

Design elektrického motocyklu

BcA. František Dvořák

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. František Dvořák**
Osobní číslo: **K16285**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design elektrického motocyklu**

Zásady pro vypracování:

1. Historický přehled vývoje elektrických motocyklů.
 2. Analýza současné produkce
 3. Výzkumná část
 4. Počáteční návrhy v kresebné formě
 5. Vizualizace finálního designerského návrhu
 6. Ergonomická studie
 7. Technická dokumentace
 8. Model ve zvoleném měřítku
 9. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy návrhu a odůvodňující navržené řešení
- "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:

KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. V českém jazyce vyd. 2., dopl. a rev. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová, 2009, 172 s. ISBN 978-80-86863-28-3
CHRIS HUNTER, ROBERT KLANTEN and David Edwards WITH TEXTS BY PAUL D'ORLÉANS.

The ride: new custom motorcycles and their builders. 2nd print. Berlin: Gestalten, 2013. ISBN 3899554914

NORMAN, Donald A. The design of future things. New York: Basic Books, 2009. ISBN 978-0-465-00228-3

THOMPSON, Rob. Manufacturing processes for design professionals. New York: Thames & Hudson, c2007. ISBN 0500513759

HRABOVSKÝ, Oldřich. Konstrukce výrobků z plastických hmot: učební text pro 4. ročník středních průmyslových škol chemických. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962.

ŠMÍD, Miroslav. Ergonomické parametry. Praha, 1976

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

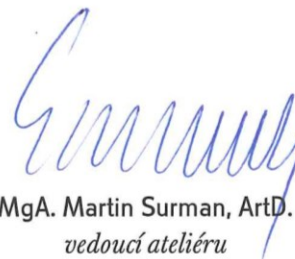
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**

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

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka



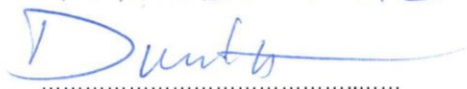
MgA. Martin Surman, ArtD.
vedoucí ateliéru

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 obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít 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 12. 4. 2019

FRANTIŠEK DVORÁK

.....
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 nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

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

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

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

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

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo 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 jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem elektrického motocyklu, který byl vyvinut ve spolupráci s firmou KUBERG s.r.o. Ostrava.

Dělí se na dva hlavní oddíly. Teoretická část pojednává o historickém vývoji jednostopých vozidel, ty dále rozděluje dle pohonných ústrojí a následně analyzuje současné konkurenční produkty.

Praktická část nejprve předkládá technické zadání projektu, dokladuje samotný vývoj designérského návrhu a objasňuje důvody jednotlivých rozhodnutí.

Klíčová slova: elektrický motocykl, terénní, enduro, skútr, elektromobilita, 3D modelování

ABSTRACT

This Master's thesis is going to deal with the design development of an electric motorcycle, which has been created in cooperation with the company KUBERG s.r.o. Ostrava.

It is divided into two major sections. The theoretical part describes historical development of two-wheeled vehicles, divides these according to the drive units and analyses contemporary competitive products.

The practical part firstly explains the technical issues of the project, later on handles with the design process itself and defines the individual decisions.

Keywords: Electric Motorcycle, Off-road, Enduro, Scooter, Electro Mobility (E-mobility)

Poděkování:

Velmi rád bych poděkoval panu vedoucímu své diplomové práce a zároveň vedoucímu ateliéru Průmyslový design MgA. Martinu Surmanovi ArtD. za průběžnou odbornou konzultaci a dlouhodobé pedagogické vedení. Rovněž bych chtěl poděkovat panu ing. Michalu Kubánkovi, který byl zadavatelem celého projektu, za vymezení technických podmínek této práce, za její náročnost a za jeho velmi ochotný přístup. Důvěřoval mým schopnostem a umožnil mi stát se plnohodnotnou součástí společnosti KUBERG s.r.o.

V neposlední řadě bych také chtěl poděkovat firmě Fillamentum a.s. Hulín, zastoupené panem Josefem Dolečkem, která mi umožnila využít své 3D tiskárny a zasponzorovala tiskový materiál.

„Seek for more sophisticated and elegant solutions.“

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

Ve Zlíně dne 11.5.2018

BcA. František Dvořák

OBSAH

I. TEORETICKÁ ČÁST	9
1 CO TO JE „ADVENTURE“ MOTOCYKL	10
2 HISTORICKÝ PŘEHLED VÝVOJE ELEKTRICKÝCH MOTOCYKLŮ	11
2.1 ZROD „ADVENTURE“ MOTOCYKLŮ	11
2.1.1 Příchod BMW GS	12
2.1.2 Rozmach „adventure“ segmentu	13
2.2 ELEKTRICKÉ MOTOCYKLY HISTORICKÉ I SOUČASNÉ	15
3 VÝZKUMNÁ ČÁST	19
II. PRAKTICKÁ ČÁST	23
4 VÝVOJ ELEKTRICKÉHO MOTOCYKLU	24
4.1 OBECNÁ SPECIFIKACE ZADÁNÍ	25
5 POČÁTEČNÍ NÁVRHY V KRESEBNÉ FORMĚ	27
5.1 TVORBA CLAYOVÉHO MODELU	35
6 VIZUALIZACE FINÁLNÍHO DESIGNERSKÉHO NÁVRHU	37
6.1 3D SKENOVÁNÍ CLAYOVÉHO MODELU	37
6.2 MĚŘENÍ EXISTUJÍCÍCH MOTOCYKLŮ	39
6.3 3D VIZUALIZACE	40
6.3.1 Konstrukce rámu	40
6.3.2 Modelování kapotáže	44
6.4 FINÁLNÍ VIZUALIZACE	54
6.5 GRAFIKA	55
7 TECHNICKÁ DOKUMENTACE	57
7.1 ERGONOMICKÁ STUDIE	57
7.2 MATERIÁLY A PRODUKCE	59
7.2.1 Rám	59
7.2.2 3D tisk karoserie	61
7.2.3 Lepení	65
7.2.4 Lakování	66
7.2.5 Vakuové tvarování	66
7.2.6 Technický výkres	69
ZÁVĚR	71
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	75
SEZNAM OBRÁZKŮ	76
SEZNAM PŘÍLOH	80

ÚVOD

Jednostopá vozidla obecně pro mne odjakživa představovala velikou vášně, která s přibývajícými lety stále jen narůstala. Začalo to maloobjemovým mopedem Jawa Stadion S22, poté následoval dnes již ikonický skútr Čezeta 175 a v neposlední řadě upravený čtyřválcový motocykl Kawasaki KZ 550 z roku 1982. Jakožto průmyslový designér jsem vždy snil o příležitosti navrhnout motocykl dle vlastních představ. To jsem ale ještě netušil, že taková možnost je ode mne vzdálená pouze 64 km a jeden nevyžádaný email.

Málokdo ví, že se v Mankovicích u Nového Jičína vyrábí elektrické motocykly světové kvality, na kterých jezdí například i americká rapová hvězda Kanye West. Příběh značky začal v roce 2009, když pan ing. Kubánek vytvořil dětskou elektromotorku pro svou malou dceru.

V současné době je elektro-mobilita jedním z nejzásadnějších globálních trendů. Předností tohoto alternativního pohonu je především jeho vysoce ekologický provoz. Osobně se domnívám, že motory poháněné elektrickou energií budou minimálně na několik příštích desetiletí řešením aktuální emisní a ropné krize v motorismu.

Proto si skutečně nesmírně vážím možnosti pracovat na projektu zbrusu novém motocyklu, který se s velkou pravděpodobností dostane až do sériové výroby. Mám z této práce velmi příjemný pocit, snad jako každý člověk, který se podílí na tvorbě budoucnosti. Pro designéra jednotlivce je návrh takového stroje opravdu velmi složitým úkolem, ale jak často říkává můj táta – „*Malý ten, kdo má malých cílů!*“

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CO TO JE „ADVENTURE“ MOTOCYKL

Jedná se o kategorii motocyklů, které jsou specificky navrženy pro pohodlnou jízdu na silnicích, ale i mimo ně. V českém jazyce dle mého názoru neexistuje ekvivalentní název pro tento druh motorek – často se automaticky stávají podskupinou motocyklů silničních či cestovních. Mnohem přiléhavější se mi však zdají označení anglická, a to „adventure“ či „dual-sport“, proto budu v této diplomové práci raději využívat těchto anglických výrazů). S trochou nadsázky by se daly označit jako jednostopé stroje pro dobrodruhy. Jejich koncepce výborně propojuje nejlepší vlastnosti cestovních motocyklů, konkrétně pohodlnou jízdní pozici, vysoký výkon či dostatek úložného prostoru, a přidává k nim terénní DNA, která jezdcům otevírá širokou škálu dalších možností k objevování. Velkou inspirací pro jejich tvůrce byla legendární rallye Paříž-Dakar, pravděpodobně nejtěžší motorkářský závod světa. Stroje vyvinuté pro tento účel se v žádném případě neřídily estetickými trendy, vždy měla absolutní přednost funkčnost, rychlost, odolnost a jezdcovo bezpečí. Dnes jsou tyto motocykly využívány k velmi dlouhým cestám, někdy dokonce kolem celé zeměkoule.



Obr. 1 Dakarový speciál

2 HISTORICKÝ PŘEHLED VÝVOJE ELEKTRICKÝCH MOTOCYKLŮ

Zabývat se v této diplomové práci historickým vývojem pouze elektrických motocyklů by dle mého názoru nebylo zcela relevantní, jelikož z mého pohledu představují spíše evoluci motorek poháněných motorem spalovacím. Pro pochopení celé problematiky proto považuji za nezbytné začít již okolo roku 1900, kdy se zrodila první motorizovaná jízdní kola.

2.1 Zrod „adventure“ motocyklů

Dobrodružství k jízdě na motocyklu neodmyslitelně patří již od samého počátku jejich existence. Bylo by proto pošetilé snažit se přesně datovat zlom, kdy se kategorie „adventure“ stala samostatnou. Nicméně si můžeme přiblížit důležité historické momenty či osoby, které k této skutečnosti přispěly. Prvním z nich bude Carl Stearns Clancy, který během několika prvních let 20. století na motocyklu značky Henderson objel celý svět [1]. Jeho stroj nebyl nijak speciálně vybaven pro zdolávání takto dlouhých vzdáleností, přesto na něm byl schopný ujet více než 18 000 mil.



Obr. 2 Carl Stearns Clancy

Další velký vývoj zažily „adventure“ motocykly během 1. světové války, kdy se díky své obratnosti a mechanické jednoduchosti hojně využívaly při bojích na všech kontinentech. Bylo možné je vyrábět ve velkých počtech za poměrně nízké ceny. Proto si i po válce získaly velkou oblibu mezi běžnými lidmi. Obzvláště byla oceňována jejich rychlost, která se ve srovnání s tehdejšími automobily zdála téměř „raketovou“. Motorku si uměl každý opravit a i proto jejich popularita stále narůstala.



Obr. 3 Motocykly 1. svět. války

2.1.1 Příklad BMW GS

V roce 1980 německá firma BMW uvedla na trh motocykl, který byl dle hodnocení kritiků i novinářů těžkopádný a nepoužitelný jak v terénu, tak na asfaltu. Opak byl ale pravdou, zmíněný model nesl označení R80 G/S – přičemž zkratka G/S vyjadřuje německá slova Gelände/Straße - v překladu Terén/Cesta [2]. Byl to první jednostopý stroj specificky vyvinutý pro kombinovaný terén, se kterým se člověk setká zejména na dlouhých dobrodružných cestách. Stal se natolik oblíbený, že vytvořil na trhu zcela nový segment. Není pravdou, že by před ním na trhu neexistovaly žádné terénní či polo-terénní motocykly, ovšem BMW dokázalo dokonale vystihnout potřeby zarytých dobrodruhů. Rozjel se tím

nový trend, řekl bych až životní styl, který se dnes, dle mnohých ukazatelů, stává ve světě motorismu jedním z nejoblíbenějších.



Obr. 4 BMW G/S

2.1.2 Rozmach „adventure“ segmentu

K popularizaci dobrodružného cestování na motorkách přispěl v roce 2004 také anglický televizní dokument *Long Way Round*. Známí herci, Ewan McGregor a Charlie Boorman, se rozhodli natočit desetidílný pořad, ve kterém zachytili slasti, ale i strasti spjaté s cestováním v sedle motocyklu. Zhlédnutí tohoto snímku dodalo odvahu spoustě lidí, kteří o takových výletech do té doby mohli jen číst v cestopisných publikacích. Svým počinem herci dokázali, že podobnou jízdu mohou podniknout nejen speciálně trénovaní jezdcí, ale i dva zcela normální smrtelníci. Velmi významnou úlohu v tomto pořadu opět sehrály motocykly značky BMW. Jejich modernizovaný model 1150 GS se díky tomu stal naprostou ikonou cestování na dvou kolech. (Popravdě i já sám jsem kdysi měl dojem, že BMW GS je jedinou motorkou na trhu, která je vhodná na velmi dlouhé trasy.) Přitom BMW nebylo první firmou, kterou Ewan s Charliem oslovili. [3] Na nejvyšší příčce jejich seznamu tehdy figurovala rakouská firma KTM, která ovšem neprojevila zájem jejich jízdu sponzorovat. Televizní dokument *Long Way Round* tedy udělal BMW a celému „adventure“ jízdnímu stylu tu nejlepší možnou reklamu. V následujících letech zaznamenala tato bavorská firma skutečně enormní zájem o jejich stroje, GS dodnes v očích mnohých mužů představuje splněný sen a jsou za něj ochotni zaplatit nemalé peníze [4].

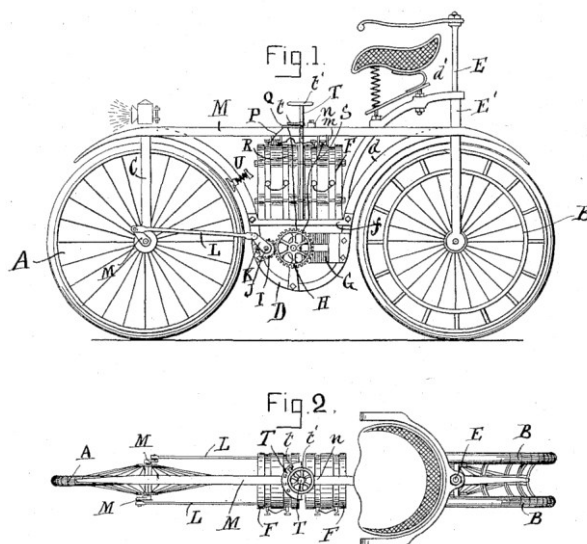


Obr. 5 Long Way Round

Z hlediska designu a celkové koncepce bych motocykly výše zmíněné kategorie přirovnal k automobilům provedení SUV. Jsou svým způsobem sportovně laděné, častokrát vypadají odolně a agresivně (i když některé vůbec nejsou) a je u nich kladen důraz na pohodlí, praktičnost a velký úložný prostor. Proto se stávají jasnou volbou mnohých pragmaticky smýšlejících lidí, kteří například vlastní víkendovou chatu v horách.

2.2 Elektrické motocykly historické i současné

Na první pohled by se mohlo zdát, že motocykly se spalovacím motorem jsou mnohem starší než ty elektrické a jejich historie musí být zákonitě delší a bohatší. Patent z roku 1897, který byl zaregistrován Američanem jménem Hosea W. Libbey [5], ovšem dokazuje něco jiného. Zobrazuje totiž dle autorova popisu „elektrické jízdní kolo“, které postrádá pedály, a proto je z dnešního pohledu považováno za motocykl. Jednostopá vozidla klasické koncepce poháněná spalovacím motorem jsou tedy přibližně stejně staré jako motocykly elektrické.



Obr. 6 Patent elektro motocyklu

Nicméně tehdejší elektro-kola nebyla nikdy uvedena do sériové výroby - a to hned z několika důvodů. Kapacita baterií stačila k ujetí pouhých několika kilometrů a jejich dobíjení bylo kvůli nízkému pokrytí obtížné. Navíc z hlediska provozních nákladů byl benzín mnohem ekonomičtější volbou. Až na konci druhé světové války, kdy začaly pohonné hmoty docházet, byla myšlenka elektrického motocyklu znovu obnovena ve větším měřítku. Ovšem k masové komercializaci tohoto řešení bohužel opět nedošlo. To trvalo až do 70. let, kdy rakouský chemik a vynálezce Karl Kordesch (společně s kolegy Paulem A. Marsalem a Lewisem Urrym) vytvořil alkalickou baterii [6]. Znamenala obrovský krok kupředu zejména v oblasti elektro-mobility. Kordesch sám přestavěl malý motocykl na

elektrický pohon a zúčastnil se s ním několika televizních pořadů. Dále pak upravil i svůj Austin A40 rovněž na elektrický pohon, který dosahoval na jedno nabití dojezdové vzdálenosti až 180 mil.



Obr. 7 Karl Kordesch a jeho elektrický motocykl

Od té doby se začaly elektro-motocykly vyrábět v poměrně hojných počtech. Na trhu našly odbytí především pro svou jednoduchost a ekologický provoz. Kvůli technickým nedostatkům ale v žádném případě nemohla být řeč o tom, že by nahradily motocykly s klasickým spalovacím motorem. To se však změnilo příchodem značky TESLA. Její Model S doslova omámil celý automobilní průmysl. Zmíněný vůz byl rychlý, stylový, inovativní a přitom cenově dostupný. Všeobecná popularita elektro-mobility tím mnohonásobně vzrostla a stala se hlavním trendem transportních technologií dneška. Pro mnohé lidi představuje elektřina řešení nedostatku ropných pohonných hmot. Některé země EU dokonce uvažují o zákazu naftových a benzínových aut, a to hlavně z ekologických důvodů.

Dnes už si člověk může pořídit elektrický motocykl zcela běžně. Mezi nejznámější světové značky patří Zero a Brammo. Obě firmy vyrábí velmi kvalitní stroje, které jsou, troufám si říct, téměř srovnatelné se svými spalovacími konkurenty. Samozřejmě je zatím zcela nepředběhly ani výkonově a ani počtem prodaných kusů. (Docela rozumím tomu, že motor-

kářům při jízdě schází zvuková kulisa, na kterou byli donedávna zvyklí.) Nicméně do lesa či městského prostředí mi přijde tichý elektrický motocykl velmi vhodným dopravním prostředkem.



Obr. 8 Motocykl Zero SR

V posledních letech proniká elektrický pohon i do segmentu terénních motocyklů, kde jsou nejdůležitějšími výrobci Alta Motors z U.S.A. a italská Tacita. Asijské firmy ovšem neza-
hálí – obzvláště úspěšný je například projekt NIU (foto viz výzkumná část), který vsází na minimalisticky zpracované skútry určené zejména do přeplněných metropolí.



Obr. 9 Alta Redshift

Pomyslný technologický „vlak“ si nenechávají ujet ani renomované značky jako jsou Honda či BMW. Oba velikáni již vyrábí a prodávají elektrické motocykly a usilovně pracují na různých konceptech. Za povšimnutí jistě stojí Honda Riding Asisst-e. Tento zázrak moderní technologie se umí sám, bez jakéhokoliv stojanu, udržet ve vzpřímené poloze. Převrátit byste se ho snažili marně, a to i během jízdy. S příchodem elektro-mobility se pochopitelně změnilo i designérské pojetí vnější karoserie. Odebráním zásadních vizuálních prvků, jako jsou výfuk a palivová nádrž, se z hlediska tvarování otevřely zcela nové možnosti. To dokazuje BMW na konceptu jménem Link. Vypadá, jako kdyby vyjel přímo hollywoodského sci-fi filmu.



Obr. 10 BMW koncept Link

3 VÝZKUMNÁ ČÁST

Krátce po zadání projektu mi jednatel firmy KUBERG s.r.o. pan ing. Kubánek nabídl, jestli bych se nechtěl s ním a některými jeho zaměstnanci vydat do Milána, kde se měl konat největší evropský veletrh motocyklů zvaný „EICMA“ (Esposizione Internazionale del Motociclo, Accessori). Tuto nabídku jsem samozřejmě s velkým potěšením přijal. Nedovedu si totiž snad ani představit lepší místo, kde by mohl designér nasbírat inspiraci pro podobný projekt. Veletrh probíhal na milánském výstavišti od 6. do 12. listopadu 2017 – zahrnoval prezentační stánky známých světových značek, které zde v mnoha případech odhalovaly své zbrusu nové modely. Jedním z nich byl také dlouho očekávaný terénní skútr Honda X-ADV. Ačkoliv jsem byl ke koncepci terénního skútru zpočátku poněkud skeptický, návštěva EICMY mne přesvědčila o naprostém opaku.



Obr. 11 Honda X-ADV

Tomuto motocyklu se dostalo až neuvěřitelného zájmu ze strany veřejnosti. Byl zde zastoupen v různých barevných variantách, upraven lokálními „custom“ dílnami, doplněn o různá příslušenství a podobně. Honda tímto počinem očividně udeřila pomyslný hřebíček na hlavičku. Spojením praktičnosti, pohodlí a terénních jízdních vlastností oslovila ještě širší masu zákazníků. I když je dle mého názoru, tvarové provedení tohoto modelu poněkud rozdrobené a nevyvážené, tak musím s odstupem času uznat, že má takřikajíc „něco do sebe“.

Opodál stojící Honda CRF1000L Africa Twin, představovala další zásadní inspirační zdroj pro tvorbu budoucích návrhů. Její předsazená maska ideově vychází ze závodních dakarových speciálů, u kterých se pod mohutným krytovaním a sklem skrývá navigační panel.



Obr. 12 Honda Africa Twin

Dalším strojem, který koncepčně zapadal do původního zadání projektu, byl skútr BMW C400X – vizuálně odkazující na veleúspěšnou modelovou řadu GS. Jeho ostře řezané díly krytování vzbuzují velmi sportovní až agresivní dojem.



Obr. 13 Skútr BMW C400X

Naopak jeho soupeřník BMW C evolution poháněný elektrickou energií je vzhledově příliš uhlazený, až nezajímavý. Nicméně v čem je skutečně pozoruhodný, je konstrukce skrývající se pod kapotáží. Kovové tělo obklopující bateriové články v tomto případě tvoří samonosný centrální prvek, který propojuje části rámu a zavěšení kol. Zmíněné řešení bude detailněji popsáno v technických specifikacích této diplomové práce.



Obr. 14 Skútr BMW C evolution

Esteticky zdařile pojatým elektro skútre je prototyp od Čínské firmy NIU s názvem Project X. Jeho autoři dokázali dosáhnout čisté tvarové linky a vyvážených proporcí.



Obr. 15 Skútr NIU

Mimo skútry jsem upíral své zraky také na enduro a cestovní motocykly kategorie „adventure“. Je těžké z tak velkého množství exemplářů, které jsem na veletrhu spatřil vypíchnout ty nejpodstatnější. Každopádně mi možnost posadit se na ně a změřit si důležité délkové parametry pomohla utvořit ucelenou představu o současné motocyklové produkci. V terénní kategorii je velmi obdivuhodný design značek Husqvarna a KTM, který se zcela vymyká japonské převaze. Špičkové rakouské studio Kiska Design, které se stará o vzhled produktů obou výrobců, přistupuje k tvarování motocyklů velmi sofistikovaným až revolučním způsobem. Proto jsem i zde čerpal inspiraci ke své tvorbě – nejednalo se přímo o jeden konkrétní model – spíše jsem se snažil porozumět principům, dle kterých toto studio na motocyklech pracuje. EICMA mi pomohla dobře porozumět potřebám dnešního trhu a také mi velmi dobře dokázala, že elektrické motocykly již dávno přestaly být jezdcem odmítány. Naopak se díky jejich jedinečnosti a bezúdržbovosti stávají stále atraktivnějšími.



Obr. 16 KTM 790 Adventure

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VÝVOJ ELEKTRICKÉHO MOTOCYKLU

Než se rozejišu o konkrétním zadání této diplomové práce, rád bych v krátkosti představil samotnou firmu KUBERG s.r.o. Jedná se ostravskou společnost, která se soustředí na výrobu špičkových elektromotorek pro rekreační i závodní jízdu. Z původně malého garážového startupu se v průběhu 6-ti let vyvinula společnost, která je dnes světovým leaderem v oboru elektřinou poháněného adrenalinu na dvou kolech. Díky unikátní technologii, kvalitní konstrukci a progresivnímu designu jsou motorky KUBERG v současnosti jedním z nejvyhledávanějších výrobků ve své kategorii na trzích ve více než 20 zemích včetně Spojených států, Austrálie, Velké Británie, Skandinávie, Japonska, nebo například Peru a Chile. Společnost v současné době vyrábí 6 modelů dětských elektro motocyklů. Vedle toho vyrábí i velmi populární model Freerider (určený pro teenagery resp. dospělé), u něhož aktuálně probíhá homologace pro silniční provoz.

V současnosti se firma věnuje vývoji nových modelů a to včetně plně profesionálních strojů pro dospělé, které by měly tento růst postupně navyšovat. Od roku 2015, kdy se společnost plně profesionalizovala, se jí podařilo ztrojnásobit obrát na téměř 35 milionů korun v loňském roce. Zásadní konkurenční výhodou firmy KUBERG jsou dle mého názoru in-house vyvíjené BLDC motory, které využívají na míru navržených baterií. Ty jsou řízeny speciálním mikročipem, který zajišťuje okamžité doručení extrémního výkonu. Společnost ráda spolupracuje s mladými českými designéry, což jejím výrobkům dodává originalitu a svěžest.



Obr. 17 Zakladatel a ředitel firmy pan ing. Kubánek ve výrobní hale

4.1 Obecná specifikace zadání

Moje spolupráce s firmou KUBERG začala v době, kdy jsem se poohlížel po dostatečně zajímavém tématu pro diplomovou práci. O elektrických motocyklech z Mankovic jsem se dozvěděl krátce před tímto obdobím a rozhodl se zkusit štěstí. Napsal jsem přímo panu ing. Kubánkovi krátký email, k němuž jsem přiložil své portfolio prací a čekal na odpověď. Ta přišla v podstatě okamžitě s nabídkou termínu k osobnímu setkání. Během něj mi byly osvětleny projekty, na kterých bych mohl začít pracovat. Po několika dalších jednáních bylo jasné, který úkol to bude, a pro jeho konkretizaci vzniklo následující písemné zadání:

Tvarové řešení plně elektrického skútru, který je určen jak pro lehký terén, tak do městského prostředí (kde bude používán primárně). Navržený motocykl se musí výrazně odlišovat od veškeré konkurence. Jeho design musí být výrazný, sportovní, musí z něj být patrná síla, výkon a schopnost vyvolat během jízdy emoce. Musí být zároveň prakticky využitelný. Bylo by dobré, kdyby nový design do jisté míry zachovával tvarosloví značky KUBERG a tím doplňoval jednotné produktové portfolio, ovšem není to nezbytnou podmínkou. Výhodou by byla možnost customizace skútru prostřednictvím designových doplňků. Mohli by motocykl přetvářet například pro sportovní vyžití nebo naopak do města, popřípadě na cesty, na ryby, do lesa na lov apod. Z konstrukčního hlediska by baterie pohánějící elektromotor o výkonu až 50 kW měla být umístěna podélně mezi koly. Ve skútru bude zabudovaný nabíječ, takže jej bude možné dobít kdekoliv z elektrické sítě. Jedná se o provedení skútru větších rozměrů na minimálně 17“ kolech s vysokou konstrukcí mezi nohama (podobná Hondě Integra nebo Hondě X-ADV, ale se sedlem více protaženým směrem dopředu). Předpokládá se sedlo pro dvě osoby, zadní nosič a zvýšená řídítka. Jelikož je tento elektrický motocykl určen do běžného provozu musí jeho koncepce splňovat pravidla silničního provozu. Pro offroad použití by bylo výhodou vyřešit možnost odnímatelných nášlapů, potažmo předních kolenních krytů. Nášlapy by měly být níže než stupačky, což umožní jízdu ve stupačkách i při namontovaných nášlapech.

Po výrobní stránce by měl designérský návrh (zejména plastových dílů) zohledňovat technické a finanční podmínky zadavatele, tento požadavek by ale neměl mít prioritu před vzhledem a funkcí. Je možné počítat s libovolným podvozkem, tvořeným například odlitkem, trubkovou konstrukcí, kombinací různých technologií, letmo zavěšeným zadním ko-

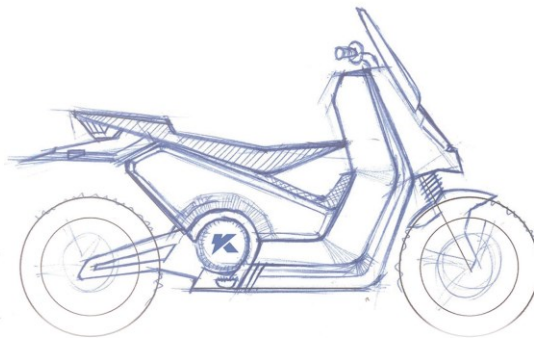
lem a podobně. Část konstrukce může být přiznaná. Důležité je, aby výsledek tvořil technicky vyspělý výrobek, který je designově srovnatelný s nejlepší konkurencí.



Obr. 18 KUBERG Freerider

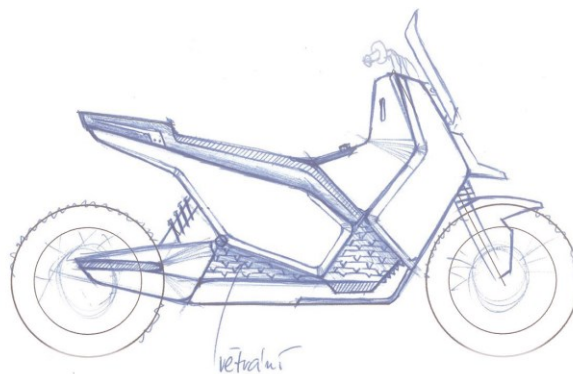
5 POČÁTEČNÍ NÁVRHY V KRESEBNÉ FORMĚ

Ač možná na první pohled nepochopitelně byl tento motocykl od prvopočátku pracovně nazýván jako skútr. Tomu také odpovídají nejstarší kresebné návrhy. Pro zadavatele, pana ing. Kubánka, byla obzvlášť důležitá vysoká kapacita baterií, praktičnost motocyklu, prodloužené sedlo a také offroadový charakter.



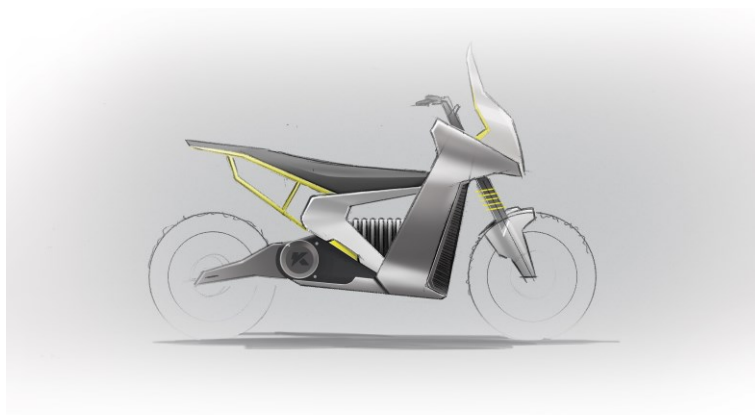
Obr. 19 Kresebná varianta 1

První skica svým rozložením hmot připomíná Hondu X-ADV, boční silueta je ovšem tvarově jednodušší – vedena jednou konkrétní linií. Poněkud klikaté provedení Hondy, se dle mého názoru, až nešťastně, snaží sloučit dva nepropojitelné dynamické směry.



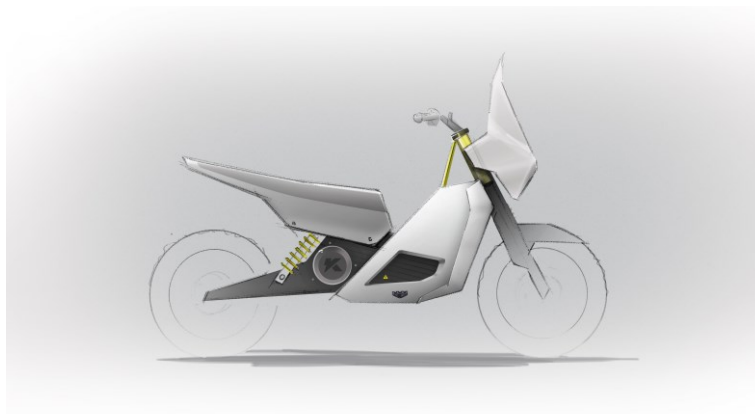
Obr. 20 Kresebná varianta 2

Návrh druhý uplatňuje plošnější plastové díly kapotáže tak, aby byly minimalizovány výrobních nákladů. Vizuálně se hmota motocyklu přesunula blíže k přednímu kolu. Začínal jsem zde také experimentovat s myšlenkou částečného odhalení bateriového boxu. Po zhlédnutí skic a konzultaci prvních návrhů se zadavatelem vyplynulo, že by na motocyklu rád viděl více odhalených funkčních dílů a rám. Přesná technická koncepce motocyklu nebyla při zadání projektu pevně stanovena a těmito návrhy jsme si ujasnili mnoho věcí.



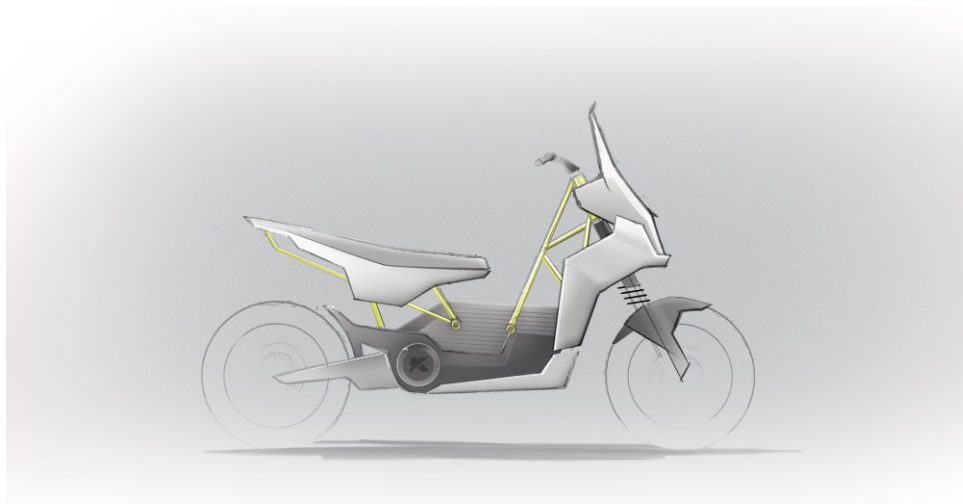
Obr. 21 Kresebná varianta 3

Vybral jsem se tedy výrazně odlišnou cestou, která vychází spíše z motocyklů kategorie „adventure“. Přední monolitický prvek chrání řidičova kolena podobně, jak tomu bývá u skútrů dnešní produkce. Zadní část motocyklu je veškerého krytování zbavena a působí tak odlehčeným dojmem. Opravdu nezvykle je u tohoto návrhu řešeno letmé prodloužení sedla, které nejen že dodává jezdcovi stabilitu při jízdě ve stoje, ale velkou měrou ztužuje nosný trubkový rám. Zadavateli se toto provedení již začínalo líbit a žádal o jeho další rozpracování.



Obr. 22 Kresebná varianta 4

Na obrázku 22 je jedna z tzv. slepých cest. Samozřejmě ne vždy se podaří navrhnout dokonalý stroj, který perfektně splňuje představy zadavatele. Tato varianta byla spíše testovací pro zjištění polohy krytů a nosného rámu. Podobá se opět více klasickým skútrům, přičemž plastové kolenní kryty jsou řešeny podobně jako na proslulé Hondě Cub. Tato varianta byla mnou i zadavatelem zamítnuta.



Obr. 23 Kresebná varianta 5

Maximální odhalení rámu – v duchu tohoto hesla se nese celý návrh z obrázku 23. Plastové kryty se na motocyklu jakoby vznášejí. Nejsou mezi sebou nijak plynule propojeny a bohužel tím dochází k roztržení celkového vizuálního dojmu. Tímto posledním pokusem jsem

definitivně opustil sféru běžných skútrů a pustil se na skutečně tenký led v podobě jakéhosi elektrického „hybridu“ mezi městským skútreem a dakarovým speciálem.



Obr. 24 Kresebná varianta 6

Nejde si nevšimnout, jak výrazně se v tomto případě proměnilo tvarosloví i technické provedení celého stroje. Masivnější rám, větší motor a výše posazená baterie propůjčují motocyklu „dospělejší“ proporce. V mnohém se podobá dakarovým závodním speciálům, které ve své koncepci propojují terénní jízdní vlastnosti s komfortem jezdce. Nejviditelnějším prvkem tohoto ideového náčrtu je vysoký přední štít, jehož spodní část navazuje na předsunuté díly karoserie.



Obr. 25 Kresebná varianta 6 – $\frac{3}{4}$ pohled

Pohled z obrázku 25 mi pomohl prostorově vyjádřit některé hloubkové detaily, zároveň jsem zadavateli poprvé nastínil mou představu o tom, jak by mohl vypadat hlavní přední světlomet a vlastně celá „tvář“ motorčky. Kámen úrazu byl ovšem v tom, že mi tento návrh přišel až příliš všední a nudný. Zásadně se nelišil od motocyklů dnešní produkce a nevzbuzoval dostatečné emoce. Po několika dnech už jsem se na něj nemohl déle dívat a rozhodl se jít zcela jiným směrem. V daný okamžik to bylo poměrně odvážné rozhodnutí, kterým jsem opustil zažitá konvence a vyhodil předchozí práci v podstatě z okna.



Obr. 26 Kresebná varianta 7

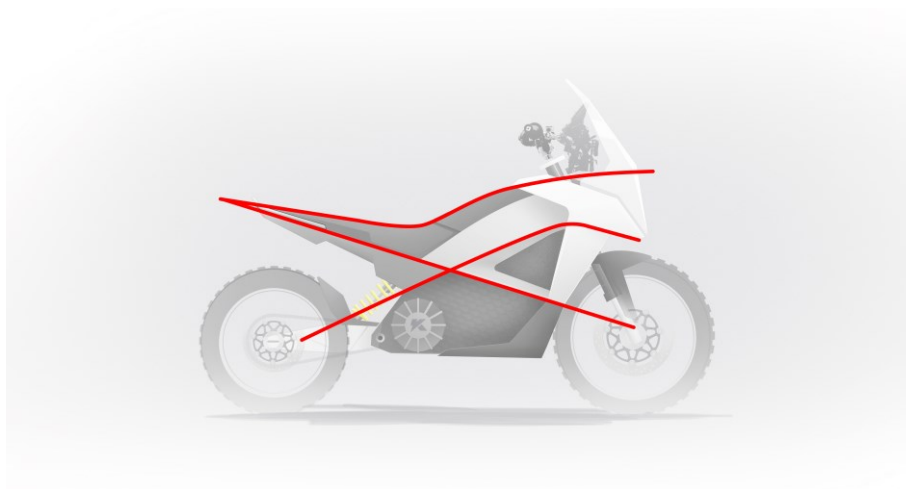
Výsledkem onoho přerodu byl mnohem dynamičtější, nahrbenější charakter motorčky, která vyhovovala všem přáním zadavatele. Kapotáž obepíná přední kolo a postupně se jakoby vytrácí. Stroj tím získává velmi sportovní vzhled, který v mých očích evokuje například letící kapku a částečně i zvířecí siluetu kamzíka či buvola. Unikátní pro něj přitom zůstává poloha jezdce, která je vzpřímená (více v kapitole ergonomie) jakožto u standardních skútrů. Motocykl je v tomto provedení stále schopen dobře si poradit s lehčím terénem a nabízí svému uživateli úložný prostor v místě, kde běžně sídlí palivová nádrž. Takto přepracovaný návrh se zadavateli velmi zalíbil a dodal, že ne každý designér je dle jeho zkušeností schopen zcela zahodit rozdělanou práci a vydat se novou, neprošlapanou cestou.

Samozřejmě i tato skica se dále vyvíjela dle výrobních omezení, ergonomických parametrů a v neposlední řadě dle norem stanovených pro vozidla určená do silničního provozu. Co se

konstrukce týká, tak jsme se rozhodli pro samonosný bateriový box, na kterém budou připevněny ostatní prvky rámu. Vše zakresleno na následujícím obrázku číslo 27.



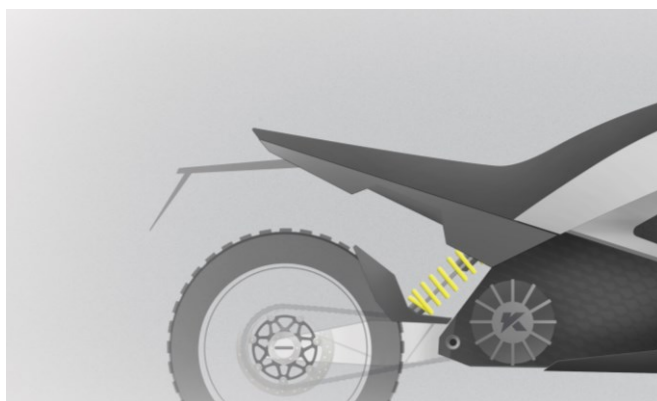
Obr. 27 Kresebná varianta 8



Obr. 28 Kresebná varianta 8 – hlavní linie



Obr. 29 Kresebná varianta 8– cestovní kufry

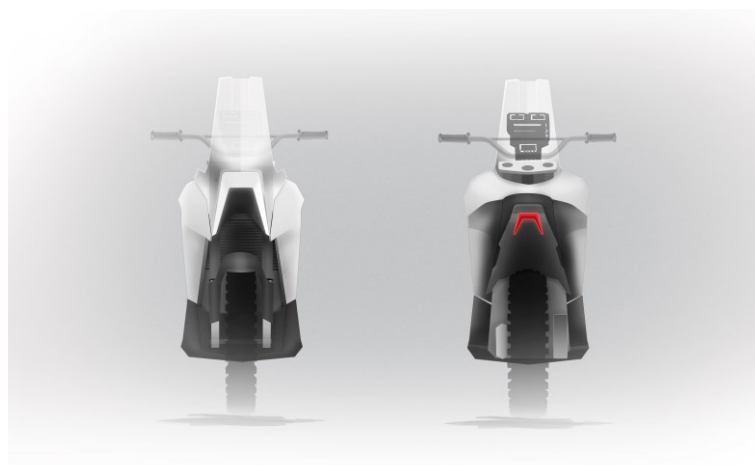


Obr. 30 Kresebná varianta 8 - detail držáku SPZ



Obr. 31 Kresebná varianta 8 - finální podoba

Jelikož má být vozidlo později schopno pohodlně svézt dva pasažéry, bylo nezbytné výrazně prodloužit jeho sedací plochu. Změnil se tvar bočních nášlapů pro lepší průchodnost terénem. Zadní kolo bylo opatřeno malým blatníčkem, který chrání motor i tlumič motocyklu před zanesením. Ovšem změnu nejzásadnější přineslo designové pojetí bočních podsedlových krytů. Ty vybíhají do prostoru podobně jako je tomu u předního světla a vytváří tak pomyslná křídélka. V návrhu jsem si taktéž dovil načrtnout letmou zadní vidlici, která však v reálném provedení pravděpodobně nebude finančně dosažitelnou položkou. Vysoký přední štít za sebou bez problémů skryje nadstandardně veliký informační panel, který nevyžaduje po jezdcích, aby zbytečně dlouho sklápěl zrak. Pro zvýšení pohodlí řidiče slouží také rozšířené bočnice, které odklání tok vzduchu mimo jeho kolena. Zkušenosti motocyklisté by mohli vyprávět o promrzlých nohách a následném revmatismu. Osobně si dovedu představit, že na tomto motocyklu budou lidé každodenně dojíždět třeba do práce. Úplná ochrana před silničními nečistotami, absence spalovacího motoru a vysoký přední štít umožňují jízdu i v běžném oděvu.



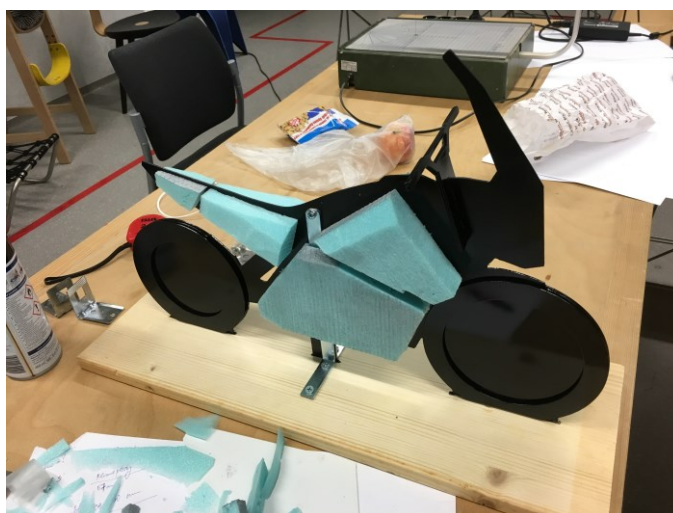
Obr. 32 Kresebná varianta 8 – čelní a zadní pohled

Nejzřetelnějším poznávacím znakem přední masky je světlomet ve tvaru obráceného písmene U. Jelikož se jedná o elektrický motocykl, chtěl jsem, aby působil futuristicky a nebyl vizuálně zaměnitelný s jiným konkurenčním strojem. Světlomet dle mého názoru tvarově dobře komunikuje s okolními kryty a nezdá se být příliš náročným na výrobu. Spodní rozbíhající se cípy navíc uvolňují prostor pro vyšší zdvih pérování přední vidlice. Celé řešení

mi přišlo natolik logické a technicky výhodné, že jsem se musel sám sebe ptát, proč už to někoho nenapadlo dřív. Je to vůbec legální? Nebudou přední hrany motocyklu příliš ostré? Začal jsem tedy hledat odpovědi a došel k velmi potěšujícímu závěru. Mnou navržený tvar je v naprostém pořádku. Důkazem je motocykl Tacita Aero E-Racer, který má po obou stranách mnohem špičatější plastové díly a je homologován pro běžný provoz. Co se zadních partií týká, velmi rád bych postupoval analogicky a využil podobný tvar světla jako je tomu vpředu. Otázkou ovšem v současné době zůstává, zda na jeho výrobu bude dostatek financí.

5.1 Tvorba clayového modelu

Pro úplnější stanovení finálního tvaru bylo třeba dvojrozměrné kresby převést do prostoru. K tomuto účelu mi výborně posloužil designérský clay, který je specificky určený pro podobné aplikace. Dobře se s ním zachází a designér je tak schopen poměrně rychle zhmotnit své nápady. V mém případě se jednalo o zmenšený model v měřítku 1:4. Pro lepší zachování boční proporce jsem si nechal z deskového materiálu HPS vyfrézovat přesný obrys, který byl později umístěn na dřevěnou podložku a vytvořil tak jakési středové žebro. To bylo následně pevně zajištěno pomocí dvou ocelových profilů ve tvaru písmene L. Pro imitaci objemu pneumatik byly na obě strany středového dílu nalepeny obruče o odpovídajících tloušťkách. Dále jsem, za účelem snížení koncové váhy celého modelu, v nejširších místech připevnil kousky extrudovaného polystyrenu.



Obr. 33 Kostra clayového modelu

Na připravený korpus jsem začal nanášet horký clay a rukama vymodeloval hrubý objem. Tato speciální hlína nabývá své tvárnosti díky vysokému obsahu vosku, při nahřátí na cca 60°C změkne a konzistencí připomíná plastelínu. Zpravidla je vždy lepší nanést více materiálu, než je třeba, a pak ho v tuhém stavu seškrabávat pomocí různých druhů cidlin. Dobře se mi osvědčila drátová očka, která se většinou používají k práci s keramickou hlínou. Pracovní model motocyklu byl během procesu několikrát konzultován s vedoucím této diplomové práce, panem doktorem Martinem Surmanem, a posléze i se zadavatelem projektu panem inženýrem Kubánkem.

Ztvárnění mých skic v prostoru mi pomohlo lépe porozumět návaznostem mezi jednotlivými plochami a zásadním způsobem mi usnadnilo 3D modelování.



Obr. 34 Clayový model

6 VIZUALIZACE FINÁLNÍHO DESIGNERSKÉHO NÁVRHU

6.1 3D skenování clayového modelu

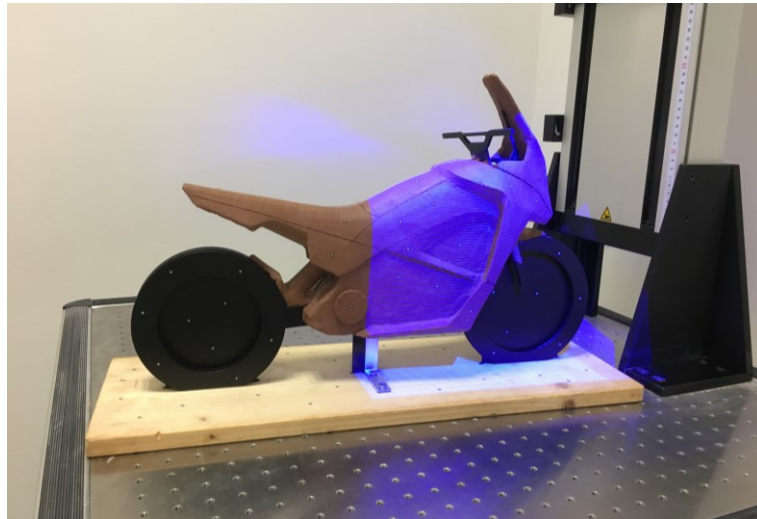
Při tvorbě zcela nového objektu v digitálním modelovacím programu je někdy kvůli zkrácení zobrazení dosti časově náročné přesně identifikovat jednotlivé prostorové body. Poměrně těžko se také zachycují prohnutí ploch a vzájemné objemové vztahy. Proto jsem přemýšlel, jak si práci co nejvíce ulehčit a převést alespoň orientační hodnoty z clayového modelu do digitálního prostředí. Využil jsem k tomu služeb výzkumného centra CEBIA-Tech, které je přidruženou součástí Fakulty aplikované informatiky univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Na základě několika doporučení jsem oslovil pana ing. Pavla Stoklásku, který má na starosti 3D skener. Na můj emailový dotaz zareagoval téměř okamžitě a rovnou mi sdělil, v jaké dny by měl prostor můj model naskenovat.

Jedinou obavou pana ing. Stoklásky byla lesklá barva na kolech modelu. Odrazivé povrchy jsou pro 3D skener totiž špatně čitelné. Přelakoval jsem je tedy na matnou černou a tím byl problém vyřešen. Samotné skenování probíhalo přímo v laboratoři centra CEBIA-Tech, model byl umístěn na speciální stůl a pro lepší prostorovou orientaci oлеpen kontrastními body v podobě bílo-černých puntíků. Proces skenování bych velmi zjednodušeně přirovnal k fotografování. Modelem se postupně otáčí, až si jej skener „vyfotí“ ze všech potřebných úhlů. Ke zvýraznění zakřivení ploch promítá na objekt jemné růžovo-modré proužky, které se postupně posouvají a otáčejí.



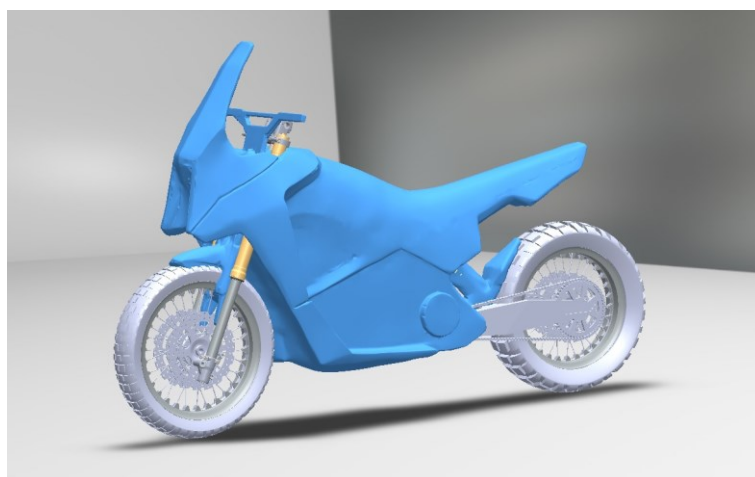
Obr. 35 3D skenování

Načítání trvalo necelou hodinu a jeho výsledkem byl skutečně detailní model, který bylo ovšem třeba ještě začistit a zafixovat v 3D prostoru. Všechny tyto úkony pro mne pan ing. Stoklásek ochotně provedl a ušetřil mi tak mnoho času.



Obr. 36 3D skenování - detail

Mou úlohou bylo získaná data 4x zvětšit a usadit na orientační rámovou konstrukci. Na-skenovaný objem samozřejmě nebyl dokonale přesný, při pozdějším modelování jsem pře-dělal úplně každý díl, nicméně k získání prostorové představy výborně posloužil.



Obr. 37 Model z 3D skenu

6.2 Měření existujících motocyklů

Po celou dobu navrhování nového motocyklu značky KUBERG jsem se snažil rozměrově vycházet z již existujících strojů. Bylo by velice zdlouhavé pokoušet se prostřednictvím série testů a maket zjišťovat veškeré technické parametry a proporce. Zároveň jsem tím částečně předešel problémům při konečné homologaci. Nejdůležitější pro mě byly šířkové vzdálenosti kolenních krytů, jejich velikost se mi špatně odhadovala, a proto jsem několikrát přeměřoval toto místo na motocyklech různých kategorií. Otazníkem pro mne byla také volba zakřivení sedla a objem úložného prostoru. Všechna měření zároveň úzce souvisela s ergonomickými parametry, které blíže rozeberu v kapitole věnované této problematice.



Obr. 38 Měření Yamahy T-max

Soustředil jsem se také na šířku středového „tunelu“, který se nachází mezi jezdcovými nohama. Jeho tvar a provedení ovlivňuje jednak pohodlí celkového posedu a zároveň má v mém konkrétním případě vliv na velikost bateriového boxu, to znamená i na elektrickou kapacitu stroje samotného. Dále mne zajímaly velikosti kol, úhel přední vidlice (ovlivňuje jízdní vlastnosti) a celkové zavěšení podvozkových dílů. Ve 3D návrhu jsem se zabýval jak technickým, tak i designérským řešením stroje, a proto jsem musel vnímat objemové proporce jednotlivých součástí.

6.3 3D Vizualizace

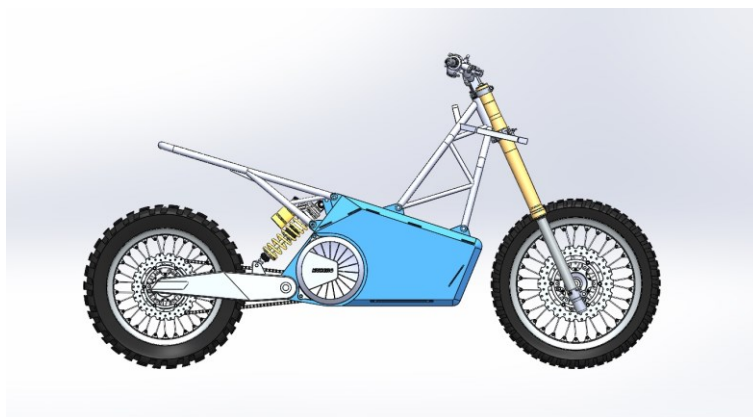
Jakmile byl clayový model i jeho 3D sken hotový, pustil jsem se do 3D modelování ve strojírenském CAD softwaru SolidWorks 2017 (student edition).

6.3.1 Konstrukce rámu

Jako první jsem si umístil na boční rovinu skicu motocyklu, která mi určila pozici disků. Ty jsem přizpůsobil tak, aby odpovídaly standardně nabízeným katalogovým rozměrům kol (vpředu pravděpodobně kolo R19 x 2,15 a vzadu R17 x 4,25). Pro dosažení offroadového vzhledu byly opatřeny terénními pneumatikami s dezénem pro kombinované povrchy. Na serveru GrabCAD.com jsem si dále stáhnul volně dostupný model přední vidlice z Hondy CR a umístil jej do odpovídající pozice (24° od svislé čelní roviny). Mezi ni a zadní kolo jsem hrubě rozvrhnul přibližné pozice bateriového boxu a rámových komponentů. Jejich podoba byla konzultována se zadavatelem, který jako podstatný inspirační zdroj nabízel skútr BMW C evolution. Jak jsem již zmiňoval ve výzkumné části, tento motocykl se vyznačuje odlévaným (hliníkovým) bateriovým boxem, který tvoří samonosný rámový prvek. Tímto nejenže přispívá ke snížení hmotnosti celého oddílu, ale díky předpřipraveným montážním bodům také významně zjednodušuje osazování dalších komponentů. V případě motocyklu KUBERG jsem se tedy ubíral podobným směrem, s tím rozdílem, že elektromotor nebyl zakomponován do zadní vidlice, ale stal se příomou součástí bateriového boxu. Pro zbylé prvky rámu byly využity ocelové konstrukční trubky rozměru 25x2 a pro trubky podpůrné či výplňové bylo použito rozměru 15 x 1,5. Menší trubky posloužily pro zvýšení tuhosti, tzv. triangulačním způsobem jimi byl vyplněn prostor mezi hlavními nosnými trubkami. Pro jednoduchost výroby byly všechny ohyby unifikovány na poloměr 50 mm. Takto navržený rám bohužel zatím nebyl propočítán konstruktérem, trubky jsou tedy pouze intuitivně rozmístěny. V následující fázi realizace bude samozřejmě nezbytné ověřit dostatečnou tuhost celé konstrukce. Mimo jiné také pevnost jednotlivých spojů – například odlévaných montážních bodů na bateriovém boxu.



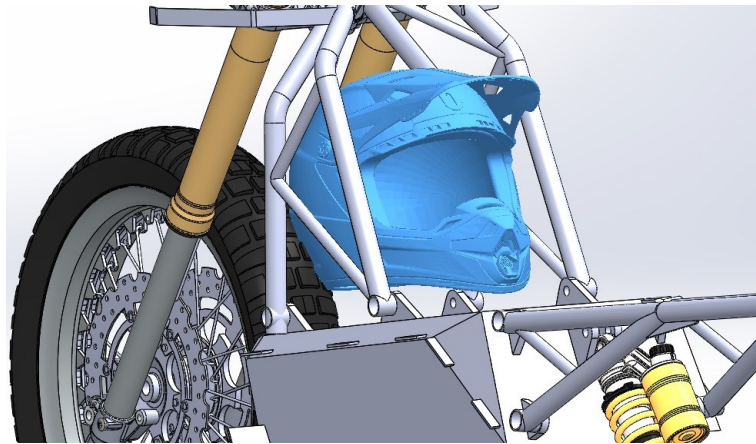
Obr. 39 Rám BMW C evolution



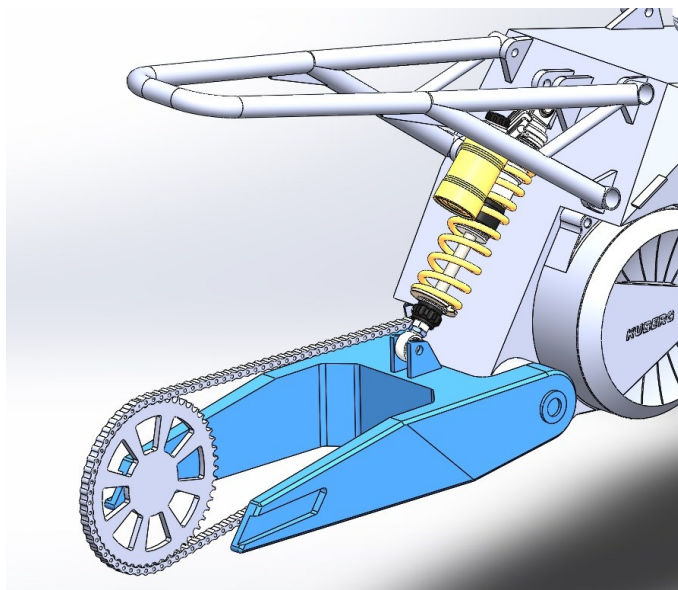
Obr. 40 Model rámu

Po nastínění bočního řešení rámu jsem nasměřoval svou pozornost na rozměry šířkové. Již z kresebného návrhu bylo zřejmé, že v oblasti „palivové nádrže“ chci vytvořit úložný prostor, do kterého se vejde nejenom jezdcova přilba, ale případně menší zavazadlo. Do 3D modelu jsem si tedy mezi ramena přední části rámu vložil crossovou helmu velikosti XXL. Model přilby pocházel opět ze serveru GrabCAD.com a byl velikostně upraven tak, aby odpovídal realitě. Z předcházejících měření mi dále byla známa spodní šířka bateriového boxu a šířka sedla. Všechny tyto parametry jsem postupně implementoval do rámové konstrukce (samozřejmě s ohledem na uchycení podvozkových dílů). Konstrukční celek bylo nutno doplnit posledním z elementárních nosných prvků, a tím je zadní kyvná vidlice. Já i

zadavatel jsme původně uvažovali o jejím letném provedení, ovšem potenciální náklady na vyprojektování a výrobu by byly enormně vysoké. V případě prototypu se tedy bude jednat o konvenční dvojramenné řešení, které je přímo uchyceno v těle bateriového boxu. Odpružení je zajištěno pomocí jednoho centrálního tlumiče o délce 350 mm. Ten je k vidlici samotné připevněn šroubem M10 skrz dvě kovová oka. Obdobně tomu je také na bateriovém boxu. Ideální tuhost pérování zatím nebyla prověřena konstruktérskými výpočty, nicméně po obhajobách této diplomové práce bude motocykl dozajista čekat série zatěžkávacích testů. Z hlediska jednoduchosti výroby je vidlice koncipována z plošných dílců.

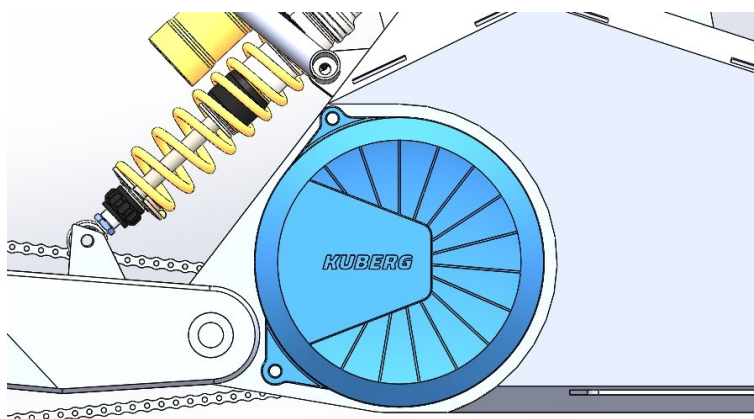


Obr. 41 Rám - přilba

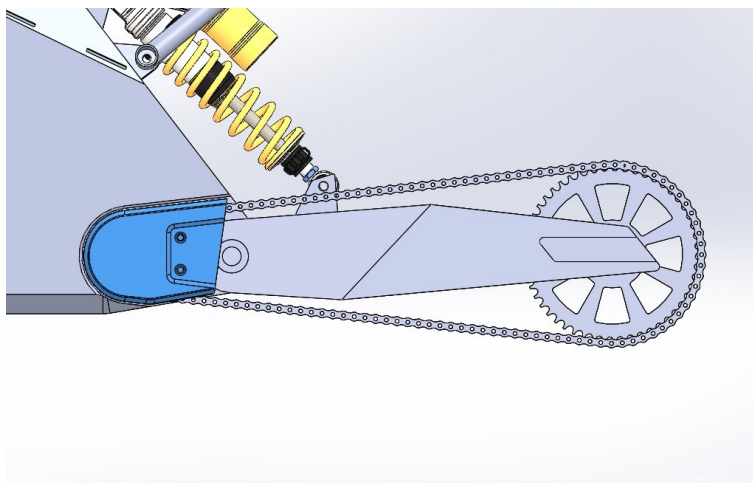


Obr. 42 Zadní kyvná vidlice

Elektromotor pohánějící tento motocykl, který by měl produkovat úctyhodných 55 kW, se pro firmu KUBERG již vyvíjí. Díky tomu jsem v tomto případě mohl operovat přímo s reálnými rozměry. Motor má v průměru 250 mm, a proto nepochybně spoluutváří vizuální dojem stroje. Jeho vnější tělo je šrouby připevněno k bateriovému boxu a dále je jeho síla vedena přes hřídel (případně převodovku) na přední řetězové kolečko. To je chráněno jednoduchým plastovým krytem.



Obr. 43 Elektromotor KUBERG



Obr. 44 Kryt řetězového kolečka

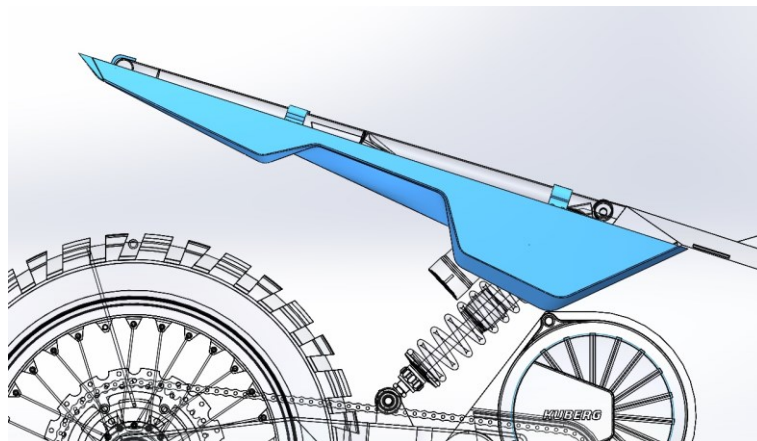
Z hlediska 3D modelování se při tvorbě rámových komponentů nejednalo o nikterak technicky náročnou práci. Velmi zdouhavé ovšem bylo rozmýšlení všech pozic, rozměrů a uchycení jednotlivých funkčních dílů.

6.3.2 Modelování kapotáže

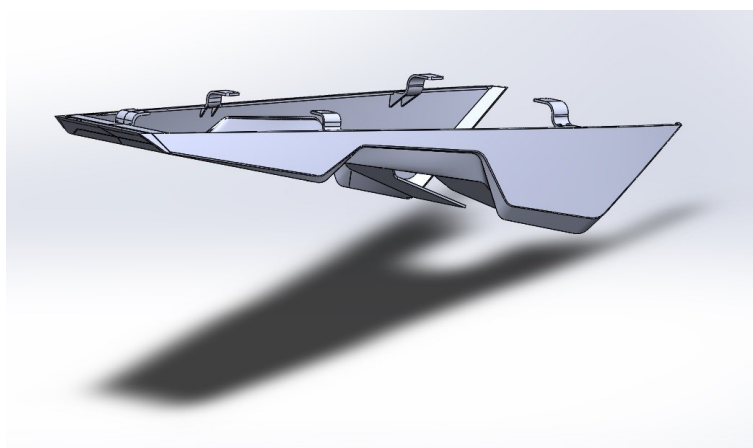
Dokonalé zpracování ploch karoserie bylo jednoznačně nejdůležitějším a zároveň také nejsložitějším úkolem pro mne, jakožto designéra. Jak jsem již zmiňoval v předcházející kapitole, pro 3D modelaci motocyklu jsem si zvolil profesionální strojírenský CAD software SolidWorks 2017. Jedná se o poměrně komplexní program, který vyžaduje notnou dávku zkušeností k tomu, aby byl člověk skutečně schopen vytvářet plynulé, hladké povrchy. Na oplátku však uživatel získává data kompatibilní s většinou světových výrobních nástrojů.

Nejprve jsem se zaměřil na „podsedlový“ oddíl motocyklu. Ten je charakterizován několika prostorovými křivkami, které navazují na zbytek motocyklu a sbíhají se jakoby v jednom bodě. Vystupující plošné dílce krytování vzdáleně připomínají směrová křídélka rakety. Celý tento dynamický tvar je zakončen světlometem, který je zpracován v souladu s pravidly silničního provozu. Je dostatečně viditelný z boku, ze zadního pohledu zaujímá relativně velkou svítivou plochu, která svým tvarem opět připomíná obrácené písmeno U.

„Podsedlový“ kryt zároveň slouží jakožto blatník, chránící pasažéry před odlétávajícími nečistotami ze zadního kola. Skrz tento díl prochází i zadní tlumič, pro který byl vyříznut otvor s dostatečnou rezervou pro jeho pohyb. Přichycení k rámu je zajištěno pomocí několika pacek, jež jsou přímou součástí tohoto plastového krytu. Z hlediska designérského jsem všechny hlavní plochy připodobnil zakřivení sedla. Spodní hrana byla opatřena jemnou fazetou, která skrz zadní světlo jakoby „obíhá“ celý motocykl.



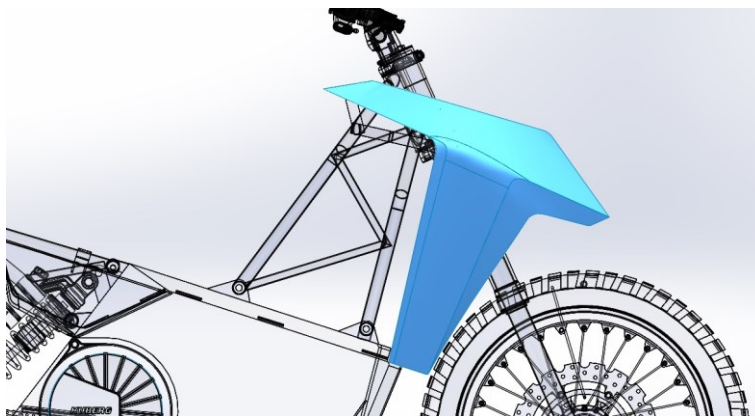
Obr. 45 Podsedlový kryt – boční pohled



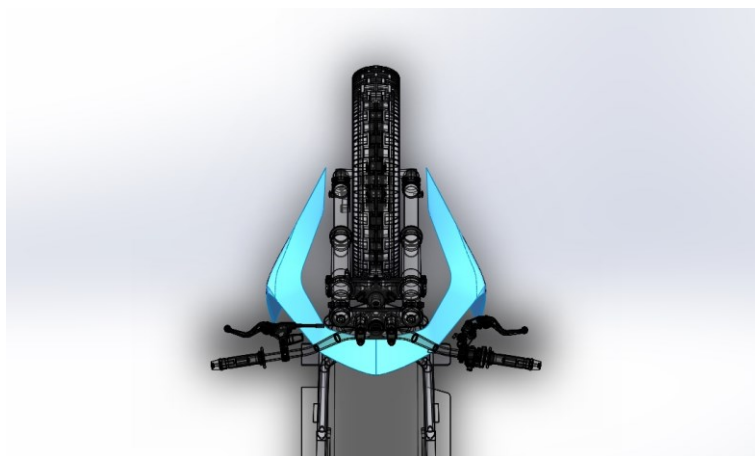
Obr. 46 Podsedlový kryt - prostor

Druhý v pořadí byl přední kryt jezdcových kolen (lidově „revma plechy“). Rozměrově asi největší plastový kus, který dle mého názoru tvoří nejdůležitější vizuální prvek celého mo-

točky. Obepíná přední vidlici a pokračuje až k přednímu světlometu. Vytváří tak jakýsi podpůrný můstek mezi sedací částí a čelním sklem. Směrem dolů z něj vybíhá lichoběžníkový vzduchový štít, který svým tvarem aerodynamicky odklání tok vzduchu mimo jezdce a kolena. Z bočního pohledu je tato část tvořena přímkami, které opět koncepčně navazují na zbytek tvarování motocyklu. Vrchní lichoběžník je jemně nahnáčen k získání agresivnějšího charakteru. Z horního pohledu připomíná celý díl podkovu či písmeno C. Obrys je utvořen z rovných úseků, které jsou ve svých vrcholech opatřeny odpovídajícími radiusy (na tomto tvarosloví jsme se v rámci zachování identity modelové řady domluvili s dalším designérem firmy KUBERG). Plochy jsem modeloval postupně, nejprve horní podpůrný můstek a následně kolenní štít. Z hlediska 3D modelace pro mne bylo obzvlášť těžké tyto dva segmenty plynule propojit. Toto konkrétní místo jsem zkoušel vytvořit mnoha způsoby, ale nikdy jsem nebyl zcela spokojen s výsledkem. Plochy se buď kroutily, nebo jejich zakřivení neodráželo světlo způsobem, jakým bych si přál. Až po zdlouhavých úpravách se mi konečně povedlo vytvořit plochu, která přirozeně doplňuje oba povrchy. Uchycení k rámu je zajištěno v několika bodech pomocí pásové oceli. Obecně je tato oblast složitě řešitelná, jelikož je potřeba počítat s bezpečností chodce při případném střetu s tímto motocyklem. Na druhou stranu však tento rozměrný díl karoserie musí co nejpevněji držet k nosnému rámu motocyklu. Pro zvýšení tuhosti byl díl opatřen dvojicí fazet, přední a zadní, které zároveň opticky zužují boční plochu.

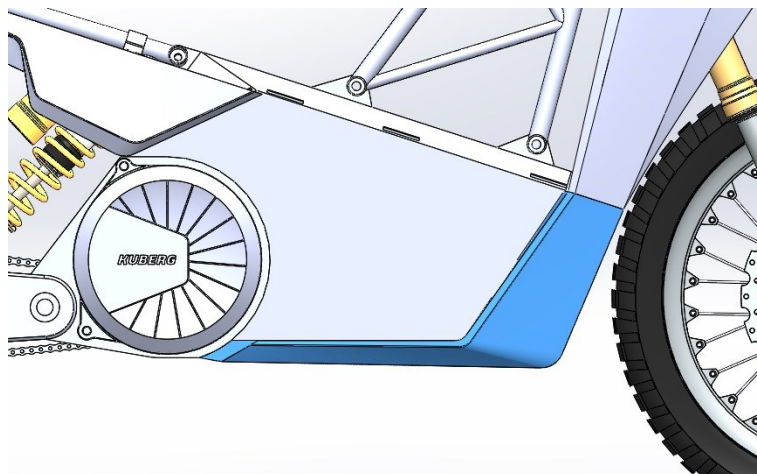


Obr. 47 Kolenní kryt – boční pohled

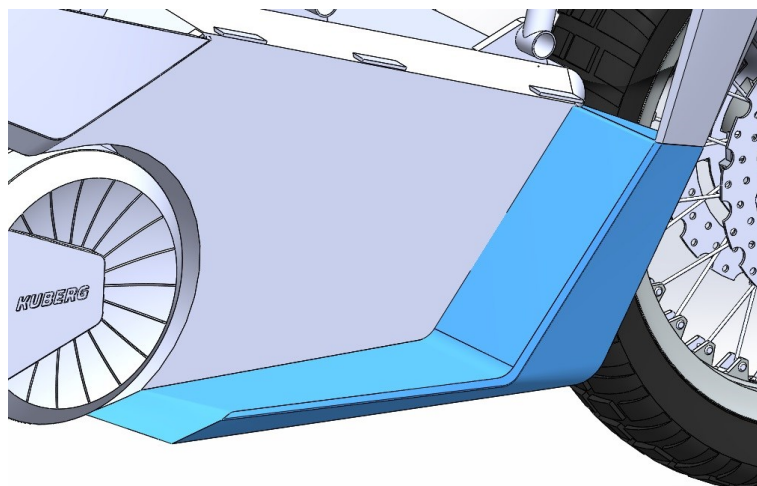


Obr. 48 Kolenní kryt – vrchní pohled

Od předního krytování jsem pokračoval směrem dolů ke spodním nášlapům. Jejich úlohou je především zvýšení jízdního komfortu jezdce, který je díky nim dobře chráněn před nečistotami vozovky. Šířka nášlapné plochy na každé straně činí 120 mm, což je standard mezi většími, běžně vyráběnými skútry. Co se designu týká, boční profil tohoto dílu se neshoduje s původní skicou. Při kreslení jsem nebral zásadní ohledy na ergonomii jezdce, a proto jsem mírně přehnal sklon horní hrany. Vnější křivka nášlapu byla tedy ve 3D modelu přetvořena na vodorovnou, která je mnohem přívětivější k poloze kotníků. Částečně tím utrpěla vizuální dynamika celého dílu, na druhou stranu ale bylo výrazným způsobem zlepšeno nastupování a vystupování z motocyklu při častých zastávkách na křižovatkách apod. Další zajímavou charakteristikou této platformy je zvýšená přední plocha. Obdobně jako na chopperu nebo na moderním městském skútru si může jezdec propnout nohy a dopřát jim tak odpočinku. Pro účely prototypu bude díl uchycen k robustním kovovým profilům, které jsou součástí bateriového boxu. Z přední strany na nášlapech pravděpodobně přibudou ještě perforace, které však musí tvarově korespondovat s grafikou motocyklu. Stejně tomu bude i u protiskluzových výstupků horní plochy. Doplněny budou tedy posléze. Pro zvýšení tuhosti a zachování kontinuity tvarování předního kolenního krytu přechází jemná fazeta také na tento plastový kus.



Obr. 49 Nášlap - boční pohled

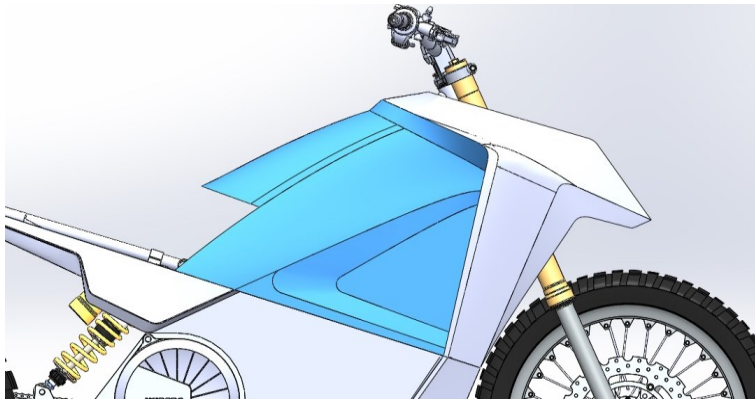


Obr. 50 Nášlap - prostor

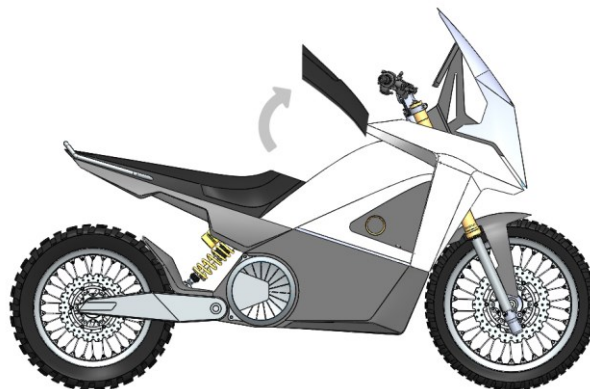
Všechny předcházející kusy bylo samozřejmě nutno ještě propojit. Součástí, která obklopí úložný prostor a logicky tak naváže na všechny okolní díly, nazývám pracovníě jako „boční“. Podpírá přední kolenní kryt a klesá směrem k sedlu. Uchycena je zespodu ke speciálním držákům na bateriovém boxu, šrouby jsou umístěny pod dolní hranou tak, aby nebyly vidět. Váha u obou bočních dílů se opírá poměrně hmotným úchytem o rám. Celým kusem probíhají tvarové hrany, které kopírují horní siluetu sedla. Pro optické rozdělení velmi rozlehlé plochy je zde utvořen jakoby trojúhelníkový prolis či otvor. Ten jak šířkově tak délkově napomáhá vizuálnímu odlehčení motocyklu. Finální 3D model se v tomto místě opět nepatrně liší od původní skici. Pro lepší zakřivení plochy jsem byl nucen opatřit spodní

hranu prolisu zaoblením. Z mého pohledu se tímto zásahem však nikterak nezměnila vizuální povaha karoserie.

Shora na boční díl přímo navazuje víko úložného prostoru. Otevírá se směrem k řídkům a díky tomu jsou věci pod ním ukryté dostupné, i když jezdec sedí na motocyklu. Víko je uchyceno na speciálních pantech, které jakoby obkročí přední hranu kolenního dílu, podobně jako tomu bývá u pátých (kufrových) dveří automobilů. Tlačítko k otevření víka se nachází v prolisu těsně před jezdce. Po jeho stlačení se poklop sám zvedne díky integrovaným hydraulickým pístům. Nicméně nepředpokládám, že bude mechanismus funkční již u prototypního kusu. Každopádně barevné i materiálové provedení bude odpovídat sedadlu, jelikož tento díl jej vizuálně prodlužuje. Zároveň je takto zajištěna lepší podpora stehen při jízdě vestoje.



Obr. 51 Bok – boční pohled



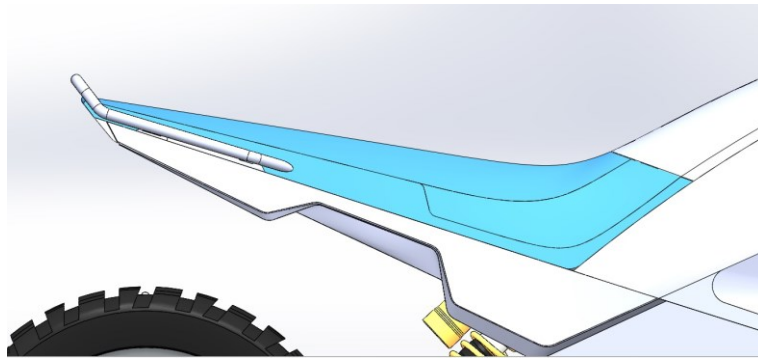
Obr. 52 Otevírání víka



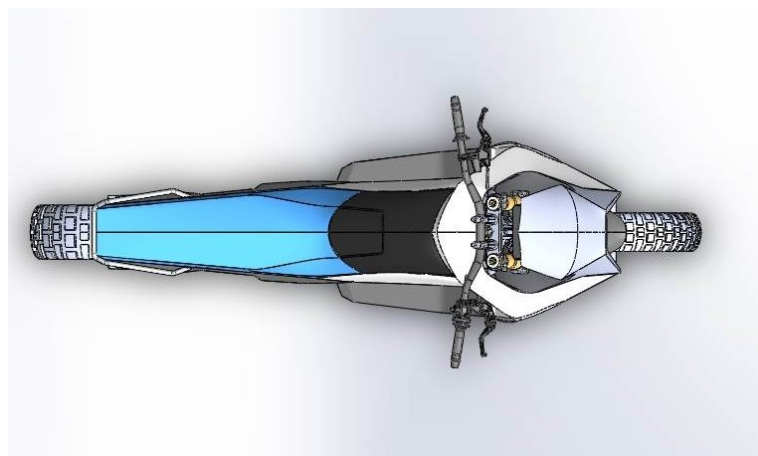
Obr. 53 Panty

Sedlo motocyklu KUBERG jsem modeloval s obzvlášť velkou pečlivostí, jelikož jeho nesprávná podoba může zcela degradovat požitek z jízdy. Jeho tvar bych popsal jako symbiózu toho nejlepšího z „crossových“ a „adventure“ sedaček. Je poměrně úzké, čímž je teoreticky vhodné i pro terénní jízdu. Naopak síla polstrování je zde zachována neobyčejně vysoká. Domnívám se, že pro výrobu tohoto sedla by se skvěle hodila metoda vstříkování speciální expanzní pěny do hliníkové formy. Tímto postupem je možné dosahovat velmi zajímavých tvarů, které není třeba čalounit. Povrch vytvrzené pěny lze navíc doplnit vroubky, které znesnadňují klouzání jezdce po sedačce a tím do jisté míry zvyšují jízdní komfort. Finální textura může být zároveň velmi pěkným designovým prvkem, který dodá motocyklu dravější vzhled. Jako tomu bylo u předchozích dílů, i sedačka má po stranách jemné

fazety, které konkretizují přechod mezi materiály. Z hlediska ergonomického je navíc v přední části symetricky vybrané. Tím by měla být zajištěna ještě pevnější poloha při sezení. Pro spolujezdce je horní plocha naopak rozšířená, navíc je vzadu po celém obvodu sedla připevněno ještě kovové madlo. To je dnes již ve většině zemí vyžadována jako povinná výbava motorek. V případě tohoto projektu slouží nejen jako držadlo, ale také jako zarážka pasažéra, který by mohl z motocyklu sklouznout při extrémní akceleraci. Tento kovový díl je přišroubován k hlavnímu rámu stroje a pro jeho úchyty je v sedle vytvořena tenká drážka. Tento otvor může být eventuálně využit i pro uchycení podpůrné konstrukce pro cestovní moto kufry.



Obr. 54 Sedlo – boční pohled

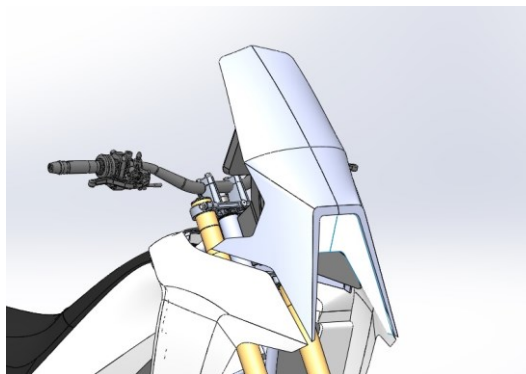


Obr. 55 Sedlo - vrchní pohled

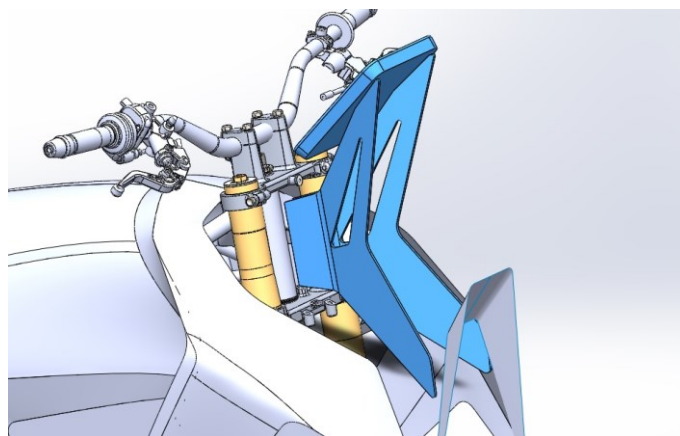


Obr. 56 Sedlo Acerbis

Posledním z velkých karoseriiových dílů bylo přední sklo. Já osobně jej považuji za velice praktický prvek, který ve vysokých rychlostech výrazně snižuje tlak vzduchu vyvíjený na trup jezdce. Přední štít je také nedocenitelným pomocníkem při jízdě v dešti či prachu, a nejen proto jsou jím dnes vybaveny v podstatě všechny skútry a „adventure“ motocykly. Pod přední sklo se rovněž dobře schová i větší informační panel, který je v některých případech nezbytný. Mnou navržený motocykl KUBERG zcela postrádá klasickou přední masku. Ta je u něj tvořena pouze světlometem a sklem, které na něj přímo dosedá. Okolo světla plexisklo utváří jemný rámeček, který ponechává dostatek volného prostoru pro „housing“ (domeček) světlometu. Obrys štítu ve spodní části kopíruje hrany karoserie a je tvarově vybraný kvůli otáčení řídicích. Jeho nejvyšší bod je od „brýlí“ (horního upínáku) přední vidlice vzdálen přibližně 340 mm – tento rozměr opět vychází z mých předcházejících měření. Samotný světlomet byl pro potřeby prototypu zjednodušen pouze na světelnou plochu, která je stejně jako přední sklo uchycena k rámu pomocí rozvětvené plasto-kovové konstrukce. Ta je uchycena přímo ke „krku“ rámu a tím pádem se NEOTÁČÍ spolu s říditky.



Obr. 57 Čelní sklo



Obr. 58 Držák skla, světlometu a infopanelu

Motocykl samozřejmě bylo třeba ještě opatřit spoustou menších funkčních dílů, které jsem modeloval průběžně. Jsou jimi například blatníky, které povětšinou tvarově vycházejí z existujících křivek stroje. Ačkoliv se může z textu zdát, že jsem procesem modelování celého motocyklu proplul bez větších obtíží, tak realita byla poněkud odlišná. Musel jsem mnohokrát doslova zahodit hodiny práce. Kdo zná software SolidWorks či podobný 3D program tak ví, že při modelování komplexních tvarů se nedá řídit žádným předem stanoveným návodem. Člověk prostě musí otestovat spoustu různých „cest“, avšak ne každá z nich vede ke kýženému cíli. Nemluvě o tom, že v konečných stádiích modelování už můj hardware začínal mít potíže s tak velkým 3D souborem.

6.4 Finální vizualizace



Obr. 59 Vizualizace 1



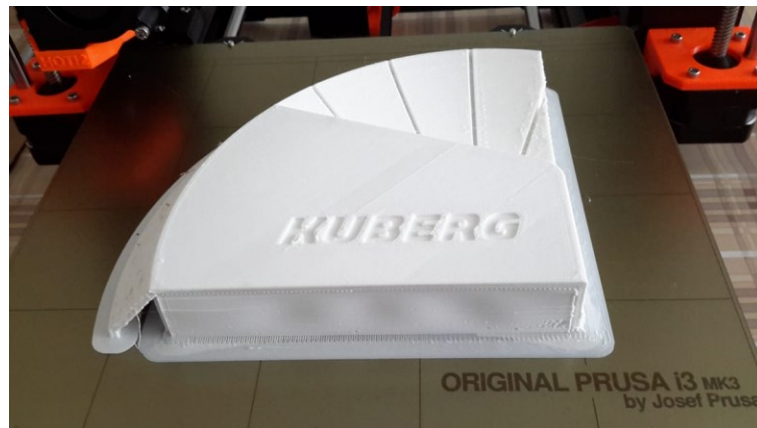
Obr. 60 Vizualizace 2



Obr. 61 Vizualizace 3

6.5 Grafika

O barevné a grafické zpracování tohoto elektrického motocyklu se stará externí studio, které dlouhodobě spolupracuje s firmou KUBERG s.r.o. Tímto krokem bude zajištěna dokonalá vizuální kontinuita jednotlivých modelů značky. Studio ode mne obdrželo několik vizualizací a technických podkladů, dle kterých je schopno nasimulovat vzhled různých barevných řešení a polepů. Rád bych si nechal poradit i s protiskluzovou texturou a otvory na spodních náslapech. Mimoto je nezbytně třeba vyřešit boční perforace bateriového boxu, které zásadním způsobem promění charakter motocyklu. Předpokládám, že aplikované textury budou založeny na hexagonálním principu, který se prolíná celým vizuálním stylem značky KUBERG. Obzvláště zvědavý jsem na polepy karoserie, ty totiž dokážou pozvednout finální dojem o několik úrovní výš. Grafické studio jsem také poprosil o návrh protiskluzových výstupků sedla, které bude pro účely prototypu pravděpodobně vytištěno na 3D tiskárně. Jediným grafickým prvkem, který jsem si dovolil aplikovat bez konzultace s grafikem, je prolisované logo KUBERG na víku elektromotoru. Co se barevnosti týče, předpokládám, že tmavé oddíly budou zachovány. Bílá část karoserie bude pravděpodobně ztmavena a detaily stroje budou lehce akcentovány (nejspíše zlatou barvou).



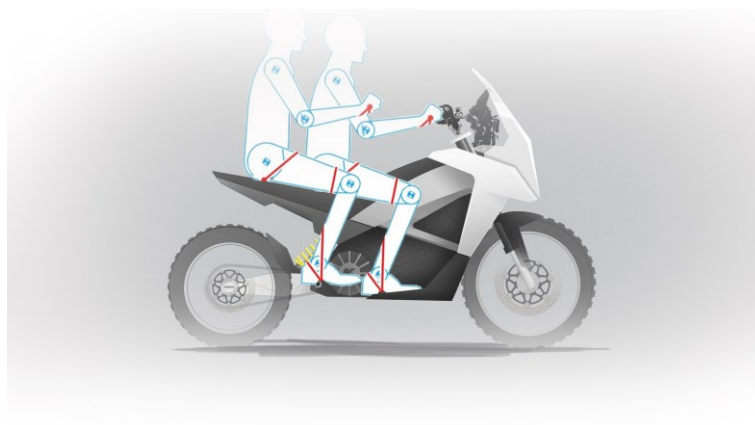
Obr. 62 Logo KUBERG na části krytu motoru

7 TECHNICKÁ DOKUMENTACE

7.1 Ergonomická studie

Jízdní pozice sehrála při navrhování tohoto motocyklu naprosto klíčovou roli. Jak je jasné již ze zadání, nový stroj by měl disponovat vlastnostmi, které zpravidla přísluší městským skútrům. Pro ně je charakteristický pohodlný, vzpřímený posed, který je specifikován hned několika parametry. Prvním z nich je nízké umístění sedla, které je výhodou při častém zastavování v provozu. (U známého skútru Piaggio Vespa XL 125 činí tato výška 790 mm.) Druhý faktor představují poměrně vysoká řídítka, jež jsou vzhledem k sedačce blíže, než jak tomu bývá zvykem u sportovnějších strojů. Terénní motocykly používají řídítka naopak o něco širší, proto jsem volil kompromis o šířce 850 mm. Pro doplnění jízdního komfortu jsou samozřejmě důležité i vodorovné spodní nášlapy. Vzpřímená poloha trupu, umožňuje jezdcům přemístění nohou do přirozenější polohy. Chodidla v tomto případě neobsluhují žádné pedály a díky tomu mohou být umístěny tak, jako když sedíme na standardní židli. Dle mých měření je nášlapná plocha pro jedno chodidlo přibližně 290 mm dlouhá, a 120 mm široká. Výšková vzdálenost mezi samotným nášlapem a vrchní hranou sedačky se pohybuje okolo 530 mm.

Pro ještě lepší porozumění ergonomie motocyklů, jsem se rozhodl vyzkoušet si různé druhy jízdních pozic v praxi. Využil jsem zejména faktu, že moje tělesná stavba odpovídá parametrům průměrné pánské postavy. Navíc díky tomu, že rád jezdím na motorkách, jsem byl schopen dobře identifikovat ideální rozmístění jednotlivých prvků. Analýza probíhala jak na milánském veletrhu EICMA, tak i v několika dalších prodejnách. Ergonomické parametry byly tedy s úpravami převzaty z běžně vyráběných strojů, čímž byl ušetřen čas i peníze, které by jinak musely být investovány do individuálního výzkumu. Problémem mnoha motocyklů je přehnaný přední náklon, váha trupu se pak přenáší na zápěstí, které po čase začne bolet. V předklonu je také náročnější udržet zvednutou hlavu, krk se pod tíhou helmy a tlaku vzduchu brzy unaví a způsobuje bolest zad. Proto hraje jízdní pozice tak důležitou roli. Dovolil bych si poznamenat, že elektrický motocykl, který je předmětem této diplomové práce, je svým ergonomickým pojetím skutečně unikátní. Troufnu si tvrdit, že kombinace předních kolenních krytů s pohodlnou jízdní pozicí a úložným prostorem nemá ve světě terénních motocyklů obdoby.



Obr. 63 Umístění figurín



Obr. 64 Zkouška jízdní pozice

7.2 Materiály a produkce

Hlavním výstupem práce průmyslového designéra je samozřejmě hmatatelný produkt. Pro mne osobně je realizace návrhů tou nejlepší satisfakcí, která dokonale odhalí veškeré přednosti či vady designu samotného. V případě motocyklu KUBERG je význam zhmotnění všech tvarů o to důležitější, neboť se zadavatel skutečně chystá daný stroj přivést **do sériové výroby**. V rámci mé diplomové práce jsem předpokládal, že finálním presentačním výrobkem bude, jak tomu bývá zvykem, pouze zmenšený model. Ovšem po domluvě s panem ing. Kubánkem jsme se rozhodli vytvořit rovnou **prototyp v měřítku 1:1**. Z hlediska časového i technického se jedná o velmi náročný úkol, který je v podstatě nesplnitelný, pokud by se mi nedostalo pomoci ze strany zadavatele. Domluvili jsme se tedy, že prototyp vytvoříme společnými silami.

7.2.1 Rám

O tvorbu rámu se staral technický specialista firmy KUBERG, pan Michal Salík. Nesmírně všestranný člověk, bez kterého bych se při realizaci tohoto elektrického motocyklu jen těžko obešel. Jelikož se dobře vyzná v softwaru SolidWorks, stačilo mu zaslat 3D model a on podle něj nachystal data na laserové vyřezání jednotlivých plošných dílů bateriového boxu, který bude zhotoven z hliníku tloušťky 4 mm. Dále zajistil výrobu rámových komponentů na speciální 3D ohýbačce trubek, se kterou jsem před tím neměl žádnou osobní zkušenost. Naučil jsem se, že pro tento stroj je nejlepší unifikovat jednotlivá zaoblení, protože se díky tomu nemusí měnit matrice. Tloušťky trubek vycházejí opět z mých předchozích měření (viz kapitola o modelování rámu). Svařování jednotlivých dílů proběhlo již v dílně společnosti KUBERG, která se nachází v budově bývalého vepřína v Mankovicích. Další důležité díly jakožto říditka, přední vidlice, zadní tlumič, brzdové páčky a podobně byly buď využity ze zásob firmy KUBERG, nebo byly zakoupeny specificky pro stavbu tohoto stroje. Nejsložitější bylo sehnat odpovídající kola. Ta nejenže jsou velmi drahá, ale také jsou jejich rozměrové varianty omezeny poptávkou trhu. Jako nejlepší se nakonec zdála být česká firma RAZZO s.r.o., která dodává customizované ráfky holandské značky HAAN. Finální rozměr kol v černém provedení je vpředu R19/2,15 a vzadu R17/4,25. Vý-

běr dílů jsem si vzal na starost sám, ty které byly použity ze stávajících zásob, byly vzhledově přizpůsobeny celkovému designu motocyklu.



Obr. 65 Pan Michal Salík při práci



Obr. 66 Kolo HAAN



Obr. 67 Přední vidlice Marzocchi– „up side down“

7.2.2 3D tisk karoserie

Když byl poprvé zmíněn 3D tisk v souvislosti s výrobou karoserie tohoto 2,5 metru dlouhého motocyklu, tak mi to přišlo jako poněkud bláhové řešení. Byl to nápad pana ing. Kubánka, který z dnešního pohledu považuji vlastně za naprosto vynikající.

3D tisk je poměrně mladá technologie, která se v posledních letech stala velmi dostupnou. Využívá aditivního vrstvení materiálu za účelem tvorby fyzických modelů. Způsobů 3D tisků je několik. Například laserové sintrování, při kterém se za pomoci laserů spéká speciální prášek. Dále existuje také stereolitografický tisk, který je založen na principu tuhnutí světlocitlivé pryskyřice [7]. Nejrozšířenější je ovšem tzv. FDM (zkratka anglického Fused Deposition Modeling) 3D tisk. Ten spočívá v tavení struny z nejčastěji plastového materiálu, který je protlačován přes jemnou trysku. Tato speciální hlavice se během tiskového procesu pohybuje v trojrozměrném souřadnicovém systému a postupně vykresluje řezy zadaného výrobku [8].

Ze začátku projektu jsem samozřejmě vůbec neměl představu, kde by něco tak rozměrného vůbec šlo nechat vytisknout. Začalo tedy pátrání po nejvhodnějším řešení. Jak je uvedeno v kapitole o skenování clayového modelu, navštívil jsem technologické centrum Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně jménem CEBIA-Tech. Zde jsem zjistil, že ve stejné budově se nachází unikátní 3D tiskárna, která má tiskovou plochu o naprosto nevídaných rozměrech. Na této tiskárně by bylo možné motocykl vytisknout takřka najednou, avšak cena takto vytvo-

řené karoserie by byla enormně vysoká. Kontaktoval jsem proto další instituce, například vědeckotechnický park Univerzity Palackého v Olomouci či přímo výrobce slavných oranžových 3D tiskáren pana Josefa Průšu. Bohužel jsem se nikde nesešel s pozitivní odezvou a musel jsem zkoušet dál. Až díky pomoci ze strany vedoucího mé diplomové práce, jsem byl propojen se zástupci Hulínské firmy Fillamentum a.s., která vyrábí plastové struny (filamenty) pro 3D tiskárny. Pan Josef Doleček, který má na starosti mimo jiné i testovací laboratoř plnou různých 3D tiskáren, je veliký podporovatel studentských projektů a velmi ochotně mi nabídl pomocnou ruku. Nejen že mi propůjčil k užívání všechny 3D tiskárny firmy Fillamentum, ale také dodal výrobní materiál zcela zdarma.

Ve zmíněné laboratoři na mě čekalo asi 8 různých funkčních i nefunkčních 3D tiskáren značek Průša, DeltiX, Ultimaker, EasyMaker, Mass Portal a tak dále. Domluva mezi mnou a panem Dolečkem zněla tak, že se o 3D tiskárny a přípravu dat budu starat sám. Mé předchozí zkušenosti s 3D tiskárnou Ultimaker 2 byly velmi pozitivní, a proto jsem podvědomě předpokládal, že tisk všech dílů bude probíhat bez větších potíží. Ovšem ze zkušenosti pana ing. Kubánka, který podobné 3D tištěné motocykly již stavěl, jsem zjistil, že výrobky vytištěné z materiálu PLA se při vyšších teplotách, například na přímém slunci, deformují. Bláhově jsem si myslel, že tento problém vyřeším pouhou změnou druhu filamentu. V portfoliu hulínského výrobce je jich hned několik – PLA, ABS, ASA, FlexFill, Nylon a CPE (pro zkrácení textu nebudu rozvádět jejich konkrétní vlastnosti). Já sám jsem se nikdy nesešel s jiným materiálem než neklasičtějším PLA, které je velice jednoduše tisknutelné – zaručuje takřka 100% úspěšnost všech tisků, avšak výrobky z něj vytvořené nejsou nijak zvlášť mechanicky ani teplotně odolné. Na doporučení pana Dolečka jsem zkusil tisknout nejprve z materiálů ABS a ASA. Ty jsou na běžných otevřených tiskárnách velmi obtížně tisknutelné. Pro dokonalé propojení jednotlivých vrstev je třeba tyto materiály nezbytně tisknout v uzavřených temperovaných komorách. Tuto informaci mi ale neměl kdo sdělit, a proto jsem metodou pokusu a omylu zkoušel dlouhé hodiny přijít na nejlepší nastavení. Výsledky byly samozřejmě velmi bídné a já začínal pomalu propadat panice. Nemluvě o tom, že pro každou tiskárnu musí člověk nachystat data v úplně jiném programu. Šla mi z toho doslova hlava kolem a vůbec jsem neměl tušení, jak budu danou situaci řešit.



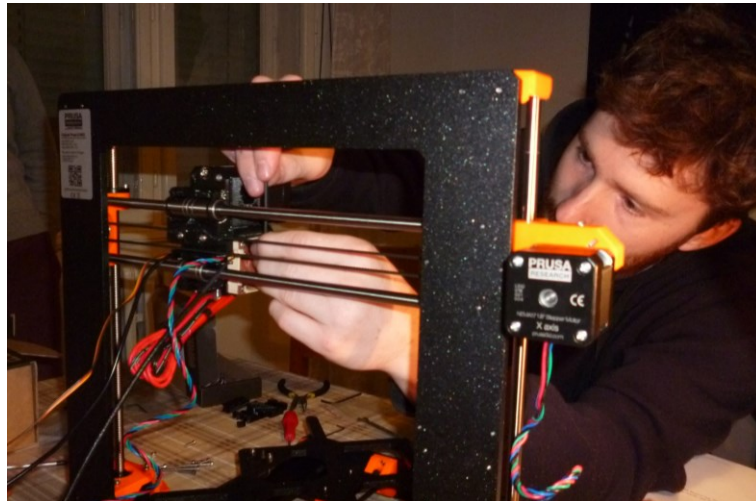
Obr. 68 Jeden z mnoha nepovedených tisků

Důležité rady jsem začal hledat na internetu – velmi mi pomohl YouTube kanál Thomase Sanladerera, [9] který ve svých videích sdílí zkušenosti s 3D tiskem různých filamentů. Špatnou zprávou pro mne bylo, že na světě neexistuje ideální materiál, který by byl jak dobře tisknutelný, tak teplotně stálý a přitom dobře „lakovatelný“. Každopádně dle jeho doporučení se jevil jako nejlepší materiál PET-G. Ten firma Fillamentum ovšem nevyrábí, produkuje pouze jeho modifikovanou variantu pod názvem CPE. Tento materiál propojuje ty nejlepší vlastnosti ABS a PLA. Vyznačuje se nejlepší rázovou houževnatostí, teplotní stálostí a přitom je relativně jednoduše tisknutelný. Na druhou se ale velmi obtížně lakuje a lepí. (Tato problematika bude blíže vysvětlena v následujících kapitolách.) Samozřejmě jsem nejprve musel přijít na nejlepší recepturu, která bude fungovat pro otevřené tiskárny. Nicméně s CPE jsem rychle začal dosahovat poměrně stabilní úspěšnosti tisků.

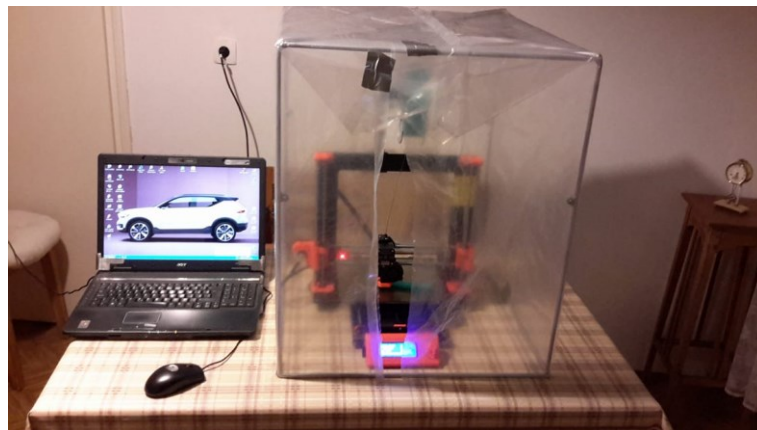
Zároveň bych chtěl touto cestou velice poděkovat technologům firmy Fillmentum, jmenovitě ing. Jiřímu Klofáčovi a ing. Martině Bradáčové, kteří mi v mnoha směrech poradili a pomohli.

K zabezpečení hladkého průběhu 3D tisku a hlavně jeho urychlení jsem se rozhodl zakoupit si vlastní stavebnici 3D tiskárny Průša i3 MK3. Její kalibrace se mi natolik podařila, že tiskárna produkuje části motocyklu bez jediného zaváhání. Je navíc opatřena po domácku vyrobeným igelitovým boxem, který udržuje okolní teplotu výrobku o něco vyšší a tím zajišťuje lepší propojení jednotlivých vrstev. Co se uchycení výrobku k podložce týká, tak

CPE je velmi specifický materiál. Například při tisku na sklo se natolik připeče, že při od-
dělávání hotového výrobku dokonce vytrhnete ze skla střepey. Proto při tisku na sklo či pod-
ložku Průša PEI vřele doporučuji lepidlo Magigo, které je za tepla lepkavé a po zchladnutí
křehké.



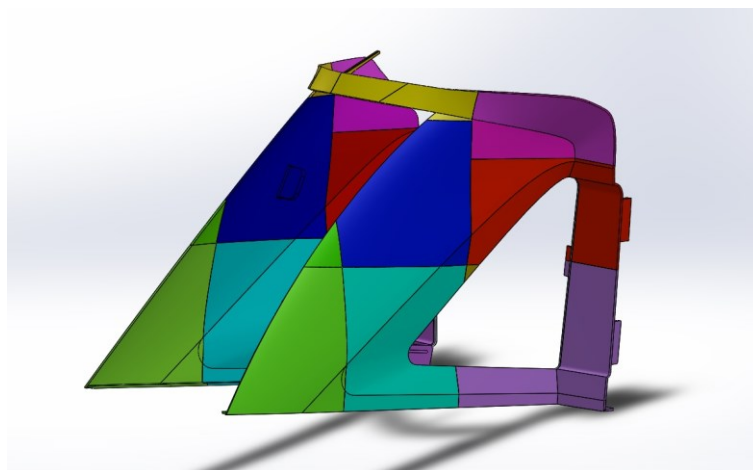
Obr. 69 Sestavování 3D tiskárny Průša i3 MK3



Obr. 70 Igelitový box

7.2.3 Lepení

Většina 3D tiskáren dokáže tisknout pouze v prostoru okolo 200x200x200 mm, musel jsem proto velké díly karoserie v modelovacím programu rozdělit a zadávat postupně. Tyto kousky se následně slepí dohromady a vytvoří jednolitý celek. Bohužel jsou plasty skupiny PET, mezi které spadá i CPE, obecně hůře lepitelné. Odolávají rozpouštědlům a běžná lepidla se z nich odloupnou [10]. Na internetu jsem se ale dočetl, že mnozí lidé měli úspěch s aktivačním vteřinovým lepidlem. Můj prvotní pokus lepit CPE zcela obyčejným vteřinovým lepidlem dopadl v celku dobře – díly se spojily, ovšem po hmatu jde poznat, že spoj je křehký a není úplně nejpevnější. Domnívám se, že při použití aktivátoru, který rozleptá povrchovou vrstvu plastu, budou díly propojeny dostatečně pevně. Každopádně bude potřeba vyzkoušet různé druhy lepidel a podrobit jimi slepené výrobky zatěžkávacím zkouškám. Pod jednotlivé spoje plánuji vkládat ještě malé výztuže ze stejného materiálu, které by měli zásadně zlepšit tuhost slepených dílů.



Obr. 71 Rozčleněný díl pro 3D tisk



Obr. 72 Vytištěné části

7.2.4 Lakování

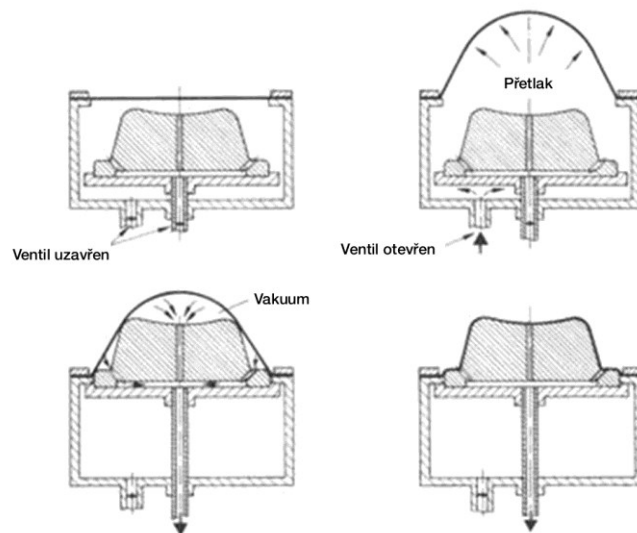
Podobně jako s lepením je to i s lakováním. CPE k lakování není moc vhodné, nicméně jsem dosáhl slušných výsledků za použití speciálního plastového základu, který se nazývá Galvinol a je běžně dostupný v řetězcích Hornbach. Spleené výtisky karoserie se budou muset opatřit tímto základem, poté polyuretanovým tmelem, dále pak stříkacím tmelem a nakonec lakem. Samozřejmě bude třeba díly několikrát za sebou přebrousit. Celý proces budu zajišťovat já s panem Salíkem, případě využijeme pomoci zaměstnanců firmy KUBERG.

7.2.5 Vakuové tvarování

Bohužel v kategorii FDM 3D tisků stále neexistuje metoda, kterou by bylo možné dosáhnout dokonale průhledných objektů. Přední plexisklo tedy musí být vytvořeno jinou metodou. Nejrychlejší a přitom nejlevnější způsob jakým tvarované plexisklo vyrobit je pomocí vakuového tvarování. Tím se zpracovávají desky od 0,3 až 6 mm. K vytvarování výrobku není zapotřebí dvoudílné formy – druhý díl je v tomto případě totiž zastoupen podtlakovým prostředím [11]. Proces výroby začíná vložením předpřipravené formy do vzduchotěsné komory. Nad tento prostor se umístí zvolený deskový materiál (v našem případě plexisklo), který se upne do rámu. Materiál se následně rovnoměrně nahřeje na stano-

venou teplotu a rozměklém stavu se spustí na formu. Poté se odsaje všechen přebytečný vzduch. Tím deskový materiál zcela dosedne na díl a po vychladnutí si zachová požadovaný tvar.

Formy pro vakuové tvarování většinou nebývají mechanicky příliš zatěžovány, proto je možné je vyrábět z hmot s relativně malou pevností. Rozhodující je vždy předpokládaná velikost série, pro výrobky do 1000 opakování je možné použít materiálů jako dřevo, MDF desky, sádra, cement a podobně. V případě předního štítu motocyklu KUBERG se bude jednat o blok slepených MDF desek, ze kterého mi můj kamarád vyfrézuje pozitivní kopyto. To bude muset být dále povrchově upraveno – co nejlépe zatmeleno, zabroušeno a napuštěno olejem či zalakováno. Samotné vakuové tvarování proběhne v mohelnické firmě Bill s.r.o., se kterou mám díky své bakalářské práci výborné zkušenosti.

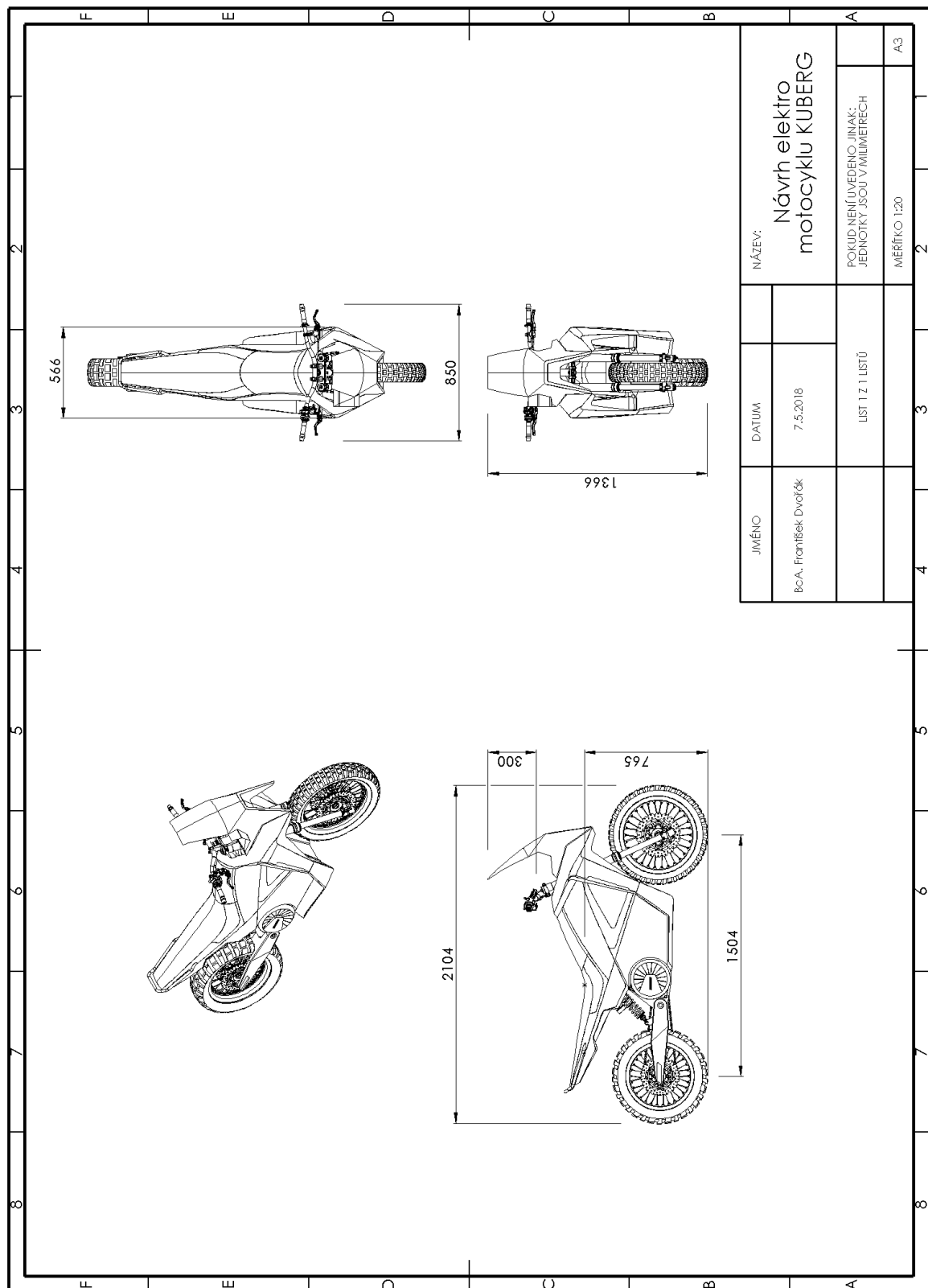


Obr. 73 Schéma vakuového tvarování



Obr. 74 Blok MDF desek připravený pro frézování

7.2.6 Technický výkres



Obr. 75 Technický výkres

ZÁVĚR

Závěrem bych rád upřímně poznamenal, že i po dokončení této diplomové práce jsem stále nad míru spokojen s výběrem zadání. Během procesu navrhování tohoto elektrického motocyklu jsem nabyl velké množství cenných zkušeností, které mi v budoucí designérské praxi budou nesmírně užitečné. Tyto zkušenosti jsou ještě mnohem hodnotnější díky tomu, že jsem pracoval pro skutečného, komerčního zadavatele. Už to nebyl pouhý školní úkol, žádný smyšlený návrh, nýbrž reálná praxe s pevně stanovenými cíli a termíny. Při tvorbě tohoto projektu jsem častokrát zakoušel zklamání a neúspěch, což mé úsilí ovšem nezlomilo. Vždyť vědomí, že stavíte vysoce inovativní elektrický motocykl, který si jednou možná budou kupovat zákazníci z celého světa, je tou nejlepší motivací.

Dle mého mínění, by každý průmyslový designér měl dostatečně rozumět technickým a konstrukčním specifikacím daného projektu. V případě elektrického motocyklu KUBERG jsem sám navrhoval i celkové řešení nosného rámu. Samozřejmě tato práce sahá výrazně za hranice mého vzdělání, ovšem problému jsem se nezalekl a vypořádal se s ním, jak nejlépe jsem uměl. Vzniklá konstrukce v žádném případě nemůže být považována za finální, nicméně inženýrům firmy KUBERG tímto předkládám alespoň základní představu o reálném provedení. Za eventuální nedostatek mého návrhu považuji velmi letmý podsedlový rám, který by při dodání zátěže v podobě cestovních kufrů mohl mít nedostatečnou pevnost. Tento fakt bude proto muset být nezbytně prověřen výpočty.

Osobně si velmi vážím toho, jak probíhala komunikace mezi mnou a panem inženýrem Kubánkem. Zdravým způsobem korigoval mé počínání a dokázal mne konstruktivními poznámkami posouvat dál. Díky tomu vznikl opravdu promyšlený návrh, se kterým jsou podle mě obě strany spokojeny. Nejen proto doufám, že se mu na trhu dostane dostatečného zájmu ze strany zákazníků a začne se úspěšně prodávat. Tato skutečnost bude však nejprve ověřena na několika odborných světových výstavách.

Touto diplomovou prací pro mne také končí pětiletá životní etapa studia na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Svým způsobem se těším na to, až se postavím na vlastní nohy a začnu žít pracovním životem. Na druhou stranu budu dozajista postrádat své zlínské přátele a také uvolněnou atmosféru, která na této škole často panovala. Nicméně ať už mne životní cesty zavedou kamkoliv, budu na oněch pět let vždy velice rád vzpomínat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Motorcycle History: The Birth of Adventure: Aaron Cortez. BikeBandit [online]. 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.bikebandit.com/blog/post/motorcycle-history-the-birth-of-adventure>
- [2] A short History of the Adventure Touring Bike: William Connor. RideApart [online]. 2014 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://rideapart.com/articles/short-history-adventure-touring-bike>
- [3] Motorcycle History: The Birth of Adventure: Aaron Cortez. BikeBandit [online]. 2017 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.bikebandit.com/blog/post/motorcycle-history-the-birth-of-adventure>
- [4] ADVENTURE MOTORCYCLING HISTORY. Motojourney Adventure [online]. 2015 [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.motojourneyadventure.co.uk/adventure-motorcycling-history>
- [5] History, Sexiness and a Call to Action: Luke Schneider, ELECTRIC VEHICLE INSTITUTE BLOG [online]. 2013 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <https://evinstitute.wordpress.com/2013/04/16/electric-motorcycles/>
- [6] Karl Kordesch: Wikipedia, the free encyclopedia [online]. 2017 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Kordesch
- [7] Tiskneme mašinky aneb Stereolitografický 3D tisk v rukou pokročilého modeláře (rozhovor) 3D wiser [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://3dwiser.com/tiskneme-masinky-aneb-stereolitograficky-3d-tisk-v-rukou-modelare/>
- [8] What is 3D printing? 3dprinting.com [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>
- [9] Thomas Sanladerer: YouTube.com [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/user/ThomasSanladerer>
- [10] OSTEN, Miloš. Lepení plastických hmot. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974.

- [11] HRABOVSKÝ, Oldřich. Konstrukce výrobků z plastických hmot: učební text pro 4. ročník středních průmyslových škol chemických. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

prof.	Profesor
Ing.	Inženýr
MgA.	Magistr umění
ArtD.	Doktor umění
Bc.	Bakalář
Ph.D.	Doktor
atd.	A tak dále.
např.	Například
tzv.	Takzvaný
ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
PLA	Polymléčná kyselina
CPE	Polyethylen chlorovaný
MDF	Medium Density Fibreboard (Středně hustá vláknitá deska)
FDM	Fused deposition modeling
3D	Three-dimensional
CAD	Computer-aided design
Kč	Koruna česká (měna)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Dakarový speciál	
	[cdn-image.as-web.jp/2018/01/08102706/ra180107002H-1280x854.jpg]..... 10
Obr. 2 Carl Stearns Clancy	
	[http://ridermagazine.com/2014/08/08/clancys-conquest-the-first-ride-around-the-world/]..... 11
Obr. 3 Motocykly 1. svět. války	
	[https://columnm.com/harley-davidson-motorcycles-during-world-war-1]
 12
Obr. 4 BMW G/S	
	[http://onlymotorbikes.com/bmw/r80-gs/bmw-r80-gs-1980-pic-4033.html]13
Obr. 5 Long Way Round	
	[https://moviesfilmsandflix.files.wordpress.com/2015/09/long-way-round.jpg]14
Obr. 6 Patent elektro motocyklu	
	[https://evinstitute.files.wordpress.com/2013/04/bicycle1-copy.jpg]..... 15
Obr. 7 Karl Kordesch a jeho elektrický motocykl	
	[http://www.hydrogencarsnow.com/index.php/history/backyard-testing-in-hydrogen-and-fuel-cell-history/]..... 16
Obr. 8 Motocykl Zero SR [http://www.zeromotorcycles.com/zero-s/]	17
Obr. 9 Alta Redshift	
	[https://electrek.co/2018/02/01/alta-motors-new-redshift-electric-motorcycle/] 17
Obr. 10 BMW koncept Link	
	[http://www.seratus.id/news/otomotif/bmw-concept-link-skuter-bongsor-berteknologi-listrik/]
 18
Obr. 11 Honda X-ADV	19
Obr. 12 Honda Africa Twin	20

Obr. 13 Skútr BMW C400X	20
Obr. 14 Skútr BMW C evolution	21
Obr. 15 Skútr NIU	21
Obr. 16 KTM 790 Adventure	22
Obr. 17 Zakladatel a ředitel firmy pan ing. Kubánek ve výrobní hale [https://www.ecofuture.cz/-a88907---c8DjPGGo/file]	24
Obr. 18 KUBERG Freerider [https://cdn.alza.cz/Foto/LegendFoto/photos/Kube04_1.jpg]	26
Obr. 19 Kresebná varianta 1	27
Obr. 20 Kresebná varianta 2	27
Obr. 21 Kresebná varianta 3	28
Obr. 22 Kresebná varianta 4	29
Obr. 23 Kresebná varianta 5	29
Obr. 24 Kresebná varianta 6	30
Obr. 25 Kresebná varianta 6 – $\frac{3}{4}$ pohled	30
Obr. 26 Kresebná varianta 7	31
Obr. 27 Kresebná varianta 8	32
Obr. 28 Kresebná varianta 8 – hlavní linie	32
Obr. 29 Kresebná varianta 8– cestovní kufry	33
Obr. 30 Kresebná varianta 8– detail držáku SPZ	33
Obr. 31 Kresebná varianta 8– finální podoba	33
Obr. 32 Kresebná varianta 8 – čelní a zadní pohled	34
Obr. 33 Kostra clayového modelu	35
Obr. 34 Clayový model	36
Obr. 35 3D skenování	37

Obr. 36 3D skenování - detail	38
Obr. 37 Model z 3D skenu	38
Obr. 38 Měření Yamahy T-max	39
Obr. 39 Rám BMW C evolution [http://bikesandtravels.com/img2/bmw%20electric%20c%20evolution%20stripped%20down.j]	41
Obr. 40 Model rámu	41
Obr. 41 Rám - přilba	42
Obr. 42 Zadní kyvná vidlice	43
Obr. 43 Elektromotor KUBERG	43
Obr. 44 Kryt řetězového kolečka	44
Obr. 45 Podsedlový kryt – boční pohled	45
Obr. 46 Podsedlový kryt - prostor	45
Obr. 47 Kolenní kryt – boční pohled	46
Obr. 48 Kolenní kryt – vrchní pohled	47
Obr. 49 Nášlap - boční pohled	48
Obr. 50 Nášlap - prostor	48
Obr. 51 Bok – boční pohled	49
Obr. 52 Otevírání víka	50
Obr. 53 Panty [https://ringbrothers.com/1964-1967-chevy-nova-trunk-hinge.html]	50
Obr. 54 Sedlo – boční pohled	51
Obr. 55 Sedlo - vrchní pohled	51
Obr. 56 Sedlo Acerbis [https://www.karlstrommotor.se/images/2.277974/acerbis-x-seat-soft-black-ktm-sx-125150-16-sx-250-17-sx-f-16-excexc-f-17-.jpeg]	48
Obr. 57 Čelní sklo	53
Obr. 58 Držák skla, světlometu a infopanelu	53

Obr. 59 Vizualizace 1	54
Obr. 60 Vizualizace 2	54
Obr. 61 Vizualizace 3	55
Obr. 62 Logo KUBERG na části krytu motoru.....	56
Obr. 63 Umístění figurín.....	58
Obr. 64 Zkouška jízdní pozice	58
Obr. 65 Pan Michal Salík při práci [https://img.ihned.cz/attachment.php/770/65861770/eUumlFH0jyPIASnrLR4CbVxptsKqkGJz/jarvis_57f660a5498e5354b27dcd2c.jpg]	60
Obr. 66 Kolo HAAN [http://shop.razzo.cz/technika/kola-a-jejich-dily/1403-haan-wheels-kola-pro-motokros-enduro-supermoto].....	60
Obr. 67 Přední vidlice Marzocchi– „up side down“	61
Obr. 68 Jeden z mnoha nepovedených tisků.....	63
Obr. 69 Sestavování 3D tiskárny Průša i3 MK3	64
Obr. 70 Igelitový box	64
Obr. 71 Rozčleněný díl pro 3D tisk	65
Obr. 72 Vytištěné části.....	66
Obr. 73 Schéma vakuového tvarování	67
Obr. 74 Blok MDF desek připravený pro frézování	68
Obr. 75 Technický výkres	69

SEZNAM PŘÍLOH

CD-ROM nosič