

Západočeská univerzita v Plzni
Ústav umění a designu

Bakalářská práce

CESTOVÁNÍ VE DVOU

Cestovní motocykl s elektrickým pohonem pro rok 2018

Radek Slabý

Plzeň 2012

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Oddělení designu

Studijní program Design

Studijní obor Průmyslový design

Bakalářská práce

CESTOVÁNÍ VE DVOU

Cestovní motocykl s elektrickým pohonem pro rok 2018

Radek Slabý

Vedoucí práce:

Ing. Krónerová Eva, Ph.D.

Katedra konstruování strojů

Strojní fakulta

Západočeská univerzita v Plzni

Plzeň 2012

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

Plzeň, květen 2012

.....

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval mé vedoucí práce Ing. Evě Krónerové, Ph.D. za pomoc při řešení technických problémů a za celkově příjemný přístup a ochotu.

Dále moc děkuji MgA. Zdeňku Veverkovi, mému uměleckému konzultantovi, který mi velmi pomohl v designové části práce.

Nakonec bych rád poděkoval své rodině a přátelům, za podporu při studiu.

OBSAH

1. ÚVOD	1
1.1. Definování tématu bakalářské práce	1
1.2. Důvod volby tématu	1
1.3. Cíl práce	1
2. MOTOCYKL (teorie)	2
2.1. Definice	2
2.2. Druhy motocyklů	2
2.3. Historie	5
2.3.1. Historie motocyklů	5
2.3.2. Historie motocyklů BMW	6
2.4. Požadavky na cestovní motocykl	7
2.4.1. Ergonomie	7
2.4.2. Ochrana proti povětrnostním vlivům	8
2.4.3. Úložný prostor	8
3. NÁVRH MOTOCYKLU	9
3.1. Inspirace	9
3.2. Technika	10
3.2.1. Základní parametry	10
3.2.2. Pohonné ústrojí	10
3.2.3. Podvozek	11
3.2.4. Ostatní	13
3.3. Design	15
3.3.1. Postup navrhování	15
3.3.2. Rešerše	15
3.3.3. Skici	16
3.3.4. 3D vizualizace	17
3.3.5. Model 1:4	19
3.3.6. Tvarosloví	20
3.4. Výsledné technické parametry a rozměry	21
4. ZÁVĚR	21

1. ÚVOD

1.1. Definování tématu bakalářské práce

Pro svou bakalářskou práci jsem si zvolil celkem široké téma „Cestování ve dvou“. Cestovat se dá samozřejmě mnoha odlišnými způsoby, ale já jsem si zvolil cestování na motocyklu. Ve své bakalářské práci se tedy zabývám návrhem cestovního motocyklu sportovního charakteru značky BMW s elektrickým pohonem pro rok 2018. Snažil jsem se o návrh funkční designové studie cestovního motocyklu s prvky tradičními pro motocykly značky BMW a s použitím nejmodernějších materiálů a technologií.

1.2. Důvod volby tématu

Výběr cestovního motocyklu byl ovlivněn dvěma hlavními faktory. Prvním byla moje vášeň pro motocykly a cestování na nich. Druhým faktorem byla výzva navrhnout designový vzor nové generace motocyklů BMW. Značku BMW jsem si vybral z důvodu její historie a tradice v odvětví cestovních motocyklů a také protože motocykl této značky vlastním a vždy mě udivoval její nadčasový design a revoluční technická řešení. Vzhledem k tomu, že sám mám s motocykly nějaké zkušenosti, můžu je uplatnit při navrhování jak ergonomie motocyklu, tak i technických a konstrukčních řešení. Dále vím, jaké požadavky a potřeby má cestovatel na dlouhých cestách, ať už se jedná o úložné prostory, či pasivní ochranu před povětrnostními vlivy, a hodlám tyto poznatky využít při návrhu.

1.3. Cíl práce

Cílem mé práce je navrhnout koncept sportovně laděného silničního cestovního motocyklu značky BMW s elektrickým pohonem. U návrhu je mým cílem dodržet nadčasovost a designový styl značky a pokusit se o vyspělé funkční řešení konstrukčních prvků motocyklu. Koncept by měl využívat nejmodernější technologie, materiály, konstrukci a pohonné ústrojí. Předpokládaná doba, do které je koncept navrhován, je rok 2018. Cílovou skupinou případných zákazníků je sportovně založený pár, pro který je při cestování důležitý přímý kontakt s okolní krajinou a podnebím. Nároční cestovatelé, kteří chtějí spolehlivý motocykl, který jim dodá jak komfort, tak sportovní požitek z jízdy. Lidé, kteří ocení kvality značky BMW.

2. MOTOCYKL

2.1 Definice

Motocykl je jednostopý dvoukolový dopravní prostředek pro jednu až dvě osoby, poháněný spalovacím nebo elektrickým motorem. Kola jsou umístěna za sebou a pohonná jednotka (motor a převodovka) mezi nimi. Řidič sedí na motocyklu obkročmo a směr řídí řídítky. Zpravidla se motocykl skládá z těchto hlavních částí: nosný rám, pohonné ústrojí, podvozek a kapotáž.

2.2 Druhy motocyklů

Za více než 100 let historie motocyklů se vyvíjely různé druhy motocyklů, zejména podle toho, pro jaký účel měly sloužit. Z počátku motocykly sloužily pouze jako praktický dopravní prostředek k osobní přepravě a přepravě lehkého nákladu. Časem ale lidé začali brát motocykl nejen jako dopravní prostředek, ale také jako zábavu či životní styl a od 60. let 20. století vzrůstala poptávka po sportovně laděných motocyklech a později i po cestovních či terénních.

Dnes nabízejí výrobci standardně tyto druhy motocyklů:

- Silniční
 - a) Cestovní
 - b) Sportovní
- Enduro
 - a) Cestovní
 - b) Terénní
- Klasické
- Cross (terénní motocykl)
- Chopper
- Skútr

V posledních letech se výše zmíněné skupiny rozrůstají o různé vzájemné kombinace a tím vznikají zcela nové druhy motocyklů. Největšími zástupci těchto tříd jsou Supermoto¹ a nově vznikající Crossover².

Nyní si podrobněji představíme jednotlivé skupiny.

- **Silniční motocykly**

Jsou určeny výhradně pro jízdu po silnicích. Mají nízké těžiště, malé až střední zdvihy podvozku a zpravidla sportovně laděné kapotování. Rozlišují se na dvě hlavní odvětví podle použití.

Sportovní silniční motocykly se vyznačují malým rozchodem kol (lepší ovladatelnost), nízkou hmotností, vysokými výkony motorů a sportovním posedem řidiče. Jsou určeny pro krátké až středně dlouhé vyjížďky sportovního charakteru a pro jízdu na závodních okruzích. Jezdec je ve značně předkloněné pozici, a tudíž nejsou příliš komfortní na daleké cesty.



Obr.1 BMW S1000RR

<http://www.motosupersport.cz/superbike-bmw-s-1000-rr/>

Cestovní silniční motocykly mají oproti sportovním upravenou ergonomii posedu k docílení vyššího komfortu. Řídítka jsou umístěna výše a jezdec zaujímá polovzpřímenou pozici. Tyto motocykly jsou určeny na delší cesty a bývá standardem vyšší ochrana před povětrnostními vlivy (vyšší plexi, širší boční kapoty).



Obr.2 BMW K1200GT

http://www.bikez.com/motorcycles/bmw_k1200gt_2007.php

- **Enduro**

Motocykly třídy enduro jsou určeny jak na silnici, tak i do terénu. Mají vysoké zdvihy podvozku, vyšší těžiště a jezdec zaujímá vzpřímenou pozici. Zde je již znatelnější rozdíl ve využití obou podkategorií.

¹ Konstrukce motocyklu skoro totožná s crossovým motocyklem, ale upravená pro jízdu po asfaltu. Menší 16" přední kolo se silničními pneumatikami a tvrdší odpružení.

² Kombinace cestovního silničního motocyklu a cestovního endura. Pro pohodlné cestování primárně po asfaltu.

Cestovní enduro je v dnešní době jeden z nejoblíbenějších druhů motocyklů, oblíbený pro svou všestrannost a výborné předpoklady pro pohodlné cestování. Tyto motocykly jsou určeny pro širokou škálu terénů od silnice přes šotolinové cesty až po lehký terén. Jelikož jsou primárně určeny pro daleké cesty a expedice, jedná se v zásadě o velké těžší motocykly s motory velkých objemů, a proto nejsou moc vhodné do těžkých terénů.



Obr.3 BMW K1200GT
<http://www.motoplanet.cz/blog/bmw-r1200gs/>

Terénní endura jsou stroje, které mají čisté terénní předpoklady a jsou určeny pro expedice v těžkém terénu a pro dálková rallye³. Mají vysoké zdvihy podvozku, velké 21" přední kolo (lepší prostupnost terénem), motory středních objemů a nízkou hmotnost. V těžkém terénu jede jezdec na motocyklu primárně vestoje.



Obr.4 KTM LC4 Adventure
http://www.motorcyclespecs.co.za/model/ktm/ktm_640_lc4_adventure_r%2000.htm

Klasické

Nazývají se také „Naked“. Jsou to v zásadě silniční motocykly s minimem kapotáže a kulatým předním světlem. Udržují tradici motocyklů 70. – 80. let. Jsou vhodné zejména na krátké až střední projížďky a kvůli totální absenci ochrany před povětrnostními vlivy nejsou vhodné na delší cesty.



Obr.5 Honda CB 1300
<http://www.bikebits4you.com/images/categories/honda-1300-4.jpg>

• **Cross (terénní motocykl)**

Výhradně terénní motocykly. Mají nejvyšší zdvihy podvozku, nejmenší objemy motoru a jednoznačně nejnižší hmotnost. Jsou určeny do nejtěžších terénů a na motocross.



Obr.6 KTM 250 SX
http://www.motorcycledb.com/KTM_250_SX-F_2010/31916

³ Dálková rallye jsou několikadenní závody na dlouhé tratě ve velmi těžkém terénu. Většinou se jezdí v pouštních terénech v Africe, Jižní Americe a na blízkém východě. Nejnámější dálkovou rallye je Rallye Dakar.

- **Chopper**

Klasické motocykly ve stylu amerických motocyklů z 30.-50. let 20. stol. Nejznámějším zástupcem je americká značka Harley-Davidson. Tyto motocykly mají veliký rozvor kol, dlouhé přední vidlice, hodně chromovaných součástí a prakticky žádnou aerodynamickou kapotáž. Jedinými lakovanými (za to velmi výrazně) částmi motocyklu jsou palivová nádrž a blatníky kol. Jezdec sedí hodně nízko s nohama nataženými dopředu. Choppery jsou určeny na stylové pomalé cestování.



Obr.7 Harley Davidson
<http://www.motoplanet.cz/uploads/image/darekprolibanon.jpg>

- **Skútr**

Vozidlo podobné motocyklu, určené výhradně do městského provozu. Skútry mají malá kola, nízko-objemové motory a jako primární převod slouží variátor. Jezdec nesedí obkročmo, ale s nohama u sebe jako na židli. V poslední době se začaly vyrábět i větší skútry se silnějšími motory na dlouhé cesty.



Obr.8 Suzuki Burgman
<http://www.hybrid.cz/vodikovy-skutr-burgman-schvalen-pro-zeme-eu>

2.3. HISTORIE

2.3.1. Historie motocyklů

Historie motocyklů sahá až do druhé poloviny 19. století. Základem pro tehdejší „motorová kola“ se staly tzv. bezpečné bicykly, což byly bicykly se stejně velikými koly, kde jezdec už neseděl tak vysoko, jako tomu bylo u prvních bicyklů. Do těchto kol se začaly implementovat malé parní motory, které poháněli zadní kolo přes řemen. Vůbec prvním, kdo takovýto motocykl sestrojil, byl roku 1867 Francouz Michaux-Perreaux. Michauxův zaměstnanec Pierre Lallement si nechal tento vynález patentovat v USA roku 1866.

První motocykl se spalovacím motorem vyrobily Němci Gottlieb Daimler a Wilhelm Maybach roku 1885. V 90. letech se objevilo mnoho prototypů motocyklů

zejména ve Francii, Anglii, Německu a později i v USA. Za většinou stály výrobci bicyklů se svými upravenými stroji. Vůbec prvním motocyklem určeným k prodeji veřejnosti byl roku 1894 Hildebrand & Wolfmüller. Název motocykl zavedl americký výrobce E.J. Pennington na konci 19. století.

Počátek 20. století se začaly rodit výhradně motocyklové značky jako anglický Royal-Enfield, Triumph, nebo americký Harley-Davidson. S počátkem sériové výroby se začalo rozvíjet i motocyklové závodění a s ním i tlak na výrobce a konstruktéry, aby vyvíjeli modernější a rychlejší motocykly. Technika závodních motocyklů se pak rychle začala využívat i u civilních strojů. Největším výrobcem motocyklů na světě byla do 1.světové války firma Indian. Poté prvenství přešlo na Harley-Davidson.

2.3.2. Historie motocyklů značky BMW

Roku 1921 nastoupila na trh významná německá značka BMW, která s sebou přinesla revoluční technická řešení a inovace. O dva roky později představilo BMW svůj první sériový motocykl R32 s revolučním plochým dvouválcem Boxer⁴ a sekundárním převodem pomocí Kardanova hřídele⁵. Tento motocykl byl po své technické i designové stránce tak vyspělý, že se stal vzorem pro nadcházející modely BMW dalších několika desetiletí. Technická řešení této značky byla opravdu ojedinělá a jejich kvalitu prověřilo například nasazení motocyklů R75 ve 2.Světové válce.

Znatelné inovace nejen v technice, ale hlavně v designu přišly v 70. - 80. letech hlavně díky stále častějšímu používání elektroniky, vyspělejším výrobním technologiím a moderním materiálům. V této době se objevily první plastové kapotáže zlepšující aerodynamiku, první celo-kapotáže a s nimi i příchod prvních ryze cestovních motocyklů. Revolucí v konstrukčních řešeních bylo představení nových systémů odpružení telelever a duolever, což jsou



Obr.9 Duolever system

http://www.bmw-motorrad.com/en/technology/new/media/vis_item_duolever.jpg

⁴ Boxer motor je plochý spalovací motor, jehož válce jsou umístěny horizontálně proti sobě.

⁵ Kardanův hřídel je typ hřídele umožňující volný pohyb ve všech třech osách. U motocyklů se používá jako sekundární převod (např. místo řetězu). Je zpravidla uložený v závěsu zadního kola, tudíž není namáhán vnějšími vlivy a je téměř bezúdržbový.

systemy přepákování přední vidlice, a dále jednostranné uložení zadního kola. Tato řešení se používají dodnes a výrazně zlepšují jízdní vlastnosti a komfort motocyklů BMW. Systémy duolever a jednostranné zavěšení zadního kola jsem využil i u svého technického řešení motocyklu.

2.4. Požadavky na cestovní motocykl

Před samotnou prací na návrhu jsem se věnoval shromažďováním poznatků a požadavků uživatelů na cestovní motocykl z pohledu jezdce. Některé požadavky se lišily zejména z důvodu odlišného druhu cestování; do terénu je zapotřebí jiných vlastností než na silnici atd. Pro všechna odvětví cestování ale platí tyto nejdůležitější požadavky: ergonomie, ochrana před povětrnostními vlivy a úložný prostor.

2.4.1. Ergonomie

Cestování na motocyklu s sebou přináší řadu specifík, na které je nutno při návrhu klást veliký důraz. Jedním z hlavních požadavků je komfort a vhodné ergonomické řešení veškerých ovládacích prvků. Není výjimkou, že při cestování (většinou na cestovním enduru) stráví řidič na motocyklu i okolo 14-ti hodin denně, je proto nutné, aby se cítil pohodlně, nenamáhal zbytečně svaly a klouby a tím netrpěl zbytečnou únavou a ztrátou koncentrace. Hlavním ukazatelem druhu posedu a tím i komfortu je tzv. ergonomický trojúhelník. Je to trojúhelník, jehož vrcholy představují místa, kde se člověk dotýká motocyklu (řídítka, sedlo, stupačky). Pomocí tohoto trojúhelníku lze určit úhel trupu, nohou a rukou při jízdě a tím ovlivnit základní ergonomické vlastnosti motocyklu. V zásadě pro terénní motocykly a cestovní endura se volí ergonomický trojúhelník s vertikální polohou trupu a pravým úhlem v koleni,



Obr.10 Ergonomie BMW K1200S
<http://cycle-ergo.com/Riding/36w02661aRtJUyUyUy0.png>



Obr.11 Ergonomie KTM LC8 Adventure
<http://cycle-ergo.com/Riding/36w01461aRtJUyUyUy0.png>

naopak u silničních sportovních motocyklů je řidič v předklonu až 35° a koleno svírá ostrý úhel. U sportovně laděných silničních cestovních motocyklů se volí kompromis mezi těmito dvěma typy.

K dodržení vhodné ergonomie neodmyslitelně patří také vhodně tvarované sedlo. To by mělo umožňovat volbu více druhů posedů z důvodu chvilkového uvolnění částí sedacích partií. Základním požadavkem je, aby bylo vpředu pokud možno co nejužší, aby nebyla namáhána třísla a vzadu naopak co nejširší, aby byla hmotnost rozložena na co možná největší plochu.

2.4.2. Ochrana proti povětrnostním vlivům

I sebe lepší ergonomie motocyklu by nebyla na dalekých cestách nic platná bez dobré ochrany pasažérů před povětrnostními vlivy. I při příjemném posedu by nadměrná rychlost větru působila veliký tlak na helmu (krční páteř) nebo na horní část trupu (namáhání rukou). Proto se u cestovních motocyklů dbá na vhodně tvarovanou kapotáž, aby bylo docíleno takového proudění vzduchu, které posádku spíše obtéká. Samozřejmě tohoto jevu lze dosáhnout pouze částečně, a klade se zde důraz právě na obtékání helmy a zakrytí kolen a nohou. Kapotáž slouží také k ochraně před deštěm, kdy za předpokladu vhodného tvarování dokáže ochránit i většinu těla řidiče (při udržování určité minimální rychlosti). Aktivními prvky ochrany před povětrnostními vlivy je například polohovatelný přední plexi štít.

2.4.3. Úložný prostor

U motocyklů se řeší hlavní úložný prostor výhradně přídatnými kufry. Ty se pomocí různých důmyslných systémů přidělávají po stranách zadní části sedla. Pro přichycení kufrů může sloužit buďto kovový rám dodatečně přimontovaný k motocyklu (varianta používaná v dnešní době většinou u terénních cestovních motocyklů), nebo pomocí nenápadných systémů skrytých v konstrukci podsedlovky či madel spolujezdce. Horní kufr může také sloužit jako opěradlo pro spolujezdce, což výrazně zvýší jeho komfort při jízdě.



Obr.12 Honda VFR
http://www.toeff-magazin.ch/artikel_718.html

3. NÁVRH MOTOCYKLU

3.1 Inspirace

Jelikož jsem chtěl u mého návrhu zachovat určité rysy motocyklů značky BMW a částečně tím navázat na stávající designový styl značky, moje inspirace povětšinou vycházela z produktů této Německé značky. Vzdušné elegantní plochy, ostře řezané hrany a kombinace kontrastně barevných materiálů dodává společně s citlivými detaily jedinečný vzhled těchto motocyklů. V kombinaci s unikátními konstrukčními prvky a v některých případech až extravagantním stylingem jsou motocykly BMW zcela nezaměnitelné od ostatních značek.

Konkrétní modely, které mě při navrhování nejvíce inspirovaly, jsou velký silniční „cestřák“ BMW R1200RT a dále koncept skútru BMW Scooter C.

Motocykl R1200RT je již tradičním zástupcem cestovní třídy značky BMW. Oproti mému konceptu disponuje značně většími rozměry a je určen pro nejpohodlnější cestování s minimální dávkou sportovních ambicí. Nicméně tvarová řešení zejména přední části kapotáže je typickým příkladem skvělé práce s plochami designérů v BMW. Motocykl, s hmotností 250kg díky tomu působí vzdušněji a odlehčeně a přitom si zachovává dokonalou ochranu cestujících proti větru a plnou funkčnost kapotáže.

U konceptu Scooter C mě inspirovala skutečnost, že v BMW nemění designové styly, jak je tomu u většiny automobilek, nýbrž podporují evoluci zaběhnutého a úspěšného stylu. U studie jsou znatelné klasické prvky dnešních i dřívějších „baworáků“ a dává nahlédnout do budoucích trendů značky.



Obr.13 BMW R1200RT

<http://www.topspeed.com/motorcycles/motorcycle-reviews/bmw/2006-bmw-r-1200-rt-ar7142.html>



Obr.14 BMW Scooter C

<http://www.thewallpapers.org/2201/motorcycles/bmw-scooter-c>

3.2 Technika

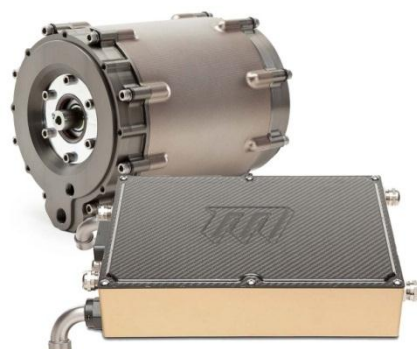
V této části budu popisovat jednotlivé technické prvky, které jsem musel řešit ještě před samotným designovým návrhem. Musel jsem si ujasnit, jaká bude celková koncepce motocyklu, jaké uspořádání veškerých technických a elektrických součástí, a určit základní rozměry motocyklu.

3.2.1. Základní parametry

Základními parametry pro mě byly nejprve přibližné rozměry jako rozchod kol, výška sedla a výška řídítek. Jelikož jsem měl vcelku jasně daný ergonomický trojúhelník, mohl jsem jednoduše určit právě výšky sedla a řídítek. Rozchod kol jsem si určil nejdříve 1500mm a v průběhu práce na zavěšení kol jsem ho měnil podle potřeby, nejvíce v závislosti na výsledném úhlu vidlice a délce zadního kyvného ramene. Výsledný rozchod kol činí 1460mm a celková délka motocyklu je 2040mm, což je zhruba srovnatelný rozměr s nynějšími motocykly stejné třídy. Výška sedla je 840mm a výška řídítek 1130mm. Celková výška motocyklu s nejnižším nastavením čelního plexi štítu činí 1270mm, s nejvyšším nastavením se hodnota zvýší o 80mm.

3.2.2. Pohonné ústrojí

Výběr vhodného pohonného ústrojí byl v tomto případě velmi komplikovaný. Od cestovního motocyklu se čekají parametry, které ještě v dnešní době elektromotory či spíše akumulátory nedokáží plně uspokojit. Těmito parametry jsou vysoká cestovní rychlost a dlouhý dojezd. Musel jsem tedy uvážit, jak tento problém budu řešit. Jako cíl jsem si určil cestovní rychlost 130km/h a denní dojezd 700km při předpokládané hmotnosti motocyklu 180kg. S dnešními technologiemi jsou reálné hodnoty 130km/h a dojezd na jedno nabití 180km s tím, že doba nabití na 95% kapacity akumulátoru je již pod 2 hodiny. Reálný denní dojezd je tedy při dvou nabití 540km. Jelikož motocykl navrhují do roku 2018, dá se předpokládat, že s dokonalejšími technologiemi v té době bude dojezd 700km bez větších problémů reálný.



Obr.15 Mission motor
http://www.superbike-online.cz/static/content/mission-motors-controller-motor_206.jpg



Obr.16 Mission battery
<http://www.greentechmedia.com/articles/read/mission-motors-thinking-small-to-get-big-in-cars/>

Nyní se dostáváme ke konkrétnímu výběru elektromotoru a akumulátorů. Z pohledu výkonu, točivého momentu, velikosti a hmotnosti jsou v dnešní době nejvyspělejší elektromotory na střídavé napětí s permanentními magnety. U elektromotorů jsou obecně jejich objemy a hmotnosti dány velikostí dosažitelného točivého momentu. Hlavními výhodami motorů s permanentními magnety jsou jejich malé objemy a hmotnosti. Dále bylo nutné si uvědomit, že průběh výkonu a točivého momentu elektromotoru je zcela odlišný od spalovacího motoru. Elektromotor oproti spalovacímu dosahuje maximálního výkonu od 0ot/min a je konstantní až do 7 000ot/min. Na druhou stranu točivý moment začíná na nule a roste lineárně až do cca 6 000ot/min. Nejlepších vlastností (tedy nejvyššího výkonu i točivého momentu) dosahuje přibližně mezi 6 000-7 000ot/min. Toto zjištění bylo velmi důležité při rozhodování, zda budu motocykl koncipovat s převodovkou, či bez ní. Pro svůj návrh jsem tedy zvolil střídavý elektromotor firmy Mission o výkonu 105kW a točivém momentu 156Nm s šestistupňovou převodovkou pro neoptimálnější využití vlastností motoru. Akumulátory jsou typu LiFePO₄ o celkové kapacitě 14kWh a hmotnosti 86kg.

Součástí pohonného ústrojí jsou také nezbytně nutné podpůrné elektronické součástky jako regulátor napětí, dobíječ akumulátorů, nebo řídicí jednotka umožňující kontrolu trakce nebo nastavení charakteristiky výkonu.

3.2.3. Podvozek

Jak jsem se již zmiňoval výše, mezi hlavní konstrukční vymoženosti motocyklů BMW patří právě dokonalá řešení podvozku. Pro svůj koncept jsem tedy použil tzv. duolever systém pro přední odpružení a tzv. paralever pro odpružení zadního kola. Oba systémy využívají centrální pružící/tlumící jednotky, která je navíc plně nastavitelná a řidič tedy může pro různé povrchy či styly jízdy volit odlišné průběhy odpružení.

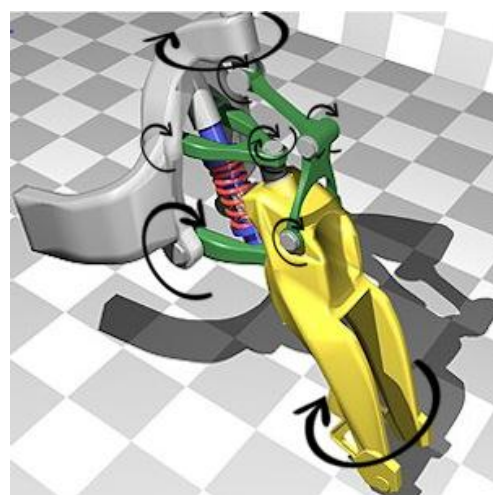
Duolever

Vedení předního kola Duolever je z kinematického hlediska kloubový čtyřúhelník, ve kterém jsou na rámu nad valivým ložiskem upevněna dvě podélná ramena z kované oceli. Ta vedou nosič kola vyrobený z litého hliníku, který je extrémně odolný vůči zkroucení. Pružení a tlumení přebírá centrální pružící jednotka, která je kloubově spojena s dolním z obou ramen a opírá se proti rámu. Nůžkový kloub lichoběžníkového tvaru uložený na řídicí hlavě a nosiči kola je spojen s řízením - přenáší řídicí pohyby. Konstrukce Duolever se na rozdíl od teleskopické vidlice

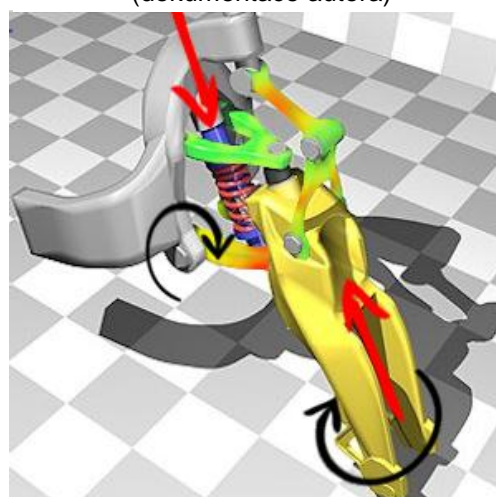
obejde zcela bez kluzné a vodicí trubky. A současně odděluje funkce řízení a tlumení. Z výsledku tohoto oddělení funkcí řízení a pružení má maximální užitek řidič, protože pohodlí a přilnavost k zemi je na takové úrovni, jaká dosud nikdy nebyla dosažena. Výhodou tohoto dokonale inovačního vedení předního kola je naprosto dokonalá odolnost vůči zkrutu. Zatímco vodicí a ponorné trubky konvenční teleskopické vidlice se při propružení zkroutí bočně i podélně, vedení předního kola Duolever takové negativní vlivy nezná. Jeho spodní podélné rameno přijímá síly, které vznikají při odpružení a propružení kola směrem dolů a horní rameno udržuje nosič kol stabilní. Tím je vyloučeno jakékoli zkroucení a vedení předního kola je mimořádně přesné. Pokyny řidiče jsou vykonávány přímo a přesně a odezva předního kola je za všech možných situací transparentní.^[1]

Záměrným uspořádáním ložisek podélných ramen se navíc dosáhne kinematického vyrovnání předklánění stroje při brzdění jako u Telelever. Zatímco konvenční teleskopická vidlice se při prudkých brzdících manévrech silně propruží nebo dokonce dojde „na blok“, zůstává u Duolever i v takovém okamžiku zachována dostatečná zbytková dráha pružiny a řidič tedy může v zatáčce brzdit velmi pozdě a stopa přitom zůstává stabilní.^[1]

Centrální tlumící jednotka je uchycena v rámu a na spodním trojúhelníkovém rameni na čepech umožňujících pohyb pouze ve směru osy X. Spodní a horní rameno je uloženo v rámu s možným pohybem kolem osy X. Ve vidlici jsou ramena uložena v pružném kloubu, umožňujícím volný pohyb v osách X a Y. V těchto kloubech se vidlice otáčí při zatáčení. Systém ramen spojující řídítka s vidlicí je uchycen v rámu pomocí valivého ložiska umožňující pohyb v ose hlavy řízení Y a uchycení k vidlici umožní pouze rotaci kolem X, čímž se přenesou síly z řídítek na vidlici a umožní se tím zatáčení.



Obr.17 Pohyby ramen (dokumentace autora)

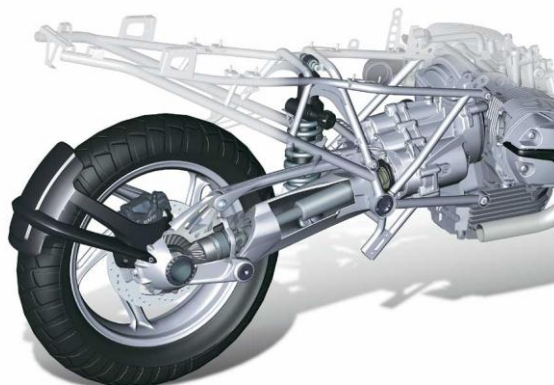


Obr.18 Napětí při pružení a zatáčení (dokumentace autora)

Ramena zatáčení jsou namáhána nejvíce na ohyb a na krut způsobený třením pneumatiky o vozovku při zatáčení. Nejvíce je namáháno spodní rameno pružení a to na ohyb. Toto rameno totiž přenáší veškeré síly z vidlice do centrálního tlumiče. Horní rameno zde má funkci spíše stabilizační.

Paralever (jednostranné uložení zadního kola)

Jako sekundární pohon zadního kola slouží již zmíněný Kardanův hřídel, který je veden uvnitř systému Paralever. Paralever kombinuje sportovní design, důsledně lehkou konstrukci a prakticky bezúdržbový provoz. Redukce hmotnosti na základě nepatrné neodpružené hmoty zajišťuje vysloveně citlivé chování pružin zadního kola. Systém Paralever, který sjednocuje vedení zadního kola a přenos síly, přitom do značné míry eliminuje síly způsobené pohonem kardanu, které by jinak při zrychlení vedly k propružení. Tento moment je účinně vyrovnáván – standardní kyvná vidlice by musela mít délku více než 1,4 m. V zásadě se jedná o paralelogramové zachycení momentu mezi převodem zadní nápravy a rámem, ke kterému dochází pod kyvnou vidlicí.^[2] U mnou použitého re-designovaného ramene je přenos tohoto momentu zajištěn prutem umístěným uvnitř konstrukce. Paralever je v mém návrhu uložen na válečkovém ložisku umístěném v nosné konstrukci motoru a převodovky.



Obr.19 Paralever

http://www.motorfreaks.nl/old_images/2762.jpg

3.2.4. Ostatní

Uložení akumulátorů

Akumulátory jsou nejtěžším prvkem v motocyklu, a proto je z hlediska dobrých jízdních vlastností velmi důležité jejich vhodné umístění. Z pohledu celkového těžiště motocyklu je nejlepší umístit akumulátory co nejnižše. U svého návrhu jsem uložil baterii ve spodní části těla motocyklu pod úhlem 55°, což odpovídá úhlu přední části karoserie.

Elektronika a podpůrné systémy

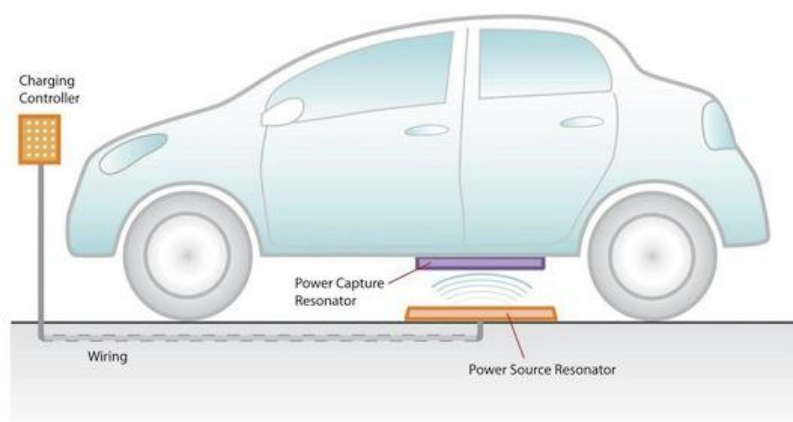
Elektrická pohonná jednotka vyžaduje řadu elektronických doplňků, jako řídicí jednotku, nabíječ nebo měnič napětí. Dále jsou již v dnešní době samozřejmostí různé podpůrné systémy řízení, ať už se jedná o ABS, kontrolu trakce či elektronické nastavení podvozku. Všechny tyto součástky jsou výrazně lehčí v porovnání s akumulátory, tudíž jsem je umístil do horní části těla motocyklu. Jako další výhodu tohoto umístění vidím snadný přístup po sundání horního dílu karoserie.

Zpětné kamery

Motocykl je vybaven zpětnými kamerami nahrazujícími klasická zpětná zrcátka. Dvě širokouhlé kamery umístěné pod sedlem snímají kompletní prostor za motocyklem a posílají obraz do dvou obrazovek po stranách přístrojové desky. Díky těmto kamerám je eliminováno tzv. „mrtvé zorné pole“ řidiče a tím je zvýšena pasivní bezpečnost posádky.

Nabíjení akumulátorů

Konektor pro připojení nabíjecího kabelu se nachází pod víkem v nejvrchnější části karoserie (tmavý středový pruh). Dále je motocykl vybaven indukčním nabíjecím systémem. Ten funguje na bezkontaktní bázi, a tudíž stačí, když je indukční jednotka nad nabíječem umístěným ve vozovce (viz Obr.č.20). Tato jednotka se nachází v nejspodnější části těla motocyklu.



Obr.20 Indukční nabíjení

<http://www.hybrid.cz/tagy/indukcni-nabijeni>

3.3. Design

3.3.1. Postup navrhování

Návrh designu motocyklu byl soubor činností, které mě vedly od nejzákladnějších nápadů zachycených formou skic, přes vizualizaci vybraného návrhu v 3D programu až po finální tvorbu reálného modelu v měřítku 1:4. Při tvorbě jednotlivých prvků motocyklu jsem zároveň hledal vhodná konstrukční řešení a dbal na designově i funkčně zvládnutý celek. Níže popíšu podrobněji jednotlivé fáze mého návrhu designu.

3.3.2. Rešerše

Vůbec prvním krokem celého procesu byl důkladný průzkum technologií, designových studií, nebo situace na trhu v daném segmentu. Zjišťoval jsem informace o problematice elektrického pohonu vozidel, technických specifik cestovních motocyklů nebo nové materiály. Porovnával jsem nedávnou historii elektrických vozidel se současností, abych dokázal lépe odhadnout technický pokrok a situaci v roce 2018, do kterého je motocykl koncipován. To mi pomohlo určit poměrně reálně základní specifikace motocyklu, jako dojezd, cestovní rychlost atd.

Nyní si ukážeme několik v současnosti vyráběných motocyklů s elektrickým pohonem.



Obr.21, 22 Mission One

<http://www.treehugger.com/cars/mission-one-by-mission-motors-the-worlds-fastest-production-electric-motorcycle.html>



Obr.23 Voltra

<http://www.ecofriend.com/entry/eco-motorcycles-voltra-an-all-electric-motorcycle-for-the-fashion-conscious/>

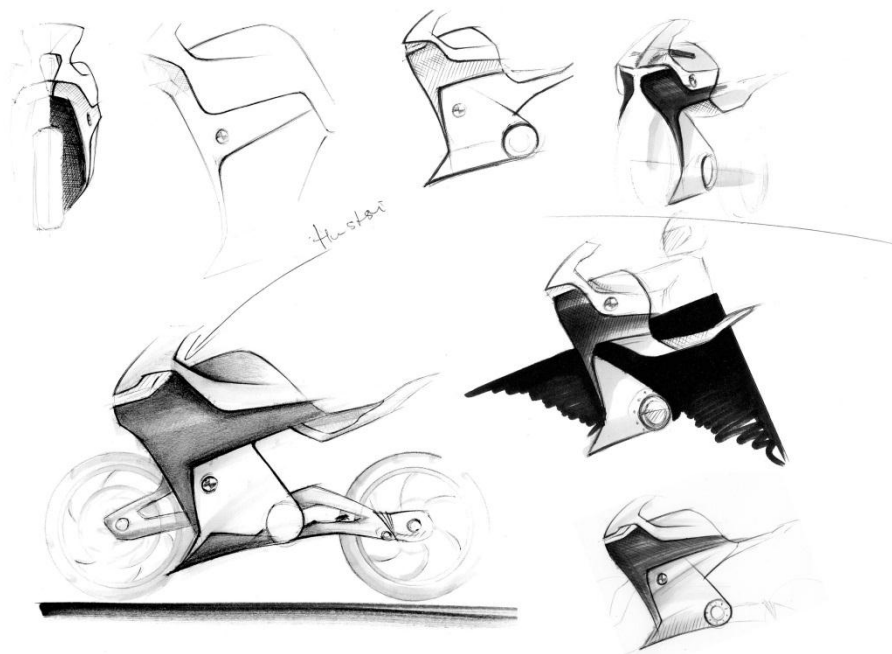


Obr.24 Mission R

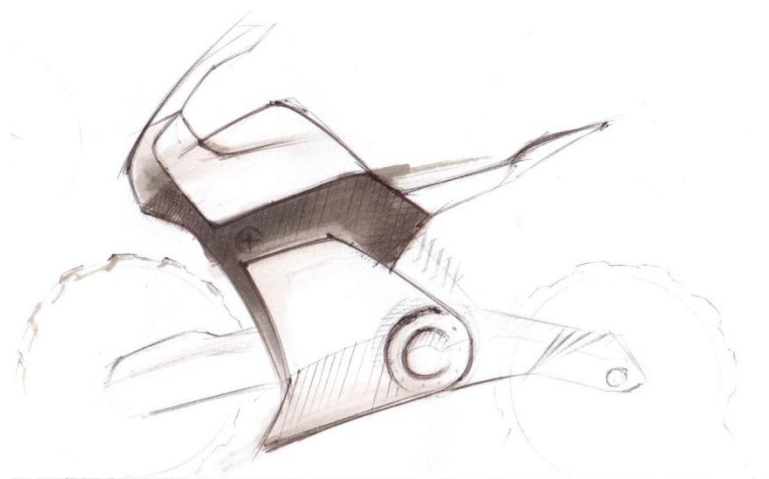
<http://green.autoblog.com/2010/12/17/mission-motors-reveals-race-ready-mission-r/>

3.3.3. Skici

Skicování je nejrychlejší a nejjednodušší způsob, jak zachytit myšlenku tvaru, či konstrukčního řešení. Při navrhování designu jsem pomocí skic hledal nejprve hlavní rysy a proporce motocyklu. Začínal jsem skicováním bokorysů a po vybrání několika variant jsem tyto rozpracoval detailněji ve více pohledech. V této fázi jsem se ještě nezabýval konkrétními rozměry či ergonomií, ale hledal jsem vhodné emotivní a estetické řešení tvarů motocyklu. Po výběru vhodné varianty jsem začal linie a tvary upravovat podle reálných rozměrů a vhodné ergonomie. Výsledkem byla první skica mého finálního návrhu motocyklu.



Obr.25 Skici
(dokumentace autora)



Obr.26 Skica výsledného návrhu
(dokumentace autora)

3.3.4. 3D vizualizace

Prostorové digitální modely mají v designu nenahraditelnou funkci nejen v podobě dokonalé zpětné vazby na návrh tvarů či proporcí, ale i na určení vhodné ergonomie (viz obr.30), či výběr vhodné barevnosti a materiálů. Pro digitalizaci modelu využívám program Rhinoceros 4.0. Tento program využívá NURBS geometrie křivek a je ideálním nástrojem designéra pro tvorbu 3D modelů.

V této fázi návrhu jsem měl již jasnou představu o tvarech a kompletních rozměrech motocyklu. Začal jsem modelováním nejzákladnějších ploch definujících můj návrh a postupným laděním, upravováním a přidáváním detailů jsem celkově upravoval výslednou podobu modelu až do výsledné finální varianty. V průběhu této fáze jsem ale stále používal skicování jako základ pro digitalizaci.



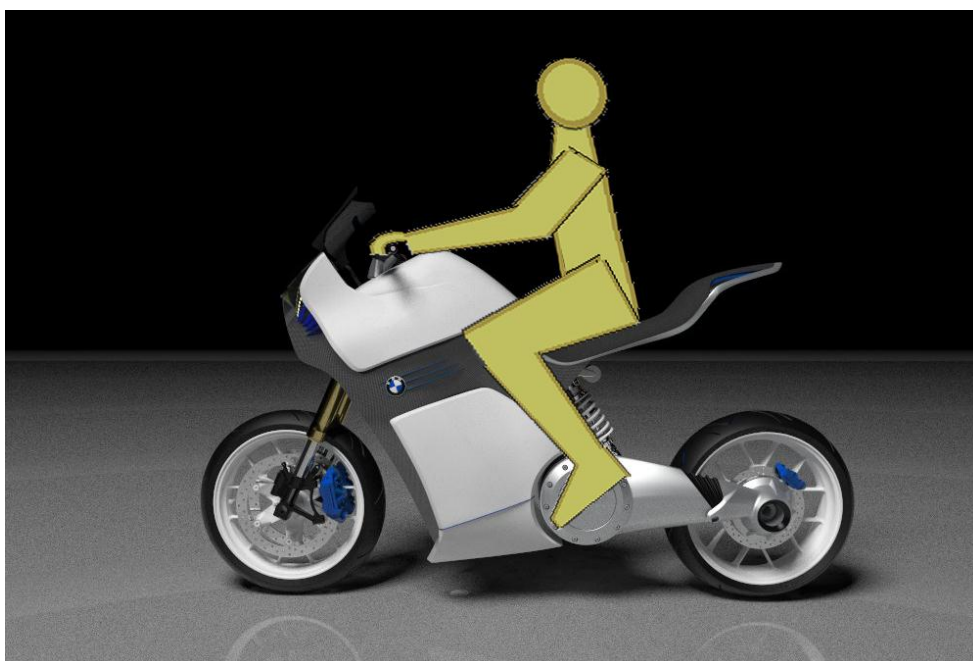
Obr.27 Tvorba základních ploch
(dokumentace autora)



Obr.28 Volba materiálů a přidávání detailů
(dokumentace autora)



Obr.29 Tvorba věrného rendrovacího prostředí
(dokumentace autora)



Obr.30 Ergonomie návrhu
(dokumentace autora)

3.3.5. Model 1:4

Konečnou fází návrhu je tvorba reálného modelu v měřítku. I přes veškeré výhody 3D zobrazení, je reálný model stále v designu využíván a to z důvodu věrnosti veškerých tvarů. Zatímco v digitální podobě lze tvary záměrně zkreslovat za účelem efektnosti výsledku, reálný model je vždy věrný a ukazuje skutečné tvary.

Pro svůj model jsem zvolil měřítko 1:4, výsledná délka je tedy 50cm. Pro výrobu jsem použil různé technologie od frézování na stolní 3-osé frézce, přes tvarování plastů za tepla, až po detailní ruční práce. Jako výchozí materiál jsem použil polyuretanovou pěnu, ze které jsou vyrobeny veškeré hlavní části motocyklu.



Obr.31 Model 1:4
(dokumentace autora)

Ty jsou doplněny o detaily z polykarbonátu, plastu (PS), nebo textilu.

3.3.6. Tvarosloví

Zde bych rád popsal celkové tvarosloví a hlavní rysy mého návrhu. Na první pohled tvoří dominantu celého motocyklu mohutná přední část, která je tvořena pocitově lehkými tenkými plochami (pláty). Tyto plochy mají společné organické tvary, vzdušná napojení a měly by vyvolat pocit lehkosti a agresivity zároveň. Zadní část motocyklu je naopak jak konstrukčně, tak opticky co nejlehčí. Jednoduše tvarovaná nízká podsedlová konstrukce s jednodílným dvojsedlem je opticky vetknutá do těla motocyklu a působí tak velmi lehkým dojmem. V kontrastu s elegantními organickými tvary ploch je ryze strojírensky řešené uložení motoru a převodovky. Tím dává motocykl ihned na vědomí své zařazení do rodiny elektromobilů. Tento „multifunkční válec“ dále zastává funkci držáku stupaček řidiče i spolujezdce a uložení zadní kyvné vidlice.

3.4. Výsledné technické parametry a rozměry

Tab. 1

Rozměry	
Délka [mm]	2040
Rozvor kol [mm]	1470
Výška [mm]	1270-1350
Výška sedla [mm]	840
Výška řídítek [mm]	1130
Šířka [mm]	570
Odhadovaná hmotnost [kg]	Cca 220kg
Motor a baterie	
Typ motoru	Střídavý s permanentními magnety
Výkon [kW]	105
Kroutící moment [Nm]	156
Typ akumulátoru	LiFePO ₄
Počet článků	16
Kapacita [kWh]	14
Dobíjecí čas (95% kapacity)	2 hod

4. ZÁVĚR

Na začátku práce jsem si určil jasný cíl, a to navrhnout funkční studii sportovně-cestovního motocyklu s vizuálními prvky značky BMW. V průběhu celého procesu navrhování jsem se potýkal s několika komplikacemi, které jsem z větší části úspěšně vyřešil. Některé jsem však vzhledem k nejasnému budoucímu vývoji technologií nebyl schopen plně dotáhnout do konce, tudíž zůstaly ve stádiu odhadů a spekulací. Mezi tyto problematiky patřily především hmotnost a dojezd motocyklu, které jsou neoddělitelně spojené s výslednou použitelností motocyklu pro cestování. Důležitou součástí návrhu pro mě bylo spojení vlastního pohledu na design motocyklů a dnes již tradičních prvků a technického zázemí značky BMW. Při navrhování jsem dodržoval určité trendy posledních let v designu motocyklů, mezi něž patří například přesouvání většiny objemu do přední části a naopak v zadní části docílit maximální lehkosti. Velký důraz jsem také kladl na správnou ergonomii motocyklu z pohledu řidiče. Motocykl tak nabízí pohodlný posed v lehkém předklonu.

Poloha spolujezdce byla v mém návrhu velmi komplikovaná. Za cíl jsem si dal pohodlné usazení ženy, jelikož se předpokládá jízda v páru s mužem na pozici řidiče. Sedlo spolujezdkyně je tedy posazené výše a šířka sedla je zúžená o madla na bocích. Největším problémem bylo vhodné řešení stupaček spolujezdce. Z ergonomického pohledu byla jasně daná poloha a z konstrukčního hlediska nebylo vhodné místo pro jejich umístění. Nakonec jsem zvolil příhradový odlitek připevněný ke středovému válci (uložení motoru).

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

1. FIELL, P., FIELL, Ch. Design pro 21. Století. Koln: Taschen, 2002. ISBN 3-8228-5883-8
2. HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra-Obecné strojní části 1. Brno: ComputerPress, 1999. ISBN 80-7226-055-3.

Internetové zdroje

1. *Motorcycle history* [online], [wikipedia.org](http://en.wikipedia.org/wiki/Motorcycle_history), [cit. 19.4.2012]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Motorcycle_history
2. *Motocykl* [online], [wikipedia.org](http://cs.wikipedia.org/wiki/Motocykl), [cit. 20.4.2012]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Motocykl>
3. *Paralever* [online], [bmwgs.cz](http://www.bmwgs.cz), [cit. 21.4.2012]. Dostupné z: http://www.bmwgs.cz/articles.php?article_id=34
4. *Duolever* [online], [bmwgs.cz](http://www.bmwgs.cz), [cit. 21.4.2012]. Dostupné z: http://www.bmwgs.cz/articles.php?article_id=33
5. *Mission R: electric superbike* [online], 2010, www.superbike-online.cz, [cit. 22.4.2012]. Dostupné z: <http://www.superbike-online.cz/magazin/mission-r-elektro-superbike/>
6. *Mission products for electric vehicles* [online], 2012, ridemission.com, [cit. 22.4.2012]. Dostupné z: <http://ridemission.com/products/>
7. *Parts for electric motorcycles* [online], 2010, electricmotorsport.com, [cit. 23.4.2012]. Dostupné z: http://www.electricmotorsport.com/store/ems_ev_parts.php
8. *Parts for electric motorcycles* [online], 2010, electricmotorsport.com, [cit. 23.4.2012]. Dostupné z: http://www.electricmotorsport.com/store/ems_ev_parts.php

SEZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH CITACÍ

- [1]. *Paralever* [online], [bmwgs.cz](http://www.bmwgs.cz), [cit. 21.4.2012]. Dostupné z: http://www.bmwgs.cz/articles.php?article_id=34
- [2]. *Duolever* [online], [bmwgs.cz](http://www.bmwgs.cz), [cit. 21.4.2012]. Dostupné z: http://www.bmwgs.cz/articles.php?article_id=33

ABSTRACT

The aim of my bachelor's thesis was to design a concept of sport-travel BMW motorcycle for the year 2018. The main requirement was to provide a future look with keeping traditional morphology and construction of the brand. This motorcycle is powered by electric motor and takes advantage of modern technologies and materials. Fortunately, I, myself, have some experience with motorcycles so I can apply this knowledge in my design and construction solution.

Big part of the project was an ergonomic study and laying on the best ergonomic solution for my motorcycle. The target was a semi-sport and semi-travel sitting position of the driver so that he could enjoy sport character of the motorcycle and comfortable traveling position at the same time. Another priority was to provide suitable protection against wind. That is very important for long distance motorcycles and it sort of completes the ergonomics itself.

If we look at the design, we can see the main characteristics and basic shapes coming through the whole body. I tried to accomplish elegant and aggressive look with bulky front side and light back. I achieved that by concentrating most of the volume in the front part and by combination of a contrast coloring of the main surfaces and the sharp angles of the lines.

Motorcycle is powered by AC electric motor and the energy storage is provided by LiFePO_4 batteries. One of the main aims was to achieve long travel distance for one charge. Unfortunately I am not able to ensure what progress will electric drive do until 2018, so I worked more theoretically in this area. With current technology I am able to ensure travel distance 200km and travel speed 130km/h.

During the whole project, I used conventional and modern designing methods. I started with sketching the basic shapes and proportions. Next step was to pick the best draft and make some more sketches from different angles to see if the shape works for the whole motorcycle. Then I exported my sketches to 3D software and made a digital model of my motorcycle. During this part I made the most changes and modifications. Finally I made a real model in scale 1:4.

SEZNAM PŘÍLOH

- Obr.1 BMW S1000RR, <http://www.motosupersport.cz/superbike-bmw-s-1000-rr/>
- Obr.2 BMW K1200GT, http://www.bikez.com/motorcycles/bmw_k1200gt_2007.php
- Obr.3 BMW K1200GT, <http://www.motoplanet.cz/blog/bmw-r1200gs/>
- Obr.4 KTM LC4 Adventure,
http://www.motorcyclespecs.co.za/model/ktm/ktm_640_lc4_adventure_r%2000.htm
- Obr.5 Honda CB 1300, <http://www.bikebits4you.com/images/categories/honda-1300-4.jpg>
- Obr.6 KTM 250 SX, http://www.motorcycledb.com/KTM_250_SX-F_2010/31916
- Obr.7 Harley Davidson, <http://www.motoplanet.cz/uploads/image/darekprolibanon.jpg>
- Obr.8 Suzuki Burgman, <http://www.hybrid.cz/vodikovy-skutr-burgman-schvalen-pro-zeme-eu>
- Obr.9 Duolever systém, http://www.bmw-motorrad.com/com/en/technology_new/media/vis_item_duolever.jpg
- Obr.10 Ergonomie BMW K1200S, <http://cycle-ergo.com/Riding/36w0266laRtJUyUyUy0.png>
- Obr.11 Ergonomie KTM LC8 Adventure, <http://cycle-ergo.com/Riding/36w0146laRtJUyUyUy0.png>
- Obr.12 Honda VFR, http://www.toeff-magazin.ch/artikel_718.html
- Obr.13 BMW R1200RT, <http://www.topspeed.com/motorcycles/motorcycle-reviews/bmw/2006-bmw-r-1200-rt-ar7142.html>
- Obr.14 BMW Scooter C, <http://www.thewallpapers.org/2201/motorcycles/bmw-scooter-c>
- Obr.15 Mission motor, http://www.superbike-online.cz/static/content/mission-motors-controller-motor_206.jpg
- Obr.16 Mission battery, <http://www.greentechmedia.com/articles/read/mission-motors-thinking-small-to-get-big-in-cars/>
- Obr.17 Pohyby ramen, (dokumentace autora)
- Obr.18 Napětí při pružení a zatáčení, (dokumentace autora)
- Obr.19 Paralever, http://www.motofreaks.nl/old_images/2762.jpg
- Obr.20 Indukční nabíjení, <http://www.hybrid.cz/tagy/indukcni-nabijeni>
- Obr.21 Mission One, <http://www.treehugger.com/cars/mission-one-by-mission-motors-the-worlds-fastest-production-electric-motorcycle.html>
- Obr.22 Mission One, <http://www.treehugger.com/cars/mission-one-by-mission-motors-the-worlds-fastest-production-electric-motorcycle.html>
- Obr.23 Voltra, <http://www.ecofriend.com/entry/eco-motorcycles-voltra-an-all-electric-motorcycle-for-the-fashion-conscious/>
- Obr.24 Mission R, <http://green.autoblog.com/2010/12/17/mission-motors-reveals-race-ready-mission-r/>
- Obr.25 Skici, (dokumentace autora)

Obr.26 Skica výsledného návrhu, (dokumentace autora)

Obr.27 Tvorba základních ploch, (dokumentace autora)

Obr.28 Volba materiálů a přidávání detailů, (dokumentace autora)

Obr.29 Tvorba věrného rendrovacího prostředí, (dokumentace autora)

Obr.30 Ergonomie návrhu, (dokumentace autora)

Obr.31 Model 1:4, (dokumentace autora)

Obr.32 Duolever, http://img.motorkari.cz/upload/images/cache/clanky/2005-01/2945/20100330130724-3767_jpg_resize_1000x830_type_jpg_.jpg

Obr.33 Duolever, http://forums.pelicanparts.com/uploads3/episode5_3_vis_1_011088648152.gif

Obr.34 BMW Scooter C, <http://www.thewallpapers.org/2201/motorcycles/bmw-scooter-c>

Obr.35 BMW Scooter C, http://4.bp.blogspot.com/_1d1OMhUPzz8/TNBWL6SqG9I/AAAAAAAAAGAo/ZZXTS0VstJY/s1600/BMW+Scooter+C+Concept+Panel.jpg

Obr.36 BMW eScooter, <http://www.blessthisstuff.com/imagens/stuff/bmw-e-scooter-5.jpg>

Obr.37 BMW eScooter, <http://enchufalo.es/wp-content/uploads/2011/10/bmw-e-scooter-concept.jpg>

Obr.38 BMW concept 6, <http://thekneeslider.com/images/2009/11/bmw-concept6.jpg>

Obr.34 BMW Scooter C, <http://www.thewallpapers.org/2201/motorcycles/bmw-scooter-c>

Obr.35 BMW Scooter C, http://4.bp.blogspot.com/_1d1OMhUPzz8/TNBWL6SqG9I/AAAAAAAAAGAo/ZZXTS0VstJY/s1600/BMW+Scooter+C+Concept+Panel.jpg

Obr.36 BMW eScooter, <http://www.blessthisstuff.com/imagens/stuff/bmw-e-scooter-5.jpg>

Obr.37 BMW eScooter, <http://enchufalo.es/wp-content/uploads/2011/10/bmw-e-scooter-concept.jpg>

Obr.38 BMW concept 6, <http://thekneeslider.com/images/2009/11/bmw-concept6.jpg>

Obr.39 BMW concept 6, http://www.disen-art.com/images_4/BMW_Motorrad_Concept_6_image_3-400.jpg

Obr.40 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.41 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.42 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.43 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.44 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.45 Detail zadního světla, (dokumentace autora)

Obr.46 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.47 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.48 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.49 Detail stupačky spolujezdce, (dokumentace autora)

Obr.50 Finální vizualizace, (dokumentace autora)

Obr.51 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

Obr.51 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

Obr.52 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

Obr.53 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

Obr.54 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

Obr.55 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

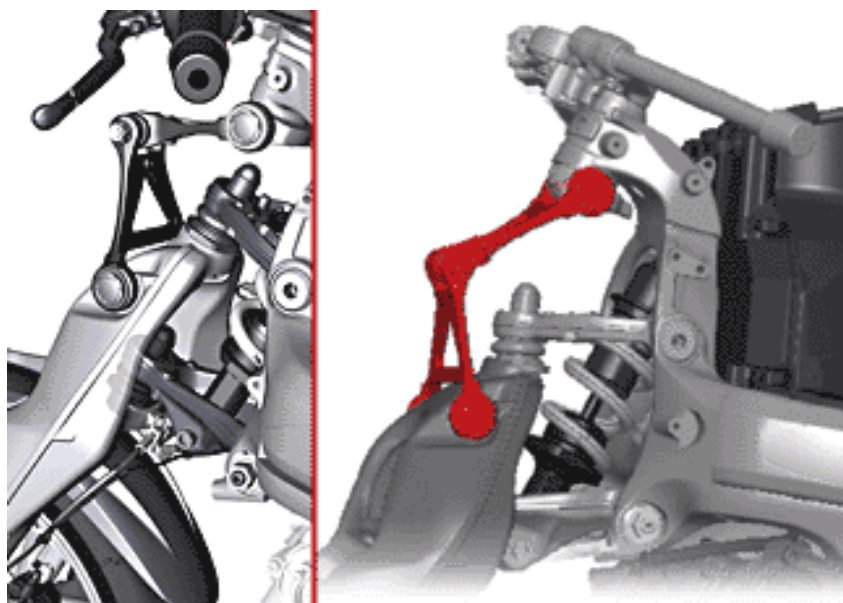
Obr.56 Reálný model 1:4, (dokumentace autora)

PŘÍLOHY



Obr.32 Duolever

http://img.motorkari.cz/upload/images/cache/clanky/2005-01/2945/20100330130724-3767_jpg_resize_1000x830__type_jpg_.jpg



Obr.33 Duolever

http://forums.pelicanparts.com/uploads3/episode5_3_vis_1_011088648152.gif



Obr.34 BMW Scooter C

<http://www.thewallpapers.org/2201/motorcycles/bmw-scooter-c>



Obr.35 BMW Scooter C

http://4.bp.blogspot.com/_1d1OMhUPzz8/TNBWL6SqG9I/AAAAAAAAAGAo/ZZXTS0VstJY/s1600/BMW+Scooter+C+Concept+Panel.jpg



Obr.36 BMW eScooter

<http://www.blessthisstuff.com/imagens/stuff/bmw-e-scooter-5.jpg>



Obr.37 BMW eScooter

<http://enchufalo.es/wp-content/uploads/2011/10/bmw-e-scooter-concept.jpg>



Obr.38 BMW concept 6
<http://thekneeslider.com/images/2009/11/bmw-concept6.jpg>



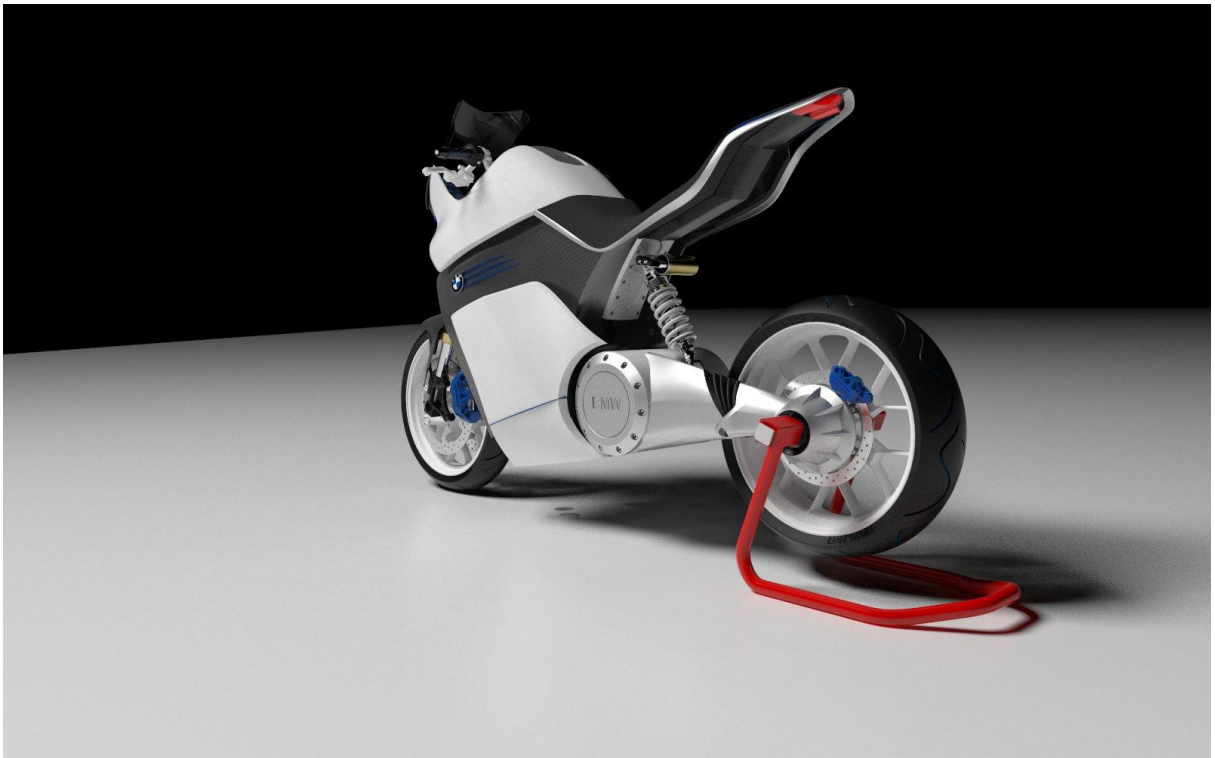
Obr.39 BMW concept 6
http://www.disen-art.com/images_4/BMW_Motorrad_Concept_6_image_3-400.jpg



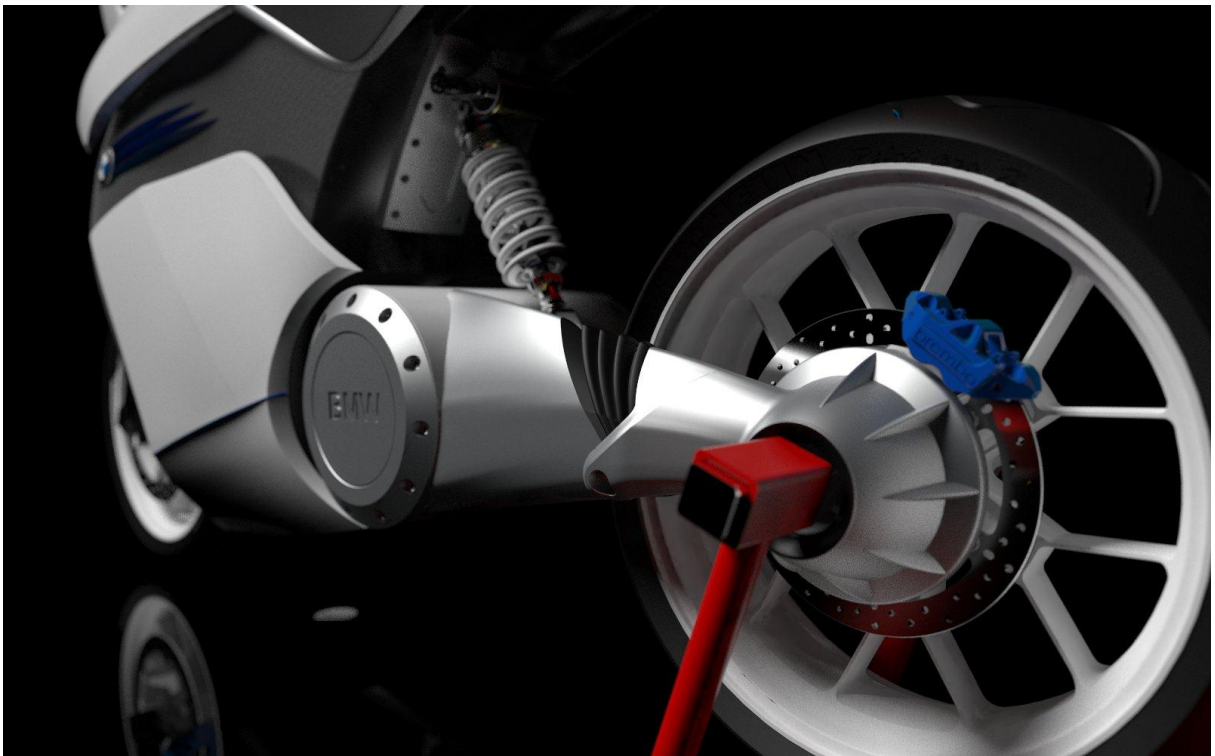
Obr.40 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



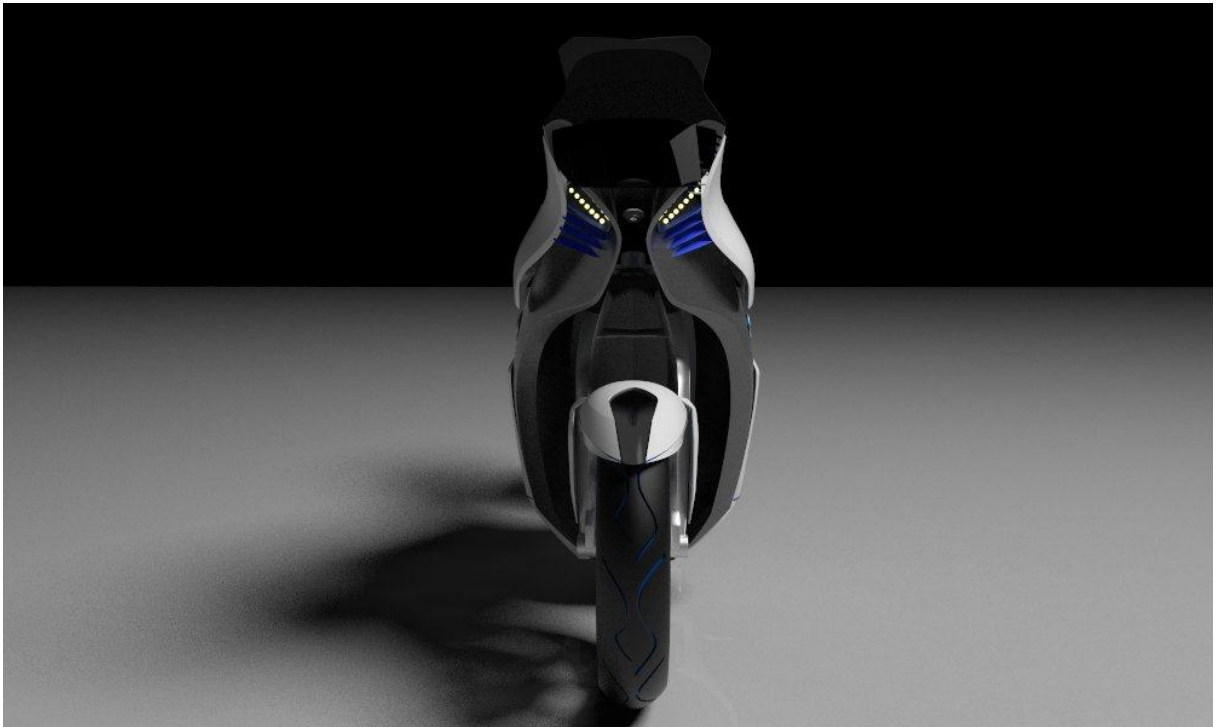
Obr.41 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



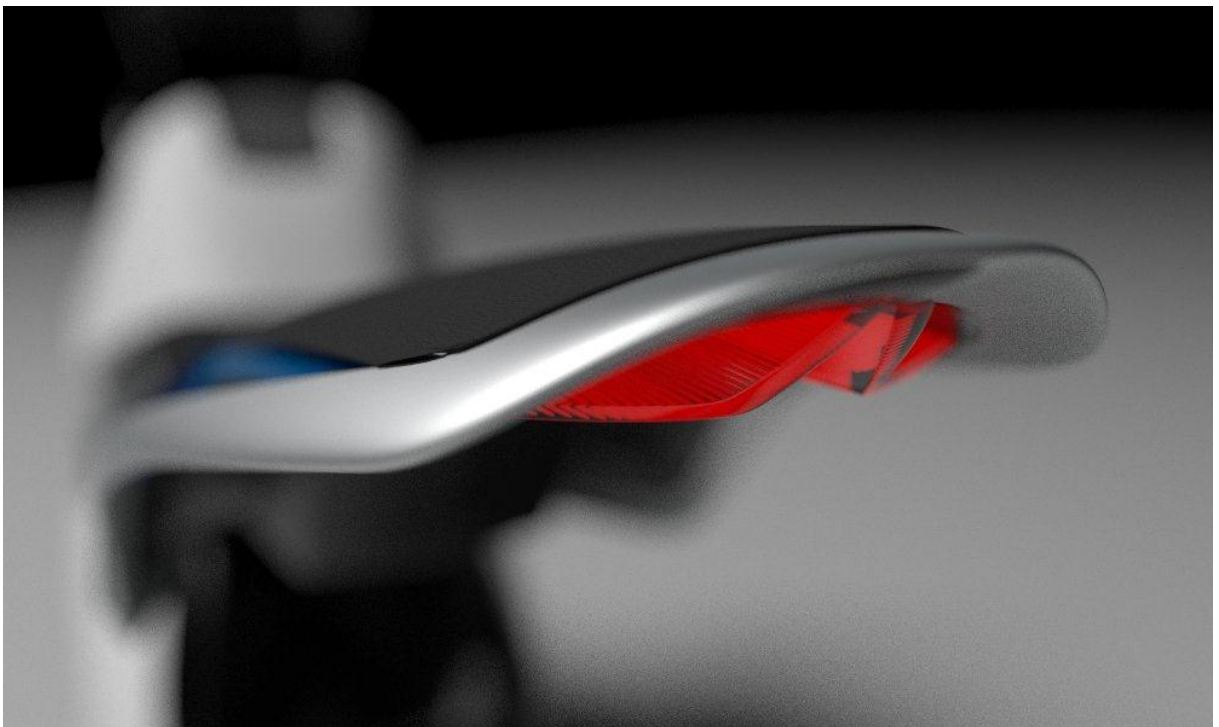
Obr.42 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



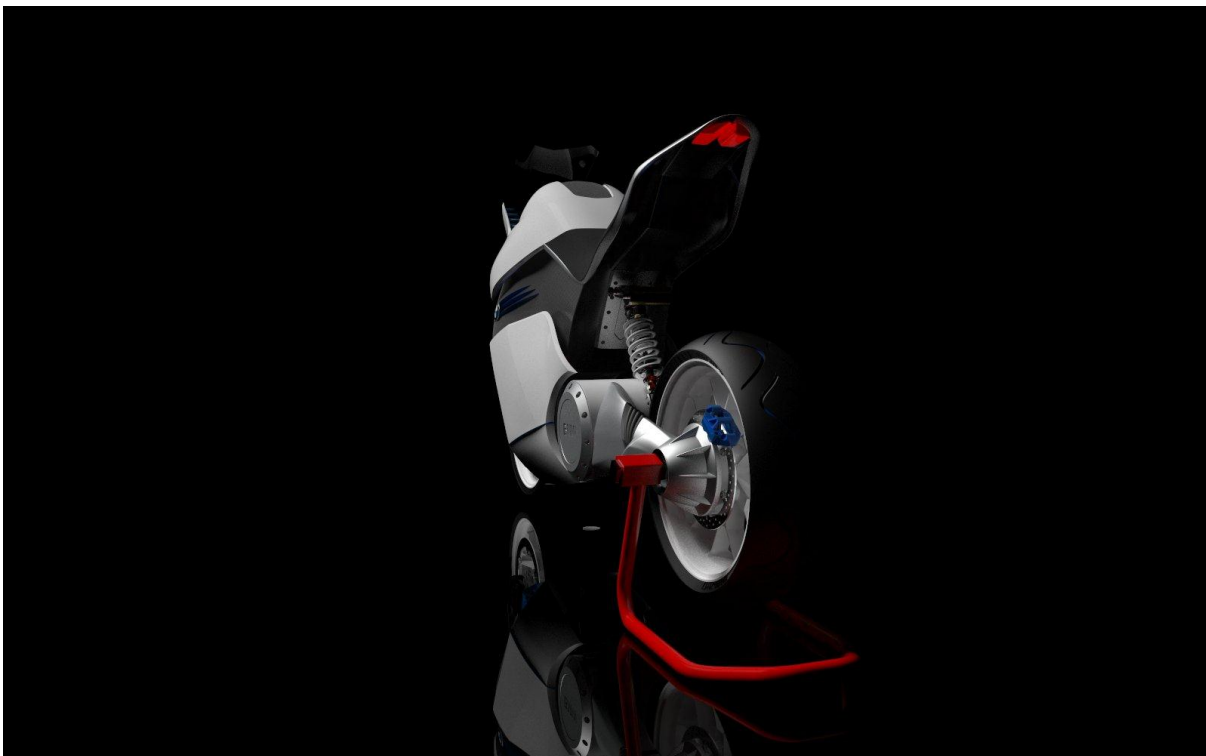
Obr.43 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



Obr.44 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



Obr.45 Detail zadního světla
(dokumentace autora)



Obr.46 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



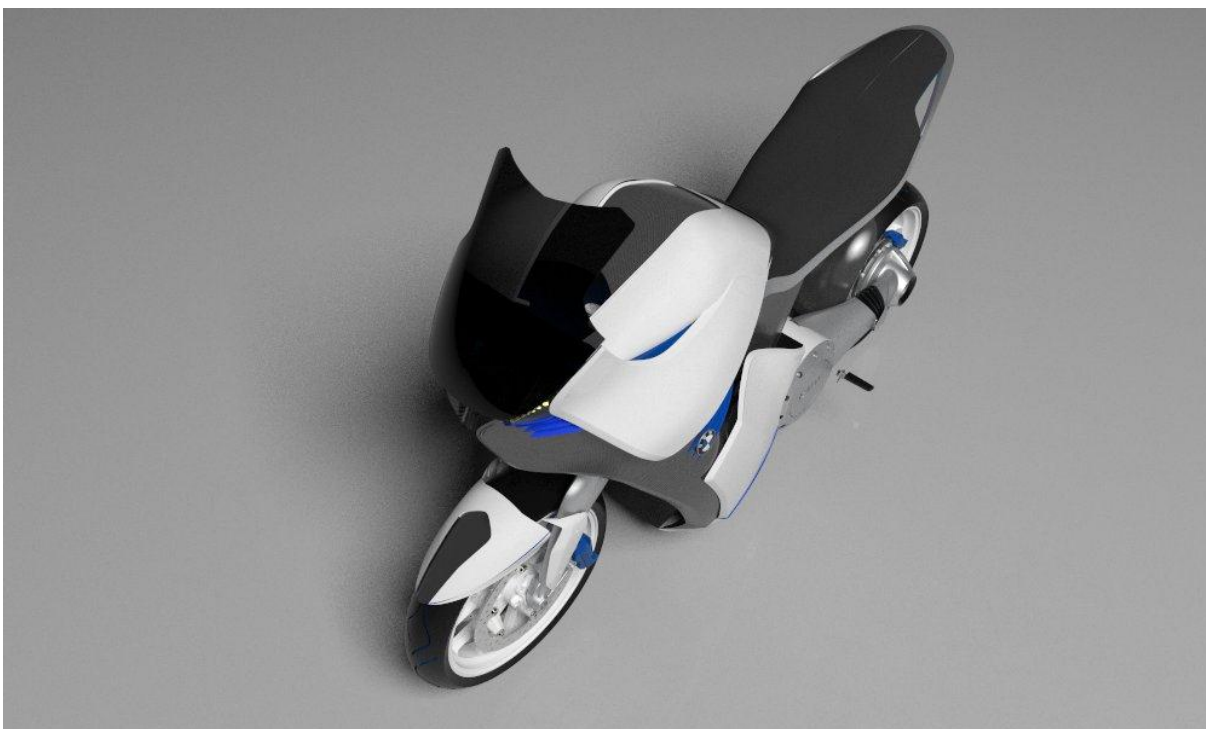
Obr.47 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



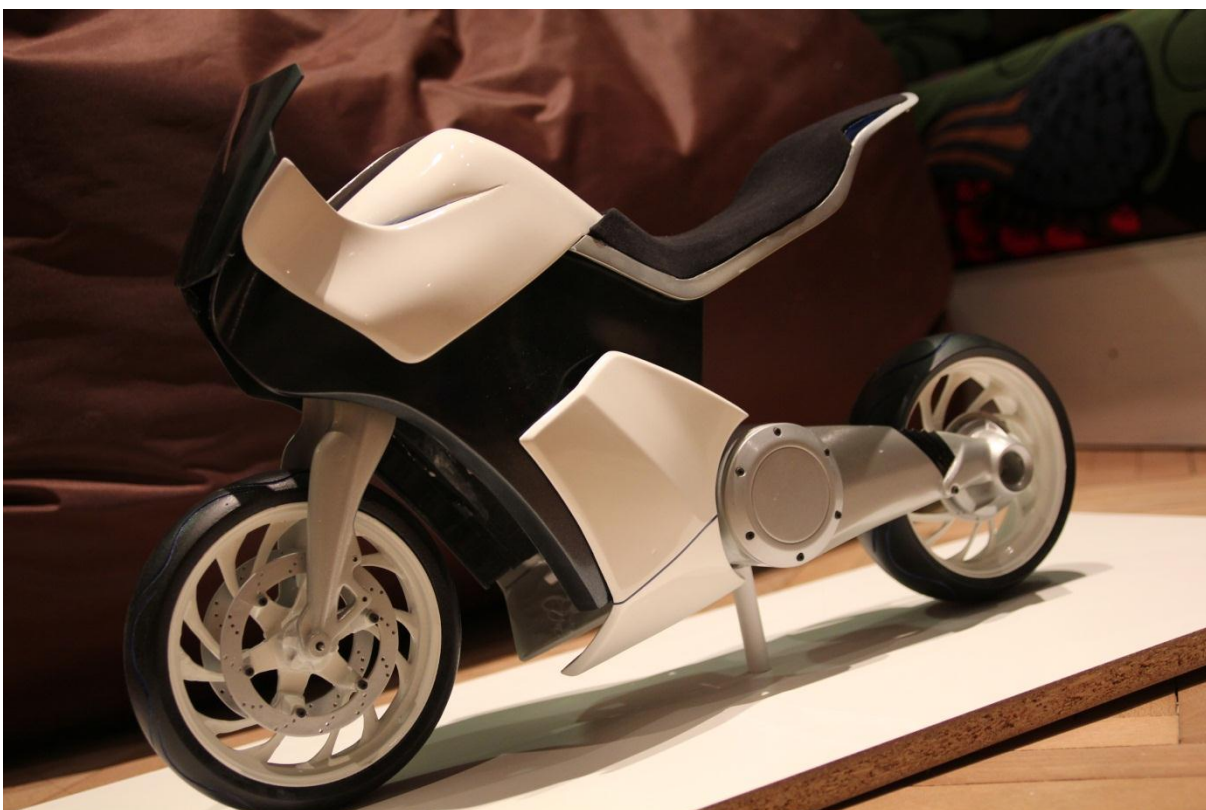
Obr.48 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



Obr.49 Detail stupačky spolujezdce
(dokumentace autora)



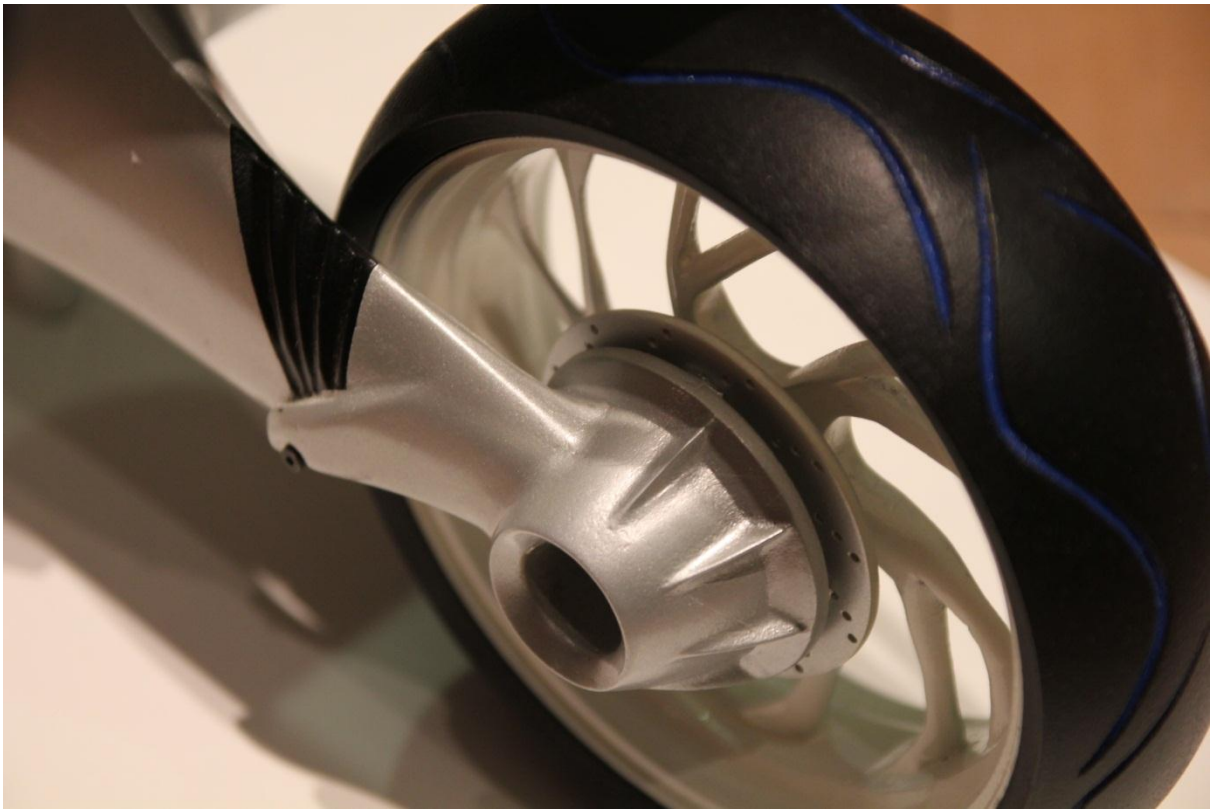
Obr.50 Finální vizualizace
(dokumentace autora)



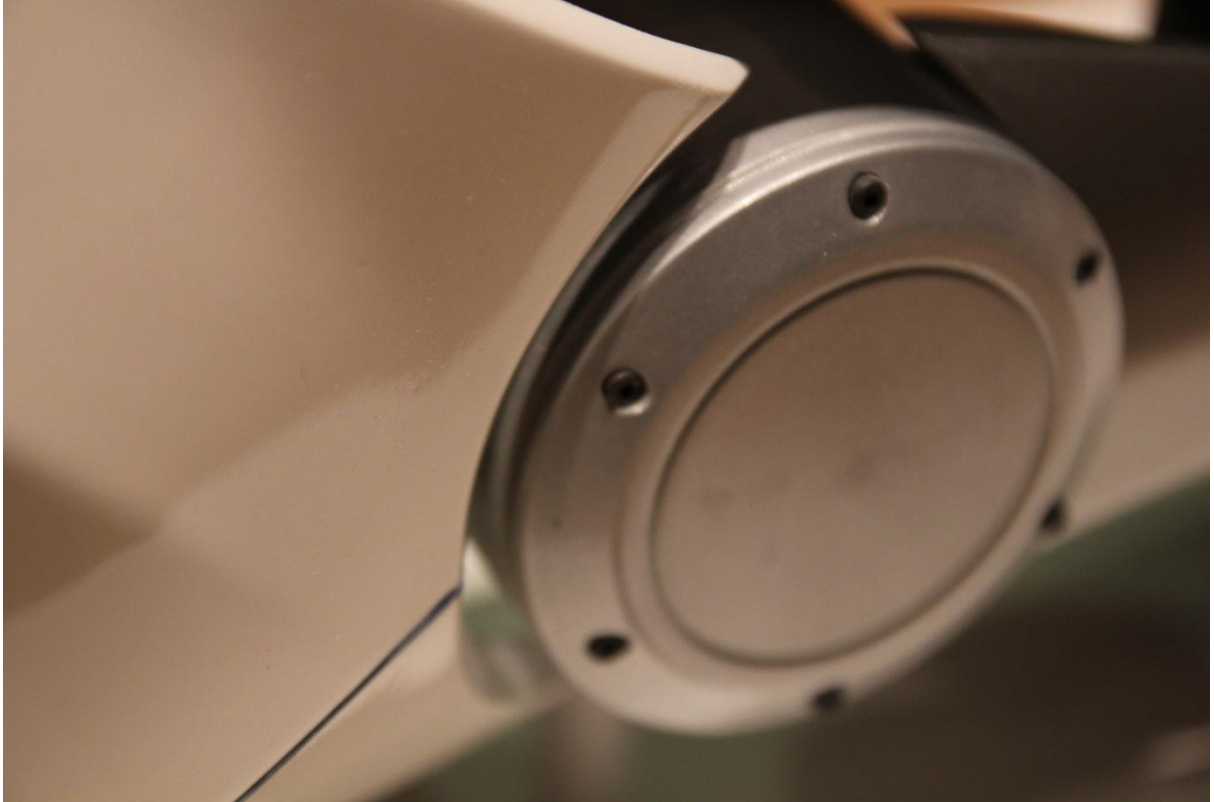
Obr.51 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)



Obr.51 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)



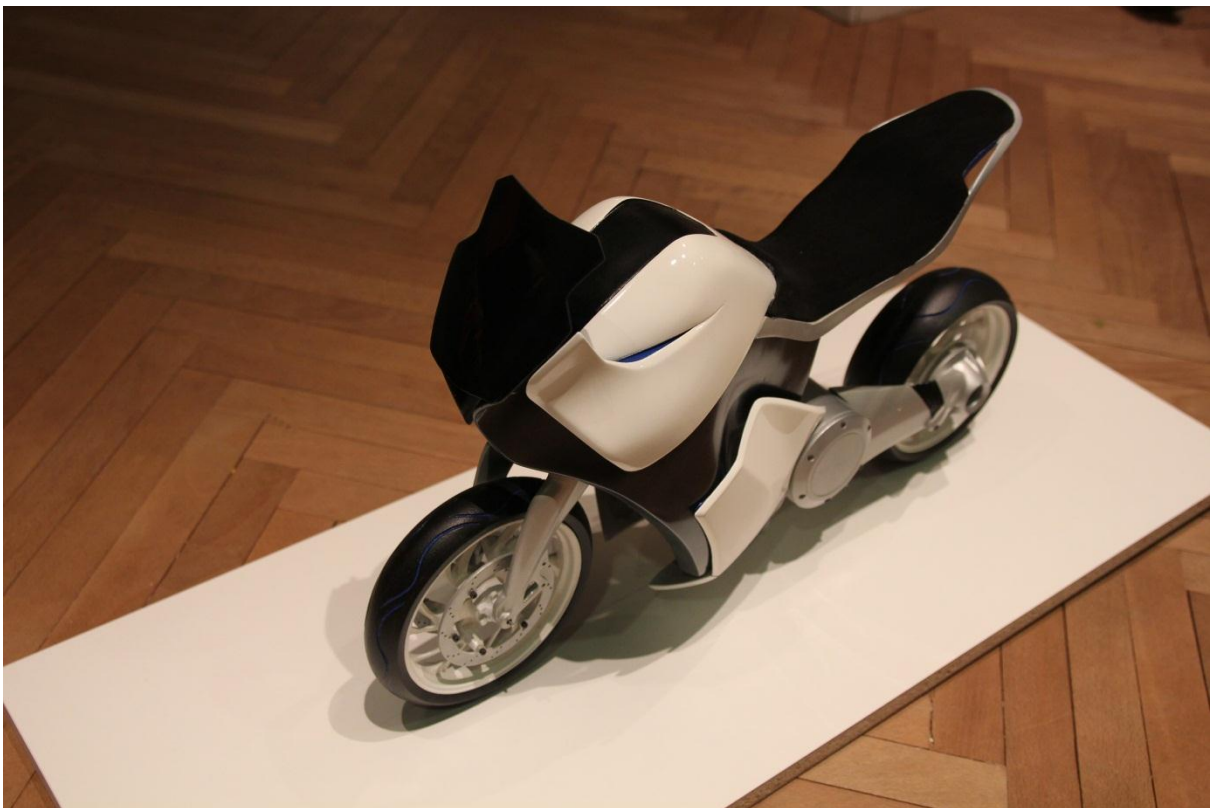
Obr.52 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)



Obr.53 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)



Obr.54 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)



Obr.55 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)



Obr.56 Reálný model 1:4
(dokumentace autora)