



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**KONSTRUKCE PODVOZKŮ TĚŽKÝCH  
NÁKLADNÍCH VOZIDEL**

DESIGN OF HEAVY VEHICLE CHASSIS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Tomáš Herman**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Jan Fojtášek**

**BRNO 2016**



# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
Student: **Tomáš Herman**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojního inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Jan Fojtášek**  
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Konstrukce podvozků těžkých nákladních vozidel

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Konstrukční provedení podvozků nákladních vozidel musí vyhovět v mnoha ohledech. Vedle celkové robustnosti musí být podvozek zároveň lehký a dostatečně pružný jak z hlediska zavěšení náprav, tak z hlediska provedení dalších částí. Tato vozidla jsou běžně provozována ve velkém rozsahu zatížení na pevné vozovce i v terénu. Především z těchto důvodů pak podvozky nákladních vozidel představují velmi komplexní systém.

### Cíle bakalářské práce:

Rešeršní práce shrnující poznatky ohledně podvozků moderních nákladních vozidel a jejich souprav bude obsahovat:

- rozdělení jednotlivých typů podvozků,
- popis uspořádání a konstrukčního provedení náprav,
- výhody a nevýhody různých typů,
- popis důležitých prvků,
- další vývoj těchto systémů.

### Seznam literatury:

LEEMING, D. J., Hartley R.: Heavy Vehicle Technology. 2nd ed. Leckhampton: Stanley Thomas, 1989. ISBN 07-487-0275-X.

GILLESPIE, T. D.: Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1992. ISBN 1-56091-199-9.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 24. 11. 2015



---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan



## **ABSTRAKT**

Tématem této bakalářské práce je „Konstrukce podvozků těžkých nákladních vozidel“. V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé části podvozků nákladních vozidel (rámy, zavěšení kol, odpružení, brzdy). Jsou zde také uvedeny výhody a nevýhody, využití a funkci jednotlivých částí.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Podvozek, nákladní vozidlo, rám, zavěšení kol, odpružení, brzdy

## **ABSTRACT**

The topic of this bachelor thesis is „Design of heavy vehicle chassis“. The following chapters describe individual parts of heavy vehicle chassis (frames, suspension, brakes). There are also mentioned advantages and disadvantages, utilization and function of individual components.

## **KEYWORDS**

Chassis, lorry, frame, suspension, shock absorbing, brakes





## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

HERMAN, T. Konstrukce podvozků těžkých nákladních vozidel. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 33 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Fojtášek.





## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jana Fojtáška a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 27. května 2016

.....

Tomáš Herman





## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu Ing. Janu Fojtáškovi za odborné vedení, ochotu a cenné rady, které mi poskytl během psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům a všem, kteří mě ve studiu na vysoké škole podporovali.





## OBSAH

Úvod .....	15
1 Podvozky .....	16
2 Rámy .....	17
2.1 Typy ráků .....	17
2.1.1 Obdélííkový (žebřinový) rák .....	17
2.1.2 Křížový rák .....	17
2.1.3 Páteřový (centrální) rák .....	18
2.1.4 Další typy ráků .....	18
3 Zavěšení kol .....	20
3.1 Závislé zavěšení (tuhá náprava) .....	20
3.1.1 Nápravnice .....	21
3.1.2 Mostová náprava .....	21
3.1.3 Vícenápravové tuhé systémy .....	21
3.2 Nezávislé zavěšení kol .....	22
3.2.1 Kyvné polonápravy .....	22
3.2.2 Lichoběžníková náprava .....	23
3.3 Zvedací nápravy .....	23
4 Odpružení .....	25
4.1 Ocelové pružiny .....	25
4.1.1 Listové pružiny .....	25
4.1.2 Vinuté pružiny .....	26
4.1.3 Zkrutné (torzní) tyče .....	26
4.2 Pryžové pružiny .....	26
4.3 Vzduchové (pneumatické) pružiny .....	27
4.4 Hydropneumatické pružiny .....	27
4.5 Příčné (zkrutné) stabilizátory .....	27
4.6 Tlumiče .....	28
4.6.1 Kapalinový tlumič .....	28
4.6.2 Plynokapalinový tlumič .....	28
5 Brzdy .....	29
5.1 Strojní vzduchová soustava .....	29
5.2 Bubnové brzdy .....	30
5.3 Kotoučové brzdy .....	30
5.3.1 Kotoučová brzda s pevným třmenem .....	31
5.3.2 Kotoučová brzda s volným třmenem .....	31



---

Závěr.....	32
Seznam použitých zdrojů.....	33



## ÚVOD

Podvozek je hlavní část vozidel, která přenáší veškeré síly mezi vozidlem a silnicí. Značně ovlivňuje jízdní vlastnosti vozidel, a proto jsou kladeny vysoké nároky na jejich konstrukční provedení. Podvozek musí být dostatečně robustní, ale zároveň i lehký a dostatečně pružný. Důležitá je také nosnost, která úzce souvisí s vhodnou konfigurací jednotlivých částí podvozku.

Stejně jako ostatní odvětví průmyslu si i ten automobilový prošel velkým vývojem. Již od konce 18. století, kdy byl vynalezen první automobil, docházelo neustále ke zdokonalování všech druhů vozidel až do dnešní podoby. Moderní nákladní automobily zajišťují kvalitní přepravu osob a nákladů po rovných silnicích, ale také v obtížném terénu.

V následujících kapitolách popíši základní konstrukční prvky podvozků nákladních vozidel. Zaměřím se na jednotlivé typy rámu, které se v dnešní době více či méně používají. Porovnam také jejich výhody a nevýhody. Dále popíši závislé i nezávislé uložení kol, které se u nákladních automobilů používá, možnosti odpružení a také brzdovou soustavu. V jednotlivých kapitolách jsou umístěny obrázky, které slouží k přehlednějšímu popsání daného problému.



# 1 PODVOZKY

Podvozky jsou části dopravních prostředků, zařízení a strojů zajišťující jejich pohyb. Existuje mnoho variant podvozků, které jsou speciálně upravovány pro různé podmínky, například pro pevné, sypké nebo kapalné plochy. Součástí podvozků bývají většinou kola, která zajišťují pohyb vozidla s minimálními třecími silami. V závislosti na prostředí, kde jsou stroje používány, mohou být kola nahrazena pásy, lyžemi nebo plováky. Další součástí podvozků jsou pružiny zachycující nárazy a také stabilizátory a tlumiče, které pohlcují energii vyvolanou těmito nárazy. Nezbytnou součástí jsou brzdy, které mají velký vliv na bezpečnou jízdu. [1]

Výrobci nákladních vozidel kompletují ve svých závodech nejčastěji valníky nebo sedlové tahače. Pokud má zákazník požadavky na jiné provedení, jako jsou například sklápěče, skříňové nebo hasičské automobily, výrobce dodá podvozek s kabinou a pohonnou jednotkou do nástavbářské firmy. Tam se poté vozidlo zkompletuje na konkrétní typ. [1]

Nákladní automobily můžeme podle využití dělit na silniční a terénní vozidla. Hlavním rozdílem je světlá výška vozidla (vzdálenost nejnižšího bodu podvozku od vozovky při maximálním užitečném zatížení vozidla). Ta spolu s vyztuženým podvozkem brání při pohybu v náročném terénu poškození spodních částí vozidla (nápravy, hnací hřídele, atd.). Terénní vozidla mají také větší nájezdový úhel, který se pohybuje běžně mezi 20 až 30 stupni, u speciální techniky nebo armádních vozidel to může být ještě víc.

V dnešní době jsou u nákladních vozidel nejvíce používané podvozky s obdélníkovým a páteřovým rámem. U nákladních automobilů se využívá většinou závislého zavěšení kol, avšak firmy jako Tatra nebo Volvo používají i nezávislého zavěšení kol. Odpružení bývá zajištěno nejčastěji listovými pružinami, vinutými pružinami nebo vzduchovými vaky, doplněnými o tlumiče a stabilizátory. Tyto a další varianty budou podrobněji popsány v následujících kapitolách.



## 2 RÁMY

Rámy slouží jako nosná část automobilů. Jsou na nich umístěné hnací části vozidel (motor, převodovka a další), ale také karoserie a náklad. Rám přenáší tíhovou sílu na nápravu a také hnací, brzdovou a suvnou sílu mezi karoserií a nápravou. Slouží dále ke spojení náprav mezi sebou. Aby rám odolal namáhání na ohyb a krut během jízdy, jsou na něj kladeny vysoké požadavky. Jedná se hlavně o pružnost, pevnost a tuhost. Rám by měl být také co možná nejlehčí. Těchto vlastností lze docílit vhodnou volbou materiálu a typu konstrukce. [2]

### 2.1 TYPY RÁMŮ

#### 2.1.1 OBDÉLNÍKOVÝ (ŽEBŘINOVÝ) RÁM

Rám je tvořen dvěma podélníky, které jsou spojeny několika příčkami. Spojení je provedeno nýtováním nebo svařováním. Kvůli umožnění pérování bývají podélníky v oblasti náprav ve svislém směru prohnuty. Rám je poměrně pružný, což je výhodné pro jízdu terénem, ovšem nevýhodné pro části, které jsou na něm umístěny. Tento typ rámu patří mezi nejpoužívanější v dnešní době a je využíván značkami, jako jsou například Liaz, Scania, Avia nebo Iveco. [2]



*Obr.1 Obdélníkový rám firmy Iveco [3]*

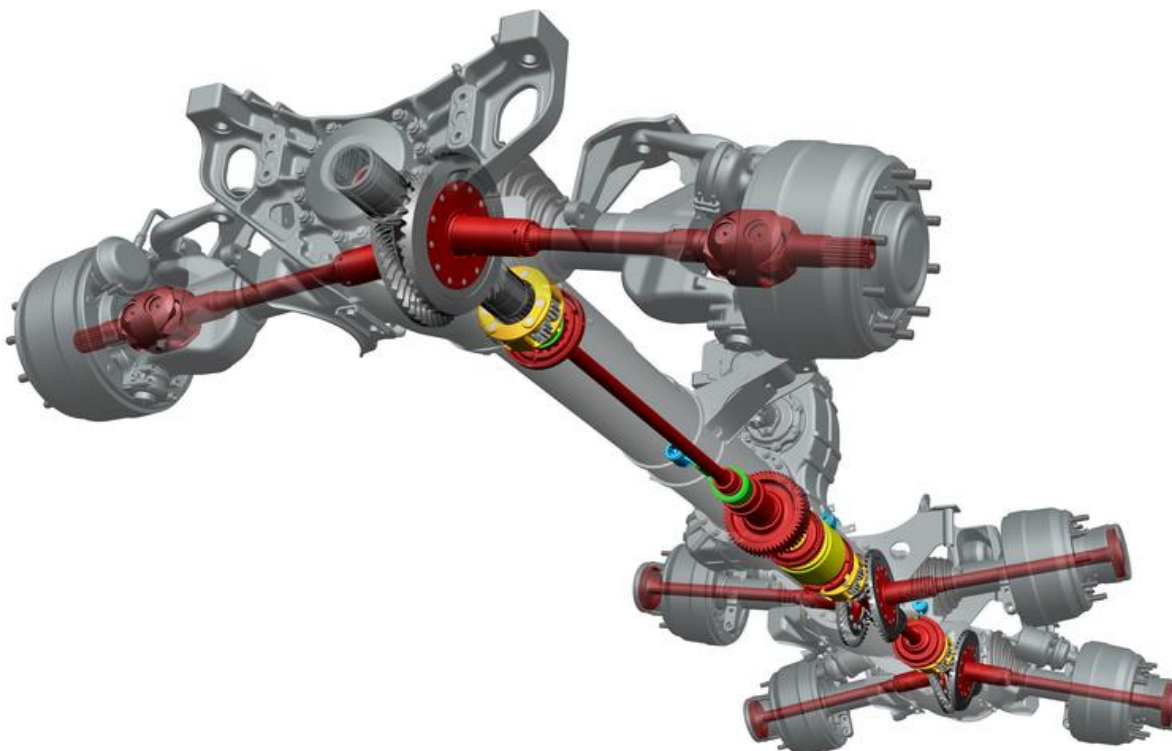
#### 2.1.2 KŘÍŽOVÝ RÁM

Podélníky křížového rámu jsou prohnuty tak, že se ve střední části k sobě přibližují a vytváří písmeno "X". Nejčastěji bývají uprostřed spojeny svařováním. Ve srovnání s obdélníkovým rámem má větší tuhost, ale jeho použití není příliš časté. [2]



### 2.1.3 PÁTEŘOVÝ (CENTRÁLNÍ) RÁM

Základní část rámu tvoří páteřový nosník. Ten bývá tvořen Manesmannovou rourou (silnostěnná roura kruhového průřezu). Centrální roura zásadně snižuje těžiště vozidla. Tento typ rámu má patentovaný firma Tatra. [2]



*Obr.2 Páteřový rám firmy Tatra [4]*

Rám je značně pevný v krutu, což je vykoupeno jeho větší hmotností. Je vhodný pro vozidla, která se budou pohybovat ve složitějším terénu. Výhodou je také možnost volit si délku rámu podle množství náprav a podle potřeb vozidla. Rám neumožňuje pružně uložit motor, což vede k vyššímu hluku způsobenému vibracemi. Motor bývá uložen v přední části páteřového nosníku pomocí přírubby, v zadní části bývá uložena skříň rozvodovky. Páteřovým nosníkem prochází spojovací hřídel, která je tedy dobře chráněná proti mechanickým i chemickým vlivům, což zvyšuje její odolnost a snižuje servisní náklady. [2, 4]

### 2.1.4 DALŠÍ TYPY RÁMŮ

#### SMÍŠENÝ RÁM

Je tvořen kombinací konstrukčních prvků předchozích provedení. [2]

**PŘÍHRADOVÝ RÁM**

Rám tvoří příhradová konstrukce z plechů. Díky vhodnému uspořádání nosníků je docíleno vysoké pevnosti a zároveň malé hmotnosti. Příhradový rám se v dnešní době běžně používá u autobusů. [2]

**POMOCNÝ RÁM**

Slouží k uchycení větších skupin (např. přídatná převodovka). Bývá uchycen k nosnému rámu. [2]

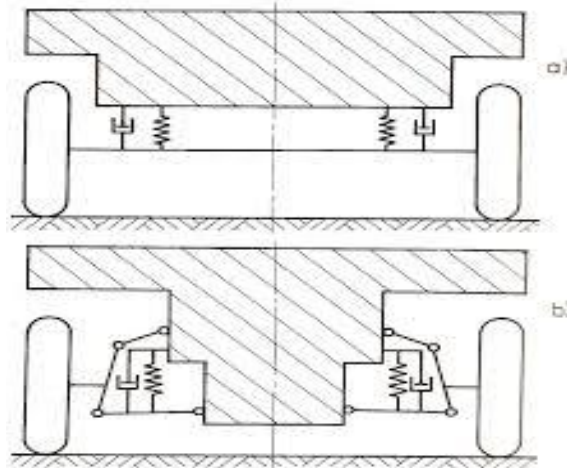


### 3 ZAVĚŠENÍ KOL

Zavěšení kol znamená upevnění kol k rámu vozidla. Umožňuje svislý pohyb kol potřebný k jejich pružení. Vhodným zavěšením dochází k přenosu sil a momentů mezi kolem a rámem vozidla. Jedná se především o svislé síly způsobené zatížením vozidla, podélné hnací a brzdné síly a momenty a také o příčné síly vyvolané odstředivou silou během jízdy. Často je zavěšení kol spojováno s pojmem náprava. Ta se skládá z více celků, kterými jsou zavěšení, uložení a odpružení kol, dále také hnací a řídicí ústrojí a brzdy. [5]

#### ROZDĚLENÍ:

- závislé zavěšení
- nezávislé zavěšení



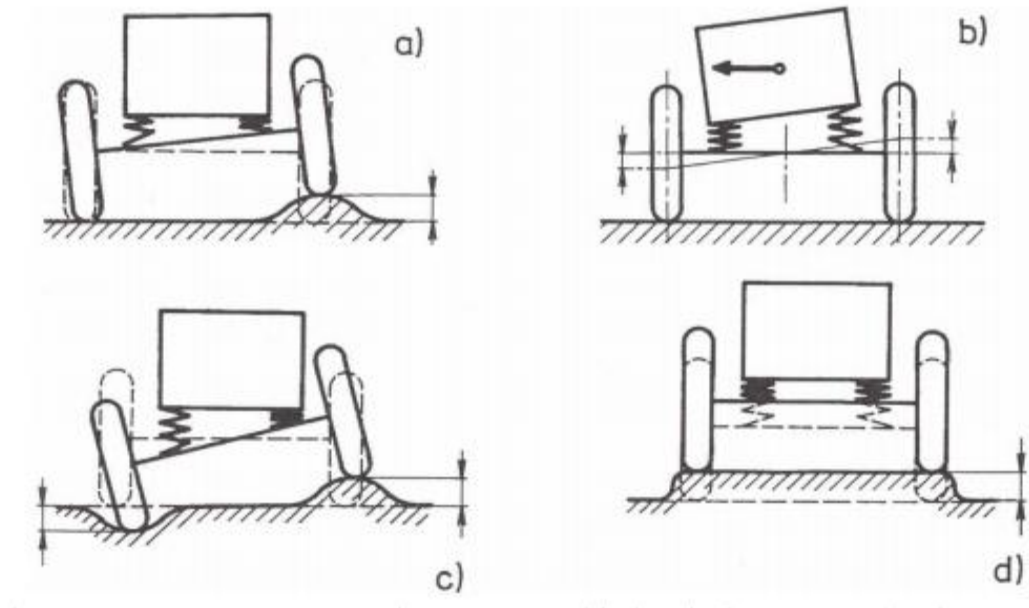
Obr.3 Porovnání závislého (a) a nezávislého (b) zavěšení [5]

#### 3.1 ZÁVISLÉ ZAVĚŠENÍ (TUHÁ NÁPRAVA)

Závislé zavěšení (tuhá náprava) je jedním z nejstarších způsobů upevnění kol, přesto se ve velké míře používá až dodnes. U tuhé nápravy jsou kola uložena pevně na příčném nosníku (nápravnicce nebo mostová náprava). Díky velké robustnosti se tuhá náprava využívá především u nákladních vozidel, autobusů, přípojných nebo terénních vozidel. Pro bezpečnou jízdu a dobré jízdní vlastnosti je potřeba, aby přední řízená kola byla stále ve styku s vozovkou. Vedení kola pomocí tuhé nápravy je v porovnání s nezávislým uložením horší. Proto se řízená tuhá náprava v dnešní době téměř nepoužívá. [6, 7]

Výhodou tuhé nápravy je poměrně snadná konstrukce bez čepů a kloubů. S tím souvisí i nižší náklady na její výrobu. Tuhá náprava potřebuje k propružení více prostoru. K tomu je potřeba vyšší stavbu vozidla a s tím spojená také vyšší poloha těžiště, která zhoršuje stabilitu vozidel zejména při průjezdu zatáčkou. Hlavní nevýhodou je vzájemný pohyb levého a pravého kola při svislém propružení. Nežádoucí je také velká neodpružená hmota, která je hlavně u poháněné zadní nápravy. Tuhou nápravu v dnešní době používá na nákladní vozidla většina firem, jako jsou Man, Volvo, Iveco, Mercedes a další. Jejich varianty se mírně odlišují, ale základ zůstává stejný. [6, 7]

Jak je možné vidět na následujícím obrázku, při najetí na nerovnost dojde k odklonu obou kol současně, ale jejich vzájemná poloha zůstává nezměněna. To negativně ovlivňuje jízdní vlastnosti. Při průjezdu zatáčkou dochází k náklonu karoserie nebo rámu vozidla, ale odklon kol zůstává stejný.



Obr. 4 Možnost popružení tuhé nápravy vzhledem ke karoserii: a) jednostranné, b) protiběžné při zatáčení vlivem odstředivé síly, c) protiběžné, d) stejnoběžné [5]

### 3.1.1 NÁPRAVNICE

Nápravnici tvoří plný profilový nosník používaný hlavně jako nosná náprava. U vozidel s nižšími konstrukčními rychlostmi se využívá i jako řídicí náprava. Podle uložení kol se rozděluje řídicí nápravice rozvidlená a nerozvidlená. [2]

### 3.1.2 MOSTOVÁ NÁPRAVA

Tato náprava je tvořena mostovou rourou, ve které jsou hnací hřídele jednotlivých kol a skříní rozvodovky se soukolím stálého převodu a diferenciálem. Mostová náprava se využívá převážně jako hnací a existují dva typy provedení – jednodílná (označovaná banjo) a vícedílná mostová náprava (až čtyřdílná). [2]

### 3.1.3 VÍCENÁPRAVOVÉ TUHÉ SYSTÉMY

Tyto systémy se používají u nákladních vozidel, přívěsů a návěsů kvůli možnosti většího užitečného zatížení vozidla. Nejčastěji se používají dvojnápravy nebo trojnápravy, ale ve speciálních případech může být použito náprav mnohem víc. Vícenápravové systémy mají většinou statické vyrovnávání nápravových tlaků z důvodu zajištění konstantního poměru zatížení mezi jednotlivými nápravami. V těžkém terénu se používají k odpružení listové pružiny, které leží na obou nápravách. Často se také užívají parabolické pružiny, ale ty se hodí spíše na kvalitní vozovky. U nákladních vozidel se zdvojenou nápravou bývají často poháněny obě zadní nápravy. [5]



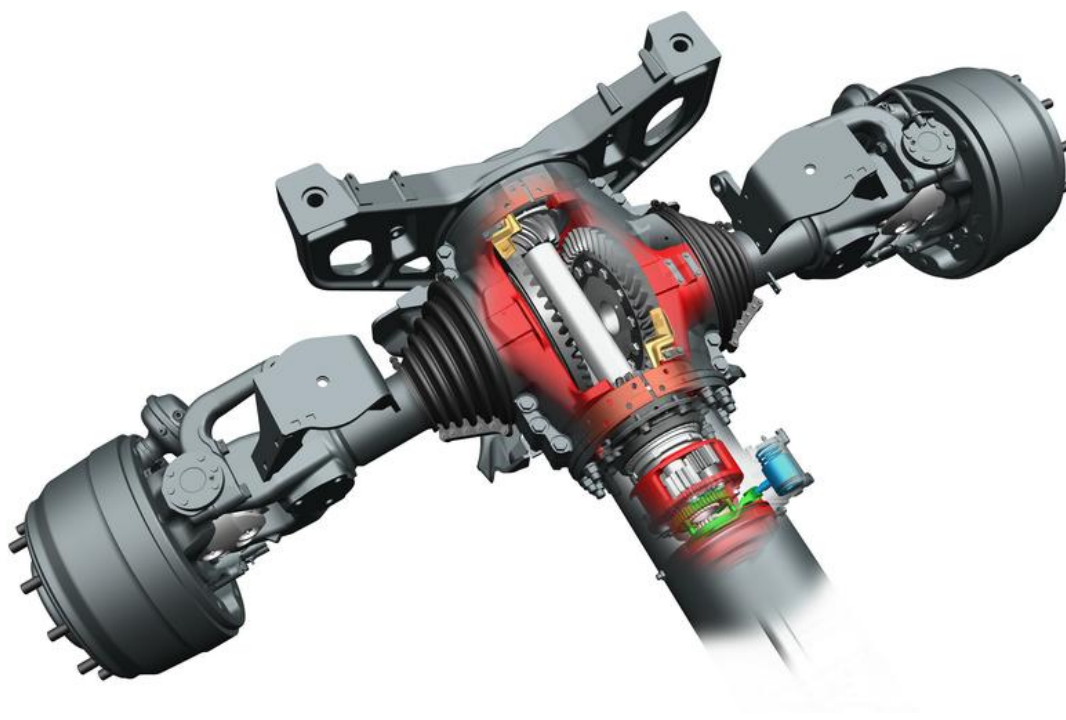
## 3.2 NEZÁVISLÉ ZAVĚŠENÍ KOL

Nezávislé zavěšení umožňuje připevnit kola k rámu vozidla tak, že pohyb jednoho kola nemá téměř žádný vliv na pohyb druhého kola. Je přenášen pouze nepřímo přes rám nebo karoserii vozidla. Proto zde nevzniká příčné kmitání jako u tuhé nápravy. Vůz má lepší stabilitu, může se rychleji pohybovat v členitém terénu a přitom je vystaven menším otřesům než v případě tuhé nápravy. Výhodou je také značně snížená výška podvozku, což je u nákladních vozidel žádoucí. V dnešní době má nezávislé zavěšení kol uplatnění především u osobních automobilů. U těžkých nákladních automobilů je jejich využití stále omezené. [5, 6]

### 3.2.1 KYVNÉ POLONÁPRAVY

Tatra používá jako jediný automobilový výrobce pro vozidla do těžkého terénu kyvné polonápravy, které jsou připojeny k centrální rouři. Boční a podélný směr vedení kyvných polonáprav lze řešit jejich uložením ve skříni rozvodovky nápravy. Oproti tuhým nápravám je zde méně neodpružené hmoty. Odpružení může být mechanické nebo vzduchové. U mechanického odpružení se využívá torzních tyčí pro vozidla s jednou řízenou nápravou, nebo listových pružin pro vozidla se dvěma řízenými nápravami. U vzduchového odpružení je možnost regulace světlé výšky vozidla. Ve všech těchto případech bývá navíc použit i teleskopický tlumič nebo i stabilizátor. [4]

Aby se Tatra vyrovnala konkurenci, vynalezla nápravu s odpružením King Frame. Ta kombinuje mechanické a pneumatické odpružení. Tímto řešením se zvýšila nosnost vozidel a také se zmenšil odklon kol při nezátíženém stavu. Tatra dodává tuto nápravu ve dvou variantách. U nápravy s lehkým kombinovaným pérováním se využívá vinutých pružin a vzduchových vaků, zatímco u těžkého kombinovaného pérování se používají listové pružiny a vzduchové vaky. [4]

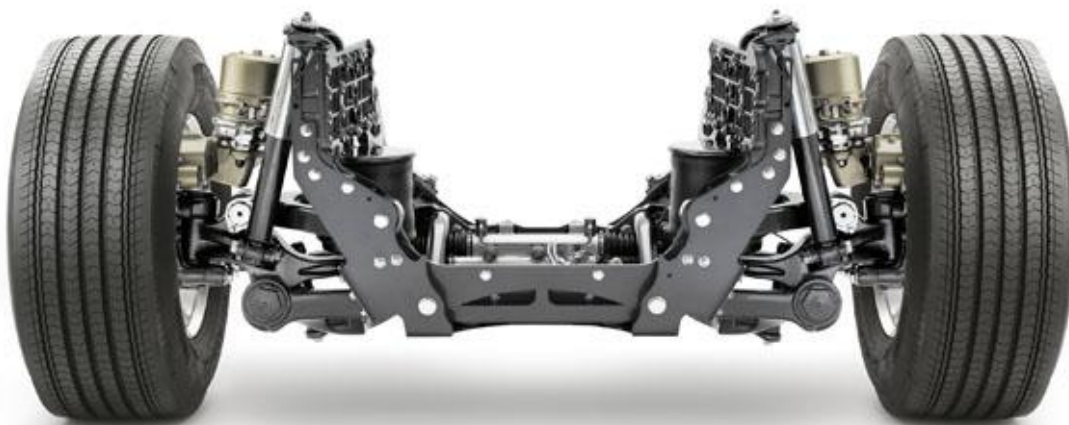


Obr.5 Uložení kyvných polonáprav ve skříni rozvodovky [4]



### 3.2.2 LICHOBĚŽNÍKOVÁ NÁPRAVA

Lichoběžníková náprava se používá běžně u osobních automobilů, popřípadě u menších dodávek. Avšak v posledních letech přišla jako první na trh s přední lichoběžníkovou nápravou na svých nákladních automobilech společnost Volvo. Toto řešení má oproti tuhým nápravám mnoho výhod. Lichoběžníková náprava lépe pohlcuje vibrace způsobené přejetím nerovností a lépe drží pneumatiku na vozovce, což zlepšuje bezpečnost jízdy. Pohyb dvou protějšších kol je na sobě nezávislý. Odpružení nápravy bývá řešeno pomocí tlumiče a vinutých pružin nebo vzduchových měchů. Firma Volvo používá tento typ náprav pro tahače, které nemají poháněnou přední nápravu. [5, 8]



*Obr.6 Nezávislé zavěšení předních kol společnosti Volvo [8]*

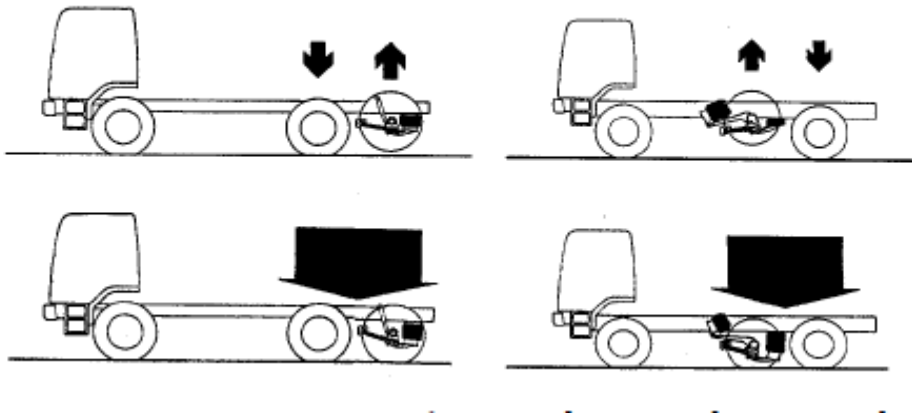
Společnost Volvo kombinuje nezávislé zavěšení předních kol s dynamickým systémem řízení (Volvo Dynamic Steering). Tato kombinace zlepšuje řízení a ovladatelnost vozidla, což se hodí pro dálkové přepravy. Díky této kombinaci dochází k redukci vibrací přenášených z nerovností vozovky. Tím dochází k menšímu zatěžování kloubů a svalů řidičů. [8]

### 3.3 ZVEDACÍ NÁPRAVY

U nákladních vozidel se třemi a více nápravami lze pomocí vzduchového odpružení zvednout jednu nápravu. Toho se využívá u vozidel, která převážejí náklad jedním směrem a zpátky se vrací prázdná. Odpojení jedné nápravy u prázdného vozidla přináší řadu výhod. Hlavní výhodou je úspora paliva (až 4%), menší opotřebení pneumatik, brzd atd. Díky kontaktu pneumatik pouze jedné poháněné nápravy se snižuje hluk a vibrace volantu. Zdvih je prováděn pomocí zdvihacího měchu. Nápravu je možné zvednout pouze u prázdných, nebo jen částečně naložených automobilů. Často se toho využívá na kluzkém nebo měkkém povrchu, pokud



potřebujeme zvýšit tlak na hnací nápravu, abychom zlepšili přilnavost a snížili tak riziko uvíznutí. Jak je znázorněno na následujícím obrázku, zvedací náprava může být vlečená nebo tlačená. [5, 8]



*Obr.7 Vlečená (vlevo) a tlačená (vpravo) zvedací náprava [5]*



## 4 ODPRUŽENÍ

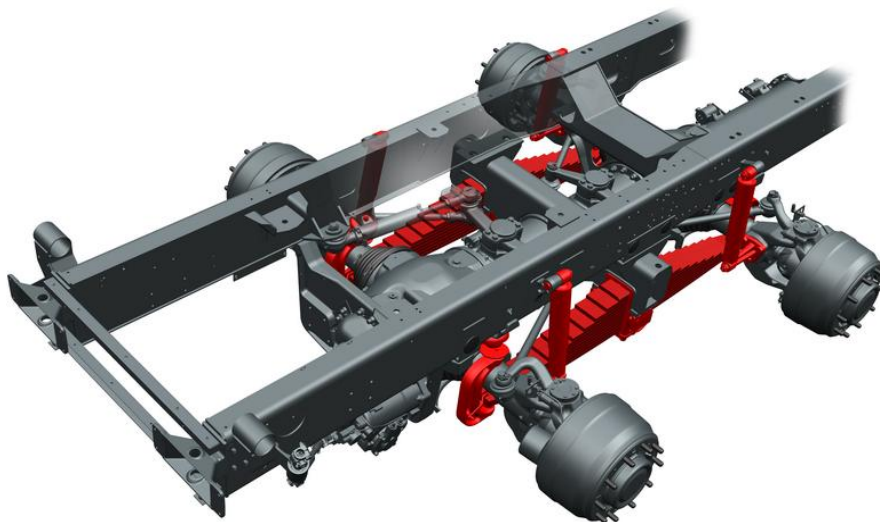
Odpružení slouží ke snižování kmitavých pohybů vozidla vyvolaných jízdou po nerovném terénu. Snižuje namáhání rámu na krut, tím zvyšuje životnost některých dílů vozidla. Odpružení má také vliv na bezpečnost jízdy, protože u větších nerovností zajišťuje stálý styk kol s vozovkou. Při průjezdu vozidla zatáčkou zajišťuje odpružení společně s tlumičem a stabilizátorem stálé přilnutí pneumatik k vozovce. Pérování bývá umístěno mezi nápravami a rámem vozidla. Podle materiálu rozlišujeme pružiny ocelové (listové, vinuté, torzní), pryžové, vzduchové (pneumatické), vzduchokapalinové (hydropneumatické) a pryžokapalinové (hydroelastické). [2, 5]

### 4.1 OCELOVÉ PRUŽINY

Mezi nepoužívanější typy patří v dnešní době listové, vinuté a torzní pružiny.

#### 4.1.1 LISTOVÉ PRUŽINY

Listové pružiny se nejčastěji používají u nákladních vozidel, ale lze je uplatnit i na zadní nápravy některých osobních automobilů. Skládají se ze svazku obdélníkových plátů z pružinové oceli, které jsou na sebe poskládány a uchyceny třmeny a sponami. Vrchní (hlavní) plát bývá nejdelší a ostatní se postupně zkracují. Podélnému posuvu zabraňuje středový šroub. Jeden konec bývá uchycen otočně a druhý suvně. To umožní změnu délky pružiny během propružení. Tuhost listové pružiny je ovlivněna délkou hlavního listu, počtem a rozměry dalších listů. Na vozidla bývají umísťovány zejména podélně, avšak v některých případech je lze umístit příčně nebo šikmo. U těžkých nákladních vozidel bývá kvůli velkému rozdílu hmotnosti plného a prázdného vozidla přidána ještě přídatná listová pružina. Ta bývá u prázdného vozidla mimo provoz. [2, 9]



*Obr.8 Listové pružiny [4]*

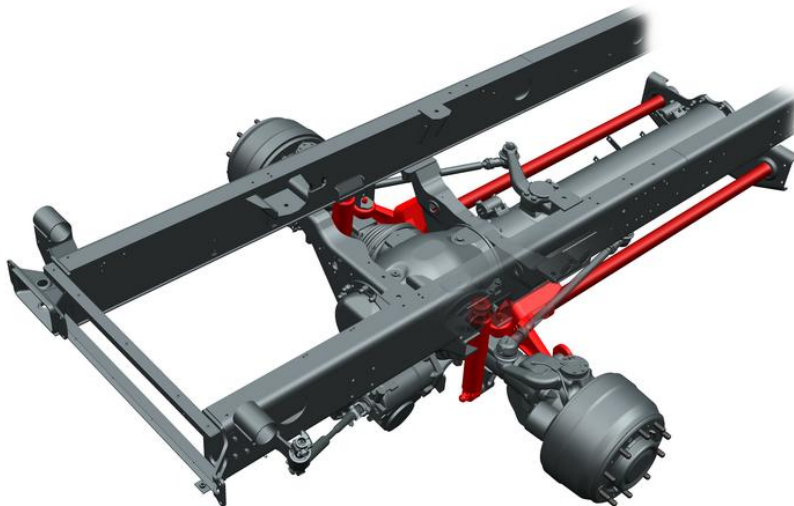


#### 4.1.2 VINUTÉ PRUŽINY

Vinuté pružiny se používají především u osobních automobilů a u menších nákladních vozidel. Pružina je navinuta z drátu kruhového průřezu. Stlačující síly působí v ose pružiny. Jejich tvrdost závisí na průměru drátu, ze kterého je pružina navinuta, dále na průměru pružiny, stoupání a počtu pružících závitů. Ke zvýšení tuhosti lze dosáhnout nestejným stoupáním závitů, proměnným průměrem (kuželové nebo soudečkové pružiny) nebo pružinou s pryžovým blokem. Jejich výhodou je malá hmotnost, jednoduché uložení a nenáročnost na údržbu. V porovnání s listovými pružinami mají při stejné účinnosti mnohem menší hmotnost i rozměry. Vinuté pružiny nemají samotlumící účinky a chybí také schopnost vést nápravu. [2, 9]

#### 4.1.3 ZKRUTNÉ (TORZNÍ) TYČE

Zkrutné tyče (zkrutné pružiny) jsou většinou kruhového průřezu s větším průměrem na koncích. Jeden konec bývá pevně uchycen a druhý uložen otočně. Při zdvihu kola dochází k natočení zkrutné tyče v mezích pružné deformace. Pro přenos kroutícího momentu se na konci tyčí nachází kruhový průřez s drážkováním anebo čtvercové, obdélníkové, popřípadě šestiúhelníkové hlavice. Kvůli lepší únavové pevnosti bývá přechod z tyče na koncové hlavice velmi plynulý. Pro zvýšení tuhosti bývá zkrutná tyč doplněna o zkrutnou trubku, která se po určitém natočení zkrutné tyče začne otáčet společně s ní. Konstrukce tyčí je poměrně jednoduchá na výrobu a nepotřebují téměř žádnou údržbu. Stejně jako u vinutých pružin jsou nevhodné pro vedení nápravy a nemají téměř žádné samotlumící účinky. [2, 9]



*Obr.9 Zkrutné tyče [4]*

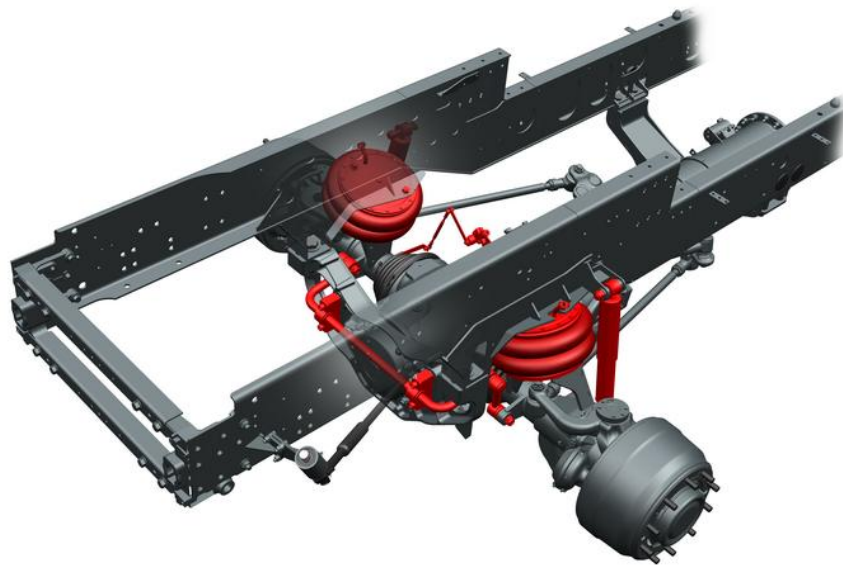
#### 4.2 PRYŽOVÉ PRUŽINY

Pryž se u automobilů využívá jako přídatný pružící prvek. Pružiny mohou být zatěžovány na krut, střih nebo tlak. Teplota, počasí a chemikálie zhoršují vlastnosti pryžových pružin, ale i přesto mají velkou životnost. Jsou poměrně levné, nepotřebují údržbu a mají vysoké vlastní tlumení. Velkou výhodou je také absorpce hluku, čehož se využívá například při uložení motorů a jiných hnacích prvků. [5]



### 4.3 VZDUCHOVÉ (PNEUMATICKÉ) PRUŽINY

V tomto případě se k odpružení využívá vzduch, který je uzavřený v nádobě vyrobené z pružného měchu nebo ocelového válce. V nádobě se nachází píst těsněný membránou. Pneumatické pružiny se používají hlavně u nákladních vozidel, autobusů, přívěsů, návěsů atd. V menší míře se používají i u osobních automobilů. Konstrukce je poměrně složitá, pružina nemá samotlumící účinky a nemůže vést nápravu. U užitkových vozů se využívají k odpružení také vzduchové systémy s otevřeným vzduchovým okruhem. Použitý vzduch v tomto případě odchází do atmosféry. [5, 6]



Obr.10 Vzduchové (pneumatické) pružiny [4]

### 4.4 HYDROPNEUMATICKÉ PRUŽINY

Tyto pružiny se skládají z válce pružiny a zásobníku. V zásobníku bývá většinou stlačený dusík na 100-200 barů. Válec přenáší síly z náprav na stlačený plyn, který tvoří pružící látku. Používají se jednodílné a dvoudílné hydropneumatické pružiny. U jednodílné pružiny je válec a zásobník stlačeného vzduchu spojen v jeden celek. Plyn a olej jsou v tomto případě odděleny membránou. Pružina nahrazuje funkci tlumiče. U dvoudílného provedení je válec a zásobník spojen tlakovým potrubím. Pružiny nemají schopnost vést nápravu a jejich konstrukce je poměrně složitá. Tuhost pružiny se samovolně mění podle zatížení vozidla. Nevýhodou je ubývání plynu přes membránu do kapaliny. S tím souvisí velké ztráty způsobené třením, které vzniká kvůli snaze utěsnit válec, aby docházelo k menšímu úbytku plynu. [2, 5]

### 4.5 PŘÍČNÉ (ZKRUTNÉ) STABILIZÁTORY

Jak je již z názvu patrné, tyto stabilizátory slouží ke stabilizaci vozidla v příčném směru. Při průjezdu zatáčkou zmenšují odklon nastavby k vnější straně zatáčky. Jsou tvořeny torzní



kruhovou tyčí o různém průměru. V případě těžkých nákladních automobilů se využívají tyče s průměrem 60 mm. [5]

#### TYPY STABILIZÁTORŮ

- uložen otočně napříč vozidla v pryžových lůžkách a pomocí kloubů je spojen s výkyvnými rameny kol
- spojen s podélnými rameny pomocí pryžových bloků
- tvořen jednoduchou torzní tyčí, která je uložena v podélných ramenech [5]

## 4.6 TLUMIČE

Při přejezdu vozidla přes nerovnost vznikají kmity pružin. Úkolem tlumiče je tyto kmity účinně utlumit a zabránit tak rozkmitání karoserie vozidla. Udržují také kola v kontaktu s vozovkou, což má vliv na bezpečnou jízdu a pohodlí pasažérů. Tlumiče se umísťují mezi kolo a rám vozidla.

V dnešní době se používají hlavně teleskopické dvojčinné kapalinové tlumiče, které mohou tlumit kmity při pohybu kola směrem od rámu, ale i k rámu. Jejich funkce spočívá v přetlačování kapaliny z jedné části tlumiče do druhé přes otvor o určitém průměru. Velikostí tohoto průměru lze ovlivňovat tuhost tlumiče. [2]

### 4.6.1 KAPALINOVÝ TLUMIČ

Pracovní látkou v kapalinovém tlumiči je olej. Prostor nad olejem je vyplněn vzduchem a je propojen s atmosférou. Tyto tlumiče mohou být provedeny pouze jako dvouplášťové. [2]

### 4.6.2 PLYNOKAPALINOVÝ TLUMIČ

Pracovní látkou je také olej, ale prostor nad ním vyplňuje plyn (většinou dusík), který není propojen s atmosférou. To umožňuje udržovat v tlumiči stálý přetlak a tím zabránit jeho zavzdušnění. [2]

#### JEDNOPLÁŠŤOVÝ PLYNOKAPALINOVÝ TLUMIČ

V tomto případě není vytvořen samostatný vyrovnávací prostor. Místo toho je tu plynová náplň, kterou od pracovního prostoru odděluje plovoucí píst. Konstrukce může být i bez plovoucího pístu, pak je kapalina oddělena náporovým kroužkem. Výhodou jednoplášťových tlumičů je lepší chlazení než v případě dvouplášťových a také mají při stejných rozměrech větší pracovní plochu než dvouplášťové tlumiče, což vede k menším tlakům v pracovní nádobě. [9]

#### DVOUPLÁŠŤOVÝ PLYNOKAPALINOVÝ TLUMIČ

Pracovní plocha se nachází ve vnitřním válci tlumiče, kde je uložen píst s průtokovými ventily. Jedním ventilem (nebo více ventily) proudí kapalina při stlačování tlumiče a dalším ventilem při roztahování tlumiče. Ve vnějším válci se nachází vyrovnávací prostor a je navzájem propojen s vnitřním válcem. Při větším naklonění tlumiče hrozí vniknutí vzduchu do pracovního prostoru, tím pak dochází ke zhoršení tlumících účinků. [9]

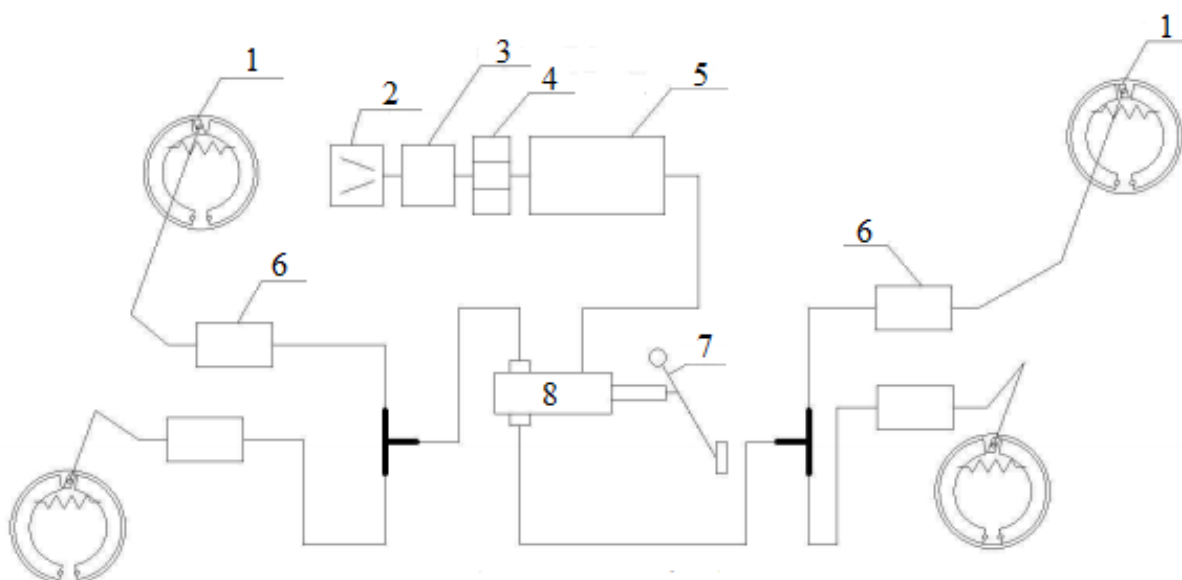


## 5 BRZDY

Brzdy slouží ke zpomalení nebo úplnému zastavení vozidla během jízdy, dále také k zajištění stojícího vozidla proti pohybu. Brzdění spočívá ve vyvolání tření mezi pevnými a rotujícími částmi vozidla. Pohybová energie je přeměňována na tepelnou. Při hromadění tepelné energie může docházet k poškození brzd, a proto je potřeba ji odvádět do okolního ovzduší. U menších nákladních automobilů se mohou používat vzduchokapalinové brzdy, kde stlačený vzduch působí na brzdový válec ovládající kapalinové brzdy. [5, 6]

### 5.1 STROJNÍ VZDUCHOVÁ SOUSTAVA

U těžkých nákladních vozidel a autobusů nestačí k zabrzdění síla vyvolaná nohou řidiče. V těchto případech bývá brzdící účinek vyvolán stlačeným vzduchem. Řidič svou silou pouze uvolňuje tento stlačený vzduch, který se využívá k brzdění. [10]



Obr.11 Schéma vzduchové brzdy: 1. brzdový klíč, 2. kompresor 3. regulátor tlaku, 4. jistící ventil, 5. vzduchotaj, 6. brzdový válec, 7. pedál, 8. hlavní brzdič [10]

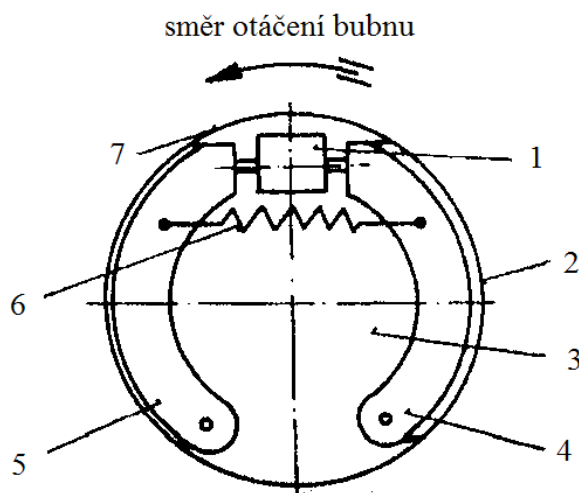
Zdrojem stlačeného vzduchu bývá kompresor. Nasávaný vzduch je pomocí vysoušeče zbaven vlhkosti, aby nedocházelo ke korozi jednotlivých dílů brzdové soustavy. Pokud se v brzdovém systému nenachází vysoušeč vzduchu, bývá zde přidána protimrazová pumpa, aby v zimním období nedocházelo k zamrznutí celé soustavy. Ve vzduchotaji se udržuje zásoba stlačeného vzduchu, která musí být dostatečně velká, aby bylo možné brzdu opakovaně používat. Regulátor tlaku zde udržuje tlak v rozmezí 700 až 800 kPa. Jistící ventil dodává stlačený vzduch do brzdových okruhů a při netěsnosti jednoho okruhu zabraňuje ztrátě tlaku v ostatních okruzích. Po přivedení vzduchu do brzdového válce dochází k přitlačování obložení na brzdový buben. [10]



## 5.2 BUBNOVÉ BRZDY

Bubnová brzda se skládá z brzdového bubnu a přitlačných brzdových čelistí s třecím obložním. Brzdový buben se otáčí spolu s kolem a jeho vnitřní válcová plocha je třecí plochou. Brzdové čelisti jsou umístěny uvnitř bubnu. Při brzdění se vlivem zvyšující se teploty začíná brzdící buben roztahovat. Dochází k poklesu přitlaku čelistí na buben, a tím se snižuje brzdný účinek. Zatímco se u osobních automobilů přechází z bubnových brzd na kotoučové, u nákladních automobilů se ve většině případů stále využívají bubnové brzdy, protože mají menší zástavbový průměr než brzdy kotoučové. [5, 10]

Existuje více typů bubnových brzd, avšak u nákladních vozidel se používají především jednoduché bubnové brzdy (SIMPLEX). Využívají se především na zadní nápravy a přední hnané nápravy. Pomocí jednoho společného ovládacího zařízení jsou přitlačovány obě čelisti (náběžná a úběžná) k brzdovému bubnu. [5, 10]



Obr.12 Bubnová brzda SIMPLEX: 1. Brzdový váleček, 2. brzdové obložení, 3. štít brzdy, 4. úběžná čelist, 5. náběžná čelist, 6. vratná pružina, 7. třecí plocha (buben) [5]

U bubnové brzdy s rozevíracím klíčem působí píst na páku, která otáčí klíčem. Ten rozevívá čelisti a přitlačuje obložení na brzdový buben, což má za následek brzdění vozidla. Poté je z potrubí zbylý vzduch vypuštěn a brzdové čelisti se pomocí vratných čelistí vrací do původní polohy. [10]

V případě bubnové brzdy s klínovým rozvíračem působí píst na klín, který je zatlačován mezi zdvihátka brzdových čelistí. Ty jsou přitlačovány k brzdovému bubnu a tím vyvolávají brzdící efekt. [10]

## 5.3 KOTOUČOVÉ BRZDY

U kotoučových brzd přitlačuje píst přímo brzdové destičky na kotouč. Jejich teploty mohou dosahovat až 900°C. Proto jsou na kotoučích vzduchové kanálky, které zlepšují jejich chlazení. Oproti bubnovým brzdám jsou kotoučové brzdy lehčí, mají vyšší účinnost a dlouhodobě-



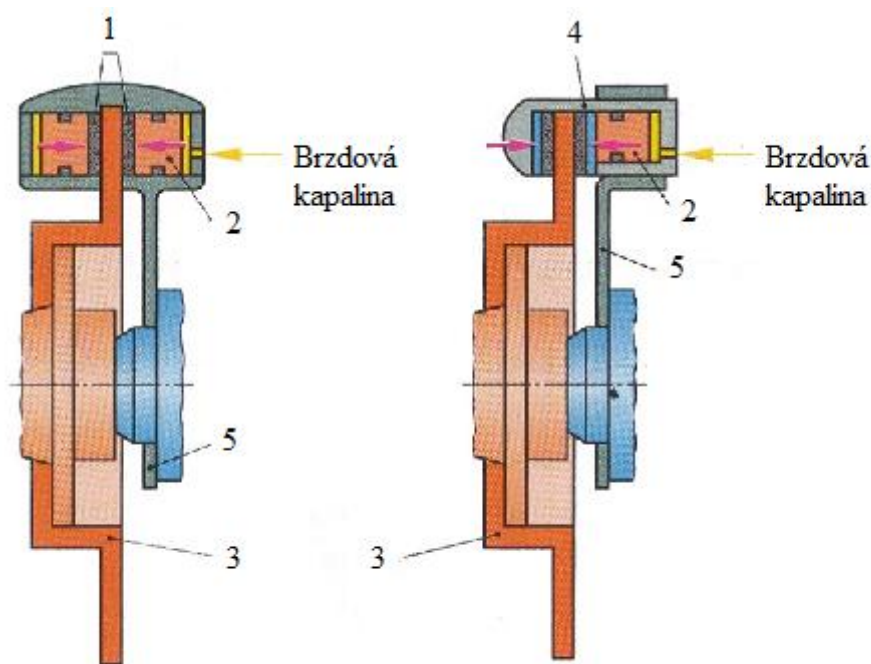
ším intenzivním brzděním nedochází k slábnutí brzdících účinků, protože jsou lépe chlazeny. Nevýhodou je jejich vyšší pořizovací cena, náchylnost na znečištění a s tím spojená častější údržba. Využívají se na přední nehnané nápravy. [5, 10]

### 5.3.1 KOTOUČOVÁ BRZDA S PEVNÝM TŘMENEM

U kotoučové brzdy s pevným třmenem jsou hydraulické válce umístěny proti sobě na obou stranách kotouče. Většinou se používají dva, tři nebo čtyři válce. Třmen bývá napevno uchyten k nápravě vozidla. [5]

### 5.3.2 KOTOUČOVÁ BRZDA S VOLNÝM TŘMENEM

U brzdy s volným třmenem je hydraulický válec jen na jedné straně kotouče. Na druhé straně se nachází nepohyblivá brzdová destička, na kterou je při brzdění přitlačen hydraulickým válcem brzdový kotouč. Tento typ patří v současné době k nejvíce používaným kotoučovým brzdám. Oproti variantě s pevným třmenem se v průběhu brzdění lépe chladí, což vede k lepším brzdícím účinkům. [5]



Obr. 13 Kotoučová brzda s pevným třmenem (vlevo) a s volným třmenem (vpravo): 1. brzdové destičky, 2. píst, 3. brzdový kotouč, 4. třmen kotoučové brzdy, 5. pevný držák [10]



## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat konstrukční prvky podvozků u nákladních vozidel. V úvodní části je popsána funkce podvozků, používané typy a jednotlivé části, které tvoří podvozek. Tyto části jsou v následujících kapitolách podrobněji popsány. V kapitole o rámech jsou vyjmenovány jednotlivé typy, které se více či méně používaly, nebo používají dodnes. Mezi nejčastější patří obdélníkový rám, který využívá většina automobilových firem. Výjimkou je firma Tatra. Ta si nechala již na počátku 20. století patentovat centrální nosnou rouru, kterou využívá dodnes. V další části práce je popsáno závislé a nezávislé zavěšení kol. V posledních letech přišlo Volvo na trh s lichoběžníkovou přední nápravou. Je možné předpokládat, že se k tomuto řešení přidají časem i další firmy, protože tato úprava má lepší jízdní vlastnosti než tuhá náprava. V kapitole o odpružení jsou popsány používané typy pružin, stabilizátory a také tlumiče. Poslední část je věnována brzdám. Jsou zde popsány bubnové a kotoučové brzdy a také vzduchová brzdová soustava, která se u nákladních vozidel používá.

Silniční doprava patří spolu s železniční dopravou k největším odvětvím dopravy, co se týká množství přepraveného nákladu. Od roku 1892, kdy Gottlieb Daimler zkonstruoval první nákladní automobil, se neustále zlepšují technologie, konstrukce vozidel a také motory. To umožňuje zvětšovat nákladní automobily i množství přepraveného nákladu. Na zdokonalování automobilů má také velký vliv konkurenční rivalita. Automobilové firmy se nestále předhánějí ve své tvorbě, aby zaujaly zákazníky a naplnily trh svými výrobky. Každá firma využívá odlišné součásti, což vede k rozdílným výsledným konfiguracím. Proto mají nákladní automobily od každé značky své výhody i nevýhody a hodí se tak do různých situací.



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ŠUMAN-HREBLAY, Marián. Taxi, popelářská a speciální vozidla: české a slovenské víceúčelové automobily od r. 1906. Brno: CPress, 2013. Autosalon. ISBN 978-80-264-0175-9.
- [2] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. Automobily. 1, *Podvozky*. 4. vydání. Brno: Avid, spol. s r. o, 2012, 245 stran : ilustrace (převážně barevné). ISBN 978-80-87143-24-7.
- [3] AGROTEC nákladní automobily: *Podvozek* [online]. 2012 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://iveco.agrotectrucks.cz/trakker-podvozek>
- [4] TATRA [online]. 2014 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: [www.tatra.cz](http://www.tatra.cz)
- [5] VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 3., přeprac., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6464-X.
- [6] GILLESPIE, T. D.: Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1992. ISBN 1-56091-199-9.
- [7] Autolexicon [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/>
- [8] Automobily: Unikátní technologie Volvo. *Automobilrevue* [online]. 2011 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: [http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/automobily-unikatni-technologie-volvo\\_44515.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/automobily-unikatni-technologie-volvo_44515.html)
- [9] BRAUN, Pavel, VALA, Miroslav: Vojenská kolová vozidla, díl III.- *Konstrukce vozidel*. Učebnice U-1221/3. VA Brno, 2000.
- [10] CHVÁTAL, Petr. Autoškola CDE. Business Media CZ, 2011. ISBN 978-80-902549-7-8.
- [11] Autorubik: *Brzdy a brzdový systém automobilu* [online]. 2010 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.autorubik.sk/clanky/brzdy-a-brzdovy-system-automobilu>