

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Bakalářská práce

Historický vývoj a konstrukce automobilových podvozků

Štěpán Jasenovský

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Štěpán Jasenovský

Technika a technologie v dopravě a spojích
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Historický vývoj a konstrukce automobilových podvozků

Název anglicky

Historical evolution and construction of vehicle chassis

Cíle práce

Cílem práce je literární rešerše zabývající se historickým vývojem a konstrukcí vozidlových podvozků.

Metodika

- 1.Úvod
- 2.Cíl práce
- 3.Přehled řešené problematiky
- 4.Závěr
- 5.Seznam použitých zdrojů
- 6.Přílohy

Doporučený rozsah práce

30-40 str. včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

podvozek, odpružení, rám

Doporučené zdroje informací

FIRST, Jiří. Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry. Praha: S&T CZ, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

JAN, Zdeněk a Jiří ČUPERA. Automobily 1 – Podvozky. Praha, Avid, 2007. ISBN 978-80-87143-03-2.

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Jakub Mařík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2020

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Historický vývoj a konstrukce automobilových podvozků" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 25.3.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Jakobovi Maříkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, vstřícnost při konzultacích a užitečné rady při psaní práce.

Historický vývoj a konstrukce automobilových podvozků

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá historickým vývojem a konstrukcí automobilových podvozků. První část práce popisuje účel podvozku, jednotlivé části a historický vývoj podvozků na konkrétních vozech. Ty byly vybrány tak, aby každý vůz disponoval evolučním konstrukčním řešením. Vozy jsou seřazeny chronologicky dle roku výroby, stručně představeny a následně je popsána konstrukce podvozku. Část druhá se přímo zaměřuje na používaná konstrukční řešení skládající se z jednotlivých částí, ty následně tvoří funkční celek (podvozek). U jednotlivých konstrukčních řešení je vždy popsána konstrukce, účel, funkce, případné výhody a nevýhody. Konstrukční řešení, která jsou popisována podrobněji ve druhé části práce, jsou využívána u většiny automobilů v dnešní době.

Klíčová slova: podvozek, odpružení, rám, zavěšení, karoserie, pružina, tlumič, náprava, rameno, konstrukce, brzdy

Historical evolution and construction of vehicle chassis

Summary: The bachelor's thesis deals with the historical development and construction of automobile chassis. The first part describes the purpose of the chassis, individual parts and the historical development of chassis on specific cars. These were chosen so that each car had an evolutionary design. Vehicles were sorted chronologically by year of manufacture, briefly introduced and then the chassis construction is described. The second part focuses directly on the design solutions used, consisting of individual parts, which then form a functional unit (chassis). The design, purpose, function, possible advantages and disadvantages of individual construction solutions are always described. The design solutions, which are described in more detail in the second part of the work, are used in most cars today.

Keywords: chassis, suspension, frame, body, spring, shock absorber, axle, arm, construction, brakes

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Přehled řešené problematiky	3
3.1	Účel podvozku, jeho základní části a jejich účel	3
3.1.1	Rám nebo samonosná karoserie	3
3.1.2	Podvěsy	4
3.2	Historický vývoj podvozků.....	5
3.2.1	První automobil se spalovacím motorem (1885).....	5
3.2.2	Ford Model T (1908).....	6
3.2.3	Vozy Tatra.....	7
3.2.4	Tatra 10 (1915).....	8
3.2.5	Tatra 11 (1923).....	9
3.2.6	Lancia Lambda (1922)	10
3.2.7	Citroën Traction Avant (1934).....	12
3.2.8	Citroën 2 CV (1948)	13
3.2.9	BMC MINI (1959)	15
3.2.10	Datsun 240Z (1969)	17
3.2.11	Mercedes Benz G (1979)	19
3.2.12	Důležité prvky podvozků v čase	21
3.3	Konstrukce podvozků	22
3.3.1	Rámy	22
3.3.2	Samonosná karoserie.....	25
3.3.3	Polonosná karoserie	26
3.3.4	Nápravy	26

3.3.5	Odpružení.....	33
3.3.6	Tlumiče	40
3.3.7	Stabilizátory	41
3.3.8	Těhlice.....	42
4	Závěr.....	43
5	Seznam použitých zdrojů	44

Seznam obrázků

Obrázek 1	První automobil Karla Benze	6
Obrázek 2	Ford Model T	7
Obrázek 3	Koncepce nákladních vozů Tatra	7
Obrázek 4	Tatra 10	8
Obrázek 5	Konstrukce vozu Tatra 10	9
Obrázek 6	Sportovní speciál Tatra 11	9
Obrázek 7	Podvozek Tatra 11.....	10
Obrázek 8	Lancia Lambda.....	11
Obrázek 9	Samonosná karoserie modelu Lambda.....	11
Obrázek 10	Citroën Traction Avant	12
Obrázek 11	Přední náprava Traction Avant	13
Obrázek 12	Variabilní nastavení světlé výšky.....	13
Obrázek 13	Citroën CV 2	14
Obrázek 14	Rám s nápravami a jednotkou pružení vozu CV 2.....	15
Obrázek 15	Morris Mini Minor 1959.....	16
Obrázek 16	Přední pomocný rám s rameny nezávislého zavěšení	16
Obrázek 17	Zadní pomocný rám s nezávislým zavěšením kol.....	17
Obrázek 18	Datsun 240Z	18

Obrázek 19 Zadní náprava 240Z	19
Obrázek 20 Přední náprava 240Z	19
Obrázek 21 Všechny dostupné verze vozu G-wagen	20
Obrázek 22 Konstrukce vozu Mercedes Benz G	20
Obrázek 23 Obdélníkový rám.....	22
Obrázek 24 Rám páteřový nastavný	23
Obrázek 25 Rám páteřový rozvidlený	23
Obrázek 26 Rám plošinový	24
Obrázek 27 Obvodový rám.....	24
Obrázek 28 Příhradový rám.....	25
Obrázek 29 Samonosná karoserie.....	26
Obrázek 30 Části polonosné karoserie	26
Obrázek 31 Přední tuhá náprava.....	27
Obrázek 32 Nerozvidlená přední náprava	28
Obrázek 33 Zadní tuhá poháněná náprava.....	28
Obrázek 34 Zadní poháněná náprava s Panharskou tyčí	29
Obrázek 35 Tuhá zadní náprava s Wattovo přímovodem	29
Obrázek 36 Zadní náprava De-dion.....	30
Obrázek 37 Lichoběžníková náprava	30
Obrázek 38 Náprava Mc Pherson	31
Obrázek 39 Kliková náprava Mitsubishi	32
Obrázek 40 Zadní poháněná kyvadlová úhlová náprava.....	32
Obrázek 41 Zadní kliková spřažená náprava.....	33
Obrázek 42 Přední víceprvková náprava	33
Obrázek 43 Půleliptická pružina a kluzným zavěsem	36
Obrázek 44 Odpružení zadní nápravy vinutou pružinou s vloženým tlumičem.....	37

Obrázek 45 Graf porovnání pružin s lineární a progresivní charakteristikou.....	37
Obrázek 46 Odpružení zkrutnými tyčemi v podélném směru umístění	38
Obrázek 47 Schéma vzduchového systému.....	39
Obrázek 48 Hydropneumatická pružina	39
Obrázek 49 Kapalinový tlumič	41
Obrázek 50 Typy plynokapalinových tlumičů	41
Obrázek 51 Stabilizátor nápravy	42

1 Úvod

Tato práce se zabývá historickým vývojem a konstrukcí automobilových podvozků. Podvozek automobilu je jednou z nejdůležitějších částí celého vozidla, jelikož jeho selhání může mít fatální následky. Zajišťuje totiž ovladatelnost vozidla při každé rychlosti a neustálý styk s vozovkou i za předpokladu, že jízdni povrch není ideální. Podvozek se skládá z mnoha součástí, které tvoří celek. Pro součásti, které jsou nezbytné pro zajištění říditelnosti vozidla, se zpravidla využívá mechanický (řízení, převod momentu na kola pomocí poloos) a hydraulický (brzdy) přenos sil. Požadujeme zde nejvyšší spolehlivost. Pro zvýšení komfortu a zlepšení jízdni vlastností vozidla se jako medium využívá především elektřina. Tu lze využít k regulaci tuhosti odpružení, pohonu posilovače řízení nebo ovládání parkovací brzdy.

Historie podvozků sahá dále než jejich spojení s automobily. První konstrukce se již objevovaly v dávné historii jako platformy s koly pro tahání těžkých břemen, kdy tažnou sílu produkovala zvířata nebo člověk sám. Postupným vývojem se podvozky zdokonalovaly až do dnešní fáze, kdy je drtivá většina lidské populace denně využívá k osobní i nákladní přepravě právě jako základní součást dopravního prostředku.

Vývoj podvozku jako součásti automobilu prošel mnoha fázemi, konstrukční řešení se postupem času inovovala směrem k lepší funkčnosti. Aspekty rozvíjející vývoj podvozků jsou především rostoucí cestovní rychlost automobilů, vyšší požadavky na komfort, zlepšení ovladatelnosti vozidla, větší možnosti v oblasti konstrukčních technologií, ale také finanční náklady na výrobu komponent. S nárůstem počtu výrobců se vývoj automobilů neustále zrychluje, protože si každý výrobce chce udržet své místo na trhu a funkce podvozku je jedním z hlavních aspektů k výrobě konkurenceschopného vozu.

2 Cíl práce

Cílem práce je popis historického vývoje a konstrukce automobilových podvozků. Popis podvozků vozů průřezem doby. Detailní popis součástí, ze kterých se podvozek skládá, jejich účel a funkce.

3 Přehled řešené problematiky

Tato kapitola se zabývá literární rešerší popisující historický vývoj a konstrukci automobilových podvozků. V kapitole 3.1 je zahrnuto seznámení s podvozkem, které obsahuje účel podvozku jako celku a jeho základní části. V kapitole 3.2 je zpracován historický vývoj podvozků. Vývoj je popsán a znázorněn na vybraných historických automobilech pro snazší představu vývoje konkrétních prvků. Kapitola 3.3 je zaměřena na popis konkrétních částí, ze kterých se podvozek skládá. Uvedena jsou jak konstrukční řešení historická, tak i řešení současná.

3.1 Účel podvozku, jeho základní části a jejich účel

Účel a funkce podvozku

Podvozek je základní nosnou částí každého automobilu. Jeho primárním účelem je spojení karoserie automobilu s vozovkou, zvýšení komfortu pro cestující pomocí odpružení, zajištění co nejlepší říditelnosti, redukce rychlosti vozidla a pohonu kol. Podvozek současně tvoří nosný prvek pro hnací ústrojí, převodové ústrojí a karoserii. Každá část podvozku má svou přesně stanovenou funkci, pro kterou je navržena a jako celek činí automobil provozuschopným. Jakákoliv porucha podvozku má přímý negativní vliv na ovládání vozidla, zhoršuje ovladatelnost, ba dokonce ovládání vozu přímo znemožní. [1]

Základní části podvozku

Podvozek osobního automobilu se skládá z rámu (pokud nemá automobil samonosnou karoserii), podvěsů (předního a zadního), řízení a příslušenství podvozku. [2]

3.1.1 Rám nebo samonosná karoserie

Rám je základní nosný prvek podvozku. Nese celou hmotnost kabiny, karoserie, pohonné jednotky a převodového ústrojí. Na rám jsou připevněny všechny zbylé části podvozku. [1]

V dnešní době je rám používán u nákladních automobilů a dále nejčastěji u vozů, které jsou konstrukčně navrženy pro jízdu v nepříznivých podmínkách (off-road). Pravidlem to bývá u vozů s typem karoserie Pick-UP (korba těchto vozů slouží k převážení nákladu, který má často velkou hmotnost, proto je konstrukce řešena rámem s velkou tuhostí).

Pro osobní automobily je typickým konstrukčním řešením samonosná karoserie. Samonosná karoserie plní v plném rozsahu funkci rámu. Hlavní podmínkou pro její konstrukci

je dostatečná tuhost, aby nedocházelo k nadměrnému kroucení. Další nezbytnou částí jsou deformační zóny. Ty jsou navrženy tak, aby v případě nárazu pohltily energii svou deformací a zmírnily tak energii, která se přenesla do kabiny. Části podvozku jsou spojeny s karoserií ve vyztužených místech. Vibrace od vozovky a motoru jsou nežádoucím jevem a jeho eliminace je řešena použitím gumových pružných členů.

Kombinace rámové a samonosné karoserie se nazývá polonosná. Tento typ karoserie je kombinací dvou výše uvedených, skládá se ze samonosné části karoserie a rámu. Rám zde slouží ke spojení komponentů podvozku se zbytkem automobilu. Namáhání a působící síly jsou rozloženy do obou částí, tedy do rámu i samonosné části. [2]

3.1.2 Podvěsy

Podvěsy jsou část podvozku zajišťující pohon kol, odpružení, brždění a možnost řízení nápravy. Jsou připevněny k rámu nebo karoserii na vyztužených místech. Podvěsy obsahují nejvíce komponentů ze všech podvozkových částí. Komponenty podvěsů jsou zásadními prvky ovládání automobilu, umožňují zastavení vozidla, zatáčení, pohon kol a odpružení a zajišťují neustálý kontakt všech kol s vozovkou. [2]

Nápravy

Nápravy jsou součástí, které přenášejí reakce od vozovky do rámu nebo karoserie. Tyto reakce jsou tlumeny odpružením, jejich konstrukce zajišťuje u řídicí nápravy možnost natáčení kol. Nápravy mohou být hnané nebo hnací, pevné nebo řídicí. Nápravy mají spoustu konstrukčních řešení, jejich rozdíly jsou pak patrné i při řízení vozidla. [1]

Brzdy

Brzdová soustava zajišťuje jednu z hlavních funkcí automobilu a tou je redukce rychlosti, tedy zpomalení či úplné zastavení vozidla a zajištění proti pohybu.

Odpružení

Hlavním účelem odpružení je zachycení a tlumení nárazů, otřesů a vibrací způsobených nerovným povrchem. Tvrdé a rychlé nárazy přeměňuje odpružení na měkké a táhlé. Důležitou součástí tlumení jsou také pneumatiky, které tlumí tyto nežádoucí jevy. [2]

Řízení

Směr jízdy vozidla udává řidič natočením volantů. Úhel natočení volantů je převáděn řídicím ústrojím na přední kola. Moderní vozy (zpravidla prémiových značek nebo sportovních

divizí) mají řízenou i zadní nápravu. Zadní kola se natočí o určitý úhel, kterým umožní lepší manévrovatelnost vozu a zmenšení poloměru otáčení. Souhrn součástí, které se podílejí na vychýlení kol za účelem přizpůsobení směru jízdy se nazývá řízení. [1]

3.2 Historický vývoj podvozků

Protože automobily procházejí neustálým vývojem, tak i podvozky jsou neustále vyvíjeny. Inovace podvozků vede ke snížení hmotnosti vozidel, zlepšení ovladatelnosti vozu, výhodnějšímu uspořádání koncepce automobilu, zvýšení komfortu posádky, ale také zvýšení bezpečnosti vozidla. Dalším důležitým aspektem, který ovlivnil a stále ovlivňuje vývoj, je finanční náročnost výroby. Proto se při vývoji stále vytvářejí jednodušší a méně náročná konstrukční řešení.

3.2.1 První automobil se spalovacím motorem (1885)

První automobil byl zkonstruován v Německu roku 1885 konstruktérem Karlem Benzem. Podvozek tohoto automobilu připomínal svou konstrukcí spíše dnešní jízdní kola (velocipéd), nebo kočár pro koňská spřežení. Poháněn byl jednoválcovým naftovým spalovacím motorem, který byl vodou chlazený. Jednalo se o tříkolový dvoumístný automobil (viz. Obr.1).

Rám automobilu byl vyroben z ocelových ohýbaných trubek. Řízení bylo zkonstruováno pomocí kliky řízení, táhel a páky. Úhel natočení kliky řízení byl přenášen táhly na přední kolo. Již první automobil měl odpružení zadní poháněné nápravy – bylo zajištěno eliptickými pružinami. Přední náprava byla pevná bez odpružení. Již tento automobil měl kuličková ložiska v kolech pro minimalizaci tření mezi nábojem a osou. Rychlost automobilu bylo možné regulovat pouze otáčkami motoru, jelikož automobil nebyl vybaven brzdami. Přenos výkonu na kola byl řešen pomocí diferenciálu a dvěma řetězovými převody. [3]

Obrázek 1 První automobil Karla Benze



Zdroj: <https://www.auto.cz>

3.2.2 Ford Model T (1908)

Přelomový okamžik ve světě automobilů se odehrál roku 1908. Model T (viz. Obr. 2) od firmy Ford se stal prvním sériově vyráběným automobilem. Důraz byl kladen na cenu automobilu, protože hlavní myšlenkou bylo finančně přiblížit automobily širší veřejnosti.

Rám Fordu T byl obdélníkové konstrukce, nejprve byl zhotoven ze dřeva, pro sériovou výrobu byl ale materiál změněn na ocel profilu C. Obdélník byl konstruován se čtyřmi tvarovanými příčnicí, na příčnicích vpředu a vzadu rámu byly připevněny nápravy s odpružením. O odpružení se starala listová pera. Další částí zvyšující tuhost rámu byla kabina. Zadní náprava zavěšena na listovém peru byla třídílná a vně nápravy byl umístěn diferenciál. Osy nápravy byly osazeny válečkovými ložisky a následně spojeny s nábojem maticí. Již u tohoto vozu byly použity mechanické bubnové brzdy umístěné pouze na zadní nápravě. Ovládané byly ruční pákou. Náprava přední byla na koncích rozvidlená pro upevnění těhlice. Rozvidlená byla také tyč řízení, aby nahradila funkci dnešního nejobvyklejšího řešení, kterým je kulový čep. Rozvidlení vedlo nad a pod otvorem v řídicí páce těhlice. Tyto části byly spojeny šroubem. Kola byla nejprve konstruována ze dřeva s loukotěmi, později se přešlo na kola vyplétaná.

Konstrukce automobilu se postupem času měnila. To bylo důsledkem rozšířenější škály modelů. Od modelů Roadster pro dva pasažéry až po nákladní modely s cisternou. Nákladní modely měly větší rozvor a rám byl z profilů o větší tloušťce.

Obrázek 2 Ford Model T



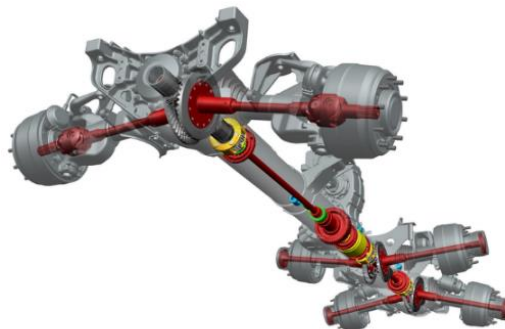
Zdroj: <https://www.tipcars.com>

3.2.3 Vozy Tatra

Automobilka Tatra je nejstarší automobilkou ve střední Evropě a zároveň druhou nejstarší automobilkou na světě. Prvním automobilem Tatry se stal roku 1897 model Präsident. Pouze o rok později vyrobila automobilka první nákladní vůz. Zprvopočátku však automobilka nenesla jméno Tatra, ale jméno NW. Automobilka se vyjímalala spíše v oblasti nákladních automobilů, zejména díky specifické koncepci podvozků. [4]

Roku 1923 představila Tatra jedinečný koncept, kdy je rám tvořen centrální nosnou rourou, kde je na předním konci umístěn motor s převodovkou (viz. Obr. 3). Vně centrální roury jsou pak umístěny diferenciály, hnací hřídel a planetové převody. Jednotlivé nápravy jsou nezávisle zavěšené a moment je na kola přenášen přes poloosy vyvedené právě z hlavního nosného prvku. [5]

Obrázek 3 Koncepce nákladních vozů Tatra

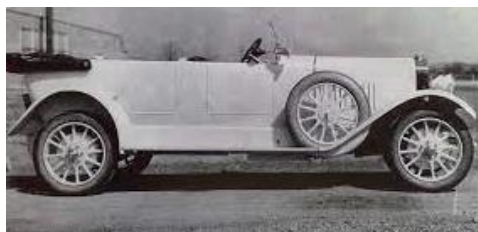


Zdroj: <https://www.tatra.cz>

3.2.4 Tatra 10 (1915)

Jedná se o osobní automobil zprvu známý pod názvem NW U. Tento automobil byl určen pro movitější klientelu hlavně díky svým prostorným rozměrům. Právě tento model (viz. Obr. 4) se podílel na přejmenování značky z NW na Tatra. Konstrukteři vozu přišli s inovací, která velkou vahou přispěla ke zlepšení jízdních vlastností. Vůz byl testován v náročných podmínkách, kdy projížděl trasu přes Štrbské pleso do Tatranské Lomnice. Později se vůz účastnil a reprezentoval Tatra i na sportovních akcích jako závody do vrchu a jízdy spolehlivosti. Délka vozu byla 4,9 m a celková hmotnost činila 1920 kg. Těmito rozměry disponovaly modely s typem karoserie limuzína.

Obrázek 4 Tatra 10



Zdroj: <https://www.tatra-club.com>

Konstrukce vozu (viz. Obr. 5) vycházela z klasické koncepce, tedy motor vpředu, poháněná zadní náprava. Základním nosným prvkem byl obdélníkový rám. Nápravy, přední i zadní, byly tuhé a odpružené listovými péry. Přední náprava měla listová péra uložena podél rámu, který měl zahnuté konce směrem k zemi a uzpůsobené k připevnění hlavního listu. Stejným způsobem byl řešen rám i v zadní části vozu, listová péra byla však uložena ne pod rámem, jak bylo zvykem, ale z boku rámu. Přední tuhá náprava měla rozvidlení na koncích pro montáž těhlice s osou kola a umožnění natáčení kol. V zadní nápravě byl vložen diferenciál a hřídele pro pohon kol. Největší inovací tohoto modelu byla montáž bubnových brzd na všechna čtyři kola, to však nastalo v pozdějším vývoji. Nejprve byl vůz osazen brzdami pouze na zadní nápravě. Zadní brzdová soustava disponovala funkcí ruční brzdy. Vůz se vyráběl s různými typy karoserie, uzavřenou jako limuzína, otevřenou pro sportovní účely a lišily se také počty sedadel u jednotlivých typů. Kola vozu měla konstrukci dle přání zákazníka. Vůz se dodával s koly zaplétanými, dřevěnými loukoťovými a plnými. Výhradou modelu bylo použití pneumatik Michelin. [5, 6]

Obrázek 5 Konstrukce vozu Tatra 10



Zdroj: <https://cs.wikipedia.org>

3.2.5 Tatra 11 (1923)

Na poměr doby nezvykle řešený malý osobní vůz, který se zpočátku dočkal pouze skeptických názorů, postupem času však dostal uznání díky jeho sportovním výsledkům a praktické použitelnosti. První vůz byl vyroben roku 1923 a představen byl téhož roku na pražském autosalonu. Tatra 11 byla postavena za stejným účelem jako Ford T, tedy zkonstruovat vozidlo jednoduché a cenově dostupné pro širší veřejnost. Tuto vizi se však nepodařilo naplnit zejména kvůli poválečné době a nové republice. Předností modelu 11 byla jeho použitelnost v terénu, která byla díky jeho nezvyklé konstrukci na vysoké úrovni. Vůz se vyráběl v provedení phaeton (otevřený vůz s odklápěcí střechou), čtyř až šestimístná limuzína nebo dvoumístné kupé. Pro sportovní účely se používala dvoumístná karoserie roadster (viz. Obr. 6).

Obrázek 6 Sportovní speciál Tatra 11

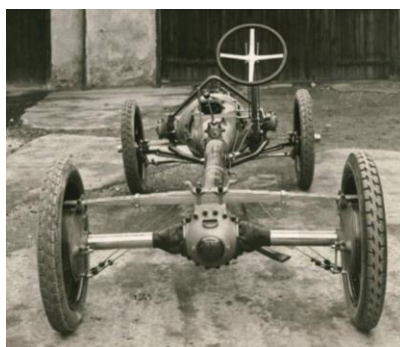


Zdroj: <https://auta5p.eu>

Podvozek vozu se skládal z páteřového rámu, který má vysokou tuhost v krutu oproti předešlému obdélníkovému typu. Karoserie vozu byla připevněna k rámu pomocí příčníků. Hlavním nosným prvkem rámu byla ocelová trubka o průměru 110 mm. Trubkou procházela hnací hřídel a na přední části byl připevněn motor s převodovkou. Na zadní části páteřového

nosníku byl umístěn diferenciál. Výhodou páteřového rámu byla jeho nízká hmotnost. Dalším inovačním řešením Tatry 11 bylo nezávislé zavěšení kol zadní nápravy, která byla odpružena listovým pérem příčně uloženým a připevněným ke skříni diferenciálu uprostřed listů. Kraje hlavního listu byly připevněny k zadní části bubnových brzd. Jelikož zadní náprava se skládala ze tří kusů: skříň diferenciálu a dvou ramen kulatého průřezu (viz. Obr. 7), nebylo propružení jednoho kola závislé na propružení kola druhého. Dále byla zadní náprava osazena dvojitými bubnovými brzdami pro provozní i parkovací brzdění. Přední náprava byla klasické tuhé konstrukce odpružená listovým pérem v příčném směru, avšak nebyla vybavena brzdami. [8]

Obrázek 7 Podvozek Tatra 11

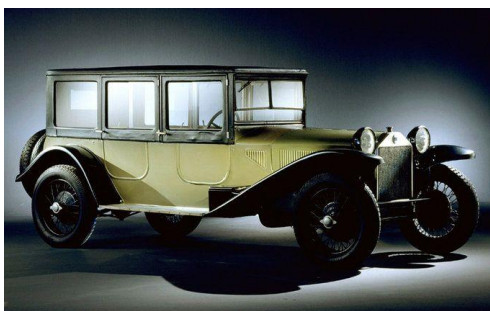


Zdroj: <https://www.idnes.cz>

3.2.6 Lancia Lambda (1922)

Model Lancia Lambda (viz. Obr. 8) je jedním z přelomových modelů konstrukčních řešení automobilů. Inovační konstrukce vozu se netýká pouze podvozku, ale také pohonné jednotky. Vůz byl vyráběn v letech 1922–1931. Předností vozu byla především jeho poloha těžiště, která byla umístěna níže, než dovovala konstrukce vozů konkurenčních. Lancia Lambda je prvním vozem, u kterého byla použita samonosná karoserie, místo klasického rámu. Roku 1918 si majitel automobilky nechal použitou samonosnou karoserii patentovat. Inspirací pro realizaci tohoto přelomového typu karoserie byla konstrukce plachetnic. Cílem automobilky bylo zkonstruovat vůz, který díky svým rozměrovým a váhovým parametrům nebude potřebovat motor s velkým zdvihovým objemem, jak bylo do této doby zvykem. Díky podvozkové nadčasovosti a uspořádání automobilu dokázal vůz obstát i na závodním poli. Lehká konstrukce a stabilita na vysoké úrovni umožnila modelu Lambda konkurovat v závodech výkonnějším vozům.

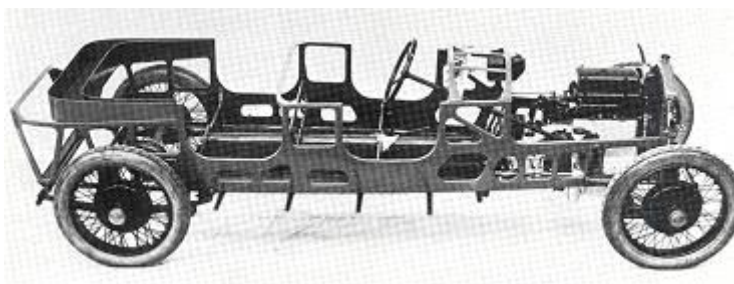
Obrázek 8 Lancia Lambda



Zdroj: <https://www.auto.cz>

Konstrukce podvozku vychází z použití samonosné karoserie, která byla vyrobena z lisovaných plechů (viz. Obr. 9). Karoserie byla velice odolná proti kroucení, kroučila se přibližně desetkrát méně než běžně používané rámy. Karoserie byla konstruována s otvory, jejichž účelem bylo snížení hmotnosti vozu, dále byla přizpůsobena otvorům pro dveře. Přední náprava vozu byla dalším přelomovým řešením, jelikož se jednalo o nápravu nezávisle zavěšenou, uloženou na kluzných pouzdrech a odpruženou vinutými pružinami. Pro eliminaci kmitání pružin byly použity kapalinové tlumiče, které byly vyráběny přímo automobilkou. Zadní náprava byla tuhé konstrukce odpružená listovými péry podélně uloženými. Poháněnou nápravou byla náprava zadní. Automobil disponoval bubnovými brzdami na všech čtyřech kolech, průměr bubnů byl 450 mm. Vůz byl zpočátku osazen brzdami pouze na zadní nápravě. Přední náprava byla osazena brzdami až v pozdějším vývoji pro závodní účely. Prostor pro cestující se nacházel vedle hnacího hřídele, nikoliv nad ním, jak bylo doposud zvykem. Toto uspořádání je důsledkem použití samonosné karoserie a přispělo ke snížení polohy těžiště. Skelet vozu neobsahoval střechu, modely pro běžné zákazníky byly osazeny střechou plátěnou. [9]

Obrázek 9 Samonosná karoserie modelu Lambda



Zdroj: <http://www.khv-pocernice.cz>

3.2.7 Citroën Traction Avant (1934)

Tento vůz je považován za přelomový v rámci vývoje automobilů. Dosáhl tak spojením dosud neobvyklých konstrukčních řešení, která se stala populární u řady automobilek v letech pozdějších. Přelomový automobil byl zkonstruován za pouhých 18 měsíců. Vše začalo u přelomové myšlenky karoserie uzpůsobené pro pohon přední nápravy, kterou navrhl rakouský inženýr Joseph Ledwinka. Tento návrh byl americkou společností zabývající se karoseriemi představen automobilce Citroën. Tím začal vývoj vozu s jasně danými požadavky, kterými byly: pohon předních kol, samonosná karoserie, spotřeba 7 l/100 km, maximální rychlost 100 km/h, nízká cena a hmotnost 800 kg. Jedním z cílů, které se nepodařilo naplnit, bylo využití bezspojkové převodovky, která sice byla vyvinuta a testována v prvních prototypech vozu, testy vozu ale vykazovaly její vysokou poruchovost. To znamenalo ústup ke třístupňové manuální převodovce a současné úpravy původní samonosné karoserie pro použití jiné skříně. Po představení vozu se model Traction Avant (viz. Obr. 10) stal prvním sériově vyráběným automobilem s předním náhonem. Zajímavostí byla kritika po představení vozu, týkající se jeho bezpečnosti. Automobilce bylo vytknuto, že bezpečnost samonosné karoserie je značně nižší než u konstrukce rámové. Automobilka na tento názor zareagovala zajímavým crash testem, při kterém shodily tento model a vůz s rámovou konstrukcí ze skály o výšce osm metrů. Celý test byl zdokumentován a dokázal vyšší bezpečnost samonosné karoserie, která měla pouze zdeformovanou přední část a vůz byl stále pojízdný. Vůz s konstrukcí rámovou byl fatálně zdeformován. [10]

Obrázek 10 Citroën Traction Avant

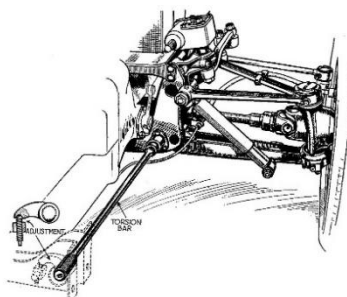


Zdroj: <https://www.auto.cz>

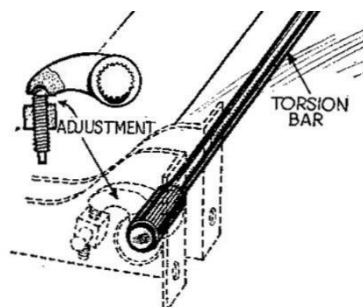
Konstrukce vozu vycházela ze samonosné karoserie o délce 4,5 m. Přední náprava (viz. Obr. 12) byla lichoběžníkové konstrukce, jednalo se tedy o nezávislé zavěšení kol. Odpružení lichoběžníkové konstrukce zajišťovaly torzní tyče s možností mechanického nastavení výšky. Torzní tyč byla na jednom konci připevněna k samonosné karoserii, kde bylo vahadlo pro nastavení světlé výšky (viz. Obr. 11). Na konci druhém byla připevněna ke spodnímu rameni.

Vrchní a spodní rameno připevněné ke karoserii byly na straně kola připojeny otočně k těhlici. K náboji s osou kola byl ze zadní strany těhlice připevněn vnější kloub poloosy. Přední náprava byla osazena plynokapalinovými tlumiči. Odpružení a tlumiče byly použity taktéž na zadní nápravě. Rozdílem bylo uložení zkrutné tyče, přední byly uloženy v podélném směru, zadní naopak ve směru příčném. Zadní náprava se skládala z ocelových nosníků, vlečných ramen a tzv. Panhardské tyče. Automobil byl osazen hydraulickými brzdami na všech čtyřech kolech. [11, 12]

Obrázek 11 Přední náprava Traction Avant



Obrázek 12 Variabilní nastavení světlé výšky



Zdroj: <https://cz.pinterest.com>

3.2.8 Citroën 2 CV (1948)

Vůz automobilky Citroën přezdívaný „Kachna“ byl poprvé představen po druhé světové válce roku 1948. Cílem automobilky bylo oslovení široké veřejnosti, jelikož se jednalo o lidový vůz malých rozměrů pro čtyři osoby. Vůz se po představení potýkal se silnou kritikou, vzhled automobilu byl totiž poněkud kontroverzní. Cíl se automobilce i přes kritiku podařilo naplnit a o model CV 2 (viz. Obr. 13) byl poměrně velký zájem hlavně díky jeho nízké ceně, která činila zhruba polovinu průměrného ročního platu francouzského občana. Ikonickým faktorem však byla houpavá jízda vozu, kterou způsobovala nezvyklá konstrukce odpružení. To bylo použito hlavně kvůli myšlence, kterou bylo využití vozu pro jízdu po rovných, nezpevněných cestách francouzského venkova.

Obrázek 13 Citroën CV 2

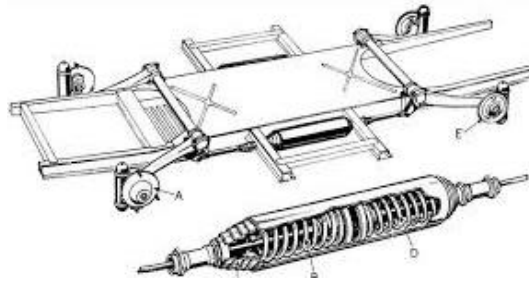


Zdroj: <https://www.auto.cz>

Konstrukce přední nápravy byla nezvyklého typu. Ramena se hýbala v podélném směru vozu a připojena byla otočně na trubku, která vedla v příčném směru. Ta spojovala obě ramena a sloužila ke spojení nápravy s rámem. Rám byl kombinované konstrukce, podélníky byly spojeny jak příčníky, které se nacházely před a za motorovým prostorem, tak platformou, která se nacházela pod prostorem pro pasažéry vozu. Uprostřed platformy byl rám ještě rozšířen do stran (viz. Obr.14). Konstrukce byla stejného typu i pro zadní nápravu.

Nejzajímavější částí konstrukce vozu je odpružení, které nepracuje ve směru vertikálním, jak je zvykem, ale ve směru horizontálním. Další zajímavostí je konstrukce pružící jednotky, která se společná pro obě kola na jedné straně. Přenos síly od ramene je přenášen tyčí do pružící jednotky válcového tvaru, ve které jsou umístěny vinuté pružiny a píst, který se pohybuje válcovou jednotkou. Jelikož je jednotka sdružená pro obě kola jedné strany, obsahuje dvě vinuté pružiny a dvě tyče s pístem na konci. Tato konstrukce je příčinou specifického pohybu vozu při překonávání nerovností. Při pohybu kola předního směrem ke karoserii, tedy jeho propružení se díky spojené komoře jednotky zadní kolo napruží směrem dolů. Tím se kolo připraví na překonání nerovnosti. Automobilka zprvu používala třecí tlumiče umístěné vertikálně (viz. Obr. 14) ve spodní části připevněné k rameni. V části vrchní byl tlumič připevněn ke karoserii. V roce 1965 byly třecí tlumiče nahrazeny tlumiči kapalinovými a změnilo se jejich umístění i pracovní poloha. Umístěny byly za nápravou, vedle tyče odpružení a jejich pracovní směr se změnil do podélné horizontální polohy.

Obrázek 14 Rám s nápravami a jednotkou pružení vozu CV 2



Zdroj: <https://silodrome.com>

Brzdy vozu byly namontovány na všech kolech a byly bubnové konstrukce. Brzdy nebyly mechanické, ale hydraulické. Řízení bylo hřebenového typu, jehož výhodou bylo přesnější řízení a lepší odezva kol na natočení volantu. To minimalizovalo vůle, které mělo řízení šroubové. Od hřebenové převodky, která byla připevněna k rámu, vedly spojovací tyče k páce řízení. Kola byla použita plná osazená pneumatikami s malou šířkou (165 mm). Důvodem byla myšlenka lepší přilnavosti na mokré vozovce při použití právě užší pneumatiky. [12]

3.2.9 BMC MINI (1959)

Původní vůz Mini (viz. Obr. 15) je dílem tureckého konstruktéra britské automobilky British Motor Corporation Alece Issigonise a poprvé byl představen roku 1959 pod názvem Morris Mini Minor 850. Myšlenka vozu vznikla během probíhající krize, která se týkala nedostatku paliv. Cílem pro konstruktéra byla tedy nízká spotřeba paliva. Tomu se přizpůsobila velikost a váha vozu (900 kg). Pro takto rozměrově malý vůz byla zapotřebí úspora místa pro motor, to vyřešil konstruktér napříč umístěným motorem. Úsporou místa motorového prostoru došlo ke zvětšení místa pro pasažéry vozu, vůz je možné obsadit čtyřmi pasažéry. Motorem uloženým napříč Mini ovlivnilo vývoj automobilů, protože toto uložení motoru používá dnes většina automobilek. Pro vůz Mini jsou typickým znakem jeho „motokárové“ jízdní vlastnosti. Právě díky tomuto faktu vůz sklízel úspěch na sportovním poli. Typickým pro tento vůz byla také karoserie hatchback se zvláštním otevíráním zavazadlového prostoru. Víko kufru končící pod zadním sklem se otvíralo směrem dolů. To umožňovalo přepravu delších předmětů. [13]

Obrázek 15 Morris Mini Minor 1959



Zdroj: <https://autobible.euro.cz>

Vůz vychází z konstrukce, kde je místo rámu hlavním nosným prvkem polonosná karoserie. Ta je tvořena karoserií a dvěma pomocnými rámy, přední rám (viz. Obr.16) nese motor s převodovkou a přední nápravu. Přední náprava je zároveň poháněnou nápravou vozu. Její konstrukce se skládá ze dvou ramen, přičemž spodní rameno je rozvidlené do tvaru V, obě ramena jsou uložena otočně v předním pomocném rámu na vnitřní straně, na straně vnější jsou ramena uložena v těhlici také otočně pomocí kulových čepů. Odpružení přední nápravy zajišťují pryžové pružiny, které mají progresivní charakteristiku. Tato verze odpružení je neobvyklým řešením, avšak tento typ odpružení zajišťoval právě již zmíněné „motokárové“ jízdní vlastnosti, kterými byl vůz proslaven. Tlumiče byly použity plynokapalinové. Těhlice vozu je přizpůsobena pro pohon předních kol, poloosa prochází skrz a vede do náboje kola. Páka řízení je k těhlici připevněna dvěma šrouby. Převod řízení je hřebenové konstrukce. Ze segmentu řízení vedou spojovací tyče řízení, na nich jsou našroubovány kulové čepy řízení. Spojovací tyče jsou na straně těhlice opatřeny závitem, počtem otáček závitu, o které je čep našroubován na spojovací tyč lze nastavit sbíhavost kol.

Obrázek 16 Přední pomocný rám s rameny nezávislého zavěšení



Zadní náprava vychází z pomocného rámu (viz. Obr. 17), který je přizpůsoben pro pryžové odpružení uložené vně pomocného rámu v podélném směru. Kola jsou opět nezávisle zavěšena

dvěma rameny, ty jsou v rámu uložené otočně, pomocí osy procházející ramenem. Z ramene vychází osa, na kterou je montován náboj kola s ložisky a ústrojí bubnové brzdy.

Obrázek 17 Zadní pomocný rám s nezávislým zavěšením kol



Vůz je osazen bubnovými brzdami na všech čtyřech kolech. Převod síly od pedálu je kapalinový a brzdný účinek je zvětšován pomocí podtlakového posilovače. Převod mechanický je pak veden na zadní nápravu pro ovládání ruční brzdy. Stabilizátorem je osazena pouze přední náprava. Vůz procházel postupem času drobnými inovacemi, jednou z nich bylo osazení přední nápravy kotoučovými brzdami. V současné době tvoří majitelé původních vozů Mini jakýsi kult po celém světě. Vozy procházejí renovací se zachováním původních konstrukcí, dále jsou však vozy používány pro závodní účely, kdy jsou různě upravovány pro vyšší výkon a podporu ještě lepší jízdní stability.

3.2.10 Datsun 240Z (1969)

Vůz automobilky Datsun (viz. Obr. 18) byl navržen s cílem prosadit se na americkém trhu sportovních vozů. Datsun jako výrobce automobilů byl v USA již známý. Vozy Fairlady 1600 tak připravily americký trh na příchod modelu 240Z. Ten byl v Americe představen roku 1969 jako přímá konkurence sportovním vozům jako byly Fiat 124 Spider nebo Opel GT. Na návrhu vozu 240Z se z velké části podílel Albrecht Goetz, který byl designérem německé značky BMW. Jeho rukopis se podepsal především na dlouhé kapotě vozu, tvaru střechy a bočních oken. Při porovnání tvarů vozu 240Z s konkurenčními vozy lze nalézt podobnost jednotlivých prvků, to nejspíše způsobilo velkou oblíbenost tohoto vozu týkající se vzhledu. Karoserie typu coupé byla poměrně prostorná pro posádku vozu. Vůz je dvoumístný pouze s předními dveřmi. Zadní část vozu působí jako celek, jelikož zadní okno a víko kufru vede od střechy až k zadním světlům pod stejným úhlem. Největším nedostatkem vozu je nedostatečná ochrana plechových částí proti korozi. To je pro dnešní sběratele historických vozů problém, protože sehnat vůz s karosérií, která je nezasazena korozí je téměř nemožné a náklady na opravu jsou poměrně vysoké. Vůz disponuje výkonem 132 koní a maximální

rychlostí 200 km/h. Osazen byl převodovkou se čtyřmi synchronizovanými rychlostními stupni, později se vůz dodával i s pětistupňovou převodovkou. [14]

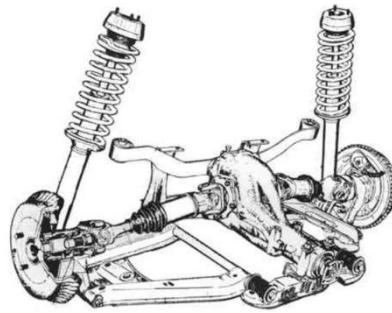
Obrázek 18 Datsun 240Z



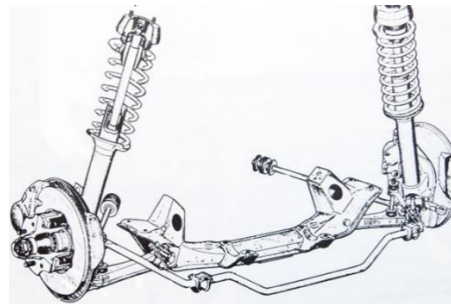
Zdroj: <https://www.autorevue.cz>

Vůz 240Z využívá klasické koncepce, tedy motor vpředu, poháněná zadní kola. Konstrukce vychází z karoserie doplněné dvěma podélníky, ty jsou ke karoserii přivařeny a tvoří celek. Podélníky jsou tvarovány, vpředu vozu se zvedají a slouží k uložení motoru s převodovkou, Dále vedou pod podlahou kabiny a za předními sedadly se opět zvedají, aby umožnily montáž zadní nápravy. Všechna kola vozu jsou nezávisle zavěšena. Brzdové ústrojí vozu obsahuje podtlakový posilovač brzd, dvouokruhové vedení a brzdy dvojí konstrukce. Přední brzdy jsou kotoučové, ty zadní naopak bubnové. Řízení je použito hřebenové pro jeho přesnost, některé verze vozu byly již vybaveny hydraulickým posilovačem. Přední nápravu Mc Pherson (viz. Obr. 20) tvoří těhlice, dvě spodní ramena a tlumič, který prochází vinutou pružinou a tvoří celek. Přední rameno je uloženo příčně k ose vozu, na vnitřní straně je přes pryžový silentblok připojeno k nápravnici. Na straně kola je rameno spojeno s těhlicí kulovým čepem. Zadní rameno je uloženo šikmo směrem od těhlice ke středu vozu. Uloženo je v těhlici otočně a v karoserii také otočně přes pryžové uložení, které umožňuje natáčení ramene při propružení. Přední náprava je osazena stabilizátorem. I pro zadní nápravu (viz. Obr. 19) je použito konstrukční řešení Mc Pherson. Spodní rameno je tvořeno jedním kusem ve tvaru V, na vnitřní straně uloženým do nápravnice, na straně kola je uložení pevné, kdy je rameno spojeno s těhlicí šroubovým spojem. Nápravnice zadní nápravy nese diferenciál, který přes poloosy přenáší kroutící moment na kola. Poloosy jsou osazeny párem kloubů (vnitřní a vnější). Použití kloubů je nutností, protože při propružení nápravy se mění poloha kola vůči diferenciálu. Odpružení zajišťuje, stejně jako na přední nápravě, tlumič procházející vinutou pružinou, uložený do karoserie vozu a do těhlice ve spodní části.

Obrázek 19 Zadní náprava 240Z



Obrázek 20 Přední náprava 240Z



Zdroj: <http://ace240z.com>

3.2.11 Mercedes Benz G (1979)

Vozidlo, které bylo navrženo a vyrobeno pro vojenské účely. Myšlenka tohoto vozu vznikla přáním iránského šáha, který chtěl armádu vybavit vozy automobilky Mercedes Benz. S vývojem terénního užitkového vozu však automobilka neměla žádné zkušenosti, proto byly názory na vývoj tohoto vozu skeptické. Zrodu Mercedesu G však velmi pomohlo, že iránský šáh byl akcionářem automobilky. Automobilka chtěla zkonstruovat nejlepší terénní vůz na světě. Hlavním konstruktérem vozu byl Erich Ledwinka (syn konstruktéra vozů Tatra). G-wagen, to je původní označení vozu, ten se vyráběl ve třídveřové variantě, pětidveřové variantě a variantě bez střechy v zadní části, kterou nahradila střecha plátěná. Na obrázku níže je zobrazena celá škála verzí modelu (viz. Obr. 21).

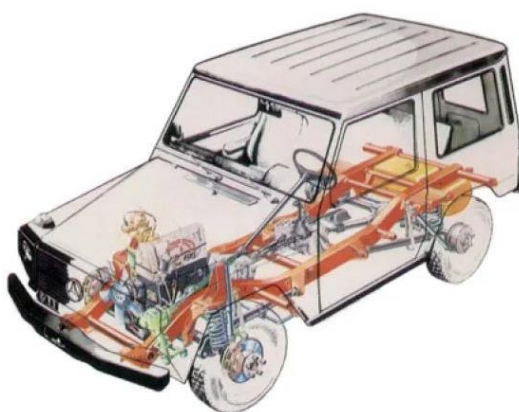
Obrázek 21 Všechny dostupné verze vozu G-wagen



Zdroj: <https://group-media.mercedes-benz.com>

Konstrukce vozu (viz. Obr. 22) vychází z obdélníkového rámu. Ten byl použit zejména proto, že konstruktéři chtěli vyrábět vůz v několika variantách karoserie. Přední i zadní náprava jsou tuhé konstrukce. Odpružené jsou nápravy vinutými pružinami, tlumiče jsou použity plynokapalinové. Přední náprava je osazena kotoučovými brzdami čtyřpístové konstrukce. Zadní brzdy jsou bubnové konstrukce. Pro terénní vozy je typický pohon 4x4, tím samozřejmě G-wagen disponuje, přední, zadní i mezinápravový diferenciál je možné uzamknout. Obě nápravy jsou vybaveny panhardskou tyčí, která zajišťuje vedení nápravy v příčném směru. Dlouhozdvihové pružiny zajišťují výborné vlastnosti při překonávání překážek. Diferenciály přední i zadní jsou umístěny vně náprav.

Obrázek 22 Konstrukce vozu Mercedes Benz G



Zdroj: <https://www.outlookindia.com>

3.2.12 Důležité prvky podvozků v čase

Tabulka 1 Prvky podvozků v čase

Prvek podvozku	Rok	Konstruktér
Pohon 4x4	1893	Braham Diplock
Bubnové brzdy	1899	Gottlieb Daimler
Kotoučové brzdy	1902	William Lanchester
Hydraulické brzdy	1918	Malcolm Loughead
Samonosná karoserie	1922	Vincenzo Lancia
Nezávislé zavěšení kol	1923	Hans Ledwinka
Pohon přední nápravy	1932	Joseph Ledwinka
Zavěšení MC Pherson	1949	Earle S. MacPherson
Příčné uložení motoru	1959	Alec Issigonis

3.3 Konstrukce podvozků

3.3.1 Rámy

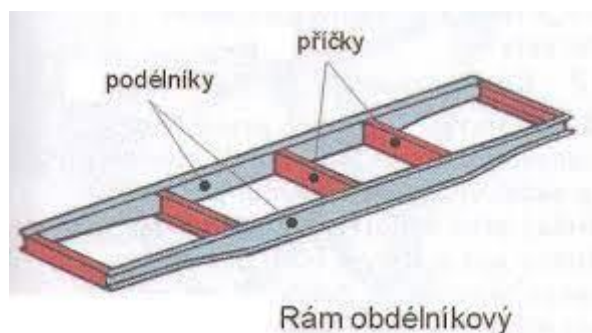
Rámy jsou tvořeny podélnými prvky a příčnými prvky. Podélné se nazývají podélníky nebo páteřový nosník. Příčné jsou příčníky. Rámy jsou zkonstruované pomocí svarových spojů, dříve byly používány spoje nýtované. Podélníky i příčky mohou být tvořeny z různých materiálů, nejčastěji se používá ocel se zaručenou svařitelností třídy 11520 a 11523. Nejčastěji používanými profily jsou uzavřené profily nebo profily U, L a I. Rámy musí splňovat určité požadavky. Těmi jsou: tuhost, pružnost a pevnost. Zároveň by však rám měl být dostatečně lehký. [2]

Druhy rámu: **obdélníkový, plošinový, obvodový, páteřový rozvidlený, páteřový nástavný, příhradový, křížový a pomocný.**

Rám obdélníkový

Rám se skládá ze dvou podélníků, které jsou spojeny do celistvé konstrukce s příčkami (viz. Obr. 23). Výhodou tohoto typu rámu je jeho pružnost. To je výhodou zvláště při jízdě v terénu, avšak komponenty umístěné na takto pružném rámu musí být konstruovány k vzájemnému pohybu. [2]

Obrázek 23 Obdélníkový rám



Zdroj: <https://www.spszengrova.cz>

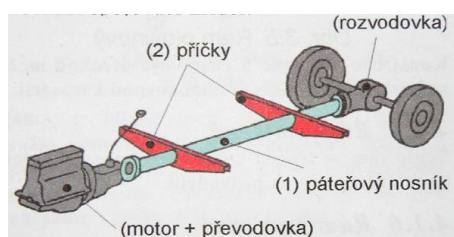
Rám páteřový

Základním prvkem je páteřový nosník, který prochází středem konstrukce, příčky jsou s nosníkem spojeny v jejich středu.

Rám páteřový nastavný

Skrze páteřový nosník prochází hnací hřídel. Na jednom konci nosníku je připevněn motor s převodovkou. Výstupní hřídel převodovky je spojena s hnací hřídelí, výkon se tak přenáší na druhou stranu rámu, kde je připevněn diferenciál (viz. Obr. 24). Ten už rozvádí točivý moment na kola. Příčky jsou v tomto případě připevněny sváry k páteřovému nosníku a drží karoserii automobilu. Tento typ konstrukce se vyznačuje vysokou pevností v krutu. To je výhodou v terénu. Problémem je však pevné uložení motoru, které způsobuje vysoký hluk a vibrace.

Obrázek 24 Rám páteřový nastavný

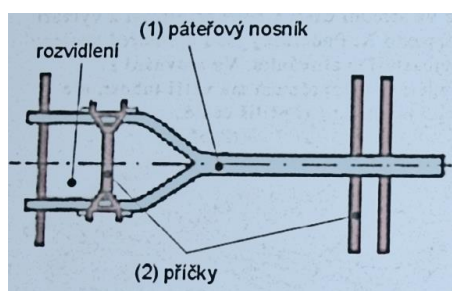


Zdroj: <https://www.spszengrova.cz>

Rám páteřový rozvidlený

Úprava předchozího typu rámu, odstraňuje problém s pevným uložením. Do rozvidlené části lze motor s převodovkou umístit na pružné prvky, to eliminuje vibrace a hluk. Zobrazen je na obrázku níže (viz. Obr. 25).

Obrázek 25 Rám páteřový rozvidlený

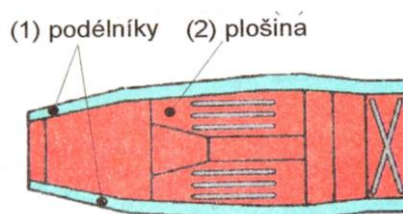


Zdroj: <https://www.spszengrova.cz>

Rám plošinový

Tato konstrukce rámu nemá příčky jako takové, podélníky jsou spojeny podlahou, která je spojena s podélníky jako jeden kus (viz. Obr. 26). Podlaha karoserie je součástí rámu. Zbytek karoserie je připevněn šrouby k rámu.

Obrázek 26 Rám plošinový

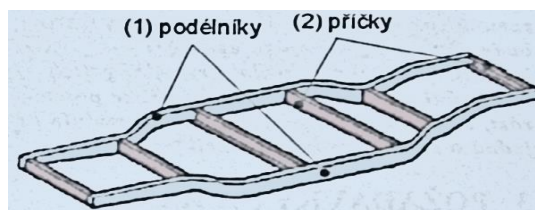


Zdroj: <http://projekt.iss-slany.cz>

Rám obvodový

Obvodový rám má podélníky s měnícím se tvarem, podélníky se na koncích karoserie v místě náprav zužují. Uprostřed je vzdálenost nosníků stejná jako šířka karoserie a zde je karoserie podepírána právě rámem (viz. Obr. 27).

Obrázek 27 Obvodový rám



Zdroj: <https://www.spszengrova.cz>

Rám příhradový

Příhradový rám (viz. Obr. 28) se používá u sportovních automobilů. Rám tvoří příhradová konstrukce z trubek. U tohoto typu rámu se musí kvalita svárů kontrolovat rentgenovou zkouškou.

Obrázek 28 Příhradový rám



Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz>

Rám křížový

Podélníky jsou prohnuté do tvaru X tak, že se přibližují. Ve středu jsou svařeny. Toto konstrukční řešení není úplně obvyklé. Výhodou je jeho vysoká tuhost.

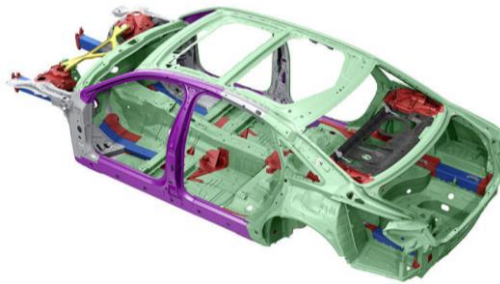
Rám pomocný

Pomocný rám je vždy připevněn k rámu hlavnímu. Pomocný rám slouží většinou jako uložení pro jednotlivé komponenty, které nelze uložit přímo k hlavnímu rámu.

3.3.2 Samonosná karoserie

Samonosná karoserie (viz. Obr. 29) je nejběžnějším konstrukčním řešením dnešních osobních automobilů. Karoserie je vyhotovena z lisovaných plechů určité tloušťky (0,8 mm), plechy jsou vylisovány do potřebných tvarů a spojeny jsou bodovými sváry. Jako celek tvoří tuhou prostorovou část automobilu, která plně přebírá funkci rámu. V samonosné karoserii je uložena pohonná jednotka i převodové ústrojí, nápravy jsou spojeny přímo s karoserií pomocí šroubových spojů. Zpravidla bývá toto konstrukční řešení výhodnější z hlediska váhy. Místa, ve kterých je karoserie spojena s nápravami jsou značně vyztužena. K samonosné karoserii jsou připojeny všechny povrchové součásti karoserie pomocí šroubových spojů (kromě střechy). Častým prvkem pro samonosné karoserie je přidavný rám pro motor a převodovku. [1, 2]

Obrázek 29 Samonosná karoserie



Zdroje: <https://www.autickar.cz>

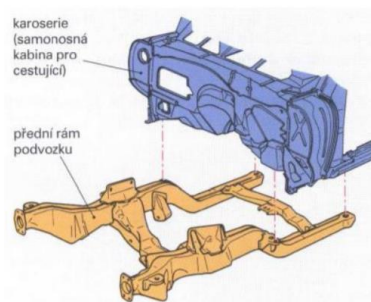
Bezpečnostní požadavky na samonosnou karoserii

Bezpečnost se dělí na dva typy, těmi jsou **aktivní bezpečnost** a **pasivní bezpečnost**. Aktivní bezpečnost je soubor vlastností, které pomáhají předcházet dopravní nehodě. Pasivní bezpečností se nazývají vlastnosti vozu, které minimalizují následky dopravní nehody.

3.3.3 Polonosná karoserie

Polonosná karoserie se skládá ze dvou částí (viz. Obr. 30), jednou je samonosná část s kabinou a druhou je přední a zadní rám. Rám zde slouží k uchycení podvozkových komponentů. Síly působící na vozidlo je rozkládají mezi obě části, tedy samonosnou kabinu a rám.

Obrázek 30 Části polonosné karoserie



Zdroj: <https://adoc.pub>

3.3.4 Nápravy

Nápravy zajišťují připojení kol ke karoserii nebo rámu. Tvoří jí tyto části: zavěšení kola, odpružení kola, uložení kola, brzdový systém, hnací ústrojí a řídicí ústrojí. Účel náprav je zejména přenos sil a momentů mezi karoserií a kolem. Síly způsobené zatížením vozidla ve svislém směru, síly způsobené akcelerací a bržděním v podélném směru a síly způsobené

odstředivými silami v příčném směru. Nápravy dále přenáší momenty podélných sil, tedy hnací a brzdný moment. Nápravy plní funkci relativního pohybu kola vůči karoserii či rámu.

Nápravy dělíme na tuhé a nápravy s nezávislým zavěšením kol. Nápravy tuhé se v dnešní době používají zejména na zadní nápravě automobilů. Jedná se o nejstarší konstrukční řešení nápravy. U náprav s nezávislým zavěšením není pohyb pravých kol závislý na pohybu kol levých, tím se zvýší komfort a zlepši ovladatelnost vozidla, jelikož jsou kola v neustálém styku s vozovkou. Jedná se však o nákladnější variantu. [15]

Tuhé nápravy

Při propružení tuhé nápravy zůstává poloha obou kol stejná, kola jsou stále rovnoběžná. Pro odpružení tuhých náprav se používají jak vinuté pružiny, tak listová pera. V historii bylo častějším řešením kombinace s listovým perem, to se používá dodnes zejména u dodávek (Ford Transit). U automobilů osobních se častěji používají vinuté pružiny.

Přední tuhá náprava řízená

Řízená tuhá náprava (viz. Obr. 31) musí umožnit natáčení kol, to vede k řešení rozvidlením konců nápravy pro uchycení těhlice. Tím je umožněno ose kola, která je součástí těhlice, otáčení kolem rejdové osy, kterou je rejdový čep. Řízení, je řešeno pomocí řídicí tyče řízení, ta pevně spojuje obě řídicí páky těhlic. K této tyči je pomocí kloubu připojena spojovací tyč, kterou je hýbáno do stran. To způsobuje natáčení kol.

Obrázek 31 Přední tuhá náprava



Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz>

Kromě rozvidlených konců je časté řešení konec nerozvidlený (viz. Obr. 32), kde je naopak rozvidlená těhlice (čep kola), která objímá konec nápravy. To umožňuje natáčení kol.

Obrázek 32 Nerozvidlená přední náprava



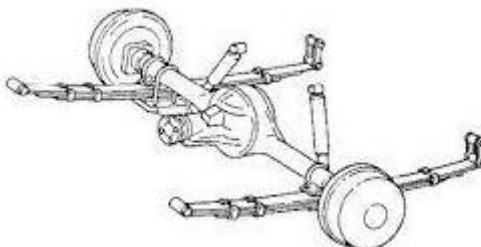
Zdroj: <https://slideplayer.cz>

Zadní tuhé nápravy

Dnešní obvyklé řešení pro dodávky a osobní automobily. Díky nízkým nákladům na výrobu jej využívá celá řada výrobců s různými konstrukčními úpravami.

Nejstarším typem je tuhé zavěšení nápravy dvěma podélnými listovými pery. Listová pera zde plní funkce: vedení nápravy, odpružení a tlumení. Pro snížení ohybového namáhání listových per, které vzniká při akceleraci a brždění, se používají surné tyče. V případě poháněné zadní nápravy je diferenciál součástí zadní nápravy. Osy, které přenáší točivý moment na kola jsou vedené uvnitř nápravy (viz. Obr. 33). [15]

Obrázek 33 Zadní tuhá poháněná náprava

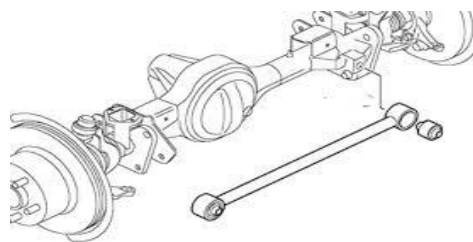


Zdroj: <https://dk.upce.cz>

Odpružení tuhých náprav listovými pery se dnes téměř nepoužívá. Listová pera nahradily vinuté pružiny. Vedení nápravy je pak zajištěno rameny.

Náprava s Panhardskou tyčí (viz. Obr. 34) se používají především u Off road vozů. Podélné vedení zajišťují dva páry ramen. Panhardská tyč je uložena na kulových kloubech a zajišťuje vedení v příčném směru.

Obrázek 34 Zadní poháněná náprava s Panhardskou tyčí



Zdroj: <https://www.litep4x4.cz>

Dalším konstrukčním řešením je Wattův přímovod (viz. Obr. 35). Jeho funkce spočívá v postavení kol při propružení, kola jsou neustále kolmo k vozovce. Skládá se ze dvou příčných táhel, která jsou připevněna k nápravě otočně. Opačné konce táhel jsou připevněna k nápravnici také otočně. [2]

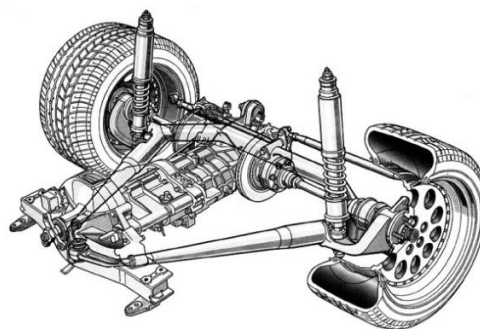
Obrázek 35 Tuhá zadní náprava s Wattovým přímovodem



Zdroj: <https://www.autolexicon.net>

Při umístění pohonu na zadní nápravu se značně zvýší její hmotnost. To je však nežádoucí, jelikož se s větší hmotností zhoršují jízdní vlastnosti po nerovné vozovce. Řešením je přemístění pohonu mimo most nápravy. Připevníme-li pohon na karoserii vozidla, snížíme zatížení nápravy. Z této teorie vyplývá náprava typu De-dion (viz. Obr. 36). Při umístění diferenciálu s rozvodovkou na karoserii však dojde při propružení k osovému posunu, proto jsou použity poloosy se dvěma klouby. [2]

Obrázek 36 Zadní náprava De-dion



Zdroj: <https://www.autolexicon.net>

Nápravy s nezávislým zavěšením kol

Tato varianta nápravy se používá jak pro zadní neřízené nápravy, tak pro přední řízené. Hlavními výhodami jsou její nízká hmotnost (menší neodpružená hmotnost), lepší ovladatelnost vozu, velká tuhost v diagonálním směru a dostatečná pružnost ve směru podélném. Zkonstruována je několika rameny, jejich počet se liší podle jednotlivého typu. Ke karoserii je uchyceno zavěšení každého kola samostatně, proto propružení levého kola nemá vliv na kolo pravé a naopak. [16]

Lichoběžníková náprava

Název nápravy je určen postavením ramen, jelikož jejich body na koncích tvoří lichoběžník (viz. Obr. 37). Skládá se z nápravnice, příčných ramen a těhlice. Ramena jsou k nápravnici připojena šroubovými spoji a mezikus tvoří pružné silentbloky. Ty slouží k tlumení vibrací. S těhlicí jsou ramena spojena přes kulové čepy, které umožňují natáčení kol. Ramena mají rozdílnou délku, horní rameno je kratší. Jejich poměr délek musí být optimální, aby při propružení nedocházelo k odklonu kola. Vinutá pružina je umístěna mezi nápravnicí (karoserií) a spodním ramenem. [17, 18]

Obrázek 37 Lichoběžníková náprava

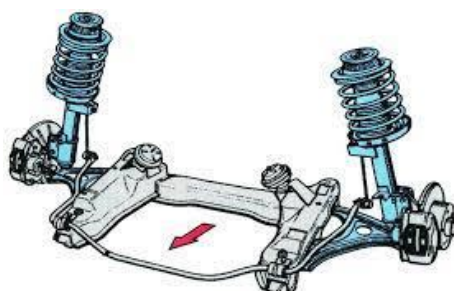


Zdroj: <https://www.autolexicon.net>

Náprava Mc Pherson

Dnešní jedno s nejobvyklejších řešení předních náprav (viz. Obr. 38). Výhodou je spojení tří funkcí do jedné funkční jednotky, jelikož se tato náprava skládá z tlumiče s vinutou pružinou (odpružení), spodního ramene ve tvaru V (přenos sil) a těhlice (zatačení), která je spojena s ramenem pomocí kulového čepu, aby bylo umožněno natáčení vůči remeni. Tlumič je přímo spojen s těhlicí a uložen do karoserie přes ložisko, jelikož se natáčí tlumič i těhlice jako celek musí být umožněno jeho plynulé otáčení. Pružina je uložena v tlumiči mezi spodní a horní miskou. Spodní miska je součástí tlumiče. Horní miska je součástí uložení s ložiskem a pružným materiálem, který zabraňuje přenosu vibrací od nápravy a odpružení. Rameno je spojeno s nápravnicí přes pružné silentbloky. Tento typ nápravy se zřídka vyskytuje i jako náprava zadní. V tomto případě je však odlišné spojení ramene a nápravy, jelikož nesmí dojít k vytočení kola do rejdu. Tento typ zadní nápravy požívaly například vozy Mazda. [15, 18]

Obrázek 38 Náprava Mc Pherson

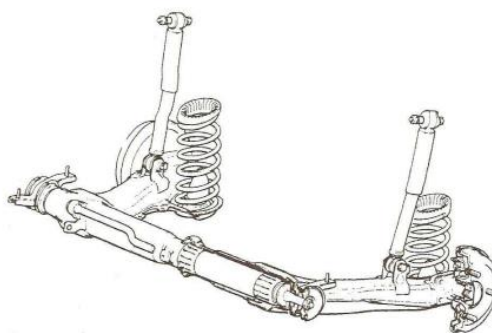


Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz>

Kliková náprava

Skládá se ze dvou klikových ramen v podélném směru. Rameno je připojeno ke karoserii na dvou otočných bodech. Na opačném konci ramen jsou umístěny osy kol (viz. Obr. 39). Takto konstruovaná náprava má ale nevýhody v podobě změn sbíhavosti a odklonu v důsledku sil působících na ramena. K odstranění těchto nežádoucích vlastností došli konstruktéři změnou uložení ramen ke karoserii. Prodloužením části, která byla uložena přímo ke karoserii a přidáním trubky. Trubka je spojena s karoserií a rameno zasunuto do trubky. Toto řešení používá například výrobce Mitsubishi. Výhodou je připevnění nápravy ze spodní strany karoserie a její výška, protože nemusí být tedy zmenšen zavazadlový prostor. [15, 16]

Obrázek 39 Kliková náprava Mitsubishi

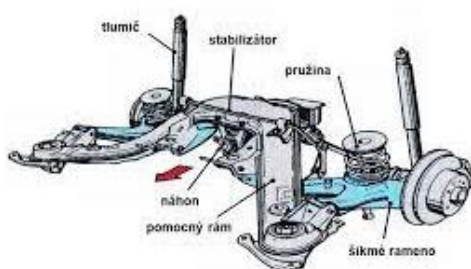


Zdroj: [15]

Kyvadlová úhlová náprava

Používá se pouze jako zadní náprava (viz. Obr. 40), můžeme se setkat také s názvem „šikmý závěs“, jelikož osy kývání v nárysu i půdorysu bývají šikmé. Tento fakt má za následek nežádoucí samořízení při propružení nápravy. Náprava se skládá ze dvou ramen ve tvaru V nebo Y, připojených k nápravnici přes pružné silentbloky. K rameni je připojen tlumič a pružina je uložena přímo v rameni. V případě použití jako poháněné nápravy musí být zajištěno vyrovnávání délky hnacích hřídelí, kvůli změnám rozchodu. Nevýhodou je nedotáčivost vozidla osazeného touto nápravou. [15]

Obrázek 40 Zadní poháněná kyvadlová úhlová náprava



Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz>

Kliková spřažená náprava

Tato náprava je vylepšením verze klasické klikové nápravy, kdy jsou podélná ramena spojena ohybově tuhou a torzně měkkou příčkou s průřezem U (viz. Obr. 41). Ta slouží jako stabilizátor nápravy. Výhodou je možnost snížení podlahy a tím pádem větší ložnou výšku. Používá se pro vozy typu hatchbak a kombi. Nevýhodou jsou její jízdní vlastnosti, jelikož při překonávání nerovností dochází k odklonu kol. Tato náprava je přechodem mezi nezávislým zavěšením a tuhou nápravou z kinematického hlediska, avšak dnes je jednou

z nejpoužívanějších zadních náprav díky její snadné montáži, bezúdržbovosti (málo konstrukčních dílů) a nízké neodpružené hmotnosti. [15, 17]

Obrázek 41 Zadní kliková spřažená náprava



Zdroj: <https://www.autolexicon.net>

Víceprvková náprava

Používaná je jako zadní i přední náprava. Tvořena je více rameny, maximální počet je pět (viz. Obr. 42). Výhodou jsou ideální kinematické vlastnosti, které se liší podle jejího použití, zda se jedná o nápravu přední nebo zadní. Skládá se z horního dvojitého příčného ramene, spodních dvou ramen. Jedno je natočeno směrem k zádi vozu. Zajištění negativního poloměru rejdu je výhodou. [2]

Obrázek 42 Přední víceprvková náprava



Zdroj: <https://auta5p.eu>

3.3.5 Odpružení

Odpružení zmenšuje přenos kmitání náprav na karoserii a podvozkové části. Zvyšuje tak komfort a bezpečnost posádky, případně minimalizuje poškození nákladu otřesy. Správně fungující odpružení má také pozitivní vliv na ostatní díly podvozku, kterým nadměrné otřesy krátí životnost. Při jízdě po nerovném povrchu dochází ke značnému namáhání rámu nebo karoserie na krut, to minimalizuje správná konstrukce odpružení. Při řízení vozidla je důležité, aby obě kola řízené nápravy měla neustálý styk s vozovkou. V případě, že jedno kolo nemá

styk s vozovkou, stává se vozidlo hůře říditelným nebo dokonce neříditelným. U poháněné nápravy naopak neustálý styk s vozovkou zajišťuje ideální přenos obvodových sil. Tlumiče mají za úkol tlumení kmitavého pohybu podvozku.

Odpružení závisí na typu pružícího elementu. Podle materiálů to jsou: **pružiny ocelové** (listové, vinuté, torzní), **pružiny pryžové**, **pružiny vzduchové**, **pružiny vzduchokapalinové**, **pružiny pryžokapalinové**. [15]

Odpružení se nachází mezi nápravou a karoserií nebo rámem, skládá se z pružiny a tlumiče. Častým konstrukčním řešením je spojení pružiny a tlumiče v jeden celek, kdy vinutou pružinou prochází tlumič. Pružina je uložena v prolisované misce, která je součástí těla tlumiče. Vrchní část pružiny je uložena v ocelové misce. Tento celek bývá na koncích opatřen okem nebo rozvidlením, pomocí kterého je připevněn k nápravě a karoserii případně rámu.

Komfort jízdy je v dnešní době jedním z hlavních aspektů pro hodnocení vozidla. Jako měřítko komfortu jízdy je vlastní frekvence kmitů karoserie. Nejpříjemnější kmity pro lidský organismus odpovídají kmitům lidské chůze (60-80 kmitů za minutu). Při vyšší frekvenci pociťuje člověk silné otřesy a vibrace, naopak při nižší frekvenci může dojít k projevení mořské nemoci. [2]

Jak je zmíněno výše, hlavním faktorem nejen říditelnosti, ale hlavně ovladatelnosti vozidla je neustálý styk kol s vozovkou. Při akceleraci by při kontaktu pouze jednoho kola s vozovkou kolo druhé nemělo adhezi a protáčelo by se naprázdno, Naopak při brždění se absence kontaktu jednoho z kol stává velmi nebezpečnou, jelikož se významně prodlužuje brzdná dráha a vozidlo se chová nestandartně (hovorově: „kroutí se“).

Při průjezdu zatáčkou dochází ke snížení zatížení kol na vnitřní straně zatáčky. Proto se sníží schopnost přenášet boční síly a vozidlo se stane nedotáčivým. Proto je důležitý neustálý styk s vozovkou, aby byla zajištěna neustálá adheze všech kol. [2]

Ocelové pružiny

Ocelové pružiny jsou nejčastěji používaným typem pružin pro osobní automobily. Konstrukce těchto pružin bývají tří typů: vinuté pružiny, listová péra a torzní tyče (méně častý typ). Ocelové pružiny se používají hlavně díky jejich bezúdržbovosti a dlouhé životnosti. [2]

Listová péra

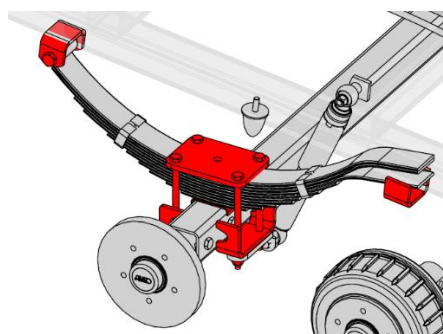
Skládají se z ocelových listů s obdélníkovým průřezem a rozdílnou délkou. Hlavní list má na každé straně oka, pomocí kterých je uchycen k rámu nebo karoserii. Listy jsou k sobě spojeny sponami a v prostředku svorníkem. Další list se nazývá opěrný a je zpravidla kratší než list hlavní. Při prohnutí hlavního listu se hlavní list opře o list opěrný, ze kterého se stane přidavná pružina. Při velkém propružení tedy nejprve síla musí překonat hlavní list a pro jeho překonání listy opěrné.

Umístěny mohou být podélně, příčně nebo šikmě. Listové pružiny jsou tří typů: čtvrteliptická pružina, půleliptická pružina a kantileverová pružina. Dnešním nejpoužívanějším typem je půleliptická pružina, která se používá v podélném nebo příčném směru uložení. Listová péra dosahují tření mezi jednotlivými listy, což způsobuje tlumící účinek. Díky této vlastnosti lze používat tlumiče s menší účinností. Další výhodou je schopnost přenášet suvnou sílu od kol a přenášet reakce při akceleraci a brždění vozu. Dále listová péra dobře přenáší boční síly.

Listová péra jsou často namáhána střídavým rázem. Proto je kladen důraz na správnou konstrukci a volbu konstrukčních materiálů. Pro jejich výrobu se používá manganokřemíková ocel a chromkřemíková ocel. Tyto materiály snesou značné namáhání, měkce pruží a vyznačují se dlouhou životností. [1]

Půleliptická péra (viz. Obr. 43) jsou připevněna jedním koncem otočně a druhým koncem v kyvném nebo kluzném závěsu, a to z důvodu že při prohnutí listu dojde k délkovému prodloužení. Umístěny mohou být tak, že je listové pero připevněno svým středem přes svorník k nápravě a přes krajní oka na rám nebo karoserii a závěs. Druhou možností je obrácení listového péra, tedy hlavní list (často dvojité) je připevněn k nápravě a střed listového pera ke karoserii. [2]

Obrázek 43 Půleliptická pružina a kluzným zavěsem



Zdroj: <https://www.vapp.cz>

Vinuté pružiny

Vinuté pružiny se používají zejména u osobních automobilů, výjimečně se mohou vyskytovat u lehkých nákladních automobilů. Jejich hlavní výhodou je nízká cena, bezúdržbovost, absence tření a jejich uložení napřímo bez použití kloubů. Nevýhodou je naopak fakt, že neposkytují vedení nápravy a nemají žádné vlastní tlumení.

Při maximálním propružení nesmí dojít ke kontaktu závitů pružiny. Pružina musí být navržena tak, aby vždy zůstala bezpečná mezera. Vrchní a spodní závit se nazývá závěrný, jeho tvar a vlastnosti jsou jiné než u závitů ostatních. Jelikož jsou právě tyto dva závity spojeny mezi uložením a pružinou, dochází zde k hlavnímu silovému přenosu. Při špatném navržení, nebo přetěžování pružin často dojde k odlomení právě závěrného závitu. Závěrný závit musí mít minimálně $\frac{3}{4}$ délky obvodu vinutí a závěrné závity musí být proti sobě otočené o 180 stupňů. Závěrné závity jsou s nápravou spojeny přes pouzdra, která mají za úkol zabránit nežádoucímu zvukovému projevu v podobě kovového klepání. Častým řešením je vedení tlumiče skrz pružinu (viz. Obr. 44). [19]

Obrázek 44 Odpružení zadní nápravy vinutou pružinou s vloženým tlumičem



Zdroj: <https://www.vapp.cz>

Pro proměnnou charakteristiku odpružení se používají progresivní pružiny. Jejich progresivní chování se zajišťuje jejich konstrukcí. Progresivitu lze dosáhnout proměnlivým stoupáním závitů, proměnlivé tloušťky drátů, nebo proměnlivou tloušťkou drátu a proměnlivým průměrem pružiny. Níže je znázorněn graf porovnávající průběh lineární a progresivní charakteristiky (viz. Obr. 45). [15]

Obrázek 45 Graf porovnání pružin s lineární a progresivní charakteristikou



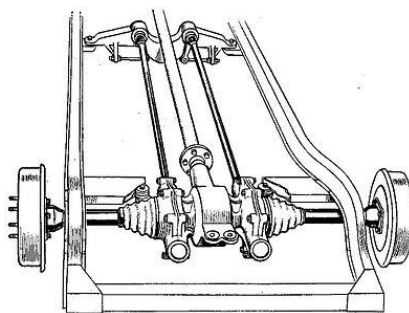
1 - pružiny s lineární charakteristikou
2 - pružiny s progresivní charakteristikou

Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz>

Zkrutné pružiny

Zkrutné pružiny jsou nejčastěji kruhového průřezu, jejich průměr se na koncích zvětšuje a má drážkování pro uchycení. Jeden konec se uchycuje k rámu nebo karoserii, ten druhý je spojen s neodpruženou částí podvozku (viz. Obr. 46). Při pohybu ramene se připojená zkrutná tyč natáčí v dovolené mezi pružné deformace. Zkrutné tyče nemají samotlumící účinek a jejich použití je výhodné z hlediska úspory místa. Vyžadují však účinné tlumiče. Výroba zkrutných tyčí je však náročná, jelikož nesmí být namáhány na ohyb, musí být uloženy v trubce. Jejich důležitým výrobním faktorem je povrchové opracování, a to zejména na drážkování, kde je zkrutná tyč nejvíce namáhána. [15]

Obrázek 46 Odpružení zkrutnými tyčemi v podélném směru umístění



Zdroj: <https://oborudow.ru>

Vzduchové pružiny

U vzduchových pružin je pružícím elementem vzduch, který je uzavřen v pryžovém měchu. Používané jsou dva typy měchů, uzavřený a jednoduchý. Měch uzavřený drží i při poklesu tlaku svůj tvar, měch jednoduchý se při poklesu tlaku převíjí přes jeho spodní uložení. Výhodou prvního typu měchu je jeho nenáročnost na prostor, jelikož jeho tvar zůstává stejný. Pro druhý typ je zase výhodou lepší variabilita nastavení na požadované chování. Vzduchové pružiny se běžně používají u nákladních automobilů, u automobilů osobních se s nimi setkáváme spíše u luxusnějších modelů automobilů. Dále je jejich použití časté také u zadních náprav obytných automobilů, kde je užitečná nastavitelnost výšky podvozku zvláště pro komfort při stání na nakloněné rovině. Podvozek se nastaví rozdílnou výškou jednotlivých kol tak, aby vozidlo stálo ve vodorovné poloze a zvýšil se tak komfort uživatele.

Vzduchové pružiny lze také rozdělit podle typu systému. Otevřený systém se používá u nákladních automobilů. Systém vzduch nasává do vzduchojemu, odkud je veden do měchu. Při snížení tlaku je vzduch vypuštěn ventilem do okolí pryč ze systému. Zavřený systém pracuje na stejném principu, ale při snížení tlaku se vzduch vrací ventilem do vzduchojemu. Otevřený systém má nevýhodu v podobě hluku, který způsobuje častější spouštění kompresoru a hlasité vypouštění vzduchu do okolí. Výhodou zavřeného systému je jeho vyšší efektivita, rychlejší reakce a menší hluk.

Výhodou vzduchových pružin je variabilní nastavení světlé výšky a vyšší komfort pro posádku. Snížením světlé výšky lze také zajistit lepší aerodynamiku vozu, což má za následek snížení spotřeby. Dále je výhodnou vlastností vzduchových pružin funkce, která při zatížení zádi vozu dorovná polohu vozu do vodoroviny, což zlepšuje funkci osvětlení a zlepšuje výhled z vozidla. Nevýhodou je však jeho cena a hmotnost. Systém plnění a měchy samotné jsou

poměrně těžké. Dále je neduhem tohoto řešení jeho poruchovost, jelikož je systém plnění poměrně složitým mechanismem, trpí jeho komponenty na poruchy. Častými poruchami jsou závada kompresoru, netěsnost systému, porucha měchu, závada na řídicí jednotce systému a také porucha čidel tlaku. Příklad systému vzduchového odpružení je znázorněn níže (viz Obr. 47). [20]

Obrázek 47 Schéma vzduchového systému

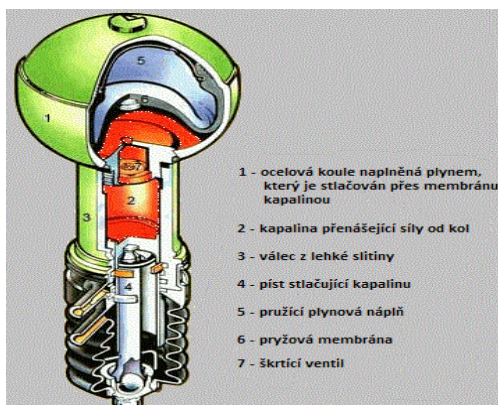


Zdroj: <https://www.autoforum.cz>

Hydropneumatické pružiny

Tento typ pružiny splňuje dvě funkce, jak funkci pružiny, tak funkci tlumiče. V horní kulové jednotce se nachází plyn (dusík) (viz. Obr. 48), který je stlačován napouštěním a vypouštěním hydraulického oleje. Plyn je s olejem oddělen membránou. Pracovní tlak vytváří vysokotlaké čerpadlo, které tlačí olej skrz ventily mezi pracovním válcem a kulovou jednotkou. Protože ventily zároveň škrtí tok oleje, funguje tento systém zároveň jako tlumič. Tento systém má možnost nastavitelné výšky vozu. Poprvé byl použit u vozu Citroën Traction Avant CV15, tedy nástupce výše zmíněného vozu Traction Avant (viz. 3.2.9). [19]

Obrázek 48 Hydropneumatická pružina



Zdroj: <https://eluc.kr-olomoucky.cz>

3.3.6 Tlumiče

Tlumiče jsou na vozidle umístěny mezi nápravou, tedy neodpruženou částí podvozku a rámem nebo samonosnou karoserií. Jejich účelem je tlumit kmity pružiny. Při přejezdu nerovností sice pružina pohltí náraz, ale následně se rozkmitá. V případě že by její kmitání nebylo tlumeno, vozidlo by se stalo hůře říditelným a jízda by byla pro cestující značně nekomfortní. [2]

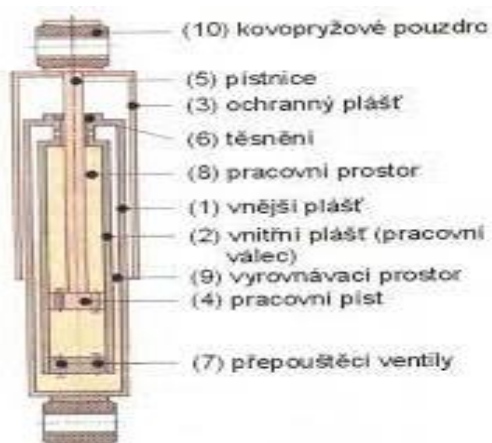
Nejpoužívanějšími tlumiči jsou v dnešní době tlumiče kapalinové teleskopické dvojčinné, což znamená že netlumí kmity pouze v jednom ale v obou směrech. Při počátečním propružení pružiny by však nemělo dojít k tlumení, jelikož pohlčení nerovnosti by pak nebylo tak efektivní. Tento problém je řešen nastavením tlumiče, které zajišťuje silnější tlumení při fázi kdy se pružina roztahuje, při fázi stlačení pružiny je tlumicí efekt slabší, tím nemá tlumení negativní vliv na pružení. [2]

Tlumiče dělíme dle pracovní látky na kapalinové a plynokapalinové. Pracovní látkou pro kapalinové je olej, pro druhý typ tlumičů je pracovní látka stejná, avšak prostor nad olejem je plněn dusíkem a není spojen s okolní atmosférou. Konstrukce tlumičů je s jedním nebo dvěma plášti. Prostor ve vnitřním plášti se nazývá pracovní prostor. Funkce tlumiče funguje na principu přepouštění oleje skrz přepouštěcí otvory (ventily), jejich počet a průměr určuje rychlost průtoku oleje a tím pádem i rychlost jakým se tlumič stlačuje a vrací. [15]

Kapalinové tlumiče

Kapalinové tlumiče jsou vždy konstrukce dvouplášťové (viz. Obr. 49). Při propružení nápravy dojde k přepuštění oleje pod pístem do prostoru nad píst. Přebytečný olej je vytlačován do vyrovnávacího prostoru. Ten se nachází mezi plášti a je spojen s okolní atmosférou. Při opačném pohybu, kdy se pružina vrací do původní polohy se olej přepouští z prostoru nad pístem do prostoru pod píst. Jeho množství se doplní z vyrovnávacího prostoru. [2]

Obrázek 49 Kapalinový tlumič

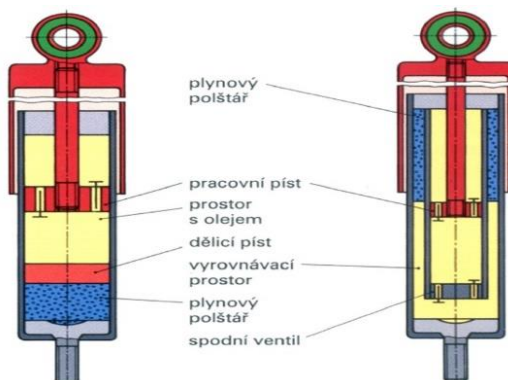


Zdroj: <https://www.spszengrova.cz>

Plynokapalinové tlumiče

U plynokapalinových tlumičů se používá dvojitá konstrukce (viz. obr. 50), tedy jednoplášťová i dvouplášťová. Princip funkce je stejný jako u tlumičů kapalinových, liší se však nepřítomností otvorů pro spojení s okolní atmosférou. Jelikož je vyrovnávací prostor uzavřený, je naplněn inertním plynem (dusíkem) o určitém tlaku (2,5-8 barů) pro nízkotlaké provedení. Vysokotlaké provedení disponuje tlakem od 20 do 30 barů. Tento způsob konstrukce má za následek rychlejší odezvu, zabraňuje pění oleje a má lepší tlumící projev. [21]

Obrázek 50 Typy plynokapalinových tlumičů



Zdroj: <https://www.apm.cz>

3.3.7 Stabilizátory

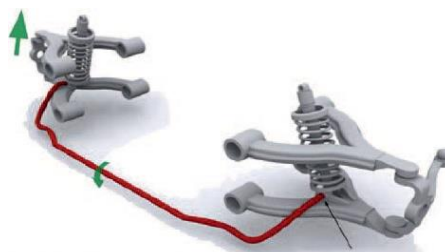
Stabilizátor spojuje obě kola, je připevněn na obou stranách k neodpružené části podvozku a ve dvou místech ke karoserii nebo rámu (viz. Obr. 51). Jeho účelem je zabránit nadměrnému naklápění vozidla. Prvkem, který tvoří funkci stabilizátoru je zkrutná tyč, její

přípevnění k rámu nebo karoserii musí být otočné. Často používaným řešením otočného přípevnění jsou kovopryžová pouzdra. Použití stabilizátorů není bezpodmínečně nutné na obou nápravách zvláště nápravy zadní mají vlastnosti, které dovolují absenci stabilizátoru. Například kliková sprážená náprava má funkci, kdy nosník mezi rameny plní funkci stabilizátoru. [2]

Při propružení obou kol na nápravě se stabilizátor pootočí v pouzdrech a nedojde k jejímu zkroucení, jelikož dojde ke stejnému propružení kol. Při překonávání překážky pouze jednoho kola dojde k propružení jednoho kola, tím dojde k pohybu kola směrem ke karoserii a rameno stabilizátoru se natočí nahoru ve stejném směru. Ve stejné chvíli přenesou zkrutná tyč pohyb i na druhé kolo, a to se pohne s ramenem ve stejném směru. Stlačí se pružina i na straně, která nepřekonává překážku, tím nedojde k velkému náklonu vozidla. [2]

Pro připojení k neodpružené části podvozku se používají pryžová uložení nebo stabilizační tyčky. Například u náprav Mc Pherson je stabilizační tyčka přípevněna k tlumiči na jedné straně a na straně druhé přímo do zkrutné tyče. Pryžová uložení se používají například u úhlových náprav, kde je zkrutná tyč přípevněna klemou přes pryžové uložení přímo k rameni (VW T4).

Obrázek 51 Stabilizátor nápravy



Zdroj: <https://www.cad.cz>

3.3.8 Těhlice

Těhlice je mezikusem mezi nápravou a nábojem kola. Ramena nápravy jsou přípevněna k těhlici. U náprav Mc Pherson je spodní rameno uloženo v těhlici otočným čepem a tlumič je spojen s těhlicí. U lichoběžníkové nápravy jsou do těhlice uložena ramena přes otočné čepy. U řízených náprav je nutné zajistit funkci natáčení kol, proto musí být spojení s rameny otočné a těhlice musí obsahovat uchycení nebo přímo páku řízení. U nepoháněných náprav je možné spojit těhlici s osou kola, jelikož není potřeba připojit poloosy do náboje. V tomto případě se náboj s ložisky nasouvá na osu a zajišťuje maticí. Na těhlici se ještě přípevňuje brzdový třmen nebo ústrojí pro bubnové brzdy, pokud se nejedná o vozidlo bez ABS je zde přípevněno i čidlo otáček kol. [22]

4 Závěr

Jako obecně uznávané lze označit rčení, kdo se chce orientovat v současnosti a budoucnosti, měl by znát minulost, tedy historii. Předkládaná práce se snaží dát historický pohled na vývoj automobilových podvozků s důrazem na popis jejich jednotlivých konstrukčních prvků včetně jejich účelu a konstrukce.

Vývoj řešené problematiky je popsán s využitím jednotlivých příkladů, u nichž lze vysledovat originalitu především v konstrukčním řešení. Na časové ose byly tedy vybrány jednotlivé vozy, u kterých byla uplatněna zajímavá, přelomová nebo evoluční konstrukční řešení.

Nedílnou částí práce bylo vyhledávání a analýza informací o jednotlivých historických vozech. Při této činnosti se autor předkládané práce setkal jak s konstrukcemi pro něj běžnými (setkává se s nimi v denní praxi při opravách automobilů), tak s řešeními, která jsou již nepoužívaná, a tedy pro autora nová. Součástí práce proto byla také setkání s několika majiteli historických vozů, kde vedle reálného pohledu na konstrukční řešení a historie vozů, bylo přínosné i seznámení se s generálními renovacemi a popisem poruch podvozků.

V druhé části práce bylo klíčovým aspektem propojení dohledaných informací z odborné literatury s poznatky z dílenské praxe. To často vedlo k lepšímu objasnění funkčnosti některých konstrukčních řešení a jejich použití právě na konkrétních typech vozů.

Po přečtení práce je patrné, jak postupoval vývoj podvozků, automobilů a vlastně daleko širšího spektra věcí. Na počátku vývoje je vždy přelomový okamžik, kterým je nápad. Ten stanoví, jak by součást měla fungovat a jak ji zkonstruovat. Nejdlejší částí vývoje je pak ale následné zdokonalování fungování automobilu jako celku. To přímo souvisí s požadavky na funkci a spolehlivost jednotlivých součástí. Příkladem je právě automobilový podvozek.

Praxe napovídá, že další vývoj automobilových podvozků a jejich součástí bude spojen nejen s konstrukčními inovacemi, ale pravděpodobně můžeme očekávat zajímavá řešení spojená s užitím nových materiálů. Příkladem může být využití dosud nedostupných vojenských a kosmických technologií nebo posun v nanotechnologiích, využití nových materiálů (grafen) nebo masový nástup 3D tisku.

5 Seznam použitých zdrojů

- [1] ING. OLDŘICH BUREŠ, ING. MIROSLAV PAPOUŠEK, ING. ZDENĚK NOVÁK and ING. JOSEF KUBÁLE. *Traktory a automobily*. 3rd ed. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986.
- [2] ING. ZDENĚK JAN and ING. BRONISLAV ŽDÁNSKÝ. *Automobily I podvozky*. Brno: Avid s.r.o., 2001.
- [3] NEZNÁMÝ. *1885-1886. The first automobile* [online]. [accessed. 2022-03-23]. Available at: <https://group.mercedes-benz.com/company/tradition/company-history/1885-1886.html>
- [4] TATRA.CZ. *Historie výroby* [online]. [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historie-tatry/historie-vyroby/>
- [5] TATRA.CZ. *Tatrovácká koncepce* [online]. [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://www.tatra.cz/proc-tatru/technicka-koncepce-tatra/tatrovacka-koncepce/>
- [6] ZDENĚK KRÁL. *Motorismus v srdci Evropy*. 1st ed. B.m.: Rebo, 2015.
- [7] NEZNÁMÝ. *Tatra 10* [online]. [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://www.tatra-club.com/model/tatra-10-24#forum>
- [8] RADEK FOLPRECHT. *Revoluční tatrovce ve tvaru žehličky je 90 let. Nebudila důvěru* [online]. 30. April 2013 [accessed. 2022-03-10]. Available at: https://www.idnes.cz/auto/historie/tatra-11.A130424_234559_auto_ojetiny_fdv
- [9] ALEŠ DRAGON. *Lancia Lambda (1922-1931): Technicky dokonalý průkopník z Turína* [online]. 16. January 2022 [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://www.auto.cz/lancia-lambda-1922-1931-technicky-dokonal-y-prukopnik-z-turina-142477>
- [10] JAN MAJURNÍK. *Citroën Traction Avant – Splněný sen o revolučním automobilu* [online]. 26. November 2021 [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://www.garaz.cz/clanek/auta-historie-technika-citroen-traction-avant-splneny-sen-o-revolucnim-automobilu-21006770>
- [11] ALEŠ DRAGON. *Citroën Traction Avant: Přelomový model dvojitého šípů slaví osmdesátku* [online]. March 2014 [accessed. 2022-03-10]. Available

at: <https://www.auto.cz/citroen-traction-avant-prelomovy-model-dvojiteho-sipu-slavi-osmdesatku-80307>

- [12] JIŘÍ FIALA. *Citroën 2CV*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012.
- [13] TOM HYAN. *Mini 1959-2009* [online]. 19. November 2009 [accessed. 2022-03-10]. Available at: https://www.automobilrevue.cz/rubriky/clanky/historie/mini-1959-2009-5-378-776-mini_38823.html
- [14] RADA KCE. *Datsun 240Z* [online]. 17. April 2012 [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://autozine.cz/datsun-240z/>
- [15] ING. FRANTIŠEK VLK DRSC. *Podvozky motorových vozidel*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000.
- [16] DAVID PLÁNIČKA. *Podvozky motorových vozidel a jejich vliv na bezpečnost*. Brno, 2016. b.n.
- [17] VÁCLAV MIKULÁŠEK. *Konstrukční řešení podvozků osobních automobilů*. Brno, 2008. b.n.
- [18] DAVID PLÁNIČKA. *Podvozky motorových vozidel a jejich vliv na bezpečnost*. Brno, 2016. b.n.
- [19] GSCHEIDLE, Rolf. *Průručka pro automechanika*. Praha: Sabotáles, 2007.
- [20] MAREK BEDNÁŘ. *Jak funguje vzduchové odpružení? A proč jej v osobních autech nevidáme častěji?* [online]. 25. June 2016 [accessed. 2022-03-10]. Available at: <https://www.autoforum.cz/technika/jak-funguje-vzduchove-odpruzeni-a-proc-jej-v-osobnich-autech-nevidame-castěji/>
- [21] NEZNÁMÝ. *Jak fungují tlumiče pérování a kdy je potřeba je vyměnit?* [online]. [accessed. 2022-03-10]. Available at: https://www.pietro-eshop.cz/clanky-navody/_zobraz=nepodcenujte-opotrebeni-tlumicu
- [22] ROMAN VYMAZAL. *Těhlice vozu kategorie formule SAE*. Brno, 2008. b.n.