

# Design sportovního elektromobilu

BcA. Rostislav Zapletal

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Průmyslový design

akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Rostislav Zapletal**  
Osobní číslo: **K15397**  
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design sportovního elektromobilu**

Zásady pro vypracování:

1. Historický vývoj sportovních automobilů
  2. Analýza současné produkce sportovních elektromobilů
  3. Výzkumná část
  4. Stanovení koncepce designérského řešení
  5. Počáteční kresebné studie
  6. Vizualizace finálního designérského návrhu
  7. Ergonomická studie
  8. Technická dokumentace
  9. Model ve zvoleném měřítku
  10. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující celý proces vývoje
- Na samotném nosiči CD ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGP, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samotném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině a angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**GOMOLA, Miroslav. Historie automobilu tatra 1850–1997. 1. vyd. Brno: AGM–Gomola, 2003, 365 s. ISBN 80–85991–01–2. WILLSON, Quentin. Legendární sportovní auta. 1. vyd. Praha: Slovart, 2003, 224 s. ISBN 80–7209–479–3. EDSALL, L., Prototypy – automobilový design 20. a 21. století. 1. vyd. Praha: Rebo Productions, 2004, 219 s. ISBN 80–7234–356–4. KRÁLOVÁ, Věra a Václav KRÁL. Václav Král – designér, který chtěl změnit svět: [kniha připravená z obrázků a textů Václava Krále a vzpomínek blízkých.] Roztoky u Prahy: Signum, c2010. ISBN 978–80–903531–1–4.**

Vedoucí diplomové práce: **MgA. Martin Surman, ArtD.**  
Ateliér Průmyslový design

Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.

*děkanka*



MgA. Martin Surman, ArtD.

*vedoucí ateliéru*




## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit 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.

Ve Zlíně ..... 28. 4. 2017

ROSTISLAV ZAPLETAL   
Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požítovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, jíž se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu

2) 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.



## **ABSTRAKT**

Předmětem této diplomové práce je návrh sportovního elektromobilu a realizace makety vozu v měřítku 1:1. Celý designérský návrh je založen na již existujícím plně funkčním šasi z produkce Vysoké školy Báňské v Ostravě. V teoretické části jsou popsány nejdůležitější sportovní elektromobily z hlediska technologických milníků.

Praktická část je věnována celému designérskému procesu navrhování automobilů, technickým a homologačním omezením. Dále postupným vývojem, funkčními úpravami a samotné realizaci designérského prototypu zahrnujícího i ergonomickou studii.

Klíčová slova:

Elektromobil, elektromotor, baterie, sportovní automobil, světlomety, clay

## **ABSTRACT**

The subject of this diploma thesis is the design of a sports electric car and the implementation of the car model in a scale of 1: 1. The entire design proposal is based on the already existing fully functional chassis produced by the VŠB - Technical University of Ostrava. The theoretical part describes the most important sports electromobiles in terms of technological milestones.

The practical part is devoted to the entire design process of automobile design, technical and homologation constraints. Further progressive development, functional modifications and realization of the design prototype, including an ergonomic study.

Keywords:

Electric car, electric motor, batteries, sports car, headlights, clay

## Poděkování

Děkuji panu docentu Tomčíkovi a panu doktorovi Surmanovi za vedení a usměrňování mé práce. Dali mi velkou osobní svobodu a dbali na každém mém osobním názoru týkající se sebemenších technických detailů. Děkuji za velkou osobní důvěru, kterou ve mně oba tito významní pánové vložili. Děkuji za to, že se nebojí pozvednout úroveň našeho průmyslu a našeho designu. Moc si toho vážím.

Děkuji celému týmu Studentcar za to, že mi umožnili pracovat na tomto výjimečném projektu a děkuji panu ing. Zbožínkovi a ing. Buráňovi za cenné rady při jeho utváření.

Děkuji společnosti Varroc Lightning Systems za realizaci všech funkčních světlometů a svítílen pro tuto diplomovou práci. V naprosté většině vyspělých zemích světa, by byla tato možnost realizace prakticky nemožná. O to víc si vážím Vaší velké ochoty přispět k tvorbě dalšího českého elektromobilu.

*„Umění žít není umění hrát s dobrou kartou, ale umění sehrát se špatnou kartou dobrou hru.“*

Robert Louis Stevenson

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

Ve Zlíně dne 12. 5. 2017

BcA. Rostislav Zapletal



# OBSAH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ÚVOD.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>1 HISTORICKÝ VÝVOJ SPORTOVNÍCH AUTOMOBILŮ .....</b>                | <b>11</b> |
| 1.1    VZNIK AUTOMOBILU .....   | 11        |
| 1.1.1    Parní automobil .....  | 11        |
| 1.1.2    Elektrický automobil .....                                   | 12        |
| 1.1.3    Automobil se spalovacím motorem .....                        | 13        |
| 1.1.4    Hybridní automobil .....                                     | 13        |
| 1.2    VZNIK SPORTOVNÍHO AUTOMOBILU .....                             | 14        |
| 1.2.1    Prvopočátky sportovních automobilů .....                     | 15        |
| 1.2.2    20. léta .....   | 15        |
| 1.2.3    30. léta .....   | 16        |
| 1.2.4    40. léta .....   | 17        |
| 1.2.5    50. léta .....   | 18        |
| 1.2.6    60. léta .....   | 22        |
| 1.2.7    70. léta .....   | 24        |
| 1.2.8    80. léta .....   | 26        |
| 1.2.9    90. léta .....   | 28        |
| <b>2 ANALÝZA SOUČASNÉ PRODUKCE SPORTOVNÍCH<br/>ELEKTROMOBILŮ.....</b> | <b>32</b> |
| 2.1    SPORTOVNÍ ELEKTROMOBILY .....                                  | 32        |
| 2.2    SPORTOVNÍ AUTOMOBILY S HYBRIDNÍM POHONEM .....                 | 35        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>3 PROJEKT ELEKTROMOBILU STUDENTCAR .....</b>                       | <b>38</b> |
| 3.1    STUDENTCAR SCE .....   | 38        |
| 3.2    KONCEPCE ELEKTROMOBILU .....                                   | 39        |
| <b>4 ZADÁNÍ PROJEKTU .....</b>  | <b>40</b> |
| 4.1    ZÁKLADNÍ KONCEPCE.....   | 40        |
| 4.1.1    Velikost vozu .....  | 40        |
| 4.1.2    Šasi .....   | 40        |
| 4.2    IDEOVÁ ŘEŠENÍ KONCEPTU .....                                   | 42        |
| 4.3    SKICE .....  | 42        |
| 4.4    ZMENŠENÁ MAKETA VOZU .....                                     | 44        |
| 4.5    TVORBA MODELU V CAD SYSTÉMU .....                              | 46        |
| 4.5.1    Analýza křivosti ploch .....                                 | 47        |
| 4.5.2    3D tisk karoserie SCE .....                                  | 47        |
| <b>5 STANOVENÍ NOVÉ KONCEPCE .....</b>                                | <b>48</b> |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.1      | NOVÁ IDEA .....                                      | 48        |
| 5.2      | KOREKCE NÁPRAV .....                                 | 48        |
| 5.3      | VÝVOJ SVĚTLOMETŮ .....                               | 49        |
| 5.3.1    | Osazení světlometů nové generace .....               | 49        |
| 5.3.2    | Návrh konstruktérů .....                             | 50        |
| 5.3.3    | Výroba prototypů .....                               | 51        |
| 5.3.4    | 3D tisk kovů .....                                   | 52        |
| 5.3.5    | Kompletace a programování prototypů .....            | 53        |
| 5.4      | NÁVRH PŘEDNÍHO OKNA .....                            | 54        |
| <b>6</b> | <b>ERGONOMIE .....</b>                               | <b>56</b> |
| 6.1      | CATIA V5 .....                                       | 56        |
| <b>7</b> | <b>STAVBA MAKETY .....</b>                           | <b>57</b> |
| 7.1      | STAVBA NOSNÉHO RÁMU .....                            | 57        |
| 7.2      | STAVBA INTERIÉRU .....                               | 59        |
| 7.2.1    | Komponenty .....                                     | 59        |
| 7.2.2    | 3D tisk .....  | 59        |
| 7.2.3    | Frézování dílů .....                                 | 61        |
| 7.2.4    | Sestavení .....                                      | 62        |
| 7.3      | STAVBA EXTERIÉRU .....                               | 65        |
| 7.3.1    | Přední okno .....                                    | 65        |
| 7.3.2    | Světlometry z Produkce Varroc Lightnig systems ..... | 65        |
| 7.3.3    | Frézování .....                                      | 66        |
| 7.3.4    | Clay .....   | 69        |
|          | <b>VÝSLEDNÝ DESIGNÉRSKÝ NÁVRH .....</b>              | <b>73</b> |
| 7.4      | STUDENTCAR SCE .....                                 | 73        |
| 7.5      | TECHNICKÝ VÝKRES .....                               | 75        |
|          | <b>ZÁVĚR .....</b>                                   | <b>76</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>               | <b>77</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>      | <b>79</b> |
|          | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                          | <b>80</b> |
|          | <b>SEZNAM TABULEK .....</b>                          | <b>84</b> |
|          | <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                           | <b>85</b> |



## ÚVOD

Design automobilů je specifickým odvětvím designu. Automobil je jedním z nejkomplexnějších možných strojů, se kterým se může běžný člověk setkat. Na kvalitu vozu jsou vždy kladeny enormní nároky a jakékoliv zaváhání se může stát v konečném důsledku pro samotný produkt fatální. Na případné chybě vývojářů a konstruktérů navíc může záviset i lidský život. Často bývá tvůrci nazývána vrcholnou disciplínou v oblasti designu. Její technická a finanční náročnost je skutečně velká. Z hlediska designu je navíc velmi složité najít správnou cestu, vzhledem k obsáhlým legislativním, technickým a ergonomickým omezením. V silné světové konkurenci je pak velice těžké se odlišit a přijít s něčím novým a originálním. Přes všechny tyto náročné specifika považuji navrhování automobilů v českých zemích za něco naprosto přirozeného, do jisté míry až téměř vrozeného. Návrh tohoto vozu se protáhl od první skici až do finálních frézovaných dílů na dlouhé, více než dva roky usilovné práce. Přes velkou časovou a psychickou náročnost mám i nadále nesmírnou chuť navrhovat a stavět další automobily, které budou myšlenkově a technicky směle přesahovat jakoukoliv světovou konkurenci. Věřím, že StudentCar SCE je v podstatě jen začátek.

Elektromobil je po parním voze druhý nejstarší typ automobilů. Vozy se spalovacím motorem je postupně nahradili zejména z důvodu nižší ceny tehdejších pohonných hmot a také kvůli větší univerzálnosti a praktičnosti. To vše i přes to, že je spalovací agregát technicky mnohem složitější než elektromotor. Nesmírným problémem automobilů je totiž samotný zdroj energie. Celkový objem fosilních paliv je pro náš svět omezený, jejich těžba z podzemského povrchu je navíc technicky čím dál náročnější. Jako zdroj energie jsou však fosilní paliva velmi cenná. Jen několik kilogramů paliva stačí velkému automobilu pro překonání relativně velké vzdálenosti. U elektromobilů je k tomu zapotřebí mnoha stovek kilogramů baterií. Přesto je to naše jediná naděje do budoucnosti.

Přes sto dvacet let svět vyvíjel spalovací motor k dokonalosti, aby jej pak znovu nahradil jednoduchým elektromotorem.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**



## 1 HISTORICKÝ VÝVOJ SPORTOVNÍCH AUTOMOBILŮ

V této kapitole se věnuji historickému vývoji sportovních automobilů od jejich počátků přes sáhodlouhý a komplikovaný vývoj až do téměř nedávné produkce.

### 1.1 Vznik automobilu

Vznik automobilu se obecně váže k vynálezu Benzovi tříkolky z roku 1886. Zpětně je totiž vynález spalovacího motoru vnímán jako naprosto nejzásadnější zlom ve vývoji. Přitom elektromobily se v tomto období už začínali přetahovat o rychlostní rekordy. První český elektromobil dokončil již František Křížík v roce 1895. Jeho třetí prototyp vozu by mohl být dokonce dle již neověřitelných informací i prvním hybridním vozem na světě. Prvenství si dle relevantnějších zdrojů zaslouhuje jiný tehdejší Čech Ferdinand Porsche, který se však musel před druhou světovou vzdát svého občanství. Za první vozy obecně nejsou považovány dokonce ani parní automobily, přestože se jejich vznik datuje již od roku 1769. V následujících řádcích si dovoluji stručně rozebrat historii osobních automobilů chronologicky a v závislosti na čase, nikoli na typu pohonu.

#### 1.1.1 Parní automobil

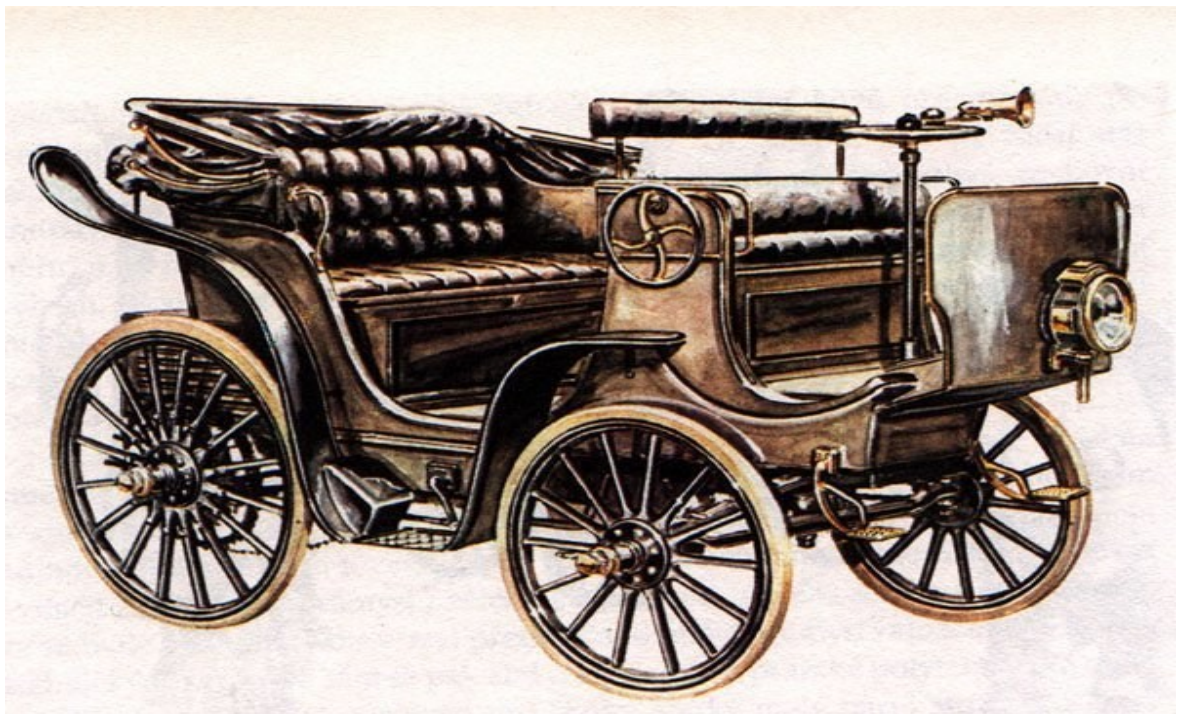
Prvním parním automobil sestavil Francouzský vynálezce Nicolas Joseph Cugnot. Poprvé byl uveden do chodu 23. Října 1769. Jeho vylepšený prototyp z roku 1770 ale technicky nezvládal zatáčení a tak se také po projetí zdí stal prvním doloženým účastníkem dopravní nehody. [1] Jeden z prvních skutečně funkčních vozů pro osobní použití vyrobil až český vynálezce Josef Božek v roce 1815. [2] Přes tento úspěch se parní stroj vzhledem ke své konstrukci více osvědčil spíše u vlaků a nákladních automobilů. Byl totiž schopen vyvinout maximální tažnou sílu i při těch nejnižších otáčkách.[3] Pro osobní užití se však v dlouhodobém časovém kontextu projevil jako nepraktický.



Obr. 1. Parní automobil Josefa Božka (1815)

### 1.1.2 Elektrický automobil

První elektromobil sestavili již v roce profesor Sibrandus Stratingh a asistentem Christopherem Beckerem již v roce 1835 v Holandsku. Problematické je na tomto prvenství to, že tento prototyp nebyl vzhledem ke konstrukci schopen uvést žádné pasažéry, byl tedy pouhým samohybem. První skutečně funkční elektromobily se začali vyrábět až o mnoho let později. Dle ne zcela podložených informací by prvním reálně použitelným vozem mohl být americký Baker electric z roku 1893. Dle ověřených zdrojů se však jako jasnější jeví již zmíněný Křižíkův elektromobil z roku 1895. Každopádně neuběhlo mnoho let a již v roce 1899 překonal elektromobil Jamais Contente (věčně nespokojená) Belgičského konstruktéra Camilla Jenatzyho magickou hranici 100 km/h. V tomto ohledu se začali elektromobily posouvat rychle kupředu, následně se vývoj začal stagnovat a elektromobily na dlouhá desetiletí zastínily klasické automobily se spalovacím motorem. [4]



*Obr. 2. Elektromobil Františka Křižíka (1895)*

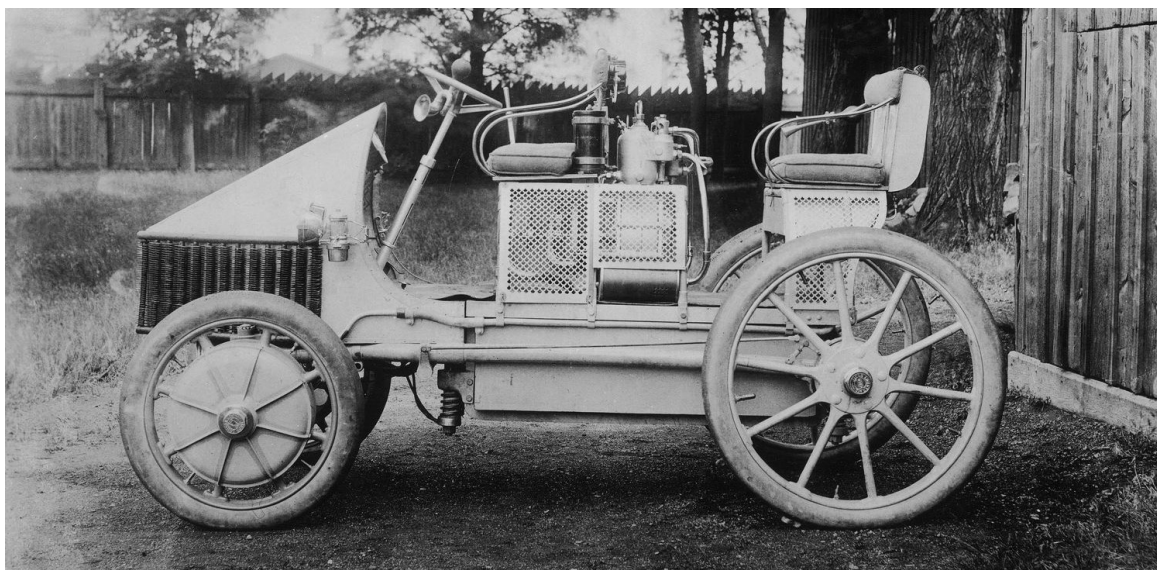


### 1.1.3 Automobil se spalovacím motorem

Automobilka Mercedes (tehdy pouze Benz) se stala nejstarší automobilkou světa právě díky Benzově spalovacímu motoru a Benzově tříkolce. Tento vůz sice koncepčně neodpovídá dnešním vozům, jako například Tatra Präsident, nebo jako vůz Siegfrieda Marcuse z roku 1899. Jde však právě o tento motor, který se posléze rozvinul celou historií automobilového průmyslu. Hned druhou automobilkou v pořadí byla automobilka Tatra (tedy NW) která motor s Benzovým vědomím použila již v roce 1897. Tato událost zažehnala zásadní vývoj ve světovém automobilovém poli, neboť jedním lidí, kteří se na konstrukci tohoto vozu podíleli, byl mladý rakouský konstruktér s českým jménem Hans Ledwinka. Historie českého automobilového průmyslu je velmi bohatá a velmi spletitá. Vozy navržené Hansem Ledwinkou předbíhali vývoj automobilů na roky dopředu. Jeho práce mimo jiné zapříčinila vznik automobilek Volkswagen a Porsche. [17]

### 1.1.4 Hybridní automobil

Prvním hybridním vozem na světě je pravděpodobně Lohner-Porsche Semper Vivus, tento vůz je také prvním na světě s pohonem všech kol. Jeho dva zážehové motory s výkonem asi tři a půl koně poháněli dva generátory, které nabíjely akumulátor vozu. O pohon se tedy staraly elektromotory umístěné v nábojích kol. Tímto vizionářským konceptem tehdy dokázal Ferdinand Porsche eliminovat vysokou hmotnost vozu. [4]



*Obr. 3. Lohner-Porsche Semper Vivus (1900)*

## 1.2 Vznik sportovního automobilu

Definice sportovního vozu není v závislosti na čase zcela jednoznačná. „*Britská definice sportovního vozu okolo roku 1910 znamenala cokoliv, do čeho gentleman nemohl nastoupit, aniž by se neshrbil či nesundal klobouk. Ve třicátých letech se význam již posunul, aby označoval cosi rychlého, hezkého a hlavně dvousedadlového.*“ [5] Posuzování toho co je a není sportovní vůz lze v podstatě považovat za subjektivní záležitost. Zrod sportovního vozu nelze datovat ani blíže upřesnit. Teoreticky by mohl být za jeden z prvních sportovních vozů považován právě elektromobil. Vůz La Jamaid Contente (Věčně nespokojená) byl prvním automobilem, který překonal rychlost 100 kilometrů za hodinu již v roce 1899. [2] Na druhou stranu, konstrukcí, vzhledem a určením vůz připomíná spíše rychlostní speciál, než sportovní vůz. Blíže k obecné definici sportovního vozu sejevila kopřivnická Tatra – tehdy NW Rennzweier z roku 1900. Některými označována jako první sportovní vůz, byť definice sportovního vozu v té době ani neexistovala. [17]



Obr. 4. NW Rennzweier (1900)

### 1.2.1 Prvopočátky sportovních automobilů

#### 1.2.2 20. léta

##### Mercedes-Benz SSK

Mercedes-Benz SSK byl velice výkonný roadster vyráběný od roku 1928. Zkratka SSK značí název vozu, v němčině Super Sport Kurz, jinak doslovně přeloženo do češtiny jako Super sport krátký. Písmeno K zde jednoduše značilo krátký rozvor. Výjimečný byl vůz nejen mnoha soutěžními úspěchy, ale i tím, že se jedná o poslední návrh Fredinada Porscheho předtím než automobilku opustil. Již dva roky po prvním modelu přišel Mercedes s úpravou kapotáže jednotlivých blatníků ve stylu velkorysého streamliningu. [5]



*Obr. 5. Původní Mercedes-Benz SSK (1928)*



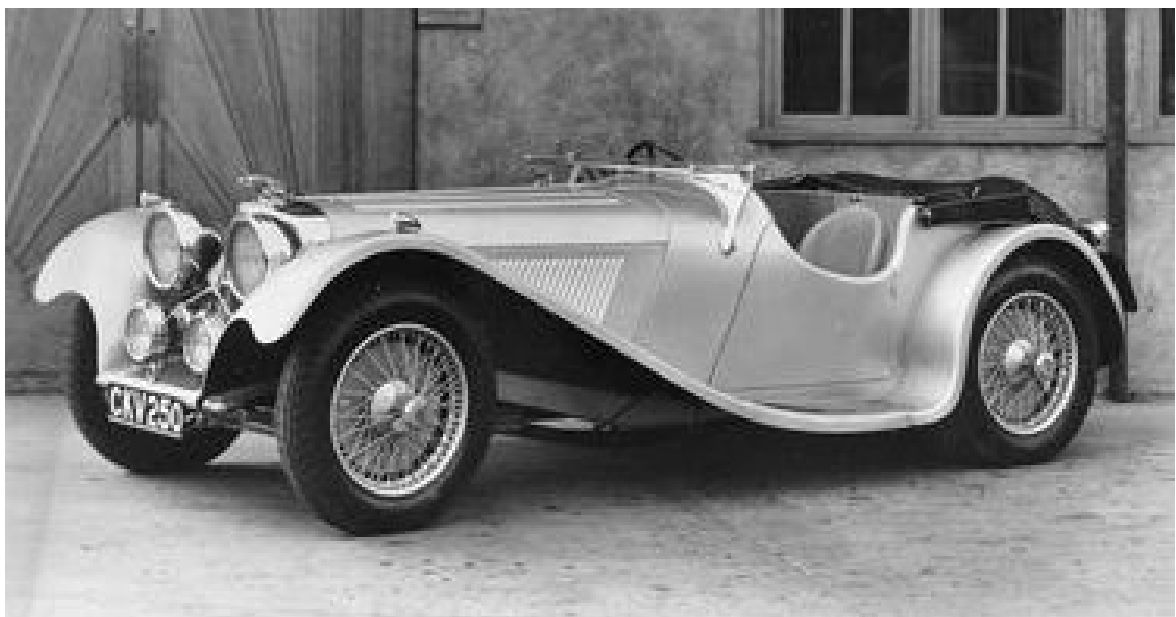


*Obr. 6. Mercedes-Benz SSK (1930)*

### 1.2.3 30. léta

#### Jaguar SS100

Dle mnohých specializovaných zdrojů se začali skutečné sportovní automobily vyrábět až ve třicátých letech minulého století „V průběhu třicátých let byly sportovní vozy strohými, nekompromisními stroji. Ochrana proti nepřízni počasí byla minimální, převodovka se obtížně zvládala a jízdní vlastnosti byly mizerné“ Dle měřítek dnešní doby by sportovní vozy měli být opravdu dobře ovladatelné. Ovladatelnost lze v tomto ohledu považovat za zásadní vlastnost při rozhodování, zda je daný vůz pouze závodní, nebo jestli jeho vlastnosti splňují specifikace sportovního vozu. Jízda ve sportovním voze by měla být příjemným zážitkem a ne stresující adrenalinovou zkušeností se závodním vozem. Jedním z prvních vozů, který splňuje tento požadavek je Jaguar z roku 1935. „Typ SS100 byl prvním opravdu sportovním vozem na světě a současně prvním sexy Jaguarem.“ [5] Automobil tehdy vynikal svou nepopíratelnou krásou, promyšlenou odklápěcí střechou, výborným ovládním a především cenou. Tehdy činila méně než 500 liber. „Doslova koupě století“ [5] Maximální rychlost 161km/h a zrychlení z 0 na 96 za deset vteřin budilo v roce 1935 zasloužilý údiv. Vůz vyhrával nejen závody, ale byl i zvláště oblíbený u slavných filmových hvězd tehdejší doby. [1]

*Obr. 7. Jaguar SS100 (1930)*

### BMW 328

Jiným zásadním automobilem ze starého kontinentu bylo nepochybně BMW 328 z roku 1936. Pravděpodobně se jedná o jeden z nejvýznamnějších vozů všech dob. Vůz původně navržený jako závodní speciál se nebývale dobře osvědčil i jako vůz ryze sportovní. Tehdy byl naprostým zjevením, nabízel zákazníkům nebývalou vyváženost, krásu a skvělé ovládnání. Úžasné na tomto voze byl to jak nebývale úspěšně vyhrával všechny náročné závody, přitom se však jednalo o stroj který si mohl koupit kdokoli, kdo na něj měl peníze. „*S plochým podvozkem, nezávislým předním odpružením, hydraulicky ovládanými brzdami a polokulovitým tvarem spalovací komory byly tyto vozy technicky tak před konkurencí, že všechna ostatní auta vypadala jako káry tažené oslem.*“ [5] Tento automobil inicioval kompletní přehodnocení designu sportovních vozů té doby.



Obr. 8. BMW 328 (1936)

#### 1.2.4 40. léta

Během třicátých let byly sportovní vozy velmi strohé a nekompromisní, ochrana proti nepříznivému počasí téměř neexistovala a jízdní vlastnosti byly většinou velmi špatné. Poválečné auta jako Jaguar a MG postupně přicházeli s různými inovacemi. Jaguar tehdy vytvořil první automobil, který byl levný, rychlý a krásný. Jednalo se o Jaguar XK120 z roku 1949. Sportovní vozy najednou přestaly být výsadou pouze bohatých občanů. [5]

#### Jaguar XK120

Již po uvedení na trh získal tento vůz pověst nejrychlejšího sériově vyráběného vozu. Ladné tvary tehdy neodolatelného vozu navrhl William Lyons. Strategie Jaguaru byla pokrčo-

vat v tradici levných, ale stylových aut. Původní vůz byl prodáván za 998 liber, což byla téměř poloviční cena jakéhokoliv jiného srovnatelného vozu.



*Obr. 9. Jaguar XK120 (1949)*

### 1.2.5 50. léta

Období padesátých let bylo pro sportovní vozy velice plodné. Do tehdejší doby bylo tak nějak pravidlem, že sportovní vůz znamená v podstatě to samé jako roadster – tedy dvoumístný sportovní vůz bez střechy, nebo chcete-li se střechou odklopnou. V padesátých letech se však toto vnímání změnilo a na trh tak nastoupili i velmi rychlé vozy s pevnou střechou. Aerodynamická karoserie byla tou dobou už nezbytností. Místa pro pasažéry se najednou začali objevovat i za předními sedačkami. To že se sportovní vozy začali přibližovat těm běžným signalizovalo například i to, že se začalo ve vozech objevovat topení, stahovací okénka nebo dokonce i prostor pro zavazadla. [5] Sportovní vozy najednou přestávali být tak nepraktickými. Přitom ještě před lety to bylo považováno za jejich základní definici.

### Aston Martin DBS3

Od samotného počátku byl tento vůz vyvinut, aby vyhrával závody. Tento Aston Martin byl sice zařazený do třídy vozů pro běžný provoz, přesto nebylo pochyb, že je to spíše symbolické zařazení. Absolutní absence střechy a dokonce i dveří pro spolujezdce rozhodně nepřipomíná žádný běžný vůz. I přesto, že v letech 1953 a 1954 vyhrál řadu závodů, nebyl obdivován pro výkon, ale hlavně pro velmi ladné tvary hliníkové karoserie. [5] Závodní a

standartní verze se lišili rozdílným předním oknem a oplechováním místa spolujezdce ve verzi pro okruhové závody.



*Obr. 10. Aston Martin DBS3 (1953)*

### **Porsche 356**

Velmi specifický tvar, výborné jízdní vlastnosti a prostorný interiér učinili tento vůz něčím velmi zvláštním a zajímavým – a to všechno navzdory tom, že byl tento vůz z roku 1950 schopen dosáhnout rychlosti pouhých 137km/h. U sportovních automobilů totiž paradoxně nejde tolik o rychlost, ale o originalitu a styl. Od počátečního roku 1950 následovalo šestnáct let série postupně vylepšovaných modelů. Řada 356B z roku 1959 chtěla svým zákazníkům nabídnout něco výjimečného. Postupným vývojem se Porsche 356 v roce 1964 přerodilo na slavný dodnes vyráběný model 911. [5] V tomto ohledu se nelze ubránit dojmu, že Ferdinand Porsche vytvářel místo revolučních vozů automobily spíše evoluční. Verze 911 vychází přímo z 356, přitom původní tři sta padesát šestka byla bytostně jen hodně vylepšeným Volkswagenem Broukem. Širší perspektivu tomu nasazuje vědomí, že samotný Brouk je v podstatě naprosto věrnou kopií Tatry V570 a 97. Tato forma plagiátorství byla také po válce doložena soudem v roce 1961. Je nutné dodat skutečnost, že se samotný Hitler nijak nestyděl pouze kopírovat již známé estetické formy nejen v architektuře. Jeho přání byla pro umělce v dobách třetí říše považována za rozkazy, a jelikož si Hitler Tatra při svých volebních tažení tak oblíbil, není divu, že se mu zachtělo dokonalé kopie naprosto jedinečného vozu. [7] Po architektuře a vědění antiky, starověkého Říma, symbolech

šťestí a bibli se nacistickému veliteli podařilo zneužít také vizi jedné z nejzásadnějších automobilek historie.

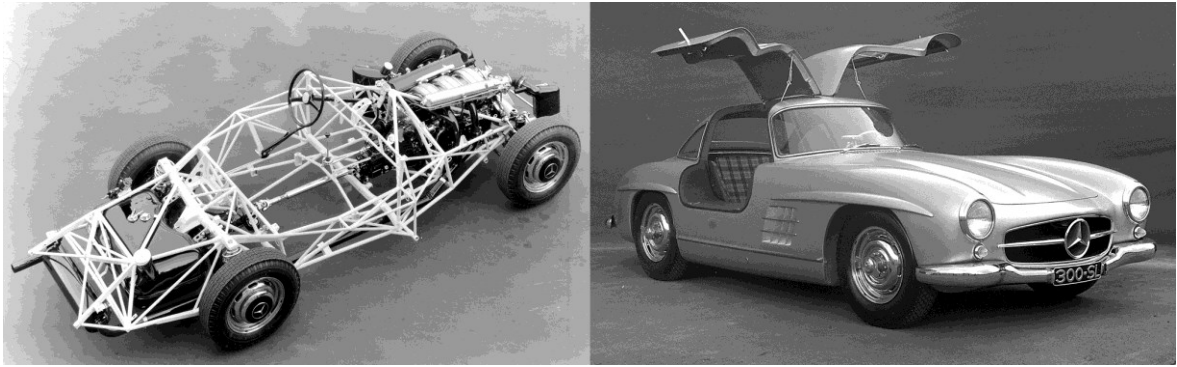


*Obr. 11. Porsche 356 (1950)*

### **Mercedes 300 SL**

Jestli by se mě kdokoliv zeptal na otázku, který klasický sportovní vůz historie považuji za nejdůležitější. Byl by to zcela subjektivně právě Mercedes 300 SL. Konceptně se totiž zcela vymyká všemu předešlému. Jeho jedinečnost tkví přímo v jeho nitru – tedy v komplikovaném a velmi lehkém trubkovém rámu vozu. Prapůvodně byl totiž tento unikát vyvinut jako závodní vůz. Nevšední není nejen to, že tento automobil navzdory všem zvyklostem vznikl ve formě kupé. Zaujme především jedinečnou konstrukcí dveří vycházející z velmi neobvyklého rozložení nosného trubkového rámu. Tento rám sice zajišťoval vysokou tuhost při nízké hmotnosti, na druhou stranu znepříjemňoval nastupování opravdu neobvykle vysokým bočním prahem. Přes nesporně krásný vzhled a jedinečnou konstrukci tento vůz nedisponoval kvalitní technickou konstrukcí, kterou by zasluhoval. Problematické byly hlavně zadní výkyvné poloosy nápravy. Vozu neprospívali ani nepřilíš účinné bubnové brzdy. V roce 1957 se zrodila i verze roadster, která eliminovala všechny neduhy, na druhou stranu tento vůz částečně postrádá kouzlo původního kupé. [8]





*Obr. 12. Mercedes-Benz SL 300 (1954)*

### **Austin Healey 3000 1959**

Tento vůz těžil z postupného vývoje předcházejících modelů, které slavili na zahraničních trzích (zejména americkém) obrovský úspěch. Pouze 4% vozů Austin-Healey zůstávalo na Britském trhu. V průběhu devítileté výroby doznal tento model několika úprav, jako je například využití kotoučových brzd, stahovacích okének, nebo zaobleného předního okna. Tyto postupné úpravy učinili z tohoto modelu dle uživatelů dokonalý sportovní Automobil. Vůz byl populární zejména z toho důvodu, že si jej mnozí filmový tvůrci vybírali do svých filmů. Důvodem byla pravděpodobně výborná fotogeničnost vozu a jeho výrazný mužný charakter. To vše navíc umocňovali samotné jízdní vlastnosti vozu. Plynový pedál šel velmi ztuhá, přitom však byl vůz velmi výbušný a plný energie. To ho předurčovalo být ideálem všech opravdu mužných lidí. V kombinaci propagace v již zmíněných filmech a dobře cílené reklamy na movitější klientelu se tento vůz velmi dobře prodával. [5]



*Obr. 13. Austin Healey 3000 (1959)*

### 1.2.6 60. léta

#### Jaguar E-type

Tento vůz odbornou i laickou veřejnost velmi přepravil, dle některých záznamů jim spíše vyrazil dech. Vůz představený v roce 1961 na autosalonu v Ženevě překvapil zejména svou opravdu neobvykle dlouhou kapotou a do té doby zcela neviděnou proporcí vozu. Jaguaru se podařilo skloubit atraktivní vzhled, nová technická řešení, jízdní výkon a dobrou cenu. E-type je považován za mezník ve výrobě britských sportovních vozů. Vůz využíval různé typy motorů a doznal také různé úpravy karoserie, nezměnila se však velmi nízká světlá výška vozidla. Nejnižší bod činil pouze 8 cm nad vozovkou. E-type je výsledkem nekompromisního důrazu na design. Designér Malcolm Sayer prohlásil, že jeho vůz je první „matematicky navržený“ na světě. Vyráběl se ve dvou verzích roadster, nebo kupé – obě pouze dvoumístné. Vůz byl tak úspěšný, že jej automobilka Jaguar nestíhala vyrábět. [5]



Obr. 14. Jaguar E-type (1961)

#### Chevrolet Corvette Sting Ray

Tento vůz je po estetické stránce neobvykle odvážný a to i na poměry šedesátých let. Aerodynamický tvar napomáhal dosahování velmi vysokých rychlostí. Redaktoři časopisu Car Life ho tehdy dokonce považovali za auto zítřka na dnešních silnicích. Poprvé u Chevroletu nabízeli krom roadsteru také verzi kupé. Zajímavá je skutečnost, že kupé byla v motoristických časopisech kritizována, avšak přes tuto skutečnost se Sting Rayů prodalo během čtyř let 120 000 kusů. Tento vůz měl klasický silný osmiválec osazený uvnitř sklo-laminátové karoserie. V roce 1965 výkon dosáhl 250 koňských sil a přibily kotoučové brzdy. Zrychlení z nuly na 96 km/h činilo 5,6 vteřiny. Zastaralý žebřinový rám byl ještě další

dlouhá léta ve spojených státech standardem. Přesto byl Sting ray po úpravách jeden z nejzdařilejších modelů automobilky Chevrolet. [5]



*Obr. 15. Chevrolet Corvette Sting Ray (1966)*

### **AC Cobra 427**

Touha Carrola Shelbyho vyhrát Le Mans vedla ke vzniku tohoto ikonického modelu. Závodní tým Shelby-American nedokázal konkurovat neporazitelným vozům Ferrari a vzhledem k tomu, že Ford nebyl ochotný investovat prostředky do závodního projektu, musel najít Shelby řešení v tradičním britském výrobci AC Cars - respektive v modelu Ace. Tento vůz se stal v roce 1962 koncepčním základem pro vývoj Cobry. Shelby postupným zkoušením motorů z Mustangu docílil v roce 1967 úspěchu. Jeho výsledkem byla Cobra 427. Kombinací velmi výkonného motoru a karoserie z lehkých hliníkových slitin dosáhl tento automobil neuvěřitelného poměru výkonu k hmotnosti. Motor o objemu 7 litrů měl výkon na tu dobu ohromných 425 koňských sil. Navzdory dosaženému výkonu Cobra Le Mans paradoxně nikdy nevyhrála. „Stvořil jsem Cobru ani ne tak pro peníze, jako spíše ze srdce“ prohlásil Carrol Shelby už v roce 1964. [5]





*Obr. 16. AC Cobra 427 (1967)*

### **1.2.7 70. léta**

V tomto období přišel, co se týče sportovních automobilů náhlý zvrat k horšímu. Dvoumístné roadstery se začali setkávat s řadou bezpečnostních, politických a ekologických předpisů. Dvě vážné celosvětové energetické krize nepřišli sportovním automobilům zrovna k duhu. Obzvláště velmi žízňivým vozům, kterých bylo mezi „sportáky“ opravdu mnoho. Motory s velkým zdvihovým objemem se najednou stali nežádanou přítěží. Přesvědčení americké vlády navíc začalo kabriolety, respektive roadstery považovat za nejnebezpečnější typ karoserie. To nebyla pro sportovní vozy dobrá zpráva vzhledem k tomu, že většina tehdejších sportovních vozů žádnou střech neměla. Jedná se pochopitelně o docela jasné vystřízlivění, ke kterému muselo dospět, aby se sportovní automobil mohl rozvinout v něco racionálnějšího. Američtí zákonodárci tehdy trvali na relativně přísné bezpečnostní úpravy, které naivním výrobcům značně zvyšovali výrobní náklady. Kvůli snaze projít bezpečnostními standardy šel vzhled mírně stranou a samotné vozy začali vzhledem ke křečovitým snahám výrobcům působit nemotorně. Zvýšení nárazníků a předních světlometů přineslo sekundárně i zvýšení světlé výšky vozu. V konečném důsledku nejvíce trpěli přenastavené tlumící a pružící systémy náprav. Po následných úsporách šla dolů i kvalita výroby. Levnější sportovní vozy rázem takřka vyhynuly. Takto v podstatě započala dnes již běžná specifikace, dle které jsou sportovní vozy velmi drahým zbožím. [5]

### Lamborghini Countach

Během své prezentace v Ženevě roku 1971 vzbudil tento vůz ohromný ohlas. Countach navržený designérem Bertone m zcela jasně ukázal nový směr sportovních vozů. Nový Trend hranatějších vozů posunul na samou hranici a vytvořil něco velmi neobvyklého a vzrušujícího. Neposunoval jen hranici designu, ale i rychlosti. Hodnota 305 km/h musela být v sedmdesátých letech opravdu úžasná. Lichoběžníková ramena vpředu i vzadu spolu s zadními vlečnými rameny umožňovali velmi rychlé projíždění zatáček. Kola vybavená mohutnými kotoučovými brzdami byli pro tento vůz velmi důležité. Jejich účinnost byla zřejmá i při vysokých rychlostech. Bertoneho design byl v tomto případě tak neotřelý, že si s ním firma vystačila dalších dvacet let. Countach rozhodně není obyčejným sportovním vozem. Takto výjimečný a rychlý vůz lze zcela po právu nazývat „automobilovým super sportem“. [5]



*Obr. 17. Lamborghini Countach (1974)*

### Porsche 911 Turbo

Protipólem všem ostře řezaným hranatým vozům bylo stále Porsche 911. Móda velkých jemně vypoulených ploch zakončená ostrým zlomem byla tak silná, že na ni Porsche v roce 76 zareagovalo svojí levnou verzí 924. Porsche však stále (a dodnes) produkovalo svoji neustále vylepšovanou devět set jedenáctku. V tomto ohledu je opravdu úžasné, že ačkoliv se doba a trendy neustále mění, můžete si v kterémkoliv období od roku 1963 až do dnes koupit 911ku s naprosto čistým svědomím, že vlastníte opravdu originální vůz, který se nikdy neomrzí. Přepřlovaná varianta z roku 1976 představovala pro automobilku odvážný krok. Do té doby používali turbodmychadla jen firmy BMW a Chevrolet. Vzhle-



dem k tomu, že měla automobilka mnoho zkušeností s přepřítanými motory ze závodních speciálů, bylo zakomponování turbodmychadla do produkce jen otázkou času. Nárůst výkonu byl tak velký, že muselo Porsche přehodnotit, respektive zvýšit robustnost celé převodovky. Automobilu už nestačili ani pneumatiky, které se kvůli převodu hnací síly museli rozšířit. Z toho důvodu se rozšířili i zadní blatníky. Pro vyšší přítlak musel být instalován i mohutný zadní spoiler, který měl zároveň instalován i funkci chladiče turbodmychadla. V roce 1977 měla devět set jedenáctka s motorem 3,3l výkon 224 kW. Jedinou slabinou vozu byla velká tendence k přetáčivosti vozu. [8]



*Obr. 18. Porsche 911 Turbo (1976)*

### **1.2.8 80. léta**

Období 80. let je mnohými odborníky na automobily považováno za období renesance sportovních vozů. Ve spojených státech se občané dočkali daňových úlev a ve Velké Británii se hromadění majetku začalo považovat za přirozenou věc. Prodeje sportovní automobilů se najednou začali velmi zvyšovat, poptávka začala převyšovat nabídku. Byli to právě peníze, které iniciovaly rozvoj této kategorie vozů. Některé automobilky začali razantně zvyšovat cenu svých vozů. Pro běžné občany začal být tento segment finančně nedostupným. V tomto období se začali rodit nejrůznější úpravy běžných vozů na automobily téměř sportovní. Tuto mezeru na trhu nakonec zaplnily vozy typu Lotus Elan a Mazda MX-5. Ani silný zájem o nízkou spotřebu paliva nezabránil vzniku dalších a dalších superaut, ke kterým ostatní jen vzhlíželi. V následujících počátcích devadesátých let byla pro mnoho lidí touha vlastnit sportovní vůz opravdu velká. Mnozí se pro ně nebáli vzdát svých úspor. Toto období dalo výrobcům jasně najevo, že se jim vývoj sportovních vozů skutečně vyplatí. [5]

### Ferrari Testarossa

Tento ikonický vůz byl vrcholným modelem značky v 80. letech. Jeho jméno je odvozeno od červených hlav plochého dvanáctiválcového motoru. Nekompromisní vůz s téměř dva metry širokou zádí a mohutnými nasávacími otvory vzbuzoval na Pařížském autosalonu v roce 1984 rozpačité reakce. Základem vozu je trubkový prostorový rám. Povrchové díly karoserie byly utvořeny z hliníkového plechu. Všechna kola jsou zavěšena na dvojici lichoběžníkových ramenech. Motor byl umístěn vzadu nad nápravou. Větší prostor pro posádku umožnila převodovka umístěná přímo před motorem. Ferrari vůz prezentovalo jako „obývací“ jezdící rychlostí 300 km/h. Vůz byl navržen s ohledem na snížení vztlačových sil pro zvýšení přítlaku vozu, nikoli s ohledem na co nejnižší součinitel odporu vzduchu. [8]



*Obr. 19. Ferrari Testarossa (1984)*

### DeLorean DMC

Tento opravdu neobvyklý počin si určitě zaslouží svoji chvilku pozornosti. DMC se zrodil v hlavě bývalého konstruktéra Pontiacu Johna Deloreana. Svou vlastní automobilku založil již v roce 1974, aby mohl v roce 1981 rozjet v Belfastu výrobu svého vysněného vozu. Stavbu závodu tehdy dokonce finančně podpořila přímo britská vláda. Karoserie vozu je skutečně originální nejen z estetického úhlu. Velmi neobvyklé na tomto voze je fakt, že si u něj zákazníci nemohli vybrat barvu, jelikož na něm žádná ani není. Celá karoserie je vyrobená z leštěného nerezového plechu, což velmi znesnadňovalo jeho opravu i po drobné nehodě při parkování. Celohliníkový šestiválcový motor bohužel nenaplnil vytoužené očekávání. Nebyl totiž příliš vhodný pro kategorii sportovních vozů. Závod rychle zkrachoval již po jednom jediném roce produkce pro nezájem zákazníků. Zbýlých dva tisíce vozů,

které se tehdy nepodařilo během produkce prodat, si v následujících letech rozebrali sběratelé. [8]



*Obr. 20. DeLorean DMC (1981)*

### 1.2.9 90. léta

Následující tři vozy dodnes nepovažuji za dokonalé, nepovažoval jsem je za dokonalé dokonce ani ve svém útlém věku, na každém z nich je mnoho technických i estetických chyb, které evokují dobu vzniku. Devadesátá léta byla v určitých ohledech dost zvláštním obdobím, tu pachuč levných plastů, falše a bizarní naivnosti nešlo necítit. I s omezeným dětským intelektem jsem věděl, že je tady něco opravdu špatně. Styl devadesátých let se neblaze reflektoval téměř v každém automobilu. Dětská fascinace se velmi záhy začala měnit v téměř kritický odpor vůči některým automobilům. Vyrůstal jsem mezi nimi každý den, ale na některé jsem se nemohl ani podívat. Viděl jsem jen bezduché plechové skořápky bez nápadu. Nemohl jsem se smířit s tím, co produkují naše vlastní automobilky, nemohl jsem se smířit s tím, co produkuje celý svět. Každý hloupý nápad byl jen bezhlavě kopírován. Zároveň jsem cítil, jak jsou lidé neohleduplní ke světu, k fauně, flóře a všem ostatním. Ta sobeckost a lidská hloupost byla cítit mimo jiné i skrze ty automobily. Nemohl jsem se smířit s tím, jak nepříjemný svět kolem nás je. Svět, který jsme si sami vytvořili. Tehdy jsem začal ještě více věnovat jediné věci, kterou jsem uměl. - Jediné věci, kterou jsem uměl ještě před tím, než jsem se naučil číst, psát a snad dokonce i mluvit. - Navrhovat

vlastní automobily. Ne abych jednou změnil svět, jednoduše jen abych mohl na chvíli utéct od reality. Ve své hlavě jsem si projektoval jednotlivé vozy a začal je kreslit na papír. Přesto jsem nikdy ani na chvíli nevěřil, že jednou navrhnu svůj vlastní vůz. Se svým osudem jsem byl smířený už v brzkém věku. Po dvou letech na základní škole jsem odmítl přeřazení na uměleckou školu s obavou, že bych se nikdy neuživil. Můj zájem o tvorbu však přesto přetrval. Tyto tři vozy ve sportovním segmentu (navrhoval jsem vždy všechny typy vozů) mi byli tehdejší největší inspirací, svojí originalností mě tehdy fascinovali. Jejich nedokonalosti mi zároveň dávali velký prostor pro jejich zlepšování.

### **Lamborghini Diablo**

Tento vůz působil už na první pohled neuvěřitelně, působil tak i na druhý pohled. Proporce vozu dávali velmi jasně najevo, co se ukrývá pod touto úžasnou karoserií. Koncem 80. let bylo zřejmé jak Countach zastarává. Pro počátek devadesátých let muselo Lamborghini vyvinout nový typ. Firma v podstatě postavila superverzi Countachu, na kterém testovali mechanické skupiny nového typu. Pohon zadních kol se nakonec rozšířil i k přední nápravě, na kterou bylo přenášeno 27 % točivého momentu výkonu vozu. Ohromný celohliníkový krátko zdvihový vidlicový dvanáctiválec měl úhel rozevření mezi protilehlými písty přesně 60 stupňů. Šipkovitý tvar vozu se od drobné a úzké přídě rozšiřoval do ohromné a velmi široké zádě přesahující dva metry o celé čtyři centimetry. Skvělý podvozek doplňovala karoserie z trubkového rámu vyztuženého deskami z plastu a uhlíkových vláken. Ovladatelnost širokého vozu musela být skutečně výjimečná. [8]



*Obr. 21. Lamborghini Diablo (1990)*

### **Dodge Viper R/T**



Tento vůz pro mě v podstatě představoval myšlenkový protipól Diabla. Konceptně u něj bylo téměř všechno naopak. Původně Chrysler představil koncept svého vozu na mezinárodním autosalonu v Detroitu. Veřejnost koncept uvítala velmi vřele, nepřicházelo ani v úvahu, že by se Viper nevyráběl. Vůz přejímal podobu AC Cobra ve velkolepém pojetí. Vůz disponoval největším sériově vyráběným motorem pro osobní automobil na světě. Zdvihový objem vpředu umístěného motoru činil neuvěřitelných 7998 cm<sup>3</sup>. Ta půvabná okázalost mě fascinovala. Vůz s náhonem na zadní kola dokázal vyvinout maximální rychlost pouze 260 km/h. Spotřeba činila 24 litrů na sto kilometrů. Tehdy jsem nepochyboval, že se jedná o jediný osobní vůz, který dokáže utáhnout návěs kamionu. Trubkový rám vozu překrývala laminátová karoserie, která snižovala celkovou hmotnost vozu. [8]



*Obr. 22. Dodge Viper R/T (1992)*

### **Tatra MTX**

Fantastický český supersport, který svým vzezřením předčil celosvětovou produkci sportovních vozů. Dle subjektivního názoru vůz s nejmenším množstvím estetických chyb v daném období. To že byl vůz v tehdejších omezených podmínkách vůbec postaven lze považovat za obdivuhodný výkon. Jeho maximální rychlost ani nešla stanovit, jelikož pro měření takto rychlých vozů nejsou v naší zemi podmínky. MTX musel začít zpomalovat už při 265 kilometrech v hodině, kvůli krátké dráze. Je zcela zřejmé, že vůz mohl jet mnohem rychleji. Převrtaný motor z Tatry 613 o objemu 3919 ccm osazený vstřikováním Bosch měl rozhodně na víc. Potenciál tohoto geniálního agregátu jako u všech Tater omezovala krátká převodovka s nízkým počtem stupňů. Absence turbodmychadla výkonu také nijak nepři-



spěla. Nadčasovou estetickou formu navrhl skvělý český designér Václav Král již mezi lety 1987 a 1988. Nůžkové otevírání dveří a velkorysé tvarosloví podtrhuje jedinečnost celého vozu. Po představení v roce 1991 dostal výrobce téměř 200 objednávek. Sériovou výrobu bohužel nakonec zmařil požár výrobní ještě před jejím započatím. [11]



*Obr. 23. Tatra MTX (1991)*

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉ PRODUKCE SPORTOVNÍCH ELEKTROMOBILŮ

Specifikace sportovních elektromobilů nabízejí úzký okruh současné produkce zahrnující i částečné koncepty a hybridy. Tento segment je velice mladý a rychle se měnící. Předností elektromobilů je samozřejmě okamžitý maximální točivý moment, který v obrovské míře ovlivňuje zrychlení vozu. Dle analýzy historických sportovních vozů ale lze snadno přijít k závěru, dle kterého zrychlení ani maximální rychlost sportovní vůz nedefinují. V minulosti již existovalo mnoho obrovských a velmi výkonných korábů silnic, které rychlostí předčili kdejaký sportovní vůz. To z nich však sportovní vozy zdaleka nedělá. Jde tedy spíše o primární zaměření vozu. Pokud je vůz sportovní, tak by se měl přestat snažit být jakkoliv praktický.

### 2.1 Sportovní elektromobily

#### Audi R8 e-tron

S docela naivní představou o vývoji elektromobilu přišel na českých silnicích provařený nástupce Auto Union. Audi jednoduše u svého úspěšného modelu R8 nahradilo spalovací motor elektrickým a zbytek doplnilo bateriemi. V podstatě provedlo to samé co před lety Tesla se svým roadsterem. Ohromným krokem vedle byla již jeho cena. Jeden milion euro za vůz, který má maximální rychlost omezenou na pouhých 210 km/h dá na světě opravdu jen málokdo. Zrychlení z nuly na sto za 3,9 s není v tomto kontextu nijak ohromujícím. Zvláštní je, že tento výjimečně drahý elektromobil má pomalejší zrychlení než původní Audi R8 V10 (3,2 s). Prodej vozu byl ukončen hned po jednom roce pro malý zájem zákazníků. [9] Nepochopení limitů a koncepce elektromobilů bylo pro tento ambiciózní model fatální. Pokud chcete vyrobit skutečně špičkový elektromobil, musíte jej vyvíjet jednoduše zcela od znova, jeho nevýhody eliminovat a výhody zvýraznit.



*Obr. 24. Audi R8 e-tron (2015)*

### **Tesla Roadster**

Jediným sportovním vozem od této mladé a relativně nezkušené automobilky je Tesla Roadster. Je docela trefné, že automobilka začíná právě roadsterem. Tento typ vozu je historicky v podstatě základní definicí sportovního vozu. Celý stroj ve skutečnosti moc originální není, s trochou nadsázky by si stejně kvalitní vůz mohl postavit kdejaký šikovný mechanik ve své garáži, byť ne s tak uspokojivým dojezdem. Celý vůz je totiž pouze přestavbou britského Lotusu Elise. Šasi bylo kvůli velké hmotnosti sedmi tisíc lithium-iontových baterií vyztuženo a osazeno elektromotorem o výkonu 292 koňských sil. Přední a zadní nárazník včetně světel má Tesla z vlastní produkce. Na zavazadlový prostor nezbylo příliš místa, téměř všechny prázdné prostory zaplnili bateriové články. Automobil v tehdejší hodnotě asi 2,25 mil. Kč disponoval dojezdem až 395 km, který se dal v dalších letech navýšit výměnou baterií. Tento pokus se nakonec v historickém kontextu osvědčil jako dobrý tah, který umožnil vývoj elektromobilů vlastní konstrukce. Tesla se u dalších vozů nevyvarovala různých úsměvných faux-pax a archaismů, jako je například přední falešná maska vozu, nebo přiznaně okázalé kopírování konkurence od Jaguaru. S vlastním vývojem šla kvalita výroby dolů, ale o tu u amerických automobilů nikdy nešlo. Tahle automobilka si to může dovolit, byť je v permanentním mínusu již od doby svého vzniku. Bez nebývalé štědrých státních dotací, by tato firma neměla dlouhého trvání [10]

Do tohoto výzkumu bohužel nelze zařadit Teslu model S P100D, tento vůz má totiž ke sportovní kategorii asi stejně blízko jako Tatra 77. Byť jsou to vozy, které svými parametry překonávají segment sportovních vozů, sportovními vozy nejsou.



*Obr. 25. Tesla roadster (2008)*

### **Rimac Concept One**

Vůz prvně představený v roce 2011 by se měl dle výrobce již brzy prodávat. Chorvatské supersportovní kupé překvapivě nevypadá špatně. Vůz měl velmi dobré i jízdní vlastnosti, brzy se však vytratil ze scény. Po dlouhých pěti letech se znovu přihlásil o slovo, jen místo původně plánovaných 88 vozů plánuje výrobu pouze osmi exemplářů. Součet výkonu všech motorů udává výkon 1088 koňských sil. Zvláštní jsou na vozu velice drobné rozměry auta srovnatelné například se šířkou Škody Octavie III. Je zřejmé, že ze 107 centimetrů vysokého vozu rozhodně není pohodlný výhled. Cena vozu zatím stále nebyla prozrazena. [12]



*Obr. 26. Rimac Concept One (2013)*



## 2.2 Sportovní automobily s hybridním pohonem

### BMW i8

Tento vůz má již dnes zcela relevantní ambice stát se ikonou sportovních vozů. Vizuální styl celého vozu je poněkud střídmejší, než jaký byl u původního konceptu z roku 2011. Přesto tento vůz budí na silnici náležitý respekt a obdiv. Estetické forma evokuje půvabný futurismus, který ve výsledku sice paradoxně nepůsobí tak nadčasově, na druhou stranu je originalita vozu nepopíratelná. Automobil má neobvykle malý tříválec o objemu 1,5 litru a výkon 231 koňských sil. Tento motor pohání pouze zadní kola, o pohon předních se stará 96 kW elektromotor. Celkový výkon je 362 koní a spotřeba pouhých 2,5 l na sto kilometrů. Automobilka plánuje tento téměř čtyřmístný sportovní vůz nadále upravovat. Sympatické je na tomto autě téměř vše. Jedná se o vůz běžné produkce s esencí prvotřídního sportovního vozu. [14]



*Obr. 27. BMW i8 (2013)*

### Ferrari LaFerrari

Jednoduše úchvatný počín často přeceňované automobilky je tentokrát opravdu výjimečný. LaFerrari je ryzí sportovní vůz. Velice malý dvoumístný kokpit vozu je obklopen velkorysou hmotou vozu. Karoserie vychází z několika vzájemně se prolínajících tvarů utvářejících působivý celek. Jedná se také o první model značky, jehož dvanáctiválec o objemu 6,3l doplňuje elektromotor. Kombinovaný výkon obou motorů činí 963 koní. Automobil na rozdíl od konkurence nedokáže ujet na elektromotor sebekratší vzdálenost. Elektromotor pouze doplňuje výkon. Stejně jako u McLanu P1 je maximální rychlost 350 km/h. [16]





*Obr. 28. Ferrari LaFerrari (2013)*

### **McLaren P1**

Vyrovnat se slavnému McLarenu F1 není snadné. Zdá se, že díky velmi dlouhému časovému odstupu tento vůz nezůstane ve stínu svého slavnějšího předchůdce. Dvakrát přeplňovaný motor o objemu 3,8 l disponuje výkonem 916 koňských sil. Automobil má poháněnu pouze jednu nápravu, přesto dosahuje zrychlení z nuly na sto za 2,8 s. Tabulková hodnota spotřeby udává pouze 8,3 l/100 km. Spotřebě výrazně napomáhá elektromotor, který však pouze na elektřinu dokáže ujet skromných 11 kilometrů. McLaren má zase svoji osobitou tvář a ideální výhled posádky vozu. Opravdu úžasně vypadá automobil i po odstrojení zadní kapoty, respektive celé zadní části vozu vyrobenou z uhlíkových kompozitů. [13]



*Obr. 29. McLaren P1 (2013)*

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 PROJEKT ELEKTROMOBILU STUDENTCAR

Studentcar je jednou z nejpozoruhodnějších univerzitních organizací nejen v rámci Střední Evropy ale i zbytku světa. Značka založená na Vysoké škole Báňské svými vizemi směle předbíhá nejen ostatní univerzity ale i mnohé automobilky. Prototypy vozů, které se vyvíjí na Katedře materiálů a technologií pro automobily, mají velký technologický přesah napříč všemi odvětvími zabývající se stavbou a vývojem automobilů. Pro výrobu jednotlivých dílů a součástí jsou využívány různé druhy prototypové výroby. Především technologie 3D tisku polymerů, 3D tisku kovových slitin, unikátní typy frézování, nebo utváření kompozitových skořepin v rámci spolupráce se specializovanými českými firmami. Během dlouholeté spolupráce s firmou Varroc Lightning Systems vzniklo několik unikátních světlometů navržených a vyrobených v souladu nejpřísnějšími homologačními kritérii. Design úspěšně vyrobených automobilů je vyvíjen v rámci meziuniverzitní spolupráce s Ateliérem Průmyslový design na Univerzitě Tomáše Bati. Takto vyniká unikátní symbióza mezi univerzitním technickým vývojem v Ostravě, studentským designem ve Zlíně a světovým výrobcem z Nového Jičína.

#### 3.1 StudentCar SCE

Projekt elektromobilu SCE vzešel z prozřetelné vize navrhovat a vyvíjet vozy s alternativním typem pohonu. Projekt tohoto lehkého typu elektromobilu byl dokončen již v roce 2010. Během dalších let se aktivity StudentCar přesunuly k vývoji unikátního automobilu SCX, který posunul technický vývoj na další úroveň. V roce 2015 bylo s novým zázemím a zkušenostmi rozhodnuto o modernizaci vozu SCE. Původní rám vozu je vytvořen z ocelové příhradové konstrukce osazený asynchronním elektromotorem SIEMENS o výkonu 77 kW. Hmotnost celého vozu byla před modernizací ustálena na 848 kg včetně bateriových modulů. Vizí zadavatelů bylo utvořit technicky méně komplikovaný vůz s emocionálně vytříbeným vzhledem. Doplňující portfolio elektromobilů StudentCar jako protíváha k technicky komplikovanému vozu SCX. Studenti Ateliéru Průmyslový design byli pověřeni se s touto problematikou komplexně vypořádat tak, aby mohla vzniknout funkční realizace nového vozu. Návrhy pěti studentů, které vznikali pod vedením pana doktora Martina Surmana, byli následně konzultovány se zadavateli. Po celé řadě technických úprav, náročných jednáních, a následné selekci nejvhodnějšího návrhu bylo rozhodnuto o realizaci přímo této diplomové práce formou částečně funkční makety v měřítku 1:1.

### 3.2 Koncepce elektromobilu

Stavba elektromobilu není v našich zemích rozhodně něčím zcela novým. Křižíků elektromobil je navíc jedním z prvních funkčně použitelných elektromobilů na světě. O vývoj elektromobilů se u nás snažilo již mnoho konstruktérů. V českých zemích se s velkým časovým odstupem po Křižíkovi začal v 70. letech vyvíjet druhý český elektromobil EMA. Následoval elektromobil LIAZ, škoda Elektra a Tatra Beta elektro, která nakonec přešla raději na spalovací motor. Krom nepřízně totalitního režimu všechny tyto vozy narazily na stejný problém. Na samotnou energii. Výhoda pohonných hmot tkví v její relativně snadné skladovatelnosti a tedy i prostorové a hmotnostní nenáročnosti. Na překonání více jak sta kilometrů v jeden a půl tunovém vozidle stačí pouhých šest nebo méně kilogramů paliva. Uchování elektrické energie pro elektromotor je pochopitelně mnohem složitější. Účinnost spalovacího motoru se pohybuje asi jen kolem 30 procent, u mnohem jednoduššího elektromobilu je to přitom kolem 70 procent. Přesto je spalovací motor používán zejména kvůli své lepší praktičnosti. Energie v elektromobilech také není zcela čistá. Elektřina pochází z různých zdrojů většinou z uhelných nebo jaderných elektráren. Baterie v automobilech obsahují velmi vzácné kovy, které je třeba těžít a složitými procesy z nich vyrábět akumulátory, které se zpětně velmi náročně recyklují. Přesto jsou elektromobily naší jedinou možností do budoucnosti. Je totiž relativně pravděpodobné, že dokážeme vytvořit baterie i z jednodušších prvků, než které používáme dnes. V tuto chvíli je docela zvláštní, že vyvíjíme elektromobily i přes to, že s jistotou nevíme, zda budeme schopni vyrábět baterie i z jiných zdrojů. Co však víme jistě je, že benzín nebo naftu nebudeme moci vyrábět věčně a to nám musí stačit.

## 4 ZADÁNÍ PROJEKTU

Projekt tohoto smělého vozu vychází ze základní koncepce příhradového rámu osazeného elektromotorem, bateriemi a dvěma sedadly. Konstrukce vozu v podstatě nedovoluje úpravu vozu do formy kupé. Celé šasi bylo navrženo ryze ve stylu klasických sportovních roadsterů. Tuto koncepci bylo třeba beze zbytku respektovat. Výsledný produkt měl evokovat emoce, adrenalin a krásu.

### 4.1 Základní koncepce

Navržený vůz zcela respektuje nosné šasi a neobvyklé specifikace elektromobilů. Bylo důležité respektovat osazené baterie a kontrolovat možné konflikty mezi předními koly, podběhy vozu a bateriemi. Jednoznačně zásadní byla vyrobitelnost i v technicky omezených podmínkách navazující na celková finanční omezení. Z toho důvodu bylo na každý jednotlivý komponent navrženo hned několik variantních řešení kombinující výrobní technologie a finanční náročnost. Výsledný produkt je jen špičkou ledovce celého zdlouhavého vývoje.

#### 4.1.1 Velikost vozu

Velikost vozu vždy definuje rozchod a rozvor náprav. Tyto rozměry jednoznačně definují proporce vozu, vizuální působivost a jeho následnou využitelnost.

#### 4.1.2 Šasi

U malosériové a prototypové produkce je nejběžnějším a nejdostupnějším typem základu vozidla šasi z příhradového rámu. U malosériové produkce není možnost tvorby bezrámové samonosné karoserie utvářené z hlubokotažných ocelových dílů svařovaných do samonosných celků. V současné době usnadňuje tvorbu špičkové malosériové produkce tvorba uhlíkových a sklolaminátových kompozitů. Pokročilé metody utváření malosériových laminátových forem umožňují výrobu samonosných celků z pryskyřice a uhlíkových vláken. Takto náročné operace ovšem zvyšují základní finanční náročnost projektu. Základní vklad pro výrobu složitých kompozitových celků je zde pro běžného smrtelníka relativně vysoký, ve srovnání s vývojem koncernových vozů se však jedná o marginální částky. Příhradový rám je v našich podmínkách zcela relevantní volbou pro návrh a vývoj kusové výroby. Případné použití laminátových forem přitom zajišťuje teoretickou možnost výroby až 150



kusů karoserií. [15] Vývoj jednotlivých komponentů je pro konstruktéry v podstatě alfou a omegou vývoje. Rozdíly a vývoj jednotlivých komponentů je to, co utváří charakter vozidla. Je to to, co činí rozdíly mezi jednotlivými automobilkami, potažmo modely aut.



*Obr. 30. Prototypové šasi vozu Studentcar SCE*



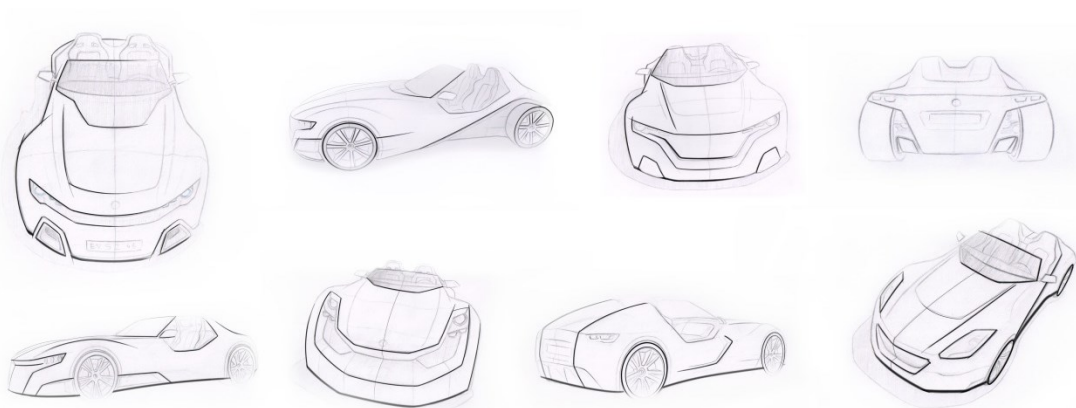
*Obr. 31. Prototypové šasi vozu Studentcar SCE*

## 4.2 Ideová řešení konceptu

Ideou bylo vytvořit jedinečný vizuální styl, který bude evokovat rychlost, nadsled a odvážnost malosériové produkce. Nejnáročnější překážkou bylo si poradit s finančními a technickými omezeními. Vůz na sebe neměl prvoplánově upozorňovat. Důležité bylo vhodně využít všech předností elektromobilů a vyvarovat se zažitým archaismům.

## 4.3 Skice

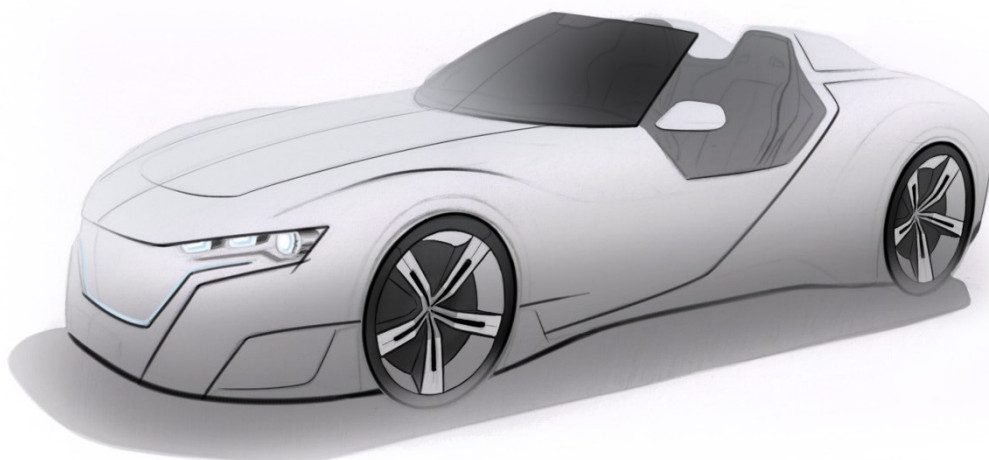
Bateriové boxy zabírali celý prostor šasi, v některých místech z něj dokonce vystupovali. To znesnadňovalo a do jisté míry omezovalo podobu variantních skic. Baterie a elektromotor je třeba také aktivně chladit, byť ne v také míře jako u spalovacích motorů. Pro chlazení byla v přední části vozu zamýšlena úzká štěrbina, která však nesmí ve vysokých rychlostech vytvářet aerodynamický hluk, nebo pískání způsobené zúžením. V kresebných návrzích bylo zamýšleno také různé dělení hmoty, přenesení proporcí, nebo optické odlehčení šasi. Původní rám se však po důkladné analýze projevil jako nevhodný pro tak odvážné tvarové experimenty. Další myšlenky se posunuli směrem ke klasické celistvé karoserii.



*Obr. 32. Geneze návrhů v kresebné formě*

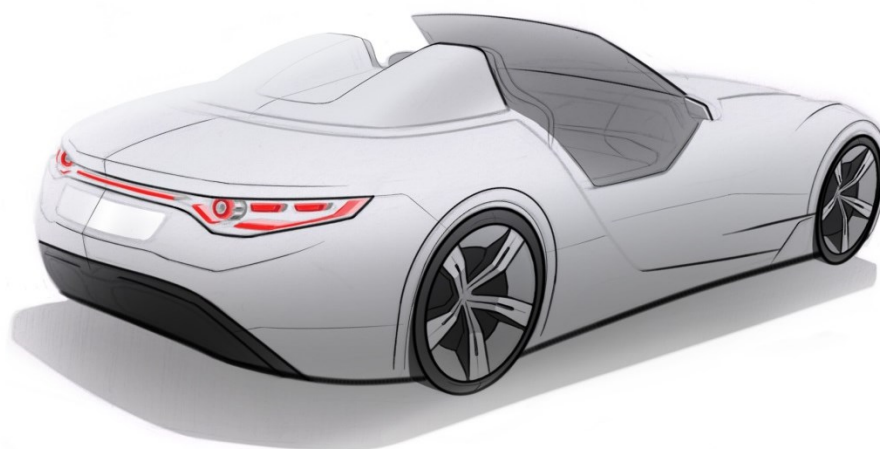
Výsledný návrh respektuje výrobní technologie a nízké výrobní náklady. Uvnitř ostře řezaného nosu vozu se nachází úzká štěrbina, kterou bylo nutné u výsledného vozu výrazně rozšířit s ohledem na vyšší náročnost chlazení použitých bateriových modulů. Vzhled vozu nejvíce ovlivňují světlomety. Vzhledem k omezeným možnostem výroby jsem je rozhodl pro nejnázve vyrobiteľnou variantu klasických kruhových světlometů umístěných zcela záměrně až pod hranou definující hranici mezi přední částí a kapotou vozu. Tento tah sice

vyřešil problematiku výroby, na druhou stranu riskantně prodlužoval proporci přední kapoty vůči objemu celého zbytku vozu.



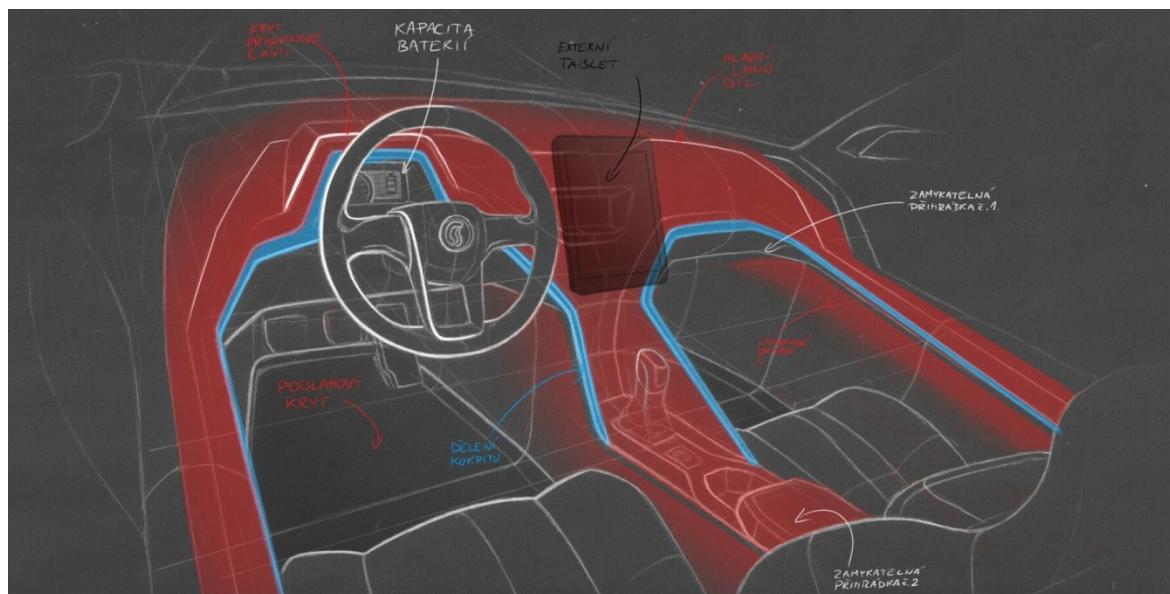
*Obr. 33. Skica Studentcar SCE*

Zadní část vozu je utvářena ve stejném duchu. Utvořit správnou kombinaci přední a zadní části je náročnou designérskou disciplínou. Z vozu by mělo být patrné, že přední a zadní část k sobě jednoznačně patří, na druhou stranu musí být tvar přední a zadní proporce diametrálně odlišný. Přirovnání k ženám je v tomto ohledu docela příznačné, i když částečně prvoplánové. Na dívkách muže skutečně nejdříve zaujmou oči a dekolt, když se dívka otočí, tak svojí přirozenou proporcí upoutává pozornost právě na pozadí, které je protiváhou prsou. Tato dokonalá ladnost je výrazně patrná hlavně z boku. U designu sportovních automobilů je to v podstatě stejné. Českým dívkám se to však zdaleka nevyrovná.



*Obr. 34. Skica Studentcar SCE*





Obr. 35. Původní návrh interiéru vozu SCE

Interiér vozu byl navržen s ohledem na nevybíravé počasí našeho podnebí. Většina dílů byla zamýšlena jako kompozitová. Pro sportovní vozy jsou strohé a jednoduché interiéry zcela relevantním řešením, obzvláště jedná-li se o roadster. Odvážná červená barva byla zamýšlena jako nejvhodnější doplňková barva ke stříbrné. Po rozhodnutí o vývoji klasického interiéru s plánovanou usní na většině pohledových dílu, jsem přistoupil k neutrální černé barvě.

#### 4.4 Zmenšená maketa vozu

Již z osnovy zadání a technického výkresu bylo zřejmé, že se nejedná o automobil se standardními rozměry. Z toho ohledu k němu bylo také nutné přistupovat. Vzhledem k počáteční vzdálenosti mezi Ostravou a Zlínem bylo nutné si utvořit vlastní prostorový model vozu přímo na ateliéru. Model 1:6 ověřoval reálnou projekci skic do prostorového modelu. Během utváření modelu bylo zjištěno několik nesrovnalostí mezi původní výkresovou dokumentací a reálným vozem. Problematický byl například nejednoznačný rozchod vozu, který nebylo možno přehodnotit do doby výměny kol. Bylo třeba přehodnotit upnutí bočních baterií, zanalyzovat teoretickou možnost kontaktu podběhů s pneumatikou, přehodnotit výhledové parametry, zajistit osazení předního okna a vymyslet k němu alternativy a technická řešení v různých cenových a technických relacích. Z hlediska estetické formy bylo třeba vyřešit problematiku neúměrně dlouhé proporce přední části a zkrácené zadní části. Pro skutečnou možnost realizace výroby bylo hned na začátku upuštěno od možnosti



osazení dveřmi. Volné místo přímo před krátkou zadní částí znemožňovalo celistvý dojem z celého vozu. Po další postup bylo třeba vůz utvořit v CAD systému a osadit více komponenty, které naznačili další možné problémy, ale zároveň vyřešili mnoho otazníků. Pro zpřesnění odhadů byl clayový model v měřítku 1:6 příliš drobný.



*Obr. 36. Výroba clayového modelu v měřítku 1:6*



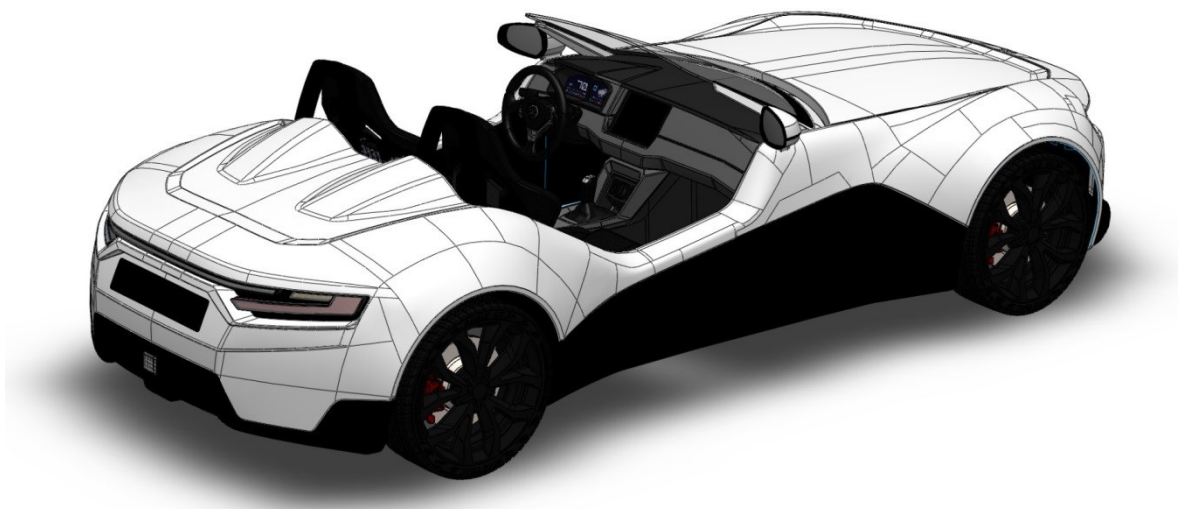
*Obr. 37. Clayový model v měřítku 1:6*

#### 4.5 Tvorba modelu v CAD systému

Tvorba detailního modelu v CAD systému Solidworks byla velice zdlouhavá a náročná. Na každou úpravu se nabalila další úprava karoserie v jiném místě vozu. Razantní úpravou model prošel po konfrontaci modelu se všemi homologačními požadavky a normami. Před vozem musela být výrazně nadzvednuta, aby splnila všechna daná kritéria.



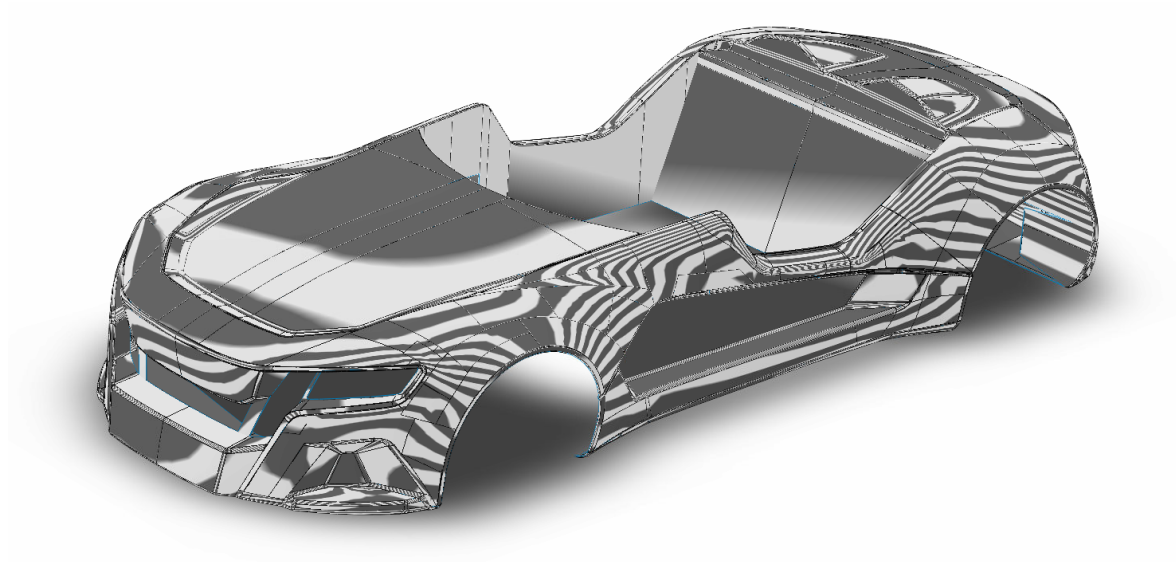
*Obr. 38. 3D model StudentCar SCE*



*Obr. 39. 3D model StudentCar SCE*

#### 4.5.1 Analýza křivosti ploch

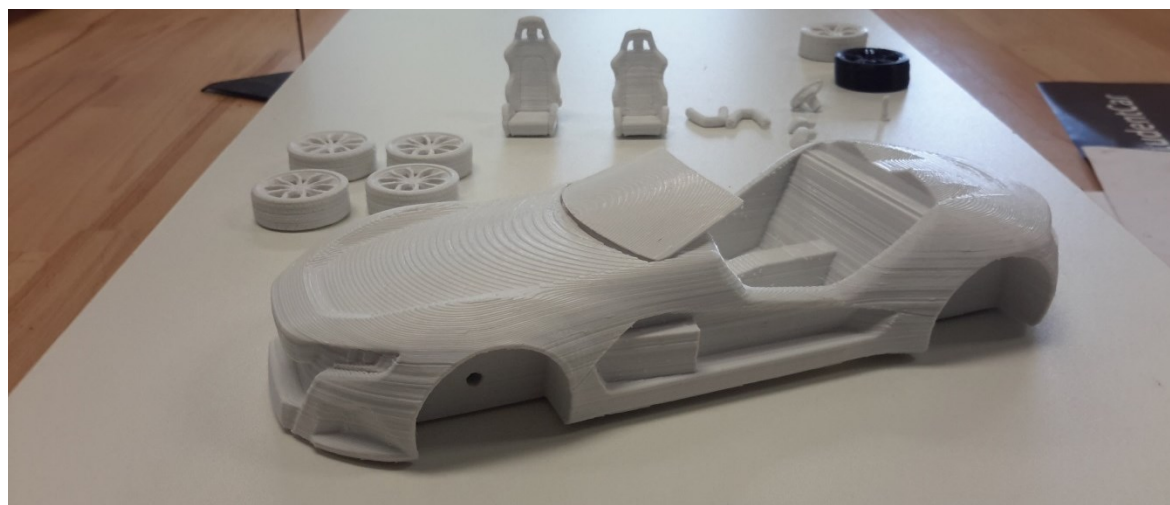
Procesu výroby každého prototypu předchází ověření křivosti a návaznosti jednotlivých ploch.



*Obr. 40. Ověření křivosti skořepiny karoserie Studentcar SCE*

#### 4.5.2 3D tisk karoserie SCE

Navržená karoserie byla následně vytištěna ve zdrobněném měřítku 1:18. Na modelu byly zřejmé základní proporce. Model byl vytisknut z důvodu ověření viditelnosti lámání jednotlivých ploch. Zmenšené měřítko v kombinaci s 3d tiskem mnoho detailů potlačilo, tudíž byly zcela zřejmé pouze ostře řezané linie karoserie. U přední kapoty byla patrná přílišná plochost, která se musela potlačit v zájmu zachování jednotné stylizace vozu.



*Obr. 41. Model SCE vytištěný na standardní 3D tiskárně*



## 5 STANOVENÍ NOVÉ KONCEPCE

Během procesu vývoje byla částečně přehodnocena koncepce celého vozu. Vypracovaný návrh působil nad očekávání dobře. Na základě spolupráce se světovým výrobcem světlometů bylo následně rozhodnuto o zapracování a vývoji pokročilé technologie předních a zadních LED svítlen přímo do tohoto automobilu. Na základě nového kresebného návrhu vznikly návrhy všech světlometů a svítlen dopracované konstruktéry do finální konstrukční dokumentace.

### 5.1 Nová idea

Na tento projekt se v průběhu měsíců nabalilo mnoho dílčích rozhodnutí, která z běžného sportovního vozu učinila velice výrazný kousek s jemným futuristickým přesahem. Větší důrazem na funkční kvalitu interiéru se dospělo k přepracování vnitřních částí vozu a k iniciaci úprav nosného rámu.

### 5.2 Korekce náprav

Pro dokončení karoserie bylo nutno rozhodnout o výsledné korekci náprav. Pro osazení novými koly bylo třeba důsledného přepracování, kterému předcházelo přesné měření speciálním měřicím ramenem se strojírensky dokonalou přesností. Na základě měření a následných výpočtů bylo nutné provést rozšíření karoserie o několik desítek milimetrů. Každé kolo musí při případném pro-pružení důsledně zapadnout do podběhu, zároveň nemůže být z estetického a funkčního hlediska příliš zapuštěné v karoserii vozu.



*Obr. 42. Přesné měření dosedacích ploch přední nápravy měřicím ramenem*



## 5.3 Vývoj světlometů

### 5.3.1 Osazení světlometů nové generace

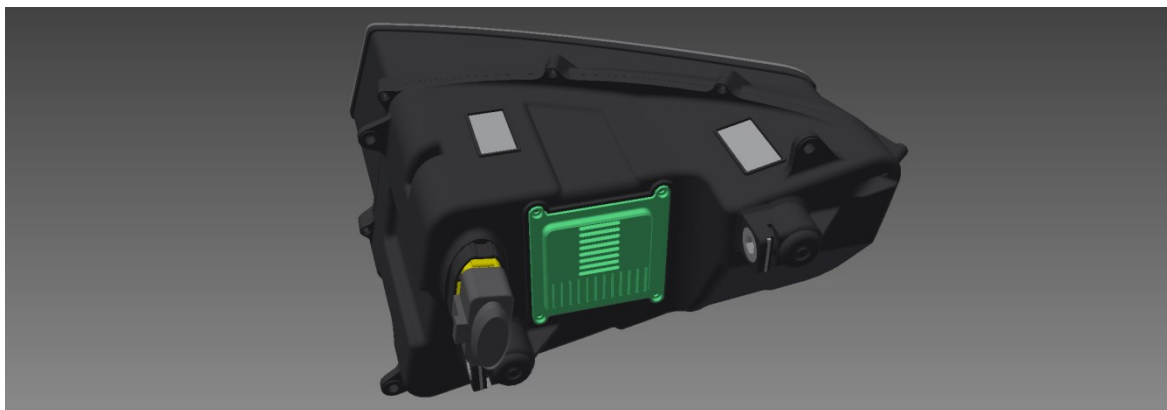
Vizuální styl většiny automobilek se po letech ustálil do takzvaného „designérského jazyka“ každé firmy. Tento předepsaný vizuální styl velkých koncernů sjednocuje umístění loga, tvar přídě i zádě. Často se projevuje v sebemenších detailech, ale i velkých celcích. To co jednotlivé vozy odlišuje, jsou drobné niance tvaru mezi jednotlivými kategoriemi vozidel a design světlometů. Světlometry a svítilny zcela jednoznačně utvářejí tvář každého vozu. Pokud mnoho různých automobilek používá stejnou technologii svítidel, může u některých konkurenčních modelů nastat estetická shoda. Každá nová technologie je proto u automobilek velmi vítanou změnou. A tou velkou změnou se v posledním roce stali revoluční dálkové LED projektory. Ještě do nedávné doby nebylo pro nízkou výkonnost využití LED projektorů možné. Dnes tuto technologii využívají převážně premiérové modely vozů. Je velmi pravděpodobné, že v následujících letech se takzvané „Full LED“ světlometry stanou masovou záležitostí. Postupně se tak děje již dnes. Dalším posunem v oblasti bude jistě využití laserových světél. Dobu nástupu této nové technologie ovlivňuje mnoho faktorů. Pro automobilky samotné je to jednoznačně cena a ověřená spolehlivost. Pro mě osobně bylo využití této technologie splněným snem. Drobné projektory jsem zapracoval do návrhu na hranici téměř všech technologických limitů, abych mohl důsledně ověřit dosud neznámé hranice vývoje něčeho tak sofistikovaného, jako jsou právě světlometry.



Obr. 43. LED projektor z prototypové produkce Varroc Lightning Systems

### 5.3.2 Návrh konstruktérů

Navržený tvar světlometů bylo třeba výrobně dopracovat týmem konstruktérů ve společnosti Varroc Lightnig Systems a interním konstruktérem projektu StudentCar panem Ing. Buráněm z Vysoké školy báňské. Dopracování si vyžádalo řadu technických úprav zahrnující využití specializovaných komponentů a interní know-how výrobce.

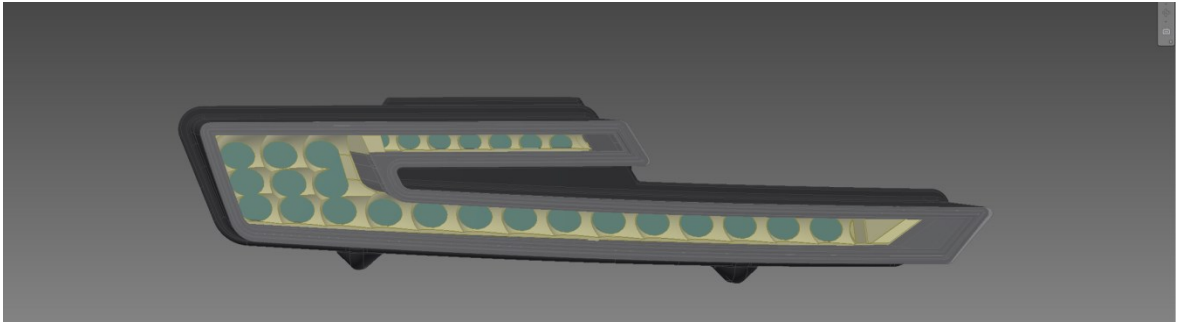


*Obr. 44. Housing předního světlometu navržený konstruktérem*

Umístění projektorů uvnitř světlometů podléhá funkční hierarchii a přísným právním předpisům, které do jisté míry omezují zamýšlenou vizuální estetiku vozu. Projektory je nutno na vozidlech nastavovat ve třech vymezených osách. Pro tento účel musí být jednotlivé projektory sdružené do jednoho svazku. Pro účely bližšího pochopení problematiky a zdokonalování vývoje bylo nutné vytisknout prostorovou maketu projektorů v měřítku 1:1.



*Obr. 45. Prvotní návrh uchycení LED projektorů*



*Obr. 46. Návrh zadní svítilny s jednotlivými parabolami pro LED diody*

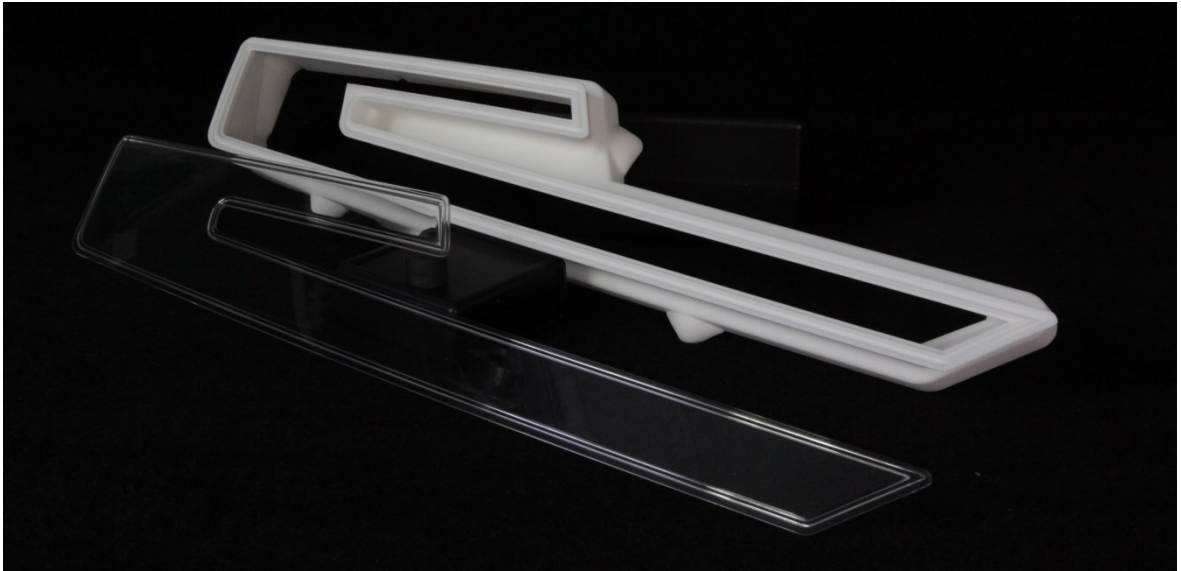
### 5.3.3 Výroba prototypů

Pro výrobu plně funkčních prototypů zajistila společnost Varroc práškový 3D tisk velmi vysoké kvality a pevnosti. Díly následně prošli rozsáhlou povrchovou úpravou. Krycí skla jsou zhotovena z bloku PMMA, následně vyfrézována spolu s funkční drážkou a přeleštěna do dokonalé průzračnosti. Přesná metodika utváření je výrobním tajemstvím.



*Obr. 47. Přední světlomet - Práškový 3D tisk předního a zadního dílu*





*Obr. 48. Zadní svítlna - Práškový 3D tisk a frézované krycí sklo*



*Obr. 49. Zpětný světlomet - Práškový 3D tisk a frézované krycí sklo*

#### 5.3.4 3D tisk kovů

Vnitřní držák reflektorů byl v rámci série zkoušek materiálů vytisknut z oceli ve spolupráci se Západočeskou univerzitou v Plzni.



*Obr. 50. Práškový tisk vnitřního ocelového rámečku pro přední světlomet*





*Obr. 51. Ocelový držák LED projektorů – výsledný výtisk*

### 5.3.5 Kompletace a programování prototypů

Po povrchové úpravě následovala kompletace dílů a programování světelných funkcí.



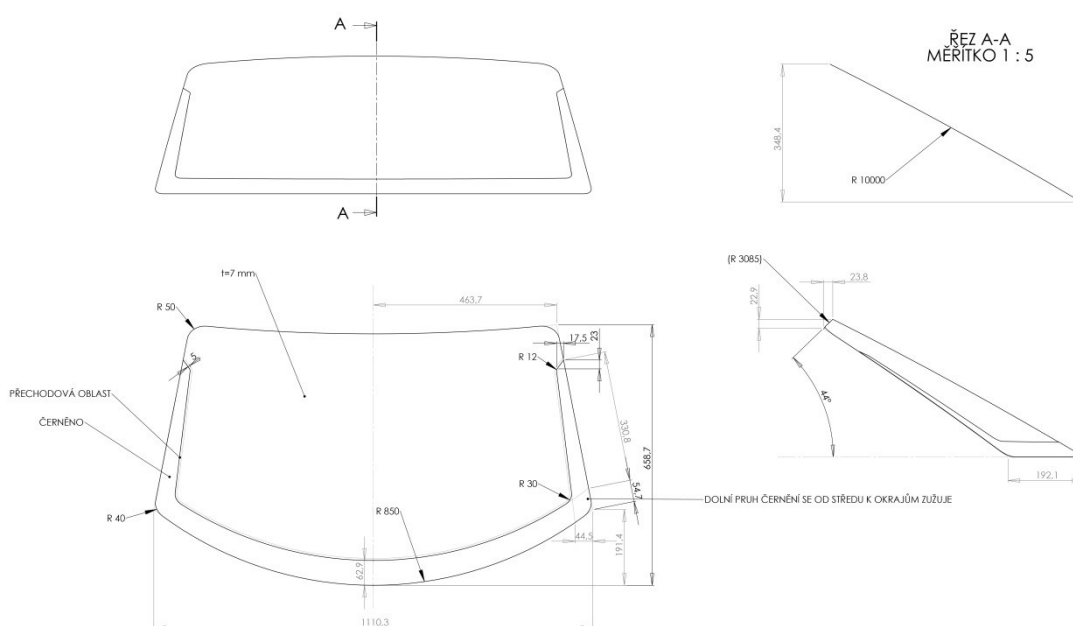
*Obr. 52. Detail, zadní části (housingu) levého světlometu*



Obr. 53. Zkouška programování předních světlometů a zadních svítilen

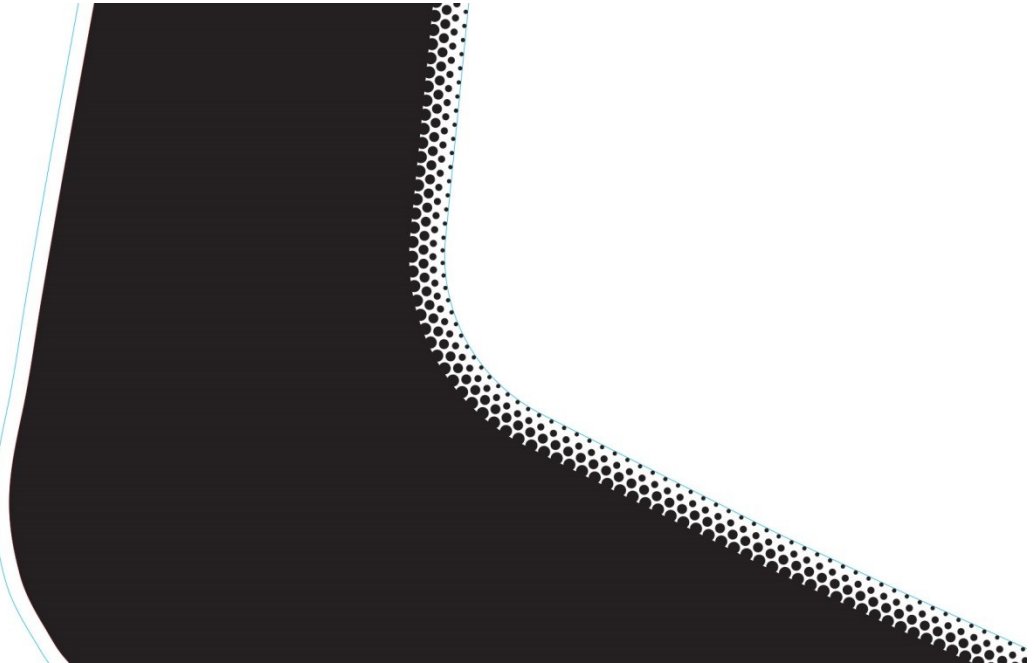
#### 5.4 Návrh předního okna

Navrhování čelního skla sebou nese různé neobvyklé metody a požadavky. Možnosti výrobců jsou do jisté míry omezené v závislosti na typu výroby. Firma, která vyhotovovala skla pro SCE požadovala jako podklad detailní technický výkres. Už tento fakt si sebou nese omezení, neboť dnešní vozy jsou tak komplikované, že je na technické výkresy lze zakreslit pouze schematicky. Problematické jsou právě křivky, které nemají zakótovatelný tvar. Mým úkolem tedy bylo navrhnout co nejdokonalější čelní sklo pouze z oblouků a výsečí naklonených do různých rovin.



Obr. 54. Návrh předního okna na vůz SCE

Usazení lepeného čelního skla bylo dále nutné doplnit černěním zakrývajícím lepený spoj. Předmětem návrhu bylo rozhodnutí o typu přechodového pásma mezi okrajovou a transparentní zónou. Šířku přechodového pásma jsem stanovil na tloušťku 7mm. Vyrobené přední okno je opatřeno příslušnou homologační známkou.



*Obr. 55. Návrh přechodové oblasti na předním okně SCE*



*Obr. 56. Vyhotovené přední okno SCE*



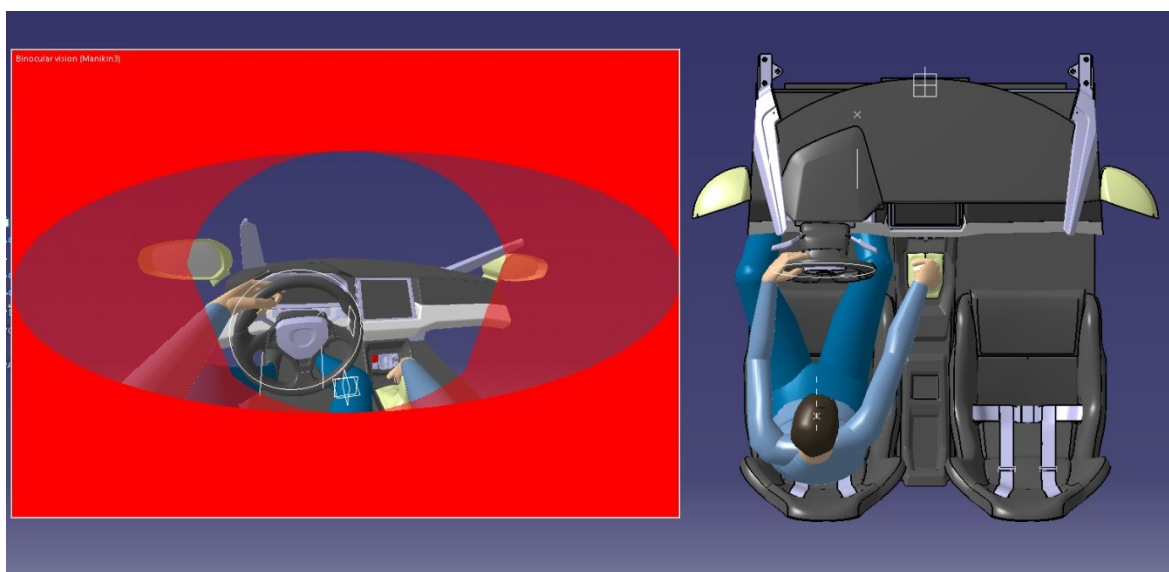
## 6 ERGONOMIE

### 6.1 Catia V5

Pro ověření všech ergonomických požadavků byla provedena ergonomická simulace ve specializovaném softwarovém modulu pro Catii V5. Dle softwarové analýzy bylo zřejmé, že průměrná percentilová postava nemá žádné problémy s dosahem jednotlivých ovládacích prvků. Analýza dále zkoumala výhledové parametry z vozu.



*Obr. 57. Ergonomická studie – dosažitelnost ovládacích prvků*



*Obr. 58. Ergonomická studie se simulací výhledových parametrů*



## 7 STAVBA MAKETY

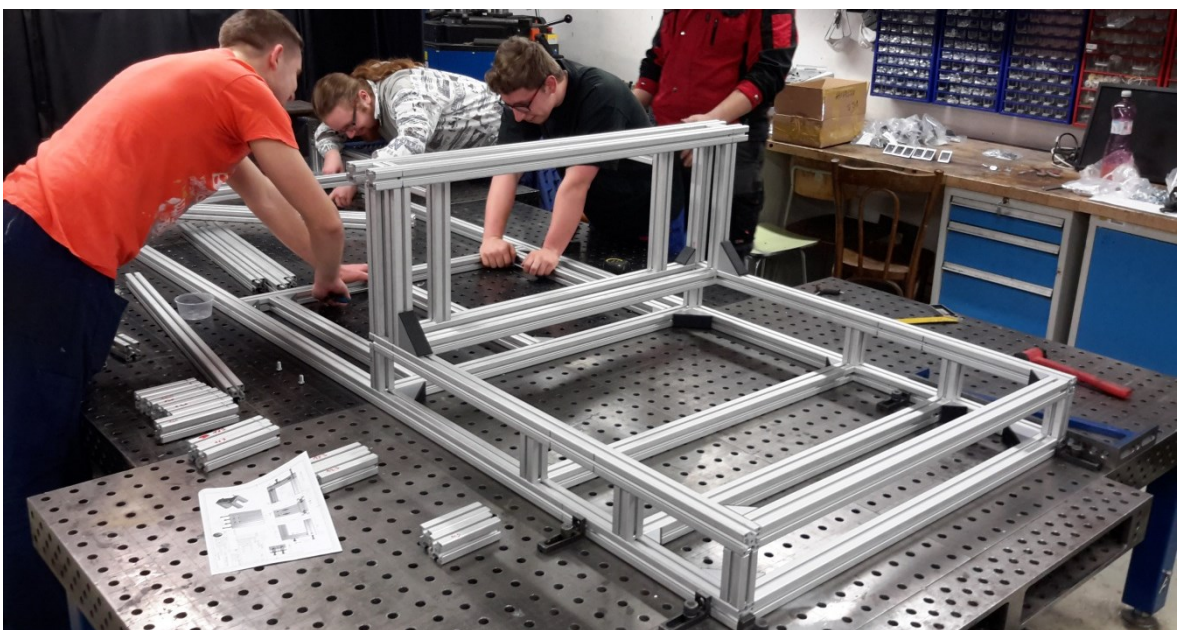
Stavbu takzvaného „master“ modelu doprovází vždy řada komplikovaných příprav a technologických prostožů. Tato stavba se provádí za účelem dokonalého ověření všech funkčních a estetických ploch. Na jeho základě se zkoumá reálná ergonomie, ale i autentický pocit z prostorového návrhu automobilu. Na základě tohoto modelu v měřítku 1:1 se rozhoduje o osudu celého vozu. Zda se stane pouhým konceptem, nebo skutečným vozem.



*Obr. 59. Hliníkové disky kol R18*

### 7.1 Stavba nosného rámu

Pro tento typ makety byl konstruktéry vybrán specializovaný systém tvarových profilů pro tvorbu rozebíratelných rámu s vysokou tuhostí. Plánované zatížení pro účely makety vozu je přibližně 700 kg.



*Obr. 60. Stavba rámu makety na prototypovém stole*



*Obr. 61. Zkompletovaný rám makety osazený kompletními koly*



*Obr. 62. Brzdový kotouč s částí třmenu*



## 7.2 Stavba interiéru

### 7.2.1 Komponenty

Pro Infotainment elektromobilu bylo nutné vybrat displaye splňující veškeré naše požadavky a navrhnout nové grafické rozhraní.



Obr. 63. Multimediální 7 palcový display pro profesionální použití

### 7.2.2 3D tisk

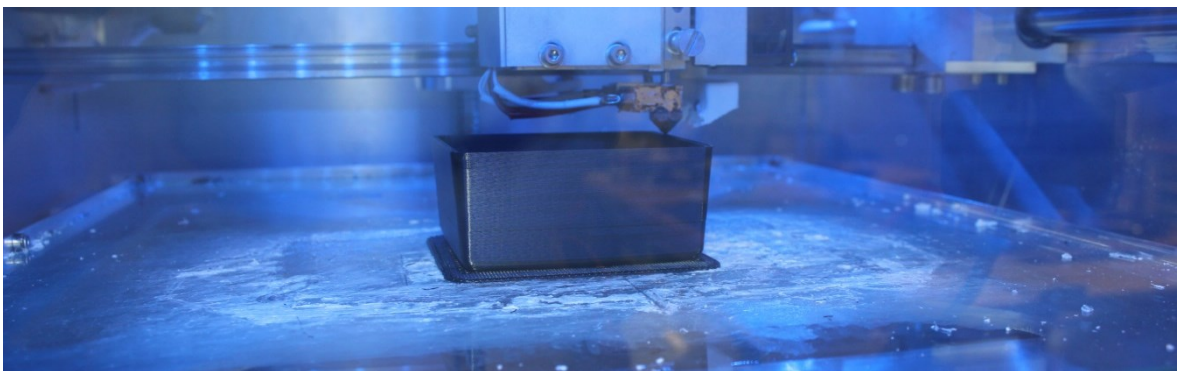
Pro prototypování všech méně objemných komponentů bylo využíváno 3D tiskárny a odolného černého ABS filamentu.



Obr. 64. Rozložená sestava volantu



*Obr. 65. Složená sestava volantu (bez středového krytu)*



*Obr. 66. Průběh tisku přihrádky na mobilní telefon*

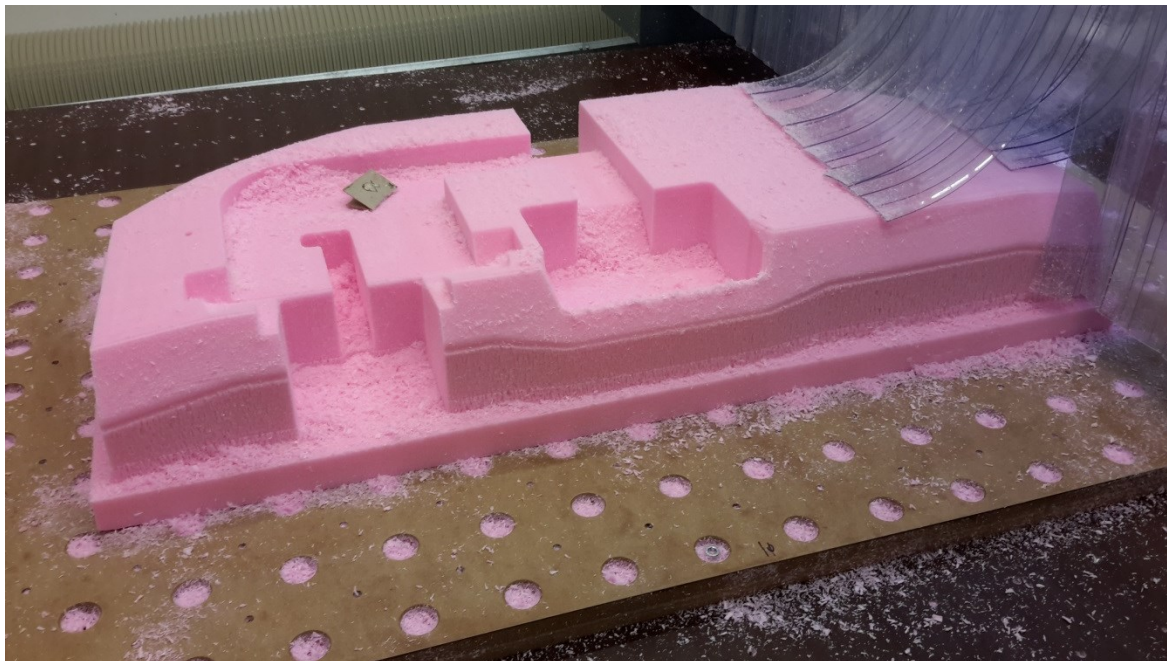


*Obr. 67. Stavbě interiéru předcházely zkušební tisk v měřítku 1:4*



### 7.2.3 Frézování dílů

Prototypová verze interiéru byla frézována z celých bloků materiálů. Po povrchové úpravě a sestavení komponentů došlo ke konečné montáži.



*Obr. 68. Frézování středového panelu interiéru*



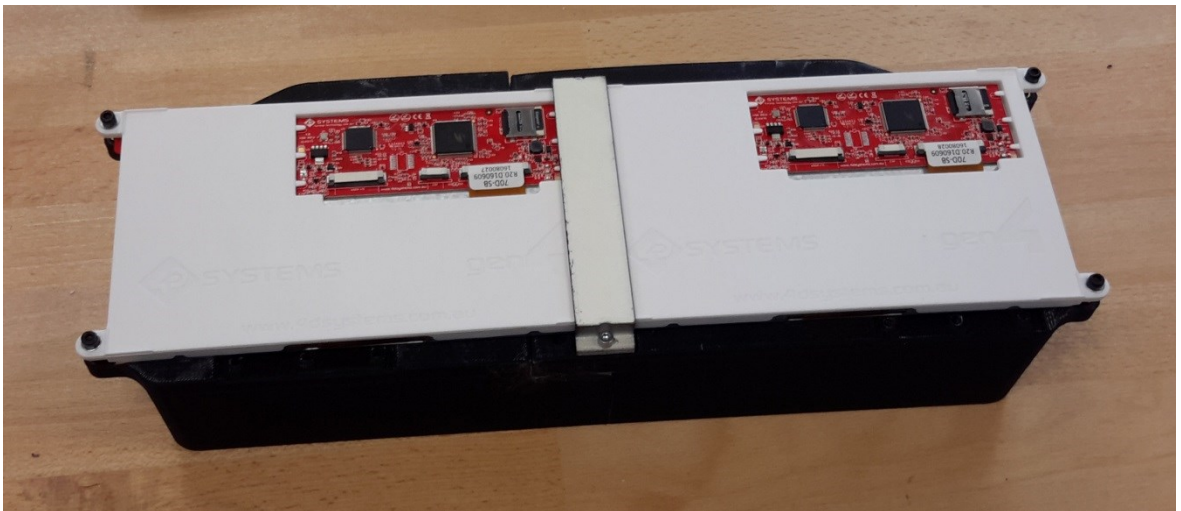
*Obr. 69. Povrchová úprava palubní desky vozu*

#### 7.2.4 Sestavení

Sestavení makety interiéru předcházelo mnoho dílčích úkolů, které bylo třeba provést, po dokončení klíčových součástí mohla být zahájena samotná montáž. Důležité byli displaye, hlavní monitor vozu a rozvody elektrického proudu.



*Obr. 70. „Kaplička“ pro LCD displaye umístěné za volantem*



*Obr. 71. Kompletace obou LCD displayů*





*Obr. 72. Středový panel vozu SCE*



*Obr. 73. Interiér vozu před finální kompletací*



*Obr. 74. Bezpečnostní oblouky navrženy s ohledem na dostupnou technologii ohýbání*



*Obr. 75. Interiér vozu Studentcar SCE*



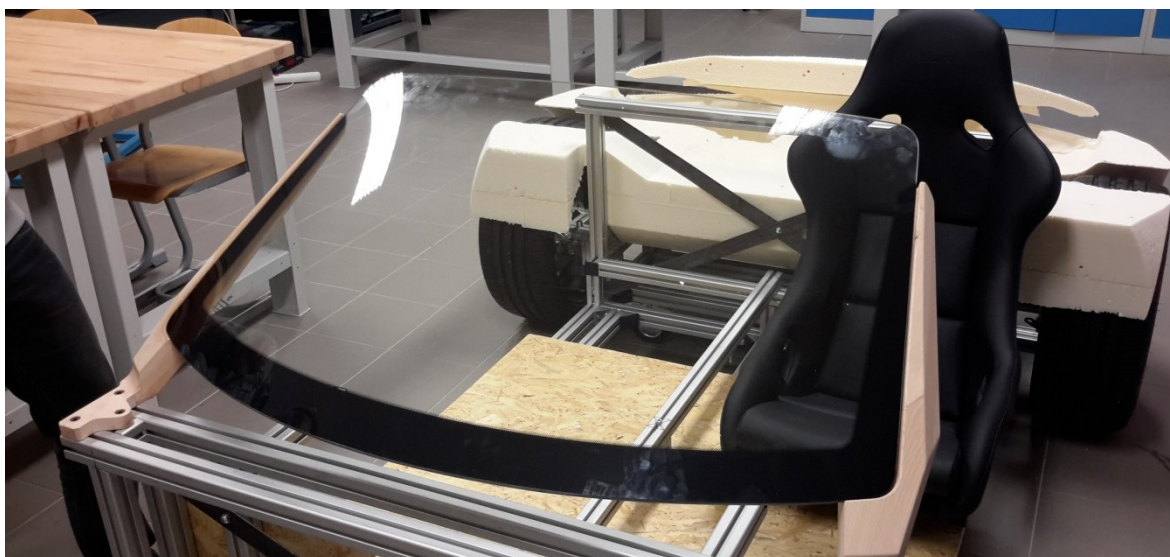
*Obr. 76. Interiér vozu Studentcar SCE – pohled řidiče*



## 7.3 Stavba exteriéru

### 7.3.1 Přední okno

Přední okno je odvázně navrženo na zkrácené A sloupky. Tento krok jsem učinil, kvůli zajištění co nejlepšího možného výhledu posádky.



*Obr. 77. Zkušební nasazení čelního skla na A sloupky*

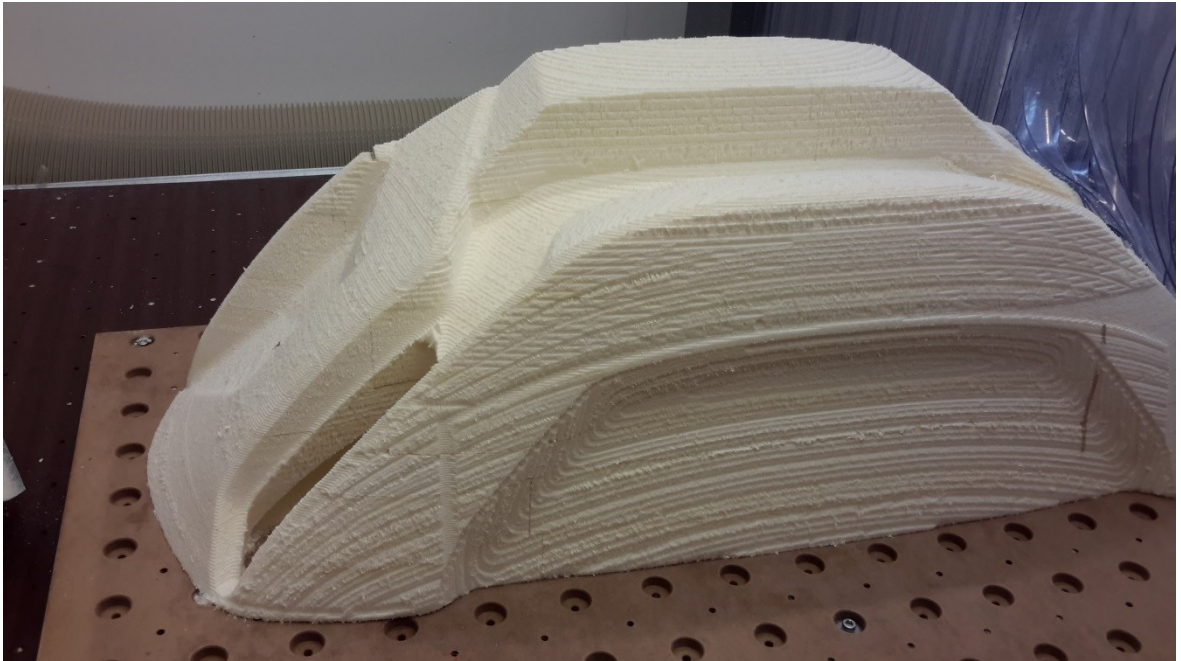
### 7.3.2 Světlomety z produkce Varroc Lightnig Systems

Zkompletované světlomety byly navrženy dle přísných homologačních požadavků. Zadní svítilny záměrně vyvolávají pozornost svojí výraznou stylizací do bílé



*Obr. 78. Světlomety, svítilny, zpětná svítilna*

### 7.3.3 Frézování



*Obr. 79. Přední díl z EPS po hrubém dofrézování*



*Obr. 80. Maketa SCE - sesazení prvních dílů*





*Obr. 81. Zadní díl z EPS po hrubém dofrézování*



*Obr. 82. Kontrola návaznosti dílů*



*Obr. 83. Kontrola návaznosti dílů*



*Obr. 84. Maketa SCE před Clayováním*



### 7.3.4 Clay

Pro potřeby sochařské / modelářské bylo třeba na všechny díly navrstvit clay, ofrémovat dle CAD systémových dat a po odborných konzultacích provést manuální úpravy.

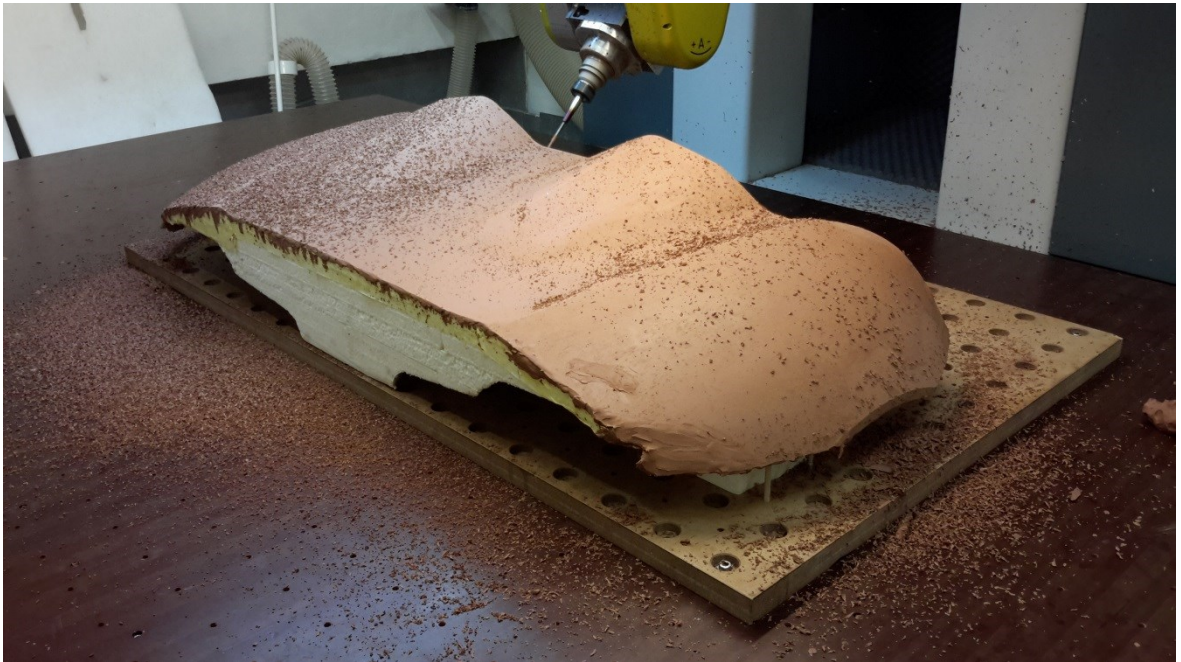


*Obr. 85. Nanášení Claye na frézované EPS*

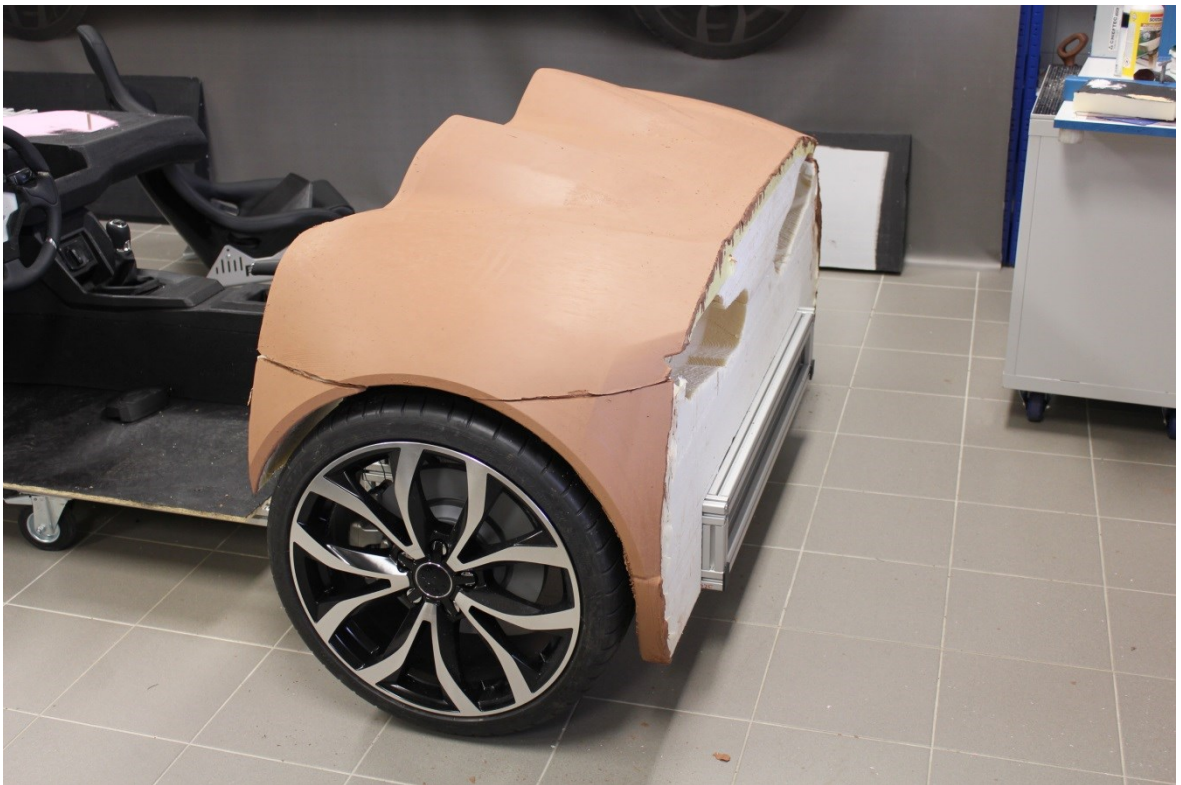


*Obr. 86. Naclayovaný díl po korekci ploch před navazujícím frézováním*



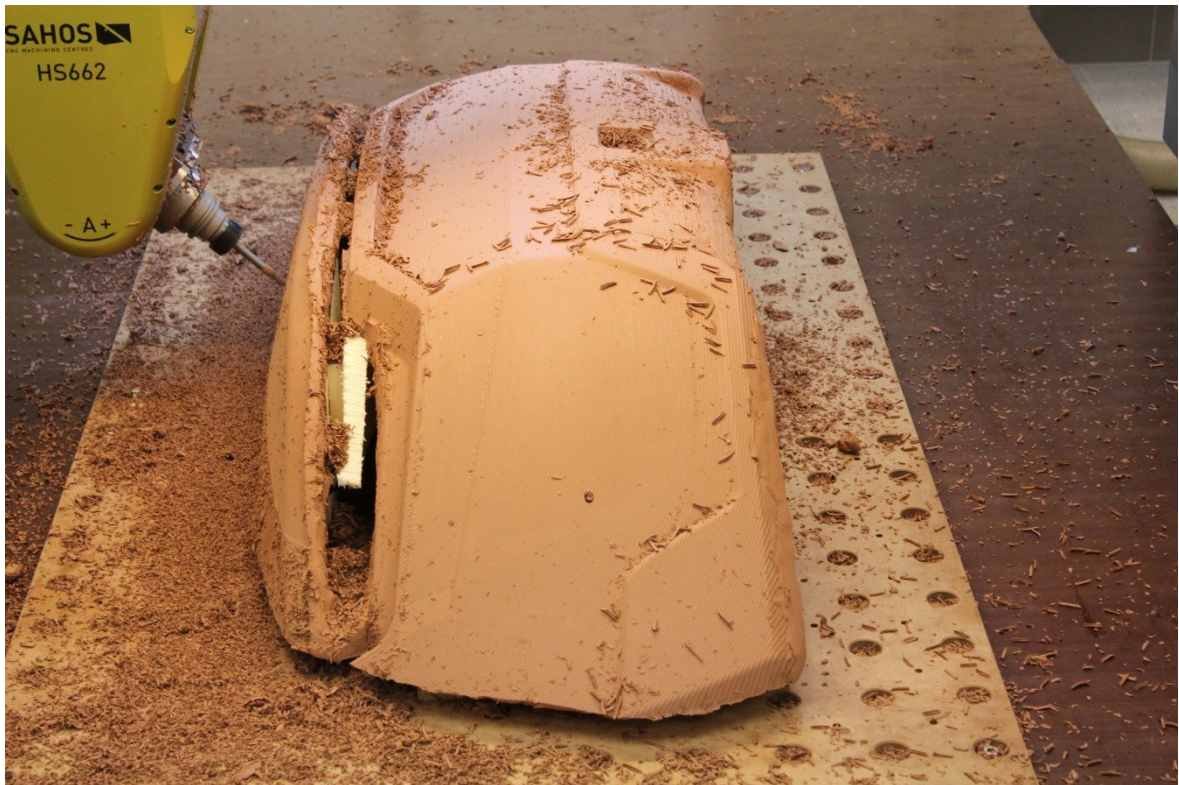


*Obr. 87. Frézování claye*



*Obr. 88. Usazený díl před korekcí*





*Obr. 89. Frézování claye – zadní díl SCE*



*Obr. 90. Frézování claye – zadní díl SCE*



Vzhledem k technologickým a vnitřně legislativním časovým prostožům nemýlo možné do této práce zpracovat finální fotodokumentaci master modelu v měřítku 1:1.



*Obr. 91. Plánovaná podoba Master modelu 1:1*



*Obr. 92. Plánovaná podoba Master modelu 1:1*

## VÝSLEDNÝ DESIGNÉRSKÝ NÁVRH

### 7.4 Studentcar SCE



*Obr. 93. Vizualizace Studentcar SCE – pohled přední*



*Obr. 94. Vizualizace Studentcar SCE – pohled třítvrteční*

Dynamická boční linie evokuje pohyb vozu i při statickém pohledu. Absence dveří usnadňuje nastupování a zároveň eliminuje jakékoliv nesrovnalosti dílenského zpracování s dveřmi. Zkrácené A sloupky zlepšují výhledové parametry řidiče a posádky.



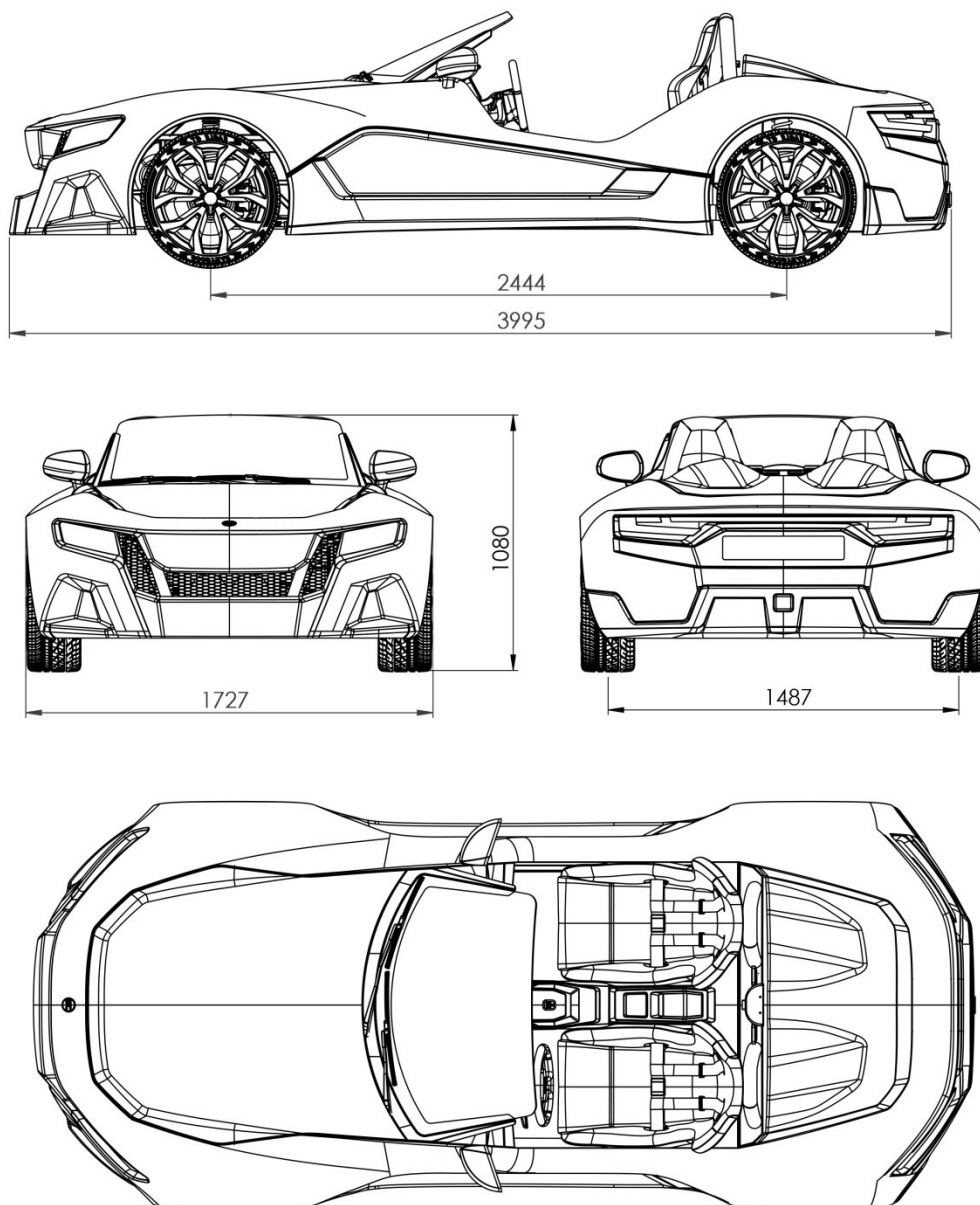
*Obr. 95. Vizualizace Studentcar SCE – pohled boční*



*Obr. 96. Vizualizace Studentcar SCE – pohled zadní*



## 7.5 Technický výkres



Obr. 97. Technický výkres vozu Studentcar SCE

## ZÁVĚR

Během zdlouhavé a usilovné práce na tomto projektu jsem si prošel každý sebemenší detail vozu, pamatoval jsem si každý milimetr krychlový, který jsem utvářel. Na výsledných vizualizacích je vidět jen jedna setina celého procesu navrhování, možná méně. Projekt se v podstatě neustále měnil pod rukama a neustále jsem nebyl spokojen. Nejdůležitější vlastností designéra je hned po talentu vytrvalost. Nedokázal jsem si ani připustit, že bych automobil nedokončil. Průmyslový design ze mě udělal velmi zarputilého člověka. S každým projektem jsem si prožil tolik náročných a nepříjemných situací, že na jejich konci si občas ani nepamatuji, že jsem je vytvářel. Ze špatných zážitků se vždy poučím a zbytek mysl vytěsňuji z hlavy. Pamatuji si jen zásady. S každým dalším projektem jsem prozíravější, ale i odvážnější. Občas jsem byl během projektů tak vysílený, že jsem ani nezaznamenal jejich úspěšný konec. I přesto, že občas cítím, že jsem na konci sil. I přesto mám neúnavnou chuť a vůli překonávat stále těžší a těžší překážky.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] History of the Automobile: origin to 1900, Le „Fardier“ de Cugnot, dostupné z WWW: [http://users.skynet.be/tintinpassion/VOIRSAVOIR/Auto/Pages\\_auto/Auto\\_002.html](http://users.skynet.be/tintinpassion/VOIRSAVOIR/Auto/Pages_auto/Auto_002.html)
- [2] Národní technické muzeum ČR, Josef Božek dostupné z WWW: <http://www.ntm.cz/heslar/josef-bozek>
- [3] 1000 tahačů: historie, klasika, technika. V Praze: Knižní klub, 2006, 336 s. ISBN 80-242-1667-1.
- [4] SHAHAN, Zachary. Electric Car Evolution. In: Cleantechnica [online] Sustainable Enterprises Media, Inc. ©2016. 26. 4. 2015 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2015/04/26/electric-car-history/>
- [5] WILLSON, Quentin. *Legendární sportovní auta: [nejkrásnější klasické sportovní vozy světa]*. V Praze: Slovart, 2003. ISBN 80-7209-479-3.
- [6] HANLON, Mike. *Le Jamais Contente - the first purpose-built land speed record car* [online]. gizmag, 2012-06-27, [cit. 2014-09-26]. Dostupné z: <http://newatlas.com/le-jamais-contente-first-land-speed-record/23094/>
- [7] SPOTTS, Frederic. *Hitler a síla estetiky*. Praha: Epoque, 2007. ISBN 978-80-87027-08-0.
- [8] NICHOLLS, Richard. *Superautomobily: [více než 300 nejvýkonnějších automobilů]*. Praha: Svojtka & Co., 2003. ISBN 80-7237-683-7.
- [9] FOKT, Michal. Audi R8 e-tron končí. Nikdo ho nechce. In: Auto.cz [online] CZECH NEWS CENTER a.s. ©2017. 13. 10. 2016 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/audi-r8-e-tron-konci-99203>
- [10] SRPOVÁ, Eva. Tesla roadster je v Česku. In: Autoweb.cz [online] Media Marketing Services a. s. ©2000 - 2017. 7. 6. 2010 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/tesla-roadster-je-v-cesku/>
- [11] KRÁLOVÁ, Věra a Václav KRÁL. *Václav Král - designér, který chtěl změnit svět: [kniha připravená z obrázků a textů Václava Krále a vzpomínek blízkých]*. Roztoky u Prahy: Signum, c2010. ISBN 978-80-903531-1-4.



- [12] PAVLŮSEK, Ondřej. Rimac Concept One: Elektro-supersport se vrací. In: Auto.cz [online] CZECH NEWS CENTER a.s. ©2017. 23. 2. 2016 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/rimac-concept-one-elektro-supersport-vraci-video-93112>
- [13] MIČKA, Jan. McLaren P1: Z 0-300 km/h za 16,5 sekundy. In: Auto.cz [online] CZECH NEWS CENTER a.s. ©2017. 22. 10. 2013 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/mclaren-p1-z-0-300-km-h-16-5-sekundy-77411>
- [14] RAKOVAN, Filip. Hybridní supersport BMW i8 má oficiálně českou cenu. In: Autoweb.cz [online] Media Marketing Services a. s. ©2000 - 2017. 13. 2. 2014 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/hybridni-supersport-bmw-i8-ma-oficialne-ceskou-cenu/>
- [15] Konzultace s panem Ing. Vladimírem Rusnákem, 7. 10. 2014, FORM s.r.o., Střelná
- [16] KRAUS, Jakub. Ferrari LaFerrari: Hybridní nástupce Enza má 963 koní a maximum přes 350 km/h. In: Auto.cz [online] CZECH NEWS CENTER a.s. ©2017. 5. 3. 2013 [cit. 5. 5. 2017]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/ferrari-laferrari-nastupce-enza-ma-963-hybridnich-koni-maximalni-rychlost-pres-350-km-h-73230>
- [17] GOMOLA, Miroslav. *Automobily Tatra: závodní a sportovní vozy z Kopřivnice*. V Brně: AGM CZ, 2004. Historie motorových vozidel. ISBN 80-85991-27-6.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABC Význam první zkratky.

B Význam druhé zkratky.

C Význam třetí zkratky.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|  |    |
|--|----|
| <i>Obr. 1. Parní automobil Josefa Božka (1815)</i> .....   | 11 |
| <i>Obr. 2. Elektromobil Františka Křižíka (1895)</i> ..... | 12 |
| <i>Obr. 3. Lohner-Porsche Semper Vivus (1900)</i> .....    | 13 |
| <i>Obr. 4. NW Rennzweier (1900)</i> .....                  | 14 |
| <i>Obr. 5. Původní Mercedes-Benz SSK (1928)</i> .....      | 15 |
| <i>Obr. 6. Mercedes-Benz SSK (1930)</i> .....              | 16 |
| <i>Obr. 7. Jaguar SS100 (1930)</i> .....                   | 16 |
| <i>Obr. 8. BMW 328 (1936)</i> .....                        | 17 |
| <i>Obr. 9. Jaguar XK120 (1949)</i> .....                   | 18 |
| <i>Obr. 10. Aston Martin DBS3 (1953)</i> .....             | 19 |
| <i>Obr. 11. Porsche 356 (1950)</i> .....                   | 20 |
| <i>Obr. 12. Mercedes-Benz SL 300 (1954)</i> .....          | 21 |
| <i>Obr. 13. Austin Healey 3000 (1959)</i> .....            | 21 |
| <i>Obr. 14. Jaguar E-type (1961)</i> .....                 | 22 |
| <i>Obr. 15. Chevrolet Corvette Sting Ray (1966)</i> .....  | 23 |
| <i>Obr. 16. AC Cobra 427 (1967)</i> .....                  | 24 |
| <i>Obr. 17. Lamborghini Countach (1974)</i> .....          | 25 |
| <i>Obr. 18. Porsche 911 Turbo (1976)</i> .....             | 26 |
| <i>Obr. 19. Ferrari Testarossa (1984)</i> .....            | 27 |
| <i>Obr. 20. DeLorean DMC (1981)</i> .....                  | 28 |
| <i>Obr. 21. Lamborghini Diablo (1990)</i> .....            | 29 |
| <i>Obr. 22. Dodge Viper R/T (1992)</i> .....               | 30 |
| <i>Obr. 23. Tatra MTX (1991)</i> .....                     | 31 |
| <i>Obr. 24. Audi R8 e-tron (2015)</i> .....                | 33 |
| <i>Obr. 25. Tesla roadster (2008)</i> .....                | 34 |
| <i>Obr. 26. Rimac Concept One (2013)</i> .....             | 34 |
| <i>Obr. 27. BMW i8 (2013)</i> .....                        | 35 |
| <i>Obr. 28. Ferrari LaFerrari (2013)</i> .....             | 36 |
| <i>Obr. 29. McLaren P1 (2013)</i> .....                    | 36 |
| <i>Obr. 30. Prototypové šasi vozu Studentcar SCE</i> ..... | 41 |
| <i>Obr. 31. Prototypové šasi vozu Studentcar SCE</i> ..... | 41 |
| <i>Obr. 32. Geneze návrhů v kresebné formě</i> .....       | 42 |



|  |    |
|--|----|
| <i>Obr. 33. Skica Studentcar SCE</i> .....   | 43 |
| <i>Obr. 34. Skica Studentcar SCE</i> .....   | 43 |
| <i>Obr. 35. Původní návrh interiéru vozu SCE</i> .....                               | 44 |
| <i>Obr. 36. Výroba clayového modelu v měřítku 1:6</i> .....                          | 45 |
| <i>Obr. 37. Clayový model v měřítku 1:6</i> .....                                    | 45 |
| <i>Obr. 38. 3D model StudentCar SCE</i> .....  | 46 |
| <i>Obr. 39. 3D model StudentCar SCE</i> .....  | 46 |
| <i>Obr. 40. Ověření křivosti skořepiny karoserie Studentcar SCE</i> .....            | 47 |
| <i>Obr. 41. Model SCE vytištěný na standardní 3D tiskárně</i> .....                  | 47 |
| <i>Obr. 42. Přesné měření dosedacích ploch přední nápravy měřícím ramenem</i> .....  | 48 |
| <i>Obr. 43. LED projektor z prototypové produkce Varroc Lightning Systems</i> .....  | 49 |
| <i>Obr. 44. Housing předního světlometu navržený konstruktérem</i> .....             | 50 |
| <i>Obr. 45. Prvotní návrh uchycení LED projektorů</i> .....                          | 50 |
| <i>Obr. 46. Návrh zadní svítilny s jednotlivými parabolami pro LED diody</i> .....   | 51 |
| <i>Obr. 47. Přední světlomet - Práškový 3D tisk předního a zadního dílu</i> .....    | 51 |
| <i>Obr. 48. Zadní svítilna - Práškový 3D tisk a frézované krycí sklo</i> .....       | 52 |
| <i>Obr. 49. Zpětný světlomet - Práškový 3D tisk a frézované krycí sklo</i> .....     | 52 |
| <i>Obr. 50. Práškový tisk vnitřního ocelového rámečku pro přední světlomet</i> ..... | 52 |
| <i>Obr. 51. Ocelový držák LED projektorů – výsledný výtisk</i> .....                 | 53 |
| <i>Obr. 52. Detail, zadní části (housingu) levého světlometu</i> .....               | 53 |
| <i>Obr. 53. Zkouška programování předních světlometů a zadních svítilen</i> .....    | 54 |
| <i>Obr. 54. Návrh předního okna na vůz SCE</i> .....                                 | 54 |
| <i>Obr. 55. Návrh přechodové oblasti na předním okně SCE</i> .....                   | 55 |
| <i>Obr. 56. Vyhotovené přední okno SCE</i> .....                                     | 55 |
| <i>Obr. 57. Ergonomická studie – dosažitelnost ovládacích prvků</i> .....            | 56 |
| <i>Obr. 58. Ergonomická studie se simulací výhledových parametrů</i> .....           | 56 |
| <i>Obr. 59. Hliníkové disky kol R18</i> .....  | 57 |
| <i>Obr. 60. Stavba rámu makety na prototypovém stole</i> .....                       | 57 |
| <i>Obr. 61. Zkompletovaný rám makety osazený kompletními koly</i> .....              | 58 |
| <i>Obr. 62. Brzdový kotouč s částí třmenu</i> .....                                  | 58 |
| <i>Obr. 63. Multimediální 7 palcový display pro profesionální použití</i> .....      | 59 |
| <i>Obr. 64. Rozložená sestava volantu</i> .....                                      | 59 |
| <i>Obr. 65. Složená sestava volantu (bez středového krytu)</i> .....                 | 60 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Obr. 66. Průběh tisku přihrádky na mobilní telefon</i> .....                                | 60 |
| <i>Obr. 67. Stavbě interiéru předcházet zkušební tisk v měřítku 1:4</i> .....                  | 60 |
| <i>Obr. 68. Frézování středového panelu interiéru</i> .....                                    | 61 |
| <i>Obr. 69. Povrchová úprava palubní desky vozu</i> .....                                      | 61 |
| <i>Obr. 70. „Kaplička“ pro LCD displaye umístěné za volantem</i> .....                         | 62 |
| <i>Obr. 71. Kompletace obou LCD displayů</i> .....   | 62 |
| <i>Obr. 72. Středový panel vozu SCE</i> .....  | 63 |
| <i>Obr. 73. Interiér vozu před finální kompletací</i> .....                                    | 63 |
| <i>Obr. 74. Bezpečnostní oblouky navrženy s ohledem na dostupnou technologii ohýbání</i> ..... | 63 |
| <i>Obr. 75. Interiér vozu Studentcar SCE</i> .....   | 64 |
| <i>Obr. 76. Interiér vozu Studentcar SCE – pohled řidiče</i> .....                             | 64 |
| <i>Obr. 77. Zkušební nasazení čelního skla na A sloupky</i> .....                              | 65 |
| <i>Obr. 78. Světlomety, svítilny, zpětná svítilna</i> .....                                    | 65 |
| <i>Obr. 79. Přední díl z EPS po hrubém dofrézování</i> .....                                   | 66 |
| <i>Obr. 80. Maketa SCE - sesazení prvních dílů</i> .....                                       | 66 |
| <i>Obr. 81. Zadní díl z EPS po hrubém dofrézování</i> .....                                    | 67 |
| <i>Obr. 82. Kontrola návaznosti dílů</i> .....   | 67 |
| <i>Obr. 83. Kontrola návaznosti dílů</i> .....   | 68 |
| <i>Obr. 84. Maketa SCE před Clayováním</i> .....   | 68 |
| <i>Obr. 85. Nanášení Claye na frézované EPS</i> .....  | 69 |
| <i>Obr. 86. Naclayovaný díl po korekci ploch před navazujícím frézováním</i> .....             | 69 |
| <i>Obr. 87. Frézování claye</i> .....  | 70 |
| <i>Obr. 88. Usazený díl před korekcí</i> .....   | 70 |
| <i>Obr. 89. Frézování claye – zadní díl SCE</i> .....  | 71 |
| <i>Obr. 90. Frézování claye – zadní díl SCE</i> .....  | 71 |
| <i>Obr. 91. Plánovaná podoba Master modelu 1:1</i> .....                                       | 72 |
| <i>Obr. 92. Plánovaná podoba Master modelu 1:1</i> .....                                       | 72 |
| <i>Obr. 93. Vizualizace Studentcar SCE – pohled přední</i> .....                               | 73 |
| <i>Obr. 94. Vizualizace Studentcar SCE – pohled třítvrteční</i> .....                          | 73 |
| <i>Obr. 95. Vizualizace Studentcar SCE – pohled boční</i> .....                                | 74 |
| <i>Obr. 96. Vizualizace Studentcar SCE – pohled zadní</i> .....                                | 74 |
| <i>Obr. 97. Technický výkres vozu Studentcar SCE</i> .....                                     | 75 |





## SEZNAM TABULEK

## SEZNAM PŘÍLOH

**PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY**