

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Bakalářská práce

Návrh designu formulového vozu

Jan Hrodek

Plzeň 2013

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

Plzeň, duben 2013

.....
podpis autora

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Oddělení výtvarného umění

Studijní program Design

Studijní obor Průmyslový Design

Bakalářská práce

Návrh designu formulového vozu

Jan Hrodek

Vedoucí práce: Ing. Jiří Barták
Katedra konstruování strojů
Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni
Konzultant : Ak. Soch. František Pelikán
Oddělení Designu
Ústav umění a designu Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2013

OBSAH

	<i>Str.</i>
1. Téma a důvod jeho volby	2
2. Cíl práce	2
3. Proces přípravy	2
4. Proces Tvorby	3
5. Technologická specifika	5
<i>5.1 Motor</i>	8
<i>5.2 Tvar formulového vozu</i>	9
<i>5.3 Rozměry</i>	9
<i>5.4 Aerodynamika</i>	10
6. Popis díla	13
<i>6.1 Design</i>	13
<i>6.2 Materiály</i>	14
7. Přínos práce pro daný obor	14
8. Silné stránky	15
9. Slabé stránky	15
10. Seznam použitých zdrojů	15
11. Resumé	16
12. Seznam příloh	16

1. Téma a důvod jeho volby

Vybrané téma jsem volil z důvodu zvýšeného zájmu v oblasti automobilového průmyslu a motorsportu. Téma pro mne bylo z hlediska tvarového a současně aerodynamického a technologického nejatraktivnější.

2. Cíl práce

Cílem mé bakalářské je vytvoření formulového typu závodního automobilu bez ohledu na současná pravidla Formule 1, zkrátka jak by vypadala Formule bez rychlostních a bezpečnostních omezení. Jde tedy o návrh závodního speciálu určeného k ukázce nejmodernější techniky k maximalizaci výkonu v jednom exempláři. Návrh disponuje prvky, které upravují pilotův styl jízdy za účelem nejvyšší možné manévrovatelnosti a současně dosažení nejrychlejších časů a maximálních rychlostí.

Výsledný koncept by ve skutečnosti překonával boční přetížení $8G$ a tudíž by jízda pro pilota byla extrémně namáhavá, nejedná se tedy o skutečný vytrvalostní závodní vůz, nýbrž pouze prezentační.

Zadané téma design formulového vozu jsem zpracoval jako návrh vozu nejvyšší třídy motorsportu – Formule 1 – oproštěné od veškerých pravidel převážně souvisejících s bezpečností tohoto sportu. Zpracovaný model využívá prvků, jež se v závodní historii série Formule 1 objevily, avšak byly následně zakázány z důvodu nekonkurenceschopnosti ostatních týmů. V běžném světě je každý závodní vůz kompromisem mezi přítlakem a odporem vzduchu.

3. Proces přípravy

Příprava k návrhu tohoto závodního prototypu bylo vesměs zkoumání aerodynamického proudění, tvarování částí z kompozitních materiálů a aplikace agresivního dynamického designu karoserie.

Aerodynamika tvoří ve světě vrcholného motorsportu jednu z nejvýznamnějších součástí, jež může rozhodnout mezi výhrou a prohrou. Studie obtékání vzduchu je velice nákladnou záležitostí a provádí se v tomu určených prostorách, tzv. aerodynamických tunelech. Z hlediska účelu je nutné volit kompromis mezi přítlakem a aerodynamickým odporem. Pro můj návrh jsem se inspiroval již existujícím vozem, nutno dodat teoretickým, formulovým vozem

týmu Red Bull Racing X2010/2011 (obr. 1). Již na počátku navrhování je nutné si uvědomit priority, kterými rozumíme dosažení maximální rychlosti, vyvolání největší přítláčné síly nebo síly v přetížení. Pro tuto práci bylo nutné vytvořit kompromis mezi všemi aspekty, nebo se vydat cestou aktivních aerodynamických prvků, které by se v daných situacích přikláněly právě k jednomu.



Obr. 1 - Red Bull X2010

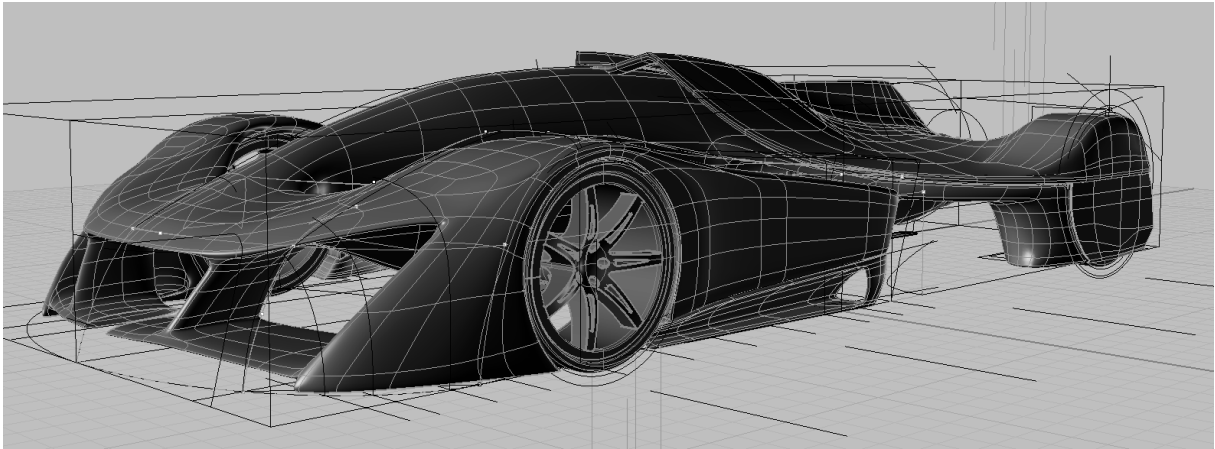
O prototypu Red Bull X2010/2011

-X2011 byl stvořen za stejným účelem, a sice dosažení extrémních rychlostí a limitní manévrovatelnosti. Model tohoto vozu se objevil v nejrealističtějším závodním simulátoru a okamžitě dokázal svou nadřazenost nad samotnou královskou disciplínou motorsportu, Formule 1, časem až o 30% rychlejší, než vozy tohoto seriálu. Přestože se jedná pouze o teoretický vůz, výrobce věří, že by se automobil ve skutečnosti choval stejně. Vzhledem k nebezpečí, které by však hrozilo pilotovi z důvodu selhání některého z extrémně namáhaných komponentů, nebo v případě nehody, zůstane tento automobil pouze v digitálním světě a se skutečným asfaltem se zřejmě nikdy neseťká.

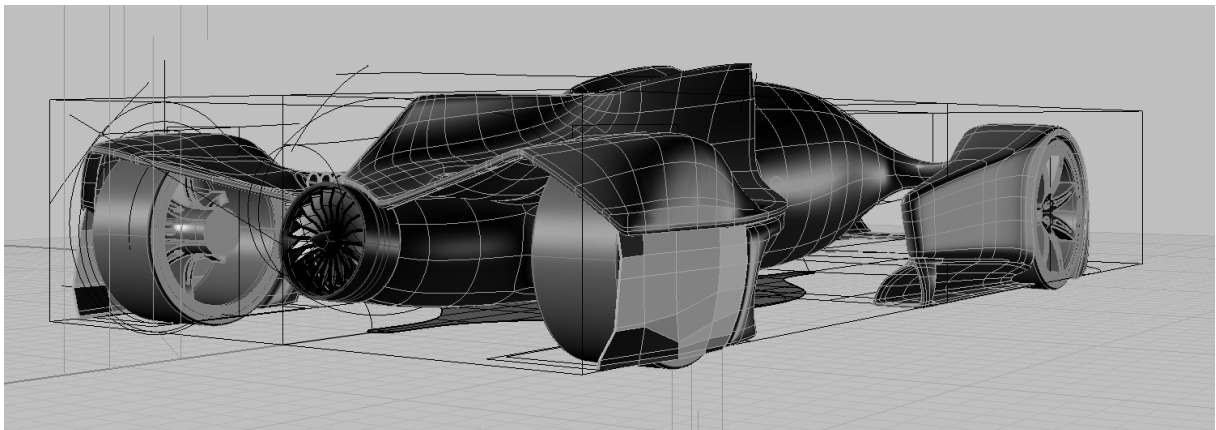
4. Proces tvorby

V této fázi bylo nutné převést dvourozměrný obraz do 3D, přičemž bylo nutné optimalizovat tvary jednotlivých prvků pro pohledy z více

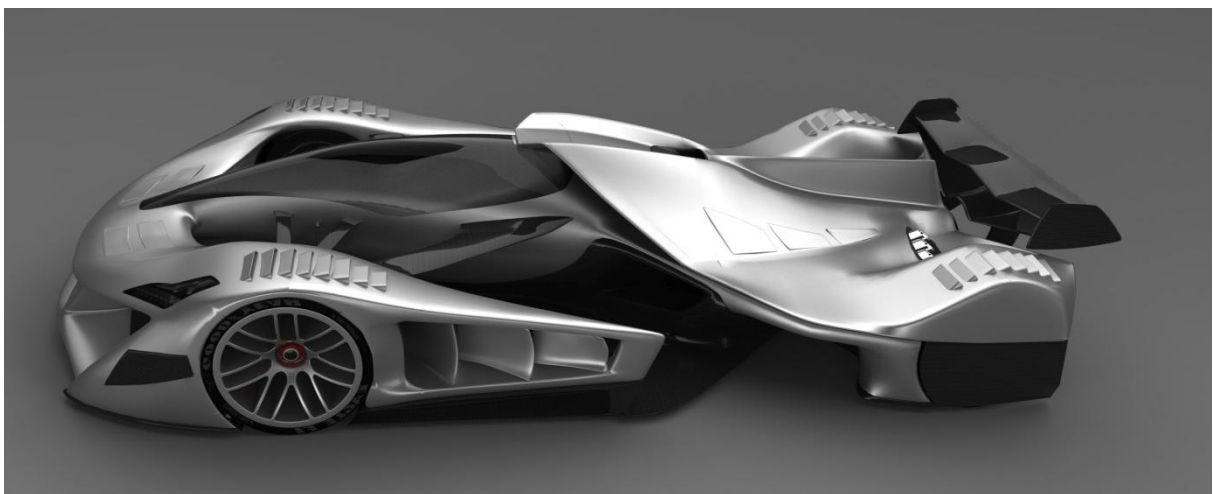
stran a tudíž se mírně odchýlit od tvaru na skicách. Nicméně výsledný tvar zůstal zachován. 3D model byl vytvořen v programu Rhinoceros 4 za pomoci doplňku **T-splines** for Rhino.



Obr. 4.1 Zjednodušený model se zapnutým vyhlazováním T-spline prvků



Obr. 4.2 Zjednodušený model - Pohled zezadu



Obr. 4.3 Finální model

Jako materiál pro výrobu modelu jsem vybral polyuretan pro jeho relativní tvrdost a snadnou opracovatelnost. Vzhledem ke složitému tvarování jsem musel jednotlivé pohledy promítnout na kvádr a ořezat ve smyslu Booleovské operace průnik. Následné opracování veškerých ploch probíhalo manuálně. Veškeré prvky modelu jsou vyrobeny z polyuretanu, přestože tenkostěnné difuzory a karbonové části jsou převážně tažené profily, nejedná se o rozvinutelné plochy, a není je tedy možné vytvořit z ohýbaného tvrzeného polystyrenu popřípadě jiných materiálů.

Jednotlivé prvky modelu jsou spojeny kolíky, lepidlem na pórovité materiály, a spáry zatmeleny. Následně je nanesen tmel ve spreji a smirkovým papírem vyrovnány nerovnosti. Na tento povrch je nanesena první vrstva podkladové barvy, po zaschnutí metalická barva dle povrchu.



*Přední část modelu
s vyvrtanými bočními
průduchy a přední přitlačné
křídlo.*



^^ Soustružení vnitřních předních krytů kol na vrtačce.



<< Kótování těla modelu pro následné broušení a vyvrtávání



<< Vybroušené podběhy

Dole: (vlevo) Hrubý prvotní tvar, neobroušený povrch. Boční vdechy na kapotě zahloubeny pomocí malé ruční frézy/ Broušený povrch, vyhlazování (vpravo)



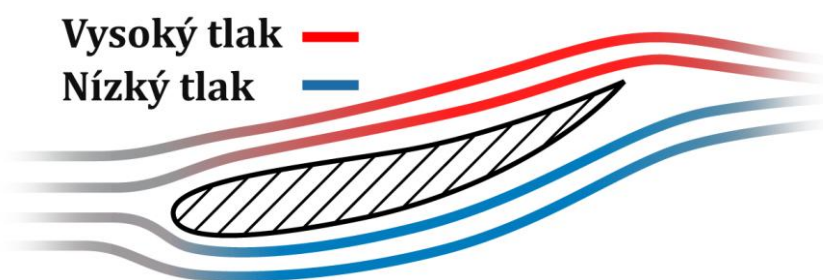
5. Technologická specifika

Vysvětlivky užitých termínů:

Přítlak/Vztlak – Je síla, která nadlehčuje/zatěžuje těleso v kapalině, či plynu. Běžný hydrostatický vztlak vyvolává rozdílná velikost hydrostatických tlakových sil.

Např. tlak vzduchu při průchodu spodní a horní plochou spoileru. Právě u spoileru je cílem dosáhnout opačného výsledku než u křídla letadla. Vzduch proudící přes horní plochu nabírá vyšší tlak, zatímco vzduch proudící pod ním má tlak nižší z důvodu menšího odporu průtoku. Pokud je poměr nízkého (NT) a vysokého tlaku (VT) větší než jedna, jedná se o přítlak; pokud nižší než jedna, mluvíme o vztlaku (letectví). Viz obr. 6.0.1.

$NT/VT > 1 \Rightarrow$ Přítlak ; $NT/VT < 1 \Rightarrow$ Vztlak



Obr 6.0.1. – Tlakové rozložení okolo tělesa

Přítlak roste se vzrůstající rychlostí, jelikož množství vzduchu proudící okolo přitlačných ploch se rovněž zvětšuje. Přítlak je možné vyjádřit v kilogramech, ale pouze při dané rychlosti. Můžeme například říci, že daný tvar karoserie generuje v rychlosti 250 km/h přítlak 200 kg.

Odpor vzduchu – Je vlastnost objektu umožnit vzduchu nejsnazší cestu okolo něj. Tato hodnota nemá rozměr a značí se indexem **Cx**. Výhodou tvaru s nízkým odporem vzduchu je schopnost odolávat proudu vzduchu a nižší energetický výdaj za pohyb, ve skutečném světě je to dosažení vyšších rychlostí a snížení spotřeby.

Vztah odporu vzduchu a přítlaku je znázorněn na obr 6.0.2. V podstatě jde o kompromis mezi oběma veličinami. Pro běžný provoz je prioritou komfort a

nízká spotřeba, zde je na místě dosáhnout nejnižšího odporu vzduchu; v motorsportu jsou vítány oba prvky, avšak dominantním je přítlak.

(Vysoký odpor vzduchu)

Přítlak

(nízký odpor vzduchu)

Max. rychlost

Obr. 6.0.2 – Volba prioritní veličiny

Přetížení – je hodnota působení tíhové síly v důsledku působení odstředivé síly, průjezdu převýšeními apod. Značí se G . Např. působení $2G$ zdvojnásobuje tíhovou sílu.

Difuzor – Prvek vyrovnávající tok vzduchu jdoucí pod vozidlem, nezbytný pro stabilní jízdu při vysokých rychlostech.

Nedotáčivost – Jev, při kterém je poloměr zatáčení menší, než poloměr zatáčky – je tedy náchylnost vozu setrvávat v přímočarém pohybu (za určitých podmínek se může lišit). Tento jev je nejlépe pozorovatelný ve vozech s předním náhonem a uspořádáním 4x4, kdy většina síly motoru je hnána na přední nápravu. Při sešlápnutí plynu se hmotnost přenesla na zadní nápravu a přední kola postrádají přilnavost.

**Z tohoto důvodu je pro automobily s předním pohonem jako nepsaný limit stanovena hranice 300 koňských sil z důvodu neschopnosti využít a přenést jedinou nápravou vyšší výkony a zatáčení.*

Přetáčivost – Jev, při kterém je poloměr zatáčení větší, než poloměr zatáčky – jedná se o náchylnost ke smyku. Tento jev se objevuje především u automobilů se zadním pohonem.

5.1 Motor

Pohonné ústrojí je umístěno uprostřed – koncepce vozu tedy odpovídá klasifikaci MR (Middle-Rear), neboli motor uprostřed s pohonem zadní nápravy. Současné motory ve vozech Formule 1 dosahují výkonů kolem 750 HP a točivého momentu přibližně 275 Nm. V mém modelu výkon motoru dosahuje 1436 koňských sil a 620 Nm. Těchto hodnot by měl dosáhnout 2x přeplňovaný 2.6-litrový šestiválec v uspořádání V6 se sklonem os 60° .

Nejvhodnější motor z hlediska umístění těžiště, co nejvíce k zemi, by byl plochý protiběžný šestiválec, tzv. flat. Motory flat mají unikátní výhodu jak již ve zmíněném snížení těžiště, tak i ve vyrušení laterálních sil. Jedinou, avšak zcela zásadní nevýhodou je distribuce oleje při vysokých přetíženích, která vznikají prudkými změnami směru, působením odstředivé síly – může

se tak stát, že strana motoru na kterou vůz při vysoké rychlosti zatáčí, je nedostatečně promazávána a způsobuje namáhání klikové hřídele a opotřebenosti vnitřních stěn válců.

**Hodnoty jsou pouze teoretické a jsou odvozeny od hodnot obdobného automobilu zmíněného výše. Red Bull X2011 má výkon 1483 HP při 15,000 ot./min.*

Výkon přenáší osmistupňová převodovka a samosvorný diferenciál.

Z hlediska výpočtu síly působící na zadní poháněné pneumatiky tedy bude:

$$F_o = (M_t \cdot 2) / d \quad , \text{kde } d \text{ je průměr kola, v tomto případě } 660 \text{ mm}$$
$$F_o = (620 \cdot 2) / 0,66$$
$$F_o = 1878,78 \text{ N}$$

A upravíme-li vzorec pro výpočet výkonu motoru, získáme otáčky, při kterých je dosaženo nejvyššího výkonu:

$$P = (\pi \cdot n \cdot M_t) / 30 \quad \text{Výkon} = \pi \cdot \text{otáčky motoru [ot/min]} \cdot$$
$$n = 30 \cdot P / (\pi \cdot M_t)$$
$$n = 16500 \text{ [ot/min]}$$

Vozy F1 dosahují maximálního limitu 18000 otáček za minutu, vypočtená hodnota by tedy mohla odpovídat skutečnému dimenzování motoru.

5.2 Tvar formulového vozu

Tvar kopíruje některé prvky z konvenčních vozů Formule 1 a kombinuje je s částmi supersportovních automobilů. Základní celkový tvar vozu je nízký jak z důvodu umístění těžiště, co nejvíce k zemi, tak z hlediska minimalizace čelní plochy vozu. Koncepte MR umožňuje předsunout kabinu dále vpřed a zlepšit tak výhled pilota, přičemž motor je umístěn uprostřed, za pilotovými zády. Nejvyšší bod se nachází uprostřed vozu, zde je vůz rovněž nejširší, aby pojmul vysoké objemy vzduchu pro chlazení. Zadní část se postupně narovná a ústí v koncovku větráku.

5.3 Rozměry

Výsledný vůz má délku 4800 mm, výšku 920 mm a šířku 2200 mm. Tyto rozměry jsou odvozeny od obdobného modelu firmy Polyphony Digital, Red Bull X2011 – modelu, který je rovněž ukázkou, jak by Formule 1 v současnosti vypadala osvobozena od všech pravidel omezujících jak tvar, tak výkon vozů. Rozměry tohoto modelu jsou bližší mému návrhu, tedy o délce 4750 mm, šířce 2180 mm a výšce 980 mm.

Ačkoli omezuje výhled pilota, výška vozu je omezena z důvodu umístění těžiště automobilu co nejbližší k vozovce a rovněž jeho vyrovnání mezi přední a zadní nápravu. Šířka vozu mu dovoluje dosahovat vyšších rychlostí při projíždění zatáček a poměrově zkracuje rozvor náprav, čímž je dosaženo vysoké manévrovatelnosti.

Z bočního pohledu je zřejmé, že přední náprava se nachází blíže středu vozidla, zatímco zadní náprava je umístěna na jeho úplném konci. Vzdálenost středu předního kola je od nejvzdálenějšího bodu na přední části, tedy od předního převisu, vzdálen 1150 mm. Zadní náprava je takto umístěna kvůli uspořádání komponentů – motor, převodovka, diferenciál – aby bylo dosaženo rozvržení hmotnosti o ideálním poměru 50/50 na přední/zadní nápravu. Rozměr mezi oběma nápravami je nazýván rozvor. Tento rozměr závisí rovněž na typu vozidla, pro luxusní sedany je dlouhý rozvor výhodou pro komfort posádky, naopak kratší rozvor napomáhá ovladatelnosti automobilu.

Standardizované rozměry kol u F1 mají nejvyšší možný průměr 660 mm, šířky kol předních a zadních náprav se liší – pro přední kola se zpravidla používají pneumatiky o šířce 305-355 mm, přičemž pro zadní nápravu 365-380 mm. Pro svou práci jsem volil přední pneumatiky o šířce 335 mm, pro zadní kola 380 mm.

5.4 Aerodynamika

Přízpusobivé prvky na vozidle

5.4.1 Přední přitlačná křídla

Na horní části nalezneme 2 výsuvná křídélka (aerodynamické brzdy), která jsou zvedána pomocí hydraulických válců a usměrňují průchod vzduchu vzhledem k situaci. Mohou být vysunuta jak současně pro vyšší brzdný efekt, tak individuálně pro vyšší zatáčecí moment. Jakmile vůz zatáčí např. na levou stranu, vysouvá se souměrně s natočením volantu i levá aerodynamická brzda. Tím je generován odpor na levé straně automobilu, a tudíž dochází ke zpomalování této strany nejen kontaktem pneumatiky a asfaltu. Tato křídélka mohou rovněž sloužit jako spoiler s konstantní výškou vysunutí na technických tratích, kde je vyžadován přítlak a dosahuje se nižších maximálních rychlostí. Křídélka tedy fungují naprosto stejně, jen je omezena jejich návratnost do původní polohy o několik stupňů. Tyto brzdy se na každé straně objevují v párech a nikoli jako jediný plát (jež by vytvářel vyšší přítlak) z důvodu lepšího výhledu pilota.

5.4.2 Křídélka na vnitřních stranách krytů předních kol

Tato aerodynamická křídélka směřují vzduch v závislosti na stisku plynu nebo brzdy. Pro okruhy, kde je prioritou dosahovat vysokých rychlostí, je nutné uzpůsobit vůz generující méně přítlaku – tedy zmenšit jeho aerodynamický odpor. Jednoduchý diagram zobrazen níže (viz. obr X.xx) vysvětluje daný kompromis. Funkce těchto křidélek je přívod vzduchu k předním brzdám. Jakmile pilot sešlápně brzdový pedál, křídélka se sklopí o 15 stupňů a přivedou k brzdám více vzduchu. Jakmile je brzdový pedál nezatížen, tato křídélka se budou sklápět pomalu zpět do své pozice, aby zabezpečily přísun dostatku vzduchu k rozžhaveným brzdám. Rychlost sklápění do původní pozice je dána silou brzdného účinku a délkou brždění. *Protože jsou kryty kol spojeny s nábojem, natáčejí se s nimi. Během zatáčení jsou křídélka aktivní jen částečně z důvodu vyvolání odporu vzduchu a nezasobují brzdy. Standardně je v motorsportu brždění uskutečněno PŘED samotným zatáčením - polevuje s intenzitou zatáčení.*

5.4.2 Přední vnější aerodynamické brzdy

Tyto brzdy slouží jen ke generování přítlaku, stejně jako čelní aerodynamické brzdy. Stejně jako veškeré aktivní aerodynamické prvky jsou ovládány pilotem prostřednictvím ovládání na volantu.

5.4.3 Karbonové lišty nad difuzorem

Silnější část lišt vycházející ze středového panelu pod turbínami větráku slouží jako dodatečný spoiler pro průchozí vzduch mezi tělem vozu a zadními koly. Odtud cestuje nahoru k přítlačnému křídlu. Tato část lišt je prodloužena na 5-8 cm. Menší plošky za zlomem podpírají zadní světlometry a zároveň chrání tyto před vodou, nečistotami a jinými částicemi vylétávajících od zadních kol. Celý tvar lišt kopíruje zadní linii karoserie.

5.4.4 Spoiler

Stejně jako přední část, obsahuje i zadní přítlačné křídlo aktivní aerodynamické plochy, jedná se o podobný systém – DRS – využívaný ve Formuli 1 ke snížení (v tomto případě i zvýšení) aerodynamického odporu vzduchu. Pro svůj návrh jsem zvolil spoiler širší a delší než u F1, aby generoval dostatečnou nedotáčivost vzhledem k aktivním aerodynamickým brzdám v přední části vyvolávající přetáčivost.

Jakmile je sešlápnut plynový pedál, zadní přítlačné křídlo vzhledem k rychlosti postupně narovnává plochy se směrem proudění vzduchu. Při sešlápnutí brzdového pedálu se plošky sklopí a uzavřou, a vytvoří jak přítlak, tak i brzdnou sílu – vyvolají nedotáčivost.

5.4.5 Kokpit

Proporčně celý vůz působí dojmem, že kabina pilota je posunuta vpřed, jako tomu je u většiny vysoce výkonných automobilů s motorem umístěným uprostřed. Tuto iluzi vytváří střešní prvek, kdy překrývá část polykarbonátového hledí pilota.

5.4.6 Střešní vdech

Nad hlavou pilota ční snížená korytovitá část zadní střešní plochy zakončená malým vdechem. Přestože je vdech v zákrytu nejvyššího bodu auta, díky Coanda efektu, kdy je rychlý proud vzduchu přitahován k oblé ploše, se vzduch dostává do tohoto vdechu a zásobuje vrchní část motoru vzduchem.

Horký vzduch od brzdového ústrojí je odváděn bočními panely a směřován dle pilotova uvážení. Pokud jsou klapky sklopeny po směru jízdy, je dosaženo vyšší rychlosti. Pokud jsou klapky natočeny více proti směru jízdy, generují přítlak, popřípadě brzdou sílu.

5.4.7 Tok vzduchu

Přední část auta vytváří silný přítlak z důvodu velké čelní plochy. Horní „přítlačná plocha“ zásobuje vzduchem dvě postranní žábry umístěné za kokpitem, tento úzký prostor vede vzduch k motoru a větráku (viz. níže). Spodní přítlačné křídlo má stejnou funkci jako u Formule 1, tedy udržet přední část vozu v kontaktu s vozovkou – proud vzduchu putuje po kontaktu s tímto křídlem do dvojice širokých nasávacích otvorů v rozšířeném místě za kokpitem. Odtud vzduch cestuje rovněž k motoru a zároveň k převodovce a diferenciálu, které jsou rovněž silně namáhány a tedy vytvářejí velké množství tepla.

5.5 Větrák (angl. Fan)

Historie tzv. Fan-cars se datuje od počátku 70. let 20. století. Jako první s větrákem se objevil Chaparral se svým modelem 2J v roce 1970. Tento vůz disponoval rovnou dvěma větráky, jež musely být samostatně poháněny dvojicí dvoutaktních motorů, obou o výkonu 45 koňských sil. Chaparral 2J závodil pouze v jediné sezóně série závodů Can-Am téhož roku. Přestože byl o 2 vteřiny na kolo rychlejší než další vůz v poli, objevovaly se časté mechanické problémy způsobené velkým množstvím užitých komponentů.

V návaznosti na technologii a ovladatelnost Chaparralu 2J se větrák objevil poprvé i ve Formuli 1 v roce 1978, konkrétně ve voze Brabhamu BT46. Jednalo



se o jediný vůz Formule 1, který byl osazen větrákem. Jelikož vůz dosahoval 100% úspěšnosti vítězství, následující rok FIA (Federazione Internazionale di Automobili) tento prvek zakázala a v odvětví tohoto motorsportu jej uvedla v zapomnění.

5.5.1 Princip odsávání vzduchu větrákem

Větrák je zařízení sloužící k odsávání vzduchu zpoza vozidla a odvádění jej za vůz. Výhodou tohoto uspořádání je dosažení konstantní přítláčné síly za všech rychlostí. Běžné aerodynamické prvky užívané jak na Formulích, tak na běžných automobilech jsou závislé na rychlosti – čím vyšší rychlost, tím vyšší přítlak a naopak. Odsávání vzduchu způsobuje snížení tlaku vzduchu pod vozidlem, a tímto rozdílem mezi vyšším tlakem vzduchu obklopující auto, vytváří přítlak.

Nevýhodou tohoto mechanismu jsou vyšší nároky na prostor a omezení rozvržení komponentů v motorové oblasti, současně vzrůstá hmotnost vozu.

Pro použití na svém návrhu formulového vozu jsem aplikoval dvojitý větrák s protiběžnými listy. Zadní, vnější větrák, je statický, zatímco za ním umístěný druhý je rotující – vyvolává o 5% vyšší přítlak, než běžný jednotný rotující.

6. Popis díla

6.1 Design

Pro svůj návrh jsem se inspiroval tvarem hlavy kobry královské. Automobil má charakteristickou přední masku připomínající otevřenou hadí tlamu, v níž sloupky spojující horní a spodní přítláčná křídla, evokují pár zubů. Nad rozšiřující se částí kokpitu se rovněž nachází dva vertikální vdechy, připomínající roztažený krk kobry při útoku.

Svůj podíl na vzhledu auta měl i výše zmíněný koncepte týmu Red Bull, ale zároveň i současné modely vozů Formule 1 a supersportovní automobily s odkazem na tento sport. Výsledný design vznikl skloubením těchto stylů a obsahuje prvky každého z nich.

V přední části vozu nalezneme spodní přítláčné křídlo (typické pro Formule) integrované do celkového tvaru přední masky. Dvojice sloupků v přední masce je od sebe vzdálena z důvodu zvýšení celkové tuhosti. Přední maska poté plynule pokračuje k převisům zakrývající kola a následně prodloužené části sloužící k plynulému proudění vzduchu kolem vozu. Právě v této části, za předními koly se nachází průduch spojený s prostorem pro kola; Tento průduch odvádí teplo od brzd a vodu, nečistoty a případně jiné nežádoucí elementy od pneumatik (bez tohoto průduchu by

se u kol hromadilo velké množství vody a mohlo by dojít k aquaplaningu při zhoršených jízdních podmínkách.

Středová část vozu, převážně kokpit, je elipsoidového tvaru rozšiřující se ve středové oblasti, kudy vzduch vstupuje k motoru. Tato část je spojena s maskou, a převisy ještě karbonovými listy zlepšujícími výslednou tuhost.

Zadní část automobilu ‚kryje‘ motorovou oblast a obsahuje postranní a střešní vdechy (vzduch proudí kolem kabiny) přítlačové plochy a ploutev. Ploutev slouží ke stabilizaci při vyšších rychlostech, má tedy obdobnou funkci jako difuzor. Celý zadní kryt je odnímatelný a tedy nabízí kompletní přístup k motorové oblasti.

6.2 Materiály

Nejvhodnějším a rovněž nejvyužívanějším materiálem v motorsportu se stal karbon. Karbonem rozumíme kompozit uhlíkových vláken a pojiva, který vyniká svou pevností a nízkou hmotností. Zpravidla se užívá jako výztuž, karbonové vany kombinované s hliníkem a nerezovými oceli jako rámy supersportovních vozů až po kontaktní plochy spoilerů nebo výměnou za kus taženého plechu za účelem snížení hmotnosti vozu. Aplikaci tohoto materiálu (o různých vrstvách a směrovém uspořádání vláken v kompozitu) jsem volil pro přední přítlačné křídlo, tyče zavěšení, kryty kol, difuzor, lišty zabezpečující tuhost a monokok neboli ochrannou bariéru pilota.

Konvenční ocel najde uplatnění v rámové konstrukci motorového prostoru a kokpitu. Vysoko-pevnostní kalená ocel je užita na listech turbíny a jejím krytování.

Ráfky kol jsou odlévané z hliníku.

7. Přínos práce pro daný obor

Jak již bylo zmíněno v úvodu, jedná se o prezentační prototyp vysokorychlostního formulového speciálu, čili jako přínos bych jmenoval ukázkou dovednosti člověka v odvětví extrémního motorsportu – špičkové komponenty pracující jako jeden celek. Z hlediska designu by měl být přínosem nekonvenční tvar vozu s aktivními aerodynamickými prvky upravující styl jízdy, při níž, jako tomu u motorsportu bývá, nemusí být volen kompromis mezi přítlakem a odporem vzduchu, tedy mezi ovladatelností a rychlostí.

8. Silné stránky

Do výčtu pozitiv bych zahrnul agresivní, dynamický design, související s charakterem vozu, inovativní řešení obtékání vzduchu pomocí aplikace aerodynamických přizpůsobivých prvků nebo vysokou tuhost a s ní související bezpečnost pilota v karbonovém monokoku. Dalším prvkem je například aplikace rotujícího větráku ke zvýšení manévrovatelnosti vozu a dosažení vyšších rychlostí při zatáčení

9. Slabé stránky

Jedná se o vůz, jež nebyl testovaný v aerodynamickém tunelu, a tudíž nejsou známy jeho vlastnosti, co se proudění vzduchu týče, není tedy vyloučeno, že všechny výše uvedené prvky na autě budou funkční, popřípadě nebudou-li zhoršovat jízdní vlastnosti. Další slabou stránku vozu nalezneme v jeho čistě závodní účelnosti – vůz není určen pro běžné cestování, výhradně pro okruhové závodění. Vzhledem k současným formulovým vozům se liší vyšším procentuálním zakrytíváním, což samozřejmě zvyšuje odpor vzduchu.

10. Seznam použitých zdrojů

Webové stránky:

-<http://us.gran-turismo.com/us/news/d6067.html>

-<http://www.formula1.com/news/technical/>

-http://auto.idnes.cz/aerodynamika-mercedes-a-0s0-/automoto.aspx?c=A120717_171751_automoto_fdv

Literatura:

YAMAUCHI, Kazunori. APEX - Gran Turismo. Japonsko: Polyphony Digital.
PAUER, Václav. Vývoj konstrukce závodních vozů: vše podstatné z historie techniky formulových vozů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 355 s. ISBN 978-80-247-3015-8.

11. Resumé

Design of a formula car

I chose this theme due to my increased interest in this field, also in automotive design in general. The main idea of my work is to build an ultimate formula car, how it would look like without current rules restricting top speed, cornering speeds or engine power. The concept is designed specifically to achieve the maximum cornering speeds and maintain stability, while reaching lap times 20-30% faster than 'standard' Formula One car. Reaching these lap times is related with cornering forces topping at almost 8,5 G. The vehicle layout is typical mid-engined, rear wheel drive with engine displacement of 2.6 litre V6 generating power output of 1436 horsepower.

The design goes with the car's purpose – aggressive, fast, dynamic. The whole body features more covering than F1 cars in order to generate more downforce, necessary to keep the car on the road even in high speeds. In terms of downforce, another element takes place – fan. The so called 'fan-cars' appeared in late 70' starting with Chaparral 2J to Brabham BT46. These cars featured extraordinary cornering characteristics and fast lap times, yet they were afflicted by many construction troubles and malfunctions in the start. The Brabham BT46 (1978) was the first and also the last Formula One car to have integrated fan; in order to increase competitiveness in this motorsport, it was banned by the FIA, because the car boasted 100% winning rate.

The differences between my design and current formula one cars are the active aerodynamic elements, which adjust the aerodynamic flow due to the conditions. On a standard racecar, the manufacturer has to choose a ballanced compromise between downforce (aerodynamic force pushing the car towards the ground) and the drag (low air resistance). Since this car is in dispose of these active elements, the speeds it can obtain on straights highly overcomes the F1, as well as cornering speeds. For example, if the pilot is entering a straight, the active elements are tilted to reduce the drag as possible – achieving high speed – while braking takes place at the end of a straight, these tilt up against the airflow to generate downforce necessary for cornering and ballanced braking.

The only disadvantage of these active aerodynamic elements is change in car's behaviour in different occasions. The front elements do generate a moderate amount of downforce, yet they can make the car be

prone to oversteer. In that order, it's essential to increase aerodynamic braking force on the back, which is established by the rear spoiler and several other surfaces to generate downforce.

For the whole design I inspired myself by the Polyphony Digital concept for Red Bull, the X2010/2011. This concept features similar characteristics, but different structure and does not use active aerodynamic surfaces. I adopted some findings that came with the new version (X2011) and applied those to my designs.

The body is made of composite material, mostly carbon-fiber, a material that is most commonly used in motorsport since 1980. This composite is and very light. The monocoque is strengthened with stainless steel or aluminum panels. The long fenders are connected with body through carbon panels and bottom cover.

12. Seznam příloh

Příloha 1

Skici

Příloha 2

3D model

Příloha 3

Fotografie finálního modelu z polyuretanu

Příloha 5

CD s obsahem veškerých prací

Příloha 5

Model bakalářské práce v měřítku 1:8

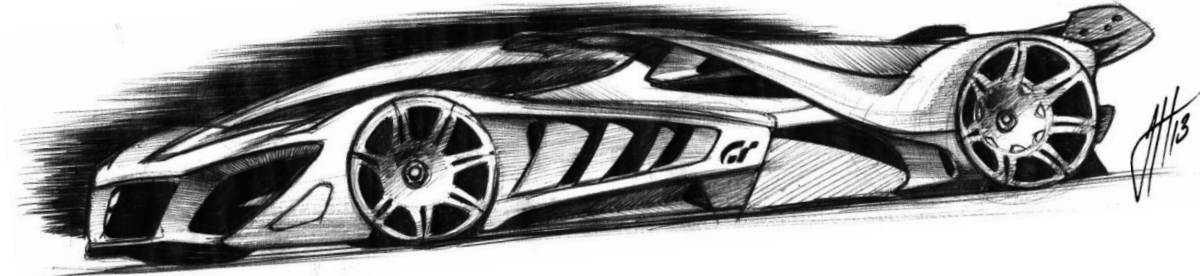
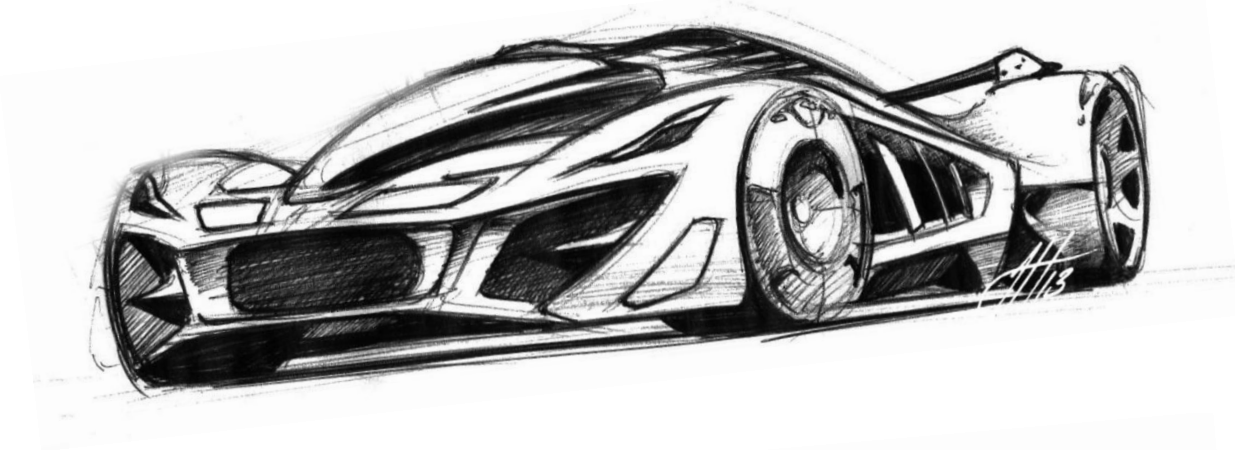
Příloha 6

3x Plakát A2 + 1x A4

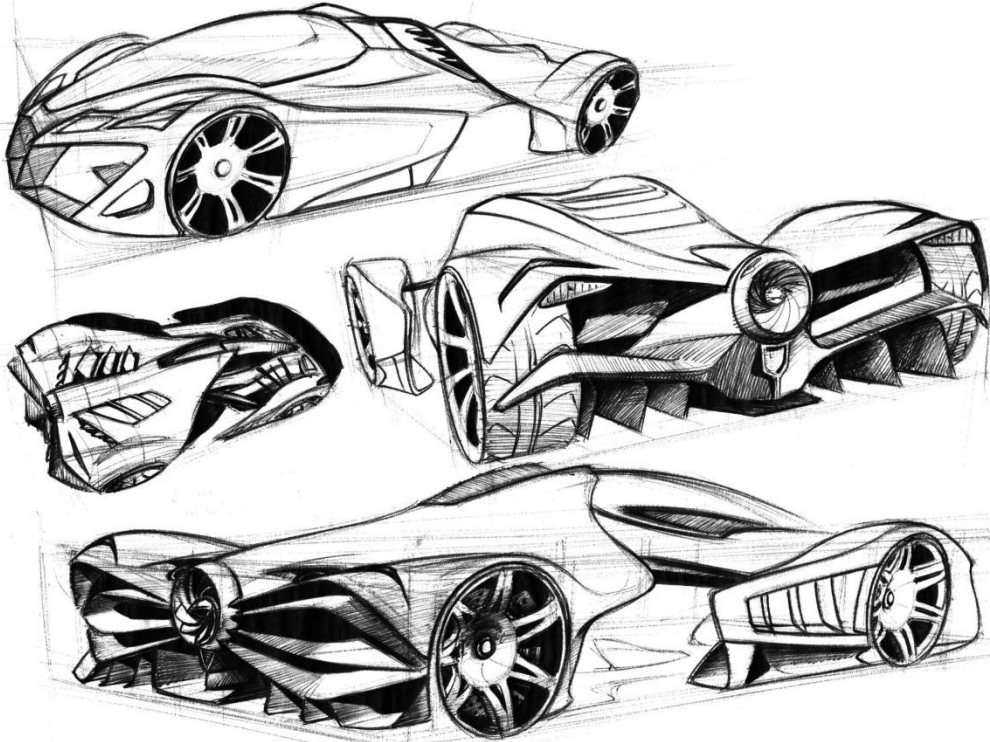
Příloha 7

Soubor skic

Příloha 1 – Skici

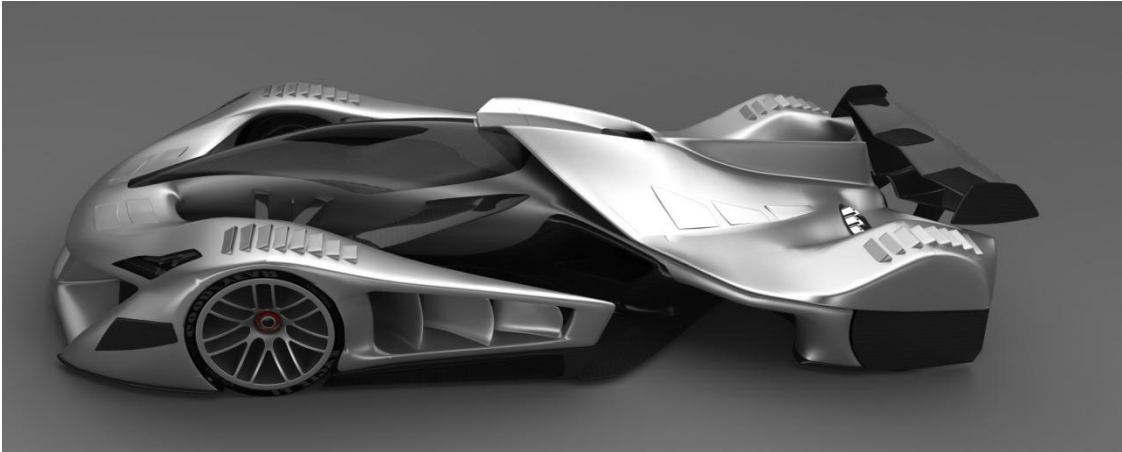


11



110

Příloha 2 – 3D model



Příloha 3 – Fotografie modelu z polyuretanu



Příloha 4 – Prezentační materiály



Příloha 5 – CD