



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

DESIGN OF AN ELECTRIC MOTORCYCLE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Vítek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2022



## Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	<b>Bc. Jan Vitek</b>
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	<b>doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.</b>
Akademický rok:	2021/22

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### Design motocyklu na elektrický pohon

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Využití alternativního pohonu v silniční dopravě začíná pronikat i do oblasti jednostopých vozidel. Projekce alternativního elektrického pohonu do výtvarně technické koncepce silničního motocyklu se stane zdrojem inspirace a ukáže možný vývoj designu ve sledované oblasti do budoucna. Zároveň je nutné motocykl přizpůsobit fungování v městském prostředí.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: Vývojová zakázka (HS)

#### Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem je návrh elektrického motocyklu pro jízdu ve městě a okolí typu „naked bike“ na technickém základu od firmy MSR Engines, který ve své výtvarné koncepci respektuje vnitřní stavbu komponent a specifický pohon stroje a tím se stylisticky odlišuje od konvenčních motocyklů a současné produkce.

Díličí cíle diplomové práce:

- definovat progresivní technologie potencionálně vhodné pro realizaci motocyklu,
- navrhnou originální design a technicky progresivní koncepci,
- zpracovat prostorový model navrženého designu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske-studium-ukonceni/>

### **Seznam doporučené literatury:**

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Ve světě stále sílí tlak na snižování emisí a s tím související masivní podpora elektromobility. Kromě ekologičnosti mají elektrická vozidla řadu dalších výhod, jako například malé provozní náklady, jednodušší údržbu, nižší hlučnost a podobně. V současné době je ovšem stále trápí problémy s dojezdem a nedostatečnou sítí dobíjecích stanic. V městském prostředí tento problém do velké míry odpadá, a naopak ekologické hledisko je zde nejpálčivější. Navíc vzhledem k hustotě městského provozu roste poptávka po jednostopých vozidlech. Řešením je proto elektrický motocykl pro městské prostředí, který tyto problémy efektivně řeší. Proto se práce zabývá návrhem elektrického motocyklu do městského prostředí ve spolupráci s firmou MSR Engines, na technickém základu poskytnutým touto firmou.

## KLÍČOVÁ SLOVA

design, silniční motocykl, městská mobilita, elektrický pohon

## ABSTRACT

The pressure to reduce emissions and the related massive support for electromobility is growing in the world. In addition to environmental friendliness, electric vehicles have several other benefits, such as low operating costs, easier maintenance, lower noise etc. However, they are still bothered by problems with range and an insufficient network of charging stations. In an urban environment, this problem largely disappears, and on the contrary, the ecological aspect is the most pressing here. In addition, due to the density of urban traffic, the demand for single-track vehicles is growing. The solution is an electric motorcycle for the urban environment, which effectively solves these problems. Therefore, the work deals with the design of an electric motorcycle for the urban environment in cooperation with the company MSR Engines, on a technical basis provided by this company.

## KEYWORDS

design, road motorcycle, urban mobility, electric drive

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VÍTEK, Jan. *Design motocyklu na elektrický pohon*. Brno, 2022, 102 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.



## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi, ArtD., za odborné vedení mé práce a cenné připomínky a MSR Engines za možnost podílet se na zajímavém projektu.

## PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením doc. akad. soch. Ladislava Křenka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora





# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b>	<b>14</b>
2.1	Rešeršní metody	14
2.2	Výzkum	16
2.3	Rešerše na stav techniky	17
2.3.1	Designérská analýza	17
2.3.2	Technická analýza	36
2.4	Shrnutí hlavních zjištění	46
2.5	Identifikace novosti a příležitostí	47
<b>3</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b>	<b>48</b>
3.1	Vymezení problému	48
3.2	Cíle vývoje	49
<b>4</b>	<b>KONCEPČNÍ NÁVRH</b>	<b>50</b>
4.1	Analýza cílů	50
4.2	Specifikace omezení	51
4.3	Technická funkční analýza	52
4.4	Návrh alternativních řešení	53
4.4.1	Varianta č.1	54
4.4.2	Varianta č.2	55
4.4.3	Varianta č.3	56
4.5	Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího	58
<b>5</b>	<b>PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH</b>	<b>59</b>
5.1	Určení tvarů, rozměrů a materiálů	59
5.2	Odhad výrobních nákladů	60
<b>6</b>	<b>DETAILNÍ NÁVRH</b>	<b>61</b>
6.1	Tvarové řešení	61
6.1.1	Proporce a kompozice	61
6.1.2	Kapotáž	63
6.1.3	Hlavní bateriový box a pohonná jednotka	64

6.1.4	Modulární box	65
6.1.5	Zadní podsedlová část	67
6.1.6	Přední maska	69
6.1.7	Kola	70
6.2	Konstrukční, ergonomické řešení a bezpečnost	71
6.2.1	Konstrukční řešení	71
6.2.2	Ergonomické řešení	75
6.3	Barevné a grafické řešení	82
6.3.1	Barevná varianta č. 1	82
6.3.2	Barevná varianta č. 2	82
6.3.3	Barevná varianta č. 3	82
6.4	Bezpečnost	85
6.5	Udržitelnost produktu	85
6.6	Hodnocení klíčových parametrů	85
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>87</b>
<b>8</b>	<b>VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV</b>	<b>89</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>90</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN</b>	<b>93</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ</b>	<b>94</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>97</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>98</b>

# 1 ÚVOD

Ve světě lze již delší dobu pozorovat stále vzrůstající tlak na snižování emisí u motorových vozidel. Důvodem jsou především obavy z dopadů klimatických změn. V Evropské unii je tato tendence ještě dramatičtější, vznikají stále přísnější normy omezující jak emise, tak i spotřebu a pro výrobce automobilů i motocyklů je stále obtížnější je plnit. Dokonce se hovoří o tom, že by měla vozidla se spalovacím motorem skončit do čtrnácti let. Problémy s plněním norem se týkaly především automobilů, nicméně začínají stále více ovlivňovat i odvětví motocyklů. To můžeme ilustrovat například na dvoutaktních motorech, které byly ještě nedávno velmi oblíbené především u enduro strojů, ale v poslední době takřka vymizely z důvodu vysokých emisí. Sami výrobci se proto uchylují k alternativním pohonům, především k elektricky poháněným vozidlům. [1]

Kromě výhod týkajících se ekologického hlediska nabízí elektrický pohon řadu dalších benefitů, jako například lineární průběh točivého momentu, méně pohyblivých částí – mnohem jednodušší údržba, menší hlučnost, nižší provozní náklady a podobně. [2]

Ačkoliv mají současná elektrická vozidla problém s dojezdem a nedostatečnou infrastrukturou, v poslední době dochází z technologického pokroku v této oblasti a parametry elektrických vozidel se neustále zlepšují. Navíc se dá předpokládat, že vzhledem k velkým investicím do technologie baterií a masivní podpoře elektromobility bude tento problém brzy zcela překonán a současně se sníží i cena.

Elektricky poháněná vozidla se v současnosti nejvíce uplatňují ve městech a městských aglomeracích. Důvodem je především dostupnost infrastruktury dobíjecích stanic, uživatelé rovněž necestují na dlouhé vzdálenosti, ale například do práce a z práce, což znamená, že omezený dojezd zde nepředstavuje limitující faktor. V neposlední řadě je ekologické hledisko ve městech, vzhledem k hustotě dopravy, ještě naléhavější, a právě větší zastoupení elektrických vozidel může vést ke zlepšení ovzduší, jehož kvalita trápí velké metropole. [2]

S vysokou hustotou dopravy ve městech souvisí další problém, a to jsou časté kolony, nedostatečná kapacita silničních komunikací v centru měst a obecně absence dostatku prostoru. Z těchto důvodů volí čím dál více obyvatel pro svou dopravu jednostopá vozidla, tedy motocykly, či skútry, které díky své mrštnosti dokážou značně urychlit průjezd městem. Z těchto důvodů se práce zabývá designem motocyklu na elektrický pohon pro prostředí města a městské aglomerace. [3]

Prodeje elektrických motocyklů celosvětově rostou a silný růst je předpokládán i do budoucna, kdy se bude tlak na prosazování elektromobility ještě více stupňovat. Postupem času se objevilo více značek, zaměřených vyloženě na elektrické motocykly jako například firma Zero motorcycles, která patří k předním hráčům na trhu, nicméně se o toto odvětví samozřejmě stále více zajímají i přední světoví výrobci motocyklů se spalovacím motorem, jako například Yamaha, Harley-Davidson, Triumph a mnoho dalších. [4,5]

Diplomová práce se proto zabývá návrhem elektrického motocyklu pro prostředí města a městské aglomerace – prostředí, kde má elektromobilita největší smysl. Práce vznikala ve spolupráci s firmou MSR Engines, na jejímž technickém základě bude design motocyklu vystavěn.

## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

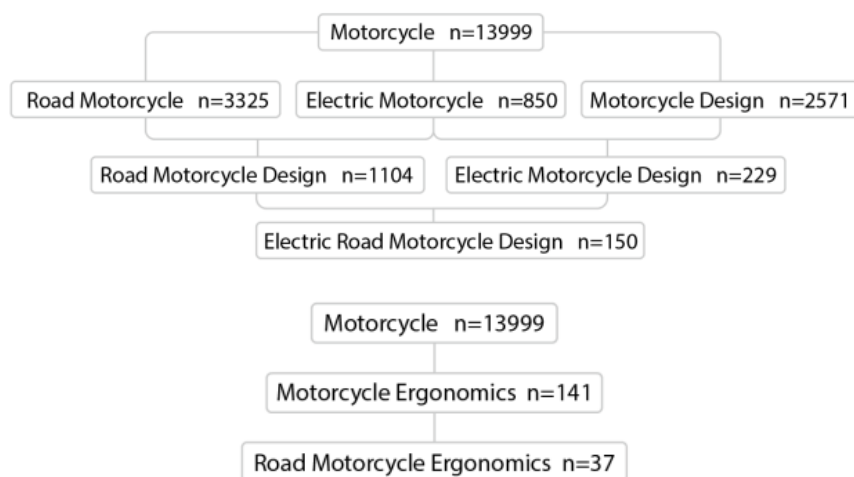
### 2.1 Rešeršní metody

Kritéria pro hodnocení nalezených vědeckých článků byly především počet citací, rok vydání a relevance ve vztahu ke zpracovávanému tématu. Byly rovněž upřednostňovány práce z evropského a amerického prostředí, které představuje nejzajímavější potenciální trh pro navrhovaný motocykl. Při hledání jiných zdrojů, než jsou akademické články, jako například stránek výrobců a jejich modelů byla důležitým kritériem určitá etablovanost značky a prodejní úspěchy. Primárním jazykem vyhledávání byla angličtina, sekundárním čeština.

Pro hledání akademických článků a odborné literatury byly použity bibliografické databáze Google Scholar, Scopus, Web of Science, Research Gate a Primo. Pro hledání ostatních typů zdrojů byl použit klasický vyhledávač Google.

Posledním velmi důležitým typem zdroje jsou informace a materiály poskytnuté spolupracující firmou získané především ve formě rozhovoru, 3D modelů, vizualizací a skic.

Pro hledání byla použita následující klíčová slova: Silniční motocykl, Elektrický pohon, Mobilita, Design a Ergonomie. Vzhledem k tomu, že slovo „design“ má v angličtině dva významy, a to jeden stejný, jako v češtině a druhý ve významu konstrukce z čistě technického hlediska, osvědčila se především strategie osekávání, kdy byl obecný rešeršní požadavek více a více specifikován. Příklady rešeršní strategie jsou znázorněny na schématech níže.



Obr. 2-1 Rešeršní strategie

Další rešeršní strategie byla strategie rostoucích kamenů, která však mohla být použita pouze v případě, že vyhledávač podporuje booleanovské operátory.

Důležitou strategií při získávání zdrojů týkajících se konkrétních produktů, jejich designu a technického řešení bylo procházení článků na webech zabývajících se motocykly, např. motorkari.cz, případně magazínů zaměřených na design, např. Dezeen či Yankodesign, na základě, kterých byly poté vyhledávány primární zdroje, především stránky výrobců, technické specifikace modelů, manuály a podobně. Dalším cenným typem zdroje, získaným tímto postupem byly uživatelské recenze. Dalším způsobem bylo pátrání v historii udělených významných designérských cen, např. Red Dot.

V případě akademických článků probíhalo třídění už používáním stále specifitějšího rešeršního dotazu. Po vytřídění duplicitních nálezů proběhla selekce článků, které byly svým zaměřením velmi podobné. V tomto případě hrálo roli počet citací a rok vydání. Následně byly vyloučeny články, u kterých bylo z abstraktu zřejmé, že nejsou pro práci relevantní.

U ostatních zdrojů, například u konkrétních produktů, či konceptů, byl v případě nalezení více modelů od jedné značky vybrán pouze jeden zástupce. Byly upřednostněny produkty mající zaměřením blíže k zaměření práce. Maximálně důležité byly zdroje získané od spolupracující firmy, na kterých bude celá budoucí práce stát. Proto mají například zdroje technické analýzy spíše doplňkový význam, protože technologie je firmou přesně dána.

Po protřídění zůstalo 30 nejrelevantnějších zdrojů, které jsou doplněny 7 zdroji ze spolupracující firmy. Z grafu období jejich vzniku je zřejmé, že se podařilo vyselektovat převážně velmi aktuální zdroje, pracující s nejnovějšími trendy. Starší práce jsou především ty z oblasti ergonomie, antropometrická data se však nijak radikálně nemění, proto je lze použít i v současnosti.

## 2.2 Výzkum

Byla provedena kombinace tří výzkumných metod:

1. Dotazníkové šetření – Probíhalo pomocí platformy Google Forms a bylo zaměřeno především na motorkáře, nicméně se v něm vyskytovaly i otázky pro nemotorkáře, protože se předpokládá, že produkt si může koupit i člověk bez předchozích zkušeností s motocyklem, avšak mající své potřeby při dopravě po městě. Proto byl dotazník rozdělen do dvou větví – pro motorkáře a pro nemotorkáře. Dotazník byl umístěn na sociální síti, do zájmových skupin a na fórum motorkari.cz. Počet respondentů byl 219–131 motorkářů + 88 nemotorkářů.
2. Narativní interview – Probíhalo s ředitelem firmy MSR Engines Ing. Martinem Šulou. Otevřená diskuse o motivaci projektu, cílové skupině, filozofii produktu a ergonomii motocyklu.
3. Polostrukturovaný rozhovor – Probíhalo s vedoucím konstruktérem projektu Ing. Jiřím Míšou. Byly předem připravené otázky na konkrétní komponenty a parametry motocyklu a z nich plynoucí omezení. Následně byly pokládány doplňující otázky reagující na respondentovy odpovědi.

Z dotazníku plyne, že většina respondentů nejedí na motocyklu se spolujezdcem nikdy, anebo pouze výjimečně – většině stačí jednomístný motocykl, nicméně druhé sedlo není na škodu a dá se považovat za výhodu.

Dále 80 ze 131 respondentů používá motocykl na cestování po městě, z čehož plyne, že designem městského motocyklu má smysl se zabývat, navíc většina motocyklů není pro cestování po městě uzpůsobena a uživatelé si ztěžují na nedostatek úložného prostoru, který navíc ani není zamykatelný. Respondenti se shodují, že jim na jejich motocyklu při pohybu v městském prostoru vadí vysoká hmotnost stroje.

Co se týče průměrného zavazadla, které lidé nosí po městě (do práce, či do školy), největším objektem v zavazadle je notebook, nosí jej však pouze 36 % respondentů jezdících na motocyklu do práce, do zavazadelníku by se měla vejít svačina, láhev a diář či blok.

Hlavním praktickým důvodem, proč uživatelé nepoužívají motocykl pro cestu po městě je především příliš krátká vzdálenost a fakt, že se motor nedokáže zahřát, tedy problémy, které elektrický motocykl odstraňuje.

Z rozhovorů ve spolupracující firmě je jasné že motocykl musí vycházet z poskytnutých dílů, dále bylo zjištěno, jak tyto díly vypadají a jaké jsou na nich možné potenciální úpravy. Vyplývá teda, že musí být použita pohonná jednotka, rameno zadní kyvné vidlice, kola a bateriový blok, který však může projít úpravami. Dále byly zjištěny všechny technické parametry a budoucí technologie výroby, cílová skupina a cenová relace.



## 2.3 Rešerše na stav techniky

Tato část se věnuje zhodnocení trendů v designu elektrických motocyklů a analýze designu strojů se spalovacím motorem podobného ražení, jako je navrhovaný motocykl. Dále popisuje díly poskytnuté spolupracující firmou, na které je nutné designérsky navázat.

### 2.3.1 Designérská analýza

#### Motocykly Zero

Americká firma Zero Motorcycles v současnosti představuje lídra na trhu s elektrickými motocykly. Nabízí motocykly v různých kategoriích, zde jsou příklady z kategorie „naked bike“ do níž spadá i navrhovaný motocykl.

#### Zero SR

Motocykl spadá svým pojetím do kategorie „street naked“, má tedy pouze drobnou kapotáž a je vhodný pro jízdu po městě a okolí. Disponuje motorem o výkonu 52 kW a točivém momentu 157 Nm, díky kterému může jet až rychlostí 162 km/h. Dojezd se pohybuje okolo 288 km ve městě, či 175 km na dálnici. [6]

Design motocyklu působí dynamicky a provázaně, ale již trochu archaicky. Především kapotáž až příliš připomíná klasický motocykl, který má v těchto místech nádrž, ta zde v tomto případě není, a proto je zde prostor pro progresivnější tvarové řešení. Rovněž plastový kryt baterie nerespektuje uspořádání komponent a podivně kamufluje pohonnou jednotku, což je bohužel problém řady elektrických motocyklů. Zadní část působí poměrně hmotně, díky čemuž motocykl nepůsobí příliš vyváženě. To je navíc umocněno velmi dlouhou konzolí držící SPZ.



Obr. 2-2 Zero SR [6]

## Zero SR/F

Další „naháč“ od firmy Zero je oproti předchozímu modelu výkonnější (82 kW, 190 Nm), má však kratší dojezd (259 km ve městě, 159 km na dálnici), je také vizuálně robustnější, má nicméně vyváženější proporce. [7]

Kapotáž je zpracována způsobem, který již tolik nepřipomíná klasickou nádrž, což lze brát jako pozitivum, hlavní posun je zde však v řešení pohonné jednotky. Baterie je zde přiznána, její obal řešen vizuálně atraktivními žebry a je tedy naprosto jasné, že se jedná o elektrický motocykl. Díky použití členitého povrchu baterie, i díky vizuálně atraktivnímu příhradovému rámu je hmota motocyklu přiměřeně rozčleněna, a proto nepůsobí přehnaně hmotným dojmem. Rovněž kruhový tvar samotného elektromotoru je využit a velmi pěkně zakomponován do celkové koncepce stroje. Velmi pěkně jsou zde vyřešeny stupačky spolujezdce, které jsou u většiny motocyklů řešeny spíše jako „nutné zlo“, zde však poměrně logicky vybíhají z kruhového elementu elektromotoru ve shodném směru jako podsedlová část, díky čemuž celek vizuálně neruší.



Obr. 2-3 Zero SR/F [7]

## Zero FXS

Tento stroj lze zařadit do kategorie „supermoto“, co jsou silniční stroje primárně pro zábavu, které však svojí ergonomií, konstrukcí, a tedy i designem vycházejí z enduro strojů. Má výkon 20 kW a točivý moment 106 Nm, zajímavostí je však modulární baterie, kdy se její část dá vyjmout a uživatel si tak může volit dojezd i váhu podle svých preferencí. Hlavní výhodou je však to, že uživatel může vyjímatelnou část baterie vyměnit za nabitou a nemusí tak čekat na nabíjení. Dojezd se je pak 146 km s celou baterií či 76 km s vyjmutou částí (ve městě). [8]

Design kapot výrazně vychází z klasického pojetí enduro motocyklů, pro což v tomto případě není žádný důvod. Silně konzervativní design kapotáže kontrastuje s plně přiznanou baterií. Je však škoda, že prázdný prostor po vyjmuté části baterie nemůže být nějak využit, například pro dodatečný úložný prostor apod. Pohonná jednotka je zde strohá, a ne zcela harmonicky zakomponovaná do celku stroje. Rozpačité je i řešení předního světlometu, které připomíná hmyz a je vzhledem k výkonu motocyklu snad až příliš agresivní.



Obr. 2-4 Zero FXS

## Verge TS

Motocykl finské firmy Verge disponuje výkonem 80 kW a obrovským točivým momentem 1000 Nm, při dojezdu 300 km v městském prostředí, či 200 km na dálnici. [9]

Motocykl dostal v roce 2021 prestižní cenu Red Dot a je po stránce designu poměrně inovativní. Na první pohled zaujme „hubless“ zadní kolo, které působí velmi futuristicky avšak zvyšuje neodpruženou váhu. Celkově je tvarování velmi ostře řezané, až krystalické, dá si říct, že místy až příliš, jelikož tvary pak přestávají působit plynule a částečně se vytrácí pocit rychlosti. Vzhledem k tomu, že motor je ukryt v zadním kole je hlavní objem motocyklu jednoduší a ukrývá baterii. Prostá boční plocha je pak dodatečně členěna barevným akcentem. Díky jednoduší masě baterií motocykl působí trochu těžkopádně, to je však částečně vykompenzováno použitím beznábojového zadního kola. Velmi dobře působí přiznané kabely v akcentní barvě, vedoucí k zadnímu kolu. Vyloženě negativně však hodnotím přední světlo, které působí dojmem stavebnice Lego a oproti zbytku stroje působí archaicky. [9]



Obr. 2-5 Verge TS [9]

## Evoke Urban Classic

Motocykl dosahuje výkonu 19 kW a točivého momentu 116,6 Nm, dojezd se ve městě pohybuje okolo 200 km. Vzduchem chlazený elektromotor je umístěn v náboji zadního kola, díky čemuž není potřeba řešit sekundární převod, na druhou stranu toto řešení značně zvyšuje neodpruženou váhu. [10]

Motocykl se snaží tvářit jako konvenční stroj se spalovacím motorem, což je vyloženě nešťastné a vzhledem ke konstrukci i nelogické. Především kapotáž fingující nádrž je vyloženě nesmyslná. Použití tradičního kruhového světlometu je sice konvenční, nicméně ho můžeme chápat jako retro prvek, což u motocyklu do města dává smysl. Tělo motocyklu opět nenabízí žádný průhled skrz, a proto celek působí dosti těžkopádně. Samotná kapotáž je tvarována poměrně archaicky, především pak v přední části.



Obr. 2-6 Evoke Urban Classic [10]

## Tarform Luna

Motocykl americké firmy Tarform má výkon 41 kW, dojezd činí 200 km ve městě. Je o elektrickou interpretaci klasického „café raceru“. Tento styl tradičně vychází z retro tvarosloví motocyklů, proto jsou určité retro prvky klasických motocyklů použity i v designu tohoto stroje, což je v tomto případě pochopitelné. Retro prvky však nejsou pouze tupě opsány z historie, nicméně jsou tvarově vyčištěny a přizpůsobeny současnému stylu. Jedná se především o prostor „nádrže“, sedla a předního světlometu, kdy je zachováno tvarosloví definující styl „café racer“. Naopak spodní část je tvořena jednodušší hmotou pohonné jednotky a baterií, jejíž boční plocha je členěna prulisem. Kompozice je dále oživena kruhovým prvkem, vycházejícím z umístění motoru. Velmi efektně také působí žebrování na přední a zadní straně zadní hmoty. Celkově je design velmi čistý, ale dynamický a dává jasně najevo, že se nejedná o klasický motocykl se spalovacím motorem. Na druhou stranu díky scelení všech prvků do jedné hmoty působí motocykl poněkud těžkopádně. Opět zde není vyřešeno uchycení SPZ. [11]



Obr. 2-7 Tarform Luna [11]

## Yatri Project One

Motocykl nepálské firmy disponuje výkonem 14 kW a dojezdem 110 km, je tedy lehčí než většina porovnávaných motocyklů. Má však poměrně progresivní design. Vzhled je velmi čistý a minimalistický a na první pohled dává najevo pohonnou koncepci stroje. Díky menšímu výkonu a menší baterii je hlavní objem stroje poměrně subtilní, a proto v porovnání s ním vyniká čistě tvarovaná podsedlová kapotáž, přecházející v zadní části v blatník. Tuto koncepci kapotáže i sedla lze najít u enduro a supermoto strojů. Subtilní tvarování kapotáže však z předního pohledu působí trochu chudým dojmem. Přední světlo je klasického kruhového tvaru a odpovídá minimalistickému pojetí stroje. [12]



Obr. 2-8 Yatri Project One [12]

## Sondors Metacycle

Další z lehkých motocyklů má výkon 14,5 kW a dojezd 130 km. Motor je umístěn v náboji zadního kola, což přináší výše zmíněné problémy s vyšší neodpruženou hmotností. Velmi zajímavě je zde řešen rám, do něhož je vložen pouze bateriový blok. Ten jde z rámu snadno vyjmout a vyměnit za jiný, nebo jej pouze odnést ke zdroji el. energie, bez nutnosti transportu celého stroje, či používání prodlužovacího kabelu, což je velmi chytré řešení. V horní části je rám prázdný, díky čemuž motocykl působí vzdušně, ale prostor mohl být využit např. pro větší baterii, nebo úložný prostor. Díky negativnímu prostoru je potlačen kontakt stehna s motocyklem, což může negativně ovlivňovat ovládání motocyklu. Uživatel si pak může připadat spíše jako při jízdě na kole než na motocyklu. Navíc je vizuální lehkost snížena použitím poměrně masivních profilů rámu. Trochu nešťastně je zvoleno barevné schéma, které je vždy jednobarevné (stříbrné, černé), a některé významné prvky, např. baterie pak ztrácejí na výrazu. [13]



Obr. 2-9 Sondors Metacycle [13]



## Harley-Davidson LifeWire

Motocykl legendární značky Harley-Davidson s výkonem 78 kW má v městském prostředí dojezd až 235 km. Jelikož se značka obvykle zaměřuje na motocykly klasické koncepce, elektrický stroj vyvolal určité filozofické rozpory. V designu jsou však zachovány klasické prvky utvářející typický vzhled motocyklů Harley-Davidson, jako je například přední světlomet s maskou a klasická silueta „nádrže“, což je v tomto případě pochopitelné vzhledem k brandu značky. Velice pěkně je pak řešena pohonná jednotka a baterie. Bateriový blok je přiznaný a jeho obal řešen elegantním žebrováním, které navíc napomáhá chlazení baterií. Pod baterií je elektromotor, který je umístěn ve stříbrné „kapsli“, která motorku příjemně podtrhuje a její směrová orientace navozuje pocit rychlosti. [14]



Obr. 2-10 Harley-Davidson LifeWire [14]

## Cake KALK&

Motocykl švédské značky Cake nabízí výkon 10 kW a dojezd až 83 km (kombinovaná spotřeba), ve městě díky rekuperaci i více. Ačkoliv tento stroj zcela neodpovídá zkoumané kategorii, ukazuje, jak daleko se dá zajít v designu elektrických motocyklů, co se minimalismu týče, čehož mohlo být docíleno právě díky mnohem menší členitosti elektrického pohonného ústrojí. Pocit čistoty celé kompozice kazí pouze neúměrně dlouhý zadní blatník s poněkud masivním zadním světlem a rovněž i přední světlomet. To jsou však části, které byly na stroj doplněny až druhotně, aby splňoval silniční homologaci (základní model je určen do terénu). Zároveň se na tomto příkladu ukazuje fakt, že s umístěním SPZ a dalších povinných prvků je nutné počítat už při návrhu. Je však otázkou, zda v tomto případě nezašel minimalismus až příliš daleko, jelikož motocykl postrádá dynamiku a působí poněkud statickým dojmem. Prostý tvar baterie ale umožňuje její vyjmutí ze stroje a nabíjení externě, či její rychlou výměnu, což je bez pochyby velká výhoda. Problematické je také téměř žádné prohnutí sedla, díky čemuž nemá jezdec žádnou oporu při brzdění a může klouzat směrem dopředu.[15]



Obr. 2-11 Cake KALK& [15]

## Koncepty elektrických motocyklů

Zde jsou uvedeny zajímavé koncepty motocyklů stejného zaměření. Oproti produkčním strojům je jejich design i celková technická koncepce často daleko progresivnější, a proto můžou sloužit jako cenný inspirační zdroj.

### Triumph TE-1

Koncept vzniká na základě spolupráce firem Triumph, Williams Advanced Engineering, Integral Powertrain Ltd. a University of Warwick. [16]

Design částečně čerpá z prvků charakteristických pro model Speed Triple (např. přední světla), zde však přizpůsobených pro zakomponování elektrického pohonu. Dominantním vizuálním prvkem je zde dynamicky profilovaný rám s podsedlovou částí v akcentní barvě. Tvar „nádrže“ je zde v náznaku ve svém objemu skrývá nabíječku. Samotná pohonná jednotka příliš přiznána není a je do značné míry skryta za drobnou kapotáží a mohutným spodním klínem, díky čemuž je však tělo motocyklu vizuálně uzavřené a celek působí velmi dynamicky. [16]



Obr. 2-12 Triumph TE-1 [16]

## Dab Concept E

Tento koncept ve svém designovém jazyku jasně poukazuje na svoji pohonnou koncepci. Je to dáno i tím, že některé části jsou vizuálně řešeny v podobném stylu jako elektronika, velmi minimalisticky. Například netradičně řešené přední světlo, které dává stroji nezaměnitelný výraz. Veškeré tvarování, především podsedlová kapotáž a „nádrž“ je řešeno velmi čistě. Navíc prostor nad baterií zde zcela rezignoval na snahu podobat se klasické nádrži, na druhou stranu je pak motocykl velmi subtilní po celé své délce, z předního pohledu nenabízí kromě přední masky žádné další vizuální prostředky, a navíc uživatel nemůže motocykl pevně obejmout svými stehny, což se negativně projevuje na ovládání motocyklu. Díky tomu že se kapotáž v přední části nijak nerozsiruje navíc nejsou nohy jezdce nijak chráněny proti větru. Podobně jako u většiny konceptů zde není vůbec vyřešen držák SPZ a lze si představit, že jeho přidáním by vzhled motocyklu značně utrpěl. [17]



Obr. 2-13 Dab Concept E [17]

## Husqvarna E-Pilen

Stroj této švédské značky navazuje na designový jazyk započatý modely Vitpilen a Svartpilen s charakteristickými výstupky na bocích nádrže a minimalistickým designem, který odpovídal spíše elektrickým strojům. Díky tomu bylo možné ho do značné míry zachovat i v případě tohoto konceptu, kde hlavní rozdíl spočívá v nahrazení spalovacího motoru bateriovým blokem a el. motorem. Tyto elementy však nejsou součástí jednoho velkého bloku, jak tomu u elektromotocyklů často bývá, ale jsou vzájemně odděleny, a prostor v rámu stroje je díky tomu členitější a vzdušnější. Zachován zůstal i příhradový rám a spodní kryt motoru, který vizuálně motocykl hezky uzavírá. Velmi pěkné je napojení sedla a kapotáže pomocí průběžného zlomu ve spodní části, naopak v horní části navazuje kapotáž na sedlo svojí tmavou částí. Na kapotáži je použit obvyklý prvek silničních motocyklů Husqvarna (deformovaný ovál. Extrudovaný z boků kapotáže), zde je však ještě více protažen směrem vřed, což umocňuje dopředný směr jízdy a motocykl působí dynamičtěji. [18]



Obr. 2-14 Husqvarna E-Pilen [18]

## Yamaha MOTOROiD

Koncept japonské značky kombinuje futuristický design s moderními technologiemi a snaží se nastínit cestu, kam by se vývoj motocyklů mohl v budoucnosti ubírat. Motocykl je vybaven systémem automatického vyvažování a když vstoupí do jeho blízkosti, rozpozná jeho tvář a aktivuje se. Dále se postaví ze stojánku na kola a čeká na další povely. Pak stačí pouhým gestem poručit Motoroidu, ať přijede blíž, a stejně je pak možné jej na místě zastavit. Po nasednutí uživatele na sedle zafixuje speciálními rameny. Zatačí se pouze nakláněním, stroj podle náklonu sám natáčí přední kolo. [19]

Jelikož Yamaha o konceptu hovoří jako o „živoucí bytosti“ je i design do velké míry organický, a to především v hodní části a vymyká se všemu, na co jsme v tomto odvětví zvyklí. Velmi zajímavě je zde řešen bateriový blok, který je zcela odkrytý a nejen to – přiznané jsou i samotné válcové články, což je velmi působivé. Bateriový blok je podvěšen na rámu a může se v něm otáčet, čímž stroj vyvažuje. [19]



Obr. 2-15 Yamaha MOTOROiD [19]

Motocykly se spalovacím motorem podobného zaměření

Je nutné se podívat i na motocykly s klasickým spalovacím motorem, které budou elektrickým motocyklům dále konkurovat. Dále mohou posloužit jako podklad, vůči kterému se vymezit – tedy jak odlišit elektrický stroj od stávající produkce se spalovacím motorem.

### Husqvarna Vitpilen 701

Tento motocykl a obecně aktuální designový jazyk značky Husqvarna (od designérského studia Kiska) je velice čistý a minimalistický, a proto lehce evokuje elektrické stroje, pro které je tento styl charakteristický. U modelů se spalovacím motorem však může být tento uhlažený styl v rozporu s klasickým pojetím motocyklu se spalovacím motorem, jelikož nepůsobí příliš dravě a agresivně. To podle mého názoru není nutně na škodu, jelikož nevidím důvod, proč by měly motocykly (a nejen ty) vypadat za každou cenu naštvane. Řada konzervativnějších motorkářů však tento styl vyžaduje. Vzhledem k poměrně krátké sedlové části je na zadním kole umístěn ještě blatníček, na kterém je zároveň umístěn držák SPZ. Díky tomu je zajištěna ochrana jezdce před nečistotami, a zároveň mohla být zadní partie motocyklu ponechána velmi čistá, bez nutnosti umístění konzoly na držák poznávací značky. [20]



Obr. 2-16 Husqvarna Vitpilen 701 [20]

## BMW S 1000 R

Tento stroj je příkladem obvyklého designu sportovního naháče. Kapotáž je svojí plochou minimální, její úlohu částečně přebírá bohatě tvarovaný rám. Povrch motocyklu je velmi členitý, se spoustou různých prolisů a materiálových přechodů a působí až přetvarovaně, nicméně agresivně a dynamicky. V případě motocyklu se spalovacím motorem lze velkou členitost kapotáže ještě tolerovat, a to kvůli tomu, že i pohonná jednotka je velmi členitá. U elektrického motocyklu však vypadá pohonná jednotka zcela jinak, a proto by zde mezi ní a kapotáží vznikala rozpor. Posed je zde sportovní, díky tvarování nádrže a zvýšení sedlu spolujezdce sedí uživatel spíše „v motorce“ než „na motorce“. [21]



Obr. 2-17 BMW S 1000 R [21]



### Ducati Scrambler Street Classic

Tento stroj je ukázkou dalšího stylu, který staví na oblíbenosti retra. Proto zde vidíme klasické tvary nádrže a na něj navazujícího sedla, které není dělené (po vzoru klasických motocyklů). Světlo je moderní interpretací klasického kruhového světla. Motocykl však působí uhlazeným dojmem a zbytečně z něj nekřičí různé dynamické prolisy, jako v předchozím případě, hlavním vizuálním prvkem je zde motor a výfukové svody, což je opět řešení, které u elektrických motocyklů příliš nelze použít, jelikož elektrická pohonná jednotka má zcela jiné vizuální atributy. Umístění SPZ je řešeno podobně jako u Husqvarny Vitpilen 701 a neruší zadní partii motocyklu. [22]



Obr. 2-18 Ducati Scrambler Street Classic [22]

Díly poskytnuté spolupracující firmou

Tyto díly představují základ, na kterém je třeba design motocyklu vystavět. Návrhový proces je tedy do určité míry limitován, jelikož poskytnuté díly již mají určitý vizuální charakter, na který je potřeba navázat, na druhou stranu však staví na reálném základě.

Jedná se o kola, které mají velice specifický výraz, dané krystalickou profilací jejich plného středu, vyrobeného z karbonového vlákna. Vzhledem k tomu, že jsou kola plná, je nutno tělo motocyklu navrhnout tak, aby celek nepůsobil těžkopádně, tedy zvážit průhledy v hmotě stroje, dostatečně členění a podobně. [23]

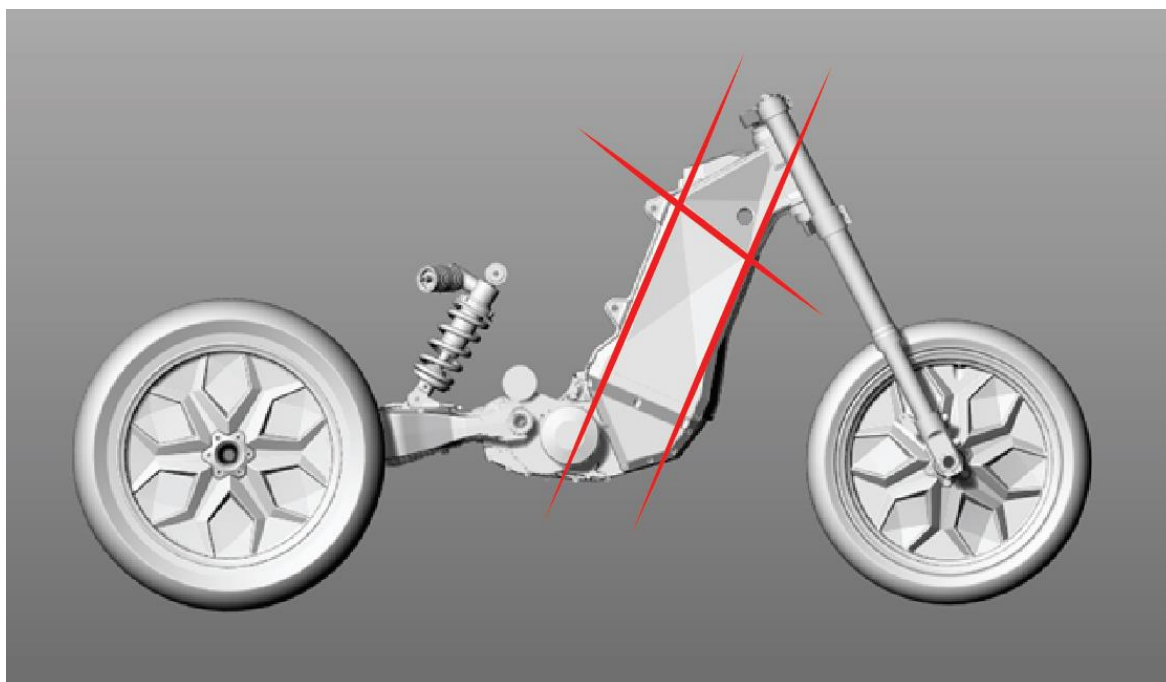
Dále jde o rameno zadní kyvné vidlice. Vidlice má jedno rameno, jelikož je zadní kolo uloženo letmo, z jedné strany tedy vidlice nepřekáží výhledu na kolo, díky čemuž vynikne v celé své kráse. [23]

Důležitý je i zadní tlumič, respektive jeho uchycení, které ovlivňuje především podobu podsedlového rámu. Kvůli použití jednoramenné zadní kyvné vidlice není tlumič uchycen v ose motocyklu, ale lehce nalevo, díky čemuž je náchylnější na kolizi s podsedlovým rámem, a ten proto musí být vhodně tvarován.

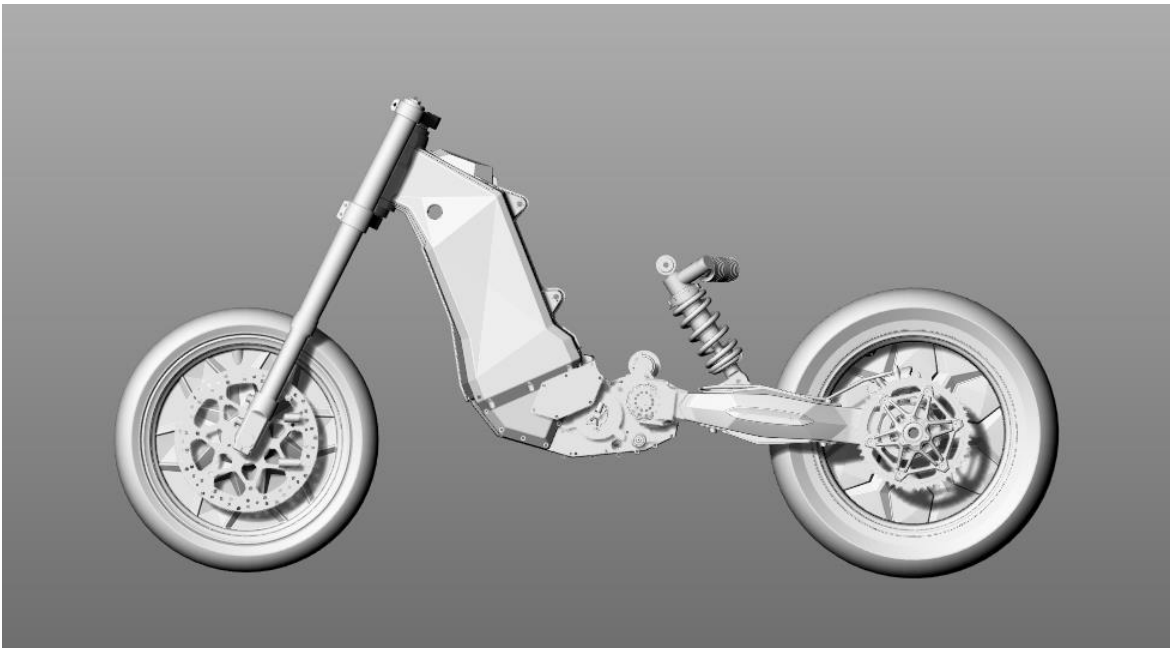
Snad nejpodstatnějším dílem je pohonná jednotka a bateriový blok, jehož silueta se sice nemůže měnit, samotný obal baterií však možné změnit je, což je velmi důležité, jelikož právě tato část je pro celkový výraz motocyklu nanejvýš důležitá. Je však nutné mít na paměti, že stejnou pohonnou jednotku bude mít i enduro verze, a proto musí výsledný design odpovídat i jí (výkús v bateriovém bloku na enduro blatník apod.). Podstatným aspektem není pouze samotný povrch, ale i celkové tvarování, které do velké míry určuje základní řídicí linie motocyklu, především pak tvar hlavní kapotáže, která, aby na bateriový blok harmonicky navazovala, musí řídicí směry respektovat. [23]

Méně důležitou částí je přední vidlice, která je vizuálně neutrální. [23]

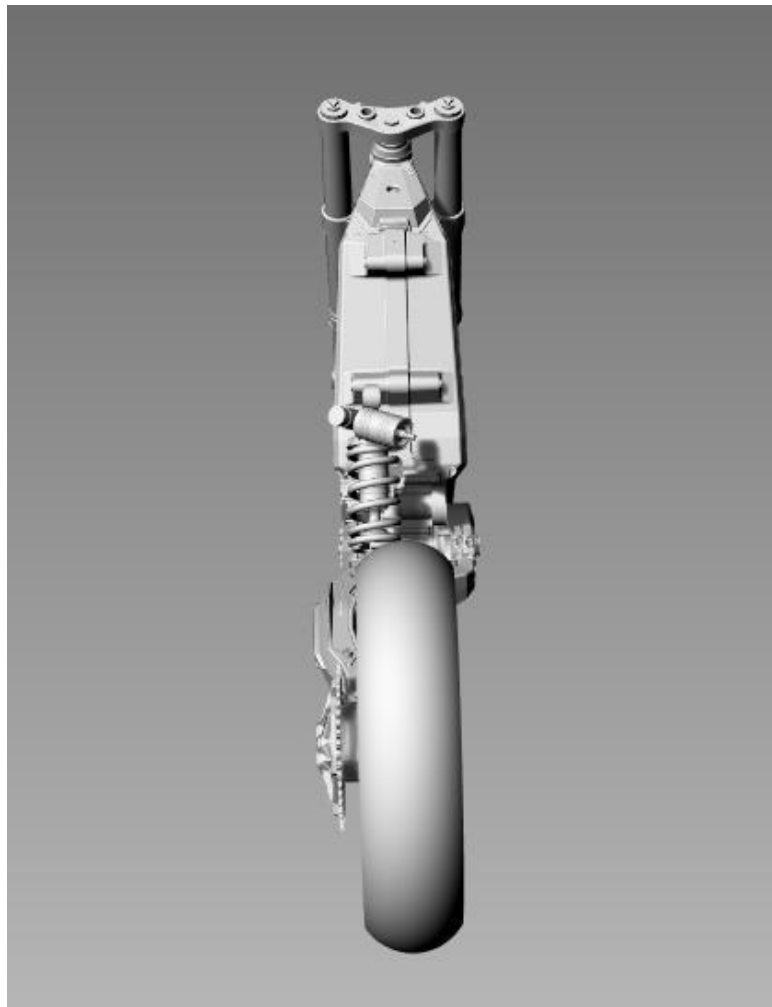
Můžeme si všimnout, že celková proporce není zcela obvyklá pro motocykly typu naked bike, ale vychází spíše z endura. Je to způsobeno poměrně velkou vzdáleností bateriového boxu od předního kola i velkou světlou výškou. Díky tomu je hmota opticky posunuta více vzad, než je obvyklé, což návrh značně ovlivňuje a přináší výzvu motocykl vyvážit vhodně řešenou kapotáží a tvarem sedla a podsedlového rámu.



**Obr. 2-19** Pohled zprava na základ poskytnutý firmou se zvýrazněnými řídicími směry



**Obr. 2-20** Pohled zleva na základ poskytnutý firmou



**Obr. 2-21** Pohled na asymetricky umístěný zadní tlumič

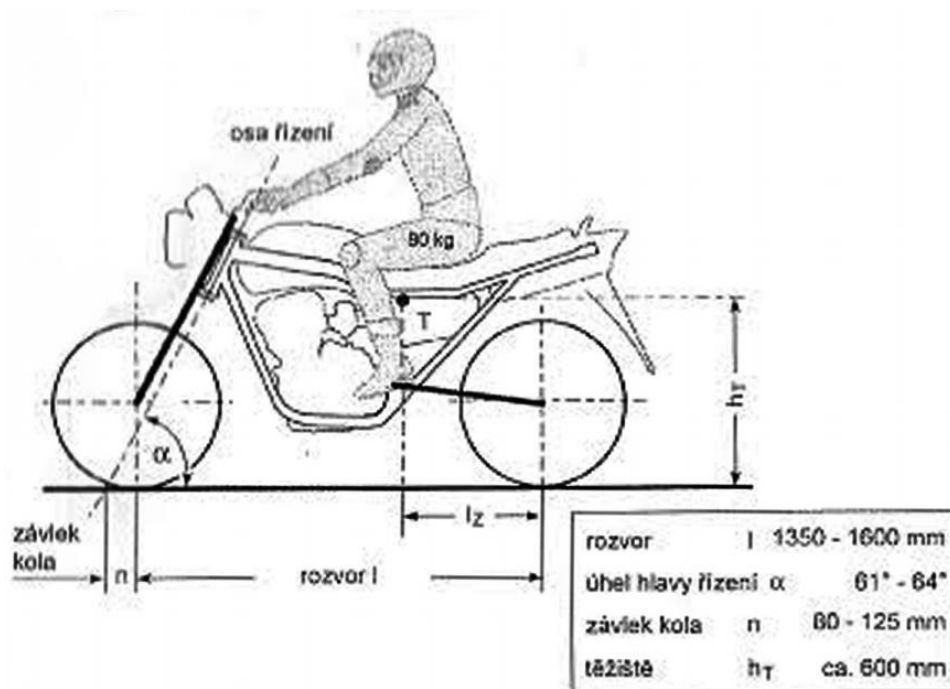
## 2.3.2 Technická analýza

V této kapitole se zaměřuji na popis základních rozměrů, konstrukce a funkčních elementů elektrického motocyklu. Dále se věnuji rovněž ergonomii, především ovládacích prvků. Jelikož je technický základ motocyklu pevně dán spolupracující firmou, uvádím zde i tyto předem dané parametry.

Elektrický motocykl je z velké většiny konstrukčně podobný motocyklu se spalovacím motorem. Základní rozdíl samozřejmě v pohonné baterii a zdroji energie. Elektrický motor je často umístěn blízko čepu zadní kyvné vidlice, kdežto na místě, kde se obvykle nachází motor spalovací a nádrž, je umístěn bateriový blok. Další podstatný rozdíl rovněž tkví v absenci výfukového systému, což silně ovlivňuje vzhled motocyklu. Další rozdíl pak bývá v ovládání, jelikož elektrické motocykly často nemají převodovku, tudíž nepotřebují páku řazení a páčku spojky, a proto někteří výrobci rovnou přesunou i ovládání zadní brzdy na řídítka a brzdy se poté ovládají stejně jako na kole. To ovšem nebude případ navrhovaného motocyklu.

### Geometrie a základní rozměry

Geometrie a rozměry, které ji udávají mají zásadní vliv na chování motocyklu při jízdě a jeho ovladatelnost. Stěžejní jsou především rozvor, úhel hlavy řízení, závlek předního kola a poloha těžiště, především pak jeho výška.



Obr. 2-22 Geometrie a základní rozměry motocyklu [25]

## Rozvor

Jedná se o vzdálenost os předního a zadního kola. Výhodou dlouhého rozvoru je především stabilita motocyklu ve vysokých rychlostech a při přejezdech nerovností. Nevýhodou je však horší manévrovatelnost, kdy si jezdec do ostrých zatáček musí více najíždět. Tento problém lze částečně vyřešit zkrácením závleku předního kola. Stroje s krátkým rozvorem jsou velmi obratné, při vyšších rychlostech, především na horším povrchu však mohou vykazovat horší stabilitu a „nervózní“ chování. Rozvor se obvykle pohybuje mezi 1300–1700 mm. Vychází z něj celkové rozměry motocyklu. [24,25,28]

U navrhovaného motocyklu je rozvor stanoven na 1475 mm. [24]

## Úhel hlavy řízení

Jde o úhel, který svírá osa řízení a rovina vozovky. Menší úhel přináší motocyklu větší stabilitu při vyšších rychlostech, eliminuje případné kmity řídítek. To je však vykoupeno horší manévrovatelností. Díky těmto vlastnostem je menší úhel řízení typický například pro choppery. Motocykly s větším úhlem naopak oplývají vynikající ovladatelností v zatáčkách, ale i třeba v terénu, proto se toto řešení používá u sportovních silničních i terénních motocyklů. Obvyklý úhel hlavy řízení se pohybuje mezi 55-65 °. [25,28]

Navrhovaný motocykl má úhel hlavy řízení 63,5 °. [24]

## Závlek předního kola

Jedná se o vzdálenost průsečíku osy řízení s vozovkou a styčného bodu předního kola. Závlek nutně nemusí souviset s úhlem řízení, např. nerovnoběžností osy řízení a přední vidlice lze zvětšit závlek a změnit tak vlastnosti očekávané od určitého úhlu hlavy řízení. Prodloužením závleku lze dosáhnout větší stability motocyklu při vyšších rychlostech. Obvyklé délky tohoto parametru se pohybují mezi 90-180 mm. [25,28]

U navrhovaného motocykl je závlek předního kola zamýšlen 114 mm. [24]

## Výška těžiště

Těžiště motocyklu je mrtvá váha, kterou jezdec ovládá pohybem těla. Tělo svým těžištěm působí pákou na těžiště motocyklu. Poloha jezdce je proto také velmi důležitá, jelikož čím je jezdec výše, tím delší pákou působí na těžiště, a proto mu stačí vyvinout menší sílu k náklonu motocyklu. Pro samotné těžiště motocyklu platí, čím níže, tím lépe. Stroje s nízkým těžištěm jsou stabilnější v náklonu a je snazší je do náklonu dostat. [25,28]

## Podvozek

Jeden ze zásadních konstrukčních prvků motocyklu, zajišťující správnou ovladatelnost, jízdní stabilitu a jízdní komfort. Tvoří zároveň i jakousi kostru nesoucí další funkční elementy motocyklu.

### Rám

Jde o hlavní pevnostní prvek celého stroje. Nese základní funkční elementy stroje, jako je pohonná jednotka a baterie, je k němu přes čep uchycena zadní kyvná vidlice, v přední části přechází v hlavu řízení. Většinou se dělí na hlavní rám, který nese výše popsané prvky a dále pomocný (podsedlový) rám, nesoucí sedlo, tedy i samotného jezdce. Je přichycen k hlavnímu rámu a může být i z jiného materiálu. Jelikož na rozdíl od hlavního rámu nese pouze zatížení způsobené hmotností jezdce, jsou nároky na jeho pevnost nižší. Pevnost hlavního rámu je naopak velmi důležitá především při průjezdu zatáček, kdy se jeho případné kroucení negativně projevuje na jízdní stabilitě. [26]

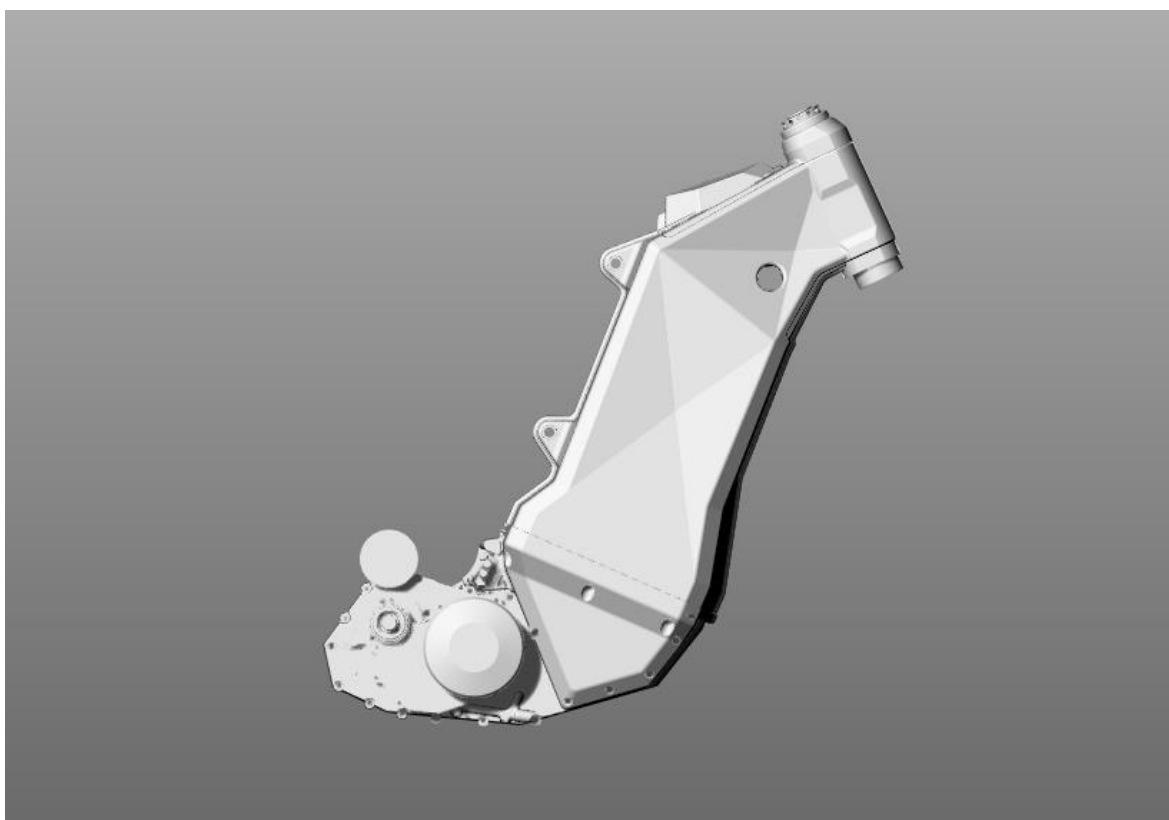
Rám může být buď otevřený, kdy je motor na rámu podvěšen a tvoří sám o sobě nosný prvek, či uzavřený, kdy rám prochází i pod motorem, který je v něm uchycen jako v kolínce. U elektrických strojů je navíc nutné, aby obsáhly i velký blok baterií, který však lze použít jako nosnou část a samotný rám tak značně redukovat. [26]



Obr. 2-23 Rám motocyklu Zero SR [6]

Rámy jsou většinou trubkové, případně svařence z výlisků. Odlévané rámy mají sice vynikající mechanické vlastnosti, ale jejich výroba je velmi náročná a nákladná. Zřídka se objevují i karbonové rámy, které mají při správné orientaci vláken skvělou pevnost a odolnost vůči kombinovanému namáhání při zachování nízké váhy, rovněž umožňují svobodnější práci s tvarováním. Nevýhodou je však opět vysoká cena. Zvláštním typem je potom monokok, který tvoří zároveň šasi a může ve svých útrobách ukrývat další funkční elementy, jako baterie apod. [26]

U navrhovaného motocyklu je rám dán spolupracující firmou. Jde o neobvyklé řešení v podobě karbonového monokoku, který v sobě ukrývá bateriový blok a ve spodní části přechází v pohonnou jednotku, ve které je zakomponován čep zadní kyvné vidlice. Pomocný podsedlový rám není spolupracující firmou dán a je zcela v režii autora práce. [24]



**Obr. 2-24** Pohonná jednotka s bateriovým blokem sloužící jako hlavní část rámu

## Odpružení

Odpružení kol zajišťuje stálý kontakt kol s vozovkou, a to i při nerovnostech na vozovce. Tím je umožněn ideální přenos hnacích i brzdných sil a bezpečná ovladatelnost motocyklu. Zároveň slouží k tlumení nerovností, kdy zabraňuje jejich přenosu do rámu. To pozitivně ovlivňuje jízdní komfort a tím snižuje tělesné vyčerpání jezdce.

Odpružení předního kola je tradičně řešeno teleskopickou vidlicí. Základními komponenty jsou kluzák a nosná trubka ve které je nainstalována pružící a tlumící jednotka. Její výhodou je jednoduchost, ale díky tomu, že se kluzák s nosnou trubkou překrývá jen málo, jsou nosné trubky značně namáhaný ohybovým momentem, zvláště při brzdění, či průjezdu zatáčkou. [26,29]

Většinu těchto problému řeší upside-down vidlice, což je vlastně obrácená teleskopická vidlice, která má menší neodpruženou hmotnost a díky většímu překrytí i lepší mechanické vlastnosti. Díky tomu postupně takřka vytlačila klasickou teleskopickou vidlici a stala se nejobvyklejším řešením předního odpružení. [26,29]

Méně obvyklými řešeními jsou pak odpružení s rejdovým čepem, které je však velmi složité a má omezený rejď a pákové odpružení, které používá u některých modelů např. BMW, to má však zase omezený zdvih. [29]

Odpružení zadního kola je v naprosté většině případů řešeno kyvnou vidlicí. Dvouramenná vidlice bývala dříve odpružena dvojicí tlumičů, které byly uchyceny nedaleko středu zadního kola a pokračovaly šikmo k rámu. Problémem tohoto řešení mohlo být nerovnoměrné pružení tlumičů při nestejném zahřátí oleje, díky čemuž se jedno rameno chovalo jinak než druhé a docházelo ke kroucení celé vidlice. Proto se postupně přešlo k centrální tlumící jednotce, která je na vidlici uchycena v blízkosti jejího čepu. Výhodou je i nižší hmotnost. [29]

Centrální tlumič může být přepákován, a v tomto případě se jedná o mechanismus, který mění míru stlačení pružící jednotky v závislosti na pohybu zadní kyvné vidlice. Je tak dosaženo vynikající progresivity. Při větším výkyvu je jednotka stlačena v jiném poměru než při přejezdu malé nerovnosti. [26,29]

Další možností je vidlice jednoramenná, u které jsou však daleko větší nároky na pevnost. Je zpravidla odpružena jedním tlumičem. Výhodou je nižší hmotnost oproti vidlici dvouramenné a také snadnější demontáž zadního kola. V neposlední řadě jde i o vizuálně působivé řešení. [26,29]

Na navrhovaném motocyklu je přední odpružení řešeno upside-down vidlicí o průměru 43 mm, se zdvihem 135 mm, zadní odpružení je konstruováno s použitím jednoramenné kyvné vidlice s jedním tlumičem o zdvihu 150 mm – zadní kolo je tedy zavěšeno letmo. [24]



## Brzdový systém

Brzdy fungují na principu tření, kdy se mění kinetická energie na teplo. Dříve byly běžné bubnové brzdy, které byly však díky své nižší účinnosti a špatnému odvodu tepla postupně nahrazeny brzdami kotoučovými a nyní se objevují pouze na slabších, levnějších motocyklech, a to většinou pouze na zadním kole. [27,30]

Motocykly jsou většinou brzděny hydraulickými kotoučovými brzdami. Kotouč, který se otáčí zároveň s kolem prochází třmenem, který je uchycen napevno k vidlici a brzděn brzdovými destičkami, které jsou ke kotouči přitlačovány pomocí hydraulických pístků. Velikost brzdící síly se odvíjí od průměru kotouče i počtu pístků, jelikož čím větší počet pístků, tím rovnoměrněji jsou destičky ke kotouči přitlačovány. Standardně se na motocyklech setkáváme s konfigurací, kdy je přední brzda účinnější než brzda zadní. Je to dáno tím, že při brždění se více zatěžuje přední kolo a zadní se naopak odlehčuje. [27,30]

Navrhovaný motocykl bude osazen přední brzdou s kotoučem o průměru 320 mm a čtyřpístkovým třmenem, zadní brzda disponuje 240mm kotoučem a dvojpístkovým třmenem. Ovládání brzd je klasické, tedy přední brzda pravou páčkou na řídítkách a zadní brzda pravou nožní pákou. [24]

## Kola a pneumatiky

Kola motocyklu jsou nejčastěji vyrobena ze slitin hliníku, dříve z oceli. Náboj kola byl k ráfku dříve spojen dráty (špicemi), podobně jako na jízdním kole. Toto řešení se stále používá u retro modelů. Častější jsou však kola loukoťová. Zřídka se setkáváme i s plnými koly. [26]

Stroje tohoto typu bývají osazeny koly o průměru 16-18". Vzhledem k pohonu zadního kola bývá toto kolo širší než kolo přední, aby byla zajištěna dobrá trakce. Průměr ráfků bývá u motocyklů navrhované kategorie stejný u obou kol, pouze zadní pneumatika má vyšší profil, proto má zadní kolo větší výsledný rozměr. Jelikož se motocykly, podobně jako jiná jednostopá vozidla ovládají nakláněním, musí být pneumatika oblý průřez, což pak vede k nižší styčné ploše s vozovkou. Dezén musí být hlubší než 1,6 mm. [26,31]

Důležité rozměry pro výběr pneumatik je její šířka, poměr šířky a výšky v procentech (profil) a průměr ráfku v palcích. [31]

Na navrhovaném motocyklu jsou již dána kola o průměru 18", plná, vyrobená z karbonu. Přední pneu má šířku 110 mm a profil 60, zadní pneu má šířku 150 mm a profil rovněž 60. [24]

## Pohonná jednotka

### Elektromotor a převodovka

Elektrické motory jsou oproti motorům spalovacím konstrukčně výrazně jednodušší, vynikají menšími rozměry a vysokou účinností (až 97 %). Točivý moment mají dostupný už od nízkých otáček, a proto nepotřebují převodovku a jsou vybaveny pouze jedním stálým převodem. [32]

Navrhovaný motocykl však bude výjimkou. Má totiž čtyřstupňovou převodovku s quickshifterem a reverzním chodem, který ulehčuje manévrování s motorkou např. při parkování do garáže apod. Motocykl má tedy i spojku, díky níž je možné přesněji dávkovat točivý moment. Toto řešení vychází z terénní verze, se kterým navrhovaný motocykl sdílí pohonnou jednotku a kde je právě spojka poměrně důležitá a jezdci si na její absenci u elektrických strojů poměrně často ztěžují. [33,32]

Elektrické motory mohou být buď komutátorové, které se však u elektrických vozidel téměř nepoužívají a bezkomutátorové, které fungují na principu točivého magnetického pole. [32]

Bezkomutátorové motory pak mohou být asynchronní, kdy je točivé magnetické pole v jeho statoru vytvořeno pomocí třífázového střídavého proudu a které vynikají jednoduchou konstrukcí a vysokou spolehlivostí a dále motory synchronní, které používají permanentní magnety. Jsou prostorově efektivnější, lehčí, mají vyšší účinnost, nevýhodou je ale jejich konstrukční složitost a tím pádem i cena. [32]

U navrhovaného motocyklu bude použit bezkomutátorový asynchronní outrunner (točí se obal motoru, střed je stator) o výkonu 20 kW a točivém momentu 30 Nm. [24]

### Akumulátor

Slouží k uložení elektrické energie pro provoz vozidla. Jsou nejbolestivější částí elektrických vozidel, jelikož se do nich odvíjí často neuspokojivý dojezd, tvoří velkou část ceny motocyklu, výroba je neekologická a problémem je i životnost a následná recyklace. Ačkoliv se vyvíjí stále nové typy baterií, které by měly tyto problémy alespoň částečně řešit (např. grafenové baterie), většina elektrických vozidel stále jezdí na elektrochemické akumulátory, nejčastěji Li-Ion, což je i případ navrhovaného motocyklu. [32]

V lithium-iontovém článku je anoda vyrobena z uhlíku, katodou je oxid kovu a elektrolyt je lithiová sůl v organickém rozpouštědle. Výhodou těchto článků je vysoká hustota energie, téměř žádné samovybíjení a nulový paměťový efekt. Nevýhodami je však jejich stárnutí a postupná ztráta kapacity, nebezpečí výbuchu při nesprávném nabíjení a závislost na teplotě. [32,36]

U elektrických vozidel jsou jednotlivé články sruženy do bateriových bloků, ve kterých jsou zapojeny buď paralelně či sériově. Články jsou často chlazeny pro zachování ideální provozní teploty. [32,34,35]









U navrhovaného motocyklu se bateriový blok skládá ze 160 kusů článků typu 18650, celková kapacita je 3,36 kWh a váha 20 kg. Pohonná jednotka byla však původně navrhována pro hybridní konstrukci, v plně elektrické verze však spalovací motor chybí, a proto je zde prostor přidat další bateriový blok a zvýšit tak celkovou kapacitu a dojezd. [24]

### Dobíjení

Dobíjet elektrické vozidlo je možné buď střídavým (AC), či stejnosměrným (DC) napětím. Záleží na proudu, napětí a celkovém výkonu nabíječky. Pokud je vozidlo nabíjeno střídavým proudem, ten musí procházet přes integrovanou nabíječku, která jej mění na proud stejnosměrný, který je vhodný pro dobíjení baterií. Integrovaná nabíječka však zvládne pouze určitý výkon, proto je dobíjení střídavým proudem omezeno tímto výkonem. Při dobíjení stejnosměrným napětím může jít proud přímo do baterie, takže je možné využít plného výkonu nabíječky. [35, 36]

Co se týče nabíjení doma, nebo v práci, nejjednodušší možností je připojení do obyčejné zásuvky, ta však nabízí malý výkon, a proto je tato metoda poměrně pomalá. Další možností je využít třífázovou pětikolíkovou zásuvku, která již nabízí vyšší výkon a je rovněž poměrně dostupná. Je možné využít i tzv. Wallbox, což je zařízení přímo určené pro nabíjení elektrických vozidel, má například přizpůsobené jističe, možnost časování tarifů apod. [35, 36]

Veřejné nabíječky jsou dvou typů, a to stanice do 22 kW/32 A na střídavý proud (AC) nabíjecí stanice nad 22 kW/32 A na stejnosměrný proud (DC). [35, 36]

	Type 1 / USA	Type 2 / Europe	GB / China
AC	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB part 2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB part 3 / IEC 62196-3
Combined AC/DC Charging System	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Obr. 2-25 Typy nabíjecích konektorů [35]

## Rekuperace

Při brzdění se kinetická energie přeměňuje na teplo, kdežto při rekuperaci se je elektromotor funguje jako generátor, kinetická energie jej roztáčí a mění se na energii elektrickou, která se ukládá do baterie a může být znovu použita. Jde tedy o využití energie, která by jinak přišla vniveč. Rekuperace značně prodlužuje dojezd elektrických vozidel. Její efekt je největší v městském provozu, kde dochází k častému brzdění. [37]

Rekuperace bude použita i v případě navrhovaného motocyklu. Snímá se poloha brzdového pedálu, nejprve se brzdí pomocí rekuperace, až pokud to nestačí, nebo na konečné dobrzdění se zapojí brzdy. Počítá se s více jízdními režimy, které se liší, jak moc se rekuperace zapojuje. [24]

## Ergonomie

### Posed

Ergonomie posedu je dána typem motocyklu. U naháče je posed mnohem uvolněnější než např. u sportovních motocyklů a je zde větší důraz na pohodlí. Při základním posedu má jezdec mezi trupem a stehny i mezi stehnem i lýtkem pravý úhel. U konvenčních motocyklů objímají stehna nádrž, která musí být vhodně tvarována, především s ohledem na kolena, jelikož při průjezdu zatáčkou se vnější noha tlačí na bok nádrže. V případě elektrického motocyklu tuto ergonomickou funkci nádrže přebírá kapotáž. Není tedy možné objem na místě nádrže zcela vypustit, jelikož má svoji ergonomickou funkci. [38]

Při jízdě po městě, kam je navrhovaný motocykl koncipován může být výhodou vyšší sedlo, což umožňuje lepší výhled a orientaci v provozu, na druhou stranu musí i jezdcí menšího vzrůstu dosáhnout nohama na zem. Samotné sedlo se na konci zvedá, aby zabránilo klouzání jezdce při akceleraci, naopak při brzdění se jezdec zapírá o nádrž, respektive o část sedla, která nádrž kopíruje. Sedlo i případná navazující kapotáž musí být dostatečně úzká v oblasti třísel jezdce, aby bylo možné stroj pohodlně obejmout stehny. [38]



Obr. 2-26 Protvarování sedla a kapotáže pro stehna [39]

Stupačky, zpravidla výškově stavitelné, se nachází pod sedlem, vzdálenost je volena s ohledem na vhodné pokrčení nohou popsané výše. V případě, že je motocykl dvoumístný, je nutné dbát na správné umístění stupaček spolujezdce, které jsou obvykle sklápěcí a vykonzolované buď z podsedlového rámu anebo vedeny spodem nad zadní kyvnou vidlicí. V každém případě je nutné vhodným tvarováním zabránit možnému sklouznutí nohy spolujezdce a kontaktu se zadním kolem. [38]



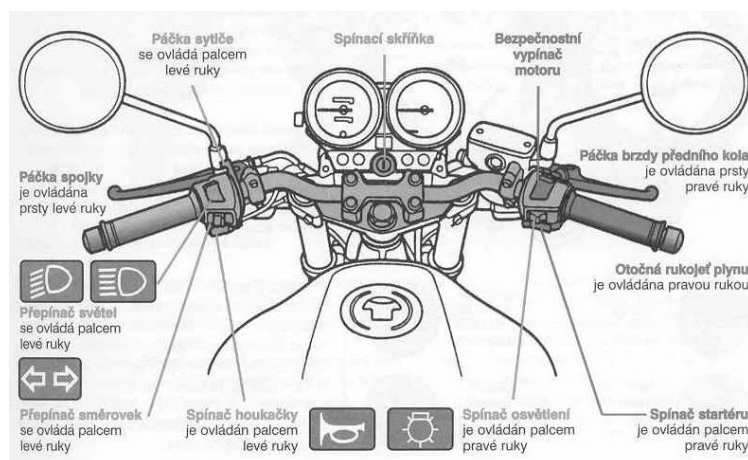
Obr. 2-27 Nastavitelné stupačky Ducati Panigale V2 [40]

### Ovládací prvky

Většina ovládacích prvků je umístěna na řídítkách, tedy v zorném poli řidiče. Plyn je ovládán otáčením pravé rukojeti, pravá páčka ovládá přední brzdu, levá spojku.

Dále jsou na motocyklu ovladače nožní, a to pedál řazení na levé straně a pedál zadní brzdy na straně levé.

Veškeré sdělovače jsou umístěny na přístrojovém panelu v zorném poli řidiče, ve středu řídítek.



Obr. 2-28 Ovládací prvky motocyklu [41]

## 2.4 Shrnutí hlavních zjištění

Po rozsáhlé rešerši je možné odpovědět na otázku týkající trendů v designu v oblasti elektrických motocyklů. Díky tomu je dále možné říct, jak navrhovaný motocykl stylisticky odlišit od stávající konkurence. Lze vysledovat více trendů. Prvním je snaha kamuflovat elektrický pohon a snaha přesvědčit pozorovatele, že jde o klasický motocykl se spalovacím motorem. Tohoto efektu je dosaženo buď tvarováním bateriového bloku do podoby jakéhosi pseudoválce motoru anebo kompletním zakrytím pohonné jednotky kapotáží. Tento trend se dá považovat za poněkud nešťastný. Lze to ještě pochopit u sportovních strojů, kde je kapotáž v jakémkoliv případě, jinak je toto řešení designérsky neupřímné a odporuje tezi, že dobrý design by měl být pravdivý. Výrobce k tomuto kroku vede nejspíše představa, že kupci motocyklů jsou často poměrně konzervativní „petrolheadi“. Lidé s konzervativním vkusem si však s vysokou pravděpodobností nebudou kupovat elektrický motocykl, proto je tato myšlenka nesmyslná.

Dalším trendem je přiznání elektrického pohonu a jeho odkrytí. Tento přístup může být realizován i v relativně extrémní, minimalistické formě, jako například u motocyklu Cake Kalk OR. Toto řešení je z ideového hlediska velmi pravdivé, nicméně až příliš strohé a technicistní a ve výsledku postrádá dynamiku, která je u motocyklů velmi důležitá. Prosté odhalení pohonné jednotky bez příkras sice funguje u motocyklů se spalovacím motorem, kde je pohonná jednotka mnohem členitější, tím pádem vizuálně přitažlivější. Elektrická pohonná jednotka může (ale nemusí) být oproti tomu zcela strohá, a proto na první pohled ne tak atraktivní.

Nejdůležitější vizuální částí je bateriový blok. Ten může mít stroze kubickou formu (jako je tomu u Cake Kalk OR) a v případě nedostatečného zapracování do objemu stroje může působit cizorodě, či může být pojednán i velkoryseji. Pohonná jednotka také nemusí být odkrytá zcela, často je překryta rámem anebo drobnou kapotáží.

Posledním trendem je využití pohonné jednotky, především bateriového bloku jako důležitého vizuálního prostředku. V tomto případě je pohonná jednotka přiznána a obal bateriového bloku je vizuálně pojednán tak, že nepůsobí stroze a tupě, ale vizuálně přitažlivě a ladí se zbytkem stroje anebo je bateriový blok sám o sobě, nezávisle na obalu, tvarově zajímavý, jako například i konceptu MOTOROiD od Yamahy. Tento přístup dává z ideového hlediska největší smysl. Nic neskrývá, nehraje si na něco, čím není, naopak staví na obdiv to, čím je motocykl výjimečný.

Dále je však důležité si uvědomit, že při návrhu motocyklu bude nutné brát v potaz díly poskytnuté firmou. Jde o kola, rám, rameno kyvné vidlice a pohonnou jednotku. Tyto části již mají z hlediska designu jistý výraz, který bude nutné respektovat a pokusit se z nich v kontextu celého návrhu získat maximum. Tuto skutečnost lze tedy brát jako jisté omezení, na druhou stranu jde o odrazový můstek pro tvorbu vzhledu celého motocyklu.

Technická řešení jsou do značné míry dána spolupracující firmou. Inspirující řešení plynoucí z analýzy se týkají především baterie, která je zároveň velmi důležitá pro celkový uživatelský komfort. V některých případech je možné celý bateriový blok ze stroje vyjmout, vzít si jej s sebou, což je jednodušší z hlediska nabíjení. Ještě větší výhodou je možnost rychlé výměny vybité baterie za nabitou. V tomto případě odpadá negativum dlouhého nabíjení. V některých případech je baterie dělená – jedna část je ve stroji napevno a vyjmutelná, a tedy i vyměnitelná je její druhá polovina. Toto řešení se nabízí i v případě navrhovaného motocyklu. V závazném technickém řešení je sice hlavní baterie řešená jako statická (a jako součást rámu), ale je zde prostor pro přidání dalšího bateriového bloku, který by mohl být koncipován jako vyjímatelný.

Vzhledem k tomu, že je motocykl koncipován do města a okolí, tedy i například pro dojíždění do práce, bylo by pro uživatele přínosné zakomponovat do stroje i úložný prostor, aby odpadla nutnost vozit např. batoh.

Dalším zlepšením uživatelského komfortu je přítomnost napájecího konektoru, většinou v prostoru „nádrže“, takže je během jízdy možné nabít si mobil, připojit navigaci apod.

## 2.5 Identifikace novosti a příležitostí

Zpracovávaný návrh bude unikátní již z hlediska použité technické koncepce. Obvyklý trubkový rám bude nahrazen karbonovým monokokem, což mimo jiné do značné míry ovlivní i samotný design motocyklu, jelikož samotný monokok bude sloužit jako důležitý vizuální prvek. Odlišuje se tedy od standartního řešení, kdy je konstrukce motocyklu tvarována do značné části libovolně, jelikož je zakryta kapotáží, která je již nějakým způsobem designéřský pojednána.

Unikátní bude i idea modulárního boxu, umožňující maximálně využít potenciál motocyklu v různých situacích.

Tržní příležitost je popsána již v úvodu práce. Jde především o fakt, že elektromobilita se neustále rozvíjí, především potom ve městech, kde se zároveň roste poptávka po jednostopých vozidlech. Ta jsou však v současné době zastoupena téměř výhradně skútry, proto by elektrický motocykl přizpůsobený městskému prostředí měl navíc uspokojit i řadu zákazníků, která skútry nepovažuje za plnohodnotný motocykl.

## 3 CÍLE PRÁCE

### 3.1 Vymezení problému

Produktem je elektrický motocykl určený především do městského prostředí.

Zákazníkem je firma MSR Engines, vystupující pod značkou Jetsurf, tedy firma, v jejíž spolupráci je produkt navrhován.

Typickým zákazníkem je obyvatel velkého města, či jeho aglomerace, používající motocykl především na cestování do práce a obecně na cestování po městě. Vozí s sebou zavazadlo, proto potřebuje úložný prostor. Jde o liberálnější smýšlejícího člověka, který nevyžaduje vzhled a „feeling“ klasických motocyklů se spalovacím motorem. Uživatel si zároveň po práci rád vyjede na projížďku, což je rovněž jeden z důvodů, proč si nekoupil skútr. Z důvodu použitých materiálů a technologií se předpokládá vyšší cena, a proto i klientelu budou tvořit spíše movitější zákazníci.

V tabulce níže je výčet hlavních problémů, které je potřeba v rámci diplomové práce vyřešit.

Charakteristika	Cíle	Omezení	Funkce	Prostředky
Nutnost zakomponovat díly poskytnuté firmou	✓	✓		
Minimalizace problémů s dojezdem	✓		✓	
Zakomponování zavazadlového prostoru	✓		✓	
Ergonomické řešení přizpůsobené městskému provozu	✓			
Design respektující vnitřní stavbu komponent	✓			
Odlišení od stávající produkce	✓			
Zakomponování držáku na mobil	✓		✓	
Dbát na umístění SPZ		✓		
Výška sedla musí být mezi 830-860 mm		✓		
Tvar sedla musí zabraňovat samovolnému posouvání		✓		
Tvar kapotáže musí respektovat tvar stehen		✓		
Použití modulární baterie				✓
Zavazadlový prostor/vyjímatelná baterie				✓
Motocykl musí tvarově reagovat na jezdce	✓			
Nedostatek hmoty v přední části motocyklu		✓		
Protažení kapotáže dopředu				✓
Motocykl by neměl působit příliš hmotně	✓			
Průhledy a tvarové a barevné členění				✓
Možnost dvousedadlové varianty		✓	✓	
Přihrádka na mobil s průhledným víkem				✓
Zavazadlový prostor vyjmutelný z motocyklu				✓

Tab. 3-1 Vymezení problému.



Materiály a použité technologie jsou dané spolupracující firmou. Rám a kola jsou karbonová, pro výrobu kapot bude použit plast, kartery pohonné jednotky tvoří hliníkový odlitek.

Vzhledem k použití prémiových materiálů špičkových technologií a také díky tomu, že výroba bude probíhat v ČR půjde o motocykl vyšší cenové kategorie, ostatně jako i ostatní produkty firmy Jetsurf. Odhadovaná prodejní cena by se měla pohybovat kolem 450 000 Kč.

## 3.2 Cíle vývoje

Hlavním cílem je návrh elektrického motocyklu pro dvě osoby pro jízdu ve městě a okolí typu „naked bike“ na technickém základu od firmy MSR Engines, který ve své výtvarné koncepci respektuje vnitřní stavbu komponent a specifický pohon stroje a stylisticky se tak odlišuje od konvenčních motocyklů a stávající produkce.

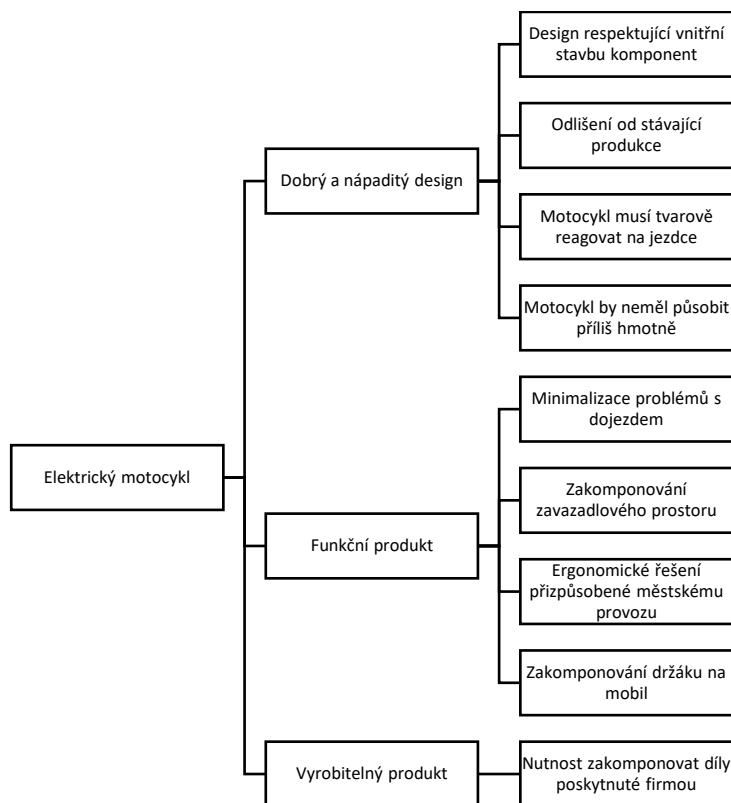
### **Dílčí cíle diplomové práce:**

- Citlivé zakomponování komponent poskytnutých firmou (baterie, pohonná jednotka, zadní kyvná vidlice, kola) do celkové výtvarné koncepce stroje. Vzhledem k typu motocyklu bude pohonná jednotka odkrytá a vizuálně důležitá v rámci celé kompozice.
- Minimalizace problémů s dojezdem a nabíjením vhodným řešením více bateriových bloků, kdy bude možné rychle vyměnit vybitou baterii za nabitou.
- Vyřešení úložného prostoru v motocyklu, díky čemuž nebude uživatel při cestách po městě nucen vést další zbytečné zavazadlo.
- Ergonomické řešení přizpůsobené městskému provozu – zajištění dobrého výhledu, optimální výšky sedla a celkové agility.

# 4 KONCEPČNÍ NÁVRH

## 4.1 Analýza cílů

- Dobrý a nápaditý design
  - Design respektující vnitřní stavbu komponent
  - Odlišení od stávající produkce
  - Motocykl musí tvarově reagovat na jezdce
  - Motocykl by neměl působit příliš hmotně
- Funkční produkt
  - Minimalizace problémů s dojezdem
  - Zakomponování zavazadlového prostoru
  - Ergonomické řešení přizpůsobené městskému provozu
  - Zakomponování držáku na mobil
- Vyrobitelný produkt
  - Nutnost zakomponovat díly poskytnuté firmou

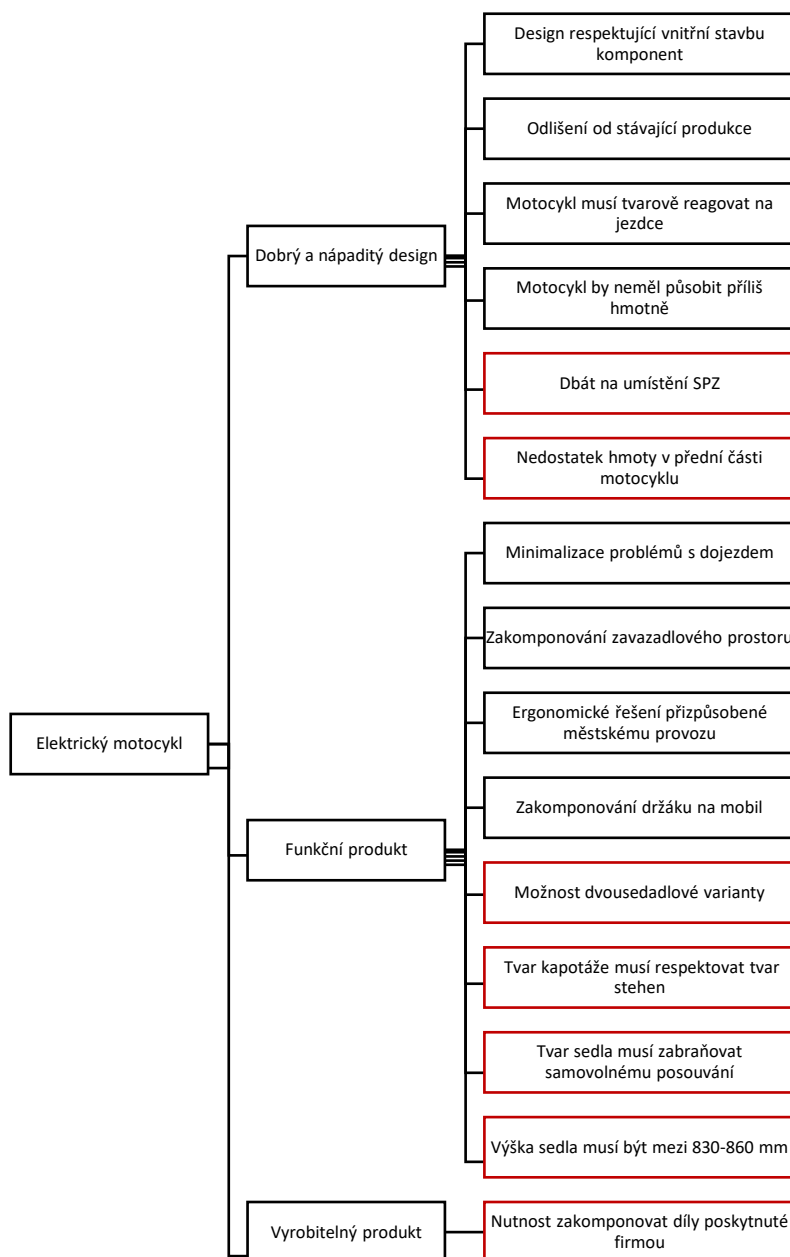


Obr. 4-1 Analýza cílů

## 4.2 Specifikace omezení

### Seznam omezení

- Nutnost zakomponovat díly poskytnuté firmou
- Dbát na umístění SPZ
- Výška sedla musí být mezi 830-860 mm
- Tvar sedla musí zabraňovat samovolnému posouvání
- Tvar kapotáže musí respektovat tvar stehen
- Nedostatek hmoty v přední části motocyklu
- Možnost dvousedadlové varianty



Obr. 4-2 Omezení produktu

## 4.3 Technická funkční analýza

### Pohon

---

Bezkomutátorový asynchronní outrunner, 20 kW, 30 Nm  
Čtyřstupňová převodovka se spojkou  
Sekundární převod řetězem  
Pevná Li-ion baterie 3,36 kWh, 20 kg + vyjímatelná baterie  
Rekuperace při brzdění

### Podvozek

---

Hlavní rám – karbonový monokok  
Přední odpružení – obrácená vidlice  $\varnothing$  43 mm, zdvih 135 mm  
Zadní odpružení – jednoramenná kyvná vidlice, tlumič zdvih 150 mm  
Přední brzda – kotouč  $\varnothing$  320 mm, čtyřpístkový třmen  
Zadní brzda – kotouč  $\varnothing$  240 mm, dvojpístkový třmen  
Kola  $\varnothing$  18', plná, vyrobená z karbonu.  
Přední pneu – šířka 110 mm, profil 60.  
Zadní pneu – šířka 150 mm, profil 60

### Modulární část

---

Úložný prostor  
Přídavná baterie

### Ergonomie

---

Sedlo ve výšce 840 mm  
Zvedlý konec sedla  
Kapotáž v souladu se stehny  
Kapotáž usměřňuje vzduch okolo nohou  
Nastavitelné stupačky  
Řídítka  
Přístrojový panel

### Osvětlení

---

Přední světlo  
Zadní světlo  
Přední blinkry  
Zadní blinkry  
Osvětlení SPZ

### Rozložení komponent



- přední vidlice
- hlavní baterie
- elektronika
- motor + převodovka
- zadní kyvná vidlice
- zadní tlumič

Obr. 4-3 Rozložení komponent

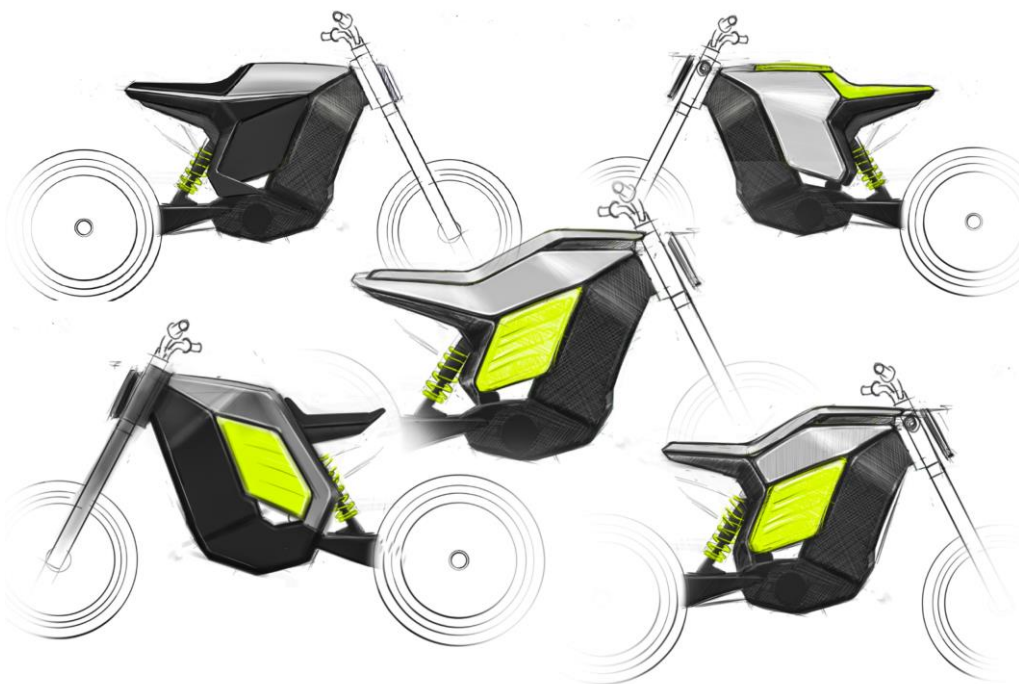
## 4.4 Návrh alternativních řešení

V této kapitole je popsán návrhový proces vedoucí k finálnímu tvarovému řešení. Proces čerpá poznatků zjištěných v designérské a technické analýze, a především potom z technického základu, který je dán spolupracující firmou a na který musí celý návrh navazovat, což se ukázalo jako největší výzva.

**Byly určeny tyto aspekty, které by měl návrh splňovat:**

- Ideálně dvoumístný motocykl (druhé místo může být nouzovějšího charakteru)
- Zakomponování modulárního prostoru (zavazadelník/přídavná baterie) do objemu stroje
- Ergonomie, správná poloha sedla
- Navázání kapotáže na hmotu bateriového bloku
- Dynamický vzhled
- Design vyjadřující odlišnou pohonnou koncepci
- Vizuální soulad se sedícím jezdce
- Celková vizuální vyváženost motocyklu (kompenzace vizuální nevyváženosti technického základu)

Pro tvorbu variantních studií bylo využito především skicování v bočním pohledu, který je pro celkový vzhled motocyklu nejvíce určující. Jako podkladová vrstva byl použit rám motocyklu s pohonnou jednotkou a koly, aby byly zachovány správné proporce. Postupně vzniklo několik iterací skic, kdy byly nadějně koncepty dále rozpracovávány do podvariant a z nich nakonec vybrány tři variantní studie pro výběr finálního řešení.



Obr. 4-4 Ukázky skic z jedné z prvních iterací

#### 4.4.1 Varianta č.1

Tělo motocyklu logicky barevně i tvarově členěno do tří částí. Zaprvé je to tmavá pohonná jednotka s bateriovým blokem a navazujícím podsedlovým rámem. Do této části je vsazena modulární část, ve které je umístěna přídatná baterie a v případě že není, je prostor využit jako zavazadelník. Tento objem je vyveden v akcentní žlutozelené a tvoří tak jádro celé kompozice. Z vrchu navazuje kapotáž a sedlo, což celou kompozici uzavírá. Tvar sedla je vepředu přechází v část kapotáže a od hlavního bočního panelu je oddělen výraznou spárou, která se v přední části rozšiřuje, což umocňuje dopřednou směrnost celé kompozice a celek dynamizuje. Kapotáž svojí spodní hranou navazuje na hlavní baterii a zužuje se směrem ke krku řízení. Zlom zúžení směrově odpovídá zlomu na baterii – ta je zde přiznaná stoprocentně. Díky tvarovému a barevnému rozčlenění se podařilo hmotu motocyklu pocitově značně odlehčit. Tomu napomáhá i zachování průhledu mezi modulární částí a pohonnou jednotkou.

Modulární část je přístupná z boku otvíratelným víkem, což vede k snížení její tuhosti, proto nemohla být použita jako nosná část mezi baterií a podsedlovým rámem, Nosné spojení podsedlového rámu a baterie je realizováno profilem vedoucím nad modulární částí (skrytý pod kapotáží) a dále přichycením za pohonnou jednotku v blízkosti čepu zadní kyvné vidlice.

Jelikož kapotáž sleduje hranu baterie, je celý motocykl velice subtilní. To je na jednu stranu praktické, na druhou stranu nemůže jezdec dostatečně obejmout stehny, což negativně ovlivňuje pocit z jízdy. Z toho plyne i poněkud vizuálně chudý čelní pohled. Sedlo je zde řešeno v barvě kapotáže, tedy ve světlé barvě, což by však při reálném použití nebylo příliš praktické, avšak změnou barvy za tmavou utrpěla celková barevná kompozice.



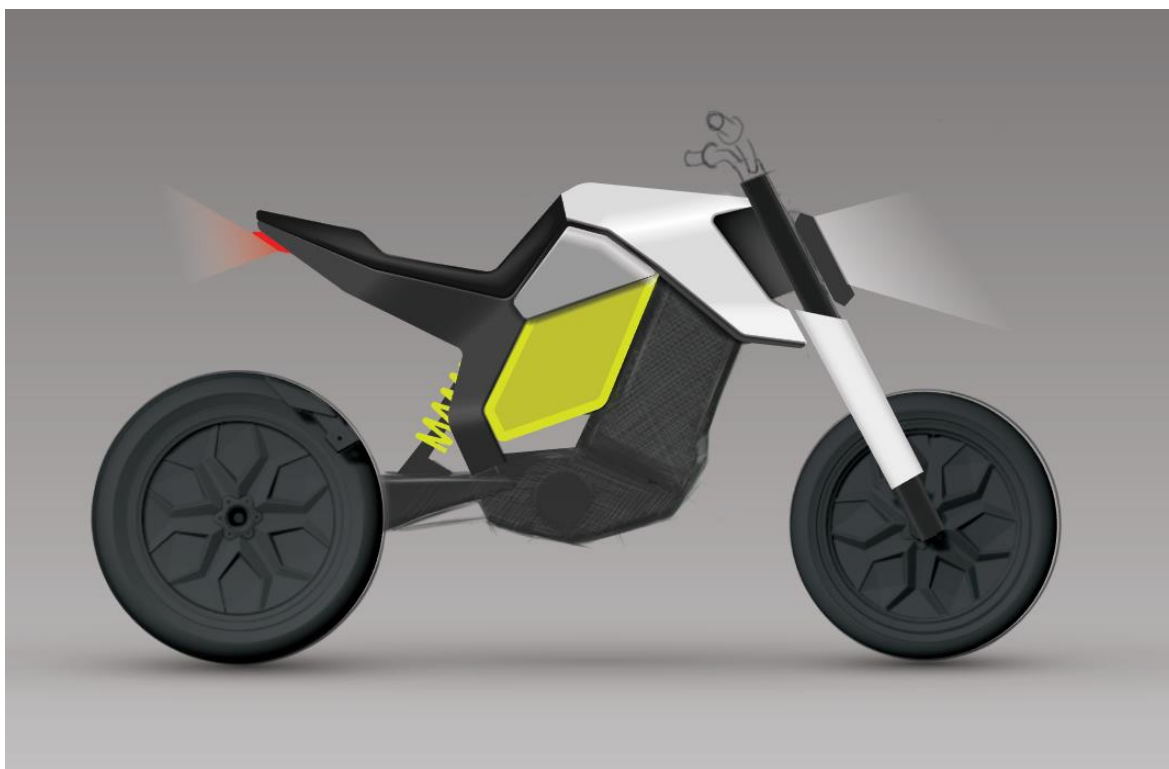
Obr. 4-5 Varianta č.1

#### 4.4.2 Varianta č.2

Třetí varianta se liší především přetažením kapotáže přes baterii, respektující směr zlomu na bateriovém bloku. Protažení kapotáže do podoby jakýchsi křídel, která vybíhají z hlavního objemu ve směru jízdy celou kompozici dynamizuje, a především vizuálně obohacuje čelní pohled. Od hlavní části kapotáže je výraznou spárou oddělen panel, který je ergonomicky tvarován přesně podle stehna jezdce. Tento panel rovněž částečně překrývá modulární část, která v tomto případě využívá maximální možný objem v motocyklu a od které se vstupuje z vrchu víkem, které je součástí kapotáže. Sedlo je v přední části protaženo, díky čemuž je měkčen i prostor mezi nohama jezdce, což zlepšuje jízdní komfort. Kapotáž rovněž v tomto případě poskytuje částečnou ochranu nohou jezdce před větrem. Nabocích přední vidlice jsou panely, které opticky navazují na kapotáž.

Díky tomu, že je kapotáž protažena směrem dopředu je motocykl opticky vyvážený a optické těžiště se posunulo více dopředu. Takto protažená kapotáž rovněž poskytuje prostor pro použití větší baterie a rovněž je díky tomu tato varianta použitelná i pro hybridní verzi motocyklu, kdy může být pod přesahující částí kapotáže umístěn chladič.

Díky vhodně zvoleným řídicím směrům kapotáže tato varianta velmi dobře vypadá s jezdce, kdy hrana kapotáže kopíruje směr jezdcových nohou.



Obr. 4-6 Varianta č.2

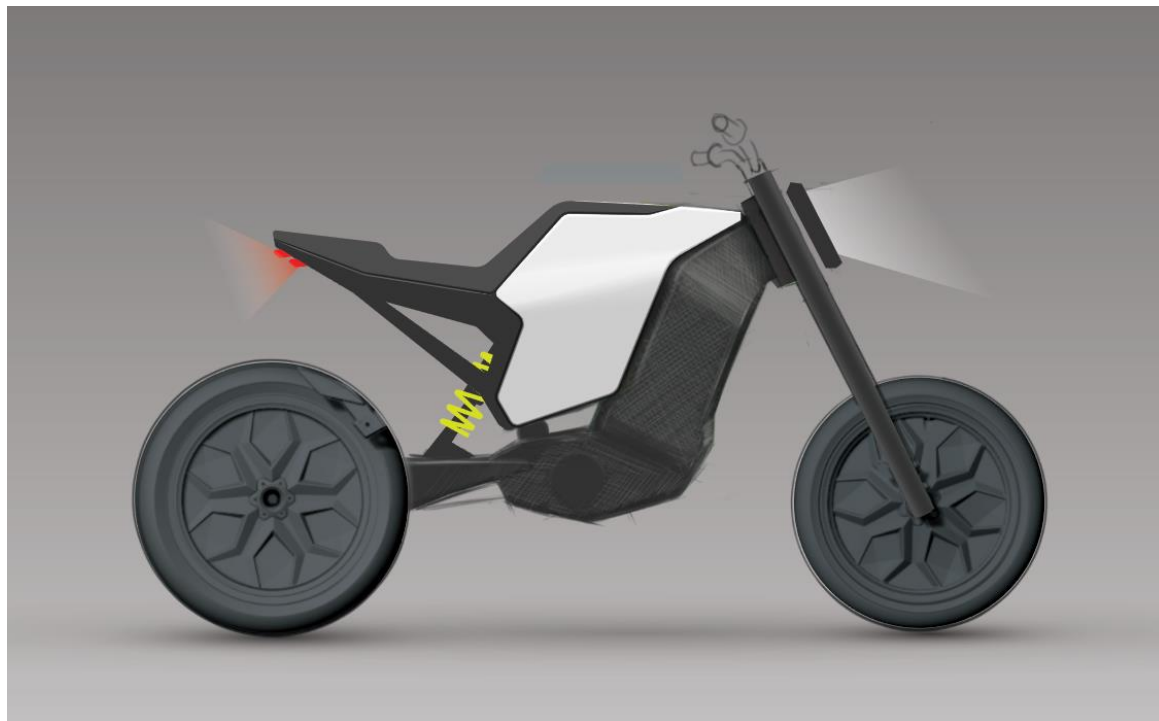
### 4.4.3 Varianta č.3

Kompozice této varianty se skládá z tmavé části, tvořené zadní kyvnou vidlicí, pohonnou jednotkou a bateriovým blokem, která dohromady tvoří přibližný tvar obráceného L, na nějž poté navazuje rozsáhlá bílá kapotáž, překrývající svojí plochou i modulární část motocyklu. Kapotáž opět tvarově navazuje na bateriová blok, díky čemuž vzniká velice kompaktní celek. Sedlo ve své přední části sleduje linii kapotáže a přechází v tmavé víko modulárního prostoru, které na něj tvarově i barevně navazuje. Samotná sedlová část je velice subtilní, kvůli pevnosti podpořena konzolou, takže zde vzniká zhruba trojúhelníkový průhled, který opticky odlehčuje tělo motocyklu.

Vstup do modulárního prostoru je zde řešen z vrchu, díky čemuž může být efektivněji využit prostor v motocyklu, a i z hlediska uživatelského komfortu byl tento přístup shledán jako praktičtější v porovnání se vstupem z boku.

Spodní panely kapotáže jsou řešeny jako nosné, jsou přišroubovány k bateriovému bloku a pohonné jednotce a nesou podsedlový rám,

Problémem této varianty je podobně jako v předchozím případě snad až příliš štíhlá silueta, což přináší výše popsané ergonomické problémy. Ačkoliv z bočního pohledu působí tvarování motocyklu velice čistě, z předního pohledu by kvůli přesnému zarovnání kapotáže na baterii motocykl působil poněkud „očesaným“ a nudným dojmem. Kompozice sice jasně odkazuje na elektrický pohon stroje, avšak je možná až příliš minimalistická.



Obr. 4-7 Varianta č.3



Varianty byly srovnány pomocí morfologické analýzy.

### Seznam popisovaných prvků pro morfologickou analýzu

Navázání na baterii  
 Vstup do zavazadlového prostoru  
 Uzpůsobení kapotáže jezdcí  
 Odlehčení hmoty  
 Zdůraznění směrovosti  
 Uchycení SPZ  
 Počet míst

V morfologické analýze jsou vhodné prvky návrhu označeny **takhle**, středně vhodné prvky označeny **takhle** a nedořešené prvky jsou nevybarveny.

Řešená problematika	1	2	3
<b>Navázání na baterii</b>	Kapotáž sleduje hranu baterie	<u>Částečné překrytí sleduje zlom na baterii</u>	Kapotáž sleduje hranu baterie
<b>Vstup do zavazadlového prostoru</b>	Z boku	Z vrchu/z boku	<u>Z vrchu</u>
<b>Uzpůsobení kapotáže jezdcí</b>	Zúžení v místě stehen	<u>Zúžení v místě stehen, kapotáž částečně kryje stehna</u>	Zúžení v místě stehen
<b>Odhledčení hmoty</b>	<u>Průhledy, barevné členění</u>	<u>Průhledy, barevné členění, tvarové členění</u>	Průhledy
<b>Zdůraznění směrovosti</b>	<u>Průběžná spára</u>	<u>Kapotáž vybíhající ve formě křídýlek</u>	Směr zlomu na kapotáži
<b>Uchycení SPZ</b>	<u>Na zadním blatníčku</u>	Konzola zespodu sedla	<u>Na zadním blatníčku</u>
<b>Počet míst</b>	jedno	<u>dvě</u>	jedno

Tab. 4-1 Morfologická analýza.

## 4.5 Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího

### Výčet hodnocených parametrů

Zakomponování komponent poskytnutých firmou do designu stroje

Velikost zavazadlového prostoru

Dynamický vzhled

Tvarování sedla z hlediska ergonomie

Komfortní protvarování pro nohy

Tvarové navázání na jezdce

Možnost dvojsedadlové varianty

Možnost zakomponovat držák na mobil

Inovativnost návrhu

Možnost použití i pro hybridní variantu

Vyváženost motorové a sedlové části

Optické odlehčení hmoty motocyklu

Obecné tvarování

<b>Aspekty k hodnocení</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Zakomponování komponent poskytnutých firmou do designu stroje	10	10	8
Velikost zavazadlového prostoru	5	10	7
Dynamický vzhled	8	10	5
Tvarování sedla z hlediska ergonomie	8	10	8
Komfortní protvarování pro nohy	7	10	7
Tvarové navázání na jezdce	7	10	5
Možnost dvojsedadlové varianty	7	10	5
Možnost zakomponovat držák na mobil	10	7	8
Inovativnost návrhu	10	9	7
Možnost použití i pro hybridní variantu	7	10	3
Vyváženost motorové a sedlové části	10	8	9
Optické odlehčení hmoty motocyklu	8	10	5
Obecné tvarování	10	9	7
<b>Celkem</b>	<b>107</b>	<b>123</b>	<b>84</b>

Tab. 4-2 Hodnocení variant

Ze srovnávací tabulky vychází nejlépe druhá varianta. Vyniká především v oblasti funkčnosti a ergonomie, kdy nejefektivněji využívá prostor, díky čemuž může mít nejobjemnější zavazadelník, navíc její kapotáž nejlépe odpovídá tvaru stehen a přispívá k pohodlnému posedu. V neposlední řadě umožňuje nejlépe odvodit dvojsedadlovou variantu, kdy v tomto případě není tolik narušena vyváženost celé kompozice. První varianta byla sice v oblasti inovativnosti a obecného tvarování hodnocena lépe, to však z důvodu bílého sedla, díky čemuž je hmota motocyklu dokonale provázána. To by však reálně bylo problematické z hlediska používání a při použití sedla tmavého by celá kompozice poněkud utrpěla.

## 5 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

### 5.1 Určení tvarů, rozměrů a materiálů

Vybraný návrh č.2 byl dále rozpracován. Změny se týkaly především horní části kapotáže a její návaznosti na sedlo a doladění podsedlové části. Zvažována byla i varianta navržení předního světla s vlastním designem, namísto původně zamýšleného světlometu poskytnutého od externího dodavatele.



Obr. 5-1 Skica rozvíjející variantu č.2

Veškeré předpokládané rozměry a materiály jsou stanoveny spolupracující firmou.

#### **Rozměry:**

- Rozvor: 1475 mm
- Úhel hlavy řízení: 63,5 °
- Závlek předního kola: 14 mm
- Výška sedla 840 mm
- Kola Ø 18", plná, vyrobená z karbonu.
- Přední pneu – šířka 110 mm, profil 60.
- Zadní pneu – šířka 150 mm, profil 60.

#### **Materiály (dané firmou):**

- Rám: karbon
- Kapoty: plast
- Pohonná jednotka: hliníkový odlitek
- Kola: karbon

## 5.2 Odhad výrobních nákladů

Vzhledem k použití prémiových materiálů a také díky tomu, že výroba bude probíhat v ČR půjde o motocykl vyšší cenové kategorie, což však zapadá do portfolia produktů firmy Jetsurf, jelikož jde o produkty cílené na movitější zákazníky.

Odhadovaná prodejní cena by se měla pohybovat kolem 450 000 Kč.

Je počítáno se sériovou výrobou v menších sériích.

## 6 DETAILNÍ NÁVRH

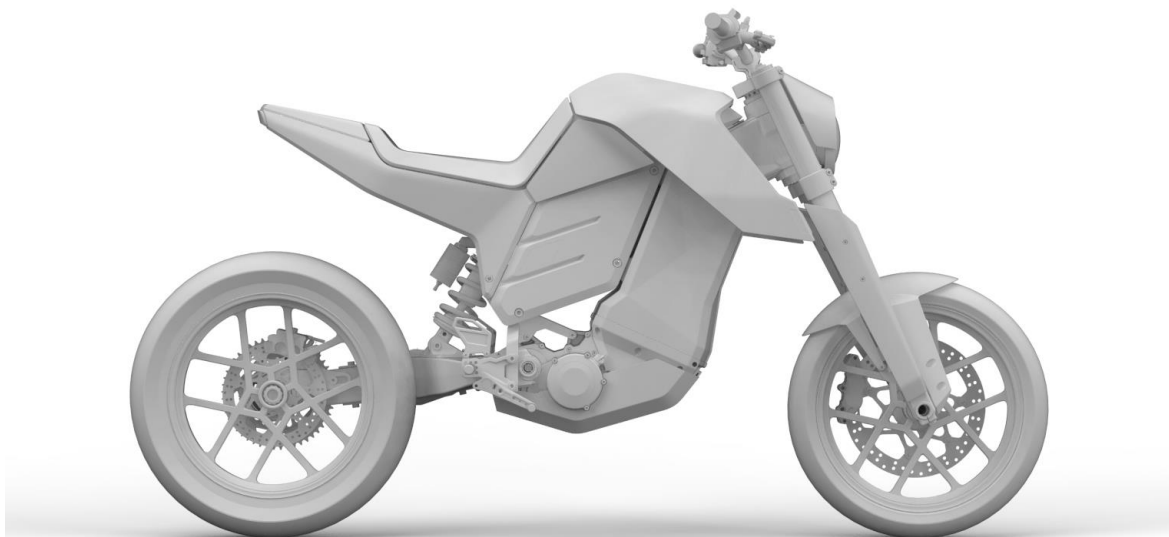
### 6.1 Tvarové řešení

#### 6.1.1 Proporce a kompozice

Základní proporce se odvíjely od technického základu poskytnutého spolupracující firmou. Byly tedy do značné míry dány a výsledný design na ně musel reagovat a případně je korigovat. Celková proporce je dána především řešením rámu motocyklu, rozvorem a velikostí kol. Dále také výškou krku řízení.

Vzhledem k tomu, že rám motocyklu byl původně navržen pro stroj typu enduro, je celková proporce poněkud netypická. Světlá výška motocyklu je mnohem větší, než je tomu zvykem, krk řízení je umístěn daleko výše než u motocyklů této kategorie, rozvor je vůči rámu daleko delší, čehož si lze povšimnout například díky velké mezeře mezi hmotou motocyklu a předním kolem.

Na toto reaguje hlavní kapotáž motocyklu, která je protažena vpřed, kde vizuálně navazuje na panely na přední vidlici. Díky tomu a díky krátké sedlové části, se podařilo posunout vizuální těžiště více vpřed a celek více tvarově provázat.



Obr. 6-1 Hmoty navrženého motocyklu

Řídící směry celé kompozice rovněž vycházejí především ze základu, poskytnutého firmou, a to především z oblasti baterie, na kterou bylo nutné tvarově navázat.

Hmota motocyklu je v oblasti kapotáže členěna výraznou spárou, která plní jak vizuální, tak i technologickou funkci. Dominantním prvkem je hmota modulárního boxu ve tvaru rovnoběžníku se ukloněného ve směru jízdy, jehož tvarová dynamika je umocněna bočním směrovým prolisem. Prvek je navíc vyveden v akcentní barvě. Díky tomuto členění a díky zachování průhledu mezi modulárním boxem a pohonnou jednotkou, působí motocykl vizuálně velmi lehce, s čímž má většina elektrických motocyklů problém.



Obr. 6-2 Boční pohled – barevné a tvarové členění

Dalším vstupem pro celkové tvarování byl vizuální soulad se sedícím jezdce. To jde vyzorovat především v oblasti kapotáže, jejíž tvarování přímo vychází ze směru, ve kterém jsou orientována stehna jezdce.



Obr. 6-3 Perspektivní pohledy

## 6.1.2 Kapotáž

Vzhledem k tomu, že jde o motocykl typu „naked bike“, zakrývá kapotáž pouze část motocyklu, naopak hlavní bateriový blok, a především modulární box je odkrytý, aby mohla být reflektována alternativní pohonná koncepce, kdy tyto dva příznané prvky tvoří vizuálně důležitou součást celé kompozice.

Hlavní kapotáž se skládá ze tří panelů. Dva menší panely jsou ve zúžené části motocyklu (oblast stehen jezdce) a od hlavní kapoty jsou odděleny výraznou spárou, která navazuje na funkční spáru pod sedlem. Hlavní kapota kryje oblast „nádrže“. Tvarově reaguje na nohy řidiče, díky čemuž stehna jezdce celou kompozici doplní. Kapota se navíc rozšiřuje do stran a kryje tak svojí hmotou stehna jezdce před proudícím vzduchem.



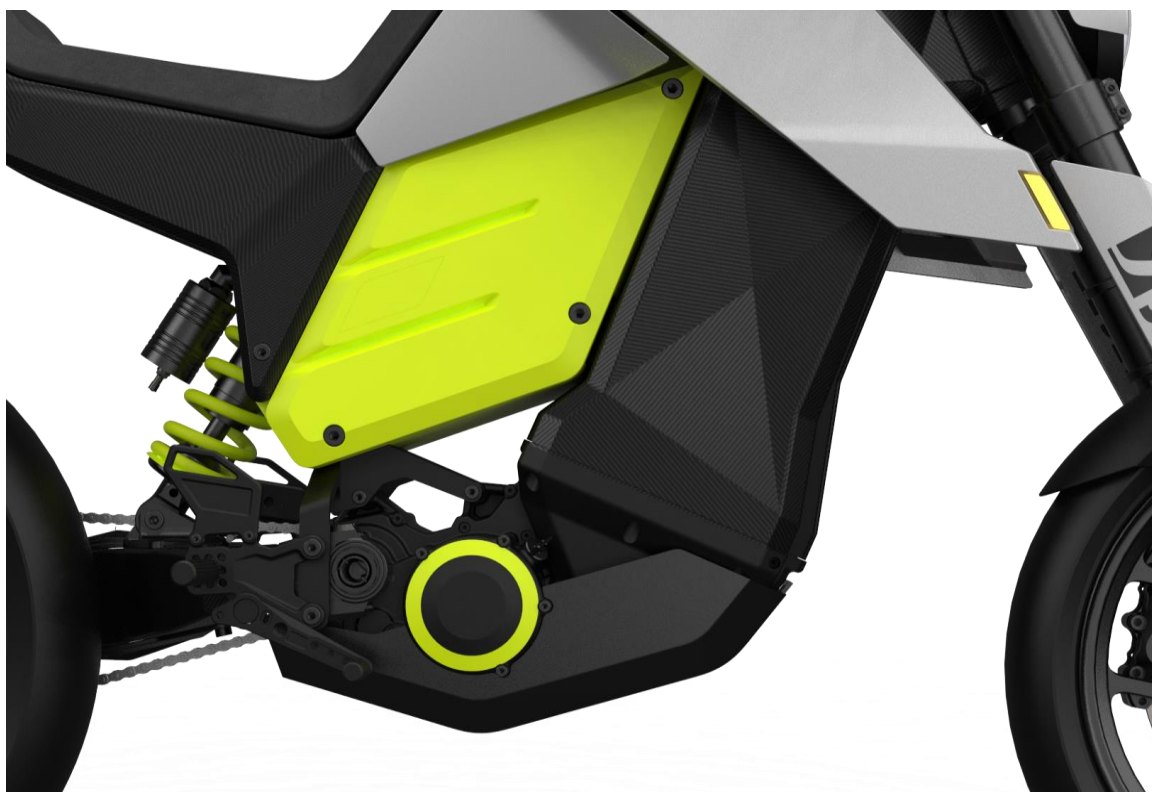
Obr. 6-4 Detail kapotáže

Velmi důležitým vizuálním prvkem je protažení hlavní kapoty vpřed ve směru jízdy a navázání na drobnou kapotáž přední vidlice, díky čemuž dochází k provázání těla motocyklu s předním kolem, čímž byla vykompenzována značná mezera mezi bateriovým blokem a kolem, daná konstrukcí rámu.

### 6.1.3 Hlavní bateriový box a pohonná jednotka

Tyto díly dány spolupracující firmou. Bateriový blok je v horní části částečně překryt kapotáží. Hrana kapotáže však sleduje zlom na bateriovém boxu. Ve spodní části na něj navazuje pohonná jednotka, respektive motor s převodovkou. Kartery převodovky jsou tvarově velmi členité, a proto jsou částečně překryty krytem motoru, který zkosením a boční plochou navazuje na hmotu bateriového boxu. Díky tomu se podařilo spodní část motocyklu vizuálně vyčistit.

Elektromotor je zdůrazněn kruhovým akcentním prvkem, díky čemuž je opět reflektována odlišná pohonná koncepce stroje. Popisované části jsou vyvedeny v černé barvě, stejně jako zadní kyvná vidlice a tvoří jeden ucelený tvar v rámci celé kompozice motocyklu a jakoby obíhají kolem akcentního prvku modulárního boxu.



Obr. 6-5 Pohonná jednotka a hlavní bateriový blok s krytem motoru



## 6.1.4 Modulární box

Jde o vizuálně i funkčně velice důležitou část motocyklu. Tvarem, i zkosenou hranou navazuje na hlavní bateriový box. Boky jsou členěny prolisy, orientovanými ve směru jízdy, které celou kompozici dynamizují. Z levého bočního pohledu navíc prolis připomíná písmeno E, což odkazuje na pohon motocyklu. Tato část motocyklu je vyvedena v akcentní barvě a tvoří pomyslný střed celé kompozice.



Obr. 6-6 Modulární box s naznačeným písmenem E

Modulární box přináší možnost efektivnějšího využití motocyklu a zvyšuje jeho praktičnost. Může sloužit buď jako zavazadlový prostor, tolik potřebný při jízdě v městském prostředí, či jako prostor pro přídavnou baterii, kterou uživatel ocení na delších vyjíždkách.

Prostor uvnitř modulárního boxu je přístupný pravým víkem a je řešen jako zásuvka. Pro přiložení čipu k vyznačené části, dojde k odemčení boxu a k povyskočení víka směrem k uživateli, takže je možné celou zásuvku vysunout.

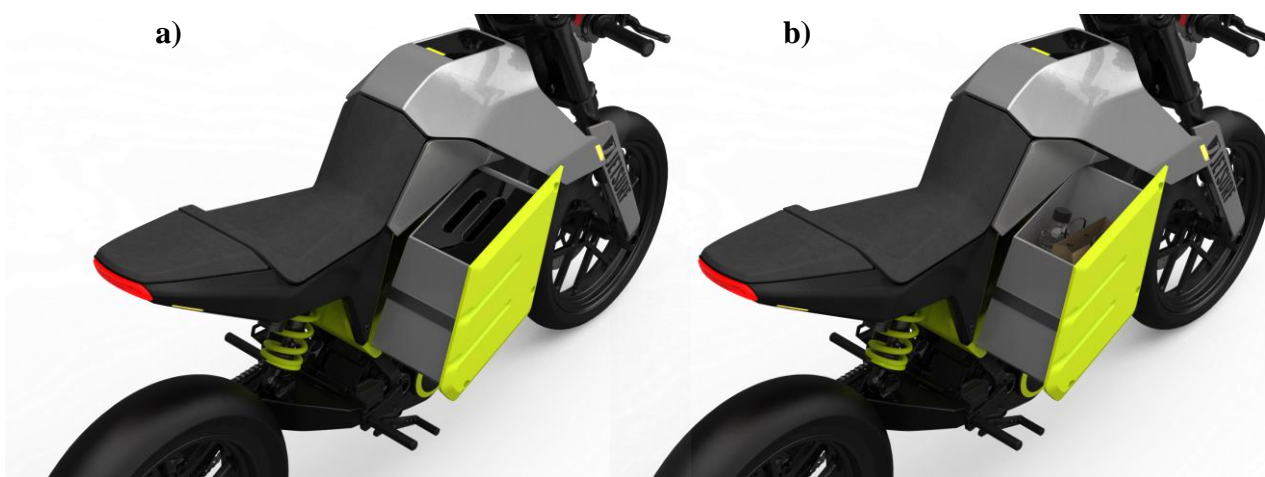


Obr. 6-7 Prostor pro přiložení čipu

Do zásuvky je pak možné vsunout přídatnou baterii, či ji využít pro zavazadla. Díky použití čipu pro otevření je obsah boxu chráněn proti krádeži, a navíc nebylo nutné víko boxu tvarově komplikovat madlem či jiným otvíracím mechanismem. Objem zásuvky je 10 l.



Obr. 6-8 Zavřený modulární box



Obr. 6-9 Otevřený modulární box, a) s přídatnou baterií, b) se zavazadly

## 6.1.5 Zadní podsedlová část

Tato část tvarově navazuje na modulární box i kapotáž a nese sedlo jezdce i spolujezdce. Je řešena pomocí čistých ploch s dvěma výraznými zaoblenými zlomy, kdy zlom blíže modulárnímu boxu sledu směr kapotáže. Zajímavostí je, že je tato část asymetrická v oblasti napojení na modulární box.

To je způsobeno tím, že zadní tlumič není umístěn v ose motocyklu, ale více vlevo, proto se mi zde musela podsedlová část vyhnout. Na levé straně tedy navazuje popisovaná část na celou zadní hranu modulárního boxu, na levé je vzpěra poněkud zkrácena, navazuje na prolis modulárního boxu a díky tomu je přiznán zadní tlumič v celé své kráse. Motocyklu díky tomuto řešení nabízí z každé strany trochu jiný vizuální zážitek.



Obr. 6-11 Boční pohled zprava se částečně zakrytým tlumičem



Obr. 6-10 Boční pohled zleva s plně přiznaným tlumičem

Z horního pohledu je tato část podřízena tvaru sedla jezdce a spolujezdce a jejich správné ergonomii. Ze zadního pohledu vyniknou dvě žebra, která zajišťují dílu patřičnou tuhost a která se postupně vytrácejí. Celek graduje zadním světloem



**Obr. 6-12** Podsedlová část motocyklu

## 6.1.6 Přední maska

Přední světlo bylo dáno firmou. Jelikož návrh vlastního světlometu by byl kvůli složité homologaci velmi náročný, je použit světlomet od externího dodavatele. Jeho kruhový tvar je doplněn štítkem, který jej integruje do celkové kompozice motocyklu. Z předního pohledu štítek navazuje na hlavní kapotáž a vytváří tak ucelenou siluetu. Kolem světlometu je akcentní linie oživující čelní pohled a zesilující působení kruhového prvku.



Obr. 6-13 Čelní maska

## 6.1.7 Kola

Kola jsou stanovena spolupracující firmou. Disky jsou plné, karbonové s poměrně výrazným krystalickým designem. Plná disky působí navzdory nízké reálné hmotnosti vizuálně poněkud těžce. Tomu byl přizpůsoben design celého motocykl, který působí lehce a vzdušně, aby tento problém vyrovnal. Tato kola budou použita pro prototyp.

Byla však navržena i alternativní paprsková kola, díky kterým celý motocykl působí lehčím a svižnějším dojmem. Rovněž tato kola tolik neodvádějí pozornost od samotného těla motocyklu.



Obr. 6-14 Porovnání plných a paprskových disků



Obr. 6-15 Detail disků

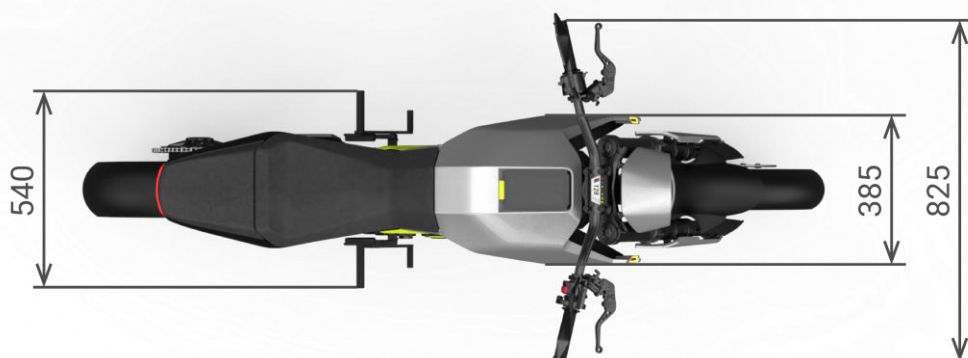
## 6.2 Konstrukční, ergonomické řešení a bezpečnost

V této kapitole je detailněji popsáno konstrukční řešení stroje a jeho ergonomie. Konstrukční prvky jako pohon, brzdy, odpružení motocyklu a podobně jsou záměrně vynechány, jelikož jsou dány spolupracující firmou a jsou popsány v technické analýze.

### 6.2.1 Konstrukční řešení

#### Základní rozměry stroje

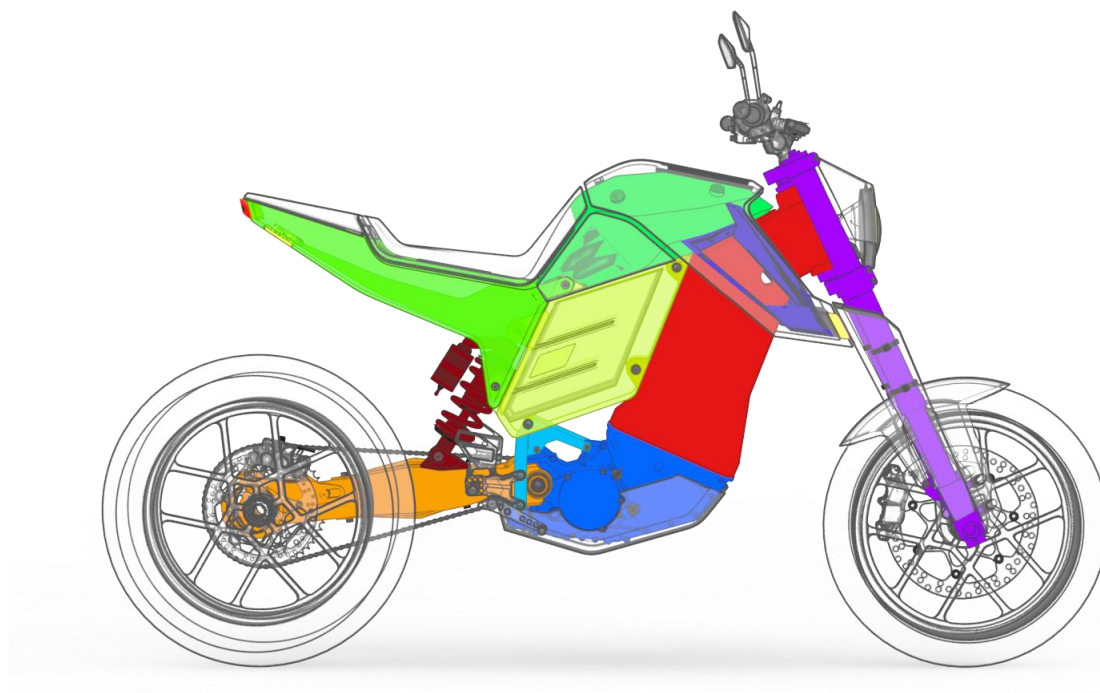
Celkové rozměry motocyklu jsou 2090 mm délka, 1140 mm výška a 810 šířka, která je však určena říditky, samotný stroj je poměrně subtilní a v nejširším místě kapotáže měří 384 mm, díky čemuž pocitově působí mrštným dojmem, což je výhoda v městské provozu. Hodnoty rozvoru, závleku a úhlu osy řízení vycházejí z technického základu od spolupracující firmy a jsou blíže specifikovány v technické analýze.



Obr. 6-16 Rozměry motocyklu

## Nosná konstrukce a zavěšení kol

Motocykl má progresivní technickou koncepci nosné konstrukce, která zde není řešena klasickým kolébkovým či páteřovým rámem, ale je řešena jako sestava samonosných dílů. Základem je pohonná jednotka a na ni navazující hlavní bateriový blok, tedy části, které byly poskytnuty spolupracující firmou. Určující byly úchyty na těchto komponentách, na které bylo nutné konstrukčně navázat při návrhu zbytku motocyklu. Přímo k těmto částem je připojen modulární box, pomocí tří šroubových spojů. Na modulární box je připojena podsedlová část, pomocí dvou šroubových spojů na každé straně.



- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| ● Hlavní bateriový blok | ● Přední vidlice  |
| ● Pohonná jednotka      | ● Podsedlová část |
| ● Modulární box         | ● Úložný prostor  |
| ● Zadní kyvná vidlice   | ● Držák kapotáže  |
| ● Zadní tlumič          | ● Držák stupaček  |

Obr. 6-17 Technické řešení motocyklu

K modulárnímu boxu je dále připevněna část, sloužící jako úložný prostor pro nabíječku, odnímatelné zadní stupačky a další věci, které se pojí s provozem motocyklu. Tato část pak nese kapotáž. Pro tyto účely jsou zde ještě boční vzpěry, které zajišťují patřičnou tuhost kapotáže a zabraňují nežádoucím průhledům skrz motocykl, především z čelního pohledu.

Zavěšení kol motocyklu je dáno spolupracující firmou a bylo popsáno v technické analýze.



## Osvětlení motocyklu

### Přední osvětlení

Vzhledem k tomu, že homologace vlastního světlometu by byla pro spolupracující firmu velmi náročná, je přední světlomet dodán od externího dodavatele.

Přední blinkry jsou integrovány přímo do kapotáže. Díky tomu, že jsou přetaženy i před hranu do boku, je dosaženo vynikajícího pozorovacího úhlu, což pozitivně ovlivňuje bezpečnost motocyklu. Navíc jsou takto řešené blinkry méně citlivé na poškození.



Obr. 6-18 Čelní osvětlení

### Zadní osvětlení

Zadní osvětlení zahrnuje obrysové a brzdové světlo, zahrnuté do jedné svítilny, dále blinkry, červenou odrazku a osvětlení SPZ.

Obrys svítilny tvoří obrysové světlo, ve středu je potom světlo brzdové. Při brzdění se obrysové světlo zhasne, aby bylo to brzdové jasně viditelné.

Blinkry jsou integrovány do podsedlové části a jsou, podobně jako přední blinkry, přetaženy i přes hranu, díky čemuž jsou viditelné jak zezadu, tak i z boku, což opět zlepšuje viditelnost motocyklu, která je především ve městě tak důležitá.

Odrážka a osvětlení SPZ jsou umístěny na zadním blatníčku, který zároveň slouží jako držák SPZ.



Obr. 6-19 Zadní osvětlení

### Držák SPZ

SPZ je umístěna na zadním blatníčku. Díky tomu nebylo nutné je složitě konzolovat z podsedlové části a nenarušuje tak celkový vzhled motocyklu. Blatníček je uchycen vzpěrou vybíhající z konce ramena zadní kyvné vidlice, na kterou z bočního pohledu vizuálně navazuje a tvoří jeden průběžný tvar.



Obr. 6-20 Motocykl s SPZ

## Nabíjení motocyklu

Pro nabíjení je motocykl vybaven nabíječkou, která je dodána od externího dodavatele, jelikož je to pro spolupracující firmu jednodušší řešení z hlediska homologace. Nabíječka je umístěna v prostoru pod hlavní kapotou. Tento prostor je přístupný po odejmutí sedla a je rovněž využit pro uschování odnímatelných stupaček spolujezdce a povinné výbavy motocyklu. Díky tomuto řešení může být prostor modulárního boxu využit čistě pro přepravu zavazadel.



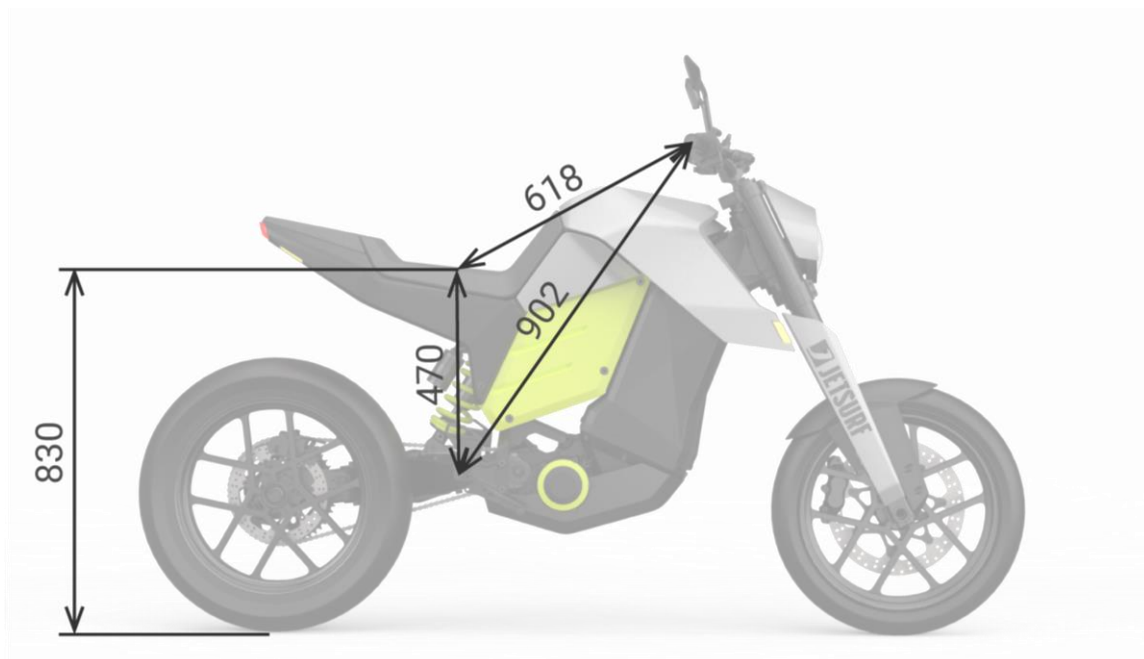
Obr. 6-21 Nabíjení motocyklu

### 6.2.2 Ergonomické řešení

Při návrhu motocyklu hrála ergonomie zcela zásadní roli a šla ruku v ruce s jeho tvarovým řešením.

#### Jezdecká pozice

Vzhledem k zaměření stroje je jezdecká pozice koncipována jako poměrně vzpřímená, s lehce pokrčenýma rukama. Taková pozice je pohodlná, nejsou tolik zatěžována záda, rovněž ruce nemusí být křečovitě zaťaté. Vzhledem k této pozici je rovněž mnohem lepší rozhled, jelikož je hlava výše, v porovnání s jízdou v pozici například na sportovním motocyklu a výsledkem je tak mnohem lepší přehled o dění v okolí motocyklu, což je velmi důležité v městském provozu. Tomuto posedu byla podřízen i výběr řídítek, která jsou spíše vyšší a poměrně široká. Motocykl je navržen tak, aby vyhovoval i 95%, tak i 5% postavě.



Obr. 6-22 Ergonomické řešení jízdní pozice

## Sedlo

Sedlo je umístěno ve výšce 830 mm. Důležitá je jeho zvednutý zadní konec, díky čemuž je zabráněno klouzání jezdce z motocyklu při akceleraci. Směrem k oblasti rozkroku se sedlo zužuje, aby byla zajištěna možnost pohodlného obejmutí stroje stehny. Sedlo má zvednutý i přední konec, díky čemuž se zvýšil komfort při brždění. Díky tomu, že jezdec sedí v sedle jako ve „vaničce“, lépe drží na stroji a není nutné křečovitě svírat řídítka, což pozitivně ovlivňuje ovladatelnost stroje i jízdní komfort.



Obr. 6-23 Sedlo motocyklu

### Sedlo spolujezdce

Na sedlo jezdce tvarově navazuje sedlo spolujezdce. Vzhledem tomu, že motocykl je koncipován primárně pro jízdu bez spolujezdce, je sedlo spolujezdce poněkud minimalizováno. Sedlo je odnímatelné a je možné jej vyměnit za panel s držákem na kufr.



Obr. 6-24 Motocykl při jízdě se spolujezdcem

## Boky motocyklu

Boky motocyklu jsou vybrány tak, aby bylo možné stroj pohodlně obejmout stehny. Díky řešení kapotáže jsou rovněž stehna chráněna před proudícím vzduchem.

## Rejd motocyklu

Motocykl má rejď 35° na každou stranu. Díky tomu je možné pohodlně manévrovat i v nízkých rychlostech, což se velmi hodí v městském prostředí, kam je motocykl koncipován.

## Přední stupačky

Přední stupačky jsou nastavitelné, aby bylo zajištěno pohodlí pro všechny druhy postav. Řešení je standardní, kdy u pravé stupačky je páka, ovládající zadní brzdu, kdežto u levé je to páka řazení. Důležité jsou také chrániče, které udržují chodidlo jezdce ve správné poloze a zabraňují patě kolidovat se zadní pneumatikou.



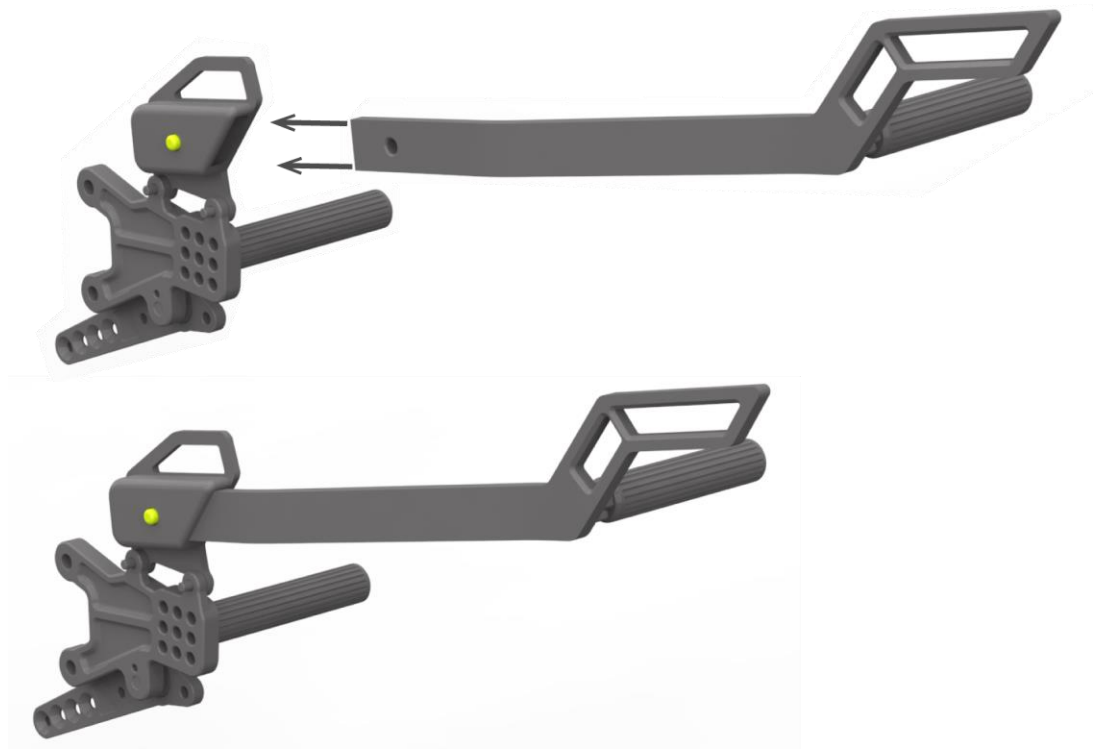
Obr. 6-25 Přední nastavitelné stupačky

## Stupačky spolujezdce

Stupačky spolujezdce jsou řešeny jako odnímatelné. Vzhledem k tomu, že motocykl je koncipován primárně pro jednu osobu, jsou stupačky většinu času ukryty v horním zavazadlovém prostoru a pouze v případě potřeby nacvaknuty na místo. Díky tomuto řešení je možné zachovat čistý vzhled motocyklu.



Obr. 6-26 Odnímatelné stupačky spolujezdce



Obr. 6-27 Nacvakování stupaček spolujezdce

## Zrcátka

Motocykl je vybaven dvěma nastavitelnými zrcátky. Splňují normy motocyklová zrcátka nepravidelného tvaru, lze do nich tedy vepsat kružnici o průměru 78 mm.



Obr. 6-28 Zpětné zrcátko

## Ovladače

Vzhledem k tomu, že má motocykl na rozdíl od většiny elektrických motocyklů i spojku a převodovku, jsou ovladače řešeny obvyklým způsobem, který je popsán v technické analýze. Ovladače jsou pro zjednodušení výroby dodány externím dodavatelem.

## Sdělovače

Stěžním sdělovačem je mobilní telefon jezdce, který díky aplikaci a propojení s motocyklem funguje jako infotainment. Je umístěn v přihrádce s transparentním krytem v zorném poli jezdce. Přihrádka je vybavena i napájecím konektorem a možností bezdrátového nabíjení.

Mobilní telefon je doplněn ještě drobným sdělovačem na říditkách, který však zobrazuje pouze základní údaje a slouží víceméně jako záloha v případě ztráty či poruchy mobilního telefonu, nebo v případě, že je mobilní telefon používán jako navigace.





Obr. 6-29 Display



Obr. 6-30 Mobilní telefon s navigací, umístěný v přihrádce s transparentním krytem

## 6.3 Barevné a grafické řešení

Barevní řešení je velmi důležité pro kompoziční členění navrženého motocyklu. Díky němu dochází k rozdělení hmoty motocyklu do několika logických tvarových celků a výsledkem je její vizuální odlehčení. Barva podsedlové části, hlavního bateriového bloku a zadní kyvné vidlice je dána použitým materiálem – karbonem – který je škoda nepřiznat, a proto nedává logiku jej lakovat na jinou barvu. Jako barva kapotáže je zvolena stříbrná metalíza, která s tmavými karbonovými díly a tmavě lakovanými díly na ně navazujícími, tvoří neutrální základ pro jádro barevné kompozice – akcentní barvu modulárního boxu. Tato akcentní barva je dále použita i na zvýraznění kruhového prvku motoru, otvírání přihrádky na mobilní telefon a linky kolem světlometu.

Z toho vyplývá, že v barevných variantách se mění primárně akcentní barva, dále pak odstíny stříbrné.

### 6.3.1 Barevná varianta č. 1

První barevná varianta používá jako akcentní barvu oranžovou. Volba této barvy souvisí s brandem značky Jetsurf, kde je primárně používanou barvou právě oranžová. Tato barva je sama o sobě velmi výrazná, a proto funguje velmi dobře jako akcent.

### 6.3.2 Barevná varianta č. 2

V této variantě je volena jako akcentní barva modrá. Modrá barva vyjadřuje elektřinu, a proto odkazuje na pohonnou koncepci stroje. Oproti ostatním barevným variantám však modrá tolik neakcentuje neutrální barevnost zbytku motocyklu, a proto byl zvolen světlejší odstín stříbrné metalízy, aby byl tento rozdíl alespoň částečně vyrovnán.

### 6.3.3 Barevná varianta č. 3

V třetí variantě jsou neutrální odstíny silně akcentovány výraznou žlutozelenou barvou. Tato barva byla zvolena právě z důvodu své velké výraznosti (ne náhodou se podobný odstín používá na reflexních prvcích) a působí dynamickým až lehce agresivním dojmem, což pro motocykl dává smysl. Tato varianta byla také zvolena jako finální.



Obr. 6-31 Barevná varianta č.1



Obr. 6-32 Barevná varianta č.2



Obr. 6-33 Barevná varianta č.3

## Grafické řešení

Grafika je omezena na logo značky spolupracující firmy, tedy Jetsurf. Logo je umístěno na kapotách přední vidlice, kde sleduje hranu a zlom. Navíc maskuje šrouby, kterými je kapota přichycena k vidlici. Zbytek kapot motocyklu je ponechán pouze v laku, jelikož by byla škoda rozbít jejich plynulé tvarování. Rovněž víko modulárního boxu je již bohatě tvarově řešeno, proto zde již na další grafiku, kromě symbolu, vyznačujícího místo pro přiložení čipu, není prostor.



Obr. 6-34 Grafické řešení

## 6.4 Bezpečnost

Motocykl jako nelze brát obecně vzato jako příliš bezpečný dopravní prostředek, bezpečnost lze však zvýšit nošením kvalitní přilby a oblečení.

Pro bezpečnost samotného motocyklu je důležitá především jeho dobrá viditelnost. Ta je zajištěna použitím osvětlením, které bylo popsáno výše. Oproti většině motocyklů je však viditelnost zvýšena použitím navržených blinkrů, které dosahují vynikajících pozorovacích úhlů, i z bočního pohledu, což je především v hustém městském provozu velmi důležité. K dobré viditelnosti přispívá i velmi výrazná akcentní barva modulárního boxu.

Dalšími prvky zlepšujícími bezpečnost jsou například protiskluzové stupačky a chrániče, zabraňující smeknutí nohy a nežádoucímu kontaktu se zadním kolem motocyklu.

Zavazadlový prostor je řešen jako zamykatelný, což je uživatelsky z hlediska bezpečnosti velmi důležité.

## 6.5 Udržitelnost produktu

Jak bylo již naznačeno v úvodu práce, udržitelnost produktu spočívá především v elektrické pohonné jednotce. Rozvoj elektromobility je nepopiratelný, postupně se neustále zlepšují parametry elektrických vozidel a obecně se dá říct, že elektromobilita je brána jako cesta, kterou se v budoucnu z hlediska dopravy vydat. Ve městech je potenciál elektromobily ještě mnohem větší, jak bylo již nastíněno dříve a jednostopá vozidla jsou stále oblíbenější, vzhledem k dopravní situaci, která zde obvykle panuje.

## 6.6 Hodnocení klíčových parametrů

Podařilo se motocykl navrhnout tak, že výsledný design reflektuje vnitřní stavbu komponent a nic nezastírá. Navíc je na první pohled jasné, že jde o motocykl odlišné pohonné koncepce, už jen kvůli výraznému modulárnímu boxu.

Kapotáž motocyklu byla úspěšně navržena tak, že tvarově kopíruje směr stehen jezdce, díky čemuž je jezdec s motocyklem ve vizuálním, ale i tvarovém souladu. Rovněž je motocykl vizuálně značně odlehčen, a to díky výraznému členění hmoty do menších celků a zachovaným průhledům.

Pomocí modulárního boxu s možností vložení přídavné baterie se podařilo vyřešit problémy s dojezdem, navíc je zde možnost tuto část využívat jako zavazadlový prostor. Motocykl je ergonomicky přizpůsoben městskému provozu, a to jak tvarově, tak i z hlediska sdělovačů, což souvisí i s integrací mobilního telefonu přímo do motocyklu.

Během celého návrhového procesu byl design motocyklu konzultován ve spolupracující firmě, a proto je návrh realistický a výrobitelný.



Obr. 6-35 Motocykl s SPZ

## 7 ZÁVĚR

Náplní této diplomové práce je návrh motocyklu na elektrický pohon ve spolupráci s firmou MSR Engines.

Výsledný návrh je založen na poznatcích z provedené designérské a technické analýzy, dotazníkového šetření a rozhovorů s klíčovými lidmi ze spolupracující firmy.

Návrh motocyklu na první pohled odkazuje na odlišnou pohonnou koncepci a vymezuje se tak vůči designu motocyklů se spalovacím motorem. Progresivní vizuální koncepce přiznává elektrickou pohonnou jednotku a používá ji jako důležitý výrazový prvek. Na rozdíl od většiny elektrických motocyklů rovněž nepůsobí hmotným dojmem, a to díky tvarovému i barevnému rozčlenění jeho hmoty. To vše se podařilo i přes omezení, pramenící z faktu, že návrh vznikl na reálném technickém základu, a proto reflektuje konstrukční i technologické požadavky spolupracující firmy.

Důležitým faktem je, že návrh reaguje na komponenty poskytnuté spolupracující firmou, které jsou v něm citlivě zakomponovány. Celý design se tak pohybuje ve skutečně reálných mezích.

Motocykl obsahuje modulární box, který může být použit buď jako zavazadlový prostor, například při kratších cestách po městě anebo jako prostor pro přídatný bateriový blok ve chvíli, kdy uživatel místo zavazadlového prostoru ocení spíše prodloužený dojezd, například při delších vyjížděkách mimo město. Toto řešení umožňuje přizpůsobit motocykl vždy adekvátně situaci.

Design motocyklu jde ruku v ruce s ergonomickým řešením. Celková geometrie umožňuje pohodlnou a uvolněnou jízdní pozici, sedlo je tvarováno tak, aby jezdci poskytovalo komfort, ale zároveň oporu při akceleraci i brzdění. Zúžení hmoty motocyklu v místě stehen umožňuje pohodlné obejmutí stroje stehny a tím i snadné ovládání.

Motocykl umožňuje jízdu se spolujezdcem, pro tyto účely jsou navrženy odnímatelné stupačky, které je možné uložit do zavazadlového prostoru motocyklu. Vzhledem k tomu, že motocykl bude stejně většinu času vozit pouze jezdce, jde o elegantní řešení, díky kterému se motocykl (podobně jako v případě modulárního boxu) může přizpůsobit aktuální situaci.

Jako hlavní sdělovač je použit mobilní telefon jezdce. Jde o logický krok, jelikož obrazovku – chytrý telefon – má dnes každý (minimálně co se cílové skupiny týče) a není proto nutné další velkou obrazovku přidávat přímo na motocykl a tím ji zbytečně dublovat.

Z výše popsaných důvodů vyplývá, že návrh splňuje všechny vytyčené cíle. Řešení odpovídá zaměření motocyklu do městského prostředí, představuje inovace z hlediska praktičnosti a celkové využitelnosti.

Řešení navíc stojí na reálném technickém základu a celý návrh byl průběžně konzultován se spolupracující firmou, je proto vysoce reálný.

Do budoucna by kromě čistě elektrické verze dalo uvažovat i o verzi hybridní. S tímto předpokladem návrh motocyklu počítal. Modulární box by byl v tomto případě nahrazen spalovacím motorem a nádrží na palivo. Protážená kapotáž by elegantně pojmula chladič a výfukový systém by byl vyveden do prostoru pod pohonnou jednotkou. Současný návrh by proto bylo nutné upravovat pouze minimálně.



## 8 VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV

Druh výsledku	Funkční vzorek
Název výsledku	Motocykl na elektrický pohon
Autoři	Bc. Jan Vítek
Místo uložení výsledku	VUT Brno

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Konec aut se spalovacím motorem? Evropská komise chce od roku 2035 umožnit prodej jen vozů bez emisí. IROZHLAS [online]. 2021, 14. července 2021 [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/evropska-komise-emise-automobily-spalovaci-motor-zakaz-prodeje\\_2107141525\\_tzr](https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/evropska-komise-emise-automobily-spalovaci-motor-zakaz-prodeje_2107141525_tzr)
2. Benefits of an electric motorcycle. Motorbike writer [online]. 2017 [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://motorbikewriter.com/benefits-electric-motorcycle/>
3. It's Not Just You, Traffic Is Getting Worse. Statista [online]. 2019, 2019 [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.statista.com/chart/19410/traffic-congestion-cities/>
4. Europe's Electric Motorcycle Market Surges, Mirroring Electric Cars | IDTechEx Research Article. In: [cit. 15.03.2021]. Dostupné z: <https://www.idtechex.com/en/research-article/europes-electric-motorcycle-market-surges-mirroring-electric-cars/23107>
5. Global Electric Motorcycle and Scooter Market to Grow to a Value of US\$ 14.29 Bn by 2027, Growing at a Robust CAGR of 7.1% over 2019 to 2027: Transparency Market Research. In: [cit. 15.03.2021]. Dostupné z: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-electric-motorcycle-and-scooter-market-to-grow-to-a-value-of-us-14-29-bn-by-2027--growing-at-a-robust-cagr-of-7-1-over-2019-to-2027-transparency-market-research-301026045.html>
6. Zero SR. Zero motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/model/zero-sr>
7. Zero SR/F. Zero motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/model/zero-srf>
8. Zero FXS. Zero motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/model/zero-fxs>
9. Verge Motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.vergemotorcycles.com/>
10. Urban Classic. Evoke motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.evokemotorcycles.com/urban-classic>
11. Tarform Motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.tarform.com/>
12. Project One. Yatri Motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.yatrimotorcycles.com/project-one>
13. Sondors Metacycle. Sondors [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://sondorsx.com/#shopify-section-16093090120f2b7236>

14. Motocykl LiveWire. Harley-Davidson Česká Republika [online]. [cit. 2021-9-30].  
Dostupné z: <https://www.harley-davidson.com/cz/cs/motorcycles/livewire.html>
15. KALK&. CAKE [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://ridecake.com/en/shop/bikes/kalk/kalk/>
16. Project Triumph TE-1. Triumph Motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://www.triumphmotorcycles.com/triumph-world/project-triumph-te-1/phase-2>
17. Concept E. DAB Motors [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://dabmotors.com/concept-e/>
18. E-Mobility. Husqvarna Motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://www.husqvarna-motorcycles.com/en-nz/models/e-mobility.html#epilen>
19. MOTOROiD - Yamaha Motor Design. Yamaha Motor Co., Ltd [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: [https://global.yamaha-motor.com/design\\_technology/design/concept/motoroid/](https://global.yamaha-motor.com/design_technology/design/concept/motoroid/)
20. Vitpilen 701. Husqvarna Motorcycles [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://www.husqvarna-motorcycles.com/en-us/models/vitpilen/vitpilen-701-2020.html>
21. S 1000 R. BMW Motorrad [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.bmw-motorrad.cz/cs/models/roadster/s1000r.html>
22. Srambler Icon Dark. DUCATI Czech [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
[https://www.ducati-czech.cz/motocykly/scrambler-icon-dark\\_53/](https://www.ducati-czech.cz/motocykly/scrambler-icon-dark_53/)
23. 3D model od firmy MSR Engines. Střelice, 2020.
24. Informace poskytl Ing. Jiří MÍŠA, vedoucí konstruktér motocyklu MSR Engines.  
Střelice 20. 7. 2021.
25. VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů 2.. 2004. ISBN ISBN 80-239-1601-7.
26. FOALE, Tony. Motorcycle handling and chassis design: the art and science. Sec. ed.  
Spain: Tony Foale, 2006. ISBN 84-933-2863-4.
27. VLK, František. Motorová vozidla BRZDOVÉ SYSTÉMY MOTOCYKLŮ.
28. Geometrie řízení. Motorkáři.cz [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/geometrie-řízení-38287.html>
29. Technika motocyklu 8. část - podvozek. Motorkáři.cz [online]. [cit. 2021-9-30].  
Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-8.-cast-podvozek-3456.html>
30. Technika motocyklu 3. část - brzdy. Motorkáři.cz [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z:  
<https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-3.-cast-brzdy-3259.html>

31. O pneu. Moto-pneu.cz [online]. [cit. 2021-9-30]. Dostupné z: <https://www.moto-pneu.cz/cs/stranky/o-pneu>
32. FRYBERT, Jan. Alternativní pohony. Brno: Integrovaná střední škola automobilní, [2015]. ISBN ISBN978-80-260-7548-6.
33. NOVOTNÝ, Vladimír. KTM Freeride E-XC: offroadová šalina. Motorkáři.cz [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/redakni-testy/ktm/ktm-freeride-e-xc-offroadova-salina-38883.html?kid=43639>
34. Typy a druhy akumulátorů – Li-ion akumulátor, Ni-MH akumulátor, Li-Po akumulátor. Transfer Multisort Elektronik [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/cz/news/library-articles/page/44796/typy-a-druhy-akumulatoru-li-ion-akumulator-ni-mh-akumulator-li-po-akumulator/>
35. Nabíjecí stanice pro elektromobily, druhy a použití. Jak nenaletět. Hybrid.cz [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/nabijeci-stance-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-nenaletet/>
36. Elektromobily a jejich nabíjení: Znáte nejčastější typy nabíječek a konektorů? Auto.cz [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/elektromobily-a-jejich-nabijeni-znate-nejcastejsi-ty-py-nabijecek-a-konektoru-130851>
37. Rekuperace elektrické energie. Elektrickevozy.cz [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/rekuperace-elektricke-energie>
38. Informace poskytl Ing. Martin ŠULA, majitel MSR Engines. Střelice 20. 4. 2021.
39. 2017 KTM Duke 390: Top 8 features to know. India.com [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <https://www.india.com/car-and-bike/latest-news/news-bikes/2017-ktm-duke-390-top-8-features-to-know-2-3281775/>
40. DUCATI PANIGALE V2 ADJUSTABLE ALUMINUM RIDER FOOTPEGS REARSETS 96280621AA. Dennis Power Sport [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <https://www.dennispowersport.com/products/ducati-panigale-v2-adjustable-aluminum-rider-footpegs-rearsets-96280621aa>
41. Ovládání. Mamotorka.sweb [online]. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <http://mamotorka.sweb.cz/ovladani.htm>

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

kW	kilowatt
kWh	kilowatthodina
Nm	newtonmetr
Kg	kilogram
A	ampér
Km	kilometr
mm	milimetr
Li-Ion	Lithium ionové
Li-Pol	Lithium polymerové
AC	alternate current (střídavý proud)
DC	direct current (stejnoseměrný proud)

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

<b>Obr. 2-1</b>	Rešeršní strategie.....	14
<b>Obr. 2-2</b>	Zero SR [6].....	17
<b>Obr. 2-3</b>	Zero SR/F [7].....	18
<b>Obr. 2-4</b>	Zero FXS.....	19
<b>Obr. 2-5</b>	Verge TS [9].....	20
<b>Obr. 2-6</b>	Evoke Urban Classic [10].....	21
<b>Obr. 2-7</b>	Tarform Luna [11].....	22
<b>Obr. 2-8</b>	Yatri Project One [12].....	23
<b>Obr. 2-9</b>	Sondors Metacycle [13].....	24
<b>Obr. 2-10</b>	Harley-Davidson LifeWire [14].....	25
<b>Obr. 2-11</b>	Cake KALK& [15] .....	26
<b>Obr. 2-12</b>	Triumph TE-1 [16] .....	27
<b>Obr. 2-13</b>	Dab Concept E [17] .....	28
<b>Obr. 2-14</b>	Husqvarna E-Pilen [18].....	29
<b>Obr. 2-15</b>	Yamaha MOTOROiD [19] .....	30
<b>Obr. 2-16</b>	Husqvarna Vitpilen 701 [20].....	31
<b>Obr. 2-17</b>	BMW S 1000 R [21] .....	32
<b>Obr. 2-18</b>	Ducati Scrambler Street Classic [22].....	33
<b>Obr. 2-19</b>	Pohled zprava na základ poskytnutý firmou se zvýrazněnými řídicími směry	34
<b>Obr. 2-20</b>	Pohled zleva na základ poskytnutý firmou .....	35
<b>Obr. 2-21</b>	Pohled na asymetricky umístěný zadní tlumič.....	35
<b>Obr. 2-22</b>	Geometrie a základní rozměry motocyklu [25].....	36
<b>Obr. 2-23</b>	Rám motocyklu Zero SR [6] .....	38
<b>Obr. 2-24</b>	Pohonná jednotka s bateriovým blokem sloužící jako hlavní část rámu.....	39
<b>Obr. 2-25</b>	Typy nabíjecích konektorů [35].....	43
<b>Obr. 2-26</b>	Protvarování sedla a kapotáže pro stehna [39].....	44
<b>Obr. 2-27</b>	Nastavitelné stupačky Ducati Panigale V2 [40] .....	45
<b>Obr. 2-28</b>	Ovládací prvky motocyklu [41].....	45

<b>Obr. 4-1</b>	Analýza cílů .....	50
<b>Obr. 4-2</b>	Omezení produktu .....	51
<b>Obr. 4-3</b>	Rozložení komponent .....	52
<b>Obr. 4-4</b>	Ukázky skic z jedné z prvních iterací.....	53
<b>Obr. 4-5</b>	Varianta č.1 .....	54
<b>Obr. 4-6</b>	Varianta č.2 .....	55
<b>Obr. 4-7</b>	Varianta č.3 .....	56
<b>Obr. 5-1</b>	Skica rozvíjející varinatu č.2.....	59
<b>Obr. 6-1</b>	Hmota navrženého motocyklu .....	61
<b>Obr. 6-2</b>	Boční pohled – barevné a tvarové členění .....	62
<b>Obr. 6-3</b>	Perspektivní pohledy .....	62
<b>Obr. 6-4</b>	Detail kapotáže .....	63
<b>Obr. 6-5</b>	Pohonná jednotka a hlavní bateriový blok s krytem motoru.....	64
<b>Obr. 6-6</b>	Modulární box s naznačeným písmenem E.....	65
<b>Obr. 6-7</b>	Prostor pro přiložení čipu .....	65
<b>Obr. 6-8</b>	Zavřený modulární box .....	66
<b>Obr. 6-9</b>	Otevřený modulární box, a) s přidavnou baterií, b) se zavazadly .....	66
<b>Obr. 6-10</b>	Boční pohled zleva s plně přiznaným tlumičem .....	67
<b>Obr. 6-11</b>	Boční pohled zprava se částečně zakrytým trumičem .....	67
<b>Obr. 6-12</b>	Podsedlová část motocyklu.....	68
<b>Obr. 6-13</b>	Čelní maska .....	69
<b>Obr. 6-14</b>	Porovnání plných a paprskových disků .....	70
<b>Obr. 6-15</b>	Detail disků .....	70
<b>Obr. 6-16</b>	Rozměry motocyklu.....	71
<b>Obr. 6-17</b>	Technické řešení motocyklu .....	72
<b>Obr. 6-18</b>	Čelní osvětlení .....	73
<b>Obr. 6-19</b>	Zadní osvětlení.....	74
<b>Obr. 6-20</b>	Motocykl s SPZ.....	74
<b>Obr. 6-21</b>	Nabíjení motocyklu .....	75
<b>Obr. 6-22</b>	Ergonomické řešení jízdní pozice .....	76

<b>Obr. 6-23</b>	Sedlo motocyklu.....	77
<b>Obr. 6-24</b>	Motocykl při jízdě se spolujezdcem .....	77
<b>Obr. 6-25</b>	Přední nastavitelné stupačky .....	78
<b>Obr. 6-26</b>	Odnímatelné stupačky spolujezdce .....	79
<b>Obr. 6-27</b>	Nacvakování stupaček spolujezdce .....	79
<b>Obr. 6-28</b>	Zpětné zrcátko.....	80
<b>Obr. 6-29</b>	Display .....	81
<b>Obr. 6-30</b>	Mobilní telefon s navigací, umístěný v přihrádce s transparentním krytem...	81
<b>Obr. 6-31</b>	Barevná varianta č.1.....	83
<b>Obr. 6-32</b>	Barevná varianta č.2.....	83
<b>Obr. 6-33</b>	Barevná varianta č.3.....	83
<b>Obr. 6-34</b>	Grafické řešení .....	84
<b>Obr. 6-35</b>	Motocykl s SPZ.....	86



## 12 SEZNAM TABULEK

<b>Tab. 3-1</b> Vymezení problému.....	49
<b>Tab. 4-1</b> Morfologická analýza .....	58
<b>Tab. 4-2</b> Hodnocení variant .....	59

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

### Zmenšené postery

- Designerský poster (A4)
- Technický poster (A4)
- Ergonomický poster (A4)
- Sumarizační poster (A4)

### Samostatné přílohy

- Designerský poster (A4)
- Technický poster (A4)
- Ergonomický poster (A4)
- Sumarizační poster (A4)
- Fyzický model (M 1:4)

## 14 ZMENŠENÉ POSTERY



### DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Designerský poster

Návrh motocyklu na první pohled odkazuje na odlišnou pohonnou koncepci a vymezuje se tak vůči designu motocyklů se spalovacím motorem. Progressivní vizuální koncepce přiznává elektrickou pohonnou jednotku a používá ji jako důležitý výrazový prvek. Na rozdíl od většiny elektrických motocyklů rovněž nepůsobí hmotným dojmem, a to díky tvarovému i barevnému rozčlenění jeho hmoty. Vizuálně důležitým prvkem je i návaznost kapotáže na panely přední vidlice. Návrh vznikl na reálném technickém základu, a proto reflektuje konstrukční i technologické požadavky spolupracující firmy.



DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jan Vitek / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Kránek, AnD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20



## DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Technický poster

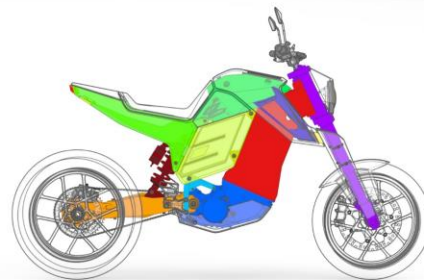


Základem nosné konstrukce je pohonná jednotka a na ni navazující hlavní bateriový blok, tedy části, které byly poskytnuty spolupracující firmou. Přimo k těmto částem je připojen modulární box, na který je dále připevněn podsedlová část.

K modulárnímu boxu je dále připevněna část, sloužící jako úložný prostor pro nabíječku, odnímatelné zadní stupačky a další věci, které se poji s provozem motocyklu. Tato část pak nese kapotáž.



- Hlavní bateriový blok
- Pohonná jednotka
- Modulární box
- Zadní kyvná vidlice
- Zadní tlumič
- Přední vidlice
- Podsedlová část
- Úložný prostor
- Držák kapotáže
- Držák stupaček



DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jan Vitek / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20



## DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Ergonomický poster



Design motocyklu jde ruku v ruce s ergonomickým řešením. Celková geometrie umožňuje pohodlnou a uvolněnou jízdní pozici, sedlo je tvarováno tak, aby jezdci poskytovalo komfort, ale zároveň oporu při akceleraci i brzdění. Zúžení hmoty motocyklu v místě stehna umožňuje pohodlné obejmutí stroje stehny a tím i snadné ovládní. Motocykl umožňuje jízdu se spolujezdcem, pro tyto účely jsou navrženy odnímatelné stupáčky, které je možné uložit do zavazadlového prostoru motocyklu.



DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jan Vitek / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2019/20





## DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

Sumarizační poster

Elektrický motocykl do městského prostředí, navržený ve spolupráci s MSR Engines, na technickém základu poskytnutým touto firmou.



DESIGN MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jan Vitek / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2019/20

