



Vysoké učení technické v Brně  
Brno University of Technology



Fakulta strojního inženýrství  
Ústav konstruování / Odbor průmyslového designu

Faculty of Mechanical Engineering  
Institute of Machine and Industrial Design / Department of Industrial design

# Design terénního vozidla

Design of Off-road Vehicle

YSL-Diplomový seminář

Autor práce: **Bc. Martin Horák**

Author

Vedoucí práce: **doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.**

Supervisor

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Horák Martin, Bc.

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství**

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

### **Design terénního vozidla**

v anglickém jazyce:

### **Design of the off-road vehicle**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu terénního vozidla. Návrh má splňovat obecné předpoklady průmyslového designu -respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vytvořit design terénního vozidla.

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové, kompoziční, barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně technologické řešení a ergonomické řešení
7. Diskuze
8. Závěr
9. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, digitální data, postery (prezentační, designérský, ergonomický, technický), fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

Výstup práce: užitný vzor, průmyslový vzor (F); Projekt: Specifický vysokoškolský výzkum

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 - 50 stran textu bez obrázků)  
Zásady pro vypracování práce:  
[http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP\\_DP/Zasady\\_VSKP\\_2014.pdf](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2014.pdf)  
- Šablona práce: [http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK\\_sablona\\_praci.zip](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip)

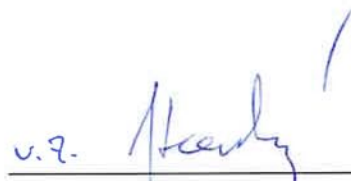
Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.  
JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.  
NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.  
TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.  
WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.  
Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 15.11.2013

  
prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
Ředitel ústavu

  
  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Hlavním cílem diplomové práce je vytvoření designu terénního automobilu. Vůz se stal koncepční vizí ekologického off-roadu budoucnosti poháněného vodíkovými palivovými články. Další cíle práce jsou: vnést prvky tvarové inovace mezi konvenční řešení designu terénních automobilů a upozornit na otázky spojené s ekologií, ochranou životního prostředí a omezených zdrojů fosilních paliv.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Design, off-road, terénní automobil, vodík, palivový článek, elektromobil

## ABSTRACT

The main goal of this diploma thesis is to create a design of an off-road vehicle. The vehicle has become a concept vision of an ecological off-road of the future fueled by hydrogen fuel cells. The secondary goal is: to bring new innovative form elements into conventional design solution of off-road vehicles and to highlight the problem with ecology, environmental protection and limited resources of fossil fuels.

## KEYWORDS

Design, Off-road, terrain vehicle, hydrogen, fuel cell, electromobile

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HORÁK, M. Design terénního vozidla. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 90 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

---

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

---

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Design terénního automobilu“ vypracoval samostatně a všechny využitě zdroje jsou řádně uvedené v seznamu literatury.

V Brně .....

.....  
Bc. Martin Horák

---

## PODĚKOVÁNÍ

---

Rád bych poděkoval celému kolektivu pedagogů a zaměstnanců odboru Průmyslového designu na Ústavu konstruování Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, jmenovitě pak mému vedoucímu diplomové práce panu doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi, ArtD. a i ostatním blízkým lidem za nezměrné množství trpělivosti a podpory.

OBSAH

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| ABSTRAKT                                                | 5  |
| KLÍČOVÁ SLOVA                                           | 5  |
| ABSTRACT                                                | 5  |
| KEYWORDS                                                | 5  |
| BIBLIOGRAFICKÁ CITACE                                   | 5  |
| PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI                                 | 7  |
| PODĚKOVÁNÍ                                              | 9  |
| OBSAH                                                   | 11 |
| ÚVOD                                                    | 13 |
| 1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ                      | 14 |
| 1.1 Historická analýza                                  | 14 |
| 1.1.1 Počátky automobilismu                             | 14 |
| 1.1.2 Historie terénních automobilů                     | 17 |
| 1.1.3 Současnost a budoucnost                           | 22 |
| 1.2 Technická analýza                                   | 23 |
| 1.2.1 Karoserie                                         | 23 |
| Dělení karoserie podle tvaru                            | 23 |
| Volvo Body Panels                                       | 24 |
| 1.2.2 Rám                                               | 24 |
| 1.2.3 Zavěšení kol                                      | 25 |
| Tuhá náprava                                            | 25 |
| Nezávislé zavěšení kol                                  | 25 |
| 1.2.4 Odpružení                                         | 26 |
| Listové pružiny                                         | 26 |
| Vinuté pružiny                                          | 26 |
| 1.2.5. Převodovka                                       | 26 |
| 1.2.6 Diferenciál                                       | 26 |
| 1.2.7. Uspořádání hnacího ústrojí pro osobní automobily | 18 |
| 1.2.8 Světla                                            | 27 |
| 1.2.9 Pohon vozidla                                     | 29 |
| 1.2.10 Vodík                                            | 31 |
| Palivové články                                         | 31 |
| 1.2.11 Akumulátory                                      | 34 |
| 1.2.12 Motory v kolech                                  | 34 |
| 1.3 Designérská analýza                                 | 37 |
| 1.3.1 Design současných off-roadů                       | 37 |
| Nissan Xterra 2014                                      | 37 |
| Nissan Patrol Y61                                       | 37 |
| Toyota FJ Cruiser 2014                                  | 39 |
| Land Rover 2013                                         | 41 |
| Range Rover 2013                                        | 41 |
| Jeep Wrangler 2013 Sahara                               | 42 |
| Mercedes-Benz G-class 2014                              | 43 |
| 1.3.2 Koncepty a modelové vozy                          | 44 |
| Mercedes Ener-G-Force                                   | 44 |
| Land Rover Defender - koncept                           | 46 |



|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Obsah                                            |    |
| Isuzu GBX - koncept                              | 47 |
| National Geographic ZAIRE 2035                   | 47 |
| Nissan Terranaut                                 | 48 |
| Nissan TeRRA                                     | 49 |
| 2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE                   | 51 |
| 2.1 Problémy                                     | 51 |
| 2.2 Cíle diplomové práce                         | 52 |
| 3 VARIANTNÍ STUDIE                               | 53 |
| 3.1 Varianta 1                                   | 53 |
| 3.2 Varianta 2                                   | 56 |
| 3.3 Varianta 3                                   | 57 |
| 3.4 Varianta 4 - finální varianta                | 59 |
| 4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ                                 | 62 |
| 4.1 Boční pohled                                 | 62 |
| 4.2 Příd'                                        | 64 |
| 4.3 Zád'                                         | 65 |
| 5 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ | 66 |
| 5.1 Konstrukčně technologické řešení             | 66 |
| 5.1.1 Základní rozměry                           | 66 |
| 5.1.2 Rozmístění komponentů technického řešení   | 68 |
| 5.2 Ergonomické řešení                           | 70 |
| 5.2.1 Výhledové úhly                             | 72 |
| 6 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ                      | 72 |
| 6.1 Barevné varianty                             | 72 |
| 6.2 Značka                                       | 74 |
| 6.3 Barevný akcent                               | 74 |
| 7 DISKUZE                                        | 76 |
| 7.1 Psychologická funkce designu                 | 76 |
| 7.2 Ekonomická funkce designu                    | 77 |
| 7.3 Společenská funkce designu                   | 77 |
| ZÁVĚR                                            | 78 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ                          | 80 |
| SEZNAM ZDROJŮ OBRÁZKŮ                            | 84 |
| SEZNAM ZDROJŮ TABULEK                            | 87 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ                                   | 88 |
| SEZNAM TABULEK                                   | 89 |
| SEZNAM PŘÍLOH                                    | 90 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Úvod                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| ÚVOD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| Automobilový průmysl patří mezi nedílné součásti lidské společnosti novodobé historie. Vynález automobilu znamenal nejen průmyslovou, ale i společenskou revoluci. Lze říci, že se změny technologického pokroku reflektovaly ve společnosti, její struktuře a chápání a naopak. To, jak vnímáme automobily dnes, se diametrálně liší od způsobu vnímání automobilů na počátku. Důvod je prostý. Mezi prvními parními vozidly až po dnešní vozy poháněné vodíkovými palivovými články existuje rozsáhlá propast času a technologického vývoje. Přesto si nelze nevšimnout, že už v 19. století brázdily silnice elektromobily a že dosahovaly pozoruhodných výkonů a vzdáleností. S největší pravděpodobností byl a je trh s automobily ovlivněn ropnou politikou a pomalými reakcemi automobilových společností na potřeby lidí a přírody. |  |
| Předmětem zájmu mé diplomové práce je design terénního vozidla. Tato kategorie vozů se začala profilovat již ve 30. letech 20. století a dodnes si zachovala své pevné postavení na trhu s automobily. Důvodem jsou specifické jízdní vlastnosti, které umožňují pohyb v terénu, kde by jiné vozy měly značné problémy. Tyto robustní automobily jsou vyráběny již od konce 2. světové války. V mnohých případech jejich obliba přerostla právě z vojenské sféry do sféry civilní. Některé off-roady se také staly naprosto tradičními ikonami. Domnívám se, že právě tradice velice negativně ovlivňuje směr vývoje designu těchto automobilů, a že v tomto prostředí dochází příliš pomalu k pronikání nových inovativních trendů.                                                                                                        |  |
| Cílem mé práce je proto design terénního automobilu se snahou narušit tradiční řešení inovativním způsobem a pokusit se tak nastínit cestu možného budoucího vývoje. Je také důležité zabývat se během procesu navrhování otázkami ekologie. V současnosti se stále častěji hovoří o tématu snižování emisí CO <sub>2</sub> a hledání náhradních paliv namísto omezených zásob paliv fosilních. Jednou z nabízených možností řešení je vodíkový pohon, který si už pomalu získává místo i pod kapotou off-roadů namísto tradičních šesti- a víceválcových dieslových motorů.                                                                                                                                                                                                                                                                |  |



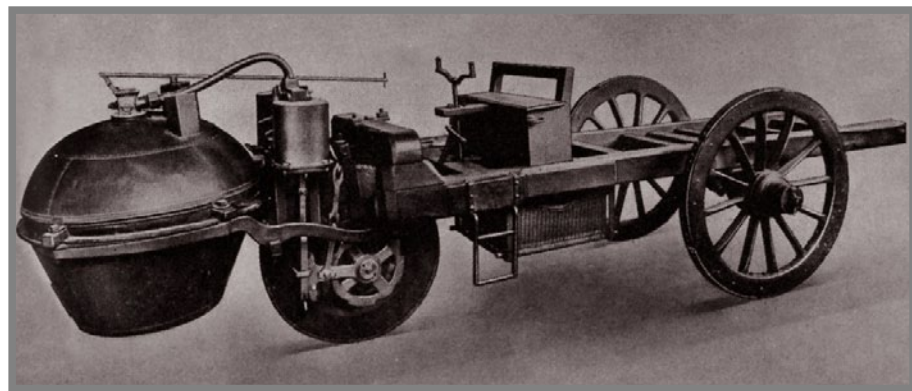
## 1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 1.1 Historická analýza

Vynález automobilu znamenal pro lidstvo společenskou i technologickou revoluci. Vývoj tohoto dopravního prostředku urazil od časů snění a fantazie do dnešních dní dlouhou cestu. Již antický básník Homér snil o mechanicky poháněných vozech a dříve, než renesanční umělec Leonardo da Vinci namaloval svůj ikonický portrét Mony Lisy, vytvořil nákresy zvláštních strojů, např. vozidla poháněného dvěma vzájemně natahujícími se pružinami. Jisté zprávy také uvádí, že už v 17. století dva francouzští jezuité konstruovali v Číně vozy poháněné párou. [1] Parní věk přivedl na svět první automobily, ale až zdokonalení spalovacího motoru znamenalo první výrazný milník. Automobily se stávaly rychlejšími, bezpečnějšími i dostupnějšími.

#### 1.1.1 Počátky automobilismu

Za skutečně první vůz s vlastním pohonem je považován parní traktor švýcarského inženýra Nicolase Cugnota postavený roku 1769 (obr. 1.1). Stroj údajně dosahoval rychlosti až 3 km/h. [1] V českých zemích se parní vůz objevil v roce 1815 zásluhou Josefa Božka. Roku 1906 dokonce získal uznání celého světa parní vůz Stanley, který na písčité pláži Ormond na Floridě dosáhl rychlosti 205,45 km/h. [1] Nevýhody parních strojů (především velké rozměry a hmotnost) omezovaly vývoj au-



Obr. 1.1 Parní traktor Nicolase Cugnota

tomobilismu. [2] Roku 1800 byl patentován Angličanem Medhurstem vůz na stlačený vzduch a v roce 1835 dokonce Holanďan Stratingh vynalezl první elektromobil. [2] Tyto vynálezy však nebyly tolik přelomové, jako vynález spalovacího motoru.

Je těžké určit toho, kdo byl skutečně prvním konstruktérem spalovacího motoru, byl to však Němec Nickolas August Otto, který ho v roce 1876 zdokonalil. [1] Protože podobný motor již dříve popsal Francouz Alphonse Beau de Rochas, nemohl si Otto ten svůj patentovat. Vynález se stal veřejným vlastnictvím a další mohli pracovat na jeho zlepšení. Mezi nimi i Němci Karl Benz, Gottlieb Daimler a Rudolph Diesel.

Za skutečně první motorové vozidlo považujeme Benzův vynález se třemi koly z roku 1886 (obr. 1.2). Za první automobil považujeme Daimlerův vůz. Daimler vyvinul později téhož roku čtyřdobý motor, který namontoval na čtyřkolový podvozek. Vůz dosahoval rychlosti až 16 km/h. [1] S inovací přišel Francouz Emile Levassor s konstruktérem Reném Panhardem, kteří umístili motor do přední části. Díky získanému prostoru se mohly začít používat větší a silnější motory. [1]



Obr. 1.2 Motorový vůz Karla Benze

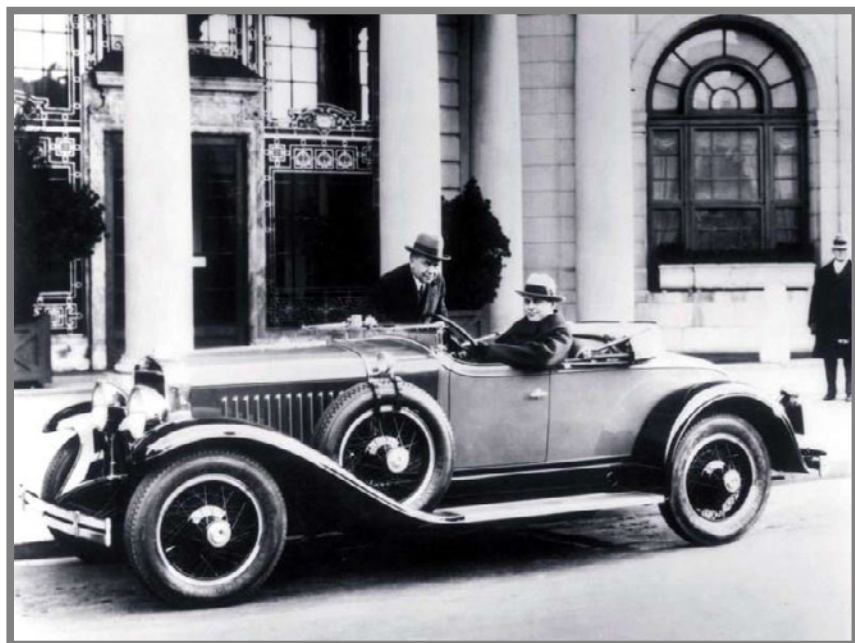
Dalším milníkem v automobilovém průmyslu se stala produkce vozů Ford spущtěná v roce 1901. Američan Henry Ford byl první, kdo skutečně využil masovou produkci. [1] Byl ve svém podnikání úspěšný. Jeho snem bylo vyrábět levné vozy pro širokou veřejnost. Nejznámějším modelem této doby se stal vůz Ford T (obr. 1.3), kterého se vyrobilo až 1000 kusů denně.





Obr. 1.3 Ford model T 1910

Ve 20. a 30. letech se automobily vyráběly jen s drobnými úpravami (startér, hydraulické brzdy a další). Na technologickou stagnaci zareagovala společnost General Motors. Jejím primárním cílem bylo klást důraz na nové zaujetí do stylu a vytvoření tzv. „face-liftingu“ svých vozů. [5] V roce 1926 najala společnost Harleyho J. Earla, který dříve vyráběl automobily pro hollywoodské hvězdy na zakázku. Ten zřídil první designové oddělení v automobilovém průmyslu. První vůz, u kterého hrál design stejně důležitou roli jako konstrukční řešení, byl model LaSalle z roku 1927 (obr. 1.4). [1]



Obr. 1.4 LaSalle 1927

Díky zkvalitňování silnic a jednotlivých částí vozu (brzdy, pneumatiky, elektrický startér) přestaly být automobily pouze dominantou bohatých. Udržba i provoz byly snadnější, rostl výkon motoru.

### 1.1.2 Historie terénních automobilů

1.1.2

První automobily, které můžeme označit jako „terénní“, se objevily ve 30. letech 20. století. Mnozí věří, že zrod SUV (z angl. „sport utility vehicle“ = sportovně-užitkový vůz, pojem ale vznikl mnohem později) začal jako tzv. „depot hack“ (z angl. „depot“ = sklad, depo, nádraží; „hack“ = kopnutí; obr. 1.5). Tyto vozy byly obecně známy jako tzv. „carryalls“ (z angl., znamená „brašny“) nebo také „suburbans“ (z angl. „suburban“ = předměstí) a prý předurčily budoucí evoluci v tzv. „station wagon“ (kombi). Automobily převážely cokoliv - pasažéry i náklad. [8]



Obr. 1.5 Depot hack 1921

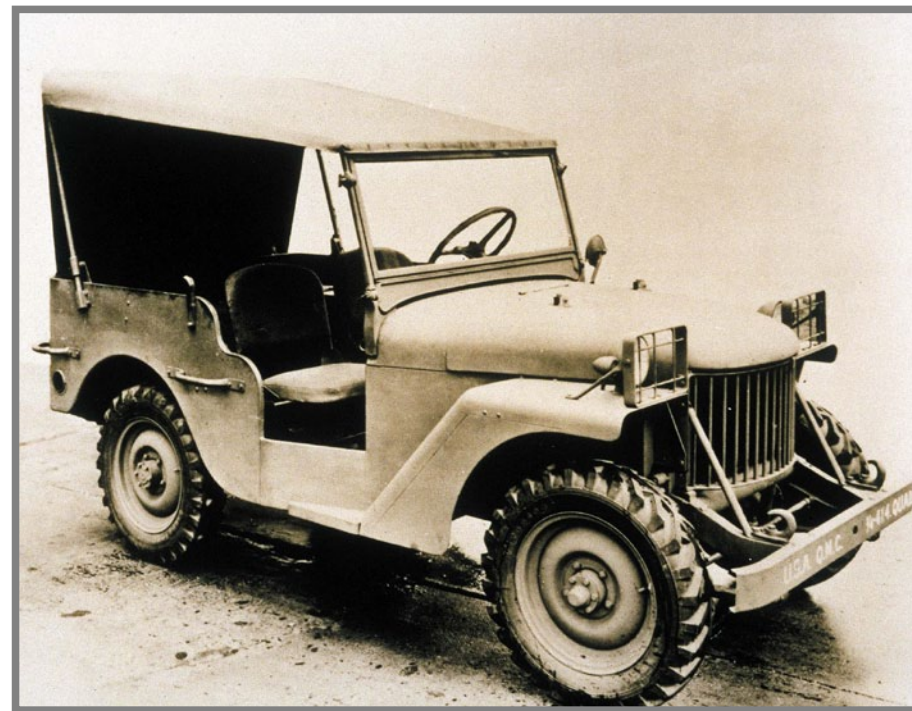
Jedním z předchůdcem dnešních SUV byl Chevrolet Suburban z roku 1935 (obr. 1.6). [5] Raný model tohoto vozu, měl dřevěné boky a plátěnou střechu na půl tunovém kovovém rámu. Jednalo se přechod mezi nákladním a osobním vozem. [6] Vůz měl na svou dobu typicky tvarovanou karoserii - dlouhou štíhlou přední část vozu s motorem, zbylá část vychází z tvaru kvádra se zaoblenými rohy, blatníky kol jsou kapkovitého tvaru a vepředu 2 kulatá světla.





Obr. 1.6 Chevrolet Suburban 1935

Během 2. světové války došlo obecně k úpadku automobilismu. Automobilky se přestaly zaměřovat na civilní trh, pohonné látky i pneumatiky byly na příděl. [3] Americká armáda však potřebovala nový kvalitní víceúčelový vůz. Vypsání soutěže se zúčastnilo mnoho společností, zakázku získala společnost Willys (budoucí Jeep). [7]



Obr. 1.7 Willys Jeep 1940

První Willys Jeep Quad z roku 1940 (obr. 1.7) byl populární i v civilní sféře. Společnost Willys-Overland přišla v roce 1945 na trh s vozem CJ-2A („CJ“ = civilian Jeep). Od armádní verze se však příliš nelišil. Civilní řada se stala předchůdcem budoucích

modelů Wrangler a Cherokee. [7] Začala dlouhá etapa vozů Jeep trvající až do současnosti.

Jednou z dalších společností, jež si vydobila své místo na trhu s off-roady, je japonská společnost Toyota. Po válce Japonsko trpělo silnou inflací a nedostatkem zboží a služeb. Automobilky musely doslova „začít od nuly“. Situace se pro společnost zlepšila v létě 1950 během studené války. Došlo k invazi Severní Koreje (podporované Čínou a Sovětským svazem) do Jižní Koreje (podporované Spojenými státy americkými). Ačkoliv automobily Willys Jeep sloužily Američanům dobře, domnívali se, že v chladném a vlhkém hornatém prostředí Korejského poloostrova bude potřeba nový vůz. [8] Toyota představila prototyp nesoucí označení BJ (kde „J“ odkazuje na Jeep, obr. 1.8). Později (kvůli stížnostem společnosti Willys) byl automobil přejmenován z Jeep BJ na Land Cruiser. [14]



Obr. 1.8 Toyota Jeep BJ 1951

Podobně jako Willys, přišla brzy se svým civilním Jeepem i společnost Toyota. V roce 1955 uvedla na trh svůj „civilní“ Land Cruiser (obr. 1.9). Oproti modelům Land Cruiser první generace byl tvar nyní zaoblen a světla integrována do přídi. Kabina vozu byla více prostorná. [10]

Modelem společnosti Toyota, který se stal významným v oblasti off-roadů, byl také vůz Toyota 4Runner, jehož první generace byla představena v roce 1984 (obr. 1.10)





Obr. 1.9 Toyota Land Cruiser 1955



Obr. 1.10 Toyota 4Runner 1984

V 70. letech upevňovala svoji pozici na trhu s terénními vozy také americká společnost Ford. Ta v roce 1965 představila svůj první Ford Bronco (obr. 1.11). [11] Jeho jednoduchá a robustní konstrukce včetně výborné ovladatelnosti zaručovala vynikající výkon v terénu. Popularita raného vozu Ford Bronco přetrvala i v pozdějších letech.

Další významnou automobilkou je britská společnost Land Rover. První prototyp Land Roveru byl navržen britským farmářem, který při práci používal vůz Jeep, s nímž ale nebyl spokojen. V roce 1948 vznikl nový vůz, který se velice podobal vozům Jeep. Vzhledem k poválečné situaci a nízkému rozpočtu byl první Land Rover vyroben z hliníku a ne oceli a původní zelená barva získána z továrny na letadla. [12] V roce 1970 představila společnost automobil (údajně nové kategorie) Range Rover s vlastnostmi terénního automobilu a komfortem a výkonem silničního (obr. 1.12). [13] V roce 1991 pak spatřil světlo světa další úspěšný vůz. Tím byl Land Rover Defender (obr. 1.13). Ačkoliv se již pohybujeme v relativně nedávné době, stále je z obrázku patrný odkaz, který v sobě automobil nese.



Obr. 1.11 Ford Bronco 1966



Obr. 1.12 Range Rover 1970



Obr. 1.13 Defender 1991

Poslední společností představenou v této kapitole je německá značka Mercedes-Benz. Tato společnost vstoupila na trh s terénními vozy v roce 1979 třídou „G“ (z něm. „Gelandewagen“ = terénní automobil). Vozy byly populární pro jejich výtečné jízdní vlastnosti v terénu. [14] Produkce nových vozů třídy „G“ stále pokračuje s jen (relativně) drobnými změnami (obr. 1.14)



Obr. 1.14 Mercedes G-class 2014

### 1.1.3 Současnost a budoucnost

V současné době automobilové společnosti (mimo jmenované v předchozí kapitole to jsou také například společnosti: Volkswagen, Suzuki, Nissan, Isuzu a mnohé další) navazují na produkci svých předchozích modelů. Kategorie „off-road“ si stále uchovává mnohé z historie. Tradiční řešení přetrvávají, invence proniká do těchto vod hlavně skrze nové technologie, materiály a výrobní postupy. Off-roady mají stálou základnu pravověrných příznivců, vzrůstá také obliba tzv. „crossoverů“ a SUV. Tyto automobily disponují vlastnostmi off-roadů, nabízejí také pohodlí a design silničních vozů.

Vývoj v oblasti automobilového designu je posouván dopředu nejen aspekty, mezi které patří např. bezpečnost a komfort, ale také otázkami týkajícími se omezenými zdroji fosilních paliv a snižování emisí CO<sub>2</sub>. Vědomí nedostatku ropy a zemní plynu nutí automobilky ve spolupráci s vědeckými instituty k hledání alternativních zdrojů paliva a jejich aplikaci do praxe.

## 1.2 Technická analýza

1.2

V následující kapitole jsou popsány pouze některé prvky a části terénních automobilů, které - hovoříme-li o off-roadech - jsou více význačné (než u silničních vozidel), a také nové technologie a materiály, sloužící jako inspirace pro vlastní pozdější práci. Pro off-roady jsou charakteristické některé znaky, např.: velká kola (průměr disků cca 20 palců i více), velká světla výška (vzdálenost nejnižšího bodu podvozku od povrchu země), velké nájezdové a výjezdové úhly, karoserie zpravidla na žebřinovém rámu (tzv. „body on frame“), pohon všech 4 kol (4WD = four wheel drive) a další.

### 1.2.1 Karoserie

1.2.1

Karoserie je jednou ze základních částí automobilu. Zajišťuje jízdní komfort a ochranu při dopravních nehodách. [15] Karoserie dělíme podle dopravního účelu (osobní automobily, motocykly apod.), tvaru nebo konstrukce a vztahu k podvozku (podvozková, polonosná, samonosná). Na karoserii jsou kladeny vysoké nároky z hlediska funkčnosti i designu. Ideálními vlastnostmi je dostatečná tuhost a pevnost (pro zajištění maximální bezpečnosti), minimální hmotnost a odpor vzduchu a dobrý výhled pro řidiče. Pro výrobu se využívá široké škály materiálů, např. pozinkované plechy, hliník, plasty a kompozitní materiály.

Terénní automobily mají zpravidla podvozkovou karoserii (tzv. „body on frame“) upevněnou na žebřinový rám. Důvody jsou ideální pevnost a tuhost rámu a relativně snadná výměna poškozených částí karoserie.

#### Dělení karoserie podle tvaru

U terénních vozů se setkáváme se třemi typy: off-road, SUV a crossover. Trendem automobilek je uspokojit potřeby všech zákazníků, vznikají tak vozy kombinující vlastnosti silničních i terénních vozidel.

Karoserie off-roadů odpovídá karoserii osobních automobilů. Může být uzavřená nebo otevřená. Vozy mají velkou světlou výšku, zvládají velké stoupání i klesání, brodění vodou i jízdu bahnitou půdou. [16] Typickým příkladem je vůz Land Rover Defender 2013 (obr. 1.18)

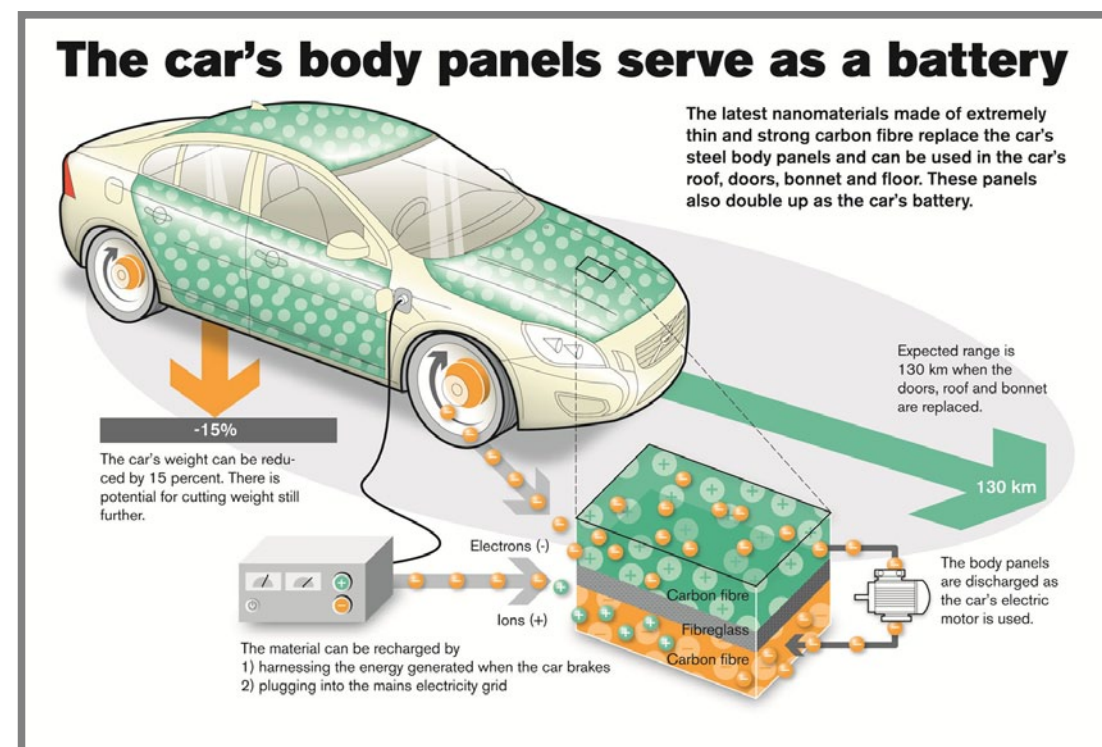
Vozy SUV jsou uzpůsobené pro jízdu mimo zpevněné cesty. Nejsou však vhodné do těžkého terénu jako vozy off-road. Disponují velkou světlou výškou a robustní konstrukcí. Je zde mnohem větší důraz kladen na pohodlí pasažérů.

Vozy kategorie crossover tvoří přechod mezi silničními a terénními vozidly. Kombinují pohodlí a jízdní komfort silničních vozů s vlastnostmi terénních automobilů.



## Volvo Body Panels

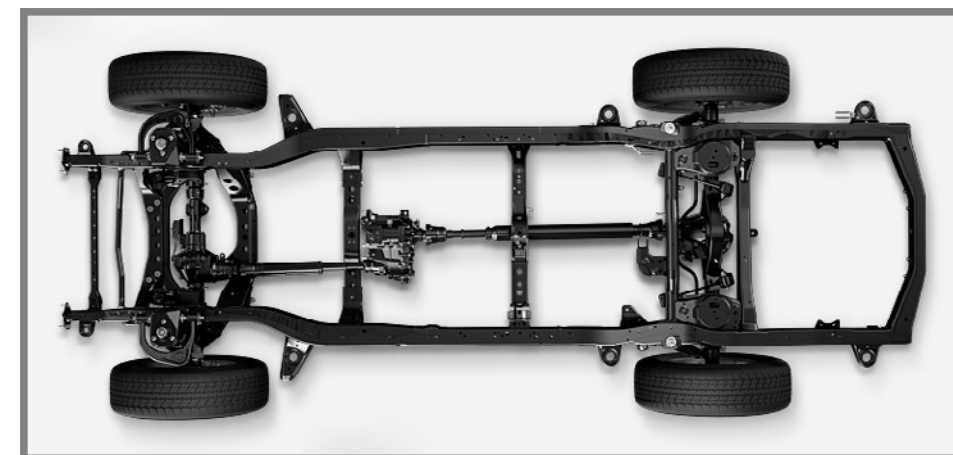
Zajímavým řešením, vedoucím ke snížení hmotnosti karoserie a obohacení o nové funkce, je nahrazení jejích částí novým kompozitním materiálem vyvíjeným společností Volvo ve spolupráci s 8 evropskými instituty - Volvo Body Panels. Volvo pracuje na revoluční technologii pro výrobu komponentů k uchování elektrické energie. Jde o lehkou strukturu z uhlíkových vláken, nano-strukturálních baterií a superkondenzátorů (obr. 1.15). [17] Technologie nabízí řešení otázky velkých těžkých a drahých akumulátorů používaných v elektromobilech. Kompozit je lehký, pevný a lze tvarovat do podoby karoserie. Takto lze dosáhnout snížení celkové hmotnosti až o 15 %. Předpokládá se, že tento materiál pomůže ke zlepšení hospodárství elektrické energie a dojezdnosti elektrických vozidel a hybridů.



Obr. 1.15 Volvo Body Panels

## 1.2.2 Rám

Rám je nosnou částí vozidla. Ačkoliv v současnosti plní u naprosté většiny osobních automobilů funkci rámu samonosná karoserie, u off-roadů je stále používaným typem rám žebřinový, tvořený dvěma podélníky spojenými příčkami (obr. 1.16). Důvodem je jeho relativní pružnost. [18] Nejčastěji se používá k výrobě rámu ocel.



Obr. 1.16 Rám vozu Toyota FJ Cruiser 2014

## 1.2.3 Zavěšení kol

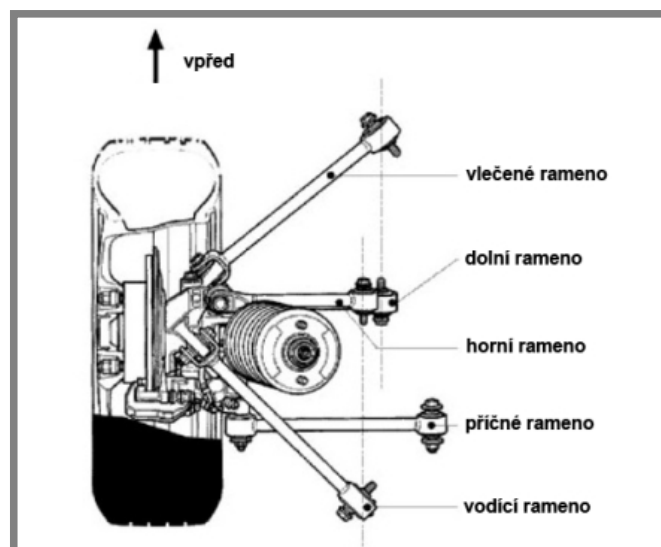
Existují 2 typy zavěšení kol - závislé (tuhá náprava) a nezávislé (kola zavěšena samostatně, při propružení se vzájemně neovlivňují).

### Tuhá náprava

V případě tuhé nápravy jsou kola pevně spojena, při propružení tedy nedochází ke změně rozchodu kol. Náprava je vůči karoserii odpružena jako celek, a tím se zvětšuje hmotnost neodpružených hmot. Tuhá náprava je však konstrukčně jednodušší a levnější. V porovnání s nezávislým zavěšením je vedení kola pomocí tuhé nápravy mnohem horší, používá se tedy spíše jako zadní náprava u „tradičních“ off-roadů. [18].

### Nezávislé zavěšení

Oproti tuhé nápravě neprovází nezávislé zavěšení zvýšení hmotnosti neodpružených hmot. Využívá se především u předních kol (udávají směr jízdy). V případě nezávislého zavěšení je častým typem zavěšení tzv. „multilink“ (víceprvková náprava, obr. 1.17). U tohoto typu je kolo zavěšeno na více ramenech (2–5). Jedná se o prostorově složitý mechanismus, který zajišťuje optimální kinematiku nápravy. Nezávislé zavěšení kol lze použít jak u předních, tak zadních kol. [18]



Obr. 1.17 Nezávislé zavěšení kol

## 1.2.4 Odpružení

Základní 2 způsoby odpružení off-roadů jsou listové a vinuté pružiny.

### Listové pružiny

Listové pružiny jsou jeden z nejstarších způsobů odpružení. Mají větší hmotnost a zabírají více prostoru. V závislosti na jejich velikosti pak může dojít ke zmenšení nájezdového a výjezdového úhlu vozu. Jsou ale trvanlivější, montáž a údržba jsou snazší. Poskytují vozu větší stabilitu. [19]

### Vinuté pružiny

Vinuté pružiny pomáhají zlepšovat jízdní vlastnosti. Využívají se často v kombinaci s víceprvkovou nápravou. Vinuté pružiny s tuhými nápravami na předních i zadních kolech najdeme např. u vozu Land Rover Defender 2013 (obr. 1.18).

## 1.2.5 Převodovka

Na základě průzkumu trhu s off-roady bylo zjištěno, že v současné době se využívají oba základní typy vícešupňových převodovek - manuální i automatické - s různými počty stupňů (od 5 do 8).

## 1.2.6 Diferenciál

Diferenciál je součástí rozvodovky a bývá nepostradatelným zařízením v automobilu. Jeho funkcí je rozložení otáček motoru na hnaná kola. Diferenciál je mezinápravový



Obr. 1.18 Land Rover Defender 2013

nebo mezikolový. [20] Zlepšuje přilnavost k vozovce a stabilitu. Nedílnou součástí diferenciálu je uzávěrka. Ta zlepšuje jízdní vlastnosti vozu např. v situaci, kdy jedno kolo prokluzuje (bláto) a druhé naopak stojí. Uzávěrka bývá manuální nebo automatická.

## 1.2.7 Uspořádání hnacího ústrojí pro osobní automobily

1.2.7

U off-roadů se využívá pohon všech 4 kol. Při jízdě v terénu, za deště nebo na sněhu by pohon jedné nápravy nemusel být dostačující. Pohon všech kol je permanentní nebo přepínatelný. Používá se převážně permanentní pohon, v tomto případě je nutný mezinápravový (centrální) diferenciál, který vyrovnává rozdíly mezi otáčkami předních a zadních kol. [22]

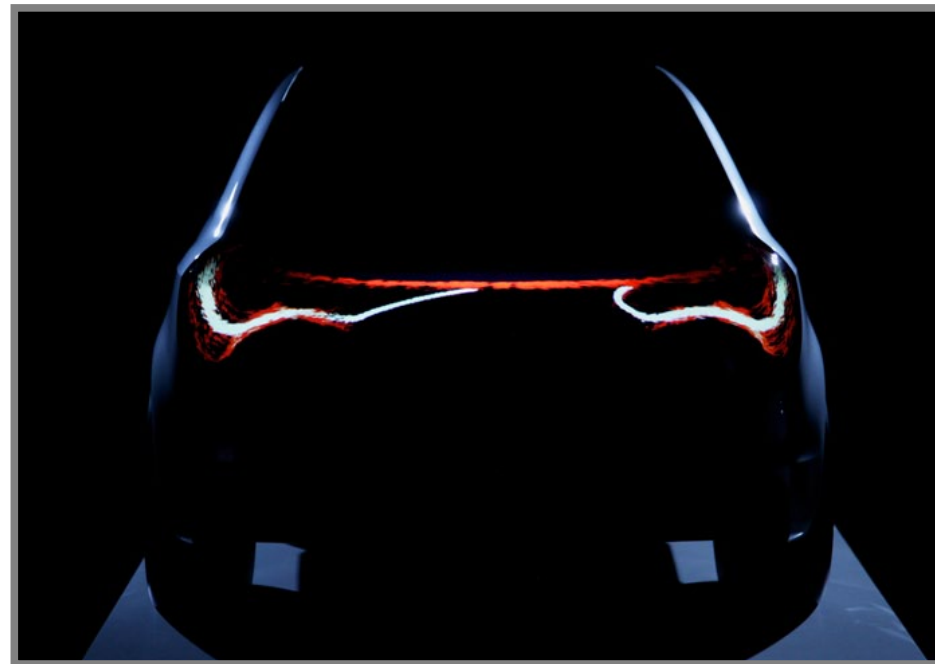
- Hlavní výhody pohonu všech kol:
  - lepší jízdní vlastnosti (zejména na kluzké vozovce)
  - zvýšení schopnosti rozjezdu a stoupavosti
- Nevýhody pohonu všech kol:
  - vyšší pořizovací náklady
  - vyšší pohotovostní hmotnost vozidla
  - vyšší spotřeba paliva (o 5 až 10 %)



### 1.2.8 Světla

Analýza současného trhu s off-roady ukázala nejčastější 2 technologie osvětlení vozidel: halogenová světla a LED. Kromě těchto 2 se používají i světla Xenonová. Každá z technologií má své výhody a nevýhody. Halogenová světla jsou relativně levná, generují však přebytečné teplo. Xenonová světla jsou drahá, mají však delší životnost. LED světla jsou drahá, nepotřebují ale tolik energie a mají malé rozměry. Produkují hodně tepla a vyžadují proto více chlazení než předchozí 2 typy.

Se zajímavým využitím OLED technologie přišla společnost Audi. V roce 2013 představila vůz využívající tzv. „the swarm“ technologii (obr. 1.19). Světla složená z OLED diod vytváří dojem pohybu světelných částic a reagují na chování vozu. Technologie OLED je více energeticky výhodná než LED a zároveň svítivější. [21]



Obr. 1.19 Audi - „the swarm“ technologie

### 1.2.9 Pohon vozidla

Pro pohon osobních automobilů jsou využívány následující 3 možnosti:

- spalovací motory
  - elektromotory (spotřebovávají elektrickou energii získanou různými cestami)
  - hybridní pohon (kombinace předchozích dvou způsobů)

Paliva pro pístové spalovací motory:

- Uhlovodíková
- klasická (benzin, nafta)
- alternativní (propan-butan, zemní plyn)

- Neuhlovodíková (alkoholy, estery, ethery)
- Biopaliva (bioplyn, bionafta, bioethanol)

Jako alternativní paliva označujeme také vodík a elektřinu. [23]

Klasické pohonné hmoty (benzin a nafta) vznikají jako produkt zpracování ropy, která patří mezi fosilní paliva. Ta vznikla přírodními procesy trvajících miliony let. Těžba a následné zpracování ropy ovlivňuje širokou oblast lidského působení (chemický průmysl, strojírenství apod.). Problémem jsou omezené zdroje fosilních paliv, škodlivé emise CO<sub>2</sub> vzniklé spalováním a vzrůstající ceny ropy. Současným trendem je ustupování od klasických pohonných hmot a hledání nových (obnovitelných) zdrojů energie. Jako obnovitelný zdroj energie se nám nabízejí biopaliva - paliva vzniklá za přispění slunečního záření.

- Výhody biopaliv:
  - obnovitelný zdroj energie
  - nižší emise CO<sub>2</sub> do ovzduší
- Nevýhody biopaliv:
  - nárůst NO<sub>x</sub> ve výfukových plynech
  - nižší výkon
  - vyšší spotřeba
  - nepříjemný zápach
  - zhoršení vlastností motorového oleje
  - horší startovatelnost za nízkých teplot

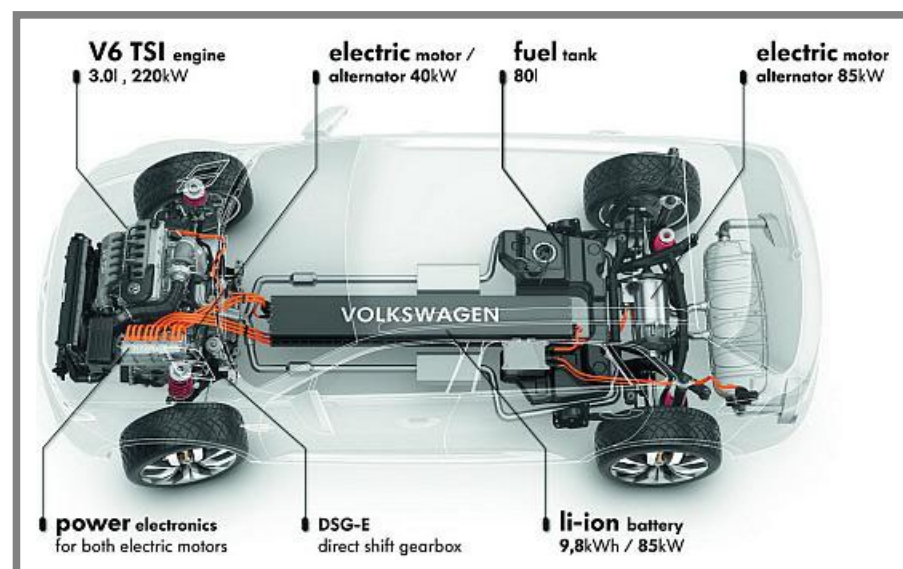
Terénní automobily využívají zavidla benzinové a dieslové motory. Důvodem je požadavek na výkon a dostupnost pohonných hmot.

Kromě vozidel se spalovacím motorem existují i vozy s elektromotorem. Výhodou je i poměrně levná cena elektřiny. Nejvíce určujícím prvkem je akumulátor, který dodává potřebnou elektrickou energii. Akumulátory mají omezenou kapacitu a zpravidla vysokou hmotnost. Tyto nedostatky se však výzkumem postupně odbourávají. Nové elektromobily charakterizuje vyšší výkon motoru (resp. vyšší maximální rychlost) a větší dojezdnost. I mezi terénními vozy nalezneme elektromobily. Toyota RAV 4 EV 2013 (obr. 1.20) má díky Li-ion baterii dojezdnost až 165 km a maximální rychlost až 160 km/h. [24]



Obr. 1.20 Toyota RAV4 EV 2013

Další možností pohonu vozidel je kombinace spalovacího motoru a elektromotoru s akumulátorem - tzv. hybridní pohon. Mezi spalovacím motorem a elektromotorem dochází k různým způsobům kooperace, např. spalovací motor pohání generátor elektřiny, jež napájí samotný elektromotor. Příkladem hybridního SUV je vůz Volkswagen CrossBlue Coupé (Obr. 1.21 a 1.22). [25]



Obr. 1.21 Volkswagen CrossBlue Coupé - schéma



Obr. 1.22 Volkswagen CrossBlue Coupé

### 1.2.10 Vodík

1.2.10

Vodík - nejrozšířenější z prvků - je v současnosti nejčistším palivem. Je možné ho použít ve vozidle jako palivo ve spalovacím motoru nebo v palivovém článku jako zdroj elektrické energie. Při spalování vodíku vzniká pouze voda a malé množství oxidu dusíku. Nevýhodou je drahá výroba vodíku, a také to, že vodík je ve směsi se vzduchem silně výbušný. [26]

#### Palivové články

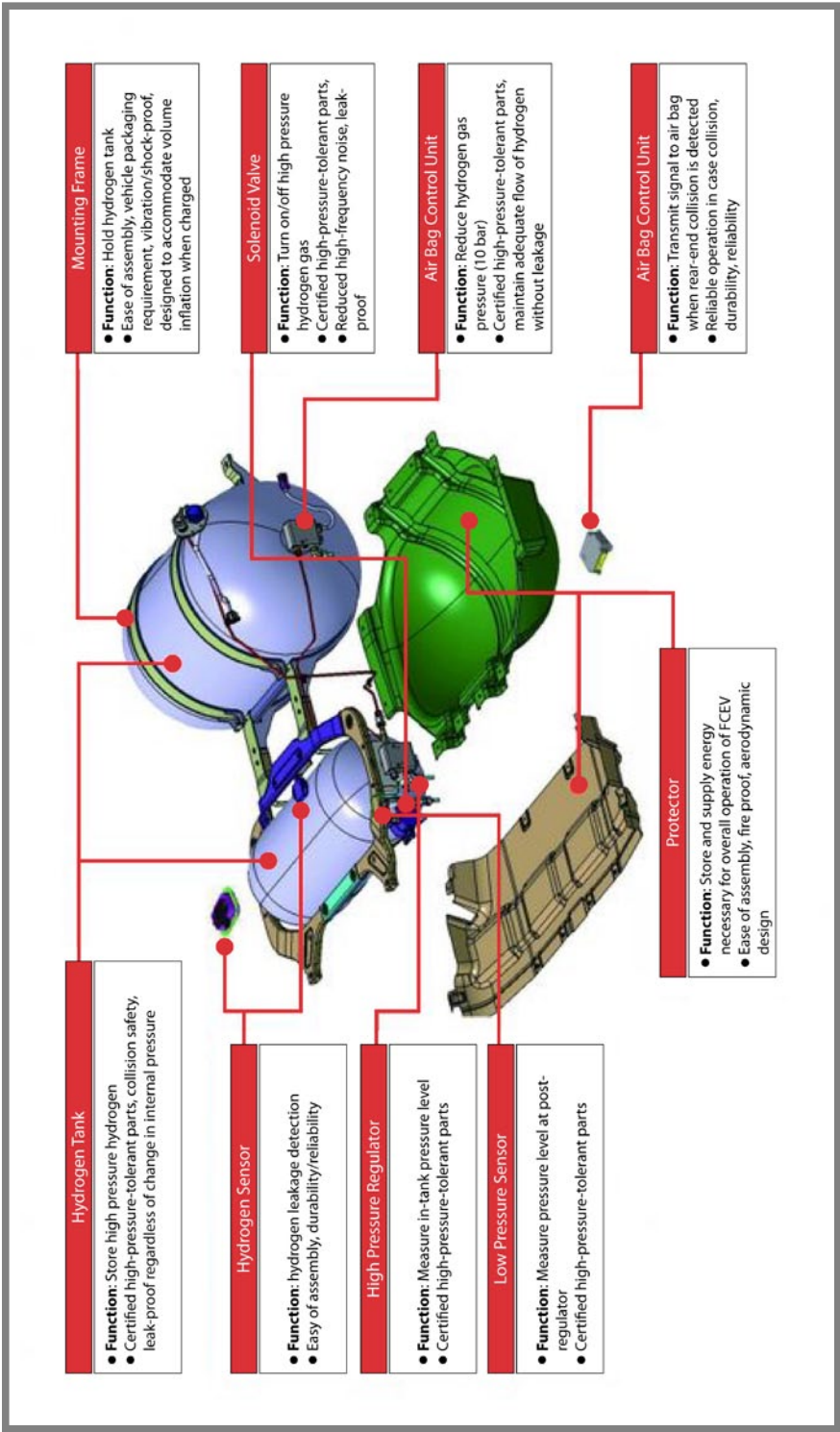
Palivový článek (angl. „fuel cell“) je elektrochemické zařízení (druh galvanického článku), umožňující přímou přeměnu chemické energie paliva na energii elektrickou. Funkce palivového článku je proces inverzní k elektrolyze. Na rozdíl od ostatních elektrochemických zdrojů je palivo do článků přiváděno kontinuálně, elektrody se neúčastní reakce a elektrolyt se nerozkládá. Výhodou tedy je, že článek samotný zůstává nezměněn, odpadá problém s životností způsobený chemickými změnami. Výsledné emise jsou nulové, protože jedinými produkty chemické reakce jsou voda a vzduch obohacený o zreagovaný kyslík. [23]

Oproti klasickým akumulátorům mají palivové články řadu výhod:

- větší dojezdnost
- ekologická čistota
- vyřazené palivové články nezatěžují životní prostředí těžkými kovy.

Nejčastější metody výroby vodíku jsou elektrolyzou vody nebo z metanolu pomocí tzv. reformace. Výroba vodíku elektrolyzou vody je však ve srovnání s reformací metanolu 3-10 krát dražší a účinnost tohoto procesu je zhruba třetinová. [27] Alternativou je také výroba vodíku přímo v automobilu. [22] Vodík můžeme v automobilu uchovávat v nádrži v plynné nebo kapalně podobě (obr. 1.23).





Obr. 1.23 Tlaková nádoba na stlačený vodík

Existují různé typy palivových článků lišících se svou stavbou a použitým typem elektrod a elektrolytu. Jak vyplývá z tabulky č. 1.1, pro využití v automobilovém průmyslu je nejvýhodnější typ PEM (Polymer Electrolyte Membrane).

| Comparison of Fuel Cell Technologies |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  |                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fuel Cell Type                       | Common Electrolyte                                                           | Operating Temperature                  | Typical Stack Size           | Efficiency                              | Applications                                                                                     | Advantages                                                                                                                               |
| Polymer Electrolyte Membrane (PEM)   | Perfluoro sulfonic acid                                                      | 50-100°C<br>122-212° typically<br>80°C | < 1kW-100kW                  | 60%<br>transportation<br>35% stationary | Backup power<br>Portable power<br>Distributed generation<br>Transportation<br>Specialty vehicles | Solid electrolyte reduces corrosion & electrolyte management problems<br>Low temperature<br>Quick start-up                               |
| Alkaline (AFC)                       | Aqueous solution of potassium hydroxide soaked in a matrix                   | 90-100°C<br>194-212°F                  | 10-100 kW                    | 60%                                     | Military<br>Space                                                                                | Cathode reaction faster in alkaline electrolyte, leads to high performance<br>Low cost components                                        |
| Phosphoric Acid (PAFC)               | Phosphoric acid soaked in a matrix                                           | 150-200°C<br>302-392°F                 | 400 kW<br>100 kW module      | 40%                                     | Distributed generation                                                                           | Higher temperature enables CHP<br>Increased tolerance to fuel impurities                                                                 |
| Molten Carbonate (MCFC)              | Solution of lithium, sodium, and/or potassium carbonates, soaked in a matrix | 600-700°C<br>1112-1292°F               | 300 kW-3 MW<br>300 kW module | 45-50%                                  | Electric utility<br>Distributed generation                                                       | High efficiency<br>Fuel flexibility<br>Can use a variety of catalysts<br>Suitable for CHP                                                |
| Solid Oxide (SOFC)                   | Ytria stabilized zirconia                                                    | 700-1000°C<br>1202-1832°F              | 1 kW-2 MW                    | 60%                                     | Auxiliary power<br>Electric utility<br>Distributed generation                                    | High efficiency<br>Fuel flexibility<br>Can use a variety of catalysts<br>Solid electrolyte<br>Suitable for CHP & CHHP<br>Hybrid/GT cycle |
|                                      |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  | Disadvantages                                                                                                                            |
|                                      |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  | Expensive catalysts<br>Sensitive to fuel impurities<br>Low temperature waste heat                                                        |
|                                      |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  | Sensitive to CO <sub>2</sub> in fuel and air<br>Electrolyte management                                                                   |
|                                      |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  | Pt catalyst<br>Long start up time<br>Low current and power                                                                               |
|                                      |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  | High temperature corrosion and breakdown of cell components<br>Long start up time<br>Low power density                                   |
|                                      |                                                                              |                                        |                              |                                         |                                                                                                  | High temperature corrosion and breakdown of cell components<br>High temperature operation requires long start up time and limits         |

Tab. 1.1 Srovnání technologií palivových článků



Pro mohutnější rozšíření vodíkového palivového systému do „běžného života“ je nutné změnit některé aspekty provozu takového systému. Nejzásadnějším aspektem je cena. V současnosti se pohybuje cena palivových článků v rozmezí 4000 \$/kW a více. (Pro srovnání: současné běžně využívané technologie se pohybují v cenové relaci 60-100 \$/kW.) [28] Dalším aspektem je nedostatečná infrastruktura - síť čerpacích stanic, kde lze tankovat vodík. Otázkou k řešení zůstává také bezpečnost.

1.2.11 Akumulátory

Akumulátor je sekundární elektrochemický článek, který představuje zásobník elektrické energie a umožňuje vratnou přeměnu chemické a elektrické energie. [29]

Základní dělení akumulátorů vychází z jejich chemického složení a způsobu konstrukce. Mezi běžné typy akumulátorů patří akumulátory uvedené v tabulce č. 1.2. Hodnoty uvedené v tabulce jsou pouze informativní, mohou se u jednotlivých výrobců lišit.

| Parametre                      | Typ článku |             |            |           |           |
|--------------------------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|
|                                | SLA        | NiCd        | NiMH       | Li-Ion    | Li-Pol    |
| Nominálne napätie článku [V]   | 2,0        | 1,2         | 1,2        | 3,6       | 3,6       |
| Prevádzkové napätie článku [V] | 1,75 - 2,4 | 1 - 1,45    | 1 - 1,45   | 2,7 - 4,2 | 2,7 - 4,2 |
| Nominálny zaťažovací prúd [C]  | 0,2        | 1           | < 0,5      | < 1       | < 1       |
| Špičkový zaťažovací prúd [C]   | 5          | 10          | 5          | 2         | 2         |
| Životnosť * [-]                | 200 - 500  | 1000 - 1500 | 500 - 1000 | > 1000    | 1000      |
| Samovybíjanie ** [%]           | 5          | 20          | 30         | 5         | 5 - 10    |
| Prevádzková teplota [°C]       | -20 do 60  | -40 do 60   | -20 do 60  | -10 do 60 | 0 do 60   |
| Energetická hustota [Wh/kg]    | 30 - 50    | 45 - 80     | 60 - 120   | 110 - 160 | > 100     |
| Špecifický výkon [W/kg]        | 200        | 140 - 220   | 130        | 200 - 250 | > 200     |

\*) počet nabíjacích cyklů při poklese celkové kapacity článku na 80% jeho menovitéj kapacity

\*\*) pokles kapacity článku po mesiaci jeho skladovania pri teplote 20°C

Tab. 1.2 Přehled parametrů běžně používaných akumulátorů [2]

Vysoká cena elektromobilů bývá zapříčiněna právě bateriemi. [30] Řešení tohoto problému může nastat díky společnosti Envia Systems (obr. 1.24). Výzkumem se této společnosti podařilo zvýšit hustotu energie na anodě a katodě a uložit více lithia. Při zvýšení dojezdové vzdálenosti na 300 mil (přibližně 480 km) - oproti dosud běžným 80-100 milím (130-160 km) zároveň snížili cenu lithium-iontových baterií na polovinu. Jednotlivé baterie o rozměrech 97×190×10 mm a hmotnosti 365 gramů mají hustotu energie 400 Wh/kg při ceně \$ 125/kWh. Jedná se tedy o zdvojnásobení hutosty energie při snížení ceny na polovinu oproti konvenčním akumulátorům. [31]



Obr. 1.24 Baterie společnosti Envia

1.2.12 Motory v kolech

1.2.12

Zajímavým řešením pohonu elektromobilů jsou jednoduché účinné a relativně lehké elektromotory společnosti Protean Electric umístěné přímo v kolech (obr. 1.25 a 1.26). Výhodou tohoto řešení je zjednodušení technologie automobilu a jeho odlehčení, uvolnění místa (např. pro akumulátory) a jednoduchá implementace technologie pro rekuperaci energie během brzdění. Další výhodou je to, že systém nevyžaduje vnější ozubení, hnací hřídele a diferenciál. Kola se také lze ovládat jednotlivě. Podle společnosti budou jejich motory schopné snížit spotřebu až o 30 %, dále zajistit vysoký točivý moment a rekuperační brzdění s účinností až 85 %. Hmotnost jednoho motoru je menší než 30 kg. Motory jsou vhodné pro automobily s pohonem předních, zadních i všech kol a lze je použít i pro konvenční velikosti kol od 18 do 24 palců. [32]



Obr. 1.25 In-wheel motor - řez



Obr. 1.26 In-wheel motor - sestava

Příkladem vozu, ukrývajícím v sobě palivové články a motory v kolech, je koncept vozu Nissan TeRRA (obr. 1.27).



Obr. 1.27 koncept vozu Nissan TeRRA

### 1.3 Designérská analýza

1.3

Terénní automobily se na trhu objevily přibližně ve 30. letech 20. století. Již od začátku byly navrhovány tak, aby umožňovaly pohyb v terénu (nerovný, sypký či bahnitý povrch, voda, sníh a led) a poskytovaly dostatečnou ochranu posádce. Designem automobilu myslíme především to, jaký tvar má jeho karoserie. Pro vzhled je určující např. také pevný žebřinový rám, velká kola a světlá výška vozu a velké nájezdové a výjezdové úhly.

Off-roady získaly během historie jisté shodné znaky. Mezi tyto znaky patří tvar karoserie (zpravidla pravoúhlý s více či méně zaoblenými hranami), světla (spíše čtvercová nebo kruhová), členění masky chladiče (zpravidla striktně horizontální nebo vertikální). Příklad vozu může být chráněna trubkovou konstrukcí.

#### 1.3.1 Design současných off-roadů

1.3.1

V následující kapitole jsou popsány některé modely vozů vybraných automobilových společností (vyrábějící off-roady, SUV a crossovery) z designového a částečně také technického hlediska.

#### Nissan Xterra 2014

Automobil Nissan Xterra model 2014 (obr. 1.28 a 1.29) má přední kola odpružené vinutými pružinami, zadní kola naopak listovými pery. Větší velikost listových per se odráží na větším převisu v zadní části vozu. [33] Tvar vozu je relativně prostý, základní hmota vychází z kvádra. Moderního vzhledu je docíleno oblými hranami. Boky vozu jsou bez prolisů, výrazné tvarování se objevuje snad pouze v oblasti blatníků, kde ze základní hmoty vystupují lichoběžníky se zaoblenými hranami. Kontura blatníků je taktéž tvaru lichoběžníku s velkými radiusy. Okna v bočním pohledu vycházejí z tvaru čtverce a lichoběžníku a jsou výrazně oddělená B a C sloupky. Robustní tvarování budí dojem stability a síly. Dynamiku navyšuje větší úhel čelního skla.

Propracovanější tvarování nalezneme v oblasti přídě vozu (obr. 1.30). Výrazné (grafické) členění plochy vzdáleně připomíná písmeno „X“. Světla jsou čtvercová, spolu s maskou chladiče vytváří obdélník. Po stranách předního nárazníku jsou vsazené kulaté mlhovky. Celkově působí příd' vyrovnaně, klidně, elegantně a moderně.

#### Nissan Patrol Y61

Nissan Patrol (obr. 1.31 a 1.32) patří mezi automobily s více než 50 let trvající historií. Jedná se o opravdu silný a robustní automobil do terénu. [34] Oproti jeho starším předchůdcům, nabyt tento vůz poněkud civilnějšího vzhledu. Ačkoliv jsou stále patrné poměrně ostré rysy, byl tvar poněkud zjemněn. Základní hmota karoserie vychází z kvádra, je spíše pravoúhle členěná s patrnými horizontálními prvky (prolis na boku a souvislý pás oken téměř neznatelně členěných B a C sloupky). Z těla vystupuje hmota ve tvaru lichoběžníků lemující blatníky kol. Ne příliš výrazně oblé hrany doplňují ostřejší křivky, které dodávají vozu na suverénitě. Sklon čelního skla je ostrý, ne však





Obr. 1.28 Nissan Xterra 2014 - boční pohled



Obr. 1.29 Nissan Xterra 2014 - perspektivní pohled



Obr. 1.30 Nissan Xterra 2014 - čelní pohled

v takové míře jako u vozu Xterra 2014. Před' vozu je opět horizontálně členěná, přední světla jsou obdélníková, obdélník je také tvořen jejich kombinací s maskou chladiče. Tento celek je podobný vozu Xterra 2014. Celkový dojem z vozu je střídový, přesto však se jedná o robustní a dominantně vyhlížející automobil.



Obr. 1.31 Nissan Y61



Obr. 1.32 Nissan Y61 - před'

### Toyota FJ Cruiser 2014

Tento automobil společnosti Toyota vznikl relativně v nedávné době, navazuje však na již dříve vyráběné modely FJ Land Cruiser. Hned na první pohled je patrné, že Toyota FJ Cruiser (obr. 1.33 a 1.34) je zcela jasně navržen pro překonávání náročného terénu. Automobil má 17 palcová kola a světlou výšku 228 mm. [35] Sám výrobce uvádí, že se jedná o vůz v retro stylu. Tato skutečnost je jistě patrná. Automobil nese znaky, které bychom mohli dohledat v historii nejen u automobilů společnosti Toyota, ale u dalších (např. Jeep, Mercedes-Benz nebo Land Rover). Těmito znaky jsou na-



příklad blatníky tvary lichoběžníku (s malými radiusy), horizontální členění předě, kulatá světla zakomponovaná do masky chladiče. Dveře vozidla jsou bez pro lisů, pouzý v oblasti nad blatníky se nacházejí horizontální linie, rozbíjející jinak souvislou plochu. Sklon čelního skla je velice malý. Hlavně pro spodní oblast automobilu (od linie oken směrem dolů) můžeme vypořovat středovou osu symetrie. Tato symetrie celkově design uklidňuje a vnáší do tvaru dojem stability. Vůz působí robustně, již na první pohled dává okolí zprávu o dobrých jízdních vlastnostech v terénu. Blatníky jsou lemovány tmavým plastem, který přechází v oba nárazníky. Takto vzniká zajímavé grafické členění ve všech ortogonálních bočních pohledech. Na střeše vozidla je volitelně umístěna kovová trubková konstrukce pro zajištění nákladu.

Ačkoliv je zcela zřejmý zdroj inspirace, nepůsobí tento retro styl nudně, naopak se designérům společnosti Toyota podařilo vytvořit nový svěží model, nesoucí odkaz dlouhé historie terénních automobilů.



Obr. 1.33 Toyota FJ Cruiser 2014 - boční pohled



Obr. 1.34 Toyota FJ Cruiser 2014 - pohled zepředu

### Land Rover Defender 2013

Defender (obr. 1.35) patří již po mnoho let mezi špičkové vozy určené primárně do nepříznivého terénu. Tento automobil je již od prvního pohledu věrný odkazu vozů Jeep Willys. Design celé karoserie je převážně funkční, obsahuje pouze minimum estetických prvků a připomíná modely automobilů vyrobených mnoho let před ním.

Land Rover Defender má malé převisy vzadu i vepředu, a díky tomu má také výborné hodnoty nájezdových úhlů - vpředu i vzadu 47°. [36] Tvar karoserie je prostý kvádr pro kabinu i pro před. Celý automobil je složen povětšinou z rovných ploch. Hrany jsou zaoblené jen minimálně. Boky nejsou příliš členité, jejich plocha je narušena pouze lichoběžníkovými blatníky. Tvarové návaznosti jsou téměř všude povětšinou pravoúhlé. Sklon čelního skla, které je rovné, je malý. Před je striktně horizontálně členěná, nárazník je střídavě protvarovaný. Kulaté přední světla jsou umístěny po stranách masky chladiče, která je dělená horizontálními lamelami. Celkově vůz působí vyrovnaně a stabilně, avšak postrádá nějakou výraznou emoci.



Obr. 1.35 Land Rover Defender 2013

### Range Rover 2013

Stejně jako u předchozího vozu, i tento má za sebou dlouhou tradici. Vůz nese opět některé charakteristické znaky - například horizontální lini na boku (obr. 1.36 a 1.37). Boky jsou také ozvláštněny „žebry“ na předních dveřích. Zajímavostí je, že automobil má celohliníkovou samonosnou konstrukci. [37] Úspora na hmotnosti je prý 420 kg. Boční okna jsou neznatelně dělená, vzniká celistvá plocha. Zajímavým grafickým prvkem jsou přední světla, které částí svého objemu přecházejí nad přední blatníky, a také bohatě dělená maska chladiče. Velice působivě vypadá ostrá hrana, která vystupuje z kapoty lemuje ji po celém jejím obvodu. Jedná se o minimalistický, přesto však velice určující prvek. Blatníky vycházejí z tvaru kružnice.



Obr. 1.36 Land Rover Range Rover 2013 - boční pohled



Obr. 1.37 Land Rover Range Rover 2013 - perspektivní pohled

### Jeep Wrangler 2013 Sahara

Automobil Jeep Wrangler 2013 (obr. 1.38 a 1.39) je přímým následovníkem vozů Willys Jeep. I po mnoha letech si uchoval podobné tvarové prvky, které bychom mohli nalézt u spousty terénních automobilů. Bývá označován za ikonu ve své kategorii. To, co z něj dělá vynikající dopravní prostředek do terénu je velká světlá výška a malý rozvor 18-ti palcových kol a v neposlední řadě také velké nájezdové úhly vpředu i vzadu. Podobně, jako tomu je u vozů Defender, i tento model Jeep Wrangler má pravoúhlé tvarování vycházející z kvádrů. Statický dojem podtrhává nízký sklon čelního skla. Blatníky jsou opět lichoběžníkové a jsou jedinou výraznou hmotou vystupující z vlastního těla karoserie. Před vozem je členěna naprosto typicky pro vozy Jeep - maska chladiče je tvořena 7 svislými výraznými průduchy, na vnějších rozích jsou pak umístěna kruhová světla. Světla přidávají vozům Jeep na výrazu, který je pro ně neodlučitelný.



Obr. 1.38 Jeep Wrangler Sahara 2013 - perspektivní pohled



Obr. 1.39 Jeep Wrangler Sahara 2013 - boční pohled

### Mercedes-Benz G-class 2014

Vozy německé společnosti Mercedes-Benz třídy „G“ mají také dlouhou historii. Jsou produkovány od konce 70. let minulého století, a stejně tak jako automobily Land Rover Defender nebo Jeep Wrangler, i vozy Mercedes-Benz třídy „G“ mají svůj původ ve vozech Willys Jeep. Podíváme-li se na obrázek č. 1.40, podoba nám bude zcela zřejmá. Tvar je podřízen funkci, zde to znamená pravoúhlé tvary s minimem zaoblených hran, striktně horizontální nebo vertikální členění, malý sklon čelního skla, lichoběžníkové blatníky, velká kola a světlá výška vozu. Masky chladiče je řešena podobně jako u Land Rover Defender (obr. 1.41). Doplněna je o 2 kulatá světla. V tomto případě automobil vypadá technicistně a tvrdě. Odlehčení tvarové kompozice obstarávají ozdobné lišty na bocích.





Obr. 1.40 Mercedes-Benz G-Class 2014



Obr. 1.41 Mercedes-Benz G-Class 2014 - detail přídě

### 1.3.2 Koncepty a modelové vozy

Koncepty a modelové vozy jsou užitečnou součástí automobilového průmyslu. Ačkoliv bývají mnohdy nerealizované (kvůli vysoké ceně nebo nedostatečné technologii), má pro nás velký význam koncepty vytvářet. Pomáhají nám posouvat hranice designu a technologie kupředu, nastiňují další vývoj a nutí nás nad danou problematikou přemýšlet. Do následujícího textu byly vybrány koncepty terénních automobilů, které mohou být v různých ohledech skutečně vyjimečné.

#### Mercedes Ener-G-Force

Koncept vozidla Mercedes Ener-G-Force (obr. 1.42 a 1.43) vychází z klasické koncepce vozidel Mercedes-Benz G-Class. Jedná se o teoretickou studii SUV budoucnosti

štrného k životnímu prostředí. Automobil je poháněn hypotetickými upravenými vodíkovými palivovými články, které získávají energii ze zařízení „hydro-tech converter“ přeměnou dešťové vody. Voda se zachytává v nádrži na střeše a následně přeměňuje v energii. Vylepšená a odlehčená kompozitní konstrukce automobilu napomáhá k dosažení odhadované operační vzdálenosti 500 mil (cca 804 km). Elektřina, produkovaná palivovými články, pohání 4 elektromotory v kolech. Automobil Ener-G-Force je určen pro různé zásahové týmy. [38]

Design posouvá celý koncept daleko do budoucnosti. Ačkoliv původní čistý design třídy „G“ zůstal zachován, všechny plochy byly navrženy tak, aby vyjadřovali intenzitu a napětí. [39] Celá karoserie je plná zajímavých detailů (například LED světla ve tvaru písmene „G“), které napomáhají ke vzniku svěbytného výrazu.

Automobil působí velice dominantně a dravě. Organické tvarování dovádá celému - původně geometrickému - tělu karoserie novou a nečekanou podobu.



Obr. 1.42 Mercedes Ener-G-Force - pohled zepředu



Obr. 1.43 Mercedes Ener-G-Force - pohled zezadu



### Land Rover Defender - koncept

Společnost Land Rover na Frankfurtské Motor Show v roce 2011 představila nový koncept vozu Defender nazvaný DC100 (obr. 1.44 a 1.45). Produkce tohoto automobilu by měla odstartovat v roce 2015. Zástupci společnosti se nechali slyšet, že vytvoření nového designu tak ikonického automobilu je obrovskou výzvou ve světě automobilového designu. Koncept DC100 se snaží ukázat novou cestu. [40]

Design Defenderu je velice svěží a je povedenou ukázkou toho, jak lze tradici pojmout novátorským způsobem. Původní „defenderovské“ rysy zůstaly zachovány, přesto karoserie působí naprosto ojediněle. Zůstaly zachované i proporce. Výrazný pokrok je nastal v oblasti blatníků, které mají teď nový a poměrně rafinovaně řešený tvar. Přední část vozu i bok jsou povedeně členěny. Z grafického hlediska jsou kontrastní plochy příjemně vyvážené.



Obr. 1.44 Land Rover Defender DC100 - boční pohled



Obr. 1.45 Land Rover Defender DC100 - perspektivní pohled

### Isuzu GBX - koncept

Koncept Isuzu (obr. 1.46) vznikl v roce 2001. Automobil byl navržen pro maximální užitečnost. To, co ho dělá zajímavým je, že je celý založen na principu modulárního systému. To znamená, že automobil je tvořen pevným externím rámem a různé části karoserie se na něj připevňují. Chybí B sloupek - dveře se otevírají ne souhlasně, ale proti sobě. Toto řešení zlepšuje nastupování a vystupování. Sedadla nejsou upevněna k podlaze, ale přímo k nosnému rámu. Díky tomu je v interiéru více využitelného prostoru.

Design je jednoduchý a stylový. Dominantním prvkem je přiznaný nosný rám. Plochy karoserie jsou hladké, ne však zcela rovné, a tím evokují napětí. Před vozu je členěna podobně jako u vozů Jeep. Dopomáhá konceptu k získání robustní vzhledu. Kontrastem k oblé karoserii jsou lichoběžníkové blatníky bez radiusů.



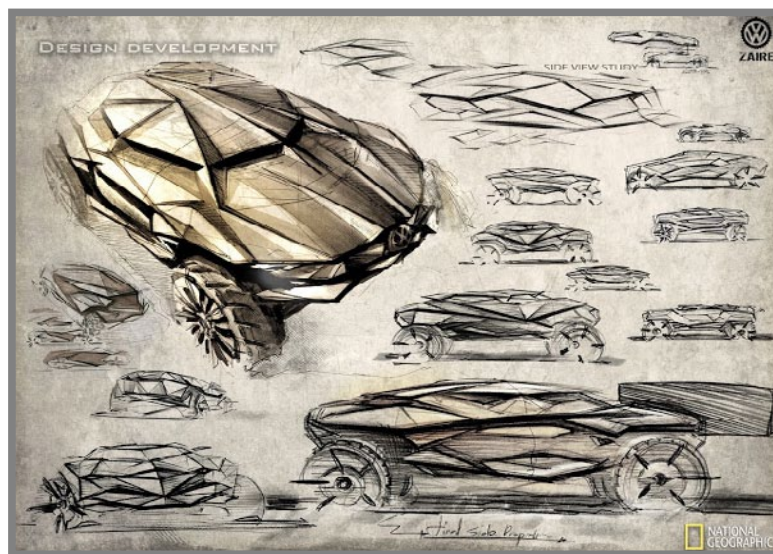
Obr. 1.46 Isuzu GBX koncept 2001

### National Geographic ZAIRE 2035

Terénní vozidlo ZAIRE 2035 (obr. 1.47 a 1.48) je skutečnou vizí automobilu budoucnosti. Primární účel tohoto vozidla je být prostředkem k cestování, natáčení a pořizování fotografií skupině badatelů do afrického terénu. ZAIRE 2035 je futuristickou vizí, jak by takové vozidlo mělo vypadat, a jak by s ním mělo být operováno v terénu. Signifikantní pro tento koncept je velmi geometrické (polygonové) tvarování.



Obr. 1.47 National Geographic Zaire 2035



Obr. 1.48 National Geographic Zaire 2035 - skicy

### Nissan Terranaut

Koncept vozu Nissan Terranaut (obr. 1.49) vnikl v roce 2006. Úkolem bylo navrhnout automobil pro výzkumné účely. Terranaut by měl sloužit jako pracovní stanice např. pro vědce, geology a archeology (obr. 1.50). [41]

Tvar karoserie je velmi podobný vozům Land Rover Range Rover. Je minimalistická, téměř bez žádných výrazných prolisů (pouze na kapotě). Elegantní jsou lichoběžníkové blatníky s velkými radiusy. Nejprotvarovanější částí vozidla je jeho před s obdélíkovými světly ve 2 patrech nad sebou. Přední část jako celek odpovídá typickým předím vozů Nissan.



Obr. 1.49 Nissan Terranaut koncept



Obr. 1.50 Nissan Terranaut koncept - interiér

### Nissan TeRRA

Nissan TeRRA (obr. 1.51 a 1.52) je zajímavým konceptem automobilu budoucnosti. Kombinuje vlastnosti terénního vozu s SUV. Jedná se o originální futuristickou vizi, poháněnou elektromotory v kolech, zdrojem energie jsou palivové články. Karoserie vozidla je tvarována organicky, hlavní hmota je zaoblená, v některých místech jsou však prosté povrchy narušené ostrými dynamickými křivkami. Tělo vozidla je nápadně symetrické, asymetrii v bočním pohledy vnáší až horní část kabiny. Zajímavý prvkem je výrazný práh. Ojedinělé jsou úzká světla. Jejich tvar narušuje oblé tvary, přitahuje pozornost a hned na první pohled je patrné, že se nejedná o konveční automobil. Nissan TeRRA reflektuje navenek vniřní uspořádání a moderní technologie, kterými disponuje. Přínosná je absence B-sloupku.





Obr. 1.51 Nissan TeRRRA - perspektivní pohled



Obr. 1.52 Nissan TeRRRA - pohled do interiéru

## 2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

2

V předchozí části textu byla provedena historická, technická i designérská analýza. Na základě těchto analýz si můžeme vytvořit určitý obraz o současném stavu designu automobilů kategorie off-road. V následující kapitole budou nastíněny problémy, spojené s designem v této automobilové oblasti, a dále představeny primární cíle vlastní diplomové práce.

### 2.1 Problémy

2.1

Domnívám se, že hlavním problémem - z pohledu designera - je skutečnost, že od dob největšího rozmachu terénních vozidel (cca od 50. let 20. století) až po současnost, doznal design terénních automobilů jen malých změn. Tyto změny byla zapříčiněny převážně technologickým pokrokem (jednalo se tedy o nezbytnost) a v menší míře pak potřebami trhu. Nové a dokonalejší procesy navrhování karoserie (a celkového designu) vozidla umožnily (přinutily), aby i mezi off-roady docházelo k estetické kultivaci po vzoru jiných kategorií vozů. Zajímavý důkladem toho, že i mezi off-roady dochází k výše zmíněným změnám, jsou převážně koncepty - vozy, které s malou pravděpodobností opustí výrobní linku, přesto nám pomáhají pohlížet na problematiku designu z jiného úhlu.

Dalším problémem (ačkoliv se svým způsobem jedná stále o ten stejný) je, že mezi off-roady převládá i po více než padesáti letech tradice a konzervatismus. Automobilové společnosti setrvávají u svých úspěšných modelových řad, a ačkoliv téměř každý rok přicházejí na trh s novými automobily, design těchto vozů lze nazývat spíše stylingem nebo redesignem. To znamená, že design vozů se mění pouze po určitých částech, spíše v menších detailech. Jedná-li se o rozsáhlejší změnu, týká se tato změna například zaoblování hran.

Mezi příznivci terénních automobilů se jistě najdou tací, kteří tradiční řešení (právě v této oblasti) uvítají, snad je dokonce vyžadují. Domnívám se, že setrvávání u takovýchto konvenčních řešení však není přínosné pro design.

Dalším argumentem hovořícím spíše pro konvenční řešení je smysl a účel používání terénních vozidel. Tyto automobily jsou určeny pro jízdu mimo zpevněné cesty a pravděpodobně více častěji (než například u silničních vozidel) u nich může dojít k poškození částí karoserie a podvozku. Nabízí se tedy otázka, zda v takovém případě není (z finančního hlediska) výhodnější použít k sestavení karoserie díly méně sofistikovaného tvaru. Lze říci, že design off-roadů se spíše kloní na stranu funkčnosti a jednoduchosti. Nový příliv inovace přinášejí vozy SUV a tzv. „crossovery“. Domnívám se, že inspirace těmito typy vozů je ideální způsob, jak vnést mezi terénní automobily nové prvky, způsoby řešení a inovaci.

Dalším negativním faktorem je používání spalovacích motorů v automobilech (převážně dieslových u off-roadů). Téměř všichni jsme si vědomi omezených zdrojů fosilních paliv, která se dnes tak hojně využívají nejen pro pohon automobilů ale i při mnoha



a mnoha dalších lidských činnostech. V současné době je hojně zmiňované téma politika snižování škodlivých emisí. Při spalování fosilních paliv dochází k uvolňování tzv. škodlivých emisí (oxid uhličitý, oxidy dusíku a další). Takto vznikají podmínky například pro zhoršování stavu ovzduší nebo prohlubování závažného problému, kterým je skleníkový efekt. V současné době již můžeme na silnicích spatřit elektromobily, vozidla s hybridním pohonem, v brzké době snad budeme již moci pozorovat například i automobily poháněné palivovými články. Ano, existuje mnoho otázek k řešení, zajímá-li nás vodík jako palivo pro osobní automobily (např. nedostatečná infrastruktura čerpacích stanic na vodík, bezpečnost, cena a další). Domnívám se, že již v blízké budoucnosti nebude implementace této technologie do běžného silničního (a terénního) provozu příliš velikým problémem.

## 2.2 Cíle diplomové práce

Primární cíle diplomové práce (na základě předchozích analýz) jsou:

- design karoserie terénního vozu budoucnosti s následujícími charakteristikami:
  - maximální rozměry: délka - 5000 mm; šířka - 2300 mm; výška - 2000 mm
  - světlá výška vozu: minimální rozmezí 200–240 mm
  - počet náprav: 2; pohon a nezávislé zavěšení všech 4 kol s disky o průměru do 20 palců
  - rozchod kol vpředu a vzadu cca 1700 mm, rozvor kol maximálně 2900 mm
- využití možností alternativních zdrojů paliva
- implementace nových a zajímavých technologií a materiálů

Výsledný design karoserie by měl reflektovat snahu o vytvoření konceptu - vize - terénního vozidla budoucnosti. Mělo by být na první pohled zřejmé, že se jedná o inovativní a zajímavý design, a že automobil v sobě ukrývá nové a moderní technologie.

## 3 VARIANTNÍ STUDIE

3

Designérský proces navrhování automobilu (nejen terénního) je zdoluhavý proces náročný na čas a zkušenosti. Již na počátku mé práce bylo zřejmé, že vytvoření několika samostatně existujících variantních řešení bude velice náročným úkolem. Finální design off-roadu vznikl kontinuálním procesem obohaceným o mnohé proměny celkových i dílčích tvarových prvků, dále také získáváním nových poznatků v průběhu procesu i zkušenostmi a poučením se z vlastních chyb. V následujících podkapitolách jsou popsány - kromě finální varianty - 2 nejvýznamnější stadia procesu navrhování, na kterých lze definovat základní přístup k danému řešenému úkolu. Jsou to variantní studie, které se svou komplexností nepřibližují k finální variantě, byly však ale základním kamenem pro budoucí vyhotovení již finálního designového řešení. Veškeré variantní studie jsou prezentovány jako forma hledání výsledného tvarového řešení.

Pro samotný designový proces byly klíčové některé prvky a vlastnosti, které se pak později ve finální variantě objevují a definují její tvar, kompozici, členění apod. Těmito prvky, na které bylo třeba během skicování myslet, byl například alternativní pohon. Primárním zdrojem paliva je stlačený vodík, jenž je nositelem energie pro palivové články. Výsledný design by tedy měl na tuto skutečnost odkazovat. Podobným prvkem je také použití kompozitního materiálu společnosti Volvo (str. 24). Mělo by tedy na finálním designu být patrné, že byl použit jedinečný kompozitní materiál. Klíčové pro finální design bylo pro mě také vytvoření jedinečného celkového charakteru vozidla.

### 3.1 Varianta 1

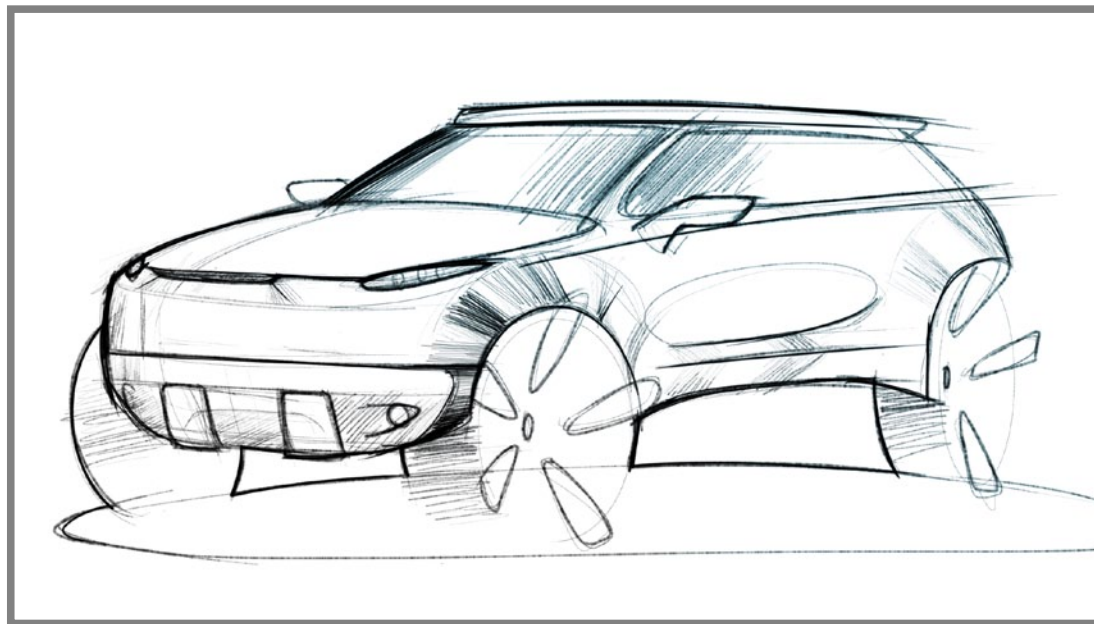
3.1

Jedním z přístupů, který jsem zvolil během procesu navrhování, a který postupně pomáhal utvářet výslednou realizaci, byl přístup organický. Znamená to, že jsem se při skicování snažil využívat spíše oblých linií a čar a vytvářet kompaktnější organické celky. Samozřejmě s ohledem na to, o jakou věc se jedná. Organicky tvarovaný terénní automobil se na počátku designového procesu nezdál jako ideální možnost, v některých partiích jsem se tedy uchýlil spíše k ostrým hranám a křivkám (například hrana na boku vozu, obr. 3.1).

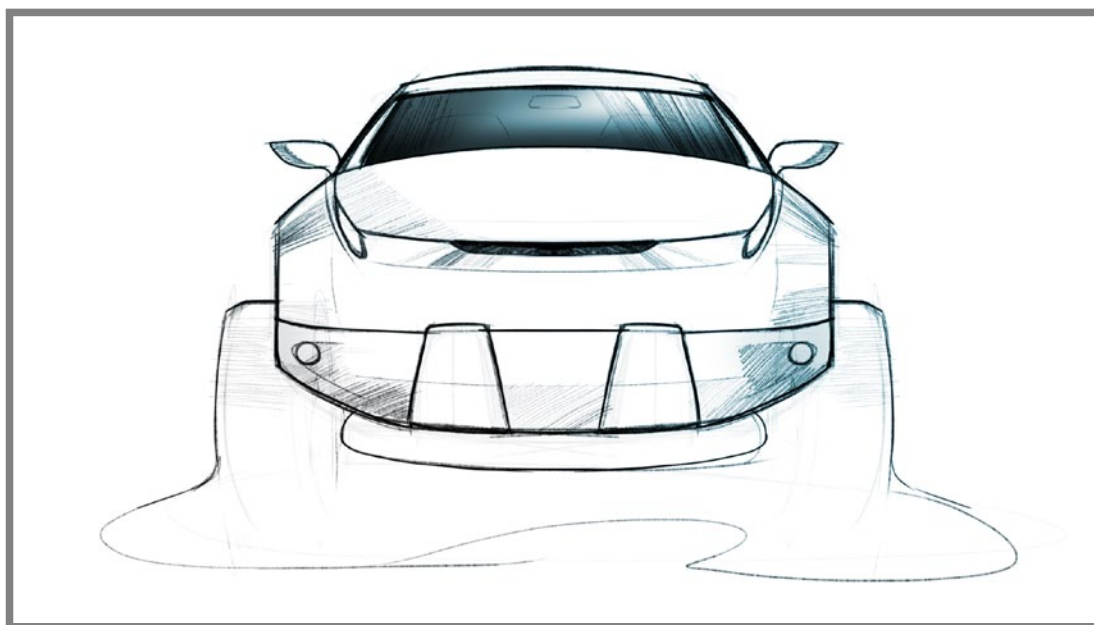
Cílem v tomto případě bylo navrhnout vůz, jenž by se svým charakterem blížil spíše silničním SUV. Tvar je více kompaktnější a zaoblenější. Významným prvkem jsou subtilní přední světla, která působí více futuristicky, než světla zabírající větší procento plochy přední části vozu (obr. 3.2 a 3.4). Za povšimnutí stojí také subtilní horizontální průduch sání vzduchu vpředu, který celkovému vzhledu jistě také dodává na futuristickému dojmů. Kromě subtilních předních světel nalezneme v rozích předního nárazníku také kulaté mlhovky. Na předním nárazníku jsou také 2 výrazné ochranné kovové prvky lichoběžníkovitého tvaru. Lichoběžník nalezneme na mnoha off-roadech - obzvláště takového tvaru bývají blatníky kol. V tomto případě vychází tvar blatníku z kružnice (což opět více odkazuje na silniční vozy).

Pro budoucí vývoj byla nosná skica zadní části vozu (obr. 3.3), kde se mi podařilo určit směr vývoje hmoty a tvaru v těchto partiích vozidla. Zadní část působí robustně,

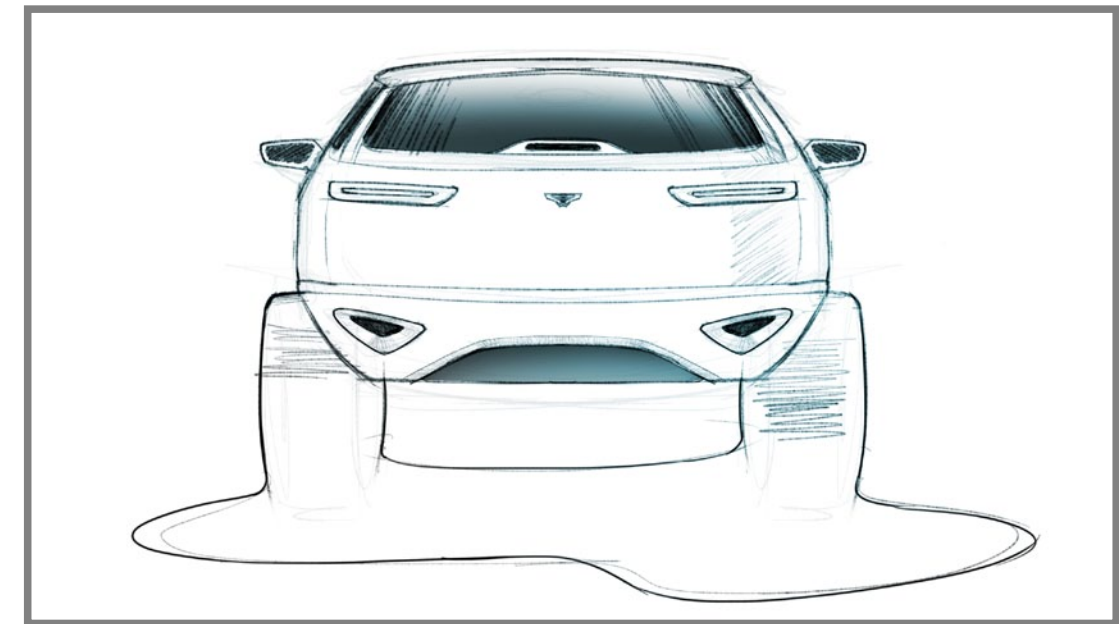
je více zvednutá a odkrývá ve větší míře kola (to je dáno i tím, že jsou kola posunuta - opticky - více do „rohů“ automobilu.). Zadní část vozidla charakterizují spíše rovné horizontální linie, světla reflektují tento trend. Vyjímkou je další pár světel umístěných v zadním nárazníku, která naopak sledují linie, jimiž je definován nárazník.



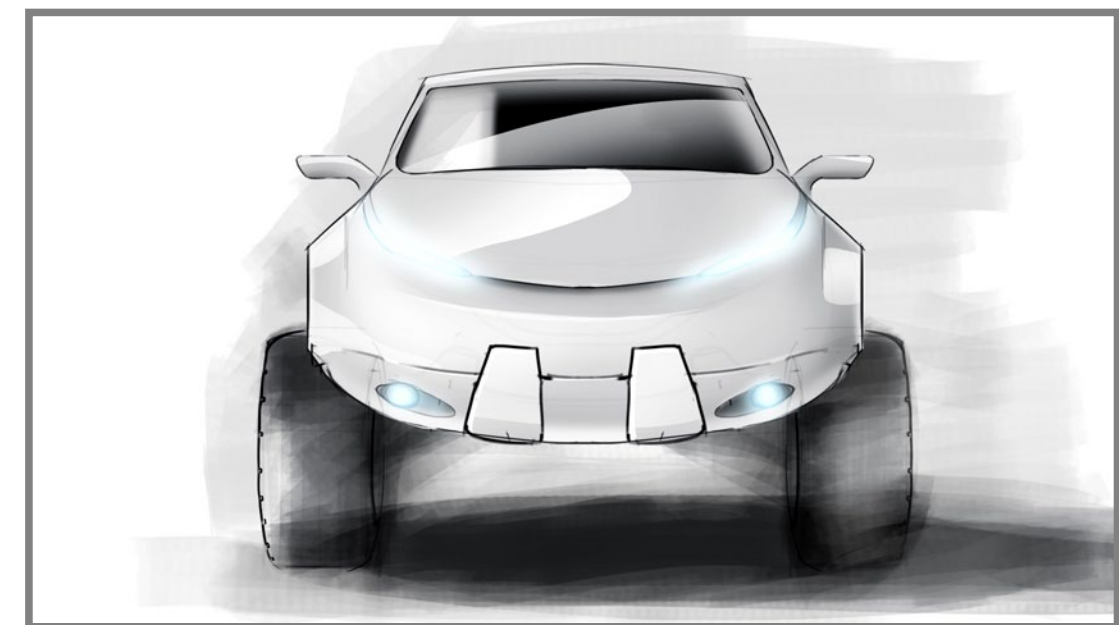
Obr. 3.1 Varianta 1 - perspektivní pohled



Obr. 3.2 Varianta 1 - pohled zepředu 1



Obr. 3.3 Varianta 1 - pohled zezadu

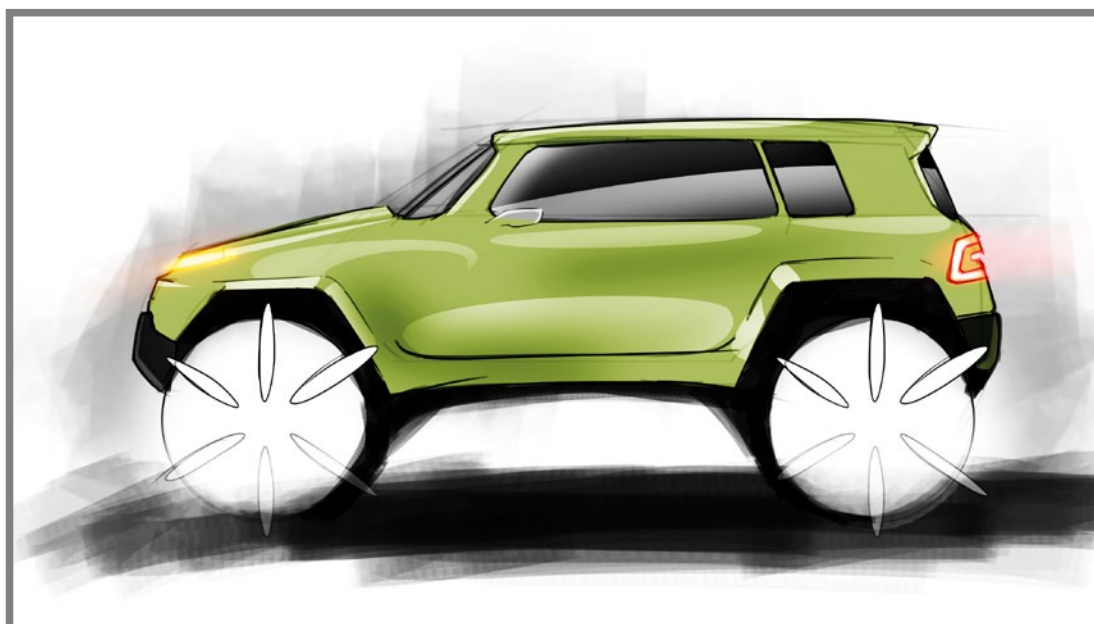


Obr. 3.4 Varianta 1 - pohled zepředu 2



### 3.2 Varianta 2

Podobně jako u varianty 1 i v tomto případě bylo zamýšleno přiblížit se vozům SUV. Byla zde snaha docílit výraznějších emocí - obzvláště v pohledu zepředu (obr. 3.6). K tomuto účelu posloužila maska chladiče ve tvaru lichoběžníku - tvar, který se bude ještě mnohokrát opakovat. Lichoběžníkové jsou i blatníky (obr. 3.5). Skicy posloužily k získání představy o tom, jak spolu koresponduje celkový SUV vzhled s takovým prvkem, jako jsou výrazné lichoběžníkové blatníky. Z předchozí varianty byla přejata přední světla, která zůstala relativně subtilní, již však ne tolik jako v předchozím případě.



Obr. 3.5 Varianta 2 - boční pohled



Obr. 3.6 Varianta 2 - pohled zepředu

### 3.3 Varianta 3

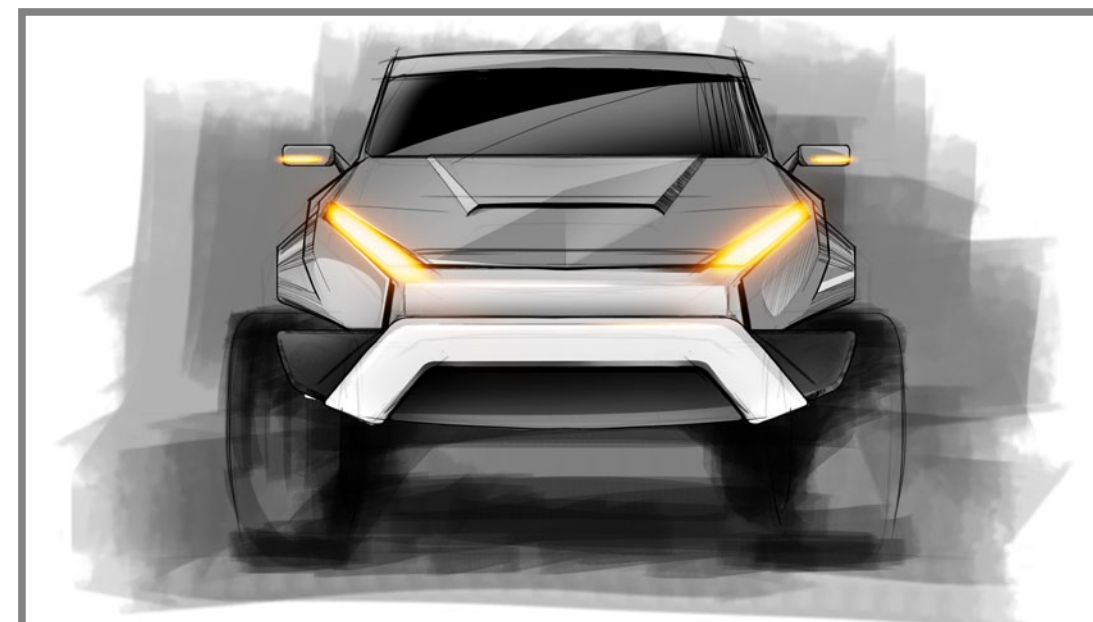
3.3

Varianta 3 v kombinaci s variantou 1 posloužily z největší části při vytváření finálního designu. Jedná se o variantu, které v sobě nese nejvíce charakteru (emocí), jehož získání bylo během procesu navrhování mým primárním cílem. Díky variantě 3 se mi podařilo definovat výrazné klíčové prvky, které nalezneme u finální varianty.

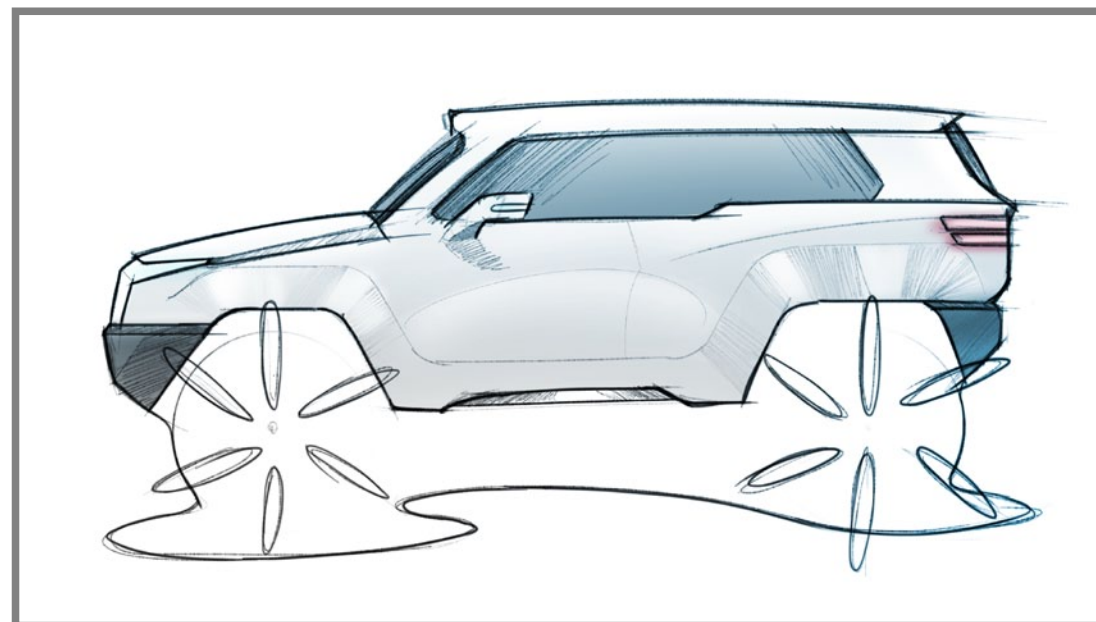
Jedním ze zásadních a klíčových prvků se stal vizuální dojem, kterým na nás působí příď vozidla (obr. 3.7 a 3.9). Základní hmota - kvádr - je geometricky opracován do (relativně) hrubého tvaru, který evokuje agresivitu, sílu, dravost. Napomáhají tomu i subtilní světla, které jsou podobné jako v předchozích případech. Světla spolu s ochranou konstrukcí na přídi dávají vzniknout tvaru podobnému písmenu „X“. Ve finální variantě se tento prvek ukáže jako ideální pro stylizování masky chladiče do tvaru podobného písmenu „H“, tedy písmenu, které odkazuje na alternativní pohon automobilu, kde vodík (hydrogen) slouží jako zdroj paliva.

Na předním nárazníku také nalezneme výraznou ochranou konstrukci - opět ve tvaru lichoběžníku. Konstrukce pak ve finální variantě chybí, přesto posloužila při hledání výsledného charakteru.

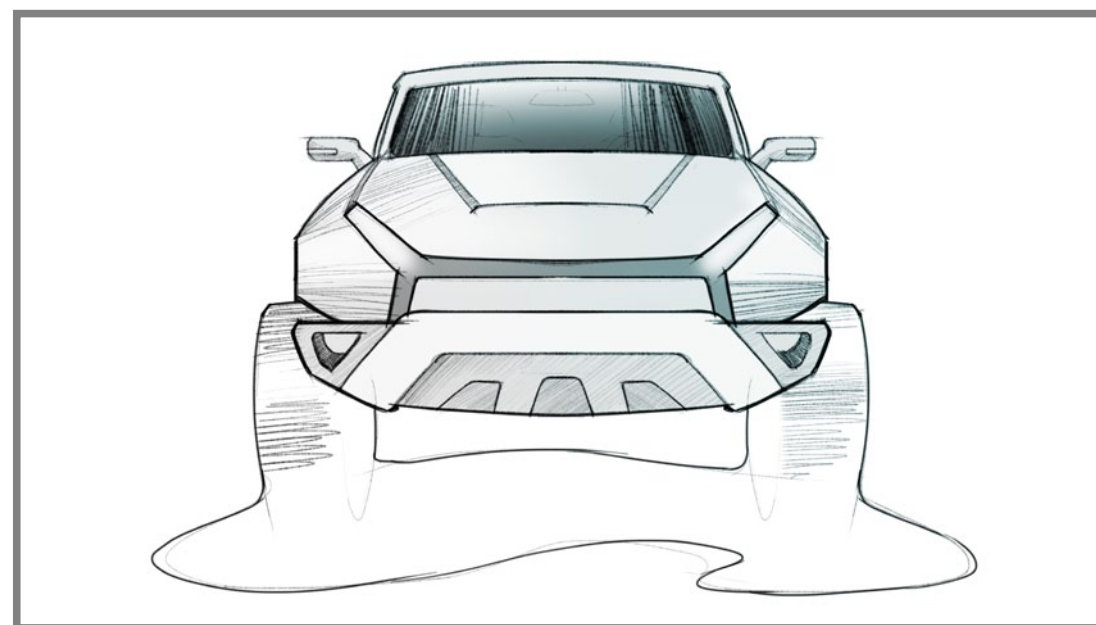
Plocha kapoty byla doplněna o prolis, použitý v upravené podobě i u finální varianty. Výrazným tvarovým prvkem jsou lichoběžníkové blatníky, jejichž hmota značně vystupuje z celkové hmoty vozidla. Nad zadním blatníkem vznikl „odskok“ zasahující do bočních oken. Okna na boku jsou prostá dělení B-sloupkem.



Obr. 3.7 Varianta 3 - pohled zepředu 2



Obr. 3.8 Varianta 3 - boční pohled



Obr. 3.9 Varianta 3 - pohled zepředu 1

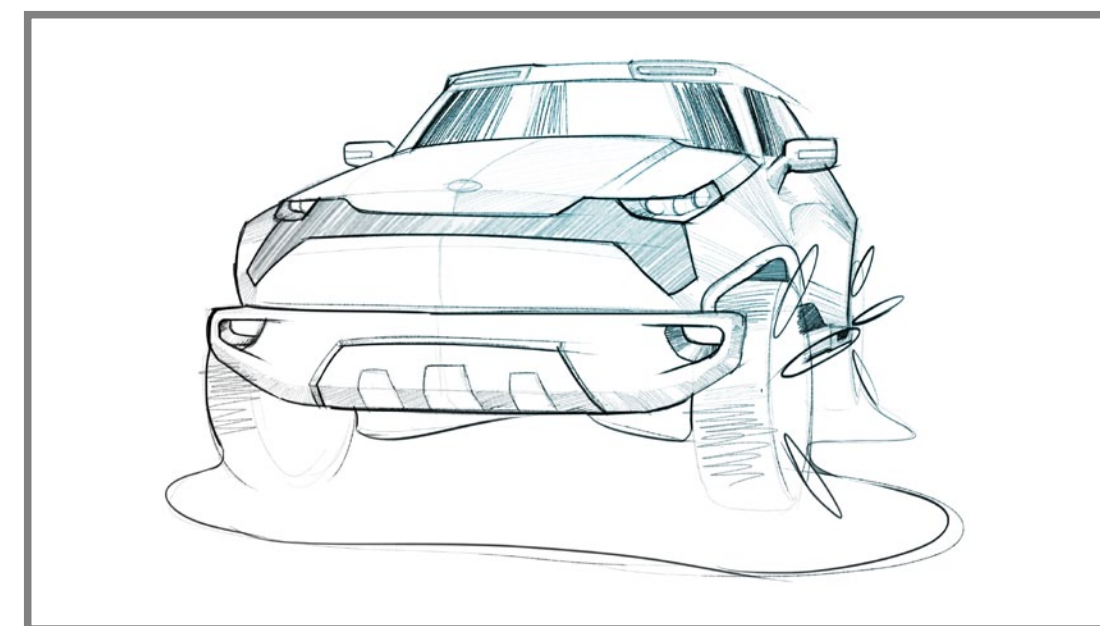
### 3.4 Varianta 4 - finální varianta

3.4

Finální varianta vznikla kombinací prvků převzatých z předchozího skicování. Při její tvorbě bylo důležité nalezení optimální rovnováhy mezi realizovatelným konceptem a mezi futuristickou vizí, která by však měla daleko od realizovatelnosti. Domnívám se, že vznikl automobil, který kombinuje konvenční i nekonvenční prvky a působí navenek sportovně (lehce) i robustně.

Veliký důraz jsem kladl na charakter (emoce), jenž jsem se snažil přenést do vzhledu především v oblasti přídi (obr. 3.10). Ve spodní části přídi nalezneme robustní nárazník. Jeho monolitní hmota je narušena ve středu lichoběžníkovým vlisem, který slouží (jako spousta tvarových prvků na karoserii) výborně i jako grafický prvek. Po stranách nárazníku jsou - do negativního tvaru lemujícího vnější křivky nárazníku - vsazené velké mlhovky.

Dominantním prvkem celé přídi, je tmavší (vyšrafovaná) část. Jedná se o masku chladiče, která je plná (neperforovaná). Sání vzduchu by se uskutečňovalo skrze úzké mezery mezi maskou a zbylými částmi karoserie (lichoběžníkovým dílem vepředu, kapotou nahoře a předními blatníky na bocích). Masku má tvar stylizovaného písmene „H“, odkazující na palivo - vodík. Střední část masky je horizontální a subtilní, pousová design více do budoucnosti. Světla jsou opět subtilní, korespondují se zkosením kapoty na boku, zároveň ji opticky spojují s maskou. Mají také za cíl nabudit více futuristický dojem. Tvar kapoty je spíše jednoduchý, hrany základní plochy - čtverce - jsou na třech stranách extrudované do tvaru lichoběžníku. Můžeme si na ní povšimnout robustního prolisu. Její plocha - a obecně všechny plochy automobilu - je mírně vypuklá. Toto mírné „přepjetí“ v ploše se promítá i do celkového designu vozu. Jedná se o častý způsob oživení designu.



Obr. 3.10 Varianta 4 - finální varianta - před

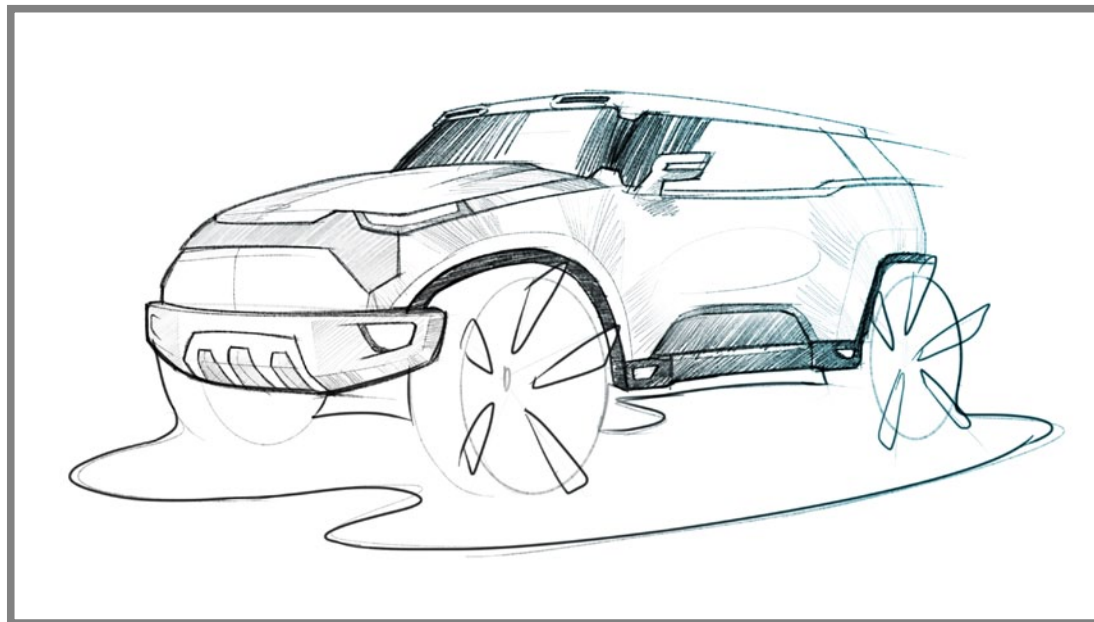


Velká čelní plocha, která působila možná až příliš mohutně, byla opticky zmenšena „vykrojením“, jenž nalezneme na přechodu mezi předními blatníky a nárazníkem.

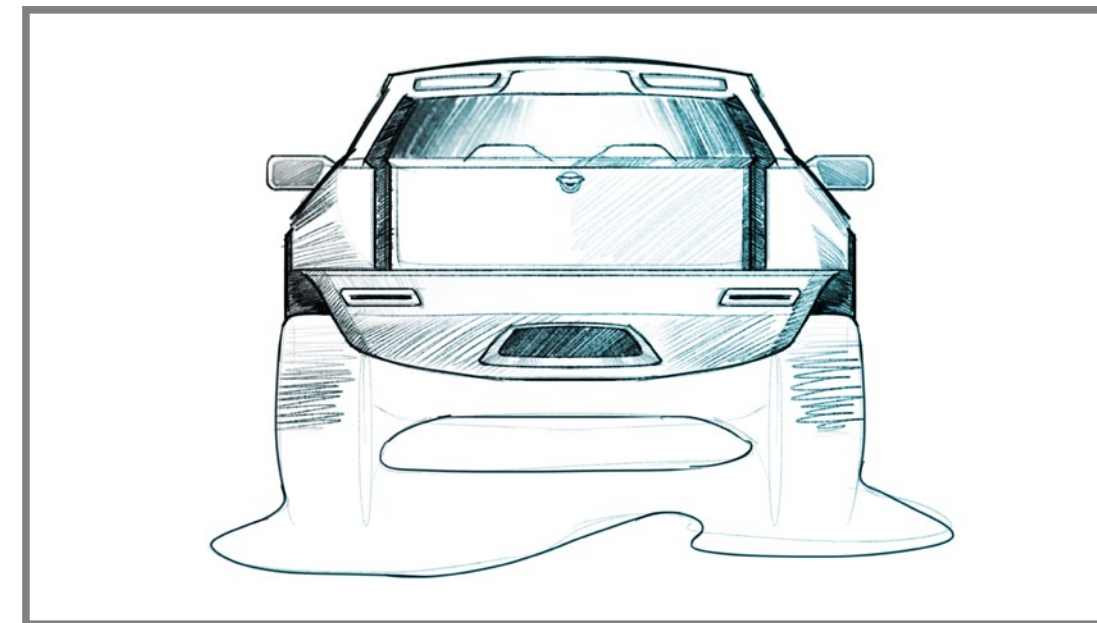
V prvotní fázi navrhování na skicách nalezneme zachovaný A-sloupek (obr. 3.10), později byl tento sloupek, alespoň opticky vynechán (obr. 3.11). Ve skutečnosti A-sloupek ve vozidle stále je, pouze je schovaný uvnitř, překrytý bočním a čelním sklem. V místech, kde by byl vidět A-sloupek, byl vytvořen pouze optický „přechod“ mezi rohem střechy a místem styku blatníku s kapotou. Tento „přechod“ je realizován dvěma extrudovanými lichoběžníky.

Boky automobilu jsou relativně prosté. Na dveřích nenalezneme žádné výrazné prolisy. Robustnost je přidána prostřednictvím vytažením hmoty blatníku ze zbytku vozidla. Blatníky mají tvar zaoblených lichoběžníků, které plynule přecházejí ve zbytek karoserie. Jsou lemovány plastovými ochrannými lištami. Přední a zadní lišta jsou opticky propojeny prahem, který má ochrannou funkci i pomocnou - slouží cestujícím pro pohodlnější nastupování. Zároveň by mohl práh posloužit pro přístup k akumulátorům, které jsou umístěny mezi podélníky žebřinového rámu. Jednotlivá hmota na bocích je opět opticky zmenšena, tentokrát negativním lichoběžníkovým extrudem nad prahem. Výraznější hrany nalezneme na blatnicích, a pak také lemující spodní hranu bočních skel (kde, jak si můžeme povšimnout je B-sloupek ukrytý uvnitř vozu). Podobně jako u varianty 3, i zde nalezneme nad zadním blatníkem „schod“. Ten vznikl zvětšením hmoty blatníku.

Zadní část automobilu (obr. 3.12) je zvednutá více nahoru. Opět zde bylo cílem zachovat robustnost vlastní terénním vozidlům a zároveň směřovat design k více sportovnějšímu vzhledu. Na zádi vozu dominují spíše horizontální linie, vertikálním narušením tohoto trendu jsou svislá zadní světla, která lemují dveře od zavazadlového prostoru. Tyto dveře jsou tvořeny samozřejmě zadním sklem a dále obdélníkovou částí karose-



Obr. 3.11 Varianta 4 - finální varianta - perspektivní pohled



Obr. 3.12 Varianta 4 - finální varianta - pohled zezadu

rie, která je prostá jakýchkoliv prolisů. Díky tomu působí zád' možná až příliš stroze, domnívám se ale, že výtečně zapadá do celého konceptu automobilu. Jednotlivá plocha zadního skla je narušena dvěma lichoběžníkovými výstupky, které mají za cíl rozbití plochy a její oživení.

Zadní nárazník je lemován podobnými křivkami jako ten přední, není však tak výrazně tvarován. Dominantním prvkem je výfuk, který zabírá velké procento plochy nárazníku a je lichoběžníkového tvaru. Na nárazníku nalezneme také horizontálně posazené světla.

Můžeme si také povšimnout, že střecha - vpředu i v zadu - byla použita k umístění dalšího páru světel. Jedná se jistě výhodnou přídatnou vlastnost u terénního vozidla.

## 4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

V následující kapitole nalezneme rozbor nejvýznačnějších dominantních prvků celého designu. Cílem práce bylo navrhnout design terénního automobilu budoucnosti. Mojí snahou bylo proto vnést do designu off-roadu jistý celkový charakter. Na některé součásti vozidla byl proto kladen poněkud menší důraz než na jiné. Podstatné prvky, které dotváří celkový design jsou například: celková kompozice a rozvržení hmoty (závisí i na jednotlivých rozměrech vozidla - světlá výška, nájezdové úhly, rozvor a rozchod kol, sklon čelního skla), díly karoserie (kapota, dveře, blatníky, maska chladiče atd.) a i barevná diferenciacie ploch.

### 4.1 Boční pohled

Charakter bočního pohledu (obr. 4.1) odkazuje na vozy kategorie SUV (více sportovní vzhled, zastoupeno nejen sklonem čelního skla), zároveň disponuje prvky terénního vozidla (nejdůležitěji například vysokou světlou výškou).

Na bočním pohledu si můžeme všimnout relativní čistoty a jednoduchosti designu. Na bocích nenalezneme žádný výrazný prolis. Tato absence sice ubírá na sportovním vzhledu automobilu, naopak přidává na eleganci a výtečně se hodí do celkové vize, a to směřovat design do budoucnosti. Najdeme zde však výraznější vystupování hmot blatníku ven. Blatníky mají tvar lichoběžníku, který je ale zjemněný a zaoblený. Jsou oba lemované plastovými ochrannými lištami. Přední blatník přechází v přední nárazník, zadní sleduje horizontální linii a navazuje na zadní nárazník.

Význačnější křivky nalezneme na přechodu mezi předním blatníkem a kapotou, další pak lemuje boční skla a směřuje horizontálně se zlomem až dozadu.

Boční pohled by působil pravděpodobně příliš hmotně, nebýt negativního lichoběžníkového tvaru, který ubírá hmotu v oblasti nad bočním prahem. Tato část slouží i jako



Obr. 4.1 Automobil - boční pohled

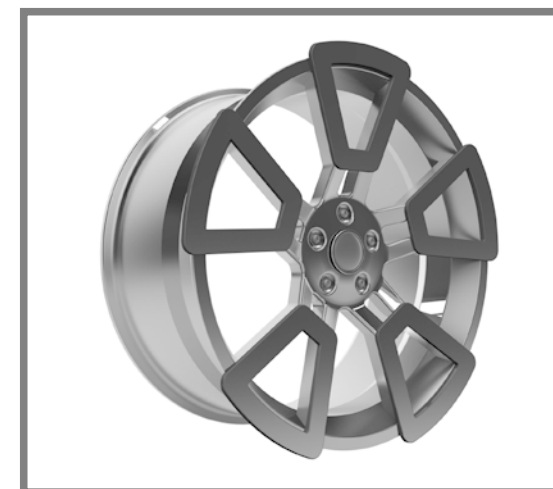
odkaz na kompozitní materiál společnosti Volvo, který je použitý na výrobu dílů karoserie. Jako odkaz slouží i maska chladiče a dveře od zavazadlového prostoru. Všechny tyto 3 prvky se od zbytku karoserie odlišují svou povrchovou úpravou. Toto bude ještě více rozvedeno v kapitole barevné a grafické řešení.

Na bočním pohledu si také můžeme všimnout bočního prahu (obr. 4.2). Tato část slouží jako ochranný prvek i jako pomoc cestujícím při nastupování. Jeho přídatnou funkcí by mohl být i umožnění přístupu k akumulátorům umístěným v podvozku vozidla. Práh je dole zkosený. Toto zkosení má za následek optické odlehčení prahu, který nevypadá tak vysoký, jako je ve skutečnosti. Automobil tak budí dojem, že má ještě o něco větší světlou výšku než ve skutečnosti.

Na bočním pohledu můžeme také vidět kola s disky o průměru 20 palců. Disky jsem navrhl tak, aby korespondovaly s celkovým designovým konceptem. Mají relativně jednoduchý tvar, zajímavými je dělá 5 lichoběžníkových prvků (obr. 4.3), které z disků výrazněji vystupují.



Obr. 4.2 Boční prah - detail



Obr. 4.3 Disk



## 4.2 Příd'

Příd' automobilu je místem, kde můžeme spatřit nejvíce emocí z celého designu (obr. 4.4). Byla pro mě důležitým bodem během navrhování. Dotváří totiž onen zmiňovaný charakter, jehož docílení pro mě bylo signifikantní.

Celkový tvar přídě působí robustně a agresivně, ale zároveň odlehčeně a sportovně. Je to zapříčiněno mírně zaoblenými křivkami a ostrými přechody mezi plochami. Velká část křivek (hran) směřuje jakoby ven z vozidla, do pomyslného bodu před ním.

Maska chladiče - společně s předními světly má (jak už bylo zmíněno v předchozí části textu) tvar stylizovaného písmene „H“. Důvodem je odkazování na vodík (hydrogen) jako zdroj paliva. Masku je mírně vsazena do hmoty přídě. Díky tomu okolní plochy (přední díl, kapota, blatníky) působí tak, jako by masku chladiče uzavíraly a stahovaly do sebe.

Dalším dominantní prvkem na přídě je přední nárazník. Ten je vystavěn geometricky, jeho plochy jsou - podobně jako na zbytku automobilu - tzv. „přepjaté“. To mu ubírá na statickému dojmu. Na nárazníku si můžeme povšimnout světel, vsazených do negativního tvaru, jehož vnější křivky kopírují křivky nárazníku. Jednotvárnost čelní plochy nárazníku je narušena lichoběžníkovým vlisem z odlišného materiálu. Vzniká tak zajímavý grafický i funkční ochranný prvek. Sem lze případně umístit osu s navijákem (obr. 5.5). Optická tíha hmoty je snížena „vykrojením“ na přechodu mezi blatníkem a jeho ochranou lištou a nárazníkem. Jedná se o další význačný prvek celého konceptu.

Zajímavá jsou jistě přední světla. Ta jsou relativně subtilní (reflektují budoucnost), vytváří optický most mezi kapotou a maskou chladiče. Střecha vozidla je pak doplněna o další pár světel, které z ní vystupují jako lichoběžníkové extrudy.



Obr. 4.4 Automobil - pohled zepředu

## 4.3 Zád'

4.3

Jak už jsem zmiňoval v kapitole „Varianta 4 - finální varianta“, zád' vozidla působí poněkud stroze, přesto ideálně zapadá do celého konceptu. Opět si můžeme povšimnout, jak na nás zád' působí robustně a sportovně zároveň (obr. 4.5). Zád' vozidla je relativně hodně zvednutá od země.

Na zádi dominují většinou horizontální linie. Výrazná svislá linie je reprezentována hlavními zadními světly, které lemují zadní sklo a přecházejí dolů na spodní díl dveří od zavazadlového prostoru. Spodní díl je viditelně s jinou povrchovou úpravou. Podobně, jako tomu je u masky chladiče (obr. 4.4) anebou u tvaru nad prahem vozidla (obr. 4.2), i zde je smyslem odkazování na kompozitní materiál společnosti Volvo, ze kterého je karoserie vyrobena.

Jednotlivou plochu skla narušují dva lichoběžníkové výstupky, jejichž účel je i přinést nějaký zajímavý tvarový prvek.

I zde vzadu se na střeše nachází pár zadních světel navíc. Stejně jako vepředu, i zde ze hmoty vystupují prostřednictvím lichoběžníku.

Kromě světel je na zádi výrazným prvkem i výfuk. Ten je zde tvořen negativním tvarem - lichoběžníkem ve spodní části nárazníku.



Obr. 4.5 Automobil - pohled zezadu

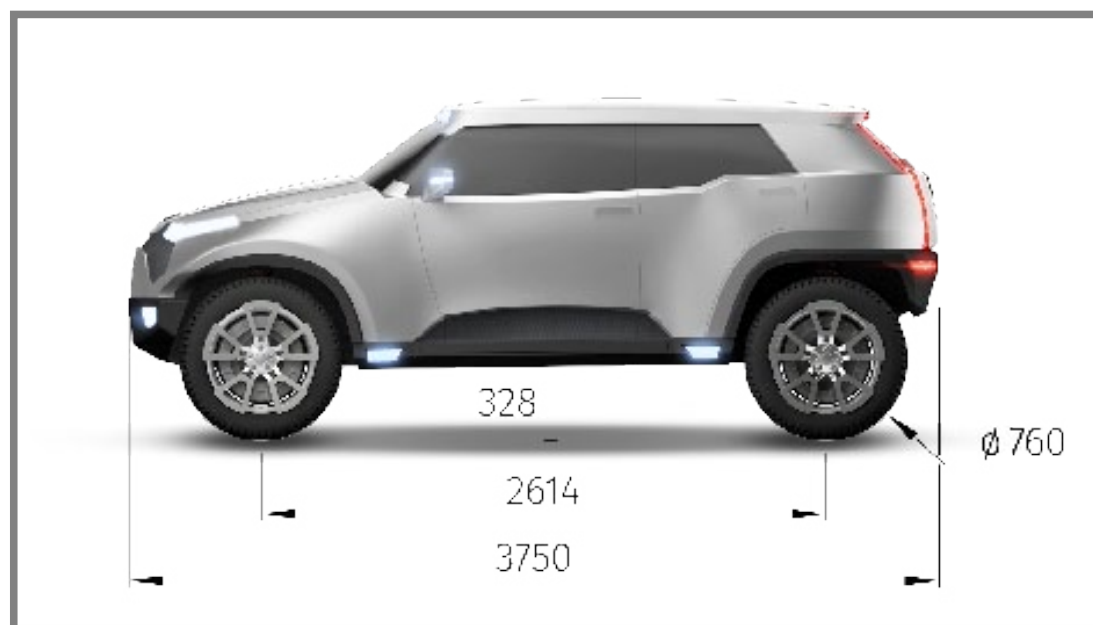
## 5 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

### 5.1 Konstrukčně technologické řešení

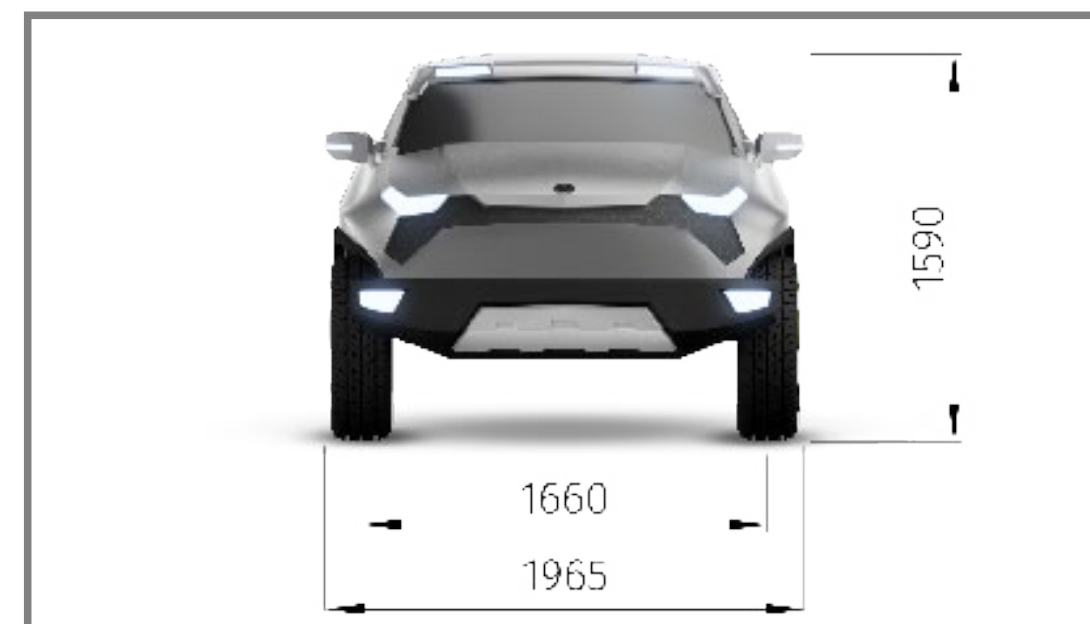
Obsah této kapitole vychází z technické analýzy. Jelikož se jedná o koncept off-roadu budoucnosti, bylo na konstrukčně-technologické řešení pohlíženo spíše okrajově. V následujícím textu je obsažený stručný popis prvků, které se pro celkový koncept staly signifikantní. Je nutné poznamenat, že číselné hodnoty uvedené v následujícím textu se mohou lišit od reálných hodnot (to je dáno tím, že design automobilu je ve fázi konceptu).

#### 5.1.1 Základní rozměry

Celková délka automobilu je 3750 mm, celková šířka 1965 mm a celková výška 1590 mm. Automobil má 2 nápravy, rozchod kol vepředu i v zadu je 1660 mm, rozvor kol (vzdálenost náprav) je 2164 mm. Kola mají největší průměr 760 mm, disky kol mají průměr 20 palců (508 mm). Světlá výška vozidla je relativně velká: 328 mm. Automobil disponuje velkým nájezdovým a výjezdovým úhlem. Nájezdový úhel vepředu má velikost  $46^\circ$ , výjezdový úhel dokonce  $73^\circ$ . Velká kola, nájezdový a výjezdový úhel a světlá výška jsou parametry, které činí automobil vhodným pro jízdu mimo zpevněné cesty (obr. 5.1, 5.2 a 5.3).



Obr. 5.1 Základní rozměry - boční pohled



Obr. 5.2 Základní rozměry - pohled zepředu



Obr. 5.3 Výjezdový a nájezdový úhel



### 5.1.2 Rozmístění komponentů technického řešení

Na základě technické analýzy jsem rozhodl, jaké technické součásti budou pro můj konceptu terénního automobilu budoucnosti nejdůležitější.

Automobil je tvořen karoserií, jejíž podstatné části (kapota, blatníky dveře, přední díl, střecha) jsou nahrazené lehkým kompozitním materiálem společnosti Volvo (Volvo Body Panels). Jak už bylo popsáno v technické analýze tento materiál má několik výborných vlastností: je lehký (dojde ke snížení hmotnosti vozidla), pevný, tvarovatelný do (téměř) jakékoliv podoby a hlavně - jeho primární funkcí je uchovávat a poskytovat elektrickou energii. Slouží tak jako zdroj elektrické energie podobně jako akumulátor.

Karoserie je posazena na ocelový žebřinový rám. Důvodem využití tohoto konvečního řešení je skutečnost, že žebřinový rám je dostatečně pružný a pevný. Ideální pro jízdu mimo zpevněné cesty.

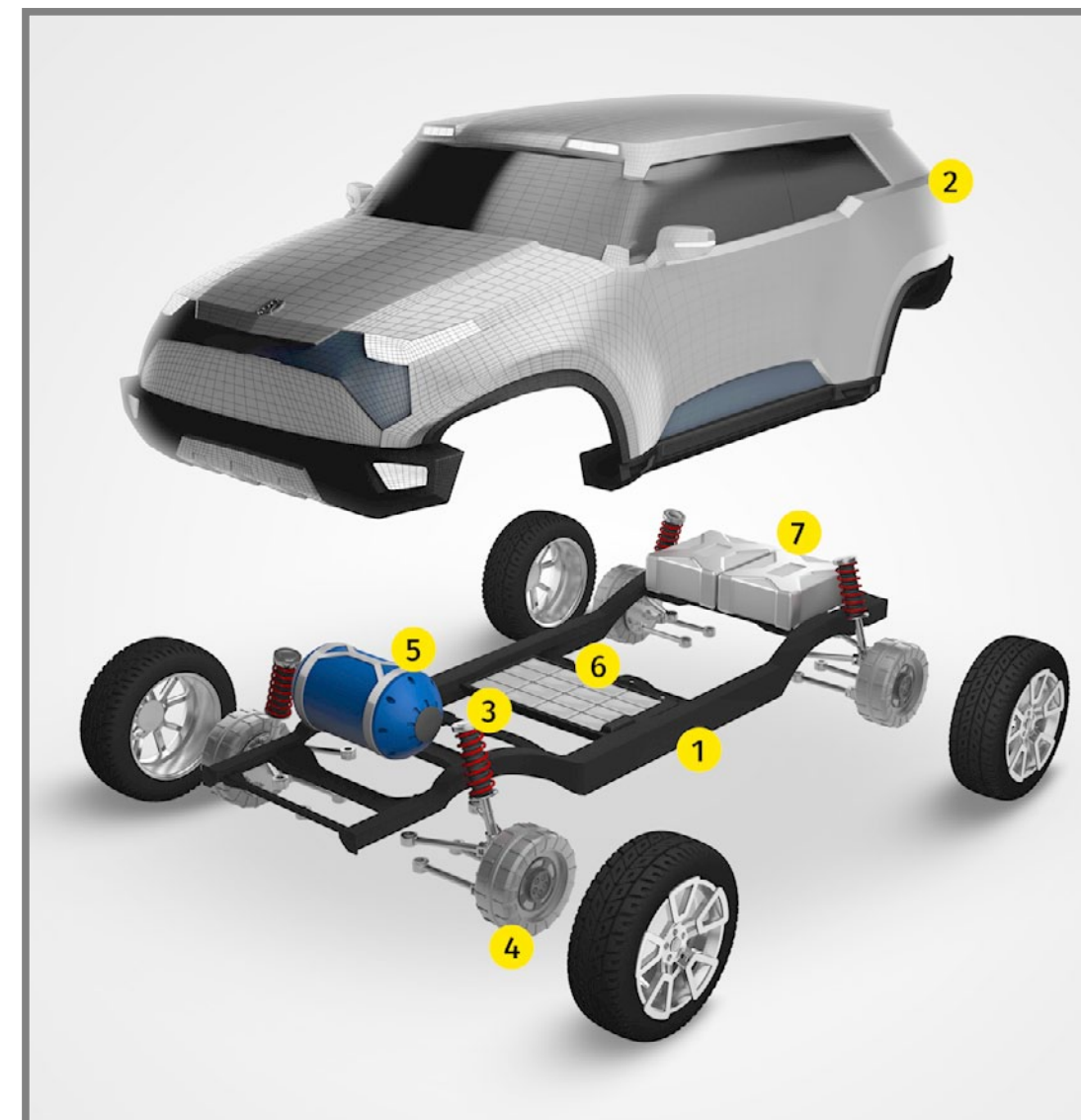
Na rámu jsou posazeny také další signifikantní součásti celého konceptu. Na prvním místě samozřejmě kola. Všechna čtyři kola jsou nezávisle zavěšené prostřednictvím tzv. „multilinku“, odpružení je zajištěno vinutými pružinami. Uvnitř každého z kol je samostatný elektromotor společnosti Protean Electric. Každý z motorů dokáže pracovat samostatně i dohromady. Získáme tak způsob, jak mít vůz s pohonem všech 4 kol i všech kol zvlášť. Výhody mohou nastat při špatných jízdních podmínkách (např. na ledě, písku, bahně apod.). Další výhodou je snížení hmotnosti a zjednodušení technologie, které je zapříčiněné eliminováním potřeby diferenciálu, rozvodovky, hnacích hřídelí a dalších technických součástí.

Automobil je poháněn několika různými způsoby. Primárním zdrojem elektrické energie jsou palivové články umístěné nad zadní nápravou. Do těchto 2 tzv. „fuel stack“ je přiváděno palivo - stlačený vodík - z vodíkové nádrže v přední části vozu. Sekundárním zdrojem elektrické energie jsou akumulátory společnosti Envia Systems ukryté mezi dvěma podélníky žebřinového rámu. Terciálním zdrojem elektrické energie je pak karoserie z kompozitního materiálu společnosti Volvo. Všechny tyto 3 zdroje energie by měly zajistit relativně dobrou dojezdovou vzdálenost a potřebný výkon vozidla.

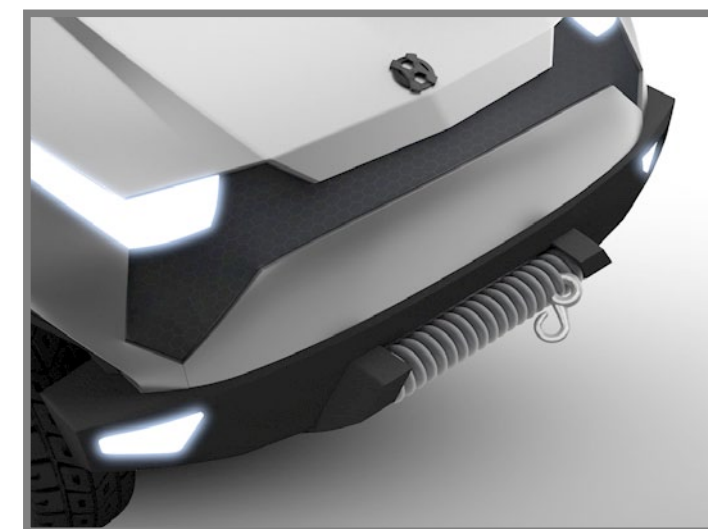
Na obrázku č. 5.4 můžeme vidět rozmístění jednotlivých technologických součástí ve vozidle.

Technologické součásti - popis (obr. 5.4):

- 1 - žebřinový rám
- 2 - karoserie z kompozitního materiálu
- 3 - odpružení
- 4 - motor uvnitř kola
- 5 - nádrž na vodík
- 6 - akumulátory
- 7 - vodíkové palivové články



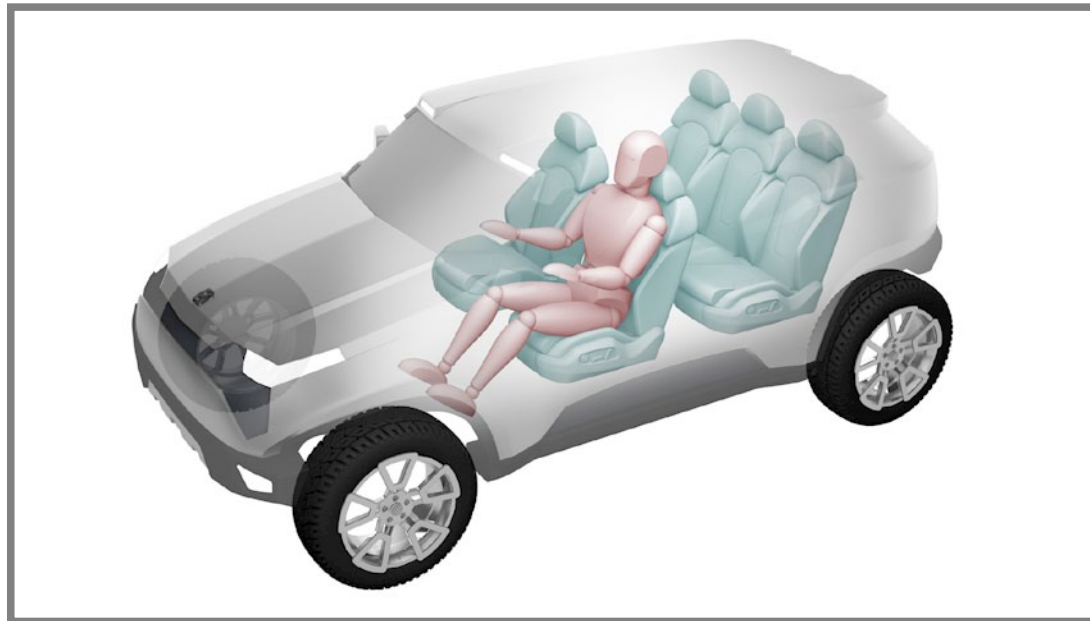
Obr. 5.4 Rozmístění komponentů - schéma



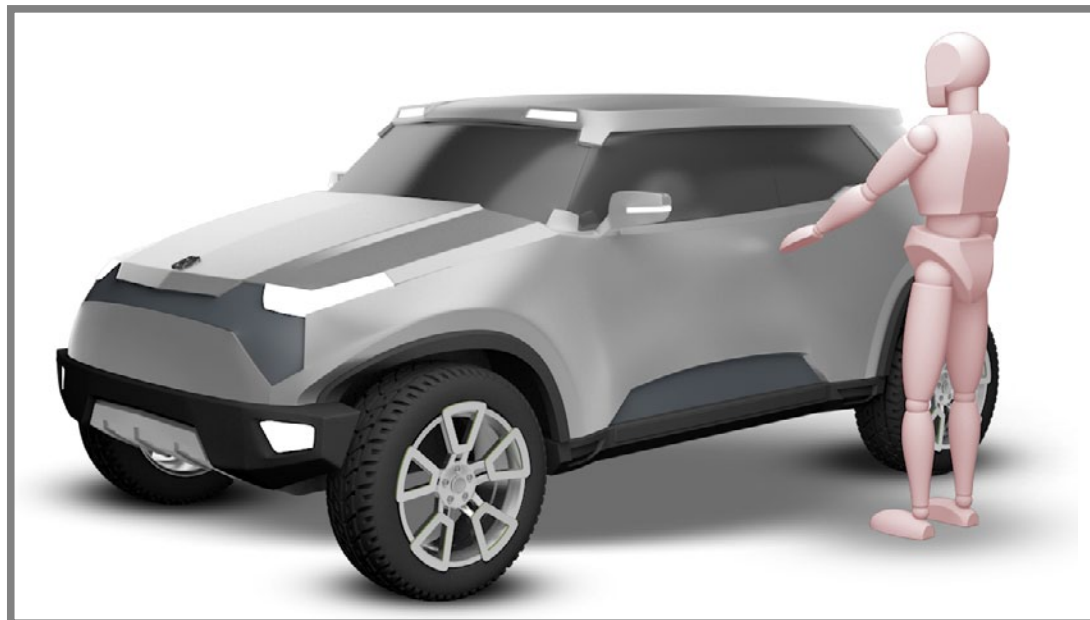
Obr. 5.5 Naviják s lanem

## 5.2 Ergonomické řešení

Stejně jako v předchozím případě (vzhledem k tomu, že automobil je pouze ve fázi konceptu vize budoucnosti), jsou ergonomické požadavky splněny pouze orientačně. Základní požadavky - zcela podstatné - by měly být zajištěny. Do automobilu by mělo jít umístit 5 míst pro pasažéry (obr. 5.6). Vnitřní prostor by měl být dostatečný pro zbylé části interiéru. Na obrázku č. 5.7 vidíme automobil se stojícím ergonem (vysokým 180 cm).



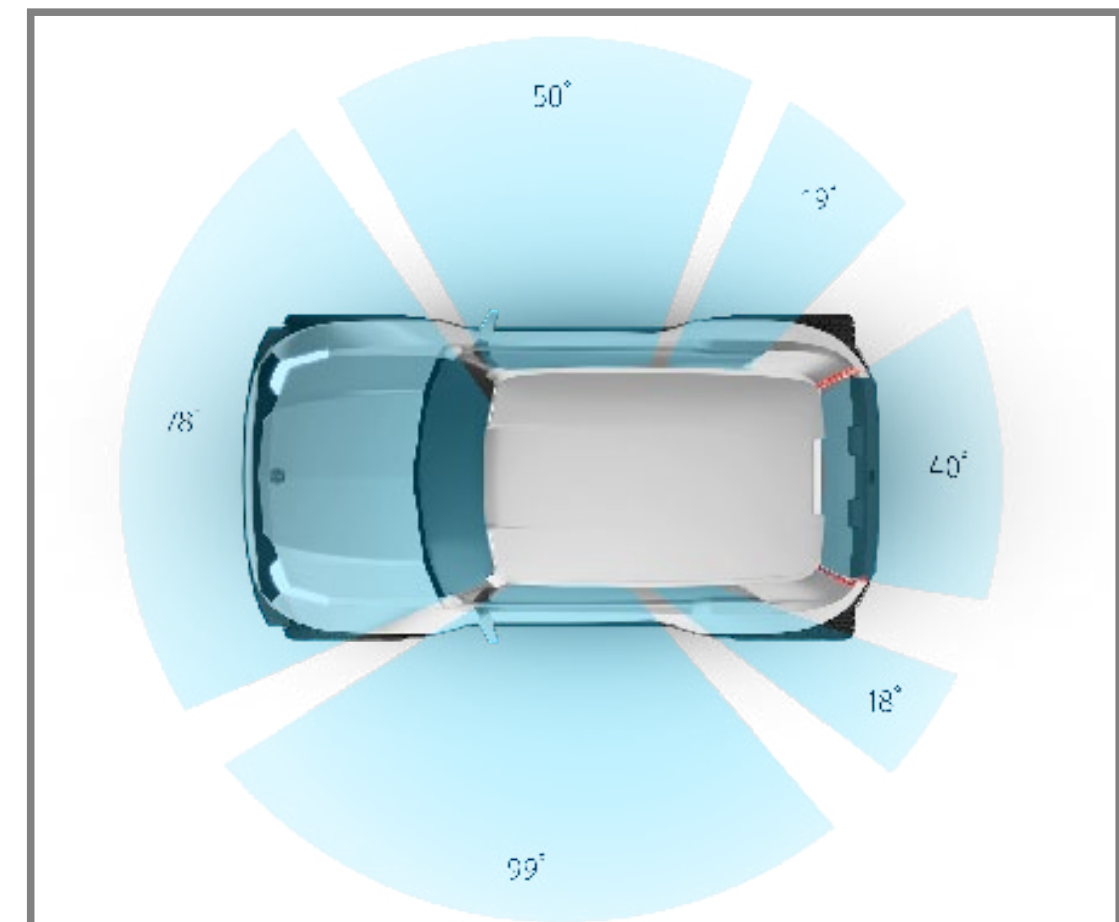
Obr. 5.6 Průmět sedadel a řidiče do automobilu



Obr. 5.7 Automobil s ergonem



Obr. 5.8 Výhledové úhly řidiče - boční pohled



Obr. 5.9 Výhledové úhly řidiče - pohled shora



### 5.2.1 Výhledové úhly

Výhledové úhly řidiče ven z vozu byly také určeny pouze orientačně z promítnutí postavy řidiče do ortogonálních pohledů. Jejich hodnoty můžeme spatřit na obrázcích č. 5.8 a č. 5.9.

## 6 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevné a grafické řešení designu automobilu vychází z velké části z vlastního členění jeho ploch a z tvaru jednotlivých dílů karoserie. Pro naprostou většinu plochy karoserie byla vybrána stříbrná metalíza (obr. 6.1). Tato barva je spíše neutrální, pro koncept terénního vozidla budoucnosti se velice hodí. Plastové díly (nárazníky, ochranné lišty na blatnících, boční práh) jsou antracitovou barvou (přibližně 90 % černá). Na vozidle najdeme také chromované prvky (vlis na předním nárazníku a výfuk vzadu).

Barevně odlišené jsou díly, jenž slouží jako odkaz na kompozitní materiál, ze kterého je karoserie vyrobená. Jsou to: maska chladiče na přídi, vlis na bocích nad prahem a díl dveří od zavazadlového prostoru (obr. 6.2)

### 6.1 Barevné varianty

Kromě stříbrné metalízy je samozřejmě možné vytvořit koncept v téměř jakékoliv barvě. Vytvořil jsem vizualizace v s různě barevnými povrchy karoserie pro ilustrování možných barevných variant. Jednou z možných a přijatelných barevných variací je karoserie ve žluté barvě (obr. 6.3). Dalšími z příkladu variací karoserie jsou například vůz v barvě vojenské khaki (obr. 6.4), automobil s polepy policejního vozu (obr. 6.5) nebo zdravotnický vůz (obr. 6.6)



Obr. 6.1 Barevné řešení - stříbrná metalíza



Obr. 6.2 Barevné řešení - detail masky



Obr. 6.3 Barevné řešení - žlutá varianta



Obr. 6.4 Barevné řešení - khaki varianta





Obr. 6.5 Barevné řešení - policejní vůz



Obr. 6.6 Barevné řešení - zdravotnický vůz

## 6.2 Značka

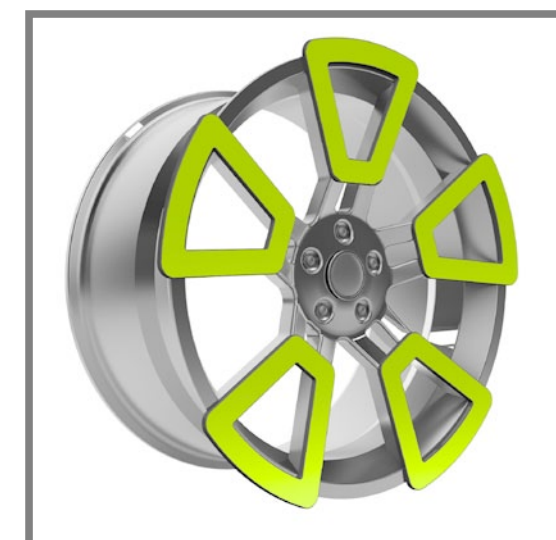
Pro automobil jsem vytvořil vlastní značku - symbol - který zapadá do celkového konceptu a doplňuje design konceptu (obr. 6.7). Značka je symetrická podle horizontální i vertikální osy. Vznikla sloučením dvou motivů - písmene „H“ (opět odkazuje na vodík jako zdroj paliva) a přesýpacích hodin (symbol času). Symbol působí silně samostatně, dobře vyniká i umístěný vpředu na kapotě a vzadu na dveřích od zavazadlového prostoru.



Obr. 6.7 Značka

## 6.3 Barevný akcent

Pro podtržení designu může být vhodné využít v menší míře pro sjednocení některých detailů výraznou akcentovou barvu. Například svěží zelenožlutou, odkazující na ekologii a ochranu životního prostředí (obr. 6.8)



Obr. 6.8 Barevný akcent na disku

## 7 DISKUZE

### 7.1 Psychologická funkce designu

Psychologie člověka je citlivý nástroj, který je formován mnoha elementy, s nimiž se člověk setkává během svého života - od narození po stáří, během dne i během nočního spánku. Vliv zmíněných elementů může být negativní i pozitivní. Zda výsledný efekt bude kladný či záporný bývá mnohdy velice subjektivní. Znamená to, že stejný prožitek může na dva různé lidi působit zcela odlišně.

Jedním z takovýchto elementů je samozřejmě design. Design nás obklopuje všude. Design je s námi při cestě městskou hromadnou dopravou, při četbě knihy i při návštěvě veřejných institucí. Správný design rozvíjí zdravou estetickou kulturu společnosti.

Cílem mé práce bylo vytvořit inovativní design terénního automobilu budoucnosti. Věřím, že tento cíl byl naplněn alespoň tím, že se zařadí mezi další koncepty, jejichž úlohou je nastínit vývoj automobilového průmyslu v blízké či daleké budoucnosti.

Podstatnou součástí mého designu je implementování jisté formy péče o ekologii a životní prostředí. Automobil je poháněný elektřinou získanou ze tří zdrojů. Primární zdroj elektrické energie jsou dva palivové články, do nichž je přiváděn stlačený vodík jako zdroj paliva. Druhým zdrojem elektrické energie jsou akumulátory v podvozku vozidla a třetím zdrojem samotná karoserie automobilu, která je nahrazena lehkým kompozitním materiálem, chovajícím se stejně jako baterie. Díky tomu, že automobil je zcela poháněn elektřinou, neprodukuje žádné škodlivé emise. Odpovídá tedy zcela politice ochrany životního prostředí. Dalším pozitivem je skutečnost, že nespotřebovává žádná fosilní paliva, kterých existuje omezené množství.

Zhodnotíme-li tedy psychologický dopad na člověka - z hlediska ochrany životního prostředí a ekologie - domnívám se, že je veskrze kladný. Automobil sleduje současné trendy, které předznamenávají, že elektromobily budou v budoucnosti zcela běžnou součástí našich životů.

Zabýváme-li se psychologickým dopadem na člověka z hlediska designu, mohou být jednotlivé případy dosti odlišné. Podobně, jako je tomu i u jiných oblastí designu, i zde platí, že každý nahlíží na estetickou stránku věci odlišně. Mou snahou bylo vytvořit sportovně vyhlížející automobil, který by však byl robustní a jednoznačně sděloval svým tvarem nejen účel, k němuž má sloužit, ale také způsob jakým funguje. Automobil by měl působit na člověka silným (možná „dravým“) dojmem spolehlivého off-roadu vybaveného moderními technologiemi.

Kromě tvaru a celkového charakteru vozidla na člověka působí samozřejmě také barevnost automobilu. Hlavní barvou je stříbrná metalíza. Tato barva je neutrální, přesto velice elegantní a moderní. Nalezneme ji mimojiné i na luxusních a drahých silničních automobilech. Jeden z důvodů použití této barvy je i skutečnost, že výtečně zapadá do celkového dojmu vozidla budoucnosti.

### 7.2 Ekonomická funkce designu

7.2

Finanční náklady na vznik a výrobu výsledku mé práce - konceptu off-roadu budoucnosti - by byly jistě vysoké. Důvod je prostý - automobil disponuje novými technologiemi, které jsou povětšinou stále ve fázi technologického vývoje. Ve vývoji je například stále nový kompozitní materiál společnosti Volvo, ze kterého je navržena téměř celá karoserie. Ačkoliv se tento lehký materiál stále vyvíjí, již dnes se hovoří o jeho širokém uplatnění i mimo automobilový průmysl (nabízí se využití kompozitu pro výrobu krytů mobilních telefonů a dalších zařízení, využívajících akumulátoru).

Podstatným problémem je také drahá výroba vodíku. I tato otázka se však již v současnosti řeší. Nabízí se například výroba vodíku ze znečištěné vody pomocí bakterií. Jedná se o proces s relativně vysokou účinností, přesto však dlouhým trváním.

Ačkoliv by výrobní a pořizovací náklady na tento vůz byly jistě velice vysoké, domnívám se, že investice by to jistě byla výhodná, obzvláště za předpokladu, že technologie se zefektivní a zlevní. Důvodem mého optimismu je poněkud skeptický pohled na vývoj trhu s fosilními palivy. Věřím, že věnovat síly vývoji automobilů poháněných alternativními palivy, má smysl a v budoucnosti se toto úsilí vyplatí.

### 7.3 Společenská funkce designu

7.3

Automobil už po mnoho desetiletí slouží člověku jako velice užitečný nástroj pro přepravu osob i nákladu. K transportu jsou využívány zpravidla zpevněné cesty. Občas je ale nutné vydat se i mimo tyto zpevněné cesty. Pro tyto účely člověk využívá například terénní automobily. Mnou navržený koncept terénního automobilu budoucnosti aspiruje na to stát se právě takovýmto užitečným nástrojem pro člověka. Kromě toho, že by měl pozvednout svým designem estetickou kulturu společnosti, upozorňuje také na problémy ekologie a životního prostředí. Toto je (nejen) v současné době hojně zmiňované téma. Automobil je tedy sociálním nástrojem šíření povědomí o potřebě řešit otázku omezených zdrojů fosilních paliv i o výhodách (nevýhodách) využití alternativních zdrojů paliva.

Automobil se v průběhu let stal nedílnou součástí našich životů. Odráží charakter svých majitelů, využíváme je k nahlížení na sociální postavení druhých, reflektuje dobu, ve které byl vyroben. Věřím, že ekologický terénní automobil se brzy stane také jedním ze signifikantních kritérií naší doby či doby blízké.



---

## ZÁVĚR

Automobil je užitečný nástroj, jenž slouží lidstvu již celá desetiletí. Tak, jako se proměňuje společnost, reflektuje průmysl změny sociální na proměnách designových a technologických. Cílem této práce byl design terénního automobilu. Vznikl koncept - vize - ekologického off-roadu budoucnosti na vodíkový pohon, který se pokouší nejen svým designem, ale i celkovou filosofií konceptu začlenit se do sociálních témat, jakými jsou například: otázka ekologie a životního prostředí a současná politika snižování škodlivých emisí.

Terénní automobily se začaly profilovat do vlastní kategorie vozidel přibližně ve 30. letech 20. století. Přibližně od 50. let nastoupila dlouhá éra jejich oblíbenosti, trvající až do současnosti. Automobilové společnosti pravděpodobně často těží z oblíbených modelů z minulých dob a invenci - převážně v oblasti designu - vnáší do nových vozidel jen v menší míře. Uchylují se především k tradičním a konvenčním způsobům řešení. Jistou změnu lze vypožorovat v současnosti díky prolínání jednotlivých kategorií vozidel, které je zapříčiněno snahou pokrýt větší oblast na trhu s automobily. Vznikají zajímavé modely automobilů kombinací silničních a terénních vozidel. Hovoříme o vozech kategorií „crossover“ nebo „SUV“. Tyto automobily mají jízdní vlastnosti silničních vozidel i ambice pohybovat se mimo zpevněné cesty.

Na základě analýzy tématu - historické, technické i designérské - a seznámení se s problematikou daného tématu, vznikl koncept, který kombinuje prvky robustního terénního vozidla s prvky sportovně vyhlížejícího vozu. Jde o moderní, futuristický koncept, jenž budí charakteristický dojem, a který má za cíl představit terénní automobil jako moderní a ekologický stroj. Automobil disponuje novými (i stále vyvíjenými) technologiemi. Smyslem implementace těchto technologií bylo - kromě představení atraktivně vyhlížejícího terénního automobilu - také poukázat na otázku řešení omezenosti zdrojů fosilních paliv.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] EDSALL, Larry. Legendární automobily: auta, jež tvořila historii od počátku až po 21. století. Vyd. 1. Praha: Slovart, 2008, 287 s. ISBN 978-80-7391-096-9
- [2] FOLTÝNOVÁ, Darina, Iva FRÝZOVÁ, Jaromír KOLEJKA. Historie dopravy. Dostupné z: [http://is.muni.cz/do/ped/kat/geografie/synteza/um/Historie\\_dopravy.pdf](http://is.muni.cz/do/ped/kat/geografie/synteza/um/Historie_dopravy.pdf)
- [3] FLINK, James. D. History: Automobiles [online]. [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://www.history.com/topics/automobiles>
- [4] WALZAC, Jim. ABOUT.COM. ATVs / Offroading: The History of the Sport Utility Vehicle [online]. [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://4wheeldrive.about.com/cs/historysuvs4wds/a/aa012601a.htm>
- [5] Traffic Safety Center. *Evolution of the SUV* [online]. 2005 [cit. 15. dubna 2013]. Dostupné z: <http://safetrec.berkeley.edu/newsletter/Summer05-SUVs/timeline.html>
- [6] Anonym. My Auto World: GM History [online]. [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://myautoworld.com/gm/history/suburban/suburban.html>
- [7] JENIŠTOVÁ, Alena. Autozine: Historie Jeepu [online]. 2012 [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://www.autozine.cz/historie-jeepu/>
- [8] EDSALL, Larry. Toyota FJ Cruiser. St. Paul, MN: Motorbooks, 144 p. ISBN 07-603-2443-3.
- [9] Anonym. Land Cruiser Origins. In: . Toyota-global.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: [http://www.toyota-global.com/showroom/vehicle\\_heritage/landcruiser/origin/](http://www.toyota-global.com/showroom/vehicle_heritage/landcruiser/origin/)
- [10] CLIFFORD, Joe. Blog.toyota.co.uk: History of the Toyota Land Cruiser (Heavy and Light Duty models) [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://blog.toyota.co.uk/history-of-the-toyota-land-cruiser-heavy-and-light-duty-models>
- [11] ZUERCHER, Todd. Bronco.com: The History of the Early Ford Bronco (1966-1977) [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.bronco.com/etc/history.shtml>
- [12] Anonym. Landrover.com: Heritage [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.landrover.com/Microsites/GWS40Microsites/GL/At60.asp?market=gl-en>
- [13] Anonym. LANDROVER.COM. Heritage: Over 60 Years On And Still Going Strong [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.landrover.com/gl/en/lr/about-land-rover/heritage/heritage/>
- [14] Anonym. EDMUNDS.COM. Mercedes-Benz G-Class History: Over 60 Years On And Still Going Strong [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.edmunds.com/mercedes-benz/g-class/history.html>
- [15] SAIDL, Jan. AUTOLEXICON.NET. Druhy karoserií [online]. [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/druhy-karoserii/>
- [16] SAIDL, Jan. AUTOLEXICON.NET. Offroad [online]. [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/offroad/>
- [17] VOLVO. Press Release: Volvo Car Group makes conventional batteries a thing of the past [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <https://www.media.volvocars.com/ca/en-ca/media/pressreleases/134659/volvo-car-group-makes-conventional-batteries-a-thing-of-the-past>

- [18] SAIDL, Jan. AUTOLEXICON.NET. Tuhá náprava [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/tuha-naprava/>
- [19] STOVER, Rober. FOURWHEELER.COM. Leaf Springs VS Multi-Link Suspension [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.fourwheeler.com/how-to/suspension-brakes/154-1204-leaf-springs-vs-multi-link-suspension/>
- [20] NĚMEČEK, Pavel. KATEDRA VOZIDEL A MOTORŮ, Technická univerzita v Liberci. Rovodovka a diferenciál [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.kvm.tul.cz/studenti/texty/Kdms1/4-Rozvodovka+diferencial.pdf>
- [21] CAULA, Rodrigo. AUDI's new automotive lighting technologies at CES 2013. In: Designboom.com: Technology [online]. 10. ledna 2010 [cit. 2013-10-21]. Dostupné z: <http://www.designboom.com/technology/the-swarm-audis-new-matrix-oled-lighting-technology-at-ces-2013/>
- [22] VLK, František. Převody motorových vozidel: koncepce vozidel, alternativní pohony, komfortní systémy, řízení dynamiky, informační systémy. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2006, 371 s. ISBN 80-239-6463-1.
- [23] VLK, František. Paliva a maziva motorových vozidel. 1. vyd. Brno: Prof.Ing. František Vlk, DrSc, 2006, 376 s. ISBN 80-239-6461-5.
- [24] TOYOTA. Toyota: Toyota RAV4 EV 2013 [online]. [cit. 2013-10-12]. Dostupné z: <http://www.toyota.com/rav4ev/#!/Welcome>
- [25] GROHMANN, Jan. Hybridní Volkswagen CrossBlue Coupé. In: Hybrid.cz: Články [online]. 3. května 2013 [cit. 2013-10-12]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/hybridni-volkswagen-crossblue-coupe>
- [26] PESLAR, J. Vodík – perspektivní palivo pro pohon vozidel. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2007. 70 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Rauscher, Csc
- [27] Hydrogen Basics - Production. In: Florida Solar Energy Center [online]. 2007 [cit. 2013-10-20]. Dostupné z: <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/hydrogen/basics/production.htm>
- [28] Challenges. In: National Fuel Cell Research Center: University of California, Irvine [online]. 2009 [cit. 2013-10-21]. Dostupné z: [http://www.nfrcr.uci.edu/2/FUEL\\_CELL\\_INFORMATION/FCexplained/challenges.aspx](http://www.nfrcr.uci.edu/2/FUEL_CELL_INFORMATION/FCexplained/challenges.aspx)
- [29] Sekundárne elektrochemické články (Akumulátory). In: PEES Technologies [online]. 2011 [cit. 2013-10-21]. Dostupné z: [http://www.pees.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=6](http://www.pees.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=6)
- [30] MOTAVALLI, Jim. The Big Battery Breakthrough. In: CarTalk.com [online]. 3. března 2012 [cit. 2013-10-21]. Dostupné z: <http://www.cartalk.com/content/big-battery-breakthrough>
- [31] ENVIA SYSTEMS. Envia Systems: Innovation [online]. [cit. 2013-11-16]. Dostupné z: <http://enviasystems.com/innovation/>
- [32] Proteanelectric.com: Our Technology - Benefits. PROTEAN ELECTRIC. [online]. 2013 [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.proteanelectric.com/en/benefits/>
- [33] NISSAN. Nissan Xterra 2014: Specs [online]. [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/versions-specs>
- [34] NISSAN. Patrol Y61: Range, Specs & Pricing [online]. [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.nissan.com.au/Cars-Vehicles/Patrol-Y61/Range-and-Pricing>

- [35] TOYOTA. FJ Cruiser 2014 - Features & Specs [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.toyota.com/fjcruiser/features.html#!/exterior/4702/4703/4704>
- [36] TOYOTA. Defender Stationg Wagon - přenos hnací síly a jízdní dynamika [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.landrover.com/cz/cs/lr/defender/explore/station-wagon/>
- [37] VAVERKA, Lukáš. AUTO.CZ. Range Rover 2013: Podrobné představení, české ceny [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/range-rover-predstaveni-69755>
- [38] MBUSA. Ener-G-Force Concept [online]. [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: [http://www.mbusa.com/mercedes/future/model/model-Ener\\_G\\_Force\\_Concept](http://www.mbusa.com/mercedes/future/model/model-Ener_G_Force_Concept)
- [39] MBUSA. Ener-G-Force - off-road for tomorrow [online] 16. listopadu 2012 [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: [http://www.mbusa.com/mercedes/about\\_us/press?pressId=bc3fd1c0d734b310VgnVCM1000007c184335\\_\\_\\_\\_\\_](http://www.mbusa.com/mercedes/about_us/press?pressId=bc3fd1c0d734b310VgnVCM1000007c184335_____)
- [40] BOOTH Tim. All-new Land Rover Defender concept to debut in Frankfurt [online] 2011-08-31 [cit. 2014-02-06] Dostupné z: [http://www.autoviva.com/news/all\\_new\\_land\\_rover\\_defender\\_concept\\_to\\_debut\\_in\\_fr/1619](http://www.autoviva.com/news/all_new_land_rover_defender_concept_to_debut_in_fr/1619)
- [41] BOLDRIDE. 2006 Nissan Terranaut Concept [online]. [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: <http://www.boldride.com/ride/2006/nissan-terranaut-concept#sign-in>



## SEZNAM ZDROJŮ OBRÁZKŮ

- [1.1] Americanautohistory.com: Car History - A Vision Becomes Reality [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.americanautohistory.com/Articles/Article001.htm>
- [1.2] Twinklomagazine.nl: Vergeet het klassieke retailmodel [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.twinklomagazine.nl/achtergronden/2012/05/vergeet-het-klasseke-retailmodel/>
- [1.3] Surrey Vintage Vehicle Society [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.svvs.org/help07.shtml>
- [1.4] Netcarshow.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: [http://www.netcarshow.com/cadillac/1927-lasalle/800x600/wallpaper\\_01.htm](http://www.netcarshow.com/cadillac/1927-lasalle/800x600/wallpaper_01.htm)
- [1.5] Ercruisers.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.ercruisers.com/page1.php>
- [1.6] Fourwheeler.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.fourwheeler.com/project-vehicles/129-1010-the-chevy-suburban-turns-75/photo-02.html>
- [1.7] Netcarshow.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: [http://www.netcarshow.com/jeep/1940-willys\\_quad/](http://www.netcarshow.com/jeep/1940-willys_quad/)
- [1.8] Favcars.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.favcars.com/toyota-jeep-bj-1951-54-pictures-186676.htm>
- [1.9] Blog.toyota.co.uk [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://blog.toyota.co.uk/history-of-the-toyota-land-cruiser-heavy-and-light-duty-models>
- [1.10] Top4Runners.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.top4runners.com/runhist/runhist11984.html> Favcars.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.favcars.com/toyota-jeep-bj-1951-54-pictures-186676.htm>
- [1.11] Blog.hemmings.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://blog.hemmings.com/index.php/2011/10/31/coming-soon-but-not-just-yet-new-bodies-for-early-broncos-and-1965-mustang-fastbacks/>
- [1.12] Automobilesdeluxe.tv [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.automobilesdeluxe.tv/tag/1970-range-rover/>
- [1.13] Autoevolution.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.autoevolution.com/image/land-rover-defender-110-1991/23756.html#sjmp>
- [1.14] Mbfoothill.com [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.mbfoothill.com/sites/default/files/2014-g-class-suv-default.png>
- [1.15] CAR BODY DESIGN. Volvo develops car body panels that serve as batteries [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.carbodydesign.com/gallery/2013/10/volvo-develops-body-panels-that-serve-as-batteries/14/>
- [1.16] TOYOTA. FJ Cruiser 2014 [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.toyota.com/fjcruiser/#!/features>
- [1.17] AUTOLEXICON.NET. Viceprvková náprava [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/viceprvkova-naprava/>
- [1.18] LAND ROVER. Defender [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.landrover.com/cz/cs/lr/defender/explore/soft-top/>
- [1.19] Designboom.com. AUDI's new automotive lighting technologies at CES 2013 [online]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.designboom.com/technology/the-swarm-audis-new-matrix-oled-lighting-technology-at-ces-2013/>

- [1.20] TOYOTA.COM. RAV 4 EV gallery [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.toyota.com/rav4ev/photo-gallery.html#!photos/8/undefined>
- [1.21] HYBRID.CZ. Hybridní Volkswagen CrossBlue Coupé [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/hybridni-volkswagen-crossblue-coupe>
- [1.22] Caranddriver.com. [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://media.caranddriver.com/images/13q2/512546/volkswagen-crossblue-coupe-concept-photo-512631-s-1280x782.jpg>
- [1.23] GREEN CARS CONGRESS. Five Hyundai ix35 Fuel Cell vehicles joining London hydrogen project [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.greencarcongress.com/2013/07/ix35-20130721.html>
- [1.24] CAR TALK. The Big Battery Breakthrough [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.cartalk.com/content/big-battery-breakthrough>
- [1.25] PROTEAN ELECTRIC. Image Gallery [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.proteanelectric.com/en/image-gallery/technical-art/?img=726&gal=725>
- [1.26] PROTEAN ELECTRIC. Image Gallery [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.proteanelectric.com/en/image-gallery/technical-art/?img=726&gal=725>
- [1.27] NISSAN. Future and Concept Vehicles [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.nissanusa.com/future-and-concept-vehicles/terra-suv>
- [1.28] NISSAN. Nissan Xterra 2014 - Gallery [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: [http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/colors-photos#\\_exterior](http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/colors-photos#_exterior)
- [1.29] NISSAN. Nissan Xterra 2014 - Gallery [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: [http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/colors-photos#\\_exterior](http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/colors-photos#_exterior)
- [1.30] NISSAN. Nissan Xterra 2014 - Gallery [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: [http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/colors-photos#\\_exterior](http://www.nissanusa.com/suvs/xterra/colors-photos#_exterior)
- [1.31] NISSAN. Patrol Y61 - Overview [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.nissan.com.au/~media/Images/Hero%20Images/Patrol/red-patrol-img02.ashx>
- [1.32] Privatefleet.com.au [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.privatefleet.com.au/wp-content/themes/privatefleet/images/upload/Image/Nissan-Patrol-y61.jpg>
- [1.33] NEWCARS. New 2014 Toyota FJ Cruiser [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://images.newcars.com/images/car-pictures/original/2014-Toyota-FJ-Cruiser-SUV-Base-4dr-4x2-Photo-7.png>
- [1.34] TOYOTA. 2014 Toyota FJ Cruiser [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.toyota.com/fjcruiser/#!/gallery>
- [1.35] NETCARSHOW. Land Rover Defender 2013 [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: [http://www.netcarshow.com/land\\_rover/2013-defender/1600x1200/wallpaper\\_01.htm](http://www.netcarshow.com/land_rover/2013-defender/1600x1200/wallpaper_01.htm)
- [1.36] Auto.cz. Range Rover 2013: Podrobné představení, české ceny [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/range-rover-predstaveni-69755/foto?foto=53>
- [1.37] Auto.cz. Range Rover 2013: Podrobné představení, české ceny [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/range-rover-predstaveni-69755/foto?foto=38>

- [38] Car.Mitula.us. Jeep Wrangler [online]. [cit. 2013-11-03].  
Dostupné z: [http://imganuncios.mitula.net/2013\\_jeep\\_wrangler\\_sahara\\_4x4\\_98167047028724996.jpg](http://imganuncios.mitula.net/2013_jeep_wrangler_sahara_4x4_98167047028724996.jpg)
- [39] Bluemountainchrysler.com. 2013 Jeep Wrangler Unlimited Sahara [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: [http://bluemountainchrysler.com/wp-content/uploads/2012/12/cc\\_2013JEE006b\\_640\\_PX81.jpg](http://bluemountainchrysler.com/wp-content/uploads/2012/12/cc_2013JEE006b_640_PX81.jpg)
- [40] MBUSA. G-Class SUV [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: <http://www.mbusa.com/vcm/MB/DigitalAssets/Vehicles/ClassLanding/2014/G/Gallery/2014-G-CLASS-SUV-GALLERY-003-WR-D.jpg>
- [41] MBUSA. G-Class SUV [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: <http://www.mbusa.com/vcm/MB/DigitalAssets/Vehicles/ClassLanding/2014/G/Gallery/2014-G-CLASS-SUV-GALLERY-007-WR-D.jpg>
- [42] MOTOR AUTHORITY. Mercedes-Benz Ener-G-Force off-road concept [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: [http://www.motorauthority.com/image/100409488\\_mercedes-benz-ener-g-force-off-road-concept](http://www.motorauthority.com/image/100409488_mercedes-benz-ener-g-force-off-road-concept)
- [43] MOTOR AUTHORITY. Mercedes-Benz Ener-G-Force off-road concept [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: [http://www.motorauthority.com/image/100409486\\_mercedes-benz-ener-g-force-off-road-concept](http://www.motorauthority.com/image/100409486_mercedes-benz-ener-g-force-off-road-concept)
- [44] AUTOVIVA. All-new Land Rover Defender concept to debut in Frankfurt [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: [http://www.autoviva.com/slideshow.php?element=news&ref\\_id=1619&first\\_id=69255](http://www.autoviva.com/slideshow.php?element=news&ref_id=1619&first_id=69255)
- [45] AUTOVIVA. All-new Land Rover Defender concept to debut in Frankfurt [online]. [cit. 2013-02-06]. Dostupné z: [http://www.autoviva.com/slideshow.php?element=news&ref\\_id=1619&first\\_id=69255](http://www.autoviva.com/slideshow.php?element=news&ref_id=1619&first_id=69255)
- [46] TOPWALLS.net. 2001 Isuzu GBX concept [online]. [cit. 2013-02-06]  
Dostupné z: <http://topwalls.net/wp-content/uploads/2012/09/2001-Isuzu-GBX-concept.jpg>
- [47] YANKO DESIGN. Safari Quest [online]. [cit. 2013-02-06] Dostupné z: <http://www.yankodesign.com/2013/03/18/safari-quest/>
- [48] JOODONG. National Geographic 2035 ZAIRE Concept [online]. [cit. 2013-02-06] Dostupné z: <http://joodong.blogspot.cz/2012/11/national-geographic-concept-process.html>
- [49] WEBWOMBAT. Nissan's Sci-Fi Concept: Terranaut [online]. [cit. 2013-02-06] Dostupné z: [http://www.webwombat.com.au/motoring/news\\_reports/nissan-terranaut.htm](http://www.webwombat.com.au/motoring/news_reports/nissan-terranaut.htm)
- [50] TRUCKTREND. Future: Nissan Terranaut Concept Photo Gallery [online]. [cit. 2013-02-06] Dostupné z: [http://image.trucktrend.com/f/future/concepts/8540403/163\\_0610\\_03z%2bnissan\\_terranaut\\_concept%2binterior.jpg](http://image.trucktrend.com/f/future/concepts/8540403/163_0610_03z%2bnissan_terranaut_concept%2binterior.jpg)
- [51] NISSANUSA. Future & Concept Vehicles. [online]. [cit. 2013-02-06]  
Dostupné z: <http://www.nissanusa.com/future-and-concept-vehicles/terra-suv>
- [52] NISSANUSA. Future & Concept Vehicles. [online]. [cit. 2013-02-06]  
Dostupné z: <http://www.nissanusa.com/future-and-concept-vehicles/terra-suv>

**SEZNAM ZDROJŮ TABULEK**

- [1] U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Fuel Cells [online]. [cit. 2013-11-03].  
Dostupné z: [http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/pdfs/fc\\_comparison\\_chart.pdf](http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/fuelcells/pdfs/fc_comparison_chart.pdf)
- [2] PEES TECHNOLOGIES. Sekundárne elektrochemické články (Akumulátory) [online]. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: [http://www.pees.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=6](http://www.pees.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=6)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|           |                                                   |    |
|-----------|---------------------------------------------------|----|
| Obr. 1.1  | Parní traktor Nicolase Cugnota                    | 14 |
| Obr. 1.2  | Motorový vůz Karla Benze                          | 15 |
| Obr. 1.3  | Ford model T 1910                                 | 16 |
| Obr. 1.4  | LaSalle 1927                                      | 16 |
| Obr. 1.5  | Depot hack 1921                                   | 17 |
| Obr. 1.6  | Chevrolet Suburban 1935                           | 18 |
| Obr. 1.7  | Willys Jeep 1940                                  | 18 |
| Obr. 1.8  | Toyota Jeep BJ 1951                               | 19 |
| Obr. 1.9  | Toyota Land Cruiser 1955                          | 20 |
| Obr. 1.10 | Toyota 4Runner 1984                               | 20 |
| Obr. 1.11 | Ford Bronco 1966                                  | 21 |
| Obr. 1.12 | Range Rover 1970                                  | 21 |
| Obr. 1.13 | Defender 1991                                     | 21 |
| Obr. 1.14 | Mercedes G-class 2014                             | 22 |
| Obr. 1.15 | Volvo Body Panels                                 | 24 |
| Obr. 1.16 | Rám vozu Toyota FJ Cruiser 2014                   | 25 |
| Obr. 1.17 | Nezávislé zavěšení kol                            | 26 |
| Obr. 1.18 | Land Rover Defender 2013                          | 27 |
| Obr. 1.19 | Audi - „the swarm“ technologie                    | 28 |
| Obr. 1.20 | Toyota RAV4 EV 2013                               | 30 |
| Obr. 1.21 | Volkswagen CrossBlue Coupé - schéma               | 30 |
| Obr. 1.22 | Volkswagen CrossBlue Coupé                        | 31 |
| Obr. 1.23 | Tlaková nádoba na stlačený vodík                  | 32 |
| Obr. 1.24 | Baterie společnosti Envia                         | 35 |
| Obr. 1.25 | In-wheel motor - řez                              | 35 |
| Obr. 1.26 | In-wheel motor - sestava                          | 36 |
| Obr. 1.27 | koncept vozu Nissan TeRRA                         | 36 |
| Obr. 1.28 | Nissan Xterra 2014 - boční pohled                 | 38 |
| Obr. 1.29 | Nissan Xterra 2014 - perspektivní pohled          | 38 |
| Obr. 1.30 | Nissan Xterra 2014 - čelní pohled                 | 38 |
| Obr. 1.31 | Nissan Y61                                        | 39 |
| Obr. 1.32 | Nissan Y61 - před                                 | 39 |
| Obr. 1.33 | Toyota FJ Cruiser 2014 - boční pohled             | 40 |
| Obr. 1.34 | Toyota FJ Cruiser 2014 - pohled zepředu           | 40 |
| Obr. 1.35 | Land Rover Defender 2013                          | 41 |
| Obr. 1.36 | Land Rover Range Rover 2013 - boční pohled        | 42 |
| Obr. 1.37 | Land Rover Range Rover 2013 - perspektivní pohled | 42 |
| Obr. 1.38 | Jeep Wrangler Sahara 2013 - perspektivní pohled   | 43 |
| Obr. 1.39 | Jeep Wrangler Sahara 2013 - boční pohled          | 43 |
| Obr. 1.40 | Mercedes-Benz G-Class 2014                        | 44 |
| Obr. 1.41 | Mercedes-Benz G-Class 2014 - detail předě         | 44 |
| Obr. 1.42 | Mercedes Ener-G-Force - pohled zepředu            | 45 |
| Obr. 1.43 | Mercedes Ener-G-Force - pohled zezadu             | 45 |
| Obr. 1.44 | Land Rover Defender DC100 - boční pohled          | 46 |
| Obr. 1.45 | Land Rover Defender DC100 - perspektivní pohled   | 46 |
| Obr. 1.46 | Isuzu GBX koncept 2001                            | 47 |

|           |                                                     |    |
|-----------|-----------------------------------------------------|----|
| Obr. 1.47 | National Geographic ZAIRE 2035                      | 48 |
| Obr. 1.48 | National Geographic ZAIRE 2035 - skicy              | 48 |
| Obr. 1.49 | Nissan Terranaut koncept                            | 49 |
| Obr. 1.50 | Nissan Terranaut koncept - interiér                 | 49 |
| Obr. 1.51 | Nissan TeRRA - perspektivní pohled                  | 50 |
| Obr. 1.52 | Nissan TeRRA - pohled do interiéru                  | 50 |
| Obr. 3.1  | Varianta 1 - perspektivní pohled                    | 54 |
| Obr. 3.2  | Varianta 1 - pohled zepředu 1                       | 54 |
| Obr. 3.3  | Varianta 1 - pohled zezadu                          | 55 |
| Obr. 3.4  | Varianta 1 - pohled zepředu 2                       | 55 |
| Obr. 3.5  | Varianta 2 - boční pohled                           | 56 |
| Obr. 3.6  | Varianta 2 - pohled zepředu                         | 56 |
| Obr. 3.7  | Varianta 3 - pohled zepředu 2                       | 57 |
| Obr. 3.8  | Varianta 3 - boční pohled                           | 58 |
| Obr. 3.9  | Varianta 3 - pohled zepředu 1                       | 58 |
| Obr. 3.10 | Varianta 4 - finální varianta - před                | 59 |
| Obr. 3.11 | Varianta 4 - finální varianta - perspektivní pohled | 60 |
| Obr. 3.12 | Varianta 4 - finální varianta - pohled zezadu       | 61 |
| Obr. 4.1  | Automobil - boční pohled                            | 62 |
| Obr. 4.2  | Boční prah - detail                                 | 63 |
| Obr. 4.3  | Disk                                                | 63 |
| Obr. 4.4  | Automobil - pohled zepředu                          | 64 |
| Obr. 4.5  | Automobil - pohled zezadu                           | 65 |
| Obr. 5.1  | Základní rozměry - boční pohled                     | 66 |
| Obr. 5.2  | Základní rozměry - pohled zepředu                   | 67 |
| Obr. 5.3  | Výjezdový a nájezdový úhel                          | 67 |
| Obr. 5.4  | Rozmístění komponentů - schéma                      | 69 |
| Obr. 5.5  | Naviják s lanem                                     | 69 |
| Obr. 5.6  | Průmět sedadel a řidiče do automobilu               | 70 |
| Obr. 5.7  | Automobil s ergonem                                 | 70 |
| Obr. 5.8  | Výhledové úhly řidiče - boční pohled                | 71 |
| Obr. 5.9  | Výhledové úhly řidiče - pohled shora                | 71 |
| Obr. 6.1  | Barevné řešení - stříbrná metalíza                  | 72 |
| Obr. 6.2  | Barevné řešení - detail masky                       | 73 |
| Obr. 6.3  | Barevné řešení - žlutá varianta                     | 73 |
| Obr. 6.4  | Barevné řešení - khaki varianta                     | 73 |
| Obr. 6.5  | Barevné řešení - policejní vůz                      | 74 |
| Obr. 6.6  | Barevné řešení - zdravotnický vůz                   | 74 |
| Obr. 6.7  | Značka                                              | 75 |
| Obr. 6.8  | Barevný akcent na disku                             | 75 |

**SEZNAM TABULEK**

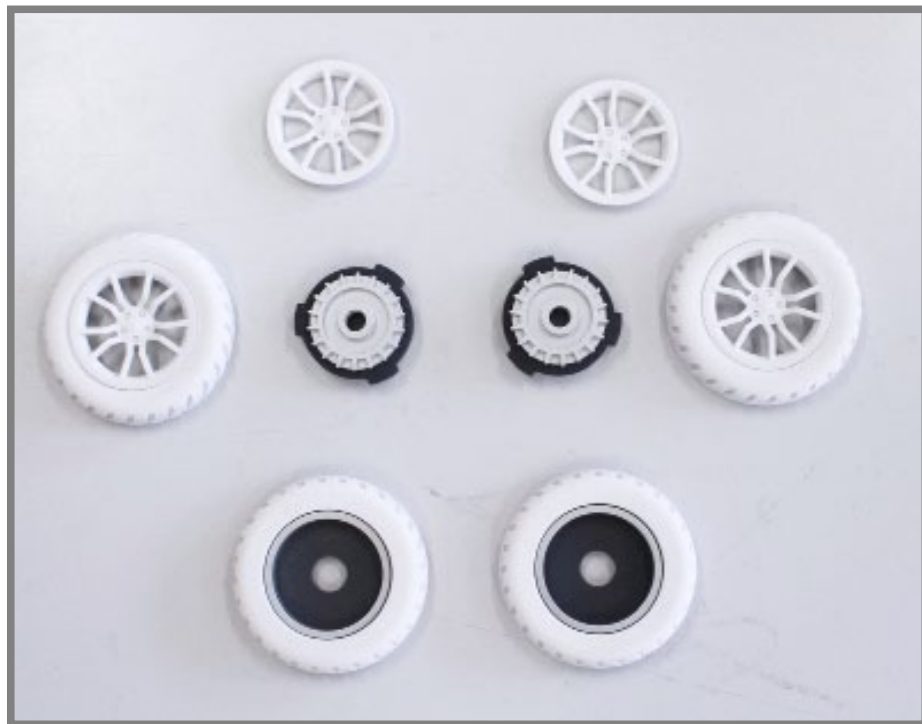
|          |                                                 |    |
|----------|-------------------------------------------------|----|
| Tab. 1.1 | Srovnání technologií palivových článků          | 33 |
| Tab. 1.2 | Přehled parametrů běžně používaných akumulátorů | 34 |



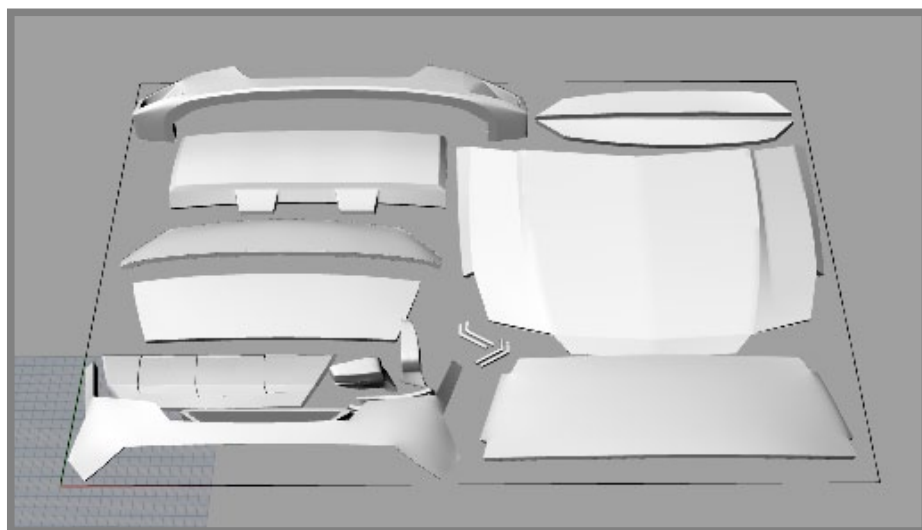
---

## SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený poster - designerský  
Zmenšený poster - technický  
Zmenšený poster - ergonomický  
Zmenšený poster - sumarizační  
Fotografie modelu  
Poster A1 - designerský  
Poster A1 - technický  
Poster A1 - ergonomický  
Poster A1 - sumarizační  
Finální model v měřítku  
CD s diplomovou prací v PDF



Díly vytisknuté na 3D tiskárně z práškového kompozitu a vyřezané laserem z plastu



Díly přichystané k tisku na 3D tiskárně z práškového kompozitu





# 01 /4 SUMARIZAČNÍ POSTER

## NEXT-H

Vize ekologického terénního vozu budoucnosti s elektromotory v kolech poháněnými vodíkovými palivovými články.



# 02 /4 DESIGNERSKÝ POSTER

## NEXT-H

Vize ekologického terénního vozu budoucnosti s elektromotory v kolech poháněnými vodíkovými palivovými články.



### DESIGN TERÉNNÍHO AUTOMOBILU

Datum obhajoby: červen 2015

Martin Horák, vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

Odbor průmyslového designu, Ústav konstruování, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně



### DESIGN TERÉNNÍHO AUTOMOBILU

Datum obhajoby: červen 2015

Martin Horák, vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

Odbor průmyslového designu, Ústav konstruování, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně

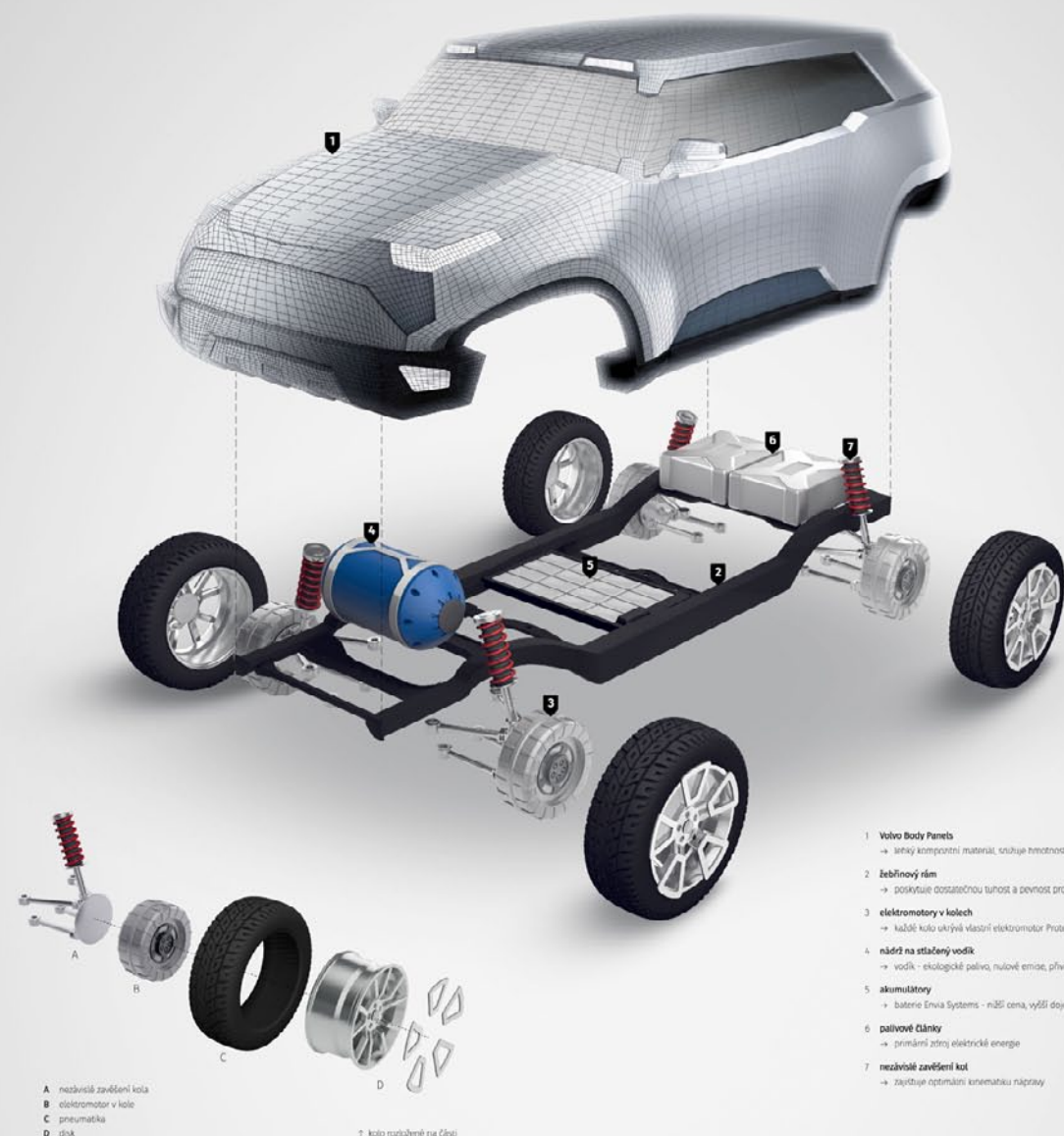




# 03 <sup>1/4</sup> TECHNICKÝ POSTER

## NEXT-H

Vize ekologického terénního vozu budoucnosti s elektromotory v kolech poháněnými vodíkovými palivovými články.



### DESIGN TERÉNNÍHO AUTOMOBILU

Datum obhajoby: červen 2015

Martin Horák, vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

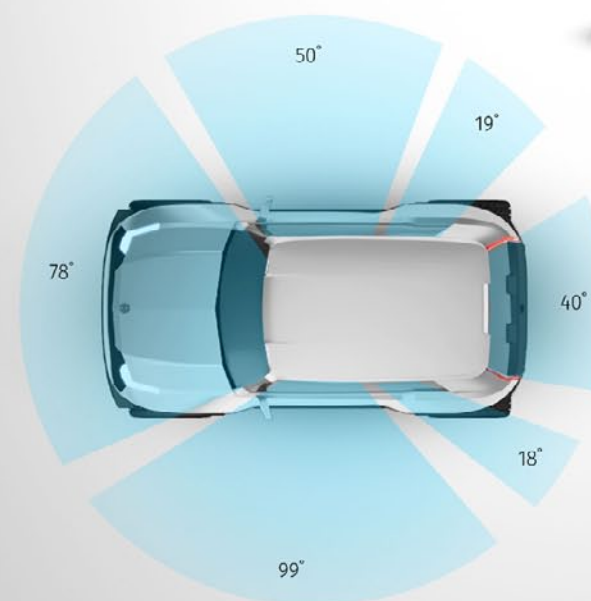
Odbor průmyslového designu, Ústav konstruování, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně



# 04 <sup>1/4</sup> ERGONOMICKÝ POSTER

## NEXT-H

Vize ekologického terénního vozu budoucnosti s elektromotory v kolech poháněnými vodíkovými palivovými články.



κ: výhledové úhly (přibližná hodnota)

celková délka 3750 mm celková šířka 1965 mm celková výška 1590 mm



### DESIGN TERÉNNÍHO AUTOMOBILU

Datum obhajoby: červen 2015

Martin Horák, vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

Odbor průmyslového designu, Ústav konstruování, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně

