zvýšení tuhosti nápravy v příčném směru. **Uložení vlečených ramen nemusejí přenášet žádné boční síly působící při průjezdu zatáčkou.** U vlečených ramen lze tedy použít měkčí pouzdra, která účinněji tlumí hluk i vibrace a dokonaleji izolují interiér od povrchu vozovky. Výsledkem je, že automobil má výborné jízdní vlastnosti a zároveň vysoký komfort. **Výhodou Wattova uspořádání je vzájemná kompenzace zakřivených pohybů obou tyčí. Výsledkem je přímý svislý pohyb nápravy.**

# Závislé zavěšení

- De Dion- zřídka používaným typem konstrukce zadní hnací nápravy. Tato konstrukce spojuje přednosti nezávislého zavěšení kol a tuhé nápravy. Na rozdíl od úhlové nápravy jsou kola nápravy De Dion spojena tuhým nosníkem, čímž je fixována jejich vzájemná poloha (podobně jako u tuhé nápravy). Ale na rozdíl od tuhé zadní poháněné nápravy je u nápravy De Dion rozvodovka spojena s rámem nebo karoserií, je tedy součástí odpružených hmot.





# Závislé zavěšení – De Dion



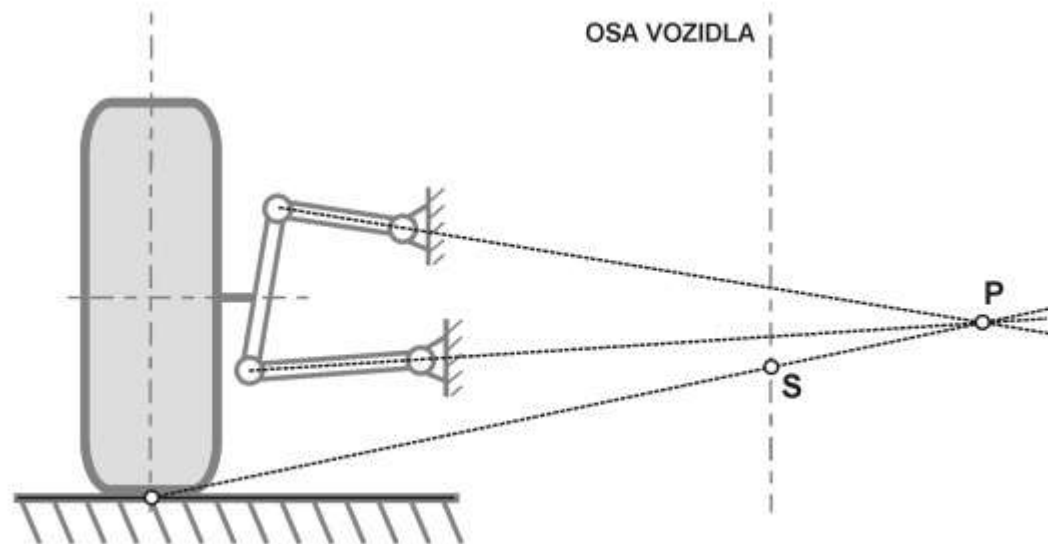
# Druhy nezávislého zavěšení

Druhy nezávislého zavěšení kol :

- 1) přední nápravy : lichoběžníková  
náprava McPherson
- 2) zadní nápravy : kyvadlová úhlová náprava  
kliková náprava  
Kliková náprava s propojenými rameny (torzní  
kliková náprava)
- 3) přední i zadní nápravy : Elastokinematické zavěšené  
Víceprvkové nápravy

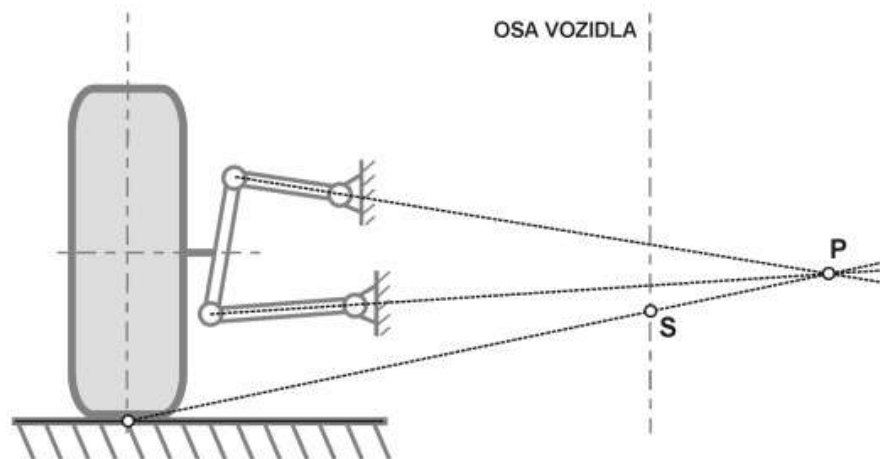
# Lichoběžníková náprava

- Lichoběžníková náprava - Lichoběžníková náprava je tvořena **horním a dolním trojúhelníkovým ramenem**. V průmětu do příčné svislé roviny tato ramena tvoří lichoběžník, odtud vznikl název nápravy. Konce obou ramen jsou spojeny čepem, na kterém je uloženo kolo.



# Lichoběžníková náprava

- Při propružení lichoběžníkové nápravy dochází ke změně odklonu kola, sbíhavosti kol i změně rozchodu kol. Všechny tyto změny mají nepříznivý vliv na jízdní vlastnosti automobilu, **vhodnou volbou geometrie ramen však můžeme tyto nepříznivé vlivy minimalizovat**. Například leží-li okamžitý střed klopení kola P daleko od kola, pak při propružení vznikají jen malé změny odklonu, ale dochází ke změně rozchodu kol. Pro malé výchylky se pohyb kola určí opsáním kružnice z bodu P do stopy kola. Bod S je střed klopení karoserie.



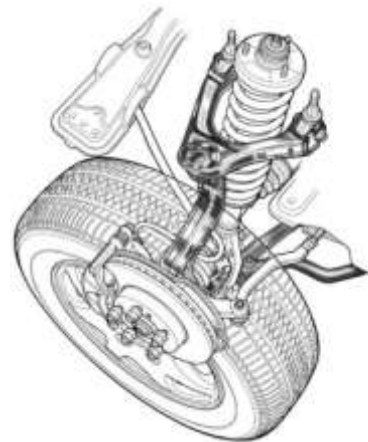
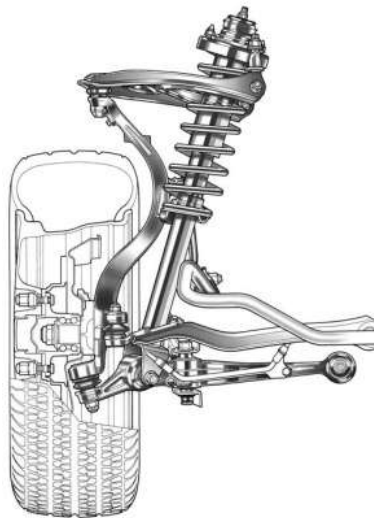
# Lichoběžníková náprava

- Pro zvláštní případ rovnoběžných ramen, je střed klopení kola  $P$  v nekonečnu a střed klopení karoserie  $S$  leží na vozovce. Při malých propruženích kola se odklon nemění vůbec a rozchod kol jen nepatrně. To ovšem platí jen pro stejně dlouhá ramena.

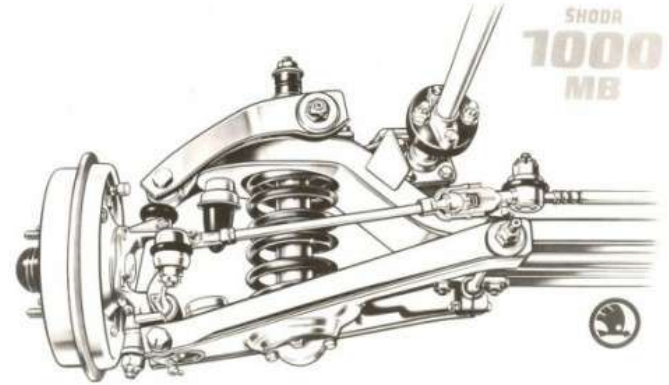
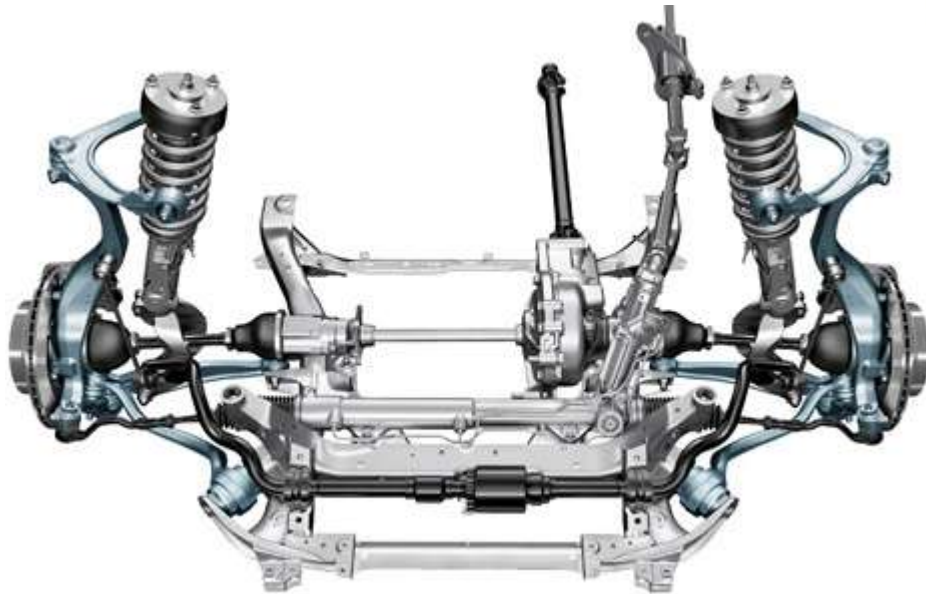


# Lichoběžníková náprava

- Pro zachycení sil působících ve stopě vozidla se používají trojúhelníková ramena, která jsou uložena v pryžových pouzdrech. **Spodní rameno je zatěžováno více**, proto je robustnější konstrukce. U vozidel s motorem vpředu agregát vyžaduje více místa v oblasti horního ramene, proto je horní rameno podstatně kratší než spodní.

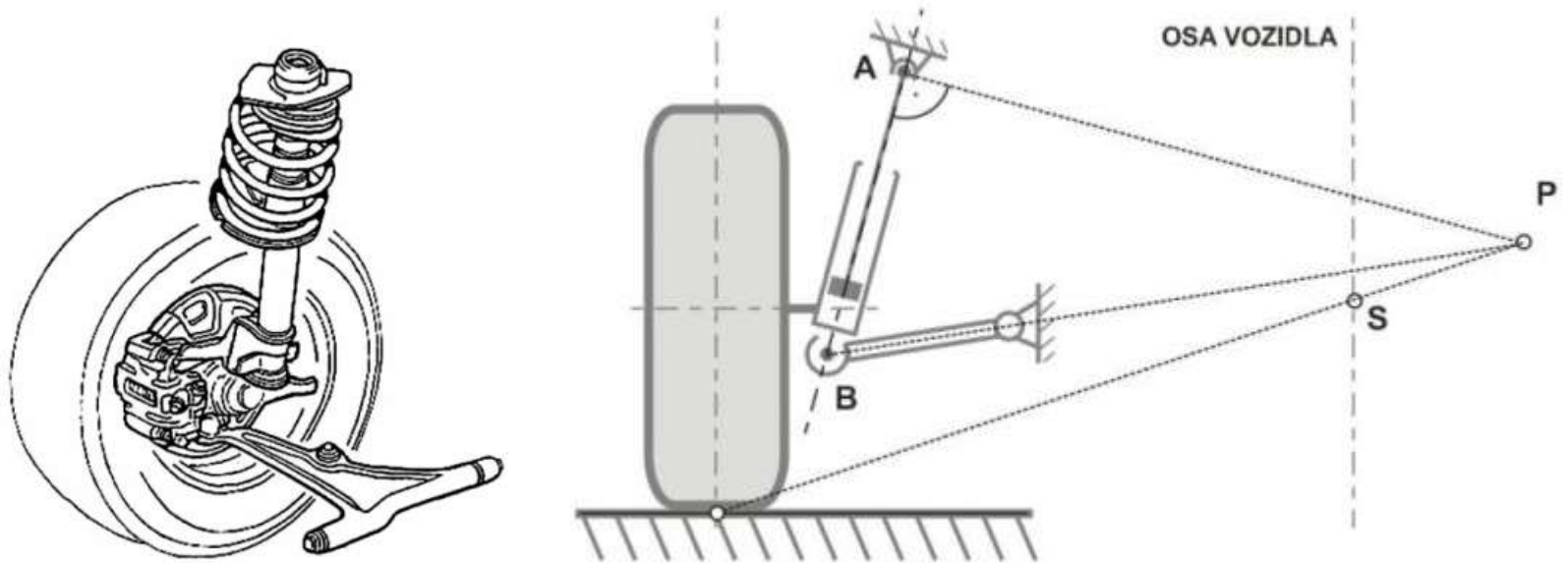


# Lichoběžníková náprava



# náprava McPherson

- Náprava MacPherson je odvozena od lichoběžníkové nápravy, horní rameno je však nahrazeno posuvným vedením. To má oproti lichoběžníkové nápravě výhodu v **získání většího prostoru** např. pro uložení agregátu či prostornějšího zavazadlového prostoru. Spodní rameno nápravy bývá trojúhelníkové. Je-li tato náprava použita jako řídicí, natáčí se kolo při řízení kolem obou ložisek teleskopické vzpěry, viz obrázek. Úsečka AB pak tvoří rejdovou osu kola.





# náprava McPherson



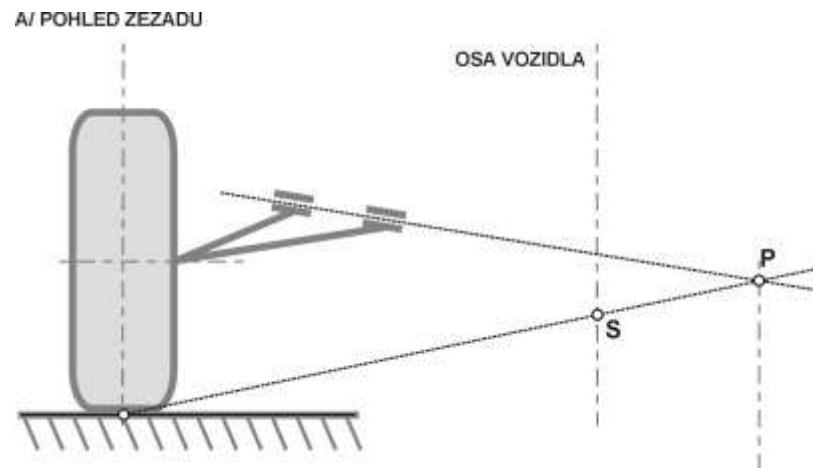
# náprava McPherson

- Vedení ve vzpěře je konstruováno jako hydraulický tlumič. Takové řešení **vyžaduje mnohem tužší a pevnější konstrukci tlumiče**. Pístnice je kvůli většímu příčnému zatížení mnohem silnější než u jiných typů náprav. K zamezení nežádoucího tření píst-válec a pístnice-vedení se často šroubová pružina ukládána šikmo nebo bývá horní ložisko uloženo do měkkého pryžového lůžka.



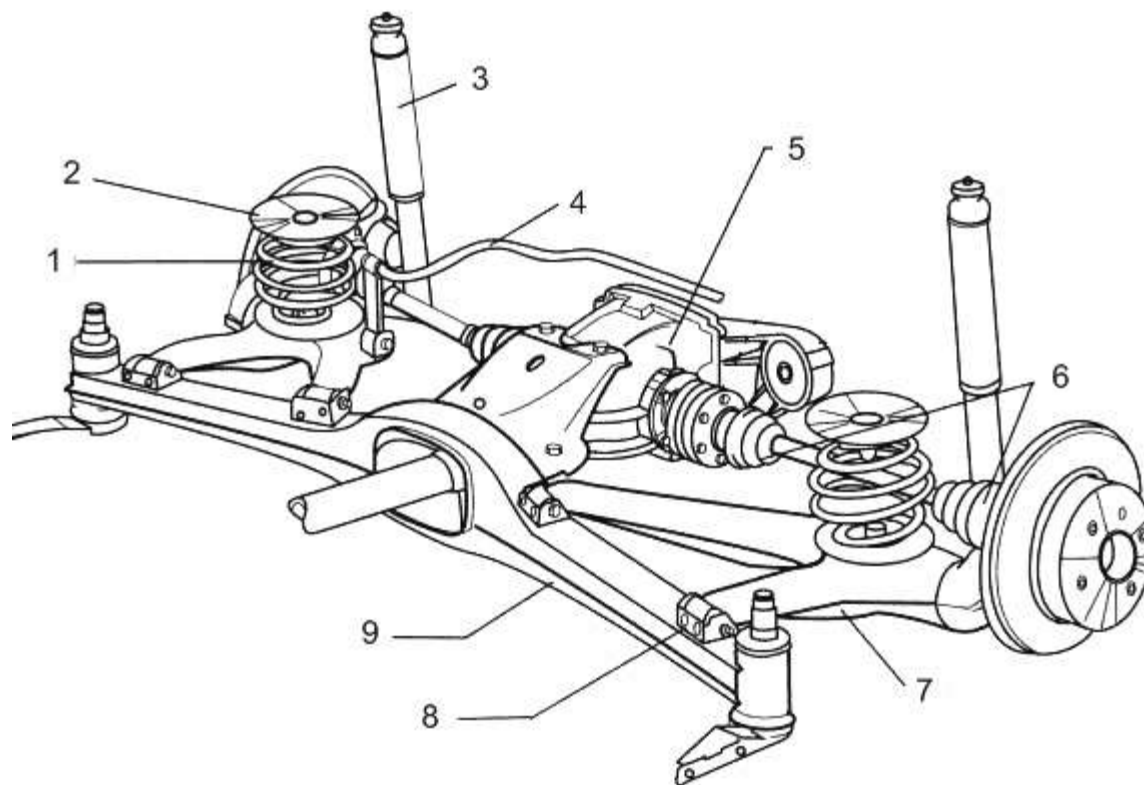
# Kyvadlová (úhlová) náprava

➤ Kyvadlová náprava má **společný základ s klikovou nápravou**, ale na rozdíl od klikové nápravy má kyvadlová náprava šikmou osu kývání obou ramen. Kolo je uchyceno pomocí rozvidleného ramene, které je uchyceno prostřednictvím pryžových bloků do nápravnice nebo karoserie.



# Kyvadlová (úhlová) náprava

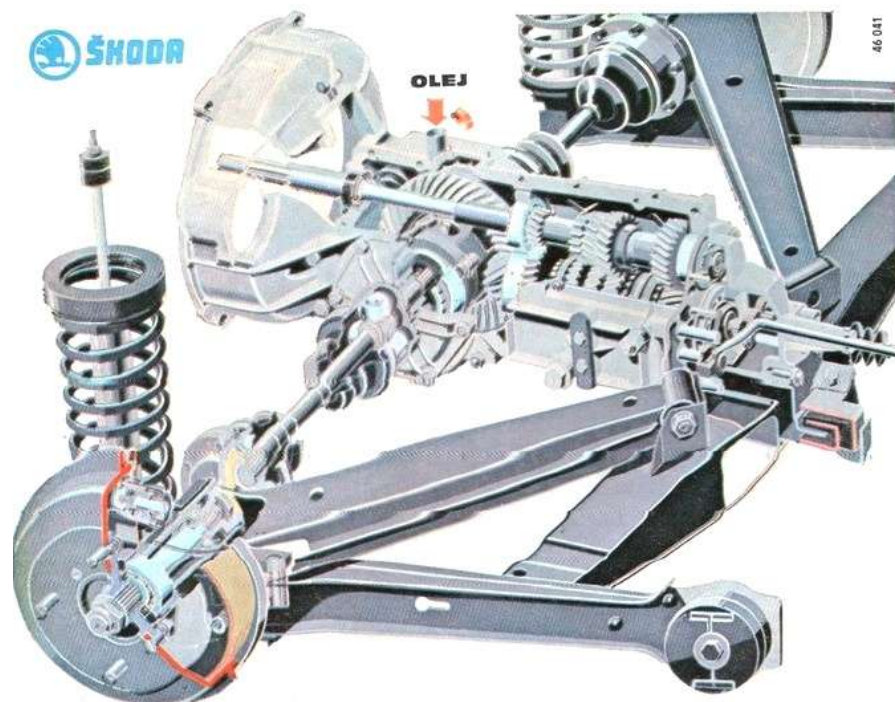
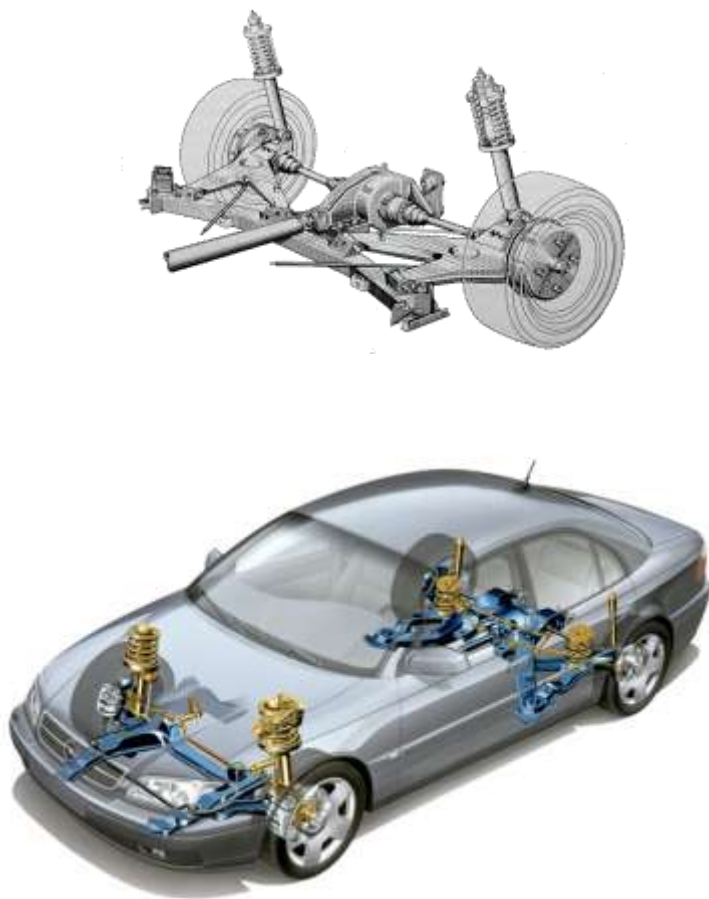
## ➤ úhlová zadní náprava BMW řady 3



- 1 – vinutá pružina,
- 2 – horní opěra pružiny,
- 3 – tlumič,
- 4 – torzní stabilizátor,
- 5 – rozvodovka,
- 6 – klouby poloosy,
- 7 – vlečené rameno,
- 8 – úchyt vlečného ramene,
- 9 – nápravnice

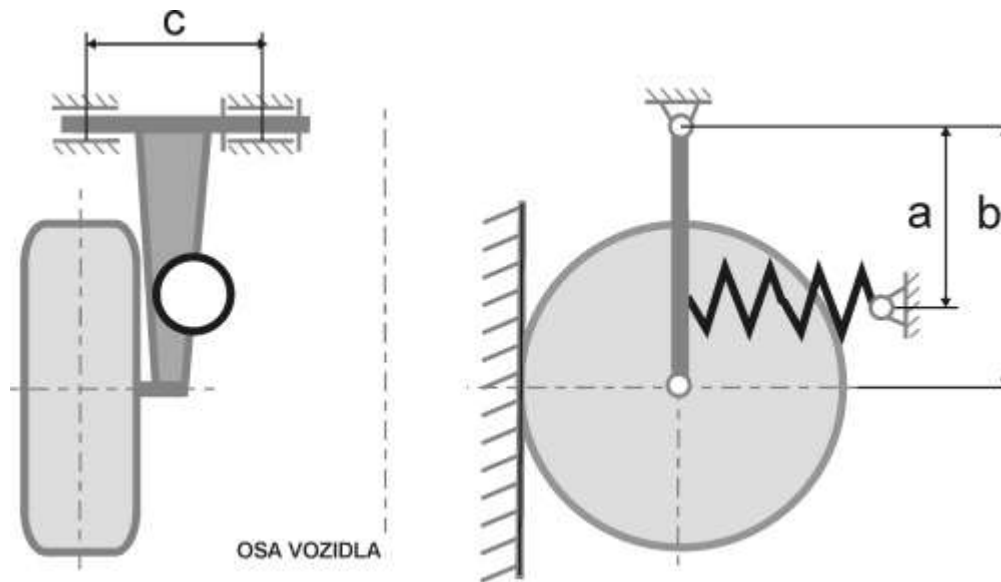
# Kyvadlová (úhlová) náprava

- *úhlová zadní náprava BMW řady 3*



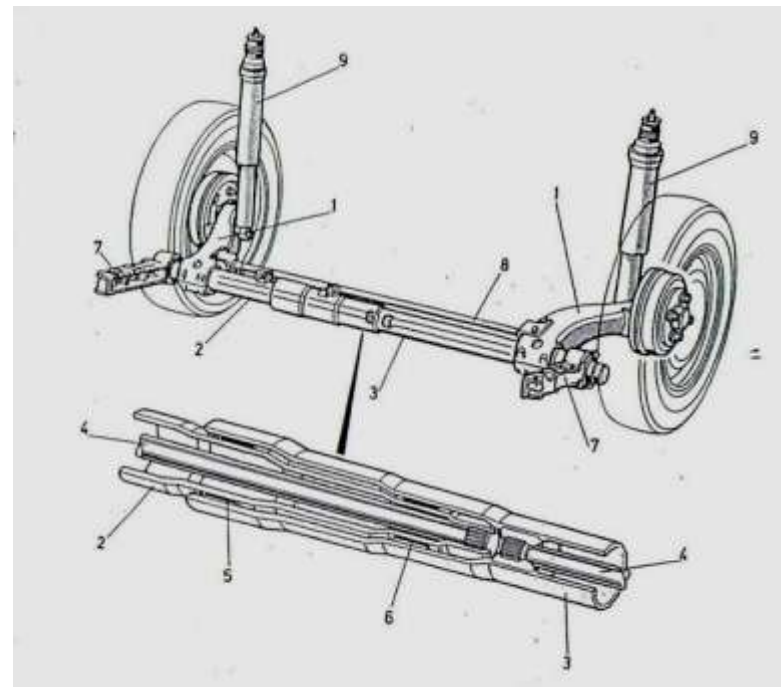
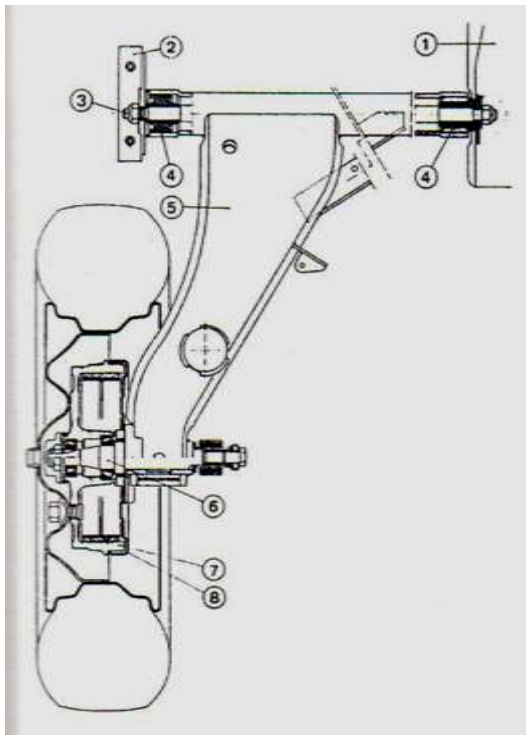
# Kliková náprava

- **Kliková náprava má podélná ramena s příčnou osou kývání.** Dnes se tento typ nápravy nejčastěji používá pro nepoháněné zadní nápravy. Hlavní výhodou klikové nápravy je její prostorová nenáročnost a konstrukční jednoduchost. Díly nápravy nezužují podlahu zadní části vozu, proto může být podlaha kufru velmi nízko. Takové řešení je vhodné zejména pro automobily typu kombi s velkými pátými dveřmi.



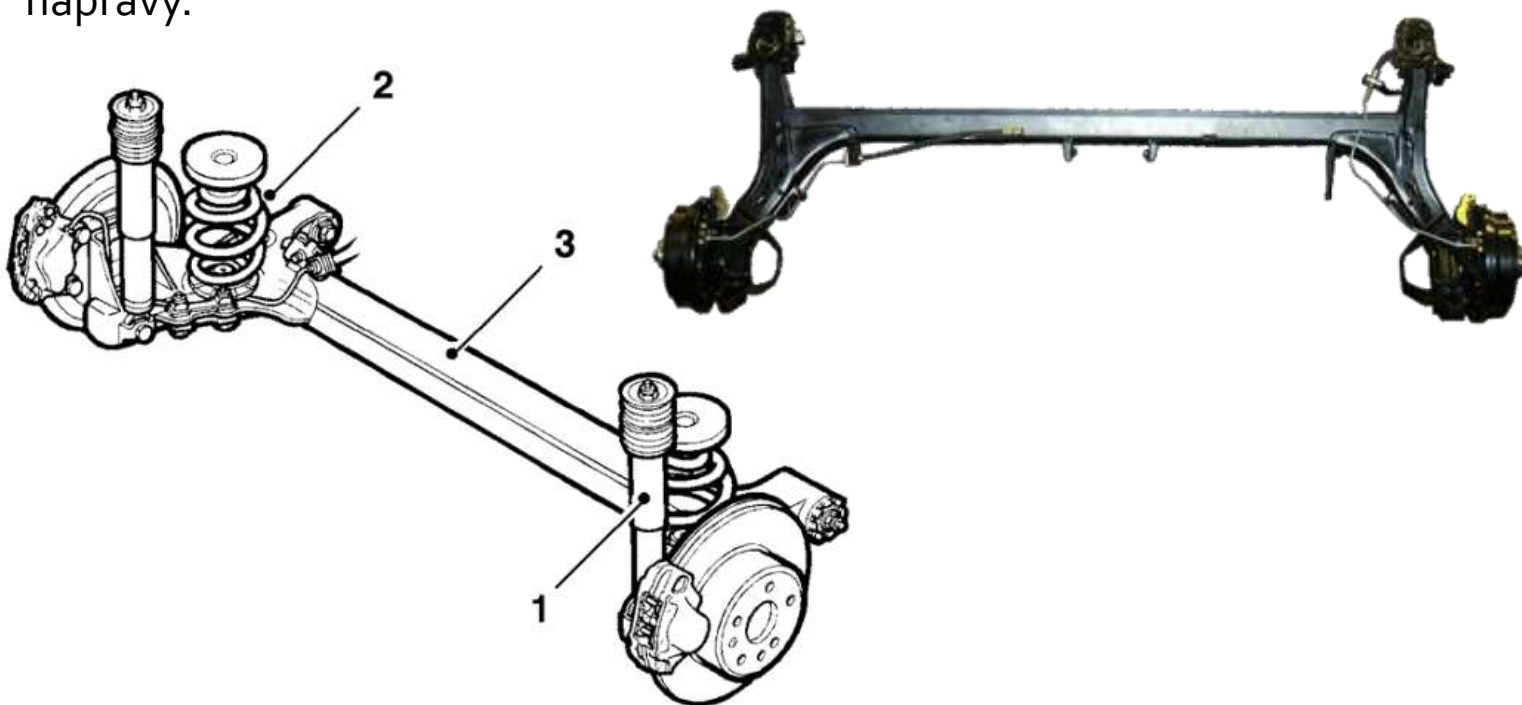
# Kliková náprava

- Vlečná ramena nápravy mohou být také spojena torzní pružinou, torzní pružina se pak podílí na tuhosti odpružení. Postupem času se tato torzní pružina proměnila v torzní spojení, vznikla tak tzv. spřažená náprava s propojenými podélnými rameny.



# Kliková náprava

- Příčka je ohybově poměrně tuhá. Spojovacím prvkem je většinou otevřený U-profil, který se při sousledném propružení nedeformuje. Naopak při protiběžném (nesousledném) propružení kol zadní nápravy je příčka torzně namáhána a vlastně nahrazuje torzní stabilizátor. Pokud by byla příčka posunuta do středů kol, pak by takové provedení získalo vlastnosti tuhé nápravy.



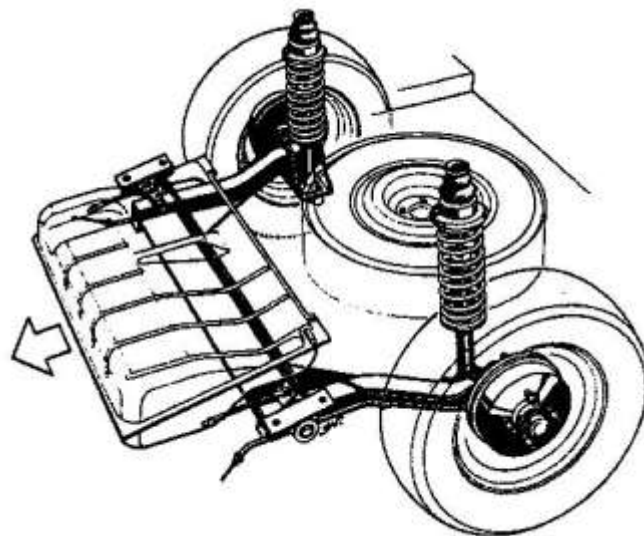


# Kliková náprava

Spřažená kliková náprava má řadu výhod, snadná montáž a demontáž

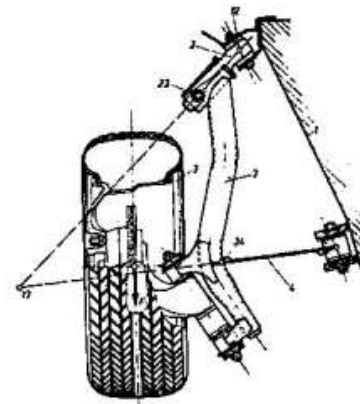
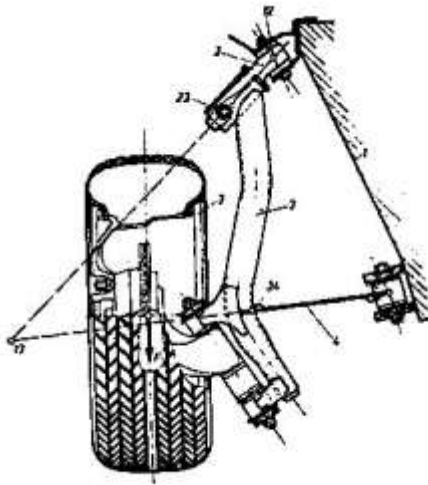
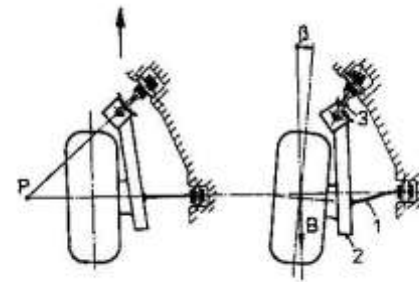
- malá prostorová náročnost,
- velmi málo konstrukčních dílů a
- snadné upevnění pružící a tlumící jednotky, malá neodpružená hmotnost,
- malá změna sbíhavosti,
- odklonu a rozchodu kol.

Kliková náprava také umožňuje snazší umístění palivové nádrže a rezervního kola, čímž se získá prostor pro zadní sedadla a zavazadla. **Mezi nevýhody spřažené klikové nápravy s vlečnými rameny patří** např. prakticky nemožnost použití nápravy jako poháněné, a vysoké namáhání nápravy omezující její nosnost.



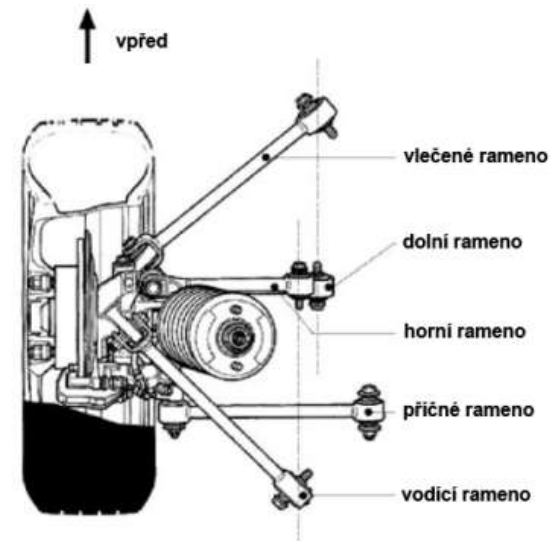
# Elastokinematické zavěšení

- Ramena pružně uložena vlivem brzdných sil se zvyšuje sbíhavost
- Boční síly při zatáčení způsobují přetáčivost (nevýhodné) ⇒ řešeno speciálními pryžovými lůžky



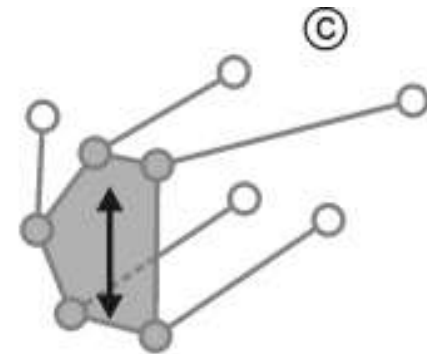
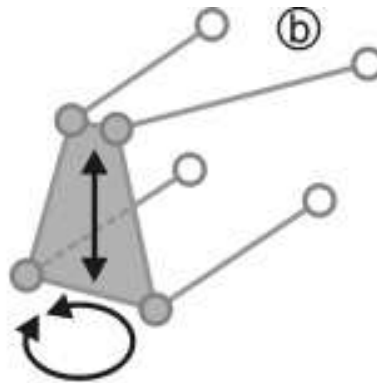
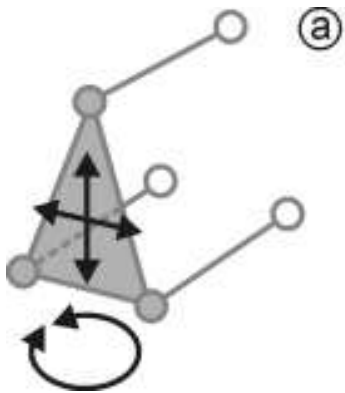
# Víceprvkové zavěšení

- U víceprvkové nápravy je každé kolo zavěšeno na více (až pěti) ramenech (**tyčí nebo trojúhelníkových ramen**)
- Víceprvková náprava může být použita jako přední i jako zadní, v obou případech může být hnaná nebo hnací.
- **Díky vzájemné nezávislosti všech ramen zavěšení může být dosaženo optimálního kinematického pohybu kola.** Počtem ramen a jejich polohou se dá docílit vysoké přesnosti vedení kola,



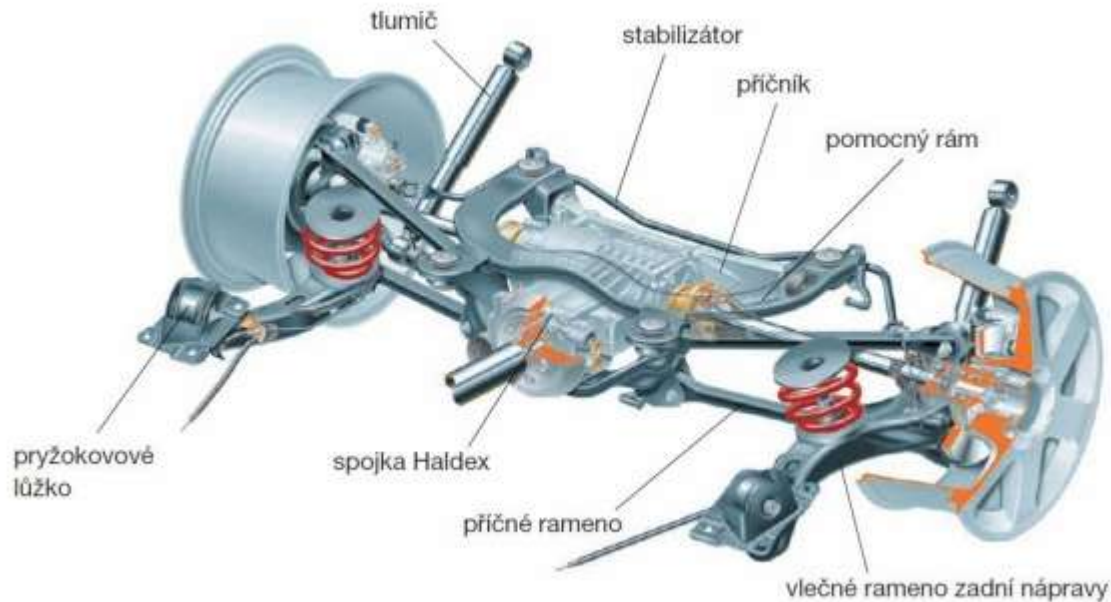
# Víceprvkové zavěšení

- vliv počtu ramen na kinematiku (přesnost vedení kola)



# Víceprvkové zavěšení

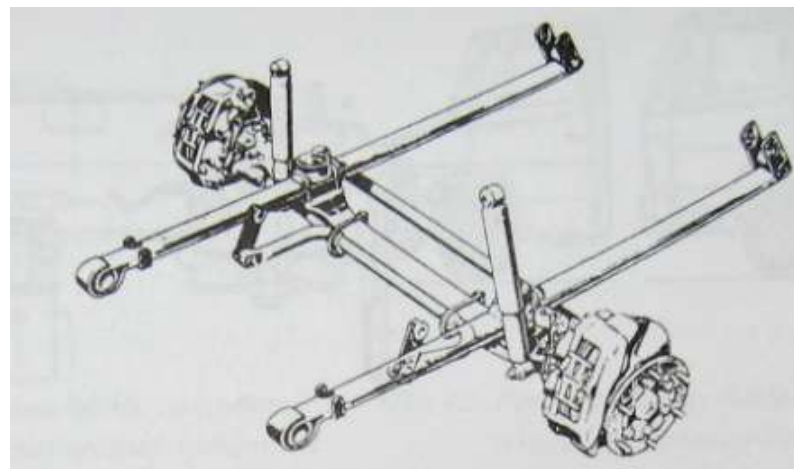
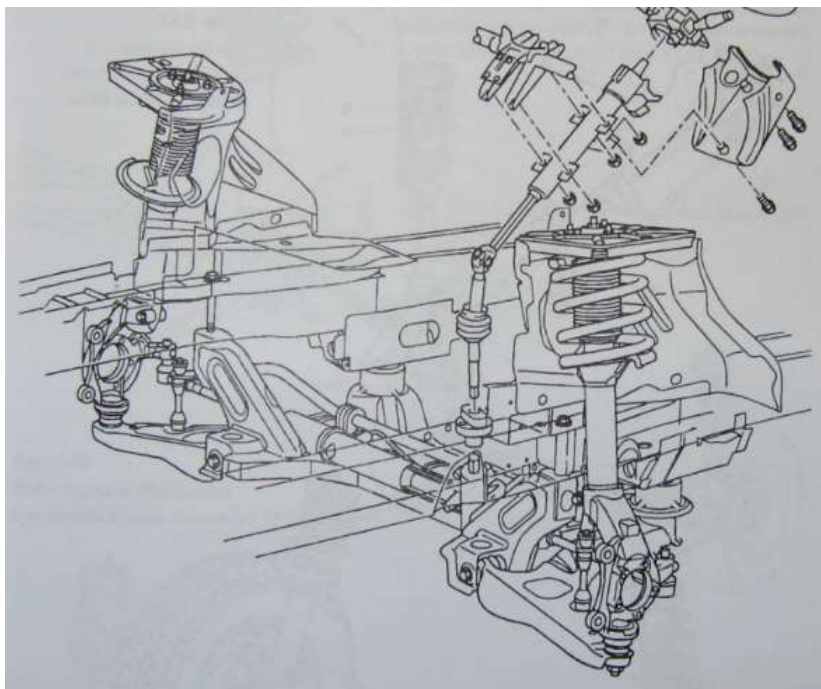
- Náprava Škody Octavia 4x4. Kola jsou uchycena pomocí dvou vlečných ramen a čtyř příčných ramen. **Takovéto řešení dovoluje oddělení podélných a příčných sil, přenášených od kol do karoserie. Zavěšení je v příčném směru velmi tuhé, což zlepšuje stabilitu jízdy v zatáčkách, ale poměrně poddajné v podélném směru, což přispívá k vyššímu cestovnímu komfortu.** Svislé síly jsou zachyceny pružinou a tlumičem, které mohou být uloženy blízko kolům a neomezují velikost zavazadlového prostoru. Víceprvková zadní náprava bývá obvykle (stejně jako přední) vybavena torzním stabilizátorem, který omezuje naklánění karoserie v zatáčkách.



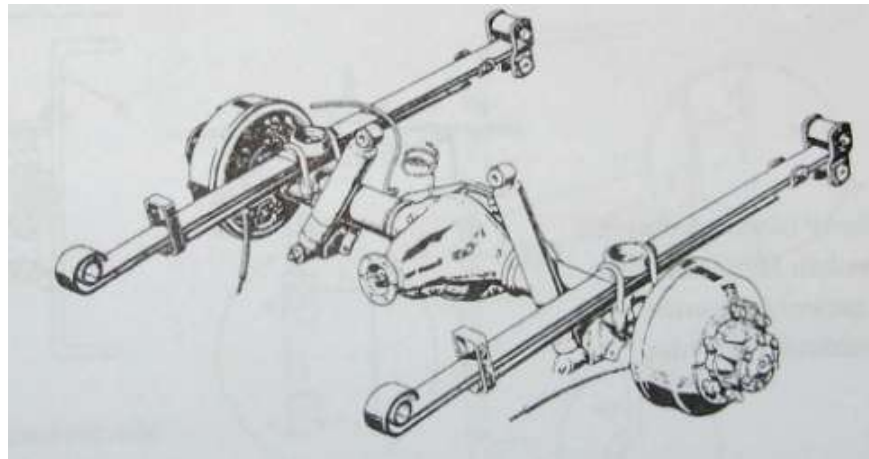
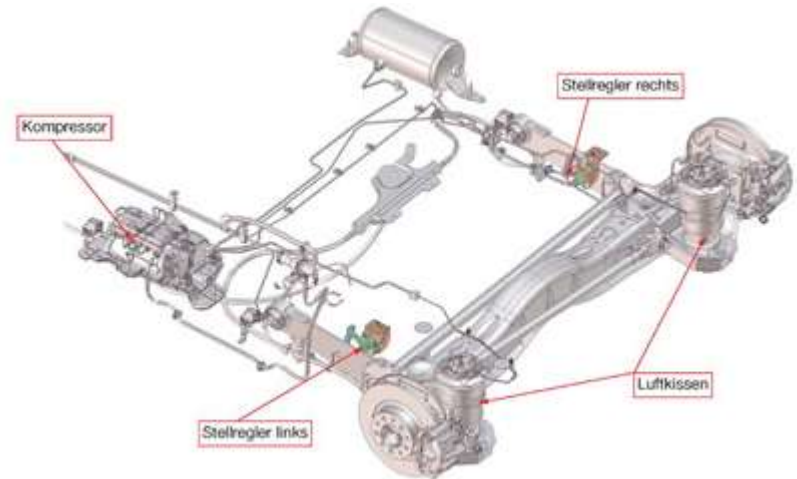
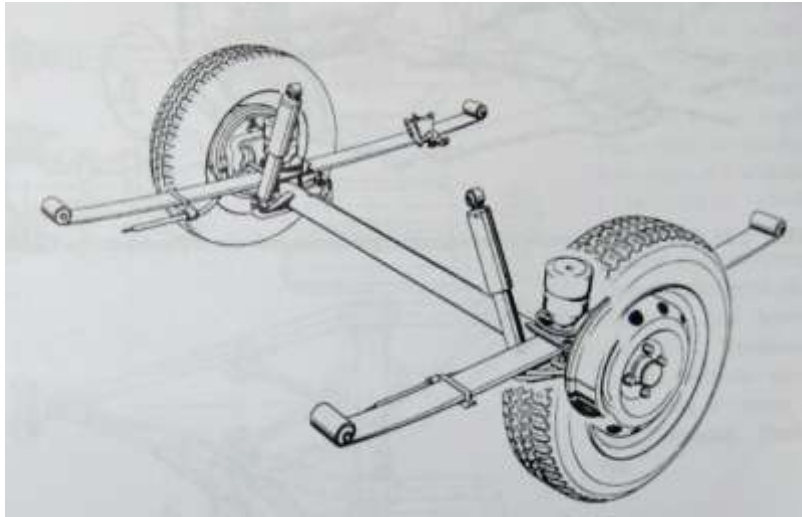
# Víceprvkové zavěšení



# Lehká užitková vozidla přední náprava



# Lehká užitková vozidla zadní náprava



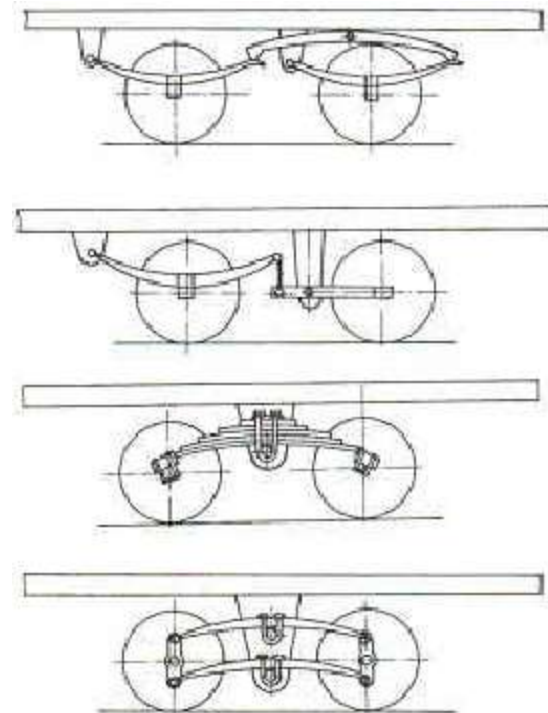
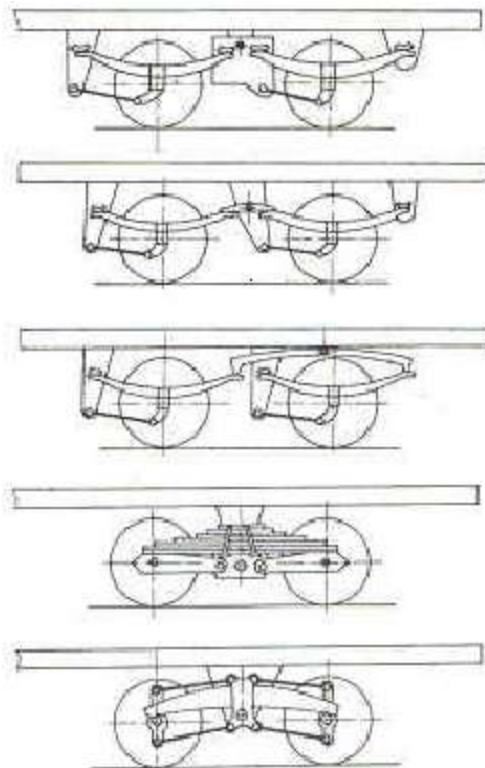


# Nákladní automobily zadní náprava

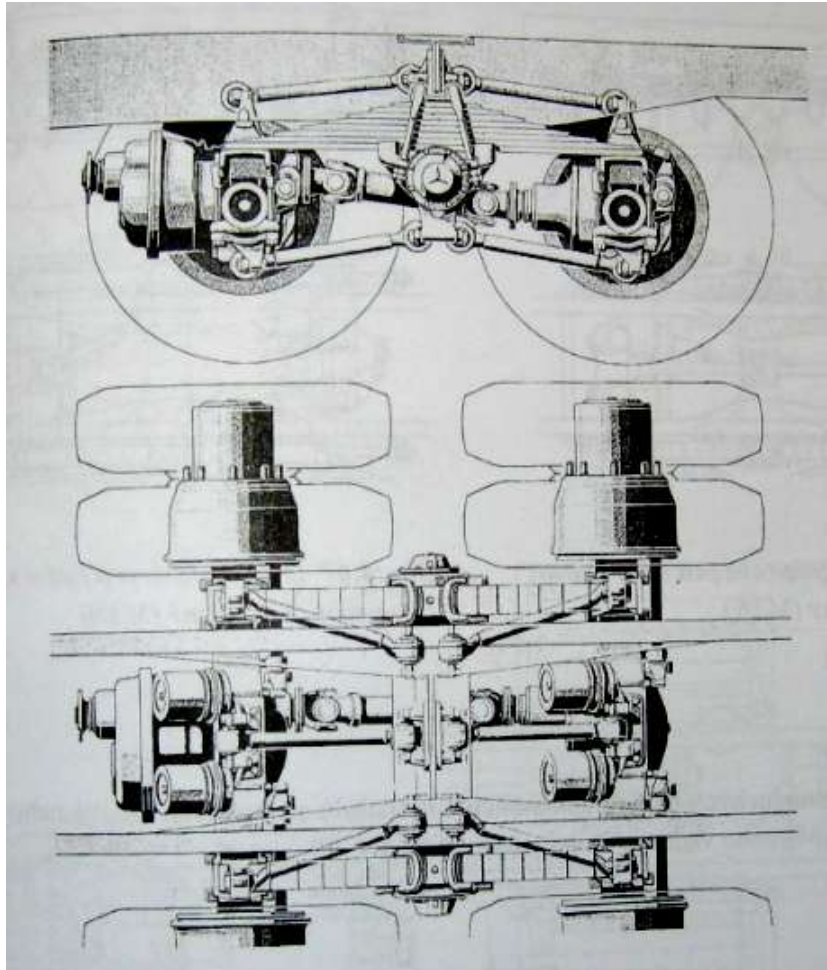


# Nákladní automobily dvojnápravy

- vyšší hmotnost vozidel
- zaručení statického vyrovnání nápravových tlaků

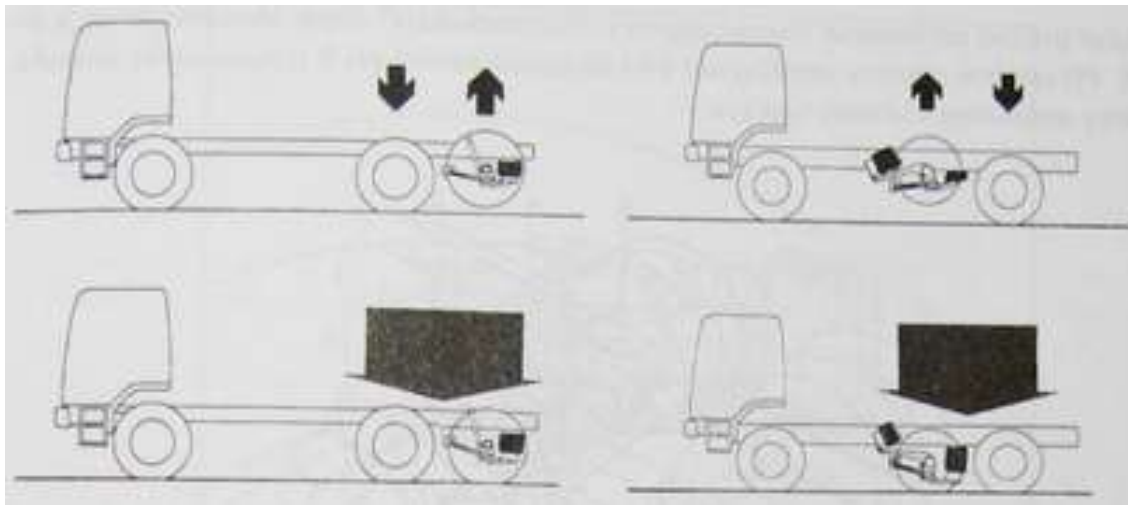


# Nákladní automobily zadní dvojnápravy

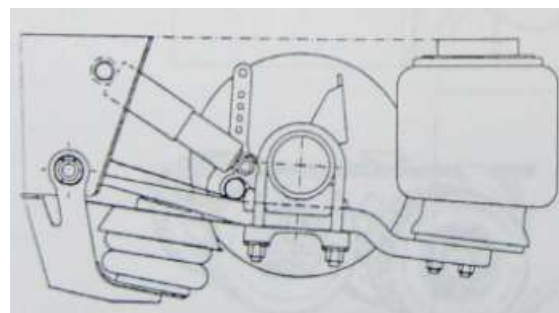


# Nákladní automobily zdvihatelná náprava

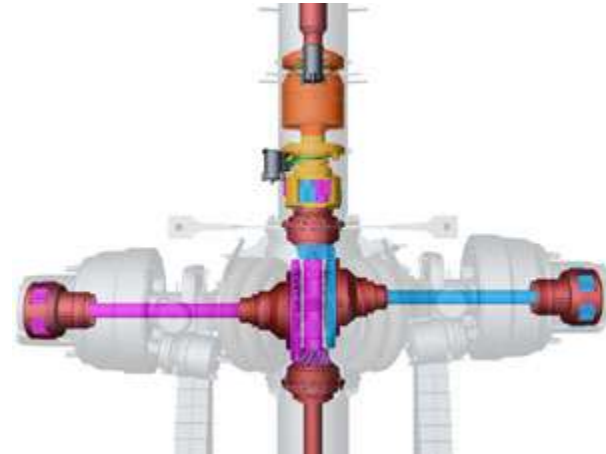
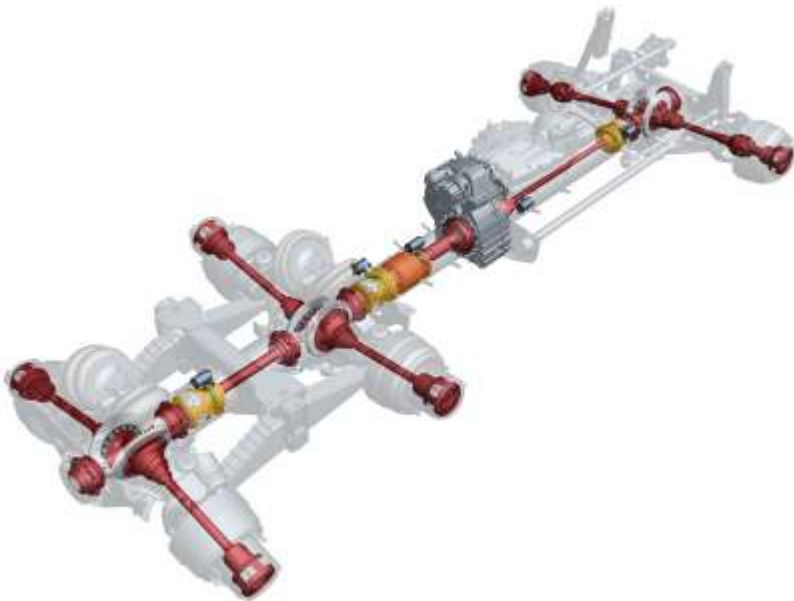
- Vlečená náprava - říditelná s jednoduchou montáží kol
  - neříditelná s dvojmontáží
- Tlačená náprava - říditelná s jednoduchou montáží kol



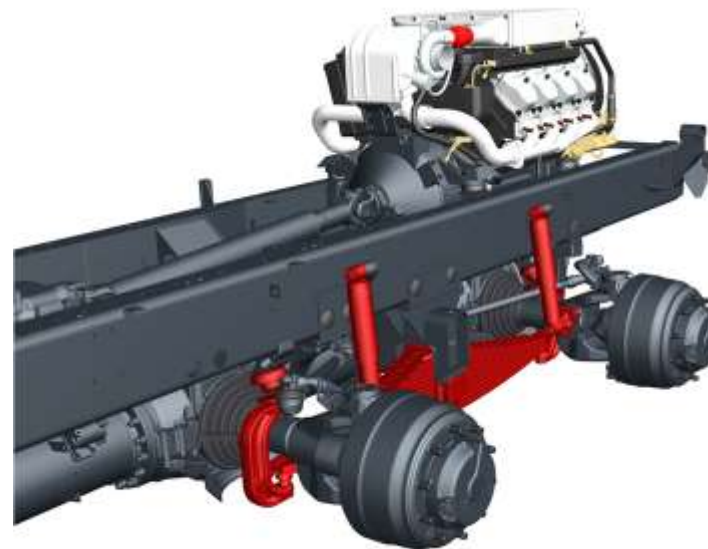
# Nákladní automobily zdvihatelná náprava



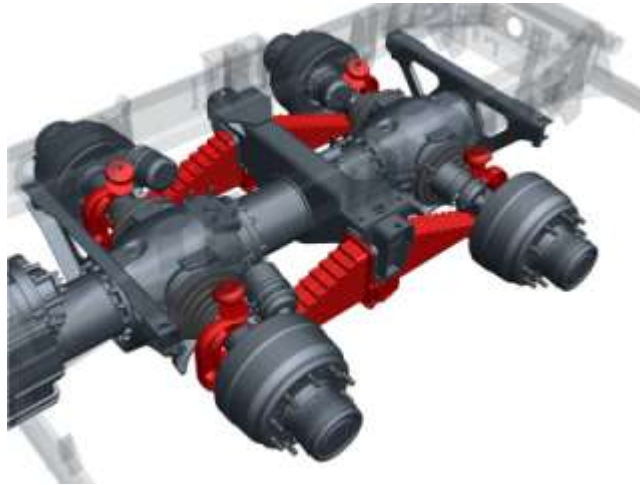
# Nákladní automobily výkyvné polonápravy TATRA



# Nákladní automobily výkyvné polonápravy TATRA



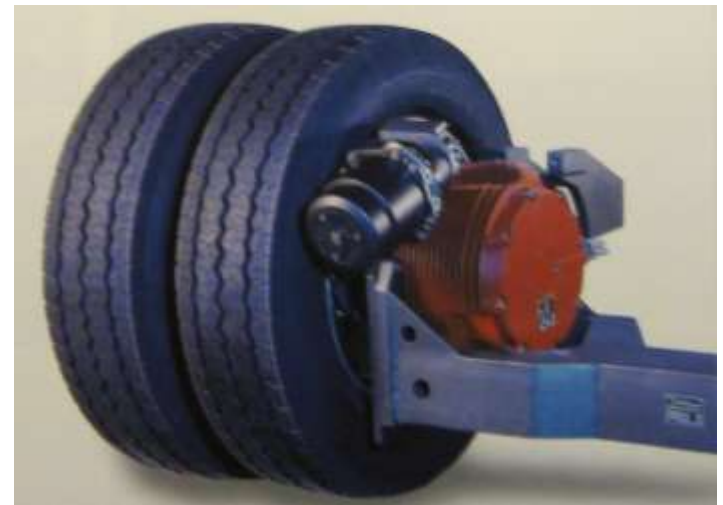
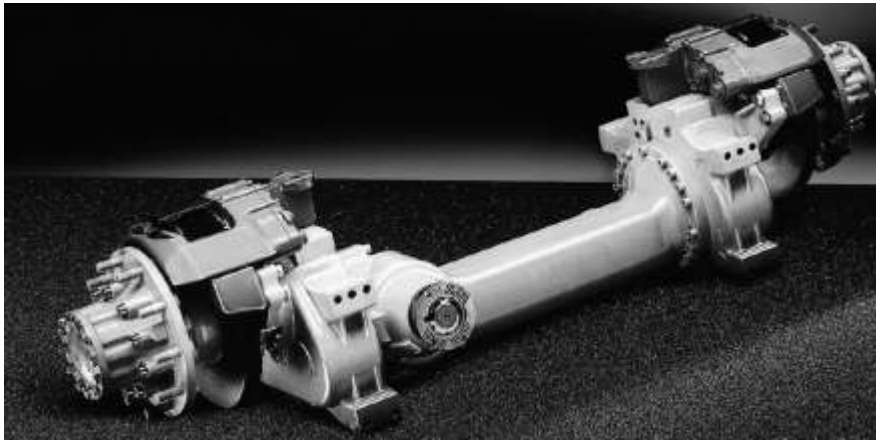
# Nákladní automobily výkyvné polonápravy TATRA





# Autobusy zadní náprava

Nízkopodlažní autobusy



# Teleskop

Obecná lichoběžníková

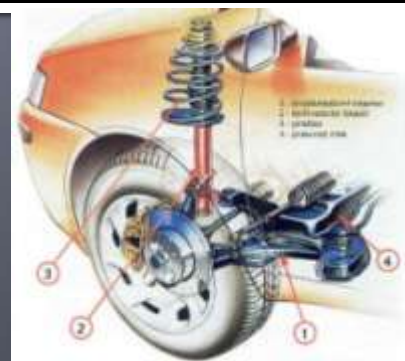


paralelogram

letmé zavěšení



# Odpružení podvozku



# Pérování

- snížení přenosu rázů a kmitů náprav vozidla na karoserii
- ochrana posádky a nákladu před kmitavými pohyby
- určující veličinou pružení je netlumená vlastní frekvence
  
- odpružená hmota
- neodpružená hmota

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

## Druhy pružin:

- ocelové (listové, vinuté, torzní)
- pryžové
- vzduchové (pneumatické)
- hydropneumatické (vzduchokapalinové)
- pryžokapalinové (hydroelastické)



# Ocelové pružiny

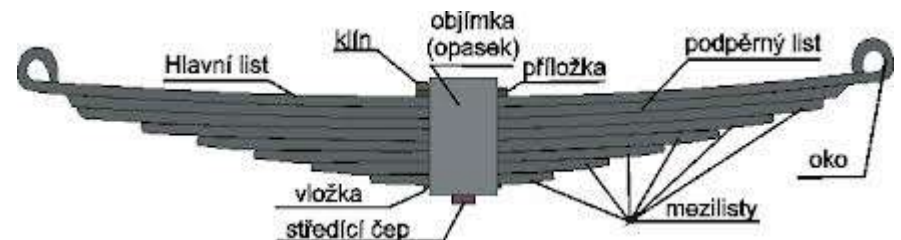
## Listové pružiny:

- nákladní automobily
- zadní nápravy osobních automobilů
- rovina rovnoběžná s podélnou osou vozidla
- změna délky při propružení
- otočné uložení + uložení pro vymezení délkového rozdílu při propružení

▪ svazek plátů s pružinové oceli

➤ půleliptické listové pružiny

➤ eliptické listové pružiny



# Ocelové pružiny

## Listové pružiny:

- při propružení – tření mez styčnými plochami - HYSTEREZE
- zvýšení odpor proti deformaci – tlumení v pružící soustavě – není potřeba tlumicí prvek VÝHODA
- Suché tření – může dosáhnout vysokých hodnot – nežádoucí
- Mazání listových pružin / vložky z plastů

## ➤ parabolické listové pružiny

z důvodů suchého tření – co nejméně plátů

tvár – ideální nosník stálé rovinnosti – menší hmotnost oproti konvenčním listovým pružinám

může přenášet podélné a boční síly – vedení náprav

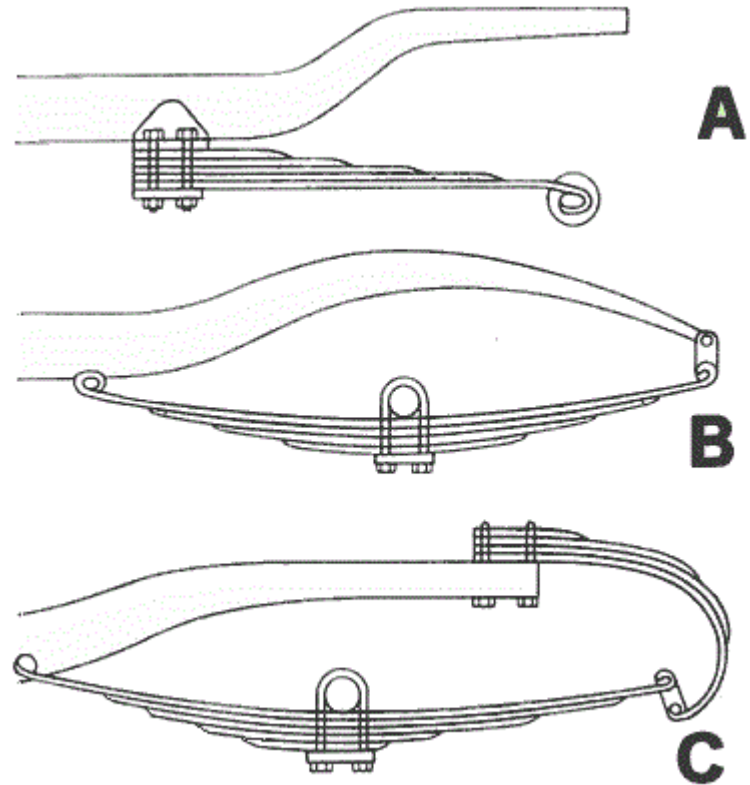
s oky v čepech – při naklápění vozidla působí jako torzní stabilizátor



# Další konstrukce listových pružin

➤ výhody – listová péra mohou přenášet brzdné síly, síly vznikající při akceleraci brzdění

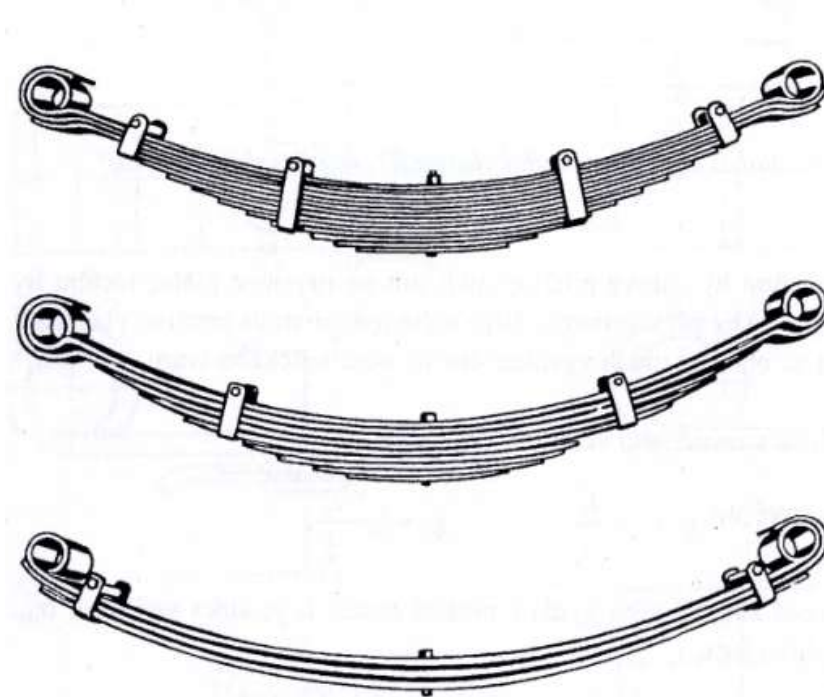
- A – čtvrteliptická
- B – půleliptická
- C – třičtvrtě eliptická





# Porovnání konstrukcí

- Pružina bez rozpěrných vložek hmotnost 124 kg
- Pružina s menším vnitřním třením hmotnost 87 kg
- Parabolická pružina s třemi listy hmotnost 58 kg



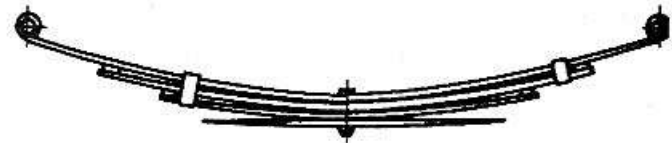
*Obr. 3.9  
Tři provedení listových  
pružin pro zatížení 52kN*

# Progresivita pérování

Cílem je, aby se kmitočet při změně zatížení pokud možno neměnil.

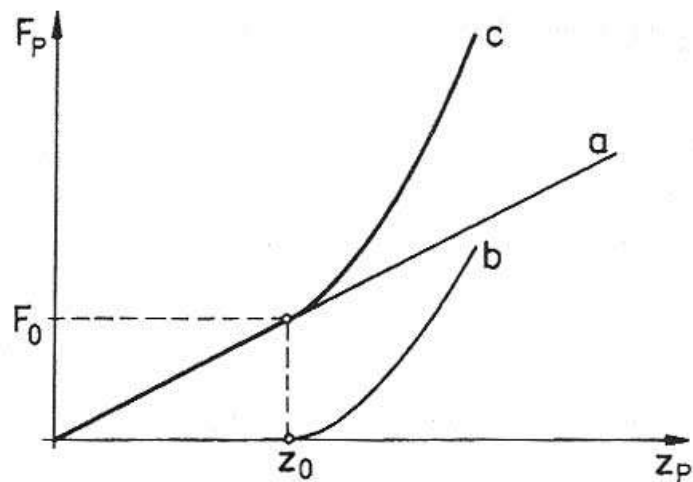
- měkčí charakteristika při malém zatížení
- tvrdší při zatížení vyšším.
- nízký kmitočet při menším zatížení dává menší svislé zrychlení, tvrdší pérování při vyšším zatížení se projevuje příznivě při brzdění a při projíždění zatáčky ( menší náklon karoserie)

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

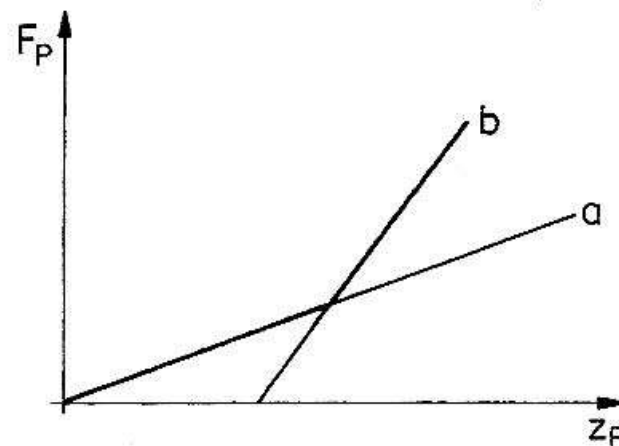


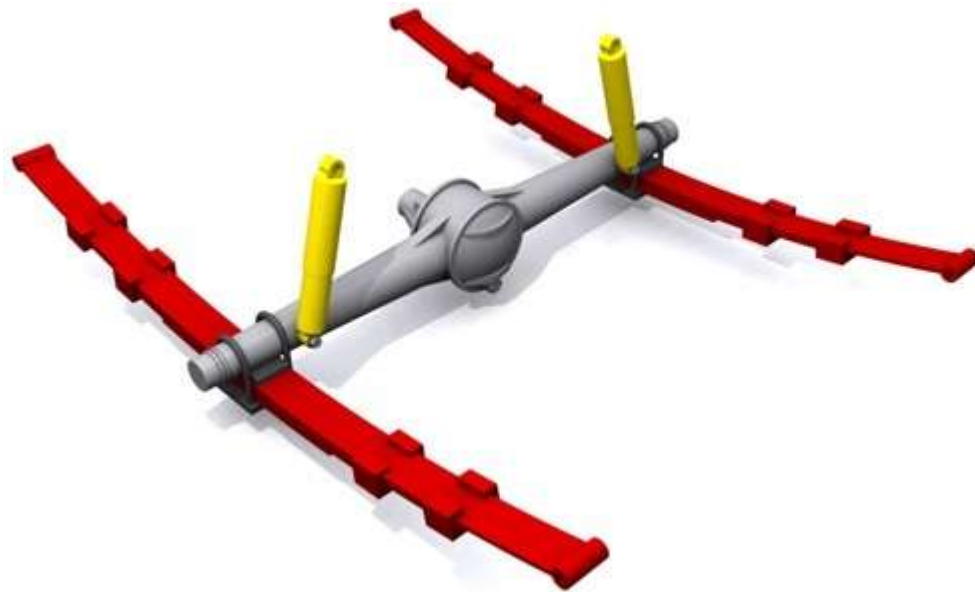
# Progresivita pérování

Deformační charakteristika listové pružiny s přídatným listem



Deformační charakteristika listové pružiny se změnou činné délky





# Ocelové pružiny

## Vinuté pružiny:

- výrobně jednodušší a lehčí než pružiny listové
- nemají tření v listech a tedy i tlumící účinek
- vyžadují dokonalé a účinné tlumiče pérování
  
- Oproti listovým pružinám zabírají méně místa
- konstrukčně jednoduché a nevyžadují žádnou údržbu.
- šroubovitě pružiny nemohou přenášet vodící síly kol,
  - nutné konstrukční řešení nápravy,
    - hnací, brzdové a boční síly se přenášejí zavěšením kol
    - např. příčnými a podélnými vodícími rameny.



# Vinuté pružiny

## Stoupání pružin:

zajištěna dostatečná vůle závitů i za maximálního stlačení (zplošťování drátu + hluk).

Zvláštními typy pružin jsou proti válcovým tzv. soudečkové, či kuželové, u kterých dochází ke spirálovitému stlačování, kterým se dosáhne značné úspory místa, mezi další výhody patří malá hmotnost a schopnost zamezení vybočení pružin.



# Vinuté pružiny - výpočet

## Navrhňte rozměr pružiny:

Navrhňte průměr drátu válcové pružiny  $d$ [mm] motorového vozidla o hmotnosti 1300 kg tak aby nastalo propružení 45 mm při spuštění vozidla na kola. Rozložení váhy 50/50, platí i pro levé a pravé kolo. Počet činných závitů pružiny  $n = 5$ , modul pružnosti ve smyku  $G = 0,83 \cdot 10^5 \text{ Mpa}$

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} = \frac{F}{\Delta l} = [\text{N} \cdot \text{m}^{-1}]$$

$$m = 1300 \text{ kg}$$

$$n = 5$$

$$G = 0,83 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$g = 9,806 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

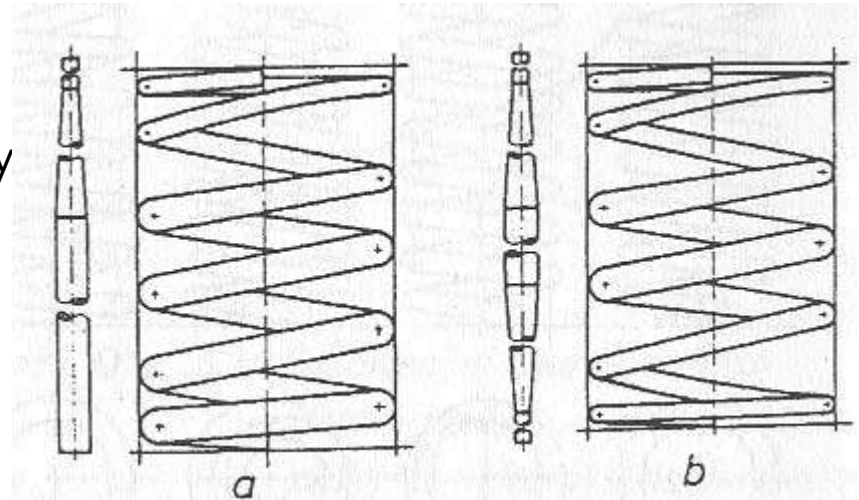
$$x = 45 \text{ mm}$$



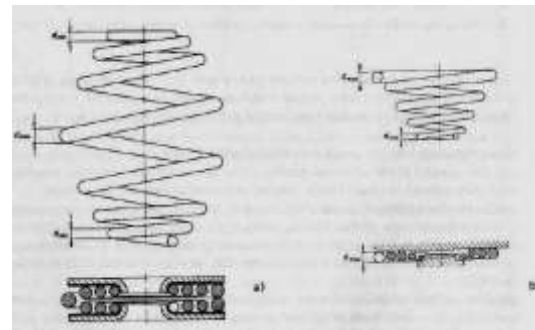
# Vinuté pružiny

## progresivita pružin:

- pomocí proměnlivého stoupání závitu
- proměnlivý průměr drátu válcové pružiny



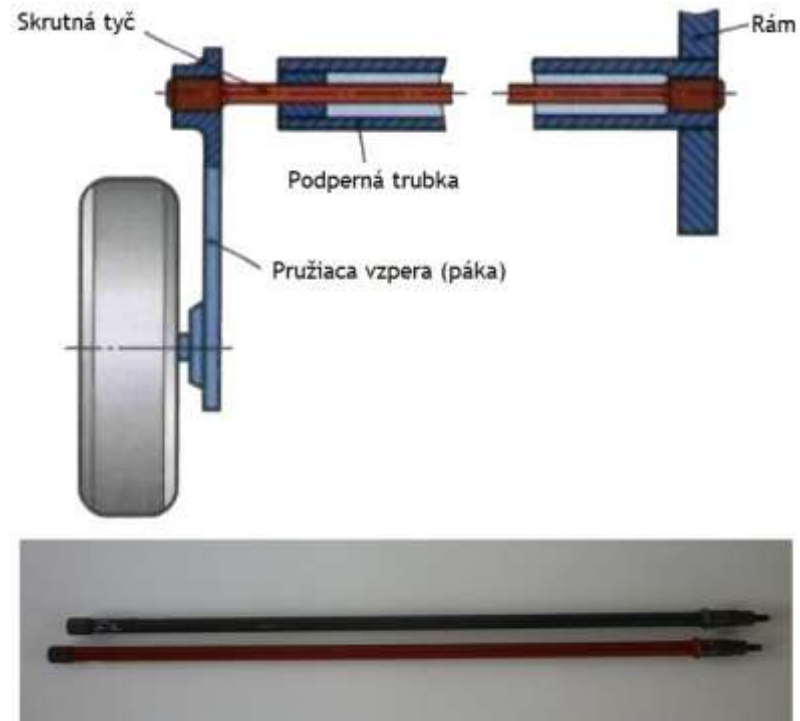
- proměnlivý průměr drátu a zároveň proměnlivý průměr pružin (kuželový, soudečkový) – minibloková progresivní pružiny





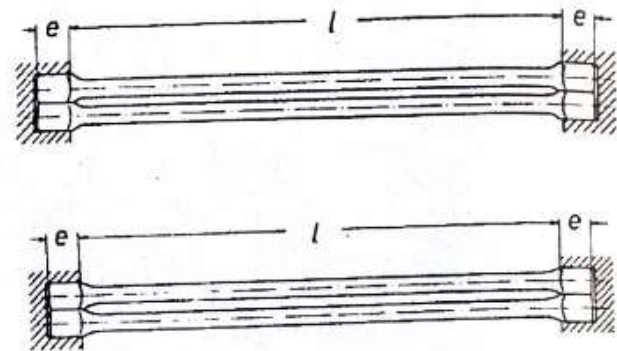
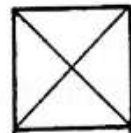
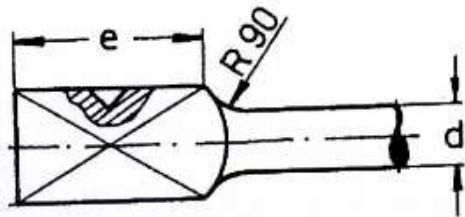
# Torzni pružiny

Zkrutné tyče, torzní tyče, zkrutné pružiny- jsou tyče z pružinové oceli jejichž povrch je broušen či kuličkován, konce jsou opatřeny drážkováním. Pro velká zatížení se u nákladních automobilů používají skládané torzní, což jsou dvojce či čtveřice torzních tyčí.



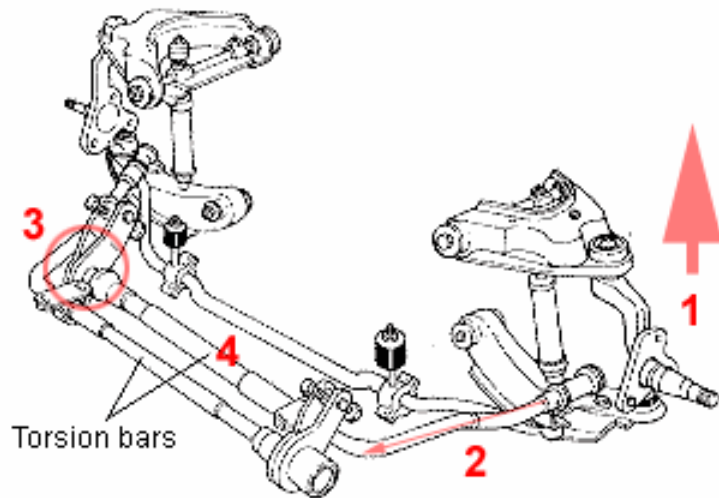
# Torzni pružiny

- Jeden konec uložen v rámu vozidla
- Na druhý konec nasazeno rameno spojené s kolem
- Montují se s předpětím – statické zatížení vozidla
- Přednost je malá hmotnost a nízké nároky na údržbu



# Torzni pružiny

Transverse torsion arms mounted across the chassis



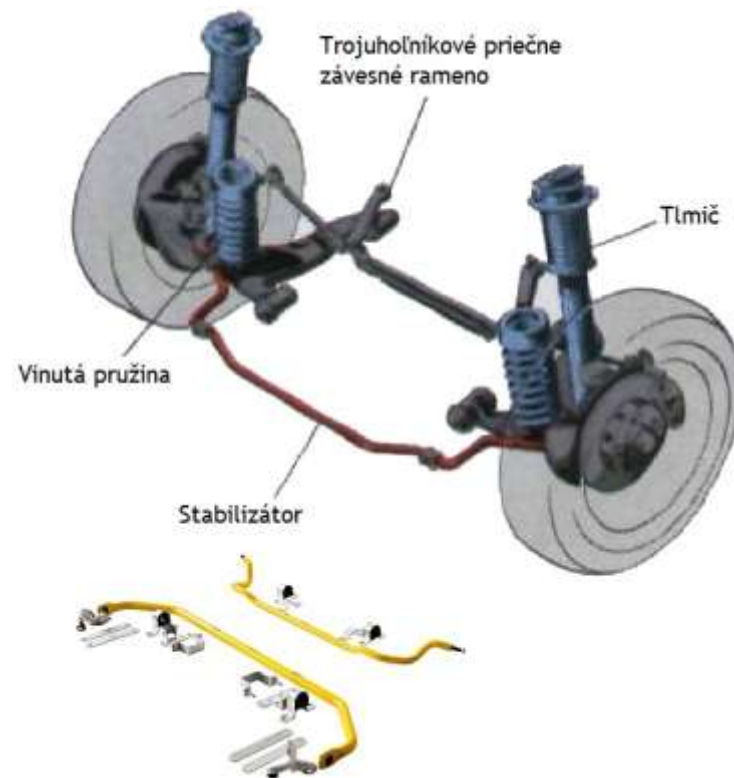
- [1] Suspension compresses
- [2] Control arm twists the torsion bar
- [3] Torsion bar is anchored at one end
- [4] Torsion bar resists twisting and provides spring



# Stabilizátory

Mezi torzní tyče patří i stabilizátor. Je to zkrutným prvek, který přispívá ke zlepšení jízdních vlastností vozidla. Většinou se používá ve formě kruhové zkrutným tyče. Střední část stabilizátoru je na karoserii umístěna otočně, obě páky jsou umístěny pomocí gumových prvků na závěsech (příčných ramenech) kol.

Při nadzvednutí kola na jedné straně vzniká ohnutí (zkroucení) tyče - stabilizátoru, čímž vzniká síla na zvednutí i druhého kola. Při jízdě v zatáčce tak stabilizátor působí proti nadměrnému bočnímu naklání karoserie.

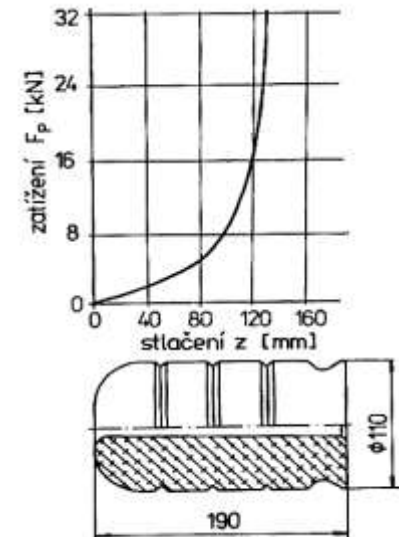
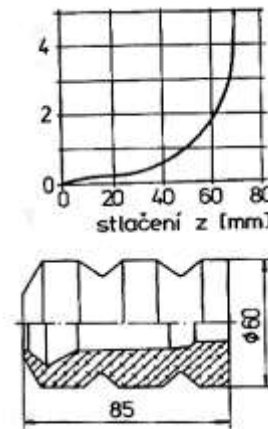
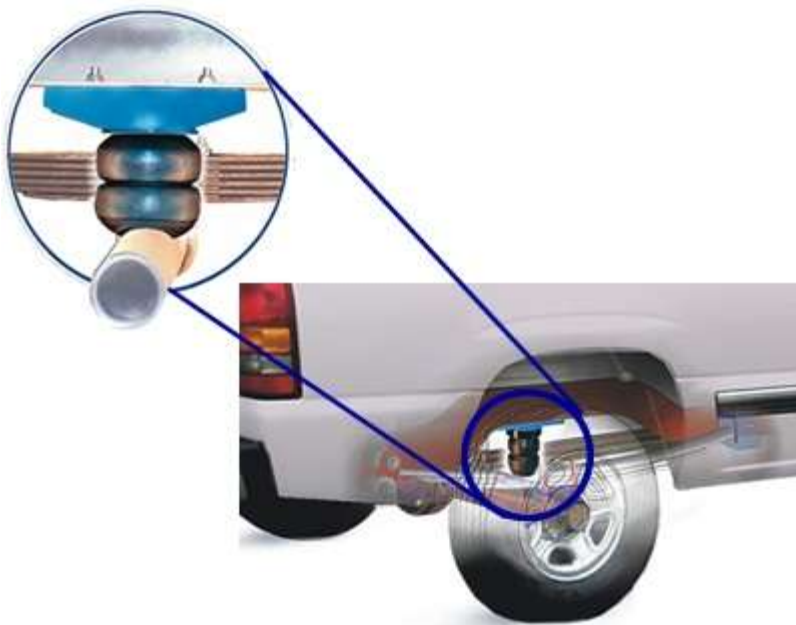


# Stabilizátory



# Pryžové a polyuretanové pružiny

- přírodní nebo umělé gumy jsou velmi elastické a mají dobrou schopnost tlumení vibrací a kmitů. Jako tlumící elementy jsou konstrukčně jednoduché a levné.
- jejich využití je hlavně jako tlumících elementů na zachycení vibračních pohybů s vysokou četností a tlumení hluku. Rovněž se využívají v zavěšení náprav, např. příčně závěsné rameno.
- gumové pružiny nevyžadují žádnou speciální údržbu, jejich klasická údržba spočívá pouze v ochraně před znečištěním mazivy a palivy. V případě poškození se gumové pružící a tlumící elementy vymění.



# Pneumatické odpružení

- V případě pneumatického pérování (plynové pružiny) se využívá elastické chování stlačeného plynu (vzduch nebo dusík) v nádobě.
- Výhodou takového pružení je, že vzduchová pružina má progresivní charakteristiku, a tedy se změnou tlaku vzduchu se dráha pružiny přizpůsobí zatížení.
- Kromě toho je ještě možnost nastavit výšku vozidla pro nakládání nebo jízdu v terénu. Rovněž se dá elektronicky udržovat konstantní úroveň světlé výšky vpředu i vzadu.
- U osobních automobilů je umožněno navíc zvedání a klesání karoserie v závislosti na rychlosti, rovněž se dá eliminovat naklánění při jízdě v zatáčkách díky regulační technice.

Vzduch má jen velmi malé vlastní tlumení.

Proto se musí používat navíc tlumiče vibrací nebo se používá pružící jednotka, která se skládá z kombinace pryžového mechu a dvoj-trubkového plynového tlumiče.

Vzduchové pružiny nemohou přenášet žádné síly kola, proto se umísťují mezi vodící ramena a nápravy, nebo mezi sruženou řídicí nápravu a karoserii.

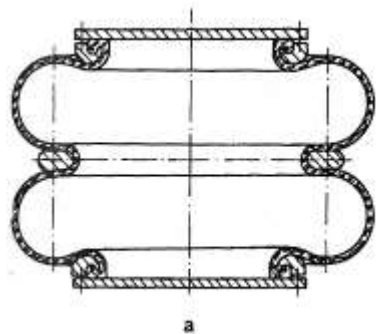


# Vzduchové odpružení

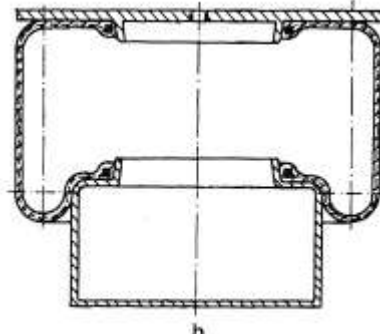
Vozidla se vzduchovým pérováním jsou vybaveny kompresorem, vzduchovými nádobami, regulační technikou a vzduchovými měchy. Před jízdou je nutné nafoukat kompresorem vzduch do soustavy, měchy upevněné mezi nápravou a rámem vozidla se naplní stlačeným vzduchem a vzduchové pružení je aktivní a připravené plnit svou funkci.

Nejčastěji se používají pružné měchy – vlnovce a vaky

➤ vlnovcová pružina může mít dva až čtyři vlnovce, je vyroben z pryže zpevněné kordovými vložkami (vysoká životnost až 500 000 km)



Vlnovcová pružina

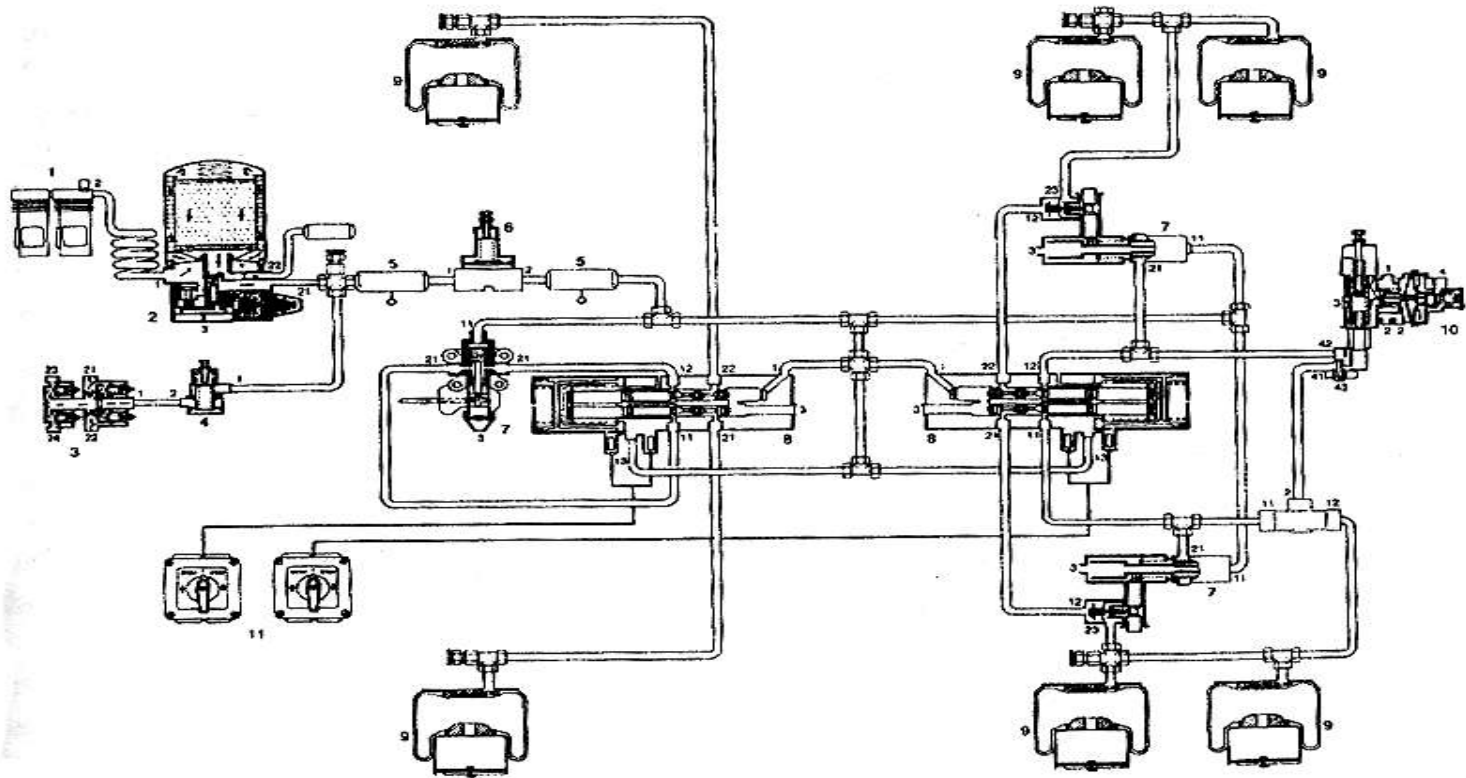


Vaková pružina



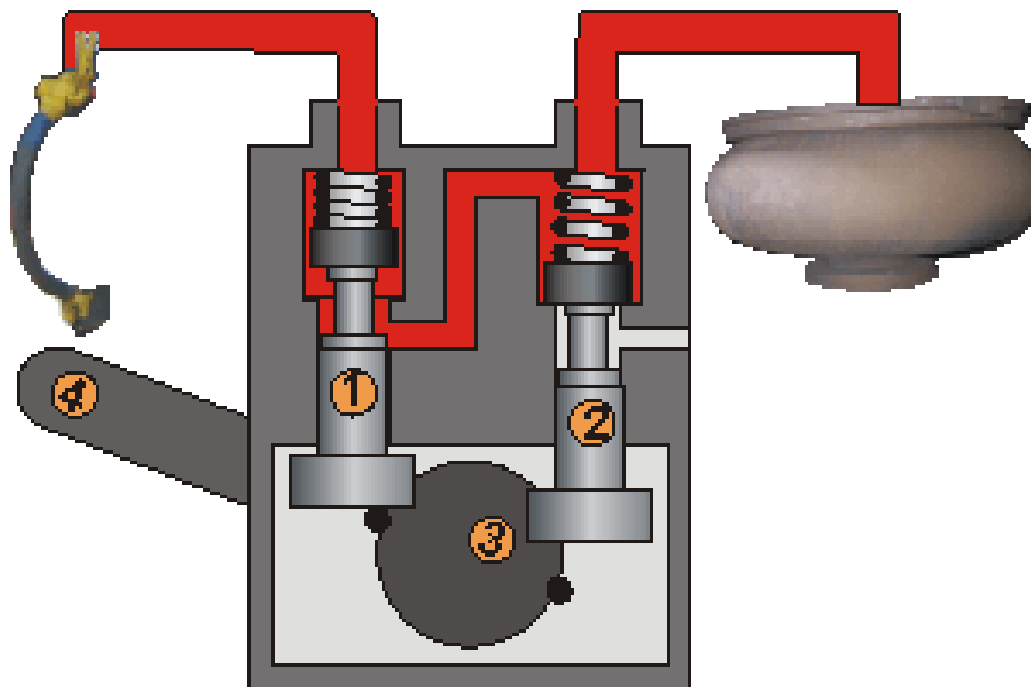


# Vzduchové odpružení – otevřený okruh



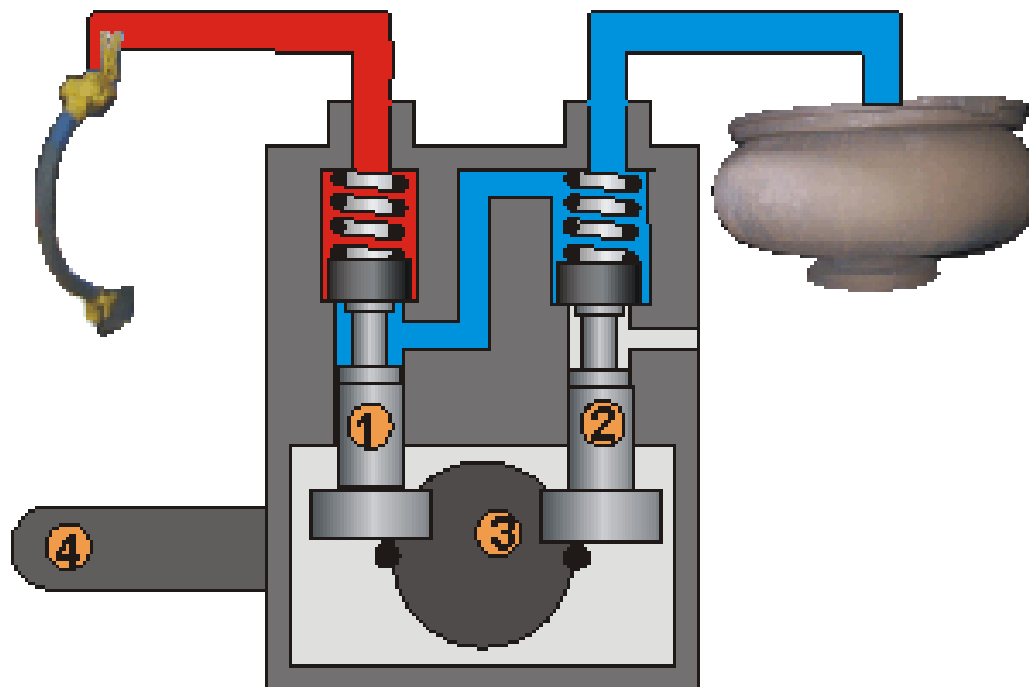
*Pneumatický systém odpružení: 1 – dmychadlo; 2 – odlučovač vody s tlakovým regulátorem; 3 – čtyřcestný ochranný ventil; 4 – pojistný ventil; 5 – zásobník vzduchu pro odpružení; 6 – přetlakový ventil; 7 – ventil pro vzduchové odpružení; 8 – elektropneumatický přepínací ventil; 9 – vzduchové měchy; 10 – regulátor brzdné síly; 11 – elektrické řízení zdvihání a spouštění (AutoEXPERT 1998, č. 1)*

# Vzduchové odpružení – otevřený okruh



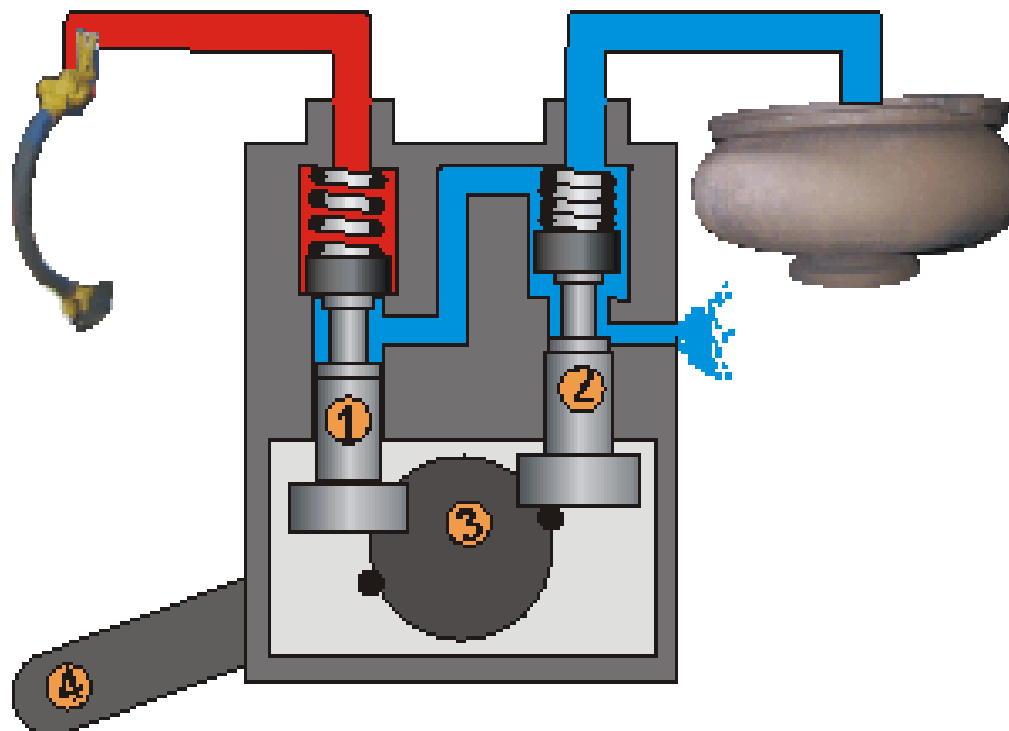
plnění pružin

# Vzduchové odpružení – otevřený okruh



rovnovážná poloha

# Vzduchové odpružení – otevřený okruh

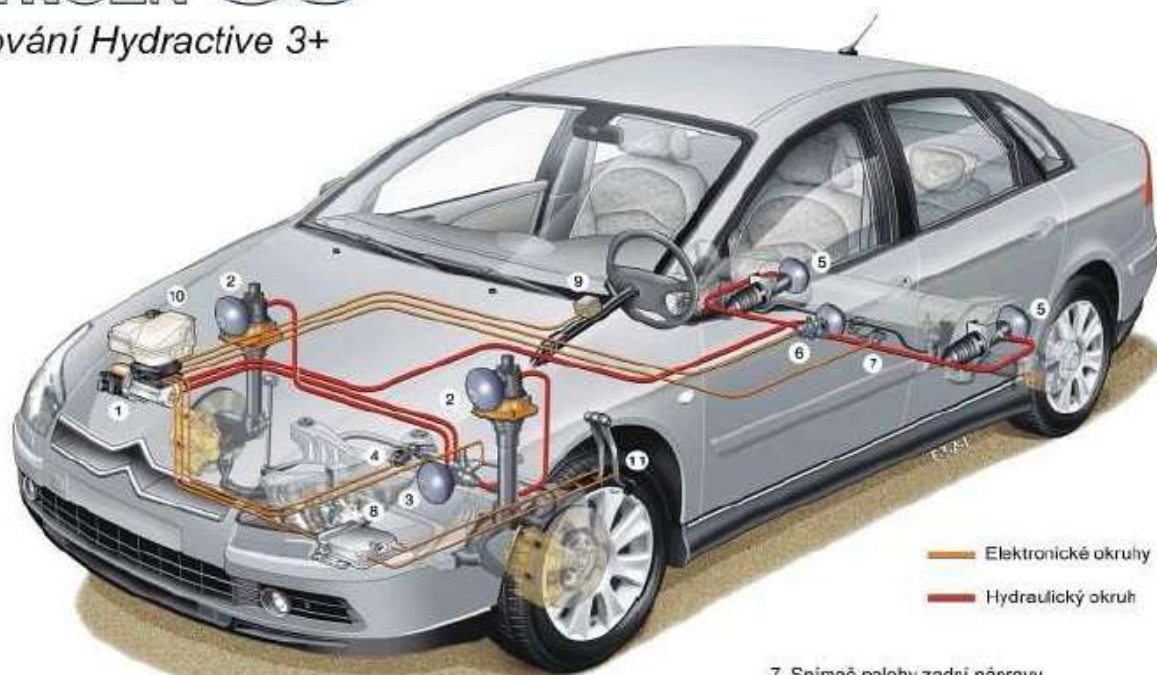
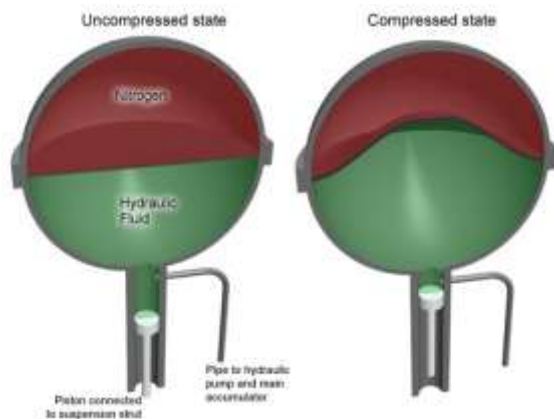


vyprazdňování pružin

# Hydropneumatické odpružení

- jedná se o kombinaci pneumatického pérování s hydraulickým systémem
- systém působí jako pružení a tlumič v jednom
- soustava se skládá z hydraulického čerpadla, regulace, rozvodných trubek a samotných pružících jednotek

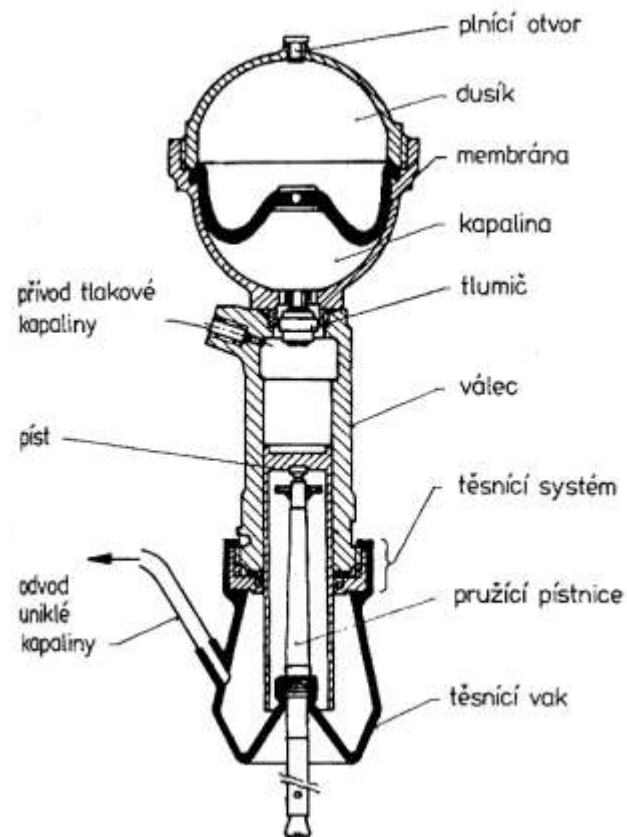
## CITROËN C5 Pérování Hydractive 3+



- |  |   |   |
|--|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hydro-elektrická jednotka<br/>BHI - Bloc Hydro-électrique intégré</li> <li>2. Přední vzpěra pérování<br/>s hydropneumatickou pérovací jednotkou</li> <li>3. Hydropneumatický regulátor pružení<br/>přední nápravy</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Snímač polohy přední nápravy</li> <li>5. Zadní válec pérování<br/>s hydropneumatickou pružící jednotkou</li> <li>6. Hydropneumatický regulátor pružení<br/>zadní nápravy</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Snímač polohy zadní nápravy</li> <li>8. Elektronická řídicí jednotka<br/>BSI-Built-in Systems Interface</li> <li>9. Snímač polohy volantu</li> <li>10. Zásobník hydraulické kapaliny</li> <li>11. Snímače pohybu brzdového<br/>a plynového pedálu.</li> </ol> |
|--|---|---|

# Hydropneumatické odpružení

- pružící jednotka je válec s tlakovou nádobou, nádoba je rozdělena gumovou membránou na dvě části a té v horní je stlačený dusík.
- pérování umožňuje stlačený plyn. V přetlakové kouli se načerpání nebo vypouštění hydraulické kapaliny (oleje) více či méně stlačuje neměnné množství plynu (většinou dusíku). Pod membránou je válec naplněný hydraulickou kapalinou a přítokem této kapaliny se zvětšuje světlá výška vozu (píst uložený ve válci je kapalinou vytlačován). Plyn a olej odděluje membrána a mají stejný tlak. Ten vytváří vysokotlaké čerpadlo a pohybuje se kolem 180 MPa. Ventily mezi pracovním válcem a přetlakovou koulí škrtní tok oleje v obou směrech a působí jako tlumič vibrací. Všechny pérovací prvky jsou spolu spojeny rozvodnou sítí. Pístnice hydraulického válce je upevněna na příčném rameni zavěšení kol. Přetlaková koule bývá z prostorových důvodů umístěna naboku od pracovního válce nebo zcela odděleně, např. při horním závěsu tlumiče.

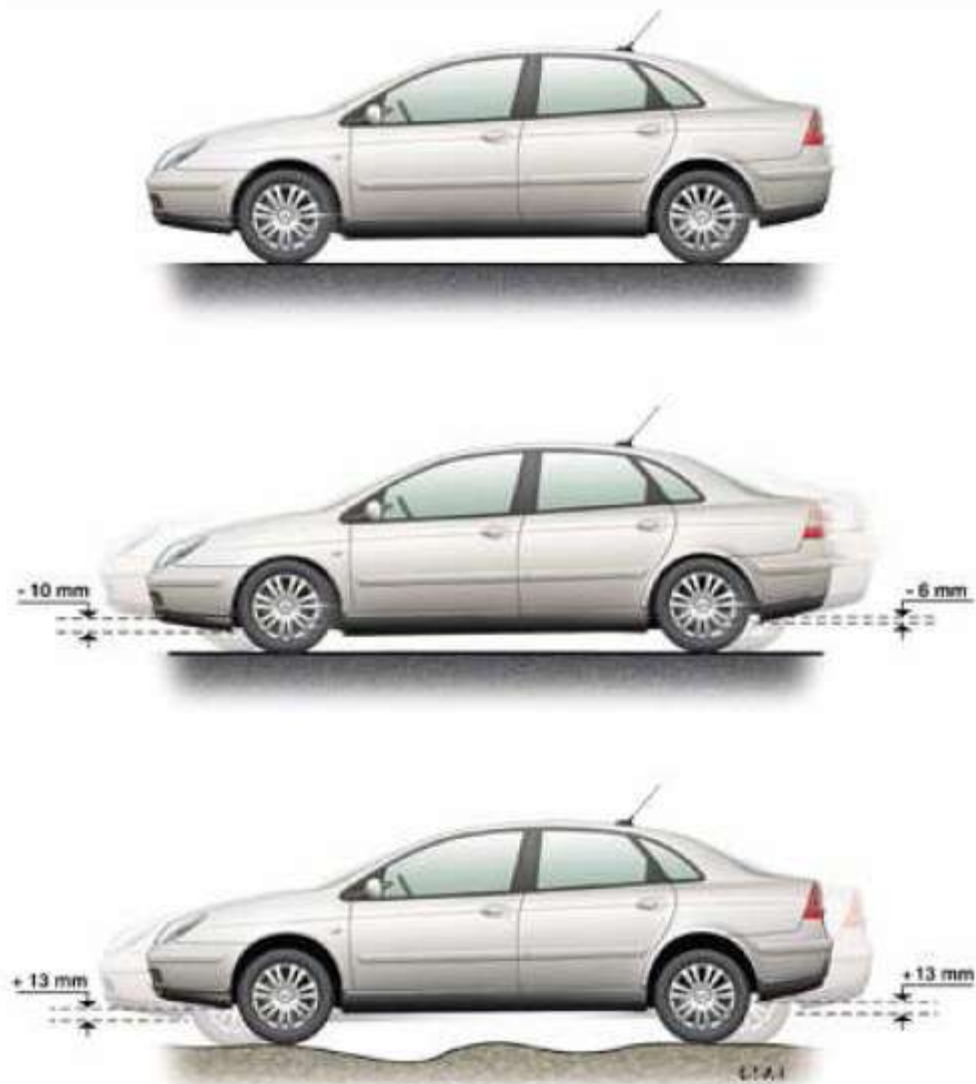


# Hydropneumatické odpružení

System obsahuje ručně ovládaný ventil pro regulaci úrovně, kterým se může měnit světlost karoserie, například pro těžké úseky na silnici nebo při výměně kola. Automatické vyrovnání úrovně pro všechny způsoby naložení se provádí tyčovým ústrojím, které je pevně spojeno s podélným ramenem a působí na píst regulátoru světlé výšky. Například, při značném naložení kufu klesne zadní část vozu, ve válci klesne pístnice, zároveň se přes podélné rameno a tyčové ústrojí přesune píst v regulátoru výšky, čímž se uvolní přítok tlakového oleje. Pístnice ve válci stoupá, je vytlačována tak dlouho, dokud se nedosáhne původní úrovně a přítok oleje v regulátoru výšky není opět uzavřen. Větší naložení vede ke zvýšení tlaku oleje ve válci a také stejné zvýšení tlaku dusíkové náplně. Pružení je tedy logicky tvrdší. I z tohoto důvodu se montuje třetí přetlaková koule na každou nápravu, čímž se zvětšuje objem plynu a tím i pérování, čímž se stává jízda i naloženého vozidla komfortnější.



# Hydropneumatické odpružení





# Tlumiče pérování

## Účel

- tlumit účinně vlastní kmity pružiny - důvodem je setrvačnost pohybující se odpružené hmoty, tj. celého vozidla i s nákladem – ovšem kromě neodpružených částí podvozku, které by však bez tlumení způsobovaly odskakování kol od vozovky, rázy do podvozku a další nežádoucí přídatná namáhání. Stabilita vozu v jízdě a jeho bezpečné vedení proto vyžaduje, aby kolo vozu vychýlené vlivem nerovností vozovky nekmitalo, ale aby co nejdříve opět zaujalo rovnovážnou polohu. Proto je nutné kmity pružících elementů tlumit.
- kmitání neodpružených částí udržovat v co nejmenší možné míře – zajištění styku kol s vozovkou

## Umístění na vozidle

- tlumiče jsou umístěny mezi nápravou (koly vozidla) a rámem (samonosnou karoserií), přičemž každé kolo má svůj vlastní tlumič

## Základní pojmy

- tlumiče pracují na principu přetlačování oleje s jednoho vnitřního prostoru do druhého otvorem určitého průřezu

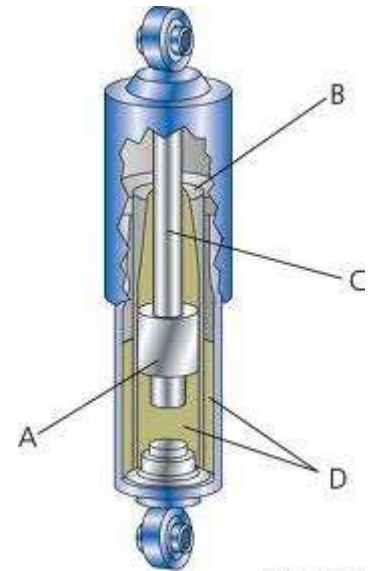
# Tlumiče pérování

Rozdělení:

- kapalinové (pracovní látka olej)
- plynokapalinové (pracovní látka olej a prostor nad ním je vyplněn dusíkem)

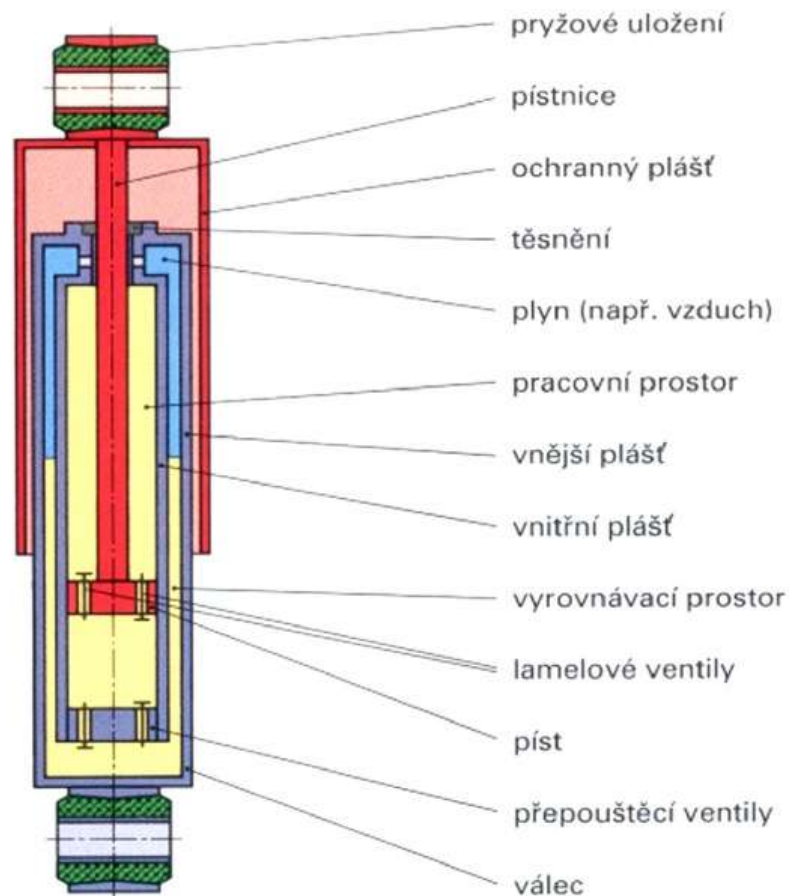
## Konstrukce tlumičů

- tlumič je tvořen jedním nebo dvěma plášti, přičemž prostor vnitřního pláště (pracovního válce) je pracovní
- tlumič je opatřen ochranným pláštěm
- uvnitř pracovního pláště se pohybuje píst ovládaný pístnicí spojenou s ochranným pláštěm
- v pístu jsou otvory opatřené obvykle samočinnými ventily.
- s vozidlem je tlumič spojen obvykle kovopryžovými pouzdry



# Tlumiče pérování

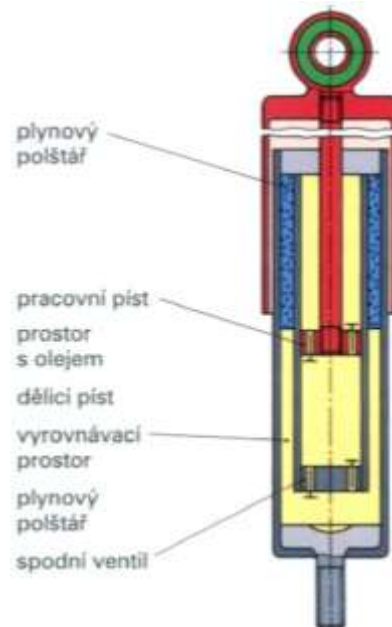
## Dvouplášťový (dvoutrubkový) hydraulický tlumič pérování



# Tlumiče pérování

## Nízkotlaký plynokapalinový dvouplášťový tlumič pérování

Podobá se běžnému tlumiči pérování, ale z důvodu omezení pěnění oleje je ve vyrovnávacím prostoru v horní části rezervní komory vzduch nahrazen inertním plynem – dusíkem pod tlakem 2,5 až 8 barů, který do tlumiče jednorázově a natrvalo plní výrobce.

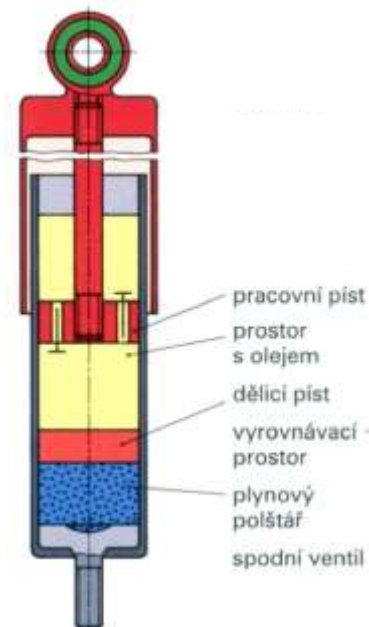


# Tlumiče pérování

## Jednoplášťový vysokotlaký plynokapalinový tlumič pérování

na jednom konci je prostor s menším množstvím inertního plynu – dusíku pod vysokým tlakem 25 až 30 barů. Tento plyn odděluje od oleje volný – plovoucí píst, který brání smísení plynu a oleje. Plyn je tak při stlačování a roztahování tlumiče vystaven změnám objemu a tudíž působí současně i jako pružina.

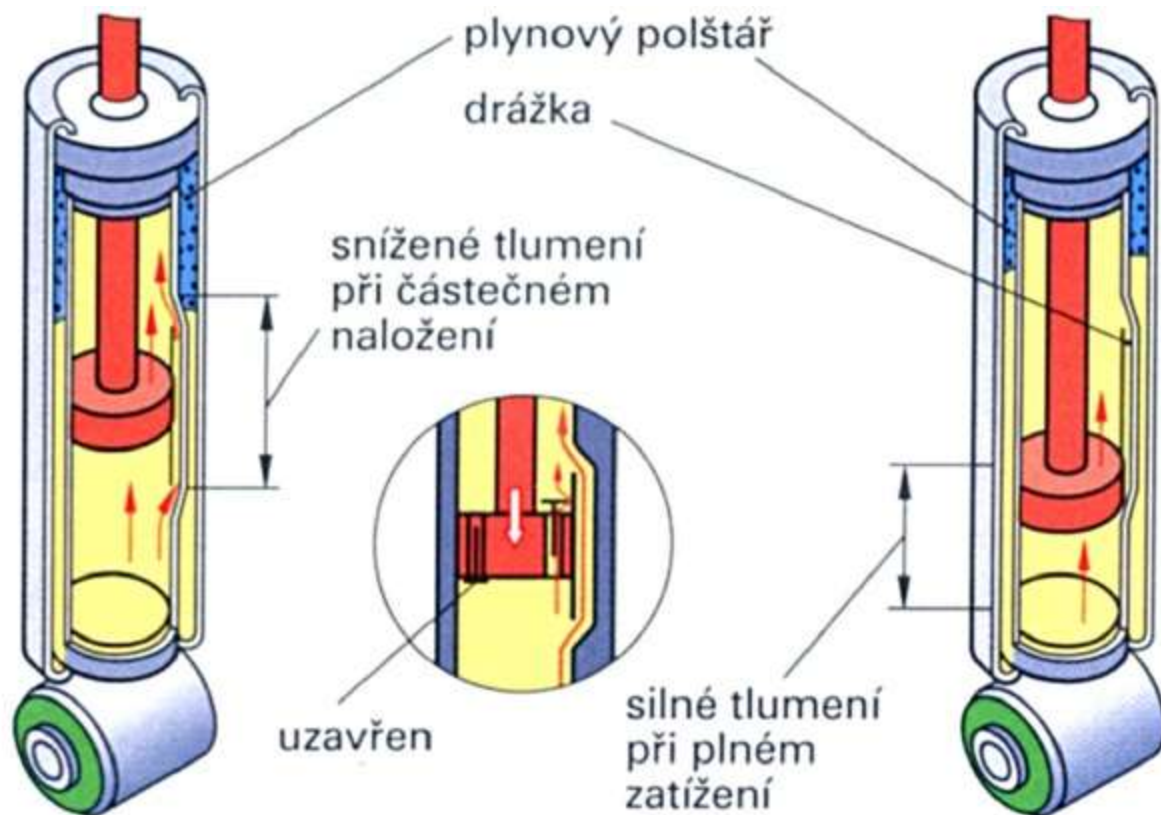
Neustálý tlak plynu na olej zajišťuje okamžitou reakci a také mnohem tišší provoz pístních ventilů. Tento tlak navíc brání kavitaci a emulzním jevům, které působí dočasnou ztrátu účinnosti tlumení.



# Tlumiče pérování

Tlumiče pérování s tlumením závislým na poloze pístnice (systém PSD) – tlumiče sensa-trac

U dvouplášťových plynových tlumičů se dosahuje jednou nebo více drážkami ve stěně trubky požadované variabilní charakteristiky tlumení. Další typy např. SAFE-TECH



Děkuji za pozornost