

Design dopravního prostředku

Michal Juráň

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Průmyslový design

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Juráň**
Osobní číslo: **K16078**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design - Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design dopravního prostředku**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza řešené problematiky
2. Výzkumná část
3. Počáteční kresebné variantní návrhy
4. Vizualizace finálního designérského řešení
5. Ergonomická studie
6. Technická dokumentace
7. Fyzický model finálního designérského řešení ve zvoleném měřítku
8. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy práce

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

EDSALL, L., Prototypy – automobilový design 20. a 21. století. 1. vyd. Praha: Rebo Productions, 2004, 219 s. ISBN 80-7234-356-4.

WILLSON, Quentin. Legendární sportovní auta. 1. vyd. Praha: Slovart, 2003, 224 s. ISBN 80-7209-479-3

KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. vyd. 1. Překlad Kateřina Křížová, ucie Vidmarová. Praha: Vysoká škola umělecko-průmyslová, 2004, 167 s. ISBN 80-868-6303-4.

MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. MgA. Martin Surman, ArtD.

Ateliér Průmyslový design

Datum zadání bakalářské práce:

1. prosince 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

10. května 2019

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka

doc. MgA. Martin Surman, ArtD.
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 30.4.2019

Jméno a příjmení studenta:
podpis studenta

ABSTRAKT

Abstrakt česky

V této bakalářské práci se zabývám návrhem elektromobilu třídy GT. Práce je rozdělená na dvě části.

V první části, což je část teoretická, se zabývám analýzou a historií automobilů. Převážně tedy automobilů z kategorie Gran Turismo. Prošel jsem jednotlivé automobily a vybral ty nejzajímavější z vybraného segmentu. Mezi nimi se nachází i pár jedinců, které oficiálně nenosí označení GT, ale podle následného využívání těchto automobilů je lze do této kategorie zařadit.

Druhou částí práce je část praktická. V té se zabývám samotným procesem tvorby mého konceptu. Od prvotní vize, přes finální návrhy, až ke clayovému modelu v měřítku 1:4.

Klíčová slova: elektromobil, Gran Turismo, sportovní vůz

ABSTRACT

In this bachelor thesis I deal with the design of electric car from GT class. The thesis is divided into two parts.

In the first part, which is the theoretical part, I focus to the analysis and history of cars. Mostly Gran Turismo cars. I went through individual cars and picked the most interesting ones from the selected segment. Among them, there are also a few individuals who do not wear a designation GT officially, but they can be included to this category according to their subsequent use.

The second part is practical. In this part I deal with process of creating of my concept. It starts with the initial vision, it continues through drawings and designs, to the 1:1 scale clay model.

Keywords: electric car, Gran Turismo, sports car

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu doc. MgA. Martinu Surmanovi ArtD. za vedení, motivaci a hlavně víru, že tuhle bakalářskou práci zvládnou. Také bych rád poděkoval panu Vladimíru Kuběnovi z firmy Varroc Lighting Systems s.r.o., za důvěru a možnost dělat na projektu designu automobilu. Zároveň bych chtěl poděkovat rodině a mé přítelkyni, která to se mnou vydržela, a to i přes mou náladovost a časové vytížení, které na mně působilo během této bakalářské práce.

Závěrem bych rád poděkoval MgA. Rostislavovi Zapletalovi, za jeho pomoc, vedení, rady a hlavně za to, že i když jsem ho pořád otravoval s dotazy, tak mi dokázal odpovědět a vydržel to se mnou.

Prohlašuji, že odevzdaná bakalářská práce a elektronická verze nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně dne 10.5.2019

Michal Juráň

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 HISTORICKÝ PŘEHLED AUTOMOBILŮ	11
1.1 POČÁTEK AUTOMOBILU	11
1.1.1 Parní automobil	11
1.1.2 Elektromobil.....	12
1.1.3 Automobil se spalovacím motorem	13
1.1.4 Hybridní automobil	14
1.2 AUTOMOBILY TŘÍDY GT	14
1.2.1 1929 - Alfa Romeo 6C 1750 GT.....	14
1.2.2 1947 – Maserati A6 1500.....	15
1.2.3 1949 - Ferrari 166.....	16
1.2.4 1951 – Lancia Aurelia B20 GT	16
1.2.5 1952 – Fiat V8 Zagato.....	17
1.2.6 1952 - Bentley Continental R-Type	17
1.2.7 1954 - Mercedes-Benz 300SL.....	18
1.2.8 1958 – Aston Martin DB4.....	19
1.2.9 1962 – Ferrari 250 GT Lusso	20
1.2.10 1964 – Porsche 911	20
2 ANALÝZA SOUČASNÉ PRODUKCE VOZŮ TŘÍDY GT	22
2.1 SÉRIOVĚ VYRÁBĚNÉ VOZY	22
2.1.1 Aston Martin DB11	22
2.1.2 Mercedes – AMG GT.....	23
2.1.3 Bentley Continental GT	23
2.1.4 Ferrari 812 Superfast.....	24
2.1.5 Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid	25
2.1.6 Porsche 911 Carrera S	26
2.2 BLÍZKÁ BUDOUCNOST TŘÍDY GT.....	27
2.2.1 Porsche Taycan	27
2.2.2 Audi e-tron GT Concept.....	28
3 AERODYNAMIKA VOZU	29
3.1 TATRA 77	29
3.2 VOLKSWAGEN XL1	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
4 ZAČÁTKY PROJEKTU	33
4.1 VIZE.....	33
4.2 INSPIRACE	33
5 PROCES NAVRHOVÁNÍ.....	37

5.1	PARAMETRY VOZU TŘÍDY GRAN TURISMO	37
5.2	SKICE	37
5.3	MODEL	39
5.4	VIZUALIZACE PROUDĚNÍ VZDUCHU	41
6	ERGONOMIE	43
6.1	INTERIÉR VOZU	43
7	VIZUALIZACE FINÁLNÍHO NÁVRHU	47
8	TECHICKÁ DOKUMENTACE.....	49
8.1	BATERIE A MOTORY	49
8.2	GRAFEN.....	49
8.2.1	Invalidní vozík Superstar od firmy Küschall	50
8.2.2	BAC Mono	51
8.3	ROZMĚRY VOZU	52
	ZÁVĚR	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	64

ÚVOD

Navrhnout automobil není tak snadné jak se může zdát. Jde totiž o velmi komplexní záležitost. Není to jen o tom udělat krásný vůz na pohled. Výborný automobil musí být jak krásný, tak funkční. Když je automobil krásný ale nefunkční, tak se z počátku možná prodává, ale postupně se nefunkčnost projevuje a tak škodí jménu značky. Podobně to platí i obráceně, když je automobil funkční, ale jeho vizuální forma se nepovedla. Takové auto se pak bude velmi špatně prodávat, i když je po funkční stránce na vysoké úrovni.

Proces tvorby je tedy velmi náročný a to do něj musíme zahrnout ještě další záležitosti. Nejen vzhled a funkčnost. Automobil, který má být sériově vyráběn a jezdit po našich silnicích musí splňovat určité bezpečnostní kritéria. Ať už jde o posádku automobilu či osoby pohybující se mimo vůz.

Jelikož je tvorba nového automobilu tak složitý a komplexní proces, tak na něm pracuje mnoho odborníků. Od designérů, přes konstruktéry až k manažerům prodeje. Jde o týmovou práci, a to nejen mezi zaměstnanci automobilky, ale také mezi externími firmami či odborníky.

V dnešní době můžeme designéry v automobilkách najít na různých pozicích. Působí například jako skicaři, 3D modeláři, nebo modeláři clayových modelů. Tyto pozice jsou velmi odlišné od ostatních pozic v automobilce. Je to taková jedna úzce spjatá, kreativní část firmy, která pracuje v kooperaci. Proces začíná kresebnými návrhy skicařů, pokračuje přes 3D modeláře a končí u clay modelářů. To vrcholí modelem v měřítku 1:1 vyrobeného z claye. Popřípadě pak funkčními prototypy. [9]

Designér, ať už tvoří jakýkoliv produkt, tak by měl zůstat v souladu s určitými pravidly, fyzikálními parametry a zároveň se snažit posouvat hranice daného odvětví.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORICKÝ PŘEHLED AUTOMOBILŮ

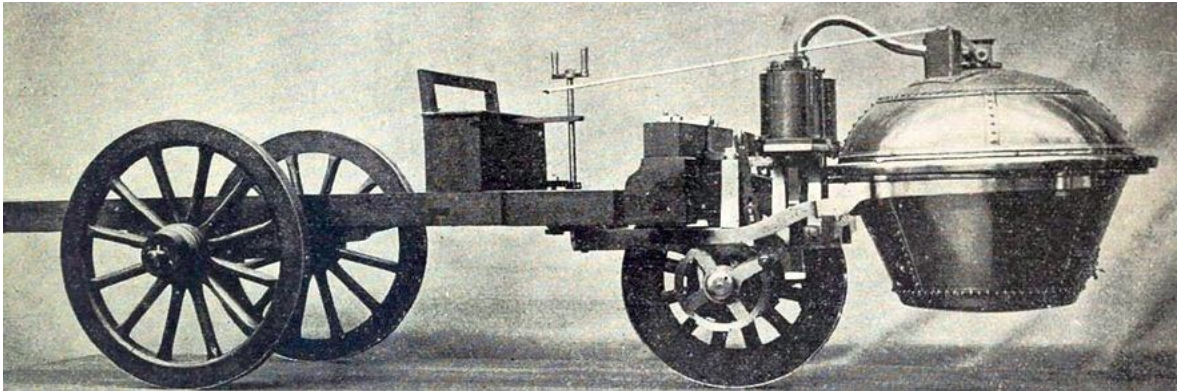
Tato kapitola je zaměřena na vývoj automobilu od samotného počátku. Jako například první parní automobil, elektromobil, či dnes nejrozšířenější automobil se spalovacím motorem.

1.1 Počátek automobilu

Již od pradávna byl člověk nucen cestovat. Začínalo to malými vzdálenostmi, kdy jsme je zvládali překonávat pomocí vlastních sil. Postupem času jsme byli nuceni hledat nové prostředky dopravy, jako například zvířata. Velký význam v dopravě měl vynález kola, díky kterému jsme mohly začít tvořit povozy, které nám umožnili lépe využívat sílu tažných zvířat. Počátky automobilové historie můžeme najít již v 18. století. To bylo zapříčiněno vynálezem parního stroje a posléze prvním parním automobilem. V první polovině 19. století můžeme najít zmínky o prvním elektromobilu. Jako zrod automobilu je však považován až rok 1886, kdy se zrodilo první tříkolové vozidlo se čtyřtákním spalovacím motorem. [36]

1.1.1 Parní automobil

Jako první parní automobil je považován vůz, jehož autorem byl Nicolas Joseph Cugnot. Šlo o velmi nemotorný stroj. Ten byl tvořen z mohutného žebřinového rámu s tuhous zadní nápravou, bez jakéhokoliv odpružení. Hmotnost tohoto stroje byla 2,5 tuny a měl uvést až 4 tuny nákladu. Roku 1769 tento vůz oficiálně předvedl veřejnosti, kdy se zvládal pohybovat maximální rychlostí čtyř kilometrů za hodinu a to po dobu dvanácti minut. V roce 1770 představil nový stroj, se kterým havaroval a projel zdí. Tato příhoda se dá považovat za první nehodu silničního vozidla. U nás v Česku se parnímu vozu věnoval mechanik Josef Božek, kterému se jeho vůz podařilo uvést do provozu 24. září roku 1815. [3]



Obr. 1. Nicolas Joseph Cugnot – první parní automobil

1.1.2 Elektromobil

Už první elektromobily měly lepší vlastnosti než jejich konkurenti. Tyto vozy měly výrazně lepší výkonnostní parametry, až čtyřnásobně vyšší energickou účinnost, konstrukční jednoduchost a možnost až nulových zplodin. Jejich obrovskou nevýhodou, která přetrvává do dnes, je váha a nedostatečná kapacita baterií. Za jeden z nejstarších elektromobilů je považován elektrický vozík Skota Roberta Andersona. Ten byl sestaven někdy mezi lety 1832 – 1839. Dalším milníkem mezi elektromobily byl rok 1899, kdy belgický konstruktér Camille Jenatton jako první překonal rychlost 100km/h v silničním voze. V roce 1895 jsme se dokonce dočkali prvního českého elektromobilu, jehož autorem byl vynálezce František Křižík. [4] [5]



Obr. 2. Camille Jenatton – první automobil který překonal 100 km/h

1.1.3 Automobil se spalovacím motorem

Za první automobil se spalovacím motorem a také za počátek automobilu obecně, je považován datum 29. ledna 1889, kdy si Karl Benz nechal patentovat svůj tříkolový automobil. Šlo o vůz se zážehovým čtyřdobým jednoválcem o objemu 0,95 l. Další a také jeden z nejstarších automobilů, pocházel z českých zemí. Jmenoval se NW Präsident, který vyjel z bran kopřivnické továrny 21. května 1898. Jeho první cesta směřovala do Vídně. Ta mu trvala necelý jeden den. Tento vůz byl poháněn dvouválcem, o objemu 2.7 litru od Karla Benze. Disponoval výkonem 6,6 koní a jeho maximální rychlost se pohybovala okolo 24km/h. [6] [7]



Obr. 3. Karl Benz – první automobil se spalovacím motorem

1.1.4 Hybridní automobil

První hybridní pohon pochází z roku 1898, za kterým stál Ferdinand Porsche. V té době to byl nevídaný způsob, jak využít spalovací a elektrický motor. Fungovalo to tak, že spalovací motor byl využit k pohonu dynama, které pak nabíjelo akumulátory. Tento vůz byl schopný ujet až 50 km a to maximální rychlostí 50km/h. Později roku 1902, jeho modernizovaná verze dosáhla maximální rychlosti 110km/h. Roku 1915 americká firma Woods Motor Vehicle vytvořila pohon s názvem Dual Power. Ten využíval elektromotoru při nízkých rychlostech a při vyšších rychlostech vozidlo přecházelo na benzínový motor. [8]



Obr. 4. Ferdinand Porsche – první hybridní automobil

1.2 Automobily třídy GT

V této části se podíváme na historii a vývoj automobilové třídy Gran Turismo. Jde o kategorii prémiových vozů různých značek. Tyto automobily vznikly pro lidi, kteří často museli zdolávat velké počty kilometrů a to co nejrychleji. Proto tyto vozy disponují velkými a silnými motory, původně umístěnými vpředu vozu. K tomu se samozřejmě dobře naladěný podvozek, který dodává dostatek komfortu na těchto dlouhých trasách. Auta typu GT najdeme nejčastěji jako dvoudveřové kupé s dvěma či čtyřmi sedadly. K tomu patří také exkluzivní interiéry z prémiových materiálů doprovázené nejmodernějšími technologiemi.

1.2.1 1929 - Alfa Romeo 6C 1750 GT

Tento automobil byl prvním, který dostal označení GT. Byl to dvoumístný vůz, který měl vpředu umístěný řadový šestiválec o objemu 1752 cm³. Byl vybaven čtyř stupňovou

převodovkou a dokázal se vyšplhat na maximální rychlost až 171km/h. V dnešní době je velmi složité najít vůz s originální karosérií. [10]



Obr. 5. Alfa Romeo 6C 1750 GT

1.2.2 1947 – Maserati A6 1500

Jednalo se o auto s karosérií navrženou od Pininfariny. Bylo vyráběno pouze kusově a za dobu výroby se jich prodalo jen 60 kusů. Původně se pod kapotou nacházel šestiválec o objemu 1500 cm³. V posledním období tohoto vozu, ve snaze zlepšit prodeje, byl přepracován motor a jeho obsah se zvýšil na 2000 cm³. [11] Automobil disponoval nádhernou karosérií s protáhlou kapotou a krásnou splývající zádí.



Obr. 6. Maserati A6 1500

1.2.3 1949 - Ferrari 166

Je považován za první sériový automobil značky Ferrari. Pod kapotou tohoto vozu se nacházel vidlicový dvanáctiválec o objemu 1995 cm³. Jelikož malý a výkonný automobil potřeboval lehkou karoserii, svěřil proto Enzo Ferrari její výrobu specializovaným firmám. Tak tento vůz dostal karoserii s hliníkových panelů upevněných na ocelový rám, nazvanou Superleggera, za kterou stála firma Touring nacházející se v Miláně. [12]



Obr. 7. Ferrari 166

1.2.4 1951 – Lancia Aurelia B20 GT

Jedná se o automobil s nádhernými proporcemi, za jehož elegantní karosérií stálo studio Pininfarina. Ze začátku bylo poháněno šestnáctistovkou s výkonem 42 kW. Později tento nedostačující motor nahradili dvoulitrovým motorem, ze kterého se technikům podařilo dostat 52 kW. S tímto motorem Aurelia zvládala maximální rychlost 153 km/h. To ale nestačilo, jelikož Jaguár v té samé době překračoval 200 km/h. Proto se začal plánovat nový model značky Lancia. [13]



Obr. 8. Lancia Aurelia B20 GT

1.2.5 1952 – Fiat V8 Zagato

Jedná se o nádherné dvoudveřové kupé, s motorem vepředu a pohonem zadních kol. Byl poháněn benzínovým, kapalinou chlazeným vidlicovým osmiválcem, o objemu 1996 cm³. Tento vůz disponoval výkonem 77 kW a mechanickou čtyřstupňovou převodovkou. Díky tomu dokázal jet až 190 km/h. [14] Automobil vás okouzlí proporcemi své karoserie a čistotou, která je doplněna o klasickou žebrovanou masku a funkční otvor v kapotě.



Obr. 9. Fiat V8 Zagato

1.2.6 1952 - Bentley Continental R-Type

Tento famózní automobil vznikl jako luxusní, dvoudveřový rychlý vůz se čtyřmi sedadly. Byl vyroben v omezeném počtu, a to pouze na 208 kusů. Karosérie byla zhotovena z hliníku s charakteristickou splývající zádí a krásnou, dlouhou předí zakončenou masivním chromovaným chladičem se svislým mřížkováním. Pod obrovskou kapotou, byl schován řadový šestiválec o objemu 4566 cm³, který byl později navýšen na 4887 cm³. Díky tomu motoru a maximální rychlosti 193 km/h se ve své době stal nejrychlejším čtyřmístným automobilem. [15]



Obr. 10. Bentley Continental R-Type

1.2.7 1954 - Mercedes-Benz 300SL

Jde o charizmatický vůz s nezaměnitelnými tvary, který vycházel ze závodního speciálu. Všichni jej znají jako legendu s dveřmi otevírajícími se nahoru, které připomínaly křídla racka. Proto se také tomuto modelu začalo říkat Gullwing. Zkratka SL, tedy Super Leicht, znamenala super lehký. Toho bylo docíleno lehkou konstrukcí z trubkového rámu, který byl převzat ze závodních prototypů. Pod dlouhou předí můžeme najít řadový šestiválec o objemu 2996 cm³, který byl převzat z reprezentační limuzíny Mercedes – Benz 300. Pro model SL však byl výrazně upraven. Jako první sériově vyráběný automobil na světě byl opatřen vstřikováním paliva u čtyřtakového motoru. [16] Zajímavostí jsou dva prolisy na kapotě. Ty byly funkční jen z poloviny, protože pod pravým se nacházel vstup vzduchu k válcům a ten levý byl jen jako stylistický prvek.



Obr. 11. Mercedes-Benz 300SL

1.2.8 1958 – Aston Martin DB4

Modely DB patřily k vozům, které pomohly vybudovat značku a dokonce ji dostat až na samotný vrchol, mezi prémiovými vozy tehdejší doby. Bylo to čtyřmístné kupé a i přes to, že na zadních sedačkách nebyl téměř žádný prostor, tak byly potaženy velmi kvalitní kůží. Už toto značilo, že jde opravdu o světovou scénu. Automobil byl sestaven na rámu z ocelových trubek a na tento rám byly umístěny panely karosérie z hliníkové slitiny. Pod kapotou jsme mohli nalézt řadový šestiválec o objemu 3670 cm³ nebo 3794 cm³. V té době to byl velmi rychlý a pohodlný vůz, který zvládal uhánět rychlostí přes 225 km/h. [17]



Obr. 12. Aston Martin DB4

1.2.9 1962 – Ferrari 250 GT Lusso

Jedná se o čtyřmístné kupé s motorem vpředu a pohonem zadních kol. To bylo sériově vyráběné v letech 1963 až 1964. Je to nádherný příklad vozu třídy GT s velkým a výkonným vidlicovým dvanáctiválcem. Karosérie tohoto vozu působí čistým a elegantním dojmem. Tyto nádherné tvary vzešly z návrhu od studia Pininfarina. Výrobu ale měla na starosti karosárna Scaglietti. [17] Tento automobil je dnes velmi ceněný a cena zachovalého vozu v původní podobě se může šplhat až k hranici sta milionů korun českých. Tento vůz patří mezi mé favority druhé poloviny 20. století. Především díky jeho vizuální stránce, kdy vůz působí neuvěřitelně elegantně s dobrým zpracováním.



Obr. 13. Ferrari 250 GT Lusso

1.2.10 1964 – Porsche 911

I když tento automobil nenes označení GT, tak jej za něj můžeme považovat. I když jde o auto menších rozměrů s podélně uloženým motorem za zadní nápravou, tak se stále jednalo o pohodlné a rychlé čtyřmístné kupé. Design vozu navrhnul Ferdinand Porsche, syn zakladatele. Vůz byl vybaven plochým šestiválcem o objemu 2,0 l s výkonem 130 koní, který byl chlazen vzduchem. Zajímavostí je to, že toto Porsche mělo původně označení 901. Proti tomu však vystoupil Peugeot, jelikož oni používali třímístné označení vozu, s nulou uprostřed a to také měli patentováno. [18] [19]



Obr. 14. Porsche 911

2 ANALÝZA SOUČASNÉ PRODUKCE VOZŮ TŘÍDY GT

V této kapitole se podíváme na současnou produkci vozů z kategorie Gran Turismo. Podíváme se jak na verze se spalovacími motory, tak na ty, které jsou poháněny elektromotorem či vozy plug-in hybrid. Jsou zde zahrnuty jak sériově vyráběné, tak vozy navrhované pro blízkou budoucnost.

2.1 Sériově vyráběné vozy

V této kategorii se podíváme na dnes sériově vyráběné vozy, které zapadají do třídy GT. Jedná se o výběr vozů, které podle mého patří na vrchol třídy.

2.1.1 Aston Martin DB11

Tento vůz je nástupcem modelu DB9. Značka má s tímto typem automobilu obrovské zkušenosti. Ty jsou ve voze podpořeny nejmodernější technologií. Jedná se zatím o nejvýkonnější a nejpohodlnější model DB v historii značky. O výkon 447 kW se stará vidlicový dvanáctiválec o objemu 5,2 litru se dvěma turbodmychadly. Ten pak spolupracuje s novou automatickou osmistupňovou převodovkou. Díky tomuto auto dokáže zrychlit z nuly na sto za 3,9 sekundy a dosahuje rychlosti až 322 km/h. [20] Exteriér vozu se pyšní novým designem s krásnými křivkami. Ten však zůstal věrný ikonickému stylu automobilky, jako je například výrazná maska chladiče, která zůstala, ale její vizuální styl je lehce pozměněn. Výraznou proměnou však prošly zadní světlomety. Ty jsou nyní mnohem užší a elegantnější. Vysoký výkon, pohodlí, zajímavý design a čtyři sedadla. To je důvod, proč je toto auto jedním z nejlepších vozů třídy GT dnes.



Obr. 15. Aston Martin DB11

2.1.2 Mercedes – AMG GT

Jedná se o automobil, který je jako jeden z mála vyráběn ve více variantách. Můžeme ho najít jako dvoumístné kupé, či čtyřmístné GT. Jako další máme různé specifikace těchto dvou variant. Ty se liší převážně výkonem motoru a jeho dravostí. Například nejsilnější čtyřdveřová varianta se může pyšnit přeplňovaným vidlicovým osmiválcem, který produkuje 470 kW. Ten je podpořen devíti stupňovou převodovkou a aktivní aerodynamikou, která nám pomůže auto lépe ovládnout při vysokých rychlostech. [21] Tyto vozy disponují nejmodernějšími technologiemi, exkluzivní kvalitou materiálů a prvotřídním designem jak interiéru, tak exteriéru vozu.



Obr. 16. Mercedes – AMG GT

2.1.3 Bentley Continental GT

Continental GT je jedním z nejexkluzivnějších vozů z třídy Gran Turismo, které je sériově vyráběno. Také proto se cena tohoto vozu pohybuje okolo šesti milionů korun českých. Za tyto peníze dostanete čtyřmístné kupé s vidlicovým dvanáctiválcem a výkonem 467 kW. [22] Příklad dominuje velká maska s ikonickými čtyřmi světlomety. Vůz oproti minulé řadě působí výrazně štíhleji a dynamičtěji. Interiér tvoří nejvyšší kvalitu materiálů a nejmodernější technologie. Je přizpůsoben posádce zvládat dlouhé trasy bez jakékoli námahy a pěkně v pohodlí. Design a provedení tohoto interiéru evokuje pocit jako byste byli na jachtě. Tento pocit vám ještě umocňuje komfortní podvozek a také enormní rozměry tohoto vozu.



Obr. 17. Bentley Continental GT

2.1.4 Ferrari 812 Superfast

Tento vůz je nástupcem modelu F12, o kterém se dalo říct, že bylo nejrychlejší GT. Nový model je však ještě rychlejší. Jeho název 812 má jednoduché vysvětlení. Osm jako jeho výkon, což je 800 koňských sil a dvanáct jako atmosférický dvanáctiválec ukrytý pod jeho kapotou. Superfast je odkazem na čtyřmístné kupé vyráběné mezi lety 1964 až 1967, které neslo název 500 Superfast. Novinkou a také způsobem, jak dosáhly tak obrovského výkonu, je přímé vstřikování benzínu s pracovním tlakem až 350 bar. [23] Díky tomu by podle automobilky měl motor splňovat nové předpisy, které se týkají koncentrace pevných částic ve výfukových plynech. Ke komfortu a lepší ovladatelnosti také přispěl nový podvozek, který nyní má i řízení všech kol. Auto je nabyto nejmodernější technologií, jako například nová aktivní aerodynamika či full-LED světlomety.



Obr. 18. Ferrari 812 Superfast

2.1.5 Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid

Tento vůz s označením Turbo S E-Hybrid je tím nejlepším, co z Panamery můžeme dostat. Jde totiž o nejvýkonnější variantu. Ta disponuje dvěma motory. První je klasický přeplňovaný osmiválec s výkonem 404 kW a k němu je připojen druhý motor, přesněji elektromotor. Ten nám přidává dalších 100 kW. [24] Dnes tento automobil patří mezi špičku třídy Gran Turismo. To především díky jízdním vlastnostem, komfortu a praktičnosti. Uvnitř vozu najdeme čtyři místa s dostatečným prostorem. Interiér se skládá z prvotřídních materiálů podpořen moderním a čistým designem. Obrovskou výhodou tohoto vozu je velký zavazadlový prostor o objemu 495 litrů. Popřípadě Porsche nabízí Panameru ještě ve verzi Sport Turismo, kde se zavazadlový prostor zvětšil na 520 litrů.



Obr. 19. Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid

2.1.6 Porsche 911 Carrera S

Tato Carrera, stejně jako Panamera je nabízena v mnoha variantách. Podle výkonu, výbavy a samozřejmě ceny. Porsche také nabízí různé karosářské varianty jako je kupé, kabriolet či targa. Jde o výborný automobil se skvělým motorem a ještě lepšími jízdními vlastnostmi, který zvládá rychlost přes 300 km/h. [25] Obrovským nedostatkem je téměř nulový zavazadlový prostor. Ten se totiž nachází v přední části vozu, přesněji pod přední kapotou, protože motor je umístěn za zadní nápravou. Tímto se 911 Carrera liší od klasické koncepce GT. Ale i přes tuto absenci je model 911 velmi oblíbený. Je také považován za vůz, který výborně zvládá velmi rychlé cestování a za jedno z nejlepších sportovních aut na každodenní užívání.



Obr. 20. Porsche 911

2.2 Blízká budoucnost třídy GT

Samozřejmě probíhají diskuze o budoucnosti této kategorie vozů. Mluví se o tom, jestli vůbec ještě potřebujeme takovéto vozy. Automobily, které jsou ohromně rychlé a zvládnou doslova požírat vzdálenosti, ať už mezi městy či státy. Jestli je to vůbec nutné mít tyto vozy k dispozici. K tomuto tématu přispěl i návrh nového zákona Evropskou Unií, který by měl zařídit, aby řidiči nepřesahovali povolenou rychlost. To díky inteligentnímu omezovači rychlosti, který omezí vaši rychlost pouze na povolený maximální limit. Ten má platit od roku 2022. [26] Do té doby my už ale víme, že by měli vzniknout nové, zajímavé vozy z této kategorie. Prozatím je ale nejasné, jestli za pár let tyto vozy budou či nebudou vznikat.

2.2.1 Porsche Taycan

Tento vůz je jeden z těch, u kterého určitě můžeme říct, že bude sériově vyráběn. Na trh by měl dorazit roku 2020 a už dnes je o něj obrovský zájem. Vychází z konceptu s názvem Mission E a bude prvním plně elektrickým automobilem značky. Elektromotory nám nabídnou výkon přes 440 kW a zrychlením pod 3,5 sekundy. Přitom má dojezd na plné nabití přesahovat 500 kilometrů. Zajímavostí je poněkud nízká pořizovací cena nového vozu. Ta by se měla pohybovat od dvou milionů vzhůru. [27]



Obr. 21. Porsche Taycan

2.2.2 Audi e-tron GT Concept

Tento koncept byl zveřejněn koncem roku 2018. Jde o luxusní, plně elektrické Gran Turismo, které by se mělo dostat na trh roku 2022. Exteriér vozu je velmi dynamický až agresivní s typickými znaky značky jako je například dominantní maska chladiče. Díky nízkému těžišti a výkonu 434 kW by tento vůz mohl mít výborné jízdní vlastnosti. K tomu, aby se stal jedním z nejlepších zástupců třídy GT, také mohou pomoci jeho rozměry. To je především délka 4,96 m, šířka 1,96m a výška pouhých 1,38m. Karoserie je tvořena pomocí tří materiálů. Z uhlíkového kompozitu, hliníku a vysokopevnostní ocele, z které je zkonstruován skelet automobilu. [28]



Obr. 22. Audi e-tron GT Concept

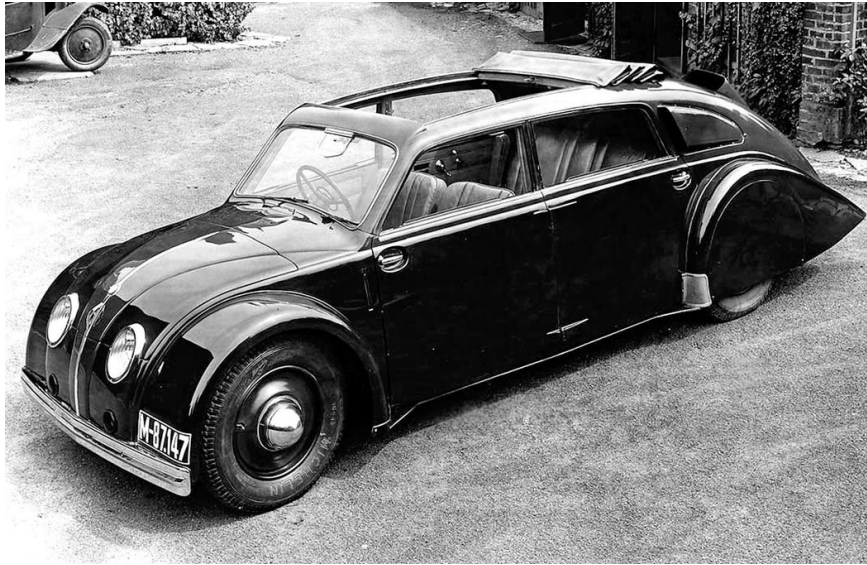
3 AERODYNAMIKA VOZU

„Aerodynamika je specializovaný obor fyziky, který zkoumá silové působení na obtékané těleso. Má velký význam v letectví, automobilismu i lodářství a zabývá se obtékáním (prouděním) média (vzduchu nebo tekutiny) okolo těchto těles. Platí, že čím nižší je aerodynamický odpor vzduchu vozidla, tím hospodárnější je jeho provoz. Velikost aerodynamického odporu je charakterizována pomocí součinitele aerodynamického odporu vzduchu c_x . Hodnota tohoto součinitele je měřítkem kvality tvarů vozidla z hlediska obtékání jeho karoserie vzduchem. Odpor vzduchu vzniká tlakem okolního vzduchu na vozidlo a jeho třením o povrch vozidla. Je závislý na rychlosti, čelní ploše, součiniteli odporu vzduchu a hustotě vzduchu. Velký vliv na odpor vzduchu mají různé prohlubně (zapuštění oken) a lišty, zpětná zrcátka, reflektory, stěrače apod. Síla, kterou působí proudící vzduch proti směru jízdy, se zvětšuje s druhou mocninou rychlosti. Výkon pro překonání této síly zvětšuje dokonce se třetí mocninou. Když například zvýšíme rychlost dvojnásobně, odpor vzroste čtyřnásobně a potřebný výkon bude dokonce 8x větší.“ [1]

Pokud řešíme aerodynamiku u závodního či sportovního vozu, nesmíme zapomenout na aerodynamický přítlak. Ten je potřeba, aby se vůz udržel na vozovce a umožnil tak řidiči projíždět zatáčky větší rychlostí. Jedním ze způsobů, jak docílit tohoto přítlaku, jsou různé spoilery. Ty pak fungují jako křídla letadla. Jen místo toho, aby vás tlačili od země, tak jsou konstruovány tak, aby vás tlačili k zemi. Tyto spoilery nám však vytváří i velký odpor vzduchu a tím pádem nás zpomalují a nutí nás navyšovat výkon vozu. Inženýři si dlouho nevěděli rady s tím, jak to udělat tak, abychom dostali ideální přítlak, bez navýšení odporu. S řešením přišel konstruktér Colin Chapman, který začal využívat toku vzduchu pod vozem. Ten umístil na spodní část podlahy, mezi podlahu vozu a silnici kanálky, které urychlovaly proudění vzduchu pod vozem a tím tam vytvářely podtlak. Výsledný podtlak pak tlačí vůz k silnici a vytváří přítlak a dokonce díky urychlení toku vzduchu nám snižuje aerodynamický odpor. [29]

3.1 Tatra 77

Tento náš automobil pochází z roku 1933. Jde o jeden z průkopníků aerodynamiky. Rám karosérie byl tvořen z jasanového dřeva, který byl obložen ručně vyklepávanými plechy. Tehdy se tato Tatra stala nejlepším sériově vyráběným autem s proudnicovou karosérií. Její součinitel odporu vzduchu byl $c_x = 0,36$. To byl v té době výborný výsledek. [30]



Obr. 23. Tatra 77

3.2 Volkswagen XL1

Jde o automobil vyrobený v limitovaném počtu kusů z roku 2013. Bylo jich vyrobeno pouze 250 kusů a jedinečné je svojí spotřebou paliva. Ta je pouze 0,9 l/100km. Tuto spotřebu dosáhly díky velmi čisté karosérii, aby docílili co nejmenšího odporu vzduchu. Například měl automobil místo zpětných zrcátek pouze kamery, proto aby nic nepřesahovalo karosérii. Díky tomu dosáhly neuvěřitelného součinitele odporu vzduchu a to $c_x = 0,189$. To je skvělý výsledek. Pro porovnání, sériově vyráběný vůz, který je jedním s nejlepším součinitelem odporu vzduchu dnes, je BMW řady 5 s hodnotou $c_x = 0,22$. [31]



Obr. 24. Volkswagen XL1

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ZAČÁTKY PROJEKTU

Vše začalo při odevzdávání projektu na koncept SUV pro firmu Varroc Lighting Systems s.r.o. Na mou bakalářskou práci jsem chtěl vytvořit koncept sportovního vozu a potřeboval jsem partnera. Varroc mi přišel jako vhodný kandidát. I když nejde o firmu vyrábějící přímo automobily, tak vytváří jednu z velmi důležitých částí a to jsou světlometry. Firma se rozhodla, že mně podpoří a já na oplátku vytvořím na mém konceptu zajímavé a nové řešení světlometů.

4.1 Vize

Mou vizí bylo vytvořit supersportovní vůz pro dvě osoby, s dostatečně velkým úložným prostorem. Proč úložný prostor? Chtěl jsem docílit toho momentu, kdy si můžete vzít svůj oblíbený super sportovní vůz a jet s ním a vaší partnerkou třeba na hory. Vlastně se dá říct, že jsem se snažil o vytvoření rychlého Gran Turisma s jakýmsi charakterem supersportovního automobilu.

Co se týče tvaru a charakteru vozu, tak jsem chtěl docílit skloubení organických tvarů s určitou dávkou a agrese. Tuto vizi jsem chtěl podpořit předními i zadními světlometry, které by tvořili jednu tenkou linii táhnoucí se přes celou šířku automobilu.

4.2 Inspirace

Mojí inspirací pro tvorbu super GT byli dnešní lidé, kteří se svými super auty jezdí doslova každý den, snaží se v nich cestovat, užívat si jejich výborných jízdních vlastností, ale často nemají dostatek místa na zavazadla. Jedním z nich je bývalý profesionální freestyle lyžař jménem Jon Ollson. Ten si svá super auta nechával upravovat, aby s nimi takové cestování bylo možné. Nechával si na ně vyrobit na zakázku upravené střešní boxy, aby mohl jet lyžovat i se svým super vozem. Těchto vozů neměl málo. Vlastnil například Lamborghini Galardo, Audi R8 nebo také Lamborghini Murcielago SV a všechny tyto vozy měli na střeše box na lyže.



Obr. 25. Jon Olsson a jeho R8

Co se týče inspirace pro výsledný tvar karosérie mého vozu, tak ta pramení z více zdrojů. Jedním z nich je streamlining a proudění vzduchu. Velkou inspirací mi také byly dnešní konceptuální řešení vozu, díky jejich čistotě a inovativním nápadům v oblasti světlometů. Zároveň jsem hledal určitou inspiraci v architektuře. Tam dnes můžeme najít opravdu zajímavé tvarové řešení, popřípadě elegantně řešené struktury konstrukcí a různých stěn, kdy pak výsledek působí jako jedna velká plocha. Jako například tvořila architektka Zaha Hadid.

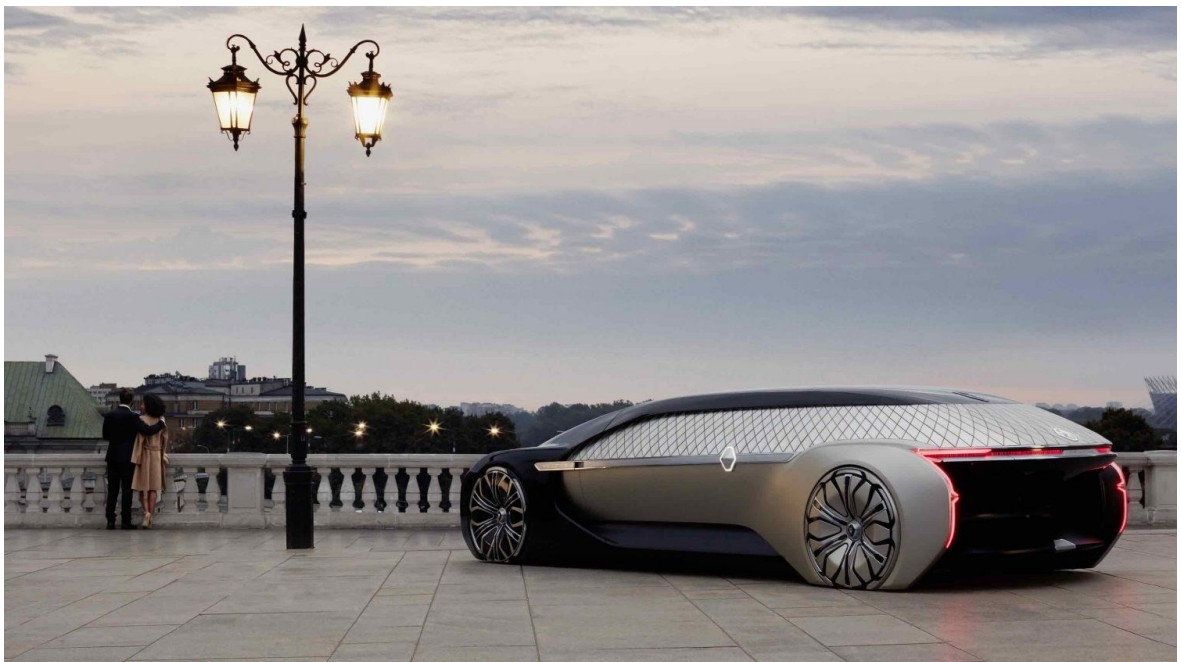


Obr. 26. Ukázka streamliningu Obr. 27. Zaha Hadid – Heydar Aliyev Center

Mezi automobilkami byly pro mě obrovskou inspirací dva koncepty vozu od značky Renault. Jde o prototypy se jménem EZ Ultimo a Trezor.

Ultimo mě fascinovalo svou elegancí a čistotou tvarového řešení. Kdy auto působí jako by se skládalo ze dvou segmentů. To má na svědomí čistota provedení a také dvoubarevné provedení karosérie, které se snažím použít ve svém voze. Je zde ale jedna věc, které nejsem fanouškem, a to je autonomní řízení. Proto tento vůz disponuje oběma variantami. Jak autonomním řízením, tak plnou podporou klasického řízení. Takové limuzíny budoucnosti.

Zatím co Trezor je koncept sportovního GT z roku 2016. Jde o opravdu charismatický a elegantní vůz. Na rozdíl od Ultima nejde o plně autonomní vůz. Fascinuje mě extrémní čistota karosérie, která působí jakoby složena pouze ze dvou kusů. To vše je podpořeno jemným reliéfem na kapotě a masce vozu.



Obr. 28. Renault EZ Ultimo



Obr. 29. Renault Trezor

5 PROCES NAVRHOVÁNÍ

Přichází část, která je věnována přímo navrhování automobilu. Jak už jsem zmiňoval v předchozí kapitole, mým cílem bylo vytvořit super GT s dostatečným úložným prostorem a charakterem.

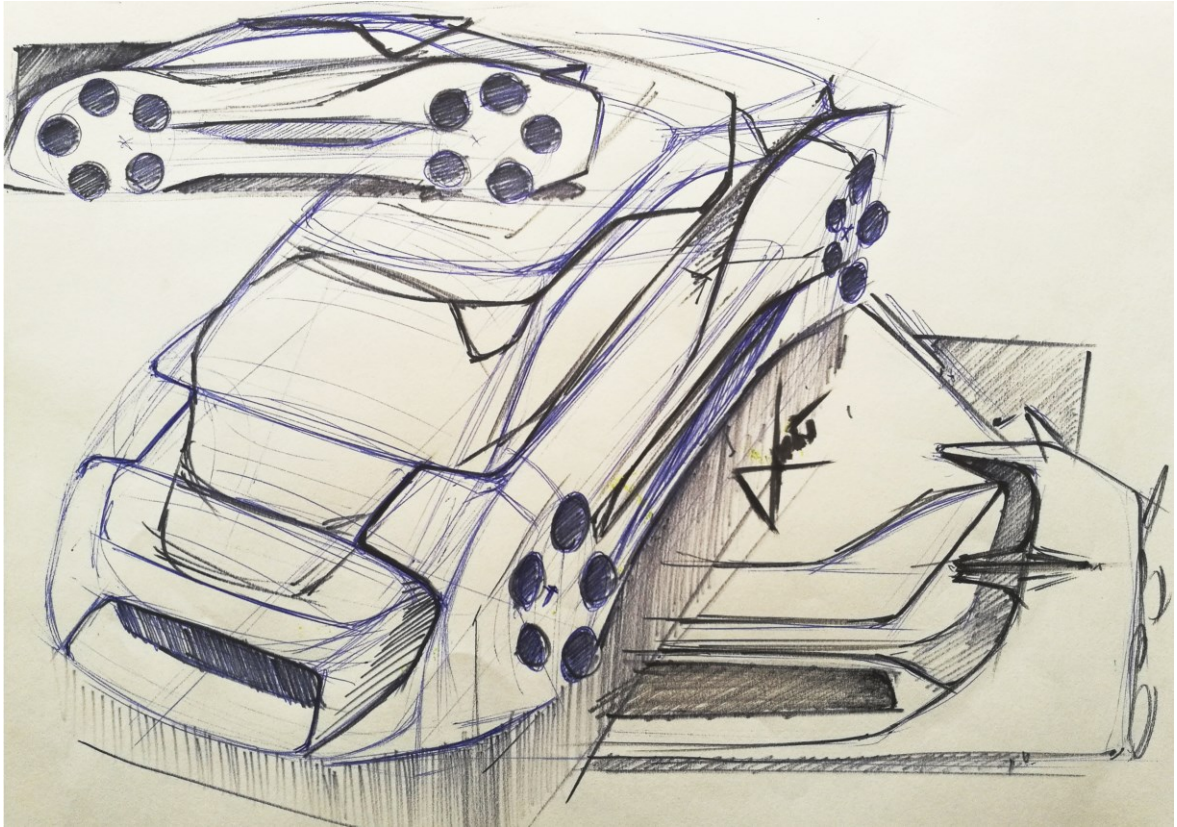
5.1 Parametry vozu třídy Gran Turismo

Tyto vozy jsou především koncipovány jako velmi rychlý dopravní prostředek. Vozy s označením GT by nám měli nabídnout dostatek prostoru, komfortu a samozřejmě výkonu. To vše proto, abychom byly schopni v těchto automobilech zdolávat velké vzdálenosti za co nejkratší dobu. Automobil tohoto typu má nejčastěji umístěn motor pod přední kapotou. V dnešní době se užívají nejčastěji přeplňované osmiválcové motory. V minulosti byly oblíbené dvanáctiválce. Ty však z důvodu přísných pravidel ohledně emisí dnes skoro nevidíme. Díky motoru vpředu tyto automobily mají v zadní části vozu klasický zavazadlový prostor. Ten však často není dost velký na to, abychom s tímto vozem mohly cestovat. Nejčastěji tyto automobily najdeme jako dvoumístné či čtyřmístné kupé.

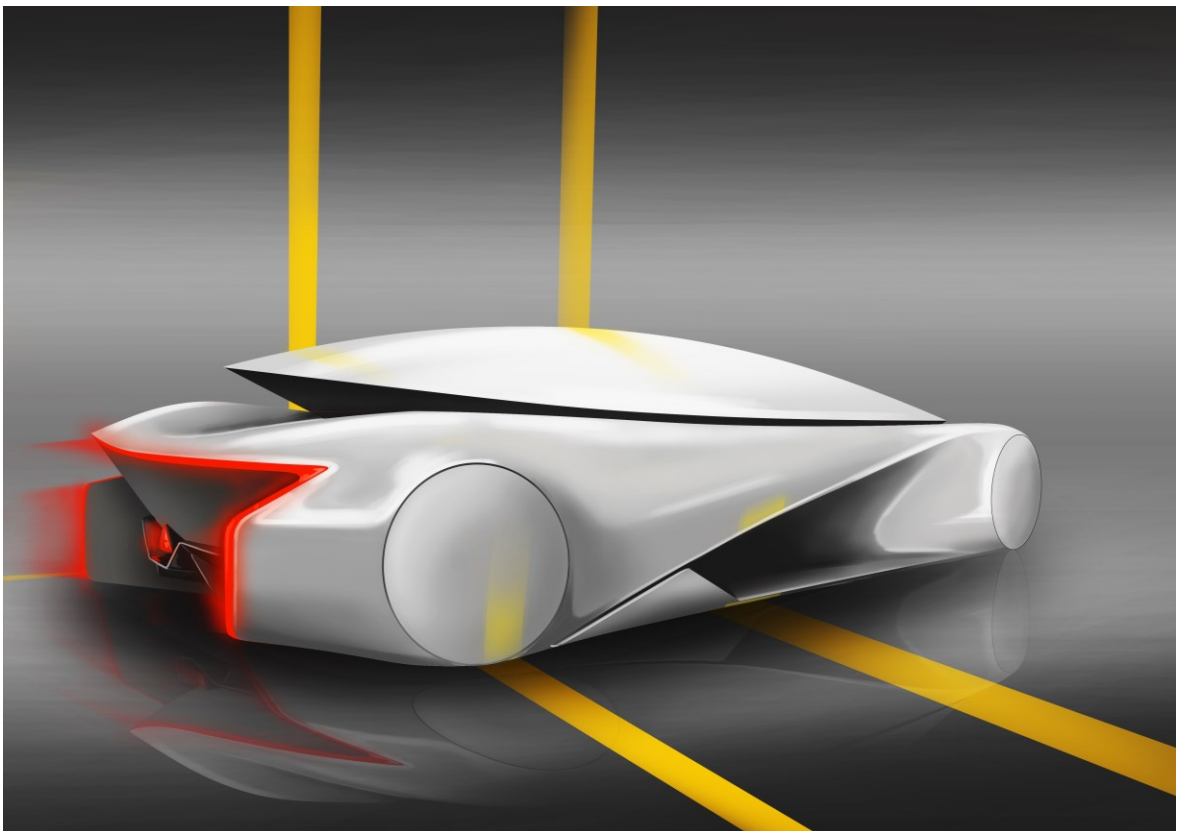
5.2 Skice

Proces skicování je pro mě ten nejdůležitější. Je to činnost, která mě doprovází po celou dobu tvorby automobilu. Začíná v momentě, kdy si potřebuji zaznačit mé nápady a představy. Dostat tyto myšlenky na papír je totiž ta nejjednodušší a nejrychlejší možná varianta. Pokračuji desítkami, možná stovkami pokreslených papírů, kde zkouším různé varianty, jak by můj koncept automobilu mohl vypadat a fungovat. Kresba my může být užitečná i při tvorbě modelu či prototypu, a to v případě, že si například potřebuji ujasnit průběh linie, tvaru či umístění funkčního prvku.

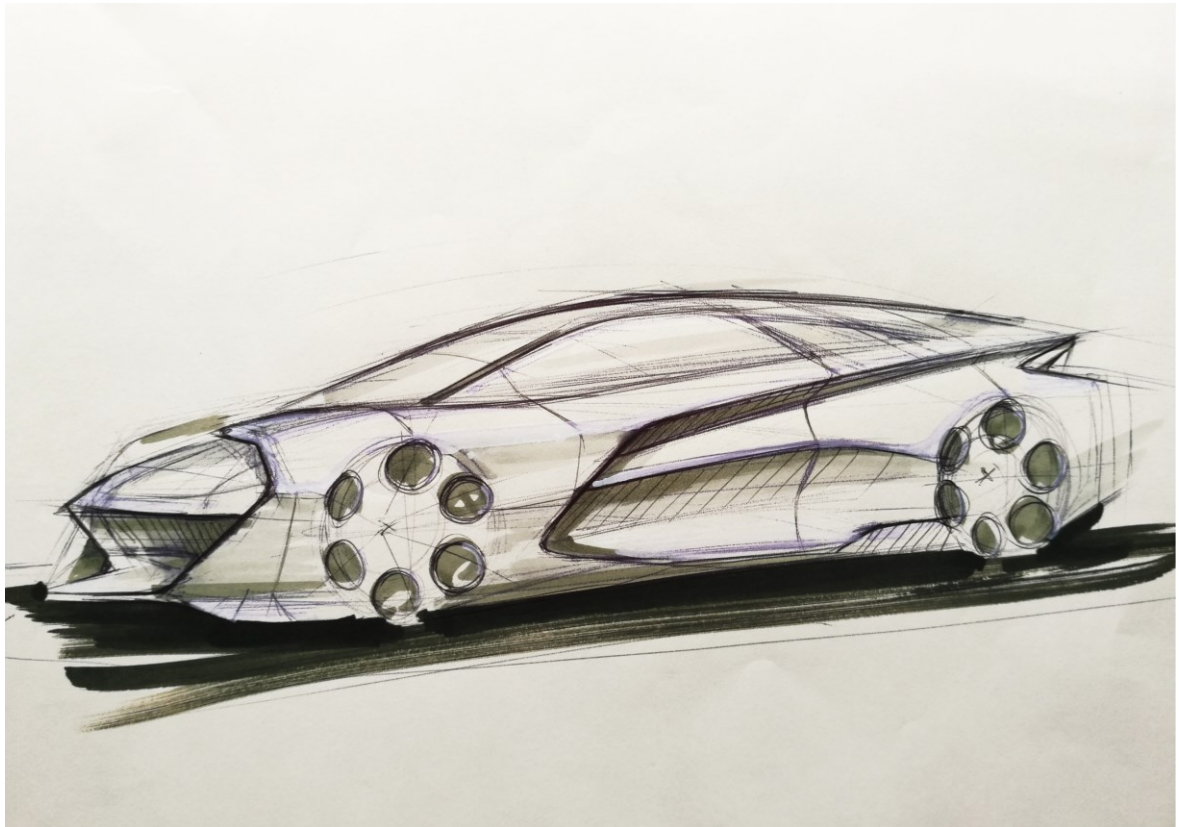
Kresby níže ukazují určitý vývoj mého konceptu. I když se nejedná o finální návrhy, tak už na těchto skicách můžeme vidět proporce sportovního vozu třídy GT. Také už zde pracuji s charakteristickými prvky, jako jsou křídýlka nad sníženou kapotou, nebo prodloužená část karosérie za zadními koly. Tyto prvky najdeme i na finálním modelu, kde však prošly malými úpravami.



Obr. 30. První kresba typu s křídýlky



Obr. 31. Návrh zadní části vozu, z kterého jsem vycházel



Obr. 32. Téměř finální návrh

5.3 Model

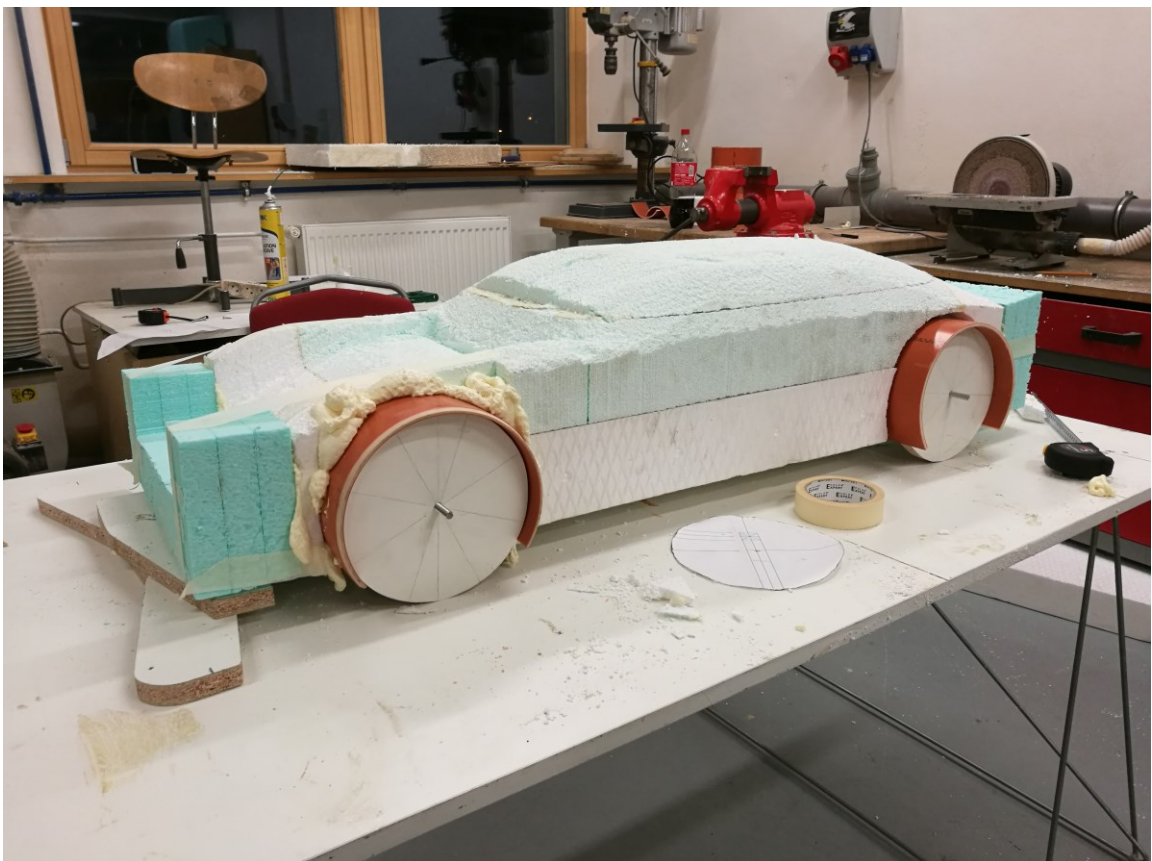
Finálním výstupem tohoto konceptu je clayový model v měřítku 1:4. Model tvoří jádro z extrudovaného polystyrenu, na který jsem posléze nanášel samotný clay. Jedná se o čistě ruční práci, aniž by bylo jádro či model frézovány. Jediným prvkem, který není ručně vyroben, jsou kola. Ty jsou tvořeny technologií 3D tisku.

Začátek byl asi nejnáročnější, jelikož jsem musel stanovit přesné rozměry vozu. Například délka a výška nebyla problém, protože s ní se dá pak dál pracovat. Nejdůležitější byl rozvor a samotná šířka vozu. To proto, že tyto dva parametry mi dávají přesné umístění podběhů, které jsou napevno zakomponovány do jádra modelu. V samotném jádru se ještě nachází kovová konstrukce, která zajišťuje tuhost modelu a možnost pevného přichycení k podstavě.

S hotovým jádrem přichází na řadu samotné modelování. Tento proces se stejně jako kresba neodmyslitelnou součástí tvorby automobilů. Tímto způsobem si mohu ověřit návaznost tvarů, linie či samotné proporce vozu. Umožňuje mi to hledat nové tvary, které v kresbě, dokonce ani ve 3D programech nenalezneme.

Se samotným materiálem jako je clay se pracuje velmi dobře. Po rozehrátí se velmi snadno nanáší a jeho obrovskou výhodou je pevnost po vychladnutí. To mi umožňuje pomocí speciálních nástrojů ubírat různé nánosy materiálu, tvořit velmi přesné a ostré hrany, nebo čisté, hladké plochy. Nejsložitější částí je vytvořit totožnou druhou polovinu vozu. Kde je zapotřebí různého odměřování a samozřejmě přítomnost dobrého oka.

Na následujících fotkách můžete ve zkratce vidět proces, kterým model prošel. Jedná se o téměř finální verzi jádra a o proces hledání tvarů přední části vozu. Kola jsou prozatím jen polystyrenové náhrady, aby se nepoškodily finální 3D tištěné verze. Přes střed vozu jsou zapuštěny destičky, které mi přesně značí střed karosérie. To mi umožňuje přesněji a jednodušeji kopírovat druhou polovinu karosérie.



Obr. 33. Téměř finální verze jádra

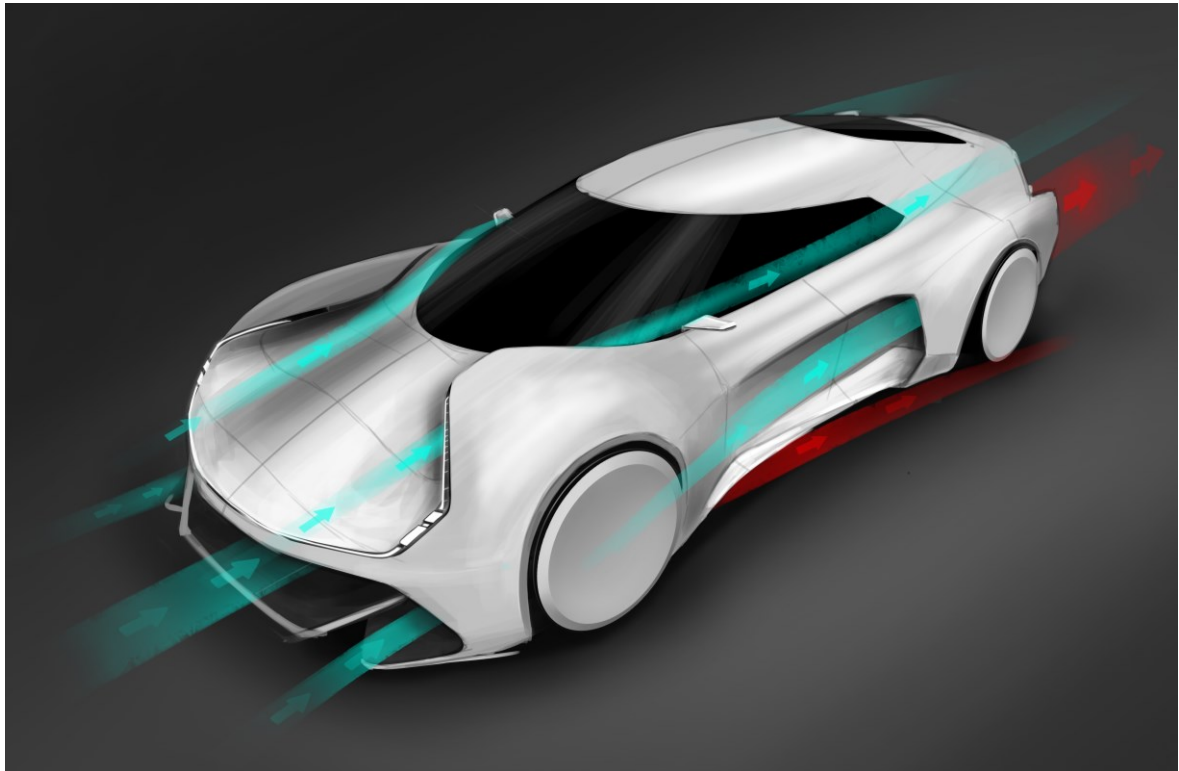


Obr. 34. Clayový model ve fázi modelace

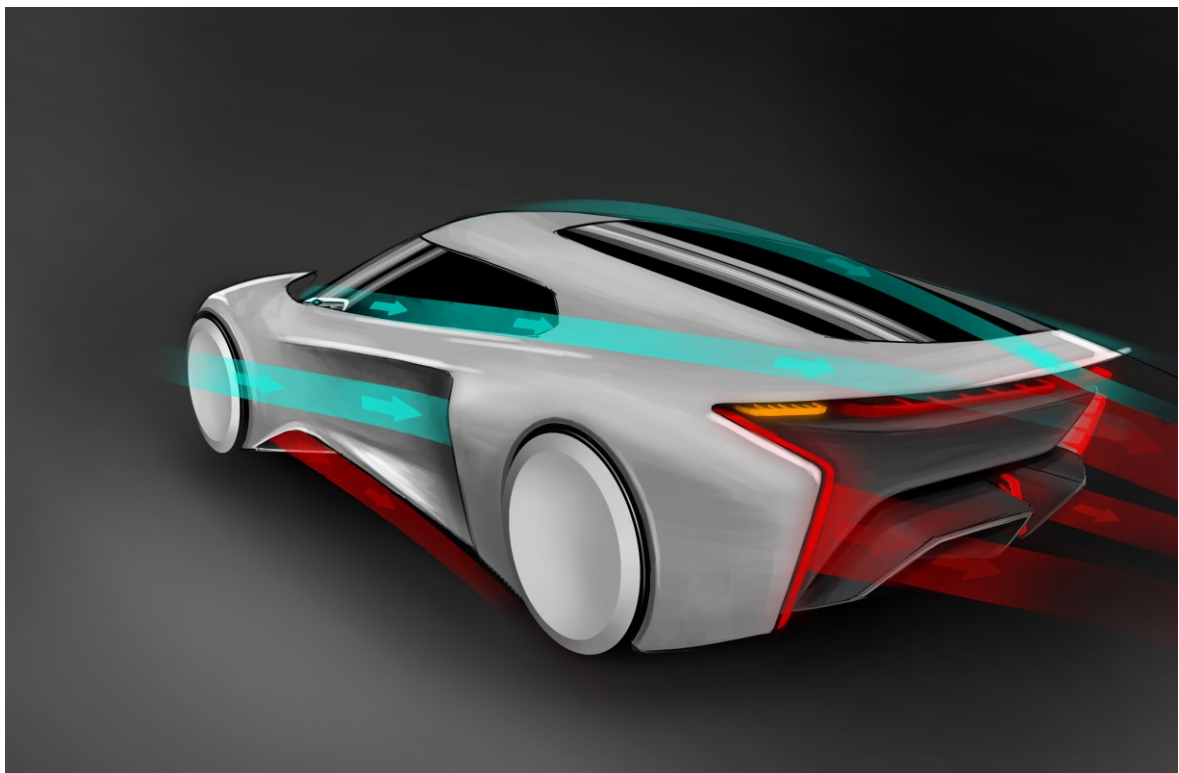
5.4 Vizualizace proudění vzduchu

Nejedná se o aerodynamickou zkoušku. Tyto vizualizace jsou ukázkou proudění studeného a teplého vzduchu automobilem. Vyobrazuje obtékání i nasávání studeného vzduchu do vozidla a jeho následné zahřívání a usměrňování po prostupu skrze karoserii vozu.

Na přední části vozu můžeme vidět tři otvory. Otvory po stranách slouží k nasávání studeného vzduchu, který nám zajišťuje chlazení předních brzdových kotoučů. Ten následně vychází už teplý, hned za předními koly ve spodní části vozu. Další a zároveň největší otvor ve přední části, slouží k urychlování proudícího vzduchu pod automobilem. Ten následně vychází přes zadní difuzor. Pod automobilem následně vzniká podtlak, ten nám tlačí automobil na vozovku a zároveň snižuje aerodynamický odpor vzduchu. Z hlediska aerodynamiky je to nejužitečnější část vozu. Následně můžeme vidět masivní otvor před zadními koly. Ten slouží jako nasávání dostatku vzduchu pro chladiče baterií a motorů, který následně vychází v zadní části vozu.



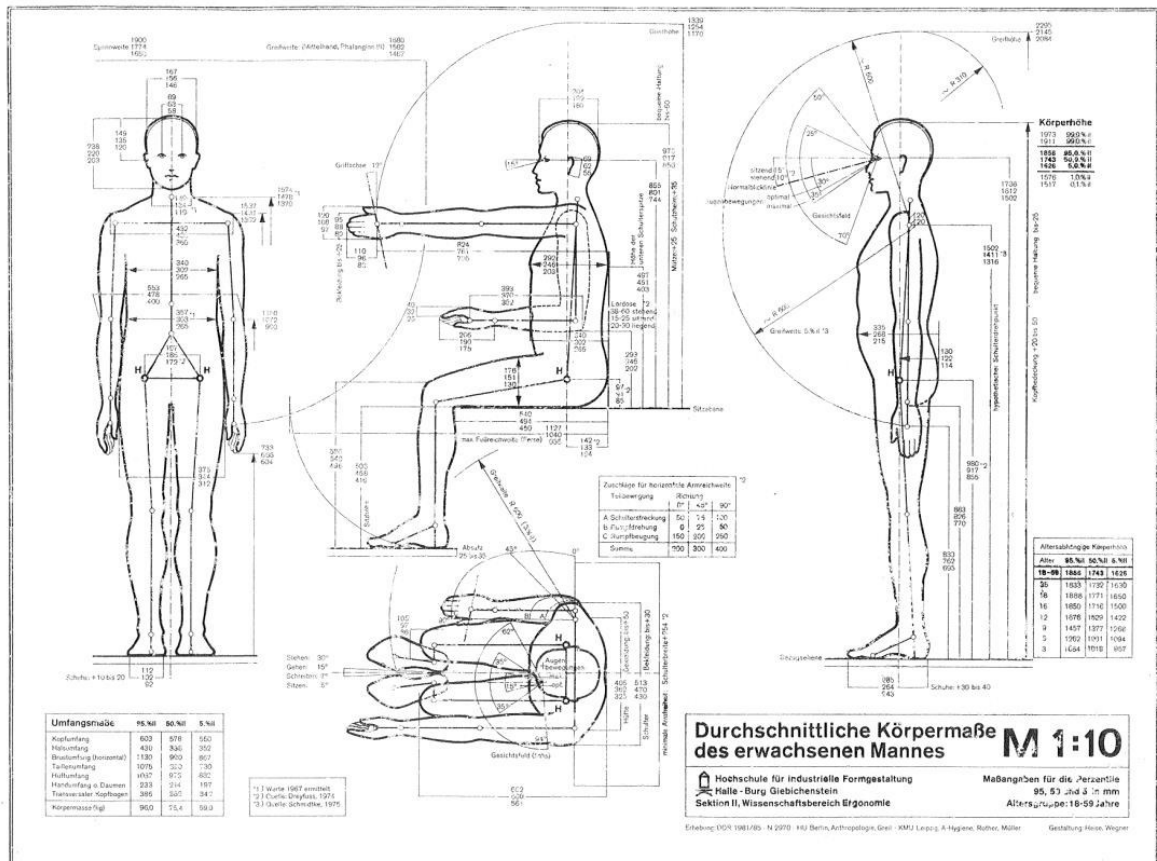
Obr. 35. Vizualizace proudění vzduchu 1



Obr. 36. Vizualizace proudění vzduchu 2

6 ERGONOMIE

„Definice ergonomie podle Mezinárodní ergonomické asociace (IEA) z roku 2000 zní: Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakcí člověka a dalších složek v systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolu, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je tedy systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti.“ V rámci holistického (celostního) přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory.“ [2]

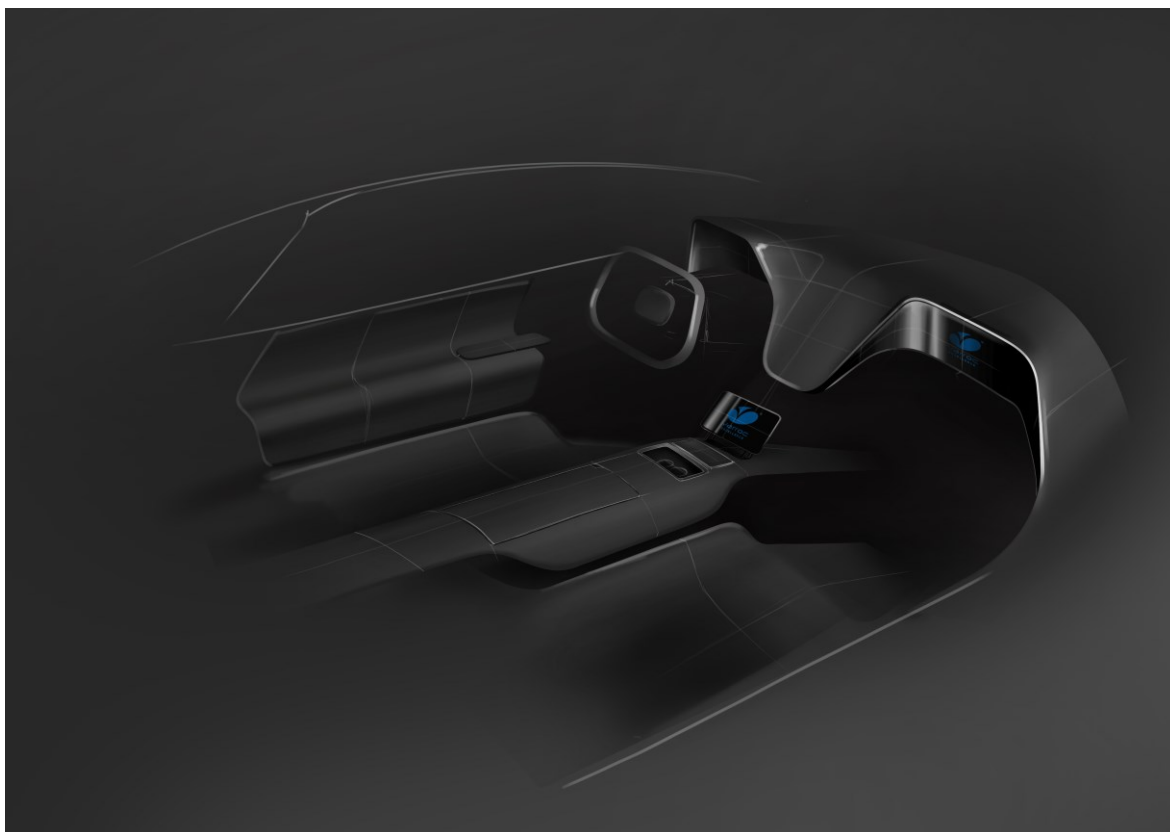


Obr. 37. Ergonomická studie 95% percentilového muže

6.1 Interiér vozu

Na první kresbě můžeme vidět vizi interiéru pro tento vůz. Jedná se spíše o vizualizaci a rozmístění jednotlivých prvků v interiéru. Hlavním ovládacím prvkem klimatizace, rádia a dalších věcí je menší displej, který se nachází na středovém tunelu. Tímto jsem chtěl eli-

minovat klasický středový panel a nahradit ho elegantně tvarovanou plochou. Ta se rozchází na dvě strany. Na řidičově pomáhá tvořit prostor pro virtuální kokpit a na straně spolujezdce nám plynule přechází do displeje. Ten slouží pro případné zabavení spolujezdce na dlouhých cestách.

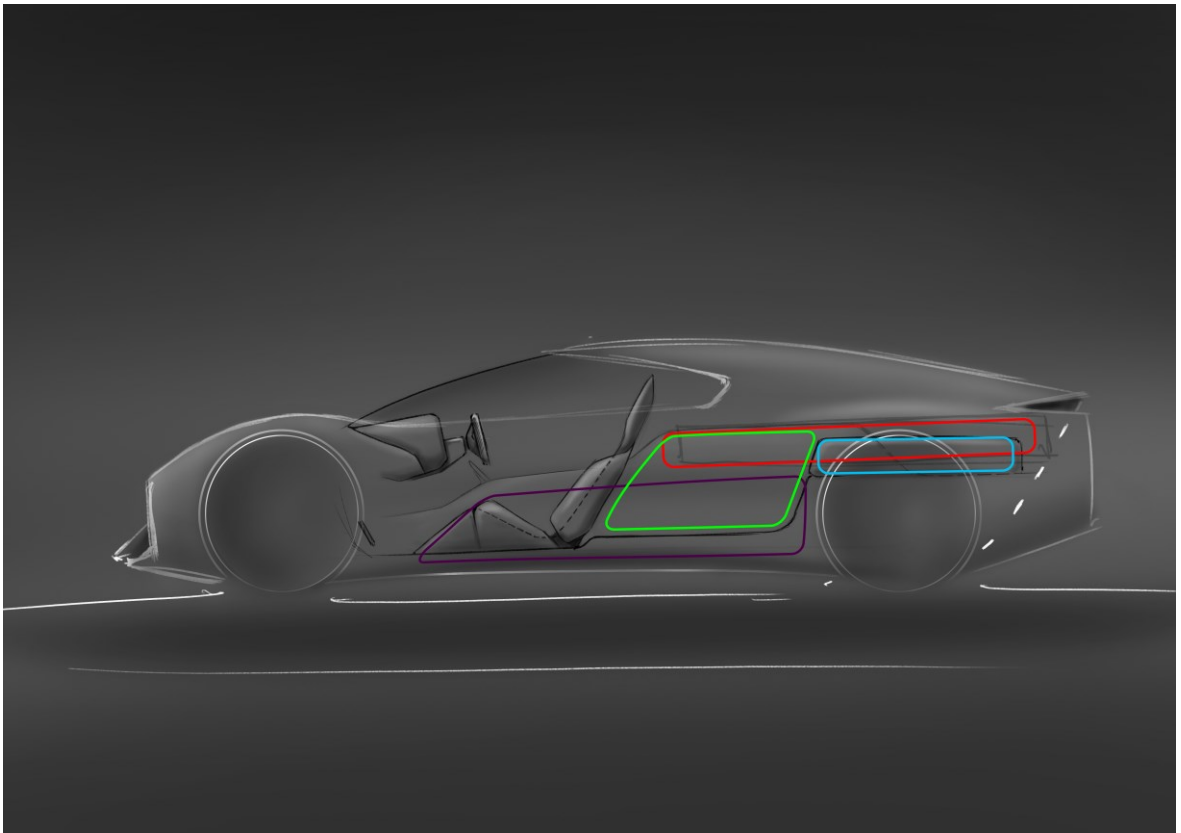


Obr. 38. Vizualizace interiéru

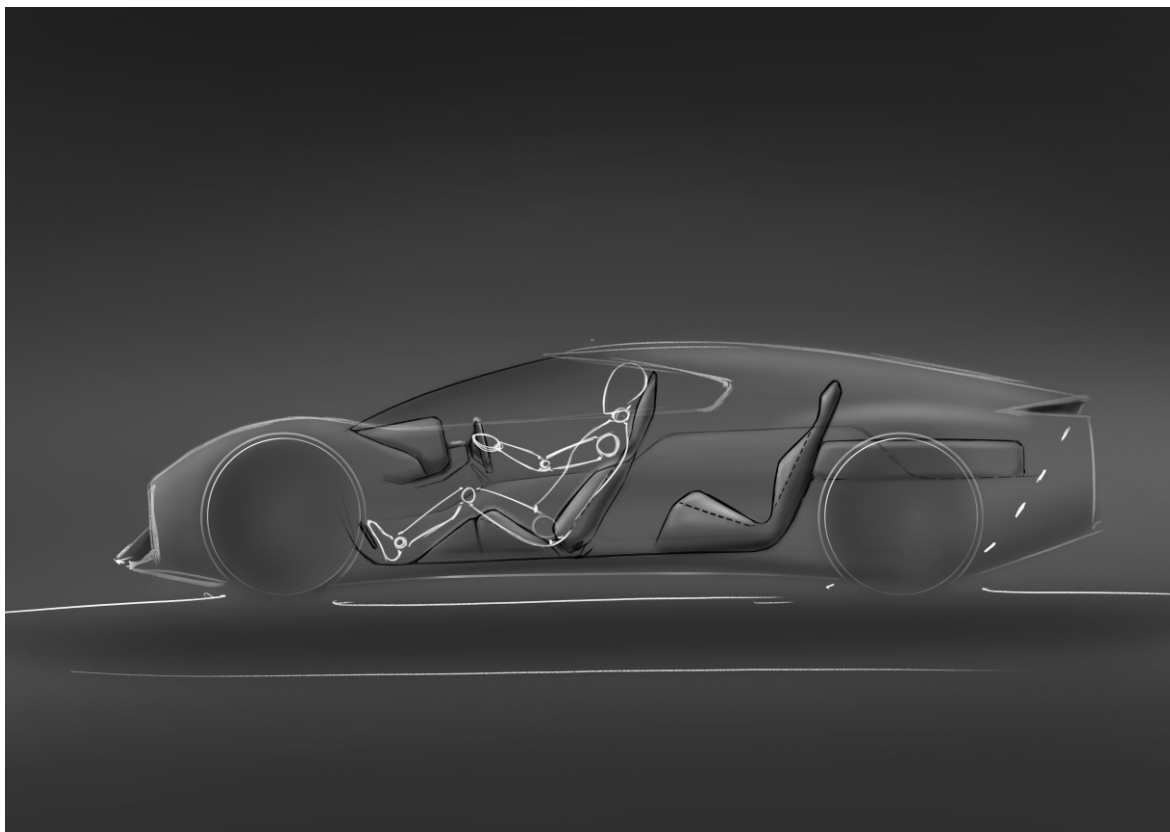
Na dalších kresbách se nachází rozložení interiéru s postavou. Jako auto primárně navrhované pro dvě osoby, tak za předními sedadly můžeme najít prostor, který má primárně sloužit jako zavazadlový. Ten najdeme za oběma sedadly a dohromady tvoří prostor objemu 640 l. Například dnešní Škoda Superb kombi může nabídnout zavazadlový prostor o objemu 660 l. V případě, že chcete převést své děti nebo jakoukoli jinou osobu, která je menšího vzrůstu, můžete využít odnímatelných sedaček. Ty se dají jednoduše instalovat do tohoto zavazadlového prostoru. Toto řešení jsem zvolil z důvodu umístění ski boxu do zadní části vozu. Ten je dostatečně prostorný a bez problémů se do něj vlezou dva snowboardy, popřípadě dva páry lyží s hůlkami. Na stranách ski boxu se také nachází prostor pro dvě elektrické koloběžky. Ty vám v cizích městech usnadní vaši přepravu.

Prostor vyznačený zelenou barvou znázorňuje místo určené pro zavazadla, popřípadě pro odnímatelné sedadlo jako můžete vidět na druhé kresbě. Červená značí prostor, kde se na-

chází ski box a modrá barva nám ukazuje místo pro koloběžky. Fialová barva znázorňuje prostor určený pro bateriový box.



Obr. 39. Znázornění prostoru interiéru se zavazadlovým prostorem

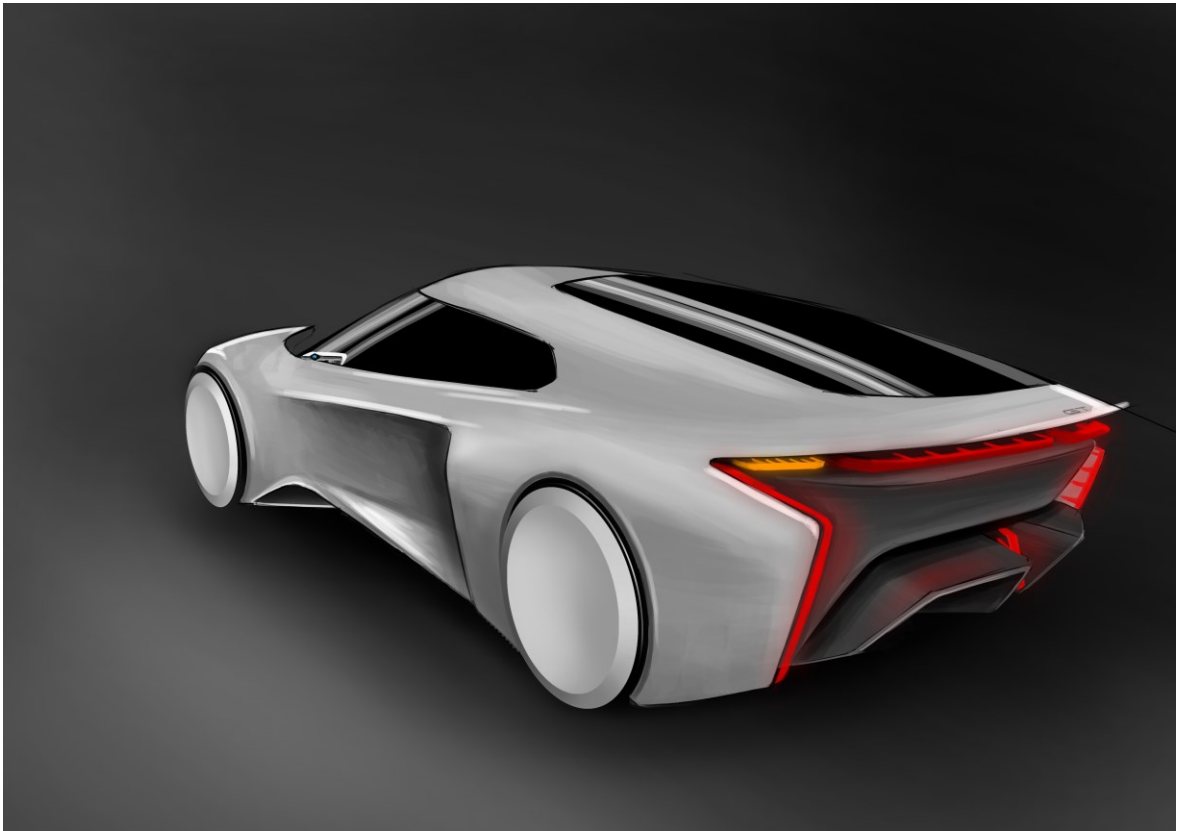


Obr. 40. Znáznornění prostoru interiéru se zadním sedadlem

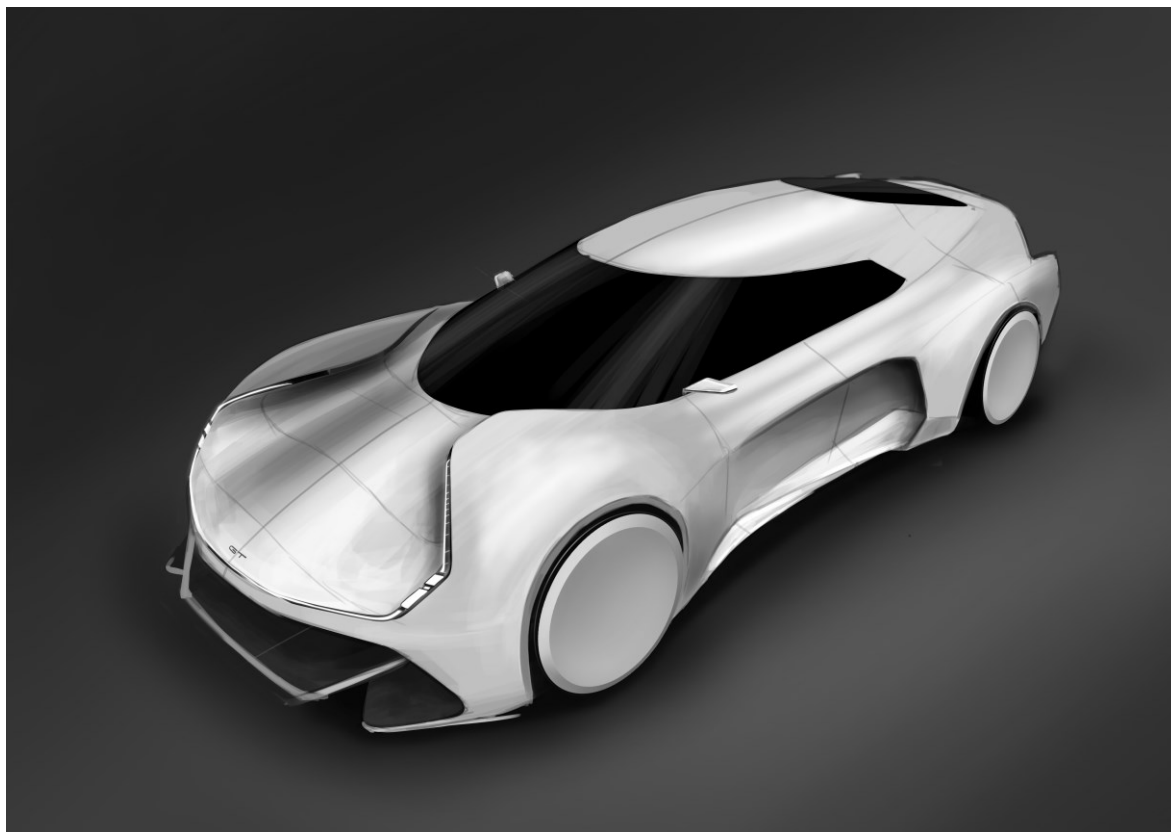
7 VIZUALIZACE FINÁLNÍHO NÁVRHU

Zde můžete vidět dvě vizualizace mého finálního návrhu. Snažil jsem se o to, aby tento vůz byl lehce zapamatovatelný. Myslím si, že se mi to podařilo docílit díky výrazné přídí a zádi. Díky spojení organických tvarů s kapkou agrese. Hlavními prvky, které tvoří charakter vozu jsou bezkonkurenčně křídélka nad kapotou a za zadními koly. Vizuál těchto křídélek je podpořen světelnou linií, která se táhne přes celou šířku vozu.

Design kol vozu je navržen tak, aby podpořil čistotu karosérie. Kola jsou bez paprsková, krytá. Díky lehkému vytažení z podběhů a otvorem po krajích disků, dokážou tyto kola nasávat mírné množství vzduchu a dochlazovat brzdy.



Obr. 41. Vizualizace návrhu – zadní tříčtvrťka



Obr. 42. Vizualizace návrhu – přední třičtvrtka

8 TECHICKÁ DOKUMENTACE

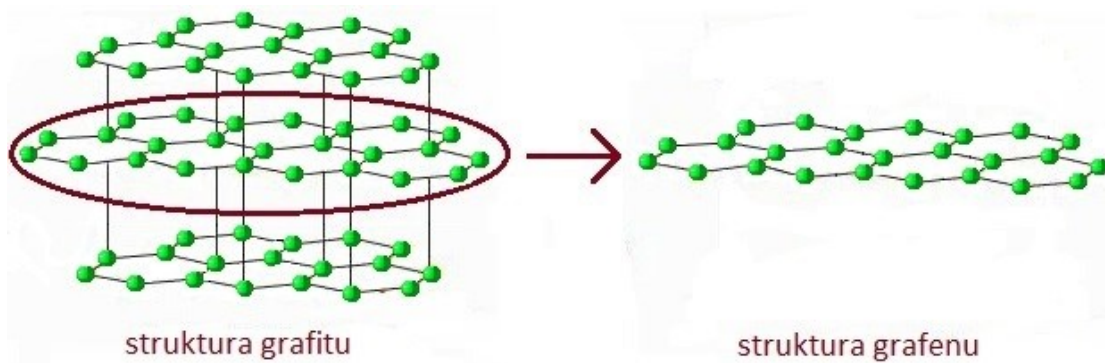
V této kapitole se dostaneme k technickým parametrům mého konceptu.

8.1 Baterie a motory

V autě se nacházejí čtyři elektrické motory. Dva se nacházejí mezi předními koly a dva další pak máme mezi zadními. Bateriový box se nachází v prostorách středového tunelu a prostorem pod ski boxem. Vývoj nových baterií jde neustále dopředu a to jak ve zvyšování kapacity, tak ve zmenšování velikosti bateriových boxů. V dnešní době se pracuje na bateriích, které by například u Tesly Modelu S zvýšili dojezd z 550 km až na 1000 km. To samé platí i o rychlosti dobíjení. Příkladem může být Izraelská firma StoreDot. Ta vyvinula baterie, které se zvládnou dobít v řádu několika minut, zatím co dnes jezdící elektromobily potřebují na plné dobití několik desítek minut. [32]

8.2 Grafen

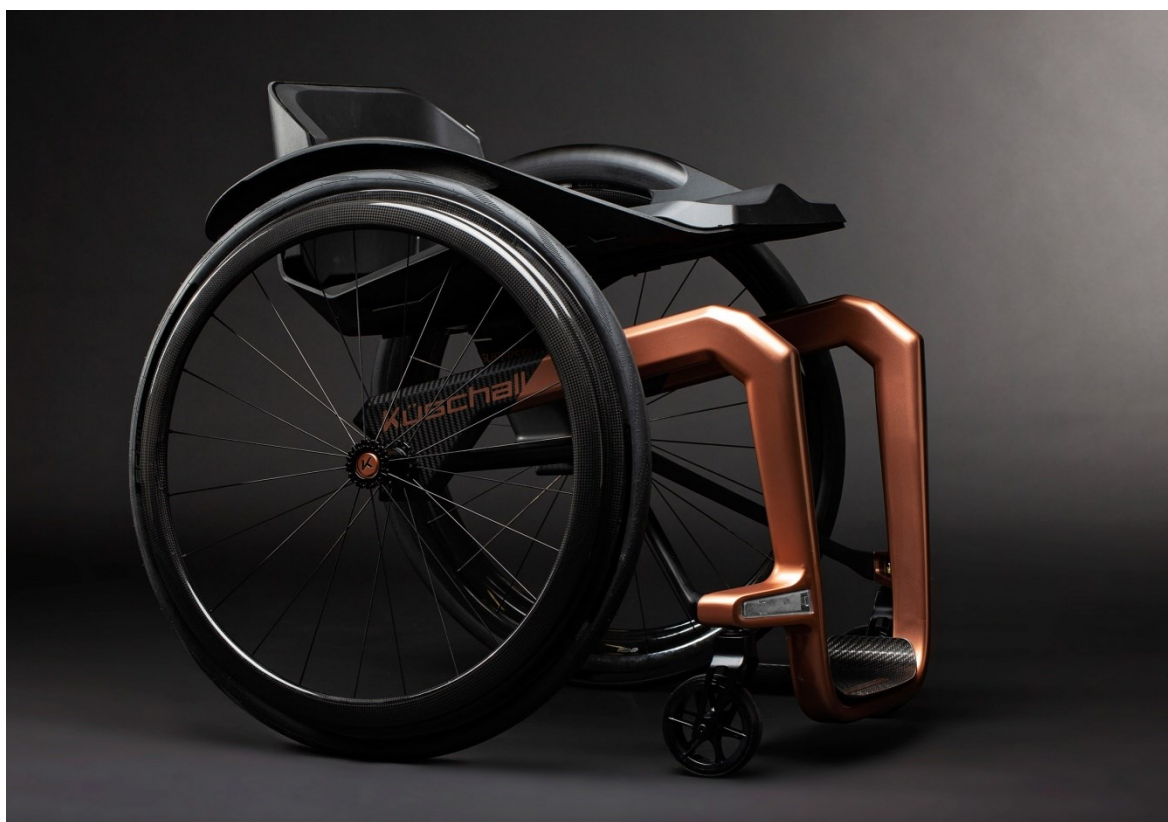
Jelikož je tento koncept tvořen pro rok 2025, tak se dá počítat s využitím grafenu při konstrukci karosérie. Tento materiál je tvořen pouze jednou vrstvou atomu uhlíku a tak patří mezi takzvané 2D materiály. Jde o jeden z nejpozoruhodnějších materiálů dnešní doby, který je 200krát pevnější než ocel. I při této pevnosti je však o 20 procent lehčí než karbon. [33] To by nám mohlo v budoucnu pomoci s odlehčením už tak těžkých elektrických vozů. Zároveň vědci vidí velký potenciál tohoto materiálu při zdokonalování baterií, které mají mít až 10krát větší kapacitu oproti dnešním bateriím. Problémem tohoto materiálu je prozatím složitá výroba, která je však každým rokem zlepšuje a tím se postupně přibližujeme k produkčnímu využití. Dnes už můžeme najít produkty, které jsou z grafenu vyrobeny, popřípadě alespoň části produktů. Avšak výrobní technologie těchto prvků či produktů si firmy prozatím nechávají pro sebe.



Obr. 43. Srovnání struktury grafitu a grafenu

8.2.1 Invalidní vozík Superstar od firmy Kuschall

Jedná se o zásadní krok ve výrobě celografenových produktů. Tento vozík patří mezi první produkty vyrobené kompletně z grafenu. Díky tomuto se váha vozíku dostala pouze na 1,5 kilogramu. Oproti vozíčkům vyrobeným z uhlíkového vlákna ušetřili 30 procent hmotnosti a přitom posílili konstrukci o 20 procent. [34] Výroba vozíku je firemním tajemstvím, ale soudě podle struktury materiálu mi hodně připomíná karbonový či kevlarový kompozit.



Obr. 44. Grafenový vozík Superstar

8.2.2 BAC Mono

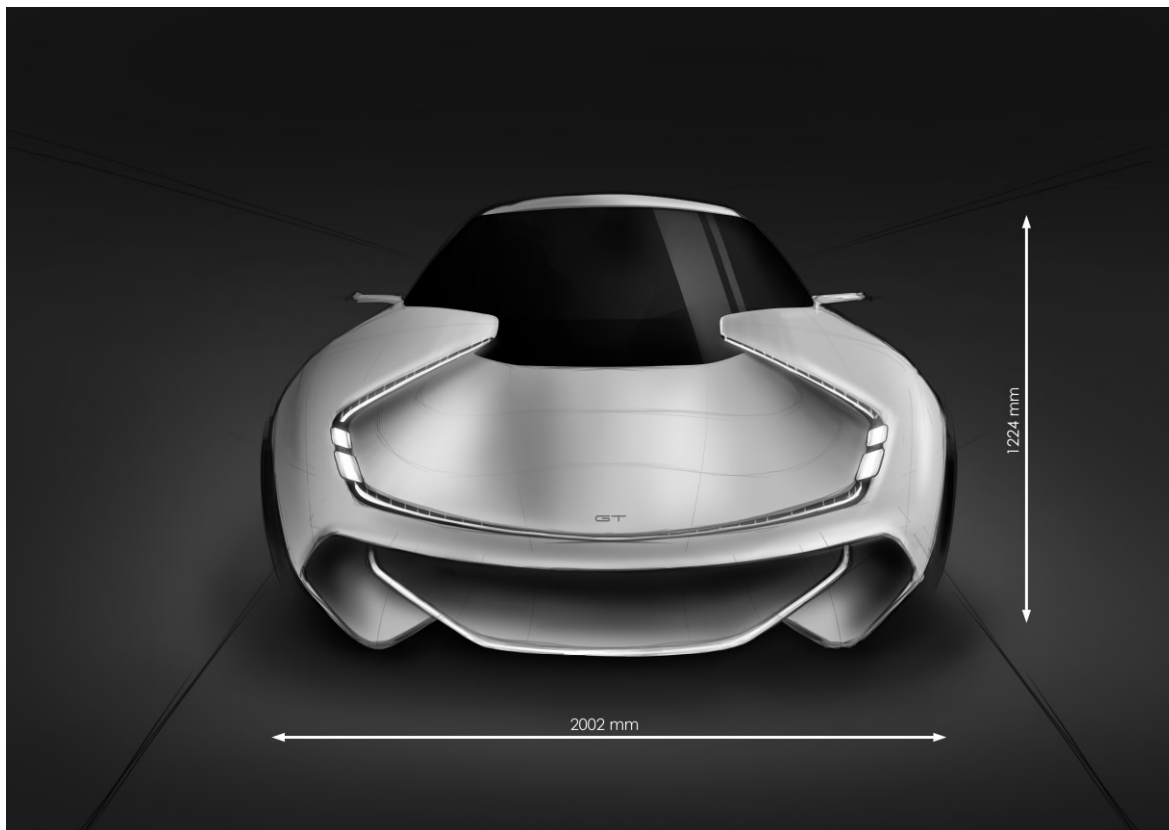
Jde o britský, jednomístný silniční speciál, který splňuje požadavky pro provoz na silničních komunikacích. Na tomto vozu byl jako poprvé v historii použit grafen. [35] I když jsou z tohoto materiálu vyrobeny jen zadní blatníky, tak je to obrovský pokrok. Zároveň nám to ukazuje možnou budoucnost využití grafenu při výrobě lehčích a pevnějších karosérií.



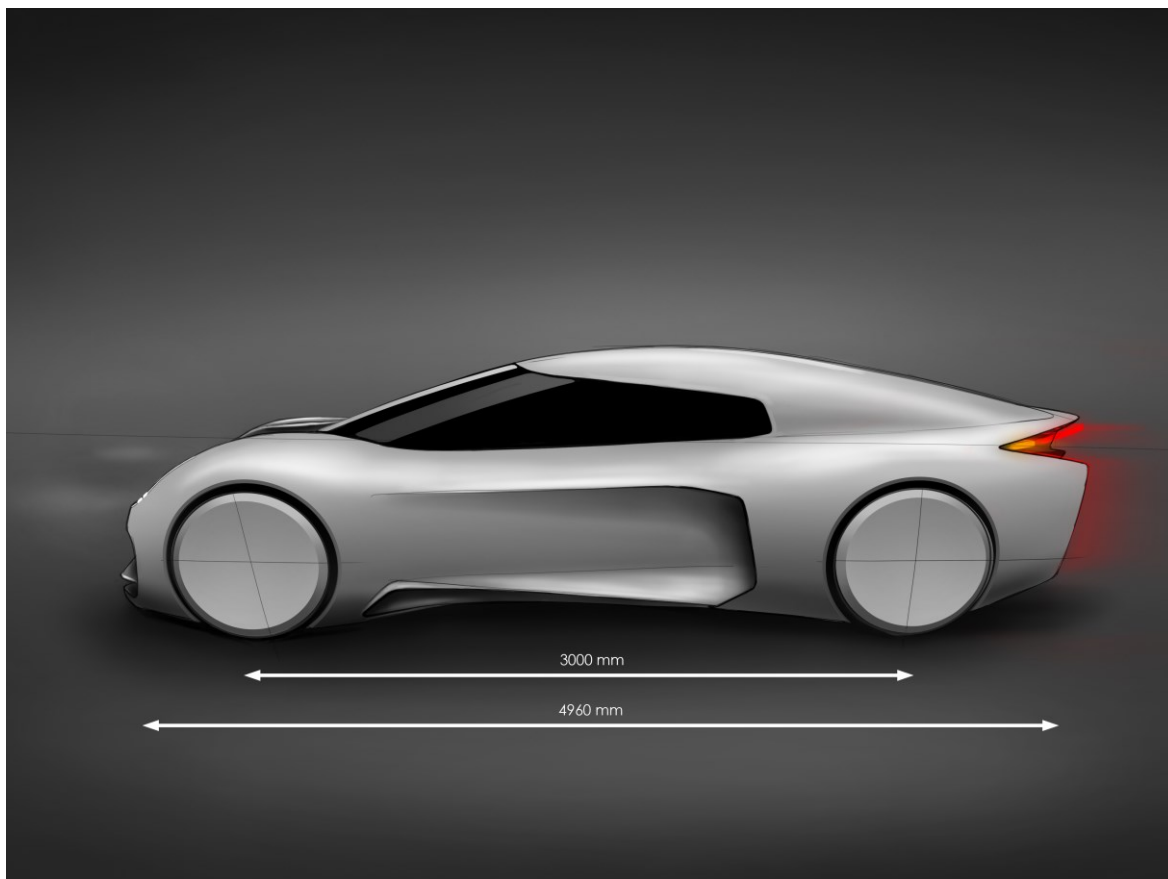
Obr. 45. BAC Mono

8.3 Rozměry vozu

Rozměry tohoto konceptu jsou stále v normách a souladu s legislativou EU. I když například šířka vozu dosahuje určitého maxima pro užívání na našich silnicích.



Obr. 46. Rozměry – čelní pohled



Obr. 47. Rozměry – boční pohled

ZÁVĚR

Hned po nástupu na Ateliér Průmyslový design ve Zlíně jsem věděl, že mojí závěrečnou bakalářskou prací musí být design automobilu. V té době jsem ještě nevěděl, jak se dostanu k takovému projektu, ani jaký typ automobilu to bude. Nakonec se díky firmě Varroc Lighting Systems s.r.o. objevila příležitost a bylo rozhodnuto. Vytvořím vlastní koncept automobilu.

Už před startem tohoto projektu se mi honily hlavou myšlenky na dvoumístné sportovní kupé s dostatečným zavazadlovým prostorem. Ten by měl být dostatečně velký, aby se do něj vešlo i lyžařské vybavení. Z vlastní zkušenosti vím, že zadní sedadla mého vozu používám jako další zavazadlový prostor a pro přepravu osob ho prakticky nevyužívám. Tak jsem si řekl, proč toho nevyužít, a zkusit udělat dvoumístné GT.

V průběhu navrhování se toho moc měnilo. Tvořil jsem nové varianty a pak se zase vracel k těm předchozím, ale vůbec mně to neomrzelo. Ujistil jsem se, že automobil je ten produkt, který se chci tvořit a zdokonalovat. V průběhu konzultací s mými vedoucími jsem se naučil obrovskou spoustu nových věcí a určitě mě to v tvorbě posune dál.

Toto je má první zkušenost s tak komplexním projektem jako je design automobilu. Změnilo mi to pohled na věc a už vím, že to není jenom o tom nakreslit pěkné auto.

Závěrem práce na tomto projektu mi došlo, jak moc jsem vděčný za tři roky strávené studiem pod vedením pana doc. MgA. Martina Surmana ArtD. Až při tomto projektu mi došlo, kolik jsem se toho tady naučil a jsem za to opravdu vděčný. Děkuji za poskytnutou šanci tady studovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠUMAN-HREBLAY, Marián. *Aerodynamické automobily: československá osobní a sportovní vozidla s aerodynamickými karoseriemi*. Brno: CPress, 2013. Autosalon (CPress). ISBN 978-80-264-0166-7.
- [2] Ergonomie | RNDr. Vladimír Šedivý, CSc.. *Antropologie, Ergonomie, Ekologie, poradenství, výuka* | RNDr. Vladimír Šedivý, CSc. [online]. Copyright © AEE Šedivý 2010 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <http://www.aee-sedivy.cz/ergonomie/>
- [17] WILLSON, Quentin. *Auta legendy*. Praha: Knížní klub, 2002. ISBN 80-242-0870-9.
- [3] Nicolas Joseph Cugnot – otec automobilu | Historie | Veteráni i veterán - Oldtimers - Historická vozidla. *Veteráni i veterán - Oldtimers - Historická vozidla* [online]. Copyright © 2000 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <http://www.eurooldtimers.com/cze/historie-clanek/773-nicolas-joseph-cugnot--otec-automobilu.html>
- [4] Historie elektromobilů: 1. díl – úsvit elektromobilů | fDrive.cz. *fDrive.cz – Elektromobily, autonomní řízení a doprava budoucnosti* [online]. Copyright © 2019 24net s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/1-era-elektromobilu-185>
- [5] Stručná historie elektromobilů | Asociace pro elektromobilitu České republiky. *Aktuálně* | *Asociace pro elektromobilitu České republiky* [online]. Copyright © 2015. All Rights Reserved. [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <http://www.elektromobily-os.cz/stru%C4%8Dn%C3%A1-historie-elektromobilu>
- [6] Karl Benz: Jeden z otců automobilu se narodil před 170 lety | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/karl-benz-jeden-z-otcu-automobilu-se-narodil-pred-170-lety-84276>
- [7] První český automobil vyjel před 120 lety, položil základy Tatry – Novinky.cz . *Novinky.cz – nejčtenější zprávy na českém internetu* [online]. Copyright © 2003 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/472481-prvni-cesky-automobil-vyjel-pred-120-lety-polozil-zaklady-tatry.html>

- [8] Historie hybridních aut, 1. díl | Hybrid.cz. *Hybrid.cz | Elektromobily, elektrokola, elektroskútry, auta na plyn CNG, LPG, testy* [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/clanky/historie-hybridnich-aut-1-dil>
- [9] NICHTIGALL, Jaroslav. *Jednotný vizuální styl v oblasti průmyslového designu*. Brno, 2006. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Ústav konstruování. Školitel práce Doc. Ing. Arch. Jan Rajlich.
- [10] RM Sotheby's - 1931 Alfa Romeo 6C 1750 GT Cabriolet by Carrozzeria Castagna | Monaco 2012. *RM Sotheby's* [online]. Dostupné z: <https://rmsothebys.com/en/auctions/MC12/Monaco/lots/r393-1931-alfa-romeo-6c-1750-gt-cabriolet-by-carrozzeria-castagna/281090>
- [11] Úvodní stránka | Maserati club CZ [online]. Copyright © 2019 maserati [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <http://www.maserati-club.cz/historie/>
- [12] Ferrari 166 – první ze slavného rodu | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/ferrari-166-prvni-ze-slavneho-rodu-1311>
- [13] [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://veteran.auto.cz/clanek/432/lancia-aurelia-b20-gt-zlata-klasika>
- [14] [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: https://auta5p.eu/katalog/zagato/fiat_8v_01.php
- [15] Bentley Continental – sportovní šlechtic (1. díl: typy R a S z let 1952 – 1965) | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/bentley-continental-sportovni-slechtic-1-dil-typy-r-a-s-z-let-1952-1965-1689>
- [16] Mercedes-Benz 300 SL - Superlehká okřídlená legenda | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/mercedes-benz-300-sl-superlehka-okridlena-legenda-930>
- [18] *Autoweb.cz - Magazín o autech* [online]. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/legendy-minulosti-porsche-911>
- [19] Porsche 911: historie sportovní legendy | Autoforum.cz. *Autoforum.cz* [online]. Copyright ©1996 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/fascinace/porsche-911-historie-sportovni-legendy/>

[20] Aston Martin DB11 oficiálně: Nejhezčí kupé světa s 5.2 V12 (447 kW) | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/aston-martin-db11-oficialne-nejhezci-kupe-sveta-s-5-2-v12-447-kw-93304>

[21] Mercedes-AMG GT: design vozidla . *Osobní vozy Mercedes-Benz* [online]. Copyright © 2019. Mercedes [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/amg-gt/amg-gt-coupe/explore/design.module.html>

[22] Jízdní dojmy s Bentley Continental GT: Na skok v lepším světě | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/jizdni-dojmy-s-bentley-continental-gt-na-skok-v-lepsim-svete-124591>

[23] [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/812-superfast-ferrari-supersport.A170314_004149_automoto_fdv

[24] Řídili jsme nejrychlejší hybridní sedan světa, stovku zvládne za 3,4 sekundy – Novinky.cz . *Novinky.cz – nejčtenější zprávy na českém internetu* [online]. Copyright © 2003 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/450178-ridili-jsme-nejrychlejsi-hybridni-sedan-sveta-stovku-zvladne-za-3-4-sekundy.html>

[25] Nové Porsche 911 vypadá zase stejně a je o další kus lepší - Autobible.cz. *Autobible.cz - Předjedeme vaše představy!* [online]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/nove-porsche-911-vypada-zase-stejne-zase-dalsi-kus-lepsi/>

[26] Povinné omezovače rychlosti už od roku 2022. *Garáž.cz* [online]. Copyright © 1996 [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/uz-za-tri-roky-nam-budou-auta-aktivne-hlidat-rychlost-21001426>

[27] Porsche Taycan má být prý levnější, než jsme si mysleli | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/porsche-taycan-ma-byt-pry-levnejsi-nez-jsme-si-mysleli-125266>

[28] Audi e-tron GT Concept je studií elektromobilu třídy GT. Výroba od roku 2020! | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001

[cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/audi-e-tron-gt-concept-je-studii-elektromobilu-tridy-gt-vyroba-od-roku-2020-126133>

[29] Jak funguje aerodynamický přítlak? | Magazín AutoTrip.cz. *AutoTrip.cz | Automobilový magazín* [online]. Copyright © AutoTrip.cz 2014 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://autotrip.cz/jak-funguje-aerodynamicky-pritlak/>

[30] Tatra 77 a 85 let od velké aerodynamické revoluce. *Garáž.cz* [online]. Copyright © 1996 [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/tatra-77-pred-85-lety-nastartovala-aerodynamickou-revoluci-21001257>

[31] VYZKOUŠELI JSME: jedinečný Volkswagen XL1 | Hybrid.cz. *Hybrid.cz | Elektromobily, elektrokola, elektroskútry, auta na plyn CNG, LPG, testy* [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/vyzkouseli-jsme-jedinecny-volkswagen-xl1>

[32] Izraelský StoreDot má baterie pro dojezd 500 km, které se nabíjí za pět minut | Hybrid.cz. *Hybrid.cz | Elektromobily, elektrokola, elektroskútry, auta na plyn CNG, LPG, testy* [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/izraelsky-storedot-ma-baterie-pro-dojezd-500-km-ktere-se-nabiji-za-pet-minut>

[33] „Zázračný“ materiál 21. století - Webchemie. *Úvod - Webchemie* [online]. Copyright ©2005 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.webchemie.cz/grafen.html>

[34] Švýcaři vyrobili první invalidní vozík z grafenu. Je nejlehčí na světě a pevnější, než kdyby byl z diamantu | CzechCrunch – magazín o startupech, byznysu a technologiích. *CzechCrunch – magazín o startupech, byznysu a technologiích* [online]. Copyright © Copyright 2014 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.czechcrunch.cz/2018/10/svycari-vyrobili-prvni-invalidni-vozik-z-grafenu-je-nejlehci-na-svete-a-pevnejsi-nez-kdyby-byl-z-diamantu/>

[35] BAC Mono a revoluční nejpevnější materiál světa | Auto.cz. *Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy* [online]. Copyright © 2001 [cit. 03.05.2019]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/bac-mono-a-revolucni-nejpevnejsi-material-sveta-97067>

[36] Jak to bylo za časů dávno minulých. *O čem stránky jsou, jejich skladba a využití* [online]. Copyright © Kateřina Švandová 2010 KatkaSvandova [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: http://autaveskole.jaknahmyz.cz/historie_automobilismu

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Obr.	Obrázek
km/h	Kilometry za hodinu
ccm	Kubický centimetr
cm ³	Kubický centimetr
c_x	Součinitel aerodynamického odporu vzduchu
kW	Kilowatt
GT	Gran Turismo

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Nicolas Joseph Cugnot – první parní automobil	12
<i>http://www.wikiwand.com/fr/Nicolas_Joseph_Cugnot</i>	
Obr. 2. Camille Jenatzy – první automobil který překonal 100 km/h	13
<i>http://www.elektromobily-os.cz/stru%C4%8Dn%C3%A1-historie-elektromobilu</i>	
Obr. 3. Karl Benz – první automobil se spalovacím motorem	13
<i>https://www.auto.cz/karl-benz-jeden-z-otcu-automobilu-se-narodil-pred-170-lety-84276</i>	
Obr. 4. Ferdinand Porsche – první hybridní automobil	14
<i>https://www.autorevue.cz/lohner-porsche-semper-vivus-prvni-hybridni-auto_1</i>	
Obr. 5. Alfa Romeo 6C 1750 GT	15
<i>https://rmsothebys.com/en/auctions/MC12/Monaco/lots/r393-1931-alfa-romeo-6c-1750-gt-cabriolet-by-carrozzeria-castagna/281090</i>	
Obr. 6. Maserati A6 1500	15
<i>http://www.maserati-club.cz/historie/</i>	
Obr. 7. Ferrari 166	16
<i>https://www.auto.cz/ferrari-166-prvni-ze-slavneho-rodu-1311</i>	
Obr. 8. Lancia Aurelia B20 GT	16
<i>http://veteran.auto.cz/clanek/432/lancia-aurelia-b20-gt-zlata-klasika</i>	
Obr. 9. Fiat V8 Zagato	17
<i>https://auta5p.eu/katalog/zagato/fiat_8v_01.php</i>	
Obr. 10. Bentley Continental R-Type	18
<i>https://www.auto.cz/bentley-continental-sportovni-slechtic-1-dil-typy-r-a-s-z-let-1952-1965-1689</i>	
Obr. 11. Mercedes-Benz 300SL	19
<i>https://www.auto.cz/mercedes-benz-300-sl-superlehka-okridlena-legenda-930</i>	
Obr. 12. Aston Martin DB4	19
<i>https://veteran.auto.cz/clanek/461/aston-martin-db4-na-ceste-ke-slave</i>	
Obr. 13. Ferrari 250 GT Lusso	20
<i>https://auta5p.eu/srazy/loucen_2017/loucen_02.php</i>	

Obr. 14. Porsche 911.....	21
<i>https://rmsothebys.com/en/auctions/pa19/paris/lots/r0064-1964-porsche-911-by-reutter/737268</i>	
Obr. 15. Aston Martin DB11	22
<i>https://www.auto.cz/aston-martin-db11-oficialne-nejhezci-kupe-sveta-s-5-2-v12-447-kw-93304</i>	
Obr. 16. Mercedes – AMG GT	23
<i>https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/amg-gt/amg-gt-coupe/explore/design.module.html</i>	
Obr. 17. Bentley Continental GT.....	24
<i>https://www.auto.cz/jizdni-dojmy-s-bentley-continental-gt-na-skok-v-lepsim-svete-124591</i>	
Obr. 18. Ferrari 812 Superfast	25
<i>https://www.classicdriver.com/en/car/ferrari/812-superfast/2018/593469</i>	
Obr. 19. Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid.....	26
<i>https://www.novinky.cz/auto/450178-ridili-jsme-nejrychlejsi-hybridni-sedan-sveta-stovku-zvladne-za-3-4-sekundy.html</i>	
Obr. 20. Porsche 911.....	27
<i>https://autobible.euro.cz/nove-porsche-911-vypada-zase-stejne-zase-dalsi-kus-lepsi/</i>	
Obr. 21. Porsche Taycan.....	28
<i>https://www.auto.cz/porsche-taycan-ma-byt-pry-levnejsi-nez-jsme-si-mysleli-125266</i>	
Obr. 22. Audi e-tron GT Concept	28
<i>https://www.auto.cz/audi-e-tron-gt-concept-je-studii-elektromobilu-tridy-gt-vyroba-od-roku-2020-126133</i>	
Obr. 23. Tatra 77.....	30
<i>https://www.auto.cz/galerie/novinky/39640/tatra-77-1934-1938-futuristicka-perla-z-koprivnice?foto=2</i>	
Obr. 24. Volkswagen XL1	31
<i>http://www.hybrid.cz/vyzkouseli-jsme-jedinecny-volkswagen-xl1 <i>http://www.autoforum.cz/zajimavosti/nova-auta-s-nejnizsim-odporem-vzduchu-vsechny-strci-do-kapsy-stary-cesky-klenot/</i></i>	

Obr. 25. Jon Olsson a jeho R8	34
https://marriednetworth.com/whos-jon-olsson-bio-net-worth-car-house-wife-salary-nationality/	
Obr. 26. Ukázka streamliningu Obr. 27. Zaha Hadid – Heydar Aliyev Center.....	34
http://www.designindex.org/definitions/design/streamline.html	
https://www.dezeen.com/2013/11/14/zaha-hadid-heydar-aliyev-centre-baku/	
Obr. 28. Renault EZ Ultimo.....	35
https://www.renault.cz/vozy/koncepty/ez-ultimo-koncept.html	
Obr. 29. Renault Trezor	36
https://www.topgear.com/car-news/concept/renaults-astonishing-trezor-concept-car	
Obr. 30. První kresba typu s křídýlky	38
Obr. 31. Návrh zadní části vozu, z kterého jsem vycházel	38
Obr. 32. Téměř finální návrh	39
Obr. 33. Téměř finální verze jádra.....	40
Obr. 34. Clayový model ve fázi modelace.....	41
Obr. 35. Vizualizace proudění vzduchu 1	42
Obr. 36. Vizualizace proudění vzduchu 2.....	42
Obr. 37. Ergonomická studie 95% percentilového muže	43
Obr. 38. Vizualizace interiéru	44
Obr. 39. Znázornění prostoru interiéru se zavazadlovým prostorem	45
Obr. 40. Znázornění prostoru interiéru se zadním sedadlem	46
Obr. 41. Vizualizace návrhu – zadní třičtvrtka	47
Obr. 42. Vizualizace návrhu – přední třičtvrtka	48
Obr. 43. Srovnání struktury grafitu a grafenu.....	50
https://www.webchemie.cz/grafen.html	
Obr. 44. Grafenový vozík Superstar	50
https://www.czechcrunch.cz/2018/10/svycari-vyrobili-prvni-invalidni-vozik-z-grafenu-je-nejlehci-na-svete-a-pevnejsi-nez-kdyby-byl-z-diamantu	
Obr. 45. BAC Mono	51
https://www.auto.cz/bac-mono-a-revolucni-nejpevnejsi-material-sveta-97067	
Obr. 46. Rozměry – čelní pohled	52

Obr. 47. Rozměry – boční pohled..... 53

SEZNAM PŘÍLOH

CD-ROM nosič