

Design terénního elektromobilu

BcA. Petr Sehnoutka DiS.

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Průmyslový design
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Petr Sehnoutka, DiS.**
Osobní číslo: **K16289**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design terénního elektromobilu**

Zásady pro vypracování:

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

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

FIALA, Jiří. Terénní automobily: od A do Z : encyklopedie. 3. vyd. (Praha):

Levné knihy KMa, 2008. 304 s.

ISBN 9788025501207.

CRHÁK, František. Výtvarná geometrie plus: geometrická gramatika (nejen) pro designéry. Brno: VUTIUM, 2012, 186 s. ISBN 978-80-214-3767-8.

CRHÁK, František a Zdeněk KOSTKA. Výtvarná geometria. 2. vyd. Bratislava:

Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1987, 159 s.

Catalogue Foster + Partners. Munich: Prestel, c2008. 376 s.

ISBN 9783791339733.

KNOBLOCH, Iva a Radim VONDRÁČEK. Design v českých zemích 1900-2000: instituce moderního designu. V Praze: Academia, 2016, 658 s. ISBN 978-80-200-2612-5.

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

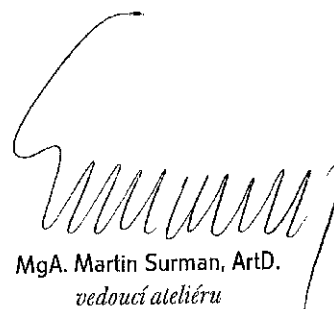
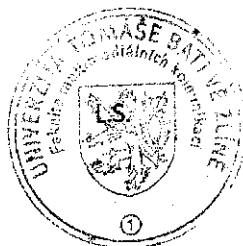
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka



MgA. Martin Surman, ArtD.
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- беру на вѣдомі, же бакалѣрскѣ/дипломовѣ прѣце буде уложена в електроніцкѣ подобѣ в университетнѣм информѣцнѣм системѣ а буде доступна к нагляднѣтѣ;
- 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. 3²⁾;
- podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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 24. 5. 2018.....

BcA. Petr Sehnoutka, DiS.
Jméno, příjmení, podpis

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

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

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

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

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

(2) I není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce popisuje vypracování designu lehkého terénního elektromobilu, kategorie ATV - buggyna. Teoretická část uvádí stručný přehled významných terénních automobilů. Dále popisuje podmínky – výrobní a legislativní, jenž vstupují do návrhu nového vozidla. Praktická část řeší návrh vozidla od základních skic, 3D modelu, pevnostní analýzu rámu, výrobu modelu v měřítku, až po tvorbu výsledných vizualizací.

Klíčová slova: terénní vozidlo, transport design, ATV, elektromobil

ABSTRACT

Thesis deals with design of mid-size, electric, all terrain vehicle (ATV). Theoretical part discuss the history of off-road vehicles and contemporary production. Continues with description of technological and legislative limitations for new vehicle design. Practical part of thesis shows development of design, from drawings into 3D models, continues with documentation of making physical scaled model of vehicle and shows final renderings.

Keywords: terrain vehicle, ATV, electric car, transport design

Vážím si důvěry, kterou do mne vložil vedoucí práce, pracovníci ateliéru a zadavatel projektu. Poskytli mi svobodný prostor pro formulování vlastních ideí, které nedeformovali, ale pomohli je usměrnit ve prospěch projektu.

Zaslouženou vzpomínku s poděkováním chci věnovat mým ateliérovým kolegům. Lidem hluboce inspirujícím svým obsáhlým nadáním a trefným kritickým smýšlením. Zároveň chci poděkovat i těm kolegům, kteří svým značně limitovaným důvtipem vytvářeli nezapomenutelné, úsměvné momenty mého studia.

„To ako vážne? Mám tam byť? A čo ja s tým mám robiť? Prečo by som to mal robiť? To majú robiť konštruktéri, nie?“

Lidový citát

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

Ve Zlíně dne 11.5.2018


PETR SEHNOUTKA

OBSAH

ÚVOD	10
PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU STUDENTCAR.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PŘEHLED PRODUKCE TERÉNNÍCH VOZIDEL	12
1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ TERÉNNÍCH VOZIDEL.....	12
1.1.1 Období 1. světové války.....	12
1.1.2 Meziválečné období.....	13
1.1.3 Období 2. světové války.....	14
1.1.4 Poválečný vývoj.....	14
1.1.5 Land Rover (1947).....	15
1.1.6 Lotus Mark I, II (1948).....	15
1.1.7 Tatra 805 (1952).....	16
1.1.8 Sandrails (přibližně od 1953).....	17
1.1.9 Renault 4L (1961-1994).....	17
1.1.10 Volkswagen Dune Buggy (1964).....	18
1.1.11 Volkswagen Country Buggy (1967).....	19
1.1.12 MTX Škoda Buggy (1970) a Tatra Baghira Buggy (1973).....	19
1.1.13 Suzuki QuadRunner LT125 (1982).....	20
1.1.14 Lamborghini LM 002 (1986).....	21
1.1.15 Porsche 959 Dakar (1986).....	21
1.1.16 Aixam Mega track (1992).....	22
1.2 POHLED NA SOUČASNOST.....	22
1.2.1 Peugeot Hoggar (2003).....	22
1.2.2 Fiat FCC II Bugster (2008).....	23
1.2.3 Espera Sbarro ArCad´ (2016).....	24
1.2.4 Ariel Nomad (2017).....	24
1.2.5 Ox (2017).....	25
1.2.6 Can-Am Maverick X3 (2017).....	25
1.2.7 BJ Baldwin´s Trophy truck Toyota.....	27
2 VÝZKUMNÁ ČÁST	28
2.1 KATEGORIE VOZIDLA.....	28
2.2 RÁM - PŘÍHRADOVÝ.....	28
2.2.1 Obecný popis.....	28
2.2.2 Výrobní požadavky.....	29
2.2.3 Příprava materiálu.....	29
2.2.4 Ohýbání a stáčení profilů.....	29
2.2.5 Zakončení profilů.....	30
2.2.6 Výztuhy z plechů a tvarových prvků.....	30
2.2.7 Svařování příhradového rámu.....	30
2.3 POHONNÉ ÚSTROJÍ.....	31
2.3.1 Nápravy.....	31
2.3.2 Přední lichoběžníková náprava.....	31
2.3.3 Zadní náprava kyvadlová.....	32

2.4	ODPRUŽENÍ.....	32
2.5	HNACÍ JEDNOTKA.....	33
2.6	BATERIOVÝ BOX.....	33
2.7	BRZDY VOZIDLA.....	33
2.8	KOLA VOZIDLA.....	34
2.8.1	Specifikace pneumatik.....	34
2.8.2	Specifikace ráfků.....	35
2.8.3	Konstrukce ráfku.....	36
2.9	KRYTOVÁNÍ VOZIDLA.....	37
2.9.1	Zamýšlené krytování vozidla.....	37
2.9.2	Legislativní požadavky.....	38
2.9.3	Konstrukce krytování.....	38
2.9.4	Plechové dílce.....	39
2.9.5	Plastové dílce.....	39
2.10	OSVĚTLENÍ VOZIDLA.....	40
2.10.1	Univerzální prvky osvětlení.....	42
2.11	KOKPIT VOZIDLA.....	42
2.12	ERGONOMIE POSÁDKY.....	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	45
3	ZADÁNÍ PROJEKTU.....	46
3.1	INSPIRACE, ÚVODNÍ MYŠLENKA.....	46
4	VÝVOJ NÁVRHU.....	48
4.1	POČÁTKY NÁVRHU.....	48
4.2	VARIANTY VE 3D.....	49
4.3	VYBRANÁ ŘEŠENÍ.....	50
4.4	KONZULTACE, PEVNOSTNÍ ANALÝZA.....	51
4.4.1	Připomínky.....	51
4.4.2	Pevnostní analýza rámu.....	51
4.4.3	Změna velikosti kol.....	52
4.5	VÝBĚR PNEUMATIK A DISKŮ.....	52
4.5.1	Automobilové pneumatiky.....	52
4.5.2	ATV pneumatiky.....	53
4.5.3	Výběr ráfků.....	54
5	MODEL V MĚŘÍTKU.....	55
5.0.1	Výrobní dokumentace rámu modelu.....	55
5.0.2	Příprava výroby modelu.....	56
5.0.3	Změny v designu.....	57
5.0.4	Světla, ochranný rám.....	57
5.1	PROCES VÝROBY MODELU.....	57
5.1.1	Fyzická příprava dílů modelu.....	58
5.1.2	Uchycení modelu.....	59

5.1.3	Snímky hotového modelu.....	59
6	ZMĚNY NA NÁVRHU.....	61
6.0.1	Kombinace univerzálních prvků osvětlení.....	61
6.0.2	Krytí stroje.....	62
6.0.3	Vyobrazení mezní pozice kola přední nápravy.....	62
7	VÝSLEDNÉ PROVEDENÍ.....	63
7.0.1	Ergonomická studie.....	63
7.0.2	Rozměrové výkresy.....	64
8	FINÁLNÍ VIZUALIZACE.....	65
	ZÁVĚR.....	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	73
	SEZNAM TABULEK.....	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Řešit v závěrečné práci terénní automobil, budí ve mne jistou rozpolcenost. Mnoho let zpět jsem prodělal transformaci z nadšence pro automobilismus v kritika. Kritika světa deformovaného nadužíváním automobilu, přerostlého automobilového průmyslu a jeho nesmyslného marketingu [1]. Obhájit vlastní motivaci – a to nemalou - k zpracování tohoto díla, tak není snadné. Rád bych výstup své práce distancoval od zbytečného sportovního off-roadu, prezentovaného, že průjezd lesním porostem zvládne nejvyšší možnou rychlostí[2]. Zajímavý pro mne byl požadavek vozidla užitkového, s elektrickým pohonem a rozumným výkonem. Zadáním bylo zpracovat technicky a esteticky zajímavou konstrukci vozidla typu buggyna. Tedy velká čtyřkolka, postrádající vše nadbytečné. Projekt E-Buggy, jak byl zprvu nazván, bude atraktivní učební pomůckou – vozidlo vznikne jako univerzitní vývojový projekt pro obory technického charakteru. Tím projekt propojil důvody mého studia - nadšení pro strojní konstrukci a nadšení pro design.

Jako každé motorové vozidlo bude i E-buggy komplexní sestava stovek dílů, přičemž na každý z nich bude kladen nárok na funkci, i estetiku. To z důvodu, že na rozdíl od osobních automobilů je cílem udělat konstrukci maximálně odhalenou. Není v možnostech diplomové práce se věnovat každému dílu do detailu. Budou zde popsány zásadní prvky konstrukce určující design vozidla.

Dovolím si v úvodu věnovat prostor představení zadavatele – projektu Studentcar.

Představení projektu Studentcar

Projekt Studentcar [3] je unikátní projekt, nebo lépe „brand“, fungující na Katedře materiálů a technologií pro automobilový průmysl, pod vedením doc. Ing. Petra Tomčíka Ph.D. Katedra patří pod fakultu metalurgie a materiálového inženýrství na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava. Studentcar se zabývá jak vývojem automobilů, tak řešením dílčích projektů v automotive a přidružených oborech. Na jednotlivé projekty jsou navázány seminární a závěrečné práce studentů katedry. Přestože projekt žije na univerzitní půdě, nedá se říct, že zcela postrádá marketingové hledisko - liší se v cílové skupině. Zatím co pro běžný automobilový průmysl je podstatný prodej výrobků, pro Studentcar je cílovým trhem právě automotive – vzájemná spolupráce poskytuje zkušené absolventy univerzity, druhá strana poskytuje různorodou podporu pro další vývoj projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEHLED PRODUKCE TERÉNNÍCH VOZIDEL

Pro komplexní vzhled do problematiky budou popsány terénní vozidla - jak užitková, tak sportovní. Od výjimečných vozidel historie, po současnou produkci. Pro zestručnění kapitoly byla vybrána vozidla, která různým způsobem ovlivnila uvažování autora nad řešeným tématem.

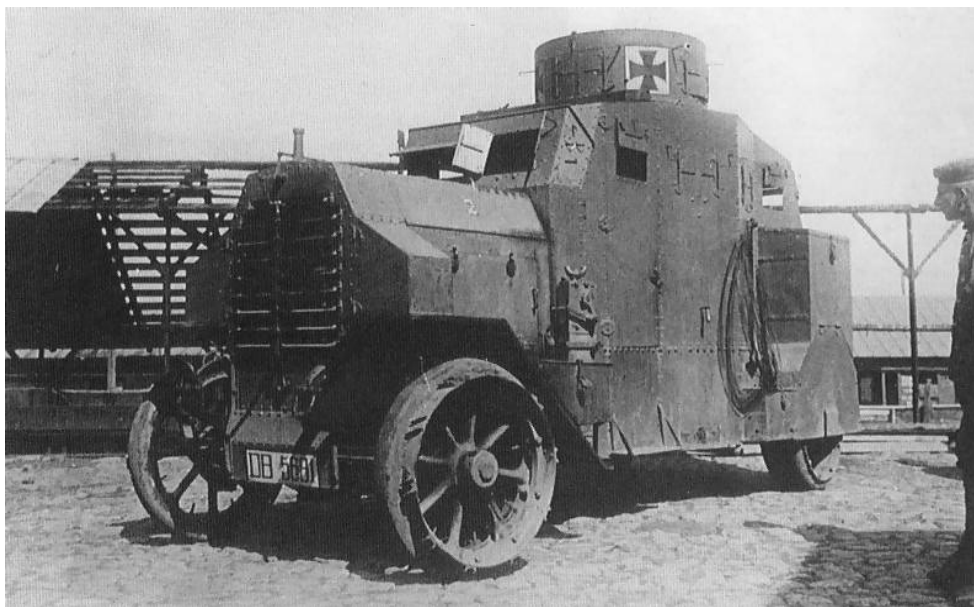
1.1 Historický vývoj terénních vozidel

Vozidla schopná dlouhodobého, pravidelného pohybu v terénu nebyla vždy nutně označena jako terénní. V počátku automobilismu musela být většina vozidel uzpůsobena venkovským silnicím s velice špatným povrchem. Ať se jednalo o křivé a blátivé polní cesty, hrubé kostkované povrchy, nebo kamenné posypy, v žádném případě nebyl povrch vhodný pro většinu dnešních osobních vozidel.

1.1.1 Období 1. světové války

Z civilních vozidel tohoto období je jednoznačně nejznámější Ford model T. Navržený pro motorizaci severu Ameriky, jeho uživatelé byli nejen obyvatelé velkoměst, ale i farmáři rozlehlého venkova. Dokumenty z testování Fordu model T dokazují[4], že si s terénem poradit dokázal. Velice slabé brzdy a dobové pneumatiky ale naznačují, že používat jej doopravdy jako terénní vozidlo, by byl velký hazard.

V první světové válce sice spatřil světlo světa tank, rozvinulo se letectví. Avšak nedostatek surovin pro výrobu pneumatik, i jejich stále nevyspělá konstrukce nepřála rozvoji malých terénních vozidel. Naopak se objevila řada zvláštních experimentálních řešení, snažící se přizpůsobit vozidla náročným bojovým podmínkám. Kromě těžkého pancéřování se experimenty týkaly i snahy o zlepšení trakce, většinou kombinací kola s pryžovým pásem s ozubenými, ocelovými koly zemědělských strojů.



Obr. 1. Německé obrněné vozidlo 1.světové války [5]

1.1.2 Meziválečné období

Meziválečné období přineslo sofistikovaná a inovativní řešení v oblasti automobilismu. Renault a Citroen podnikají trans-saharské a trans-africké výpravy, jako důkaz odolnosti svých vozů. Pojem terénního vozidla se zatím příliš neobjevuje.



Obr. 2. Saharská expedice Citroen roku 1922 [6]

1.1.3 Období 2. světové války

Především Německo a USA přišly s lehkými vojenskými vozy přelomové konstrukce. Německé KDF Kübelwagen, postavené na stejné platformě jako zamýšlený Brouk s jednoduchou celokovovou konstrukcí, strohým, ale futuristickým tvarem karoserie, odolným vzduchem chlazeným čtyřválcovým motorem vzadu, nezávislým zavěšením kol. Na straně druhé – USA vyvinulo Willys Jeep, vyráběný od r.1941. Na rozdíl od KDF neměl žádné dveře, jen dvě vstupní vybrání. Dále velký motor, zastaralé, avšak spolehlivé konstrukce s bočními ventily. Tradiční byl i podvozek s žebřinovým rámem a tuhé nápravy s listovými pery. Zajímavostí je, že Jeep bylo možné složit do plochého balení pro transport do Evropy. Z pohledu vojenství však otevřené vozy neplnily víc, než potřeby malého, spolehlivého dopravního prostředku. Ochrana posádky nebyla hlavním cílem konstrukce.

Ve stejném období vznikalo více vozů této kategorie, včetně kvalitních výrobků zdejších automobilek. Ale žádné nemělo takový význam z hlediska designu/konstrukce jako výše zmíněné.



Obr. 3. Americký Willys Jeep v přepravním boxu [7]

1.1.4 Poválečný vývoj

Poválečné období se nese v duchu "automobil pro každého". Značně se rozvíjí motosport, stává se novým pohonem inovací. Dostupný automobil je nejen pracovním nástrojem, ale i věcí pro zábavu. Heslo "Automobil pro každého" se deformuje v "automobilem všude". Je oblíbený pro cesty do přírody, nabízí komfort, bezpečí a neskutečnou rychlost.

1.1.5 Land Rover (1947)

Anglie, kde je farmaření oblíbeným koníčkem aristokratů, po válce nutně potřebovala lehké terénní vozidlo. A majitelé automobilky Rover nutně potřebovali výrobek, který je znovu postaví na nohy. Vedoucí konstruktér Roveru na svém statku používal Willys Jeep, z nouze, protože jiné vozidlo nebylo. V Roveru se Jeepem nechali inspirovat, upravili jej na míru pro Anglické statkáře. K Land Roveru se dala připojit zemědělská mechanizace, byl opravitelný přímo v terénu. Design byl podřízen minimálnímu rozpočtu na realizaci. První léta Land Roveru nepřála, nedokonalý stroj a špatná daňová politika v Anglii odsunuly prodejní úspěch o desetiletí. Dnes je ikonou, vyrábí se ve značně přepracované podobě pod typovým označením Defender.



Obr. 4. První prototyp Land Roveru zvaný „centre steer“ [8]

1.1.6 Lotus Mark I, II (1948)

Colin Chapman, zakladatel slavné sportovní značky Lotus, začal už na vysoké škole stavět vlastní závodní speciály. Několik prvních generací jeho vozidel však nebyly formule (až mk3 a mk5), ale takzvané trials car. Anglický car trial je obdobná soutěž, kterou v Česku známe jako truck trial, to znamená technický průjezd terénem mezi brankami. Oproti truck trialu se ale výrazně liší typ vozidel. Ty připomínají předválečnou éru, mají nízko těžiště, dvě sedačky u zadní nápravy, pohon pouze na zadní kola. Tyto netypická vozítka byla předchůdci legendárního Lotusu 7.



Obr. 5. Jeden z prvních vozů Lotus, jako speciál pro trialové závody [9]

1.1.7 Tatra 805 (1952)

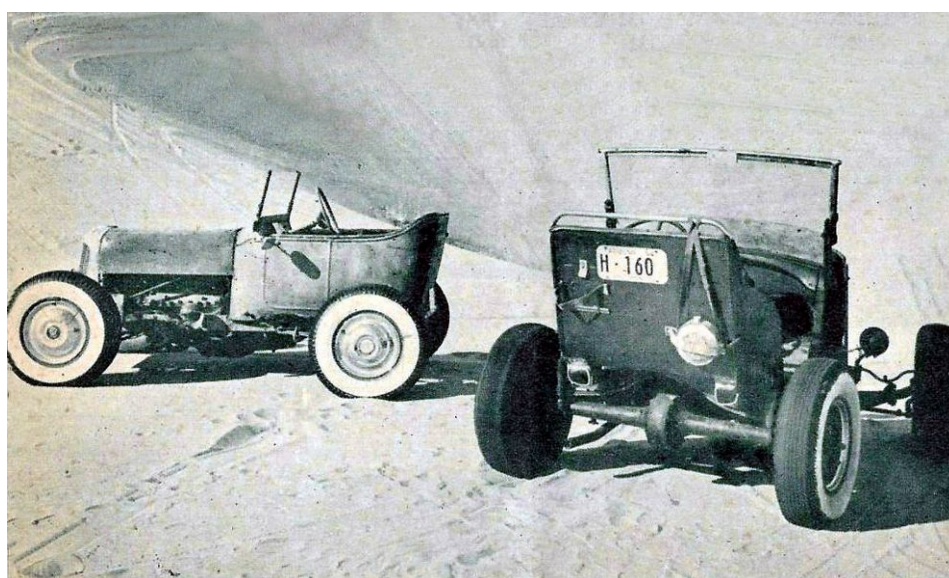
Jedno z nejvýznamnějších českých terénních vozidel, vzniklo jako armádní zakázka začátkem 50.ých let v Kopřivnici. Přestože se napohled jeví jako nákladní vozidlo, její krátký podvozek vychází z prototypů osobních terénních vozidel. Důmyslná konstrukce podvozku Tatra s centrální trubkou (tzv. páteřový rám), vedení hřídele uvnitř. Výkyvné polonápravy odpružené zkrutnými tyčemi, náboje s redukovanými převody, odolný vzduchem chlazený motor V8 vpředu. V terénu odolná a velice zdatná. Je ale známo, že na silnici se vozidlo až příliš houplalo – proto si vysloužilo přezdívku Kačena. Tatra 805 stříbrné barvy použili i cestovatelé Hanzelka a Zikmund pro výpravu do Afriky.



Obr. 6. Tatra 805 na výpravě cestovatelů Hanzelky a Zikmunda [10]

1.1.8 Sandrails (přibližně od 1953)

V padesátých letech se celá USA točí okolo automobilismu. Mezi různě upravenými vozy se objevují i lehké terénní vozidla, nemající vyšší účel, než pro zábavu křížovat rozlehlé pouště jihozápadu spojených států. Písečné buggyny dostaly oficiální název Sandrails a většinou šlo o podomácku přestavěná civilní vozidla. Upravovala se vozidla nejrozličnějších amerických značek, ale pro stavbu písečných buggyn se stal nejoblíbenější Volkswagen Brouk. Byl lehký, měl ideální rozložení hmotnosti a byl velice levný. Je paradoxem, že auto původem z nacistického Německa se stalo natolik populární v USA. Mezi významné se řadí například Sportster dune buggy od EMPI Company, nebo ikonický Meyers Manx.



Obr. 7. Dvojice beach buggyn, pravděpodobně upravené Fordy, časopis *Rod & Custom*, říjen 1954 [11]

1.1.9 Renault 4L (1961-1994)

Pravděpodobně největší prodejní úspěch Renaultu, který lze stále často potkat u Chorvatského pobřeží (vyráběl se i v Chorvatsku). Malý hatchback s pohonem předních kol, velice schopný i v terénu. Lehký, spolehlivý, prostorný. Sedák (lavici) tvořilo pouze plátno natažené v ocelovém rámu, rezerva byla umístěna u motoru, nezávislá zadní náprava odpružená torzními tyčemi. Tato konstrukce poskytla nepřekonatelný vnitřní prostor. Prodej dalece překonal konkurenční Citroën 2CV (kačena). Upravené Vozy 4L se účastnili soutěží jako je Rally Paris-Dakar anebo Mongol Rally.



Obr. 8. Renault 4 – ikonický jako módní doplněk i auto do terénu [12]

1.1.10 Volkswagen Dune Buggy (1964)

Populární vozítko vzniklo jako kit-car (auto z krabice, stavebnice) pro podvozek VW beetle. První karoserii navrhl stavitel Bruce Meyers a je nazývána Meyers Manx. Pro vydařený design laminátové karoserie (spíše skořápky tvořící kapoty, blatníky a prahy dohromady) vytvořila ikonu své doby. Následovala ji řada kopií a variací, obecně zvané jako beach buggy. Je nutné připomenout, že v 60tých letech byli automobiloví fanoušci v USA šílení do sklolaminátu, jako ideálním materiálem pro úpravy/tvorbu karoserií. Často vytvářeli celé vlastní karoserie, nejrůznější sci-fi kreace, které osadili na podvozek civilního vozidla. Jen na VW beetle se dalo vybírat z desítek karoserií od malých výrobců. Ale především z jednoduché Beach buggy, se stala ikona své doby.



Obr. 9. Meyers Manx Dune Buggy [13]

1.1.11 Volkswagen Country Buggy (1967)

Ačkoliv Volkswagen vytvořil zajímavější a pohlednější terénní vozy, podivný vzhled typu 197 – alias *Country buggy* byl důvod uvést právě tento. Nejpodivnější, až nejškaredší výtvar značky Volkswagen vznikl v Austrálii jako levné terénní vozidlo. Karoserie tvořená rovnými plechy bez ohybů, s minimem prolisů, využívající světlometry z ostatních typů značky. V prodeji neměl valný úspěch.



Obr. 10. VW country buggy byl důkaz, že málo designu je někdy příliš málo [14]

1.1.12 MTX Škoda Buggy (1970) a Tatra Baghira Buggy (1973)

Pod oběma je podepsán jako designér Václav Král, pod Tatrou i jako konstruktér. Zatímco Škoda Buggy připomínala spíš Volkswagen Beach Buggy - to znamená dvoumístné vozítko pro volný čas bez užitné hodnoty, Tatra Baghira byla čistě závodním speciálem pro autokros. Jednalo se o první autokrosově speciály, na kterých pracoval designér, což ve své době vzbudilo zaslouženou pozornost. Musíme si uvědomit, že většina tehdejších autokrosových buggyn byly banální svařované rámy s kapotováním z ohnutých plastových desek. I v devadesátých letech navrhl Václav Král kapotování pro tehdejší autokrosově bugyny – k vidění v muzeu Tatry v Kopřivnici.



Obr. 11. MTX Škoda buggy navržená Václavem Králem [15]

1.1.13 Suzuki QuadRunner LT125 (1982)

První čtyřkolka ATV, anebo „quad“, což je americké značení pro čtyři a tři kolky s malými, tlustými koly. Vhodná do terénu, od písku až po snůh. Konstrukčně vychází z motorky, stejně jako ony, nemá valnou užitnou hodnotu. Čtyři kola sice pomáhají stabilitě a průjezdnosti, ale ve vyšší rychlosti spíš škodí a čtyřkolka se stává nebezpečnou hračkou. Suzuki tímto dala vzniknout kategorii „all terrain vehicle“ - ATV, ta dnes zahrnuje i stroje sandrails a buggyny.



Obr. 12. Suzuki QuadRunner z roku 1982 [16]

1.1.14 Lamborghini LM 002 (1986)

Odvážný počín automobilky Lamborghini, zřejmě inspirovaný americkým Humvee. V prodeji nebyl příliš úspěšný. Nedá se ale upřít, že Italský styling „brutálního“ hranatého vozidla vypadá v jistých ohledech dobře.



Obr. 13. Lamborghini LM 002 [17]

1.1.15 Porsche 959 Dakar (1986)

Supersport cílený jak pro okruhové, tak terénní soutěže. Na Dakarské rally v roce 1986 získalo první dvě pozice. Je jednou z ikon „šilenství“ 80.tých let ve světě rally.



Obr. 14. Porsche 959 Dakar [18]

1.1.16 Aixam Mega track (1992)

Na první pohled supersport. Stojí za bližší prozkoumání, velikost automobilu Mega Track(ano, tak se jmenuje) je poměrně nestandardní - délka 5080mm, šířka 2220mm je srovnatelná s největší limuzinou Mercedes, anebo velkou dodávkou. Největší zvláštností tohoto vozidla je ale skutečnost, že bylo nabízeno jako supersportovní offroad. Světla výška byla nastavitelná mezi 200 – 330 milimetry, kola a pohonné ústrojí navržené pro jízdu mimo silnici. Další zvláštností je, že ho vyrobila firma, která jinak vyrábí mopeda a mikrododávky.



Obr. 15. Mega Track (Aixam) [19]

1.2 Pohled na současnost

Ve 21.století, v době kdy je většina vyspělého světa pokryta sítí kvalitních silnic, se výrazně začíná rozšiřovat nabídka „na oko“ terénních vozidel – takzvaných SUV. Především nyní, na konci druhé dekády, vrcholí tlak na spotřebitele – k pořízení vozidla typu SUV. Spotřebitel prakticky nemá jiné na výběr. Marketingová oddělení automobilek tvrdí, že prodávají nástroj k dobrodružství. Ve skutečnosti se tyto vozy od běžných nízkých osobních vozů skoro neliší. Jen přidaná výška vozidla jim z pohledu designu většinou škodí. Z těchto důvodů nedostanou současné SUV v této práci žádný prostor. Pro zajímavější náhled na produkci 21. století byly vybrány následující vozidla.

1.2.1 Peugeot Hoggar (2003)

Mnohé prototypy první dekády 21. století předjímali módu SUV – prodej dobrodružství za volantem. Výrazným příkladem byl Peugeot Hoggar představený roku 2003 v Ženevě. Futuristická dune buggy kombinující obráběný hliník a stříbrné plasty rozhodně poutala

pozornost. Prototyp však v produkci Peugeotu neměl žádné následování. Firma stále nabízí nepříliš zajímavé osobní vozy a trochu povedenější kabriolety. Jejich SUV s označením 2008 z roku 2013 rozhodně není tak vzrušující, jako někdejší prototyp Hoggar.



Obr. 16. Peugeot Hoggar [20]

1.2.2 Fiat FCC II Bugster (2008)

Podobně prázdným výkřikem jak u Peugeotu byl i Bugster, vytvořený Brazílskou pobočkou Fiatu. Pod pohlednými plasty však nalezneme obyčejný trubkový rám, dokazující, že lámané tvarování má pouze estetickou funkci, s těžší plnicí funkci pevnostní, nebo ochrannou.



Obr. 17. Fiat Bugster [21]

1.2.3 Espera Sbarro ArCad´ (2016)

Francouzská škola založená švýcarským designérem Franco Sbarrem každoročně představí některé své studie dotažené do podoby funkčního prototypu. V roce 2016 jím byla terénní buggyna ArCad. Za shlédnutí stojí i další jejich studie, většinou velmi originálně pojaté karoserie ve stylu závodních, i „open wheels“ strojů.



Obr. 18. Sbarro ArCad´ [22]

1.2.4 Ariel Nomad (2017)

Bezúčelná, ale téměř dokonalá buggyna Anglické produkce. Motor o výkonu 235koní(víc než dost), zdatná v terénu, homologovaná pro silniční provoz. Je sympatická malým rozměrem a konstrukcí která snoubí účel, krásu a jednoduchost. Šikově navržený rám se zavěšenou vanou kokpitu, postrádá vše nepotřebné, včetně pohonu předních kol. Lze mu vytknout pouze malý nastupovací otvor. Stvořena pro zábavu majetných nadšenců.



Obr. 19. Ariel Nomad a Rory Reid – moderátor pořadu Top Gear [23]

1.2.5 Ox (2017)

Propracovaná jednoduchá dodávka, vytvořená v naději, že pomůže rozvoji Afriky. Místo hotového kusu by se měla prodávat ve flat-pack balení – na styl nábytku Ikea. Lodní kontejner pojme 6 balení rozložených dodávek Ox. Výrobce uvádí, že k sestavení dodávky potřebují tři automechanici pouhých 12 hodin. I přes náhon na dvě kola ji výrobce nabízí jako schopný offroad. Na jejím vývoji se podílel konstruktér slavného McLarenu F1 - Gordon Murray. Avšak pro sériovou produkci se prozatím nenašel investor.



Obr. 20. Ox od Global Vehicle Trust [24]

1.2.6 Can-Am Maverick X3 (2017)

Bezpochyby jedna z nejvýraznějších ATV současnosti. V roce 2018 vyhrála rally Dakar ve své kategorii. Konstrukce podvozku uzpůsobená průjezdu terénem maximální možnou rychlostí - výrobce udává zdvih tlumičů 24“ což je přibližně 600mm (je započítaný i směr dolů od statické polohy). Dlouhá lichoběžníková ramena zavěšení, uchycená téměř ve středu vozidla. Důsledkem této konstrukce nemá blatníky, spíš jen chrániče posádky přes čas-

tými zásahy kamením nebo blátem. Přestože jde o sériový výrobek, nesplňuje homologaci k provozu na silnici, pohyb po cestě se předpokládá na vleku za jiným autem. Ocenit se musí estetika vozu, v dvousedadlové verzi se jedná o jednu z nejpohlednějších ATV současnosti. Oproti výše zmíněnému Arielu však design tvoří často zbytečné plastové krytky, plnící pouze estetickou funkci. Pokud Can-Am Maverick zbavíme těchto krytek, objevíme nezajímavý, hubený trubkový rám.



Obr. 21. Can-Am Maverick X3 [2]

Srovnání nosných konstrukcí Arielu Nomad a Can-Am Maverick



Obr. 22. Nosný rám Can-Am Maverick X3 [26]



Obr. 23. Nosný rám Ariel Nomad [27]

1.2.7 BJ Baldwin's Trophy truck Toyota

Trophy truck je kategorie závodních pickupů, populární zejména na středozápadě USA. Pod kompozitovou skořápkou imitující karoserii je závodní podvozek z precizně vyráběných high-tech komponentů. Trophy trucky jezdí okruhové silniční a terénní závody. Zde vyobrazený vůz je reklamním předmětem společností Monster Energy a Toyo Tires. Zdatný řidič s pseudonymem BJ Baldwin reprezentuje v rámci reklamní kampaně především pokleslé ideje primitivně smýšlející skupiny automobilových „uživatelů.“



Obr. 24. Řidič BJ Baldwin a jeho Toyota truck v komerčním spotu pro Toyo Tires [28]

2 VÝZKUMNÁ ČÁST

Výzkumná část analyzuje možnosti výroby a legislativní nařízení nutné k návrhu nového vozidla.

Buggyňa/čtyřkolka je specifické vozidlo, jednoduchou konstrukcí má blízko k terénnímu motocyklu. Hlavním konstrukčním prvkem buggyny je rám, ten funguje jako hlavní bezpečnostní prvek při havárii, zároveň jsou na něj uchyceny všechny zbylé komponenty. Následující kapitoly popisují jednotlivé díly/konstrukční celky, jejich konstrukční a technologická specifika a kde jsou vyžadované, i legislativní požadavky.

2.1 Kategorie vozidla

Konstrukce vozidla počítá s homologací pro silniční provoz pod kategorií L7 [30]. To znamená kategorie lehkých vozidel – motocyklů a čtyřkolek. Evropská směrnice 2007/46/ES limituje konstrukci takto: maximální výkon 15kW, základní hmotnost vozidla nákladního, s elektrickým pohonem, bez baterie do 400kg. Kategorii vozidla přísluší specifická legislativa předepisující osvětlení, zakrytí kol a jisté bezpečnostní prvky. Tyto prvky blíže specifikují příslušné odstavce.

2.2 Rám - příhradový

2.2.1 Obecný popis

[31] Příhradová konstrukce je prostorový svařenec z kovových profilů a výlisků. Konstrukce je definována vzájemně propojenými x-úhelníky z profilů, které opisují hmotu vozidla. V porovnání s rámy jiné konstrukce se vyznačuje nejvyšší tuhostí a je vhodný pro kusovou výrobu. Právě proto je dodnes využíván u speciálních závodních vozidel, nebo například u autobusů.

Nejčastěji užívaným materiálem pro stavbu rámu závodních vozidel je legovaná chrom-molybdenová ocel, v leteckém průmyslu pak nerezové slitiny ocelí. Méně náročné konstrukce užívají běžnou konstrukční ocel ČSN třídy 11 a 12. Hliníkové slitiny je možné použít, avšak náročné požadavky na tepelné úpravy jejich použití komplikují. Slitiny hliníku jsou užívané především u menších konstrukcí - například motorek a jízdních kol. Alternativa automobilového příhradového rámu zhotoveného z kompozitu(kevlar, karbon) je konstrukční nesmysl, tyto materiály potřebují odlišný přístup ke konstrukci. Kompozitů a lehkých slitin se tedy používá především pro menší nosné rámy, například pomocné rámy v motorovém prostoru, vzpěry, nebo nápravy.



Obr. 25. Příhradový rám závodního vozů Mercedes W196 [31]

Pevnostně se jedná o jednu z nejvýhodnějších konstrukcí, opisující průběh napětí v zatíženém rámu. Ideálního stavu však nelze dosáhnout - pro prostorové nároky posádky a pohonného ústrojí. Tuto nechtost lze redukovat použitím např. motoru, nebo nádrže jako nosného prvku konstrukce.

2.2.2 Výrobní požadavky

Konstrukce ocelového prostorového rámu by měla respektovat současné limity výroby, i když není vyloučeno hledat nové technologické možnosti. Známé metody popisují následující kapitoly:

2.2.3 Příprava materiálu

Příprava materiálu pro svařence spočívá v dělení, obrábění, anebo tvarové deformaci (ohýbání, lisování) dostupného hutního materiálu – profily, tyče, plechy.

2.2.4 Ohýbání a stáčení profilů

Ohýbání profilů je proces nelineární plastické deformace, kdy v jednom nebo několika místech profilu vytvoříme ohyb. Naopak stáčení je lineární, z rovného materiálu vytváří průběžně po celé délce ohyb o stejném poloměru. Současné vyspělé 3D ohýbačky dokáží nahradit některé stáčecí stroje.

3D Ohýbačka

Stroj vysunuje upnutý profil dopředu směrem jeho osy, v místě ohybu jej ohne okolo rol-ny (tvarová kladka), dále pak pokračuje ve vysouvání. Méně vybavené stroje nabízejí pouze konstantní poloměr ohybu definovaný kladkou, lepší stroje nabízejí různé poloměry ohybu v

jednom procesu. Pro výrobu 3d ohybu s trubkou navíc otáčí. Vše probíhá pouze posuvem dopředu, stroj se nemůže vrátit. Návrh musí respektovat hmotu stroje – výsledný ohnutý profil nemůže být uzavřený.

Stáčení profilů

Stroj má tři poháněné kladky, tvořící trojúhelník pro upnutí materiálu. Hydraulicky, nebo mechanicky je prostřední kladka vtlačována mezi dvě protější, tím ohýbá profil. Otáčení kladek způsobují pohyb materiálu, vytvářející dlouhý ohyb konstantního poloměru. Stroj nemůže vyrobit naprosto uzavřený tvar, v takovém případě se stočí spirála, která se v další operaci zploští.

2.2.5 Zakončení profilů

Pro svařování je nutné konce trubek opracovat tak, aby těsně dosedaly na navazující profil. Pro opracování konců trubek se používá: Vrtačky s korunovým vrtákem, frézky horizontální/vertikální, nebo ruční opracování pilkou/pilníkem. Hlavní technologický problém je, přesně ustavit trubku pod nástroj, aby byl správně a jednoznačně umístěn řez. K tomuto je dobré přihlížet už při konstrukci rámu.

2.2.6 Výztuhy z plechů a tvarových prvků

Pro vyztužení konstrukce, nebo jednodušší ustavení nosných profilů, obsahuje většina svařenců různé podpurné prvky. Svým zpracováním výrazně ovlivní estetiku výrobku. Nejčastěji jsou tvořeny z vyřezaného plechu, případně ohnutého. Ve zvláštních případech se používají tvarové výkovky. Pro svařence ze slitin hliníku jsou specifické CNC frézované podpory konstrukce, fungující jako samostatný výrazový prvek designu.

2.2.7 Svařování příhradového rámu

Svařování jako obecný pojem o spojování materiálu nedělitelným spojem zde nemá smysl představovat. Obecně se vyznačuje nižší přesností výrobku a vznikem vnitřní napětí svařence, vlivem rozdílného prohřátí a chladnutí materiálu. Dále nižší pevností materiálu v oblastech těsně okolo sváru. Respektuje-li konstrukce a výroba předepsané postupy, nejsou tyto nedostatky znatelné na hotovém výrobku.

Pro kvalitní výrobek musí být splněny podmínky – přesný připravený materiál, přesné ustavení materiálu, dobře zvolený postup svařování. V závislosti na typu materiálu je doporučena je konečná tepelná úprava (žihání).

Zjednodušeně, konstrukce musí respektovat logiku svařovacího procesu, postupné skládání výrobku, prostor pro svářeče a limity následného obrábění po svaření.

2.3 Pohonné ústrojí

2.3.1 Nápravy

Technická literatura [33] popisuje účel náprav takto – přenáší tíhu vozidla na kola, přenáší hnací, brzdné a boční síly mezi rámem a koly, umožňují odpružení vozidla.

Nápravy mají přímý vliv na konstrukci rámu, jsou k němu přichyceny v řadě míst a tuhost mezi body jejich uchycení je tím nejdůležitějším, co definuje kvalitně navržený rám.

2.3.2 Přední lichoběžníková náprava

Nápravu tvoří dva páry lichoběžníků umístěné kolmo k ose vozidla. Širší základna lichoběžníku je upevněna přes pryžové elementy nebo ložiska k rámu. Směrem ke kolu se lichoběžník zužuje, aby dal prostor zatáčení kola. Na vnějším konci lichoběžníků je uchycen rejdový čep (tvarový díl držící kolo), jeho klouby umožňují jak pružení, tak otáčení kola. Na rejdový čep je přes ložiska uchycen náboj kola. Konstrukční výhodou lichoběžníkové nápravy je jednoduché navržení výhodné kinematiky kola. Dobře funguje i z hlediska pevnosti jednotlivých komponentů, je vhodná i pro kusovou výrobu. Tlumič s pružinou se většinou uchycuje doprostřed spodního lichoběžníku, v případě, když náprava není hnací.

Konstrukce lichoběžníků může být různá – motorsport nejčastěji používá svařované trubkové lichoběžníky, naopak v sériové výrobě jde o jednoduché plechové výlisky. Dražší sériové vozy používají výkovky z lehkých slitin. Pro kusovou výrobu jsou vhodné i lichoběžníky frézované z lehkých slitin – především u nich by se dalo uvažovat i tvarování zohledňující design.

Návrh kinematiky nápravy, tedy úhly záklonu, odklonu, sbíhavost, změny hodnot při pružení jsou záležitostí konstruktéřskou, proto není důležité je blíže popisovat.

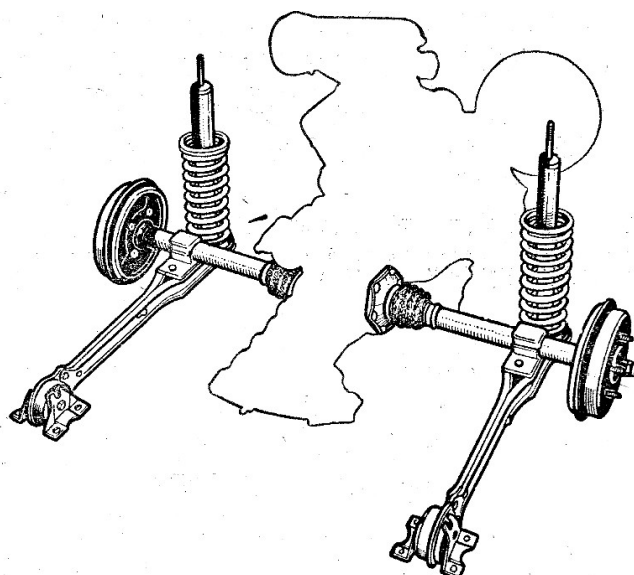
Po navržení kinematiky nápravy konstruktérem, se vykresluje finální obalová křivka kola, opisující hmotu kola při pružení a zatáčení, ta je pro design stěžejní.



Obr. 26. Přední lichoběžníková náprava hotrodu [34]

2.3.3 Zadní náprava kyvadlová

Tento typ nápravy je uvažován jako náprava hnací. Ramena nápravy jsou umístěna podélně, nebo mírně diagonálně s osou vozidla. Kolmo od osy vozu směřují ke koncům ramene poloosy, jejich obal slouží jako nosný prvek nápravy pro zachycení bočních sil. Kinematika nápravy je jednoduchá a neumožňuje dosáhnout ideálních vlastností potřebných např. u silničních-sportovních vozů. Jednoduchou konstrukcí je vhodná pro malá lehká terénní vozidla.



Obr. 27. Zadní náprava kyvadlová ze Škody 1000 MB [35]

2.4 Odpružení

Odpružení je definováno tlumícím elementem a jeho uchycením do tlumené sestavy. Ačkoliv mohou být tlumič a pružina umístěny od sebe, stejně tvoří nedělitelnou sestavu. Pružina

nese tíhu konstrukce a umožňuje pohyb odpružených elementů. Tlumič tlumí její kmity, brání soustavě před houpáním nebo přímo rozkmitáním. Mimo speciální řešení (např. McPherson) nese sestava pružiny s tlumičem pouze axiální zatížení.

Tlumicí jednotka je ze strany jedné uchycena do rámu, strana druhá do ramena nápravy (nebo jiného vhodného dílu). Z obou stran uchycena kyvně.

Uchycení tlumiče do rámu musí být pevné dost na to, aby uneslo odpovídající díl tíhy vozidla. Nejedná se o maximální hmotnost vozidla dělenou čtyřmi, zatížení musí být zkorigováno dle jízdních podmínek, u terénního vozidla se dá říct – extrémních jízdních podmínek.

Tlumicí jednotky jsou u malosériové výroby nakupovaným dílem – objednaným dle katalogu.

2.5 Hnací jednotka

Zamýšlený pohon buggyny tvoří nakupované elektromotory. Ty napřímo, nebo přes převodovku povedou kroutící moment na hřídele - poloosy. Hřídele končí v náboji zadního kola, které pohánějí. Uchycení elektromotorů musí počítat nejen s jejich tíhou, ale sloužit i jako reakce k jejich točivému momentu. Adekvátně k výkonu motoru musí být dimenzovány úchyty do rámu.

2.6 Bateriový box

„Nádrž“ a zároveň nejproblematictější komponenta všech elektromobilů současnosti. Dnešní akumulátory se vyznačují především vysokou hmotností, vytvářením tepla za provozu a vysokou cenou. Zamýšlený akumulátor bude složen z tzv. cylindrických článků, ne-nepodobných klasickým AA bateriím, ty jsou ve velkém počtu upevněny v boxech. Na konstrukci vozu má vliv především objem a hmotnost celé baterie, dále potřebný objem vzduchu pro chlazení článků. Bateriový box není zamýšlený pro pravidelnou výměnu při vybití, ale jako pevná součást vozidla.

2.7 Brzdy vozidla

Brzdy, vyvíjením brzdného momentu, působícím proti hybné síle vozidla, mají úkol vozidlo zpomalit až k zastavení, nebo ho udržet v nehybné pozici i na nakloněné rovině. Zamýšlené osazení buggy jsou standardní čelistové brzdy (kotoučové), ovládané dvojitým hydraulickým okruhem jako základní brzdový systém. Brzdy budou převzaty z dostupné sériové produkce, velikost brzd určí limitní rozměry ráfků.

2.8 Kola vozidla

Kola vozidla výrazným způsobem ovlivňují jeho chování při jízdě. Základním úkolem je přenášet hnací a brzdné momenty, to se může dít efektivně jen při správném výběru velikosti kola a typu pneumatiky. Velikost ráfku s pneumatikou je zásadně určující veličina pro návrh-design vozidla.

Shrneme základní vliv rozměru kola:

Moment setrvačnosti kola – princip setrvačnosti je závislý na hmotnosti a průměru. Ovlivňuje dynamiku jízdy, kola s velkým obvodem jsou dobré pro jízdu rovnoměrnou rychlostí, kola s malým obvodem pro jízdu s častým zrychlováním a zpomalováním. Pro terénní vozidlo je z tohoto hlediska lepší druhá varianta.

Proti tomu jde požadavek na absorbování nerovností povrchu, který jasně stanovuje – větší-lepší. Pro absorbování nerovností je ideální pneumatika s vysokým profilem a velkým obvodem, tím ovšem roste hmotnost, což negativně ovlivní jízdní dynamiku.

Minimální velikost kola je stanovena rozměrem mechaniky náboje a brzdy.

Na posledním místě bude uvedeno estetické hledisko. Kola tvoří podstatnou měrou design vozidla. Zažitá rovnice větší-lepší s výjimkami platí a je vyžadována především v posledních letech, kdy je estetika upřednostněna před praktičností. Preferovány jsou výrazné velké ráfky a pneumatiky s nízkým profilem. Což je protichůdné s požadavky terénních vozidel.

2.8.1 Specifikace pneumatik

Předchozí odstavec uvádí velikost kola jako zásadní veličinu pro design. U buggyny je prvně důležitá selekce správné pneumatiky. V nadcházejícím odstavci jsou uvedeny jak běžné automobilové, tak speciální ATV, návrh může uvažovat obě varianty, finální výběr uvádí praktická část.

Na první pohled široká nabídka automobilových pneumatik je omezená na jisté obvyklé rozměry. Rozměry pneumatiky skrývá jejich kódové označení, to by sice mělo popisovat i reálnou velikost, ve skutečnosti ale rozměry vypočtené z kódového značení a rozměry reálné nesouhlasí. Exaktní hodnoty o vnějších rozměrech pneumatiky neuvádí ani většina výrobců, získat tyto hodnoty znamená buď použít kalkulátoru velikosti na internetu[38], nebo nalézt prodejce, který rozměry poskytuje.

Nabídka pneumatik pro ATV je proti tomu odlišná, pneumatika má přímo v kódovém označení uvedeny vnější rozměry. Oproti automobilovým se výrazně liší typem dezénu, většinu nabídky tvoří pneumatiky pro hluboké bláto, či písek.

Tabulka jako příklad uvádí některé dohledané typy vhodných terénních pneumatik, kombinuje jednotky mm a palce – dle hodnot udaných výrobcem.

Tab. 1. Porovnání velikosti automobilových pneumatik

Označení pneumatiky	Doporučený ráfek	Vnější průměr	Vnější šířka	Určení/výrobce
185/65 R14	14"x5.0-6.5"	600mm	158mm	Auto-Truck .2000
195/80 R15	15"x4.5-6.0"	740mm	190mm	Auto-YOKOHAMA
205/70 R15	15"x5.5-7.5"	690mm	200mm	Auto-K2
25x8.00R12	12x6,5"	25.0"	8.0"	ATV
26x9.00R14	14x7.0"	26.0"	8.9"	ATV
26x11.00R14	14x8.5"	26.0"	10.9"	ATV

Informace ze stránek opony4x4.eu [36]; csttires.com[37]; kalkulátor auto-pneumatik [38]

Standardní označení pneumatiky udává:

Automobilová:

Šířka(mm)/poměr výšky k šířce(%) _ R(radiální konstrukce)-průměr disku(palce)

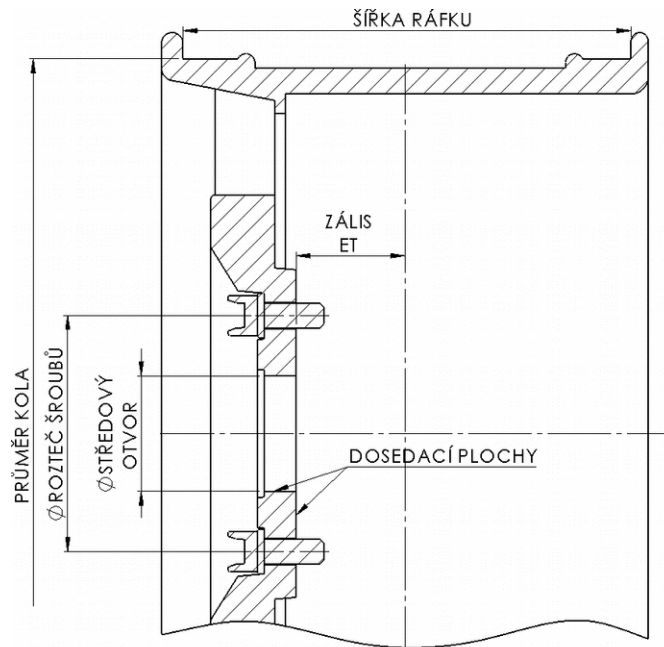
ATV:

Vnější průměr pláště x šířka _R(radiální konstrukce)-průměr disku (vše palce)

2.8.2 Specifikace ráfků

K velikosti pneumatiky je vybírán ráfek odpovídajících rozměrů. Ráfky automobilové a ATV nejsou zásadně rozdílné. Ráfek definují hodnoty: průměr, šířka, počet šroubů na uchycení k náboji a jejich roztečný průměr, průměr středového otvoru, hodnota vysunutí ráfku od náboje značená ET [39].

Zmíněné hodnoty jsou charakteristické dle výrobce automobilu, ráfky mezi rozdílnými výrobci jsou špatně zaměnitelné. Jako obvyklého řešení pro nestandardní kombinace se užívá redukčních podložek.



Obr. 28. Schéma rozměrů automobilového ráfku

Pro příklad komplikovaného označení automobilových ráfků: $6J \times 15 ET45 \ 4/100/57,1$

Kde: 6 – šířka v palcích; J – jeden z typů patice; 15 – průměr v palcích; ET45 - „vystrčení“ kola v jeho ose (zjednodušeně); 4/100 – počet šroubů na roztečném průměru 100; 57,1 – průměr středového otvoru – musí sedět přesně na náboj, nebo se řeší redukcí.

2.8.3 Konstrukce ráfku

Konstrukce ráfků je odlišná dle použitého materiálu.

Kola ocelová jsou složena z plechových výlisků natěsno zalisovaných do sebe. Jedná se o nejdostupnější, levné řešení. Nevýhodou je jejich vyšší hmotnost a především náchylnost ke korozi a kroucení. Z hlediska designu nejsou příliš zajímavé.

Kola z lehkých slitin mají oproti ocelovým nižší hmotnost při vyšší tuhosti ráfku, úměrně tomu je vyšší cena. Nejběžnější způsob výroby je metoda přesného lití pod tlakem, vhodná pro velkosériovou výrobu dostupných „hliníkových“ disků. Dražší kola mohou být zhotoveny kováním anebo frézováním. Kování ve tvarových zápustkách, odpovídající designu ráfku je vhodné pro sériovou výrobu vysoce kvalitních ráfků.

Pro malé série, nebo kusovou výrobu lze kovaný ráfek kombinovat s následným frézováním. Na trhu jsou dostupné (především v USA) kované polotovary disků, mají už hotovou obruč, ale plný střed, určený k dokončení frézováním. Střed je dokončen na CNC frézce, podle požadavků zákazníka.

Levnější alternativou zakázkové výroby disků jsou vícedílné ráfky. Obruč ráfku se koupí jako hotová, má po obvodu množství děr pro uchycení středu. Střed je možno vyrobit zvlášť například frézováním, hotová se přišroubuje do obruče ráfku.



Obr. 29. Vícedílný ráfek Schmidt se šroubovaným středem [40]

2.9 Krytování vozidla

Návrh buggy klade důraz na minimalizaci prvků kapotáže, avšak nelze se jí vyhnout úplně. Platná legislativa i zdravý rozum vedou k použití alespoň základních prvků. Vozidlo jistě nebude nabízet stejnou úroveň ochrany před klimatickými vlivy jako dnešní, vyspělé automobily. Spíš se jedná o málo lepší komfort než na motocyklu. Účel kapotování – chránit stroj a posádku před znečištěním, zároveň by mělo přispět k lepší aerodynamice vozidla – toto hledisko je ovšem u buggy sporné. Krytování je důležitý prvek pasivní bezpečnosti. Probereme jej v úrovni legislativní, a zmíníme konstrukční/technologické možnosti limitující návrh.

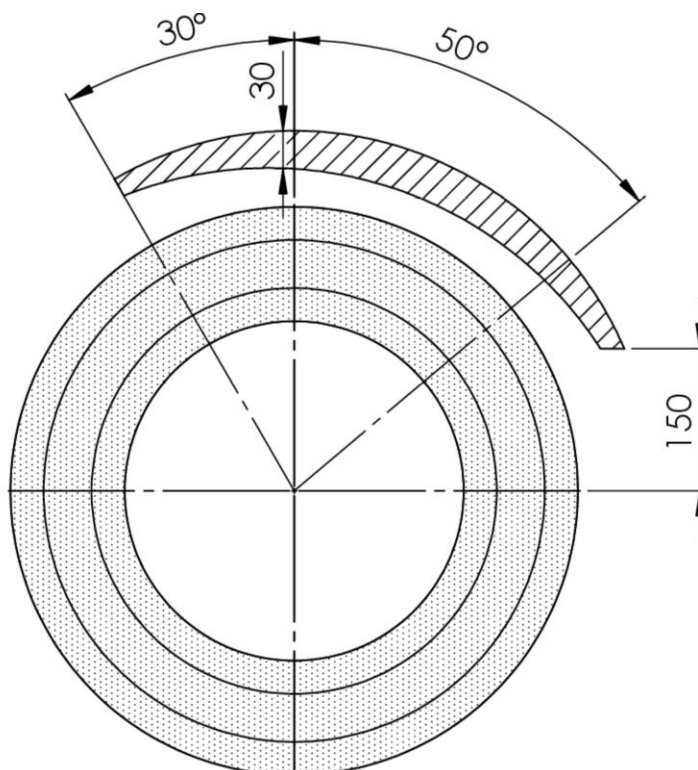
2.9.1 Zamýšlené krytování vozidla

Pro návrh, dále popsany v praktické části, jsou zamýšleny tyto prvky: Blatníky, krytí předního zavazadlového prostoru, palubní deska chránící řídicí elektroniku a s úložným prostorem, průhledný ochranný štítek, podlaha, korba se zadním víkem.

2.9.2 Legislativní požadavky

Buggyňa pro homologaci do silničního provozu bude dle předpokladu řazena v kategorii L7. V době zpracování návrhu, stanovil zadavatel prozatím pracovat dle platné legislativy pro osobní, nákladní vozidla. Legislativa pro osobní vozidla je obecně přísnější.

Směrnice krytí kol [41] 78/549/EHS uvádí požadavky vyjádřené následujícím schématem:



Obr. 30. Zakrytí kola – minimální požadavky na blatník

Směrnice popisující vnější výčnělky[43] E/ECE/324; E/ECE/TRANS/505 Rev.1/Add.25; Předpis 26. Popisuje úpravu hran všech vnějších částí vozidla, nad úrovní podvozku. Její znění je velice obsáhlé, proto je uvedena pouze odkazem.

Ochranu chodců při srážce s vozidlem uvádí směrnice[44] 2003/102/ES*D2004/90/ES. Popisuje způsob pohlcení nárazu, dovolené míry zranění chodce skrz měření na předepsaných figurínách. Její znění je opět natolik obsáhlé, že pečlivé řešení vozidla v oblasti srážky s chodcem vydá na samostatnou výzkumnou práci.

2.9.3 Konstrukce krytování

Konstrukce prvků krytování by měla sledovat především funkci a dlouhodobou odolnost. Z hlediska technologie jednoduchou výrobu, snadnou montáž. Dá se předpokládat, že při použití budou prvky značně namáhané vibracemi(povrch vozovky, proudění vzduchu), na nečistoty, a při pravidelném čištění budou zatíženy vnikem vody.

Konstrukce by měla řešit: Tvar odpovídající účelu dílu a bezpečnostním požadavkům. Pevné uchycení, prolisy zvyšující tuhost, úsporu hmotnosti na vlastním dílu. Aerodynamické hledisko požaduje zamezit vzniku vzduchových kapes a výrazného turbulentního proudění. Nepřípustné je zadržování stojící vody na stroji.

2.9.4 Plechové dílce

Plech(ocelový, hliníkový) je levný materiál vhodný pro díly, jenž nevyžadují složité tvarování (tvarové lisování dílců v této práci neuvažujeme). Ideální na velké plochy, plnicí lehčí nosnou funkci. Díky možnostem CNC řezání, ohýbání a svařování jsou konstrukční možnosti poměrně široké. Předem ho uvažujeme pro podlahu kokpitu i nákladového prostoru.

2.9.5 Plastové dílce

Výhody plastu pro konstrukci dílů – jednoduchá zpracovatelnost, nízká hmotnost, pružnost, odolnost vibracím, probarvené bez potřeby další povrchové úpravy. Naopak špatná opravitelnost, stárnutí. Proto jsou vhodné pro rozdílné aplikace než díly plechové. Výrobky se výrazně liší dle výrobní metody:

Ohýbané dílce

Plošné díly vyřezané z plastových fólií, ohnuté a ustavené(šrouby, nýty, lepení) v požadovaném tvaru. Řešení je obvyklé například v motorsportu. Použití od průzorů – štítků(náhrada čelního skla) po blatníky(ohnuté, přinýtované ke konstrukci)

Vakuové tvarování

Nejdostupnější metoda výroby tvarových dílů. Fólie či deska, zahřátá do plastického stavu, následně odsátím vzduchu(vakuovou vývěvou) natažená na tvarové kopyto. Jistou nevýhodou technologie je rozdílná tloušťka stěn výrobku – vertikální stěny jsou tenčí, zatímco horizontální plochy odpovídají původní síle materiálu. Materiálů vhodných k zpracování touto metodou je řada. Nejběžnějšími jsou fólie vysoce houževnatého polystyrenu - HPS, polyethylenu - PE, polykarbonátu - PC, akrylonitrilbutadienstyren - ABS. Užitečná je i vlastnost zachovat si texturu – vakuování fólií s texturovaným povrchem řeší řadu rozměrných dílů v automotive.

Vstřikování termoplastu

Odolné, přesné výrobky, často hotové na jednu operaci. Vysoké náklady na zavedení výroby, pro kusovou výrobu nevhodné.

Rapidprototyping

3D tisk, populární v posledních letech je zajímavou alternativou k vstříkovaným dílům. Výhodný především pro kusovou výrobu, pro nízké technologické náklady. Nenahraditelný při výrobě prototypů drobného charakteru. Nevýhodou jsou velice pomalá, často nespolehlivá produkce i nerovnoměrná pevnost dílů, způsobená neprofesionálním provedením strojů. Konstrukce dílů pro 3D tisk je specifická, nelze jej brát jako náhradu klasických metod.

Kompozity

Díly vyrobené kombinací dvou odlišných materiálů pro dosažení specifických vlastností. Vyznačuje se lepší pevností, hmotností nebo ekologickými parametry. Ovšem známou vlastností standardních kompozitů je právě obtížná recyklace. Výrazné nebezpečí kompozitních materiálů jsou ostré hrany vznikající ve zlomu při nehodě.

Kompozit je složen z:

První složka – vlákno – skelné, aramidové nebo uhlíkové, plní funkci nosnou, avšak pouze při zatížení vlákna v tahu.

Druhá složka – pryskyřice(reaktoplastické pojivo) – polyesterová, epoxidová – pojí vlákno dohromady v nerozebíratelný kus.

Třetí složka – výplně – lehčené výztuže, výrazně navyšují pevnost. Obvyklé jsou polyuretanové pěny, nebo hliníkové voštiny.

Tvar výrobku je určen formou, nebo kopytem, pevnost výrobku způsobem skladby vlákna. Výrobek může být přímo v procesu zbarven, dále už nepotřebuje barevnou úpravu.

2.10 Osvětlení vozidla

Směrnice [42] 76/756/EHS*97/28/ES předepisuje montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci. Je klíčovou směrnicí, určující výraznou podobnost všech vozů. Určuje limity pro umístění světlometů na vozidle, jejich množství a velikosti.

Uvedeme zjednodušený výčet povinného osvětlení a požadované pozice. Norma přesněji uvádí podmínky umístění, množství a možné varianty, následující výpis obsahuje základní údaje pro řešený případ:

Dálkový světlomet – 2-4 kusy, pozice na vozidle neurčena, nesmí při funkci oslňovat řidiče odrazem na vozidle.

Potkávací světlomet – na přední části vozidla, vnější okraj vyzařovací plochy nanejvýš 400 mm od kraje vozidla, výškou nejméně 500 mm nad zemí, nejvíce 1200mm. Viditelnost vertikálně 15° nahoru, 10° dolů, horizontálně 45° směrem ven a 10° směrem dovnitř.

Přední mlhový světlomet – nepovinný, pokud je, tak za podmínek shodných s potkávacími, jen minimální výška je pouze 250mm.

Směrové svítilny – Dvě přední, dvě zadní, dvě boční (lze nahradit předními, když splní jejich podmínky). Přední a zadní na výšku 350-1500mm, boční 500-1500mm, délkově maximálně 1800mm za přední rovinou vozidla. Podmínky na šířku shodné s potkávacími světlomety 400mm od kraje. Geometrická viditelnost vertikálně v obou směrech 15°*, horizontálně 80° ven a 45° dovnitř u předních i zadních.

Přední obrysová svítilna – Prakticky shodná s předpisem na přední směrové světlo.

Denní svítilny – Nepovinné, pár. Maximálně 400mm od kraje, 250-1500mm nad vozovkou.

Zpětný světlomet – jeden nebo dva, na výšku 250-1200mm vzadu na vozidle.

Brzdová svítilna – Dvě vzadu na krajích, jedna uprostřed. Dvojice krajních nejméně 600mm od sebe, na výšku 350-1500mm, geometricky 45° horizontálně, 15° vertikálně*. Střední brzdové nejnižší 850 mm nad vozovkou, ne však níže než 150mm pod zadním sklem. Horizontální viditelnost pouze 10° v obou směrech, 15° vertikálně. Prostřední brzdové nemusí být na zádi vozidla.

Zadní obrysová svítilna – pár, vertikálně 350 – 1500mm nad vozovkou, viditelnost 15°* nad i pod osu. Horizontálně – vnější kraj nejvíce 400mm od kraje vozidla, viditelnost 45° dovnitř, 80° ven.

Zadní mlhová svítilna – Jedna nebo dvě. Pokud jedna, může být uprostřed vozidla nebo blíž středu vozovky. 250-1000mm nad vozovkou, Horizontálně 25°, vertikálně 5° v obou směrech.

Osvětlení registrační značky – povinné vzadu

Zadní odrazka – 400mm od kraje vozidla, 250-900 mm nad vozovkou, úhly 30° horizontálně a 15° vertikálně

*úhly směrem dolů norma zmenšuje, pokud je světlomet nízko u vozovky

2.10.1 Univerzální prvky osvětlení

Vyrábět a homologovat vlastní světlomety je velice nákladné, většina malosériových výrobců používá světlomety univerzální. Najdeme je na většině autobusů, přestavěných dodávek, traktorech, stavební technice i řadě motocyklů. Nabídka, zaměřená především na velké vozidla nenabízí vhodná řešení pro všechny. I přes širokou nabídku designéři inklinují k podobným řešením, především pro malý výběr esteticky zajímavých výrobků.

Nabídku v Evropě tvoří především tyto výrobci:

Německá Hella, Francouzský Vignal a Polský WAS, další výrobci s drobnější nabídkou jsou pak např. Proplast, Nordiclights.



Obr. 31. Kombinace typických univerzálních světlometů zn. Hella

2.11 Kokpit vozidla

Vozidla ATV disponují v kokpitu základními ovládacími prvky a nejn nutnějšími prvky pasivní bezpečnosti. Prvky pasivní bezpečnosti tvoří ochranný rám, čtyřbodové bezpečnostní pásy, airbagy se neuvažují. Ovládací prvky jsou vesměs nakupované univerzální prvky osazené do přístrojové desky. Přístrojová deska chrání v ní ustavené přístroje před vnějšími vlivy a měla by sloužit i jako užitečný odkládací prostor. Přístrojová deska je vyráběná na míru návrhu, technologické možnosti se neliší od krytování vozidla.



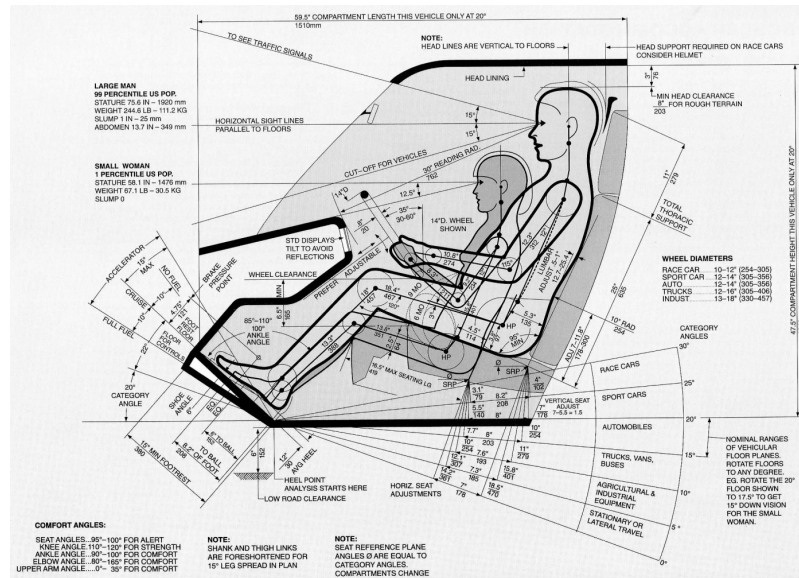
Obr. 32. Voděodolné spínače značky Hella [48]



Obr. 33. Omyvatelný (offroad) sedák značky OMP [49]

2.12 Ergonomie posádky

Určení správné ergonomie kokpitu má několik možných řešení. Vyčerpávající schéma z knihy *The Measure of Man*[50](Dreyfuss Henry, 1967) s doporučenými velikostmi pro interiér vozu. Současné běžné řešení je analýza návrhu ve 3D s umístěním figuríny a polohováním do zkoumaných pozic. Třetí varianta je převzetí rozměrů z jiného vozidla. Praktická část řeší problematiku kombinací nabízených řešení.



Obr. 34. Ergonomie řidiče, Henry Dreyfuss – The Measure of man [50]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ZADÁNÍ PROJEKTU

Zadavatel požadoval návrh elektrické buggyny v užitkovém provedení. Tedy velká čtyřkolka pro dva cestující sedící vedle sebe, s nákladovým prostorem vzadu za posádkou. Rozvor vozidla obdobný se Škoda Citigo 2340mm, světlá výška 300mm, zdvih odpružení 150mm, původně zadané 12“ disky. Uvažovat posádku s helmou – více prostoru na hlavu.

Vozidlo by mělo spadat do kategorie dvoumístných užitkových čtyřkolek L7 dle předpisu 2007/46/ES, což znamená suchá hmotnost bez baterií do 550kg, výkon do 15kW. Avšak není jisté zda vývoj projektu ji nakonec nezařadí do výkonnější kategorie.

Zadání poskytuje obrovskou míru svobody. Naprosto nový výrobek, nemá specifikované rozměry pohonné jednotky, ani přesně stanovené vnitřní členění. Požadovaným výstupem je rám, osazený legislativně předepsanými prvky, základní krytování stroje, osazení přístrojů, sedadel a nákladového prostoru.

K zadání zadavatel poskytl 3D modely základních komponentů – kola, nápravy, řízení, bateriový box a motory, sestavené v požadované velikosti vozu. Později, až v průběhu navrhování však uvedl, že není důvod se podle nich řídit. Jak bude později uvedeno, například kola se změnila z 12“ na 14“. Osobně jsem upravil zdvih náprav ze 150mm na vhodnějších 200mm a o centimetr prodloužil rozvor.

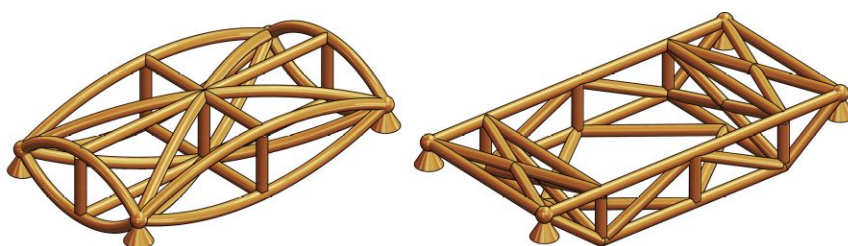
3.1 Inspirace, úvodní myšlenka

Naváží na úvod, mou motivaci podtrhuje přetrvávající záliba v technice. Továrny – například železárny, či elektrárny – vlastně laboratorní aparatury zvětšené do maximálních rozměrů. Inženýrské stavby, jejich forma sledující tektoniku vytváří estetický prvek. Stavby futurismu a high-techu taky víc odhalovaly, než skrývaly. Na první-laický pohled nesmyslné množství trubek, boxů, nýtovaných spojů, budov a komínů. Avšak umí vytvořit kompozice, stejně zajímavé jako opadané koruny stromů, nebo kostry obratlovců. Ať jsou vyvedené v chladných barvách oceli a hliníku, nebo natřené výraznými odstíny, dokáží fascinovat dokonalostí v celkové složitosti. Dopravní prostředky ve velké míře tuto vlastnost nemají – křivdil bych, některé motorčky a kola ano. Jejich výrobce musí pracovat s odhalenou technikou, dbát zpracování každého detailu, aby nezkažil celek. Automobily toto neumí - celkové zakrytí stroje je praktické, i legislativně vyžadované – aerodynamika, nečistoty, bezpečnost a navíc dech beroucí křivky, které na karoserii umí designéři vytvořit. Ovšem ona utěsněnost vozidla diváka o hodně ochudí.

E-Buggy má možnost udělat „auto“ jinak, vystavit techniku na odiv, dát jí hlavní roli v estetice. Přiznám, v průběhu, který prezentuji na následujících stranách, často sklouzávám z této myšlenky, mozek i ruka automaticky vytváří zažité automobilové řešení. Najít řešení jiné, vyžaduje projít slepé uličky a zkoušet nezkoušené. Tvrdohlavě se vyhýbám opisování cizích řešení, což se méně či více, občas daří.

4 VÝVOJ NÁVRHU

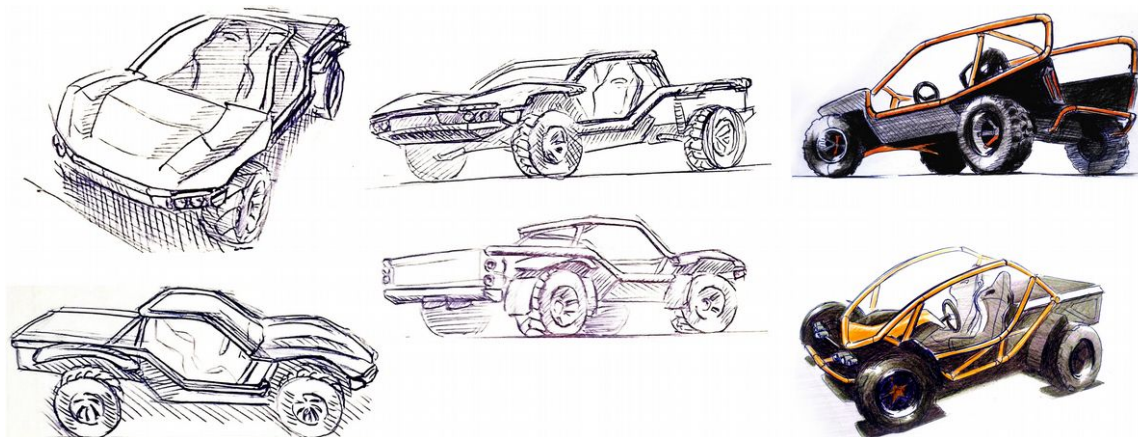
Začátek navrhování by se dal shrnout jako hledání nejvhodnější kostry – rámu vozidla. Následující obrázky uvádějí základní myšlenky ovlivňující stavbu rámu. Rám má základní požadavek – být maximálně tuhý, při minimální váze, za druhé musí být vyrobitelný. Na vyrobitelnost se zaměříme později, zde nastíním řešení tuhosti. Rám, tedy příhradová konstrukce nejlépe spojí čtyři body (čtyři kola) tehdy, když opisuje jakýsi polštář, podobně jako vypouklá střecha hokejové haly. Taková konstrukce by vykazovala ideální tuhost v krutu i ohybu, které provoz vozidla v různých kombinacích přináší. Reálné, zjednodušené řešení, podobné tomu co používají závodní vozy, uvádí pravý obrázek. Nosníky tvoří konstrukci podobnou jednoduchému železničnímu mostu. Hlavní nosníky horizontální, mezi nimi vertikálně a diagonálně kratší vzpěry. Taková konstrukce poskytuje dost prostoru pro motor, posádku i nápravy – na rozdíl od první uvedené.



Obr. 35. Vlevo – ideální propojení 4 bodů, vpravo reálně možné řešení konstrukce

4.1 Počátky návrhu

V začátku jsem uvažoval tři různé varianty, dvě řešení výrazně popisovaly základní tvar automobilu/pickupu s výraznými přímými liniemi. Poslední byla oblejší – křivkové, nebo obloukové nosníky (pozn. výroba zvládne pravděpodobně pouze obloukové) se snažily přiblížit ideálnímu propojení všech zatížených bodů v rámu.



Obr. 36. Základní skici třech možných řešení

4.2 Varianty ve 3D

Nevýhodou skic je značná deformace proporcí, namísto přesného rýsování zde přišlo vhod přejít rovnou k 3D modelování. V začátcích, i později používám především Blender 3D. Jedná se o opensource modelovací program, pracující s polygonovou sítí. Ta dovoluje velmi rychlé změny modelu, dá se přirovnat k virtuální sochařské hlíně. Jistou nevýhodou je nižší přesnost. Následující vizualizace ukazují rozpracované modely.



Obr. 37. Základní 3D modely nosných rámců Buggy

Zkouška všech tří rámců v prostoru, jde poznat že ze začátku zpracované rámy byly menší, než by bylo vhodné. To bylo způsobeno slabým odhadem reálné velikosti vozu, pro lepší porovnání velikosti byl kromě figury řidiče používán i osobní vůz Škoda Fabia. Rámy byly modelované na komponenty dodané zadavatelem – kola, nápravy, prvky interiéru. Pozdější konzultace však vysvětlí, že držet se jich striktně nebylo tak úplně třeba.

Z předchozích variant byla vybrána varianta 3. s obloukovými nosníky, ačkoliv byla nejproblematictější v hledání „výrazu“ vozidla. V principu stavby rámu nejvíce odpovídala vlastní představě, jak by měla E-buggy vypadat. Další dvě „hranaté“ varianty byly zavrže-

ny pro příliš konvenční tvar, stahující ke standardním řešením.

4.3 Vybraná řešení

Obloukový rám dlouho hledal správnou podobu, zkoumalo se nejvhodnější možné vedení nosníků. Podmínek vstupujících do návrhu bylo mnoho:

1. Vhodné uchycení obou náprav a tlumičů, tuhé propojení všech zatěžovaných bodů
2. Prostor pro pohyb kola – pružení a zatáčení
3. Prostor pro posádku, vhodný vstupní otvor, dobré výhledové parametry
4. Prostor pro náklad, osobní cíl byla možnost naložit europaletu, jejíž těžiště bude před zadní nápravou
5. Technologicky jednoduchý rám o nízké hmotnosti

Jednotlivé snímky zobrazují důležité fáze vývoje.



Obr. 38. Hledání nejvhodnějšího řešení rámu



Obr. 39. Hledání nejvhodnějšího řešení rámu



Obr. 40. Prostor na korbě měl být dostačující pro europaletu

4.4 Konzultace, pevnostní analýza

V této fázi bylo vhodné buggynu detailně konzultovat s vedoucím práce a zadavatelem.

Za náš ateliér práci konzultovali – vedoucí práce MgA. Martin Surman, ArtD., MgA. Rostislav Zapletal.

Za zadavatele doc. Ing. Petr Tomčík, Ph.D. za vedení projektu, Ing. Vladimír Zbožínek za konstrukci a Ing. Miroslav Suchánek pracoval na pevnostní analýze konstrukce.



Obr. 41. Konzultovaná verze

4.4.1 Připomínky

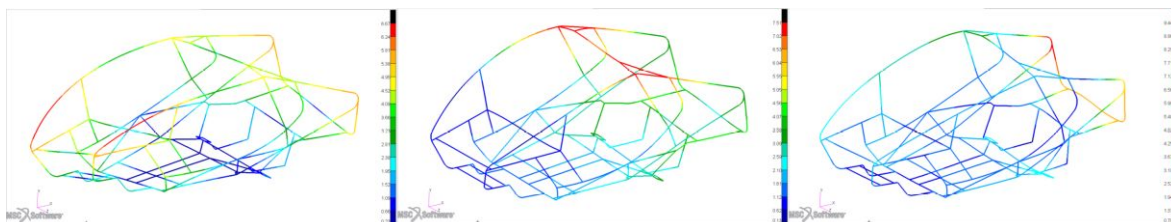
Za design: Málo propracované plochy krytování, příliš standardní světla, zlepšit vizuální ucelenost rámu. MgA. Martin Surman, ArtD. doporučoval více oblých nosníků v zadní části – zadní část, oproti přední, měla pouze přímkové nosníky.

Za konstrukci: Vyřešit pevnější uchycení předních tlumičů, pevnostní analýza určila řešení sloupků a střešního oblouku jako příliš měkké, rám by bylo vhodné víc vyztužit do kříže.

4.4.2 Pevnostní analýza rámu

Pevnostní analýza zpracovaná u zadavatele řešila tuhost rámu – principem určení vlastní frekvence rámu, zpracovaná v programu MSC Patran. Analýza určila slabé místa konstruk-

ce – v této verzi především „střešní“ nosníky.



Obr. 42. Analýza vlastní frekvence rámu

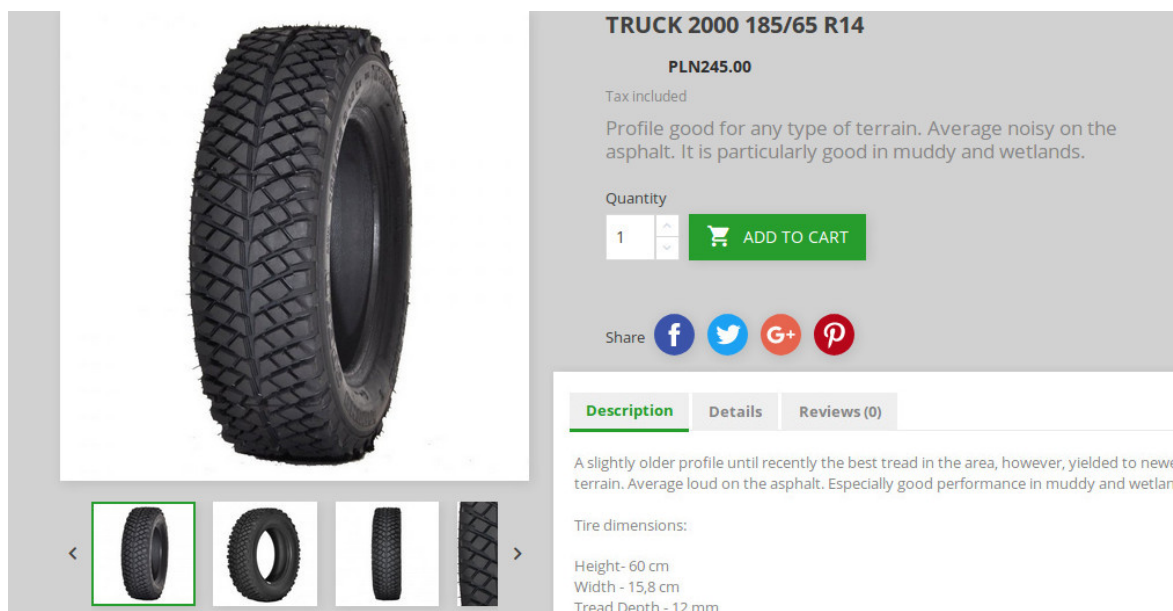
4.4.3 Změna velikosti kol

Další podstatná připomínka za konstrukci byl požadavek změnit disky z 12“ na 14“, neboť na menší disky nenajde zadavatel vhodné brzdy. V této fázi proložím vývoj designu hledáním vhodných kol. 12“ disky a pneumatiky, dodané ze začátku zadavatelem nebyly dle posledních konzultací vhodné. Nově se hledalo řešení s ráfky 14“ a více. Velikost kol byla limitována už rozpracovaným designem a zároveň předpokladem poměrně slabého motoru.

4.5 Výběr pneumatik a disků

4.5.1 Automobilové pneumatiky

Přednost měla nabídka automobilových pneumatik. Protože zadavatel počítá s použitím dílů náprav dostupných na trhu, ideálně díly vozidel Škoda auto, byl záměr vybrat použitelnou kombinaci kola + pneumatiky vhodné k použití s náboji Škoda. Ukázalo se, že nabídka terénních pneumatik ve 14“ provedení je velice úzká. Dostupné pneumatiky mají poměrně úzkou stopu, navíc najít přesný údaj vnějšího průměru je často nemožné. Pokud byla tato informace dohledatelná, neodpovídala velikostem stanoveným z kalkulátoru velikosti pneumatik[38]. Dohledatelná byla například u Polského prodejce terénních pneumatik, určených pro úpravy malých terénních automobilů. Nalezené výsledky uvádí tabulka číslo 1.



Obr. 43. Terénní pneumatika z webu opony4x4.eu [36]

Záměrem bylo najít pneumatiku ne příliš rozdílnou od těch, které byly používány dosud. Nová měla být užší - původní 27“x11.00“R12 byla zbytečně široká, a jak konzultace ukázaly, zadavatel je dodal zcela náhodně. Zkouška v 3D softwaru určila, že ideální pro design by byl průměr do 65cm a šířka 190-250mm.

4.5.2 ATV pneumatiky

Nabídka pneumatik pro ATV - čtyřkolky je zajímavější. Většina nabídky nebyla typem dezénu vůbec vhodná pro provoz na asfaltu, zbytek ale vyhovoval po stránce designu, i velikosti.

Dezén ATV pneumatik, i jejich tvar je zaměřen víc esteticky, než u automobilových pneumatik. Reálně vhodnost pneumatik posoudí až zadavatel, při stavbě prvního prototypu.

Pro další práci byly vybrány pneumatiky CST Behemoth[37], jako výhodný kompromis mezi terénním a silničním vzorkem. Velikosti 26x9.00“ R14 a 26x11.00“ R14 byly vyhovující.



Obr. 44. ATV pneumatika CST Behemoth, disk ITP – vlastní 3D model

4.5.3 Výběr ráfků

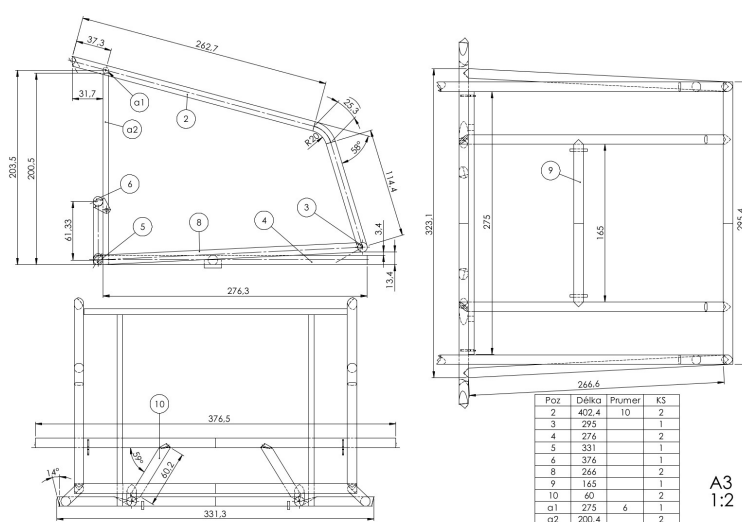
Konzultace dospěly k závěru, že dopředu není nutné přesně stanovit typ ráfků, pozdější změna je poměrně jednoduchá, na rozdíl od velikosti pneumatik (pneumatiky mají vliv na rozměry podběhů). K pneumatikám byly vybrány kola ITP Hurricane [51], jsou určeny pro čtyřkolky-ATV. Rozteč na šroubech 4x110 neodpovídá rozteči na dílech škoda, ale zároveň není velice nestandardní. Tento rozdíl přislíbilo řešit konstrukční oddělení.

Při posledních konzultacích vyvstal požadavek zadavatele na výrobu menšího modelu v měřítku 1:12. Ve stejném období se začala chystat dokumentace pro výrobu modelu 1:4. Abych dodržel časovou osu, zmíním nejdříve přípravu dokumentace, její vliv na design.

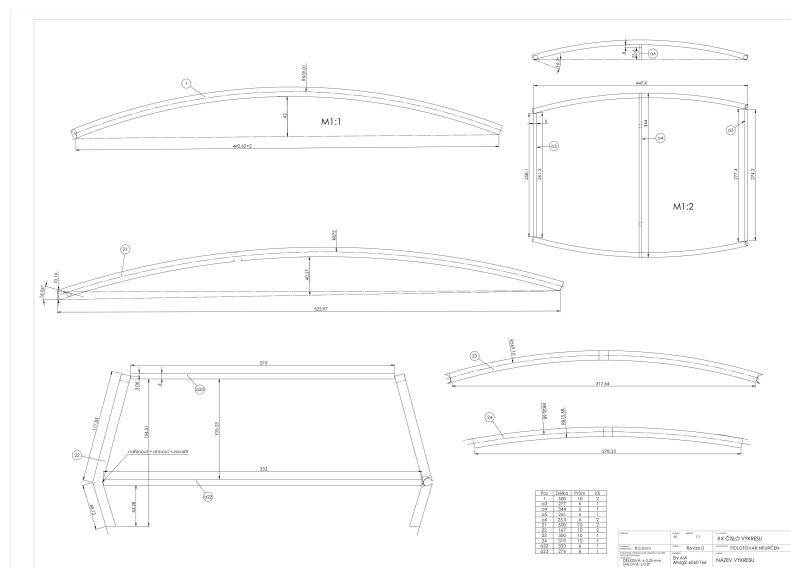
5 MODEL V MĚŘÍTKU

Teprve až při vypracování výkresů, seznámí se designér podruhé pečlivě se svým návrhem. Nejinak tomu bylo u E-buggy. 3D programy dávají svobodu stvořit jakkoliv složitý tvar. Ale ve chvíli, kdy je designér donucen díl po dílu promítnout do výkresu, popsat každý kus až po celou sestavu, přehodnotí složitost vlastního návrhu. Pro vytvoření dokumentace rámu byl použit 3D CAD Solidworks. Rám byl přepracován pro zjednodušení konstrukce. Prvně připravovaný model 1:4 byl pro náročnost odsunut – bude zpracován až po dokončení této - teoretické práce. Před dopsáním práce vznikl pouze model měřítka 1:12.

5.0.1 Výrobní dokumentace rámu modelu



Obr. 45. Výkres zamýšleného modelu 1:4 - korba



Obr. 46. Výkres zamýšleného modelu 1:4 – podélné nosníky

5.0.2 Příprava výroby modelu

Přepřracovaný design byl ihned reflektován na přípravě modelu v měřítku 1:12. Pro další posun projektu byl pro zadavatele stěžejní. Jeho zadání doprovázela konzultace v sestavě: doc. Ing. Petr Tomčík, Ph.D., Ing. Vladimír Zbožínek, MgA. Rostislav Zapletal. Připomínky byly následující: Přepřracovat přední část, zpracovat ji bez zakrytí. Dopracovat podvozok a interiér. Model 1:12 má reprezentovat zamýšlený projekt, je však jisté, že se mnohé později změní. Pro malé měřítko je potřeba přizpůsobit jednotlivé díly – vyrobit je masivnější.



Obr. 47. Verze předcházející chystanému modelu – ještě stará verze rámu



Obr. 48. Verze předcházející modelu – rám v průběhu konstrukčních změn

5.0.3 Změny v designu

Odstranění kapoty byla výrazná změna pro design buggyny. Osobně jsem tuto změnu vítal, vyvést přední část bez tvarovaného plastového dílce je dost neobvyklé, nicméně design to spíš komplikuje. Kapotu musí nahradit ochranný rám, ten vytvoří pomyslný nárazník, ponese světlomety a blatníky.

Stanovil jsem si určité podmínky – design by neměl být zaměnitelný, ani pohledem laika s Arielem Nomad (viz. současná produkce). Přední převis minimalizovat – jedná se o buggynu, nikoliv auto, měla by být kompaktní, nikoliv okázalá, zbytečně protažená. Krátký přední převis komplikuje umístění světlometů, protože zasahují až do podběhu kola.

Tyto cíle se nepodařilo uspokojivě dosáhnout při tvorbě modelu 1:12. I proto je návrh později znovu upraven.

5.0.4 Světla, ochranný rám

Varianty řešení předního ochranného rámu, který nese přední světla. K hlavnímu rámu by byl upevněn dole uprostřed přední nápravy a nahoře u uchycení předních tlumičů.



Obr. 49. Různá řešení přední části vozu pro chystaný model



Obr. 50. Různá řešení přední části vozu pro chystaný model

5.1 Proces výroby modelu

Výroba modelu 1:12 – díly nachystané ve 3D software byly vyrobeny metodou rapidprototyping – 3D tiskem na Katedře materiálů a technologií pro automobily. Vytištěné díly nejsou použitelné přímo – i přes vysokou kvalitu tisku nemá povrch dostatečnou jakost pro

přímé použití na modelu. Následující popis ilustruje náročnost procesu mezi 3Dtiskárnou a finálním modelem:

5.1.1 Fyzická příprava dílů modelu

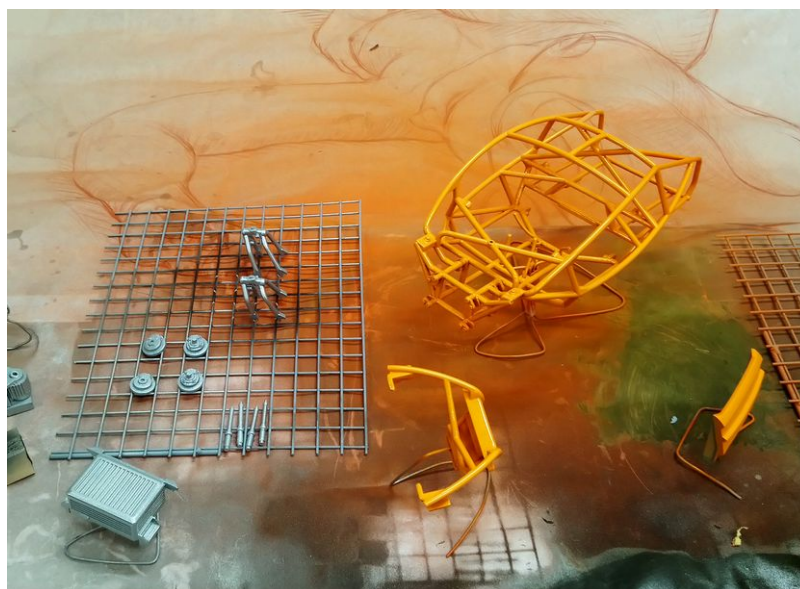
Jednotlivé díly byly retušovány ručně - odstranil se podpůrný tiskový materiál, zabrušovaly přechody jednotlivých vrstev tisku, celý povrch byl přebroušen pro dobrou přilnavost nanášených barev a odmaštěn. K zakrytí vad 3D tisku bylo použito nástřiku silné vrstvy plniče. Postup broušení a nástřik plniče se opakoval několikrát, než došlo k úplnému vyhlazení vad 3D tisku. Před finální vrstvou barvy se povrch znovu přebrousí, odmastí a opráší. Na rám buggy byla nástřikem pistolí aplikována třívrstvá automobilová metalíza – postupně se nanáší vrstva báze – zde odstín reflexní červené, druhá vrstva je žlutý poloprůhledný lak s glitry, třetí vrstva je čirý, dvousložkový akrylátový lak. Zbylé díly vyvedeny stříbrným a černým lakem ve spreji. Po 24 hodinách určených schnutí se může s modelem dále pracovat. Styčné plochy určené k lepení jednotlivých dílů byly naprosto zbaveny barvy. Samotný proces čištění a skládání zabral téměř dva dny.



Obr. 51. Model – 3D tisky jednotlivých dílů



Obr. 52. Model – s broušenou plnicí barvou



Obr. 53. Model – lakování modelu autolakem

5.1.2 Uchycení modelu

Složený model byl upevněn na černou skleněnou desku s pískovaným logem projektu Studentcar. Příprava podstavce i pískování loga proběhlo ve školních dílnách U16 FMK-UTB.

Uchycení k desce bylo vyřešeno pomocí závitových vložek v pneumatikách.

5.1.3 Snímky hotového modelu

Hotový model reprezentuje rozpracovaný projekt E-buggy na VŠB.



Obr. 54. Hotový model E-buggy

6 ZMĚNY NA NÁVRHU

Vytvořený model byl dále konzultován z hlediska designu, pro další postup byly vytyčeny následující body:

Lépe zpracovat boční část vozidla. Blatníky a zadní nárazník navrhnout „ostřejší“ - tedy jednodušší, „drsné“, méně kulaté. Montáž osvětlení zpracovat podle normy, umístit přední světla do bezpečnější pozice. Vybrat vhodnější sedadla, řadicí páku a volant.

6.0.1 Kombinace univerzálních prvků osvětlení

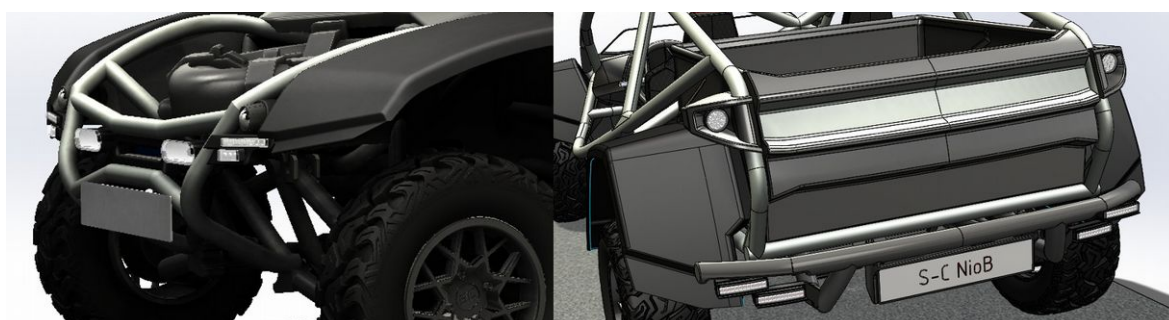
Kombinováním světel dostupných v nabídce univerzálních světlometů jsem se snažil najít esteticky nejvhodnější řešení přední i zadní části.



Obr. 55. Zkoušky univerzálních světlometů



Obr. 56. Zkouška univerzálních světlometů



Obr. 57. Zkouška univerzálních světlometů

Výše uvedené vyobrazení ukazují světlometry(zleva, odshora):

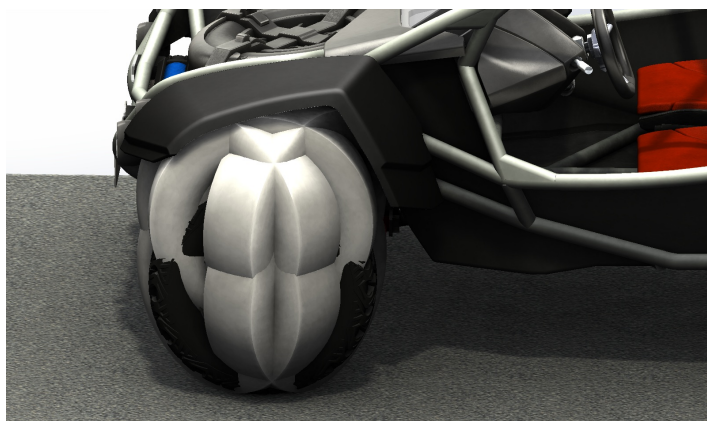
Směrový ukazatel Hella 2BA 009 001-511; Skupinová svítilna WAS W150DD; Hella - kombinace brzdového/koncového světla 2SB 009 362-321 + Směrový ukazatel Hella 2BA 009 001-511; Koncové světlo/brzdové WAS W30; Přední část:Poziční+denní světlo Hella 2PT 010 458-731; potkávací světlomet Hella 1BL 009 071-001; Dálkový světlomet Hella 1FA 008 284-011; Denní+Poziční světlo Hella 2PT 010 043-801; Blinkr Vignal D13863; zadní část: Směrový ukazatel Hella 2BA 009 001-511 + pod nárazníkem zadní svítilny WAS – mlhová+reverzní W101 - brzda, obrys, blinkr W98

6.0.2 Krytí stroje

Dále, dle posledních konzultací byl přepracován přední rám a prvky interiéru. Design těchto prvků směřoval k ostrému, technicistnímu tvarování. Jednoduchý výraz dílů na sebe nestrhává pozornost a dává vyniknout oblému rámu, zároveň vytváří potřebný zpracovaný podklad technického charakteru.

Tento popis odporují pouze blatníky, hledal jsem kompromis mezi hranatými tvary, dynamikou, potlačeným výrazem. Zároveň měly dát prostor pro rozměrnou pneumatiku, upevněnou na nápravě se zdvihem 200mm. Samozřejmě plnit vlastní funkci krytí vozidla od nečistot, i legislativní nařízení EHS. Alternativa blatníků umístěných přímo na nápravě – nad kolem nepřicházela nikdy v úvahu – v rámu pro ně není dost prostoru. Blatníky, klenoucí se vysoko nad kolem, svažující se ostře dopředu tak vytvořily poměrně výrazný prvek i proti původnímu záměru.

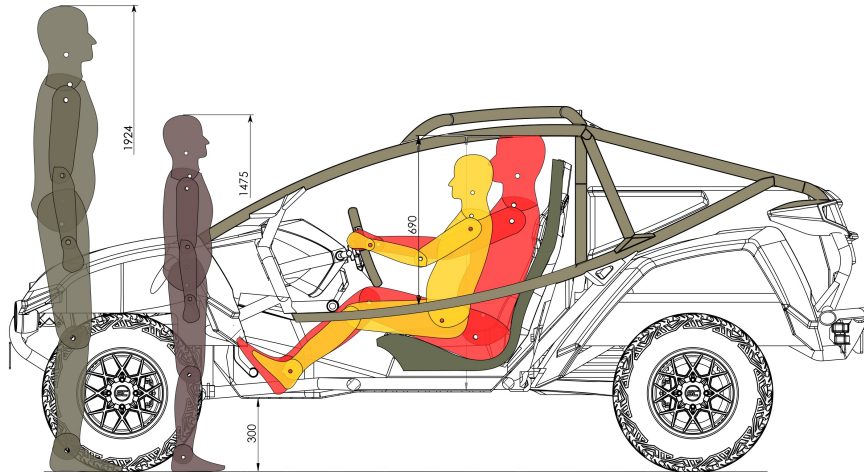
6.0.3 Vyobrazení mezní pozice kola přední nápravy



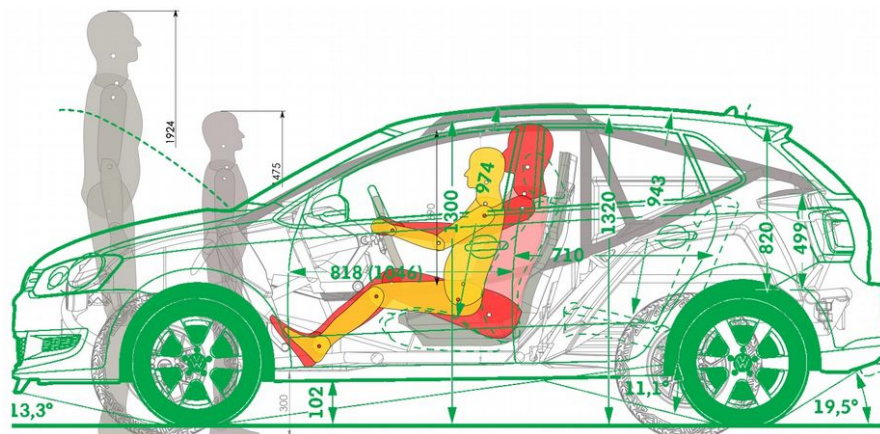
Obr. 58. Zjednodušená obalová křivka popisující mezní pozice kola

7 VÝSLEDNÉ PROVEDENÍ

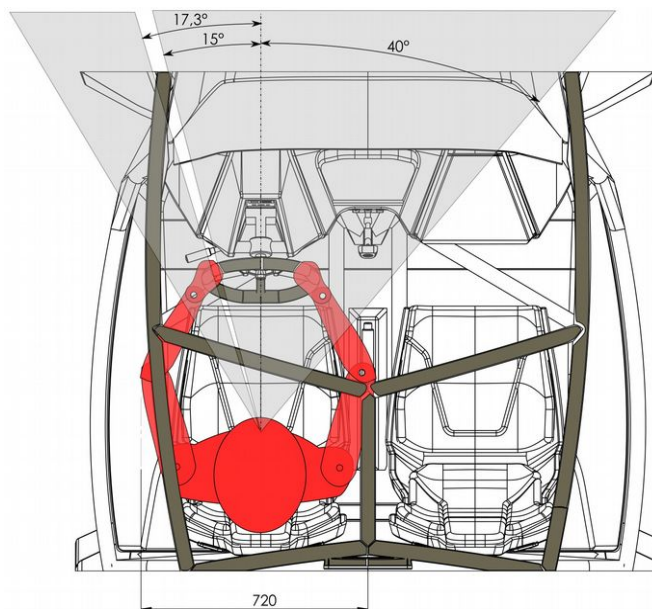
7.0.1 Ergonomická studie



Obr. 59. Ergonomická studie pasažéra z bočního pohledu

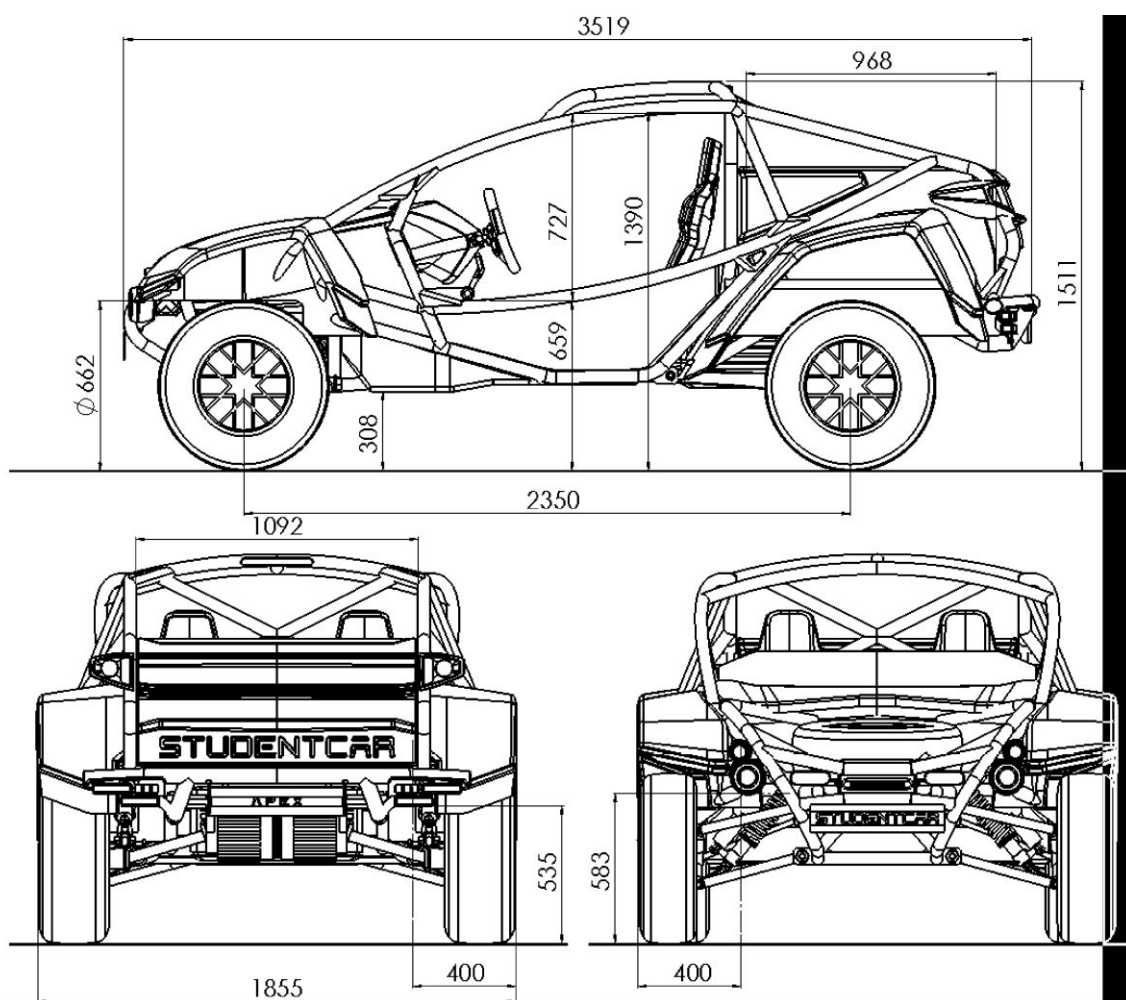


Obr. 60. Porovnání s vozidlem podobných rozměrů (VW Polo) [51]



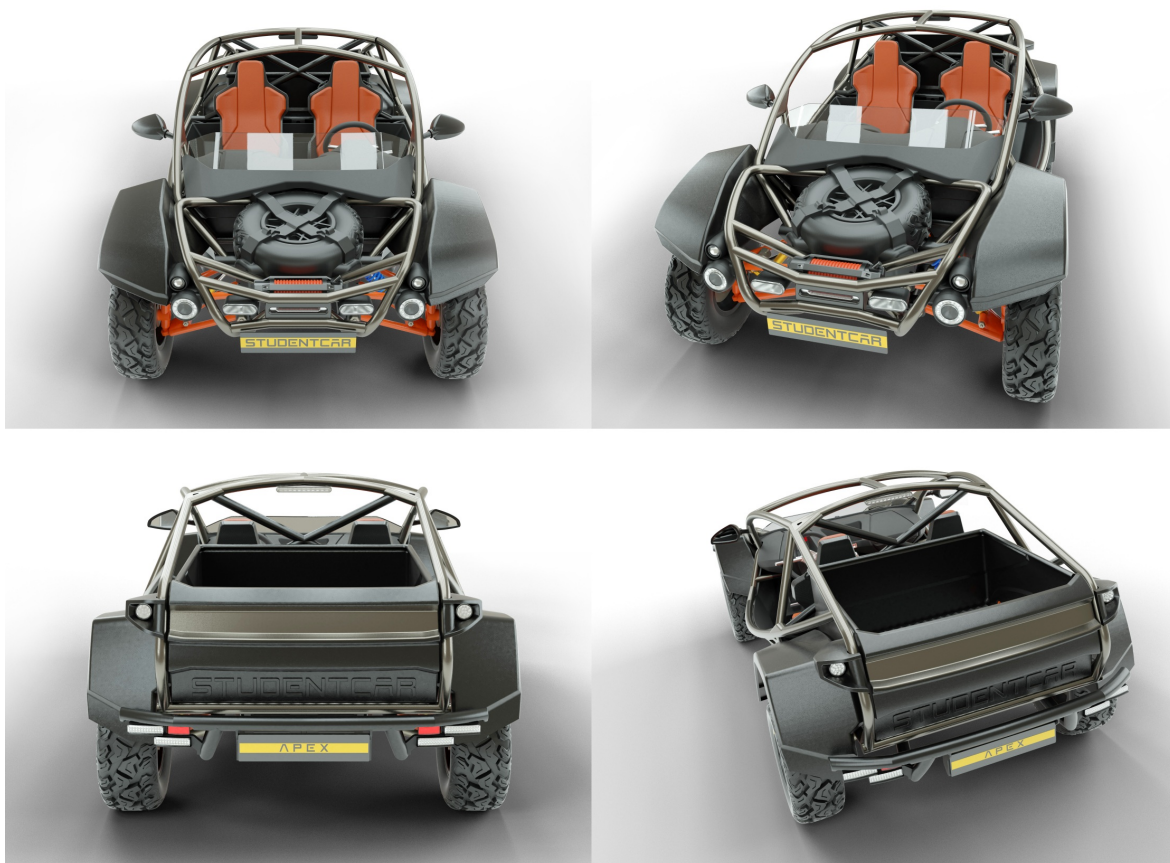
Obr. 61. Ergonomie – výhledové parametry

7.0.2 Rozměrové výkresy



Obr. 62. Základní rozměry vozidla

8 FINÁLNÍ VIZUALIZACE



Obr. 63. Finální vizualizace



Obr. 64. Finální vizualizace



Obr. 65. Finální vizualizace

ZÁVĚR

Projekt Studentcar E-buggy, přejmenovaný na Studentcar Apex je velice specifický. Prvně svým účelem - je výzkumným projektem Katedry materiálů a technologií pro automobily. Specifická je konstrukce, odhalený stroj, který přímo vyžaduje zpracování designérem, není srovnatelný s běžným automobilem.

Zadání vytvořilo výzvu, jak přistoupit k tak netradičnímu projektu. Jak zpracovat komplexní výrobek, když technologické limity nebyly pevně stanoveny. V návrhu jsem se snažil využívat moderních výrobních metod, ale zbytečně nevytvářet pohledné, ale neefektivní módní řešení. Snažil jsem se pracovat s absolutní jednoduchostí stroje, aby nebyla narušena čímkoliv nadbytečným.

Nejasné řešení zadané úlohy mi v průběhu celého projektu, ale i teď na konci, zanechává řadu nevyřešených otázek. Jak který detail řešit jinak? Bylo nutné formulovat řešení, i za rizika, že nebude tím nejlepším. Dopracovat E-buggy ve všech detailech byl dlouhý proces. Věřím, že se v něm podařilo zpracovat všechny zásadní parametry. A ve výsledném vyobrazení vystihnout přednosti návrhu. Ten si i přes svou skromnost udržel vizualitu na pomezí sportovního a užitkového vozidla.

Návrh může být v dalším školním roce předán studentům katedry, kteří teprve prověří jeho zpracovanost. V procesu realizace začne být projekt opravdu zajímavý, a složitý. Vytvářet kvalitní výrobky v oblasti motorových vozidel je vždy běh na dlouhou trať.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PACHMANOVÁ, Martina. *Design: aktualita, nebo věčnost?: antologie textů k teorii a dějinám designu*. V Praze: Vysoká škola umělecko-průmyslová, 2005, 189 s. ISBN 80-86863-05-0.
- [2] Can-Am Maverick X3. *Can-Am BRP* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://can-am.brp.com/off-road/maverick-x3.html>
- [3] *Studentcar* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.studentcar.cz/>
- [4] Off-Road Driving 1920's. In: *Youtube.com* [online]. 6.7.2010 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=m1rlyl8VZFM>
- [5] Ehrhardt_1.jpg. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ehrhardt_1.jpg
- [6] Citroën 10CV Type B2 "Traversée du Sahara" '1922. In: *Wheelsage.org* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: http://en.wheelsage.org/citroen/type_b/61700/pictures/u3yxn8/
- [7] Picture of the Day: A Military Jeep Neatly Packed in a Crate. In: *Http://twistedrifter.com* [online]. 17.5.2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://twistedrifter.com/2016/05/military-jeep-packed-in-crate/>
- [8] On This Day, Rover Introduced the "Land Rover". In: *Roadandtrack.com* [online]. Hearst Communications, 30.4.2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.roadandtrack.com/car-culture/news/a28993/on-this-day-the-land-rover-was-introduced/>
- [9] The Birth Of Lotus To The Caterham Seven 160: A Muddy Family Tree - XCAR. In: *Youtube.com* [online]. 6.7.2010 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=v1KYdc_cQFY
- [10] Století Miroslava Zikmunda. O čem film bude?. In: *NasZlin.cz* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.naszlin.cz/zpravy-25/stoleti-miroslava-zikmunda-o-cem-film-bude>
- [11] Old School Dune Buggies and Sandrails. In: *Oldschoolbuggies.com* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://oldschoolbuggies.com/about-us/1950s/>
- [12] Renault 4. In: *MyAutoWorld.com* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://myautoworld.com/renault/cars/history/history-renault-4/history-renault-4.html>
- [13] Meyers Manx. In: *Meyers Manx* [online]. Valley Center, CA 92082, USA: Meyers Manx [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://meyersmanx.com/manxbuggykits/classic-manx.html>
- [14] Volkswagen Country Buggy. In: *Twwhlspls.com* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://twwhlspls.com/volkswagen-country-buggy/>
- [15] Unikáty českého metalexu. In: *Automix.cz* [online]. Praha: VLTAVA LABE MEDIA

[cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://automix.cars.cz/galerie/unikaty-ceskeho-metalexu.html?mm=7874828&back=3169996804-8483-115>

[16]1985 Suzuki LT-125 Quad Runner. In: *MinnesotaCars.com* [online]. AutoConX. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.minnesotacars.com/detail/1985-suzuki-lt125-quad-runner-/750246438/>

[17] The time we drove a Lamborghini LM002. In: *Topgear.com* [online]. London, United Kingdom.: BBC Worldwide, 10.10.2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.topgear.com/car-news/suvs/time-we-drove-lamborghini-lm002>

[18] Porsche 959 Paris Dakar (1986). In: *Porsche.de* [online]. In: . Stuttgart, Německo: Dr. Ing. h.c. F. Porsche [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://presskit.porsche.de/museum/en/2017/topic/exhibitions/cars/porsche-959-paris-dakar-1986.html>

[19] UNSUNG HEROES - #4 - The Aixam Mega Track. In: *Youtube.com* [online]. 5.10.2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=tH8RccnPiRE>

[20] 2003 Peugeot Hoggar Concept - Front Angle - Sunset - 1024x768 Wallpaper. In: *Seriouswheels.com* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.seriouswheels.com/2000-2003/2003-Peugeot-Hoggar-Concept-FA-Sunset-1024x768.htm>

[21] 2008 Fiat FCC II Bugster. In: *Carstyling.ru* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: http://www.carstyling.ru/en/car/2008_fiat_fcc_ii_bugster/images/23987/

[22] SBARRO - ARCAD. In: *Geneva International Motor Show* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.gims.swiss/en/photos-premiers-2017/petrol/arcad-11162>

[23] Ariel Nomad vs Welsh Mud | Rory Reid's Road Trips | Top Gear. In: *Youtube.com* [online]. 15.2.2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=StD6Lwf_94M

[24] The Ox. In: *Oxgvt.com* [online]. London, UK: Global Vehicle Trust [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://oxgvt.com/the-ox-all-terrain-vehicle/>

[26] The New Can-Am Maverick X3 Is Everything Off-Road. In: *Offroadxtreme.com* [online]. 17.8.2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.offroadxtreme.com/news/the-new-can-am-maverick-x3-is-unveiled/>

[27] Nomad order - current owner advice. In: *Pistonheads.com* [online]. 29.9.2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.pistonheads.com/gassing/topic.asp?h=0&f=79&t=1606514&i=100>

[28] TOYO TIRES | BJ Baldwin's Recoil 4 in Cuba. In: *Youtube.com* [online]. 28.3.2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=8D94uZPKQcA>

[30] Kategorie vozidel. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 28.5.2016 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie_vozidel

- [31] Rámy pro automobily. In: *Elektronická učebnice* [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1481>
- [33] JAN, Zdeněk a Bronislav ŽDÁNSKÝ. *Automobily*. 3. vyd. Brno: Avid, 2004.
- [34] Building a Factory Five '33 Hot Rod – New Age Hot Rod. In: *Hotrod network* [online]. MOTOR TREND GROUP, LLC., 1.7.2009 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.hotrod.com/articles/0907sr-building-a-factory-five-33-hot-rod/amp/>
- [35] 50. let škody 1000MB. In: *Veteranweb.cz* [online]. Veteran web, 21.03.2014 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.veteranweb.cz/clanky/50-let-skody-1000mb.php>
- [36] Opony Bieżnikowane. In: *Opony4x4.eu* [online]. Najlepsze opony terenowe - opony4x4.eu [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://opony4x4.eu/en/tires-retreaded/>
- [37] Behemoth. In: *CST Tires* [online]. Xing Lin, Industrial District Xiamen, China: CST-CHENG SHIN RUBBER (XIAMEN) IND. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.csttires.com/int/tire/behemoth/>
- [38] Výpočet rozměrů pneu [online]. In: . Ostrava: K & K PNEU [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.rajpneu.cz/pneumatika-rozmary/>
- [39] Elektroný: Technické parametry kol z lehkých slitin. In: *Apneu.cz* [online]. Brno: A PNEU [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.apneu.cz/elektrony>
- [40] FS Line. In: *Felge.de* [online]. Bad Segeberg, Deutschland: Schmidt [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.felge.de/felge/fs-line/>
- [41] *Směrnice rady o sblížení právních předpisů členských států týkajících se krytů kol motorových vozidel*. In: . Praha: Ústav pro výzkum motorových vozidel, 1978, ročník 1994, 78/549/EHS*94/78/ES.
- [42] *Směrnice rady o sblížení právních předpisů členských států týkajících se montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci motorových vozidel a jejich přípojných vozidel*. In: . Praha: Ústav pro výzkum motorových vozidel, 1976, ročník 1997, 76/756/EHS*97/28/ES.
- [43] E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/REV.1/ADD.25;PŘEDPIS Č.26. *Dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat a/nebo užívat na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání homologací, udělených na základě těchto pravidel: Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel*

z hlediska jejich vnějších výčnělků. 2013. Praha: TÜV SÜD AUTO CZ, 1995.

[44] 2003/102/ES*D2004/90/ES. *O ochraně chodců a ostatních nechráněných účastníků silničního provozu před srážkou a v průběhu srážky s motorovým vozidlem a kterou se mění směrnice Rady 70/156/EHS*. 2004. Praha: TÜV UVMV, 2003.

[48] POWER SPORTS BROCHURE. In: *Hella.com* [online]. Lippstadt, Germany: HELLA GmbH & Co. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z:

https://www.hella.com/powersports/assets/media_global/PowersportsBroschuere.pdf

[49] OMP RAID 2 závodní sedačka pro OFF ROAD -NOVINKA 2012. In: *Speedpro.eu* [online]. Losiná: Speedpro [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <http://www.speedpro.eu/raid-zavodni-sedacka-road-novinka-2012-p-7073.html>

[50] DREYFUSS, Henry. *The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design*. UK: Wiley, 2001. ISBN 9780471099550.

[51] The new Volkswagen Polo. In: *AUSmotive.com* [online]. Australia: AUSmotive, 2009, 3.3.2009 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.ausmotive.com/2009/03/03/the-new-volkswagen-polo.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- ATV All terrain vehicle – kategorie vozidel, např. čtyřkolka
SUV Sport utility vehicle – kategorie vozidel, křížící osobní a terénní vozidlo

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Německé obrněné vozidlo 1.světové války [5].....	13
Obr. 2. Saharská expedice Citroen roku 1922 [6].....	13
Obr. 3. Americký Willys Jeep v přepravním boxu [7].....	14
Obr. 4. První prototyp Land Roveru zvaný „centre steer“ [8].....	15
Obr. 5. Jeden z prvních vozů Lotus, jako speciál pro trialové závody [9].....	16
Obr. 6. Tatra 805 na výpravě cestovatelů Hanzelky a Zikmunda [10].....	16
Obr. 7. Dvojice beach buggyn, pravděpodobně upravené Fordy, časopis Rod & Custom, říjen 1954 [11].....	17
Obr. 8. Renault 4 – ikonický jako módní doplněk i auto do terénu [12].....	18
Obr. 9. Meyers Manx Dune Buggy [13].....	18
Obr. 10. VW country buggy byl důkaz, že málo designu je někdy příliš málo [14].....	19
Obr. 11. MTX Škoda buggy navržená Václavem Králem [15].....	20
Obr. 12. Suzuki QuadRunner z roku 1982 [16].....	20
Obr. 13. Lamborghini LM 002 [17].....	21
Obr. 14. Porsche 959 Dakar [18].....	21
Obr. 15. Mega Track (Aixam) [19].....	22
Obr. 16. Peugeot Hoggar [20].....	23
Obr. 17. Fiat Bugster [21].....	23
Obr. 18. Sbarro ArCad' [22].....	24
Obr. 19. Ariel Nomad a Rory Reid – moderátor pořadu Top Gear [23].....	25
Obr. 20. Ox od Global Vehicle Trust [24].....	25
Obr. 21. Can-Am Maveric X3 [2].....	26
Obr. 22. Nosný rám Can-Am Maveric X3 [26].....	26
Obr. 23. Nosný rám Ariel Nomad [27].....	27
Obr. 24. Řidič BJ Baldwin a jeho Toyota truck v komerčním spotu pro Toyo Tires [28].....	27
Obr. 25. Příhradový rám závodního vozů Mercedes W196 [31].....	29
Obr. 26. Přední lichoběžníková náprava hotrodu [34].....	32
Obr. 27. Zadní náprava kyvadlová ze Škody 1000 MB [35].....	32
Obr. 28. Schéma rozměrů automobilového ráfku.....	36
Obr. 29. Vícedílný ráfek Schmidt se šroubovaným středem [40].....	37
Obr. 30. Zakrytí kola – minimální požadavky na blatník.....	38
Obr. 31. Kombinace typických univerzálních světlometů zn. Hella.....	42
Obr. 32. Voděodolné spínače značky Hella [48].....	43
Obr. 33. Omyvatelný (offroad) sedák značky OMP [49].....	43

Obr. 34. Ergonomie řidiče, Henry Dreyfuss – The Measure of man [50].....	44
Obr. 35. Vlevo – ideální propojení 4 bodů, vpravo reálně možné řešení konstrukce.....	48
Obr. 36. Základní skici třech možných řešení.....	48
Obr. 37. Základní 3D modely nosných rámu Buggy.....	49
Obr. 38. Hledání nejvhodnějšího řešení rámu.....	50
Obr. 39. Hledání nejvhodnějšího řešení rámu.....	50
Obr. 40. Prostor na korbě měl být dostačující pro europaletu.....	51
Obr. 41. Konzultovaná verze.....	51
Obr. 42. Analýza vlastní frekvence rámu.....	52
Obr. 43. Terénní pneumatika z webu opony4x4.eu [36].....	53
Obr. 44. ATV pneumatika CST Behemoth, disk ITP – vlastní 3D model.....	54
Obr. 45. Výkres zamýšleného modelu 1:4 - korba.....	55
Obr. 46. Výkres zamýšleného modelu 1:4 – podélné nosníky.....	55
Obr. 47. Verze předcházející chystanému modelu – ještě stará verze rámu.....	56
Obr. 48. Verze předcházející modelu – rám v průběhu konstrukčních změn.....	56
Obr. 49. Různá řešení přední části vozu pro chystaný model.....	57
Obr. 50. Různá řešení přední části vozu pro chystaný model.....	57
Obr. 51. Model – 3D tisky jednotlivých dílů.....	58
Obr. 52. Model – s broušenou plnicí barvou.....	59
Obr. 53. Model – lakování modelu autolakem.....	59
Obr. 54. Hotový model E-buggy.....	60
Obr. 55. Zkoušky univerzálních světlometů.....	61
Obr. 56. Zkouška univerzálních světlometů.....	61
Obr. 57. Zkouška univerzálních světlometů.....	61
Obr. 58. Zjednodušená obalová křivka popisující mezní pozice kola.....	62
Obr. 59. Ergonomická studie pasažéra z bočního pohledu.....	63
Obr. 60. Porovnání s vozidlem podobných rozměrů (VW Polo) [51].....	63
Obr. 61. Ergonomie – výhledové parametry.....	64
Obr. 62. Základní rozměry vozidla.....	64
Obr. 63. Finální vizualizace.....	65
Obr. 64. Finální vizualizace.....	65
Obr. 65. Finální vizualizace.....	66

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Porovnání velikosti automobilových pneumatik.....	34
-----------------------------------------------------------	----

SEZNAM PŘÍLOH