

**Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara**

Diplomová práce

2016

BcA. Pavel Primas

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Diplomová práce

**DESIGN ÚSPORNÉHO MOTOROVÉHO
VOZIDLA**

BcA. Pavel Primas

Plzeň 2016

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Oddělení designu
Studijní program Design
Studijní obor Design

Diplomová práce

Design úsporného motorového vozidla

BcA. Pavel Primas

Vedoucí práce: Doc. akad. Soch. František Pelikán
Katedra designu
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeská univerzita v Plzni

Plzeň 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Pavel PRIMAS**
Osobní číslo: **D13N0121P**
Studijní program: **N8208 Design**
Studijní obor: **Design**
Název tématu: **DESIGN ÚSPORNÉHO MOTOROVÉHO VOZIDLA**
Zadávací katedra: **Katedra designu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Minimální rozsah prací

Počet:1 model, prezentační panel

Formát:fyzický model v měřítku, prezentační panel B1

Popis realizace:Zmapování trhu, rešerše, přípravné skicy, 3d model, fyzický model, grafické zpracování prezentace

Výstup: fyzický model jednoho kusu v měřítku, prezentační panel s grafikou B1.

Průběžné plnění úkolů dle pokynů vedoucího práce (a příp. konzultanta, je-li stanoven) a pravidelné konzultace do termínu odevzdání práce 1 x týdně v rámci semináře ke kvalifikační práci.

Postup realizace

- 1) září- Teoretická část práce: (bod 1.-3. uvědomit si, kdo jsem, odkud přicházím, kam směřuji dříve, nežli začnu pracovat). Z toho vyplývá výběr tématu a cíl práce. Praktická práce- sběr materiálů a průběžné intenzivní studium zdrojů.
- 2) říjen- Předložení řady skic a variant řešení.
- 3) listopad, prosinec- Varianty pracovní verze, volba nevhodnější varianty, průběžná práce na praktické části závěrečné práce.
- 4) leden, únor- Předložení adekvátně rozpracované praktické části závěrečné práce, předložení rozpracované teoretické části závěrečné práce v souladu s doporučenou osnovou a dle pokynů konzultanta teoretické části práce (pro udělení zápočtu).
- 5) březen- Realizace výsledného projektu, předložení pracovní verze kompletní teoretické práce.
- 6) duben- Finalizace a odevzdání:(finalizace projektu, dokončení teoretické i praktické části práce, příprava prezentace, odevzdání obou částí práce pro udělení zápočtu).

Obhajoba

červen- Obhajoba + prezentace kvalifikační práce na CD/DVD (v podobě pro tisk)

Rozsah praktické části: **vyplyne ze zpracování DP**
Rozsah teoretické části: **min. 15 normostran textu**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

LITERATURA:

EDSALL, Larry. *Masters of car design.* Vercelli: White Star, 2008.

ISBN 88-544-0337-7.

NEWBURY, Stephen. *The car design yearbook: the definitive annual guide to all new concept and production cars worldwide IV.* London: Merrell, 2005.

ISBN 1-85894-286-1.

NEWBURY, Stephen. *The car design yearbook: the definitive annual guide to all new concept and production cars worldwide III.* London: Merrell, 2004.

ISBN 1-85894-242-X.

LEWIN, Tony a BORROFF, Ryan. *How to: design cars like a pro: a Comprehensive guide to car design from the top professionals.* Minneapolis: Motorbooks International, 2003. **ISBN 978-0-7603-1641-2.**

SPARKE, Penny. *A century of car design.* 1st ed. Hauppauge: Barron's, 2002.

ISBN 0-7641-5409-5.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. akad. soch. František Pelikán**
Katedra designu

Datum zadání diplomové práce: **31. května 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **29. dubna 2016**

Doc. akad. mal. Josef Mištera
děkan



Steker
Doc. akad. mal. František Steker
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. září 2015

PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

V Plzni dne 15. dubna 2016

.....

BcA. Pavel Primas

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce, Františkovi Pelikánovi, za přínosné konzultace.

Obsah

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE.....	1
2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY.....	3
3. CÍL PRÁCE.....	5
4. PROCES PŘÍPRAVY.....	6
4.1 HISTORIE ÚSPORNÝCH VOZŮ.....	7
4.2 PŘÍKLADY RŮZNÝCH ÚSPORNÝCH SYSTÉMŮ A FUNKCÍ	9
4.3 SVĚTOVÉ AUTOMOBILKY A JEJICH ŘEŠENÍ.....	11
5. PROCES TVORBY.....	13
5.1 IDEA	13
5.2 REŠERŠE.....	13
5.3 SKICOVÁNÍ.....	15
5.4 CLAY MODEL.....	16
5.5 POČÍTAČOVÝ MODEL.....	17
5.6 VÝROBA.....	19
5.7 VIZUALIZACE.....	21
6. TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA.....	22
7. POPIS DÍLA.....	26
8. PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR.....	27
9. SILNÉ STRÁNKY.....	28
10. SLABÉ STRÁNKY.....	29
11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	30
12. RESUMÉ (EN).....	31
13. SEZNAM PŘÍLOH.....	32

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Úvod mé diplomové práce bych rád věnoval krátkému přehledu děl, které jsem vytvořil během několika let strávených na půdě Západočeské univerzity v Plzni. Během mého studia jsem se zaměřoval spíše na produkty a užitý design. Jen párkrát šlo o design transportní, a to většinou s velmi netypickým zaměřením, které bylo něčím speciální, nebo šlo o futuristický koncept či tvarovou studii. Například jsem navrhoval vznášedlo pro jednu osobu, jakožto dopravní prostředek pro blízkou budoucnost. Dále návrh osobní mini ponorky. Do této kategorie bych ještě zařadil tryskový kluzák na sních, který představuje fúzi letadla se sněžnými saněmi. Tolik výčet témat, u nichž jsem řešil spíše vizionářský náhled na možnosti osobní přepravy. K dílům, která řeší funkční a praktickou stránku návrhu, a jsou celkově realističtější, bych zařadil například mou bakalářskou práci. Jako její téma jsem si zvolil návrh městského dopravního prostředku - navrhoval jsem městské kolo s malým průměrem ráfků. K tomuto návrhu jsem připojil i načrtnutí systému vypůjčování. Jako další ze svých zdařilejších děl hodnotím návrh katamaránu pro pohybově postižené. Tomuto úkolu předcházela konzultace s dotyčnými lidmi, ale i hledání proporčně ideálního tvaru na modelu z hlíny. Vzhledem k úspěšnosti tohoto návrhu jsem se následující semestr rozhodl pokračovat v zaměřením na populaci s pohybovou dysfunkcí a věnoval jsem se navrhování osobního automobilu pro jedince upnuté na kolečkové křeslo. Zde jsem řešil logiku najíždění a vyjíždění do útrob automobilu, aniž by dotyčný musel slézat ze svého vozíku. Tolik k výčtu mých děl zaměřených na transport jedné či více osob. Jde-li o navrhování a tvarování

klasických osobních automobilů, musím přiznat, že mne tato doména vždy silně přitahovala, ale zároveň jsem se jí částečně vyhýbal kvůli její náročnosti a komplexnosti. Automobilový designér musí brát zřetel na mnoho faktorů, které ovlivňují finální tvar karoserie. Samotnému tvarování předchází dlouhé studie a skicování. Tento proces je tak náročný, že by vydal na samotnou diplomovou práci. To je rovněž jeden z faktorů, proč jsem si vybral toto téma. Další z důvodů je i tzv. zdravá soutěživost mezi spolužáky, kdy jsem se nechal částečně ovlivnit okolím. A v neposlední řadě taktéž touha být v budoucnu zaměstnán v automobilovém průmyslu. Proto tuto práci považuji za opravdovou výzvu. Podrobnější přehled důvodů, které mne vedly k volbě tohoto tématu rozepíší v následující kapitole.

2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY

V předešlé kapitole jsem popsal důvody, proč jsem si vybral za téma mé diplomové práce automobil. V této kapitole popíši, proč jsem si vybral konkrétně design úsporného motorového vozidla. Jak jsem již nastínil, ve své práci se chci věnovat návrhu automobilu, jenž svým vzhledem, ale i funkčností a technologiemi, zapadne maximálně do horizontu příštích 10 let. Tato specifikace je velmi důležitá pro vytvoření základního typového rámce faktorů, do kterého bude návrh spadat. Tvorba konceptu pro vzdálenější budoucnost by byla taktéž zajímavá, ale myslím si, že pro práci tohoto typu by byla krajně nevhodná. Jelikož usuzuji, že design by měl jít ruku v ruce s funkčností a technologiemi dané doby, nebo podporovat či podněcovat něco skutečně reálného. Navrhovat stroj do doby velmi vzdálené je tedy úkol spíše filozofického formátu, nežli úkol samotného tvarování. Tím, že jsem si zvolil takovýto časový výsek limituji sám sebe v absolutním rozmachu a zamezuji tím utopickým formám, ke kterým lze snadno inklinovat. Beru tedy na zřetel technologie stávající, leč nejsou třeba v automobilovém průmyslu ještě používány, ale vím že existují, nebo že jsou ve vývoji. Můj návrh počítá s tím, že vývoj technologií, výroby, obchodu a všeobecně platných univerzálních procesů, bude pokračovat ve stejné trajektorii jako doposud. Počítám s tím, že lidé budou stále stejných fyzických a psychických vlastností, nadále se budou shlukovat ve městech a přepravovat se pomocí vozů. Taktéž předpokládám, že automobilový průmysl bude pokračovat v trendech, jako je vstřícnost k životnímu prostředí, energetická a prostorová úspora, ekonomičnost a funkčnost. Avšak počítám s tím,

že automobil bude stále v pohybu díky motorům a kolům, které budou v kontaktu s vozovkou.

3. CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této práce je představit takový návrh automobilu, který by svojí estetikou a myšlenkou mohl být realizovatelný v příštích několika letech. Zároveň by však šlo o návrh netradiční a koncepčně částečně odlišný od současné produkce. Jde tedy o návrh, jenž nemá ohromit svým vizionářstvím, ale měl by zaujmout svou prostou formou, podloženou funkčností a svěží osobitou estetikou. Tento automobil bude tedy splňovat veškeré ergonomické nároky a bude spadat do kategorie osobních vozidel pro 4 osoby. Tvarování vozu bych rád směřoval k více „sportovnějším“ vzhledu. Jelikož i rychlá sportovní auta mohou být úsporná. Příkladem z dnešní doby může být např. Chevrolet Volt, LaFerrari, Porsche 918, BMW i8, či VW golf GTE.

Dílčím cílem je představit návrh úsporného automobilu, který využívá dnes běžně známé a aplikovatelné technologie, jako je například aktivní rekuperace, fotovoltaika, separátní pohony kol. Inovací na poli úspornosti by byl podvozek, přesněji dvě nezávislé nápravy, které budou aktivně reagovat na způsob jízdy. Budu se snažit o to, aby návrh vypadal elegantně a vzhledově spadal spíše do sportovní kategorie. Domnívám se, že není na místě brát fakt, že jde o úsporný automobil, jako limitující prvek. I úsporný automobil může být atraktivní a rychlý.

4. PROCES PŘÍPRAVY

Jako každá jiná práce, i tato začíná celkovou úvahou nad koncepcí a uchopení zadání. Tento proces může být částečně podpořen okruhovou rešerší k získání všeobecného přehledu. Velkou inspirací byl pro mne v tomto počátečním bodě internet, běžně dostupné tiskoviny a dlouhodobější sledování trendů a tendencí na poli nejen automobilového designu. V této části jsem byl taktéž velmi ovlivněn vedoucím mé práce, který mi vymezil pomyslné časové období, do kterého by automobil rád zasadil. Tímto způsobem jsem se postupně dostával ke stále konkrétnější vizi. Stanovil jsem si některé zásady, kterých se držet při navrhování, a to atraktivní dynamický vzhled, posuvné nápravy a celoskleněný kokpit. V průběhu tohoto procesu jsem skicoval různé varianty a návrhy. Nejprve jsem řešil tvary a jejich estetiku a postupně jsem do nich začal zapojovat výše zvolené zásady, čímž se začal konkretizovat celkový dojem díla. Jakmile jsme s vedoucím mé práce vybrali některé ze zdařilejších skic, převedl jsem je do velmi hrubého 3D návrhu pro kontrolu základních tvarů a pro úpravu vzájemných proporcí. Tento proces je velice zdlouhavý, ale velmi důležitý, protože v tento moment auto dostává tzv. Stand, což je právě vzájemné působení proporcí, kontrola rozvoru a rozchodu kol, velikost kabiny k člověku a celkové usazení návrhu.

V následujících podkapitolách bych se rád blíže věnoval historické rešerši na téma úsporné automobily se zaměřením na konkrétní automobilky, příkladům různých druhů úsporných systémů a samotné historii úsporných vozů.

4.1. HISTORIE ÚSPORNÝCH VOZŮ

Mnoho lidí si myslí, že elektromobil je pouze vymoženost posledních pár let, ale první elektromobil byl sestrojen již 50 let před prvním automobilem se spalovacím motorem. A to holandským profesorem Christopherem Beckerem v roce 1835¹.

Překonání rekordní hranice 100 km/h z roku 1899 má taktéž na svědomí elektromobil La Jamais Contente. Anthony Electric, Baker, Detroit, Edison, Studebaker, to jsou bateriové elektromobily, které dominovaly v USA na počátku 20. století. Avšak kvůli jejich technologickým nedostatkům (neexistence polovodičové technologie) dosahovaly max. rychlosti kolem 32 km/h. Tyto vozy byly úspěšně prodávány jako městská vozítka vyšší třídy. Později si je oblíbily dámy, neboť byly snadno říditelné a nevyžadovaly natočení motoru klikou. Kdyby nebylo Henryho Forda a jeho sestrojení spolehlivého motorového vozidla Fordu T, bylo by možné, že by elektromobily ve vývojové křivce stály stále na prvním místě. Na dlouhá léta se pak jedničkou v pohonu automobilů stal spalovací motor, o kterém se rozhodně nedá říci, že by byl ekonomický a ekologický. Až v sedmdesátých letech znovu vzrostl zájem o elektromobily z důvodu tzv. ropné krize, kdy se začaly hledat i nové alternativy pro pohon automobilů. Tento fenomén přetrvává i v dnešní době. Od té doby vzniklo několik různých variant pohonů. Počínaje plynovými motory (propan-butan, zemní plyn, vodík) nebo motory na biopaliva, bateriové elektromobily, elektromobily s palivovými články, hybridy, až po méně využívané turbínové pohony či Stirlingův motor. Jako velmi zajímavou variantou mezi

¹ <https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromobil#Historie>

elektromotorem a spalovacím motorem je automobil na hybridní pohon. Tento pohon spojuje obě varianty a čerpá z nich to nejlepší. Je podstatně lehčí než elektromobil a má vyšší instalovaný výkon, který se zapojí při zrychlení. Při rovnoměrném pohybu pracuje spalovací motor v režimu s maximální tepelnou účinností a koncepce hybridního pohonu umožňuje rekuperaci energie při brzdění motorem. Takto vzniká úspora paliva v městském provozu až o 50%.

Na zavádění silničních elektromobilů a jiných alternativ měl velký vliv kalifornský program ZEV (ZeroEmission Vehicle), který přišel v platnost v Kalifornii v devadesátých letech. Jako hlavní důvod byl předložen fakt o globálním oteplování. Cílem bylo dosáhnout toho, aby v roce 2003 10 % prodaných vozidel v Kalifornii tvořila vozidla s nulovými emisemi – bateriové elektromobily, elektromobily s palivovými články, vozidla spalující vodík atp. Jako první na tuto vyhlášku zareagovala automobilka General Motors ve spolupráci s Toyotou a Hondou a představili známý elektromobil EV1. Tento prototyp byl představen v roce 1993, jeho sériová výroba začala o tři roky později. I přesto, že byl tento elektromobil na velmi dobré úrovni, a do celého projektu byla zainvestována více jak miliarda dolarů, byl na základě politického tlaku nakonec ukončen. Všechny vyrobené vozy byly v letech 2003 a 2004 sešrotovány, pouze několik kusů bylo věnováno muzeím. Jako oficiální důvod ukončení prodeje byl nedostatek levných a výkonných akumulátorů. Patent na výrobu takovýchto akumulátorů byl posléze odkoupen ropnou společností Chevron, která jej znemožnila používat pro jakékoliv další použití v automobilové dopravě. V roce 2008 byl program ZEV znovu spuštěn kalifornskou

radou pro čisté ovzduší (CARB).² Tentokrát se kalkuluje s prosazením převážně elektromobilů s vodíkovými palivovými články (v počtu 25 000 mezi lety 2014 – 2017). Do té doby je apelováno na automobilky, aby každá ročně vyrobila alespoň 150 bateriových elektromobilů. Rovněž jsou podporovány k produkci hybridů. Vývoj akumulátorů a jiných zařízení na skladování elektrické energie prošel v prvním desetiletí nového milénia nebývalým vývojem a technologická vyspělost v této doméně stále roste.

4.2. PŘÍKLADY RŮZNÝCH ÚSPORNÝCH SYSTÉMŮ A FUNKCÍ

Avšak to, že je auto nějakým způsobem úsporné, nevzniká pouze typem pohonu. Existuje několik funkcí a prvků, které u automobilu vedou k úspoře paliva, prostoru či času. Mezi zásadní funkci, kterou má v dnešní době skoro každý automobil patří rekuperace energie, tj. aktivní mechanická a softwarová funkce, která vede ke snižování spotřeby paliva, elektřiny. Jedná se o převedení kinetické energie, která vzniká při brzdění, a která by bez rekuperace odešla v podobě tepla bez jediného účinku. Tato jinak nevyužitá energie je převedena na jiný druh energie, poté je uložena do zásobníku a zpětně využita při rozjezdu vozidla.

Další způsob ušetření může spočívat ve využívání solární energie. Solární automobil je vozidlo používané pro pozemní dopravu, poháněné plně či částečně solární energií. Takto vyrobená energie lze využívat aktivně pro pohon motoru nebo pasivně pro pohon všech elektrických zařízení. V dnešní době auta poháněna jen solární energií jsou velmi nestabilní. Aby automobil fungoval hladce,

² https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16518

musí řidič dávat pozor na velký počet měřidel, která mohou odhalit případné problémy. Auta bez měřidel jsou téměř vždy vybavena bezdrátovou telemetrií, která umožňuje týmu řidiče sledovat spotřebu energie vozu, zachycování sluneční energie a dalších parametrů a tím dovolí řidiči plné soustředění se na řízení. Solární automobily kombinují technologie, které se obvykle používají v leteckém, cyklistickém a automobilovém průmyslu. Konstrukce solárního vozidla je značně omezena. Většina automobilů na solární energii byla postavena a navržena za účelem solárních automobilových závodů. Solární auta fungují díky solárním panelům, které využívají fotovoltaické články (PV buňek), které přeměňují sluneční záření na elektrickou energii. Na rozdíl od solární tepelné energie, jež přeměňuje sluneční energii na teplo pro domácnost, průmyslové účely, nebo na teplo, které bude převedeno na elektřinu, PV buňky přeměňují sluneční záření přímo na elektrickou energii. Když sluneční záření (fotony) dopadne na fotovoltaické články, aktivuje elektrony, umožní jim téct, a tím vytváří elektrický proud. Fotovoltaické články jsou vyrobeny z polovodičových materiálů, jako je křemík, a slitin india, galia a dusíku. Krystalický křemík je nejběžnější materiál a má míru účinnosti 15-20 %. První solární osobní vůz byl postaven v roce 2013.

Je mnoho výzkumů na téma alternativního získávání elektrické energie. Například vědci z japonské Toyohashiho univerzity vyvíjí způsob jak dobít baterie elektrických vozidel během jízdy. Navrhují speciální pneumatiky, které dokáží vyrábět elektrickou energii přímo za jízdy díky speciální cestě, v níž je kovový pruh vložený přímo do pozemních komunikací. Kolo zde funguje jako pomyslná cívka.³

3 <http://www.autoblog.com/2016/03/18/japanese-university-ev-power-from-road/>

4.3. SVĚTOVÉ AUTOMOBILKY A JEJICH ŘEŠENÍ

Chevrolet Volt

Tento vůz disponuje tzv. E-Flex technologií, což je de facto sériový hybridní pohon s Li-ion akumulátorem. Akumulátor váží 180kg, garantovaný dojezd je 60km a udávaná životnost je 10 let. Výkon elektromotoru je 120kW. Dobíjí se speciální zásuvkou na 110V po dobu 6,5 hodin. Navíc automobil obsahuje litrový tříválec 50kW pro dobíjení.



Obr.1 Chevrolet Volt⁴

Honda Civic hybrid

Jde o paralelní hybrid se spalovacím motorem 1,3l, 70kW, 123 NM. Elektromotor je relativně slabý 15kW, 103Nm. Spotřeba 5,2 l bez ohledu na typ provozu. Převodovka je CVT s plynule měnitelným převodem.

⁴ <http://www.caranddriver.com/features/2016-chevrolet-volt-dissected-everything-you-need-to-know-feature>



Obr.2. Honda Civic hybrid⁵

Mercedes-Benz Concept IAA

Nejen označení ale i samotná estetika vozu naznačuje, že v případě tohoto konceptu bylo hlavním záměrem vytvořit dokonalé aerodynamické řešení karoserie, což ostatně potvrzuje i již dříve zveřejněný součinitel odporu vzduchu $C_x=0,19$. Mimo zajímavé linie zaujme Concept IAA i výčetem aktivních aerodynamických prvků na přední a zadní, které dokáží prodloužit automobil až o 390 mm. Tímto je zajištěno dokonalé proudění vzduchu podél celého trupu při větších rychlostech. Tento fakt doplňují i aerodynamická řešení hlavních světlometů a koncových svítilen z LED lamp a kamery namísto vnějších zpětných zrcátek.



Obr.3. Mercedes-Benz Concept IAA⁶

5 http://automobiles.honda.com/images/2015/civic-hybrid/configurations/base-cars/374x234/SI_hyb_34FRONT.jpg

6 <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/design/mercedes-benz-design/concept->

5. PROCES TVORBY

Tuto kapitolu pojmu jako návod či průvodce vznikem designu automobilu. Nastíním tedy proces, který běžně používá většina automobilek k vytvoření nového typu automobilu. Jelikož se tento proces moc neliší od postupů, které jsem dodržoval já, pokusím se v této kapitole vytvořit fúzi mezi oficiálním procesem a mým vlastním procesem tvorby.

5.1.IDEA

Samotné výrobě nového automobilu předchází komplexní a složitý soubor před-procesů. Většinou vycházejících z mnoha odlišných faktorů. Ekonomické trendy, nákupní síla, konkurenční boj, sociální průzkumy -

to vše a mnoho dalšího má vliv na prvotní zařazení produktu do pomyslného zájmového okruhu. V mém případě tato fáze odpadá, jelikož jsem si vybral ze zadaných témat.

5.2. REŠERŠE

Dalším nezbytným krokem je vytvoření vlivového pozadí, které dá základy pro další fázi skicování. Bývá to hledání určitého tvarosloví, které je u automobilek dané historickou genezí. Ačkoli je to u některých z nich více či méně patrné. Toto tvarosloví může být v různých podobách. První, základní podoba je celková proporce. Na proporce se velmi hledí u tzv. řad. Například Škoda Octavia, Opel Astra nebo Volkswagen Passat, který má už osm řad a několik faceliftů. U těchto řad se celkové proporce liší jen velmi nepatrně.

[cars/concept-iaa-intelligent-aerodynamic-automobile/](https://www.researchgate.net/publication/321111111/cars/concept-iaa-intelligent-aerodynamic-automobile/)

Každá řada reprezentuje jednu třídu. Tříd automobilů máme několik viz. Obr.4.

Průměrné hodnoty tříd osobních vozů			
<i>Označení třídy</i>	<i>Délka (mm)</i>	<i>Výkon (kW)</i>	<i>Zavazadlový prostor (l)</i>
<i>Nejnižší třída</i>	3710	48	255
<i>Nižší střední třída</i>	4115	74	320
<i>Střední třída</i>	4490	94	470
<i>Vyšší střední třída</i>	4770	122	485
<i>Nejvyšší třída</i>	5050	185	510

Obr.4. tabulka tříd automobilů⁷

Každé z těchto tříd připadají velmi specifické vlastnosti a hlavně proporce. Od nejmenších mini vozů po rozměrné SUV či MPV. Další podoba tvarosloví, která ovlivňuje celkový design, je dodržování větších či menších designových prvků. Jmenovitě tvar masky, tvary světlometů, boční linie, silueta, ale i tvary kol a barvy. Tolik k

⁷ http://auto.idnes.cz/auta-a-jejich-tridy-kdo-je-kdo-din-/automoto.aspx?c=A041025_172955_automoto_fdv

osobitým tendencím jednotlivých automobilek. Avšak i automobilky musí sledovat dění vně podniku. Mapování produkce konkurentů a sledování všeobecných trendů spadá taktéž do velmi důležitého kroku. Přináší určitý přehled a varianty, kterým se raději vyhnout. V mé práci, jelikož jsem nevycházel ze zadání pro žádnou konkrétní společnost, nemohl jsem používat zaběhlé evoluční designové prvky, což má jednoznačně své pro i proti. Zabýval jsem se tedy hlavně všeobecnou rešerší (viz. kapitola výše). Tento proces předchází, ale částečně i doprovází jednu z nejdůležitějších fází, fázi skicování.

5.3. SKICOVÁNÍ

Tato část spadá již do produkčního stadia vývoje, kdy na rozdíl od předešlých fází mají hlavní slovo designeři resp. hlavní designér. Ten buď načrtne direktivní skicu sám nebo vybere směr z mnoha dalších skic od dílčích designerů, kteří často pracují ve skupinách. Hlavní designér má tedy po celou dobu navrhování dohled nad správným průběhem a směřováním celkového designu. Avšak musí dbát na to, aby i sebemenší detail nikterak nenarušoval komplexní estetiku. Dohlíží jak na podobu exteriéru a interiéru, tak na color and trim (tj, volba materiálů a sladění barev). Zde bych zmínil pár jmen designérů, kteří jsou mi velkou inspirací.

Daniel Simon

Ikonický designér a tvůrce konceptů. Je známý díky své práci pro značky jako Bugatti, Lotus, Tron, SpaceX, F1. Tvůrce Cosmic

Motors & The Timeless Racer.⁸

Chris Bangle

Pracoval pro Opel a Fiat. Byl prvním neněmeckým hlavním designérem u BMW, kde byl odpovědný i za koncepci značek Mini Cooper a Rolls-Royce.

Jozef Kabaň

Mezi nejúspěšnější designéry současné doby z našich krajín bych zařadil slovenského automobilového návrháře Jozefa Kabaňe, který se podílel na vzniku modelů jako je Volkswagen Lupo, Seat Arosa, Škoda Octavie, Škoda Fabie třetí generace a Škoda Superb. Jeho stěžejní dílo je kompletní design exteriéru pro Bugatti Veyron.

5.4. CLAY MODEL

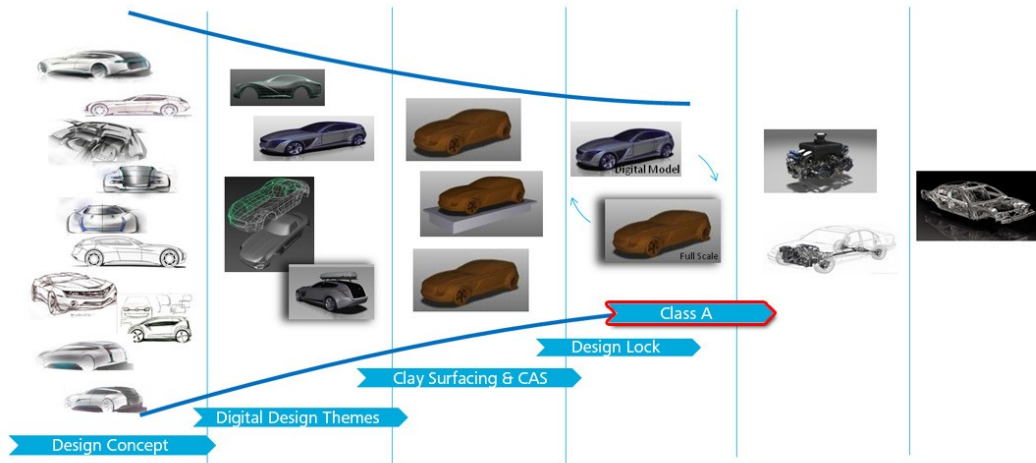
Stejně jako v předešlé kapitole, tak i zde, při vytváření modelu do hlíny funguje reciproční postup. To znamená, že v jakékoli fázi práce na fyzickém modelu se může proces částečně vracet až k rešerši. I přes veškeré vymoženosti moderní doby zůstává clay navrhování stále velmi často využívaným prvkem. Jelikož jde o časově nenáročný proces, který přinese velmi uspokojivý výsledek pro zkontrolování celkového dojmu z navrhovaných tvarů. Tento model může vznikat v několika měřítkách. Od malých pětín, které většinou vznikají ve větším počtu pro výběr z několika variant, až po modely 1:1, kde se ověřují sebemenší detaily. Samotné opracování

⁸ <http://danielsimon.com/>

modelu probíhá jak za pomoci techniky, tak ručně. Hrubé tvary jsou většinou vyfrézovány a jemný finiš mají na svědomí opět designeři, kteří model dotvoří podle skic, nebo v modelu 'hledají' ideálnější tvary. Po dokončení se tento model naskenuje a nastává fáze 3D návrhu. V mém případě jsem musel kvůli omezenému množství modelářského claye navrhnout pouze model v měřítku 1:10.

5.5. POČÍTAČOVÝ MODEL

Po naskenování dostaneme hrubý počítačový model, jenž však není vhodný pro další úpravy. Poslední trendy již kompletně vynechávají skenování a model se vytváří nanečisto v programech pracujících v polygonech. Tento software taktéž umožňuje docílit poměrně rychle a snadno efektivního výsledku, avšak výsledek je opět matematicky velmi nepřesný, tudíž nevhodný pro průmyslové zpracování. K nadefinování matematicky korektních, přesných ploch, je třeba, aby předešlé dva výsledky byly přemodelovány. K tomuto se používá opět několik druhů softwaru, které dovolují parametrické NURBS modelování. Tímto se směřuje k vytvoření Class-A modelu.



Obr. 5. proces vzniku Class-A modelu⁹

Class-A model je takový druh počítačového modelu, který je velmi snadno popsatelný jednoduchými matematickými funkcemi, dovoluje kontrolu křivostí, kontrolu odlesků či výpočet odporů vzduchu. Takto vytvořené plochy mají křivost G2 a G3.viz obr.6



Obr.6. přehled křivostí¹⁰

Tento model vzniká především v rukách strojních inženýrů, jelikož je třeba připravit výrobní data. Zde stojí za zmínku tzv. PLM systém (obr.7). Product lifecycle management, neboli „Řízení životního

⁹ <https://knowledge.autodesk.com/support/alias-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Alias-Tutorials-Legacy/files/GUID-64611955-D2CC-44F2-98F0-D4F1FE931D8B-htm.html>

¹⁰ <https://knowledge.autodesk.com/support/alias-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Alias-Tutorials-Legacy/files/GUID-64611955-D2CC-44F2-98F0-D4F1FE931D8B-htm.html>

cyklu výrobku“, je komplexní a velmi sofistikovaný soubor softwarů, zahrnující veškeré prvky vzniku produktu. Od počáteční idee přes návrhy, skici, konstrukci a produkci, až po údržbu a likvidaci výrobku. PLM zahrnuje dokumenty, lidi, data, veškeré procesy a systémy tím vytváří základní větev jak pro výrobce, tak pro všechny jeho subsystémy.



Obr. 7. PLM¹¹

5.6. VÝROBA

Tuto podkapitolu již nebudu věnovat výrobním procesům vztahujícím se k vytvoření opravdového automobilu, jelikož jde o procesy, které by vydaly na samotnou diplomovou práci. Zaměřím se zde na výrobu mého prezentačního modelu. Již od samotného začátku jsem předpokládal, že k výrobě jednotlivých částí použiji jak frézku, tak 3D tisk. S tím je třeba počítat při tvorbě 3D modelu a náležitě jej na tyto postupy připravit.

¹¹ <https://josvoskuil.files.wordpress.com/2010/04/plm.png>

Zpracování dat pro frézování není nikterak náročné, model stačí mít pouze v plochách. Úprava je nutná pouze v případě, je-li model větší než pracovní prostor frézky. V tomto případě je třeba model upravit a rozdělit jej na potřebný počet dostatečně velkých kusů. V mém případě jsem musel upravovat i plochy, které svou křivostí převyšovaly velikost více jak 4 cm v ose Z. Toto se však liší u každého přístroje.

Příprava dat pro 3D tisk je o něco náročnější, samozřejmě záleží na druhu 3D tisku. V mém případě šlo o práškový tisk. Zde je již nutné připravit model s ofsetem, tím vznikne těleso s určitým objemem. Takto připravený model je nutné opět nařezat tak, aby se vešel do pracovního prostoru tiskárny. Zde je dobré uvažovat i o pomocných řezech k pozdější pohodlné kompletaci. Takto zhotovené zámky poslouží k přesnému usazení geometrie a jejímu zafixování. Výsledný výtisk je třeba napustit vteřinovým lepidlem, čímž dojde k jeho vytvrzení.

Povrchová kvalita takto zhotovených obrobků není však dostačující k přímému barvení, a proto je nutné plochy náležitě upravit. Jelikož se jedná o porézní materiál, je třeba jej naplnit tmelem. K takovému účelu se nejvíce hodí dvousložkový tmel nanášený v silné vrstvě stříkací pistolí.

Po dokonalém ztvrdnutí nastává zdlouhavá fáze broušení. Používáme brusné papíry od nejhrubšího po nejjemnější. Tmelení a broušení se opakuje do té doby než docílíme absolutní hladkosti. Barvení je taktéž technologicky a časově náročnější část, avšak má zásadní vliv na výsledný vzhled, a proto je dobré mu věnovat náležitý prostor. K vytvoření dokonalého povrchu je dobré používat dvousložkové barvy a dvousložkové tmely. K tomu je ovšem

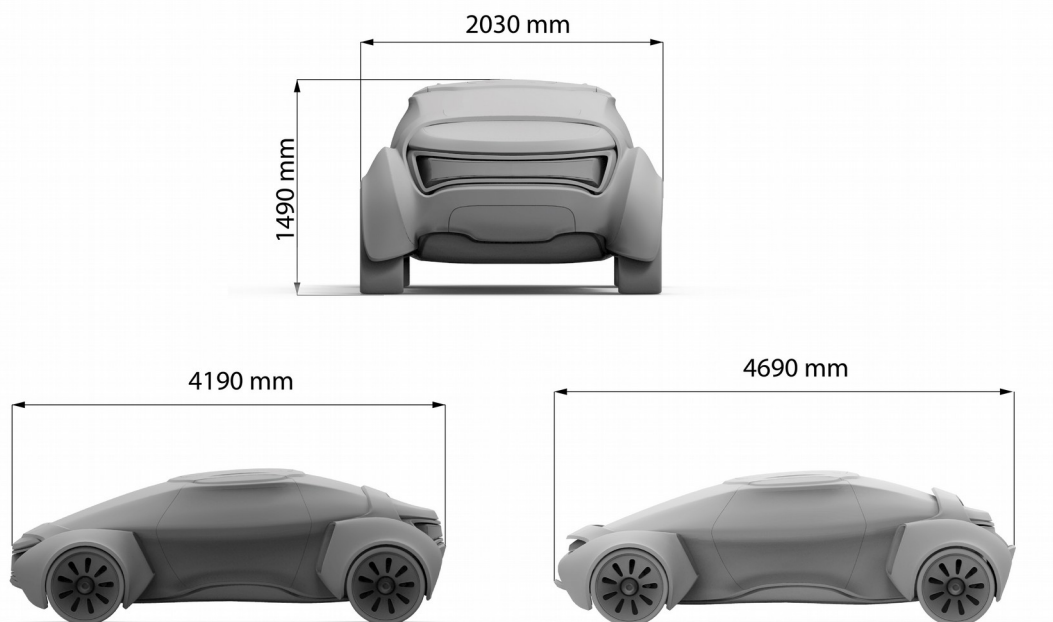
zapotřebí stříkací pistole. K výrobě světel jsem zprvu uvažoval použití tvarového kopyta a rozehrátého plastu. Avšak pomocí této metody jsem nedocílil požadovaného tvaru. Jelikož jsem chtěl vytvořit světla z transparentního materiálu, musel jsem zvolit jinou metodu výroby. Jako jediná možnost se nabídl 3D tisk pomocí průhledných materiálů.

5.7. VIZUALIZACE

Poslední fází bývá propagace zhotoveného produktu. K propagování automobilů se používá jak tisková, tak virtuální forma. Fotografie a video záznamy jsou prostředky běžně používané pro tvorbu propagačního materiálu. Není-li však v době jejich tvorby finální produkt ještě hotov, nebo jde-li o koncept. Je třeba místo fotografie zhotovit vizualizaci z 3D modelu. Tato metoda se v posledních několika letech dostala na takovou úroveň, že již není takřka možné rozeznat 3D animaci od opravdového analogického záznamu. Toto odvětví přišlo s takovou dynamikou, že přineslo mnoho nových pracovních pozic. Texturování, animace, osvětlování a post processing - to vše a mnohé jiné patří k výčtu pozic, které by ještě před nedávnem nikdo nezařadil k automobilovému průmyslu. A dnes k němu již neodmyslitelně patří. Vizualizaci mé práce jsem prováděl v programu KeyShot a Mental Ray. Jedná se o dva odlišné programy. První z nich je vhodnější pro tvorbu statických snímků, je pohodlný díky svému real time náhledu a umožňuje ideální poměr mezi výsledkem a časovou náročností. Oproti tomu Mental Ray umožňuje širší škálu nastavení, je složitější na ovládání, ale je možné jej použít i k tvorbě animací.

6. TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA

Již od začátku jsem plánoval umístit proporce vozu mezi nižší střední třídu a střední třídu. Tím jsem si vymezil základní pracovní prostor, kterého jsem se držel po celou dobu navrhování.



Obr.8. Proporce automobilu¹²

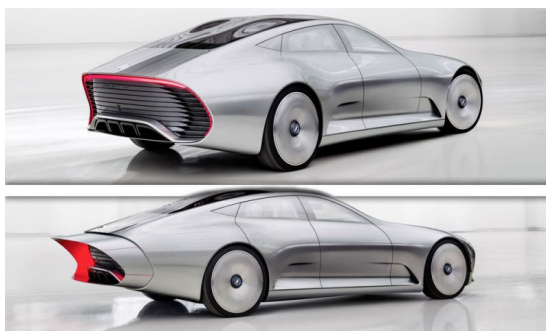
Jak nám ukazuje obrázek číslo 8. automobil je ve svém „roztaženém“ stavu o 500 mm delší. Každá z náprav se posune v ose jízdy o 25 cm. Tím se dostáváme k samotné problematice posouvání.

Automobil ve svém složeném stavu je určen pro pohodlnou a pružnou jízdu po městě. Umožňuje bezproblémové zaparkování i na menším prostoru. Jakmile automobil vyjede na dálnici, jízda se zrychlí a ustálí, a automobil se automaticky přepne do cestovního

¹² Archiv autora

režimu. Obě nápravy se posunou v ose jízdy, ven od středu automobilu. Tím se nejen zlepší stabilita a jízdní vlastnosti, ale zlepší se i odpor vzduchu. Čímž dojde k úspoře energie. Posun náprav by měl na svědomí hydraulický systém v přídi a zádi trupu auta a dodatečná elektronika.

Přepásání, které propojuje levý a pravý blatník na každé nápravě navíc funguje jako přitlačné křídlo. Automobil tudíž lépe sedí na vozovce. Systém prodlužování vozidla, pro úsporu energie a pro zlepšení jízdních vlastností, není v současné době nijak přelomový viz. Obr. 9. V budoucnu by mohl být dotažen až do takového stadia, kdy automobil bude zabírat po zaparkování pouze zlomek svých jízdních rozměrů.



Obr.9. Mercedes IAA, příklad prodloužení vozu¹³

Pohon vozu by zajišťovaly motory ukryté v kolech. Samostatně elektricky poháněná kola mají výhodu v tom, že k jejich provozu není třeba převodovka, spojka ani rozvodné hřídele. Díky tomu je v karoserii více prostoru a karoserie může dostat nový tvar. U jednotlivých kol lze navíc přesně řídit jak výkon tak jejich synchronizace pro průjezd zatáčkami.

¹³ http://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/s--ksdoO9Rd--/c_scale,fl_progressive,q_80,w_800/1430643291707378349.jpg



Obr.10. Motor v kole¹⁴

Asi nejodvážnější vizí na mém návrhu je celoskleněné tělo, které jednak svým kapkovitým tvarem respektuje aerodynamické zákony, a za druhé zde uvažuji sklo s fotovoltaickými vlastnostmi. Tělo je potištěno piezoelektrickými krystaly, které generují elektřinu z proudu vzduchu. Vnitřní kapsle vozu obsahuje průhlednou skořápku, jež je vyložena průhlednými fotovoltaickými články, které shromažďují sluneční energii v akumulátorech a superkondenzátorech. Tyto technologie jsou v dnešní době ve výzkumu, ale na základě zmíněných citací jim přikládám velký potenciál.¹⁵ S touto technologií navíc pracuje nejen jeden koncept viz. Obr.11.



Obr. 11. Projekt Symbiosis využívá plně transparentní fotovoltaiku¹⁶

14 http://i.idnes.cz/12/081/org/VOK44fd70_Protean_Drive_01.jpg

15 <http://echo24.cz/a/inBPH/prulom-v-solarni-energii-panely-budou-pruhledne-jako-sklo>

16 <http://psipunk.com/symbiosis-vehicle-runs-on-solar-piezoelectric-energy/>



Obr.12.Italdesign Giugiaro Quaranta¹⁷

Na Obr.12 je jeden z nejdynamičtějších solárních vozidel. Jde o vůz, u kterého jsou baterie zcela dobíjeny sluneční energií.

17 http://www.solarpoweredcars.net/wordpress/wp-content/uploads/quaranta_solar_powered_car.png

7. POPIS DÍLA

Návrh tohoto díla byl mým prvním počinem v této kategorii. Dá se říct, že navrhování a design automobilů je kategorií samo o sobě a pro jednotlivce je velmi složité ji zcela obsáhnout. Snažil jsme se především o to, abych docílil uspokojivého designu, který bude vycházet z mého dosavadního stylu navrhování. Estetickou stránku jsem se snažil částečně nadřadit zbylým aspektům. Samozřejmě jsem je nemohl úplně přehlížet. Tím vznikl design, který je stoprocentně autorský, a za kterým si stojím. Proporce automobilu vychází z klasických velikostí osobního automobilu pro přepravu čtyř osob. Celek je rozdělen do dvou dílčích prvků. Karoserie je vytvořena z celoskleněného kokonu, který je dynamicky, kapkovitě tvarován. Sklon předního skla není nikterak přehnaný a tvar plynule přechází po celé délce vozu. Na stranách jsou racčí dveře, které objímají přední i zadní sedadlo. Není zde proto B sloupek. Celková vizualizace viz. Obr. 13.



Obr.13 Vizualizace finálního díla¹⁸

18 Archiv autora

8. PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR

Domnívám se, že touto prací nijak nevybočím ze zavedených trendů ve vývoji automobilového designu, ale sleduje-li člověk dění kolem této problematiky, uvědomí si, že vzniká nepřehledné množství návrhů. Tyto návrhy mají na svědomí jak amatéři, tak profesionálové, ale i žáci škol přímo či nepřímo zaměřených na tuto doménu. I díky tomu je automobilový průmysl tak živá entita. A nedá se popřít, že většina automobilek tyto trendy, odehrávající se vně jejich koncernů, moc dobře sleduje.

Až s odstupem jistého časového úseku se dá jednoznačně odvodit, které koncepty, ideje a nápady, byly nadčasové, a které šly naprosto mimo vývojovou větev. To nám napovídá historie designu automobilů. Vždyť po celou, co tento obor existoval, vznikaly návrhy, které na svou dobu byly vizionářské až utopické, a přesto mohly ovlivnit podobu automobilů vyráběných o několik dekad později.

Když tuto práci zhodnotím z hlediska mé školy, myslím si, že je více než smysluplné, aby se na škole stále více profiloval obor transport design. Jelikož jsem toho názoru, že řadit jej všeobecně pod průmyslový design není přínosné ani pro jednu stranu. Doufám, že i tímto dílem trochu přispěji k ukotvení transportního designu jako samostatného oboru na naší škole.

9. SILNÉ STRÁNKY

Mezi silné stránky mého návrhu řadím jeho zaměření na úspornější a ekonomičtější dopravní prostředky. Tím, že jsem uvažoval použití vozidla, jak pro městskou dopravu, tak pro dopravu na delší vzdálenosti, jsem chtěl dokázat, že zažité vymezení automobilových kategorií nemusí být vždy ekonomické a efektivní.

Tím, že automobil značně využívá solární energii k pohonu svých elektrických motorů, uvažuji, že budoucnost automobilové dopravy bude čím dál více zaměřena na elektřinu a alternativní zdroje. Na druhou stranu jsem se snažil o to, aby automobil pokračoval v zaběhlém vývoji a nevybočoval příliš ze současných směrů a tendencí.

Celkově je mým záměrem vytvořit takové dílo, které by obstojně reprezentovalo mojí práci, ale i školu.

10 .SLABÉ STRÁNKY

Asi největším zádrhelem, se kterým jsem se ze začátku potýkal, bylo samotné nastavení směřování konceptu. Hledání toho, jak dané téma diplomové práce pojmout, a jak se s ním vypořádat. Neříkám, že nejsem spokojený s tím, jakým směrem se má práce rozvinula, ale myslím si, že jsme se s vedoucím mé práce nemuseli tolik držet při zemi. Mohli jsme dát větší prostor fantazii a volné kreaci, vymyslet si svůj vlastní příběh a ne se tolik držet zaběhlého. Na druhou stranu právě přesně o tomto je průmyslový design. Vytvořit esteticky zajímavou, novou věc, ale mít stále povědomí o jejích technických specifikách a výrobním procesu.

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

a) Knižní a periodická literatura

[1a] NOVOSÁD, J. Alternativní pohon automobilů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 93 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.

[2a] EDSALL, Larry. Masters of car design. Vercelli: White Star, ? 2008. 320 s. ISBN 88-544-0337-7.

[3a] NEWBURY, Stephen. The car design yearbook: the definitive annual guide to all new concept and production cars worldwide. 4. London: Merrell, 2005. 301 s. ISBN 1-85894-286-1.

[4a] NEWBURY, Stephen. The car design yearbook: the definitive annual guide to all new concept and production cars worldwide. 3. London: Merrell, 2004. 304 s. ISBN 1-85894-242-X.

[5a] LEWIN, Tony a BORROFF, Ryan. How to: design cars like a pro: a Comprehensive guide to car design from the top professionals. Minneapolis: Motorbooks International, 2003. 207 s. ISBN 978-0-7603-1641-2.

[6a] SPARKE, Penny. A century of car design. 1st ed. Hauppauge: Barron's, 2002. 256 s. ISBN 0-7641-5409-5.

b) Internetové zdroje

[1b] <http://www.3dees.cz/3d-tisk/>

[2b] <http://fengzhudesign.com/>

[3b] <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2004-04-212-224.pdf>

[4b] https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16518

[5b] <http://www.autoblog.com/2016/03/18/japanese-university-ev-power-from-road/>

[6b] <https://cs.wikipedia.org>

12. RESUMÉ (EN)

In this final stage I would like to summarize all, I have proclaimed in the text right below.

As a theme of my diploma thesis I have chosen to design an economical motor vehicle. After all discussions with my supervisor, we decided to aim to an electric car solution which is designed to be used for long traveling but also for urban environment. I was heading to find a harmonic shape which combines all the important values of a good city car, and comfortable GT. But still with all respect to functionality, aesthetics and ergonomics.

My main intention was to create economical car, which is saving our environment. It means that it is powered by separated electric engines charged by special photovoltaic glass that we can find all around the main body. Other function that we can call “economical” is the intelligent movement of axles. That can change main proportions of whole car to adapt on driving conditions. The body is smaller in the streets of a city, but it enlarges at highways for a comfortable, aerodynamic ride.

To conclude my text, we can divide it into three main parts. The initial section shows the steps of preparation behind my work, such as research of historical and contemporary design of economical cars.

Second part is focused to my work process. In this extensive part I describe techniques and ways of my work-flow.

The last part talks about technical specifics and details. And all functions of my car.

13. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Rešerše – Electric Power¹⁹

Příloha 2

Rešerše – Hybrid Power²⁰

Příloha 3

Rešerše - Alternative Power²¹

Příloha 4

Skica

Příloha 5

Skica

Příloha 6

Skica

Příloha 7

Skica

Příloha 8

Skica

Příloha 9

Výroba modelu

Příloha 10

Render

(*)²²

19 Soubor internetových zdrojů

20 Soubor internetových zdrojů

21 Soubor internetových zdrojů

22 Příloha 4 – 10 archiv autora

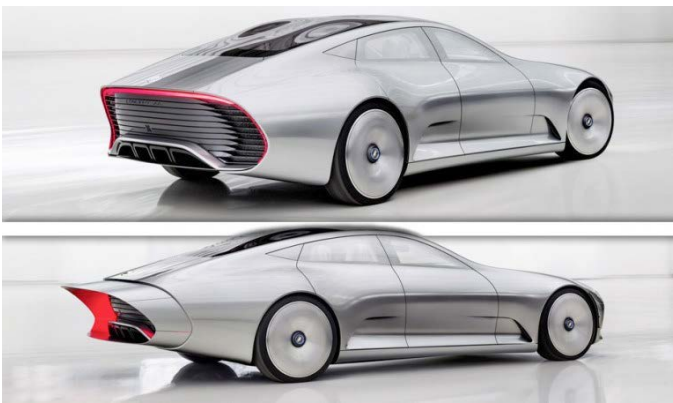
Příloha 1- Electric power



Tesla Model X



Porsche Mission E Concept



Mercedes Benz Concept Iaa



Thunder Power EV Concept



VW Passat GTE Plug-in



Rimac Concept_One



BMW i3



Tesla Model S

Příloha 2 - Hybrid power



Quant e-Sportlimousine



Koenigsegg Regera



Aston Martin DBX Concept



McLaren P1 GTR



Magna Steyr's Mila Plus



Bentley EXP 10 Speed 6



Peugeot 308 R Hybrid Concept

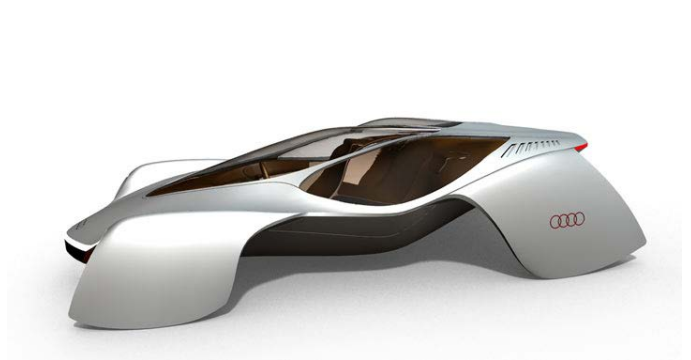


Lamborghini Asterion LPI 910-4 Hybrid Concept

Příloha 3 - Alternative power



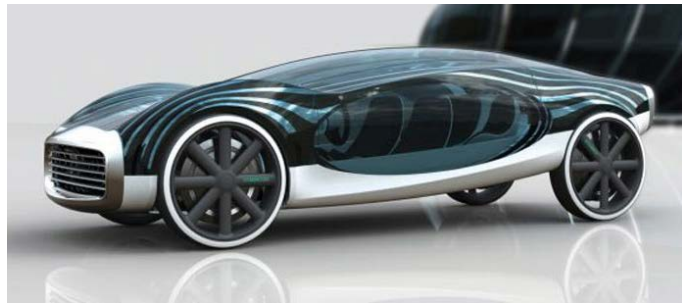
Mercedes-Benz envisions Golf Cart



Audi Avatar Concept



Honda Project 2&4



Symbiosis concept, which generate electricity from air flow



Solar



Solar

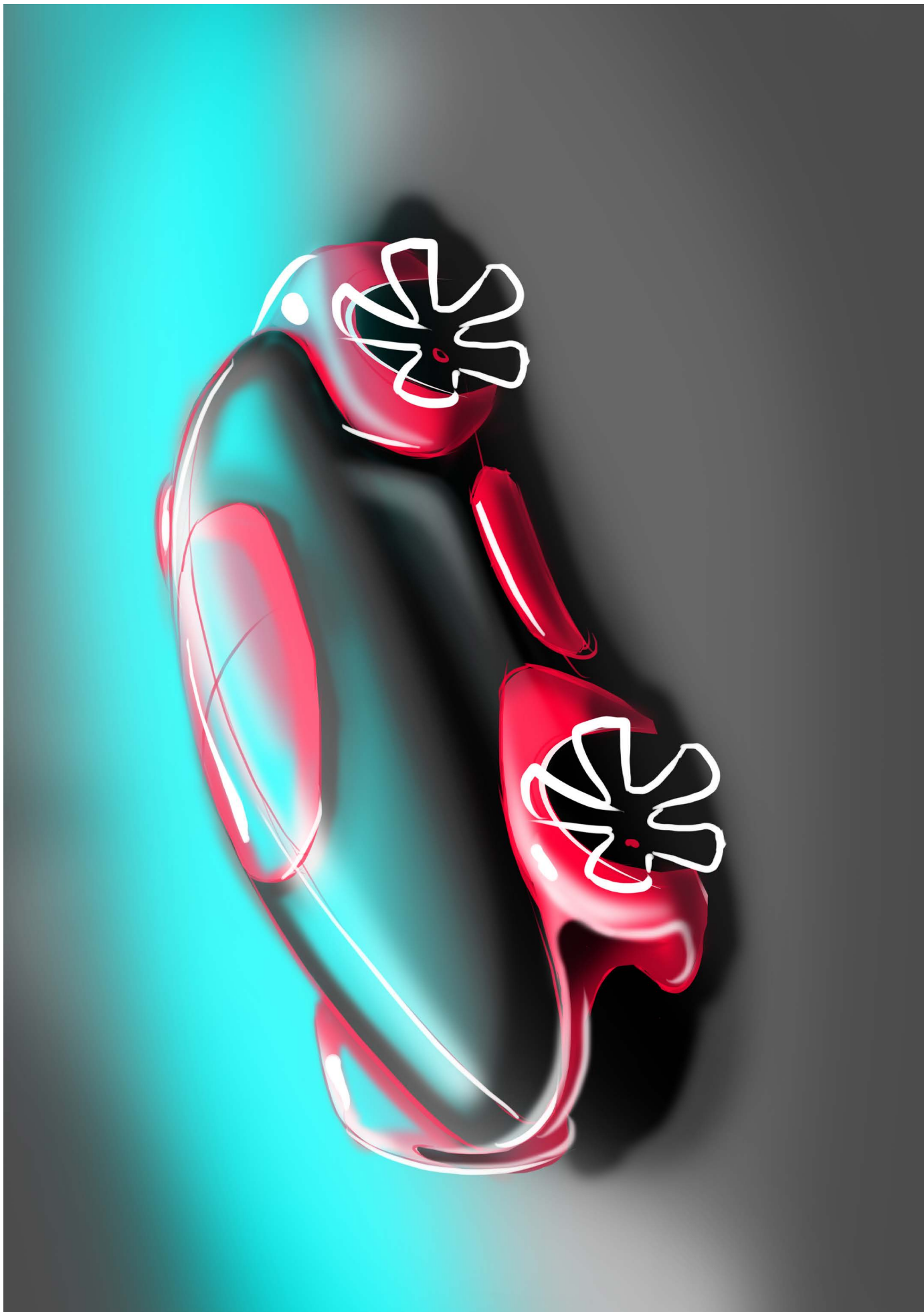


Bertone Pandion Concept



Helios solar power car

Příloha 4 - skica



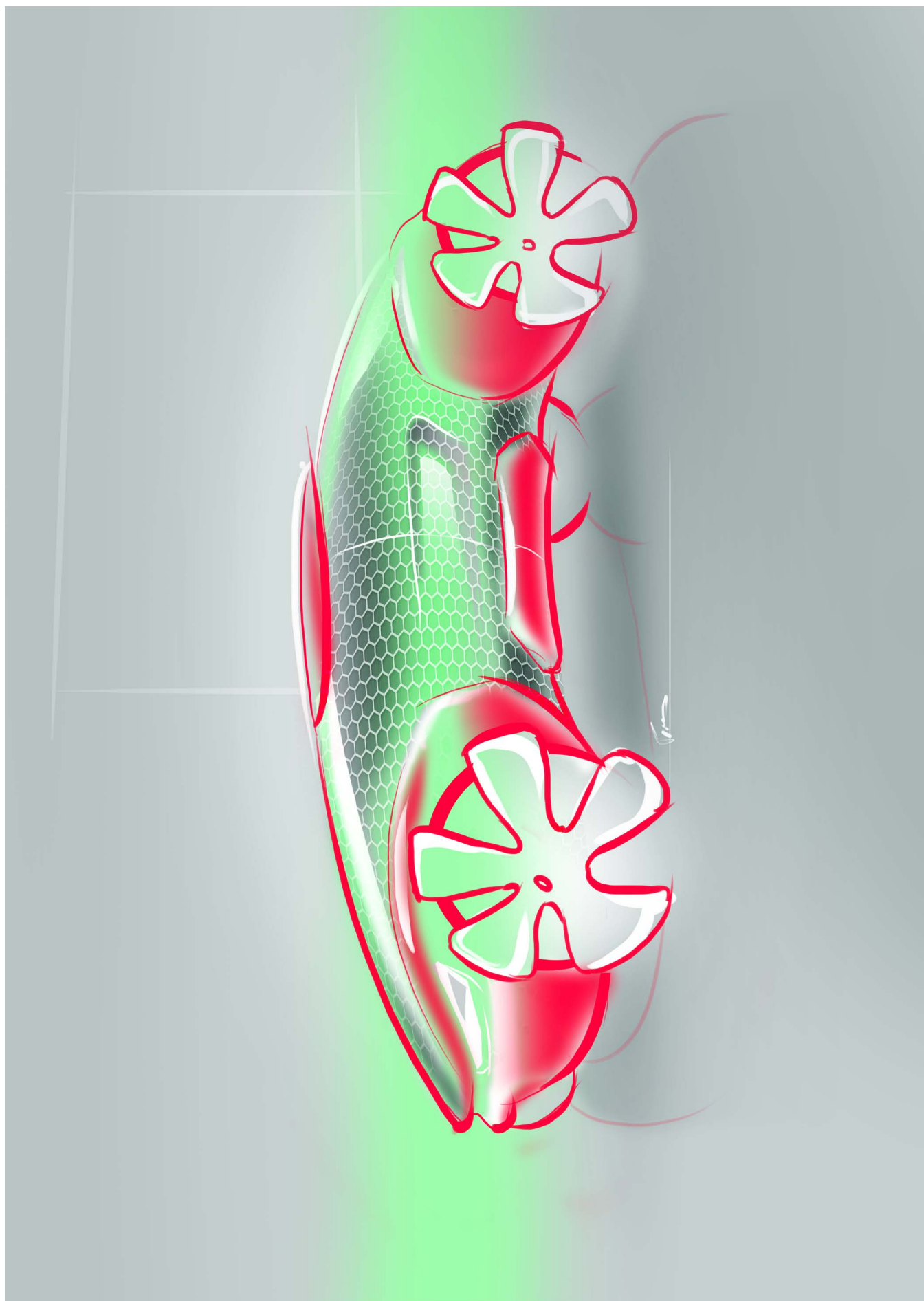
Příloha 5 - skica



Příloha 6 - skica



Příloha 7 - skica



Příloha 8 - skica



Příloha 9 - výroba



Příloha 10 - render

