

# Koncepční řešení osobního automobilu

Robin Vozábal

---

Bakalářská práce  
2010

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací  
Ústav prostorového a produktového designu  
akademický rok: 2009/2010

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Robin VOZÁBAL**  
Studijní program: **B 8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimedia a design – Průmyslový design**  
  
Téma práce: **Koncepční řešení osobního automobilu**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza produktů podobného zaměření nebo charakteru
2. Kresebné návrhy a studie na základě analýzy
3. Ergonomická studie
4. Rozpracování vybraných návrhů ve vhodném měřítku
5. Modelové řešení konečné varianty
6. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy návrhu

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Kolesár, Zdeno: Kapitoly z dějin designu, VŠUP Praha, 2004, ISBN 80-86863-03-4**

**Sparkeová, P.: Století designu, Praha: Slovart, 1999**

**Chundela, Lubor: Ergonomie, Praha : ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02301-X.**

**Edsall, Larry: Prototypy - Automobilový design 20. a 21.století, ISBN: 80-7234-356-4**

Vedoucí bakalářské práce:

**prof. ak. soch. Pavel Škarka**

Ústav prostorového a produktového designu

Datum zadání bakalářské práce:

**11. ledna 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**17. května 2010**

Ve Zlíně dne 11. ledna 2010

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.

*Janíková*  
děkanka



MgA. Petr Stanický, MFA

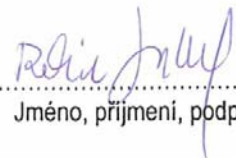
*Stanický*  
ředitel ústavu

## 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 ..... 9.3.2010 .....

  
Jméno, příjmení, podpis

ROBIN VOŽÁBÁL

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 disertační, diplomové, bakalářské 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.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení 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 pořizovat 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.

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, užití-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní 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**

Ve své bakalářské práci se zabývám studii dvoukolových a jednokolových osobních vozů a elektromobilů. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí.

V první, teoretické části se věnuji v první řadě dvoukolovým a jednokolovým vozům a jejich historií, v druhé řadě pak elektromobilům s doprovodnými kapitolami zaměřující se na jejich přednosti a nevýhody. Teoretickou část uzavírá kapitola o ergonomii.

Druhá, praktická část analyzuje trh s vozidly podobné koncepce a zaměření. Dále pak popisují proces a rozpracování vlastního návrhu. Závěrem předkládám konečné řešení designu osobního vozu.

Klíčová slova: elektromobil, dvoukolka, ekologie, Segway, jednoduchost

## **ABSTRACT**

My bachelor thesis is focused on a diwheels, monowheels and electric cars. This work is divided into two main parts.

The first, theoretical part deals at first with diwheels, monowheels and their history, at second deals with electric cars with accompanying chapters focusing on their advantages and disadvantages. Last chapter in theoretical part is about ergonomics.

The second, practical part analyses the market with the similar type of vehicles. Then I describe the process and development of my own design. Eventually I present the ultimate design solution.

Keywords: electro mobile, diwheel, ecology, Segway, simplicity

## Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. akad. soch. Pavlu Škarkovi za poskytnuté rady a celkovou podporu. Dále pak panu prof. Ondřeji Podzimekovi za velmi cenné připomínky

## Motto

*„Méně je více“*

- Ludwig Mies van der Rohe

Prohlašuji, že na celé práci jsem pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 21. 4. 2010

Robin Vozábal

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HISTORICKÝ PŘEHLED JEDNOKOLOVÝCH A DVOUKOLOVÝCH VOZIDEL</b> .....	<b>11</b>
1.1 DICYCLE.....	11
1.1.1 Ottova Dvoukolka .....	12
1.1.2 Panjandrum .....	12
1.1.3 Gyroauto.....	13
1.2 MONOWHEEL .....	14
1.2.1 Rousseau Jednokola .....	14
1.2.2 D'Harlingue Jednokola .....	15
1.2.3 McLean V8 Monowheel .....	16
<b>2 ELEKTRICKÉ AUTOMOBILY</b> .....	<b>17</b>
2.1 ZÁKLADEM JE ELEKTROMOTOR .....	17
2.1.1 Konstrukce elektromotoru.....	17
2.2 FENOMÉN ELEKTROMOBIL .....	18
2.2.1 Historický přehled elektromobilů v zahraničí.....	18
2.2.2 Historický přehled elektromobilů v Česku .....	20
2.2.3 Elektromobily současnosti .....	22
2.3 PŘEDNOSTI A NEVÝHODY ELEKTROMOBILŮ.....	23
2.3.1 Emise.....	23
2.3.2 Účinnost a úspora.....	25
2.3.2.1 Rekuperace.....	28
2.3.3 Elektromobilita.....	28
<b>3 ERGONOMIE</b> .....	<b>31</b>
3.1 ANTROPOMETRIE.....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>33</b>
<b>4 ANALÝZA TRHU VOZIDEL PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ</b> .....	<b>34</b>
4.1 SEGWAY HT.....	34
4.1.1 Jak funguje Segway.....	35
4.2 P.U.M.A. ....	38
<b>5 PROCES A ROZPRACOVÁNÍ VLASTNÍHO NÁVRHU</b> .....	<b>40</b>
5.1 TVAROVÉ ŘEŠENÍ CELKU .....	40
5.1.1 Středová část .....	42
5.1.1.1 Akumulátory .....	44
5.2 HUBLESS WHEEL .....	46
5.3 MÍSTO PRO ŘIDIČE - KABINA .....	48
5.3.1 Sedadlo .....	49
5.3.2 Ovládání .....	52

5.4	STABILITA .....	52
5.5	ÚPRAVA VOZIDLA PRO TĚLESNĚ POSTIŽENÉ .....	53
<b>6</b>	<b>KONEČNÁ PODOBA .....</b>	<b>54</b>
6.1	DESIGN JEDNOMÍSTNÉ ELEKTRICKÉ DVOUKOLKY .....	54
6.2	ROZMĚRY .....	56
6.3	3D VIZUALIZACE .....	57
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>63</b>



## ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je vytvořit koncept osobního automobilu. Jako pojem automobil se rozumí každé dvoustopé osobní nebo nákladní silniční vozidlo. [1] Proto škála možností, které se naskýtají je opravdu široká.

Na dnešním trhu je stále větší zájem o koncepty malých městských automobilů. Ptáte se proč? Protože ať chceme nebo nechceme, namísto luxusu a výkonu za několik málo let oceníme ve městě jiná kritéria a sice šetrnost nejen k životnímu prostředí, ale také k financím potenciálních zákazníků, malé rozměry a snadnou ovladatelnost, které nám ulehčí parkování a manévrování.

Touto otázkou jsem se zabýval i já, avšak řešení jsme hledal poněkud více koncepční a netradiční cestou. Prvotní inspirací mi byly dětské tříkolky, ze kterých jsem vycházel, jak tvarově, tak koncepčně. Postupem času, díky průzkumu trhu a již vypracovaných návrhů jsem dospěl k závěru, že pro osobní přepravu a zároveň zachování koncepce automobilu není zapotřebí kol čtyř, ani tří, nýbrž pouze dvou. Tento důvod se pro mne stal podnětem k návrhu osobní dvoukolky s elektrickým pohonem.

V teoretické části mé bakalářské práce se zabývám vozy se dvěma koly, tzv. „dycycle“, vozy s jedním kolem nazvané „monowheel“ a jejich historií. Tyto stroje, jak později popisují jsou pro mne důležité z hlediska funkčnosti a tvaru, ze kterého jsem čerpal inspiraci. Druhá část teoretické práce je zaměřena na zcela jiné, avšak pro moji práci nezbytné odvětví a tím je odvětví elektromobilů, elektromotorů jako hnacích jednotek a koncept elektromobility. Třetí a poslední část je věnována ergonomii.

Praktická část se soustředí na analýzu trhu vozidel, která jsou koncepčně podobně laděna a která mi byla také částečnou inspirací. Poté se zaměřuji na vlastní návrh osobního vozu. Popisuji proces navrhování a uplatnění informací, které jsem načerpal v průběhu celého projektu. Závěrem předkládám konečné, koncepční řešení a návrh osobního automobilu.

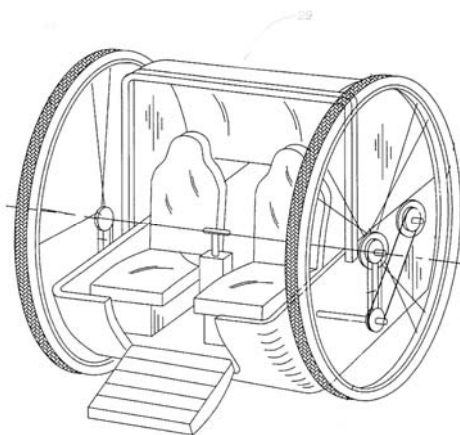
## I. TEORETICKÁ ČÁST

# 1 HISTORICKÝ PŘEHLED JEDNOKOLOVÝCH A DVOUKOLOVÝCH VOZIDEL

V první části práce bych vás rád seznámil s prvopočátky a vývojem vozů, které se úzce vážou k mému projektu a které mi byly hlavní inspirací. Řeč však nebude o klasických automobilech s podvozkem na čtyřech kolech, nýbrž o vozech a strojích pohybujících se pomocí kol dvou nebo dokonce jen jednoho.

## 1.1 Dicycle

Dicycle<sup>1</sup> (obr.1) (známý také jako diwheel<sup>2</sup>) je název snadno zaměnitelný s bicyklem, jedná se však o zcela odlišný stroj. Na rozdíl od motocyklů a jízdních kol, které mají kola za sebou, tzv. tandemové umístění kol, má dicycle dvě velká kola umístěna paralelně vedle sebe. [2] Nejbližší český ekvivalent pro toto vozidlo je „osobní dvoukolka“.



Obrázek 1. Dicycle

Pokud bychom pátrali po historii těchto dvoukolek, dostali bychom se překvapivě do stejného století, ve kterém byl vynalezen první bicykl, tedy jízdní kolo.

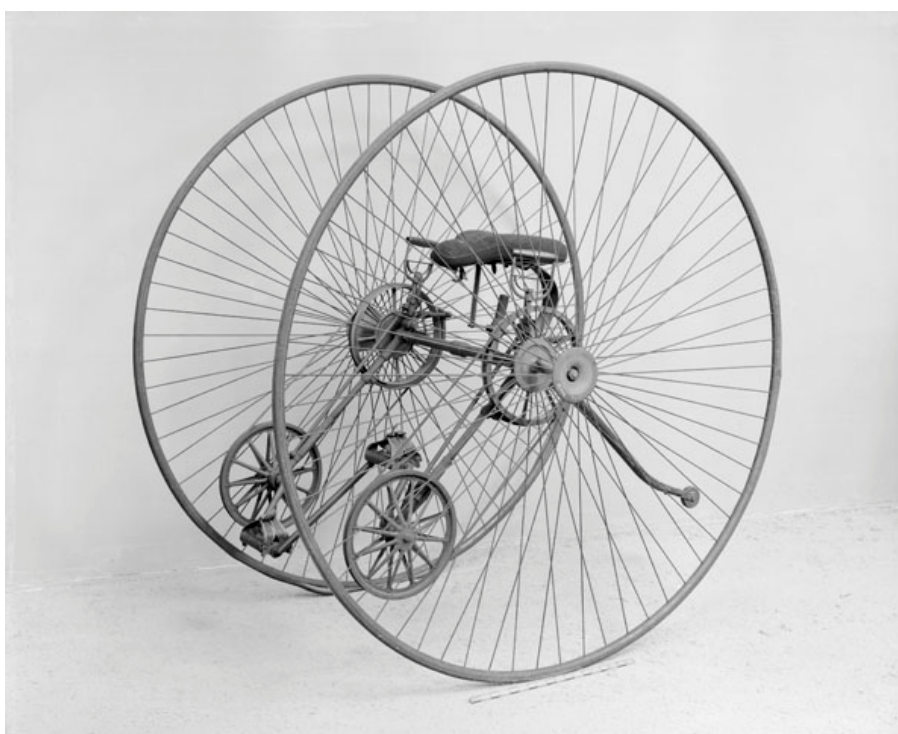
---

<sup>1</sup> vozidlo se dvěma velkými koly paralelně vedle sebe a středovou konstrukcí, která je drží pohromadě

<sup>2</sup> synonymum pro výraz dicycle

### 1.1.1 Ottova Dvoukolka

První dvoukolka (obr.2) byla navržena a patentována v roce 1879 E.C.F. Ottem a v roce 1881 vyrobena ve Velké Británii firmou Birmingham Small Arms Company. Tato dvoukolka se brzy stala velmi populární, protože byla považována za bezpečnější než tehdy běžné vysoké kolo. Stroj má dvě velká silniční kola volně na nápravě, jejíž součástí je také sedlo a která v podstatě tvoří celou konstrukci. Ze zadní části této konstrukce vede tyč s malým gumovým kolečkem na konci, která zabraňuje přílišnému houpání, popř. přetočení celého stroje. Později však rozvoj obyčejných bicyklů a jejich celkové bezpečnosti, vedl ke ztrátě zájmu a následnému opuštění Ottovi dvoukolky.



*Obrázek 2. Ottova dvoukolka*

### 1.1.2 Panjandrum

Panjandrum (obr.3) byla jedna z nejzajímavějších, ale zároveň jedna z nejnebezpečnějších dvoukolek všech dob. Tento stroj byl navržen za druhé světové války britským vynálezcem jménem Barnes Wallis. Byl to jeden z mnoha experimentálních projektů, který ovšem nakonec nikdy nebyl použit v boji.



*Obrázek 3. Panjandrum*

### **1.1.3 Gyroauto**

Toto výletní vozidlo známé jako Gyroauto (obr.4) bylo navrženo mladým inženýrem Ernestem Fraquelli a představeno veřejnosti v Belgii, Bruselu v roce 1947. Sedadla, motor a veškeré nezbytné prvky k ovládání vozidla jsou zavěšeny mezi dvě obrovská kola s pneumatikami, které se točí při pohybu vozidla vpřed. [3]

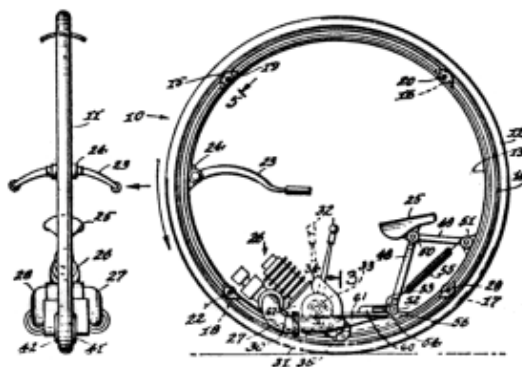


*Obrázek 4. Gyroauto*

## 1.2 Monowheel

Monowheel<sup>3</sup> je jednostopé vozidlo podobné unicyklu<sup>4</sup> avšak namísto posezení nad kolem, sedí řidič uvnitř kola popř. vedle kola. Na rozdíl od bicyklů nebo motocyklů, kdy jedno kolo poskytuje sílu k ovládní rychlosti a druhé k řízení, u jednokolek, jak směr tak rychlost, kontroluje jedno zařízení. Kolo, které vypadá jako velký prstenec, je obvykle řízené menšími kolečky tlačícími na jeho vnitřní okraj.

Počátek těchto jednokolek se datuje koncem devatenáctého stol., kdy jako hnací síla sloužila síla lidská. Ve dvacátém stol. člověka nahradil spalovací motor. I když v letech 1860 až 1930 byla tato vozidla navrhována zcela vážně pro užití ve veřejné dopravě, dnes jsou tyto jednokolky stavěny a užívány zejména pro zábavu a soukromá použití.



Obrázek 5. Saurez jednokolka z r. 1966

### 1.2.1 Rousseau Jednokola

Rousseau (obr.6) jednokolka byla vyrobena v roce 1869 francouzským řemeslníkem jménem Rousseau. Na první pohled velice těžkopádná, neohrabaná a těžko ovladatelná. Není divu když velké kolo nemá pneumatiku a také zde chybí jakýkoli řídicí mechanismus, což klade nemalé nároky na jezdce a jeho smysl pro rovnováhu.

<sup>3</sup> český ekvivalent je „jednokolka“

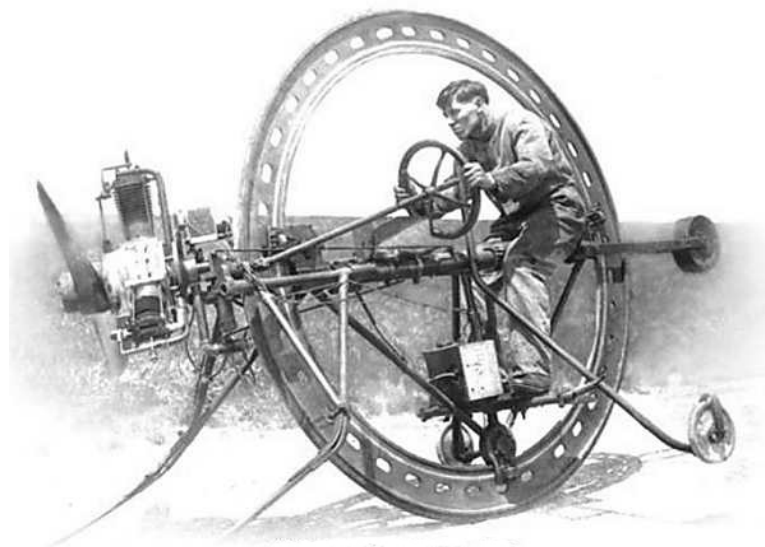
<sup>4</sup> dopravní prostředek obdobný jízdniému kolu, má však jen jedno kolo, z jehož osy buď přímo vycházejí kliky pedálů, anebo je řetězový převod umístěn svisle, na kole je také jediná vidlice, na níž se nachází sedlo [4]



Obrázek 6. Rousseau jednokolka

### 1.2.2 D'Harlingue Jednokola

Tento stroj pochází z roku 1917 a jsou zde patrné snahy o vyřešení některých problémů, zejména se řízením a zatáčením. Celý řídicí mechanismus s vrtulí je otočný, čímž se dosáhne požadovaného zatočení, avšak i tento pohyb je poněkud omezený. Vepředu můžeme vidět zarážky, které mají vrtuli zastavit a zabránit tak zasažení do země. Jakou mělo toto vozítko rychlost, vzhledem k vrtulovému pohonu, můžeme jen hádat. Tento model měl také velké nedostatky ohledně bezpečnosti, zejména vůči chodcům.



Obrázek 7. D'Harlingue jednokolka

### 1.2.3 McLean V8 Monowheel

Tento novodobý model není sériově vyráběný i když tak na první pohled může působit. Je to unikátní výsledek několikaleté práce američana Kerry McLean, který má za sebou již několik desítek takovýchto strojů. Tato jednokolka má hliníkový motor blok Buick<sup>5</sup> V8<sup>6</sup> se silou 225 koní a to mluví za vše. Nejvyšší naměřená rychlost je 85 km/h a i když se to může zdát průměrné, musíme si uvědomit jak náročná je kontrola a řízení tohoto stroje. Problémy s rovnováhou a náklony do stran můžeme víceméně přirovnat k motocyklu, avšak zabránit přetočení vpřed či vzad, i přes těžiště umístěné dole, při takto silném motoru, je úkol vskutku nelehký a vyžaduje určité zkušenosti.



Obrázek 8. McLean V8 Monowheel

---

<sup>5</sup> americká automobilka, která je součástí koncernu General Motors Company

<sup>6</sup> silnější motory, kterými automobilka Buick nahradila klasické osmiválcové motory



## 2 ELEKTRICKÉ AUTOMOBILY

Druhou půli teoretické části bych rád věnoval odvětví, které je pro můj koncept neodmyslitelnou součástí a sice elektromotory a s nimi spojené elektromobily. Příchod elektromotorů, jako pohonných jednotek, vnesl do automobilového průmyslu nový nádech, ať už je řeč o technologiích, designu či celkové koncepci. S vlnou hybridních vozidel a obrovskému rozmachu elektromobilů, které v dnešní době automobilky produkují, se otevírají nekonečné možnosti do budoucnosti, jak blízké, tak vzdálené.

Předpokládá se, že elektromobily se budou v budoucnosti stále více využívat. Jejich největší výhodou je převádění energie na pohyb s účinností až 90 % oproti 16 - 25% účinnosti spalovacího motoru. Celková účinnost pohonu samozřejmě také závisí na účinnosti výroby elektřiny pro pohon z primárního zdroje a energetické účinnosti použitých akumulátorů či palivových článků (viz. níže). [5]

### 2.1 Základem je elektromotor

Základem jak pohonů čistě elektrických, tak pohonů hybridních je elektromotor.

Elektromotor je elektrický, obvykle točivý stroj, měnící elektrickou energii na mechanickou práci. Opačnou přeměnu, tedy změnu mechanické práce na elektrickou energii, provádí generátor, např. dynamo či alternátor. Často bývají tato zařízení velmi podobná či zcela identická (až na některé drobné konstrukční detaily). Základním principem, na němž jsou elektromagnetické motory založeny, je vzájemné silové působení elektromagnetických polí vytvářených vinutími, kterými protéká proud. [6]

#### 2.1.1 Konstrukce elektromotoru

V elektrickém točivém stroji se rotující část stroje nachází obvykle uvnitř a podle své základní funkce se nazývá rotor. Statická (pevná) část stroje se nazývá stator. Rotační motor je konstruován tak, aby na sebe působila pole rotoru a pole statoru a vytvářela kroutící moment přenášený na rotor stroje: rotor se tak točí a vykonává mechanickou práci. Většina běžných elektrických motorů je konstruována na rotačním principu, ale existují i netočivé varianty elektromotorů, například lineární elektromotor, kdy stator stroje je rozvinut a tvoří pás umístěný podél pojezdové dráhy stroje. Tento druh motorů se v technické praxi používá zejména pro některá speciální dopravní zařízení např. vlaky. [6]

## 2.2 Fenomén elektromobil

Elektromobil<sup>7</sup> se po celosvětové ekonomické krizi stal středem pozornosti a zájmu na celé planetě. Automobilky zažily strmý pád a tento fenomén v podobě elektromobilu jim pomohl se znovu postavit na nohy. Dokonce i takoví giganti, kterými jsou General Motors<sup>8</sup>, největší automobilka světa, zkrachovali a znovu povstali. Je to z jednoho prostého důvodu, a sice toho, že elektrické automobily mají oproti spalovacím motorům hned několik výhod o kterých budu samozřejmě také hovořit.

Celkový potenciál elektromobilů neustále roste, což je patrné jak z neuvěřitelného množství představovaných novinek na automobilovém trhu, tak z velkých investic, které se vynakládají do výzkumů a nových technologií baterií. S pokračující masovou elektrifikací vozidel, která má dnes již zásadní dopad, můžeme očekávat rozsáhlé změny v celém automobilovém průmyslu.

### 2.2.1 Historický přehled elektromobilů v zahraničí

Pojem elektrické auto, či elektromobil rozhodně není záležitostí moderní doby, jak se může zdát. První vozidlo poháněné elektrickou energií se objevilo již počátkem devatenáctého stol. v Holandsku.

První silniční vozidlo, které v soutěži prokazatelně překonalo rychlost 100 km/h, byl elektromobil Belgičana Camilla Jenatzyho v roce 1899. Elektromobil Torpédo KID dosáhl v roce 1902 dokonce rychlosti téměř 170 km/h. V této době již jezdila auta se spalovacím motorem, žádné však nebylo tak tiché, bezpečné a spolehlivé jako elektromobil, o rychlosti výše uvedené ani nemluvě. [7]

---

<sup>7</sup> automobil na elektrický pohon, který jako zdroj energie využívá obvykle akumulátor, který musí být před jízdou nabit a na jehož kapacitě závisí dojezdová vzdálenost elektromobilu [5]

<sup>8</sup> mezinárodní korporace založená v roce 1908 s hlavním sídlem ve Spojených státech Amerických, která patří mezi největších výrobců automobilů na světě

Postupem let, zejména po první a druhé světové válce, elektrický pohon zcela nahradily spalovací motory. Hlavní příčinou tohoto zvratu byl Ford a jeho uvedení Modelu T<sup>9</sup>, který ovládl trh díky své spolehlivosti. Avšak s otázkami globálního oteplování a klimatické krize koncem dvacátého stol., se elektromobily znovu objevují a začínají se vyrábět. Největší zájem má Francie, jmenovitě automobilky Peugeot a Renault. Také automobilka Citroën má dlouholetou tradici co se týče vývoje elektromobilů. V roce 1974 se dokonce sloučila s Peugeotem a vznikl nový koncern s názvem PSA Electrique. Tento koncern měl obrovské úspěchy, dokonce v roce 1995 spustil pravděpodobně největší sériovou výrobu elektromobilů vůbec, avšak i přes veškeré úspěchy a velký počet vyrobených vozů byla v roce 2000, z nejasných důvodů výroba ukončena. Počátkem 90. let přišli General Motors s "revolučním" elektromobilem GM EV1 (obr.9), který byl v Kalifornii k dispozici k pronájmu mezi lety 1996-1999. Toto vozidlo bylo jedinečné hlavně díky své unikátní kompozitní karoserii postavené ze směsi plastů, hliníku a skla.



Obrázek 9. Elektromobil GM EV1

---

<sup>9</sup> první masově vyráběný a cenově dostupný vůz, navržen Henry Fordem v r. 1908

### 2.2.2 Historický přehled elektromobilů v Česku

Také na našem území je zájem o elektrické automobily. I když vliv není tak markantní, i přesto vývoj těchto vozidel sahá hluboko do historie. Již v roce 1895 postavil Ing. František Křižík svůj první elektromobil (obr.10) poháněný stejnosměrným elektromotorem o výkonu 3,6 kW, druhý realizovaný typ byl opatřen v každém zadním kole elektromotorem 2,2 kW. Třetí vůz jím postavený měl hybridní pohon pro prodloužení dojezdu. [7]



*Obrázek 10. Křižíkův elektromobil*

Jak je všeobecně známo i zde platí pořekadlo „zlaté české ručičky“, protože většina elektromobilů a veškerých vozidel založených na elektrickém či hybridním pohonu byla zkonstruována individuálně a většinou pro soukromé použití. Jedním takovým příkladem byl pan Sousedík, majitel elektrotechnické továrny, který si pro svou potřebu zkonstruoval elektromobil velmi pokrokové konstrukce s elektromotory přímo v kolech.<sup>10</sup> Další podobné pokusy probíhaly neustále, např. pánové Grulich a Pytlík z plzeňského depa ČSD zhotovili elektromobil z přestavěného legendárního vozu Trabant. Také značky jako Wartburg a Škoda Favorit se dočkaly přestavby na elektrickou poháněné vozy.

Také jedna opavská skupina postavila dvě vozidla, která byla oficiálně připuštěna do silničního provozu. Prvým takovým elektromobilem byl modifikovaný Trabant osazený tyristorovým regulátorem.

---

<sup>10</sup> princip této technologie využívá u vybraných vozů např. automobilka Mitsubishi, konkrétně u modelů Colt EV

Druhé vozidlo bylo od počátku optimalizováno jako elektromobil, vyrobeno ve spolupráci s Vysokomýtskou Karosou. Opět dvoudílné vozidlo mělo jen polovinu hmotnosti předchozího, avšak přetrvával stále problém s malou životností startovacích akumulátorů. Přestože se tyto stroje mnohdy dostaly do veřejného povědomí, nenašel se nikdo, kdo by dané projekty podporoval, hlavně pro jejich tehdy nedokonalé konstrukce a zastaralé technologie. To byl jeden z mnoha důvodů proč stroje zanikly s úmrtím svých autorů.

Pod záštitou společnosti Škoda ELCAR11 vznikaly také oficiální elektromobily odvozené od sériových vozů Škoda Favorit a Pick-up s názvy Eltra 151L (obr.11) a 151 Pick-Up. Pohon zajišťoval asynchronní elektromotor o max. výkonu 40 kW a byl napájený přes měnič frekvence ze sady 30 kusů Ni-Cd baterií SAFT typu STM5-100. Vozidlo s nimi dosahovalo rychlosti 110 km/h a ujelo na jedno nabití 120 km. [7] Od roku 1997 je začala vyrábět Tatra Příbor a byly do nich montovány motory vyrobené automobilkou Hyundai Motors.



*Obrázek 11. Pohled pod kapotu elektromobilu Škody ELTRA 151 L*

---

<sup>11</sup> pobočka Plzeňského koncernu Škoda operující v letech 1991 - 1997

### 2.2.3 Elektromobily současnosti

Nyní bych vám rád nastínil, v jakých sférách a s jakými technologickými postupy a pokroky operuje dnešní trh s elektromobily. Jak již bylo řečeno, elektromobily a celá tato koncepce se v posledních letech těší opravdu velké pozornosti a neuvěřitelnému pokroku. Doslova můžeme hovořit o „boomu“ který toto odvětví zažívá. Většina světových automobilů má dlouholetou tradici např. ve snaze o snižování spotřeby paliva a skleníkových plynů a právě proto konceptů, které díky této myšlence vzniklo je nespočet. Hlavní cíle, které si automobilky stanovují jsou malé rozměry, rychlé nabíjení a dojezdová vzdálenost. Všechny tyto skutečnosti jsou nyní středem zájmů technologů a vývojových center. Avšak o přednostech, ale i nevýhodách budu hovořit v následující kapitole, a proto mi nyní dovoluete uvést jen pár příkladů automobilů s plně elektrickým pohonem, se kterými největší automobilky světa dnes sklízí úspěchy.



Obrázek 12. Citroën C-ZERO



Obrázek 13. Peugeot iOn



Obrázek 14. Toyota iQ



Obrázek 15. Koncept Peugeot BB1

## 2.3 Přednosti a nevýhody elektromobilů

Z obecného hlediska celá koncepce světa elektromobilů má jak výhody, tak také nevýhody. V následující části bych rád přiblížil některé tyto přednosti a zároveň i nedostatky.

### 2.3.1 Emise

Nedá se s jistotou říci, která z mnoha výhod, které elektromobily oproti spalovacím motorům nabízejí, je největší, avšak mezi top bych zařadil minimální produkci CO<sub>2</sub> a jiných škodlivých zplodin. Proč nemluvím o produkci „nulové“, jak je všeobecně známo, ale o produkci „minimální“ vám vysvětlím nyní.

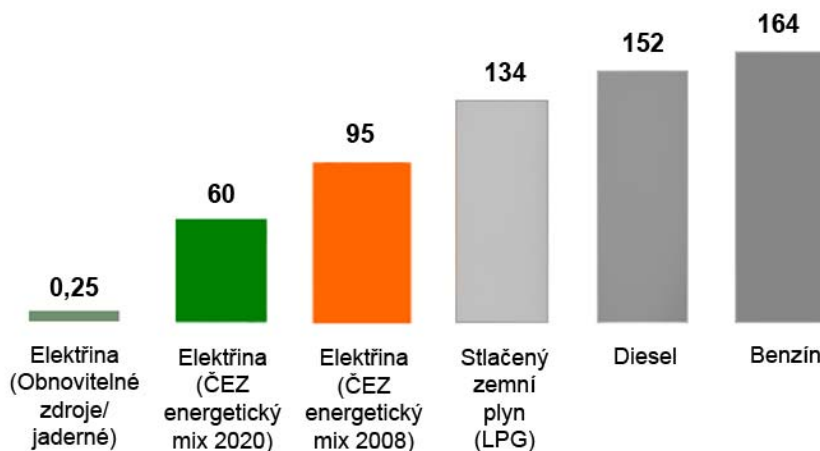
Z hlediska emisní zátěže v sektoru individuální dopravy, tedy elektromobilů, je třeba rozlišovat přímé (místní emise) a dále tzv. emise nepřímé. Emise přímé lze považovat za nulové, na druhé straně znečišťující zátěž nepřímá je odrazem celého cyklu, tedy od extrakce surovin až po energetickou - distribuční soustavu. Složka nepřímých emisí tak může být výrazně odlišná region od regionu, při porovnání mezi zeměmi, nebo také z hlediska individuálního řešení jako jsou distribuované zdroje energie, např. biomasa. [8]

Na druhou stranu i emise přímé lze snižovat, nabíjet lze i z vodních, fotovoltaických či větrných elektráren. Nejlépe v tomto směru a v průměrném procentu produkovaných emisí je Kanada, kde zásoby elektrické energie zajišťuje největší počet vodních a jaderných elektráren na světě, oproti např. Číně nebo USA, kteří jsou závislí na uhlí. Pokud bychom hovořili o České republice a využití energií od skupiny ČEZ, jsou v tomto případě emise daleko pod úrovní Toyota Prius.<sup>12</sup> Mohly by být ještě podstatně menší, kdyby se brala v potaz nejen vyprodukovaná elektřina, ale i vzniklé teplo, o které není takový zájem.

Celkové emise CO<sub>2</sub> (se započtením emisí z výroby elektřiny), které tento cyklus produkuje, se tedy liší podle způsobu výroby. Při využití obnovitelných zdrojů či jádra se pohybují kolem 0,25 gramů na ujetý kilometr. Kdybychom porovnali s Českou Republikou, tak současný energetický mix Skupiny ČEZ generuje 95 g CO<sub>2</sub>/km. Běžné benzinové vozidlo vypustí na ujetý kilometr v průměru 164 gramů CO<sub>2</sub>. [9]

---

<sup>12</sup> první a stále nejprodávanější hybridní automobil na světě



Obrázek 16. Emise udávané v g/km

Debaty a diskuze o stavu životního prostředí, globálním oteplování, apod. se stávají den ode dne aktuálnější a i když se jimi světové velmoci zabývají, přes veškeré snahy jsou výsledky stále nejisté. Např. Evropská Unie, která je všeobecně považována za vedoucí sílu v oblasti snižování automobilových emisí, přistoupila ke stanovení limitu 120g/km CO<sub>2</sub> do roku 2015 s tím, že 65% všech nových vozů musí tento standard splňovat do roku 2012. Ve snaze o dodržení těchto přísných emisních norem, se dříve nebo později budou muset zaměřit na výrobu elektromobilů automobilky nejen v Evropě, ale po celém světě. Vlastní přísné emisní limity totiž stanovují i další silné světové ekonomiky jako např. Japonsko. Dokonce i rozvojové země, které v této oblasti dlouhou dobu zaostávaly, začínají prosazovat přísnější regulace emisí.

Vnitrostátní orgány se v některých zemích, v rámci tzv. Zelené politiky<sup>13</sup>, snaží elektromobily podporovat. Např. v Londýně jsou elektromobily osvobozeny od poplatků za přetížení. V Itálii je zakázán přístup do některých městských center všem automobilům, kromě těch s nulovými emisemi. V Norsku jsou dokonce majitelé elektrických automobilů zproštěni od mýtného a parkovného.

<sup>13</sup> politická ideologie kladoucí vysoký důraz na ekologické otázky



### 2.3.2 Účinnost a úspora

Porovnáme-li elektrický motor s tradičním spalovacím motorem, rozdíl v účinnosti využití energie je zarážející. Elektrický motor spotřebuje 85-97% dodávané energie, kdežto benzínový motor využívá jen asi 16% a diesellový 20%. Z toho vyplývá, že ze 100 litrů paliva je zůžitkováno přibližně jen 20 litrů. Tato rapidně procentuelní rozlišnost je dána především rozdílností v přeměně energie. Vozidla poháněna spalovacím motorem fungují na principu energie uložené ve fosilních palivech, přeměněné na energii mechanickou pomocí tepelného motoru. A právě v tomto procesu dochází ke ztrátě, protože tepelné motory, na rozdíl od elektrických, pracují s velmi nízkou účinností, jelikož teplo nelze převést přímo do mechanické práce. Většina energie z benzínu, nafty nebo dokonce biopaliv mizí tedy jako teplo.

Další výhodou je nesrovnatelný rozdíl v počtu komponentů, ze kterých se skládají elektrické motory a motory spalovací. Spalovací motory jsou sestaveny z mnoha precizních součástí, které se musí kvůli opotřebení zátěží a časem nahrazovat. Mezi ty nejběžnější patří katalyzátory, výfuky, olej, filtry, brzdová soustava a mnoho dalších. Naproti tomu elektromotor má jen několik součástí, některé prakticky s neomezenou životností, a proto náklady na provoz a úsporu v porovnání se spalovacími motory jsou v tomto směru nesrovnatelné.

Vraťme se ale zpět k pohonným látkám. Z hlediska uživatele jsou náklady na pohonné látky elektromobilů v přepočtu na kilometr již nyní levnější než u běžného vozidla na spalovací motor. V mnoha evropských zemích existují také významné pobídky, například ve formě daní z emisí CO<sub>2</sub> u běžných aut se spalovacím motorem, nebo přímé pobídky na nákup. To vše představuje při používání elektromobilu ve srovnání s klasickým automobilem viditelné úspory nákladů. [9]



Obrázek 17. Srovnání nákladů na pohonné látky elektromobilu a běžného benzínového automobilu (Škoda Fabia 1,4 63kW, 2008)

Na následujících obrázcích můžeme vidět porovnání vždy dvou vozů a jejich energetické účinnosti. V prvním příkladu je energetická efektivita elektromobilu Mitsubishi iMiEV 5x vyšší než u stejného modelu automobilu, avšak s dieslovým motorem.

V druhém případě se jedná o vozy sportovní a sice elektromobil Tesla Roadster a Lotus Elise. I zde je energetická efektivita vyšší u elektromobilu a sice až 6.2x.



Bateriový elektromobil  
Mitsubishi iMiEV

- Dojezd: 160 km
- Kapacita baterie: 16 kWh
- Energetická účinnost:  
= 16 kWh / 160 km  
= **0.10 kWh / km**



658 ccm dieslový automobil  
Mitsubishi i

- Spotřeba: 5.2l / 100 km
- 1 litr paliva = 9.6 kWh
- Energetická účinnost:  
= 5.2 l x 9.6 kWh / 100 km  
= **0.50 kWh / km**

*Obrázek 18. Srovnání energetické účinnosti elektromobilu a vozu s dieslovým motorem*



Bateriový elektromobil  
Tesla Roadster

- Dojezd: 386 km
- Kapacita baterie: 52.8 kWh
- Energetická účinnost:  
= 52.8 kWh / 386 km  
= **0.14 kWh / km**



2 litrový benzínový automobil  
Lotus Elise

- Spotřeba: 8.8l / 100 km
- 1 litr paliva = 9.6 kWh
- Energetická účinnost:  
= 8.8 l x 9.6 kWh / 100 km  
= **0.84 kWh / km**

*Obrázek 19. Srovnání energetické účinnosti sportovního elektromobilu a sportovního vozu s benzínovým motorem*

### 2.3.2.1 Rekuperace

Jako podkapitulu ke kapitole předešlé, tedy účinnost a úspora, bych rád zařadil také proces, který se nazývá rekuperace.

Pojem rekuperace bychom mohli přeložit jako zpětné získávání energie; shromažďování energie k zpětnému využití. Rekuperace může být např. tepelná, avšak nás zajímá rekuperace, při níž je kinetická energie dopravního prostředku přeměněna zpět na využitelnou elektrickou energii, která se buď ukládá zpět do akumulátorů nebo se vrací do napájecí soustavy (na rozdíl od elektrodynamického brzdění bez rekuperace, kdy se získaná energie maří v odpornících). Tento proces vzniká při tzv. elektrodynamickém brzdění, pomocí elektrodynamické brzdy.<sup>14</sup> Jako elektrodynamická brzda může sloužit i elektromotor. [10] Úspora se projevuje v městské a příměstské dopravě nebo při posunu na železnici, kdy dochází často k zastavení a rozjezdům vozidla a navíc je snadné získanou energii okamžitě využít.

Tento proces uvádím jako další z výhod elektromobilů. Přestože je rekuperace využívána především u kolejových vozidel jako jsou tramvaje, či metro, z obecného hlediska se dá použít u všech vozidel s elektrickou trakcí. Své využití si tedy tato technologie našla např. také u trolejbusů, hybridních automobilů či elektromobilů.

### 2.3.3 Elektromobilita

Elektromobily mají však i své nevýhody a ty se týkají spíše problémů, které brání v rozvoji a rozšíření elektromobilů na úroveň automobilů se spalovacími motory. Řeč je o infrastruktuře a nedostatečně rozvinuté síti dobíjecích stanic, která omezuje řidiče a jejich cesty na větší vzdálenost. Dále pak doba, která je nezbytná k nabití baterií. Ta se při plném dobití pohybuje v řádech hodin, při dobití zhruba na 80% je tento proces otázkou několika desítek minut, avšak i tato doba je pro dnešního náročného zákazníka příliš dlouhá.

---

<sup>14</sup> zvláštní technické zařízení, které mění pohybovou energii na elektrickou energii, takto vytvořená elektrická energie je mařena v odpornících nebo je rekuperována zpět do napájecí sítě

Celý tento koncept, zahrnující výrobce baterií, výrobce elektromobilů, města a státy, uživatele a distributory energií, můžeme nazvat elektromobilitou. Mezi všemi těmito subjekty je třeba najít synergii, která postupně umožní, aby se koncept rozvoje elektromobilů dokázal prosadit v konkurenci klasických vozů. [9]

Ve velkých městech západní Evropy např. v Berlíně se tyto projekty zvané „e-mobility“ už rozjíždějí. Německo přijalo závazek, podle něhož má v zemi do roku 2020 jezdit milion elektromobilů, vyčlenilo půl miliardy eur na vývoj baterií a s tím související energetické infrastruktury. Výzkumníci společnosti Siemens vyvíjejí dobíjecí stanice, v nichž motoristé načerpají energii pro své elektromobily už za několik minut, podobně jako na dnešních, nám dobře známých benzinových čerpadlech. Tyto systémy budou pracovat s výrazně vyšším napětím i elektrickým proudem.

Pro velké energetické společnosti je to zajímavá obchodní příležitost. Takový koncept totiž obvykle obsahuje poskytnutí přístupu k infrastruktuře, která je pro elektromobily nezbytná, dále dodávky elektřiny koncovým zákazníkům, fakturace a doplňkové služby. Odborníci soudí, že zákazníci – příští uživatele elektromobilů – může přilákat jen široce pojatá, bezpečná, snadno dostupná a snadno použitelná infrastruktura, protože právě nejistota, nedůvěra, zvyk, předsudky a nepochopení jsou hlavní lidské faktory, které stále brání v rozvoji této celé koncepce.

Region střední a východní Evropy zatím zůstával v těchto projektech pozadu. To by se ale mělo v brzké době změnit. Skupina ČEZ se v souladu se svou strategickou vizí „Future Motion“ rozhodla aktivně podpořit koncept elektromobility v České republice. Kroky, které Skupina ČEZ v tomto směru podniká, se týkají podpory užívání elektromobilů, poskytování komplexních služeb s vazbou na distribuční síť ČEZ a také další podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Cílem je přispět k rozvoji zcela „bez emisní“ dopravy v České republice. [9]

Koncept masové elektrifikace motorových vozidel je stále poměrně nový. Jeho další zefektivňování a snižování nákladů bude vyžadovat velké investice do výzkumu a vývoje. Velké automobilky do výzkumu a vývoje obvykle investují mezi 1,5% a 6 % svých výnosů, [11] což je stále ještě velice málo. Všechny tyto změny ovšem naskýtají velké příležitosti malým nebo méně známým výrobcům např. v rozvojových zemích. S novými koncepty elektromobilů se totiž každá automobilka dostává na stejnou počáteční úroveň a nikdo tedy není ve výhodě. Např. čínské automobilky si rychle spočítaly, že se jim vyplatí soustředit se na vývoj elektromobilů místo investování velkého množství prostředků do produkce tradičních benzínových motorů.

Kdybych měl obecně shrnout vývoj, přednosti a nevýhody elektromobilů, troufl bych si říci, že po stránce technické, ekonomické, ve smyslu úspor, a ekologické jsou elektrická vozidla ve výhodě a připravena z velké části nahradit spalovací motory, avšak - dokud trojúhelník „výrobci – infrastruktura – vláda“ nebude dostatečně provázaný a funkční, celá koncepce elektromobilů se nikdy své expanze a uskutečnění nedočká.



*Obrázek 20. Vize rychlodobíjecích stanic v budoucnu*

### 3 ERGONOMIE

Ergonomie, jako vědecká disciplína zabývající se studiem a optimalizací interakcí mezi člověkem, strojem a pracovními podmínkami a využívající teorii, principy a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému, je nedílnou součástí designérského procesu navrhování. Ať už je výrobek jakýkoliv, vždy bude sloužit uživateli a měl by vyhovovat a splňovat základní parametry nezbytné pro pohodlnou a nenáročnou manipulaci.

Jak jsem již zmínil na začátku, mým konceptem není klasický automobil a proto se nezabývám přímo danými normami pro navrhování interiéru vozidel, ale spíše studií proporcí člověka tedy Antropometrií.

#### 3.1 Antropometrie

Antropometrie jako jedna ze základních výzkumných metod antropologie<sup>15</sup> je systém měření a pozorování lidského těla a jeho částí. Podkladem pro měření je soustava antropometrických bodů na hlavě, trupu a končetinách. Jejich poloha byla stanovena mezinárodní dohodou. Jsou to většinou místa, kde je kostra překryta pouze kůží, nikoli svaly či tukem. V praxi se antropometrické vyšetření uplatňuje např. v lékařství, textilním a oděvním průmyslu, ve strojírenství, kriminalistice a samozřejmě i průmyslovém designu. [12]

K optimalizaci techniky musíme vycházet z rozměrů člověka. Nemůžeme se však spokojit s průměrnými hodnotami, ale musíme respektovat i menší a větší postavy. K tomu nám slouží tzv. „percentily“. 5% percentil znamená, že 5% populace má menší rozměr než je jeho hodnota, 95% percentil představuje hodnotu, pod níž je 95% populace (pouze 5% má větší rozměr). Doporučované hodnoty jsou na obr.16. [12]

Na základě těchto informací pak přizpůsobuji nejen celkové proporce, protože celkovou velikost vozu považuji za důležitý aspekt ve vztahu k lidskému měřítku, ale také místo pro řidiče, tzn. sedadlo, ovládací prvky apod.

---

<sup>15</sup> věda zabývající se člověkem, kulturami a člověkem vůbec, klade důraz na funkční souvislosti a vývoj

## Základní hodnoty tělesných rozměrů pro střední Evropu

Rozměry (v mm)	Muži			Ženy		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1 Délka předpaží (úchop)	800	850	890	740	800	840
2 Šířka ramen (akromion)	365	400	430	340	365	405
3 Šířka boků vstoje	310	350	375	315	360	410
4 Výška vsedě	880	940	980	820	880	930
5 Výška očí vsedě	740	800	850	700	750	810
6 Výška kolena vsedě	495	550	595	460	500	540
7 Délka podkolení	420	465	500	390	425	460
8 Vzdálenost loket - úchop	330	360	390	300	325	370
9 Vzdálenost hýždě - koleno	550	610	660	530	580	630
10 Vzdálenost hýž. - chodidlo	985	1070	1150	930	1000	1080
11 Šířka boků vsedě	310	365	390	330	400	440
12 Šířka ramen	420	460	490	365	420	465
13 Šířka ruky	80	90	95	70	75	85
14 Délka ruky	175	190	205	160	175	190
15 Délka nohy	240	265	285	220	240	260
16 Délka hlavy	180	190	200	170	180	200
17 Obvod hlavy	540	575	600	520	550	590
18 Šířka hlavy	145	155	165	135	145	155

Obrázek 21. Základní tělesné rozměry člověka



## II. PRAKTICKÁ ČÁST

## 4 ANALÝZA TRHU VOZIDEL PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ

V teoretické části své práce jsem se zabýval jednokolkami, dvoukolkami a elektromobily. Chtěl jsem vám přiblížit vozidla a technologie, které mi byly inspirací a které jsou neoddělitelnou a důležitou součástí mé bakalářské práce, přesto však mojí hlavní inspirací byly stroje, které bych vám rád představil nyní, v části praktické. Řeč bude o vozítkách, které jsou nejen u nás, ale po celém světě známé pod názvem Segway<sup>16</sup>.

### 4.1 Segway HT

Tyto revoluční transportéry Segway HT<sup>17</sup> (obr.22) vyrábí stejnojmenná firma Segway Inc. v USA od roku 2001, kdy Dean Kamen představil první osobní dopravní vozidlo na dvou kolech, s vlastní rovnováhou a navíc s nulovými emisemi.



*Obrázek 22. Segway HT*

---

<sup>16</sup> název pochází ze slova „segue“ což v Italské a Portugalské znamená „následovat“

<sup>17</sup> celý název zní Segway Human Transporter

Na počátku byl hlavní výzkum a vývoj zaměřen na vytvoření zařízení, které by svou velikostí zabíralo minimální prostor, bylo extrémně obratné, ekologicky šetrné a mohlo by operovat nejen na silnicích, ale i na různých cestách, dokonce i na chodnících. Výsledkem toho všeho je unikátní, vysoce efektivní, elektrický a snadno ovladatelný dopravní prostředek pro jednu osobu, který se pohybuje a vypadá jako nic před tím.

#### 4.1.1 Jak funguje Segway

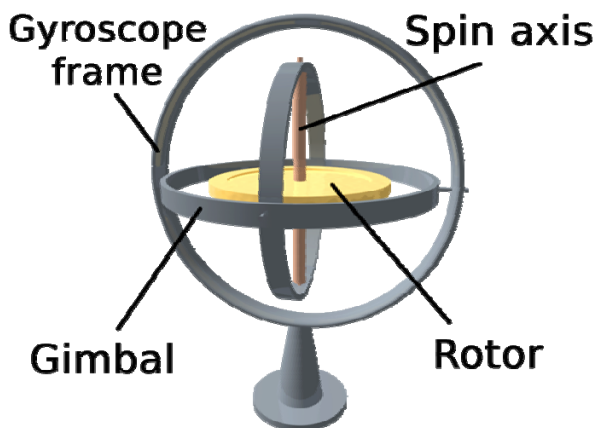
Segway je dokonalé spojení několika v celku jednoduchých, avšak velmi precizních technologií, které bych nyní rád popsal a vysvětlil.

V prvé řadě ovládání tohoto vozítka je naprosto jednoduché a intuitivní. Nakloněním své váhy dopředu se stroj rozjede vpřed, naopak náklonem dozadu se Segway pohybuje vzad. Zatačení doleva nebo doprava se provede otočením řídicích páčků v příslušném směru. Schopnost stát bez opory a udržovat rovnováhu je klíčovou funkcí, která slouží k jedinečnému využití.

Pro lepší pochopení této technologie bych uvedl příklad v podobě lidského těla. Pokud stojíte vzpřímeně a nakloníte se dopředu tak, že se vychýlíte z rovnovážné polohy, pravděpodobně neupadnete, protože váš mozek díky pohybu tekutiny ve vašem vnitřním uchu rozpozná, že se vaše těžiště posunulo, a vydá příkaz svalů předsunout jednu nohu a zabránit tak pádu. Pokud se budete naklánět znovu a znovu, váš mozek bude opakovaně zajišťovat předsouvání vašich nohou, aby vás udržel ve vzpřímené poloze. Místo pádu se tedy budete krok za krokem pohybovat vpřed. Segway HT vykonává v podstatě ty samé úkony s tím, že místo nohou má kola, místo svalů motor, místo mozku soubor mikroprocesorů a místo vnitřního ucha sadu propracovaných snímačů náklonu - gyroskopů. [13]

Gyroskop (obr.23) je otáčející se disk upevněný v rámu. Otáčející se objekt je díky momentu setrvačnosti rezistentní vůči změnám působícím na jeho osu otáčení. Díky odolnosti vůči okolním tlakům si gyroskop (disk) uchovává konstantní pozici v prostoru (relativně k podkladu) i když jej nakloníte. Na druhé straně rám gyroskopu se v prostoru pohybuje volně. Přesné senzory mohou zjištěním pozice rotujícího disku gyroskopu vůči jeho rámu určit úhel náklonu objektu a rychlost se kterou se naklání. [13]

Běžné užití gyroskopů je např. v navigaci. Jsou součástí všech letadel, balistických raket, torpéd.



Obrázek 23. Gyroskop

Segway má těchto gyroskopických senzorů pět. Ačkoliv k detekování náklonu jsou zapotřebí jen tři, zbylé dva jsou pouze kontrolní a svojí přítomností zajišťují přesnost a maximální spolehlivost stroje. Gyroskopy vyhodnocují polohu 100x za sekundu, tyto informace jsou předávány mozku přístroje, který se skládá ze souboru mikroprocesorů 3x rychlejších než u běžného PC. Ten pak pomocí elektromotorů udržuje stroj v rovnováze. Elektrické motory, které jsou napájeny dvěma NiMH/Li-ion bateriemi, pohánějí každé kolo zvlášť v různých rychlostech. Pokud se tedy transportér nakloní dopředu, motory roztočí obě kola směrem vpřed, aby zamezily převrhnutí. Pokud se nakloní vzad, roztočí motory kola opět ve směru náklonu. Podobně také, pokud řidič otočí řídítka vlevo nebo vpravo, motor buď začne jedním kolem otáčet rychleji než druhým a nebo roztočí každé kolo jiným směrem, tak aby vozidlo zatočilo.

Využití Segway je velice rozmanité zejména díky jeho rozměrům a dostupnosti. Samozřejmě kromě dopravy osob po ulicích měst se dá využít pro nejrůznější marketingové akce, pro obsluhu průmyslových závodů a logistických center a o využití ve volnočasových aktivitách nemluvě.

V současnosti je osobních Segway transportérů několik typů, v závislosti zejména na prostředí ve kterém jsou používány a na účelu využití. Jednotlivé modely se liší většinou v nosnosti, v typu pneumatik a v typu baterie v závislosti na výdrži.



Obrázek 24. Segway x2 Golf



Obrázek 25. Segway i2 Commuter



Obrázek 26. Segway i2 Police



Obrázek 27. Limited Edition Ferrari Segway PT i2

## 4.2 P.U.M.A.

Projekt P.U.M.A.<sup>18</sup> je výsledek spolupráce firmy Segway Inc. a General Motors. Jedná se o dvoumístné, dvoukolové vozítko založené na stejném principu pohybu a stability jako Segway HT. Tento transport můžeme zařadit o stupeň výše než Segway, avšak stále o několik stupňů níže než klasický automobil.



Obrázek 28. Prvotní koncept P.U.M.A.



Obrázek 29. Konečná varianta P.U.M.A.

Stejně tak, jak Segway, je P.U.M.A. poháněn lithiium – iontovými bateriemi, stejně tak, jak Segway, má podobné výhody jako např. nulový rádius při zatačení, díky možnosti pohánět elektromotorem jen jedno ze dvou kol. S nulovými emisemi se může prohánět v provozu rychlostí až 56 km/h a na jedno nabití je schopen urazit vzdálenost 56 km, tedy hodinu ježdění maximální rychlostí. Samozřejmě baterie jsou na prvním místě, co se týče výzkumu a technologií právě v celkové koncepci elektromobilů, takže rychlý pokrok v tomto odvětví je nevyhnutelný. Přidejme si ještě schopnost tzv. rekuperace (viz výše) a energie potřebná k provozu vozidla se náhle nahromadí.

---

<sup>18</sup> Personal Urban Mobility & Accessibility (osobní městský mobilní a dosažitelný)

Celková hmotnost by neměla přesahovat 136 kg a cena by podle vice-prezidenta výzkumu General Motors měla být třetinová až čtvrtinová oproti klasickému automobilu.

Protože General Motors předpokládá vzájemnou komunikaci mezi jednotlivými vozidly a využití GPS<sup>19</sup>, nepočítá s montáží airbagů a jiných bezpečnostních zařízení. Vozidla budou o sobě vědět, a to vyloučí jakoukoli srážku.

Vzhledem k ekologické čistotě, nákladům, které činí asi 20 haléřů za kilometr a celkové jednoduchosti nejen v ovládání toto vozítko, podle mého názoru, přitáhne neméně pozornosti jako se tomu podařilo u prvního Segway.



*Obrázek 30. P.U.M.A. v městském provozu*

---

<sup>19</sup> Global Positioning System, celosvětový, navigační, satelitní systém

## 5 PROCES A ROZPRACOVÁNÍ VLASTNÍHO NÁVRHU

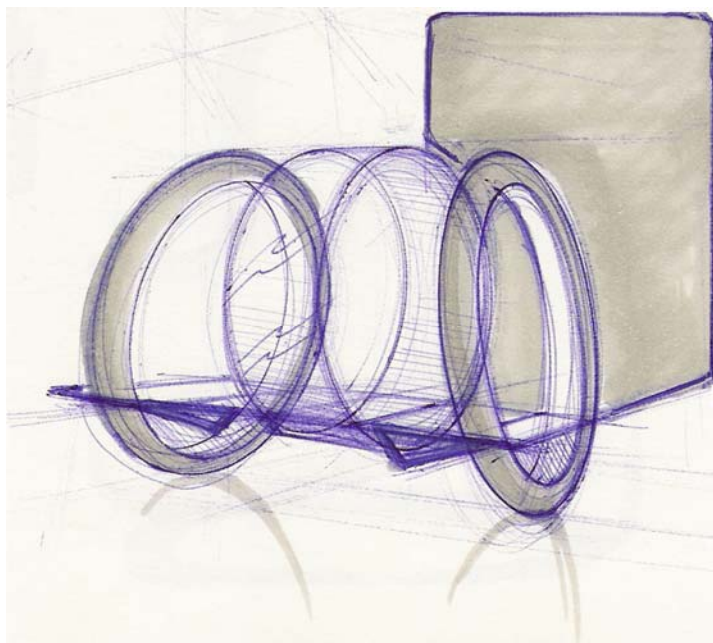
V této téměř závěrečné části práce se dostávám k mému vlastnímu koncepčnímu řešení osobního vozidla. Rád bych Vám popsal celý vývoj mé práce, vše od myšlenkových pochodů, prvotních nápadů, kresebných studií, přes aspekty a technologie, které mne na jednu stranu inspirovaly a posunuly, ale na druhou stranu omezily, až po konečnou variantu zpracovanou ve 3D programech.

Na samotném počátku celého procesu jsem měl jasně vymezenou cestu, kterou jsem se chtěl ubírat. Měl jsem představu nejen o tvarovém řešení, ale také o technologiích a cílových skupinách zákazníků. Od tohoto se odvíjela má další práce.

Celý koncept je syntézou několika odlišných odvětví, které zmiňuji v předešlých částech této práce, a právě až po mnoha analýzách a studiích jsem začal svůj návrh realizovat, nejprve ve formě 2D.

### 5.1 Tvarové řešení celku

Tvarové řešení (obr.31) jsem koncipoval v duchu svého motta, které zní „méně je více“. Můj záměr byl z celé ideje automobilu ponechat pouze prvky nezbytné k přepravě osob, ale zároveň koncepci automobilu zachovat.

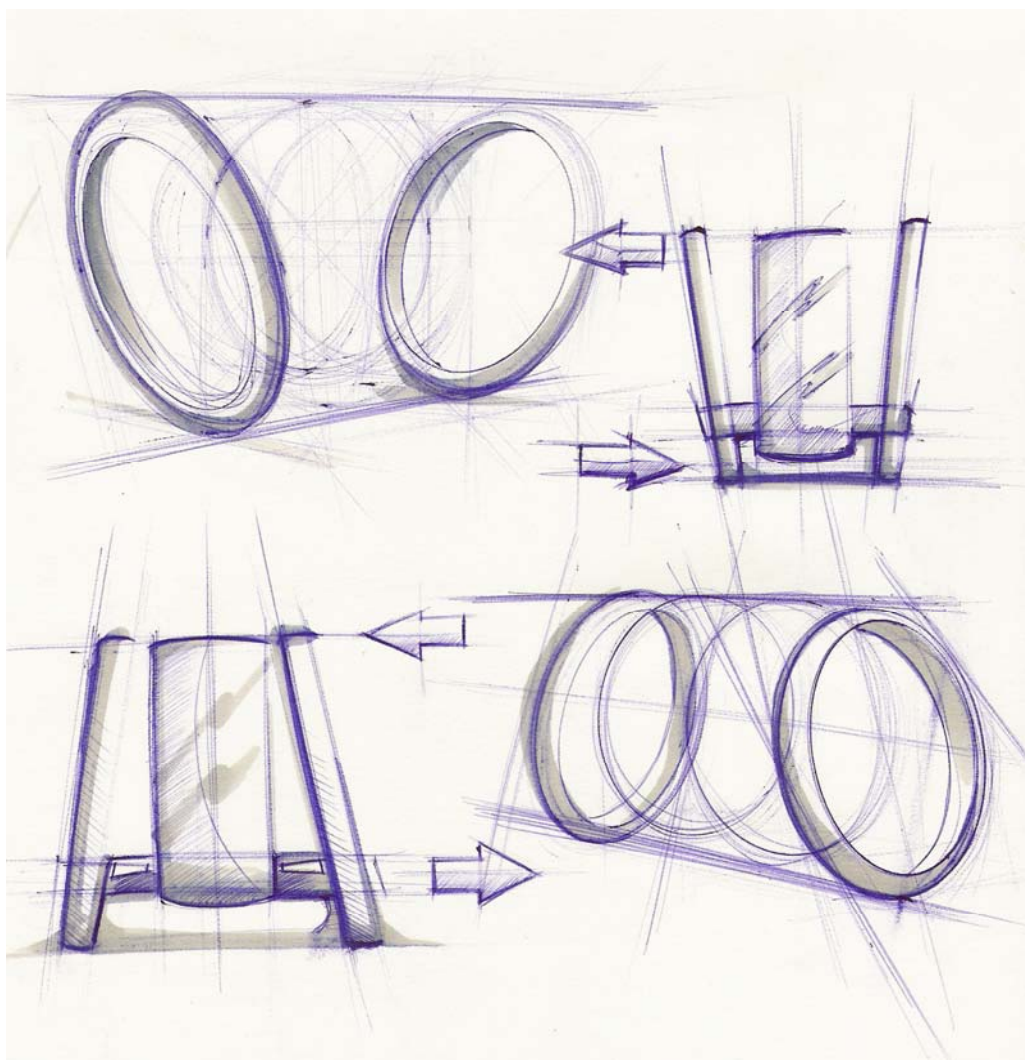


Obrázek 31. Návrh tvarového řešení I



Celý vůz v podstatě tvoří pouze čtyři hlavní části a sice dvě velká kola posazena paralelně vedle sebe a kabina umístěna mezi těmito koly. Poslední a neméně důležitá část je část středová, která drží kola s kabinou pohromadě a ve které je uložena téměř veškerá elektronika.

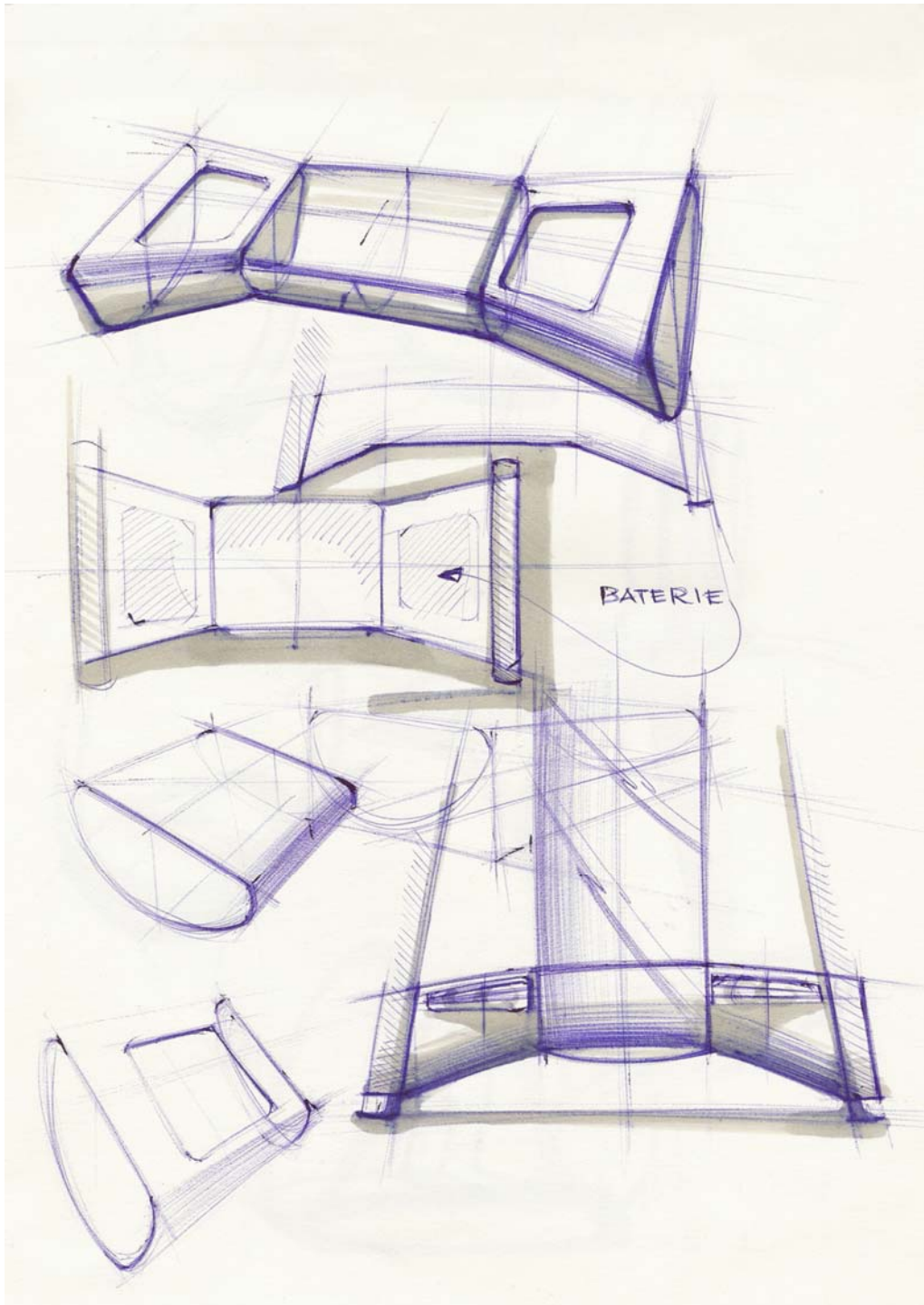
V původním návrhu jsem měl kola nakloněna od sebe (obr.32 nahoře), tedy vytvářela jakýsi tvar písmene „V“. Ale tato varianta mi nakonec přišla jako špatná z důvodu jednak celkového tvaru, jež nekorespondoval, a jež by byl nepraktický, zejména v městském provozu, a tak jsem se přiklonil k opačnému řešení a sice aby kola z pohledu zepředu vytvářela tvar písmene „A“ (obr.32 dole).



Obrázek 32. Návrh tvarového řešení II

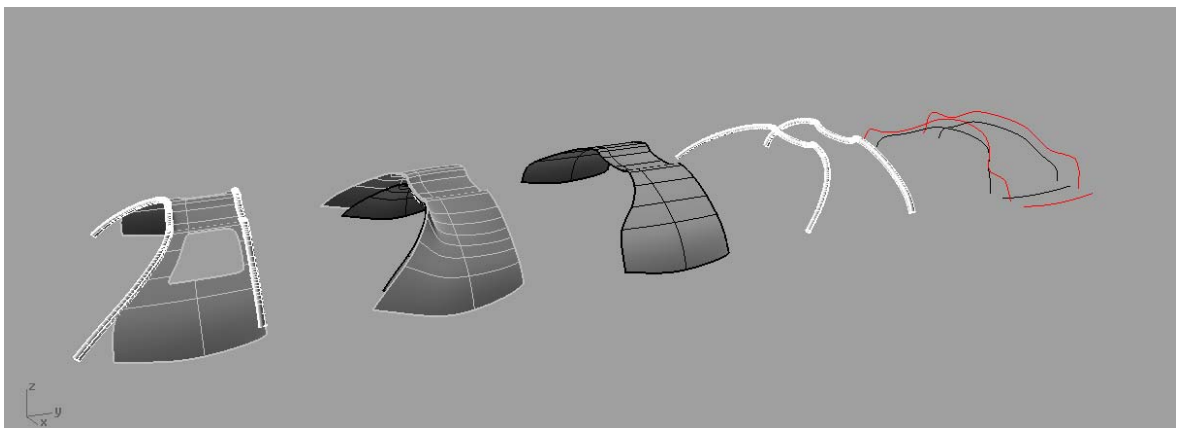
### 5.1.1 Středová část

Poté jsem začal řešit návrh středové části (obr.28), která v podstatě tvoří jakýsi podvozek. Ta má za úkol několik zásadních funkcí. V první řadě slouží jako nosná část spojující kola a kabinu se sedačkou. V druhé řadě je tento horizontální prvek jakési tělo celého vozidla, ve kterém je uložena téměř veškerá elektronika.

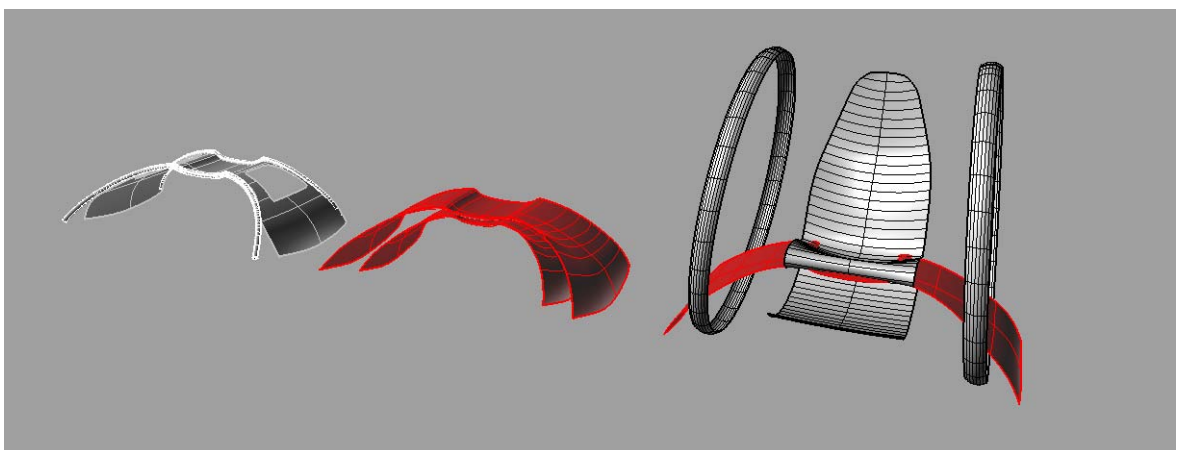


Obrázek 33. Návrh tvarového řešení III

Řeč je nejen o akumulátorech (viz. kapitola 5.1.1.1), které jsou nezbytné pro celkový chod vozidla, ale také o dvou elektromotorech, pohánějících kola, předních a zadních reflektorech, přípojce pro nabíjení baterií, soustavě gyroskopů a centrálního „mozku“ vozidla, tedy počítače seskládaného z několika velmi výkonných mikroprocesorů, jenž je zásadní právě pro zpracovávání informací, které mu dodává soustava gyroskopů. Tyto pak putují dál do elektrických motorů, které na základě těchto informací vyhodnocují jednotlivé síly pohánějící kola (viz. Kapitola 4.1.1).



Obrázek 34. Původní návrh středové části I



Obrázek 35. Původní návrh středové části II

### 5.1.1.1 Akumulátory

Jak jsem již zmínil, ve středové části jsou uloženy také baterie. Jelikož jsou tyto prvky jednou ze základních a nezbytných součástí elektromobilů, rád bych vám nyní přiblížil specifitější informace.

Baterie jsou hlavním aspektem který ovlivňuje celkovou pořizovací cenu vozu. I přes nesrovnatelně levnější náklady na provoz vozu, oproti fosilním palivům, zákazník stále hledí na poměrně vysokou pořizovací cenu.

Typy elektrických akumulátorů:

Olověný (Pb)

Nikl-kadmiový (NiCd)

Nikl-metal hydridový (NiMH)

Nikl-železný (Ni-Fe)

Nikl-zinkový (Ni-Zn)

Stříbro-zinkový

Lithium-iontový (Li-ion)

Lithium-polymerový (Li-Pol)

Lithium-FeSO<sub>4</sub> (Li-FeSO<sub>4</sub>)

Typy elektrických akumulátorů, které jsou v dnešní době nejvíce používané jsou nikl-metal hydridové (dále jen NiMH) a lithium-iontové (dále jen Li-ion). Rozdíly mezi těmito bateriemi jsou zejména v elektrochemických reakcích, které probíhají uvnitř. Oba typy byly a jsou používány právě v elektromobilech, avšak každý typ má své výhody a nevýhody.

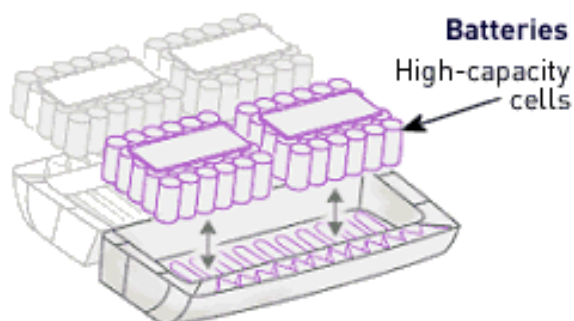
Rozdíly jsou zejména v hustotě energie. Běžná trakční olověná baterie dosahuje 40 Wh/kg, NiMH 80 Wh/kg, Li-ion 100-250 Wh/kg. Pro ilustraci: hmotnost baterie u elektromobilu s dojezdem odpovídajícím plně 40l nádrži benzínu (30 kg) odpovídá teoretické hmotnosti 400-500 kg moderních akumulátorů, nebo přes 1000 kg běžných olověných akumulátorů.

Li-ion baterie mají tedy větší hustotu, a téměř se sami o sobě nevybíjí. Na druhou stranu tyto články stárnou a nehledě na jejich používání ztrácí kapacitu. Jsou náchylné na úplné vybití. Hrozí také nebezpečí vznícení, dokonce i výbuchu. A v neposlední řadě jsou mnohem dražší než NiMH články.

NiMH baterie mají delší životnost, díky tomu, že nestárnou, jsou levnější, avšak mají poměrně velkou úroveň samovybíjení.

Statistika individuální dopravy jasně říká, že drtivá většina denních jízd je vykonána v dosahu současných elektromobilů (50-150 km), kde uložení jen 13-24 kWh (olovo/NiMH) energie v běžných elektromobilech je plně dostačující. Pro kritičtější aplikace je možné elektromobil osadit Li-ion články každý s kapacitou 200 Ah, které pak dovolují provoz na jedno nabíjení na vzdálenost 300-400 km. [5]

Jak jsem již hovořil, dnešní výzkum na poli elektromobilů je zaměřen právě na vývoj baterií. A proto se na trhu objevují stále nové, výkonnější a úspornější typy. Jako příklad mohu uvést tzv. Li-S (lithium-sírové) baterie, které oproti lithium-iontovým nabízejí výrazně vyšší kapacitu při nižší hmotnosti. Avšak většinou se jedná o speciální úpravy obvyklých, výše zmiňovaných akumulátorů, které si provádějí samy automobilky. Např. firma Segway Inc. (viz. kapitola 4.1) spolupracuje s několika předními světovými výrobci baterií a výsledkem je tzv. chytrý systém nabíjení. Uživatel pouze zapojí transportér to zásuvky a baterie si na základě informací o teplotě, napětí a stupni vybití sama rozhodne, jak moc je třeba ji nabít. Samozřejmě po odpojení s nabitou energií velice hospodárně nakládá.



Obrázek 36. Baterie pohánějící Segway HT

## 5.2 Hubless wheel

Hubless wheel<sup>20</sup>, nebo-li kolo bez náboje, je vynález, který si nechal patentovat italský vynálezce, inženýr a designér Franco Sbarro. Přesněji se jedná o beznábojové rotační uchycení ráfku kola. V podstatě náboj kolo má, jen je stejně velké jako kolo.

Beznábojové rotační uchycení ráfku tvoření oběžná dráha vnitřní plochy ráfku a oběžná dráha bočních ploch ráfku, po nichž se odvaluje valivý prvek. Tento prvek je na hřídeli poháněné buď lidskou silou nebo motorem.

I když jsou tyto beznábojová kola velice náročná na výrobu z hlediska preciznosti, díky ohromujícímu designu a netradičnímu vzhledu jsou stále populární, zejména u domácích kutilů a nadšenců, kteří tento vynález neustále zdokonalují. Jedním takovým příkladem, který mne zaujal díky svému čistému designu, je design jízdního kola s názvem „Zero Bike“ (obr. 37), jehož funkční prototyp získal v roce 1991 ocenění „Industrial Design Excellence Award“.

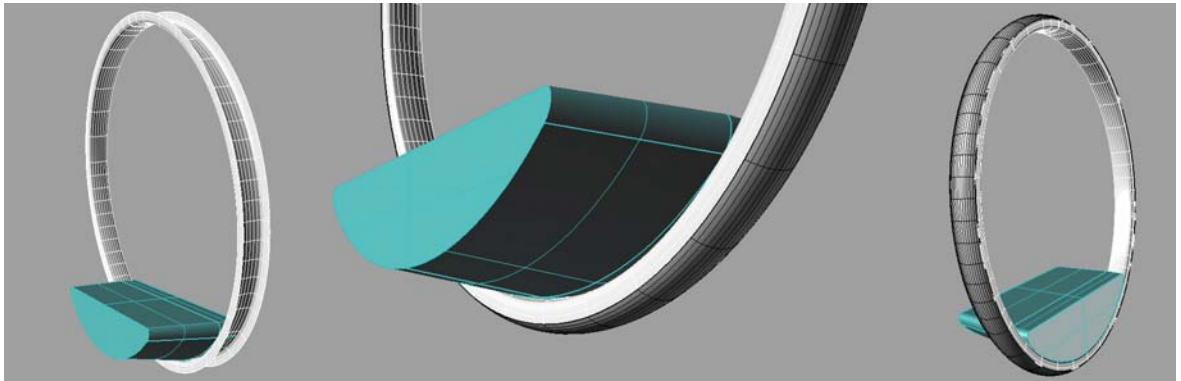


Obrázek 37. Zero Bike

---

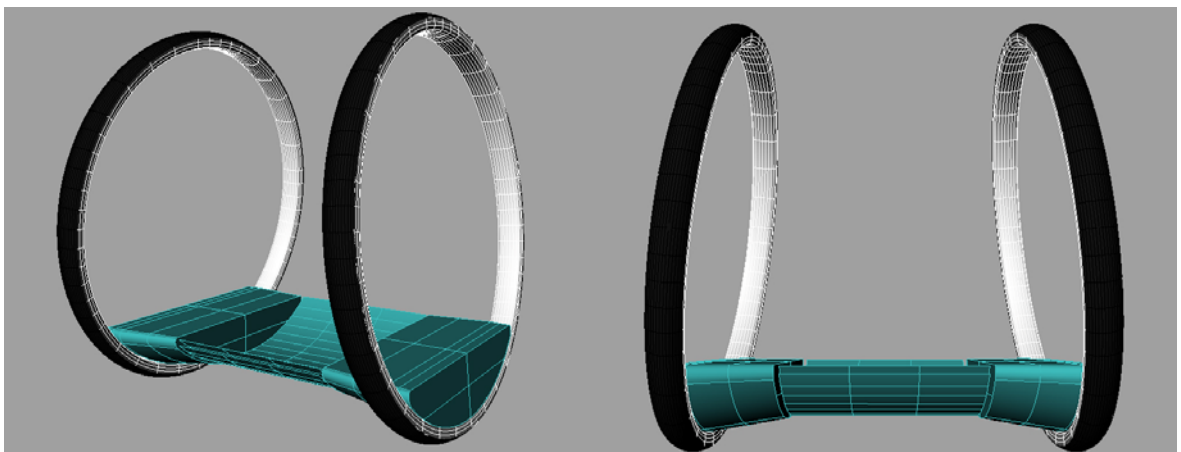
<sup>20</sup> známé také pod názvem „orbital wheel“

Beznábojový typ kola, který jsem použil ve svém návrhu funguje na stejném principu, který jsem popsal výše. Na obr. 38 můžete vidět kolo usazené na zeleném prvku, což je koncová část celého těla vozu, tedy části středové. Uvnitř jsou valivé prvky usazené na vnitřním ráfku kola (zobrazen bílou barvou), poháněné elektromotorem.



Obrázek 38. Beznábojové kolo

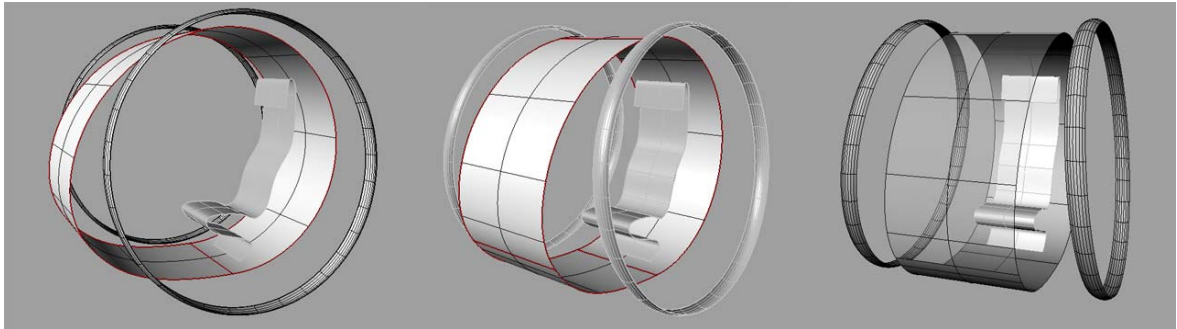
Na obr. 39 je celkový pohled na obě beznábojová kola usazená na středové části (vyobrazena zelenou). Kola jsou v mírném cca 8° náklonu směrem k sobě. Hlavními důvody jsou zejména stabilita, manévrovatelnost a snadnější pohyb v městském provozu.



Obrázek 39. Středová část s beznábojovými koly

### 5.3 Místo pro řidiče - kabina

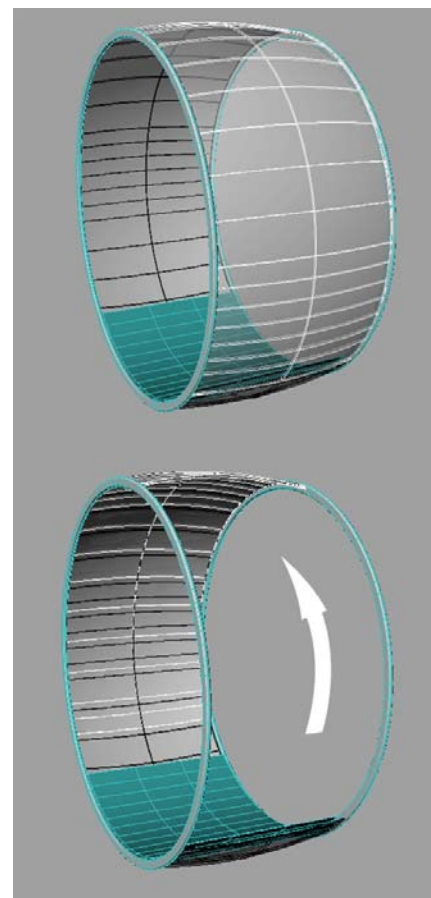
V původních návrzích jsem sice měl tvar kabiny čistě kruhový, zkoušel jsem však i jiné varianty, např. vejcovitý tvar nebo elipsu (obr. 40).



Obrázek 40. Návrh kabiny elipsovitého tvaru

Přemýšlel jsem tak na základě zlepšení aerodynamiky, ovšem rychlost, se kterou ve výsledku počítám, je kolem 60 km/h, tzn. že zde je otázka aerodynamiky poněkud zbytečná. Také z hlediska snahy o zachování čistého designu, který byl jeden z mých hlavních cílů, jsem od této varianty upustil. Kabina je tedy ve výsledku tvarově koncipována jako kruh, zejména aby korespondovala s koly a utvářela tak vizuálně klidný a čistý celek.

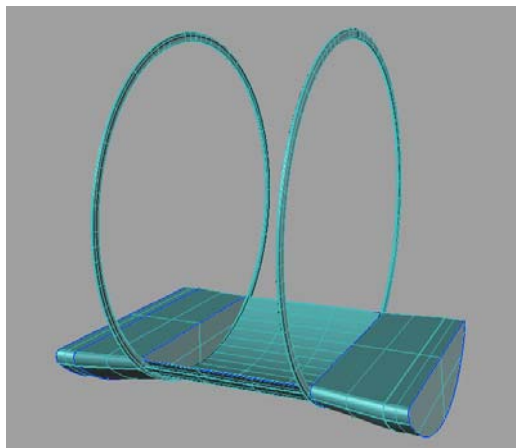
Tradičnímu vstupu do vozu z boku brání nejen kola, ale také středová část s bateriemi a elektromotory. Vstup jsem tedy zvolil směrem zepředu, kde mu nebrání nic, pouze „přední sklo“. Píši záměrně v uvozovkách, jelikož materiál, z kterého je tvořena kabina není sklo, nýbrž polykarbonát. Je to zejména z důvodu rozdílu v hmotnosti. Kabina je zhruba v půlce dělená, přičemž přední část, kde se nachází vstup se otočí kolem své osy,



Obrázek 41. Otvírání a vstup do kabiny



opíše kružnici, zatáhne se dozadu a vepředu vytvoří prostor pro vstup. Děje se tak díky kolejnicím uložených v prvcích, které rámuji celkový kruhový tvar kabiny (obr. 42). Tyto jsou pevně spojeny se středovou částí.



*Obrázek 42. Prvky rámuující tvar kabiny  
v nichž jsou kolejnice*

Mezi hlavní prvky, které jsou v kabině patří sedadlo pro řidiče a ovládací prvky.

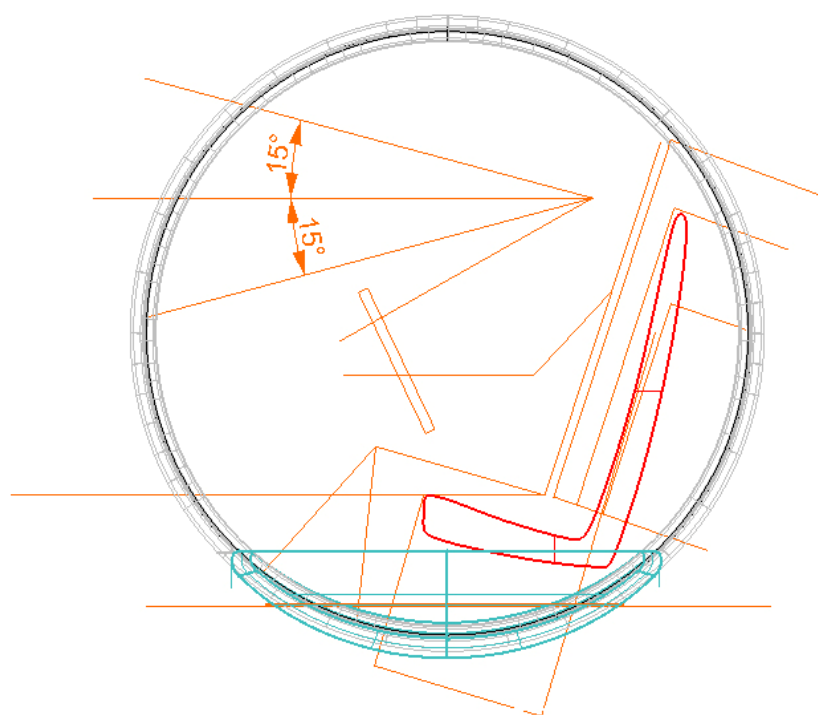
### **5.3.1 Sedadlo**

Sedačka pro řidiče je zde jakýmsi základním prvkem. Z hlediska uživatele sem směřuje veškerá pozornost, tento pocit ještě umocňuje fakt, že sedadlo je zde pouze jedno.

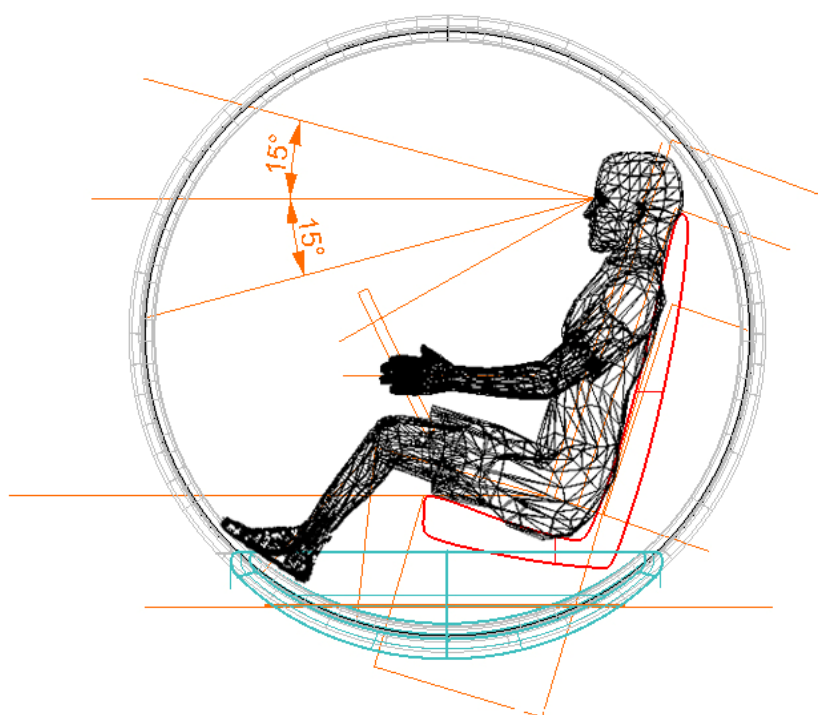
Sedadlo a prostor kolem musí splňovat určité nároky, zejména ergonomické a bezpečnostní. Z vozidla musí být dobrý výhled a celkový prostor by měl působit dojmem pohodlí, stability a opory.

I když kokpit není zcela totožný s kokpitem klasického automobilu, chybí např. pedály, při navrhování jsem dodržoval základní ergonomické požadavky a dbal na veškeré faktory zmíněné výše. Zároveň jsem se samozřejmě snažil, aby výsledný tvar byl esteticky přijatelný a korespondoval s celkovým tvarem vozu.

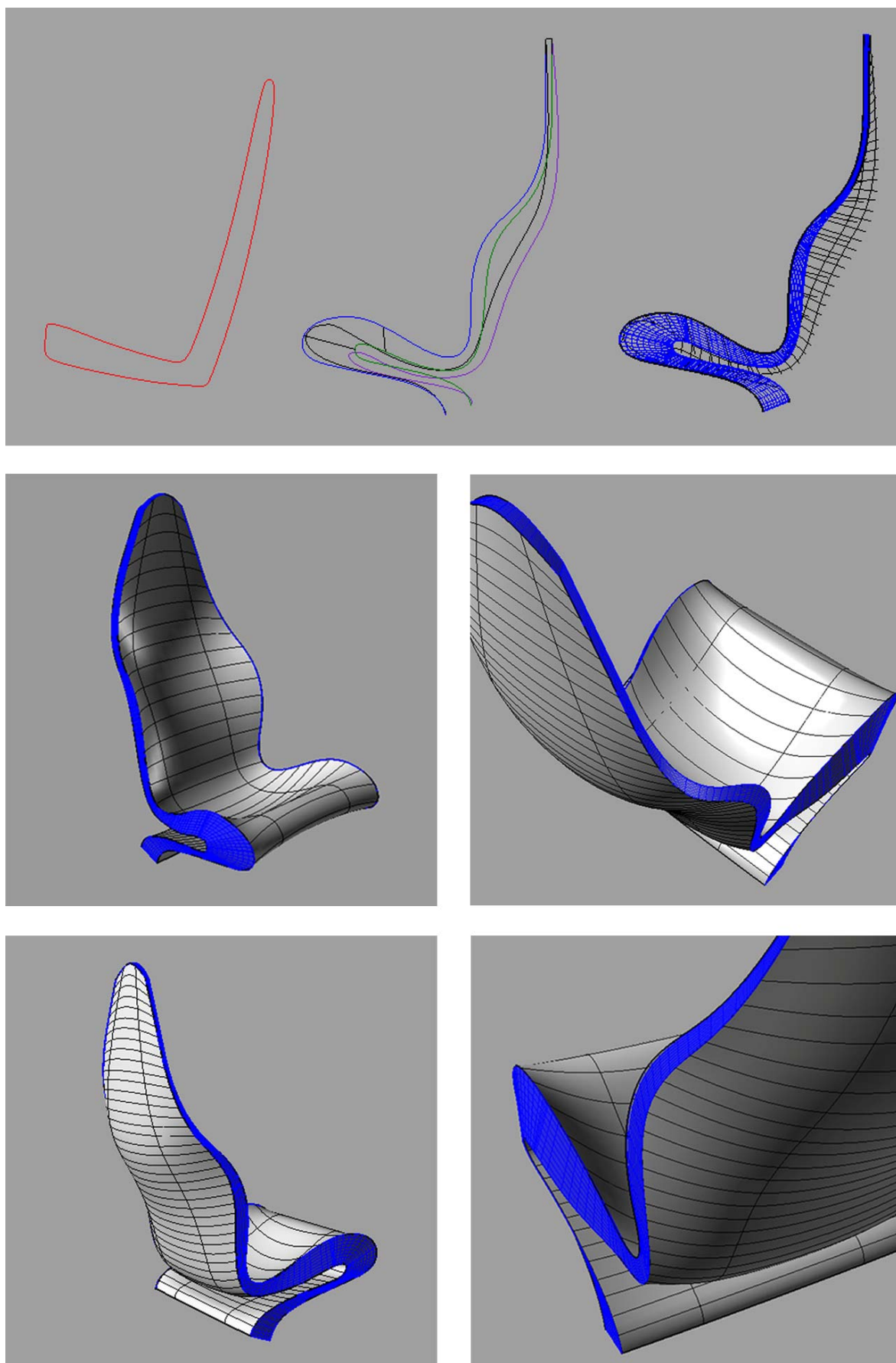
Součástí sedadla je samozřejmě bezpečnostní pás.



Obrázek 43. Ergonomie kabiny bez lidské postavy



Obrázek 44. Ergonomie kabiny s lidskou postavou

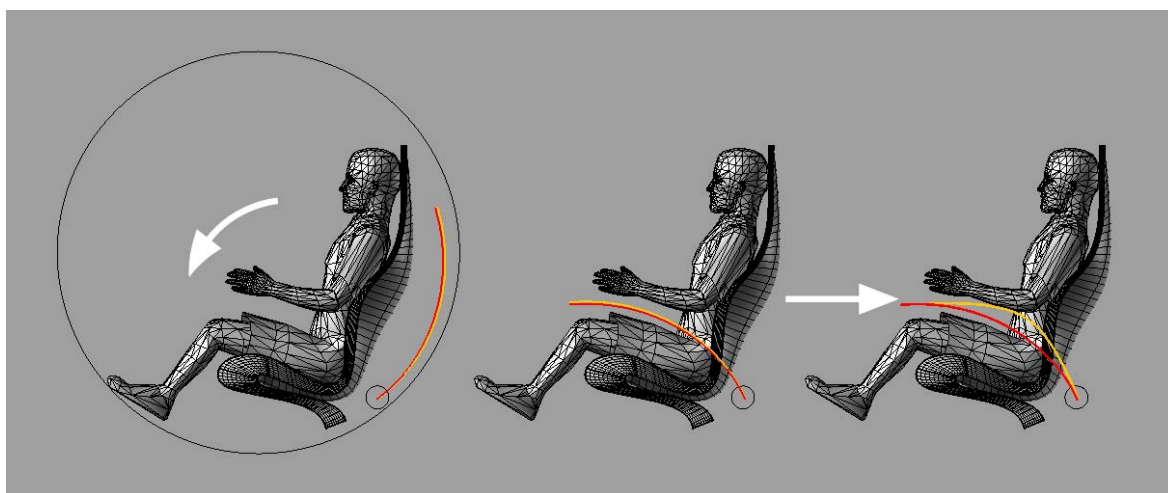


Obrázek 45. Tvarová studie sedadla pro řidiče

### 5.3.2 Ovládání

Ovládání a pohyb celého vozu je naprosto intuitivní. Absence tradičního způsobu řízení pomocí volantu je zde nahrazena pouze dvojicí ovládacích pák, jedna pro pravou ruku a jedna pro levou. Tento způsob ovládání by se dal přirovnat k elektrickým vozíkům pro tělesně postižené osoby. Výhodou je možnost pohánět pouze jedno kolo, vozidlo je pak schopno se otáčet kolem své osy, což je v městském provozu nenahraditelnou vlastností.

Před vstupem do vozidla jsou tyto ovládací prvky odklopeny směrem nahoru a kopírují kruhový tvar kabiny, takže nejsou nijak dominantním prvkem. Poté co se řidič posadí do sedadla, manuálně si tyto sklopí do pozice vedle sebe, podobně jako opěrky v autobuse. Tato ovládací část se skládá v podstatě ze dvou totožných částí, takže podle potřeby si uživatel také může nastavit područky (obr. 46).



Obrázek 46. Ovládací prvky s područkami

### 5.4 Stabilita

Jak jsem již zmínil, stabilitu při provozu vozidla zajišťuje soustava gyroskopů. Tento systém se však s vypnutím vozidla ukončí a i přes to, že jsem již od začátku koncipoval celek tak, aby bylo těžiště dole a zabránilo se tak větším náklonům vpřed či vzad, přidal jsem malé podpurné prvky, které se sice v provozu zaklápějí, takže nejsou vidět, avšak v klidovém stavu, tedy po vypnutí vozu jsou nezbytné a brání před náklony. Zejména pak při nasedání a vysedání z vozu.

## 5.5 Úprava vozidla pro tělesně postižené

Vzhledem ke snaze o zachování jak konstrukční, tak tvarové jednoduchosti vznikají možnosti snadných úprav. Jednou takovou možností je přeprava handicapovaných a tělesně postižených osob na invalidním vozíku.

Pro takovouto úpravu by celá koncepce zůstala naprosto zachována, zapotřebí by bylo pouze několika málo estetických úprav a přizpůsobení detailů týkajících se zejména šířky kabiny a výšky kabiny od země. Jako největší zásah bych považoval odejmutí celého sedadla. Tímto vznikne prostor pro invalidní vozík. Otvírání a vstup do kabiny by samozřejmě nebyl vepředu, jak je tomu nyní, ale ze zadu pro snadnější přístup a najetí. Princip otvírání by tedy také zůstal zachován s tím, že spodní část by byla výklopná a sloužila by jako nájezdová rampa. Princip ovládání by se také nezměnil, pouze tvarově přizpůsobil a to zejména za účelem bezpečnosti. Funkci bezpečnostního pásu by tedy nahradil prvek podobný tomu, který se využívá na horské dráze apod.

Tuto variantu zmiňuji jako další a dle mého názoru zajímavé využití celého koncepčního návrhu. Účel a funkce vozidla, tedy přeprava osob po městě a na kratší vzdálenosti se nemění, naopak přináší nové možnosti a využití.

## 6 KONEČNÁ PODOBA

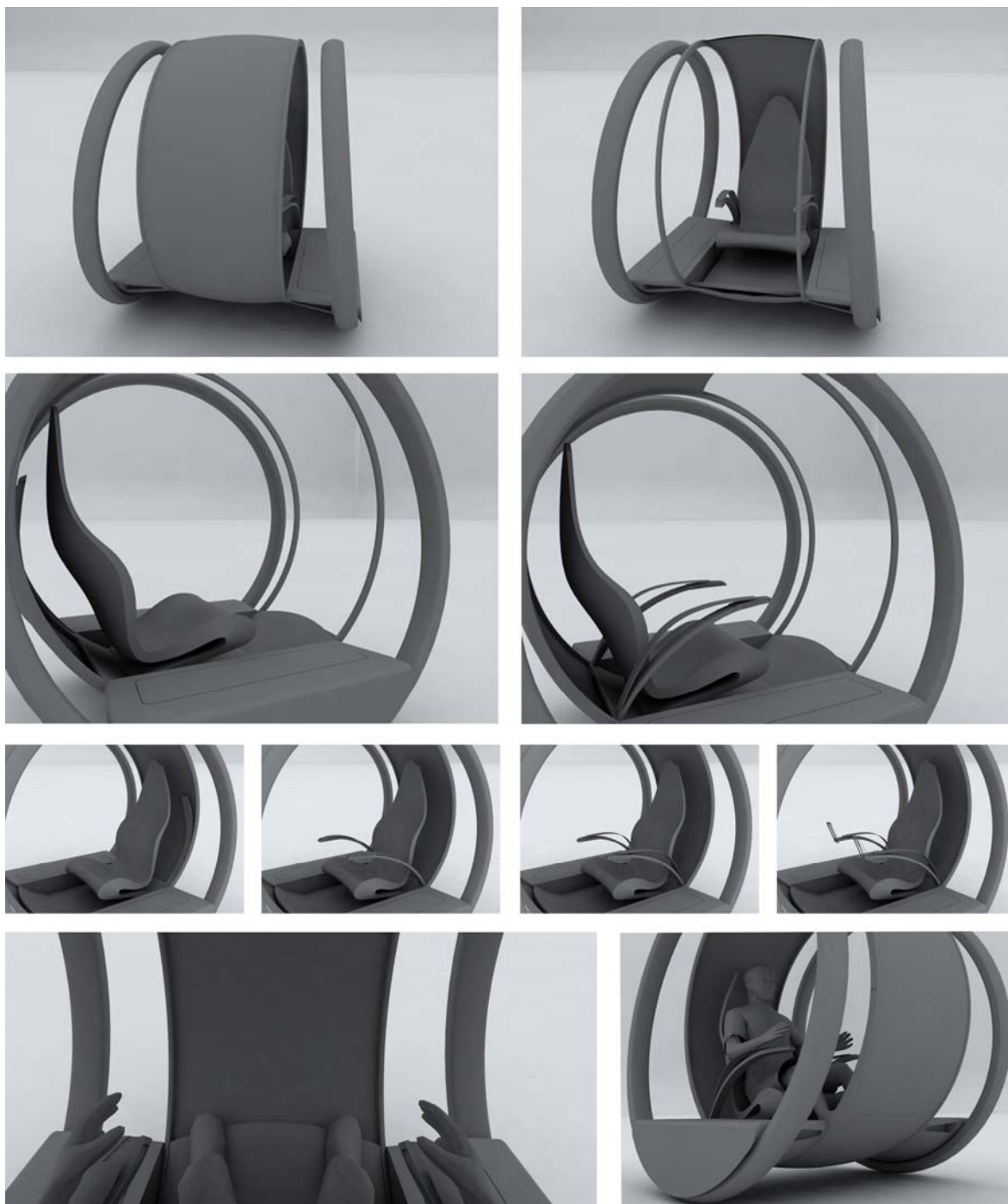
V poslední kapitole své bakalářské práce bych Vám rád představil konečnou podobu svého koncepčního návrhu osobního automobilu.

Tato kapitola zahrnuje ukázky 3D modelu 1:1 v poměru k lidské postavě, celkové rozměry a finální vizualizace v prostředí.

### 6.1 Design jednomístné elektrické dvoukolky

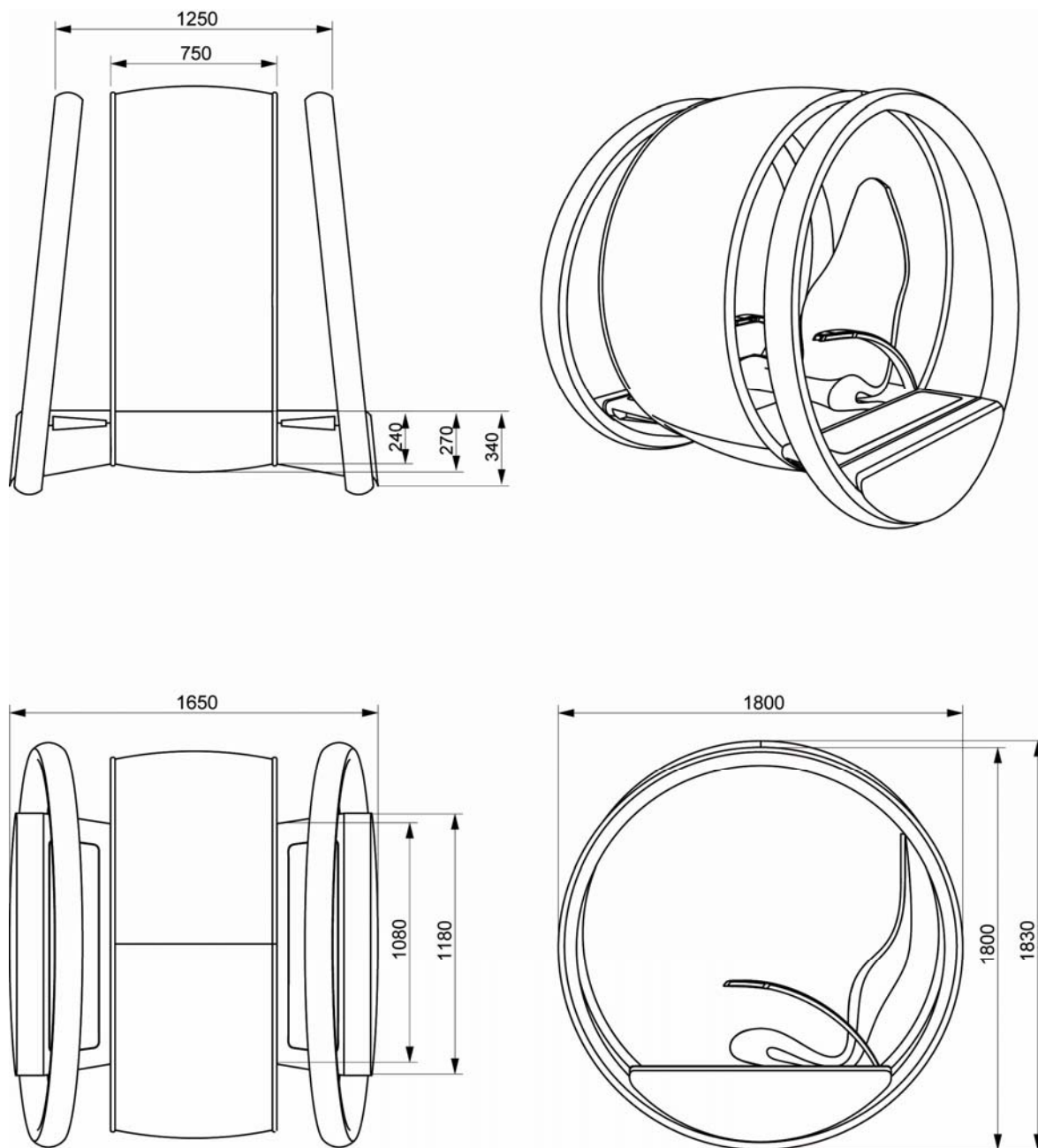


Obrázek 47. Finální náhledy I



Obrázek 48. Finální náhledy II

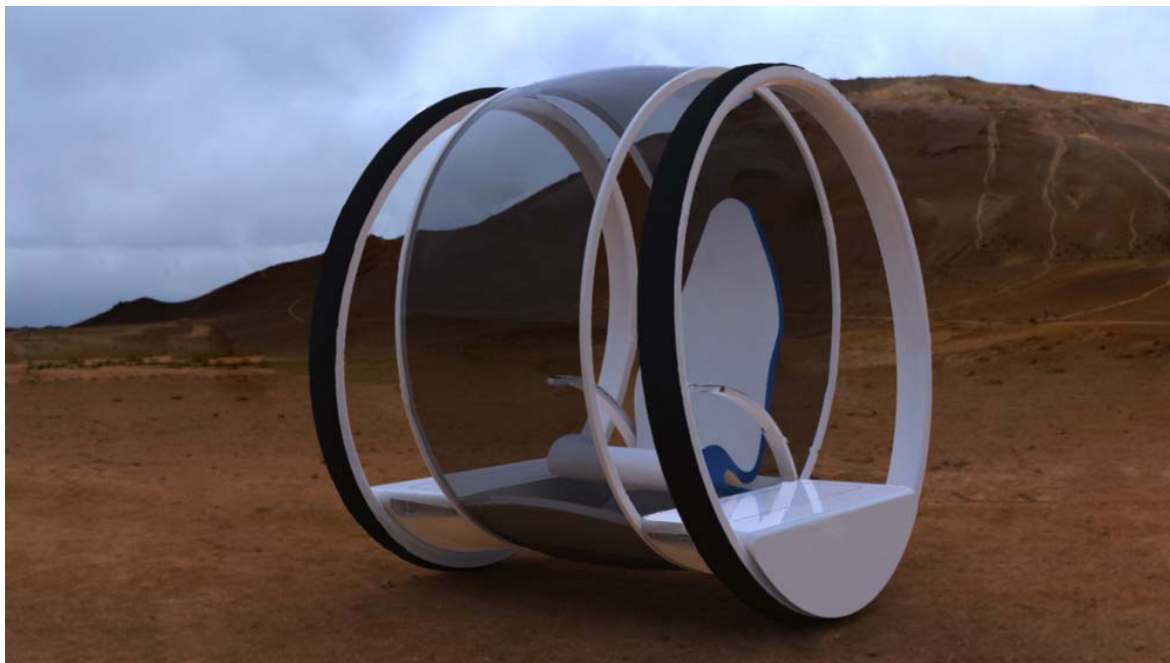
## 6.2 Rozměry



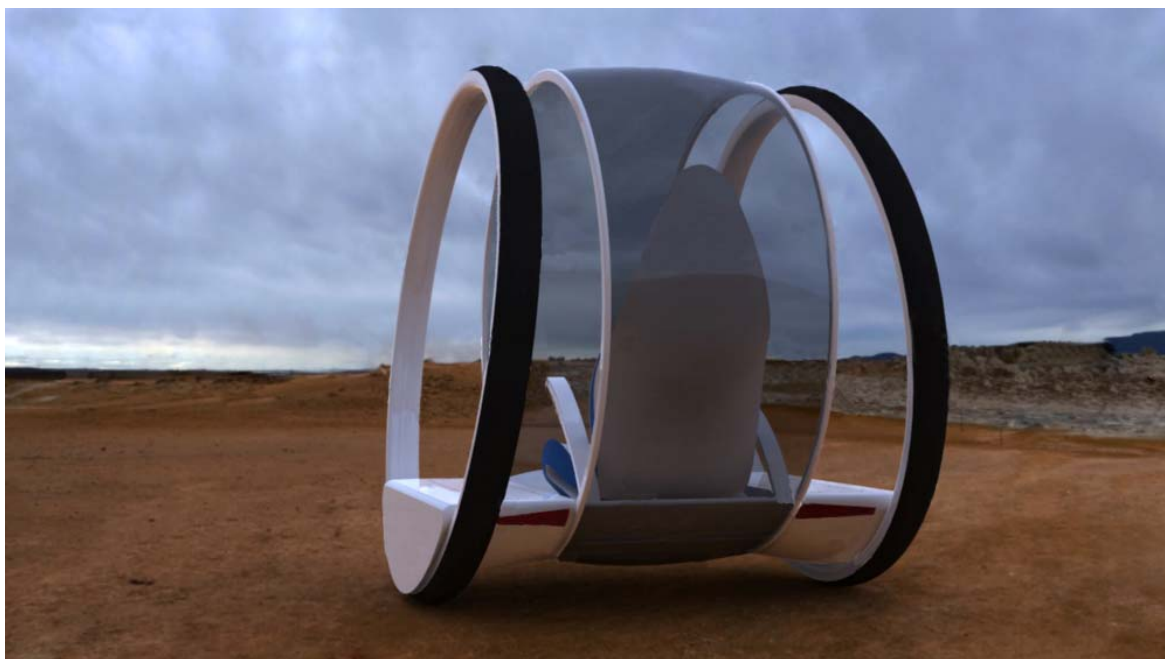
Obrázek 49. Rozměry vozidla



### 6.3 3D vizualizace



*Obrázek 50. Automobil v prostředí I*



*Obrázek 51. Automobil v prostředí II*



*Obrázek 52. Automobil v prostředí III*



*Obrázek 53. Automobil v prostředí IV*

## ZÁVĚR

Závěrem bych rád podotkl, že tato práce je syntézou několika odlišných odvětví, které se mi jak doufám podařilo sjednotit do jakéhosi celku s efektivním výsledkem. Mým cílem bylo navrhnout koncepční osobní automobil, šetrný k životnímu prostředí, určený pro pohyb v městském provozu. Soustředil jsem se zejména na přepravu osob na kratší vzdálenost. Při navrhování jsem bral ohled nejen na tyto, předem stanovené faktory, ale velký důraz jsem kladl také na ergonomii.

Po mnoha studiích a nejrůznějších návrzích, zahrnujících jak tvarovou, tak technickou stránku věci, jsem ve výsledku dospěl k zajímavé koncepci, která zaujme nejen svým netradičním vzhledem, ale také po stránce uživatelské.

Jako přínos vidím v celkovém projektu, který mne obohatil nejen o načerpané informace, ale především o nedocenitelné zkušenosti. Mluvím zejména o designérském postupu a procesu, který je, i když se velmi často nezdá, omezen výrobními technologiemi a není to představivost nebo nápaditost jednotlivce, ale právě tyto technologie, které ve výsledku ovlivňují a vymezují práci designéra.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *Automobil* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobil>>
- [2] *Dicycle* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.dself.dsl.pipex.com/MUSEUM/TRANSPORT/diwheel/diwheel.htm>>
- [3] *Gyroauto* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.dself.dsl.pipex.com/MUSEUM/TRANSPORT/diwheel/diwheel.htm>>
- [4] *Jednokolka* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Jednokolka>>
- [5] *Elektromobil* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromobil>>
- [6] *Elektromotor* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromotor>>
- [7] *Elektromobil – Historie a současnost* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.ageron.cz/historie/>>
- [8] *Emise elektromobilů* [online]. Dostupné z WWW:  
<[http://www.elektromobily.org/wiki/Emise\\_elektromobilů](http://www.elektromobily.org/wiki/Emise_elektromobilů)>
- [9] *Elektromobilita* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.futuremotion.cz/cs/strategie-smery/elektromobilita.html>>
- [10] *Rekuperace* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Rekuperace>>
- [11] *Budoucnost elektromobilů* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.pwc.com/cz/cs/tiskove-zpravy-2009/budoucnost-patri-elektromobilum.jhtml>>

- [12] Chundela, L – Ergonomie, ČVUT Praha 2005, ISBN 80-01-02301-X
- [13] *Jak funguje Segway* [online]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.segway-morava.cz/co-je-segway>>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

akad. Akademický

atd. A tak dále

apod. A podobně

např. Například

obr. Obrázek

popř. Popřípadě

prof. Profesor

soch. Sochař

stol. Století

tzn. To znamená

tzv. Tak zvaný

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1. Dicycle</i> .....	11
<i>Obrázek 2. Ottova dvoukolka</i> .....	12
<i>Obrázek 3. Panjandrum</i> .....	13
<i>Obrázek 4. Gyroauto</i> .....	13
<i>Obrázek 5. Saurez jednokolka z r. 1966</i> .....	14
<i>Obrázek 6. Rousseau jednokolka</i> .....	15
<i>Obrázek 7. D'Harlingue jednokolka</i> .....	15
<i>Obrázek 8. McLean V8 Monowheel</i> .....	16
<i>Obrázek 9. Elektromobil GM EV1</i> .....	19
<i>Obrázek 10. Křižíkův elektromobil</i> .....	20
<i>Obrázek 11. Pohled pod kapotu elektromobilu Škody ELTRA 151 L</i> .....	21
<i>Obrázek 12. Citroën C-ZERO</i> .....	22
<i>Obrázek 13. Peugeot iOn</i> .....	22
<i>Obrázek 14. Toyota iQ</i> .....	22
<i>Obrázek 15. Koncept Peugeot BBI</i> .....	22
<i>Obrázek 16. Emise udávané v g/km</i> .....	24
<i>Obrázek 17. Srovnání nákladů na pohonné látky elektromobilu a běžného benzínového automobilu (Škoda Fabia 1,4 63kW, 2008)</i> .....	26
<i>Obrázek 18. Srovnání energetické účinnosti elektromobilu a vozu s dieselovým motorem</i> .....	27
<i>Obrázek 19. Srovnání energetické účinnosti sportovního elektromobilu a sportovního vozu s benzínovým motorem</i> .....	27
<i>Obrázek 20. Vize rychlodobíjecích stanic v budoucnu</i> .....	30
<i>Obrázek 21. Základní tělesné rozměry člověka</i> .....	32
<i>Obrázek 22. Segway HT</i> .....	34
<i>Obrázek 23. Gyroskop</i> .....	36
<i>Obrázek 24. Segway x2 Golf</i> .....	37
<i>Obrázek 25. Segway i2 Commuter</i> .....	37
<i>Obrázek 26. Segway i2 Police</i> .....	37
<i>Obrázek 27. Limited Edition Ferrari Segway PT i2</i> .....	37
<i>Obrázek 28. Prvotní koncept P.U.M.A.</i> .....	38

<i>Obrázek 29. Konečná varianta P.U.M.A.</i> .....	38
<i>Obrázek 30. P.U.M.A. v městském provozu</i> .....	39
<i>Obrázek 31. Návrh tvarového řešení I</i> .....	40
<i>Obrázek 32. Návrh tvarového řešení II</i> .....	41
<i>Obrázek 33. Návrh tvarového řešení III</i> .....	42
<i>Obrázek 34. Původní návrh středové části I</i> .....	43
<i>Obrázek 35. Původní návrh středové části II</i> .....	43
<i>Obrázek 36. Baterie pohánějící Segway HT</i> .....	45
<i>Obrázek 37. Zero Bike</i> .....	46
<i>Obrázek 38. Beznábojové kolo</i> .....	47
<i>Obrázek 39. Středová část s beznábojovými koly</i> .....	47
<i>Obrázek 40. Návrh kabiny elipsovitého tvaru</i> .....	48
<i>Obrázek 41. Otvírání a vstup do kabiny</i> .....	48
<i>Obrázek 42. Prvky rámuující tvar kabiny v nichž jsou kolejnice</i> .....	49
<i>Obrázek 43. Ergonomie kabiny bez lidské postavy</i> .....	50
<i>Obrázek 44. Ergonomie kabiny s lidskou postavou</i> .....	50
<i>Obrázek 45. Tvarová studie sedadla pro řidiče</i> .....	51
<i>Obrázek 46. Ovládací prvky s područkami</i> .....	52
<i>Obrázek 47. Finální náhledy I</i> .....	54
<i>Obrázek 48. Finální náhledy II</i> .....	55
<i>Obrázek 49. Rozměry vozidla</i> .....	56
<i>Obrázek 50. Automobil v prostředí I</i> .....	57
<i>Obrázek 51. Automobil v prostředí II</i> .....	57
<i>Obrázek 52. Automobil v prostředí III</i> .....	58
<i>Obrázek 53. Automobil v prostředí IV</i> .....	58



