

**ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

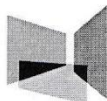
Studijní obor/specializace: 6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu,  
logistiky a kvality

**TECHNICKO-EKONOMICKÁ ANALÝZA  
VOZIDEL OFF-ROAD**

**Bakalářská práce**

**Marek OLÍČ**

Vedoucí práce: Ing. Josef Bradáč, Ph.D



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Marek Olič**

Studijní program: **Ekonomika a management**

Obor: **Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality**

Název tématu: **Technicko-ekonomická analýza vozidel off-road**

Cíl: Cílem bakalářské práce je analýza technicko-ekonomických parametrů u vybraných vozidel z kategorie off-road. Na základě provedené analýzy bude následně vybráno vhodné vozidlo pro potenciálního zákazníka.

Rámcový obsah:

1. Charakteristika osobních automobilů dle účelu a typu karoserie.
2. Specifikace technických a konstrukčních parametrů vozidel off-road.
3. Představení a charakteristika vybraných vozidel.
4. Vlastní analýza a výběr vhodného vozidla na základě zvolených technicko-ekonomických parametrů.

Rozsah práce: 25 – 30 stran

Seznam odborné literatury:

1. KOVANDA, J. – BRADÁČ, J. – KREJČÍ, J. – MÍK, J. – TULACH, P. – VRÁNA, T. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2016. 242 s. 200. ISBN 978-80-01-05893-0.
2. HROMÁDKO, J. – A KOLEKTIV. *Spalovací motory: Komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3475-0.
3. VLK, F. *Automobilová elektronika: systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. 1. vyd. Brno: František Vlček, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

Datum zadání bakalářské práce: únor 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: prosinec 2019

L. S.



**Ing. Josef Bradáč, Ph.D.**  
Vedoucí práce



**prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.**  
Vedoucí katedry



**Mgr. Petr Šulc**  
Prorektor ŠAVŠ



**Marek Olič**  
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí OS.17.09 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše

V Mladé Boleslavi dne 10.12.2019



Děkuji doc. Ing. Josefu Bradáčovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování cenných rad a vstřícný přístup. Děkuji také své rodině za neocenitelnou podporu.

## Obsah

Úvod.....	7
1 Charakteristika osobních automobilů dle účelu a typu karoserie .....	8
1.1 Rozdělení osobních automobilů dle obchodních tříd .....	8
1.2 Rozdělení osobních automobilů dle typu karoserie.....	10
2 Specifikace technických a konstrukčních parametrů vozidel off-road .....	14
2.1 Technické parametry vozidel off-road .....	15
2.2 Konstrukční prvky vozidel off-road .....	16
2.3 Elektronické a asistenční systémy v off-road vozech.....	24
3 Představení a charakteristika vybraných vozidel. ....	26
3.1 Mercedes-Benz třídy G .....	26
3.2 Toyota Land Cruiser.....	28
3.3 Jeep Grand Cherokee.....	29
3.4 Land Rover Discovery.....	31
4 Vlastní analýza a výběr vhodného vozidla na základě zvolených technicko-ekonomických parametrů. ....	33
4.1 Technické parametry.....	33
4.2 Ekonomicko-ekologické parametry .....	36
4.3 Terénní parametry.....	38
4.4 Výsledné zhodnocení.....	41
Závěr .....	44
Seznam literatury .....	45
Seznam obrázků a tabulek.....	47
Seznam příloh .....	49

## **Seznam použitých zkratek a symbolů**

- AMG Aufrecht Melcher Großaspach (dceřiná firma společnosti Daimler AG zabývající se vývojem vysoce výkonných verzí vozidel značky Mercedes-Benz)
- ELSD Electronic limited slip differential
- HDC Hill descent control
- NEDC New european driving cycle
- SDA Svaz dovozců automobilů
- WLTP Worldwide harmonized light vehicles test procedures

## Úvod

Automobilový průmysl je velmi důležitou součástí světové ekonomiky a také páteřním sektorem ekonomik vybraných států. Celý automobilový průmysl je ale v posledních letech pod velmi silným tlakem z hlediska dopadu na životní prostředí a celkové udržitelnosti. V závislosti na konkrétním trhu a lokálních regulacích jsou automobiloví výrobci každým rokem nuceni vynakládat vyšší náklady na vývoj nových technologií a pohonů za účelem získání homologace pro svá vozidla. Tato problematika má velký vliv na speciální kategorie vozidel, mezi které spadá také segment off-road, na který se tato práce zaměřuje. Důsledkem těchto regulací může být redukce nabízených modelových řad a větší přizpůsobení těchto vozů standardnímu silničnímu provozu.

Hlavním cílem této bakalářské práce je analyzovat vybrané automobily konkurenčních značek kategorie off-road z hlediska technicko-ekonomických parametrů.

První část této práce bude věnována rozdělení osobních automobilů z hlediska účelu a typu karoserie. Navazující kapitola bude rozebírat segment vozidel off-road na základě postavení na automobilových trzích, a představí konstrukční a elektronické prvky typické pro analyzovanou kategorii.

Druhá část této práce se bude zabývat představením a analýzou vybraných vozidel. Na základě ohodnocení předem stanovených parametrů bude následně vybrán nejvhodnější automobil pro potenciálního zákazníka.



# **1 Charakteristika osobních automobilů dle účelu a typu karoserie**

Osobní automobil spadá do kategorie silničních vozidel. Pojem silniční vozidlo a jejich rozdělení definuje zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. „Silniční vozidlo je motorové nebo nemotorové vozidlo, které je vyrobené za účelem provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí“ (Zákon č. 56/2001 Sb., 2001, část první, paragraf 3). Silniční vozidla je možné dle zákona rozdělit následujícím způsobem:

- motocykly,
- osobní automobily,
- autobusy,
- nákladní automobily,
- vozidla zvláštního určení a speciální vozidla,
- přípojná vozidla,
- ostatní silniční vozidla.

Osobní automobily jsou identifikovány označením M1. Off-road a terénní vozy mohou být rozlišeny doplňkovým písmenem G. Osobní automobil s terénní úpravou tedy může být v technickém průkazu označen jako M1G. Tato označení jsou také v souladu se směrnicemi vydanými Evropskou komisí a platí tedy jednotně ve všech státech Evropské Unie (Zákon č. 56/2001 Sb., 2001).

## **1.1 Rozdělení osobních automobilů dle obchodních tříd**

Osobní automobily se pro účely segmentace trhu zařazují do tzv. obchodních tříd. V rámci jednotlivých obchodních tříd je pak možné stanovit přímé konkurenty jednotlivých vozidel a na základě této informace pak provádět analýzy a srovnání. Mezi nejčastější parametry, podle kterých se třída vozidla určí, bývá celková délka vozu, rozvor, objem motoru, ale i například cena a celková image značky. Je nutné zmínit, že v České republice zařazení do obchodních tříd nepodléhá žádné legislativní normě, či směrnici. Ve Spojených státech amerických je tato problematika řešena přímo federální směrnicí, která automobily roztřídí

na základě celkového objemu prostoru pro cestující a náklad společně (Autorevue.cz, 2014).

O samotném zařazení do tříd na individuálních trzích pak ve valné většině případů rozhoduje sám výrobce, který prostřednictvím produktového managementu cílový segment definuje již při vývoji nového modelu. Dále jej může upevnit například v rámci marketingové komunikace.

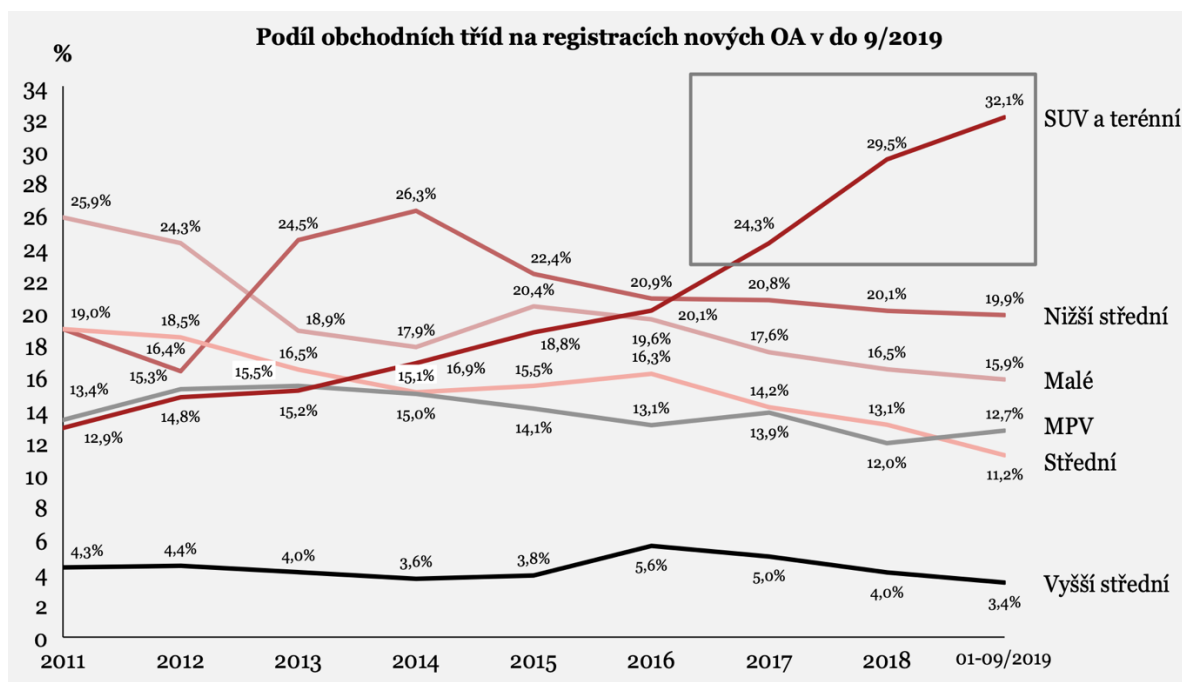
Stanovením obchodních tříd a zařazováním vozidel se také zabývají lokální či mezinárodní organizace, které se většinou specializují na analýzy trhů s automobily. Tuto úlohu zastává v České republice Svaz dovozců automobilů (dále jen SDA), který sdružuje nejvýznamnější importéry automobilů na českém trhu, vytváří pravidelné statistiky registrací vozidel a celkově přispívá k vytvoření optimálních obchodních podmínek na trhu. Statistiky a informace organizací tohoto typu se ale mezi sebou často neshodují, v důsledku čehož vznikají spory ohledně klasifikování vozidel. Jako příklad by se dal uvést vůz Škoda Octavia, který bývá prohlašován za vůz nižší střední třídy, nebo vůz třídy střední (Autorevue.cz, 2014).

Na níže uvedeném přehledu je zobrazen seznam obchodních tříd osobních automobilů, tak jak je definuje SDA, včetně příkladů jejich typických zástupců (Portal.sda-cia.cz, 2019):

- Mini – Škoda CITIGO, Hyundai i10, Toyota Aygo.
- Malé – Škoda Fabia, Audi A1, Opel Corsa, Toyota Yaris.
- Nižší střední – Škoda Rapid a Scala, Ford Focus, Toyota Corolla, Opel Astra.
- Střední – Škoda Octavia, Ford Mondeo, Audi A4 a A5.
- Vyšší střední – Škoda Superb, Audi A6 a A7, BMW 5 a 6, Mercedes-Benz E.
- Luxusní – Audi A8, BMW 7, Mercedes-Benz S.
- Sportovní – Porsche 911, Audi TT, BMW Z4.
- MPV – Ford Galaxy a S-Max, Renault Espace, VW Transporter.
- SUV a Terénní – Škoda Karoq, Kodiaq, Toyota RAV4, Hyundai Santa Fe a Tucson, Jeep Grand Cherokee, Land Rover Discovery.

Pro podrobnější segmentaci jsou třídy MPV a SUV dále rozlišeny přidáním doplňkového písmene nebo čísla, které rozliší jejich velikost.

Na obrázku 1 je zobrazen vývoj registrací osobních automobilů v České republice dle tříd definovaných SDA mezi lety 2013 a 2019.



Zdroj: (portal.sda-cia.cz, 2019)

**Obr. 1 Vývoj registrací osobních automobilů dle obchodních tříd v ČR**

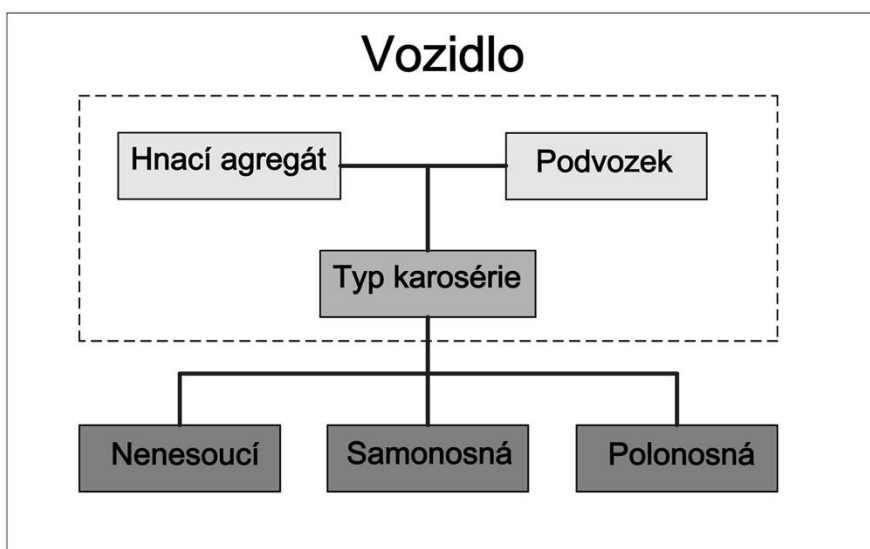
Je možné si všimnout, že od roku 2016 je třídou s nejvíce registracemi segment SUV a terénní, který vystřídal do té doby převládající kategorii Nižší střední. Trend kategorie SUV a terénní v posledních letech roste a v září roku 2019 zaznamenal 32,1% podíl registrací na tuzemském trhu. Je ale nutné zmínit, že velkou zásluhu na tomto růstu má segment malých SUV, do kterého patří i městské crossovery, a v posledních letech patří mezi nejrychleji rostoucí třídy na evropských trzích.

## 1.2 Rozdělení osobních automobilů dle typu karoserie

Karoserie je jednou z nejdůležitějších součástí automobilu. Vedle hnací soustavy a podvozku patří mezi základní funkční složky všech vozidel. Karoserie pomáhá k zajištění nejdůležitější úlohy automobilů, a to k přepravě osob a nákladu. Karoserie vedle své hlavní funkce také zabezpečuje ochranu cestujících při případné dopravní nehodě, bezpečný výhled z vozidla, a v neposlední řadě také co nejmenší aerodynamický odpor vzduchu. Z hlediska komfortu pro cestující vytváří mikroklima v interiéru vozu, chrání před vlivy počasí, omezuje hluk a vibrace

a celkově přispívá k lepším jízdním vlastnostem a k pohodlí pasažérů. Na karoserii automobilů jsou tedy kladeny velmi vysoké požadavky z hlediska použitých materiálů, funkčnosti, bezpečnosti a také z hlediska designu (Kovanda a kol., 2016).

V posledních letech je také kladen stále větší důraz na ekologii. Použitím inovativních metod konstrukce a lehčích materiálů je možné dosáhnout menší hmotnosti celého vozidla, a tím pádem snížit spotřebu paliva. „Struktura karoserie je tedy značně komplexní problematika, její vývoj a výroba zabíhá do celé řady technických a vědních odvětví jako je konstrukce, technologie, materiálové inženýrství, aerodynamika, měření a zkušebnictví“ (Kovanda a kol., 2016, str. 106). Dle vzájemného vztahu mezi hnacím ústrojím, podvozkem a karoserií je možné druhy karoserie rozdělit do tří kategorií, které popisuje obrázek 2.



Zdroj: (Kovanda a kol., 2016, str. 111)

**Obr. 2 Schéma vzájemného vztahu mezi podvozkem, hnacím agregátem a typem karoserie**

### **Nenesoucí karoserie**

Nenesoucí karoserie, někdy také označována jako podvozková, se upevňuje přímo na rám podvozku, který zachycuje veškeré síly spojené s jízdou vozidla. Karoserie je od rámu izolována skrze pružné uložení. „Toto spojení umožňuje vzájemný pohyb mezi karoserií a rámem, aniž by vznikalo nadměrné namáhání a zároveň zabraňuje přenosu hluku do karoserie přerušením tzv. akustického mostu“ (Vlk, 2000, str. 23). Konstrukční řešení nenesoucí karoserie se dnes využívá v nákladních, užitkových a v některých terénních vozech.

## **Polonosná karoserie**

Polonosná karoserie se vyznačuje tím, že využívá rám i samotnou konstrukci karoserie, ale některé prvky hnací soustavy mohou být již umístěny přímo v karoserii. Prvky podvozku jsou pak většinou uchyceny na rámu. „Rám je s karoserií spojen pevně a tvoří jeden tuhý skelet. Na přenosu zatížení se podílí v určitém poměru rám i karoserie. Karoserie musí být tedy již na přenos zatížení dimenzovaná“ (Kovanda a kol., 2016, str. 114). Konstrukční řešení polonosné karoserie můžeme dnes nalézt zejména u terénních vozů.

## **Samonosná karoserie**

Samonosné karoserie se dnes využívají ve většině osobních automobilů, a to hlavně z důvodu nízké hmotnosti a levné výroby. Samonosná karoserie vytváří z rámu a polonosné karoserie jeden společný celek. Konstrukce musí být dimenzovaná na vyšší zatížení než předchozí varianty, neboť se na přenosu sil vznikajících jízdou vozu podílí celá karoserie. „Hnací ústrojí, nápravy, nádrž, výfukové vedení a další prvky jsou do karoserie zachyceny přímým způsobem“ (Kovanda a kol., 2016, str. 115). Pro zmírnění hluku, vibrací a dalších nepříznivých vlivů se agregáty často ukládají do gumových lůžek, tzv. silentbloků. Samonosné karoserie je možné dále rozdělit na skořepinové a na karoserie se samostatnou vnitřní kostrou (Kovanda a kol., 2016). Na obrázku 3 je vidět samonosná karoserie vozidel značky Audi.

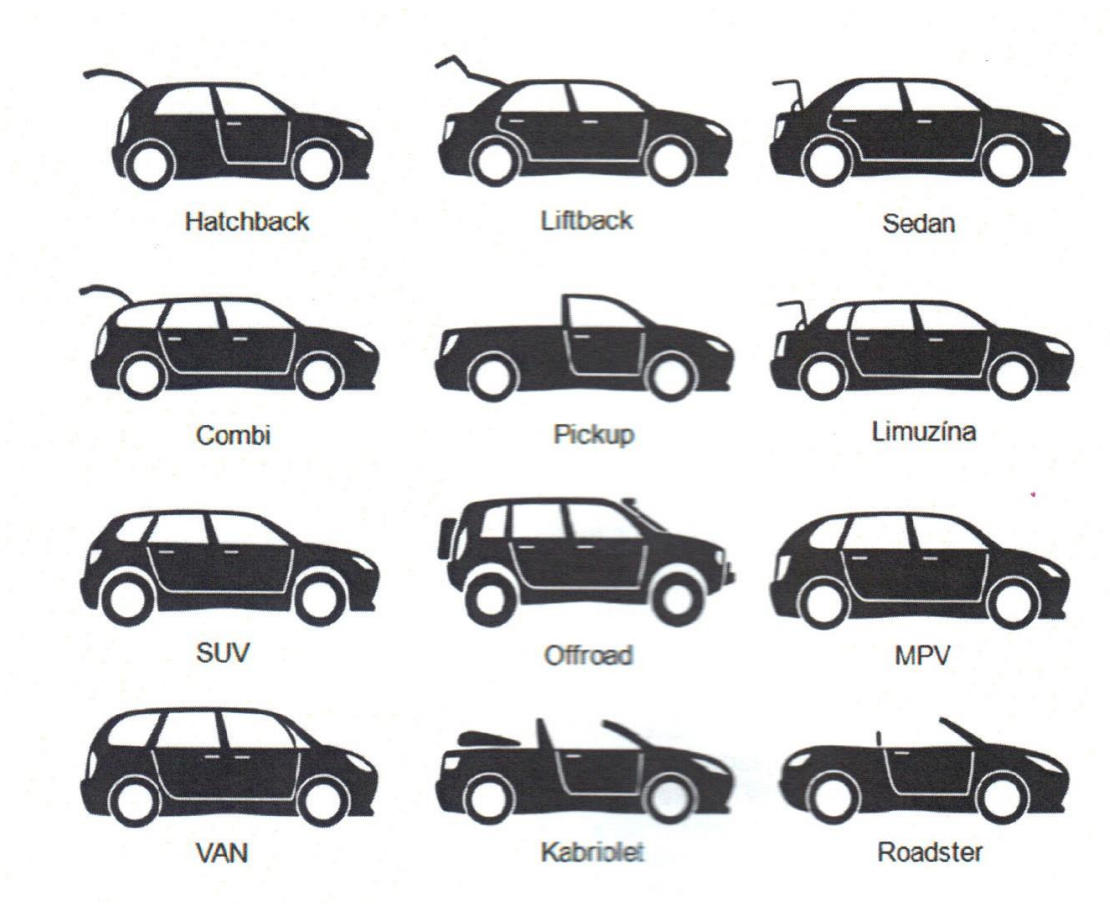


Zdroj: (Audi-technology-portal.de, 2019)

**Obr. 3 Samonosná karoserie vozidel značky Audi**

Osobní automobily můžeme dle tvaru jejich karoserie dělit na různé typy. „Tvar karosérie je určen již koncepčním návrhem vozidla zohledňující počet pasažérů

vozidla, velikost zavazadlového prostoru, ale i způsob využití a druh provozu (silnice, terén), v kterém bude vozidlo používáno budoucími zákazníky“ (Kovanda a kol., 2016, str. 106). Z tohoto vyplývá, že tvar karoserie svým způsobem předurčuje, k jakému účelu bude vozidlo využíváno. Obrázek 4 zobrazuje jednotlivé typy vozidel rozdělené na základě tvaru karoserie.



Zdroj: (Kovanda a kol., 2016, str. 108)

**Obr. 4 Přehled typů osobních automobilů dle tvaru jejich karoserie**

## 2 Specifikace technických a konstrukčních parametrů vozidel off-road

Cílem této kapitoly je definovat terénní neboli off-road vozidla, představit jejich postavení na současných automobilových trzích, a popsat jejich typické technické a konstrukční prvky a parametry.

Terénní vozy se v průběhu času společně s vývojem celkového odvětví staly moderními automobily, nabízející vynikající jízdní vlastnosti a komfort i na standardních komunikacích. Vývoj trhu také způsobil, že se některé nabízené off-road modely staly symbolem prestiže a luxusu. Postupnou transformací terénních modelů postupně vznikl celý segment SUV. V rámci momentálně nabízených vozidel je ale nutné rozlišovat mezi skutečnými terénními vozidly, a novými sportovně užitkovými modely, které jsou určeny primárně pro silniční provoz a nabízejí pouze mírně zlepšenou průchodnost a jízdní vlastnosti v terénu. Pravým terénním modelům se pak podobají spíše tvarem karoserie než samotným konstrukčním řešením a specifickými vlastnostmi. „Zhodnotíme-li dnes nabídku osobních vozidel s pohonem obou náprav, zjistíme, že opravdu terénních vozidel na trhu ubývá, ačkoliv podíl vozidel s pohonem 4 x 4 roste. O této skutečnosti vypovídá i statistický údaj, podle nějž 92 % majitelů vozidel SUV využívá své vozidlo výhradně na zpevněných vozovkách, zatímco pouhá 4 % jezdí v lehkém nebo těžkém terénu“ (Achtenová, Tůma, 2009, str. 21).

Při pohledu na český automobilový trh lze rozpoznat, že počet nabízených off-road modelů a jejich variant se skutečně mírně redukuje. Příčinou těchto omezení jsou bezesporu také stále přísnější emisní limity, které mohou ohrozit nejen existenci modelových řad, ale v krajních případech i celých automobilových výrobců. K problematice emisních omezení se vyjadřuje také Hromádko. „Limity emisí CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub> a pevných částic jsou stanovené specificky pro každou kategorii vozidel velmi přísně, na hranicích technické, technologické a ekonomické dosažitelnosti“ (Hromádko a kol., 2011, str. 193).

Dále je nutné vymezit, jakým způsobem lze terénní vozidlo identifikovat, a jaké musí plnit technické požadavky. Vysvětlení nabízí česká a evropská legislativa. „Terénním vozidlem se rozumí vozidlo zařazené do kategorie M nebo N, které má zvláštní technické vlastnosti umožňující jeho použití mimo běžné vozovky“

(Vyhláška č. 341/2014 Sb., 2014, příloha č.2). Dá se tedy konstatovat, že na off-road vozidla jsou kladeny vyšší a konkrétnější požadavky než na konvenční osobní vozy.

Konkrétní kritéria pro zařazení modelu mezi off-road automobily pak vymezuje směrnice Evropského Parlamentu a Rady, která stanovuje rámec pro schvalování motorových vozidel. Vozidla kategorie M1 a N1 se zařadí mezi terénní, pokud současně splňují následující kritéria (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, 2007):

- Nejméně jedna přední náprava a nejméně jedna zadní náprava je konstruována pro současný pohon bez ohledu na skutečnost, zda může být jedna hnací náprava odpojena.
- Vozidlo je vybaveno nejméně jedním uzávěrem diferenciálu nebo jedním zařízením, které dosáhne podobného účinku.
- Stoupavost samotného vozidla činí nejméně 25 %.
- Vozidla splňují pět z následujících šesti požadavků:
  - Přední nájezdový úhel musí být nejméně 25 stupňů
  - Zadní nájezdový úhel musí být nejméně 20 stupňů
  - Přejížděvací úhel musí být minimálně 20 stupňů
  - Světlná výška pod přední nápravou musí být nejméně 180 mm
  - Světlná výška pod zadní nápravou musí být nejméně 180 mm
  - Světlná výška mezi nápravami musí být nejméně 200 mm

## 2.1 Technické parametry vozidel off-road

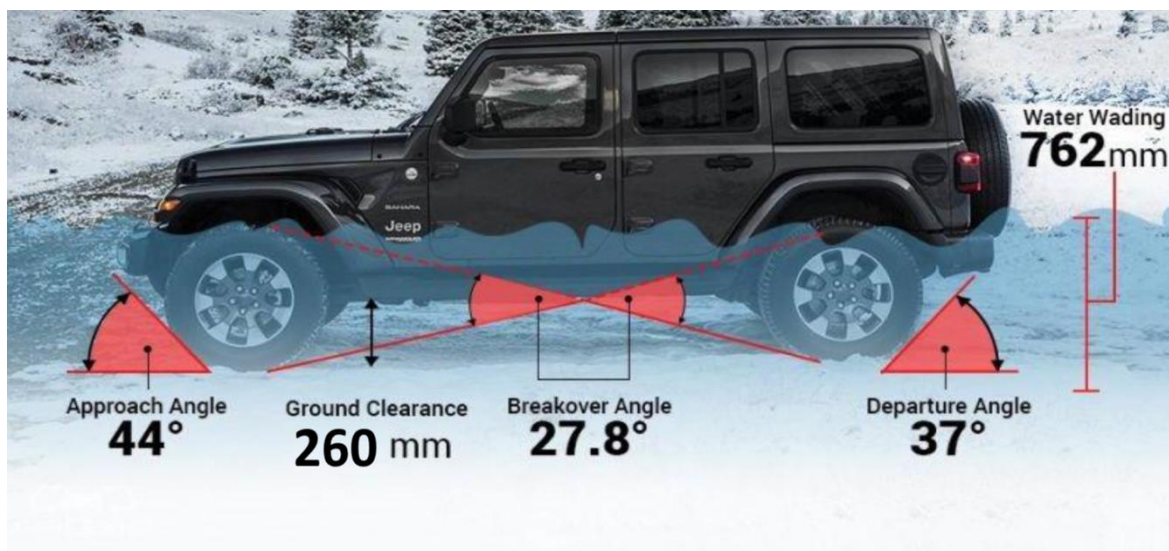
V této podkapitole jsou podrobně rozebrány parametry, které jsou standardně uváděny u terénních vozů. Jedná se zejména o atributy, kterými se terénní vozy liší od konvenčních osobních automobilů.

Za **světlu výšku vozu** (Ground clearance) se považuje vzdálenost mezi vozovkou nebo povrchem a nejnižším bodem vozidla (konkrétně se může jednat o oblast přední nebo zadní nápravy). Vyšší světlná výška zajišťuje lepší průchodnost terénem, zejména při zdolávání tras s velkými výmoly a při překonávání překážek.

**Nájezdový úhel** se měří mezi jako největší úhel mezi povrchem a rovinou, která je dána tečnou pneumatik. Díky vyšším nájezdovým úhlům mohou terénní vozidla zdolávat strmé nájezdy a sjezdy z kopců. Dělí se na přední (approach angle) a zadní



(departure angle) podle toho, u které nápravy je úhel měřen. Pro překonání náročných horizontů je důležitý **přejezdový úhel** (breakover angle). Jedná se o úhel, při kterém může vozidlo přejet přes horizont, aniž by se dotýkalo podvozkem povrchu. Grafické znázornění popisovaných parametrů je zobrazeno na obrázku 5.



Zdroj: (Jeep.com, 2019)

**Obr. 5** Off-road parametry vozidla Jeep Wrangler

**Brodivost** (water wading) stanovuje nejvyšší hladinu vody, kterou je vozidlo schopno projet bez větších obtíží. Největší překážkou brodění je sání vzduchu do motoru, které nesmí přijít do styku s vodou. U off-road vozidel se proto instaluje do co nejvyšší polohy. Nejlepší brodivost pak zajistí vyvedení sání motoru ven z karoserie, a poté podél A-sloupku. Jedná se o jednu z nejčastějších dodatečných terénních úprav.

Poslední z typických parametrů terénních vozidel jsou stoupavost a boční náklon. **Stoupavost** udává schopnost vozu překonat stoupání kopce, které se často přepočítává a uvádí v procentech. **Úhel bočního náklonu** zase zaznamenává, jakému maximálnímu náklonu je možné vůz vystavit před jeho převrnutím do boku.

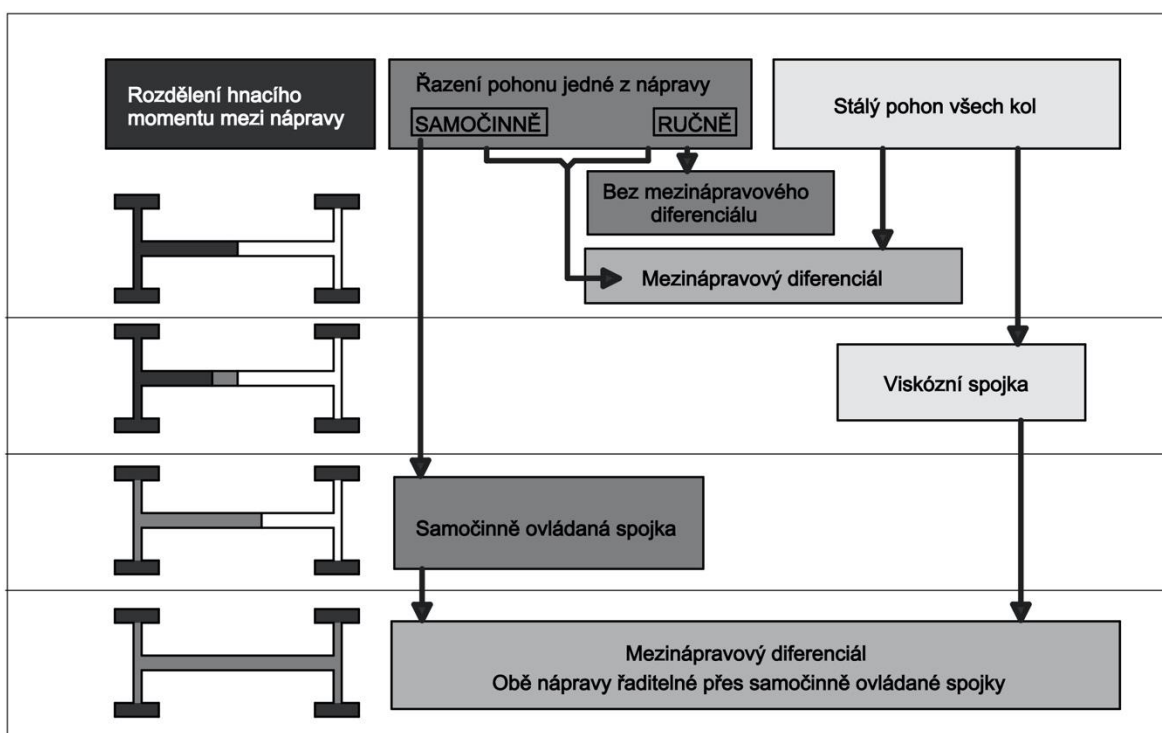
## 2.2 Konstrukční prvky vozidel off-road

Cílem této kapitoly je představit a charakterizovat konstrukční prvky a elektronické asistenční a komfortní systémy typické pro terénní vozy. Některé uvedené prvky je

možné nalézt i v ostatních segmentech osobních vozů. Většinou se ale jedná o méně pokročilá řešení, nebo systémy s určeným použitím spíše mimo terén.

## 2.2.1 Koncepce pohonů všech kol

Systém pohonu všech kol je nedílnou součástí všech off-road vozidel. Terénní schopnosti vozidel se z velké části odvíjejí podle funkčnosti a pokročilosti jejich pohonu. Za léta své existence prošly pohony 4 x 4 velkým vývojem, a dnes již existuje mnoho technologií a pokrokových konstrukčních řešení. Na obrázku 6 jsou pohony všech kol rozčleněny podle počtu hnaných náprav a způsobu jejich pohonu. V následujících odstavcích jsou pak charakterizovány nejpoužívanější koncepce, které můžeme nalézt v dnešních off-road vozidlech.



Zdroj: (Achtenová a Tůma, 2009, str. 31)

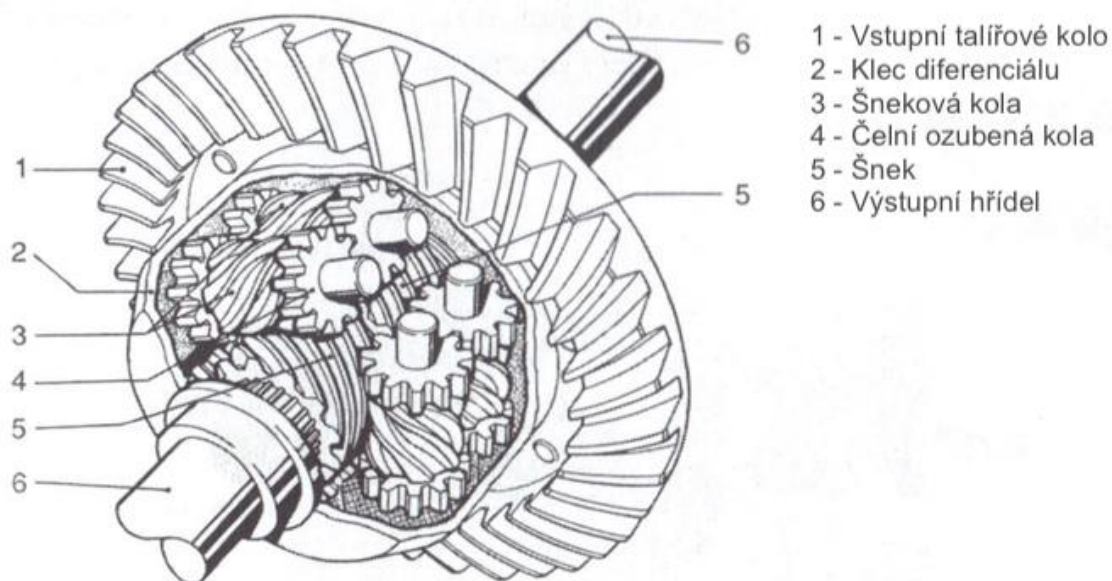
**Obr. 6 Přehled koncepcí pohonu všech kol podle počtu hnaných náprav a způsobu zapojení**

Barvy na levé části schématu značí rozdělení hnacího momentu mezi jednotlivé nápravy. Černá a bílá barva značí části, které jsou neměnné za všech okolností. Šedé zbarvení pak vyznačují části, u kterých se mění hnací moment v závislosti na jízdnicích podmínkách a také situaci, při které může být pohon dané nápravy úplně vyřazen. V pravé části schématu je vždy uvedena příslušná koncepce pohonu všech kol (Achtenová, Tůma, 2009).

## Stálý pohon všech kol

Při tomto řešení jsou trvale poháněna všechna čtyři kola (nebo více při větším počtu náprav). Úkolem hnací soustavy je distribuce hnací síly na jednotlivá kola s tím, že každému kolu musí být umožněno otáčet se různou rychlostí. Z tohoto vyplývá, že je zapotřebí přidání mezinápravového diferenciálu, který zajistí možnost odlišné rychlosti jednotlivých náprav. Pokud by byl ale použit pouze mezinápravový diferenciál, tak by při prokluzu jednoho z kol došlo ke ztrátě trakce celého vozidla. Z tohoto důvodu existují prvky, které tento stav vyloučí. Jedná se zejména o svorné diferenciály, závěry diferenciálu a pasivní spojky (Achtenová, Tůma, 2009).

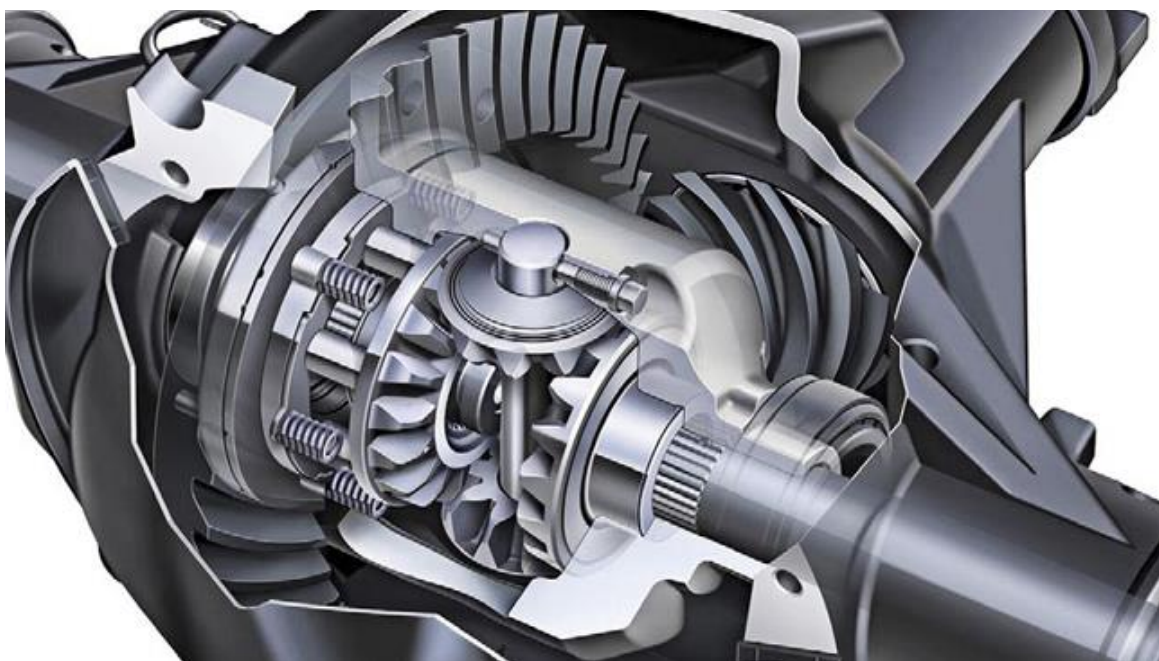
Diferenciál Torsen patří mezi nejpoužívanější a nejznámější svorné diferenciály. Svoji konstrukcí patří také do skupiny šnekových diferenciálů. Existují celkem tři typy, označované jako A, B a C (v některých případech 1, 2 a 3). Tento odstavec se dále věnuje pouze typu A, který je znázorněn na obrázku 7. Pokud se vozidlo vybavené tímto typem diferenciálu pohybuje po povrchu s dobrou přilnavostí, otáčí se diferenciál jako celek. V případě, že vlivem prokluzu nebo průjezdem zatáčkou mají jednotlivá kola tendenci otáčet se různými rychlostmi, znamená, že výstupní šneky a šneková kola se budou také otáčet rozdílnými otáčkami. Všechny části diferenciálu se tedy při zátěži otáčejí různě. Je nutné zmínit, že šnekový diferenciál se obecně vyznačuje nízkou účinností (Achtenová, Tůma, 2009).



Zdroj: (Achtenová, Tůma, 2009, str. 301)

**Obr. 7 Průhled diferenciálem Torsen typu A**

Jednodušší variantou, jak zvýšit trakční schopnosti vozu, je použití závěru diferenciálu. Při zapojení závěru příslušná náprava začne fungovat jako kdyby na ni žádný diferenciál nebyl instalovaný. Samotná konstrukce typického závěru připomíná zubovou spojku, spojující 2 prvky určeného diferenciálu. Při rozpojení spojky je tedy diferenciál vyřazen z provozu a začne se otáčet jako celek (Achtenová, Tůma, 2009). Průhled diferenciálem se závěrem je vidět na obrázku 8. Závěr diferenciálu se používá při vyproštění vozu a v náročném a neprostupném terénu. Po překonání terénu či obtížného úseku je ale nutné co nejdříve závěr vyřadit z provozu, jinak může nastat poškození hnacího ústrojí. Samotný závěr zpravidla ovládá sám řidič, a to buď mechanicky, nebo elektronicky.

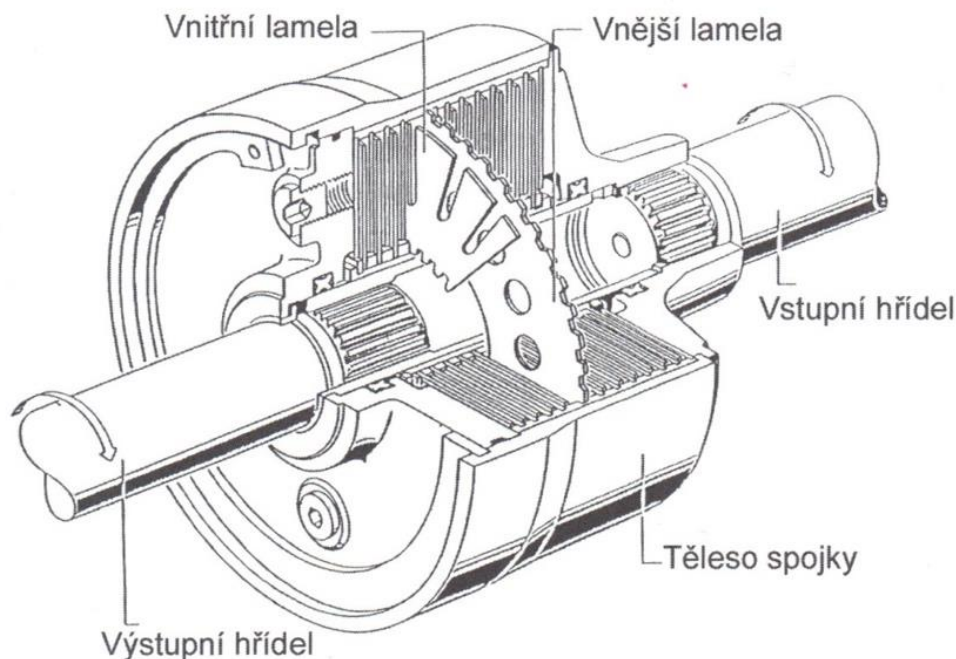


Zdroj: (topgear.com.ph, 2018)

**Obr. 8 Průhled diferenciálem se závěrem**

Typickým představitelem pasivní spojky je viskózní spojka. Pro všechny pasivní spojky platí, že nejsou nijak externě ovládány. Chování viskózní spojky pak řídí pouze rychlost obou náprav s tím, že v závislosti na změně jejich otáček se mění viskozita oleje mezi lamelami této spojky. Odporový moment, který posléze vzniká ve spojce způsobuje, že je hnací moment veden k jedné, nebo k druhé nápravě. Z hlediska konstrukce se viskózní spojka skládá z vnitřních a vnějších ocelových lamel, které se vzájemně nedotýkají. Pohyb se realizuje na principu tření, přičemž

spojka je naplněná silikonovým olejem. Výhodou viskózní spojky je relativně nízká cena, ale v dnešních vozech bývá spíše nahrazena samočinně ovládanými spojkami (Achtenová, Tůma, 2009). Na obrázku 9 je vidět řez viskózní spojkou.



Zdroj: (Achtenová, Tůma, 2009, str. 82)

**Obr. 9 Řez viskózní spojkou**

### **Ručně řaditelný pohon druhé nápravy**

U této koncepce se pohon příslušné nápravy zapojuje ručně, a to zpravidla v případě, kdy vozidlo stojí. V případě tohoto systému se nepoužívá mezinápravový diferenciál. Nápravy jsou spojené napevno skrze hřídele, které se otáčejí stejnými rychlostmi. Rozvodovka tohoto pohonu bývá vybavena zubovou spojkou, skrze kterou je možné ovládat zapojení druhé nápravy. Rozdělení hnacího momentu pak v tomto případě bude v poměru 50:50. U této koncepce je také nutné zmínit rizika, která vznikají při použití pohonu všech kol na běžné silnici. Při pevném spojení totiž vznikají síly, které mohou poškodit celý pohonný systém (Achtenová, Tůma, 2009). Pevné spojení obou náprav by tedy mělo být podobně jako závěr diferenciálu zapojeno jen v případě nutnosti.

### **Samočinně řaditelné systémy**

Současná moderní automobilová technologie stále více využívá samočinně řaditelné systémy. Hlavním důvodem, proč je tato funkce do vozidel

implementována, je zjednodušení a usnadnění užívání vozidla v terénu tím, že řidič nemusí nijak manuálně zasahovat. Druhou velkou výhodou je také úspora paliva, jelikož druhá náprava je poháněna opravdu jen v případě potřeby. Řídicí jednotka v reálném čase vyhodnocuje stav jízdy, a v případě hrozícího prokluzu kol, či ztráty adheze dokáže připojit k pohonu druhou nápravu. Pro dosažení této funkčnosti se využívají mezinápravové spojky. Hlavním úskalím této koncepce je naopak znemožnění individuálního nastavení rozdělení hnacího momentu mezi nápravy (Achtenová, Tůma, 2009).

Asi nejznámějším zástupcem mezinápravové spojky je na domácím trhu řešení švédské společnosti Haldex, jejichž spojky jsou umísťovány do určitých vozidel s pohonem 4 x 4 koncernu Volkswagen, a tedy i značky ŠKODA AUTO. Nicméně, je potřeba zmínit, že spojky Haldex jsou koncipovány spíše jako dostupné a jednoduché, a tím pádem jsou nabízeny v modelech osobních vozidel a menších SUV jako prvek nadstandardní výbavy. V opravdu terénních vozech je možné je nalézt spíše zřídka.

Pro osobní a terénní vozy vyráběné v Asii je typická vícelamelová spojka ovládaná pilotní spojkou s vačkovým mechanismem. Mezi typické zástupce patří značky Nissan a Toyota. Konstrukce se skládá z vícelamelové spojky, druhé ovládací spojky, vačkového mechanismu a elektromagnetického ovladače. „Po přivedení proudu začne elektromagnet přitahovat kotvu, a ta sepne více lamelovou ovládací spojkou, která začne unášet hlavní kotouč vačky“ (Achtenová, Tůma, 2016, str. 97). Vačkový mechanismus je zde použit pro zvýšení síly, která je potřeba pro ovládání hlavní spojky.

### **Nápravy hnané elektromotorem**

Nejnovějším trendem v oblasti pohonných ústrojí je rozhodně elektrifikace. První variantou je hybridní ústrojí, s tím, že jedna z náprav je hnaná spalovacím motorem a druhá pak elektromotorem. Pokročilejší řešení může zahrnovat i více elektromotorů, například každý pro jednu nápravu. V případě prokluzu kol pak může jeden z elektromotorů pohánět zadní nápravu, a druhý umístěný u přední nápravy zase být v módu rekuperace pro snížení hnací síly na předních kolech. Podmínkou použití této funkčnosti v terénu je dostatečné nabití baterií a vysoký výkon elektromotorů. Výhodou tohoto ústrojí je absence kardanu, což usnadňuje

rozmístění prvků podvozku. Nutnost umístění baterií naopak zvyšuje hmotnost vozidla.

Druhou variantou jsou plně elektrické modely, které pro pohon používají pouze elektromotory. Velkou výhodou plně elektrických vozidel je vysoký točivý moment, který je k dispozici ve velmi širokém spektru otáček. Elektrické pohonné ústrojí také dokáže plně distribuovat hnací sílu v poměrech až 100:0 a 0:100 mezi nápravy. Obrázek 10 ukazuje hnací ústrojí a baterie plně elektrického SUV Jaguar I-Pace. Tento model je vybaven dvěma elektromotory s tím, že každý pohání jednu nápravu. Díky způsobu uložení baterií vůz také disponuje nízkým těžištěm, které přispívá k lepším jízdám vlastnostem.



Zdroj: (Autocar.co.uk, 2016)

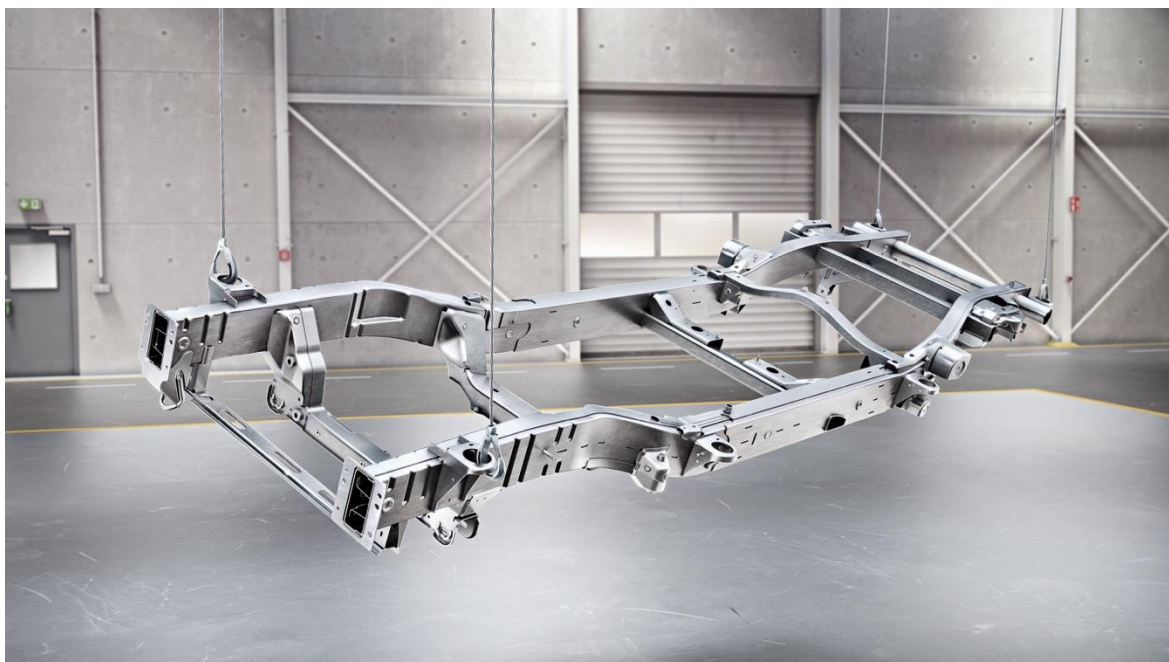
**Obr. 10 Hnací ústrojí a uložení baterií vozu Jaguar I-Pace**

### **2.2.2 Nosný rám karoserie**

Nosný rám karoserie patří mezi hlavní poznávací znaky off-road vozidel. Dá se říct, že podle přítomnosti nosného rámu lze rozpoznat opravdový terénní vůz. Nicméně, modelů, které stále využívají nosný rám je málo, a jejich počet stále ubývá. Výrobci automobilů u svých terénních a SUV modelů často přecházejí k levnějším a lehčím samonosným karoseriím, i přes fakt, že tím vozidla ztrácejí cenné terénní vlastnosti.

Alternativou mohou být dodatečné rámy integrované do samonosné karoserie nebo vyztužení pomocí přidanych nosníků.

Jak již bylo zmíněno v první kapitole, na nosný rám se upevňují prvky hnacího ústrojí, převodovky a náprav. Vozidla vybavené nosným rámem se vyznačují vysokou stabilitou, odolností a mají větší možnost křížení náprav. Rám naopak značně zvyšuje hmotnost celého vozidla a je prostorově náročný. Na obrázku 11 je zobrazený žebřinový rám vozu Mercedes-Benz třídy G.



Zdroj: (Mercedes-benz.cz, 2019)

**Obr. 11 Žebřinový rám vozu Mercedes-Benz třídy G**



## 2.3 Elektronické a asistenční systémy v off-road vozech

Prvním ze sledovaných systémů je **elektronicky řízené odpružení**. V rámci řízeného odpružení je možné systémy rozdělit na adaptivní a aktivní. Adaptivní systémy odpružení dokáží měnit vlastnosti tlumiče nebo pružiny. Aktivní systém pak zvládne ovlivňovat vlastnosti jak tlumiče, tak celého podvozku. Pro terénní vozy jsou tyto systémy důležité z několika důvodů. Je to zejména přizpůsobení světlé výšky, tlumení v závislosti na terénu a co nejmenší kolísání zatížení kol. Moderní aktivní systémy řízení podvozku a odpružení jsou schopné v reálném čase reagovat na momentální stav vozovky a případné pokyny řidiče. Na trhu je možné se setkat s adaptivními tlumiči, pneumatickým (vzduchovým) odpružením, a dokonce i s kombinací obojího (Vlk, 2006).

Většina terénních vozů je vybavena systémem **progress control**. Jedná se o asistent, který umožňuje udržovat konstantní rychlost v terénu. Funguje tedy na principu tempomatu s tím, že lze nastavit několik předvolených rychlostí. Tento asistent komunikuje a spolupracuje s dalšími systémy ve vozidle (Landrover.cz, 2019). Podle vstupních informací také upravuje rychlost jízdy a množství hnací a brzdné síly distribuované na jednotlivá kola. Tato funkcionality může být u některých značek nazvána také jako crawl control a často je spjata rovněž s nastavením rozsahů převodových stupňů.

Díky kamerám systému **area view** (360 kamera) umístěným na všech čtyřech stranách vozu může řidič sledovat bezprostřední okolí vozidla na displeji infotainmentu a reagovat tak na změny v terénu, které nejsou pozorovatelné pouhým výhledem z vozidla. U standardních osobních automobilů je tento systém využíván hlavně při parkování a manévrování.

Asistent pro jízdu ze strmého kopce je označován jako **HDC**. Využitím optimální brzdné síly udržuje stálou rychlost při sjíždění náročných kopců a stabilizuje tak celý vůz. Řidič při sjezdu nemusí nijak zasahovat ovládním brzdového pedálu.

Novodobá off-road vozidla jsou již v mnohých případech vybavena pokročilým infotainmentem, který v kooperaci s asistenčními systémy dokáže řidiči zobrazit mnoho důležitých dat. Mezi ně patří například úhel náklonu vozidla, aktuální rozdělení hnací síly mezi nápravy a úhel natočení kol.

**Wade sensing** je jedinečný systém dodávaný na přání do vozidel značky Land Rover. Podle senzorů umístěných ve vnějších zpětných zrcátkách určuje aktuální hloubku ponoření vozu spolu s maximální hranicí brodu. Tyto informace jsou zobrazeny řidiči přímo na displeji infotainmentu (viz Obr. 12) (Landrover.cz, 2019).



Zdroj: (Landrover.cz, 2019)

**Obr. 12 Ukázka systému Wade sensing značky Land Rover**

### 3 Představení a charakteristika vybraných vozidel.

Následující kapitola se zabývá představením zvolených modelů vozidel k technicko-ekonomické analýze. Níže jsou zobrazeny čtyři vybrané vozy vzájemně konkurenčních značek kategorie off-road, kterými se práce dále zabývá:

- Mercedes-Benz třídy G,
- Toyota Land Cruiser,
- Jeep Grand Cherokee,
- Land Rover Discovery.

Tyto modely byly vybrány na základě pohledu na český trh s automobily v segmentu SUV a terénní. Jak již bylo v předchozích kapitolách zmíněno, tento segment je jako celek velmi rozmanitý. Rozdíly z hlediska velikosti a funkčnosti mezi různými modely mohou být až diametrální. Z tohoto důvodu byly pro účely této práce vyselektovány pouze podskupiny D a E, které reprezentují terénní vozy a SUV největších rozměrů a luxusní modely. Výčet vozidel těchto podskupin je uveden v příloze 3. Pro navazující volbu modelů bylo nejprve nutné v těchto skupinách individuálně rozpoznat skutečné terénní vozy. Toto rozpoznání proběhlo na základě stanovení pokročilosti konstrukčního řešení karoserie, pohonného ústrojí a podvozku, a také podle samotné prezentace modelů automobilkami. Vůz by měl být tedy z velké části zacílen na provoz v terénu. Podmínkou bylo taktéž uvedení off-road parametrů. Z užšího výběru pak byly vybrány 4 vozy s nejvíce registracemi na českém trhu za období prvních desíti měsíců roku 2019. Mezi terénní vozy jsou v některých statistikách rovněž zařazována vozidla s karoserií typu pick-up. Pro účely této práce ale pro jejich příliš rozdílnou konstrukci nebyly uvažovány.

V následujících podkapitolách jsou jmenované vozy představeny z několika hledisek. Závěrem každé podkapitoly jsou zobrazeny konkrétní specifikace modelů. Konfigurace jsou sestavené tak, aby si pro účel technicko-ekonomické analýzy co nejvíce vzájemně podobaly.

#### 3.1 Mercedes-Benz třídy G

Třída G automobilky Mercedes-Benz prošla od začátku své produkce v roce 1979 velkým vývojem. V průběhu let se různé verze a odvozená vozidla ze třídy G hojně

využívala pro účely státní správy a armády v mnoha zemích. Současná generace, označována jako W464 se vyrábí od roku 2018 výhradně v rakouském Štýrském Hradci externí firmou Magna Steyr.

Nová generace přinesla novou, lehčí konstrukci a moderní technologie při zachování svého osobitého charakteru. Interiér nyní získal podobu známou z ostatních modelů značky Mercedes-Benz, kterému ve vrcholné výbavě dominují dva displeje o úhlopříčce 12,3 palců. Karoserie si zachovala robustní žebřinový rám a typický hranatý tvar. Hnací ústrojí využívá terénní redukci a soustavu tří diferenciálů s tím, že na každém z nich se nachází plný uzávěr. Přední náprava oproti předchozí generaci používá nezávislé zavěšení kol. Na zadní nápravě setrvala tuhá varianta. Při konfiguraci je aktuálně možné vybírat ze dvou vznětových a dvou zážehových motorizací. Základní pořizovací cena je stanovena na 2 698 300 Kč. Tuto částku je možné ještě značně zvýšit zvolením výkonnějších motorizací a prvků nadstandardní výbavy, které mají velkou možnost individualizace (Mercedes-benz.cz, 2019). Na obrázku 13 je vidět Mercedes-Benz třídy G překonávající terén při bočním náklonu.



Zdroj: (Mercedes-benz.cz, 2019)

**Obr. 13 Mercedes-Benz třídy G v terénu**

Pro účely technicko-ekonomické analýzy byla pro tento vůz zvolena varianta G 350d. Do konfigurace nebyly přidány žádné prvky nadstandardní výbavy vzhledem

k vysoké pořizovací ceně a velmi bohaté výbavě již v základní konfiguraci. Verzi G 350d pohání šestiválcový řadový vznětový agregát přeplňovaný turbodmychadlem. Základní výbava obsahuje například 18“ disky kol z lehké slitiny, podvozek AGILITY CONTROL se selektivními tlumiči, LED High performance světlomety a ozdobné výplně interiéru z ořechového dřeva. Tato verze také zahrnuje zmíněný pohon všech kol a redukční převodovku (Mercedes-benz.cz, 2019).

### **3.2 Toyota Land Cruiser**

Toyota Land Cruiser je jedním z nejznámějších a nejúspěšnějších terénních vozidel historie. Současná generace modelu Land Cruiser, označována jako LC J15 byla uvedena na evropské trhy již v roce 2009, a od té doby prošla dvěma výraznějšími facelifty. V průběhu let byl vůz také vybaven moderními asistenčními systémy a komfortními prvky. V některých zemích je také nabízena větší fullsize verze modelu vybavena motory V8.

Land Cruiser využívá robustní rámovou konstrukci a nezávislé zavěšení předních kol. Permanentní pohon všech kol zajišťuje soustava tří diferenciálů. Centrální a zadní diferenciál jsou typu Torsen s uzávěrkou. Toyota pro svůj model také vyvinula unikátní systém kineticko-dynamického systému odpružení (KDSS), které ovládá hydraulické zavěšení kol a stabilizátory. Tento systém zaručuje lepší přilnavost a větší zdvih jednotlivých kol. V závislosti na výbavovém stupni je možné volit mezi 3 a 5 dveřovým provedením karoserie (Toyota.cz, 2019). Obrázek 14 zobrazuje Toyotu Land Cruiser vybavenou střešním boxem.



Zdroj: (Toyota.cz, 2019)

**Obr. 14 Toyota Land Cruiser**

Land Cruiser je možné na domácím trhu objednat v pěti různých výbavových stupních. Na českém trhu je ale k dispozici pouze jedna motorizace. Jedná se o čtyřválcový vznětový agregát o objemu 2755 cm<sup>3</sup>. V rámci této práce je analyzován nejprodávanější výbavový stupeň Active Trend společně s automatickou převodovkou. Tato výbava zahrnuje většinu dostupných terénních prvků a asistentů společně s bohatou komfortní výbavou. Karoserie je v tomto případě v pětidvéřovém provedení (Toyota.cz, 2019).

### **3.3 Jeep Grand Cherokee**

Grand Cherokee je největší model nabízený americkou automobilkou Jeep. Nyní nabízená generace je již čtvrtou v pořadí a kombinuje klasický vzhled značky Jeep s moderními technologiemi pohonu, komfortu, bezpečnosti a konektivity. Grand Cherokee je úspěšný hlavně na jeho domácím americkém trhu, kde patří mezi nejvíce oceňované SUV a terénní vozy, a je nabízen výhradně se zážehovými agregáty. Pro evropské trhy jsou vyráběny verze s dieselovým motorem vyvinutým společností Fiat Powetrain Technologies.

V závislosti na výbavovém stupni jsou pro Grand Cherokee nabízeny různě pokročilé systémy pohonu všech kol. Vrcholnou verzí je systém Quadra-Drive II se

zadním diferenciálem ELSD s elektronickou uzávěrkou. Jedná se o stálý pohon 4x4 s elektronickým mezinápravovým diferenciálem. Na přání je také dostupné pneumatické odpružení Quadra-lift schopné upravit světlu výšku vozu. Jeep Grand Cherokee ale disponuje samonosnou karoserií a nezávislým zavěšením všech kol, čímž se konstrukčně přibližuje k standardním SUV. Z hlediska výbav lze vybírat ze 6 sestavených stupňů, přičemž každý z nich je mírně přizpůsobený jinému způsobu využívání vozidla (Jeep.cz, 2019).



Zdroj: (Jeep.cz, 2019)

**Obr. 15 Jeep Grand Cherokee Trailhawk**

Model Grand Cherokee je v technicko-ekonomické analýze porovnáván ve výbavovém stupni Trailhawk, který je zobrazen na obrázku 15. Tato verze je považována za vrcholnou terénní výbavu. K vozidlu byla zvolena dieselová pohonná jednotka o objemu 2987 cm<sup>3</sup> s uložením V6. Tato konfigurace nabízí zmíněný vrcholný pohon 4x4 a pneumatické odpružení. Mezi zajímavé prvky zahrnuté výbavy patří například kevlarově vyztužené pneumatiky a matné provedení kapoty, které zamezuje oslnění pasažérů na předních sedadlech. Nárazníky vozu je také možné na místě odmontovat pro dosažení větších nájezdových úhlů (Jeep.cz, 2019).

### 3.4 Land Rover Discovery

Britský automobilový výrobce Land Rover se specializuje na vývoj a výrobu vozidel s pohonem všech kol. Nabízené automobily z modelové řady Range Rover jsou zacílené hlavně na zákazníky vyžadující komfort, luxus a vysoký výkon v silničním provozu při zachování značných terénních schopností. Modely Land Rover jsou pak robustnější a obecně více specializované na provoz na nebezpečných cestách. V době vypracování této práce je na trh model po několikaleté prodlevě ve výrobě uváděna také nová generace modelu Defender, která sice navazuje na legendární off-road model, ale byla kompletně přepracována.

Vůz Land Rover Discovery je samotnou značkou prezentován jako symbol všestrannosti a výkonnosti. Poznávacím rysem současného modelu je nový oblý tvar karoserie a přepracovaná grafika světlometů. Discovery od nynější generace využívá místo rámové konstrukce samonosnou karoserii. Díky vysokému podílu hliníku v konstrukci je ale vůz výrazně lehčí. Všechny verze jsou vybaveny stálým pohonem všech kol s elektronickým mezinápravovým diferenciálem. Další prvky, jako aktivní zadní samosvorný diferenciál, dvoustupňová rozdělovací převodovka a pneumatické odpružení jsou k dispozici za příplatek, nebo jako součást dražších výbavových stupňů (Landrover.cz, 2019). Land Rover Discovery je vidět na obrázku 16.



Zdroj: (Landrover.cz, 2019)



**Obr. 16 Land Rover Discovery v terénu**

Pro srovnání byl vybrána pohonná jednotka SDV6 společně s výbavovým stupněm SE. Do konfigurace byl přidán paket Capability Plus Pack, který rozšiřuje terénní výbavu přidáním aktivní uzávěrky zadního diferenciálu a systémů Terrain Response 2 a Progress Control (Landrover.cz, 2019).

## 4 Vlastní analýza a výběr vhodného vozidla na základě zvolených technicko-ekonomických parametrů.

Následující kapitola se věnuje výběru nejvhodnějšího vozu ze čtyř představených modelů pro potenciálního zákazníka. Výběr je uskutečněn na základě parametrů, které jsou udávány jednotlivými výrobci. Všechny použité údaje jsou veřejně dostupné. Pro hodnocení byly vytvořeny tři kategorie parametrů, a to technická, ekonomicko-ekologická a terénní. Díky tomuto rozdělení je možné určit nejen celkového vítěze, ale i vítěze jednotlivých kategorií. Tabulka 1 ukazuje způsob bodování jednotlivých parametrů. Body jsou získávány na základě dílčích umístění, které jsou vyhodnoceny podle kvantitativních nebo kvalitativních znaků jednotlivých parametrů. V tabulce 2 jsou pak zobrazeny konkrétní porovnávané parametry zařazené do kategorií.

**Tab. 1 Způsob bodování**

Umístění	1.	2.	3.	4.
Počet bodů	4	3	2	1

**Tab. 2 Přehled porovnávaných parametrů**

Technické parametry	Ekonomicko-ekologické parametry	Terénní parametry
Výkon motoru [kW]	Pořizovací cena [Kč]	Typ pohonu všech kol
Točivý moment [Nm]	Kombinovaná spotřeba paliva [l/100 km]	Přední nájezdový úhel [°]
Pohotovostní hmotnost [Kg]	Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	Maximální světlá výška [mm]
Objem zavazadlového prostoru [l]		Brodivost [mm]

### 4.1 Technické parametry

#### Výkon motoru

Prvním ze sledovaných atributů je výkon motoru udávaný v kW. Ze čtyř porovnávaných vozů nabízí nejvyšší výkon model Land Rover Discovery se svým

vrcholným vznětovým agregátem SDV6 o objemu 2 993cm<sup>3</sup>. Mírně nižším výkonem disponuje řadový šestiválec, označovaný jako 350 d pod kapotou vozu Mercedes-Benz třídy G. Tento motor je paradoxně nejslabší nabízenou variantou třídy G. Třetí místo obsadila pohonná jednotka Jeepu Grand Cherokee, obchodně nazývaná jako 3.0 V6 CRD s výkonem 184 kW při 4000 ot/min. Skupinu uzavírá Toyota Land Cruiser, která jako jediná nenabízí šestiválcový motor. Vzhledem k tomuto hendikepu dosahuje jednotka D-4D vyvinutá Toyotou nejnižšího výkonu ze čtyř srovnávaných kandidátů. Vyhodnocení, včetně údajů o výkonu motorů je zobrazeno v tabulce 3.

**Tab. 3 Vyhodnocení – výkon motoru**

Model	<b>Mercedes-Benz G</b>	<b>Toyota Land Cruiser</b>	<b>Jeep Grand Cherokee</b>	<b>Land Rover Discovery</b>
Výkon motoru [kW]	210	130	184	225
Umístění	<b>2.</b>	<b>4.</b>	<b>3.</b>	<b>1.</b>

### Točivý moment

Pro stanovení základních vlastností motoru je velmi důležitý také točivý moment, který je s výkonem úzce spjat. Točivý moment společně s nastavením rozsahu převodů ovlivňuje jízdní dynamiku. Je také žádoucí, aby byl maximální točivý moment dostupný v co nejširším spektru otáček. Hodnoty točivého momentu u porovnávaných vozů relativně korespondují s jejich výkonem. Prvenství opět drží Land Rover Discovery s hodnotou 700 Nm. Nejširší udávané spektrum nabízí Mercedes-Benz třídy G. V tabulce 4 lze nalézt vyhodnocení.

**Tab. 4 Vyhodnocení – točivý moment**

Model	<b>Mercedes-Benz G</b>	<b>Toyota Land Cruiser</b>	<b>Jeep Grand Cherokee</b>	<b>Land Rover Discovery</b>
Točivý moment [Nm]/(ot/min)	600/(1200-3200)	450/(1600-2400)	570/(2000)	700/(1700-1750)
Umístění	<b>2.</b>	<b>4.</b>	<b>3.</b>	<b>1.</b>

### Pohotovostní hmotnost

Dalším z porovnávaných technických parametrů je pohotovostní hmotnost. Tento atribut závisí na konstrukci celého vozu a výrazně ovlivňuje jízdní vlastnosti a spotřebu paliva společně s emisemi škodlivin. Pohotovostní hmotnost se měří v Evropské unii při naplnění všech provozních kapalin a se započítáním váhy řidiče. První místo zde drží Land Cruiser s nejlehčí pohonnou jednotkou a celkovou pohotovostní hmotností 2280 Kg. Nejtěžším porovnávaným vozem je třída G (viz Tab. 5).

**Tab. 5 Vyhodnocení – pohotovostní hmotnost**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Pohotovostní hmotnost [kg]	2451	2280	2403	2311
Umístění	4.	1.	3.	2.

### Objem zavazadlového prostoru

Stanovení objemu zavazadlového prostoru je základem pro posouzení praktičnosti daného vozu. Pro vypočítání konkrétní hodnoty existuje několik metod a způsobů. Objem se může měřit buď po kryt zavazadlového prostoru, nebo až po střechnu vozu. U některých modelů je také možné posouvat druhou řadu sedadel a měnit jejich sklon, což upravuje naměřené hodnoty. Nejvíce automobilových výrobců se při definici tohoto prostoru přiklání k německé normě VDA. Při uvádění objemu zavazadlového prostoru ale stále vzniká mnoho rozporů a rozdílů. Pro objektivní zhodnocení jsou z tohoto důvodu pro tuto analýzu uvažovány informace nezávislého portálu [automobiledimension.com](http://automobiledimension.com), který přehledně srovnává rozměry automobilů dle stejné metodiky. Zde je zajímavé zmínit, že se naměřená číselná hodnota objemu shodovala s oficiálními informacemi výrobců právě u dvou ze čtyř sledovaných modelů.

Jak zobrazuje tabulka 6, největší zavazadlový prostor má k dispozici Land Rover Discovery, a to 723 litrů. Model Discovery je také výrazně delší než jeho porovnávaní konkurenti. O 83 litrů méně, tedy 640 l nabízí Toyota Land Cruiser. Menší zavazadlový prostor má Mercedes-Benz třídy G na třetím místě s hodnotou 487 litrů. Třída G je z hlediska délky vozu nejkratší. Čtvrté místo obsazuje zase

nejnižší vůz, Jeep Grand Cherokee se 457 naměřenými litry v zavazadlovém prostoru.

**Tab. 6 Vyhodnocení – objem zavazadlového prostoru**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Objem zavazadlového prostoru [l]	487	640	457	723
Umístění	3.	2.	4.	1.

## 4.2 Ekonomicko-ekologické parametry

### Pořizovací cena

Pořizovací cena bývá jedním z nejdůležitějších faktorů, podle kterých se koncový zákazník rozhoduje při koupi nového vozu. V kategorii porovnávaných vozů v této analýze je cena obzvláště důležitá, protože je velmi citlivá na prvky příplatkové výbavy a na úroveň motorizace. Rozdíly mezi základní cenou a cenou vrcholné verze mohou být u terénních modelů diametrální. Mezi srovnávanými vozidly pořizovací cenou nad ostatními vyčnívá Mercedes-Benz třídy G. Je to dáno zejména tím, že třída G patří mezi nejluxusnější vozy na trhu. Tento status získala použitými materiály a samotným zpracováním interiéru, ve kterém je mnoho dílů stále vyráběno, či dokončováno ručně. Její konstrukce a pohonné ústrojí je také výsledkem velmi sofistikovaného vývoje. Výsledkem tohoto je, že základní cena Mercedesu-Benz třídy G je skoro o jeden milion korun vyšší, než je cena zbylých vozidel ve vyšších výbavových stupních a ve vrcholných motorizacích. Nejlevnější cenu pro zákazníka z analyzované čtveřice nabízí Grand Cherokee, a sice 1 687 900 Kč. V době psaní této práce automobilka Jeep také nabízí velmi výrazné cenové zvýhodnění na vybrané modely. V případě porovnávané verze Grand Cherokee Trailhawk se jedná zhruba o 225 000 Kč, čím se dále zlepšuje konkurenceschopnost vozu. Cena uvedená v tomto porovnání je před započítáním zmíněného bonusu. Kompletní ceny, včetně umístění jsou znázorněny v tabulce 7.

**Tab. 7 Vyhodnocení – pořizovací cena**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Pořizovací cena [Kč]	2 698 300 Kč	1 709 900 Kč	1 687 900 Kč	1 818 703 Kč
Umístění	4.	2.	1.	3.

### Kombinovaná spotřeba paliva

V roce 2017 vzešel v platnost nový způsob měření spotřeby paliva a emisí CO<sub>2</sub>, označovaný jako WLTP, nahrazující dosavadní metodu a jízdní cyklus NEDC. Nová metodika zavedla přísnější podmínky pro testování a nově také zohledňuje například prvky příplatkové výbavy. Nový systém by měl přiblížit prezentované hodnoty realitě standardního provozu. Výrobci vozidel jsou povinni údaje dle nové metodiky zákazníkům zveřejňovat až od roku 2020. V roce 2019 mohou výrobci tedy stále uvádět informace dle NEDC. Případně je v přechodném období možné hodnoty svých vozidel měřit novou metodou WLTP, ale využít korelační nástroj, který hodnoty přiblíží staré metodice. Toto opatření umožňuje výrobcům hladce přejít na nový systém zkoušení a homologace bez skokové změny udávaných hodnot. Pro koncového zákazníka je spotřeba paliva důležitá především při kalkulaci provozních nákladů.

Pro účely této analýzy jsou údaje o spotřebě udávány podle NEDC, případně zmíněným přepočítáním z WLTP tak, aby byly vzájemně srovnatelné. Jak ukazuje tabulka 8, nejlepší hodnotou se prezentuje Toyota Land Cruiser, a to hlavně díky použití čtyřválcového motoru. Nejvyšší kombinovanou spotřebu paliva vykazuje Mercedes-Benz třídy G, a to 9,7 l/100 km. Vysoká spotřeba třídy G je způsobena hlavně vysokým koeficientem odporu vzduchu (0,54) a mohutnou čelní plochou.

**Tab. 8** Vyhodnocení – kombinovaná spotřeba paliva

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Kombinovaná spotřeba paliva [l/100 km]	9,7	7,4	7,9	7,6
Umístění	4.	1.	3.	2.

## Emise CO<sub>2</sub>

Emise oxidu uhličitého se měří při stejném cyklu jako spotřeba paliva. Údaj o emisích může být pro klienta důležitý z několika hledisek. Emise CO<sub>2</sub> dnes fungují jako měřítko ekologičnosti vozu. Majitelé automobilů vykazujících vysoké hodnoty mohou být v budoucnu nuceni v některých zemích platit vyšší poplatky či daně související s provozem vozidla. Některá evropská města také představila záměr omezení vjezdu do některých jejich částí pro neekologická vozidla. Prozatím se tyto restriktce týkají hlavně starších vozů, splňujících pouze předešlé emisní normy.

Hodnoty CO<sub>2</sub> u porovnávaných vozů poměrově kopírují kombinovanou spotřebu paliva, jak je možné vidět v tabulce 9. Umístění tedy zůstává stejné s tím, že nejlepší výsledek získala Toyota Land Cruiser se 194 gramy CO<sub>2</sub> na ujetý kilometr. Land Rover Discovery na druhém místě dosahuje hodnoty 201 g/km. Trojici podobných hodnot uzavírá Jeep Grand Cherokee se třetím místem a produkcí 208 g/km. Stejně jako v případě spotřeby paliva, vykazuje Mercedes-Benz třídy G výrazně vyšší údaj. Třída G tak obsazuje s 256 gramy na ujetý kilometr poslední místo.

**Tab. 9 Vyhodnocení – Emise CO<sub>2</sub>**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Emise CO <sub>2</sub> [g/km]	256	194	208	201
Umístění	4.	1.	3.	2.

## 4.3 Terénní parametry

### Typ pohonu všech kol

Typ pohonu všech kol je jedním z nejdůležitějších parametrů u off-road vozidel z důvodu, že z velké části určuje schopnosti vozu v terénu. Automobilky svá řešení často zařazují mezi hlavní součásti produktové komunikace u svých terénních vozidel. Níže je uvedený přehled koncepcí pohonu všech kol u porovnávaných modelů:

- Mercedes-Benz třídy G: stálý pohon všech kol, 3 uzávěrky.
- Toyota Land Cruiser: stálý pohon všech kol, mezinápravový a zadní diferenciál typu Torsen s uzávěrkami.

- Jeep Grand Cherokee (Quadra Drive II): stálý pohon všech kol, elektronický mezinápravový diferenciál, zadní elektronický samosvorný diferenciál ELSD s uzávěrkou.
- Land Rover Discovery: stálý pohon všech kol, elektronický mezinápravový diferenciál, zadní diferenciál s aktivní uzávěrkou.

Všechny analyzované vozy využívají stálý pohon všech kol, ale liší se konstrukcí a pokročilostí diferenciálů. První příčku v této podkategorii obsadil Mercedes-Benz třídy G se svým komplexním pohonem se třemi uzávěrkami. Dvě z nich se nacházejí v předním a zadním diferenciálu. V rozdělovací převodovce se pak nachází uzavíratelná lamelová spojka. Druhé místo získal Land Cruiser nabízející dvě uzávěrky v diferenciálech typu Torsen. Třetí místo sdílí modely Grand Cherokee a Discovery. Každý z nich nabízí zadní diferenciál s uzávěrkou a elektronický mezinápravový diferenciál. Pro účely hodnocení byla upřednostněna možnost ručního ovládání diferenciálu. Přehled umístění je zobrazen v tabulce 10.

**Tab. 10 Vyhodnocení – pohon všech kol**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Umístění	1.	2.	3.-4.	3.-4.

### **Přední nájezdový úhel**

Nájezdový úhel je jedním z parametrů, které potenciální zákazník ocení až ve velmi specifických situacích. Jeho důležitost se projeví při zdolávání příkrých svahů v náročném terénu. V této podkategorii jasně dominuje Land Rover Discovery, který je schopný zdolat největší úhel ze sledovaných vozů, a to až 34°. Takto dobrý výsledek umožňuje příplatkové vzduchové odpružení, které oproti základnímu odpružení vinutými pružinami zvyšuje nájezdový úhel o 7,3°. Hodnoty se u zbylých modelů pohybují okolo 31° a jsou si vesměs podobné. Kompletní informace zobrazuje tabulka 11.

**Tab. 11 Vyhodnocení – Přední nájezdový úhel**



Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Přední nájezdový úhel [°]	30,9	31	30,5	34
Umístění	3.	2.	4.	1.

### Maximální světlá výška

Světlá výška je dalším z atributů, které získávají na významnosti při jízdě v terénu. Velkou výhodou zde nabývají opět vozy nabízející vzduchové odpružení. Tyto moderní systémy upravují světlou výšku vozu podle zvoleného režimu jízdy, případně plně automaticky bez zásahu řidiče. Některé modely mohou výšku snížit při zastavení, a mohou tak poskytnout cestujícím také pohodlné nastupování a vystupování. Z analyzovaných vozidel jsou tímto typem odpružení vybaveny modely Jeep Grand Cherokee a Land Rover Discovery. Nejlepším výsledkem se chlubí Discovery se svým systémem vzduchového odpružení, a to sice 282 mm. Druhé místo obsazuje Grand Cherokee, jehož systém Quadra-Lift dokáže vozidlu zajistit světlou výšku až 274 mm v režimu Off-Road 2. Třída G bez systému vzduchového odpružení nabízí 241 mm světlé výšky. Skupinu uzavírá Land Cruiser s posledním místem a hodnotou 215 mm. Vyhodnocení ukazuje tabulka 12.

**Tab. 12 Vyhodnocení – Maximální světlá výška**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Maximální světlá výška [mm]	241	215	274 (Quadra-Lift v režimu Off-Road 2)	282 (vzduchový podvozek)
Umístění	3.	4.	2.	1.

### Brodivost

Brodivost neboli maximální hloubka brodu je posledním hodnoceným parametrem. Jedná se o další atribut, u kterého vykazují off-road modely výrazně vyšší hodnoty oproti ostatním segmentům osobních automobilů. Nejhlubší brod dokáže překonat Land rover Discovery, a to s úctyhodnou maximální hladinou vody 900 mm. Sdílené

druhé místo získávají společně Mercedes-Benz třídy G a Toyota Land Cruiser se stejnou brodivostí, a sice 700 mm. Nejhorší výsledek zde vykazuje Jeep Grand Cherokee s jasně nejnižší hodnotou. Údaje jsou k dispozici v tabulce 13.

**Tab. 13 Vyhodnocení – Brodivost**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Brodivost [mm]	700	700	508	900
Umístění	<b>2.-3.</b>	<b>2.-3.</b>	<b>4.</b>	<b>1.</b>

#### 4.4 Výsledné zhodnocení

Podle metodiky uvedené v úvodu této kapitoly byly každému vozidlu přiděleny body na základě jejich umístění u příslušných parametrů. Tabulka 14 zobrazuje obdržené body každého modelu rozděleny podle jednotlivých kategorií. Tabulka 15, která následuje, pak ukazuje výsledný součet bodů získaných napříč všemi kategoriemi společně s celkovým umístěním v technicko-ekonomické analýze.

**Tab. 14 Bodový zisk dle kategorií**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Technické parametry	9	9	7	15
Ekonomicko-ekologické parametry	3	11	8	8
Terénní parametry	11	10	8	14

**Tab. 15 Celkový bodový zisk a finální umístění**

Model	Mercedes-Benz G	Toyota Land Cruiser	Jeep Grand Cherokee	Land Rover Discovery
Celkový počet bodů	23	30	23	37
Finální Umístění	<b>3.-4.</b>	<b>2.</b>	<b>3.-4.</b>	<b>1.</b>

V kategorii technických parametrů obdržel nejvíce bodů Land Rover. Model Discovery obsadil díky svému dynamickému agregátu a velkému zavazadlovému prostoru tři první místa ze čtyř sledovaných parametrů. Mercedes-Benz třídy G a Toyota Land Cruiser získali shodný bodový zisk, a sice 9.

Nejúspěšnějším modelem v rámci ekonomicko-ekologických parametrů byla Toyota Land Cruiser, která nabízí druhou nejlevnější cenu pro koncového zákazníka a úsporný motor D-4D. Tento čtyřválcový vznětový motor dosahuje nejnižší spotřeby a emisí CO<sub>2</sub> ze sledované skupiny. Spotřebu paliva také ovlivňuje nejnižší pohotovostní hmotnosti celého vozu. Mercedes-Benz třídy G obsadil ve všech parametrech této kategorie poslední místo, což potvrzuje jeho značnou nehospodárnost a vysokou pořizovací cenu.

Kategorii terénních parametrů dominoval Land Rover Discovery. Model obsadil první místo ve všech kvantitativních off-roadových attributech. Mercedes-Benz třídy G pak získal nejvíce bodů při porovnávání typu pohonu všech kol.

Z hlediska celé technicko-ekonomické analýzy zvítězil Land Rover Discovery se ziskem 37 bodů a náskokem 7 bodů před Toyotou Land Cruiser. Vlajková loď značky Land Rover se prokázala jako skutečně všestranný model kombinující vynikající terénní schopnosti, praktičnost a výkonnost při zachování šetrnosti k životnímu prostředí. Jeho silnou stránkou jsou také velmi pokročilé technologie a konstrukce.

Finální druhé místo obsadila Toyota Land Cruiser s 30 body. Land Cruiser lze označit jako ideální volbu pro méně náročné zákazníky, pro které je důležitý hlavně dobrý poměr cena-výkon. Díky své pořizovací ceně a nízké spotřebě paliva jsou její silnou stránkou nízké provozní náklady.

Poslední místo sdílí Mercedes-Benz třídy G s Jeepem Grand Cherokee s 23 získanými body. Jak bylo zmíněno, třída G ztratila nejvíce bodů v ekonomicko-ekologické kategorii. Dá se tedy říct, že by model značky Mercedes-Benz byl vhodný pro zákazníka, který ocení mimořádný luxus a špičkové technologie bez ohledu na vynaložené náklady a případně také dopad na životní prostředí. Jeep Grand Cherokee za svými konkurenty ve většině analyzovaných parametrech zaostává. Potenciálnímu zákazníkovi ale může tento model nabídnout nejnižší

pořizovací cenu. Mimo porovnávané parametry může Jeep některé klienty zaujmout svým moderním designem, či nabízeným komfortem.

## Závěr

Terénní automobily jsou zacíleny na okruh zákazníků, kteří po automobilech vyžadují buď velmi specifické vlastnosti, nebo si vůz pořizují z důvodu vysokého výkonu, bezpečí a komfortu. Off-road vozy největších rozměrů jsou ale pro svou nehospodárnost v současné době pod velkým tlakem, a to hlavně z legislativních důvodů. Navzdory tomuto předpokladu je na českém trhu nabízeno stále mnoho off-road modelů, a je tedy k dispozici velký počet případných variant pro potenciálního zákazníka. Automobilky také do tohoto segmentu značně investují, což potvrzuje vývoj pokročilých systémů pohonů všech kol a nových elektronických a asistenčních systémů pro jízdu v terénu.

V první části této práce byla uvedena problematika obchodních tříd vozidel. Osobní automobily byly také rozděleny na základě druhu a tvaru jejich karoserie. V následující kapitole byl popsán segment terénních vozidel z několika hledisek. Největší význam zde byl kladen na systémy pohonu všech kol vzhledem k jejich důležitosti pro off-road vozidla.

Cílem této bakalářské práce bylo vybrat optimální vozidlo pro potenciálního zákazníka. Představením testovaných vozidel a samotnou analýzou se věnovala druhá část práce. Vozidla byla hodnocena na základě parametrů rozdělených do tří skupin. Jako nejlepší vozidlo pro koncového zákazníka byl zvolen Land Rover Discovery, následovaný Toyotou Land Cruiser. Poslední místo sdílí Mercedes-Benz třídy G společně s Jeepem Grand Cherokee.

Správnou cestou, jak oslovit zákazníka se osvědčila všestrannost automobilu. Úspěšný model by měl tedy nabízet vysoký výkon, praktičnost a terénní schopnosti při zachování nízké ekologické stopy a nízkých provozních nákladech. K těmto atributům přispívají moderní agregáty, lehčí konstrukce a využití vyspělých podpůrných technologií.

Otázkou zůstává, jak se celý segment bude v příštích letech vyvíjet při dalším zpřísnění emisních limitů a regulací.

## Seznam literatury

ACHTENOVÁ, Gabriela a Vlastislav TŮMA. *Vozidla s pohonem všech kol*. Praha: BEN – technická literatura, 2009. ISBN 978-80-7300-236-7.

*Autorevue* [online]. 2014 [21.9.2019]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/tridni-boj-jak-se-deli-auta-do-trid>

HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3475-0.

KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016. ISBN 978-80-01-05893-0.

*Land Rover* [online]. 2019 [10.10.2019]. Dostupné z: [https://www.landrover.cz/Images/Land-Rover-Discovery-Katalog-1L4622010000BCZCS02P\\_tcm285-722519.pdf](https://www.landrover.cz/Images/Land-Rover-Discovery-Katalog-1L4622010000BCZCS02P_tcm285-722519.pdf)

*Mercedes-Benz* [online]. 2019 [10.10.2019]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/g-class/suv-w463/explore/highlights.module.html>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, kterou se stanoví rámec pro schvalování motorových vozidel a jejich přípojných vozidel, jakož i systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla

*Svaz dovozců automobilů* [online]. 2019 [1.10.2019]. Dostupné z: <http://portal.sdac.cz/clanek.php?id=4000>

*Toyota* [online]. 2019 [11.10.2019]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/new-cars/land-cruiser/index.json#/box-ajax/url=%2Fnew-cars%2FLand-cruiser%2Febrochure.json/size=fullscreen>

VLK, František. *Automobilová elektronika 2 Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

VLK, František. *Karosérie motorových vozidel: ergonomika : biomechanika : pasivní bezpečnost : kolize : struktura : materiály*. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9.

Vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obr. 1 Vývoj registrací osobních automobilů dle obchodních tříd v ČR.....	10
Obr. 2 Schéma vzájemného vztahu mezi podvozkem, hnacím agregátem a typem karoserie.....	11
Obr. 3 Samonosná karoserie vozidel značky Audi .....	12
Obr. 4 Přehled typů osobních automobilů dle tvaru jejich karoserie .....	13
Obr. 5 Off-road parametry vozidla Jeep Wrangler.....	16
Obr. 6 Přehled koncepcí pohonu všech kol podle počtu hnaných náprav a způsobu zapojení.....	17
Obr. 7 Průhled diferenciálem Torsen typu A.....	18
Obr. 8 Průhled diferenciálem se závěrem .....	19
Obr. 9 Řez viskózní spojkou.....	20
Obr. 10 Hnací ústrojí a uložení baterií vozu Jaguar I-Pace .....	22
Obr. 11 Žebřinový rám vozu Mercedes-Benz třídy G .....	23
Obr. 12 Ukázka systému Wade sensing značky Land Rover .....	25
Obr. 13 Mercedes-Benz třídy G v terénu.....	27
Obr. 14 Toyota Land Cruiser .....	29
Obr. 15 Jeep Grand Cherokee Trailhawk.....	30
Obr. 16 Land Rover Discovery v terénu .....	32

### Seznam tabulek

Tab. 1 Způsob bodování .....	33
Tab. 2 Přehled porovnávaných parametrů .....	33
Tab. 3 Vyhodnocení – výkon motoru .....	34
Tab. 4 Vyhodnocení – točivý moment .....	34



Tab. 5 Vyhodnocení – pohotovostní hmotnost .....	35
Tab. 6 Vyhodnocení – objem zavazadlového prostoru.....	36
Tab. 7 Vyhodnocení – pořizovací cena .....	36
Tab. 8 Vyhodnocení – kombinovaná spotřeba paliva .....	37
Tab. 9 Vyhodnocení – Emise CO2 .....	38
Tab. 10 Vyhodnocení – pohon všech kol .....	39
Tab. 11 Vyhodnocení – Přední nájezdový úhel .....	39
Tab. 12 Vyhodnocení – Maximální světlá výška.....	40
Tab. 13 Vyhodnocení – Brodivost .....	41
Tab. 14 Bodový zisk dle kategorií.....	41
Tab. 15 Celkový bodový zisk a finální umístění.....	41

## **Seznam příloh**

Příloha 1 Seznam vozidel segmentu SUV D a E.....	50
--	----

## Příloha 1 Seznam vozidel segmentu SUV D a E

Audi E-TRON
Audi Q7
Audi Q8
BMW X5
BMW X6
BMW X7
Lexus RX
Maserati Levante
<b>Mercedes-Benz G</b>
Mercedes-Benz GL
Mercedes-Benz GLE
Mercedes-Benz GLS
Porsche CAYENNE
RANGE ROVER
RANGE ROVER SPORT
<b>Jeep GRAND CHEROKEE</b>
<b>Land Rover DISCOVERY</b>
Mitsubishi PAJERO
<b>Toyota LAND CRUISER</b>
Volkswagen TOUAREG
Volvo XC90

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

<b>AUTOR</b>	Marek Olič		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b>	6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality		
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Technicko-ekonomická analýza vozidel off-road		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Ing. Josef Bradáč, Ph.D.		
<b>KATEDRA</b>	KSE - Katedra strojírenství a elektrotechniky	<b>ROK ODEVZDÁNÍ</b>	2019
<b>POČET STRAN</b>	50		
<b>POČET OBRÁZKŮ</b>	16		
<b>POČET TABULEK</b>	15		
<b>POČET PŘÍLOH</b>	1		
<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tématem bakalářské práce je technicko-ekonomická analýza vozidel off-road.</p> <p>Teoretická část práce je věnována rozdělení osobních automobilů na základě obchodních tříd a následně dle druhů karoserie. Dále je podrobně rozebrán segment off-road vozidel z hlediska postavení na trhu a jsou představeny typické konstrukční a elektronické prvky pro danou kategorii.</p> <p>Druhá část práce je věnována představení porovnávaných vozidel a samotné analýze. Čtyři vybraná vozidla byla srovnávána na základě dat udávaných výrobcí. Porovnávané parametry byly rozčleněny do tří kategorií. Na základě bodového ohodnocení parametrů byl poté vybrán nejvhodnější automobil pro potenciálního zákazníka.</p>		
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Terénní vůz, off-road, pohon všech kol, 4x4		

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Marek Olič		
<b>FIELD</b>	6208cR186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management		
<b>THESIS TITLE</b>	Technical-economical analysis of selected off-road vehicles		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. Josef Bradáč, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KSE - Department of Mechanical and Electrical Engineering	<b>YEAR</b>	2019
<b>NUMBER OF PAGES</b>			
	50		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>			
	16		
<b>NUMBER OF TABLES</b>			
	15		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>			
	1		
<b>SUMMARY</b>			
	<p>The topic of this thesis is an analysis of competing vehicles within the off-road segment.</p> <p>The first part is focused on categorization of vehicles based on market segments and also by the type of their body. Furthermore, the segment of off-road vehicles is analyzed in detail in terms of market position and by their design and typical components.</p> <p>The second part of the work is devoted to the presentation of the compared vehicles and to the analysis itself. The four selected vehicles were compared on the basis of the manufacturer's data. The compared parameters were divided into three categories. Based on the scoring of the parameters, the most suitable car for the potential customer was then selected.</p>		
<b>KEY WORDS</b>			
	Off-road, off-road vehicle, four-wheel drive, 4x4		